相似产品防差错工艺方法

张学敏[1]，付杰[2]

1.航空工业哈尔滨飞机工业集团有限责任公司　黑龙江哈尔滨　150066
2.中国航发哈尔滨东安发动机有限公司　黑龙江哈尔滨　150066

摘要：针对飞机相似结构件在生产制造和装配过程中容易产生错件、混件的现象，研究出一套完整的防差错工艺方法，在产品研制阶段采用合并与特征区分的设计方案，在生产和管理阶段采取识别相似易混产品的改进措施，有效解决了此类问题。

关键词：相似产品；研制；生产；防差错；区分；措施

1　序言

目前，飞机产品存在大量的相似结构件，使得该类产品在生产制造过程中极易出现错件、混件现象，导致产品报废，不仅影响产品的按期交付，还增加了产品的成本，给飞机制造带来极大的隐患。鉴于各机型研制及批产阶段出现大量的易混产品，通过大量的工艺研究，最终得出一套完整的防差错工艺方法。

2　研制阶段预防出现相似易混产品的方法

在研制阶段的工艺审签过程中，除进行加工工艺性审查外，还应尽可能避免相似易混产品的出现，要对相似易混产品是否采取相应的防差错设计进行审查。若结构允许，应优先建议在产品设计时将相似易混产品合并，减少产品种类。当相似易混产品合并后，仍存在相似易混隐患时，应建议产品设计进行特征区分。

（7）车焊接止口　以接管外圆为基准搭中心架，分别车两端焊接止口至满足图样要求。

4　结束语

该加工方法已申请国家发明专利，专利申请号为CN201811243925A。采用该方法加工的接管，在与其他零部件组焊前就已精确满足了静平衡要求，同时也大致满足了动平衡要求，使相应的高速联轴器平衡块质量大大减小，从而满足了产品的高速平稳性要求。该加工方法具有制造成本低、加工效率高和质量可靠的优点，为公司创造了很好的经济效益。

参考文献：

[1] 王先奎. 机械加工工艺手册[M]. 北京：机械工业出版社，2006.

MW 20210205

专家点评

普通无缝钢管的内孔偏差包括壁厚误差、圆度误差以及全长范围内的弯曲误差。壁厚误差可以通过双顶车外圆的方法予以修正，但圆度和弯曲误差则无法修正。动平衡要求较高的接管类零件必须精加工内孔。该文介绍了一种普通无缝钢管的加工路线，无需加工内孔和增加平衡块，作者通过分析计算，采用偏心车外圆去重的方法来满足动平衡要求，具有制造成本低、质量可靠的优点。

文章的亮点是理论分析和工艺方案的完美结合，通过动平衡测试→称重→计算圆跳动量→偏心车外圆，一气呵成地实现接管的动平衡要求，具有很好的经济效益。

2.1 合并法

在研制阶段的工艺审签过程中，工艺审签人员应梳理所有的相似易混类产品，在不影响机体结构和装配的情况下，要求设计合并相似易混产品，尽量合并为最少数量的产品。

下述情况的产品，要求合并产品，相互借用。

1）设计结构、几何公差一致，位于不同部段的相同产品。

2）设计结构一致或基本一致，几何公差≤该型号一般公差文件规定值的1/10～1/5。

2.2 特征区分法

优先使用合并法后，仍存在相似易混产品时，可以通过特征来进行区分。

对于相似易混产品，可在外形轮廓上设置明显差异（去角、内/外圆角、立筋、凸台、下陷、腔体结构及孔位/距等）进行区分。

3 生产阶段识别相似易混产品的方法

在生产过程中，结构相似、相近产品扎堆放置时无法区分，极易混淆。由于存在种类繁多、管理复杂等问题，所以在生产阶段需制定相关措施。

3.1 工艺孔识别法

各型号飞机中的相似产品，同类结构相互之间具有极高的相似性，在加工时极易造成混件情况。但是由于部分产品在零件状态下的某结构区域内存在孔系结构，而其他部分产品在装配状态下出现孔系结构，所以可借助孔进行工艺区分。

（1）工艺初孔选择原则　工艺初孔应设置在不同位置上，用于区别相似性。若相似易混产品存在左右对称件，则产品的工艺孔防差错标识应具有对称性。要想使对称件之间不易混，就要在左侧或右侧易混产品上制出防差错工艺孔，将自行形成对称。若相似易混产品对称件之间易混，则需将对称件视为独立个体，按防错原则统一制出防差错工艺孔。

具有安装孔结构的产品，可通过预制工艺初孔的方法识别产品相似性；成品状态下具有终孔的产品，可在机械加工时，在完成孔系结构要求的终孔尺寸之前，特制一个或若干个孔径＜终孔孔径的工艺孔来进行防差错管理。

（2）有安装孔结构产品通过预制工艺初孔识别相似性　零件状态下具有孔系结构的产品，可在机械加工时，在完成终孔尺寸之前，特制一个或若干个孔径＜终孔孔径的工艺初孔来进行防错管理。相混产品的防差错工艺孔，应设置在不同位置。

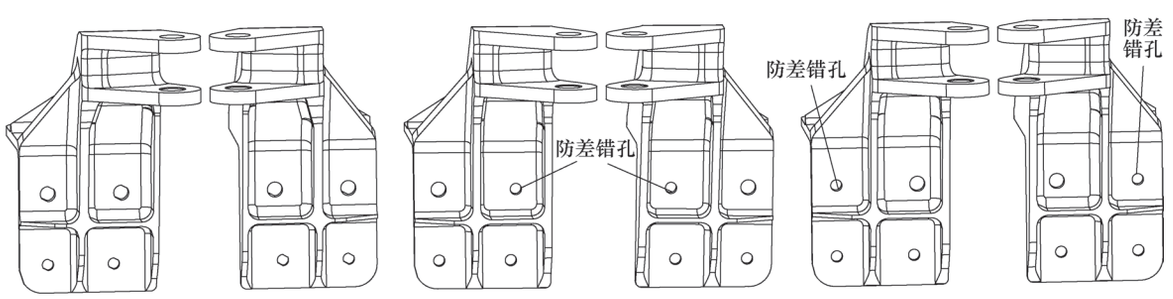
例如，一批有安装孔的产品，终孔孔径为ϕa。在单个产品上选取n（$1 \leqslant n \leqslant N$，$N$为产品安装孔数）个孔设为防差错工艺孔，其孔径为$\phi b$（$b < a$）。其余（$N-n$）个孔，制成孔径为$\phi a$或按需制成孔径为$\phi c$（$c < a$且$c \neq b$）。$n$个防差错工艺孔$\phi b$在装配时制成终孔$\phi a$。有孔系结构产品的防差错方法如图1所示。

（3）无安装孔结构产品通过预制铆钉初孔识别产品相似性　仅在装配状态下存在孔系结构（即铆钉孔）的产品，可在零件状态下预制一个或若干个孔径＜终孔孔径的工艺孔，来进行防差错管理。具体操作内容如下。

1）提取（预制铆钉初孔的）孔心坐标值。

2）采用介质（如供应状态）传递孔心坐标值，并协调各单位工作。

3）建立工艺数模（依据孔心坐标值及产品数模），作为制造带有铆钉初孔的相似产品的生产依据。



a）对称件1　　b）对称件2　　c）对称件3

图1　有孔系结构产品的防差错方法示意

4）工艺数模的编号原则：产品图号+产品版次+GS+工艺数模版本。

例如，一批零件状态无安装孔的产品，结构相似，对称件相混。在零件状态对单个产品选取n（$1 \leqslant n \leqslant N$，$N$为装配状态下的安装孔数）个孔设为防差错工艺孔，其孔径为ϕd（$d < e$，e为装配状态下的安装孔孔径）。其余（$N-n$）个孔，制成孔径为ϕe或按需制成孔径为ϕf（$f < e$且$f \neq d$）。n个孔ϕd在装配时制成终孔ϕe。零件状态下无孔系结构产品的防差错方法如图2所示。

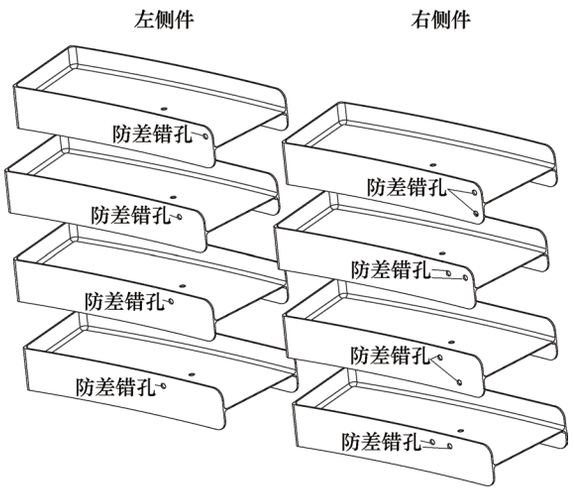


图2　零件状态下无孔系结构产品的防差错方法示意

3.2　排产区分法

制造单位根据相似/对称件清单合理进行排产计划，将其分时段、分批投产以便区分。

4　采用各种区分方法识别相似易混产品

4.1　硬度点位区分法（仅适用于金属产品）

硬度点位区分法是利用金属产品硬度测试时产生压痕的位置或区域进行区分（压痕一般不会被表面镀层及涂层覆盖），工艺人员可在制造指令/规程中明确规定相似易混产品的不同硬度检测位置。硬度检测位置的选择必须符合硬度文件要求。硬度测试人员及检验人员应严格按照制造指令/规程要求实施和监控。

4.2　永久性印记标记区分法

（1）永久性印记标记　如果产品允许进行凹凸印记标记，则可在机械加工后马上在产品指定区域进行凹凸印记标记，例如标记振动笔标识、蚀刻标志以及金属硬印等无法被后续工艺覆盖或消去的凹凸印记。

（2）可去除的永久性印记标记　如果产品不允许进行永久性标记，则可采用增加工艺凸台或工艺耳片的形式进行永久性标记，此工艺凸台或工艺耳片需在零件最终交付前去除并按需补漆。

工艺凸台或工艺耳片的形式及位置由车间自定，每批零件可全部或选择1件增加工艺凸台或工艺耳片。

5　结束语

采用前述3个阶段的工艺防差错方案，有效地解决了大量相似易混产品的混件问题。这些方案适用于各类机型的研制和批量生产阶段。

参考文献：

[1] 孟少农. 机械加工工艺手册[M]. 北京：机械工业出版社，1996：8-129.

[2] 杨叔子. 机械加工工艺师手册[M]. 北京：机械工业出版社，2001.

MW 20210225

专家点评

在产品的制造和装配过程中，相似结构件扎堆放置时，管理和区分都比较困难，容易产生错混现象。文章针对这一难题，在3个阶段分别采取不同的防差错手段，即在研制阶段采用合并与特征区分的设计方法，在生产和管理阶段采用识别相似易混产品的工艺方法，有效地解决了此类问题。

文章内容全面，工艺方法实用，创新性强，识别性好，取得了很好的防差错效果，提升了工艺水平。这些工艺方法在相似易混产品的设计研发和生产管理方面，都具有一定的推广应用价值。