

六西格玛管理系列丛书

六西格玛 成功实践

实例荟萃

上海质量管理科学研究院 编著
唐晓芬 主编

中国标准出版社

图书在版编目(CIP)数据

六西格玛成功实践:实例荟萃/上海质量管理科学研究院编著. —北京:中国标准出版社,2002.11
(六西格玛管理系列丛书)
ISBN 7-5066-2974-7

I. 六… II. 上… III. 质量管理-案例
IV. F273.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 082351 号

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码:100045

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 9¼ 字数 169 千字

2002 年 11 月第一版 2002 年 11 月第一次印刷

*

印数 1 - 5 000 定价 25.00 元

网址 www.bzcb.com

版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533

序

中国工程院院士

国际质量科学研究院院士

刘源张

上海质量管理科学研究院首席研究员

美国人喜欢不断地创新,而6 SIGMA正是美国人在全面质量管理发展基础上“创新”的产物。朱兰、费根堡姆于20世纪60年代提出了全面质量管理的概念。他们提出,为了生产具有合理成本和较高质量的产品,以适应市场的要求,只注意个别部门的活动是不够的,需要对覆盖所有职能部门的质量活动进行策划。

戴明、朱兰、费根堡姆的全面质量管理理论在日本被普遍接受,日本企业归纳了全面质量控制的质量管理方法。统计技术,特别是“因果图”、“流程图”、“直方图”、“检查表”、“散布图”、“排列图”、“控制图”等被称为“老七种”工具的方法,被普遍用于质量改进和质量控制。20世纪80年代,随着经济全球化的进程,顾客要求不断变化,美国人又把TQC发展的TQM。

许多“世界级”企业的成功经验证明,全面质量管理(TQM)是一种使企业获得核心竞争力的管理战略。质量的概念也从狭义的符合规范发展到以“顾客满意”为目标。全面质量管理不仅提高了产品与服务的质量,而且在企业文化打造与重组的层面上,对企业产生深刻的影响,使企业获得持久的竞争能力。但是,

由于时代发展和科技进步,原来的以百分比来评价质量已经不能完全反映质量要求。质量管理需要一种新的理念和更有号召力的质量改进方式,正是在这种情况下,6 SIGMA 应运而生。

6 SIGMA 最初的含义是建立在统计学中最常见的正态分布基础上的,它考虑了1.5 倍的漂移,这样落在6 SIGMA 外的概率只有百万分之三点四(3.4 ppm),即一百万次出差错的机会中,只有3.4 次发生的可能,其实质就是不要做错,建立做任何事一开始就要成功的理念。

虽然6 SIGMA 是新诞生的一种理论,但其中的很多方法原先就有,只是给予了新的内涵并加以实践。6 SIGMA 注意发现潜在的、隐藏的问题。它不是事后发现问题,再采取措施,而是去寻找潜在的、可能的问题,预先处理,不给它发生的机会。

6 SIGMA 开始主要针对制造业,通过数据收集、研究分布规律,利用正态分布分析它可能产生的缺陷数。以后逐渐发展到其他所有的过程,包括服务业。

企业推行6 SIGMA,首先要说服领导,只有领导支持,搞6 SIGMA 才会有成功的可能。对领导的培训不是要他们掌握6 SIGMA 理论与方法,而是让领导们明白6 SIGMA 能带给企业的好处以及企业推行6 SIGMA 的必要性。6 SIGMA 十分重视统计方法,但是统计方法不是6 SIGMA 的全部。6 SIGMA 的目的是解决问题,而不是要得到一个最终的统计数据。不管采用什么方法,重要的是结合实际。另外,解决问题过程中,要注意能简则简,如果一个问题用简单的方法就能解决,就不要复杂化。

上海质量管理科学研究院从1998 年开始学习、跟踪和研究6 SIGMA 理论和应用,经过几年来的探索和实践,已经逐步形成了一套既符合6 SIGMA 管理要求,又适合国内企业实际的6 SIGMA 培训教材,并通过对十多个企业的咨询指导,取得了一定的经验。希望在此基础上编写的《六西格玛管理系列丛书》,对6 SIGMA 的研究和实践能够起到推广和充实的作用,摸索出结合中国实际的6 SIGMA 管理的新路子。

谨此为序。

前言

人们都想通过具体的成功实例来了解6 SIGMA 的功效,了解可以采用哪些方法和思路去解决存在的问题并抓住改进的机会,创造出优异的成绩。实例荟萃就是本着这样的精神,为满足广大读者的需要,尽可能地汇集一些成功的案例,范围涉及生产、制造以及管理和服务等领域。这样的读物在国内尚属首次,由于资料来源有限,编写经验不足,部分案例本身并不很完整,欢迎提出宝贵意见。

梅特勒-托利多(常州)称重设备系统有限公司、延锋伟世通汽车饰件系统有限公司以及上海摩根碳制品有限公司等多家企业让我们使用他们内部应用6 SIGMA方法的改进项目案例,在此特表示谢意,我们尽可能精确地按提供的资料进行撰写,同时也将资料、杂志和书籍上的相关材料整理成案例。全书共11个案例,每一个案例均按DMAIC方法的五个阶段进行阐述,但在具体项目的要求、工具应用和表达形式上有所不同,各具特色,并在每个案例后编者加以简要的点评,有利于读者较好地理解各个案例的主要特点。撰写案例点评是本书的一个特色,也是一种尝试,请读者指正。

本书由唐晓芬、郑云之、茆诗松、邓绩、周纪芾、张军风、李冬生、金莹等同志负责汇编和撰写。

上海质量管理科学研究院

2002年9月

目 录

案例 1: 提高 GD 传感器的一次合格率	1
案例 2: 降低仪表板表面褶皱缺陷率	11
案例 3: 降低物资库存	21
案例 4: 提高催化剂罐装生产率	34
案例 5: 提高混合气体的充气效率	45
案例 6: 减少贮气罐在现场运行时的紧急抢修	54
案例 7: 降低电路板报废率	61
案例 8: 减少员工的工伤和职业病	72
案例 9: 降低产品包装损伤	86
案例 10: 缩短打印机步进马达响应时间	99
案例 11: 提高网站点击率	107
附录: 如何阅读和分析会计报表	111

案例 1

提高 GD 传感器的一次合格率

梅特勒-托利多(常州)称重设备系统有限公司(简称 MTCN)成立于 1987 年,是中国衡器行业第一家中外合资企业,合资外方是全球最大的衡器制造集团——梅特勒-托利多(简称 MT 集团),其产品范围覆盖了全世界五大洲与称重有关的各行各业,称重范围从 0.1 微克到 10 000 吨,包括工业衡器、商用衡器、称重系统、天平和实验室仪器等,列全世界同行之首。公司成立以来,研制生产出高精度称重传感器、称重显示仪和各类电子衡器,不断开发扩大国内外市场,现已成为国内最大的衡器研制基地。该公司自 2001 年开始推行 6 SIGMA 管理,6 SIGMA 成为改进过程、降低缺陷、提高业绩、培训员工、保证公司长期高速增长的强劲的企业文化。上海朱兰质量研究院承担公司 6 SIGMA 活动的培训和项目指导工作,“提高 GD 传感器的一次合格率”就是公司推行 6 SIGMA 的实例之一。

界定阶段

(1) 项目背景

- 称重传感器是一种将重量转换成电信号的敏感元件,主要由弹性体,应变片,PCB 板及电缆线组成。传感器的精度直接决定了称重系统的精度。GD 传感器(一种摇柱式称重传感器)是 2001 年 6 月开发上市的新产品,主要用于汽车衡,轨道衡等产品。
- GD 传感器投入生产已有半年,但生产线的平均合格率一直不高,2001 年只有 93%,其中有 24 只由于焊接以后无法返工,只能报废,造成直接损失 6.72 万元,按此水平进行生产,预计 2002 年由报废而产生的直接损失将达 16.6 万元。
- 产品生产的合格率低导致生产效率下降。
- 生产定单不能按正常的生产周期完成而影响及时交货。
- 多次返工造成产品性能不稳定,即使通过测试和检验,依然存在质量隐患。
- GD 传感器有一部分是内部配给大衡事业部使用的,质量问题会降低大型

案例 1:提高 GD 传感器的一次合格率

衡器的一次合格率,增加内部故障成本。

- 大衡产品质量问题引起过多的维修,花费过多的人力、物力和财力。
- 有一部分 GD 传感器销往 MT 集团的其他国外分公司,质量不稳定影响公司声誉。

(2) 劣质成本分析

以 GD 传感器 2001 年全年的销售及内部使用情况为例(表 1-1)。

表 1-1 劣质成本分析

项目	内容	金额/元	项目	内容	金额/元	
预防成本	质量策划	185.3	外部故障成本	成品库存	11 200	
	生产员工培训	1 961.4		坏账	4 000	
	供应商评价	1 481.4		产品退货	2 800	
	设备校准	2 222.4		投诉处理	1 111.2	
	小计	5 850.5		由失误引起的服务	20 000	
鉴定成本	产品检验及测试	34 573.1		产品更换	2 500	
	培训质保人员	555.6		销售服务报告	463	
	产品审核	5 556.0		小计	42 074.2	
	物料进货检验	5 540		质量成本: 合计		227 398.2
	试验设备折旧	40 000		不增值的符合性成本	产品测试	30 928
	过程控制及审核	2 182	产品检验		1 283.4	
	小计	88 406.7	过程控制		848.8	
内部故障成本	内部返工	3 900				
	废品报废	67 200				
	过程工艺更改	972.3				
	物料库存过多	5 000				
	物料延迟交货	8 000				
	物料报废	3 400				
	设备备件库存	1 900				
	质量问题引起停工	463				
	内外审纠正措施	231.5				
	小计	91 066.8	小计	33 060.2		

案例 1:提高 GD 传感器的一次合格率

续表

项目	内容	金额/元	项目	内容	金额/元
非 符 合 性 成 本	内部返工	3 900	非 符 合 性 成 本	坏账	4 000
	废品报废	67 200		产品退货	2 800
	过程工艺更改	972.3		投诉处理	1 111.2
	物料库存过多	5 000		由失误引起的服务	20 000
	物料延迟交货	8 000		产品更换	2 500
	物料报废	3 400		销售服务报告	463
	设备备件库存	1 900			
	质量问题引起停工	463		小计	133 141
	内外审纠正措施	231.5		合计	166 201.2
	成品库存	11 200			

(3) 项目目标

- 提高 GD 传感器整个生产流程的 SIGMA 水平
当前:2.91σ
改进后:3.6σ
- 降低 GD 传感器的报废率
当前:1.67%
改进后:0.3%
- 预计经济效益(以 2002 年产量预测计算)
减少直接报废:4 336 × (1.67% - 0.3%) × 2 800 = 166 329 元/年
降低内部返工返修及客户服务维修费用:29 531 元/年
合计:195 860 元/年
- 项目完成时间:2002-10-30

(4) 项目小组组成

项目负责人:1 人
小组成员:8 人

测量阶段

- GD 传感器概要生产流程分析(图 1-1)。
- 目前生产过程的 SIGMA 水平:2.91σ。

案例 1: 提高 GD 传感器的一次合格率

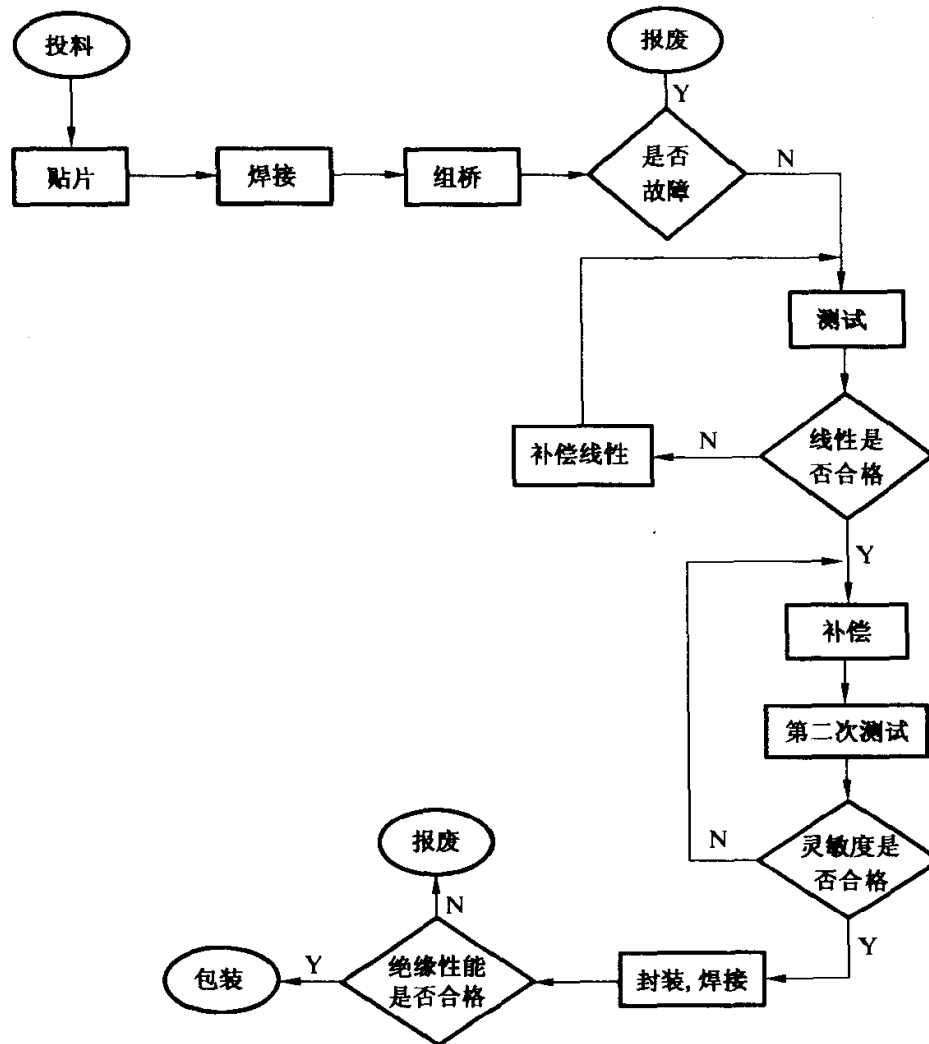


图 1-1 GD 传感器概要生产流程

分析阶段

(1) 主要缺陷类型分析(图 1-2)

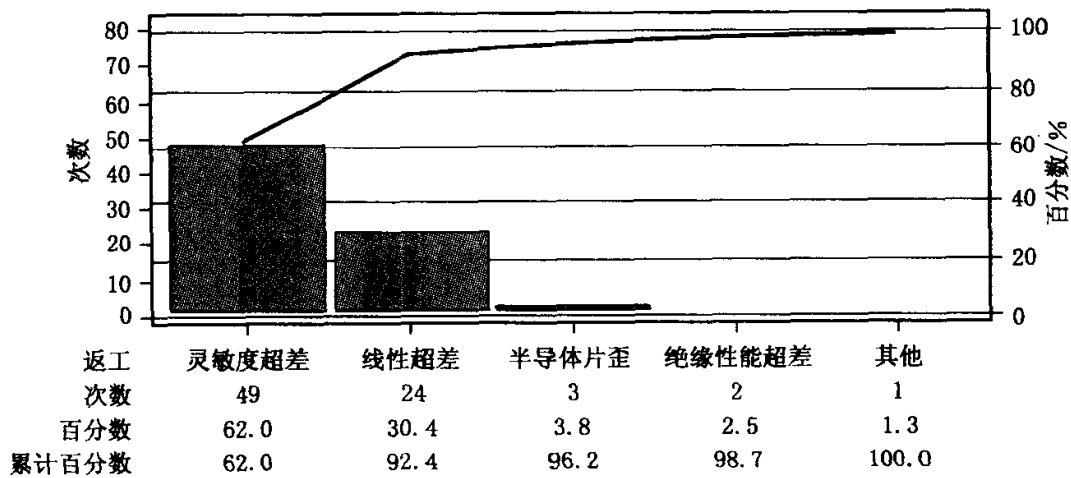


图 1-2 GD 传感器返工原因排列图

案例 1: 提高 GD 传感器的一次合格率

造成传感器返工的主要缺陷类型有: 灵敏度超差、线性超差、半导体片歪、绝缘性能超差和其他原因。其中灵敏度超差和线性超差占 92%, 是主要返工原因。半导体片歪和绝缘性能超差占 6%, 是由于操作人员违反操作规程造成, 加强工艺而规程的培训即可避免。灵敏度和线性是传感器的主要质量特性。在制造过程中, 由不同检验员使用专用仪器进行测量, 因此人员和操作的一致性对质量特性的控制至关重要。

(2) 用 Minitab 软件对灵敏度的测量系统进行 R&R 分析(图 1-3)

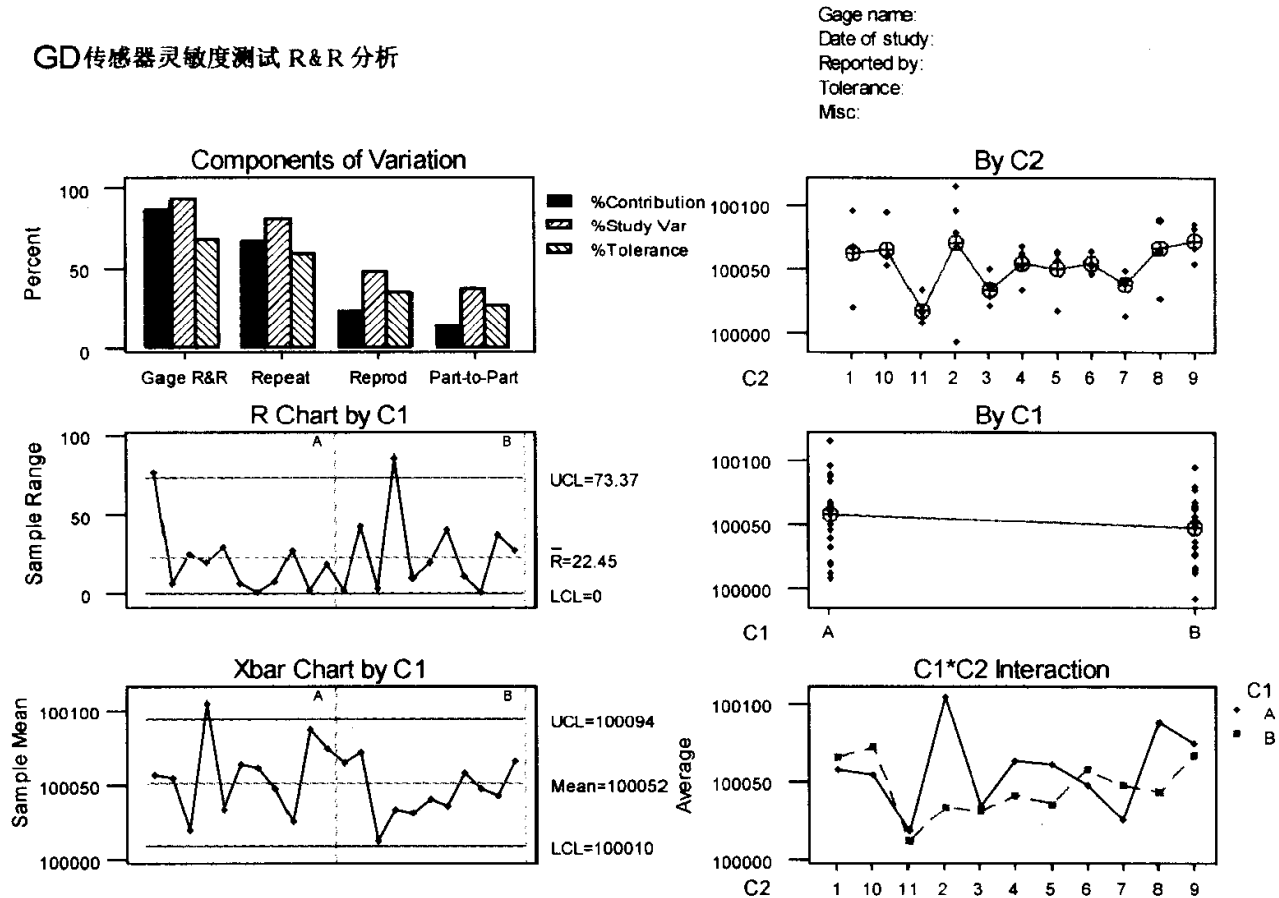


图 1-3 灵敏度测量系统的 R&R 分析

Source(类别)	StdDev (SD)	Study Var (5.15 × SD)	% Study Var (% SV)	% Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R(重复性与再现性)	26.059 8	134.208	93.24	67.10
Repeatability(重复性)	22.580 2	116.288	80.79	58.14
Reproducibility(再现性)	13.009 6	67.000	46.55	33.50
C1(操作者)	5.348 3	27.544	19.14	13.77
C1 × C2(操作者 × 零件)	11.859 4	61.076	42.43	0.54
Part-To-Part(零件变差)	10.103 8	52.034	36.15	26.02
Total Variation(总变差)	27.950 0	143.942	100.00	71.97

超过30%系统即不可接受

案例 1:提高 GD 传感器的一次合格率

对灵敏度测量系统的分析结果表明:重复性与再现性容差百分率(% R&R)高达 67.1%,因此测量系统误差导致结果不真实,是造成质量特性不稳定的主要原因。进一步分析还表明测量系统的人为因素影响明显:被测传感器放置的方法、位置因人而异,严重影响了测量结果的重复性与再现性,需对该测量系统进行改进。

(3) 用因果图对造成线性超差的原因进行分析(图 1-4)

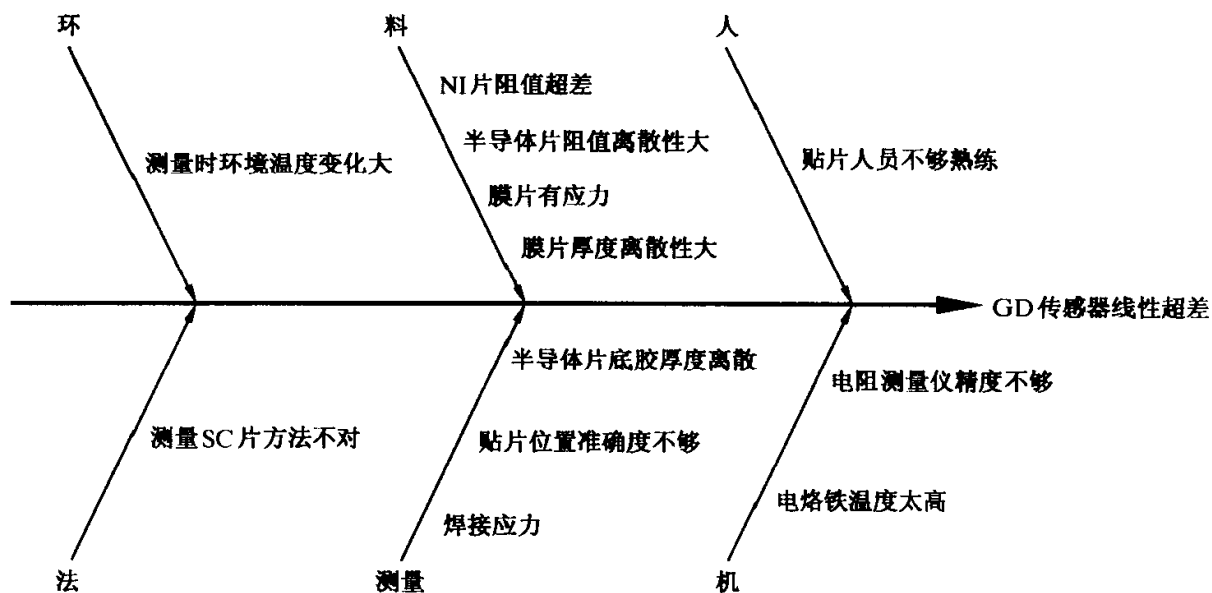


图 1-4 造成线性超差的因果图

(4) 为确定线性超差的主要原因,进行 DOE 试验分析(表 1-2、表 1-3)

表 1-2 因子水平表

因子	水平 1	水平 2
A:膜片状态	退火	正常
B:半导体片基底厚度	厚	薄
C:半导体片阻值	27.5	28.5
D:应变片偏移	正中	0.5 mm

表 1-3 试验设计方案、结果及计算

试验号	A	B	C	D	结果(GD 传感器非线性)
1	1	1	1	1	0.011
2	1	1	1	2	0.009
3	1	2	2	1	0.012

案例 1:提高 GD 传感器的一次合格率

续表

试验号	A	B	C	D	结果(GD 传感器 非线性)
4	1	2	2	2	0.009
5	2	1	2	1	0.011
6	2	1	2	2	0.019
7	2	2	1	1	0.017
8	2	2	1	2	0.015
\bar{T}_1	0.010 25	0.012 50	0.013 00	0.012 75	
\bar{T}_2	0.015 50	0.013 25	0.012 75	0.013 00	
R	0.004 25	0.000 75	0.000 25	0.000 25	

按极差排序,对非线性的影响程度最大的是因子 A,其次是因子 B,而因子 C 与 D 影响很小。这说明膜片是否退火是造成传感器非线性的最重要的原因,而膜片退火主要是消除应力,因此可以得出如下结论:膜片的应力是造成非线性返工的主要原因。

改进阶段

(1) 为减少灵敏度测量系统的误差,制作了一副专用测试夹具(图 1-5)

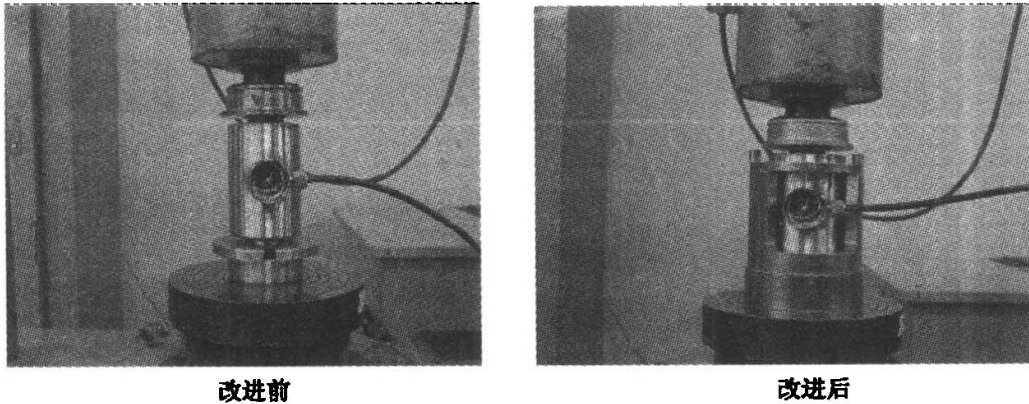


图 1-5

- 使用此夹具,可防止测试时传感器位置的转动;
- 消除测试对位过程中的人为因素;
- 防止传感器前后左右晃动,影响测试精度;
- 经验证,改进后的系统 R&R 误差和改进前相比显著下降:容差百分率(SV/Tolerance)从 67.1%降低到 26.51%,效果显著。

(2) 膜片的改进

- 将膜片冲压以后,加一道退火工序,工艺条件为:600℃和 5 h 低温退火;

案例 1: 提高 GD 传感器的一次合格率

- 膜的厚度从 0.38 mm 改为 0.40 mm;
- 经过上述改进, 使得焊接后的应力大大降低。

(3) 改进后的效果(SIGMA 水平计算, 表 1-4)

表 1-4 SIGMA 水平计算表

日期	当天 GD 产量	一、组桥工序可能缺陷								当天 GD 产量	二、测试工序可能缺陷		
		1. 应变片阻值 (1000 ± 3)Ω	2. 半导体片阻值 (50 ± 1)Ω	3. NI 箔片阻值 (76 ± 1)Ω	4. 绝缘电阻大于 5000 MΩ	5. 输入阻抗 (1165 ± 10)Ω	6. 输出阻抗 (1000 ± 3)Ω	7. 应变片表面有颗粒	8. 半导体片位置不对		1. 线性误差小于 0.02% F.S	2. 滞后误差小于 0.02% F.S	3. 综合指标超差
8.27	18												
8.28	24												
8.29	45									19			
8.30	39												
8.31	45									17			
9.1													
9.2	41									20			
9.3	43								3	24			
9.4	49									19	1		
9.5	44									19			
9.6	54									26	1		
9.7	62								1	29			
9.8													
9.9	66							1		34			
9.10	74									55			1
9.11	60									20			1
9.12	48									9			
合计	712							1	4	291	2		2

当前组桥工序的 $DPMO = (5 / (8 \times 712)) \times 10E6 = 877$, SIGMA 水平: 4.64σ

当前测试工序的 $DPMO = (4 / (291 \times 3)) \times 10E6 = 4582$, SIGMA 水平: 4.1σ

案例 1:提高 GD 传感器的一次合格率

续表

日期	当天 GD 产量	三、补偿工序可能缺陷				当天 GD 产量	四、包装工序可能缺陷			
		1. 输入阻抗 (1 165 ± 10)Ω	2. 输出阻抗 (1 000 ± 3)Ω	3. 零点 ± 1 000 CTS	4. 标定灵敏度 (100 000 ± 100)CTS		1. 输入阻抗 (1 165 ± 10)Ω	2. 输出阻抗 (1 000 ± 3)Ω	3. 零点 ± 1 000 CTS	4. 绝缘电阻 大于 5 000 MΩ
8.27	36					13				
8.28	1					29				
8.29	2					16				
8.30	29					15				
8.31	1									
9.1										
9.2	3					48				
9.3	42					18				
9.4	20					4				
9.5	25									
9.6	19					23				
9.7	20					20				
9.8										
9.9	25					1				
9.10	28					43			1	
9.11	15					19				
9.12						38				
合计	266					287			1	
补偿工序当前的 $DPMO = 0$, SIGMA 水平: 6σ						包装工序当前的 $DPMO = (1/(287 \times 4)) \times 10E6 = 871$, SIGMA 水平: 4.65σ				

整个 GD 传感器生产过程: $DPMO = 877 + 4\ 582 + 871 = 6\ 330$, SIGMA 水平: 3.96σ , 报废率为 0, 均超过项目当初预期的目标。

控制阶段

- 更改测试工艺文件和操作规程;
- 更改膜片的设计图纸;
- 培训测试工序员工和膜片检验员。

案例点评:

- 该项目进行的五个阶段界限分明,而且团队在前三个阶段(界定、测量和分析)花费了精力,最终把问题归结为两个原因:灵敏度超差与线性超差。
- 关于灵敏度超差,团队对测量系统进行 R&R 分析,结果表明:重复性、再现性、操作者与零件之间的交互作用都较大,其中重复性误差特别大,为了改善重复性,团队设计了一种专用测量夹具,它可防止传感器位置转动,也可消除对位过程中的人为差错,这一防差错技术使用在关键部位,效果明显。
- 关于线性超差,团队作了正交试验设计,找到了原来认为不重要而被忽略的关键因子,即膜片是否退火是造成传感器非线性的主要原因。以后在膜片冲压后,加一道退火工序,从而使焊接后的应力大大降低。
- 上述两项改进是在前三个阶段中仔细分析后得出的,有水到渠成之功,这就启发人们对界定、测量和分析不能忽视,而要重视,且要真花力气。这对以后制定的改进措施是否对路十分相关。由于措施得当,项目开始提出的目标都得以实现。
- 还应提及的一点是 *DPMO* 的计算,这里把一个指标作为一个机会。如组桥工序有 8 个质量指标,那它就有 8 个机会。对 712 个产品,就共有 $712 \times 8 = 5696$ 个机会,如今只在 5 个机会上有缺陷,故其 $DPMO = 5 \times 10^6 / 5696 = 877$ 。然后查表可得 SIGMA 水平为 4.64σ 。这一算法具有普遍意义,值得重视。

案例 2

降低仪表板表面 褶皱缺陷率

延锋伟世通(Yanfeng Visteon)汽车饰件系统有限公司(原上海延锋汽车饰件有限公司)是上海汽车工业(集团)总公司和美国伟世通国际控股有限公司共同投资(投资比例各 50%)的合资企业。公司成立于 1994 年,主要产品有座舱系统、内饰系统、外饰系统、座椅系统和方向盘遮阳板等产品。主要客户有上海大众、上海通用、一汽大众、东风神龙、北京吉普等。

2000 年,公司开始制定并实施 6 SIGMA 的总体战略方针,运用 6 SIGMA 的方法解决业务运行中的重大客户满意度问题和成本问题,通过 6 SIGMA 活动全面提高企业经营质量,降低质量成本,并为具有高潜力的员工提供系统的培训与实践机会,摸索人才培养的新思维。公司前期选派了多名黑带候选人参加了上海朱兰质量研究院的培训,尔后又去美国进行了为期一个月的 6 SIGMA 专项培训。迄今为止,公司共完成 6 SIGMA 项目 35 个,使财务表现上有了明显的突破,减少了至少 900 万元的成本支出。目前还有 30 个项目正在进行中,以下“降低仪表板表面褶皱缺陷率”项目就是已完成的实例之一。

界定阶段

(1) 现状描述

仪表板表面褶皱缺陷发生率相当高,2001 年 1~4 月平均褶皱缺陷发生率为 16%,4 月高达到 26.5%。另外,由褶皱造成的损失也远远高出其他原因造成的损失,以 2001 年 2 月为例(产量为 2 465 件):月废品损失达 73,398 元,其中褶皱报废损失为 37,883 元,占 50%左右;另外月返修损失达 2,189 元,其中褶皱返修损失为 1,572 元,占 72%。

(2) 关键质量特性

- 产品表面有褶皱,影响产品外观;