

碳中和背景下建筑机械绿色发展路径探析

冯春冬

广州华立学院, 广东 广州 510623

DOI: 10.61369/RTED.2026100009

摘 要：在我国“双碳”战略全面推进、建筑业转型升级的行业大环境下，高能耗、高排放的传统建筑机械作业方式已经不能适应绿色低碳发展要求。建筑机械是工程建设的主干设备，它的全生命周期碳排放是建筑业整体碳减排的主要薄弱环节，促进建筑机械绿色化、低碳化、智能化转变，成为建筑业达成碳中和目的的重要切入点。本文在碳中和发展理念的指导下，分析建筑机械绿色发展的价值，从不同方面提出了适合我国建筑机械发展的绿色化发展路径，旨在为建筑机械的绿色发展提供理论与实践参考。

关 键 词：碳中和；建筑机械；绿色发展

Analysis of Green Development Paths for Construction Machinery Under the Background of Carbon Neutrality

Feng Chundong

Guangzhou Huali College, Guangzhou, Guangdong 510623

Abstract： With the comprehensive advancement of China's "dual carbon" strategy and the transformation and upgrading of the construction industry, the traditional operation mode of construction machinery characterized by high energy consumption and high emissions can no longer meet the requirements of green and low-carbon development. As the core equipment for engineering construction, the whole-life-cycle carbon emissions of construction machinery are a major weak link in the overall carbon emission reduction of the construction industry. Promoting the green, low-carbon, and intelligent transformation of construction machinery has become an important entry point for the construction industry to achieve carbon neutrality. Guided by the concept of carbon neutrality, this paper analyzes the value of green development of construction machinery and proposes green development paths suitable for China's construction machinery from multiple aspects. It aims to provide theoretical and practical reference for the green development of construction machinery.

Keywords： carbon neutrality; construction machinery; green development

引言

建筑机械包括挖掘机、装载机、起重机、搅拌设备等各种施工机械，被广泛应用于房建、基建、市政、交通等各个工程项目中，是工程建设不可缺少的工具。我国建筑机械一直以来都是以燃油动力为主，存在能源利用率低、尾气排放量大、设备老化能耗高等问题，不但加重了施工现场环境污染，增加了行业的碳减排压力。随着绿色施工理念的全面普及、环保政策不断收紧、新能源及智能技术迅速更新，建筑机械的绿色转型已经由原来的行业可选方向变成了一种必须的趋势。目前我国建筑机械绿色发展还处在初级阶段，存在核心低碳技术欠缺、新能源设备渗透率低、智能化管控体系不健全等问题，大部分企业仍然采用传统的生产作业方式，绿色转型动力不足、路径不清。因此，本文以碳中和目标为向导，从多方面发掘建筑机械绿色发展的各种价值，有针对性地探寻科学有效的绿色发展之路，助力建筑机械行业走出高碳发展的怪圈，促使建筑业全方位、深层次绿色低碳转型。

一、建筑机械绿色发展的价值

（一）助力污染治理与双碳目标落地

传统的建筑机械大多使用柴油、汽油做动力，作业时排放大量的二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物和颗粒物等污染物，是施工现场扬尘、废气污染的最主要来源，也是建筑业碳排放的主要载体。老旧燃油设备能源利用率不足30%，能耗浪费严重，长期大

批量作业给区域大气环境造成了持续破坏，不符合生态环境保护 and 绿色发展的要求。

建筑机械绿色发展是以低碳、节能、环保为总目标，用新能源代替、节能技术改造、智能管控优化等手段，从根本上削减施工过程中的污染物和碳排放^[1]。绿色建筑机械电动、氢能、混合动力应用，使施工现场作业过程零尾气排放、低噪音污染，从而改善施工现场生态环境。同时采用设备轻量化设计、能量回收技

术应用、精细化作业管控等手段，可以大大提高能源利用效率，降低全生命周期碳消耗，有效弥补建筑行业碳减排的不足，给我 国早日实现碳达峰、碳中和目标提供有力的支持，具有即时性污染治理和长期性生态保护的价值^[2]。

（二）推动行业转型升级与提质增效

长期以来我国建筑机械行业产品同质化严重、技术附加值低、粗放式发展，行业发展主要依靠价格竞争，缺乏高端化、绿色化、智能化发展能力。在碳中和政策的倒逼之下，绿色低碳已经成为建筑机械行业的主要发展方向，促使建筑机械行业由原来的“规模扩张型”向“质量效益型”转变^[3]。

一方面建筑机械绿色发展倒逼行业技术创新，使新能源动力、智能控制、节能降耗、再生利用等技术得到更新换代，淘汰旧式高能耗设备，优化行业产品及产能结构，促使行业摆脱低端内卷的发展困局，提高产业核心竞争力。又因绿色建筑机械能耗小、精度高、无故障、寿命长，因而可以极大地降低工程项目施工成本、减少能源浪费与设备损坏、提高施工效率与工程品质。另一方面，绿色建筑机械的推广使得新能源装备研发、智能运维、设备回收再生等新的产业链条产生，丰富了行业产业生态，促进建筑机械行业同新能源、人工智能、高端制造等产业深度融合发展，给建筑机械行业高质量发展注入新动力。

二、碳中和背景下建筑机械绿色发展路径

（一）强化核心技术创新，夯实绿色发展技术支撑

技术创新是建筑机械绿色低碳发展的主要推动力，根据目前的建筑机械行业低碳技术不足情况，从设备节能、降碳、增效三个方面出发，增加核心技术研究的投入力度，攻克关键技术难关。推动节能技术更新。第一，优化建筑机械结构设计，采用轻量化、高强度新型复合材料，结合拓扑优化技术降低设备自重，减少设备作业能耗；改良传统液压、传动系统，推广变频驱动、负载自适应技术，降低设备空载能耗，提升能源利用效率，相关技术可实现设备空载能耗降低40%以上。另外普及能量回收技术，加装在起重机、挖掘机等设备上制动能量回收、液压能量回收装置，提高能源回收率，减少能源浪费^[4]。

第二，冲破新能源应用核心关键技术。目前电动建筑机械存在着续航短、充电时间长、动力不足、低温适应性差等问题，从而限制了其大规模的应用。行业要联合高校、科研院所和龙头企业成立技术研发团队，集中力量在高容量电池、快速充电、低温续航、动力匹配等关键技术领域开展研究工作，开发出适合复杂施工环境使用性能更好的电动建筑机械。探索氢能源、甲醇、生物质能等清洁能源的应用技术，推动混合动力技术的发展，克服纯电动设备在一些场景下适用性不足的问题，使各种类型的新能源在各个工况下都有应用。除此之外加快智能化节能技术研发，以AI算法、大数据、物联网为依托，研发出自适应负载调节系统，使设备根据施工情况自动调节动力输出，准确控制能耗，可以提高作业效率15%—20%，达到智能降碳、精准节能的目的^[5]。

（二）优化能源动力结构，推进新能源设备规模化应用

能源结构高碳化是造成建筑机械碳排放偏高的主要原因，优化能源动力结构、代替传统燃油能源，就是建筑机械绿色转型的主要途径。第一，推进设备电动化的全面替代。对塔吊、施工升降机、小型挖掘机、装载机室内、短程、固定工况的设备，全部使用纯电动设备，实现零排放作业；对大型工程机械、野外移动作业设备，采用油电混合动力设备，平衡动力性和低碳性，逐步代替传统燃油设备。与此同时完善施工现场新能源配套工程，搭建成套式光伏系统，模块化储存电站，解决了电动设备充电难，续航时间短，不能稳定接入电网的问题，提高了电动设备的应用比例^[6]。

第二，多样化推进清洁能源的应用。构建以电能为主、氢能为辅、多能互补的能源应用体系，在大型施工设备、重型搅拌设备上开展氢燃料电池的应用试验，经过检测发现氢能设备可以降低碳排放50%以上。积极寻求太阳能、风能等可再生能源在施工中的应用，创建临时光伏一体化设施，给小型建筑机械、设备运维系统赋予清洁电力，缩减对化石能源的依赖程度。同时创建设备能源分级使用制度，按照施工场景及作业强度选择相适应的清洁能源设备，实现能源利用率最大化和碳排放最小化，逐步淘汰高耗能、高污染老旧燃油设备，持续改善建筑机械能源结构^[7]。

（三）搭建智能管控体系，实现全流程低碳精细化管理

智能化、数字化控制是提高建筑机械低碳运行水平的方法之一，可以对建筑机械在使用过程中产生的能耗、运维等各方面实施全过程精细化的管理，从而最大程度上降低无效能耗以及碳排放^[8]。第一，创建建筑机械智慧管理平台，依靠物联网、大数据、BIM、5G技术，对施工现场所有的建筑机械运行情况、能耗数据、作业时长、排放指标实施全方位监测，准确找出高耗能、高排放作业环节并加以改善作业方案，消除无效作业、空转能耗这些浪费情形。

第二，实行智能调度、精准作业模式。结合施工进度、施工现场情况、施工设备性能进行智能计算，合理安排施工机械设备的利用率。借助BIM技术开展施工全过程模拟，预先察觉施工难题，改良设备作业参数，达成精确施工，高效施工，缩减设备损耗和能源耗费。引进智能预警系统，对设备故障、能耗异常、超标排放等实行即时预警，促使企业对存在的问题迅速实施检修维护工作，防止出现设备带病运转引发的能耗大幅上升、环境标准失守的情况发生。另外用大数据分析设备全生命周期的能耗规律，给设备选择、作业改进、技术革新赋予数据支持，从而达成低碳管理数字化、智能化、精细化的目的^[9]。

（四）完善全生命周期运维，构建循环利用发展模式

建筑机械的运维管理、报废回收环节是低碳转型的薄弱点，大部分企业重使用、轻维护、弃回收，造成设备能耗大、资源浪费多、二次污染严重。因此需要建立完整的设备全生命周期绿色运维体系，以达到降碳、节能、资源循环利用的目的。要建立绿色运维的长效机制。制定统一标准的设备保养、检修、清洁程序，对设备的动力部分、传动部分、液压部分实行定期维护，及

时更换失效零部件,保证设备始终处在最好工作状态之中,减少设备运行时的能耗以及故障产生的排泄物。根据设备使用年限、工况强度来制订差异化的维护计划,从而达到延长设备使用寿命、减少设备更新频率的目的。

另外,推进设备轻量化、绿色化改造。对存量老旧设备进行低碳升级,在保证核心功能的情况下,采用加装节能装置、改造动力系统、优化控制程序等手段,使老旧设备在更新和替换之前就能发挥作用,减少改造换新的投入^[10]。最后,创建起设备报废回收循环体系。创建建筑机械专项回收、拆解、再生利用机制,对报废的设备金属材料、电池、零部件等进行分类回收、再生加工并用以二次使用,提高资源的回收利用率。重点对新能源设备电池回收处理的流程进行规范,防止由于废旧电池引发的环境污染问题,创建起一个由生产环节、使用过程、运维阶段、回收程序和再生利用构成的闭环绿色发展体系,达成全过程低碳发展。

三、结束语

综上所述,当前我国建筑机械绿色转型仍处于探索期,存在技术创新缺乏、能源结构以传统为主、智能管控滞后、运维体系薄弱、保障体系缺失等众多难题,绿色发展路途长且艰巨。未来,建筑机械行业要站在碳中和发展全局的角度出发,把技术创新当作主要驱动力,将能源革新作为根基,智能管理作为手段,循环运维作依托,政策保障作为基础,从各方面推动建筑机械的绿色低碳转变。持续攻克核心低碳技术难题,普遍使用新能源绿色设备,建立完善的数字化管控系统,完备全生命周期运维机制,健全行业政策标准,逐步解决建筑机械行业发展过程中所存在的高碳问题,促进建筑业绿色转型升级,给国家实现碳中和贡献力量。

参考文献

- [1] 王棋龙. 绿色施工背景下建筑施工机械电动化改造关键技术研究 [J]. 建设机械技术与管理, 2025, 38 (6): 44–46.
- [2] 荣国梁. 绿色施工理念下建筑机械管理模式创新与实践路径 [J]. 中国房地产业, 2025, (27): 62–65.
- [3] 时伟, 杨清翠, 张朋. 建筑机械自动化技术的应用现状与发展趋势 [J]. 中华建设, 2025, (8): 153–155.
- [4] 胡中雨. 既有建筑绿色改造主体决策协同影响机理与路径优化研究 [D]. 天津城建大学, 2025.DOI: 10.27355/d.cnki.gtjsy.2025.000042.
- [5] 郭汉丁, 张印贤, 王文强. 既有工业建筑绿色改造业主内源动力提升实施策略与对策 [J]. 上海节能, 2025, (5): 641–648.
- [6] 胡中雨, 郭汉丁. 既有建筑绿色改造主体决策协同影响机理与路径优化研究架构 [J]. 项目管理技术, 2025, 23 (2): 68–74.
- [7] 李胜男. 公共建筑绿色改造项目施工阶段关键风险传染路径及阻断策略研究 [D]. 重庆交通大学, 2024.DOI: 10.27671/d.cnki.gcjtc.2024.001532.
- [8] 金振兴. 既有建筑绿色改造主导主体动力演化机理与路径优化研究 [D]. 天津城建大学, 2023.DOI: 10.27355/d.cnki.gtjsy.2023.000012.
- [9] 钟天山. 既有公共建筑绿色化改造障碍因素研究 [D]. 重庆科技学院, 2023.DOI: 10.27854/d.cnki.gckj.2023.000471.
- [10] 杜壮, 郭汉丁, 杜鹏晖, 等. 既有建筑绿色改造市场信息共享机制与实践策略研究架构 [J]. 土木工程与管理学报, 2021, 38 (5): 165–172.