

城市轨道交通机电设备工程新技术应用分析

赵亚军 刘 帅

郑州轨道交通运营有限公司 河南 郑州 450000

摘要：城市轨道交通机电设备工程新技术应用分析，聚焦于当前行业内的前沿技术，包括全自动运行系统、LTE通信技术、装配式变电所、预埋槽件及矿物绝缘电缆等。这些新技术的引入，不仅显著提升了城市轨道交通的安全性与运营效率，更在降低能耗、减少环境污染、优化乘客体验等方面展现出巨大潜力。本文旨在深入探讨这些新技术的工作原理、应用优势及实践案例，为城市轨道交通机电设备工程的未来发展提供有益参考。

关键词：城市轨道交通；机电设备工程；新技术应用

1 城市轨道交通在公共交通体系中的重要性

城市轨道交通在公共交通体系中占据着举足轻重的地位。第一，城市轨道交通以其高速、准时、大运量的特点，为城市居民提供了快速出行的选择。相较于传统的公交和出租车，地铁、轻轨等轨道交通工具能够大幅度缩短通勤时间，使得人们能够更加高效地安排日常出行和生活。这对于缓解城市交通拥堵、提高城市运行效率具有重要意义。第二，城市轨道交通在公共交通体系中起到了串联和辐射的作用，它能够将城市中的各个重要区域、商业区、住宅区等紧密地连接在一起，形成一个便捷、高效的交通网络。这种网络化的交通布局不仅方便了市民的出行，还促进了城市各区域之间的经济、文化交流和发展的。第三，城市轨道交通还具备环保、节能的显著优势，相较于私家车等私人交通工具，轨道交通能够大幅度减少碳排放和空气污染，对于改善城市环境质量、推动可持续发展具有积极作用。由于轨道交通的运行效率较高，也能够在一定程度上节约能源消耗。

2 城市轨道交通机电设备工程的组成与功能

城市轨道交通机电设备工程是一个复杂而精细的系统，它主要由供电系统、通风空调系统、给排水系统、信号系统、通信系统、自动售检票系统（AFC）、环境监控与火灾报警系统（FAS/BAS）、电梯与自动扶梯系统以及综合监控系统等多个子系统组成，各系统相互协作，共同确保城市轨道交通的安全、高效运行。（1）供电系统：为整个轨道交通系统提供稳定可靠的电力供应，包括牵引供电和动力照明供电，确保列车运行及车站内所有机电设备的正常运行^[1]。（2）通风空调系统：负责车站及隧道内的空气流通与温度调节，提供舒适的乘车环境，同时在火灾等紧急情况下，能迅速转换为排烟模式，保障人员安全疏散。（3）给排水系统：包括生活用水、消防用水及排水系统，确保车站及列车的日

常用水需求，并在需要时提供有效的消防灭火能力，以及排除积水，保持环境干燥。（4）信号系统：负责列车运行的指挥与控制，确保列车安全、准点运行，避免碰撞，提高运输效率。（5）通信系统：包括内部通信（如调度电话、站间电话）和公众通信（如移动通信覆盖），保障运营人员之间的信息畅通，也为乘客提供通信便利。（6）自动售检票系统（AFC）：实现乘客自助购票、检票进站的功能，提高乘客通行效率，同时收集票务数据，支持运营管理和决策。（7）环境监控与火灾报警系统（FAS/BAS）：对车站内的环境参数进行实时监测，如温湿度、空气质量等，并在检测到火灾等异常情况时立即报警，启动相应的应急措施。（8）电梯与自动扶梯系统：为乘客提供垂直和水平方向的便捷通行服务，特别是在无障碍出行方面发挥着重要作用。（9）综合监控系统：作为整个轨道交通系统的“大脑”，集成各子系统信息，实现集中监控、统一调度，提高运营管理的智能化水平。

3 城市轨道交通机电设备工程新技术应用

3.1 列车全自动运行技术（FAO）

列车全自动运行技术（Fully Automatic Operation，简称FAO）是城市轨道交通领域的一项重要创新技术，它基于现代计算机、通信、控制、综合监控和系统集成等技术，实现了列车运行全过程的自动化FAO系统的应用标志着城市轨道交通进入了无人驾驶的新时代。这一系统能够自动实现列车的休眠、唤醒、准备、自检、自动运行、停车、开关车门、洗车以及在故障情况下的自动恢复等功能。在FAO系统的控制下，车辆无需司机和乘务员参与，即可在控制中心的统一指挥下完成所有运行任务。FAO系统包含自动化等级GoA3和GoA4，其中GoA3为有人值守下的列车自动运行，而GoA4则实现了无人值守下的列车自动运行。这种高度自动化的运行模

式, 不仅减少人为操作失误, 还缩短列车追踪间隔, 提高线路运营效率。FAO系统还具备充分的冗余配置和完善的安全防护, 能够兼容基于通信的列车运行控制系统(CBTC)的既有功能, 确保了运行的可靠性和安全性。FAO系统的引入, 对于城市轨道交通的发展具有重要意义, 它不仅能够提升运营效率, 降低运维成本, 还能够为乘客提供更加安全、舒适、便捷的出行体验。随着技术的不断进步和应用的深入, FAO系统将成为城市轨道交通领域的主流技术之一, 推动城市轨道交通向更加智能化、高效化的方向发展。在实际应用中, FAO系统的安全评估是不可或缺的重要环节。这需要对整个系统进行全面的风险把控和防范, 确保线路运行的安全与可靠。评估工作应涵盖车辆、信号、综合监控、通信、站台门等多个专业, 并具备车辆系统、信号系统、通讯系统的自动检测能力, 以及特殊情况下区间疏散、紧急救援等更高要求^[2]。

3.2 LTE技术在地铁专用通信系统上的应用

LTE (Long Term Evolution) 技术作为3G与4G技术之间的过渡技术, 因其高信息传输速率、低延时性以及灵活的频谱分配能力, 被广泛应用于城市轨道交通的无线通信领域。LTE技术融合了多输入多输出(MIMO)和正交频分复用(OFDM)技术, 能够显著提升无线通信系统的覆盖规模和容量。在地铁无线通信网络中, 利用LTE技术构建的无线通信系统可以确保整个系统的最低通信延时, 并能够为更广的通信媒体覆盖提供高速的无线传输速率。这对于地铁通信的重要性不言而喻, 因为地铁通信需要满足对通信网络的一些特殊需求, 如全面优化网络通信、提高系统整体性能等。在实际应用中, LTE技术在地铁无线通信系统中的表现令人瞩目。LTE技术的应用还带来了地铁无线通信系统的抗干扰能力的提升。在地铁无线通信网络中, LTE网络可能受到来自其他无线通信环境的同频段干扰。为了应对这一挑战, 可以采取一系列抗干扰措施, 如使用漏缆进行覆盖、采用冗余组网方式等。这些措施不仅提高了LTE网络的抗干扰能力, 还增强了地铁无线通信系统的稳定性和可靠性。LTE技术还具备灵活的频谱分配能力, 可以支持新增的无线通信频率。这对于地铁无线通信系统的扩容和升级具有重要意义。随着地铁建设的不断推进和乘客需求的不断增长, 对无线通信系统的容量和覆盖范围的要求也越来越高。LTE技术的应用为地铁无线通信系统的扩容和升级提供了有力的技术支持。

3.3 装配式变电所技术

装配式变电所技术是城市轨道交通机电设备工程中

的一项重要创新技术。它改变了传统变电站的电气布局、土建设计与施工方式, 采用了全预制设备结构的施工形式。装配式变电所技术的优势在于其标准化、模块化的设计理念, 通过工厂预制和现场装配的方式, 可以实现变电站的快速建设和部署。这不仅提高了建设效率, 还降低建设成本。装配式变电所还具备较高的可靠性和安全性。由于采用标准化的设备和组件, 可以确保变电站的电气性能和运行稳定性。装配式变电所还具备较好的可扩展性和灵活性, 可以根据实际需求进行扩容和升级。在实际应用中, 装配式变电所技术已经得到了广泛的应用和推广。装配式变电所技术的应用还带来了城市轨道交通供电系统的智能化和自动化水平的提升。通过集成先进的监控系统和控制设备, 可以实现对变电站的远程监控和自动控制。这不仅提高了供电系统的运行效率和管理水平, 还降低运维成本和人力成本。装配式变电所技术还具备较好的环保性能。由于采用了标准化的设备和组件, 可以减少材料浪费和环境污染。装配式变电所还可以实现快速安装和拆卸, 方便进行维护和升级。这有利于实现城市轨道交通建设的可持续发展和环保目标。

3.4 预埋槽件技术

预埋槽件技术是城市轨道交通建设中一项重要的技术创新。预埋槽件技术主要由槽体、锚杆和T型螺栓组成, 形成一个整体为线性的结构。这种结构设计使得预埋槽件能够受力均匀且完全, 有效提升安装的安全性和稳定性。预埋槽件还具备良好的调节性能, 其托臂支架可上下调节, 便于后续增减管廊内支架叠层数。在实际应用中, 预埋槽件技术广泛应用于城市轨道交通的隧道、车站等结构中。这些预埋槽件不仅提高施工效率, 还减少后续钻孔、焊接等额外工作, 降低施工成本。预埋槽件技术的应用还带来了城市轨道交通建设的安全性和可靠性的提升。由于预埋槽件是在混凝土浇筑前预埋到位的, 因此可以避免后续钻孔带来的安全隐患^[3]。预埋槽件的受力均匀且完全, 减少单点支撑可能带来的风险。这些优势使得预埋槽件技术在城市轨道交通建设中得到了广泛的应用和推广。预埋槽件技术还具备较好的环保性能。由于避免了钻孔、焊接等额外工作, 预埋槽件技术可以减少噪音、灰尘等污染物的排放。预埋槽件还可以实现快速安装和拆卸, 方便进行维护和升级。这有利于实现城市轨道交通建设的可持续发展和环保目标。

3.5 矿物绝缘电缆在供电专业中的应用

矿物绝缘电缆在城市轨道交通供电专业中的应用是一项重要的技术创新。矿物绝缘电缆的耐火性是其最显

著的特点之一。由于电缆的铜和矿物绝缘材料都是无机的，在绝大部分场合下不会融化或解体。即使在接近火焰温度的条件下，电缆仍然能够继续运行。这种耐火性能使得矿物绝缘电缆在火灾等紧急情况下能够保持供电，为乘客的疏散和救援提供有力的支持。除了耐火性外，矿物绝缘电缆还具有优异的耐久性，其寿命主要取决于铜护套的氧化速率，而一般阻燃电缆只具备20年左右的使用寿命。相比之下，矿物绝缘电缆的寿命更长，能够减少更换和维护的频率，降低运维成本。矿物绝缘电缆的安装也非常方便和美观，这种电缆经过完全退火处理，具有很好的柔软性，最小弯曲半径仅为电缆直径的2-6倍。这使得在施工敷设时使用专用工具可以更加方便、美观。矿物绝缘电缆不会释放任何烟雾和有害气体，在穿透时击穿空气电离后，熔融的氧化镁成分也不会发生变化。这些特点使得矿物绝缘电缆在城市轨道交通供电系统中具有广泛的应用前景。在实际应用中，矿物绝缘电缆被广泛应用于城市轨道交通的供电线路中。这些电缆不仅满足供电系统的安全性和可靠性要求，还提高施工效率和美观度。矿物绝缘电缆还具备较好的环保性能。由于采用了无机材料制成，不会对环境造成污染。矿物绝缘电缆的寿命长、维护成本低，也符合城市轨道交通建设的可持续发展和环保目标。

4 新技术应用对城市轨道交通机电设备工程的深远影响

新技术应用对城市轨道交通机电设备工程产生了深远且积极的影响。随着自动化、智能化、信息化技术的飞速发展，城市轨道交通机电设备工程正经历着前所未有的变革。全自动运行技术（FAO）、LTE通信技术、装配式变电所、预埋槽件以及矿物绝缘电缆等新技术的应用，不仅显著提升城市轨道交通系统的运行效率、安全性和可靠性，还极大地降低建设和运维成本，推动城市轨道交通向更加绿色、环保、高效的方向发展。这些新技术使

得城市轨道交通机电设备工程的设计、施工、运营和维护等环节更加智能化和自动化^[4]。LTE通信技术的应用则提升了地铁专用通信系统的稳定性和数据传输效率，为乘客提供更加流畅、高效的出行体验。装配式变电所和预埋槽件技术的推广，则简化施工流程，缩短了工期，提高工程质量，降低对环境的影响。新技术应用还推动了城市轨道交通机电设备工程的可持续发展。例如，矿物绝缘电缆的使用，不仅提高电缆的耐火性能和耐久性，还减少对环境的污染，符合绿色交通的发展理念。新技术应用还促进了城市轨道交通机电设备工程的标准化、模块化和智能化发展，为行业的转型升级提供有力支撑。新技术应用对城市轨道交通机电设备工程产生了深远影响，不仅提升系统的性能和质量，还推动行业的可持续发展。随着技术的不断进步和创新，相信未来城市轨道交通机电设备工程将迎来更加广阔的发展前景。

结束语

综上所述，城市轨道交通机电设备工程新技术应用正处于快速发展阶段，其带来的变革性影响不容忽视。未来，随着技术的不断革新与融合，有理由相信，城市轨道交通将变得更加智能、高效、绿色。本文的分析仅为一个起点，期待更多学者与从业者共同探索新技术应用，推动城市轨道交通机电设备工程迈向更高水平的发展。

参考文献

- [1] 诸葛磊.城市轨道交通机电安装工程施工质量控制研究[J].住宅与房地产,2021,(34):154-155.
- [2] 吴琦.城市轨道交通机电设备安装工程"四新"技术应用浅析[J].冶金管理,2021,(13):111-112.
- [3] 周永忠,叶鹏,张治桥,等.智能变电站状态监测系统网络结构研究[J].电测与仪表,2019,049(011):139-143.
- [4] 宋杰.城市轨道交通车辆及设备状态监测系统[J].铁路计算机应用,2021,30(02):168-173.