

# 绿色建筑项目中交通机械设备节能技术探析

文 / 刘文祎 青岛港董家口矿石码头有限公司

陈 磊 青岛港董家口矿石码头有限公司

邢 亮 青岛港董家口矿石码头有限公司

齐激光 山东省港口集团有限公司

**摘要：**绿色建筑项目作为可持续发展理念的重要实践，正在建筑行业中蓬勃发展。交通机械设备是绿色建筑运行的核心组成部分，其能耗水平直接关系到建筑整体的绿色绩效。本文基于对绿色建筑中交通机械设备运行能耗现状的调研，系统探讨了基于能量回收、智能控制和材料改进的节能技术核心原理与实际应用效果，并结合案例数据展示节能优化的显著成效。研究表明，这些技术的综合应用能够有效提高设备的能源利用效率，显著降低运行能耗，为实现节能减排目标提供了有力技术支撑。本文为绿色建筑交通机械设备的节能技术创新提供了理论依据与实践参考，推动绿色建筑行业实现更高质量的发展。

**关键词：**绿色建筑；交通机械设备；节能技术；智能控制；能量回收

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.09.090

## 引言

随着资源消耗与环境问题的日益严峻，建筑行业作为能源消耗与碳排放的主要来源，正面临转型的迫切需求。绿色建筑作为一种高效、环保的建筑模式，逐渐成为行业发展的核心方向。交通机械设备作为绿色建筑的重要运行设施，其能耗水平依然较高，尤其是在高层建筑和大型综合体中。交通机械设备的设计、制造和运行若能更好地结合节能技术，将显著降低建筑整体能耗水平，并为实现碳中和目标提供关键助力。因此，深入研究交通机械设备的节能技术，对绿色建筑的可持续发展具有重要意义。

### 一、绿色建筑中交通机械设备的能耗分析

#### （一）能耗现状与主要影响因素

绿色建筑中的交通机械设备主要包括电梯、自动扶梯和自动步道，其能耗水平与建筑高度、设备密度密切相关。高层建筑由于楼层多、运行时间长，电梯与扶梯的使用频率显著增加，能耗水平大幅提高。同时，建筑内交通设备的过高密度亦会导致资源浪费。例如，一些商用综合体未根据客流量科学配置电梯数量，造成设备空载运行比例过高，从而增加能耗。

交通机械设备的能耗在运行负载条件下表现出非线性变化趋势<sup>[1]</sup>。当设备处于满载状态时，运行效率较高，单位能耗相对较低；而在空载或轻载运行时，设备的能量转化效率下降，能耗表现出一定的浪费现象。不同时间段的运行模式差异（如高峰期与低谷期）也会对能耗分布产生影响，如何优化设备负载成为节能技术的重要研究方向。

#### （二）能耗评估方法

交通机械设备的总能耗，公式为：

$$E = P \times T$$

其中  $E$  为总能耗， $P$  为设备功率， $T$  为运行时间。

该公式不仅适用于单一设备的能耗评估，还可用于建筑整体交通设备的能耗计算。在实际应用中，通过精确测量设备运行功率与时间，可较为全面地分析其能耗特性。

为了科学评估交通机械设备的能耗水平，需要通过安装智能能耗监测系统进行数据采集。典型监测数据包括设备功率曲线、运行时间分布与能量消耗分布<sup>[2]</sup>。通过大数据分析技术，可实现能耗模式的精准识别与优化方向的明确。使用能耗管理平台对数据进行可视化呈现，有助于更直观地展示节能潜力，为节能技术应用提供数据支持。

### 二、交通机械设备的主要节能技术

#### （一）基于能量回收的节能技术

再生制动技术是交通机械设备中应用最广泛的节能技术之一。其核心原理是通过电机制动时将产生的机械能转化为电能，并通过逆变器将其反馈至电网或储能系统中进行储存。这样，制动时所消耗的能量能够得到回收再利用，减少了能源浪费。再生制动不仅能减少能源消耗，还能延长设备的使用寿命，因为通过电机制动代替了传统的摩擦制动，降低了机械部件的磨损。

研究表明，再生制动技术的能量回收效率可达40%-60%，这一数值在实际应用中可以显著降低电梯系统与自动扶梯系统的能耗<sup>[3-4]</sup>。例如，在某些高层建筑中，应用再生制动技术后，电梯的能源消耗得到了显著降低，具体能耗减少幅度通常在30%以上。对于常见的商用电梯与扶梯系统，综合运用再生制动与其他节能技术，可以有效达到节能25%-35%的效果。

在现代绿色建筑中，电梯系统是能耗的主要来源之一。通过引入能量回收系统，可以在电梯下降过程中回收电能，转化为直流电并储存在电池中或送回建筑的电力系统。某些高层建筑已通过这一技术实现了电梯系统的部分自供电，使得电梯在运行过程中能够更高效地利

用自身能量。例如，某市中心高层建筑在采用能量回收电梯后，电梯系统的能耗降低了40%，该技术在提升系统能效的同时，也减少了建筑的总体能源需求。

## （二）智能控制技术的节能应用

智能调速技术是利用现代控制理论与人工智能技术，依据交通设备的实时负载与使用需求，动态调整设备的运行速度与功率输出<sup>[5]</sup>。具体来说，电梯系统可以根据乘客的上下需求，智能调节电梯的运行速度与停止时机，避免无效运行与空载运行，进一步降低能耗。智能调速控制的核心公式为：

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \cdot \eta$$

其中  $P$  为功率， $Q$  为流量， $H$  为扬程， $\eta$  为效率。在电梯的应用中，合理调整载荷与速度能够确保最低能耗。

通过对智能调速控制技术的实施，电梯在不同运行模式下的能效得到了显著提高（如图1所示）。例如，在负载较低的情况下，电梯通过智能调速控制将功率输出降低，避免了不必要的能量消耗。在高峰时段，智能调速控制系统能够提前识别并调整电梯速度与调度策略，从而减少了等待时间和能耗的浪费。据统计，采用智能调速技术的电梯系统相比传统电梯系统节能效果可达20%~40%<sup>[6]</sup>。

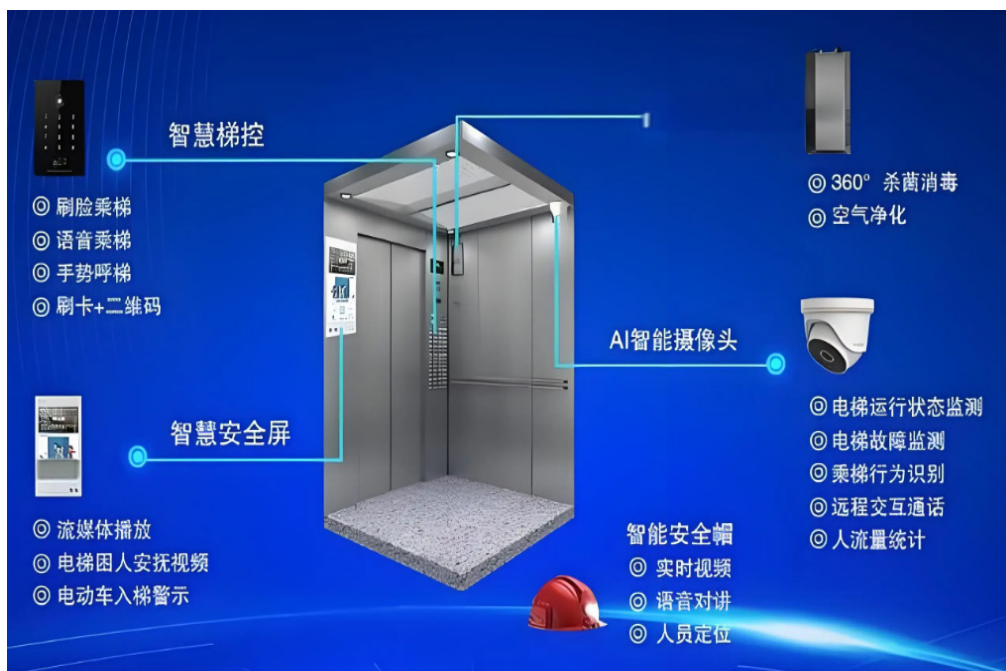


图1 电梯智能控制设备节能示意图

随着人工智能技术的不断进步，AI算法在交通机械中的应用已开始进入实际应用阶段。通过大数据与机器学习，AI算法能够根据设备的历史数据与实时运行情况，预测未来的负载变化，并自动优化电梯与扶梯的运行模式。通过这一智能优化，系统能够避免无效的超负荷或低效率运作，进一步提高整体能效。AI优化的电梯系统在节能效果上表现尤为突出，某些建筑的电梯系统在引入AI优化后，能效提升达到了30%~50%<sup>[7]</sup>。

## （三）基于材料改进的节能技术

材料改进是提升交通机械设备能效的重要途径之一。通过使用高性能轻质材料，可以显著减少交通设备的重量，从而降低能耗。在电梯牵引系统中，传统的钢制绳索被新型复合材料替代后，设备重量得到了有效减轻<sup>[8]</sup>。轻质材料的应用不仅能够减少牵引负荷，还能减少摩擦耗能，提高设备的整体能效。

近年来，新型复合材料被广泛应用于电梯牵引绳中，这些材料不仅具有更高的强度和耐久性，还能有效减轻重量。例如，在某些高端绿色建筑中，使用复合材料制

作的电梯牵引绳较传统钢索轻20%~30%，使得电梯系统的能效得到了提升。在运行中，牵引负荷的减轻直接导致电梯的能耗降低，同时也延长了电梯的使用寿命。

材料的改进不仅体现在轻质化方面，还包括摩擦系数的降低。在传统设备中，牵引系统的摩擦系数较高，造成了大量的能量损失。通过使用低摩擦的复合材料与润滑技术，摩擦损失被显著降低，设备的运行效率得到了进一步提升。例如，采用高耐磨性的合金材料制造的滚轮和导轨，能够减少摩擦损失，提高设备的运行效率。

## 三、绿色建筑交通机械设备节能技术的实践与优化

### （一）应用案例：交通机械节能系统优化

某市中心的绿色建筑项目中，交通机械设备的节能改造成为了提升整体能效的关键环节。该项目包括了高层商业办公区和住宅区，建筑内共有10部电梯和4部自动扶梯。原先，该项目的交通机械设备能耗较高，尤其是在高峰期，电梯系统的能耗高达5000kWh/月。为了实现节能目标，项目方在设备中引入了能量回收技术、智能控制系统以及新型轻质材料。如图2所示：

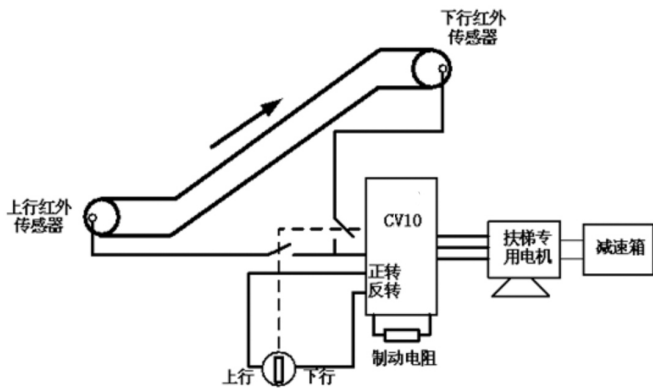


图2 自动扶梯设备节能设计图

在该绿色建筑项目中，实施的节能技术改造包括三项主要措施：电梯系统引入了能量回收技术。通过配置再生制动装置，在电梯制动过程中将动能转化为电能，并将回收的电能反馈至电网供其他设备使用。这一技术显著提高了能源利用效率，减少了电力浪费。智能调速控制技术被广泛应用于电梯系统。该技术能够实时监测电梯的负载状态，根据载荷情况动态调整电梯的运行速度，从而有效避免了因过度运行和空载运行导致的能量损耗。此举不仅提升了系统的节能效果，还延长了设备的使用寿命。电梯牵引系统采用了高强度复合材料。与传统材料相比，这种材料的重量更轻且强度更高，有助于大幅降低设备整体重量。同时，它还能减少运行过程中的机械摩擦损耗，从而进一步降低能耗，提高系统运行效率。

通过这些节能技术的实施，建筑内交通机械设备的能效得到了显著提升。根据改造前后的能效数据对比，电梯系统的能耗从5000kWh/月降低至3500kWh/月，节能率达30%；自动扶梯系统的能耗从3000kWh/月下降至2100kWh/月，也实现了30%的节能效果。这些改造措施不仅提高了设备的能源利用效率，也大幅降低了项目的整体能耗，促进了绿色建筑的节能减排目标的实现。见表1所示：

表1 节能技术实施前后能效变化对比

项目	优化前能 (kWh)	优化后能耗 (kWh)	节能率 (%)
电梯系统	5000	3500	30
自动扶梯系统	3000	2100	30

在该绿色建筑项目中，交通机械设备的节能优化不仅体现在单一技术的应用上，更在于多项技术的组合运用。能量回收、智能控制与材料改进相结合，提升了整体节能效果。项目在运营过程中还通过对节能技术的实时监控与维护，进一步提高了设备的运行效率，确保了节能效果的持久性。经评估，经过节能优化后的建筑整体能耗减少了约20%，为业主节省了大量的能源费用，并为绿色建筑发展提供了重要的实践案例。

## (二) 节能优化策略综合分析

从该绿色建筑项目的实际应用效果来看，能量回收、智能控制和材料改进等节能技术的组合使用，取得了显著的节能成效。每项技术的单独应用虽然能起到一定的节能效果，但当多项技术协同工作时，能效提升更为显著。例如，能量回收与智能控制技术相结合时，能够在确保乘客舒适度的同时，进一步提高系统的能源利用率；而高性能材料的应用则减少了设备本身的能耗，为整体系统节能提供了强有力的物理基础。通过多种节能技术的有机结合，建筑项目在节能减排方面取得了非常可观的成果。

虽然节能技术的应用在初期阶段能够带来明显的能效提升，但要保持长期的节能效果，运维管理是不可忽视的重要环节。建筑物的交通机械设备往往是长期运行的设备，其能效随设备老化和运行环境的变化而逐渐降低。定期检查、数据监控与智能化运维管理能够有效提升节能技术的持续效果。具体来说，设备的实时监控系统能够及时发现潜在故障并进行预防性维修，从而避免因设备故障或能效降低造成的能耗浪费。通过精细化的运维管理，绿色建筑的交通机械设备可以实现更高效、更节能的长期运行。

### 结语

绿色建筑项目中交通机械设备的节能技术在推动建筑行业可持续发展的过程中具有至关重要的作用。通过对能耗现状的分析和节能技术的详细探讨，本文展示了基于能量回收、智能控制和材料改进的多项节能技术在实际项目中的应用效果。这些技术的组合运用不仅提高了设备的能源利用效率，也显著降低了整体能耗，为绿色建筑的节能减排目标提供了有效支持。运维管理的优化进一步提升了节能技术的长期效果。随着技术的不断进步和数据化管理的普及，绿色建筑中交通机械设备的节能潜力将得到更全面的挖掘和应用。

### 参考文献

- [1] 邓家鑫. 交通工程施工机械设备维护与管理探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, (09): 58-60.
- [2] 唐军. 交通工程施工机械设备管理与维护研究[J]. 运输经理世界, 2024, (09): 70-72.
- [3] 全永强. 建筑机械节能现状及对策[J]. 建材发展导向, 2024, 22(17): 120-122.
- [4] 牛凌云. 建筑机械的节能改造措施初探[J]. 低碳世界, 2024, 14(08): 75-77.
- [5] 卜伟伟. 基于低耗节能理念的智能化绿色住宅建筑的施工研究[J]. 居舍, 2024, (23): 169-172.
- [6] 李超. 建筑工程中新型节能材料的应用与性能分析[J]. 石材, 2024, (08): 110-112.
- [7] 王梦. 电气工程中机械设备自动化供配电的节能控制分析[J]. 光源与照明, 2024, (07): 216-218.
- [8] 丰啸. 建筑机械设备电气工程自动化供配电节能控制分析[J]. 技术与市场, 2024, 31(04): 111-114.