

地铁通信信号电源系统设备维护策略的研究

傅大千

南京地铁运营有限责任公司

DOI: 10.12238/ems.v6i10.9359

[摘要] 为解决地铁通信信号电源系统在现代城市运营中面临的挑战, 本文以南京地铁为例, 对该系统的当前状态、维护策略及技术管理进行深入研究。通过分析系统构成、运行中的问题、维保内容及技术对比, 提出了一系列针对性的维护措施和技术管理策略。这些措施包括优化维保周期、智能运维系统运用、电源设备的技术选型对比、专业电源维保队伍的建立及电源接线方案的优化。研究结果旨在为地铁系统维护人员和工程管理者提供实用的参考, 以期提高电源系统的稳定性和效率, 确保地铁运营的安全和连续性。

[关键词] 地铁; 通信信号; 电源设备; 维护策略

Research on Maintenance Strategy of Subway Communication Signal Power System Equipment

Fu Daqian

Nanjing Metro Operation Co., Ltd

[Abstract] In order to address the challenges faced by the subway communication signal power supply system in modern urban operations, this article takes Nanjing Metro as an example to conduct in-depth research on the current status, maintenance strategies, and technical management of the system. A series of targeted maintenance measures and technical management strategies have been proposed by analyzing the system composition, operational issues, maintenance content, and technical comparisons. These measures include optimizing maintenance cycles, utilizing intelligent operation and maintenance systems, comparing technical selection of power equipment, establishing professional power maintenance teams, and optimizing power wiring schemes. The research results aim to provide practical reference for subway system maintenance personnel and engineering managers, in order to improve the stability and efficiency of the power system, and ensure the safety and continuity of subway operation.

[Keywords] subway; Communication signals; Power supply equipment; Maintenance strategy

一、地铁通信信号电源系统现状分析

1. 系统构成与工作原理

地铁通信信号电源系统的核心作用在于为通信和信号设备提供稳定的电力。该系统由多个关键部件组成, 包括变压器、配电柜、控制单元及备用电源。变压器和配电柜共同负责将电力转换并分配至各个用电设备。在这个过程中, 控制单元监测电力流动, 确保供电的连续性和安全性。备用电源, 如不间断电源(UPS)和蓄电池组, 用于应对主电源失效的情

况, 保证关键系统的持续运行。电源监控系统对车站就地、中央集中进行电源设备实时状态监控和告警查询。这些组成部分的有机协同, 确保了地铁系统内通信与信号设备的正常运作。

2. 目前运行中的挑战与问题

面对日益增长的乘客量和运营需求, 地铁通信信号电源系统承受着极大的压力。系统的稳定性和可靠性成为管理的首要问题。随着设备的老化, 故障率逐渐升高, 维护成本也

随之增加。此外,环境因素如温度变化和湿度对电源系统的性能产生影响。在应对突发事件,如电力波动或系统故障时,系统的快速响应能力至关重要。另一方面,随着技术的不断进步,旧有系统需逐步升级以满足更高的运行效率和环保标准。这些挑战考验着地铁系统维护团队的专业能力和资源配置,要求他们在保障安全的同时,也要注重效率和成本控制。

二、轨道交通通信信号电源系统技术管理

1. 电源系统性能特点

轨道交通通信信号使用的新型智能化电源系统具有综合化、模块化、智能化、网络化等特点,特别是集成化的电源模块和监控模块运用了多种先进技术,具有高可靠性、高效率性、便于检修维护等优点。模块化设计:多种电源模块可灵活组成各种系统,模块智能自诊断,实现系统的免维修,少维护;智能监控:可实时监测和事后查阅系统的工作状态,故障及时显示和告警,并具有故障记忆功能;网络化设计:可远程监控和集中监测组网,与中央、微机监测设备实现无缝对接,最终实现就地电源设备的无人值守。

2. 相关电源设备技术对比分析

(1) 工频 UPS 机与高频 UPS 机的对比

工频 UPS (Uninterruptible Power Supply) 和 高频 UPS 在设计和性能上具有明显区别。工频 UPS 以其稳定性和耐用性著称,适用于需要高可靠性的环境。它的主要优点包括较强的过载能力和更好的电磁兼容性。但同时,工频 UPS 的体积较大,重量较重,且效率相对较低。相比之下,高频 UPS 体积更小,重量更轻,且能效更高。它适用于空间受限且对能效要求较高的环境。然而,高频 UPS 的抗干扰能力和过载能力通常不及工频 UPS。因此,在选择地铁电源系统的 UPS 类型时,需综合考虑空间、效率和系统稳定性的需求。

(2) 胶体蓄电池与铅酸蓄电池的对比

胶体蓄电池和铅酸蓄电池在地铁电源系统中有着不同的应用场景。胶体蓄电池以其长寿命和高稳定性受到青睐。它们具备更好的温度适应性和更低的自放电率,适用于需要长期可靠备电的场合。此外,胶体电池在维护方面相对简单,不需要频繁的水补充。相比之下,铅酸蓄电池成本更低,但其寿命较短,维护需求更高。铅酸蓄电池易受温度影响,且需要定期检查电解液水平和密度,另外铅酸蓄电池因特殊不适合存储备件,对电池采购和故障更换都提出了较大的要求。因此,在选择蓄电池类型时,需权衡成本、维护便利性、品

牌种类和使用寿命。

(3) 电源屏、UPS、稳压柜、蓄电池的容量要求

地铁通号电源系统中的电源屏、UPS、稳压柜和蓄电池容量的确定,是根据地铁系统的负载需求和备电时间要求进行的。电源屏需根据地铁站的负载大小选择合适的容量,以确保稳定供电。UPS 的容量选择则依赖于关键设备在断电情况下所需的备电时间和总负载。稳压柜的容量要求与电源的稳定性和负载变化范围有关。蓄电池容量的选择则需考虑到在紧急情况下,能够支持系统运行的最小时间。这些设备容量的合理配置,是确保地铁电源系统能在各种情况下稳定运作的关键。

三、地铁通号电源系统维保优化

1. 维保内容及周期

地铁通号电源系统的维保工作聚焦于确保设备持续稳定运行。主要维保内容包括定期的设备检查、性能测试、故障诊断和零部件更换。具体到周期,日常维保关注系统的实时状态监控和小型故障的快速修复。月度维保涵盖更全面的设备检查,包括电缆连接、保护装置和散热系统的检查。季度维保则进一步深入,进行详细的性能评估和关键部件的预防性维修。年度维保是一个全面的系统审查,包括对所有重要组件的彻底检查和必要的硬件升级。最后,系统大修是对已经达到大修更换年限的设备进行全部更换和改造升级。南京地铁 1 号线自开通,电源系统设备已运行接近 20 年,2023 年完成 1 号线所有信号、通信电源系统大修。这样的分层次、多周期的维保策略,确保了电源系统的高效、安全运行,减少了突发性故障对地铁运营的影响。

2. 电源监控系统的重要运用

电源监控对重要设备运行状态监测、维护保养、应急处理都起这必不可少的作用,重要设备的电源监控系统采用三级集散式监控体系,各级监控自成体系,下级监控保证在上级监控故障或不工作时能独立工作,产生告警信息;上级监控可以对下级监控的工作状态和数据进行汇总处理。

另外,随着智能运维系统在各行业的运用,南京地铁通信信号电源系统也并入了智能运维系统通过基于对电源监控系统的各类日志、数据、电气特性等参数的实时采集,通过大数据分析后,对设备状态进行相应评价,提前开展有效消除设备隐患维保工作,降低故障发生的可能性。

3. 组建通号专业的电源维保队伍

(1) 通号电源检修班的组建及发展规划

组建专业的通号电源检修班是确保地铁电源系统可靠运行的关键。一个高效的检修班应包括多学科技术人员, 涵盖电气工程、机械工程、自动化和信息技术等领域。这样的多元化团队能够全面应对各种维护和修复任务, 同时还需有能力对相关技术进行创新改造解决现场设备的“疑难杂症”。

在发展规划上, 首先需要制定清晰的培训计划。这包括定期的技术培训、新设备操作培训以及安全规程教育。发展规划应包括技术升级和知识更新, 以适应不断进步的技术和变化的运营环境。例如, 可以引入更先进的诊断工具和维护软件, 提高维保效率和精准度。

此外, 激励机制的建立对于维持团队士气和提高工作效率同样重要。应设立奖励制度来表彰优秀的维护工作, 同时提供晋升渠道, 激发团队成员的职业热情和创新精神。长远来看, 团队的发展规划应注重持续学习、技能提升和技术创新, 确保团队能够不断适应新的技术和挑战。

(2) 中远期维护工作开展目标及措施

在中远期维护工作中, 目标应聚焦于提高维护效率、降低系统故障率, 并增强系统的适应性和可靠性。为实现这些目标, 首先需要采用数据驱动的维护策略。这包括建立全面的设备性能数据库, 利用数据分析预测设备故障和性能退化, 从而实现更有效的预防性维护。

其次, 应提升系统的智能化水平。通过引入智能监控系统和自动诊断工具, 利用智能运维平台可以实时监控设备状态, 快速定位问题, 减少人工巡检的需要。同时, 通过远程维护和故障处理能力, 可以提高响应速度和维护效率。

在技术层面, 不断升级和优化电源设备是关键。应根据最新的技术发展和行业标准, 定期更新老旧设备, 引入更高效、更可靠的新设备。

最后, 加强团队协作和跨部门沟通也至关重要。通过建立跨部门协作机制, 可以确保维护工作与地铁系统的整体运营目标保持一致, 同时提高应对紧急情况的能力。通过这些措施, 可以确保电源维保队伍在未来的工作中更加高效、专业和适应性强。

4. 优化通号核心设备电源接线方案

(1) 单 UPS 模式下接线优化方案

在单 UPS 模式下, 接线优化的核心目的是提高电源系统的可靠性和灵活性。首先, 重点是确保 UPS 的容量能够满足

所有关键设备在紧急情况下的电力需求。接线设计应使 UPS 能够在主电源中断时迅速接管, 无缝供电给所有关键负载。

接线优化还包括设计合理的冗余路径。即使在单 UPS 配置中, 也应通过设计多条供电路径来减少单点故障的风险。工作人员可以将部分非关键负载分配到其他电源线路上, 以减轻 UPS 的负担并提高整体系统的稳定性。

对于电缆和接线部件的选择也至关重要。应使用高质量的电缆和连接器, 以减少传输损失和故障率。同时, 对电缆布线进行合理规划, 避免过度集中或交叉, 以降低发热量和干扰风险。

(2) 对称式双母线接线结构

对称式双母线接线结构的优化旨在提高电源系统的冗余性和可靠性。这种结构通过两条独立的电源母线, 为关键设备提供双重保障。在正常运行中, 两条母线可以同时供电, 分担负载, 减轻单一母线的压力。在一条母线发生故障时, 另一条母线能够立即接管所有负载, 保证不间断供电。

在设计对称式双母线结构时, 关键在于确保两条母线的电源质量和容量相等, 以及它们之间的无缝切换能力。此外, 需要仔细规划母线之间的物理布局, 确保它们相互独立, 减少交叉和干扰的可能性。

此接线方案还要求设备具备双电源输入功能, 以便同时从两条母线接收电力。在这种配置下, 即使一条母线出现问题, 另一条仍能保证设备的正常运作, 从而大大提高了整个电源系统的可靠性和稳定性。

四、结语

通过本研究, 笔者深刻认识到地铁通信信号电源系统在保障地铁安全高效运行中的重要性。面对不断增长的城市交通需求, 系统的稳定性和可靠性显得尤为关键。本文提出的维护策略和技术管理方法, 不仅适用于南京地铁, 也可为其城市地铁系统提供借鉴。未来, 随着技术的发展和运营环境的变化, 持续优化和升级电源系统将成为地铁运营管理的重要课题。

[参考文献]

- [1] 管文丽. 浅析大连地铁通信、信号电源系统[J]. 通信电源技术, 2019, 36 (11): 241+243.
- [2] 戴荣武. 地铁通信信号电源系统设备维护策略[J]. 城市轨道交通研究, 2020, 23 (S2): 142-145.