

大型转轴以车代磨加工工艺

■ 安徽皖南电机股份有限公司（泾县 242500） 王长兵

摘要：介绍以车床代替磨床进行转轴外圆磨削加工的3种不同加工工艺方法，并对其特点和工艺要点进行详细说明。



转轴的加工在机床加工中较常见，但往往存在着一种情况，即转轴的加工不仅需要进行车削加工，还需要进行外圆的磨削精加工。对一些小型转轴来说，很多机械加工单位都有相应的车、磨床加工设备。当遇到一些大型转轴的加工时，存在可以进行车削加工，而磨削加工设备不能满足加工要求，设备的最大加工长度或最大旋转直径小于工件的尺寸而无法进行加工的情况。并且当转轴的加工任务量较小、生产交期紧时，添置新的磨床加工设备不仅经济上不划算，而且交期上也来不及。在这种情况下，一般公司的车床加工能力是足够的，为此就需要以车床代替磨床进行加工（简称以车代磨），即在车床上添加小的辅助设备而实现转轴外圆的精加工，以达到转轴的磨削加工工艺要求，减少磨床设备的添置，且及时满足工件交期。

以车代磨的工艺方法有很多种，这里对其中的3种常用工艺进行探讨。

1. 滚压加工

（1）滚压加工原理：利用特制的滚压工具，对零件表层施加一定的压力，使零件表层的金属发生塑料变形，从而降低工件表面粗糙度值、强化表面性能。它是一种无切屑加工方法。

（2）滚压加工的特点：①能在一次行程中，将工件表面粗糙度值在原来的基础上降低2~4级，比其他加工方法的效率提高几倍到几十倍。②滚压加工可进行大部分粗磨、精磨及超精磨，经过滚压加工的工件表面粗糙度值可以达到 $R_a=0.4\mu\text{m}$ 左右。③滚压加工后的表面经过挤压而强化，有利于提高零件表面的耐磨性及接触疲劳强度。同时滚压加工能避免磨削发热而产生的表面烧伤等缺陷。④滚压加工工具简单、易于制造，操作使用方便。在一般车床上都可以进行滚压加工。

（3）硬质合金外圆滚压工具：图1所示为硬质合金外圆滚压工具。

（4）滚压加工示意图：图2所示为滚压加工示意图。

（5）滚压切削参数：滚压速度 $v_c=60\sim 250\text{m/min}$ （若条件允许，

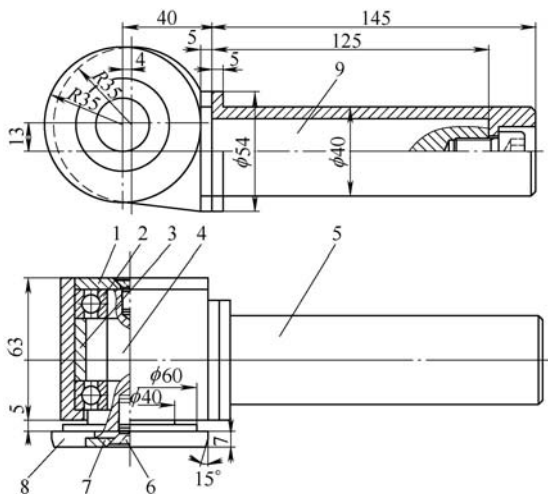


图 1

1.后盖 2.轴承 3、7.垫圈 4.心轴 5.刀体外套 6.螺钉 8.滚轮 9.刀体心轴

尽可能提高)；进给量 $f=0.1\sim0.2\text{mm/r}$ （应一次进给完成滚压）；滚压过盈量 $t_{\text{过}}=0.4\sim0.5\text{mm}$ ；实际压入量 $t=0.02\sim0.04\text{mm}$ 。

(6) 注意事项：①滚压后的形状精度和位置精度主要取决于前道工序。②滚轮的径向圆跳动量要 $<0.01\text{mm}$ ，端面应与轴线垂直。③滚轮挤压部分表面粗糙度值 $R_a\leq0.4\mu\text{m}$ 。④滚压时滚轮轴线应与工件轴线成 1° 左右斜角。⑤滚轮和工件表面应保持清洁无油污。

2. 砂带磨削

(1) 砂带磨削加工原理：利用特制的砂带磨削工具，将其安装在车床刀架上，对零件需加工表面进行磨削加工，从而降低工件表面粗糙度值，实现转轴的磨削加工要求。其磨削机理与砂轮磨削相似。

(2) 砂带磨削的特点：①砂带磨削由于有“冷态”磨削特点，磨削产生的磨削热少、散热好，不易烧伤工件。②砂带磨削的工件表面残余应力和表面硬化层深度均低于一般砂轮磨削，磨削条件稳定。③砂带具有一定的柔软性，可反贴于曲面磨削加工各种复杂曲面，具有较好的跑合和抛光作用。工件表面粗糙度值可达 $R_a=0.2\sim0.8\mu\text{m}$ 。④磨削比高。砂带磨削的磨削比高达300:1甚至400:1。⑤设备简单，无需平衡和修整，制造成本低，操作安全。⑥工件一次定位后，可多次更换砂带完成全部加工。

(3) 砂带磨削示意图：图3所示为砂带磨削加工示意图。

(4) 砂带磨削工艺参数：砂带速度 $v_s=12\sim30\text{mm/s}$ （粗磨速度低，精磨速度高）；工件速度 $v_w=20\sim30\text{m/min}$ （粗磨速度低，精磨速度高）；接触压力须根据工件材质、热处理状况、磨削余量及磨后表面粗糙度要求进行选择，一般选用50~300N；轴向进给量 f_a 及背吃刀量 a_p 的选择，粗磨时选大一些，精磨时选小一些，对合金材料或工件精度和

表面粗糙度要求高时，都应就低选择；关于磨削余量的选择，工件硬度越高，加工前工件表面粗糙度值越低，磨削余量应越小。

(5) 砂带的修整：一般情况下，砂带无需修整，但在使用新砂带进行精磨之前，则必须修整。因为新砂带磨粒的等高性状态并不理想，经过修整可避免少数凸出的磨粒划伤工件表面，以使磨粒直接进入中期最佳磨削阶段。可用试件或其他工件先磨一次，也可用缠绕砂布与砂带对磨，但切忌用力过大而使磨粒过早脱落。

3. 高速磨头加工

(1) 高速磨头加工原理：高速磨头装置由高速电动机和旋转小砂轮主轴组成，高速电动机带动小砂轮高速旋转，将整个装置安装在车床刀架上，对零件需加工表面进行磨削加工，从而降低工件表面粗糙度值，达到转轴的磨削加工要求。其磨削机理与砂轮磨削相同。

(2) 高速磨头加工的特点：

①高速磨头安装在车床上，可以使车床具有磨床的功能，可进行自动走刀，多次进给磨削等。②高速磨头的转速达5 000r/min，小砂轮的高速旋转速度可达10 000 r/min，可以使加工表面粗糙度值达到 $R_a=0.4\sim0.8\mu\text{m}$ 。③高速磨头加工时，可以多次进给，加工件的尺寸精度控制准确。④加工时需加磨削液，使加工面无烧伤。⑤设备简单，一次投入可重复使用，制造成本低、操作方便安全。⑥工件一次定位后，可完成转轴上的所有磨削加工。

(3) 高速磨头加工：图4所

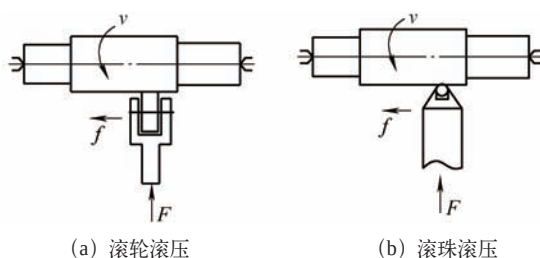


图 2

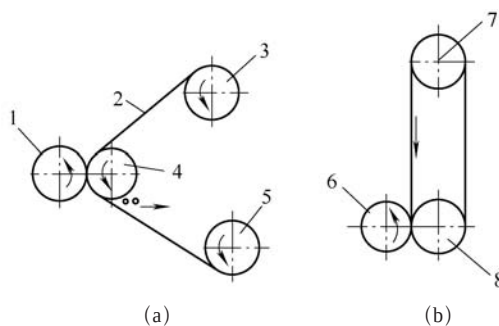


图 3

1、6.工件 2.砂带 3.砂带轮 4、8.接触轮 5.卷带轮 7.张紧轮

铝合金陀螺框架磨削技术研究

■ 西安北方光电科技防务有限公司（陕西 710043） 张利军 申 伟

摘要：通过加工摸索，总结出铝合金陀螺框架零件的平面磨削工艺。通过选用正确的砂轮参数、磨削用量及低应力磨削方法，克服铝合金材料的加工难点，控制零件精度和表面磨削质量，提高了产品合格率。

铝合金的比重为 2.7g/cm^3 ，仅为钢的35%，具有性能稳定、塑性较好的特点，热处理淬火和时效处理后可强化内部组织，提高强度和耐磨性。用铝合金材料制成的精密陀螺框架结构零件，广泛应用于航天航空领域的产品中。传统的加工方法中，零件的定位基准面主要靠钳工修铲和研磨完成，效率较低且容易变形，很难保证尺寸要求。笔者通过加工实践，总结出铝合金陀螺框架

零件的平面磨削工艺，有效解决了其加工难题。

1. 磨削加工难点

铝合金陀螺框架的磨削加工难点为：①铝合金材料在高温下组织易产生裂变。铝合金材料具有熔点低、激活能大的特点，温度升高后，塑性变大，在高温高压下，磨削时易产生粘刀现象，形成积屑瘤。②零件易变形。铝合金陀螺框架壁厚薄、刚性差，每一次磨削加工由于应力释放，造

成工件变形，影响陀螺框架零件的尺寸精度及形位公差。③砂轮磨损失效。磨削铝合金材料时，除粘接扩散之外，铝合金材料与砂轮磨粒之间起化学反应，加速了砂轮的磨损过程。④铝合金材料由于硬度低，材料抵抗塑性变形或划痕的能力差，磨削加工时容易划伤和碰伤工件表面。⑤磨削时易变形。铝合金材料磨削时无法吸附，只能采取压紧的方式进行磨削，由于陀螺框架零件

示为高速磨头加工示意图。

(4) 高速磨头加工工艺参

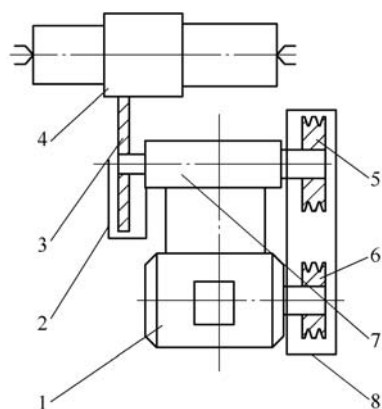


图 4

1.高速电动机 2.砂轮护罩 3.小砂轮
4.工件转轴 5.小皮带轮 6.大皮带轮
7.主轴 8.皮带轮护罩

数：砂轮速度 $v_s = 80 \sim 120\text{m/s}$ （砂轮的大小不同，其转速也不同）；工件速度 $v_w = 10 \sim 15\text{m/min}$ （工件直径大则速度低，工件直径小则速度高）；进给量 $f = 0.04 \sim 0.10\text{mm}$ ；磨削余量 $t = 0.15 \sim 0.30\text{mm}$ 。

(5) 注意事项：①高速磨头装置的制造精度要求较高，对装置的振动要求也高，磨头的振动速度应不大于 1.0mm/s ，主轴的径向跳动不大于 0.005mm 。②小砂轮的直径不可过大，以不大于 220mm 为宜。③磨头安装在车床上后，要进行砂轮的同步修整，

确保砂轮平面与加工面平行。④加工时需加磨削液。

4. 结语

通过对以上3种以车代磨加工工艺的介绍可以看出，3种加工工艺各有优缺点，可根据实际情况选用，都能够达到以车床代替磨床操作的要求，实现小投入解决大问题的目的。

参考文献：

[1] 李伯民，赵波. 现代磨削技术[M]. 北京：机械工业出版社，2003.

MW（收稿日期：20160304）