

六西格玛方法在热加工锻件上的应用

万向钱潮股份有限公司 (浙江杭州 311215) 黄 春 齐长红

【摘要】 六西格玛是一项以数据为基础,追求几乎完美的质量管理方法。西格玛是希腊字母“ σ ”的中文译音,统计学用来表示标准偏差,即数据的分散程度。六西格玛可解释为每一百万个机会中允许有3.4个出错的机会。刹车臂壳体热加工锻件是汽车上的一个重要安全件。运用六西格玛方法对刹车臂壳体锻件生产流程因果作全面分析,找出关键因子进行有效改进和参数优化,使刹车臂壳体锻件一次交验合格率从60%提高到了95%,折纹率由35%~50%下降至5%,废品率由5%降至1%以下,效益显著。

刹车臂壳体锻件在生产中曾出现过大量的折纹质量问题,造成交货不及时、产品成本高、客户不满意等不良后果。为此,引入六西格玛管理方法,利用因果鱼骨图和因果矩阵柏拉图等工具对造成折纹的可能原因进行分析筛选,确认主要原因并使用DOE实验设计的方法,同时借助Minitab软件生成分析图表,寻找最佳的参数及优选方案,从而使折纹这一顽固的质量问题得到明显的改善。

一、实施过程

1. 分析

首先把此前半年内生产的刹车臂锻件质量数据进行收集整理,并据此计算出其过程能力水平如下:

$$\begin{aligned} DPU &= DPO \\ &= \text{缺陷总数} / \text{产品总数} \\ &= 96\ 853 / 189\ 626 \\ &= 0.511 \end{aligned}$$

其中,DPU代表单位产品缺陷数,DPO代表机会与单位产品的比值,即DPMO(每百万机会的缺陷数)=511 000。根据DPMO与Sigma(西格玛)关系查表得其过程能力水平约为1.5 σ 。

其次,对整个生产工艺流程,从加热→制坯→锻造→切边(冲孔)到模具、设备、人员等进行逐项检查分析,并利用因果鱼骨图、因果矩阵表把所有影响因素都罗列出来,同时召集项目组成人员进行头脑风暴讨论,

再用Minitab软件作出因果矩阵柏拉图(见图1),这样影响因素的主次程度便清晰地显示出来了。

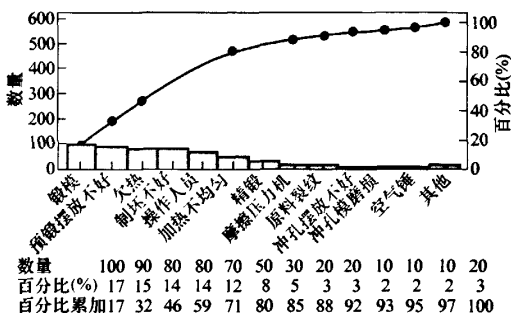


图1 因果矩阵柏拉图

2. 改进

(1) 模具作为主要影响因素,需进行全面的改进。原工艺为:下料→加热→自由锻→端部拔长制坯→单型腔模锻(见图2)→切边(冲孔)。根据刹车臂的结构特点,将单型腔模锻改进为相互错开排列的双型腔布置,并增设预锻型腔。改进后的工艺为:下料→加热→中间拔长制坯→双型腔预锻→双型腔终锻(见图3)→切边(冲孔)。制坯方式也随之改变,即由原先的一头拔长改为中间拔长,锻造模具由单型腔改为制坯、预锻、精锻三位一体。

生产结果证明,更改后的模具更有利于金属充满型腔和减少折纹发生几率,提高了产品质量。

(2) 更换设备将煤炉加热换成中频炉加热,把空气

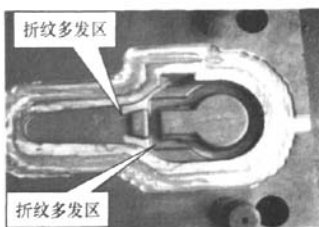


图2 改进前模具实物照片



图3 改进后模具实物照片

锤平砧制坯，摩擦压力机终锻成形，改为在80kJ电液锤上一模两件三工位锻造成形。

(3) 通过分析主要原因确认模具、加热温度及制坯等主要因素，并对影响工艺参数的三个主要因素运用DOE实验设计的方法，寻找最佳参数及解决问题的最优方案。DOE实验方案设计见表1。根据实验要求，运用Minitab软件设计实验方案，实验结果显示，当因子采用高水平参数时效果最好。

表1 DOE实验方案设计

改善目标	响应变量	因子	低水平	高水平	试验目的	试验成本
降低折纹率和废品率	刹车臂锻件表面折纹	模具过渡圆角/mm	R5	R10	找出主效应显著的因子；初步确定优化的工艺参数	原材料费、电费 etc 共计约5000元
		温度/℃	1100	1200		
		制坯/mm	100	120		

二、DOE实验方案改进前后比较

改进前DOE实验输出分析：将模具因子、加热温度及制坯等参数输入Minitab软件相关菜单表格中，软件系统会自动输出各因子对结果的影响参数P值，P值越大说明因子对结果的影响效应越小，P值越小则影响效应越显著，0.05是临界点。本实验中，Minitab软件输出的模具因子P值为0.006 < 0.05，加热温度因子P值为0.030 < 0.05，制坯因子P值为0.192 > 0.05。由此

可知，模具和加热温度两个因子是对结果具有显著影响的，而制坯因子对结果效应不明显，在改进后的DOE实验中将予以忽略。

改进后的DOE实验输出显示，模具因子和加热温度因子的P值均小于0.05，说明此二因子对结果具有显著效应。与此同时，DOE实验Minitab软件还会输出一系列的验证图谱，如散点图、主效应图、交互效应图、等高线图、响应曲面图及立方体图等，现仅以残差散点图和正态检验图作一简单说明（见图4）。图4a为残差正态分布图，呈正态分布则改进有效，若为非正态分布则表示改进效果不明显；图4b为残差散点图，没有出现喇叭型等异常分布状态；图4c为残差柱状图；图4d为残差随机分布图，散点呈随机分布无倾向性，从图中可知改善有效。

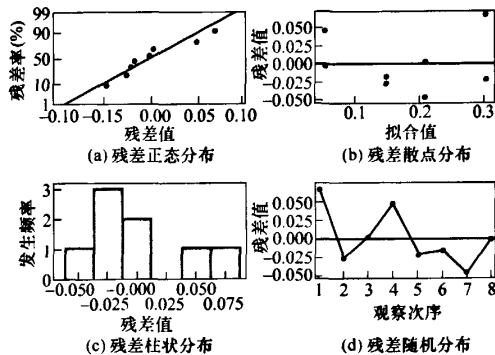


图4

DOE实验模型比较（见表2）。根据DOE实验理论，多元全相关系数R-sq与修正的多元全相关系数R-sq(adj)的差值越小越好。由表2结果对比分析可知，改进后模型比改进前模型更优化。根据表2数据得到如下回归方程：

$$\text{代码化回归方程：结果} = 0.1775 - 0.0775(R - 7.5)/2.5 - 0.0475(t - 1150)/50$$

表2 模型比较

项目	改进前	改进后
S	0.0406	0.0461
R-sq (%)	91.4	86.12
R-sq (adj) (%)	84.95	80.57
差值 (%)	6.45	5.55

$$\text{原始数据回归方程：结果} = 1.5025 - 0.031R - 0.00095t$$

钣金数控冲编程工艺分析与处理

上海天灵开关厂有限公司工艺科 (201808) 沈雪莲

钣金件的加工离不开数控冲技术,而数控冲技术中最重要的一环就是数控冲编程。数控冲编程的好坏对数控冲床的使用、生产效率、板材利用率及钣金件质量等都有着至关重要的影响。本文就数控冲编程中遇到的一些问题进行了工艺分析,并针对具体问题给出了相应的处理办法,总结出一些有效的数控冲编程方法。

1. 选择有效的零件展开方法

数控冲编程的前提就是零件的展开。通常情况下,一般的数控冲程序是根据图样,利用源代码通过手动方式逐步逐条编制的,这种方式用于比较简单的图形基本不成问题,但是对于比较复杂的图形,这种方式不仅费时费力,而且非常容易出错。这种情况下,使用下面的方法就要简单多了,即先利用常用的绘图软件如 CAD、Solidworks 等把零件展开并生成 1:1 的 DXF 文件,再通过数控冲床编程软件内置的调用图形功能直接调入 DXF 图形,然后通过铺模等工序来完成零件的编程(见图 1)。利用这种方法编制的程序,不仅程序的出错率相对较低,而且所用的时间与人力也要少的多。

如果条件许可,通过 Solidworks 的“展开”功能直接调用三维图形,将其转化为二维平面图形,然后生

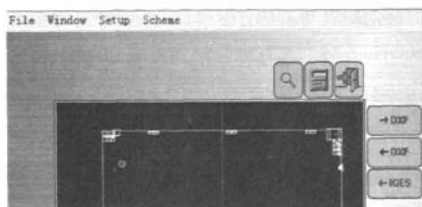


图 1

成 DXF 文件,再如上调用进行编程。使用这种方法,编程人员不但很容易绘制出零件的展开图,且在这个过程中,可以对零件的设计图及展开图进行查看和校对,使得设计、工艺的错误被及早地发现与改正,从而保证了零件合格性,也缩短了生产周期。

2. 选择合适的模具

编程铺模时很重要的一个前提就是选择合适的模具。始终选择与孔大小相同的模具,当没有与孔径一致的模具时,则要根据实际情况来做选择。例如,要加工一个 38mm × 38mm 的方形孔,而模具库中只有 20mm × 20mm、30mm × 30mm 及 40mm × 40mm 的方模,这时应选择模具就是 20mm × 20mm 方模。虽然用 30mm × 30mm 的方模也可以(见图 2),左边是用 20mm × 20mm

方程中, R 为模具过渡圆角 (mm); t 为加热温度 (°C)。

根据改进结果确定最优方案及工艺参数:模具过渡圆角为 $R10\text{mm}$,加热温度为 $(1200 \pm 20)^\circ\text{C}$,制坏型槽长度为 110mm 左右。

对优化后的工艺参数进行实际生产验证,结果显示,一次交验合格率达 95% 以上,折纹率降至 5% 以下,废品率约为 0.5%,生产效率提高 30%,单件原材料可节约 3% ~ 5%,操作工由 9 人减为 4 人,原先的两名修磨人员基本可以取消,效益显著。

三、结语

(1) 制订 DOE 实验设计计划,运用 Minitab 分析实验设计方法,确定出最优的改进方案。

(2) 根据最优方案改进模具、加热温度等工艺参数。

(3) 对改进后工艺进行实验验证后,可按优化后的工艺参数进行批量生产。

(4) 实际生产验证,折纹率降至 5% 以下,废品率约为 0.5%,西格玛水平上升至 3.2σ ,质量明显改善。

MW (20100406)