附件 1

ICS 点击此处添加 ICS 号
CCS 点击此处添加 CCS 号

团 体 标 准

T/CEPCA XXX

电力建设高质量发展评价

Evaluation of High-Quality Development in Electric Power Construction

(征求意见稿)

2026- XX- XX 发布 2026- XX- XX 实施

中国电力建设企业协会 发 布

目　　次

前　　言 I
1 范围 2
2 规范性引用文件 2
3 术语和定义 2
3.1 电力建设 2
3.2 高质量发展 2
3.3 通用项 2
3.4 专用项 3
4 缩略语 3
5 总则 3
6 评价指标体系框架 3
7 取值规则 3
8 评价结果的形成规则 4
8.1　评价结果计算 4
8.2　等级划分 7
8.3　标准准入条件 7
附　录A　(规范性)电力建设高质量发展评价指标表 8
表A.1 电力建设高质量发展评价汇总表 8
表A.2 电力建设高质量发展评价表——电网企业 9
表A.3 电力建设高质量发展评价表——发电企业 26
表A.4 电力建设高质量发展评价表——电建企业 44
参 考 文 献 62

前　言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电力建设企业协会提出并归口。

本文件起草单位：XXX。

本文件主要起草人：XXX。

本文件首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力建设企业协会（地址：北京市丰台区西四环南路 35 号中都科技大厦 3 层，100071）。

电力建设高质量发展评价

1 范围

本文件规定了评价的总体要求，建立了评价指标体系框架，明确了指标取值规则、评价方法以及评价结果的判定准则。

本文件适用于电网企业、发电企业及电建企业（含建设、总承包、监理、勘察、设计、施工、调试等单位）的高质量发展评价，包括上述企业在电力生产、输送、销售、科研与服务等领域，以及集团总部、二级单位、三级及以下单位的高质量发展评价工作。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电力建设 electric Power construction

以生产、输送、储存和分配电能或提升电力系统条件能力为目的，围绕火电、水电、核电（除核岛外）、风电、太阳能发电，输电、配电，及其他电力设施建设等开展的业务活动及其配套服务的总称。

3.2

高质量发展 high-quality development

高质量发展，就是能够很好满足人民日益增长的美好生活需要的发展，是体现新发展理念的发展，是质量效益稳步提升、科技创新能力增强、绿色低碳转型到位、安全底线守牢、产业链协同共享、开放合作共赢，并更好履行经济责任、政治责任和社会责任的发展。

3.3

通用项 general items

在电网工程施工过程中，辅助作业人员完成土建、安装、调试与试验、测量等任务的工具、器具、仪器及仪表。

3.4

专用项 dedicated item

指适用于电网企业、发电企业、电建企业等高质量发展评价主体的指标项。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

G：集团总部（Group headquarters）

S：二级单位（Secondary units）

T：三级单位及以下（Tertiary units and below）

5 总则

电力建设高质量发展评价标准的主要原则是定量与定性分析相结合、一致性与可比性相结合、可操作性与适用性相结合、稳定性与动态性相结合。

5.1 定量与定性分析相结合。评价指标以定量指标为主，同时将实际开展工作中的定性数据定量化，保证评价结果充分反映受评企业综合评价状况。

5.2 一致性与可比性相结合。一致性体现在所有适用范围的受评企业采用同一评价规则，可比性体现在各受评企业的评价结果可以互相比较，保证企业分类评价有据可依。

5.3 操作性与适用性相结合。评价指标的设计在采用科学评价方法的同时，充分考虑数据的可获得性和权威性，保证评价在执行过程中的可操作性。

5.4 稳定性与动态性相结合。可固定周期对企业进行评价，依据评价结果及时调整受企业高质量发展等级，并根据国家有关要求、电力企业整体发展方向等动态调整评价标准。

6 评价指标体系框架

6.1 电力建设高质量发展评价体系由党建统领、战略引领、创新驱动、竞争实力、绿色发展、供需协调、国际影响、安全保障 8 个一级指标、28 个二级指标和若干三级指标构成，其中电网企业电力建设高质量发展评价包括 66 个三级指标，发电企业电力建设高质量发展评价包括 66 个三级指标，电建企业电力建设高质量发展评价包括 66 个三级指标。

7 取值规则

在开展电力建设高质量发展评价时，党的建设、战略引领、创新驱动、竞争实力、绿色活力、供需协调、安全保障、国际发展的取值规则应符合表 1 的规定。

表 1 取值规则

一级指标	二级指标	评价指标分值			权重/%		
		电网企业	发电企业	电建企业	电网企业	发电企业	电建企业
党的建设	政治建设	10			10		
	思想建设	10					
	组织建设	45					
	党建与生产经营融合	5					
	党风廉政和反腐败	30					
战略引领	战略规划	30			10		
	战略管理	20					
	战略实施	50					
创新驱动	创新引领	30			15		

一级指标	二级指标	评价指标分值			权重/%		
		电网企业	发电企业	电建企业	电网企业	发电企业	电建企业
	研发投入	20					
	成果转化	35					
	数智赋能	15					
竞争实力	盈利能力	40			20		
	运营效率	30					
	发展潜力	30					
绿色发展	开发消纳能力	45			15		
	能耗效率水平	40					
	绿色运营水平	15					
供需协调	供电可靠性（电网）	100	/	/	10		5
	能源保供（发电）	/	50	/			
	电源安全（发电）	/	50	/			
	供给承接能力（电建）	/	/	100			
安全保障	安全生产标准化建设	20			15		
	安全风险管控及隐患排查治理	39					
	应急管理	16					
	科技兴安	25					
国际影响	跨国经营水平	50			5		10
	国际品牌价值	50					

8 评价结果的形成规则

8.1 评价结果计算

8.1.1 党的建设一级指标得分应该公式（1）计算。

$$A_a = \frac{\sum_{a_i=1}^{n_a-s_a} u_{a_i}}{\sum_{a_i=1}^{n_a-s_a} h_{a_i}} \times 100 \tag{1}$$

式中：

A_a —党的建设一级指标得分；

n_a —党的建设三级指标总数量；

s_a —党的建设方向不适用的三级指标数量；

a_i —党的建设三级指标序号；

u_{ai} —第 a_i 个党的建设三级指标得分；

h_{ai} —第 a_i 个党的建设三级指标分值。

8.1.2 战略引领一级指标得分应按公式（2）计算。

$$B_b = \frac{\sum_{b_i=1}^{n_b-s_b} u_{b_i}}{\sum_{b_i=1}^{n_b-s_b} h_{b_i}} \times 100 \quad (2)$$

式中：

B_b —战略引领一级指标得分；

n_b —战略引领三级指标总数量；

s_b —战略引领方向不适用的三级指标数量；

b_i —战略引领三级指标序号；

u_{bi} —第 b_i 个战略引领三级指标得分；

h_{bi} —第 b_i 个战略引领三级指标分值。

8.1.3 创新驱动一级指标得分应按公式（3）计算。

$$C_c = \frac{\sum_{c_i=1}^{n_c-s_c} u_{c_i}}{\sum_{c_i=1}^{n_c-s_c} h_{c_i}} \times 100 \quad (3)$$

式中：

C_c —创新驱动一级指标得分；

n_c —创新驱动三级指标总数量；

s_c —创新驱动方向不适用的三级指标数量；

c_i —创新驱动三级指标序号；

u_{ci} —第 c_i 个创新驱动三级指标得分；

h_{ci} —第 c_i 个创新驱动三级指标分值。

8.1.4 竞争实力一级指标得分应按公式（4）计算。

$$D_d = \frac{\sum_{d_i=1}^{n_d-s_d} u_{d_i}}{\sum_{d_i=1}^{n_d-s_d} h_{d_i}} \times 100 \quad (4)$$

式中：

D_d —竞争实力一级指标得分；

n_d —竞争实力三级指标总数量；

s_d —竞争实力方向不适用的三级指标数量；

d_i —竞争实力三级指标序号；

u_{di} —第 d_i 个竞争实力三级指标得分；

h_{di} —第 d_i 个竞争实力三级指标分值。

8.1.5 绿色发展一级指标得分应按公式（5）计算。

$$E_e = \frac{\sum_{e_i=1}^{n_e-s_e} u_{e_i}}{\sum_{e_i=1}^{n_e-s_e} h_{e_i}} \times 100 \quad (5)$$

式中：

E_e —绿色发展一级指标得分；

n_e —绿色发展三级指标总数量；

s_e —绿色发展方向不适用的三级指标数量；

e_i —绿色发展三级指标序号；

u_{ei} —第 e_i 个绿色发展三级指标得分；

h_{ei} —第 e_i 个绿色发展三级指标分值。

8.1.6 供需协调一级指标得分应按公式（6）计算。

$$F_f = \frac{\sum_{f_i=1}^{n_f-s_f} u_{f_i}}{\sum_{f_i=1}^{n_f-s_f} h_{f_i}} \times 100 \quad (6)$$

式中：

F_f —供需协调一级指标得分；

n_f —供需协调三级指标总数量；

s_f —供需协调方向不适用的三级指标数量；

f_i —供需协调三级指标序号；

u_{fi} —第 f_i 个供需协调三级指标得分；

h_{fi} —第 f_i 个供需协调三级指标分值。

8.1.7 安全保障一级指标得分应按公式（7）计算。

$$G_g = \frac{\sum_{g_i=1}^{n_g-s_g} u_{g_i}}{\sum_{g_i=1}^{n_g-s_g} h_{g_i}} \times 100 \quad (7)$$

式中：

G_g —安全保障一级指标得分；

n_g —安全保障三级指标总数量；

s_g —安全保障方向不适用的三级指标数量；

g_i —安全保障方向三级指标序号；

u_{gi} —第 g_i 个安全保障方向三级指标得分；

h_{gi} —第 g_i 个安全保障方向三级指标分值。

8.1.8 国际影响一级指标得分应按公式（8）计算。

$$K_k = \frac{\sum_{k_i=1}^{n_k - s_k} u_{k_i}}{\sum_{k_i=1}^{n_k - s_k} h_{k_i}} \times 100 \quad (8)$$

式中：

K_k —国际影响一级指标得分；

n_k —国际影响三级指标总数量；

s_k —国际影响方向不适用的三级指标数量；

k_i —国际影响方向三级指标序号；

uk_i —第 k_i 个国际发影响方向三级指标得分；

hk_i —第 k_i 个国际影响方向三级指标分值。

8.1.9 电力建设高质量发展评价总得分应按公式（9）计算

$$Q = A_a \times 10\% + B_b \times 10\% + C_c \times 15\% + D_d \times 20\% + E_e \times 15\% + F_f \times 10\% + G_g \times 15\% + K_k \times 5\% \quad (9)$$

式中：

Q —电力建设高质量发展评价总得分；

A_a —党的建设一级指标得分；

B_b —战略引领一级指标得分；

C_c —创新驱动一级指标得分；

D_d —竞争实力一级指标得分；

E_e —绿色发展一级指标得分；

F_f —供需协调一级指标得分；

G_g —安全保障一级指标得分；

K_k —国际影响一级指标得分。

8.2 等级划分

电力建设高质量发展评价划分为一星、二星、三星三个等级。分值区间 70 分（含 70 分）~80 分为一星；80 分（含 80 分）~90 分为二星；90 分（含 90 分）~100 分为三星。

8.3 标准准入条件

集团总部、二级单位、三级单位及以下单位未发生安全生产特别重大事故；二级单位、三级以下单位未发生安全生产重大事故；三级以下单位未发生安全生产较大事故。满足上述对应层级事故准入条件的，方可参与电力建设高质量发展评价。

附 录 A
（规范性）
电力建设高质量发展评价指标表

《电力建设高质量发展评价汇总表》见表A.1，《电力建设高质量发展评价表——电网企业》见表A.2，《电力建设高质量发展评价表——发电企业》见表A.3，《电力建设高质量发展评价表——电建企业》见表A.4。

表 A.1 电力建设高质量发展评价汇总表

序号	一级指标	标准分	权重/%			得分
			电网企业	发电企业	电建企业	
1	党的建设	100	10			
2	战略引领	100	10			
3	创新驱动	100	15			
4	竞争实力	100	20			
5	绿色发展	100	15			
6	供需协调	100	10		5	
7	安全保障	100	15			
8	国际影响	100	5		10	
电力建设高质量发展评价总得分						

表 A.2 电力建设高质量发展评价表——电网企业

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
1	党的建设	政治建设（10 分）	党中央决策部署贯彻执行（6 分）	重点核查坚持党中央集中统一领导、坚决做到“两个维护”情况，习近平总书记重要指示批示精神和党中央决策部署的学习研讨、贯彻措施、督导推动、跟踪问效“四标准”落实情况，包括“第一议题”制度和“五个一”机制执行、党中央重大决策部署传达学习、分解落实、督办问效闭环落实，以及贯彻措施与企业中心任务、“十五五”规划目标任务的衔接情况	坚决做到“两个维护”，“第一议题”制度和“五个一”机制执行规范，传达学习、分解落实、督办问效闭环到位，贯彻措施与企业中心任务实质性衔接，跟踪问效有可验证结果，得 5—6 分； 四个环节基本健全，个别部署落实不够及时，但措施与业务衔接不紧或问效偏弱，得 3—4 分； 环节缺失、以传达代替落实、以会议代替落实、形式主义虚假落实，学习贯彻存在温差落差，得 0—2 分	G/S/T	6	
2			党的领导融入公司治理（4 分）	重点核查“两个一以贯之”落实、党建工作要求写入公司章程并向所属企业延伸、党委前置研究讨论事项清单对照《中国共产党国有企业基层组织工作条例（试行）》规定健全并动态优化、权责边界清晰、党委对重大经营管理事项实质性把关情况，以及政治纪律和政治规矩执行、政治监督开展情况	党建入章全面完成并向所属企业延伸，前置清单动态优化并与“三重一大”决策制度衔接，权责边界清晰，党委把关在具体重大决策中可辨识、可验证，政治监督有力，得 3—4 分； 入章完成、清单建立、程序运转，但动态优化不及时或前置把关流于程序，得 1—2 分； 未入章、前置研究严重缺失，得 0 分	G/S/T	4	
3		思想建设（10 分）	理论武装与集中学习教育（5 分）	重点核查用党的创新理论武装头脑、凝心铸魂情况，包括学习贯彻习近平党建思想和“十四个坚持”要求、党委理论学习中心组学习质量、“三会一课”和重要会议精神学习宣贯、党内集中学习教育质效、基本培训机制运行、意识形态工作责任制和宣传思想阵地管理，以及学	理论学习制度健全、研讨深入，集中学习教育组织扎实、查摆整改闭环，学用结合有可验证的转化结果（调研成果进入决策、整改事项实质性完成），意识形态阵地管理规范，得 4—5 分； 规定动作完成、培训机制运转，但学	G/S/T	5	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
				用结合和成果转化情况	用转化缺少实质证据、阵地管理基本规范，得 2—3 分 学习制度不执行、以会代学、集中学习教育走过场，意识形态阵地管理存在薄弱环节或发生意识形态问题，得 0—1 分			
4			职工思想动态调研闭环（5 分）	重点核查职工思想动态调研收集、分析研判、反馈处置、跟踪回访、结果运用等环节是否闭环运行，是否同步做好意识形态领域风险研判和处置，调研成果是否进入管理决策或实质化解矛盾	调研常态开展，分析研判、反馈处置、跟踪回访闭环有可验证记录，调研成果有效进入管理决策或实质化解矛盾，得 4—5 分； 机制建立、调研有开展，但研判和处置偏弱或成果运用不明显，得 2—3 分； 机制空转、对思想动态不掌握不处置，引发不良影响，得 0—1 分	G/S/T	5	
5		组织建设（45 分）	基本组织（6 分）	重点核查党组织应建尽建、按期换届、党支部标准化规范化建设、组织生活规范化情况，增强党组织政治功能和组织功能，以及组织生活与中心任务结合的实际质量	应建尽建、按期换届，党支部标准化规范化建设达标率高，组织生活质量高且与中心任务结合，得 5—6 分； 覆盖基本到位，存在个别薄弱点或记录不规范，得 3—4 分 应建未建、长期不换届、组织生活长期不开展，得 0—2 分	G/S/T	6	
6			基本队伍（6 分）	重点核查党组织书记和党务干部配备、党员发展教育管理、党费收缴管理、党员先锋模范作用发挥，以及党员在关键岗位和急难险重任务中的实际表现	书记和党务力量配齐配强，党员发展教育管理严格，党员在关键岗位和急难险重任务中的作用有可验证实绩依据，得 5—6 分； 配备基本到位、党员管理规范，但党员作用发挥缺少可验证实绩支撑，得 3—4 分； 党务岗位长期空缺、党员管理松散、发展党员程序明显违规，得 0—2 分	G/S/T	6	
7			基本制度	重点核查党建基本制度体系是否健全、	制度贴合实际且定期评估更新，责任	G/S/T	3	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
			（3 分）	党建工作责任制和考核评价制度是否落实、制度执行监督检查是否开展、发现问题是否实质性整改并形成制度完善，坚持制度治党、依规治党	制传导刚性有力，述职评议考核严格，监督检查发现的问题实质性整改并形成制度完善，得 3 分； 核心制度齐全、有监督检查动作，但制度更新不及时或整改停留在个案层面，得 1—2 分； 关键制度缺失、不开展执行监督、问题反复出现无制度性回应，得 0 分			
8			党管干部原则与治理程序（10 分）	重点核查坚持党管干部原则、落实新时代党的组织路线情况，党管干部制度体系、党委前置研究干部事项清单、党委把关程序执行情况，以及干部工作年度计划与党委议题记录的对应性	制度体系完备、前置清单清晰、把关程序严格执行且有具体议题记录，干部工作年度计划与党委议题记录一一对应，得 8—10 分； 制度基本健全、程序总体执行但个别环节不够严谨，得 4—7 分； 制度不完善、前置把关存在漏项或长期不执行，得 0—3 分	G/S/T	10	
9			干部选拔任用规范（10 分）	重点核查坚持德才兼备、以德为先、任人唯贤，干部选拔任用全流程程序合规性、关键环节完整性和档案材料完整性	全流程合规、关键环节无缺失、档案材料完整，得 8—10 分； 程序总体合规、个别材料归档不及时，得 4—7 分；底线以下：存在程序瑕疵、关键环节资料不全或多次程序违规，得 0—3 分	G/S/T	10	
10			干部教育监督与能上能下（10 分）	重点核查干部教育培训计划执行、日常监督（述职述廉、提醒谈话、个人有关事项报告）、领导干部能上能下机制是否实质运行，以及严管厚爱结合、激励约束并重情况	能上能下机制有实质性“下”的案例或制度性安排，日常监督发现问题有处置闭环，得 8—10 分； 培训和监督基本落实，但能上能下停留在制度文本、缺少实质运行证据，得 4—7 分； 日常监督缺位、能上能下机制空转，得 0—3 分	G/S/T	10	
11		党建与生产经营融合	党建与生产经营融合实	重点核查党建工作与生产经营深度融合情况，包括“党建+”工程和党员责任区、	融合机制健全，载体作用突出，重点攻坚任务中党组织和党员作用明显，	G/S/T	5	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
		（5 分）	效 （5 分）	示范岗、服务队等载体建设，重点任务和攻坚项目中党组织、党员作用发挥，融合机制和考评联动，党建优势转化为发展优势的实际成效，以及在解决“卡脖子”难题、稳增长防风险中的贡献	党建优势有效转化为发展优势和经营业绩，形成可复制推广的经验，得 4—5 分； 常态化开展“党建+”活动，有举措但标志性成果不多，与生产经营结合不够紧密，党员作用发挥一般，得 2—3 分； 党建与生产经营“两张皮”，无融合载体、无攻坚行动，载体虚化、作用不明显，得 0—1 分			
12		党风廉政建设和反腐败（30 分）	全面从严治党主体责任（10 分）	重点核查健全全面从严治党体系情况，对照上下贯通、执行有力的组织体系，固本培元、凝心铸魂的教育体系，精准发力、标本兼治的监管体系，科学完备、有效管用的制度体系，主体明确、要求清晰的责任体系“五个体系”要求，落实责任体系、年度部署、压力传导，锲而不舍落实中央八项规定精神、推进党的作风建设常态化长效化、深入整治形式主义为基层减负，开展廉洁教育、廉政风险防控，以及风险防控措施是否嵌入业务流程	责任体系健全、年度部署和压力传导到位，中央八项规定精神落实有力，作风建设常态化长效化和基层减负有实效，廉政风险排查与业务风险实质结合、防控措施嵌入流程，廉洁教育有针对性，得 8—10 分； 责任体系健全、部署和传导到位，但风险防控和教育精准性不足，得 4—7 分； 责任体系严重缺失、传导断层，违反中央八项规定精神问题多发，得 0—3 分	G/S/T	10	
13			纪检机构监督执纪问责（10 分）	重点核查日常监督、问题线索处置、监督执纪“四种形态”运用、追责问责是否依规依纪依法到位，以及完善监督体系、加强对权力配置和运行的规范监督情况	高质量发展：监督有效、线索处置规范、“四种形态”运用精准、问责到位，权力运行监督有具体举措，得 8—10 分； 基本履职但方式单一或个别环节不够及时，得 4—7 分； 监督明显缺位、处置不规范、问责偏轻偏软，得 0—3 分	G/S/T	10	
14			巡视巡察整改（10 分）	重点核查巡视巡察反馈问题整改销号、台账管理、举一反三长效机制建立，内部巡察任务组织实施情况，以及整改成	整改不仅完成销号，且举一反三形成制度性成果、同类问题未重复发生，得 8—10 分；	G/S/T	10	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
				果是否转化为治理效能	按期整改销号、台账基本规范，但制度性成果有限，得 4—7 分； 整改滞后、纸面整改、虚假整改，得 0—3 分			
15	战略引领	战略规划（30分）	战略前瞻与引领性（15 分）	战略规划对标国家重大战略、能源行业顶层导向的匹配度，重点核查企业在“双碳”目标、新型电力系统建设、能源安全战略框架下，对氢能和绿色燃料、新型储能、综合能源服务、能源数字化数智化等战略性新兴产业和未来产业的前瞻性研判与超前布局能力，衡量规划的政治站位、行业适配性与长远引领价值	规划明确包含对国家能源发展趋势的系统研判，对“双碳”目标、新型电力系统建设等核心政策有专项对标章节，且至少包含2项指向战略性新兴产业和未来产业具体布局的前瞻性量化目标，得15分； 规划包含主要政策方向的前瞻研判和对标内容，有明确的政策承接目标，且至少包含1项前瞻性量化目标，得12分； 规划有政策方向对标内容，对接覆盖率≥60%；有基本的政策承接描述但缺乏量化目标支撑，得9分； 规划未体现对“双碳”目标、新型电力系统等核心政策的前瞻研判，或规划方向与“十五五”期间煤炭消费达峰、非化石能源消费占比提升至25%等国家约束目标存在明显脱节，不得分	G/S/T	15	
16			战略规划衔接与适配性（15分）	建立与企业治理结构、经营业务实际相适应的战略规划体系，统筹编制总体规划重点业务、专项规划，重点考核企业战略规划与国家规划、上级单位规划的衔接传导和目标一致性	建立与企业业务实际相适应的规划体系（总体规划＋与企业业务实际相匹配的重点业务、专项规划），且规划目标、重点任务与国家能源规划及上级单位规划衔接一致，得15分； 规划体系与业务实际基本匹配，但个别专项规划缺失或与上级规划衔接不够紧密，得12分； 仅编制总体规划，专项规划配套明显不足，或与上级单位规划衔接不够紧	G/S/T	15	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
					密、衔接上存在明显漏洞，得9分； 未编制总体规划，或规划方向与、国家规划、上级单位规划明显冲突、脱节，不得分			
17		战略管理（20分）	规划管理体系（10分）	建立完善的规划管理体系，制定发展规划管理制度，并按要求有序组织开展规划编制、执行、评估和调整工作	建立了完善的规划管理体系，制定规划管理制度，并按要求有序组织开展规划编制、执行、评估和调整工作，得10分； 未制定规划管理制度，但有序组织开展规划编制、执行、评估和调整工作，得8分； 未制定规划管理制度，且规划编制、执行、评估和调整工作有一项不全，得6分； 未制定规划管理制度，且规划编制、执行、评估和调整工作有两项及以上不全，不得分	G/S/T	10	
18			规划分解（5分）	规划目标、任务层层分解、压实责任、配套资源	任务分解到年度，并建立与投资、预算、考核等衔接机制，得5分； 任务分解到年度，但与投资、预算、考核衔接机制有一项不全，得3分； 任务分解到年度，但与投资、预算、考核衔接机制有两项及以上不全，得1分； 任务未分解，不得分	G/S/T	5	
19			规划动态评估与优化机制（5分）	建立规划评估与调整机制，常态化开展规划执行情况评估与偏差分析，开展中期评估并根据内外部环境形势变化进行必要调整	开展年度执行情况评估、中期评估并进行必要调整，得5分； 未开展年度执行情况评估，开展中期评估并进行必要调整，得3分； 未开展评估，不得分	G/S/T	5	
20		战略实施（50分）	规划执行完成率	考核评价周期内是否达到变电容量（或输电线路长度）、可再生能源发电量占	完成率≥100%，得30分； 100%＞完成率≥90%，得25分；	G/S/T	30	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
			（30分）	全社会用电量比重（或清洁能源消纳率）两项核心指标的预期目标，且上述指标的平均完成率处于行业较高水平	90%＞完成率≥80%，得20分； 80%＞完成率≥70%，得15分； 70%＞完成率≥60%，得10分； 完成率＜60%，得0分			
21			战略性新兴产业营业收入占比（20分）	业务结构是否向国家鼓励的前瞻性、战略性新兴产业倾斜	战略性新兴产业营业收入占比等于行业基准值，得15分； 每高于基准值1个百分点加0.25分，最高加5分； 每低于基准值1个百分点扣0.25分，最高扣5分	G/S/T	20	
22	创新驱动	科技创新引领（30分）	科技规划（10 分）	科技创新规划情况	正式印发科技创新专项规划，明确技术路线图，得 6 分； 规划涵盖 5 个重点领域（新型电力系统、新能源、储能、氢能、数字化）中的 1 个得 1 分，最多得 4 分； 无科技创新专项规划得 0 分	G/S	10	
23			重大科技任务承担（15 分）	重大科技项目承担情况	国家级项目每项 5 分；省部级项目每项 4 分；市（厅）级项目每项 2 分； 牵头组建创新联合体、担任产业链链长企业、建设国家级/省部级原创技术策源地，每项 3 分	G/S	15	
24			科技人才队伍建设（5 分）	具有较高水平的科技人才队伍建设情况	拥有两院院士/国家级人才计划入选者每人 3 分； 拥有省部级人才计划入选者每人 2 分； 在国际标准组织/重要国际科技组织担任职务每人 1 分	G/S	5	
25		研发投入（20 分）	研发投入强度（12 分）	研发投入强度为研发投入占营业收入比例	得分=12×min（1，研发投入强度÷主要电力企业整体平均研发投入强度）	G/S	12	
26			研发平台建设	企业科技创新平台建设投入力度及层级水平情况	国家级平台（实验室/技术创新中心/工程研究中心等）每个 4 分；省部级	G/S	8	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
			（8 分）		平台每个 3 分；市（厅）级平台每个 2 分； 院士/博士后工作站每个 2 分			
27		成果转化（35分）	科技成果（15 分）	科技成果获奖数量及获奖层级水平情况	国家科学技术奖：特等奖 15 分/一等奖 12 分/二等奖 10 分； 中国专利奖：金奖 10 分/银奖 8 分/优秀奖 6 分； 省部级（或行业级）科学技术奖：一等奖 10 分/二等奖 8 分/三等奖 6 分； 市（厅）级科学技术奖：一等奖 6 分/二等奖 4 分/三等奖 2 分； 通过 PCT 途径进入国外国家阶段并获得国外发明专利授权的，每件计 0.2 分	G/S/T	15	
28			标准制定（5 分）	企业主导标准制定情况	国际标准主导(“主导”指排名前三起草单位)5 分/参与 1.5 分； 国家标准主导 4 分/参与 1.2 分； 行业标准主导 2 分/参与 0.6 分； 团体标准主导 1 分/参与 0.3 分	G/S/T	5	
29			重大工程示范（15 分）	科技成果转化为示范工程力度	国家级“三首”（首台/套重大技术装备、首批次新材料、首版次软件）认定每项 5 分； 国家级示范工程每项 4 分； 省部级示范工程每项 3 分； 自主研发产品首次在重大工程成功应用（以验收报告为准）每项 1.5 分	G/S	15	
30		数智赋能（15 分）	数字化发展水平（15 分）	数字化发展生态水平，参照《数字化转型管理参考架构 GB/T 《45341-2025》	生态级：15 分。 1)实现产业生态合作伙伴主要动态数据自动采集； 2)构建生态化数字模型； 平台级：12 分。 1)实现供应链/产业链网络平台内及外部用户关键动态数据在线自动采集； 2)构建平台化数字	G/S/T	15	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
					模型； 领域级：9 分。 1)实现企业所在领域各主业务环节(主场景)关键动态数据的自动采集； 2)在全企业(全领域)范围内,构建覆盖全部关键业务的全企业(全领域)数字模型； 场景级：6 分。 1)实现至少一个主业务环节(主场景)范围内关键动态数据的自动采集；2)构建应用覆盖至少一个主业务环节(主场景)主要业务活动的数字模型； 规范级：3 分。实现至少一个主业务环节(主场景)关键数据的信息化收集、录入			
31	竞争实力	盈利能力（40分）	净资产收益率（15 分）	净资产收益率是指企业一定时期净利润与平均净资产的比率，反映企业利用股东投入的自有资本获取收益的能力，是评价资本回报水平的核心指标	净资产收益率等于行业基准值，得 12 分； 每高于基准值 0.1 个百分点，加 0.3 分，最高加 3 分； 每低于基准值 0.1 个百分点，扣 0.3 分，最高扣 3 分	G/S/T	15	
32			成本费用利润率（15 分）	成本费用利润率是指企业一定时期利润总额与成本费用总额的比率，反映企业投入成本费用获取利润的能力，体现经营耗费带来的经济效益	成本费用利润率等于行业基准值，得 12 分；每高于基准值 0.1 个百分点，加 0.3 分，最高加 3 分；每低于基准值 0.1 个百分点，扣 0.3 分，最高扣 3 分	G/S/T	15	
33			净利润率（10 分）	净利润率是指企业一定时期净利润占营业收入的比重，反映每实现一元营业收入最终能赚到多少净利润，衡量营业收入转化为税后利润的能力	净利润率等于行业基准值，得 8 分； 每高于基准值 0.1 个百分点，加 0.2 分，最高加 2 分； 每低于基准值 0.1 个百分点，扣 0.2 分，最高扣 2 分 行业基准值参考央企实务对	G/S/T	10	
34		运营效率	营业收现率		营业收现率等于行业基准值，得 8 分；	G/S/T	10	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
		（30分）	（10 分）	营业收现率是指企业销售商品、提供劳务收到的现金与营业收入的比值，反映营业收入的现金回款质量，衡量账面收入转化为实际现金流入的水平	每高于基准值 1 个百分点，加 0.3 分，最高加 2 分； 每低于基准值 1 个百分点，扣 0.3 分，最高扣 2 分			
35			资产负债率（10 分）	资产负债率是指企业期末负债总额与资产总额的比率，反映企业总资产中有多大比例是通过负债筹资形成的，用来衡量企业长期偿债能力、负债杠杆水平	资产负债率等于行业基准值，得 8 分； 每低于基准值 1 个百分点，加 0.4 分，最高加 2 分； 每高于基准值 1 个百分点，扣 0.4 分，最高扣 2 分	G/S/T	10	
36			全员劳动生产率（10 分）	全员劳动生产率是指企业一定时期产出总量与全部从业人员平均人数的比值，反映劳动力投入的产出效率，衡量人力资源利用效益	全员劳动生产率等于行业基准值，得 8 分； 每增加 1 万元/人,加 0.4 分，标准分最多加 2 分； 每减少 1 万元/人,扣 0.4 分，标准分最多扣 2 分	G/S/T	10	
37		发展潜力（30分）	营业收入复合增长率（10 分）	营业收入复合增长率是指假设营业收入在一段期间内按固定年复利增长，计算得到的年均增长速率，平滑年度间波动，用来衡量一段周期内营收的中长期增长水平	营业收入复合增长率等于行业基准值，得 8 分； 每高于基准值 1 个百分点，加 0.7 分，最高加 2 分； 每低于基准值 1 个百分点，扣 0.7 分，最高扣 2 分	G/S/T	10	
38			新增报装容量占比（10 分）	新增报装容量占比是指当年用户新增用电报装容量与当年电网新增投运变电容量的比值，衡量电网新增变电能力与新增用电需求的匹配程度	新增报装容量占比等于行业基准值，得 8 分； 每高于基准值 1 个百分点，加 0.2 分，最高加 2 分； 每低于基准值 1 个百分点，扣 0.2 分	G/S/T	10	
39			利润总额增长率（10 分）	利润总额增长率是指本期利润总额较基期利润总额的增长额与基期利润总额的比值，反映企业税前利润的增长幅度，衡量盈利规模变动情况	利润总额增长率等于行业基准值，得 8 分； 每高于基准值 1 个百分点，加 0.8 分，最高加 2 分；	G/S/T	10	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
					每低于基准值 1 个百分点，扣 0.8 分，最高扣 2 分			
40	绿色发展	开发消纳能力（45分）	可再生能源电力消纳率（45 分）	可再生能源电力消耗率水平	可再生能源电力消纳率等于行业基准值，得 36 分； 每高于基准值 1 个百分点，加 1 标准分最多加 9 分； 每低于基准值 1 个百分点,扣 1 分，标准分最多扣 9 分	G/S/T	45	
41		能耗效率水平（40 分）	万元产值综合能耗（20 分）	万元产值综合能耗水平，参考《综合能耗计算通则（GB/T 2589-2020）》	万元产值综合能耗水平处于行业前20%水平，得 20 分； 万元产值综合能耗水平处于行业20%—40%区间，得 16 分； 万元产值综合能耗水平处于行业40%—60%区间，得 12 分； 万元产值综合能耗水平处于行业60%—80%区间，得 8 分； 企业若缺少能耗统计核算数据，得 4 分	G/S/T	15	
42			单位产值二氧化碳排放（20 分）	单位产值二氧化碳排放量水平，参考《温室气体排放核算与报告要求第 2 部分：电网企业（GBT 32151.2-2015）》	单位产值二氧化碳排放低于行业平均水平，得 15—20 分； 单位产值二氧化碳排放等于或接近行业平均水平，得 8—15 分； 单位产值二氧化碳排放高于行业平均水平，得 0—8 分	G/S/T	25	
43		绿色运营水平（15 分）	绿色运营（15 分）	在研发绿色产品、实施清洁生产、建设绿色供应链、推进绿色办公、开展绿色融资等方面表现情况	企业同时具有研发绿色产品、实施清洁生产、建设绿色供应链、推进绿色办公和开展绿色融资等 5 种行为，得 15 分； 企业具有以上任意 4 种行为，得 12 分； 企业具有以上任意 3 种行为，得 9 分； 企业具有以上任意 2 种行为，得 6 分；	G/S/T	15	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
					企业具有以上任意 1 种行为，得 3 分； 企业完全没有上述行为，得 0 分			
44	供需协调	供电可靠性（100 分）	城市用户年平均停电时间（SAIDI）（70分）	城市配电网用户在一年内平均经历的停电小时数，衡量城市供电可靠性、营商环境水平（城市配电网电力用户，10kV及以下配电系统）	优秀：SAIDI≤0.5 h/户，一线城市标杆水平，70分； 良好：0.5＜SAIDI≤1.0 h/户，63分； 合格：1.0＜SAIDI≤2.0 h/户，56分； 一般：2.0＜SAIDI≤3.0 h/户，49分； 较差：SAIDI＞3.0 h/户，42分	G/S/T	70	
45			电网三道防线有效性（30分）	继电保护、安全自动装置、电网调度应急控制三道防线正确动作率，反映电网安全防御体系有效性、防止系统失稳和大面积停电	优秀：≥99.96%，达到2030年行动目标，30分； 良好：99.9%～99.96%，24—30分； 合格：99.8%～99.9%，18—24分；不合格：＜99.8%，需整改加固，15分	G/S/T	30	
46	安全保障	安全生产标准化建设（20 分）	安全制度与目标管控（6 分）	安全战略清晰、年度目标逐级分解、落地可控，安全制度体系健全、有效执行，契合高质量发展要求	制定安全目标，并分解、落实、控制、考核，得 2 分； 设立安全生产管理机构、安全监督管理机构，建立全员安全生产责任清单和工作清单，各级人员签订安全环保目标责任书，得 2 分； 安全生产规章制度体系、操作规程规范健全、动态更新、执行到位，得 2 分	G/S/T	6	
47			安全投入与资源保障（4 分）	安全费用足额提取、专款专用，安全管理人员、安全设备设施等资源配置满足安全生产需求	规范开展安全生产费用管理，安全费用足额提取、专款专用，得 2 分； 设置专（兼）职安全管理人员必须持有安全生产考核合格证，安全负责人宜持有注册安全工程师证书，得 2 分	S/T	4	
48			全员安全培训与队伍能力建设（4 分）	施工单位特种作业人员持证合规，产业工人、外包分包人员培训全覆盖，班组安全能力达标	企业主要负责人、各级安全管理人员、从业人员、外包人员等参加安全培训，得 2 分； 特种作业人员、特种设备操作人员、班组负责人持证上岗，得 2 分	T	4	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
49			安全文化与正向激励约束（6 分）	安全文化建设及安全宣教成效	开展安全月、安全分享会、安全警示教育、家属助安等活动，得 2 分； 建设安全宣传栏、线上安全园地、安全文化长廊、班组安全角等阵地，得 2 分； 文化传播安全微课堂、安全故事、安全海报、短视频等，得 2 分	G/S/T	6	
50		安全风险管控及隐患排查治理（39 分）	安全风险管理（15 分）	风险识别、分析、评价和分级管理制度齐全，措施执行情况	风险辨识制度健全、职责明确，辨识范围全覆盖，得 3 分； 风险评估方法科学、分级准确，所有风险点均经评估，记录完整、逐级审核、动态更新，得 3 分； 风险告知内容完整，清单与防控卡完备，得 3 分； 风险控制措施全面、可操作，分级管控责任明确到人，重大风险有专项方案且落实到位，得 3 分； 风险预测预警指标体系完善，定期分析并形成报告，预警响应及时有效，得 3 分	G/S/T	15	
51			隐患排查治理（12 分）	建立隐患分级排查机制，重大隐患挂牌督办、限期整改、验收销号，闭环彻底	隐患排查制度健全、流程清晰，排查标准与清单完备，排查频次足、覆盖全，记录规范，重大隐患即时报告，得 3 分； 所有隐患均有治理方案，按时治理到位，分级管理规范，台账完整并按要求通报，得 3 分； 所有隐患均按“五定”原则且经专人验收合格，实现闭环管理，重大隐患有评估报告，资料归档齐全，得 3 分； 梳理本单位涉及到的重大事故隐患清单（不限于电力重大事故隐患、生态	G/S/T	12	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
					环境重大事故隐患、特种设备重大事故隐患等），得 3 分			
52			现场安全管控（12 分）	危大工程、高风险作业、设备管理、机械化施工和职业健康等现场管控情况	危大工程专项方案论证、审批、现场执行一致，全过程受控，无违规施工，得 3 分； 高处、动火、有限空间、起重等高危作业严格执行作业许可，无无证作业、违章作业，得 3 分； 自有及分包设备准入验收、检验维保合规，特种设备持证上岗，智能监测装备有效应用，得 3 分； 职业病危害定期检测、公示，现场防护到位，保障作业人员职业健康，得 3 分	T	15	
53		应急管理（16 分）	应急预案及演练（6 分）	应急预案体系适配管理、实战化演练与问题闭环	预案体系完整，要素齐全，覆盖主要风险、贴合施工场景，按期修订、交底、备案，适配现场风险，得 3 分； 演练贴合高风险场景、注重实战，演练问题全部整改闭环，得 3 分	T	6	
54			应急资源与队伍统筹保障（6 分）	应急资源与队伍统筹保障	应急物资足额配置、动态更新，得 3 分；专（兼）职应急队伍健全，外协力量统筹到位，得 3 分	T	6	
55			事故复盘改进与政企联动（4 分）	事故复盘改进与政企联动	事故深度复盘、举一反三、制定改进措施，得 2 分； 建立属地政企应急联动机制，得 2 分	G/S/T	4	
56		科技兴安（25 分）	安全数字化管控（5 分）	开展安全数字化建设水平	开展安全数字化建设，包括智慧工地建设、风险智能感知、安全大数据分析等，得 5 分	G/S/T	5	
57			安全创新（5 分）	安全防护新技术、新工法、新装备的研发与应用水平	安全防护新技术、新工法、新装备的研发与应用，得 3 分；	G/S/T	5	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
					安全生产科研项目、论文专著等成果，得 2 分			
58			本质安全与减人换人（5 分）	推广机械化、自动化作业，减少人工风险	机械化施工应用尽用，高危工序推广机械化、自动化作业，减少人工风险，得 5 分；	T	5	
59			安全信用建设（5 分）	企业安全信用评价体系建设与应用水平	企业安全信用评价体系建设与应用，供应商、分包单位安全准入与信用管理，得 3 分； 企业安全生产信用等级，得 2 分	G/S/T	5	
60			安全绩效创优（5 分）	荣获省级及以上安全管理创新水平	荣获省级及以上安全管理创新、最佳实践、质量小组活动（QC）、ESG 项目等协会认可的荣获或奖项，得 5 分	G/S/T	5	
61		/	安全生产事故	扣分项	发生负主要责任的人身伤亡一般事故，每死亡一人扣 3 分，每重伤一人扣 1 分； 发生负一定责任的人身伤亡事故，每死亡一人扣 2 分，每重伤一人扣 0.5 分； 发生负连带责任的人身伤亡事故，每死亡一人扣 1 分，每重伤一人扣 0.2 分	G/S/T	/	
62			网络安全事件	扣分项	被国家、上级部门通报的网络安全漏洞，每起扣 1 分； 发生被国家主管部门以正式文件通报且有管理责任的事件，每起扣 2—3 分； 五级事件每起扣 2 分，六级事件每起扣 1 分，七级事件每起扣 0.2 分（因网络安全造成的事件加倍扣分）	G/S/T	/	
63			环水保事件	扣分项	未按国家及地方环保、水保法律法规要求，发生建设项目未批先建（含重大变动）、未验先投等违规事件，每	G/S/T	/	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
					发生一起扣 0.5 分； 发生被国家生态环境、水行政主管部门行政处罚或采取限批措施的事件，每发生一起扣 2 分； 发生被省生态环境、水行政主管部门行政处罚或采取限批措施的事件，每发生一起扣 1 分； 发生被地市及以下生态环境、水行政主管部门行政处罚或采取限批措施的事件，每发生一起扣 0.1—0.2 分			
64			中央安全生产巡查	扣分项	被国家、政府主管部门通报，每起扣 0.5-1 分； 安全生产专项整治工作不到位、重点隐患排查治理不到位、重大风险管控落实不到位，每项扣 0.1—0.5 分； 政府安全巡查、督查检查中重复发现同类问题，每重复发生一次扣 0.1—0.5 分； 发生安全生产突发事件报告不及时或处置不当并造成较大影响，每起扣 0.1—0.5 分； 发生安全生产事故（事件）迟报、漏报、谎报、瞒报的，每起扣 0.5 分	G/S/T	/	
65	国际影响	跨国经营水平（50 分）	跨国经营指数（50 分）	跨国经营指数高于行业基准值，处于行业较高水平	行业基准值参考中国跨国公司 100 大平均跨国指数。 跨国化指数(TNI)=(海外资产占比+海外销售占比+海外雇员占比)÷3×100% 跨国经营指数等于行业基准值，得 40 分； 每高于基准值 0.1 个百分点，加 1 分，最高加 10 分； 每低于基准值 0.1 个百分点，扣 1 分，	G	50	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
					最高扣 10 分			
66		国际品牌价值 （50 分）	品牌价值榜单排名 （50 分）	在全球市场中的综合品牌价值与行业影响力	取以下三个榜单得分中的最高值，三大榜单均未上榜的企业，本项得 0 分 榜单 1：《财富》世界 500 强排行榜 第 1—100 名，得分 50 分； 第 101—200 名，得分 40 分； 第 201—300 名，得分 30 分； 第 301—400 名，得分 20 分； 第 401—500 名，得分 10 分； 未上榜得 0 分； 榜单 2：ENR 全球最大 250 家国际承包商 第 1—50 名，得分 50 分； 第 51—100 名，得分 40 分； 第 101—150 名，得分 30 分； 第 151—200 名，得分 20 分； 第 201—250 名，得分 10 分； 未上榜得 0 分； 榜单 3：ENR 全球最大 225 家国际工程设计公司 第 1—45 名，得分 50 分； 第 46—90 名，得分 40 分； 第 91—135 名，得分 30 分； 第 136—180 名，得分 20 分； 第 181—225 名，得分 10 分； 未上榜得 0 分	G	50	

表 A.3 电力建设高质量发展评价表——发电企业

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
1	党的建设	政治建设（10 分）	党中央决策部署贯彻执行（6 分）	重点核查坚持党中央集中统一领导、坚决做到“两个维护”情况，习近平总书记重要指示批示精神和党中央决策部署的学习研讨、贯彻措施、督导推动、跟踪问效“四标准”落实情况，包括“第一议题”制度和“五个一”机制执行、党中央重大决策部署传达学习、分解落实、督办问效闭环落实，以及贯彻措施与企业中心任务、“十五五”规划目标任务的衔接情况	坚决做到“两个维护”，“第一议题”制度和“五个一”机制执行规范，传达学习、分解落实、督办问效闭环到位，贯彻措施与企业中心任务实质性衔接，跟踪问效有可验证结果，得 5—6 分； 四个环节基本健全，个别部署落实不够及时，但措施与业务衔接不紧或问效偏弱，得 3—4 分； 环节缺失、以传达代替落实、以会议代替落实、形式主义虚假落实，学习贯彻存在温差落差，得 0—2 分	G/S/T	6	
2			党的领导融入公司治理（4 分）	重点核查“两个一以贯之”落实、党建工作要求写入公司章程并向所属企业延伸、党委前置研究讨论事项清单对照《中国共产党国有企业基层组织工作条例（试行）》规定健全并动态优化、权责边界清晰、党委对重大经营管理事项实质性把关情况，以及政治纪律和政治规矩执行、政治监督开展情况	党建入章全面完成并向所属企业延伸，前置清单动态优化并与“三重一大”决策制度衔接，权责边界清晰，党委把关在具体重大决策中可辨识、可验证，政治监督有力，得 3—4 分； 入章完成、清单建立、程序运转，但动态优化不及时或前置把关流于程序，得 1—2 分； 未入章、前置研究严重缺失，得 0 分	G/S/T	4	
3		思想建设（10 分）	理论武装与集中学习教育（5 分）	重点核查用党的创新理论武装头脑、凝心铸魂情况，包括学习贯彻习近平党建思想和“十四个坚持”要求、党委理论学习中心组学习质量、“三会一课”和重要会议精神学习宣贯、党内集中学习教育质效、基本培训机制运行、意识形态工作责任制和宣传思想阵地管理，以及学用结合和成果转化情况	理论学习制度健全、研讨深入，集中学习教育组织扎实、查摆整改闭环，学用结合有可验证的转化结果（调研成果进入决策、整改事项实质性完成），意识形态阵地管理规范，得 4—5 分； 规定动作完成、培训机制运转，但学用转化缺少实质证据、阵地管理基本规范，得 2—3 分	G/S/T	5	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
					学习制度不执行、以会代学、集中学习教育走过场，意识形态阵地管理存在薄弱环节或发生意识形态问题，得0—1分			
4			职工思想动态调研闭环（5分）	重点核查职工思想动态调研收集、分析研判、反馈处置、跟踪回访、结果运用等环节是否闭环运行，是否同步做好意识形态领域风险研判和处置，调研成果是否进入管理决策或实质化解矛盾	调研常态开展，分析研判、反馈处置、跟踪回访闭环有可验证记录，调研成果有效进入管理决策或实质化解矛盾，得4—5分； 机制建立、调研有开展，但研判和处置偏弱或成果运用不明显，得2—3分； 机制空转、对思想动态不掌握不处置，引发不良影响，得0—1分	G/S/T	5	
5		组织建设（45分）	基本组织（6分）	重点核查党组织应建尽建、按期换届、党支部标准化规范化建设、组织生活规范化情况，增强党组织政治功能和组织功能，以及组织生活与中心任务结合的实际质量	应建尽建、按期换届，党支部标准化规范化建设达标率高，组织生活质量高且与中心任务结合，得5—6分； 覆盖基本到位，存在个别薄弱点或记录不规范，得3—4分 应建未建、长期不换届、组织生活长期不开展，得0—2分	G/S/T	6	
6			基本队伍（6分）	重点核查党组织书记和党务干部配备、党员发展教育管理、党费收缴管理、党员先锋模范作用发挥，以及党员在关键岗位和急难险重任务中的实际表现	书记和党务力量配齐配强，党员发展教育管理严格，党员在关键岗位和急难险重任务中的作用有可验证实绩依据，得5—6分； 配备基本到位、党员管理规范，但党员作用发挥缺少可验证实绩支撑，得3—4分； 党务岗位长期空缺、党员管理松散、发展党员程序明显违规，得0—2分	G/S/T	6	
7			基本制度（3分）	重点核查党建基本制度体系是否健全、党建工作责任制和考核评价制度是否落实、制度执行监督检查是否开展、发现问题是否实质性整改并形成制度完善，	制度贴合实际且定期评估更新，责任制传导刚性有力，述职评议考核严格，监督检查发现的问题实质性整改并形成制度完善，得3分；	G/S/T	3	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
				坚持制度治党、依规治党	核心制度齐全、有监督检查动作，但制度更新不及时或整改停留在个案层面，得 1—2 分； 关键制度缺失、不开展执行监督、问题反复出现无制度性回应，得 0 分			
8			党管干部原则与治理程序（10 分）	重点核查坚持党管干部原则、落实新时代党的组织路线情况，党管干部制度体系、党委前置研究干部事项清单、党委把关程序执行情况，以及干部工作年度计划与党委议题记录的对应性	制度体系完备、前置清单清晰、把关程序严格执行且有具体议题记录，干部工作年度计划与党委议题记录一一对应，得 8—10 分； 制度基本健全、程序总体执行但个别环节不够严谨，得 4—7 分； 制度不完善、前置把关存在漏项或长期不执行，得 0—3 分	G/S/T	10	
9			干部选拔任用规范（10 分）	重点核查坚持德才兼备、以德为先、任人唯贤，干部选拔任用全流程程序合规性、关键环节完整性和档案材料完整性	全流程合规、关键环节无缺失、档案材料完整，得 8—10 分； 程序总体合规、个别材料归档不及时，得 4—7 分；底线以下：存在程序瑕疵、关键环节资料不全或多次程序违规，得 0—3 分	G/S/T	10	
10			干部教育监督与能上能下（10 分）	重点核查干部教育培训计划执行、日常监督（述职述廉、提醒谈话、个人有关事项报告）、领导干部能上能下机制是否实质运行，以及严管厚爱结合、激励约束并重情况	能上能下机制有实质性“下”的案例或制度性安排，日常监督发现问题有处置闭环，得 8—10 分； 培训和监督基本落实，但能上能下停留在制度文本、缺少实质运行证据，得 4—7 分； 日常监督缺位、能上能下机制空转，得 0—3 分	G/S/T	10	
11		党建与生产经营融合（5 分）	党建与生产经营融合实效（5 分）	重点核查党建工作与生产经营深度融合情况，包括“党建+”工程和党员责任区、示范岗、服务队等载体建设，重点任务和攻坚项目中党组织、党员作用发挥，融合机制和考评联动，党建优势转化为	融合机制健全，载体作用突出，重点攻坚任务中党组织和党员作用明显，党建优势有效转化为发展优势和经营业绩，形成可复制推广的经验，得 4—5 分；	G/S/T	5	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
				发展优势的实际成效，以及在解决“卡脖子”难题、稳增长防风险中的贡献	常态化开展“党建+”活动，有举措但标志性成果不多，与生产经营结合不够紧密，党员作用发挥一般，得 2—3 分； 党建与生产经营“两张皮”，无融合载体、无攻坚行动，载体虚化、作用不明显，得 0—1 分			
12		党风廉政建设和反腐败（30 分）	全面从严治党主体责任（10 分）	重点核查健全全面从严治党体系情况，对照上下贯通、执行有力的组织体系，固本培元、凝心铸魂的教育体系，精准发力、标本兼治的监管体系，科学完备、有效管用的制度体系，主体明确、要求清晰的责任体系“五个体系”要求，落实责任体系、年度部署、压力传导，锲而不舍落实中央八项规定精神、推进党的作风建设常态化长效化、深入整治形式主义为基层减负，开展廉洁教育、廉政风险防控，以及风险防控措施是否嵌入业务流程	责任体系健全、年度部署和压力传导到位，中央八项规定精神落实有力，作风建设常态化长效化和基层减负有实效，廉政风险排查与业务风险实质结合、防控措施嵌入流程，廉洁教育有针对性，得 8—10 分； 责任体系健全、部署和传导到位，但风险防控和教育精准性不足，得 4—7 分； 责任体系严重缺失、传导断层，违反中央八项规定精神问题多发，得 0—3 分	G/S/T	10	
13			纪检机构监督执纪问责（10 分）	重点核查日常监督、问题线索处置、监督执纪“四种形态”运用、追责问责是否依规依纪依法到位，以及完善监督体系、加强对权力配置和运行的规范监督情况	高质量发展：监督有效、线索处置规范、“四种形态”运用精准、问责到位，权力运行监督有具体举措，得 8—10 分； 基本履职但方式单一或个别环节不够及时，得 4—7 分； 监督明显缺位、处置不规范、问责偏轻偏软，得 0—3 分	G/S/T	10	
14			巡视巡察整改（10 分）	重点核查巡视巡察反馈问题整改销号、台账管理、举一反三长效机制建立，内部巡察任务组织实施情况，以及整改成果是否转化为治理效能	整改不仅完成销号，且举一反三形成制度性成果、同类问题未重复发生，得 8—10 分； 按期整改销号、台账基本规范，但制度性成果有限，得 4—7 分； 整改滞后、纸面整改、虚假整改，得	G/S/T	10	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
					0—3 分			
15	战略引领	战略规划（30分）	战略前瞻与引领性（15分）	战略规划对标国家重大战略、能源行业顶层导向的匹配度，重点核查企业在“双碳”目标、新型电力系统建设、能源安全战略框架下，对氢能和绿色燃料、新型储能、综合能源服务、能源数字化数智化等战略性新兴产业和未来产业的前瞻性研判与超前布局能力，衡量规划的政治站位、行业适配性与长远引领价值。	规划明确包含对国家能源发展趋势的系统研判，对“双碳”目标、新型电力系统建设等核心政策有专项对标章节，且至少包含2项指向战略性新兴产业和未来产业具体布局的前瞻性量化目标，得15分； 规划包含主要政策方向的前瞻研判和对标内容，有明确的政策承接目标，且至少包含1项前瞻性量化目标，得12分； 规划有政策方向对标内容，对接覆盖率≥60%；有基本的政策承接描述但缺乏量化目标支撑，得9分； 规划未体现对“双碳”目标、新型电力系统等核心政策的前瞻研判，或规划方向与“十五五”期间煤炭消费达峰、非化石能源消费占比提升至25%等国家约束目标存在明显脱节，不得分	G/S/T	15	
16			战略规划衔接与适配性（15分）	建立与企业治理结构、经营业务实际相适应的战略规划体系，统筹编制总体规划重点业务、专项规划，重点考核企业战略规划与国家规划、上级单位规划的衔接传导和目标一致性	建立与企业业务实际相适应的规划体系（总体规划＋与企业业务实际相匹配的重点业务、专项规划），且规划目标、重点任务与国家能源规划及上级单位规划衔接一致，得15分； 规划体系与业务实际基本匹配，但个别专项规划缺失或与上级规划衔接不够紧密，得12分； 仅编制总体规划，专项规划配套明显不足，或与上级单位规划衔接不够紧密、衔接上存在明显漏洞，得9分； 未编制总体规划，或规划方向与、国家规划、上级单位规划明显冲突、脱	G/S/T	15	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
					节，不得分			
17		战略管理（20分）	规划管理体系（10分）	建立完善的规划管理体系，制定发展规划管理制度，并按要求有序组织开展规划编制、执行、评估和调整工作	建立了完善的规划管理体系，制定规划管理制度，并按要求有序组织开展规划编制、执行、评估和调整工作，得10分； 未制定规划管理制度，但有序组织开展规划编制、执行、评估和调整工作，得8分； 未制定规划管理制度，且规划编制、执行、评估和调整工作有一项不全，得6分； 未制定规划管理制度，且规划编制、执行、评估和调整工作有两项及以上不全，不得分	G/S/T	10	
18			规划分解（5分）	规划目标、任务层层分解、压实责任、配套资源	任务分解到年度，并建立与投资、预算、考核等衔接机制，得5分； 任务分解到年度，但与投资、预算、考核衔接机制有一项不全，得3分； 任务分解到年度，但与投资、预算、考核衔接机制有两项及以上不全，得1分； 任务未分解，不得分	G/S/T	5	
19			规划动态评估与优化机制（5分）	建立规划评估与调整机制，常态化开展规划执行情况评估与偏差分析，开展中期评估并根据内外部环境形势变化进行必要调整	开展年度执行情况评估、中期评估并进行必要调整，得5分； 未开展年度执行情况评估，开展中期评估并进行必要调整，得3分； 未开展评估，不得分	G/S/T	5	
20		战略实施（50分）	规划执行完成率（30分）	考核评价周期内是否达到装机规模、清洁能源占比指标两项核心指标的预期目标，且上述指标的平均完成率处于行业较高水平	完成率≥100%，得30分； 100%＞完成率≥90%，得25分； 90%＞完成率≥80%，得20分； 80%＞完成率≥70%，得15分； 70%＞完成率≥60%，得10分；	G/S/T	30	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
					完成率＜60%，得0分			
21			战略性新兴产业营业收入占比（20分）	业务结构是否向国家鼓励的前瞻性、战略性新兴产业倾斜	战略性新兴产业营业收入占比等于行业基准值，得15分； 每高于基准值1个百分点加0.25分，最高加5分； 每低于基准值1个百分点扣0.25分，最高扣5分	G/S/T	20	
22	创新驱动	科技创新引领（30分）	科技规划（10 分）	科技创新规划情况	正式印发科技创新专项规划，明确技术路线图，得 6 分； 规划涵盖 5 个重点领域（新型电力系统、新能源、储能、氢能、数字化）中的 1 个得 1 分，最多得 4 分； 无科技创新专项规划得 0 分	G/S	10	
23			重大科技任务承担（15 分）	重大科技项目承担情况	国家级项目每项 5 分；省部级项目每项 4 分；市（厅）级项目每项 2 分； 牵头组建创新联合体、担任产业链链长企业、建设国家级/省部级原创技术策源地，每项 3 分	G/S	15	
24			科技人才队伍建设（5 分）	具有较高水平的科技人才队伍建设情况	拥有两院院士/国家级人才计划入选者每人 3 分； 拥有省部级人才计划入选者每人 2 分； 在国际标准组织/重要国际科技组织担任职务每人 1 分	G/S	5	
25		研发投入（20 分）	研发投入强度（12 分）	研发投入强度为研发投入占营业收入比例	得分=12×min（1，研发投入强度÷主要电力企业整体平均研发投入强度）	G/S	12	
26			研发平台建设（8 分）	企业科技创新平台建设投入力度及层级水平情况	国家级平台（实验室/技术创新中心/工程研究中心等）每个 4 分；省部级平台每个 3 分；市（厅）级平台每个 2 分； 院士/博士后工作站每个 2 分	G/S	8	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
27		成果转化（35分）	科技成果（15 分）	企业科技创新平台建设投入力度及层级水平情况	国家级平台（实验室/技术创新中心/工程研究中心等）每个 4 分；省部级平台每个 3 分；市（厅）级平台每个 2 分； 院士/博士后工作站每个 2 分	企业科技创新平台建设投入力度及层级水平情况	15	
28			标准制定（5 分）	企业主导标准制定情况	国际标准主导(“主导”指排名前三起草单位)5 分/参与 1.5 分； 国家标准主导 4 分/参与 1.2 分； 行业标准主导 2 分/参与 0.6 分； 团体标准主导 1 分/参与 0.3 分	G/S/T	5	
29			重大工程示范（15 分）	科技成果转化为示范工程力度	国家级“三首”（首台/套重大技术装备、首批次新材料、首版次软件）认定每项 5 分； 国家级示范工程每项 4 分； 省部级示范工程每项 3 分； 自主研发产品首次在重大工程成功应用（以验收报告为准）每项 1.5 分	G/S	15	
30		数智赋能（15 分）	数字化发展水平（15 分）	数字化发展生态水平，参照《数字化转型管理参考架构 GB/T 45341-2025》评级	生态级：15 分。 1)实现产业生态合作伙伴主要动态数据自动采集； 2)构建生态化数字模型； 平台级：12 分。 1)实现供应链/产业链网络平台内及外部用户关键动态数据在线自动采集； 2)构建平台化数字模型； 领域级：9 分。 1)实现企业所在领域各主业务环节(主场景)关键动态数据的自动采集； 2)在全企业(全领域)范围内,构建覆盖全部关键业务的全企业(全领域)数字模型； 场景级：6 分。 1)实现至少一个主业	G/S/T	15	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
					务环节(主场景)范围内关键动态数据的自动采集；2)构建应用覆盖至少一个主业务环节(主场景)主要业务活动的数字模型； 规范级：3 分。实现至少一个主业务环节(主场景)关键数据的信息化收集、录入			
31	竞争实力	盈利能力（40分）	净资产收益率（15 分）	净资产收益率是指企业一定时期净利润与平均净资产的比率，反映企业利用股东投入的自有资本获取收益的能力，是评价资本回报水平的核心指标	净资产收益率等于行业基准值，得 12 分； 每高于基准值 0.1 个百分点，加 0.2 分，最高加 3 分； 每低于基准值 0.1 个百分点，扣 0.2 分，最高扣 3 分	G/S/T	15	
32			成本费用利润率（15 分）	成本费用利润率是指企业一定时期利润总额与成本费用总额的比率，反映企业投入成本费用获取利润的能力，体现经营耗费带来的经济效益	成本费用利润率等于行业基准值，得 12 分； 每高于基准值 0.1 个百分点，加 0.1 分，最高加 3 分； 每低于基准值 0.1 个百分点，扣 0.1 分，最高扣 3 分	G/S/T	15	
33			净利润率（10 分）	净利润率是指企业一定时期净利润占营业收入的比重，反映每实现一元营业收入最终能赚到多少净利润，衡量营业收入转化为税后利润的能力	净利润率等于行业基准值，得 8 分； 每高于基准值 0.1 个百分点，加 0.1 分，最高加 2 分； 每低于基准值 0.1 个百分点，扣 0.1 分，最高扣 2 分	G/S/T	10	
34		运营效率（30分）	营业收现率（10 分）	营业收现率是指企业销售商品、提供劳务收到的现金与营业收入的比值，反映营业收入的现金回款质量，衡量账面收入转化为实际现金流入的水平	营业收现率等于行业基准值，得 8 分； 每高于基准值 1 个百分点，加 0.3 分，最高加 2 分； 每低于基准值 1 个百分点，扣 0.3 分，最高扣 2 分	G/S/T	10	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
35			资产负债率（10 分）	资产负债率是指企业期末负债总额与资产总额的比率，反映企业总资产中有多大比例是通过负债筹资形成的，用来衡量企业长期偿债能力、负债杠杆水平	资产负债率等于行业基准值，得 8 分； 每低于基准值 1 个百分点，加 0.5 分，最高加 2 分； 每高于基准值 1 个百分点，扣 0.5 分，最高扣 2 分	G/S/T	10	
36			全员劳动生产率（10 分）	全员劳动生产率是指企业一定时期产出总量与全部从业人员平均人数的比值，反映劳动力投入的产出效率，衡量人力资源利用效益	全员劳动生产率等于行业基准值，得 8 分； 每增加 1 万元/人,加 0.4 标准分，标准分最多加 2 分； 每减少 1 万元/人,扣 0.4 标准分，标准分最多扣 2 分	G/S/T	10	
37		发展潜力（30分）	营业收入复合增长率（10 分）	营业收入复合增长率是指假设营业收入在一段期间内按固定年复利增长，计算得到的年均增长速率，平滑年度间波动，用来衡量一段周期内营收的中长期增长水平	营业收入复合增长率等于行业基准值，得 8 分； 每高于基准值 1 个百分点，加 0.7 分，最高加 2 分； 每低于基准值 1 个百分点，扣 0.7 分，最高扣 2 分	G/S/T	10	
38			（在建+已核准）装机容量占比（10 分）	（在建 + 已核准含备案）装机容量占比是指企业在建项目和已核准待建项目装机容量之和与企业在运总装机容量的比值，反映企业后续电源扩张潜力，衡量中长期发电能力储备水平	（在建+已核准）装机容量占比等于行业基准值，得 8 分； 每高于基准值 1 个百分点，加 0.2 分，最高加 2 分； 每低于基准值 1 个百分点，扣 0.2 分	G/S/T	10	
39			利润总额增长率（10 分）	利润总额增长率是指本期利润总额较基期利润总额的增长额与基期利润总额的比值，反映企业税前利润的增长幅度，衡量盈利规模变动情况	利润总额增长率等于行业基准值，得 8 分； 每高于基准值 1 个百分点，加 0.5 分，最高加 2 分； 每低于基准值 1 个百分点，扣 0.5 分，最高扣 2 分	G/S/T	10	
40	绿色发展	开发消纳能力（45分）	可再生能源电力消纳率（45 分）	可再生能源电力消纳率［即实际消纳的可再生能源发电量（上网电量）/可再生能源理论可发电量（发电量）］高于行业基准	消纳率≥60%，得 45 分； 消纳率为 50%~59.99%，得 36 分； 消纳率为 40%~49.99%，得 27 分；	G/S/T	45	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
				值，处于行业较高水平	消纳率为 30%~39.99%，得 14 分； 消纳率≤30%，得 0 分；			
41		能耗效率水平（40 分）	万元产值综合能耗（20 分）	万元产值综合能耗处于行业前列 ，参考《综合能耗计算通则（GB/T 2589-2020）》	万元产值综合能耗水平处于行业前 20%水平，得 20 分； 万元产值综合能耗水平处于行业 20%—40%区间，得 16 分； 万元产值综合能耗水平处于行业 40%—60%区间，得 12 分； 万元产值综合能耗水平处于行业 60%—80%区间，得 8 分； 企业若缺少能耗统计核算数据，得 4 分	G/S/T	15	
42			单位产值二氧化碳排放（20 分）	单位产值二氧化碳排放量处于较低水平，参考《温室气体排放核算与报告要求第 1 部分：发电企业（GBT 32151.1-2015）》	单位产值二氧化碳排放较上年下降比例高于行业平均水平，得 15—20 分； 单位产值二氧化碳排放较上年下降比例等于或接近行业平均水平，得 8—15 分； 单位产值二氧化碳排放较上年下降比例低于行业平均水平，得 0—8 分	G/S/T	25	
43		绿色运营水平（15 分）	绿色运营（15 分）	在研发绿色产品、实施清洁生产、建设绿色供应链、推进绿色办公、开展绿色融资等方面表现良好	企业同时具有研发绿色产品、实施清洁生产、建设绿色供应链、推进绿色办公和开展绿色融资等 5 种行为，得 15 分； 企业具有以上任意 4 种行为，得 12 分； 企业具有以上任意 3 种行为，得 9 分； 企业具有以上任意 2 种行为，得 6 分； 企业具有以上任意 1 种行为，得 3 分； 企业完全没有上述行为，得 0 分	G/S/T	15	
44	供需协调	能源保供（70 分）	发电设备等效可用系数（70分）	发电设备本体硬件完好、具备额定容量（额定出力）输出能力的程度，是发电设备可靠性的核心容量指标，适用于煤	发电设备等效可用系数等于行业基准值，得56分； 高于基准值每高1%加7分，最多加14	G/S/T	70	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
				电、水电、抽蓄、燃气轮机、核电、风电、光伏等全部电源	分； 低于基准值每低1%扣7分； 各电源基准值：火电（燃煤）≥93%、水电≥95%、核电≥92%、抽蓄≥91%、燃气≥92%、风电≥97%、光伏≥98%			
45		电源安全（30 分）	燃煤库存可用天数（电厂存煤可用天数）（30分）	厂内存煤量按机组日均耗煤量折算的可连续运行天数，衡量燃煤发电企业燃料供应保障能力和能源保供稳定性.	优秀：≥15天，达到“15天动态清零”管控要求，30分； 良好：12～15天，24—30分；合格：10～12天，18—24分； 不合格：＜10天，存在缺煤停机风险，15分	G/S/T	30	
			风光置信出力（风电、光伏）（30分）	风电、光伏（含配套储能）在电网保供关键时段以95%置信概率能够保证的最小发电功率与额定装机容量的比值，衡量新能源顶峰保供可靠容量贡献、对电网的有效容量支撑能力	优秀：风电≥10%、光伏≥5%，24分，每高1%加6分，最高30分； 良好：风电9%～12%、光伏4%～5%，21分； 合格：风电8%～9%、光伏3%～4%，18分； 不合格：风电≤8%、光伏≤3%，15分			
			水电站大坝运行安全（大坝安全隐患治理率）（30分）	以大坝重大及以上工程隐患治理率和垮坝漫坝事故防控为核心，衡量水电企业大坝安全管理与风险管控水平	优秀：治理率100%且无垮坝漫坝事故，30分； 良好：95%～100%，24—30分；合格：90%～95%，18—24分； 不合格：＜90%，需限期整改，15分			
			燃气轮机顶峰保供能力（气源保障）（30分）	保供关键时段燃气轮机实际顶峰出力与调度要求顶峰出力之比，综合反映气源保障、机组启动响应与灵活顶峰兜底能力	优秀：≥98%，气源保障充足，30分； 良好：92%～98%，24—30分； 合格：85%～92%，18—24分； 不合格：＜85%，需强化气源与运行保障，15分			
			涉核外电网线路保障水平（核电厂	涉核外电网线路可用小时与统计期间小时之比，衡量核电企业厂外电源保障与核安全纵深防御供电支撑能力	优秀：≥99.5%，厂外电源保障充分，30分； 良好：99%～99.5%，24—30分；合格：			

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
			外电源保障）（30分）		98%～99%，18—24分； 不合格：＜98%，需强化厂外电源管理，15分			
46	安全保障	安全生产标准化建设（20 分）	安全制度与目标管控（6 分）	安全战略清晰、年度目标逐级分解、落地可控，安全制度体系健全、有效执行，契合高质量发展要求	制定安全目标，并分解、落实、控制、考核，得 2 分； 设立安全生产管理机构、安全监督管理机构，建立全员安全生产责任清单和工作清单，各级人员签订安全环保目标责任书，得 2 分； 安全生产规章制度体系、操作规程规范健全、动态更新、执行到位，得 2 分	G/S/T	6	
47			安全投入与资源保障（4 分）	安全费用足额提取、专款专用，安全管理人员、安全设备设施等资源配置满足安全生产需求	规范开展安全生产费用管理，安全费用足额提取、专款专用，得 2 分； 设置专（兼）职安全管理人员必须持有安全生产考核合格证，安全负责人宜持有注册安全工程师证书，得 2 分	S/T	4	
48			全员安全培训与队伍能力建设（4 分）	施工单位特种作业人员持证合规，产业工人、外包分包人员培训全覆盖，班组安全能力达标	企业主要负责人、各级安全管理人员、从业人员、外包人员等参加安全培训，得 2 分； 特种作业人员、特种设备操作人员、班组负责人持证上岗，得 2 分	T	4	
49			安全文化与正向激励约束（6 分）	安全文化建设及安全宣教成效	开展安全月、安全分享会、安全警示教育、家属助安等活动，得 2 分； 建设安全宣传栏、线上安全园地、安全文化长廊、班组安全角等阵地，得 2 分； 文化传播安全微课堂、安全故事、安全海报、短视频等，得 2 分	G/S/T	6	
50		安全风险管控及隐患排查治理	安全风险管理（15 分）	风险识别、分析、评价和分级管理制度齐全，措施执行情况	风险辨识制度健全、职责明确，辨识范围全覆盖，得 3 分； 风险评估方法科学、分级准确，所有	G/S/T	15	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
		（39 分）			风险点均经评估，记录完整、逐级审核、动态更新，得 3 分； 风险告知内容完整，清单与防控卡完备，得 3 分； 风险控制措施全面、可操作，分级管控责任明确到人，重大风险有专项方案且落实到位，得 3 分； 风险预测预警指标体系完善，定期分析并形成报告，预警响应及时有效，得 3 分			
51			隐患排查治理 （12 分）	建立隐患分级排查机制，重大隐患挂牌督办、限期整改、验收销号，闭环彻底	隐患排查制度健全、流程清晰，排查标准与清单完备，排查频次足、覆盖全，记录规范，重大隐患即时报告，得 3 分； 所有隐患均有治理方案，按时治理到位，分级管理规范，台账完整并按要求通报，得 3 分； 所有隐患均按“五定”原则且经专人验收合格，实现闭环管理，重大隐患有评估报告，资料归档齐全，得 3 分； 梳理本单位涉及到的重大事故隐患清单（不限于电力重大事故隐患、生态环境重大事故隐患、特种设备重大事故隐患等）,得 3 分	G/S/T	12	
52			现场安全管控 （12 分）	危大工程、高风险作业、设备管理、机械化施工和职业健康等现场管控情况	危大工程专项方案论证、审批、现场执行一致，全过程受控，无违规施工，得 3 分； 高处、动火、有限空间、起重等高危作业严格执行作业许可，无无证作业、违章作业，得 3 分； 自有及分包设备准入验收、检验维保合规，特种设备持证上岗，智能监测	T	15	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
					装备有效应用，得 3 分； 职业病危害定期检测、公示，现场防护到位，保障作业人员职业健康，得 3 分			
53		应急管理（16 分）	应急预案及演练（6 分）	应急预案体系适配管理、实战化演练与问题闭环	预案体系完整，要素齐全，覆盖主要风险、贴合施工场景，按期修订、交底、备案，适配现场风险，得 3 分； 演练贴合高风险场景、注重实战，演练问题全部整改闭环，得 3 分	T	6	
54			应急资源与队伍统筹保障（6 分）	应急资源与队伍统筹保障	应急物资足额配置、动态更新，得 3 分；专（兼）职应急队伍健全，外协力量统筹到位，得 3 分	T	6	
55			事故复盘改进与政企联动（4 分）	事故复盘改进与政企联动	事故深度复盘、举一反三、制定改进措施，得 2 分； 建立属地政企应急联动机制，得 2 分	G/S/T	4	
56		科技兴安（25 分）	安全数字化管控（5 分）	开展安全数字化建设水平	开展安全数字化建设，包括智慧工地建设、风险智能感知、安全大数据分析等，得 5 分	G/S/T	5	
57			安全创新（5 分）	安全防护新技术、新工法、新装备的研发与应用水平	安全防护新技术、新工法、新装备的研发与应用，得 3 分； 安全生产科研项目、论文专著等成果，得 2 分	G/S/T	5	
58			本质安全与减人换人（5 分）	推广机械化、自动化作业，减少人工风险	机械化施工应用尽用，高危工序推广机械化、自动化作业，减少人工风险，得 5 分；	T	5	
59			安全信用建设（5 分）	企业安全信用评价体系建设与应用水平	企业安全信用评价体系建设与应用，供应商、分包单位安全准入与信用管理，得 3 分； 企业安全生产信用等级，得 2 分	G/S/T	5	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
60			安全绩效创优（5 分）	荣获省级及以上安全管理创新水平	荣获省级及以上安全管理创新、最佳实践、质量小组活动（QC）、ESG 项目等协会认可的荣获或奖项，得 5 分	G/S/T	5	
61		/	安全生产事故	扣分项	发生负主要责任的人身伤亡一般事故，每死亡一人扣 3 分，每重伤一人扣 1 分； 发生负一定责任的人身伤亡事故，每死亡一人扣 2 分，每重伤一人扣 0.5 分； 发生负连带责任的人身伤亡事故，每死亡一人扣 1 分，每重伤一人扣 0.2 分	G/S/T	/	
62			网络安全事件	扣分项	被国家、上级部门通报的网络安全漏洞，每起扣 1 分； 发生被国家主管部门以正式文件通报且有管理责任的事件，每起扣 2—3 分；五级事件每起扣 2 分，六级事件每起扣 1 分，七级事件每起扣 0.2 分（因网络安全造成的事件加倍扣分）	G/S/T	/	
63			环水保事件	扣分项	未按国家及地方环保、水保法律法规要求，发生建设项目未批先建（含重大变动）、未验先投等违规事件，每发生一起扣 0.5 分； 发生被国家生态环境、水行政主管部门行政处罚或采取限批措施的事件，每发生一起扣 2 分； 发生被省生态环境、水行政主管部门行政处罚或采取限批措施的事件，每发生一起扣 1 分； 发生被地市及以下生态环境、水行政主管部门行政处罚或采取限批措施的事件，每发生一起扣 0.1—0.2 分	G/S/T	/	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
64			中央安全生产巡查	扣分项	被国家、政府主管部门通报，每起扣0.5—1分； 安全生产专项整治工作不到位、重点隐患排查治理不到位、重大风险管控落实不到位，每项扣0.1—0.5分； 政府安全巡查、督查检查中重复发现同类问题，每重复发生一次扣0.1—0.5分； 发生安全生产突发事件报告不及时或处置不当并造成较大影响，每起扣0.1—0.5分； 发生安全生产事故（事件）迟报、漏报、谎报、瞒报的，每起扣0.5分	G/S/T	/	
65	国际影响	跨国经营水平（50分）	跨国经营指数（50分）	跨国经营指数高于行业基准值，处于行业较高水平	行业基准值参考中国跨国公司100大平均跨国指数。 跨国化指数(TNI)=(海外资产占比+海外销售占比+海外雇员占比)÷3×100% 跨国经营指数等于行业基准值，得40分； 每高于基准值0.1个百分点，加1分，最高加10分； 每低于基准值0.1个百分点，扣1分，最高扣10分	G/S	50	
66		国际品牌价值（50分）	品牌价值榜单排名（50分）	在全球市场中的综合品牌价值与行业影响力	取以下三个榜单得分中的最高值，三大榜单均未上榜的企业，本项得0分 榜单1：《财富》世界500强排行榜 第1—100名，得分50分； 第101—200名，得分40分； 第201—300名，得分30分； 第301—400名，得分20分； 第401—500名，得分10分；未上榜得0分；	G	50	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
					榜单 2：ENR 全球最大 250 家国际承包商 第 1—50 名，得分 50 分； 第 51—100 名，得分 40 分； 第 101—150 名，得分 30 分； 第 151—200 名，得分 20 分； 第 201—250 名，得分 10 分； 未上榜得 0 分; 榜单 3：ENR 全球最大 225 家国际工程设计公司 第 1—45 名，得分 50 分； 第 46—90 名，得分 40 分； 第 91—135 名，得分 30 分； 第 136—180 名，得分 20 分； 第 181—225 名，得分 10 分； 未上榜得 0 分			

表 A.4 电力建设高质量发展评价表——电建企业

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
1	党的建设	政治建设（10 分）	党中央决策部署贯彻执行（6 分）	重点核查坚持党中央集中统一领导、坚决做到“两个维护”情况，习近平总书记重要指示批示精神和党中央决策部署的学习研讨、贯彻措施、督导推动、跟踪问效“四标准”落实情况，包括“第一议题”制度和“五个一”机制执行、党中央重大决策部署传达学习、分解落实、督办问效闭环落实，以及贯彻措施与企业中心任务、“十五五”规划目标任务的衔接情况	坚决做到“两个维护”，“第一议题”制度和“五个一”机制执行规范，传达学习、分解落实、督办问效闭环到位，贯彻措施与企业中心任务实质性衔接，跟踪问效有可验证结果，得 5—6 分； 四个环节基本健全，个别部署落实不够及时，但措施与业务衔接不紧或问效偏弱，得 3—4 分； 环节缺失、以传达代替落实、以会议代替落实、形式主义虚假落实，学习贯彻存在温差落差，得 0—2 分	G/S/T	6	
2			党的领导融入公司治理（4 分）	重点核查“两个一以贯之”落实、党建工作要求写入公司章程并向所属企业延伸、党委前置研究讨论事项清单对照《中国共产党国有企业基层组织工作条例（试行）》规定健全并动态优化、权责边界清晰、党委对重大经营管理事项实质性把关情况，以及政治纪律和政治规矩执行、政治监督开展情况	党建入章全面完成并向所属企业延伸，前置清单动态优化并与“三重一大”决策制度衔接，权责边界清晰，党委把关在具体重大决策中可辨识、可验证，政治监督有力，得 3—4 分； 入章完成、清单建立、程序运转，但动态优化不及时或前置把关流于程序，得 1—2 分； 未入章、前置研究严重缺失，得 0 分	G/S/T	4	
3		思想建设（10 分）	理论武装与集中学习教育（5 分）	重点核查用党的创新理论武装头脑、凝心铸魂情况，包括学习贯彻习近平党建思想和“十四个坚持”要求、党委理论学习中心组学习质量、“三会一课”和重要会议精神学习宣贯、党内集中学习教育质效、基本培训机制运行、意识形态工作责任制和宣传思想阵地管理，以及学	理论学习制度健全、研讨深入，集中学习教育组织扎实、查摆整改闭环，学用结合有可验证的转化结果（调研成果进入决策、整改事项实质性完成），意识形态阵地管理规范，得 4—5 分； 规定动作完成、培训机制运转，但学	G/S/T	5	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
				用结合和成果转化情况	用转化缺少实质证据、阵地管理基本规范，得 2—3 分 学习制度不执行、以会代学、集中学习教育走过场，意识形态阵地管理存在薄弱环节或发生意识形态问题，得 0—1 分			
4			职工思想动态调研闭环（5 分）	重点核查职工思想动态调研收集、分析研判、反馈处置、跟踪回访、结果运用等环节是否闭环运行，是否同步做好意识形态领域风险研判和处置，调研成果是否进入管理决策或实质化解矛盾	调研常态开展，分析研判、反馈处置、跟踪回访闭环有可验证记录，调研成果有效进入管理决策或实质化解矛盾，得 4—5 分； 机制建立、调研有开展，但研判和处置偏弱或成果运用不明显，得 2—3 分； 机制空转、对思想动态不掌握不处置，引发不良影响，得 0—1 分	G/S/T	5	
5		组织建设（45 分）	基本组织（6 分）	重点核查党组织应建尽建、按期换届、党支部标准化规范化建设、组织生活规范化情况，增强党组织政治功能和组织功能，以及组织生活与中心任务结合的实际质量	应建尽建、按期换届，党支部标准化规范化建设达标率高，组织生活质量高且与中心任务结合，得 5—6 分； 覆盖基本到位，存在个别薄弱点或记录不规范，得 3—4 分 应建未建、长期不换届、组织生活长期不开展，得 0—2 分	G/S/T	6	
6			基本队伍（6 分）	重点核查党组织书记和党务干部配备、党员发展教育管理、党费收缴管理、党员先锋模范作用发挥，以及党员在关键岗位和急难险重任务中的实际表现	书记和党务力量配齐配强，党员发展教育管理严格，党员在关键岗位和急难险重任务中的作用有可验证实绩依据，得 5—6 分； 配备基本到位、党员管理规范，但党员作用发挥缺少可验证实绩支撑，得 3—4 分； 党务岗位长期空缺、党员管理松散、发展党员程序明显违规，得 0—2 分	G/S/T	6	
7			基本制度（3 分）	重点核查党建基本制度体系是否健全、党建工作责任制和考核评价制度是否落	制度贴合实际且定期评估更新，责任制传导刚性有力，述职评议考核严格，	G/S/T	3	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
				实、制度执行监督检查是否开展、发现问题是否实质性整改并形成制度完善，坚持制度治党、依规治党	监督检查发现的问题实质性整改并形成制度完善，得 3 分； 核心制度齐全、有监督检查动作，但制度更新不及时或整改停留在个案层面，得 1—2 分； 关键制度缺失、不开展执行监督、问题反复出现无制度性回应，得 0 分			
8			党管干部原则与治理程序（10 分）	重点核查坚持党管干部原则、落实新时代党的组织路线情况，党管干部制度体系、党委前置研究干部事项清单、党委把关程序执行情况，以及干部工作年度计划与党委议题记录的对应性	制度体系完备、前置清单清晰、把关程序严格执行且有具体议题记录，干部工作年度计划与党委议题记录一一对应，得 8—10 分； 制度基本健全、程序总体执行但个别环节不够严谨，得 4—7 分； 制度不完善、前置把关存在漏项或长期不执行，得 0—3 分	G/S/T	10	
9			干部选拔任用规范（10 分）	重点核查坚持德才兼备、以德为先、任人唯贤，干部选拔任用全流程程序合规性、关键环节完整性和档案材料完整性	全流程合规、关键环节无缺失、档案材料完整，得 8—10 分； ：程序总体合规、个别材料归档不及时，得 4—7 分；底线以下：存在程序瑕疵、关键环节资料不全或多次程序违规，得 0—3 分	G/S/T	10	
10			干部教育监督与能上能下（10 分）	重点核查干部教育培训计划执行、日常监督（述职述廉、提醒谈话、个人有关事项报告）、领导干部能上能下机制是否实质运行，以及严管厚爱结合、激励约束并重情况	能上能下机制有实质性“下”的案例或制度性安排，日常监督发现问题有处置闭环，得 8—10 分； 培训和监督基本落实，但能上能下停留在制度文本、缺少实质运行证据，得 4—7 分； 日常监督缺位、能上能下机制空转，得 0—3 分	G/S/T	10	
11		党建与生产经营融合（5 分）	党建与生产经营融合实效	重点核查党建工作与生产经营深度融合情况，包括“党建+”工程和党员责任区、示范岗、服务队等载体建设，重点任务	融合机制健全，载体作用突出，重点攻坚任务中党组织和党员作用明显，党建优势有效转化为发展优势和经营	G/S/T	5	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
			（5 分）	和攻坚项目中党组织、党员作用发挥，融合机制和考评联动，党建优势转化为发展优势的实际成效，以及在解决“卡脖子”难题、稳增长防风险中的贡献	业绩，形成可复制推广的经验，得 4—5 分； 常态化开展“党建+”活动，有举措但标志性成果不多，与生产经营结合不够紧密，党员作用发挥一般，得 2—3 分； 党建与生产经营“两张皮”，无融合载体、无攻坚行动，载体虚化、作用不明显，得 0—1 分			
12		党风廉政建设和反腐败（30 分）	全面从严治党主体责任（10 分）	重点核查健全全面从严治党体系情况，对照上下贯通、执行有力的组织体系，固本培元、凝心铸魂的教育体系，精准发力、标本兼治的监管体系，科学完备、有效管用的制度体系，主体明确、要求清晰的责任体系“五个体系”要求，落实责任体系、年度部署、压力传导，锲而不舍落实中央八项规定精神、推进党的作风建设常态化长效化、深入整治形式主义为基层减负，开展廉洁教育、廉政风险防控，以及风险防控措施是否嵌入业务流程	责任体系健全、年度部署和压力传导到位，中央八项规定精神落实有力，作风建设常态化长效化和基层减负有实效，廉政风险排查与业务风险实质结合、防控措施嵌入流程，廉洁教育有针对性，得 8—10 分； 责任体系健全、部署和传导到位，但风险防控和教育精准性不足，得 4—7 分； 责任体系严重缺失、传导断层，违反中央八项规定精神问题多发，得 0—3 分	G/S/T	10	
13			纪检机构监督执纪问责（10 分）	重点核查日常监督、问题线索处置、监督执纪“四种形态”运用、追责问责是否依规依纪依法到位，以及完善监督体系、加强对权力配置和运行的规范监督情况	高质量发展：监督有效、线索处置规范、“四种形态”运用精准、问责到位，权力运行监督有具体举措，得 8—10 分； 基本履职但方式单一或个别环节不够及时，得 4—7 分； 监督明显缺位、处置不规范、问责偏轻偏软，得 0—3 分	G/S/T	10	
14			巡视巡察整改（10 分）	重点核查巡视巡察反馈问题整改销号、台账管理、举一反三长效机制建立，内部巡察任务组织实施情况，以及整改成果是否转化为治理效能	整改不仅完成销号，且举一反三形成制度性成果、同类问题未重复发生，得 8—10 分； 按期整改销号、台账基本规范，但制	G/S/T	10	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
					度性成果有限，得 4—7 分； 整改滞后、纸面整改、虚假整改，得 0—3 分			
15	战略引领	战略规划（30分）	战略前瞻与引领性（15分）	战略规划对标国家重大战略、能源行业顶层导向的匹配度，重点核查企业在“双碳”目标、新型电力系统建设、能源安全战略框架下，对氢能和绿色燃料、新型储能、综合能源服务、能源数字化数智化等战略性新兴产业和未来产业的前瞻性研判与超前布局能力，衡量规划的政治站位、行业适配性与长远引领价值	规划明确包含对国家能源发展趋势的系统研判，对“双碳”目标、新型电力系统建设等核心政策有专项对标章节，且至少包含2项指向战略性新兴产业和未来产业具体布局的前瞻性量化目标，得15分； 规划包含主要政策方向的前瞻研判和对标内容，有明确的政策承接目标，且至少包含1项前瞻性量化目标，得12分； 规划有政策方向对标内容，对接覆盖率≥60%；有基本的政策承接描述但缺乏量化目标支撑，得9分； 规划未体现对“双碳”目标、新型电力系统等核心政策的前瞻研判，或规划方向与“十五五”期间煤炭消费达峰、非化石能源消费占比提升至25%等国家约束目标存在明显脱节，不得分	G/S/T	15	
16			战略规划衔接与适配性（15分）	建立与企业治理结构、经营业务实际相适应的战略规划体系，统筹编制总体规划重点业务、专项规划，重点考核企业战略规划与国家规划、上级单位规划的衔接传导和目标一致性	建立与企业业务实际相适应的规划体系（总体规划＋与企业业务实际相匹配的重点业务、专项规划），且规划目标、重点任务与国家能源规划及上级单位规划衔接一致，得15分； 规划体系与业务实际基本匹配，但个别专项规划缺失或与上级规划衔接不够紧密，得12分； 仅编制总体规划，专项规划配套明显不足，或与上级单位规划衔接不够紧密、衔接上存在明显漏洞，得9分；	G/S/T	15	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
					未编制总体规划，或规划方向与、国家规划、上级单位规划明显冲突、脱节，不得分			
17		战略管理（20分）	规划管理体系（10分）	建立完善的规划管理体系，制定发展规划管理制度，并按要求有序组织开展规划编制、执行、评估和调整工作	建立了完善的规划管理体系，制定规划管理制度，并按要求有序组织开展规划编制、执行、评估和调整工作，得10分； 未制定规划管理制度，但有序组织开展规划编制、执行、评估和调整工作，得8分； 未制定规划管理制度，且规划编制、执行、评估和调整工作有一项不全，得6分； 未制定规划管理制度，且规划编制、执行、评估和调整工作有两项及以上不全，不得分	G/S/T	10	
18			规划分解（5分）	规划目标、任务层层分解、压实责任、配套资源	任务分解到年度，并建立与投资、预算、考核等衔接机制，得5分； 任务分解到年度，但与投资、预算、考核衔接机制有一项不全，得3分； 任务分解到年度，但与投资、预算、考核衔接机制有两项及以上不全，得1分； 任务未分解，不得分	G/S/T	5	
19			规划动态评估与优化机制（5分）	建立规划评估与调整机制，常态化开展规划执行情况评估与偏差分析，开展中期评估并根据内外部环境形势变化进行必要调整	开展年度执行情况评估、中期评估并进行必要调整，得5分； 未开展年度执行情况评估，开展中期评估并进行必要调整，得3分； 未开展评估，不得分	G/S/T	5	
20		战略实施（50分）	规划执行完成率（30分）	考核评价周期内是否达到营收、利润两项核心指标的预期目标，且上述指标的平均完成率处于行业较高水平	完成率≥100%，得30分； 100%＞完成率≥90%，得25分； 90%＞完成率≥80%，得20分；	G/S/T	30	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
					80%＞完成率≥70%，得15分； 70%＞完成率≥60%，得10分； 完成率＜60%，得0分			
21			战略性新兴产业营业收入占比（20分）	业务结构是否向国家鼓励的前瞻性、战略性新兴产业倾斜	战略性新兴产业营业收入占比等于行业基准值，得15分； 每高于基准值1个百分点加0.25分，最高加5分； 每低于基准值1个百分点扣0.25分，最高扣5分	G/S/T	20	
22	创新驱动	科技创新引领（30分）	科技规划（10 分）	科技创新规划情况	正式印发科技创新专项规划，明确技术路线图，得 6 分； 规划涵盖 5 个重点领域（新型电力系统、新能源、储能、氢能、数字化）中的 1 个得 1 分，最多得 4 分； 无科技创新专项规划得 0 分	G/S	10	
23			重大科技任务承担（15 分）	重大科技项目承担情况	国家级项目每项 5 分；省部级项目每项 4 分；市（厅）级项目每项 2 分； 牵头组建创新联合体、担任产业链链长企业、建设国家级/省部级原创技术策源地，每项 3 分	G/S	15	
24			科技人才队伍建设（5 分）	具有较高水平的科技人才队伍建设情况	拥有两院院士/国家级人才计划入选者每人 3 分； 拥有省部级人才计划入选者每人 2 分； 在国际标准组织/重要国际科技组织担任职务每人 1 分	G/S	5	
25		研发投入（20 分）	研发投入强度（12 分）	研发投入强度为研发投入占营业收入比例	得分=12×min（1，研发投入强度÷主要电力企业整体平均研发投入强度）	G/S	12	
26			研发平台建设（8 分）	企业科技创新平台建设投入力度及层级水平情况	国家级平台（实验室/技术创新中心/工程研究中心等）每个 4 分；省部级平台每个 3 分；市（厅）级平台每个 2 分；	G/S	8	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
					院士/博士后工作站每个 2 分			
27		成果转化（35分）	科技成果（15 分）	科技成果获奖数量及获奖层级水平情况	国家科学技术奖：特等奖 15 分/一等奖 12 分/二等奖 10 分； 中国专利奖：金奖 10 分/银奖 8 分/优秀奖 6 分； 省部级（或行业级）科学技术奖：一等奖 10 分/二等奖 8 分/三等奖 6 分； 市（厅）级科学技术奖：一等奖 6 分/二等奖 4 分/三等奖 2 分； 通过 PCT 途径进入国外国家阶段并获得国外发明专利授权的，每件计 0.2 分	G/S/T	15	
28			标准制定（5 分）	科技成果获奖数量及获奖层级水平情况	国家科学技术奖：特等奖 15 分/一等奖 12 分/二等奖 10 分； 中国专利奖：金奖 10 分/银奖 8 分/优秀奖 6 分； 省部级（或行业级）科学技术奖：一等奖 10 分/二等奖 8 分/三等奖 6 分； 市（厅）级科学技术奖：一等奖 6 分/二等奖 4 分/三等奖 2 分； 通过 PCT 途径进入国外国家阶段并获得国外发明专利授权的，每件计 0.2 分	G/S/T	15	
29			重大工程示范（15 分）	科技成果获奖数量及获奖层级水平情况	国家科学技术奖：特等奖 15 分/一等奖 12 分/二等奖 10 分； 中国专利奖：金奖 10 分/银奖 8 分/优秀奖 6 分； 省部级（或行业级）科学技术奖：一等奖 10 分/二等奖 8 分/三等奖 6 分； 市（厅）级科学技术奖：一等奖 6 分/二等奖 4 分/三等奖 2 分； 通过 PCT 途径进入国外国家阶段并获	G/S/T	15	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
					得国外发明专利授权的，每件计 0.2 分			
30		数智赋能（15 分）	数字化发展水平（15 分）	数字化发展生态水平，参照《数字化转型管理参考架构 GB/T 45341-2025》评级	生态级：15 分。 1)实现产业生态合作伙伴主要动态数据自动采集； 2)构建生态化数字模型； 平台级：12 分。 1)实现供应链/产业链网络平台内及外部用户关键动态数据在线自动采集； 2)构建平台化数字模型； 领域级：9 分。 1)实现企业所在领域各主业务环节(主场景)关键动态数据的自动采集； 2)在全企业(全领域)范围内,构建覆盖全部关键业务的全企业(全领域)数字模型； 场景级：6 分。 1)实现至少一个主业务环节(主场景)范围内关键动态数据的自动采集；2)构建应用覆盖至少一个主业务环节(主场景)主要业务活动的数字模型； 规范级：3 分。实现至少一个主业务环节(主场景)关键数据的信息化收集、录入	G/S/T	15	
31	竞争实力	盈利能力（40分）	净资产收益率（15 分）	净资产收益率是指企业一定时期净利润与平均净资产的比率，反映企业利用股东投入的自有资本获取收益的能力，是评价资本回报水平的核心指标	净资产收益率等于行业基准值，得 12 分； 每高于基准值 0.1 个百分点，加 0.2 分，最高加 3 分； 每低于基准值 0.1 个百分点，扣 0.2 分，最高扣 3 分	G/S/T	15	
32			成本费用利润率（15 分）	成本费用利润率是指企业一定时期利润总额与成本费用总额的比率，反映企业投入成本费用获取利润的能力，体现经营耗费带来的经济效益	成本费用利润率等于行业基准值，得 12 分； 每高于基准值 0.1 个百分点，加 0.2 分，最高加 3 分；	G/S/T	15	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
					每低于基准值 0.1 个百分点，扣 0.2 分，最高扣 3 分			
33			净利润率（10 分）	净利润率是指企业一定时期净利润占营业收入的比重，反映每实现一元营业收入最终能赚到多少净利润，衡量营业收入转化为税后利润的能力	净利润率等于行业基准值，得 8 分； 每高于基准值 0.1 个百分点，加 0.3 分，最高加 2 分； 每低于基准值 0.1 个百分点，扣 0.3 分，最高扣 2 分	G/S/T	10	
34		运营效率（30分）	营业收现率（10 分）	营业收现率是指企业销售商品、提供劳务收到的现金与营业收入的比值，反映营业收入的现金回款质量，衡量账面收入转化为实际现金流入的水平	营业收现率等于行业基准值，得 8 分； 每高于基准值 1 个百分点，加 0.3 分，最高加 2 分； 每低于基准值 1 个百分点，扣 0.3 分，最高扣 2 分	G/S/T	10	
35			资产负债率（10 分）	资产负债率是指企业期末负债总额与资产总额的比率，反映企业总资产中有多大比例是通过负债筹资形成的，用来衡量企业长期偿债能力、负债杠杆水平	资产负债率等于行业基准值，得 8 分； 每低于基准值 1 个百分点，加 0.7 分，最高加 2 分； 每高于基准值 1 个百分点，扣 0.7 分，最高扣 2 分	G/S/T	10	
36			全员劳动生产率（10 分）	全员劳动生产率是指企业一定时期产出总量与全部从业人员平均人数的比值，反映劳动力投入的产出效率，衡量人力资源利用效益	全员劳动生产率等于行业基准值，得 8 分； 每增加 1 万元/人,加 0.4 标准分，标准分最多加 2 分； 每减少 1 万元/人,扣 0.4 标准分，标准分最多扣 2 分	G/S/T	10	
37		发展潜力（30分）	营业收入复合增长率（10 分）	营业收入复合增长率是指假设营业收入在一段期间内按固定年复利增长，计算得到的年均增长速率，平滑年度间波动，用来衡量一段周期内营收的中长期增长水平	营业收入复合增长率等于行业基准值，得 8 分； 每高于基准值 1 个百分点，加 0.8 分，最高加 2 分； 每低于基准值 1 个百分点，扣 0.8 分，	G/S/T	10	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
					最高扣 2 分			
38			在手合同储备倍数（10 分）	在手合同储备倍数是指企业期末在手有效合同额与当年营业收入的比值，反映现有合同可支撑未来经营的保障程度	在手合同储备倍数等于行业基准值，得 8 分， 每高于基准值 0.1 倍，加 0.3 分，最高加 2 分； 每低于基准值 0.1 倍，扣 0.3 分，最高扣 2 分	G/S/T	10	
39			利润总额增长率（10 分）	利润总额增长率是指本期利润总额较基期利润总额的增长额与基期利润总额的比值，反映企业税前利润的增长幅度，衡量盈利规模变动情况	利润总额增长率等于行业基准值，得 8 分； 每高于基准值 1 个百分点，加 0.7 分，最高加 2 分； 每低于基准值 1 个百分点，扣 0.7 分，最高扣 2 分	G/S/T	10	
40	绿色发展	开发消纳能力（45分）	可再生能源建设项目装机容量占比（45 分）	可再生能源建设项目装机容量占比高于行业基准值,处于行业较高水平	装机比重≥50%，得 45 分； 装机比重为 40%~49.99%，得 36 分；装机比重为 30%~39.99%，，得 27 分；装机比重为 20%~29.99%，得 14 分；装机比重≤20%，得 0 分	G/S/T	45	
41		能耗效率水平（40 分）	万元产值综合能耗（20 分）	万元产值综合能耗处于行业前列，参考《综合能耗计算通则（GB/T 2589-2020）》	万元产值综合能耗水平处于行业前 20%水平，得 20 分； 万元产值综合能耗水平处于行业 20%—40%区间，得 16 分； 万元产值综合能耗水平处于行业 40%—60%区间，得 12 分； 万元产值综合能耗水平处于行业 60%—80%区间，得 8 分； 企业若缺少能耗统计核算数据，得 4 分	G/S/T	15	
42			单位产值二氧化碳排放（20 分）	单位产值二氧化碳排放量处于较低水平，参考《电力建设工程碳排放计算导则（T/CEPCA 1016-202）》	单位产值二氧化碳排放较上年下降比例高于行业平均水平，得 15—20 分； 单位产值二氧化碳排放较上年下降比例等于或接近行业平均水平，得 8—15 分；	G/S/T	25	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
					单位产值二氧化碳排放较上年下降比例低于行业平均水平，得 0-8 分			
43		绿色运营水平（15 分）	绿色运营（15 分）	在研发绿色产品、实施清洁生产、建设绿色供应链、推进绿色办公、开展绿色融资等方面表现良好	企业同时具有研发绿色产品、实施清洁生产、建设绿色供应链、推进绿色办公和开展绿色融资等 5 种行为，得 15 分； 企业具有以上任意 4 种行为，得 12 分； 企业具有以上任意 3 种行为，得 9 分； 企业具有以上任意 2 种行为，得 6 分； 企业具有以上任意 1 种行为，得 3 分； 企业完全没有上述行为，得 0 分	G/S/T	15	
44	供需协调	供给承接能力（100分）	新型电力项目占比（供给承接能力）（30分）	新型电力系统项目合同额占电力板块合同总额的比例，衡量电建企业在新型电力系统建设中的供给承接能力与行业供需竞争力	优秀：≥60%，供给承接能力突出，30分； 良好：40%～60%，24—30分； 合格：25%～40%，18—24分； 不合格：＜25%，需加快转型升级，15分	G/S/T	30	
45			项目综合验收合格率（质量与系统适配能力）（70分）	按期验收合格的电力项目数占当期全部计划交付项目总数的比例，衡量工程实体质量与系统适配能力	优秀：≥98%，工程实体质量高，70分； 良好：92%～98%，56—70分； 合格：85%～92%，42—56分； 不合格：＜85%，存在明显短板，35分	G/S/T	70	
46	安全保障	安全生产标准化建设（20 分）	安全制度与目标管控（6 分）	安全战略清晰、年度目标逐级分解、落地可控，安全制度体系健全、有效执行，契合高质量发展要求	制定安全目标，并分解、落实、控制、考核，得 2 分； 设立安全生产管理机构、安全监督管理机构，建立全员安全生产责任清单和工作清单，各级人员签订安全环保目标责任书，得 2 分； 安全生产规章制度体系、操作规程规范健全、动态更新、执行到位，得 2 分	G/S/T	6	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
47			安全投入与资源保障（4 分）	安全费用足额提取、专款专用，安全管理人员、安全设备设施等资源配置满足安全生产需求	规范开展安全生产费用管理，安全费用足额提取、专款专用，得 2 分； 设置专（兼）职安全管理人员必须持有安全生产考核合格证，安全负责人宜持有注册安全工程师证书，得 2 分	S/T	4	
48			全员安全培训与队伍能力建设（4 分）	施工单位特种作业人员持证合规，产业工人、外包分包人员培训全覆盖，班组安全能力达标	企业主要负责人、各级安全管理人员、从业人员、外包人员等参加安全培训，得 2 分； 特种作业人员、特种设备操作人员、班组负责人持证上岗，得 2 分	T	4	
49			安全文化与正向激励约束（6 分）	安全文化建设及安全宣教成效	开展安全月、安全分享会、安全警示教育、家属助安等活动，得 2 分； 建设安全宣传栏、线上安全园地、安全文化长廊、班组安全角等阵地，得 2 分； 文化传播安全微课堂、安全故事、安全海报、短视频等，得 2 分	G/S/T	6	
50		安全风险管控及隐患排查治理（39 分）	安全风险管理（15 分）	风险识别、分析、评价和分级管理制度齐全，措施执行情况	风险辨识制度健全、职责明确，辨识范围全覆盖，得 3 分； 风险评估方法科学、分级准确，所有风险点均经评估，记录完整、逐级审核、动态更新，得 3 分； 风险告知内容完整，清单与防控卡完备，得 3 分； 风险控制措施全面、可操作，分级管控责任明确到人，重大风险有专项方案且落实到位，得 3 分； 风险预测预警指标体系完善，定期分析并形成报告，预警响应及时有效，得 3 分	G/S/T	15	
51			隐患排查治理	建立隐患分级排查机制，重大隐患挂牌督办、限期整改、验收销号，闭环彻底	隐患排查制度健全、流程清晰，排查标准与清单完备，排查频次足、覆盖	G/S/T	12	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
			（12 分）		全，记录规范，重大隐患即时报告，得 3 分； 所有隐患均有治理方案，按时治理到位，分级管理规范，台账完整并按要求通报，得 3 分； 所有隐患均按“五定”原则且经专人验收合格，实现闭环管理，重大隐患有评估报告，资料归档齐全，得 3 分； 梳理本单位涉及到的重大事故隐患清单（不限于电力重大事故隐患、生态环境重大事故隐患、特种设备重大事故隐患等），得 3 分			
52			现场安全管控（12 分）	危大工程、高风险作业、设备管理、机械化施工和职业健康等现场管控情况	危大工程专项方案论证、审批、现场执行一致，全过程受控，无违规施工，得 3 分； 高处、动火、有限空间、起重等高危作业严格执行作业许可，无无证作业、违章作业，得 3 分； 自有及分包设备准入验收、检验维保合规，特种设备持证上岗，智能监测装备有效应用，得 3 分； 职业病危害定期检测、公示，现场防护到位，保障作业人员职业健康，得 3 分	T	15	
53		应急管理（16 分）	应急预案及演练（6 分）	应急预案体系适配管理、实战化演练与问题闭环	预案体系完整，要素齐全，覆盖主要风险、贴合施工场景，按期修订、交底、备案，适配现场风险，得 3 分； 演练贴合高风险场景、注重实战，演练问题全部整改闭环，得 3 分	T	6	
54			应急资源与队伍统筹保障	应急资源与队伍统筹保障	应急物资足额配置、动态更新，得 3 分；专（兼）职应急队伍健全，外协力量统筹到位，得 3 分	T	6	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
			（6 分）					
55			事故复盘改进与政企联动（4 分）	事故复盘改进与政企联动	事故深度复盘、举一反三、制定改进措施，得 2 分； 建立属地政企应急联动机制，得 2 分	G/S/T	4	
56		科技兴安（25 分）	安全数字化管控（5 分）	开展安全数字化建设水平	开展安全数字化建设，包括智慧工地建设、风险智能感知、安全大数据分析等，得 5 分	G/S/T	5	
57			安全创新（5 分）	安全防护新技术、新工法、新装备的研发与应用水平	安全防护新技术、新工法、新装备的研发与应用，得 3 分； 安全生产科研项目、论文专著等成果，得 2 分	G/S/T	5	
58			本质安全与减人换人（5 分）	推广机械化、自动化作业，减少人工风险	机械化施工应用尽用，高危工序推广机械化、自动化作业，减少人工风险，得 5 分；	T	5	
59			安全信用建设（5 分）	企业安全信用评价体系建设与应用水平	企业安全信用评价体系建设与应用，供应商、分包单位安全准入与信用管理，得 3 分； 企业安全生产信用等级，得 2 分	G/S/T	5	
60			安全绩效创优（5 分）	荣获省级及以上安全管理创新水平	荣获省级及以上安全管理创新、最佳实践、质量小组活动（QC）、ESG 项目等协会认可的荣获或奖项，得 5 分	G/S/T	5	
61			安全生产事故	扣分项	发生负主要责任的人身伤亡一般事故，每死亡一人扣 3 分，每重伤一人扣 1 分； 发生负一定责任的人身伤亡事故，每死亡一人扣 2 分，每重伤一人扣 0.5 分； 发生负连带责任的人身伤亡事故，每死亡一人扣 1 分，每重伤一人扣 0.2 分	G/S/T	/	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
62			网络安全事件	扣分项	被国家、上级部门通报的网络安全漏洞，每起扣 1 分； 发生被国家主管部门以正式文件通报且有管理责任的事件，每起扣2—3 分；五级事件每起扣 2 分，六级事件每起扣 1 分，七级事件每起扣 0.2 分（因网络安全造成的事件加倍扣分）	G/S/T	/	
63		/	环水保事件	扣分项	未按国家及地方环保、水保法律法规要求，发生建设项目未批先建（含重大变动）、未验先投等违规事件，每发生一起扣 0.5 分； 发生被国家生态环境、水行政主管部门行政处罚或采取限批措施的事件，每发生一起扣 2 分； 发生被省生态环境、水行政主管部门行政处罚或采取限批措施的事件，每发生一起扣 1 分； 发生被地市及以下生态环境、水行政主管部门行政处罚或采取限批措施的事件，每发生一起扣 0.1—0.2 分	G/S/T	/	
64			中央安全生产巡查	扣分项	被国家、政府主管部门通报，每起扣 0.5-1 分； 安全生产专项整治工作不到位、重点隐患排查治理不到位、重大风险管控落实不到位，每项扣 0.1—0.5 分； 政府安全巡查、督查检查中重复发现同类问题，每重复发生一次扣 0.1—0.5 分； 发生安全生产突发事件报告不及时或处置不当并造成较大影响，每起扣 0.1—0.5 分； 发生安全生产事故（事件）迟报、漏	G/S/T	/	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
					报、谎报、瞒报的，每起扣 0.5 分			
65	国际影响	跨国经营水平（50 分）	跨国经营指数（50 分）	跨国经营指数高于行业基准值，处于行业较高水平	行业基准值参考中国跨国公司 100 大平均跨国指数。 跨国化指数(TNI)=(海外资产占比+海外销售占比+海外雇员占比)÷3×100% 跨国经营指数等于行业基准值，得 40 分； 每高于基准值 0.1 个百分点，加 1 分，最高加 10 分； 每低于基准值 0.1 个百分点，扣 1 分，最高扣 10 分	G/S/T	50	
66		国际品牌价值（50 分）	品牌价值榜单排名（50 分）	在全球市场中的综合品牌价值与行业影响力	取以下三个榜单得分中的最高值，三大榜单均未上榜的企业，本项得 0 分 榜单 1：《财富》世界 500 强排行榜 第 1—100 名，得分 50 分； 第 101—200 名，得分 40 分； 第 201—300 名，得分 30 分； 第 301—400 名，得分 20 分； 第 401—500 名，得分 10 分； 未上榜得 0 分； 榜单 2：ENR 全球最大 250 家国际承包商 第 1—50 名，得分 50 分； 第 51—100 名，得分 40 分； 第 101—150 名，得分 30 分； 第 151—200 名，得分 20 分； 第 201—250 名，得分 10 分； 未上榜得 0 分； 榜单 3：ENR 全球最大 225 家国际工程设计公司 第 1—45 名，得分 50 分； 第 46—90 名，得分 40 分；	G	50	

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	评分标准	适用企业	标准分	得分
					第 91b135 名，得分 30 分； 第 136—180 名，得分 20 分； 第 181—-225 名，得分 10 分； 未上榜得 0 分			

参 考 文 献

GBT 32151.2 温室气体排放核算与报告要求第2部分：电网企业
GBT 32151.1 温室气体排放核算与报告要求第1部分：发电企业
GB/T 2589 综合能耗计算通则
GB/T 45341 数字化转型管理参考架构
T/CEPCA 1016 电力建设工程碳排放计算导则

附件 2

中国电力建设企业协会《电力建设高质量发展评价》编制说明

一、工作简况

1.任务来源

为全面贯彻党的二十大精神，深入落实习近平总书记关于“完善推动高质量发展的考核评价体系，为推动高质量发展打牢基础”的重要指示精神，根据《关于印发〈电力建设安全管理成果评价〉等4项中国电力建设企业协会团体标准制定计划的通知》（中电建协〔2026〕68号）要求和工作安排，中国电力建设企业协会以电力企业管理实践为基础，建立量化可考核、过程可追溯、结果可验证的企业评价机制，实现创新成效的科学评价。在此基础上，形成适配电网企业、发电企业及电建企业（含总承包、勘察、设计、施工、调试、监理等单位）、覆盖电力生产、输送、销售、科研与服务等业务领域的高质量发展评价标准，助力电力企业对标找差、补短强弱，推动电力建设行业高质量发展水平整体提升。

2.编制背景

当前，新型电力系统建设加快推进，能源绿色低碳转型深入实施。电力建设任务也随之从传统火电、输变电工程，向大型风光基地、抽水蓄能、新型储能、柔性直流输电、智能配电网、虚拟电厂平台等领域延伸。对电力系统的安全稳定运行、调节能力和应急保障水平提出了更高要求，也对电力企业统筹安全保障、运行效率、绿色低碳、技术创新的能力提出了更高要求，行业亟需研制一套标准，支撑电力建设高质量发展成效的科学评价与推广应用。

现有电力企业高质量发展评价多偏重规模、产值、安全等单一维度指标，尚未形成一套可量化、可比较、可操作的电力建设高质量发展成效评价标准体系。不同类型企业的评价口径不一，导致高质量发

展成效的认定、企业自我诊断、行业对标以及经验复制推广缺乏统一依据，标杆企业的示范引领作用难以充分发挥。为补齐这一短板，中国电力建设企业协会印发《关于印发〈电力建设安全管理成果评价〉等4项中国电力建设企业协会团体标准制定计划的通知》（中电建协〔2026〕68号），正式立项开展本标准编制工作。

为统一电力建设高质量发展的评价原则、评价指标，明确取值规则与评价结果形成规则，特编制《电力建设高质量发展评价》。本标准旨在助力企业全面把握自身发展现状、精准查找对标差距、理清转型升级思路，持续推动电力企业高质量发展水平整体提升，助力电力建设行业高质量发展。

3.编制原则

（1）科学性。严格依据 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分: 标准化文件的结构和起草规则》开展编制，遵循国家法律法规，与现行国家、电力行业标准术语、管理要求协调统一。

（2）适用性。本文件适用于电网企业、发电企业及电建企业（含建设、总承包、监理、勘察、设计、施工、调试等单位）在电力生产、输送、销售、科研与服务等领域高质量发展成效的评价；也适用于集团总部、二级单位、三级及以下单位的高质量发展成效的评价。

（3）可操作性。标准正文规定了适用范围、评价指标体系、取值规则及评价结果形成规则等，规范性附录明确了电力建设高质量发展评价汇总表、电力建设高质量发展评价表等；本文件全部内容为推荐性指引，使用“应、可”表述，无本标准自身设定的强制条款，条文通俗易懂，便于直接参照执行。

（4）前瞻性：把安全保障、科技创新、绿色发展等指标纳入评价核心，关注安全体系运行、创新成果转化、节能降碳等能力，引导电力企业从单一规模导向转向安全、创新、绿色等多维统筹，推动发展成效由定性描述走向定量评价，形成可复制、可落地、可推广的高质量发展范式。

（5）动态适配性：根据企业类型、业务特点和管理层级的差异，分类开展申报与评价工作，确保评价标准贴合企业实际、评价重点匹配企业需求。同时，评价体系将根据有关要求和电力行业整体发展需要适时调整完善。

4.起草过程

本文件由中电建协标委会组织，国家电网有限公司、中国南方电网有限责任公司、中国华能集团有限公司、中国大唐集团有限公司、中国华电集团有限公司、国家电力投资集团有限公司、国家能源投资集团有限责任公司、中国电力建设集团有限公司、中国能源建设集团有限公司、内蒙古电力（集团）有限责任公司、内蒙古能源集团有限公司、北京能源集团有限责任公司、国网江苏省电力有限公司、国网能源研究院有限公司、国网新源控股有限公司、中国电力科学研究院有限公司、国网辽宁省电力有限公司电力科学研究院、南方电网公司贵州电网公司送变电工程公司、南方电网公司云南电网公司昆明供电局、南方电网数字电网集团有限公司、华能国际电力股份有限公司德州电厂、华能西藏雅鲁藏布江水电开发投资有限公司、江苏华电望亭能源发展有限公司、中国华电集团有限公司广东分公司、华电电力科学研究院有限公司、国家电投集团山东能源发展有限公司、国能龙源电力技术工程有限责任公司、中国电力建设集团水电水利规划设计总

院、中国电力建设集团北京勘测设计研究院有限公司、中国水利水电第十二工程局有限公司、中能建集团中国电力建设工程咨询有限公司、中能建集团湖南火电建设有限公司、内蒙古电力建设工程质量监督中心站、内蒙古电力集团蒙电经济技术研究院有限责任公司、北京京能清洁能源电力股份有限公司、北京京能清洁能源电力股份有限公司北京分公司、北京京能清洁能源电力股份有限公司内蒙古分公司、广州南方投资集团有限公司、深能集团深圳妈湾电力有限公司、广西正远监理咨询有限公司、惠州市新科创工程建设监理有限公司，共 42 家单位编制完成。

2026 年 3 月，印发《电力建设高质量发展评价》制定计划。

2026 年 4 月，征集《电力建设高质量发展评价》编制单位。

2026 年 5 月，中电建协组织召开标准编制沟通会，讨论标准整体架构。

2026 年 6 月，在内蒙古呼和浩特市召开《电力建设高质量发展评价》启动会暨初稿讨论会，确定了编制大纲，讨论了标准初稿内容。

2026 年 8 月，在河北张家口市召开《电力建设高质量发展评价》二稿讨论会，汇总各指标初稿，统一格式、术语。

2026 年 10 月，在北京召开《电力建设高质量发展评价》征求意见稿定稿会，对八个评价指标方向进行充分讨论形成统一意见，会后完成本标准的修改工作，形成征求意见稿。

二、标准编制原则，标准框架、主要内容及其确定依据

1. 编制原则

（1）本标准的编制应满足《中国电力建设企业协会标准管理办法（试行）》的有关要求。

（2）编写格式执行《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》GB/T1.1-2020 的有关规定；起草规则执行《标准起草规则第 7 部分：指南标准》GB/T20001.7-2017 的有关规定。

（3）遵循规程编制的“四性”要求：管理上的适用性和可操作性、与国家法律法规和相关标准的协调性、标准发布实施上的可操作性。

（4）充分考虑编制本标准的目的和必要性，系统梳理电力建设高质量发展评价的范围、规范性引用文件、术语和定义、缩略语、总则、评价指标体系框架、取值规则、评价结果的形成规则，体现标准前瞻性、引领性、先进性和科学性。充分借鉴国家标准及行业权威标准规范，突出电力建设高质量发展评价的行业特点。通过对比分析不同企业在各指标上的优势与短板，实现企业高质量发展成效的量化比较，为电力建设高质量发展提供科学评价依据，具有较强的适用性和可操作性。

（5）贯彻执行《中华人民共和国标准化法》《团体标准管理规定》等法律、规定，做到格式规范，逻辑清晰，结构严谨、通俗易懂和简单明了。

（6）充分开展参编单位、行业专家研讨，广泛征集意见，协调各方诉求，达成共识。

（7）标准编写工作符合国标规定，内容完整、翔实具体，用词准确，规定清晰，不可模糊不清，无歧义无相互矛盾。

（8）明确分工协作、落实各自责任，严格控制编制进度计划、确保标准高质量编制。各编写单位汇聚了电力建设行业的众多专家学者，均拥有丰富的实践经验与精湛的专业技术。

（9）编制过程中邀请了电网企业、发电企业、电建企业的技术专家，对标准编制工作予以指导和提出很多宝贵意见。

2.标准主要内容

本标准主要技术内容共 8 章，分别是范围（第 1 章）、规范性引用文件（第 2 章）、术语和定义（第 3 章）、缩略语（第 4 章）、总则（第 5 章）、评价指标体系框架（第 6 章）、取值规则（第 7 章）、评价结果的形成规则（第 8 章），另有附录 A.1（电力建设高质量发展评价汇总表），附录 A.2（电力建设高质量发展评价表——电网企业），附录 A.3（电力建设高质量发展评价表——发电企业），附录 A.4（电力建设高质量发展评价表——电建企业）。

第 1 章：本章明确本文件的适用对象与适用边界。

第 2 章：本章规定了本文件的规范性引用文件。引用了国家、电力行业相关标准规范，列明文中所引用标准的版本信息。

第 3 章：本章规定了应用于本文件的相关术语和定义。界定电力建设、高质量发展、通用项、专用项的核心概念，统一全文术语表述，为标准条文理解提供基础。

第 4 章：本章规定了本文件的缩略语。

第 5 章：本章规定了电力建设高质量发展评价的评价原则，评价应遵循定量与定性分析相结合、一致性与可比性相结合、可操作性与适用性相结合、稳定性与动态性相结合，立足指标数据实际，明确统一评价规则的要求。

第 6 章：本章明确电力建设高质量发展评价指标，从八个维度建立评价体系，并对评价内容进行说明。

第 7 章：本章围绕评价指标规定了取值规则，明确各层级指标评价规定、指标分值以及评价权重。

第 8 章：本章对评价结果计算、等级划分、评价准入条件进行了说明，电力建设高质量发展评价分为一星级、二星级、三星级，其结果可供同行业企业交流、借鉴、应用。

附录：附录 A.1、附录 A.2、附录 A.3、附录 A.4 为规范性附录，分别明确电力建设高质量发展评价汇总表、电力建设高质量发展评价表——电网企业、电力建设高质量发展评价表——发电企业、电力建设高质量发展评价表——电建企业，供评价评审。

3.标准主要内容确定依据

根据本文件的编制目的，本文件属于指南类标准化文件，全部内容为指导建议；凡涉及法律、强制性标准的内容，使用者应当遵照法规强制性规定执行。主要内容按照 GB/T1.12020《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草，并参照《标准起草规则第 7 部分：指南标准》GB/T20001.7-2017 进行确定。

三、技术经济论证

本标准围绕“指标是否科学、企业能否实施、投入产出是否合理”三个核心问题开展技术经济论证。技术可行性论证从指标科学性、数据可得性、可操作性和适用差异四个方面展开，各项指标与高质量发展目标对应明确，数据来源可追溯、口径可统一，第三方可复核，并采用“通用项指标+专用项指标”适配电网企业、发电企业、电建企业。

经济性从指标设计、数据采集、系统建设、人员培训、审核评价、应用推广等全周期环节测算成本，从企业管理、行业管理、社会价值

三个层面衡量收益，采用整体对标和分项对标的方式，可量化部分采用前后对比或方案对比，难以量化部分作定性说明。选取电网企业、发电集团、电建企业和地方能源公司开展试点，验证得分区分度、专家复评与系统评分的一致性、采集成本与预期收益的匹配度，并检验权重、门槛和一票否决条件的合理性；结合关键参数变动开展敏感性分析。做到关键指标定义清晰、数据可获取、计算方法可操作、新增成本可控，能够提升电力建设高质量发展评价的科学性、可比性和透明度。

四、与国际、国内同类标准技术内容的对比情况

1.与国内同类标准技术内容对比

国内现行高质量发展评价相关标准如GB/T 41152-2021《城市和社区可持续发展低碳发展水平评价导则》、WM/T 17-2025《境外经贸合作区高质量发展评价导则》、DB4407/T 110-2024《企业质量金融增信促进高质量发展实施规范》、DB32/T 4707-2024《中小企业高质量发展巡诊规范》、DB64/T 1829.3—2023《宁夏“六新”产业高质量发展标准体系 第3部分：装备制造》、T/CERDS 1—2021《企业高质量发展评价指标》，主要聚焦城市社区低碳发展、境外园区运营、企业质量增信、中小企业巡诊和通用型企业评价指标，评价对象与功能定位各异，缺少针对电力企业高质量发展成效的评价规则。本评价构建了八维指标评价框架，既继承国内现有区域高质量发展、企业高质量发展标准中经营质效、绿色发展等核心考核要素，又新增供需协调能力等特色指标，填补了电力建设行业高质量发展评价的空白。

2.与国际同类标准、技术体系对比

从国际范围看，尚未形成直接对应的电力建设高质量发展评价。“高质量发展”是我国政策语境下的专有概念，国际上并无同一提法，相关技术体系主要分散于可持续发展披露、电网可靠性绩效、资产与能源管理等方向。其中，GRI 标准、ISSB（IFRS S1/S2）、SASB 准则及欧盟 CSRD 等聚焦 ESG 信息披露；IEEE 1366 等可靠性指标体系仅覆盖供电可靠性单一维度；ISO 55001、ISO 50001、ISO 14001 等属管理体系符合性认证标准，不具备量化打分与分级对标功能；ISO 37120、ISO 37122 以城市和社区为评价对象。总体来看，现有国际体系评价导向偏信息披露而非水平高低，评价维度偏单一而非综合，评价功能偏符合性认证而非诊断对标，因而难以系统评价电力建设企业高质量发展成效。本评价在国际相关标准思路基础上，充分结合国内电力企业发展特点，构建面向电网、发电、电建等多业态，贯通集团总部、二级单位、三级及以下单位等多层级，统筹安全、质效、绿色、创新等八个维度的评价方法，并在能源绩效与绿色低碳等方面衔接国际通行原则，以保证指标体系的科学性与国际兼容性。

五、以国际、国内标准为基础的起草情况

标准以国内现行的国家、电力建设领域现行法规、行业标准、有关政策为核心基础进行起草，合规引用 GB/T 19001—2016 ISO900《2015 质量管理体系要求》、GB/T 50379《工程建设勘察企业质量管理标准》、GB/T 50380《工程建设设计企业质量管理规范》、GB/T 50430《工程建设施工企业质量管理规范》、GB/T 50326《建设工程项目管理规范》、GB/T 50358《建设项目工程总承包管理规范》、DL/T 1144《火电工程项目质量管理规程》、DL/T 1362《输变电工程项目质量管理规程》、NB/T 10684《风电场工程质量管理规程》、NB/T 11354

《光伏发电工程项目质量管理规程》等国内电力建设质量管理等相关规范性文件，立足电网企业、发电企业及电建企业（含建设、总承包、监理、勘察、设计、施工、调试等单位），涵盖集团总部、二级单位、三级及以下单位管理现状，确定评价原则、指标框架与评分规则。同时借鉴国际上GRI标准、IEEE 1366等可持续发展理念和可靠性指标体系的理念，结合国内电力建设高质量发展现实特点，设置多项特色评价维度。起草过程兼顾标准的合规性、科学性与实操性，通过设置配套评分表，实现评价流程、申报材料、计分判定的规范化，保障评价活动科学客观、公平公正。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

本标准在编制过程中，严格遵守《中华人民共和国标准化法》《中华人民共和国建筑法》《中华人民共和国安全生产法》《建设工程质量管理条例》等相关法律法规要求，确保标准条文合法合规，契合电力建设行业监管要求。

本标准严格遵循国家安全生产相关法律、行政法规及电力行业监管规章要求，以《中华人民共和国标准化法》《中华人民共和国建筑法》《中华人民共和国安全生产法》等监管文件为法规基础，衔接GB/T 50379 《工程建设勘察企业质量管理标准》、GB/T 50380《工程建设设计企业质量管理规范》等现行电力建设安全标准，与上述法律法规、规章、行业标准技术条款保持协调一致，不存在冲突矛盾。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准编制过程中，通过召开多次讨论会，广泛征求各参编单位、行业专家及相关单位的意见，对标准内容进行了充分的讨论和论证。编制过程中未出现重大分歧意见，对于部分细节问题的不同看法，经

行业专家论证、各单位协商后达成共识，结合企业实际和行业发展需求进行了合理调整，确保标准内容科学、合理、贴合实际。

八、涉及专利的有关说明

本标准编制过程中，编制工作组对标准内容涉及的专利进行了全面排查与识别。经核查，本标准的技术内容不涉及任何专利，不存在专利侵权风险。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

九、实施标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

本标准为电力建设高质量发展评价的指导性文件，适用于电网企业、发电企业及电建企业（含建设、总承包、监理、勘察、设计、施工、调试等单位）在电力生产、输送、销售、科研与服务等领域的高质量发展评价，也适用于集团总部、二级单位、三级及以下单位的高质量发展评价。现提出以下实施建议:

1.实施标准总体要求

本标准发布实施后，电力建设行业学（协）会、相关单位开展电力建设高质量发展评价工作时，应遵循科学客观、公平公正、创新优先、注重实效的原则，完整执行标准规定的评价指标体系、取值规则、评分计算方法和评价结果等级划分要求。参评的电网企业、发电企业及电建企业等单位，应当保证有关支撑材料真实、完整、有效，严格按照附录A.2、附录A.3、附录A.4评分表开展量化打分，不得随意删减评价指标、放宽评判尺度，存在因自身原因引发生产安全事故、重大安全生产违法行为的，应实行一票否决，不予开展评价，保障评价结果的公信力。

2.组织措施

行业归口单位中国电力建设企业协会负责标准宣贯、解释和技术答疑工作，组织开展标准培训，面向电力建设行业各单位、评审专家开展指标解读、评分实操培训，统一各级指标的判定尺度，减少评价过程自由裁量偏差。评价实施阶段，建立评审专家库，优选熟悉电力生产、输送、销售、科研与服务等不同领域电力建设企业的专业人员，规范专家遴选、回避、工作纪律管理。建立意见反馈渠道，收集标准在应用过程中发现的问题，汇总各方实践建议，为标准后续修订完善积累实践素材。

3.技术措施

为保障标准落地执行，应统一规范参评材料模板，严格执行附录A.1 电力建设高质量发展评价汇总表、A.2 电力建设高质量发展评价表——电网企业、附录A.3 电力建设高质量发展评价表——发电企业、附录A.4 电力建设高质量发展评价表——电建企业的格式与内容要求。组织编制标准配套实施说明，对容易产生理解分歧的指标，明确典型判定示例，厘清不同档位得分边界。评价工作宜优先采用电子化参评、线上评审模式，实现评分过程留痕，完整保存申报材料、打分记录、评审意见等档案资料，做到评价过程可追溯。

4.过渡期建议

建议设置3个月标准实施过渡期。过渡期内，一方面面向全行业开展宣贯培训，让各参建单位熟悉评价规则、材料编制要求；另一方面鼓励行业学（协）会、电力企业开展试点评价工作，

选取不同类型、不同层级的企业作为样本开展试评价，检验指标体系的适用性，积累实操经验。同时引导申报单位参照本标准要求完

善报告与佐证材料，逐步向本标准规定的评价模式过渡。在过渡期结束前，梳理试点过程遇到的问题，形成实操案例，供行业参考使用。

5.实施日期建议

建议本标准正式实施日期为过渡期结束后的次月1日。自实施之日起，行业协会组织开展的电力建设高质量发展评价活动，应全面执行本标准全部规定；各电力集团、参编单位自行组织评价，鼓励参照本标准执行。实施日期的设置兼顾标准宣贯、试点实践与企业准备周期，保障标准平稳落地，充分发挥标准对企业高质量发展成效挖掘、评价、示范推广的技术支撑作用。

十、其他应当说明的事项。（包括标准名称、主要内容、主编单位、参编单位及主要起草人等发生变更或存在无法克服困难需撤销申请情况）

本标准附录A.1、A.2、A.3、A.4全部为规范性附录。

附件 3

ICS 29.240
CCS K 47

团　　体　　标　　准

T/CEPCA048-2025

电力建设施工跨越架技术及验收规范

第 1 部分：架体式

Technical and acceptance specifications for crossing structures in electric power construction —Part 1: Frame-supported Type

（征求意见稿）

202X-XX-XX 发布　　202X-XX-XX 实施

中国电力建设企业协会 发布

目　　次

引　言 III
前　言 IV
1 范围 5
2 规范性引用文件 5
3 术语和定义 5
4 基本规定 6
5 毛竹、木质式跨越架 7
5.1 一般规定 7
5.2 技术要求 7
5.3 施工要求 9
5.4 拆除施工 11
5.5 检查与验收 11
6 钢管式跨越架 12
6.1 一般规定 12
6.2 技术要求 13
6.3 施工要求 14
6.4 拆除施工 18
6.5 检查与验收 18
7 金属格构式跨越架 19
7.1 一般规定 19
7.2 技术要求 20
7.3 施工要求 21
7.4 拆除施工 24
7.5 检查与验收 25
8 铝合金式跨越架 25
8.1 一般规定 25
8.2 技术要求 25
8.3 施工要求 27
8.4 拆除施工 28
8.5 检查与验收 28
9 玻璃纤维复合式跨越架 28

9.1 一般规定 29
9.2 技术要求 29
9.3 施工要求 31
9.4 拆除施工 35
9.5 检查与验收 35
附 录 A 跨越架与被跨物的安全距离 36
附 录 B 跨越架钢丝绳安全系数 37
附 录 C 架体式跨越架主要受力计算 38
附 录 D 架体式跨越架验收表格 43

引　言

为规范架空输电线路工程施工跨越架的施工、技术及验收，保障跨越施工安全，特制定本标准。本标准适用于35千伏及以上架空输电线路工程中跨越电力线路、铁路、公路、建（构）筑物等场景，涵盖毛竹、木质、钢管、金属格构、铝合金、玻璃纤维复合式等多种类型跨越架的技术要求、验收标准及安全环水保措施，为架空输电线路工程跨越施工提供技术依据与验收规范。

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

《电力建设施工跨越架技术及验收规范》分为3个部分：

——第1部分：架体式；

——第2部分：悬索式；

——第3部分：移动式。

本文件为《电力建设施工跨越架技术及验收规范》的第1部分。

本文件由中国电力建设企业协会提出并归口。

本文件起草单位：国网山东电力公司东营供电公司、国网山东省电力公司、山东弘正工程监理有限公司、淄博瑞安输变电工程有限公司、中国核工业华兴建设有限公司、国网浙江省电力有限公司建设分公司、合肥工业大学、三峡大学、国网山东省电力公司枣庄供电公司、沈阳工程学院、山东格原电力工程有限公司、国网天津市电力公司、国网山东省电力公司建设公司、安徽送变电工程有限公司、云南送变电工程有限公司、山东泉舜工程设计监理有限公司、内蒙古电力(集团)有限责任公司薛家湾供电分公司、贵州送变电有限责任公司、国网江苏省电力有限公司连云港供电分公司、国网湖北送变电工程有限公司。

本文件主要起草人：苗晓鹏、刘建法、尹东、邢惠民、燕伟广、苗庆雷、步玉柱、赵妍、沈奇罕、刘志强、李向东、王爽、尹晓伟、刘荀、马骏、刘华、张永春、钟文、王凤芹、商善泽、李盼、徐腾飞、董晓伟、徐希霁等。

本文件首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力建设企业协会（地址：北京市丰台区西四环南路35号中都科技大厦3层，100071）。

电力建设施工跨越架技术及验收规范第 1 部分：架体式

1 范围

本文件规定了架空输电线路跨越施工用毛竹、木质、钢管（扣件式、承插型盘扣式）、金属格构、铝合金、玻璃纤维复合式等跨越架的搭设、拆除的技术要求、验收规定。

本文件适用于 35 千伏及以上架空输电线路工程中跨越电力线路、铁路、公路、建（构）筑物施工。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB50005 木结构设计标准

GB 55023 施工脚手架通用规范

GB/T 5237 铝合金建筑型材

JGJ 130 建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范

JGJ/T 231 建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程

DL/T 875 架空输电线路施工机具基本技术要求

DL /T5009 电力建设安全工作规程 第 2 部分：电力线路

DL/T 5106 跨越电力线路架线施工规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

毛竹式跨越架 bamboo crossing structure

由毛竹和毛竹顶部绝缘网组成，遮护被跨障碍物的临时设施。

3.2

木质式跨越架 woodiness crossing structure

由木杆和木杆顶部绝缘网组成，遮护被跨障碍物的临时设施。

3.3

钢管式（扣件式、承插型盘扣式）跨越架 steel tube crossing structure

由钢管和顶部绝缘网组成，遮护被跨障碍物的临时设施。

3.4

金属格构式跨越架 fabricated crossing structure

由搭设在地面上的金属格构式立柱、拉线、承力索和防护网组成，遮护被跨障碍物的临时设施。

3.5

铝合金式跨越架 aluminum alloy crossing structure

由高强度铝合金材质的立柱、横杆、斜撑、剪刀撑、桁架组成，遮护被跨障碍物的临时设施。

3.6

玻璃纤维复合式跨越架 glass fiber composite crossing structure

由玻璃纤维复合管、金属连接件、绝缘封顶网组成，遮护被跨障碍物的临时设施。

4 基本规定

4.1 应根据现场地形地貌、跨越风险等级、被跨越物种类合理选择满足相应安全等级的跨越架型式

4.2 方案编制前，应由施工单位组织监理单位、被跨越单位参加现场勘察，并形成记录。

4.3 跨越架材料应满足有关要求，跨越架搭设前应完成材料检测，不得使用未经检测合格的原材料。

4.4 跨越架搭设前，施工单位应根据被跨越物的类型、跨越架型式等编制专项施工方案，经审批后方可实施。

4.5 对于不停电跨越 220 千伏及以上线路、高速或铁路等重要跨越，专项施工方案应经专家论证。

4.6 跨越架搭设应由经有关部门考核合格的具备相应资格的人员完成。

4.7 跨越架搭设现场的地基与基础应满足承载力要求。

4.8 毛竹、木质、钢管、金属格构式、铝合金、绝缘式等架体式跨越架的组立应牢固可靠、所处位置准确。

4.9 跨越架与被跨越物应保持符合相关规定的安全距离。

4.10 跨越架应能承受断线、跑线时的载荷，应设置防倾覆措施。

4.11 跨越架的中心线应与横线路方向遮护宽度的中心线重合。

4.12 跨越架搭设完成应由搭设单位自检合格，经使用单位、监理单位验收合格后方可使用。

4.13 使用单位验收前，搭设单位应提供以下文件资料：

a）进场材料的检查记录；

b）跨越架安装签证记录；

c）搭设单位自检记录；

d）已审批的施工方案、编审批记录、审查记录；

e）使用单位、监理单位验收记录。

4.14 强风、暴雨等恶劣天气后、连续停工超过一个月的线路工程复工时，应对跨越架开展全面检查，符合验收标准后方可继续使用。

5 毛竹、木质式跨越架

5.1 一般规定

5.1.1 本章适用于以毛竹跨越架、木质跨越架为主体结构的跨越架。

5.1.2 木质式跨越架立杆、斜撑、剪刀撑木质杆材应符合现行国家标准《木结构设计标准》GB50005规定的承重结构原木IIIa材质等级的质量要求。纵向水平杆、横向水平杆应选用剥皮杉木或落叶松应符合现行国家标准《木结构设计标准》GB50005规定的承重结构原木的Ⅱa质量要求。

5.1.3 施工前应对木质杆件、竹杆件进行外观检查。

5.1.4 毛竹式跨越架竹杆材料应符合行业标准《建筑施工竹脚手架安全技术规范》JGJ254的规定。

5.1.5 毛竹、木质式跨越架搭设前，应清理、平整搭设场地，进行施工准备工作。

5.1.6 毛竹、木质式跨越架顶端两侧应设外伸羊角，宽度应超出新建线路两边线各2m。

5.1.7 毛竹、木质式跨越架的搭设高度不宜超过20m。

5.1.8 毛竹、木质式跨越架跨越电气化铁路和35kV以上的电力线的跨越架，应使用绝缘材料封顶。

5.1.9 跨越施工所使用的绝缘设备、器材在使用前应进行绝缘性能检查，参照《电力建设安全工作规程》DL/T5106 的规定执行。

5.2 技术要求

5.2.1 材料要求

5.2.1.1 毛竹式跨越架应采用3～4年生长期的毛竹，竹杆应挺直、坚韧。

5.2.1.2 毛竹的生产年龄按年计算，以竹表皮颜色进行鉴别。一年生呈嫩青色，二年生呈老青色，三、四年生呈深绿色，五、六年生呈黄色或赤黄色，七年或七年以上生呈橘黄色。

5.2.1.3 毛竹竹杆如有严重弯曲不直、青嫩、枯黄、麻斑、腐烂、虫蛀及裂纹长度连通一节以上的，不得使用。

5.2.1.4 毛竹杆的立杆、大横杆、小横杆、斜撑、剪刀撑等主要受力杆件使用期限超过1年的不得继续使用。

5.2.1.5 毛竹杆直径不应小于有效直径，纵向及横向水平杆有效直径不宜小于90mm；立杆、斜撑、抛撑、剪刀撑和扫地杆有效直径不得小于75mm。

5.2.1.6 竹杆的绑扎材料应采用合格的竹篾、塑料篾或镀锌钢丝，不得使用尼龙绳或塑料绳，竹篾、塑料篾的规格应符合表1的规定。

表 1 竹篾、塑料篾的规格

名称	长度(m)	宽度(mm)	厚度(mm)
竹篾	3.5～4.0	20	0.8～1.0
塑料篾	3.5～4.0	10～15	0.8～1.0

5.2.1.7 竹篾应由生长期3年以上的毛竹竹黄部分劈剖而成。竹篾使用前应置于清水中浸泡不少于12h，竹篾应新鲜、韧性强，不得使用发霉、虫蛀、断腰、大节疤等竹篾。

5.2.1.8　单根塑料篾的抗拉能力不得低于 250N。

5.2.1.9　毛竹式跨越架的绑扎材料不得重复和接长使用。

5.2.1.10　木质式跨越架木杆如有腐朽、损伤严重或弯曲过大任一情况的，不得使用。

5.2.1.11　木质式跨越架立杆的梢径不应小于 70mm，大头直径不应大于 180mm，长度不宜小于 6m，纵向水平杆所采用的杉杆梢径不应小于 80mm，红松、落叶松梢径不应小于 70mm，长度不宜小于 6m，横向水平杆的梢径不得小于 80mm，长度宜为 2.1～2.3m。

5.2.1.12　毛竹、木质式跨越架钢丝应采用 8 号或 10 号镀锌钢丝，不得有锈蚀或机械损伤，8 号钢丝的抗拉强度不得低于 400N/mm²,10 号钢丝的抗拉强度不得低于 450N/mm²。

5.2.2　结构要求

5.2.2.1　毛竹、木质式跨越架的立杆、纵向水平杆及横向水平杆的间距和架体排间距应符合《跨越电力线路架线施工规程》DL/T5106 3.2.12 条，表 2 规定。

表 2 立杆、纵向水平杆及横向水平杆的间距和架体排间距（m）

跨越设备类别	立杆（跨距）	纵向水平杆（步距）	横向水平杆	架体排间距
木质	≤1.5	≤1.2	≤1.5	2.5
毛竹	≤1.2		≤1.2	2.0

5.2.2.2　毛竹、木质式跨越架两端及每隔 6～7 根立杆应设置剪刀撑，斜撑、拉线，拉线的挂点斜撑或剪刀撑的绑扎点应设在立杆与横杆的交接处，架长 30m 以内的脚手架应采用连续式剪刀撑，超过 30m 的应采用间隔式剪刀撑；且与地面的夹角宜在 45°～60°之间。

5.2.2.3　毛竹、木质式跨越架不同高度下的拉线间距及架体排数应符合《跨越电力线路架线施工规程》DL/T5106 的规定，见本文件表 3。

表 3 毛竹、木质式跨越架的拉线间距及架体排数

毛竹、木质式跨越架高度	纵向拉线间距	拉线层数	架体排数
h≤10m	6m	1	2
10m≤h≤15m	6m	2	3
15m≤h≤20m	6m	2	4

5.2.2.4　毛竹、木质式跨越架的横杆与立杆应成直角搭设。

5.2.3　拉线系统

5.2.3.1　应根据现场情况确定立杆坑位和拉线位置，地锚规格、埋深、方向符合施工方案要求，回填土分层夯实，锚固连接可靠。

5.2.3.2　拉线应采用钢丝绳，安全系数应符合本规范附录 B 的规定。临时固定拉线安全系数 K 不应小于 3.0。受力验算按本规范附录 C.0.9 执行。

5.2.4 计算要求

5.2.4.1 跨越架架顶宽度或横线路方向有效遮护宽度，见附录C.0.1。

5.2.4.2 跨越架跨距计算，见附录C.0.2。

5.2.4.3 跨越架长度计算，见附录C.0.3。

5.2.4.4 跨越架风偏计算公式，见附录C.0.4 。

5.2.4.5 跨越架高度计算，见附录C.0.5。

5.3 施工要求

5.3.1 施工准备

5.3.1.1 施工前应对所有受力工器具进行检验，且每次使用前均须进行外观检查。

5.3.1.2 毛竹、木质式跨越架搭设前，完成相关特种作业人员、安全工器具、材料、施工机械、机具进场报审。

5.3.1.3 毛竹、木质式跨越架搭设前，地基承载力满足施工方案计算要求。

5.3.1.4 应按批准的专项施工方案进行现场布置，应清理、平整搭设场地，做好排水措施。

5.3.1.5 毛竹式跨越架搭设前，应对搭设和使用人员进行安全技术交底，专责监护人现场监护。

5.3.2 搭设顺序

5.3.2.1 完成现场勘察—现场情况确认架体选择和参数确定-场地平整及放样、选材同步进行-搭设架体-临时拉线-自检是否满足要求？-满足要求进入下一工序，不满足要求整改—封顶、绑扎羊角-设置最上层临时拉线-验收-满足要求投入使用，不满足要求进行整改至满足要求-施工完毕拆除跨越架-清理现场，做到工完、料尽、场地清。

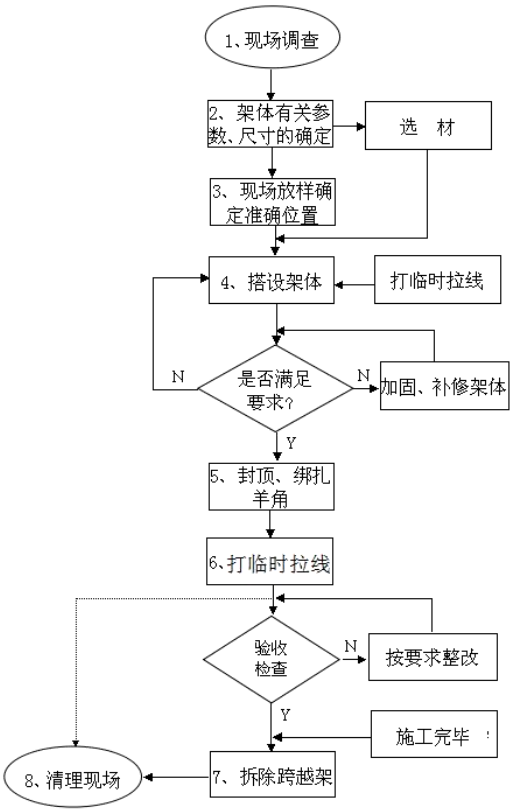


图 1 毛竹、木质式跨越架搭设流程图

5.3.2.2 应自下而上按步架设，每搭设完两步架后，应校验立杆的垂直度和水平杆的水平度，合格后方可继续架设。

5.3.2.3 剪刀撑等加固杆件应随架体同步搭设，剪刀撑应自上而下连续搭设。

5.3.3 搭设要求

5.3.3.1 毛竹、木质式跨越架立杆均应垂直埋入坑内，杆坑底部应夯实，埋深不得小于 500mm，且大头朝下，回填土应夯实。遇松土或地面无法挖坑时应加设扫地杆，横向扫地杆应距地表面 100mm，其上绑扎纵向扫地杆。

5.3.3.2 毛竹主节点及剪刀撑、斜杆与其他杆件相交的节点应采用对角双斜扣绑扎，其余节点可采用单斜扣绑扎。双斜扣绑扎应符合《建筑施工竹脚手架安全技术规范》JGJ254 表 5.1.9 的规定。

5.3.3.3 毛竹式跨越架杆件间固定不得使用多根单圈竹篾的绑扎方式。

5.3.3.4 斜撑或剪刀撑的斜杆底端埋入土内深度不得小于 0.3m。

5.3.3.5 毛竹、木质式跨越架的立杆、大横杆应错开搭接，搭接长度不应小于 1.5m。绑扎时，小头应压在大头上，绑扣不应少于 3 道。立杆、大横杆、小横杆相交时，应先绑 2 根，再绑第 3 根，不得一扣绑 3 根。

5.3.3.6 木质式跨越架相邻两立杆的搭接接头应错开一步架，接头的搭接长度应跨相邻两根纵向水平杆，且不得小于 1.5m，接头范围内必须绑扎三道钢丝，绑扎钢丝的间距应为 0.60～0.75m，立杆接长应

大头朝下、小头朝上，同一根立杆上的相邻接头；大头应左右错开，并应保持垂直，最顶部的立杆，必须将大头朝上，多余部分应往下放，立杆的顶部高度应一致。

5.3.3.7　毛竹式跨越架立杆应采用搭接接长，不得采用对接、插接接长。

5.3.3.8　毛竹杆件接长处可采用平扣绑扎法；竹篾绑扎时，每道绑扣应采用双竹篾缠绕 4 圈～6 圈，每缠绕 2 圈应收紧一次，两端头应拧成辫结构掖在杆件相交处的缝隙内，并应拉紧，拉结时应避开篾节；

5.3.3.9　毛竹式跨越架剪刀撑、斜撑、顶撑等加固杆件应随架体同步搭设。

5.3.3.10　架体向内倾斜度不应超过 1%，并不得大于 150mm，严禁向外倾斜。

5.3.3.11　毛竹、木质式跨越架的顶部应增设大横杆或钢丝绳进行加固。

5.3.3.12　地锚埋设回填土层应逐层夯实、应采取避免被雨水浸泡的措施，采用埋土地锚时，地锚绳套引出位置应开挖马道，马道与受力方向应一致。

5.3.3.13　一根地锚设置不得超过两根拉线。

5.3.3.14　地锚、拉线设置完成后应设置验收牌，验收牌注明地锚埋深、规格、拉线规格、角度、验收人员验收合格会签验收牌后方可投入使用。

5.4　拆除施工

5.4.1　架空输电线路附件安装完毕后，方可拆除跨越架，跨越架的拆除应自上而下逐根进行，且应有专人传递，不得抛扔，严禁上下同时拆架或将跨越架整体推倒，应有拆除措施。

5.4.2　跨越施工完成后，应尽快将带电线路上方的封顶网、绳拆除。

5.4.3　拆除时应统一指挥，上下呼应，动作协调。

5.4.4　拆架与相邻人员有关时，应告知对方，再行拆除，以防止杆件坠落或碰撞相邻部位的工作人员。

5.4.5　在带电体附近拆架时，应用绝缘绳索拉住杆件，防止杆件向带电体一侧倾倒。

5.4.6　拆架时，应遵循由上而下、分层拆除的原则。每层应先拆剪刀撑，再拆小横杆及大横杆，最后拆斜撑杆和立杆。

5.4.7　拆除顺序应先绑后拆、后绑先拆，严禁上下同时进行拆除作业。

5.4.8　拆除立杆时，应先抱住立杆再拆除最后两个扣；当拆除纵向水平杆、剪刀撑、斜撑时，应先拆除中间扣，然后托住中间，再拆除两头扣。

5.4.9　运至地面的跨越架的各种杆件，应及时清理并应分品种、规格运至指定地点码放，施工完成做到工完、料尽、场地清。

5.5　检查与验收

5.5.1　跨越架毛竹、木杆、绑扎材料等原材料进场前，由搭设单位开展如下检查与检验，并形成记录：

a）塑料蔑等进场材料的产品合格证；

b）检查竹杆的大小头外径、长度、颜色，损伤情况形成外观检查记录；

c）检查木杆的大小头外径、长度、树种，弯曲情况形成外观检查记录；

d）检查各树种木材强度，主要性能应符合现行国家标准《木结构设计标准》GB50005 中的有关规定。

5.5.2　跨越架搭设过程中，搭设单位、监理单位应检查以下内容：

a）地基平整、坚实、无沉降、无积水；

b）测量立杆垂直度和水平杆的水平度；

c）立杆、扫地杆、剪刀撑搭设应符合本文件 5.3.3 条要求；

d）地锚埋设回填土层应逐层夯实、应采取避免被雨水浸泡的措施，采用埋土地锚时，地锚绳套引出位置应开挖马道，马道与受力方向应一致。

5.5.3　跨越架搭设完成后，搭设单位自检合格后，应经使用单位、监理单位验收合格后方可使用。

5.5.4　跨越架验收应形成如下文件：

a）跨越架安装签证记录；

b）搭设单位自检记录、验收表式记录（含架体材料外观抽检记录、立杆间距与垂直度、水平杆间距与水平度、拉线数量、地锚埋深与规格、剪刀撑跨距、绑扎质量、杆件搭接长度等）；

c）已审批的专项施工方案及编审批记录、审查意见。

5.5.5　验收记录按本文件附录 D 的表式执行。验收不合格的，施工单位应按验收意见进行整改，整改完成后重新组织验收，合格后方可使用。

5.5.6　拆除施工完成后，应检查搭设场地恢复与清理情况，确保做到工完、料尽、场地清。

6　钢管式跨越架

6.1　一般规定

6.1.1　本章适用于以扣件式钢管跨越架及承插型盘扣式钢管脚手架为主体结构的跨越架。

6.1.2　扣件式钢管跨越架所用钢管应符合现行国家标准《直缝电焊钢管》GB/T 13793 或《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091 的规定，扣件应符合现行国家标准《钢管脚手架扣件》GB 15831 的规定。扣件按用途分为直角扣件、旋转扣件和对接扣件三种型式。

6.1.3　承插型盘扣式钢管跨越架所用钢管应符合现行行业标准《建筑施工承插型盘扣式钢管脚手架安全技术标准》JGJ/T 231 的规定。承插型盘扣节点应由立杆上焊接的连接盘、水平杆或斜杆端部的扣接头以及插销组成。

6.1.4　扣件式钢管跨越架的搭设高度不宜超过 25m，跨度不宜超过 70m。

6.1.5　承插型盘扣式钢管跨越架的搭设高度不宜超过 30m，跨度不宜超过 80m。

6.1.6　钢管每根最大质量不应大于 25kg，不同外径的钢管不得混合使用。

6.1.7　施工前应对所有钢管及扣件（扣件式体系）进行外观检查，每批钢管至少抽取 10%进行壁厚和外径检测。

6.1.8　承插型盘扣式跨越架施工前应对所有构配件进行外观检查，新进场构配件应检查产品合格证和型式检验报告。

6.2　技术要求

6.2.1　材料要求

6.2.1.1　扣件式钢管脚手架立杆、水平杆、斜杆采用外径 48.3mm 的焊接钢管，材质宜采用 Q235，杆件之间采用可锻铸铁或铸钢扣件连接。

6.2.1.2　扣件式钢管外径、壁厚允许偏差应符合现行《直缝电焊钢管》GB/T13793 的规定。

6.2.1.3　承插型盘扣式钢管脚手架立杆、水平杆、斜杆采用外径 48.3mm 或 60.3mm 的钢管，材质宜采用 Q355，杆件之间采用承插盘扣节点连接。

6.2.1.4　承插型盘扣式钢管跨越架构配件应符合《承插型盘扣式钢管支架构件》JG/T 50 及《建筑施工承插型盘扣式钢管脚手架安全技术标准》标准的规定。

6.2.1.5　钢管及扣件存在下列情况之一的不得使用：

a）钢管弯曲严重、磕瘪变形、表面有严重腐蚀、裂纹或脱焊；

b）扣件有裂纹、变形，螺栓有滑丝；

c）扣件铸造缺陷：缩松、夹渣、气孔、过烧、缺材、折叠等；

d）钢管上打孔或钻眼；

e）连接盘变形、开裂，焊缝开焊；

f）扣接头变形、开裂，插销变形、磨损严重；

g）可调底座螺杆变形、螺母转动失灵。

6.2.2　结构要求

6.2.2.1　扣件式钢管跨越架的立杆间距、纵向水平杆间距（步距）、横向水平杆间距及架体排间距应符合表 4 的规定。

表 4 扣件式钢管跨越架的立杆、水平杆间距及排间距（m）

项目	立杆间距（跨距）	纵向水平杆间距（步距）	架体排间距
扣件式钢管跨越架	≤2.0	≤1.2	2.5～3.0

6.2.2.2　扣件式钢管跨越架不同搭设高度下的拉线层数及架体排数应符合表 5 的规定。

表 5 扣件式钢管跨越架的拉线间距及架体排数

跨越架高度 H（m）	纵向拉线间距（m）	拉线层数（层）	架体排数（排）
H ≤ 10	6	1	≥2
10＜H ≤ 20	6	2	≥3
20＜H ≤ 25	6	2	≥4

6.2.2.3　承插型盘扣式钢管跨越架的立杆间距、步距应符合表 6 的规定。

表 6 扣件式钢管跨越架的拉线间距及架体排数

项目	标准值（m）	允许最大偏差
立杆纵距（沿架体纵深方向）	1.5 或 1.8	±30mm
立杆横距（沿架体宽度方向）	1.5 或 1.8	±30mm
水平杆步距	1.5	±20mm
架体最小宽度（纵深方向）	≥6.0	—

6.2.2.4 承插型盘扣式钢管跨越架不同搭设高度下的拉线层数应符合表 7 的规定。

表 7 承插型盘扣式钢管跨越架拉线层数

跨越架高度 H（m）	纵向拉线间距（m）	拉线层数
H ≤ 10	6	1
10 < H ≤ 20	6	不少于 2
20 < H ≤ 30	6	不少于 3

6.2.3 拉线系统

6.2.3.1 拉线应采用钢丝绳，安全系数应符合本文件附录 B 的规定。临时固定拉线安全系数 K 不应小于 3.0。受力验算按本文件附录 C.0.9 执行。

6.2.4 架顶构造

6.2.4.1 跨越架横担中心应设置在施工线路每相（极）导线的中心垂直投影上。

6.2.5 计算要求

6.2.5.1 跨越架架顶宽度或横线路方向有效遮护宽度，见附录 C.0.1。

6.2.5.2 跨越架跨距计算，见附录 C.0.2。

6.2.5.3 跨越架长度计算，见附录 C.0.3。

6.2.5.4 跨越架风偏计算公式，见附录 C.0.4 。

6.2.5.5 跨越架高度计算，见附录 C.0.5。

6.2.5.6 立杆稳定性计算，见附录 C.0.6。

6.2.5.7 架体风荷载计算，见附录 C.0.7。

6.2.5.8 架体整体抗倾覆计算，见附录 C.0.8。

6.2.5.9 架体张力计算，见附录 C.0.9。

6.2.5.10 地基承载力计算，见附录 C.0.10。

6.2.5.11 钢丝绳拉线受力验算，见附录 C.0.11。

6.3 施工要求

6.3.1 施工准备

6.3.1.1 应按批准的专项施工方案进行现场布置及配置工器具。施工前应对所有受力工器具进行检验，且每次使用前均须进行外观检查。

6.3.1.2 搭设场地应清理、平整、夯实，应满足承载力和变形要求。应设置排水措施，搭设场地不应积水；冬期施工应采取防冻胀措施。

6.3.1.3 毛竹、木质式跨越架搭设前，地基承载力满足施工方案计算要求。

6.3.1.4 应按批准的专项施工方案进行现场布置，应清理、平整搭设场地，做好排水措施。

6.3.1.5 毛竹式跨越架搭设前，应对搭设和使用人员进行安全技术交底，专责监护人现场监护。

6.3.2 搭设顺序

6.3.2.1 扣件式钢管跨越架架体搭设宜按下列顺序进行：

a）铺垫板（底座）→安放立杆底座→竖立杆→安装扫地杆→安装第一步纵向水平杆→安装第一步横向水平杆；

b）依次向上搭设：安装第二步纵向水平杆→安装第二步横向水平杆→安装剪刀撑→安装第三步及以上各步水平杆；

c）搭设至拉线层时，及时安装拉线，拉线应收紧锚固；

d）搭设至设计高度后安装上层拉线；

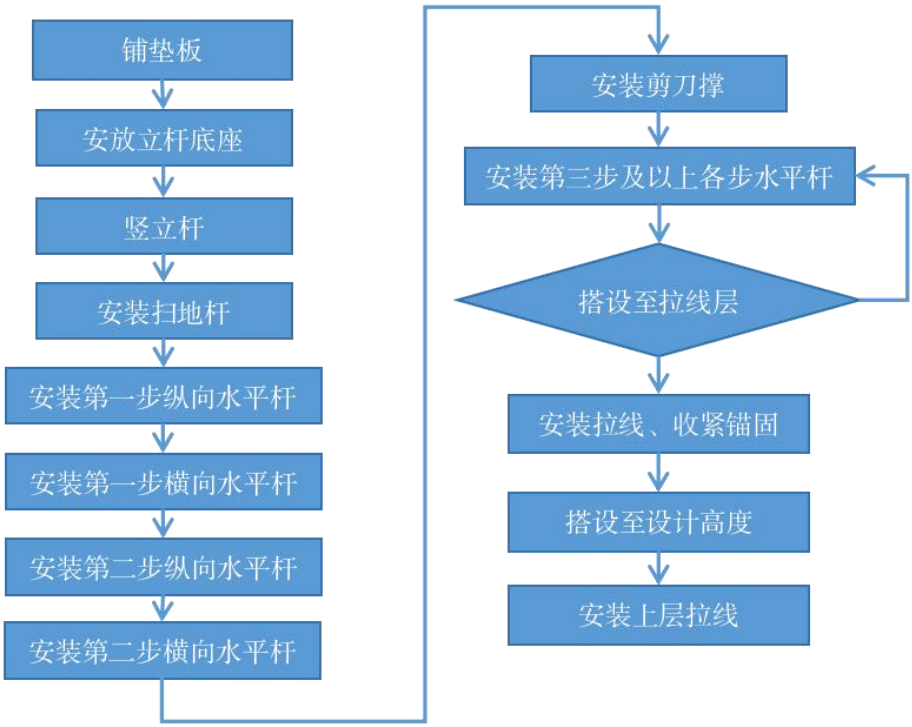


图 2 扣件式钢管跨越架搭设流程图

6.3.2.2 承插型盘扣式钢管跨越架架体搭设应按下列顺序进行：

a）安放垫板→放置可调底座→调整底座水平；

b）安装首层立杆（不同长度立杆交错布置）→安装扫地杆层水平杆→安装扫地杆层水平斜杆→校正水平；

c）向上逐层安装：安装上一层立杆（通过立杆连接套管连接）→安装水平杆→安装竖向斜杆；

d）每搭完一步架体后，应及时校正步距、纵距、横距及立杆的垂直度；

e）搭设至拉线层时，及时安装拉线并收紧锚固。

6.3.3 搭设要求

6.3.3.1 架体高度与宽度之比不宜大于 3，当高宽比超过 3 时，应加大架体纵深或采取其他加强措施。

6.3.3.2 可调底座底板下应设置垫板，垫板应准确放置在定位线上、保持水平，垫板应平整、无翘曲，不得采用已开裂垫板。

6.3.3.3 扣件式钢管跨越架架体搭设过程中，每完成一层应检查并紧固扣件。

6.3.3.4 承插型盘扣式钢管跨越架架体搭设过程中，插销外表面应与水平杆和斜杆杆端扣接头内表面吻合,每层安装完毕后应检查扣接头插销的锤击自锁情况，发现松动应立即补击。

6.3.3.5 可调底座的调节应符合下列规定：

a）可调底座调节螺母应调至同一水平面，底板应与垫板紧密接触；

b）可调底座丝杆外露长度不应大于 300mm。

6.3.3.6 立杆、横杆设置应符合下列规定：

a）立杆基础不在同一高度上时，应将高处的纵向扫地杆向低处延长两跨与立杆固定，高低差不应大于 1m。靠边坡上方的立杆轴线到边坡的距离不应小于 0.5m。

b）首层立杆宜采用不同长度的立杆交错布置，立杆接头应错开，错开距离不应小于 500mm。立杆应通过立杆连接套管连接。

c）搭设过程中，立杆的垂直偏差不应大于架体总高度的 1/500，且不应大于 50mm。

d）立杆接长除顶层顶步可采用搭接外，其余各层各步接头应采用对接扣件连接。对接扣件应交错布置：两根相邻立杆的接头不应设置在同步内，同步内隔一根立杆的两个相隔接头在高度方向错开的距离不宜小于 500mm；各接头中心至主节点的距离不宜大于步距的 1/3。

6.3.3.7 扫地杆设置应符合下列规定：

a）扣件式钢管跨越架纵向扫地杆应采用直角扣件固定在距钢管底端不大于 200mm 处的立杆上，横向扫地杆应采用直角扣件固定在紧靠纵向扫地杆下方的立杆上；

b）承插型盘扣式钢管跨越架扫地杆层的水平杆和水平斜杆应设置在最底层连接盘上，距可调底座底板距离不应大于 550mm；

6.3.3.8 剪刀撑设置应参照《钢管脚手架扣件》GB 15831 及《建筑施工承插型盘扣式钢管脚手架安全技术标准》JGJ/T 231 规定。

a）架体正面及侧面均应设置竖向斜杆，以组成稳定的架体结构；

b）竖向斜杆应连续设置，从架体底部延伸至顶部；

c）剪刀撑的布置数量和规格应根据架体大小及受力情况经计算确定；

d）中间各道剪刀撑之间的净距不应大于 15m；

e）剪刀撑斜杆与地面的倾角宜在 45°～60°之间；

f）剪刀撑宽度不应小于 4 跨，且不应小于 6m；

g）剪刀撑斜杆应用旋转扣件固定在与之相交的横向水平杆的伸出端或立杆上。

6.3.3.9　拉线、地锚设置应参照《跨越电力线路架线施工规程》DL/T 5106-2017 及《电力建设安全工作规程 第 2 部分：架空电力线路》DL/T 5009.2-2026 的规定。

a）跨越架四角均应设置外拉线；正面和侧面拉线的规格、数量应根据受力计算确定。10m 以上跨越架应设置不少于 2 层拉线，顶层拉线应靠近架体顶部承力节点。

b）拉线应设置在立杆与水平杆交叉节点处；拉线与地面夹角不宜大于 60°，条件受限时不应大于 70°。拉线锚固应可靠，地锚埋深不应小于 1.5m；重载或松软土质条件下不应小于 2.0m。

c）搭设至拉线层时应及时安装拉线，并同步收紧锚固；地锚方向应与拉线受力方向一致，回填土分层夯实。

d）跨越架两端及每隔 6～7 根立杆处应设置剪刀撑、支杆或拉线。

6.3.3.10　接地设置应符合下列规定：

a）跨越架每个架体四角各设 1 处独立接地，接地引线截面积不应小于 25㎜² 的多股软铜线。

b）临近高压带电线路，接地电阻不应大于 10Ω。雷雨天气施工前应复测接地电阻。

6.3.3.11　封顶设置应符合下列规定：

a）架顶应设置滚筒或滚动横梁，以防止导线磨损。架顶两侧应设外伸羊角（羊角架），长度不宜小于 2m，防止放线时导线滑落。

b）两侧跨越架中间应设置封顶杆或封顶网。

6.3.4　安全注意事项

6.3.4.1　杆上作业人员应从立杆外侧向上攀登，且作业过程中应始终站在立杆外侧。材料传递均应从立杆的外侧由下向上进行，严禁抛扔。

6.3.4.2　临近带电线路时，钢丝绳拉线应根据电压等级确保安全距离。跨越架拉线安全距离应按本文件附录 A 执行。

6.3.4.3　未搭设完成的跨越架，每日收工或停工前应设置可靠的临时固定措施，保证架体稳定，并悬挂安全警示标志。临时固定措施宜优先采用临时拉线。

6.3.4.4　跨越不停电电力线的跨越架，应用绝缘材料封顶。

6.3.4.5　被跨物上方的封顶设施，不得有任何容易松动、脱落的构件存在。

6.3.4.6　强风（六级及以上）、暴雨、暴雪等恶劣天气过后或停工超 1 月复工时，应对跨越架开展全面检查，确认安全合格后方可继续使用。

6.4　拆除施工

6.4.1　架空输电线路工程附件安装完毕后，方可拆除跨越架。

6.4.2　拆除时应符合下列规定：

a）应统一指挥，上下呼应，动作协调；

b）应设置专职安全监护人；

c）拆除区域应设置警戒围栏。

6.4.3　拆除应遵循由上而下、逐根逐层拆除的原则，严禁上下同时拆架或将跨越架整体推倒。拆除过程宜按下列顺序进行：

a）先拆封顶设施（封顶网、滚筒）；

b）再自上而下分层拆除：每层先拆剪刀撑、斜撑→再拆小横杆→大横杆→最后拆立杆；

c）拉线应在拆除至该层时方可解除，不应提前拆除全部拉线。

6.4.4　拆除的构件应设专人传递，严禁抛扔。上下传递物品及工器具应使用绳索。拆下的杆件、扣件应及时分类、码放整齐。

6.4.5　在带电体附近拆除时，应用绝缘绳索拉住杆件，防止杆件向带电体一侧倾倒。跨越施工完成后，应尽快将带电线路上方的封顶网、绳拆除。

6.4.6　运至地面的各种杆件和扣件，应及时清理并应分品种、规格运至指定地点码放。

6.4.7　遇有浓雾、雷雨、暴雪和六级及以上大风等恶劣天气时不应拆除作业。

6.5　检查与验收

6.5.1　跨越架原材料进场前，由搭设单位开展如下检查与检验，并形成记录：

a）进场构配件的产品合格证及型式检验报告；

b）钢管壁厚、外径检测记录；

c）进场钢管和扣件的质量合格证明文件及外观检查记录；

d）扣件应按批抽样进行力学性能检测，并出具力学性能检测报告（含螺栓扭力矩检测）。

6.5.2　跨越架搭设过程中，搭设单位、监理单位应检查以下内容：

a）　地基平整、夯实，无沉降、无积水；

b）　校正垂直度和水平度；

c）立杆、扫地杆、剪刀撑、拉线、接地设置应符合《承插型盘扣式钢管支架构件》JG/T 50、《建筑施工承插型盘扣式钢管脚手架安全技术标准》标准的规定；

d）扣件螺栓的拧紧扭力矩应控制在 40N·m～65N·m 范围内，施工中应使用扭力扳手进行检测，抽检数量不应少于节点总数的 20%。

6.5.3 跨越架搭设完成，搭设单位自检合格，应经使用单位、监理单位验收合格后方可使用。

6.5.4 跨越架验收应形成如下文件：

a） 跨越架安装签证记录；

b）搭设单位自检记录（含架体垂直度、水平度、扣件紧固力矩抽检记录）；

c）已审批的专项施工方案及编审批记录、审查意见。

6.5.5 验收记录按本文件附录 D 的表式执行。验收不合格的，搭设单位应按验收意见进行整改，整改完成后重新组织验收，合格后方可使用。

6.5.6 拆除施工完成后，应检查搭设场地恢复与清理情况，确保做到工完、料尽、场地清。

7 金属格构式跨越架

7.1 一般规定

7.1.1 本章适用于以金属格构式跨越架为主体结构的跨越架。

7.1.2 格构式跨越架所用金属格构式立柱应符合现行电力行业标准《输电线路施工用抱杆通用技术条件》DL/T 319 的规定，拉线应符合现行国家标准《钢丝绳通用技术条件》GB/T 20118、现行电力行业标准《电力建设安全工作规程 第 2 部分：电力线路》DL/T 5009.2 的规定，承力索和防护网（封顶杆）应符合现行电力行业标准《架空输电线路无跨越架不停电跨越架线施工工艺导则》DL/T 5301 的规定。

7.1.3 金属格构式立柱按主要材料可分为钢质、铝合金质、钢铝等多种金属材料混合质，工作环境温度一般为-20℃～40℃。

7.1.4 施工前应对组装后的立柱及各节进行外观检测：

7.1.4.1 检查立柱结构型式与产品说明书是否一致，标志是否齐全。

7.1.4.2 测量立柱的主要尺寸是否符合产品说明书。

7.1.4.3 用目测、手感方法，检查外观是否满足以下要求：

a）焊缝应满焊，不得有目测可见的咬边、孔穴、固体夹焊、未熔合、裂纹等缺陷；

b）主要受力结构件的对接焊缝应符合设计要求并按规定进行探伤；

c）法兰与主材、主材与斜材之间贴合紧密，铝合金抱杆铆钉头部应完整，不得有松动及铆偏现象；

d）镀锌层等保护涂层厚度要均匀，表面色泽光亮，不允许有起皱、腐蚀、斑点等缺陷。

7.1.4.4 按照设计文件要求进行标准节的组装，检查标准节是否具有互换性，各连接接头是否安全可靠。

7.1.4.5 结构整体组装后，检查连接面是否紧密和杆身整体直线度是否超过立柱长度的 1/1000。

7.1.5　格构式跨越架应操作方便，安全可靠，强度满足施工设计要求。

7.1.6　格构式跨越架搭设前应充分分析输电线路放线施工相关参数和被跨越物参数，合理选定跨越架的种类，确定跨越距离、跨越高度、封网宽度等指标，并符合 DL/T 5009.2 的规定。

7.2　技术要求

7.2.1　材料要求

7.2.1.1　钢质立柱材料应符合以下要求：

a）钢质立柱的主要承载构件，应采用屈服强度不低于 GB/T 1591 中的 Q355B 的钢材；

b）单节钢质立柱内部的连接应采用焊接连接，热镀锌立柱的焊缝应采用封闭焊缝，焊条应符合 GB/T 5117 及 GB/T 5118 要求；

c）钢质立柱的加工及验收应符合 GB 50205 的要求。

7.2.1.2　铝质立柱材料应符合以下要求：

a）主要承载构件，应采用屈服强度不低于 GB/T 6892 中 2A12（T4 态）的硬铝合金；

b）使用的铝型材应符合 GB/T 14846 的要求；

c）主材及辅材表面应经硬质阳极氧化处理，氧化膜应符合 GB/T 19822 的要求；

d）立柱节间连接宜采用热镀锌钢质法兰，热镀锌质量应符合 GB/T 13912 的要求；

e）铝合金材料的连接宜采用铝合金铆钉连接，节点构造应符合 GB50429 的要求，不宜使用焊接工艺；

f）铝合金质立柱的加工及验收应符合 GB 50205 及 GB 50576 的要求。

7.2.1.3　格构式跨越架中直接承受事故状态冲击荷载的构件不应采用脆性材料。

7.2.1.4　金属格构式跨越架构件表面应有防腐表层。

7.2.2　结构要求

7.2.2.1　立柱设计应充分考虑独立高度立柱结构的影响。

7.2.2.2　立柱主要承载结构的构造设计应简单，受力明确，传力直接，降低应力集中的影响。

7.2.2.3　立柱结构的设计应考虑到制造、检查、运输、装拆、使用和维护等的方便，法兰等结构应避免积水。

7.2.2.4　同一厂家相同型号的立柱标准节应具有互换性，山区跨越使用的立柱标准节长度不宜超过 3m，单节重量不宜超过 300kg。

7.2.2.5　立柱连接螺栓规格不宜小于 M16，螺栓等级不宜低于 GB/T 3098.1 规定的 6.8 级，应有必要的防松措施。销轴应采用不低于 40Cr 性能的材料。螺栓不应采用热镀锌处理。

7.2.2.6　立柱材料应有化学成分、屈服极限、强度极限、伸长率、冲击韧性、冷弯等试验证明，立柱制造单位应进行复检。外观缺陷，如锈蚀、尺寸和形状误差等，应符合相应标准规定。

7.2.3 拉线系统

7.2.3.1 拉线应采用钢丝绳，拉线及绳卡的布置应符合 DL/T 5009.2 的规定，拉线基本安全系数取值不小于 3、不平衡叙述取值不小于 1.2。

7.2.3.2 拉线应采用地锚锚固，不应采用地钻。地锚容许抗拔力计算应符合 DL/T 5219 的规定，安全系数不应小于 2.5。

7.2.3.3 拉线对地角度不应大于 60°，现场地形或地表附着物有碍需要调整时，应进行专项受力计算。

7.2.3.4 拉线层数应符合 DL/T 5106 的规定且满足受力核算要求。

7.2.4 架顶构造

7.2.4.1 跨越架立柱的定位，应确保封网中心设置在施工线路每相（极）导线的中心垂直投影上。

7.2.4.2 立柱顶承力索转向滑车、拉网绳及循环绳滑车宜采用吊环式，滑车轮槽宽度、底径应与承力索、拉网绳、循环绳匹配。

7.2.4.3 转向滑车额定荷载应能根据承力索空载、正常放线、事故静载、事故动载各工况下的最大张力计算后选择。

7.2.4.4 封网承力索、封顶杆、封顶网等封网装置的选择应符合 DL/T 5301 的规定。

7.2.5 计算要求

7.2.5.1 跨越架安装（拆除）吊点绳张力计算，见附录 C.0.12。

7.2.5.2 跨越架封网长度计算，见附录 C.0.13。

7.2.5.3 跨越架承载索张力计算，见附录 C.0.14 。

7.2.5.4 跨越架立柱长细比计算，见附录 C.0.15。

7.2.5.5 跨越架立柱受力计算，见附录 C.0.16。

7.3 施工要求

7.3.1 施工准备

7.3.1.1 应按批准的专项施工方案进行现场布置及工器具配置。施工前应对所有受力工器具进行检验，且每次使用前均须进行外观检查。

7.3.1.2 布置立柱处地基应平整、夯实，底部设钢垫板，满足承载力要求。立柱周围应设置排水沟，山区或丘陵地形排水沟设在立柱的上坡侧。

7.3.1.3 布置立柱处，应严格控制地基高差，确保立柱组立后顶部高差不大于 50mm。

7.3.2 搭设顺序

7.3.2.1 吊车组装立柱

地面组装立柱，具体分段根据吊车型号、站位确定→吊车就位→起吊第一段组装节（顶部连接临时拉线）→安装临时拉线→继续起吊组装节（顶部连接临时拉线）→安装对应临时拉线→循环进行→吊装顶段→监控立柱垂直度的同时调节临时拉线→立柱组装完毕。

7.3.2.2　提升架组装立柱

地面组装立柱，具体分段根据提升架型号→提升架就位→顶升第一段组装节（顶部连接临时拉线）→安装临时拉线→继续顶升组装节顶部连接临时拉线）→安装对应临时拉线→循环进行→安装最下段组装节→监控立柱垂直度的同时调节临时拉线→立柱组装完毕。

7.3.3　搭设要求

7.3.3.1　格构式跨越架的稳定力矩应大于倾覆力矩，同时应降低对地基承载力的能力要求。

7.3.3.2　架体的屈服安全系数不应小于 1.5，稳定安全系数不应小于 2.5。

7.3.3.3　跨越架立柱的长细比一般不应大于 120，各主柱应有独立的拉线系统，拉线位置应根据现场地形情况和架体组立高度确定。

7.3.3.4　金属格构式跨越架立柱组立后的弯曲值不应大于 1/1000。

7.3.3.5　新型金属格构式跨越架架体应经过静载荷试验，合格后方可使用。

7.3.3.6　金属格构式跨越架顶部的横辊应有足够的强度，且表面应使用对导线磨损小的材料。如用金属杆件作为横辊，则应在横辊上包胶。

7.3.3.7　金属格构式跨越架架体宜采用倒装分段组立或吊车整体组立，宜在垂直于新建线路方向上组装。

7.3.3.8　金属格构式跨越架立柱的临时拉线应由有经验的技术人员看护。

7.3.3.9　金属格构式跨越架立柱采用分段倒装组立时，应符合下列规定：

a）安装提升架的地面应坚实平整；

b）提升架应采用拉线稳定，拉线与地面的夹角应控制在 30°～60°范围内；

c）提升立柱过程中应保持架体竖直状态；

d）提升系统不得超速、超负荷工作；

e）采用提升架提升架体时，应控制拉线并用经纬仪监测调整垂直度。

7.3.3.10　金属格构式跨越架采用起重机整体组立时，应符合下列规定：

a）跨越施工现场满足起重机工作的必备条件，如进场路承载力及转弯半径、吊装作业点地基承载力、吊装障碍物清理等。

b）临近高压带电线路，接地电阻不应大于 10Ω。雷雨天气施工前应复测接地电阻。

7.3.3.11　起吊作业时，起重机的吊臂应平行于被跨电力线路方向摆放。

7.3.3.12　立柱就位，安装好拉线并收紧施加初应力后，吊车方可松钩。

7.3.3.13　跨越架宽度应考虑被遮护部分投影宽度及导、地线风偏后，每侧增加 2.0m。

7.3.3.14　架顶两侧应设外伸羊角，长度不宜小于 2m，防止放线时引绳及导线、地线滑落。

7.3.4　安全注意事项

7.3.4.1　跨越架从搭设到全部拆除期间应 24h 派人看守，以防偷盗拉线造成架体倾覆等事件发生。

7.3.4.2　跨越架与铁路、公路及通信线的水平、垂直最小安全距离应符合 DL/T 5009.2 规定。

7.3.4.3　格构式跨越架拉线与被跨电力线的最小安全距离应符合 DL/T 5106 第 3.1.10 条、表 8 规定。

表 8 架体拉线与带电体的水平距离（m）

	被跨电力线电压等级（kV）					
	≤10	35	66～110	220	330	500
拉线与带电体的水平距离（m）	1.5	1.5	2.0	2.5	5.0	6.0

7.3.4.4　跨越带电线路特殊规定：

a）不能停电配合跨越的输配电线路应搭设双侧跨越架，跨越架与带电体的水平及垂直距离必须符合被跨线路电压等级所要求的安全距离，并且要牢固可靠。

b）格构式跨越立柱位置、拉线设置及对地角度等，须考虑被跨带电线路导线风偏影响，综合计算施工过程及搭设完毕的净空距离。

c）金属格构式跨越架立柱组立过程中，应确保上层内侧拉线与带电导线的安全距离，不得大幅度晃动。

d）特殊情况下，金属格构式跨越架的拉线与被跨带电线路间的净空距离不能满足表 8 规定的安全距离时，应采取绝缘拉线等特殊安全措施并校验拉线张力。

e）跨越不停电电力线路的金属格构式跨越架，其防护网应用绝缘材料封顶。

f）搭设跨越架过程中，施工人员严禁从跨越架内侧攀登及传递杆件、工器具。

g）跨越架搭设完毕后，跨越架及封顶网上不得有钢丝绳或尼龙绳等悬浮物，施工人员严禁从封顶架上通过。

h）近电吊装时，起重机及吊件与带电线路及其他带电体的安全距离应符合下表 9 规定。

表 9 起重机及吊件与带电线路及其他带电体的安全距离

电压等级（kV）	安全距离（m）	
	沿垂直方向	沿水平方向
≤10	3.00	1.50
20～35	4.00	2.00
66～110	5.00	4.00
220	6.00	5.50
330	7.00	6.50

500	8.50	8.00
750	11.00	11.00
1000	13.00	13.00
±50 及以下	5.00	4.00
±400	9.70	9.20
±500	10.00	10.00
±660	12.00	12.00
±800	13.00	13.00
±1100	20.00	20.00
注 1：±400kV 数据为按海拔 3000m 校正，海拔 4000m 时安全距离为 10.00m，海拔 1000m 时安全距离为 8.50m；750kV 数据为按海拔 2000m 校正，其他等级数据按海拔 1000m 校正。 注 2：表中未列电压等级按高一档电压等级的安全距离执行		

7.4 拆除施工

7.4.1 架空输电线路工程附件安装完毕后，方可拆除跨越架。

7.4.2 拆除时应符合下列规定：

a）应统一指挥，上下呼应，动作协调；

b）应设置专职安全监护人；

c）拆除区域应设置警戒围栏。

7.4.3 拆除应遵循由上而下、逐节拆除的原则，严禁上下同时拆架或整体推倒。

7.4.4 金属格构式跨越架分段倒装拆除应符合以下规定：

a）提升架的拉线打好后方可松开被拆立柱的拉线，提升架应用经纬仪调直后方可开始立柱的拆除作业；

b）被拆立柱顶部应设控制绳，控制绳的调整应与拆除作业密切配合以保持立柱的稳定；

c）拆除架体过程中，应用经纬仪监测调整垂直度。

7.4.5 金属格构式跨越架立柱采用起重机整体拆除应符合以下规定：

a）根据现场地形地貌、拉线布设方式等，合理选择吊车的额定起重量及站位，严禁因吊装有碍随意拆除立柱拉线；

b）起重机所处位置应便于跨越架拆卸，避免大幅度转臂、甩杆；

c）起重机受力后方可拆除被拆立柱的拉线；

d）被拆立柱应设控制绳保持立柱的稳定。

7.5 检查与验收

7.5.1 格构式跨越架进场时，应提供《架空输电线路施工机具基本技术要求》DL/T 875 要求的试验报告。型式检验、工业试验，每批次取 1 件；出厂检验、定期检验应逐件进行。型式试验应包含以不小于 1.25 倍额定载荷、不短于 5min 持荷时间进行的过载（静载）试验。

7.5.2 格构式跨越架液压系统的性能应符合《液压传动系统及其元件的通用规则和安全要求》GB/T 3766，并提供相应的试验检测报告。

7.5.3 跨越架搭设完成、自检合格后，应经使用单位、监理单位验收合格后方可使用。检查项目应包括以下内容：

a）地基处理方式、范围与设计方案是否相符，必要时采用静力触探等方法检测地基承载力，避免跨越架立柱沉降、倾斜；

b）格构式跨越架构件完整性，主材、撑铁规格型号是否与产品说明书相符；

c）格构式跨越架分段连接法兰螺栓的规格、强度等级是否与产品说明书相符，采用扭矩扳手测量连接螺栓扭矩。

d）格构式跨越架立柱拉线的材质、规格、结构型式，拉线方位、层数、各层高度、对地角度，拉线与立柱连接方式，是否与施工方案及 DL5009.2 等规范相符。

e）拉线地锚的规格、材质、埋深、回填土分层夯实情况、防雨措施，地锚钢丝绳套规格、引出角度及方向、与拉线的连接卡固情况，是否与施工方案及 DL5009.2 等规范相符。

f）封网承力索、拉网绳、循环绳、封顶杆（网）的规格型号、布设方式、锚固情况、后备保护措施等，是否与施工方案及 DL5009.2 等规范相符。

7.5.4 使用单位应按本规定 7.2 技术要求、7.3 施工要求、7.4 验收规定及附录 D.0.3 验收表式开展跨越架验收。

8 铝合金式跨越架

8.1 一般规定

8.1.1 本章适用于以铝合金式跨越架为主体结构的跨越架。

8.1.2 型材表面无裂纹、无严重腐蚀、无变形、无毛刺，表面处理采用阳极氧化或热镀锌工艺，涂层均匀、无脱落。

8.1.3 铝合金跨越架宜用于运输条件受限、需频繁转场、对架体重量有特殊要求（如山区、沼泽、跨越河流等）的跨越施工。其适用跨越架高度不宜超过 30m，当跨越架高度超过 30m 时应进行专项设计。

8.2 技术要求

8.2.1 材料要求

8.2.1.1 主体结构（立柱、横杆、斜撑、剪刀撑、桁架）必须采用 6061-T6 高强度铝合金型材，该型材被称为航空硬铝，兼具轻质、高强度、抗腐蚀的特性，材质需符合 GB/T5237、GB/T3190 要求，其中建筑类铝合金型材需满足 GB5237.1~5-2008、GB5237.6-2004 强制性标准。同时型材需具备出厂合格证，

且力学性能、防腐性能需符合对应检验规范（如抗弯曲试验、氧化膜耐腐蚀性试验等）的检测要求并提供相应检测报告。

8.2.1.2　铝合金型材关键性能指标：密度≥2.7g/cm³，抗拉强度≥276MPa，屈服强度≥240MPa，伸长率≥8%，盐雾试验≥500h（确保耐腐蚀性能，适应户外施工环境），型材尺寸偏差≤±2mm，孔位偏差≤1mm，孔径偏差≤±0.5mm。

8.2.1.3　螺栓、销轴采用 8.8 级高强度镀锌螺栓，该等级螺栓公称抗拉强度达 800MPa，公称屈服强度达 640MPa，材质符合 GB/T16940 要求，通常采用 1035ACR、1040ACR 等碳钢材质并经热处理，具备出厂合格证及力学性能报告，严禁使用锈蚀、变形、裂纹的螺栓。

8.2.1.4　焊接连接件应选用焊丝时综合考虑母材的化学成分、力学性能及使用条件因素，符合《铝及铝合金焊丝》GB/T10858 的规定，与铝合金型材相匹配；焊接工艺符合《铝及铝合金焊接施工工艺标准》及相关国家、行业标准要求，焊缝无裂纹、气孔、夹渣、未焊透等缺陷，焊缝强度不低于型材本体强度。

8.2.2　结构要求

8.2.2.1　铝合金跨越架立杆、纵向水平杆及横向水平杆的间距和架体排间距应符合《跨越电力线路架线施工规程》DL 5106 3.2.12 条，表 10 规定。

表 10 立杆、纵向水平杆及横向水平杆的间距和架体排间距(m)

跨越架类别	立杆	纵向水平杆	横向水平杆	排间距
铝合金	2.0	1.2	2	2.5～3

8.2.2.2　铝合金跨越架不同高度下的拉线间距及架体排数应符合《跨越电力线路架线施工规程》DL 5106 3.2.12 条，表 11 规定。

表 11 不同高度下的拉线间距及架体排数(m)

铝合金跨越架高度	纵向拉线间距	拉线层数	架体排数
H≤10m	6m	1	≥2
10m＜H≤15m	6m	2	≥3
15m＜H≤20m	6m	3	≥4
20m＜H≤25m	6m	4	≥5
25m＜H≤30m	6m	5	≥6

8.2.3　拉线系统

8.2.3.1　拉线对地夹角 30°～45°，最大不超 60°，同柱四面正交布置（水平夹角 90°）。

8.2.3.2　每根立柱独立拉线系统，禁止多柱共用一条拉线；顺被跨线路方向增设侧向防风拉线。

8.2.3.3　常规土质地锚埋深≥1.8m，重载/流沙≥2.2m；新增岩石地凿孔锚固需经现场拉拔试验确认、马道方向与受力一致且夹角≤45°、回填土分层夯实，地锚远离行车路线，设置警示标识。

8.2.4　架顶构造

8.2.4.1　跨越架立柱的定位，应确保封网中心设置在施工线路每相（极）导线的中心垂直投影上。

8.2.4.2　顶部横梁全段外包橡胶护层，两端加装羊角限位挡头，防止导线滑脱磨伤线体。

8.2.4.3　带电跨越必须在横梁上方增设绝缘封顶网（迪尼玛网），网体全覆盖被跨线路，网下垂度控制 0.5～1.0m；停电跨越可按需简化封顶。

8.2.4.4　横梁挂线滑车居中布置，滑车槽包胶，按相序均匀排布。

8.2.5　计算要求

8.2.5.1　跨越架架顶宽度或横线路方向有效遮护宽度计算，见附录 C.0.1。

8.2.5.2　跨越架跨距计算，见附录 C.0.2。

8.2.5.3　跨越架高度计算，见附录 C.0.3 。

8.2.5.4　跨越架风偏计算公式，见附录 C.0.4。

8.2.5.5　跨越架长度计算，见附录 C.0.5。

8.3　施工要求

8.3.1　施工准备

8.3.1.1　施工前应按线路设计中的交叉跨越点断面图对跨越点的交叉角度、被跨电力线路地线在交叉点的对地度、下导线在交叉点的对地度、导线边线间的水平距离、地形情况进行复测，跨越架横向中心线与被跨越物中心线重合。

8.3.1.2　选址应避开水沟、软基、滑坡、地下管线、车辆通行主干道；无法避让时做地基加固+防护围挡。

8.3.1.3　硬质地面：立柱底部垫厚度不小于 10mm、边长不小于 500mm 的钢板，或厚度不小于 50mm、长度不小于 500mm 的实木垫板，设置扫地杆，四向拉结固定。

8.3.1.4　泥土松软场地：立柱基坑深挖≥500mm，底层碎石夯实，回填分层捣实；水田/淤泥地采用混凝土地锚基座。

8.3.1.5　山地陡坡：低位侧垫高找平，每根立柱独立基础，严禁多柱共用底座。

8.3.2　搭设要求

8.3.2.1　架体搭设应自下而上逐层进行，严禁上下同时作业；搭设过程中设专人监护，防止构件坠落。

8.3.2.2　螺栓紧固应采取防松措施，确保节点连接牢固。

8.3.2.3　立柱组立应采用吊车分段吊装或人字抱杆整体起立，起立方向平行于被跨越物，防止向被跨越物侧倾覆；立柱垂直度偏差≤1/1000，且总偏差≤20mm。

8.3.2.4　节点连接的螺栓应紧固到位，依据《螺栓扭矩国家标准》，宜采用专业扭矩扳手检测，抽检 10%节点。杆件连接顺直、无扭曲，节点密贴，无松动。

8.3.2.5　接地布置（铝合金金属架强制接地）：跨越架至少设置 2 处接地装置，相邻立柱之间金属跨接连通，整组架体连成统一接地网。

8.3.2.6　不同被跨物专项布置要点应符合下列规定：

a）跨高速公路：两侧加宽≥5m，加密拉线，必要增设侧向临时支撑；

b）跨河道：低水位埋地锚，汛期抬高架体底座，避开行洪断面。

8.3.3 安全注意事项

8.3.3.1 立柱设于被跨越物两侧安全保护区以外：

a）跨公路：架体距路基边线≥2.5m；

b）跨铁路：一般铁路距轨道中心不小于 2.5m，跨越高速铁路距轨道中心不小于 7m 且架体应位于防护栅栏外；

c）跨带电线路：架体立柱外缘与带电导线最小净距应符合表 12 规定。

表 12 架体立柱外缘与带电导线最小净距（m）

	被跨电力线电压等级（kV）				
	≤10	35	66～110	220	330～500
架体立柱外缘与带电导线最小净距（m）	1.0	1.5	2.0	2.5	5.0

8.3.3.2 公路、道口跨越：架体前后 50～200m 设置交通警示、限高标识，夜间挂红色警示灯；跨铁路按铁路运维单位要求增设防护警示牌。

8.3.3.3 架体四周设警戒围栏，高空作业下方设安全禁区。

8.3.3.4 临近带电线路的钢丝绳拉线加绝缘套管，满足对应电压安全距离。

8.4 拆除施工

8.4.1 架空输电线路工程附件安装完毕后，方可拆除跨越架。

8.4.2 拆除时应统一指挥，应遵循由上而下、分层拆除的原则。每层应先拆剪刀撑，再拆小横杆及大横杆，最后拆斜撑杆和立杆。杆件应有专人传递，不得抛扔，严禁上下同时拆架或将跨越架整体推倒。

8.4.3 拆架与相邻人员有关杆件时，应告知对方，再行拆除，以防止杆件坠落或碰撞相邻部位的工作人员。

8.4.4 在带电体附近拆架时，应用绝缘绳索拉住杆件，防止杆件向带电体一侧倾倒。

8.4.5 运至地面的脚手架式跨越架的各种杆件，应及时清理并应分品种、规格运至指定地点码放。

8.5 检查与验收

8.5.1 跨越架搭设完成后自检合格后应经使用单位、监理单位验收合格后方可使用。

8.5.2 格构式跨越架液压系统的性能应符合《液压传动系统及其元件的通用规则和安全要求》GB/T 3766，并提供相应的试验检测报告。

8.5.3 验收过程应按本规定 8.2 及附录 D 验收表式开展相关验收。

9 玻璃纤维复合式跨越架

9.1 一般规定

9.1.1 本章适用于以玻璃纤维复合管绝缘型材作为主体结构的跨越架。

9.1.2 玻璃纤维复合式跨越架跨越架的设计与施工应遵循“安全第一、预防为主”的原则，在保证对带电体有足够绝缘强度和机械强度的前提下，最大限度降低施工对被跨越线路运行的影响。

9.1.3 跨越施工存在下列情况之一的应采用玻璃纤维复合式跨越架：

a）被跨越电力线电压等级为35kV～500kV，且不具备停电或带电跨越条件；

b）停电申请困难、停电时间不足或停电造成重大经济损失；

c）跨越点地形复杂，常规跨越架难以满足安全距离；

d）被跨越线路为重要输电通道，要求不停电跨越。

9.1.4 玻璃纤维复合式跨越架搭设前，应编制专项施工方案及安全技术措施，经施工单位技术负责人审核、监理单位审查、业主项目部批准，并报被跨越线路运行单位备案。

9.1.5 搭设跨越架应设专责监护人。

9.1.6 每搭设完一步，应及时校正跨距、步距、排间距及立杆垂直度。

9.1.7 采用埋土地锚时，地锚绳套引出位置应开挖马道，马道与受力方向应一致。同时，锚体的埋设应专人检查验收，回填土层应逐层夯实，并应采取避免被雨水浸泡的措施。

9.1.8 搭设或拆除绝缘跨越架应设专职安全监护人，监护人应具备带电作业监护资格。作业人员应经专业培训，并持有相应资格证书。

9.2 技术要求

9.2.1 材料要求

9.2.1.1 玻璃纤维复合式跨越架所用玻璃纤维复合管型材的力学性能应符合现行国家标准《结构用纤维增强复合材料拉挤型材》GB/T 31539的规定。

9.2.1.2 玻璃纤维复合式跨越架所用的可锻铸铁或铸钢扣件应符合现行国家标准《钢管脚手架扣件》GB/T 15831的相关规定。

9.2.1.3 玻璃纤维复合式跨越架所用玻璃纤维复合管的材质应符合下列规定：

a）跨越架的杆件宜采用Φ48的玻璃纤维复合管，且强度等级不应低于M17级；

b）玻璃纤维复合管的巴柯尔硬度不应低于50；

c）玻璃纤维复合管的纤维体积含量不应低于40%，树脂不可溶分含量不应低于90%；

d）玻璃纤维复合管的吸水率不应大于0.6%，玻璃化转变温度不应低于80℃；

e）玻璃纤维复合管在20℃下体积电阻率不应小于$1\times10^{12}\ \Omega\cdot m$，介电常数不应大于5.0，介质损耗因数不应小于0.03（50Hz）；耐候性应满足户外使用要求，经高低温（-40℃~60℃）循环试验后，绝缘性能无明显下降，外观无开裂、变形。

9.2.1.4 玻璃纤维复合式跨越架所用玻璃纤维复合管的外观、尺寸偏差应满足下列规定：

a）玻璃纤维复合管表面宜面光洁平整、颜色均匀、无裂纹、气泡、毛刺、纤维裸露、纤维浸润不良等缺陷，切割面应平齐，无分层；

b）玻璃纤维复合管的外径允许偏差±0.24mm；

c）玻璃纤维复合管的壁厚允许偏差±0.5mm；

d）玻璃纤维复合管的截面不圆度不大于 0.5mm；

e）玻璃纤维复合管的垂直偏差不应大于其长度的 0.5%。

9.2.1.5　玻璃纤维复合式跨越架所用连接扣件应满足下列规定：

a）跨越架连接扣件与玻璃纤维复合管接触的摩擦面应贴合紧密，采用可锻铸铁或铸钢制作的扣件时，对接扣件抗滑承载力设计值不应该低于 3.2kN，直角扣件、旋转扣件抗滑承载力设计值不应低于 8.0kN，其质量和性能应符合现行国家标准《钢管脚手架扣件》GB/T 15831 的相关规定；

b）采用专用扣件或其他材料制作的扣件时，其连接强度应符合现行国家标准《钢管脚手架扣件》GB/T 15831 的相关规定，其它性能应经试验证明其质量符合该标准的规定后方可使用；

c）采用螺栓紧固的扣件，在螺栓拧紧扭力矩达到 65N·m 时，不得发生破坏；

d）扣件与玻璃纤维复合管接触的表面不应有尖锐凸起等界面缺陷。

9.2.1.6　玻璃纤维复合式跨越架所用底托可选用钢材与玻璃纤维复合型材等材质，立柱底托应水平放置，无倾斜、松动，并满足立柱承载力要求。

9.2.1.7　玻璃纤维复合式跨越架封顶所用的封网装置及绳索的构造与性能要求应满足现行行业标准《跨越电力线路架线施工规程》DL／T 5106 与《架空输电线路无跨越架不停电跨越架线施工工艺导则》DLT 5301 的规定。

9.2.1.8　玻璃纤维复合式跨越架所用承载索的性能参数与设置应符合现行行业标准《架空输电线路无跨越架不停电跨越架线施工工艺导则》DLT 5301 的规定。

9.2.2　结构要求

9.2.2.1　玻璃纤维复合式跨越架的结构尺寸应要求应符合下列规定：

a）不同高度的玻璃纤维复合式跨越架排数、立杆、纵向水平杆及横向水平杆的间距和跨越架排间距应不大于表 13 的规定。

b）搭设高度不宜超过 30m，超过 30m 的应经专项论证。

c）架体搭设的高宽比不宜大于 3，当搭设过程中高宽比大于 2 时，应采取设置钢丝绳张拉固定等措施。

d）架体中心线应与被跨线路中心线重合；带电跨越时，架体宽度超出新建线路边线每侧不应小于 2m，停电跨越时不应小于 1.5m；架顶两端应加装限位羊角，防止导线脱出。

9.2.3　拉线系统

9.2.3.1　拉线应采用钢丝绳，安全系数应符合本文件附录 B 的规定。临时固定拉线安全系数 K 不应小于 3.0。受力验算按本文件附录 C.0.9 执行。

9.2.4 架顶构造

9.2.4.1 跨越架横担中心应设置在施工线路每相（极）导线的中心垂直投影上。

9.2.5 计算要求

9.2.5.1 跨越架架顶宽度或横线路方向有效遮护宽度计算，见附录C.0.1。

9.2.5.2 跨越架跨距计算，见附录C.0.2。

9.2.5.3 跨越架高度计算，见附录C.0.3 。

9.2.5.4 跨越架风偏计算公式，见附录C.0.4。

9.2.5.5 跨越架长度计算，见附录C.0.5。

9.3 施工要求

9.3.1 施工准备

9.3.1.1 施工前应组织作业现场勘察，现场勘察应察看施工作业现场周边有无影响作业的建构筑物、地下管线、地形、气象等作业现场条件以及其他影响作业的风险因素。在作业前应重新核对现场勘察情况，发现与原勘察情况有变化时，应及时修正、完善相应的安全措施。

9.3.1.2 现场勘察应核对下列信息：

a）核对被跨越电力线的运行杆号、名称，公路、铁路跨越里程等相关信息，收集产权单位的跨越措施要求；

b）核实影响范围内的地下管线、光缆等设施；

c）复核架体拟搭设位置的地基承载力情况；

d）测量被跨越障碍物宽度、高度、距相邻杆塔的水平距离、与新建线路的交叉角度等相关数据；

e）测量架体拟搭设位置相对被跨越障碍物高度以及与被跨越障碍物的水平距离；

f）带电体位置，核算绝缘安全距离。

9.3.1.3 场地应满足6.3.1的相关规定。

9.3.1.4 施工前应对所有杆件及扣件进行外观检查，每批玻璃纤维管至少抽取20%进行壁厚和外径检测。

9.3.1.5 经检验合格的构配件应按品种、规格，分类整齐堆放在指定区域，搬运时不应侵入被跨越障碍物的安全运行区域。

9.3.1.6 跨越架搭设前，应实地测量被跨越线路的弧垂、风偏、导线间距等参数，并据此调整架体位置和尺寸。

9.3.1.7 现场应配备足够的绝缘工具、绝缘手套、绝缘靴、验电器等个人防护用品，并定期检验。

9.3.2 搭设顺序

9.3.2.1 玻璃纤维复合式跨越架搭设顺序应符合本文件6.3.2.1的相关规定。

9.3.3 搭设要求

9.3.3.1 跨越架地基及基础应平整、夯实，其设计与施工应根据跨越架所受荷载、搭设高度、场地土质情况与现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 的有关规定进行。

9.3.3.2 现场应复核地基承载力情况，不满足承载要求时应采取下列补强措施：

a）经平整过的天然地面，承载力要求应满足现行国家标准《建筑地基工程施工质量验收标准》GB 50202 的有关规定。

b）松软的土质应经压实处理，土壤含水量大的应提前晾晒，压实填土地基承载力应满足现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定。搭设施工区域范围内存在软弱土时，应采用换填处理或铺垫钢板道木等措施。

9.3.3.3 场地平整后，应根据施工方案确定立杆搭设、承载索及拉线锚固位置。

9.3.3.4 底座、垫板设置应符合下列规定：

a）立杆垫板或底座底面标高宜高于自然地坪 50mm~100mm。

b）底座、垫板应准确地放在定位线上，表面松软泥土铲除，并应保持水平，保证金属底座或垫板坐落在实土上，无悬空。垫板长度不宜少于 2 跨。

9.3.3.5 玻璃纤维复合式跨越架立杆的设置应满足现行行业标准《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ-130 的规定，并满足下列规定：

a）每根立杆底部应设置底座或底托。

b）跨越架应设置纵、横向扫地杆。纵向扫地杆应采用直角扣件固定在距底端不大于 200mm 处的立杆上。横向扫地杆应采用直角扣件固定在紧靠纵向扫地杆下方的立杆上。

c）跨越架立杆基础不在同一高度上时，应将高处的纵向扫地杆向低处延长两跨与立杆固定，高低差不应大于 1m。靠边坡上方的立杆轴线到边坡的距离不应小于 500mm。

d）跨越架底层步距均不应大于 2m。

e）立杆接长应采用对接扣件连接。对接扣件应交错布置，两根相邻立杆的接头不应设置在同步内，同步内隔一根立杆的两个相隔接头在高度方向错开的距离不宜小于 500mm；各接头中心至主节点的距离不宜大于步距的 1/3。

f）架体立柱与公路路基、铁路轨边的间距分别不应低于 2.5m、3m，同时应避开松软土、沟渠、管线。

9.3.3.6 玻璃纤维复合式跨越架横、纵向水平杆的设置应满足现行行业标准《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ-130 的规定，并满足下列规定：

a）纵向水平杆应设置在立杆内侧，单根杆长度不应小于 3 跨。

b）纵向水平杆接长应采用对接扣件连接或搭接，两根相邻纵向水平杆的接头不应设置在同步或同跨内；不同步或不同跨两个相邻接头在水平方向错开的距离不应小于 500mm；各接头中心至最近主节点的距离不应大于纵距的 1/3。

c）搭接长度不应小于 1m，应等间距设置 3 个旋转扣件固定；端部扣件盖板边缘至搭接纵向水平杆杆端的距离。

d）对接扣件连接处，两管端部应增加钢质内衬加强管。

e）主节点处应设置一根横向水平杆，用直角扣件扣接且严禁拆除。

9.3.3.7 玻璃纤维复合式跨越架剪刀撑的设置要求应满足现行行业标准《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ-130 的规定，并满足下列规定：

a）每道立面剪刀撑跨越立杆的根数应按表 14 的规定确定。每道剪刀撑宽度不应小于 4 跨，且不应小于 6m，斜杆与地面的倾角应在 45°～60°之间。

b）水平剪刀撑布置疏密程度应按跨越架高度设置，当跨越架高度不大于 15 米时，水平剪刀撑应每四步距设置一层；当跨越架高度大于 15 米时，水平剪刀撑应每三步距设置一层。水平剪刀撑斜杆与水平横杆夹角应在 45°～60°。

c）剪刀撑斜杆的接长应采用对接，对接应符合本文件第 7.3.5 的规定。

d）剪刀撑斜杆应用旋转扣件固定在与之相交的横向水平杆的伸出端或立杆上，旋转扣件中心线至主节点的距离不应大于 150mm。

表 14 剪刀撑跨越立杆的最多根数

立面剪刀撑斜杆与地面的倾角α	45°	50°	60°
立面剪刀撑跨越立杆的最多根数 n	7	6	5

9.3.3.8 扣件安装应符合下列规定：

a）螺栓拧紧扭力矩不应小于 40N·m，且不应大于 65N·m；

b）在主节点处固定横向水平杆、纵向水平杆、剪刀撑等用的直角扣件、旋转扣件的中心点的相互距离不应大于 150mm；

c）对接扣件开口应朝上或朝内；

d）各杆件端头伸出扣件盖板边缘的长度不应小于 100mm。

9.3.3.9 跨越架搭设过程中应设临时防倾覆措施，拉线应由下至上逐层设置。

9.3.3.10 玻璃纤维复合式跨越架拉线的设置要求应满足现行行业标准《跨越电力线路架线施工规程》DL／T 5106 的规定，并满足下列规定：

a）跨越架拉线应采用钢丝绳，钢丝绳直径不宜小于 8.7mm。

b）拉线与地面的倾角以 45°为宜，不应大于 60°。

c）剪水平放线拉线间距不大于 6m，竖直方向上拉线层数应满足表 15。

表 15 竖直放线拉线层数

架体高度 h（米）	h＜9	9≤h＜12	12≤h＜18	18≤h＜24	24≤h＜30
拉线层数	1	2	3	4	5

9.3.3.11 玻璃纤维复合式跨越架地锚应根据受力大小及地址条件选择其规格及确定埋深，且埋深不应小于 0.8m。

9.3.3.12　玻璃纤维复合式跨越架应至少设置 2 处接地装置，接地电阻≤8Ω，接地连接应可靠，接地线无缠绕、破损等情况，接地棒埋深不应小于 0.8m；接地装置与架体绝缘部件之间应设置绝缘隔离层，隔离层绝缘电阻≥1×10^{12} Ω。

9.3.4　安全注意事项

9.3.4.1　施工前应对全体作业人员进行详细安全技术交底，重点说明绝缘材料特性、安全距离要求、带电作业注意事项等，交底记录签字存档。

9.3.4.2　绝缘跨越架搭设作业属于带电作业，应按《电力安全工作规程》DL /T 5009 规定办理带电作业工作票，并采取完善的安全组织措施和技术措施。

9.3.4.3　搭设前，组织作业人员进行技术交底、安全培训及绝缘操作培训，作业人员必须持证上岗，熟悉搭设工艺、绝缘要求及安全注意事项，严禁无证作业。

9.3.4.4　带电跨越时，跨越架搭设区域应设安全围栏，围栏距架体外缘不应小于 3m，并悬挂“高压危险、禁止靠近”、“带电跨越、严禁攀登”等警示牌。

9.3.4.5　架体搭设应严格遵循自上而下逐层作业的流程，严禁上下同步施工作业；搭设全程应安排专人旁站监护，防范构件坠落损毁绝缘层；作业人员须全程佩戴绝缘手套、绝缘鞋，严禁携带金属工具直接触碰绝缘部件，规避绝缘层被划伤、损毁。

9.3.4.6　玻璃纤维复合式跨越架与被跨越带电体的最小安全距离（最大风偏后）应符合以下要求，严禁违规搭设，架体绝缘性能应满足表 16 中的冗余要求。

表 16 跨越架与被跨越带电体的最小安全距离（m）

	被跨越物						
	线路					普通公路	高速公路、电气化铁路
	通信线、低压配电线	10kV	35kV～110kV	220kV	330kV		
水平距离	≥1.0m	≥2.5m	≥3.5m	≥4.5m	≥5.5m	≥1.0m	≥1.0m
垂直距离	≥1.5m	≥2.0m	≥2.5m	≥3.0m	≥4.0m	≥5.5m	≥7.0m
绝缘封网与带电体距离		≥2.0m	≥2.5m	≥3.0m	≥4.0m		

9.3.4.7　夜间施工或跨越架位于交通要道附近时，应在架体顶部和四周设置红色闪光警示灯，并设置反光标志。

9.3.4.8　跨越架应设专人 24h 值守，值守人员应配备对讲机、望远镜、绝缘检测仪等工具，随时监测架体状态及安全距离。

9.3.4.9　跨越不停电电力线的跨越架，应用绝缘材料封顶。

9.3.4.10　被跨物上方的封顶设施，不得有任何容易松动、脱落的构件存在。

9.3.4.11　强风（六级及以上）、暴雨、暴雪等恶劣天气过后或停工超 1 月复工时，应对跨越架开展全面检查，确认安全合格后方可继续使用。

9.4 拆除施工

9.4.1 玻璃纤维复合式跨越架的拆除工作应符合本文件 6.4 节的相关规定。

9.4.2 运至地面的跨越架各类配件应及时清理并区分品种、规格运至指定地点；玻璃纤维复合管应在避免阳光直射的条件下存放。

9.5 检查与验收

9.5.1 玻璃纤维复合式跨越架原材料进场前，应对绝缘型材、绝缘连接件、绝缘封网、绝缘拉线等构配件进行逐一检查，剔除不合格材料；同时应对所有绝缘材料逐一开展现场绝缘检测，确保绝缘电阻抽检合格率达 100%；检测合格材料分类应堆放整齐，同步落实防潮、防晒、防碰撞防护措施，杜绝绝缘材料因存放不当受损。其他原材料检查与检验应符合本文件 6.5.1 节的相关规定：

9.5.2 玻璃纤维复合管的检查应符合下列规定：

a） 应有产品质量合格证；

b） 应有质量检验报告，材质检验方法应符合现行国家标准《纤维增强塑料压缩性能试验方法》GB/T 1448、《纤维增强塑料弯曲性能试验方法》GB/T 1449 的有关规定，其质量应符合本文件 9.2 节与现行国家标准《结构用纤维增强复合材料拉挤型材》GB/T 31539 的相关规定；

c）表面应平直光滑，不应有裂缝、结疤、分层、错位、硬弯、毛刺、压痕和深的划道；

d）管外径、壁厚、端面等的偏差，应分别符合本文件 9.2.2 节的相关规定；

e）出现明显弯曲、压扁变形或存在裂纹的玻璃纤维复合管应禁止使用。

9.5.3 在使用周期内，应定期检查、分类、维护和保养跨越架材料与构配件，及时报废不合格品，并记录在案。

9.5.4 验收时应提供以下完整资料，验收资料不全或不合格的，不予验收：

a）绝缘式跨越架专项施工方案、结构计算书、绝缘专项验算报告及审批文件；

b）技术交底记录、安全培训记录、绝缘操作培训记录，作业人员资质证书（登高架设作业证、带电作业许可证）；

c）所有绝缘材料（主体、连接件、封网、拉线）的出厂合格证、绝缘性能检测报告、力学性能检测报告、耐候性检测报告；

d）地基承载力验算报告、地锚隐蔽工程记录、基础养护记录，绝缘垫板检测报告；

e）架体垂直度、水平度、螺栓扭矩检测记录；

f）绝缘检测记录（搭设前、搭设过程中、搭设完成后），包括绝缘电阻、介电常数检测数据，绝缘复测报告；

g）接地电阻测试记录，绝缘隔离层检测记录；

h）验收申请表、自检记录、复检记录及验收人员签字确认的验收报告、绝缘检测合格证明。

附 录 A 跨越架与被跨物的安全距离

（资料性）

A.0.1　跨越架与被跨越物的最小安全距离（m）

表 A.0.1　跨越架与被跨越物的最小安全距离

跨越物名称	一般铁路	一般公路	高速公路	通信线
与架面水平距离	至铁路轨道：2.5	至路边：0.6	至路基（防护栏）：2.5	0.6
与封顶杆垂直距离	至轨顶：6.5	至路面：5.5	至路面：8	1.0

A.0.2　跨越架与高速铁路的最小安全距离（m）

表 A.0.2　跨越架与高速铁路的最小安全距离

安全距离	高速铁路
水平距离	架面距铁路附加导线不小于 7m 且位于防护栅栏外
垂直距离	封顶网（杆）距铁路轨顶不小于 12m
—	封顶网（杆）距铁路电杆顶或距导线不小于 4m

A.0.3　跨越架与带电电力线路导、地线的最小安全距离（m）

表 A.0.3　跨越架与带电电力线路导、地线的最小安全距离

跨越架部位	≤10kV	35kV	66～110kV	220kV	330kV	500kV
架面（含拉线）与导线的水平距离	1.5	1.5	2.0	2.5	5.0	6.0
无地线时，封顶网（杆）与导线的垂直距离	1.5	1.5	2.0	2.5	4.0	5.0
有地线时，封顶网（杆）与地线的垂直距离	0.5	0.5	1.0	1.5	2.6	3.6

附 录 B 跨越架钢丝绳安全系数

（资料性）

B.0.1　跨越施工中所用钢丝绳的安全系数应符合表 B.0.1 的规定。

表 B.0.1　跨越施工中所用钢丝绳的安全系数

序号	工作性质及条件	安全系数 K
1	用人推绞磨直接或通过滑车组起立立柱或收紧导、地线用的牵引绳和磨绳	4
2	用机动绞磨、电动卷扬机或拖拉机直接或通过滑车组起立立柱或收紧导、地线用的牵引绳和磨绳	4.5
3	起立立柱用的吊点固定绳	4.5
4	起立立柱用的根部制动绳	4
5	临时固定拉线	3
6	用作其他起吊及牵引用绳和吊点固定绳	4

附 录 C 架体式跨越架主要受力计算

（资料性）

C.0.1 跨越架架顶宽度或横线路方向有效遮护宽度计算：

式中：Z_x——安装气象条件下，新建线路导线或地线在跨越点处的风偏距离的最大值（m）；
C——超出新建线路边线的保护宽度（m）；
b——跨越架所遮护的最外侧导线、地线间在横线路方向的水平距离（m）；

C.0.2 跨越架跨距计算

$$L_k \geq (L_t + d_1 + d_2) / \sin\gamma + d / \tan\gamma$$

式中：L_k——跨越架跨距（m）；
d——跨越架垂直电力线路方向的长度（m）；
L_t——被跨越物宽度（m）；
d_1——塔侧贯通线至跨越架的垂直距离（m）。
γ——新建线路与运行线路的跨越交叉角（°）。

C.0.3 跨越架长度计算

$$B = b / \sin\alpha + 2Z_x / \tan\alpha$$

式中：B——跨越架架顶长度（m）；
α——跨越交叉角（°）；
Z_x——施工线路导线或地线等安装气象条件下在跨越点处的风偏距离（m）；
b——跨越架所遮护施工线路在跨越处的最外侧导、地线间的水平宽度（m）。

C.0.4 跨越架风偏计算公式为：

$$Z_x = w_{4(10)} \cdot m / (2H) \cdot (l - m) / H + \lambda$$

式中：$w_{4(10)}$——新建线路导线在安装（架线）气象条件下（风速为 10m/s）的单位长度风压（N/m）；
H——绳索水平张力（N）；
m——跨越物至新建线路临近杆塔的水平距离（m）；
λ——施工线路跨越档两端耐张（悬垂）绝缘子串长度（m）；
ω——施工线路导、地线的单位长度重力（N/m）；
k——导线体形系数，当 d 小于 17mm 时取 1.2，当 d 大于 17mm 时取 1.1。

C.0.5 跨越架高度计算

跨越架高度 H 应满足：$H \geq h + S + f_w$
式中：h——跨越架搭设位置地面自然高度与被跨物顶的高差（m）；
S——封顶网至被跨物的最小安全垂直距离（m），按本规范附录 A 表 A.0.1～表 A.0.3 取值；
f_w——封顶网（杆）在事故状态下的最大弧垂（m）。

C.0.6 立杆稳定性计算

C.0.6.1 扣件式钢管跨越架立杆稳定性计算

立杆稳定性应按《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130 第 5.2.6 条公式验算：
不组合风荷载时：$N / (\varphi A) \leq f$
组合风荷载时：$N / (\varphi A) + M_w / W \leq f$

式中：N——计算立杆段的轴向力设计值（N）；

φ——轴心受压构件的稳定系数，应根据长细比λ按 JGJ 130 附录 A 表 A.0.6 取值；

A——立杆的截面面积（mm^2）；

M_w——计算立杆段由风荷载设计值产生的弯矩（N·mm）；

W——截面模量（mm^3）；

f——钢材的抗压强度设计值（N/mm^2）。

立杆计算长度$l_0 = k \cdot \mu \cdot h$ ，式中 k 取 1.155，μ取 1.5，h 为步距（m）。长细比$\lambda = l_0 / i$ ，φ48.3mm×3.6mm 钢管截面回转半径 i 取 15.9mm，[λ]不应大于 210。

C.0.6.2 承插型盘扣式钢管跨越架立杆稳定性计算

立杆稳定性应按 JGJ/T 231-2021 第 5.3 节公式验算，验算公式同 C.0.6.1，φ应按长细比λ查 JGJ/T 231 附录 D 表 D.0.1。

立杆计算长度$l_0 = \mu \cdot h$，μ按 JGJ/T 231 表 5.3.3 取值，h 为步距（mm），跨越架支撑架计算长度修正系数取 1.0。长细比[λ]不应大于 150。

C.0.7 架体风荷载计算

架体风荷载标准值 Wk 应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 第 8.1.1 条公式计算：$W_k = \beta_z \cdot \mu_s \cdot \mu_z \cdot W_0$。基本风压$W_0$应按 GB 50009 第 8.1.2 条取重现期 50 年的值，且不得小于 $0.30kN/m^2$。风荷载体型系数μ_s对于多排钢管跨越架应按 GB 50009 表 8.3.1 第 33 项多榀平行桁架法计算。

C.0.8 架体抗倾覆计算

钢管跨越架应进行整体抗倾覆验算，考虑风荷载作用下的倾覆力矩与架体自重产生的抵抗力矩之比。

架体风荷载倾覆力矩 $Mov = W_k \times H^2 \times B / 2$ ，抵抗力矩 $Mres = G_k \times L/2$。式中：W_k为风荷载标准值（kN/m^2），按 GB 50009 第 8.1 节取值；H 为架体高度（m）；B 为架宽（m）；G_k为架体自重（kN）；L 为架体纵深（m）。

抗倾覆安全系数 $K = Mres / Mov \geq 1.5$ 。

C.0.9 架体张力计算

封网跨越时，封网承力索、封网及支撑杆的自重将转化为作用于跨越架的张力。

工作状态张力 T

$$T = l^2[w/\cos\beta + Q/(s' \cdot \cos\beta)]/(8f \cdot \cos\beta)$$

Q—单个集中荷载(N), s'—集中荷载间距(m)。Q/s' 将集中荷载折算为等效均布线荷载。

C.0.10 地基承载力计算

立杆基础底面的平均压力应满足：$P_k = Nk/A \leq f_a$。式中：P_k——相应于荷载效应标准组合时，基础底面处的平均压力值（kPa）；Nk——立杆传至基础顶面的轴向力标准值（kN）；A——基础底面面积（m^2）；f_a——修正后的地基承载力特征值（kPa），按 GB 50007 第 5.2.4 条确定。

C.0.11 钢丝绳拉线受力验算

拉线受力 T 应满足：$T \leq T_b/K$。式中：T_b为钢丝绳破断拉力（kN），按 GB/T 8918 取值；K 为安全系数，临时固定拉线 K≥3.0。

拉线受力简化计算：$T = W_k \times A'/\sin\alpha$。式中：$W_k$为风荷载标准值（$kN/m^2$）；A'为拉线所承担架体的迎风面积（$m^2$）；α为拉线与地面的夹角（°）。

钢丝绳规格及破断拉力值应符合本规范附录 B 的规定。

C.0.12 格构式跨越架安装（拆除）吊点绳张力计算

$$T_b \geq \frac{G}{2\cos\frac{\theta}{2}} \bullet K \bullet K_1 \bullet K_2$$

式中：Tb—吊点绳破断力，N；
G—单吊重量，N；
θ—吊点钢丝绳夹角，°；
K—钢丝绳基本安全系数；
K1—钢丝绳不平衡系数；
K2—钢丝绳冲击系数。

C.0.13 格构式跨越架封网长度计算

$$L_W \geq \frac{d}{sin\gamma} + \frac{B_W}{tan\gamma} + 2L_B$$

式中：LW—封网长度，m；
d—被跨物宽度，m；
γ—新建线路与被跨越物交叉角，° ；
BW—封网宽度，m；
LB—每侧露出的裕度，跨越电力线取 10m，其他参照执行。

C.0.14 格构式跨越架封网承力索张力计算

$$H_A - \frac{l^2 w_0^2 SE\cos^3\varphi}{24H_A^2} = H_s - \frac{l^2 w_s^2 SE\cos^3\varphi}{24H_s^2}$$

式中： H_A—承载索的安装张力，N；
l—跨越档的水平档距，m；
w_0—承载索单位长度的自重力， N/m；
E —承载索的弹性模量，N/mm2；
S —承载索的净载面面积，mm；
H_s—事故状态下承载索的张力，N；
w_s—事故状态下承载索单位长度的重力，N/m；
Φ —跨越档承载索悬挂点间的高差角， ° 。

C.0.15 格构式跨越架立柱长细比计算：

$$K\lambda = \frac{1.05\,\mu\,l_0}{\sqrt{J/A}}$$

$$J = J_x = J_y = 4\left[J_0 + f_1\left(\frac{C}{2} - Z_0\right)^2\right]$$

$$C_0 = C - 2Z_0$$

式中： μ—长度系数，两端铰支取 1～1.1，上端铰支、下端嵌固取 0.7～0.8。
l_0—立柱的计算长度，m；
J—断面对中心轴的惯性矩，cm4；
J_x、J_y—抱杆断面对 x 轴或 y 轴的惯性矩，cm4；

J_0—单肢主材对 x 轴或 y 轴的惯性矩，cm4；
f_1—单肢主材的截面积，cm^2；
C_0—相邻两主材重心间的距离，cm。
C—相邻两主材外缘间的距离，cm。
Z_0—单肢主材的重心距，cm。

C.0.16 格构式跨越架立柱受力计算：

$$\sigma_{k1} = \frac{Q}{\phi F} + \frac{M_F}{W} \leq [\sigma]$$

$$Q = W_J + \left(2P_0 + \frac{2}{3} q_F \cdot {h_K}^2\right) \tan \alpha_1 + G_b$$

$$W_J = m \omega_1 L_{kc}$$

$$q_F = \frac{9.81}{16B} K V^2 A_f$$

$$M_F = \frac{q_F \cdot {h_K}^2}{8} \times 100$$

$$W = \frac{J}{C/2}$$

式中：σ_{k1}—立柱的计算应力，N/cm2；
Q—作用于跨越架中心的垂直压力，N；
Φ—立柱的稳定系数，由材料及杆件长细比确定；
F—立柱主材截面积之和，cm2；
MF—架面风压对立柱危险断面（中部）产生的最大弯矩，N.cm；
W—立柱危险断面的断面系数，cm；
[σ] —主材容许应力，N/cm2 ；
WJ—跨越架的垂直荷载 ，N；
P0—封顶网承载索的静张力，N；
qF—架面风压的均布荷载，kN/m；
hk—立柱高度，m；
α1—受力侧拉线合力线与地平面间夹角， ° ；
Gb—立柱自重之半及羊角横担的重力之和，N；
m—同时牵引的子导线根数；
ω1—导线单位长度重量，N/m；
Lkc—假设导线落在跨越架上，一副立柱可能承担的最大垂直档距，m；
B—跨越架架体的宽度；
K—风荷载体型系数；
Af—架面 1m 范围的投影面积，一般取架面轮廓面积的 30%-40%，m^2；
V—线路设计最大风速，m/s；
J—立柱中部断面对其中心轴的惯性矩，cm4；

C—立柱相邻两主材外缘间的距离，cm。

附 录 D 架体式跨越架验收表格

（资料性）

D.0.1 毛竹、木质式跨越架验收记录表

工程名称：　　编号：

单位工程名称				验收部位		
使用单位					项目经理	
施工依据		《架空输电线路施工机具基本技术要求》DL/T 875、《电力建设安全工作规程第 2 部分：电力线路》DL 5009.2、《跨越电力线路架线施工规程》DL/T 5106、《架空输电线路无跨越架不停电跨越架线施工工艺导则 DL/T 5301、施工方案、《建筑施工竹脚手架》安全技术规范 JGJ254、《建筑施工木脚手架安全技术规范》JGJ164。		验收依据	《架空输电线路施工机具基本技术要求》DL/T 875、《电力建设安全工作规程第 2 部分：电力线路》DL 5009.2、《跨越电力线路架线施工规程》DL/T 5106、《架空输电线路无跨越架不停电跨越架线施工工艺导则 DL/T 5301、施工方案等	
类别	序号	验收项目	检查方法	质量标准	检查记录	检查结果
毛竹、木质跨越架	1	材料试验、检验	资料检查 外观检查 实测实量	符合《架空输电线路施工机具基本技术要求》DL/T875 规定。 立杆、大横杆、小横杆长度、材质、颜色、大小头尺寸。 塑料蔑合格证、检测报告。 钢丝材料按本文件 5.2.1.10 条验收。	合 格 证： 工业试验： 出厂检验： 定期检验： 外观检查： 大小头尺寸： 杆件长度： 竹杆颜色： 塑料蔑抗拉力：	

	2	地基处理	外观检查、实测实量	地基处理方式、范围与专项施工方案是否相符。 地面是否坚实平整。 地基承载力是否满足施工方案要求。	地基处理方式、范围： 地面平整度： 地面是否积水： 地基承载力是否满足施工方案要求：	
	3	跨越架各部尺寸	外观检查、实测实量	立杆、横杆间距、剪刀撑跨距角度、杆件埋深、跨越架遮护宽度、跨越架跨度是否符合施工方案要求。	立杆间距： 横杆间距： 剪刀撑跨距： 剪刀撑角度： 遮护宽度： 跨越架跨度： 杆件埋深：	
	4	杆件绑扎、搭接	外观检查、实测实量	绑扎质量、立杆横杆搭接质量、剪刀撑设置。	绑扎道数： 是否一扣绑 3 根： 是否多根单圈竹篾： 立杆横杆搭接长度： 剪刀撑搭接长度： 是否小头压大头： 杆件是否合并使用：	
	5	跨越架搭接	外观检查、实测实量	跨越架倾斜、高度、跨度、封网材料是否绝缘、羊角设置、	跨越架倾斜： 跨越架高度： 跨越架跨度： 封网宽度是否大于边线 2m： 是否设置羊角：	

	6	跨越架拉线及地锚	外观检查、实测实量	拉线的材质、规格，方位、层数、各层高度、对地角度，与跨越架体连接方式，地锚埋深、回填土分层夯实、防雨措施，地锚钢丝绳套规格、引出角度及方向等是否符合DL5009.2及施工方案。	拉线自身的材质、规格、结构型式： 拉线方位、层数、各层高度、对地角度： 拉线与架体连接： 地锚回填土夯实： 地锚防雨措施： 地锚钢丝绳套规格：	

备注	
验收结论	
使用单位	项目安全员： 项目质检员： 项目总工： 年　月　日
监理单位	总/监理工程师： 年　月　日

共1页第1页

D.0.2　钢管式跨越架验收记录表

工程名称：　　编号：

序号	检查事项	检查内容及要求	判定标准
	资料与文件		
1	专项施工方案	专项施工方案及编审批记录、审查意见齐全，重要跨越经专家论证	资料齐全、审批有效为合格
2	材料质量证明	钢管、扣件（或盘扣构配件）出厂合格证、型式检验报告、力学性能/承载力检测报告齐全	证件齐全且检测合格为合格
3	自检记录	架体垂直度、水平度、扣件紧固力矩（或插销自锁）抽检记录齐全	记录完整、数据在限值内为合格
	架体结构		
4	立杆间距、步距	扣件式符合表 6.2.2-a（立杆间距≤2.0m、步距≤1.2m）；承插型盘扣式符合表 6.2.2-c	实测值符合对应表为合格
5	架体垂直度	立杆垂直偏差不大于架体总高度的 1/500，且不大于 50mm。	实测值不大于限值为合格
6	剪刀撑/竖向斜杆	扣件式剪刀撑由底至顶连续设置、净距不大于 15m、倾角 45°～60°（第 6.2.2.6 条）；承插型盘扣式竖向斜杆连续设置（第 6.2.2.14 条）	符合对应条款为合格
7	扣件紧固力矩	扣件螺栓扭力矩 40N·m～65N·m，抽检不少于节点总数 20%（第 6.2.2.8 条）	抽检全部在范围内为合格
8	插销自锁	承插型盘扣式插销锤击自锁到位，抗拔力不小于 3kN，抽检不少于 10%（第 6.3.2.10 条）	无松动、抗拔力合格为合格
9	扫地杆	扣件式扫地杆距立杆底端不大于 200mm（第 6.2.2.4 条）；承插型盘扣式扫地杆距可调底座底板不大于 550mm（第 6.2.2.12 条）	符合对应条款为合格
10	立杆接头	扣件式对接扣件连接、交错布置、错开不小于 500mm（第 6.2.2.7 条）；承插型盘扣式立杆连接套管连接、错开不小于 500mm（第 6.2.2.13 条）	符合对应条款为合格
11	可调托座/底座	可调托座悬臂不大于 650mm、丝杆外露不大于 400mm；可调底座丝杆外露不大于 300mm（第 6.2.2.15 条）	符合对应条款为合格
12	高宽比	架体高度与最小宽度（纵深）之比不大于 3（第 6.2.2.3 条、第 6.2.2.11 条）	比值不大于 3 为合格
	地基与基础		
13	地基	地基平整、夯实，无沉降、无积水，承载力满足要求	符合第 6.4.4 条、第 6.4.10 条为合格
14	垫板	垫板平整牢固、面积符合要求，底面标高高于自然地坪 50mm～100mm	符合第 6.1.9 条、第 6.4.4 条为合格
15	地锚	地锚埋深不小于 1.5m，回填分层夯实，锚碇连接可靠	符合第 6.2.3.2 条为合格
	接地		

序号	检查事项	检查内容及要求	判定标准
16	接地装置	每侧不少于2处独立接地极，埋深不小于2.5m，引线不小于16mm²多股铜线	符合第6.3.3.1条为合格
17	接地电阻	接地电阻不大于10Ω，雷雨天气施工前复测	实测不大于10Ω为合格
18	接地网连通	相邻立柱金属构件跨接连通，整组架体连成统一接地网	连通可靠为合格
	架顶构造与封顶		
19	横担中心	横担中心设置在新架线路每相导线的中心垂直投影上	符合第6.2.4.1条为合格
20	挂胶滚筒	架顶设置挂胶滚筒或挂胶滚动横梁	符合第6.2.4.2条为合格
21	外伸羊角	架顶两侧设外伸羊角，长度不小于2m	长度不小于2m为合格
22	绝缘封顶	不停电跨越应绝缘封顶，绝缘电阻不小于100MΩ（浸水状态下）	实测不小于100MΩ为合格
	拉线系统		
23	拉线层数	拉线层数及架体排数符合表6.2.2-b（扣件式）/表6.2.2-d（承插型盘扣式）	符合对应表为合格
24	拉线规格	拉线采用钢丝绳，临时固定拉线安全系数K不小于3.0	符合第6.2.3.1条为合格
25	拉线角度	拉线与地面夹角不大于60°，条件受限时不应大于70°	实测不大于限值为合格
26	拉线锚固	拉线设置于节点处，锚固可靠，地锚埋深符合要求	符合第6.2.3.2条为合格
	安全距离		
27	与被跨越物安全距离	跨越架与被跨越物、带电线路的安全距离符合附录A表A.0.1～表A.0.3	实测值不小于对应表值为合格
28	验收结论：□合格　□不合格（整改后复验）　验收负责人（签字）：_____　监理（签字）：_____　日期：_____		

共1页第1页

D.0.3　金属格构式跨越架验收记录表

工程名称：　　编号：

单位工程名称			验收部位		
使用单位				项目经理	
施工依据	《架空输电线路施工机具基本技术要求》DL/T 875、《电力建设安全工作规程第 2 部分：电力线路》DL 5009.2、《跨越电力线路架线施工规程》DL/T 5106、《架空输电线路无跨越架不停电跨越架线施工工艺导则 DL/T 5301、施工方案等		验收依据	《架空输电线路施工机具基本技术要求》DL/T 875、《电力建设安全工作规程第 2 部分：电力线路》DL 5009.2、《跨越电力线路架线施工规程》DL/T 5106、《架空输电线路无跨越架不停电跨越架线施工工艺导则 DL/T 5301、施工方案等	
类别	序号	验收项目	检查方法	质量标准	检查记录	检查结果
金属格构式跨越架	1	试验报告	资料检查	符合《架空输电线路施工机具基本技术要求》DL/T 875 规定	型式检验： 工业试验： 出厂检验： 定期检验：	
	2	液压系统性能	资料检查	符合《液压传动系统及其元件的通用规则和安全要求》GB/T 3766 规定	液压系统性能 试验检测报告：	
	3	地基处理	外观检查、静力触探	地基处理方式、范围与施工方案是否相符。 地基处理范围内地面是否坚实平整。 地基承载力是否满足施工方案要求。	地基处理方式、范围： 地面平整度： 静力触探检查：	

	4	跨越架各部尺寸	外观检查、实测实量	立柱高度、跨越架遮护宽度、跨越架跨度是否符合施工方案	立柱高度： 遮护宽度： 跨越架跨度：	
	5	跨越架构件	外观检查、实测实量	格构式跨越架构件完整性，主材、撑铁规格型号是否与产品说明书相符。	构件完整性： 主材肢宽： 主材肢厚： 撑铁肢宽： 撑铁肢厚： 镀锌层完整性及厚	
	6	连接螺栓	外观检查、实测实量	格构式跨越架分段连接法兰螺栓的规格、强度等级、扭矩是否与产品说明书相符。	螺栓规格： 螺栓强度等级： 螺栓扭矩：	
	7	立柱拉线及地锚	外观检查、实测实量	拉线的材质、规格，方位、层数、各层高度、对地角度，与立柱连接方式，地锚埋深、回填土分层夯实、防雨措施，地锚钢丝绳套规格、引出角度及方向等是否符合DL5009.2及施工方案。	拉线自身的材质、规格、结构型式： 拉线方位、层数、各层高度、对地角度： 拉线与立柱连接： 地锚回填土夯实： 地锚防雨措施： 地锚钢丝绳套规格：	
备注						
验收结论						
使用单位					项目安全员： 项目质检员： 项目总工： 年　月　日	

监理单位	总/监理工程师： 年　月　日

共 1 页第 1 页

D.0.4 铝合金跨越架验收记录表

工程名称：　　编号：

序号	基础信息栏	
	核查项目	填报内容
1	工程全称	
2	线路区段 / 跨越点位杆号	
3	被跨越物类型	□10kV 及以下 □35kV □110kV □220kV □330kV □500kV □普通公路 □高速公路 □普速铁路 □高速铁路 □河道 □其他：_____
4	架体设计高度 / 实测高度	设计：____ m；实测：____ m
5	架体几何参数	立杆间距 2.0m；纵向水平杆步距 1.2m；横向水平杆 2.0m；架体排间距____ m；总排数____排
6	搭设执行依据	本标准《铝合金跨越架》、DL/T 5106-2017、专项施工方案（方案编号：_____）
7	施工搭设单位	现场搭设负责人：_____ 联系电话：_____
8	监理单位	专业监理工程师：_____
9	运维 / 使用单位	现场技术负责人：_____ 专职安全负责人：_____
10	搭设竣工日期	____年____月____日；计划使用周期：____年____月____日～____年____月____日
11	跨越等级判定	□普通跨越 □重要跨越

原材料及构配件验收核查栏					
序号	验收项目	标准控制要求	现场核查 / 实测结果	判定（合格√/ 不合格 ×）	备注
12	铝合金主材型材	6061-T6 高强度铝合金；出厂合格证、型式检测报告齐全；力学、防腐性能符合 GB/T 3190、GB/T 5237 系列标准			资料原件核查
13	型材外观与表面处理	无裂纹、永久变形、尖锐毛刺；阳极氧化 / 热镀锌涂层完整无脱落；盐雾试验≥500h			目视外观检查
14	连接螺栓、销轴	8.8 级热镀锌高强螺栓；无锈蚀、裂纹、变形；配套力学性能检测报告齐全			扭矩抽检 10% 节点

15	受力钢丝绳体系	安全系数要求；无断丝、严重锈蚀、塑性变形；绳卡布设规范			受力验算复核
16	绝缘封顶网（带电跨越）	迪尼玛绝缘网，绝缘电阻≥700MΩ；全覆盖被跨线路，网体下垂度0.5m～1.0m			停电跨越可不设置
17	底座、垫板、地锚构件	软质泥土基坑开挖深度≥500mm；常规土质地锚埋深≥1.8m；重载 / 流沙地锚≥2.2m			现场抽样开挖核查
架体结构搭设质量验收核查栏					
序号	验收项目	规范控制指标		实测检查结果	判定（合格√/不合格 ×）
18	立杆、水平杆布设间距	立杆 2.0m；纵向水平杆步距 1.2m；横向水平杆 2.0m；架体排间距 2.5m～3.0m			
19	架体排数、拉线层数匹配	按架体高度匹配：H≤10m≥2 排 1 层拉线；10m＜H≤15m≥3 排 2 层拉线；15m＜H≤20m≥4 排 3 层拉线；20m＜H≤25m≥5 排 4 层拉线；25m＜H≤30m≥6 排 5 层拉线			
20	立柱整体垂直度	垂直度偏差≤1/1000，总绝对偏差≤20mm			经纬仪实测
21	节点螺栓紧固质量	专业扭矩扳手抽检 10% 节点，设置防松措施；杆件顺直无扭曲，节点贴合无松动			
22	剪刀撑、斜撑构造	满布连续布设，与立杆、水平杆可靠刚性连接			
23	底部扫地杆设置	全部立柱底部四向连续拉结扫地杆，无缺失、断开			
24	临时拉线系统布设	单柱独立拉线体系；拉线对地夹角 30°～45°，同柱四面正交 90° 布设；顺线路增设侧向防风拉线			
25	架顶横梁、限位防护	横梁外包橡胶缓冲护层；两端设置羊角限位挡头，挂线滑车均匀居中排布			
26	架顶有效遮护宽度、跨距	架顶遮护宽度、架体跨距满足附录 C 计算理论值，两侧外延防护长度满足			

		设计要求		
27	立杆、水平杆布设间距	立杆 2.0m；纵向水平杆步距 1.2m；横向水平杆 2.0m；架体排间距 2.5m～3.0m		
安全距离、接地及现场防护验收核查栏				
序号	验收项目	规范控制依据	现场实测数值	判定（合格 √ / 不合格 ×）
28	与带电线路最小安全净距	计最大风偏后满足附录 A 表 A.3 限值要求		
29	与公路、铁路水平安全距离	跨普通公路立柱距路基边线≥2.5m；跨铁路距轨道中心≥3.0m		
30	架体接地系统	不少于 2 处独立接地装置；相邻立柱金属跨接连通形成整体接地网；接地电阻≤10Ω		接地摇表实测
31	现场警戒隔离、标识设施	架体四周设置硬质警戒围栏；公路通道前后 50m～200m 布设限高、警示标识；夜间配置红色警示信号灯		
32	带电跨越拉线绝缘防护	钢丝绳拉线全程包覆绝缘护套，无金属裸露段靠近带电导线		
33	高支架风振观测设施（H＞20m）	迎风侧布设风振观测点位，6 级大风停工管控措施编制到位		
34	与带电线路最小安全净距	计最大风偏后满足附录 A 表 A.3 限值要求		
综合验收结论栏				
35	本批次验收项目：全部合格□；存在不合格项共____项，已完成整改复查合格□。			
36	综合验收意见：			
参验各方签字确认栏				
37	施工搭设单位项目负责人：_____ 日期：____年____月____日			
38	监理单位专业监理工程师：_____ 日期：____年____月____日			
39	使用单位技术负责人：_____ 日期：____年____月____日			
40	使用单位专职安全负责人：_____ 日期：____年____月____日			
复查验收附加栏（大风 / 暴雨 / 停工复工专用）				
41	复查日期：年____月____日；复查工况：□大风过后 □汛期暴雨浸泡 □长期停工复工			
42	复查重点核查内容：架体倾斜变形、拉线松弛滑移、地锚上浮、基础沉降、连接螺栓松动、跨线安全距离偏移。			
43	复查综合判定：□合格，准予继续使用 □需加固整改后复检 □存在重大隐患，立即拆除			
44	复查人员签字：_____			

注：填表说明

1. 本表为铝合金跨越架标准化验收记录，所有项目应现场逐项核查，不得事后补填、代填；

2. 不合格项应下发书面整改通知单，整改闭环复检合格后方可销项签字；

3 .设计高度＞30m 专项设计跨越架，验收时应同步附专项受力验算报告作为本表附件归档。

D.0.5　玻璃纤维复合管式跨越架验收记录表

工程名称：　　编号：

单位工程名称			验收部位		
使用单位				项目经理	
施工依据		《跨越电力线路架线施工规程》DL/T 5106、《施工脚手架通用规范》GB 55023、《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130、《电力建设安全工作规程第 2 部分：电力线路》DL/T 5009.2、设计文件等	验收依据	《跨越电力线路架线施工规程》DL/T 5106、《施工脚手架通用规范》GB 55023、《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130、《结构用纤维增强复合材料拉挤型材》GB/T 31539、《玻璃纤维增强塑料顶管》GB/T 21492、《电力建设安全工作规程第 2 部分：电力线路》DL/T 5009.2、《木结构设计标准》GB 50005、设计文件等	
类别	序号	验收项目	检查方法	质量标准	检查记录	检查结果
玻璃纤维复合管绝缘式跨越架	1	跨越架搭设场地	外观检查	1.场地平整坚实，无积水，承载力满足要求； 2.软弱土已换填或铺垫钢板道木； 3.立柱距公路路基≥2.5m，距铁路轨边≥3m	场地平整坚实，无积水： 软弱土已换填或铺垫： 立柱距公路/铁路边缘距离：	
	2	跨越架原材料、构配件质量	外观检查、随机抽样、绝缘检测	1.GFRP 管：牌号≥M17 级；巴柯尔硬度≥50；体积电阻率≥$1\times10^{12}\Omega\cdot m$；表面无裂纹/分层/裸露纤维；外径偏差±0.24mm，壁厚偏差±0.5mm 2.扣件：有合格证及检测报告；直角扣件抗滑≥8.0kN；螺栓拧紧达 65N·m 无破坏 3.底托：受力面积≥10000mm²，承载力≥8kN	管材牌号及硬度符合要求： 管材外观无缺陷： 扣件合格证及抗滑性能满足要求： 底托承载力满足要求：	

	3	跨越架绝缘与接地	外观检查、仪器检测	1.接地装置≥2 处，接地电阻≤8Ω，接地棒埋深≥0.8m； 2.绝缘隔离层完好，电阻≥1×10¹²Ω； 3. 封网绝缘电阻≥500MΩ（单绳）/≥100MΩ（整体浸水）； 4. 牵网绳绝缘电阻≥700MΩ	接地电阻实测值： 接地棒埋深： 绝缘隔离层完好且电阻值符合要求： 封网绝缘电阻实测值： 牵网绳绝缘电阻实测值：	
	4	跨越架搭设尺寸	实测实量	1. 纵距≤1.5m，步距≤1.5m，横距≤2.75m； 2.搭设高度≤24m（超限须论证）； 3.高宽比≤3； 4.剪刀撑宽度≥4 跨且≥6m，倾角 45°～60°； 5.拉线直径≥8.7mm，水平间距≤6m，倾角 45°～60°，安全系数≥3	立杆纵距、步距、横距实测值： 搭设高度及高宽比： 剪刀撑设置符合要求： 拉线直径、间距及倾角符合要求：	
	5	跨越架搭设工艺及安全距离	外观检查、实测实量	1.搭设工艺：立杆设底座及扫地杆（距底≤200mm）；接头错开≥500mm；立杆埋深≥500mm 2.与带电体最小安全距离：10kV：水平≥2.5m，垂直≥2.0m；35～110kV：水平≥3.5m，垂直≥2.5m；220kV：水平≥4.5m，垂直≥3.0m；330kV：水平≥5.5m，垂直≥4.0m 3.封网：承力绳间距≤0.4m，伸出被保护线路外≥12m	扫地杆及接头设置符合要求： 立杆埋深： 对带电体水平、垂直距离实测： 封网承力绳间距及伸出长度：	

	6	跨越架安全防护措施	外观检查	1.围栏距架体≥3m，悬挂警示标志； 2.夜间设警示灯及反光标志； 3.专人值守，配备绝缘检测工具； 4.作业人员佩戴绝缘手套、绝缘靴，防护用品定期检验合格	围栏设置及警示标志悬挂： 夜间警示灯及反光标志设置： 专人值守及工具配备： 作业人员防护用品配备及检验情况：	
备注		1.搭设前、中、后均须进行绝缘检测，检测记录作为验收附件； 2.构配件须提供合格证及绝缘、力学性能检测报告； 3.带电跨越须办理带电作业工作票，作业人员持证上岗				
验收结论						
使用单位		项目安全员： 项目质检员： 项目总工： 年　月　日				
监理单位		总/监理工程师： 年　月　日				
带电作业负责人（带电跨越时）：					年　月　日	
被跨越线路运维单位：					年　月　日	

共 1 页第 1 页

附件 4

中国电力建设企业协会团体标准《电力建设施工跨越架技术及验收规范第 1 部分：架体式》编制说明

2026 年 11 月

目　　录

一、工作简况 4
（一）任务来源 4
（二）参编单位及分工 4
（三）制定背景 5
（四）编制过程 7
（五）主要起草人 10
二、标准编制原则、主要内容及确定依据 10
（一）编制原则 10
（二）标准主要内容 13
（三）标准主要内容确定依据 16
三、与现行法律法规和标准的协调性 17
四、标准的先进性或特色性 18
五、标准调研、研讨及征求意见情况，重大分歧意见的处理经过和依据 20
（一）标准调研、研讨情况 20
（二）标准征求意见情况 22
（三）重大分歧意见的处理经过和依据 23
六、技术指标设置的科学性和可行性，量化指标的确定依据 23
七、与国际、国家、行业、其他团体同类标准技术内容的对比情况，采标情况 ... 25
（一）与国际、国家、行业、其他团体同类标准技术内容的对比情况 25
（二）是否合规引用或采用国际国外标准 22
八、涉及专利的有关说明 26
九、专家审查会情况 27
十、标准名称变更理由及报批情况 27
十一、其他应当说明的事项 28

十二、贯彻中电建协标准要求以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期等建议 28

一、工作简况

（一）任务来源

本标准根据中国电力建设企业协会《关于印发2025年第一批中国电力建设企业协会团体标准制定计划的通知》（中电建协〔2025〕135号）安排立项，由中国电力建设企业协会标准化管理委员会负责管理。本标准旨在填补电力建设工程施工领域架体式跨越架技术及验收规范的空白，进一步规范架空输电线路工程施工跨越架的施工、技术及验收，保障跨越施工安全，解决电力建设施工架体式跨越架施工要求和技术标准不统一、拆除施工要求不明确、检查验收标准不清晰等问题，为电力建设工程施工领域架体式跨越架施工、拆除、检查、验收等活动提供统一的技术依据和验收规范。

（二）参编单位及分工

本规范由中国电力建设企业协会标准化管理委员会负责管理，国网山东电力公司东营供电公司、国网山东省电力公司、山东弘正工程监理有限公司、淄博瑞安输变电工程有限公司、中国核工业华兴建设有限公司、国网浙江省电力有限公司建设分公司、合肥工业大学、三峡大学、国网山东省电力公司枣庄供电公司、沈阳工程学院、山东格原电力工程有限公司、国网天津市电力公司、国网山东省电力公司建设公司、安徽送变电工程有限公司、云南送变

电工程有限公司、山东泉舜工程设计监理有限公司、内蒙古电力(集团)有限责任公司薛家湾供电分公司、贵州送变电有限责任公司、国网江苏省电力有限公司连云港供电分公司、国网湖北送变电工程有限公司共同编制完成。

国网山东省电力公司东营供电公司、国网山东省电力公司为主编单位，负责标准整体策划、大纲编制、核心章节起草及统稿工作；其他参编单位结合各自在毛竹、木质、钢管、金属格构、铝合金、玻璃纤维复合式等跨越架施工领域的实践经验，分别承担相应章节的资料收集、条款起草、验证校核等工作。

（三）制定背景

1.贯彻电力建设施工安全管控与技术监督的政策需要。按照《建设工程安全生产管理条例》《电力建设工程安全监督管理办法》要求，架空输电线路交叉跨越施工作业风险高，架体式跨越架作为核心临时防护设施，必须落实全过程安全管控，严格规范搭设、检查、验收及拆除各环节管理，保障被跨电力线路、铁路、公路、建（构）筑物以及作业人员安全。当前架体式跨越架材质类型持续丰富，在型式选用、构造控制、受力验算、验收判定等方面执行尺度不一，铝合金、玻璃纤维复合式等新型架体缺少统一技术准则，存在施工要求和技术标准不统一、拆除管控要求不明确、检查验收判定标准模糊等突出问题，安全管控

隐患突出，亟需通过标准化建设予以规范。本标准旨在填补电力建设工程施工领域架体式跨越架技术及验收规范的空白，编制过程统筹衔接现行法规与相关标准，结合输电线路典型跨越工程实践，明确各类架体式跨越架的技术参数、施工控制、验收判定与拆除管控要求，配套标准化验收表单，为架体式跨越架搭设、拆除、检查、验收等全流程活动提供统一技术依据，提升架体式跨越架管控的规范性与可操作性，为输电线路跨越施工安全管理提供有力技术支撑。

2.适应特高压、智能电网大规模建设的工程发展需求。随着电网建设规模持续扩张，特高压、智能电网工程加快落地，新建架空输电线路与既有电力线路、铁路、公路、建（构）筑物交叉跨越场景不断增多，架体式跨越架施工已成为架线作业中的关键高风险环节。架体式跨越架由传统竹木架逐步发展为钢管、金属格构、铝合金、玻璃纤维复合式等多类型并存格局，不同材质、不同结构架体的适用工况、受力特点、防护要点差异显著，对专项技术标准提出更高要求。部分工程存在重架线推进、轻跨越架验算与验收的倾向，新型材质架体式跨越架无标可依、管控随意性大，极易诱发垮塌、放电、坠物等安全隐患。本规范针对各类架体式跨越架差异化设置技术与验收规则，覆盖复杂交叉跨越工况，压实参建各方安全责任，着力规范架

空输电线路工程跨越架施工、技术及验收行为，保障电网工程跨越施工全过程安全可控。

3.完善输电线路架体式跨越施工标准体系的现实需要。国内现行相关标准中，DL/T5106、GB55023、JGJ130、JGJ/T231等规程分别从架线施工、通用脚手架、扣件式及盘扣式支架等角度作出规定，尚未形成一部专门系统覆盖全部架体式跨越架、贯通搭设-验收-拆除全流程并配套验收表式的专用技术规范。工程实践中长期存在架体式跨越架选型依据不足、构造尺寸控制不一致、受力计算方法不统一、验收项目与合格判定标准模糊，铝合金、玻璃纤维复合式等新型架体缺少标准支撑等痛点。相关单位结合行业安全管控痛点，联合建设、监理、施工及检测机构提出标准编制立项，制定《电力建设施工跨越架技术及验收规范 第 1 部分：架体式》。本标准将补齐架体式跨越架专项技术与验收标准短板，针对不同材料、结构型式建立分类管控要求，推动架体式跨越架安全管理由问题事后处置向全过程标准化预控转变，助力电力建设施工安全标准化水平整体提升。

（四）编制过程

2025年6月，中电建协标委会对本标准予以立项。2025年11月，国网山东省电力公司东营供电公司、国网山东省电力公司联合覆盖输变电、新能源等电力建设工程施工领

域的施工、技术、管理业内专业人士成立标准编制工作组，明确各单位分工。在中电建协标委会指导下，编制过程主要分为以下阶段:

前期调研与草案起草（2025年11月至12月）：工作组完成跨越施工实际调研，系统梳理 GB50005、GB55023、GB/T 5237、DL/T5106、DL/T875、DL/T5009.2、JGJ130、JGJ 254、JGJ164、JGJ/T231等现行标准，收集了涵盖特高压线路、常规架空线路、新能源送出工程等典型交叉跨越工程案例，以及毛竹木质、钢管、金属格构式、铝合金和玻璃纤维复合式五类跨越架的施工工法、验收记录与事故案例。确认按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》规范格式，确定“范围- 规范性引用文件-术语和定义-基本规定-毛竹、木质式跨越架-钢管式跨越架-金属格构式跨越架-铝合金式跨越架-玻璃纤维复合式跨越架”的核心大纲，明确2026年10月完成征求意见稿的工作目标。工作组于2025年12月末召开一次交流研讨会，围绕架体选型依据、一般规定、施工要求、技术要求、拆除施工、检查与验收等关键环节及技术管理难点展开深入研讨，结合现场实际需求，初步确定标准框架与核心章节内容。

草案编制与内部研讨（2026年1月至6月）：完成草案编制并组织专家研讨，广泛征求建设、监理、施工、装备

制造及安全检测单位意见，确保规范的科学性、可操作性与行业适用性。2026年6月，在云南昆明召开初稿讨论会，针对各类架体式跨越架适用高度、构造尺寸、拉线设置、接地要求等关键指标开展研讨，明确编制分工、进度计划及验证工作安排。会后参编单位按分工完善正文技术条款与附录计算内容。2026年6月底，标准草案通过初审，并根据反馈意见完成修订。

征求意见稿定稿会（2026年10月16日至10月19日）：在山东青岛召开征求会议，邀请参会单位（含建设单位、监理单位、质监机构、施工单位、跨越架装备及安全检测单位）对标准条款逐条审议，听取了编写组关于初稿讨论会意见修改情况的汇报，与会人员围绕毛竹木质式跨越架、钢管式跨越架、金属格构式跨越架、铝合金式跨越架、玻璃纤维复合式跨越架等五种跨越架篇章结构和具体内容提出新的修改补充建议。经修改完善和内部讨论，形成征求意见稿定稿。

征求意见（征求意见稿发布后）：向行业相关单位公开征求意见，编写组对反馈意见进行汇总、研究和处理，形成征求意见汇总处理表。

送审稿编写与审查（后续阶段）：根据征求意见情况，编写组对标准进行修改完善，形成送审稿，并组织召开送审稿审查会，邀请输电线路施工、跨越架装备及安全检测

等方面专家对标准送审稿、编制说明、征求意见处理情况进行审查。

（五）主要起草人

苗晓鹏、刘建法、尹东、邢惠民、燕伟广、苗庆雷、步玉柱、赵妍、沈奇罕、刘志强、李向东、王爽、尹晓伟、刘荀、马骏、刘华、张永春、钟文、王凤芹、商善泽、李盼、徐腾飞、董晓伟、徐希霁等（按参与度排序）。

二、标准编制原则、主要内容及确定依据

（一）编制原则

合规性原则。符合相关规定要求。本标准编制严格遵守《中国电力建设企业协会标准管理办法（试行）》，编写格式执行GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》。

问题导向原则。聚焦电力建设工程架体式跨越架搭设、使用及拆除环节存在的安全管控薄弱点，以现场工程实际风险需求为出发点，针对毛竹木质、钢管、金属格构、铝合金、玻璃纤维复合式五类跨越架，以及普通跨越、重要不停电跨越、复杂地形等不同工况条件下的安全风险特性，提出差异化技术管控要求与现场保障措施，强化跨越架选型、材料进场检验、搭设施工、过程检查、验收、拆除的全过程安全管控。坚持标准统一、程序规范，结合行业现场实践与国内同类工程先进技术管理经验，确保技术管控

方法科学可靠、现场可操作性强。

实践导向原则。全面覆盖架体式跨越架选型、材料进场检验、搭设作业、过程检查、验收、使用监护、拆除作业各关键环节，突出对特高压线路、高速铁路、高速公路、复杂山地沼泽、不停电重要跨越等特殊工况环境下架体施工的适应性要求，强化过程资料、验算文件、验收记录的可追溯性与判定准则的标准化。注重协同创新与行业协同，充分吸纳建设、施工、监理、质监、装备供应及线路运维多方意见，确保标准内容贴近电力建设跨越工程现场实际。坚持动态优化，结合行业装备技术发展与工程应用反馈，建立标准后续修订机制，提升标准的持续适用性与前瞻性。

可操作性原则。规定明确、流程清晰、方法具体，附录中提供安全距离表、钢丝绳安全系数表、主要受力计算方法、五类跨越架验收记录表式等，便于现场应用和对照执行，确保标准具有可操作性和现场指导性。

民主协同原则。充分发扬民主，广泛征求科研院所、建设单位、监理单位、施工单位等多方意见，协调各参编单位达成共识，确保标准内容全面、公正、权威。

前瞻性原则。贯彻电力建设安全发展与绿色施工理念，顺应架空输电线路跨越施工技术发展方向。坚持安全底线，突出架体式跨越架结构承载安全性与整体稳定性，强化高风险跨越工况、关键受力部位、搭设及拆除高危工序的管

控要求，兼顾玻璃纤维复合管绝缘架、轻量化铝合金架等低损耗、可周转新型跨越架材料与装备的推广应用，确保标准在防范跨越施工风险、提升电力建设工程施工安全管控水平中的基础性作用。

协调性原则。技术要求不低于现行国标、行标，与《中华人民共和国安全生产法》《建设工程安全生产管理条例》等法律法规，以及GB55023《施工脚手架通用规范》、GB50005《木结构设计标准》、GB/T5237《铝合金建筑型材》、DL/T5106《跨越电力线路架线施工规程》、DL/T5009.2《电力建设安全工作规程第2部分：电力线路》、DL/T875《架空输电线路施工机具基本技术要求》、JGJ130《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》、JGJ/T231《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程》、JGJ254《建筑施工竹脚手架安全技术规范》、JGJ164《建筑施工木脚手架安全技术规范》等标准衔接，避免条款冲突。

规范化原则。规范架体式跨越架选型、架体构造、受力验算、搭设、检查验收及拆除的技术要求，统一验收记录格式与资料存档要求，明确材料检验、现场作业安全控制措施，确保施工过程可追溯、记录可比对、资料可归档。强化标准文本的逻辑性与条文严谨性，提升标准在跨区域、跨工程应用中的通用性与执行力。明确各方责任边界，细

化建设、施工、监理、材料供应单位在跨越架安全管控中的职责分工与协作机制，确保标准落地实施。强化信息化手段应用，推动验收资料数字化留存，提升现场安全监管效能。

安全优先原则。以防范架体式跨越架倾覆、坍塌、触电、导线坠落、构件失稳等典型安全风险为主线，立足电力建设跨越施工高风险作业特点，对专项施工方案专家论证情形、材料进场质量管控、拉线地锚系统、接地装置设置、绝缘封顶防护、不停电跨越最小安全距离、高危工序作业管控等作出强制或严格规定，压实各环节安全管控底线，从技术层面防范重大人身、设备事故发生。

（二）标准主要内容

本规范共分为9章和4个附录，系统规定了电力建设施工架体式跨越架的材料、技术、施工、拆除及检查验收要求。核心内容包括:

第1章 范围。明确了本文件规定了架体式跨越架的材料要求、构造技术、搭设、拆除、检查与验收要求；适用于35kV及以上架空输电线路工程中跨越电力线路、铁路、公路、建（构）筑物场景下，毛竹木质、钢管（扣件式、承插型盘扣式）、金属格构式、铝合金、玻璃纤维复合式架体式跨越架的施工与验收工作。

第2章 规范性引用文件。列出了本标准引用的国家标

准、行业标准，明确条款适用的技术依据，主要包括GB50005《木结构设计标准》、GB55023《施工脚手架通用规范》、GB/T5237《铝合金建筑型材》、GB/T31539《结构用纤维增强复合材料拉挤型材》、JGJ130《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》、JGJ/T231《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程》、JGJ254《建筑施工竹脚手架安全技术规范》、JGJ164《建筑施工木脚手架安全技术规范》、DL/T875《架空输电线路施工机具基本技术要求》、DL/T5009.2《电力建设安全工作规程第2部分：电力线路》、DL/T5106《跨越电力线路架线施工规程》等。

第3章 术语和定义。界定了毛竹式跨越架、木质式跨越架、钢管式跨越架、金属格构式跨越架、铝合金式跨越架、玻璃纤维复合式跨越架等6项专用术语，统一行业表述。

第4章 基本规定。明确了架体式跨越架选型原则、现场勘察要求、材料进场管控、专项施工方案编制及专家论证情形、作业人员资格、地基基础要求、安全距离控制、防倾覆措施、验收总体要求、恶劣天气及复工复查要求，对架体全周期管理作出基础性规定。

第5章 毛竹、木质式跨越架。规定毛竹、木质跨越架的一般规定、材料技术要求、构造尺寸、拉线系统、计算要求，明确搭设顺序、搭设工艺、拆除作业、检查与验收的具体技术要求。

第6章 钢管跨越架。规定扣件式、承插型盘扣式钢管跨越架的一般规定，材料构配件质量控制，构造尺寸、拉线系统、架顶构造、各项计算要求；明确搭设顺序、搭设控制要点、接地安全措施，以及拆除施工、检查与验收要求。

第7章 金属格构式跨越架。规定金属格构式跨越架一般规定、材料与结构技术条件、拉线系统、柱顶及封网构造、专项计算内容；明确吊车/提升架两种组立方式的施工要求、安全防护要点，分段倒装、起重机整体拆除工艺以及进场、搭设完成后的检查验收要求。

第8章 铝合金跨越架。规定铝合金跨越架一般规定、型材及连接件性能指标，构造尺寸、拉线配置；明确选址定位、地基基础、架体搭设、顶部封顶、接地防护、现场标识、专项工况处置，以及拆除、检查与验收要求。

第9章 玻璃纤维复合式跨越架。规定玻璃纤维复合管绝缘跨越架适用场景、杆件及扣件技术指标、绝缘性能控制、构造尺寸、拉线地锚、带电安全距离；对勘察交底、地基处理、搭设监护、绝缘检测、拆除、原材料及过程验收作出专门要求。

附录A 跨越架与被跨物的安全距离。给出跨越架与普通铁路、高速铁路、公路、通信线、各电压等级带电电力线路之间的最小水平、垂直安全距离表，作为现场核查依

据。

附录B 跨越架钢丝绳安全系数。明确不同作业工况下钢丝绳安全系数取值，规范拉线、牵引、起吊各类钢丝绳选用。

附录C 架体式跨越架主要受力计算。给出架顶遮护宽度、跨距、高度、风偏、立杆稳定性、架体抗倾覆、地基承载力、拉线受力、格构式吊点及封网张力等全套计算公式与参数取值，为专项方案计算提供统一方法。

附录D 架体式跨越架验收表格。分别提供毛竹木质、钢管、金属格构、铝合金、玻璃纤维复合式五类跨越架对应的标准化验收记录表式，统一现场验收记录格式。

（三）标准主要内容确定依据

本标准参照技术类标准，主要内容按照GB/T1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。核心内容确定主要依据以下几方面：

法律法规：《中华人民共和国标准化法》《中华人民共和国安全生产法》《建设工程安全生产管理条例》《建设工程质量管理条例》《电力建设工程施工安全监督管理办法》《电力设施保护条例》等。

国家标准：GB55023《施工脚手架通用规范》、GB50005《木结构设计标准》、GB50007《建筑地基基础设计规范》、GB50009《建筑结构荷载规范》、GB/T5237《铝

合金建筑型材》、GB/T15831《钢管脚手架扣件》、GB/T31539《结构用纤维增强复合材料拉挤型材》、GB/T20118《钢丝绳通用技术条件》等。

行业标准：DL/T5106《跨越电力线路架线施工规程》、DL/T5009.2《电力建设安全工作规程第2部分：电力线路》、DL/T875《架空输电线路施工机具基本技术要求》、DL/T5301《架空输电线路无跨越架不停电跨越架线施工工艺导则》、JGJ130《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》、JGJ/T231《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程》、JGJ254《建筑施工竹脚手架安全技术规范》、JGJ164《建筑施工木脚手架安全技术规范》、JGJ80《建筑施工高处作业安全技术规范》等。

参考文件：架体式跨越架装备产品说明书与型式试验报告、电力建设典型跨越施工专项方案、危险性较大分部分项工程相关安全管控文件、相关企业标准、施工工法。

行业专家与企业反馈意见：结合不同电压等级、不同被跨物类型、不同地形条件下的工程实际需求，吸纳建设、施工、监理、材料供应、线路运维单位及行业专家意见优化完善标准内容，确保标准的科学性与可操作性。

三、与现行法律法规和标准的协调性

本标准严格遵守《中华人民共和国标准化法》《中华人民共和国安全生产法》《建设工程质量管理条例》《建

设工程安全生产管理条例》《电力设施保护条例》《电力建设工程施工安全监督管理办法》等法律法规，所有技术条款与现行国标、行标无冲突。

本标准与GB55023《施工脚手架通用规范》、DL/T5106《跨越电力线路架线施工规程》、DL/T5009.2《电力建设安全工作规程第2部分：电力线路》、DL/T875《架空输电线路施工机具基本技术要求》、DL/T5301《架空输电线路无跨越架不停电跨越架线施工工艺导则》、JGJ130《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》、JGJ/T231《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程》、JGJ254《建筑施工竹脚手架安全技术规范》、JGJ164《建筑施工木脚手架安全技术规范》等相关现行标准协调配套，是其原则要求在电力建设工程架体式跨越架施工与验收这一具体领域的细化和延伸，避免重复与矛盾，确保标准发布实施的可操作性。

执行本标准时，需同时遵守国家现行法律、法规及相关标准，形成协同管控体系。本标准在制定过程中充分对接新型电力系统建设需求，顺应能源基础设施高质量发展导向，强化本质安全理念，兼顾轻量化、绝缘化新型跨越装备的工程应用。

四、标准的先进性或特色性

1.研究编制完成国内首个架体式跨越架综合性专用技

术规范，填补行业标准空白。本文件针对电力建设工程架体式跨越架开展系统性编制，填补了电力建设领域架体式跨越架综合性专用标准的空白，解决了以往不同类型跨越架技术要求分散、施工工艺不统一、验收判定尺度不一致、各参建方责任边界不够清晰等行业突出问题。

2.在与现有国家、行业标准协调一致的基础上，结合电力建设跨越施工工程特点，对五类主流架体式跨越架技术要求分类明确。针对毛竹、木质、钢管（扣件式、承插型盘扣式）、金属格构、铝合金、玻璃纤维复合管式跨越架，分别明确材料性能、构造参数、搭设工艺、拆除作业、安全防护、验收判定等差异化技术条款，兼顾普通跨越、重要不停电跨越、山地、沼泽、跨铁路、跨高速公路等复杂工况，为电力建设工程架体式跨越架施工与验收提供标准化依据与现场实践指导。

3.本规范首次系统性整合架体全生命周期管控节点，固化 “型式选型-材料进场检验-施工搭设-过程管控-检查验收-拆除”全链条技术管理要求。强化关键工序过程核查管理，固化五类跨越架验收表式，推动跨越架安全管控模式由“经验驱动”转向“标准驱动”，提升施工全过程记录的客观性、完整性与可追溯性。

4.本规范明晰各参建单位责任界面，细化建设、施工、监理、材料供应、使用单位在跨越架安全管控中的职责分

工与协作机制，有效规避现场管控缺位、管理真空等问题，增强标准现场可操作性。通过统一安全距离、受力计算方法、标准化验收记录表式、施工工艺流程，提升电力建设跨越施工行业整体安全管控效能，实现现场验收资料可比对、可互认。

5.本标准的实施有助于厘清各参建单位工作界面，明确跨越架选型、搭设、验收、拆除各环节职责边界，减少“管控缺项”“检查漏项”问题；统一架体式跨越架施工及验收技术流程，可有效降低跨越架倾覆、坍塌、触电等安全风险发生概率；为工程建设管理、现场施工、监理及线路运维单位提供统一技术指南，保障电力建设跨越施工人身与设备安全，助力构建严谨高效、全程可追溯的输变电工程施工现场安全质量管理体系，为新型电力系统工程建设提供坚实技术支撑。

五、标准调研、研讨及征求意见情况，重大分歧意见的处理经过和依据

（一）标准调研、研讨情况

标准编写过程中，编写组进行了广泛的收资、调研和探讨。研究的几个主要问题及处理结论如下:

1.本标准的编制目的和适用对象。本标准旨在填补电力建设工程施工领域架体式跨越架技术及验收规范的空白，进一步规范35kV及以上架空输电线路工程架体式跨越架选

型、材料管控、搭设、使用监护、拆除及检查验收全流程技术管理，防范倾覆、坍塌、触电等典型安全风险，保障跨越施工作业人身、电网及设备安全；着力解决当前电力建设施工架体式跨越架施工要求和技术标准不统一、拆除施工要求不明确、检查验收标准不清晰等突出问题，为电力建设工程架体式跨越架勘察选型、搭设、使用、拆除、检查验收等全过程活动提供统一的技术依据和验收规范。本标准适用于各类新建、改建、扩建 35 kV 及以上架空输电线路工程的架体式跨越架施工及验收工作，涵盖毛竹、木质、钢管（扣件式、承插型盘扣式）、金属格构、铝合金、玻璃纤维复合管式跨越架，用于跨越电力线路、铁路、公路、建（构）筑物等各类跨越场景。

2.标准的编写规则。本标准按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草，对架体式跨越架全生命周期安全管控作出原则性要求，按照规范类标准编写要素，重点明确基本规定、各类跨越架材料、技术、施工、拆除、检查验收要求，配套设置安全距离、钢丝绳安全系数、受力计算、验收记录等附录。

3.充分体现电力建设跨越施工行业特点。针对毛竹、木质、钢管、金属格构、铝合金、玻璃纤维复合管式五类不同材质、不同结构形式跨越架，分别在第 5～9 章分类

明确材料性能、构造尺寸、搭设工艺、拉线地锚、接地防护、封顶防护、拆除作业、检查验收的技术要求；兼顾普通跨越、重要不停电跨越、跨高速铁路、高速公路、山地沼泽等复杂工况，确保各类场景核心技术要求齐全完备。

4.术语和定义设置。本标准界定了“木质式跨越架”“毛竹式跨越架”“钢管式跨越架”“金属格构式跨越架”“铝合金式跨越架”“玻璃纤维复合式跨越架”共6项专用术语，统一行业表述，保证标准概念的准确性和一致性，避免现场理解偏差。

5.责任主体与协作机制。本标准明确了建设单位、施工单位、监理单位、材料供应单位、被跨越设施运维单位等责任主体的职责分工与协作机制，落实“谁主管、谁负责，谁实施、谁担责”的安全责任制；对现场勘察、方案编审批、专家论证、材料进场核查、过程检查、竣工验收、复查复核等环节资料提出归档要求，实现职责可追溯、过程可核查、整改可闭环。

（二）标准征求意见情况

本标准征求意见稿形成后，向行业相关单位公开征求意见。期间，本标准共征求到若干条意见，意见覆盖施工流程图、技术要求、检查与验收项目、拆除施工、插入表格等相关内容。经编写组内充分讨论研究，对意见进行了采纳、部分采纳和不采纳的区分处理，并对修改情况给出

了必要的解释说明。

（三）重大分歧意见的处理经过和依据

本标准编制过程中，各参编单位及专家无实质性分歧，各方在适用范围、技术指标、施工管控及验收流程等核心条款上达成高度共识，一致认可本标准对提升电力建设跨越施工安全管控水平的重要意义。对于玻璃纤维复合式跨越架绝缘指标、不停电跨越安全距离等高风险关键内容开展充分研讨，综合研判后明确：本标准聚焦地面搭设的架体式跨越架，相关要求不适用于悬索式、移动式等其他类型跨越架。针对附录 A 安全距离表、附录 C 受力计算、附录 D 验收记录表式的讨论（部分单位提出应进一步统一不同型式跨越架验收条目、简化表单内容，兼顾现场实操），通过调研典型跨越工程、复核多组工况计算案例，充分兼顾安全冗余与现场易用性，最终形成统一意见。标准文稿经多轮专家评审、行业研讨与工程案例校核，确保各项技术要求科学严谨、安全可控、现场可操作性强。

六、技术指标设置的科学性和可行性，量化指标的确定依据

本标准的技术指标设置基于现行国家标准、行业标准和工程实践经验，具备科学性与工程可行性。

1.各类跨越架技术要求的确定依据。本标准规定的毛竹木质、钢管（扣件式、承插型盘扣式）、金属格构、铝

合金、玻璃纤维复合式跨越架材料性能、构造要求、搭设拆除工艺、防护措施等技术条款，均吸纳现行国标、电力及建筑脚手架行业标准中的成熟技术规定，关键控制参数从严选取，与上位标准保持协调，保障施工安全与技术判定的一致性。

2.管控项目与参数的确定依据。管控项目和参数依据国家、行业现行相关标准、工程设计文件以及专项施工方案要求确定，覆盖构配件进场查验、搭设过程管控、中间检查、竣工验收、使用监护、拆除作业等全生命周期。针对普通跨越、跨铁路、跨高速公路、不停电带电跨越等高风险场景差异化设置控制要求，重点针对架体稳定、绝缘防护、拉线地锚、接地系统等关键风险点明确管控指标。

3.检查抽检比例、核查频次的确定依据。构配件进场质量核查，依据产品标准、供货技术协议及现行规范确定核查项目、抽检比例与验收准则；搭设过程、验收阶段的现场检查，结合危大工程管控要求、专项方案及相关标准确定检查部位、核查内容；当发生方案变更、架体参数调整、场地条件变化等情形时，对检查计划动态调整，调整后不得低于原有安全控制要求。

4.检测与验收器具的技术指标确定依据。验收、检测所用扭力扳手、绝缘电阻测试仪、摇表、经纬仪、拉力检测仪等器具的精度、量程应符合对应标准规定，按周期开

展检定或校准，必要时实施期间核查；配套标准试块、比对基准、测量标尺等应保持有效，保障验收测量、绝缘测试、节点检测结果准确可靠。

5.验收记录与表单的确定依据。本标准对架体检查验收原始记录、验收结论内容作出明确规定，统一验收核查要素；附录D针对五类跨越架分别设置标准化验收记录表式，同步配套附录A安全距离表、附录B钢丝绳安全系数、附录C受力计算方法，全过程资料经参建各方签字确认后归档，实现架体从选型到拆除的全流程可追溯。

七、与国际、国家、行业、其他团体同类标准技术内容的对比情况，采标情况

（一）与国际、国家、行业、其他团体同类标准技术内容的对比情况

现行标准名称：电力建设施工跨越架技术及验收规范（架体式）。适用范围：本标准适用于35kV及以上架空输电线路工程架体式跨越架的选型、材料进场、搭设、使用监护、拆除、检查验收等技术管理活动，覆盖跨越架从筹备搭设到拆除销项全生命周期。

目前国内缺少专门针对架体式跨越架的综合性统一技术及验收标准，导致电力建设跨越施工过程中，建设、监理、施工、装备供应、运维单位所依据的规范条文分散、不成体系，各类跨越架技术管控、验收判定要求不统一。

相较现有相关标准，本规范新增多类型跨越架差异化

管控、复杂工况（不停电跨越、跨高铁、山地沼泽）专项控制要求，强化玻璃纤维复合式、铝合金式等新型装备的材料、绝缘、接地专项管控，提升跨越施工安全管控的系统性与可追溯性。明晰各参建主体职责边界，规范多方协同管控机制，填补现有标准在多型式架体统一管控、全流程闭环验收方面的空白，为电力建设跨越施工安全监管提供统一技术依据。

与其他标准相比，本规范首次系统性整合五类主流架体式跨越架全生命周期管控节点，配套完整受力计算体系与分类验收表单，强化危大工程专家论证、过程核查与资料闭环管理，提升标准针对性与工程适配性；完善差异化构造、绝缘、接地、拆除管控要求，适配新型跨越装备推广应用；厘清各方责任界面，有效规避管控缺位、标准尺度不一等问题，增强现场可操作性。同时，本规范注重技术指标的严谨性与安全冗余，实现全过程留痕、整改闭环、责任可追溯。本标准聚焦 “架体式跨越架施工与验收”，补充玻璃纤维复合式、承插盘扣式等专项技术条件与特殊工况管控要求，填补同类标准空白。

（二）是否合规引用或采用国际国外标准

本标准未引用或采用国际、国外标准，无采标情况。

八、涉及专利的有关说明

本标准编制过程中，未识别出涉及专利的内容。本标

准不涉及任何专利技术，所有检测方法、技术指标均来自现行公开标准及行业实践经验，无专利处置相关问题。

九、专家审查会情况

中国电力建设企业协会组织召开了两次线下专家《电力建设施工跨越架技术及验收规范第1部分：架体式》审查会，征求意见审查会，邀请建设单位、监理单位、质监机构、施工单位、跨越架装备及安全检测单位等方面专家从一般规定、施工要求、技术要求、检查验收、拆除施工等五个方面对标准征求意见稿、编制说明、征求意见处理情况进行详细审查。与会专家一致同意通过审查，要求编写组按照具体审查意见进行修改完善，完成报批工作。

十、标准名称变更理由及报批情况

在标准编制过程中，结合征求意见稿定稿会研讨意见以及工程现场实际需求，部分参编单位提出按按材质修改架体式跨越标准的建议。原立项名称为《电力建设施工跨越架技术及验收规范第1部分：架体式》，编制组经研究论证认为，各类跨越架在结构体系、受力特点、施工工艺、安全管控及验收要求上差异明显，适宜按材质分篇章编制；本标准专门针对地面搭设、以架体作为主要承力结构的架体式跨越架，仅在原有立项框架下增设分部分编号，主标准名称未做改动。

本标准名称为《电力建设施工跨越架技术及验收规范

第1部分：架体式》，立项的名称与现标准名称保持一致，未经过变更。

十一、其他应当说明的事项

1.本标准为2025年第一批中国电力建设企业协会团体标准制定计划项目（计划编号：中电建协〔2025〕135号），计划编号T/CEPCA2025048。编制过程严格遵循《中国电力建设企业协会团体标准管理办法》，确保标准的科学性、公正性和实用性。

2.本标准为新增团体标准，不涉及代替或废止现行国家标准、行业标准及其他团体标准的情况，与现有标准形成互补。建议在实施过程中积累应用经验，待技术成熟后纳入行业标准体系。

十二、贯彻中电建协标准要求以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期等建议

《电力建设施工跨越架技术及验收规范 第1部分：架体式》具有创新性和引领性，为电力建设工程施工领域架体式跨越架施工、拆除、检查、验收等活动提供统一的技术依据和验收规范。。

宣贯培训：建议由中国电力建设企业协会组织全国性宣贯会，重点讲解“毛竹、木质式跨越架”“钢管式跨越架”“金属格构式跨越架”“铝合金式跨越架”“玻璃纤维复合式跨越架”等施工、技术、拆除、检查与验收内容，

并编制配套培训资料，提升行业检测从业人员的标准执行能力。

实施要求：本标准为推荐性团体标准，不设立强制性条文，鼓励行业单位自愿采用；建议电网公司及发电集团将本标准纳入工程招标技术要求，推动标准落地。同时，各电力建设单位应结合项目实际，制定实施细则，强化全过程质量管控。建议建设、设计、施工、监理及安全检测机构协同执行本标准，提升电力建设施工跨越架的工艺技术标准与安全可靠性。

过渡期和实施日期建议：建议自标准发布之日起实施，设置合理的过渡期，便于各相关单位完成标准学习和实施细则编制工作。建议由中电建协组织进行广泛宣贯，并在成员单位中尽快实施，及时总结实施过程中的反馈意见，将其升级为行业标准或国家标准。

附件 5

团　　体　　标　　准

T/CEPCA XXX—XXXX

电力建设施工跨越架技术及验收规范 第 2 部分：悬索式

Technical and acceptance Specifications for Electric Power Construction Crossing Scaffolds - Part 2: Suspension type

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布　　XXXX-XX-XX 实施

中国电力建设企业协会 发布

目　次

引　言 III
前　言 1
1　范围 2
2　规范性引用文件 2
3　术语和定义 2
4　基本规定 3
5　悬索式跨越架选型及技术要求 3
6　安装与架设 5
7　检查与验收 7
附录 A 封网装置选择计算 9
附录 B 封网承载系统受力计算 14
附录 C 承力装置受力及拉线系统计算 18
附录 D 封网装置各种状态下与被跨越物安全距离计算 24
附录 E 验收表格 27

引　言

为规范架空输电线路工程施工悬索式跨越架的施工、技术及验收，保障跨越施工安全，特制定本标准。本标准适用于跨越电力线路、铁路、公路、通航河流及重要建（构）筑物等被跨越物进行遮护等场景，涵盖横梁式、悬吊式、锚体式、立柱式、架体式等多种支承装置连接悬索式封网装置形成跨越架的技术要求、验收标准，为架空输电线路工程跨越施工提供技术依据与验收规范。

前　言

本文件依据 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求，按照相关规定起草。

《电力建设施工跨越架技术及验收规范》分为 3 个部分：

——第 1 部分：架体式；

——第 2 部分：悬索式；

——第 3 部分：移动式。

本文件为《电力建设施工跨越架技术及验收规范》的第 1 部分。

本文件由中国电力建设企业协会提出并解释；

本文件由中国电力建设企业协会归口；

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力建设企业协会。

电力建设施工跨越架技术及验收规范

第 2 部分：悬索式

1 范围

本文件规定了架空输电线路施工用悬索式跨越架基本规定、选型及技术要求、安装与架设、检查与验收等内容。

本文件适用于悬索式跨越架施工。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 26859　电力安全工作规程 电力线路部分

GB 50017　钢结构设计标准

GB 50205　钢结构工程施工质量验收标准

DL/T 319　输电线路施工用抱杆通用技术条件

DL/T 875　架空输电线路施工机具基本技术要求

DL/T 2537　架空输电线路施工用纤维绳索

DL/T 2964　架空输电线路施工用悬索式跨越架

DL 5009.2　电力建设安全工作规程 第 2 部分：电力线路

DL/T 5106　跨越电力线路架线施工规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 跨越架 *crossing structure*

在输电线路架线施工中，为遮护被跨越物而在被跨越物两侧及上方搭设的临时设施。

（引用于 DL/T 2964 3.1 节）

3.2 悬索式跨越架 *suspension type crossing structure*

由承载索与封网装置组成的柔性防护体系，并通过支承装置将承载索及封网装置架设于被跨越物上方，承受事故状态冲击载荷的跨越架。

（引用于 DL/T 2964 3.2 节，有修改）

3.3 支承装置 *supporting device*

在悬索式跨越架中，用于支承、固定承载索的横梁、悬索滑车、立柱、锚体及配套拉线、悬吊绳等装置的总称。

3.4 承载索 *carrying rope*

连接于支承装置之间，承受封网装置自重荷载及事故状态下重力、冲击荷载的绳索。

3.5 封网装置 *protective net device*

设置于承载索之间，用于遮护被跨越物并承受事故荷载的绳网、撑杆、网端钢丝绳、连接挂环、牵（锚）网绳及其支承滑车的总称。

（引用于 DL/T 2964，有修改）

3.6 空载状态 *no-load state*

支承装置和承载索安装完毕、封网装置尚未安装时，承载索的初始受力状态。

3.7 安全放线状态 *safe stringing state*

封网装置安装完毕，正常展放导线、地线及各级绳索时，承载索的受力状态。

3.8 事故静载状态 *static accident state*

导线或牵引绳等落网后，经振荡达到静力平衡时，承载索的受力状态。

3.9 事故动载状态 *dynamic accident state*

导线或牵引绳等落网瞬间，承载索承受冲击载荷的受力状态。

3.10 冲击载荷 *impact load*

跨越架在事故工况下所承受的放线系统部件跌落产生的载荷。（引用于 DL/T 2964 3.18 节）

4 基本规定

4.1 悬索式跨越架施工前应开展现场踏勘，编制专项施工方案。不停电跨越 66kV 及以上电压等级电力线路或高速铁路、高速公路等重要跨越物时，专项施工方案应经专家论证。

4.2 跨越架所用索具、连接件、锚固构件等工器具进场时应进行外观检查，按规范要求开展力学试验和绝缘检测，合格后方可投入使用。

4.3 采用悬索式跨越架施工的跨越档距不宜超过 500m。

4.4 支承装置、封网装置的选型满足相关规范和计算要求。

4.5 支承装置安装、悬索架设及拆除应按施工流程进行，使用期间需进行监测。

4.6 悬索式跨越架搭设完成后经验收合格方可投入使用。

4.7 “遇 5 级以上大风、相对湿度大于 85%及其他恶劣天气时，应停止跨越架安装、架设及拆除作业。

5 悬索式跨越架选型及技术要求

5.1 支承装置选型与技术要求

5.1.1 支承装置选型

5.1.1.1 悬索式跨越架的支承装置可采用下列型式，主要有：

a) 横梁式：采用临时通长横梁或临时分段横梁（抱杆）支承承载索，铁塔横担经风偏验算可兼作临时横梁；

b) 悬吊式：采用悬索滑车及悬吊绳支承承载索，悬索滑车悬挂于线路铁塔的施工孔或挂点；

c) 锚体式：承载索经受力及高度验算后，直接锚固于地面的临时锚体；

d) 立柱式：采用临时立柱（如钢结构柱或门型架）及拉线锚固的结构；

e) 架体式：采用钢管等格构架体及拉线锚固，选型可参考第 1 部分：架体式 第 3 章。

5.1.1.2 按承载索两端的支承位置，悬索式跨越架可分为塔对塔、塔对架、塔对地、架对架、架对地、地对地等布置型式。

5.1.1.3 同一跨越档内，可根据两侧地形、塔型条件采用不同支承型式组合；各支承构件受力应按整个跨越系统统一验算。

5.1.2 支承装置技术要求

5.1.2.1 **横梁式支承装置**临时横梁宜采用钢结构，规格应满足事故状态强度计算要求，材质及计算参数应符合 GB 50017 的规定；采用抱杆时，其技术条件应符合 DL/T 319 技术要求的规定。

5.1.2.2 钢结构横梁抗弯强度系数不应小于 2.5。

5.1.2.3 临时横梁截面边长不宜小于 500mm；横梁长度应满足边相导线风偏遮护宽度求。

5.1.2.4 悬吊式支承装置在不同跨越参数下，悬吊钢丝绳的选型可参考 DL/T 2964 附录 F.2。

5.1.2.5 锚体式支承装置地锚选用及验算应符合附录 C 的规定。

5.1.2.6 当支承装置采用立柱式时，临时立柱最大高度不宜超过 35m，其选型推荐值可参考 DL/T 2964 附录 F.3。

5.1.2.7 架体式技术要求参考可参考第 1 部分：架体式 6.2 相关章节。

5.2 悬索式封网装置选型与技术要求

5.2.1 悬索式封网装置选型

5.2.1.1 悬索式跨越架应按空载状态、安全放线状态、事故静载状态、事故动载状态四种状态进行计算或验算。

5.2.1.2 封网装置宽度、长度及绳索、绝缘杆规格，牵网绳、锚网绳、网端绝缘钢丝绳及绝缘撑杆规格应按附录 A 计算确定。

5.2.1.3 封网型式可分为全封网与局部封网两种方式，施工控制数据应按附录 B（全封网）或附录 C（局部封网）计算确定。

5.2.1.4 承载索用支承滑车宜采用尼龙滑车，承载索之间宜采用抗弯连接器连接。

5.2.2 悬索式封网装置技术要求

5.2.2.1 承载索应采用高强度、低延伸率、低吸水率并满足绝缘性能要求的纤维绳。

5.2.2.2 承载索应有抗拉强度试验报告，强度数据作为施工计算的依据。

5.2.2.3 初次使用的承载索，安装前应进行预张拉；预张拉张力应控制在其破断拉力的 15%～20%，持续时间不应小于 120min。

5.2.2.4 承载索地锚系统宜采用钢板式地锚或船型地锚，地锚埋设安全系数不小于 2.5，夹角不宜大于 45°。

5.2.2.5 封网装置承受集中荷载时需满足线、绳坠落冲击，结构参数应符合表 5-2-1 的规定：

表 5-2-1 封网装置结构参数

封网装置型式	结构参数

绝缘绳杆式	封网绳之间及封网绳与撑杆的间距为 2m～3m，绳杆分布比例，建议间距 2m 时 3:1，间距 3m 时 2:1
绝缘网杆式	网孔边长约 1m，撑杆间距为 6m～8m
绝缘杆式	撑杆间距不应大于 5m
各种组合型式	单根绝缘撑杆长度不宜大于 8m

5.2.2.6 封网装置应设置中间撑和端撑；端撑宜由两根中间撑或一个桁架构件组成。

5.2.2.7 承载索通过滑车处应采取防磨损措施，宜采用尼龙滑车；跨越系统宜采取防振措施。多雨潮湿季节，承载索与横梁、横担连接处应采取接地分流措施。

5.2.2.8 “带电跨越或者平行接近带电线路”跨越档两端“放线滑车”需接地，承载索靠近支承滑车处应缠绕软铜线可靠接地。

6 安装与架设

6.1 支承装置安装

6.1.1 支承装置安装应按专项施工方案确定的程序进行，安装位置及高度应经计算确定。

6.1.2 横梁式支承装置的安装应符合下列规定：

a) 横梁宜安装于靠近导线放线滑车的下方适合位置；

b) 吊装过程中应控制横梁姿态，并监视其与带电体、铁塔构件的距离；

c) 分段式横梁的连接螺栓应齐全、紧固，不得以小代大。

6.1.3 悬吊式支承装置的安装应符合下列规定：

a) 悬索滑车应悬挂于新建线路铁塔的施工孔或构件节点，安装应牢固可靠；

b) 悬吊绳应通过调节工具保持受力均衡，悬吊绳规格及调节工具的配置应按附录 C 的计算确定。

6.1.4 锚体式支承装置的安装应符合下列规定：

a) 地锚的规格及埋深应经计算确定，并应符合附录 C 的有关规定；位于山坡上的地锚，其实际埋深应按附录 C 的规定加深；

b) 地锚坑马道开挖应顺受力方向，地锚埋设后应分层回填夯实，并采取防止雨水浸泡的措施；

c) 承载索锚固端应串接调节工具并增设二道保护。

6.1.5 立柱式支承装置的安装应符合下列规定：

a) 立柱底部应设置牢固底座，并采取防沉、防滑移措施；

b) 立柱拉线应按附录 C 的计算确定，并分层、对称收紧；

c) 立柱组立完成后应校正垂直度。

6.1.6 架体式支承装置的安装应符合下列规定：

a) 架体分段组装的连接螺栓应齐全、紧固，架体组立应符合《架空输电线路施工跨越架技术及验收规范　第 1 部分：架体式》的有关规定；

b) 架体拉线应分层、对称收紧，其规格参考架体式的计算确定；

c) 架体顶部承载索支承滑车应安装牢固、转动灵活；

d) 架体应采取接地分流措施。

6.2 封网装置架设

6.2.1 初级引绳宜采用飞行器进行展放，并逐级牵引过渡承载绳索。

6.2.2 承载索展放应符合下列要求：

a) 利用循环绳以一牵一方式带张力展放承载索，展放过程中应与被跨越物保持安全距离；

b) 承载索端部穿过承载滑车后与地面非绝缘段连接，经调节工具收紧至设定的安装弧垂；

c) 单侧地面锚固点应串接弧垂调整专用工具，并增设二道保护；承载索悬挂应采取二道保护措施；

d) 承载索绝缘段端头通过滑车进入跨越档前，应清除表面污物；

e) 承载索应保持表面洁净，并采取防磨措施。

6.2.3 封网装置安装应符合下列要求：

a) 封网装置应在地面组装，组装时地面应铺设防护布；滑车、挂环不应加润滑剂，挂环应有防松脱措施；

b) 起重滑车提升到位后，高空作业人员应将滑车、挂环逐个悬挂于承载索上；

c) 前后牵网绳应同步牵放，将封网装置牵引至预定位置后锚固；

d) 封网装置安装后不应出现中部收窄缺陷；

e) 封顶网安装完成后，应复测封顶网最低点距被跨越物距离并调整至设定状态。

6.2.4 不停电跨越 66kV 及以上电压等级输电线路及高铁、高速公路、航道等重要跨越物时，宜采用牵引管连接放线。

6.2.5 导地线张力架线施工应符合 DL/T 5106 规定。牵引板通过跨越档两侧铁塔和封网装置时，应加强监视，牵引速度不宜大于 0.25m/s。

6.2.6 放线过程中，跨越档内的跨越位置处及跨越档两端铁塔应设专人监护。

6.2.7 张力放线非牵引状态时，应锚固导引绳、牵引绳及导线、地线，锚固后的绳、线与封网装置顶部的距离不应小于 2m。

6.2.8 跨越档两端架线及附件安装应设置二道防护。

6.2.9 带电跨越的接地应符合下列规定：

a) 作业人员应使用个人保安接地线；

b) 跨越档放线滑车应可靠接地；

c) 地线附件安装前，应先采取接地措施。

6.3 拆除

6.3.1 悬索式跨越装置应按安装的逆顺序拆除，拆除顺序为：封网装置→承载索→支承装置。循环绳、一级导引绳可利用已架设的导线或飞行器拆除。拆除作业应由专人统一指挥，跨越档两端铁塔及跨越位置应设专人监护，并保持通信畅通。

6.3.2 封网装置拆除应符合下列规定：

a) 拆除前应对跨越系统进行检查，确认拆除条件；

b) 拆除过程中，高处作业人员及工器具与带电体的距离、作业人员的安全防护应符合 GB 26859 的有关规定；

c) 拆除的绳、网应及时回收，回收过程中应避免与水、火（热）源、泥土、砂石及锐器等接触。

6.3.3 承载索拆除应符合下列规定：

a) 承载索应在封网装置拆除完毕后拆除，承载索宜利用循环绳带张力缓慢收回，拆除过程中应控制

张力，防止承载索摆动、弹跳，并与被跨越物保持好安全距离；

b) 拆除过程中应防止承载索跳槽、与树枝勾扯损伤，滑车处应设专人监护；

c) 承载索绝缘段拆除后应检查、清洁并按要求存放，及时分类回收，不得受潮、污损。

6.3.4 支承装置应在承载索拆除完毕后按专项施工方案确定的顺序拆除，各型式支承装置的拆除应符合下列规定：

a) 横梁式支承装置：拆除过程中应监视横梁水平度，防止因偏载产生扭转或坠落；吊放过程中应控制横梁姿态，防止碰撞铁塔构件，拆下的构件应采用吊绳传递至地面，不得抛掷；

b) 悬吊式支承装置：应利用悬吊绳的调节工具将悬索滑车及悬吊绳逐个缓慢下放拆除，拆除过程中应防止滑车摆动、碰撞铁塔构件；

c) 锚体式支承装置：地锚应在承载索及其他需要借力地锚的导引绳解除锚固并确认不受力后拆除；

d) 立柱式支承装置：立柱式一般由由吊车或者抱杆拆除；拆除过程中应控制立柱姿态，防止倾倒、碰撞铁塔构件，拆下的构件应采用吊绳传递至地面，不应抛掷；

e) 架体式支承装置：应自上而下拆除架体，拆除过程中应始终保持剩余部分架体稳定，必要时设置临时拉线支撑，拆下的构件应采用吊绳传递至地面，不应抛掷；

f) 拉线、地锚应在主体结构拆除并可靠固定后方可拆除，不得在受力状态下拆除。

6.3.5 跨越装置拆除完毕后，应及时清理现场，恢复地貌，并对跨越点进行最终检查，检查记录应留存归档。

7 检查与验收

7.1 检查

7.1.1 检查应包括计算文件检查、材料及工器具检验、安装过程检查、净距复测及使用期间动态检查等内容。

7.1.2 封网装置选择计算、承力装置受力及拉线系统计算、封网承载系统受力计算、安全距离计算等文件应齐全，现场设置符合专项施工方案要求。

7.1.3 承载索、封网装置材料应有产品合格证、技术性能参数及拉力试验报告，且在有效期内；承载索破坏性拉伸试验记录应齐全，试验数据应与施工计算采用的数值一致。

7.1.4 地锚等临时锚体不应有明显变形、裂纹等影响强度的缺陷；起重滑车的吊钩或吊环变形、轮缘破损、轴承变形、轴瓦磨损及滑车转动不灵者，不应使用。

7.1.5 支承装置安装过程应按 5.1、6.1 的规定进行检查，各型式支承装置的检查应符合下列规定：

a) 横梁式：横梁规格及截面尺寸、安装位置与高度、连接螺栓紧固状态；

b) 悬吊式：悬索滑车悬挂于施工孔或挂点的可靠性、悬吊绳受力均衡状态及防坠落措施；

c) 锚体式：地锚规格及埋深、承载索锚固端调节工具及二道保护设置；

d) 立柱式：立柱垂直度、底座稳固性及拉线分层对称收紧状态；

e) 架体式：架体拉线设置、架体顶部支承滑车状态及接地分流措施。

7.1.6 承载索、封网装置安装过程应按 6.2 的规定进行检查，检查内容应符合下列规定：

a) 承载索：预张拉实施情况、安装弧垂、锚固及二道保护、接地与防磨措施，并应与专项施工方案一致；

b) 封网装置：地面组装防护、挂环防松脱措施、悬挂于承载索的顺序、封顶网最低点距被跨越物距离。

7.1.7 使用期间现场检查

a) 放线过程中应对封网装置与被跨越物的净距进行动态观测并记录，必要时调整承载索张力。

b) 每日复工前以及雷电、雨、雪、大风等恶劣天气过后，应对跨越设施进行检查，重点检查拉线、锚固位置、受力部位，封网装置与被跨越物的安全距离，确认合格后方可继续使用。

7.2 验收

7.2.1 悬索式跨越架验收分为安装完成后验收和拆除后验收两个阶段，安装完成经验收合格后方可投入使用。

7.2.2 支承装置验收应符合下列规定：

a) 支承装置连接件齐全完好；

b) 横梁、立柱、悬吊绳、拉线及地锚的规格与布置符合专项施工方案及计算文件。

c) 各型式支承装置验收尚应符合下列规定：

1) 横梁式：横梁规格及安装位置符合专项施工方案，长度满足封网宽度要求，横梁弯曲不大于杆长的 1/600，构件无磕瘪变形、严重腐蚀、裂纹或脱焊等缺陷，连接螺栓齐全紧固；

2) 悬吊式：悬索滑车及悬吊绳规格符合计算文件，悬挂点牢固可靠，悬吊绳受力均衡；

3) 锚体式：地锚规格、埋深及回填符合要求，承载索锚固端调节工具及二道保护齐全；

4) 立柱式：立柱垂直度符合要求，底座稳固，拉线按计算文件设置并收紧锚固可靠；

5) 架体式：架体组装牢固、垂直度符合要求，拉线设置符合计算文件，接地分流措施完好。

7.2.3 承载索验收应符合下列规定：

a) 承载索规格、长度及预张拉记录符合设计、施工要求；

b) 安装弧垂符合施工设计要求，锚固可靠，二道保护措施齐全；

c) 接地措施、防磨措施及绝缘测试结果符合要求。

7.2.4 封网装置验收应符合下列规定：

a) 封网装置型式、宽度、长度及撑杆设置符合设计要求，无中部收窄；

b) 封网装置与被跨越物的净距经复测符合附录 D 的规定；

c) 绝缘绳网、绝缘撑杆外观完好，无磨损、断股、污秽及受潮。

7.2.5 拆除后验收应按专项施工方案进行，并应确认跨越装置全部拆除、现场清理完毕、地貌恢复。

7.3 **验收记录**宜按附录 E **执行。**

附录 A 封网装置选择计算

（规范性）

A.1 封网宽度

A.1.1 针对单相（或单极）导线的封网宽度 B 应按式（A-1）计算：

$$B \geqslant Z_{X1} + Z_{X2} + b \tag{A-1}$$

式中：

B——封网宽度，m；

Z_{X1}、Z_{X2}——新建线路导线（及各级钢导引绳）、地线在安装（架线）气象条件下于跨越点处的风偏距离，m；

b——封网装置所遮护的同相（极）导、地线间在横线路方向的最大水平距离，m；当子导线数量为 1 时，b=0；当封网装置同时遮护同侧导线和地线时，b 取最外侧导线与地线在横线路方向的水平距离。

A.1.2 跨越点处的风偏距离应按式（A-2）计算：

$$Z_X = w_{4(10)}\left[\frac{m(l-m)}{2H} + \frac{\lambda}{\omega}\right] \tag{A-2}$$

$$w_{4(10)} = 0.0613kd \tag{A-3}$$

式中：

Z_X——跨越点处的风偏距离，m；

$w_{4(10)}$——新建线路导线在安装（架线）气象条件下（风速 10m/s）的单位长度风压，N/m；

m——跨越物至新建线路邻近杆塔的水平距离，m；

l——跨越档档距，m；

H——新建线路导线架线施工的水平张力，N；

λ——跨越档两端铁塔悬垂绝缘子金具串及滑车挂具长度，m；

ω——新建线路导线的单位长度自重力，N/m；

k——风载体型系数，当 d≤17mm 时取 1.2，当 d>17mm 时取 1.1；

d——导线直径，mm。

A.1.3 计算封网装置中心位置时，应取导地线挂点中心为封网中心位置。跨越档两侧杆塔悬挂的放线滑车存在偏移措施或发生受力倾斜时，封网宽度计算应计入由此引起的封网装置宽度增加量及封网中心偏移，确保导线、地线及各级绳索在放线、滑车归位及紧线等全过程施工中均处于封网范围之内。

A.2 封网长度

A.2.1 封网长度应按式（A-4）计算：

$$l_{wa} \geqslant \frac{n}{\sin\alpha} + \frac{B}{\tan\alpha} + 2 \times l_{wb} \tag{A-4}$$

式中：

l_{wa}——封网长度，m；

n——被跨电力线两边线间的水平距离，m；

B——封网宽度，m；

α——新建线路与被跨电力线路的交叉角，(°)；

l_{wb}——单侧保护长度，即封网装置单侧伸出被跨电力线的长度，m，取值不应小于 10m；封网装置网端与被跨电力线的垂直高度越大，l_{wb}取值宜越大。

A.3 落网导线长度

A.3.1 落网导线长度应按式（A-5）计算：

$$l_c = \frac{3}{8}(l_G + l_{G+1}) + l_{wa} \qquad \text{（A-5）}$$

式中：

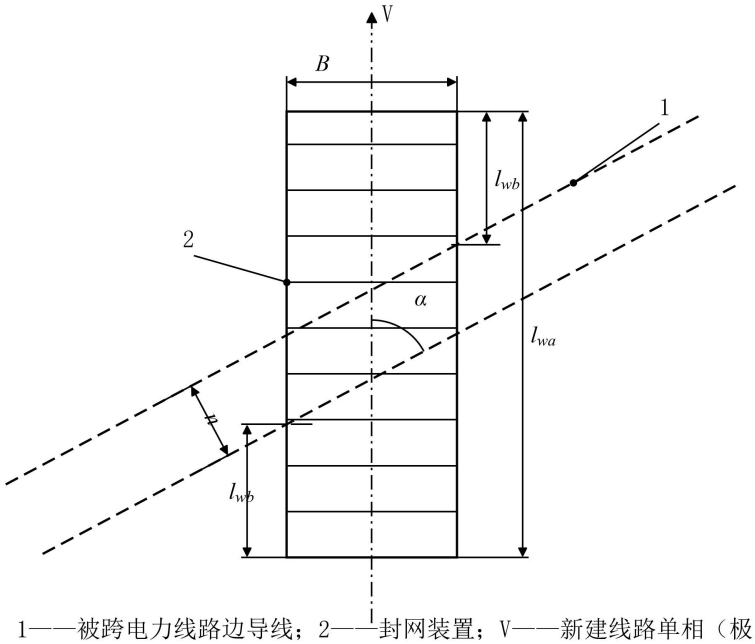
l_c——落网导线长度，m；

l_G——G 塔与封网装置网端之间形成的次档距，m，该网端承受(3/8)l_G长度导线的集中荷载；

l_{G+1}——G+1 塔与封网装置另一网端之间形成的次档距，m，该网端承受(3/8)l_{G+1}长度导线的集中荷载；

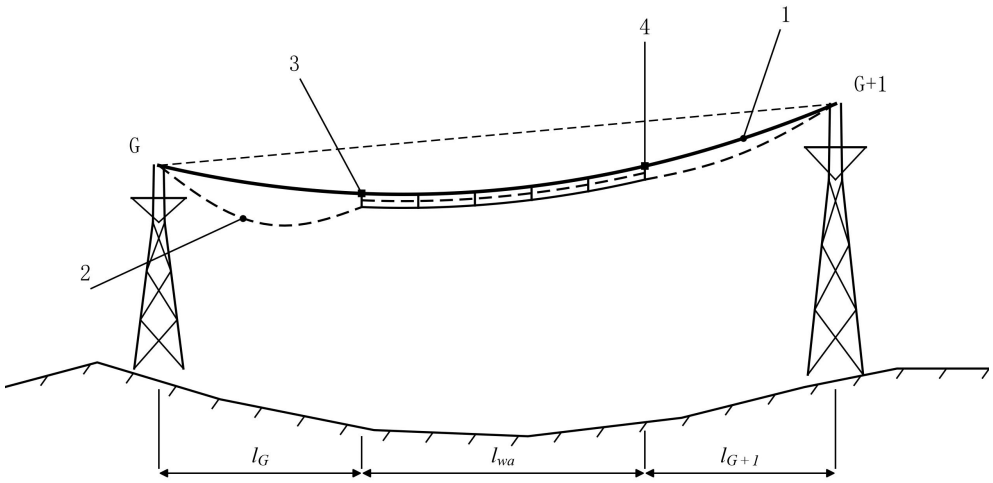
l_{wa}——封网长度，m。

A.3.2 一档同时跨越多条电力线时，应根据被跨电力线的间距选择通长式封网或分网跨越方式，宜采用分网跨越方式。分网跨越时，临近杆塔侧网端承受(3/8)次档距长度的导线荷载及冲击因素，分跨越网之间的网端各承受(1/2)次档距长度的导线荷载。



1——被跨电力线路边导线；2——封网装置；V——新建线路单相（极）导线中心线

图 A.1 封网装置尺寸标示图



1——承载索；2——事故静载状态时的导线；3、4——封网装置网端

图 A.2　封网装置承载导线示意图

A.4　网绳选型计算

A.4.1　封网装置中的导线荷载可等效为两个网端集中荷载及与封网长度相同的导线均布荷载。单根绝缘网绳承受的导线等效重力应按式（A-6）计算：

$$G_{导线} = \omega \cdot B_1 \cdot n \tag{A-6}$$

式中：

$G_{导线}$——单根绝缘网绳承受的导线等效重力，N；

ω——导线单位长度自重力，N/m；

B_1——绝缘网纵向绳间距，m；

n——落网导线数量。

A.4.2　单根网绳拉力应按式（A-7）、式（A-8）计算，并按计算结果选择网绳规格：

$$F_{绳} \geqslant \frac{K_d \cdot K_h \cdot G_{导线}}{2\sin\beta} \tag{A-7}$$

$$\beta = \tan^{-1}\frac{2v}{B_2} \tag{A-8}$$

式中：

$F_{绳}$——单根网绳承受的拉力，N；

K_d——落网冲击系数，按表 A.1 查取；

K_h——落网不均衡系数，取 1.2；

β——单根网绳承受导线重力后与水平方向的夹角，(°)；

v——网绳垂度，m，封网宽度为 4m～5m 时取 1m，封网宽度为 6m～8m 时取 1.5m；

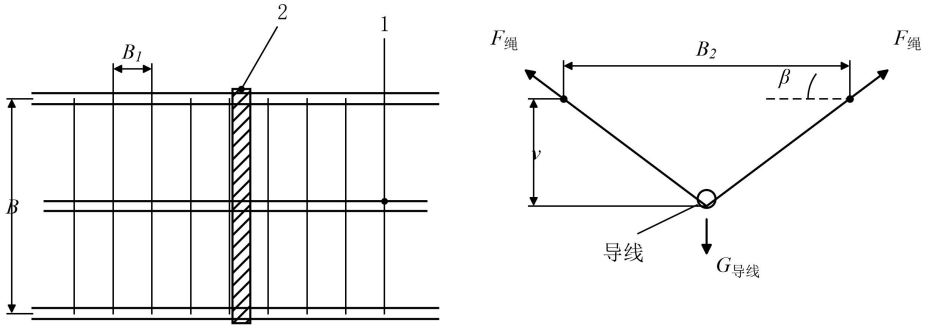
B_2——网绳挂点水平距离，m。

表 A.1 不同跨越距离、落线高度下的冲击系数 K_d

跨越距离 m	5m	10m	20m	30m	40m	50m
50	2.4	3.2	3.6	4.3	4.6	4.9
100	2.2	3.0	3.4	3.7	4.0	4.2
200	2.0	2.8	3.2	3.4	3.6	4.0
300	1.5	2.1	2.5	2.8	3.3	3.5

注 1：表值以单根导线发生非跨越档失效工况为例计算，计算条件为跨越档导线档距 500m、断线档导线档距 300m、断线位置为档中点。

注 2："跨越距离"指断线导线至封网装置的落线运动距离（缓冲长度），其定义以 DL/T 5301 修订版为准；中间值可线性内插。



1——导线；2——绝缘杆

图 A.3　绝缘网绳单根绳受力示意图

A.5　绝缘杆选型计算

A.5.1　导线落网时，绝缘绳杆式与绝缘杆式封网装置中的绝缘杆以承受全部冲击力为最不利工况，其受力可按弯曲简支梁模型计算。绝缘杆最大弯曲应力应按式（A-9）计算：

$$\sigma_G = \frac{K_d \cdot K_h \cdot G_{导线} \cdot B}{4W_G} \leqslant \frac{[\sigma]}{n_G} \qquad (A\text{-}9)$$

式中：

σ_G——绝缘杆最大弯曲应力，Pa；

K_d——落网冲击系数，按表 A.1 查取；

K_h——落网不均衡系数，取 1.2；

$G_{导线}$——绝缘杆承受的导线等效重力，N，按式（A-6）计算；

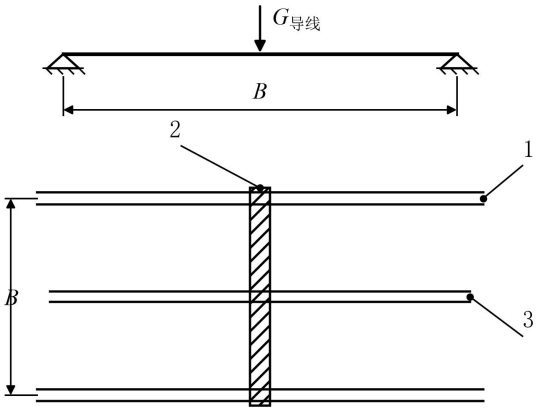
B——封网宽度，m；

W_G——绝缘杆抗弯截面系数，m^3，绝缘杆为实心圆杆时 $W_G=\pi D^3/32$，为圆管杆时 $W_G=\pi(D^3-d^3)/(32D)$；

D、d——绝缘杆外径、内径，m；

$[\sigma]$——绝缘杆许用应力，Pa；

n_G——绝缘杆安全系数，不应小于 3.0。



1——承载索；2——绝缘杆；3——冲击导线

图 A-4　绝缘杆单根受力示意图

附录 B 封网承载系统受力计算

（规范性）

B.1 一般规定

B.1.1 本附录适用于跨越档全封网情况下承载索规格确定及各种状态张力、弧垂、安全系数等数据的计算。跨越档局部封网时，承载索张力应按附录 C 计算。

B.1.2 承载索计算可将跨越档视为孤立档。承载索非绝缘段采用纤维编织绳时，承载索的弹性模量可统一按纤维编织绳的弹性模量取值，忽略钢丝绳弹性模量的影响，应用状态方程计算，其张力计算误差率一般不超过 5%。

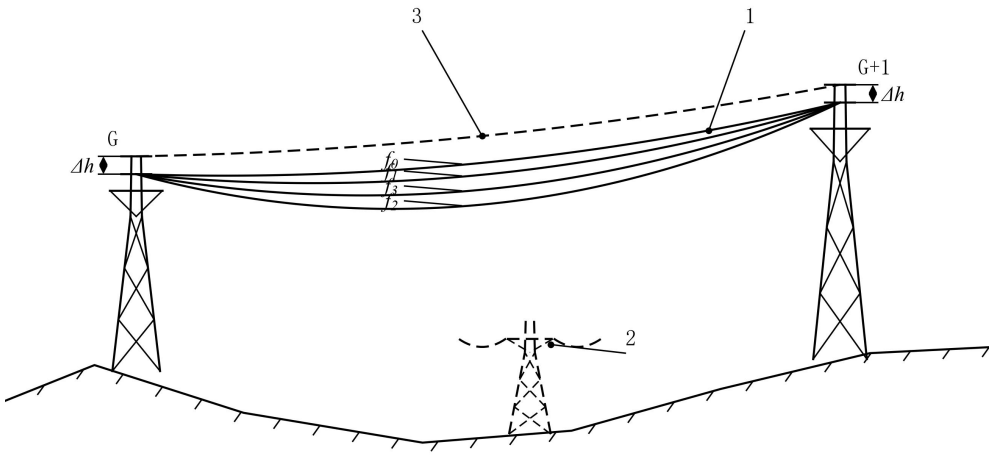
B.1.3 计算可不考虑外界温度变化对承载索长度的影响，并可忽略承载索塑性变形和刚度对弧垂的影响，同时忽略架空线索（承载索、封网装置、落网导线）单位长度上的风荷载。

B.1.4 承载索绝缘段采用高强度聚乙烯纤维编织绳时，其弹性模量可取 $3.2\times10^4 N/mm^2$，纤维比重可取 $0.97g/cm^3$；承载索绝缘段的有效截面积、单位长度重量及破断拉力应按 6.2.2 的破坏性拉伸试验数据确定。

B.2 计算状态与流程

B.2.1 承载索应按空载状态、安全放线状态、事故静载状态、事故动载状态四种状态计算，各状态的定义见第 3 章。

B.2.2 承载索规格确定及施工控制数据的计算流程为：先设定一种规格的纤维编织绳作为承载索，计算事故动载状态承载索水平张力最小值 H_2min，再通过状态方程计算事故静载状态承载索水平张力 H_3；按事故静载状态综合安全系数不小于 6.0 的要求确定承载索破断拉力 T_p 并选择承载索规格；将选定规格的参数回代，重新计算各状态准确值。



1——承载索（绝缘段）；2——被跨电力线；3——放线状态的导线

图 B.1 不同状态时承载索弧垂标示图

B.3 折算单位长度重量

B.3.1 确定事故动载状态折算单位荷载时，可先设定一种规格的纤维编织绳作为承载索，将设定的承载索单位长度重量、已确定的封网装置折算单位长度重量和导线落网折算单位长度重量叠加求出设定值，选定规格后再回代计算准确值。承载索各种状态的折算单位长度重量应按式（B-1）～式（B-5）计算：

$$\omega_2=\omega_0+nK_dK_h\frac{l_c}{l}\omega+\omega_t \tag{B-1}$$

$$\omega'_2=\omega'_0+nK_dK_h\frac{l_c}{l}\omega+\omega_t \tag{B-2}$$

$$\omega_3=\omega_0+n\frac{l_c}{l}\omega+\omega_t \tag{B-3}$$

$$\omega'_3=\omega'_0+n\frac{l_c}{l}\omega+\omega_t \tag{B-4}$$

$$\omega_1=\omega_0+\omega_t \tag{B-5}$$

式中：

ω_0、ω'_0——空载状态时承载索（绝缘段）单位长度重量及设定值，N/m；

ω_t——安全放线状态时承载索（绝缘段）折算单位长度重量（含绝缘绳网、网端绝缘钢丝绳、锚网绳、承网（杆）滑车、绝缘撑杆和连接挂环等叠加在承载索上的单位长度重量），N/m；

ω_2、ω'_2——事故动载状态时承载索（绝缘段）折算单位荷载及设定值，N/m；

ω_3、ω'_3——事故静载状态时承载索（绝缘段）折算单位荷载及设定值，N/m；

ω_t——单根承载索（绝缘段）单位长度上承载封网装置的折算重量（即原ω_f），N/m；

K_d——导线落网冲击系数，按附录 A 的表 A.1 查取；

K_h——导线落网不均衡系数，取 1.2；

n——落网分裂子导线数量；

l_c——落网导线长度，m，按附录 A 的(A-3)计算；

l——跨越档档距，m；

ω——新建线路导线的单位长度重量，N/m。

B.3.2 多根承载索共同承载时，按各根均匀分担计算，每根承受总荷载的 1/N，N 为承载索根数。

B.4 状态方程

B.4.1 承载索类同架空线工况，采用架空线状态方程。空载状态、安全放线状态、事故静载状态分别与事故动载状态建立的状态方程为式（B-6）～式（B-8）：

$$H_0-\frac{l^2\omega_0^2ES\cos^3\varphi}{24H_0^2}=H_2-\frac{l^2\omega_2^2ES\cos^3\varphi}{24H_2^2} \tag{B-6}$$

$$H_1-\frac{l^2\omega_1^2ES\cos^3\varphi}{24H_1^2}=H_2-\frac{l^2\omega_2^2ES\cos^3\varphi}{24H_2^2} \tag{B-7}$$

$$H_3-\frac{l^2\omega_3^2ES\cos^3\varphi}{24H_3^2}=H_2-\frac{l^2\omega_2^2ES\cos^3\varphi}{24H_2^2} \tag{B-8}$$

式中：

H_0、H_1、H_2、H_3——空载、安全放线、事故动载、事故静载状态时承载索的水平张力，N；

l——跨越档档距，m；

φ——跨越档两悬挂点高差角，(°)，φ=tan⁻¹(h/l)；

h——跨越档两悬挂点高差，m；

S——承载索（绝缘段）的有效截面积，mm²；

E——承载索（绝缘段）的弹性模量，N/mm²。

B.5 事故动载状态水平张力最小值 H_{2min}

B.5.1 对于式（B-6），令

$$a=\frac{l^2\omega'^2_2ES\cos^3\varphi}{24H_2^2}-H_2,\quad b=-\frac{l^2\omega'^2_0ES\cos^3\varphi}{24}$$

则式（B-6）变为 $(H_0)^3+a(H_0)^2+b=0$。

为确保承载索的四个状态均具有物理意义，应满足式（B-9）：

$$\Delta=81b^2+12a^3b>0 \tag{B-9}$$

B.5.2 为满足式（B-9），求解 H_2的数值范围，将 a、b 代入式（B-9）可解得：

$$H_2>\frac{-a'-(\sqrt[3]{Y'_1}+\sqrt[3]{Y'_2})}{3} \tag{B-10}$$

式（B-10）中：

$$a'=\sqrt[3]{\frac{27}{4}\times\frac{l^2\omega'^2_0ES\cos^3\varphi}{24}},\quad b'=-\frac{l^2\omega'^2_2ES\cos^3\varphi}{24}$$

$$Y'_1=a'^3+\frac{3}{2}(9b'+\sqrt{\Delta'}),\quad Y'_2=a'^3+\frac{3}{2}(9b'-\sqrt{\Delta'}),\quad \Delta'=81b'^2+12a'^3b'>0$$

B.5.3 对式（B-10）的计算结果向上取整，得事故动载状态承载索水平张力最小值：

$$H_{2\min}=\mathrm{INT}\left[\frac{-a'-(\sqrt[3]{Y'_1}+\sqrt[3]{Y'_2})}{3}+1.0\right] \tag{B-11}$$

式中：

H_{2min}——事故动载状态时承载索水平张力的最小值，N；

INT[]——向上取整函数，计算结果恰为整数时加 1。

B.6 事故静载状态水平张力 H_3及承载索规格选择

B.6.1 对于式（B-8），令

$$a=\frac{l^2\omega'^2_2ES\cos^3\varphi}{24H_2^2}-H_2,\quad b=-\frac{l^2\omega'^2_3ES\cos^3\varphi}{24}$$

则式（B-8）变为 $(H_3)^3+a(H_3)^2+b=0$，解得：

$$H_3=\frac{-a-(\sqrt[3]{Y_1}+\sqrt[3]{Y_2})}{3} \tag{B-12}$$

式（B-12）中：

$$Y_1=a^3+\frac{3}{2}(9b+\sqrt{\Delta}),\quad Y_2=a^3+\frac{3}{2}(9b-\sqrt{\Delta}),\quad \Delta=81b^2+12a^3b>0$$

B.6.2 承载索绝缘段的破断拉力应满足式（B-13）：

$$T_p \geqslant 6H_3 \tag{B-13}$$

式中：

T_p——承载索绝缘段的破断拉力，N，按破坏性拉伸试验确定。

B.6.3 按式（B-13）选定承载索规格后，应将选定规格的单位长度重量、弹性模量及有效截面积回代，按式（B-1）重新计算准确的ω_2，再按式（B-11）和式（B-8）分别计算事故动载状态的 H_2及事故静载状态的 H_3。

B.7 各状态张力、弧垂、放线曲线模板模数及安全系数

B.7.1 空载状态承载索水平张力 H_0应按式（B-14）计算。对于式（B-6），令

$$a=\frac{l^2\omega_2^2 ES\cos^3\varphi}{24H_2^2}-H_2,\quad b=-\frac{l^2\omega_0^2 ES\cos^3\varphi}{24}$$

则式（B-6）变为 $(H_0)^3+a(H_0)^2+b=0$，解得：

$$H_0=\frac{-a-(\sqrt[3]{Y_1}+\sqrt[3]{Y_2})}{3} \tag{B-14}$$

式（B-14）中 Y_1、Y_2、Δ的计算同式（B-12）。安全放线状态的 H_1按式（B-7）同理计算。

B.7.2 各状态承载索的弧垂、放线曲线模板模数及安全系数应按式（B-15）～式（B-17）计算：

$$f_i=\frac{l^2\omega_i}{8H_i\cos\varphi} \tag{B-15}$$

$$K_i=\frac{\omega_i}{2H_i} \tag{B-16}$$

$$K_{ai}=\frac{T_p}{H_i} \tag{B-17}$$

式中：

f_i——各状态时承载索（绝缘段）的弧垂，m；

K_i——各状态时承载索（绝缘段）的放线曲线模板模数，m^{-1}；

K_{ai}——各状态时承载索（绝缘段）的安全系数，事故静载状态时 K_{a3}为综合安全系数，不应小于6.0；

i——状态编号，空载状态、安全放线状态、事故动载状态、事故静载状态分别取 0、1、2、3。

B.7.3 放线施工发生跑线事故时，应按一放线牵引板所牵引的全部导线落于封网装置上的工况验算，保证承载索及封网装置的弧垂 f_2满足与被跨越物的安全距离（见附录 D）。施工设计时应计算空载状态弧垂 f_0及安全放线状态弧垂 f_1，f_0的确定应确保加装封网装置后弧垂 f_1满足要求，避免对承载索弧垂进行较大幅度调整。

B.8 三次方程求解方法

B.8.1 本附录中的三次方程可采用卡尔丹公式解析求解，也可采用数值迭代方法求解；采用数值迭代方法时，应以残差趋近于零作为收敛条件。

附录 C 承力装置受力及拉线系统计算

（规范性）

C.1 一般规定

C.1.1 承力装置受力计算应包括横梁（含悬吊绳挂点）、拉线及地锚的受力验算。计算荷载应包括承载索张力通过滑车作用于横梁的集中荷载、横梁及附件自重、事故状态荷载及风荷载。

C.1.2 横梁、悬吊绳、拉线及地锚的安全系数应符合表 1 的规定。

C.2 横梁强度与稳定验算

C.2.1 临时横梁属于弯矩作用在两个主平面内的拉弯、压弯构件，其截面强度应按式（C-1）计算：

$$\frac{N}{A_n} \pm \frac{M_x}{\gamma_x W_{nx}} \pm \frac{M_y}{\gamma_y W_{ny}} \leqslant f \tag{C-1}$$

式中：

N——同一截面处轴心力设计值，N；

A_n——构件净截面面积，mm²；

M_x、M_y——同一截面处对 x 轴和 y 轴的弯矩设计值，N·mm；

W_nx、W_ny——对 x 轴和 y 轴的净截面模量，mm³；

γ_x、γ_y——截面塑性发展系数，截面板件宽厚比等级不满足 S3 级要求时取 1.0，满足 S3 级要求时按 GB 50017 采用；实腹圆形截面取 1.2，圆管截面满足 S3 级要求时取 1.15，不满足时取 1.0；

f——钢材抗弯强度设计值，N/mm²。

C.2.2 横梁的整体弯曲不大于杆长的 1/600。横梁的各杆件长细比不大于 150。钢结构横梁的强度安全系数不应小于 2.5。

C.3 局部封网情况下承载索张力计算

C.3.1 跨越档局部封网时，承载索张力按本节计算；跨越档全封网时，承载索张力按附录 C 计算。

C.3.2 空载状态时承载索的水平张力应按式（C-2）计算：

$$H_0 = \frac{T_p}{K_{a0}} \tag{C-2}$$

式中：

H_0——空载状态时承载索的水平张力，N；

T_p——承载索绝缘段的破断拉力，N；

K_{a0}——空载状态时承载索的安全系数。

C.3.3 封网装置安装后（安全放线状态），承载索水平张力 H_1由架空线状态方程简化得式（C-3）：

$$H_0 - \frac{l^2\omega_0^2 SE\cos^3\varphi}{24H_0^2} = H_1 - \frac{l^2\omega_0^2 SE\cos^3\varphi}{24H_1^2} \times K_Z \tag{C-3}$$

式中：

l——跨越档的水平档距，m；

ω_0——承载索单位长度的重量，N/m；

ω_t——封网装置折算单位长度重量（折算长度基准：封网装置长度），N/m；

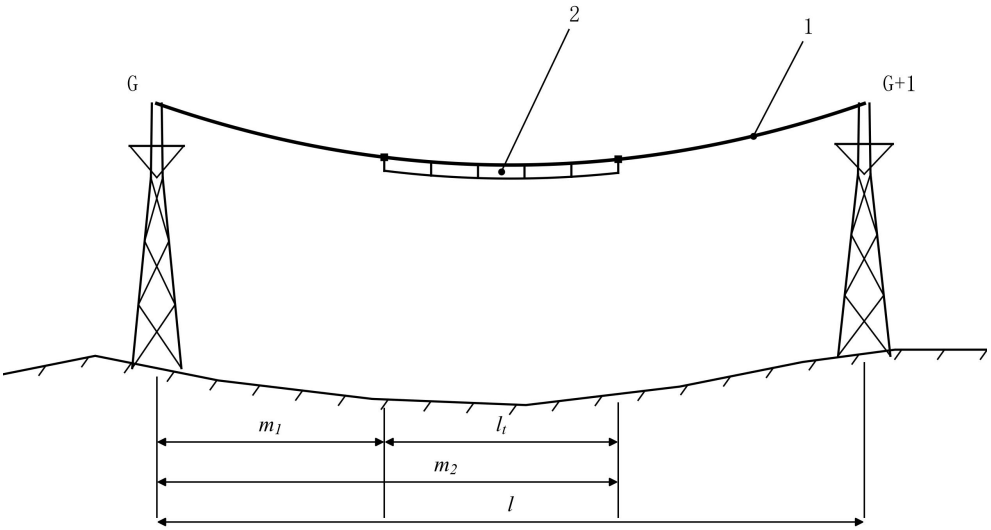
S——承载索的有效截面积，mm²；

E——承载索的弹性模量，N/mm²；

φ——跨越档的高差角，(°)；

H_l——安全放线状态时承载索的水平张力，N；

K_Z——安装封网装置后，封网装置引起跨越档承载索长度增加的增大系数。



1——承载索；2——封网装置

图 C.1　局部封网承载索荷载位置标示图

C.3.4　封网装置位于跨越档内一般位置时，增大系数应按式（C-4）计算：

$$K_Z = 1 + 6\frac{\omega_t}{\omega_0}\left(\frac{l_t}{l}\right)^2 + 4\left[\left(\frac{\omega_t}{\omega_0}\right)^2 - \frac{\omega_t}{\omega_0}\right]\left(\frac{l_t}{l}\right)^3 - 3\left(\frac{\omega_t}{\omega_0}\right)^2\left(\frac{l_t}{l}\right)^4 \tag{C-4}$$

式中：

l_t——封网装置（绝缘绳网）长度，m。

封网装置位于跨越档中间范围时，应按式（C-5）～式（C-7）计算：

$$K_Z = 1 + K_{Z2} - K_{Z1} \tag{C-5}$$

$$K_{Z1} = 1 + 6\frac{\omega_t}{\omega_0}\left(\frac{m_1}{l}\right)^2 + 4\left[\left(\frac{\omega_t}{\omega_0}\right)^2 - \frac{\omega_t}{\omega_0}\right]\left(\frac{m_1}{l}\right)^3 - 3\left(\frac{\omega_t}{\omega_0}\right)^2\left(\frac{m_1}{l}\right)^4 \tag{C-6}$$

$$K_{Z2} = 1 + 6\frac{\omega_t}{\omega_0}\left(\frac{m_2}{l}\right)^2 + 4\left[\left(\frac{\omega_t}{\omega_0}\right)^2 - \frac{\omega_t}{\omega_0}\right]\left(\frac{m_2}{l}\right)^3 - 3\left(\frac{\omega_t}{\omega_0}\right)^2\left(\frac{m_2}{l}\right)^4 \tag{C-7}$$

式中：

m_1——自承载索悬挂点至封网装置一端端点的距离，m；

m_2——自承载索悬挂点至封网装置另一端端点的距离，m。

注：式（C-6）、式（C-7）两多项式均含基准项 1。

C.3.5　求解 H_1时，应按式（C-8）～式（C-10）建立三次方程：

$$a = \frac{l^2\omega_0^2 SE\cos^3\varphi}{24H_0^2} - H_0 \tag{C-8}$$

$$b=-\frac{l^2\omega_0^2SE\cos^3\varphi}{24}\times K_Z \tag{C-9}$$

$$(H_1)^3+a(H_1)^2+b=0 \tag{C-10}$$

三次方程的求解方法应按附录 B 的规定执行。

C.3.6 事故静载状态时，导线落于封网装置，封网装置长度范围内增加导线均布荷载，网端增加两个集中荷载。承载索水平张力 H_3应按式（C-11）计算：

$$H_0-\frac{l^2\omega_0^2SE\cos^3\varphi}{24H_0^2}=H_3-\frac{l^2\omega_0^2SE\cos^3\varphi}{24H_3^2}(K_{Z3}+K_{Z4}-1) \tag{C-11}$$

$$\omega_{td}=\omega_t+\omega_d \tag{C-12}$$

式中：

H_3——事故静载状态时承载索的水平张力，N；

ω_{td}——封网装置与落网导线折算单位长度重量（不含网端导线集中荷载），N/m；

ω_d——落网导线折算单位长度重量（折算长度基准：封网装置长度），N/m；

K_{Z3}——封网装置长度范围内导线重量对跨越档承载索长度的增大系数；

K_{Z4}——封网装置网端集中荷载（导线重量）对跨越档承载索长度的增大系数。

C.3.7 K_{Z3}应按式（C-13）～式（C-15）计算：

$$K_{Z3}=K_{Z32}-K_{Z31} \tag{C-13}$$

$$K_{Z31}=1+6\frac{\omega_{td}}{\omega_0}\left(\frac{m_1}{l}\right)^2+4\left[\left(\frac{\omega_{td}}{\omega_0}\right)^2-\frac{\omega_{td}}{\omega_0}\right]\left(\frac{m_1}{l}\right)^3-3\left(\frac{\omega_{td}}{\omega_0}\right)^2\left(\frac{m_1}{l}\right)^4 \tag{C-14}$$

$$K_{Z32}=1+6\frac{\omega_{td}}{\omega_0}\left(\frac{m_2}{l}\right)^2+4\left[\left(\frac{\omega_{td}}{\omega_0}\right)^2-\frac{\omega_{td}}{\omega_0}\right]\left(\frac{m_2}{l}\right)^3-3\left(\frac{\omega_{td}}{\omega_0}\right)^2\left(\frac{m_2}{l}\right)^4 \tag{C-15}$$

注：式（C-14）、式（C-15）两多项式均含基准项 1。

C.3.8 K_{Z4}应按式（C-16）～式（C-18）计算：

$$K_{Z4}=K_{Z41}+K_{Z42} \tag{C-16}$$

$$K_{Z41}=1+12\frac{m_1p_1}{l^2\omega_0^2}\left(\omega_0+\frac{p_1}{l}\right)\left(1-\frac{m_1}{l}\right) \tag{C-17}$$

$$K_{Z42}=1+12\frac{m_2p_2}{l^2\omega_0^2}\left(\omega_0+\frac{p_2}{l}\right)\left(1-\frac{m_2}{l}\right) \tag{C-18}$$

式中：

p_1、p_2——封网装置两端端点处的集中荷载（导线重量），N，按附录 A 的 A.3 确定，取(3/8)次档距长度导线的重量。

C.3.9 求解 H_3的三次方程及求解方法应按附录 B 的规定执行。事故动载状态的承载索张力应按附录 B 的规定计算。

C.4 拉线系统计算

C.4.1 拉线受力应根据承载索张力、横梁及附件自重等荷载，按力系平衡条件计算；事故状态应计入封网装置落网荷载经承载索传递至支承装置的力。

C.4.2 拉线规格选择应满足安全系数；承载索锚地夹角不宜大于 45°。

C.4.3 横梁顺线路方向宜布置外侧拉线，拉线布置应确保横梁及封网系统的稳定。

C.5 地锚计算

C.5.1 埋入式临时地锚

C.5.1.1 埋入式临时地锚应根据受力大小及地质条件选择规格并确定埋深，其抗拔承载力宜按抗拔土体体积法验算，抗拔安全系数不应小于 3.5。地锚容许抗拔力应按式（C-19）验算：

$$P \leqslant \frac{0.00981 V_b \gamma_0}{K \sin \alpha_m} \tag{C-19}$$

其中，抗拔土壤体积应按式（C-20）计算：

$$V_b = \left[l_m d_m + (l_m + d_m) h_m \tan \varphi_1 + \frac{4}{3} h_m^2 \tan^2 \varphi_1 \right] h_m \tag{C-20}$$

式中：

P——地锚容许抗拔力，kN；

V_b——抗拔土壤体积，m³；

γ_0——土壤密度，kg/m³，按表 C-1 取值；

K——地锚抗拔安全系数，不应小于 2.0；

α_m——地锚受力方向与地面的夹角（马道角），(°)，不宜大于 45°；

l_m——地锚长度，m；

d_m——地锚宽度，m；

h_m——地锚埋深，m；

φ_1——土壤计算抗拔角，(°)，按表 C.1 取值。

注：式（C-19）中系数 0.00981 为重力换算系数（9.81÷1000），与γ_0的单位 kg/m³配套使用，将抗拔土体重力换算为 kN。

表 C.1 土壤分类及抗拔计算参数

土壤类别	密度γ_0（kg/m³）	计算抗拔角φ_1（°）
特坚土	1900	30
坚土	1800	25
次坚土	1700	20
普通土	1600	15
软土	1500	10

C.5.1.2 埋入式地锚的设置应符合下列规定：

a) 开挖马道应顺受力方向；

b) 应采取防止雨水浸泡的措施，回填应逐层夯实；

c) 位于山坡上侧时，其实际埋深应按式（C-21）计算加深：

$$H = (1 + \tan \beta_s) h_2 \tag{C-21}$$

式中：

H——地锚实际埋深，m；

h_2——地锚设计埋深（按式（B-19）、式（B-20）验算确定的埋深），m；

β_s——山坡坡度，(°)。

C.5.2 重力压重式临时地锚

不埋入土中、地面设置的重力压重式临时地锚，用于输电工程施工临时拉线锚固，按重力式基础原理开展抗滑移、抗倾覆、地基承载力及抗拔稳定验算。

C.5.2.1 荷载分解

拉线拉力分解为水平分力、竖向上拔分力：

$$T_h = T\cos\theta \tag{C-22}$$

$$T_v = T\sin\theta \tag{C-23}$$

式中：

T—— 拉线最大拉力标准值，kN；

T_h—— 拉力水平分力，kN；

T_v—— 拉力竖向上拔分力，kN；

θ—— 拉线与水平面夹角，°。

C.5.2.2 上拔控制验算

$$G \geq K_t \cdot T_v \tag{C-24}$$

式中：

K_t—— 上拔安全系数，安全系数不应小于 3.5；

G—— 压重体系总自重，kN；

T_v—— 拉线竖向上拔分力，kN。

C.5.2.3 抗滑移稳定验算

$$K_s = \frac{(G-T_v)\cdot\mu}{T_h} \geq K_{s,allow} \tag{C-25}$$

式中：

G—— 压重体系总自重，kN；

μ—— 基底与地基土摩擦系数，按 GB 50007 取值，若规范没有规定时通过试验确定；

K_s—— 抗滑移安全系数；

$K_{s,allow}$—— 允许抗滑移安全系数，取 1.5。

C.5.2.4 轴心受荷地基承载力验算

$$p = \frac{G-T_v}{A} \leq f_k \tag{C-26}$$

式中：

p—— 基底平均压应力，kPa；

A—— 底板基底接触面积， m^2；

f_k—— 地基土承载力特征值，kPa。

C.5.2.5 重力压重式临时地锚的设置应符合下列规定：

a) 压重地锚仅作为场地受限无法开挖地锚坑时的替代方案；淤泥、软土、未经压实处理的人工填土、长期浸水场地，以及地基承载力特征值地基承载力小于 100 kPa 的场地，不得采用。

b) 基底地面应清除浮土、整平；

c) 压重构件应可靠连接形成整体，不得零散堆载；

d) 荷载合力作用点应与重力压重式临时地锚形心重合。

附录 D 封网装置各种状态下与被跨越物安全距离计算

（资料性）

D.1 安全距离要求

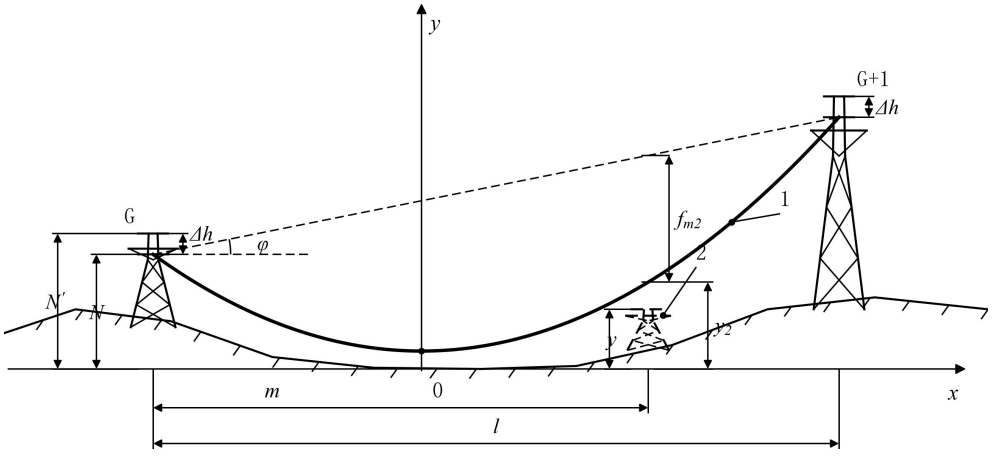
D.1.1 封网装置与被跨越物的最小安全距离应符合表 D.1 的规定；最小安全距离的取值，尚应计入承载索弹塑性延伸的影响。被跨越物为停电线路时，可按通信线的距离要求执行。

表 D.1 封网装置与被跨越物的最小安全距离

被跨越物	最小安全距离
运行电力线路（无地线）	电压≤10kV：1.5m；35kV：1.5m；66kV～110kV：2.0m；220kV：2.5m
运行电力线路（有地线，封网装置与地线）	电压≤10kV：0.5m；35kV：0.5m；66kV～110kV：1.0m；220kV：1.5m；330kV：2.6m；500kV：3.6m；750kV：5.5m
一般铁路	至轨顶 6.5m
高速铁路	距轨顶不小于 12m，且距铁路电杆顶或导线不小于 4m
一般公路	至路面 5.5m
高速公路	至路面 8m
通信线	1.0m

D.2 承载索悬挂高度计算

D.2.1 事故动载状态下，承载索悬挂点与导线悬挂点的高差Δh 应按式（D-2）计算。建立计算坐标系时，y 轴通过承载索弧垂最低点，x 轴通过被跨越物的高程基准面；跨越档两端铁塔的Δh 按相等设置。



1——承载索（绝缘段）；2——被跨越物

图 D.1 跨越档坐标系和参数标示图

D.2.2 事故动载状态时承载索水平张力 H_2与Δh 的关系应按式（D-1）、式（D-2）计算：

$$H_2=\frac{m(l-m)\omega_2}{2[(N'-y_2)-\Delta h]\cos\varphi+2m\sin\varphi} \tag{D-1}$$

$$\Delta h=(N'-y_2)-\frac{m(l-m)\omega_2}{2H_2\cos\varphi}+m\tan\varphi \tag{D-2}$$

式中：

m——跨越档小号侧塔位中心桩至跨越点的水平距离，m；

N'——跨越档小号侧塔位导线悬挂位置相对于高程基准面的高度，m；

y_2——跨越点承载索相对于高程基准面的高度，m，$y_2=\Delta(y_2-y)+y$，其中$\Delta(y_2-y)$为最小安全距离，按表 D-1 取值；

y——跨越点被跨越物最高点（地线、导线横担上平面或地线支架）相对于高程基准面的高度，m；

Δh——承载索悬挂点与导线悬挂点的高差，m，指放线滑车内的导线与承载索滑车内承载索的垂直高差；

ω_2——事故动载状态时承载索的折算单位荷载，N/m，按式（B-1）计算。

D.3 安全放线状态净距计算

D.3.1 安全放线状态时，跨越点承载索弧垂及承载索与被跨越物的净距应按式（D-3）、式（D-4）计算：

$$f_{m1}=\frac{\omega_1 m(l-m)}{2H_1\cos\varphi}=\frac{4m(l-m)f_1}{l^2} \tag{D-3}$$

$$y_1-y=(m\tan\varphi+N'-\Delta h-f_{m1})-y \tag{D-4}$$

式中：

f_{m1}——安全放线状态时跨越点承载索弧垂，m；

y_1——安全放线状态时跨越点承载索相对于高程基准面的高度，m；

f_1——安全放线状态时承载索的弧垂，m，按式（B-15）计算；

ω_1——安全放线状态时承载索的折算单位长度重量，N/m，按式（B-5）计算；

其余符号意义同式（D-2）。

D.3.2 安全放线状态时，可按 y_1-y 的理论计算值间接控制承载索弧垂。

D.4 放线过程中导线与承载索的净距计算

D.4.1 放线过程中，在放线段控制档对应控制张力作用下，应计算导线与承载索的净距Δf。安全放线状态时，m 点承载索弧垂及净距应按式（D-5）、式（D-6）计算：

$$f_m=\frac{\omega_1 m(l-m)}{2H_1\cos\varphi}=\frac{K_1 m(l-m)}{\cos\varphi} \tag{D-5}$$

$$\Delta f=\Delta h-\frac{m(l-m)}{\cos\varphi}\left(K'_1-\frac{\omega_1}{2H_1}\right) \tag{D-6}$$

式中：

f_m——安全放线状态时 m 点承载索弧垂，m；

K_1——安全放线状态时承载索的放线曲线模板模数，m^{-1}，按式（B-16）计算；

K'_1——放线过程中导线的放线曲线模板模数，m^{-1}；

Δf——放线过程中跨越点导线与承载索的净距，m。

D.5 净距验算要求

D.5.1 悬索式跨越架应按空载、安全放线、事故静载、事故动载四种状态分别验算封网装置、承载索与被跨越物的安全距离，并按最不利状态控制。

D.5.2 净距验算采用的跨越点位置、高程及交叉角等参数，应按 4.4 的复测成果取值。

附录 E 验收表格

（规范性）

悬索式跨越架检查与验收记录表格式可参照表 E.1～表 E.4。

表 E.1 跨越施工方案审核记录表

工程名称			跨越杆位	
施工单位			分包单位	
跨越架型号			检查日期	
序号	检查项目	要求	检查结果	备注
1	工程及跨越档概况	跨越档参数、被跨越物情况描述完整	□符合 □不符合	
2	专项施工方案	内容完整，按规定履行审批手续	□符合 □不符合	
3	专家论证	按规定需论证的项目（66kV及以上电力线路、高铁、高速等）有论证意见及结论	□符合 □不适用	
4	计算文件	附录 A～附录 D 各项计算齐全，结果与方案一致	□符合 □不符合	
5	安全技术措施	气象条件、绝缘措施、监护设置、应急预案等内容齐全	□符合 □不符合	
6	安全技术交底	交底记录齐全，内容与方案一致	□符合 □不符合	
施工单位： 年 月 日			监理单位意见： 年 月 日	

表 E.2 材料及工器具检验记录表

工程名称			跨越杆位	
施工单位			分包单位	
跨越架型号			检查日期	
序号	检查项目	要求	检查结果	备注
1	承载索及绳索类材料	合格证、技术性能参数及拉力试验报告齐全、有效	□符合 □不符合	
2	破坏性拉伸试验	同批次、同状态承载索绝缘段试验记录齐全，数据与计算一致	□符合 □不符合	
3	绝缘电阻测试	5000V 绝缘电阻表测量，20mm 间距两点间不小于 700MΩ	□符合 □不符合	
4	工器具登记卡	登记（名称、规格、特性、出厂时间、试验、使用情况、允许最大荷重）齐全	□符合 □不符合	
5	滑车、卸扣等	无变形、破损、磨损超标，转动灵活	□符合 □不符合	
6	地锚	无影响强度的缺陷，试验数据在有效期内	□符合 □不符合	
施工单位： 年 月 日			监理单位意见： 年 月 日	

表 E.3 悬索式跨越架安装验收记录表

工程名称			跨越杆位	
施工单位			分包单位	
跨越架型号			检查日期	
序号	检查项目	要求	检查结果	备注
1	支承装置	型式、规格与方案一致；横梁弯曲不大于杆长 1/600，连接螺栓齐全；拉线及地锚符合计算要求	□合格 □不合格	
2	承载索	规格、绝缘段长度符合设计；预张拉记录齐全；弧垂符合施工设计；锚固可靠，二道保护齐全；接地、防磨措施到位	□合格 □不合格	
3	封网装置	型式、宽度、长度、撑杆设置符合设计；无中部收窄；伸出被跨电力线边导线每侧不小于 10m	□合格 □不合格	
4	拉线及地锚系统	布置与受力计算一致，锚固可靠	□合格 □不合格	
5	验收结论	具备放线条件	□同意 □不同意	
施工单位： 年 月 日			监理单位意见： 年 月 日	

表 E.4 封网装置净距复测记录表

测点编号	测点位置	设计净距 m	实测净距 m	复测日期	天气	结论

检查人员：

注 1：复测应在封网装置安装完毕、每日复工前及恶劣天气后进行。

注 2：净距要求按表 D.1 执行。

附件 6

中国电力建设企业协会团体标准
《电力建设施工跨越架技术及验收规范
第 2 部分：悬索式》编制说明

目　录

一、工作简况 1
二、标准编制原则、主要内容及确定依据 3
三、与现行法律法规和标准的协调性 6
四、标准的先进性或特色性 6
五、标准调研、研讨及征求意见情况，重大分歧意见的处理经过和依据 6
八、涉及专利的有关说明 7
九、专家审查会情况 7
十、标准名称变更理由及报批情况 8
十一、其他应当说明的事项 8
十二、贯彻中电建协标准要求以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期等建议 8

一、工作简况

（一）任务来源

本文件根据中国电力建设企业协会《关于印发2025年第一批中国电力建设企业协会团体标准制定计划的通知》（中电建协〔2025〕131号）安排立项。

（二）参编单位及分工

本文件由中国电力建设企业协会标准化管理委员会负责管理，南方电网云南送变电工程有限公司、中国能源建设集团云南省电力设计院有限公司、云南昆供电力设计有限责任公司、云南欣博工程咨询有限公司、安徽送变电工程有限公司、国网山东省电力公司东营供电公司、云南电网公司输电分公司、云南电网昆明供电局、广东电网有限责任公司江门供电局、南方电网超高压输电公司昆明局、南方电网超高压输电公司大理局、内蒙古乌兰察布电力工程有限责任公司、三峡大学、国网湖北送变电工程有限公司、云南电力建设监理咨询有限责任公司、广州市电力工程有限公司共同编制完成。

南方电网云南送变电工程有限公司、中国能源建设集团云南省电力设计院有限公司、云南昆供电力设计有限责任公司、云南欣博工程咨询有限公司为主编单位，其他单位共同参编。

（三）制定背景

随着国内电网建设持续推进，新建输电线路频繁跨越既有带电线路、公路、河道等障碍物，传统落地式跨越架受地形、场地限制大，协调难度高，安全风险高，难以满足不停电施工、高效绿色施工的管控要求。

悬索式跨越工艺具备场地占用小、搭设便捷、适应性强等优势，已在多项工程中推广应用。但现阶段现场施工管控尺度不一，受力验算、封网搭设、过程监护、验收判定缺乏统一标准，存在安全管控短板。

为落实电网安全管控要求，规范悬索式跨越施工全过程管理，总结提炼工程成熟实践经验，制定一项专门电力建设施工跨越架技术及验收规范第 2 部分：悬索式，统一操作流程及管控要求，用以指导现场标准化作业，防范跨越施工安全风险。

（四）编制过程

2025 年 4 月，中电建协标委会对中电建协团标《架空输电线路施工跨越架技术及验收规范第 2 部分：悬索式》予以立项。2025 年 6 月，项目以《关于印发 2025 年第一批中国电力建设企业协会团体标准制定计划的通知》（中电建协〔2025〕131 号）文件向社会发布。

在中电建协标委会指导下，主编单位于 2025 年 6 月正式组建了包括所有编制单位在内的工作组并启动编制工作，编制过程主要分为以下阶段：

前期调研与草案起草（2025 年 6 月至 9 月）：编制组广泛开展收资、调研、访谈，对标准编制事宜进行反复研究，与参编单位和该领域专家学者等制定了标准编制大纲和方案。系统分析架空输电线路悬索式跨越施工相关标准，梳理多个典型施工关键控制点及要求，形成了标准草案初稿。

内部研讨与初稿编写（2025 年 10 月至 2026 年 6 月）：编写组内部对草案的结构、范围、术语、核心条款进行深入讨论与修改。2026 年 6 月，在云南昆明召开初稿讨论会，会议对初稿内容展开详细讨论，提出了新的修改补充建议和完成时间。会议同时确定了下一步标准编制分工、进度计划、会议及经费计划。会后，参编单位按照分工着重对正文、归档范围进行了修改完善。

征求意见稿定稿与编写（2026 年 6 月至 2026 年 10 月）：编写组对标准编写情况的汇报，对标准内容进行讨论，并根据意见进行了修改。

二、标准编制原则、主要内容及确定依据

（一）编制原则

合规性原则。符合相关规定要求。本标准编制严格遵守《中国电力建设企业协会标准管理办法（试行）》，编写格式执行 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》。

协调性原则。注重与国家法律法规和相关标准的协调性，与《110kV～750kV 架空输电线路施工及验收规范》（GB50233）、《架空输电线路施工用悬索式跨越架》（DLT 2964-2025）、《电力建设安全工作规程第 2 部分：电力线路》（DL5009.2）等相关现行标准协调配套，避免重复与矛盾，确保标准发布实施的可操作性。

系统性原则。覆盖架空输电线路交叉跨越施工准备、施工过程管控要点、质量要求及环水保要求。紧密结合跨越技术特点、建设流程和管理重点，突出关键环节和核心管理要求。

可操作性原则。规定明确、流程清晰、方法具体，规范中明确采用悬索式跨越的原则及方法，明确了悬索式跨越架的封网装置选择、承力装置受力及拉线系统、封网承载系统受力以及与被跨越物的安全距离要求。确保导则具有可操作性和现场指导性。

前瞻性原则。充分考虑跨越施工协调、经济性等要求，对施工过程管理提出适应性要求。

民主协同原则。充分发扬民主，广泛征求科研院所、建设单位、设计单位、施工单位、运维单位等多方意见，协调各参编单位达成共识，确保标准内容全面、公正、权威。

（二）标准主要内容

本规范共分为7章和5个附录，系统介绍了架空输电线路跨越施工：悬索式施工具体要求和方法。核心内容包括：

第1-3章：范围、规范性引用文件、术语和定义。明确了本标准的适用范围、引用标准和关键术语定义，包括跨越架和跨越装置及状态两个方面的具体定义。

第4章：基本规定。明确了架空输电线路采用悬索式跨越架实施遮护的适用场景及相关规定。

第5-6章：悬索式跨越架选型及技术要求，安装与架设。

第 7 章：检查与验收。明确了检查及验收的具体内容及相关规定。

附录 A-E：提供了封网装置选择计算、封网承载系统受力计算、承力装置受力及拉线系统计算、封网装置各种状态下与被跨越物安全距离计算及相关的验收表格。

（三）标准主要内容确定依据

本标准参照技术类标准，主要内容按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。核心内容确定主要依据以下几方面：

国家标准：《110kV～750kV 架空输电线路施工及验收规范》（GB50233）等。

行业标准：《架空输电线路施工用悬索式跨越架》（DLT 2964-2025）、《电力建设安全工作规程第 2 部分：电力线路》（DL5009.2）。

参考文件：参编单位的内部管理制度。

行业专家与企业反馈意见：

三、与现行法律法规和标准的协调性

本标准严格遵循《架空输电线路施工用悬索式跨越架》（DLT 2964-2025）、《电力建设安全工作规程第 2 部分：电力线路》（DL5009.2）标准保持协调一致，是其原则要求在悬索式跨越施工施工这一具体领域的细化和延伸。同时，与电力行业的相关技术标准和管理规范在技术要求上相互衔接，不存在冲突。

四、标准的先进性或特色性

1.研究编制完成的国内首个针对悬索式跨越施工工艺的标准，填补了架空输电线路行业相关标准的空白。

2.在与现有标准协调一致的基础上，工程场景适配性突出。针对山地、“三跨”、场地受限等施工难点，对多种结构型式统一技术、试验及验收要求，适配不停电、大档距等复杂工况，方便现场选型管控。

3.本标准的实施有助于引导和提高相关企业在架空输电线路跨越施工过程中施工工艺，施工流程，提升施工安全可靠性。

五、标准调研、研讨及征求意见情况，重大分歧意见的处理经过和依据

（一）标准调研、研讨情况

标准编写过程中，编写组进行了广泛的收资、调研和探讨。研究的几个主要问题及处理结论如下:

1.本标准的编制目的和适用对象

填补架空输电线路悬索式跨越施工关键技术空白，规范跨

越施工工艺流程，提升跨越施工安全可靠性。

本标准标定了架空输电线路交叉跨越施工工艺流程，主要适用于山地、“三跨”、场地受限等跨越施工。

2.标准的编写规则

本标准对架空输电线路交叉跨越施工全过程做出了原则性要求，明确了施工要求、装置选择等方式。

（二）标准征求意见情况

（三）重大分歧意见的处理经过和依据

1.与国际、国家、行业、其他团体同类标准技术内容的对比情况

现行标准无相关内容

2.是否合规引用或采用国际国外标准

本标准未引用或采用国际、国外标准，无采标情况。

八、涉及专利的有关说明

本标准编制过程中，未识别出涉及专利的内容。

九、专家审查会情况

中国电力建设企业协会于2026年6月25-28日在云南昆明组织召开了《架空输电线路施工跨越架技术及验收规范第2部分：悬索式》草稿审查会，邀请电力行业方面5名专家进行审查。于2026年10月17-19日在山东青岛组织召开了《电力建

设施工跨越架技术及验收规范第 2 部分：悬索式》征求意见稿定稿会，邀请电力行业方面 3 名专家进行审查。与会专家一致同意通过审查，要求编写组按照具体审查意见进行修改完善，完成报批工作。

十、标准名称变更理由及报批情况

无变更。

十一、其他应当说明的事项

无。

十二、贯彻中电建协标准要求以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期等建议

《架空输电线路施工跨越架技术及验收规范第 2 部分：悬索式》具有创新性和引领性，为电网施工跨越理提供了支撑性、基础性标准。建议由中电建协组织进行广泛宣贯，并在成员单位中尽快实施，及时总结实施过程中的反馈意见，将其升级为行业标准或国家标准。

附件 7

ICS 27.100
CCS F 20

团　　体　　标　　准

T/CEPCAxxx-202x

电力建设施工跨越架技术及验收规范

第 3 部分：移动式

Technical and Acceptance Specifications for Electric Power Construction Crossing Structure - Part 3: Mobile

（征求意见稿）

202X-XX-XX 发布　　202X-XX-XX 实施

中国电力建设企业协会 发布

目　　次

引　　言 ..... 错误！未定义书签。
前　　言 ..... 错误！未定义书签。
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4 基本规定 2
5 羊角式跨越架 3
5.1 一般规定 3
5.2 技术要求 3
5.3 施工要求 4
5.4 检查与验收 5
5.5 拆除施工 6
6 伞形跨越架 6
6.1 一般规定 6
6.2 技术要求 6
6.3 施工要求 7
6.4 检查与验收 8
6.5 拆除施工 8
7 折叠式跨越架 8
7.1 一般规定 8
7.2 技术要求 9
7.3 施工要求 9
7.4 检查与验收 10
7.5 拆除施工 10
8 履带升降跨越架 10
8.1 一般规定 10
8.2 技术要求 10
8.3 施工要求 11
8.4 检查与验收 12
8.5 拆除施工 12
9 水平伸缩式跨越架 12
9.1 一般规定 12
9.2 技术要求 13
9.3 施工要求 13
9.4 检查与验收 14
9.5 拆除施工 15
附录 A 移动式跨越架安全距离要求 16
附录 B 常见移动式跨越架技术参数及现场布置 17
附录 C 封网装置选择计算 27
附录 D 羊角式跨越架主要受力计算 29
附录 E 伞形跨越架主要受力计算 32
附录 F 移动式跨越架验收表格 35

前　言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

《电力建设施工跨越架技术及验收规范》分为 3 个部分:

——第 1 部分：架体式;

——第 2 部分：悬索式;

——第 3 部分：移动式。

本文件为《电力建设施工跨越架技术及验收规范》的第 3 部分。

为统一移动式跨越架施工技术、检查验收、拆除全流程技术要求，规范各类移动式跨越架施工技术指标与验收工作要求，制定本文件。具体内容包括跨越架施工技术要求、检测验收项目与程序等方面。

移动式跨越架施工技术及验收活动除应执行本规范外，尚应符合国家现行有关标准、规范的规定。

本文件由中国电力建设企业协会提出并归口。

本文件起草单位：XXX。

本文件主要起草人：XXX。

本文件首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力建设企业协会（地址：北京市丰台区西四环南路 35 号中都科技大厦 3 层，100071）。

电力建设施工跨越架技术及验收规范　第3部分：移动式

1　范围

本文件规定了架空输电线路羊角式、伞形、折叠臂、履带升降、水平伸缩式移动式跨越架的技术要求与验收规定。

适用于500kV及以下架空输电线路工程跨越电力线路、铁路、公路、建（构）筑物施工。

2　规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 14560　履带起重机
GB/T 5226.1　机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件
GB/T 4208　外壳防护等级（IP代码）
GB/T 3811　起重机设计规范
GB/T 13035　带电作业用绝缘绳索
DL/T 5343　架空输电线路张力架线施工工艺导则
DL/T 5301　架空输电线路无跨越架不停电跨越架线施工工艺导则
DL/T 5106　跨越电力线路架线施工规程
DL/T 5009.2　电力建设安全工作规程 第2部分:电力线路
DL/T 875　架空输电线路施工机具基本技术要求
JB/T 6042　汽车起重机专用底盘

3　术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

移动式跨越架　movable crossing structure

以移动式底盘（3.2）自行走或依托起重机等载具转运就位，通过可伸缩、折叠或俯仰回转等活动方式的主臂（3.3）将防护装置（3.4）举升至指定高度，在被跨越物上方形成临时保护屏障，用于架空输电线路跨越施工中承载导地线展放荷载及事故工况冲击载荷的专用施工装备。

3.2

移动式底盘　mobile chassis

集成于移动式跨越架底部、具备自主行驶或短途移位功能，并在工作状态下作为整机承载基础的结构总成。

3.3

主臂　main arm

移动式跨越架中用于连接移动式底盘（3.2）与防护装置（3.4）、实现防护装置垂直举升或空间变幅的主要受力构件。

3.4

防护装置 protective device

固定于主臂（3.3）顶端、直接承受导地线坠落冲击荷载并为被跨越物提供物理隔离屏障的部件总成；在封网跨越工况中，兼作封网装置和承载索的安装支承结构。

3.5

羊角式跨越架　horn-shaped crossing frame

利用可伸缩或折叠的羊角型防护装置及封网装置在被跨越物上方形成连续保护屏障的一种移动式跨越架。

3.6

伞形跨越架　umbrella-shaped crossing structure

以流动式起重机为承载和变幅平台，通过专用连接底座安装伞状空间桁架防护装置，依靠起重机吊臂的俯仰与回转实现防护姿态调整及封网布置的一种移动式跨越架。

3.7

折叠式跨越架　foldable arm crossing frame

以流动式起重机为承载平台，采用多关节折叠臂架作为防护展宽结构，通过臂架的展折与俯仰实现跨越布置的一种移动式跨越架。

3.8

履带升降跨越架　crawler lift crossing frame

以履带式自行走底盘为载体，采用垂直升降桁架结构将封网系统举升至工作高度的一种移动式跨越架。

3.9

水平伸缩式跨越架　horizontal telescopic crossing frame

以自行走底盘为载体，采用多节水平伸缩桁架臂横向跨越被跨越物，利用臂架内置或随行展开的封网系统形成上方防护的一种移动式跨越架。

3.10

封网跨越　blocked network crossing

在防护装置上敷设柔性封网系统，并辅以承载索及临时拉线，促使被跨越物上方形成全封闭柔性防护屏障的一种跨越作业工况。

3.11

不封网跨越　unblocked network crossing

仅利用防护装置本身的刚性结构（如羊角横梁、折叠臂架等）在被跨越物上方形成有限宽度和长度的物理隔离保护，而不敷设柔性封网系统的一种跨越作业工况。

4　基本规定

4.1 跨越施工前应编制专项施工方案。

4.2 移动式跨越架跨越宽度应满足边导线风偏后的保护范围，防护装置、封网装置的纵向中心应位于各相导地线的垂直投影上。

4.3 移动式跨越架应能承载事故工况下的冲击荷载，选型前应进行事故工况下抗冲击荷载和抗倾覆计算。

4.4 移动式跨越架选型应考虑以下条件：

（1）线路电压等级、跨越档距及导线参数；

（2）被跨越物类型与尺寸；

（3）进场通行条件、现场地形地质；

（4）跨度与工作高度；

（5）封网施工需求；

（6）其他。

4.5 进场道路应具备拟选用的移动式跨越架的最低通行条件，跨越施工现场应满足移动式跨越架行驶、布置、升降要求。

4.6 移动式跨越架的设计、试验、检验、使用应符合 DL/T 875 相关规定。

4.7 采用封网施工方式跨越带电线路时，封网装置及承载索表面应采用绝缘材料。

4.8 根据移动式跨越架的运输方式，运输前应对道路进行检查，确定运输路线和方式，不满足要求时应对沿途的坡路、弯路、便桥、涵洞等进行加固或拓宽。

4.9 移动式跨越架支腿位置应铺设钢板或枕木，地基承载力应进行计算并满足要求。

4.10 移动式跨越架应根据其适用范围和设计指标选择适配的底盘，保证主臂与防护装置可靠连接，共同组成稳定的结构。

4.11 当采用汽车起重机底盘时应满足 JB/T 6042 相关要求，汽车起重机底盘宜具备四轮驱动、四轮转向功能。当采用履带起重机底盘时应满足 GB/T 14560 相关要求。

4.12 移动式跨越架与被跨越物间的距离应满足最小安全距离要求，其中与铁路、公路及通信线的水平最小安全距离应符合附录 A 中 A.1 的规定，与带电线路的最小安全距离应符合附录 A 中 A.2 的规定；

4.13 移动式跨越架搭设完成后应经过施工班组、施工项目部和监理三级检验，涉及高速公路、铁路、重要电力通道等重要跨越的应邀请相关产权部门参与。

5 羊角式跨越架

5.1 一般规定

5.1.1 羊角式跨越架应配备向外延伸出的羊角和防止导线磨损的滚动辊轴。

5.1.2 羊角与防护装置、防护装置与主臂应可靠刚性连接，共同组成整机受力体系。

5.1.3 羊角式跨越架应同时具备封网跨越和不封网跨越功能。

5.2 技术要求

5.2.1 羊角式跨越架施工方案应包含以下计算：

（1）跨越架架顶宽度（绝缘绳网宽度）计算，按本规范附录 C.1 执行；

（2）绝缘绳网长度计算，按本规范附录 C.2 执行；

（3）封网装置绳索规格计算，按本规范附录 C.3 执行；

（4）承载索控制张力计算，按本规范附录 D.1.1 执行；

（5）封网重量引起承载索最终控制张力计算，按本规范附录 D.1.2 执行；

（6）立柱轴压计算，按本规范附录 D.1.3 执行；

（7）不封网工况下跨越架所受冲击载荷计算，按本规范附录 D.2.1 执行；

（8）不封网工况下跨越架抗倾覆稳定性校核，按本规范附录 D.2.2 执行；

（9）跨越架风载荷计算，按本规范附录 D.3 执行。

5.2.2 羊角式跨越架设备要求应包含以下内容：

（1）厂家在新设备进场时应提供生产资质、合格证、出厂检验记录、型式试验报告、使用维护保养说明书，以及电气系统、液压系统等重要构件或系统检验报告。

（2）施工单位在新设备进场时应开展机具入场检验，完成技术资料核查、整机外观质量检查、试机等工作；检验合格后方可投入使用。

（3）复用羊角式跨越架进场，施工单位除核查上述资料外，还应核查机具定期检验报告、历次维保记录等，检验周期应满足 DL/T 875 相关规定。

（4）设备本体安全保护装置应配置齐全，安全保护系统功能应可靠，保护装置功能、保护参数设置等应满足设备说明书要求。

（5）设备铭牌应清晰标注设备名称、型号、厂家、主要性能参数等，不应超出额定参数开展作业。

5.2.3 羊角式跨越架抗倾覆要求应包含以下内容：

（1）架体抗倾覆验算应满足计算的最不利工况要求；

（2）设备作业高度、幅度等应满足对应工况下整机抗倾覆验算要求；

（3）封网工况应采取设置拉线或其他抗倾覆措施；

（4）拉线及地锚系统承载力应满足抵消倾覆力矩、控制架体侧移的受力要求；

（5）机动底盘经全面检查验收合格后方可投入使用，整机强度和稳定性应满足事故工况下的冲击载荷要求；

（6）设备水平度、支腿沉降变形限值应满足设备说明书及方案相关要求；

（7）多机联合作业工况下，整体受力分配应满足各台跨越架独立抗倾覆安全要求；

（8）风荷载取值应满足工程所在地重现期风速及架体最大受风投影面积的计算要求。

5.2.4 羊角式跨越架防护要求应包含以下内容：

（1）跨越架保护宽度应满足新建导线考虑最大风偏的遮护范围要求；

（2）封网工况下，防护装置、网体、承载索组合防护系统应满足事故工况下的冲击荷载要求；

（3）不封网工况下，防护装置结构强度应满足事故工况下的冲击荷载要求；

（4）架体、绳网与带电体之间应满足规范要求的最小安全距离要求；

（5）封网工况下，跨越架绳网与被跨越物垂直距离应满足施工沉降、事故荷载作用下产生位移的防护净空要求；

（6）不封网工况下，两侧跨越架间距离应满足事故工况下导线不落至跨越架之间的要求；

（7）单相导地线遮护多台跨越架联用时，各跨越架防护范围应相互搭接，满足连续、无盲区的整体遮护要求；

（8）绳网绝缘措施、接地措施应满足邻近带电跨越工况下防感应电的相关要求；

（9）跨越架系统布置应满足被跨越设施产权单位提出的合理防护要求；

（10）羊角结构角度、辊轴排布应满足导线牵引展放过程平顺导向，满足防止导线弹跳脱出防护范围的限位防护要求；

（11）横梁上与导线接触的辊杠应有足够的强度且表面应选用对导线磨损小的材料，若用金属杆作为过线滚筒，则应表面包胶；滚筒应转动灵活，且应满足 DL/T 5106 相关要求。

5.2.5 羊角式跨越架出厂试验应包括外观检验和载荷试验，应符合 DL/T 875 的有关要求，检验合格方能出厂，并附产品合格证。

5.2.6 羊角式跨越架型式试验应符合 DL/T 875 的有关要求，且应由具备检测资质的第三方检测机构开展，

5.2.7 羊角式跨越架所属单位应开展定期试验，包括外观检验、过载试验，应符合 DL/T 875 的有关要求。

5.3 施工要求

5.3.1 现场布置应先进行勘察及定位放样，根据新建线路各相导地线中心线确定羊角式跨越架及附属构件的位置。

5.3.2 施工前应复核被跨越物高程、交叉角、设备定位中心、支腿外伸轮廓、地锚点位等。

5.3.3 跨越架的停放站位、设备朝向、防护装置与被跨越物夹角等应符合方案要求。

5.3.4 跨越架主臂起升高度、保护宽度、工作幅度等应满足方案要求。

5.3.5 跨越架工作区域应划定作业区域并设置围栏和警示标识。

5.3.6 对于需要设置拉线及地锚的情形，拉线、地锚点位、地锚埋深等应满足方案要求。跨越施工前宜提前定位并在设备进场前完成施工所需地锚埋设。

5.3.7 施工前应检查防护装置滚动辊轴的表面平整及转动灵活性。

5.3.8 施工前应完成安全技术交底，取得被跨越物产权单位许可。

5.3.9 施工前应明确指挥、操作、监护等人员岗位职责，统一作业指挥信号。

5.3.10 夜间作业应布设充足照明，灯具布设数量及位置应满足方案要求，跨越架上应悬挂醒目的夜间警示装置。

5.3.11 线路风偏较大或开展多相线路同步施工时，可采用多台羊角式跨越架，沿垂直于施工线路方向并排布置作业。

5.3.12 多台羊角式跨越架并排布置时，各机站位、间距、朝向、高度、幅度应统一按方案控制，协调动作时序，校核多机联合工况下整体稳定性与相互安全距离。

5.3.13 对于设备防倾覆要求应采取以下措施：

（1）对于需要打设支腿的情形，支腿应全部伸出并调平，支腿垫板或枕木应居中承压、不悬空。跨越架整机水平度应满足设备说明书及方案要求，调平完成后方可进行主臂起升作业。

（2）临时拉线的打设层数与规格参数应符合方案要求，拉线固定点之间的长细比应不大于 150；

（3）拉线与地面夹角不宜大于 45 度，且不应大于 60 度；
（4）架体组立完成后，应将其各层拉线按设计要求锚固并调至设计预紧力。
（5）施工中定期复核支腿、垫板、地基有无沉降、滑移，发现异常情况应立即停止作业。

5.3.14 对于设备防冲击要求应采取以下措施：
（1）封网所用网体、承载索的规格、破断拉力等应符合方案要求，且应满足 GB/T13035 相关要求；
（2）网体、承载索使用前应进行外观检查，不得存在断丝、磨损、老化、腐蚀、损伤缺陷；
（3）导线、绳索牵引过程应匀速进行，不应突然启停；
（4）承载索张力应满足方案要求；
（5）绳网、承载索与防护装置接触部位不应有棱角、尖锐部分。

5.3.15 涉及近电作业时应采取以下措施：
（1）跨越架接地应采用不小于 25mm^2 软铜线，接地棒插入深度不小于 0.6m，施工前应复测接地电阻。施工前应复核架体、拉线、绳网、工器具与带电体之间的最小安全距离；
（2）作业区域应设置硬质安全围栏和近电作业警示标识，划定带电危险警戒区；
（3）近电作业应设专职安全监护，监护人不得兼任其他作业；
（4）牵引、展放绳网及导线时，应采取措施防止绳索飘移、弹摆触碰带电设备；
（5）作业使用的绝缘绳、绝缘工器具应经外观检查、绝缘检测合格，并在有效期内使用。

5.3.16 羊角式跨越架封网跨越施工应满足以下要求：
（1）在地面预先安装调试封网装置、各类绳索、临时拉线及配套安全工器具；
（2）承载索对地夹角不宜大于 45 度；
（3）封网装置安装完成前应复测绳索、网体的弧垂；
（4）施工前应校核临时拉线系统与承载索的相互位置，避免发生交叉接触。

5.3.17 羊角式跨越架不封网跨越应满足以下要求：
（1）不封网跨越施工应根据被跨越物相关单位需求进行；
（2）跨越架高度和与被跨越物的安全距离应符合相关要求。

5.3.18 羊角式跨越架应满足以下安全施工要求：
（1）高空作业和设备操作人员应有相关证书，应建立作业人员档案，专人管理；
（2）施工前应进行所有受力工器具的检验，每次使用前均应进行外观检查；
（3）遇有浓雾、雷雨、暴雪和五级以上大风等恶劣天气时不应进行跨越作业，当风速大于跨越架架体或起重机的设计风速时，应将跨越架收回；
（4）施工人员攀登跨越架前应先检查拉线打设及机械运转情况，结构尚未稳固时不应进行登高作业；
（5）施工人员全部回到地面后，方可进行跨越架拆除工作；
（6）跨越架搭设至拆除期间均应安排专人监护，每日应检查架体状况；
（7）采用纤维材质承载索的，承载索两端宜分别配置带绝缘套的钢丝绳作为保险绳，钢丝绳破断力不得小于承载索的破断力。

5.4 检查与验收

5.4.1 设备进场时应检查下列随机资料：
（1）产品出厂合格证、整机型式试验报告；
（2）设备使用说明书、荷载强度计算书、荷载曲线（若有）；
（3）设备维保记录、在有效期内的关键部件检测报告；
（4）装备出厂接地系统技术参数资料。

5.4.2 跨越施工前应进行试机，检验机械、电气、液压等相关机构及系统工作情况，检查起升高度、保护范围等是否符合施工方案要求。

5.4.3 施工单位技术负责人、安全员，监理工程师及被跨越物相关单位人员应参加羊角式跨越架验收。

5.4.4 跨越架搭设过程中，施工单位、监理单位应检查以下内容：
（1）地基平整情况、水平度要求；
（2）跨越架设备运转情况；
（3）各构件间连接情况；
（4）跨越架、封网装置与被跨越物及障碍物间的安全距离。

5.4.5 羊角式跨越架搭设完成后，应由施工班组自检，在施工单位验收合格后的基础上组织跨越架验收。验收应由施工单位提出申请，建设单位或建设单位委托相关方进行验收。
5.4.6 羊角式跨越架验收前，施工单位应提供下列文件资料，并按附录 F 表 F.1-F.3 填写验收记录。
（1）跨越架验收申请表；
（2）跨越架施工过程检查记录；
（3）经编审批的施工方案；
（4）相关设计图纸；
（5）跨越架质量验收记录。
5.4.7 羊角式跨越架验收时应复核跨越架高度、连接部位可靠性、拉线、地锚、网体弧垂等。
5.4.8 在雷电、暴雨、暴雪、五级以上大风等恶劣天气后，应对羊角式跨越架、临时拉线系统、承载索及封网装置等作详细检查，经重新验收合格后方可继续施工。
5.4.9 采用封网工况时，封网装置的弧垂、与被跨越物的安全距离均应实测实量，并与施工方案校核。
5.4.10 对于跨越铁路施工，还应会同铁路工务、供电段（若有）监护人员共同验收合格后，方可进行下一步施工。

5.5 拆除施工

5.5.1 对于封网跨越施工，区段放线工序全部完成后、附件安装结束后，方可开始拆除施工。
5.5.2 拆除顺序宜按以下步骤进行：回收网体→回收承载索→拆除拉线→主臂回收→防护装置回收→地锚回收→跨越架驶离。
5.5.3 不封网跨越施工宜按以下步骤进行：主臂回收→防护装置回收→跨越架驶离。
5.5.4 对于封网工况下跨越道路施工应在拆除时对路面进行暂时封锁，禁止车辆通行。
5.5.5 纤维编制绳在拆除过程中不应拖拽磨损。
5.5.6 拆除时应关注架体与被跨越物、周边障碍物间的安全距离。
5.5.6 施工结束后应做到“工完料净场地清”。

6 伞形跨越架

6.1 一般规定

6.1.1 伞形跨越架主要结构应包含连接底座、姿态调整机构、展开收拢机构、无线遥控控制系统、安全监测系统及扩展封网机构。
6.1.2 伞形跨越架应与符合要求的起重机配合使用。
6.1.3 伞形跨越架应具备架体姿态调整、桁架自动展开和收拢功能。
6.1.4 伞形跨越架宜采用无线遥控操作，控制系统应具备通信故障保护、防误操作闭锁及异常状态自锁功能。

6.2 技术要求

6.2.1 伞形跨越架施工方案应包含以下计算：
（1）跨越架封网宽度计算，可参照本文件附录 C.1 执行；
（2）封网长度计算，可参照本文件附录 C.2 执行；
（3）起重机载荷计算，按本规范附录 E.1 执行；
（4）伞形跨越架的垂直冲击载荷计算，按本规范附录 E.2.1 执行；
（5）伞形跨越架的水平载荷计算，按本规范附录 E.2.2 执行；
（6）伞形跨越架的封网平台载荷计算，按本规范附录 E.2.3 执行；
（7）伞形跨越架的风载荷计算，按本规范附录 E.2.4 执行。
6.2.2 伞形跨越架设备要求应包含以下内容：
（1）伞形跨越架整机性能参数指标应包含整机重量、运输外形尺寸、有效防护宽度、封网有效长度、整体防护长度、额定承载载荷、抗水平载荷能力、俯仰调整角度；
（2）架体主体结构应具备足够的强度和刚度，可承受设计的额定载荷，作业过程无永久变形、结构松动、裂纹、卡滞等缺陷；

（3）伞形跨越架与起重机吊臂的连接座宜可适配不同型号的起重机；
（4）伞形跨越架与起重机吊臂的连接零部件应定期检测或周期更换；
（5）伞形跨越架架体俯仰和水平角度应能在一定范围内调整；
（6）伞形跨越架桁架应能自动展开和收拢；
（7）伞形跨越架的无线遥控有效通信半径不应小于 100 m，通信中断时应自动锁止；
（8）伞形跨越架安全距离检测系统应能实时检测跨越架架体与被跨越物间距离,超限系统应能自动发出报警信号并立即限位；
（9）伞形跨越架状态监测与智能值守安全系统应能自动识别起重机支腿地基沉降、支腿和吊臂起升油缸泄漏等设备状态变化情况并发出提示；系统应具备信号传输能力和自组网通讯功能，能实时传输信息至多名用户。

6.2.3 伞形跨越架抗倾覆要求应包含以下内容：
（1）伞形跨越架与配套起重机应满足事故工况下载荷作用时的强度要求和各方向稳定性要求；
（2）伞形跨越架临时拉线及锚固措施应符合方案要求。
（3）抗倾覆验算应考虑架体展开、收拢及不同摆转状态下重心位置的变化，且应按最不利工况进行校核；
（4）回转支承、摆转机构及其连接部位的承载能力应满足相应工况下的计算要求；
（5）伞形跨越架姿态调整应符合产品技术文件规定的动作顺序和载荷条件。

6.2.4 伞形跨越架防护要求应包含以下内容：
（1）伞形跨越架封网宽度应满足单相导地线风偏后的保护范围；
（2）伞形跨越架封网长度应伸出被跨越物外 10 m；不满足要求时，应采取封网扩展装置进行对地封网；
（3）伞形跨越架可能接触带电体风险的绳索，应按 GB/T 13035 的规定进行试验、干燥和隔潮处理；
（4）封网绳索布置应满足封网平台展开、收拢的要求，收拢和展开过程中不应发生相互缠绕而影响封网平台正常展开和收拢。

6.2.5 伞形跨越架跨越架作业轨迹安全监控系统应能对跨越架起升、移动、布置、撤离等运动轨迹进行全过程安全监控，应能实现全作业过程安全监控、自动报警和自动停机。

6.2.6 伞形跨越架出厂试验包括出厂检查和载荷试验，应符合 DL/T 875 的有关要求，检验合格方能出厂，并附产品合格证。

6.2.7 型式试验应由具备检测资质的第三方检测机构开展，出厂试验应由生产厂家开展，定期试验应由装备所属单位开展。

6.3 施工要求

6.3.1 施工现场应满足伞形跨越架的布置要求，被跨越物与上方线路的垂直净空距离应满足伞形跨越架的空间要求。

6.3.2 伞形跨越架操作人员必须进行相关培训，持证上岗。

6.3.3 伞形跨越架作业过程中应配备专职监护人员。

6.3.4 施工时应采取防倾覆措施。需要设置反向拉线或其他稳定措施时，应按计算和施工方案实施；作业过程中应检查支腿、垫板及地基状态，发现沉降、滑移或架体异常倾斜时，应立即停止作业。

6.3.5 施工时应采取防冲击措施。绳网、承载绳索及连接件的规格和承载能力应符合施工方案要求；使用前应检查有无断丝、磨损、老化等缺陷。导线及绳索牵引应平稳进行，避免突然启停和冲击加载。

6.3.6 当校验风偏较大、或者需要多相线路同时施工时，应采用多台伞形跨越架沿着垂直于施工线路方向并排布置，防护范围应相互衔接。

6.3.7 伞形跨越架展开及封网完成后，应检查架体位置、防护宽度、封网长度及与被跨越物、临近带电体的安全距离，符合施工方案要求后方可开展跨越作业。

6.3.8 作业过程中应关注风速及天气变化；超过设备说明书、相关安全规程或施工方案规定的作业条件时，应停止作业并将设备调整至安全状态。

6.3.9 当采用汽车起重机式支撑时，起重机支腿调节要求：
（1）施工时应将支腿全部伸出并在撑脚板下垫钢板或枕木；
（2）调整机体使回转支承面的倾斜度不大于 1/1000；

（3）支腿有定位销的必须插上；

（4）调整完毕后不应搬动支腿操作阀，如需调整支腿，须在架体收拢并下放至将主臂转至正前再进行调整；

（5）支腿伸出范围内不应存在地下暗沟、管线等软弱结构，周边 10m 范围内不应进行开挖、重型车辆高速通行等振动作业。

6.3.10 伞形跨越架接地要求：

（1）跨越架接地应采用不小于 25mm^2 软铜线，接地棒插入深度不小于 0.6m，施工前应复测接地电阻；

（2）临近高压带电线路，接地电阻不应大于 10Ω。雷雨天气施工前应复测接地电阻。

6.3.11 伞形跨越架应满足以下安全施工要求：

（1）操作人员应有相关证书，应建立作业人员档案，专人管理；

（2）施工前应进行所有受力工器具的检验，每次使用前均应进行外观检查；

（3）遇有浓雾、雷雨、暴雪和五级以上大风等恶劣天气时不应进行跨越作业，当风速大于跨越架架体或起重机的设计风速时，应将跨越架收回；

（4）跨越架搭设至拆除期间均应安排专人监护，每日应检查架体状况；

（5）跨越架工作区域应划定作业区域并设置围栏和警示标识；

（6）施工前应完成安全技术交底，跨越架的操作人员必须进行相关培训，持证上岗；

（7）施工方案应明确指挥、操作、监护等人员岗位职责，统一作业指挥，统一管理；

（8）夜间作业应布设充足照明，灯具布设数量及位置应满足跨越架起升、布置的要求。

6.4 检查与验收

6.4.1 设备入场前应检查下列随机资料：

（1）产品合格证、型式试验报告；

（2）设备使用说明书；

（3）设备维保记录、在有效期内的关键部件检测报告；

（4）扩展封网装置线绳检定报告；

（5）配套起重机检定报告与合格证。

6.4.2 跨越施工前应进行试机，检查架体机械、电气相关机构及安全保障系统的工作情况。

6.4.3 伞形跨越架验收内容应包括设备型号、主要尺寸、布置位置等是否与方案一致；与被跨越物、障碍物的距离是否满足要求，接地装置是否可靠等。

6.4.4 其他检查与验收规定参照本文 5.4 节执行。

6.5 拆除施工

6.5.1 跨越架拆除应先解除状态监测与智能值守安全系统。

6.5.2 拆除顺应宜按以下步骤进行：拆除扩展封网装置→拆除拉线系统→伞形桁架收拢→主臂回收→解除跨越架与起重机的连接→跨越架驶离。

6.5.3 拓展封网装置拆除时应设置专用隔潮垫。

6.5.4 拆除时应实时监测架体与被跨越物、周边障碍物间的安全距离。

6.5.5 施工结束后应做到“工完料净场地清”。

7 折叠式跨越架

7.1 一般规定

7.1.1 折叠式跨越架应依据说明书选配起重机型号，架体与吊臂连接可靠，能够承受架线及事故冲击载荷。

7.1.2 跨越架与起重机吊臂的连接座宜为可调形式，用于适配不同厂家和型号的起重机，连接座与起重机宜采用销轴连接。

7.1.3 折叠式跨越架宜采用无线遥控操控，控制系统应具备通信中断保护、防误操作、姿态自锁功能。

7.1.4 折叠臂跨越架宜按说明书要求配置安全距离检测、设备状态在线监测、作业轨迹监控系统和全轨迹监控系统。

7.2 技术要求

7.2.1 折叠臂跨越架本体应满足以下要求：

（1）折叠桁架主体应具备足够强度、刚度与整体稳定性，承受额定荷载、风荷载及冲击荷载后无永久变形、松动、裂纹、卡滞现象。

（2）导线辊轴应采用低磨损非金属材质，转动灵活。

（3）无线遥控有效通信距离不应小于 100m；通信中断时自动锁止俯仰、展收动作；通信恢复后保持锁止。

（4）设备电控、传感、监测模块应具备 IP54 外壳防护级别。

（5）设备铭牌清晰标注型号、制造商、额定荷载、最大展开幅度、收拢外形尺寸等关键参数。

7.2.2 折叠式跨越架安全保障系统应满足以下要求：

（1）安全距离检测系统应能设置起重机吊臂、折叠臂架体、封网平台与各被跨越物之间安全报警距离，达到安全报警距离时将发出安全报警信号并自动限位；

（2）状态监测与智能值守安全系统应能自动识别起重机支腿地基沉降、支腿和吊臂起升油缸泄漏、折叠臂液压油缸压力异常、架体倾角超限等设备状态变化情况并发出提示；

（3）轨迹安全监控系统应能对折叠臂起升、俯仰展开、收拢撤离等运动轨迹进行全过程安全监控。

7.2.3 跨越架施工整体抗倾覆应满足以下要求：

（1）架体抗倾覆验算应满足计算的最不利工况；

（2）设备作业高度、幅度、折叠展开角度应满足方案要求；

（3）配套使用的起重机经全面检查验收合格后方可投入使用；

7.2.4 折叠式跨越架防护应满足以下要求：

（1）施工时架体封网平台纵向中心位于施工导地线的几何中心线上，其封网宽度应满足导线风偏后的保护范围；

（2）架体、绳网及起重机主臂与带电体之间的安全距离应满足 DL/T5009.2 的相关要求。

7.2.5 跨越架出厂试验应包括出厂检查和载荷试验，应符合 DL/T 875 的有关要求，检验合格方能出厂，并附产品合格证。

7.2.6 跨越架型式试验应符合 DL/T 875 的有关要求，且应由具备检测资质的第三方检测机构开展。

7.2.7 跨越架所属单位应开展定期试验，定期检测应重点核查铰接销轴磨损量、折叠臂挠度变化。

7.3 施工要求

7.3.1 配合的起重机布置场地需平整，场地地形、地质条件应满足折叠臂跨越架的布设及使用要求，在作业过程中地面不应出现凹陷、坍塌等现象。

7.3.2 对于需要设置拉线及地锚的情形，拉线、地锚点位、地锚埋深等应满足方案要求。跨越施工前宜提前定位并在设备进场前完成施工所需地锚埋设。

7.3.3 设备进场前应复核被跨越物高度、跨越交叉角、起重机摆放位置大小及旋转中心位置、折叠臂展开后的包络范围等应满足方案要求。

7.3.4 跨越架工作区域应划定作业区域并设置围栏和警示标识。

7.3.5 施工前应完成安全技术交底，跨越架的操作人员必须进行相关培训。

7.3.6 施工方案应明确指挥、操作、监护等人员岗位职责，统一作业指挥，统一管理。

7.3.7 夜间作业应布设充足照明，灯具布设数量及位置应满足折叠臂起升、展开、布置、收拢的观察要求。

7.3.8 当采用汽车起重机式支撑时，起重机支腿调节要求：

（1）施工时应将支腿全部伸出并在撑脚板下垫钢板或枕木；

（2）调整机体使回转支承面的倾斜度不大于 1/1000；

（3）支腿有定位销的必须插上；

（4）调整完毕后不应搬动支腿操作阀，如需调整支腿，须在折叠臂完全收拢、下放至低位并将主臂转至正前再进行调整；

（5）支腿伸出范围内不应存在地下暗沟、管线等结构。

7.3.9 折叠臂跨越架接地应满足以下要求：

（1）跨越架接地应采用不小于 25mm² 软铜线，接地棒插入深度不小于 0.6m，施工前应复测接地电阻。

（2）临近带电线路，接地电阻不应大于 10Ω。

7.3.10 折叠臂跨越架应满足以下安全施工要求：

（1）操作人员应有相关证书，应建立作业人员档案，专人管理；

（2）施工前应进行所有受力工器具、折叠铰接部位、液压管路的检验，每次使用前均应进行外观检查与空载展收试操作；

（3）遇有浓雾、雷雨、暴雪和五级以上大风等恶劣天气时不应进行跨越作业，当风速大于跨越架架体或起重机的设计风速时，应将折叠臂架体收回至收拢状态；

（4）跨越架展开布置至收拢撤离期间均应安排专人监护，每日应检查架体铰接、液压、封网状况。

7.4 检查与验收

7.4.1 设备入场前应检查下列随机资料：

（1）产品合格证、型式试验报告；

（2）设备使用说明书；

（3）设备维保记录、在有效期内的关键部件检测报告；

（4）配套起重机检定报告与合格证。

7.4.2 跨越施工前应进行试机，空载完成一次完整收拢—展开动作循环，检查架体折叠机构、液压、电气相关机构及安全保障系统的工作情况，确保施工的有序进行。

7.4.3 验收内容包括跨越架最大展开幅度、架体尺寸、包络范围与安全距离、布置位置、折叠角度限位等是否与方案一致；明确架体尺寸及与障碍物的净距要求、接地装置可靠，警示标识应醒目且完备。

7.4.4 施工结束后应做到“工完料净场地清”。

7.4.5 其他检查与验收规定参照本文 5.4 节执行。

7.5 拆除施工

7.5.1 放线段施工全部完成、附件安装完成，方可开展折叠式跨越架拆除作业。

7.5.2 拆除前调整安全系统工作模式，关闭远程自动管控功能，保留手动操作与应急停机功能，全面检查折叠机构、架体状态无误后开工。

7.5.3 设备撤离时全程开启安全监控，低速平稳完成收拢、回转、下降动作，专人全程旁站监护，监测安全距离。

7.5.4 拆除作业完成后，回收全部设备工具，清理施工现场，排查无遗留设备及安全隐患，实现工完场清。

8 履带升降跨越架

8.1 一般规定

8.1.1 履带升降跨越架应配备主桁架和 H 型的举升双臂。

8.1.2 履带升降跨越架主桁架与 H 型举升双臂、封网纵杆间应可靠刚性连接，共同组成整机受力体系。

8.1.3 履带升降跨越架应配备安全距离检测、状态监测、智能值守等安全系统。

8.2 技术要求

8.2.1 履带升降跨越架施工方案应包含以下计算：

（1）跨越架架顶宽度（绝缘绳网宽度）计算，按本规范附录 C.1 执行；

（2）绝缘绳网长度计算，按本规范附录 C.2 执行；

（3）封网装置绳索规格计算，按本规范附录 C.3 执行；

8.2.2 履带升降跨越架设备要求应包含以下内容：

（1）厂家在新设备进场时应提供生产资质、合格证、出厂检验记录、型式试验报告、使用维护保养说明书，以及电气系统、液压系统等重要构件或系统检验报告。

（2）施工单位在新设备进场时应开展机具入场检验，完成技术资料核查、整机外观质量检查、试机等工作；检验合格后方可投入使用。

（3）复用履带升降跨越架进场，施工单位除核查上述资料外，还应核查机具定期检验报告、历次维保记录等，检验周期应满足 DL/T 875 相关规定。

（4）设备本体安全保护装置应配置齐全，安全保护系统功能应可靠，保护装置功能、保护参数设置等应满足设备说明书要求。

（5）设备铭牌应清晰标注设备名称、型号、厂家、主要性能参数等，不应超出额定参数开展作业。

8.2.3 履带升降跨越架抗倾覆要求应包含以下内容：

（1）架体抗倾覆验算应满足计算的最不利工况要求；

（2）设备作业高度、幅度等应满足对应工况下整机抗倾覆验算要求；

（3）封网工况应采取设置拉线或其他抗倾覆措施；

（4）拉线及地锚系统承载力应满足抵消倾覆力矩、控制架体侧移的受力要求；

（5）机动底盘经全面检查验收合格后方可投入使用，整机强度和稳定性应满足事故工况下的冲击载荷要求；

（6）设备水平度、支腿沉降变形限值应满足设备说明书及方案相关要求；

（7）整体受力分配应满足各台跨越架独立抗倾覆安全要求；

（8）风荷载取值应满足工程所在地重现期风速及架体最大受风投影面积的计算要求。

8.2.4 跨越架防护要求应包含以下内容：

（1）跨越架封网后保护宽度应满足新建导线考虑最大风偏的遮护范围要求；

（2）搭设封网后主桁梁、网体、组合防护系统应满足事故工况下的冲击荷载要求；

（3）架体、绳网与带电体之间应满足规范要求的最小安全距离要求；

（4）跨越架绳网与被跨越物垂直距离应满足施工期沉降、事故荷载作用下产生位移的防护净空要求；

（5）单相导地线遮护多台跨越架联用时，各跨越架防护范围应相互搭接，满足连续、无盲区的整体遮护要求；

（6）绳网绝缘措施、接地措施应满足邻近带电跨越工况下防感应电的相关要求；

（7）跨越架系统布置应满足被跨越设施产权单位提出的合理防护要求；

（8）主桁梁上与导线接触的辊杠应选用对导线磨损小的材料，若用金属杆作为过线滚筒，则应表面包胶；滚筒应转动灵活，且应满足 DL/T 5106 相关要求。

（9）履带升降跨越架型式试验应符合 DL/T 875 的有关要求，且应由具备检测资质的第三方检测机构开展。

（10）跨越架所属单位应开展定期试验。

8.3 施工要求

8.3.1 现场布置应先进行勘察及定位放样，根据新建线路各相导地线中心线确定履带升降跨越架的位置。

8.3.2 施工前应复核被跨越物高程、交叉角、设备定位中心、支腿外伸轮廓、地锚点位等。

8.3.3 跨越架的停放站位、设备朝向、防护装置与被跨越物夹角等应符合方案要求。

8.3.4 跨越架 H 型双臂起升高度、保护宽度、工作幅度等应满足方案要求。

8.3.5 跨越架工作区域应划定作业区域并设置围栏和警示标识。

8.3.6 对于需要设置拉线及地锚的情形，拉线、地锚点位、地锚埋深等应满足方案要求。跨越施工前宜提前定位并在设备进场前完成施工所需地锚埋设。

8.3.7 施工前应检查防护装置滚动辊轴的表面平整及转动灵活性。

8.3.8 施工前应完成安全技术交底，取得被跨越物产权单位许可。

8.3.9 施工前应明确指挥、操作、监护等人员岗位职责，统一作业指挥信号。

8.3.10 夜间作业应布设充足照明，灯具布设数量及位置应满足方案要求。

8.3.11 线路风偏较大或开展多相线路同步施工时，可采用多台履带升降跨越架，沿垂直于施工线路方向并排布置作业。

8.3.12 多台履带升降跨越架并排布置时，各机站位、间距、朝向、高度、幅度应统一按方案控制，协调动作时序，校核多机联合工况下整体稳定性与相互安全距离。

8.3.13 对于设备防倾覆要求应采取以下措施：

（1）对于需要打设支腿的情形，支腿应全部伸出并调平，支腿垫板或枕木应居中承压、不悬空。跨越架整机水平度应满足设备说明书及方案要求，调平完成后方可进行主臂起升作业。

（2）每层拉线的根数，拉线使用的钢丝绳规格应符合方案要求，拉线固定点之间的长细比应不大于150；

（3）拉线与地面夹角不宜大于 45 度，且不应大于 60 度；

（4）施工中定期复核支腿、垫板、地基有无沉降、滑移，发现地基下陷、垫板滑移应立即停止作业。

8.3.14 对于设备防冲击要求应采取以下措施：

（1）封网所用网体、承载索的规格、破断拉力等应符合方案要求，且应满足 GB/T13035 相关要求；

（2）网体、承载索使用前应进行外观检查，不得存在断丝、磨损、老化、腐蚀、损伤缺陷；

（3）导线、绳索牵引过程应匀速进行，不应突然启停；

（4）承载索张力应满足方案要求；

（5）绳网、承载索与防护装置接触部位不应有棱角、尖锐部分。

8.3.15 涉及近电作业时应采取以下措施：

（1）跨越架接地应采用不小于 25mm2 软铜线，接地棒插入深度不小于 0.6m，施工前应复测接地电阻。施工前应复核架体、拉线、绳网、工器具与带电体之间的最小安全距离；

（2）作业区域应设置硬质安全围栏和近电作业警示标识，划定带电危险警戒区；

（3）近电作业应设专职安全监护，监护人不得兼任其他作业；并打开安全距离检测报报警装置。

（4）牵引、展放绳网及导线时，应采取措施防止绳索飘移、弹摆触碰带电设备；

（5）作业使用的绝缘绳、绝缘工器具应经外观检查、绝缘检测合格，并在有效期内使用。

8.3.16 履带升降跨越架应满足以下安全施工要求：

（1）设备操作人员应有相关证书，应建立作业人员档案，专人管理；

（2）施工前应进行所有受力工器具的检验，每次使用前均应进行外观检查；

（3）遇有浓雾、雷雨、暴雪和五级以上大风等恶劣天气时不应进行跨越作业，当风速大于跨越架架体或起重机的设计风速时，应将跨越架收回；

（4）地面遥控操跨越架搭设撤收安全距离不应小于 10 米；

（5）跨越架搭设至拆除期间均应安排专人监护，每日应检查架体状况；

（6）采用纤维材质承载索的，承载索两端宜分别配置带绝缘套的钢丝绳作为保险绳，钢丝绳破断力不得小于承载索的破断力。

8.4 检查与验收

8.4.1 履带升降跨越架搭设完成后，应由施工班组自检，在施工单位验收合格后的基础上组织跨越架验收。验收应由施工单位提出申请，建设单位或建设单位委托相关方进行验收。

8.4.2 履带升降跨越架验收时应复核跨越架高度、连接部位可靠性、拉线、地锚、网体弧垂等。

8.4.3 在雷电、暴雨、暴雪、五级以上大风等恶劣天气后，应对跨越架、临时拉线系统及封网装置等作详细检查，经重新验收合格后方可继续施工。

8.4.4 封网工况时，封网装置被跨越物的安全距离均应实测实量，并与施工方案校核。

8.4.5 其他验收规定参照本文 5.4 节执行。

8.5 拆除施工

8.5.1 对于封网跨越施工，区段放线工序全部完成后、附件安装结束后，方可开始拆除施工。

8.5.2 拆除顺序宜按以下步骤进行：回收网体→回收封网纵杆→拆除拉线→H 型双臂臂回收→折叠主桁梁并固定→地锚回收→跨越架驶离→关闭所有电源。

8.5.3 跨越道路施工应在拆除时对路面进行暂时封锁，禁止车辆通行。

8.5.4 纤维编制绳在拆除过程中不应拖拽磨损。

8.5.5 拆除时应关注架体与被跨越物、周边障碍物间的安全距离。

8.5.6 施工结束后应做到“工完料净场地清”。

9 水平伸缩式跨越架

9.1 一般规定

9.1.1 水平伸缩式跨越架主要结构包含移动式底盘、升降支架、多节水平伸缩主臂、辅助臂、封网挂环、

液压驱动系统、封网装置等。

9.1.2 水平伸缩式跨越架在设计前应明确自身边界条件，分析装置预期满足的输电线路放线施工相关参数和被跨越物参数，合理确定自身适用范围和设计指标。

9.1.3 水平伸缩式跨越架应同时具备封网跨越和不封网跨越功能。

9.1.4 移动式底盘性能应满足设备整机承载、移位、转场作业要求。

9.2 技术要求

9.2.1 水平伸缩式跨越架施工方案应包含以下计算：

（1）跨越架架顶防护宽度（绝缘绳网宽度）计算，按本规范附录 C.1 执行；

（2）绝缘绳网长度计算，按本规范附录 C.2 执行；

（3）封网装置绳索规格计算，按本规范附录 C.3 执行；

9.2.2 水平伸缩式跨越架设备进场资料要求应包含以下内容：

（1）新设备进场时厂家应提供生产资质、合格证、出厂检验记录、型式试验报告、使用维护保养说明书，电气系统、液压系统等重要构件检验报告。

（2）新设备进场时施工单位应开展机具入场检验，完成技术资料核查、整机外观质量检查、空载试机、伸缩臂全行程动作试验，检验合格后方可投入使用。

（3）复用设备进场，除核查上述资料外，还应核查机具定期检验报告、历次维保记录，检验周期满足 DL/T 875 相关规定。

（4）设备本体安全保护装置配置齐全，安全保护系统功能可靠，保护装置功能、保护参数设置满足设备说明书要求。

（5）设备铭牌应清晰标注设备名称、型号、厂家、主要性能参数。

9.2.3 水平伸缩式跨越架抗倾覆与结构刚度要求应包含以下内容：

（1）架体、伸缩臂验算应满足最不利工况要求；

（2）设备伸缩伸出长度、工作高度等应满足方案要求；

（3）临时拉线及地锚设置应满足方案要求，且应满足抵消倾覆力矩、控制架体侧移、伸缩臂端部位移的受力要求；

（4）机动底盘经全面检查验收合格后方可投入使用；

（5）设备整机水平度、支腿沉降变形限值应满足设备说明书及方案相关要求；

（6）多机联合作业工况，整体受力分配应满足各台跨越架独立抗倾覆安全要求；

9.2.4 水平伸缩式跨越架防护要求应包含以下内容：

（1）跨越架保护宽度应满足新建导线考虑最大风偏的遮护范围要求；

（2）封网工况下，防护装置、封网装置、架体组合防护系统应满足事故工况下的冲击荷载要求；

（3）不封网工况下，防护装置结构强度应满足事故工况下的冲击荷载要求；

（4）架体与带电体之间应满足规范要求的最小安全距离要求；

（5）封网工况下，跨越架绳网与被跨越物垂直距离应满足施工沉降、事故荷载作用下产生位移的防护净空要求；

（6）不封网工况下，两侧跨越架间距离应满足事故工况下导线不落至跨越架之间的要求；

（7）单相导地线遮护多台跨越架联用时，各跨越架防护范围应相互搭接，满足连续、无盲区的整体遮护要求；

（8）跨越架系统布置应满足被跨越设施产权单位提出的合理防护要求；

（9）横梁上与导线接触的辊杠应有足够的强度且表面应选用对导线磨损小的材料，若用金属杆作为过线滚筒，则应表面包胶；滚筒应转动灵活，且应满足 DL/T 5106 相关要求。

9.2.5 水平伸缩式跨越架出厂试验包括出厂检查和载荷试验，应符合 DL/T 875 的有关要求，检验合格方能出厂，并附产品合格证。

9.2.6 型式试验应由具备检测资质的第三方检测机构开展，型式试验内容应符合 DL/T 875 相关要求：

9.3 施工要求

9.3.1 现场布置应先勘察及定位放样，根据新建线路各相导地线中心线确定水平伸缩式跨越架及附属构件位置。

9.3.2 施工前复核被跨越物高程、设备定位中心、支腿外伸轮廓、地面平整度、夯实度等。

9.3.3 跨越架停放站位、设备朝向、伸缩臂伸出方向与被跨越物夹角应符合方案要求。
9.3.4 作业场地应平整压实。整机调平完成后方可进行伸缩臂伸出作业。
9.3.5 跨越架伸缩臂伸出长度、防护宽度、工作高度应满足方案要求；伸缩臂伸出全过程应监视臂架挠度变形。
9.3.6 跨越架作业半径内应划定作业区域，设置围栏和警示标识；夜间作业布设充足照明。
9.3.7 需要设置拉线及地锚的工况，拉线、地锚点位、埋深应满足方案要求，且宜在设备进场前完成地锚埋设。拉线钢丝绳规格应满足方案要求，拉线与地面夹角不宜大于 45°。
9.3.8 施工过程定期复核支腿、垫板、地基有无沉降滑移，发现异常立即停止作业。
9.3.9 施工前检查伸缩臂端部辊杠表面平整、转动灵活性；检查每节伸缩臂液压驱动、电液比例阀工作状态；两节展翼同时使用时四个辅助臂必须全部配置到位。
9.3.10 施工前应完成安全技术交底，并取得被跨越物产权单位许可。
9.3.11 多台水平伸缩式跨越架并排布置作业时，各机站位、间距、朝向、伸缩伸出长度、高度应严格按方案控制，协调动作时序，校核多机联合工况整体稳定性与设备间安全距离。
9.3.12 对于设备防冲击要求应采取以下措施：
（1）网体、承载索使用前外观检查，不得存在断丝、磨损、老化、腐蚀、损伤缺陷；
（2）导线、绳索牵引匀速进行，不应突然启停；
（3）绳网、承载索与伸缩臂、挂环接触部位不得存在棱角、尖锐部位。
9.3.13 对于近电作业应采取以下措施：
（1）跨越架接地应采用不小于 25mm² 软铜线，接地棒插入深度不应小于 0.6m，施工前应复测接地电阻，复核架体、拉线、绳网、工器具与带电体最小安全距离；
（2）作业区域应设置硬质安全围栏和近电作业警示标识，划定带电危险警戒区；
（3）近电作业应设置专职安全监护，监护人不得兼任其他作业；
（4）牵引、展放绳网及导线时，应采取措施防止绳索飘移、弹摆触碰带电设备；
（5）绝缘绳、绝缘工器具应经外观、绝缘检测合格，并在有效期内使用。
9.3.14 对于封网跨越应采取以下措施：
（1）地面预先安装调试封网装置、各类绳索、临时拉线及配套安全工器具；
（2）绳索对接前，按相关管理要求联系相关部门对被跨越物实施封闭；
（3）承载索对地夹角不宜大于 45°；
（4）封网装置安装完成前复测绳索、网体弧垂。
9.3.15 对于安全施工应采取以下措施：
（1）高空作业、设备操作人员应持证上岗，建立作业人员档案，专人管理；
（2）施工前完成所有受力工器具检验，每次使用前外观检查；
（3）遇浓雾、雷雨、暴雪和五级及以上大风恶劣天气，不应开展跨越作业；风速大于设备设计风速时，应将伸缩臂全部收回至运输状态；
（4）结构尚未稳固时，不应开展登高作业；
（5）施工人员全部撤离至地面后，方可开展设备拆除回收；
（6）跨越架搭设至拆除全过程安排专人监护，每日检查架体、伸缩臂、液压系统、拉线状态；

9.4 检查与验收

9.4.1 设备进场时检查下列随机资料：
（1）产品出厂合格证、整机型式试验报告；
（2）设备使用说明书、荷载强度计算书、伸缩臂载荷曲线；
（3）设备维保记录、有效期内关键部件检测报告；
（4）装备出厂接地系统技术参数资料。
9.4.2 跨越施工前应开展试机，检验机械、电气、液压系统工作状态；伸出跨度、保护范围、臂架挠度等应满足方案要求。
9.4.3 跨越架布设过程中，施工、监理单位应检查：
（1）地基平整、压实情况，整机水平度；
（2）底盘、液压、伸缩臂机构运转情况；

（3）各构件连接、螺栓紧固状态；
（4）伸缩臂、封网装置与被跨越物、障碍物之间的安全距离。

9.4.4 验收时应复核跨越架工作高度、伸缩伸出长度、网体弧垂、伸缩臂最大挠度实测值。

9.4.5 其他验收规定参照本文 5.4 节执行。

9.5 拆除施工

9.5.1 区段放线工序全部完成、附件安装结束后，方可开展跨越架拆除施工。

9.5.2 封网跨越工况拆除宜按如下顺序进行：回收网体→回收前支撑臂→分段收回水平伸缩臂→升降支架回落→跨越架驶离现场。

9.5.3 不封网跨越工况拆除宜按如下顺序进行：收回水平伸缩臂→升降支架回落→跨越架驶离。

9.5.4 封网工况跨越道路拆除时，应临时封锁路面，禁止车辆通行。

9.5.5 纤维编制绳拆除过程中严禁拖拽磨损。

9.5.6 拆除全过程应监测伸缩臂运动轨迹，控制架体、伸缩臂端部与被跨越物、周边障碍物安全距离。

9.5.7 施工结束应做到工完料净场地清。

附录 A 移动式跨越架安全距离要求

（资料性附录）

A.1 根据 DL/T 5106，移动式跨越架与铁路、公路及通信线的最小安全距离见表 A.1。

表A.1 移动式跨越架与铁路、公路及通信线的水平和垂直最小安全距离

被跨越物	水平最小安全距离/m		垂直最小安全距离/m	
	安全距离	备注	安全距离	备注
高速铁路	位于防护栅栏外且不小于：7	架面距高速铁路附加导线	12	距铁路轨顶
			4	距铁路电杆或距导线
一般铁路	至铁路轨道：2.5	与架面水平距离	6.5	距铁路轨顶
高速公路	至路基（防护栏）：2.5	与架面水平距离	8	距路面
一般公路	至路边：0.6	与架面水平距离	5.5	距路面
通信线	0.6	/	1.0	/

A.2 根据 DL 5009.2，移动式跨越架与电力线路的最小安全距离见表 A.2。

表A.2 移动式跨越架与电力线路的水平和垂直最小安全距离

电压等级	安全距离（m）	
kV	沿垂直方向	沿水平方向
≤10	1.50	1.50
20-35	1.50	2.00
66-110	2.00	4.00
220	2.50	5.50
330	4.00	6.50
500	5.00	8.00

附录 B 常见移动式跨越架技术参数及现场布置

（资料性附录）

B.1 羊角式跨越架

B.1.1 一种常见羊角式跨越架技术参数以表 B.1 为例。

表B.1 SKY-L-30/30 羊角式跨越架技术参数表

类别	项　　目		单位	参数
尺寸参数	运输车体全长（含主臂）		mm	12950
	运输车体全长（仅底盘）		mm	7100
	整机全宽		mm	3060
	整机全高		mm	3700
	轴　　距		mm	3600
	整车整备质量		kg	29075
动力参数	发动机额定功率		Kw/(r/min)	169/2500
行驶参数	行驶速度	最高行驶速度	Km/h	40
	爬坡性能	最大爬坡度	%	55
	转弯性能	最小转弯半径	m	10.5
主要性能参数	支腿距离	纵　向	m	6.4
		横　向	m	6.5
	施工参数	工作高度	m	13/18/24/30
		跨越宽度	m	6
		主臂最大倾角（跨越架模式）	度	90
		回转角度	度	360
		最大跨距	m	80
		最大垂直载荷	kN	100
装置安全保障系统功能	限位装置		/	根据设计要求
	高度安全装置		/	根据设计要求
	集成监测控制系统		/	根据设计要求
	轴压传感器		/	根据设计要求

B.1.2 两种常见羊角式跨越架结构组成以图 B.1-B.2 为例。

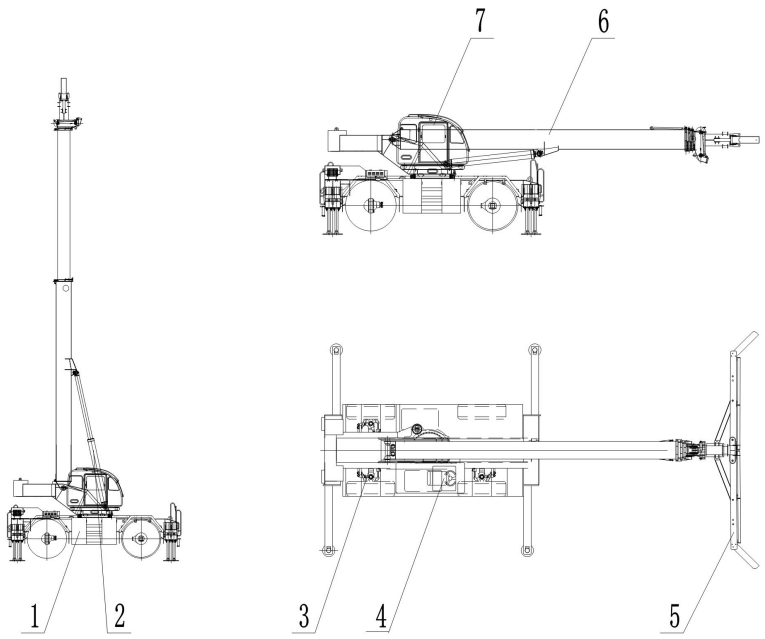


图 B.1 SKY-L-30/30 羊角式跨越架结构示意图

序号说明：

1——移动式底盘；2——回转顶升机构；3——发动机；4——安全保障系统；5——防护装置；6——主臂；7——驾驶室。

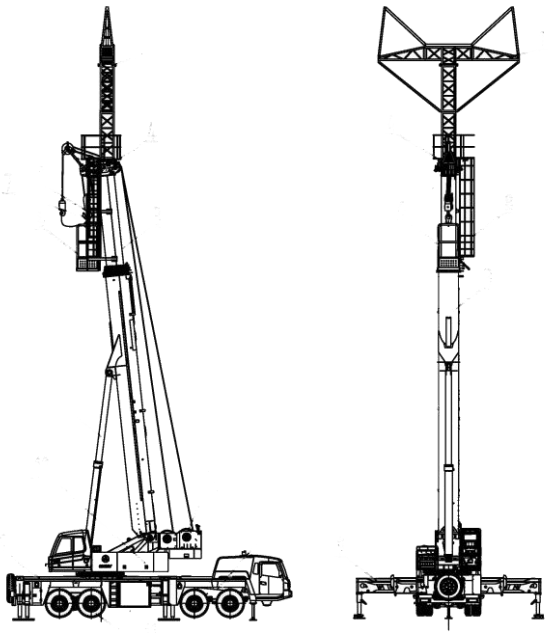
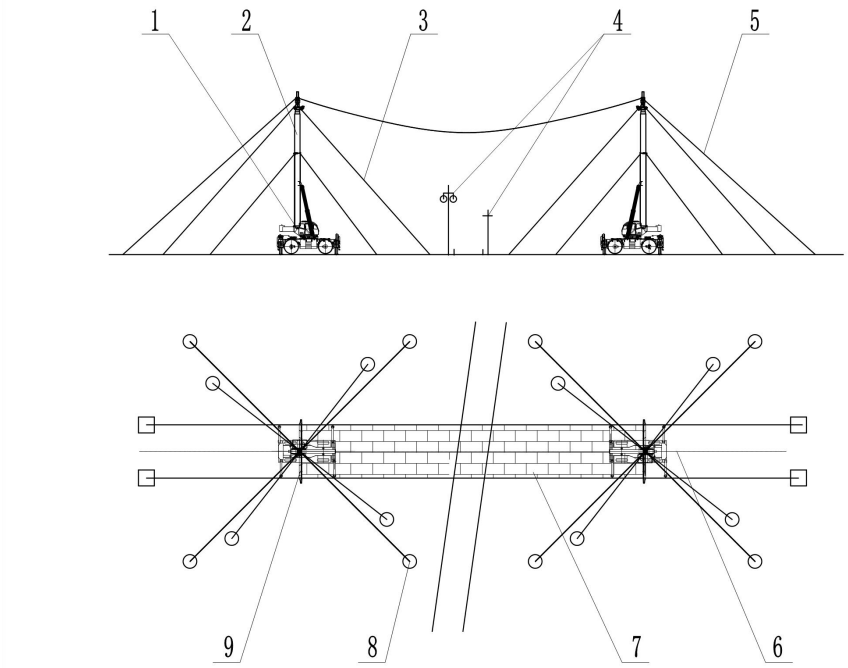


图 B.2 电力抢修羊角式跨越架结构示意图

序号说明：

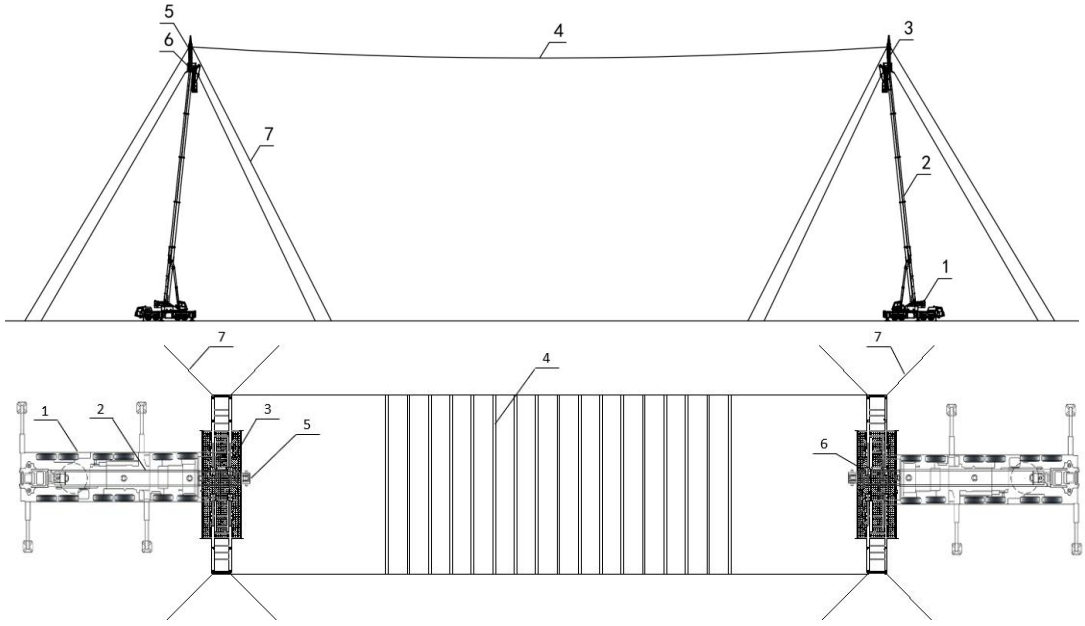
B.1.3 羊角式跨越架封网跨越工况现场布置以图 B.3、图 B.4 为例。



a）羊角式跨越架封网跨越施工 1

序号说明：

1——羊角式跨越架；2——主臂；3——临时拉线；4——被跨越物；5——承载索；6——单相导线中心线；7——封网装置；8——锚桩；9——防护装置。



b）羊角式跨越架封网跨越施工 2

序号说明：

1——羊角式跨越架；2——主臂；3——防护装置；4——封网装置；5——起重机连接座；6——姿态调整机构；7——临时拉线。

图 B.3 羊角式跨越架封网跨越施工

B.1.4 羊角式跨越架不封网跨越工况现场布置以图 B.4 为例。

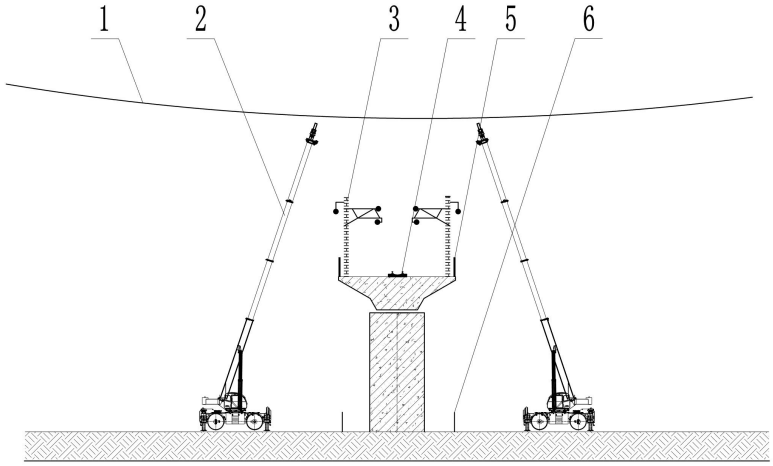


图 B.4 羊角式跨越架不封网跨越施工

序号说明：

1——绳索及导地线；2——羊角式跨越架；3——接触网；4——被跨越物；5——桥护栏；6——护栏。

B.2 伞形跨越架

B.2.1 几种常见伞形跨越架技术参数以表 B.2、B.3 为例。

表B.2 SXK-H-8伞形跨越架技术参数表

序号	项目名称	单位	参数
1	过线宽度	m	8
2	遮盖长度	m	12
3	主承载桁架额定垂直载荷	kN	50
4	主承载桁架抗水平载荷	kN	15
5	俯仰调整角度	°	-70～+70
6	旋转调整角度	°	0-360
7	驱动形式	/	电机驱动
8	操作方式	/	无线遥控
9	电池待机时间	d	≥30
10	适配载具类型	/	≥50 吨起重机
11	整机重量	kg	3290

表B.3 SKD-S-8伞形跨越架技术参数表

产品型号	SKD-S-8×10/20-D	SKD-S-8×12/50-D
封网宽度/架体宽度（m）	8	8
自封网长度/架体长度（m）	10	12
主承载桁架额定垂直载荷（kN）	20	50
主承载桁架抗水平载荷（kN）	8	15
桁架式安全网额定载荷（kN）	10	15
工作仰角（°）	≥30°	
最大架设线规格	400mm² 双分裂	630mm² 双分裂 400mm² 四分裂

跨越架架体自重（t）		约 3	约 4
适配载具类型		25T 及以上起重机	50T 及以上起重机
运输尺寸（长×宽×高）（m）		8.6×2.1×2.75	9×2.1×2.9
运输总重（t）		约 4	约 5
操作方式		无线遥控	
跨越架体电池待机时间（天）		≥15	
最大跨越高度（m）		根据现场条件选择起重机的规格和型号来满足跨越高度要求	
封网扩展装置		要求选配	
安全保障系统	安全距离检测系统	要求选配	
	工作状态监测与智能值守系统	二个系统二选一，要求选配	
	跨越架布置与撤离轨迹安全监控系统		

B.2.2 两种常见伞形跨越架结构组成以图 B.5、B.6 为例。

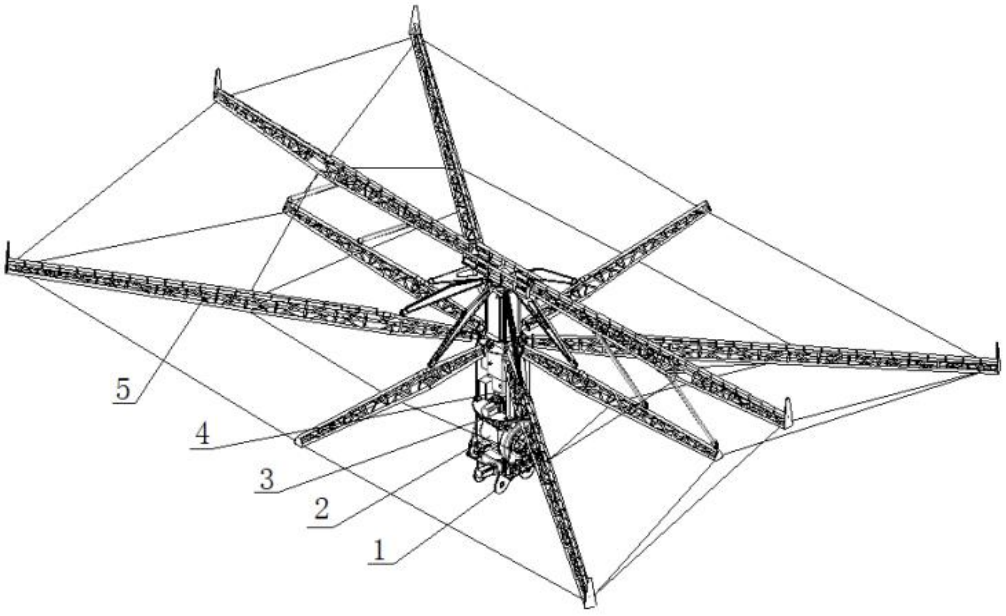


图 B.5 伞形跨越架结构示意图

序号说明：

1——起重机连接座；2——俯仰调节机构；3——回转机构；4——展放与收拢机构；5——伞状桁架封网平台。

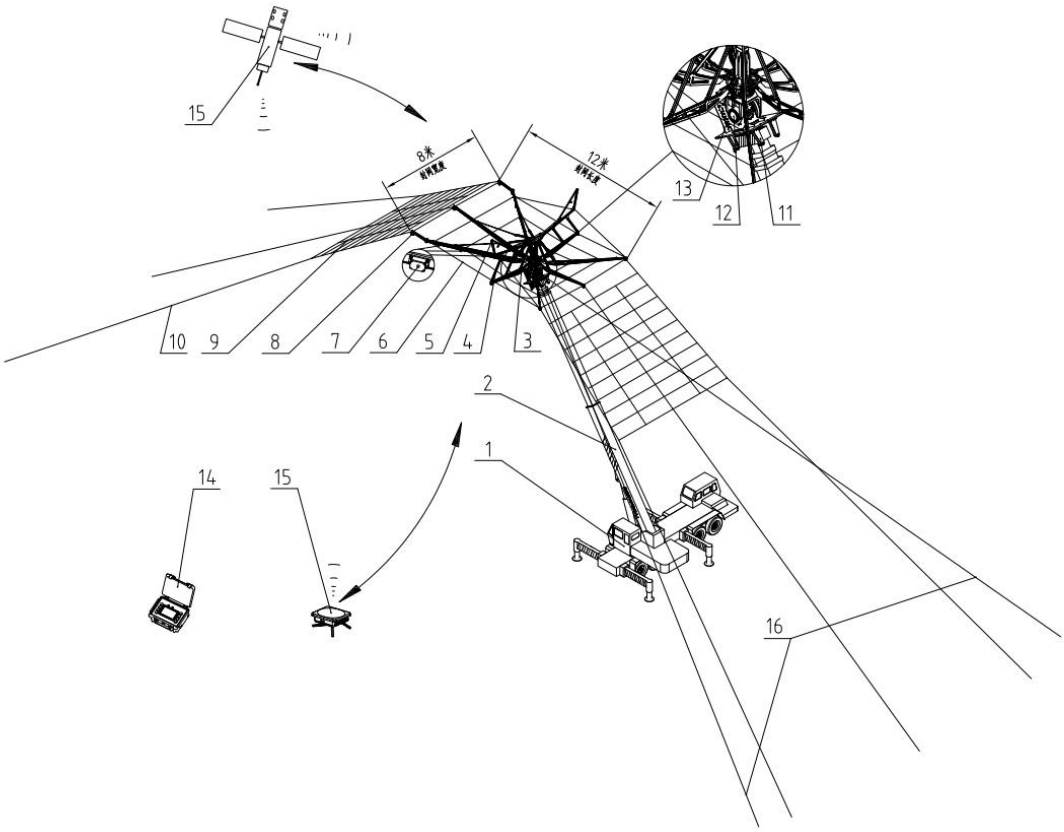


图 B.6 伞形跨越架结构示意图

序号说明：

1——流动式起重机；2——主臂；3——过线辊杠；4——伞形跨越架架体；5——羊角杆；6——桁架式封网机构；7——测距系统；8——侧向扩展封网；9——测距系统；10——封网拉线；11——起重机连接座；12——俯仰机构；13——旋转机构；14——无线遥控器；15——状态智能值守系统；16——-防倾覆反向拉线。

6.2.1 伞形跨越架自身封网和跨越现场布置以图 B.7-图 B.9 为例

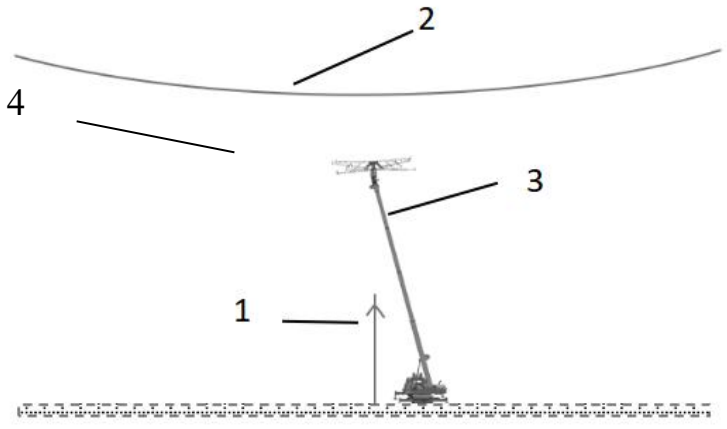


图 B.7　伞形跨越架自身封网跨越施工现场布置侧视图

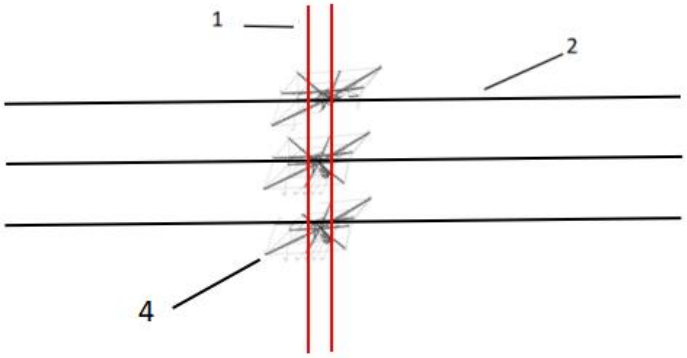


图 B.8 伞形跨越架自身封网跨越施工现场布置俯视图

序号说明：

1——被跨越物；2——绳索或导线；3——伞形跨越架；4——封网装置。

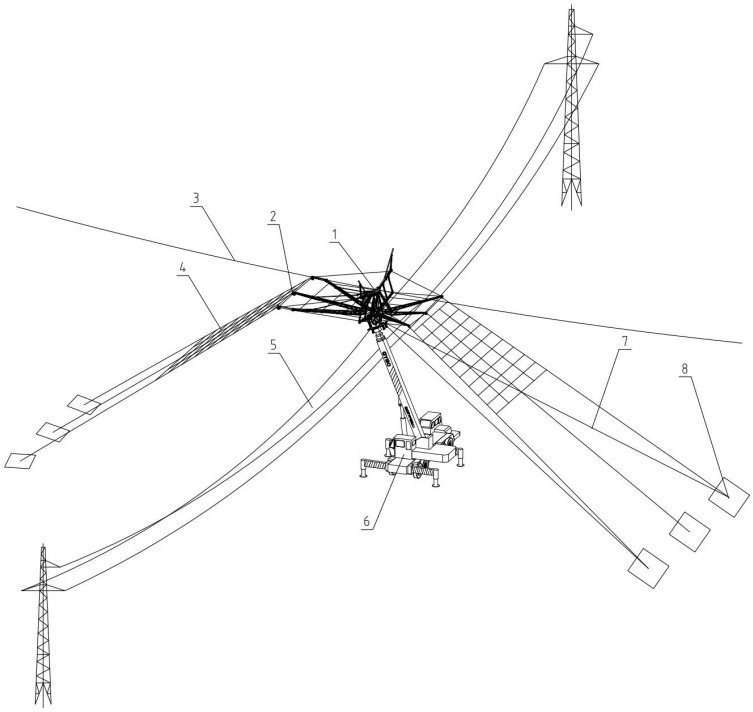


图 B.9 伞形跨越架入地封网跨越施工现场布置

序号说明：

1——伞形跨越架；2——封网装置；3——施工线路；4——前后封网；5——被跨越物；6——流动式起重机；7——临时拉线；8——地锚。

B.3 折叠臂跨越架

常见折叠臂升降跨越架结构组成以图 B.10 为例。

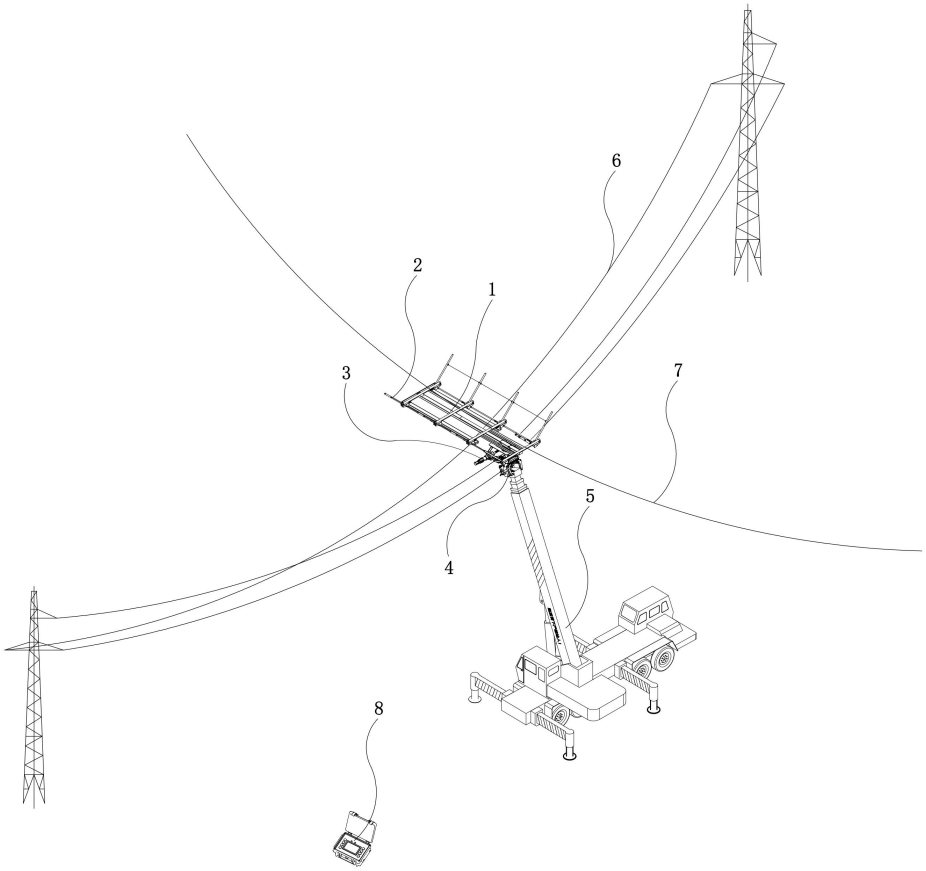


图 B.10 折叠臂跨越架跨越施工现场布置

序号说明：

1——封网平台；2——羊角；3——姿态调整机构；4——起重机连接座；5——流动式起重机；6——被跨越物（以电力线路为例）；7——施工线路；8——遥控器。

B.4 履带升降跨越架

B.4.1 常见履带升降跨越架技术参数以表 B.4 为例。

表B.4 履带升降跨越架技术参数表

序号	项目名称	单位	参数
1	封网宽度/主横梁宽度	m	8
2	自封网长度/纵杆长度	m	6
3	主桁梁架额定垂直载荷	kN	30
4	抗倾覆水平载荷	kN	3
5	工作仰角	度	75—85
6	单台跨越车自重	t	10
7	运输尺寸（长×宽×高）	m	7×2.5×2.3
8	驱动方式	/	电机驱动
9	自行走操作方式	/	无线遥控
10	电池待机时间	天	≥15

11	最大跨越高度		m	15m
12	封网装置遥控方式		/	电动、自动
13	安全保障系统	安全距离检测与报警系统	/	要求选配
14		工作状态监测与智能值守系统	/	要求选配

B.4.2 常见履带升降跨越架结构组成以图 B.11 为例。

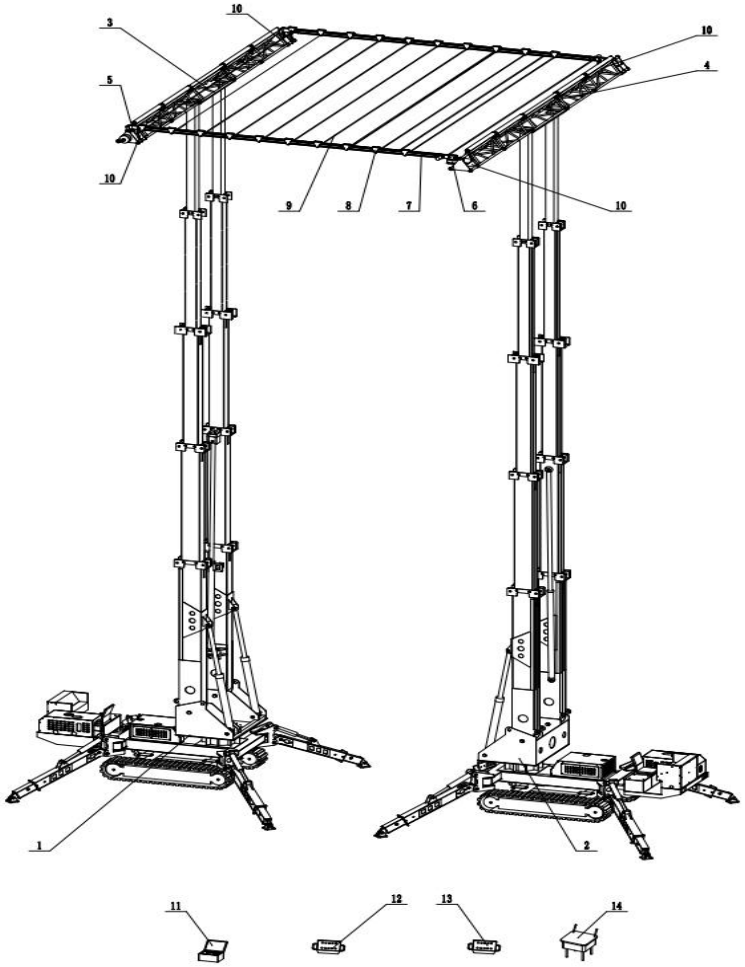


图 B.11 履带升降跨越架结构示意

序号说明：

1——履带升降跨越架 A；2——履带升降跨越架 B；3——跨越车 A 主桁梁；4——跨越车 B 主桁梁；5——空中锁紧机构；6——回转支撑；7——封网纵杆组件；8——封网小车；9——迪尼玛绳；10——安全距离检测报警系统系统；11——遥控器；12——跨越车 A 遥控器；13——跨越车 B 遥控器；14——状态智能值守系统（选配）。

B.5 水平伸缩式跨越架

B.5.1 常见水平伸缩式跨越架技术参数以表 B.5 为例。

表B.5 水平伸缩式跨越架技术参数表

序号	项目名称	单位	参数
1	额定承载量	kg	800
2	额定承载量展翼幅度	m	10.125
3	整机长度	m	80

4	整机宽度	m	30
5	整机高度	m	27(最高点)
6	行走速度	Km/h	0-2.9
7	整机功率	Km	电机 30；发动机 135
8	驱动形式	/	内燃
9	主要结构材质	/	AG700L

B. 5. 2 常见水平伸缩式跨越架结构组成以图 B.12 为例。

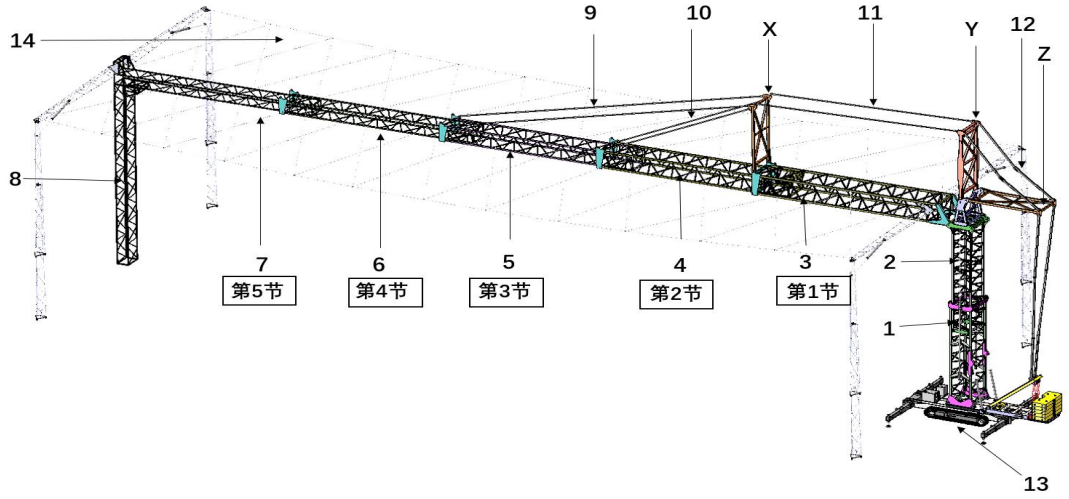


图 B. 12 水平伸缩式跨越架现场布置图

序号说明：

1——外举升臂；2——内举升臂；3-7——横跨臂（整体为伸缩臂）；8——前支撑臂；9-12——拉索；13——移动式底盘；14——封网装置。

附录 C 封网装置选择计算

（资料性附录）

C.1 绝缘绳网宽度 B

C.1.1 针对单相(或单极)导线的绝缘绳网宽度应不小于同相(极)子导线间在横线路方向的最大水平距离与风压引起的导线风偏距离的两倍之和。

绝缘绳网宽度 B 应满足:

$$B \geq 2Z_x + b \tag{C.1}$$

式中:

Zx——新建线路导线在安装(架线)气象条件下，在跨越点处的风偏距离，m；

b——如果跨越架同时遮护同侧导线和地线，则 b 为最外侧导线与地线在横线路方向的水平距离。

C.1.2 新建线路导线在安装(架线)气象条件下，跨越点处的风偏距离 Zx 为

$$Z_x = \omega_{4(10)}[m(l-m)/(2H) + \lambda/\omega] \tag{C.2}$$

$$\omega_{4(10)} = 0.0613kd \tag{C.3}$$

式中：$\omega_{4(10)}$——新建线路导线在安装(架线)气象条件下(风速为 10m/s)的单位长度风压，N/m；

m——跨越物至新建线路邻近杆塔的水平距离，m；

l——跨越档档距，m；

H——新建线路导线水平张力，N；

λ——新建线路跨越档两端铁塔悬垂绝缘子金具串或滑轮挂具长度，m；

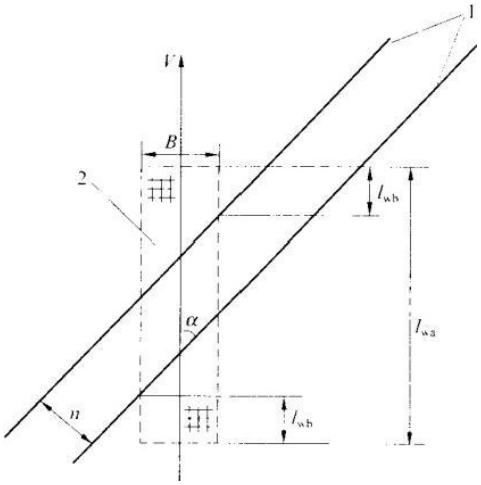
ω——新建线路导线的单位长度重量，N/m；

k——风载体型系数，当 d≤17mm 时，k=1.2;当 d>17mm 时，k=1.1；

d——导线直径，mm。

C.2 绝缘绳网长度 l_{wa}

C.2.1 绝缘绳网尺寸标示如图C.1所示。



序号说明：

1——被跨越物两侧边缘；2——绝缘绳网；3——新建线路单相(极)导线中心线。

图 C.1　绝缘绳网尺寸标示图

绝缘绳网长度 l_{wa} 应满足：

$$l_{wa} \geq \frac{n}{\sin\alpha} + \frac{B}{\tan\alpha} + 2 \times l_{wb} \quad (C.4)$$

式中：l_{wa}——绝缘绳网长度，m；

n——被跨越物宽度，m；

B——绝缘绳网宽度，m；

α——新建线路与被跨越物的交义角度，(°)；

l_{wb}——保护网长度，即绝缘网单侧伸出被跨越物的保护长度。

C.3 封网装置绳索规格的确定

C.3.1 落网导线长度

落网导线长度计算公式为：

$$l_c = \frac{3}{8}(l_G + l_{G+1}) + l_{wa} \quad (C.5)$$

式中：l_c——落网导线长度，m;

l_G——G 塔与绝缘绳网网端形成的次挡距为 l_G，m，如图 C.3 所示，绝缘绳网的网端 3 承载的集中荷载为 长度的导线重量；

l_{G+1}——G+1 塔与绝缘绳网网端形成的次挡距为 l_{G+1}，m，如图 C.3 所示，绝缘绳网的网端 4 承载的集中荷载为 长度的导线重量。

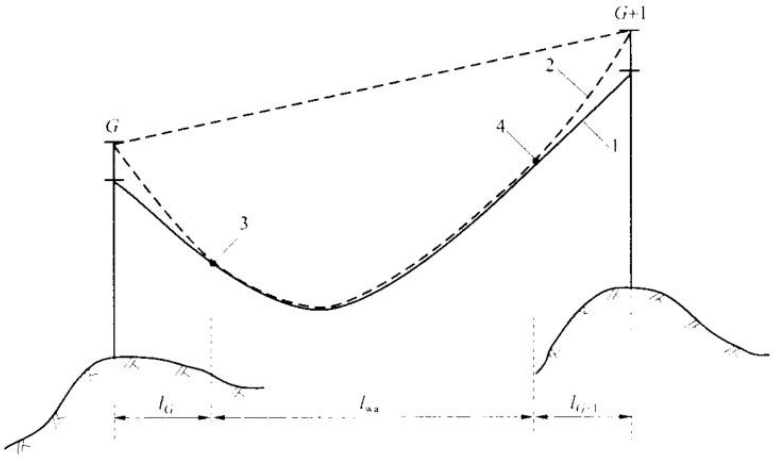
C.3.2 牵（锚）网绳

因牵网绳将绝缘绳网和绝缘撑杆牵引到位后锚固，牵网绳起到锚固作用，则此时牵网绳改称为锚网绳。锚网绳在事故状态的受力大于牵网过程牵网绳的受力，则牵网绳的选择按照锚固状态进行计算选择。

锚网绳需承受封网装置和事故情况时落网绳索的水平和垂直荷载。

C.3.2 绝缘绳网网端的绝缘钢丝绳

网端的绝缘钢丝绳承受事故情况下落网绳索的垂直荷载和水平荷载。



序号说明：

1——承载索；2——静载事故状态时的导线；3——绝缘绳网的网端；4——绝缘绳网的网端。

图 C.2 绝缘绳网承载导线示意图

附录 D 羊角式跨越架主要受力计算

（资料性附录）

D.1 封网工况事故工况轴压计算

D.1.1 计算承载索控制张力H

$$H = \frac{l^2 * w_0}{8f} \tag{D.1}$$

式中：

l——跨越档的水平档距，m；

ω_0——承载索单位长度重量，N/m；

f——承载索弧垂，m；

S——承载索的净截面面积，mm^2。

D.1.2 校核封网重量引起的弧垂变化，确定承载索最终控制张力

以支撑杆封网施工为例，封网装置包含支撑杆、小滑车、牵网绳、U 型环、杆内加强钢丝绳等。

折算比载为：

$$w_{\mathrm{A}} = \frac{w_0 + (a_1 n_1 + a_2 n_2 + a_3 n_3 + a_4 n_4 + \ldots + 2 w_1 l)}{2l} \tag{D.2}$$

式中：

ω_A——承载索折算比载，N/m；

a——封网构件单重，N；

n——封网装置中该封网构件数量；

ω_1——牵网绳比载，N/m。

承载索最终控制张力T为：

$$\mathrm{T} = \frac{w_{\mathrm{A}}}{w_0} H \tag{D.3}$$

计算承载索实际控制张力 T：

承载索有两种工作状态，一种为安装工作状态（即空载状态），另一种为导线事故状态。当已知空载状态的张力求解事故状态张力时，可采用简化的导线状态方程，即简化的斜抛物线方程。

$$T_A - \frac{l^2 W_A^2 SE \cos^3 \varphi}{24 T_A^2} = T_S - \frac{l^2 W_S^2 SE \cos^3 \varphi}{24 T_S^2} \tag{D.4}$$

式中：

T_A——承载索的安装张力，N；

l——跨越档的水平档距，m；

W_A——封网后承载索等效单位长度重量，N/m；

E——承载索的弹性模量，N/mm^2；

S——承载索的净截面面积，mm^2；

T_S——承载索的张力，N；

Ws——承载索的单位长度重量，N/m；

φ——跨越档高差角，°。

事故状态下承载索的张力计算：

T_S 的求解方法：

令 $T_A-\frac{l^2W_A^2SE\cos^3\varphi}{24T_A^2}=a$， $b=\frac{l^2W_S^2SE\cos^3\varphi}{24}$ ，将 a，b 分别代入上式，

经整理得：$T_S^2(T_S\text{-}a)=b$

已知 T_A、W_A、Ws、S、E，由上式渐次逼近法求解 T_S，T_S 应小于承载索的允许张力。

事故动载状态下，承载索的折算单位长度重量：

$$W_S=W_A+nK_dK_h\frac{lc}{n_cl}W \tag{D.5}$$

式中：

K_d——导线落网冲击系数，单回线路取K=1.67，同塔双回路取2.89；

K_h——导线落网不均衡系数，取1.2；

n——导线分裂数，根；

n_c——承载索根数，根；

l_c——导线落到封网上的长度，m。

T_S的求解方法：

令 $T_A-\frac{l^2W_A^2SE\cos^3\varphi}{24T_A^2}=a$， $b=\frac{l^2W_S^2SE\cos^3\varphi}{24}$ ，将 a，b 分别代入上式，

经整理得：

$$T_S^2(T_S\text{-}a)=b \tag{D.6}$$

已知T_A、W_A、Ws、S、E，由上式渐次逼近法求解，T_S应小于承载索的允许张力。

D.1.3 确定立柱轴压

D.1.3.1 根据抛物线得到承载索与横梁切角θ_p。

$$\theta_P=\arctan\left(\frac{W_S}{Ts}*\frac{l}{f}\right) \tag{D.7}$$

D.1.3.2 如按拉索入地考虑，确定拉索与地面夹角，承载索与拉索在水平方向的合力用拉线来平衡；拉线宜在横线路和顺线路方向打设，确定与地面夹角。

D.1.3.3 可得单边承载索及拉线系统施加给跨越架的径向合力，进而得出事故状态理论承受轴压，应小于羊角型跨越架设计轴压。

D.2 不封网工况事故工况计算示例

D.2.1 跨越架所受冲击载荷

事故工况下吊车倾覆力矩考虑导线对横梁的冲击载荷 W_j：

导线对横梁的竖直方向的冲击载荷 W_j 计算式如下：

$$W_j=K_1l_ymw \tag{D.8}$$

式中：

W_j——冲击荷载，kN；

l_y——新架设导线落在跨越架上，跨越架的垂直档距，m；

m——同时展放子导线的根数，根；

K_1——冲击系数，一般取1.3-1.5；

ω——导线单位重量，kN/m。

D.2.2 跨越架抗倾覆稳定性校核

吊车的倾覆力矩表达式如下：

$$M_{F1} = L_1 W_j \quad \text{（D.9）}$$

$$L_1 = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{2}B\right)^2} \quad \text{（D.10）}$$

式中：

M_{F1}——倾覆力矩，kN·m；

L_1——防护装置端点到回转中心的水平距离，m;

B——防护装置的长度，m；

R——工作幅度，m。

吊车稳定力矩 M_G 按照起重性能表中规定的起重性能 m_1 与吊车的工作幅度 R 决定。

$$M_G = m_1 g R \quad \text{（D.11）}$$

式中：

M_G——吊车的稳定力矩，kN·m；

m_1——性能参数表中规定的允许载荷，t。

抗倾覆稳定性校核计算式如下：

$$K_2 K_3 M_F < M_G \quad \text{（D.12）}$$

式中：

K2——稳定安全系数，取 1.3-1.5；

K3——不平衡系数，取 1.1-1.2。

D.3 风载荷计算示例

$$\omega_k = \beta_z \times \mu_s \times \mu_z \times \omega_0 \quad \text{（D.13）}$$

式中：

μ_s——风荷载体型系数；

μ_z——风压高度变化系数，应按式 D.14 采用；

$$\mu_z = (z/10)^{0.32} \quad \text{（D.14）}$$

ω_0——基本风压（kN/m2），根据式 D.15 采用，v 为风速 (m/s)；

$$\omega_0 = v^2/1600 \quad \text{（D.15）}$$

β_z——z 高度处的风振系数。

$$\beta_z = 1 + \frac{\xi v \phi_z}{\mu_z} \quad \text{（D.16）}$$

式中：

ξ：脉动增大系数；

v：脉动影响系数；

Φ_z：振型系数。

附录 E 伞形跨越架主要受力计算

（资料性附录）

E.1 起重机的载荷计算与选择

在进行跨越施工方案设计时，根据现场勘测和线路情况选用伞形跨越架。根据起重机设计规范中对整体抗倾覆稳定性的基本要求：当稳定力矩的代数和大于倾覆力矩的代数和时，可以认为该起重机抗倾覆性能是稳定的。

起重机的稳定性力矩

$$M = Gg \cdot L\cos\alpha \qquad (E.1)$$

式中 ：

M——起重机起重力矩，kN.m；

G——原工作状态下的起重量，T，见起重机出厂起重性能表；

g——重力加速度，g=10m/s²；

L——起重机吊臂长度，m；

α——起重机吊臂夹角，≥30°。

工作时跨越架受力模型见图 E.1：

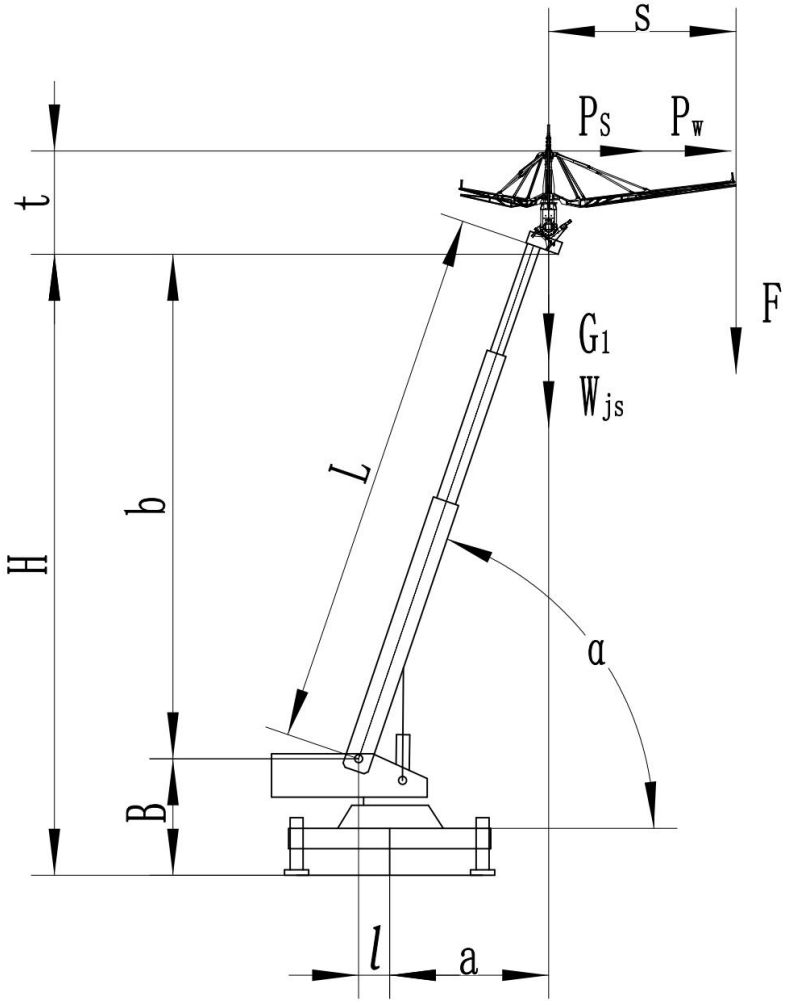


图 E.1 伞形跨越架工作状态受力模型

伞形跨越架工作时稳定性力矩满足：

$$(P_W + P_S)(b + t) + (G_1 g + W_{JS})(a + l) + F(s + a + l) \le M/\eta \quad (E.2)$$

其中：

$$b = L \cdot \sin\alpha = H - B \quad (E.3)$$

$$a = L \cdot \cos\alpha - l \quad (E.4)$$

式中：

W_{JS}——垂直冲击载荷，kN；

P_S——事故状态下，跨越架水平载荷，kN；

P_W——风载荷，kN；

F——封网平台载荷，kN；

η——安全系数，取 1.25，由 GB/T 3811 起重机设计规范中载荷增大系数确定；

G_1——跨越架自重，T；

s——安全网桁架顶端与跨越架重心的距离，m；

t——移动式伞形跨越架架体展开过线辊杆与连接座之间的距离，m；

L——起重机大臂长度，m；

a——起重机工作幅度，m；

l——起重机大臂铰接点与旋转中心之间的距离，m ；

H——起重机大臂高度，m；

B——起重机车台高度，m。

将（E.1）、（E.3）、（E.4）带入式（E.2），整理得：

$$G \ge \frac{0.5(H - B + t)(P_W + P_S) + 0.5Fs}{4(a + l)} + 1.25G_1 + 0.125F + 0.125W_{JS} \quad (E.5)$$

当已知 W_{JS}，P_S，P_W，F，s，H，a，α，B，l 时。可计算出移动式伞形跨越架工作时起重机所需的抗倾覆能力，然后对照起重机性能表判断出所选择的起重机是否满足工作要求。

E.2 伞形跨越架载荷等效计算方法

E.2.1 垂直冲击载荷

参照 DL/T 5301 中对冲击载荷的计算，结合伞形跨越架施工特点（单台保护单相）、遮护施工导线数量及坠落冲击特点，且施工时控制导线张力保持导线弧垂与伞形跨越架架体上的主承载桁架之间的净空距离在 10 米以内，垂直冲击载荷等效计算如下所述：

当导线冲击跨越架架体，跨越架所承受的垂直冲击载荷可按式等效计算：

$$W_{JS} = K_d K_f m\omega_1[3/8(L_1 - L) + L] \quad (E.6)$$

式中：

W_{JS}——垂直冲击载荷，kN；

K_d——冲击系数,取 1.67；

K_f——导线落网不均衡系数，取 1.2；

m——导线断线根数；

ω_1——单位长度导线的自重力，kN/m；

L_1——跨越档距离，m；

L——跨越架跨越距离，m。

E.2.2 水平载荷

根据 DL/T 5343 中对跨越架承受水平载荷的规定：

$$P_S = \varepsilon W_{JS} \quad (E.7)$$

式中：

P_S——事故状态下，跨越架水平载荷

ε——导线在跨越架架体主承载桁架的摩擦系数，架顶为滚动辊杠时，取ε=0.2～0.3；架顶为非滚动且为金属材料时，取ε=0.4～0.5；架顶为非滚动且为非金属材料时，取ε=0.7～1.0。

E.2.3 封网平台载荷

导线对架体结构的冲击情形比较复杂，冲击过程中导线与架体多点接触，其相互作用为分布力系，为简化过程，将冲击过程分为两个阶段，第一阶段导线经过自由落体落在辊杆上,获得速度，第二阶段导线与辊杆、封网平台共同经过碰撞后速度经过变形后为零，将封网平台受到的载荷按垂直冲击载荷的 0.5 取值：

$$F = 0.5W_{JS} \quad (E.8)$$

式中：

F——事故状态下，跨越架封网平台载荷。

E.2.4 工作状态风载荷

工作状态风载荷按式（E.9）计算：

$$P_W = CpA \quad (E.9)$$

式中：

P_W——风载荷，N；

C——风力系数，参照 GB/T 3811 确定，C 取 1.7；

p——计算风压，N/m^2；

A——跨越架垂直于风向的实体迎风面积，m^2。

计算风压按式（E.10）计算：

$$p = 0.625v^2 \quad (E.10)$$

式中：

v——设计风速，m/s，取 v=15m/s。

附录 F 移动式跨越架验收表格

（资料性附录）

表 F.1 移动式跨越架施工验收申请

工程名称		跨越杆位	
施工单位		分包单位	
跨越架型号		申请日期	
文件准备情况			
施工班组检查结果			
施工单位检查结果			
申请人： 年 月 日		监理单位意见： 年 月 日	

表 F.2 移动式跨越架施工过程检查记录

工程名称		跨越杆位	
施工单位		分包单位	
跨越架型号		检查时间	
跨越架搭设	搭设质量规定	施工单位检查记录	监理单位检查记录
	现场资料检查		
	跨越架本体检查		
	人员资质检查		
	相关工器具检查		
	技术参数检查		
	安全文明施工检查		
	环水保检查		
施工单位： 年 月 日		监理单位意见： 年 月 日	

表 F.3 移动式跨越架施工验收记录

工程名称			跨越杆位		
施工单位			分包单位		
建设管理单位			监理单位		
型号及数量			验收日期		
验收用仪器设备			生产单位		
跨越架高度		跨越宽度		实测极限距离	
验收项目	验收内容	验收要求		验收结果	
文件检查	施工方案	资料齐全			
	安装、检查、维护使用说明书	资料齐全			
	工器具合格证	资料齐全			
	过程检查记录	真实、有效			
	第三方检测	资料齐全			
	出厂合格证	资料齐全			
整机及附属结构检查	封网装置与承载索（若有）	标明规格和额定载荷，尺寸参数满足跨越施工需要。			
	移动式跨越架	无变形、裂纹等外观缺陷，焊接结构无裂纹、夹渣、气孔等缺陷，支架支腿、构件间连接稳固，装置整体结构尺寸符合设计要求，铭牌、标志安装正确。			
		安全保障系统正常工作，运转平稳、无异常现象。			
跨越装置验收	跨越架技术参数	跨越架高度、跨度及相对被跨越物距离满足施工方案及规范要求			
	封网装置参数（若有）	封网宽度、跨度、弧垂、夹角等满足施工方案及规范要求			
	临时拉线系统（若有）	临时拉线无明显磨损、断丝等现象，锚桩通过验收，受力部件正常工作。			
	环水保	满足环水保相关要求			
施工单位： 年 月 日		建设单位/监理单位意见： 年 月 日		产权单位意见（若有）： 年 月 日	

附件 8

中国电力建设企业协会团体标准《电力建设施工跨越架技术及验收规范第 3 部分：移动式》编制说明

2026 年 11 月

目　　录

一、工作简况 3
（一）任务来源 3
（二）参编单位及分工 3
（三）制定背景 4
（四）编制过程 4
（五）主要起草人 7
二、标准编制原则、主要内容及确定依据 8
（一）编制原则 8
（二）标准主要内容 10
（三）标准主要内容确定依据 14
三、与现行法律法规和标准的协调性 14
四、标准的先进性或特色性 15
五、标准调研、研讨及征求意见情况，重大分歧意见的处理经过和依据 16
（一）标准调研、研讨情况 16
（二）标准征求意见情况 18
（三）重大分歧意见的处理经过和依据 18
六、技术指标设置的科学性和可行性，量化指标的确定依据 18
八、涉及专利的有关说明 21
九、专家审查会情况 21
十、标准名称变更理由及报批情况 21
十一、其他应当说明的事项 22
十二、贯彻中电建协标准要求以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期等建议 22

一、工作简况

（一）任务来源

本标准根据中国电力建设企业协会《关于印发2025年第一批中国电力建设企业协会团体标准制定计划的通知》（中电建协〔2025〕131号）安排立项，由中国电力建设企业协会标准化管理委员会负责管理。本标准旨在填补电力建设工程领域移动式跨越架技术及验收规范的空白，解决行业内跨越装备施工方法和技术要求不明确、检查验收方式与内容不清等问题，为架空输电线路移动式跨越架的设备选型、现场施工、检查验收及拆除作业提供统一的技术依据和管理规范。

（二）参编单位及分工

本规范由中国电力建设企业协会标准化管理委员会负责管理，安徽送变电工程有限公司、国网山东省电力公司东营供电公司、云南送变电工程有限公司、沈阳工程学院、合肥工业大学、三峡大学、湖南省送变电工程有限公司、国网宁夏电力有限公司银川供电公司、国网宁夏电力有限公司固原供电公司、湖北聚元电力科技有限公司、国网浙江省电力有限公司建设分公司、河南规研电力科技有限公司、国网湖北送变电工程有限公司、河南华鹰机械设备有限公司、国网河北省电力有限公司邯郸供电公司、国网吉林省电力有限公司建设分公司、徐州市久发工程机械

有限责任公司、内蒙古乌兰察布电力工程有限责任公司共同编制完成。

安徽送变电工程有限公司为主编单位，负责标准整体策划、大纲编制、核心章节起草及统稿工作；其他参编单位结合各自在移动式跨越架的生产、使用及管理方面的经验，分别承担相应章节的资料收集、条款起草、验证校核等工作。

（三）制定背景

1. 贯彻电力建设行业质量安全管控的政策需要。按照《建设工程质量管理条例》的要求，依据国家能源局《电力建设安全工作规程》，电力建设架空输电线路跨越施工必须加强全过程安全质量控制，强化移动式跨越架装备选型、现场布设、过程监测与完工验收管理，保障交叉跨越施工的结构安全与作业可靠性。当前，行业内各类移动式跨越架装备施工技术要求不统一、验收管控要求与流程不明确等突出问题，亟需通过标准化建设加以规范。本规范的编制，将系统整合现行电力建设相关标准，结合国内多年移动式跨越架工程实践、装备试验与验算成果，明确装备技术条件、施工工艺、施工方法、检查验收及拆除的技术要求，提升移动式跨越架应用的科学性与可操作性，为架空输电线路交叉跨越施工安全质量管控提供有力支撑。

2. 适应电力建设工程尤其是新型电力系统高质量发展的需求。电力建设工程高质量发展，特高压、新能源配套输电线路大规模建设对交叉跨越施工的安全、效率提出了更高要求。面对跨越铁路、高速公路、带电线路等复杂场景，移动式跨越架凭借快速架设、灵活转场的优势得到大规模应用，装备运行安全、现场作业规范性亟需统一技术标准，保障跨越施工全过程安全可控。当前架空输电线路工程中，羊角式、伞形、折叠式、履带升降、水平伸缩式多类型移动式跨越架广泛投入使用，但现场时常存在“重使用、轻流程、轻验收”的问题，需通过规范明确选型、布置、施工、拆除全流程技术管控要求，落实行业安全质量管控要求。同时，随着新型电力系统建设加快推进，移动式跨越架的装备可靠性与作业管控水平直接影响输电线路建设的施工安全与工程建设效率。

3. 完善电力建设跨越架标准体系的现实需要。国内现行跨越架相关标准中，已有常见跨越架施工技术标准（DL/T5106）、无跨越架施工（DL/T5301）相关技术要求，但缺少移动式跨越架的专项技术及验收规定；其他起重、机具类标准侧重装备产品本身，针对输电线路跨越施工受力验算、跨越工艺、现场验收、拆除作业缺少针对性实操指标，亟需本规范统一提出移动式跨越架施工全流程技术与验收管理要求。编制单位结合行业现场痛点，总结

大量工程应用数据，开展多类型移动式跨越架工况分析，向中国电力建设企业协会提出标准编制申请，推动移动式跨越架施工应用工作标准化、规范化。此举不仅填补了移动式跨越架专项技术与验收的标准空白，更将技术条款与工程现场深度融合，针对五类不同型式跨越架分别提出技术、施工、验收及拆除要求。

（四）编制过程

2025年10月，中电建协标委会对中电建协团标《电力建设施工跨越架技术及验收规范第3部分：移动式》予以立项。2025年12月，项目以《关于印发2025年第一批中国电力建设企业协会团体标准制定计划的通知》（中电建协〔2025〕131号）文件向社会发布。

在中电建协标委会指导下，主编单位于2025年12月正式组建了包括所有编制单位在内的工作组并启动编制工作，编制过程主要分为以下阶段：

前期调研与草案起草（2025年12月至2026年3月）：编制组广泛开展收资、调研、访谈，对标准编制事宜进行反复研究，与参编单位和该领域专家学者等制定了标准编制大纲和方案。系统分析跨越电力线路架线施工、无跨越架不停电跨越架线施工等相关标准，梳理多个移动式跨越架施工及验收现状与问题，结合移动式跨越架装备特点（如底盘、伸缩臂、越线横梁、安全监测系统等关键设备与系

统），形成了标准草案初稿。

内部研讨与初稿编写（2026年4月至6月）：编写组内部对草案的结构、范围、术语、核心条款（如一般规定、技术要求、施工要求、验收要求等）进行深入讨论与修改。2026年6月，在云南昆明召开初稿讨论会，会议对初稿内容展开详细讨论，提出了新的修改补充建议和完成时间。会议同时确定了下一步标准编制分工、进度计划、会议及经费计划。会后，参编单位按照分工着重对各类型移动式跨越架进行了修改完善。

征求意见稿编写（2026年7月至10月）：2026年10月，在山东青岛召开征求意见稿定稿会，会议听取了编写组对标准初稿讨论会意见的修改情况汇报，与会人员通过讨论，提出了新的修改补充建议和完成时间。2026年11月，经过修改完善和内部讨论，形成了征求意见稿定稿。

征求意见（征求意见稿发布后）：向行业相关单位公开征求意见，编写组对反馈意见进行汇总、研究和处理，形成征求意见汇总处理表。

送审稿编写与审查（后续阶段）：根据征求意见情况，编写组对标准进行修改完善，形成送审稿，并组织召开送审稿审查会，邀请电力工程方面专家对标准送审稿、编制说明、征求意见处理情况进行审查。

（五）主要起草人

钟文、张文涛、余汉伟、张鹏程、张永春、苗晓鹏、龚自涛、孙烨、罗学宇、李志军、沈奇罕、周振厂、岳继增、李家安、曾鹏卫、夏宁伟、杨森裕、徐武龙、靳晓瑞、荆志鑫、王爽、赵璐、程浩、赵学华。

二、标准编制原则、主要内容及确定依据

（一）编制原则

合规性原则。符合相关规定要求。本标准编制严格遵守《中国电力建设企业协会标准管理办法（试行）》，编写格式执行GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分:标准化文件的结构和起草规则》。

问题导向原则。聚焦电力建设输电跨越施工中移动式跨越架选型验算、现场布设、封网作业、验收拆除等关键环节的安全管控薄弱环节，以实际工程需求为出发点，针对铁路、高速公路、带电线路等不同复杂跨越场景下移动式跨越架的安全作业特性，提出差异化技术要求与管理措施，强化全过程安全质量控制。坚持标准统一、程序规范，结合国内外同类装备先进技术管理经验，确保管控方法科学可靠、可操作性强。

实践导向原则。全面覆盖电力建设工程移动式跨越架应用的各关键环节，突出对不停电跨越、狭小场地、多频次转场等特殊工况下装备应用技术的适应性要求，强化作业过程资料的可追溯性与验收结果评定的标准化。注重协

同创新与行业协同，充分吸纳建设、施工、监理、装备制造、被跨越物产权监管等多方意见，确保标准内容贴近工程实际。坚持动态优化，结合装备技术迭代与工程应用反馈，建立标准后续修订机制，提升其持续适用性与前瞻性。

可操作性原则。规定明确、流程清晰、方法具体，附录中提供安全距离限值、装备技术参数、受力计算方法、标准化验收表格等资料性内容，便于现场应用和对照执行，确保本规范具有可操作性和现场指导性。

民主协同原则。充分发扬民主，广泛征求科研院所、建设单位、设计单位、施工单位、生产厂家等多方意见，协调各参编单位达成共识，确保标准内容全面、公正、权威。

前瞻性原则。贯彻绿色建造理念，兼顾施工现场生态水土保护要求，服务新型电力系统建设发展。坚持安全底线，突出移动式跨越架整机承载安全性，强化高风险跨越场景、关键受力部位的计算校核与过程管控把关，确保标准在提升交叉跨越施工安全水平中的基础性作用。

协调性原则。注重与国家法律法规和相关标准的协调性，与《中华人民共和国安全生产法》等法律法规，以及《110～750kV架空输电线路施工及验收规范》（GB 50233）、《架空输电线路无跨越架不停电跨越架线施工工

艺导则》（DL/T 5301）、《跨越电力线路架线施工规程》（DL/T 5106）、《架空输电线路施工机具基本技术要求》（DL/T 875）、《电力建设安全工作规程 第2部分:电力线路》DL/T 5009.2等相关现行标准协调配套，避免重复与矛盾，确保标准发布实施的可操作性。

规范化原则。规范移动式跨越架包含的装备进场检验、工况验算、现场布设、封网作业、拆除作业的技术方法、工艺控制参数及验收评定准则，统一验收记录表格与资料归档要求，明确设备定期检验试验周期与现场作业安全管控措施，确保作业过程可追溯、验收结果可比对、技术资料可共享。强化标准文本的逻辑性与条文严谨性，提升标准在跨区域、多场景输电跨越工程应用中的通用性与执行力。明确各方责任边界，细化建设、施工、监理、装备制造、产权单位在移动式跨越架安全质量管控中的职责分工与协作机制，保障标准落地实施。强化信息化手段应用，推动设备状态监测数据采集与工况智能研判，提升现场安全监管效能与方案决策科学性。

（二）标准主要内容

本规范共分为9章和5个资料性附录，系统规定了电力建设移动式跨越架的技术条件、施工要求、检查验收及拆除施工的技术与管理要求、受力验算方法、安全控制及资料管理要求。核心内容包括:

第1章 范围。明确了本文件规定了羊角式、伞形、折叠式、履带升降、水平伸缩式五类移动式跨越架的技术要求与验收规定；适用于500kV及以下架空输电线路工程，采用移动式跨越架开展跨越电力线路、铁路、公路、建（构）筑物的施工活动。

第2章 规范性引用文件。列出了本标准引用的国家标准、电力行业标准，明确条款适用的技术依据，主要包括GB/T 3811《起重机设计规范》、GB/T 4208《外壳防护等级（IP 代码）》、GB/T 5226.1《机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分：通用技术条件》、GB/T 13035《带电作业用绝缘绳索》、GB/T 14560《履带起重机》、JB/T 6042《汽车起重机专用底盘》、DL/T 5106《跨越电力线路架线施工规程》、DL/T 5009.2《电力建设安全工作规程 第 2 部分：电力线路》、DL/T 875《架空输电线路施工机具基本技术要求》、DL/T 5343《架空输电线路张力架线施工工艺导则》、DL/T 5301《架空输电线路无跨越架不停电跨越架线施工工艺导则》等。

第3章 术语和定义。界定了移动式跨越架、移动式底盘、主臂、防护装置、羊角式跨越架、伞形跨越架、折叠式跨越架、履带升降跨越架、水平伸缩式跨越架、封网跨越、不封网跨越等11项专用术语，统一行业表述。

第4章 基本规定。明确移动式跨越架设备选型安全距离、整机稳定性、试验检验等通用管控要求；对事故工况验算、进场通行条件、地基处置、安全距离控制、设备试验检验等做出基础性规定。

第5章 羊角式跨越架。规定羊角式跨越架一般规定、技术要求、施工要求、检查与验收、拆除施工；涵盖设备参数、抗倾覆与防护要求、工况计算、现场布置、防冲击及近电作业措施、验收流程、拆除工序等内容。

第6章 伞形跨越架。规定伞形跨越架一般规定、技术要求、施工要求、检查与验收、拆除施工；涵盖配套起重机适配要求、遥控与安全监测系统、载荷验算、支腿管控、接地防护、作业监护、拆收流程等内容。

第7章 折叠式跨越架。规定折叠式跨越架一般规定、技术要求、施工要求、检查与验收、拆除施工；涵盖连接座适配、遥控安全保护、轨迹监控、铰接部位管控、空载试操作、收拢拆除管控等内容。

第8章 履带升降跨越架。规定履带升降跨越架一般规定、技术要求、施工要求、检查与验收、拆除施工；涵盖H型举升双臂刚性连接、多机联合作业、支腿与拉线管控、近电防护、拆收步骤等内容。

第9章 水平伸缩式跨越架。规定水平伸缩式跨越架一般规定、技术要求、施工要求、检查与验收、拆除施工；

涵盖伸缩臂刚度控制、臂架挠度监测、封网/不封网工况作业、伸缩臂回收拆除等内容。

附录A 移动式跨越架安全距离要求（资料性附录）。给出移动式跨越架与铁路、公路、通信线、带电电力线路的水平、垂直最小安全距离限值，为现场布置与验收提供判定依据。

附录B 常见移动式跨越架技术参数及现场布置（资料性附录）。提供五类移动式跨越架典型技术参数、结构示意图、封网及不封网工况现场布置图示，用于装备选型、方案编制参考。

附录C 封网装置选择计算（资料性附录）。规定绝缘绳网宽度、绝缘绳网长度、封网绳索规格确定方法，给出相关计算公式，指导封网系统设计选型。

附录D 羊角式跨越架主要受力计算（资料性附录）。包含封网工况轴压计算、不封网工况冲击及抗倾覆验算、风载荷计算，给出完整计算模型与计算公式。

附录E 伞形跨越架主要受力计算（资料性附录）。包含起重机载荷选型计算、垂直冲击载荷、水平载荷、封网平台载荷、风载荷等效计算方法，为伞形跨越架工况校核提供计算依据。

附录F 移动式跨越架验收表格（资料性附录）。提供移动式跨越架施工验收申请、施工过程检查记录、施工验

收记录三类标准化表格，统一现场验收记录格式。

（三）标准主要内容确定依据

本标准参照技术类标准，主要内容按照GB/T1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。核心内容确定主要依据以下几方面：

法律法规：《中华人民共和国安全生产法》《中华人民共和国安全电力法》等。

国家标准：《110～750kV架空输电线路施工及验收规范》（GB 50233）等。

行业标准：《架空输电线路无跨越架不停电跨越架线施工工艺导则》（DL/T 5301）、《跨越电力线路架线施工规程》（DL/T 5106）、《架空输电线路施工机具基本技术要求》（DL/T 875）等电力能源行业相关标准。

参考文件：各类型移动式跨越架装备说明书，以及参编单位的内部管理制度。

行业专家与企业反馈意见：结合实际需求，优化内容，确保标准的科学性与可操作性。

三、与现行法律法规和标准的协调性

本标准严格遵循《中华人民共和国安全生产法》等上位法精神，与《110～750kV架空输电线路施工及验收规范》（GB 50233）、架空输电线路无跨越架不停电跨越架线施工工艺导则》（DL/T 5301）、《跨越电力线路架线施

工规程》（DL/T 5106）、《架空输电线路施工机具基本技术要求》（DL/T 875）等基础性电力施工标准保持协调一致，是其原则要求在架空电力线路跨越施工这一具体领域的细化和延伸。同时，与电力行业、装备制造的相关技术标准和管理规范在技术要求上相互衔接，不存在冲突。

执行本标准时，需同时遵守国家现行法律、法规及相关标准，形成协同管控体系。本标准在制定过程中充分对接国家"双碳"战略目标与新型电力系统建设需求，顺应能源基础设施高质量发展导向，强化绿色建造与本质安全理念。

四、标准的先进性或特色性

1、研究编制完成的国内首个系统性覆盖各类移动式跨越架的专项技术与验收标准，填补了电力架空线路移动式机械化跨越架专项标准空白，完善电力建设跨越架标准体系。

2、在与现行电力安全、施工机具、架线施工相关标准协调一致的基础上，结合移动式跨越架装备化、机械化、动态作业的特点，针对性对架体受力验算、封网系统、安全监测、装备进场验收、拆除作业等关键环节作出专门规定，为移动式跨越架选型、现场施工、安全验收提供标准化依据与实践指导。

3、本规范系统归纳移动式跨越架从方案策划、装备进

场、现场布设、跨越施工、完工验收到装备拆除退场全周期技术与安全管控要求，充分兼顾智能监测、数字化试验记录等发展方向，引领交叉跨越施工装备数字化管控转型。

4、本规范的实施有助于引导和提升参建单位在架空输电线路交叉跨越施工中移动式跨越架应用、安全管控与现场验收的规范化水平，降低不停电跨越、重要跨越施工安全风险。

五、标准调研、研讨及征求意见情况，重大分歧意见的处理经过和依据

（一）标准调研、研讨情况

标准编写过程中，编写组进行了广泛的收资、调研和探讨。研究的几个主要问题及处理结论如下:

1.本标准的编制目的和适用对象

本标准建立移动式跨越架专项技术及验收标准，完善电力建设跨越架标准体系，适应架空输电线路机械化、智能化跨越施工快速发展需求，建立技术指标明确、安全管控严密、验收流程统一的技术规范体系，规范移动式跨越架选型、验算、现场布设、施工、验收及拆除全流程作业，保障交叉跨越施工安全、质量可控，支撑新型电力系统输电线路工程高效建设，助力电力工程安全高质量发展。

本标准适用于架空输电线路工程羊角式、伞形、折叠式、履带升降、水平伸缩式移动式跨越架施工与验收。

2.标准的编写规则

本标准对移动式跨越架全作业周期技术、安全、验收工作作出系统性规定，重点明确各类移动式跨越架结构技术指标、施工方法、现场作业管控要点，编制各类装备验收记录表、安全距离限值、资料附录。

3.充分体现移动式跨越架装备及施工行业特点

针对移动式跨越架机械化运输、动态布设、搭拆便捷的特点，在附录中重点细化架体结构、底盘与行走机构、封网系统、安全监测控制系统、电控部件等核心装备，以及方案验算、进场检验、现场布设、拆除作业等高风险工序的技术、试验、核查、验收要求，确保关键环节技术管控有据可依。

4.标准章节结构设置

本标准的章节架构兼顾装备类型分类和施工全流程逻辑，兼顾不同地形、不同被跨越物（铁路、公路、带电线路等）工况下的工程灵活应用，同时保证移动式跨越架技术要求、验收准则的科学性与统一性。

5.数字化资料管理导向

本标准充分考虑工程数字化交付趋势，对装备监测数据、载荷试验电子记录等提出管理要求，鼓励电子资料与

纸质资料同步留存，保障试验数据、监测记录的真实性、可追溯性，顺应电力施工数字化转型趋势。

（二）标准征求意见情况

本标准征求意见稿形成后，向行业相关单位公开征求意见。期间，本标准共征求到若干条意见，意见覆盖管理要求、检验检测项目与程序、委托单式样、记录与报告格式等相关内容。经编写组内充分讨论研究，对意见进行了采纳、部分采纳和不采纳的区分处理，并对修改情况给出了必要的解释说明。

（三）重大分歧意见的处理经过和依据

本标准编制过程中，各参编单位及专家无实质性分歧，各方在核心条款上达成高度共识，一致认可本标准对提升电力建设工程质量管控水平的重要意义。

六、技术指标设置的科学性和可行性，量化指标的确定依据

本标准的技术指标设置基于现行国家标准、行业标准和工程实践经验，具有科学性和可行性。

1.装备、施工及验算技术要求的确定依据。本标准规定的五类移动式跨越架（羊角式、伞形、折叠式、履带升降、水平伸缩式）的结构技术条件、安全保护配置、封网/不封网施工工艺、拆除作业要求以及各类受力验算方法，均引用GB/T 3811、DL/T 875、DL/T 5106、DL/T 5009.2

等现行国家、电力行业成熟标准，技术参数、安全限值与现行标准保持协调一致，保障装备选型、现场施工、验算校核结果的安全可靠。

2.管控项目和参数的确定依据。管控项目与技术参数依据国家、行业现行相关标准、工程设计文件、专项跨越施工方案以及被跨越设施产权单位管理要求确定，覆盖装备进场检验、现场布置布设、工况验算、封网作业、过程检查、完工验收、拆除作业全流程。针对羊角式、伞形、折叠式、履带升降、水平伸缩式五类设备分别明确技术、施工、验收、拆除具体要求，重点针对事故冲击工况、整机抗倾覆、安全距离控制、封网系统受力、多机联合作业等高风险关键环节提出管控指标。

3.检查验收内容与判定准则的确定依据。移动式跨越架进场检查、过程检查、完工验收的核查项目、实测内容与判定要求，依据专项施工方案、设备出厂技术文件、现行有关标准确定；涉及铁路、高速公路、带电线路等重要跨越，应结合产权单位管理要求开展联合验收。发生装备变更、跨越方案调整、现场地形条件变化时，应对验算内容、验收核查项进行动态调整，调整后应满足相关安全规范要求。

4.设备试验、检验的技术指标确定依据。移动式跨越架的型式试验、出厂试验、定期试验的项目指标应符合

DL/T 875等相关标准规范的规定；设备安全保护装置、传感器、液压电气系统应定期检验、维护；对影响整机稳定性、冲击承载能力的关键部件开展检查校验，保障装备作业的安全性、有效性。

5.验收资料与记录表单的指标确定依据。本标准对移动式跨越架进场资料、过程检查记录、验收资料内容作出详细规定，明确资料应包含的信息要素；附录F提供验收申请、过程检查记录、施工验收记录标准化表格，统一行业验收记录格式，确保现场检查、试验验算、验收结论真实、准确、完整记录，经各参建单位签字确认后归档，实现作业全过程可追溯。

七、与国际、国家、行业、其他团体同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况。采标情况，以及是否合规引用或采用国际国外标准。

1.与国际、国家、行业、其他团体同类标准技术内容的对比情况

目前国内缺少专门针对移动式跨越架的专项技术及验收标准规范，导致在架空输电线路交叉跨越施工实施过程中，建设、监理、施工、装备制造、跨越产权单位所依据的规范标准文件零散，现有通用机具、跨越架相关标准不能完全适配移动式机械化跨越装备，未形成统一、成套的技术与验收准则。

本规范充分结合移动式跨越架装备特性、交叉跨越施工场景和现场作业管控要求，内容覆盖移动式跨越架从方案验算、装备进场、现场布设、跨越施工、完工验收到装备拆除全作业周期的技术、安全及验收要求，具备较强的指导性和现场适用性，对于规范移动式跨越架安全使用、提升架空输电线路跨越施工管控水平具有重要意义。

2. 是否合规引用或采用国际国外标准

本标准未引用或采用国际、国外标准，无采标情况。

八、涉及专利的有关说明

本标准编制过程中，未识别出涉及专利的内容。本标准不涉及任何专利技术，所有检测方法、技术指标均来自现行公开标准及行业实践经验，无专利处置相关问题。

九、专家审查会情况

中国电力建设企业协会组织召开了两次线下专家《电力建设施工跨越架技术及验收规范 第3部分：移动式》审查会，邀请电力工程方面专家从施工技术和工程管理两个角度对标准征求意见稿、编制说明、征求意见处理情况进行详细审查。与会专家一致同意通过审查，要求编写组按照具体审查意见进行修改完善，完成报批工作。

十、标准名称变更理由及报批情况

2026 年 6 月本标准初稿讨论会期间，与会专家围绕标准适用范围、标准命名规范性开展充分研讨交流，将系列标准名称由《电力建设施工跨越架技术及验收规范》变更为《架空输电线路施工跨越架技术及验收规范》

2026年6月履行了名称变更报批程序，变更为《架空输电线路施工跨越架技术及验收规范》。

十一、其他应当说明的事项

1.本标准为2025年中国电力建设企业协会团体标准制定计划项目（计划编号：中电建协〔2025〕131号），编制过程严格遵循《中国电力建设企业协会团体标准管理办法》，确保标准的科学性、公正性和实用性。

2.本标准为新增团体标准，不涉及代替或废止现行国家标准、行业标准及其他团体标准的情况，与现有标准形成互补。建议在实施过程中积累应用经验，待技术成熟后纳入行业标准体系。

十二、贯彻中电建协标准要求以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期等建议

《电力建设施工跨越架技术及验收规范 第3部分：移动式》具有创新性和引领性，为电力建设架空输电线路移动式跨越架选型、施工、验收及拆除作业提供了支撑性、基础性标准。

宣贯培训：建议由中国电力建设企业协会组织全国性

宣贯会，重点讲解“移动式跨越架装备选型与工况验算”“不同复杂场景跨越施工安全管控要点”“移动式跨越架现场检查验收及拆除管理问题”等内容，并编制配套培训资料，提升建设、施工、监理、装备制造等相关从业人员的标准执行能力。

实施要求：本标准为推荐性团体标准，不设立强制性条文，鼓励行业单位自愿采用；建议电网公司、新能源建设单位将本标准纳入工程招标技术要求，推动标准落地。同时，各电力建设单位应结合项目跨越对象、现场工况实际，制定实施细则，强化全过程安全质量管控。建议设计、施工、监理、装备制造以及被跨越物产权相关单位协同执行本标准，提升架空输电线路交叉跨越施工的作业工艺水平与安全可靠性。

过渡期和实施日期建议：建议自标准发布之日起实施，设置合理的过渡期，便于各相关单位完成标准学习和实施细则编制工作。建议由中电建协组织进行广泛宣贯，并在成员单位中尽快实施，及时总结实施过程中的反馈意见，将其升级为行业标准或国家标准。

附件 9

团　　体　　标　　准

T/CEPCA xxx-xxxx

架空输电线路导地线拆除及更换施工工艺导则

(Construction Practice Guide for Removal and Replacement of Conductors and Shield Wires on Overhead Transmission Lines)

（征求意见稿）

XXXX－XX－XX 发布　　XXXX－XX－XX 实施

中国电力建设企业协会　　发 布

目 次

前　　言 III
引　　言 IV
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 2
4 基本要求 2
5 施工准备 2
6 导地线拆除及更换 6
7 质量措施 10
8 安全措施 12
9 环境保护要求 15

前　　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电力建设企业协会提出并归口。

本文件起草单位：xxxxxxxxxxxxx。

本文件主要起草人：xxxxxxxxxxx。

本文件为首次制定。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力建设企业协会。

引　　言

架空输电线路导地线拆除及更换是线路改造、迁建检修及提质增效中的重要施工环节，作业工况复杂、安全风险高、质量控制难度大。随着电网规模持续增长和老旧线路逐步进入更新期，亟需统一的施工工艺技术标准来规范作业行为，保障施工安全、质量和效率，降低对环境的影响。

本文件在总结近年来多家施工单位工程实践经验和科研成果的基础上编制，吸收了张力架线工艺成熟技术和先进装备的应用成果，本文件的实施可作为各施工企业在组织架空输电线路导地线拆除及更换时的指导性技术依据，有利于统一施工工艺标准和作业质量管理水平。

1 范围

本文件规定了架空输电线路导地线拆除及更换施工的基本要求、施工准备、工艺要求、质量措施、安全措施和环境保护要求。

本文件适用于 110kV 及以上架空输电线路导地线拆除及更换施工。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50233　110kV～750kV 架空输电线路施工及验收规范

DL 5009.2　电力建设安全工作规程　第 2 部分：电力线路

DL/T 5343　110kV～750kV 架空输电线路张力架线工艺导则

DL/T 875　架空输电线路施工机具基本技术要求

DL/T 1310　架空输电线路旋转连接器

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 导地线拆除

指将停用架空输电线路上的导线、架空地线或 OPGW 从杆塔上拆除的施工作业。

3.2 导地线更换

指将旧导地线更换为新导线的施工作业。

3.3 牵引头

指用于导线、地线或 OPGW 与牵引绳或走板连接的专用连接装置。

3.4 张牵两用机

动力装置功率较大，除用作展放线索外，还具备满足牵引作业所有功能的主动式张力机。

3.4 过轮临锚

指在直线塔悬垂线夹附近采用拉线通过滑车反向锚固架空线的临时措施。

3.5 反向临锚

指在架空线张力的反方向设置的临时锚固措施。

3.6 过渡绳

指用于耐张塔横担两侧连接导地线的过渡绳索，或指用于牵引侧新旧导线过渡连接的绳索。

3.7 倒牵牵引板

指多分裂以上导线在拆除过程中，用于与牵引绳与导线之间连接。

4 基本要求

4.1　施工前应对旧导地线及其连接金具状态、地形地貌、交叉跨越、邻近带电线路等进行勘察，确定施工方法，并编制专项施工方案。

4.2　根据新旧导地线实际型号配置机具设备。机具设备的使用应符合 DL/T 875 要求。

4.3　带张力拆除导地线、用旧导线牵引新导线时牵引侧宜采用张牵两用机。

4.4　导地线拆除段内无跨越物时，可采用导地线直接落地拆除方式。

4.5 宜采用旧导地线直接牵引新导线更换方式，当旧导线状况不满足牵引条件时，禁止直接牵引方式。

4.6　钻越、跨越或临近电力线施工时，须做好防感应电措施。

4.7　拆除施工准备前，建设单位需提供完整的原工程导地线设计、施工工相关资料。

5 施工准备

5.1 技术准备

5.1.1　施工前应复核原导地线弧垂，计算拆除耐张线夹时所需张力，并选择合适的工器具。

5.1.2　施工前，应对待拆除的导地线、接续管、连接金具等材料 的状态进行全面检查；检查宜采用无人机飞行勘察方式。待拆除导地线或连接金具存在扰动即可能断裂等严重情形时，须组织专家论证拆除施工的可行性。

5.1.3　应对形成单向受力的杆塔设置反向临时拉线。

5.1.4　施工前过滑车直线接续管需安装保护装置。

5.1.5　临锚地锚应设置在导地线展放的方向，张力机出口与邻塔悬挂点的高差不宜超过 15°；

5.1.6 导地线拆除方式

1　导地线拆除分为带张力拆除法及直接落地法。

2　导地线带张力法拆除，先将导地线从耐张塔将紧线张力释放至放线张力，采用张力放线逆过程将导地线拆除。多分裂导线分为单根导线回牵法和多根导线回牵法，多分裂导线回牵法宜采用倒牵牵引板连接，多根导线采用倒牵牵引板回牵时长度不宜超过 3km。

3　导地线拆除采用直接落地法，耐张段内直线塔需提前将导线移至放线滑车，按耐张段将导地线从耐张塔直接卸载张力后松至地面。

4　导地线拆除时，严禁带张力直接开断导地线。

5.1.7 导地线更换方式

1　导地线更换宜采用带张力法更换

2　导地线带张力更换法，可采用旧导线作为牵引绳直接更换新导线，不得采用网套连接器连接旧导线，网套连接器禁止反向牵引；新旧导地线连接可采用专用牵引头或专用压接管进行连接，专用压接管应在施工前进行握着力试验，试验合格后方可使用。

3　导地线更换可采用单根牵引法，同相（极）导线更换也可采用一块牵引板同时牵引法。

5.2 机具准备

5.2.1　机具准备之前，计算拆除、更换施工段的施工张力，确定施工方式，并根据施工技术要求配备放线机具。

5.2.2　拆除及更换机具设备配置和使用，需符合下列规定：

1　拆除及更换成套放线机具的各组成部分相互匹配；

2　配套放线机具与拆除、更换方式相适应；

3　按所选拆除及更换方式，选择性能符合要求的放线机具，并根据现有机具，经计算分析确定拆除及更换方式及配套机具；

5.2.3　拆除地线及 OPGW，宜选用张牵两用机、小张力机作为张力拆除。

5.2.4　张牵两用机额定牵引力应满足下列要求：

1　当采用一牵一方式拆除、更换时：

$$P \geq K_p \cdot T_p \qquad (5.2.3\text{-}1)$$

式中：

P ——张牵两用机单轮额定牵引力（N）；

K_p——选择张牵两用机额定牵引力系数；拆除及更换钢芯铝绞线时 K_p = 0.2～0.3，拆除及更换铝合金线时 K_p = 0.14～0.2，应根据具体的地形条件选用相应的系数；

T_p——被拆除及更换导线的设计使用拉断力（N）。

5.2.5 其他拆除及更换所需主张力机、小牵引机、小张力机的选择及相关规定，应按 DL/T 5343 的规定执行。

5.2.6 采用地线或 OPGW 作为牵引绳更换新线时，应符合下列规定：

1 更换 OPGW 时，牵引侧应用张牵两用机；

2 更换 OPGW 的张力机卷筒槽底直径应大于 OPGW 直径的 70 倍，且不应小于 1000 mm。

5.2.7 采用旧导线作为牵引绳拆除时，旧导线尾部过渡绳的综合破断力应满足下式要求：

$$Q_p \geq mK_qT_p \qquad (5.2.7)$$

式中：

K_q——过渡绳规格系数；拆除导线为钢芯铝绞线时 K_q = 0.6，拆除铝合金导线时 K_q = 0.4；

m ——同时牵放的导线根数；

T_p——被拆除导线的设计使用拉断力（N）。

5.2.8 拆除及更换导地线用牵引管、牵引板、抗弯连接器、旋转连接器、卡线器等工器具，符合下列规定：

1 按出厂允许承载力选用，其规格与被牵放绳索（过渡绳、导线、地线、OPGW 等）的规格和主要机具相匹配；

2 旋转连接器应选择转动灵活，应符合 DL/T 1310 的规定；

3 导线接续管保护套应符合 DL/T 1192 的规定。使用前对所用工器具进行外观检查，并按 DL/T 875 的规定进行试验。

5.2.9 按照产品技术文件要求使用、保养、维护牵张设备。

5.2.10 机具运输，应符合下列规定：

1 长距离转运非自行式且无消振装置的牵引机、张力机时，应装载在汽车上运输；

2 短距离转场运输时可拖运，并应限制行车速度，在平坦的道路上速度不应超过 30 km/h，在不平坦的道路上速度不应超过 15 km/h；

3 钢丝绳卷车、导线线轴车可拖运；

4　运输前应调查桥梁、涵洞、沟道等沿途道路的通行情况，并应满足运输条件；

5　应将机身上的活动零部件临时固定，并应接通行车部分的刹车和信号灯；

6　应以机身吊运环、吊运孔起吊。

5.2.11　过渡绳符合下列规定：

1　宜采用编织防扭钢丝绳，端头采用插接式绳扣；

2　编织防扭钢丝绳的编织质量应符合 DL/T 1079 的规定，并进行定期检验；

3　使用前应进行专项检查，并符合 DL 5009.2 的规定。

5.2.12　拆除回收旧导线、地线及光缆时使用空盘时应进行加固处理。

5.2.13　提线钩长度与槽口应与所提线径一致，横向有向下的弯曲弧度，纵向有圆口，且必须垫胶垫。

5.3 跨越准备工作

5.3.1　拆除及更换过程中的跨越施工应符合 DL 5009.2 规定。

5.3.2　只拆除或更换地线及 OPGW 时，可采用导线承载封网装置时，应确保封网对被跨越物的遮护宽度满足要求。

5.3.3　跨越电力线路施工的跨越方式可分为停电跨越和不停电跨越两种，优先采用停电跨越方式。

5.3.4　跨越多排轨铁路、一级及以上等级公路等障碍物，当跨越架不能封顶时，应适当加高跨越架架顶高度。

5.3.5　拆除及更换时，有重要跨越及特殊跨越，张牵两用机至连接位置宜采用压接牵引头牵引导线、地线及 OPGW。

5.4 拆除更换导地线用放线滑车安装准备工作

5.4.1　拆除及更换导地线用放线滑车，应符合下列规定：

1　应与牵放方式相匹配。牵引绳通过滑车的专用轮槽时，滑车应保持平衡稳定；

2　牵引板应与放线滑车相匹配，并应保证牵引板的通过性；

3　导线滑车槽底直径应不小于导线直径的 20 倍，地线滑车槽底直径应不小于地线直径的 15 倍。OPGW 放线滑轮槽底直径应不小于 OPGW 直径的 40 倍，且不应小于 500 mm。滑轮的摩阻系数不应大于 1.015；

4　槽形和轮槽宽度应能顺畅通过接续管、接续管保护套及各种连接器。轮槽侧壁应完好。

5　拆除悬垂线夹前应对提升力进行计算，根据计算提升力选择所用的手扳葫芦、钢丝绳、卸扣及提线钩等工具。

6　对采用双滑车的塔位拆除悬垂线夹时，应采用双提线钩提线。

5.4.2　当有下列情况之一时，每相（极）应挂双放线滑车，直线双滑车间可用支撑杆间隔：

1　垂直荷载超过单个滑车的最大额定工作荷载；

2　接续管及接续管保护套过滑车时的荷载超过其允许荷载，可能造成接续管弯曲；

3　导线在放线滑车上的包络角超过 30°；

4　重要跨越档两侧铁塔应悬挂双滑车。

5.4.3　直线塔两端为耐张塔且档距相对较小情况下，安装放线滑车时，需对直线塔导地线提升高度进行受力计算。

6 导地线拆除及更换

6.1 直线塔附件拆除

6.1.1 间隔棒拆除及接续管保护装置安装

1　拆除间隔棒前应在施工区段两端做好接地措施。

2　多分裂导线拆除前应拆除导线间隔棒。

3　绞链式间隔棒宜采用专用工具进行拆除，拆除过程中应观察间隔棒与导线接触位置是否有磨损情况，如磨损严重，应采取加固措施。

4　预绞丝式间隔棒拆除宜采用平口螺丝刀或专用工具进行拆除，从预绞丝的一端开始拆除。

5　拆除的间隔棒不应直接抛掷至地面，。

6　导线直线接续管在拆除间隔棒过程中应安装接续管保护装置，地线直线接续管应在靠近放线滑车时停止牵引再安装接续管保护装置。

7　应拆除导地线上其他附属金具，如防振锤、防舞鞭、护线条及避雷器等。

6.1.2 悬垂线夹拆除

1　当耐张段为耐直耐时，直线塔两侧档距较小且直线塔处于两基耐张塔高点时，悬垂线夹拆除时，在计算提升力的同时应计算因提升高度引起的导线张力变化。导线最大受力超过设计最大使用张力，不应直接用提升方式拆除悬垂线夹，应在耐张塔将导地线松出后再拆除悬垂线夹。

2　地线及 OPGW 拆除悬垂线夹时严禁采用人力肩扛方式拆除。

3　拆除同相地线悬垂线夹时，不应在相邻塔同时拆除。

4　提升导地线时，应采用手扳葫芦配合提线钩进行提升，**严禁**直接采用葫芦起重钩及卸扣等方式提升。

5　采用提线钩将导线提升至悬垂线夹可拆除位置后，拆除悬垂线夹，并将子导线基本保持在同一高度。

6　拆除悬垂线夹时应一并拆除附带的铝包带及护线条，同时拆除防振锤等附属金具。

6.1.3 放线滑车安装

1　在安装放线滑车前应对多分裂导线进行编号。

2　将放线滑车安装好后，打开放线滑车口装入导地线。

3　多分裂导线应从中间开始交替落线，落线顺序应保持放线平衡。

4　安装双滑车塔位采取独立挂点时，可将导地线先落入一个滑车，再安装另一个放线滑车；当双滑车采用同一挂点时，宜将导线同时落入放线滑车。双滑车应采用挂架固定。

5　放线滑车受力前，应对悬垂串绝缘子及金具进行检查，检查所有金具是否转动灵活，是否存在裂纹或卡死等安全隐患。

6.2 耐张塔附件拆除

6.2.1 引流线拆除

1　引流线拆除前应在耐张塔两侧做好防感应电措施，防止感应电伤人。

2　引流线拆除时带有一定张力或自身重量过重致使引流板螺栓难以拆除时，应在引流线上安装收紧装置收紧引流线再拆除引流板螺栓。

3　带有重锤硬跳线及双串跳线的拆除时，先拆除重锤，跳线自身重量较重，拆除时应使前后跳线串均受力后逐个拆除，不应在受力的情况下强行拆除跳线串。

6.2.2 耐张线夹拆除

1　耐张线夹拆除时，应对耐张塔安装临时拉线，通过拉线受力计算选择拉线系统工器具。临时拉线应安装在受力一侧的反向延长线上，保持耐张塔受力平衡；终端塔或受力满足单侧受力条件的塔除外。

2　拆除耐张段长度大于 300 m 时，收紧耐张线夹拆除时过牵引长度不宜超过 200 mm；耐张段长度为 200 m～300 m 时，过牵引长度不宜超过耐张段长度的 0.5‰。

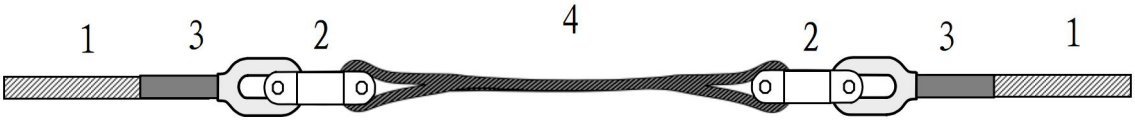
3　拆除耐张线夹时，用于收紧的紧线器应距离耐张线夹不小于 3 m。

4　拆除耐张线夹锚固装置应固定在塔身挂点处。多分裂导线拆除前应采用一台绞磨将绝缘子串收紧在其中一根或两根子导线上，收紧用的紧线器应安装在拆除用紧线器的靠档中侧。拆除最后一根子导线后，采用绞磨将绝缘子落至悬垂状。

6.3 耐张塔前后两侧导地线连接

1　耐张塔同相导线耐张线夹前后两侧拆除后，将绝缘子串收至悬垂状态后开断耐张线夹。

2　耐张塔前后侧连接方式有两种：一是使用专用牵引头与导线相连接，二是采用接续管直接连接相同规格导线。采用导线过渡连接时，应安装接续管保护装置，且两个接续管间距应超



1—旧导线；2—5T 旋转器；3—耐张管；4—钢丝绳套

过 15 m。

导地线耐张塔前后侧连接方式　图 6.3.3

2　采用定制长度防扭钢绳与牵引头相连时，两侧应加装旋转连接器。

3　多分裂导线从受力侧子导线开始，同步将前后锚固导线缓慢松出，松至预安装放线滑车位置固定。

4　将预先安装好的放线滑车装入导线，按编号依次将子导线松至放线滑车槽内受力。

5　根据计算需安装双滑车时，待第一个滑车受力后，安装第二个放线滑车，并安装双滑车支架。

6.4 张牵场新旧导地线连接

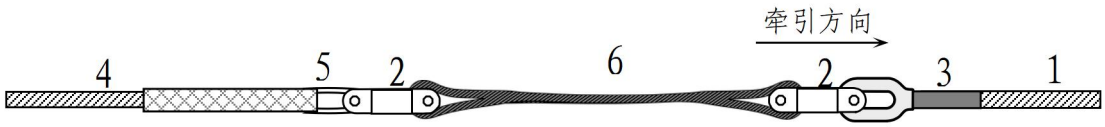
1 张力场侧导地线连接时，将新导线牵引至张力场第一基塔上与旧导线相连，牵引场侧采用防扭钢丝绳与导地线相连。

2 新导线端头安装牵引头，牵引头采用旋转连接器与防扭钢丝绳套相连，防扭钢丝绳套采用旋转连接器或抗弯连接器与旧导线相连，张力机距离第一基塔较远时可以加长中间过渡防扭钢丝绳。

3 旧导线侧不能使用网套接器连接，新导线侧不宜采用网套连接器。

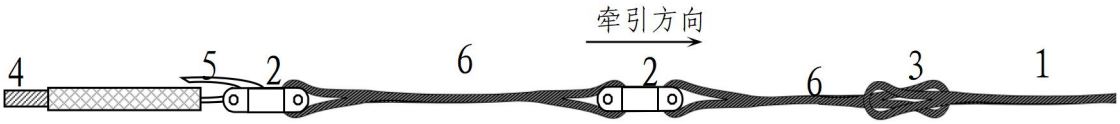
4 新旧地线线径较小时可以直接制作回头套穿过旋转连接器，回头长度不小于 2 米，回头套采用 10#铁丝分段紧固三处，每处不少于 20 圈；线径较大地线宜使用牵引头连接旋转连接器。

5 新地线侧宜采用回头套通过旋转连接器与防扭钢丝绳套相连，防扭钢丝绳套采用旋转连接器与旧地线相连，张力机距离第一基塔较远时可以加长中间过渡防扭钢丝绳。



1—旧导线；2—旋转器；3—耐张管；4—新导线；5—牵引头；6—钢丝绳套

导线张力场侧连接方式 6.3.4-1



1—旧地线；2—5T 旋转器；3—地线八字扣；4—新地线、光缆；5—回头套；6—钢丝绳套

地线张力场侧连接方式 6.3.4-1

6.5 导地线拆除及更换

6.5.1 导地线带张力拆除

1　带张力拆除导地线时，牵引侧使用张牵两用机，牵引场不宜采用常规张力机。拆除长度小于 2000m 时，可采用常规张力机；超过 2000m 时宜使用张牵两用机。

2　严禁直接采用牵引机牵引轮回牵导地线。

3　张牵两用机宜配置牢固的空导地线盘，用于回收拆除导地线。

4　导线拆除一般分为单根拆除法和多根拆除法。当采用多根同时拆除时，导线与牵引绳应采用倒牵走板连接。

6.5.2 同规格新旧导地线更换

1　新旧导线同规格时，宜采用牵引头加旋转连接器中间接防扭钢丝绳，也可以采用直线接续管直接将新旧导线相连，牵引场使用张牵两用机进行回牵。

2　地线更换时，新旧地线可采用做回头麻箍法连接，铁丝绑扎牢固在施工前进行拉力试验，根据拉力试验结果确定连接方式。

3　张牵场布置基本与常规张力放线布置相同，牵引场将大牵机更换为张牵两用机。

6.5.3 不同规格新旧导地线更换

1　不同规格导线更换时，采用旧导线作为牵引绳，新旧导线连接方式应符合下列规定：

a）　当采用压接式连接时，宜单独定制接续管，并进行握着力试验，试验合格后方可使用；

b）　当不采用压接式连接时，可在新旧导线端头压接牵引头，牵引头间采用带旋转连接功能的专用连接器进行连接；

c）　新旧导线间不得采用蛇皮套直接连接。

2　旧导线作为牵引绳更换新导线时，更换长度宜控制 5-8km，放线滑车不超过 20 个。

3　不同规格地线更换时，采用旧地线作为牵引绳，地线间的连接可采用回头铁丝绑扎法进行连接。

4　光缆更换时，需将回头新光缆头部的纤芯部分剪掉。

7 质量措施

7.1　施工质量应符合 GB 50233 的规定。

7.2　导地线的运输，应符合下列规定：

7.2.1　装卸和运输导线、地线线轴时，应使用与线轴宽度相当的吊架吊装，并应轻装轻放，不得碰撞、损坏轴套、轴辐。线轴的护板等设施应保持完整；

7.2.2　在装卸、运输、保管中，导线线轴均应立放，不得平放和叠压；

7.2.3　运输线轴时，线轴应立放在车厢中部，并应绑扎稳固在车架上，支好垫木；

7.2.4　线轴存放的地点应平整，无石块、积水；

7.2.5　应保护好线盘线轴，并应及时修补损坏的线轴或侧板。

7.3　导地线落地，应采取下列保护措施：

7.3.1　应考虑减少导线落地距离和导地线余线长度，合理选择牵张场位置；

7.3.2　导地线在张力机出口处、临锚处、压接操作点处、升空点处等落地操作场应有软质物隔离，导地线不得与地面接触；

7.3.3　收放余线时，不得拖放，应设专人指挥，互相配合，不得产生金钩、松股，并应避免导地线与地面、工器具及导地线之间的相互摩擦；

7.3.4　导地线落地操作场应采取措施避免导地线遭受车压、人踩或机具损伤。

7.4　导地线的更换，应符合下列规定：

7.4.1　在保证导地线对跨越物安全距离的前提下，应尽量减小放线张力；

7.4.2　放线前应对线盘进行检查，应修补好损坏的线轴或侧板，并应将线盘上的铁钉拔除干净。轴架应呈扇形布置，并应使线轴出线对正张力机进线导向轮，不得使导地线与线轴侧边相磨；

7.4.3　应加强对放线工器具的检查维修工作，放线工器具应符合下列要求：

1　放线滑车应转动灵活、无缺损，并应符合 DL/T 371 的规定；

2　接地滑车应弹力适中，槽型与导地线应匹配；压接管保护套应结构合理，并应符合 DL/T 1192 的规定；

3　旋转连接器应强度可靠、轴承完好、转动灵活，并应符合 DL/T 1310 的规定。

7.4.4　宜先更换地线、OPGW，后更换导线；

7.4.5　应保持指挥通信系统正常工作，并应加强施工监护，交叉跨越不得磨损导地线；

7.4.6　更换过程中牵引机操作应平稳，并应避免大起大落；张力机操作应平稳，并应保持子导线的张力平衡；

7.4.7　滚动线轴的旋转方向应与导地线的卷绕方向相同，线层不得松散。

7.4.8　接续导地线作业将网套连接器绕回线轴时，应注意隔离保护，不得挤伤相邻导地线；

7.4.9　应按计算结果悬挂放线滑车，并应经常检查，运转应正常；

7.4.10　多台张力机同时更换同相（极）导线回牵锚线时，应同时操作，不应由张力机分次收紧，子导线不得相互驮线。对大档距处的导线更换时，应采取措施防止多分裂导线混绞；

7.5　临锚操作，应采取下列保护措施：

7.5.1　临锚绳宜选用包胶钢绞线。未包胶临锚绳与导地线接触的部位均应套上胶管；

7.5.2　安装卡线器前，应核对其型号，并应检查其强度符合要求且钳口钳体应圆滑；

7.5.3　卡线器安装及拆除时，不得在线上滑动、滚动。安装时应事先测量好位置，并应一次安装成功，安装后应立即在卡线器后部导地线上安装胶管；

7.5.4　临锚时，卡线器后端的尾线应用软绳绑吊，尾线不得在卡线器处产生硬弯和松股。子导线的尾线应分开；

7.5.5　临锚时间不宜过长，附件及间隔棒安装时间不应超过 5 天，否则应采取临时防振措施；

7.5.6　在同一根导地线上安装过轮临锚和线端临锚时，应带一定张力，不得因振动引起卡线器松动磨伤导地线；

7.5.7　线端临锚时，各子导线应相互错开；

7.5.8　高空临锚时，相邻子导线之间临锚索具应错开布置，且与索具靠近的导线应套胶管；

7.5.9　过轮临锚的锚绳应与导地线分离，不应共用放线滑车上的导地线轮槽。

7.6　防止多分裂导线鞭击，应采取下列措施：

7.6.1　应尽量缩短放线、紧线、附件安装各工序的施工间隔和减少导线在滑车中的停留时间；

7.6.2　临锚时，各子导线应作不等高排列，临锚张力应考虑导线防振要求；

7.6.3　大风情况下，应采取将各子导线分离的措施。

7.7　紧线施工，应符合下列规定：

7.7.1　卡线器应在导地线上错开安装，并应与滑车保持足够距离；

7.7.12　锚绳、紧线钢丝绳等工具不得在导地线上拖动，接触部分应套胶管保护；

7.7.13　不得在子导线相互缠绕或导地线跳槽的情况下继续收紧导地线；

7.7.14　临锚、松锚、收紧等作业均不应动作过猛和速度过快；

7.7.15　应限制导线、地线在各种紧线滑车上的包络角。

7.8　附件安装，应符合下列规定：

7.8.1　紧线完毕后，应尽快进行附件安装，防止导地线损伤；

7.8.2　安装附件及间隔棒时，应将导地线上的全部缺陷处理完毕；

7.8.3　提线挂钩应包胶，提线钩与导地线的接触长度应不小于 2.5 倍的导地线直径；

7.8.4　安装附件时，应用记号笔划印，不得用钳子、扳手等硬物在导地线上划印；

7.8.5　拆除放线滑车时，宜用保护胶管，滑车和钢丝绳不得磨损导地线；

7.8.6　应使用软绳传递附件，传递的工具和材料不得碰撞导地线；

7.8.7　不得用硬物敲击导地线；

7.8.8　飞车轮槽和开口部分应包胶完好，并应刹车可靠；

7.8.9　安装或拆除飞车时，应在导线上预先安装护线胶管；

7.8.10　应经常检查飞车，车轮应转动灵活，飞车活门处铁件应包胶或盘绕胶带。

7.9　OPGW 施工，应符合下列规定：

7.9.1　OPGW 端口应包塑料胶布防水；施工过程中应防止撞击拉伸、弯曲旋转；施工时均应保证 OPGW 的弯曲半径不得小于 500 mm；

7.9.2　展放控制张力应符合产品说明书要求，并应保持平衡锤通过滑车时 OPGW 的倾角在 15° 以内；应使用专用紧线器或耐张预绞丝紧线，安装悬垂线夹时，应使用专用工具或配套悬垂线夹提线；应由专业人员按照相关规定进行光纤的熔接，并应满足下列要求：

1　剥离光纤的外层铝套管、塑料套管、骨架时不应损伤光纤；

2　安装接线盒时，螺栓应紧固、橡皮封条应安装到位，接线盒不得受潮；

3　光纤熔接后应进行接头衰耗测试，不合格者应重接；

4　不应在雨天、大风、沙尘或空气湿度过大时熔接光纤。

8 安全措施

8.1 一般规定

8.1.1 拆除及更换施工应符合 DL 5009.2 的规定；

8.1.2 拆除及更换施工应有安全技术措施，施工前应进行交底。无安全措施或未经安全技术交底，不得进行架线作业；

8.1.3 拆除及更换时通信联络应迅速可靠，且应符合下列规定：

1）各岗位工作人员应经过通信技术培训，并应掌握通信知识和设备操作要领，能正确使用和保管通信工具；

2）选择的通信工具应可靠，并应在每次工作开始前核对各通信点相互间信号畅通；

3）信号语言应及时、明确、清晰、简短、语种统一，施工期间不得传递与工作无关的信息；

4）传递、接受、执行信息的程序应合理，并应明确信号与指令的区别；

5）通信缺岗不得进行牵放作业。

8.2 人员

8.2.1 特种作业人员应经考试合格，并应持证上岗；

8.2.2 牵放及拆除、更换过程中，各危险部位和重要岗位应设专人负责；

8.2.3 重要跨越、转角塔应设专人看守。

8.3 机具

8.3.1 拆除及更换前，应按要求对所有受力工器具进行检验，且每次使用前均应检查，并应正确安装和使用；

8.3.2 提线工具应挂在横担的施工孔上提升导线；无施工孔时，承力点位置应符合作业指导书的规定，并应在绑扎处衬垫软物；

8.3.3 卡线器的规格应与线材规格匹配，并应设置防止跑线的备用保护；卡线器受力方向与被牵引导（地）线的夹角不应大于 10°；

8.3.4 OPGW 等应使用预绞丝式专用耐线夹施工。

8.3.5 旋转连接器在施工过程中进行检查灵活度，旋转连接器不得通过张力轮，且不得进入牵引机卷扬轮和绞磨磨芯。

8.3.6 提升 OPGW 应使用专用滑车，不得使用提线钩、双钩等。

8.3.7 导引绳、牵引绳的安全系数应符合下列规定：

1 一般工况不应小于 3；

2 重要跨越架线时应提高至不小于 3.5；

3 采用纤维绳作导引绳时不应小于 5。

8.4 材料

8.4.1 雨季应使用吸水率较低的材料，防止牵引过程中途停机时，牵引力明显变化。

8.4.2 新导地线在运输在装卸过程中防止损伤及线盘受损。

8.4.3 金具及绝缘子现场组装后应进行全面外观检测，受力关键材料不能有裂纹等安全隐患。

8.5 作业方法

8.5.1 牵引及拆除：

1 牵引过程中，各转向滑车围成的区域内侧不得有人，人员不得跨越牵引时的绳索；

2 拆除及更换时应慢速进行，特别是过滑车等工况；

3 拆除时，在保证跨越安全距离的情况下，导（地）线张力应尽量降低；

4 牵引、拆除作业中接到停车信号、信号不明或通信中断时，应立即停止作业；

5 拆除时在保证跨越安全距离的情况下导地线张力尽量降低；

6 拆除及更换时应慢速，特别是过滑车等工况；

7 拆除及更换地线所用卡线器宜采用预绞丝式卡线器；

8 转角塔须设置专人看守。

8.5.2 升空、紧线与挂线：

1 升空作业时应使用压线装置，不得直接使用人力压线；

2 导地线升空作业应与紧线作业密切配合，并应逐根子导线进行；

3 压线滑车应设控制绳，压线钢丝绳应有足够长度，且钢丝绳回松应缓慢；

4 紧线前应保证通信顺畅，且传递信号应及时、清晰。导地线跳槽应处理完毕，导线不得相互扭绞，各处交叉跨越安全措施应可靠；

5 升空及紧线过程中，不得站在悬空导地线的下方；

6 割断后的导地线应在当天挂接完毕，不得在高处临锚过夜；

7 对正在进行平衡挂线作业的导线，不得同时在该线其他部位进行其他作业；

8 挂线时，当连接金具靠近挂线点时，应在停止牵引后，作业人员方可从安全位置到挂线点操作。挂线后应缓慢回松牵引绳，并应在调整拉线的同时观察耐张金具串和杆塔的受力情况。

8.5.3 附件安装：

1 在重要交叉跨越两侧杆塔上安装附件时，应做好防止导地线坠落的保护措施；

2 不得同时在相邻杆塔同相（极）安装附件，作业点垂直下方不得有人；

3 应避免同塔同时在同一垂直面上进行双层或多层作业；

4 附件安装时，安全绳或速差自控器应拴在横担主材上；

5 在带电线路上方的导线上测量间隔棒距离时，应使用干燥的绝缘绳或仪器测量，不得使用带有金属丝的测绳、皮尺。

8.6 环境

8.6.1 跨越设施：

1 跨越架（网）的搭设应符合 DL 5009.2、DL/T 5106 和 DL/T 5301 的规定；

2 雷、雨、雪、大风天气后，应对跨越架或跨越网作详细检查；在其加固修复后，应经验收合格后方可投入使用。

8.6.2 防电害与接地：

1 架线施工前，铁塔应连接好接地装置，接地电阻应符合规范要求；

2 牵引机、张力机机体应可靠接地；

3 牵引机、张力机机体前方的牵引绳和导线上应分别安装接地滑车；

4 操作人员应站在干燥的绝缘垫上操作牵引机、张力机，且站在地面的人不得与操作人员接触；

5 跨越不停电线路时，跨越档两端的引绳、导线应接地；

6 应根据平行电力线路情况，采取专项防感应电的接地措施；

7 耐张塔挂线前，应用良导体将耐张绝缘子串短接；

8 耐张段距离较长时，应选适当的中间直线塔进行接地；

9 雷电时应停止放紧线作业；

10 附件安装作业区间两端应装设接地线。施工的线路上有高压感应电时，应在作业点两端加装工作接地线。应在装设个人保安接地线后，施工人员方可进行附件安装，并应在工作完成后拆除个人保安接地线；

11 飞车或人工走线越过带电线路时，应验算对带电体的净空距离，该距离不得小于最小安全距离。验算荷载时应取实际荷载的 1.2 倍；

12 附件包括跳线全部安装完毕后，应保留部分接地线并做好记录，并应在竣工验收后启动运行前拆除接地线；

13 装设和拆除临时接地线应符合 DL 5009.2 的规定。新工序未装设接地线时，不得拆除原工序接地线，应使架空线路在施工期间始终保持可靠接地。

9 环境保护要求

9.1 施工组织设计应编制环境保护措施，推行绿色施工，最大限度减小施工对生态环境的扰动与污染。

9.2 优化施工方案及作业路径，严控林木砍伐范围，减少植被损毁。

9.3 在自然保护区、水源保护区、风景名胜区等环境敏感区作业，应编制专项环保技术方案，落实强化保护措施。

9.4 施工便道应优先利用既有道路，控制新建便道开挖规模。

9.5 拆除旧导地线应采取防护措施，防止导地线及附属构件坠落散落，避免损毁地表植被。

9.6 应设置废弃物分类临时存放点；废弃导地线、金属边角料、包装材料应予回收处置；废油、废脂、废电池、废油漆桶等危险废物移交资质单位处置，严禁丢弃、焚烧；生活垃圾集中收集，定期转运至指定场所。

9.7 废弃物临时堆放场地应采取围挡、覆盖防护，防止雨水冲刷引发物料流失及次生污染。

9.8 油料、化学药剂应密闭存放，远离水体及植被集中区，配备防泄漏应急物资；张力场、牵引场宜铺设彩条布等防渗隔离材料，防止油料、化学品渗漏污染土壤。

9.9 设备检修、车辆冲洗产生的含油废水应集中收集处理，达标后方可排放；严禁向河湖、水库直接排放污水、废油。

9.10 临近河湖、湿地等水生生态区域施工，机具、物料不得侵入水体，严禁向水体抛洒施工废弃物。

9.11 易扬尘物料运输应采取密闭或覆盖措施；施工道路、作业场地应定期洒水抑尘；裸露土方及时覆盖或绿化。

9.12 选用低噪声施工设备，合理安排作业时段，降低施工噪声对周边居民的影响。

9.13 临近野生动物栖息、活动区域作业，宜优化施工时序，避开动物繁殖、迁徙关键时段，减少人为惊扰。

9.14 施工期间应开展环保现场核查，确保各项环保技术措施落实到位。

9.15 施工结束应做到工完料尽、场地整洁。

9.16 施工完成后应对受扰动区域实施生态修复。

附件 10

中国电力建设企业协会团体标准
《架空输电线路导地线拆除及更换施工工艺导则》编制说明

目　录

中国电力建设企业协会团体标准 1

《架空输电线路导地线拆除及更换施工工艺导则》编制说明 1

一、工作简况 1
二、标准编制原则、主要内容及确定依据 3
三、与现行法律法规和标准的协调性 6
四、标准的先进性或特色性 6
五、标准调研、研讨及征求意见情况，重大分歧意见的处理经过和依据 6
八、涉及专利的有关说明 8
九、专家审查会情况 8
十、标准名称变更理由及报批情况 8
十一、其他应当说明的事项 8
十二、贯彻中电建协标准要求以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期等建议 8

一、工作简况

（一）任务来源

本文件根据中国电力建设企业协会《关于印发2025年第一批中国电力建设企业协会团体标准制定计划的通知》（中电建协〔2025〕131号）安排立项。

（二）参编单位及分工

本文件由中国电力建设企业协会标准化管理委员会负责管理，南方电网云南送变电工程有限公司、中国能源建设集团云南省电力设计院有限公司、云南昆供电力设计有限责任公司、云南欣博工程咨询有限公司、安徽送变电工程有限公司、国网山东省电力公司东营供电公司、云南电网公司输电分公司、云南电网昆明供电局、广东电网有限责任公司江门供电局、南方电网超高压输电公司昆明局、南方电网超高压输电公司大理局、内蒙古乌兰察布电力工程有限责任公司、三峡大学、国网湖北送变电工程有限公司、云南电力建设监理咨询有限责任公司、广州市电力工程有限公司共同编制完成。

南方电网云南送变电工程有限公司、中国能源建设集团云南省电力设计院有限公司、云南昆供电力设计有限责任公司、云南欣博工程咨询有限公司、为主编单位，其他单位共同参编。

（三）制定背景

随着电网建设不断发展，电网系统加强及电网改造项目增多，导地线拆除或更换工作随之增加，目前国家标准、行业标准及团体标准无相关指导性技术文件。

架空输电线路导地线拆除及更换工作施工安全风险相对较高，属于危险性较大工程。

制定一项专门架空输电线路导地线拆除及更换施工工艺导则，统一操作流程及管控要求，对于降低施工安全风险及规范施工流程等具有重要作用，也能填补标准空白，促进产业规范化发展，助力新型电力系统建设。

（四）编制过程

2025 年 4 月，中电建协标委会对中电建协团标《架空输电线路导地线拆除及更换施工工艺导则》予以立项。2025 年 6 月，项目以《关于印发 2025 年第一批中国电力建设企业协会团体标准制定计划的通知》（中电建协〔2025〕131 号）文件向社会发布。

在中电建协标委会指导下，主编单位于 2025 年 6 月正式组建了包括所有编制单位在内的工作组并启动编制工作，编制过程主要分为以下阶段:

前期调研与草案起草（2025 年 6 月至 9 月）：编制组广泛开展收资、调研、访谈，对标准编制事宜进行反复研究，与参编单位和该领域专家学者等制定了标准编制大纲和方案。系统

分析架空输电线路导地线拆除及更换相关标准，梳理多个典型施工关键控制点及要求，形成了标准草案初稿。

内部研讨与初稿编写（2025 年 10 月至 2026 年 6 月）：编写组内部对草案的结构、范围、术语、核心条款进行深入讨论与修改。2026 年 6 月，在云南昆明召开初稿讨论会，会议对初稿内容展开详细讨论，提出了新的修改补充建议和完成时间。会议同时确定了下一步标准编制分工、进度计划、会议及经费计划。会后，参编单位按照分工着重对正文、归档范围进行了修改完善。

征求意见稿编写（2026 年 7 月至 9 月）：2026 年 10 月，在山东青岛召开征求意见稿定稿会，会议听取了编写组对标准初稿讨论会意见的修改情况汇报，与会人员通过讨论，提出了新的修改补充建议和完成时间。2026 年 10 月，经过修改完善和内部讨论，形成了征求意见稿定稿。

二、标准编制原则、主要内容及确定依据

（一）编制原则

合规性原则。符合相关规定要求。本标准编制严格遵守《中国电力建设企业协会标准管理办法（试行）》，编写格式执行 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》。

协调性原则。注重与国家法律法规和相关标准的协调性，与《110kV～750kV 架空输电线路施工及验收规范》（GB50233）、

《110kV～750kV架空输电线路张力架线施工工艺导则》（DL/T 5343）、《电力建设安全工作规程第2部分:电力线路》(DL5009.2）等相关现行标准协调配套，避免重复与矛盾，确保标准发布实施的可操作性。

系统性原则。覆盖架空输电线路导地线拆除施工准备、施工过程管控要点、质量要求及环水保要求。紧密结合导地线拆除及更换技术特点、建设流程和管理重点，突出关键环节和核心管理要求。

可操作性原则。规定明确、流程清晰、方法具体，导则中明确拆除机修设备选择计算原则及方法，明确了新旧线连接方式及要求。确保导则具有可操作性和现场指导性。

前瞻性原则。充分考虑拆除线路涵盖特高压多分裂及大截面导线发展趋势，对施工过程管理提出适应性要求。

民主协同原则。充分发扬民主，广泛征求科研院所、建设单位、设计单位、施工单位、运维单位等多方意见，协调各参编单位达成共识，确保标准内容全面、公正、权威。

（二）标准主要内容

本规范共分为8章，系统介绍了架空输电线路导地线拆除及更换施工工艺具体要求和方法。核心内容包括:

第1-2章：范围、规范性引用文件、术语和定义。明确了本标准的适用范围、引用标准和关键术语定义，包括档案工作和电化学储能两个方面的具体定义。

第3章：基本要求。明确了架空输电线路导地线拆除施工工艺原则、责任主体，规定导地线拆除前基本作业流程，明确了跨越物和机具设备管理原则。

第4章：施工准备。明确了导地线拆除及更换技术准备、机具准备、跨越准备及滑车安装准备工作内容。

第 5 章：导地线拆除及更换。明确了导地线拆除及更换的方式，直线塔附件拆除、耐张塔附件拆除及导地线拆除及更换管理要求。

第 6 章：质量措施。明确导地线拆除及更换过程中各工序质量保证措施。

第 7 章：安全措施。明确了导地线拆除及更换过程中安全主要管理要求。

第 8 章：环境保护要求。明确了拆除及更换过程中对环境保护措施及要求。

（三）标准主要内容确定依据

本标准参照技术类标准，主要内容按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。核心内容确定主要依据以下几方面：

国家标准：《110kV～750kV 架空输电线路施工及验收规范》（GB50233）等。

行业标准：《110kV～750kV 架空输电线路张力架线施工工艺导则》（DL/T 5343）、《电力建设安全工作规程第 2 部分：电力线路》（DL5009.2）。

参考文件：参编单位的内部管理制度。

行业专家与企业反馈意见：

三、与现行法律法规和标准的协调性

本标准严格遵循《110kV～750kV 架空输电线路张力架线施工工艺导则》（DL/T 5343）、《电力建设安全工作规程第 2 部分：电力线路》（DL5009.2）标准保持协调一致，是其原则要求在导地线拆除及更换施工这一具体领域的细化和延伸。同时，与电力行业的相关技术标准和管理规范在技术要求上相互衔接，不存在冲突。

四、标准的先进性或特色性

1.研究编制完成的国内首个针对导地线拆除及更换施工工艺的标准，填补了架空输电线路行业相关标准的空白。

2.在与现有标准协调一致的基础上，结合导地线拆除施工特点，有针对性地对拆除方式、使用机具设备、导地线连接方式做了特别明确，为现场实施提供标准化依据与实践指导。

3.本标准的实施有助于引导和提高相关企业在架空输电线路导地线拆除施工过程中施工工艺，规范拆除及更换施工流程，提升施工安全可靠性。

五、标准调研、研讨及征求意见情况，重大分歧意见的处

理经过和依据

（一）标准调研、研讨情况

标准编写过程中，编写组进行了广泛的收资、调研和探讨。研究的几个主要问题及处理结论如下:

1.本标准的编制目的和适用对象

填补架空输电线路拆除及更换施工关键技术空白，规范拆除及更换施工工艺流程，提升拆除及更换施工安全可靠性。

本标准标定了架空输电线路导地线拆除及更换施工工艺流程，主要适用于改造及拆除的架空输电线路导地线拆除及更换。

2.标准的编写规则

本标准对架空输电线路导地线拆除及更换全过程做出了原则性要求，明确了拆除及更换方式、机具设备选择及导线连接方式。

（二）标准征求意见情况

（三）重大分歧意见的处理经过和依据

1.与国际、国家、行业、其他团体同类标准技术内容的对比情况

现行标准无相关内容

2.是否合规引用或采用国际国外标准

本标准未引用或采用国际、国外标准，无采标情况。

八、涉及专利的有关说明

本标准编制过程中，未识别出涉及专利的内容。

九、专家审查会情况

中国电力建设企业协会于2026年6月25-28日在云南昆明组织召开了《架空输电线路导地线拆除及更换施工工艺导则》草稿审查会，邀请电力行业方面5名专家从架空导地线拆除及更换施工工艺流程进行审查。与会专家一致同意通过审查，要求编写组按照具体审查意见进行修改完善，完成报批工作。

十、标准名称变更理由及报批情况

无变更。

十一、其他应当说明的事项

无。

十二、贯彻中电建协标准要求以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期等建议

《架空输电线路导地线拆除及更换施工工艺导则》具有创新性和引领性，为电网建设改造及拆除理提供了支撑性、基础性标准。建议由中电建协组织进行广泛宣贯，并在成员单位中尽快实施，及时总结实施过程中的反馈意见，将其升级为行业标准或国家标准。

附件 11

团　　体　　标　　准

T/CEPCA XXX—XXXX

海上换流站工程监理技术导则

Technical Guidelines for Supervision of Offshore Converter Station Projects

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布　　XXXX-XX-XX 实施

中国电力建设企业协会 发布

目 次

前 言 III
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4 基本规定 2
5 项目监理机构及监理设施 2
6 监理工作策划 5
7 施工准备阶段质量控制 6
8 施工阶段质量控制 9
8.1 陆地建造质量控制 9
8.2 海上运输质量控制 10
8.3 海上换流站安装质量控制 10
9 调试阶段监理 11
9.1 调试准备与条件确认 11
9.2 海陆及系统联调 12
9.3 调试过程监督与缺陷闭环 12
9.4 调试验收 13
10 工程竣工验收与移交 13
10.1 竣工预验收 13
10.2 启动验收与投运条件确认 13
10.3 投运缺陷和遗留问题管理 14
10.4 竣工验收 14
10.5 工程移交 14
11 安全生产管理的监理工作 14
11.1 施工准备阶段安全生产管理的监理工作 14
11.2 施工阶段安全生产管理的监理工作 16
附录 A（规范性）海绑检查记录 18
附录 B（规范性）发运前确认记录 19
附录 C（规范性）海上设备复验记录 20

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

为规范海上换流站工程监理活动，提高监理工作水平，确保海上换流站工程建设质量与安全，制定本文件。

海上换流站工程监理除应执行本文件外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

本文件由中国电力建设企业协会标准化管理委员会归口。

本文件主要起草单位：

本文件主要起草人：

本文件是首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力建设企业协会（地址：北京市丰台区西四环南路35号中都科技大厦3层，100071）。

1 范围

本文件规定了海上换流站工程监理的基本规定、施工准备阶段质量控制、施工阶段质量控制、调试阶段等监理工作内容。

本文件适用于新建、改建和扩建海上换流站工程的监理工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50150 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

GB 50168 电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准

GB 50169 电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范

GB 50171 电气装置安装工程 盘、柜及二次回路接线施工及验收规范

GB 50656 施工企业安全生产管理规范

DL 5009.3 电力建设安全工作规程 第3部分：变电站

DL/T 3038 海上柔性直流输电换流站设备交接试验规程

DL/T 5232 直流换流站电气装置安装工程施工及验收规范

DL/T 5233 直流换流站电气装置施工质量检验及评定规程

DL/T 5434 电力建设工程监理规范

T/CEC 5089 电网工程监理导则

3 术语和定义

DL/T 5434界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 海上换流站工程 offshore converter station project

设置在海上，用于海上风电等电能汇集、换流和远距离输送的换流站工程。

3.2 桩基式导管架 pile foundation jacket

通过钢管桩固定于海底，并由导管腿及连接杆件组成的海上空间框架结构。

3.3 焊接工艺规程 welding procedure specification（WPS）

用于指导焊接作业，并规定焊接方法、材料、参数、预热、后热和检验要求的工艺文件。［来源：GB/T 3375—1994，2.5，有修改］

3.4 海绑 marine seafastening

为抵抗船舶运动和风、浪、流等环境荷载，将设备、模块或构件固定于船舶或运输平台的措施。

3.5 海陆联调 offshore-onshore integrated commissioning

海上换流站与陆上换流站、海缆、通信、控制保护及辅助系统之间开展的联合调试活动。

4 基本规定

4.1 工程监理单位实施海上换流站工程监理时，应在工程现场派驻项目监理机构，并应根据陆地建造、海上运输、海上安装调试和海陆联调等作业面的分布、班次及海上作业窗口，确定监理人员的配置与轮换。

4.2 项目监理机构应针对海上换流站工程编制监理工作策划文件，明确海陆两侧监理界面的划分、海上作业期间的监理组织方式，以及海事协调和第三方检验的接口安排。

4.3 项目监理机构应结合海上作业窗口、船期和气象海况条件控制工程进度和造价；因海事许可、船舶调遣或海况变化引起的工期与费用调整，应按合同约定及时审核相关资料、办理签证并报告建设单位。

4.4 项目监理机构应对海上换流站工程质量进行控制；施工准备阶段和施工阶段的质量控制应按 T/CEC 5089 第五章、第六章执行。

4.5 项目监理机构调试阶段的监理工作应按 T/CEC 5089 第七章执行。

4.6 工程竣工验收与移交阶段的监理工作应按 T/CEC 5089 第八章执行。

4.7 工程保修阶段的监理工作应按 T/CEC 5089 第九章执行。

4.8 安全生产管理的监理工作应按 T/CEC 5089 第十章执行。

5 项目监理机构及监理设施

5.1 项目监理机构的人员配置应符合表 5-1 的规定，并应根据陆地建造场地与海上作业面分别配置；海上作业期间的监理人员应随船值守并按作业班次轮换。

5.2 项目监理机构的监理设施应符合表 5-2 的规定。海上作业用检测和通信设施应采取防盐雾、防凝露措施，救生与应急器材应随船配置并定期检查。

表 5-1 项目监理机构人员基本配置

序号	岗位设置	专业	海上换流站工程	
			±500 kV 及以上	±500 kV 以下
1	总监理工程师	—	1 名	1 名
2	总监理工程师代表	—	1 名	需要时配置
3	专业监理工程师	土建	2 名	1 名
4	专业监理工程师	电气	2 名	1 名
5	专业监理工程师	安全	2 名	1 名
6	专业监理工程师	造价	1 名，兼任	1 名，兼任
7	信息档案管理员	—	1 名	1 名，兼任
8	监理员	—	按作业面、班次和旁站需要配置	

注：1 本表人员根据陆地建造场地与海上作业面的实际需要配置，总监理工程师应全过程配置 1 名，其他人员应根据作业班次和旁站需要增配；2 土建专业监理工程师涵盖结构、焊接、防腐、海工等专业监理工作；3 根据需要，环境保护、水土保持监理人员可单独配置，也可由具备相应资格的专业监理工程师或安全专业监理工程师承担相应工作职责。

表 5-2 项目监理机构设施设备基本配置

配置	计算机	打印机	复印机	数码相机或摄像机	测距仪	水准仪	全站仪	卫星定位终端	温湿度计	涂层测厚仪	盐分检测仪	力矩扳手	万用表	绝缘电阻表	接地电阻测试仪	对讲机	卫星电话	船位终端	气象海况信息终端	气体检测仪	急救箱	个人安全防护用品	交通工具
±500 kV 及以上	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
±500 kV 以下	●	●	—	●	●	—	—	●	●	●	—	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

注：1 “●”表示应配置，“—”表示按工程实际需要配置；2 配置的数量、型号应在监理规划中明确；3 海上检测设备应采取防盐雾、防凝露措施；4 救生、通信和应急器材应随船配置，定期检查并保持可用状态。

6 监理工作策划

6.1 工程监理单位向建设单位报送项目监理机构成立及总监理工程师任命文件时，应明确承担海上作业安全生产管理监理工作的人员及其职责。参与海上现场监理的人员应满足相关安全培训和登临作业要求。

6.2 工程监理单位应对项目监理机构进行监理合同交底，交底内容尚应包括海上监理工作范围、海上施工与船舶作业协调要求、气象海况作业窗口、海陆接口责任界面及第三方检验检测配合要求。

6.3 项目监理机构应结合海上作业特点建立监理工作制度，主要包括下列内容：

1 海上监理人员登离平台登记与安全管理制度；

2 气象海况作业窗口核查及停工撤离监督制度；

3 海上运输、吊装及海绑检查与见证制度；

4 重大设备称重与重心测量见证制度；

5 海陆接口检查与交接验收制度；

6 水下检测及水下机器人作业见证制度；

7 防台风及台风过境后安全检查制度；

8 海上监理记录与文件资料管理制度。

6.4 总监理工程师应组织监理人员进行监理工作交底和培训。涉及海上现场监理的，交底和培训内容尚应包括海上作业安全、救生与应急撤离、船舶及吊装作业安全监理、人员登离平台和海上转运安全要求。

6.5 总监理工程师应组织专业监理工程师，根据工程特点、设计文件及合同约定，建立工程建设适用标准清单。清单应涵盖海上运输、船舶作业、海洋工程结构施工、海底电缆敷设及相关检验检测等专业领域的适用标准，并根据工程实施情况及相关标准变化及时更新。

6.6 监理规划应结合海上换流站工程特点，明确海上运输与吊装、气象海况作业窗口、人员海上转运、海洋工程结构施工、电气设备安装与调试、海陆接口、海上作业安全及应急管理等方面的监理工作要求。项目监理机构宜根据工程实施需要，编制海上现场监理工作计划，明确人员安排、交通组织及海上作业保障措施。

6.7 监理实施细则应由专业监理工程师根据监理规划、工程建设标准及施工组织设计、专项施工方案编制，并由总监理工程师审批。对危险性较大的分部分项工程，应结合专项施工方案编制相应的监理实施细则。海上换流站工程监理实施细则宜包括下列内容：

1 土建工程监理实施细则；

2 电气设备安装工程监理实施细则；

3 海底电缆工程监理实施细则；

4 海上运输与吊装工程监理实施细则；

5 设备及系统调试监理实施细则。

7 施工准备阶段质量控制

7.1 项目监理机构应熟悉工程设计文件，参加设计交底和图纸会审，并重点核查吊点、海绑点及其预埋件的设置，设备基础、贯穿件和防火封堵等预留预埋设计的完整性，以及防腐、保温设计与海洋环境条件的适应性。涉及海上运输、安装及第三方检验检测的，应关注设计文件与相关技术要求的衔接情况。

7.2 项目监理机构应结合陆地建造、海上运输、海上安装及调试等工程特点，重点审查施工组织设计中的下列内容：

1 陆地建造阶段的建造与总组场地条件、场地承载力及地基处理措施、结构分段划分与合拢安排、总组搭载与称重工艺、装船方式及运输通道；

2 海上运输阶段的运输方式、船舶及相关资源配置、航线安排、系固与压载措施、海事协调及气象海况作业窗口；

3 海上安装及调试阶段的施工海域布置、船舶站位、海上基础与上部组块安装顺序、专业施工接口及交叉作业协调安排。

7.3 项目监理机构应核查施工单位报审的主要施工船舶、大型运输与起重设备、吊索具及相关检测设备的适用性资料。对海洋工程结构材料、防腐材料、海绑材料、海底电缆及附件等，应重点核查质量证明文件及海洋环境适应性、运输防护等相关技术要求的落实情况。

7.4 项目监理机构应核查焊接、无损检测等特殊作业人员的相应资格；对有健康条件要求的海上作业岗位，尚应核查相关证明材料。

7.5 项目监理机构应核查施工单位报审的测量、计量器具及试验检测设备的配置、检定或校准情况，并根据海上作业环境和检测要求，重点核查有关设备的环境适应性及防护措施。涉及岸海控制点传递和水下定位测量的，尚应核查相应测量设备及技术措施。

7.6 项目监理机构应按监理合同约定，审查重要设备、材料及构配件的质量证明文件和相关检验资料。对用于海上换流站工程的设备和材料，尚应关注运输防护、海洋环境适应性及交付检验要求。

7.7 项目监理机构应审查施工单位现场质量管理体系的建立情况，重点核查陆地建造与海上施工阶段的质量管理职责、检验程序、质量记录及接口交接要求。

7.8 项目监理机构应审查施工单位报审的有关专项施工方案。对海上运输、装船与绑扎、称重、海上基础及上部组块安装等专项施工方案，应重点审查施工工艺、主要技术参数、设备及资源配置、气象海况作业条件、风险控制及应急措施。专项施工方案发生重大调整时，应按规定重新履行审查程序；涉及运输或安装状态变化的，尚应核查相应的技术复核和确认资料。

7.9 对海上换流站工程采用的新技术、新工艺、新材料、新设备及检测方法，项目监理机构应按规定审查相关技术证明、试验验证及适用性评价资料，并重点关注其在海洋环境和海上作业条件下的适用性。

7.10 项目监理机构应审查承担工程试验检测任务的单位是否具备相应资质或能力。涉及水下检测、海底电缆试验等海上作业的，尚应核查相关作业能力及保障条件。

7.11 项目监理机构应审查施工测量方案，重点核查岸海控制点传递、卫星定位和水下定位测量等技术措施及精度控制要求。对海上基础定位、关键结构安装定位等重要测量工作，应根据监理实施细则确定相应的见证或复核要求。

7.12 项目监理机构应审查施工单位报审的工程施工质量验收范围划分表。海上基础、上部组块安装、海底电缆敷设等工程的验收范围划分应符合工程实际和相关标准要求，并明确海陆施工接口的质量验收责任和交接要求。

7.13 项目监理机构应根据工程特点、设计文件及施工组织安排，在监理实施细则中明确质量控制点及其监理方式。海上换流站工程质量控制点除应符合 T/CEC 5089 第五章表 5.13.3 和表 5.13.4 有关规定外，尚宜包括表 7.1 所列的关键控制环节。具体控制方式应根据适用标准、工程风险及监理合同约定确定。

表 7.1 海上换流站工程质量控制点

序号	施工阶段	控制环节或项目	控制点类型	主要检查记录
1	陆地建造	主结构总装与分段合拢	S	变形监测记录
2	陆地建造	主结构、吊点、海绑点及管节点焊接	S/W	焊接检验记录、无损检测报告
3	陆地建造	防腐、保温及穿舱件隐蔽	H	隐蔽工程验收记录
4	陆地建造	称重	S	称重记录及重量重心报告
5	陆地建造	设备海绑	S	海绑检查记录
6	陆地建造	出厂验收	H	出厂验收记录
7	陆地建造	电气设备交接试验	W	交接试验报告
8	海上运输	装船及海绑固定	S	海绑检查记录、发运前确认记录
9	海上运输	出港状态确认	H	发运前确认记录
10	海上运输	运输过程状态监测	W	航行日志及状态监测记录
11	海上运输	到场复验	W	海上设备复验记录
12	海上安装	沉桩及定位	S	测量记录
13	海上安装	导管架调平与灌浆	S	灌浆记录、水下检测影像资料
14	海上安装	上部组块吊装或浮托就位	S	就位过程记录
15	海上安装	结构承载转换	H	结构连接检查记录
16	海上安装	海上焊接与防腐补口	W	焊接及防腐检验记录
17	海上安装	穿舱密封与防火封堵	H	隐蔽工程验收记录
18	海上安装	海缆终端制作	H	海缆试验记录
19	海上安装	电气设备安装复验	W	海上设备复验记录
20	调试	分系统调试及海陆联调	W	调试报告和联调签证

注：1 W—见证点（Witness Point）；H—停工待检点（Hold Point）；S—旁站点；2 质量控制点可根据工程实际和监理合同约定调整；3 与常规电网工程相同的质量控制点不再重复列出。

7.14 项目监理机构应审查施工单位报审的检验与试验计划，重点核查其对陆地建造、海绑、称重、出厂验收及运输前状态确认等关键环节的覆盖情况。对焊接工艺规程及相关焊接工艺评定资料，应重点核查其适用范围与工程焊接接头形式、材料及工艺要求的一致性。

7.15 项目监理机构应按规定审查分包单位资格，重点核查其与承担工程相适应的资质、类似工程业绩、人员配置及施工资源。涉及多个施工单位共同实施的工程，应关注各单位之间的质量责任划分及检验交接界面。

7.16 项目监理机构应按规定审查工程开工条件，并结合工程施工阶段核查相应的准备工作。海上运输、海上安装等作业开始前，尚应重点核查相关海事许可、船舶及作业设备条件、气象海况作业窗口、通信指挥及应急保障措施的落实情况。

8 施工阶段质量控制

8.1 陆地建造质量控制

8.1.1 项目监理机构应检查焊接施工质量，核查焊接工艺规程（WPS）的执行情况及焊接检验资料。对主结构、吊点、海绑点、管节点及设计明确的疲劳敏感部位的焊缝，应根据质量控制要求实施旁站、见证或巡视，并核查无损检测、焊缝返修及复检结果。

8.1.2 项目监理机构应检查导管架、上部组块等主结构以及设备支撑、吊点、海绑点的建造精度和分段合拢精度，核查关键构件材料及检测资料。

8.1.3 项目监理机构应检查上部组块各层结构及功能区域的建造质量，重点核查钢结构组装与合拢精度、主要电气设备安装条件及专业接口。对换流阀厅、电气设备舱室和控制保护室等功能区域，尚应检查密封、防潮、防凝露及温湿度控制措施的落实情况。

8.1.4 项目监理机构应检查防腐、保温和舾装施工质量，其施工应符合设计文件和现行有关标准的规定；应重点检查浪溅区、密闭舱室、吊点、海绑点、异种金属接触部位、穿舱部位和易凝露部位，隐蔽前应检查确认。

8.1.5 项目监理机构应对上部组块称重及重心测量实施见证，重点核查称重设备、测点布置、测量程序及测量环境条件，并核查称重数据、误差分析和测量报告，确认实测重量及重心位置符合设计文件和后续运输、吊装及安装的技术要求。

8.1.6 项目监理机构应根据工程特点，对主体结构总组、合拢及相关关键工序的变形监测实施见证或检查。发现监测程序不符合要求、监测数据异常或结果超出规定允许偏差时，应要求施工单位分析原因，采取相应措施，并按规定进行复测或复核。

8.1.7 陆地建造阶段电气设备施工及质量验收应符合设计文件和经审查的施工方案要求，项目监理机构应重点检查抗振、密封、防潮防凝露、接地及等电位连接和海陆接口。

8.1.8 陆地建造完成后，项目监理机构应核查建造成果是否满足海上运输、吊装和安装要求，重点核查海绑点、吊点及其预埋件的设置与承载条件、分段合拢接口状态和设备防护界面。

8.1.9 项目监理机构应按监理合同约定参加出厂验收，核查陆地建造阶段的质量验收资料及遗留问题整改情况。对尚未完成的工作、需在海上复验的项目及随行移交物资，应形成清单，明确后续处理及交接要求。

8.1.10 海上运输前，项目监理机构应检查设备、模块和构件的运输防护、固定及状态监测措施，核查运输前质量检查和到场复验要求的落实情况，并按附录 B 的规定形成发运前确认记录。发现存在影响运输或后续安装质量的问题时，应要求施工单位整改，并按规定完成复查及发运前确认。

8.1.11 项目监理机构应配合工程质量监督检查，核查海上专项质量资料，检查现场条件，并督促责任单位整改，并复查整改结果。

8.2 海上运输质量控制

8.2.1 海上运输前，项目监理机构应核查气象海况窗口、航线风险和运输许可，确认船舶、人员和应急安排满足要求；条件不满足时，应督促施工单位落实不得出航的要求。

8.2.2 装船和海绑施工时，项目监理机构应检查货物固定、海绑预紧及防滑、防倾覆、防碰撞、防海水侵入措施，关键设备海绑应实施旁站并确认结果，海绑检查记录应按附录 A 的表式填写；对精密设备、控制保护屏柜、通信设备、换流阀组件和电缆盘等，还应检查防震、防潮、防盐雾和状态监测措施。

8.2.3 导管架、上部组块等大型结构物海上运输时，项目监理机构还应检查浮态、吃水和状态监测记录；发现异常时，应要求责任单位及时处置，并跟踪确认处置结果。

8.2.4 海上运输中，项目监理机构应按监理合同和运输方案跟踪核查货物状态、船位、海况、航行日志、海绑状态和异常处置情况。

8.2.5 卸货后，项目监理机构应参加货物完整性验收，核查航行、冲击、海绑拆除和异常处置记录，确认到场复验项目，海上设备复验记录应按附录 C 的表式填写。

8.3 海上换流站安装质量控制

8.3.1 项目监理机构对海上安装质量进行控制时，应重点控制作业条件、吊装就位、结构连接、焊接与防腐补口、设备复验、海缆和多专业接口。

8.3.2 项目监理机构应复核定位基准、安装偏差、标高及测量记录；结果超出允许偏差时，应督促施工单位处理并确认复验结果。

8.3.3 海上基础和导管架施工时，项目监理机构应检查定位、桩基、吊装就位、调平和灌浆；沉桩、调平和灌浆等关键工序应实施旁站或见证，水下检测应核查潜水或水下机器人（ROV）作业人员资格、设备状态和影像资料，隐蔽前应确认；防腐补口应重点检查。

8.3.4 上部组块吊装或浮托前，项目监理机构应核查重量及重心位置、吊点及吊索、船舶

站位和作业窗口资料，确认稳性、压载计算文件已经批准；就位过程应实施旁站或见证，检查姿态、安装偏差及与导管架的对接连接。

8.3.5 海上结构连接时，项目监理机构应检查节点、螺栓、焊缝、接口密封及临时固定向永久固定转换的实施情况；上部组块与导管架的对接连接和灌浆固接应重点检查，承载转换、结构封闭或隐蔽前应确认。

8.3.6 海上焊接应符合设计文件、现行有关标准和经审查的 WPS 要求，项目监理机构应重点检查环境防护和承载焊缝；对防腐补口、保温和舾装修复，应重点检查表面盐分、环境湿度、密封质量及受运输影响部位的修复质量。

8.3.7 海上电气设备安装前，项目监理机构应检查运输影响和密封除湿状态，安装后应检查固定、抗振、防潮、接地和接口。

8.3.8 海上电缆施工、接地及等电位连接应符合设计文件和现行有关标准的规定；项目监理机构应重点检查穿舱密封、机械防护、防火封堵及海缆终端制作条件。

8.3.9 项目监理机构应核查平台接口的位置、系统边界、责任单位和完成状态；消防、暖通、排水、应急电源、通信、监控和控制保护等接口及联动结果应由相关方共同确认。

8.3.10 项目监理机构应核查检测报告和不合格项关闭资料；重要焊缝、防腐补口、穿舱密封、接地连接、隐蔽工程和联动试验应按监理实施细则设置控制点。

8.3.11 海上安装期间，项目监理机构应检查设备防水、防潮、防盐雾和防冲击状态，确认临时封堵、除湿和状态监测有效。

8.3.12 发生海况、船舶、吊装、设备或关键质量异常时，项目监理机构应督促责任单位处置并确认复验结果；施工完成后应检查实体质量，核查专项记录，确认接口完成状态、缺陷整改闭环情况和调试条件。

8.3.13 海上换流站电气装置的安装验收，应符合电气装置安装工程质量检验及评定有关标准的规定。

9 调试阶段监理

9.1 调试准备与条件确认

9.1.1 项目监理机构应审查调试大纲和调试方案，重点核查海陆各系统调试边界、责任划分、调试顺序及异常处置措施，并核查陆地建造阶段相关调试和试验资料。

9.1.2 海陆联调前，项目监理机构应核查安装验收、交接试验、海缆试验、通信链路、保

护定值、远方控制、辅助系统和缺陷整改闭环情况，并应重点核查下列海上换流站相关条件的满足情况：

1 无人值守功能验证条件；

2 海缆在线监测系统投运条件；

3 应急通信保障条件；

4 海陆联调通信保障条件。

9.1.3 项目监理机构应审查调试单位的组织机构、人员资格及试验仪器设备检定或校准资料，并核查海陆同步调试的人员配置、安全培训及指挥协调安排。

9.1.4 项目监理机构应按规定审查调试分包单位资格，重点核查各单位的接口责任划分及跨系统调试方案的完整性。

9.2 海陆及系统联调

9.2.1 多单位、多系统、多地点同步联调时，项目监理机构应核查统一指挥和信息报送机制的建立和执行情况，并应重点核查和确认下列内容：

1 统一指挥机制已建立，总指挥及各地点现场指挥的职责分工明确；

2 调试操作票制度已覆盖海上换流站和陆上换流站两侧的操作，两侧操作许可和确认程序完备；

3 已配置备用通信手段，以应对主通信通道故障，应急通信系统切换程序明确；

4 恶劣海况、通信中断、设备异常等情况下的调试暂停条件和恢复审批程序明确；

5 各地点调试信息能够实时汇总至统一指挥中心。

9.2.2 海陆通信与数据接口调试时，项目监理机构应检查通信链路、远动系统、时钟同步及监控系统的调试情况，重点核查链路测试、信息点表核对、遥测、遥信、遥控、遥调等适用功能试验及异常处理记录。

9.2.3 控制保护系统海陆联调时，项目监理机构应检查保护定值、闭锁联跳、顺序控制、远方与就地切换及异常响应等功能，核查跨系统联动试验记录。

9.2.4 海缆及直流系统联调时，项目监理机构应检查海缆试验、护层接地、在线监测及直流系统接口调试情况，发现异常时应督促调试单位及时处理。

9.2.5 辅助系统联调时，项目监理机构应检查消防、暖通、排水、应急电源及安防等系统，重点核查防潮防凝露、消防联动、应急供电及无人值守功能的验证情况。

9.3 调试过程监督与缺陷闭环

9.3.1 项目监理机构应根据调试方案、监理实施细则及质量控制点要求，对调试过程实施巡视、见证或旁站，并符合下列要求：

1 对整套启动、控制保护、远方控制、联锁联跳、消防联动、应急电源切换、海底电缆监测及投运前检查等关键调试环节，应根据工程实际确定相应的监理方式，并形成监理记录；

2 对涉及海陆多地点同步作业的联合调试，应按照监理实施细则确定的控制点开展监理工作，核查各调试地点的试验记录及接口确认情况。

9.3.2 项目监理机构应建立调试缺陷跟踪台账，分类记录海上换流站、陆上换流站、海缆及跨系统接口缺陷，督促责任单位整改，并核查复验及闭环情况。

9.3.3 带电、耐压及海陆系统联动试验前，项目监理机构应核查区域隔离、安全警戒、接地、人员撤离及应急措施，发现重大安全隐患时应按规定要求整改并履行有关程序。

9.4 调试验收

9.4.1 项目监理机构应参加各阶段调试质量验收，核查调试报告、试验数据及缺陷整改情况，并配合建设单位开展海陆联调验收和投运条件确认。

9.4.2 项目监理机构应按监理合同约定，配合设备及系统代保管和移交工作，核查设备状态、遗留缺陷及相关资料，督促办理交接手续。

10 工程竣工验收与移交

10.1 竣工预验收

10.1.1 项目监理机构应按 T/CEC 5089 的有关规定组织竣工预验收，督促验收问题整改，重点核查海上工程实体质量、专项验收、远程监控、运维可达性及质量资料的完整性。

10.1.2 项目监理机构应检查受海上运输、吊装及海洋环境影响部位的最终质量状态，重点核查结构连接、设备防护、防腐密封及相关缺陷的整改情况。

10.2 启动验收与投运条件确认

10.2.1 项目监理机构应按规定审查整套启动及投运相关方案，重点核查海陆系统接口、远方控制、通信保障、应急措施及相关专项验收要求。

10.2.2 工程投运前，项目监理机构应确认下列条件：

1 海上施工质量验收和调试验收已完成；

2 海陆系统、控制保护、通信链路及辅助系统联调已完成；

3 消防、暖通、排水、应急电源和通信监控系统满足运行要求；

4 海缆终端、接地、防火封堵和防水密封等特殊控制点验收合格；

5 影响投运的缺陷、遗留问题和专项验收问题已闭环。

10.2.3 项目监理机构应参加启动验收，报告工程质量、系统调试及遗留问题整改情况，并对启动和投运条件提出监理意见。

10.3 投运缺陷和遗留问题管理

10.3.1 项目监理机构应核查投运后剩余工程及遗留问题的处理计划，督促责任单位明确整改责任、整改期限和风险控制措施；影响安全运行的重大缺陷应在投运前按规定处理。

10.4 竣工验收

10.4.1 项目监理机构应参加竣工验收，核查工程实体质量、专项验收、缺陷整改及竣工资料，并督促验收问题整改闭环。

10.5 工程移交

10.5.1 工程移交前，项目监理机构应核查海上平台运维通道、登临设施、消防救生、应急保障及通信条件，并检查设备台账、备品备件和运维资料的移交情况。

10.5.2 项目监理机构应核查陆地建造、海上运输与吊装、海上施工及海陆联调等质量资料，重点检查海绑、称重、运输状态监测和海上复验记录的完整性。

10.5.3 项目监理机构应配合建设单位开展工程移交，核查专项验收、遗留问题及移交资料，并按监理合同约定配合达标投产考核等相关工作。

11 安全生产管理的监理工作

11.1 施工准备阶段安全生产管理的监理工作

11.1.1 项目监理机构应明确海上运输、吊装、海绑、人员转运及应急管理等安全监理职责，海上监理人员应接受相应安全培训并满足随船出海和登临平台的有关要求。

11.1.2 项目监理机构应核查施工单位的相关资质、安全生产许可证及海上施工安全生产条件。

11.1.3 项目监理机构应核查随船出海及登平台作业人员的相应资格、安全培训及健康条件，确认其符合相关岗位和海上作业要求。

11.1.4 项目监理机构应核查施工单位安全管理组织、人员配置、危险源辨识、风险分级

管控、隐患排查治理及应急管理措施的落实情况。

11.1.5 项目监理机构应按有关规定审查危险性较大的分部分项工程专项施工方案，核查方案编制、审核、批准、按规定开展的专家论证、技术交底及安全技术措施落实情况；重大事故隐患的判定与治理应符合《电力重大事故隐患判定标准及治理监督管理规定》（国家发展改革委令第 41 号）的规定。海上换流站工程主要危险性较大的分部分项工程见表 11.1。

表 11.1 海上换流站工程危险性较大的分部分项工程范围

工程阶段或类别	分部分项工程或作业内容	危险性较大的分部分项工程	超过一定规模的危险性较大的分部分项工程
海上换流站工程	基础工程	/	海上换流站基础施工工程，包括钢管桩基础、导管架基础、重力式基础、吸力桶基础等施工内容
	上部组块工程	/	海上换流站上部组块吊装、浮托就位、整体安装及临时固定、永久连接等施工内容
	海上运输与海绑工程	海上换流站设备、模块、构件装船、海绑、运输及卸船作业	海上换流站上部组块、大型模块、重大设备的装船、海绑、海上运输及运输状态控制作业
	海上吊装与重大设备安装工程	海上设备吊装、模块吊装、重大设备就位安装作业	海上换流站上部组块、换流阀、变压器、电抗器、GIS、直流设备等重大设备或大型模块吊装安装作业
	海上动火、焊接和有限空间作业	海上动火、焊接、切割、打磨、有限空间作业、高处作业及交叉作业	作业环境复杂、救援条件受限或涉及重大设备、重要结构、封闭舱室的海上动火、焊接、有限空间及高处作业
海底电缆工程	海缆敷设工程	海底电缆敷设、登陆、穿舱、牵引及保护施工	海底电缆敷设、登陆、穿舱、海缆终端连接及复杂海况下海缆施工作业
	试验与调试工程	海缆及陆缆交流耐压试验、直流耐压试验、绝缘试验及系统联调试验	/
调试及投运工程	海陆联调及带电调试	海上换流站与陆上换流站、海缆系统、控制保护系统、通信监控系统联调及带电试验	涉及远方控制、联跳闭锁、保护动作、系统带电、整套启动及投运条件确认的联调试验

注：具体判定应符合国家现行有关规定，并结合设计文件、专项施工方案及第三方检验要求确定。

11.1.6 项目监理机构应按照《电力重大事故隐患判定标准及治理监督管理规定》（国家

发展改革委令第 41 号）及有关规定，核查施工单位海上施工生产安全事故应急救援预案的制定及定期演练情况，重点检查船舶事故、吊装异常、恶劣天气、人员落水、通信中断及紧急撤离等应急处置和救援保障措施。

11.2 施工阶段安全生产管理的监理工作

11.2.1 项目监理机构应检查海上施工安全管理体系运行情况，重点核查人员安全技术交底、船舶管理、危险源动态管控及隐患排查治理情况。

11.2.2 设备海绑、称重及运输前状态确认时，项目监理机构应检查防倾覆、防碰撞、区域隔离及应急措施，督促消除影响运输和吊装安全的隐患。

11.2.3 装船及海绑完成后，项目监理机构应检查货物固定、防滑、防倾覆、防碰撞及防海水侵入措施，并核查出港前相关检查和确认手续。

11.2.4 海上运输期间，项目监理机构应按合同及运输方案核查船舶航行、货物状态监测及异常处置记录，运输结束后应核查货物状态及到场复验情况。

11.2.5 海上基础及导管架施工时，项目监理机构应检查船舶定位、沉桩、吊装、调平、灌浆及水下作业安全措施，重点核查潜水或水下机器人作业的通信与救援条件。

11.2.6 起重船及大型吊装设备投用前，项目监理机构应按规定开展安全检查签证；重大吊装及浮托安装时，应实施旁站或见证，检查吊索吊点、船舶站位、压载及作业警戒措施。

11.2.7 海绑拆除前，项目监理机构应检查构件支撑与固定状态；拆除过程中应检查防坠落、防误拆、防回弹、防碰撞及区域隔离措施。

11.2.8 项目监理机构应检查海上动火、有限空间、高处作业及临时用电等危险作业的安全防护措施，重点核查作业许可、通信、消防及应急救援条件。

11.2.9 项目监理机构应检查海上平台临边孔洞、上下通道、临时用电及安全警示设施，重点核查其防护有效性和海洋环境适应性。

11.2.10 人员海上转运前，项目监理机构应核查交通船、登乘设施、救生设备、通信、气象海况及个人防护等安全条件。

11.2.11 发生船舶失位、吊装异常、通信中断、人员落水或气象海况突变等情况时，项目监理机构应督促施工单位按应急预案采取暂停作业、应急处置及人员撤离等措施。

11.2.12 项目监理机构应开展海上安全巡视及专项检查，重点检查船舶、吊装、危险作业、气象海况及应急保障措施；台风前后应核查防台措施及现场安全状态。

11.2.13 投运及移交前，项目监理机构应检查平台逃生通道、消防救生设施、防人员落水措施及应急集合点，督促影响安全运行的隐患整改闭环。

11.2.14 项目监理机构应监督施工单位安全生产费用的使用情况，核查安全防护及应急保障措施的落实情况。

11.2.15 项目监理机构应建立海上安全生产管理监理台账，主要包括下列内容：

1 危险性较大的分部分项工程管理台账；

2 出海及登平台人员资格管理台账；

3 施工船舶与大型吊装设备管理台账；

4 安全检查签证台账；

5 重大事故隐患排查治理台账；

6 海上应急演练与处置台账。

安全隐患应按规定实施整改、复查及闭环管理，重大事故隐患的处置应符合国家有关规定。

附录 A（规范性）海绑检查记录

表 A.1 海绑检查记录

工程名称	_____	记录编号	_____
作业/设备	_____	日期	____年__月__日
序号	检查或确认项目	结果/状态	记录及问题说明
1	海绑方案、计算书、布置图及变更文件有效	□符合 □不符合 □不适用	
2	海绑材料和连接件质量证明、规格、数量符合要求	□符合 □不符合 □不适用	
3	海绑布置、支撑点和受力路径与批准文件一致	□符合 □不符合 □不适用	
4	焊缝、螺栓、索具及预紧、防松状态符合要求	□符合 □不符合 □不适用	
5	设备标识及防滑、防碰撞、防震、防潮、防盐雾措施有效	□符合 □不符合 □不适用	
6	第三方检验意见和不符合项已关闭	□符合 □不符合 □不适用	
施工单位	签字：_____	监理单位	签字：_____

附录 B（规范性）发运前确认记录

表 B.1 发运前确认记录

工程名称	_____	记录编号	_____
作业/设备	_____	日期	___年__月__日
序号	检查或确认项目	结果/状态	记录及问题说明
1	出厂验收、称重、装船、海绑和运输许可资料齐全有效	□符合 □不符合 □不适用	
2	海绑检查不符合项已关闭	□符合 □不符合 □不适用	
3	货物固定、防滑、防倾覆、防碰撞和防海水侵入措施完好	□符合 □不符合 □不适用	
4	稳性、压载计算文件已经批准	□符合 □不符合 □不适用	
5	气象海况窗口满足运输方案要求	□符合 □不符合 □不适用	
6	状态监测、到场复验项目和放行条件已明确	□符合 □不符合 □不适用	
施工单位	签字：_____	监理单位	签字：_____

附录C（规范性）海上设备复验记录

表C.1 海上设备复验记录

工程名称	_____	记录编号	_____
作业/设备	_____	日期	____年__月__日
序号	检查或确认项目	结果/状态	记录及问题说明
1	设备名称、型号、编号和随机资料与清单一致	□符合 □不符合 □不适用	
2	外观、结构、紧固件、端子和内部元件无运输损伤	□符合 □不符合 □不适用	
3	密封、气压或油位、防潮、防凝露和除湿状态正常	□符合 □不符合 □不适用	
4	冲击、倾斜、温湿度等监测记录符合设备要求	□符合 □不符合 □不适用	
5	固定、抗振、接地及一次、二次、通信和控制接口正常	□符合 □不符合 □不适用	
6	不符合项、处理措施、复查结果和关闭依据完整	□符合 □不符合 □不适用	
施工单位	签字：_____	监理单位	签字：_____

附件 12

中国电力建设企业协会团体标准
《海上换流站工程监理技术导则》
编制说明

目 录

一、工作简况 1
二、标准编制原则、主要内容及确定依据 5
三、与现行法律法规和标准的协调性 12
四、标准的先进性或特色性 13
五、标准调研、研讨及征求意见情况，重大分歧意见的处理经过和依据 14
六、技术指标设置的科学性和可行性，量化指标的确定依据 15
七、与国际、国家、行业、其他团体同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况。采标情况，以及是否合规引用或采用国际国外标准 16
八、涉及专利的有关说明 16
九、专家审查会情况 17
十、标准名称变更理由及报批情况 17
十一、其他应当说明的事项 17
十二、贯彻中电建协标准要求以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期等建议 17

一、工作简况

（一）任务来源

本导则根据中国电力建设企业协会《关于印发2025年第一批中国电力建设企业协会团体标准制定计划的通知》（中电建协〔2025〕131号）立项，计划编号T/CEPCA 2025018，立项项目名称为“海上换流站工程监理技术导则”，项目周期12个月。本导则由中国电力建设企业协会提出，中国电力建设企业协会标准化管理委员会归口。

（二）参编单位及分工

本导则由中国电力建设企业协会标准化管理委员会负责管理，广东天广能源科技发展有限公司、广东电网有限责任公司、广东电网能源发展有限公司、河北省送变电有限公司、山东送变电工程有限公司、广东电网有限责任公司阳江供电局、广东电网有限责任公司江门供电局、海南电网能源发展有限公司、云南电力建设监理咨询有限责任公司、广东电网有限责任公司电力科学研究院、广东创成建设监理咨询有限公司、中国南方电网超高压输电公司、中国南方电网超高压输电公司百色局、北京华源格林科技有限公司、中国船级社实业有限公司、福建省亿力建设工程有限公司、三峡新能源阳江发电有限公司共同编制完成。

其中，广东天广能源科技发展有限公司、广东电网有限责任公司为主编单位，负责标准编制的总体策划、组织协调、现场调研与收资、草案及征求意见稿起草、意见汇总与修改，并承担阶段会议承办和统稿、排版工作；其余单位为参编单位，结合各自在海上换流站工程建设、工程监理、施工、调试、运行、安全与合同管理等方面的实践，参与各阶段监理要求、危大工程范围与专项监理记录的论证编写以及修改完善。

（三）制定背景

海上换流站工程具有陆地模块化建造、海上运输与吊装、海上安装、海陆联调和海上运维等特点，其作业环境、建设阶段和工程接口与陆上换流站工程存在明显差异。随着海上风电柔性直流送出工程规模化推进，多个海上换流站工程相继开展，工程监理实践不断积累。海上作业受气象海况、船舶资源、海事管制和第三方检验等约束，监理的控制重点、工作界面和记录方式均有别于陆上工程。

目前，建设工程监理主要依据GB/T 50319《建设工程监理规范》，电力建设工程监理主要依据DL/T 5434《电力建设工程监理规范》。上述标准对监理的通用要求作出了系统规定，但对海上环境下的模块化建造监理、海绑与称重监理、海上运输与吊装监理、海上施工与海陆联调监理、危险性较大的分部分项工程及海上安全应急等专项监理要求尚需进一步明确，实

践中普遍存在监理控制重点不突出、海陆接口责任界面不清、专项监理记录不统一等问题。

制定一项专门针对海上换流站工程监理的技术导则，在衔接现行监理标准的基础上补充海上专项监理要求，明确施工准备、陆地建造、海上运输、海上施工、调试、竣工验收与移交等各阶段的监理工作内容、控制要求和资料管理要求，对提升海上换流站工程监理的规范化水平、保障工程质量与海上作业安全、支撑海上风电安全高效送出具有重要意义，也能填补该领域团体标准的空白。

（四）编制过程

本导则编制工作由中国电力建设企业协会统一组织，主要经过以下阶段:

立项与组建编制队伍（2025 年 6 月）：中国电力建设企业协会印发《关于印发 2025 年第一批中国电力建设企业协会团体标准制定计划的通知》（中电建协〔2025〕131 号），本导则以“海上换流站工程监理技术导则”（计划编号 T/CEPCA 2025018）列入 2025 年第一批团体标准制定计划，项目周期 12 个月；同月，中电建协印发《关于征集 2025 年第一批中国电力建设企业协会团体标准编制单位的通知》（中电建协〔2025〕135 号），经单位申报、协会遴选，确定主编单位和

参编单位，主编单位随即组建由全体编制单位参加的标准工作组，正式启动编制工作。

调研起草与初稿形成（2025 年下半年至 2026 年初）：编制组围绕海上换流站工程监理的实际需求，系统收集、分析 GB/T 50319、DL/T 5434、DL/T 5232、DL/T 5233 及电气装置施工验收等相关标准，梳理海上换流站工程在陆地建造、海上运输与吊装、海上施工、海陆联调和移交等阶段的监理做法与存在问题，确定标准编制大纲和技术路线，形成标准草案初稿。

初稿讨论会（2026 年 3 月 9—11 日）：中国电力建设企业协会在江苏南通组织召开《海上换流站电气装置安装工程施工及验收规范》等 4 项团体标准初稿讨论会（中电建协〔2026〕53 号），会议由广东天广能源科技发展有限公司、上海振华重工（集团）股份有限公司承办。会议讨论了标准大纲和主要技术内容，明确了编写单位分工及节点安排，并对下一步工作提出要求。会后，编制组根据会议意见对初稿进行修改完善。

初稿二次讨论会（2026 年 7 月 11 日）：编制组对初稿修改情况进行再次研讨，进一步充实完善了各阶段监理工作内

容、控制要求、危大工程范围和海上专项监理记录表式等内容。

征求意见稿定稿（2026 年 10 月 10—11 日）：中国电力建设企业协会在广东广州组织召开《海上换流站电气装置施工质量检验及评价规程》《海上换流站工程监理技术导则》2 项团体标准征求意见稿定稿会（中电建协〔2026〕330 号），会议由广东天广能源科技发展有限公司承办。会议听取了编制组关于标准编制和初稿修改情况的汇报，与会专家和代表逐条讨论标准内容并提出修改意见，明确了下一步编制计划。会后，编制组根据会议意见修改完善，形成标准征求意见稿。

后续工作：标准征求意见稿形成后，将由中电建协对本标准公开征求意见，编制组汇总处理反馈意见后形成送审稿，并组织召开送审稿审查会，完成报批工作。

二、标准编制原则、主要内容及确定依据

（一）编制原则

合规性原则。本标准编制严格遵守《中国电力建设企业协会标准管理办法（试行）》，编写格式执行 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》。

衔接协调原则。本标准与 GB/T 50319《建设工程监理规范》、DL/T 5434《电力建设工程监理规范》和 T/CEC 5089

《电网工程监理导则》保持协调一致。项目监理机构及设施、监理工作策划、质量控制、调试、竣工验收与移交、安全生产管理等通用监理要求，按 DL/T 5434 和 T/CEC 5089 相应章节执行，本标准不再重复规定；本标准仅补充海上环境适应、陆地模块化建造、海绑与称重、海上运输与吊装、海上安装、海陆联调和海上移交等专项监理要求。

海上专项补充原则。针对海上换流站工程的作业环境和建设阶段特点，补充陆地建造、海绑与称重、海上运输与吊装、海上施工、海陆联调、危大工程和海上安全应急等专项监理控制要求，突出海上关键环节的监理重点和工作界面。

全过程控制原则。按施工准备、陆地建造、海上运输、海上施工、调试、竣工验收与移交的阶段顺序组织监理内容，覆盖质量、安全、合同和资料管理，实现全过程、全要素的监理控制。

可操作性原则。规定明确、职责清晰、记录具体，给出项目监理机构人员与设施设备参考配置表、危险性较大的分部分项工程范围和海上专项监理记录表式，便于现场对照执行。

民主协同原则。充分发扬民主，广泛征求建设、监理、施工、设计、调试、运行、检验和科研等单位意见，协调各参编单位达成共识，确保标准内容全面、公正、权威。

（二）标准主要内容

本导则共分为 11 章和 3 个附录，系统规定了海上换流站工程施工准备、陆地建造、海上运输、海上安装、调试、竣工验收与移交阶段的监理工作内容、监理控制要求和资料管理要求。核心内容包括:

第 1～3 章：范围、规范性引用文件、术语和定义。明确本文件的适用范围和引用标准，界定海上换流站工程、桩基式导管架、焊接工艺规程（WPS）、海绑、海陆联调等 5 个术语；通用监理术语直接引用 DL/T 5434 和 T/CEC 5089，不再重复定义。

第 4 章：基本规定。确立“通用要求引用上位标准、本标准只写海上差异”的层级定位：监理组织与工作策划、进度造价控制、合同信息管理及相关方协调按 DL/T 5434 执行；施工准备与施工阶段质量控制按 T/CEC 5089 第五章、第六章执行，调试阶段按第七章执行，竣工验收与移交按第八章执行，工程保修阶段按第九章执行，安全生产管理按第十章执行；同时明确海上换流站工程按陆地建造、海上运输、海上安装调试、海陆联调等作业面配置监理人员与设施，并将通用监理用表约定集中于本章规定。

第 5 章：项目监理机构及监理设施。岗位设置与设施基本配置按 T/CEC 5089 表 3.0.1、表 3.0.2 执行；针对海上换流站

工程按±500 kV及以上、±500 kV以下两档电压和陆地建造场地、海上作业面分别给出人员配置（表5-1）与设施配置（表5-2），并明确海上作业期间监理人员随船值守、按班次轮换，以及检测通信设施的防盐雾、防凝露和救生应急器材的随船配置要求。

第6章：监理工作策划。监理工作策划程序、监理规划与监理实施细则的编制审批、交底培训及标准执行清单的建立按T/CEC 5089第4章执行；本标准规定海上换流站工程监理策划尚应包括海事协调、气象海况、船舶作业、海上施工和第三方检测等内容，监理规划尚应明确海上运输与吊装、作业窗口、人员转运、能源转换、海陆接口、海上安全和应急保障等控制要求，并列出土建、电气、海缆、海上运输与吊装、调试五类监理实施细则。

第7章：施工准备阶段质量控制。按T/CEC 5089第五章的审查事项框架，补充海上换流站工程的特有审查要点，包括施工图纸中吊点与海绑点设置及海事许可、第三方检验要求的纳入情况，陆地建造、海上运输、海上安装调试三类施工组织设计的审查重点，施工船舶与吊索具证书核验，海洋环境适应性材料与船机服务能力的审核，海上质量控制点（表7.1）、

检验与试验计划覆盖性、分包与联合体检验界面，以及陆海施工衔接和海上作业条件的开工确认。

第 8 章：施工阶段质量控制。分陆地建造、海上运输、海上换流站安装三部分，规定焊接与无损检测、主结构建造精度与分段合拢、防腐保温舾装、总组合拢与称重、变形监测、建造成果满足海上运输吊装安装要求的核查、海绑施工与旁站、出厂验收与发运前确认、海上运输状态跟踪与到场复验、海上基础与导管架施工、上部组块吊装与浮托就位、结构连接、海上焊接与电气安装、海缆施工与平台接口等关键工序的监理控制要求。

第 9 章：调试阶段监理。调试大纲与调试方案审查、调试条件检查、调试过程巡视见证旁站等通用要求按 T/CEC 5089 第七章执行；本标准重点规定海陆联调的调试边界与责任划分、陆地建造阶段调试和交接试验资料作为联调前置条件、多单位多地点同步联调的统一指挥与信息报送机制核查、海陆通信与控制保护及海缆直流和辅助系统联调、两侧验收结果相互印证、缺陷台账闭环及设备及系统代保管等要求。

第 10 章：工程竣工验收与移交。按竣工预验收、启动验收与投运条件确认、投运缺陷和遗留问题管理、竣工验收、工程移交的先后顺序编排，通用要求按 T/CEC 5089 第八章执

行；本标准重点规定受运输、吊装、盐雾、潮湿、振动、靠泊和交叉作业影响部位的最终状态检查，海陆联调完成、海缆终端与防水密封等特殊控制点验收合格的投运条件确认，跨海陆与跨系统接口缺陷的责任确认，登平台条件、远程监控权限、海上应急机制和海事主管部门验收许可备案事项的移交核查。

第 11 章：安全生产管理的监理工作。分施工准备阶段和施工阶段两节，监理人员持证上岗、施工单位资质与安全生产许可证核查、安全生产管理体系检查、危险源辨识与风险分级控制、安全技术交底、安全防护设施与警示标识、安全生产费用审核及管理台账等通用要求按 T/CEC 5089 第十章执行；本标准重点规定船舶、吊装、海绑、人员转运和海上应急等安全监理接口职责，随船出海与登平台人员资格，海上危险性较大的分部分项工程范围（表 11.1），气象海况窗口确认与停工撤离，海上应急预案与救援保障，以及海上运输、吊装、浮托就位、海绑拆除、潜水与 ROV 作业、人员转运等高风险作业的安全控制要求。安全管理程序按《电力重大事故隐患判定标准及治理监督管理规定》（国家发展改革委令第 41 号）执行。

正文表 7.1（海上换流站工程质量控制点）和表 11.1（海上换流站工程危险性较大的分部分项工程范围）：原以附录形式编排的两项内容，因系本标准区别于上位标准的核心增量且

篇幅较短，直接置于正文相应条款之后，以突出海上工程的实质性控制要点。

附录 A～附录 C（规范性）：海上专项监理记录表式，分别为附录 A 海绑检查记录、附录 B 发运前确认记录、附录 C 海上设备复验记录，与正文 8.2.2、8.1.10、8.2.5 三处引用一一对应；通用监理用表按 DL/T 5434 及 T/CEC 5089 执行，本文件不再重复给出。

（三）标准主要内容确定依据

本导则属于技术类标准，主要内容按照 GB/T 1.1—2020 的规定起草。核心内容确定主要依据以下几方面:

法律法规和规章: 《建设工程质量管理条例》《建设工程安全生产管理条例》《电力重大事故隐患判定标准及治理监督管理规定》（国家发展改革委令第 41 号）。

国家标准: GB/T 50319《建设工程监理规范》、GB 50150、GB 50168、GB 50169、GB 50171 等电气装置施工验收标准，GB 50656《施工企业安全生产管理规范》。

行业标准与团体标准: DL/T 5434《电力建设工程监理规范》、DL 5009.3《电力建设安全工作规程 第 3 部分: 变电站》、DL/T 3038《海上柔性直流输电换流站设备交接试验规程》、DL/T 5232《直流换流站电气装置安装工程施工及验收规范》、DL/T 5233《直流换流站电气装置施工质量检验及评

定规程》；T/CEC 5089《电网工程监理导则》作为本标准质量与安全通用监理要求的引用基础。

工程实践：海上换流站工程监理在陆地建造、海上运输与吊装、海上施工、海陆联调和移交等阶段的实际做法与经验，以及参编监理、施工、建设单位的监理管理制度。

专家与企业反馈意见：结合定稿会及后续征求意见中专家和单位的反馈，优化监理控制重点、工作界面和记录表式，确保标准的科学性与可操作性。

三、与现行法律法规和标准的协调性

本标准严格遵循《建设工程质量管理条例》《建设工程安全生产管理条例》等上位法规精神，安全管理程序按《电力重大事故隐患判定标准及治理监督管理规定》（国家发展改革委令第 41 号）执行。本标准与 GB/T 50319《建设工程监理规范》、DL/T 5434《电力建设工程监理规范》保持协调一致，是上述通用监理要求在海上换流站工程这一具体应用场景的细化和补充；质量与安全生产管理的通用监理要求引用 T/CEC 5089《电网工程监理导则》第五章至第十章，本文件不再重复规定其已涵盖的通用内容。电气设备交接试验、电缆线路、接地装置、盘柜及二次回路施工验收直接引用 GB 50150、GB 50168、GB 50169、GB 50171，直流换流站电气装置施工及验收按 DL/T 5232、质量检验与评定按 DL/T 5233 执行，施工安

全按 GB 50656、DL 5009.3 执行。本标准与现行法律法规和相关标准不存在矛盾。

四、标准的先进性或特色性

1.本标准是国内较早针对海上换流站工程监理编制的团体标准，填补了海上换流站工程监理专项标准的空白。

2.在衔接 GB/T 50319、DL/T 5434 和 T/CEC 5089 的基础上，采取“基线 + 差异”的编写模式：通用监理要求以引用方式承接上位标准，正文只写海上特有环节，系统补充了陆地建造、海绑与称重、海上运输与吊装、海上安装、海陆联调等海上专项监理控制要求，明确了海陆接口的监理工作界面。

3.本标准给出项目监理机构各阶段人员与设施设备参考配置、危险性较大的分部分项工程范围和海上专项监理记录表式，将监理控制重点与记录要求一一对应，提升了海上换流站工程监理的规范化和可追溯水平。

4.本标准的实施有助于统一和规范海上换流站工程监理工作，保障工程质量与海上作业安全，为海上风电柔性直流送出工程的顺利建设和安全运行提供支撑。

五、标准调研、研讨及征求意见情况，重大分歧意见的处理经过和依据

（一）标准调研、研讨情况

标准编制过程中，编制组进行了广泛的收资、调研和研讨。研究的几个主要问题及处理结论如下:

1.标准的定位与适用范围。本标准定位于在 GB/T 50319、DL/T 5434 等现行监理标准基础上补充海上换流站工程的专项监理要求，适用于新建、改建和扩建海上换流站工程的监理工作，通用监理要求按现行标准执行，本标准不重复规定。

2.监理阶段与控制重点的划分。按施工准备、陆地建造、海上运输、海上施工、调试、竣工验收与移交的阶段组织监理内容，突出海绑与称重、海上运输与吊装、海上施工与海陆联调等海上关键环节的监理控制重点。

3.海陆接口与责任界面。针对陆地建造场地、运输船舶和海上施工现场多主体协同的特点，按作业面明确监理人员与设施配置、海陆接口验收界限和多单位同步联调的统一指挥与信息报送机制核查要求，不再细化监理单位内部管理流程，避免与合同约定和上位标准重复。

4.安全与危大工程管理。结合海上作业高风险特点，按 41 号令规定的安全管理程序组织第 11 章内容，将危险性较大的分部分项工程范围和质量控制点以正文表格形式给出（表

11.1、表 7.1），并配套附录 A～附录 C 三张海上专项监理记录表式，使控制点与记录要求一一对应。

（二）标准征求意见情况

本标准于 2026 年 10 月完成征求意见稿定稿。下一步，将由中电建协对本标准公开征求意见，编制组将对征集到的意见逐条研究处理并形成意见汇总处理表，在送审稿阶段予以落实。

（三）重大分歧意见的处理经过和依据

在本标准编制过程中，未出现重大分歧意见。

六、技术指标设置的科学性和可行性，量化指标的确定依据

本标准以规定海上换流站工程监理的工作内容、控制要求和工作界面为主。项目监理机构人员与设施设备配置（表 5-1、表 5-2）为基本配置要求而非最低或最高限制，采用“应符合表 × 的规定”并明确具体人数和数量应根据建设工程监理合同约定、作业场地、作业班次和旁站需要确定，不作为强制量化指标，避免被无限扩大解读。检验与试验计划覆盖性、危险性较大的分部分项工程范围等衔接现行法规和标准要求，保证指标设置科学、现场可行。

七、与国际、国家、行业、其他团体同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况。采标情况，以及是否合规引用或采用国际国外标准

1.与同类标准技术内容的对比情况。目前国内尚缺少专门针对海上换流站工程监理的标准，海上换流站工程监理主要依据 GB/T 50319、DL/T 5434 等通用监理标准，难以完全适应海上环境、模块化建造和海陆联调的监理需要。本标准结合海上换流站工程特点和监理实践，补充了海上专项监理内容，具有较强的针对性和适用性。本标准与 T/CEC 5089《电网工程监理导则》按条款进行了技术内容一致度测算：以本标准技术内容条款数为分母、与 T/CEC 5089 已规定技术内容一致的条款数为分子，测算一致度约 14%，符合团体标准与已有标准一致度不超过 30%的要求；重复内容已按“引用上位标准 + 补充海上特有要求”的方式处理。

2.是否合规引用或采用国际、国外标准。本标准未采用国际、国外标准，无采标情况；引用的均为现行有效的国家标准和行业标准。

八、涉及专利的有关说明

本标准编制过程中，未识别出涉及专利的内容。

九、专家审查会情况

本标准送审稿审查会计划由中国电力建设企业协会在送审稿形成后组织，届时将邀请相关领域专家对标准送审稿、编制说明及征求意见处理情况进行审查，审查情况将在报批阶段补充完善。

十、标准名称变更理由及报批情况

本标准立项名称为《海上换流站工程监理技术导则》（计划编号 T/CEPCA 2025018），标准封面、正文名称与立项名称保持一致，编制过程中未发生名称变更，无需履行名称变更报批程序。

十一、其他应当说明的事项

无。

十二、贯彻中电建协标准要求以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期等建议

《海上换流站工程监理技术导则》具有创新性和引领性，为海上换流站工程监理提供了支撑性、基础性标准。建议由中国电力建设企业协会组织广泛宣贯，在海上风电柔性直流送出工程等成员单位项目中先行应用，及时总结实施过程中的反馈意见，待条件成熟时升级为行业标准或国家标准。本标准实施日期建议与标准发布日期相衔接，并设置必要的过渡期，以便

监理、建设、施工、调试等单位完成人员培训、配置调整和记录表式准备。

附件 13

团　　体　　标　　准

T/CEPCA XXX—XXXX

海上换流站电气装置施工质量检验及评价规程

Code of Practice for Construction Quality Inspection and Evaluation of Electrical Installations in Offshore Converter Stations

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布　　XXXX-XX-XX 实施

中国电力建设企业协会 发布

目　次

前　　言 III
引　　言 III
1　范围 1
2　规范性引用文件 2
3　术语和定义 3
4　基本规定 5
5　质量检验及评定程序 6
5.1　一般规定 6
5.2　验评策划与范围确定 6
5.3　陆上集成预制与装运前检查 7
5.4　海上运输、吊装与复验 7
5.5　海上安装与专项检验 7
5.6　试验调试与投运前检查 7
5.7　质量评定与不符合项处理 8
5.8　单位工程质量验收 8
6　质量验评范围划分 9
7　海上专项质量检验记录 10
8　单位工程资料核查 11
9　记录、签证与归档 12
附录 A（规范性）　海上专项质量验评范围及记录表式 13
附录 B（资料性）　通用内容引用执行关系 24
附录 C（资料性）　表式编号与使用说明 24
附录 D（资料性）　质量验评范围划分表 26

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国电力建设企业协会提出。

本文件由中国电力建设企业协会标准化管理委员会归口。

本文件主要起草单位：

本文件主要起草人：

本文件是首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力建设企业协会（地址：北京市丰台区西四环南路35号中都科技大厦3层，100071）。

引　言

海上换流站电气装置具有陆上集成程度高、海上运输和吊装影响显著、平台空间受限、专业接口密集以及防腐蚀、防潮、防凝露和防水密封要求高等特点。DL/T 5233 与 DL/T 5161（所有部分）已针对直流换流站及电气装置安装工程的通用施工质量检验及评定作出系统规定，本文件在衔接上述标准的基础上，补充海上环境和建造方式形成的专项质量控制要求。

海上换流站适用于海上风电及其他海上能源输送场景。本文件以现阶段海上换流站工程实践为基础，按照陆上集成预制、运输和装船、海上运输与吊装、海上安装、试验调试、质量评定、资料核查和记录归档的程序组织内容，以实现质量活动可执行、过程结果可证实、质量问题可追溯。

1　范围

本文件规定了海上换流站电气装置安装工程施工质量检验及评定的基本要求、工作程序、验评范围、海上专项检验、质量评定、资料核查以及记录和签证要求。

本文件适用于海上换流站电气装置安装工程的施工质量检验及评定。

本文件仅约束海上换流站的电气装置，不包括海上平台结构、海洋工程等其他专业工程的施工质量验收；海洋工程相关设施的施工质量验收应按相应的海洋工程标准执行，其与电气装置的接口应符合本文件的规定。为海上换流站服务的站用电系统及生产辅助用电设施的电气装置属于本文件范围。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50147 电气装置安装工程 高压电器施工及验收规范

GB 50148 电气装置安装工程 电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范

GB 50149 电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范

GB 50150 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

GB 50168 电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准

GB 50169 电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范

GB 50171 电气装置安装工程 盘、柜及二次回路接线施工及验收规范

GB 50172 电气装置安装工程 蓄电池施工及验收规范

GB 50254 电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范

GB 50255 电气装置安装工程 电力变流设备施工及验收规范

GB/T 50328 建设工程文件归档规范

GB 50774 ±800 kV 及以下换流站干式平波电抗器施工及验收规范

GB/T 50775 ±800 kV 及以下换流站换流阀施工及验收规范

GB 50776 ±800 kV 及以下换流站换流变压器施工及验收规范

DL/T 5161（所有部分） 电气装置安装工程质量检验及评定规程

DL/T 5232 直流换流站电气装置安装工程施工及验收规范

DL/T 5233 直流换流站电气装置安装工程施工质量检验及评定规程

3 术语和定义

DL/T 5233 所界定的术语及定义适用于本文件。下列涉及海上工程特点、专项质量控制及海上环境条件下电气装置验收的术语和定义也适用于本文件：

3.1 海上换流站 offshore converter station

设置于海上平台、人工岛或其他海上结构物上，用于实现交流电与直流电之间转换，并具有电能汇集、输送、控制、保护、监测及辅助运行功能的电气设施组合体。

3.2 陆上集成预制 onshore integration and prefabrication

海上换流站电气设备、屏柜、模块及成套装置在陆上完成组装、集成、接线、检查、试验、调试及封存防护的活动。

3.3 海上安装 offshore installation

电气设备、模块、屏柜、电缆、接地装置及辅助系统在海上安装地点进行就位、固定、连接、复验、试验和调试的活动。

3.4 海上复验 offshore re-inspection

设备或装置经陆上集成预制、运输、装船、海上运输和吊装后，在海上安装地点对其外观、固定、密封、接线、接地、功能状态及关键性能进行的再次检查或验证。

3.5 海上专项检验项目 offshore-specific inspection item

因海洋环境、运输吊装、平台结构、模块化建造、安装空间或专业接口等因素，在通用电气装置施工质量检验项目基础上补充设置的检验项目。

3.6 平台接口 platform interface

海上换流站电气装置与平台结构、接地、消防、暖通、排水、通信、监控、海缆及运维系统之间具有实体连接、功能交互或施工交接关系的部位。

3.7 质量验评范围 scope of quality inspection and evaluation

根据工程设计、设备系统组成和施工阶段，对单位工程、分部工程、分项工程及检验项目进行划分，并明确检验对象、检验依据、参加单位和适用表式的范围。

3.8 装运前状态确认 pre-shipment condition verification

设备或模块装运前，对其外观、固定、包装防护、密封、标识、运输监测装置及遗留事项进行检查，并记录初始状态的活动。

3.9 海洋环境专项检验 marine-environment-specific inspection

针对盐雾、高湿、凝露、风浪和海水飞溅等海洋环境影响，对防腐蚀、防潮、防凝

露、防水密封、防火封堵和等电位连接等项目进行的专项质量检验。

3.10 接口联合验证 joint interface verification

由相关专业单位共同对接口的实体连接、参数匹配、信号交互、联动功能及责任界面进行检查、试验和确认的活动。

3.11 质量问题闭环 quality issue close-out

对质量检验发现的问题实施记录、责任分配、原因分析、处置、复检和关闭确认的全过程。

4 基本规定

4.1 海上换流站电气装置安装工程施工质量检验及评定应与陆上集成预制、海上运输吊装、安装、试验调试和资料移交同步策划、同步实施。

4.2 通用电气装置安装工程的质量检验及评定应符合 DL/T 5233、DL/T 5161 及相关现行标准的规定；海上专项质量要求应按本文件执行。

4.3 质量验评责任界面应在工程实施前明确，可通过专题协调会议或签订责任界面文件等方式确定。

4.4 隐蔽工程和后续工序覆盖后不易复查的项目，应在隐蔽或覆盖前完成检查确认；海上不宜开盖或解体检查的设备应在质量验评范围划分表或专项施工方案中列出，其相关检查应在陆上集成预制阶段完成；海上确需开盖或解体检查时，应满足温度、相对湿度等环境条件要求，环境条件不满足时不应实施。

4.5 质量检验记录应真实、准确、完整，并与设备编号、安装位置、设计文件、设备台账、试验调试和问题闭环记录一致。

4.6 本文件提供的验收表式不能满足工程需要时，应依据设计文件、产品技术文件和现行标准补充编制，经监理单位审核、建设单位确认后使用。

5　质量检验及评定程序

5.1　一般规定

5.1.1　质量检验及评定应按图 1 所示程序实施

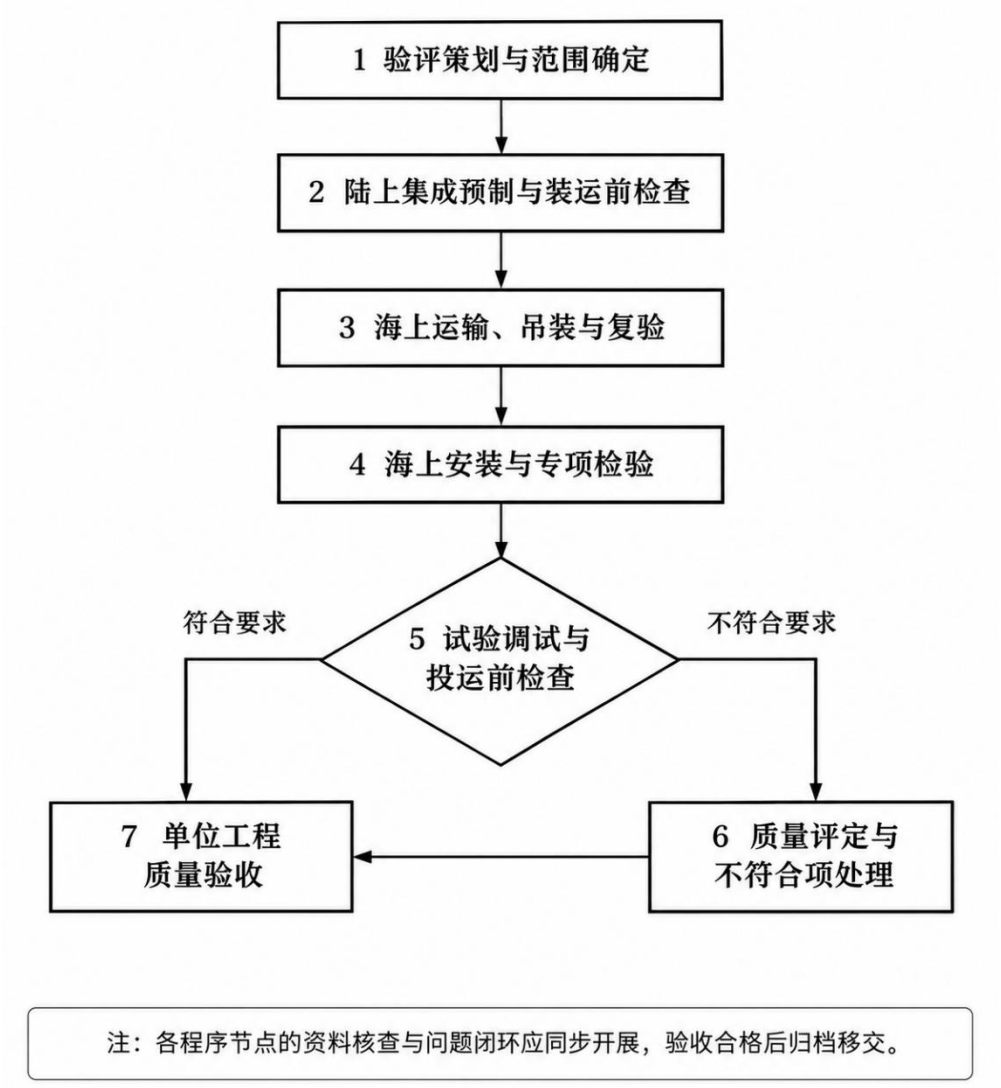


图 1　质量检验及评定程序

5.1.2　前一程序形成的记录或签证应作为后一程序的实施条件和追溯依据。

5.1.3　图 1 所示程序为总体流程，各程序节点对应的资料核查应与该阶段质量活动同步开展；隐蔽工程等后续不易复查项目的资料，不应留至单位工程质量验收阶段集中核查。

5.2　验评策划与范围确定

5.2.1　质量验评范围划分表应在工程开工前依据 DL/T 5233、DL/T 5161 和设计文件编

制完成，明确工程层级、检验项目、依据、责任单位和表式；不能一次完成的，应在相应分部工程开工前完成。

5.2.2　海上专项检验项目应纳入附录 D 质量验评范围划分表，由施工单位编制、监理单位审核、建设单位批准；相关专业责任界面应在实施前确定。

5.3　陆上集成预制与装运前检查

5.3.1　陆上集成预制完成后，应按表 A.2 进行质量检查；陆上未完成和需海上复验的项目应列入清单，经施工、监理共同确认作为海上复验的依据。

5.3.2　电气设备装运前应按表 A.3 确认设备状态。

5.4　海上运输、吊装与复验

5.4.1　设备安装质量检验应符合 DL/T 5233 及相关施工验收标准的规定。

5.4.2　吊装就位后，应按表 A.4 对照装运前记录复验运输冲击、固定与密封、介质状态、内部连接、防腐防潮和功能状态。

5.4.3　复验异常应记录并闭环。经过监理会同设计、建设单位判定影响安装、试验或投运时，不应开展海上安装与专项检验作业。

5.4.4　按产品技术文件确定冲击、倾角、温湿度阈值；监测超阈值应扩大检查范围，必要时解体专项检查。

5.5　海上安装与专项检验

5.5.1　海上安装质量检验应符合 DL/T 5233 及相关施工验收标准的规定。

5.5.2　海洋环境专项应按表 A.5 检查；平台接口应按表 A.6 检查并联合验证。

5.5.3　现行标准未覆盖的直流海缆终端、隔直装置等设备，依据设计文件、产品技术文件和相关标准确定检验项目及判定要求，经监理方审核、建设单位批准后执行。

5.6　联合调试与投运前检查

5.6.1　交接试验应符合 GB 50150、DL/T 3038 及相关标准的规定。

5.6.2　系统联调前，应确认海上复验、安装检验和接口检查已完成，遗留问题已闭环。

5.6.3　投运前，应确认一次设备、二次系统、消防等各专业设备的检查和试验已完成，保护联动、监控通信、软件版本、定值配置等关键项目验收合格，系统联调已完成且影响投运的问题已闭环；具体检查项目应符合 DL/T 2892 及相关标准附表的规定。

5.7 质量评定与不符合项处理

5.7.1 分项、分部和单位工程质量评定应符合 DL/T 5233 的规定，全部合格且资料完整后方可评定。

5.7.2 不合格项目应处理并重新检验，处置、复检和闭环记录应归档。

5.7.3 经监理会同设计、建设单位判定影响结构安全、电气安全、主要功能和投运条件的问题未闭环前，不应形成合格结论。

5.8 单位工程质量验收

5.8.1 单位工程质量验收应由建设单位组织，监理、设计、施工、调试等单位参加；验收前应完成规定项目检查并形成验收条件。

5.8.2 验收合格后，应移交资料，作为启动验收和投运条件确认依据。

6　质量验评范围划分

6.1　质量验评范围应按 DL/T 5233 和 DL/T 5161 确定，本文件不重复列出已有项目和表式。

6.2　质量验评范围应按设计、系统、阶段、位置、回路和接口细化，并与施工、调试及竣工资料策划一致。

6.3　海上专项质量验评范围应包括陆上集成预制、装运确认、运输吊装后复验、海洋环境、平台接口、直流海缆终端、隔直装置和问题闭环，具体按表 A.1 执行。

6.4　工程编号应按单位工程、分部工程、分项工程和检验对象分级编制并保持唯一；海上专项记录表式编号按附录 A 执行。

6.5　表 A.1 未覆盖的海上专项项目，应依据设计文件、产品技术文件补充，并纳入经批准的质量验评范围划分表。

7　质量检验记录

7.1　现行标准未覆盖的海上专项质量活动，应采用附录 A 规定的表式记录；通用设备安装和交接试验应采用现行标准表式。

7.2　表式应载明工程及检验对象、记录编号、日期、结论、附件和责任单位签认信息。

7.3　检查结果应填写实测数据、实际状态或记录编号；不适用项目应注明不适用理由及依据。

7.4　表式签名、日期、附件和电子文件应符合第 9 章的规定。

8　单位工程资料核查

8.1　单位工程质量验收前，应核查质量资料的完整性、真实性、一致性和可追溯性。

8.2　核查内容应包括验评范围、质量证明、预制与装运、海上复验、安装与隐蔽工程、试验调试、接口验证、问题闭环及影像、电子文件。

8.3　资料与工程实体不一致或签认不完整时，应核实处理；影响质量判定或投运的，应在单位工程质量验收前闭环。核查结果应按表 A.10 记录。

9　记录、签证与归档

9.1　质量检验记录和签证应与工程进度同步形成，不应补签或以汇总说明代替原始记录。

9.2　记录应载明工程编号、检验对象、依据、实际结果、结论、附件及责任单位；海上复验、隐蔽工程、接口验证、问题关闭和试验调试应明确见证或确认单位。

9.3　记录修改应保留原始信息和修改痕迹；电子签名应真实、完整、可验证。

9.4　记录、影像和电子文件应按 GB/T 50328 及建设单位要求组卷、移交和归档，归档要求应符合表 A.11。

附录 A（规范性）　海上专项质量验评范围及记录表式

海上专项质量验评范围按表 A.1 确定，记录表式见表 A.2～表 A.11；通用项目按 DL/T 5233 和 DL/T 5161 执行。

表 A.1　海上专项质量验评范围补充表

序号	阶段	专项项目	主要对象	检查时机	责任单位	表式
1	陆上预制	集成预制质量检查	设备、模块、屏柜、成套装置	预制完成后	施工单位、监理单位	表 A.2
2	装运前	装运前状态确认	设备、模块、大型设备	装船或发运前	施工单位、监理单位、相关责任单位	表 A.3
3	运输吊装	运输吊装后复验	设备、模块、屏柜和附件	吊装就位后	施工单位、监理单位、建设单位	表 A.4
4	海上安装	防腐蚀检查	金属外露部位、支架、切口和焊缝	隐蔽前/投运前	施工单位、监理单位	表 A.5
5	海上安装	防潮防凝露检查	屏柜、端子箱、设备间	受电前	施工单位、监理单位	表 A.5
6	海上安装	防水密封检查	穿舱件、柜门、法兰和孔洞	封闭前	施工单位、监理单位	表 A.5
7	海上安装	防火封堵检查	电缆穿舱、穿墙和防火分区	封堵完成后	施工单位、监理单位	表 A.5
8	海上安装	接地与等电位检查	平台结构、设备、模块、海缆屏蔽	受电前	施工单位、监理单位	表 A.5
9	平台接口	结构和基础接口	基础、支架、预埋件、限位和防振	安装前后	接口责任单位	表 A.6
10	平台接口	消防和暖通接口	联动、停机逻辑、通风和温湿度	联调前后	接口责任单位	表 A.6
11	平台接口	通信监控和海缆接口	链路、信号、时钟、终端和监测	联调/投运前	接口责任单位	表 A.6
12	专项设备	直流海缆终端检验	终端制作、安装、接地、密封和试验	制作安装后	施工单位、监理单位	表 A.7
13	专项设备	隔直装置安装检验	箱体、一次、二次、接地和辅助设施	安装/试运前	施工单位、监理单位	表 A.8
14	全过程	质量问题闭环	海上复验、安装、试验和投运前问题	问题关闭时	责任单位、监理单位、建设单位	表 A.9

表 A.2　陆上集成预制质量检查记录表

工程名称				工程编号		
检验对象				记录编号/日期		
序号	检查项目	检查依据	检查编号	检查结果	是否需要海上复验	本阶段检查结论
1	设备、模块和屏柜固定	设计文件、产品技术文件				
2	内部接线、端子紧固和插件锁定	设计文件、产品技术文件				
3	接地和等电位连接	设计文件、现行标准				
4	软件版本、定值和配置文件	批准文件、调试方案				
5	接口、功能和预调试结果	接口清单、调试方案				
6	标识、封存和成品保护	产品技术文件、专项方案				
7	陆上未完成项目	项目清单				
总体结论						
附件/记录编号						
施工单位：_____ 日期：____年__月__日			监理单位：_____ 日期：____年__月__日		建设单位：_____ 日期：____年__月__日	

表 A.3　装运前状态确认记录表

工程名称			工程编号		
检验对象			记录编号/日期		
序号	确认项目	装运前状态	记录/照片编号	责任单位	结论
1	外观及内部状态				
2	临时固定、支撑和防倾覆				
3	吊点、重心和吊装标识				
4	防水、防潮、防盐雾包装				
5	充气、充油及密封状态				
6	冲击、倾角、温湿度监测装置				
7	随机资料和附件				
总体结论					
附件/记录编号					
施工单位：_____ 日期：____年__月__日		监理单位：_____ 日期：____年__月__日		建设单位：_____ 日期：____年__月__日	

表 A.4　海上运输及吊装后复验记录表

<table>
<tr><td>工程名称</td><td colspan="2"></td><td>工程编号</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>检验对象</td><td colspan="2"></td><td>记录编号/日期</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>序号</td><td>复验项目</td><td>装运前状态</td><td>吊装后状态</td><td>异常及处理</td><td>结论</td></tr>
<tr><td>1</td><td>外观、变形和机械损伤</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>固定、支架、紧固件和限位</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>密封、充气或充油状态</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>冲击、倾角和温湿度记录</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>内部连接、插件和光纤</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>接地、防腐和防潮措施</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>7</td><td>标识、附件和功能状态</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>8</td><td>陆上未完成项目</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>总体结论</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>附件/记录编号</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="2">施工单位：_____
日期：____年__月__日</td><td colspan="2">监理单位：_____
日期：____年__月__日</td><td colspan="2">建设单位：_____
日期：____年__月__日</td></tr>
</table>

表 A.5　海洋环境专项质量检查记录表

工程名称			工程编号			
检验对象			记录编号/日期			
序号	专项类别	检查对象及部位	检查要求	来源标准	检查结果	结论
1	防腐蚀		外露海洋大气环境按 CX 级考虑；典型重防腐涂层总干膜厚度≥350 μm	ISO 12944-9/GB/T 30790 系列		
2	防潮		相对湿度≤60%RH	-		
3	防凝露		设备表面温度高于露点温度≥3℃	-		
4	防水密封		露天设备外壳防护等级≥IP66；IPX6 试验水流量 100±5 L/min	-		
5	防火封堵		耐火极限≥2 h	相关防火标准		
6	接地等电位		关键等电位连接导通电阻≤0.1 Ω	GB 50065 与相关规程		
7	成品保护		设备存储环境相对湿度≤60%RH；设备表面无可见盐分结晶、积水及凝露	GB/T 4208		
总体结论						
附件/记录编号						
施工单位：_____ 日期：____年__月__日		监理单位：_____ 日期：____年__月__日			建设单位：_____ 日期：____年__月__日	

表 A.6　平台接口质量检查记录表

工程名称			工程编号				
检验对象			记录编号/日期				
序号	接口类别	接口要求	完成状态	联合验证结果及记录编号	责任单位	联合确认单位	结论
1	土建接口						
2	公辅接口						
3	控制接口						
4	输电接口						
总体结论							
附件/记录编号							
施工单位：_____ 日期：____年__月__日		监理单位：_____ 日期：____年__月__日				建设单位：_____ 日期：____年__月__日	

表 A.7 直流海缆终端海上专项质量检查记录表

工程名称			工程编号		
检验对象			记录编号/日期		
序号	工序	检验项目	检验依据/要求	检查结果	结论
1	资料核查	型号、附件和质量文件	与设计文件、产品技术文件一致		
2	施工条件	环境、人员、工器具	满足专项方案和产品技术文件要求		
3	终端制作	剥切、连接、应力控制、绝缘和屏蔽恢复	全过程记录完整，工艺符合产品技术文件		
4	安装固定	位置、方向、固定和附加应力	符合设计文件和产品技术文件		
5	接地屏蔽	护套、屏蔽、铠装和接地箱	连接方式正确、导通可靠、标识清晰		
6	密封防护	防水、防腐、防火和成品保护	密封完整，防护措施有效		
7	试验资料	试验、施工和影像记录	项目、结果和记录符合现行标准		
总体结论					
附件/记录编号					
施工单位：_____ 日期：____年__月__日		监理单位：_____ 日期：____年__月__日		建设单位：_____ 日期：____年__月__日	

表 A.8　隔直装置安装质量检验记录表

工程名称			工程编号		
检验对象			记录编号/日期		
序号	检验项目	检验依据/要求	检查结果	记录编号	结论
1	型号、规格和安装位置	符合设计文件和产品技术文件			
2	箱体就位、固定和密封	固定牢固，密封完整，无变形和损伤			
3	一次设备和连接	连接正确可靠，安全距离符合设计要求			
4	二次回路和功能接口	接线、信号、控制和保护功能正确			
5	接地和等电位连接	接地方式正确，连接可靠，导通良好			
6	防腐、防潮和辅助设施	措施完整，功能正常			
总体结论					
附件/记录编号					
施工单位：_____ 日期：____年__月__日		监理单位：_____ 日期：____年__月__日		建设单位：_____ 日期：____年__月__日	

表 A.9　质量问题整改闭环记录表

工程名称			工程编号		
检验对象			记录编号/日期		
编号	问题描述/发现阶段	影响判定	责任单位/措施	复查结果/依据	状态
总体结论					
附件/记录编号					
施工单位：_____ 日期：____年__月__日		监理单位：_____ 日期：____年__月__日		建设单位：_____ 日期：____年__月__日	

表 A.10　单位工程资料核查表

工程名称			工程编号			
检验对象			记录编号/日期			
序号	资料类别	核查项目	应有份数	实有份数	核查结果	备注
1	策划文件	质量验评范围划分表及批准文件				
2	设备材料	质量证明、出厂试验、到货和开箱记录				
3	陆上预制	预制检查、装运前状态和未完成项目清单				
4	海上复验	运输吊装后复验、异常处置和闭环记录				
5	安装检验	分项、分部工程检验及隐蔽工程记录				
6	专项检查	海洋环境、平台接口和海缆终端记录				
7	试验调试	交接试验、调试、联动和投运前检查资料				
8	问题闭环	不符合项、整改、复检和关闭依据				
9	电子资料	软件版本、配置、影像及电子签名文件				
总体结论						
附件/记录编号						
施工单位：_____ 日期：____年__月__日		监理单位：_____ 日期：____年__月__日			建设单位：_____ 日期：____年__月__日	

表 A.11　记录与签证归档要求表

工程名称		工程编号		
检验对象		记录编号/日期		
序号	记录类别	必要内容	确认单位	归档阶段
1	质量验评范围	工程层级、项目、依据、责任和表式	施工、监理、建设	施工前
2	陆上预制和装运前记录	预制状态、未完成项目、封存和装运条件	施工、监理、相关单位	装运前
3	海上复验记录	前后状态对比、异常、处理和结论	施工、监理、建设	吊装后
4	专项和接口记录	对象、要求、实测结果、联合验证和责任单位	相关专业和参建单位	安装/联调阶段
5	试验调试记录	对象、条件、方法、数据、结论和版本信息	施工/调试、监理、建设	试验调试阶段
6	问题闭环记录	问题、影响、措施、复查、关闭依据和状态	责任单位、监理、建设	单位工程检验前
7	单位工程检验文件	组织、参加单位、资料核查、结论和移交	建设及参建单位	启动验收前
总体结论				
附件/记录编号				
施工单位：_____ 日期：____年__月__日		监理单位：_____ 日期：____年__月__日	建设单位：_____ 日期：____年__月__日	

附录 B（资料性）　通用内容引用执行关系

通用内容与现行标准的衔接关系见表 B.1。

表 B.1　通用内容引用执行关系

通用内容	执行标准	海上补充
高压电器、变压器、母线	GB 50147、GB 50148、GB 50149	运输吊装复验、防腐防潮、平台接口
交接试验	GB 50150	试验前状态确认、问题闭环
电缆、接地、盘柜、蓄电池	GB 50168、GB 50169、GB 50171、GB 50172	穿舱密封、海缆接口、等电位、防凝露
电力变流及换流设备	GB 50255、GB 50774、GB 50776、GB/T 50775、DL/T 5232	陆上集成预制、海上复验、接口检查
工程资料归档	GB/T 50328	海上复验、影像、电子配置、问题闭环资料
换流站验评范围与质量评定	DL/T 5233、DL/T 5161	海上阶段和专项项目

附录 C（资料性）　表式编号与使用说明

海上专项记录表式按表 A.2～表 A.11 编号；同一表式重复使用时，应以工程编号、设备编号或顺序号区分。

表 D.1 中的表号仅表示原表式来源和对应关系，不构成本文件的规范性引用；工程使用表式应在质量验评范围划分文件中确认。

附录 D（资料性）　质量验评范围划分表

表 D.1 的单位工程为海上换流站工程，子单位工程为电气设备安装工程；编号沿用原验评范围编号。

表 D.1　海上换流站电气装置施工质量检验及评定范围划分表

工程划分		性质	检验及评定单位				表号	备注
分部工程	分项工程及检验项目	性质	施工	监理	设计	建设	表号	备注
高压配电装置安装	1　分部工程质量验评		√	√	√	√	表 3-1	
	1.4　海上运输及吊装后复验	主要	√	√		√	表 A.4	吊装就位后
	1.17　交流配电装置带电试运	主要	√	√		√	按 DL/T 5233 相应表式	按电压等级/系统/间隔
	GIS 布置形式：封闭式 GIS 安装						—	
	1.1　××GIS 安装		√	√	√	√	表 3-1(XX)	
	1.1.1　主母线检查安装		√	√			表 3-1.1	
	1.1.1.1　基础检查及设备支架安装		√	√			表 3-1.1.1.1	每组一分项
	1.1.1.2　GIL 母线检查安装	主要	√	√			表 3-1.1.1.2	每组一分项
	1.1.1.3　二次回路检查及接线		√	√			表 3-1.1.1.3	每组一分项
	1.1.1.4　二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-1.1.1.4	每组一分项
	1.1.2　××间隔 GIS 检查安装		√	√			表 3-1.1.2	
	1.1.2.1　基础检查及设备支架安装		√	√			表 3-1.1.2.1	每组一分项
	1.1.2.2　GIS 组合电器本体检查安装	主要	√	√			表 3-1.1.2.2	每间隔一分项
	1.1.2.3　汇控箱安装		√	√			表 3-1.1.2.3	每间隔一分项
	1.1.2.4　二次回路检查及接线		√	√			表 3-1.1.2.4	每间隔一分项
	1.1.2.5　二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-1.1.2.5	每间隔一分项
	1.1.3　××配套设备安装		√	√			表 3-1.1.3	
	1.1.3.1　电压互感器安装		√	√			表 3-1.1.3.1	每组一分项
	1.1.3.2　避雷器安装		√	√			表 3-1.1.3.2	每组一分项
	1.1.3.3　绝缘子串安装		√	√			表 3-1.1.3.3	每间隔一分项
	1.1.3.4　支柱绝缘子安装		√	√			表 3-1.1.3.4	每间隔一分项
	1.1.3.5　管型母线安装	主要	√	√			表 3-1.1.3.5	每间隔一分项

工程划分		性质	检验及评定单位				表号	备注
分部工程	分项工程及检验项目	性质	施工	监理	设计	建设	表号	备注
	1.1.3.6 软母线及引下线安装		√	√			表 3-1.1.3.6	每间隔一分项
	1.1.3.7 端子箱安装		√	√			表 3-1.1.3.7	每个一分项
	1.1.3.8 二次回路检查及接线		√	√			表 3-1.1.3.8	每间隔一分项
	1.1.3.9 二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-1.1.3.9	每间隔一分项
	1.1.4 ××高压电抗器系统设备安装		√	√			表 3-1.1.4	
	1.1.4.1 高压电抗器本体安装		√	√			表 3-1.1.4.1	每台一分项
	1.1.4.2 高压电抗器器身检查	主要	√	√			表 3-1.1.4.2	每台一分项
	1.1.4.3 高压电抗器附件安装		√	√			表 3-1.1.4.3	每台一分项
	1.1.4.4 高压电抗器注油、热油循环及密封试验	主要	√	√			表 3-1.1.4.4	每台一分项
	1.1.4.5 高压电抗器整体检查	主要	√	√			表 3-1.1.4.5	每台一分项
	1.1.4.6 中性点电抗器安装		√	√			表 3-1.1.4.6	每台一分项
	1.1.4.7 互感器安装		√	√			表 3-1.1.4.7	每组一分项
	1.1.4.8 隔离开关安装		√	√			表 3-1.1.4.8	每组一分项
	1.1.4.9 软母线安装		√	√			表 3-1.1.4.9	每间隔一分项
	1.1.4.10 支柱绝缘子安装		√	√			表 3-1.1.4.10	每间隔一分项
	1.1.4.11 管形母线安装	主要	√	√			表 3-1.1.4.11	每间隔一分项
	1.1.4.12 避雷器安装		√	√			表 3-1.1.4.12	每组一分项
	1.1.4.13 端子箱安装		√	√			表 3-1.1.4.13	每个一分项
	1.1.4.14 二次回路检查及接线		√	√			表 3-1.1.4.14	每间隔一分项
	1.1.4.15 二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-1.1.4.15	每间隔一分项
	1.1.17 封闭式 GIS 交流配电装置带电试运行						—	
	1.1.17.1 GIS 组合电器带电试运行	主要	√	√		√	表 3-1.17-1	
	1.1.17.2 高压电抗器带电试运行	主要	√	√		√	表 3-1.17-2	
	敞开式布置形式：敞开式配电装置安装						—	
	1.1 ××kV 敞开式配电装置安装		√	√	√	√	表 3-1	
	1.1.1 母线安装		√	√			表 3-1.1	
	1.1.1.1 绝缘子串安装		√	√			表 3-1.1.1.1	每间隔一分项
	1.1.1.2 支柱绝缘子安装		√	√			表 3-1.1.1.2	每间隔一分项

工程划分		性质	检验及评定单位				表号	备注
分部工程	分项工程及检验项目	性质	施工	监理	设计	建设	表号	备注
	1.1.1.3 软母线安装		√	√			表 3-1.1.1.3	每间隔一分项
	1.1.1.4 管型母线安装	主要	√	√			表 3-1.1.1.4	每间隔一分项
	1.1.1.5 接地开关安装		√	√			表 3-1.1.1.5	每组一分项
	1.1.1.6 避雷器安装		√	√			表 3-1.1.1.6	每组一分项
	1.1.1.7 电压互感器安装		√	√			表 3-1.1.1.7	每组一分项
	1.1.1.8 支柱绝缘子安装		√	√			表 3-1.1.1.8	每间隔一分项
	1.1.1.9 引下线及跳线安装		√	√			表 3-1.1.1.9	每间隔一分项
	1.1.1.10 端子箱安装		√	√			表 3-1.1.1.10	每个一分项
	1.1.1.11 二次回路检查及接线		√	√			表 3-1.1.1.11	每间隔一分项
	1.1.1.12 二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-1.1.1.12	每间隔一分项
	1.1.2 ××配电设备安装		√	√			表 3-1.2	
	1.1.2.1 断路器安装	主要	√	√			表 3-1.2.1	每组一分项
	1.1.2.2 隔离开关及接地开关安装		√	√			表 3-1.2.2	每组一分项
	1.1.2.3 电流互感器安装		√	√			表 3-1.2.3	每组一分项
	1.1.2.4 支柱绝缘子安装		√	√			表 3-1.2.4	每间隔一分项
	1.1.2.5 管型母线安装	主要	√	√			表 3-1.2.5	每间隔一分项
	1.1.2.6 引下线及跳线安装		√	√			表 3-1.2.6	每间隔一分项
	1.1.2.7 端子箱安装		√	√			表 3-1.2.7	每间隔一分项
	1.1.2.8 二次回路检查及接线		√	√			表 3-1.2.8	每间隔一分项
	1.1.2.9 二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-1.2.9	每间隔一分项
	1.1.3 ××高压电抗器系统设备安装		√	√			表 3-1.3	
	1.1.3.1 高压电抗器本体安装		√	√			表 3-1.3.1	每台一分项
	1.1.3.2 高压电抗器器身检查	主要	√	√			表 3-1.3.2	每台一分项
	1.1.3.3 高压电抗器附件安装		√	√			表 3-1.3.3	每台一分项
	1.1.3.4 高压电抗器注油、热油循环及密封试验	主要	√	√			表 3-1.3.4	每台一分项
	1.1.3.5 高压电抗器整体检查	主要	√	√			表 3-1.3.5	每台一分项

工程划分		性质	检验及评定单位				表号	备注
分部工程	分项工程及检验项目	性质	施工	监理	设计	建设	表号	备注
	1.1.3.6 中性点电抗器安装		√	√			表 3-1.3.6	每台一分项
	1.1.3.7 互感器安装		√	√			表 3-1.3.7	每组一分项
	1.1.3.8 隔离开关安装		√	√			表 3-1.3.8	每组一分项
	1.1.3.9 软母线安装		√	√			表 3-1.3.9	每间隔一分项
	1.1.3.10 支柱绝缘子安装		√	√			表 3-1.3.10	每间隔一分项
	1.1.3.11 管形母线安装	主要	√	√			表 3-1.3.11	每间隔一分项
	1.1.3.12 避雷器安装		√	√			表 3-1.3.12	每组一分项
	1.1.3.13 端子箱安装		√	√			表 3-1.3.13	每个一分项
	1.1.3.14 二次回路检查及接线		√	√			表 3-1.3.14	每间隔一分项
	1.1.3.15 二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-1.3.15	每间隔一分项
	1.1.17 敞开式交流配电装置带电试运行						—	
	1.1.17.1 ××kV 配电装置带电试运行	主要	√	√		√	表 3-1.17-1	
	1.1.17.2 高压电抗器带电试运行	主要	√	√		√	表 3-1.17-2	
交流滤波器配电装置安装	2 分部工程质量验评		√	√	√	√	表 3-2	
	2.1 ××大组交流滤波器配电装置安装		√	√		√	表 3-2.1	
	2.1.1 母线安装		√	√			表 3-2.1.1	每组一分项
	2.1.1.1 绝缘子串安装		√	√			表 3-2.1.1.1	每间隔一分项
	2.1.1.2 支柱绝缘子安装		√	√			表 3-2.1.1.2	每间隔一分项
	2.1.1.3 软母线安装		√	√			表 3-2.1.1.3	每间隔一分项
	2.1.1.4 管型母线安装	主要	√	√			表 3-2.1.1.4	每间隔一分项
	2.1.1.5 接地开关安装		√	√			表 3-2.1.1.5	每组一分项
	2.1.1.6 避雷器安装		√	√			表 3-2.1.1.6	每组一分项
	2.1.1.7 电压互感器安装		√	√			表 3-2.1.1.7	每组一分项
	2.1.1.8 支柱绝缘子安装		√	√			表 3-2.1.1.8	每间隔一分项
	2.1.1.9 引下线及跳线安装		√	√			表 3-2.1.1.9	每间隔一分项
	2.1.1.10 端子箱安装		√	√			表 3-2.1.1.10	每个一分项
	2.1.1.11 二次回路检查及接线		√	√			表 3-2.1.1.11	每间隔一分项

工程划分		性质	检验及评定单位				表号	备注
分部工程	分项工程及检验项目	性质	施工	监理	设计	建设	表号	备注
	2.1.1.12 二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-2.1.1.12	每间隔一分项
	2.1.2 ××交流滤波器间隔配电设备安装		√	√			表 3-2.2	
	2.1.2.1 断路器安装	主要	√	√			表 3-2.2.1	每组一分项
	2.1.2.2 隔离开关及接地开关安装		√	√			表 3-2.2.2	每组一分项
	2.1.2.3 电流互感器安装		√	√			表 3-2.2.3	每组一分项
	2.1.2.4 支柱绝缘子安装		√	√			表 3-2.2.4	每间隔一分项
	2.1.2.5 引下线及跳线安装		√	√			表 3-2.2.5	每间隔一分项
	2.1.2.6 管形母线安装		√	√			表 3-2.2.6	每间隔一分项
	2.1.2.7 端子箱安装		√	√			表 3-2.2.7	每个一分项
	2.1.2.8 二次回路检查及接线		√	√			表 3-2.2.8	每间隔一分项
	2.1.2.9 二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-2.2.9	每间隔一分项
	2.1.17 ××大组交流滤波器配电装置带电试运行	主要	√	√		√	表 3-2.17	
联络变压器及附属设备安装	3 分部工程质量验评		√	√	√	√	表 3-3	
	3.1 ××联络变压器系统设备安装		√	√		√	表 3-3.1	
	3.1.1 ××联络变压器安装		√	√			表 3-3.1.1	每台一分项
	3.1.1.1 变压器本体安装		√	√			表 3-3.1.1.1	每台一分项
	3.1.1.2 变压器检查	主要	√	√			表 3-3.1.1.2	每台一分项
	3.1.1.3 变压器附件安装		√	√			表 3-3.1.1.3	每台一分项
	3.1.1.4 变压器注油及密封试验	主要	√	√			表 3-3.1.1.4	每台一分项
	3.1.1.5 变压器整体检查	主要	√	√			表 3-3.1.1.5	每台一分项
	3.1.1.6 二次回路检查及接线		√	√			表 3-3.1.1.6	每间隔一分项
	3.1.1.7 二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-3.1.1.7	每间隔一分项
	3.1.2 联络变压器系统附属设备安装		√	√			表 3-3.2.2	
	3.1.2.1 隔离开关安装		√	√			表 3-3.2.2.1	每组一分项
	3.1.2.2 电流互感器		√	√			表 3-3.2.2.2	每组一分项
	3.1.2.3 避雷器安装			√			表 3-3.2.2.3	每组一分项
	3.1.2.4 端子箱检查安装		√	√			表 3-3.2.2.4	每个一分项
	3.1.2.5 管形母线安装	主要	√	√			表 3-3.2.2.5	每间隔一分项

工程划分		性质	检验及评定单位				表号	备注
分部工程	分项工程及检验项目	性质	施工	监理	设计	建设	表号	备注
	3.1.2.6 软母线及引下线安装		√	√			表 3-3.2.2.6	每间隔一分项
	3.1.2.7 隔直装置安装		√	√			表 3-3.2.2.7	每组一分项
	3.1.2.8 电力电缆终端制作安装		√	√			表 3-3.2.2.8	每个一分项
	3.1.2.9 二次回路检查及接线		√	√			表 3-3.2.2.9	每间隔一分项
	3.1.2.10 二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-3.2.2.10	每间隔一分项
	3.1.17 联络变压器带电试运行	主要	√	√		√	表 3-3.17	
换流（联接）变压器及附属设备安装	4 分部工程质量验评		√	√	√	√	表 3-4	
	4.1 ××换流（联接）变压器系统设备安装		√	√		√	表 3-4.1	
	4.1.1 ××换流（联接）变压器安装		√	√			表 3-4.1.1	每台一分项
	4.1.1.1 换流（联接）变压器本体安装		√	√			表 3-4.1.1.1	每台一分项
	4.1.1.2 换流（联接）变压器检查	主要	√	√			表 3-4.1.1.2	每台一分项
	4.1.1.3 换流（联接）变压器附件安装	主要	√	√			表 3-4.1.1.3	每台一分项
	4.1.1.4 换流（联接）变压器注油及密封试验	主要	√	√			表 3-4.1.1.4	每台一分项
	4.1.1.5 换流（联接）变压器整体检查	主要	√	√			表 3-4.1.1.5	每台一分项
	4.1.1.6 二次回路检查及接线		√	√			表 3-4.1.1.6	每间隔一分项
	4.1.1.7 二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-4.1.1.7	每间隔一分项
	4.1.1.8 换流（联接）变压器降噪安装			√			表 3-4.1.1.8	每间隔一分项
	4.1.1.9 换流变压器套管封堵	主要	√	√			表 3-4.1.1.9	每间隔一分项
	4.1.2 ××换流（联接）变压器系统附属设备安装		√	√			表 3-4.1.2	
	4.1.2.1 避雷器安装		√	√			表 3-4.1.2.1	每组一分项
	4.1.2.2 中性点避雷器安装		√	√			表 3-4.1.2.2	每组一分项
	4.1.2.3 支柱绝缘子安装		√	√			表 3-4.1.2.3	
	4.1.2.4 R1 滤波电容器安装		√	√			表 3-4.1.2.4	每组一分项
	4.1.2.5 管形母线安装	主要	√	√			表 3-4.1.2.5	
	4.1.2.6 引下线及跳线安装		√	√			表 3-4.1.2.6	
	4.1.2.7 中性点电流互感器安装		√	√			表 3-4.1.2.7	
	4.1.2.8 电阻器安装		√	√			表 3-4.1.2.8	每组一分项
	4.1.2.9 断路器安装	主要	√	√			表 3-4.1.2.9-1 表 3-4.1.2.9-2	每组一分项
	4.1.2.10 隔离开关及接地开关安装		√	√			表 3-4.1.2.10	每组一分项
	4.1.2.11 隔直装置安装		√	√			表 3-4.1.2.11	每组一分项

工程划分		性质	检验及评定单位				表号	备注
分部工程	分项工程及检验项目	性质	施工	监理	设计	建设	表号	备注
	4.1.2.12　电力电缆终端制作安装		√	√			表 3-4.1.2.12	每个一分项
	4.1.2.13　端子箱安装		√	√			表 3-4.1.2.13	每个一分项
	4.1.2.14　二次回路检查及接线		√	√			表 3-4.1.2.14	每间隔一分项
	4.1.2.15　二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-4.1.2.15	每间隔一分项
	4.1.17　换流变压器带电试运行	主要	√	√		√	表 3-4.17	
	4.1.17.1　变压器（电抗器）运输冲击检查	主要	√	√		√	按 DL/T 5233 相应表式	变压器（电抗器）运输冲击记录
	4.1.17.2　变压器（电抗器）破压前气体压力检查	主要	√	√		√	按 DL/T 5233 相应表式	变压器（电抗器）破压前气压记录
	4.1.17.3　海上运输及吊装后复验	主要	√	√		√	表 A.4	与装运前状态对比
	4.1.17.4　海上复验问题闭环	主要	√	√		√	表 A.9	发现问题时填写
换流阀及附属设备安装	5　分部工程质量验评		√	√	√	√	表 3-5	
	5.1　陆上预制质量验收	主要	√	√		√	表 A.2	预制完成后
	5.2　海上运输及吊装后复验	主要	√	√		√	表 A.4	吊装就位后
	5.3　平台接口质量检查	主要	√	√	√	√	表 A.6	涉及阀冷、消防、暖通、通信等接口
	5.4　海上复验问题闭环	主要	√	√		√	表 A.9	发现问题时
	悬吊式换流阀：						—	
	5.1　××换流阀系统设备安装		√	√		√	表 3-5.1	
	5.1.1　换流阀组安装		√	√			表 3-5.1.1	
	5.1.1.1　××换流阀安装	主要	√	√			表 3-5.1.1.1	每组一分项
	5.1.1.2　阀基电子柜（VBE）安装		√	√			表 3-5.1.1.2-1 表 3-5.1.1.2-2	每组一分项
	5.1.1.3　光缆终端制作及安装		√	√			表 3-5.1.1.3	每个一分项
	5.1.1.4　二次回路检查及接线		√	√			表 3-5.1.1.4	每间隔一分项
	5.1.1.5　二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-5.1.1.5	每间隔一分项
	5.1.2　阀冷却系统安装		√	√			表 3-5.1.2	
	5.1.2.1　阀内冷系统安装	主要	√	√			表 3-5.1.2.1	每组一分项
	5.1.2.2　阀外冷系统安装	主要	√	√			表 3-5.1.2.2-1 表 3-5.1.2.2-2	每组一分项

工程划分		性质	检验及评定单位				表号	备注
分部工程	分项工程及检验项目	性质	施工	监理	设计	建设	表号	备注
	5.1.2.3 冷却系统电动机控制中心屏（MCC）安装		√	√			表 3-5.1.2.3-1 表 3-5.1.2.3-2 表 3-5.1.2.3-3	每组一分项
	5.1.2.4 冷却系统控制和保护就地屏（CCP）安装		√	√			表 3-5.1.2.4	每组一分项
	5.1.2.5 电力电缆终端制作安装		√	√			表 3-5.1.2.5	每个一分项
	5.1.2.6 二次回路检查及接线		√	√			表 3-5.1.2.6	每间隔一分项
	5.1.2.7 二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-5.1.2.7	每间隔一分项
	5.1.3 换流阀配套设备安装		√	√			表 3-5.1.3	
	5.1.3.1 换流变压器阀侧套管接地开关安装		√	√			表 3-5.1.3.1	每组一分项
	5.1.3.2 高压侧直流接地开关安装		√	√			表 3-5.1.3.2	每组一分项
	5.1.3.3 低压侧直流接地开关安装		√	√			表 3-5.1.3.3	每组一分项
	5.1.3.4 阀避雷器安装	主要	√	√			表 3-5.1.3.4	每组一分项
	5.1.3.5 阀厅内中性线避雷器安装		√	√			表 3-5.1.3.5	每组一分项
	5.1.3.6 悬式绝缘子串安装		√	√			表 3-5.1.3.6	每间隔一分项
	5.1.3.7 支柱绝缘子安装		√	√			表 3-5.1.3.7	每间隔一分项
	5.1.3.8 引下线及跳线安装		√	√			表 3-5.1.3.8	每间隔一分项
	5.1.3.9 管型母线安装	主要	√	√			表 3-5.1.3.9-1 表 3-5.1.3.9-2	每间隔一分项
	5.1.3.10 二次回路检查及接线		√	√			表 3-5.1.3.10	每间隔一分项
	5.1.3.11 二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-5.1.3.11	每间隔一分项
	5.1.17 换流阀系统设备带电试运行						—	
	5.1.17.1 阀厅设备带电试运行	主要	√	√		√	表 3-5.1.17-1	
	5.1.17.2 阀冷却系统带电试运行	主要	√	√		√	表 3-5.1.17-2	
	5.1.17.3 启动回路带电试运行	主要	√	√		√	表 3-5.1.17-3	
	支撑式换流阀：						—	
	5.1 ××换流阀系统设备安装		√	√	√	√	表 3-5.1	
	5.1.1 换流阀组安装		√	√			表 3-5.1.1	
	5.1.1.1 ××换流阀安装	主要	√	√			表 3-5.1.1.1-1 表 3-5.1.1.1-2	每组一分项
	5.1.1.2 阀基电子柜（VBE）安装		√	√			表 3-5.1.1.2-1 表 3-5.1.1.2-2	每组一分项

工程划分		性质	检验及评定单位				表号	备注
分部工程	分项工程及检验项目	性质	施工	监理	设计	建设	表号	备注
	5.1.1.3 光缆终端制作及安装		√	√			表 3-5.1.1.3	每个一分项
	5.1.1.4 二次回路检查及接线		√	√			表 3-5.1.1.4	每间隔一分项
	5.1.1.5 二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-5.1.1.5	每间隔一分项
	5.1.2 阀冷却系统安装		√	√			表 3-5.1.2	
	5.1.2.1 阀内冷系统安装	主要	√	√			表 3-5.1.2.1	每组一分项
	5.1.2.2 阀外冷系统安装	主要	√	√			表 3-5.1.2.2-1 表 3-5.1.2.2-2	每组一分项
	5.1.2.3 冷却系统电动机控制中心屏（MCC）安装		√	√			表 3-5.1.2.3-1 表 3-5.1.2.3-2 表 3-5.1.2.3-3	每组一分项
	5.1.2.4 冷却系统控制和保护就地屏（CCP）安装		√	√			表 3-5.1.2.4-1 表 3-5.1.2.4-2	每组一分项
	5.1.2.5 电力电缆终端制作安装		√	√			表 3-5.1.2.5	每个一分项
	5.1.2.6 二次回路检查及接线		√	√			表 3-5.1.2.6-1 表 3-5.1.2.6-2	每间隔一分项
	5.1.2.7 二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-5.1.2.7	每间隔一分项
	5.1.3 换流阀配套设备安装		√	√			表 3-5.1.3	
	5.1.3.1 接地开关安装		√	√			表 3-5.1.3.1	每组一分项
	5.1.3.2 避雷器安装	主要	√	√			表 3-5.1.3.2	每组一分项
	5.1.3.3 电流测量装置安装		√	√			表 3-5.1.3.3	每组一分项
	5.1.3.4 支柱绝缘子安装		√	√			表 3-5.1.3.4	每间隔一分项
	5.1.3.5 引下线及跳线安装		√	√			表 3-5.1.3.5	每间隔一分项
	5.1.3.6 管型母线安装	主要	√	√			表 3-5.1.3.6	每间隔一分项
	5.1.3.7 二次回路检查及接线		√	√			表 3-5.1.3.7	每间隔一分项
	5.1.3.8 二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-5.1.3.8	每间隔一分项
	5.1.4 启动回路设备安装		√	√			表 3-5.1.4	
	5.1.4.1 桥臂电抗器安装	主要	√	√			表 3-5.1.4.1	每组一分项
	5.1.4.2 穿墙套管安装	主要	√	√			表 3-5.1.4.2-1 表 3-5.1.4.2-2	每组一分项
	5.1.4.3 启动电阻安装		√	√			表 3-5.1.4.3	每组一分项

工程划分		性质	检验及评定单位				表号	备注
分部工程	分项工程及检验项目	性质	施工	监理	设计	建设	表号	备注
	5.1.4.4 断路器安装	主要	√	√			表 3-5.1.4.4-1 表 3-5.1.4.4-2	每组一分项
	5.1.4.5 隔离开关安装		√	√			表 3-5.1.4.5	每组一分项
	5.1.4.6 接地开关安装		√	√			表 3-5.1.4.6	每组一分项
	5.1.4.7 避雷器安装		√	√			表 3-5.1.4.7	每组一分项
	5.1.4.8 阀避雷器安装		√	√			表 3-5.1.4.8	每组一分项
	5.1.4.9 电流测量装置安装		√	√			表 3-5.1.4.9	每组一分项
	5.1.4.10 电压互感器安装		√	√			表 3-5.1.4.10-1 表 3-5.1.4.10-2	每组一分项
	5.1.4.11 支柱绝缘子安装		√	√			表 3-5.1.4.11	每间隔一分项
	5.1.4.12 设备软连线安装		√	√			表 3-5.1.4.12	每间隔一分项
	5.1.4.13 管型母线安装		√	√			表 3-5.1.4.13-1 表 3-5.1.4.13-2	每间隔一分项
	5.1.4.14 端子箱安装		√	√			表 3-5.1.4.14	每个一分项
	5.1.4.15 光缆终端制作及安装		√	√			表 3-5.1.4.15	每个一分项
	5.1.4.16 二次回路检查及接线		√	√			表 3-5.1.4.16	每间隔一分项
	5.1.4.17 二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-5.1.4.17	每间隔一分项
	5.1.17 支撑式换流阀带电试运行						—	
	5.1.17.1 阀厅设备带电试运行	主要	√	√		√	表 3-5.17-1	每组一分项
	5.1.17.2 阀冷却系统设备带电试运行	主要	√	√		√	表 3-5.17-2	每组一分项
	5.1.17.3 启动回路带电试运行	主要	√	√		√	表 3-5.17-3	每组一分项
	柜式换流阀：						—	
	5.1 ××换流阀系统设备安装		√	√	√	√	表 3-5.1	
	5.1.1 ××功率柜安装		√	√			表 3-5.1.1	
	5.1.1.1 柜体安装	主要	√	√			表 3-5.1.1.1	每组一分项
	5.1.1.2 光缆终端制作及安装		√	√			表 3-5.1.1.2	每个一分项
	5.1.1.3 二次回路检查及接线		√	√			表 3-5.1.1.3	每间隔一分项
	5.1.2 阀冷系统设备安装		√	√			表 3-5.1.2	
	5.1.2.1 柜体安装及阀冷控制装置检查		√	√			表 3-5.1.2.1	每组一分项
	5.1.2.2 空冷机组及循环管道安装		√	√			表 3-5.1.2.2	每组一分项
	5.1.2.3 电力电缆终端制作安装		√	√			表 3-5.1.2.3	每个一分项
	5.1.2.4 二次回路检查及接线		√	√			表 3-5.1.2.4	每间隔一分项
	5.1.17 柜式换流阀带电试运行						—	

工程划分		性质	检验及评定单位				表号	备注
分部工程	分项工程及检验项目	性质	施工	监理	设计	建设	表号	备注
	5.1.17.1 阀厅设备带电试运行	主要	√	√		√	表 3-5.17-1	
	5.1.17.2 阀冷却系统设备带电试运行	主要	√	√		√	表 3-5.17-2	
	5.1.17.3 启动回路带电试运行	主要	√	√		√	表 3-5.17-3	
直流配电装置及附属设备安装	6 分部工程质量验评		√	√	√	√	表 3-6	
	6.1 隔直装置安装	主要	√	√		√	表 A.8	隔直装置安装
	6.2 海上特殊检验项目	主要	√	√		√	表 A.5	防腐、防潮、密封、封堵等专项检查
	6.3 海上复验问题闭环	主要	√	√		√	表 A.9	发现问题时
	敞开式直流配电装置：						—	
	6.1 ××直流配电装置安装		√	√		√	表 3-6.1	
	6.1.1.1 极线母线及其设备安装		√	√			表 3-6.1.1.1	每组一分项
	6.1.1.1.1 直流穿墙套管安装	主要	√	√			表 3-6.1.1.1.1	每组一分项
	6.1.1.1.2 干式平波电抗器安装	主要	√	√			表 3-6.1.1.1.2	每组一分项
	6.1.1.1.3 避雷器安装		√	√			表 3-6.1.1.1.3-1 表 3-6.1.1.1.3-2	每组一分项
	6.1.1.1.4 直流电压测量装置安装		√	√			表 3-6.1.1.1.4	每组一分项
	6.1.1.1.5 PLC 电容器		√	√			表 3-6.1.1.1.5	每组一分项
	6.1.1.1.6 直流电流测量装置安装		√	√			表 3-6.1.1.1.6	每组一分项
	6.1.1.1.7 接地开关安装		√	√			表 3-6.1.1.1.7	每组一分项
	6.1.1.1.8 隔离开关安装		√	√			表 3-6.1.1.1.8	每组一分项
	6.1.1.1.9 支柱绝缘子安装		√	√			表 3-6.1.1.1.9	每间隔一分项
	6.1.1.1.10 管型母线安装	主要	√	√			表 3-6.1.1.1.10-1 表 3-6.1.1.1.10-2	每间隔一分项
	6.1.1.1.11 设备软连接线安装		√	√			表 3-6.1.1.1.11	每间隔一分项
	6.1.1.1.12 端子箱安装		√	√			表 3-6.1.1.1.12	每个一分项
	6.1.1.1.13 光缆终端制作及安装		√	√			表 3-6.1.1.1.13	每个一分项
	6.1.1.1.14 二次回路检查及接线		√	√			表 3-6.1.1.1.14	每间隔一分项
	6.1.1.1.15 二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-6.1.1.1.15	每间隔一分项
	6.1.1.2 直流断路器安装		√	√			表 3-6.1.1.2	
	6.1.1.2.1 直流断路器安装	主要					表 3-6.1.1.2.1	每组一分项
	6.1.1.2.2 直流断路器控制柜安装		√	√			表 3-6.1.1.2.2-1 表 3-6.1.1.2.2-2	每组一分项
	6.1.1.2.3 直流断路器内冷系统安装	主要	√	√			表 3-6.1.1.2.3	每组一分项

工程划分		性质	检验及评定单位				表号	备注
分部工程	分项工程及检验项目	性质	施工	监理	设计	建设	表号	备注
	6.1.1.2.4 直流断路器外冷系统安装	主要	√	√			表 3-6.1.1.2.4-1 表 3-6.1.1.2.4-2	每组一分项
	6.1.1.2.5 冷却系统电动机控制中心屏（MCC）安装		√	√			表 3-6.1.1.2.5-1 表 3-6.1.1.2.5-2 表 3-6.1.1.2.5-3	每组一分项
	6.1.1.2.6 冷却系统控制和保护就地屏（CCP）安装		√	√			表 3-6.1.1.2.6-1 表 3-6.1.1.2.6-2	每组一分项
	6.1.1.2.7 电力电缆终端制作安装		√	√			表 3-6.1.1.2.7	每个一分项
	6.1.1.2.8 光缆终端制作及安装		√	√			表 3-6.1.1.2.8	每个一分项
	6.1.1.2.9 二次回路检查及接线		√	√			表 3-6.1.1.2.9	每间隔一分项
	6.1.1.2.10 二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-6.1.1.2.10	每间隔一分项
	6.1.1.3 油浸式平波电抗器安装		√	√			表 3-6.1.1.3	
	6.1.1.3.1 油浸式平波电抗器本体安装		√	√			表 3-6.1.1.3.1	每台一分项
	6.1.1.3.2 油浸式平波电抗器检查	主要	√	√			表 3-6.1.1.3.2	每台一分项
	6.1.1.3.3 油浸式平波电抗器附件安装	主要	√	√			表 3-6.1.1.3.3	每台一分项
	6.1.1.3.4 油浸式平波电抗器注油及密封试验	主要	√	√			表 3-6.1.1.3.4	每台一分项
	6.1.1.3.5 油浸式平波电抗器整体检查	主要	√	√			表 3-6.1.1.3.5	每台一分项
	6.1.1.3.6 二次回路检查及接线		√	√			表 3-6.1.1.3.6	每间隔一分项
	6.1.1.3.7 二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-6.1.1.3.7	每间隔一分项
	6.1.1.3.8 降噪安装			√			表 3-6.1.1.3.8	每组一分项
	6.1.1.3.9 套管封堵	主要	√	√			表 3-6.1.1.3.9	每组一分项
	6.1.2 中性线母线及其设备安装		√	√			表 3-6.1.2	
	6.1.2.1 直流穿墙套管安装		√	√			表 3-6.1.2.1	每台一分项
	6.1.2.2 干式平波电抗器安装	主要	√	√			表 3-6.1.2.2	每台一分项
	6.1.2.3 电流互感器安装		√	√			表 3-6.1.2.3-1 表 3-6.1.2.3-2 表 3-6.1.2.3-3	每组一分项
	6.1.2.4 避雷器安装		√	√			表 3-6.1.2.4	每组一分项
	6.1.2.5 零磁通直流电流测量装置安装		√	√			表 3-6.1.2.5	每组一分项
	6.1.2.6 中性线冲击电容器及直流电流测量装置安装		√	√			表 3-6.1.2.6	每组一分项
	6.1.2.7 接地开关安装		√	√			表 3-6.1.2.7	每组一分项

工程划分		性质	检验及评定单位				表号	备注
分部工程	分项工程及检验项目	性质	施工	监理	设计	建设	表号	备注
	6.1.2.8 NBS 中性母线开关安装	主要	√	√			表 3-6.1.2.8-1 表 3-6.1.2.8-2 表 3-6.1.2.8-3 表 3-6.1.2.8-4 表 3-6.1.2.8-5 表 3-6.1.2.8-6 表 3-6.1.2.8-7	每组一分项
	6.1.2.9 支柱绝缘子安装		√	√			表 3-6.1.2.9	每间隔一分项
	6.1.2.10 管型母线安装	主要	√	√			表 3-6.1.2.10-1 表 3-6.1.2.10-2	每间隔一分项
	6.1.2.11 设备软连接线安装		√	√			表 3-6.1.2.11	每间隔一分项
	6.1.2.12 端子箱安装		√	√			表 3-6.1.2.12	每个一分项
	6.1.2.13 光缆终端制作及安装		√	√			表 3-6.1.2.13	每个一分项
	6.1.2.14 二次回路检查及接线		√	√			表 3-6.1.2.14	每间隔一分项
	6.1.2.15 二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-6.1.2.15	每间隔一分项
	6.1.3 换流阀旁路回路设备安装		√	√			表 3-6.1.3	
	6.1.3.1 旁路断路器安装	主要	√	√			表 3-6.1.3.1	每组一分项
	6.1.3.2 旁路隔离开关安装		√	√			表 3-6.1.3.2	每组一分项
	6.1.3.3 电抗器安装		√	√			表 3-6.1.3.3	每组一分项
	6.1.3.4 管型母线安装	主要	√	√			表 3-6.1.3.4-1 表 3-6.1.3.4-2	每间隔一分项
	6.1.3.5 引下线及跳线安装		√	√			表 3-6.1.3.5	每间隔一分项
	6.1.3.6 端子箱安装		√	√			表 3-6.1.3.6	每个一分项
	6.1.3.7 二次回路检查及接线		√	√			表 3-6.1.3.7	每间隔一分项
	6.1.3.8 二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-6.1.3.8	每间隔一分项
	6.1.4 直流滤波器安装		√	√			表 3-6.1.4	
	6.1.4.1 高压隔离开关安装		√	√			表 3-6.1.4.1	每组一分项
	6.1.4.2 高压接地开关安装		√	√			表 3-6.1.4.2	每组一分项
	6.1.4.3 低压隔离开关/接地开关安装		√	√			表 3-6.1.4.3	每组一分项
	6.1.4.4 电容器组安装	主要	√	√			表 3-6.1.4.4	每组一分项
	6.1.4.5 电抗器安装		√	√			表 3-6.1.4.5	每组一分项
	6.1.4.6 电阻器安装		√	√			表 3-6.1.4.6	每组一分项

工程划分		性质	检验及评定单位				表号	备注
分部工程	分项工程及检验项目	性质	施工	监理	设计	建设	表号	备注
	6.1.4.7 直流电流测量装置安装		√	√			表 3-6.1.4.7-1 表 3-6.1.4.7-2 表 3-6.1.4.7-3	每组一分项
	6.1.4.8 避雷器安装		√	√			表 3-6.1.4.8	每组一分项
	6.1.4.9 支柱绝缘子安装		√	√			表 3-6.1.4.9	每间隔一分项
	6.1.4.10 管型母线安装	主要	√	√			表 3-6.1.4.10-1 表 3-6.1.4.10-2	每间隔一分项
	6.1.4.11 设备软连线安装		√	√			表 3-6.1.4.11	每间隔一分项
	6.1.4.12 端子箱安装		√	√			表 3-6.1.4.12	每个一分项
	6.1.4.13 光缆终端制作及安装		√	√			表 3-6.1.4.13	每个一分项
	6.1.4.14 二次回路检查及接线		√	√			表 3-6.1.4.14	每间隔一分项
	6.1.4.15 二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-6.1.4.15	每间隔一分项
	6.1.17 直流配电装置带电试运行	主要	√	√		√	表 3-6.17	
	6.1.17.1 直流配电装置带电试运行	主要	√	√		√	表 3-6.17-1	每组一分项
	6.1.17.2 直流断路器设备室带电试运行	主要	√	√		√	表 3-6.17-2	每组一分项
	6.1.17.3 直流断路器冷却系统设备带电试运行	主要	√	√		√	表 3-6.17-3	每组一分项
	6.1.17.4 油浸式平波电抗器带电试运行	主要	√	√		√	表 3-6.17-4	每组一分项
	6.2 双极公共部分配电设备安装		√	√		√	表 3-6.2	
	6.2.1 金属回路配电设备安装		√	√			表 3-6.2.1	
	6.2.1.1 隔离开关安装		√	√			表 3-6.2.1.1	每组一分项
	6.2.1.2 接地开关安装		√	√			表 3-6.2.1.2	每组一分项
	6.2.1.3 NBGS 中性母线接地开关	主要	√	√			表 3-6.2.2.2-1 表 3-6.2.2.2-2 表 3-6.2.2.2-3 表 3-6.2.2.2-4 表 3-6.2.2.2-5 表 3-6.2.2.2-6 表 3-6.2.2.2-7	每组一分项
	6.2.1.4 GRTS 大地回线转换开关	主要	√	√			表 3-6.2.1.4-1 表 3-6.2.1.4-2 表 3-6.2.1.4-3 表 3-6.2.1.4-4 表 3-6.2.1.4-5 表 3-6.2.1.4-6 表 3-6.2.1.4-7	每组一分项

工程划分		性质	检验及评定单位				表号	备注
分部工程	分项工程及检验项目	性质	施工	监理	设计	建设	表号	备注
	6.2.1.5 零磁通直流电流测量装置安装		√	√			表 3-6.2.1.5	每组一分项
	6.2.1.6 避雷器安装		√	√			表 3-6.2.1.6	每组一分项
	6.2.1.7 支柱绝缘子安装		√	√			表 3-6.2.1.7	每间隔一分项
	6.2.1.8 管型母线安装	主要	√	√			表 3-6.2.1.8-1 表 3-6.2.1.8-2	每间隔一分项
	6.2.1.9 设备软连接线安装		√	√			表 3-6.2.1.9	每间隔一分项
	6.2.1.10 端子箱安装		√	√			表 3-6.2.1.10	每个一分项
	6.2.1.11 光缆终端制作及安装		√	√			表 3-6.2.1.11	每个一分项
	6.2.1.12 二次回路检查及接线		√	√			表 3-6.2.1.12	每间隔一分项
	6.2.1.13 二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-6.2.1.13	每间隔一分项
	6.2.2 大地回线配电设备安装		√	√			表 3-6.2.2	
	6.2.2.1 隔离开关安装		√	√			表 3-6.2.2.1	每组一分项
	6.2.2.2 MRTB 金属回线转换开关	主要	√	√			表 3-6.2.2.2-1 表 3-6.2.2.2-2 表 3-6.2.2.2-3 表 3-6.2.2.2-4 表 3-6.2.2.2-5 表 3-6.2.2.2-6 表 3-6.2.2.2-7	每组一分项
	6.2.2.3 零磁通直流电流测量装置安装		√	√			表 3-6.2.2.3	每组一分项
	6.2.2.4 支柱绝缘子安装		√	√			表 3-6.2.2.4	每间隔一分项
	6.2.2.5 管型母线安装	主要	√	√			表 3-6.2.2.5-1 表 3-6.2.2.5-2	每间隔一分项
	6.2.2.6 设备软连接线安装		√	√			表 3-6.2.2.6	每间隔一分项
	6.2.2.7 端子箱安装		√	√			表 3-6.2.2.7	每个一分项
	6.2.2.8 光缆终端制作及安装		√	√			表 3-6.2.2.8	每个一分项
	6.2.2.9 二次回路检查及接线		√	√			表 3-6.2.2.9	每间隔一分项
	6.2.2.10 二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-6.2.2.10	每间隔一分项
	6.2.17 双极公共配电设备带电试运行	主要	√	√		√	表 3-6.2.17	
	柜式直流配电装置：						—	
	6.1 ××直流配电装置安装		√	√		√	表 3-6.1	

工程划分		性质	检验及评定单位				表号	备注
分部工程	分项工程及检验项目	性质	施工	监理	设计	建设	表号	备注
	6.1.1 柜式直流配电装置安装		√	√			表 3-6.1.1	
	6.1.1.1 浇筑式联接变压器安装	主要	√	√			表 3-6.1.1.1	每组一分项
	6.1.1.2 浇筑式平波电抗器安装	主要	√	√			表 3-6.1.1.2	每组一分项
	6.1.1.3 浇筑式桥臂电抗器安装		√	√			表 3-6.1.1.3	每组一分项
	6.1.1.4 柜式直流断路器安装	主要	√	√			表 3-6.1.1.4	每组一分项
	6.1.1.5 附属柜安装		√	√			表 3-6.1.1.5-1 表 3-6.1.1.5-2	每组一分项
	6.1.1.6 硬母线安装		√	√			表 3-6.1.1.6	每间隔一分项
	6.1.1.7 光缆终端制作及安装		√	√			表 3-6.1.1.7	每个一分项
	6.1.1.8 高压电缆敷设与电缆头制作		√	√			表 3-6.1.1.8-1 表 3-6.1.1.8-2 表 3-6.1.1.8-3	每个一分项
	6.1.1.9 控制电缆敷设		√	√			表 3-6.1.1.9-1 表 3-6.1.1.9-2 表 3-6.1.1.9-3	每个一分项
	6.1.1.10 二次回路检查及接线		√	√			表 3-6.1.1.10	每间隔一分项
	6.1.17 柜式直流配电装置带电试运行	主要	√	√		√	表 3-6.1.17	
交流滤波器设备安装	7 分部工程质量验评		√	√	√	√	表 3-7	
	7.1 ××大组交流滤波器设备安装		√	√		√	表 3-7.1	
	7.1.1 ××小组滤波器安装		√	√			表 3-7.1.1	
	7.1.1.1 电容器安装	主要	√	√			表 3-7.1.1.1	每组一分项
	7.1.1.2 电抗器安装		√	√			表 3-7.1.1.2	每组一分项
	7.1.1.3 电阻器安装		√	√			表 3-7.1.1.3	每组一分项
	7.1.1.4 电流互感器安装		√	√			表 3-7.1.1.4-1 表 3-7.1.1.4-2 表 3-7.1.1.4-3	每组一分项
	7.1.1.5 避雷器安装		√	√			表 3-7.1.1.5	每组一分项
	7.1.1.6 支柱绝缘子安装		√	√			表 3-7.1.1.6	每间隔一分项
	7.1.1.7 引下线及跳线安装		√	√			表 3-7.1.1.7	每间隔一分项
	7.1.1.8 管形母线安装	主要	√	√			表 3-7.1.1.8	每间隔一分项
	7.1.1.9 端子箱安装		√	√			表 3-7.1.1.9	每个一分项
	7.1.1.10 二次回路检查及接线		√	√			表 3-7.1.1.10	每间隔一分项

工程划分		性质	检验及评定单位				表号	备注
分部工程	分项工程及检验项目	性质	施工	监理	设计	建设	表号	备注
	7.1.1.11　二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-7.1.1.11	每间隔一分项
	7.1.17　滤波器组带电试运行		√	√		√	表 3-7.17	
	7.1.17.1　海上特殊检验项目	主要	√	√		√	表 A.5	防腐、防潮、防凝露检查
	7.1.17.2　带电试运	主要	√	√		√	按 DL/T 5233 相应表式	按系统或间隔
直流耗能装置安装	8　分部工程质量验评		√	√	√	√	表 3-8	
	8.1　××耗能装置安装		√	√		√	表 3-8.1	
	8.1.1　降压变压器安装		√	√			表 3-8.1.1	
	8.1.1.1　降压变压器本体安装		√	√			表 3-8.1.1.1	每台一分项
	8.1.1.2　降压变压器检查	主要	√	√			表 3-8.1.1.2	每台一分项
	8.1.1.3　降压变压器附件安装		√	√			表 3-8.1.1.3	每台一分项
	8.1.1.4　降压变压器注油及密封试验	主要	√	√			表 3-8.1.1.4	每台一分项
	8.1.1.5　降压变压器整体检查	主要	√	√			表 3-8.1.1.5	每台一分项
	8.1.2　××降压变压器系统附属设备安装		√	√			表 3-8.1.2	
	8.1.2.1　电流互感器		√	√			表 3-8.1.2.1	每组一分项
	8.1.2.2　避雷器安装		√	√			表 3-8.1.2.2	每组一分项
	8.1.2.3　端子箱检查安装		√	√			表 3-8.1.2.3	每个一分项
	8.1.2.4　软母线及引下线安装		√	√			表 3-8.1.2.4	每间隔一分项
	8.1.2.5　隔直装置安装		√	√			表 3-8.1.2.5	每间隔一分项
	8.1.2.6　电力电缆终端制作安装		√	√			表 3-8.1.2.6	每个一分项
	8.1.2.7　二次回路检查及接线		√	√			表 3-8.1.2.7	每间隔一分项
	8.1.2.8　二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-8.1.2.8	每间隔一分项
	8.1.3　耗能装置安装		√	√			表 3-8.1.3	
	8.1.3.1　断路器安装	主要	√	√			表 3-8.1.3.1	每组一分项
	8.1.3.2　××相电阻器安装		√	√			表 3-8.1.3.2	每相一分项
	8.1.3.3　穿墙套管安装		√	√			表 3-8.1.3.3	每间隔一分项
	8.1.3.4　端子箱安装		√	√			表 3-8.1.3.4	每个一分项
	8.1.3.5　光缆终端制作及安装		√	√			表 3-8.1.3.5	每个一分项
	8.1.3.6　二次回路检查及接线		√	√			表 3-8.1.3.6	每间隔一分项
	8.1.3.7　二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-8.1.3.7	每间隔一分项

工程划分		性质	检验及评定单位				表号	备注
分部工程	分项工程及检验项目	性质	施工	监理	设计	建设	表号	备注
	8.1.17 耗能装置带电试运行						—	
	8.1.17.1 降压变压器启动试运行	主要	√	√		√	表 3-8.17-1	
	8.1.17.2 耗能装置启动试运行	主要	√	√		√	表 3-8.17-1 表 3-8.17-2	
站用配电装置安装	9 分部工程质量验评		√	√	√	√	表 3-9	
	9.1 ××kV 站用变压器安装		√	√		√	表 3-9.1	
	9.1.1 变压器安装		√	√			表 3-9.1.1	每台一分项
	9.1.1.1 站用变压器本体安装		√	√			表 3-9.1.1.1	每台一分项
	9.1.1.2 站用变压器检查	主要	√	√			表 3-9.1.1.2	每台一分项
	9.1.1.3 站用变压器附件安装		√	√			表 3-9.1.1.3	每台一分项
	9.1.1.4 站用变压器注油及密封试验	主要	√	√			表 3-9.1.1.4	每台一分项
	9.1.1.5 站用变压器整体检查	主要	√	√			表 3-9.1.1.5	每台一分项
	9.1.1.6 电力电缆终端制作及安装		√	√			表 3-9.1.1.6	每个一分项
	9.1.1.7 二次回路检查及接线		√	√			表 3-9.1.1.7	每间隔一分项
	9.1.1.8 二次回路抗干扰与接地施工及检查	主要	√	√			表 3-9.1.1.8	每间隔一分项
	9.1.17 ××kV 站用电系统设备带电试运行	主要	√	√	√		表 3-9.1.17	
	9.2 ××kV 站用电系统设备安装		√	√		√	表 3-9.2	
	9.2.1 配电柜安装		√	√			表 3-9.2.1	
	9.2.1.1 基础型钢安装		√	√			表 3-9.2.1.1	每组一分项
	9.2.1.2 配电柜安装		√	√			表 3-9.2.1.2-1 表 3-9.2.1.2-2	每组一分项
	9.2.1.3 母线安装	主要	√	√			表 3-9.2.1.3	每间隔一分项
	9.2.1.4 断路器检查	主要	√	√			表 3-9.2.1.4-1 表 3-9.2.1.4-2	每组一分项

附件 14

中国电力建设企业协会团体标准
《海上换流站电气装置施工质量检验及评价规程》编制说明

目 录

一、工作简况 1
二、标准编制原则、主要内容及确定依据 5
三、与现行法律法规和标准的协调性 10
四、标准的先进性或特色性 10
五、标准调研、研讨及征求意见情况，重大分歧意见的处理经过和依据 11
六、技术指标设置的科学性和可行性，量化指标的确定依据 13
七、与国际、国家、行业、其他团体同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况。采标情况，以及是否合规引用或采用国际国外标准 13
八、涉及专利的有关说明 14
九、专家审查会情况 14
十、标准名称变更理由及报批情况 14
十一、其他应当说明的事项 14
十二、贯彻中电建协标准要求以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期等建议 14

一、工作简况

（一）任务来源

本规程根据中国电力建设企业协会《关于印发2025年第一批中国电力建设企业协会团体标准制定计划的通知》（中电建协〔2025〕131号）安排立项。

（二）参编单位及分工

本规程由中国电力建设企业协会标准化管理委员会负责管理，广东天广能源科技发展有限公司、广东电网有限责任公司、广东电网能源发展有限公司、河北省送变电有限公司、山东送变电工程有限公司、广东电网有限责任公司阳江供电局、广东电网有限责任公司江门供电局、海南电网能源发展有限公司、云南电力建设监理咨询有限责任公司、广东电网有限责任公司电力科学研究院、广东创成建设监理咨询有限公司、中国南方电网超高压输电公司、中国南方电网超高压输电公司百色局、北京华源格林科技有限公司、中国船级社实业有限公司、福建省亿力建设工程有限公司、三峡新能源阳江发电有限公司共同编制完成。

其中，广东天广能源科技发展有限公司、广东电网有限责任公司为主编单位，负责标准编制的总体策划、组织协调、现场调研与收资、草案及征求意见稿起草、意见汇总与修改，并承担阶段会议承办和统稿、排版工作；其余单位为参编单位，

结合各自在海上换流站工程建设、电气装置施工、监理、运行维护、试验检测与科研等方面的实践，参与条款编写、验评范围与记录表式的论证验证以及修改完善。

（三）制定背景

随着海上风电规模化开发和远距离送出需求增长，柔性直流输电成为海上风电并网送出的重要技术路线，海上换流站作为柔性直流送出工程的核心枢纽，建设实践不断增多，我国海上风电柔性直流送出工程已进入规模化开发阶段，多个海上换流站工程相继开展。与陆上换流站相比，海上换流站电气装置具有陆上集成程度高、海上运输与吊装影响显著、平台空间受限、专业接口密集，以及防腐蚀、防潮、防凝露、防水密封要求高等特点，其质量形成过程跨越陆上集成预制、装船运输、海上吊装、海上安装、试验调试和移交等多个环节，质量控制与验收方式与陆上工程存在明显差异。

目前，直流换流站及电气装置安装工程的质量检验与评定主要依据 DL/T 5233《直流换流站电气装置施工质量检验及评定规程》和 DL/T 5161（所有部分）《电气装置安装工程质量检验及评定规程》等标准执行。上述标准针对陆上换流站和通用电气装置安装，对海上环境适应性检验、陆上集成预制与装运前确认、运输吊装后海上复验、海洋环境专项检验、平台接口联合验证、直流海缆终端与隔直装置等海上换流站特有的质

量控制环节，尚缺乏系统、可操作的规定，实践中普遍存在验评范围划分不清、海上专项检验项目缺项、记录表式不统一、过程资料难以追溯等问题。

制定一项专门针对海上换流站电气装置施工质量检验及评价的团体标准，在衔接现行标准的基础上补充海上专项要求，统一质量检验及评价的程序、范围划分、专项检验项目、记录表式与资料核查规则，对保障海上换流站电气装置施工质量、实现质量活动可执行、过程结果可证实、质量问题可追溯，支撑海上风电安全高效送出具有重要意义，也能填补该领域团体标准的空白，促进海上换流站工程建设规范化发展。

（四）编制过程

本规程编制工作由中国电力建设企业协会统一组织，主要经过以下阶段:

立项与组建编制队伍（2025 年 6 月）：中国电力建设企业协会印发《关于印发 2025 年第一批中国电力建设企业协会团体标准制定计划的通知》（中电建协〔2025〕131 号），本规程以“海上换流站电气装置施工质量检验及评价规程”（计划编号 T/CEPCA 2025052）列入 2025 年第一批团体标准制定计划，项目周期 12 个月；同月，中电建协印发《关于征集 2025 年第一批中国电力建设企业协会团体标准编制单位的通知》（中电建协〔2025〕135 号），经单位申报、协会遴选，确定

主编单位和参编单位，主编单位随即组建由全体编制单位参加的标准工作组，正式启动编制工作。

调研起草与初稿形成（2025 年下半年至 2026 年初）：编制组围绕海上换流站电气装置施工质量检验及评价的实际需求，系统收集、分析 DL/T 5233、DL/T 5161、GB 50147～GB 50255 系列、GB 50774、GB/T 50775、GB 50776 等相关标准，梳理海上换流站工程在陆上集成预制、海上运输吊装、海上安装、试验调试等环节的质量控制做法与存在问题，确定标准编制大纲和技术路线，形成标准草案初稿。

初稿讨论会（2026 年 3 月 9—11 日）：中国电力建设企业协会在江苏南通组织召开《海上换流站电气装置安装工程施工及验收规范》等 4 项团体标准初稿讨论会（中电建协〔2026〕53 号），会议由广东天广能源科技发展有限公司、上海振华重工（集团）股份有限公司承办。会议讨论了标准大纲和主要技术内容，明确了编写单位分工及节点安排，并对下一步工作提出要求。会后，编制组根据会议意见对初稿进行修改完善。

初稿二次讨论会（2026 年 7 月 11 日）：编制组对初稿修改情况进行再次研讨，进一步充实完善了海上专项检验项目、质量验评范围划分、评价程序和记录表式等内容。

征求意见稿定稿（2026 年 10 月 10—11 日）：中国电力建设企业协会在广东广州组织召开《海上换流站电气装置施工质量检验及评价规程》《海上换流站工程监理技术导则》2 项团体标准征求意见稿定稿会（中电建协〔2026〕330 号），会议由广东天广能源科技发展有限公司承办。会议听取了编制组关于标准编制和初稿修改情况的汇报，与会专家和代表逐条讨论标准内容并提出修改意见，明确了下一步编制计划。会后，编制组根据会议意见修改完善，形成标准征求意见稿。

后续工作：标准征求意见稿形成后，将由中电建协对本标准公开征求意见，编制组汇总处理反馈意见后形成送审稿，并组织召开送审稿审查会，完成报批工作。

二、标准编制原则、主要内容及确定依据

（一）编制原则

合规性原则。本标准编制严格遵守《中国电力建设企业协会标准管理办法（试行）》，编写格式执行 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》。

衔接协调原则。本标准与 DL/T 5233、DL/T 5161（所有部分）等现行直流换流站及电气装置安装工程质量检验评定标准保持协调一致，通用电气装置安装的质量检验与评定直接引用

现行标准，本标准仅补充海上环境和模块化建造方式形成的专项要求，避免重复与矛盾，确保标准发布实施的可操作性。

海上专项补充原则。针对海上换流站陆上集成预制、海上运输与吊装、海上安装、海洋环境和平台接口等特点，补充设置海上专项检验项目、复验要求和记录表式，突出海上关键环节的质量控制。

全过程可追溯原则。按照陆上集成预制、装运前确认、运输吊装后复验、海上安装与专项检验、试验调试、质量评价、资料核查和记录归档的程序组织内容，使质量活动可执行、过程结果可证实、质量问题可追溯。

可操作性原则。规定明确、程序清晰、表式具体，附录给出海上专项质量验评范围补充表和记录表式（表 A.1～表 A.11），便于现场对照执行。

民主协同原则。充分发扬民主，广泛征求建设、施工、监理、设计、调试、运行、检验和科研等单位意见，协调各参编单位达成共识，确保标准内容全面、公正、权威。

（二）标准主要内容

本规程共分为 9 章和 4 个附录，系统规定了海上换流站电气装置安装工程施工质量检验及评价的基本要求、工作程序、验评范围、海上专项检验、质量评价、资料核查以及记录和签证要求。核心内容包括:

第 1～3 章：范围、规范性引用文件、术语和定义。明确了本文件的适用范围和引用标准，界定了海上换流站、陆上集成预制、海上安装、海上复验、海上专项检验项目、平台接口、质量验评范围、装运前状态确认、海洋环境专项检验、接口联合验证、质量问题闭环等 11 个术语。

第 4 章：基本规定。明确质量检验及评价应与陆上集成预制、海上运输吊装、安装、试验调试和资料移交同步策划、同步实施，规定通用质量检验评定应符合 DL/T 5233、DL/T 5161 及相关标准，海上专项质量要求按本文件执行，并对责任界面、隐蔽工程、记录真实性和表式补充作出规定。

第 5 章：质量检验及评价程序。按一般规定（图 1 给出总体程序）、验评策划与范围确定、陆上集成预制与装运前检查、海上运输吊装与复验、海上安装与专项检验、联合调试与投运前检查、质量评价与不符合项处理、单位工程质量验收等程序组织，前一程序形成的记录或签证作为后一程序的实施条件和追溯依据。

第 6 章：质量验评范围划分。规定通用质量验评范围按 DL/T 5233 和 DL/T 5161 确定，海上专项范围包括陆上集成预制、装运确认、运输吊装后复验、海洋环境、平台接口、直流

海缆终端、隔直装置和问题闭环，并对工程编号唯一性提出要求。

第 7 章：质量检验记录。规定现行标准未覆盖的海上专项质量活动应采用附录 A 规定的表式记录，通用设备安装和交接试验采用现行标准表式；明确表式要素、实测数据和实际状态的填写要求，以及不适用项目注明理由、签认信息与第 9 章衔接等要求。

第 8 章：单位工程资料核查。规定单位工程质量验收前应对质量资料的完整性、真实性、一致性和可追溯性进行核查，明确核查内容和结果记录要求。

第 9 章：记录、签证与归档。规定质量检验记录和签证应与工程进度同步形成，明确记录要素、修改留痕、电子签名和按 GB/T 50328 组卷归档的要求。

附录 A（规范性）：海上专项质量验评范围及记录表式。给出海上专项质量验评范围补充表（表 A.1），以及陆上集成预制、装运前状态确认、运输吊装后复验、海洋环境专项、平台接口、直流海缆终端、隔直装置、质量问题闭环、资料核查、归档等记录表式（表 A.2～表 A.11）。附录 B（资料性）：通用内容引用执行关系，以表 B.1 列出通用内容与 DL/T 5233、DL/T 5161 等现行标准的衔接执行关系。附录 C（资料

性）：表式编号与使用说明，规定海上专项记录表式的编号规则和同一表式重复使用时的区分方式。附录 D（资料性）：质量验评范围划分表（表 D.1），给出海上换流站电气装置施工质量检验及评价范围划分。

（三）标准主要内容确定依据

本规程属于技术类标准，主要内容按照 GB/T 1.1—2020 的规定起草。核心内容确定主要依据以下几方面:

法律法规: 《建设工程质量管理条例》等。

国家标准: GB 50147、GB 50148、GB 50149、GB 50150、GB 50168、GB 50169、GB 50171、GB 50172、GB 50254、GB 50255、GB 50774、GB/T 50775、GB 50776 等电气装置安装与换流站施工验收标准，以及 GB/T 50328《建设工程文件归档规范》。

行业标准: DL/T 5161（所有部分）《电气装置安装工程质量检验及评定规程》、DL/T 5232《直流换流站电气装置安装工程施工及验收规范》、DL/T 5233《直流换流站电气装置施工质量检验及评定规程》。

工程实践: 海上换流站工程在陆上集成预制、海上运输吊装、海上安装、试验调试等环节的实际做法与经验，以及参编单位的施工与验收管理制度。

专家与企业反馈意见：结合定稿会及后续征求意见中专家和单位的反馈，优化检验项目、判定要求与记录表式，确保标准的科学性与可操作性。

三、与现行法律法规和标准的协调性

本标准严格遵循《建设工程质量管理条例》等上位法规精神，与 DL/T 5233、DL/T 5161（所有部分）等直流换流站及电气装置安装工程质量检验评定标准保持协调一致，是其原则要求在海上换流站这一具体应用场景的细化和补充。通用电气装置安装的质量检验、交接试验和施工验收直接引用 GB 50150、GB 50168、GB 50169、GB 50171 及 GB 50147～GB 50255、GB 50774、GB/T 50775、GB 50776 等现行标准，本文件不重复列出已有项目和表式；海上专项检验、复验与接口验证等要求在不与现行标准冲突的前提下补充设置。资料归档与 GB/T 50328《建设工程文件归档规范》相衔接。本标准与现行法律法规和相关标准不存在矛盾。

四、标准的先进性或特色性

1.本标准是国内较早针对海上换流站电气装置施工质量检验及评价编制的团体标准，填补了海上换流站电气装置施工验评领域专项标准的空白。

2.在衔接 DL/T 5233、DL/T 5161 的基础上，结合海上换流站模块化建造和海上作业特点，系统补充了陆上集成预制与

装运前状态确认、运输吊装后海上复验、海洋环境专项检验、平台接口联合验证、直流海缆终端与隔直装置检验等海上专项质量控制要求。

3.本标准以质量形成过程为主线，将检验评价程序与记录表式一一对应，通过附录A给出规范性的海上专项验评范围补充表和记录表式，实现质量活动可执行、过程结果可证实、质量问题可追溯，引领海上换流站施工质量管理的标准化和数字化。

4.本标准的实施有助于统一和规范海上换流站电气装置施工质量的检验与评价，提升工程建设质量管控水平，为海上风电柔性直流送出工程的安全可靠运行提供支撑。

五、标准调研、研讨及征求意见情况，重大分歧意见的处理经过和依据

（一）标准调研、研讨情况

标准编制过程中，编制组进行了广泛的收资、调研和研讨。研究的几个主要问题及处理结论如下:

1.标准的定位与适用范围。本标准定位于在DL/T 5233、DL/T 5161等现行标准基础上补充海上换流站电气装置施工的专项质量检验与评价要求，适用于海上换流站电气装置安装工程的施工质量检验及评价，通用项目按现行标准执行，本标准不重复规定。

2.海上专项检验项目的设置。针对海洋环境、运输吊装、平台结构、模块化建造和专业接口等因素，设置陆上集成预制、装运前确认、运输吊装后复验、海洋环境专项、平台接口、直流海缆终端、隔直装置及问题闭环等海上专项检验项目，并明确检查时机和责任单位。

3.验评程序与追溯。按程序组织检验评价活动，前一程序的记录或签证作为后一程序的实施条件，隐蔽工程和不可逆节点前完成条件检查，确保过程可追溯。

4.记录表式的统一。对现行标准未覆盖的海上专项质量活动，统一规定记录表式（附录A），载明检验对象、依据、实测结果、结论和签认信息，便于现场执行和资料归档。

（二）标准征求意见情况

本标准于2026年10月完成征求意见稿定稿。下一步，将由中电建协对本标准公开征求意见，编制组将对征集到的意见逐条研究处理并形成意见汇总处理表，在送审稿阶段予以落实。

（三）重大分歧意见的处理经过和依据

在本标准编制过程中，未出现重大分歧意见。

六、技术指标设置的科学性和可行性，量化指标的确定依据

本标准以规范海上换流站电气装置施工质量检验及评价的程序、范围、专项检验项目和记录要求为主，检验项目的判定要求衔接 DL/T 5233、DL/T 5161 及相关施工验收标准，未新设独立于现行标准之外的量化技术指标。海上专项检验项目按“应”“宜”给出控制要求，并通过附录 A 表式记录实测数据、实际状态或记录编号，保证指标设置科学、现场可行。

七、与国际、国家、行业、其他团体同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况。采标情况，以及是否合规引用或采用国际国外标准

1.与同类标准技术内容的对比情况。目前国内尚缺少专门针对海上换流站电气装置施工质量检验及评价的标准，海上换流站工程建设、施工、监理、调试单位所依据的规范主要为 DL/T 5233、DL/T 5161 等陆上换流站及通用电气装置标准，难以完全适应海上环境和模块化建造方式的质量控制需要。本标准结合海上换流站工程特点和实际做法，补充了海上专项质量检验与评价内容，具有较强的针对性和适用性。

2.是否合规引用或采用国际、国外标准。本标准未采用国际、国外标准，无采标情况；引用的均为现行有效的国家标准和行业标准。

八、涉及专利的有关说明

本标准编制过程中，未识别出涉及专利的内容。

九、专家审查会情况

本标准送审稿审查会计划由中国电力建设企业协会在送审稿形成后组织，届时将邀请相关领域专家对标准送审稿、编制说明及征求意见处理情况进行审查，审查情况将在报批阶段补充完善。

十、标准名称变更理由及报批情况

本标准立项名称为《海上换流站电气装置施工质量检验及评价规程》（计划编号 T/CEPCA 2025052），标准封面、正文名称与立项名称保持一致，编制过程中未发生名称变更，无需履行名称变更报批程序。

十一、其他应当说明的事项

无。

十二、贯彻中电建协标准要求以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期等建议

《海上换流站电气装置施工质量检验及评价规程》具有创新性和引领性，为海上换流站电气装置施工质量检验及评价提供了支撑性、基础性标准。建议由中国电力建设企业协会组织广泛宣贯，在海上风电柔性直流送出工程等成员单位项目中先行应用，及时总结实施过程中的反馈意见，待条件成熟时升级

为行业标准或国家标准。本标准实施日期建议与标准发布日期相衔接，并设置必要的过渡期，以便建设、施工、监理、调试等单位完成人员培训、表式准备和流程调整。

附件 15

ICS 27.100
CCS F 20

团　　体　　标　　准

T/CEPCAxxx-202x

海上换流站电气装置安装工程施工及验收规范

Code for Construction and Acceptance of Electrical Equipment Installation Works in Offshore Converter Stations

（征求意见稿）

202X-XX-XX 发布　　202X-XX-XX 实施

中国电力建设企业协会 发布

目　　次

前　言 II
1 范围 3
2 规范性引用文件 3
3 术语和定义 3
4 总则 4
5 电气装置安装 4
5.1 一般规定 4
5.2 换流阀 5
5.3 阀冷却系统 6
5.4 油浸式变压器 6
5.5 桥臂电抗器 7
5.6 避雷器 7
5.7 直流电流测量装置 8
5.8 直流电压测量装置 8
5.9 穿墙套管 8
5.10 气体绝缘金属封闭开关设备 8
5.11 电缆线路 9
5.12 盘、屏柜及二次回路接线 9
5.13 接地装置 10
5.14 柴油发电机组 10
5.15 上部组块整体运输及就位安装 11
6 电气装置验收 12
6.1 安装前验收要求 12
6.2 发运前、投产前验收要求 13

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件规定了海上换流站直流电气和交流电气设备（不包含上部组块建筑电气设备）安装施工和验收要求。

海上换流站电气装置安装工程施工及验收规范除应执行本规范外，尚应符合国家现行有关标准、规范的规定。

本文件由中国电力建设企业协会提出并归口。

本文件起草单位：XXX。

本文件主要起草人：XXX。

本文件首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力建设企业协会（地址：北京市丰台区西四环南路35号中都科技大厦3层，100071）。

海上换流站电气装置安装工程施工及验收规范

1 范围

本文件规定了海上换流站直流电气和交流电气设备（不包含上部组块建筑电气设备）安装施工和验收要求。

本文件适用于海上换流站电气装置安装工程施工及验收。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 2894 安全色和安全标志

GB/T 30790 色漆和清漆防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护

DL/T 2615 电力作业用电缆输送机

DL 5190.3 电力建设施工技术规范 第3部分：汽轮发电机组

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.0.1 导管架 steel foundation jacket

钢制空间结构，用于将上部组块的荷载转移传递至海底基础。

3.0.2 海上换流站 offshore converter stations

设置在海洋环境中用于高压直流输电系统中实现交流电与直流电的相互转换的电力设施，包括上部组块及用于支撑上部组块的基础（导管架）。

3.0.3 上部组块 topside

海上换流站基础以上的结构、设备和设施的总称。一般包括阀厅、直流场、联接变压器、交流设备、冷却系统等，及相应的结构、舾装、逃生与救生设施。

3.0.4 整体安装 complete installation

海上换流站上部组块在海上整个就位安装的作业。

3.0.5 浮托法 floatover installation method

将上部组块置于特种船舶上，整体运输至安装地点，上部组块及船舶组合利用落潮及加水压载等方法下沉，将上部组块搁置在导管架上，船舶与上部组块分离，实现上部组块与导管架固定的安装方法。

4 总则

4.0.1 海上换流站电气装置安装工程设备主要包括直流电气设备和交流电气设备，对于同陆上换流站电气设备相同的施工及验收要求，应按照相应设备现行的电气装置安装工程施工及验收规范执行；对于海上换流站电气装置特有的安装及验收要求，应符合本文件的规定。

4.0.2 海上换流站电气装置施工应按照已批准的设计文件进行施工。

4.0.3 施工中的安全技术措施应符合现行国家有关安全技术标准及产品技术文件的规定。危险性较大的分部分项工程和超过一定规模的危险性较大的分部分项工程在施工前应编制专项施工方案。

4.0.4 海上换流站上部组块在运输过程中应配备安全监测装置，确保上部组块在运输过程中重力加速度在设计文件要求范围内。

4.0.5 施工单位应遵守有关环境保护的法律法规，并应采取有效措施控制施工现场的各种粉尘、废气、噪声、废弃物、油泄漏等对周围环境造成的污染和危害。

4.0.6 海上作业人员应取得海上作业证书。

4.0.7 海上换流站上部组块宜采用整体运输方式进行运输，运输前，应在陆地上完成全部电气装置的施工后，再转移至运输船，运至指定海域，通过整体安装方式将其与导管架进行对接。在陆地上确实无法完成的电气装置的施工可在海上换流站浮托后在海上进行安装，海上安装期间，微正压及除盐雾等暖通设备应正常启动运行，安装环境应满足技术文件要求。

4.0.8 海上换流站上部组块在运输、浮托安装等大型水上水下作业前应取得审批许可。

5 电气装置安装

5.1 一般规定

5.1.1 设备及材料的运输、装卸和保管应符合下列要求：

1）按照产品标重的重量要求选择合适的运输工具、专用工装和起重设备。

2）按照产品技术文件的规定选择合适的装卸方法。

3）在运输和装卸过程中不得倒置、倾翻、碰撞和受到剧烈的振动，避免接触电化学粉尘。

4）对运输过程安装冲击记录仪的设备，应及时检查设备受冲击等情况，冲击记录数据应符合产品技术文件的规定，并做好记录。

5）保管期间，应确保电气设备的外壳密封良好，防止湿气和盐雾进入内部。

5.1.2 使用的螺栓、金具、槽盒和支架等材料应适用于海洋气候环境，强度、防腐等级应满足技术文件的要求。

5.1.3 安全标志、电缆标识牌及其绑扎材料、密封模块的金属框架应采用耐盐雾腐蚀环境的材料制作。

5.1.4 防火封堵材料及组件耐火极限应满足设计要求和海工标准。

5.1.5 电气设备表面有防腐层破损处，应即时进行防腐保护，电气设备防腐应符合现行国家标准《色漆和清漆防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护》GB/T 30790 的有关规定。

5.1.6 设备及材料安装完毕后，应及时进行接地。

5.1.7 陆上建造阶段，应避免电化学粉尘接触电气设备。

5.1.8 电气连接应确保可靠，导线压接、接线端子等电气连接部件的机械强度与接触性能，应满足海上换流站上部组块在运输、整体安装及运行全过程中所承受振动环境的技术要求。

5.2 换流阀

5.2.1 换流阀运输和装卸过程中不得倒置、倾翻、碰撞和受到剧烈的振动，换流阀各元件及所有电子元器件应有防潮、防盐雾措施。产品有特殊规定时，应按产品的技术规定执行。

5.2.2 换流阀在保管期间应保留原包装，并置于干燥、清洁且通风良好的分段阀厅内保管。保管环境的温度及空气相对湿度应符合产品技术文件的规定。

5.2.3 换流阀安装前，换流阀安装环境应符合下列规定：

1）阀厅各部分的屏蔽接地应符合设计要求及产品技术文件的规定。

2）阀厅内相关建筑工程应完工，钢结构焊接、喷涂及接地施工完毕；悬吊孔、预埋件、地脚螺栓安装完成且尺寸偏差满足设计文件要求。

3）阀厅内照明、空调及暖通系统安装调试完成，可以正常使用。

4）阀厅的栏杆、平台及梯子等其他高空附属设施安装应完成，并应齐全牢固。用于换流阀安装使用的电动葫芦、行车和升降车应完成验收，可供使用。

5）阀厅清洁工作应完成，洁净度应符合产品技术文件的规定，门窗应安装完毕，且封闭良好。墙体上的预留孔应临时封闭严密。

6）阀厅内的阀冷却主管道安装及试压工作应完成，且主水管无渗漏现象，并应通过验收。

7）阀厅出入口应设置更衣室及风淋间，配备鞋套机，阀厅内区域应铺设临时地板胶，电缆沟应用

盖板盖好。

5.2.4 换流阀安装期间，阀厅内空气温度、相对湿度、洁净度、微正压应符合产品技术文件的规定，作业现场应配置温湿度表、粉尘仪等监测装置，并记录环境参数，应采取移动空调、除湿机或加热器等措施进行调节，直至环境条件符合要求后方可继续安装作业。

5.2.5 当阀厅顶部采用保温层敷设时，应确保绝热材料及附属构件固定牢固，防止发生脱落。

5.3 阀冷却系统

5.3.1 设备到达现场后的保管应符合下列要求：

1）离子交换器、过滤器、除氧装置、超滤装置、反渗透装置、加药装置、电动机与泵、自动化仪表、海水淡化装置、屏柜等设备及器材应置于干燥清洁的室内保管。

2）海水淡化装置的树脂应按产品技术文件的规定储存，宜储存在备有空调的室内保管。

3）设备与材料应分区存放，不锈钢设备及材料的储存、搬运应避免与碳钢设备、材料触碰。

5.3.2 海水提升泵应在海上换流站发运前完成开箱检查，完成运输保护措施后临时存放至海水泵房内，在海上换流站整体安装后进行安装。

5.3.3 海水淡化装置的安装应符合下列规定：

1）淡化装置支座垫铁组应放置平稳，各层垫铁间应接触良好。

2）接触海水箱及管路的焊接应保证焊接接头的耐海水腐蚀性能。

3）法兰的垫片材质应适应海水介质的化学性质及温度工况，法兰间的连接应采取相间对称均匀紧固。

4)凝汽器、回热器及附件安装应按照《电力建设施工技术规范 第3部分:汽轮发电机组》(DL 5190.3)的规定执行，凝汽器、回热器与蒸发器间的管道连接，宜安排在蒸发器注水试验合格后进行。

5）蒸发器壳体组对时应依靠自重及定位销自然贴合，不得强力装配，组装后壳体全长范围内的直线偏差应不大于壳体长度的0.1%，且最大绝对偏差值应符合产品技术文件的规定。

5.3.4 不锈钢管道安装前应彻底清洁管道内外表面，去除油脂、铁锈和杂质，焊接时应控制热输入，避免晶间腐蚀和热裂纹。

5.3.5 不锈钢管道不应直接与碳钢支吊架连接，应在吊架间垫入不锈钢垫片或氯离子含量不超过50mg/kg的非金属材料。

5.3.6 不锈钢管道应在防腐保温前进行水压试验,水压试验应用氯离子含量不大于25mg/L的清洁淡水。

5.3.7 不锈钢管道的保温层施工应确保保温材料中未含有氯离子。

5.4 油浸式变压器

5.4.1 油浸式变压器附件在保管过程宜在箱内放置适量的干燥剂，如硅胶等。

5.4.2 油浸式变压器安装前应将事故油罐安装完毕，事故油罐能正常工作。

5.4.3 油浸式变压器就位前应安装三维冲击记录仪，吊装、顶推、顶升及牵引过程中，应利用制造厂规定的专用受力点进行作业。

5.4.4 油浸式变压器吊装就位应采用专用工具，各吊索之间的角度应符合产品技术文件的规定。

5.4.5 油浸式变压器就位后，应检查并记录冲击记录仪在就位过程中的受冲击情况，三维（纵向、横向、垂向）冲击加速度均不应大于 3g 或符合产品技术文件的规定，并做好记录。

5.4.6 气体继电器上的箭头应指向储油柜方向；当产品技术文件另有规定时，应符合其要求。

5.4.7 油浸式变压器阀门应挂设状态标识牌。

5.4.8 水冷油浸式变压器散热器应进行编号，油回路及水回路应有明确边界标志。

5.4.9 采用高扬程增压过滤系统进行真空注油应符合下列要求：

1）高扬程增压泵应安装在通风良好、无易燃易爆物品的场所。

2）管道布局应合理，避免急弯和过长敷设，减少注油时局部阻力。

3）各压力检测点应设置便于观察和检修的位置。

4）增压泵、管道应可靠接地。

5）增压泵应有防止突然停止或因误操作而引起增压泵油倒灌的措施。

5.5 桥臂电抗器

5.5.1 运输加固地锚的固定方式、地锚承受载荷能力应满足产品技术文件的规定。

5.5.2 桥臂电抗器基础平板与钢结构基础的焊接应符合国家现行相关焊接标准的规定。安装过程中，应严格控制电抗器上下端子的方位角，确保其与母线对接面的相对位置偏差符合设计规定。

5.5.3 桥臂电抗器的上桥臂区域内不得存在铁磁性物体，下桥臂区域内不得存在闭合金属导体回路。

5.5.4 桥臂电抗器钢结构基础之间、支柱绝缘子接地线之间、基础与绝缘子接地线之间均不得形成闭合铁磁回路。

5.6 避雷器

5.6.1 悬吊式避雷器挂点承受载荷能力应满足产品技术文件的规定。

5.6.2 悬吊式避雷器安装平台不得承受除设备自重及设计允许范围内的环境载荷以外的任何附加荷载。

5.6.3 避雷器安装时，其压力释放口严禁正对巡视通道、操作平台或其他人员经常活动的场所。

5.6.4 避雷器低压端挂板处的带销紧固螺栓严禁以普通螺栓替代，防松装置应齐全可靠，销钉应完全打入销孔，末端不得突出妨碍其他部件。

5.6.5 悬吊式避雷器吊耳与甲板钢梁的焊接处应牢固，其焊缝质量应符合国家现行有关焊接标准的规定。

5.7 直流电流测量装置

5.7.1 安装关节支撑螺纹孔时，应防止关节支撑产生机械变形或表面破损，并保证光电型直流电流互感器本体内部的光纤熔接点不受外力干扰或物理破坏。

5.7.2 悬吊式光电型直流电流互感器顶层节宜采用抱箍金具与管形母线连接。抱箍金具的型号应与管形母线的规格相匹配。

5.8 直流电压测量装置

5.8.1 直流电压测量装置 SF_6 气体管路应涂刷中黄色标识，涂刷要求应满足《安全色和安全标志》GB2894的规定。

5.9 穿墙套管

5.9.1 穿墙套管底座材质应为无磁材质。

5.9.2 应采用吊车配合专用工具进行穿墙套管吊装，安装过程应采取有效防护措施，防止穿墙套管受到机械损伤。当采用配重平衡吊装时，配重重量及配重安装方法应符合产品技术文件的规定。

5.9.3 直流穿墙套管安装轴线与水平基准面的安装夹角应符合设计要求。

5.9.4 直流穿墙套管接线端子的均压环及屏蔽装置应安装正确、固定可靠。引下线连接方式应确保接线端子不承受额外的机械应力。

5.10 气体绝缘金属封闭开关设备

5.10.1 室内安装的气体绝缘金属封闭开关设备安装环境应符合下列规定：

1）建筑工程宜全部完成，室内应清洁，通风良好，门窗、孔洞应封堵完成；室内所安装的起重设备应完成验收，可供使用。

2）气体绝缘金属封闭开关设备安装前，气体绝缘金属封闭开关设备室出入口应设置更衣室及风淋间，门前应配备鞋套机，室内区域应铺设临时地板胶，电缆沟应用盖板盖好。

5.10.2 室外安装的气体绝缘金属封闭开关设备安装环境应保持清洁，不应有扬尘、烟雾或腐蚀性气体，若邻近区域进行打磨、切割、焊接、钻孔、粉刷、搅拌等易产生粉尘的作业时，应采取有效的防尘隔离措施。

5.10.3 气体绝缘金属封闭开关设备安装期间，气体绝缘金属封闭开关设备室内空气温度、相对湿度、洁净度、微正压应符合产品技术文件的规定，作业现场应配置温湿度表、粉尘仪等监测装置，并记录环境参数，应采取移动空调、除湿机或加热器等措施进行调节，直至环境条件符合要求后方可继续安装作业。

5.10.4 气体绝缘金属封闭开关设备SF_6气体管路应涂刷中黄色标识，涂刷要求应满足《安全色和安全标志》GB2894 的规定。

5.11 电缆线路

5.11.1 电缆敷设前，应根据电缆的型号、规格及敷设工艺要求选择电缆输送机，电缆输送机使用要求应符合《电力作业用电缆输送机》DL/T 2615 的规定。

5.11.2 用电缆输送机敷设电缆的速度不宜超过 15m/min，在路径转弯、穿越障碍或进入/离开竖井等阻力增大区段速度应适当放慢。

5.11.3 电缆穿管敷设应符合下列规定：

1）电力电缆与控制电缆不应穿入同一保护管内。

2）交流单芯电缆不应单独穿入钢导管内。

5.11.4 电缆敷设完成后，应及时制作电缆终端。若不能及时制作，应对电缆端部采取可靠的防潮密封措施，防止水分侵入。

5.11.5 电缆穿越仓壁、甲板后，在其出口处应用耐火材料密封，两侧均匀涂刷防火涂料，涂刷次数、间隔时间应符合技术文件要求，涂层干膜厚度不小于 1mm，涂刷长度不小于 2m。

5.11.6 电缆穿越甲板时，应采用符合设计要求的金属保护管或穿墙套管进行防护，以防止机械损伤、火灾蔓延及海水侵蚀。

5.11.7 电缆应装设电缆标识牌，电缆标识牌装设应符合下列规定：

1）标识牌上应注明电缆编号、电缆型号、规格、起点、终点；标识牌的字迹应清晰不易脱落。

2）标识牌规格宜统一，标识牌材质应具有耐腐蚀、耐老化性能，标识牌挂装应牢固可靠，固定方式应防止因振动或外力导致松动、脱落。

5.11.8 应在电缆的起点、终点、竖井处、拐弯处装设电缆标识牌。

5.11.9 布置于气体绝缘金属封闭开关设备室下方的光缆专用桥架，其支撑结构应采取有效的减振措施。当无法采用自带减振功能的光缆支架时，应在支架与基础之间设置隔振元件，以确保断路器操作引起的机械振动不致引起光缆敷设变形或连接件松动，保证光信号传输的稳定性。

5.12 盘、屏柜及二次回路接线

5.12.1 盘、柜在现场暂存期间，宜采用密封良好的集装箱或具备通风除湿条件的室内库房进行保管，以防止设备受到高湿及盐雾环境的侵蚀。

5.12.2 盘、柜内厂家内部导线不应有中间接头，导线与端子排、电气元件的连接应紧固可靠，接触良好，绝缘层完好无损。

5.12.3 引入盘、柜内的电缆芯线接线应牢固、排列整齐，并应留有适当裕度；备用芯线预留长度统一，备用芯线应满足端子排最远端子接线要求，并应有备用标识，芯线导体不得外露，芯线端部加装保护帽。

5.13 接地装置

5.13.1 海上换流站宜利用平台钢结构作为自然接地体。平台内所有电气装置的接地导体均应可靠连接至平台钢结构。构成自然接地体的钢结构构件之间应采用焊接方式连接，确保其具有连续、可靠的电气通路。

5.13.2 海上换流站各层平台应设置接地干线。不同楼层的接地干线应通过平台钢结构立柱进行电气连接。各楼层接地干线经过平台钢结构主柱时，应与该处钢结构主柱可靠连接。

5.13.3 各楼层接地干线与平台钢结构主柱的连接处，应设置明显的接地标志。标志应清晰、耐久。

5.13.4 各楼层接地干线穿仓敷设时，贯穿孔口应采取可靠的防火封堵措施。封堵材料应具备防火、防烟性能，当设计有气密性要求时，还应满足相应的气密等级规定。

5.14 柴油发电机组

5.14.1 柴油发电机安装前，安装人员应全面做好防爆检查后，方可开展工作。

5.14.2 柴油发电机组安装应符合下列规定：

1）滑环上碳刷的打磨作业应在不高于盘车转速的条件下进行。作业过程中，操作人员应佩戴口罩及防护眼镜。

2）柴油发电机引出线绝缘包扎时，作业环境应保持良好通风条件，操作人员应穿戴符合规定的个人防护用品，且作业现场应设专人进行安全监护。

3）柴油发电机的接地螺栓防松零件应齐全，且有标识。

4）柴油发电机现场干燥应符合产品技术说明书的规定。

5）柴油发电机馈电线路连接后，两端的相序应与原供电系统的相序保持一致。

6）柴油发电机组的配电柜和控制柜接线应正确无误，所有紧固件应紧固可靠，无遗漏或脱落，开关、保护装置的型号、规格必须符合设计要求。

7）柴油发电机本体和机械部分的外露可导电部分应分别与保护导体可靠连接，并应设有明显的接地标识。

5.14.3 柴油发电机组排烟管道安装应符合下列规定：

1）排烟管道应延伸至室外，室外部分的烟管管口应畅通无障碍，且管口向下倾斜。

2）排烟管道与建筑物墙体结合部位应采取有效的防水密封措施。

5.14.4 柴油发电机组排烟管道应设置隔热层。

5.14.5 柴油发电机组排烟管道与室外电力电缆、控制和信号电缆平行或交叉敷设时，若无隔板防护时，其最小净距不应小于表 1 的规定：

表 1 电缆与管道之间无隔板防护时的允许最小净距（mm）

电缆与管道之间走向		电力电缆	控制和信号电缆
热力管道	平行	1000	500
	交叉	500	250

5.15 上部组块整体运输及就位安装

5.15.1 海上换流站上部组块整体装船前，应根据设计文件及产品技术文件，对上部组块内电气设备采取专项临时加固措施。

5.15.2 海上换流站上部组块整体装船前，海上换流站的检查应符合下列规定：

1）对临时加固措施的可靠性进行检查，确保紧固件无松动、连接牢固，满足运输工况下的抗振及防位移要求。

2）应对组块内电气设备的外观、安装位置及附属设施完整性进行全面检查，确认设备无损伤、无变形，且符合运输安全要求。

5.15.3 海上换流站上部组块整体装船前，应按设计要求在变压器、换流阀、桥臂电抗器等电气设备上安装冲击记录仪及必要的运输监测装置。换流站上部组块整体运输及就位安装后冲击记录仪三维（纵向、横向、垂向）冲击加速度均不应大于 3g 或符合产品技术文件的规定，在改变运输方式时应记录时间并签证。

5.15.4 海上换流站上部组块整体运输前，下部基础应已完成验收并确认满足整体就位安装的技术要求。施工单位应编制专项运输方案，方案内容应包括运输路径规划、运输方式选择、运输船稳性校核、运动分析、船舶总纵强度校核、装载与系固措施、气象条件限制及应急处置预案等。

5.15.5 海上换流站上部组块整体运输前，应根据运输航线的设计环境条件、换流站上部组块的尺寸与质量特性、以及确定的装船与固定方式，对运输船舶进行完整稳性、破舱稳性、运动分析及总纵强度校核，其结果应符合相关船舶入级规范或海上作业安全标准的规定。

5.15.6 海上换流站上部组块整体运输前，气体绝缘金属封闭开关设备各 SF_6 气室压力应按产品技术文件要求进行降压处理，就位安装后，应将各 SF_6 气室补充至额定工作压力。各气室降压值、补气值应做好记录；补气前应确认气室密封良好，补气后应按产品技术文件要求进行气体含水量、气室气体全分析等试验并做好记录。

5.15.7 海上换流站上部组块在整体装船前应按各产品技术文件的规定对油、气、水管道阀门进行关闭或排空管内介质，在海上换流站就位固定后，应恢复阀门至规定状态，并按设计要求向管道内重新充注

油、气或水介质。

5.15.8 海上换流站上部组块在海上运输阶段应采取措施保证阀厅的温度、湿度符合换流阀产品技术文件的要求。

5.15.9 整体运输及就位过程，应对上部组块进行可靠固定。

5.15.10 海上换流站上部组块应根据当地海事监管部门的要求进行整体就位安装。

5.15.11 浮托就位过程中，应采取有效的定位导向措施，确保上部组块桩腿与导管架精确对接，安装精度应符合设计文件的规定。

5.15.12 整体就位安装完成后，应拆除内部所有电气设备的运输固定及临时加固措施。随后，应对上部组块内所有电气设备进行状态检查，确认设备外观完好、连接可靠且无损伤；在此基础上，开展二次回路接线核查及保护、控制等系统的调试工作，并如实记录检查结果与调试数据。

6 电气装置验收

6.1 安装前验收要求

6.1.1 设备及材料到达现场时，应及时进行验收检查，并应符合下列规定：

1）外包装及密封应保持完好，无破损、受潮或变形现象。

2）产品说明书、安装图纸、装箱清单、试验记录及产品合格证书等技术文件应齐全、有效，设备和材料应满足船级社的产品持证要求。

3）开箱检查时设备外观应完好，无损伤、变形及锈蚀现象，型号、规格和防腐涂层厚度等应符合技术文件要求，备品备件、专用工器具应齐全。

4）进口产品应提供商检证明。

6.1.2 电气装置安装前，与设备有关的建（构）筑物的施工及验收应符合下列要求：

1）与设备安装有关的分段、构筑物的建筑工程质量应符合现行国家的建筑工程施工及验收规范中的有关规定。当设备或设计文件有特殊要求时，尚应符合其要求。

2）平台钢结构强度应满足设计要求。

3）钢平台基础、预埋件、预埋孔、预埋螺栓、基础型钢符合设计要求，尺寸偏差应满足表 2 的规定。

4）构架梁预拱值符合设计文件要求，构架结构、栏杆、平台及梯子等齐全牢固，支架封顶板及铁件无变形、扭曲，螺孔尺寸符合设备和设计要求，尺寸偏差应满足表 2 的规定。

表 2 预埋件及构筑物允许偏差

检查项		允许偏差
钢平台基础	平台高度	-10mm～+10mm
	平台基础梁水平度	1/1000，且不大于 10mm(l 为平台基础梁长度，单位：mm)
	平台支柱垂直度	H/1000，且不大于 5mm(H 为平台支柱高度，单位：mm)
	垂直平台梁侧向弯曲	l/1000，且不大于 10mm(l 为平台基础梁长度，单位：mm)
	承重平台梁垂直度	h/250，且不大于 10mm(h 为平台基础梁高度，单位：mm)
预埋件	轴线	≤5mm
	顶面标高	≤2mm
预埋孔	轴线	≤10mm
	深度	0mm～+20mm
	垂直度	≤10mm
	截面尺寸	0mm～+20mm
预埋螺栓	同组柱柱脚螺栓轴线	≤10mm
	同一柱柱脚螺栓轴线	≤5mm
	顶面标高	≤2mm
基础型钢	轴线	≤5mm/全长
	水平度	≤1mm/m
	弯曲度	≤5mm/全长
支架	顶板平整度	≤3mm
	螺孔中心距	≤2mm
	轴线	≤5 mm
	垂直度	≤H/1000(H 为支架高度，单位：mm)
	标高	≤5 mm
构架	挂线点中心位移	≤8 mm

5）照明、行车安装完毕，且具备使用功能要求。

6.2 发运前、投产前验收要求

6.2.1 海上换流站应分别在上部组块发运前和投产前完成验收。

6.2.2 海上换流站站内平台及各类贯穿孔口，应采用符合设计要求的材料进行密封封堵，其密封性能应满足上部组块整体密封完整性要求。

6.2.3 使用海水作为冷却介质的系统，应验收其防腐、防生物附着等措施的有效性。

6.2.4 验收时，应提供下列资料：

1）施工图和工程设计变更文件。

2）制造厂提供的产品说明书、安装图纸、装箱单、试验记录、产品合格证件等技术文件。

3）安装技术记录表。

4）质量检验评定记录。

5）交接试验报告。

6）备品备件、专用工具及测试仪器清单。

7）海洋环境适应性认证文件。

6.2.5 海水淡化装置验收时，应进行下列检查：

1）设备应安装牢固，外表清洁。

2）所有螺栓的紧固力矩满足产品技术文件的规定。

3）蒸发器壳体直线度、管道膨胀节安装满足产品技术文件的规定。

4）设备及管道无渗漏，无变形开裂等异常。

5）转动机械运转应正常，无卡阻现象。

6）检测仪表的指示值应正常。

7）管道的压力试验合格。

8）接地良好，标识规范。

6.2.6 柴油发电机组验收时，应进行下列检查：

1）设备应安装牢固，外表清洁，防护装置齐全完整，铭牌信息与设计文件一致（含 CCS 认证标志）。

2）所有螺栓的紧固力矩满足产品技术文件的规定。

3）设备及管道无渗漏，表计应齐全，指示值应正常。

4）冷却装置试运行应正常，联动正确，供油装置、润滑装置运行应正常，油压满足产品技术文件的规定。

5）负荷调节器配备合理，动作可靠。

6）紧急保安装置合理，工作可靠。

7）全部电气试验应合格，绝缘电阻、保护装置整定值应符合规定。自动启动和自动停机操作满足产品技术文件的规定。

8）接地良好，接地螺栓防松零件齐全，且标识规范。

6.2.7 电气设备进行专项临时加固前，应对固定拉环进行下列检查：

1）拉环的外形尺寸、直径及壁厚应满足设计文件要求。

2）拉环的焊接位置及焊缝尺寸应符合设计文件的规定。

3）拉环焊缝应无裂纹、夹渣、未熔合等缺陷。

4）当对拉环内部质量存疑或设计文件另有规定时，应进行无损检测。

附件 16

中国电力建设企业协会团体标准《海上换流站电气装置安装工程施工及验收规范》编制说明

目 录

一、工作简况 1
二、标准编制原则、主要内容及确定依据 3
三、与现行法律法规和标准的协调性 5
四、标准的先进性或特色性 6
五、标准调研、研讨及征求意见情况，重大分歧意见的处理经过和依据 . 6
六、技术指标设置的科学性和可行性，量化指标的确定依据 7
八、涉及专利的有关说明 8
九、专家审查会情况 8
十、标准名称变更理由及报批情况 8
十一、其他应当说明的事项 9
十二、贯彻中电建协标准要求以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期等建议 9

一、工作简况

（一）任务来源

本标准根据中国电力建设企业协会《关于印发2025年第一批中国电力建设企业协会团体标准制定计划的通知》（中电建协〔2025〕131号）安排立项。

（二）参编单位及分工

本规范由中国电力建设企业协会标准化管理委员会负责管理，广东电网有限责任公司、广东电网能源发展有限公司、广东天广能源科技发展有限公司、中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司、山东送变电工程有限公司、广东电网有限责任公司阳江供电局、广东电网有限责任公司江门供电局、海南电网能源发展有限公司、上海振华重工（集团）股份有限公司、河北省送变电有限公司、上海源威建设工程有限公司、中国能源建设集团江苏省电力建设第三工程有限公司、中国电建集团河北省电力勘测设计研究院有限公司、深圳中广核工程设计有限公司、福建省亿力建设工程有限公司、西安华煜能源设计咨询有限公司共同编制完成。

广东电网有限责任公司、广东电网能源发展有限公司为主编单位，其他单位共同参编。

（三）制定背景

随着海上风电、海洋油气等清洁能源开发的加速，海上换流站作为海上风电并网的核心枢纽，其建设规模和复杂度显著提升，为适应海上风电送出工程电气装置安装特点，统一设备安装及验收标准，通过标准化施工减少返工率，保证海上换流站柔直换流阀、联接变压器、桥臂电抗器等电气装置安装质量，提高海上换流站运行安全可靠性。行业内急需建立专项安装规范，指导海上换流站电气装置安装工程施工及验收，为推动新能源技术标准化施工打下坚实基础。

（四）编制过程

2025 年 4 月，中电建协标委会对中电建协团标《海上换流站电气装置安装工程施工及验收规范》予以立项。2025 年 6 月，项目以《关于印发 2025 年第一批中国电力建设企业协会团体标准制定计划的通知》（中电建协〔2025〕131 号）文件向社会发布。

在中电建协标委会指导下，主编单位于 2025 年 6 月正式组建了包括所有编制单位在内的工作组并启动编制工作，编制过程主要分为以下阶段:

前期调研与草案起草（2025 年下半年至 2026 年初）：前期调研与草案起草：编制组广泛开展收资、调研、访谈，对标准编制事宜进行反复研究，与参编单位等制定了标准编制大纲和方案。系统分析陆上换流站、海上升压站、海上风电场及直

流输电工程等相关标准，结合海上换流站工程安装特点，形成了标准草案初稿。

初稿讨论会（2026 年 3 月 9—11 日）：中国电力建设企业协会在江苏南通组织召开《海上换流站电气装置安装工程施工及验收规范》等 4 项团体标准初稿讨论会（中电建协〔2026〕53 号），会议由广东天广能源科技发展有限公司、上海振华重工（集团）股份有限公司承办。会议讨论了标准大纲和主要技术内容，明确了编写单位分工及节点安排，并对下一步工作提出要求。会后，编制组根据会议意见对初稿进行修改完善。

征求意见稿编写（2026 年 10 月 10 日—11 日）：中国电力建设企业协会在广东广州组织召开《海上换流站电气装置安装工程施工及验收规范》等 2 项中电建协团体标准征求意见稿定稿会（中电建协〔2026〕329 号），会议由广东电网能源发展有限公司承办。会议听取了编制组关于标准编制和初稿修改情况的汇报，与会专家和代表逐条讨论标准内容并提出修改意见，明确了下一步编制计划。会后，编制组根据会议意见修改完善，形成标准征求意见稿定稿。

二、标准编制原则、主要内容及确定依据

（一）编制原则

合规性原则。符合相关规定要求。本标准编制严格遵守《中国电力建设企业协会标准管理办法（试行）》，编写格式执行

GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》。

协调性原则。注重与国家法律法规和相关标准的协调性，本标准仅补充海上换流站电气装置与陆上换流站安装施工技术差异的内容，避免重复与矛盾，确保标准发布实施的可操作性。

系统性原则。覆盖海上换流站电气装置从设备进场、现场安装到竣工验收的全过程内容。紧密结合海上换流站电气装置施工与陆上换流站的差异之处，突出海上特殊工况安装及验收关键环节的技术要求。

可操作性原则。规定明确、流程清晰、方法具体，便于现场对照执行，确保导则具有可操作性和现场指导性。

民主协同原则。充分发扬民主，广泛征求建设单位、设计单位、施工单位、监理单位等多方意见，协调各参编单位达成共识，确保标准内容全面、公正、权威。

（二）标准主要内容

本规范共分为6章，系统介绍了海上换流站电气装置安装工程施工及验收。核心内容包括：

第1-3章：范围、规范性引用文件、术语和定义。明确了本标准的适用范围、引用标准和关键术语定义。

第4章：总则。明确了海上换流站电气设备及材料的运输、装卸、保管和海上换流站在运输、吊装应获得审批许可等通用要求。

第5章：电气装置安装。描述海上换流站电气装置与陆上换流站安装施工技术差异的内容。

第 6 章：电气装置验收。描述海上换流站电气装置与陆上换流站验收差异的内容。

（三）标准主要内容确定依据

本标准参照技术类标准，主要内容按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。核心内容确定主要依据以下几方面：

法律法规：《建设工程质量管理条例》等。

国家标准：GB 50147、GB 50148、GB 50149、GB 50150、GB 50168、GB 50169、GB 50171、GB 50172、GB 50254、GB 50255、GB 50774、GB/T 50775、GB 50776 等电气装置安装与换流站施工验收标准等。

行业标准：DL/T 5232《直流换流站电气装置安装工程施工及验收规范》、DL 5190.3《电力建设施工技术规范 第 3 部分：汽轮发电机组》等。

参考文件：海上换流站工程电气装置安装工程实际做法与经验，以及参编单位的施工与验收管理制度。

行业专家与企业反馈意见：结合实际需求，优化内容，确保标准的科学性与可操作性。

三、与现行法律法规和标准的协调性

本标准严格遵循《建设工程质量管理条例》等上位法精神，与 DL/T 5232《直流换流站电气装置安装工程施工及验收规范》等直流换流站及相关电气装置安装施工及验收标准保持协调一致，是其原则要求在海上换流站这一具体应用场景的细化和补充。同时，与本标准与现行法律法规和相关标准在技术要求上相互衔接，不存在冲突。

四、标准的先进性或特色性

1.研究编制完成的国内首个针对海上换流站电气装置安装及验收标准，填补了海上换流站电气装置安装工程施工及验收的空白。

2.在与现有标准协调一致的基础上，结合海上换流站建设的自身特点，明确了海上换流站电气装置特有的安装及验收要求，为海上换流站电气装置施工及验收工作提供标准化依据与实践指导。

3.本标准的实施有助于统一和规范海上换流站电气装置安装工程施工及验收要求，提升海上换流站工程建设质量管控水平，为海上换流站工程的安全可靠运行提供支撑。

五、标准调研、研讨及征求意见情况，重大分歧意见的处理经过和依据

（一）标准调研、研讨情况

标准编写过程中，编写组进行了广泛的收资、调研和探讨。研究的几个主要问题及处理结论如下:

1.本标准的编制目的和适用对象

随着海上风电、海洋油气等清洁能源开发的加速，海上换流站作为海上风电并网的核心枢纽，其建设规模和复杂度显著提升，为适应海上换流站电气装置安装特点，统一设备安装及验收标准，通过标准化施工减少返工率，保证海上换流站柔直换流阀、联接变压器、桥臂电抗器等电气装置安装质量，提高海上换流站运行安全可靠性。

本标准适用于海上换流站电气装置安装工程施工及验收工作。

2.标准的定位与适用范围

本标准定位于在DL/T 5232等现行标准基础上补充海上换流站电气装置安装工程施工及验收的要求，适用于海上换流站电气装置安装工程的施工及验收，与陆上换流站电气装置安装及验收要求一致的按现行标准执行，本标准不重复规定。

（二）标准征求意见情况

本标准于2026年10月完成征求意见稿定稿。下一步，将由中电建协对本标准公开征求意见，编制组将对征集到的意见逐条研究处理并形成意见汇总处理表，在送审稿阶段予以落实。

（三）重大分歧意见的处理经过和依据

在本标准编制过程中，未出现重大分歧意见。

六、技术指标设置的科学性和可行性，量化指标的确定依

据

本标准未涉及该项内容。

七、与国际、国家、行业、其他团体同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况。采标情况，以及是否合规引用或采用国际国外标准。

1.与国际、国家、行业、其他团体同类标准技术内容的对比情况

目前国内缺少专门应用于海上换流站电气装置安装工程施工及验收的相关标准规范，导致在海上换流站电气装置安装工程实施过程中，建设、监理、总承包单位、施工单位所依据的规范标准文件零散,现行的电气装置安装及验收标准主要基于陆上电气装置安装进行制定，并不全部适用于海上换流站电气装置安装及验收，缺少海上换流站电气装置安装专项技术标准及指导文件。

本标准充分结合海上换流站电气装置安装及验收的特点和实际做法，具有较强的针对性和适用性。

2.是否合规引用或采用国际国外标准

本标准未引用或采用国际、国外标准，无采标情况。

八、涉及专利的有关说明

本标准编制过程中，未识别出涉及专利的内容。

九、专家审查会情况

本标准送审稿审查会计划由中国电力建设企业协会在送审

稿形成后组织，届时将邀请相关领域专家对标准送审稿、编制说明及征求意见处理情况进行审查，审查情况将在报批阶段补充完善。

十、标准名称变更理由及报批情况

本标准立项名称为《海上换流站电气装置安装工程施工及验收规范》（计划编号 T/CEPCA 2025051），标准封面、正文名称与立项名称保持一致，编制过程中未发生名称变更，无需履行名称变更报批程序。

十一、其他应当说明的事项

无。

十二、贯彻中电建协标准要求以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期等建议

《海上换流站电气装置安装工程施工及验收规范》具有创新性和引领性，为海上换流站电气装置安装工程施工及验收提供了支撑性、基础性标准。建议由中电建协组织进行广泛宣贯，并在海上换流站等成员单位项目中先行应用，及时总结实施过程中的反馈意见，待条件成熟时升级为行业标准或国家标准。

附件 17

团　　体　　标　　准

T/CEPCA XXX—XXXX

海上输电工程建设安全工作规程

Code of safety operation for Offshore Wind Power Transmission Projects

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布　　XXXX-XX-XX 实施

中国电力建设企业协会 发布

目　　次

前　　言 I
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 2
3.1 海上输电工程 offshore wind power transmission project 2
3.2 J 型管 J-tube 2
3.3 导管架 jacket 2
3.4 浮托安装 Float-over installation 2
4 基本要求 2
4.1 作业人员 3
4.2 施工现场 3
4.3 安全防护设施和个体防护装备 4
5 作业管理 4
5.1 高处作业 4
5.2 焊接作业 5
5.3 潜水作业 5
5.4 船舶施工作业 6
5.5 海上运输 8
5.6 季节及特殊环境施工 10
6 施工辅助设施 11
6.1 一般规定 11
6.2 临时用电 12
6.3 脚手架 12
7 换流站（升压站）上部组块及其下部基础安装 12
7.1 一般规定 12
7.2 下部基础安装 13
7.3 升压站上部组块安装 15
7.4 换流站上部组块海上浮托安装 15
8 海底电缆敷设 17
9 调试与试运行 18
10 隐患排查与风险管控 19
10.1 一般规定 19
10.2 作业前风险确认 19
10.3 重点对象隐患排查 20
10.4 作业过程动态管控 21
10.5 重大风险作业管控 22
11 应急管理 23
11.1 一般规定 23
11.2 应急物资与装备 23
11.3 突发事件报告与处置 24
11.4 恶劣天气应急 24
11.5 应急救援互助 24

11.6 拓展外部应急救援 24

前　　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件规定了海上输电工程施工安全的基本要求、作业管理、辅助设施、换流站（升压站）安装、海底电缆敷设、调试与试运行、隐患排查与风险管控、应急管理等管理内容。目的是保证海上输电工程规范管理和规范作业。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电力建设企业协会提出。

本文件由××××归口。

本文件起草单位：广东电网有限责任公司、广东电网能源发展有限公司、中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司、广东电网有限责任公司电力科学研究院、广东天广能源科技发展有限公司、山东送变电工程有限公司、上海振华重工（集团）股份有限公司、广东电网公司江门供电局、广东电网公司阳江供电局、海南电网能源发展有限公司、上海源威建设工程有限公司、宁波海缆研究院工程有限公司、山东电力工程咨询院有限公司、中国电建集团河北省电力勘测设计研究院有限公司、广州打捞局、深圳中广核工程设计有限公司、福建省亿力建设工程有限公司、河北建投海上风电有限公司、三峡新能源阳江发电有限公司。

本文件主要起草人：

本文件首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力建设企业协会（地址：北京市丰台区西四环南路35号中都科技大厦3层，100071）。

海上输电工程建设安全工作规程

1 范围

本文件规定了海上输电工程施工安全的基本要求、作业管理、辅助设施、换流站（升压站）安装、海底电缆敷设、调试与试运行、隐患排查与风险管控、应急管理等管理内容。

本文件适用于海上输电工程的新建、改建、扩建施工安全管理。其他海上风电工程可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

中华人民共和国安全生产法

中华人民共和国海上交通安全法

中华人民共和国水上水下作业和活动通航安全管理规定（交通运输部令 2021 年第 24 号）

电力重大事故隐患判定标准及治理监督管理规定（国家发展改革委令第 41 号）

GB 2811-2019 头部防护 安全帽

GB 6095-2021 坠落防护 安全带

GB 26859-2011 电力安全工作规程 电力线路部分

GB 26860-2011 电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分

GB 50016-2014（2018 年版） 建筑设计防火规范

GB 55037—2022 建筑防火通用规范

GB 50140-2005 建筑灭火器配置设计规范

GB 50168-2018 电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准

GB 39800.1—2020 个体防护装备配备规范 第 1 部分：总则

GB/T 13869—2026 用电安全导则

NB/T 10208—2019 陆上风电场工程施工安全技术规范

NB/T 10393—2020 海上风电场工程施工安全技术规范

DL 5009.2-2013 电力建设安全工作规程 第2部分：电力线路

DL 5009.3—2013 电力建设安全工作规程 第3部分：变电站

JT/T 955—2014 潜水人员从业资格条件

NB/T 31117—2017 海上风电场交流海底电缆选型敷设技术导则

NB/T 11603—2024 海上风电场直流海底电缆选型敷设技术导则

GB 46768—2025 有限空间作业安全技术规范

GB 26123—2010 空气潜水安全要求

GB/T 6067.1—2010 起重机械安全规程 第1部分：总则

NB/T 11768—2025 海上风电场工程水域安全管理技术导则

NB/T 10910—2021 海上风电场工程安全标识设置设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 海上输电工程 offshore wind power transmission project

将海上风电场发出的电能从风电场并网点输送至陆上电网并网点的工程,包括海上升压站/换流站、海底电缆、陆上登陆及并网设施等。

3.2 J型管 J-tube

固定在换流站（升压站）基础上、外形为 J 形的电缆保护管，用于引导海底电缆由水平路由转为向上敷设，接入海上升压站。

3.3 导管架 jacket

由腿柱及连接杆件组成、用于支承上部组块并与桩基础连接的空间框架结构。

3.4 浮托安装 Float-over installation

利用驳船或其他浮体将上部组块运至基础位置，通过压载、潮位变化或顶升等配合，将组块荷载转移至基础的安装方法。

4 基本要求

4.1 作业人员

4.1.1 海上作业人员应身体健康，经过专业培训，取得相应资格证书。

4.1.2 海上作业人员应接受安全技术交底，了解海上施工作业存在的危险有害因素、事故防范措施及应急处置措施。

4.1.3 海上作业期间，作业人员应正确佩戴个人防护用品和使用劳动防护用品、用具。非作业时间，不应进入危险区域。

4.1.4 海上作业人员出海前及在船期间不应饮酒，不应在无监护的情况下单独作业，不应在出海期间下海游泳、捞物。

4.1.5 进入下列场所的人员，应正确穿戴好救生衣：

a）在无护栏或 1m 以下低舷墙的船甲板上；

b）在各类施工船舶的舷外或临水高架上；

c）在乘坐交通工作船和上下船时；

d）在未成型的码头、栈桥、墩台、平台或构筑物上；

e）在已成型的码头、栈桥、墩台、平台或构筑物边缘 2m 范围内；

f）在其他水上构筑物或临水区作业的危险区域。

4.2 施工现场

4.2.1 施工现场供水水质应符合要求，寒冷及严寒地区供水管线应有保温防冻措施。

4.2.2 施工现场危险区域和部位应采取防护措施并设置明显的安全警示标志。

4.2.3 施工船舶、海上作业平台及陆上基地应配备无线电和卫星电话等通信设备，通信设备配备应满足无线电通信设备标准和《国际海上人命安全公约》的要求。

4.2.4 应设置消防、防雷设施，配备足够的灭火器材，重点防火区域应设立明显的消防标志。施工现场的疏散通道、安全出口、消防通道应保持畅通。

4.2.5 消防水带、灭火器、沙袋等消防器材应放置在明显、易取处，不应任意移动或遮盖，不应挪作他用。

4.2.6 氧气、乙炔、汽油、柴油、防腐涂料等危险品应存放在阴凉、干燥、通风良好的仓库内，并应远离火种、热源。防腐涂料容器应密封，并与氧化剂、碱类化学品分开存放。

4.2.7 动火作业前，应履行审批手续，清除动火现场、周围及上下方易燃易爆物品。高处动火作业应采取防止火花溅落措施。

4.3 安全防护设施和个体防护装备

4.3.1 施工现场安全防护设施的配置应与工程建设进度同步进行。施工现场安全防护设施应在验收合格后方可使用。

4.3.2 个体防护装备配备应符合《个体防护装备配备规范 第1部分：总则》GB 39800.1—2020的有关规定。

4.3.3 个体防护装备的采购、检验、发放、使用、监督、保管等应有专人负责，并建立台账。个体防护装备应正确使用，并经常检查和定期试验，其检查试验的要求和周期应符合有关规定。

4.3.4 施工现场应配置安全网、救生衣、救生筏、救生圈、医疗箱等安全用具，配置的安全用具应符合国家规定的有关质量标准。

5 作业管理

5.1 高处作业

5.1.1 高处作业人员应接受培训，患有高血压、心脏病、贫血、癫痫及其他禁忌高处作业疾病的人员不应从事高处作业。

5.1.2 高处作业前，应评估工作场所和作业过程的坠落风险，并正确安装使用防坠落保护设备，气候不良时不宜进行高处作业，船舶在航行中不应进行高处作业。

5.1.3 高处作业人员应系好全身式安全带，戴好安全帽，衣着灵便，不应穿带钉易滑的鞋。安全带应系在作业处上方的牢固构件上，不应系挂在有尖锐棱角的部位，优先高挂低用。

5.1.4 高处作业时应使用符合标准的吊架、吊篮、梯子、脚手架、防护围栏和挡脚板等设施。作业前，作业人员应仔细检查设置牢固、可靠。

5.1.5 高处作业时不应投掷工具、材料和杂物等，工具应有防掉绳，并放入工具袋。所用材料应堆放平稳，作业点下方应划定安全警戒区，设置明显的警戒标志，并设专人监护。

5.1.6 不应上下垂直进行高处作业，如需分层进行作业，中间应有隔离措施。30m以上的高处作业人员应有能与地面联系的通信装置。

5.1.7 登梯作业时应设监护，同一架梯子只允许1人在上面工作，不应带人移动梯子。电梯、吊笼应有可靠的安全装置。

5.1.8 高处作业场所的临边应设置安全防护围栏和昼夜显示的警示标志。

5.1.9 遇有6级及以上大风或暴雨、雷电、冰雹、大雪、大雾等恶劣天气时，应停止露天高处作业。雨雪天气应采取防滑措施，夜间或光线不足的地方应设足够的照明。

5.2 焊接作业

5.2.1 焊接作业时应根据不同作业环境采取防止触电、高处坠落、一氧化碳中毒和火灾的安全措施。

5.2.2 在规定的禁火区内或在已储油的油区内进行焊接时，应遵守该区域有关安全管理规定。

5.2.3 焊接作业区域应保持干燥，当风力大于五级时，应采取防风措施；雨雪天气或风速大于 10.8m/s（六级风）时，应停止露天高处焊接作业。

5.2.4 焊接作业场所应保持通风良好，密闭空间应设置强制通风设施；有限空间作业按《有限空间作业安全技术规范》GB 46768-2025 执行，作业前应进行有害气体检测，氧气浓度不低于 19.5%。

5.2.5 焊接作业应符合下列规定：

a）水上焊接时，必须穿救生衣，必要时在下面铺设安全网；

b）水上焊接时，波浪高度超过限定时应停止浮吊平台和移动平台上的焊接作业，船舶横摇和纵摇角度超出设备制造商规定限值时应停止作业；

c）水下焊接时，应整理好供气管、电缆和信号绳等，并将供气泵置于上风处，供气管与电缆应捆扎牢固，避免相互绞缠。供气管应用 1.5 倍工作压力的蒸汽或热水清洗，胶管内外不应黏附油脂。

5.3 潜水作业

5.3.1 潜水人员的从业资格应符合现行行业标准《潜水人员从业资格条件》JT/T 955-2014 的有关规定。

5.3.2 潜水作业现场应配备急救箱及相应的急救器具，作业水深超过 30m 的应配置减压舱等设备。

5.3.3 在下列施工水域进行潜水作业时，应采取相应的安全防护措施，并采取动态监测：（能见度）

a）水温低于 5℃；

b）流速大于 1m/s；

c）存在噬人海生物、妨碍潜水作业安全的漂浮物或污染物。

5.3.4 潜水作业应设专人控制信号绳、潜水电话和供气管线。潜水员下水应使用专用潜水爬梯或潜水吊笼，爬梯应与潜水船连接牢固。

5.3.5 潜水作业区域应有相应的隔离标识，无关人员不能进入潜水区域。

5.3.6 自携式潜水，深度不应大于 40m，水面供气式潜水装具潜水，深度不应大于 60m。

5.3.7 采用自携式潜水时，水流速度不应大于 0.5m/s，蒲福风力等级不应大于 4 级。

5.3.8 采用水面供气式潜水，通过潜水梯入水时，水流速度不应大于 0.5m/s，蒲福风力等级不应大于 4 级；通过潜水吊笼或开始潜水钟入水时，水流速度不应大于 0.5m/s，蒲福风力等级不应大于 5 级。

5.3.9 除满足 GB 26123—2010《空气潜水安全要求》的潜水作业环境条件外，水下能见度不宜小于 1m；

若能见度差，应在充分评估水下环境风险，并确保潜水员安全后，提供足够的水面和水下照明，方可作业。

5.3.10 打桩作业前，潜水员应撤离至打桩作业点 200m 半径以外。

5.3.11 为潜水员递送工具、材料和物品应使用绳索，不应直接向水下抛掷。

5.3.12 潜水员水下安装构件应符合下列要求：

a）构件就位稳定后，潜水员方可靠近待安装构件；

b）构件安装应使用专用工具调整构件的安装位置。不应将供气管置于构件夹缝处；

c）潜水员不应将身体的任何部位置于两构件之间。流速较大时，潜水员应在逆水流方向操作。

5.3.13 潜水员在大直径护筒内作业前，应清除护筒内障碍物和内壁外露的尖锐物，筒内侧水位应高于外侧水位。

5.4 船舶施工作业

5.4.1 施工船舶水上作业应遵守水上水下活动通航安全管理相关规定，按要求办理海事许可。

5.4.2 施工船舶应具备有效法定证书，配备足额持证船员；船舶导航、船舶自动识别系统（AIS）、甚高频通信（VHF）、锚泊、消防救生等设备应保持完好有效;船舶性能应满足作业海域海况、水文条件及海上风电施工工况要求。

5.4.3 施工船舶作业期间应避开水下管线、海缆、水下构筑物及禁止抛锚区域，严禁超出核定作业区域开展作业。

5.4.4 施工船舶作业期间应严格遵守国际海上避碰规则，加强瞭望、谨慎驾驶、使用安全航速；作业现场及周边水域应设置警戒区域与警示标识，严禁无关人员及船舶进入；夜间作业应配置充足照明，按照海事规定设置警示灯光与信号标志。

5.4.5 施工船舶作业期间应持续监测气象、海况及潮流变化，风速、浪高、流速超出允许限值时，应立即停止作业；遇大风、大雾、雷雨、风暴、强对流等恶劣天气时，应及时将作业人员转移至船舶安全区域，并按照应急预案落实避风避险措施。

5.4.6 船舶靠离泊时靠泊角度不宜过大，应控制航速，落实缓冲防护措施。

5.4.7 船舶定位、抛锚作业应符合下列要求：

a）施工船舶应按审定的专项作业方案定位抛锚，锚泊布置应满足与导管架、海底管线、水下构筑物的安全间距要求；严格遵守海底电缆保护相关规定，严禁在海缆路由区内抛锚、拖锚；

b）抛锚作业应设专人统一指挥，根据风向、潮流、水底底质确定锚位及锚缆长度；锚缆布设区域

应设置明显警示标识；

c）锚机操作人员应结合船舶移动状态、锚缆松紧程度控制松缆速度，不应突然刹车；

d）船舶锚泊作业应保证足够的回转水域和富余水深；抛锚避风时，各作业船舶之间应保持足够安全距离；

e）锚泊期间应安排专人值守，定期核查锚位状态，监测船舶姿态，防范走锚风险；发生走锚险情时，应立即启动应急处置，并及时向周边船舶通报险情。

5.4.8 起重船吊装作业应符合下列要求：

a）吊装作业前，应对吊钩升降、吊臂仰俯、制动系统、安全限位装置进行检查，确认性能完好；起重司机、起重指挥人员应持证上岗，作业信号应统一、清晰；

b）吊装作业前，应明确吊点数量、位置及吊索具要求，检查钢丝绳、吊钩、绳扣及防滑措施，确认完好；

c）应结合船舶摇摆、位移特性确定驳船锚位及系缆布置方案；吊装作业全过程锚泊系统应保持可靠；

d）物件装船堆放应匹配船舶甲板结构承载强度；物件应固定牢靠，采取防止滑移、倾倒的防护措施；

e）吊装作业完成后，起重船应撤离安装危险区域，起重吊钩应实施封钩固定。

5.4.9 拖轮拖航作业应符合下列要求：

a）拖航前应编制拖带方案，船舶稳性及拖带强度等应满足海事相关规定；

b）启拖时，拖轮应待拖缆受力后方可逐渐加速；拖航过程中，拖缆附近不应站人或跨缆行走；调整拖缆时，应控制航行速度；

c）拖轮傍靠被拖船时，靠泊角度不宜过大，并应控制船速；傍拖作业时，各系缆受力应均衡有效；

d）拖轮与被拖船间放置缓冲垫时，船员不应骑跨或站在舷墙上操作。

5.4.10 船舶解系缆作业应符合下列要求：

a）解系缆作业人员应服从现场统一指挥，不应擅自操作，抛投缆绳前应观察周边环境，并对现场作业人员进行安全提示；

b）作业人员严禁骑跨缆绳、站立于缆绳圈内，向缆桩盘绕还缆时，手部不应握持缆绳圈端部；

c）严禁在未成型码头、墩台及未验收构筑物上系挂缆绳；

d）绞缆作业应根据缆绳受力状态调节绞缆机转速，严禁强行收绞缆绳，危险作业部位尚有人员滞留时，应立即停机；

e）船舶靠泊期间，系缆长度应根据水位、潮汐变化及时调整。

5.4.11 恶劣环境条件下船舶航行应符合下列要求：

a）大雾中航行时，应减速慢行、测定船位，按规定鸣放雾号，持续监视雷达信息，并安排专人瞭望；

b）大风浪中航行时，应对船上物品和设备设施采取加固措施，甲板应设置专人监护，船舶甲板、通道和作业场所宜增设临时安全护绳；

c）强风来袭时，应选择合规避风锚地抛锚避风。

5.4.12 施工船舶开展动火、有限空间作业，应执行作业审批制度，船舶蓄电池舱、油舱等危险区域严禁违规动火作业。

5.4.13 施工船舶不应超载、超负荷作业，不应开展超出船舶核定作业范围的作业，作业期间船舶通信、导航设备应保持开启且工作有效。

5.5 海上运输

5.5.1 通用要求

海上运输作业除应符合本文件第 5.4 节船舶施工作业相关规定外，还应符合下列规定：

a）海上运输作业应编制专项运输方案及应急预案，明确运输组织、航行路线、作业海况限值、避风锚地、系固要求、通航警戒措施及应急处置流程，专项方案应经评审通过，并按规定完成海事相关报批手续后方可实施；

b）运输船队应根据运输对象特性及作业海域条件配置对应作业船舶、拖轮及监护船舶，航行期间应保持通信手段持续值守；

c）启航前应研判气象、海况信息，风速、浪高、流速、能见度等超出方案限定值时，不应启航，运输途中遇恶劣天气海况，应及时驶向预定避风锚地避险；

d）航行期间船队应按海上避碰规则显示号灯、号型，作业水域应设置通航警戒，提醒过往船舶避让；

e）运输过程中发生突发事件时，应立即启动应急预案，及时上报项目管理部门及海事主管机关，组织抢险避险，并做好现场警戒与信息通报；

5.5.2 换流站（升压站）上部组块及下部基础海上运输

换流站（升压站）上部组块及下部基础海上运输除应符合 5.5.1 的规定外，还应符合下列要求：

a）换流站上部组块宜采用滑移装船工艺。滑移装船前，应对运输驳船甲板结构强度、滑道、止挡、

海绑加固系统、甲板支撑框架（DSF）结构及全部连接节点进行校核检查，DSF 与上部组块、DSF 与驳船甲板之间连接固定应严格执行设计文件，保证载荷传递路径完整可靠，装船全过程实施驳船动态调载，控制驳船浮态，避免驳船倾斜与局部结构过载，装船属于气象限制性作业，应控制作业时间窗口，船底泥面间隙不应小于 1.0m；

b）滑移装船作业期间，对于需增加稳性的运输驳船，应在驳船两侧安装浮箱，浮箱规格、数量、安装位置应经稳性计算确定，浮箱与驳船连接应牢固可靠，浮箱安装完成后应进行检查验收，确认浮箱密封性、连接强度满足要求，海上运输前应将浮箱切割拆除并固定于驳船甲板指定位置，浮箱切割作业应执行动火作业审批，落实防火措施，浮箱运输固定应满足航行安全要求，采取防滑移、防碰撞措施；

c）运输前应完成船舶甲板结构强度、船舶完整稳性校核，结合结构物外形、重量、重心参数优化装载位置与系固方案，校核结论应纳入专项运输方案；

d）结构物装船放置位置应满足运输驳船甲板结构承载强度要求，应采用专用支撑、限位及系固装置与船舶可靠固定，采取防滑移、防倾倒、防扭转措施，系固构件应经强度验算合格，结构物附属构件、爬梯、操作平台等应全部加固牢靠，导管架运输还应对防腐涂层等易磕碰部位采取防护措施，避免运输途中发生撞击、磨损损伤，换流站（升压站）组块运输还应对电气柜、精密仪器采取防震防护措施，满足设备厂家运输限值要求，组块上零散工器具应全部固定牢靠，防止航行过程中发生坠物；

e）装船作业完成后，应对支撑结构及全部系固点实施海绑固定，上部组块、组块支撑框架（DSF）的海绑固定应按专项方案执行，海绑构件的选型与布置应便于海上解除作业，海绑完成后应对固定质量进行全面检查验收，验收合格后方可启航；

f）拖航应配置满足工况要求的主拖轮及应急监护拖轮，拖缆作业区域严禁站人，严禁跨缆行走。拖航过程中应定时监测结构物姿态、系固系统、船舶吃水、气象海况并做好记录；

g）船队抵达施工海域附近应提前减速，完成锚位、系缆布置，结构物就位前的解拖、抛锚作业，应在满足海况条件下由专人统一指挥实施；

h）运输过程中，结构物上临时搭设的作业平台、临边防护设施不应随意拆除，确需局部拆除的，应履行审批手续，作业结束后应及时恢复，非作业人员不应进入结构物危险区域；

5.5.3 海底电缆运输

海底电缆装载、运输及装卸作业除应符合 5.5.1 的规定外，还应符合下列规定：

a）海底电缆应采用专用电缆盘装载，电缆盘应牢固固定于船舶甲板或船舱专用托架上，确保运输途中不发生滚动、移位、倾覆，长距离海运时，电缆盘两端应加装封板，增强结构稳定性；

b）电缆储存运输环境应符合下列要求：

1）电缆不应与酸、碱、矿物油类等腐蚀性物质接触，应与腐蚀性物质隔离存放；

2）储存电缆的船舱内不应存在破坏绝缘及腐蚀金属的有害气体，应保持干燥通风，避免电缆受潮、腐蚀；

3）电缆弯曲半径不应小于产品标准规定的最小允许弯曲半径，严禁过度弯折损伤电缆绝缘层及铠装层；

c）电缆装卸船作业应符合下列要求：

1）施工船靠泊装缆码头时，应调整船位使船上缆盘中心与退扭架中心对齐，带缆固定船位；

2）过缆作业应控制缆速，保持电缆张力均匀，避免打扭、弯折；

3）作业区域应设置警戒，非作业人员不应进入；作业人员应佩戴相应防护用品，严禁站立、行走于电缆盘上。

5.5.4 交通船舶航行与人员运送

a）船舶应按核定航线航行，不得擅自改变航行路线及停靠地点；

b）应按船舶核定载客定额运送人员，严禁超载，严禁装运和携带易燃易爆、有毒有害等危险物品，严禁人货混装，船舶航行期间，人员应在舱内就坐，不应在甲板随意走动；

c）船舶靠离泊时，应停稳靠牢、系牢缆绳后方可组织人员上下船，人员上下船应按顺序通行，不得拥挤、争抢，跳板、舷梯、软梯应搭设牢固可靠，使用软梯作业时，应设置现场监护人员，并配备带安全绳的救生圈；

d）船舶间人员过驳应选择海况平稳时段开展，严禁在船舶剧烈摇摆状态下进行人员转运；

e）应对登离船人员信息进行完整登记。

5.6 季节及特殊环境施工

5.6.1 海上施工过程中，应根据季风的不同风向安排施工船舶的锚位。

5.6.2 雷雨季节到来前，应对施工现场起重、打桩等设备的避雷装置进行检查。

5.6.3 高温季节施工，应按时发放防暑降温物品，合理调整作业时间，采取通风和降温措施。日最高气温达到 40℃以上时，应停止当日室外露天作业。

5.6.4 冬季施工，现场的通道、海上作业平台、上下楼梯、脚手板及船舶甲板等应采取防滑措施，作业前应将冰雪清除干净。船舶甲板上的泡沫灭火器、油水管路和救生艇的升降装置等应采取防冻措施。

5.6.5 季风期间，施工船舶应适度加长锚缆；风浪、流压较大时应及时调整船位；船舶的门窗、舱口、孔洞的水密设施应完好，排水系统应畅通；船舶上的桩架、起重臂、桥架、吊钩、桩锤、起重机等设备

应配备封固装置。

5.6.6 应制定防台风应急预案。台风来临前，船舶应提前进入避风锚地；甲板两舷及人行通道应设置临时护绳和护栏。

5.6.7 施工水域能见度小于 1000m 时，施工船舶应停止航行和移泊作业；起重、吊装及人员转移作业应停止。能见度小于 500m 时，除应急值守外，应停止一切水上施工作业，作业人员应撤回安全区域。

5.6.8 寒潮、大风预警发布后，施工船舶应提前进入避风锚地，人员按预案撤离；有冰情海域，应掌握作业区域冰厚、冰速及流冰方向，冰厚超过船舶或平台设计允许值时，应停止作业并将船舶撤离冰区。船舶甲板、桩腿及暴露管系应采取防冰、防冻堵措施。

5.6.9 夜间不宜进行起重吊装、大型构件安装及人员转移作业；确需夜间作业的，作业面照度不应低于 50lx，关键操作位置不应低于 100lx，并应设置独立应急照明。海上作业平台、船舶甲板通道及登乘点的照明应保持连续有效。

5.6.10 在潮位控制区或浅水区施工时，应依据当日潮汐表及实测水深确定作业窗口，留足船舶富余水深；坐底作业的船舶应在高潮位前完成坐底，低潮位来临前应评估船底支撑稳定性。作业窗口结束前应预留足够的撤离时间。

6 施工辅助设施

6.1 一般规定

6.1.1 海上输电工程陆上建造、转运基地宜靠近海上换流站平台场址，其场地应满足防洪、防潮、防台风等要求。

6.1.2 临时码头宜选择在水域开阔、岸坡稳定、波浪和流速较小、水深适宜、地质条件较好、陆路交通便利的岸段，并设置安全警示标志。

6.1.3 大型施工船舶的施工作业区应划分安全通道，不应在安全通道上设置任何障碍物。

6.1.4 海上作业平台的施工场地应充分考虑施工人员的作业安全，并应设置安全警示标志、防护设施和救生器材。

6.1.5 临时助航标志应按设计要求设置，在永久航标建成并经验收合格后方可拆除。

6.1.6 海上临时人行跳板的宽度不宜小于 0.6m,强度和刚度应满足使用要求。跳板应设置安全护栏或张挂安全网，跳板端部应固定或系挂，板面应设置防滑设施。

6.1.7 施工现场供水水质应符合要求。寒冷及严寒地区供水管线应有保温防冻措施。

6.1.8 施工现场危险区域和部位应采取防护措施并设置明显的安全警示标志。

6.1.9 施工船舶、海上作业平台及陆上基地应配备无线电和卫星电话等通信设备，通信设备配备应满足无线电通信设备标准和《国际海上人命安全公约》的要求。

6.2 临时用电

6.2.1 施工用电应按工程规模、场地特点、负荷性质、用电容量、供用电条件合理设置。

6.2.2 水上和潮湿地带的电缆线应绝缘良好并具有防水功能。电缆线的接头应进行防水处理。

6.2.3 用于潮湿或腐蚀介质场所的漏电保护器应采用防溅型产品。

6.2.4 船舶进出的航行通道、抛锚区和锚缆摆区不应架设或布设临时电缆线。

6.2.5 临时安放在施工船舶、海上作业平台上的发电机组应单独设置电路系统，不应与施工船舶的供电系统并网联接。

6.2.6 使用船电作业应符合下列规定：

a）船舶电气检修应切断电源，并在电源开关处悬挂“禁止合闸”警示牌；

b）配电箱附近应配备扑救电气火灾的灭火器材；

c）带电作业应有专人监护，并采取可靠的防护、应急措施；

d）船上人员不应随意改动线路或增设电器，不应使用超过设计容量的电器；

e）船舶上使用的移动灯具的电压不应大于 36V,电路应设过载和短路保护；

f）蓄电池间应通风良好，不应存放杂物，并应设置安全警示标志。

6.3 脚手架

6.3.1 脚手架应符合以下要求：现场脚手架搭设安装及拆除应符合《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》及《建筑施工门式式钢管脚手架安全技术规范》相关要求；

6.3.2 脚手架使用的钢管应采用相同规格的镀锌钢管。

7 换流站（升压站）上部组块及其下部基础安装

换流站（升压站）上部组块、导管架、钢管桩安装施工作业除应符合本文件第 5.4 节船舶施工作业和第 5.5 节海上运输相关规定外，还应符合下列安全规定：

7.1 一般规定

7.1.1 安装施工应编制专项安全施工方案，明确作业工艺、吊装参数、操作流程、船舶定位布置、海况允许限值、协同指挥流程及应急处置措施；超过一定规模的危险性较大的分部分项工程，专项方案应按规定组织评审通过后方可实施；作业前应对全体作业人员进行安全技术交底。

7.1.2 安装施工作业前，应落实作业条件核查与安全准备工作，符合下列要求：

a）收集施工海域地形地貌、水文气象、工程地质等环境资料，完成作业区域水深测量，核查水下管线、海缆、水下构筑物分布情况，探查作业范围内水下障碍物；对影响作业安全的障碍物，应予以清除或采取避让措施；

b）明确现场总指挥及驳船、起重船、拖轮、警戒船、带缆艇等各参与方岗位职责；确认作业海域气象、水文、海床条件满足作业要求；

c）开展作业安全风险分析，辨识风险点并制定对应管控措施，按规定办理专项作业许可票。

7.1.3 施工作业需配合水下检测、潜水作业时，水下作业与水上作业应协同联动；潜水作业区域正上方严禁进行施工作业。

7.2 下部基础安装

7.2.1 海床勘探、钻孔及取样作业

a）钻孔设备安装应平稳牢固，钻架应设置斜撑或缆风绳加固；作业前应检查钻具、管路、接头及提升系统完好性，压力表、安全阀等安全防护装置应经校验合格且在有效期内；

b）钻具提升、下放应统一指挥、动作平稳，钻具下方及回转半径范围内严禁站人。遇钻具卡滞、进尺异常时，应立即停机排查，严禁强行加压钻进或强行提拔钻具；

c）取样器使用前应检查本体、连接件及吊点完好，连接牢固；取样起吊过程应控制速度，避免碰撞、脱落。

7.2.2 导管架安装

a）作业前应根据导管架重量、外形尺寸选配起重船舶及吊具索具，吊点位置应按设计文件或专项计算确定，不应随意变更；

b）吊装作业前，应清除导管架表面松散杂物，索具与钢结构棱角接触部位应设置护角、软垫，对构件防腐涂层采取防护措施，防止磕碰、摩擦损伤；

c）导管架起吊应平稳缓慢，起吊过程中严禁斜拉斜吊，起重设备回转、变幅、移船及升降钩操作应平缓，应设置控制绳约束构件摆动，待构件基本稳定后，作业人员方可靠近作业；

d）带浮箱导管架沉放作业应符合下列规定：

1）作业前应完成浮箱密封性检测、压载系统调试，确认浮力、压载调节能力满足作业要求；

2）半潜船下潜作业应按专项方案分级匀速实施，全程监测船舶吃水、纵倾、横倾值及导管架姿态；

3）起重船稳钩作业应保持吊力与导管架浮力动态匹配，稳钩过程中应实时监测吊重变化及构件水平度，防止导管架倾覆、漂移；

4）导管架就位后，应按专项方案分级对称向浮箱压载沉放，同步调整起重船吊力，保持导管架

平稳垂直下沉；

5）沉放过程中应实时监测压载水量、吊重及构件姿态，严禁单侧快速压载。

7.2.3 钢管桩安装

a）打桩船、运桩船应按船舶驻位图抛设锚缆，移船过程中应设专人监视锚缆状态，防止锚缆搅绊导管架桩腿；

b）吊桩时桩锤应置于桩架底部，捆桩绳扣应有防滑措施，不应斜拉或越钩吊桩，钢管桩被起吊离开驳船时，严禁拖桩、碰桩，避免钢丝绳冲击、磨损桩身防腐涂层；

c）立桩作业前应进行水深复核和安全条件确认，落实作业许可，打桩船与驳船应保持安全距离，并设专人监护，不宜在海上现场进行接桩，确需接桩时，应进行专项风险评估，制定并落实安全措施，经审批后方可作业；

d）桩自沉过程中应执行禁止压锤的管理要求，安排专人观测桩位、稳桩状态并做好记录，桩自沉结束后，压锤、沉桩作业前，应在抱桩器及稳桩平台周边设置警戒区域和警示标志，安排专人监护，禁止无关人员进入；

e）沉桩作业应制定锤击安全控制措施和停止作业条件，沉桩锤击能量宜由小到大，待桩入土一定深度、桩身稳定后方可加大锤击能量，应密切监测桩身状态，出现贯入度反常、桩身突沉、过大倾斜、移位等情况，应立即停止锤击并报告、处置。潮流过急、风浪涌浪超出允许限值时，应暂停沉桩，锤击作业期间应设警戒，抱箍通道内严禁站人；

f）沉桩完成后，应及时在桩顶设置高出水面的安全警示标志，并纳入现场安全巡查。群桩沉桩完成后应及时夹桩，保持稳定；桩锤应落地或封固在桩架底部，作业结束后应检查确认并做好交接；

7.2.4 灌浆施工

a）施工作业前应检查确认灌浆泵、管路、接头及阀门完好有效，压力表、安全阀等计量安全装置应经校验合格且在有效期内；

b）作业区域应应设置明显的高压警示标识，采取隔离错，严禁无关人员进入，灌浆作业面应采取防滑措施；

c）高压灌浆应采用专用高压管路及管件，管路应采取限位固定措施，防止作业中晃动、松脱，高压调节阀部位应设置防喷溅防护设施；灌浆系统应配置可靠的超压保护装置，超压整定值应符合专项作业方案要求；

d）灌浆升压应分级有序进行，作业过程中应安排专人连续监测压力值及管路状态，严禁超压作业；

e）高处灌浆作业应搭设稳固作业平台，作业人员应规范系挂安全带；作业人员应站在上风侧操作，

避免水泥粉尘、浆液喷溅造成伤害。

7.2.5 导管架顶余量切割

导管架顶余量切割作业应搭设脚手架，设置防坠物围挡及接渣装置，严禁切割余料、工器具坠落；切割作业前应确认下方作业区域无人员及易燃物品，必要时设置警戒隔离措施。

7.2.6 LMU 安装

LMU 吊装对位应缓慢平稳，作业人员应避开构件对接挤压面，严禁将肢体置于对接间隙内；LMU 就位后应及时采取临时固定措施，确认连接可靠后方可松钩。

7.3 升压站上部组块安装

7.3.1 作业前应开展上部组块吊装专项安全校核，确认多吊点受力分配、组块重心偏差、结构吊装强度满足安全要求；组块上精密电气设备、易损构件应采取加固与防护措施，吊装前应复核组块表面无松散物件，临时设施及附属构件固定牢靠。

7.3.2 吊装作业应采用同步提升系统，保持各吊点升降同步、受力均匀，全程控制组块姿态平稳；起吊、落位及变幅作业应低速平稳，严禁急停急升，控制组块摆动幅度，避免与施工船舶、构筑物发生碰撞。

7.3.3 组块对接就位作业应设专人统一指挥，实时监测组块与下部结构的相对位置及对接间隙；落位前应确认对接导向装置完好，落位过程应缓慢对位，严禁冲击对接面；组块临时固定牢靠前，严禁松钩，严禁人员进入对接作业区域。

7.3.4 组块就位并确认临时固定可靠后，应及时恢复组块平台临边、孔洞防护设施，清理作业面工器具及临时构件，消除高处坠物风险。

7.4 换流站上部组块海上浮托安装

7.4.1 作业前应落实以下准备工作：

a）开展气象窗口分析及稳性、总纵强度、系泊、进船-对接-退船仿真计算，编制专项作业方案并按规定审批；压载调载、系固解除、进船就位、载荷转移等关键作业环节实行双人复核确认制度；

b）驳船压载调载系统（含应急压/排载冗余能力）、锚泊系统或动力定位（DP）系统、姿态监测系统应完成试验验收；甲板支撑框架（DSF）、桩腿对接装置（LMU）、组块分离装置（DSU）、护舷缓冲系统、浮箱、船尾导向装置等工装应逐项检查确认完好，结构强度及安全系数满足设计要求；

c）浮托作业人员应经专项安全培训，考核合格后方可上岗。

7.4.2 作业全过程应建立统一指挥通信体系，配置冗余通信手段，明确标准通信口令，指令执行实行应答确认制；建立驳船姿态、组块姿态、LMU/DSU/DSF 受力、潮位水深实时监测体系，关键数据实时报送现场总指挥。

7.4.3 作业区域安全管理应符合以下要求：

a）非作业人员不应在上部组块甲板、DSF 作业区域、驳船危险作业区停留；

b）DSF 内部、夹层空间作业应执行有限空间作业管理规定，落实通风、气体检测、专人监护措施。

7.4.4 驳船抵达作业海域后，应完成调载系统、定位系统功能复核及模拟调载试验；对 DSF、LMU、DSU、护舷、浮箱、导向装置等工装进行出海后复查，确认无移位、磕碰损伤。

7.4.5 驳船就位等待与进船作业应 符合以下要求：

a）应在导管架附近预定安全位置就位等待，保持系泊或动力定位稳定，完成进船前全部准备工作，

确认各项条件满足要求后方可启动进船；

b）进船作业宜选择平潮时段开展，全程低速平稳行驶，借助船尾导向装置精准对准导管架槽口；护舷缓冲装置应处于有效状态，严禁驳船猛烈撞击导管架及 DSF 结构；

c）进船前应复核潮位、水深、作业间隙及设备状态，确认槽口内部无障碍物；进船过程实时监测驳船位置、姿态、相对间隙及结构受力，参数超出控制阈值时应立即停止作业，必要时驶离槽口；

d）驳船在槽口内就位锁定后，确认系泊/动力定位及护舷接触有效，方可解除全部绑扎件，清理作业区域。

7.4.6 海绑解除作业应符合以下要求：

a）作业区域应设置警戒区及警示标识，严禁人员在海绑件、DSF 正下方停留或通行，防范构件坠落伤人；

b）采用热切割方式解除海绑时，应执行动火作业审批制度，落实防火隔离措施，配备合格消防器材并设专人监护；切割顺序应按专项方案执行，防止受力构件突然释能引发弹射、摆动伤人。

7.4.7 压载调平与载荷转移作业应符合以下要求：

a）压载作业应严格执行经批准的程序，结合潮汐变化控制压载、排载速率，严禁大流量快速压载造成驳船姿态突变；全过程连续监测驳船吃水、姿态、稳性及结构受力；

b）载荷转移应按阶段管控，关注 DSU 缓冲件压缩状态，严防 DSF 出现严重偏载、局部超限变形；组块重量未完全转移至导管架前，严禁人员进入 LMU、DSU 正下方及 DSF 底部等危险区域；

c）出现驳船稳性异常、结构异响、受力超限、海况恶化等情况时，应立即暂停作业，开展风险评估；必要时执行应急回载程序。

7.4.8 分离与退船作业应符合以下要求：

a）确认上部组块全部荷载转移至导管架、就位精度及分离间隙满足设计要求后，方可启动分离退船作业；

b）驳船退离槽口应全程低速平稳，持续监测各部位间隙，防止发生剐蹭、碰撞；

c）驳船完全驶离作业影响范围至安全区域后，方可对称排水恢复正常浮态，严禁快速排水导致驳船姿态突变；恢复正常航行吃水后，方可解除专用定位工况。

7.4.9 完工检查与 DSF 拆除作业应符合以下要求：

a）浮托安装完成后，应对组块就位状态、LMU 接触状态、结构损伤情况开展全面检查，确认无碰撞变形；

b）及时恢复组块平台临边、孔洞防护设施，清理作业遗留工器具及临时构件，消除高空坠物风险；

c）DSF 拆除作业划定警戒区域，严禁交叉作业，同时应落实防坠落、防落水管控措施。

8 海底电缆敷设

8.1 海底电缆敷设施工宜在海上风力不大于 5 级、有效波高不超过 1.5m、表层流速不大于 1.0m/s、能见度不低于 500m 的海洋环境下进行；敷缆设备投放与回收作业宜选择在平流（憩流）时段实施。

8.2 敷缆船舶停靠与锚泊作业安全应符合下列规定：

8.2.1 敷缆船舶与海上构筑物（平台、导管架等）的安全停靠距离不宜小于 30m，停靠距离应根据船舶抛锚待泊时的锚链长度与角度等因素综合确定，并应遵守当地海事管理机构对外海水域船舶临时停泊的规定；

8.2.2 敷缆船作业期间应配备不少于 1 艘锚艇，对锚位实施连续监控，防止船舶发生走锚；

8.2.3 抛锚前应利用定位系统测定锚位坐标，并复核校核；

8.2.4 锚泊位置不得位于海底管线禁锚区域之内，并应与禁锚区边界保持足够的安全距离；

8.2.5 施工中遇强对流等恶劣天气时，应立即抛锚固定船位，锚位应避开水下管线，并设专人监护。

8.3 敷缆船舶上的构件、工器具及可移动设备应采取绑扎、加固等固定措施；储缆设施周边不得堆放易燃、易爆物品，船舶储缆区域及甲板作业区不得进行电焊、气割等明火作业，确需动火时应办理审批手续并设专人监护。

8.4 敷缆设备作业安全应符合下列规定：

8.4.1 埋设犁应缓慢匀速下放入水，防止与船舷发生碰撞，雪橇架（托架）固定牢靠并经确认后，方可摘除吊钩；

8.4.2 敷设过程中布缆机等关键设备发生故障时，应立即停止敷设作业并使船舶原地定位，同时持续监测船位，防止船舶偏移设计航线或发生走锚。

8.5 施工水域通行与人员作业安全应符合下列规定：

8.5.1 辅助船舶不得从敷设中的缆线上方穿越，确需跨越施工区域的应从敷缆船后方绕行，并按警戒要求保持安全距离、慢速通过；

8.5.2 采用机械牵引方式敷设电缆穿越堤岸时，作业人员不得站立于牵引钢丝绳弯折受力方向的内角区域。

8.6 海底电缆敷设路径穿越既有通信光缆、油气管道等海底设施时，应与设施产权（管理）单位及有关各方协调，明确保护要求，采取可靠防护措施，保障既有设施安全运行；交越段应设置交越标记并采取相应保护措施。

8.7 海底电缆敷设作业完成后，应按国家和行业有关规定及时设置警示标志（标牌），包括登陆点禁锚

警示标识及路由警示装置，并应确保其醒目、具备夜间显示功能。

8.8 海底电缆终端、接头、锚固装置、接地箱及接地电缆等附件的制作与安装应符合现行文件 GB 50168《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》的有关规定。

9 调试与试运行

9.1 海上输电工程调试与试运行涉及电气安全作业的，应符合 GB 26860-2011《电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分》、NB/T 10393-2020《海上风电场工程施工安全技术规范》及 DL/T 5009.3-2013《电力建设安全工作规程 第 3 部分：变电站》的规定。

9.2 海底电缆调试与试运行前，应确认海缆敷设、埋深、附件安装及两端终端制作已完成并验收合格，路由及保护区标识已设置；耐压试验前应完成主绝缘电阻、外护套绝缘电阻、护套直流耐压及 TDR 波形采集等前置试验。试验区域应设置围栏、高压警示标识并安排专人监护；海缆两端不在同一地点时，应建立通信联络和作业确认程序；试验结束后应充分放电并接地，确认残余电荷泄放后方可拆除试验接线或变更安全措施。

9.3 海底电缆试运行期间，应监视海缆电流、温度及护套环流等参数，确认海缆监控系统、故障定位系统及助航标志可靠运行；海缆保护区范围内不应进行抛锚、拖锚、张网、挖砂等可能危及海缆安全的活动。发现异常时应及时降功率或停电检查。

9.4 站内调试使用常规电网电源替代海上特种电源时，应完成临时启动回路的安装与调试工作，系统梳理并落实调试所需的电源保障、通讯链路、安全防护等各项前置条件。

9.5 站内调试期间安全管理应符合下列规定：

a）应编制调试方案、调度方案及应急预案，计算下发试验专用的继电保护定值;

b）调试区域应设置安全围栏和警示标识，严格执行停电、验电、接地、挂牌制度，应符合 GB 26860-2011《电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分》关于停电、验电、接地的安全技术措施;

c）试验过程中设专人监护，严禁无关人员进入试验区。试验后应对设备充分放电;

d）高压试验设备和高压引出线周围，应装设遮拦并悬挂警示牌，操作人员与高压回路间应保持足够的安全距离;

9.6 调试期间应建立 24 小时轮班值守制度，保障调试工作的安全、有序、高效推进。

9.7 海上试验期间的安全管理应符合下列规定：

9.7.1 海上作业期间应配备专职安全员，制定事故预案，确保消防与逃生设施齐全。

9.7.2 应关注天气、海况、温湿度等外部条件是否满足试验需求，试验过程中持续监测稳态运行参数。

9.7.3 海上试验作业应满足 NB/T 10393-2020《海上风电场工程施工安全技术规范》中调试与试运行的相关安全技术要求。

9.7.4 海上试验期间应建立与陆上调试指挥中心的可靠通讯联络，确保异常情况下能及时执行安全停机程序。

9.8 试运行期间安全管理应符合下列规定：

9.8.1 试运行前应确认消防系统验收合格并投入使用。消防系统调试应有供货、施工和运行人员参与，调试报告完整、记录清晰。

9.8.2 试运行期间控制保护系统软硬件如需修改，修改后应重新评估对系统安全运行的影响，必要时应重新进行相关试验。

10 隐患排查与风险管控

10.1 一般规定

10.1.1 海上输电工程参建单位应建立安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制，将风险辨识、评估、管控措施的制定与落实，以及隐患的排查、登记、治理、验收与销号，纳入统一的闭环管理流程。

10.1.2 参建单位应结合海上施工特点，建立覆盖以下环节的风险辨识清单：人员、船舶、船机设备、作业环境与气象海况、施工工艺、海底电缆路由及交叉穿越、有限空间、动火与临时用电、起重吊装与浮托安装、调试试验。风险辨识应涵盖常规作业和以下海上特有情形：船舶走锚、溜桩、浮托对接异常、海缆损伤、人员落水、潜水减压病、通信中断、恶劣天气突袭。

10.1.3 风险等级划分宜采用与海上施工风险特征相适应的分级方法，明确重大风险（红）、较大风险（橙）、一般风险（黄）、低风险（蓝）对应的管控层级和责任人。重大风险作业应实行“项目负责人带班、专职安全员旁站、作业许可票控制”的管控要求。

10.1.4 参建单位应建立风险动态台账。台账至少包括：风险点名称、所属施工环节、风险等级、主要致险因素、管控措施、管控责任人、检查频次、当前状态。风险台账应随施工阶段、作业面转移和气象海况变化及时更新，更新周期不应长于每周一次；重大风险作业期间应每日更新。

10.1.5 隐患排查应与风险管控联动。排查出的隐患，应回溯对应的风险辨识条目和管控措施是否缺失、失效或弱化；隐患治理完成后，应同步评估原风险等级是否需要调整。

10.2 作业前风险确认

10.2.1 每项海上作业开始前，应由施工负责人组织作业班组、船舶负责人、安全管理人员进行作业前

风险确认，形成书面记录。确认内容至少包括：

a）作业海域的气象、海况预报及未来作业窗口内的变化趋势；

b）船舶锚泊或动力定位状态，锚位与海底电缆、水下管线、既有构筑物的安全间距；

c）作业许可证、专项施工方案、安全技术交底的完备性与有效性；

d）作业人员适任状态（持证、身体状况、疲劳程度、酒精检测）；

e）船机设备、吊索具、安全限位装置、通信设备的检查结果；

f）应急撤离路线、集合点、救生设备、应急船舶的可达性与可用性。

10.2.2 海上作业应取得水上水下作业或活动许可。船舶进入作业水域、人员出海前，均须完成安全交底，交底内容应与当日作业风险确认结果一致。

10.2.3 气象海况超出作业窗口允许限值时，不应启动作业。作业窗口的允许限值应依据专项施工方案和船舶、设备的作业性能确定，并在作业前确认中逐项核对。风速达到 6 级及以上时，应停止高空作业和吊装作业；台风、雷暴天气应停止所有工序。

10.2.4 海缆敷设、浮托安装、导管架沉放等对潮流窗口敏感的作业，应在作业前确认平潮（憩流）时段，并核实当日潮汐表与实测水深。作业窗口结束前应预留足够的撤离时间；窗口余量不足时，不应开始新的工序。

10.3　重点对象隐患排查

10.3.1 船舶与锚泊系统

a）施工船舶的法定证书、船员配备、AIS 和 VHF 开启状态应逐船核查，证书过期、船员不足或关键通信导航设备失效的，不应投入作业；

b）抛锚前应复核锚位坐标，确认锚位不在海缆路由区、水下管线和禁锚区内，并与禁锚区边界保持方案规定的安全距离；

c）锚泊期间应安排专人值守，核查锚位状态和船舶姿态。发现走锚迹象时，应立即启动应急处置，并通报周边船舶；

d）敷缆船作业期间应配备锚艇，对锚位实施连续监控，防止走锚导致海缆损伤。

10.3.2 起重吊装与浮托安装

a）吊装作业前应核查吊钩升降、吊臂仰俯、制动系统、安全限位装置的检查记录，以及吊索具、卸扣、防滑措施的完好性。吊装系数、吊点数量和位置应与专项方案一致；

b）同步提升系统应核查各吊点升降同步性和受力均匀性。多吊点受力分配、组块重心偏差、结构

吊装强度应经校核确认；

c）浮托安装作业前，驳船压载调载系统（含应急压排载冗余）、锚泊或动力定位系统、姿态监测系统应完成试验验收。DSF、LMU、DSU、护舷、浮箱、导向装置应逐项检查，确认无移位和磕碰损伤；

d）海绑解除采用热切割时，应核查动火审批、防火隔离措施和消防器材配置，并确认切割顺序按专项方案执行，防止受力构件突然释能。

10.3.3 海底电缆敷设与保护

a）敷缆设备投放和回收前，应检查埋设犁、布缆机、退扭架、缆盘固定的完好性。关键设备发生故障时，应立即停止敷设并使船舶原地定位，持续监测船位；

b）海缆路由穿越既有通信光缆、油气管道时，应核查保护措施和交越标记的设置情况，确认与产权单位的协调结果已落实；

c）海缆敷设完成后，应核查登陆点禁锚警示标识、路由警示装置及夜间显示功能的设置情况。警示标识缺失或失效的，应作为隐患登记并限期治理；

d）沉桩作业前应确认防溜桩措施已落实；海缆敷设作业应确认警戒措施和防止走锚措施已到位。

10.3.4 有限空间与动火作业

a）有限空间作业前应核查通风、气体检测（氧气浓度不低于 19.5%）、专人监护和作业审批的落实情况。船舶有限空间（泵舱、锚链舱、蓄电池舱等）还应核查船舶安全管理体系的相关要求是否执行；

b）动火作业前应核查动火审批、可燃物清除、火花溅落防护和消防器材配置。船舶储缆区域、蓄电池舱、油舱等危险区域不应违规动火。

10.3.5 潜水作业

a）潜水作业前应核查潜水人员的从业资格、减压舱配置（水深超过 30m 时）和急救器具的可用性；

b）潜水作业区域应设置隔离标识，确认无关人员不能进入。潜水员下水前应确认信号绳、潜水电话、供气管线的控制专人已到位；

c）打桩作业前应确认潜水员已撤离至打桩作业点 200m 半径以外。

10.4 作业过程动态管控

10.4.1 海上作业期间，应持续监测风速、浪高、流速、能见度、潮位及船舶姿态、锚泊状态、结构物受力等参数。监测数据超出专项方案控制阈值时，现场负责人应立即暂停作业，组织风险评估；经确认不能保证安全时，应停止作业并撤离人员。

10.4.2 作业过程中出现下列情形之一时，应停止相关作业并重新进行风险确认：

a）风速、浪高、流速达到或超过船舶、设备或专项方案规定的作业限值；

b）能见度小于 1000m，影响航行、吊装或人员转移安全；

c）船舶发生走锚、断缆、主机或舵机故障，或动力定位系统异常；

d）吊装、浮托或沉放作业中监测数据超出控制阈值，或结构出现异响、异常变形；

e）有限空间气体检测报警，或通风系统失效；

f）作业人员出现不适、疲劳或酒精检测异常。

10.4.3 重大风险作业应实行全过程旁站。旁站人员应核查作业许可票的执行情况、管控措施的现场一致性，以及停止作业条件的触发情况。旁站记录应纳入风险动态台账。

10.4.4 海上作业的交叉作业应实行空间和时间隔离。潜水作业区域正上方不应进行施工作业；浮托安装的 DSF 内部、LMU/DSU 下方等危险区域，在荷载转移完成前不应有人员进入；海绑解除作业的警戒区内不应有与解除作业无关的人员停留或通行。

10.5 重大风险作业管控

10.5.1 超过一定规模的危险性较大的分部分项工程，其专项施工方案应按规定组织专家论证。方案经论证需修改后通过的，应修改完善并重新履行审批程序；经论证不通过的，修改后应重新组织论证。专项方案实施前，应完成安全技术交底，交底记录应与方案内容一致。

10.5.2 危大工程验收应分为阶段性验收、隐蔽性验收和总体验收。验收应由施工总承包单位对照专项方案和标准规范组织，验收合格并经施工单位技术负责人、总监理工程师签字确认后，方可进入下一道工序。

10.5.3 动火、高处、起重吊装、临时用电、有限空间、临近带电体等危险作业，应履行审批手续并安排专门人员进行现场安全管理。未履行审批或未安排专门人员的，不应作业。

10.5.4 参建单位应依据《电力重大事故隐患判定标准及治理监督管理规定》及电力建设施工安全的相关要求，识别本项目可能构成重大隐患的情形。下列情形应作为重大隐患管理的重点核查事项：

a）未经论证压缩合同约定工期，或论证后应采取的措施未落实；

b）将工程发包给不具备安全生产条件或相应资质的企业或个人；

c）超过一定规模的危大工程专项施工方案未按规定编制、审核、批准、论证、交底，或方案规定的重要安全保障措施未落实；

d）主体工程转包或违法分包；

e）特种作业人员未取得相应资格上岗；

f）危险作业未履行审批手续或未安排专门人员进行现场安全管理；

g）在人员密集或易燃易爆场所违规动火。

10.5.5 重大隐患的登记信息应包括排查对象、时间、人员、隐患具体描述、可能后果和紧急状态下的应急措施。重大隐患应建立管理台账，治理方案应明确治理责任、资金、措施和期限。治理期间应加强监测并落实预防措施；隐患排除前或排除过程中无法保证安全的，应停止相关作业或设备运行，撤离人员，并向有关部门报告。

10.5.6 重大风险作业结束后，应对风险管控措施的有效性进行复盘。复盘结论应反馈至风险辨识清单和动态台账；同类作业再次实施时，应依据复盘结论调整管控措施和检查重点。

11 应急管理

11.1 一般规定

11.1.1 应建立海上输电工程建设应急管理体系，编制综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案，应急预案应结合海上施工特点覆盖人员落水、起重致害事故、船舶险情、火灾爆炸、触电、潜水伤害、台风风暴潮、大雾、寒潮冰冻等突发事件。

11.1.2 应急预案编制完成后应组织评审；应急预案应与海事、海洋、海警、消防救援等外部救援机构预案相衔接，宜与周边参建单位签订应急救援互助协议。

11.1.3 海上作业人员应持有海工证；出海人员应熟悉应急预案、报警方式、逃生路线、救生设备使用方法。

11.1.4 应定期组织应急演练，针对人员落水、船舶险情、火灾、台风避险等场景开展实战化演练；演练结束后应开展评估，根据演练情况修订完善应急预案。

10.1.5 应急预案、应急处置流程图应张贴在换流站（升压站）作业现场、各施工船舶驾驶室等醒目位置。

11.2 应急物资与装备

11.2.1 施工现场、施工船舶、换流站（升压站）作业现场应按预案配置足额有效的应急物资与装备，并建立台账。应急物资装备主要包括救生设备、急救医疗器具、海上船舶应急医疗装备，自动体外除颤仪（AED）、硬质救援担架，通信设备、消防器材、堵漏器材、应急船舶、减压舱（深水潜水作业配置）、应急照明等。

11.2.2 应急物资和装备应定期检查、维护保养，及时更换过期、破损、失效物资，保证随时可用，应

急装备不应挪作他用。

11.2.3 海上作业现场应配置应急船舶，应急船舶应保持待命状态，保障突发事件发生时能够快速响应。

11.2.4 海上各作业点应配备可靠的卫星电话、VHF 甚高频等通信设备，保障极端情况下通信联络畅通。

11.3 突发事件报告与处置

11.3.1 海上作业发生突发事件，现场负责人应第一时间组织现场处置，鸣笛或吹哨报警，同时立即向项目现场负责人报告；事件情况紧急时，应直接向海事、海警及其他相关主管部门报警求助。

11.3.2 发生突发事件应立即启动对应应急预案，优先抢救遇险人员，控制危险源，采取措施防止事故扩大以及次生、衍生灾害发生。

11.3.3 险情处置过程中，应及时通报周边施工船舶及作业点，必要时请求邻近船舶参与救援；应设置现场警戒，保护事故现场，留存相关证据。

10.3.4 当现场存在继续伤害人员的风险时，应优先组织人员撤离至安全区域，不应盲目冒险施救。

10.3.5 突发事件处置结束后，应回顾事件响应处理全过程、分析事故原因，并落实整改防范措施。

11.4 恶劣天气应急

11.4.1 海上输电工程建设应建立气象、海况信息接收预警机制，安排专人跟踪气象、海浪、风暴潮预警信息，及时向换流站（升压站）作业现场、各施工船舶发布预警通知。

11.4.2 收到台风、强对流风暴预警后，应按照防台风应急预案执行；船舶应提前驶往指定避风锚地，设备构件做好封固，非必要人员撤离换流站（升压站）作业现场。

11.4.3 大雾团雾预警发布后，海上船舶应停止航行、吊装、过驳登乘等作业；船舶按规定鸣放雾号，加强瞭望。

11.4.4 寒潮冰冻预警时，应对甲板管路、救生设备、机具落实防冻措施；作业前清除冰雪，落实甲板、通道防滑措施。

11.4.5 恶劣天气警报未解除前，不应擅自出海或恢复海上施工作业。

11.5 应急救援互助

11.5.1 海上输电工程各参建单位之间应建立应急联络机制，明确联络人、联络方式。

11.5.2 接到周边单位险情救援请求，在保障自身安全前提下，应积极提供救援协助。

11.5.3 外部救援力量抵达现场后，现场人员应配合救援队伍开展救援工作，如实提供现场工况、人员、设备等相关信息。

11.6 拓展外部应急救援

11.6.1 在海上施工期间，宜与社会救援机构签订救援协议。

附件 18

中国电力建设企业协会团体标准
《海上输电工程建设安全工作规程》编制说明

目　录

一、工作简况 1
二、标准编制原则、主要内容及确定依据 2
三、与现行法律法规和标准的协调性 7
四、标准的先进性或特色性 7
五、标准调研、研讨及征求意见情况，重大分歧意见的处理经过和依据 . 7
六、技术指标设置的科学性和可行性，量化指标的确定依据 9
八、涉及专利的有关说明 10
九、专家审查会情况 10
十、标准名称变更理由及报批情况 10
十一、其他应当说明的事项 11
十二、贯彻中电建协标准要求以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期等建议 11

一、工作简况

（一）任务来源

本文件根据中国电力建设企业协会《关于印发2025年第一批中国电力建设企业协会团体标准制定计划的通知》（中电建协〔2025〕131号）安排立项。

（二）参编单位及分工

本文件由中国电力建设企业协会标准化管理委员会负责管理，广东电网有限责任公司、广东电网能源发展有限公司、山东送变电工程有限公司、广东天广能源科技发展有限公司、中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司、上海振华重工（集团）股份有限公司、广东电网有限责任公司阳江供电局、广东电网有限责任公司江门供电局、广东电网有限责任公司电力科学研究院、宁波海缆研究院工程有限公司、上海源威建设工程有限公司、海南电网能源发展有限公司、海南电网能源发展有限公司、山东电力工程咨询院有限公司、中国电建集团河北省电力勘测设计研究院有限公司、广州打捞局、深圳中广核工程设计有限公司、福建省亿力建设工程有限公司、河北建投海上风电有限公司、三峡新能源阳江发电有限公司共同编制完成。

广东电网有限责任公司、广东电网能源发展有限公司为主编单位，其他单位共同参编。

（三）制定背景

随着我国“双碳”目标不断推进，远海建设风电场是途径之一，近年远海风电项目也逐渐增多，大功率、超高压、远距离风电电能输送成为必要技术。面对海上施工环境复杂多变、季节性强和施工机械创新发展，涉及地区海域的管理要求，施工经验还处于积累阶段，应对海上输电工程施工编写安全技术规范。本文件提出各工序的安全管理规定和技术规范，指导安全实施，保障海上输电工程建设安全、优质、高效、按时完成。

（四）编制过程

2025 年 4 月，中电建协标委会对中电建协团标《海上输电工程建设安全工作规程》予以立项。2025 年 6 月，项目以《关于印发2025年第一批中国电力建设企业协会团体标准制定计划的通知》（中电建协〔2025〕131 号）文件向社会发布。

在中电建协标委会指导下，主编单位于 2025 年 6 月正式组建了包括所有编制单位在内的工作组并启动编制工作，编制过程主要分为以下阶段:

前期调研与草案起草（2025 年下半年至 2026 年初）：前期调研与草案起草：编制组广泛开展收资、调研、访谈，对标准编制事宜进行反复研究，与参编单位等制定了标准编制大纲和方案。系统分析人员管理、换流站（升压站）上部组块及其下部基础安装、海底电缆敷设、调试与试运行、隐患排查与风险

管控、应急管理等相关标准，结合海上输电工程安装特点，形成了标准草案初稿。

初稿讨论会（2026 年 3 月 9—11 日）：中国电力建设企业协会在江苏南通组织召开《海上换流站电气装置安装工程施工及验收规范》等 4 项团体标准初稿讨论会（中电建协〔2026〕53 号），会议由广东天广能源科技发展有限公司、上海振华重工（集团）股份有限公司承办。会议讨论了标准大纲和主要技术内容，明确了编写单位分工及节点安排，并对下一步工作提出要求。

征求意见稿编写（2026 年 10 月 10 日—11 日）：中国电力建设企业协会在广东广州组织召开《海上换流站电气装置安装工程施工及验收规范》等 2 项中电建协团体标准征求意见稿定稿会（中电建协〔2026〕329 号），会议由广东电网能源发展有限公司承办。会议听取了编制组关于标准编制和初稿修改情况的汇报，与会专家和代表逐条讨论标准内容并提出修改意见，明确了下一步编制计划。会后，编制组根据会议意见修改完善，形成标准征求意见稿定稿。

二、标准编制原则、主要内容及确定依据

（一）编制原则

合规性原则。符合相关规定要求。本文件编制严格遵守《中国电力建设企业协会标准管理办法（试行）》，编写格式执行

GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》。

协调性原则。注重与国家法律法规和相关标准的协调性，与《中华人民共和国安全生产法》等法律法规，以及《电力建设安全工作规程 第2部分：电力线路》DL 5009.2-2013，《电力建设安全工作规程 第3部分：变电站》DL 5009.3—2013，《电力安全工作规程 电力线路部分》GB 26859-2011，《电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分》GB 26860-2011，《海上风电场工程施工安全技术规范》NB/T 10393、《陆上风电场工程施工安全技术规范》NB/T 10208等相关现行标准协调配套，避免重复与矛盾，确保标准发布实施的可操作性。

系统性原则。本规程覆盖换流站（升压站）的基础施工、换流站（升压站）设备安装、换流站（升压站）海上运输、换流站（升压站）就位、海底电缆敷设、施工船只通航、施工场所消防、附属设施安装、施工人员职业健康和安全等施工工序的施工全过程。

可操作性原则。针对海上施工场景，规定明确、方法具体，便于现场应用和对照执行，确保本文件具有可操作性和现场指导性。

协同原则。充分发扬民主，社会公开广泛征求意见，特别组织电科院、建设单位、设计单位、监理单位、施工单位、

设备生产厂家、运维单位等多方意见，协调各参编单位达成共识，确保标准内容全面、公正、权威。

（二）标准主要内容

本文件共分为11章，规定了海上输电工程各工序的施工安全要求，作业环境要求，人员素质要求，个体防护要求。核心内容包括:

第1-3章：范围、规范性引用文件、术语和定义。明确了本文件的适用范围、引用标准和关键术语定义。

第4章：基本要求。主要规定了人员资格、防火防爆、安全防护设施和个体防护装备的要求。

第5章：作业管理。明确了高处作业、焊接作业、潜水作业、船舶施工作业、海上运输、季节及特殊环境施工的相关要求。

第 6 章：施工辅助设施。根据海上输电工程分为岸上制造、海上基础施工、海上运输、现场安装就位的施工特点，分别对驳船、施工用电、脚手架作出了详细的安全管理规定。

第 7 章：换流站（升压站）安装。针对工程核心部件换流站，其体积大重量大内部精物设备仪器多的特点，分为基础施工、海上浮托安装两个步骤，分别对施工海况要求、浮托过程调整作了细部的规定。

第 8 章：海底电缆敷设。主要提出海缆敷设海况要求，敷缆船舶要求，辅助船舶要求，海缆保护要求。

第 9 章：调试与试运行。本章着重明确海上换流站（升压站）和电缆的调试和岸上设备设施的联调工作安全注意事项。

第 10 章：隐患排查与风险管控。本章针对人、机、物、料、环进行隐患排查，并制订管控措施，提出了重点对象隐患排查、作业过程动态管控、重大风险作业管控的内容。

第 11 章：应急管理。本章从防灾减灾的方向出发，分别对应急物资与装备、突发事件报告与处置、恶劣天气应急、应急救援互助作出了要求和指引。

（三）标准主要内容确定依据

本文件参照技术类标准，主要内容按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。核心内容确定主要依据以下几方面：

法律法规：《中华人民共和国安全生产法》《中华人民共和国海上交通安全法》等。

国家标准：GB 26123、GB 26859、GB 26860、GB 39800.1、GB 46768、GB 50140、GB 50168、GB 55037 等国家安全管理标准等。

行业标准：NB/T 10208、NB/T 10393、NB/T 10910、NB/T 11603、NB/T 11768、NB/T 31117、DL 5009.2、DL 5009.3 等能源行业相关标准。

参考文件：其他部门管理规定，《中华人民共和国水上水下作业和活动通航安全管理规定》（交通运输部令2021年第24

号），以及参编单位的内部管理制度。

三、与现行法律法规和标准的协调性

本文件严格遵循《中华人民共和国安全生产法》《中华人民共和国海上交通安全生产法》等上位法精神，与GB 26123、GB 26859、GB 26860、GB 39800.1、GB 46768、GB 50140、GB 50168、GB 55037、NB/T 10208、NB/T 10393、NB/T 10910、NB/T 11603、NB/T 11768、NB/T 31117、DL 5009.2、DL 5009.3等基础性安全管理标准保持协调一致，是其原则要求在海上输电工程建设这一具体领域的细化和延伸。同时，与电力行业的相关技术标准和管理规范在技术要求上相互衔接，不存在冲突。

四、标准的先进性或特色性

1.研究编制完成的海上输电工程的安全管理，根据海上输电工程施工的特点和要求，形成团体标准，填补了海上风电行业相关标准的空白。

2.在与现有陆上风电和海上风电施工安全技术规范协调一致的基础上，针对海上输电工程建设自身特点，评估现有人员水平和机具状况，根据远海气象规律，有针对性地对人、机、物、料、环的要求特别明确，指导安全施工。

3.本文件的实施有助于海上输电工程基础施工、海上运输、海上浮托安装、海底电缆敷设、换流站（升压站）和海底电缆联合调试的施工过程安全指导。

五、标准调研、研讨及征求意见情况，重大分歧意见的处

理经过和依据

（一）标准调研、研讨情况

标准编写过程中，编写组进行了广泛的收资、调研和探讨。研究的几个主要问题及处理结论如下:

1.本文件的编制目的和适用对象

本文件旨于指导海上输电工程施工全过程。提出了以下安全管理规定和安全技术规范：人员资格、防火防爆、安全防护设施和个体防护装备的基本要求，高处作业、焊接作业、潜水作业、船舶施工作业、海上运输、季节及特殊环境施工的相关作业管理要求，分别对驳船、施工用电、脚手架作出了详细的施工辅助设施需求，换流站（升压站）安装的基础施工、海上浮托安装分别对施工海况要求、浮托过程调整作了细部的规定，海底电缆敷设提出海况、运输船舶、辅助船舶、海缆保护要求，调试与试运行明确海上换流站（升压站）和电缆的调试和岸上设备设施的联调工作安全注意事项，隐患排查与风险管控重点提出隐患排查、作业过程动态管控、重大风险作业管控的内容，应急管理分别对应急物资与装备、突发事件报告与处置、恶劣天气应急、应急救援互助作出了要求和指引。

本文件建立海上输电工程施工安全管理技术标准，以适应近年远海风电项目逐渐增多，大功率、超高压、远距离风电电能输送的管理制度和业务规范体系，做好施工安全管理，为稳妥有序推进新能源项目高质量发展提供保障，从而推动我国绿

色低碳经济的发展，尽快实现“双碳”目标。

本文件适用于海上输电工程的新建、改建、扩建施工安全管理。

2.标准的编写规则

本文件对海上输电工程安全管理全过程做出了原则性要求，重点建立了海上输电工程安全管理体系，提出了不同工序的人、机、物、料、环的要求。

3.充分体现海上输电工程特点

针对海上输电工程施工特点，重点提出了以下安全管理规定和安全技术规范：海上换流站（升压站）基础施工、换流站（升压站）设备安装、换流站（升压站）海上运输和就位、海底电缆敷设、施工船只通航、作业管理、施工附助设施管理、施工人员职业健康和安全、隐患排查与风险管控、应急管理等。

（三）重大分歧意见的处理经过和依据

在本文件编制过程中，未出现重大分歧意见。

六、技术指标设置的科学性和可行性，量化指标的确定依据

本文件未涉及该项内容。

七、与国际、国家、行业、其他团体同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况。采标情况，以及是否合规引用或采用国际国外标准。

1.与国际、国家、行业、其他团体同类标准技术内容的对

比情况

海上输电工程施工安全技术，国内外还处于经验积累阶段，参考海上石油开采行业和陆上风电场安全技术规范，遵照各地方海域的管理要求，还需要针对海上输电工程的设备精密、施工周期短、跨越航道、连续施工等特点进行转化和细化。

国内行业标准：《海上风电场工程施工安全技术规范》NB／T 10393 主要规定了海上风力发电机组的建设安全施工和其他附属工程的简要安全管理要求。《陆上风电场工程施工安全技术规范 NB／T 10208-2019》主要规定了陆上风力发电机组的建设安全施工和其他附属工程的简要安全管理要求。《电力建设安全工作规程 第 2 部分：电力线路》DL 5009.2-2013 主要规定了陆上输电线路建设安全管理要求。《电力建设安全工作规程 第 3 部分：变电站》DL 5009.3—2013 主要规定了陆上变电站工程安全管理要求。目前尚未有针对海上输电工程施工的安全技术规范或标准。

2.是否合规引用或采用国际国外标准

本文件未引用或采用国际、国外标准，无采标情况。

八、涉及专利的有关说明

本文件编制过程中，本文件发布机构不承担识别专利的责任。

九、专家审查会情况

本文件仍在征求意见阶段，未涉及专家审查会。

十、标准名称变更理由及报批情况

未涉及更名。

十一、其他应当说明的事项

无。

十二、贯彻中电建协标准要求以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期等建议

《海上输电工程建设安全工作规程》仍在制订和征求意见阶段，未涉及此阶段。