

基于 MasterCAM 的高精度空心轴数控加工工艺分析

时小广¹,李雁旭²

(1. 平顶山技师学院,河南 平顶山 467000; 2. 平高集团有限公司,河南 平顶山 467000)

摘要:在各级、各类数控车加工技能竞赛中,高精度空心轴类零件的加工越来越普遍。因空心轴受夹紧力、切削热和刀具振动等因素影响,车削加工中易出现变形、振纹等问题。通过合理设计零件加工工艺,运用 MasterCAM 仿真软件进行刀具路线模拟,实现了对高精度空心轴加工工艺的改进,有效解决了加工难点,对学生和企业加工类似空心轴零件具有参考与指导的意义。

关键词:空心轴;车削加工;加工工艺;数控仿真

中图分类号:TH164;TG659 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2021)04-0071-03

Analysis of High Precision Hollow Shaft NC Machining Technology Based on MasterCAM

SHI Xiaoguang¹, LI Yanxu²

(1. Pingdingshan Institute of Technology, Pingdingshan 467000, China;

2. Pinggao Group Co., Ltd., Pingdingshan 467000, China)

Abstract: High precision hollow shaft parts machining is more and more common in all kinds of CNC machining skills competition, hollow shaft, however, is affected by clamping force, cutting heat and tool vibration, etc., which lead to easy occurrences of deformation and vibration grain in turning process. Through reasonable design of part processing technology and by MasterCAM simulation software, tool route is simulated to improve the high precision hollow shaft processing technology, which effectively overcomes the processing difficulties and provides references and guidance for students and enterprises who are engaged in hollow shaft parts processings.

Keywords: hollow shaft; turning processing; processing technology; NC simulation

0 引言

空心轴在加工过程中,受夹紧力、切削热等因素的影响易产生变形,从而导致加工精度不能满足要求^[1]。通过优化设计空心轴零件加工工艺、正确选择刀具、合理设置切削参数,并结合计算机辅助制造模拟仿真功能,可有效克服空心轴在加工过程中产生变形和振纹等问题,进而保证加工精度,提高生产效率,缩短加工周期^[2]。

MasterCAM 软件可以实现包括零件二维绘图、三维实体造型设计、精确刀具路径创建、数控加工程序生成及加工过程仿真模拟在内的多种工作^[3-4],现已在数控加工中广泛应用,如李国荣^[5]基于 MasterCAM 软件对复杂凹模零件进行数控加工;郭鹏远等^[6]利用 MasterCAM 软件自动生成汽车轴承座模具程序,并对加工过程进行仿真分析。本文以图 1 所示的职业院校学生数控车加工技能竞赛练习件高精度空心轴为例,研究了基于 MasterCAM 平台的零件数控加工过程,详细阐述了高精度空心轴数控加工的具体方法。



图 1 空心轴三维实体模型

1 基于 MasterCAM 平台的数控零件加工流程

基于 MasterCAM 开发平台的数控零件加工主要流程^[7-8]如图 2 所示。

空心轴装夹时产生的夹紧力,空心轴与刀具产生的切削力以及摩擦产生的切削热,空心轴原材料在锻造、热处理过程中产生的应力等,在后续机加工中产生释放等因素,都会使空心轴在加工时发生变形^[1],从而很难保证零

第一作者简介:时小广(1974—),男,高级实习指导教师,硕士,研究方向为数控加工技术及自动化装备,已发表论文 9 篇,享受国务院特殊津贴专家、全国技术能手、中原技能大师。

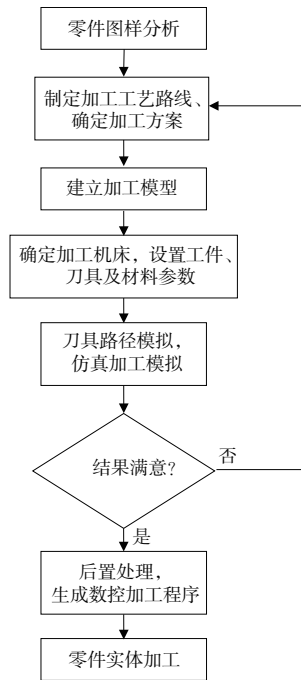


图2 MasterCAM 平台上数控零件加工流程图

件有较高的加工精度。另外,内孔较长的空心轴在加工时内孔壁会由于刀具振动产生振纹。

基于上述加工难点,本文根据零件图样分析该空心轴的结构特性,重点研究其数控加工工艺并制定了合理的加工方案;应用 MasterCAM 平台形成不同加工特征的刀具仿真路径,并生成有效的数控加工程序;最后进行零件实体车削加工,来验证该空心轴数控加工工艺设计的合理性。

2 零件图样分析

该高精度空心轴图样如图3所示,具体分析如下:

1) 零件由外圆、内孔、圆锥、外槽、外圆弧槽及外螺纹等加工要素组成,内外表面有较严格的尺寸公差、位置公差和表面粗糙度值等要求,多处表面粗糙度要求 $Ra1.6 \mu\text{m}$ 。

2) R4 圆弧槽、4 mm 沟槽,槽深尺寸精度要求较高;左端有 $M55 \times 1.75-6g$ 的外螺纹;轴中心为通孔,圆弧槽壁最薄处仅 2 mm。

3) 为保证孔 0.02 mm 的同轴度要求,采用钨钢抗震内孔刀一次加工完成,因加工长度较长内孔表面易出现振纹。

4) 毛坯选用 45 钢 $\Phi 65$ 棒料,长 100 mm,无热处理和其他特殊要求。

3 零件加工工艺设计

空心轴材料为 45 钢。根据该类型零件的形状特点及材料特性,确定工件装夹方法、合理选择刀具、制定加工工艺路线及设定切削用量等,以满足零件图中尺寸精度和表面粗糙度的要求。

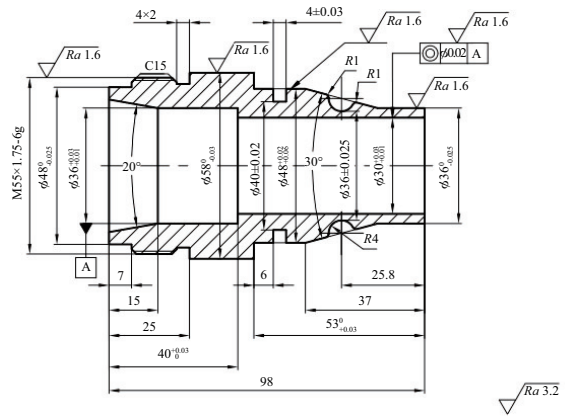


图3 空心轴零件图

3.1 工件的装夹方式

采用三爪自定心卡盘定心夹紧。

3.2 数控加工刀具

工件左端选用刀具: $\Phi 26$ 钻头, $\Phi 20$ 钨钢抗震内孔刀, 90° 外圆车刀, 刀头长度 10 mm、刀宽 3 mm 切槽刀, 三角形外螺纹刀。

工件右端选用刀具: $\Phi 20$ 钨钢抗震内孔刀, 90° 外圆车刀, 刀头长度 10 mm、刀宽 3 mm 切槽刀, 刀头长度 10 mm、R1.5 圆弧切槽刀。

3.3 加工方案

该空心轴的加工顺序按照先粗后精、先内后外、先近后远的原则确定。工件的整体加工过程分为加工工件左端和加工工件右端两个阶段。

a) 加工工件左端

1) 用三爪卡盘夹持 $\Phi 65$ 的毛坯, 伸出长度为 55 mm, 车端面并控制表面质量, 见光即可。2) 使用 $\Phi 26$ 的麻花钻加工, 钻通孔。3) 粗精车内孔, 粗车内孔至 $\Phi 30$ 处, 长 98 mm, 粗车后精车控制内孔长度 40 mm 和直径 $\Phi 36$ 、 $\Phi 30$ 的尺寸及较高的表面质量。4) 加工外圆至 $\Phi 58$ 处, 长 48 mm, 粗车及精车外圆控制 $\Phi 49$ 、 $\Phi 58$ 的尺寸及表面质量。5) 粗精车退刀槽。6) 粗精加工螺纹, 完成 $M55 \times 1.75-6g$ 的精度控制及较高的表面质量。拆卸工件。

主要加工参数如表 1 所示。

表1 空心轴左端加工的主要工艺参数

工序号	刀具名称	主轴转速/ (r/min)	进给速度/ (mm/r)	背吃刀量/ mm
1	90° 外圆车刀	800~1 000	0.05~0.20	—
2	$\Phi 26$ 钻头	300~400	—	—
3	$\Phi 20$ 钨钢抗震内孔刀	800~1 000	0.15~0.25	1.00~2.00
4	$\Phi 20$ 钨钢抗震内孔刀	1 300~1 400	0.05~0.10	0.10~0.20
5	90° 外圆车刀	800~1 000	0.15~0.30	1.50~2.50
6	90° 外圆车刀	1 400~1 500	0.05~0.15	0.15~0.30
7	3 mm 切槽刀	600~800	0.05~0.15	0.50~1.00
8	3 mm 切槽刀	1 200~1 300	0.05~0.08	0.05~0.15
9	螺纹车刀	800~1 000	—	—

b) 加工工件右端

工件调头装夹,用三爪卡盘夹持 $\Phi 58$ 外圆,伸出长度为 60 mm,打表找正。1) 使用外圆车刀车平端面,控制工件总长及表面质量。2) 精车内孔右端倒角及表面质量,并在工件右侧内孔塞入橡皮泥防震。3) 粗车加工右侧外圆柱面至 $\Phi 58$ 处接刀。4) 粗车加工 R4 圆弧槽和 4 mm 直槽。5) 精车加工右侧外圆至 $\Phi 58$ 处接刀,控制 53 mm、 $\Phi 36$ 、 $\Phi 48$ 的尺寸及较高的表面质量。6) 精车加工圆弧槽控制 $\Phi 34$ 的尺寸,精车直槽控制 4 mm、 $\Phi 40$ 的尺寸及表面质量拆卸工件,完成加工。

主要加工参数如表 2 所示。

表 2 空心轴右端加工的主要工艺参数

工序号	刀具名称	主轴转速/ (r/min)	进给速度/ (mm/r)	背吃刀量/ mm
1	90°外圆车刀	600~800	0.10~0.15	—
2	$\Phi 20$ 钨钢抗震内孔刀	1 300~1 400	0.05~0.10	0.10~0.20
3	90°外圆车刀	800~1 000	0.15~0.30	1.50~2.50
4	3 mm 切槽刀	600~800	0.05~0.15	0.50~1.00
5	90°外圆车刀	1 400~1 500	0.05~0.15	0.15~0.30
6	R1.5 圆弧切槽刀	1 200~1 300	0.05~0.08	0.10~0.20
7	3 mm 切槽刀	1 200~1 300	0.05~0.08	0.10~0.20

4 仿真验证及工件实体加工

运用 MasterCAM 平台建立空心轴模型,选择与实际加工环境相同的 CKA6150 塔式四工位回转刀架数控车床,通过添加毛坯、刀具库,设置各项加工参数,形成不同加工特征的刀具轨迹。刀具轨迹生成之后,对各个刀具路径进行实体虚拟加工,观察模拟过程中刀具、夹具与被加工工件是否存在干涉、碰撞等情况,检测加工过程中是否存在漏切、过切现象,并对数控加工参数进行优化^[9]。

空心轴的实体切削仿真结果如图 4 和图 5 所示。

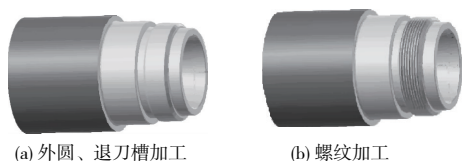


图 4 工件左端实体仿真加工

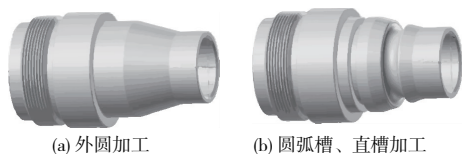


图 5 工件右端实体仿真加工

虚拟加工结果校验完成后,为达到预期加工要求,需根据实际情况不断调试优化参数设置,再经 MasterCAM

后置处理生成实用有效的数控程序^[10]。将数控程序传输至 CAK6140 数控机床,并在数控车床上进行工件加工。所加工完成的空心轴实体工件如图 6 所示。该工件加工精度和表面粗糙度符合图样技术要求,充分验证了工艺内容的合理性及可实施性。



图 6 空心轴实体工件

5 结语

MasterCAM 仿真技术在指导实际加工过程中减少或者避免加工缺陷、缩短编程时间、提高加工效率等方面发挥了重要作用。本文分析了空心轴的结构特征,进行了完整的加工工艺分析,运用 MasterCAM 模拟仿真功能进行仿真验证,克服了加工过程中的难点,保证了零件的加工质量。对学生进行数控车加工空心轴零件的指导以及企业缩短零件加工周期、保证零件加工质量和精度具有借鉴和参考意义。

参考文献:

- [1] 李治平,周亮. 齿轮箱空心轴加工工艺研究[J]. 机械工程师, 2015(6):224-225.
- [2] 张丽. 空心轴、传动盘铰孔精度的影响因素及对策分析[J]. 中国高科技, 2020(4):16-17.
- [3] 岳宏梅,王甫. MasterCAM 软件在数控加工中的应用[J]. 内燃机与配件, 2020(3):257-258.
- [4] 张伟,王洪新,丁林,等. MasterCam 在数控教学中的应用[J]. 信息与电脑(理论版), 2020,32(3):220-221,224.
- [5] 李国荣. 基于 Mastercam 的复杂凹模零件加工[J]. 机械工程师, 2020(12):52-54.
- [6] 郭鹏远,曹川川,黄杰. 基于 MasterCAM 的汽车轴承座模具数控加工[J]. 现代制造工程, 2021(2):81-83,109.
- [7] 姬振营,舒志兵,张晓. 基于 MasterCAM 软件的数控加工[J]. 机床与液压, 2007,35(7):57-59.
- [8] 贾坤鑫. MasterCAM 在零件数控加工编程中的应用[J]. 郑州轻工业学院学报(自然科学版), 2012,27(3):102-104,108.
- [9] 廖桂波. 数控加工仿真系统研究现状与发展趋势[J]. 设备管理与维修, 2018(22):148-149.
- [10] 魏娟,邵丁,刘毫,等. 大型壳体零件的数控加工工艺分析及研究[J]. 机床与液压, 2017,45(20):25-29.

收稿日期:2021-03-19