

# 40Cr 不锈钢定位杆铣削工艺分析及零件加工

吴庭友<sup>1</sup>, 杨旭<sup>2</sup>

(1. 贵州航天电子科技有限公司, 贵州 贵阳 550000; 2. 成都工贸职业技术学院/成都市技师学院, 四川 成都 611731)

**[摘要]** 本文利用弹簧夹套和万能分度头对零件进行装夹,用传统方法小批量顺铣削 40Cr 不锈钢定位杆。根据零件铣削要求,选择合理的铣削参数和刀具材料,保证零件合格率、尺寸要求和表面粗糙度,圆满完成该零件的铣削任务。本研究具有一定的实际意义,也为今后类似零件的铣削提供参考依据。

**[关键词]** 40Cr 不锈钢; 定位杆; 铣削工艺; 零件加工

**[中图分类号]** TG547 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1003-8884(2022)02-0014-04

**DOI:** 10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2022.02.004

小型平面零件是铣削加工中常见的零件之一,怎么装夹是铣工需首先考虑的问题。为了保证零件的尺寸精度、表面粗糙度和合格率,需要铣工考虑选择不同装夹方式、铣削方法、切削参数和刀具才能完成。许多学者对各种 40Cr 零件加工条件进行研究,如 40Cr 直齿齿条在转速为 200 r/min、进给量为 300 mm/min 的情况下,齿形表面粗糙度可达 Ra3.2  $\mu\text{m}$ <sup>[1]</sup>。新型 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 陶瓷刀具在  $v = 260 \text{ m/min}$ 、 $f = 0.12 \text{ mm/r}$ 、 $a_p = 0.1 \text{ mm}$  的试验条件下切削淬硬 40Cr 合金钢,刀具的磨损形貌以磨粒磨损和扩散磨损为主<sup>[2]</sup>。采用 TiAlN 涂层刀具对 40CrNi 钢进行干切削试验,其切削速度对切削温度的影响最大,其次是进给量和背吃刀量<sup>[3]</sup>。

## 1 定位杆铣削加工工艺分析及装夹方式选择

本次铣削选用的 40Cr 不锈钢圆棒料,属于难加工材料,如图 1 所示。前一道工序已经加工成一个台阶轴,是  $\Phi 3 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$  和  $\Phi 8 \text{ mm} \times 14 \text{ mm}$  圆柱体。现需在普通铣床上完成偏心长方主体和带圆弧

方体的铣削加工。零件需完成加工的是平面和圆弧表面铣削,在普通铣床上加工圆弧需借助于圆工作台或分度头,零件是小圆弧,所以选用分度头完成。



图 1 定位杆毛坯图

### 1.1 零件图纸的分析

如图 2 所示为不锈钢定位杆零件图纸,从产品零件图样可知,该零件体积小,刚性差,容易振动变形。零件的各表面粗糙度值为  $1.6 \mu\text{m}$ ,表面光洁度小,铣削加工要求高,所以在加工时选择高的主轴转速,小的背吃刀量,进给量分成粗加工、半精加工、精加工进行加工。左面  $14 \text{ mm} \times 2.5 \text{ mm}$  是一个偏心的长方体柱,R2.5 的圆心和  $\Phi 3 \text{ mm}$  的圆柱圆心重合,并且与距离 5 的两边相切。铣削时用分度头进行装夹完成。铣削加工流程如下:先把  $\Phi 8 \text{ mm}$  的圆柱体上面铣成  $14 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$ →再铣左右尺寸为  $14 \text{ mm} \times 3.12 \text{ mm}$  的两个长方体柱→铣  $12 \text{ mm} \times 2.5 \text{ mm}$  长方体柱→铣 R2.5 圆弧→倒角 2-C1。

### 1.2 零件装夹

因零件生产类型是小批量生产,铣削加工时装夹部分尺寸又短小,无法直接装夹,为保证已车削好的外圆  $\Phi 3 \text{ mm}$  台阶表面不被夹坏并控制圆柱的圆跳动。需要增大接触面积,使夹紧力均匀地分布在

**[收稿日期]** 2021-10-09

**[作者简介]** 吴庭友(1979—),男,四川遂宁人,主要从事零件产品铣削加工工作。

**[通讯作者]** 杨旭(1985—),男,四川遂宁人,讲师,大学本科,主要从事机械工程及自动化、机电一体化技术、数控技术及应用研究工作。

**[引用格式]** 吴庭友,杨旭. 40Cr 不锈钢定位杆铣削工艺分析及零件加工[J]. 有色设备,2022,36(2):14-17.

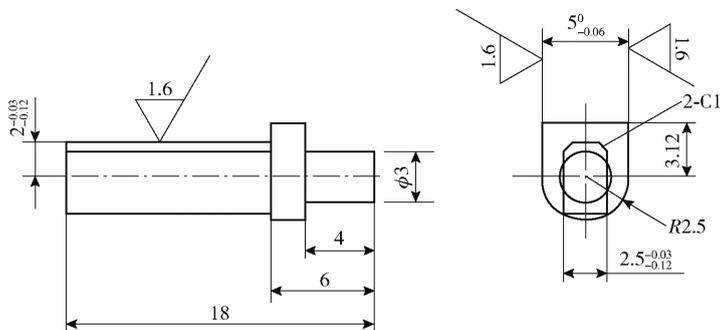


图2 定位杆二维零件图

零件上,选择铣刀的弹簧夹套进行装夹,如图3所示。再用万能分度头的三抓卡盘夹紧,悬臂铣削。悬臂铣削时容易振动,所以选择小的背吃刀量和进给量完成。



图3 弹簧夹套

## 2 刀具材料、切削用量及铣削方式选择

### 2.1 刀具材料

高速钢刀具最好采用 W6Mo5Cr4V2Al 和 W12Cr4V2Mo 高性能材质的高速钢,可使刀具耐用度提高3倍以上<sup>[4]</sup>。

硬质合金,应选用与不锈钢亲和作用及粘结作用小的 YG 类添加 TaC 或 NbC 的细晶粒硬质合金。如选用涂层硬质合金铣刀,最好选 TiAlSi 涂层类,可减小在切削过程中的粘结。硬质合金铣刀是进行高速铣削提高铣削生产率的有效途径之一。高速铣削时每分钟进给量大,切削量增加,所产生的热量也增加,温度可高至 800 ℃ 左右,在这种情况下,被加工金属的硬度急剧降低,零件的切削性能变得非常好,刀具耐用度提高。

因零件加工属于小批量,在保证质量的前提下,需要提高加工效率,所以选择  $\Phi 6$  mm 的硬质合金涂层圆柱铣刀进行铣削,如图4所示。



图4 涂层圆柱铣刀

### 2.2 切削用量

铣削用量包括铣削层宽度、铣削层深度、铣削速度和进给量。铣削用量的选择,对提高生产效率、改善表面粗糙度和加工精度都有密切关系,本次零件粗糙度为 1.6  $\mu\text{m}$ ,所以选择主轴转速、背吃刀量和进给速度如表1所示。因不锈钢的塑性、韧性和抗拉强度高,导热系数低,切削温度高,切削时易产生粘结和扩散磨损,使加工硬化严重,加剧刀具的磨损。所以需充分加注切削液润滑和冷却,才能保证零件的铣削加工。

表1 切削参数

主轴转速 $n/$ ( $\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$ )	背吃刀量 $a_p/$ mm	进给速度 $f/$ ( $\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$ )
1 000	0.2	190
1 200	0.2	150
1 500	0.2	95

### 2.3 铣削方式的选择

顺铣和逆铣是普通铣削加工的两种方式。生产中需根据零件实际加工要求选择不同铣削方式才能达到零件所需的表面光洁度。

顺铣时,铣刀刀齿作用在工作台上的力与工作台前进的方向一致,如同向前进方向推一下,工作台同样要向前移动一小段距离,会使丝杆和螺母之间的间隙增大,这就使铣刀突然切入被加工表面出现深啃现象,容易受到刀轴和机床传动机构的冲击,引

起刀齿折断,为了防止深啃现象使加工时中途不能停止进给。顺铣时,刀刃一开始就切入工件,切屑由厚而薄,故刀刃比逆铣磨损小铣刀耐用度高;铣刀不会产生上下跳动,振动小,工件表面光洁度好,并且切削面上没有硬化层,容易切削。

逆铣时,铣削力与工作台运动方向相反,在铣削力的作用下,丝杆与螺母总是保持紧密的接触,而不会松动,就克服了深啃的现象。逆铣时切屑由薄而厚,刀刃容易磨损;铣刀往往会产生周期性的振动,影响加工表面光洁度,切削面上有前一刀齿加工时造成的硬化层,不宜切削<sup>[5]</sup>。综上所述,此次加工

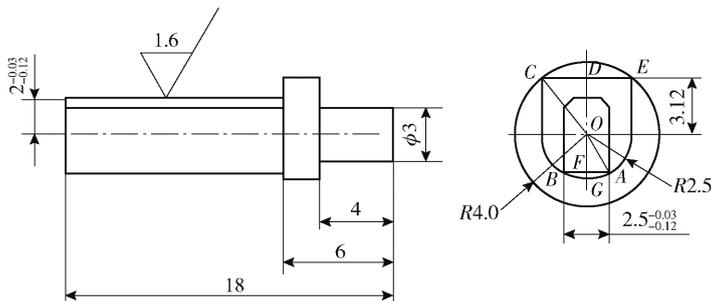


图5 定位杆长方体柱铣削余量图

即  $CD = \sqrt{OC^2 - OD^2} = \sqrt{4^2 - 3.12^2} = 2.5 \text{ mm}$ ,  
 $CE = 2CD = 5 \text{ mm}$ 。

因毛坯是  $\Phi 8 \text{ mm}$  的圆柱,需要加工成宽度  $5 \text{ mm}$  的方体,单边的铣削余量是  $1.5 \text{ mm}$ 。 $OF = \sqrt{OA^2 - AF^2} = \sqrt{2.5^2 - 1.25^2} = 2.17 \text{ mm}$ ,那么可以计算出需要加工的深度  $FG = OA - OF = 2.5 - 2.17 = 0.33 \text{ mm}$ 。 $R2.5$  的半圆弧加工是先把零件切削深度尺寸调整好,通过旋转万能分度头的手柄进行铣削加工。

### 3.2 零件加工效果

图6为不锈钢定位杆零件加工效果。选择合理的铣削工艺、刀具切削参数和铣削方式,用铣刀弹簧装套进行装夹,使  $\Phi 3 \text{ mm}$  台阶表面不被夹坏,控制圆跳动。增大接触面积,使夹紧力均匀地分布在零件上。铣削时注意关键技术要点,铣削过程中高的切削速度,小的进给量保证零件表面质量,最终达到图纸上的控制要求。

## 4 结束语

本研究主要通过不锈钢定位杆零件工艺分析,选择合理的铣削工艺方案和装夹方法、切削参数,能

时因零件表面质量要求高,所以选择顺铣方式加工。

## 3 关键技术及加工效果

### 3.1 零件铣削关键技术

如图5所示,左边的长方体柱和宽  $2 \text{ mm}$  的中间带圆弧的方台都以  $\Phi 8 \text{ mm}$  的圆柱铣成偏心零件,长方体柱上方距离中心线  $2 \text{ mm}$ ,A、G、B三点都在  $R2.5$  的圆弧上面,C、E两点在  $\Phi 8 \text{ mm}$  的圆上。所以根据直角三角形中的勾股定理可知  $r^2 = a^2 + b^2$ ,可以计算出  $CD$  和  $OF$  的长度,即  $CE = 2CD$ 。



图6 定位杆最终加工效果图

有效解决小零件铣削加工中出现的问题。用铣刀弹簧装套装夹,使夹紧力均匀地分布在零件上,减少零件铣削变形,保证零件加工时的圆跳动、尺寸精度和表面粗糙度,从而达到图样要求,为同类小零件的铣削加工提供借鉴和参考。

#### [参考文献]

- [1] 张岩波,闫伟,徐志刚,等. 40Cr 直齿齿条齿形加工方法优化研究[J]. 新技术新工艺,2019(11):50-52.
- [2] 费玉环,黄传真,刘含莲,等. 新型  $\text{Al}_2\text{O}_3$  基陶瓷刀具材料加工淬硬 40Cr 的切削行为[J]. 工具技术,2018,52(7):62-65.
- [3] 张显银,李华英,岳启斌,等. TiAlN 涂层刀具对 40CrNi 钢干切削性能的影响[J]. 工具技术,2017,51(7):32-35.
- [4] 郑文虎. 机械加工现场遇到问题怎么办[M]. 北京:机械

工业出版社, 2011.

工业出版社, 2013.

[5] 胡加富. 铣工(技师、高级技师)第2版[M]. 北京: 机械

## 40Cr Stainless Steel Positioning Rod Milling Process Analysis and Components Machining

WU Ting-you, YANG Xu

**Abstract:** In this paper, the spring jacket and universal dividing head are used to clamp the components, and the 40Cr stainless steel positioning rod is milled in small batch by using conventional method. Reasonable milling parameters and cutting tool materials are selected according to the milling requirements of the components to ensure the qualification rate, size requirements and surface roughness of parts, thereby successfully completing the milling task of these components. With certain practical significance, this study also provides reference for milling of similar components in the future.

**Key words:** 40Cr stainless steel; positioning rod; milling process; components machining ▲

---

(上接第 13 页)

## Fan Air Volume Control System Based on Fuzzy PID

XU Wei, GE Qi-fa, ZHANG Wei-guo

**Abstract:** Ventilation management is a key part of mine safety production process, so mine ventilation and safety are crucial to guarantee sufficient fresh air underground. In the process of mine production, both the personnel movement and equipment operation will trigger the local wind demand change in the shaft. However, the ventilation scheme in the prior art can only be adopted to optimize local ventilation or ventilation network monitoring, while it can not realize ventilation adjustment of each operating point in the shaft, that is, it can not realize the ventilation on demand at each operating point. Targeted at the air volume control system in the shaft, this paper designs one set of fuzzy PID controller, using fuzzy control method based on conventional PID controller, to realize the control of the motor running according to the set air volume. Simulation comparison and analysis is carried out between the conventional PID controller and the fuzzy PID controller. The results show that the fuzzy PID control system features faster response and less overshoot, proving a better control effect than the conventional PID. Therefore, this air volume control system plays a positive role in the automation of underground ventilation and the improvement of productivity, with a practical engineering value.

**Key words:** ventilation control; PID control; ventilation on demand; fuzzy PID ▲