

电力线路施工作业危险分析与控制技术应用

程厚军

(四川能投综合能源有限责任公司, 四川 成都 610000)

摘要 本文围绕电力线路施工作业的危险类型展开系统分析, 包括物理环境中的高空坠落、物体打击风险, 自然环境中的极端天气影响, 作业管理中的流程不规范、人员资质不足问题, 设备材料的质量缺陷与老化隐患, 以及化学环境中的腐蚀介质危害等。在此基础上, 有针对性地提出对应的危险控制技术方案, 包括物理防护设施配置、自然风险预警防控、管理体系优化和设备材料全周期管控及化学危害隔离防护等, 以期提升电力线路施工作业安全性、降低事故发生率提供理论参考, 进而保障电力工程建设顺利推进。

关键词 电力线路施工; 危险分析; 控制技术; 作业安全; 风险防控

中图分类号: TM75

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.34.015

0 引言

在我国社会经济不断发展的过程中, 电力工程项目也在增加, 促进了电力施工企业的发展, 但是也增加了承包工程中的安全风险。在电力施工过程中, 频繁发生的电力工程施工安全事故对施工人员的人身安全造成了影响。近年来, 各类电力线路施工安全事故频发, 不仅造成了人员伤亡和财产损失, 还严重影响了区域电力供应秩序。全面识别电力线路施工作业中的各类危险因素, 深入分析风险成因, 探索科学有效的控制技术, 成为电力行业亟待解决的重要课题。

1 电力线路施工作业危险分析

1.1 物理环境危险

电力线路施工作业的物理环境危险主要源于作业空间特性、周边障碍物及地形条件等因素, 具有普遍性和突发性。高空作业场景中, 杆塔攀登、导线架设等环节需在数十米高空完成, 如果防护栏杆缺失、安全带挂点不当或作业平台狭窄, 易引发高空坠落事故, 此类事故占电力施工安全事故的 30% 以上。同时, 高空作业产生的工具坠落、材料掉落等情况, 会对地面作业人员造成物体打击风险, 尤其是在人口密集区域或交叉作业现场, 危害范围更广。地形条件也加剧了物理环境危险, 山区、丘陵地带施工时, 陡峭坡面易导致人员滑倒、设备倾倒, 松软地基可能引发杆塔基础沉降或脚手架坍塌。作业区域周边的建筑物、树木、既有电力线路等障碍物, 容易与施工中的导线、机具发生碰撞, 造成线路短路、设备损坏, 甚至引发触电事故。

1.2 自然环境危险

自然环境危险是电力线路施工中难以人为控制的外部风险, 主要包括极端天气、地质灾害及环境气候特征等因素。暴雨、暴雨天气会导致路面湿滑、能见度降低, 影响施工机械的操控性, 增加杆塔组立、导线牵引等作业的难度, 同时雨水可能侵入电气设备内部, 引发短路故障。高温天气下, 作业人员易出现中暑、脱水等健康问题, 注意力和操作灵敏度下降, 而低温、冰冻天气则会导致材料脆化、机械性能下降, 杆塔基础混凝土养护质量受到影响, 冰雪覆盖还会增加杆塔荷载, 引发结构失稳。雷电天气对电力施工的威胁尤为严重, 雷电击中杆塔或导线会产生瞬时高电压, 可能损坏施工设备, 还会对作业人员造成触电伤害。山区施工时, 山洪、泥石流、滑坡等地质灾害可能突然发生, 冲毁施工设施、掩埋作业区域, 造成人员被困或伤亡。大风天气会影响高空作业的稳定性, 导线在风力作用下摆动幅度增大, 容易与周边物体发生碰撞, 强风还可能导致起重机吊臂失稳、牵引绳索断裂等事故。

1.3 作业管理危险

作业管理危险源于施工组织、制度执行、人员管理等环节的疏漏, 是导致安全事故的重要人为因素。施工方案制定不合理是首要风险, 如果没有结合作业环境、设备特性及人员技能水平制定专项方案, 或方案缺乏针对性和可操作性, 会导致施工流程混乱, 关键环节管控缺失。例如: 未明确高空作业的防护要求、交叉作业的协调机制, 易引发工序冲突和安全隐患。人员管理不到位也加剧了风险, 部分施工单位未对作

业人员进行充分的安全培训和技能考核，导致人员缺乏基本的风险识别能力和应急处置技能，违规操作、冒险作业等行为频发。特种作业人员无证上岗现象时有发生，高空作业、电工操作等关键岗位人员资质不足，极易引发操作失误。安全管理制度执行流于形式，施工现场安全监督缺失，未定期开展安全检查和隐患排查，导致风险累积。

1.4 设备材料危险

设备材料危险主要体现在设备质量缺陷、老化损坏及材料不合格等方面，直接影响施工安全与工程质量。施工机械方面，起重机、牵引机和张力机等大型设备如果存在机械部件磨损、制动系统故障、液压系统泄漏等问题，在作业过程中可能发生设备失控、倾覆等事故。电气设备如电焊机、发电机、配电箱等，如果绝缘性能下降、接地不良或线路老化，易引发触电事故，甚至导致火灾。工具类设备如安全带、安全帽、脚扣等防护用品，如果质量不达标、存在破损或超过使用年限，会失去防护作用，无法保障作业人员安全。材料方面，导线、绝缘子、杆塔等核心材料如果存在质量缺陷，如导线截面不达标、绝缘子绝缘性能不足、杆塔钢材强度不够等，会导致电力线路运行稳定性下降，施工过程中可能出现导线断裂、杆塔变形等问题。设备运输与存储不当也会引发危险，如设备未固定牢固导致运输途中掉落，材料受潮、锈蚀影响使用性能。设备维护保养不及时，未定期进行检修和校准，也会加剧设备老化，增加安全风险。

1.5 化学环境危险

电力线路施工作业的化学环境危险主要来自施工过程中使用的化学材料、周边化学污染源及作业环境中的化学介质。施工过程中常用的油漆、稀料、胶粘剂等化学材料，含有苯、甲醛、甲苯等有害物质，如果在密闭空间作业时通风不良，有害物质挥发会造成空气污染，长期接触会损害作业人员呼吸系统、神经系统，引发职业疾病。同时，这些化学材料多具有易燃易爆特性，如果存储不当、远离火源，或施工中违规使用明火，易引发火灾、爆炸事故。部分施工区域周边可能存在化工厂、加油站、农药仓库等污染源，排放的有毒气体、液体可能对作业人员健康造成威胁，同时腐蚀施工设备和材料，降低其使用寿命和安全性能。在地下电缆施工中，可能遇到地下管道泄漏的燃气、化工废液等化学介质，如果未提前探测、盲目施工，可能导致有毒气体泄漏或爆炸。混凝土养护剂、除锈

剂等化学药剂，如果使用不当或防护措施不足，可能对作业人员皮肤、眼睛造成腐蚀伤害。

2 电力线路施工作业危险控制技术

2.1 物理环境危险控制技术

针对物理环境危险，需从作业空间优化、防护设施配置和周边环境管控等方面采取针对性控制技术。高空作业时必须搭建规范的作业平台，安装牢固的防护栏杆和挡脚板，作业人员需佩戴全身式安全带，并采用双钩挂点方式，确保安全带始终处于有效防护状态。同时，在作业区域下方设置安全警示区，拉设安全警戒线，配备专人监护，禁止无关人员进入，高空作业工具需系挂保险绳，避免坠落伤人。地形复杂区域施工前需对作业场地进行平整和加固，山区施工搭建防滑坡道和防护网，松软地基采用铺垫钢板、碎石等方式增强承载力，确保施工机械和脚手架稳定。针对周边障碍物，施工前需进行详细勘察，对影响施工的树木、建筑物进行清理或迁移，与既有电力线路保持安全距离，必要时采取搭设防护棚、设置隔离屏障等措施，避免线路碰撞。城市区域施工需合理规划作业区域，设置明显的交通警示标志，安排专人疏导交通，夜间施工配备充足的照明设备，减少光线不足对作业安全的影响^[1]。

2.2 自然环境危险控制技术

自然环境危险控制需坚持预防为主、应急为辅的原则，结合天气预报和地质勘察结果，制定科学的防控方案。建立极端天气预警机制，与气象部门保持实时联动，及时获取暴雨、雷电、高温、大风等天气信息，提前停止高空作业、露天作业，将施工设备和人员转移至安全区域。高温天气施工时，合理调整作业时间，避开中午高温时段，配备防暑降温药品和饮用水，改善作业环境通风条件；低温天气则对施工设备进行预热保养，采用防冻型材料，对杆塔基础采取保温养护措施。雷电防护方面，在施工区域安装临时避雷针或避雷带，对施工机械和电气设备进行可靠接地，作业人员穿戴绝缘防护用品。山区施工前，开展地质灾害风险评估，避开山洪、泥石流易发区域，在危险地段设置监测点，配备预警设备和应急物资。大风天气时，停止起重机吊装、导线牵引等作业，将吊臂收回、固定，对露天放置的设备和材料进行加固防护。制定完善的自然灾害应急预案，定期组织应急演练，提升作业人员应急处置能力，确保灾害发生时能够快速响应、有效救援^[2]。

2.3 作业管理危险控制技术

作业管理危险控制的核心是建立健全安全管理体系,强化制度执行与过程管控,施工前结合工程实际制定专项施工方案,明确各环节安全技术要求、风险防控措施和责任人,方案需经过审核审批后方可实施。加强人员管理,对所有作业人员进行岗前安全培训和技能考核,重点培训风险识别、应急处置和规范操作知识,特种作业人员必须持证上岗,定期开展安全再培训和技能提升培训,强化作业人员安全意识。完善安全管理制度,建立安全生产责任制,将安全责任层层分解落实到个人,加强施工现场安全监督,配备专职安全员,对作业过程进行全程监督,重点检查安全措施落实、设备运行状态和人员操作规范情况,及时制止违规行为。定期开展安全检查和隐患排查,建立隐患台账,实行闭环管理,确保隐患及时整改。合理安排施工进度,避免盲目赶工导致劳动强度过大,保障作业人员充足的休息时间,避免疲劳作业。同时,建立奖惩机制,对安全工作表现突出的个人和班组给予奖励,对违规操作、造成安全事故的进行严肃处理,营造良好的安全管理氛围^[3]。

2.4 设备材料危险控制技术

设备材料危险控制需贯穿采购、运输、存储、使用、维护全生命周期,采购环节严格执行质量标准,选择具有资质的供应商,对设备材料进行进场检验,核查产品合格证、检测报告等证明文件,对导线、绝缘子和杆塔等核心材料进行抽样检测,不合格产品严禁进场。施工机械进场前进行全面检修和调试,确保机械部件完好、制动系统可靠、液压系统无泄漏,电气设备绝缘性能、接地情况符合要求。设备运输过程中,根据设备类型和特性选择合适的运输工具,对大型设备进行加固固定,避免运输途中移位、掉落。存储环节需搭建专用库房,分类存放设备材料,避免受潮、锈蚀、变形,易燃易爆化学材料单独存储,远离火源和作业区域,配备消防器材。使用过程中,严格按照操作规程操作设备,定期进行维护保养,做好运行记录,发现故障及时停机检修,禁止设备带病作业。防护用品需定期检查,对破损、老化的及时更换,确保防护性能有效^[4]。

2.5 化学环境危险控制技术

化学环境风险控制需从源头管控、过程防护和应急处置三方面入手。在源头管控方面,优先选择环保型、低毒低害的化学材料,替代高污染、高危险性材料,

采购时核查化学材料的安全技术说明书,明确有害物质成分和防护要求。存储化学材料时,设置专用存储区域,配备通风、防爆、防火设施,分类存放不同类型的化学材料,避免混存引发化学反应。在过程防护方面,作业人员需穿戴专业的防护用品,如防毒面具、防护手套、防护服、护目镜等,在密闭空间作业时,必须安装强制通风设备,确保空气流通,定期检测作业环境中有害物质浓度,达标后方可作业。使用化学材料时,严格按照操作规程进行,避免违规操作导致泄漏。施工区域周边存在化学污染源时,提前开展环境检测,评估污染影响,采取隔离、防护等措施,必要时调整施工方案,避开污染严重区域。在应急处置方面,配备应急救援物资,如急救药品、洗眼器、吸附棉、灭火器等,制定化学泄漏、火灾爆炸等应急预案,定期组织演练。如果发生化学材料泄漏,立即疏散人员,划定危险区域,采取封堵、吸附等措施处理泄漏物,避免污染扩散,如果发生人员中毒、腐蚀伤害,及时采取急救措施并送医治疗。作业结束后,妥善处理剩余化学材料和废弃物,避免随意丢弃造成环境污染^[5]。

3 结束语

电力线路施工作业危险分析与控制是保障电力工程安全推进的核心环节,其涉及物理、自然、管理、设备、化学等多维度风险的综合管控,本文通过对各类危险因素深入剖析,构建了针对性的控制技术体系,为施工安全管理提供了全面的思路与方法。但是电力施工技术 with 作业环境不断发展变化,新的安全风险也将持续涌现,这对安全管理工作提出了持续改进的要求。

参考文献:

- [1] 涂玉蓉,万基盛,刘明亮. 电力线路钻扩桩基础施工技术的应用研究[J]. 光源与照明,2025(07):180-183.
- [2] 孙智晔. 10kV 电力线路迁改施工风险点及应对措施[J]. 价值工程,2025,44(12):132-134.
- [3] 杨运鑫. 电力线路跨越高速铁路的施工技术探讨[J]. 电工技术,2025(07):140-142.
- [4] 杨博. 高等级电力线路跨越迁移施工技术的创新及施工应用[J]. 电力设备管理,2025(02):231-233.
- [5] 冷传飞. 浅析电力线路施工质量及安全控制措施[J]. 电力设备管理,2025(01):205-207.