飞机风洞试验段铝板加工工艺研究

北方重工集团重大部件加工分公司　（辽宁沈阳　110141）　何海洋　洪启祥　刘丽华

摘要：介绍一种大型铝板的加工方法，阐述如何从工艺路线设计、刀具选择、切削参数设置以及人工冷校平等方面确定加工方案，从而确保铝板的加工质量。

风洞试验是飞行器研制工作中的一个不可缺少的组成部分。试验段铝板是风洞试验设备的关键性部件，图1所示是某大型飞机风洞试验段铝板简图（其中大板为定板，小板为动板，下同）。定板尺寸长4 180mm×1 630mm×20mm，铝板表面与动板同钻2 634－ϕ18mm通孔，材料为2A70（锻铝），表面粗糙度值R_a=1.6μm，每台数量4件，质量320kg；动板尺寸长4 071mm×330mm×15mm，材料为2A70（锻铝），表面粗糙度值R_a=1.6μm，每台数量20件，质量56kg。这样大尺寸的薄铝板我公司是第一次生产，其钻孔数量大、去除材料多，粗加工整个过程中极易变形，给加工带来了一定困难。

1. 加工分析

铝合金塑性高、韧性大，精加工如采用磨削、刨削、刮研或研磨都不易获得较低的表面粗糙度值，且效率也很低。采用超精铣削加工，表面粗糙度值R_a可达0.2～0.8μm，效率比磨削或刨削高5倍，因此选用13m数控龙门铣进行加工。加工过程中需要多次翻转调个，并在厚度方向对称去除加工余量，减小加工变形；每次加工翻转后，自然状态下检测变形数据；加工过程中使用切削液，并用毛刷在工件表面涂一层煤油，可起冷却润滑作用，有利于改善加工表面粗糙度质量；卡压工具与工件间使用薄铜铂垫，按工件数量顺序循环加工，保证工件有自然时效时间；翻转调个使用软吊索，防止划伤工件已加工表面。

刀片材料选用YG8，刀具主要几何参数如表1所示，刀具的前刀面、后刀面应用树脂结合剂的金刚石砂轮刃磨，其表面粗糙度值R_a应小于0.05μm，必要时可用金刚石研磨膏进行精研磨。

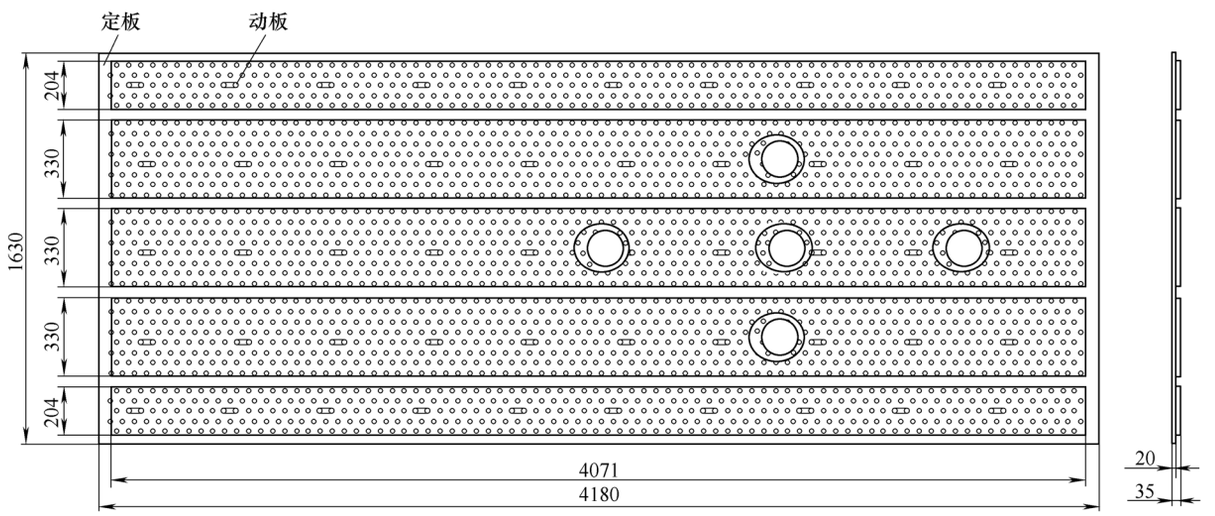


图1　总装配图

2. 粗加工

毛坯经划线后检查各部余量均匀性，在13m数控龙门铣加工各面，挤压工件时一定注意要按照翘边朝上、凹边朝下的原则摆放工件，加工过程中一定要保证对称制作，并且控制走刀量（每面去除量30～40道后，调个加工另一面）如表2所示，反复去除铝板表面余量，直到上下每面余量达3mm，表面粗糙度值达R_a=6.3μm，周边达图样要求。动板加工状态与铝板相同。按工件数量顺序循环加工，保证工件有自然时效时间（见图2）。

3. 半精加工

待工件自然时效后，由划线员将动板位置线按装配图位置划到定板上，钳工将定板与动板用卡子卡牢，卡好后不能随意窜动。上13m数控龙门铣，选择在每块动板工件的最左和最右侧的各一排ϕ18mm通孔，最上和最下每侧两孔，作为定位销使用，定位销孔ϕ18mm按ϕ15H7进行加工，钳工将ϕ15H7孔装入销钉，保证定板与动板的定位可靠。编制钻孔程序，加工其余各2 614－ϕ18mm通孔达图样要求。随后选择定位销孔相邻孔为定位销孔，并装入ϕ18H7销钉，将原销拆下，并扩孔到ϕ18mm孔达图样要求。定板与动板上、下面各有3mm余量，由于拆开后易变形且不好装卡，在装配的状态下划动板上面各异形长腰孔及5个椭圆孔位置线（见图3）。由13m数控龙门铣按程序加工各异形长腰孔及5个椭圆孔达图样要求，加工过程中一定不可以过切，要保证定板的加工余量。

4. 精加工

将定板与动板拆开，软吊索吊运工件，吊运过程中做好保护工作，防止工件变形，将四周用压板挡住限位，不要卡压，在工作台上抹上粘稠度高一点的油，用它来吸附铝板，加工时吃刀量小一点，精铣定板上、下面达图样要求，精铣动板上、下面达图样要求，处理好各面及孔内毛刺，整件涂好油膜。

5. 人工冷校平

铝板粗、精加工后会有很大变形，可以采用人工校正的方法减小变形。将工件放在水平台面上，用塞尺检查平面凹凸情况，将凹平面垫在粘有胶布的垫铁上，用木榔头敲击，用力适度。此时工件受力回复。稍后会有些微反弹，但较校正前大有好转。对于还未加工的厚板料有较大变形时，人工力量不足以校正，可在压力机上校正，但必须选择好支点和施力点。对于精加工后的工件，也可以用此法修正微小变形，但必须由有经验的工人操作。

人工校正变形的方法可达到较好的效果，但它对工人的操作水平要求高，质量不稳定，而且工人工作量大，有局限性。

6. 结语

实践证明这种工艺方法是可行的，为以后加工同类零件积累了经验、开拓了思路。当然，其中尚有很多需要进一步研究的地方。随着制造技术的发展，我们与国际先进加工技术的差距将会越来越小。

表1　铝合金精铣刀具主要几何参数

工件材料	前角γ_0（°）	后角α_0（°）	刃倾角λ_s（°）	修光刃宽度b_g/mm
软铝	30～32	18～20	42～45	4～6
锻铝、淬火铝合金	20～25	15～18	30～40	4～6

表2　铝合金铣刀切削用量

铣削速度v_c/（m·min^{-1}）	进给速度v_f/（m·min^{-1}）	铣削深度a_p/mm
250～300	150～400	0.02＜a_p＜0.10（一般取0.04～0.05）



（a）粗加工状态



（b）铁屑状态

图　2

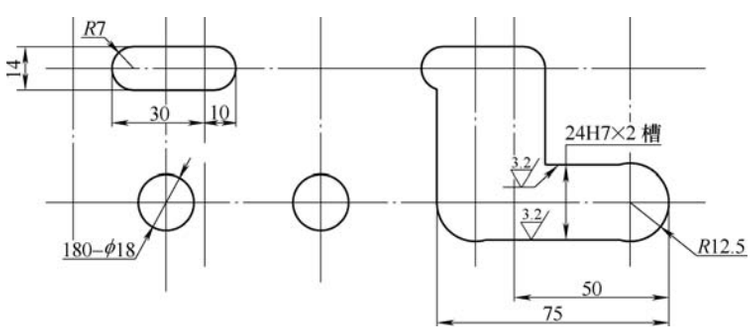


图3　动板异形长腰孔

MW（收稿日期：20151110）