

钛合金薄壁细长轴加工方法

■ 陕西秦岭特种电气有限责任公司（兴平 713107） 郑家勇

摘要：针对钛合金材料薄壁细长轴零件加工难的问题，通过改进加工方法，提出此类产品的一种加工方案。

1. 零件结构和加工难点分析

附图所示为我单位加工的某一零件，材料为TC4，总长 (100.6 ± 0.03) mm，通孔 $\phi 4^{+0.018}_0$ mm，直径与长度之比大于20。该零件壁厚0.5 mm，属于典型的细长轴薄壁类零件。由于零件细长、壁薄，且精度要求较高，很大程度上增加了制造难度。其加工难点在于：

(1) 钛合金材料硬度高，在切削时容易产生切削热，切削区温度高，摩擦系数大，导热性差，易导致刀具材料过烧和发生氧化而加速刀具磨损。

(2) 该零件细长、壁薄且精度要求较高，加工过程中易振动、易弯曲和易变形，零件尺寸和表面质量难以保证，产品废品

率高。

2. 问题分析及改进方法

该零件加工通常采用的方法为钻、镗孔，两顶车外圆。但由于孔较长，在钻、镗时容易出现划伤孔壁形成螺旋线波纹的现象，严重时形成沟槽。同时钻孔属深孔钻削，产生的切屑难以排出，切屑堵塞在钻头槽内及孔中，易划伤已加工表面，若不及时排屑，甚至会引起刀具的损坏。另外，深孔钻削加工摩擦大，切削热不易散出，工作条件极差，易产生积屑瘤。车外圆时，易产生弯曲和振动，经常出现翘曲、锥度过大、凸肚、竹节、棱型及不圆等，零件的精度无法保证。

针对以上问题，提出以下改进方法：

(1) 通过热处理消除材料本身存在的脆性，使组织和性能均匀，具有适当的韧性和塑性。

(2) 采用线切割切内孔，避免深孔的进出口出现波纹、喇叭口，同时减小装夹引起的变形。

(3) 改车为铣，在铣床上进行铰孔。

(4) 铰孔时要勤退刀并及时冷却，确保产生的切削热及时散出，并使产生的切屑及时排出。其中，加工刀具采用YG8硬质合金刀具和专用加长粗、精螺旋铰刀，并及时冷却，通过粗铰孔和精铰孔，多次铰孔减少变形。

(5) 利用适配心轴，顶车外圆，避免直接夹顶引起的变形。

3. 工艺要求

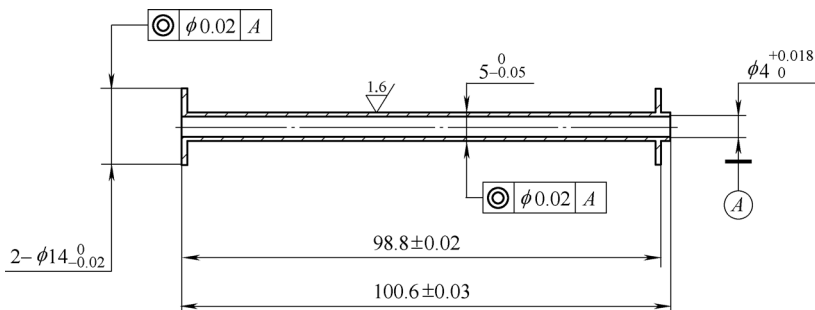
对于这种钛合金薄壁细长轴的加工，应注意下列工艺要求：

(1) 线切割精切的内孔应与外圆保证同心度 ≤ 0.05 mm。

(2) 铰孔装夹时夹紧力适中，不得夹伤外圆。

(3) 心轴与内孔应适配且间隙 ≤ 0.005 mm，心轴的中心孔与外圆同心。

(4) 采用先粗后精、先近后



零件结构图

线切割锥度加工参数设置

■ 常州机电职业技术学院 (江苏 213164) 刘志生

摘要: 介绍了线切割锥度加工参数的含义、锥度加工坐标轴移动原理、塑料模脱模斜度加工锥度参数设置以及冷冲模凹模漏料孔锥度加工参数设置。



线切割锥度加工过程中，上、下导轮是以不同速率同时移动的，我们把这种现象称为四轴联动。受机床高度参数影响，四轴联动进行锥度切割，往往锥度值误差很大，因此，正确设置锥度加工参数是提高锥度值精度的有效手段之一。

1. 线切割锥度参数

(1) 编程面。工件二维尺寸如图1a所示，三维立体图如图1b所示。工件下表面形状由程序尺寸60mm×40mm控制机床坐标加工而得，工件上表面形状由钼丝（快走丝线切割机床或铜丝倾斜

远及内外交叉的原则进行。

工艺路线如下：见光外圆 $\phi 16_{-0.2}^{0}$ mm→热处理→磨外圆（校直和加工出粗基准）→找正外圆加工穿丝孔→两顶车外圆单边留量0.5mm→以外圆定位，切内孔为 $\phi 3.95$ mm→粗、精铰内孔→穿心轴，两顶车外圆，平两端面→按图总检。

4. 结语

此加工方法能满足图样要求，保证尺寸精度而且加工质量

稳定，使零件加工工序定位基准稳定可靠，操作过程受人为因素影响减小。通过制定合理的加工工艺流程，并配以简单的专用工装和测量方法，保证此类零件的加工质量且加工成本较低，适用于该类零件的批量加工。

参考文献:

- [1] 陈宏钧. 机械加工工艺人员手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2013.

MW (收稿日期: 20170228)

专家点评

本文作者针对钛合金细长轴通孔难加工的问题，独辟蹊径地用线切割来加工中心通孔，取得了满意的效果，值得同行加工类似零件时参考。另外需注意的是，在加工穿丝孔时，也要注意刀具的角度和切削参数。