

吊车作业当中的接地保护

李永福

中国电建集团青海工程有限公司，青海 西宁 810000

摘 要： 吊车作为现代建筑、港口、矿山等行业不可或缺的重要设备，广泛应用于重物吊装与运输作业。随着吊车作业环境的日益复杂化和高危性，电气安全问题，尤其是接地保护问题，成为了确保设备稳定运行和人员生命安全的关键环节。吊车在工作过程中，受到电气故障、雷电干扰及外部环境变化等多种因素的影响，接地系统的设计与实施直接关系到电气设备的防护性能与作业安全。

关 键 词： 吊车作业；接地保护；安全管理；实施措施

Grounding Protection During Crane Operation

Li Yongfu

China Power Construction Group Qinghai Engineering Co., Ltd. Xining, Qinghai 810000

Abstract： As an indispensable and important equipment in modern industries such as construction, ports, and mining, cranes are widely used in heavy lifting and transportation operations. With the increasing complexity and high risk of crane operation environment, electrical safety issues, especially grounding protection, have become a key link to ensure the stable operation of equipment and the safety of personnel. During the operation of cranes, they are affected by various factors such as electrical faults, lightning interference, and external environmental changes. The design and implementation of grounding systems directly affect the protective performance and operational safety of electrical equipment.

Keywords： crane operation; grounding protection; safety management; implementation measures

引言

本文围绕吊车作业中的接地保护展开研究，从现代吊车作业的电气安全需求出发，分析接地保护的重要性，重点探讨其在复杂作业环境中的设计要求、实施措施以及相关管理策略。研究指出，接地保护作为防控电气故障和雷击风险的核心手段，能够有效保障设备运行安全和人员作业安全。文章从动态电气环境风险、防御自然环境突发因素、人机协同操作等角度阐述接地保护的必要性，并提出了包括接地装置的科学设计、高品质导线与连接技术、防雷系统集成及动态维护等在内的系统化解决方案。

一、吊车作业接地保护的必要性

（一）动态电气环境的风险防控需求

吊车作业通常运行于复杂的电气环境中，设备在动态负载和高强度使用的情况下，可能面临多种潜在风险^[1]。工作过程中，电气系统可能因启停频繁、负载波动或突发故障引发瞬态过电压、电流泄漏等问题，特别是在大功率电机驱动和电气设备密集的场景下，这些异常波动会显著提高电气事故发生的概率。如果没有可靠的接地保护，异常电流可能沿设备金属外壳或作业系统传导，直接威胁操作人员的安全，同时也可能导致电子元器件的损坏、控制系统的误动作甚至失效，进一步引发吊车运行的中断和设备整体损毁。此外，吊车的高结构特点增加了其对电磁干扰的敏感性，外部环境中的静电感应或电磁脉冲可能通过未接地的部件对吊车电气系统造成破坏。接地保护通过将多余电流和干扰

信号快速导入地面，不仅能稳定电气系统运行，降低电气故障风险，还能优化作业设备的抗干扰能力，为复杂电气环境下的吊车作业提供必要的技术保障和安全屏障。

（二）防御自然环境突发因素的作业保障

吊车作业多发生在露天环境，作业条件不可避免地受到自然环境的干扰，尤其是在雷雨多发区域或高湿、高静电活动的场景下，作业安全面临严峻挑战。吊车的金属结构与高耸设计使其成为雷击的潜在落点，雷击电流可能通过设备传导，造成严重的机械损坏、电气系统故障或安全事故^[2]。此外，自然环境中的静电积聚也不可忽视，在干燥气候下设备运行和物料摩擦可能导致静电电压逐步升高，进而威胁到吊车的控制精度和运行稳定性。接地保护在这些场景中起到核心作用，通过为雷电流或静电电荷提供低阻抗泄放路径，能够有效降低因环境突发因素导致的作业风险。

李永福（1984.10—）男，汉族，青海省乐都县，大学本科，中级工程师，研究方向：起重机械管理及起重吊装技术工作。

（三）保障人机协同操作的安全屏障

在现代吊车作业中，人机协同操作已成为提高效率与精确性的关键环节。然而，这种协作关系对电气系统的安全性提出了更高要求。吊车的自动化控制系统依赖于精密的电子元件和稳定的供电环境，漏电、短路或其他电气异常可能引发设备控制系统失灵，直接威胁操作的安全与效率。操作人员与设备的近距离接触进一步加剧了这一风险，尤其在电气接地不完善的情况下，异常电流可能通过吊车外壳传导至人体，导致触电等安全事故^[3]。同时，电气干扰还可能影响电子设备的信号传输与响应速度，进而造成控制精度下降，增加作业过程中的误操作隐患。接地保护通过提供电流泄放路径，可以有效隔离设备运行中可能产生的电气风险，确保人机协同环境的稳定性。

二、吊车接地保护的设计要求

（一）接地电阻的严格控制

接地系统的电阻是衡量接地保护效果的关键指标。通常要求接地电阻不超过 4Ω ，以确保漏电、雷击电流能迅速传导至地面，避免电气设备因电流滞留而产生损坏^[4]。在高土壤电阻率区域，可通过并联多组接地体或使用降阻剂等技术措施降低接地电阻。

（二）接地导线与连接的高可靠性

接地导线应采用耐腐蚀性强、导电性能优良的材料（如铜线或镀锌钢线），截面积需满足大电流传导需求，避免过载引发过热或损坏^[5]。同时，接地线的连接必须牢固可靠，各连接点应采用焊接或螺栓紧固，避免因震动或机械应力导致松脱或接触不良。

（三）接地体布局的合理性

接地体应根据吊车作业场地的具体条件布置，通常垂直埋设于土壤中以减少占地面积。如果场地受限或土壤导电性能差，可采用水平接地体扩展布置面积，以增强接地系统的导流能力。接地体的埋深需充分考虑冻土层影响，以避免季节性变化导致接地性能波动。

（四）防雷系统的集成化设计

在雷雨频发区域，吊车接地保护需与避雷系统协同设计，确保雷电流经由避雷针和接地装置迅速泄放。接地装置应具有足够的容量，避免雷击电流过大造成局部过热或熔化，同时避免对吊车控制系统和作业人员产生二次威胁。

三、吊车接地保护的实施措施

（一）接地装置的安装与布局优化

接地装置的安装与布局是吊车接地保护实施中的核心环节，直接关系到系统的有效性与稳定性。在实际操作中，需要根据吊车作业场地的具体条件，对接地体的类型、数量和位置进行科学规划。对于土壤电阻率较低的区域，通常采用垂直接地体以最小化占地面积，同时确保接地电阻达到安全要求^[6]。在高电阻率或场地受限的条件下，则需通过水平接地体或组合接地网扩大接触面积，以提升泄流能力。接地体的埋设深度必须充分考虑冻土层

和土壤稳定性，避免季节性变化对接地性能的影响。作业现场可能存在的机械负载或车辆碾压情况，也要求接地装置具备足够的抗压能力，必要时需采取保护性设计，如铺设防护板或使用坚固材料。

此外，接地体的布局还需结合吊车电气设备的结构特点和供电线路的走向，确保电流传导路径最短化，从而降低泄流阻抗并减少电位反击风险。安装过程中，应确保接地体与导线连接牢固可靠，并使用耐腐蚀材料以提升装置的使用寿命。通过精细化的安装与优化布局，能够显著提高吊车接地保护系统在多变环境下的适应能力和功能稳定性。

（二）高品质接地导线与连接技术

高品质接地导线与连接技术直接影响系统的导电性能和长期可靠性。接地导线需选用优质材料，如具有高导电性和耐腐蚀特性的多股铜芯线或镀锌钢绞线，以确保在高负荷电流泄放时不会因导线过热或损耗过高而影响接地效果。导线截面积的设计应满足标准要求，并充分考虑电流容量和机械强度，以适应复杂作业环境下的长期运行需求^[7]。针对吊车作业中可能出现的机械振动或外力冲击，导线的连接方式需采用焊接、压接或螺栓紧固等可靠技术，确保接触点导电性优良且不易松动。焊接部位应均匀牢固，避免因不均匀电流分布引发局部过热。

为增强导线的环境适应性，必要时可加装保护措施，例如穿设耐候性强的电缆保护管，或在裸露部分涂覆防腐涂层，以有效抵御潮湿、酸碱等恶劣条件对导线的侵蚀。此外，连接部件如接线端子和紧固件应选用抗氧化性能优良的材料，避免长期使用后因氧化或松脱而影响接地系统的稳定性。通过高品质接地导线与连接技术的全面实施，可以显著提升吊车接地保护系统的可靠性，为设备运行提供持续有效的电气安全保障^[8]。

（三）防雷系统的集成与配套

防雷系统的集成与配套其设计与实施直接影响吊车在雷电多发环境中的安全性与运行稳定性。防雷系统需要将避雷装置与接地保护系统协同设计，确保雷电流从避雷装置通过低阻抗路径迅速泄放至地面，以避免雷击电流滞留对设备和人员造成损害^[9]。在吊车顶部安装避雷针、避雷带或避雷网是常见的防雷措施，其选型和布局需结合吊车的金属结构和作业环境特点，确保覆盖范围和引流能力满足雷电防护要求。

雷击电流的泄放路径必须具备足够的导电能力和热稳定性，因此引下线和接地导体应采用截面积充足、耐高温的材料，连接点需保证良好的导电性，避免因接触电阻过大导致局部过热或电弧现象。同时，为防止雷击电流对吊车控制系统或电气设备造成二次危害，应在防雷装置与设备之间安装适当的过电压保护器件，如避雷器或浪涌保护器，通过限制瞬态过电压对系统的干扰。

施工过程中，需要对避雷系统与接地装置的连接质量进行严格把控，确保各部件的机械强度和电气性能。安装后需进行系统完整性检测和接地电阻测试，以验证整体性能是否符合防雷规范。通过防雷系统与接地保护的有机集成，可以显著提升吊车在复杂环境中的抗雷击能力，为作业设备和操作人员提供全方位的

安全保障。

（四）动态监测与定期维护

作业环境的复杂性和设备运行的高频率使接地系统可能受到土壤电阻率变化、机械应力和环境腐蚀等多方面因素的影响，因此需要动态监测其性能参数，尤其是接地电阻值^[10]。通过使用专用设备，如接地电阻测试仪和泄漏电流检测仪，定期评估系统是否满足安全规范，可以及时发现潜在问题并采取纠正措施，避免因接地功能失效引发安全事故。

日常维护中，应重点检查接地导线的完整性和连接点的牢固性，尤其是在吊车频繁移动或工作强度较大的情况下。连接部件可能因振动或外力作用而松动，裸露导线也可能因腐蚀或机械损伤导致导电能力下降。对发现的锈蚀、磨损或松脱部件，应立即修复或更换，必要时对导线和连接点增加防护涂层或保护装置，以延长系统使用寿命。

动态监测不仅限于单一时间节点，还应通过建立监测记录和分析机制，形成设备运行的电气状态数据，提供长期趋势判断。结合预防性维护策略，可以提前规划更换或强化措施，降低突发故障的可能性。通过科学的动态监测与定期维护，能够持续保障接地系统的功能稳定性和安全性，为吊车运行提供可靠的电气保护支持。

（五）作业现场的安全管理措施

作业现场的安全管理措施是吊车接地保护得以高效实施的基础保障。首先，需要在吊车作业区域内设置明显的接地装置标识，避免作业人员无意触碰接地导线或干扰接地系统的正常运行。同时，针对作业人员，需制定并落实专门的安全操作规程，

包括接地保护系统使用的具体要求和操作注意事项，并通过定期培训提高其安全意识和专业技能，确保接地保护措施得到正确执行。

在运行过程中，应强化对吊车作业区域的实时监控，尤其在雷雨天气或潮湿环境下，严格限制非必要人员进入作业区域，降低因接地系统故障或环境干扰引发事故的可能性。此外，管理人员需对接地系统的运行状态进行动态检查，及时记录和报告发现的问题，并通过标准化流程迅速完成整改，形成闭环管理机制。

为增强应对突发状况的能力，作业现场还需配备必要的电气安全工具和紧急设备，例如绝缘垫、防雷装置检测仪以及应急断电开关，确保在接地系统失效或发生故障时能够快速控制风险。通过全面、细致的安全管理措施，将接地保护系统的技术功能与现场管理要求有效结合，不仅能够提升吊车作业的安全性和可靠性，也能为作业人员和设备提供更完善的安全屏障。

四、结束语

综上所述，吊车接地保护是保障设备安全运行和作业人员生命安全的关键环节，其设计、实施及管理贯穿整个吊车作业的全生命周期。通过科学合理的接地装置设计、可靠的技术实施、动态的监测维护以及严密的现场管理，能够有效降低电气安全隐患，提升吊车作业的安全性与稳定性。这不仅是对作业环境的基本要求，更是现代施工管理中实现高效与安全的重要保障。未来，随着技术的不断进步，接地保护系统的优化也将为吊车运行提供更加智能化和可靠的解决方案，为行业发展奠定坚实基础。

参考文献

[1] 谢修成, 花国祥, 李鹏. 面向多组态线路的非接触式防外破装置研究 [J]. 自动化与仪表, 2022, 37(12):61-66.
[2] 梁皓越. 吊车作业当中的接地保护探析 [J]. 科学与信息化, 2018(32):136,140.
[3] 张新刚. 浅析起重机的保护接地检验 [J]. 中国新技术新产品, 2014(18):39-39.
[4] 张国清. 电力施工吊车接地装置的设计 [J]. 电力安全技术, 2016 (12) : 018.
[5] 黄道品. 浅谈变电运维中的吊车作业现场风险与预控 [J]. 农村电工, 2023, 31(7):59-59.
[6] 李洪坤, 王贵山, 张亮, 等. 一种适用于电力施工现场的智能吊车作业综合报警装置的设计 [J]. 电工技术, 2022(23):167-169.
[7] 李愿, 朱海潮, 肖福生, 等. 一种防吊车对输电线路外破预警装置的设计 [J]. 机械研究与应用, 2024, 37(2):152-154.
[8] 刘丽萍. 基于 Simulink 某双摆桥式吊车系统动力学建模及其运动轨迹规划 [D]. 广西科技大学, 2023.
[9] 朱玺, 张国晟. 自主研究铁路专用平板吊车的厂修方法 [J]. 铁法科技, 2023(2):215-218.
[10] 张斌, 何勇军, 程剑, 等. 特高压站吊装作业安全预警系统研究 [J]. 自动化技术与应用, 2023, 42(6):41-46.