

城市轨道交通自动化设备的节能与环保技术研究

王哲豪 陈瑜

嘉兴市申嘉有轨电车运营管理有限公司 浙江 嘉兴 314000

摘要: 随着城市化进程的加速和交通拥堵问题的日益严重,城市轨道交通作为绿色、高效的交通方式受到了广泛关注。自动化设备在城市轨道交通中扮演着重要角色,其节能与环保技术的研究对于推动城市轨道交通的可持续发展具有重要意义。本文旨在探讨城市轨道交通自动化设备的节能与环保技术,分析其应用现状和发展趋势,为相关领域的研究和实践提供参考。

关键词: 城市轨道交通; 自动化设备; 节能技术; 环保技术

引言

城市轨道交通作为现代城市交通体系的重要组成部分,以其运量大、速度快、安全准时等优势,成为解决城市交通问题的有效途径。然而,随着城市轨道交通的快速发展,能源消耗和环境污染问题也日益凸显。因此,开展城市轨道交通自动化设备的节能与环保技术研究,对于提高城市轨道交通的能源利用效率、减少环境污染、推动可持续发展具有重要意义。

1 城市轨道交通自动化设备概述

城市轨道交通作为现代城市重要的公共交通方式,其安全、高效的运营离不开自动化设备的支持。这些设备主要包括列车控制系统、信号系统、供电系统、环控系统,它们共同构成了城市轨道交通的“神经网络”和“动力源泉”。列车控制系统是城市轨道交通的“大脑”,它负责对列车进行精准控制,确保列车按照预定的线路和时间表运行。信号系统则是列车的“眼睛和耳朵”,它通过复杂的信号传递和处理,保证列车在行驶过程中能够准确感知前方路况和其他列车的动态,从而做出正确的行驶决策。供电系统为城市轨道交通提供稳定的电力支持,确保列车和各种设备能够正常运行。而环控系统则负责调节车站和隧道内的环境,为乘客提供舒适、安全的乘车环境。然而,这些自动化设备在保障城市轨道交通安全、高效运营的同时,也消耗了大量的能源。列车的牵引、制动、空调等系统都需要消耗电能,而信号系统、供电系统等也需要不断消耗能源来维持正常运行^[1]。此外,设备运行过程中还会产生一定的噪音、废气等环境污染。因此,在城市轨道交通自动化设备的设计、选型和使用过程中,需要充分考虑节能和环保的要求,采取先进的技术和措施,降低能源消耗和环境污染,推动城市轨道交通的可持续发展。

2 节能技术研究

2.1 列车节能运行控制

列车节能运行控制的核心思想是通过优化列车的运行策略,降低其在运行过程中的能源消耗。这种优化不仅仅是简单地调整列车的运行速度和加速度,更涉及到对列车运行全过程的精细化管理。首先,合理调整列车的运行速度和加速度是实现节能运行的基础。在传统的列车运行模式中,为了保证运输效率,列车往往会以较高的速度和加速度运行,这无疑会增加能源的消耗。而通过优化算法和控制策略,我们可以在保证运输效率的同时,降低列车的运行速度和加速度,从而减少能源的消耗。例如,在列车启动和加速阶段,可以采用更加平缓的加速曲线,避免能源的瞬时高峰消耗;在列车巡航阶段,则可以通过智能调整列车的运行速度,使其在保证准时到达的同时,尽可能地降低能源消耗。其次,列车节能运行控制还需要考虑列车的运行环境和负载情况。不同的运行环境和负载情况会对列车的能源消耗产生不同的影响。因此,在实际运行过程中,我们需要根据实时的环境和负载数据,动态地调整列车的运行策略,以实现最佳的节能效果。例如,在高峰时段,列车需要承载更多的乘客,此时可以通过增加列车的运行频率和缩短站间运行时间来提高运输效率,同时也可以通过优化列车的加速和减速过程来降低能源消耗。此外,列车节能运行控制还需要与其他城市轨道交通自动化设备进行协同工作。例如,通过与信号系统的协同,我们可以实现列车的智能调度和协同运行,避免列车之间的不必要等待和空驶,从而减少能源的浪费;通过与供电系统的协同,我们可以实现能源的高效利用和回收,进一步提高能源利用效率。

2.2 再生制动能量利用

在城市轨道交通系统中,列车在制动过程中会产生

大量的再生制动能量。这种能量原本是被浪费掉的，但随着节能技术的发展，我们找到了将其回收并重新利用的方法，这就是再生制动能量利用技术。再生制动能量利用技术的核心思想是将列车制动时产生的能量回馈到供电系统中，从而实现能源的再利用^[2]。这种技术的实现需要依赖于先进的电力电子设备和控制系统。当列车进行制动时，牵引电机将转变为发电机模式，产生的电能会被电力电子设备捕获并回馈到供电系统中。这个过程不仅可以减少能源的浪费，还可以降低供电系统的负担，提高整个城市轨道交通系统的能源利用效率。再生制动能量利用技术的优点不仅仅在于节能，它还可以减少城市轨道交通对环境的影响。由于减少了能源的消耗，城市轨道交通的碳排放量也会相应减少，这对于城市的空气质量和环境保护具有积极意义。此外，这种技术还可以延长设备的使用寿命，降低维护成本，为城市轨道交通的可持续发展提供有力支持。然而，再生制动能量利用技术的实现也面临一些挑战。首先，需要解决能量回馈过程中的稳定性和安全性问题。由于列车制动时产生的能量是动态的，如果回馈到供电系统时处理不当，可能会对整个系统的稳定性产生影响。其次，还需要考虑能量回馈的效率问题。虽然理论上可以将所有的再生制动能量都回馈到供电系统中，但在实际操作中，由于各种因素的影响，总会有部分能量损失。因此，如何提高能量回馈的效率也是这项技术需要解决的重要问题。尽管如此，随着科技的不断进步和研究的深入，我们有理由相信再生制动能量利用技术将会越来越成熟，并在城市轨道交通中发挥更大的作用。未来，这种技术可能会与更多的节能技术相结合，形成一个完整的节能技术体系，为城市轨道交通的绿色发展提供有力保障。

2.3 智能照明系统

智能照明系统作为城市轨道交通节能技术的重要组成部分，其设计理念是通过智能化控制，根据车站客流量、光照强度以及其他相关因素，自动调节照明设备的亮度和开关时间，从而达到降低照明能耗、提升能源利用效率的目的。在传统的城市轨道交通照明系统中，照明设备往往以固定的亮度和时间运行，无论车站内容流量大小、光照条件如何，都保持着相同的照明强度。这种方式不仅造成了能源的浪费，还可能给乘客带来不必要的眩光和不舒适感。而智能照明系统的出现，正是为了解决这一问题。智能照明系统通过安装传感器和控制系统，实时监测车站内的客流量、光照强度等参数，并根据这些参数的变化，自动调节照明设备的亮度和开关时间。例如，在客流量较大的时段，系统可以自动增

加照明亮度，确保车站光线充足，满足乘客的出行需求；而在客流量较小的时段，系统则可以自动降低照明亮度或关闭部分照明设备，以减少不必要的能源消耗。此外，智能照明系统还可以根据车站外的自然光照强度，自动调节车站内的照明亮度。在白天阳光充足时，系统可以利用自然光补充照明，从而减少人工照明的使用；而在夜晚或天气阴沉时，系统则可以自动增加人工照明的亮度，确保车站内的光线始终保持在舒适的水平。除了自动调节亮度和开关时间外，智能照明系统还具备远程监控和管理功能。通过与上级控制系统的连接，车站工作人员可以实时监控照明设备的运行状态和能源消耗情况，并根据需要进行远程调节和控制。这不仅提高了照明系统的管理效率，也为城市轨道交通的节能减排工作提供了有力支持。

3 环保技术研究

3.1 减振降噪技术

城市轨道交通的振动和噪声主要来源于列车运行时的轮轨相互作用。当列车在轨道上高速运行时，车轮与轨道之间的撞击和摩擦会产生强烈的振动和噪声，这不仅影响了乘客的舒适度，还可能对周边环境造成噪声污染。因此，减振降噪技术的应用显得尤为重要。减振降噪技术主要通过采用低噪声轨道、减振扣件等措施来降低列车运行时的振动和噪声。低噪声轨道是一种特殊设计的轨道结构，其轨道形状和材料选择都经过优化，以减少轮轨之间的撞击和摩擦，从而降低噪声的产生。而减振扣件则是一种安装在轨道上的弹性元件，它能够吸收和分散列车运行时产生的振动能量，减少振动向周边环境的传递。除了低噪声轨道和减振扣件外，减振降噪技术还包括其他多种措施。例如，在列车车轮上安装降噪装置，可以有效减少车轮与轨道撞击时产生的噪声；在轨道两侧设置声屏障或吸音材料，可以吸收和反射噪声波，从而降低噪声对周边环境的影响。减振降噪技术的应用不仅提升了城市轨道交通的环保性能，还为乘客带来了更加舒适、安静的出行环境。在减振降噪技术的帮助下，列车运行时的振动和噪声得到了有效控制，乘客在车厢内可以享受到更加平稳、宁静的乘车体验。此外，减振降噪技术还有助于改善城市轨道交通沿线的居住环境。通过降低噪声污染，城市轨道交通沿线的居民可以免受噪声的干扰，享受到更加宁静的生活环境。这对于提升城市居民的生活质量和幸福感具有重要意义^[3]。

3.2 空气净化技术

在城市轨道交通的日常运营中，车站、隧道等封闭空间内的空气质量一直是人们关注的焦点。空气净化技

术的核心目标是通过在封闭空间内设置空气净化设备,有效去除空气中的污染物,改善空气质量。这些设备通常包括高效过滤器、活性炭吸附装置、负离子发生器等,它们能够捕获和分解空气中的微粒、有害气体和异味,从而提供清新、健康的空气环境。在车站内,人流量巨大且频繁,容易产生各种异味和污染物。空气净化设备可以布置在站厅、站台等关键区域,确保空气质量的持续改善。同时,设备的外观设计和布局也需要与车站的整体环境相协调,以提供舒适、美观的乘车体验。隧道内的空气净化则更具挑战性。由于隧道空间狭长且相对封闭,空气流通更加困难。因此,在隧道内设置空气净化设备需要更加精细的设计和布局。例如,可以在隧道壁上安装通风口和空气净化装置,通过强制通风和空气循环来改善空气质量。同时,这些设备还需要具备防爆、防火等安全功能,以确保隧道内的运营安全。空气净化技术的应用不仅提升了城市轨道交通的环保水平,还为乘客和工作人员带来了实实在在的健康益处。清新的空气环境有助于减少呼吸道疾病和其他健康问题的发生,提高人们的出行体验和工作效率。此外,空气净化技术还有助于提升城市轨道交通的整体形象。作为城市公共交通的重要组成部分,城市轨道交通的环保性能和舒适度直接影响着乘客的选择和满意度。通过引入空气净化技术,城市轨道交通可以展示其对环保和乘客健康的关注,吸引更多乘客选择这一出行方式。

3.3 废水处理技术

废水处理技术的主要任务是对城市轨道交通运营过程中产生的废水进行有效处理,确保其达到国家排放标准,从而减少对环境的污染。废水处理通常包括物理处理和化学处理两个环节。物理处理主要是通过沉淀、过滤等方法去除废水中的固体杂质;化学处理则是利用化学反应去除废水中的有害物质,如重金属离子、有机污染物等。在城市轨道交通废水处理中,常用的处理方法包括生物处理、物理化学处理等。生物处理是利用微生物的代谢作用,将废水中的有机物转化为无害物质,如二氧化碳和水^[4]。这种方法具有处理效果好、成本低等

优点,但需要较长的处理时间和适宜的温度、pH值等条件。物理化学处理则是利用物理和化学的原理,通过吸附、氧化、还原等手段去除废水中的有害物质。这种方法处理速度较快,但处理成本较高。为了提高废水处理效果,降低处理成本,可以综合运用多种处理方法。例如,可以将生物处理与物理化学处理相结合,形成组合式废水处理系统。这种系统可以根据废水的特性和处理要求,灵活调整处理流程和参数,以达到最佳的处理效果。废水处理技术的应用不仅有助于保护城市轨道交通周边的环境,还可以实现废水资源化利用。通过对废水进行深度处理,可以回收其中的有用物质,如水资源、能源等,实现废水再利用和资源化利用,降低城市轨道交通运营成本。此外,废水处理技术还有助于提升城市轨道交通的社会形象。随着人们环保意识的提高,城市轨道交通的环保性能已成为评价其综合性能的重要指标之一。通过采用先进的废水处理技术,城市轨道交通可以展示其对环保事业的关注和投入,增强公众对其的信任和好感。

结语

探寻城市轨道交通的未来,节能与环保技术的深入研究无疑为其描绘了一幅充满希望的画卷。这不仅是科技发展的必然趋势,更是对美好生活的热切向往。随着每一次技术的突破与创新,我们坚信,城市轨道交通将以更加绿色、高效的姿态,融入人们的日常出行,为繁忙的都市生活带来一丝清新与便捷。未来已来,让我们共同期待并见证这一美好变革。

参考文献

- [1] 张晓红, 李晓雷. 城市轨道交通列车节能运行控制技术[J]. 都市快轨交通, 2020, 33(4): 13-18.
- [2] 陈志雄, 褚心童, 李亚东. 城市轨道交通信号系统节能技术研究进展[J]. 综合运输, 2021, 43(6): 64-69.
- [3] 王晓保, 杨阳. 城市轨道交通供电系统节能技术与应用[J]. 电气技术, 2019, 20(5): 76-80.
- [4] 李俊明, 曾伟. 城市轨道交通环境控制系统节能技术研究与实践[J]. 制冷与空调, 2022, 26(1): 8-13.