

质量工具在降低某中肋 R 区缺陷率中的应用

Application of Quality Tool in Reducing Defect Rate of Middle Rib R Region

中航工业北京航空制造工程研究所 杨 柳 荀国立 陈 静 邱启艳



杨 柳

中航工业北京航空制造工程研究所高级工程师,主要从事复合材料制件研制、质量控制及技术管理等工作。

质量工具在质量控制(Quality Control, QC)中有广泛的用途,通过统计工具,能深入地分析质量现象,得到很多有用的信息。质量管理的七大工具可应用于质量管理的任何阶段,可分为新旧七大工具。新七大工具为:KJ法、关联图、系统图、矩阵图、矢线图、PDPC法和矩阵数据解析法;旧七大工具为:排列图、因果图、调查表、直方图、控制图、散布图、

某型飞机平尾中肋为碳纤维复合材料构件,由于其零件型面复杂,自批量生产以来,合格率仅在80%左右,较其他零件偏低。本文从复合材料零件自身特点及成型工艺出发,结合质量管理工具,对不合格原因进行比较和分析,得出造成平尾中肋不合格的主要原因并加以改进,以降低产品的缺陷率。

分层图。企业对七大工具的使用情况在一定程度上表明了公司管理的先进程度。

某型飞机平尾中肋为碳纤维复合材料构件,由于其零件型面复杂,自批量生产以来,合格率仅在80%左右,较其他零件偏低。本文从复合材料零件自身特点及成型工艺出发,结合质量管理工具,对不合格原因进行比较和分析,得出造成平尾中肋不合格的主要原因并加以改进,以降低产品的缺陷率。

分析方法及结果

1 原因分析

复合材料中肋采用人工铺叠,热压罐固化工艺成型,由于该零件型面复杂,对其制造过程也提出了更高的要求。

(1)对中肋生产流程进行了梳

理,得出零件生产流程图,见图1。

(2)利用柏拉图对平尾中肋缺陷类型进行分析。柏拉图能充分反映出“少数关键、多数次要”的规律,即20/80原则,关键的少数和次要的多数。制作柏拉图的目的就是通过不同的分层方法找到关键的少数并改善它,是分析和寻找影响质量主要原因的一种工具。通过对前期收集的中肋缺陷原因进行分析可知,R区分层占有所有缺陷的87.1%,R区分层缺陷率为 $87.1\% \times (1-80\%)=17\%$,是平尾中肋不合格的主要原因。对此,我们计划对造成R区分层的原因进行分析并加以改进,将R区分层缺陷率降低至5%以下。

(3)应用因果图查找可能存在的主要原因,即关键因子。如何从错综复杂的可能因素中找到真正的影响因素,就需要从质量问题的质量特

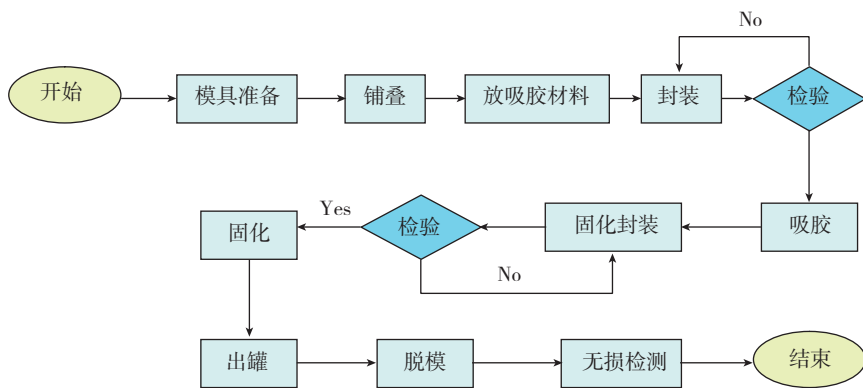


图1 中肋生产流程图

性 Y 出发,使用头脑风暴,找出可能的影响因素。因果图的应用首先要清楚质量特性,一个质量特性就要用一个因果图。R 区分层缺陷就是一个质量特性,结合流程图,得出中肋 R 区分层缺陷因果图,如图 2 所示。

2 找出主要原因

针对以上分析得出的可能原因,制定了要因确认计划表,见表 1。

利用质量工具对以上可能要因逐一进行分析,进一步确认其是否造成 R 区分层的主要原因。

(1) 确认铺叠人员。

统计了 6 个固定操作人员的铺叠情况,数据如表 2 所示。

对表 2 的数据进行卡方检验, P

值为 0.596。这表明,虽然每个人铺叠的零件出现报废的情况有差别,新手和熟练工有差别,但是差别在统计上却不显著。因此,铺叠人员不是造成 R 区分层的主要原因。

(2) 确认封装技术。

封装后在抽真空过程中,用手按压软膜,尽量让软膜贴实零件。对改善之后 6 批次的中肋生产情况进行阶段性统计, R 区分层平均缺陷率为 23%,未有改善。因此,封装技术不是造成 R 区分层的主要原因。

(3) 确认软膜夹芯材料。

经过讨论分析,更换了软膜中的加强材料。更换后的材料与中肋零件热膨胀量相似。进行此改善后收

集了 5 批次零件的质量信息进行分析,发现零件 R 区平均分层缺陷率降低到 10% 左右,明显低于改善前 17% 的缺陷率,改善率为 41%。进一步进行一般线性模型分析, P 值 ≤ 0.05 ,说明软膜夹芯材料的不同对 R 区分层缺陷率有显著的差异。因此,软膜夹芯材料是造成 R 区分层的主要原因。

(4) 确认脱模温度。

将同罐固化的中肋零件分成两批,第一批出罐后直接脱模,第二批放入净化间 24h,充分冷却后再脱模,根据各批次的缺陷率时间序列图认为脱模时间的不同对 R 区分层缺陷率可能存在差异。进一步进行一般线性模型分析, P 值 $= 0.019 \leq 0.05$,说明脱模时间的不同对 R 区分层缺陷率有显著的差异。因此,脱模温度是造成 R 区分层的主要原因。

(5) 确认脱模方法。

针对中肋出现的几次较为严重的 R 区分层缺陷,结合金相显微镜观察,认为是脱模方式不当引起的。为此我们制定了 A、B 两套检验方法进行验证: A 为脱模前先将零件进行无损检测,记录零件的合格情况; B

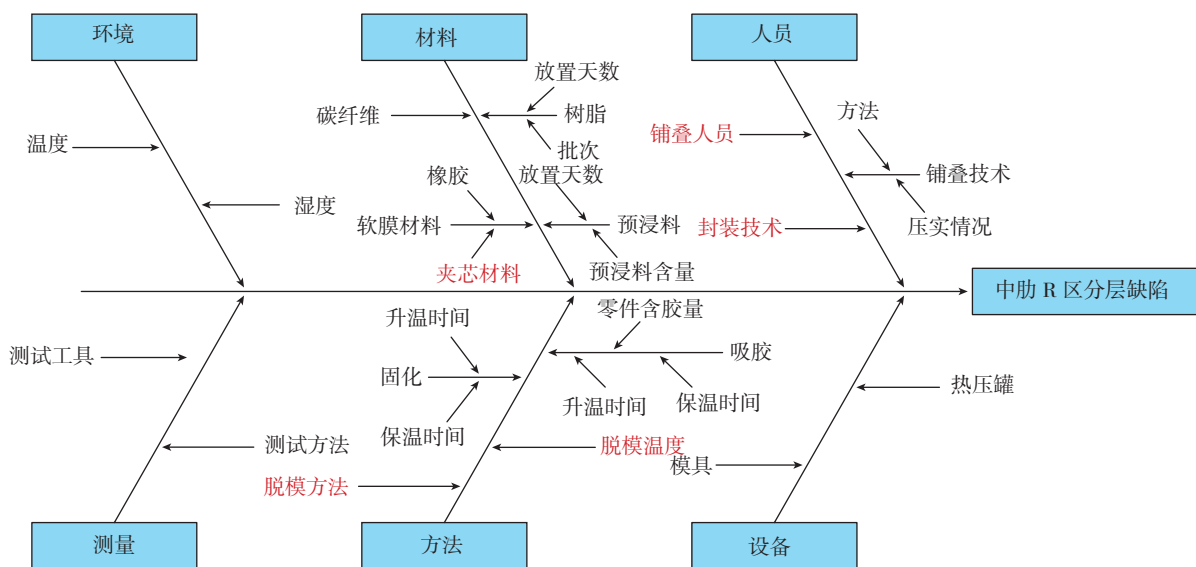


图2 中肋R区分层缺陷因果图

表1 要因确认计划表

序号	末端原因	确认内容	确认方法
1	铺叠人员	检查是否是个人操作人员操作不规范,造成零件缺陷	统计不同的操作人员铺叠的零件质量情况,进行比较
2	封装技术	检查封装抽真空时,软膜是否能压实到位,与零件间是否还有间隙	真空抽实后,用手按压软膜,判断软膜是否还能移动,对比结果
3	软膜夹芯材料	相比复合材料制作,软膜在高温情况下,是否使用过程中变形量过大,导致不能压实制作	更换部分零件软膜夹芯层材料,进行比较
4	脱模温度	脱模时模具温度过高是否对零件质量产生影响	脱模前,将零件分两批,一批放置在净化间环境中24h,另一批直接脱模,比较结果
5	脱模方法	脱模时是否存在不合理操作,导致零件R区出现缺陷	脱模前先进行无损检测,脱模后再次检测,检查是否有区别

表2 铺叠人员生产零件质量统计

铺叠人员	李 X	钳 XX	邵 XX	张 XX	邓 XX	龙 XX
报废数	6	4	7	5	5	5

为脱模后再次进行无损检测。对比脱模前后无损检测结果,根据各批次的缺陷率时间序列图认为脱模方法对R区缺陷率可能存在差异;进一步进行一般线性模型分析, P 值= $0.034 \leq 0.05$,说明脱模前后对R区分层缺陷率有显著差异。因此,脱模方法是造成R区分层的主要原因。

通过以上确认工序,认定软膜夹芯材料、脱模温度及脱模方法3个因素是影响R区分层的主要原因。

3 制定对策并实施

根据以上分析得出的主要原因,并根据现场条件和设备状况,在工艺文件允许范围内制定了对策表,如表3所示。改善后工艺流程如图3所示。

表3 对策表

序号	要因	对策	目标
1	软膜夹芯材料	更换软膜夹芯材料	减少软膜高温膨胀量
2	脱模温度	延长出罐到脱模的时间	让模具彻底冷却
3	脱模方法	制定更为合理的脱模操作规范	减少人为因素对零件的破坏

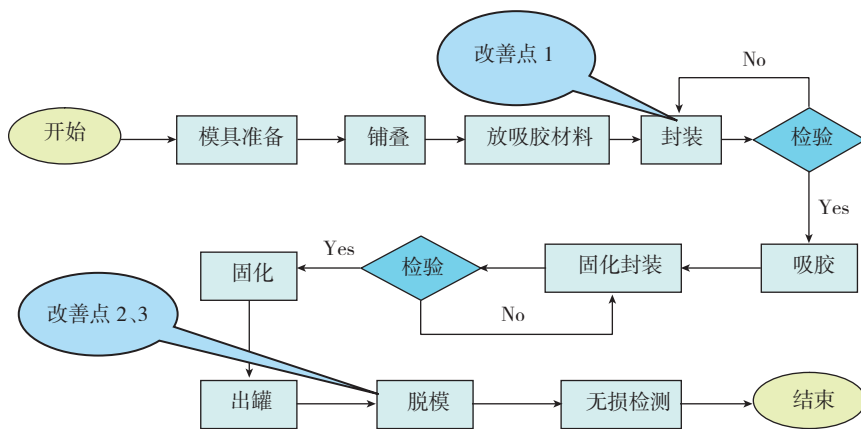


图3 改善后中肋生产流程图

4 效果检查及维持

对策实施以后统计了9批次R区分层缺陷情况,与改善前零件R区分层缺陷率进行了对比。除了第8批次出现零件在搬运中磕伤而出现报废外,其余批次R区分层缺陷已经不高于5%,改善后9批次的平均缺陷率为1.3%,达到了预期的目标。由此中肋的合格率也得到了大幅提高,此阶段中肋合格率为96.1%。

通过时间序列图可知,对策实施前后R区分层缺陷有了明显的改善,但流程能力是否得到了提高未能判别,因此,需要借助控制图做进一步分析。控制图主要用来揭示流程是处于受控还是失控状态,它通过区分引起质量波动的原因是偶然的还是系统的,从而判断生产过程是否处于受控状态。当流程出现异常波动时,可用控制图察觉并立即采取行动。我们根据改善后数据得到的控制图确认流程受控,流程能力得到了显著的提高。

在提出项目对策并实施后的2个月进行了质量跟踪,中肋R区缺陷率为1.25%,远好于预期的5%,中肋零件的合格率也提高到93%,而且生产状况稳定。

结束语

质量管理工具的基础是QC七大工具,一个企业对QC七大工具的应用水平代表着企业质量管理的水平。质量控制是以数据采集和分析为基础的。数据应是流程的真实数据,并得到正确的统计分析。在企业质量管理中有效地确立改进的项目;掌握现场质量分析与解决的工具,有效地降低现场的质量损失,应用质量控制的七大工具步步深入地分析问题、解决问题;坚持用数据说明事实,用科学的方法来分析与解决问题,对于企业提高产品质量,提升质量管理水平有着举足轻重的作用。

(责编 深蓝)