

基于三轴立式加工中心的分度槽加工方案优化研究

毛元朋

(贵州省遵义市职业技术学校 贵州 遵义 563000)

摘要: 某型号产品限位螺钉是应用在航空航天产品中的重要构件,其加工材质为不锈钢。该零件的传统加工方法存在装夹次数多、加工效率低、刀具磨损快等问题。秉承着我国高质量发展的要求以及行业“精益求精”理念,本文对此零件的加工方法进行改进,分别从工装夹具的设计和刀具两方面来进行研究分析,自行设计的分度夹具可以一次装夹完成多个槽的加工,采用 T 型刀一刀可以加工出一个槽。经实践验证,改进后加工方法能够降低成本、提高加工效率,从而达到在生产中降本增效的目的。

关键词: 降本增效; 分度; 研究; 限位; 机械加工; 工艺; 数控技术

0 引言

某型号产品限位螺钉原本应该在四轴加工中心上完成,为了降低加工成本,自制工装夹具在立式三轴加工中心上完成。该零件在立式加工中心上的加工内容是零件的槽。传统的加工方法是多次装夹来完成各个内容的加工,采用立铣刀进行加工,加工效率比较低下,刀具成本较高。

基于此,本文以该零件为例,在螺纹圆柱上面加工三个不同分度的开口槽,并通过自行设计研究的一种分度夹具,一次装夹可以完成多个槽子的加工,提高加工效率。另外就是从刀具上面下功夫,根据零件的特点来分析,对其加工的刀具进行研究,采用 T 型刀来替代传统的立铣刀,从而达到降低成本的目的。本文研究的重点是怎样才能以最低的成本和最高效的加工来完成此零件的加工。

1 零件整体分析

某型号产品限位螺钉如图 1 所示,是航天领域产品中的重要构件。其材质为不锈钢(1Cr18Ni9Ti),此种材质的塑性比较好、硬度较高、切削性能较差,因而加工过程中的刀具磨损快。

从图 1 可以看出,需要在立式加工中心上面加工的内容是 1.6mm 和 3 ~ 1.3mm 的槽,并且 3 个分度槽的角度不是均等的^[1],这样就增加了加工的难度,在加工的过程既要保护 M6 的螺纹不受损,也要保证各加工槽的精度。

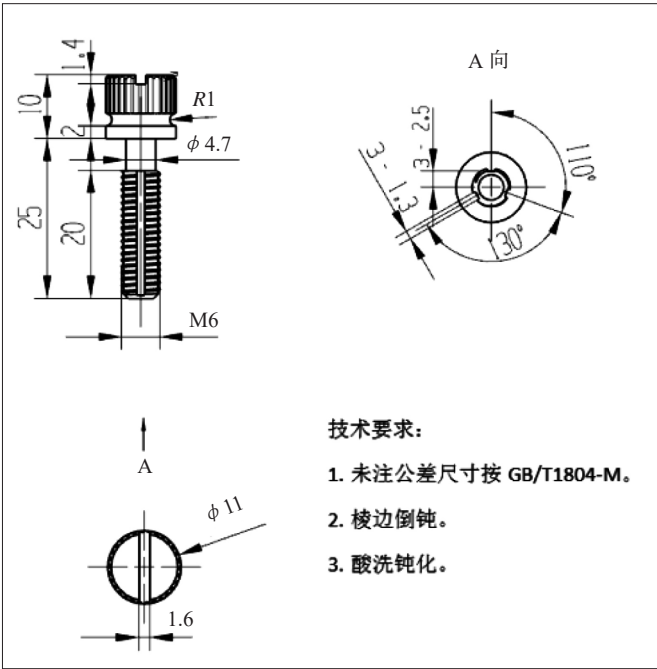


图 1 限位螺钉加工简图

2 零件加工设备的选择

该零件的加工设备选择精密立式三轴加工中心^[2],机床型号为 V20i,该设备的机床参数如下:

- (1) 加工轴数: 3 ;
- (2) 加工行程: 500mm × 400mm × 450mm ;
- (3) 刀库存储容量: 20 把;
- (4) 主轴定位精度: 0.015mm ;
- (5) 主轴跳动: 0.005mm ;
- (6) 重复定位精度: 0.0035mm ;
- (7) 工作台平面度: 0.01mm。

根据产品的外形尺寸和精度要求，该设备可以满足零件的加工精度要求，故选择此机床加工。精密立式三轴加工中心如图 2 所示。

3 传统加工方法及存在的问题

3.1 零件的传统加工方法

该零件传统的加工方法是先在车床上车外形及螺纹等回转部分，然后在立式加工中心上面加工 1.6mm 的槽，最后以 1.6mm 的槽子定位，制作三副角度工装，采用直径为 1mm 的铣刀来加工 3 个 1.3mm 的槽。

3.2 传统加工方法存在的问题

首先，传统加工方法存在的问题主要是装夹次数较多，累计误差大，加工效率低下，零件加工合格率低；其次，由于槽比较小，只能用小直径的刀具来加工，刀具磨损快，容易断刀，刀具成本较高。

4 改进后加工方案的研究

4.1 加工方案的确定

改进后的加工方案是先加工 1.6mm 的槽，然后以其定位，自制分度工装来一次装夹完成 3 个 1.3mm 槽^[3]，用 T 型刀替代立铣刀来加工。

4.2 工装夹具的研究

通过对此零件的特征分析，针对此零件设计一副专用夹具^[4]，来实现一次装夹完成多个槽的加工。限位螺钉分度工装如图 3 所示。

限位螺钉分度工装示意图如图 4 所示。从图中可以看出，该工装主要由活动块、转轴、无头锁紧螺钉、零件（限位螺钉）、固定块、转轴定位销钉等部分组成。该工装的使用原理是先分别将固定块和活动块用 AB 胶固定在虎钳上面，然后把零件装入活动转轴里，用无头螺钉

紧固，再用限位销钉将转轴限位，然后夹持进行加工；加工完一个槽以后，松开虎钳，转动转轴，夹紧，加工完 3 个槽以后取下零件即可。分度工装效果图如图 5 所示。

4.3 加工刀具的研究

传统加工刀具如图 6 所示，由于其直径为 1mm，刀具进行多刀加工时，每层切削只能切深 0.05mm，加工效率低，刀具磨损快，很容易折断刀具。针对这些问题，经过仔细分析该零件的特点发现，可以



图2 精密立式三轴加工中心

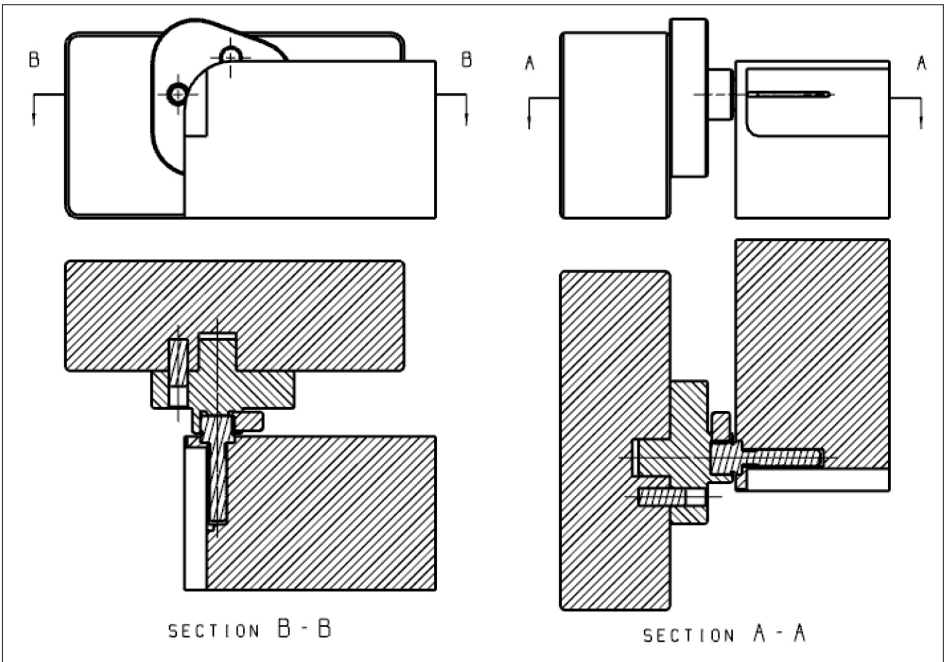


图3 限位螺钉分度工装简图

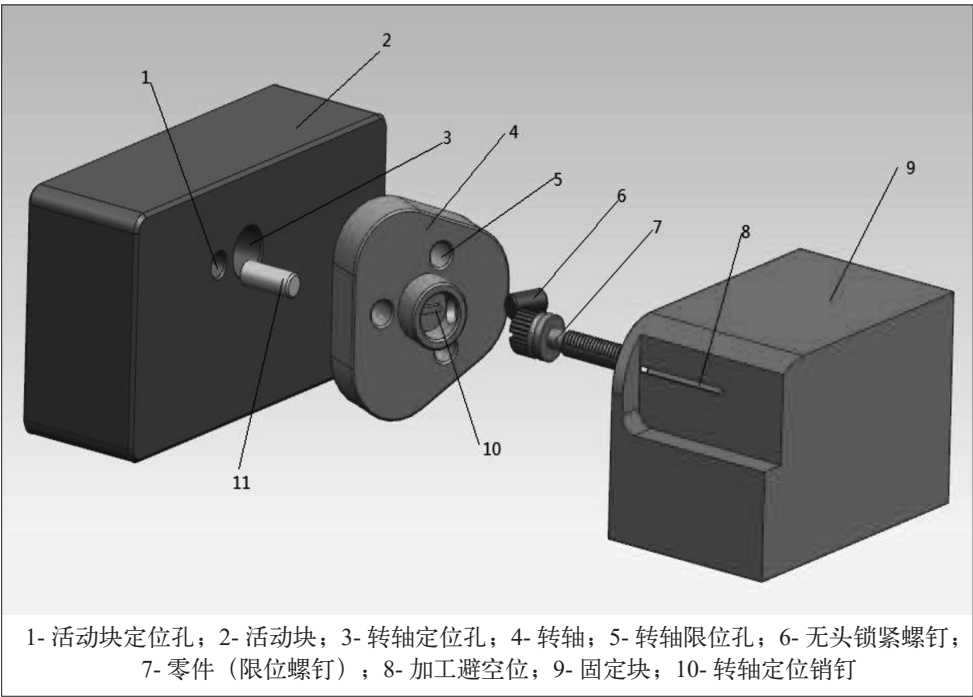


图 4 限位螺钉分度工装示意图

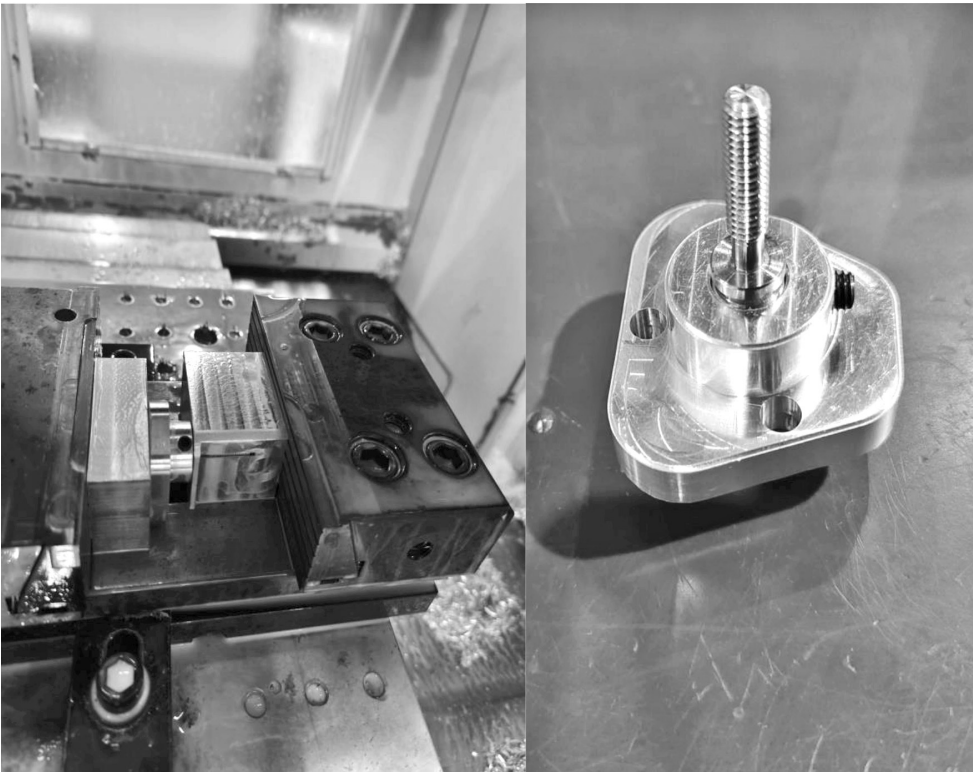


图 5 分度工装效果图

采用 T 型刀来进行加工^[5]，改进方法的加工刀具如图 7 所示。改进后的加工方法的加工刀具的刃直径为 5mm，刃厚度为 1.3mm，避空直径为 2mm，避空长度为 15mm，柄直径为 6mm。该刀具总长为 50mm，

一刀就可以加工出一个槽，工作效率可以得到很大的提升；而且此种刀具耐用较好，刚性好，降低了加工成本。

5 改进后零件加工方案的验证

通过实际生产加工统计，此零件单次批量为 8000 件，该零件用传统加工方法和改进后的加工方法前后对比如表 1 所示。

从表 1 可以分析得出：通过改进后的刀具成本降低了 75%，加工效率提高 50%，合格率提升了 24%。事实证明，改进后的方案在加工此类零件的过程中是可行的，达到了降本增效的目的。改进后方案加工的零件如图 8 所示。

6 结语

本文通过对工装夹具和刀具的研究分析，将原本在四轴加工中心上面的零件，在立式三轴加工中心上完成了加工。与四轴加工中心加工相比，因此用三轴加工中心加工零件的加工成本要低。自制工装夹具加工此类产品，加工稳定性更好，加工质量也得到了有效的提升，用 T 型刀替代立铣刀加工，同时也降低了刀具的成本。

参考文献：

[1] 曹静，贾顺雨．机械制图 [M].1 版．北京：机械工业出版社，2017:14-43.
[2] 赵长明，刘万菊．数控加工工艺及设备 [M].1 版．北京：高等教育出版社，2003:20-43.

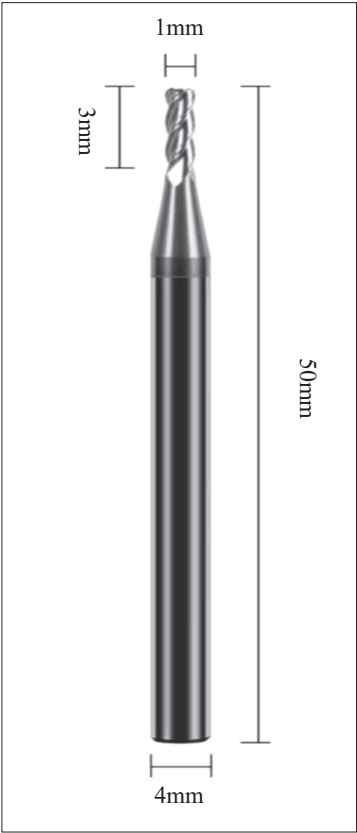


图 6 传统方法加工刀具



图 7 改进方法的加工刀具

表 1 传统的加工方法和改进后的加工方法前后对比表

加工方法	刀具成本 / 元	单批次加工时间 /min	合格率 /%
传统的加工方法	800	80000	75
改进后的加工方法	200	40000	99

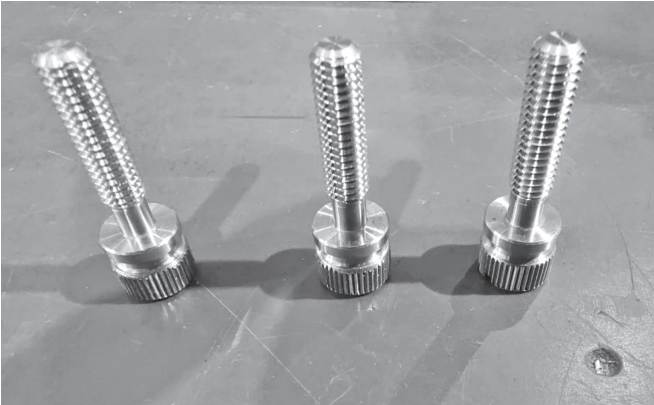


图 8 改进后方案加工的零件成品图

- [3] 陈宏均. 实用机械加工工艺手册 [M]. 4 版. 北京: 机械工业出版社, 2016:40-49.
- [4] 龚定安. 机床夹具设计原理 [M]. 2 版. 西安: 西安交通大学出版社, 1993:47-90.
- [5] 毛世民, 王西彬, 姚斌. 金属切削刀具 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2020:30-46.

