

地铁车站照明系统节能改造与维护管理研究

许 锐

昆明地铁运营有限公司 云南 昆明 650000

摘要: 本文聚焦地铁车站照明系统,剖析其传统照明设备能效低、寿命短、控制模式落后等现状及节能改造需求。探讨LED照明、智能照明控制、可再生能源利用等节能改造技术,提出维护管理流程优化、设备全生命周期管理、维护人员培训管理等策略。同时,针对实施难点提出解决对策,规划实施路径,以实现地铁车站照明系统高效节能与稳定运行。

关键词: 地铁车站;照明系统;节能改造;维护管理;智能控制

引言:随着城市轨道交通的蓬勃发展,地铁车站照明系统作为保障运营安全、提升乘客体验的关键环节,其节能改造与维护管理的重要性日益凸显。当前,传统照明设备因能效低、寿命短、控制模式落后等问题,已难以满足绿色发展与高效运营的需求。鉴于此,本文深入探讨地铁车站照明系统的节能改造技术,包括LED照明、智能控制及可再生能源利用等,同时提出优化维护管理流程、实施设备全生命周期管理以及加强维护人员培训等策略,旨在为地铁车站照明系统的节能化、智能化与高效化运行提供理论支持与实践指导。

1 地铁车站照明系统现状与节能改造需求

在当今城市轨道交通飞速发展的时代,地铁车站作为重要的交通枢纽,其照明系统的运行状况不仅关系到能源的合理利用,更与乘客的出行体验和地铁运营的经济效益息息相关。然而,目前众多地铁车站仍大量使用传统照明设备,如荧光灯、高压钠灯等,这些灯具在多个方面暴露出明显的不足,使得照明系统的节能改造迫在眉睫。(1)从能源利用效率来看,传统照明设备的发光效率较低,电能转化为光能的比例有限。以荧光灯为例,其发光过程中会有相当一部分电能以热能的形式散失,真正转化为光能的部分相对较少,这就导致在提供相同照明亮度的情况下,需要消耗更多的电能。高压钠灯同样存在类似问题,大量的电能被浪费在无效的能量转换上,不符合当下节能减排的发展理念。(2)在灯具使用寿命方面,传统照明设备表现欠佳。荧光灯的灯管容易老化,使用一段时间后会亮度下降、闪烁等问题,需要频繁更换;高压钠灯的启动性能和寿命也受到多种因素的影响,如电压波动、使用环境等,导致其使用寿命缩短。频繁更换灯具不仅增加了维护成本,包括灯具采购费用、人工更换费用等,还会影响地铁车站的正常运营。在更换灯具期间,可能需要暂时关闭部分照

明区域,给乘客的出行带来不便,甚至可能引发安全事故。(3)传统照明系统的控制模式也是一大弊端。目前,多数地铁车站的照明系统采用固定控制模式,无法根据不同时段的客流量变化和環境光线明暗自动调节亮度。在客流低谷期,如深夜时段,车站内乘客稀少,但照明系统仍保持全功率运行,造成了能源的严重浪费。同样,在白天自然光照充足的情况下,如果照明系统不能及时调整亮度,也会导致电能的过度消耗。(4)随着地铁客流量的持续攀升,乘客对照明质量的要求也日益提高。传统照明系统在光线均匀度、显色性等方面存在明显不足。光线均匀度不佳会导致车站内部分区域过亮或过暗,影响乘客的视觉感受;显色性差则会使物体的颜色失真,给乘客的出行带来不便^[1]。

2 地铁车站照明系统节能改造技术

2.1 LED照明技术应用

在地铁车站照明节能改造进程中,LED照明技术凭借诸多显著优势脱颖而出,成为核心关键技术。(1)LED灯具基于半导体芯片发光原理,发光效率远超传统灯具,可将30%-50%的电能高效转化为光能,大幅削减能源消耗,契合节能减排需求。其响应速度极快,能瞬间点亮且无频闪现象,有效避免因频闪造成的视觉疲劳,保障乘客视觉舒适度。(2)在地铁车站实际应用里,通过精准的光学设计,LED灯具可实现光线的均匀分布,消除照明死角与明暗不均问题,提升整体照明环境的舒适度。同时,其良好的显色性能够真实还原物体颜色,让乘客在车站内能清晰辨别各类标识与物体,营造清晰、舒适的视觉环境。此外,LED灯具使用寿命长达5-10万小时,极大降低了灯具更换频率,减少维护成本与人工工作量,为地铁车站的高效运营提供有力支持^[2]。

2.2 智能照明控制系统应用

智能照明控制系统是地铁车站照明节能改造的关键技术支撑,它深度融合传感器、控制器与通信网络技术,达成对照明设备的智能化、精细化管理。(1)系统内配置的光线传感器宛如“环境感知先锋”,能实时精准感知环境光线强度。当自然光照充足时,自动降低灯光亮度,充分利用自然光,减少电能消耗。人体感应传感器则像“智能巡逻员”,实时检测区域内乘客活动情况,无人时调暗灯光或关闭部分灯具,有人时迅速恢复正常亮度,真正实现按需照明。(2)该系统还具备分区、分时段控制功能,可依据站厅、站台、通道等不同区域的功能需求与使用规律,量身定制个性化照明模式。例如,深夜时段降低非主要通道照明亮度。借助物联网技术,管理人员可远程监控所有照明设备运行状态,实时获取故障信息,并远程控制与调整参数,极大提高管理效率与响应速度,保障地铁车站照明系统稳定、高效运行。

2.3 可再生能源利用技术

在地铁车站照明系统节能改造领域,可再生能源利用技术开辟了全新路径,展现出巨大潜力。(1)太阳能光伏发电系统是其中的典型代表。地铁车站的顶部、出入口等空间往往闲置,在这些区域合理安装光伏板,能将丰富的太阳能高效转化为电能。转化后的电能可存储于蓄电池,以备光照不足时使用,也可直接接入电网,为照明系统稳定供电。在光照条件优越的地区,太阳能发电量可观,能满足部分照明用电需求,显著减少对传统电网的依赖,有效降低碳排放,契合绿色环保发展理念。(2)地源热泵系统在运行过程中也能产生一定电能。这部分电能可作为辅助能源应用于照明系统,实现能源的综合利用与循环利用。通过多种可再生能源技术的协同应用,地铁车站照明系统的能源结构得到优化,节能效果进一步提升,为打造绿色、低碳、高效的地铁运营环境提供有力支撑。

3 地铁车站照明系统维护管理策略

3.1 维护管理流程优化

科学优化维护管理流程,是确保地铁车站照明系统稳定、高效运行的关键基础。(1)要制定细致入微的日常巡检计划,明确巡检的具体内容,全面覆盖灯具亮度、控制设备运行状态、线路连接情况以及配电箱工作状态等关键环节。采用标准化的巡检表格,精准记录各项参数,如此一来,既能直观呈现当前照明系统的运行状况,又便于后续进行对比分析,快速追溯问题根源。

(2)建立快速响应的故障维修流程同样重要。设立24小时值班制度,确保照明设备一旦出现故障,维修人员能

够以最快速度抵达现场,及时开展维修工作,最大限度减少故障对车站运营和乘客出行的影响。(3)还应充分利用信息化管理系统,对维护管理工作进行全流程数字化记录。涵盖巡检时间、发现的问题、详细的维修过程以及更换的配件等信息,实现维护管理工作的规范化、标准化与可追溯性,为照明系统的长期稳定运行提供坚实保障^[3]。

3.2 设备全生命周期管理

实施设备全生命周期管理,是提升地铁车站照明系统运行效能、降低综合成本的重要举措,需对照明设备从采购、安装、使用到报废进行全过程精细管控。(1)在采购环节,紧密结合节能改造需求与技术标准,对供应商进行严格筛选。不仅要考量设备价格,更要注重节能效果、质量可靠性以及售后服务水平,优先选择具备高效节能技术、质量稳定、售后响应及时的照明设备,从源头上保障照明系统的性能与品质。(2)安装过程中,严格遵循安装规范与技术要求,精准确定设备安装位置,确保连接牢固可靠,电气线路敷设符合安全标准,避免因安装不当引发故障与安全隐患。(3)使用阶段,为每台设备建立详细档案,记录设备型号、安装时间、运行参数、维护记录等信息。借助数据分析,预测设备性能变化趋势,提前制定维护与更换计划,实现预防性维护。(4)设备达到使用寿命后,按照环保要求进行合理报废与回收处理,减少对环境的污染,实现资源的循环利用。

3.3 维护人员培训与管理

加强维护人员培训与管理,是提升地铁车站照明系统维护管理水平的核心环节。(1)定期组织专业技能培训,课程内容紧密围绕照明领域前沿技术。涵盖最新照明技术原理,如LED照明技术的新进展、智能照明控制系统的创新理念等;深入讲解智能控制系统操作与维护,包括系统软件的使用、故障排查与修复技巧;强化电气安全知识培训,让维护人员熟悉电气安全规范,掌握触电急救等技能。邀请行业专家或设备供应商技术人员授课,确保培训内容的专业性与实用性,切实提高维护人员的专业素养。(2)建立科学合理的绩效考核制度,将设备巡检完成率、故障修复及时率、维护质量等关键指标纳入考核体系。通过量化考核,对表现优秀的人员给予物质奖励与精神表彰,激发其工作积极性;对未达标的人员进行督促改进,帮助其提升工作能力。(3)鼓励维护人员积极参与技术创新与经验交流,提出优化维护管理工作的建议与方案,营造良好的创新氛围,促进整体维护管理水平持续提升。

4 地铁车站照明系统节能改造与维护管理实施难点及解决对策

4.1 实施难点

地铁车站照明系统节能改造与维护管理在推进过程中,面临着复杂且严峻的挑战。(1)在节能改造前期,资金投入是首要难题。节能改造涉及设备采购,如LED灯具、智能照明控制系统等,还需进行安装调试以及系统集成,这些环节都需要大量资金支持。这对地铁运营企业的资金储备和融资能力提出了极高要求,若资金无法及时到位,改造项目将难以顺利开展。(2)施工组织方面,地铁车站运营时间长、客流量大,施工时间安排极为棘手。既要保证改造工程按时推进,又要采取有效的防护措施,避免施工对乘客出行造成干扰,如设置合理的施工围挡、引导标识等。同时,施工安全不容忽视,需严格遵循安全规范,确保施工人员和乘客的人身安全。(3)维护管理环节,照明设备数量庞大且分布广泛,智能照明控制系统等新技术的应用,对维护人员的技术水平和综合能力要求更高,而目前维护人员技术能力参差不齐,难以满足实际需求^[4]。

4.2 解决对策

为有效应对地铁车站照明系统节能改造与维护管理中的难题,需采取针对性解决对策。(1)针对资金压力,地铁运营企业应积极拓展多元化融资渠道。一方面,全力争取政府相关节能补贴,充分利用政策支持缓解资金紧张;另一方面,与金融机构深度合作,申请低息贷款,降低融资成本。此外,还可引入社会资本参与节能改造项目,通过公私合营(PPP)等模式,实现风险共担、利益共享,为改造项目提供充足的资金保障。(2)在施工组织上,制定周密详细的施工方案。精准选择客流低谷时段施工,如深夜地铁停运后,集中开展设备更换与线路改造工作,最大程度减少对乘客出行的影响。同时,在施工现场设置醒目的警示标识,安排专人负责引导乘客,确保施工期间乘客安全与通行顺畅。(3)为提升维护人员技术能力,建立分层分类的培训体系。依据不同岗位和技术水平,制定个性化培训计划,邀请行业专家和设备供应商技术人员进行授课与现场指

导,提高维护人员对新技术设备的管理与维护能力。

4.3 实施路径规划

为确保地铁车站照明系统节能改造与维护管理工作高效推进,需制定科学合理的实施路径规划。(1)开展全面的现状评估。运用专业检测设备与数据分析工具,对照明设备运行状况进行细致排查,统计能耗数据,精准诊断系统存在的问题,如灯具老化程度、线路损耗情况等,以此明确改造与管理的重点区域和关键环节。(2)接着分阶段推进节能改造。遵循“先易后难、先重点后一般”原则,优先更换能耗高、故障频发区域的灯具,降低能耗与故障发生率。随后逐步推广智能照明控制系统,实现对照明设备的智能化控制与精细化管理。(3)在维护管理方面,同步搭建信息化管理平台。该平台集设备管理、巡检维修、数据分析等功能于一体,提高管理效率与决策科学性。(4)定期对节能改造与维护管理效果进行评估。依据评估结果,及时调整策略,优化改造方案与管理措施,确保各项措施有效落实,实现地铁车站照明系统的高效节能与稳定运行。

结束语

综上所述,地铁车站照明系统节能改造与维护管理是一项系统且复杂的工程。从现状评估到节能改造技术应用,再到维护管理策略制定与实施难点解决,各环节紧密相连。通过科学规划实施路径,合理运用先进技术,优化维护管理流程,提升人员能力,能有效提升照明系统能效,降低运营成本,为乘客营造优质出行环境。未来,还需持续探索创新,推动地铁照明系统向绿色、智能、高效方向不断发展。

参考文献

- [1] 张晓飞,钟彦儒,吴耀.地铁车站照明系统的智能优化控制策略研究[J].电工技术学报,2019,34(18):4103-4111.
- [2] 帅品格.地铁车站照明系统节能研究与应用[J].低碳世界,2020,10(06):153-154.
- [3] 乜莹.地铁车站照明系统能耗分析及节能对策[J].中国标准化,2020(08):29-30.
- [4] 黄桂红.地铁车站低压配电深化设计及施工[J].安装,2021,(06):64-65+69.