

电力施工与电力检修安全防护

刘志强 张松峰 王婵娟

国网山东省电力公司广饶县供电公司 山东 东营 257300

摘要：电力施工与检修安全防护涵盖多方面内容，本文先阐述通用安全防护基础，涉及电气安全距离、停电验电等操作逻辑等内容。接着介绍电力施工专项防护，包括高处作业防坠落、起重吊装防碰撞等。随后说明电力检修专项防护，包括无人机线路安全巡视、检修电源接入、防止误操作闭锁装置等。最后探讨特殊环境与应急防护，包含带电作业绝缘遮蔽、恶劣天气作业限制等，为电力作业安全提供全面指导。

关键词：电力施工；电力检修；安全防护；专项措施；应急处理

引言：电力作为现代社会运转的关键能源，其施工与检修工作至关重要。然而，电力作业环境复杂，涉及高压、高空、交叉作业等多种高风险场景，任何一个环节的疏忽都可能引发严重事故，威胁人员生命安全与设备稳定运行。因此，构建一套科学、全面且具有可操作性的安全防护体系，是保障电力施工与检修工作顺利开展的核心前提。这不仅需要明确各项作业的安全标准与操作规范，还需针对不同场景制定专项防护措施，确保作业人员在各种情况下都能得到有效保护。

1 通用安全防护基础

1.1 电气安全距离要求

电气安全距离的设定基于电压等级与设备类型，是防止电弧灼伤、跨步电压及感应电伤害的关键参数^[1]。在10kV及以下电压等级作业中，带电体与作业人员活动范围的最小距离应不小于0.7米；35kV电压等级下，这一距离需扩展至1.0米；110kV及以上高压场景中，安全距离随电压升高呈非线性增长，例如220kV设备需保持3.0米以上间隔。对于裸露带电部分与接地构件的间距，需额外增加0.3米作为安全冗余。距离测量应以设备最大摆动范围或作业工具伸展极限为基准，避免因动态因素导致安全距离失效。

1.2 停电、验电、装设接地线操作逻辑

停电操作需遵循“逐级断电”原则，从负荷侧向电源侧依次断开开关，确保作业区域完全脱离电源。验电环节应使用对应电压等级的验电器，在设备进出线两侧各相分别验电，确认无电压指示后方可进行后续操作。验电器使用前需在有电设备上测试有效性，避免因设备故障导致误判。装设接地线时，应先连接接地端，再连接导体端，拆除时顺序相反，防止感应电通过接地线形成回路。接地线选用需满足短路电流热稳定要求，其截面积不得小于25平方毫米，且接地端应与接地网可靠连

接，确保接地电阻符合规程要求。

1.3 个人安全防护装备配置标准

个人安全防护装备需根据作业风险等级进行差异化配置。头部防护应选用符合GB2811标准的工业安全帽，具备抗冲击、耐穿透性能，在可能发生物体坠落场景中强制佩戴。躯体防护需穿戴绝缘性能不低于0.5kV的防护服，在高压作业中升级为全封闭式屏蔽服，防止电场直接作用人体。手部防护应依据作业类型选择绝缘手套、防机械伤害手套或防化学腐蚀手套，其中绝缘手套需定期进行电气性能测试，泄漏电流不得超过规定限值。足部防护需穿着防砸、绝缘、防滑的安全鞋，在潮湿环境或金属构架上作业时，鞋底绝缘电阻应大于100MΩ。

1.4 安全标示与围栏设置规范

安全标示的设置需遵循“醒目、持久、规范”原则，在作业区域入口、设备关键部位及危险点悬挂禁止类、警告类或指令类标识。围栏设置需根据作业范围选择固定式或移动式结构，在道路沿线作业时，围栏高度应不低于1.2米，并加装反光条提升夜间可视性。围栏与带电设备的间距需满足电气安全距离要求，在人口密集区或交通要道附近作业时，应增设双层围栏并安排专人监护，防止无关人员进入危险区域。

2 电力施工专项安全防护

2.1 高处作业防坠落系统

高处作业防坠落系统需满足“双重保护”原则，通过安全带、安全绳与固定锚点形成独立保护链。安全带应选用全身式双钩安全带，挂钩具备自锁功能，防止意外脱钩，其承载能力需达到22kN以上^[2]。安全绳选用直径不小于16毫米的锦纶绳，抗拉强度不低于30kN，长度应与作业高度匹配，避免过长导致摆动风险。固定锚点需设置在结构稳固的混凝土梁或钢构件上，锚点承载力需通过计算验证，确保能承受作业人员坠落时产生的冲击

力。在移动作业场景中,应采用水平生命线系统,通过滑轨或钢丝绳为作业人员提供连续保护,生命线张力需保持在500N至1000N之间,防止因松弛导致保护失效。

2.2 起重与吊装作业防碰撞措施

起重与吊装作业防碰撞需从设备选型、作业路径规划及信号控制三方面协同实施。起重机械额定起重量应留有20%以上安全裕度,避免超载引发结构失稳。吊装路径规划需避开高压线路,当无法避开时,应保持安全距离,1kV以下线路需保持1.5米以上间隔,10kV线路需保持2米以上间隔。信号传递应采用对讲机与手势信号双重确认机制,指挥人员与操作人员需保持视线直通,在视线受阻场景中增设信号中继人员。吊物捆绑应使用专用吊索具,钢丝绳夹头数量需满足规范要求,U型螺栓应紧固至钢丝绳直径被压扁1/3以上,防止吊运过程中松脱。

2.3 土方开挖与基坑支护结构

土方开挖需遵循“分层分段、对称平衡”原则,根据土质条件确定开挖坡度,砂土开挖坡度不得陡于1:1.5,黏性土开挖坡度不得陡于1:1.0。基坑深度超过3米时,应设置专项支护结构,支护形式需根据地质勘察报告选择,在软土层中优先采用排桩支护或地下连续墙,在岩石地层中可采用锚杆喷射混凝土支护。支护结构施工需与土方开挖交替进行,每层开挖深度不得超过支护结构设计要求,避免因暴露时间过长导致支护失效。基坑周边应设置排水沟与集水井,排水沟深度应低于基坑底面0.5米以上,防止地表水渗入基坑引发坍塌。

2.4 混凝土浇筑与模板支撑体系防护

混凝土浇筑需控制浇筑速度与高度,单次浇筑高度不得超过2米,当超过时需采用串筒或溜槽下料,防止混凝土离析。振捣作业应使用插入式振捣器,振捣棒移动间距不得超过作用半径1.5倍,避免漏振导致结构不密实。模板支撑体系需通过计算确定立杆间距与步距,在梁底位置应增设承重立杆,立杆底部需设置垫板,垫板厚度不得小于50毫米,宽度不得小于200毫米。水平杆应与立杆通过扣件可靠连接,扣件拧紧力矩需达到40N·m至65N·m,防止因连接松动导致支撑体系失稳。在模板拆除作业中,应遵循“先支后拆、后支先拆”原则,严禁提前拆除承重模板,防止结构坍塌。

3 电力检修专项安全防护

3.1 无人机线路安全巡视防护

无人机电力线路巡视需明确飞行环境、安全、机型及操控人员资质要求。飞行环境需避开雷雨、大风、电磁干扰强的区域,与带电设备保持足够安全距离;安全方面需设置禁飞区,配备备用电源与应急返航机制;机

型优先选用抗风性能强、具备防撞功能的工业级设备;操控人员需持有民航局认可的无人机驾驶执照,熟悉电力线路巡视的安全规程,作业前需完成设备检查与试飞验证,避免设备故障或违规操作引发安全事故。

3.2 检修电源接入与绝缘保护

在电力检修作业中,检修电源接入环节的安全管理至关重要。作业人员需严格遵循既定操作流程,确保电源接入位置准确无误,避免因误接导致设备损坏或人员触电风险^[3]。接入前,应使用专业检测工具对电源线路进行全面检查,确认线路无破损、老化现象,且绝缘性能符合安全标准。对于临时接入的电源线路,需采用专用绝缘材料进行包裹处理,防止因外力摩擦或环境因素导致绝缘层破损。同时,检修现场应配备足够的绝缘工具,如绝缘手套、绝缘靴等,作业人员在操作过程中必须全程佩戴,确保人体与带电部分保持安全距离。此外,检修电源箱应设置在干燥、通风良好的位置,避免因潮湿环境导致短路或漏电事故,为检修作业提供可靠的安全保障。

3.3 防止误操作闭锁装置应用

防止误操作闭锁装置是电力检修中保障设备安全运行的关键技术手段。该装置通过机械或电气联锁方式,对设备操作顺序进行严格限制,防止因操作顺序错误引发设备故障或人身伤害。在实际应用中,需根据设备类型及操作特点选择合适的闭锁装置,如机械锁、电磁锁或程序锁等。安装过程中,应确保闭锁装置与设备操作机构紧密配合,动作可靠,无卡涩或失灵现象。定期对闭锁装置进行检查维护,确保处于良好工作状态,防止因装置故障导致误操作风险。同时,作业人员需熟悉闭锁装置的操作流程,严格按照规定步骤进行操作,避免因人为疏忽引发安全事故。

3.4 交叉作业面隔离防护

电力检修现场常涉及多个作业面同时开展工作,交叉作业面隔离防护是确保作业安全的重要措施。应根据作业内容及现场环境,合理划分作业区域,设置明显的隔离标识,防止不同作业面之间相互干扰。对于存在高空坠物风险的作业面,需搭建防护棚或安装防护网,确保下方作业人员安全。同时,加强作业现场的协调管理,明确各作业面的负责人及安全职责,确保信息传递畅通,避免因沟通不畅导致安全事故。

3.5 有限空间作业通风与气体监测

有限空间作业因环境封闭、通风不良,易积聚有毒有害气体,对作业人员生命安全构成严重威胁。作业前,需对有限空间进行全面通风,确保内部空气流通,降低气

体浓度至安全范围。通风过程中,应使用专业通风设备,避免因通风不足导致气体积聚。同时,配备便携式气体检测仪,对有限空间内的氧气、可燃气体及有毒气体浓度进行实时监测,确保作业环境符合安全标准。作业过程中,应持续监测气体浓度变化,一旦发现异常立即停止作业并撤离人员,确保作业安全。

4 特殊环境与应急防护

4.1 带电作业绝缘遮蔽与操作杆使用

带电作业需对裸露带电部位实施绝缘遮蔽,遮蔽材料应选用耐压等级匹配的硅橡胶或环氧树脂制品,遮蔽范围需覆盖带电体及可能触及的相邻部件,确保作业人员与带电体间形成可靠绝缘屏障^[4]。绝缘遮蔽前需对带电体表面进行清洁处理,去除污垢、水渍及导电颗粒,防止因表面导电导致遮蔽失效。操作杆选用应与作业电压等级匹配,绝缘部分长度需满足安全距离要求,握持部位应设置防滑纹路,防止操作过程中滑脱。操作杆使用前需进行外观检查,重点查看有无裂纹、破损及受潮痕迹,确认无缺陷后进行绝缘电阻测试,测试合格方可投入使用。作业过程中操作杆应保持干燥,避免与尖锐物体碰撞,防止绝缘层破损导致触电风险。

4.2 恶劣天气(雷雨、大风、高温)作业限制与防护

雷雨天气下禁止户外带电作业及高处作业,雷雨来临前需提前终止作业并撤离至安全区域,避免雷击伤害。大风天气作业需评估风力等级,当风力超过五级时应停止高处作业及起重作业,防止作业人员或设备被风吹落。高温天气作业需缩短连续作业时间,每工作一小时应安排休息,休息场所应设置在阴凉通风区域,配备防暑降温物资。高温环境下作业人员需穿戴透气性好的工作服,佩戴宽边遮阳帽,防止日光直射导致中暑。恶劣天气作业前需对设备进行加固处理,检查脚手架、临时围栏等设施的稳固性,防止因大风导致结构倒塌。

4.3 夜间作业照明与信号系统

夜间作业需配置足够照度的照明设备,照明光源应选用LED灯具,光效高且寿命长,照明范围需覆盖作业面及周边通道,确保作业人员视线清晰。照明设备安装应牢固可靠,防止因振动或碰撞导致灯具坠落,高处作

业区域照明灯具应采用防坠落设计,通过钢丝绳或专用卡具固定。信号系统需采用声光结合方式,警示信号应与正常作业信号区分明显,避免误判。夜间作业前需对照明与信号系统进行调试,确认设备运行正常,作业过程中安排专人监控设备状态,发现故障立即更换。

4.4 触电事故紧急解脱与急救流程

触电事故发生后,作业人员需保持冷静,利用干燥木棒、绝缘绳索等不导电工具使触电者脱离电源,禁止直接用手拉拽触电者,防止自身触电。脱离电源后需立即检查触电者呼吸与心跳,若呼吸停止或心跳微弱需立即实施心肺复苏术,按压频率与深度需符合急救规范要求^[5]。急救过程中需持续观察触电者状态,若出现呕吐应将其头部偏向一侧,防止呕吐物阻塞呼吸道。同时安排人员拨打急救电话,说明事故地点与伤者情况,等待专业医护人员到场。

结束语

电力施工与检修安全防护是一项系统性工程,涉及通用基础、施工专项、检修专项以及特殊环境与应急等多个层面。从电气安全距离的严格设定,到高处作业防坠落系统的精心搭建;从起重吊装防碰撞措施的精准实施,到无人机线路巡视防护的前置管控,再到触电事故紧急解脱与急救流程的熟练掌握,每一个环节都紧密相连,共同构筑起电力作业的安全屏障。只有将这些安全防护措施全面、深入地落实到实际作业中,才能有效降低事故风险,保障电力施工与检修工作的安全、高效进行。

参考文献

- [1]梁敬超,高桥.电力检修施工安全与电力设施安全的防护对策分析[J].模型世界,2024(8):133-135.
- [2]施永其.浅析电力检修与电力施工安全及电力设施安全防护[J].传奇故事,2023(24):34-36.
- [3]程潭送.电力检修与施工技术在电力工程中的应用[J].光源与照明,2025(12):215-217.
- [4]梅毅.电力工程施工现场临时用电安全措施探讨[J].光源与照明,2022(9):247-249.
- [5]武鑫,白生荣,张永宏,等.电力检修施工安全及电力设施安全的防护探讨[J].通信电源技术,2023,40(4):206-208.