

直角铣头体的加工

齐齐哈尔二机床（集团）有限责任公司设计院 （黑龙江 161005） 杨晓东

HS63A600I 型直角铣头（见图 1）是我公司 XK2860 数控龙门铣的专用直角铣头，铣头具有高速大转矩等特点，最大功率达到 63 kW。铣头的精度要求较高，制造难度较大，尤其是铣头体的加工制造难度；直角铣头的几何精度有重复定位精度、轴线垂直度、主轴的端径向跳动和主轴轴向窜动等，铣头体自身的几何精度直接影响铣头的几何精度。

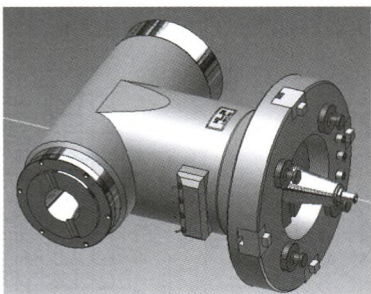


图 1 直角铣头

有优质结构钢的力学性能，生产中应用广泛。通常加工该材料所用的钻头、丝锥之类复杂定型刀具多用新型高速钢材料，如 W12Cr4V4Mo、W12Cr4V5Co5（T15）及 W9Cr4V5Co3 等。内外圆车刀可选用 YG 类、YW1、YW2、YH1 及 YH2 等常用牌号的硬质合金。为使刀具锋利减小切削力，切削不锈钢材料的刀具前角应尽可能取大值，特别是加工小型壁薄工件。一般前角为 $12^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 。为保证足够的刀具强度，后角不宜过大，粗车为 $6^{\circ} \sim 10^{\circ}$ ，精车为 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 。

在批量生产中为保证加工质量和生产效率，常选用性能更高专为精密微型工件加工设计的刀具，如：超微粒硬质合金 PVD 涂层刀具和金属陶瓷类 PVD 涂层刀具等。

（2）切削用量的选择：为保证其加工精度和表面质量一般选用较小的背吃刀量、进给量和较大的

1. 铣头体的工艺分析

直角铣头体主体材料为 HT300，为整体铸造件，毛坯经过时效处理后进行机械加工。从图 2 可以看出，铣头体关键的几项精度：1 孔与铣头安装平面 A 的垂直度要求，C 基准轴线与 B 基准轴线空间位置度要求，2 孔、3 孔的同轴度要求，这几项精度如果都能够满足图样设计要求，铣头体才算得上一个合格产品。其中难度最大的就是 B、C 基准轴线空间的位置度要求。如何保证这项精度直接影响铣头成品精度，如果这项精度误差较大，那么铣头的主传动的螺旋圆锥齿轮的啮合特性就会受到影响，会产生很大的噪声，甚至降低螺旋圆锥齿轮的使用寿命，导致齿轮过早的损坏；铣头体与主机安装平面 A 与 B 轴线的垂直度也同样很重要，如果精度不好会导致主机的主轴轴线与铣头的输入轴轴线不重合，导致

切削速度。粗车外圆背吃刀量取 $0.3 \sim 0.5 \text{ mm}$ ，内孔取 $0.2 \sim 0.3 \text{ mm}$ ；精车内、外圆背吃刀量取 $0.1 \sim 0.15 \text{ mm}$ ；粗、精车进给量取 $0.02 \sim 0.05 \text{ mm/r}$ ，切槽、切断取 0.02 mm/r ，钻孔时取 0.07 mm/r 。用超微粒硬质合金和金属陶瓷类 PVD 涂层刀具切削 Y1Cr17 不锈钢的切削速度可达 295 m/min 以上，加工较小尺寸工件时，一般在机床回转性能许可的前提下，尽可能选用较高的转速。范例中钻孔选 1200 r/min 、粗精车内外圆选用 3000 r/min 、切断选用 2000 r/min 。

此外，加工壁薄工件时一般选择以冷却润滑为主的切削液。如下几种：硫化油、硫化豆油，煤油加油酸或植物油、四氯化碳加矿物油及乳化液等。MW

（收稿日期：20140316）

传动过程中铣头输入轴受力状态不好，产生噪声，降低铣头轴承的使用寿命。因此这几项精度是铣头体加工过程中关键控制的精度。

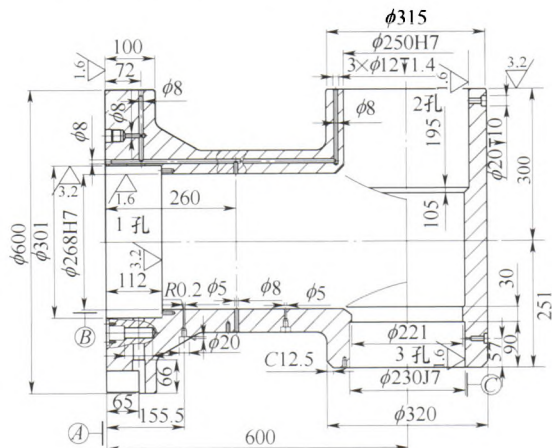


图2 铣头体剖视图

铣头体要有铣面、镗孔、钻孔及攻螺纹等几道工序，根据我公司的实际设备使用状况，选用BMT110来完成。BMT110型数控镗床是我公司自产的高精度数控镗床，其工作台可以移动并且能够实现回转分度，确保多个工序在同一台机床上完成。工作的回转精度能够达到6"，完全能够满足铣头体的精度加工要求。

2. 加工过程

铣头体安装在工作台上（见图3），定位面选用铣头体铸造预留的定位凸台，通过4个压板将铣头体装夹在回转工作台上。先加工铣头体的左端大平面，刀盘选用125 mm直径的粗加工刀盘，主轴转速200 r/min，每齿进给量0.3 mm/z。粗加工端面完成后，进行1孔的粗加工，加工方式可采用圆弧插补铣削，也可采用镗削。粗加工时，为了提高效率，

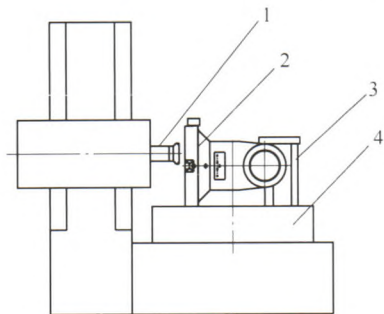


图3 铣头体装夹示意图

1. 镗轴 2. 铣头体 3. 压板 4. 回转工作台

采用圆弧插补铣，此时镗杆要深入铣头体内600 mm，加工至2孔轴线；1孔粗加工完成后，刀具回退，回转工作台回转90°，加工2孔，转速及进给量适当降低。此时，刀具经过1孔与2孔相贯线位置会出现断续切削，为了减小振动避免打刀，降低主轴转速及进给量。

装夹后先将A基准面粗加工完成，以A基准面作为基准，粗加工 $\phi 268H7$ 孔尺寸至 $\phi 266$ mm，单边留量1 mm，半精加工至 $\phi 267.9$ mm，为精加工留量0.05 mm，精加工采用单刃精镗的加工方法。粗镗 $\phi 268H7$ 孔后，工作台回转90°，粗加工 $\phi 250H7$ 孔，粗铣 $\phi 315$ mm端面、孔之后工作台回转180°粗加工 $\phi 230J7$ 孔，粗铣 $\phi 320$ mm端面。此过程工作台回转沿着一个方向进行旋转，这样能够确保回转过程中误差的可控。粗加工完成三个主要轴承孔及端面后，加工其余不会对几何精度造成影响的螺钉底孔、油孔等；粗加工完成后对各个孔、面进行半精加工、精加工，一般情况粗加工为半精加工留量0.5 mm左右，孔径或面积较大的留量相对多一些，半精加工为精加工留量一般在0.02~0.05 mm，半精加工、精加工的工艺流程与粗加工相同。一般情况在粗加工完成后要进行一次在线时效处理（工件安装在加工机床上不动，避免二次装夹误差），时效处理后进行半精加工、精加工；铣头体安装端面的4个拉钉孔的加工通过主轴箱升降、工作台左右移动完成，通过数控程序很容易保证其位置精度；端面的冷却油管以及润滑油管的快换接头安装孔安排在安装端面A精加工完成后进行，这样更能保证孔的位置精度；最后完成油孔倒角去毛刺等，清理工件完成铣头体的加工。

3. 结语

HS63A600I型直角铣头铣头体的加工最大难度在于两个轴线空间位置关系，以及轴线与各个端面的位置关系，通过合理分析确定工艺的流程以及工艺参数，便能保证铣头体的整体加工精度。我公司已生产各类直角铣头数百套，铣头体的精度都能够满足设计要求。当然对于一个零件而言，加工工艺并不唯一，本文介绍的铣头体的工艺仅供与广大技术人员沟通交流，如有纰漏敬请指正。MW

（收稿日期：20140318）