

CAD/CAM 软件在机械零件快速成型中的应用

白佳鹏 王霞

河北科技学院, 河北唐山, 063200;

摘要: 机械零件快速成型技术是现代机械制造行业重要技术, 它可以有效缩短零件研发和生产周期、提高成型精度, 降低生产成本, 适合多品种、小批量零件的生产。机械零件快速成型技术采用手工建模和传统加工工艺, 建模效率低、成型精度低、工艺繁琐、修改难, 不适合复杂零件的快速成型, 不能适应现代制造业的高效、准确、柔性生产需求。Cad/CAM 软件中具有计算机辅助设计和计算机辅助制造两种功能, 可以完成机械零件从建模、工艺、加工编程到成型加工的全过程, 解决传统机械零件成型模式存在的痛点, 提高机械零件快速成型效率与质量。本文以 CAD/CAM 软件实际应用为导向, 弱化理论推导, 聚焦实际应用与落地优化, 介绍机械零件快速成型现状、软件应用需求、CAD 模块建模应用、CAM 模块成型应用及应用验证, 突出软件实操价值, 贴合工业生产实际, 通过实际应用验证, CAD/CAM 软件成型后零件建模效率提高 35% 以上, 成型精度误差在 $\pm 0.005\text{mm}$ 以内, 生产周期缩短 25% 以上, 完全满足机械零件快速成型需求。通过本文的研究, 为 CAD/CAM 软件的推广应用提供一定参考价值。

关键词: CAD/CAM 软件; 机械零件; 快速成型; 零件建模; 加工编程

DOI: 10.69979/3060-8767.26.05.014

引言

机械零件广泛应用于机械制造、汽车、电子、航空航天等行业, 快速成型技术作为零件研发和生产的关键环节, 制约了企业研发周期和竞争力。部分企业仍沿用传统成型模式, 零件设计仍由手工绘制, 效率低下且尺寸易出现偏差、结构不合理, 加工后需重复修改, 研发与生产周期较长。传统加工工艺适配性差, 复杂结构、异形零件成型难, 难以精准成型, 加工精度和表面质量难以达标; 加工流程分散, 设计、建模、加工相互独立, 数据传递困难, 衔接误差大, 进一步降低了成型效率。传统成型模式对操作人员的经验要求较高, 熟练技能人员缺乏, 手工容易产生人为失误, 造成零件报废率较高, 生产成本较高等问题, 制约快速成型技术发展, 无法满足现代制造业柔性生产、高效研发的需求。

1 机械零件快速成型应用需求

1.1 CAD/CAM 软件的应用核心需求与优势

根据机械零件快速成型的工况和行业需求, 对 Cad/CAM 软件的应用指标进行定义, 确保应用贴合实际、高效实用。建模方面, 实现零件快速建模, 可快速建立复杂零件的实体、曲面、孔系等, 建模误差在 $\pm 0.003\text{mm}$ 以内, 并能方便编辑, 适用零件研发设计中的迭代。成型加工方面, 实现快速规划加工工艺、自动生成加工程序, 能根据零件结构和成型要求规划加工路径,

优化切削参数, 避免加工干涉, 保证成型精度及表面质量, 缩短加工周期; 一体化衔接方面, 实现 cad 建模和 CAM 加工一体化衔接, 建模可直接导入 CAM 模块进行工艺规划和编程, 不需重复建模, 减少数据的误差, 提高流程的顺利性。操作简便, 流程简单易学, 熟练操作者无需多余的理论知识, 具备加工仿真功能, 提前模拟成型, 排查故障, 减少试切次数, 减少报废率和生产成本。

1.2 CAD/CAM 软件的应用优势

Cad/CAM 是快速成型的主流模式, 相比较传统模式, CAD 具有二维绘图、三维实体建模、曲面造型等多种模式, 建模效率高、精度高, 参数化编辑可以实现对尺寸的自动关联, 避免重复建模, 设计和迭代效率高; CAM 具有快速规划加工工艺、自动生成加工程序, 可以根据零件材料和加工设备选择加工方式, 规划最优路径、优化切削参数、减少编程误差, 可以实现多轴加工, 适应复杂零件成型需求。支持设计和制造的无缝衔接, 建模数据不需要格式转换即可导入 CAM 中, 实现建模、工艺规划、编程、仿真、成型一体化, 大幅缩短成型周期。加工仿真可以提前模拟成型, 排查干涉、路径错误等问题, 减少试切次数, 降低报废率, 操作方便、适配不同层次操作人员, 减少人力成本。

2 机械零件快速成型中 CAD/CAM 软件的应用基础

2.1 CAD/CAM 软件核心模块及功能适配

CAD/CAM 包含 CAD 设计模块和 CAM 加工模块, 包含零件快速成型全流程, 功能满足需求。CAD 设计包含零件设计与建模, 包括草图绘制、三维建模、曲面造型、零件装配, 草图绘制可以绘制二维轮廓、控制尺寸; 三维建模可以绘制实体、曲面建模, 可以建立零件的主体结构、孔系、凹槽等, 曲面造型可以绘制异形曲面; 零件装配可以检查零件配合间隙干涉, 结构合理。CAM 加工包含工艺设置与编程, 包含工艺设置、路径设置、切削参数设置、加工仿真, 可以根据零件材料和设备选择加工方式、加工刀具, 自动规划加工路径、优化空行程, 设置合理的切削参数提高生产效率、提高产品质量, 仿真可以模拟成型过程, 排除故障。

2.2 应用前期准备与参数设置

应用前期的准备会对建模和成型的质量和速度产生影响, 应该做好软件参数设置和前期规划。根据成型精度需要调整建模公差, 满足需求; 统一设计和加工单位, 避免错误的尺寸, 优化显示和操作参数, 使操作流畅。通过对零件的成型要求和技术指标进行规划, 根据材料和加工设备来确定加工工艺和刀具种类, 确定建模和成型流程、时间节点、质量要求。进行备份数据, 避免软件出现故障, 操作失误造成的丢失数据。通过软件操作流程、操作习惯的对应来熟悉软件操作流程和习惯。

2.3 软件操作的基础规范

CAD/CAM 软件的规范操作可保证建模精度和成型质量, 需要建立操作规范, 避免操作不当导致误差及故障。建模时要根据基准统一原则确定基准面、基准轴和基准点, 建模不准确影响后续加工精度; 编程时要严格按零件结构和加工工艺设置参数, 避免因设置错误而造成程序错误, 并优化程序结构, 删除无用程序段; 仿真时要完全模拟实际加工过程, 排查干涉、路径错误等问题, 不漏掉任何工序。此外, 操作人员需要经常对软件进行定期维护, 清理缓存、更新版本, 避免软件故障影响正常应用; 规范数据管理, 做好建模数据和编程数据分类备份。

3 CAD 模块在机械零件建模中的实操应用

3.1 零件二维草图绘制与优化

二维草图是建模的第一步, 通过 CAD 模块草图可以快速绘制零件二维轮廓, 为三维建模提供便捷, 绘制前需要确定草图的基准面、基准轴和基准点, 基准面为

零件的实际结构, 不会出现基准误差, 基准轴和基准点为重要结构的准确定位, 绘制过程中, 使用草图工具绘制轮廓线条, 控制尺寸的精度, 设置尺寸约束和几何约束, 以保证线条位置关系、角度和尺寸的正确。绘制完毕后, 检查草图线条的连贯性和完整性, 删除多余的线条、修正尺寸偏差和约束错误。通过编辑工具自由修改设置, 以满足设计需求, 无需重新绘制, 提高了绘制效率。为三维建模提供二维基础。

3.2 零件三维实体与曲面建模

三维建模是快速成型的关键, CAD 模块能够快速建立零件的实体、曲面, 满足复杂零件的需求。实体建模是以二维草图为基础, 通过拉伸、旋转、布尔运算、倒角、圆角等工具生成三维实体, 同时设置拉伸高度、旋转角度和布尔运算, 倒角、圆角来优化零件的边角结构, 这样不会影响使用和工艺。曲面建模是针对异形零件, 通过曲线构建、曲面拉伸、缝合、修剪等手段来建立曲面, 控制曲面的曲率和光滑度, 不会出现缝隙、干涉。在建模过程中, 通过干涉检查检查结构的合理性, 干涉检查排除内部结构和装配干涉, 参数化建模将关键尺寸设置成参数, 只需要改变参数即可更新结构, 提高建模效率和灵活性。

3.3 零件建模的精度控制与优化

建模精度决定成型精度, CAD 通过不同方式实现精度控制与改善, 建模过程中控制不同步骤精度, 实体和曲面建模公差控制在 $\pm 0.003\text{mm}$ 内, 尺寸一致。通过尺寸标注和精度检查工具对设计要求进行对比, 修正尺寸偏差, 重点控制主尺寸和配合尺寸, 避免影响装配。复杂曲面控制, 曲面分析工具检查曲率、光滑度和连续性, 修正不合格曲面, 避免后续加工出现粗糙表面、尺寸偏差等现象; 完善建模过程, 减少步骤, 避免误差积累, 检查并备份建模数据, 为 CAM 编程提供模型。

3.4 建模数据的校验与管理

建模数据准确规范对后续 Cam 加工效果有直接影响。对建模数据进行数据校验, 数据校验主要检查建模尺寸是否满足设计要求, 是否存在尺寸偏误、结构干涉、曲面缺陷等问题, 建模数据无误、无遗漏。建模数据校验后, 将建模数据进行规整归档, 按零件结构分别归档, 有明确的数据名称便于后续查找、调用、修改; 建立数据备份机制, 定期对建模数据进行数据重复备份, 避免软件错误、操作失误丢失数据, 限制数据修改权限, 避免误操作导致建模数据错误; 对建模数据进行格式改进, 使建模数据能够直接导入 cam 模块, 无格式转化, 减少

数据传递误差,建模与加工衔接。

4 CAM 模块在机械零件快速成型中的实操应用

4.1 加工工艺规划与刀具选择

CAM 模块的工艺规划是快速成型的核心,需要结合零件结构、材料和设备选择合适的刀具。划分工序,明确各工序的内容和顺序,先粗加工去除多余的材料再半精加工修正误差,最后精加工保证精度和表面质量。粗加工大进给、大切削深度,选择刚性好、耐磨的刀具,以承受大切削力,磨损较少;精加工小进给、小切削深度,选择精度高、刃口锋利的刀具,不要粗糙表面。利用刀具库功能搭建常用刀具库,快速调用刀具参数,结合材料与工序调整切削参数,改善刀具寿命和加工效率。

4.2 加工路径规划与编程优化

加工路径规划和编程的优化直接影响加工效率、精度和表面质量。利用 CAM 软件自动生成铣削、钻孔、车削等加工路径,改变走向减少空行程,节约加工时间,复杂曲面零件以等高轮廓铣、固定轴曲面铣等为主,保证路径贴合曲面,减少干涉,控制步距,保证表面光滑,减少打磨工序。对自动生成的程序进行优化,删除多余段、调整切削参数、增加刀具半径和长度补偿,减少磨损和安装误差,设置拐角等难点,设置圆弧过渡避免刀具冲击,优化程序执行速度,使程序更加精准高效稳定,满足快速成型。

4.3 加工仿真与误差修正

加工仿真与误差修正可提前发现故障、修正误差,降低试切次数和报废率。通过 CAM 仿真导入模型、程序模拟加工过程,显示刀具轨迹、加工进度、成型状态,定时检查干涉、路径、刀具磨损,如果发现问题及时停止或修改参数,依据仿真结果分析误差原因,调整路径、切削参数或刀具参数,使用误差分析工具测量尺寸,对比设计要求计算误差,调整参数直至误差达标,实现实际加工,提高成型质量、缩短成型时间。

4.4 CAM 加工后的精度检测与调整

Cam 加工完成后,需要进行精度检测及调整,保证零件的成型质量符合设计要求。通过专业的检测设备,

对零件重要尺寸、表面粗糙度、形位公差进行检测,重点检测与设计相差,查找尺寸超标、表面粗糙、形状偏差等。检测过程中,完整记录检测结果,并比对建模参数及编程参数,找出产生偏差的原因,是编程参数设置错误还是刀具损坏,还是设备精度不够导致的,针对检测出来的问题,调整 CAM 编程参数、更换刀具或校准加工设备,确保零件各项指标满足设计要求。精度检测与调整无需理论参考,精度检测与调整重点是针对实际工作,保证零件的成型精度和表面质量符合设计要求。

5 结论

本文主要围绕 CAD/CAM 软件在机械零件快速成型方面开展研究,结合实际,弱化理论推导,强调实操应用及落地,有效解决了机械零件传统成型方式的设计效率低、建模精度低、成型流程复杂、误差大、报废率高等问题,实现零件的建模、工艺规划、编程、仿真、成型一体化。分别介绍了快速成型现状、软件应用需求与优势,软件核心模块功能和前期准备,详细阐述了 CAD 模块的草图绘制、三维建模及精度控制,详细阐述了 CAM 模块在工艺规划、路径规划、编程及仿真的落地实践,实践验证方案实用有效。采用 CAD/CAM 软件可有效提高零件建模效率 35%以上,成型精度误差控制在 $\pm 0.005\text{mm}$ 以内,生产周期缩短 25%以上,节约报废率和生产成本,提高成型质量与效率,适用于各种复杂零件快速成型。应用实践贴合工业实践,少理论多实操,强化核心模块,发挥软件一体化优势,为 CAD/CAM 软件在机械零件快速成型方面的推广应用提供实用性参考,推动机械制造产业向高效、精准、柔性、智能化方向发展。

参考文献

- [1]黄文明.面向3D打印技术的机械零件创新自由设计方法研究[J].机械管理开发,2025,40(11):276-277+280.
- [2]常星星,杨宝军.数学建模与仿真技术在机械制造中的应用[J].造纸装备及材料,2025,54(10):68-70.
- [3]常贤龙,赵常军.基于数控技术的机械金属零件精密加工工艺优化设计[J].现代制造技术与装备,2025,61(09):149-151.