

# 曳引式施工电梯智能传感系统智能化升级或节能改造技术应用

陈丽君

广东省特种设备检测研究院（广东省特种设备事故调查中心） 528251

**【摘要】**本研究针对曳引式施工电梯的智能传感系统智能化升级与节能改造技术应用展开深入探索。随着建筑行业的快速发展，施工电梯作为高层建筑和大型工程项目中的重要垂直运输工具，其智能化与节能性能的提升对于提高施工效率、保障施工安全及降低能耗具有重要意义。本研究首先分析了曳引式施工电梯的工作原理及其能耗特性，详细介绍了智能传感系统智能化升级与节能改造的关键技术，包括智能控制策略、变频调速技术、能量回馈技术及节能电机等。通过案例分析，展示了这些技术在实际应用中的效果。研究结果表明，曳引式施工电梯的智能传感系统智能化升级与节能改造技术能够显著提高电梯的运行效率、降低能耗、增强安全性和舒适性，为施工电梯的未来发展提供了有力支持。

**【关键词】**曳引式施工电梯；智能传感系统；智能化升级；节能改造

Application of intelligent upgrade or energy-saving transformation technology of intelligent sensing system of traction construction elevator

Chen Lijun

Guangdong Provincial Special Equipment Testing and Research Institute

(Guangdong Provincial Special Equipment Accident Investigation Center) 528251

**【Abstract】** This study deeply explores the intelligent upgrade of intelligent sensing system and the application of energy-saving transformation technology of traction construction elevator. With the rapid development of the construction industry, as an important vertical transportation tool in high-rise buildings and large engineering projects, the improvement of its intelligence and energy saving performance is of great significance for improving the construction efficiency, ensuring the construction safety and reducing the energy consumption. In this study, we first analyzed the working principle and energy consumption characteristics of traction construction elevator, and introduced the key technologies of intelligent upgrade and energy-saving transformation of intelligent sensing system, including intelligent control strategy, frequency conversion speed control technology, energy feedback technology and energy-saving motor. Through case analysis, the effect of these techniques in practical application is demonstrated. The research results show that the intelligent upgrade and energy saving transformation technology of the intelligent sensing system of the traction construction elevator can significantly improve the operation efficiency, reduce the energy consumption, enhance the safety and comfort, and provide strong support for the future development of the construction elevator.

**【Key words】** traction construction elevator; intelligent sensing system; intelligent upgrade; energy-saving transformation

## 引言

随着城市化进程的快速推进，高层建筑如雨后春笋般拔地而起，大型工程项目也层出不穷。在这些建筑项目的施工过程中，施工电梯作为关键的垂直运输工具，其重要性不言而喻。传统施工电梯往往缺乏智能化的监控与管理系统，难以实时掌握电梯的运行状态与潜在风险。同时，在能耗方面，传统电梯的能效较低，不仅增加了施工成本，也加剧了能源的浪费。所以，针对曳引式施工电梯进行智能传感系统的升级与节能改造技术的应用研究，显得尤为迫切。通过引入先进的智能传感技术，可以实现对电梯运行状态的实时监控与预警，提升施工安全性。同时，节能改造技术的应用将有效降低电梯的能耗，提高施工效率，为现代建筑施工的可持续发展贡献力量。

## 1 曳引式施工电梯工作原理及能耗特性分析

### 1.1 曳引式施工电梯工作原理

曳引式施工电梯的工作原理基于电动机驱动曳引轮，通过曳引钢丝绳与曳引轮之间的摩擦力实现轿厢的升降。曳引机是电梯系统的核心动力设备，也被称为电梯主机<sup>[1]</sup>。曳引机内部集成了电动机、制动器、减速箱等重要组件。电动机作为动力源，将电能转化为机械能，驱动曳引轮旋转。减速箱则负责将电动机的高速旋转转化为曳引轮所需的低速高扭矩输出，以适应电梯运行的特殊需求。制动器则在电梯停止或遇到紧急情况时，通过摩擦力迅速制动曳引轮，确保电梯安全停靠。

曳引钢丝绳的一端连接轿厢，另一端与对重装置相连。曳引轮通过电动机驱动旋转，曳引钢丝绳与曳引轮之间的摩

摩擦力带动轿厢和对重装置在井道内沿导轨作相对运动,实现电梯的升降。当曳引轮转动时,轿厢上升,对重下降;轿厢下降时,对重上升,从而保持电梯的平衡运行。对重装置作为曳引系统的平衡部分,能够有效减少曳引机的负载,提高电梯运行的效率与稳定性。同时,轿厢周围的电缆长度会随着电梯运行而改变,进而影响曳引轮两侧钢丝绳的承重,但通过对重装置和导向轮的配合,可以保持轿厢与对重各自沿导轨运行而不相蹭。

### 1.2 曳引式施工电梯能耗特性分析

曳引式施工电梯的能耗特性主要集中在电机运行和机械传动部分,电机能耗是电梯能耗的主要组成部分。电机能耗与电梯的运行速度、载重量、运行时间等因素有关。在高速、大载重、长时间运行的情况下,电机能耗较高。为了降低电机能耗,可以采用节能电梯电机,这类电机具有更加高效的能源利用率和更少的耗电量<sup>[1]</sup>。曳引钢丝绳的自重也会在运行过程中增加电梯的能耗。为了降低这部分能耗,可以优化曳引轮的材料和槽型设计,减少钢丝绳的磨损和能耗。同时,通过先进的控制系统,如变频调速技术,可以根据电梯的载荷变化实时调整电动机的转速,避免电机不必要的操作,从而降低能耗。

## 2 曳引式施工电梯智能传感系统智能化升级关键技术

### 2.1 智能控制策略

智能控制策略是曳引式施工电梯智能传感系统升级的核心技术,它通过集成先进的算法,如模糊逻辑控制、遗传算法和粒子群优化算法,实现了电梯运行的智能调度和优化控制。

模糊逻辑控制是一种基于模糊集合理论的控制方法,它能够处理电梯运行中遇到的不确定性和模糊性。例如,在高峰时段,电梯需要频繁停靠以满足大量乘客的需求。模糊逻辑控制可以根据乘客的实时需求和电梯的运行状态,动态调整电梯的运行模式和参数,如停靠时间、运行速度等,从而确保电梯的高效运行。遗传算法则是一种模拟生物进化过程的优化算法,它通过模拟自然选择和遗传机制来寻找最优解。在电梯控制中,遗传算法可以用于优化电梯的调度策略,减少乘客的等待时间和乘梯时间。通过不断迭代和优化,遗传算法能够找到最适合当前乘客需求和电梯状态的运行策略。

粒子群优化算法则是一种基于群体智能的优化方法,它通过模拟粒子群的运动和交互来寻找最优解。在电梯控制中,粒子群优化算法可以用于优化电梯的运行路径和停靠顺序,确保电梯能够以最短的路径和时间满足乘客的需求。智能控制策略不仅提高了电梯的运行效率,还显著提升了乘客的舒适度。通过实时监测电梯的运行状态和乘客的反馈,智能控制策略能够动态调整电梯的运行参数,如加速度、减速度等,确保电梯的平稳运行。同时,智能控制策略还能够实现电梯的故障预警和远程监控,及时发现并处理潜在的故障,确保电梯的安全性和可靠性。

### 2.2 变频调速技术

变频调速技术是曳引式施工电梯节能改造的重要手段之一。它通过改变电动机的供电频率,实现电机转速和力矩的实时调整,从而满足电梯不同负载和运行速度下的需求。

在电梯轻载或空载时,变频调速技术能够降低电机的转速和输出功率,减少能耗。这是因为轻载或空载时,电梯所需的驱动力较小,降低电机转速可以减少不必要的能耗。同时,变频调速技术还能够实现电机的软启动和软制动,避免电机启动和制动时的冲击和振动,延长电机的使用寿命<sup>[2]</sup>。在电梯重载或满载时,变频调速技术则能够提高电机的转速和输出功率,确保电梯的正常运行。这是因为重载或满载时,电梯所需的驱动力较大,提高电机转速可以确保电梯能够顺利提升或下降。

变频调速技术还能够实现电梯的平稳启动和制动,减少机械磨损和噪音污染。这是因为变频调速技术可以通过调整电机的供电频率和电压,实现电机的平滑加速和减速,避免电机启动和制动时的冲击和振动。同时,变频调速技术还能够降低电机的噪音和振动,提高电梯的乘坐舒适度。

### 2.3 能量回馈技术

能量回馈技术是一种将电梯运行过程中产生的再生能量回馈给电网的技术。在电梯制动或减速过程中,电动机会产生再生能量,如果不加以利用,这些能量将被制动电阻消耗掉。而能量回馈技术则可以将这些再生能量转化为电能回馈给电网,实现能量的循环利用。能量回馈技术的工作原理是利用变频器中的逆变电路将电动机产生的再生能量转化为直流电能,然后再通过整流电路将直流电能转化为交流电能回馈给电网。这样不仅可以避免再生能量的浪费,还可以降低电网的负荷和能耗。

通过应用能量回馈技术,曳引式施工电梯的能耗可以显著降低。这是因为电梯在运行过程中会频繁进行启动、制动和加速等操作,这些操作会产生大量的再生能量。如果不加以利用,这些能量将被浪费掉。而能量回馈技术则可以将这些再生能量转化为电能回馈给电网,实现能源的循环利用和节约。同时,能量回馈技术还能够提高电梯的能源利用效率。这是因为通过回馈再生能量给电网,可以减少电网对电梯的供电量,从而降低电梯的能耗和电网的负荷。这不仅有利于节约能源和降低成本,还有利于减少环境污染和碳排放。

## 3 节能改造技术应用

### 3.1 节能电机

节能电机作为曳引式施工电梯的心脏,其能效直接关系到电梯的整体能耗。与传统电机相比,节能电机在设计上采用了更为先进的材料和工艺,如高效永磁材料、低损耗绕组等,使得电机在转换电能与机械能的过程中,能量损失大大减少。

以 Schindler、Kone 等电梯制造商为例,他们推出的节能电梯电机,通过优化电机结构,提高磁路设计效率,使得电机在相同输出功率下,耗电量显著降低。这种高效电机在曳引式施工电梯中的应用,不仅减少了能源消耗,还因减少了电机发热,延长了电机及整个电梯系统的使用寿命。节能

电机通过减少铁损、铜损以及机械摩擦损耗，实现了更高的能效比。在实际运行中，这意味着电梯在启动、加速、匀速运行以及制动等各个阶段，都能以更低的能耗完成工作任务。对于高层建筑或频繁使用的施工电梯而言，这种节能效果尤为显著，长期累积下来，将是一笔不小的能源节省。

### 3.2 电梯群控系统优化

电梯群控系统优化是提升曳引式施工电梯整体能效的另一关键。在大型建筑或建筑群中，多台电梯的协同作业是常态。传统的电梯控制系统往往难以实现高效的资源分配，导致电梯空驶、等待时间长等问题，从而增加了能耗。

而先进的电梯群控系统，如基于乘客需求的动态分配策略、遗传算法、粒子群优化算法等，能够实时收集并分析乘客的呼叫信息、电梯的运行状态以及楼层间的交通流量，从而智能地分配电梯任务，减少不必要的空驶和等待。例如，当系统检测到某楼层有大量乘客等待时，它会优先调度附近的电梯前往，减少乘客等待时间；在高峰时段，系统会根据历史数据预测乘客流量，提前调整电梯的运行模式和速度，确保高效运输。这种智能化的调度方式，不仅提高了电梯的运行效率，还大大降低了能耗，实现了绿色节能。

### 3.3 门禁管理及照明节能改进

门禁管理和照明节能改进虽然看似细微，但在曳引式施工电梯的节能改造中同样扮演着重要角色。智能化门禁系统的引入，如刷卡、指纹识别、面部识别等，不仅提高了电梯的安全性，还通过减少无效开门次数，降低了电梯的能耗。系统能够识别合法用户，避免非授权人员随意进出，从而减少了电梯不必要的启动和停靠。在照明节能方面，LED 灯具因其高效、长寿命的特点，成为电梯照明的首选。通过合理布置灯具位置和数量，避免过度照明，同时结合光感、时控等技术手段，实现照明设备的自动开关和调光，进一步节约用电。例如，在电梯间安装光感感应器，当环境光线足够时，自动关闭或调暗照明；在电梯未使用时，通过时控开关自动关闭照明，减少能源浪费。

## 4 案例分析

### 4.1 案例背景

本案例选取某高层建筑中的曳引式施工电梯作为节能改造对象。该电梯原采用传统的蜗轮蜗杆传动曳引机，存在体积大、能耗高、传动效率低等问题。随着绿色建筑和节能减排理念的深入人心，业主决定对该电梯进行智能化升级和节能改造，以提高电梯的能效比，降低运行成本<sup>[1]</sup>。

### 4.2 技术应用与改造方案

## 参考文献

- [1]苏万斌,陈伟刚,连铸等.基于多参数的电梯制动性能动态检测系统及方法[J].机械制造与自动化,2023,52(05):194-196.
- [2]孔祥禄.曳引式电梯槽槽磨损及其检验检测研究[J].中国设备工程,2023,(14):146-148.
- [3]巫涛江,刘恩华,余晓毅,等.基于激光测距传感技术的电梯轿厢运行状态远程监测[J].机械制造,2021,59(09):81-84.
- [4]肖炜.物联网背景下的电梯智能应急救援平台建设研究[J].互联网周刊,2024,(14):26-28.

针对该电梯的实际情况,将原有的蜗轮蜗杆传动曳引机更换为永磁同步无齿轮曳引机。选用富沃德生产的型号为GETM3.0-175D3的曳引机,其电动机功率为11.7kW,较原曳引机降低了约25%的能耗。同时,该曳引机具有体积小、结构简单、可靠性高等优点,有助于提高电梯的整体性能。将原有的直流驱动系统升级为一体化变频驱动控制系统。采用远志科技的WISH8000一体化控制柜,实现电梯的逻辑控制与驱动控制的有机集成。该系统具有调速性能好、运行平稳、节能效果显著等特点。

在控制系统中集成能量回馈单元,将电梯制动时产生的再生能量回馈给电网,实现能量的循环利用。选用远志科技的WISH-MDFB电梯专用能量回馈单元,其电压自适应控制回馈功能能够有效解决传统能量反馈单元的缺陷,提高回馈效率。将轿厢照明更换为LED灯具,降低能耗并延长使用寿命。同时,设定电梯在一定时间无召唤、内选后进入休眠待机状态,进一步减少能耗。

### 4.3 改造效果与评估

改造完成后,对电梯的节能效果进行了全面评估,具体见表1:

表1 改造完成后的电梯的节能效果分析

项目	改造前	改造后
曳引机类型	蜗轮蜗杆传动曳引机	永磁同步无齿轮曳引机
电动机功率	15kW	11.7kW
传动效率	约70%	>90%

从表1可以看出,改造后的电梯在能耗方面有了显著降低。曳引机的更换和控制系统的升级使得电梯的传动效率大幅提高,电动机功率降低,从而减少了能耗。同时,LED照明的应用和待机管理的优化也进一步降低了电梯的能耗。

## 5 结束语

综上所述,曳引式施工电梯智能传感系统智能化升级与节能改造技术应用研究对于提高施工效率、保障施工安全、降低能耗具有重要意义。通过采用智能控制策略、变频调速技术、能量回馈技术及节能电机等关键技术,可以显著提升电梯的运行效率、降低能耗、增强安全性和舒适性。未来,随着物联网、大数据、人工智能等先进技术的不断发展和应用,曳引式施工电梯的智能化和节能性能将得到进一步提升。同时,政府和相关部门也应加强对电梯节能改造技术的支持和推广力度,制定完善的节能电梯标准体系和技术规范,推动施工电梯行业的可持续发展。