

# 建筑电气施工中的漏电保护技术

吕明亮

安徽长城置业集团有限公司，安徽省合肥市，230000；

**摘要：**本文聚焦建筑电气施工中的漏电保护技术，旨在降低漏电带来的安全隐患和财产损失。首先阐述了漏电保护的重要性，其能实时监测电路、切断故障电流，保障建筑电气系统稳定运行。接着分析了常见漏电原因，包括绝缘失效、施工工艺缺陷、设备选型不当和外部环境影响。然后详细介绍了漏电保护技术在建筑电气施工中的应用，如合理规划保护层级、优化线路布局与接地设计、选定并投放合适的漏电保护器、保证其应用与安装的正确性，以及智能化技术融合等措施。通过这些措施可有效提升建筑电气系统的安全性和可靠性。

**关键词：**建筑；电气施工；漏电保护技术

**DOI：**10.69979/3029-2727.25.03.009

## 1 漏电保护的重要性

漏电现象作为建筑电气系统中的潜在风险，其危害性不容忽视。一方面，漏电可能导致电流通过非预期路径流动，引发电击事故，直接威胁施工人员及用户的生命安全；另一方面，持续的漏电可能引发电气设备过热、绝缘性能下降甚至火灾，造成严重财产损失与社会影响。漏电保护技术的核心作用在于实时监测电路状态，通过快速切断故障电流，有效遏制事故扩大。尤其在高层建筑、商业综合体等复杂场景中，完善的漏电保护系统不仅是技术规范的要求，更是社会责任与人文关怀的体现。通过科学配置漏电保护装置，能够显著降低电气故障的发生概率，为建筑电气系统的长期稳定运行奠定基础。

## 2 常见漏电原因

### 2.1 绝缘失效

电气线路及设备的绝缘层作为电流与外界环境之间的物理屏障，其性能直接决定系统的安全性。绝缘失效通常源于材料自身的劣化或外界环境的作用。绝缘材料在长期使用中可能因高温、氧化或化学腐蚀逐渐老化，导致其介电强度降低。例如，电缆外皮在高温环境下易硬化脆化，细微裂纹的积累会使内部导体暴露，形成漏电通道。此外，施工或运维过程中的机械损伤，如线路弯折过度、外力挤压或锐物划伤，可能直接破坏绝缘层的完整性。潮湿环境的影响尤为显著，水分渗入绝缘层后不仅降低电阻，还可能引发局部电解反应，加速材料分解。此类问题若未被及时发现，漏电流会逐步增大，最终突破安全阈值，触发保护装置动作甚至引发事故。

### 2.2 施工工艺缺陷

施工环节的规范性直接影响电气系统的可靠性。若导线连接未采用标准压接或焊接工艺，接触电阻升高会导致局部过热，加速绝缘层碳化并形成漏电隐患。接地系统的设计缺陷同样不容忽视，例如接地体埋深不足、接地电阻超标或等电位联结缺失，可能导致故障电流无法有效导入大地，反而通过金属构件或人体形成回路。线路敷设过程中，若未预留足够弯曲半径或未采取防磨损措施，长期振动或热胀冷缩可能使导线绝缘层磨损，间接引发漏电。此外，施工人员对图纸理解的偏差或操作随意性，如错误跨接零线与地线、未按规范分层布线，均可能打破系统原有的电流平衡，增加漏电风险。

### 2.3 设备选型不当

漏电保护装置与电气系统的匹配性是实现有效防护的前提。若选型时忽视负载特性或环境条件，例如在潮湿场所选用普通型漏电保护器，其防护等级不足可能导致器件受潮失效。动作电流与时间的参数设置也需精准适配：过高的额定漏电动作电流会降低保护灵敏度，而过于灵敏的装置则可能因正常泄漏电流的波动频繁误动作，影响供电连续性。劣质电气元件的使用问题尤为突出，部分产品为降低成本采用低规格材料，其耐压能力、机械强度及寿命均难以满足实际需求，在过载或瞬时冲击下易发生击穿或触点粘连，导致保护功能完全失效。这种选型偏差不仅削弱防护效果，还可能因虚假安全信号延误故障处理。

### 2.4 外部环境影响

建筑电气系统运行环境的多变性对设备稳定性构

成严峻挑战。高湿度环境中,水汽在设备表面凝结可能形成导电膜,诱发爬电现象;粉尘堆积则可能堵塞散热孔,加剧设备温升并降低绝缘性能。振动源(如大型机械或交通荷载)的长期作用可能使接线端子松动、器件位移或内部元件疲劳断裂,间接破坏电气连接的可靠性。此外,化学腐蚀性气体或盐雾环境会侵蚀金属触点与绝缘材料,导致接触电阻异常增大或绝缘性能骤降。季节性温度变化引起的热应力同样不可忽视,材料膨胀系数差异可能使连接部位产生微间隙,形成放电通道。这些外部因素往往以渐进方式影响系统,若不通过定期巡检与环境适应性改造加以干预,漏电风险将随使用时间呈指数级上升。

### 3 漏电保护技术在建筑电气施工中的应用

#### 3.1 合理规划保护层级

在建筑电气系统中,漏电保护层级的科学划分是提升防护效率的关键。通过分级保护策略,能够实现故障范围的精准定位与快速隔离,避免单一保护装置失效引发的系统性风险。总配电箱作为一级防护节点,通常配置高灵敏度漏电保护器,其核心作用在于监测主干线路的漏电信号,并在毫秒级时间内切断电源,防止故障电流向分支回路扩散。分支回路则作为二级防护单元,根据负载特性与使用场景选择动作电流更小的保护装置,例如照明回路与插座回路可差异化设置参数,以兼顾灵敏度与供电连续性。此外,在特殊区域如潮湿环境或高密度用电场所增设局部三级保护,形成多级联动的防护网络。这种层级化设计不仅降低了误动作概率,还通过逐级筛选将故障影响限制在最小范围内,从而在保障安全的同时提升系统的容错能力。

#### 3.2 优化线路布局与接地设计

电气线路的规范敷设与接地系统的完善是漏电保护技术落地的物理基础。在施工过程中,需严格遵循线路走向与间距要求,避免强电与弱电线路交叉干扰导致的电磁感应漏电。对于隐蔽工程中的预埋管线,应预留足够的弯曲半径并采用柔韧性较高的绝缘套管,减少因机械应力集中引发的绝缘层磨损。接地系统的设计需兼顾低阻抗与均压特性,通过深埋接地极、添加降阻剂或构建环形接地网等方式降低接地电阻,确保漏电流能够快速导入大地。等电位联结的全面实施同样重要,将建筑金属构件、设备外壳与接地干线可靠连接,可有效消除不同部件间的电位差,防止因电势失衡导致的间接

接触电击。此外,针对雷击风险较高的区域,需将防雷接地与保护接地协同设计,通过多路径分流增强系统抗冲击能力。

#### 3.3 选定并投放合适的漏电保护器

漏电保护器的选型与投放是构建建筑电气安全防线的首要环节,其合理性直接决定防护效能与系统兼容性。电流型漏电保护器、电子式漏电保护器、断路式漏电保护器、隔离式漏电保护器、超快速型漏电保护器是现阶段建筑电气施工期间较为常用的集中漏电保护器类型。(1) 电流型漏电保护器以其响应速度快、动作准确的特点,广泛应用于各类建筑电气系统。该类保护器通过检测线路中的不平衡电流,即漏电电流,当电流值超过预设阈值时,能在极短时间内切断电路,有效防止触电事故及火灾风险。其工作原理基于零序电流互感器,能够精确区分正常泄漏电流与故障电流,减少误动作的可能性。(2) 电子式漏电保护器则结合了现代电子技术,具备更高的检测精度与智能化水平。它不仅能够实现基本的漏电保护功能,还能记录故障信息、远程监控及报警,便于运维人员快速定位并处理问题。此外,电子式保护器通常具备可编程功能,可根据具体应用场景调整动作参数,提高防护的灵活性与针对性。(3) 断路式漏电保护器在漏电发生时,不仅能切断故障电路,还能提供短路保护,进一步增强了电气系统的安全性。它适用于对供电连续性要求不高的场合,如照明回路或辅助设备,通过牺牲部分供电可靠性换取更高的安全防护等级。(4) 隔离式漏电保护器则侧重于电气隔离,通过隔离变压器将用电设备与电源系统电气隔离,有效阻断漏电流的传播路径。这种保护方式特别适用于对电气安全要求极高的场所,如手术室、数据中心等,能够显著降低电击事故的风险。(5) 超快速型漏电保护器则以其极短的响应时间著称,能在毫秒级时间内切断漏电路,特别适用于人员密集或高风险区域,如公共浴室、游泳池等。其快速动作特性能够最大限度地减少漏电流对人体的伤害,提高紧急情况下的逃生时间。在选择漏电保护器时,需综合考虑电气系统的负载特性、环境条件、安全防护等级及经济成本等因素,确保所选保护器既能满足安全防护要求,又能与系统兼容,实现长期稳定运行。以电流型漏电保护器为例进行说明,该类型的漏电保护器额定值如表 1 所示。在建筑工地、临时线路、家庭等场景下,更适合投放电流型漏电保护器。

表 1 电流型漏电保护器的额定值汇总表

| 项目          |          | 数值                                                                                         | 备注          |
|-------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 额定频率/Hz     |          | 50                                                                                         |             |
| 额定电压/V      |          | 220,380                                                                                    |             |
| 辅助电         | 直流/V     | 12、24、40、60、110、220                                                                        |             |
| 源电压         | 交流/V     | 12、48、220、380                                                                              |             |
| 额定电流/A      |          | 6、10、16、20、25、32、40、50、(60)、63、100、(125)、160、200、250                                       | 带括号的不优先推荐采用 |
| 额定漏电动作电流/A  |          | 0.006、0.01、(0.015)、0.03、(0.05)、(0.075)、0.1、(0.2)、0.3、0.5、1、3、5、10、20                       | 带括号的值不优先采用  |
| 额定漏电不动作电流/A |          | 0.5                                                                                        |             |
| 最大分断时间      | 直接接触保护/s | 在动作电流不超过 0.03A 的条件下,保护器流过的零序电流为 1 倍<br>$I_n \cdot dt$ 时为 0.2s,2 倍时为 0.1s,流过 0.25A 时为 0.04s |             |
|             | 间接接触防护/s | 流过 1 倍时为 0.2S,2 倍时为 0.1S,5 倍时为 0.04s                                                       |             |

3.4 保证漏电保护器应用与安装的正确性

漏电保护器的实际防护效能不仅取决于选型的科学性,更与其安装质量及应用的规范性密切相关。在施工实践中,需严格遵循国家电气安装标准及设备制造商的技术要求,从物理安装、系统调试到后期运维形成全流程管控,确保保护装置的功能完整性与可靠性。

首先,安装位置的精准选择是保障漏电保护器有效运行的基础。总配电箱、分配电箱及末端回路的保护装置应依据分级保护原则分层部署,避免因安装层级混乱导致保护范围重叠或遗漏。例如,总进线端的漏电保护器需远离强电磁干扰源,防止信号误判;末端设备附近的保护装置则应优先考虑便捷性与可维护性,便于故障排查与快速复位。同时,安装过程中需确保保护器与配电箱体间保持充足散热空间,避免因温升过高导致器件性能衰减或误动作。

其次,接线工艺的规范性直接影响漏电检测精度。施工人员需严格区分相线、零线及接地线,采用压接端子或焊接方式固定导线,杜绝虚接、错接现象。对于多回路系统,应避免不同保护器间的线路交叉干扰,必要时采用屏蔽线缆或独立穿管敷设,减少电磁感应引起的漏电信号偏差。接地线的连接尤为重要,需采用截面积符合标准的铜芯导线,并通过防腐处理确保接地回路长期稳定。

此外,系统调试环节是验证保护功能的关键步骤。安装完成后,需通过专业仪器模拟漏电场景,测试保护器的动作电流、响应时间及联动逻辑是否符合设计要求。例如,利用漏电电流发生器向回路注入标准故障电流,观察保护装置是否在规定时间内切断电源,并记录动作

参数的偏差值。对于多级保护系统,还需验证上下级保护器间的选择性配合,确保故障发生时仅最近故障点的保护装置动作,避免大面积停电。

后期运维阶段的定期检测与校准同样不可或缺。环境温湿度变化、机械振动或灰尘积累可能逐渐影响保护器的灵敏度,因此需制定周期性巡检计划,利用绝缘电阻测试仪、接地电阻测试仪等工具评估设备状态。运维人员应重点关注保护器自检功能的运行情况,及时更换老化部件或复位异常告警,并通过历史数据追溯系统薄弱环节,优化防护策略。

3.5 智能化技术融合

随着数字化技术的渗透,漏电保护技术正逐步向智能化、集成化方向演进。基于物联网的漏电保护系统可通过嵌入式传感器实时采集电流、电压、绝缘电阻等参数,并利用边缘计算技术对数据进行初步分析,实现故障预判与趋势预警。例如,通过监测泄漏电流的波动模式,系统可识别绝缘性能的渐进性下降,提前触发检修提示而非被动等待保护动作。远程监控平台的引入进一步拓展了管理边界,运维人员可通过移动终端查看保护装置状态、历史操作记录及报警信息,并在紧急情况下远程复位或切断故障回路。人工智能算法的应用则使系统具备自学习能力,能够根据用电习惯与环境变化动态调整保护阈值,兼顾安全性与能效优化。这种技术融合不仅提升了漏电保护的响应速度与精准度,还为建筑电气系统的数字化运维与能效管理提供了底层支持。

4 结语

综上所述,建筑电气施工中的漏电保护技术对于保



障人员生命安全和财产安全、维护建筑电气系统的稳定运行具有至关重要的意义。通过对漏电保护重要性的认识,以及对常见漏电原因的深入分析,明确了漏电问题的复杂性和多样性。为了有效防范漏电事故,本文提出了一系列切实可行的漏电保护技术应用措施,能够从多个方面构建起全方位的漏电保护体系,提高建筑电气系统的安全性和可靠性。未来,应进一步加强对漏电保护技术的研究和应用,积极引入新的理念和方法,提高漏电保护的精准度和智能化水平。

### 参考文献

- [1]王明. 漏电保护技术在建筑电气工程中的应用[J]. 电气技术, 2020, (5): 20-25.
- [2]马玉茹. 建筑电气工程施工中漏电保护技术的应用研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2023 (8): 68-70.
- [3]张娃. 浅谈建筑电气工程施工中漏电保护技术的应用[J]. 四川建材, 2022 (8): 214-215, 218.
- [4]林松涛. 浅析漏电保护技术在建筑电气工程施工中的应用[J]. 中国设备工程, 2021 (22): 259-261.
- [5]李德龙. 漏电保护技术在建筑电气工程施工中的应用分析[J]. 绿色环保建材, 2020 (3): 168-169.