

铁路牵引供电跳闸原因分析及应对措施

李袁瞳

中铁三局集团电务工程有限公司 山西晋中 030600

摘 要：铁路牵引供电系统作为铁路运输的动力来源，其稳定性对铁路安全运营至关重要。跳闸现象是影响供电系统稳定运行的常见问题，本文针对铁路牵引供电系统跳闸的原因进行了详细分析，并提出了相应的应对措施。通过对跳闸原因进行归类，分析了技术和管理多方面因素。在此基础上，从技术层面和管理层面提出了改进措施，这些措施的实施旨在减少跳闸事件，提高铁路牵引供电系统的安全性和可靠性。

关键词：铁路牵引；供电跳闸；原因；措施

随着铁路运输业的快速发展，铁路牵引供电系统的稳定性和安全性越来越受到重视。跳闸问题作为一种常见的电气故障，严重时会导致列车运行中断，影响铁路运输效率和安全。因此，分析跳闸原因并制定有效的应对措施对于确保铁路牵引供电系统稳定运行具有重要意义。

一、牵引供电系统的工作原理

铁路牵引供电系统的工作原理涉及到一系列电能转换和输送的过程。首先，牵引变电所扮演着重要角色，它将发电厂通过高压输电线送来的110kV或220kV的三相交流电转换成适合电力机车使用的电流与电压。完成这一步之后，变电所会将这些调整过的电能送至接触网。接触网是铁路供电系统中的另一个关键组成部分，它负责承载并向机车供电。高速列车通过受电弓与接触网接触，从而获取高压交流电，这一过程实现了电能的有效传输。在铁路从地方引入220（110）KV电源后，牵引供电系统开始工作，它通过牵引变电所将电压降低到27.5KV，然后输送至电力机车，为火车提供动力。这个系统不仅包括了供变电技术，还涉及到保护监控技术、弓网关系以及供电检测监测等多个方面。整个牵引供电系统以“电源-变电所-接触网-负载”为主线进行运作，确保了铁路运输的高效和安全。

二、铁路牵引供电跳闸原因分析

1. 技术层面原因

铁路牵引供电系统在技术层面上发生跳闸现象，可能是由于多种因素引起的。首先是设备故障，比如变压器、断路器、接触网等关键设备的绝缘老化或损坏，导致短路或接地故障；其次是供电线路的物理损伤，如断

线、接触不良或悬挂不当，这些情况都可能引起电流突变而导致保护装置动作；再者是过载问题，当牵引负荷超过供电系统的设计容量时，系统会自动切断电源以防设备损坏；此外，还有雷击、动物侵入等自然因素和外力破坏可能导致牵引供电系统跳闸^[1]。

2. 管理层面原因

从管理层面来看，跳闸的原因可能涉及到人员操作失误、维护不足或监控系统存在缺陷等方面。例如，操作人员的失误可能会导致错误的指令下达给供电系统，造成不必要的跳闸；定期维护和检查不到位可能会忽视设备的微小缺陷，这些小缺陷最终可能发展成导致跳闸的大问题；另外，监控系统如果不够完善，无法及时发现潜在的风险并预警，也会导致突发性跳闸事件的发生。此外，对于应急预案的缺乏或者响应不及时，也会增加牵引供电系统因管理不善而跳闸的风险。

三、铁路牵引供电跳闸应对措施

1. 技术层面的改进措施

（1）优化设备选型与配置

为了减少铁路牵引供电系统的跳闸事件，首先需要从设备选型和配置入手进行优化。这包括选择适合的断路器、继电器、变压器等关键元件，它们应满足铁路牵引供电系统的特殊要求，如高可靠性、高负载容忍能力和快速响应时间。在配置方面，设计人员需要根据实际运行负荷和环境条件来确定设备的参数，保证系统在各种情况下都能稳定工作。此外，采用模块化设计可以增加系统的灵活性，便于在未来根据需要进行扩展或升级。优化后的设备组合和配置将降低故障概率，从而减少跳闸事件的发生。

（2）加强设备状态监测与预警

持续的设备状态监测对于及时发现潜在问题并防止跳闸至关重要。可以通过安装传感器来监测关键的电气量（如电流、电压、温度等），以及环境和机械状态（如温度、湿度、振动等）。这些数据实时传输到中央监控系统，通过数据分析可以发现异常模式，提前识别出可能导致跳闸的故障征兆。结合先进的数据分析技术和人工智能算法，可以实现对设备未来状态的预测，并发出预警信号，以便维护团队及时采取措施预防跳闸事故^[2]。

（3）提升系统设计的可靠性与先进性

提高铁路牵引供电系统的可靠性和先进性是确保其稳定运行的关键。系统设计需要遵循最新的行业标准和最佳实践，同时也要考虑到可扩展性和对未来技术发展的适应性。这可能涉及到引入更先进的保护和自动化技术，比如自适应保护策略和智能电网技术，以实现更高效的电能管理和故障处理。另外，系统设计还应充分考虑冗余设计，确保关键组件发生故障时系统能够继续稳定运行。通过提升系统设计的可靠性和引入新技术，可以显著降低跳闸事件的风险，同时提高整个牵引供电系统的长期性能和效率。

2. 管理层面的优化策略

（1）规范操作流程与维护制度

为了防止铁路牵引供电系统跳闸，需要从管理层面的规范操作流程和维护制度。首先，制定详细的作业指导书和操作流程，明确每一步操作的标准和要求，确保作业人员在操作过程中严格遵守规程，避免因人为因素导致的供电系统跳闸。同时，建立定期和不定期的维护制度，对关键设备和系统进行例行检查、预防性维护和及时维修。此外，还应制定故障处理流程，一旦发现异常，能够迅速定位问题并采取相应措施，最大程度地减少事故的影响。通过规范化管理，可以显著提高系统的运行稳定性和安全性^[3]。

（2）强化人员培训与考核

人员素质直接影响到铁路牵引供电系统的运行质量和安全水平。因此，加强人员的培训和考核是优化管理策略中的重要一环。定期组织员工参加专业技能培训和

理论学习，提高他们对系统的操作能力和故障判断能力。同时，加强安全意识教育，使每一位员工都能认识到规范操作的重要性。此外，建立科学的考核激励机制，通过考核结果来评价员工的工作表现，激发员工的工作积极性，从而提升整个团队的工作效率和质量。

（3）建立健全监控系统与应急响应机制

完善的监控系统是实现铁路牵引供电系统安全稳定运行的重要保障。建立全面的监控网络，实时监测系统运行状态，记录操作过程，及时发现潜在的安全隐患。利用先进的数据分析技术，对收集到的数据进行分析，优化系统性能，预测未来可能出现的问题。此外，制定详尽的应急预案，一旦发生跳闸等紧急情况，能够迅速启动应急响应机制，各职能部门协调联动，有效控制和处理突发事件，尽快恢复正常供电，最小化损失。通过建立这些机制，可以提升系统应对突发事件的能力，增强供电的安全性和可靠性^[4]。

结语

综上所述，铁路牵引供电系统跳闸是一个复杂的技术问题，涉及多方面的原因和影响因素。通过深入分析这些原因，并从技术和管理两个层面提出综合性的应对措施，可以有效地降低跳闸事件的发生率，提高铁路牵引供电系统的可靠性和安全性。未来，随着技术的进步和实践经验的积累，应不断优化和更新应对措施，进一步提升铁路牵引供电系统的整体性能，为铁路运输提供更加稳定和高效的动力支持。

参考文献

- [1] 邓军. 综合分析法在牵引供电故障原因查找中的应用. 西铁科技, 2021(2): 22-24.
- [2] 李春. 电气化铁路牵引供电设备跳闸案例分析. 郑州铁路职业技术学院学报, 2013, 25(1): 22-23.
- [3] 张志强. 铁路牵引供电跳闸原因分析及应对措施. 中国科技期刊数据库工业A, 2023(4): 0177-0180.
- [4] 武骥. 铁路牵引供电跳闸原因分析及应对措施. 设备管理与维修, 2023(2): 48-50.