

六西格玛管理系列丛书

---

# 六西格玛 成功实践

## 案例荟萃

上海质量管理科学研究院 编著  
唐晓芬 主编



A1031516

中国标准出版社

# 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、茹诗松、邓绩、周纪芾、张军凤、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:  $2.91\sigma$   
 改进后:  $3.6\sigma$
- 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:  $4\ 336 \times (1.67\% - 0.3\%) \times 2\ 800 = 166\ 329$  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:  $2.91\sigma$ 。

案例 1: 提高 GD 传感器的一次合格率

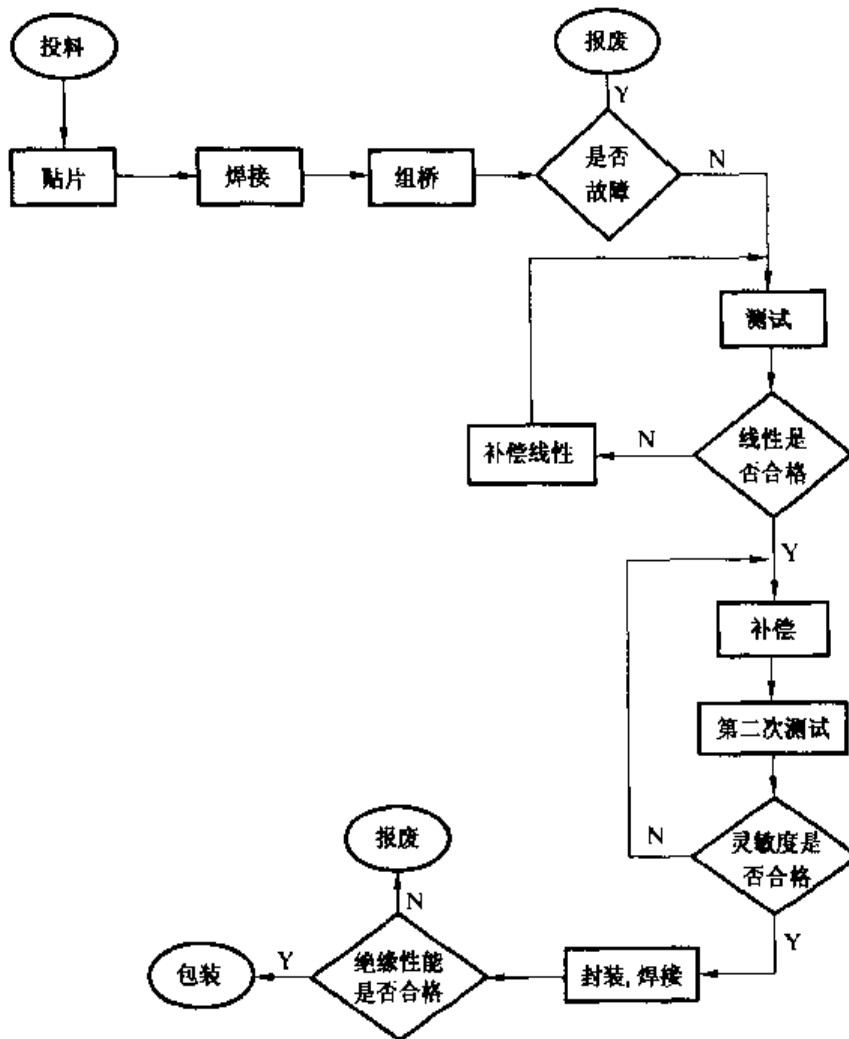


图 1-1 GD 传感器概要生产流程

分析阶段

(1) 主要缺陷类型分析(图 1-2)

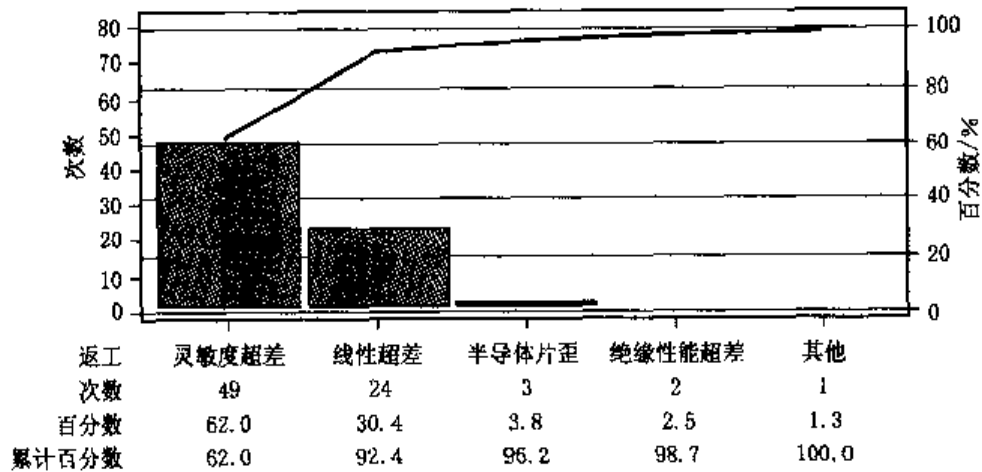


图 1-2 GD 传感器返工原因排列图

案例 1:提高 CD 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)

GD 传感器灵敏度测试 R&R 分析

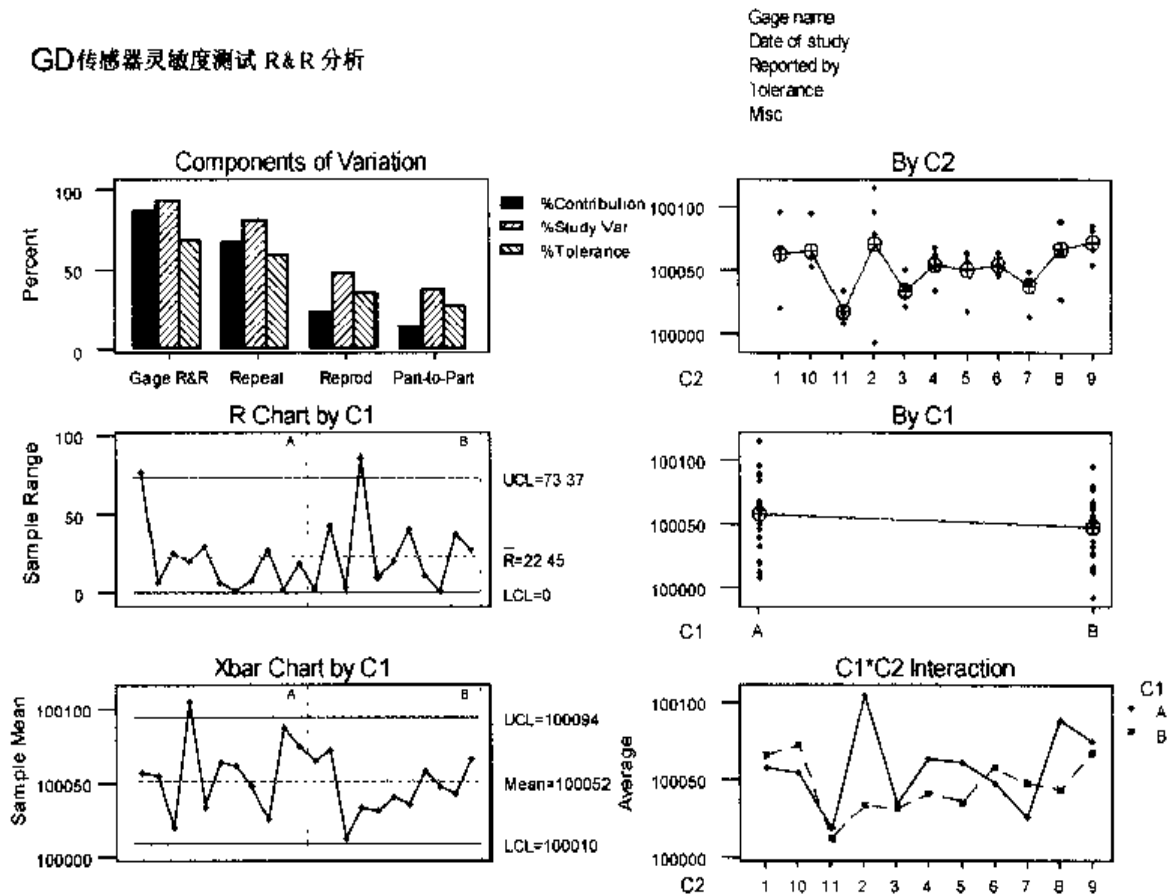


图 1-3 灵敏度测量系统的 R&R 分析

Source(类别)	StdDev (SD)	Study Var (5.15 × SD)	% Study Var (%SV)	% Tolerance (SV/Toler)
	(标准差)	(总变差)	(总变差百分率)	(容差百分率)
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 CD 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)

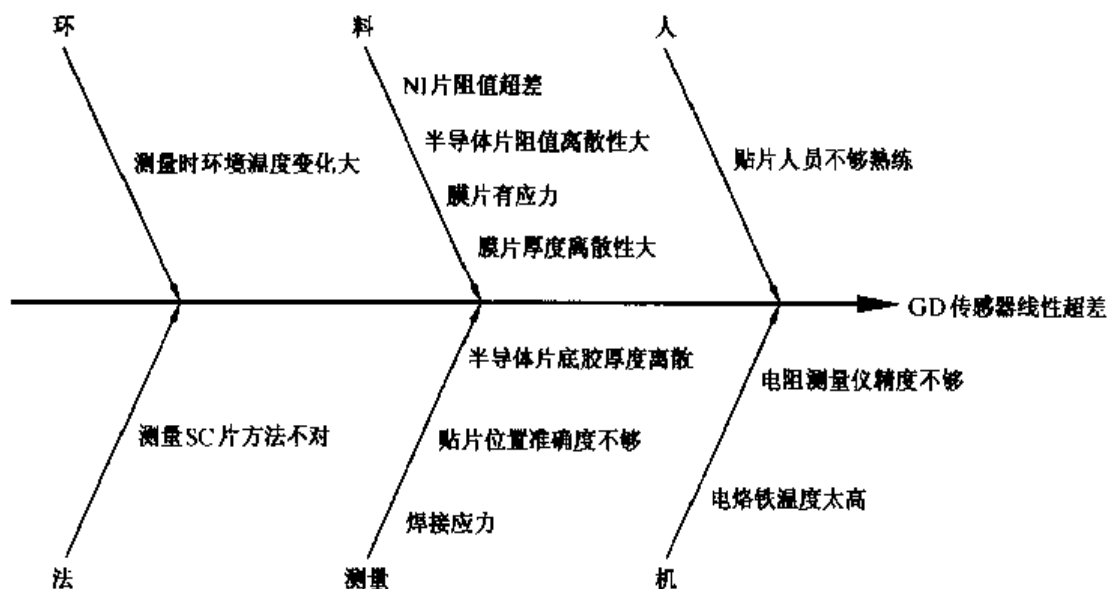


图 1-4 造成线性超差的因果图

(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)

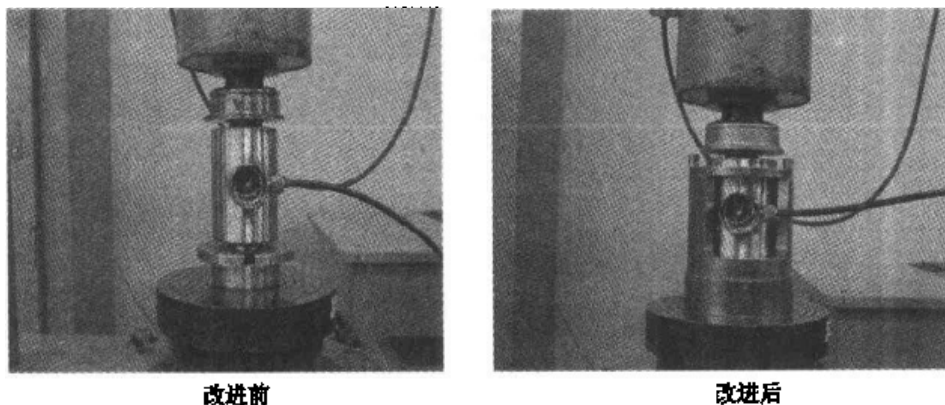


图 1-5

- 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

- 膜片的厚度从 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									24			
9.4	49									19	1		
9.5	44									19			
9.6	54									26	1		
9.7	62									29		1	
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: $4.64\sigma$										当前测试工序的 $DPMO = (4/(291 \times 3)) \times 10E6 = 4582$ , SIGMA 水平: $4.1\sigma$			

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:  $6\sigma$

包装工序当前的  $DPMO = (1/(287 \times 4)) \times 10E6 = 871$ , SIGMA 水平:  $4.65\sigma$

整个 GD 传感器生产过程:  $DPMO = 877 + 4\ 582 + 871 = 6\ 330$ , SIGMA 水平:  $3.96\sigma$ , 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  $4.64\sigma$ 。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;

- 客户对有褶皱的产品有抱怨。

### (3) 缺陷形成的原因

真空成型的表面在发泡工序后,表面没有完全伸展,在有效部位产生可见褶皱。

### (4) 项目目标

- 短期目标:减少褶皱缺陷,将褶皱报废损失降低 50%,褶皱缺陷发生率控制在 8% 以下,在 2001 年 9 月实现项目短期目标;
- 长期目标:褶皱报废损失降低 90%。

### (5) 经济效益

- 经济效益以每月产量为 2500 件计算,达到目标值所节约的原材料和人力。
- 每年 50% 改进 = 236,730 元;
- 每年 90% 改进 = 426,114 元;
- 减少用户抱怨;
- 提高生产能力。

### (6) 项目工作计划

- 成立 6 SIGMA 团队,确定负责人 2 人、黑带及团队成员 9 人(包括财务人员);
- 对团队成员进行 6 SIGMA 基础知识培训;
- 利用头脑风暴法、鱼刺图分析查找可能的原因;
- 制定措施,确定责任人,跟踪整改;
- 分析措施与效果之间的关系,进一步改进。

## 测量阶段

(1) 建立专用记录表,对本体发泡后褶皱发生情况作详细记录,包括生产日期、褶皱发生部位、操作者、褶皱发生程度等;

(2) 明确缺陷标准,记录时正确区分缺陷类型。

## 分析阶段

(1) 项目小组讨论形成共识:

- 从“头脑风暴法”入手,寻找根本原因(收缩率、硬度、不同颜色的对比等);
- 详细记录缺陷,寻找规律;
- 采取措施,跟踪结果。

(2) 仪表板工艺流程图(图 2-1)

案例 2: 降低仪表板表面褶皱缺陷率

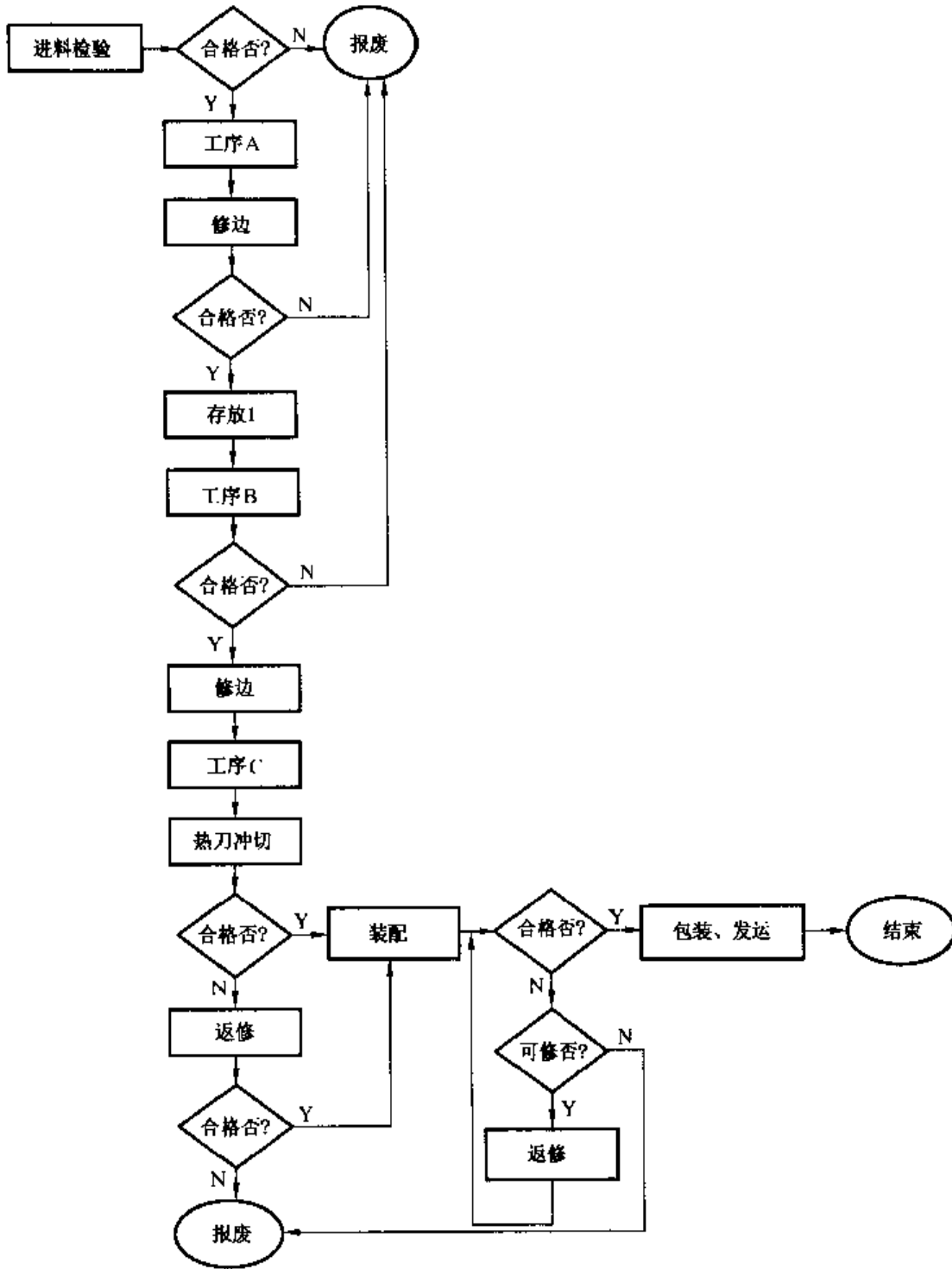


图 2-1 仪表板工艺流程图

案例 2:降低仪表板表面褶皱缺陷率

(3) 仪表板表面褶皱原因分析(鱼刺图,图 2-2)

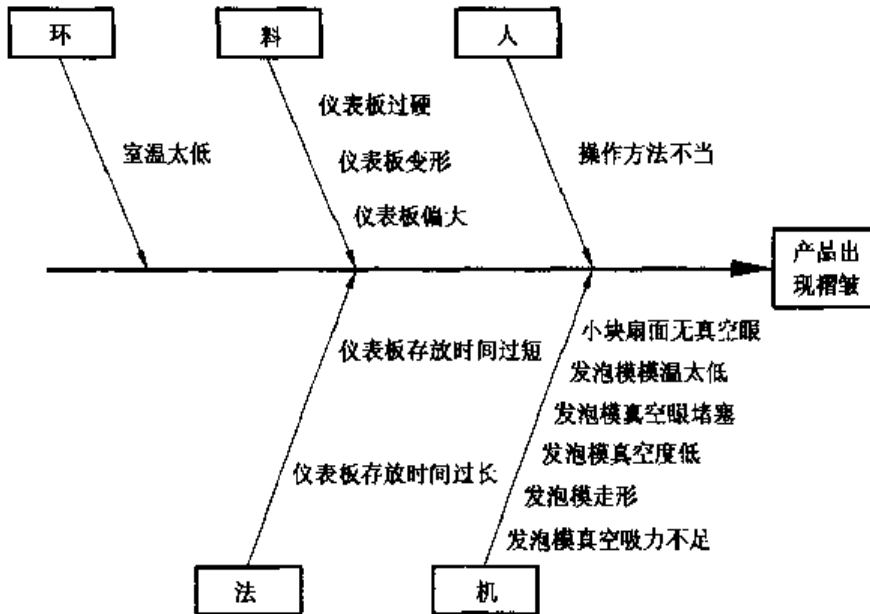


图 2-2 仪表板表面褶皱原因分析的鱼刺图

(4) 仪表板表面褶皱缺陷记录结果(表 2-1、图 2-3)

表 2-1 6月下旬仪表板表面褶皱缺陷纪录

褶皱发生部位	累积发生次数	程度小	程度中	程度大
1 小块左上侧部	8	6	1	1
2 小块扇面	11	3	3	5
3 大块扇面左侧	0			
4 大块扇面中部	0			
5 大块扇面右侧	1		1	
6 大块右侧部	40	36	2	2
7 大块右下部	0			
8 小块左下部	2	1	1	

### 案例 2: 降低仪表板表面褶皱缺陷率

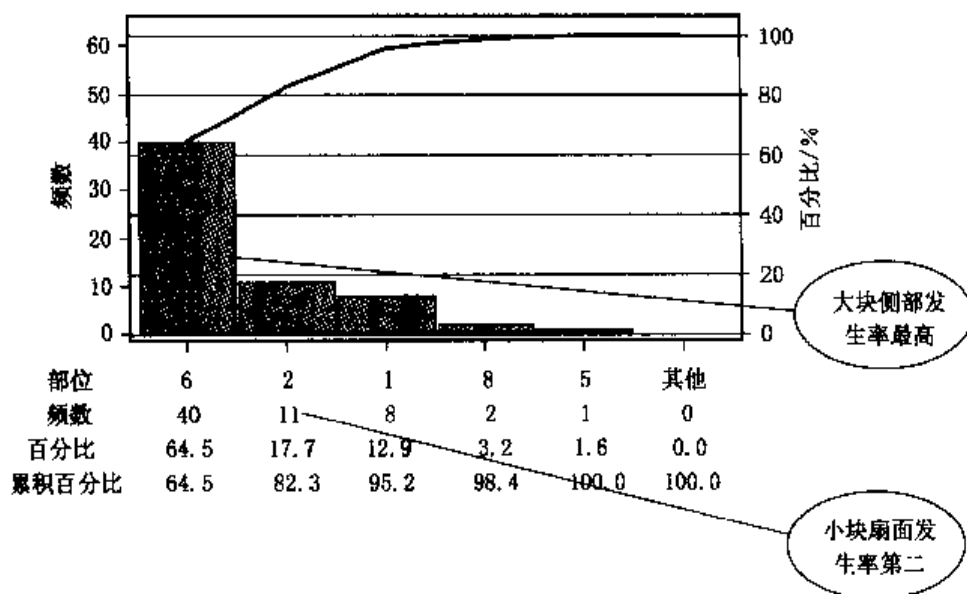


图 2-3 6 月下旬仪表板褶皱缺陷的帕雷托图

#### (5) 表皮颜色与仪表板褶皱报废记录结果(表 2-2)

表 2-2 表皮颜色与仪表板褶皱报废记录

月份	灰色开模数	报废数	米色开模数	报废数
1	200	5	151	6
2	1 083	17	1 382	14
3	1 237	6	426	4
4	1 021	8	916	12
5	1 224	13	361	4
合计	4 765	49	3 236	40
报废率	1.03%		1.24%	

假设检验结果表明, 表皮灰色与米色褶皱发生率无明显差别。

使用假设检验比较表皮灰色与表皮米色褶皱报废率。

灰色开模数:  $n = 4\,765$ , 报废数 = 49, 报废率  $\hat{p}_1 = 0.010\,3$

米色开模数:  $m = 3\,236$ , 报废数 = 40, 报废率  $\hat{p}_2 = 0.012\,4$

案例 2:降低仪表板表面褶皱缺陷率

$$n + m = 8\ 001, \text{总报废率 } \hat{p} = \frac{89}{8\ 001} = 0.011\ 1$$

$u$  检验统计量:

$$u = \frac{0.012\ 4 - 0.010\ 3}{\sqrt{\left(\frac{1}{4\ 765} + \frac{1}{3\ 236}\right) \times 0.011\ 1 \times (1 - 0.011\ 1)}} = \frac{0.002\ 1}{0.002\ 389} = 0.869\ 6$$

由于  $|u| = 0.869\ 6 < 1.96 = u_{0.975}$

假设检验结果表明,表面灰色与米色褶皱报废率无显著差异( $\alpha = 0.05$ )。

(6) 成型后表皮收缩率试验结果(表 2-3)

表 2-3 成型后表皮平均收缩率试验成果

平均收缩率	纵向/%	横向/%
18 h 后	0.38	0.16
42 h 后	0.59	0.21
18 ~ 42 h	0.21	0.05

方法说明:专门对真空成型后表面的收缩情况进行了测量。成型后,裁取大块扇面中部,大块扇面左侧,小块扇面共三块,试样尺寸分别为  $200 \times 200(\text{mm})$ 、 $200 \times 200(\text{mm})$ 、 $100 \times 100(\text{mm})$ 。裁取后立即测量横向及纵向尺寸,测量时间控制在成型后 20 min 内,在成型后 18 h、42 h 再次测量,计算表面收缩率。

• 测量结果显示:

- 纵向(表皮纵向为自体长度方向)收缩率大于横向收缩率。
- 横向收缩快,在 18 h 已基本收缩完毕。
- 纵向收缩慢,在 18 ~ 42 h 之间仍有 0.21% 的收缩,而 18 h 的收缩率为 0.38%。
- 当在 66 h 测量时尺寸基本无变化,推测 42 h 已完成收缩。

• 结论:

- 成型后在一段时间内一直处于收缩状态,特别是大块尺寸变化明显。
- 根据测得的收缩率可计算,在成型后 18 h,长度方向大块缩短了 3 ~ 4 mm,小块缩短了 0.44 mm;成型后 42 h,长度方向大块可能缩短了 5 ~ 6 mm,小块缩短了 0.5 mm。因此放置时间是一个不容忽视的问题,选择适当的放置时间具有实际的作用。

(7) 通过现场跟踪记录分析,仪表板褶皱主要与下列因素有关

- 悬挂方法与存放时间;
- 发泡工艺参数(包括真空度、真空眼分布及清洁、模具严密性等)。

### 改进阶段

(1) 改进真空成型后表皮悬挂方法(表 2-4、图 2-4、图 2-5)

- 将大小块分开悬挂,大块在下小块在上;大块原夹子夹持部位在上侧边,现夹在左右侧边。悬挂时注意将表皮尽可能理平成自然形状,特别是小块扇面。
- 合理安排生产计划,控制表皮存放时间,将存放时间控制在 1~2 工作日。

表 2-4 悬挂方法改进前后的对比

项目	悬挂方法改进前	悬挂方法改进后(2001年)												
	01年7月	8-1	8-2	8-3	8-6	8-7	8-8	8-9	8-10	8-12	8-13	8-14	8-15	1/8~15/8
开模数	1 814	119	112	130	105	135	90	190	162	80	130	125	68	1 446
褶皱返修数	179	8	17	15	6	15	11	9	10	0	13	13	6	123
褶皱报废数	22	2	1	2	1	1	0	0	0	0	1	0	0	8
褶皱返修率/%	9.87	6.72	15.18	11.54	5.71	11.11	12.22	4.74	6.17	0.00	10.00	10.40	8.82	8.51
褶皱报废率/%	1.21	1.68	0.89	1.54	0.95	0.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.77	0.00	0.00	0.55
废品率/%	3.09	4.20	1.79	1.54	1.90	1.48	3.33	0.53	4.84	1.25	6.15	3.20	0.00	2.63

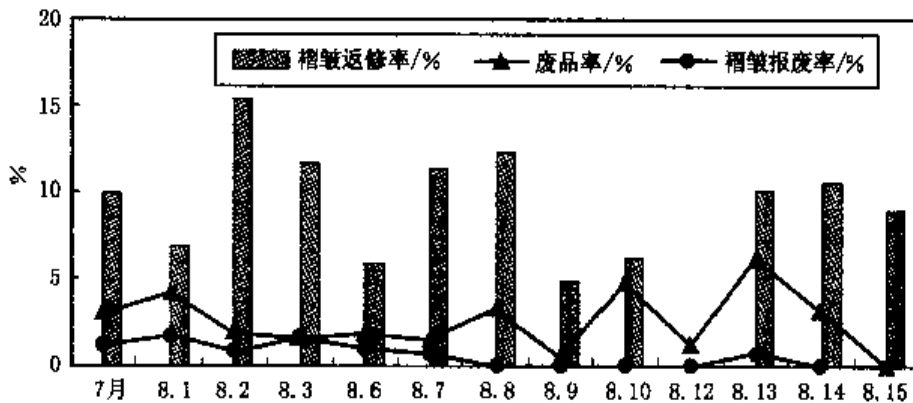


图 2-4 悬挂方法改进前后褶皱返修率、报废率及废品率的对比

## 案例 2:降低仪表板表面褶皱缺陷率

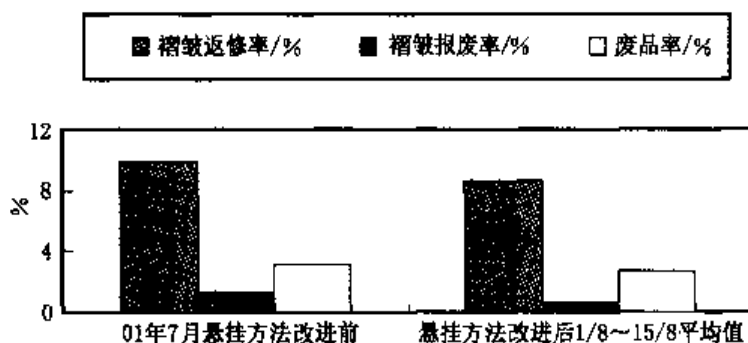


图 2-5 悬挂方法改进前后褶皱返修率、报废率及废品率的对比  
假设检验结果表明:在  $\alpha = 0.05$  的水平下,悬挂方法改进前后褶皱报废率:

$$u = \frac{0.0121 - 0.0055}{\sqrt{\left(\frac{1}{1814} + \frac{1}{1446}\right) \times 0.0092(1 - 0.0092)}} = 1.961 > 1.96$$

有了显著下降,但褶皱返修率:

$$u = \frac{0.0987 - 0.0851}{\sqrt{\left(\frac{1}{1814} + \frac{1}{1446}\right) \times 0.09264(1 - 0.09264)}} = 1.332 < 1.96$$

与总废品率:

$$u = \frac{0.0309 - 0.0263}{\sqrt{\left(\frac{1}{1814} + \frac{1}{1446}\right) \times 0.02883(1 - 0.02883)}} = 0.7783 < 1.96$$

没有显著下降。

### (2) 改进真空系统(改进模具,表 2-5、图 2-6)

- 彻底清洁发泡模具真空眼;
- 增加大块侧部、小块侧部真空眼;
- 将大块、小块侧部真空眼与主气路打通;
- 修补发泡模边缘增加模具密封性,提高真空度。

表 2-5 模具改进前后的对比

项目	模具修改前 1/8 ~ 15/8	模具修改后 18/8 ~ 31/8
开模数	1 446	992
褶皱返修数	123	7
褶皱报废数	8	1
褶皱返修率/%	8.51	0.71
褶皱报废率/%	0.55	0.10
废品率/%	2.63	2.02

案例 2:降低仪表板表面褶皱缺陷率

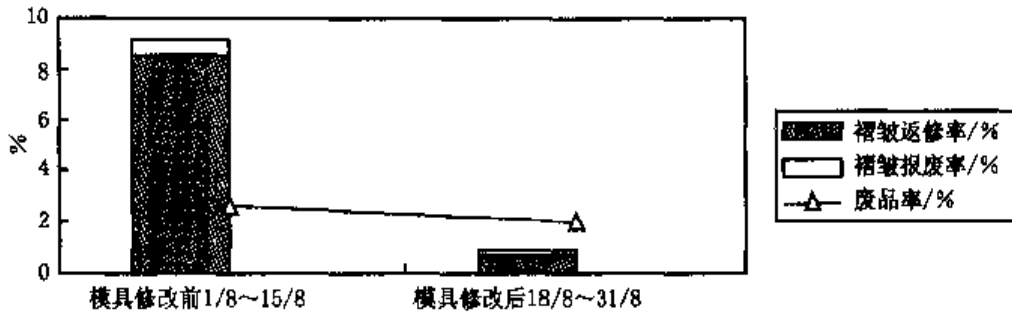


图 2-6 模具修改前后褶皱缺陷、废品率对比

假设检验结果表明:在  $\alpha = 0.05$  的水平下,模具修改前后褶皱返修率、褶皱报废率有了显著下降,但废品率没有明显改善。

(3) 验证数据(表 2-6、图 2-7)

表 2-6 7月、8月仪表板表面褶皱缺陷趋势

项目	2001年7月	2001年8月
开模数	1 814	2 438
褶皱返修数	179	130
褶皱报废数	22	9
褶皱返修率/%	9.87	5.33
褶皱报废率/%	1.21	0.37
废品率/%	3.09	2.27

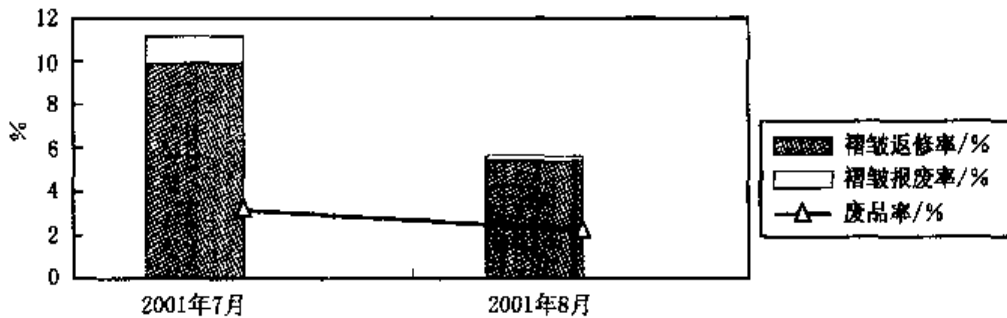


图 2-7 7月与8月褶皱缺陷、废品率对比

假设检验结果表明:通过项目改进,仪表板褶皱返修率、报废率有了显著下降 ( $\alpha = 0.05$ ),废品率也有了一定的改善 ( $\alpha = 0.10$ )。

控制阶段

- (1) 更新反应计划(增加开班前彻底清洁发泡模具;定期疏通发泡模真空眼;控制存放时间等内容);
- (2) 更改作业指导书(改进有关悬挂方法)。

案例点评:

- 该项目团队对头脑风暴法使用得好,团队成员积极开动脑筋,对表面褶皱成因提出很多设想,其中少部分被否定了,如表面颜色对褶皱无影响;而大部分通过假设检验被肯定了,如悬挂方法对报废率有显著影响,模具清洗对褶皱的返修率和报废率都有显著影响,这些都对提高产品质量和降低成本有直接影响。由此可见,团队成员的积极性是完成项目的根本保证。
- 该项目对褶皱成因的肯定与否定都是通过假设检验作出的,这样得出的结论较为科学,较为客观。有的项目忽视这一点,从“看一看”就得出结论,缺少依据,容易误判。
- 该项目在降低返修率和报废率上取得明显效果,在废品率改善还不明显,项目团队会继续努力,“功夫不负有心人”,功夫到了,结果就唾手可得。

## 案例 3

# 降低物资库存

上海摩根(Morgen)碳制品有限公司是由世界著名的跨国集团公司、英中贸易 48 集团之一的英国摩根坭坭有限公司和上海电气(集团)总公司合资建成,企业崇尚管理创新,注重引进崭新的管理理念和管理技术,从 2000 年 12 月起,上海朱兰质量研究院承担该企业 6 SIGMA 活动的培训和项目指导工作,从最初 4 个项目的试点到目前 10 多个项目的推广,科学运用 DMAIC 方法,解决了企业一些管理和技术难题,培养了一支黑带、绿带队伍,赢得了企业经济效益和人才效益的双丰收。下面是应用 DMAIC 方法降低物资库存的应用实例。

### 界定阶段

#### (1) 项目背景

- 公司的库存量大(包括原材料、在制品/半成品及成品),降低了资金周转率,增加了资金成本。
- 安全库存量过于保守,要适当降低,合理确定。

#### (2) 项目目标

- 备料车间降低库存 169 万元/年,约占在制品库存下降的 80%,占所有库存下降的 50%。
- 公司全年库存费用降低的总目标是 330 万元。
- 项目完成时间:2001 年 12 月。

#### (3) 项目小组组成

- 项目负责人:2 人
- 组员:16 人

项目小组成员包括制造、采购、销售、财务、仓储等部门的人员,充分发挥各部门团队合作的精神。

### 测量阶段

#### (1) 订单流程(图 3-1)

### 案例 3:降低物资库存

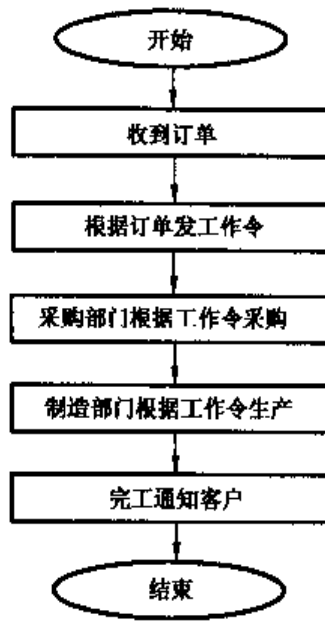


图 3-1 未开展 6 SIGMA 活动前的订单流程

### 分析阶段

降低库存项目涉及销售、采购、生产、仓库等诸多部门,通过集思广益,用因果图来分析原因(图 3-2)。

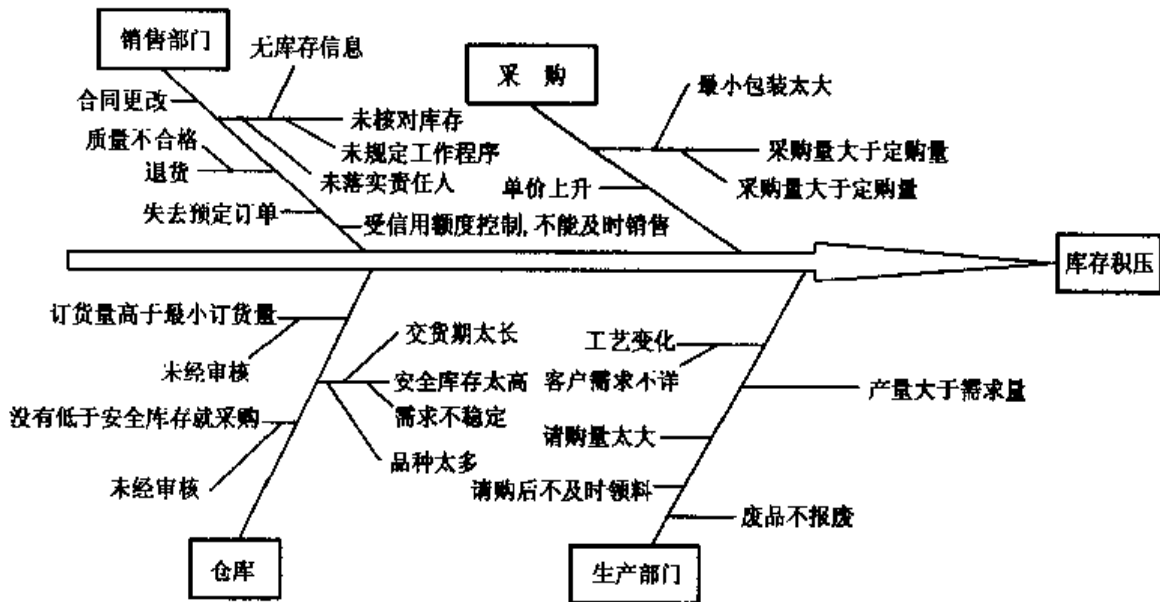


图 3-2 库存积压原因分析因果图

降低库存项目由降低原材料库存、降低在制品/半成品库存和降低成品库存 3 个分项目组成,现将其 FMEA 分析逐一列表汇总于后。

#### (1) FMEA 分析一(表 3-1)

案例 3:降低物资库存

表 3-1 降低原材料库存的 FMEA 分析

序号	潜在的失效模式	潜在的失效影响	严重度	潜在的失效原因和机理	频度	现行过程控制	不易探测度	风险顺序数	建议的措施	责任部门及责任人	措施结果			
											严重度	频度	不易探测度	风险顺序数
1	使库存提早低于安全库存量而采购	产品订单更改,造成呆滞品增加	8	工作令开出后马上发定单	6	低于安全库存量提早发定单	4	192★	由各制造中心根据销售发货计划编制采购计划	各中心	8	1	2	16
2	未严格按照安全库存量制度采购	库存增加	6	采购计划失控	4	计划审核	1	24	制定程序文件,计划审核	供应部门	6	1	1	6
3	安全库存量不能持续下降		8	采购期长于标准期,供应商能力不受控	2	期量标准	2	32	制定变动的安全库存控制方法	供应部门	8	1	1	8
4	有问题的零件未退还供应商		8	供应商质量管理不善	2		2	32	按质量验收协议退货	供应部门	8	1	1	8
5	停产时仍有大量的在途物资	造成库存增加,呆滞品增多	8	采购期太长,且销售预测不准,需求计划、采购计划信息交流不畅	8		6	384★	进口材料采购、销售计划每周变更一次,若未发货,请供应商推迟发货	各中心	8	2	2	32
6	供应商送货量大于采购量		6	采购计划失控	1	计划审核	1	6						
7	非需求品入库	影响交货期,呆滞品增多	8	采购时,用错零件图纸,采购计划失控	2	计划审核	1	16						

案例3:降低物资库存

续表

序号	潜在的失效模式	潜在的失效影响	严重程度	潜在的失效原因和机理	频度	现行过程控制	不易探测度	风险顺序数	建议的措施	责任部门及责任人	措施结果			
											严重程度	频度	不易探测度	风险顺序数
8	产品未获得顾客认可时,已有大量零件入库	造成库存增加,呆滞品增多	8	顾客认可未做好	5		1	40	修改开发程序,顾客认可未通过产品,不得发销售生产计划	技术/生产部门	8	1	1	8
9	配件让步接受,但产品遭顾客拒收,未处理让步接受的零件	造成公司的成本增加	6	供应商的质量管理失控	4		1	24	按照质量验收协议退货	供应部门	6	1	1	6
10	客户修改产品图纸,但未及时清除零件库存	造成呆滞品增多	8	产品更改与采购信息交流不畅	6		4	192★	客户图纸更改会签单	各中心	8	1	1	8
11	试验用原料量太大		8	采购计划失控	3		1	24	计划审核	各中心	8	1	1	8
12	工作令的需求量大于或靠近安全库存量时,未发货就已发出请购单	影响库存周转次数,造成库存增加	6	生产需求与采购计划不统一	8		2	96	由各制造中心根据销售发货计划编制采购计划	各中心	6	1	1	6

案例 3:降低物资库存

续表

序号	潜在的失效模式	潜在的失效影响	严重度	潜在的失效原因和机理	频度	现行过程控制	不易探测度	风险顺序数	建议的措施	责任部门及责任人	措施结果			
											严重度	频度	不易探测度	风险顺序数
13	车间没有制造的需求计划,导致提前采购且采购量太大	造成库存增加	8	采购计划失控	1		1	8						
14	材料国产化但进口材料长期滞留仓库,不消耗		5	国产化信息交流与仓库管理失控	3		4	60	材料国产化会签单及计划	各中心	5	1	1	5
15	进口材料无需求	造成呆滞材料库存增加	8	采购计划失控	6		6	288★	进口材料采购,销售计划每周变更一次,若未到货,请供应商推迟发货	各中心	8	2	3	48
16	不合格品退还供应商,供应商掺进下批发货中	影响生产	8	供应商质量管理失控	3		4	96	签订质量验收协议,对供应商罚款并挂红牌	供应部门	8	1	1	8
17	进口物资采购渠道太多,不归口	库存及供应不足难以控制	8	无销售及生产计划	8	安全库存量控制	8	512★	由各制造中心根据销售发货计划编制采购计划,采购部门归口请购计划	供应部门	8	1	1	8

表中★标注,是需给予特别关注的重点改进项目。

案例 3:降低物资库存

(2) FMEA 分析二(表 3-2)

表 3-2 降低在制品/半成品库存的 FMEA 分析

序号	潜在的失效模式	潜在的失效影响	严重度	潜在的失效原因和机理	频度	现行过程控制	不易探测度	风险顺序数	建议的措施	责任部门及责任人	措施结果			
											严重度	频度	不易探测度	风险顺序数
1	有质量问题产品滞留车间	成批积压	6	质量问题处理不及时	6		4	144★	建立质量处理跟踪明示牌	质量部门	6	3	1	18
2	坯料生产超过标准生产周期,安全库存量居高不下	库存居高不下	8	销售无预测计划,造成生产不均衡	8		2	128★	按销售发货计划,制定生产计划和采购计划	生产部门	8	2	2	32
3	坯料排产未遵守安全库存量制度	库存增加	8	销售随机性太大,生产不均衡	6		2	96	按销售发货计划,制定生产计划和采购计划	生产部门	8	1	2	16
4	因坯料提早低于安全库存而投产	库存增加	8	接到工作令就发坯料,未考虑生产需求	8		2	128★	根据生产计划按时发料	生产部门	8	1	1	8
5	短生产周期的坯料也设安全库存	库存居高不下	8	销售计划随意性大	8		2	128★	除粉料外取消安全库存(适用于制造周期小于 2 d 情况)	生产部门	8	2	1	16
6	生产周期长,在制品多	在制品多	8	生产不均衡	6		2	96	均衡生产,编制日生产计划	生产部门	8	2	1	16

案例 3:降低物资库存

续表

序号	潜在的失效模式	潜在的失效影响	严重度	潜在的失效原因和机理	频度	现行过程控制	不易探测度	风险顺序数	建议的措施	责任部门及责任人	措施结果			
											严重度	频度	不易探测度	风险顺序数
7	实际产出量大于顾客订单量	部分长期积压	8	未按订单生产	4		2	64	按销售发货计划、供货通知单,制定日生产计划	生产部门	8	2	1	16
8	不必要的补料投产	在制品积压	8	在制品太多,以至找不到而补料	3		5	120★	均衡生产计划	生产部门	8	1	1	8
9	在制品有账无物	产生虚假库存	4	在制品为废品而未报废	6		4	96	在制品月盘点	D	4	1	2	8
10	顾客图纸更改或停止要货,造成在制品积压	在制品积压	8	销售未及时通知或为时已晚	6		4	192★	按销售订单更改处理程序执行	生产部门	8	1	4	32
11	新产品试制投量太大	试制品积压	6	试样管理失控	5		6	180★	制定试样管理程序	技术部门	6	2	4	48
12	未认可产品投量太大	批量废品积压	8	在顾客尚未认可前批量投产	4		6	192★	修订程序	技术部门	8	1	4	32
13	最小生产量远大于需求量	库存上升	8	顾客的需求量小	4		1	32						
14	废品率失控,在制品上升	在制品增加	6	废品管理失控	6		2	72	建立班组信息中心,明示废品量	生产部门	6	2	2	24

表中★标注,是需给予特别关注的重点改进项目。

案例 3:降低物资库存

(3) FMEA 分析三(表 3-3)

表 3-3 降低成品库存的 FMEA 分析

序号	潜在的失效模式	潜在的失效影响	严重度	潜在的失效原因和机理	频度	现行过程控制	不易探测度	风险顺序数	建议的措施	责任部门及责任人	措施结果			
											严重度	频度	不易探测度	风险顺序数
1	接订单生产后不能发货	大量长期/短期积压	8	客户信用限制	6	发货前信用审核	2	96	投产前信用审核	销售部门	8	2	2	32
2	按预测排产但未收到订单	大量长期积压	8	预测不准	4	凭经验预测	7	224★	部分预测排产要经主管审批,其他预测排产取消	销售部门	8	2	2	32
3	排产量大于订单		4	担心生产能力和按时交货能力	8		4	128	排产量与订单一致	销售部门	4	1	1	4
4	客户要求停止发货,但已产生成品/在制品		8	未及时通知车间或为时已晚	4		8	256★	查明已投产情况,通报顾客力争索赔,并通知车间停产	销售部门	4	4	2	32
5	客户修改图纸,库存品未及时处理		8	无人关心过问库存品的处理	4		8	256★	查明已投产包括库存情况,通报顾客力争索赔或研究改制、改用方案	销售部门	4	2	2	16
6	客户退货及抵债物资进库		小部分中期/大部分短期积压	4	质量问题及客户实物抵债	6		3	72	对退货两周内处理完毕,抵债品两个月内处理完毕	质量/供应部门	4	2	1

案例 3:降低物资库存

续表

序号	潜在的失效模式	潜在的失效影响	严重度	潜在的失效原因和机理	频度	现行过程控制	不易探测度	风险顺序数	建议的措施	责任部门及责任人	措施结果			
											严重度	频度	不易探测度	风险顺序数
7	预排产但未收到订单	大量长期积压	8	车间生产任务不足而预投	4		7	224★	取消预投产各中心应按订单数量投产	销售部门	8	2	2	32
8	不符合顾客需求而退货、积压		8	未经顾客认可进行	4		4	128	按程序报顾客认可	各中心技术、质管	8	2	2	32
9	已有库存但仍投产	部分长期积压	6	收到订单未查库存品	6		8	288★	投产前查库存	销售部门	6	2	1	12
10	不合格品进库存	大量长期积压	8	静态指标验收合格,但客户反映动态性能不合格	4		4	128	两周内判明合格与否并处理	各中心技术、质管	8	1	1	8
11	客户拒收、分供方拒退		8	未就产品标准与客户、分供方充分沟通	4		8	256★	就产品标准与客户、分供方充分沟通	技术/供应部门	8	2	2	32
12	产品预订货作库存		8	无市场需求计划而盲目预订	4		4	128	取消类似库存订货	销售部门	8	1	1	8

表中★标注,是需给予特别关注的重点改进项目。

从上述三份 FMEA 表中可以看出,订单、采购、销售和制造部分相互沟通少,且大家对库存不够重视是库存大量积压的重要原因,改进要由此开始。

### 改进阶段

- (1) 制定新的订单流程(图 3-3)
- (2) 制定新的订单修改流程(图 3-4)

案例 3: 降低物资库存

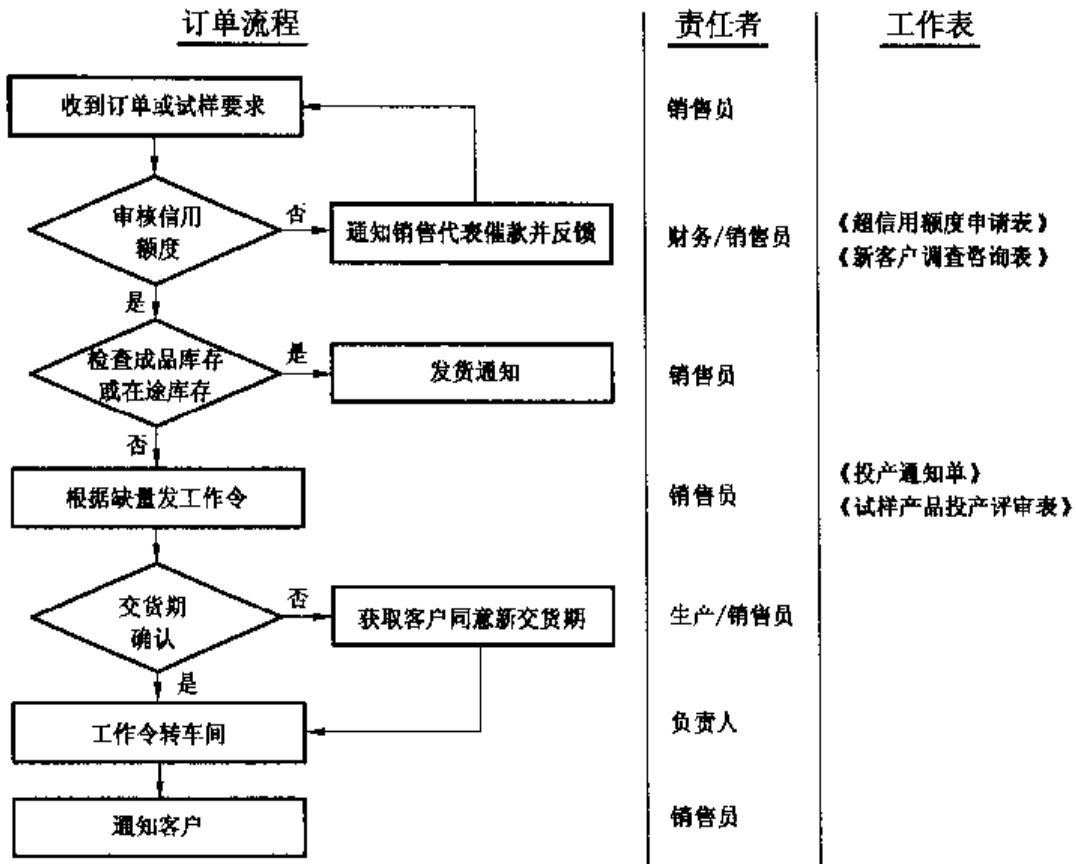


图 3-3 改进后的订单流程

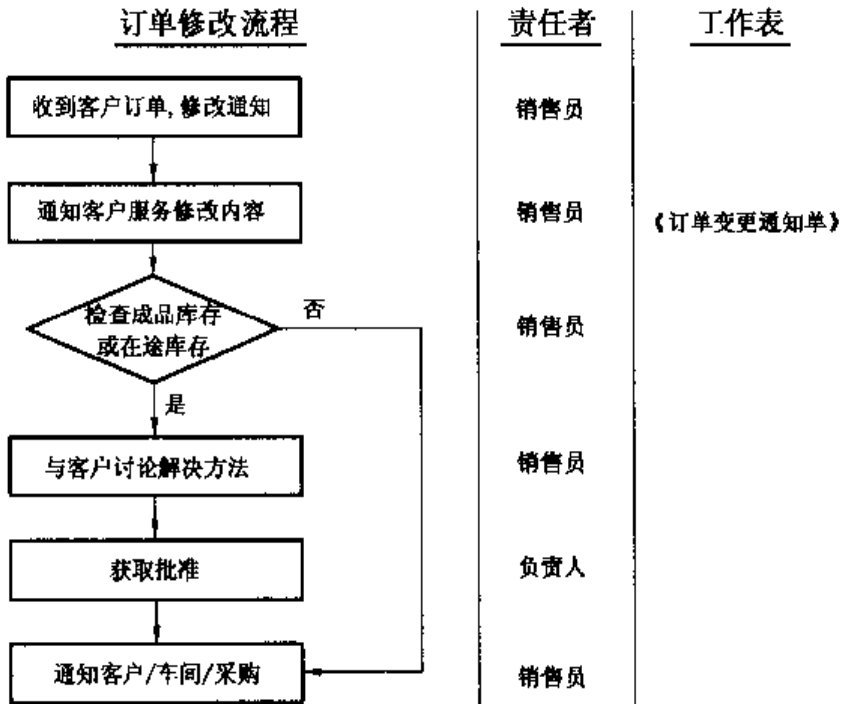


图 3-4 新的订单修改流程

(3) 改进效果(2001 年与 2000 年的对应比较)

- 原材料库存(图 3-5)
- 在制品/半成品库存(图 3-6)
- 产成品库存(图 3-7)

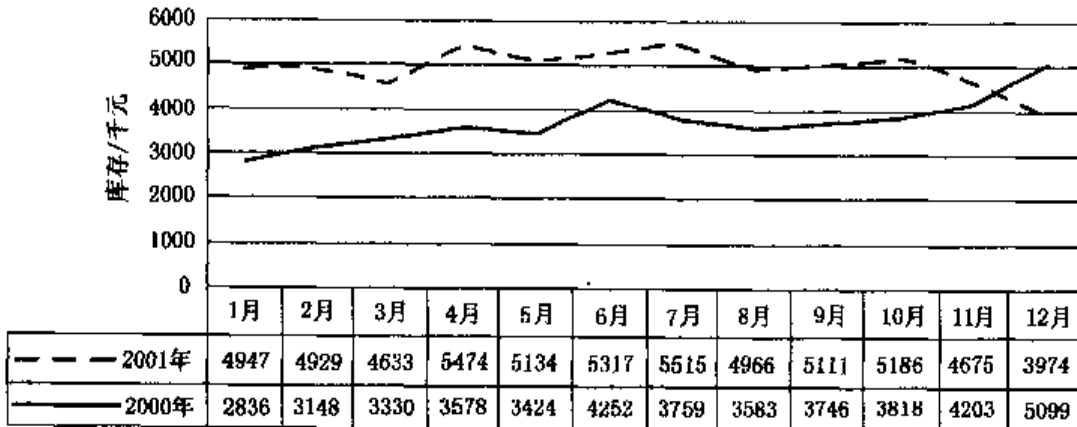


图 3-5 原材料库存的比较

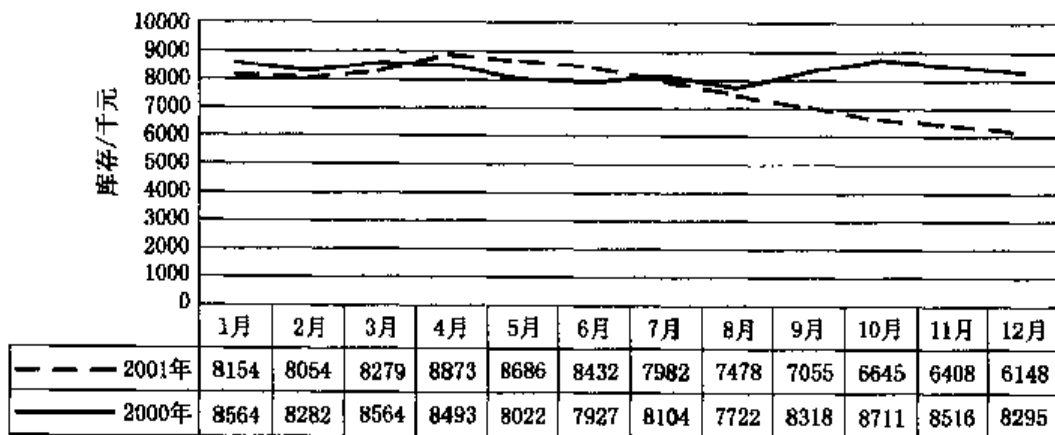


图 3-6 在制品/半成品库存的比较

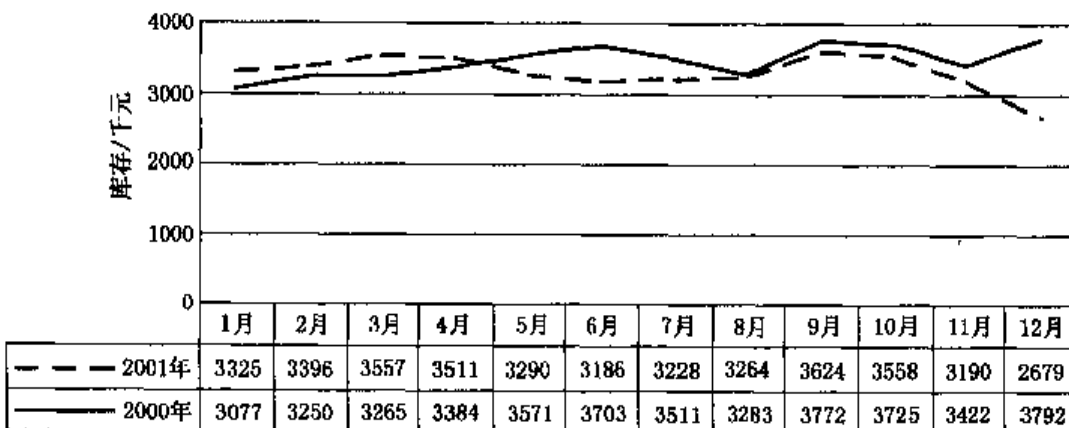


图 3-7 产成品库存的比较

案例 3:降低物资库存

(4) 6 SIGMA——降低库存的经济效益(表 3-4)

表 3-4 降低库存的经济效益(千元)

项目	2000.12.31	报废	6 SIGMA 改进	2001.12.31
原材料	5,099	27	1,098	3,974
在制品/半成品	8,295	26	2,121	6,148
成品	3,792	666	447	2,679
总计	17,186	719	3,666	12,801

• 项目实施 1 年来共节约人民币 366.6 万元。

控制阶段

(1) 制定管理程序实行严格控制

\* \* 公司企业标准

销售订单投产评审管理程序

1 主题内容与应用范围

描述:今年以来销售部从接受订单到制造中心的成品产出,屡次发生发货过剩现象,造成成品库存与日俱增,并面临报废。现经查明,有下列原因:

1.1 投产前没有核实客户信用额度,直至发货时才知信用额度已超,不得不停止发货。

1.2 投产前没有核实成品库存量,一旦老库存发出后,新库存又产生。

1.3 原可分批投产或分批向跨国公司签发的订单,因制造或经济及运输周期诸方面困难,转而采用一次投产或一次进口超过分批订单的数量,由此形成库存过剩。

1.4 交货期延误,使客户转向竞争者要货,致使该产品无出路。

1.5 对新开发客户的订单,没有明确其对品质和质量的要求,事后造成退货。为杜绝上述现象的一再发生,针对性地制定《销售订单投产评审管理程序》,本程序规定了产品销售订单投产前的运转规则、评审、交货的管理内容和要求。该程序作为公司产品销售合同的评审管理程序的后续文件。

2 引用标准

3 定义(术语)

.....

4 责任和权限

.....

(2) 项目小结

- 该项目是以库存管理的理论为基础,运用了 6 SIGMA 的分析工具,针对公司的实际情况进行的大胆创新。
- 该项目为公司节约工作资金人民币 366.6 万元/年。
- 该项目对仓库中几千种库存材料、零/部件的制造周期/订货时间/月耗用量进行了分析统计,对每一张订单投产前进行库存查询。
- 该项目发挥了制造、采购、销售、财务、仓储等各个部门团队合作的精神,是一次成功的管理实践。
- 通过制定管理程序并严格实施进行控制。

案例点评:

- 库存积压是普遍现象,也是老大难问题,若把责任都推到客观,库存就降不下来。上海摩根碳制品有限公司在这方面提供了有益经验,那就是通过制造、采购、销售、财务、仓储等多方合作,共同推进 6 SIGMA 改进,从而为公司节约了大量资金。片面追究责任是无济于事的,有效的途径是通过优化订单流程图,并加以执行,再加上通力合作,就可取得明显效果。
- 该案例将库存分为三类:原材料库存、半成品库存和成品库存,团队分别作了三张 FMEA 分析表,其中有几十项的风险顺序数超过 100。这三张表摆出来,有关人员去读一下就会感到内疚,激发出共同改进的欲望。有些事情就是这样,不看不知道,一看吓一跳。6 SIGMA 团队通过调查研究写出三份 FMEA 报告,就很有说服力。
- 可贵的是团队对每项潜在失效模式都提出改进措施,只要认真实施,就一定有成果。
- 该项目的成功表明,6 SIGMA 改进的成效不仅体现在生产、技术领域,同样也体现在管理领域,改进管理是大有作为的。

## 案例 4

# 提高催化剂罐装生产率

一家公司为适应市场发展的需要,提高产品生产率,通过开展 6 SIGMA 活动,深入进行调查、统计分析,采取有效的改进措施,提高产品一次合格率;改进生产现场的布局;提高设备利用小时数;合理加快生产节奏。在增加成本很少的基础上,提高了产品产量,满足用户的需要,大大提高了市场竞争能力。

### 界定阶段

#### (1) 项目背景

- 随着我国汽车环保法规的推行,汽车工业对三元催化器的需求量猛增;公司为抢占市场、满足客户需求,急需提高生产效率。
- 2001 年,按客户订单要求,最高日产量将超过 1000 件;而 2000 年,罐装线平均日产量仅为 250 件(单班),生产节拍为 110 秒/件。因此日产量尚缺  $1000 - 250 \times 3 = 250$  件。
- 低成本高质量是汽车行业取胜之宝,同样也是公司的基本策略;2000 年,罐装线的一次不合格率为 7 800 ppm,报废率为 0.5% 的产品成本。

#### (2) 项目目标

- 理顺与生产相关的各个环节,从减少各种浪费出发,建立精益生产管理理念和模式。
- 提供降低一次质量不合格率的实用方法,减少返工和报废,提高生产效率,实现日产超过 1000 件的目标。
- 公司今年目标:一次不合格率为 5 000 ppm,报废率为 0.2% 的产品成本。

### 测量阶段

#### (1) 生产率关联性分析(图 4-1)

### 案例 4:提高催化剂罐装生产率

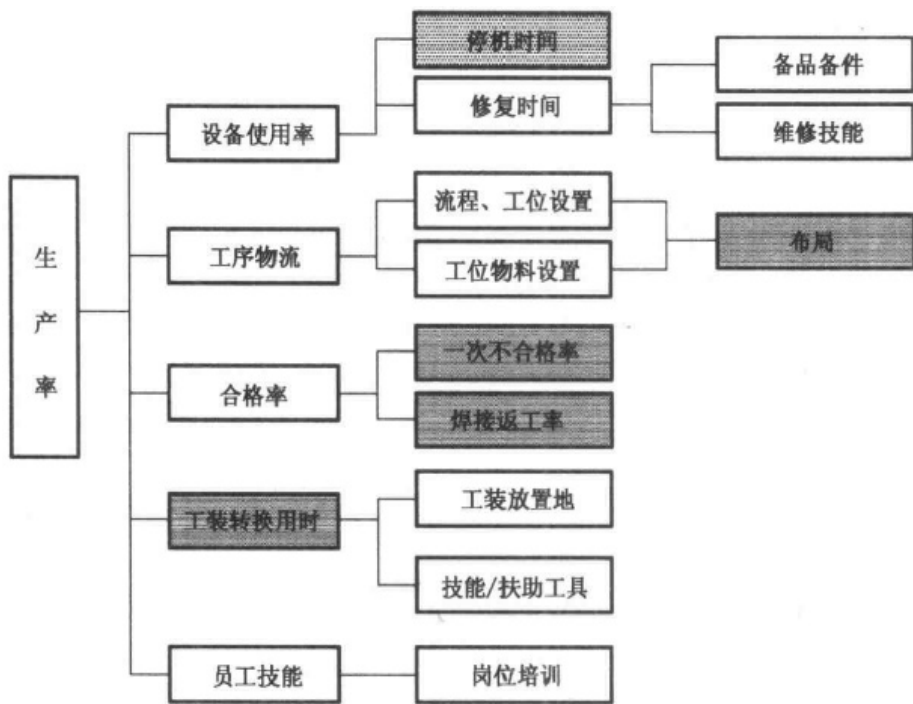


图 4-1 生产率关联性分析

#### (2) 现状调查

- 4~5月份一次不合格率数据(图 4-2)
- 5月份设备运行情况(表 4-1)

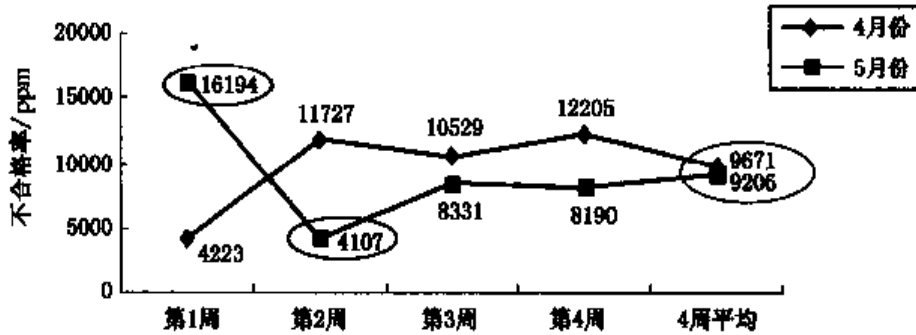


图 4-2 4~5月份一次不合格率

表 4-1 5月份所有设备运行情况统计

工序	开机时间/min	DT/min	LT/min	CO/min	生产时间/min	设备使用率/%
包扎	20 651	10	0	87.0	20 748	99.53
填料	20 651	25	65	0.0	20 741	99.57
铆接	20 651	420	12	0.0	21 083	97.95
焊机 1	19 699	570	377	994.0	21 640	91.09
焊机 2	4 699	162	80	190.0	5 134	91.53
测漏	21 046	442	335	164.0	21 987	95.72
总计	107 397	1 629	869	1 438.0	111 333	96.46

由表 4-1 可见,焊机的设备使用率最低,需进一步分析。

### 分析阶段

(1) 4~5 月份造成不合格的缺陷统计(表 4-2)

从表 4-2 中可以确定焊接和铆接质量问题是造成一次不合格率高的主要原因。

表 4-2 4~5 月份缺陷统计

缺陷分类	缺陷数	百分比/%
端盖焊接	155	59.16
铆 接	48	18.32
填 料	28	10.69
烟管焊接	22	8.40
其 他	9	3.44
总 计	262	100.00

(2) 焊机 1、焊机 2 设备停机分析(表 4-3)

焊机停机主要原因是 CO(转换停机)与 DT(故障停机),应对此作进一步分析。

• 焊机 1 停机原因统计(表 4-4)

焊机 1 的故障停机主要由焊接缺陷和导电嘴故障引起,而转换停机主要由换保护气体和焊丝造成。

• 焊机 2 停机原因统计(表 4-5)

焊机 2 的故障停机主要由工装失效、照明灯坏、焊接时送丝不顺造成,而转换停机主要由换保护气体和焊丝造成。

表 4-3 焊机设备停机分析

工序	开机时间/min	DT/min	LT/min	CO/min	总生产用时/min
焊机 1	19 699	570	377	994.0	21 640
	91.03%	2.63%	1.74%	4.59%	100%
焊机 2	4 699	162	80	193.0	5 134
	91.53%	3.16%	1.56%	3.76%	100%

案例 4:提高催化剂罐装生产率

表 4-4 焊机 1 停机原因统计

DT	停机时间/min	停机/%	CO	停机时间/min	停机/%
焊接质量	300	35.93	换气	393	39.54
导电嘴	260	31.14	换焊丝	338	34.00
焊枪	165	19.76	工装转换	123	12.37
限位轴断	100	11.98	换导电嘴	95	9.56
其他	10	1.20	其他	45	4.53
总计	570	100.00		994	100.00

表 4-5 焊机 2 停机原因统计

DT	停机时间/min	停机/%	CO	停机时间/min	停机/%
工装失效	90	44.55	换气	68	47.55
照明灯坏	62	30.69	换焊丝	62	43.36
送丝不顺	40	19.80			
其他	10	4.95	其他	13	9.09
总计	162	100.00	193	193	100.00

(3) 焊接返工率分析(表 4-6、表 4-7、表 4-8)

- 从 5 月份生产记录中,可以知道:5 月份总产量为 15 833 件;返工数为 1 091 件,按产品分布如表 4-6。
- 焊机 1 的高返工率主要在产品 B 为 19.64%,而与其在焊机 1 处为完全相同的梯形焊接轮廓线的产品 A 的返工率仅为 4.10%,其缺陷类型统计如表 4-7。

偏焊和跳焊为产品 B 的主要焊接缺陷;但产品 A 的这两个缺陷为零;它们的主要工况条件如表 4-8。

表 4-6 5 月份焊接返工率统计

项目	产品分类	产量/件	焊接返工数	焊接返工率/%
焊机 1	产品 A	1 321	54	4.10
	产品 B	762	150	19.64
	产品 C	2 002	102	5.10
	产品 D1	8 016	409	5.10
	产品 D2	3 732	190	5.10
焊机 2	产品 C	2 002	186	9.30

#### 案例 4:提高催化剂罐装生产率

产品 A 和产品 B 的金属零件分别由两家不同的供应商提供,由两套不同的模具制造而成,零件端锥底部的梯形轮廓虽然符合图纸要求,但它们之间存在差异。

焊接工装 1 和焊接工装 2 是以供应商 A 提供的零件为样本在美国制造的,因此在焊接产品 B 时,焊接质量问题突出;用手动焊接模式观测,发现焊枪与焊接物之间的空间距离在拐弯处变化较大,这是引起焊接质量问题的主要原因。

• 焊机 2 的高返工率主要在产品 C 为 9.30%,其缺陷类型统计如表 4-9。

显然,虚焊是焊机 2 的主要焊接缺陷。为确定其产生的原因,选取 300 只焊接本体进行焊接试验,其中 A:100 只完全冷却的本体;B:100 只温热的本体;C:100 只热烫的本体。其结果如表 4-10。

由此分析可知,虚焊是由于焊接物本身的热气在焊接时产生气道造成的。

表 4-7 焊机缺陷类型统计

缺陷类型	产品 B		产品 A	
	偏焊	59	39.33%	0
跳焊	49	32.67%	0	0.00%
针孔	26	17.33%	47	87.04%
焊缝不匀	12	8.00%	0	0.00%
虚焊	4	2.67%	7	12.96%
总计	150	100.00%	54	100.00%

表 4-8 焊接缺陷与供应商的关系

类型	供应商 A	供应商 B	焊接工装 1	焊接工装 2	焊丝
产品 A	✓		✓	✓	✓
产品 B		✓	✓	✓	✓

表 4-9 焊机 2、产品 C 的焊接缺陷

缺陷类型	缺陷数	缺陷率/%
虚焊	136	73.12
针孔	46	24.73
其他	4	2.15
总计	186	100.00

### 案例 4: 提高催化器罐装生产率

表 4-10 焊机 2 焊接缺陷与焊接本体温度的关系

缺陷类型	缺陷数(A)	缺陷数(B)	缺陷数(C)
虚焊	0	0	5
针孔	3	3	3
其他	0	1	1
总计缺陷	3	4	9

#### (4) 生产节拍分析(表 4-11)

表 4-11 各产品生产节拍测算和分析

产品名称	产品 A	产品 B	产品 C	产品 D	产品 E	产品 F
节拍/s	60.75	73.00	75.50	60.75	60.75	73.50
每班产量/件	400	333	322	400	400	331

注: 1. 生产时间每班为 405 min; 设备使用率  $\geq 95\%$ ;

2. 产品 A、产品 D、产品 E 各为两条焊缝; 生产流程: 1-2-3-4-7(见图 4-3);

3. 产品 B、产品 F 各为四条焊缝; 生产流程: 1-2-3-4-5-6A-7(见图 4-3);

4. 产品 C 为六条焊缝; 生产流程: 1-2-3-4-6-7(见图 4-3)。

#### (5) 生产场地布局图分析(图 4-3)

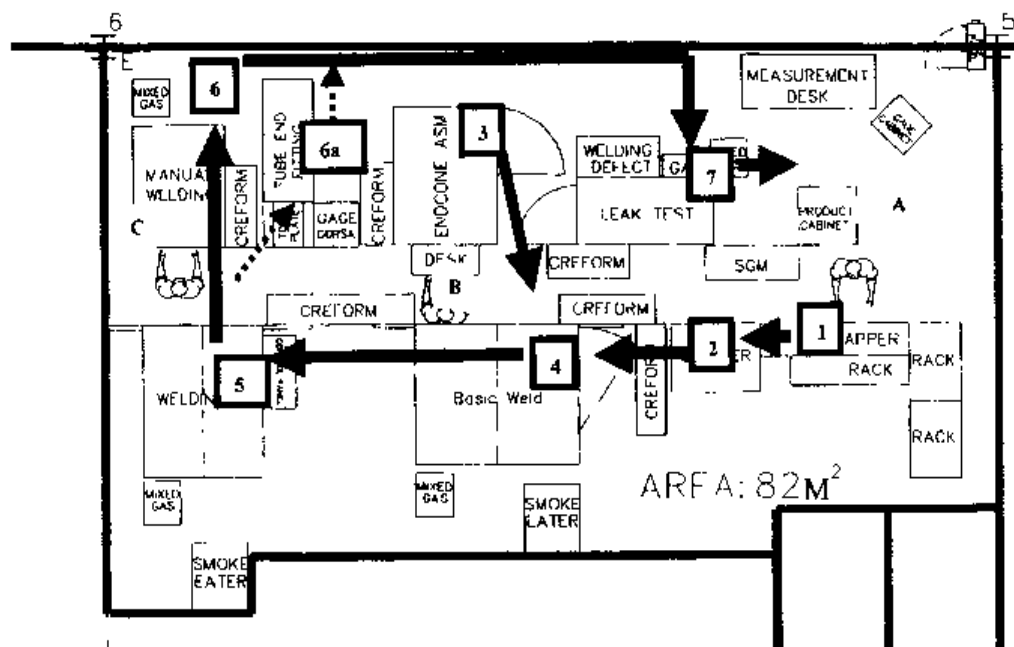


图 4-3 改进前生产场地布局简图

- 产品 B、产品 C 的工艺流程如图 4-3 所示, 从工序 6 到工序 7, 材料的移动需人工搬运, 距离过长, 平均需 6 s。
- 工件从工序 6 到工序 7, 操作工 C 和操作工 B 之间有干涉, 影响正常工作节拍。

#### 案例 4: 提高催化器罐装生产率

- 从客户订单来看,从下半年起,这三种产品需求上升,这种搬运浪费时间,必须消除。

注:搬运浪费是公司精益生产理念中必须消除的一种浪费。

- 如重新调整生产场地布局,需电、气、设备搬移费约 15 000 元;按每月生产产品 B、产品 C、产品 F 各 2 000 件估算,可节约时间  $6\ 000 \times 6 = 36\ 000\text{ s}$ ,即每月增产  $36\ 000/69 = 521$  件成品;约得利润  $521 \times 100 = 52\ 100$  元。

#### (6) 建立目标

- 一次不合格率
  - ◆ 4~5 月份的周平均:  $(9\ 671 + 9\ 206)/2 = 9\ 439$ ; 4~5 月份周平均最好水平 = 4 107;
  - ◆ 改进机会 =  $(9\ 439 - 4\ 107) \times 80\% = 4\ 266$ ; 计算可得目标 =  $9\ 439 - 4\ 266 = 5\ 173$ 。
- 焊机的使用率
  - ◆ 5 月份焊机 1 周平均使用率的 = 91.03%; 5 月份周平均最好水平 = 95.29%; 改进机会 =  $(95.29 - 91.03)\% \times 80\% = 3.41\%$ ; 计算可得目标 =  $91.03\% + 3.41\% = 94.44\%$ ;
  - ◆ 5 月份的焊机 2 平均使用率的 = 91.53%; 5 月份周平均最好水平 = 95.87%; 改进机会 =  $(95.87 - 91.53)\% \times 80\% = 4.34\%$ ; 计算可得目标 =  $91.53\% + 4.34\% = 95.87\%$ 。
- 产品 B 和产品 C 的焊接返工率
  - ◆ 5 月份的产品 B 在焊机 1 的焊接返工平均百分率 = 19.64%; 5 月份周平均最好水平 = 5.70%; 改进机会 =  $(19.64 - 5.70)\% \times 70\% = 9.76\%$ ; 计算可得目标 =  $19.64\% - 9.76\% = 9.88\%$ ;
  - ◆ 5 月份的产品 C 在焊机 2 的焊接返工的平均百分率 = 9.30%; 5 月份周平均最好水平 = 5.70%; 改进机会 =  $(9.30 - 5.70)\% \times 70\% = 2.52\%$ ; 计算可得目标 =  $9.30\% - 2.52\% = 6.78\%$ 。
- 生产节拍
  - ◆ 5 月份的平均生产节拍 = 79 s/件; 5 月份周平均最好水平 = 70 s/件; 改进机会 =  $(79 - 70) \times 80\% = 7.2\text{ s/件}$ ; 计算可得目标 =  $79 - 7.2 = 71.8\text{ s/件}$ 。
- 目标确定
  - ◆ 罐装线的一次不合格率: 5000 ppm;
  - ◆ 设备使用率: 95%;
  - ◆ 焊接返工率: 10%;
  - ◆ 生产节拍 70 s/件。

(这里的目标确定是“界定阶段”中“项目目标”的细化和补充)

### 改进阶段

(1) 重新规划罐装线布局图(图 4-4)

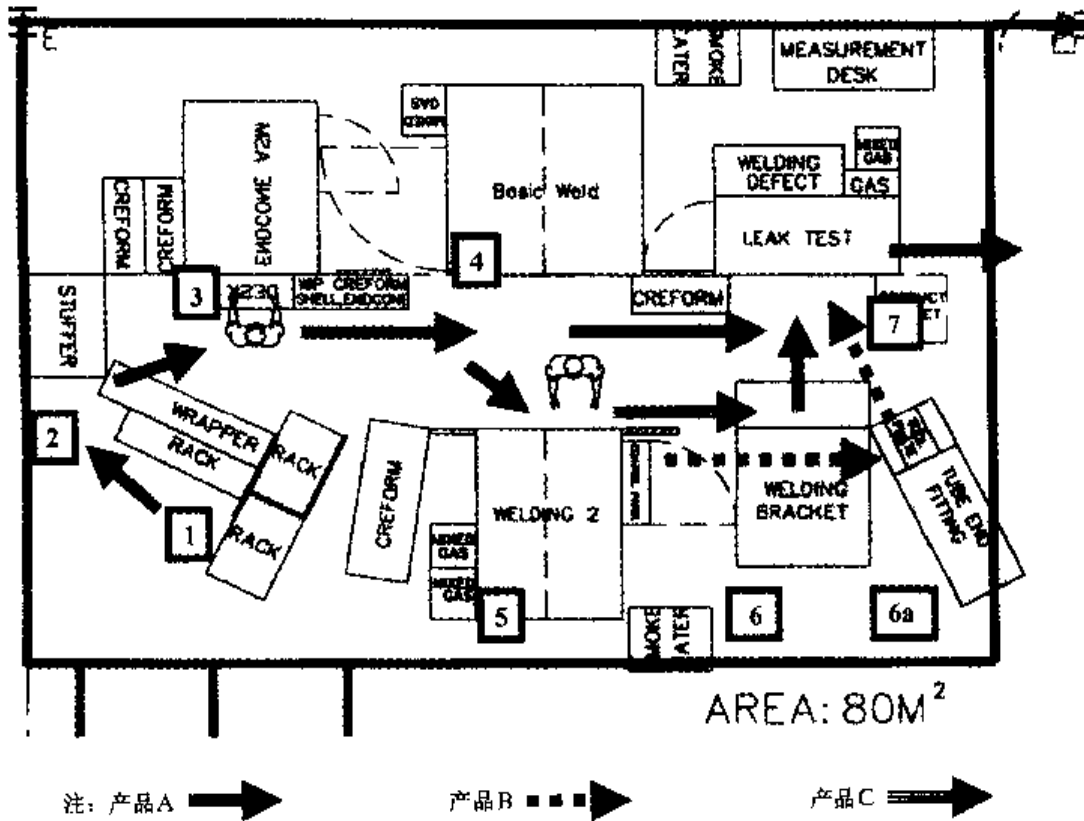


图 4-4 新罐装线布局图

- 新罐装线布局图,在物流上不需要人工搬运,工件流动比较流畅,操作工之间也无干扰。
- 重新测算生产节拍(表 4-14)。
- 每班工时为 405 min。

表 4-14 重新测算的生产节拍

产品名称	产品 A	产品 B	产品 C	产品 D	产品 E	产品 F
节拍/s	60.75	67.50	69.50	60.75	60.75	67.50
每班产量/件	400	360	350	400	400	360

(2) 焊接工装改建

- 按供应商 B 提供的零件模具设计的 CAD 参数,重新定制焊接靠模,使该梯形轮廓度与零件保持一致;在焊接过程中保证焊枪与焊接体保持等距离。
- 用铜材取代钢材作销钉,减少焊接飞溅对产品螺孔的影响。
- 加中心铁柱,防止相似零件用错。

- 在测漏打字工装上加定位防错装置,以保证气流方向标识正确。

## 控制阶段

(1) 一次质量不合格率和报废率的控制(图 4-5、图 4-6)

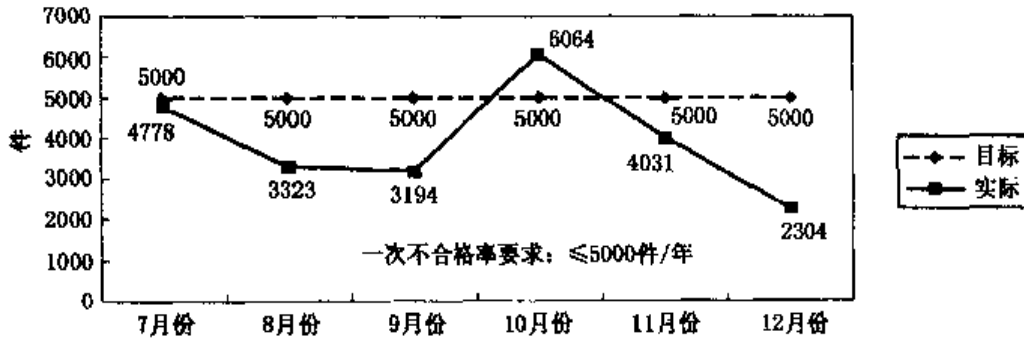


图 4-5 一次不合格率的控制

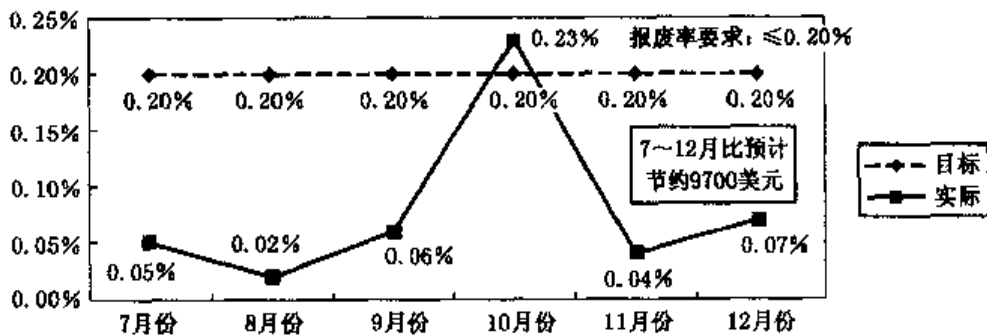


图 4-6 报废率的控制

- 从图 4-5、图 4-6 可以看到 10 月份的一次不合格率高达 6064,所有的 170 件缺陷中有 124 件缺陷产品是由于焊接工装的定位销断裂,使工装位置偏移造成。因此,立即修改了设备日常维护的检查内容,并根据推算确定所有类似螺钉的定期更换周期。
- 在 8 月份的跟踪中,发现其中有 17 件缺陷是由用错料引起;因此,对此进行了分析,在现场增加了物料的色标目视控制系统。如:各产品的物料清单;拉动系统的拉动卡与物料标识卡的色标一致;物料地址重新规划等。

(2) 设备利用率的控制

- 焊机 1 利用率(图 4-7)
- 焊机 2 利用率(图 4-8)

## 案例 4: 提高催化剂罐装生产率

(3) 生产节拍的控制(图 4-9)

(4) 焊接返工率的控制(图 4-10)

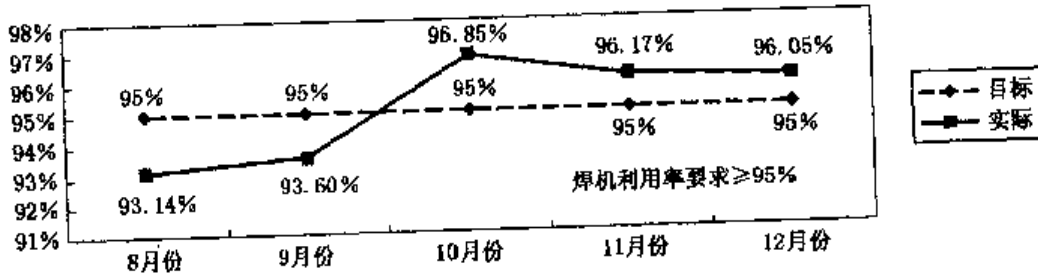


图 4-7 焊机 1 利用率的控制

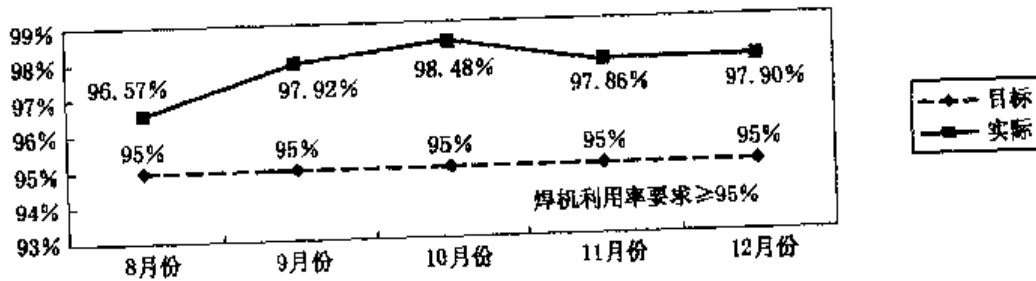


图 4-8 焊机 2 利用率的控制

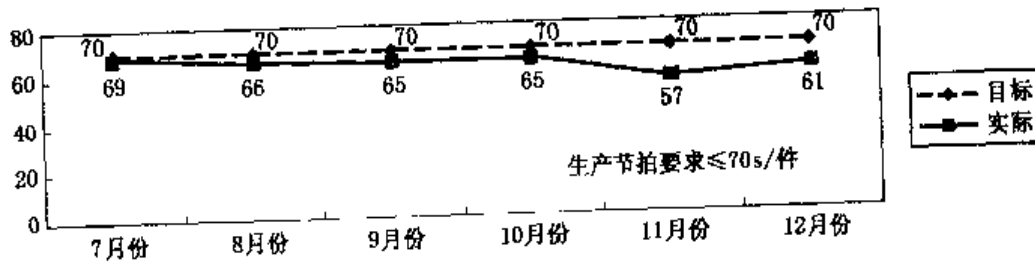


图 4-9 生产节拍的控制

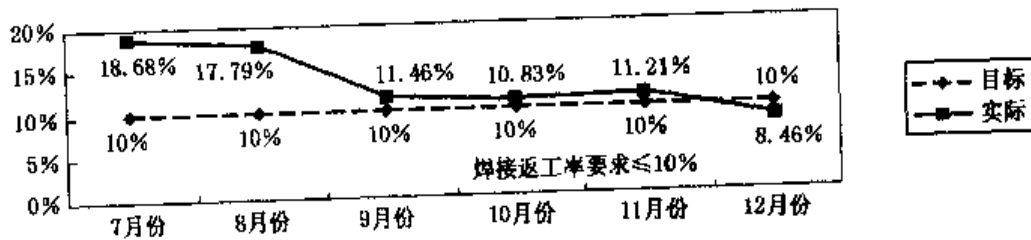


图 4-10 焊接返工率的控制

至于焊丝采购问题,从 7 月份起,焊丝供应商由美国换成韩国,从实际使用情况来看,其质量稳定性还不理想。

案例点评:

- 该项目通过开展 6 SIGMA 活动,主要在三方面进行了有效地改进:工装改进;防错装置建立;罐装线布局改善。从而使一次不合格率从年初的平均 7000,降低到年底全年平均 4200,催化剂罐装线的主要设备利用率从 91% 提高到 96%,生产节拍从 80 s/件提速至 61 s/件,成效显著。
- 工装改进和防错装置的建立和罐装线布局重新安排,在物流上保证了精益生产的流畅进行。既提高了质量,降低了成本,又提高了产量,满足市场的需求。
- 该项目共花费约人民币 20,000 元,2001 年即为公司获利约人民币 250,000 元。在开展 6 SIGMA 整个改进活动中,不仅提高了团队的凝聚力而且调动了每个成员改进工作的热情。这些财富对公司产生的效益将是不可估量的。
- 该项目的成功实施,为开展 6 SIGMA 活动提供了宝贵的经验,具有很好的借鉴作用。

## 案例 5

# 提高混合气体的 充气效率

某公司向广大用户提供多种不同气体的罐装气,针对高级消防气体的罐装充气效率低的情况,采用 6 SIGMA 方法,按 DMAIC 原理,合理应用多种统计分析工具,找出主要缺陷,通过 FMEA 分析和试验设计,进行切实的改进,显著提高了充气效率,降低了生产成本。

### 界定阶段

#### (1) Inergen 气体(高级消防气体)标准

- 成分(摩尔比):
  - 二氧化碳       $8\% \pm 0.4\%$
  - 氩气             $40\% \pm 2\%$
  - 氮气             $52\% \pm 2\%$
  - 水分             $< 50 \times 10^{-6}$
- 物料:
  - 二氧化碳      99.5%
  - LIN(液氮)     99.995%
  - LAR(液氩)    99.997%
- 充气方法:根据重量、压力
- 分析方法:TCD GC
- 产出:300 气缸/月
- 员工结构和关键数据
  - 气缸检验员:    2
  - 气缸清理:      4
  - 气缸充气:      9
  - 产品分析:      2

## 案例 5:提高混合气体的充气效率

- ◆ SG 充气: 2
- ◆ 充气效率:98 个气缸/(人×天)
- ◆ 分析效率:64 种成分/(人×天)
- ◆ 不合格率:0.056%
- ◆ 充气损耗:LOX(液氧) 4%
- LIN 14%
- LAR 11%
- CO<sub>2</sub> 11%

### (2) 项目要求

- 现状描述
  - ◆ SG 实验室中 Inergen 充气的低生产率
  - ◆ 高成本和低效率
  - ◆ SG 产出 300 气缸/月
  - ◆ 成本是 42,000 元/月(不包括物料成本)
  - ◆ 单位成本 =  $42,000/300 = 140$  元/气缸
  - ◆ SG 实验室的充气效率:15 min/气缸
- 项目目标
  - ◆ 在工业气体台架中充入 Inergen 气体,并达到 ANSUL 标准
  - ◆ 日期:2001 年 9 月~2001 年 12 月
  - ◆ 工业气体产出 22,000 气缸/月,成本 141,000 元/月(不包括物料成本)
  - ◆ 单位成本 =  $141,000/22,000 = 6.4$  元/气缸
  - ◆ 充气效率:90 min/台架(20 气缸)
  - ◆ 节约成本:( $140 - 6.4$ ) × 300 = 40,080 元/月

### (3) 项目小组组成

- 项目负责人:1 人
- 组员:3 人
- 销售、财务部门支持

## 测量阶段

- (1) 流程简图(图 5-1)
- (2) 主流程图(图 5-2)
- (3) 改进前数据
  - CO<sub>2</sub> 百分比(图 5-3)
  - N<sub>2</sub> 百分比(图 5-4)
  - 湿度(图 5-5)
  - 充气压力(图 5-6)

案例 5: 提高混合气体的充气效率

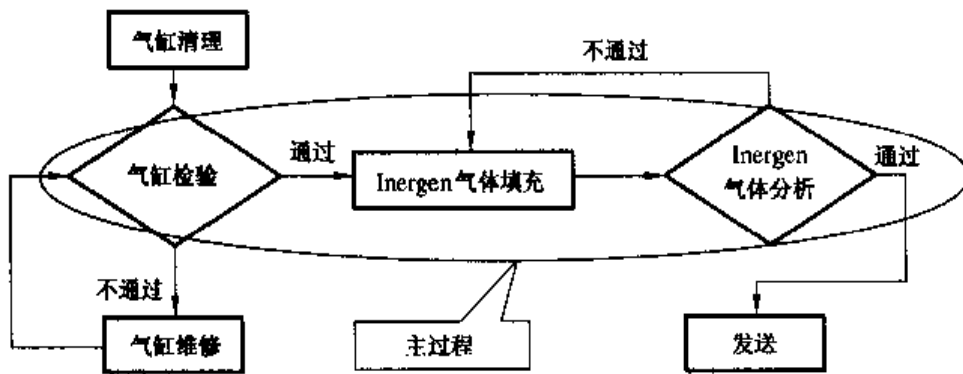


图 5-1 流程简图

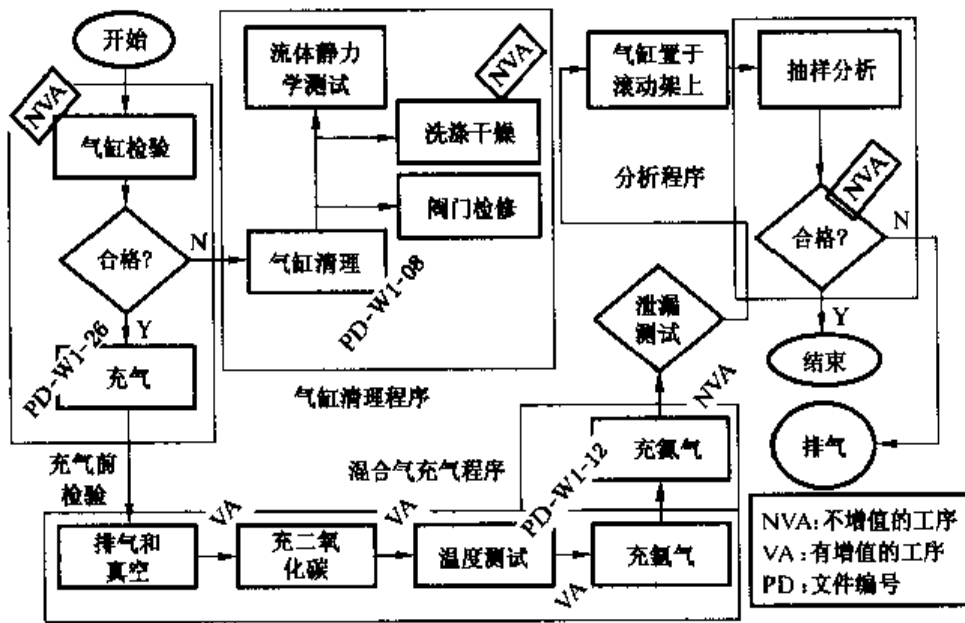


图 5-2 主流程图

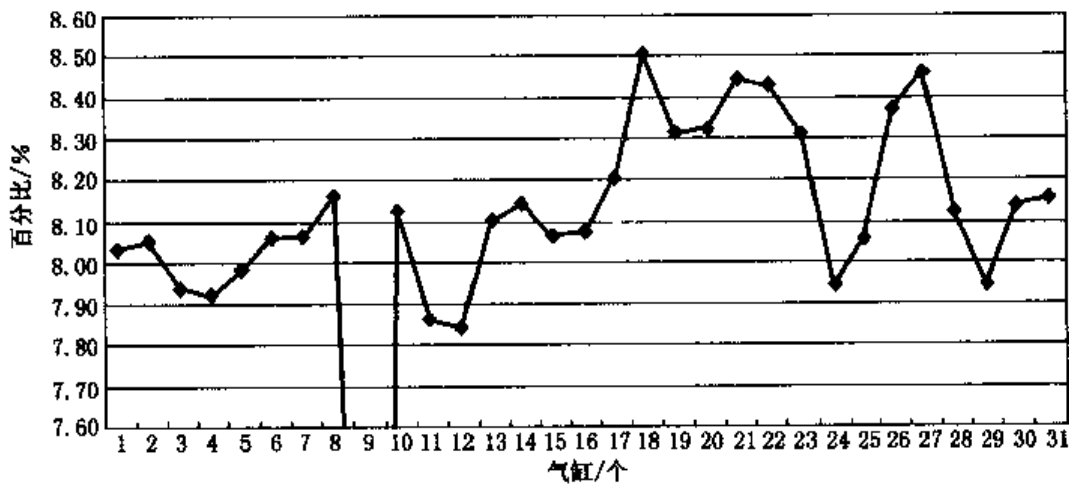


图 5-3 改进前的 CO<sub>2</sub> 百分比

案例 5: 提高混合气体的充气效率

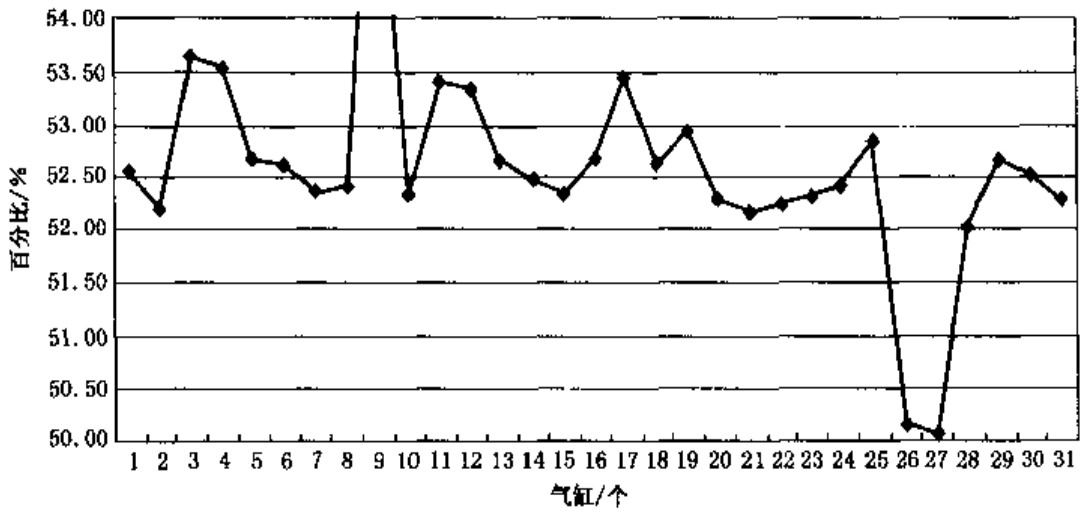


图 5-4 改进前的 N<sub>2</sub> 百分比

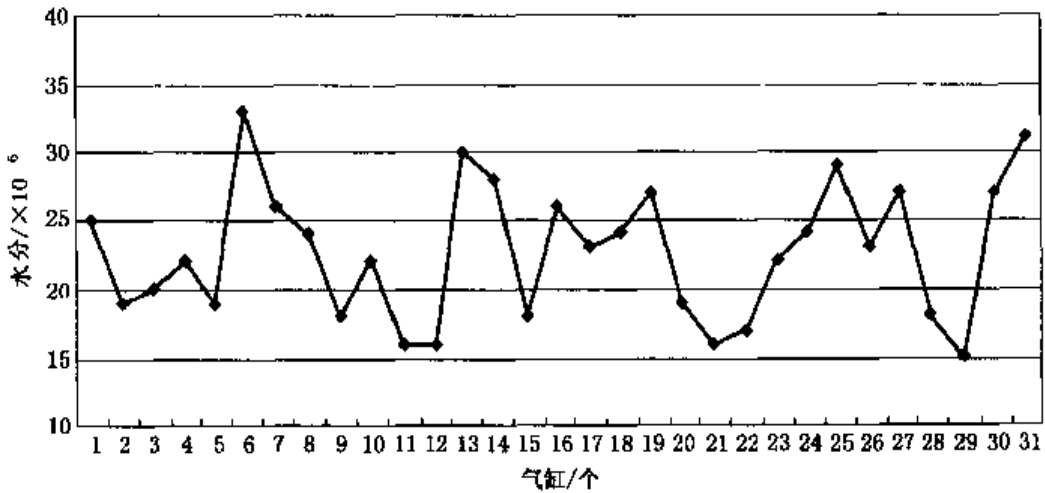


图 5-5 改进前的湿度

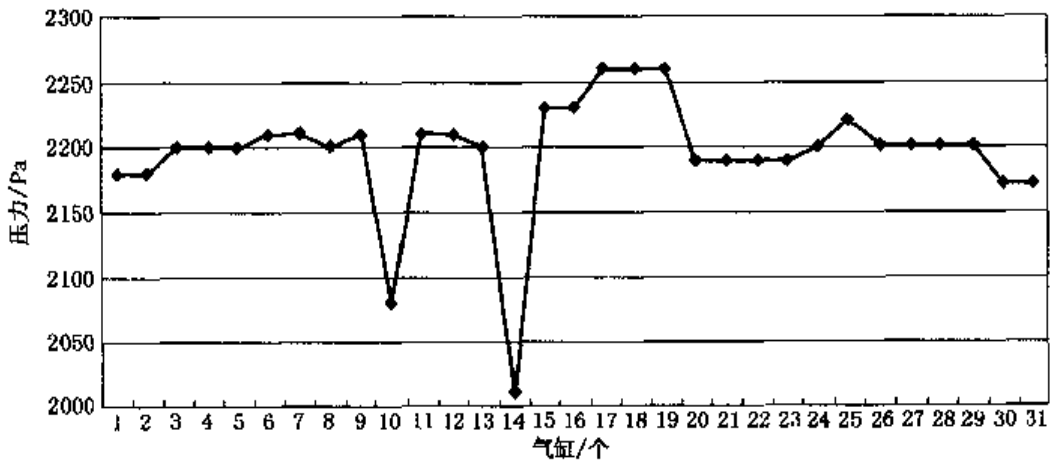


图 5-6 改进前的充气压力

### 分析阶段

(1) 缺陷的排列图(图 5-7)

(2) 缺陷的因果图分析(图 5-8)

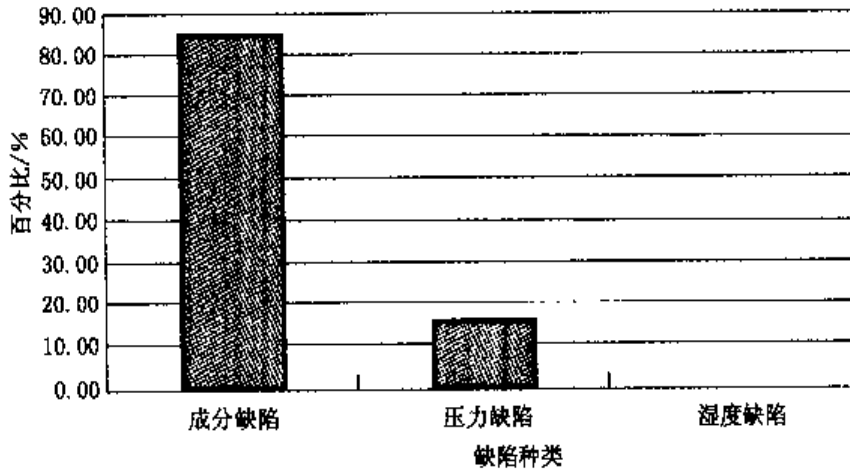


图 5-7 缺陷的排列图

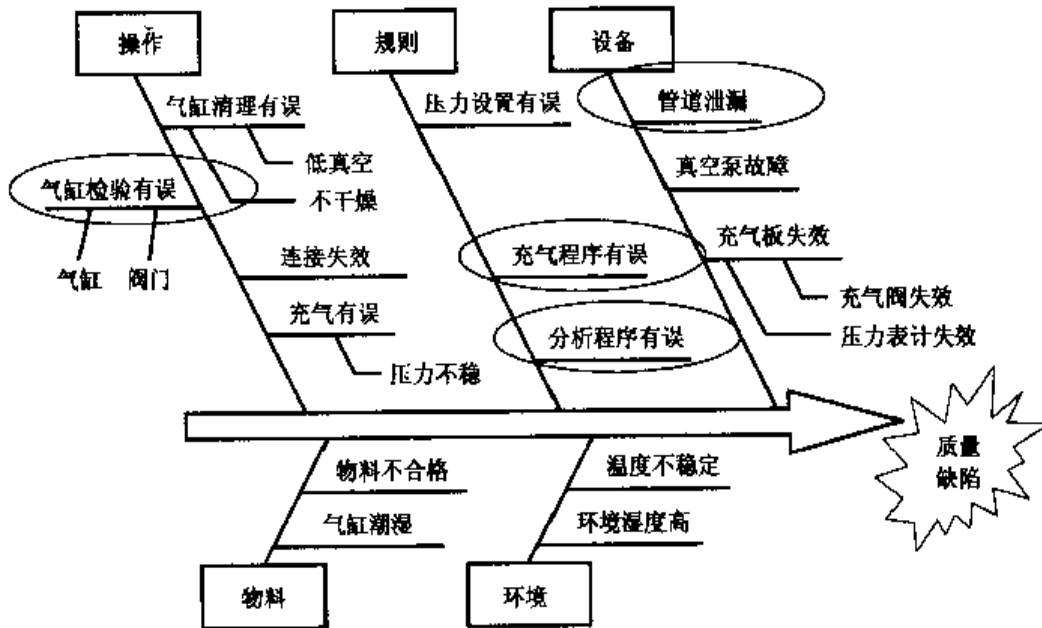


图 5-8 缺陷的因果图分析

(3) 主要缺陷

- 阀门缺陷
- 管道泄漏
- 气缸清理和排气
- 压力保持时间不足
- 气缸滚动时间不足

(4) FMEA 分析(表 5-1)

案例 5:提高混合气体的充气效率

表 5-1 FMEA 分析

潜在失效	B	潜在缺陷	潜在缺陷原因	测量	A	控制方法	E	风险
不合格产品	5	压力低	泄漏	泄漏测试	2	压力仪表	1	10
	5	湿度高	气缸清理未达到标准	控制时间	1	计算时间	1	5
				控制水温	1	温度仪表	1	5
			真空度低	管道泄漏	1	定期泄漏测试	3	15
				仪表测试	1	检定	1	5
	5	成分错误	未达到 SOP 标准	培训	3	产品分析	3	45
			仪表失效	检定	1	检定	1	5
			混合物不稳定	滚动气缸足够的时间	2	产品分析	3	30

改进阶段

(1) 试验设计(表 5-2a、5-2b、5-2c、5-2d)

表 5-2a 试验设计的因子水平表

水平	因子 A	因子 B
	压力持续时间/min	气缸滚动时间/min
1	10	15
2	15	30
3	20	45

表 5-2b 试验设计的结果

序号	A 持续时间	B 滚动时间	二氧化 碳/%	序号	A 持续时间	B 滚动时间	二氧化 碳/%
1	1	1	7.25	6	2	3	8.16
2	1	2	7.53	7	3	1	7.82
3	1	3	7.62	8	3	2	8.10
4	2	1	7.86	9	3	3	8.15
5	2	2	8.09				

案例 5:提高混合气体的充气效率

表 5-2c 试验设计中 3 种水平得到的 CO<sub>2</sub> 平均含量的比较

方法	A 持续时间	B 滚动时间	方法	A 持续时间	B 滚动时间
I	7.477	7.643	Ⅲ	8.023	7.977
Ⅱ	8.037	7.907	R	0.560	0.334

表 5-2d 试验数据的方差分析表

来源	偏差平方和	自由度	均方和	F 比	p 值
A	0.634 96	2	0.317 48	772.24	0.000
B	0.185 36	2	0.092 68	225.43	0.000
E	0.001 64	4	0.000 41		
T	0.821 96	8			

说明两个因子都是高度显著的,序号 6(A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>)即压力持续时间 15 min,气缸滚动时间 45 min,能够以更高的效率提供稳定的混合气。

(2) 改进后的流程图(图 5-9)

(3) 改进后的 CO<sub>2</sub> 含量(图 5-10)

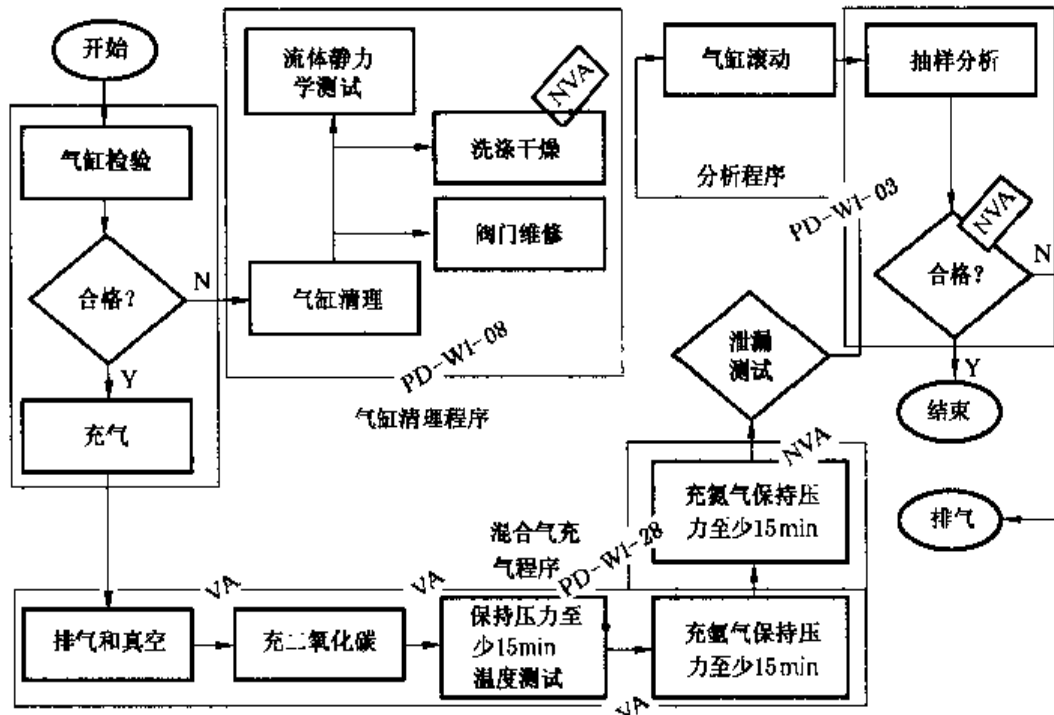


图 5-9 改进后的流程图

案例 5:提高混合气体的充气效率

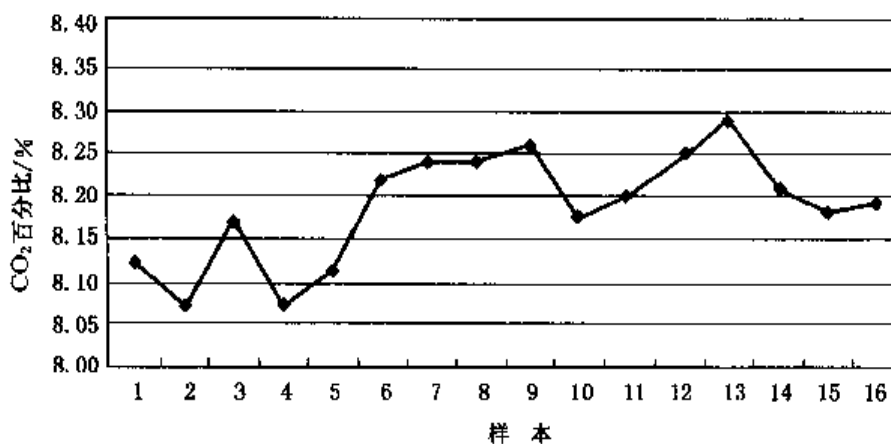


图 5-10 改进后的 CO<sub>2</sub> 含量

控制阶段

- (1) 修改 Inergen 充气程序
  - PD-W1-28 代替 PD-W1-12。
- (2) 培训操作者
- (3) 用统计过程控制图监控产品质量
- (4) 自评、自控(表 5-3)

表 5-3 自评、自控

控制方法	负责人和最后期限	成 果				
		行动	严重度	频度	不易探测度	风险顺序数
气缸检查	A B 08/10	阀门和压力 仪表检验	8	2	8	128
泄漏测试	C 08/10	定期维修	6	2	8	96
在充气时保持 压力和时间	C 08/10	培训和记录	6	2	9	108
滚动气缸足够的 时间	D 08/10	培训和记录	6	2	9	108

案例点评:

- 6 SIGMA 改进要与经济效益联系在一起考虑,本项目在界定阶段对此作了较为详尽的效益分析,明确这一点不仅对公司有利,而且使团队成员有了一个看得见的目标,工作中会受到鼓舞。
- 在使用趋势图中发现异常现象要求研究改进措施,以使此种异常现象不再发生,这是一件有趣,但较困难的事情,该公司迎难而上,组织团队研究“如何使混合气体各成分较为稳定”的问题,通过排列图,因果图和 FMEA,找到了两个主要因子:压力持续时间和气缸滚动时间。然后安排一次正交试验设计,找到了最佳工艺参数。这件事说明“有志者事竟成”。
- 在控制阶段,该团队制作了一份自评、自控表,在关键处不仅明确责任人,而且列出风险顺序数,以引起控制人员重视。

## 案例 6

# 减少贮气罐在现场运行时的紧急抢修

一家公司的产品贮气罐在用户使用过程中常出现故障,需要紧急抢修,引起用户的不满。公司急用户所急,通过开展 6 SIGMA 活动,确定改进项目,成立项目小组,明确改进目标,通过流程图、因果图、排列图、FMEA 等手段的综合分析,找出失效的主要原因,采取有效的改进措施,使紧急抢修次数减至原来的 1/3,获得良好的经济效益,提高了顾客满意度。

### 界定阶段

#### (1) 项目背景

- 贮气罐在运行过程中,经常出现故障:
  - 1999 年达每月平均 45 次,而当时公司所有贮气罐只有 60 只;
  - 到 2000 ~ 2001 年,每月平均报修次数为 28 次,贮气罐 114 只;
- 随着气体市场竞争加剧,对客户服务水平的要求提高;
- 过多的报修花费了大量的人力、物力、财力;
- 客户报修次数较多,影响了客户服务人员在其他方面的精力投入;
- 过多的报修引起客户的不满。

#### (2) 抢修成本的构成(表 6-1)

表 6-1 抢修成本的构成

成本构成	负责抢修 # 1		负责抢修 # 2	
	1 次 2 人/ (0.5 d/人/次)	每月 20 次	1 次 1 人/ (1 d/人/次)	每月 8 次
人工工时/d	1	20	1	8
车辆费用	160 km	3 200 km	460 km	3 680 km
抢修工时占总工时的比例	20%		18%	

880元/次  
(平均费用)

## 案例 6: 减少贮气罐在现场运行时的紧急抢修

### (3) 选择项目的意义

- 提高客户的满意度;
- 减少客户服务维修费用;
- 使客户的人力资源转移到客户服务的较高层次上;
- 随着租赁贮气罐的增加,公司的业务量也相应增加,客户服务人员工作效率的提高更加迫切。

### (4) 项目目标

- 减少抢修次数(平均每只贮气罐每月抢修次数);
  - 现在:  $28/114 = 0.2456$  次/只/月
  - 目标: 0.08 次/只/月
- 预计经济效益:  $(0.2456 - 0.08) \times 114 \times 12 \times 880 \approx 200,000$  元/年;
- 项目完成时间: 2002-06-30。

### (5) 项目小组组成

- 项目负责人: 2 人
- 组员: 3 人

## 测量阶段

### (1) 巡检流程(图 6-1)

### (2) 客户报修流程(图 6-2)

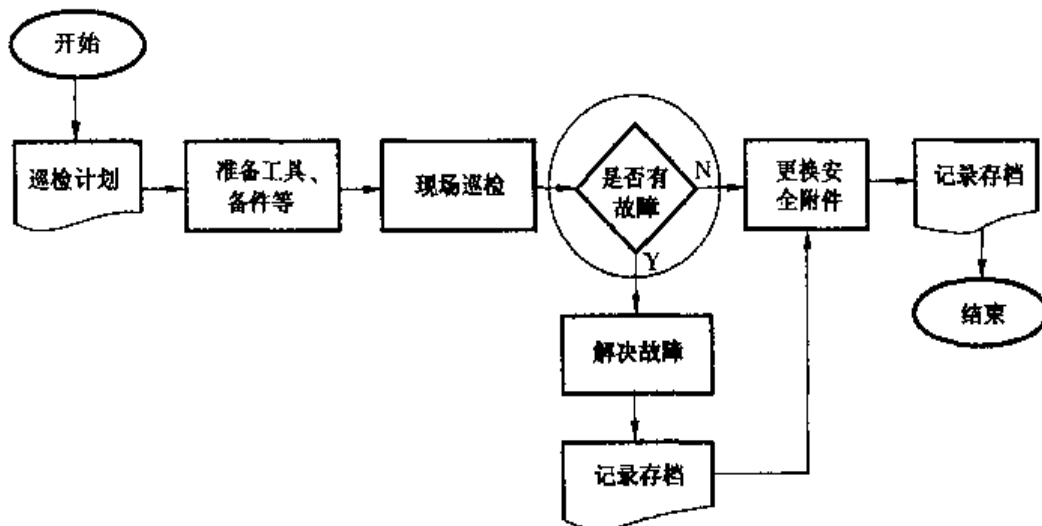


图 6-1 巡检流程

案例 6:减少贮气罐在现场运行时的紧急抢修

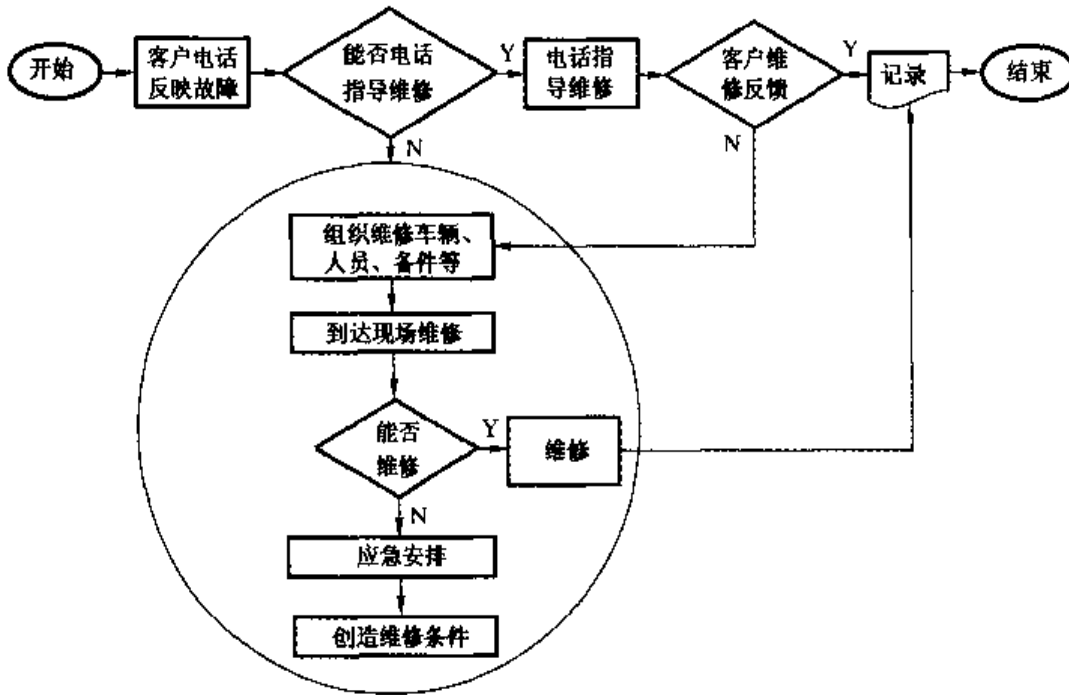


图 6-2 客户报修流程

分析阶段

(1) 抢修的因果分析(图 6-3)

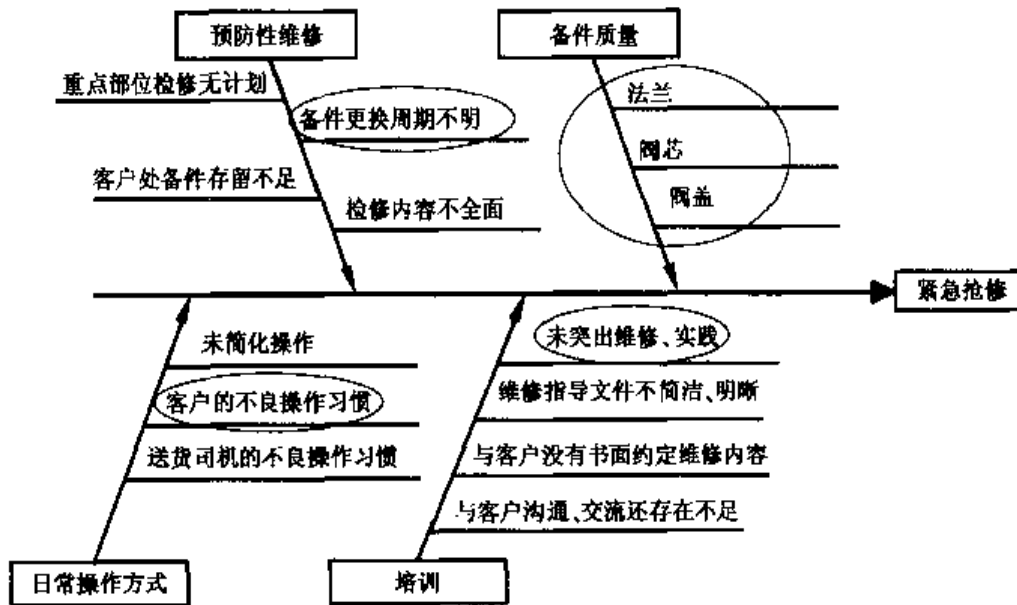


图 6-3 紧急抢修的因果分析图

(2) 抢修原因的量化分析

为进一步探询抢修的原因,我们对 2000~2001 年抢修记录数据进行了分析,主要工作如下:

- 分析抢修与发生时间之间的关系(图 6-4)
- 分析抢修与发生地之间的关系(图 6-5)

### 案例 6: 减少贮气罐在现场运行时的紧急抢修

• 分析抢修与缺陷之间的关系(图 6-6)

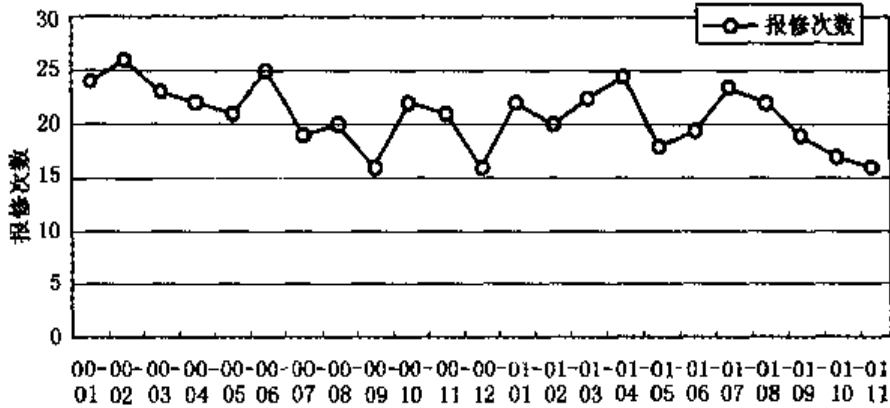


图 6-4 抢修次数与故障发生时间的关系

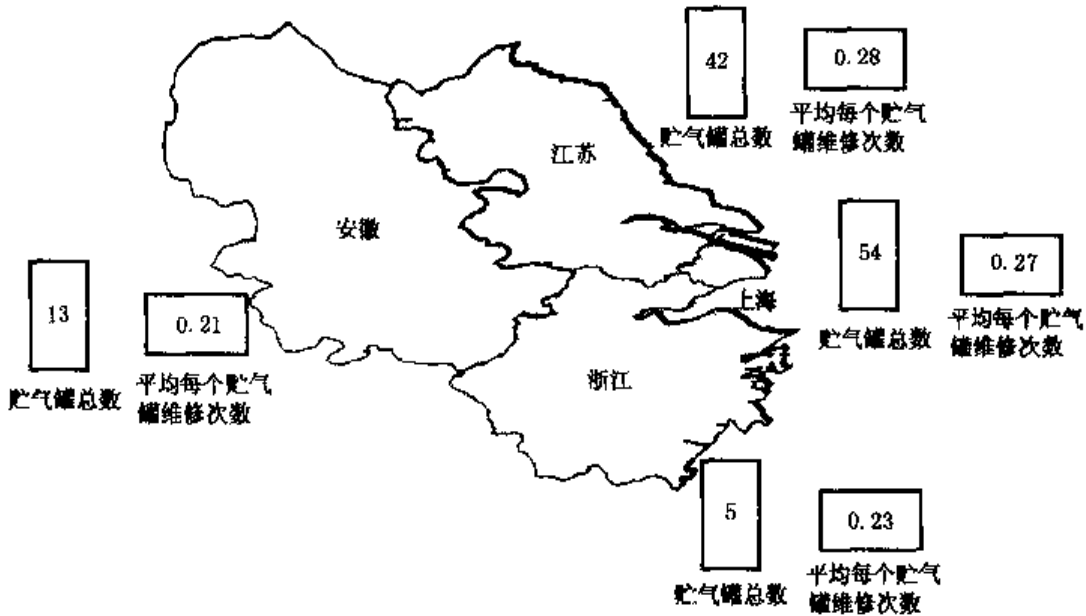


图 6-5 抢修次数与故障发生地方的关系

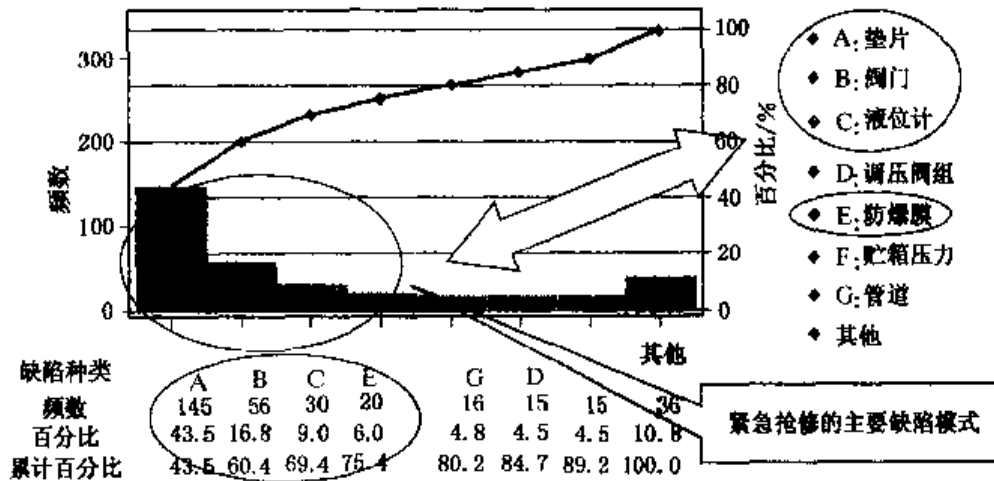


图 6-6 抢修次数与缺陷模式的帕雷托图

案例 6:减少贮气罐在现场运行时的紧急抢修

(3) 量化分析的结论

- 抢修与发生时间没有明显的关联;
- 抢修与发生地没有明显的关联;
- 抢修与发生零部件的缺陷类型有明显的关系,其中:垫片失效、阀门失效、液位计失效、防爆膜失效占据了主要地位,为此就这些零部件进一步做了 FMEA 分析,以期找出主要薄弱环节。

(4) 主要零/部件的 FMEA 分析(表 6-2)

表 6-2 FMEA 分析表

代码	零/部件	功能	潜在失效模式	潜在失效的影响	严重度	潜在失效的原因	频度	现有的控制	不易探测度	风险顺序数
1	法兰垫片	密封	开裂	液体泄漏	10	材料低温脆裂	7	抢修/巡检	5	350
2	阀门	控制流体	阀门垫片磨损/开裂	液体泄漏	10	材料弹性差/耐磨性差	2	抢修/巡检	3	60
3	液位计	贮箱内液体的计量	指针摆动或计量不准	计量争议	5	表计失效	1.5	抢修/巡检	2	15
4	防爆膜	在额定的压力下爆裂	低于额定压力爆裂	气体泄漏	7	空气腐蚀	1	抢修/巡检	4	28

改进阶段

(1) 垫片的改进(图 6-7)

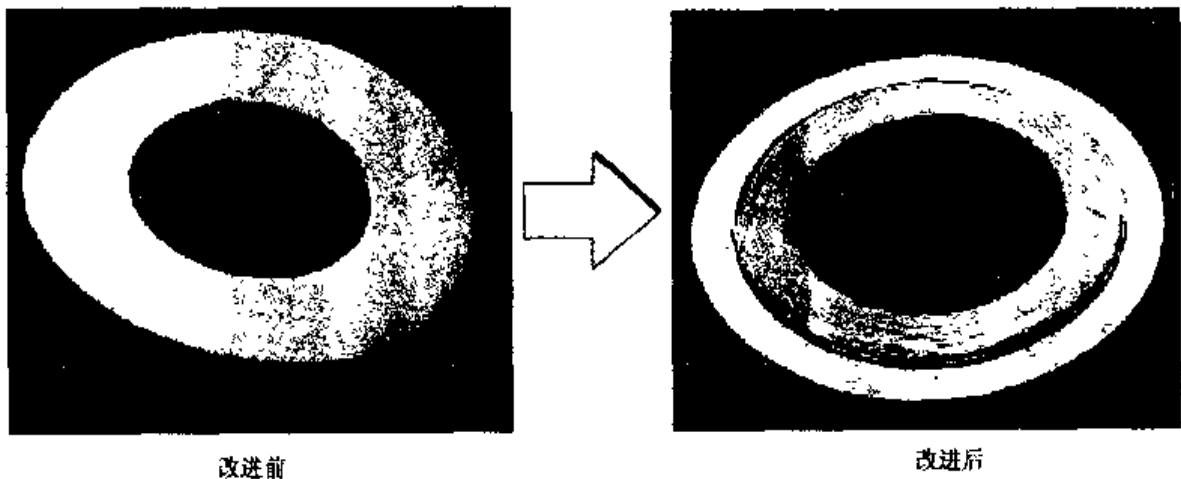


图 6-7 垫片改进前、后的对照

### 案例 6:减少贮气罐在现场运行时的紧急抢修

- 针对垫片容易开裂的失效模式,选用了不易开裂的不锈钢缠绕式垫片,实践证明:效果显著!
- 法兰垫片改进后的风险系数由原先的 350(见 FMEA 分析表)降至 20。

#### (2) 客户的培训

- 重新修订培训手册,突出维修方面的培训,增加现场维修的培训内容;
- 利用巡检间隙,对客户进行操作和现场维修的培训,以改变其不良习惯;
- 迄今,已经基本完成对所有客户的培训工作。

#### (3) 制定新的巡检流程(图 6-8)

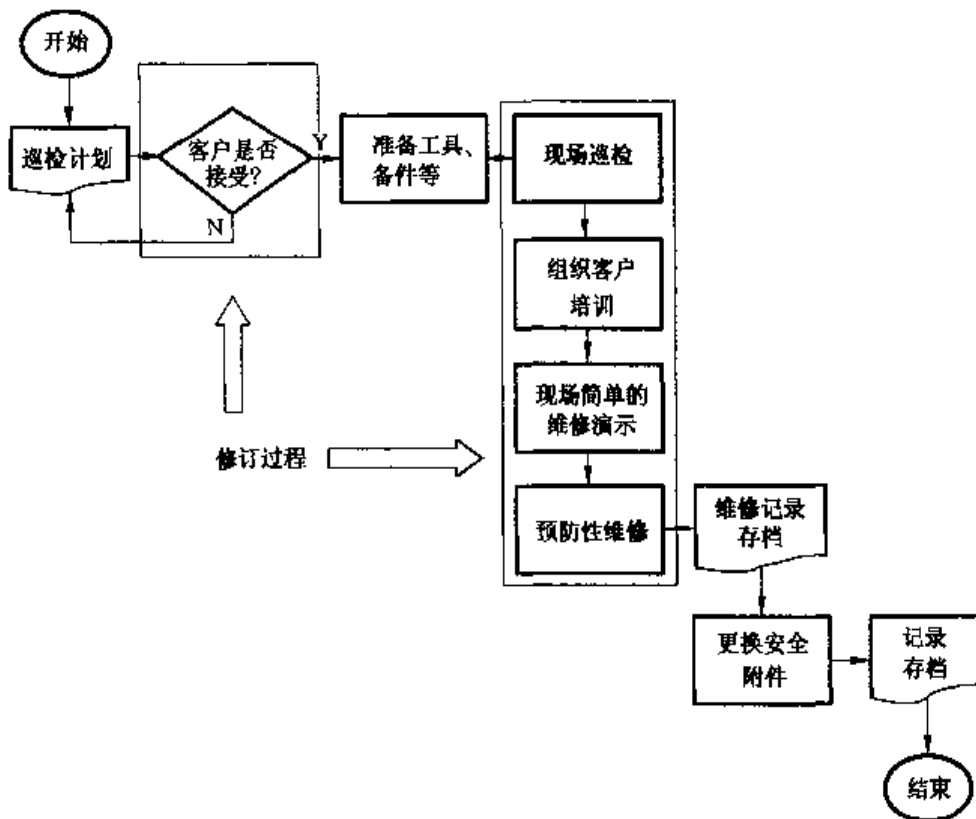


图 6-8 改进后的巡检流程

### 控制阶段

- (1) 将改进措施文件化、制度化;
- (2) 现场 5S(整理、整顿、清扫、清洁、素养)活动的开展;
- (3) 内部员工的不断培训和学习。

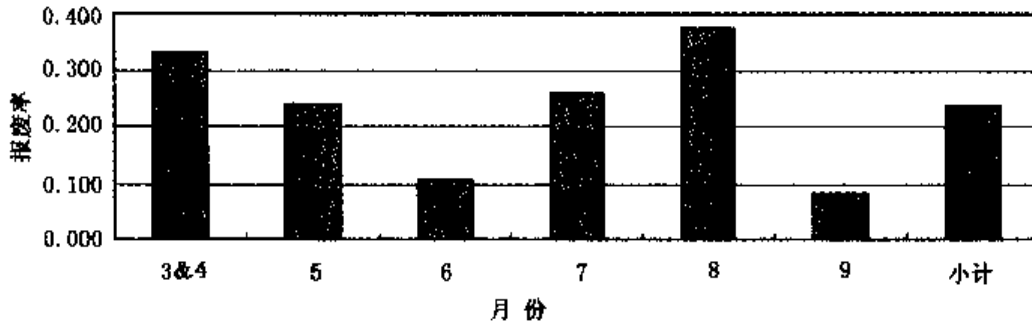
### 案例点评:

- 贮气罐在现场运行时的紧急抢修,用户抱怨很大,到了“万分火急”的地步。
- 该项目小组对各种客观因素进行分析,认识到紧急抢修与故障发生时间无关,与发生地区也无关,转而从主观上找原因。从帕雷托图看到,贮气罐的垫片、阀门、液位计和防爆膜等四种缺陷是紧急抢修次数最多的“关键少数”。
- 再从 FMEA 看出,垫片又是最为关键,于是着手改进垫片,使风险系数由 350 降至 20,从而可大幅度减少紧急抢修次数。
- 为使所获成果得以巩固,将改进措施文件化、制度化,并开展 5S 活动,使管理更为深化。
- 这个项目表明,不管用什么方法,只要能解决问题,就是好方法。该项目只用了几个简单工具,就得到了很好结果,关键在于“要去用”,用了就会有收获。
- 通过开展 6 SIGMA 活动减少现场紧急抢修,提高顾客满意度,增加经济效益以及提高企业服务水平的经验值得借鉴。



测量阶段

- (1) 月报废率汇总(图 7-1)
- (2) 全部缺陷的排列图(图 7-2)
- (3) “RMA SMD”缺陷排列图(图 7-3)



月份	3&4	5	6	7	8	9	小计
总产出	337,468	243,007	336,166	98,834	210,000	187,000	1,412,475
总报废量	1 112	581	356	256	779	155	3 349
报废率/%	0.329	0.239	0.106	0.259	0.371	0.083	0.237

图 7-1 2001 年 3 月至 9 月的月报废率

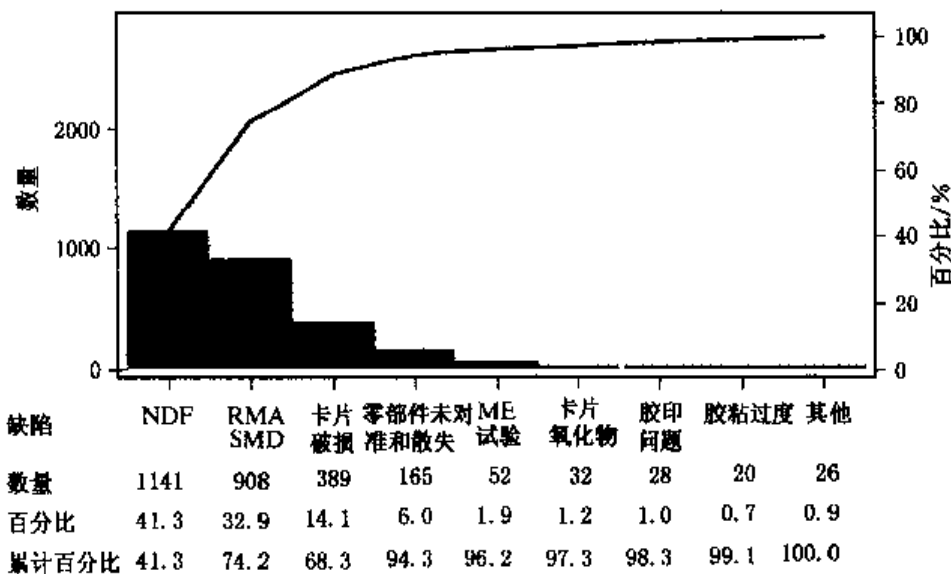


图 7-2 缺陷类型排列图

### 案例 7:降低电路板报废率

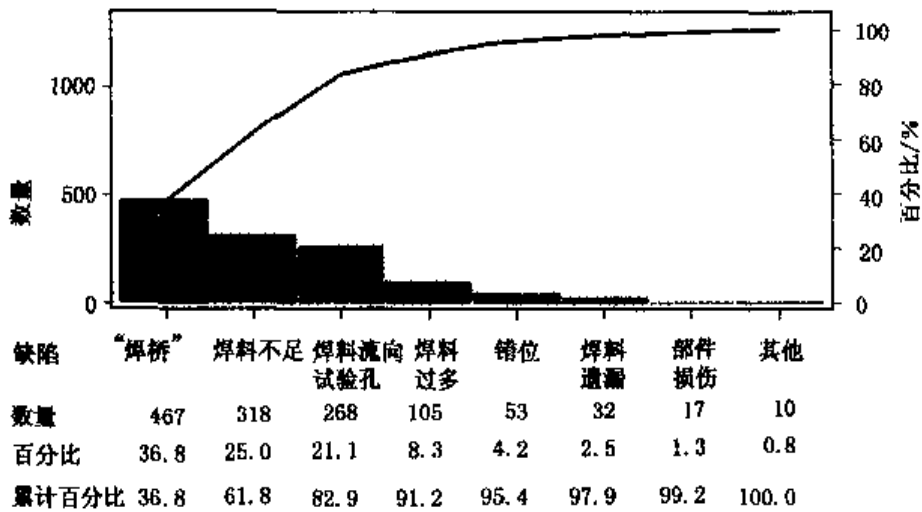


图 7-3 “RMA SMD”缺陷排列图

#### (4) 应变变量(Y)的分析说明

- RMA SMD 报废率(32.9%)(外部);
- 零部件未对准和散失(6.0%)(内部);
- 对于有些项目,如 NDF 份额和卡片破损,虽然有很高的报废率,在现有的条件下还不能找到 NDF 破损的根本原因。在年初由于生产线的不完善,发现了很多破损的 NDF 卡片,现在这个问题已经得到解决。

#### (5) 流程图(图 7-4)

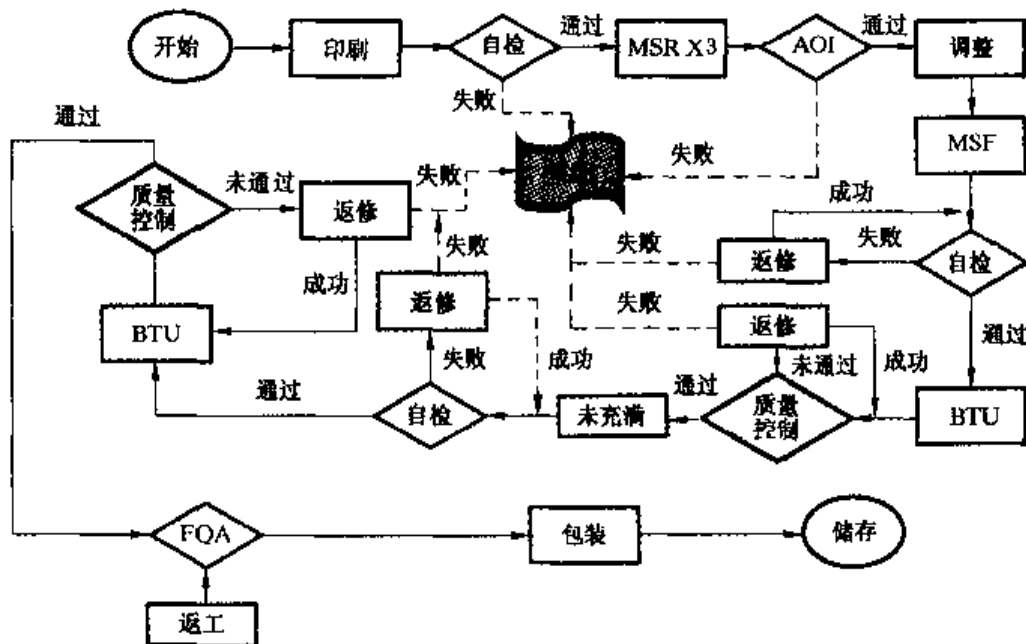


图 7-4 流程图

### 分析阶段

- (1) “RMA SMD”报废因果图分析(图 7-5)
- (2) 零部件未对准或散失的因果图分析(图 7-6)
- (3) 主要因素影响分析
  - 对于 RMA SMD 报废
    - 焊接胶印的质量是影响 SMD 质量的关键因素焊接缺陷主要有焊桥,焊不足等(见图 7-3);
    - MSF 喷嘴不洁和真空度低;
    - 修理人员技术不过关。
  - 对于零部件未对准和散失
    - 操作人员不熟悉机器操作,引起零部件的未对准和散失;
    - 传送装置未达到与卡片匹配的最佳状态,从而引起卡片的振动;
    - 在 AOI 之前的传送装置未达到稳定状态。
- (4) 过程失效模式与影响分析:丝网印刷(表 7-2)
- (5) 过程失效模式与影响分析:装备(表 7-3)
- (6) 过程失效模式与影响分析:焊接(表 7-4)
- (7) 过程失效模式与影响分析:自动未充满(表 7-5)
- (8) 过程失效模式与影响分析:完工润色(表 7-6)

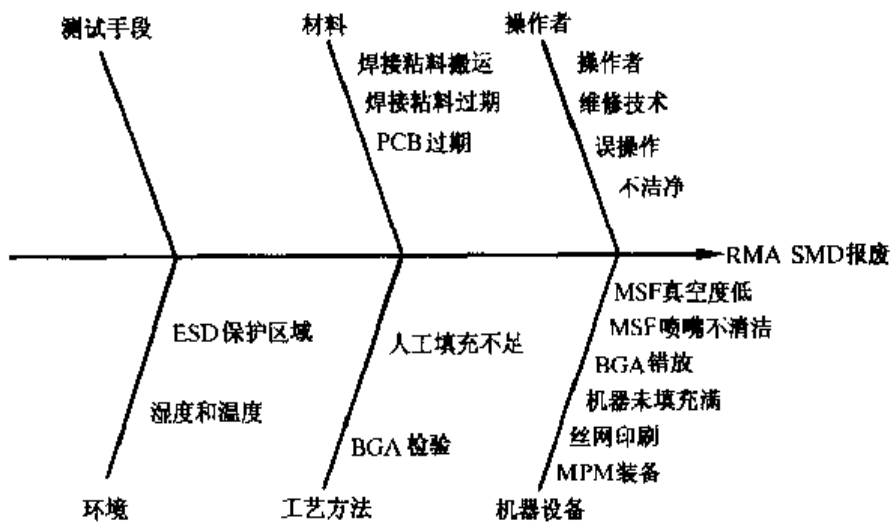


图 7-5 “RMA SMD”报废的因果图

案例 7:降低电路板报废率

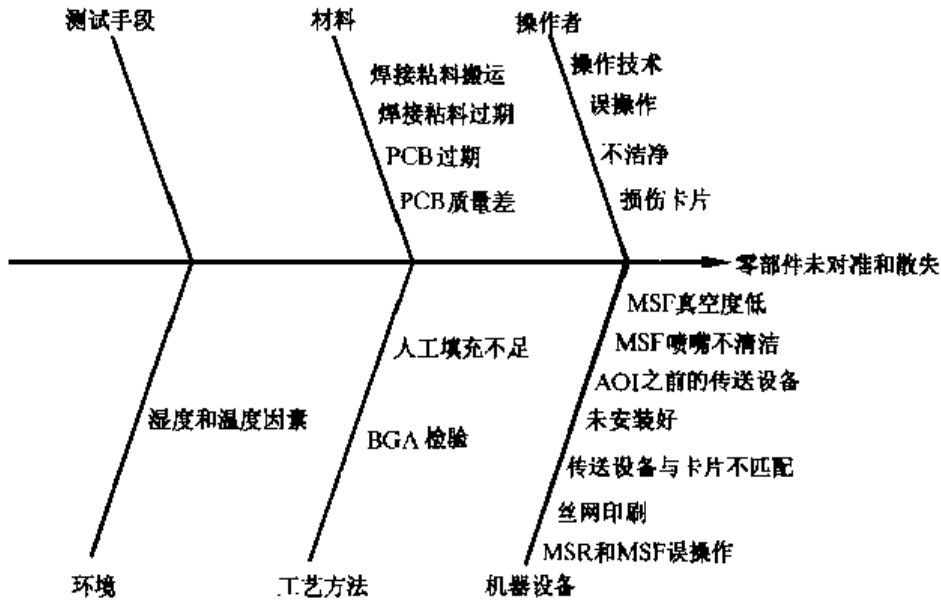


图 7-6 “零部件未对准或散失”因果图

表 7-2 丝网印刷过程失效模式与影响分析

过程功能要求	可能的失效模式	失效可能的结果	严重度	可能原因/失效机制	频度	当前的过程控制	不易探测度	风险顺序数
丝网印刷	1) 没有对准	焊接点可靠度	3	设备的精确与误差	3	印刷工人自检	3	27
	2) 焊接厚度超标	不足或过多的焊接	3	钢印磨损	3	计算机自检 (5 焊点/一小时两次)	2	18
				设备问题	3	操作者自检	2	18
	3) 玷污	功能失效	8	操作问题	3	检查和清洗	2	48

案例 7: 降低电路板报废率

表 7-3 装备过程失效模式与影响分析

过程功能要求	可能的失效模式	失效可能的结果	严重度	可能原因/失效机制	频度	当前的过程控制	不易探测度	风险顺序数
包装和放置	1) 没有对准	焊接失败	3	设备放置故障	7	AOI 监控器	2	42
		可靠性	3			LQC 视觉检验	3	63
	2) 散失的零部件	功能性失误	9			AOI 监控器		
	3) 没有焊接	功能性失误	9	来料	3	LQC 视觉检验	1	27
				粘贴问题	2	换胶水	3	54
				放置问题	2	调整 SMT 机器	3	54
				印刷问题	2	调整印刷参数	3	54
	4) 错误的定位	功能性失误	9	编辑程序失误	2	LQC 视觉检验	3	54
				装载操作失败				
	操作	1) 错误的零部件	功能性失误	9	操作者误放零部件	2	每一班次进行电子测试视觉检验	2

表 7-4 焊接过程失效模式与影响分析

过程功能要求	可能的失效模式	失效可能的结果	严重度	可能原因/失效机制	频度	当前的过程控制	不易探测度	风险顺序数
焊接	1) 冷焊接	功能性失误	8	BTU 参数设置不连续	1	班次内剖面检查	1	8
				焊接胶水问题	2	原卡检查	2	32
	2) 焊球	可靠性	3	焊接胶水问题	5	原卡检查	4	60
				过程控制问题	5	卡片在一个小时之内必须回暖箱一次	3	45
	3) 被破坏	功能性失误	8	设备故障	2	流水线上检查	1	16
				解决问题	2	培训	1	16

案例 7:降低电路板报废率

表 7-5 自动未充满过程失效模式与影响分析

过程功能要求	可能的失效模式	失效可能的结果	严重度	可能原因/失效机制	频度	当前的过程控制	不易探测度	风险顺序数
自动未充满	1) 零部件在未充满之前有重大缺陷,在固化后不能返修	功能性失误只能报废	9		3	在未充满之前,监控 BGA 的焊接状态,每两个小时 16 pcs	2	54
	2) 过多的环氧	玷污物	3	操作问题	3	未充满之后,工长检验	2	18
				过程控制问题	3	未充满之后,操作者自检	2	18
	3) 环氧通过小洞流至键盘后部	功能性失误	8	过多的环氧,不能润色	3	操作者自检	3	72
	4) 未实现充满	可靠性	7	再出现未完成产品时的管理问题	2	必须遵照流程	4	56
5) 不足的环氧	可靠性	7	设备因为偶然事故不符合规格	2	自检	4	56	

表 7-6 完工润色过程失效模式与影响分析

过程功能要求	可能的失效模式	失效可能的结果	严重度	可能原因/失效机制	频度	当前的过程控制	不易探测度	风险顺序数
PCBA 润色	1) 盘垫受损	功能性失误	9	操作问题	2	定期对操作者进行技术培训	2	36
	2) 在返工中 CPS 零件焊接效果差	可靠性	7	操作问题: a. 加工方法 b. 操作不一致	5	视觉检验, X 射线测试	5	175

改进阶段

(1) 对于 RMA SMD 报废

- 使用试验设计优化 MPM 装置以确保焊接胶印的质量(见后)

案例 7:降低电路板报废率

- 已经完成,并且找到了 MPM 参数的最佳状态,试验得到了验证;
- 优化的 MPM 装置(2001 年 12 月 7 日)。
- 两周一次变为一周一次检修机器
- 购买真空测试器
- 培训维修人员

(2) 对于零部件未对准和散失

- 培训操作人员掌握操作机器的技术
- 要求操作人员在组装过程中不要碰伤零部件
- 调整链条和盖子之间传送装置间隙,保证传送装置高度适中
- 稳定 AOI 之前的传送装置,保证卡片能够顺利通过 AOI

(3) 焊接胶印质量的试验设计

- 目标  
焊接胶印质量是影响 SMD 质量的关键因素,通过试验设计找出 MPM 参数的最佳状态,以减少焊接高度的波动,保证焊接胶印的质量。
- 测量  
测量不同的焊接高度,然后比较差异范围,最好是使这个范围尽可能小。
- 因子和水平表(表 7-7)

表 7-7 因子和水平表

水平 \ 因子	速度	压力
1	30	3.5
2	50	5.5
3	70	7.5

(4) 焊接胶印质量的试验设计和结果(表 7-8)

(5) 焊接胶印质量的试验设计方差分析计算表(表 7-9)

(6) 焊接胶印质量的试验设计方差分析表(表 7-10)

表 7-8 试验设计和结果

试验设计号	方案号	A:速度	B:压力	焊接高度						(极差)
		1	2	点 1	点 2	点 3	点 4	点 5	点 6	
9	1	3	3	5.50	5.70	5.73	5.53	5.87	5.83	0.37
4	2	2	1	5.20	5.77	5.30	5.47	5.87	5.67	0.67

案例 7:降低电路板报废率

续表

试验设计号	方案号	A:速度	B:压力	焊接高度						(极差)
		1	2	点 1	点 2	点 3	点 4	点 5	点 6	
3	3	1	3	5.57	5.33	5.40	5.33	5.77	5.40	0.44
2	4	1	2	4.70	4.97	5.20	5.83	5.30	5.37	1.13
5	5	2	2	5.27	5.27	5.57	6.17	5.53	5.67	0.90
7	6	3	1	5.60	6.20	5.33	6.73	6.83	5.87	1.50
8	7	3	2	4.67	4.67	4.83	5.50	4.77	5.30	0.83
1	8	1	1	5.47	4.90	5.03	4.20	4.83	5.50	1.30
6	9	2	3	5.57	5.60	5.50	5.53	5.40	5.10	0.50

表 7-9 方差分析计算表

试验设计号	方案号	A:速度	B:压力	误差 $e$		Y (极差)
		1	2	3	4	
9	1	3	3	2	1	0.37
4	2	2	1	2	3	0.67
2	3	1	3	3	3	0.43
3	4	1	2	2	2	1.13
5	5	2	2	3	1	0.90
7	6	3	1	3	2	1.50
8	7	3	2	1	3	0.83
1	8	1	1	1	1	1.30
6	9	2	3	1	2	0.50
$T_1$		2.86	3.47	2.63	2.57	$T = 7.63$
$T_2$		2.07	2.86	2.17	3.13	$\Sigma y_i^2 = 7.74$
$T_3$		2.70	1.30	2.83	1.93	
$s$		0.12	0.83	0.08	0.24	$s_T = 1.27$

## 案例 7:降低电路板报废率

表 7-10 方差分析表

来源	平方和 $s$	自由度 $f$	均方和 $M_s$	$F$ 比	$p$ 值
因子 A	0.12	2	0.06	0.73	0.535
因子 B	0.83	2	0.42	5.27	0.076
误差 $e$	0.32	4	0.08		
$T$	1.27	8			

- 结果
  - 速度(因素 A)不是关键因素,压力(因素 B)是关键因素;
  - 最好的条件是  $A_2B_3$ 。
  - 试验验证:使用  $A_2B_3$  条件,可使波动最小。

### 控制阶段

#### (1) 控制要点

- 更新相关文件,以明确 MPM 的最佳参数。
- 更新过程控制文件以明确对机器的周维护次数。
- 把关键点反馈给人力资源部,人力资源部为操作者制定年度培训和再培训计划,这是从这个项目中发现的一个关键点。

#### (2) 项目完成情况(图 7-10)

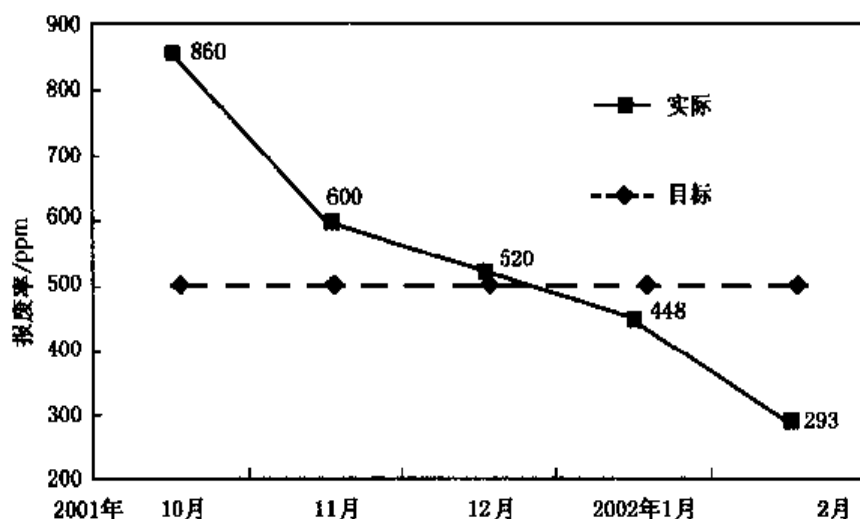


图 7-10 产品报废率的变化

#### (3) 小结

- 时间按照原计划,从 2001 年 10 月到 2002 年 2 月。
- 达到了设定的目标(500 ppm)。
- 当前报废率是 293 ppm, 达到了 500 ppm 的目标。
- 按照目前水平保持下去的话,在接下来的 12 个月内,会节省 92 154 美元。

案例点评:

- 此项目效果明显,报废率从 860 ppm 下降到 293 ppm,报废率减少了 2/3。
- 究其原因主要是目标明确,针对性强,就是减少电路板的报废率;其次是测量与分析两个阶段的工作深入细致,一层一层地向深处分析。目前尚不能解决的问题暂时放下,集中力量攻克可望解决的两个问题:RMA SMD 报废和零部件未对准和散失对这两个问题使用了排列图、流程图、因果图、FMEA,DOE 等工具,针对找出的主要原因,然后才采取对策。
- 使用极差作为正交试验的指标,这也是少见的,该项目用得富有新意且准确,因为减少报废率的一个关键就是减少波动,而极差是度量波动大小的一个重要指标。

## 案例 8

# 减少员工的工伤和 职业病

一家工厂为减少员工的工伤和职业病,按 DMAIC 方法的要求,作了大量有关数据的调查收集工作,应用多种统计分析工具进行层层分解,找出主要原因进行改进,实现既关心员工的健康和安全,又降低生产成本的目标。

### 界定阶段

#### (1) 问题陈述

- 减少员工的工伤和职业病

#### (2) 关键质量因子

- 人机工程学、职业安全与健康
- 因受伤/生病不能工作的天数
- 与预算相关的工厂成本

#### (3) 定义缺陷

- 工伤和疾病引起不能工作的天数

#### (4) 项目目标

- 识别与工伤/疾病相关的成本
- 识别引起工伤/疾病的机会
- 制定防止工伤和疾病的详细预防计划

#### (5) 现状/近期目标/长期目标

- 当前安全状况

DPMO: 8277ppm/3.90  $\sigma$

严重程度: 18.08

损失工时率: 1.20%

- 近期目标

DPMO: > 3.9  $\sigma$

严重程度: 18.00

## 案例 8:减少员工的工伤和职业病

损失工时率: 1.00%

• 长期目标

DPMO: 6.0  $\sigma$

严重程度: 12.0

损失工时率: 0.70%

(6) 收益

- 降低 70% ~ 100% 的工伤机会
- 节约生产成本 4 万美元
- 降低工厂 WC 成本 7% 即 21 万美元
- 降低人身伤害的严重程度

(7) 6 SIGMA 团队组成

- 领导 2 人
- 黑带 1 人
- 财务 2 人
- 其他成员 12 人(包括汇集安全、工伤部位、医疗、误工、工资等数据的有关人员)

### 测量阶段

- (1) 工厂安全指标——工时损失率%(图 8-1)
- (2) 工厂安全指标——严重程度(图 8-2)
- (3) 工厂安全指标——每件事故平均误工小时数(图 8-3)
- (4) 工厂安全指标——每件严重事故平均误工天数(图 8-4)
- (5) 与伤病相关的问题分析(图 8-5)
- (6) 工伤/职业病判断与处置过程图(图 8-6)



图 8-1 因伤病造成的工时损失率

案例 8: 减少员工的工伤和职业病

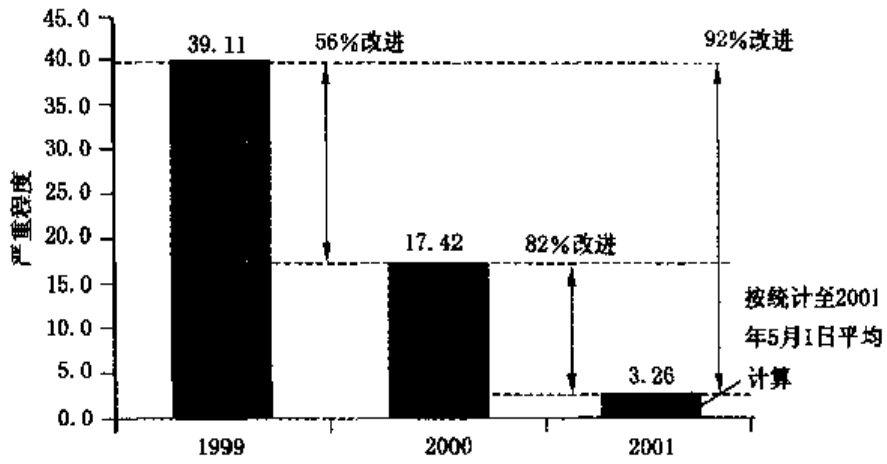


图 8-2 伤病的严重程度

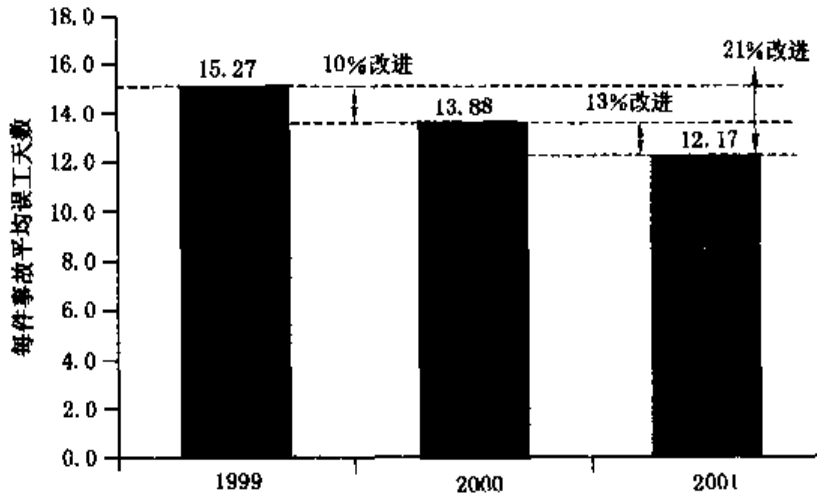


图 8-3 每件事故平均误工天数

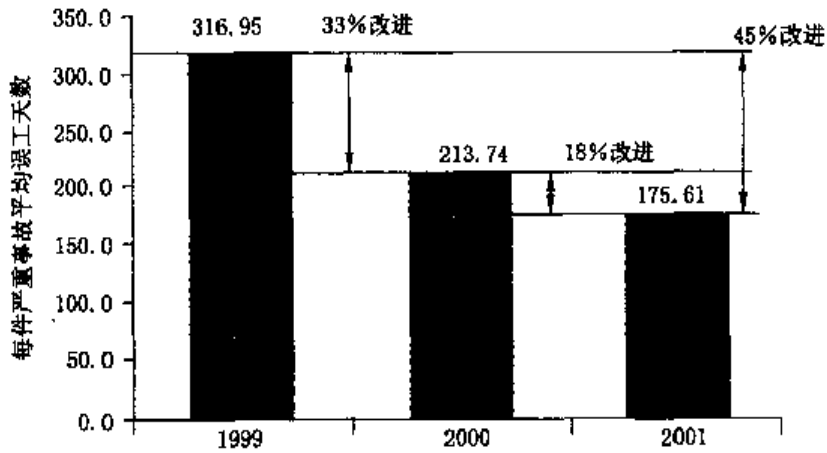


图 8-4 每件严重事故平均误工天数

案例 8: 减少员工的工伤和职业病

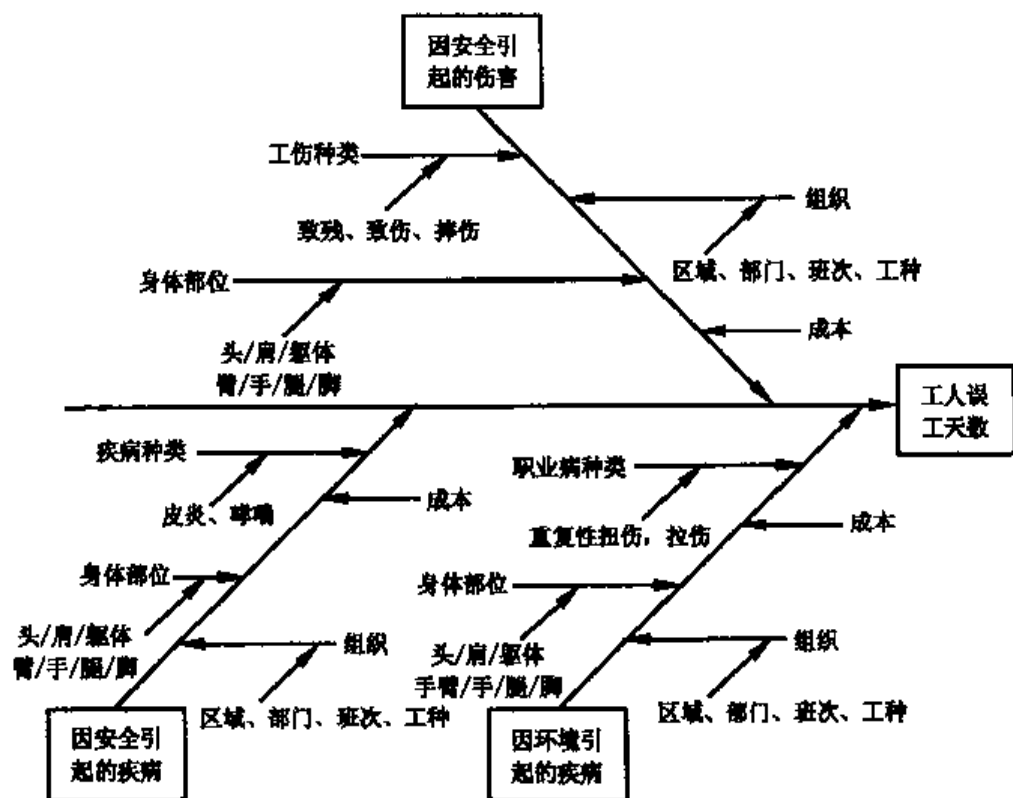


图 8-5 与伤病相关的鱼刺图

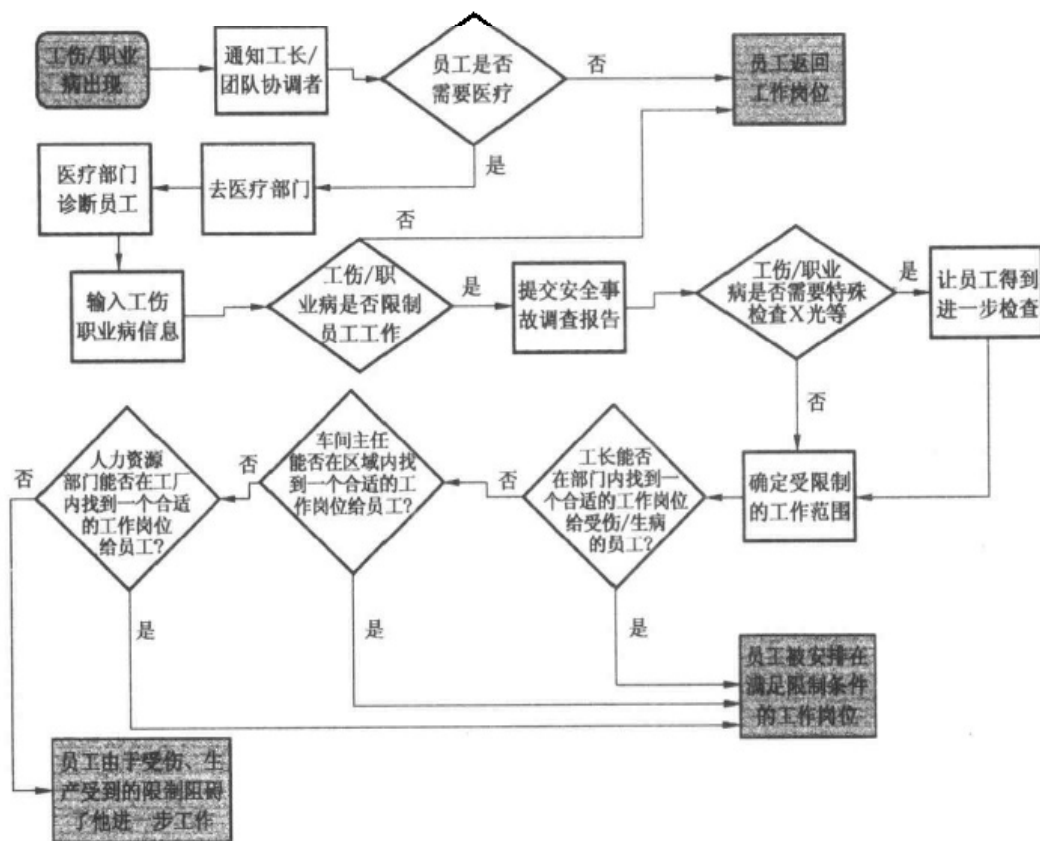


图 8-6 决定工伤/职业病判断与处置过程图

(7) 数据收集

• 收集什么数据?

安全和环境受伤/追踪相关部门/工种的职业病,工伤和职业病种类,身体部位,成本。

• 为何要这些数据?

为了更好的了解工伤和职业病的趋势,以及制定预防计划。

• 在何处收集(数据来源)?

- 职业健康体系
- 医疗数据库
- 安全事故调查报告
- 缺勤统计报表
- 工伤/职业病统计表

• 如何收集?

通过以下工具收集数据:职业健康系统、安全事故调查报告、医疗数据库、车间布置图、财务部门。

• 谁收集?

医疗人员、车间主任、工段长、安全工程师、环境工程师、财务人员。

(8) 确定收集工具

- 收集工具产生需要的数据了吗?
- 收集工具是否有效,易于使用?
- 数据是否连续输入?

(9) 安全问题的潜在原因(图 8-7)

(10) 环境问题的潜在原因(图 8-8)

(11) DPMO - ppm(表 8-1,图 8-9)

缺陷:误工小时数

机会:所有员工总的工时数

(12) 2001 年 1 ~ 6 月误工工时的 ppm 及  $\sigma$  值(表 8-2)

(13) 测量系统分析(表 8-3)

案例 8: 减少员工的工伤和职业病

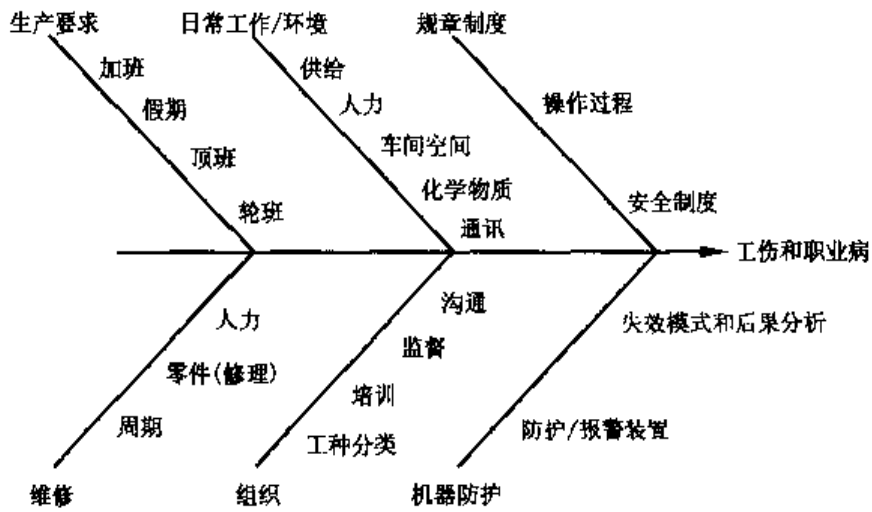


图 8-7 安全问题的潜在原因分析

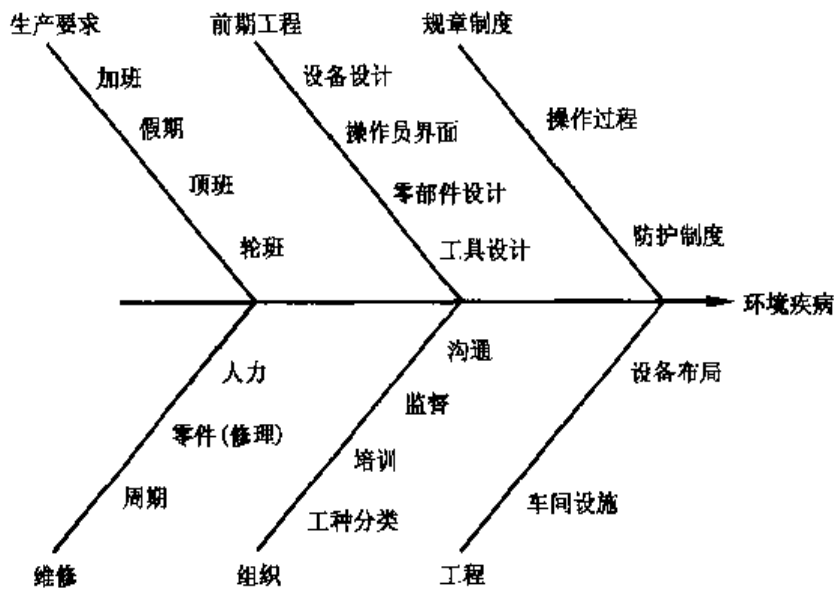


图 8-8 环境问题的潜在原因分析

表 8-1 1999 ~ 2001 年工厂工人误工的小时数

年度	缺陷 (误工工时)	总机会	DPMO	偏移量( $\sigma$ )	$\sigma$ 水平
1999	34360	2257512	15220	1.500	3.664
2000	28488	2490049	11441	1.500	3.775
2001 (1~6月)	10160	1242071	8180	1.500	3.901

案例 8:减少员工的工伤和职业病

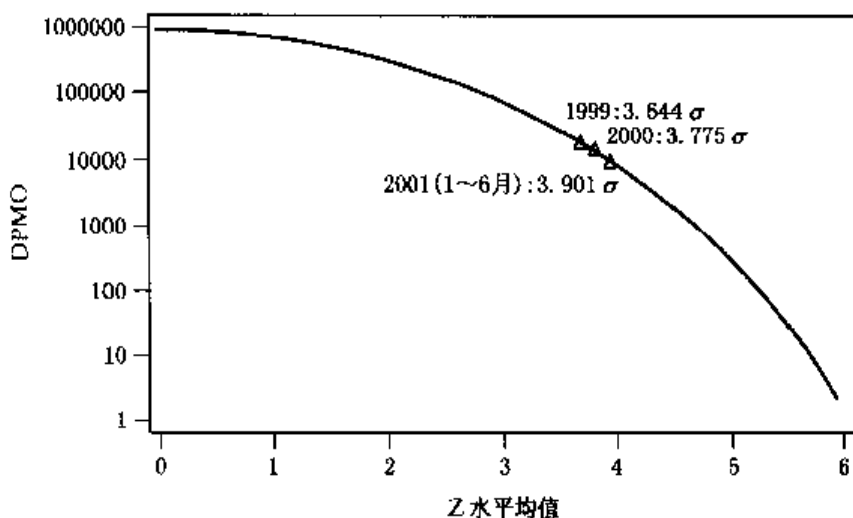


图 8-9 1999 ~ 2001 年工厂工人误工的 ppm 及 σ 值

表 8-2 2001 年 1 ~ 6 月误工工时的 ppm 及 σ 值

月份	缺陷 (误工工时)	单元 (总工时)	总机会	每个机会缺陷率	DPMO	Z 转换值	σ 值
1	856	185894	185894	0.004605	4605	1.500	4.104
2	2464	198589	198589	0.012408	12408	1.500	3.744
3	976	227164	227164	0.004296	4296	1.500	4.128
4	1976	199344	199344	0.009913	9913	1.500	3.830
5	2224	215439	215439	0.010323	10323	1.500	3.814
6	1664	215641	215641	0.007717	7717	1.500	3.922

表 8-3 测量系统分析表

样本	医生甲				医生乙				诊断 权威 结论	诊断 准确 率(%)	权威 处置 意见	处置 准确 率(%)
	诊断 病症	正确 性	处置 意见	正确 性	诊断 病症	正确 性	处置 意见	正确 性				
1	FB	✓	RTW	✓	FB	✓	RTW	✓	FB	100	RTW	100
2	CTS	✓	RTW	×	CTS	✓	RES	✓	CTS	100	RES	50
3	SP/ST	✓	RTW	×	SP/ST	✓	RES	✓	SP/ST	100	RES	50
4	SP/ST	✓	RTW	✓	SP/ST	✓	RTW	✓	SP/ST	100	RTW	100
5	SP/ST	✓	RTW	×	SP/ST	✓	RES	✓	SP/ST	100	RES	50
6	Bite	✓	RTW	✓	Bite	✓	RTW	✓	Bite	100	RTW	100
7	FB	✓	RTW	✓	FB	✓	RTW	✓	FB	100	RTW	100

案例 8:减少员工的工伤和职业病

续表

样本	医生甲				医生乙				诊断 权威 结论	诊断 准确 率(%)	权威 处置 意见	处置 准确 率(%)
	诊断 病症	正确 性	处置 意见	正确 性	诊断 病症	正确 性	处置 意见	正确 性				
8	CO	✓	RTW	×	CO	✓	HOS	✓	CO	100	HOS	50
9	CO	×	RTW	✓	CO	×	RTW	✓	LA	0	RTW	100
10	AB	✓	RTW	✓	CO	×	RTW	✓	AB	50	RTW	100
11	LA	✓	RTW	✓	LA	✓	RTW	✓	LA	100	RTW	100
12	SP/ST	✓	RTW	✓	SP/ST	✓	RES	×	SP/ST	100	RTW	50
13	SP/ST	✓	RTW	×	SP/ST	✓	RES	✓	SP/ST	100	RES	50
14	CO	×	RTW	✓	CO	×	RTW	✓	SP/ST	0	RTW	100
15	FB	✓	RTW	✓	FB	✓	RTW	✓	FB	100	RTW	100
16	SP/ST	✓	RTW	✓	SP/ST	✓	RTW	✓	SP/ST	100	RTW	100
17	CO	×	RTW	✓	SP/ST	✓	RTW	✓	SP/ST	50	RTW	100
18	LA	✓	RTW	✓	CO	×	RTW	✓	LA	50	RTW	100
19	LA	✓	RTW	✓	LA	✓	RTW	✓	LA	100	RTW	100
20	SP/ST	✓	RTW	✓	SP/ST	✓	RTW	✓	SP/ST	100	RTW	100
21	LA	✓	RTW	✓	LA	✓	RTW	✓	LA	100	RTW	100
22	CTS	×	RTW	✓	SP/ST	✓	RES	×	SP/ST	50	RTW	50

注:RTW——返岗;RES——全休;HOS——半休。

由于诊断与处置的准确率 < 100%, 测量系统不可接受, 需要改进。

在本项目中, 测量活动主要表现为医疗部门对工伤、疾病的诊断与处置。对于同一个病例, 不同的医生是否会作出不同的诊断结论, 采取不同的处置措施, 从而导致不应发生的工休。这是项目人员所关心的一个问题。测量系统分析采用 22 个病例作为

样本, 由医生甲与医生乙分别诊断, 并与权威意见相比较, 其中诊断意见正确为  $\frac{16}{22} =$

73%, 处置意见正确率为  $\frac{15}{22} = 68%$ , 可见医疗部门尚有改进之处。

分析阶段

- (1) 每个班次工伤的次数及类型(2001年6月11日到17日的排列图)(图 8-11)
- (2) 2001年5月份的伤病排列图——按部门分类(图 8-12)
- (3) 2001年5月份工伤排列图——按工种分类(图 8-13)
- (4) 2001年5月工伤的排列图——按受伤部位(图 8-14)
- (5) 2001年5月工伤的排列图——按周内的分布(图 8-15)

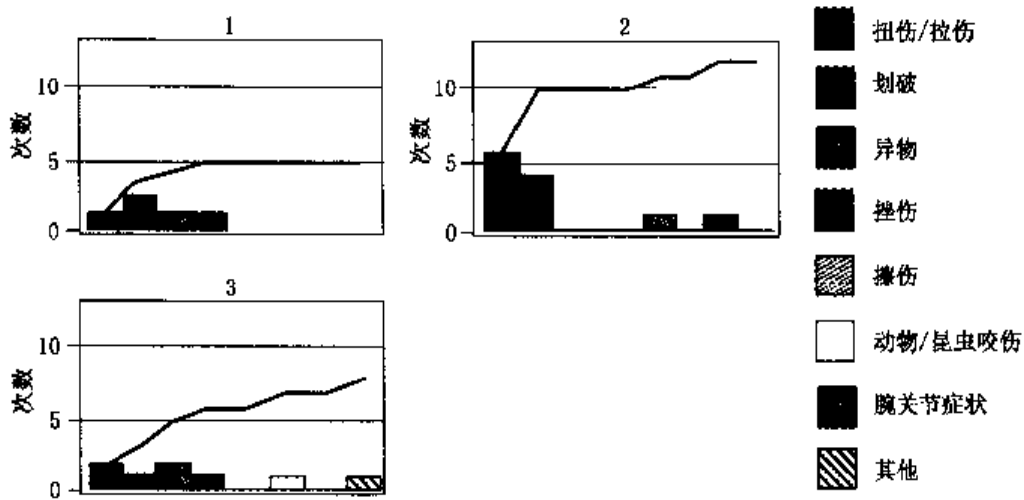


图 8-11 每个班次发生工伤的次数及类型

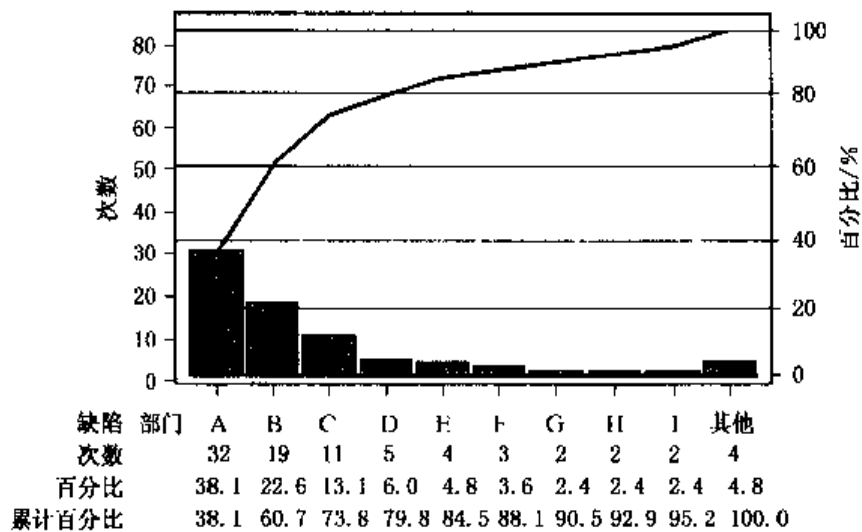


图 8-12 5月份按部门的伤病排列图

### 案例 8: 减少员工的工伤和职业病

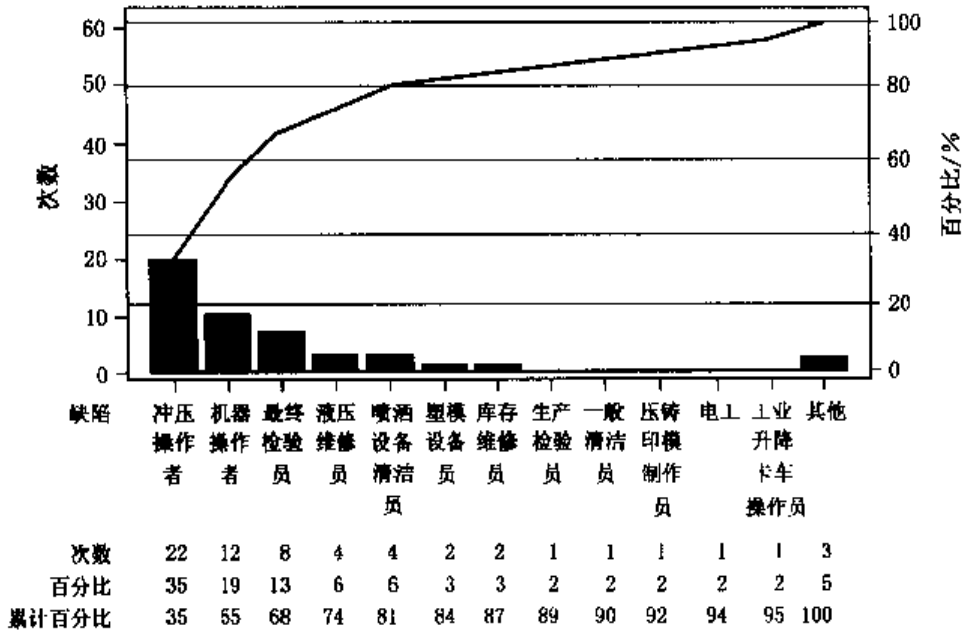


图 8-13 5 月份工伤按工种的排列图

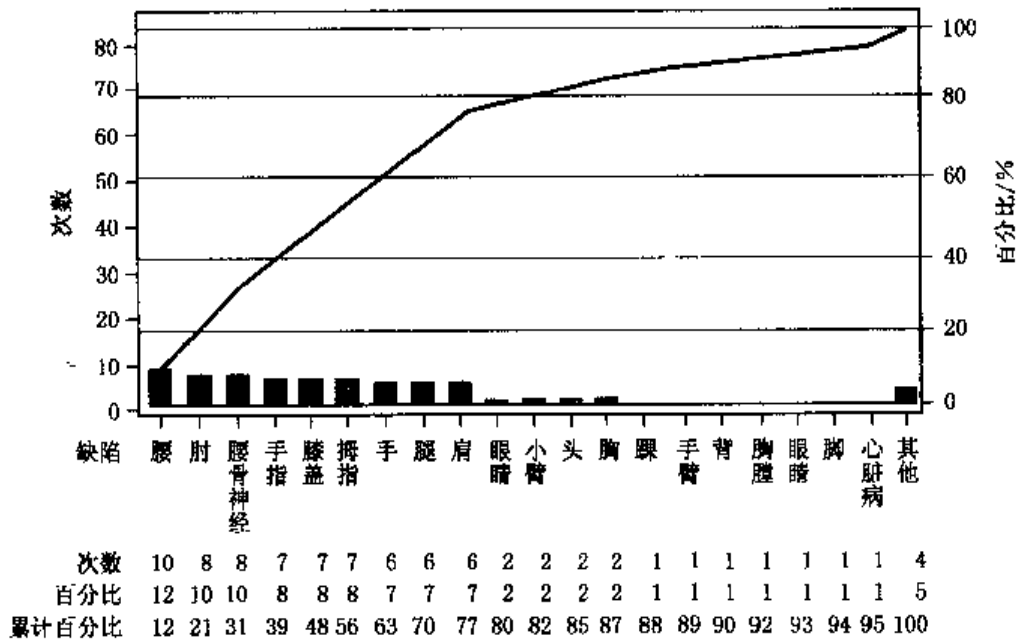


图 8-14 5 月份按受伤部位的排列图

### 案例 8:减少员工的工伤和职业病

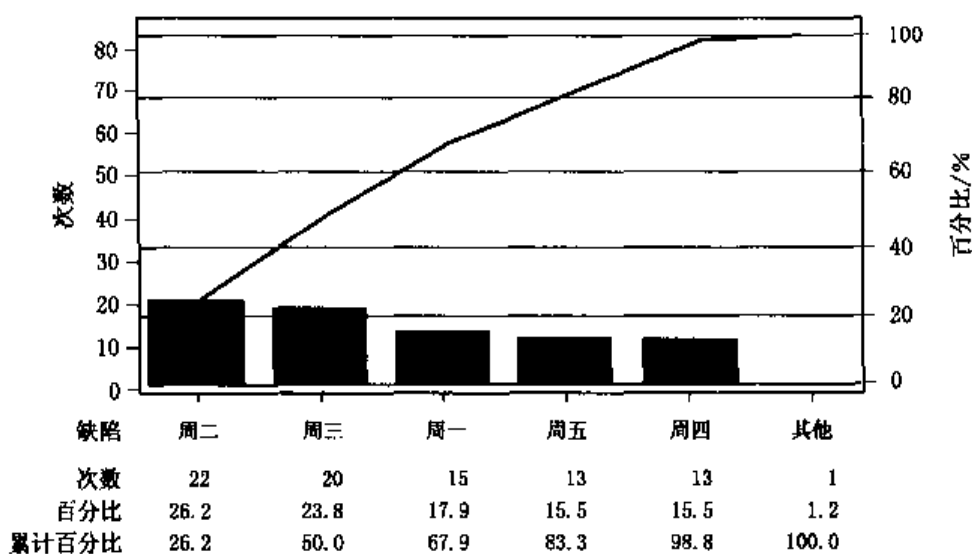


图 8-15 5 月份接受伤日子的排列图

## 改进阶段

### (1) 改进步骤

- 识别铸模车间(部门 A)的生产线
- 挑选部门项目团队/提供 6 $\sigma$  综合培训
- 绘制生产线的过程图——价值流程图——质量过程表
- 过程失效模式和后果分析
  - 识别过程失效模式(受伤)
  - 识别引起失效的机会
  - 识别潜在的制造/装配方面的原因因果图
- 减少或消除 70% 的机会——改进阶段
- 准备控制阶段的文件
- 培训区域安全倡导者,以使改进过程能持续展开

### (2) 2001 年 1~6 月份工厂车间受伤情况的分析

分析表明,A 车间发生率最高(图 8-16)。

### (3) 2001 年 1~6 月份 A 车间受伤类型的分析

分析表明,扭伤与拉伤发生率最高(图 8-17)。

### (4) 2001 年 1~6 月份 A 车间扭伤/拉伤的工种的分析

分析表明,主要的工伤发生在压型设备操作人员(图 8-18)。

### (5) 2001 年 1~6 月 A 车间扭伤/拉伤的身体部位的分析

主要工伤为肩部拉伤和腰部扭伤(图 8-19)。

案例 8:减少员工的工伤和职业病

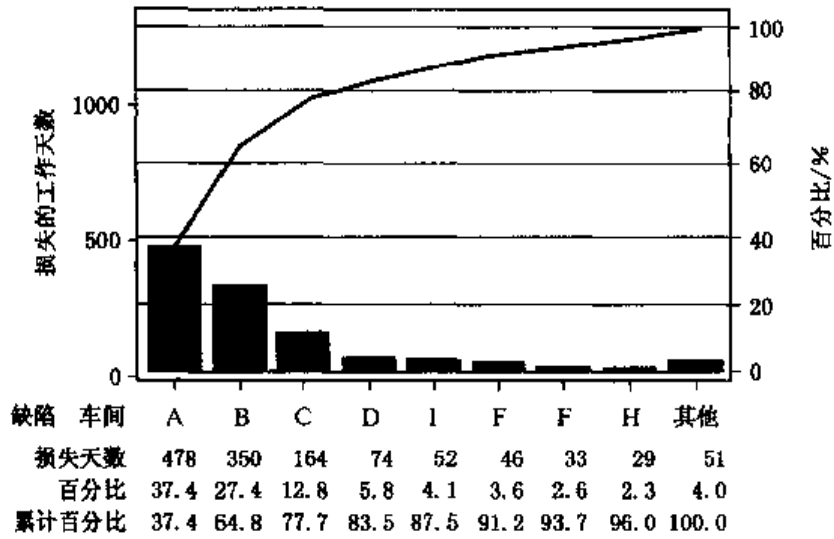


图 8-16 工厂车间工人受伤排列图

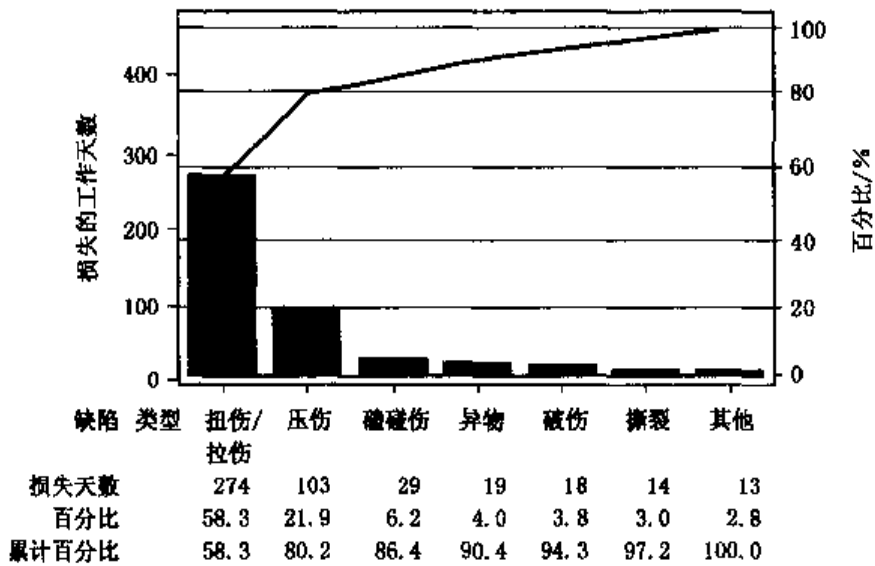


图 8-17 A 车间工人受伤类型排列图

### 案例 8:减少员工的工伤和职业病

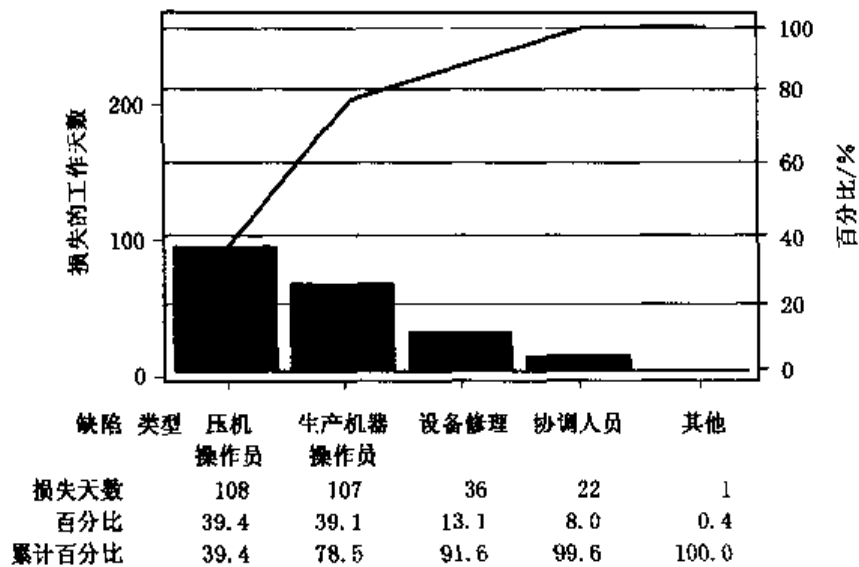


图 8-18 A 车间工人扭伤/拉伤工种排列图

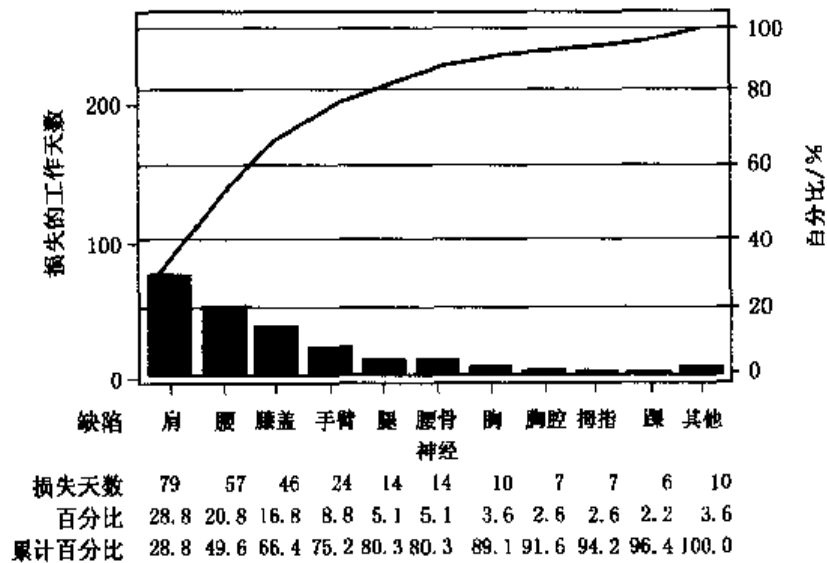


图 8-19 A 车间工人扭伤/拉伤的身体部位

经分析, A 车间压型设备较为陈旧, 工件及模具较沉重, 工具更换频繁, 缺乏合适的上、下料装置, 工人劳动强度大, 易产生劳损伤害。项目团队据此向设备部门建议组织了设备改造, 制作了半自动上下料装置, 大大减轻了劳动强度, 取得了明显的效果。

#### 控制阶段

- (1) 制定控制计划
- (2) 确认区域协调员——持续过程的开展
- (3) 培训区域协调员
- (4) 改进和完善整体伤病系统过程的控制

案例点评:

- 把减少工伤和职业病也列入 6 SIGMA 改进项目是开拓了 6 SIGMA 的应用范围,想法很好。新的对象,需要有新的指标,新的测量方法并进行新的分析,读完本文就会觉得团队做了不少创造性的工作。
- 指标如何确定,该团队提出,以误工工时(每一小时)作为一个缺陷,全部工时作为总的机会数,这样就可算得 DPMO。当前的 DPMO 为 8277。这一认识,建立了该项目的测量系统。
- 为了认定工伤性质和处置意见的正确性,该团队选了 22 位不同症状的病人,请两位医生进行诊断,并提出处置意见,其中对 15~16 个病人诊断意见完全相同,或处置意见完全相同,出错率在 25% 左右,表明医疗部门工作也有值得改进之处。
- 为了寻找改进措施,团队作了大量的排列图从中找出“关键少数”。改进所采取的措施都是有效的,面对众多工伤,尚需进一步研究落实改进措施。

## 案例 9

# 降低产品包装损伤

一家公司的产品包装存在缺陷,导致厂内及装运途中造成损伤,引起返工或退货,使顾客满意度下降,公司成立 6 SIGMA 项目小组应用 DMAIC 方法解决存在问题,既降低包装成本费用,又减少顾客的抱怨。

### 界定阶段

#### (1) 问题陈述

- 托盘和箱子在工厂内或装运途中破损
- 每个缺陷引起返工成本和顾客不满

#### (2) 项目目标

- 减少与包装破损相关的成本,目标是降低包装损伤成本费用 25% 以上
- 用我们的产品和服务使顾客满意

#### (3) 主要指标

- 每星期因包装破损引起厂内返工的成本
- 每星期因包装破损引起厂外退货的成本
- 每星期包装破损的单位缺陷数
- 每星期因包装破损引起的顾客抱怨数

项目小组成员:共 10 人(包括黑带)

### 测量阶段

#### (1) 包装损伤的缺陷种类

- 包装箱中有破洞
- 托盘破损
- 脱边
- 包装箱上有污物
- 倾斜
- 箱上书写不当

#### (2) 包装破损审查(图 9-1)

## 案例 9: 降低产品包装损伤

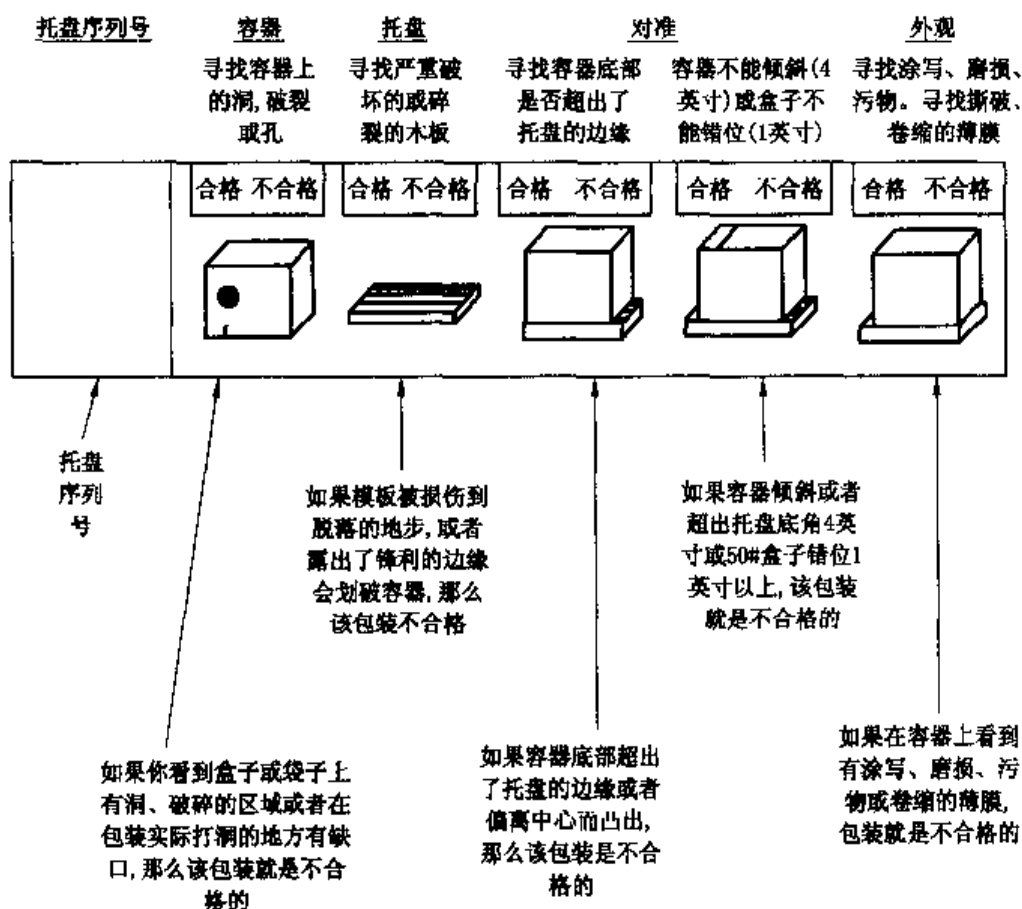


图 9-1 包装破损审查图

### 分析阶段

(1) 首先要了解现状, 收集近期的主要指标, 作图如下:

- 主要指标 1: 每星期工厂内部包装破损引起的成本(图 9-2)
- 主要指标 2: 每星期工厂外部包装破损引起的成本(图 9-3)
- 主要指标 3: 每星期包装破损的单位缺陷率 DPU(图 9-4)
- 主要指标 4: 包装破损引起的顾客抱怨次数(图 9-5)

(2) 分析造成包装破损的原因, 画因果图(图 9-6)

案例 9: 降低产品包装损伤

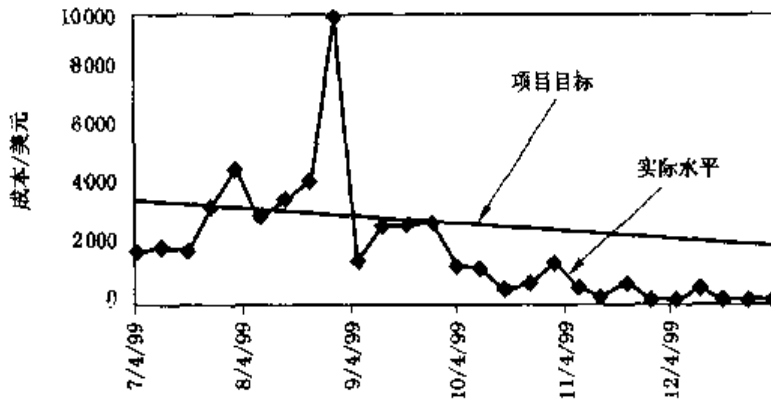


图 9-2 每周厂内包装破损引起的成本

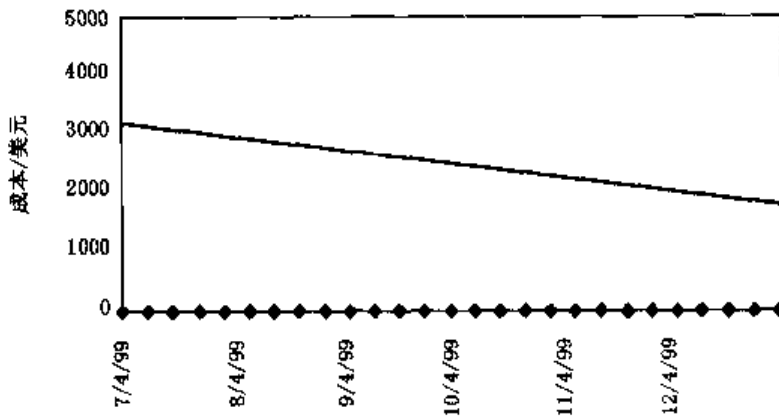


图 9-3 每周厂外由于包装破损引起的成本

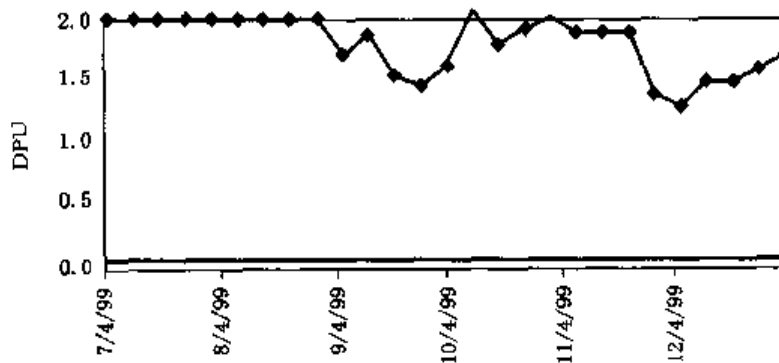


图 9-4 每周包装破损的单位缺陷数

### 案例 9: 降低产品包装损伤

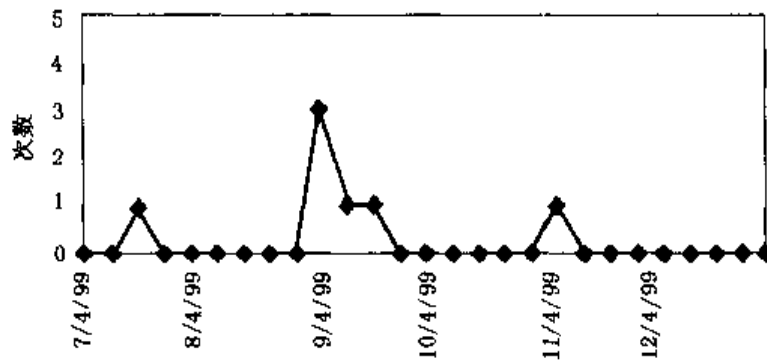


图 9-5 包装破损引起的顾客抱怨次数

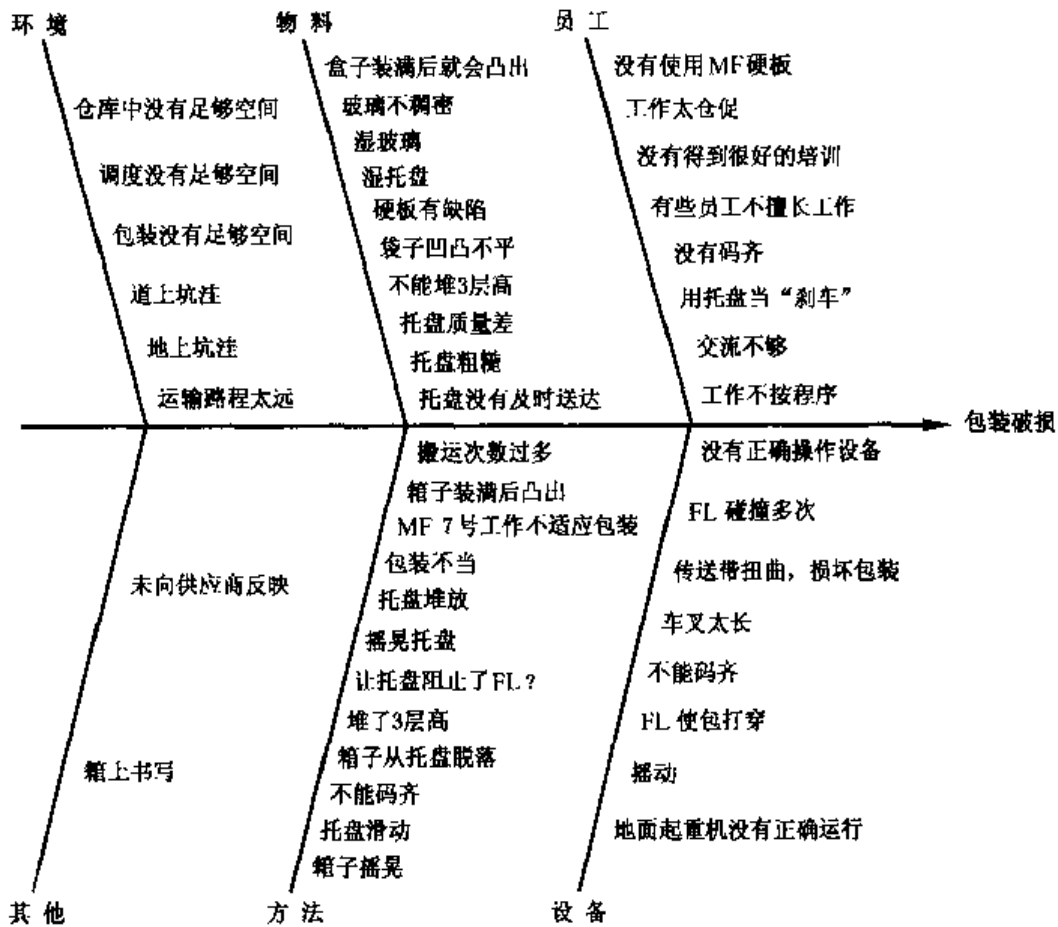


图 9-6 包装破损分析鱼刺图

改进阶段

(1) 从上述的因果图上,通过进一步研究,列出如下一些输入变量  $x$  与输出变量  $y$  的关系,作  $x-y$  矩阵分析(表 9-1、表 9-2)

表 9-1  $x-y$  矩阵

		1	2	3	4	5
输出变量 (y)		容器没有洞	托盘无破损	外观	可卸性	可存储性
输出等级		10	8	5	10	8
输入变量(x)	关系表					
进来的物料			6			
仓库管理				10		
存储空间	5		9	5	5	
调度空间	10		9	5	5	
托盘类型				5	5	
大包装袋的使用寿命			9			
托盘强度		6		3	3	
运输数量	6	6	6			
烘箱中托盘摆放	8					
强化的摇动周期	8					
烘箱序号						
烘箱末端空间	5		9			
摇动系数		10				
车叉对齐	10					
长度	8	5				
托盘碰撞		7				
与托盘中心对准	10		9	10	10	
码头类型		3		3	3	
滑动托盘	6	10		3	3	
道路状况		6				

案例 9:降低产品包装损伤

表 9-2 矩阵分析

输出变量	顾客优先等级	输出变量	顾客优先等级
外观	5	容器没有洞	10
托盘无破损	8	可卸性	10
可存储性	8		

输入变量	等级	百分比/%	输入变量	等级	百分比/%
烘箱序号	0	0.00	托盘类型	90	4.19
大包装袋的使用寿命	45	2.09	烘箱末端空间	95	4.42
进来的物料	48	2.23	车叉对齐	100	4.65
道路状况	48	2.23	托盘强度	102	4.75
仓库管理	50	2.33	长度	120	5.58
托盘碰撞	56	2.61	运输数量	138	6.42
码头种类	78	3.63	存储空间	185	8.61
强化的摇动周期	80	3.72	滑动托盘	194	9.03
烘箱中托盘摆放	80	3.72	调度空间	235	10.94
摇动系数	80	3.72	容器与托盘中心对准	325	15.12

(2) 排列图与  $\chi^2$  检验

- 第一层排列图:各种缺陷种类作排列图(图 9-7)。

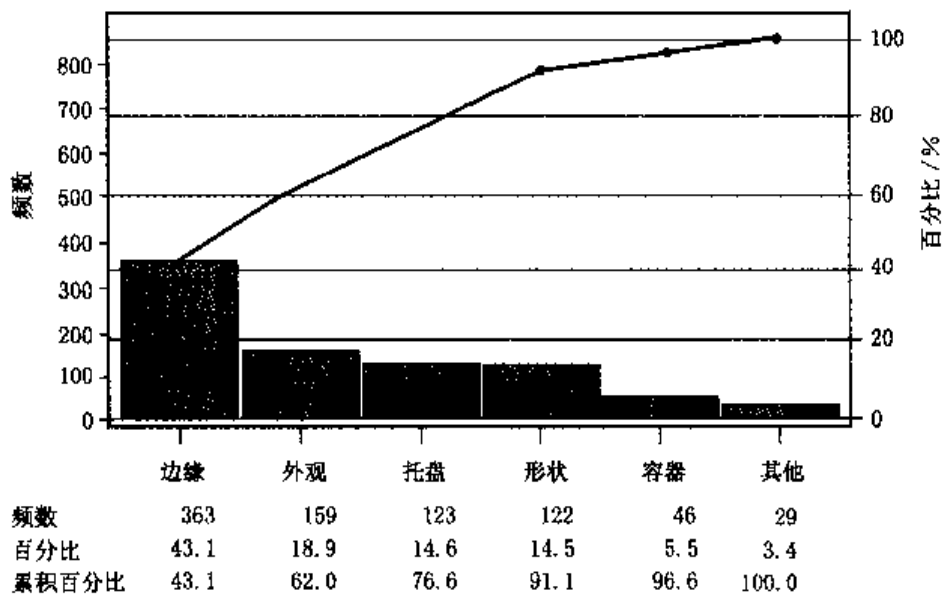


图 9-7 缺陷种类排列图

### 案例 9:降低产品包装损伤

按包装有无缺陷分为包装合格与不合格,并作列联表的独立性检验,以判断合格与否和缺陷种类有无关联。

#### $\chi^2$ 检验

缺陷种类	合格	不合格	总计
容器	449	46	495
托盘	372	123	495
边缘	132	363	495
形状	373	122	495
外观	336	159	495
其他	466	29	495
合计	2128	842	2970

$$\chi^2 = 714.673 \quad DF = 5, p = 0.000$$

表明在  $\alpha = 0.05$  水平上,包装合格与否和缺陷种类有关,其中“边缘”造成的不合格最多。

- 第二层排列图:对“边缘”缺陷种类作排列图(图 9-8)及  $\chi^2$  检验

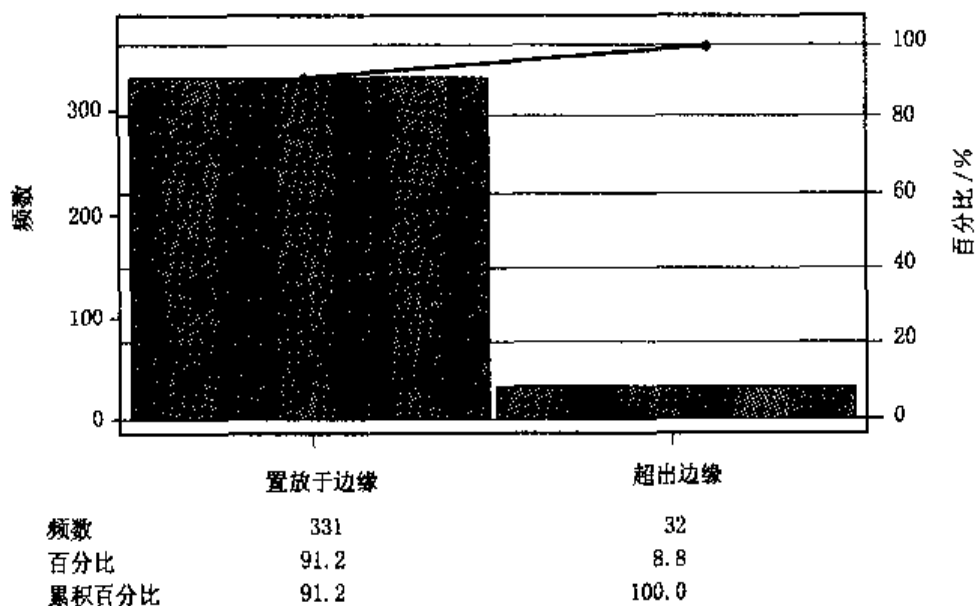


图 9-8 边缘缺陷种类排列图

#### $\chi^2$ 检验

边缘缺陷种类	合格	不合格	总计
置于边缘处	164	331	495
超出边缘处	463	32	495
合计	627	363	990

案例 9:降低产品包装损伤

$$\chi^2 = 388.869, DF = 1, p = 0.000$$

表明包装合格与否和边缘缺陷种类有关,其中置于边缘处最多。

- 对缺陷所在位置作排列图(图 9-9)及  $\chi^2$  检验

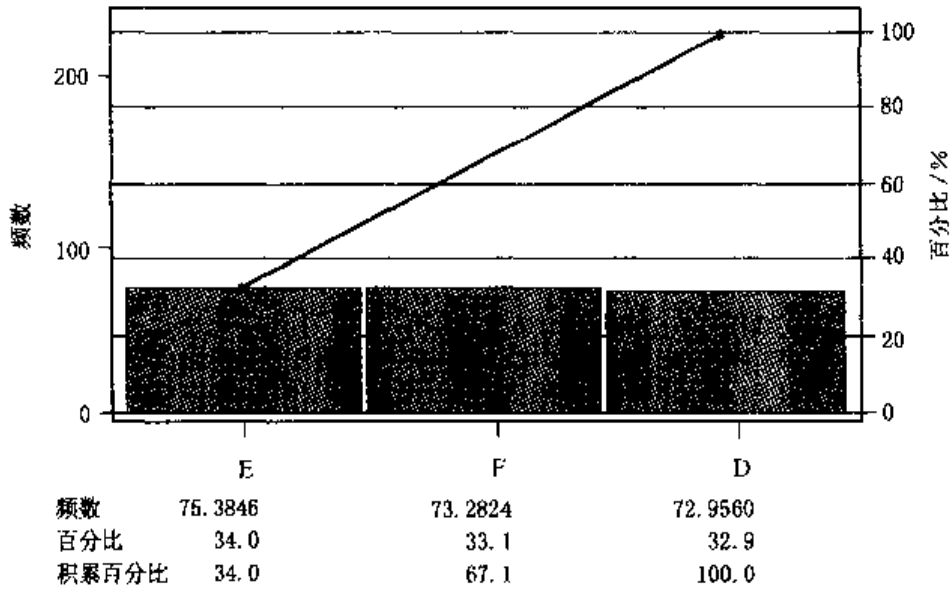


图 9-9 缺陷位置排列图

$\chi^2$  检验

缺陷位置	合格	不合格	总计	不合格百分比(%)
位置“F”	35	96	131	73.2824
位置“D”	43	116	159	72.9560
位置“E”	48	147	195	75.3864
合计	126	359	485	

$$\chi^2 = 0.319, DF = 2, p = 0.852$$

表明包装合格与否和位置无关。

- 缺陷所在工作部位的排列图(图 9-10)及  $\chi^2$  检验

### 案例 9:降低产品包装损伤

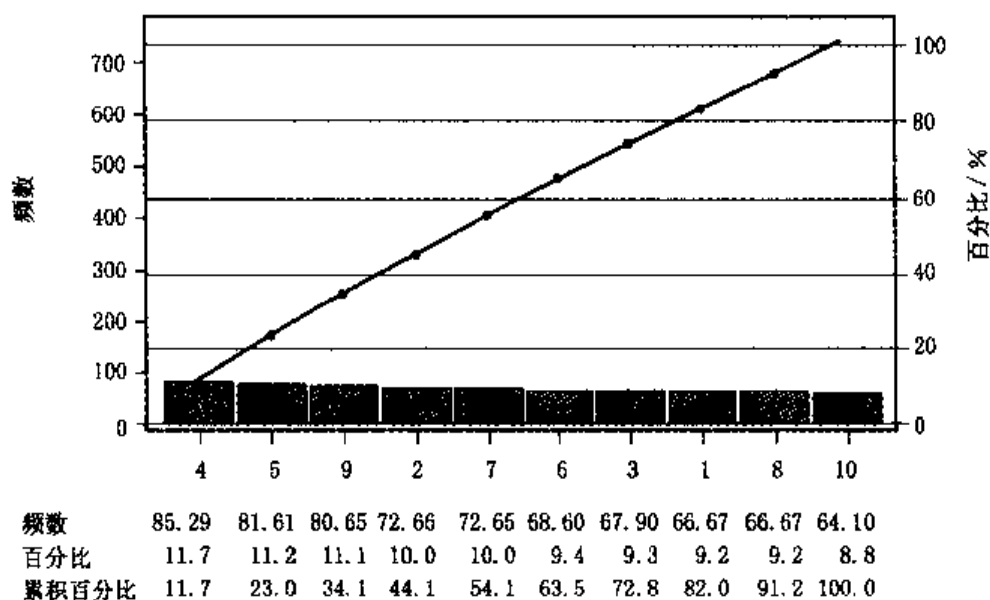


图 9-10 缺陷所在工作部位排列图

#### $\chi^2$ 检验

所在工作部位	合格	不合格	总计	不合格百分比/%
C02	35	93	128	72.66
C03	26	55	81	65.90
C04	5	29	34	85.29
C06	27	59	86	68.60
C09	6	25	31	80.65
C05	16	71	87	81.61
C10	14	25	39	64.10
合计	129	357	486	

$$\chi^2 = 10.343, DF = 6, p = 0.111$$

表明包装合格与否和工作部位无关。

(3) FMEA 分析(表 9-3)

案例 9:降低产品包装损伤

表 9-3 FMEA 分析表

序号	过程功能步骤	潜在失效模式	潜在失效后果	严重度	潜在失效原因(X)	频度	当前过程控制	不易探测度	风险顺序数
1	包装步骤								
2	寻找物料								0
3	储存物料	盒子湿了	箱子倒塌	4	门打开, 屋顶有漏	7		10	280
		物料受污	损伤	6	地方拥挤	7		10	420
		来自叉车的脏物落到物料上	损伤	6	叉车不洁	7		10	420
4	板条箱包装								
5	装载托盘	容器与托盘不匹配	箱子上有洞	6	不能准确进行	9	操作不谨慎	10	540
		容器与托盘不匹配	可卸性问题	6	不能准确进行	9	操作不谨慎	10	540
		容器与托盘不匹配	箱子在仓库倒塌	6	不能准确进行	9	操作不谨慎	10	540
		容器与托盘不匹配	不能装上卡车	6	不能准确进行	9	操作不谨慎	10	540
		容器与托盘不匹配		6	不能准确进行	9	操作不谨慎	10	540
6	装载容器	容器与托盘不匹配	箱子上有洞	6	不能准确进行	9	操作不谨慎	7	378
		容器与托盘不匹配	可卸性问题	6	不能准确进行	9	操作不谨慎	7	378
		容器与托盘不匹配	箱子在仓库中倒塌	6	不能准确进行	9	操作不谨慎	7	378

(4) 试验设计计划(表 9-4)

托盘加载荷后,其前纵梁易受损,引起了处理问题、外观问题和容器受损。希望通过试验,使托盘更加牢固。

案例 9:降低产品包装损伤

响应变量:载荷

类型:定量

测量单位:kg

表 9-4 试验设计计划

因子	水平(-)	水平(+)
1 板厚度(英寸)	0.625	0.750
2 钉子数量	3	5
3 放置(英寸)	0	1/2
4 木质强度	白杨木	橡木

试验设计采用 4 个因子的全因子试验,每个条件重复 2 次,共进行  $2^4 \times 2 = 32$  次试验。

(5) 试验设计结果的图形分析(图 9-11、图 9-12)

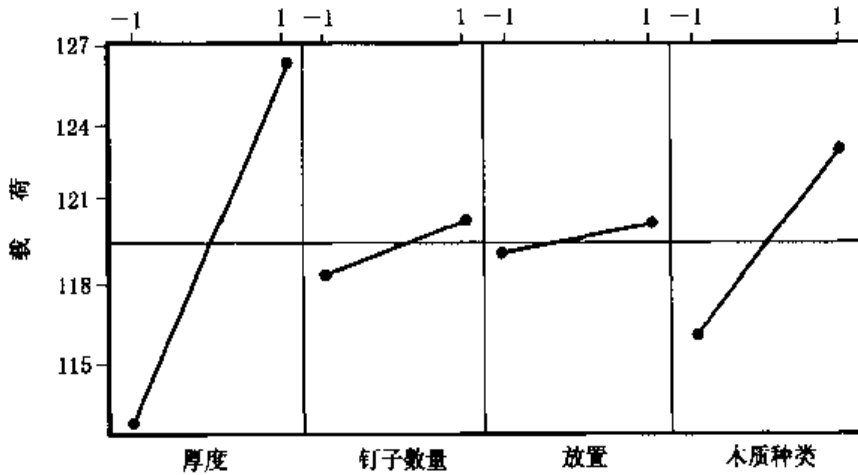


图 9-11 载荷的主效应图

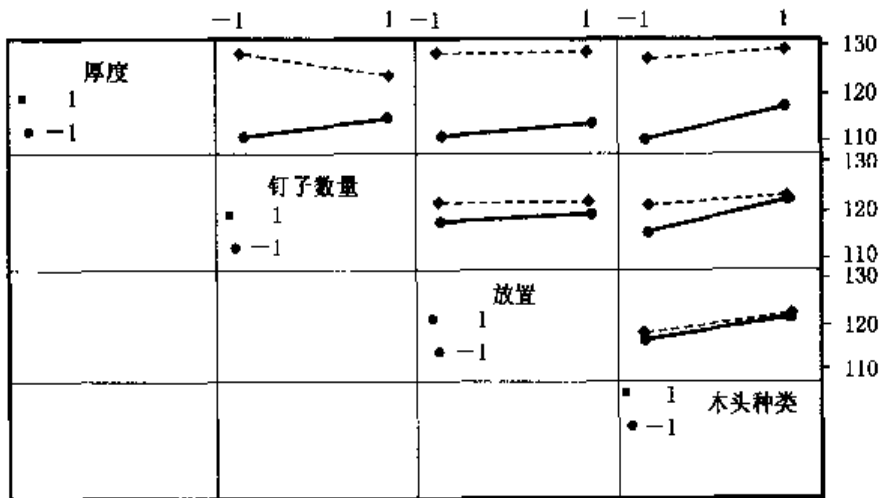


图 9-12 载荷的交互作用图

(6) 试验设计结果的统计分析(表 9-5、表 9-6)

表 9-5 载荷回归方程中系数的估计及检验表

相关项	系数	系数的标准误	T	p
常量	34.063	1.076	31.66	0.000
厚度	6.831	1.076	6.33	0.000
钉子数量	1.156	1.076	1.07	0.293
放置	0.219	1.076	0.20	0.841
木头种类	2.906	1.076	2.70	0.012
厚度 × 钉子数量	-2.656	1.076	-2.47	0.021
厚度 × 钉子数量 × 放置 × 木头种类	3.156	1.076	2.93	0.007

表 9-6 载荷回归方程的方差分析表

来源	自由度	偏差平方和	调整的均方和	F 值	p 值
主效应	4	1799.7	449.93	12.15	0.000
2 因子交互作用	1	225.8	225.78	6.09	0.021
4 因子交互作用	1	318.8	318.78	8.61	0.007
残差	25	926.1	35.04		
失拟	9	454.3	50.48	1.71	0.167
纯误差	16	471.8	29.48		
总计	31	3270.4			

$p = 0.167$  表明回归方程是合适的,板厚度、木头种类、厚度与钉子数量两因子的交互作用及四因子间的交互作用对载荷有显著影响。从中得出板厚度宜采用 0.75 英寸、钉子数量为 3、木质宜采用橡木,放置为 0。

从图 9-13 中可见优化后托盘可承受载荷提高较多。

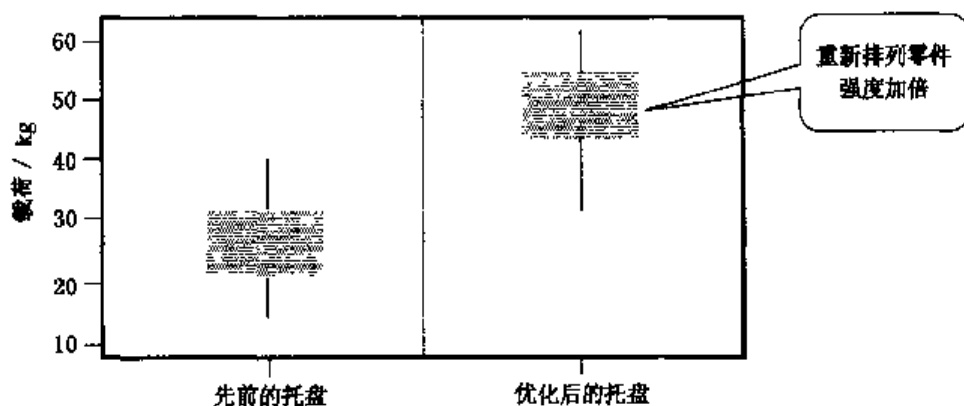


图 9-13 加载至破损程度——托盘设计

## 控制阶段

(1) 控制计划(表 9-7)

表 9-7 控制计划

对象	描述	对象	描述
R1	包装存储区域开展 5S 活动	R5	新的 50 号包装设计
R2	无差错托盘放置	R6	仓库升级
R3	托盘节省装置	R7	暂时路线卡
R4	新托盘设计	R8	叉车操作标准

### 案例点评:

- 包装损伤导致厂内返工,厂外退货,在国内较为普遍,是一个急需解决的问题,该案例提供了宝贵的经验,可供借鉴。
- 该案例对大量数据进行分析,从因果图中找出可控因子,在排列图的基础上进行列联表的独立性检验,这在其他几个项目中较少见到,通过这一检验,进一步说明包装是否合格与缺陷种类有关,与边缘的缺陷种类有关。
- 在进一步分析中,采用了与包装箱结构因素有关的四因子二水平的试验设计,不仅考虑了主效应,还考虑了交互效应,甚至四因子间的交互效应,通过重复试验,表明所得回归方程拟合程度较好。从方程中各项系数可找到最佳条件,这是十分可贵的。
- 该项目是企业应用 6 SIGMA 方法改进工作的一个实在而又成功的案例。强化服务意识,提高产品包装质量,既提高了顾客满意度,又降低了产品成本。

## 案例 10

# 缩短打印机步进马达 响应时间

---

### 界定阶段

在一种打印机设计中,步进马达是一个关键指标,产品的设计开发者对步进程序提出一个改进方案,以期缩短马达的响应时间来改善打印机的性能。

### 测量阶段

解决这一问题有多种方法可以采用。

一是按新设计制造几个马达,测量它们的响应时间,在假定这批马达的响应时间是一个随机样本的条件下,对平均响应时间做出区间估计。但是不能确定这批样品能成为将来生产的产品的代表。

二是在各种条件下作新老设计响应时间的对比试验,看新设计是否有明显的改进。

权衡利弊,决定采用第二种思路。

### 分析阶段

由于马达的调整及使用的环境条件都可能影响对比试验,为了得到比“程序效应”更多的信息,采用部分因子设计是完全可行的。下面便是对这一问题的设计与数据分析。

### 改进阶段

#### (1) 确定试验的因子与水平

首先召集有关人员一起讨论,采用头脑风暴法来确定试验中所要考察的因子及水平。确定在试验中考察如下五个二水平因子(表 10-1):

案例 10: 缩短打印机步进马达响应时间

表 10-1 因子水平表

因 子	水平一	水平二
A: 马达温度	冷	热
B: 算法	老设计	新设计
C: 马达调节度	下限	上限
D: 外部设备调节度	下限	上限
E: 电源电压	下限	上限

(2) 试验设计

采用二水平正交表  $L_{16}(2^{15})$ , 表头设计如下:

表头设计	A	B	AB	C	AC	BC	DE	D	AD	BD	CE	CD	BE	AE	E
列号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

在这一设计中可以考察所有因子的主效应以及任意两个因子间的交互效应。

(3) 进行试验, 记录试验结果

按给定的试验条件, 对试验次序进行随机化, 将试验结果——响应时间列在表 10-2 中。

表 10-2 数据表

	A	B	AB	C	AC	BC	DE	D	AD	BD	CE	CD	BE	AE	E	y
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5.3
2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	5.5
3	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	5.6
4	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	5.9
5	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	2.1
6	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1.9
7	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	5.1
8	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	4.1
9	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	5.6
10	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	5.3
11	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	5.2
12	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2	5.6
13	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	2.1
14	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	2.4
15	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1	2	4.9
16	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1	4.9

(4) 数据分析

- 首先计算每列水平一与水平二下数据的平均值( $y_1$  与  $y_2$ ), 并计算该列效应  $d = \bar{y}_2 - \bar{y}_1$ 。它们都列在表 10-3 中。
  - 由于正交表的 15 列无空白列, 因此无法立即进行方差分析, 为此利用正态概率纸来进行判断, 将 15 个效应在正态概率纸上描点, 发现其中 13 个点基本在一条直线附近, 但是 B 与 C 对应的效应远离该直线, 说明这两个效应是显著的(图 10-1)。
- 也可以将效应取绝对值, 用排列图来判断, 因子 B 与 C 仍然是显著的(图 10-2)。

表 10-3 计算表

列号	表头设计	水平一均值 $\bar{y}_1$	水平二均值 $y_2$	$d$
1	A	4.937	4.750	-0.187
2	B	6.250	3.437	-2.812
3	AB	4.612	5.075	0.463
4	C	3.775	5.912	2.137
5	AC	5.012	4.675	-0.337
6	BC	4.600	5.088	0.488
7	DE	5.025	4.663	-0.362
8	D	4.987	4.700	-0.288
9	AD	4.900	4.787	-0.113
10	BD	4.812	4.875	0.057
11	CE	5.088	4.600	-0.488
12	CD	4.987	4.700	-0.287
13	BE	4.788	4.900	0.112
14	AE	4.850	4.838	-0.012
15	E	4.962	4.725	-0.238

注:  $d < 0$  表示水平二的响应时间比水平一的短。

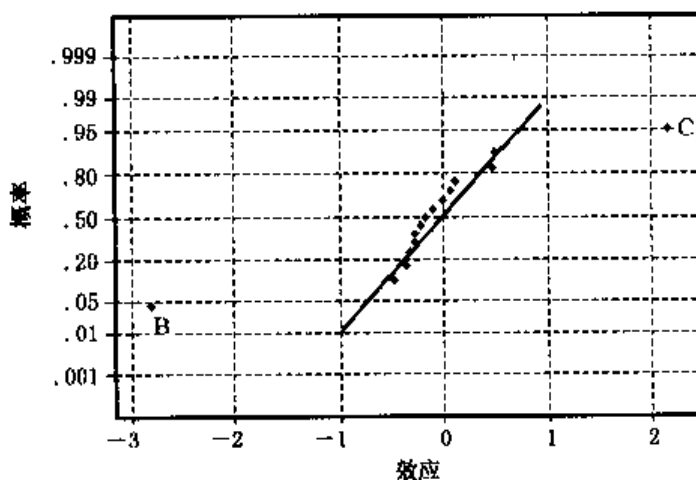


图 10-1 效应的正态概率图

### 案例 10: 缩短打印机步进马达响应时间

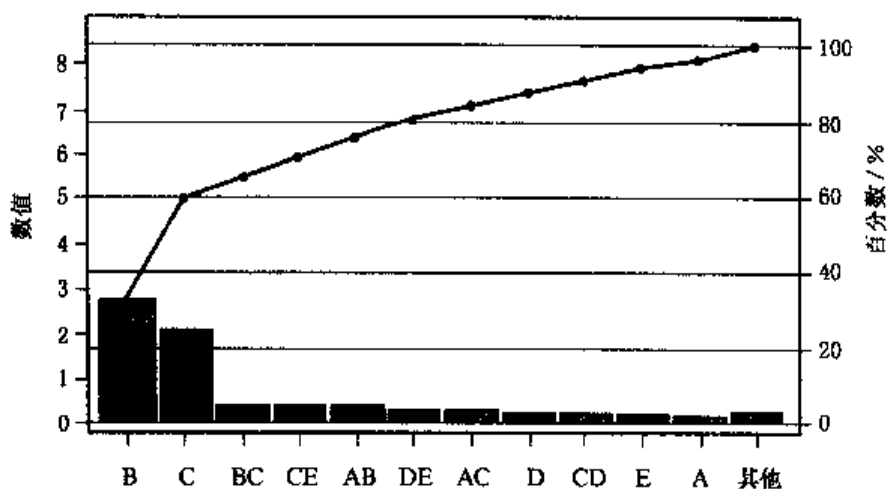


图 10-2 效应的排列图

- 由于交互作用不显著,所以只考虑主效应,对数据进行方差分析。方差分析表如表 10-4。从表 10-4 中可见因子 B 与 C 是显著的。显著因子的主效应图如图 10-3。由图 10-3 可见  $B_2C_1$  条件可以使响应时间达到最短。

表 10-4 方差分析表

来源	平方和	自由度	均方和	F 比	p 值
A	0.141	1	0.141	0.34	0.575
B	31.641	1	31.641	75.58	0.000
C	18.276	1	18.276	43.66	0.000
D	0.331	1	0.331	0.79	0.395
E	0.226	1	0.226	0.54	0.480
e	4.186	10	0.419		
T	54.799	15			

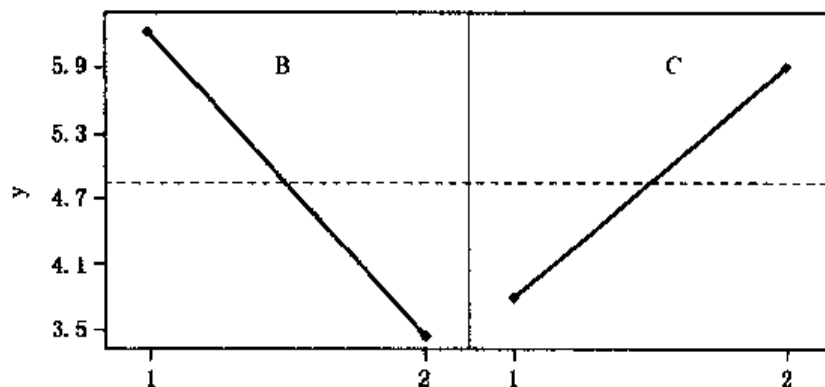


图 10-3 因子 B 与 C 的主效应图

我们可以将这两个显著因子水平的四种组合对应的试验结果进行进一步的分析(表 10-5):在新设计下若马达调节度为下限时平均响应时间为 2.125,比调节度为上限

案例 10: 缩短打印机步进马达响应时间

时缩短 2.625。从表 10-5 中还可以看出第 12 号试验结果有点失常。

表 10-5 试验结果分析表

条件	试验结果				平均值	标准差	注
B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	5.6	5.3	5.5	5.3	5.425	0.150	
B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	5.6	5.2	5.9	5.6	5.075	1.024	5.6 远离其他值
B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	2.1	1.9	2.4	2.1	2.125	0.206	
B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	4.9	4.9	4.1	5.1	4.750	0.443	

• 可以对数据作回归分析, 研究响应时间与各个因子的关系。回归分析的结果如下:

a)  $y$  关于五个变量(即因子)的线性回归方程

在建立回归方程时, 将水平一用“-1”表示, 水平二用“1”表示, 则得:

$$\hat{y} = 4.8438 - 0.0938A - 1.4063B + 1.0688C - 0.1438D - 0.1187E$$

对方程作显著性检验的方差分析(表 10-6)说明回归方程是显著的。

表 10-6 方差分析表

来源	平方和	自由度	均方和	F 比	p 值
回归	50.613	5	10.123	24.18	0.000
残差	4.186	10	0.419		
T	54.799	15			

对五个变量的回归系数作显著性检验的  $t$  统计量的值分别为: -0.58, -8.69, 6.61, -0.89, -0.73, 只有 B 与 C 是显著的。方程对应的误差标准差的估计为 0.6470, 复相关系数的平方为 0.924。

在 16 次试验中第 12 号试验条件所得到的标准残差特别大, 为 -2.66。

b)  $y$  关于 B 与 C 的线性回归方程

由于在上述方程中仅有因子 B 与 C 是显著的, 又是正交的场合, 因此可以将不显著的项一起删去, 建立响应时间关于 B 与 C 的回归方程:

$$\hat{y} = 4.8438 - 1.4063B + 1.0688C$$

对方程作显著性检验的方差分析(表 10-7)说明回归方程是显著的。

表 10-7 方差分析表

来源	平方和	自由度	均方和	F 比	p 值
回归	49.916	2	24.958	66.44	0.000
残差	4.883	13	0.376		
T	54.799	15			

案例 10: 缩短打印机步进马达响应时间

对两个变量的回归系数作显著性检验的  $t$  统计量的值分别为:  $-9.18, 6.98$ , B 与 C 都是显著的。方程对应的误差标准差的估计为  $0.6129$ , 复相关系数的平方为  $0.911$ 。在 16 次试验中第 12 号试验条件所得到的标准残差特别大, 为  $-3.11$ 。

该回归方程对应的各号试验的拟合值与残差如表 10-8:

表 10-8 拟合值与残差

序号	A	B	C	D	E	$y$	拟合值	残差	标准残差
1	-1	-1	-1	-1	-1	5.3	5.18125	0.11875	0.21495
2	-1	-1	-1	1	1	5.5	5.18125	0.31875	0.57698
3	-1	-1	1	-1	1	5.6	5.31875	0.28125	0.50910
4	-1	-1	1	1	-1	5.9	5.31875	0.58125	1.05214
5	-1	1	-1	-1	1	2.1	2.36875	-0.26875	-0.48647
6	-1	1	-1	1	-1	1.9	2.36875	-0.46875	-0.84850
7	-1	1	1	-1	-1	5.1	4.50625	0.59375	1.07477
8	-1	1	1	1	1	4.1	4.50625	-0.40625	-0.73537
9	1	-1	-1	-1	1	5.6	5.18125	0.41875	0.75799
10	1	-1	-1	1	-1	5.3	5.18125	0.11875	0.21495
11	1	-1	1	-1	-1	5.2	5.31875	-0.11875	-0.21495
12	1	-1	1	1	1	5.6	5.31875	-1.71875	-3.11117
13	1	1	-1	-1	-1	2.1	2.36875	-0.26875	-0.48647
14	1	1	-1	1	1	2.4	2.36875	0.03125	0.05657
15	1	1	1	-1	1	4.9	4.50625	0.39375	0.71274
16	1	1	1	1	-1	4.9	4.50625	0.39375	0.71274

考察模型的假定“误差为正态、独立、均值为 0、方差相等”是否满足, 可以作残差分析。

残差对拟合值的残差图及标准残差的正态概率图如图 10-4、图 10-5。从图 10-4 和图 10-5 中可见第 12 点的残差特别大, 为此可以删去该点重新计算回归方程。

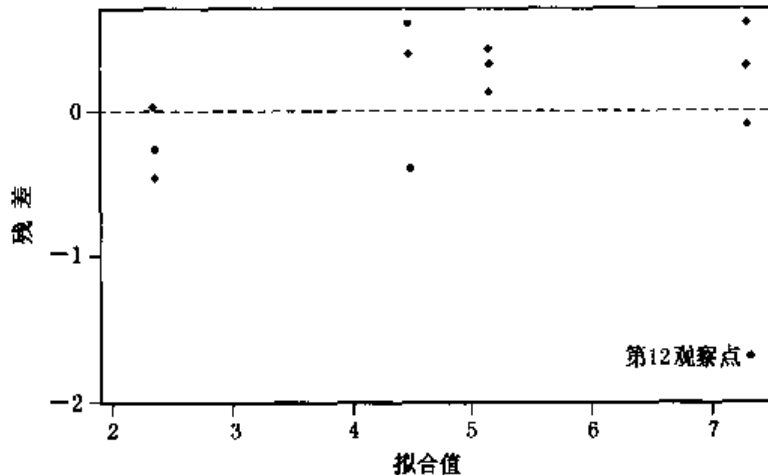


图 10-4 残差对拟合值的残差图

案例 10: 缩短打印机步进马达响应时间

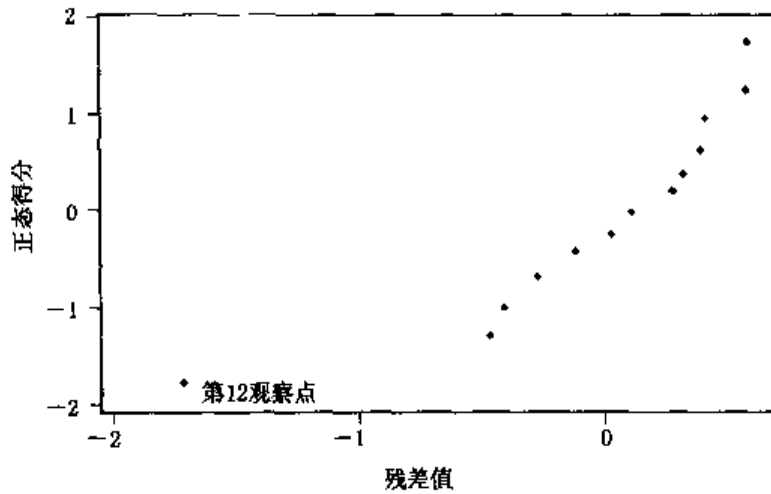


图 10-5 标准残差的正态概率图

c) 删除第 12 号试验结果, 建立  $y$  关于  $B$  与  $C$  的线性回归方程

$$\hat{y} = 4.97596 - 1.53846B + 1.20096C$$

对方程作显著性检验的方差分析(表 10-9)说明回归方程是显著的。

表 10-9 方差分析表

来源	平方和	自由度	均方和	$F$ 比	$p$ 值
回归	52.942	2	26.471	254.67	0.000
残差	1.247	12	0.104		
$T$	54.189	14			

对两个变量的回归系数作显著性检验的  $t$  统计量的值分别为:  $-18.39, 14.36$ ,  $B$  与  $C$  都是显著的。方程对应的误差标准差的估计为  $0.3224$ , 复相关系数的平方为  $0.977$ 。

再作残差分析, 此时残差对拟合值的残差图及标准残差的正态概率图如图 10-6、图 10-7。

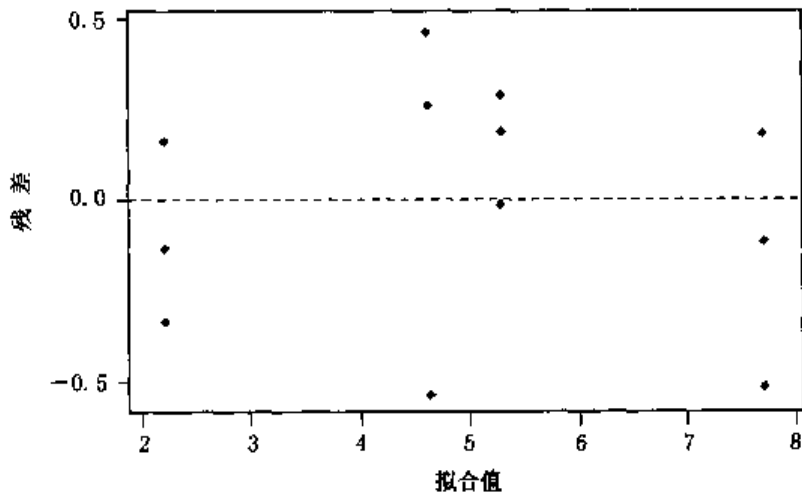


图 10-6 残差对拟合值(第二次分析)的残差图

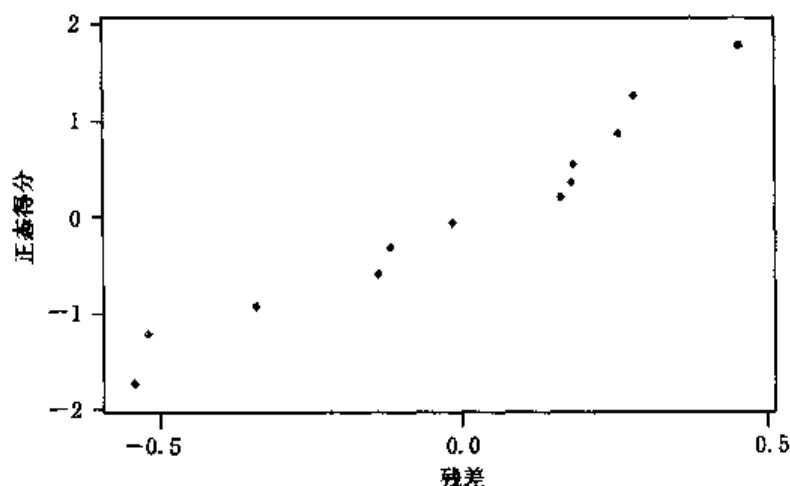


图 10-7 标准残差的正态概率图

从图 10-6 和图 10-7 中可见模型假定基本满足,也未显示异常数据,因此上述分析是可信的。

### 控制阶段

在批量生产的环境中,要跟踪记录马达的响应时间,通过应用控制图得到验证和控制。

### 案例点评:

- 缩短打印机步进马达的响应时间是具有重要经济价值的项目。该项目响应时间(毫秒)最长与最短有三倍之差,这对提高打印机的声望无疑有重要影响。
- 此文正确地使用正交设计,在无空白列场合下,从正态概率纸上寻找异常点来获得显著因子,这也是一种合适的统计方法。此文还用排列图、方差分析、回归分析等方法,都得到同一个结论,即因子 B 与 C 是主要因子,其最佳水平搭配是  $B_2C_1$ ,这样使结论更可信,更有说服力。
- 此项目的五个因子都是定性因子,用方差分析法是最为妥当的。而回归分析只适用于定量因子,不适用定性因子。本文把水平一对应于“-1”,水平二对应于“+1”,把定性因子数量化也是一个方法,从而可使用回归分析。回归分析结果与前面的方差分析结果基本相同。但指出第 12 个试验数据是异常点,这是一个新的收获,剔除第 12 个试验数据后再作出回归方程仍然是显著的,也不影响最后结果。

## 案例 11

# 提高网站点击率

### 界定阶段

一家网络公司不满意其网站的点击率以及排名。公司成立了一个 6 SIGMA 项目小组来提高他们网站的访问量。高层管理者给小组提出了具有挑战性的目标：在四个月内使他们的点击数翻一番。

### 测量阶段

小组根据时间顺序将网站的“点击率”数据进行了整理，观察过去 4 个月内每星期的点击数。项目使用的数据列在表 11-1 中，根据这组数据绘制的单值控制图见图 11-1。注意到第 7 和第 8 个星期的样本点落在控制下限外，对这两个数据点进行调查后发现，他们反映的是 12 月份最后两个星期网站访问量的情况，那时由于圣诞节的原因，所有的网站都处在低水平运行状态。

表 11-1 网站点击数

序号	星期(月/日/年)	点击数	序号	星期(月/日/年)	点击数
1	11/7/99	4185	10	1/9/00	5357
2	11/14/99	3962	11	1/16/00	5305
3	11/21/99	3334	12	1/23/00	4887
4	11/28/99	4176	13	1/30/00	5200
5	12/5/99	3889	14	2/6/00	4390
6	12/12/99	3970	15	2/13/00	4675
7	12/19/99	2591	16	2/20/00	4736
8	12/26/99	2253	17	2/27/00	4993
9	1/2/00	4053			

### 案例 11:提高网站点击率

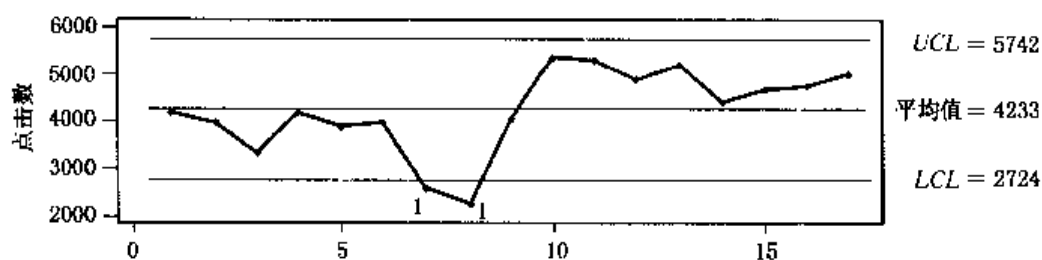


图 11-1 网站点击数的单值控制图

### 分析阶段

小组召开头脑风暴会议绘制因果图。他们提出了许多可以提高网站访问量的因子。将这些因子排序,选出可能的关键因子。小组绘制了因果矩阵图如表 11-2 所示。

表 11-2 因果矩阵图:影响网站访问量的因子

	增加网站点击率的程度	容易实现的程度	
	10	10	
过程输入	输入与输出的相关程度		重要性
关键词的数量	9	9	180
关键词的类型	9	9	180
描述的长度	9	9	180
URL	3	9	120
更新的频率	9	3	120
描述	3	9	120
免费礼物	9	1	100
使用的搜索引擎	3	3	60
内容	3	1	40
文本大小和字体	1	3	40
与其他网站的连接	3	1	40
广告	1	1	20

### 改进阶段

为了确定关键的过程影响因子,小组采用了 DOE 的设计方法。使用 DOE 方法可以使团队成员更有效,更容易地理解这些主要因子是如何相互作用的以及如何影响着点击率。

为了减少实验的规模,小组对因果矩阵图中列出的因子进行了修订,削减到只保留那些可能对网站访问量有显著影响的因子。然后小组把每个因子设置为两个水平,分别代表每种设置的极端情况。修改后的因子以及它们的水平如表 11-3 所示。

表 11-3 网站点击率实验的因子和水平

因子标号	+	-
	水平	水平
A (URL 标题)	新	旧
B(描述的长度)	长	短
C(关键词的个数)	多(10 个词)	少(2 个词)
D(关键词的类型)	新	旧
E(网站更新)	每星期	每月
F(关键词在标题中的位置)	第 40 个字符	第 70 个字符
G(免费礼物)	有	无

表 11-4 DOE 试验矩阵

处理序号	A	B	C	D	E	F	G
1	+	-	-	+	-	+	+
2	+	+	-	-	+	-	+
3	+	+	+	-	-	+	-
4	-	+	+	+	-	-	+
5	+	-	+	+	+	-	-
6	-	-	+	-	+	+	+
7	-	-	-	-	-	-	-
8	-	+	-	+	+	+	-

按照 DOE 的要求,小组编制了如表 11-4 所示的试验计划。以一个星期为基础收集点击数,以便确定产生最大网站访问量的因子组合。

根据实验得到的结果,小组得到了“使用正确的关键词”和“提供免费礼物即折扣或免费下载”是提高网站访问量的关键影响因子。

### 控制阶段

作为控制计划的一部分,小组使用认为可以提高网站影响的关键组合检查每星期网站相对于其他站点的排名。网站的排名一旦下降,就可以考虑做某些调整,或者再次使用 DOE 方法对那些可能带来网站访问量的新技术项目进行分析。

案例点评:

- 该项目想法很别致,通过设计若干个因子来寻找提高点击率的主要因子,这是美国的例子。我们可以仿此提出适合中国情况的各种因子,然后通过 DOE 方法寻找主要因子,以提高自己网站的点击率。
- 好的网站不仅要内容丰富,经常更新,还需要很好的编排。本项目对编排作了较为深入的研究。
- 本案例的不足在于未列出试验数据和具体的数据分析,最后结论“使用正确的关键词”也较为模糊。但就公开部分已对我们有很好的启发。除上述分析外,对过去 17 个星期的点击数作控制图,其中较低的 2 个星期是由于圣诞节之故,除去这两个点后,若能再做一张控制图,观其是否受控,可能还会有更多启发。
- 通过应用 6 SIGMA 方法改进服务,使用户满意,实现提高网站点击率的做法值得服务业借鉴。

## 附录：如何阅读和分析会计报表

按语：

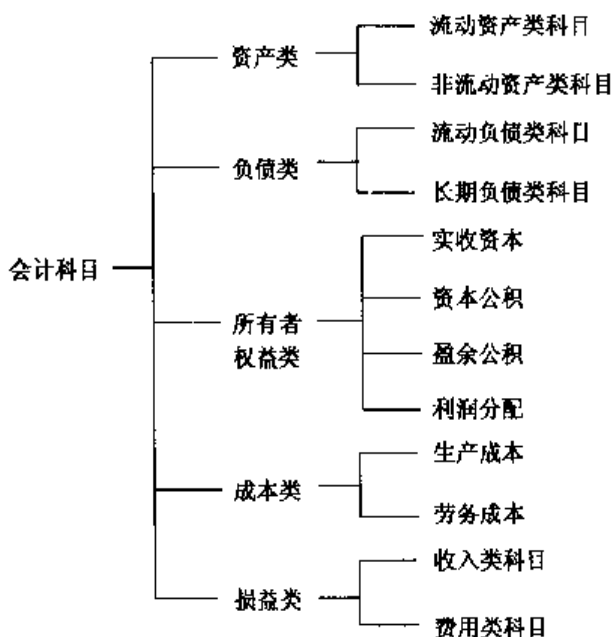
企业在实施 6SIGMA 管理过程中,对企业生产经营全过程进行必要的策划、控制、保证和改进,持续地提供满足顾客要求的产品或服务,最终实现企业经济效益的最大化。而企业的经济效益状况是通过财务会计报告中一系列会计报表来反映的。所以,企业质量管理有关人员有必要经常阅读和分析会计报表,从中吸取有关的会计信息,了解企业经营目标完成的情况,发现产品质量或过程控制方面存在的问题,寻求企业持续改进的方向。

本文试图用简单通俗的语言和直观的方法,使企业质量管理有关人员懂得如何阅读会计报表,怎样进行会计报表的财务分析。在 DMAIC 过程中的各个阶段了解掌握怎样正确选择项目,怎样计算分析劣质成本,怎样评估项目的真实绩效。因此,学会阅读和分析会计报表,对推进 6SIGMA 管理是十分必要的。

自 1993 年我国实行以《企业会计准则》与《企业财务通则》为依据的新会计制度以来,2001 年又进而实施《企业财务会计报告条例》与《企业会计制度》等法规、制度,规定企业应正确编制财务会计报告,真实完整地反映企业的财务状况、经营成果和现金流量。

财务会计报告有年度、半年度、季度和月度之分,由会计报表、会计报表附注、财务情况说明书组成。其中会计报表包括资产负债表、利润表、现金流量表及相关附表,是财务会计报告的主要内容。季度和月度财务会计报告通常仅指会计报表,至少包括资产负债表和利润表。

在阅读会计报表之前,我们有必要先了解一下会计要素的概念。会计要素又称财务会计报告要素,是指为了实现会计核算目的,对会计对象按其经济特征划分的大类,它是财务会计报告的基本构件。会计要素可以按照不同的经济内容被细分为会计科目。会计科目的分类简单图示如下:



会计报表就是利用会计科目所传递的关于企业经济活动的会计信息所编制的。

## 第一节 资产负债表

资产负债表的内容与格式见附表一。

资产负债表是反映企业在某一特定日期财务状况的报表，一般用某一会计期间最后一天有关资产、负债和所有者权益类会计科目的期末余额整理编制而成。资产负债表分为左右两方，左方列示资产各要素，右方列示负债和所有者权益各要素，左右双方要素构成一个会计恒等式，即：

资产总计 = 负债和所有者权益总计

在我国，资产负债表中各项目都列有“年初数”和“期末数”两个栏目，供读者进行比较。

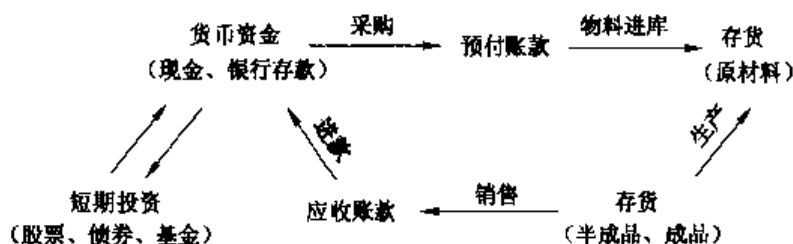
### 一、资产类会计要素

资产，是指过去的交易、事项形成并由企业拥有或者控制的资源，该资源预期会给企业带来经济利益。企业资产分为流动资产、固定资产、无形资产、长期投资及其他资产。

#### 1. 流动资产

流动资产是指企业可以在一年或者超过一年的一个营业周期内变现或耗用的资产。它所包括的货币资金、预付账款、应收账款、存货以及短期投资等要素在企业的生产与销售过程中形成一个循环模式，简单图示如下：

附录：如何阅读和分析会计报表



以上图示中,采购是否需要通过“预付账款”将货款提前支付给供货单位,可视购货合同的具体要求而定。但商品销售收入经过“应收账款”科目核算,却是一个必要的环节。因为根据会计核算权责发生制原则,“凡是当期已经实现的收入和已经发生或应当负担的费用,不论款项是否收付,都应当作为当期的收入和费用”,所以,当企业的销售行为发生时,无论款项是否能在当期收回,记账时会计分录一般均为借记“应收账款”,贷记“主营业务收入”和“应交增值税”;在收到款项后,再借记“银行存款”,贷记“应收账款”。这样,“应收账款”的会计核算就成为企业对营业收入资金回笼过程的一个重要的控制手段。

企业的经营者最关心的是企业资产的流动性,就是企业手中有多少货币资金,有多少资金被物料等其他形式所占用,又如何将其转变为货币资金?那么,如何来分析企业流动资产的运行状况呢?

应该说,一个企业在正常的生产经营活动和稳定的管理水平条件下,资产的运行具有其一定的规律性。流动资产占总资产的比例,以及货币资金、存货等要素占流动资产合计数的比例,都可能相对稳定并呈现规律性的变化。当某个环节发生问题时,资产负债表所反映的有关数据会发生相应的变异。我们可以采取对资产负债表有关项目的数据进行多期比较或同期对比的方法来进行分析,再从会计信息追溯到有关管理行为,从而采取措施加强企业经营管理,提高企业的资金利用效率。举例如下:

【例】A 公司对流动资产有关项目按季度期末数排列进行多期比较

比较资产负债表(2001 年)

编制单位:A 公司

单位:元

项目	一季度末	二季度末	三季度末	四季度末
货币资金	54000	9000	52000	84000
预付账款	6600	4400	2200	0
存货	48000	96000	44000	24000
应收账款	1400	600	11800	2000
流动资产合计	110000	110000	110000	110000

注:为了简化分析,上表中假设流动资产合计数在 2001 年各季度末维持相同水平。

根据上表,我们对 A 公司流动资产运行状况可以得出一个比较直观的印象。

(1) 货币资金,包括现金,银行存款和其他货币资金。从表中可以看出,第二季度货币资金结存量减少,是因为存货增加,占用了资金;第四季度货币资金增加,是因为年末压缩存货,催收应收账款,从而加速了资金回笼。

(2) 预付账款,指企业按照购货合同规定预付给供应单位的款项。从表中可以看出,A公司对某项采购物资采用了年度预付款的形式,然后,按供方分期交货的价格在预付账款中予以抵冲,年终时多退少补,予以结平。对采购方来说,预付货款具有一定的风险性,所以企业在对供方进行评价时更应慎重,对供方的资信程度要进行了解与关注。

(3) 存货,指企业在生产经营过程中为销售或者耗用而储备的各种材料或物料,按其用途可分为原材料、在产品、产成品(库存商品)与低值易耗品等。对A公司二季度存货急剧上升的情况,我们可以顺藤摸瓜,进一步了解是哪一类物资超储备。如果原材料超储,是因为采购计划失误而造成盲目采购,还是因为生产环节对原材料的需求发生变化?如果产成品超储,是因为产品不能适销对路,还是销售环节发生问题?四季度存货余额尽管已有很大压缩,但还是要在日常盘点的基础上对库存物资进行清查,做到账账相符(会计总账与明细账)、账卡相符(明细账与物资卡片)、卡实相符(物资卡片与库存实物)。对有账无物、有物无账以及长期没有动用的积压物资,都要分别进行及时的分析和处置。从企业管理的角度来讲,要明确物资、技术、财务等部门及使用部门在“存货”有关过程控制中各自的职责和相互之间的接口,规范物资采购计划的编制和审批,做好物资进库的验收保管,以及建立科学合理的物资储备定额与定期盘点制度,保持物资贮存场所的安全性与适宜性等。

(4) 应收账款,在资产负债表上列进应收账款的,主要是指可于下一个经营周期中收回的应收款项,一般为销售商品或提供劳务后应向购货或接受劳务的单位收取的款项。如表所示,A公司年终时应收账款尚未结清,我们有必要搞清楚账而结余是哪家客户欠交的货款,为什么到年终尚未收回,是否已采取了催收措施?其中如有债务人破产、死亡或者拖欠三年以上,确实无法收回的可确认为坏账进行处置。从企业管理的角度可进一步关注企业应收账款内部控制是否健全,有关职责分工是否明确,是否建立了及时清算、定期核对、专人催收等管理制度与坏账审批制度等。

流动资产中的短期投资,是指能够随时变现并且持有时间不准备超过一年(含一年)的投资,包括股票、债券、基金等。短期投资科目的账面余额减去相应的跌价准备后的净额,为短期投资的账面价值。

## 2. 固定资产

固定资产是指使用期限较长,单位价值较高,并且在使用过程中保持原有实物形态的资产,它是企业生产经营活动所必需的资源。企业会计制度规定,企业使用期限超过一年的房屋建筑物、机器设备、运输工具及其他与生产经营有关的设备器具等,均

应列为固定资产;不属于生产经营主要设备的物品,凡单位价值在 2000 元以上,并且使用期限超过两年的,也应当作为固定资产。

资产负债表反映固定资产的主要项目及等式关系是:

固定资产原价 - 累计折旧 = 固定资产净值

固定资产净值减去固定资产减值准备,为固定资产的净额。

固定资产折旧是对固定资产由于磨损而逐渐转移到产品成本或构成企业费用的那一部分价值的补偿。在知识经济的时代,固定资产折旧速度与企业技术更新换代的能力成正比关系。企业应当结合本企业具体情况,制定合适的固定资产目录、分类方法,每类或每项固定资产的预计使用年限、预计净残值、折旧方法等,编制成册,按管理权限经股东大会或董事会、经理会议等机构批准,报送有关方面备案,而且,一经确定不得随意变更。如需变更,仍须按上述程序重新批准和备案。

企业按规定计提固定资产折旧,按提取数额借记有关成本费用科目,贷记“累计折旧”科目。通过这种会计途径,企业便可从营业收入对成本费用的补偿中取得固定资产更新改造所需要的货币资金。一般来说,企业在用的固定资产均应计提折旧。对房屋建筑物以外的未使用、不需用固定资产,已提足折旧仍在继续使用的固定资产,以及作为固定资产入账的土地等则不需要计提折旧。对于自行建造固定资产,一般先通过“在建工程”科目进行核算,在工程完工交付使用后再转入“固定资产”科目,计提固定资产折旧。融资租入是一种新型的租赁方式,即租入单位向租赁公司借款购买固定资产,分期归还本息,全部付清后便取得固定资产所有权。所以,租入企业对融资租入的固定资产应该当作企业自有资产一样计提折旧。

固定资产管理有一整套规范的制度,无论是购建、维修、调拨、租借、报废清理、盘盈盘亏等,都应按规定办理手续。企业对固定资产应当定期或者至少每年实地盘点一次,做到账账相符(会计总账与明细账)、账卡相符(明细账与固定资产卡片)、卡实相符(固定资产卡片与实物)。对盘盈、盘亏、毁损的固定资产应当查明原因,写出书而报告,并根据企业的管理权限办理批准手续,在年终结账前处置完毕。盘盈或盘亏的固定资产分别计入当期营业外收入或营业外支出。

作为经营管理人员,还应该关心固定资产的利用情况和利用效果,如对未使用、不需用固定资产情况进行分析,对设备完好率、设备利用率、固定资产利润率等指标的水平予以关注,计算新增固定资产投资取得的经济效益等等。

### 3. 无形资产、长期投资和其他资产

无形资产是指企业为生产商品、提供劳务、出租给他人,或者为管理目的而持有的、没有实物形态的非货币性长期资产,如专利权、非专利技术、商标权、著作权、土地使用权、商誉等。

某个资产项目要确认为企业的无形资产,必须符合三个条件:

- (1) 符合无形资产的定义,而且,企业能够控制该项无形资产产生的经济利益;
- (2) 产生的经济利益有把握流入本企业,不轻易受到外界的冲击;
- (3) 成本能够可靠地计量。

如果企业自创商誉难以计算为此发生的支出,就不能作为企业的无形资产予以确认。

无形资产成本的确定,根据其被取得方式的不同而采用不同的方法。或是按取得无形资产时实际支付的价款,如购买专利权、土地使用权等;或是按投资各方确认的价值,如非专利技术入股;或者,按同类或类似无形资产的市场价格予以估定,等等。

由于无形资产通常也有一定的有效期限,其价值将随着时间的推移而消失,因此,企业应将入账的无形资产在一定年限内摊销,其摊销金额计入管理费用,并同时冲减无形资产的账面价值。

长期投资,是指除短期投资以外的投资,包括持有时间准备超过一年(不含一年)的各种投资,如股票投资、债券投资和其他方式的投资。如果一年内即将到期的长期投资在资产负债表中列在流动资产项下。长期投资是否得到正确、真实的反映,是可以产生投资效益,还是盲目投资造成企业资金的损失浪费?这些都是企业所有者与经营者关心的问题。所以,在作出投资决策前应认真地进行可行性研究,投资后应正确、真实地核算长期投资收益。

企业的其他资产是指除流动资产、固定资产、无形资产、长期投资等以外的各项资产,如长期待摊费用等。长期待摊费用指企业已经支出,但摊销期限在一年以上(不含一年)的各项费用,包括固定资产大修理支出、租入固定资产的改良支出等。大修理费用采用待摊方式的,应当将发生的大修理费用在下次大修理之前平均摊销。至于租入固定资产改良支出,在租赁房屋合同中经常规定房屋装修费由承租人负担,租赁期满,改良工程上的设施归出租人所有。这样,承租人只具有获得租赁有效期限内改良工程所提供效益的无形权利。因此,租入固定资产的改良支出属于长期待摊费用,按租赁有效期限与装修设施使用年限孰短者予以平均摊销。

## 二、负债类会计要素

负债,是指过去的交易、事项形成的现时义务,履行该义务预期会导致经济利益流出企业。企业的负债按其流动性分为流动负债和长期负债。

### 1. 流动负债

流动负债是指企业将在一年(含一年)或者超过一年的一个营业周期内偿还的债务,包括短期借款、应付票据、应付账款、预收账款、应付工资、应付福利费、应付股利、应交税金、预提费用和一年内到期的长期借款等。流动负债项下内容较多,我们选择其中若干项加以简单的说明。

短期借款,是指企业向银行或其他金融机构等借入的偿还期在一年之内(含一年)的各种借款,一般是企业为了维持正常的生产经营、弥补流动资产的不足而借入的。企业不能随意挪作他用,如挪用于购置固定资产、发放工资、弥补亏损等。

应付账款,是指企业因购买材料、商品和接受劳务供应而应付给供应单位的款项,这些款项在没有支付前构成企业的负债。应付账款的支付表现为企业现金的流出。企业为了增加可利用的现金数量,往往从两方面入手,一是加快现金收款速度,二是延缓欠债的付现时间。前者力求缩短应收账款的收款时间,后者是在不影响企业信誉的前提下,尽可能地推迟应付款的支付期,充分利用供应商所提供的信用优惠政策。

应交税金,指企业必须依法缴纳的税金,包括增值税、营业税、企业所得税、城市维护建设税、印花税等等。这些税金在上交国家之前也形成企业的一项负债。其中,增值税是对商品或劳务在生产销售过程中新增加的价值进行计征税额的一种流转税,它避免了以前在生产过程和销售过程中的重复征税和税上加税的不合理现象。一般来说,计算应交增值税的具体操作方法是:将购入某项货物或劳务时支付的增值税(即进项税额)从销售该项货物或劳务时收取的增值税(即销项税额)中予以抵扣后作为应交增值税额。即:

$$\text{增值税应纳税额} = \text{当期销项税额} - \text{当期进项税额}$$

增值税税金不包含在采购或销售商品的价格之内,现行的增值税专用发票采取价、税分栏填写的格式,企业可作为会计记账的依据。

应付工资与应付福利费。企业应付给职工的属于工资总额范畴的各种工资、奖金、津贴,均通过“应付工资”科目核算。将工资计入有关成本费用时贷记“应付工资”,发出时借记“应付工资”,该科目贷方余额反映职工未领取工资。同样,“应付福利费”科目贷方记入企业从成本费用中提取的福利费,借方记入实际支付的职工医疗卫生费用、职工困难补助等福利费开支,贷方余额反映福利费结余。

## 2. 长期负债

长期负债是指偿还期在一年或者超过一年的一个营业周期以上的负债,包括长期借款、应付债券、长期应付款等。这几种负债方式均是企业筹措扩大生产经营规模、增加固定资产投资所需资金的重要手段。

其中,长期借款是企业向银行或其他金融机构借入的长期债务;应付债券则是反映企业经国家有关部门批准后,委托银行或其他金融机构代理发行的企业债券或公司债券。长期应付款反映企业除长期借款和应付债券以外的其他各种长期应付款,包括采用补偿贸易方式引进国外设备或融资租入固定资产,在尚未偿还价款或尚未支付租赁费之前形成的一项长期负债。补偿贸易方式一般是资产使用在前,款项支付在后,即企业先取得国外引进的设备,待设备投产后,用其生产的产品偿还设备价款。会计核算的方法是在“长期应付款”科目的贷方记入引进设备价值,在借方记入产品销售价

款,贷方余额反映尚未还清的设备价款。

### 三、所有者权益

所有者权益是指所有者在企业资产中享有的经济利益,其金额为资产减去负债后的余额。所有者权益包括实收资本(或股本)、资本公积、盈余公积和未分配利润。保持所有者权益中各要素的真实性和准确性,可以有效地保护投资者利益,为企业相关方提供企业经营效益的有关资料,也为进一步加强企业经营管理提供依据。

#### 1. 实收资本和资本公积

实收资本是指投资者按照企业章程或者合同、协议的约定,实际投入企业的资本。实收资本在股份有限公司称为股本,是通过在核定的资本总额与股份总额范围内发行股票取得的资本;在有限责任公司则是投资者实际缴入的出资资本额。无论是法人还是自然人,用于投资的资本金来源都必须合法、合规,必须是法人单位依法可支配的资产和个人的合法财产,必须按照法律法规与合同章程的规定按期缴清资本金。企业筹集资本的结构也应符合规定,如吸收的投资者的无形资产(不包括土地使用权)一般不得超过注册资金的20%。企业还须执行资本金保全制度和利益共享、风险共担原则,在企业生产经营期间,投资者除依法转让资本金之外,不得以任何方式抽走资金。对外商投资还须确认对其资产评估是否合理,资产评估应由企业委托会计师事务所或资产评估机构来进行。

资本公积通常是指投资者或者他人投入到企业、所有权归属于投资者、并且投入金额超过法定资本部分的资金,如资本(股本)溢价、接受捐赠所得的资产或现金等。从本质上讲,实收资本与资本公积均属于所有者投入资本。

#### 2. 盈余公积和未分配利润

盈余公积和未分配利润均属于企业留存收益,即企业从历年实现的利润中提取或形成的留存于企业的内部积累。

盈余公积包括法定盈余公积、任意盈余公积和法定公益金。根据我国公司法的规定,有限责任公司和股份有限公司应按照净利润的10%提取法定盈余公积,累计达到注册资本的50%时,可以不再提取;按照净利润的5%~10%提取法定公益金;按照企业自行决定的比例提取任意盈余公积。公积金用于弥补企业亏损、转增资本(股本)、扩大企业生产经营等;法定公益金则用于本企业职工的集体福利。

未分配利润是企业实现的净利润经过弥补以前年度亏损、提取盈余公积和向投资者分配利润后留存在企业的历年结余的可供分配利润,通常用于留待以后年度进行分配。会计科目“利润分配——未分配利润”贷方余额表示累积未分配利润;借方余额表示累积未弥补亏损,在资产负债表上亏损反映为红字。

以上介绍了资产负债表中主要会计要素所表达信息的含义和若干管理行为要求。

为了方便未系统学习过会计基础的人员比较直观地阅读报表,再作补充说明如下:在本节开头,我们已经谈到,资产负债表是根据相关会计科目在某一会计期间的期末数整理填列的。一般来说,资产方会计科目借方为增加、贷方为减少,因而借方余额在表中表现为正数(蓝字),贷方余额表现为负数(红字)。只有个别用于抵减的调整科目如“累计折旧”、“固定资产减值准备”才用贷方余额表示企业提取的固定资产折旧累计数和减值准备。与资产方相对应,负债方与所有者权益会计科目贷方为增加、借方为减少,贷方余额在表中表现为正数(蓝字),借方余额表现为负数(红字)。资产负债表中“资产=负债+所有者权益”是因为等式的两边反映了企业同一经济资源的两个方面,前者反映了资金被运用分布的状态,后者反映了资金的来源,所以两边总计金额相等。同时,这也是借贷记账法记账规律“有借必有贷,借贷必相等”必然的会计核算结果。

## 第二节 利润表

利润表又名损益表,其内容与格式见附表二。

利润表是反映企业在一定会计期间经营成果的报表,主要根据损益类会计科目的当期发生净额数予以编制。利润表由三大基本要素构成,即收入、费用和利润。三者之间的关系为:收入-费用=利润。利润是企业同期收入和费用相互配比的结果,如果收入大于费用即为利润,反之即为亏损。

利润表一般采用多步式结构,反映以下等式关系:

主营业务利润 = 主营业务收入 - 主营业务成本 - 主营业务税金及附加

营业利润 = 主营业务利润 + 其他业务利润 - (营业费用 + 管理费用 + 财务费用)

利润总额 = 营业利润 + 投资收益 + 补贴收入 + (营业外收入 - 营业外支出)

净利润 = 利润总额 - 所得税

利润表一般设有“本月数”和“本年累计数”两栏,供读者了解全面情况。

### 一、收入

收入是指企业在销售商品、提供劳务及让渡资产使用权等日常活动中所形成的经济利益的总流入。按企业经营业务的主次,可分为主营业务收入和其他业务收入。其中,主营业务收入是占企业全部收入比重较大而且比较稳定的基本经营活动中所取得的收入,如商品流通企业的商品销售收入和代购代销收入、工业企业的产品销售收入或工业性作业收入;其他业务收入相对来讲属比重较小的零星收入,如材料销售、包装物出租等业务所取得的收入。收入不包括为第三方或客户代收的款项。

企业应当根据收入的性质,按照收入确认的原则,合理地确认和计量各项收入。

销售商品收入应按企业与购货方签定的合同或协议确定的金额或双方均接受的

金额确定;对于收入入账的时间按“权责发生制”原则确定;销售商品的价款能否有把握收回,也是确认收入的一个重要条件。

【例】A公司于2001年5月30日销售一批商品,销售合同约定售价10 000元,A公司开出一张增值税发票注明售价10 000元,增值税额1 700元。发票交付买方,买方承诺付款。A公司对该项收入予以确认,作如下会计分录:

5月30日记账凭证

借:应收账款	11700
贷:主营业务收入	10000
应交税金——应交增值税(销项税额)	1700

提供劳务收入一般按提供劳务的年度为界进行确认。对不跨年度便完成的劳务在完成劳务时确认收入;对于需跨年度完成的劳务,则应采用完工百分比法确认相关会计期间的劳务收入。

让渡资产使用权而发生的收入包括利息收入和使用费收入。利息收入按让渡现金使用权(如银行存款)的时间和适用利率计算确定;使用费收入按有关合同或协议规定的收费时间和方法计算确定,如出租固定资产取得租金收入等。

作为经营管理人员,应关注企业是否已建立健全了有关收入方面的合同制度、核算制度、结算制度、销售中发货退货管理制度以及折让折扣制度等。所谓折让折扣,一是指销售折让,是企业因售出商品的质量问题而在售价上给予的减让,在实际发生时冲减当期收入;二是指现金折扣,是企业为鼓励债务人在规定的期限内付款而向债务人提供的债务减让,在实际发生时列入当期费用。

## 二、成本与费用

费用是指企业为销售商品、提供劳务等日常活动所发生的经济利益的流出。成本是指企业为生产产品、提供劳务而发生的各种耗费,包括直接材料、直接人工、其他直接支出和制造费用。所谓制造费用,是指企业生产车间或制造部门为组织和管理生产活动而发生的各项间接费用,如工资及福利费、折旧费、修理费、办公费、水电费、机物料消耗、劳动保护费及其他制造费用。这些费用在发生时先进入“制造费用”科目予以归集,月度终了时再按一定的程序和方法分配计入相关产品的生产成本或劳务成本。

企业在一定期间发生的不能直接归属于某个产品或劳务项目成本的费用称为期间费用,包括管理费用、财务费用和营业费用,在发生时直接计入当期损益。

成本与费用是为了获取收入而发生的,因此,对成本、费用的确认必须与收入相配比,并维护成本核算的真实性。

首先,企业应建立健全成本核算制度,对企业的各种耗费进行计划、分析和控制,落实成本管理 with 成本目标责任制,对每一笔费用是否应该开支,又是否属于企业成本

费用的范畴进行确认。

其次,对本期销售成本进行确认。对产品生产来说,月度终了时,企业将已完工入库的产成品成本从“生产成本”科目转入“库存商品”科目,再将本期已销售产品的成本从“库存商品”科目转入当期“主营业务成本”,由此实现生产成本向销售成本的转化;对劳务提供来说,账务处理为借记“主营业务成本”,贷记“劳务成本”;商品流通企业则是将当期已销商品的进价转入当期商品销售成本。这样,利润表中所反映的同一会计期间内的主营业务收入与主营业务成本就构成了相互配比的关系。

再次,正确使用“预提费用”与“待摊费用”科目。凡应当由本期负担而尚未支出的费用,作为预提费用计入本期成本费用;凡已支出而应当由本期和以后各期负担的费用,应当作为待摊费用,分别计入当期和以后各期的成本费用。

期间费用的节约或浪费,也是影响企业利润的重要因素。其中有:

(1) 管理费用,即企业为组织和管理企业生产经营所发生的费用,包括企业的董事会和行政管理部门在经营管理中发生的工资、办公费、差旅费及其他应由企业统一负担的公司经费、工会经费、劳动保险费、咨询费、业务招待费、房产税、土地使用税、印花税、车船使用税、无形资产摊销、职工教育经费、研究与开发费、排污费、存货盘亏或盘盈(不包括应计入营业外支出的存货损失)、计提的坏账准备和存货跌价准备等。

(2) 营业费用,指企业在销售商品过程中发生的费用,包括运输费、装卸费、包装费、保险费、广告费以及为销售本企业商品而专设的销售机构或网点所发生的经营费用等。

(3) 财务费用,指企业为筹集生产经营所需资金等而发生的费用,包括利息支出、汇兑损失以及相关的手续费等。

有些企业存在潜亏或虚盈实亏或虚亏实盈等问题,大多与成本费用失实有关。如虚盈实亏的企业,或是待摊费用应摊不摊,或是对应收账款的坏账不作及时清理,或是对存货盘亏、报废未作处置,或是少提折旧,或是将生产成本挤入基建工程等其他款源费用等,使账面成本费用小于真实的成本费用,将企业经营风险暂时掩盖,造成今后企业经营的更大困难。

### 三、利润

利润是指企业在一定会计期间的经营成果,它是通过“本年利润”科目来归集核算的,可分别计算出企业的营业利润、利润总额和净利润。

#### 1. 营业利润

营业利润指主营业务利润加上其他业务利润,再减去营业费用、管理费用和财务费用后的金额,它是企业利润的主要来源。其中,其他业务利润是指企业从事主营业务以外的其他业务活动所产生的利润,它等于其他业务收入减去其他业务支出后的金

额。其他业务的内容如前所述有材料销售等。不过,材料销售一般仅限于生产中积压或由于转产而剩余的物资。如果企业超越经营范围,大量买卖原材料,那也是不允许的。而且,其他业务所发生的支出不应与主营业务成本相混,而应该单独核算。如确实难以区分,也应按一定的比例分摊计入其他业务支出,以便正确地执行收入与成本费用配比的原则。

## 2. 利润总额

利润总额指营业利润加上投资收益、补贴收入、营业外收入,减去营业外支出后的金额。其中,投资收益是指企业对外投资所取得的净收益;补贴收入是指企业按有关规定实际收到退还的增值税、或依据国家规定的补助定额得到的定额补贴,以及属于国家财政扶持的领域而得到的其他形式的补贴。

营业外收入和营业外支出是指企业发生的与其生产经营活动没有直接关系的各项收入和支出,如固定资产盘盈盘亏、出售无形资产收益或损失、罚款净收入或支出、捐赠支出、非常损失等等。

## 3. 净利润

净利润指利润总额减去所得税后的金额。所得税是指企业应计入当期损益的所得税费用,是根据税法规定对企业会计利润进行调整后确定的应纳税所得额乘上所得税税率而得出的企业应交所得税额。

企业当期实现的净利润,加上年初未分配利润(或减去年初未弥补亏损)和其他转入后的余额,为可供分配的利润。对可供分配的利润应当按规定顺序进行分配。首先,提取法定盈余公积;次之,提取法定公益金;然后,再按下列顺序供投资者分配,即应付优先股股利、提取任意盈余公积、应付普通股股利、转作资本(或股本)的普通股股利。经过上述分配后的结余为未分配利润,可留待以后年度进行分配。

企业未分配利润在资产负债表的所有者权益项下单独反映,体现了资产负债表和利润表所反映会计信息内在的有机联系。

## 第三节 现金流量表

现金流量表的内容与格式见附表三。

现金流量表反映企业一定会计期间现金和现金等价物的流入和流出的信息。其中,现金是指企业的库存现金以及可以随时用于支付的存款;现金等价物是指企业持有的期限短(一般指从购买日起3个月内到期)、流动性强、易于转换为已知金额现金、价值变动风险很小的投资,如短期债券投资等(除特别注明外,以下所指的现金均含现金等价物)。

现金流量表将现金流量分为三类,即经营活动产生的现金流量、投资活动产生的

现金流量和筹资活动产生的现金流量。通常有两种方式编制现金流量表,一是直接法,二是间接法。前者直接从会计记录或利润表营业收入、营业成本等数据调整中取得企业经营活动的现金流量;后者以利润表中净利润为起算点,通过调整不涉及现金的收入、费用以及不属于经营活动的现金收支项目,计算出经营活动的现金流量。在我国,现金流量表的正表中采用直接法,补充资料中采用间接法,这两种方法可用来相互核对和补充。

## 一、经营活动现金流量评价

经营活动是指企业投资活动和筹资活动以外的所有交易和事项,包括销售商品或提供劳务、采购商品或接受劳务、支付职工工资、交纳各项税款以及其他与经营有关活动。现金流量表的编制基础是现金进出,所以该表反映的经营活动现金流量是收付实现制,而不是权责发生制。

一般地说,企业持有现金,意在保持良好的支付能力,并能从暂时闲置的现金及其等价物中获取最大的经济收益。企业可以通过编制现金预算,预先作出财务安排,以防现金短缺所带来的不利影响。同时,要重视现金管理,包括建立日常处理的岗位相互牵制规定,遵守现金管理和结算制度方面的规定,及时签订合同、结算款项,设专人催收逾期账款,加速资金回笼等。如果一个企业的营业收入停留在“应收账款”这个环节,不能迅速收现,那必然会对后续的经营活​​动产生影响,在一定程度上也暴露了企业所确认收入的风险问题。所以,评价一个企业的盈利能力,不但要考虑到它的营销能力、成本控制能力、回避风险能力等诸方面,还要考虑到它的收现能力。

通过对经营活动现金流量评价,可以反映企业的经营活动对现金流出和流人的影响程度,判断企业在不动用对外筹得资金的情况下,是否足以维持本企业生产经营、偿还债务、支付股利和对外投资等。

## 二、投资活动现金流量评价

投资活动是指企业长期资产的购建和不包括在现金等价物范围内的投资及其处置活动。现金流量表中的投资既包括对外投资,又包括企业内部长期资产的购建与处置。对外投资有股权性投资,如向子公司、联营企业或合营企业投资入股;又有债权性投资,如证券投资等。企业在对外投资时要考虑规避投资风险,而谋取投资组合的最佳,是消除风险的有效途径。企业内部长期资产的购建,同样是企业重要的投资活动,对企业生产能力的形成与未来经济效益的培育,均有重要的作用。

如果投资活动取得良好的投资收益,那自然是令人鼓舞的。但如果投资活动产生的现金流量净额出现负数,则应进行具体分析。投资活动可以发生大量的现金流出,却很少发生一次性大量的现金流入。只要投资符合企业的长远利益,则可认为其出现

负数是正常的。有时,某个企业按投资拥有的股权分回的利润,已经确认为本年度的投资收益,但对方不一定、也不可能全部用现金分配给投资者。这样,该企业此项投资收益,就不能在当年的现金流量表中得到完整的反映。

通过对投资活动现金流量评价,可以判断投资活动对企业现金流量净额的影响程度。

### 三、筹资活动现金流量评价

筹资活动是导致企业资本及债务规模与构成发生变化的活动,包括发行股票或接受投入资本、分派现金股利、取得和偿还银行借款、发行和偿还公司债券等。

筹资是企业重要的财务活动,目的无非有两方面,一是满足生产经营需要,二是资本结构调整,对企业均有举足轻重的影响。有的经营者大量举债而不考虑企业的承受能力,尽管现金流入企业,获得了眼前利益,却埋下了财务风险的重大隐患。无论是筹资带来的分配股利,还是偿付利息,都将直接导致企业现金的流出,所以企业在筹资前应充分考虑到筹资成本、筹资风险和资本结构等诸因素。企业筹资应遵循规模适度原则、结构合理原则、成本节约原则、时机得当原则和依法筹资原则。

通过对筹资活动现金流量评价,可以分析企业通过筹资活动获取现金的能力以及筹资成本的大小,判断筹资活动对企业现金流量净额的影响程度。

## 第四节 会计报表的财务分析

财务分析是以企业财务会计报告与其他相关资料为依据,对企业的财务状况和经营成果进行评价与剖析,从而为改进企业经营管理工作 and 优化经济决策提供重要的财务信息。

### 一、财务分析的内容和方法

财务分析的内容可归纳为四个方面:偿债能力分析、营运能力分析、盈利能力分析和发展能力分析。其中,偿债能力是财务目标实现的稳健保证,营运能力是财务目标实现的物质基础,盈利能力是上述两者共同作用的结果,同时也对企业的发展起着推动作用。四者相辅相成,共同构成企业财务分析的基本内容。当然,不同类型的企业进行财务分析有着各自的侧重点,并非面面俱到。

财务分析运用的方法主要包括趋势分析法、比率分析法、因素分析法和差额分析法。

(1) 趋势分析法又称水平分析法,是通过对比两期或连续数期会计报表中相同指标,确定其增减变动的方向、数额和幅度,分析引起变化的主要原因,从而对企业财务

状况和经营成果的变动趋势作出评价。

(2) 比率分析法是把某些彼此存在关联的项目加以对比,计算出比率,据以确定经济活动变动程度的分析方法,包括对结构比率的分析、对投入产出比率的分析、对相关比率的分析等。一般来说,采用比率分析方法需要选用一定的标准与之对比,如行业标准、预定目标、上期实际或公认标准等。

(3) 因素分析法又称因素替换法或连环替代法,它是用来确定几个相互联系的因素对所需分析财务指标的影响程度的一种分析方法。当分析某一因素对财务指标影响时,假定其他各个因素都无变化,依此类推,从而确定每一个因素单独变化时所产生的影响。

(4) 差额分析法是因素分析法的一种简化形式,它是利用各个因素的实际数与基准数或目标值之间的差额,来计算各个因素对某项指标变动的影晌程度。如分析材料费用超支原因时,可细分为:由于产量增加对材料费用的影响、由于单位产品材料消耗增加对材料费用的影响、由于材料采购价格提高对材料费用的影响等。将各个因素的实际数与计划数的差额纳入因素替换,便能分析出材料费用比计划超支的具体原因。

【例】A公司2002年3月某种原材料费用计划数为7000元,实际耗用9680元,比计划超支2680元。有关资料如下表,试分析各因素对该原材料费用总额的影响程度。

项目	单位	计划数	实际数	差额分析法计算超支数
产品产量	件	100	110	$(110 - 100) \times 7 \times 10 = 700(\text{元})$
单位产品材料消耗量	千克	7	8	$(8 - 7) \times 110 \times 10 = 1100(\text{元})$
材料单价	元	10	11	$(11 - 10) \times 110 \times 8 = 880(\text{元})$
材料费用总额	元	7000	9680	2680(元)

通过数据分析,可知由于产量增加对材料费用超支的影响为700元,由于材料单耗增加对超支的影响为1100元,由于材料价格提高对超支的影响为880元。

## 二、财务指标分析

### 1. 偿债能力分析指标

偿债能力是指企业偿还到期债务(包括本息)的能力,其中企业短期偿债能力的衡量指标主要有流动比率、速动比率和现金流动负债率;长期偿债能力分析指标主要有资产负债率、产权比率、已获利息倍数与长期资产适合率等。择其主要指标说明如下:

#### (1) 流动比率

流动比率 = 流动资产 ÷ 流动负债

流动比率反映企业的流动负债有多少流动资产作为偿还的保证。一般情况下,流动比率越高,反映企业短期偿债能力越强;但流动比率过高也有问题,反映出企业资金的使用效率较低。按照西方企业的长期经验,一般认为2:1的比例比较适宜,我国较

好的比率为 1.5 左右。由于不同行业的生产特点不一样,所以在实际分析时,应将该指标与行业的平均水平进行比较。

【例】 根据附表中 B 公司会计报表资料,该企业 2001 年的流动比率为:

年初流动比率:  $6965000 \div 4004000 = 1.73$

年末流动比率:  $9483000 \div 9087000 = 1.04$

该企业 2001 年年初的流动比率还是比较理想的,年末的流动比率比年初有所降低,主要是由于流动负债大幅上升。根据资产负债表反映,预收账款比年初增加,这对企业的资金运用是有好处的。此外,未付利润项中显示应付投资者利润(股利)60 万元,也是流动负债增加的原因之一。

### (2) 速动比率

速动比率 = 速动资产  $\div$  流动负债

式中速动资产,是指流动资产减去变现能力较差且不稳定的存货、待摊费用、待处理流动资产损失等后的余额。该指标可以更加准确地评价企业资产的流动性及其偿还短期负债的能力。西方企业认为速动比率为 1 比较合适,我国目前较好的比率在 0.9 左右。

### (3) 资产负债率

资产负债率 = 负债总额  $\div$  资产总额

资产负债率表示企业总资产中有多少是通过负债筹集的,这一比率越小,表明企业的长期偿债能力越强。国际上一般公认比率在 0.6 比较合适。我国不同行业中企业的资产负债率各不相同,其中,交通、运输、电力等基础行业的资产负债率一般平均为 0.5 左右,加工业为 0.65 左右,商贸业为 0.8 左右。

【例】 根据附表资料,B 公司 2001 年资产负债率为:

年初资产负债率 =  $4004000 \div 14006000 = 0.28$

年末资产负债率 =  $9087000 \div 19476000 = 0.46$

该企业年初、年末的资产负债率均不高,说明企业长期偿债能力较强,有助于增强债权人对企业出借资金的信心。当年初、年末的比率同样在适度范围之内时,年末比率较大,说明企业对财务杠杆作用的利用程度优于年初。

## 2. 营运能力分析指标

营运能力是指企业基于外部市场环境的约束,通过内部人力资源和生产资料的配置组合而对财务目标所产生作用的大小。其中,人力资源营运能力的分析指标有劳动效率;流动资产周转情况的分析指标有应收账款周转率、存货周转率、流动资产周转率。此外,还有固定资产周转率和总资产周转率。分别说明如下:

### (1) 劳动效率

劳动效率 = 主营业务收入净额或净产值  $\div$  平均职工人数

对企业劳动效率进行分析评价主要是采用比较的方法,例如将实际劳动效率与本企业计划水平、历史先进水平或同行业平均先进水平等指标进行对比,分析造成差异的原因,以进一步发掘提高人力资源劳动效率的潜能。

### (2) 应收账款周转率

应收账款周转率(次) = 主营业务收入净额 ÷ 平均应收账款余额

式中:

主营业务收入净额 = 主营业务收入 - 销售折扣与折让

平均应收账款余额 = (应收账款年初数 + 应收账款年末数) ÷ 2

如欲进一步计算应收账款周转天数,则应收账款周转天数 = 360 ÷ 应收账款周转率(次)。

应收账款周转率反映了企业应收账款变现速度的快慢及管理效率的高低,周转率越高,周转天数越少,说明企业收账迅速,企业的资金利用效率越高。计算上述公式时,应收账款包括会计核算中的“应收账款”和“应收票据”,其金额为扣除坏账准备后的净额。

### (3) 存货周转率

存货周转率(次数) = 主营业务成本 ÷ 平均存货

式中:

平均存货 = (存货年初数 + 存货年末数) ÷ 2

存货周转天数 = 360 ÷ 存货周转率(次数)

存货周转率反映了企业采购、储存、生产、销售各环节管理工作状况的好坏,周转率越高,周转天数越少,说明存货变现的速度越快,资金占用水平越低,企业的销售渠道愈畅通。

### (4) 流动资产周转率

流动资产周转率(次数) = 主营业务收入净额 ÷ 平均流动资产总额

该指标是反映企业流动资产周转速度的指标,在一定时期内,流动资产周转次数越多,表明流动资产利用效果越好。

【例】假设 B 公司 1999 年流动资产年末余额为 4900000 元,计算公司 2000 年、2001 年流动资产周转情况如下表:

流动资产周转率计算表

单位:千元

项目	1999 年	2000 年	2001 年
主营业务收入净额		5981	10402
流动资产年末余额	4900	6965	9483
流动资产平均余额		5933	8224

续表

项目	1999年	2000年	2001年
流动资产周转次数		1.00	1.26
流动资产周转天数		360	286

根据计算,该公司2001年流动资产周转速度比2000年加速19天,主要是因为2001年主营业务收入大幅度增长,使流动资金占用相应减少,减少占用的数额为 $(360 - 286) \times 10402 \times 10^3 \div 360 = 2138000$ 元。但总的来说,该公司流动资产周转次数偏低,是因为企业手中持有较多的货币资金。尽管货币资金可能来源于预收账款,但如何调动暂时闲置的货币资金用于短期投资创造收益,是该公司可以考虑的选择。

#### (5) 总资产周转率

总资产周转率 = 主营业务收入净额 ÷ 平均资产总额

总资产周转率高,表明企业全部资产的使用效率高;如果这个比率较低,说明使用效率较差,最终会影响企业的盈利能力。企业应采取各项措施来提高企业的资产利用程度,如提高销售收入、或处理多余的资产。

### 3. 盈利能力分析指标

盈利能力系企业资金增值的能力,一般可使用销售利润率、成本利润率、资产利润率、资本保值增值率等指标,借以评价企业各要素的盈利能力及资本保值增值情况。说明如下:

#### (1) 销售利润率

销售利润率 = 销售利润 ÷ 销售收入净额

亦可使用主营业务利润率 = 主营业务利润 ÷ 主营业务收入净额。销售利润率表明企业每单位销售收入能带来多少销售利润,反映了企业主营业务的获利能力。该指标高,说明企业商品定价适合于社会需求,产品附加值高,营销策略得当,主营业务市场竞争力强,发展潜力大,获利水平高。

#### (2) 成本费用利润率

成本费用利润率 = 利润 ÷ 成本费用

由于主营业务成本是企业主要成本,是企业加强成本管理的着眼点,所以具体可使用主营业务成本利润率 = 主营业务利润 ÷ 主营业务成本。该指标越高,表明企业为取得收益所付出的代价越小,企业成本费用控制得越好,企业的获利能力越强。它从耗费角度补充评价企业收益状况,有利于促进企业加强内部管理,节约支出,提高经营效益。

【例】计算B公司2000年与2001年的主营业务利润率与主营业务成本利润率,比较分析盈利能力趋势。

## 附录:如何阅读和分析会计报表

单位:千元

项目	2000年	2001年
主营业务利润	603	2447
主营业务收入净额	5981	10402
主营业务利润率/%	10.1	23.5
主营业务成本	4672	6362
主营业务成本利润率/%	12.9	38.4

根据以上计算结果,可以看到 B 公司 2001 年的主营业务利润率与主营业务成本利润率均优于 2000 年。这是因为该公司于 2000 年末进行了公司改制重组,继而在 2001 年里扩大生产规模,加大营销力度,开展增收节支活动,使公司经营效益向好的趋势发展。

## (3) 净资产收益率

$$\text{净资产收益率} = \frac{\text{净利润}}{\text{平均净资产}} \times 100\%$$

式中净利润为利润总额扣除应交所得税后的净额;平均净资产为年初所有者权益与年末所有者权益的平均数,即(所有者权益年初数+年末数)/2。净资产收益率反映投资者投入企业的自有资金获取净收益的能力,是评价企业资本经营效益的核心指标。企业净资产收益率越高,企业运营效益越好,对企业投资人、债权人的保证程度越高。

## (4) 资本保值增值率

$$\text{资本保值增值率} = \frac{\text{扣除客观因素后的年末所有者权益}}{\text{年初所有者权益}} \times 100\%$$

该指标越高,表明企业的资本保全状况越好,所有者的权益增长越快,债权人的债务越有保障,企业发展后劲越强;该指标如为负值,则表明企业资本受到侵蚀,没有实现资本保全,损害了所有者的权益,也妨碍了企业进一步发展壮大。

#### 4. 发展能力分析指标

发展能力是企业生存的基础上扩大规模、壮大实力的潜在能力，在分析企业发展能力时，主要考察以下指标：

$$\text{销售(营业)增长率} = \frac{\text{本年销售(营业)增长额}}{\text{上年销售(营业)收入总额}} \times 100\%$$

$$\text{资本积累率} = \frac{\text{本年所有者权益增长额}}{\text{年初所有者权益}} \times 100\%$$

$$\text{总资产增长率} = \frac{\text{本年总资产增长额}}{\text{年初资产总额}} \times 100\%$$

以上介绍了分析企业营运能力、偿债能力、盈利能力和发展能力的若干常用指标。为了全方位地了解企业经营理财的状况并作出系统、合理的评价，我们有必要进行财务综合分析，将对企业营运能力、偿债能力、盈利能力和发展能力等诸方面的分析纳入一个有机的整体之中，全面地对企业经营状况、财务状况进行解剖和分析，从而对企业经济效益的优劣作出准确的评价与判断。

附表一：B公司2001年度资产负债表

附表二：B公司2001年度损益表

附表三：B公司2001年度现金流量表

附表一

B公司2001年度资产负债表

编制单位: B公司

2001年12月31日

金额单位: 元

资 产	行次	年初数	期末数	负债及所有者权益	行次	年初数	期末数
流动资产				流动负债:			
货币资金	1	6412000	5533000	短期借款	46		
短期投资	2			其中: 定购粮油借款(粮食企业填下同)	47		
应收票据	3			保护价粮食借款	48		
应收账款	4	21000		应付票据	49		
减: 坏账准备	5			应付账款	50		
应收账款净额	6			预收账款	51	2931000	7604000
预付账款	7		3478000	其他应付款	52		
应收补贴款	8			应付工资	53		
期货保证金	9			应付福利费	54	15000	7000
其他应收款	10			未交税金	55	20000	282000
存货	11	532000	472000	未付利润	56		600000
其中: 国家定购粮油(粮食企业填列下同)	12			其他未交款	57		
按保护价收购的粮食	13			预提费用	58		
储备粮油	14			一年内到期的长期负债	59		
待转其他业务支出	15			其他流动负债	60	1038000	594000

附录: 如何阅读和分析会计报表

续表

资 产	行次	年初数	期末数	负债及所有者权益	行次	年初数	期末数
待摊费用	16			其中:预计负债	61		
待处理流动资产损失	17			流动负债合计	65	4004000	9087000
一年内到期的长期债券投资	18			长期负债:			
其他流动资产	19			长期借款	66		
流动资产合计	20	6965000	9483000	其中:粮油借款(粮食企业填列下同)	67		
长期投资:				其中:国家专项储备粮油借款	68		
长期投资	21	60000	60000	应付债券	69		
固定资产:				长期应付款	70		
固定资产原价	24	5263000	8333000	其他长期负债	71		
减:累计折旧	25	311000	993000		72		
固定资产净值	26			长期负债合计	76		
固定资产清理	27			递延税项:			
在建工程	28			递延税款贷项	77		
待处理固定资产净损失	29			负债合计	80	4004000	9087000
固定资产合计	35	4952000	7340000				
无形资产及递延资产:				所有者权益:			
无形资产	36	1848000	2468000	实收资本	81	10000000	10000000
递延资产	37	181000	125000	资本公积	82		

续表

资 产	行次	年初数	期末数	负债及所有者权益	行次	年初数	期末数
无形资产及递延资产合计	40	2029000	2593000	盈余公积	83	2000	389000
其他长期资产:				其中:公益金	84		
其他长期资产	41			未分配利润	85		
递延税项:							
递延税款借项	42			所有者权益合计	88	10002000	10389000
资产合计	45	14006000	19476000	负债及所有者权益合计	90	14006000	19476000
补充资料: 1. 已贴现的商业承兑汇票 _____ 元; 2. 已包括在固定资产原价内的融资租入固定资产原价 _____ 元; 3. 委托贷款期末余额 _____ 元; 4. 库存商品期末余额 _____ 元; 5. 商品削价准备期末余额 _____ 元。							

## 附表二

## B公司2001年损益表

单位名称: B公司

2001年12月

金额单位: 元

项 目	行次	上年累计数	本年累计数
一、商品销售收入	1	5981000	10402000
其中:从事粮油收储业务的销售收入	2		
减:销售折扣与折让	3		
商品销售收入净额	4	5981000	10402000
减:商品销售成本	5	4672000	6362000
其中:从事粮油收储业务的销售成本	6		
经营费用	7	526000	1274000
其中:从事粮油收储业务的经营费用	8		
商品销售税金及附加	9	180000	319000
二、商品销售利润	10	603000	2447000
加:代购代销收入	11		
	12		
	13		
三、主营业务利润	14	603000	2447000
加:其他业务利润	15	98000	205000
非货币性交易收益	16		
减:存货跌价损失	17		
管理费用	18	732000	1833000
其中:从事粮油收储业务的管理费用	19		
财务费用	20	-34000	-32000
其中:从事粮油收储业务的财务费用	21		
汇兑损失	22		
四、营业利润	23	3000	851000
加:投资收益	24		207000
期货收益	25		

续表

项 目	行次	上年累计数	本年累计数
补贴收入	26		
营业外收入	27		
减：营业外支出	28	117	
加：以前年度损益调整	29		
五、利润总额	30	2883	1058000
其中：从事粮油收储业务的利润总额	31		
减：所得税	32	951	18000
六、净利润	33	1932	1040000

注：为方便读者比较，本文将《损益表》“本月数”栏目改为“上年累计数”。

## 附表三

## B公司2001年现金流量表

编制单位: B公司

2001年度

金额单位: 元

项 目	行次	金 额	项 目	行次	金 额	项 目	行次	金 额
一、经营活动产生的现金流量	1	x	收回投资所收到的现金	13	8500000	三、筹资活动产生的现金流量:	23	x
销售商品、提供劳务收到的现金	2	10827000	取得投资收益所收到的现金	14		吸收投资所收到的现金	24	
收到的税费返还	3		处置固定资产、无形资产和其他长期资产所收回的现金净额	15		借款所收到的现金	25	
收到的其他与经营活动有关的现金	4	7433000	收到的其他与投资活动有关的现金	16	207000	收到的其他与筹资活动有关的现金	26	
现金流入小计	5	18260000	现金流入小计	17	8707000	现金流入小计	27	
购买商品、接受劳务支付的现金	6	7982000	购建固定资产、无形资产和其他长期资产所支付的现金	18		偿还债务所支付的现金	28	
支付给职工以及为职工支付的现金	7	916000	投资所支付的现金	19	8500000	分配股利、利润或偿付利息所支付的现金	29	
支付的各项税费	8	132000	支付的其他与投资活动有关的现金	20	4569000	支付的其他与筹资活动有关的现金	30	
支付的其他与经营活动有关的现金	9	5747000	现金流出小计	21	13069000	现金流出小计	31	
现金流出小计	10	14777000	投资活动产生的现金流量净额	22	-4362000	筹资活动产生的现金流量净额	32	
经营活动产生的现金流量净额	11	3483000				四、汇率变动对现金的影响	33	
二、投资活动产生的现金流量:	12	x						

续表

项目	行次	金额	项目	行次	金额	项目	行次	金额
五、现金及现金等价物净增加额	34	-879000	固定资产报废损失	45		融资租入固定资产	57	
补充资料:	35	x	财务费用	46		其他	58	
1. 将净利润调节为经营活动现金流量:	36	x	投资损失(减:收益)	47	-207000	3. 现金及现金等价物净增加情况:	59	x
净利润	37	1040000	递延税款贷项(减:借项)	48		现金的期末余额	60	5533000
加:计提的资产减值准备	38		存货的减少(减:增加)	49		减:现金的期初余额	61	6412000
固定资产折旧	39	681000	经营性应收项目的减少(减:增加)	50	-3369000	加:现金等价物的期末余额	62	
无形资产摊销	40	180000	经营性应付项目的增加(减:减少)	51	5082000	减:现金等价物的期初余额	63	
长期待摊费用摊销	41	76000	其他	52		现金及现金等价物净增加额	64	-879000
待摊费用减少(减:增加)	42		经营活动产生的现金流量净额	53	3483000		65	
预提费用增加(减:减少)	43		2. 不涉及现金收支的投资和筹资活动	54	x		66	
处置固定资产、无形资产和其他长期资产的损失(减:收益)	44		债务转为资本	55				
			一年内到期的可转换公司债券	56				

附录: 如何阅读和分析会计报表

**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.bzcbs.com](http://www.bzcbs.com)

版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68533533