

# 地铁轨道供电中的能源管理与节能技术

谷雅文

郑州地铁集团有限公司 河南 郑州 450000

**摘要：**地铁系统是现代城市交通的重要组成部分，其高效运行对于城市交通流畅至关重要。然而，随着地铁系统的不断扩张和运营，其能源消耗问题也日益凸显。本文深入探讨地铁轨道供电中的能源管理与节能技术，旨在通过精细化管理和科技创新，降低地铁系统的能源消耗，提升其能源利用效率，从而为城市的绿色、可持续发展贡献力量。

**关键词：**地铁系统；轨道供电；能源管理；节能技术

## 引言

随着城市化进程的加速推进，地铁作为城市交通的主动脉，承担着越来越重要的角色。然而，地铁系统的运营也伴随着大量的能源消耗。为了响应全球节能减排的号召，降低运营成本，提高环境质量，地铁轨道供电中的能源管理与节能技术研究显得尤为重要。

### 1 地铁轨道供电系统概述

地铁轨道供电系统是地铁运营的核心设施，主要负责为地铁列车提供稳定、可靠的电力供应。该系统由牵引供电系统和低压配电系统两部分组成。牵引供电系统为列车提供牵引电力，确保列车正常运行；而低压配电系统则为车站、照明、通风等设备提供电力，保障地铁系统的整体运营。

### 2 能源管理在地铁轨道供电中的应用

#### 2.1 精细化能源监测与分析

在地铁轨道供电系统中，精细化能源监测与分析是实现高效能源管理的关键环节。为了实现这一目标，必须借助高精度的能源监测设备，这些设备能够实时、准确地捕捉供电系统的各项关键数据。具体来说，我们可以在供电系统的关键环节，如变压器、开关柜、线路等重要节点上安装高精度传感器和监测装置。这些设备能够持续不断地收集电压、电流、功率因数、谐波含量等核心参数，并通过数据传输系统实时上传到中央控制系统。电压和电流的监测不仅可以反映供电系统的稳定性和安全性，还能帮助我们了解设备的工作状态和能效表现。功率因数的实时监测则可以揭示系统的能效利用情况，功率因数过低可能意味着系统中存在大量的无功电流，这不仅会增加线路损耗，还可能影响整个电网的稳定性。此外，谐波含量的监测也是至关重要的。地铁系统中大量的非线性负载可能会产生谐波，这些谐波会对供电系统造成不良影响，如增加设备损耗、降低设备使

用寿命等。通过实时监测谐波含量，我们可以及时采取有效的谐波治理措施，保障供电系统的健康运行。收集到的海量数据将通过大数据分析技术进行处理和挖掘<sup>[1]</sup>。利用这些数据，我们可以建立供电系统的能耗模型，深入剖析能源消耗的规律，找出潜在的节能空间。例如，通过分析不同时间段的能耗数据，我们可以找出能耗高峰和低谷时段，从而合理安排设备的运行和维护计划，实现错峰用电，降低用电成本。

#### 2.2 科学制定能源计划与预算

在地铁运营管理中，科学制定能源计划与预算确实是确保能源有效使用和成本控制的重要环节。这不仅需要深入了解地铁的运营模式和能源消耗特点，还需要结合历史数据和未来发展趋势进行综合考量。首先，制定能源计划时要充分考虑地铁的运营计划。地铁的运营计划通常包括列车的运行频次、时间表、停靠站点等信息。根据这些信息，我们可以估算出各个时间段的能源消耗情况，从而制定出更为精确的能源计划。例如，在高峰时段，列车运行频次增加，能源消耗也会相应上升，因此我们需要在能源计划中预留足够的能源以应对这种情况。其次，历史数据在制定能源计划中起着至关重要的作用。通过对过去一段时间内的能源消耗数据进行分析，我们可以找出能源消耗的规律和趋势。这些数据包括每个时间段的能源消耗量、能源使用效率、能源成本等。通过对这些数据的深入挖掘和分析，我们可以更准确地预测未来的能源消耗情况，并据此制定出更为合理的能源计划。此外，我们还需要关注未来的发展趋势。随着科技的进步和地铁系统的不断升级，未来的能源消耗情况可能会发生变化。例如，新技术的引入可能会提高能源使用效率，降低能源消耗。因此，在制定能源计划时，我们需要充分考虑这些变化因素，确保能源计划的前瞻性和可持续性。最后，通过与实际消耗的对比和

分析,我们可以及时发现并解决能源使用过程中的问题。如果实际消耗与能源计划存在较大差异,我们需要深入剖析原因,并采取相应的措施进行调整<sup>[2]</sup>。例如,如果发现某个时间段的能源消耗异常高,我们可以检查该时段的列车运行情况、设备状态等因素,找出问题所在并及时解决。这样可以确保能源消耗始终处于可控范围内,提高能源使用效率并降低成本。

### 2.3 持续优化能源效率评估体系

能源效率评估是地铁供电系统持续改进和优化的关键环节。为了不断提高能源利用效率,我们必须建立一套科学、全面的能源效率评估体系,并定期进行评估工作。在进行能源效率评估时,首先需要确定评估的指标和方法。这些指标应该能够全面反映供电系统的能源利用效率,包括但不限于能源消耗量、能源转换效率、设备利用率等。通过收集和分析这些指标的数据,我们可以对供电系统的能源效率进行全面的量化评估。评估结果将揭示供电系统中效率低下的环节和原因。例如,可能会发现某些设备的能源消耗过高,或者某些操作流程存在能源浪费的情况。针对这些问题,我们需要深入分析原因,可能是设备老化、操作不当、系统设计不合理等。在找出问题后,我们需要针对性地采取措施进行改进。对于设备老化导致的效率低下,可以考虑进行设备更新或维修;对于操作不当,可以通过培训和指导来提高操作人员的技能水平;对于系统设计不合理,可以邀请专家进行系统优化建议。此外,引入更先进的节能技术也是提高能源利用效率的重要手段。随着科技的发展,新的节能技术层出不穷。我们可以关注市场上的新技术动态,及时引入适合地铁供电系统的节能技术,如高效变压器、智能控制系统等。

## 3 创新节能技术在地铁轨道供电中的应用

### 3.1 高效变压器技术的引入与优化

在地铁轨道供电系统中,变压器是不可或缺的关键设备,但同时也是一个主要的能源消耗点。传统变压器在运行过程中,由于设计、材料以及制造工艺等多方面的原因,往往会产生较大的损耗,这不仅影响了供电系统的效率,也增加了运营成本。为了降低这些损耗,提升能源利用效率,我们可以引入高效、低损耗的变压器。这类变压器通常采用更先进的铁芯材料和绕组结构,以减少铁损和铜损,从而在传输相同电能时产生更少的热量和能量损失。除了选择高效变压器,我们还需要合理确定变压器的容量和型号。容量过大或过小都会导致变压器运行在非经济区,增加不必要的能耗。因此,我们必须根据地铁供电系统的实际需求,精确计算

并选择合适的变压器容量。此外,优化变压器的运行方式也是提高能效的重要手段。例如,我们可以采用并联运行的方式,将多台变压器并联使用,这样不仅可以提高供电可靠性,还能根据负载情况灵活调整运行台数,实现能源的最优分配。同时,通过调整变压器的分接开关,我们可以改变输出电压,以适应不同负载下的电压需求,进一步提高变压器的运行效率。高效变压器技术的引入与优化是地铁轨道供电系统节能改造的重要方向。通过选择高效、低损耗的变压器,合理配置容量和型号,以及优化运行方式,我们可以显著降低变压器的能耗,提高供电系统的整体效率,为地铁的绿色、可持续发展贡献力量。同时,这也将带来经济效益和社会效益的双重提升,为城市的交通和环境质量做出积极贡献。

### 3.2 功率因数校正技术的推广与应用

功率因数校正是提升供电系统效率、优化能源利用的关键技术之一。在地铁轨道供电系统中,功率因数的高低直接关系到电能的有效利用和系统稳定性。通过安装功率因数校正装置,可以显著提高供电系统的功率因数,进而减少无功功率的消耗,这对于整个供电系统的运行效率和稳定性至关重要。(1)功率因数校正技术能够降低线路损耗。在电力传输过程中,无功功率的流动会导致线路损耗增加,造成能源浪费。通过功率因数校正,可以减少无功电流,从而降低线路中的电阻损耗和电感损耗,提高电能传输效率。(2)功率因数校正还有助于提高电网的稳定性。在电力系统中,无功功率的过多流动会加大电网的负荷,影响其稳定运行。功率因数校正可以减少无功功率的流动,从而减轻电网的负荷压力,提高其抗干扰能力和稳定性。(3)功率因数校正技术还可以改善供电质量。功率因数低会导致电压波动和谐波干扰,影响供电质量。通过功率因数校正,可以平衡有功功率和无功功率的比例,减少电压波动和谐波干扰,提供更加稳定的电力供应。(4)功率因数校正技术能够提高设备的运行效率。在地铁轨道供电系统中,各种电力设备都需要从电网中汲取电能以维持正常运行。功率因数校正可以确保设备在最佳状态下运行,减少能源浪费和热量产生,延长设备的使用寿命<sup>[3]</sup>。功率因数校正技术是地铁轨道供电系统中不可或缺的一部分。通过降低线路损耗、提高电网稳定性、改善供电质量和提高设备运行效率等方面的努力,我们可以实现更加高效、稳定、可靠的地铁供电系统。

### 3.3 谐波治理技术的深入研究与实践

地铁供电系统中,由于存在大量的非线性负载,如整流装置、变频器等,这些设备在运行过程中会产生大

量的谐波。谐波对供电系统的稳定性和设备正常运行构成严重威胁,因此,谐波治理技术的研究与实践显得尤为重要。谐波会导致供电系统电压和电流波形畸变,进而引发一系列问题。首先,谐波会增加电气设备的热损耗,缩短设备的使用寿命;其次,谐波还可能引起电网谐振,导致系统过电压,对设备安全构成威胁;此外,谐波还会干扰通信设备和电子设备的正常运行,影响地铁系统的整体稳定性和安全性。为了有效抑制谐波对供电系统的影响,需要深入研究谐波治理技术。目前,主要的谐波治理技术包括安装谐波滤波器和采用有源滤波技术等。(1)谐波滤波器是一种被动滤波装置,通过在电网中串联或并联滤波器,对特定次数的谐波进行滤除。这种方法的优点是结构简单、成本较低,但需要对滤波器进行精确设计和配置,以确保对谐波的有效滤除。(2)有源滤波技术是一种主动的谐波治理方法。它通过向电网注入与谐波电流相位相反、幅值相等的补偿电流,从而抵消谐波对电网的影响。这种方法具有响应速度快、补偿精度高等优点,但成本相对较高。在实际应用中,我们需要根据地铁供电系统的具体情况选择合适的谐波治理技术。例如,在谐波污染严重的区域,可以采用有源滤波技术进行治理;而在谐波污染较轻的区域,则可以选择安装谐波滤波器进行预防。同时,我们还需要定期对供电系统进行谐波检测和分析,以便及时发现和解决谐波问题。

### 3.4 智能控制与调度技术的集成与创新

智能控制与调度技术在地铁轨道供电系统中的应用,是当代科技进步的集中体现,它不仅提高了地铁系统的运营效率,而且在节能减排方面发挥了重要作用。首先,智能控制与调度技术通过实时监测列车的运行情况和客流需求,能够自动调整供电系统的运行状态。这意味着系统可以根据实际情况,如乘客流量和列车运行间隔,动态地调整供电策略。例如,在客流低谷时段,智能系统可以自动降低列车的运行频率和速度,从而减少不必要的能源消耗;相反,在客流高峰时段,系统则

能够增加列车的运行频率和速度,以满足大量乘客的出行需求。其次,智能控制与调度技术还能实现最优化的能源分配。通过对供电设备的实时监控和数据分析,系统可以精确地预测和调节各个区域的能源需求,确保能源的高效利用。这种智能化的能源管理方式,不仅有助于减少能源浪费,还能延长设备的使用寿命,降低维护成本。此外,智能控制与调度技术的应用还提升了地铁系统的安全性和可靠性。通过实时监测供电系统的各项参数,如电压、电流等,系统可以及时发现潜在的故障和风险,并采取相应的预防措施。这大大降低了供电系统故障的发生概率,确保了地铁系统的稳定运行<sup>[4]</sup>。智能控制与调度技术在地铁轨道供电系统中的应用,实现了对列车运行和能源管理的智能化控制。这种技术不仅提高了列车的运行效率,满足了乘客的出行需求,还有效降低了能源消耗,提升了地铁系统的整体性能。随着科技的不断进步,我们有理由相信,智能控制与调度技术将在未来地铁系统的发展中发挥更加重要的作用。

### 结语

通过对地铁轨道供电中的能源管理与节能技术进行深入研究和实践应用,我们可以显著降低地铁系统的能源消耗并提高能源利用效率。未来随着科技的不断进步和智能化技术的广泛应用,我们相信地铁轨道供电系统的能源管理与节能技术将迎来更多的发展机遇和挑战。为了实现城市的绿色、可持续发展目标,我们需要继续加大研发力度并不断创新和完善相关技术方案。

### 参考文献

- [1]卿嵩.探讨地铁供电系统中节能降耗技术的运用[J].智能建筑与智慧城市,2023,(11):108-110.
- [2]朱龙佳.地铁供电系统节能降耗技术应用的探讨[J].电气化铁道,2019,30(03):75-78.
- [3]杨华.地铁运营能源管理与节能策略探讨[J].城市轨道交通研究,2020,12(2):86-92.
- [4]王晨,张晓东.基于智能化控制的地铁能源管理研究[J].交通运输工程与信息学报,2019,19(3):42-49.