

城轨车辆电气调试常见故障问题分析及应对策略

李邦语

中车大连机车车辆有限公司 辽宁 大连 116000

摘要: 随着城市轨道交通的快速发展,城轨车辆的安全运行成为保障公共交通系统高效运作的关键。电气调试作为车辆检修的重要环节,对于发现并预防潜在故障、保障车辆运行安全具有重要意义。本文通过分析城轨车辆电气调试中的常见故障问题,提出相应的应对策略,旨在为提升城轨车辆检修质量和安全运行水平提供参考。

关键词: 城轨车辆; 电气调试; 故障分析; 应对策略

引言

城市轨道交通以其大容量、高效率、低污染的特点,成为缓解城市交通拥堵的重要手段。然而,随着运营里程的增加和车辆使用频率的提高,城轨车辆的电气系统故障频发,严重影响运营效率和乘客安全。电气调试作为车辆检修的核心环节,通过静态和动态试验检验,能够提前发现并处理潜在故障,确保车辆安全运行。

1 城轨车辆电气调试概述

1.1 电气调试的主要内容

电气调试涵盖了车辆电气系统的多个关键子系统,具体包括以下几个方面:

转向架电气系统调试: 转向架作为车辆运行的支撑和导向部件,其上安装的电气组件(如速度传感器、温度传感器等)对于车辆的安全运行至关重要。调试过程中,需对这些电气组件进行功能验证和性能检测,确保其能够准确、可靠地工作。此外,还需检查转向架与车体之间的电气连接是否良好,避免因接触不良导致的电气故障。

辅助电气系统调试: 辅助电气系统包括车辆内部的照明、通风、空调等设备,以及为这些设备提供电力的辅助电源装置。调试时,需对辅助电源装置进行输出电压和电流的检测,确保其能够为辅助设备提供稳定、可靠的电力供应。同时,还需检查照明设备的亮度和均匀性,以及通风和空调设备的运行效果,确保车内环境舒适宜人。

牵引供电系统调试: 牵引供电系统是城轨车辆的核心动力系统,由受电弓、牵引变压器、牵引变流器等关键部件组成。调试过程中,需对受电弓的升降和接触压力进行检测,确保其能够稳定地从接触网获取电力^[1]。同时,还需对牵引变压器和牵引变流器进行性能验证和故障排查,确保它们能够将输入的交流电转换为适合车辆驱动电机的直流电,并实现对电机转速和扭矩的精确控制。

车端连接电气系统调试: 车端连接电气系统负责车辆之间的电气连接和信号传输。调试时,需检查车端连接器的接触是否良好,电气线路是否畅通无阻,以及信号传输是否准确无误。此外,还需对车端连接电气系统进行绝缘性能测试和抗干扰能力测试,确保其能够在恶劣的电磁环境下稳定工作。

车内环境控制系统调试: 车内环境控制系统负责调节车内的温度、湿度和空气质量等参数,为乘客提供舒适的乘车环境。调试过程中,需对空调系统的制冷和制热效果进行检测,以及对通风系统的风量和风速进行校准。同时,还需检查车内空气质量传感器的工作状态,确保其能够准确监测并反馈车内空气质量信息。

1.2 电气调试的目的与意义

电气调试的目的在于通过全面、细致的试验检验过程,发现并消除城轨车辆电气系统中的潜在故障隐患,确保车辆能够安全、高效地投入运营。其意义在于:一是提升车辆运行安全性:通过电气调试,可以及时发现并处理电气系统中的故障问题,避免因电气故障导致的车辆停运或安全事故。二是提高车辆运行效率:电气调试能够确保车辆电气系统的各项功能和性能达到设计要求,从而提升车辆的运行效率和乘客的出行体验。三是降低运营成本:通过定期进行电气调试和维护保养工作,可以延长车辆电气系统的使用寿命并降低故障率,从而减少因故障维修和更换部件所带来的运营成本。

2 城轨车辆电气调试常见故障问题分析

2.1 转向架电气故障

转向架作为城轨车辆的核心走行部件,承载着车辆的全部重量,并在运行过程中承受来自轮轨间的硬性冲击和振动。其上安装的电气组件,如温度传感器、速度传感器以及接地装置等,由于长期暴露在恶劣的运行环境中,易受冲击、振动以及灰尘、水汽等外部因素的影响,从而导致损坏或性能下降。常见故障主要包括传

感器损坏、电气元件接触不良等。传感器损坏可能由于长期受到冲击和振动导致内部结构破裂或灵敏度下降；而电气元件接触不良则可能由于接线端子松动、腐蚀或防护层破损等原因造成。针对转向架电气故障，应采取以下具体应对策略：定期检查与维护：制定详细的检查计划，定期对转向架上的电气组件进行全面检查，包括外观检查、功能测试和性能测试。确认电气组件的完整性，检查是否有裂纹、变形或损坏的迹象。评估防护层的有效性，如防水、防尘层的完好程度，必要时进行更换或加强。

及时更换损坏元件：一旦发现电气元件损坏或性能下降，应立即进行更换，确保电气系统的正常运行。更换时应使用原厂配件或经过认证的替代品，确保质量和性能的匹配。优化防护设计：针对转向架电气组件易受冲击的特点，加强防护设计，如采用更耐用的材料、增加缓冲结构等。改进接线端子的设计，增强其抗振动和抗腐蚀能力，确保电气连接的稳定性。

2.2 辅助电气故障

辅助电气系统是城轨车辆中不可或缺的一部分，它包括配电盘、车内照明系统以及辅助电源装置等关键组件。然而，由于辅助电气系统涉及众多电气元件和复杂的线路连接，因此在实际运行中，常会出现一些故障问题。常见故障主要包括配电盘接线不规范、空气开关及接触器损坏，以及照明灯异常等。配电盘接线不规范可能是由于安装过程中的疏忽或长期使用导致的线路老化、松动；空气开关及接触器的损坏则可能由于频繁的开关操作或电流过大造成；而照明灯异常则可能表现为亮度不足、闪烁或完全不亮，这通常与灯泡老化、电路故障或电源问题有关。针对这些故障，应采取以下具体应对策略：

规范接线操作：制定严格的接线标准和流程，确保配电盘的接线工作精准规范，减少因接线错误导致的故障。定期对配电盘进行检查和维护，及时发现并处理线路老化、松动等问题。

定期检测与维护：对空气开关和接触器进行定期的开合测试，确保其能够正常工作，及时发现并处理潜在的故障隐患^[1]。定期对辅助电源装置进行输出电压和电流的检测，确保其能够为辅助设备提供稳定、可靠的电力供应。设置应急照明系统：在车内设置应急照明系统，当主照明系统出现故障时，应急照明系统能够自动启动，为乘客提供足够的照明，确保乘客的安全和舒适。定期对应急照明系统进行测试和维护，确保其能够在需要时正常工作。

2.3 牵引供电系统故障

牵引供电系统是城轨车辆的动力来源，其核心组件包括受电弓、牵引变压器以及牵引变流器。这一系统负责将电网的电能转换为适合车辆使用的电能，驱动车辆运行。然而，在实际运营中，牵引供电系统也会遭遇一系列故障问题。常见故障主要包括受电弓的磨损、连接松动，以及牵引变流器和变压器零部件的质量问题。受电弓作为与电网直接接触的部件，长期运行下易受到磨损和腐蚀，影响其导电性能；连接松动则可能由于振动或安装不当导致，会造成电能传输的不稳定；而牵引变流器和变压器零部件的质量问题，则可能引发更严重的故障，如过热、短路等。针对这些故障，应采取以下具体应对策略：

加强维护检查：定期对受电弓进行细致的检查和维护，包括检查其磨损程度、导电性能和固定状态。及时发现并更换磨损严重的受电弓部件，确保其良好的导电和接触性能。

采用影像化监测技术：利用高清摄像头等影像化手段，实时监测受电弓的运行状态。通过图像分析技术，提前发现并排除受电弓的异常磨损、变形等问题。

严格质量把控：对牵引变流器和变压器的零部件进行严格的质量检测和筛选。确保所采购的零部件符合相关标准和规范，具有良好的耐用性和可靠性。在安装前对零部件进行再次检查，确保其无损伤、无缺陷。

2.4 车端连接故障

车端连接是城轨车辆电气系统中至关重要的部分，它主要通过连接线来实现各车辆间的电气连接，确保电能的顺畅传输和各种电气信号的准确传递。然而，在实际运营过程中，车端连接也面临着一些常见的故障问题。其中，连接线老化是一个较为突出的问题。由于城轨车辆运行环境复杂，连接线长期暴露在外部环境中，易受温度、湿度、振动等因素的影响，从而导致线缆外皮老化、内部导体腐蚀或断裂^[3]。此外，接触不良也是车端连接常见的故障之一，它可能由于连接线插头松动、接触面氧化或污染等原因造成，会导致电气信号传输不稳定或电能传输受阻。针对这些故障，应采取以下具体应对策略：

定期检查与维护：制定详细的检查计划，定期对车端连接线进行外观检查和连接情况测试。检查连接线的表皮是否完整、无裂纹，内部导体是否暴露或腐蚀。测试连接线的接触性能，确保插头与插座之间的接触紧密、无松动。对于发现的老化或损坏的线缆，应及时进行更换，确保电气连接的稳定性和可靠性。

加强防水处理：针对城轨车辆运行环境潮湿的特点，对车端连接线进行加强的防水处理。采用防水性能优异的线缆外皮和接头，确保线缆在潮湿环境中仍能保持良好的绝缘性能。定期对连接线的防水层进行检查和维护，确保其完整无损，及时发现并处理潜在的防水隐患。

2.5 车内环境控制故障

车内环境控制系统是城轨车辆中至关重要的组成部分，它负责精确地调节车内的温度、湿度等参数，以确保乘客的舒适度和车辆内部电气设备的稳定运行。然而，在实际运营中，这一系统也可能遭遇一系列故障问题。常见故障主要包括空调系统的失效和通风不良。空调系统失效可能由于制冷剂泄漏、压缩机故障或电气部件损坏等多种原因造成，导致车内温度无法得到有效调节。通风不良则可能由于通风管道堵塞、风扇故障或设计不合理等原因导致，会造成车内空气流通不畅，影响乘客的舒适度，并可能加剧车内潮湿环境，对电气系统造成不良影响^[4]。针对这些故障，应采取以下具体应对策略：

定期维护空调系统：制定严格的空调系统维护计划，定期对空调系统的各个部件进行检查和维护。清洗或更换空调滤清器，确保空气流通畅通无阻。检查制冷剂的充注量，及时补充或更换泄漏的制冷剂。对电气部件进行细致检查，确保其连接紧密、无松动或腐蚀现象。

优化车内通风设计：对车内通风管道进行合理布局和设计，确保空气能够顺畅流通。采用高效的风扇和通风设备，提高通风效率，降低车内湿度。在设计阶段考虑潮湿环境对电气系统的影响，采取适当的防水和防潮措施。定期对通风系统进行检查和维护，确保其长期保持良好的工作状态。通过上述具体、详细且专业性强的应对策略，可以有效降低车内环境控制系统的故障发生率，提升乘客的舒适度，并保障车辆内部电气设备的稳定运行。

3 应对策略总结

3.1 定期检查与维护机制的建立

制定全面的电气系统检查计划，包括定期检查电气连接、绝缘性能、设备运行状态等。实施定期维护，包括清洁电气部件、紧固连接线、更换老化部件等，确保

电气系统的正常运行。建立维护记录，对每次检查和维修的详细情况进行记录，以便追踪和分析潜在问题。

3.2 电气组件防护设计的加强

对电气组件进行抗冲击和抗干扰设计，采用减震材料、防护罩等，提高其耐受能力。优化电气布局，减少电气部件之间的干扰，提高系统的稳定性。加强电气系统的防水、防尘设计，确保其在恶劣环境下的可靠运行。

3.3 零部件质量把控与应急处理预案的制定

严格把控电气零部件的质量关，确保其符合相关标准和规范，具有良好的耐用性和可靠性。制定详细的应急处理预案，包括常见故障的诊断步骤、处理方法和所需工具等，提高故障处理效率。定期对维修人员进行培训，提高其应对突发事件的能力和技能水平。

3.4 智能化监测手段的引入：

利用传感器、数据分析等技术，对电气系统进行实时监测，提高故障检测的准确性和及时性。开发智能化故障诊断系统，通过数据分析快速定位故障点，提供维修指导。引入远程监控技术，实现对电气系统的远程监控和管理，提高维护效率。

结语

电气调试是城轨车辆检修工作中的重要环节，对于保障车辆安全运行具有重要意义。通过对电气调试中的常见故障问题进行分析，并提出相应的应对策略，可以有效提升城轨车辆的检修质量和运行安全水平。未来，随着技术的不断进步和创新，电气调试工作将更加智能化、高效化，为城市轨道交通的可持续发展提供有力保障。

参考文献

- [1]何闯.城轨车辆电气调试常见故障问题分析及应对策略[J].运输经理世界,2023,(07):146-148.
- [2]辛文鹏.地铁检修电气调试常见故障分析[J].科学技术创新,2020,(07):167-168.
- [3]张程,王龙,鲁海舰.地铁检修电气调试常见故障分析[J].山东工业技术,2019,(04):24.
- [4]高锋阳,王文祥,张浩然,等.基于状态和风险评估的无接触网城轨车辆电气系统运维策略[J].中国铁道科学,2022,43(04):148-156.