

# 绿色制造理念下机械设备节能降耗技术与实践研究

王 晨 翟志远

杭州华新机电工程有限公司 浙江 杭州 310030

**摘 要：**绿色制造理念强调资源高效利用、全生命周期管理及环境与经济效益协同优化，节能降耗通过双向驱动机制和与绿色制造体系融合支撑其发展。关键技术包括工艺优化、设备升级和资源循环。实施路径有技术集成、参数优化等，并构建效果评估体系与持续改进机制。实施需技术创新、管理优化和人才培养支撑，以推动制造行业绿色转型。

**关键词：**绿色制造理念；机械设备节能降耗；实施路径

引言：在制造业迈向绿色可持续发展的进程中，绿色制造理念与机械设备节能降耗紧密相连、相辅相成。绿色制造理念强调资源高效利用、环境与经济效益协同优化，为节能降耗指明方向；节能降耗则从工艺、设备、资源循环等多方面提供技术支撑。深入探究二者内在联系、关键技术体系、实施路径及支撑体系，对推动制造行业绿色转型意义重大。

## 1 绿色制造理念与机械设备节能降耗的内在联系

### 1.1 绿色制造理念的核心内涵

资源高效利用与全生命周期管理原则是绿色制造理念的核心支撑。其核心在于在制造全流程中最大化提升资源利用效率，减少各类资源的无效消耗，实现资源投入与产出的最优配比。全生命周期管理贯穿机械设备从设计、制造、运行到报废回收的各个环节，强调每个环节都需兼顾资源节约与环境友好，摒弃传统制造中只注重生产效率而忽视资源浪费的模式，推动制造过程向高效、低耗、环保的方向转型，实现资源的循环利用与可持续发展。环境效益与经济效益的协同优化目标是绿色制造理念的核心导向。绿色制造并非单纯追求环境效益，而是注重环境效益与经济效益的有机统一，避免两者出现对立。在制造过程中，通过优化流程、采用节能技术，在减少污染物排放、降低环境负荷的同时，降低企业的能源消耗成本与资源投入成本，实现环境保护与企业效益的双向提升，推动制造行业摆脱高耗能、高污染的发展困境，构建可持续的制造发展模式。

### 1.2 节能降耗对绿色制造的支撑作用

降低能源消耗与减少排放的双向驱动机制是节能降耗支撑绿色制造的核心路径。节能降耗通过优化机械设备运行效率、改进制造工艺，从源头减少能源的消耗总量，同时减少能源消耗过程中产生的各类污染物排放，形成双向驱动的良好循环。这种机制能够有效破解传统制造中高耗能与高排放的痛点，推动制造过程与环境相

协调，为绿色制造理念的落地提供坚实的实践支撑，助力实现制造行业的绿色转型。节能技术与绿色制造体系的融合路径是节能降耗支撑绿色制造的关键抓手<sup>[1]</sup>。节能技术的研发与应用能够丰富绿色制造体系的内容，推动绿色制造体系不断完善。通过将各类节能技术融入机械设备的设计、运行、维护等各个环节，实现制造全流程的节能化改造，使绿色制造理念不再是抽象的理念，而是转化为具体的实践行动，提升绿色制造体系的可操作性与实效性，推动绿色制造理念在制造行业的全面渗透。

## 2 机械设备节能降耗关键技术体系

### 2.1 工艺优化技术

干式切削与高速切削的能效提升机制核心在于通过工艺改进减少能源损耗，提升加工过程的能源利用效率。干式切削摒弃传统切削过程中切削液的使用，从源头减少切削液制备、循环及处理过程中的能源消耗，同时避免切削液带来的资源浪费，降低加工过程的综合能耗。高速切削通过合理提升切削速度与进给量，缩短加工时间，减少机械设备的无效运行时长，降低单位加工任务的能源消耗，同时提升加工精度与效率，实现能效与加工质量的双重提升，推动切削工艺向低耗、高效的方向转型，为机械设备节能降耗提供工艺层面的核心支撑。微量润滑技术对切削能耗的抑制作用主要体现在精准供给润滑介质，减少切削过程中的摩擦损耗，进而降低能源消耗<sup>[2]</sup>。该技术通过向切削区域精准供给微量润滑介质，在刀具与工件、刀具与切屑之间形成润滑膜，有效减小切削摩擦力，降低切削阻力，减少机械设备因克服摩擦所消耗的额外能源。微量润滑技术无需大量润滑介质的储存与循环，减少了润滑系统运行过程中的能源消耗，兼顾润滑效果与节能需求，有效抑制切削过程中的能耗浪费，优化切削工艺的能耗水平，成为工艺优化技术中实现节能降耗的重要手段<sup>[3]</sup>。

### 2.2 设备升级技术

高效电机与智能控制系统的动态调节功能是设备升级实现节能降耗的核心支撑。高效电机通过优化电机内部结构、改进材料性能,提升电机能量转换效率,减少电机运行过程中的能量损耗,降低电机自身的能耗水平。智能控制系统能够实时监测机械设备的运行状态,根据负载变化动态调节电机转速、功率等运行参数,避免机械设备在空载、轻载状态下的无效能耗,使设备始终处于最优节能运行状态,实现能源的精准调配与高效利用,通过电机与控制系统的协同升级,大幅提升机械设备的整体节能性能。数控机床轻量化设计与振动控制技术通过优化设备结构,减少设备运行过程中的能源消耗与能耗损耗。

### 2.3 资源循环技术

金属废料回收与切削液再生的闭环模式核心在于实现资源的循环利用,减少资源浪费与能源消耗。金属废料回收通过对加工过程中产生的金属废料进行分类、处理与再加工,将废料转化为可再次利用的原材料,减少新原材料的开采与加工,降低原材料生产过程中的能源消耗,同时减少废料堆放带来的环境压力。切削液再生通过物理、化学等处理方式,去除切削液中的杂质与污染物,恢复切削液的使用性能,实现切削液的重复利用,减少新切削液的制备与更换,降低切削液生产、处理过程中的能源消耗,构建资源循环利用的节能模式。毛坯优化技术对原材料利用率的提升路径主要通过优化毛坯设计与制备工艺,减少原材料浪费,间接实现节能降耗。

## 3 节能降耗技术的实施路径与效果评估

### 3.1 技术集成与实施策略

清洁生产与数字化制造的协同路径是节能降耗技术有效实施的核心方向,其核心在于实现两种模式的深度融合,发挥协同节能效应。清洁生产聚焦于生产全过程的低耗、环保,通过优化生产环节减少能源浪费与污染物产生,为节能降耗奠定基础。数字化制造依托先进技术实现生产过程的精准管控,实时监测各环节能耗数据,精准定位能耗浪费节点,为清洁生产提供数据支撑与技术保障。两者协同推进,能够实现生产流程的精细化、绿色化管控,将清洁生产理念融入数字化制造的各个环节,通过技术集成优化生产全流程,提升节能降耗技术的实施效率,推动节能降耗从单一技术应用向系统集成应用转型。工艺参数优化与生产流程再造方法是节能降耗技术落地的关键抓手,通过对现有工艺与流程的系统性调整,最大化发挥节能技术的应用价值。工艺参数优化围绕生产过程中的核心参数进行精准调控,摒弃不合理的参数设置,减少因参数偏差导致的能源浪费,提升

工艺运行的能效水平,同时保障生产质量与效率。

### 3.2 效果评估体系构建

单位产值能耗与废弃物利用率的量化指标是构建节能降耗效果评估体系的核心基础,能够直观反映节能降耗技术的应用成效。单位产值能耗指标通过核算单位产值所消耗的能源总量,精准衡量节能技术对能源利用效率的提升作用,指标数值的降低直接体现节能效果的提升。废弃物利用率指标聚焦于生产过程中各类废弃物的回收利用情况,通过核算废弃物回收利用比例,反映资源循环利用水平,利用率的提升能够减少资源浪费,间接实现节能降耗目标。两个指标相互补充、相互印证,形成量化评估的核心框架,为节能降耗效果的精准衡量提供明确依据,确保评估结果的客观性与科学性。生命周期评价与数据包络分析的评估方法是完善节能降耗效果评估体系的关键手段,能够实现节能效果的全面、系统评估。生命周期评价贯穿节能技术应用的全流程,从技术投入、生产运行到废弃回收,全面核算各环节的能耗与环境影响,实现对节能效果的全维度评估,避免单一环节评估的局限性。数据包络分析通过对比不同节能技术应用方案的投入产出效率,精准识别各方案的优势与不足,为节能技术的优化应用提供方向。

### 3.3 持续改进机制设计

基于评估结果的动态调整策略是持续改进机制的核心内容,能够实现节能降耗技术应用的动态优化。通过对节能降耗效果评估结果的系统分析,精准识别技术应用过程中存在的问题与不足,明确调整方向与重点。针对评估中发现的能耗偏高、技术应用不充分等问题,制定针对性的调整方案,优化工艺参数、完善技术集成模式、调整生产流程,确保节能降耗技术始终处于最优应用状态。建立评估结果与调整策略的联动机制,定期开展效果评估,根据评估结果及时更新调整方案,实现节能降耗工作的动态优化与持续提升,保障节能目标的长期实现。技术迭代与设备升级的周期性规划是持续改进机制的重要保障,能够推动节能降耗技术水平的不断提升<sup>[4]</sup>。结合行业技术发展趋势与节能降耗目标,制定科学合理的周期性规划,明确技术迭代与设备升级的时间节点、重点内容与实施步骤。定期梳理现有节能技术与设备的应用状况,淘汰落后技术与高耗能设备,引入先进节能技术与高效设备,推动节能技术的不断更新升级。

## 4 节能降耗技术实施的支撑体系

### 4.1 技术创新支撑

跨学科研发团队的协同创新模式是节能降耗技术创新的核心支撑,能够整合不同领域的技术优势,突破单

一学科的研发局限。该模式通过整合机械制造、能源利用、信息技术等多领域的专业人才,实现知识互补与技术融合,聚焦节能降耗技术的核心难点,开展系统性研发工作。团队内部建立高效协同机制,打破学科壁垒,推动不同领域技术的交叉融合,提升技术研发的效率与质量,为节能降耗技术的创新突破提供人才与技术保障,推动节能技术向多元化、高效化方向发展。产学研用一体化的技术转化机制能够打通技术研发与实际应用的壁垒,提升节能降耗技术的落地效率。该机制将研发机构的技术优势、高校的人才优势与生产单位的实践需求相结合,实现技术研发、成果转化与实际应用的无缝衔接。研发环节立足生产实际需求,确保技术研发的实用性与针对性;转化环节搭建高效通道,推动实验室技术快速转化为可应用的生产技术,避免技术研发与实际应用脱节,让节能降耗技术真正发挥节能实效,为技术实施提供有力的转化支撑。

#### 4.2 管理优化支撑

绿色供应链管理的资源整合功能能够优化节能降耗技术实施的资源配置,提升资源利用效率。绿色供应链管理贯穿原材料采购、生产加工、产品运输等全环节,通过整合供应链各环节的资源,实现资源的精准调配与高效利用,减少供应链各环节的能源浪费与资源损耗。通过优化供应链布局,筛选节能型原材料供应商,推动供应链各主体协同落实节能要求,形成全链条节能格局,为节能降耗技术的实施提供资源层面的保障,提升技术实施的整体效果。全员参与的节能文化培育路径能够营造良好的节能氛围,为节能降耗技术实施提供思想与行动支撑。通过开展节能宣传与教育活动,提升全员的节能意识,让节能理念深入人心,引导全员主动参与到节能降耗工作中<sup>[5]</sup>。建立健全节能激励机制,鼓励员工主动践行节能行为、提出节能建议,推动节能行为常态化,形成人人重节能、人人践节能的良好文化氛围,确保节能降耗技术能够在生产各环节得到有效落实,充分发挥技术的节能作用。

#### 4.3 人才培养支撑

绿色制造技术培训体系的构建方法是培养节能人才的核心路径,能够提升从业人员的节能技术水平。该体系立足节能降耗技术实施需求,明确培训内容与培训目标,涵盖绿色制造理念、节能技术原理、设备操作规范等核心内容,采用系统化、专业化的培训方式,提升从业人员的专业素养与实操能力。通过完善培训课程设置、优化培训模式,确保培训内容与实际生产需求紧密结合,为节能降耗技术的规范实施提供高素质的从业人员支撑。复合型技术人员的技能标准制定能够规范人才培养方向,提升人才培养质量。技能标准围绕节能降耗技术实施需求,明确复合型人员的知识结构、技能要求与职业素养,涵盖机械制造、能源管理、信息技术等多领域的核心技能,为人才培养提供明确的依据。通过制定科学合理的技能标准,引导人才培养工作聚焦核心需求,培养出既掌握节能技术,又具备实践操作能力的复合型人才,为节能降耗技术的持续实施与创新发展提供坚实的人才保障。

结束语:绿色制造理念与机械设备节能降耗紧密相连,节能降耗关键技术体系涵盖工艺优化、设备升级、资源循环等方面。其实施需从技术集成、效果评估、持续改进入手,构建技术创新、管理优化、人才培养支撑体系。唯有如此,才能实现节能降耗技术的有效落地与持续优化,推动制造行业向高效、低耗、环保方向转型,达成环境效益与经济效益的双赢,构建可持续的制造发展模式。

#### 参考文献:

- [1]王强,李明.机械制造工艺节能技术研究综述[J].机械工程学报,2021,57(12):45-56.
- [2]张华,陈伟.数控机床节能优化方法及应用分析[J].制造业自动化,2020,39(6):78-82.
- [3]张林,王成勇,刘晓军.微量润滑(MQL)技术在机械加工中的应用研究进展.工具技术,2025,59(5):3-10.
- [4]朱红,王磊.智能制造背景下机械工艺节能技术的发展趋势[J].现代制造工程,2022,40(3):12-18.
- [5]曹华军,李先广,刘飞.机床装备节能减排技术研究现状与发展趋势.机械工程学报,2025,61(3):102-115.