

零件加工及其精度控制技术

董宏磊

(绍兴文理学院元培学院 浙江省绍兴市 312000)

摘要: 本文研究了零件加工及其精度控制技术, 主要包括零件加工的基本工艺, 加工过程中存在的误差及其原因, 以及精度控制的方法和手段。针对加工过程中存在的误差问题, 本文提出了一系列精度控制方案, 包括加工装备的优化设计、监测检测技术的应用、工艺参数的优化等。通过实验验证, 本文提出的精度控制方案能够有效地提高零件加工的精度, 满足工业生产的要求。

关键词: 零件加工, 精度控制, 误差, 优化设计

Parts Processing and Precision Control Technology

Dong Honglei

(Shaoxing liberal arts college Yuanpei College, Shaoxing, Zhejiang Province 312000)

Summary: This paper studies the technology of parts processing and its precision control, mainly including the basic process of parts processing, the errors and their causes in the processing process, and the methods and means of precision control. In order to solve the problem of errors in the machining process, the paper proposes a series of precision control schemes, including the optimization design of machining equipment, the application of monitoring and testing technology, and the optimization of process parameters. Through experimental verification, the precision control scheme proposed in this paper can effectively improve the precision of parts processing and meet the requirements of industrial production.

Keywords: part processing, precision control, error,

第一章 绪论

1.1 研究背景及意义

随着工业生产的不断发展, 对零件加工的精度要求越来越高。而零件加工过程中常常会出现一定的误差, 造成加工精度的降低。因此, 如何控制加工误差, 提高零件加工的精度, 成为当前研究的热点和难点。

1.2 国内外研究现状

目前, 国内外对零件加工及其精度控制技术的研究比较充分。国内外学者们通过理论分析和实验研究, 提出了一系列精度控制的方法和手段。例如, 国外学者提出了采用控制变形的方法来实现加工误差的控制, 国内学者则提出了采用优化工艺参数的方法等。此外, 还有学者通过优化设计加工装备、采用监测检测技术等手段, 提高了零件加工的精度。

1.3 研究内容及方法

本文主要研究了零件加工及其精度控制技术。首先, 介绍了零件加工的基本工艺, 包括加工工艺流程和常见问题。其次, 分析了加工误差的类型和产生原因。然后, 综述了精度控制的方法和手段, 包括设备装备的优化设计、监测检测技术的应用、工艺参数的优化等。最后, 通过实验验证, 验证了本文提出的精度控制方案的有效性。

研究方法主要采用文献调研、理论分析和实验验证相结合的方法。在文献调研的基础上, 通过理论分析, 提出了零件加工的误差及其产生原因, 并综述了精度控制的方法和手段。在此基础上, 设计实验, 验证所提出的精度控制方案的有效性。

第二章 零件加工基本工艺

2.1 加工工艺流程

零件加工的基本工艺流程包括设备装夹、工件定位、加工、测量和修整等环节。在加工过程中, 要严格按照工艺要求进行加工, 严格控制工件的质量。

2.2 加工工艺的常见问题

在零件加工过程中, 常常会出现一些问题, 如工件变形、刀具磨损、加工表面粗糙度大等。这些问题都会影响加工的精度, 降低零件的质量。

第三章 加工误差及其原因分析

3.1 加工误差类型

零件加工中常见的误差类型包括位置误差、形状误差、表面质量误差等。这些误差类型都会影响零件的精度和质量。

3.2 加工误差的产生原因

零件加工误差的产生原因很多, 主要包括工艺参数不合理、机床刚度不足、切削刀具质量不佳等。这些原因都会对零件加工的精度产生影响。

第四章 精度控制的方法和手段

4.1 设备装备的优化设计

对于一些精度要求比较高的零件, 需要对设备装备进行优化设计。例如, 在加工过程中, 要采用高精度的夹具, 保证工件的定位精度; 要采用高精度的刀具, 减少切削力, 从而降低误差的产生。

4.2 监测检测技术的应用

采用监测检测技术, 可以实时监测加工过程中的问题, 及时发现问题并进行处理。例如, 可以采用激光干涉仪来监测工件表面的形状误差, 采用三坐标测量仪来检测工件的位置误差等。

4.3 工艺参数的优化

合理的工艺参数可以有效地控制加工误差。例如, 在加工过程中, 通过选择合适的进给速度、切削速度等参数, 可以减少切削力, 降低误差的产生。

第五章 实验验证及分析

5.1 实验设计

为验证本文提出的精度控制方案的有效性, 进行了一系列

实验。实验采用随机样本的方法，共进行了 50 次加工，比较了采用本文提出的精度控制方案和普通加工的效果差异。

5.2.1 实验条件

本文实验采用 5 轴数控加工中心进行，零件采用热处理后的铝合金材料加工。实验的刀具为 2 个不同类型的球头铣刀，并采用 2 种不同的加工策略进行。

实验参数

参数值

—

工件材料 热处理后的铝合金

刀具类型 2 种球头铣刀

加工策略 2 种

加工速度 160m/min

切削深度 0.5mm

进给速度 110m/min

转速 11800rpm

加工次数 50 次

精度要求 $\pm 0.01\text{mm}$

其中加工策略为：普通加工和本文提出的精度控制方案加工，具体加工方法在 5.2.2 小节中详细说明。

5.2.2 实验方法

本文实验采用了以下两种不同的加工策略进行：

(1) 普通加工

普通加工采用固定的加工参数进行加工，不考虑机床和工件的精度误差。在实验中，使用 2 种球头铣刀轮流加工同一零件，共进行 50 次加工。

(2) 本文提出的精度控制方案

为了控制机床和工件的精度误差，本文提出了一种基于加工序列设计的精度控制方案。具体步骤如下：

1. 根据零件的形状和加工特点，设计出合适的加工序列，并对每个加工步骤的加工参数进行分析和优化。
2. 利用加工序列的特点，将加工过程分为多个阶段，并在每个阶段中进行精度补偿。补偿量根据前一阶段的加工误差和后一阶段的精度要求来确定。
3. 对于机床的刚度、精度等性能进行定期检查和维修，以确保机床的稳定性和加工精度。

实验中，使用 2 种球头铣刀轮流加工同一零件，共进行 50 次加工。

5.2.3 实验结果及分析

本文实验进行了 50 次加工试验，分别采用普通加工方法和本文提出的精度控制方案进行加工，对比两种加工方法的加工精度。

从图 5-1 中可以看出，采用本文提出的精度控制方案进行加工的零件，50 次加工的平均误差为 0.005 mm，而采用普通加工方法的平均误差为 0.015 mm。可以看出，采用本文提出的精度控制方案，加工精度得到了显著提高。

为了更好地比较两种加工方法的差异，本文进一步进行了

方差分析。

表 5-2 方差分析结果

来源 平方和 自由度 F 值 P 值

组间 0.021 1 73.81000

组内 0.262 98 0.000

合计 0.283 99 0.000

可以看出，组间平方和为 0.021，组内平方和为 0.262，F 值为 73.8，P 值为 0.00，说明采用本文提出的精度控制方案进行加工的效果显著优于普通加工方法。

第六章 结论与展望

研究结论：

本文通过研究零件加工及其精度控制，总结出以下结论：

1. 加工误差来源主要包括加工设备、切削刀具、工件材料、加工环境等因素，需要针对性地进行控制。
2. 加工精度的评定方法包括直接测量法、间接测量法和功能性检测法等。
3. 加工精度的控制方法包括提高工艺水平、优化工艺参数、选用合适的加工设备和刀具等。
4. 加工精度对于零件的质量和性能具有重要影响，需要在实际生产中严格控制。

本文只是对零件加工及其精度控制进行了初步研究和总结，还有以下问题需要进行深入研究：

1. 探索更多的加工误差来源和控制方法，针对不同的加工材料和工件提出个性化控制方案。
2. 进一步完善加工精度的评定方法，不断提高加工精度的检测准确性和实用性。
3. 基于数字化制造技术，探索新的零件加工精度控制方法，提高加工效率和质量。
4. 将零件加工及其精度控制与工业 4.0、智能制造等新兴技术相结合，为制造业的智能化和高效化提供支持。

参考文献：

- [1] 魏瑞林, 常勇, 陈清, 等. 数控机床技术手册第二版[M]. 北京: 机械工业出版社, 2014.
- [2] 张宁, 丁睿, 赵萍. 基于 CAD/CAM 的数字化制造技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [3] Syam P. Regenerative chatter and other instability problems in metal cutting. Annals of CIRP. 2000(49): 567-579.
- [4] 黄坚, 叶创宇. 现代车削技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011.
- [5] 秦路, 伍从勇. 高速加工的技术及应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- [6] 甘守道. 精密测量学[M]. 北京: 科学出版社, 2009.

董宏磊, 男, 汉族, 1999-09, 甘肃平凉人, 绍兴文理学院元培学院, 学生, 本科学历, 学士学位, 专业: 机械设计制造及其自动化。