

新支线飞机外翼盒段制孔工艺改进研究

撰文 / 中航飞机西安飞机分公司 赖丽珍 阳波

飞机机翼是产生升力的主要部件，其强度直接影响飞机的安全性能，新支线飞机外翼盒段主要采用铆接连接方式，各零件之间连接紧固件数量较多，制孔工作量大，手工制孔效率低、质量不稳定且工人劳动强度很大。针对这些问题，改进制孔方法，采用定距钻、自动进给钻制孔，以提高制孔效率和制孔质量、降低工人劳动强度。

一、引言

ARJ21 飞机是我国国家自行研制的中短程新型涡扇支线飞机，机翼外翼盒段零部件制造、装配都在中航飞机西安飞机分公司完成。随着民航需求的提升，支线飞机的订单逐步增加，所以如何缩短产品加工周期、提升产品质量显得尤为突出。

随着市场对飞机安全系数、使用寿命和舒适度的要求越来越高，产品设计的要求也越来越严格。在制孔工艺上，采用传统的手工制孔方法已很难达到设计要求。为了更好地保证产品质量，提高工人操作时的舒适度，应该尝试更多的新工艺、新方法，竭尽所能让国产飞机的性能越来越好，缩短与国际水平之间的差距。

二、机翼翼盒制孔现状分析

总装型架上完成的工作量主要是机翼上下壁板、前梁、后梁、24 个肋和部分系统零件的装配安装，翼盒结构局部示意图如图 1 所示。其中与机翼上下壁板连接的紧固件孔总数量多达 6524 个，且采用的都是手工制孔，工作量约占整个翼盒总装工作量的 2/3，其中部分连接紧固件是采用凸头、埋头高锁螺栓。

例如前、后梁与机翼上下壁板连接的紧固件主要是高锁螺栓 HST13AP-8、HST13AP-10 及 HST13AP-12。前后梁、上下壁板总长均为 13m 左右，制孔信息及紧固件数量

如表所示。

表 制孔信息及紧固件数量

紧固件牌号	HST13AP-8	HST13AP-10	HST13AP-12
制孔信息			
终孔孔径 (mm)	6.223/6.274	7.811/7.861	9.398/9.448
窝径 (mm)	12.88/13.13	16.13/16.38	19.35/19.61
夹层厚度 (mm)	27~29	13~26	12~20
紧固件数量 (个)	3690	1134	342

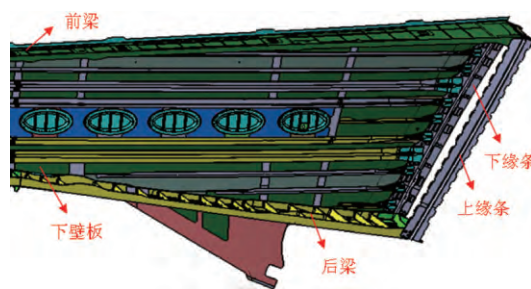


图 1 翼盒结构局部示意图

对于凸头高锁螺栓，一个孔至少要进行钻、扩和铰三次操做，孔径大的标准件要进行多次扩孔，对于埋头高锁螺栓，还要进行镗窝。由于紧固件数量多、孔径大，制孔工序复杂，且上、下壁板进行过喷丸强化，所以工人劳动强度很大，制孔周期较长。另外，手工制孔质量还受到工人的技术、经验、身体和精神状况等的影响。由于制孔超差而造成的拒收数量在全年的拒收数量中很大的比重。因此，亟需寻找提高外翼盒段制孔质量的方法。

定距钻和自动进给钻技术比较成熟，制孔精度高、制孔效率高且质量稳定。定距钻集钻、扩、铰和铰窝于一体，在紧固件数量较多的部位采用定距钻制孔有很大优势。自动进给钻在制夹层厚、孔径大的紧固件孔时优势比较明显，针对不同零、部件的特性采用不同制孔方式。

三、外翼盒段制孔质量超差原因分析

根据机翼翼盒紧固件数量多，孔径大，制孔工序复杂等特点，深入分析目前的紧固件制孔流程和产品拒收情况，从人、机、料、法、环和测（“5M1E”法）六个方面梳理出工作流程中可能对翼盒制孔质量产生影响的因素，具体如图2所示。

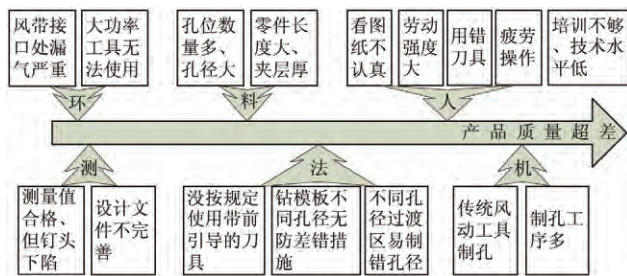


图2 “5M1E”法分析图

四、外翼盒段制孔质量改进研究

1. 改进外翼盒段的制孔质量

针对“5M1E”法分析出的原因，进行深入研究后，制定出以下几个改进方向。

◎ 加强操作人员理论知识培训，定期组织技能考试，强化技术水平。

◎ 改进制孔方案，将前后梁与上下壁板紧固件制孔方法改进为定距钻制孔。将主起支撑接头、1肋缘条与上下壁板制孔方法改进为自动进给钻制孔。

◎ 不同孔径对应工具上的衬套外径及钻模板上的钻模孔径不同。以定距钻举例，每一种孔径对应的钻模孔、衬套外径都是唯一的，如10#钉对应工具的衬套就无法插入8#钉的钻模孔，可以有效的防止制错孔径，示意图如图3所示。

◎ 翼盒总装型架气源总管从压空管道上接出，埋地敷设到型架附近，所有硬管的对接均采用焊接。再分若干个支管沿型架立柱敷设，支管上设置若干个快卸接头，风带与硬管上快卸接头连接，配合紧密，基本没有漏气现象再发生。

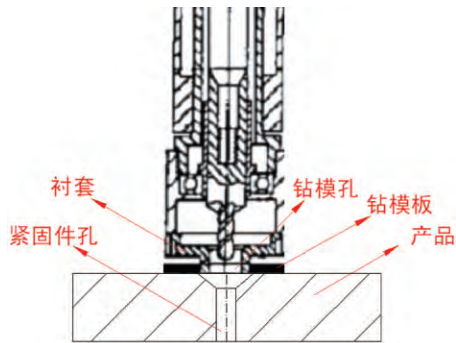


图3 定距钻制孔

◎ 与设计人员沟通完善技术文件，并采用样钉来确定铰窝窝径。

2. 定距钻和自动进给钻制孔过程介绍

(1) 前、后梁与上下壁板定距钻制孔过程。

◎ 定位第一套钻模，即定位孔钻模，按钻模上孔径钻模孔向梁透孔。

◎ 分解拆下定位孔钻模。

◎ 定位壁板后，将第1步中已制的定位孔从梁缘条内侧透出来，透制到壁板上。

◎ 定位定距钻钻模，按上步中已制的孔用定位销把钻模把紧，如图4所示。

◎ 用定距钻进行制孔。

◎ 铰孔至终孔。

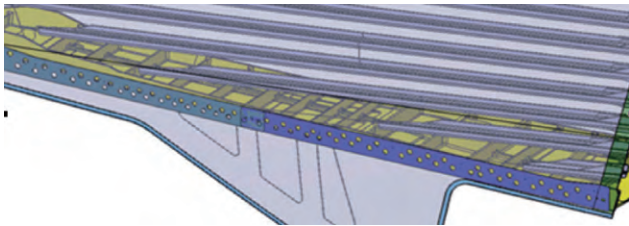


图4 定位定距钻钻模

(2) 主起支撑接头、1肋与机翼上下壁板自动进给钻制孔过程。以主起支撑接头与上壁板制孔为例。

◎ 按主起支撑接头外形定位钻模，用手持钻套从钻模向主起支撑接头制几个定位孔，如图5所示。

◎ 分解拆下钻模。

◎ 定位壁板后，将第1步已制的孔透制到壁板上。

◎ 按第3步制好的定位孔定位钻模，如图6所示。

◎ 用自动进给钻进行制孔。

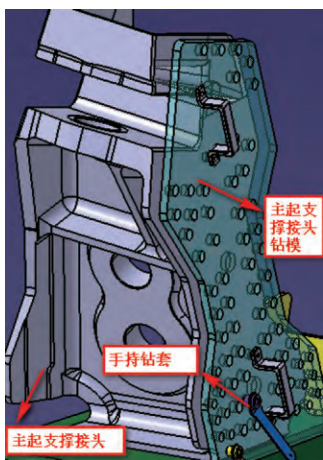


图 5 透制定位孔

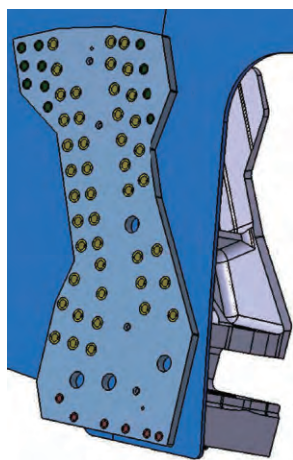


图 6 定位自动进给钻钻模

五、试刀试验验证制孔质量

为了验证定距钻和自动进给钻制出的孔精度和质量是否满足要求，在正式用于产品之前，需要进行试刀试验。试验方案为：申请工艺试验件，在试刀台上进行制孔，查看工具制孔情况，测量各数值是否满足要求。

1. 试验准备工作

申请工艺试验件：为了让试验反映工具在产品上制孔时的真实情况，申请与前梁、后梁、上壁板和下壁板材料相同的工艺试验件。申请试刀台、手持钻套，编辑试刀指令。

2. 定距钻试验过程制订

◎ 将工艺试验件和钻模板在试刀台上定位夹紧。

◎ 在钻模孔内用手持钻套制一个定位孔。如图 7 所示，工人正在制定位孔。



图 7 制定位孔



图 8 使用定距钻制孔

◎ 将定距钻上的定位销插入定位孔中，将钻模连接凸台插入附近一个钻模孔内，按下活门，定位销自动膨胀拉紧，主轴自动进给制孔。图 8 为工人正在使用定距钻制孔。

◎ 用终孔铰刀进行铰孔。

◎ 观察孔壁质量，测量孔的孔径、窝径和垂直度等。图 8 为定距钻制出的紧固件孔。

◎ 自动进给钻的试刀试验过程与定距钻类似，自动进给钻端头的衬套与钻模上的钻模孔连接，刀套限制刀具在制孔时摆动，保证孔位精度和垂直度。每个钻模孔两侧有螺钉，在制孔过程中固定工具。

3. 试验结果

工程图样上要求的精确公差干涉配合的孔径公差为 0.05mm，标准干涉配合的孔径公差为 0.07mm。

用定距钻和自动进给钻制出的孔径精度为 0.03mm。定距钻一次完成钻、扩、铰及镗窝 4 项操作，但为确保每个孔的表面质量也都达到要求，在制完孔后，需再进行一次铰孔；自动进给钻制孔分两刀。试验中定距钻一共制孔 300 个，自动进给钻制孔 200 个。用检验塞规检查孔径，孔径均合格；观察孔壁质量，孔表面光滑无刀痕，满足要求。

经试验验证，定距钻和自动进给钻在制孔时运行顺畅，与钻模板上的钻模孔配合紧密，制出的孔精度和质量都满足工程图样要求。

六、结语

通过开展制孔技术研究，取得了良好的效果，为后续机型研制提供保证，具体表现如下几点。

(1) 加快生产节奏。通过进行“新支线外翼盒段制孔

机床夹具三维标准件库的创建及管理应用

撰文 / 山推工程机械股份有限公司 孟立勇 程冠艳 王岭

信息化系统的实施使得企业利用 Creo 软件实现了产品及机床夹具设计的三维化。再利用与 Windchill 系统的集成功能，将其设计结果存入 Windchill 系统进行统一管理并共享应用。

由于没有机床夹具设计所需的三维标准件的数据系统，夹具设计人员仍然需要使用传统的纸质工具手册进行资料查询，再进行三维实体图绘制工作，影响了机床夹具设计的效率、质量以及标准化、规范化。因此，研究机床夹具标准件库的三维化对夹具设计以及管理非常必要，利用 Creo 的建模和族表功能创建三维机床夹具标准件，与产品设计类似将设计结果保存到 Windchill 系统所创建的夹具标准件库，进行统一管理并共享应用。

质量改进研究”，ARJ21-700 机翼翼盒制孔质量和效率得到大幅度提高，降低工人劳动强度，加快生产节奏，制孔质量改进效果明显。12 个人同时工作的情况下，制孔周期由 10 个工作日压缩为 4 个工作日。按批量年产 10 架机计算，一年共计节省约 110 万元，产生了一定的经济效益。

(2) 降低工人劳动强度。定距钻和自动进给钻在进行制孔时，工具能牢固的与产品结合并自动进给制孔，工人只要在制完一个孔后，将钻模连接凸台卡在另一个钻模孔内就可以了，大大减轻了工人的劳动强度。

(3) 提高产品质量。定距钻钻模采用两套钻模，消除

一、机床夹具三维标准件的编码

物料编码是信息化系统实施的基础，为了数据的检索、应用和管理方便，系统中每个物料都有唯一编码，为避免一物多码或一码多物，编码包含能使物料之间区别开来的规格参数。

三维夹具标准件编码及名称均参照国 / 行标进行，取消年代号，在族表的顶级（类属模型）部件的备注中注明“年代号，编码：国 / 行标编号 - 规格代号”。

因为“.”、“/”、“（”等在 Creo 中为非法字符，推荐标准中取消“/T”。编码中符号“.”改为“_”，名称中不变。

标准件的类型在国 / 行标号后面表示。例如：

了由于蒙皮厚度公差导致的钻模孔和产品上定位孔错位的问题；定距钻和自动进给钻上的钻模连接凸台（衬套）保证了孔位精度和垂直度的稳定，避免员工主管因素导致的失误，大大提高了产品质量。

(4) 防差错措施。与之前的钻孔样板比较，钻模设计时不同孔径的高锁螺栓孔及定位孔的孔径都不相同，并带有颜色标记，不同的孔径无法与同一个衬套连接，防差错效果显著。