

# 交通工程机械节能减排技术优化研究

白 宾

莘县交通运输局 山东 聊城 252400

**摘要:** 交通工程机械能耗与排放特征显著,当前应用的节能减排技术虽多元但存在不足。本文深入探讨交通工程机械节能减排技术优化,涵盖动力系统、作业系统、辅助系统三方面。动力系统从装置结构、传输系统、与作业负荷匹配优化;作业系统聚焦装置结构、作业流程、能耗损耗控制优化;辅助系统围绕润滑、冷却、电气系统能耗优化,旨在为交通工程机械绿色发展提供技术支持。

**关键词:** 交通工程机械;节能减排;动力系统;作业系统;辅助系统

引言:交通工程机械作为基础设施建设的关键力量,在推动经济发展同时,其高能耗、高排放问题日益凸显。传统燃油型设备大量使用,不仅造成能源浪费,更对大气环境质量产生严重影响。随着行业绿色转型加速,现有节能减排技术虽取得一定成果,但在技术成熟度、应用适配性、集成化水平等方面仍存在诸多不足,难以满足长期发展需求。因此,深入开展交通工程机械节能减排技术优化研究,成为实现行业可持续发展的必然选择。

## 1 交通工程机械节能减排技术现状

### 1.1 交通工程机械能耗与排放特征

交通工程机械能耗水平与作业工况、设备类型密切相关,整体呈现高能耗、高排放的显著特征<sup>[1]</sup>。这种特征的形成与交通工程机械的工作环境和任务需求紧密相连,复杂多变的作业条件加剧了能耗与排放问题。此类设备多应用于公路、桥梁等基础设施建设场景,作业环境复杂且负载波动较大,长期处于高负荷运行状态,导致能源利用率偏低。能耗分布呈现明显的结构性差异,动力系统与液压系统是主要能耗来源,二者消耗的能源占设备总能耗的绝大部分。排放方面,传统燃油型交通工程机械以柴油为主要燃料,燃烧过程中会释放大量氮氧化物、颗粒物等污染物,这类污染物对大气环境质量存在直接影响,也是行业绿色转型过程中需要重点管控的排放类型,相关特征已在多项行业技术研究中得到明确界定。

### 1.2 当前应用的节能减排技术类型

当前交通工程机械领域应用的节能减排技术呈现多元化发展态势,覆盖动力优化、能源替代、系统升级等多个维度。动力系统优化技术主要围绕发动机展开,通过改进燃油喷射精度、优化进排气系统及采用涡轮增压中冷技术,提升燃油燃烧效率,减少能源浪费与污染物

排放。新能源驱动技术逐步推广,包括纯电驱动、混合动力及氢能燃料电池等多种形式,其中混合动力通过燃油发动机与电机协同工作降低能耗,纯电驱动则实现零排放运行,氢能技术凭借高能量密度特性成为长期发展方向。此外,液压系统节能技术通过采用变量泵、负载敏感控制等方式,实现能量精准供给,智能控制技术则通过工况识别、路径优化等手段,减少无效能耗,各类技术均有对应的行业应用与技术研发成果支撑。

### 1.3 现有节能减排技术存在的不足

尽管当前节能减排技术已在交通工程机械领域广泛应用,但技术成熟度与应用适配性仍存在明显不足。这些不足制约了节能减排技术的进一步推广和应用,影响了行业的绿色发展进程。新能源驱动技术方面,电池续航能力与充电效率难以满足长期高强度作业需求,例如,纯电驱动的交通工程机械在满负荷作业时,续航时间通常仅为4-6小时,氢能相关技术则面临设备成本偏高、配套基础设施不完善等问题。传统动力系统优化技术已接近性能瓶颈,进一步提升节能降耗效果的空间有限,且部分技术与现有老旧设备兼容性较差,升级改造难度较大。节能技术集成化水平不高,不同技术之间缺乏有效协同,难以形成全方位的节能减排体系。同时,核心零部件研发水平有待提升,部分高端技术与关键零部件依赖进口,制约技术自主化发展与推广应用,这些不足均已在行业调研与技术研究中得到明确反映。

## 2 交通工程机械动力系统节能减排优化

### 2.1 动力装置结构优化方向

动力装置是交通工程机械能量供给的核心单元,结构设计的科学性直接影响动力系统能耗效率与排放指标<sup>[2]</sup>。动力装置结构的合理性是保障动力系统高效运行的基础,对于节能减排具有重要意义。结构优化需依托机械动力学与材料科学交叉理论,结合动力装置运行工况

特点,突破传统设计范式的局限。采用模块化集成设计思路,整合动力装置核心功能部件,简化结构层级,减少部件间能量传递过程中的无效损耗。借助有限元分析技术,对动力装置关键受力构件进行精准仿真分析,识别结构冗余区域与低效率受力部位,在保障动力输出能力与结构承载可靠性的基础上,推进部件轻量化设计。优化燃烧系统构型,合理调整燃烧室轮廓与进气通道走向,提升燃料雾化效果与燃烧均匀性,减少燃料不完全燃烧引发的能源浪费与污染物排放,相关优化技术源自工程机械动力系统绿色设计的前沿研究,契合行业节能降耗的技术发展导向。

## 2.2 动力传输系统节能改进

动力传输系统承担着能量从动力装置向作业装置传导的关键职能,传输效率的高低直接决定动力系统整体节能效能。动力传输系统的性能直接影响着能源的利用效率,是节能减排的关键环节之一。节能改进需聚焦传输过程中的能量损耗管控,从部件设计、材料选用与工艺优化多维度发力。采用高精度数控加工工艺,提升齿轮、传动轴等核心传输部件的表面光洁度与配合精度,降低部件间摩擦损耗,同时选用耐磨、低摩擦系数的新型合金材料,在延长部件服役周期的基础上进一步削减能量损耗。优化变速箱内部结构,合理规划档位设置,提升动力传输的平顺性,减少换挡过程中的能量流失。引入柔性传输技术,缓解动力传输过程中的冲击载荷,规避瞬时高能耗工况,通过传输系统的精细化改进,持续提升能量传递效率,为动力系统节能减排提供坚实技术支撑,相关技术体系已在机械传输领域形成成熟应用范式。

## 2.3 动力系统与作业负荷的匹配优化

动力系统与作业负荷的适配质量,是决定能源利用效率的核心因素。只有实现动力系统与作业负荷的精准匹配,才能最大程度地提高能源利用效率,减少能源浪费。匹配优化需立足交通工程机械作业的动态性特征,实现动力输出与作业需求的精准契合。通过对作业负荷的动态监测与数据解析,构建负荷变化规律模型,据此优化动力系统运行参数,让动力输出可根据作业负荷的波动灵活调整。优化动力控制系统,引入自适应调节技术,作业负荷降低时,适度下调动力输出功率,规避动力过剩造成的能源浪费;作业负荷提升时,合理加大动力供给,保障作业效率稳定。通过动力系统与作业负荷的匹配优化,实现能源按需分配,削减无效能耗,推动动力系统运行模式从粗放式向精准化转型,这一优化路径贴合现代工程机械节能技术的发展趋势,也是提升动

力系统节能减排效能的关键突破口。

## 3 交通工程机械作业系统节能减排优化

### 3.1 作业装置结构节能优化

作业装置作为交通工程机械作业系统的核心执行单元,其结构设计合理性直接决定能耗水平与排放强度<sup>[3]</sup>。作业装置的结构设计是影响作业系统节能减排的重要因素,合理的结构能够降低能耗和排放。结构节能优化需立足多学科融合设计理念,打破传统拼接式结构范式,采用拓扑优化与参数化建模技术,精准识别结构冗余区域与高应力集中部位,实现材料空间分布的按需配置。依托精密铸造工艺的一体化成型优势,摒弃传统多部件焊接模式,消除焊缝带来的结构缺陷与能耗损耗,同时选用高强度轻量化合金材料,在保障结构承载性能与服役寿命的前提下,降低装置整体重量。优化作业装置的运动轨迹设计,减少无效动作带来的能量消耗,通过结构形态的精细化调整,提升作业过程中的能量传递效率,实现结构轻量化与节能性的协同提升,这一优化路径已在工程机械核心部件设计中得到广泛应用与技术验证。

### 3.2 作业流程节能改进

作业流程的科学性的优化是挖掘作业系统节能潜力的关键环节,需以全流程能耗管控为核心,重构传统作业环节的衔接逻辑。合理的作业流程能够提高作业效率,减少能源消耗,是实现节能减排的重要手段。借助数字化技术对作业全流程进行动态梳理,剔除冗余作业步骤,优化各工序的时序安排,减少设备空载运行与无效移动时间。基于作业场景的实际需求,整合多道作业工序,推动单一功能设备向多功能集成化转型,实现一道设备完成多道工序,缩短作业周期的同时降低设备启停频次。引入智能化调度技术,根据作业载荷、地形条件等动态调整作业参数,实现作业流程与设备运行状态的精准适配,避免因流程不合理导致的能源浪费,推动作业流程从粗放式向精细化、节能化转型,契合现代交通工程机械绿色化发展的技术趋势。

### 3.3 作业系统能耗损耗控制优化

作业系统能耗损耗控制优化需聚焦能量传递全过程,针对液压系统、传动系统等关键能耗环节开展针对性改进。能量传递过程中的损耗是作业系统能耗的重要组成部分,控制这些损耗能够有效降低作业系统的能耗。优化液压系统元件配置,采用变量泵与变量马达的组合模式,实现液压油流量与压力的按需调节,消除传统节流调速带来的能量损耗,提升液压系统能量利用率。强化作业系统的密封性能设计,减少液压油泄漏等造成的能量流失,同时优化润滑系统与冷却系统的运行

参数,降低系统运行过程中的摩擦损耗与热损耗<sup>[4]</sup>。依托物联网技术实时采集作业系统运行参数,精准识别能耗异常损耗点,通过参数调整与技术改进,实现能耗损耗的动态管控,从源头减少无效能耗,推动作业系统能耗水平实现系统性下降,为交通工程机械节能减排提供技术支持。

#### 4 交通工程机械辅助系统节能减排优化

##### 4.1 润滑系统节能优化

润滑系统节能优化以减少摩擦损耗、提升润滑效率为核心,依托润滑工程与材料科学的研究成果,通过介质升级与系统设计改进实现节能目标。润滑系统在交通工程机械中起着重要作用,其性能直接影响设备的运行效率和能耗。优化润滑介质性能,选用高适配性、长寿命的节能型润滑油,提升润滑介质的黏温特性与润滑性能,增强润滑效果的同时降低介质自身阻力,减少润滑过程中的能量消耗。改进润滑系统循环结构,优化油泵设计与油路布局,提升润滑介质循环效率,确保润滑介质精准输送至各摩擦部件,避免过量润滑导致的能源浪费与介质损耗。完善润滑系统密封设计,减少润滑介质泄漏,降低因介质补充带来的能耗增加,同时延长润滑介质使用寿命,降低运维过程中的能源与材料消耗,相关优化技术已广泛应用于交通工程机械润滑系统升级。

##### 4.2 冷却系统节能改进

冷却系统节能改进聚焦散热效率提升与能耗损耗控制,结合热工工程与流体力学研究成果,通过系统结构优化与控制技术升级,实现冷却需求与能耗消耗的精准匹配。冷却系统的性能对于保障设备的正常运行和降低能耗至关重要,合理的改进能够提高散热效率,减少能源消耗。优化冷却系统换热结构,改进散热器设计,采用高效换热材料与合理的流道布局,提升散热效率,缩短冷却系统运行时间,降低驱动能耗。改进冷却风扇驱动方式,采用智能调速技术,根据设备运行温度与作业工况动态调整风扇转速,避免风扇持续高速运行带来的能源浪费,确保冷却系统在满足散热需求的前提下处于低能耗运行状态。优化冷却介质选择与循环路径,提升冷却介质换热性能与循环效率,减少冷却系统自身能耗,同时避免因冷却不足导致的设备故障与能耗增加,贴合交通工程机械实际运行需求。

##### 4.3 电气系统能耗优化

电气系统能耗优化以降低无效能耗、提升能源利用效率为核心,依托电力电子技术与智能控制领域的研究成果,通过设备升级与控制策略优化实现节能目标。电气系统在交通工程机械中占据重要地位,其能耗优化对于整体节能减排具有重要意义。优化电气设备选型,选用高效节能型电机、变压器等核心电气部件,替代传统高能耗设备,提升电气设备运行效率,减少能量转换过程中的损耗<sup>[5]</sup>。改进电气系统控制策略,采用智能调压、按需供电等技术,根据设备作业工况与电气负载变化,动态调整供电参数,避免电气系统长期处于满负荷运行状态,减少无效能耗。完善电气系统布线设计,减少线路电阻带来的能量损耗,同时加强电气系统维护,降低接触不良等问题导致的能耗增加与设备故障。通过电气系统能耗优化,实现电气能源的精准供给与高效利用,进一步完善设备节能减排体系,成为辅助系统优化的核心方向之一。

##### 结束语

交通工程机械节能减排技术优化研究,从动力、作业、辅助三大系统入手,通过多维度技术改进与创新,有效提升了能源利用效率,降低了污染物排放。动力系统优化实现能量精准供给与按需分配;作业系统优化重构作业流程,减少无效能耗;辅助系统优化降低各环节能耗损耗。这些技术优化措施相互协同,构建起全方位的节能减排体系,为交通工程机械绿色发展奠定坚实基础,推动行业向更高效、更环保方向迈进。

##### 参考文献

- [1]赵红芳.交通工程机械节能减排关键技术的综合评价[J].模型世界,2025(2):72-74.
- [2]张宏凯,袁旻恣,路可欣.探究公路工程施工中的节能减排[J].交通节能与环保,2025,21(5):133-137.
- [3]王景峰.交通工程机械运用中的节能减排策略研究[J].奥秘,2024(28):4-6.
- [4]王梦.电气工程中机械设备自动化供电的节能控制分析[J].光源与照明,2024(7):216-218.
- [5]王轩,杨舒淇,耿俊豪,等.基于压电效应的地铁交通枢纽的节能减排分析及应用[J].交通节能与环保,2021,17(5):143-148.