

铝合金薄壁盲孔零件加工工艺研究

■ 贵州凯星液力传动机械有限公司（遵义 563003） 李政银

摘要：结合铝合金薄壁盲孔零件的结构，分析加工工艺，设计定心弹性夹具，避免零件因装夹不当而产生次品或废品，保证了零件的加工质量，同时也提高了加工效率。



铝合金薄壁盲孔零件是一种内孔不通、极易变形的零件，该类零件因其外圆的尺寸精度、形位精度及表面粗糙度要求极高而难以加工。其在精加工外圆时，一般选用车床或磨床进行加工。因其属于薄壁铝合金结构，装夹困难，零件在机加过程中极易变形，难以保证加工质量。因此，设计了一种操作简便、定心精度高及装夹效果好的铝合金薄壁盲孔零件外圆加工夹具，可实现装夹方便、快捷，能有效避免零件的装夹变形，在车床或磨床上精加工外圆，可保证零件的加工质量。

1. 零件结构分析

铝合金薄壁盲孔零件如图1所示，该类零件材料为6A02-T6，

其质量轻、无热处理要求，但外圆需硬质阳极化处理，以增加零件的耐磨寿命。该薄壁盲孔零件结构简单，主要由内孔和外圆组成，但其装夹困难，机加工过程极易变形，质量难以保证。

2. 工艺分析

因铝合金薄壁盲孔零件孔壁较薄，装夹过程很容易变形，因此装夹难度较大，一般采用内孔定位装夹的方法来完成。

该铝合金薄壁盲孔零件以内孔作为定位装夹基准，因其内孔的设计精度不高，工艺必须加严内孔精度要求，另外，零件右端台阶面与外圆有垂直度要求，需以内孔定位装夹，精车右端台阶面，加工时应一次装夹完成。该零件为薄壁盲孔零件，使用一般

的心轴或胀力心轴装夹，无法完成零件的外圆尺寸精度和形位精度要求，即使采用锥形胀套的心轴夹具，因其固定位置仅在薄壁盲孔零件的开口端，而零件的内底端无法固定，车床主轴在高速运转时会出现装夹不稳的情况，零件可能会发生旋转偏移，在加工过程中产生变形，进而导致加工失败或精度降低，产生次品或废品，对于高精度要求的薄壁盲孔零件则无法加工完成。因此，需设计一种薄壁套筒零件的定心弹性夹具，以实现零件内孔的有效装夹，精加工铝合金薄壁盲孔零件的右端台阶面和外圆至尺寸要求。

3. 加工工艺路线

选用铝合金棒材6A02-T6作

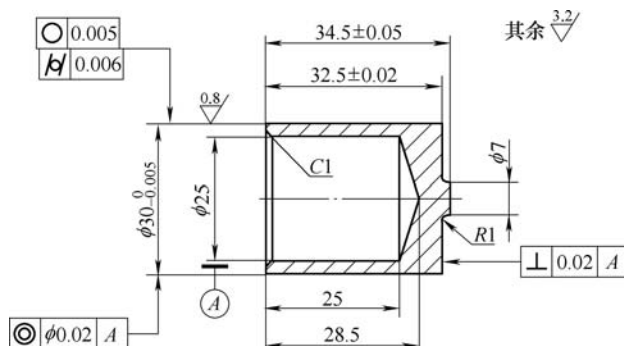


图 1

为坯料，首先粗加工零件内孔及外圆，其次进行硬质阳极氧化表面处理，最后精加工零件达到设计尺寸要求。工艺路线安排如下：

(1) 三爪自定心卡盘夹棒料左端外圆约20mm，粗车右端面及外圆至 $\phi 30.3_{-0.05}^{+0.05}$ mm、长35.5mm，右端面台阶不加工，割断零件。

(2) 调头夹持右端外圆 $\phi 30.3_{-0.05}^{+0.05}$ mm约20mm，车左端面，钻、扩内孔并半精车至尺寸 $\phi 24.5_{-0.05}^{+0.05}$ mm，内孔倒角 $1.25\text{mm} \times 45^\circ$ 。

(3) 使用定心弹性夹具定位装夹零件内孔，粗磨外圆至尺寸 $\phi 29.95_{-0.01}^{+0.01}$ mm，与内孔同轴度不大于 $\phi 0.02\text{mm}$ ，圆度形位公差小于 0.01mm 。

(4) 表面处理。对零件进行硬质阳极氧化处理，氧化层厚度不小于 0.06mm ，硬度 $\geq 500\text{HV}$ ，零件不得有烧灼现象。

(5) 软卡爪夹持零件右端外圆，精车内孔至尺寸 $\phi 25_{-0.01}^{+0.01}$ mm；使用定心弹性夹具装夹零件内孔，精车右端台阶，保证长度为 $(32.5 \pm 0.02)\text{mm}$ 、 $(34.5 \pm 0.02)\text{mm}$ 及垂直度要求。

(6) 使用定心弹性夹具装夹零件内孔，精磨外圆至尺寸 $\phi 30_{-0.006}^{+0.006}$ mm，圆度形位公差小于 0.005mm ，圆柱度形位公差小于 0.006mm ，并保证零件的表面粗糙度质量要求。

4. 夹具的设计

定心弹性夹具是为铝合金薄壁盲孔零件精加工外壁而设计的一种专用夹具。该夹具可实现薄壁盲孔类零件的准确定位，装夹

可靠、方便，对于提高零件的加工效率具有重要意义。该夹具的结构如图2所示，主要由心轴1、调节螺母2、锥形胀套3和弹性夹套4组成。定心弹性夹具不仅适用于铝合金薄壁盲孔零件的加工，也适用于其他金属材质的各种不同孔径薄壁套类零件的精加工，具有结构简单、制造成本低的特点。

定心弹性夹具的锥形胀套和弹性夹套装配于心轴的右端位置，调节螺母与心轴的螺纹联接，通过调整调节螺母的位置使锥形胀套承受轴向作用力，同时弹性夹套在锥形胀套的作用力下产生径向扩张，从而达到薄壁内孔零件可靠装夹的目的。该夹具的关键零件为弹性夹套，其结构如图3所示，弹性夹套内孔两端设计为锥面，其两端锥面分别与心轴的锥面和锥形胀套的锥面配合，锥形角度设计为 $10^\circ \sim 30^\circ$ 。弹性夹套选用弹性较大的65Mn材料加工，要求热处理硬度 $50 \sim 55\text{HRC}$ ，为避免其在弹性扩张过程中产生裂纹，弹性夹套两端设计开口槽，开口槽根据零件的需要可设计4~6个，要求在两

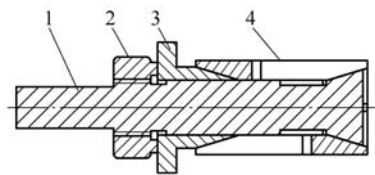


图 2

1.心轴 2.调节螺母 3.锥形胀套 4.弹性夹套

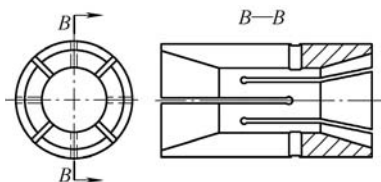


图 3

端交叉分布，这样既可满足定位装夹时的弹性扩张量，又能满足夹具的强度要求。

5. 加工参数的设置

粗磨铝合金薄壁盲孔零件外圆时，因铝合金材料不同于钢件材料，其材质较软，磨屑易粘附于砂轮的磨粒间隙处，使一般的砂轮丧失自锐作用，导致磨削加工失效，甚至损坏零件表面组织结构。对于铝合金材料的磨削加工，常选用绿碳化硅砂轮，加工时用乳化液强制冷却，并注意及时修整砂轮，粗磨时砂轮转速设置为 $2\,300\text{r/min}$ ，工件转速为 60r/min ，砂轮径向进给量 0.01mm/次 、轴向进给速度 8mm/s 。

精车内孔时选用加工精度较高的卧式数控车床，主轴转速设置为 $1\,000\text{r/min}$ ，进给量为 0.1mm/r 。精磨外圆时，因零件表面已经过硬质阳极氧化处理，在零件表面形成了一层致密的氧化层，极大地提高了零件的耐磨寿命。磨削时砂轮的选用不局限于绿碳化硅砂轮，一般的砂轮在磨削过程中都能保持其磨粒的自锐作用。但是为了提高铝合金薄壁盲孔零件的尺寸精度、形位精度及表面粗糙度质量，磨削参数的设置极其重要，本例中机床选用MIPSA米萨卡斯精密磨床，磨削前机床需预热 20min 左右，精磨时砂轮转速设置为 $2\,800\text{r/min}$ ，工件转速为 80r/min ，砂轮径向进给量 0.001mm/次 、轴向进给速度 5mm/s ，磨削时需用乳化液进行冷却。

6. 结语

实践证明，在实际生产中，合理的加工工艺方法和有效的工

不锈钢微小斜孔钻削技术

■ 长治清华机械厂 (山西 046000) 李晓波 王永伟

摘要: 通过对不锈钢材料切削特性的分析, 明确了不锈钢微小斜孔的加工难点, 从钻头材料、钻头的刃磨角度、切削用量及切削液等方面入手, 确定不锈钢微小斜孔的加工工艺, 同时通过加工实例, 介绍了不锈钢微小斜孔的加工方法及操作技巧。

通常把含铬量大于12%或含镍量大于8%的合金钢称为不锈钢。这种钢在大气中或在腐蚀性介质中有一定的耐蚀能力, 并在较高温度下具有较高的强度, 因此被广泛应用于航空、航天、化工及食品等行业。不锈钢属于难加工材料, 主要表现在塑性大、粘附性强、表面硬化严重、切削热大、尺寸精度和表面粗糙度难以保证等。在不锈钢上加工 $\phi 0.5 \sim \phi 3\text{mm}$ 的微小孔尤其困难, 因为不锈钢微小孔钻削是半封闭加工, 排屑困难, 加工硬化现象严重, 切削温度高, 钻头磨损严重, 而在不锈钢斜面上加工小孔更是容易出现钻头折断的现象。

所以在不锈钢上钻削微小斜孔不仅要合理刃磨钻头、正确选择切削用量和适当的切削液, 还需要操作者具备一定的钻削技巧和精准的手感, 才能顺利完成微小斜孔的钻削, 提高加工效率。

1. 不锈钢切削特点

不锈钢分为马氏体不锈钢、铁素体不锈钢、奥氏体不锈钢以及奥氏体+铁素体不锈钢等品种。不锈钢的切削加工性能比中碳钢差很多, 如果设普通中碳钢45钢的切削加工性为100%的话, 那么马氏体不锈钢的切削加工性为55%; 铁素体不锈钢的切削加工性为48%; 奥氏体不锈钢的切削加工性仅为40%。可以看出,

奥氏体不锈钢和奥氏体+铁素体不锈钢的切削加工性能最差。1Cr18Ni9Ti属奥氏体不锈钢, 是典型的难加工材料, 其切削加工主要有以下特点: ①加工硬化严重。②切削力大。③切削温度高。④刀具易产生粘附磨损。

2. 不锈钢微小斜孔加工难点

根据以上对1Cr18Ni9Ti不锈钢加工特点的分析, 可以看出在其上加工微小斜孔有一定的难度, 同时, 微小斜孔的钻削属于半封闭加工, 在加工过程中, 不锈钢较差的切削加工性表现得更加突出。

不锈钢微小斜孔的加工主要有以下难点: ①切削温度高。

艺装备是保证产品质量、提高生产效率的关键。在编制零件加工工艺、设计夹具时, 必须结合零件的尺寸精度、形位精度、表面粗糙度以及零件的材料、热处理或表面处理等设计要求认真分析研究, 才能设计出合理的工艺方案, 并编制出可靠的工艺规程。定心弹性夹具能在薄壁盲孔类零件内孔的开口端和底端夹紧

零件, 该夹具装夹可靠、定位准确, 制造成本低, 且具有较广的适用范围, 极具推广价值。

参考文献:

- [1] 邓文英, 郭晓鹏. 金属工艺学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [2] 赵友亮. 机械加工误差统计分析与控制系统的设计和实现[J]. 机械制造, 2003, 41 (7): 33-

35.

- [3] 陈心昭, 蔡兰, 王季琨, 等. 机械加工工艺装备手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1998.
- [4] 任嘉卉. 公差与配合手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [5] 王先逵, 贾云福, 张世昌. 机械制造工艺学[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.

MW (收稿日期: 20160518)