

机械制造技术与机械制造工艺探讨

徐国锐

河南豫光冶金机械制造有限公司 河南 济源 459000

摘要：本文围绕机械制造技术与机械制造工艺展开深入探讨，详细阐述了机械制造技术的核心构成、主要类型及发展趋势，系统分析了机械制造工艺的关键环节、应用案例与质量控制要点，深入剖析二者相互依存、相互促进的协同关系，明确指出当前技术与工艺存在的发展瓶颈，提出针对性协同优化策略及科学评价指标，为机械制造行业提升生产效率、保障产品质量、推动绿色智能发展提供切实可行的理论参考与实践指引。

关键词：机械制造技术；机械制造工艺；优化路径

引言：机械制造是支撑国家工业体系高质量发展的核心产业，机械制造技术与工艺更是决定行业核心竞争力的关键因素。随着数字化、智能化、绿色化浪潮持续推进，传统制造技术与工艺已难以满足高端装备生产与规模化制造的多元需求。本文立足行业发展实际现状，系统探讨机械制造技术与工艺的核心内容、应用实践及协同关系，旨在梳理现存问题、探索优化路径，助力机械制造行业突破发展瓶颈，实现高质量可持续发展。

1 机械制造技术核心内容

1.1 机械制造技术的概念与核心内涵

(1) 机械制造技术的定义：机械制造技术是涵盖产品设计、加工、装配等全流程的综合性技术体系，贯穿产品从研发构思到成品出厂的每一个环节，是支撑机械工业高质量发展的核心支柱，为各类机械产品及冶炼设备生产提供技术保障，是衡量一个国家工业实力的重要标志。(2) 机械制造技术的核心构成：核心由加工技术、自动化技术、检测技术三大关键部分组成，三者相互支撑、协同作用，适配冶炼设备大型构件加工需求。加工技术是基础，决定产品及冶炼设备部件的成型精度与质量；自动化技术提升生产效率，减少人工干预；检测技术则贯穿全流程，及时发现生产偏差，保障产品及冶炼设备一致性，三者有机结合构成完整的机械制造技术体系。

1.2 现代机械制造技术的主要类型与应用

(1) 自动化生产技术：具有高效、精准、稳定的应用特点，能大幅降低人工成本与人为误差，在大批量精准生产及冶炼设备标准件加工中应用广泛。其核心包含全过程监测与反馈机制，可实时捕捉生产数据，及时调整生产参数，适用于汽车零部件、电子元器件及冶炼设备法兰、底座等规模化生产场景。(2) 精细化与特种加工技术：涵盖精细化切削、激光加工、电解加工等多

种技术，突破传统加工局限，适用于复杂结构、难切削材料及冶炼设备炉体、主轴等加工场景。其中精细化切削可实现微米级精度加工，激光加工具有无接触、效率高的优势，有效满足高端装备及冶炼设备制造的精度需求^[1]。(3) 绿色制造技术：以环保、节能、低碳为核心，包括干式机械制造、低能耗加工等技术，可减少切削液使用、降低能源消耗，既解决了传统制造及冶炼设备加工中环境污染、资源浪费的问题，又能降低生产成本，符合可持续发展理念。

2 机械制造工艺的关键环节与应用实践

2.1 机械制造工艺的概念与核心原则

(1) 机械制造工艺的定义：机械制造工艺是将各类原材料（金属型材、板材、铸件、锻件等）通过一系列有序、规范的系统性加工序列，逐步转化为符合设计标准的合格机械产品及冶炼设备部件的具体技术路径，是机械制造技术从理论走向实践的核心载体。其核心不仅包含具体的加工操作步骤，还涵盖工艺方案规划、工序排布、加工参数设定、工装夹具选择等全流程内容，直接决定机械产品及冶炼设备的质量稳定性、生产效率与综合成本。(2) 核心原则：始终坚持精度优先，精准控制产品及冶炼设备部件的尺寸精度、形状精度与位置精度，确保零部件能够精准装配、正常运行，这是机械产品及冶炼设备发挥功能的基础；坚持流程适配，根据产品、冶炼设备结构复杂度、材料特性及生产需求，科学规划工序顺序，实现各加工环节高效衔接、无缝配合；注重成本优化，在保障产品质量与生产效率的前提下，优化工艺方案、减少物料损耗与工时浪费，实现质量、效率与经济性的有机平衡。

2.2 机械制造工艺的主要类型与流程

(1) 按加工方式划分：切削加工是最基础、应用最广泛的工艺，通过刀具与工件相对运动去除多余材料，常

用车、铣、钻、磨等工序,适用于轴类、套类及冶炼设备传动轴、箱体等常规零部件;成型加工无需去除材料,借助外力、模具使原材料塑性变形,如冲压、锻造等,适用于批量钣金件、锻件及冶炼设备法兰盘;特种加工依托非传统方式,如激光、电解加工等,适用于复杂结构、难切削材料及冶炼设备炉体复杂构件等高端零部件。(2)按生产类型划分:单件生产灵活性强,无需专用工装,适用于定制化、小批量零部件及大型冶炼设备定制件,对工人技术要求高;批量生产标准化程度高,工序固定、分工明确,配备专用工装,适用于中等批量通用机械及冶炼设备标准部件,兼顾效率与灵活;大量生产自动化程度高,采用流水线与专用设备,适用于汽车、电子元器件及冶炼设备常规配件规模化生产,可提升效率、降低成本^[2]。(3)核心工艺流程:首先准备原材料,筛选合格材质并进行除锈、退火等预处理,适配冶炼设备高强度需求;随后通过铸造、锻造等制成毛坯;接着经粗加工、半精加工、精加工提升精度完成成型;之后通过淬火、回火等热处理优化力学性能,提升产品及冶炼设备部件强度与耐用性;最后装配调试,精准组装零部件并经空载、负载调试,检测合格后出厂。

2.3 机械制造工艺的应用案例分析

(1)典型零部件制造工艺案例:普通车床主轴采用“锻造毛坯—粗车成型—热处理(调质)—精车—磨削—精磨”的工艺路线,通过多道切削工序保证主轴尺寸精度,借助调质处理提升综合力学性能,最终满足主轴高速旋转时的刚度与稳定性要求;冶炼设备高炉炉壳采用钢板卷制—焊接—探伤—热处理工艺,通过精准控制卷制弧度与焊接参数,配合无损检测,满足高炉高温、高压的工作需求。(2)高端装备制造工艺案例:航空发动机整体叶盘采用五轴联动铣削工艺,结合激光冲击强化技术,替代传统拼接工艺,有效减少焊缝、提升叶盘整体强度与疲劳寿命,适配航空发动机的严苛工作环境;大型冶炼转炉托圈采用精密铸造成型,配合数控镗铣加工精准控制形位公差,通过多工序无损检测排查内部缺陷,确保托圈承载转炉重量的稳定性与可靠性,满足冶炼设备长期高负荷的工作要求。

2.4 机械制造工艺的质量控制要点

(1)关键工序质量控制:针对切削加工工序,严格控制切削速度、进给量、切削深度等核心参数,搭配合适的切削液,避免出现尺寸偏差、表面粗糙度超标等缺陷,适配冶炼设备部件高精度需求;针对热处理工序,精准控制加热温度、保温时间与冷却速度,防止零部件及冶炼设备构件出现裂纹、变形、硬度不足等问题,确

保材料力学性能达标;针对装配工序,控制装配间隙与顺序,避免零部件干涉、装配松动等问题。(2)质量检测手段:采用三坐标测量仪实现零部件三维尺寸、形位公差精准检测,适用于复杂结构零部件及冶炼设备精密构件的质量校验;利用无损检测技术(如超声波检测、射线检测、磁粉检测),在不损伤产品的前提下排查内部裂纹、夹杂等缺陷,重点应用于冶炼设备焊接件检测;同时应用FMEA(失效模式与影响分析)提前预判生产过程中的质量风险,采用SPC(统计过程控制)实时监控关键工序参数,及时调整优化,保障产品及冶炼设备质量稳定性^[3]。

3 机械制造技术与机械制造工艺的协同关系及优化路径

3.1 两者的内在协同关系

(1)相互依存关系:机械制造技术与机械制造工艺是密不可分、相互依存的统一整体。机械制造技术为工艺实施提供核心支撑,无论是自动化技术、精细化加工技术还是绿色制造技术,都为工艺方案的设计、工序的开展及冶炼设备加工提供了技术保障,决定了工艺实施的可行性与先进性;而机械制造工艺则是技术落地的具体载体,技术的创新与突破必须通过具体的工艺流程、加工操作及冶炼设备生产实践才能转化为实际生产力,没有工艺的支撑,技术只能停留在理论层面,无法发挥实际价值,二者相辅相成、协同推进机械制造及冶炼设备行业发展^[4]。(2)相互促进关系:技术创新与工艺优化形成双向赋能、相互促进的良性循环。机械制造技术的突破的创新,如数字化、智能化技术的发展,能够推动工艺流程的优化升级,简化繁琐工序、提升加工精度与效率,助力冶炼设备加工升级;同时,机械制造工艺及冶炼设备生产的实践过程中,会发现技术应用的不足与痛点,通过实际生产反馈,倒逼技术进行改进完善,为技术创新提供方向与实践依据,二者协同发力,助力机械制造及冶炼设备行业向高质量、高效化方向发展。

3.2 机械制造技术与工艺现存的问题

(1)技术层面:当前机械制造技术仍面临诸多瓶颈,核心技术自主研发能力不足,在高端精密加工、智能控制及冶炼设备大型构件加工技术等领域仍存在短板;数字化、智能化技术融合应用不够深入,部分企业仍沿用传统生产模式,生产过程及冶炼设备加工的数字化管控水平较低;高端加工设备、核心控制系统多依赖进口,不仅增加了生产成本,还存在供应链安全风险,制约了行业及冶炼设备领域自主发展。(2)工艺层面:部分企业的工艺流程设计不合理,工序衔接不顺畅,存

在重复加工、无效工序等问题，导致生产效率偏低，尤其影响冶炼设备大型构件加工效率；工艺精度控制不到位，在复杂零部件及冶炼设备精密构件加工中，尺寸偏差、形位公差超标等问题频发，影响产品质量稳定性；绿色化工艺推广不足，传统工艺中切削液使用过量、能耗偏高，环保达标率较低，冶炼设备加工领域尤为突出；成本管控意识薄弱，工艺优化过程中忽视物料损耗、工时浪费等问题，导致产品及冶炼设备综合成本居高不下。

3.3 技术与工艺的协同优化策略

(1) 技术优化：加大核心技术研发投入，聚焦高端精密加工、智能控制、数字化仿真及冶炼设备大型构件加工等关键领域，培育自主研发团队，攻克高端设备与核心软件瓶颈，提升技术自主可控水平；推动数字化、智能化技术与制造技术深度融合，推广工业互联网、数字孪生等技术应用，实现生产过程及冶炼设备加工数字化管控、智能化调度，提升技术应用的实效性。(2) 工艺优化：结合产品、冶炼设备需求与生产实际，简化不合理的工艺流程，优化工序衔接，减少无效加工环节，提升生产效率；强化工艺精度控制，引入先进的加工工艺与检测手段，精准控制切削参数、热处理工艺等关键环节，提升产品及冶炼设备精度与质量稳定性；推广干式加工、低能耗加工等绿色工艺，减少污染物排放与能源消耗，实现工艺绿色化升级，适配冶炼设备环保加工需求；结合精益生产理念，优化物料管理、工时分配，降低生产损耗，实现成本精准管控。(3) 协同机制建设：建立机械制造技术与工艺的协同研发机制，推动研发团队与生产团队高效联动，实现技术研发与工艺实践及冶炼设备生产同步推进；搭建产业链上下游协同创新平台，推动企业、科研机构、高校深度合作，共享技术资源与工艺经验，促进技术成果向工艺应用及冶炼设备生产快速转化，形成技术与工艺协同优化的良性生态^[5]。

3.4 优化效果的评价指标

(1) 量化指标：以可量化的数据作为核心评价标准，直观反映优化效果。生产效率方面，以单位时间产

量、生产周期缩短比例及冶炼设备构件加工效率为评价指标；产品精度方面，以尺寸偏差、形位公差达标率、产品合格率及冶炼设备部件精度达标率为评价指标；成本控制方面，以单位产品原材料损耗率、工时成本、综合成本降低比例为评价指标；能耗降低方面，以单位产品能耗、水资源消耗、污染物排放量降低比例为评价指标，确保优化效果可衡量、可验证。(2) 质化指标：从非量化维度评价优化成效，聚焦长期发展能力。技术创新性方面，以核心技术突破数量、专利申请数量、技术成果转化效率及冶炼设备加工技术突破为评价维度；工艺稳定性方面，以关键工序合格率、产品质量波动幅度为评价维度；产品竞争力方面，以产品市场占有率、客户满意度、行业认可度及冶炼设备产品竞争力为评价维度，全面衡量技术与工艺协同优化对企业及冶炼设备领域发展的长远影响。

结束语

综上所述，机械制造技术与工艺相辅相成、协同共生，二者的创新与优化是推动机械制造行业高质量发展的核心动力。当前行业仍面临核心技术自主可控不足、工艺优化滞后等突出问题，需通过强化核心技术研发、优化工艺流程、完善协同机制破解发展瓶颈。未来，需持续推动二者深度融合，践行绿色智能发展理念，不断提升生产效率与产品质量，推动机械制造行业迈向数字化、智能化、集成化的全新发展阶段。

参考文献

- [1]郭娟.先进制造技术与机械制造工艺[J].湖北农机化,2020,12(18):157-158.
- [2]方凯.机械制造工艺与机械设备加工工艺研究[J].内燃机与配件,2022,17(6):81-83.
- [3]吴权华.机械制造工艺与机械设备加工工艺研究[J].造纸装备及材料,2021,50(3):88-90.
- [4]李尚卿.机械制造技术与机械制造工艺探讨[J].内燃机与配件,2021,22(10):178-179.
- [5]韩鸿彬,张宛玉.机械制造技术与机械制造工艺探讨[J].科技视界,2021,8(23):46-47.