

地铁综合监控系统节能策略研究

戴利平 李 超 晋朋飞
西安市轨道交通集团有限公司 陕西 西安 710000

摘 要：地铁综合监控系统作为现代城市轨道交通的核心，通过集成和互联实现全面监控与管理。本研究探讨其节能策略，包括通风空调系统、照明系统、供电系统以及其他设备的节能优化。通过智能调整运行模式、优化开启时间、推广高效节能设备和定期维护检修等措施，实现能耗的显著降低。这些策略不仅有助于降低运营成本，还能提高地铁系统的整体能效和可持续发展能力，为现代城市轨道交通的绿色发展提供有力支持。

关键词：地铁；综合监控系统；节能策略

引言：随着城市化进程的加速，地铁作为城市轨道交通的重要组成部分，其能耗问题日益凸显。地铁综合监控系统作为地铁运营管理的核心，对于实现节能降耗具有关键作用。本研究旨在深入探索地铁综合监控系统的节能策略，通过优化系统配置、提升监控效率等手段，实现地铁运营过程中的能耗降低。这不仅对于降低运营成本、提升地铁运营效率具有重要意义，同时也为城市轨道交通的可持续发展提供有力支撑。

1 地铁综合监控系统概述

1.1 系统构成及功能

地铁综合监控系统（ISCS）是现代城市轨道交通的核心组成部分，它通过高度集成和互联轨道交通各弱电系统及主要机电设备，实现了对地铁运营的全面监控与管理。该系统融合了先进的硬件和软件技术，为地铁的安全、高效运营提供了坚实的技术支撑。

1.1.1 监控系统的硬件和软件组成

硬件方面，地铁综合监控系统主要由控制中心系统（CISCS）、车站级系统（SISCS）、前端处理器（FEP）、大屏幕显示系统（OPS）、不间断电源（UPS）等关键设备组成。控制中心系统位于地铁运营的中枢，负责全线的监控与调度；车站级系统则遍布各个车站，实现对本车站内环境的实时监视和控制。前端处理器负责处理被集成系统和互联系统的接口，确保数据的准确传输。大屏幕显示系统和不间断电源则分别提供了直观的监控界面和稳定的电力保障。软件方面，地铁综合监控系统采用了先进的分布式C/S结构和标准TCP/IP协议，通过成熟的中间件技术实现系统的模块化和松耦合，提高了系统的稳定性和可扩展性。同时，系统软件还支持故障分离、冗余容错等功能，确保了系统的安全稳定运行。在数据处理方面，系统采用了实时数据库和关系数据库相结合的方式，实现了对海量数据的快速处

理和分析。

1.1.2 数据采集、传输、处理和分析功能

地铁综合监控系统具备强大的数据采集能力，能够实时采集地铁车辆的运行状态、供电系统的电压电流、线路的占用情况、照明和通风空调系统的能耗等关键数据。采集到的数据通过高效的网络通信协议，在系统内部进行快速传输，确保数据的实时性和准确性。系统还具备强大的数据处理和分析能力，能够对采集到的数据进行清洗、校验、压缩、存储等处理，同时运用先进的算法对数据进行挖掘和分析，为运维人员提供决策支持。例如，通过对历史数据的分析，可以预测设备的寿命周期和故障趋势，提前制定维护计划；通过对实时数据的分析，可以实时调整运营策略，优化地铁系统的整体性能。

1.2 监控对象及范围

地铁综合监控系统的监控对象广泛，涵盖了地铁运营的所有关键领域。在车辆系统方面，系统能够实时监控列车的运行状态、位置信息、速度变化、车门及制动系统的工作情况，确保列车运行的安全性和准时性；在供电系统方面，系统能够实时监测电网的电压、电流、功率因数等参数，及时发现并处理供电异常，保障地铁系统的稳定供电；在线路系统方面，系统能够监控线路的占用状态、信号系统的工作情况，确保列车运行的顺畅和安全；在照明和通风空调系统方面，系统能够实时监测系统的能耗、温湿度、空气质量等参数，根据环境条件和乘客需求，智能调整照明亮度和通风量，实现节能降耗和舒适乘车环境的双重目标。

2 地铁能耗现状及问题分析

2.1 地铁能耗概况

地铁作为现代城市公共交通的骨干，其运营过程中产生的能耗问题不容忽视。地铁能耗主要由列车牵引、

通风空调、照明及附属设备三部分组成,每一部分都直接影响着地铁系统的整体能耗水平。(1)列车牵引能耗。列车牵引能耗是地铁能耗的最大组成部分,约占地铁总能耗的60%-70%。列车在运行过程中,需要消耗大量的电能来驱动电机,使列车前进。这部分能耗的大小主要取决于列车的重量、运行速度、运行距离以及列车的运行调度策略。在高峰时段,列车频繁启动和制动,会消耗更多的电能;而在非高峰时段,虽然列车运行密度降低,但长时间的运行也会持续消耗电能。(2)通风空调能耗。通风空调能耗是地铁能耗的第二大来源,约占地铁总能耗的20%-30%。地铁车站和隧道内空间相对封闭,为了保持空气流通和温度适宜,必须依靠通风空调系统进行调节。尤其是在夏季,地铁车站内外温差大,为了保持车站内的凉爽舒适,通风空调系统会持续运行,消耗大量的电能。此外,地铁列车的制动也会释放大量的热能,需要通过通风系统及时排出,进一步增加了通风空调的能耗^[1]。(3)照明及附属设备能耗。照明及附属设备能耗虽然占比较小,但仍然是不可忽视的一部分。地铁车站内的照明设备、广告灯箱、指示标志等都需要消耗电能。此外,车站内的自动售票机、安检设备、电梯等附属设备也需要持续供电。这些设备的运行不仅增加了地铁的能耗,还提高了地铁的运营成本。

2.2 能耗问题分析及原因

地铁能耗问题不仅关乎地铁运营成本的高低,还直接影响到地铁系统的可持续发展。当前,地铁能耗问题主要体现在以下几个方面:(1)运营管理不善导致的能耗浪费。地铁运营管理中,由于调度策略不合理、行车间隔安排不当、设备开启时间控制不精准等原因,导致能耗浪费现象严重。例如,在列车非高峰时段,如果仍然按照高峰时段的行车间隔和速度运行,将会造成不必要的能耗;又如如在车站内,如果照明设备、广告灯箱等长时间开启且亮度过高,也会浪费大量电能。(2)设备老化、低效运行问题。地铁系统中,部分设备由于使用年限较长,已经出现老化现象,导致运行效率降低,能耗增加。例如,通风空调系统中的压缩机、风机等设备,如果长期使用且未得到及时维护和保养,其运行效率会大幅下降,从而增加能耗。此外,一些老旧设备在设计上可能已经无法满足当前节能降耗的要求,需要进行更新换代。(3)能耗数据不精确,管理难度大。地铁系统中的能耗数据往往来源于多个系统和设备,由于各系统之间的数据接口不统一、数据传输不稳定等原因,导致能耗数据收集不全面、不准确。这给能耗管理和节能降耗工作带来了很大的难度。同时,由于地铁系统庞

大复杂,能耗管理需要涉及多个部门和岗位之间的协同合作,如果缺乏有效的管理机制和沟通渠道,也会导致能耗管理效果不佳。

3 地铁综合监控系统节能策略探讨

3.1 通风空调系统节能策略

(1)根据室内外温湿度参数自动切换通风空调模式。地铁综合监控系统通过集成温湿度传感器,实时监测室内外环境参数。根据这些数据,系统能够智能判断并自动切换通风空调系统的运行模式。例如,在春秋季节或早晚温差较大的时段,当室外温度适宜且空气质量良好时,系统可自动关闭空调机组,转而利用新风系统引入室外新鲜空气,实现自然通风,从而大幅降低空调能耗。(2)利用综合监控系统优化隧道通风系统早晚通风及排热模式。地铁隧道通风系统的能耗占比较大,特别是在早晚高峰时段,列车运行产生的热量和污染物需要及时排出。综合监控系统通过集成隧道通风系统的控制功能,能够根据列车运行计划、隧道内温湿度及空气质量数据,智能调整隧道通风系统的运行策略。例如,在夜间列车停运后,系统可自动启动隧道通风系统,进行深度通风换气,排出隧道内的余热和污染物;在白天高峰时段,则根据隧道内温度、湿度及二氧化碳浓度,动态调整通风设备的转速和开启数量,确保隧道内环境舒适且能耗最低^[2]。(3)实时监测隧道区间温湿度和二氧化碳浓度,精准控制通风设备。通过在隧道区间安装温湿度传感器和二氧化碳浓度监测设备,综合监控系统能够实时监测隧道内的环境参数。根据这些数据,系统能够精准控制通风设备的启停和转速,避免过度通风或通风不足导致的能耗浪费。同时,系统还可根据隧道内环境的变化趋势,预测未来一段时间内的通风需求,提前调整通风策略,实现节能降耗。

3.2 照明系统节能策略

(1)制定时间表或利用电子开关优化照明设备开启时间。地铁综合监控系统可根据车站的运营时间和客流情况,制定照明设备的开启时间表。在非运营时段或客流低谷期,系统自动关闭或降低照明设备的亮度,减少能耗。此外,利用智能电子开关技术,系统能够实现对照明设备的精准控制,如根据光线强度自动调节亮度、根据人流密度动态调整照明区域等,进一步降低能耗。(2)对车站内公共区域和广告照明进行分区控制,降低能耗。车站内的公共区域和广告照明是照明系统的主要能耗来源。综合监控系统可将车站划分为多个照明区域,并根据各区域的实际情况,制定差异化的照明策略。例如,在车站出入口、扶梯等关键区域保持较高的

照明亮度,确保乘客安全;而在非关键区域则采用间歇照明或降低亮度的方式,减少能耗。同时,对于广告照明,系统可根据广告内容、展示时间等因素,智能调整照明亮度和开启时间,实现节能降耗。(3)利用自然光照明,减少照明设备使用。地铁车站设计时应充分考虑自然光的利用。通过合理布局天窗、采光井等自然采光设施,结合智能感应装置,综合监控系统能够实时监测车站内外光线强度。当自然光充足时,系统自动关闭或降低照明设备的亮度,充分利用自然光照明,减少照明设备的能耗^[3]。

3.3 供电系统节能策略

(1)优化电力调度,减少无功损耗。地铁供电系统存在大量的无功损耗,通过优化电力调度,可实现无功功率的就地平衡,减少电网的无功传输损耗。综合监控系统通过实时监测供电系统的电压、电流、功率因数等关键参数,能够精准识别并自动调整电力系统的无功补偿策略。比如,系统可以智能控制无功补偿装置的投切,确保电网的功率因数维持在较高水平,从而显著降低无功损耗,提高电力传输效率。(2)推广使用高效节能设备,降低设备能耗。地铁供电系统中的变压器、开关柜等关键设备,其能效水平直接影响着整体能耗。因此,综合监控系统应积极推广使用高效节能设备,如高效节能型变压器、低损耗开关柜等。这些设备通过采用先进的技术和材料,能够显著降低自身能耗,同时提高电力转换和传输效率。此外,系统还应定期监测和评估这些设备的能效表现,及时淘汰能效较低的旧设备,确保供电系统的整体能效水平持续提升^[4]。(3)实时监测供电设备状态,预防故障发生。地铁供电设备的故障不仅会导致运营中断,还可能引发能耗增加。因此,综合监控系统需要实时监测供电设备的运行状态和能耗数据,及时发现潜在故障并提前进行预警。通过集成智能诊断和分析算法,系统能够对设备故障进行精准定位和原因分析,为运维人员提供科学的维修建议。这不仅有助于降低设备故障率,还能减少因故障导致的能耗浪费。

3.4 其他设备节能策略

(1)电梯节能措施,如安装电能回馈器等设备。地铁车站内的电梯是另一项重要的能耗源。为了降低电梯能耗,可以安装电能回馈器等节能设备。这些设备能够将电梯制动过程中产生的再生能量进行回收,并重新利用于电网或其他用电设备。通过综合监控系统的智能控制,电能回馈器能够根据电梯的实际运行情况,自动调整其工作模式,确保能量的高效回收和利用。(2)对车站附属设备进行定期维护和检修,确保其高效运行。地铁车站内的附属设备,如自动售票机、安检设备、导向标识系统等,虽然单个设备的能耗不高,但数量众多,总体能耗也不容忽视。为了确保这些设备的高效运行,综合监控系统应建立完善的设备维护和检修机制。通过实时监测设备的运行状态和能耗数据,系统能够及时发现设备的异常情况,并提醒运维人员进行处理。此外,定期对设备进行深度清洁和维护,保持设备的良好运行状态,也是降低能耗的重要途径。

结束语

综上所述,地铁综合监控系统的节能策略对于降低地铁运营能耗、提升运营效率具有重要意义。通过智能调整通风空调、照明及供电系统,以及优化其他附属设备的运行,我们可以有效减少能耗,实现绿色、可持续的地铁运营。未来,随着技术的不断进步和应用的深入,地铁综合监控系统的节能策略将更加完善,为城市轨道交通的可持续发展贡献更多力量。我们有理由相信,地铁综合监控系统的节能之路将越走越宽广。

参考文献

- [1]王亚飞.基于地铁综合监控系统的节能管理方式探讨[J].轻松学电脑,2021,(09):104-105.
- [2]王超.地铁综合监控系统信息安全保护要求与实施方案研究[J].商业2.0(经济管理),2021,(16):150-151.
- [3]胡波,李冰.基于云平台的综合监控系统NMS功能的探讨[J].工业控制计算机,2021,(06):59-60.
- [4]吴思.地铁综合监控系统的数据流向及同步方法研究[J].工程技术研究,2021,(13):146-147.