建筑电气施工中接零接地施工技术分析

刘国成

（香江系统工程有限公司，江苏 镇江 212200）

摘 要 接零接地系统是建筑电气安全的核心保障，直接关系到人身安全与设备稳定运行。本文结合当前建筑电气施工规范，以某高层住宅建筑工程为例，从接零接地系统的核心类型入手，深入分析TN-S、TN-C-S、TT三种主流系统的适用场景与技术特点，探讨接地体安装、接地干线敷设、零线与地线连接等关键施工环节的技术要点，针对施工中常见的问题，提出针对性解决对策，以期为建筑电气接零接地施工质量提供参考。

关键词 建筑电气安全；建筑电气施工；接零接地施工技术

中图分类号：TU856 **文献标志码**：A **DOI**：10.3969/j.issn.2097-3365.2025.35.012

0 引言

随着建筑行业向智能化、高层化发展，电气系统的复杂度与负荷密度显著提升，接零接地施工的重要性愈发凸显。接零接地系统的核心作用是在电气设备发生异常（如漏电）时，能够通过有效回路快速切断电源，避免人身触电事故的发生；同时抑制电网过电压，保护电气设备免受损坏。基于此，深入研究接零接地施工技术、规范施工流程、强化质量控制，对保障建筑电气系统的安全稳定地运行具有重要的现实意义。

1 工程概况

某高层住宅项目，总建筑面积5.2万m^2，共28层，地下2层，建筑高度85 m，属于典型的中大型民用建筑。项目电气系统负荷涵盖居民生活用电、公共区域照明、电梯运行、消防系统等，总用电负荷约800 kW，对电气系统的安全性与稳定性要求较高。该项目电气系统采用TN-C-S接零接地系统，严格按照规范要求把控各环节质量，通过分阶段测试与验收，确保系统性能达标，为后续技术分析与效果验证提供数据支撑。

2 建筑电气接零接地系统的核心类型与适用场景

建筑电气接零接地系统的选型需要结合建筑类型、使用功能以及电网结构等因素确定，现行规范中主流系统包括TN-S、TN-C-S、TT三种，其技术特点与适用场景中存在显著差异[1]，如表1所示。

从表1可看出，TN-S系统安全性能最优，但施工成本较高；TN-C-S系统平衡了安全与经济，是民用建筑的主流选择；TT系统则适用于特殊场景，需配合漏电保护器使用。本项目在施工前根据建筑设计文件明确该系统类型选择为TN-C-S系统。

3 建筑电气接零接地施工的关键技术要点

3.1 接地安装技术

1. 自然接地体安装。自然接地体主要利用建筑结构中的钢筋混凝土基础、金属构件等，其安装需满足

表1 主流接零接地系统技术特点与适用场景对比

系统类型	核心结构	技术特点	适用场景	安全优势
TN-S系统	工作零线（N线）与保护零线（PE线）完全分离，全程独立敷设	1.N线与PE线无电气连接，避免零线电位漂移；2.漏电时故障电流大，断路器快速跳闸（≤0.4 s）；3.抗干扰能力强	高层住宅、医院、数据中心、精密仪器实验室等对电气安全与稳定性要求高的建筑	安全等级最高，可有效避免人身触电与设备损坏
TN-C-S系统	前半段（电源端）N线与PE线共用（PEN线），后半段（用户端）分离为N线与PE线	1.兼顾经济性与安全性，减少线缆用量；2.分离点需做好重复接地，确保PE线电位稳定；3.适用于低压配电系统	多层住宅、普通办公楼、商业综合体等一般民用建筑	性价比高，满足常规安全需求
TT系统	电源端中性点接地，用电设备金属外壳单独接地（不与零线连接）	1.接地系统独立，互不干扰；2.漏电时需依赖漏电保护器（RCD）切断电源；3.接地电阻要求严格（≤4 Ω）	户外电气设备、临时用电工程、远离电源端的小型建筑	抗干扰能力强，适用于分散式配电场景

以下要求：（1）利用钢筋混凝土基础作为接地体时，需要将基础内直接≥16 mm的主钢筋焊接连接，形成闭合回路；其焊接长度需符合规范要求，单面焊接≥12 d（d为钢筋直径），双面焊≥6 d，焊缝要求标准需保证其饱满、无夹渣、无虚焊。本项目中，地下车库基础主钢筋焊接长度均控制在12 d以上，焊接经外观检查与导通测试，确保了电气连通性；（2）利用金属管道作为接地体时，需要选择镀锌钢管等防腐性能良好的管道，严禁使用燃气管道、排水塑料管道等。管道之间需采用金属法兰进行连接，法兰处需加装跨接线，进而确保电气的连通[2]；（3）自然接地体的接地电阻需要开展测试，若测试值＞4 Ω，需补充人工接地体，直至总接地电阻满足设计要求。本项目中，自然接地体安装完成后测试接地电阻为5.8 Ω，超出设计要求，补充了人工接地体。

2. 人工接地体安装。人工接地体分为垂直接地体与水平接地体，常用材料为镀锌角钢、镀锌钢管、镀锌扁钢等，安装要点如下：（1）垂直接地体安装：将镀锌角钢或钢管垂直打入地下，入土深度≥5 m；若土壤电阻率较高，可采用换土或添加降阻剂的方式降低接地电阻，降阻剂需均匀包裹接地体，厚度≥100 mm；（2）水平接地体安装：将镀锌扁钢水平埋入地下，埋深≥0.8 m；水平接地体与垂直接地体之间需采用焊接连接，其焊接方式同自然接地体；（3）接地体安装完成后，需要及时进行防腐处理，对其焊接部位需涂刷两道防锈漆和一道面漆，以确保接地体使用寿命≥20年[3]。

3.2 接地干线与支线敷设技术

1. 接地干线敷设。（1）接地干线的材料选型需要符合设计要求，常采用铜芯线（截面积≥16 mm^2）、镀锌扁钢（40×4）、镀锌圆钢（φ12）等；线缆需沿建筑结构（如墙体、梁、柱）敷设，避免穿越卫生间、厨房等潮湿区域，若必须穿越则需做好防水处理。本项目中，接地干线选用镀锌扁钢（40×4），沿地下车库墙体与楼层梁体敷设，未穿越潮湿区域；（2）接地干线在墙体敷设时，需开设出深度≥30 mm的线槽，在线缆敷设完成后，用水泥砂浆封堵；在室外敷设时，需采用埋地方式，埋深≥0.8 m，线缆周围需填入细沙，上方覆盖混凝土保护层，防止线缆被损坏[4]；（3）接地干线的连接需采用焊接或压接的方式，焊接要求同接地体，压接需使用专业压接钳，以确保连接的牢固性；干线每隔10～15 m需要设置一个固定点，避免线缆松动。

2. 接地支线敷设。（1）接地支线的截面积需要根据电气设备功率确定，一般情况下，铜芯线截面积≥2.5 mm^2，铝芯线截面积≥4 mm^2；支线需采用绝缘导线，颜色统一为黄绿双色，便于识别，严禁与其他线缆混用颜色；（2）接地支线与电气设备连接时，需采用螺栓连接或焊接，连接点需要确保其清洁性，保证其无氧化层的标准要求；对于金属外壳设备，需要连接在设备专用的接地端上，严禁连接在设备的螺丝、螺母等非专用接地部位；（3）接地支线敷设的过程中，需要避免与动力线缆、照明线缆并行敷设，若必须并行，其间距需≥300 mm，防止电磁干扰影响接地系统的性能。

3.3 零线与地线连接技术

本项目采用的是TN-C-S系统，该系统中PEN线需在建筑进线处进行重复接地，然后分离为N线与PE线，连接要点如下：

1. 分离点需设置明显的标识，严禁在分离点之后将N线与PE线再次合并；处理好的PE线需与接地干线连接，以确保电位的稳定。本项目在地下车库总配电箱处设置了分离点标识牌，清晰地区分出N线与PE线，且在分离处理后的PE线与接地干线焊接连接，其电位稳定在0 V左右。

2. 近线处的重复接地电阻≤10 Ω，若自然接地体接地电阻满足要求，可利用自然接地体作为重复接地极；PEN线、N线以及PE线的截面积需符合设计要求，避免截面积不足导致电流过载[5]。本项目中，进线处重复接地电阻测试值为3.5 Ω，满足规范要求，且各线截面积均符合标准。

3.4 接地电阻测试技术

接地电阻是衡量接零接地系统性能的核心指标，其施工过程需分阶段进行测试，以确保符合设计要求。

1. 测试时机：分别在接地体安装完成后、接地干线敷设完成后以及整个系统施工完成后进行电阻测试。本项目进行三个阶段测试，均满足设计要求（≤4 Ω）。

2. 测试方法：采用接地电阻测试仪进行测试，测试时需将测试仪的三个端子分别连接接地极、电流极、电压极，电流极与接地极间距≥20 m，电压极与接地极间距≥10 m，以确保测试结果的准确性。

3. 测试结果处理：若测试值超过工程设计的要求，需要采取补充接地体、换土、添加降阻剂等措施，直至测试值达标；相关记录需完整留存，包括测试时间、测试部位、整改措施等，作为工程验收的重要依据。本项目三个阶段的测试记录均完整留存，详细记录了测试数据与操作人员信息，通过了工程验收。

4 建筑电气接零接地施工中的常见问题与解决对策

4.1 接地电阻超标

1. 问题原因。接地体入土深度不足，没有达到2.5 m，导致其与土壤接触面积过小；土壤电阻率过高，没有

采用合适的降阻措施；接地体材料的选择不当，如使用非镀锌金属材料，易腐蚀生锈；接地体之间连接不牢固，存在虚焊、假焊，导致接地回路断开。

2. 解决对策。（1）严格遵守规范要求安装接地体，垂直接地体入土深度≥2.5 m,水平接地体埋深≥0.8 m，确保与土壤的充分接触；（2）针对高电阻率土壤，采用换土（填入腐殖土、膨润土）、添加降阻剂、增加接地体数量等方式，进一步降低接地电阻；（3）选用镀锌角钢、镀锌钢管等防腐性能良好的接地体材料，禁止使用非镀锌材料；（4）加强接地体连接质量管控，焊接时确保焊缝饱满、无夹渣，焊接完成后进行防腐处理，必要时采用压接方式辅助固定。

4.2 零线与地线混接、错接

1. 问题原因。施工人员对系统类型理解不清晰，混淆TN-S、TN-C-S、TT系统的连接要求；线缆颜色标识不规范，N线与PE线未使用专用颜色（N线为蓝色，PE线为黄绿双色），导致错接；配电箱内端子排布置混乱，未明确区分N线端子与PE线端子，引发混接。

2. 解决对策。（1）施工前组织技术培训，确保施工人员熟悉不同系统的连接要求，严格按照工程设计文件开展施工，严禁随意变更系统结构；（2）规范线缆颜色标识，N线统一使用蓝色，PE线统一使用黄绿双色，严禁使用其他颜色线缆替代；（3）配电箱内端子排，需明确区分N线端子（标注“N”）与PE线端子（标注“PE”），端子排间距合理，避免线缆交叉混乱；施工完成后，逐一检查连接点，确保无混接、错接的问题。

4.3 材料选型不当

1. 问题原因。为降低成本，选用截面积不足的线缆、非镀锌接地体等不合格材料；材料采购时未进行质量检验，使用过期、生锈、破损的材料；材料选型未结合实际场景，如在潮湿环境中使用非防水线缆，导致线缆损坏。

2. 解决对策。（1）严格按照工程设计文件与规范要求选型，线缆截面积、接地体规格需满足实际负荷需求与安全规范，严禁选用截面积不足的材料；本项目所有接地线缆与接地体均按照设计标准采购，铜芯线截面积≥2.5 mm^2，接地体选用镀锌材质，未出现材料规格不达标的问题；（2）建立材料质量管控机制，在材料采购时，需要审核供应商资质，进场后进行外观检查、性能测试等，合格后方可使用，在检查过程中需确保材料无破损、老化现象；（3）结合施工场景选型，潮湿环境中选择防水型线缆、防腐接地体；户外场景中则选用耐候性强的材料，以更好地确保材料使用寿命与系统性能。

5 工程实践效果验证

本项目接零接地系统施工完成后，依据相关规定开展全面验收，核心验收指标与结果如下：

1. 接地电阻测试:系统整体接地电阻测试值为2.8 Ω，进线处重复接地电阻为3.5 Ω，均满足设计要求（≤4 Ω），且低于规范限值，接地性能稳定。

2. 连接质量检查：对所有接地体、干线、支线的连接点进行逐一排查，共检查焊接点82处、螺栓连接点156处，无虚焊、漏焊、松动现象，N线与PE线标识清晰，无混接、错接问题的出现。

3. 材料质量验收：接地体、线缆等材料均符合设计标准，防腐处理到位，无生锈、破损等问题，绝缘性能测试合格。

4. 系统运行测试：模拟电气设备漏电场景，断路器在0.2 s内快速跳闸，漏电保护器动作灵敏，符合安全要求。

经验收，该项目接零接地系统施工质量全部达标，顺利通过工程验收，具备投入使用条件。

6 结束语

建筑电气接零接地系统的施工质量是保障电气系统安全稳定运行的核心要素，其可靠性直接决定电气系统的安全与稳定。民用建筑配电系统优先采用TN-C-S接地型式，可实现安全防护与经济性的最优平衡。施工中需严控接地体安装、干线支线敷设等关键性环节，针对接地电阻超标等常见问题，通过规范操作、材料管控等对策规避隐患，可确保接地电阻稳定达标，实现长期安全运行。

参考文献：

[1] 刘宁捷.浅析电力工程施工中的接地技术及故障排查[J].科技与创新,2025(15):130-132,139.
[2] 王正凯.探究高层建筑电气施工中防雷及接地技术[J].建材发展导向,2025,23(11):106-108.
[3] 钟栋,付井亮.输配电施工中接地技术的研究[J].电力设备管理,2024(15):220-222.
[4] 李嘉馨.简述高层建筑电气施工中防雷及接地技术应用思考[J].中国设备工程,2024(11):232-234.
[5] 王敬媛.高层建筑电气施工中防雷及接地技术应用思考[J].中国高新科技,2023(06):37-39.