

航空发动机密封用篦齿的两种加工方法

中航工业沈阳发动机设计研究所 (辽宁 110015) 于 洋 魏金辉

篦齿密封是航空发动机中广泛使用的一种有效的、长寿命的非接触式密封结构,如压气机叶片和涡轮叶片的顶部,流路系统中的冷却,燃气隔离,轴承润滑油密封系统中的油气隔离等。由于高的齿型对于热稳定性来说比短粗的齿型好,所以在篦齿设计中经常采用高而薄的齿型,但这给加工带来了一定的困难。

1. 篦齿加工的探讨

我们加工的轴共分布了 n 处篦齿, n 处篦齿之间有很高的同轴度要求。材料 1Cr11Ni2W2MoV 是马氏体耐热强不锈钢,该钢的工艺塑性和焊接性能良好,可以制造形状复杂的模锻件和焊接结构件。

篦齿如图 1 所示,精度要求非常高,我们分别采用了两种加工方法进行了尝试,分别是用带 R 切刀配合车刀扳角度法和用带 R 切刀配合成形刀靠模法。

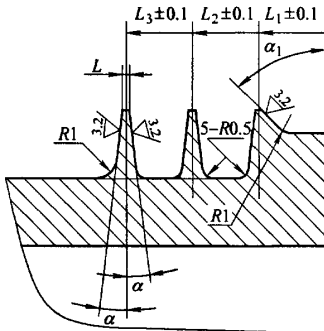


图1 篦齿

2. 篦齿加工方法

先把工件按单面留一定余量进行粗车加工;等到进行过热处理后,再进行精车加工。

先用带 R 切刀加工出槽。精加工时,磨出带 R 切刀,尺寸宽 L_5 ,刀尖两边磨出 $R2\text{mm}$,沿径向进给车出篦齿槽,如图 2 所示。右端 $R_s = 3.2\mu\text{m}$ 表面及圆角 $R1\text{mm}$ 先不车出,保留右端尖点,供工序测量尺寸用。

接下来的精车篦齿加工,有两种不同的方法。

(1) 采用普通车刀扳角度法 将普通车刀主切削刃

磨出,直线度要好。刀台扳角度 α ,如图 3 所示,先加工每个篦齿的左端面,尺寸都从右端尖点量出。

再换一把反刃车刀,将主切削刃磨出,直线度要好。再将车床刀台反向扳角

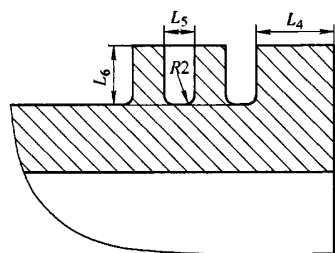


图2 车出的篦齿槽

度 α ,加工每个篦齿的右端面,直接量篦齿尖,保证尺寸 L 即可。

(2) 采用成形车刀靠模法 磨出成形刀,如图 4 所示。刀尖不宽于 L_5 ,刀尖两端磨出 $R3\text{mm}$ 。刀头两侧采用光学曲线磨床,磨出 α 角度。

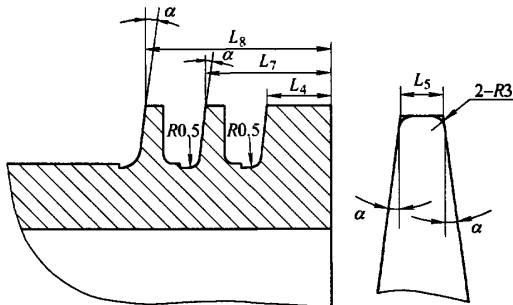


图3 车出的篦齿的左端面

图4 成形车刀

用成形刀径向切入,车出 1 个篦齿的左端,尺寸从右端尖点量出。成形车刀径向摇出,从该篦齿的右端切入,车出其右端,直接量篦齿尖,保证篦齿最终尺寸 L 。

3. 篦齿加工方法分析

(1) 加工中的问题 ①产生塑性变形。在车加工过程中,由于齿型较薄,篦齿容易产生塑性变形,就是俗称的“篦齿被车倒”。②尺寸公差难保证。由于齿尖较

巧用卧车镗孔

贵州航天天马机电科技有限公司 (遵义 563003) 袁招君

一些外形不利于装夹、不便于旋转的零件,其孔的加工通常采用镗床,但镗床不如车床普及且对操作者的技能要求较高。对此,我们对一台使用率不高的 C616 车床进行了改动,在不破坏原有状态的情况下,使其满足加工零件孔的需要。

(1) 初期状态 加工外形尺寸 500mm × 450mm 的铸铁壳体零件时,需加工 $\phi 80$ mm 的孔。由于另有任务,无法使用镗床加工,工件加工停滞。经反复试验,把刀杆装夹在车床主轴上,如图 1 所示,拆除刀架、小滑板、冷却管,保持溜板箱顶端呈一个平面无干涉物件。

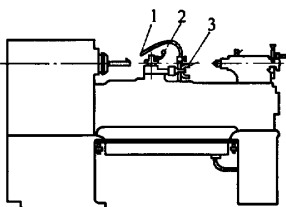


图 1

(2) 制作基准 经过测量,在溜板箱 1. 冷却管 2. 刀架 3. 小滑板上加装一块 600mm × 600mm × 12mm 的钢板,如图 2 所示。在溜板箱顶面测出 400mm × 480mm 的 4 个中心孔,钻孔攻螺纹制作出 4 个 $\phi 16$ mm 的螺钉孔,考虑到溜板箱手柄的干涉,选择长 100mm 的双头螺钉,作为钢板同溜板箱的联接。钢板的高度可通过调节双头螺钉上的螺母,达到使用要求,并保持钢板同床身水平。根据加

工的零件,若四点固定不够稳固,可选择在钢板同溜板

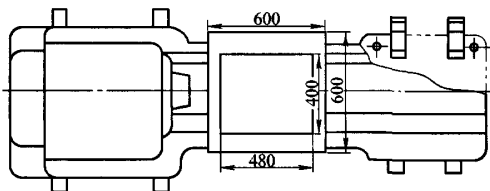


图 2

箱之间加垫如图 3 所示的支顶,以保持稳定。此时,可在钢板上安装夹具,满足加工要求。

(3) 利用设备原有功能 C616 车床主轴低速有 45 ~ 120r/min,利用低转速和溜板箱的自动进给功能,可实现零件纵向自动进给,满足零件加工需要。若零件外形过大,可把尾座从床身上取下,不干涉零件加工。

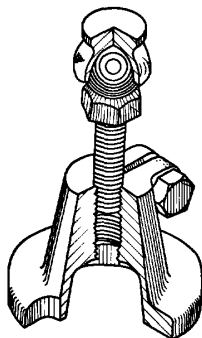


图 3

(4) 使用后的效果 经此改动后,便捷地完成了 $\phi 80$ mm 孔的加工。采用此法,制作不同的夹具后,零件孔的加工不再局限于镗床,有效利用了闲置设备。

MW (收稿日期:20101107)

薄,篦齿轴向尺寸的累积误差如果过大,离基准面越远的篦齿,轴向长度越难保证。③有时候会有最后一个齿的齿尖宽度尺寸被车没的现象。

(2) 问题的解决方法 选好刀具牌号,保证刀具和工件材料相配;磨刀时,保证切削刃锋利,切削刃表面粗糙度要好,角度要对;先在两篦齿间的空档处切出槽,只留很小的余量,再精加工篦齿左右端面;车篦齿左右两端面时,找对轴向尺寸基准面,消除轴向误差。车齿底时,保证各个篦齿的齿底圆的径向尺寸完全一

致,以消除径向误差。

(3) 两种方法的比较 普通车刀扳度法精度高,但切削效率低,适合小批量,单件生产。成形车刀靠模法速度快,加工效率高,适合批量生产,但是产品质量完全依靠成形刀的质量。在车刀切削刃不够快的情况下,进行切削时篦齿容易变形,使切削角度向一侧倾斜。所以采用成形车刀靠模法,做好成形刀是关键。MW

(收稿日期:20101115)