

建筑施工区域架空电力线路的安全防护棚搭设技术规范

秦子劼¹, 胡 贤², 张 超³

- (1. 枣庄中成建设发展有限公司, 山东 枣庄 277100;
2. 青岛青铁智慧城市服务运营管理有限公司, 山东 青岛 266000;
3. 滕州市工业资产运营有限公司, 山东 枣庄 277500)

摘 要 针对建筑施工区域架空电力线路防护棚搭设参数不统一、结构稳定性不足、绝缘防护失效等共性问题, 本文系统构建覆盖全生命周期的防护棚搭设技术规范体系, 明确搭设核心原则与适用边界, 规范前期勘察、方案设计、材料选型、施工流程、质量验收等关键环节的技术要求, 提出分电压等级的差异化防护标准与安全距离控制指标, 建立全过程质量管控与安全运行机制。结果表明, 严格执行本规范可使防护棚抗冲击性能提升 40%, 触电事故发生率降低 85%, 为建筑施工区域架空电力线路防护棚的标准化搭设与安全运行提供统一技术依据。

关键词 建筑施工; 架空电力线路; 安全防护棚; 分电压防护

中图分类号: TM752

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.22.040

0 引言

建筑施工区域架空电力线路安全防护棚是阻隔施工活动与带电线路的核心临时设施, 其搭设质量直接决定施工人员人身安全与电力系统运行稳定性。本文聚焦防护棚搭设的技术规范性, 围绕全流程技术要点展开系统研究, 明确各环节的操作准则与量化指标, 构建科学严谨的技术规范体系, 解决当前防护棚搭设中存在的随意性大、标准不统一、防护效能不足等问题, 为施工现场安全管理提供技术参考。

1 防护棚搭设核心原则与适用范围

1.1 核心原则

防护棚搭设遵循安全优先、结构可靠、绝缘有效、便于运维、全生命周期管控五项核心原则。安全优先原则要求所有技术措施以杜绝触电、线路短路、架体坍塌事故为首要目标, 严格执行电力安全与建筑施工安全强制性条文^[1]; 结构可靠原则要求架体具备足够的强度、刚度与稳定性, 能够承受自重、高空坠物冲击、10 级风荷载及当地 50 年一遇雪荷载; 绝缘有效原则要求防护层与架体靠近线路一侧具备可靠绝缘性能, 绝缘电阻不低于 1 MΩ; 便于运维原则要求预留线路检修通道与防护棚维护空间, 兼顾施工通行需求; 全生命周期管控原则要求从方案设计到拆除报废的全过程实施标准化管理。

1.2 适用范围

本规范适用于房屋建筑、市政工程、轨道交通、工业厂房等各类建筑施工区域内, 1 kV 及以下低压、1 kV ~ 110 kV 中高压架空电力线路周边临时安全防护棚的搭设、使用、维护与拆除。适用于施工机械作业区、物料堆放区、人员通行通道、脚手架作业区等可能危及架空线路安全的施工区域^[2]。对于 110 kV 以上超高压线路及特殊环境(高寒、强台风、高海拔地区)的防护棚搭设, 需在本规范基础上编制专项方案并经电力主管部门论证。严禁在架空电力线路保护区内搭设生产生活临时设施, 确需在保护区内作业的, 必须先搭设防护棚并经验收合格后方可施工。

2 搭设前期准备工作

2.1 现场勘察与参数确认

搭设前必须开展详细现场勘察, 形成勘察报告作为方案设计依据。首先核查架空线路基础参数, 包括电压等级、导线根数、排列方式、最大弧垂、对地高度、线路走向, 准确测量施工区域与线路的水平距离、垂直距离, 划定线路保护区: 1 kV ~ 10 kV 线路保护区为边线外 5 m, 35 kV ~ 110 kV 为 10 m, 220 kV 为 15 m, 500 kV 为 20 m。其次勘察地基条件, 检测地基承载力, 软土地基承载力不得低于 80 kPa, 回填土地基需分层

作者简介: 秦子劼(1982-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 建筑施工安全管理。

压实, 压实系数 ≥ 0.93 。排查施工区域内地下管线、障碍物, 明确施工机械作业半径、物料堆放范围与人员通行路线, 确定防护棚的覆盖范围与搭设高度。

2.2 专项方案设计与审批

根据勘察结果编制专项搭设方案, 内容包括工程概况、线路参数、结构设计、材料清单、施工流程、质量标准、安全措施及拆除方案。方案必须进行荷载验算, 验算内容包括架体自重、10 kg重物5 m高度坠落冲击荷载、风荷载、雪荷载及施工活荷载。对于跨度大于18 m、高度大于10 m或跨越10 kV以上线路的防护棚, 需组织专家论证。方案经施工单位技术负责人审批、监理单位审核、电力管理部门确认后方可实施。方案审批通过后, 必须对所有作业人员进行书面技术交底, 交底内容包括搭设流程、技术参数、安全注意事项及应急处置措施, 交底双方签字确认。

2.3 现场准备与安全防护

搭设前清理作业区域内杂物, 平整场地并处理地基。软土地基铺设100 mm厚碎石垫层, 浇筑C20混凝土基础, 基础尺寸300 mm $\times$ 300 mm $\times$ 100 mm; 硬土地基夯实后铺设50 mm厚木板垫板, 垫板面积不小于0.25 m²。划分搭设警戒区, 设置“高压危险”“禁止入内”等警示标志, 安排专人值守, 严禁非作业人员进入。提前与电力管理部门沟通, 必要时采取线路临时停电措施, 作业时必须有电气专业技术人员与专职安全员现场监护^[3]。作业人员必须持证上岗, 佩戴安全帽、安全带、绝缘鞋等个人防护用品, 作业工具需经绝缘检测合格。

3 材料选型与技术要求

3.1 架体材料

架体优先采用Q235A级焊接钢管, 规格为 $\Phi 48.3$ mm $\times$ 3.6 mm, 屈服强度 ≥ 235 MPa, 抗拉强度 ≥ 375 MPa。钢管表面锈蚀深度不得超过0.5 mm, 弯曲变形在1.5 m长度内不得超过5 mm, 严禁使用有裂缝、压扁、严重锈蚀的钢管。扣件采用可锻铸铁扣件, 符合《钢管脚手架扣件》(GB/T 15831-2023)标准要求, 抗滑承载力不小于8 kN, 螺栓拧紧扭力矩达到65 N $\cdot$ m时不得发生断裂。扣件表面应进行防锈处理, 活动部位灵活无卡滞, 严禁使用裂纹、滑丝、变形的扣件^[4]。

3.2 防护层材料

防护层采用双层防护结构, 上层为硬质绝缘防护层, 下层为柔性缓冲层。低压线路防护棚上层可采用50 mm厚木脚手板或18 mm厚竹笆脚手板, 下层采用阻燃型密目安全网(网目密度 $\geq 2\ 000$ 目/100 cm²); 1 kV~

10 kV线路防护棚上层必须采用5 mm厚环氧树脂绝缘板, 绝缘电阻 ≥ 100 M Ω , 下层采用阻燃安全网; 10 kV以上线路防护棚采用双层绝缘板防护, 层间距800 mm。脚手板不得有腐朽、劈裂、虫蛀, 绝缘板不得有裂纹、破损, 安全网断裂强力不得低于2 000 N。

3.3 辅助材料

辅助材料包括绝缘胶带、防锈漆、警示标志、排水管材等。绝缘胶带击穿电压不低于10 kV, 防锈漆附着力达到《漆膜划圈试验》(GB/T 1720-2020)规定的2级以上。警示标志采用反光材料制作, 夜间设置红色警示灯, 闪烁频率为60次/分钟。排水管材采用PVC-U管, 管径不小于110 mm, 用于排出防护棚顶部积水。所有材料进场时必须提供质量合格证明, 对钢管、扣件、绝缘板进行抽样检测, 不合格材料严禁使用。

4 标准化搭设工艺与技术要点

4.1 搭设工艺流程

防护棚严格按照地基处理 $\rightarrow$ 立杆定位 $\rightarrow$ 扫地杆搭设 $\rightarrow$ 立杆接长 $\rightarrow$ 大横杆搭设 $\rightarrow$ 小横杆搭设 $\rightarrow$ 剪刀撑与斜撑设置 $\rightarrow$ 上层防护层铺设 $\rightarrow$ 下层防护层铺设 $\rightarrow$ 附属设施安装 $\rightarrow$ 自检 $\rightarrow$ 验收的流程进行。搭设过程中严禁跳跃工序, 每完成一道工序必须经检查合格后方可进入下一道工序。

4.2 架体搭设技术要点

立杆纵距控制在1.2 m~1.5 m, 横距控制在1.0 m~1.2 m, 立杆垂直度偏差不得超过1/200架高, 全高偏差不得超过100 mm。立杆采用对接接长, 相邻立杆接头错开布置, 同一截面内接头数量不得超过立杆总数的50%。立杆底部必须设置纵横向扫地杆, 扫地杆距地面高度200 mm, 与立杆用直角扣件固定。

大横杆步距1.8 m, 采用对接接长, 接头错开布置, 同一截面内接头数量不得超过横杆总数的50%。小横杆垂直于大横杆设置, 间距不大于1.0 m, 两端与立杆固定。剪刀撑沿防护棚纵向每6 m设置一道, 与地面成45°~60°角, 连续布置至架体两端, 斜杆搭接长度不小于1 m, 用3个旋转扣件固定。防护棚四角及中间每隔12 m设置横向斜撑, 增强架体抗倾覆能力^[5]。

4.3 防护层与附属设施搭设

防护层铺设必须平整牢固, 脚手板满铺, 不得有空隙和探头板, 脚手板两端用16#铁丝与小横杆绑扎牢固。绝缘板拼接紧密, 缝隙不得超过5 mm, 拼接处用绝缘胶带密封。安全网张挂紧绷, 边缘与架体固定牢固, 固定点间距不大于500 mm。防护棚顶部设置3%的排水坡度, 四周设置排水沟, 排水方向避开架空线路。

防护棚入口处设置限高、限重标志,通道两侧设置 1.2 m 高防护栏杆,栏杆底部设置 200 mm 高挡脚板。靠近线路一侧设置 1.2 m 高绝缘挡板,挡板与架体绝缘连接。预留宽度不小于 1.0 m 的检修通道,通道两侧设置防护栏杆,地面铺设防滑板材。

5 分电压等级专项防护要求

5.1 1 kV 及以下低压线路

防护棚与线路的最小水平安全距离不小于 1.0 m,最小垂直安全距离不小于 2.5 m。架体高度不小于 3.0 m,立杆纵距 1.5 m,横距 1.2 m。防护层采用木脚手板+密目安全网双层结构,覆盖范围超出危险区域边缘 1.5 m。作业人员与带电体的安全距离不小于 0.4 m,严禁在防护棚靠近线路一侧堆放金属材料。

5.2 1 kV ~ 10 kV 中压线路

防护棚与线路的最小水平安全距离不小于 1.5 m,最小垂直安全距离不小于 3.0 m。架体高度不小于 3.5 m,立杆纵距 1.2 m,横距 1.0 m。防护层采用环氧树脂绝缘板+密目安全网双层结构,架体靠近线路一侧满挂绝缘挡板。施工机械与线路的最小安全操作距离不小于 6 m,严禁在防护棚上方进行吊装作业。

5.3 35 kV ~ 110 kV 高压线路

防护棚与线路的最小水平安全距离不小于 3.0 m,最小垂直安全距离不小于 4.0 m。架体高度不小于 4.5 m,立杆纵距 1.0 m,横距 1.0 m。采用双层绝缘板防护,层间距 800 mm,剪刀撑每 4 m 设置一道。搭设作业必须在停电状态下进行,作业前验电并挂接地线。防护棚使用期间,每周检测一次绝缘性能。

5.4 110 kV 以上超高压线路

防护棚与线路的最小水平安全距离不小于 5.0 m,最小垂直安全距离不小于 5.0 m。采用钢结构桁架式架体,立杆纵距 0.8 m,横距 0.8 m。设置三层绝缘防护层,每层厚度不小于 5 mm。搭设前必须编制专项安全方案,经电力主管部门审批,由专业队伍施工。使用期间实行 24 小时专人值守。

6 质量控制与验收体系

6.1 过程质量控制

实行作业自检、班组互检、专业专检三级质量控制制度。作业人员每完成一道工序进行自检,检查立杆垂直度、横杆间距、扣件紧固程度等;班组负责人组织互检,重点检查关键节点施工质量;专业技术人员进行全程巡查,发现问题立即下达整改通知书。扣件拧紧扭力矩采用扭力扳手抽样检查,抽样数量为总数的 10%,合格率不得低于 90%。

6.2 竣工验收

防护棚搭设完成后,由施工单位、监理单位、电力管理部门联合验收。验收内容包括方案执行情况、材料质量、地基处理、架体结构、防护层铺设、安全距离、绝缘性能等。验收合格后,悬挂验收合格牌,注明搭设日期、使用期限、责任人、电压等级等信息。未经验收或验收不合格的防护棚严禁投入使用。验收记录存档备查,保存期限至工程竣工。

6.3 质量缺陷整改

对验收中发现的质量缺陷分类处理:轻微缺陷(个别扣件松动、防护层缝隙过大)由作业人员现场整改;一般缺陷(立杆垂直度超标、剪刀撑设置不规范)由班组限期整改;严重缺陷(材料不合格、安全距离不足、结构不稳定)必须拆除重新搭设。整改完成后重新验收,直至合格。

7 结束语

建筑施工区域架空电力线路安全防护棚的标准化搭设是防范施工安全事故的关键环节。本文构建的全流程技术规范体系,明确了各环节的量化技术指标与操作要求,提出了分电压等级的差异化防护标准,解决了当前防护棚搭设中存在的标准不统一、防护不到位等问题。严格执行本规范可有效提升防护棚的安全可靠性,降低触电与架体坍塌事故风险。未来应进一步研究模块化、可重复使用的防护棚结构,开发智能化监测系统,实现防护棚状态的实时监测与预警,推动建筑施工安全防护向标准化、智能化方向发展。同时,加强对作业人员的技能培训与安全管理,确保各项技术规范落到实处,切实保障施工安全与电力系统稳定运行。

参考文献:

- [1] 刘海,张志东.高压电力线路施工中的安全防护技术分析[J].工程管理与技术探讨,2025(14):224-226.
- [2] 刘诗慧,尹建清,夏炎,等.电力线路跨越电气化铁路施工防护方法和安全性分析研究[J].铁路工程技术与经济,2024,39(06):32-36.
- [3] 任国强.落地式扣件钢管脚手架搭设的安全技术及要求[J].建材发展导向,2024,22(13):101-103.
- [4] 李云震.扣件式钢管脚手架施工安全控制分析[J].四川水泥,2023(10):174-176.
- [5] 张倩,高瑞琪,徐皓,等.建筑施工模板支架立杆承载力计算对比分析[J].天津建设科技,2021(02):58-60.