



钛合金双叉耳接头数控加工

夏荣军

(沈阳沈飞国际商用飞机有限公司, 沈阳 110034)



摘要: 钛合金属于特殊材料难于数控加工, 双叉耳接头是下一道工序的装配基准, 加工精度和表面质量要求特别高, 通过大量实验和研究, 选择合理的刀具、加工参数以及工艺方案, 先进行孔加工, 再进行切削加工, 保证加工的位置公差和尺寸公差, 从而提高产品的加工效率和质量。

关键词: 钛合金; 数控加工; 叉耳接头; 公差

Numerical Control Machining of Titanium Alloy Double Cross-ear Tie-in

Xia Rongjun

(Shenyang Shenfei International Commercial Aircraft Co., Ltd., Shenyang 110034)

Abstract: Titanium alloy is difficult to machine because it belongs to special material; while with high requirements of machine precision and surface quality, double cross-ear tie-in is assembly datum of next working order. Cutters, machine parameter, and process plan are reasonably selected through plenty of experiments and researches. Holes are machined first, and then milling is carried out. As a result, tolerance of machining location and dimension is guaranteed, and machining efficiency and quality of production are improved.

Key words: Titanium alloy; NC processing; cross-ear tie-in; tolerance

1 引言

钛合金因为具有良好的物理机械、抗腐、抗磁和抗高温氧化等性能, 得到了广泛应用。但是钛合金导热系数小, 造成加工温度高, 刀具容易产生粘刀现象; 同时钛合金弹性模量低, 易引起后刀面与已加工表面强烈摩擦, 从而磨损刀具和崩刃。

致后续加工孔位置发生偏移, 从而影响孔加工精度。

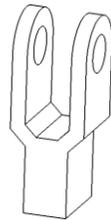


图1 钛合金双叉耳接头

2 接头加工工艺流程

钛合金双叉耳接头(见图1)加工工艺流程是先进行孔加工, 再进行切削加工。首先进行孔加工是考虑到孔是下一道工序的装配基准, 精度要求特别高。如果先进行切削加工, 切削力引起装夹零件串位, 导

3 接头加工尺寸和精度

接头加工尺寸及精度: 两个耳片最终厚度均为20mm; 孔最终尺寸为 $\Phi 50^{+0.025}_0$ mm, 位置度及其它尺寸如图2所示。

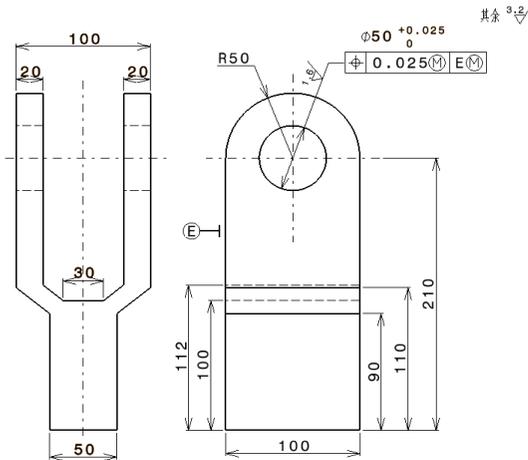


图2 双叉耳接头尺寸

4 接头孔加工

4.1 孔加工流程

为了保证孔加工的精度和表面质量，加工流程分为点孔、钻孔和绞孔三个阶段。中心钻点孔检查孔位置的准确性，钻孔尺寸达到 $\Phi 47\text{mm}$ ，绞孔达到最终尺寸 $\Phi 50_{+0.025}^0\text{mm}$ 。

4.2 刀具的选择

4.2.1 钻头的选择

钛合金钻孔过程中切削温度很高，钻孔后回弹大，钻屑长而薄，易粘结而不易排出，经常造成钻头被咬住、扭断等恶性事故。因此要求钻头具有高的强度和好的刚性，钻头与钛合金的化学亲和性要小，最好采用硬质合金钻头。

钻头的设计要保证排屑流畅，为了保证良好的排屑和冷却，采用较大的螺旋角为 $30^\circ \sim 35^\circ$ ；为了增大切削厚度和切削宽度，加大钻头顶角为 $135^\circ \sim 140^\circ$ ，增大后角为 $12^\circ \sim 15^\circ$ 。

钻头转速为 130r/min ，进给量为 18mm/min ，选择倒屑数控加工程序，有利于排屑。

4.2.2 铰刀的选择

选用带刃倾角的 YG 类硬质合金阶梯铰刀。阶梯铰刀的第一锥在绞孔的同时为第二锥起了导向作用，也为第二锥留下了极为稳定的余量，实际上起到了粗铰和精铰的作用；带刃倾角的阶梯铰刀在刃倾角的作用下，提高铰孔过程的平稳性，并使切屑向下排出，不会摩擦、划伤孔壁。铰刀前角为 $3^\circ \sim 5^\circ$ ；后角为 10° ；切削锥角为 $15^\circ \sim 30^\circ$ ；阶梯铰刀的第二锥角为 15° ；刃倾角为 -15° 。为了加大钛合金铰刀的容屑空间，齿

数应少于标准铰刀，齿槽角为 $85^\circ \sim 90^\circ$ 。

5 接头切削加工

5.1 刀具的选择

刀具几何参数如下：

前角：钛合金切屑与前刀面的接触长度短，前角较小时既可增加刀屑的接触面积，使切削热和切削力不至于过分集中在切削刃附近，改善散热条件，又能加强切削刃，减小崩损的可能性。一般取前角为 $5^\circ \sim 15^\circ$ 。

后角：钛合金已加工表面弹性恢复大、冷硬现象严重，采用大后角可减小对后刀面造成的摩擦、粘附、粘结、撕裂等现象，以减小后刀面的磨损。各种切削钛合金刀具的后角基本上都大于等于 15° 。

为了同时保证图2所示 20mm 、 80mm 和 100mm 三个尺寸精度，刀具选择一个刀轴和四个盘铣刀。组合盘铣刀见图3。

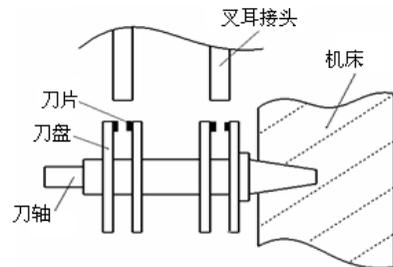


图3 组合盘铣刀

每个盘铣刀均匀排列5个刀片，刀盘之间交错排列，见图4。加工时切削力不恒定容易造成振动和啃刀现象，尤其在切削量大的情况下更为严重。

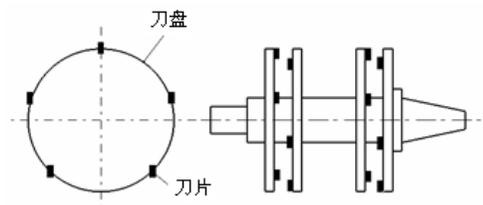


图4 每个盘铣刀5个刀片

因此考虑每个盘铣刀均匀排列10个刀片，并且刀盘之间的刀片成一条斜直线，这样保证刀片在圆周方向上间距较小，加工时切削力恒定，消除了刀具的振动和啃刀现象，见图5。

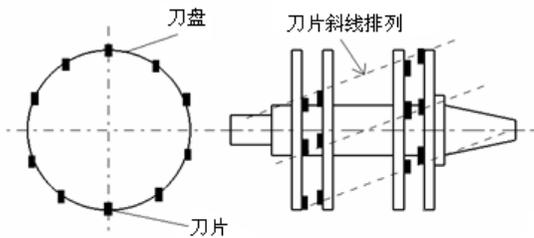


图5 每个盘铣刀 10 个刀片

寸见图 6 和表 1。

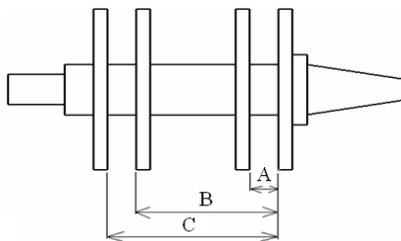


图6 组合盘铣刀之间尺寸

5.2 切削加工流程

为了保证加工精度，切削流程分为粗铣、半精铣和精铣三个阶段。三个阶段组合盘铣刀之间的主要尺

表1 组合盘铣刀之间尺寸

阶段 \ 尺寸/mm	尺寸 A	尺寸 B	尺寸 C
粗铣	16	76	96
半精铣	18	78	98
精铣	20	80	100

5.3 切削转速和进给量

在加工实验过程中，匀速转动的刀具，在切入、切出以及切削量最大处容易发生振动，而且一旦出现振动现象，则越振越烈，以致产生严重的啃伤。经过多次的试切总结，刀具转速采用正弦波动转速，有效地消除了振动，转速正弦波动见图 7，试切结果见表 2。

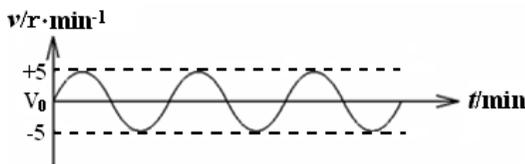


图7 转速正弦波动图

表2 各种加工参数试切效果

序号	转速/ $r \cdot \text{min}^{-1}$	进给量/ $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$	切削深度/mm	试切效果
1	45	15	1.0	振动大，表面粗糙
2	25	15	1.0	振动略小，表面部分粗糙
3	$45+5\sin(\omega t)$	18	1.0	振动微小，表面较光滑
4	$45+5\sin(\omega t)$	25	1.0	振动微小，表面光滑
5	$55+5\sin(\omega t)$	25	0.4	振动微小，表面光滑

根据试切实验，选择第 4 组参数用于粗加工和半精加工，第 5 组参数用于精加工。

6 结束语

通过钛合金双叉耳接头的加工，说明合理的刀具、加工参数以及工艺方案的选择非常重要。钛合金的加工不仅要满足工程上的要求，同时也要满足材料难加工特性的要求。双叉耳接头加工保证了位置公差

和尺寸公差，从而提高了产品的加工效率和质量。

参考文献

- 李德华, 陈志勇. 钛合金切削加工刀具材料选用与加工工艺方法. 航天科技, 2000(5): 20~22
- 周泽智. 钛合金材料切削加工刀具的选择. 机械制造, 2001(8): 17~19
- 王克印, 朱林. 钛合金深孔钻削钻头刀片材料和几何参数的选择. 机械设计与制造, 2005(6): 31~33