

支撑座工艺设计

The Process Design of Bracket

孙文刚 屈霞 / 中航通飞研究院有限公司

摘要:以实际工作经验为例,介绍了某型支撑座从机加件改为铸件的工艺改进设计中,零件的选材、试制、试验、批生产方面出现问题的分析及解决方法。

Abstract: This paper is to take the author's actual work experiences as an example to introduce the technological innovation design of one complicated bracket from the machined part changed into cast part and detail the methods for analyzing and solving the problems which occurred during material selection, trial-fabrication, tests and batch-production of brackets.

关键词: 机加件; 工艺改进设计; 铸件

Keywords: machined part; technological innovation design; cast part

0 引言

该支撑座零件是某空投系统与飞机支撑、连接的一个主要零件,以往采用机械加工方式生产。由于零件外形尺寸大,导致加工中切削余量大,加工周期长,加工成本高。随着订货量的逐渐加大,为了满足生产周期要求,决定对其加工工艺进行改进,实现了该零件的铸件批生产,大大降低了生产成本,缩短了加工周期,提高了生产效率。

1 零件力学性能分析

支撑座零件的外形尺寸为 $173\text{mm} \times 145\text{mm} \times 100\text{mm}$,使用中主要受三个方向的力作用。工作时支撑座底面由8个 $\phi 6\text{mm}$ 铝铆钉与其他零件连接, P_1 处通过螺栓与钢丝绳连接受一向上的力, P_2 处为装机位置也受一向上的力。 P_1 、 P_2 两处分别受力,不同时作用,均为 50kN 的静力负荷。支撑座外形及受力示意图1。

该零件的 P_1 受力作用在孔上,即A-A面上,简化分析的几何示意图见

图2。分析可知, P_1 作用零件后,危险截面应是受力最大面即水平面(截面积为 $A_1=291.609\text{mm}^2$),或者截面积最小平面即 α 角方向截面(截面积为

$A_2=263.856\text{mm}^2$),两个截面上的应力分别为:

$$\text{水平面: } \sigma_{b1}=N/A=P_1/A_1=171.15\text{MPa}$$

$$\alpha\text{截面: } \sigma_{b1}=N/A=P_1 \cdot \cos\alpha/A_2=174.04\text{MPa}$$

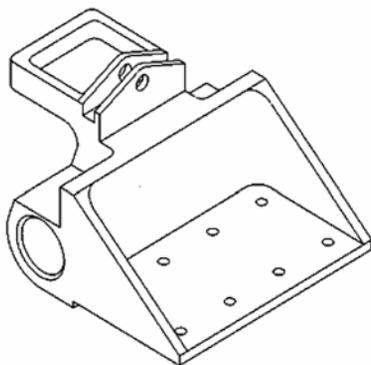


图1 零件外形及工作受力示意图

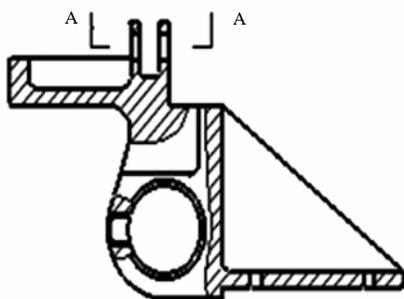
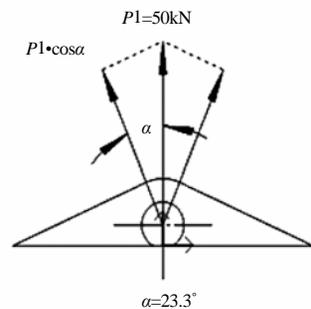


图2 P_1 作用零件受力示意图



因此, α 截面为危险面, 最大应力 σ_{b1} 为 174.04 MPa。

采用三维计算软件对 P2 作用零件后的受力情况进行分析, 得到零件所受最大应力 $\sigma_{b1}=767.8\text{MPa}$ 。其受力情况见图 3。

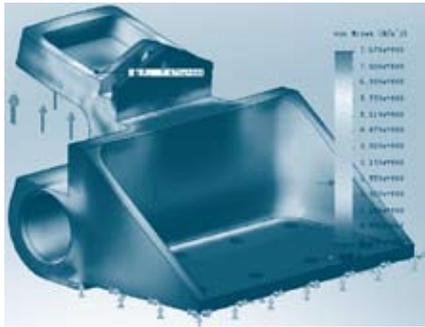


图3 P2作用零件后受力示意图

支撑座机加件材料选用的是 30CrMnSiA-GB/T3077-1999, 为圆钢锻造后加工再淬火。工艺改进后, 应选择铸造工艺性能和加工性能良好的材料来代替机加材料。ZG35CrMnSiA 是一种低合金调质钢, 在航空领域多用于制造中等强度的受力构件, 其力学性能良好, 满足强度要求。根据热处理条件及加工要求, 选择 $890 \pm 10^\circ\text{C}$ 油淬 + $630 \sim 670^\circ\text{C}$ 回火处理, $\sigma_b=933 \sim 974\text{MPa}$, 满足支撑座零件强度要求。

2 支撑座铸件设计

2.1 铸件结构

由于该零件本身为薄壁结构, 因此零件结构不用做大的改动就适合铸造生产, 设计铸件图时, 只需适当增加拔模斜度和铸造圆角。

2.2 铸造类型选择

支撑座零件的表面粗糙度要求较高, 达到 Ra6.3。且该零件结构较复杂, 铸造后难于找到机械加工的基准, 故在铸件完成后应尽量减少或不进行机械加工。通过对各种常用铸造方法的对比, 最终选定熔模铸造法。熔模铸造的表面粗糙度、尺寸精度均能满足该支撑

座零件的使用要求。

2.3 铸造精度选择

根据各种铸造方法成批生产可达到的精度等级及所选择的铸造方法, 选择支撑座铸造精度为 CT7, 同时为保证壁厚需求, 特将壁厚等级提高一级, 也按 CT7 进行。

2.4 铸造类别选择

铸件类别分为三类。I 类主要用于承受交变载荷或大的静载荷, 用于关键部位的铸件, 此类铸件损坏后可能危及整机安全; II 类主要是用于承受中等静载荷, 用于重要部位的铸件, 此类铸件损坏后将影响部件正常工作, 可能引起事故; III 类承受低静载荷, 用于一般部位的结构件。通过分析, 支撑座承受不大于 50kN 的静载荷, 属于一般部位受力件, 选择 III 类铸件。

2.5 铸件图设计

根据上述分析, 确定铸件材料为 ZG35CrMnSiA-III-HB5001-92, 铸造技术条件按 HB5001-92 III 类验收。由于该零件结构复杂, 为提高产品安全性, 特对零件增加 X 射线检验。

3 产品试制、验收与批生产

3.1 产品试制

产品试制时要求零件严格按照铸件图技术要求执行, 并在生产过程中增加试棒的力学性能检测, 包括对试棒进行冲击试验。为保证零件要求特按 CT7 提高壁厚公差等级。试制过程同时要求零件严格批次管理, 试制合格率达 80%。交付零件时随附同炉批试棒。

3.2 产品验收

产品交付后, 首先按 HB6103-86 CT7 进行尺寸检验, 合格后进行简单机械加工, 对零件进行热处理。热处理完成后, 对零件进行磁力探伤、X 光检验, 零件检验合格, 按 P1、P2 均为 100kN 对

零件进行静载荷拉伸试验。试验结束后, 零件无明显变形, 无破损, 证明零件受力完全满足要求。零件检验合格后, 装机进行高空空投试验。空投着陆后检验支撑座, 发现零件变形不大, 无裂纹及破损, 试验成功。

3.3 产品批生产

试制品经验收后, 零件各项指标均满足要求, 生产情况良好, 满足批生产要求, 于是该铸件在经过评审后成功转批生产。

4 效果评价

对支撑座机加件与铸件的生产工艺进行对比, 计算两种方法的材料、加工工时及综合成本, 得出铸件成本仅为原机加件成本的 15%~20%, 经济效益良好。该零件改为铸件生产后, 不仅降低了成本, 也减轻了工人的劳动强度和车间的生产压力, 为产品顺利交货提供了良好的基础。此次工艺设计的改进, 为其他类似零件加工工艺的改进、进行批量生产提供了一个很好示例。 **AST**

参考文献

- [1] 李洪. 机械加工工艺手册[M]. 北京: 北京出版社, 1990.
- [2] 李在田. 检验技术手册[M]. 北京: 国防工业出版社, 1994.
- [3] 中国航空材料手册编辑委员会. 中国航空材料手册[M]. 北京: 中国标准出版社, 1988.
- [4] 刘鸿文. 材料力学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1998.

作者简介

孙文刚, 工程师, 主要从事飞行器动力与环控研究。

屈霞, 工程师, 主要从事飞行器航空电子研究。