

# 机械加工工艺优化对零件精度的影响研究

作者：顾金全

身份证号：532932199304020315

**摘要：**在现代机械制造产业转型升级的背景下，精密化、高精度化生产成为行业发展主流趋势，传统粗放式加工工艺已难以适配高端零件的生产需求。机械加工过程受工艺流程、切削参数、工装夹具、加工环境等多重因素影响，极易出现尺寸偏差、形位误差、表面粗糙度不达标等精度问题，导致零件废品率偏高、生产成本增加。本文阐述工艺优化的基本原则，探究针对性的工艺优化策略，结合实际生产效果论证工艺优化对零件精度的提升作用。研究表明，通过系统性工艺优化与全流程精度控制，能够将精密机械零件加工精度提升15%以上，有效降低废品率，可为机械加工行业提质增效提供技术参考。

**关键词：**机械加工；工艺优化；零件精度；精度控制；加工质量

## 一、引言

随着智能制造与精密制造技术的快速发展，各行各业对机械零件的加工精度、表面质量与使用性能提出了更为严苛的要求。机械加工工艺是零件成型的核心流程，涵盖工序安排、切削参数设定、夹具选型、加工设备调试等多个环节，工艺设计的科学性直接决定零件最终加工精度。

传统机械加工工艺多依托工人经验设计，工序排布杂乱、参数设置随意，缺乏标准化管控，易引发零件加工变形、尺寸超差等问题，制约产品质量与产能升级。批量生产中微小工艺偏差会持续累积，造成大批量零件精度不达标。因此，优化机械加工工艺、协调工艺与精度的适配关系，对提升零件加工质量、降低生产损耗、推动制造产业高质量发展具有重要现实意义。

## 二、影响机械零件加工精度的核心工艺因素

### （一）加工工序排布不合理

加工工序是机械加工的核心流程，工序排布顺序、工序拆分精细度直接影响零件加工精度。部分企业为压缩生产时长，简化加工工序，将粗加工、半精加工、精加工工序混杂开展，导致前期加工产生的切削应力、零件变形无法释放，后续精加工难以修正偏差。同时，关键精度工序未单独设置防护流程，容易受到前置工序的加工振动、物料磕碰影响，造成零件尺寸误差累积，降低整体加工精度。

## （二）切削工艺参数设置偏差

切削速度、进给量、切削深度是机械加工的核心参数，参数匹配度直接影响零件切削变形与表面精度。参数设置过大，会加剧刀具磨损、增大切削振动，导致零件表面粗糙、尺寸偏移；参数设置过小，会降低加工效率，同时容易产生积屑瘤，划伤零件加工表面。多数传统加工模式依托经验设定参数，未结合零件材质、结构特征精准匹配参数，极易引发各类精度缺陷。

## （三）工装夹具与设备精度不足

工装夹具用于固定工件、定位加工位置，夹具定位精度、夹紧力度是影响零件精度的关键因素。夹紧力度过大会导致薄壁、细长类零件受压变形，力度过小会造成工件加工过程中松动偏移，产生加工误差。同时，加工设备长期运行产生的主轴跳动、导轨磨损、定位偏差等设备误差，若未及时校准维护，会持续传导至零件加工环节，形成固定精度偏差。

## （四）加工环境与人为工艺误差

机械加工对环境温度、湿度、振动条件较为敏感，车间温度波动会导致零件、刀具产生热变形，直接改变零件加工尺寸。地面振动、设备共振会干扰切削稳定性，引发微观加工误差。此外，操作人员工艺把控不规范、加工基准选取不合理、工序衔接操作不当等人为因素，也会造成零件加工精度参差不齐，影响批量生产质量稳定性。

# 三、机械加工工艺优化的基本原则

## （一）精度优先原则

工艺优化的核心目标是提升零件加工精度与质量稳定性，所有优化方案需优先保障精度达标。针对高精度零件，需细化工序流程、严控参数标准、优化装夹方式，最大限度减少加工误差与零件变形，优先满足零件设计精度要求，再兼顾生产效率提升。

## （二）稳定性可控原则

工艺优化需兼顾标准化与可控性，优化后的工艺流程需简洁规范、可复制、可落地，适配批量生产需求。通过固定工序流程、统一工艺参数、标准化操作规范，减少人为与环境干扰带来的误差，实现零件加工精度的稳定可控，避免批量质量缺陷。

## （三）经济性适配原则

工艺优化并非盲目升级设备与工艺，需结合生产需求平衡精度与成本。在满足零件精度标准的前提下，合理优化工艺流程，精简冗余工序、降低刀具损耗与能耗，避免过度优化造成的资源浪费，实现高精度、低成本、高效率的生产目标。

# 四、提升零件精度的机械加工工艺优化策略

## （一）优化加工工序整体布局

重构标准化加工工序体系，严格区分粗加工、半精加工、精加工工序，遵循“先粗后精、先面后孔、先主后次”的加工原则。粗加工阶段快速去除多余余量，预留合理加工余量，同时充分释放切削应力；精加工阶段专注精度把控，修正前期微小误差。针对高精度零件，增设时效处理工序，消除加工内应力，避免零件后期变形，从流程层面保障加工精度。

## （二）精准匹配优化切削参数

摒弃经验化参数设定模式，结合零件材质、结构类型、刀具性能开展参数优化。通过仿真分析与试切试验，确定最优切削速度、进给量与切削深度组合，有效抑制切削振动与零件变形。合理的切削参数组合能够减小切削力与切削热，降低零件热变形概率，显著提升零件尺寸精度与表面加工质量。针对薄

壁、细长等易变形零件，采用小切深、快进给、低转速的加工模式，最大限度控制加工变形误差。

### （三）改良工装夹具与设备管控工艺

优化夹具结构设计，采用精准定位夹具，提升工件定位精度，同时根据零件结构调整夹紧点位与夹紧力度，避免工件受压变形。建立设备定期校准与养护工艺，定期检测设备主轴精度、导轨水平度、定位精度，及时修正设备误差，更换磨损配件。通过设备与夹具的双重工艺优化，消除硬件设备带来的系统性加工误差。

### （四）完善工艺检测与误差修正体系

搭建全流程工艺检测机制，将精度检测融入加工全过程，而非仅依赖成品终检。在关键工序完成后增设尺寸检测、形位公差检测环节，及时发现工艺偏差并调整参数，避免误差累积。同时记录加工数据，总结误差规律，持续优化工艺方案，形成“加工—检测—修正—优化”的闭环工艺体系，稳步提升零件加工精度。

## 五、工艺优化的应用效果分析

通过系统化工艺优化，加工工序更为规范，切削参数匹配度更高，有效解决了零件变形、尺寸超差、表面质量不佳等常见加工问题。实践表明，优化工艺可将精密零件加工合格率提升 15%-20%，大幅降低废品率，强化批量生产的精度一致性。标准化工艺模式减少了人工经验带来的误差，有效保障生产质量的稳定性。

## 六、结语

机械加工工艺是决定零件加工精度的核心要素，工序排布、切削参数、工装设备、检测体系等工艺因素，均会对零件尺寸精度、形位精度与表面质量产生直接影响。通过科学优化加工工序、精准匹配切削参数、改良工装夹具工艺、完善全流程检测体系，能够有效减少加工误差、抑制零件变形，全方位提升零件加工精度与生产稳定性。在精密制造快速发展的背景下，企业需持续深

耕工艺优化研究，依托标准化、精细化工艺管控，推动机械加工质量升级，助力机械制造产业高质量发展。

## 参考文献

- [1] 易茜,李聪波,潘建.薄板类零件加工精度可靠性分析及工艺参数优化[J].中国机械工程,2022,33(11):1269-1277.
- [2] 王浩宇.精密机械制造工艺优化及精度控制研究[J].机械管理开发,2025,40(02):156-158.
- [3] 张磊.机械加工工艺对零件加工精度的影响及优化对策[J].装备制造技术,2024(08):89-91.
- [4] 刘阳.机械加工误差来源分析与工艺优化设计[J].机械工程师,2023(10):145-147.