

建筑电气设计中接地系统的安全性研究

张 沛

河北省第二建筑工程有限公司 河北 石家庄 050000

【摘要】：接地系统作为建筑电气设计的重要组成部分，在保障电气设备安全运行、保护人员生命安全、维持建筑系统稳定方面发挥着不可替代的作用。随着建筑电气系统复杂度不断提升，建筑内部电气设备数量激增，接地系统的安全性问题愈发受到关注。若接地系统设计不规范、材料选择不合理、安装不符合标准或维护不及时，均可能造成触电事故、设备损坏、雷击灾害扩大、电磁干扰加剧等一系列安全隐患。因此，研究建筑电气设计中接地系统的安全性、构建科学的接地方式选择方法、优化接地设计流程，对于提升现代建筑电气系统的安全性具有重要意义。本文分析建筑电气接地系统的基本功能与构成，探讨接地设计中可能出现的安全风险，并从规范化设计、科学施工与系统维护等方面提出改进策略，以期为工程实践提供可行参考，推动接地系统设计的安全化、标准化和现代化发展。

【关键词】：建筑电气设计；接地系统；安全性；防雷接地；保护接地

DOI:10.12417/2811-0528.26.08.069

随着建筑规模不断扩大与电气化水平快速提升，建筑电气系统的复杂性和可靠性要求同步提高。接地系统作为电气安全的核心环节，在电气故障处理、雷电防护、电磁兼容管理以及人员保护方面具有关键作用。《建筑电气设计规范》《建筑物防雷设计规范》等强制性标准均对接地系统提出严格要求。然而，在工程实践中，接地系统仍面临设计理念滞后、施工工艺不标准、测试与维护不到位等问题，导致电气事故时有发生。当前建筑电气设计呈现智能化趋势，设备与系统之间的相互干扰愈发明显，因此传统接地设计方法在现代建筑环境中暴露出诸多不足。特别是在高层建筑、智能建筑、大型公共设施等场景中，接地系统不仅承担保护作用，还承担系统稳定、电磁环境治理等综合功能，对其安全性的要求显著提升。基于此，研究建筑电气设计中接地系统的安全性问题，对于规范接地设计、提高施工质量、优化安全管理以及提升整体电气系统运行可靠性具有必要性。本文将从接地系统的功能结构、设计安全隐患、优化设计策略及维护管理机制等方面展开分析，旨在为建筑电气工程提供科学参考。

1 建筑电气接地系统的功能与构成因素

1.1 接地系统的多重安全功能深化分析

建筑电气接地系统是维持电气安全稳定运行的重要基础，其功能远不仅限于传统意义上的泄放故障电流。首先，从保护功能角度看，接地系统通过为漏电流提供低阻抗通路，使保护装置能够在最短时间内检测到故障并执行断电措施，从而有效降低触电风险。对于大型商业建筑、住宅区、智慧建筑和公共场馆而言，人员密集、电气负荷复杂，接地系统在避免因设备外壳带电导致触电事故方面发挥着核心作用。其次，在电力系统运行稳定性方面，工作接地可使各相电压保持稳定，避免

因悬浮电位导致系统不平衡甚至引发电弧故障。此外，在三相四线制供电系统中性点接地的方式，也直接关系到系统整体运行特性。其三，在雷电防护方面，防雷接地为雷击电流提供快速泄放路径，避免雷电侵入建筑物内部设备，使其损伤得以最小化。在现代建筑中，外部防雷与内部防雷需协同设计，而接地系统正是二者贯通的重要枢纽。最后，在电磁兼容方面，接地系统承担了高频信号屏蔽、干扰泄放等重要职能，可减少静电积聚、降低电磁噪声，提高弱电系统运行的稳定性，尤其对于现代建筑中大量存在的数据网络设备、监控系统、智能家居设备至关重要。

1.2 接地系统的构成要素及其作用机制再阐述

接地系统的主要构成包括接地体、接地线、接地干线、接地端子和等电位联结系统，各部分需形成连续可靠的电气通路。接地体是系统的核心结构，其常由钢材、铜材等导电性强且耐腐蚀的金属制成，被埋于地下作为泄放电流的最终通路。自然接地体（如建筑基础钢筋、金属管道）具有成本低、效果好等优势，是规范中鼓励优先采用的方式。而人工接地体通常采用垂直接地极、水平接地体、环形接地体等形式，以增强接地效果。接地线负责连接电气设备与接地装置，其材质、截面积、敷设方式均需符合规范，以保证通流能力及机械强度。接地干线则是整个接地网络的骨干通道，通常沿建筑物主要结构布置，并承担连接各类接地支线的任务。等电位联结是减少接触电压风险的重要措施，尤其在卫生间、机房、设备房等特殊区域需要严格设计，确保不同金属构件间的电位保持一致，从而避免危险电位差的产生。

1.3 接地方式的选择原则与不同体系的适配性分析

建筑电气工程接地方式常见的有 TN 系统、TT 系统与 IT

系统。TN系统因其接零保护可靠、动作迅速而广泛应用于城市建筑中，其内部又分为TN-S、TN-C和TN-C-S三种形式。其中TN-S系统中零线与保护线分设，可有效降低零序电流干扰，是现代建筑接地设计的主流方式。TN-C系统由于零线兼做保护线，安全性较低，通常只适用于供电线路的上级供电侧。TT系统中保护接地独立于工作接地，适用于土壤电阻率较高或供电系统不具备形成TN系统条件的场所，如山区建筑、临时性建筑等。IT系统因具备故障时不中断供电的特点，常用于医院、数据中心、通信机房等重要负荷场所，但其维护复杂，对监测设备要求较高。

2 建筑电气接地系统中存在的主要安全隐患

2.1 接地电阻不达标带来的系统功能弱化

接地电阻是判断接地系统性能的关键指标，其值过大将显著削弱故障电流快速泄放的能力，导致保护装置动作延迟甚至无法动作。其原因主要包括接地体尺寸不足、埋深不够、接地体之间间距不合理、土壤电阻率高以及接地施工质量不达标等因素。某些地区因气候干燥或土壤结构松散，电阻率天然偏高，设计中若未采取加密接地体、增大埋深或采用降阻材料等措施，将直接导致接地效果无法满足要求。此外，接地体随时间推移会因腐蚀导致截面减小，使接地电阻进一步升高，因此即便设计阶段达标，后续运行中仍可能出现电阻上升现象。这种接地能力不足会使电气设备带电风险增加，也使雷电流泄放路径阻抗增大，造成反击电压上升数倍，从而影响整栋建筑的雷电防护效果。

2.2 等电位联结缺失导致潜在触电与跨步电压风险

等电位联结旨在通过将不同金属结构体、电气设备外壳以及建筑内部金属装置进行电气连接，使其电位保持一致。若等电位联结设计或施工存在缺陷，不同金属体之间将产生电位差，尤其在潮湿、多水环境中，人体一旦同时接触两个电位不同的金属体，就可能发生触电。在建筑中，楼梯栏杆、金属管道、卫生间金属构件等若未进行可靠等电位联结，将成为导致触电事故的重要隐患。此外，在雷击条件下，建筑物金属构件还可能因雷电波沿不同通路传播速度不同而产生瞬时电位差，若未进行等电位处理，会使雷电入侵建筑内部，影响设备并危及人员安全。

2.3 接地布置不均衡导致保护范围不完整

现代建筑体量大、结构复杂，接地系统布置若不能覆盖所有需要接地的区域，将导致局部区域接地不良，从而构成安全漏洞。某些建筑因功能区域多样化，如地下停车场、设备机房、弱电间等区域布设不均，会使接地系统的电流分布不均衡，从而在雷击或故障时出现局部电位升高，形成危险区域。此外，

接地线过长、弯折过多或截面积不足也会导致阻抗增大，削弱接地效果。同时，一些施工项目存在“为降低成本减少接地体数量”“用非标准材料替代接地体”等违规行为，这些问题都将导致接地系统整体性能下降，严重威胁建筑安全。

3 建筑电气接地系统安全性提升的设计策略

3.1 合理优化接地体布置，实现低阻抗接地网络

在设计阶段，应根据建筑尺寸、地质勘察报告及土壤条件科学规划接地体的数量、形式和布置方式。若土壤电阻率高，可采用多极接地、深埋接地体、水平方向延展等方式降低接地电阻；若建筑基础具备条件，应尽可能利用基础钢筋构成自然接地体，使其在整体结构中形成大面积导电网络。此外，为进一步降低接地阻抗，可采用环形接地网，将建筑周边与内部接地体相连，使接地系统形成“多点互联、多通路泄流”的低阻抗结构，从而增强接地系统的整体性能和可靠性。

3.2 加强等电位联结设计与细化联结标准

在建筑电气设计中，等电位联结不仅是规范要求，更是降低触电危险的重要技术措施。设计阶段必须明确总等电位和附加等电位的范围、对象及实施方式。总等电位应覆盖建筑主体结构，包括钢筋、金属框架、大型金属管道等；附加等电位应特别关注卫生间、厨房、地下室等区域。此外，应明确联结线的截面积、颜色标识和固定方式，使施工过程中能够严格执行设计要求。等电位联结点的数量与位置需科学布设，以确保任何区域都能维持稳定电位，最大限度降低危险电位差产生的概率。

3.3 采用电磁兼容（EMC）设计理念建设高可靠接地系统

在智能建筑中，弱电系统数量众多，如网络设备、消防系统、监测设备等，其正常运行对电磁环境要求极高。为减少电磁干扰，应在接地设计中遵循EMC原则，包括设置多点接地降低高频阻抗、避免接地线封闭环路产生涡流干扰、合理安排屏蔽层接地方式等。此外，对于高频信号设备，应使用专用技术接地与保护接地相结合的方式，使其在不影响人员安全的基础上获得良好接地环境，提高系统整体抗干扰能力。

4 建筑电气接地系统的施工质量控制与管理要求

4.1 严格管控施工材料质量与接地构件加工工艺

建筑接地系统的可靠程度与施工材料质量密不可分，若材料导电性能差或易腐蚀，将缩短接地系统寿命。因此，必须使用符合国家标准的镀锌钢材、铜包钢接地棒、热镀锌扁钢等材料。加工过程中需保证接地体尺寸准确，焊接部位饱满牢固，并进行防腐处理，同时避免因粗糙施工导致接地体变形、裂纹等问题。材料验收应严格执行抽检制度，通过检测延伸率、镀

层厚度等指标确保材料满足耐久性要求。

4.2 严格执行施工过程监管与隐蔽工程验收制度

接地系统施工多为隐蔽工程，一旦未按照规范施工，后期难以检查与修复。因此需要建立全过程监督机制，从接地体埋设、焊接、敷设到连接都需由专业人员进行过程验收。焊接后应检查焊缝完整性，而敷设完成后应进行导通测试，确保系统电气连续性良好。隐蔽工程验收应由监理和设计单位共同参与，通过测量接地电阻值、检查布置是否符合图纸等方式确保施工质量全面达标。

4.3 加强施工人员专业技术培训与安全意识建设

接地系统施工看似简单，但涉及大量专业技术细节，如焊接方式选择、接地体埋设深度、电阻测量技术等，因此施工队伍必须具备专业技能。通过定期培训，使施工人员了解最新规范要求、掌握科学施工方法，并增强责任意识。在施工现场组织技术交底和质量会议，可有效提高整体施工水平。

5 接地系统运行维护与安全管理机制的构建

5.1 建立长期监测机制，实现接地性能动态管理

接地系统在运行过程中会受到腐蚀、土壤变化、接点松动等因素影响，导致接地电阻逐年上升。因此应建立定期检测制度，如每半年或一年测试一次接地电阻，对结果进行趋势分析。当电阻值接近规范上限时，应及时采取加固措施，包括增加接地体、改善土壤湿度、更换腐蚀部件等。同时，若建筑遭遇强雷击、电气故障或改造施工，应立即对接地系统进行专项检查，

确保其未受破坏。

5.2 推动接地系统数字化、智能化管理平台建设

随着建筑智能化发展，可将接地系统纳入建筑设备管理平台，通过传感器实时采集接地电阻、土壤湿度、电流大小等指标，形成智能监测网络。系统可自动识别异常，并生成报警信息，辅助管理人员及时处理问题。数字化平台还可记录系统全生命周期数据，为后期维护、检修和更新提供科学依据，有助于构建主动式维护模式。

5.3 构建多方协同的安全管理责任体系

接地系统的安全需要设计单位、施工单位、监理单位及使用单位共同保障。设计阶段应确保方案科学合理；施工阶段需严格按图施工；监理应实施全过程监督；使用单位则需按规程进行维护管理。此外，应制定明确的责任划分与监督机制，使各环节的责任人清晰可循，从制度层面保障接地系统的可靠运行。

6 结论

接地系统是建筑电气设计中的核心安全措施，在人员安全、防雷措施、电气设备保护与系统稳定运行方面具有不可替代的作用。本文从接地系统功能、设计隐患、优化策略以及施工与维护等方面进行了深入分析，认为要确保接地系统安全，必须坚持规范化设计、精细化施工与科学化运维。未来可从智能管理、电磁兼容机理、多场景技术适配等方向进一步研究，以提升接地系统现代化建设水平，为建筑电气安全提供更加坚实的技术保障。

参考文献：

- [1] 刘建华.建筑电气接地系统设计的问题与对策研究[J].建筑电气,2021(6):45-48.
- [2] 王立军.接地系统在建筑电气设计中的应用分析[J].电气工程学报,2022(4):52-56.
- [3] 李强.建筑电气接地技术的安全性研究[J].建筑科技,2020(8):77-80.
- [4] 赵明.基于电磁兼容的建筑电气接地系统设计探讨[J].智能建筑与城市信息,2021(12):60-64.
- [5] 陈晓东.建筑电气工程接地技术与安全管理研究[J].建筑与安全,2022(3):33-37.