

舵板分流活门工艺流程优化

郭辉,田辉,许锋国,李振龙

中航飞机股份有限公司长沙起落架分公司

摘要: 分流活门是运 8 飞机起落架舵板活门中的关键零件,加工难度大,稍有质量问题就会造成功能部件漏油量超标。早期加工中,控制漏油量的 4 组齿槽流程工序分散,为提高产品合格率,对磨削工序进行了工步细化,并提出了工序集中加工槽体的工艺方案。在精加工时设计了拨齿顶尖工装,该工装配合坐标磨床的高转速特性,采用“以铣代磨”的加工方法,有效解决了分流活门质量波动大的问题,改善了早期工艺方法因砂轮直径过大无法加工到位的困境,拓展了坐标磨床在高速铣削方面的功能。

关键词: 分流活门;坐标磨;高速铣

中图分类号: TG706;TH162

文献标志码: B

1 引言

如图 1 所示,分流活门是运 8 飞机起落架舵板活门中的关键零件,其生产合格率不足 80%。造成产品质量报废的原因主要有:单个工件尺寸加工超差;与分流活门配研尺寸超差,使装配试验过程中漏油量超标。

飞机起落架舵板活门的试验要求:当分流活门处于中立位置时,应保证四凸台同时封闭分流活门 $\phi 3^{+0.04}_{+0.02}$ mm 的孔;凸台对孔单边遮盖量为 $+0.13$ mm ~ $+0.21$ mm,但试验时漏油量频频超出规定值,严重时甚至可达标准漏油量的 2-3 倍。

据装配试验数据统计反馈:当 $62^\circ \pm 30'$ 两斜面与端面相交处的倒角 $1 \times 45^\circ$ 锉修不到位时,会造成装配情况下分流活门无法旋转至左、右极限位置;四齿尺寸 $3.3^{+0.08}_{+0.06}$ mm 和角度 $90^\circ \pm 5'$ 超差,是机加时造成漏油量超标的两个主要因素,漏油量严重超标直接

影响飞机前起操纵机构的运转平稳性和可靠性。

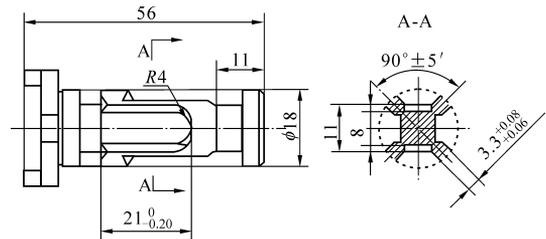


图 1 工件结构

分流活门材料为 12CrNi3A,工件尺寸和形位公差要求高。工艺方案沿用老工艺普铣、磨削加工方法,设备均为上世纪 70 年代的普通铣床和普通磨床。在磨削精加工四齿尺寸 $3.3^{+0.08}_{+0.06}$ mm 和角度 $90^\circ \pm 5'$ 时,尺寸及轴向走刀长度 $21^{0}_{-0.2}$ mm 难以控制。加之传统两项装夹方式,定位基准不稳定,导致尺寸超差。

2 工艺改进方案

将原工序分散的工艺流程调整为集中工序流

收稿日期: 2017 年 11 月

套试验后喷涂防锈油,然后立即装箱,箱中放置防潮剂,减少空气中的水分。通过以上工艺措施的组合应用,在油动机的加工制造、组装调试过程中,使抗燃油的油质得到了大幅提升,油动机的清洁度也得到了极大改善,此后在电厂安装时再未发生油动机锈蚀的现象。

6 结语

本文分析了 EH 油动机的锈蚀原因,通过更换清洗剂、优化清洗工艺,降低了氯离子含量,消除了锈蚀源。严格管控试验用油,通过脱水及过滤操作,降低了抗燃油中的水分含量,并优化装配后的防锈

工艺,最终顺利解决了 EH 油动机的锈蚀问题。

参考文献

- [1]李强振. 600MW 汽轮机油质清洁度分析及质量控制措施[J]. 基层建设, 2016(23): 22-24.
- [2]陈和,胡晓丽. EH 高压抗燃油劣化分析及控制措施[J]. 宁夏电力, 2006(3): 53-57, 72.
- [3]陈震,金红,凌驾政,等. 磷酸酯抗燃油油质运行控制与维护分析[J]. 电力与能源, 2014, 35(2): 192-196.
- [4]陈本华. 200MW 机组用磷酸酯抗燃油劣化方法的改进[J]. 黑龙江电力, 2016, 38(6): 557-561.

作者: 尤利, 工程师, 上海电气电站设备有限公司上海汽轮机厂, 200240 上海市

程,一次装夹定位粗铣四个齿槽,以减小累积误差和定位精度误差。精加工4槽8侧壁时,可沿用原磨削方式,明确工步,从工艺角度控制加工尺寸。也可采用“以铣代磨”改变加工方法,“以铣代磨”受工件结构尺寸及铣削刀具直径的影响,铣刀直径应小于 $\phi 6\text{mm}$,加工机床转速应大于 $10000\text{r}/\text{min}$ 。根据现有设备能力分析,粗加工齿选用加工中心,精铣侧壁选用坐标磨床。

2.1 磨削加工侧壁

工件磨削加工装夹如图2所示,磨床加工按以下要求及工步进行控制:

①工件磨削前检查顶尖光度。装夹工件后测量基准D到工件两端尺寸是否一致,误差不大于 0.002mm ,零件回转跳动量不大于 0.005mm ;

②加工中分粗加工和精加工两个工步,精磨余量控制在 $0.03\text{mm} - 0.05\text{mm}$,光学分度头按同一方向旋转;

③粗加工每次切深不大于 0.02mm ,精加工每次切深不大于 0.005mm ,深度用百分表进行严格控制,精加工必须用两把千分尺检测C值, $C = A - B/2$,B为齿台宽的理论值。精加工后进行光整磨削,空走刀2-4次;

④计量加工尺寸,填尺寸控制表。

磨削加工中测量频繁,控制尺寸多,加工效率低。为获得更为稳定的工艺流程,采用加工中心粗铣齿槽,坐标磨精加工侧壁。

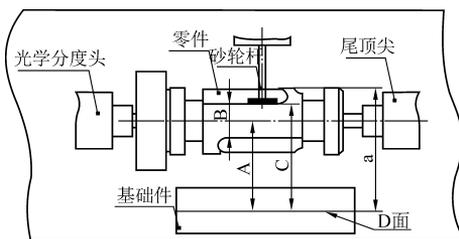


图2 工件磨削加工装夹方式

2.2 粗铣齿槽

加工中心重复定位精度一般小于 0.01mm ,满足粗加工去余量要求,装夹方式采用两顶加工。为保证精加工尺寸、形位公差,侧壁及槽底留余量 0.20mm ,用于精加工。侧壁及槽底刀轨轮廓简单,刀轨仿真如图3所示。

以下为部分程序段:

```
% 00050
G0G40G54G90Z - 100.
T1 M6
#1 = -180
```

```
N1
#1 = #1 + 180
IF[#1GT350]GOTO2
G0A#1
G0G40G54X9.9Y0S2000M3
G43H1Z20. M8
G1Z10. F1000.
X29. Z8. 5F100.
X9. 9Z7. 5
X29. Z6. 5
X9. 9Z5. 5F50.
X29. Z5. 5
G1Z20. F2000.
G0X9. 9Y0
GOTO1
```



图3 在CIMCO Edit v7.5软件下的刀轨仿真

3 坐标磨高速铣精加工

3.1 S45 坐标磨床

S45 数控坐标磨床是一台多功能5轴数控坐标磨床。如图4所示,该机床有5个坐标轴,分别是X、Y、W、U、Z。机床带有数控分度盘、尾座、电动和气动磨头、转接板,电动磨头转速为 $4500 - 80000\text{r}/\text{min}$,气动磨头转速为 $100000 - 160000\text{r}/\text{min}$ 。转接板可以增加磨头偏移主轴的距离(U),使机床能够磨削较大直径的孔。

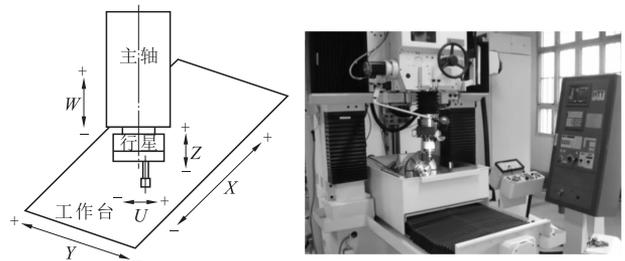


图4 机床坐标轴及S45坐标磨

进行孔加工时,主轴带动行星部件绕主轴进行旋转,行星部件上的磨头带动砂轮进行自转,形成砂

轮自转及砂轮绕主轴公转的行星运动系统。通过调整 U 轴偏心量可对一定直径范围内的孔进行磨削加工。轮廓加工时,自动调整砂轮的位置,使磨头与主轴重合,以消除磨头与主轴偏心,保证砂轮与零件加工部位一直接触,形成连续磨削运动。

3.2 专用顶尖工装

分流活门在坐标磨铣削时可直接利用 $\phi 5\text{mm}$ 孔口 60° 倒角两顶尖定位。由于高速切削动平衡的影响以及加工过程中 60° 锥面摩擦力过小,导致工件径向偏摆,工件齿面尺寸和粗糙度超标。为提高工件的装夹定位精度,设计了如图 5 所示的拨齿顶尖工装。拨齿顶尖一端为 60° 锥面与 2 处宽 $6 \pm 0.05\text{mm}$ 凹槽,与工件一端两处宽 $6\text{h}6\text{mm}$ 凸台、 60° 锥面配合定位,另一端直接装夹于坐标磨床工作台的分度头上。

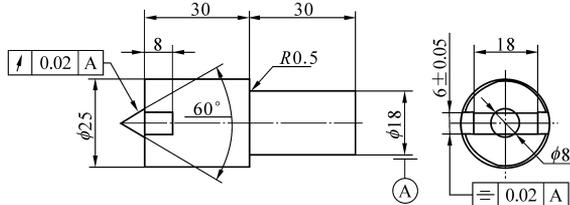


图 5 拨齿顶尖工装

3.3 高速铣精加工

坐标磨床高速铣削时,主轴转速调至 $20000\text{r}/\text{min}$, 刀具选用 $\phi 5$ 硬质合金平底铣刀侧刃铣削,装夹方式采用拨齿顶尖与机床尾顶尖两顶尖定位。工件四齿八面采用分度头高速铣时,仅需相邻两槽及其侧壁程序,每转 180° 调用一次。以下 O1012、O1013 为一端槽侧壁铣削的程序段。

```
O1012;
G91;
N10 G1 W -0.05 F200;
G1 G90 Y9.3 F100;
N20 G90 X17.9;
Y16;
N40 G1 X0 F20000;
N50 M99;
%
O1013;
G91;
N10 G1 W -0.05 F200;
G1 G90 -Y9.3 F100;
N20 G90 X17.9;
Y-16;
N40 G1 X0 F20000;
N50 M99;
%
```

(1) 分流活门齿加工 G140 指令设置

进入坐标磨床操作界面 G140 代码参数页,设置以下参数:工件加工余量 $K(\text{mm})$ 、每次进刀的切削深度 $V(\text{mm})$ 、切削次数 $D(n)$ 。设置完毕后,程序在运行时才能按程序轨迹进行自动计算和自动进刀。

(2) 铣刀参数设置

进入操作界面砂轮参数设置页,设定砂轮编号 T 及砂轮直径 $K(\text{mm})$ 。设置完毕后,程序在运行时才能调用正确的铣刀按程序轨迹加工。

使用坐标磨床加工出的半成品如图 6 所示。



图 6 加工的半成品零件

坐标磨床加工出分流活门 8 个侧面的粗糙度为 $R_a 1.6$,并保持锐边。四齿上角度 $90^\circ \pm 5'$ 和 $180^\circ \pm 6'$ 均合格,经装配验证,满足功能部件性能要求。

4 结语

分流活门分油槽优化后的工艺流程为:加工中心粗铣 4 槽——坐标磨借助拨齿顶尖精铣齿侧壁。所加工的工件四齿角度 $90^\circ \pm 5'$ 和 $180^\circ \pm 6'$ 均符合设计要求,且满足装配组件漏油量指标,生产质量和效率明显提高。同时,新工艺方法也改善了早期工艺方法因砂轮直径过大而无法加工到位的情况,拓展了坐标磨的高速铣削功能。

参考文献

- [1] 郭辉,沈勇,田辉,等. 弹性中心轴工艺方法优化[J]. 现代制造工程,2016(4):131-133.
- [2] 沈勇,郭辉,田辉,等. 3 + A 可变轮廓铣曲面加工[J]. 机械工程师,2016(4):198-199.
- [3] 陈海舟. 数控铣削加工宏程序及应用实例[M]. 北京:机械工业出版社,2006.
- [4] 郭辉,吕张来,沈勇,等. 飞机起落架调节油针杆的数控加工[J]. 机械工程师,2015(11):110-111.

第一作者:郭辉,工程师,中航飞机股份有限公司长沙起落架分公司,723000 陕西省汉中市