

doi: 10.11823/j.issn.1674-5795.2017.06.06

运用 6σ 方法提高加速度计充气工序的合格率

于亚云, 熊磊

(航空工业北京长城计量测试技术研究所, 北京 100095)

摘要: 为解决加速度计充气工序合格率低的问题, 运用 6σ 方法和分析工具, 通过流程分析和鱼刺图等分析工具找出了影响充气工序合格率的可能因素, 再利用等方差检验、单因子方差分析等方法最终确定了关键因素, 并经过多次试验验证分析, 提出了改进措施, 有效地提高了加速度计的整体合格率。

关键词: 6σ 方法; 加速度计; 充气工序

中图分类号: TH824.4

文献标识码: A

文章编号: 1674-5795(2017)06-0025-03

6σ Method is Used to Improve the Qualification Rate of the Accelerometer Inflating Process

YU Yayun, XIONG Lei

(Changcheng Institute of Metrology & Measurement, Beijing 100095, China)

Abstract: This paper presents 6σ methods and tools to solve the problem of low qualification rate of the accelerometer inflating process. The possible factors affecting the qualification rate of the inflating process were found through flow analysis and fishbone diagram, and finally, the key factors were identified by means of equal variance test and one-way ANOVA. After many tests and verification analysis, the improvement measures are put forward, and the overall qualification rate of the accelerometer is improved effectively.

Key words: 6σ ; accelerometer; inflating process

0 引言

加速度计在密封前要进行抽真空和充氮气处理, 以防止内部的零部件在长期使用过程中氧化, 且有利于产品的散热。在加速度计生产过程中, 对充气工序完成后的产品进行测试, 产品所有内控指标都必须满足工艺要求。而在实际装配过程中, 该充气工序合格率总是在 90% 左右, 影响了加速度计的整体装配合格率。对此, 将采用 6σ 方法提高加速度计充气工序的合格率。 6σ 方法是一种改善企业质量流程管理的技术, 采用基于数据和事实驱动的管理模式, 应用统计工具来处理原始数据资料, 聚焦于流程的改进^[1], 从而提供改进流程所需依据, 达到降低缺陷的目的, 更好的满足客户需求^[2]。

1 定义与测量阶段

1.1 问题的确定

调取 270 只加速度计的充气工序数据, 其中, 合格品有 252 只, 合格率为 89.63%; 28 只不合格品不合

格原因可分三类: 偏值 K_0 变化量超差、标度因数超差和高低温失准角变化量超差。利用博拉图分别计算出各种原因导致不合格品所占的比例, 如图 1 所示。从图 1 可以看出充气工序前后偏值 K_0 变化量超差为主要失效形式, 占总不合格品的 85.7%, 因此, 选择偏值 K_0 变化量超差作为本项目的输出, 即客户关注的焦点。

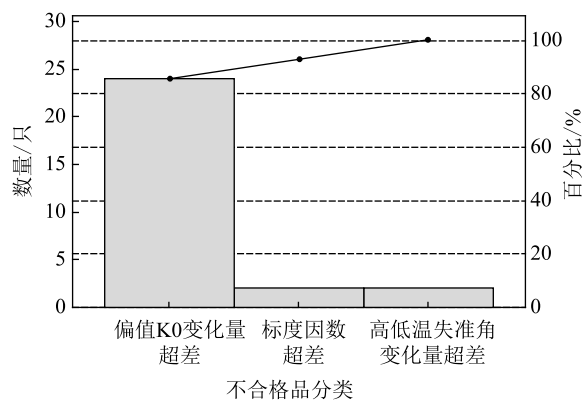


图 1 不合格品分类的博拉图

1.2 测量系统分析

6σ 方法是基于数据的决策建立的, 且用于决策过程的数据必须是可靠的。因此在进行实际项目数据收集之前必须先进行测量系统分析, 只有当测量系统稳定可

收稿日期: 2017-08-17

作者简介: 于亚云(1987-), 女, 工程师, 从事惯性器件测试与研发。

靠,才能确保收集到的数据都是真实的,才可以反映真实流程^[3]。本文的偏值 K_0 变化量是通过加速度计自动测试系统测量的,为保证得到的偏值 K_0 变化量真实可靠,必须对加速度计自动测试系统进行分析。偏值 K_0 变化量的误差由产品本身的误差和测试系统误差两部分组成,测量系统分析的过程就是分析这两部分误差的过程,即产品本身的重复性误差和不同测试系统再现性误差。随机选取 5 只加速度计,分别用两个自动测试系统进行两次测试,利用 Minitab 软件进行分析,分析结果如图 2 所示。

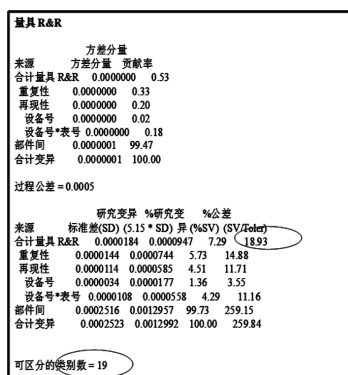


图2 测量系统分析

分析结果显示量具 R&R 为 18.93%,即测量系统重复性和再现性为 18.93%,表示偏值 K_0 变化量的误差有 18.93%是由测量系统误差引起的,该误差小于要求值 30%。可区分类别数 19,表示该测试系统识别出了 19 个不同的偏值 K_0 变化量(实际总共有 20 个),远远大于要求的 4 个,只要满足这两个条件,加速度计偏值 K_0 变化量的测量系统就可以接受,数据可用,利用此测量系统输出的测量结果是有效的。

2 分析阶段

2.1 关键因素的初步分析

通过分析工具,从人、机、料、法、环、测六个方面,对影响加速度计充气工序前后偏值 K_0 变化量超差的可能因素进行分析,分析结果如图 3 所示。对每个可能因素进行逐一分析排查,首先查找原始记录,所有操作人员均持证上岗,所以技术水平差异不是导致 K_0 变化量超差的主要原因;第二经常进行质量意识和安全意识培训,并且有培训记录,所以质量意识弱也不是导致 K_0 变化量超差的主要原因;第三工作现场均有温湿度记录,且满足工艺要求;第四烙铁温度,充气工序时间和旋钮位置均有质量记录,且满足工艺要求。最终经过排查和研讨找出影响加速度计充气工序前后偏值 K_0 变化量超差的关键因素包含五个,分别

是测量设备差异、不同批次材料差异、摆组件质量差异、压力差异和通道差异,把找到的五个关键 X_i 列入数据收集计划中并进行数据收集,如表 1 所示。

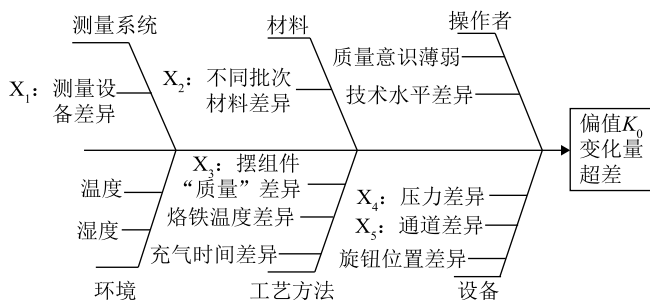
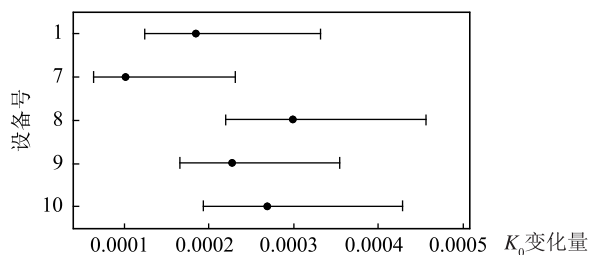
图3 偏值 K_0 变化量超差原因鱼刺图

表1 数据收集计划

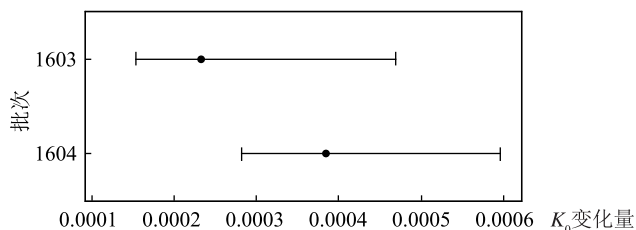
样本号	Y (连续型)	数据标签				
		X_1 (离散型)	X_2 (离散型)	X_3 (连续型)	X_4 (离散型)	X_5 (离散型)
1	充气工序合格率	测量设备	批次	摆组件质量	压力	通道

2.2 利用分析工具确定关键因素

按照数据收集计划对收集到的数据逐一进行假设检验,判断其对偏值 K_0 变化量影响的显著水平,以确定最重要的影响因素。采用等方差检验分析偏值 K_0 变化量与测量设备和批次的关系,分析结果表明,事件发生的概率 P 均大于 0.05,如图 4~5 所示,所以没有足够证据表明不同设备和批次引起的偏值 K_0 变化量的方差有显著不同。



注:采用Levene检验,检验统计为0.48, $P=0.752$ 。

图4 K_0 变化量与测量设备的等方差检验

注:采用Levene检验,检验统计为3.42, $P=0.075$ 。

图5 K_0 变化量与批次的等方差检验

利用单因子方差分析得到偏值 K_0 变化量与压力和通道的关系，利用回归分析得到偏值 K_0 变化量与摆组件质量的关系，分析结果 P 均小于 0.05。有证据表明不同压力、不同通道、不同摆组件质量引起的偏值 K_0 变化量的方差有显著不同。为进一步找到压力、通道和摆组件质量的差异对偏值 K_0 变化量的贡献率，利用一般线性模型进行分析，输出选择“偏值 K_0 变化量”，模型选择“压力”和“通道”，协变量选择摆组件质量，分析结果如图 6 所示，摆组件质量 P 大于 0.05，而压力和通道的 P 小于 0.05，说明压力、通道和摆组件质量三个变量的差异组合后，摆组件质量的差异对偏值 K_0 变化量的贡献率变小，已经不再重要，没有足够证据表明摆组件质量差异引起的偏值 K_0 变化量的方差有显著不同。

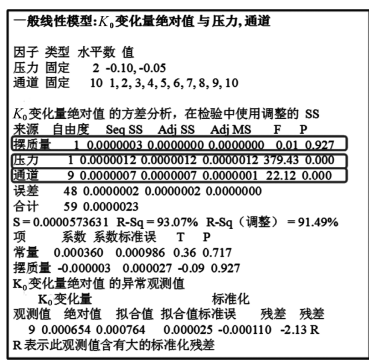


图 6 K_0 变化量与压力、通道、摆质量的一般线性模型分析

根据一般线性模型分析结果可以得出，压力对偏值 K_0 变化量的贡献率为 $\frac{0.0000012}{0.0000023} \times 100\% = 52.17\%$ ，通道对偏值 K_0 变化量的贡献率为 $\frac{0.0000007}{0.0000023} \times 100\% = 30.43\%$ ，因此应从这两个方向进行改善，从而提高加速度计充气工序的合格率。

3 改善阶段

3.1 压力的改善

根据上述分析结果，得出压力对偏值 K_0 变化量的影响最大，所以必须对压力值进行调整。由于充气工序管正对着加速度计的重要件摆组件，充气工序压力越大越容易引起摆组件形变，导致充气工序前后偏值 K_0 变化量加大，因此在保证能够满足充气工序条件下，经过分析和计算，对充气工序压力进行调整，并经多次试验验证，将充气压力降低可以减小对偏值 K_0 变化

量的影响。

3.2 通道的改善

通道也是影响偏值 K_0 变化量的主要因素之一，因此对连接通道的各个器件进行逐一排查，发现是由于与通道相连接的阀门密封性不好而导致，究其原因密封件老化。更换新的阀门后解决了通道密封性不好的问题。通过查阅以往充气工序记录，对比发现：阀门使用一定期限后，进行充气工序时会使偏值 K_0 变化量超差。因此，为保证通道的密封性，和供应商联系探讨，规定应定期对通道阀门进行更换。重新修订了《加速度计充气工序操作规程》。

4 试验验证

改变加速度计充气工序压力和更换通道阀门后，根据更改后的《加速度计充气工序操作规程》，试生产时期共装配 4 个小批次计 290 只产品，合格率达到 98.97%，DPMO 由原来的 103700 降到 10300，具体见表 5，有效地提高了加速度计整体合格率，保证了生产进度。

表 5 加速度计充气工序合格率统计表

批次	装配数量	合格数量	合格率
1606	70	68	97.14%
1607	70	69	98.57%
1608	75	75	100%
1609	75	75	100%
合计	290	287	98.97%

5 结论

利用 6σ 方法对加速度计充气工序的合格率进行了深入分析，针对不同问题，使用多种分析工具，找出了影响合格率的关键因素，确定了改进方案并进行试验验证，取得了很好的改进效果，使加速度计充气工序合格率得到了显著提高。

参考文献

[1] 马林, 何桢. 六西格玛管理[M]. 中国人民大学出版社, 2011.
[2] 王琦, 任亦鸣, 王欣. 6σ 管理技术在提高坐标测量机检测效率上的应用[J]. 计测技术, 2007, 27(S1): 11-15.
[3] 王芮文, 欧定福, 曹妍. 测量系统分析技术在构件钢筋保护层厚度检测中的应用[J]. 计测技术, 2017, 37(2): 22-26.