

# 空客高精度薄壁大衬套零件的加工和安装

制造工程部 周 桢

**摘 要** 为降低机械加工引发的零件变形对零件精度和安装质量的影响,通过统计技术应用和工艺方案分析,对薄壁结构变形地控制达到安装所需的要求。本文介绍了分析和实施方案的过程。

**关键词** 空中客车 薄壁衬套 数控加工 壁板

## 1 引言

空客零件 D531.10642.200 是大尺寸、高精度的薄壁衬套(衬套外径 99 毫米、壁厚 3 毫米、6 级精度,见图 1),加工这种精度要求和尺寸规格的零件在我公司尚属首次。由

于零件的大尺寸和薄壁结构的特点,使零件在切削加工和表面处理过程中不可避免地产生变形,怎样最大限度地控制零件变形,从而保证零件的加工精度和安装质量是我们研究的主要问题。

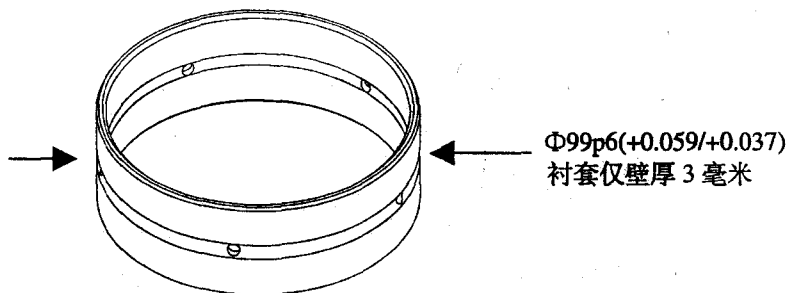


图 1 衬套实体示意图

## 2 制造方案分析

### 2.1 零件加工方案分析

衬套零件的材料为 30NCD16 合金结构钢棒,常用于制造轴、杆类调质件,但该材料的工艺性能不及国产材料 30Mn2MoW。金属材料在切削过程中的变形与切削力、切削温度以及刀具磨损直接相关。由于零件毛料和结构决定加工时材料的去除量高达百分之九十五以上。因此加工中合理的切削量设置、切削方式的确定和切削过程的调整是控制薄壁大衬套变形的首要工作;其次考虑采取热处理失效的方法,控制薄壁大衬套由应

力释放造成的变形;最后,零件在加工后,难以确定表面处理、运输、存放的过程中对零件变形程度的影响;所以采取跟踪记录数据,以了解这些因素对零件的影响。

### 2.2 安装方案分析

按照空客的技术要求,零件冷缩涂胶安装到壁板上,安装时保证超过接触面的盈量。必须严格按照图纸要求控制零件的配合精度,以保证安装的过盈量要求,见图 2。所以跟踪安装前后零件内外径尺寸数据,在零件加工时保证安装的过盈量要求的外径尺寸,在安装后保证装配组件图纸要求的零件内径尺寸。

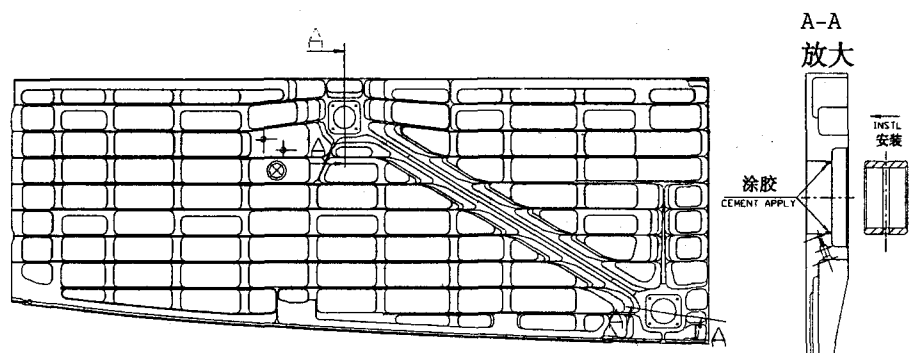


图2 壁板与衬套安装示意图

3 实施方案:

在零件生产中采用数控加工技术,可以大幅减少应力变形的问题,但由于生产设备和能力的限制,现阶段无法达到。因此主要目标是保证最终交付产品的质量,解决途径可以按以下几步:

3.1 控制影响零件精度的应力变形,优化工艺方案,对切削参数、加工过程控制、热处理消除应力等进行调整,在实际生产时:

(1)由于零件易产生变形,在加工时从设备或工装上检测镀前的内、外径;内、外径检测合格后,零件在自由状态下必须保证零件的壁厚尺寸(见表1)。

表1 零件在自由状态下的壁厚

零件图号	外径(镀前)	内径(镀前)	壁厚尺寸(镀前)
D531-10642-200	$\Phi 98.983(+0.059/+0.037)$	$\Phi 93.017(+0.035/0)$	$2.983(+0.029/+0.001)$
D531-10642-202	$\Phi 86.983(+0.059/+0.037)$	$\Phi 81.017(+0.035/0)$	$2.983(+0.029/+0.001)$

(2)对于零件的镀后尺寸不再进行检查(见表2,按标准控制镀层);但在成检时,零件在自由状态下记录的内、外径变形后的数

值(包括变形后产生的最大和最小值),随零件一起交付。

表2 零件镀层尺寸

零件图号	图纸要求外径(镀后)	图纸要求内径(镀后)
D531-10642-200	$\Phi 99p6(+0.059/+0.037)$	$\Phi 93H7(+0.035/0)$
D531-10642-202	$\Phi 87p6(+0.059/+0.037)$	$\Phi 81H7(+0.035/0)$

3.2 对零件的安装数据进行分析研究:在安装时对其内、外径进行核实,保证安装时的过盈量要求,再在安装后记录内径尺寸,保证装配组件满足图纸要求。

指导零件的生产和安装。

4 实施效果

3.3 为了保证安装时的过盈量,不影响批量生产,对安装的数据进行收集跟踪,对加工方案及安装参数进行分析研究,以得到满足装配所能接受的最大变形值,形成指导性文件

4.1 零件生产的工艺方案调整

以原材料的料头代替所有的工装一次装夹,仅采用车削完成所有镀前尺寸的加工,取消以前先粗车、然后磨削、多次装夹、使用两

套工装,零件在加工设备进行检查,以消除变形对尺寸测量的影响。这样可以保证所有尺寸达到合格状态;并且在零件所以尺寸完成后切断前增加了一道加工消除应力槽的工

步,以减小应力的影响。

#### 4.2 跟踪检测

对现场零件的跟踪(图号为 D531 - 10642 - 200),检测数据见表3:

表3 零件的跟踪检测数据

零件 件号	检验5月13日			中检5月23日			成检6月8日		
	内径		差值	内径		差值	内径		差值
1#	93	93.07	0.07	93	93.09	0.09	92.97	93.06	0.09
2#	93.017	93.07	0.053	93.02	93.07	0.05	92.97	93.025	0.055
3#	93	93.06	0.06	93.02	93.11	0.09	93	93.08	0.08
4#	93.03	93.1	0.07	93.03	93.1	0.07	92.97	93.03	0.06
5#	93	93.07	0.07	93.01	93.06	0.05	92.99	93.04	0.05
6#	93.01	93.04	0.03	93.01	93.07	0.06	92.98	93.02	0.04

注:零件在加工时的所有尺寸在设备上达到合格状态。

#### 4.3 安装试验

用一件壁板零件进行衬套安装试验,为保证安装时的过盈量,对壁板基体孔检测,选取了1#件成检内径为  $\Phi 92.97 \sim \Phi 93.06\text{mm}$  的衬套进行安装,安装完毕后对衬套孔检测值为:  $\Phi 93.015 \sim \Phi 93.025\text{mm}$  符合工程图纸要求。

#### 4.4 从零件数值和安装试验上分析

(1)优化工艺方案,对切削参数、加工过程控制、热处理消除应力等调整后,在自由状态下变形情况依然存在,但大大的减小变形程度;在加工时可以完全保证尺寸合格,但需在设备上检测,且保证了零件的壁厚尺寸,这样保证安装时的过盈量和满足装配组件图纸要求的内径尺寸。

(2)随着工艺方案的调整,自然失效和表面处理对变形的影响在现阶段看来并不显著。

(3)镀层厚度影响到零件最终尺寸。

(4)保证安装时的过盈量并保证衬套的壁厚尺寸,安装后衬套孔可以符合工程图纸要求(由于变形量是无法控制的,所以在选

用了变形量最大的衬套进行安装)。

### 5 结论和主要技术创新点:

#### 5.1 结论

(1)零件生产的工艺方案调整:调整了试验件的切削量,主要是增加了一道加工消除应力槽的工步和热处理失效,可以大幅减小变形程度,但仍然不能完全消除变形。

(2)冷缩涂胶安装的工艺方案试验:壁板试验件进行了冷缩涂胶安装试验,验证了外方提供的工艺方案(其中试验件的变形量达到了  $0.10\text{mm}$ )。

#### 5.2 主要技术创新点

(1)在应力变形无法消除的情况下:最主要是通过安装的数据收集和统计分析研究,来确定安装零件必须满足的条件,以消除由于变形因素对产品交付的影响。

(2)对零件的加工方案及参数进行统计分析研究:控制影响零件精度的应力变形,对切削参数、加工过程控制,热处理消除应力等进行优化,最终加工出符合安装条件的零件。