

Ti-15-3 环板的翻孔成型研究

雒亚涛

(西安航天发动机厂, 陕西 西安 710061)

摘 要: 针对 Ti-15-3 环板零件的形状特点, 分析了成型工艺的几种可能性, 说明了翻孔成型的优点. 详细介绍了钛合金环板翻孔成型工艺过程, 对成型中遇到的工艺技术难题提出了解决办法, 如工艺参数的选取、成型模具的结构设计及零件回弹量的确定方法等. 对此类零件的成型生产具有一定的借鉴作用.

关键词: Ti-15-3 板; 翻孔成型

中图分类号: V46

文献标识码: B

文章编号: (2005)03-0039-04

Hole-crimped forming technique of Ti-15-3 ring plate

Luo Yatao

(Xi'an Space Engine Factory, Xi'an 710061, China)

Abstract: This paper analyzes several possibilities of forming technology, discusses the advantage of hole-crimped forming parts. Introduces the technical process of hole-crimped forming of titanium alloy ring plate. Technical questions and treatment methods for forming process of hole-crimped titanium alloy ring plate are also presented. More information of the paper can be used for forming of the similar parts.

Key words: Ti-15-3 ring plate; hole-crimped forming

1 引言

Ti-15-3 板材是理想的宇航材料, 近几年来在航天工程上应用越来越多, 被新设计的军品型号大量采用. 它具有屈服比高、耐高低温、抗腐蚀、

导热性低、耐辐射和耐磨损等特点. 但塑性比较差、延伸率低、回弹大等缺点又为它的变形加工带来了很大的困难.

环板是某型号中的承载零件, 它的型面和尺寸符合图纸要求, 才能使载体稳定的进行工作, 保证发动机的正常运转.

收稿日期: 2005-03-17; 修回日期: 2005-04-08

作者简介: 雒亚涛(1969—), 女, 硕士, 研究领域为钣金冲压工艺.

通过对 Ti-15-3 环板的翻孔成型研究,解决了钛合金板材在翻孔成型中塑性差、回弹大的难点,摸索了 Ti-15-3 板材的翻孔成型性能,为以后此类零件的生产提供了借鉴作用。

2 技术要求

2.1 零件图

要求零件表面光滑,不允许有毛刺及裂纹;未注公差尺寸按 GB/T1804-m。环板的形状尺寸见图 1。

2.2 零件材料

零件材料的代号为 Ti-15-3,厚度为 2mm。Ti-15-3 的化学成分见表 1。Ti-15-3 机械性能与常

用的 1Cr18Ni9Ti 的机械性能相比较,具有屈服比高、延伸率低的特点,具体数据见表 2。

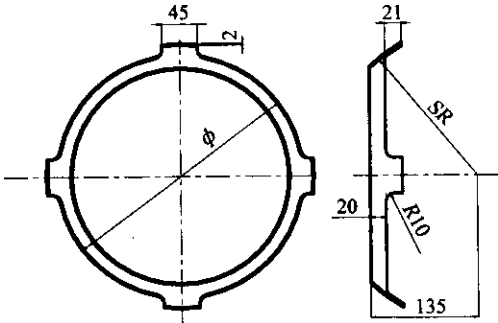


图 1 零件图
Fig.1 Part drawing

表 1 Ti-15-3 化学成分表
Tab.1 Ti-15-3 chemical composition

主要元素/(%)					杂质/(%)					
Ti	V	Al	Cr	Sn	Fe	C	O	N	H	其它杂质 总量
基体	14.0~16.0	2.5~3.5	2.5~3.5	2.5~3.5	≤0.25	≤0.05	≤0.15	≤0.05	≤0.015	≤0.30

注:“表中其它杂质总量”之中单个含量应不大于 0.10%。

表 2 材料机械性能
Tab.2 Mechanical performance of material

材料	$S_{0.2}$ /MPa	S_b /MPa	d_5 /(%)
TI-15-3	690~835	705~945	≥ 10
1Cr18Ni9Ti	196	539	≥ 40

3 工艺方案的选择

3.1 拉深成型后机械加工成零件

这是此类零件生产中经常采用的方案,先将零件拉深成带凸缘的球缺,然后车切大小端,保证零件的高度和直径,再利用线切割工艺切出四个缺口。但是该方案对 TI-15-3 不太合适,因为它塑性比较差,拉深成这个零件所需的高度和直径的球缺比较困难,而且此材料对压边力非常敏感,

小一点零件起皱,大一点就失稳拉裂;对润滑状态的要求也非常严格,润滑油不能多也不能少。这些在生产中都很难控制,给操作带来了极大的不便。

3.2 翻孔成型后机械加工成零件

在零件毛坯中间制一个翻边底孔,凸模工作部分为球形,在凸模下行时,预成型孔圆滑地逐渐张开,减小了孔边破裂的可能性,在翻孔过程中,零件凸缘部分保持不变,翻孔高度低于零件拉深高度,利于 Ti-15-3 材料的成型。翻孔后车切

大小端, 线切割制四个缺口。这种方法解决了材料延伸率低的问题, 而且在翻孔过程中, 不用润滑, 也不用考虑压边力的调整, 易于操作。翻孔时零件的外缘保持不变, 节省了原材料。

3.3 采用翻孔成型方法的工艺流程

等离子下圆料—车翻边底孔—打磨光滑底孔—翻孔成型—车切大小端—线切割四个缺口—去毛刺—清洗—交付。

翻边底孔周边的粗糙度, 直接影响零件质量, 如果孔边有毛刺时, 在翻边中将发生裂纹和破口, 所以在车切后对翻边底孔进行打磨, 降低翻边底孔周边的粗糙度。

4 工艺参数

零件的主要工艺参数是: 翻边底孔的直径、压边力、翻孔力。各工艺参数之间有一定的依赖关系, 寻求各参数的合理搭配, 做到即符合工艺性要求, 又满足使用要求才具有实际意义。

4.1 翻边底孔的直径选择和分析

翻边底孔的直径很重要, 直径大, 零件翻边后高度不够, 直径小, 在翻边过程中易发生破裂, 翻边底孔直径和翻孔系数 K 之间的关系为:

$$K = d/D$$

式中, K 为翻孔系数; d 为翻边底孔直径 (mm); D 为翻边后竖边直径, 按中心层计算 (mm)。

钛合金的 K 值为 0.80~0.90, 我们取 0.80。翻孔后在小端沿轴向给出 10mm 的工艺余量, 此时的竖边直径 D 为 251.7mm, 对它进行圆整, 取 D 为 250mm, 通过计算:

$$d = K \times D = 0.8 \times 250 = 200 \text{ mm}$$

后经过多次试验, 将 D 定为 195mm。

4.2 压边力

为保证零件在翻孔过程中凸缘平整, 零件不至于翘起, 必须有压边力, 压边力大小无需调整, 为 19MPa。

4.3 翻孔力

翻孔力 P 和零件的尺寸, 决定了零件翻孔时所用的设备, 翻孔力 P 计算公式:

$$P = 1.1 p d s_s (D \cdot d)$$

式中, P 为翻孔力 (N); d 为材料厚度 (mm); s_s 为材料的屈服点应力 (N/mm²); D 为翻边后的中心层尺寸 (mm); d 为翻边底孔尺寸 (mm)。经计算, 翻孔力 P 为 317411N

4.4 设备及工装

翻孔成型使用的设备为 630 吨双动薄板冲压液压机, 使用模具为翻孔成型模具, 车切零件大小端工艺余量的设备为车床 C630。

5 工艺技术关键及解决途径

5.1 模具的结构设计

模具的设计结构如图 2, 充分考虑了零件的技术要求和翻孔成型的特点, 阳模为一球形型面, 使翻边底孔能够逐渐张开而不易破裂。

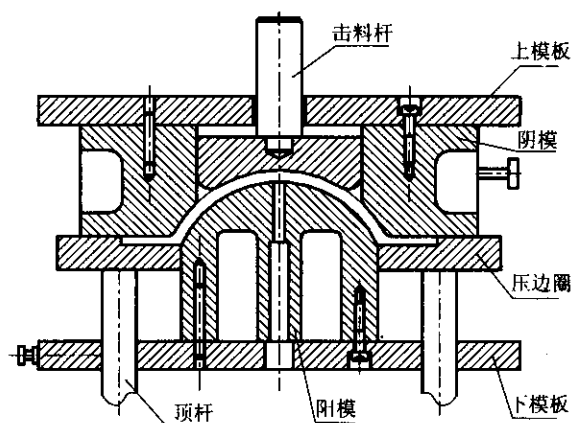


图2 翻孔成型模示意图

Fig.2 Rollover sketch map

5.2 回弹量的确定

因为 Ti-15-3 材料厚度为 2mm 的回弹量是多少, 没有资料可供参考, 需要我们在工作中进行摸索。模具型面先按理论尺寸设计, 为便于返修, 模具阴、阳模先不进行热处理。经过试模车切后测量零件的大、小端直径, 反算零件的型面 SR , 确定它的回弹量为 4mm, 将阴、阳模型面尺寸缩小 4mm, 按此尺寸返修模具, 试模合格后将阴、阳模进行热处理。

(下转第 45 页)

热塑性好, 淬火后硬度可达 HRC65 左右, 达到高强度和高韧性的配合, 能够满足加工深而窄的环形槽刀具所需的韧性好、强度高的工艺要求。实践证明, 用此材料制作的环孔钻, 一把刀具可连续加工工件 20 件左右, 大大提高了刀具使用寿命, 提高了生产效率。

4.5 加工过程中切削液的选择

切削液的润滑作用是减少刀具与工件间的摩擦, 同时带走一部分切削时产生的热量, 以防止切屑瘤的产生。因此, 切削液首先要能渗透到接触面上, 然后在刀面上湿润开来, 还必须能牢固地附着在刀面上形成一层膜而起到润滑作用。只有获得较好的吸附膜, 才能使工件获得较小的表面粗糙度。由于工件材质为热轧电工纯铁, 极易生锈, 所以粗加工时可选用普通的水溶性切削液, 但必须在工序完成后立即用煤油、汽油将工件清洗干净, 吹干后置于防锈油中, 精加工时则选用工业用豆油, 使工件获得较小的表面粗糙度。

5 台座加工中应注意的几个问题

用于验证成型镗钻是否合格的试刀件, 必须经研磨、抛光, 并且保持密封型面 R 轮廓尖锐而无毛刺, 不可用磨床磨削。

在加工及周转过程中, 要用防锈油保存工件, 严防锈蚀。

(上接第 41 页)

6 质量鉴定

将线切割后的零件放在检验胎上检验, 型面与检验胎型面比较贴和, 零件各尺寸符合图纸要求。

7 结论

Ti-15-3 钛合金板材采用翻孔成型的工艺方法是可行的, 制出的环板零件经过多次试车考验, 能够满足使用要求, 工艺稳定, 参数合理, 工艺流程可行。对钛合金此类零件的翻孔成型具有一定的参考意义。

精加工完成后, 必须彻底清除残留在工件表面上的工业用豆油, 以防豆油残渣依附于工件表面形成多余物。

清洗工件时, 应用浸透煤油或汽油的脱脂棉轻轻粘洗密封型面, 并在煤油或汽油中涮洗干净后晾干(也可用净化的压缩空气吹干, 但不可对着密封型面吹), 不可擦拭, 以防划伤。

6 结束语

经过几批产品加工, 产品质量满足工艺、设计要求。经改进刀具材料, 提高了刀具的使用寿命, 提高了生产效率。

参考文献:

- [1] 雷廷全, 傅家骥. 热处理工艺方法 300 种[M]. 北京: 中国农业机械出版社, 1982.
- [2] 梁炳文. 机械加工工艺与窍门精选[M]. 北京: 机械工业出版社, 1997.
- [3] 劳动部培训司组织编. 机床夹具[M]. 北京: 劳动人事出版社, 1989.

(编辑: 马 杰)

参考文献:

- [1] 梁炳文. 板金冲压工艺手册[M]. 北京: 国防工业出版社, 1989.
- [2] 《航空工艺装备设计手册》编写组. 航空工艺装备设计手册-冷冲模设计[M]. 北京: 国防工业出版社, 1977.
- [3] 张鼎承. 冲模设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1988.
- [4] 关诗淳, 何声健. 冲压工艺学[M]. 西安: 西北工业大学出版社, 1987.
- [5] Q/BS5532-2001 航天用 TB5(Ti-15-3)合金薄板材[S].

(编辑: 马 杰)