

电梯运行能耗监测与节能管理系统的开发

戴香东

天津市特种设备监督检验技术研究院, 天津特检智慧科技有限公司, 天津 300251

摘 要 : 本文主要探讨了电梯运行能耗监测与节能管理系统在智慧楼宇建筑中的应用。随着高层建筑的兴起和电梯使用量的增加, 电梯能耗问题日益突出。文章分析了当前电梯能耗监测技术应用的现状和挑战, 并提出了系统设计、关键技术实现和应用价值等方面的解决方案。

关 键 词 : 电梯能耗; 能耗监测; 节能管理; 系统设计; 关键技术; 智慧楼宇

Development of Energy Consumption Monitoring and Energy Saving Management System for Elevator Operation

Dai Xiangdong

Tianjin Special Equipment Supervision and Inspection Technology Research Institute, Tianjin special inspection intelligent Technology Co., LTD, Tianjin 300251

Abstract : This paper mainly discusses the application of elevator operation energy consumption monitoring and energy saving management system in intelligent buildings. With the rise of high-rise buildings and the increase of elevator usage, the problem of elevator energy consumption is becoming increasingly prominent. This paper analyzes the current status and challenges of elevator energy consumption monitoring technology, and puts forward the solutions of system design, key technology realization and application value.

Keywords : elevator energy consumption; energy consumption monitoring; energy conservation management; system design; key technology; smart building

引言

在经济发展的迅猛势头和城市化的快速步伐推动下, 高层建筑如雨后春笋般崛起, 电梯作为固定场所交通运输的重要工具, 已经成为现代建筑中不可或缺的一部分。然而, 电梯在为人们提供便捷的同时, 其运行能耗也日益成为智慧楼宇建筑能耗的重要组成部分。在我国, 人口基数大, 人口分布较为集中, 电梯能耗问题日益凸显, 如何有效监测电梯运行能耗并实施节能管理, 已成为智慧楼宇建筑节能领域亟待解决的问题。

一、我国电梯能耗监测技术的应用现状与挑战

从近十年的数据看, 中国电梯市场突飞猛进, 占据了全球市场的60% ~ 65%, “中国制造”的电梯已占全球产量的70%, 成为世界电梯第一大国。截至2019年底, 全国电梯保有量达到709.75万台^[1]。随着城市化进程日益加快, 电梯使用量不断增加, 电梯能耗在智慧楼宇建筑总能耗中占比较大^[2]。电梯能耗监测技术, 作为应对我国城市化加速进程中电梯能耗问题的有效手段, 正日益受到关注。该系统通过实时监测电梯运行数据, 分析能耗情况, 实现能耗优化。当前, 该系统虽然在国内得到了广泛应用, 但仍存在一定问题: 一方面, 监测设备精度有待提高, 数据传输稳定性不足; 另一方面, 节能管理策略有待完善, 部分系统节能效果不明显。为提高电梯运行能耗监测与节能管理系统的性能, 应加大技术研发力度, 优化系统设计, 提高数据分析处理

能力, 助力我国建筑节能事业的发展。同时, 政府和企业也应加大对电梯节能技术的推广力度, 提高电梯运行能耗监测与节能管理系统的覆盖率。

二、电梯运行能耗监测与节能管理系统设计

电梯作为高层建筑的重要组成部分, 其能耗问题一直备受关注。据统计, 电梯的能耗大约占到了建筑整体能耗的10%至20%, 并且电梯使用时间的增加, 使得这一能耗问题更加突出。近年来, 随着智慧楼宇概念的深入发展, 电梯的能耗问题得到了更为有效地关注和解决, 该领域通过集成物联网、大数据、云计算以及人工智能技术, 实现了对电梯运行的精确实时监测。系统不仅能够收集电梯的运行数据, 如启动次数、运行时间、载重情况等, 还能通过深入的数据分析, 揭示能耗的具体去向和使用效

率。做好楼宇建筑节能管理对于实现能源消耗和碳排放双控具有重要意义^[3]。

（一）系统总体架构设计

电梯运行能耗监测与节能管理系统的总体架构采用分层设计，主要包括数据采集层、数据传输层、数据处理与分析层、应用展示层和决策支持层。具体功能如图-1所示：

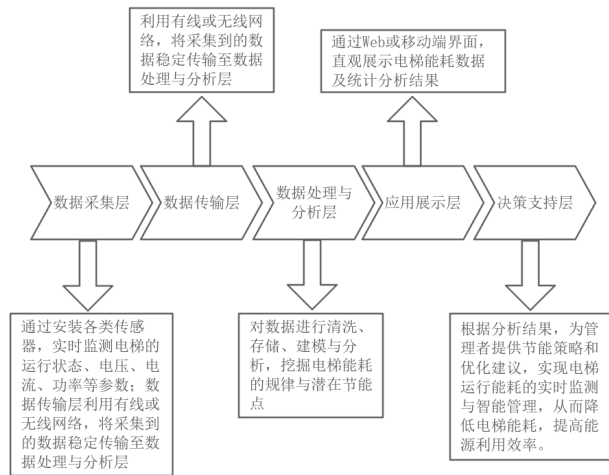


图-1 系统总体架构图

（二）节能模块设计

1. 关键技术研究

（1）能量回馈技术

能量回馈技术，作为电梯节能模块设计的核心，其重要性不言而喻。在电梯的运行周期中，尤其是在制动和减速阶段，电机产生的再生能量若得不到有效利用，将是一大资源浪费。传统做法中，这些能量往往通过电阻器转化为热能并消散，这不仅造成了能源的流失，还可能引起机房温度的升高。因此，深入研究和应用能量回馈技术，对于提高电梯的整体能效，具有至关重要的意义。

该技术的核心原理是利用电力电子逆变技术，将电机在制动和减速过程中产生的再生能量，转换成可再利用的交流电能，并将其回馈至电网，实现能量的循环利用。这一过程不仅减少了能源的消耗，还提升了能源的使用效率。为了确保回馈电能的质量达到电网标准，同时减少对电网的潜在冲击，研究团队需致力于设计高效的回馈电路。这些电路经过精心设计，能够有效地处理电机回馈的能量，确保其平滑地融入电网。

（2）变频调速技术

变频调速技术在电梯行业的应用，标志着电梯速度调节技术的一大飞跃，同时也为节能降耗提供了新的解决方案。在变频器的选择上，基于电梯的运行特性，挑选并优化设计适合的变频器型号^[4]。这一过程不仅确保了电梯速度调节的平滑性，也有效降低了能源消耗，提升了电梯的整体运行效率。针对调速策略的研究，分析电梯在不同工况下的运行需求，并开发出高效的调速策略。这些策略的应用，使得电机在多种运行模式下均能保持高效运转，进一步优化了电梯的能耗表现。同时，变频器与电机的匹配技术也得到了深入研究。通过优化这项技术，电梯在调速过程中的动态性能得到提升，同时保持了低能耗的水平，从而提高了

电梯系统的运行稳定性和能源利用效率。

（3）电梯群控优化技术

在当今智慧城市的快速发展背景下，智慧楼宇作为其中的重要组成部分，正通过技术创新不断提升建筑智能化水平。其中，电梯群控优化技术作为智慧楼宇的核心应用之一，不仅关乎乘客的出行体验，更体现了楼宇智能化管理的深度与广度^[5]。

在这个智能系统领域，通过对不同时段和楼层的乘客流量数据进行深入统计分析，揭示了乘客使用电梯的规律性。以办公大楼为例，分析显示，早晨和下午的上下班高峰期，电梯使用频率急剧上升，这一发现为电梯群控系统的优化提供了关键依据。结合遗传算法和粒子群优化算法等先进的人工智能技术，电梯群控系统能够敏锐地洞察乘客需求，并精确掌握电梯的实时状态，从而实现运行路径和停靠决策的灵活调整^[6]。这种智能优化大幅降低了乘客的等待时间，显著提升了运输效率。高峰时段，遗传算法的应用更是将乘客的平均等待时间减少了超过20%。同时，电梯群控系统采用了实时调度与预测调度的混合方法，增强了调度灵活性。系统能够在实时监控电梯运行的同时，预测即将到来的乘客需求，并据此预先调整电梯调度策略。例如，预见某楼层即将涌现的客流，系统会提前派遣空闲电梯前往待命，有效缩短了乘客等待时间，提高了电梯运行效率，并助力实现节能目标。

（4）数据监测与处理技术

在智慧楼宇建筑日益普及的今天，人工智能技术的融入为电梯节能模块的设计带来了前所未有的创新机遇^[7]。数据监测与处理技术作为智慧楼宇建筑中电梯节能模块的关键环节，它通过高精度、低功耗的传感器实时采集电梯的运行数据，如速度、载重量、运行时间和启停次数等，为电梯的高效运行和能耗降低提供了坚实的基础。在此基础上，人工智能算法对这些数据进行实时分析与处理，从而实现了能耗预测、故障诊断、优化调度、能耗评估和数据可视化等多个功能。通过对历史数据分析，可以预测电梯未来的能耗情况并及时发现潜在故障并发出预警，从而避免因故障导致的能耗增加。此外，人工智能算法能够对电梯运行过程中的能耗数据进行统计分析，评估电梯的节能效果并为后续的优化工作指明方向，与此同时通过图表、曲线等形式将处理后的数据可视化，运维人员可以更直观地了解电梯运行状态，及时调整节能策略，确保电梯系统在节能模式下高效运行。

2. 跨领域数据融合

（1）将电梯运行数据与楼内人员流量数据、气象数据等融合

在智慧楼宇建筑管理中，融合电梯运行数据、楼内人员流量数据及气象数据等多源信息，能显著提升电梯使用需求的预测准确性，进而优化电梯运行策略并降低能耗。具体而言，通过分析气象数据，可预测室外温度变化，并据此提前调整电梯运行模式^[8]。例如，在夏季高温期间，可提前启动电梯降温系统，减少空调过度使用，实现能源节约。同时，结合楼内人员流量数据，能够精确预测电梯使用高峰时段，如上下班高峰和午餐时间，提前做好电梯运行准备，有效减轻高峰期的人流压力，防止拥堵。数据融合的应用，不仅提升了电梯运行效率，也改善了乘客的乘梯体验，推动了建筑管理的智能化与人性化发展。

（2）利用大数据分析技术，建立电梯能耗预测模型

利用先进的大数据分析技术，可以建立一套电梯能耗预测模型。该模型通过分析电梯的历史运行数据和实时采集的数据，能够准确预测电梯的能耗趋势^[9]。模型的建立为制定有效的节能策略提供了坚实的数据支持。例如，通过能耗预测模型，可以提前获知电梯在特定时间段内的能耗情况，并据此调整电梯的运行模式。在能耗高峰期，可以优化电梯的调度策略，减少不必要的运行次数，或者调整电梯的运行速度，以降低能耗。此外，预测模型还能帮助识别电梯能耗异常的情况，及时进行维护和调整，确保电梯运行在最佳状态。这种基于数据的节能管理方法，不仅有助于减少能源消耗，还能延长电梯的使用寿命，为建筑物的绿色运营贡献力量。

三、电梯运行能耗监测与节能管理系统实现

随着我国节能减排政策的深入推进，电梯能耗“瘦身”将成为智慧楼宇建筑发展的必然趋势。电梯能耗的降低不仅是响应国家政策号召的具体行动，更是推动建筑行业转型升级、实现可持续发展的关键举措。如何在保障电梯安全、高效运行的同时，实现能耗的实时监测与有效管理，成为智慧楼宇建设中的关键课题。

（一）系统功能实现

智慧楼宇的电梯运行能耗监测与节能管理系统通过一系列精心设计的功能，确保了电梯运行的高效与节能。系统实时监控电梯的运行状态和能耗数据，为管理者提供了即时的信息反馈。同时，历史数据查询功能使得用户能够回顾和分析过去的能耗情况，为决策提供数据支持。在此基础上，系统进一步生成日、

周、月、年的能耗统计报告，并通过环比、同比分析，揭示了能耗变化的深层次规律^[10]。此外，故障诊断功能通过捕捉监测数据的异常，能够预见电梯潜在的故障问题，提前采取措施以避免事故发生。最终，系统根据能耗分析结果，提出具体的节能措施和改进建议，助力楼宇实现节能减排的目标。

（二）系统集成与测试

在智慧楼宇电梯运行能耗监测与节能管理系统的实施过程中，系统集成与测试是确保系统高效运作的关键步骤。通过将各个子系统紧密集成成为一个完整的系统，保障了各部分之间的协同工作，实现了功能的最大化。随后，为了验证系统的稳定性和可靠性，进行了全面系统测试，包括功能测试、性能测试以及安全测试，确保了系统在复杂楼宇环境中的稳健运行。

（三）系统运行与维护

电梯运行能耗监测与节能管理系统在完成部署后，通过实时监控机制确保系统稳定运行，防止潜在故障。此外，系统定期进行维护与功能升级，以适应不断变化的节能标准和楼宇管理需求，保障系统的长期有效性和节能性能。

四、结束语

电梯运行能耗监测与节能管理系统是推动建筑节能的重要工具。本文深入探讨了该系统的设计理念、关键技术实现和应用价值，为电梯节能领域提供了新的思路和解决方案。未来，随着物联网、人工智能等技术的不断发展，电梯运行能耗监测与节能管理系统将更加智能化、高效化，这将为智慧楼宇建筑节能做出更大的贡献，助力实现绿色建筑和可持续发展的目标。

参考文献

- [1]林捷晖. 电梯节能技术探讨[J]. 科技创新与应用, 2023, 13(25): 159-162.DOI:10.19981/j.cn23-1581/G3.2023.25.039.
- [2]梁光胜, 李朝洋, 田琳. 电梯运行与能耗监测综合系统设计[J]. 节能, 2022, 41(03): 1-3.
- [3]赵伟, 周密, 李雨轩, 等. 智慧楼宇节能低碳管理设计与实施[J]. 中国机关后勤, 2023, (12): 54-57.
- [4]未庆超, 李振玲, 王晓侃, 等. 电梯节能模块和曳引机控制模块的设计[J]. 集成电路应用, 2023, 40(02): 58-60.DOI:10.19339/j.issn.1674-2583.2023.02.021.
- [5]魏彤, 杨耀旺, 王泽京. 电梯节能技术研究[J]. 电子元器件与信息技术, 2022, 6(06): 172-175.DOI:10.19772/j.cnki.2096-4455.2022.6.042.
- [6]牟耀荣, 石荣亮, 黄翼, 等. 超级电容储能装置在电梯节能中的应用与分析[J]. 中国电梯, 2023, 34(03): 13-16.
- [7]殷丹璇. 基于超级电容的电梯节能控制研究[D]. 安徽理工大学, 2022.DOI:10.26918/d.cnki.ghngc.2022.000679.
- [8]王杨, 夏丽丽, 杨扬. 基于物联网电梯远程监测系统平台的研究[J]. 特种设备安全技术, 2023, (01): 41-43+47.
- [9]翁洪屹. 智能电梯系统设计[J]. 中国高新科技, 2019, (13): 66-68.DOI:10.13535/j.cnki.10-1507/n.2019.13.12.
- [10]杜艺聪. 群组电梯调度策略优化与系统设计[D]. 华南理工大学, 2022.DOI:10.27151/d.cnki.ghnlu.2022.002969.