

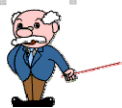
新品管手法

XIN
PINGUAN
SHOUFA

新
工
厂
管
理

④

全国Mini-MBA职业经理双证班



精品课程 权威双证 全国招生 请速充电

教委批准成立正规管理类教育机构，近 20 年实战教育经验，值得信赖！（教证：0000154160 号）

全国迷你 MBA 职业经理双证书班[®]，全国招生，毕业颁发双证书，近期开课。咨询电话：13684609885

招生专业及其颁发证书

认证项目	颁发双证	学费
全国《职业经理》MBA 高等教育双证书班	高级职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《人力资源总监》MBA 双证书班	高级人力资源总监职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证书	1280 元
全国《生产经理》MBA 高等教育双证班	高级生产管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《品质经理》MBA 高等教育双证班	高级品质管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《营销经理》MBA 高等教育双证班	高级营销经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《物流经理》MBA 高等教育双证班	高级物流管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《项目经理》MBA 高等教育双证班	高级项目管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《市场总监》MBA 高等教育双证书班	高级市场总监职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《酒店经理》MBA 高等教育双证班	高级酒店管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《企业培训师》MBA 高等教育双证班	企业培训师高级资格认证毕业证书+2 年制 MBA 高等教育研修证书	1280 元
全国《财务总监》MBA 高等教育双证班	高级财务总监职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《营销策划师》MBA 双证书班	高级营销策划师高级资格认证证书+2 年制 MBA 高等教育研修证书	1280 元
全国《企业总经理》MBA 高等教育双证班	全国企业总经理高级资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《行政总监》MBA 高等教育双证班	高级行政总监职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《采购经理》MBA 高等教育双证班	高级采购管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《医院管理》MBA 高等教育双证班	高级医院管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《IE 工业工程管理》MBA 双证班	高级 IE 工业工程师职业资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《企业管理咨询师》MBA 双证班	高级企业管理咨询师资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《工厂管理》MBA 高等教育双证班	高级工厂管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元



【授课方式】 全国招生、函授学习、权威双证

我校采用国际通用3结合的先进教育方式授课：远程函授+视频光盘+网络学院在线辅导（集中面授）



【颁发证书】 学员毕业后可以获取权威双证书与全套学员学籍档案

- 1、毕业后可以获取相应专业钢印《高级职业经理资格证书》；
- 2、毕业后可以获取2年制的《MBA研究生课程高等教育研修结业证书》；



【证书说明】

- 1、证书加盖中国经济管理大学钢印和公章（学校官方网站电子注册查询、随证书带整套学籍档案）；
- 2、毕业获取的证书与面授学员完全一致，无“函授”字样，与面授学员享有同等待遇，



【学习期限】 3个月（允许有工作经验学员提前毕业，毕业获取证书后学校仍持续辅导2年）



【收费标准】 全部费用1280元（含教材光盘、认证辅导、注册证书、学籍注册等全部费用）

函授学习为你节省了大量的宝贵的学习时间以及昂贵的MBA导师的面授费用，是经理人首选的学习方式。



【招生对象】

- 1、对管理知识感兴趣，具有简单电脑操作能力（有2年以上相应工作经验者可以申请提前毕业）。
- 2、年龄在20—55岁之间的各界管理知识需求者均可报名学习。



【教程特点】

- 1、完全实战教材，注重企业实战管理方法与中国管理背景完美融合，关注学员实际执行能力的培养；
- 2、对学员采用1对1顾问式教学指导，确保学员顺利完成学业、胸有成竹的走向领导岗位；
- 3、互动学习：专家、顾问24小时接受在线教学辅导+每年度集中面授辅导



【考试说明】

1. 卷面考核：毕业试卷是一套完整的情景模拟试卷（与工作相关联的基础问卷）
2. 论文考核：毕业需要提交2000字的论文（学员不需要参加毕业论文答辩但论文中必修体现出5点独特的企业管理心得）
3. 综合心理测评等问卷。



【颁证单位】

中国经济管理大学经中华人民共和国香港特别行政区批准注册成立。目前中国经济管理大学课程涉及国际学位教育、国际职业教育等。学院教学方式灵活多样，注重人才的实际技能的培养，向学员传授先进的管理思想和实际工作技能，学院会永远遵循“科技兴国、严谨办学”的原则不断的向社会提供优秀的管理人才。



【主办单位】

美华管理人才学校是中国最早由教委批准成立的“工商管理MBA实战教育机构”之一，由资深MBA教育培训专家、教育协会常务理事徐传有老师担任学校理事长。迄今为止，已为社会培养各类“能力型”管理人才近10万余人，并为多家企业提供了整合策划和企业内训，连续13年被教委评选为《优秀成人教育学校》《甲级先进办学单位》。办学多年来，美华人独特的教学方法，先进的教学理念赢得了社会各界的高度赞誉和认可。



【咨询电话】13684609885 0451--88342620

【咨询教师】王海涛 郑毅

【学校网站】<http://www.mhgy.net>

【咨询邮箱】xchy007@163.com



【报名须知】

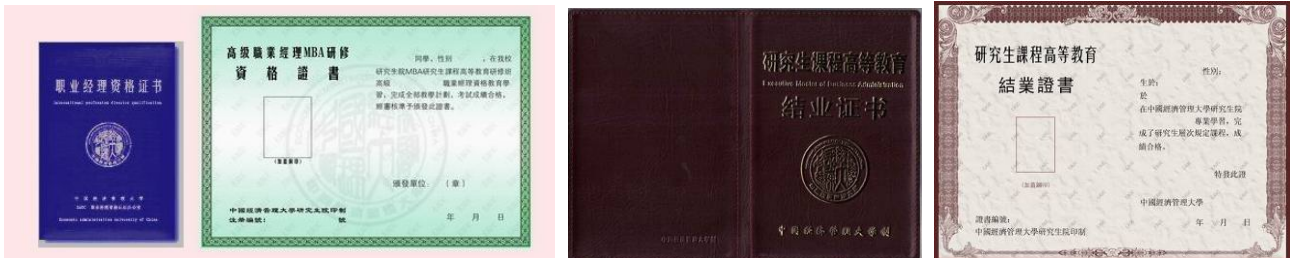
- 1、报名登记表格下载后详细填写并发邮件至 xchy007@163.com (入学时不需要提交相片，毕业提交试卷同时邮寄4张2寸相片和一张身份证复印件即可)
- 2、交费后请及时电话通知招生办确认，以便于收费当日学校为你办理教材邮寄等入学手续。



【证书样本】(全国招生 函授学习 权威双证 请速充电)

(高级职业经理资格证书样本)

(两年制研究生课程高等教育结业证书样本)



【学费缴纳方式】(请携带本人身份证到银行办理交费手续，部分银行需要查验办理者身份证)

方式一	学校地址	<p>邮寄地址：哈尔滨市道外区南马路 120 号职工大学 109 室</p> <p>邮政编码：150020 收件人：王海涛</p>
方式二	学校帐号 (企业账户)	<p>学校帐号：184080723702015 账号户名：哈尔滨市道外区美华管理人才学校</p> <p>开户银行：哈尔滨银行中大支行 支付系统行号：313261018034</p>
方式三	交通银行 (太平洋卡)	<p>帐号：40551220360141505 户名：王海涛</p> <p>开户行：交通银行哈尔滨分行信用卡中心</p>
方式四	邮政储蓄 (存折)	<p>帐号：602610301201201234 户名：王海涛</p> <p>开户行：哈尔滨道外储蓄中心</p>
方式五	中国工商银行 (存折)	<p>帐号：3500016701101298023 户名：王海涛</p> <p>开户行：哈尔滨市道外区靖宇支行</p>
方式六	建设银行帐户 (存折)	<p>中国人民建设银行帐户（存折）： 1141449980130106399</p> <p>用户名：王海涛</p>
方式七	农业银行帐户 (卡号)	<p>农业银行帐户（卡号）： 6228480170232416918 用户名：王海涛</p> <p>农行卡开户银行：中国农业银行黑龙江分行营业部道外支行景阳支行</p>
方式八	招商银行 (卡号)	<p>招商银行帐户（卡号）： 6225884517313071 用户名：王海涛</p> <p>招商银行卡开户银行：招商银行哈尔滨分行马迭尔支行</p>

可以选择任意一种方式缴纳学费，收到学费当天，学校就会用邮政特快的方式为你邮寄教材、考试问卷以及收费票据。

目 录

目 录

前 言	【1】
-----------	-----

第一篇 传统 QC 手法

第一章 因果图	【3】
一、什么是因果图	4
二、因果图之分类	5
三、如何绘制因果图	6
四、绘制时注意事项	9
五、因果图的应用	10
六、应用实例	11
七、应用事例	15

第二章 柏拉图 【17】

- 一、柏拉图的定义 18
- 二、柏拉图的制作说明 19
- 三、柏拉图的应用 26
- 四、应用柏拉图应注意事项 29
- 五、哪些数据可以整理成为柏拉图 30
- 六、应用实例 31

第三章 检查表 【39】

- 一、检查表的定义 40
- 二、检查表的分类 40
- 三、检查表制作应注意的事项 41
- 四、检查表的制作方法 41
- 五、检查表记载的项目 42
- 六、检查表制作要点 43
- 七、检查表的应用 43
- 八、应用实例 44
- 九、应用事例 58

第四章 散布图 【61】

- 一、散布图的定义 62
- 二、散布图的制作方法 62
- 三、散布图的作用 64
- 四、散布图的判读 64
- 五、应用实例 67

第五章 层别法 【71】

- 一、层别法的定义 72
- 二、层别法的方法和步骤 72
- 三、层别时注意事项 76



四、层别法在 QC 手法上的运用 77

五、层别法应用实例 82

第六章 直方图 [89]

一、直方图的定义 90

二、直方图的制作 92

三、直方图的应用 101

四、过程能力 108

五、应用实例 111

第七章 控制图 [119]

一、控制图的定义 120

二、控制图的基本特性 120

三、控制图的原理 121

四、控制图的种类 124

五、控制图的绘制 125

六、控制图的判读 131

七、控制图使用时的注意事项 136

八、应用实例 137

第二篇 新 QC 手法

第八章 关系图法 [145]

一、关系图法的定义 146

二、关系图法的主要用途 146

三、关系图法的主要特点 146

四、关系图分类 147

五、关系图的绘制原则 149

六、应用实例 150

第九章 系统图法	【151】
一、系统图法的定义	152
二、系统图的主要用途	152
三、使用系统图的一般步骤	152
四、系统图分类	153
五、应用实例	154
第十章 PDPC 法	【157】
一、PDPC 法的定义	158
二、PDPC 法的特征	158
三、PDPC 法的使用步骤	158
四、PDPC 法的分类	159
五、PDPC 法的应用	160
第十一章 KJ 分析法	【163】
一、KJ 分析法的定义	164
二、KJ 分析法的主要用途	164
三、A 型图解的适用场所	165
四、KJ 分析法的特征	166
五、KJ 分析法收集数据的方法	166
六、KJ 分析法应用流程	166
第十二章 矩阵图	【169】
一、矩阵图的定义	170
二、矩阵图的主要用途	170
三、矩阵图的类型	170
四、矩阵图的绘制	173
五、矩阵图的应用领域	173
六、应用实例	174



第十三章 矩阵数据分析法	[177]
一、矩阵数据分析法定义	178
二、矩阵数据分析法主要用途	178
三、各因素对事件的影响程度分析	178
四、矩阵数据分析法应用实例	179
五、QFD 矩阵数据分析法	180
第十四章 矢线分析法	[183]
一、矢线分析法的定义	184
二、矢线分析法的特点	184
三、矢线分析法的作用	184
四、矢线图	185
五、矢线分析法应用实例	186
第十五章 过程能力分析	[193]
一、什么是过程能力	194
二、过程能力指数 C_p 、 C_{pk}	194
三、过程能力指数 C_{pm} 、 C_{pmk}	203
四、过程绩效指数 P_p 、 P_{pk}	205
五、短期过程能力与长期过程能力	209
六、计量值过程能力与计数值过程能力	214
第十六章 FMEA 分析	[219]
一、什么是 FMEA	220
二、怎样进行 FMEA	224
三、FMEA 的应用	233
第十七章 新六西格玛方法	[235]
一、新六西格玛领导力原则	236
二、六西格玛方法与领导人才培训	239

- 三、数字化六西格玛 242
- 四、精益六西格玛 243
- 五、定制六西格玛 245
- 六、六西格玛未来及其发展 246

参考文献 [249]



请勿用于商业用途或准商业用途，
请于下载后24小时内删除！如无法遵守此规定，则谢绝下载！！
吴国林 MSN: colin_21st@hotmail.com

第

一

篇

QC

传统
QC
手法

第一章

因果图

- ◆ 什么是因果图
- ◆ 因果图之分类
- ◆ 如何绘制因果图
- ◆ 绘制时注意事项
- ◆ 因果图的应用
- ◆ 应用实例
- ◆ 应用事例

●什么是因果图

所谓因果图就是当一个问题特性（结果）受到一些要因（原因）的影响时，我们将这些要因进行整理，成为有相互关系且有系统的图形。简言之就是将造成某项结果（特性）的诸多原因（要因），以系统的方式（图表）来表达结果与原因之间的关系。“某项结果的形成，必定有其原因；设法使用图解法找出这些原因来。”这个概念是由日本品管大师石川馨博士首先提出的。因果图又因是石川馨博士于 1952 年所发明，又称“石川图”。因果图因其形状与鱼骨相似，故又常被称呼为“鱼骨图”。如图 1-1 所示：

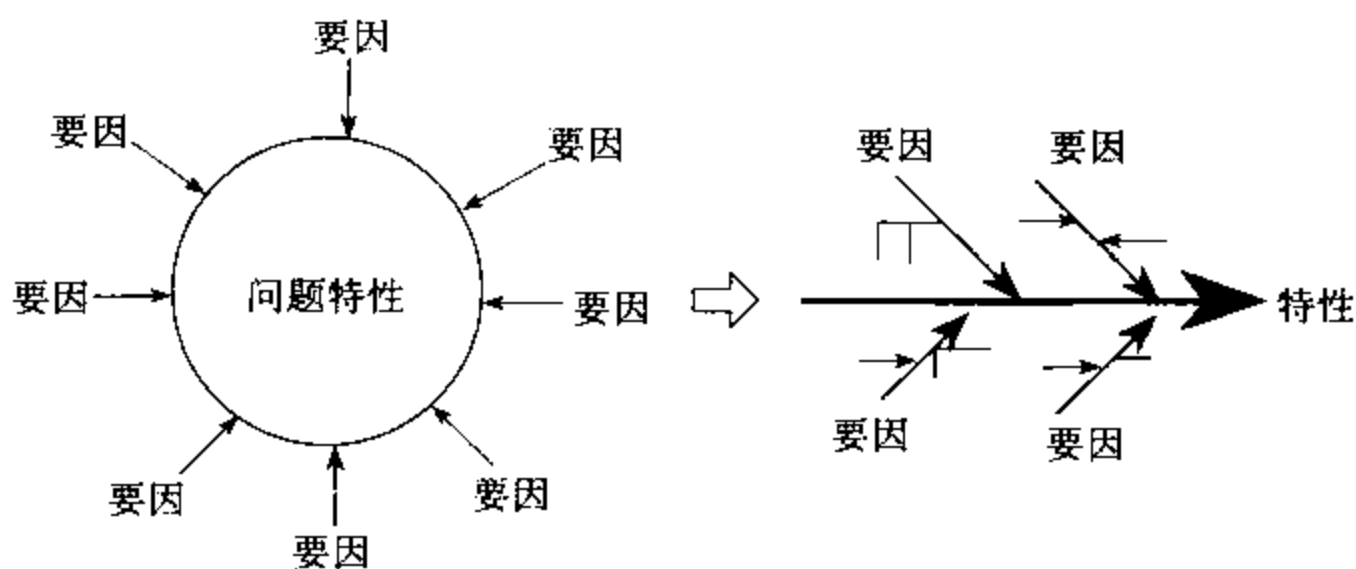


图 1-1

●因果图之分类

1. 原因追求型

列出可能会影响过程（或流程）的相关因子，以便进一步由其中找出主要原因，以此图形表示结果与原因之间的关系。如图 1-2 所示：

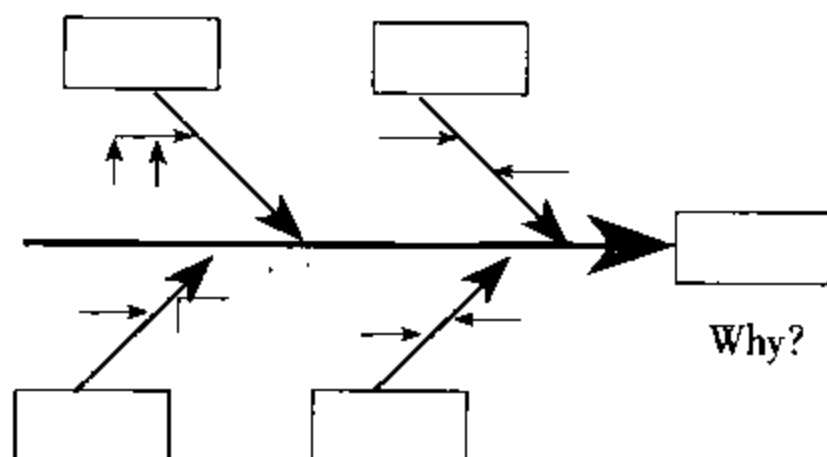


图 1-2

2. 对策追求型

此类型是将鱼骨图反转成鱼头向左的图形，目的在于追寻问题点应该如何防止，目标结果应如何达成的对策，故以因果图表示期望效果（特性）与对策（要因）间的关系。如图 1-3 所示：



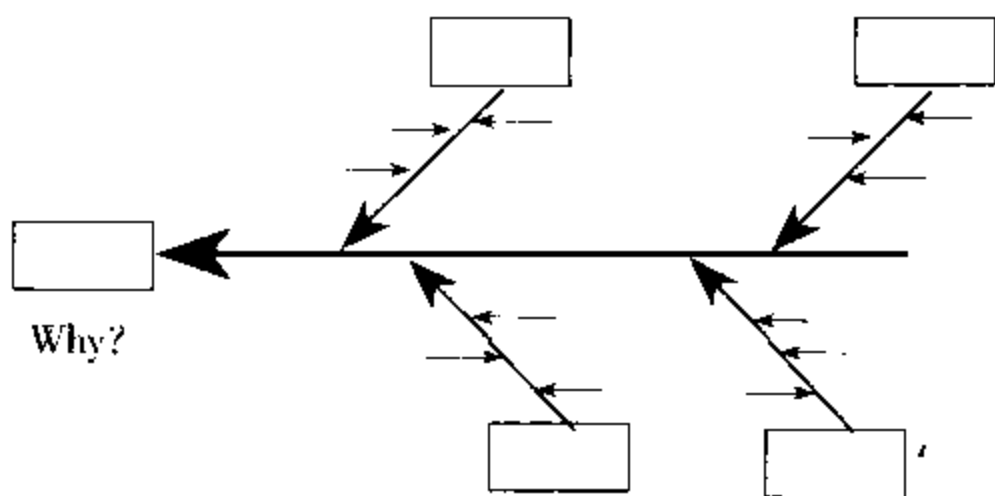


图 1-3

如何绘制因果图

1. 确定特性

在绘制因果图之前，首先须决定问题或品质的特性是什么。一般来说，特性可以用零件规格、账款回收率、制品不良率、客户抱怨、设备停机率、报废率等与品质有关或是和成本有关的人事费、行政费、材料费等进行分析。

2. 绘制骨架

首先在纸张或其他用具（如白板）右方划一“□”填问题的特性，然后自左而右画出一条较粗的主干线，并在线的右端与“□”接合处，画一向右的箭头。如图 1-4 所示：

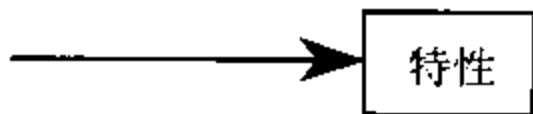
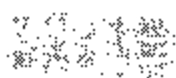


图 1-4



3. 确定原因类别

确定问题特性之后，就开始找出可能的原因类别，然后将各原因以简单的字句，分别记在大骨上的“□”加上箭头分枝，以斜度约 60° 画向干线，画时应留意要比主干线稍微细一些。各大要因记载可从 5M + 1E 等几大类因素加以考虑。5M + 1E 分别是：人员（Man）、机器（Machine）、材料（Material）、方法（Method）、测量（Measurement）及环境（Environment）。如图 1-5 所示：

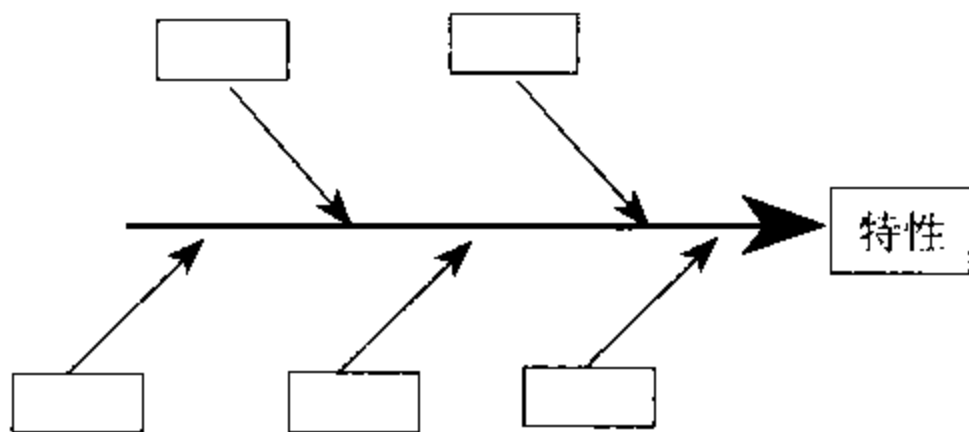


图 1-5

4. 依据大要因，再分出中要因

细分出中要因之中骨线（同样为 60° 插线）应较大骨线细，中要因的选定约 3 ~ 5 个为宜，绘制时应将有因果关系的原因归于同一骨线内。如图 1-6 所示：



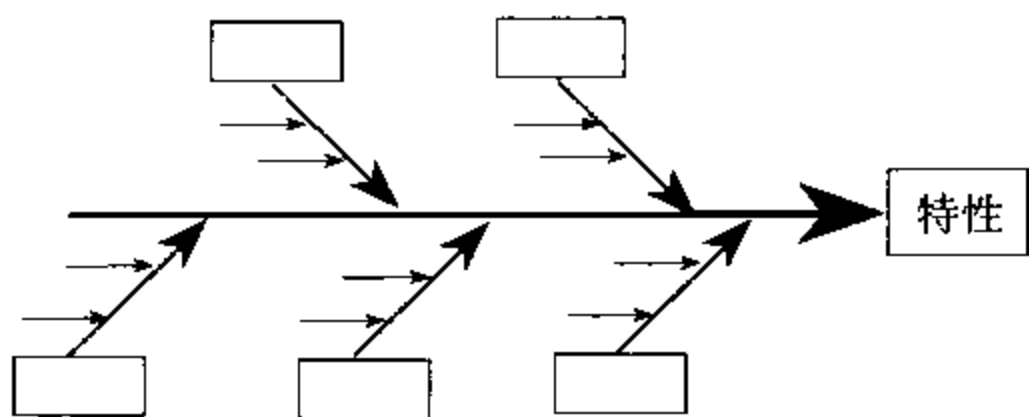


图 1-6

5. 要更详细列出小要因

运用中要因的方式，可将更详细的小要因讨论出来。如图 1-7 所示：

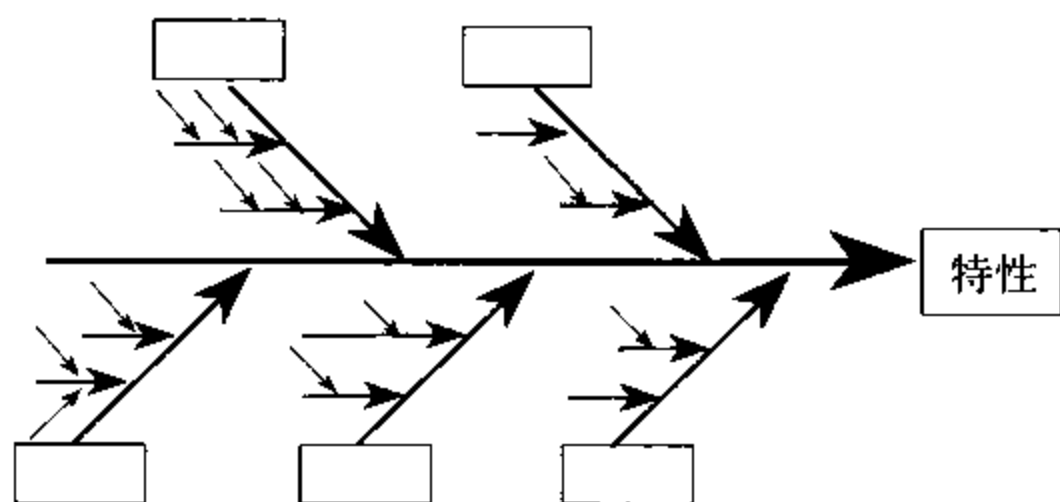


图 1-7

6. 圈出最重要的原因

造成一个结果的原因有很多，可以通过搜集数据或自由讨论的方式，比较其对特性的影响程度，以“○”或“□”圈选出来，作为进一步分析或确定对策之用。如图 1-8 所示：



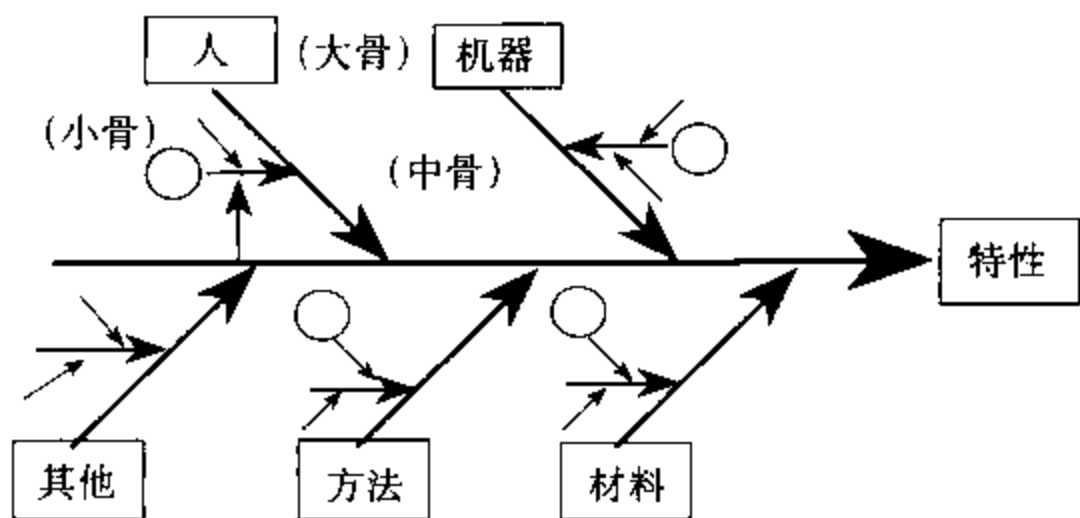


图 1-8

7. 记载所依据的相关条件

当因果图绘制完成后，别忘了填上下列要项。

- (1) 制作目的。
- (2) 制作日期。
- (3) 制作者。
- (4) 参与人员。

④绘制时注意事项

- 1. 特性用“为什么”、“什么”来注明，较易激发联想。
 - 2. 特性的决定不能使用看起来含混不清或抽象的主题。
 - 3. 收集多数人的意见，多多益善，运用脑力激荡原则。
- 运用时应注意下列原则：
- (1) 意见越多越好。
 - (2) 禁止批评他人的构想及意见。
 - (3) 欢迎自由奔放的构想。
 - (4) 可顺着他人的创意及意见，发展自己的创意。
4. 层别区分（要因别、机器别、工序别、机种别……）。



5. 无因果关系者，不予归类。
6. 多加利用过去收集的资料。
7. 重点应放在解决问题上，并依结果提出对策，其方法可依 5W2H 原则执行。
 - (1) Why (有什么必要)?
 - (2) What (目的是什么)?
 - (3) Where (在什么地方做)?
 - (4) When (什么时候去做)?
 - (5) Who (由谁来做)?
 - (6) How (方法如何)?
 - (7) How much (花费多少)?
8. 以事实为依据。
9. 依据特性别分别制作不同的因果图。

⑤ 因果图的应用

因果图不但可以发现原因，还可以用来整理问题，找出最重要的问题点，并依循原因找出解决问题的方法。因果图的应用很广，在管理工程、事务处理上都可使用，其用途可依目的分类：

1. 改善分析用。
2. 制定标准用。
3. 管理用。
4. 质量管理及教育用。
5. 配合其他手法活用，效果会更佳，如：检查表、柏拉图等。



六应用实例

例 1：不正确的绘制方式。

(1) 原因应标于箭头尾端，不应标于箭头上或下方。如图 1-9 所示：

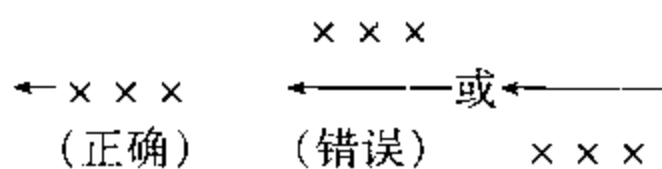


图 1-9

(2) 未将重大要因圈出。如图 1-10 所示：

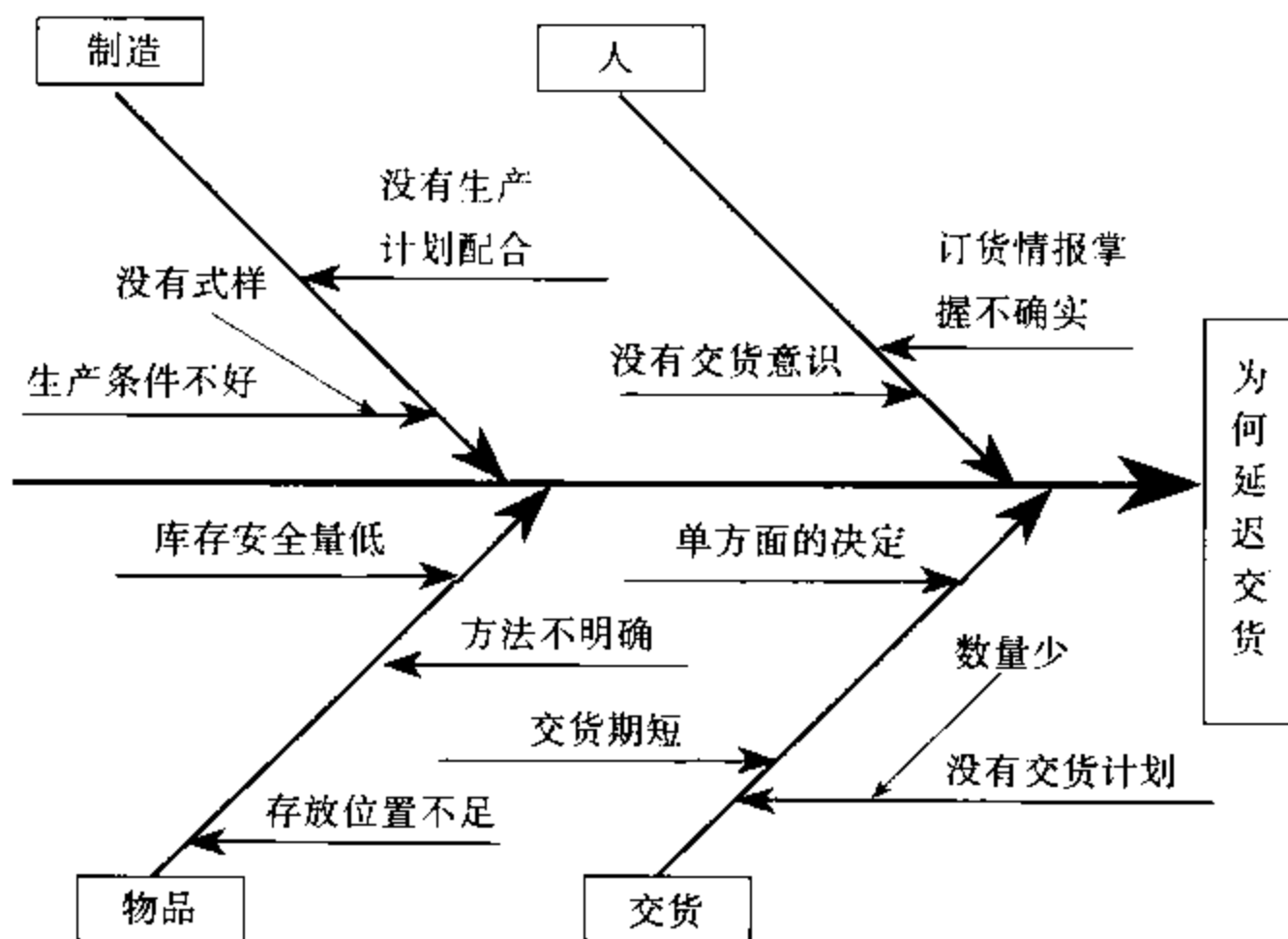


图 1-10



(3) 正确的绘制方式。如图 1 - 11 所示：

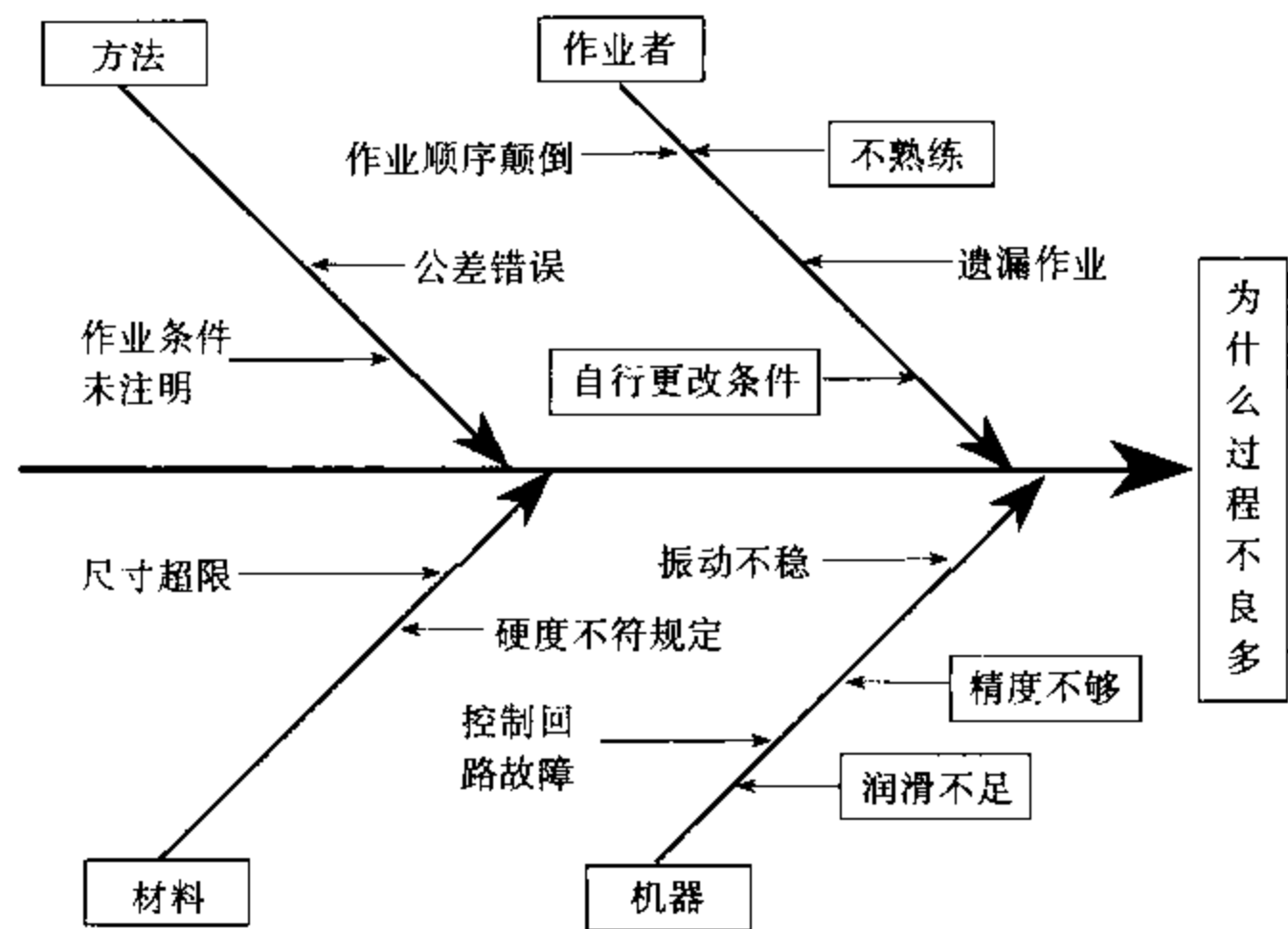


图 1 - 11

制作目的：为什么过程不良多

日期：2005.9.11

制作者：A、B

例 2：PCBA 焊接不良率偏高，如图 1 - 12 所示：



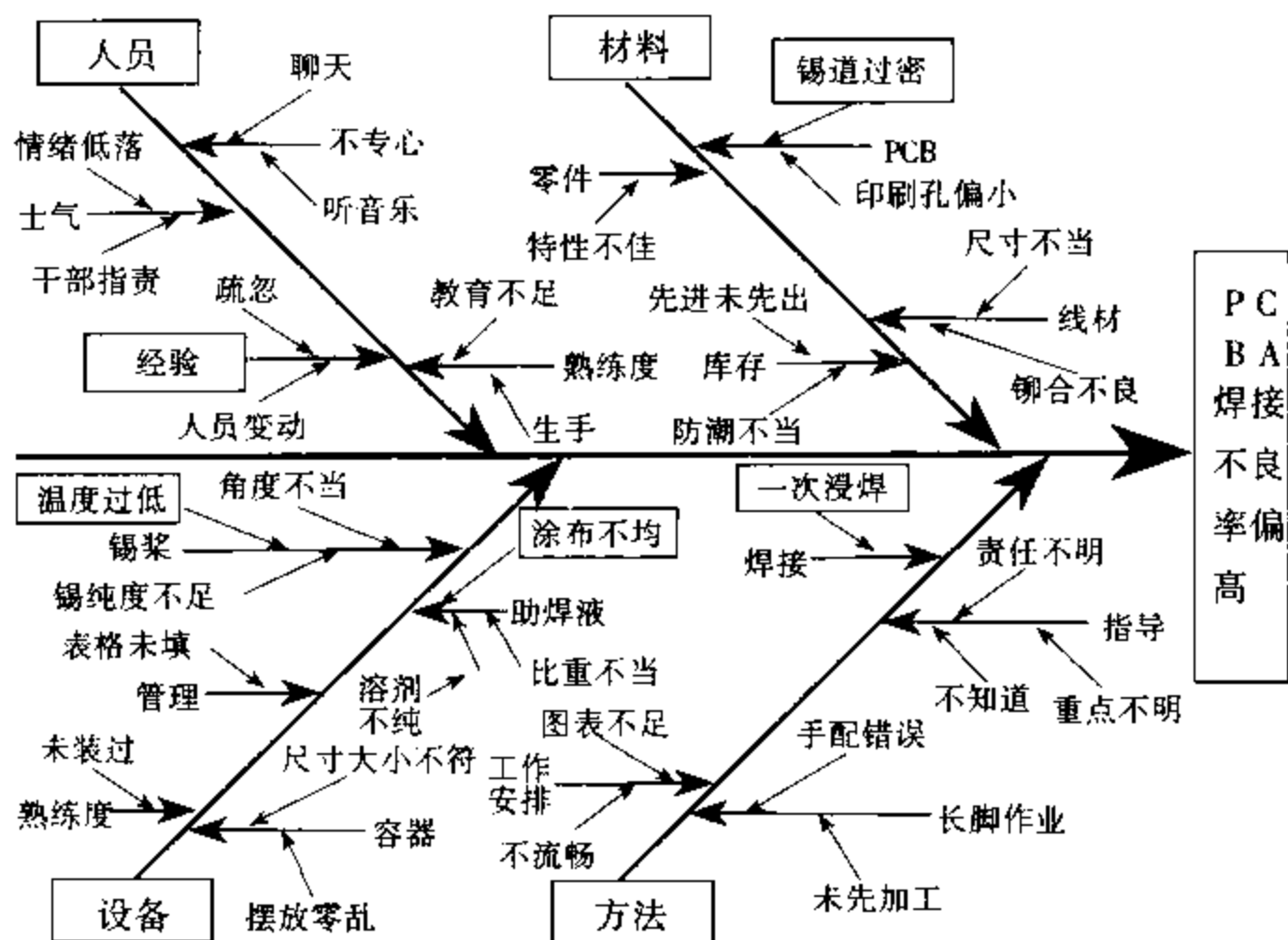


图 1-12

目的：PCBA 焊接不良率偏高

过程：生产部

日期：2005.3.15

制作者：A、B、C、D、E

例 3：原因追求型与对策追求型应用实例。

(1) 原因追求型（鱼骨上之 1, 2, 3…表示要因重要性），
如图 1-13 所示：



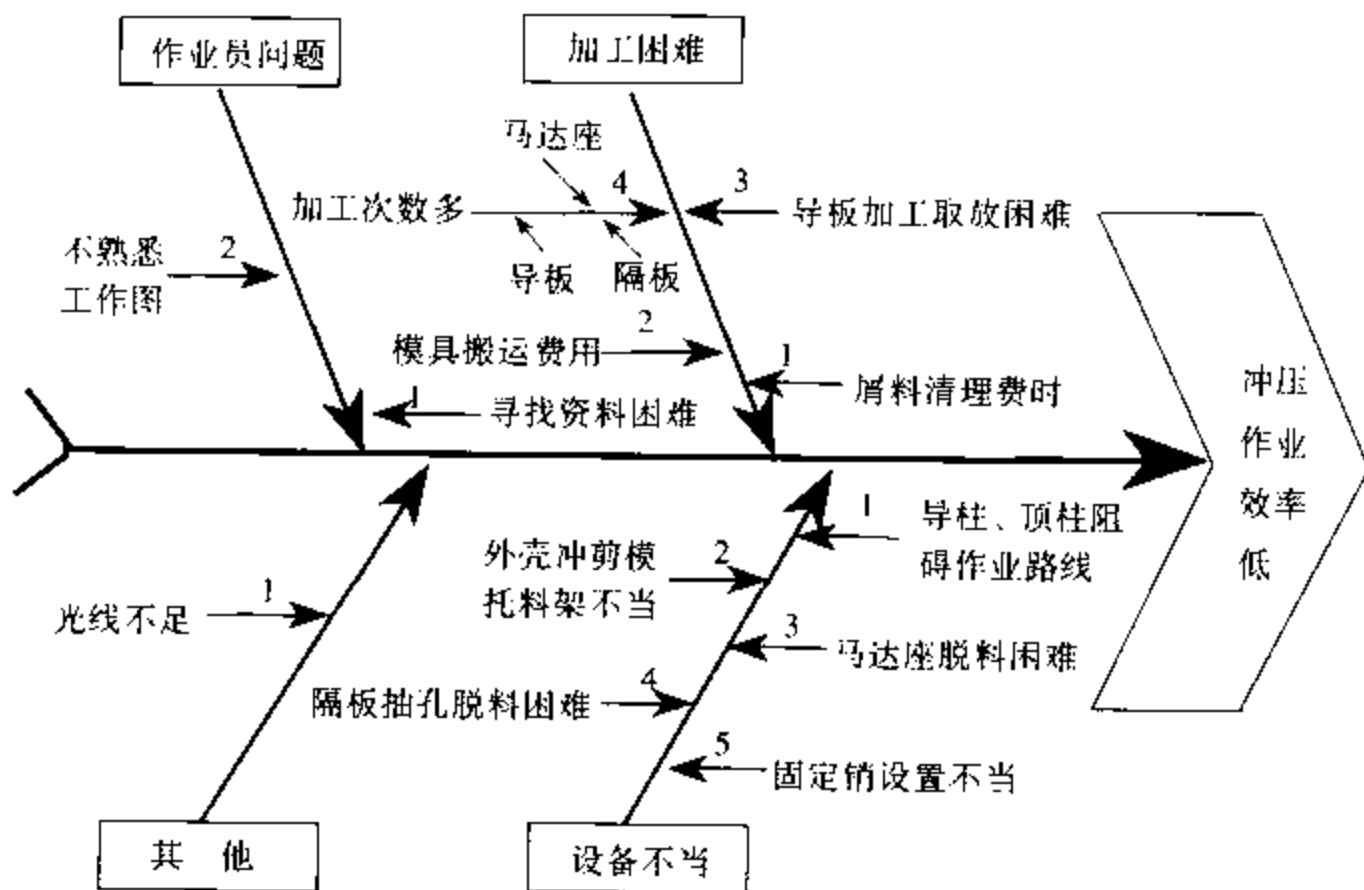


图 1-13

(2) 对策追求型，如图 1-14 所示：

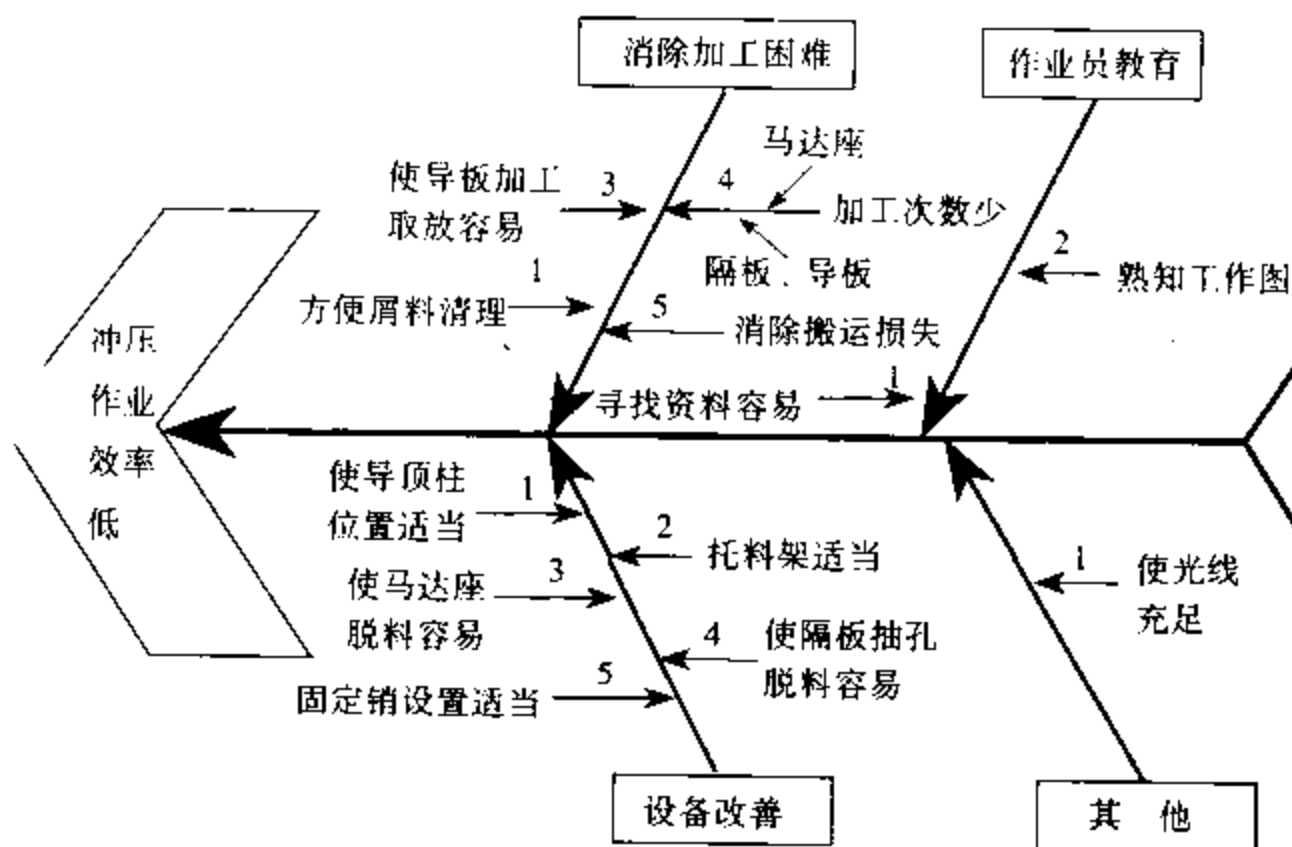


图 1-14

七应用事例

1. 某电脑键盘制造厂连续 3 个月的成品，最终检验均为按键不良，故由生产课经理召集字键插入班人员，利用因果图分析发生原因。分析如下：

- (1) 确定特性：依题意将讨论确定为“为什么按键不良”。
- (2) 绘制骨架：画一条干线指向右方，并在右方“□”中填入要讨论之特性，如图 1-15 所示：



图 1-15

- (3) 选出大要因：选出人员、材料、方法及其他等几大要因绘制大骨线。如图 1-16 所示：

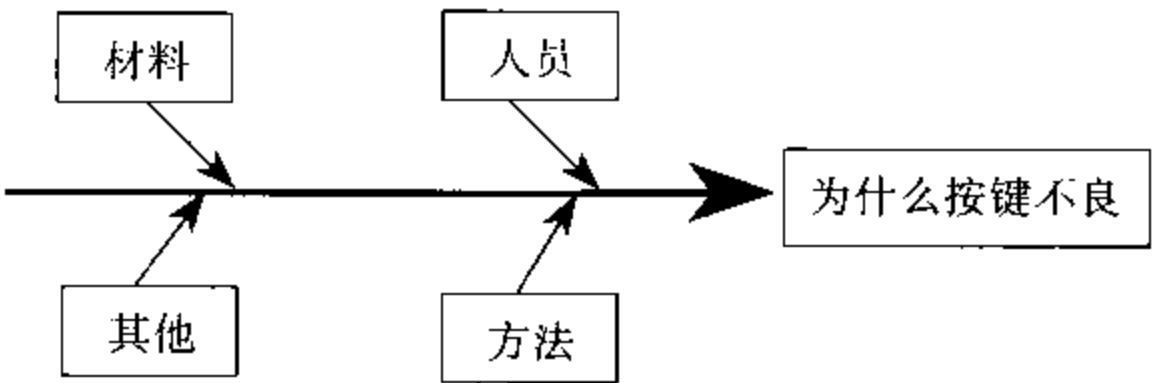


图 1-16

- (4) 与会人员应用头脑风暴法，热烈讨论，依据大要因发掘出中、小要因，列于中骨、小骨线，再由其中挑选出重要的影响要因，以“□”记号圈出，作进一步分析。如图 1-17 所示：



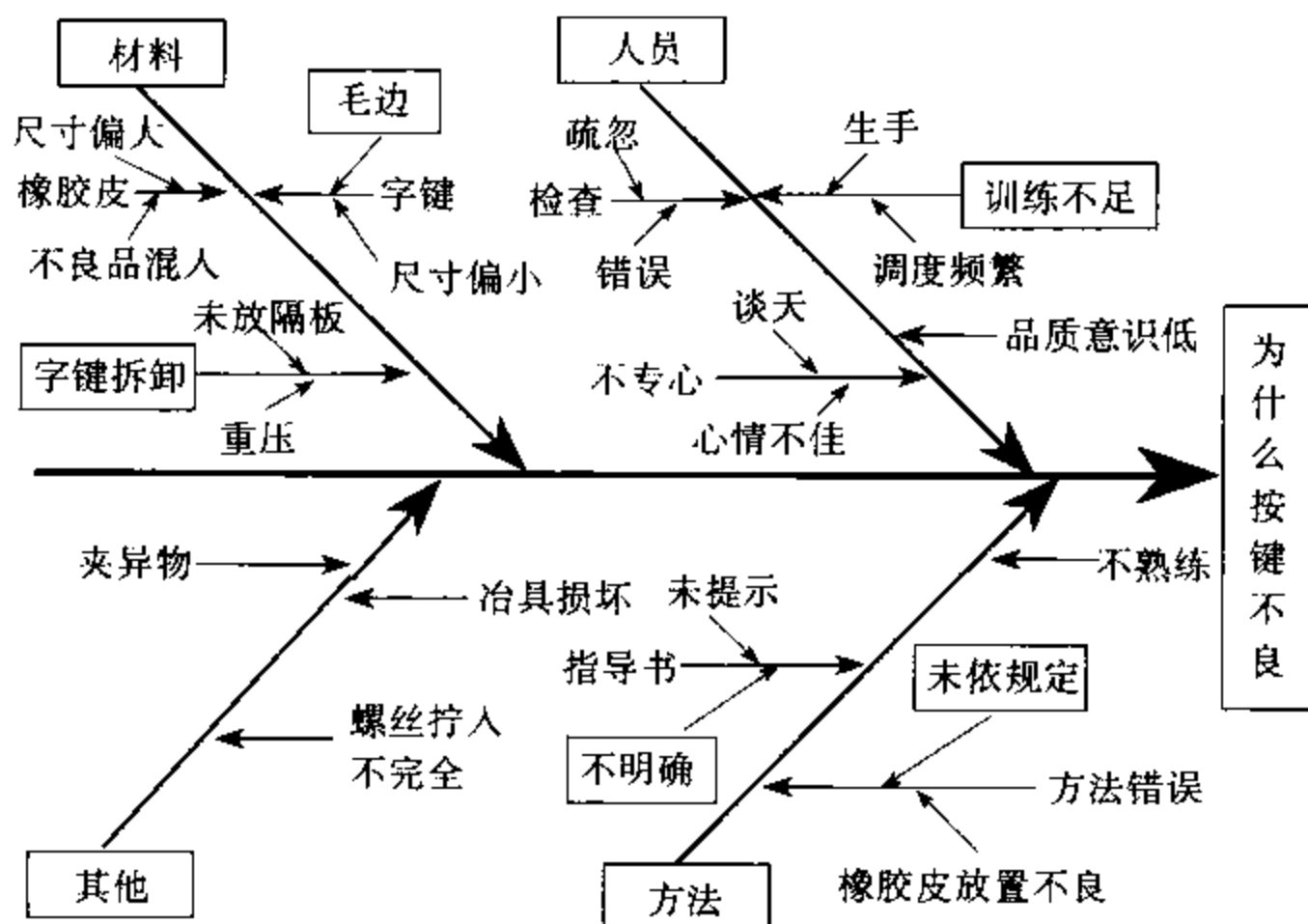


图 1-17

目的：为什么按键不良

工序：字键插入

日期：2005.8.10

作成者：×××

(5) 依据圈选出的 5 项问题，再深入检讨根本原因以提出相应对策长期改善，并指定专责人员不定期追踪改善成果。若可行可再由 5 项问题中讨论出影响度最高的 1~2 项，进行对策分析，并采取行动，提出对策据以执行。

(6) 请记住在图完成后，将目的、过程、日期及作成者等项填入图表右下方。



第二章 柏拉图

- ◆ 柏拉图的定义
- ◆ 柏拉图的制作说明
- ◆ 柏拉图的应用
- ◆ 应用柏拉图应注意事项
- ◆ 哪些数据可以整理成为柏拉图
- ◆ 应用实例

柏拉图是由意大利经济学家 V.Pareto (1848—1923) 在 1897 年分析社会经济结构时,发现国民所得的大部分财富均集中于少数人身上,于是将所得大小与拥有所得的关系加以整理,发现有一定的方程式可以表示,称为“柏拉法则”。

1970 年美国经济学者 M.O.Lorenz 使用累积分配曲线来描绘“柏拉法则”,也就是经济学所说的劳伦兹 (Lorenz) 曲线。

美国品管专家 J.M.Juran (朱兰博士) 将劳伦兹曲线应用于品管上,同时创出“Vital Few, Trivial Many”(重要的少数,次要的多数)的见解,并借用 Pareto 的名字,将此现象定为“柏拉图原理”。

“柏拉图”方法,由品管圈 (QCC) 创始人石川馨博士介绍到品管圈活动中使用,而成为品管七大手法之一。

● 柏拉图的定义

由于生产现场所收集到的数据,必须有效的加以分析、运用,才能成为有价值的的数据,所以将数据加以分类、整理并作成图表,充分地掌握问题点及重要原因,则成为现在不可或缺的管理工具。而最为现场人员广泛使用的数据管理的图表为柏拉图。

(1) 柏拉图把收集的数据,按不良原因、不良状况、不良项目、不良发生的位置等不同区分标准而加以整理、分类,以此寻求占最大比率的原因、状况或位置,按其大小顺序排列,再把数值加以累计。

(2) 从柏拉图可看出哪一项目有问题,其影响度如何,以判断问题的症结所在,并针对问题点采取改善措施,故又称为 ABC 图。(所谓 ABC 分析的重点是强调对于一切事务,依其价

值的大小而付出不同的努力，以获得效果，也即柏拉图分析前面 2~3 项重要项目的控制)。

(3) 又因柏拉图排列仅依数据大小顺序确定，故又可称为排列图。

● 柏拉图的制作说明

1. 柏拉图的制作方法

步骤 1：决定数据的分类项目。

分类的方式有：

(1) 结果的分类包括不良项目别、场所别、时间别、工序别。

(2) 原因的分类包括材料别（厂商、成分等）、方式别（作业条件、程序、方法、环境等）、人（年龄、熟练度、经验等）、设备别（机械、工具等）等。

分类的项目必须合乎问题的症结，一般的分类先从结果分类上着手，以便洞悉问题的所在，然后再进行原因分类，分析问题产生的原因，以便采取有效的对策。将此分析的结果，依其结果与原因分别绘制柏拉图。

步骤 2：决定收集数据的期间，并按分类项目，在期间内收集数据。

考虑发生问题的状况，从中选择恰当的期限（如一天、一周、一月、一季或一年为期间）来收集数据。

例：某产品生产不良状况记录表（表 2-1）

期间：2002 年 9 月 5~9 日

检验者：马利



表 2-1 生产线 QC

时间 项目	9月5日	6日	7日	8日	9日	合计
缺陷1						57
缺陷2						34
缺陷3						14
缺陷4						28
缺陷5						13
缺陷6						3
缺陷7						17
其他			13			4

步骤 3：依分类项目别，做数据整理，并作成统计表（表 2-2）。

(1) 各项目按出现数据的大小顺序排列，其他项排在最后一项，并求其累积数。（其他项数据不可大于前三项，若大于时应再细分）。

(2) 求各项目数据所占比率及累计数的影响度。

(3) 其他项排在最后，若太大时，须检讨是否有其他重要要因提出。

表 2-2

	不良项目	不良数	不良率(%)	累计数	影响度(%)	累计影响度(%)
1	缺陷1	57	3.93	57	33.5	33.5
2	缺陷2	34	2.34	91	20.0	53.5
3	缺陷4	28	1.93	119	16.5	70.0
4	缺陷7	17	1.17	136	10.0	80.0
5	缺陷3	14	0.97	150	8.2	88.2
6	缺陷5	13	0.90	163	7.6	95.8
7	其他	7	0.48	170	4.2	100.0
	总检查数		1 450			



不良率(%) = 各项不良数 ÷ 总检查数 × 100

影响度(%) = 各项不良数 ÷ 总不良数 × 100

步骤 4：按数据大小排列画出柱状图。

(1) 在图中画出纵轴及横轴。纵轴左侧填不良数、不良率或损失金额，纵轴右侧刻度可表示累计影响度（比率）；在最上方标 100%，左侧则依收集数据大小做适当刻度。横轴填分类项目名称，由左至右按照所占比率大小记入，其他项则记在最右边。

(2) 横轴与纵轴比例应适度。如图 2-1 所示：

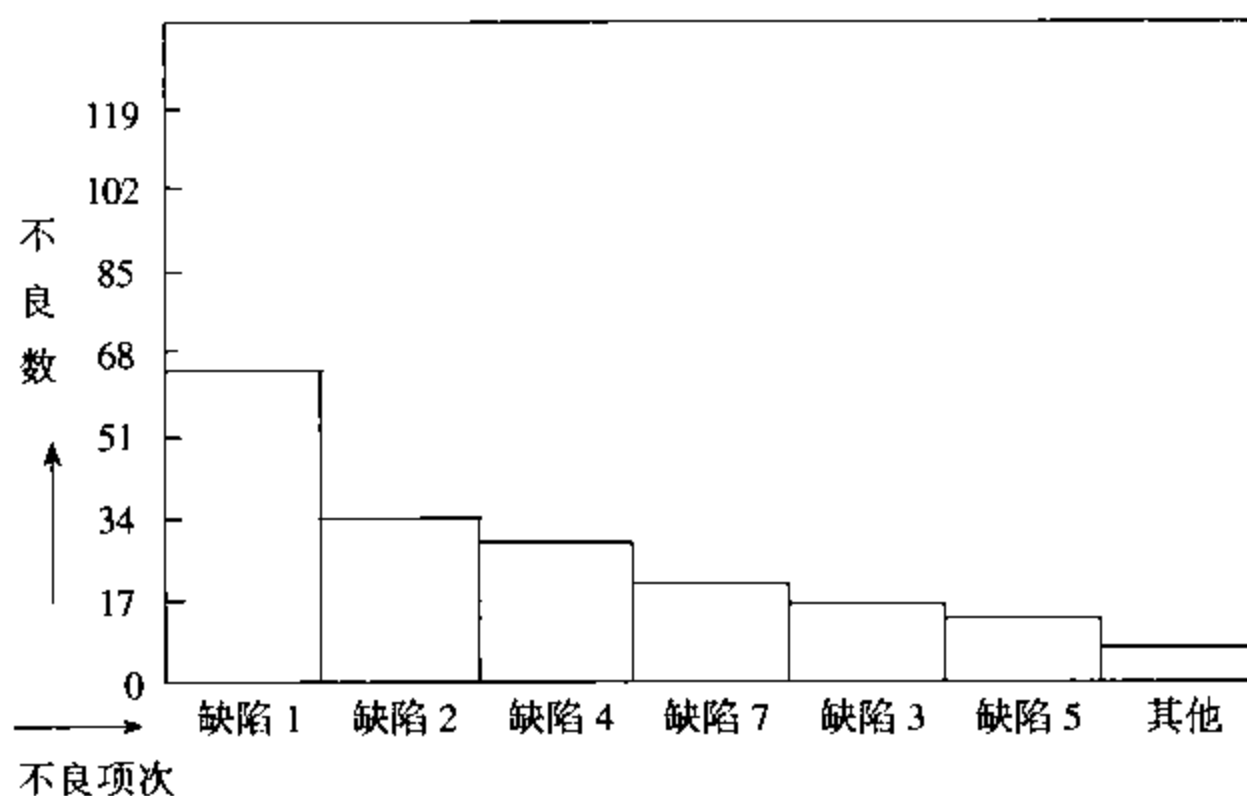


图 2-1

步骤 5：绘制图线。

(1) 点上累计不良数（或累计不良率）。

(2) 用折线连结。如图 2-2 所示：



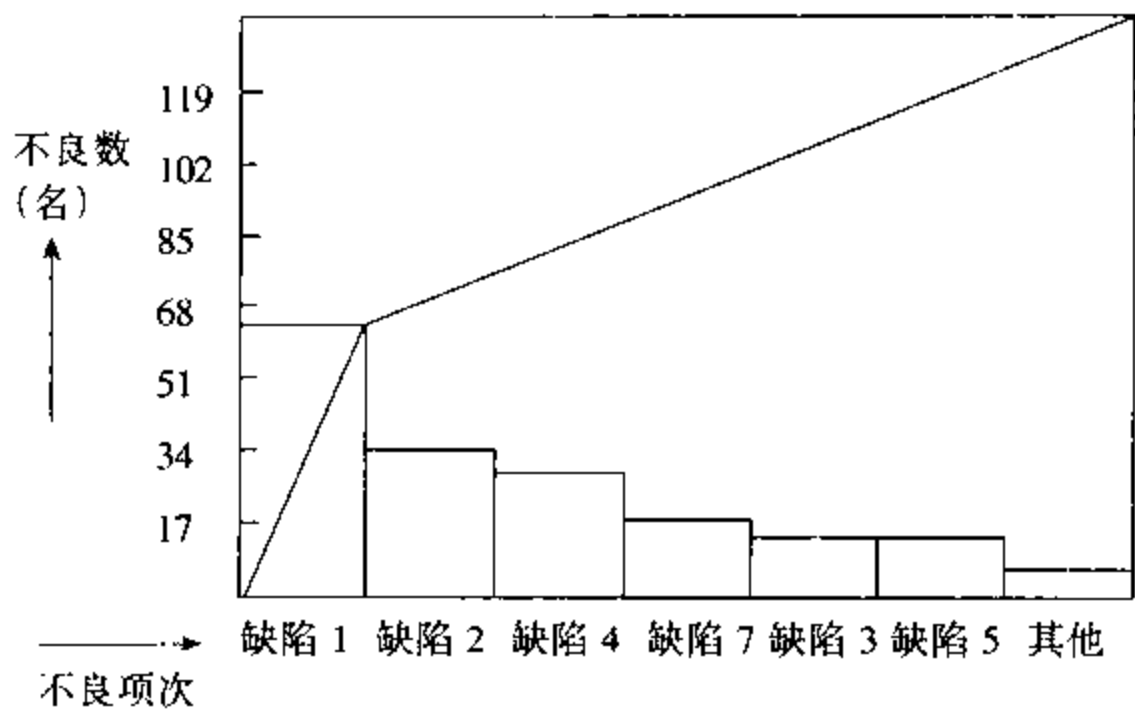


图 2-2

步骤 6: 绘累计比率。

(1) 纵轴右边绘折线终点为 100%。

(2) 将 0 ~ 100% 间分成 10 等分, 把 % 的分度记上 (即累计影响度)。

(3) 标出前三项 (或四项) 的累计影响度是否大于 80%。或接近 80%。如图 2-3 所示:

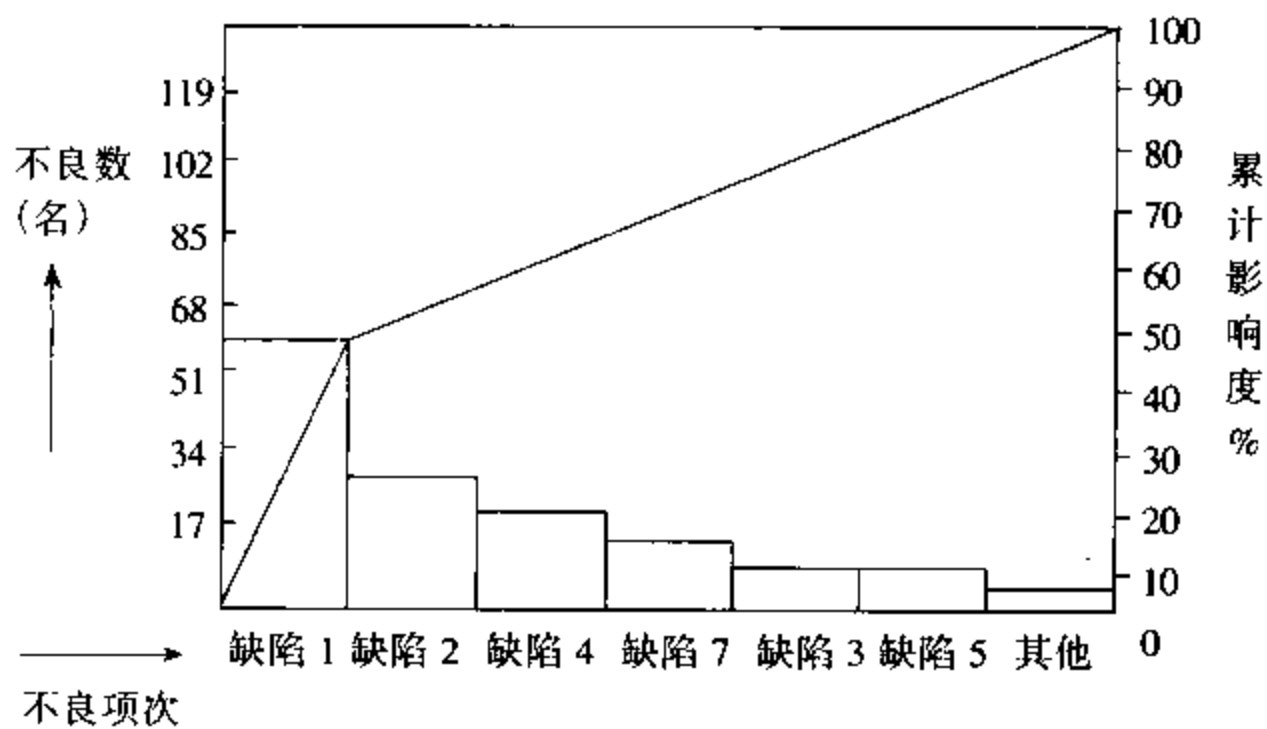


图 2-3



步骤 7：记录必要的事项。

- (1) 标题（目的）。
- (2) 数据搜集期间。
- (3) 数据合计（总检查、不良数、不良率等）。
- (4) 工序别。
- (5) 作成者（包括记录者、绘图者等）。

例：生产不良柏拉图，如图 2-4 所示：

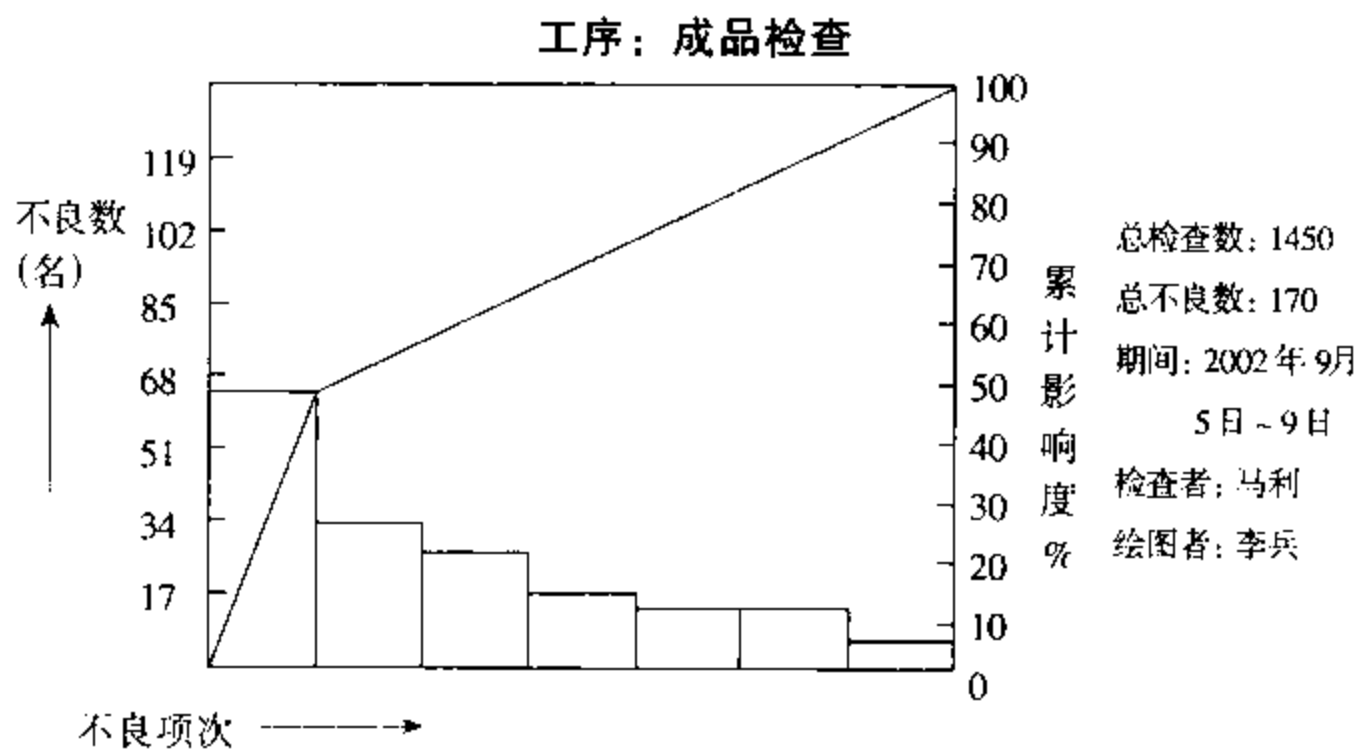


图 2-4

2. 绘制柏拉图应注意事项

- (1) 柏拉图的横轴是按项目别，依大小顺序由高到低排列，“其他”项排在最后一位。
- (2) 柏拉图的柱形图宽度要一致，纵轴与横轴比例为 3:2。
- (3) 纵轴最高点为总不良数，且所表示之间距应一致。
- (4) 次数少的项目太多时，可考虑将后几项归纳成“其他”项；其他项不应大于前几项，若大于时应再分析。有时，



改变层别或分类的方法，也可使分类的项目减少。通常，项目别包括其他项在内，以不要超过 4~6 项为原则。

(5) 纵轴与横轴可表示下列内容：

A. 纵轴：

- a. 品质——不良数、退货数、不良率。
- b. 时间——维修时间、作业时间、运转时间。
- c. 金额——销售金额、损失金额、材料费用。
- d. 安全——灾害件数、故障件数。
- e. 其他——缺席率、提案件数。

B. 横轴：

- a. 现象——不良项目别、位置别、区域别等。
- b. 时间——月、周、季、年别等。
- c. 设备——机器别、治具别等。
- d. 作业者——人员、年龄别、性别、国别等。
- e. 其他——厂商、作业方法……等。

(6) 每一不良项目所引起的损失金额不同时，纵轴应以损失金额来表示。

(7) 改善前后的比较时：

- a. 改善后，横轴项目别依照出现大小顺序由高而低排列。
- b. 前后比较基准应一致，且刻度应相同。
- c. 各项目别以颜色来区分，则更易于比较。

(8) 柏拉图中，连接各项目与纵轴对应点的线，各为“柏拉曲线”外，但因各项次的数据分配并非连续分布，所以，其连接线为折线而非曲线。

(9) 前三个项目往往累计影响度可达 70%~80%，如能针对前三项做改善，便可得到 70% 以上的成效。

(10) 柏拉图适用于计数值作统计分析，而计量值则使用



直方图。

例：某电子材料检验后，对不良数（表 2-3）及损失金额（表 2-4）分别计算如下：

A. 以不良数为纵轴的柏拉图，如图 2-5 所示：

表 2-3

项目	不良数	累计不良数	不良率（%）	累计不良率（%）
材质不良	39	39	37.9	37.9
尺寸不良	33	72	32.0	69.9
电测不良	21	93	20.4	90.3
破损	3	96	2.9	93.2
其他	7	103	6.8	100.0

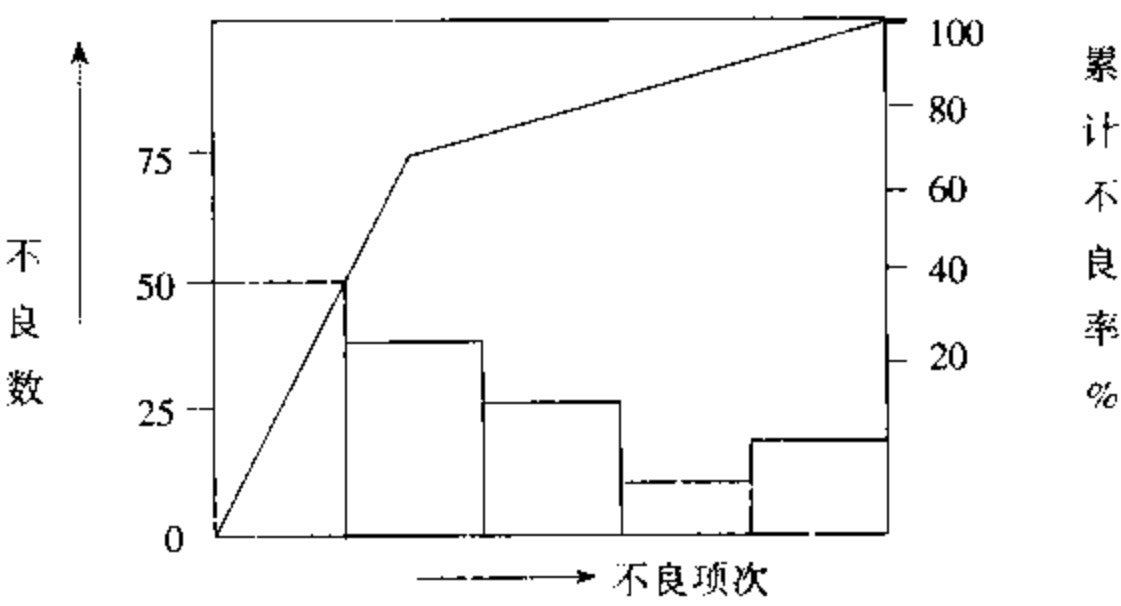


图 2-5

B. 以不良损失金额为纵轴的柏拉图，如图 2-6 所示：



表 2-4

项目	不良数 × 损失金额	累计损失	比率 (%)	累计比率 (%)
材质不良	$39 \times 80 = 3\,120$	3 120	57.7	57.7
尺寸不良	$21 \times 50 = 1\,050$	4 170	19.4	77.1
电测不良	$33 \times 20 = 660$	4 830	12.2	89.3
破损	$3 \times 100 = 300$	5 130	5.5	94.8
其他	$7 \times 40 = 280$	5 410	5.2	100.0

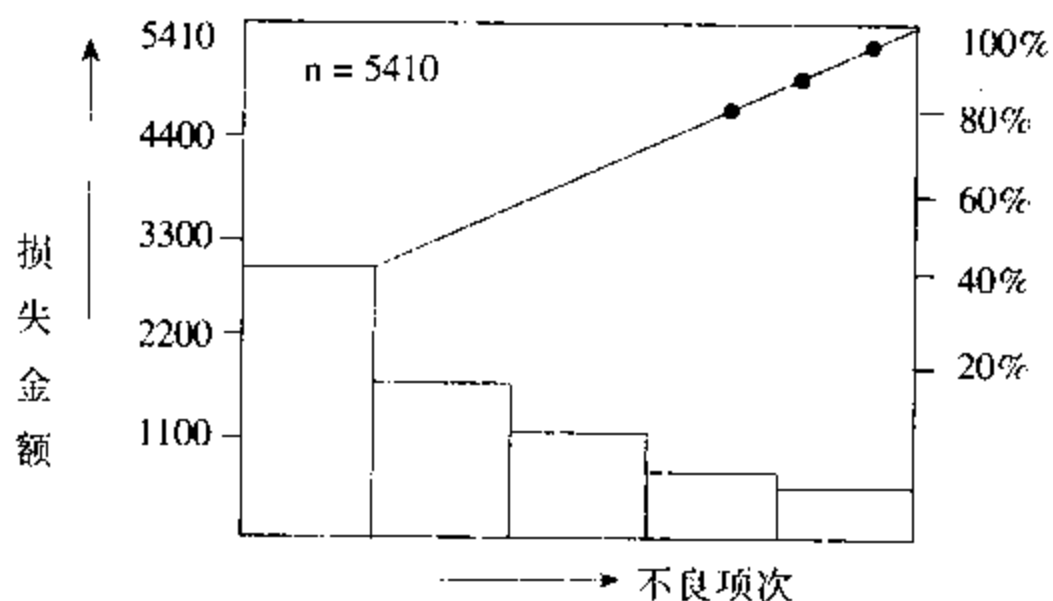


图 2-6

●柏拉图的应用

1. 作为降低不良的依据

(1) 全体的不良是多少？

(2) 各种不良占多少？

(3) 降低哪些不良，是否可将全体不良降低 70% ~ 80% 以上？



因为真正影响产品不良的主要原因只前 2~3 项而已，只要对前 2~3 项主要原因把握住，整个不良原因就减掉大半了。

2. 决定改善目标，找出问题点

柏拉图分析并不限于“不合格”的不良，任何工厂的问题都可应用柏拉图分析，例如：

- (1) 修理件数、费用、时间。
- (2) 客户投诉件数、处理时间及费用。
- (3) 不良品数及所损失金额。
- (4) 效率损失。

3. 确认改善效果（改善前、后的比较）

采取改善对策后，为确认其成效，需重绘一次柏拉图，如采取的对策有效，柱形图的高度会降低，且横轴的不良项目及顺序会变动。

(1) 把改善前、后的柏拉图排列在一起，即可评估其改善效果。

(2) 确认改善效果时，应注意下列三点：

- a. 柏拉图搜集数据的期间及对象要一致。
- b. 对季节性的变动应进行考虑。
- c. 对于对策外的要因，也应加以注意，以免疏忽。如图 2-7 所示：

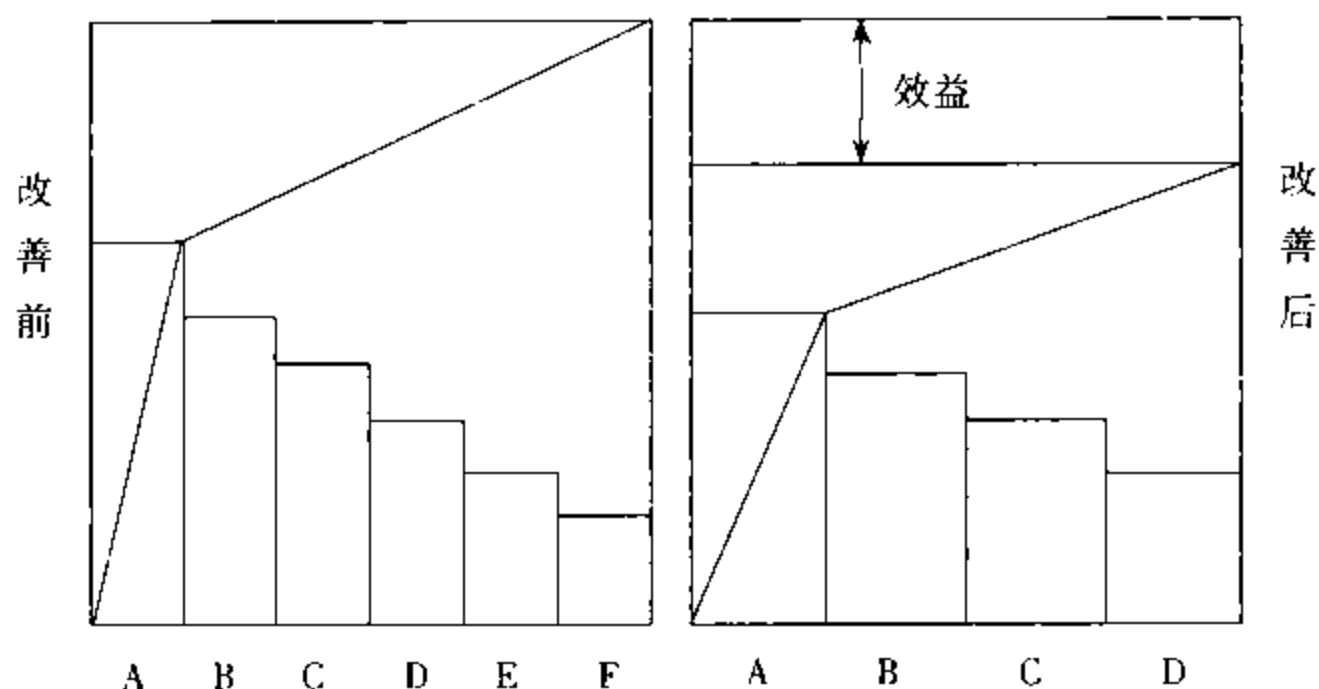


图 2-7

4. 应用于发掘现场的重要问题点

一般数据可分为两大类：

依结果的分类——将结果的数据加以分类绘柏拉图，可掌握住少数而重要的结果。如：不良项目、工序别等。

依要因的分类——将主要的结果找出后，再依特性要因图中的要因，搜集要因数据，作成柏拉图，即可找寻或掌握住重要的要因。

如此，先从结果分类，再从各类中找其原因，进而再对此要因寻求对策的话，则大部分的问题可获解决。

5. 用于整理报告或记录

若只用数据来写报告或记录，比较不容易了解问题点，若采用柏拉图来整理报告或记录时，则可使看者一目了然。

6. 可作不同条件的评价

对于同一过程前后不同时间的表现，用柏拉图来加以分



析、评价。

7. 验证或调整特性要因图

对于凭经验或直觉所绘的特性要因图，可用柏拉图来加以验证或调整。

8. 配合因果图使用

柏拉图上的项目当作品质特性加以要因分析，再用柏拉图整理重新分类，可以找出改善的方案。

④应用柏拉图应注意事项

(1) 柏拉图是按所选取的项目来分析；因此，只能针对所做项目加以比较，对于项目以外的分析无能为力。

例如：某产品不良数中 A 项占 85%，减低 A 项不良数只能降低该产品的不良率，并不代表此举最合乎经济效益原则。

(2) 作成的柏拉图若发现各项目分配比例相差不多时，则不符合柏拉图法则，应以其他角度作项目别，再重新搜集资料来分析。

(3) 据以作图（柏拉图）的数据应正确无误，方不致掩盖事实真相。

(4) 柏拉图仅是管理改善的手段而非目的；因此，对于数据项别重点已清楚明确者，则无必要再浪费时间作柏拉图分析。

(5) 作成柏拉图后，仍觉前面 1~2 项不够具体，无法据此下达对策时，可再做进一步的柏拉图，据以把握具体重点。

(6) 柏拉图分析主要目的是从分析图中获得情报，进而设法采取对策。如果所得到的情报显示第一位的不良项目并非本身



工作岗位所能解决时，可以先避开第一位，而从第二位开始。

(7) 先改善第一位的项目，采取对策将不良率降低；但过不久问题再出现时，则需考虑将要因子以重新整理分类，另作柏拉图分析。

(8) “其他”项若大于最大的前面几项，则必须加以层别；检讨其中是否含有大的原因。(以不超过前面三项为原则)

(9) 必要时，可作层别的柏拉图。对有问题的项目，再进行层别作出柏拉图，直到最小原因层别的柏拉图为止。若想将各项目加以细分化，且表示其内容时，可画多层柏拉图（或二层柏拉图）。重复层别展开柏拉图时，容易找到真正不良原因所在，但须注意其对整个不良的贡献率（影响度）却越来越小。层别区分柏拉图的棒状部分，并以点线加以识别的，称为多层柏拉图。

在柏拉图的棒状内部再设立棒状图，并画出累计折线，形成双重的柏拉图，称为二重柏拉图。

⑤ 哪些数据可以整理成为柏拉图

1. 品质方面

(1) 不良品数、损失金额，可依不良项目别、发生场所别、发生过程别、机器别、作业者别、材料别、作业方法别等结果或要因区分出“重要的少数，琐细的多数”情形。

(2) 消费者的抱怨项目、抱怨件数、修理件数等。

2. 时间方面——效率

(1) 作业的效率——工序别、单位作业别等。

(2) 故障率、修理时间——机器别、设备别等。



3. 成本方面

- (1) 原料、材料别的单价。
- (2) 规格别、商品别的单价。
- (3) 品质成本——预防成本、鉴定成本、内部失败成本、外部失败成本。

4. 营业方面

销售金额别、营业所别、商品销售别、业务员别。

5. 安全方面

灾害的件数——场所别、职称别、人体部位别。

●应用实例

1. 客户抱怨件数分析（图 2-8）

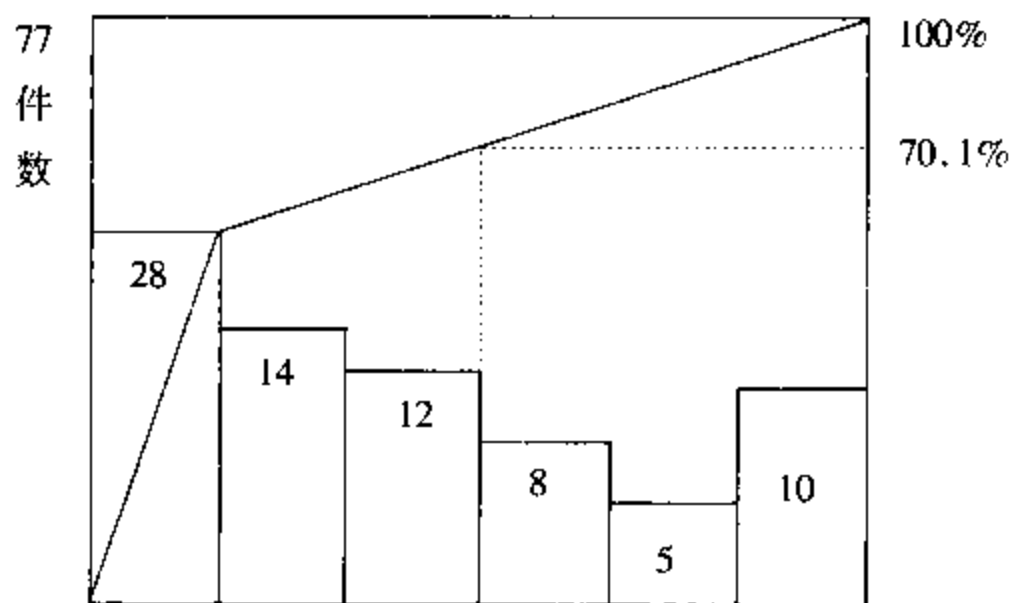


图 2-8

前三项抱怨原因占 70.1%，针对前三项问题，加以层别



找出真正原因，则可消除大部分的问题。

2. 生产线报废原因分析（图 2-9）

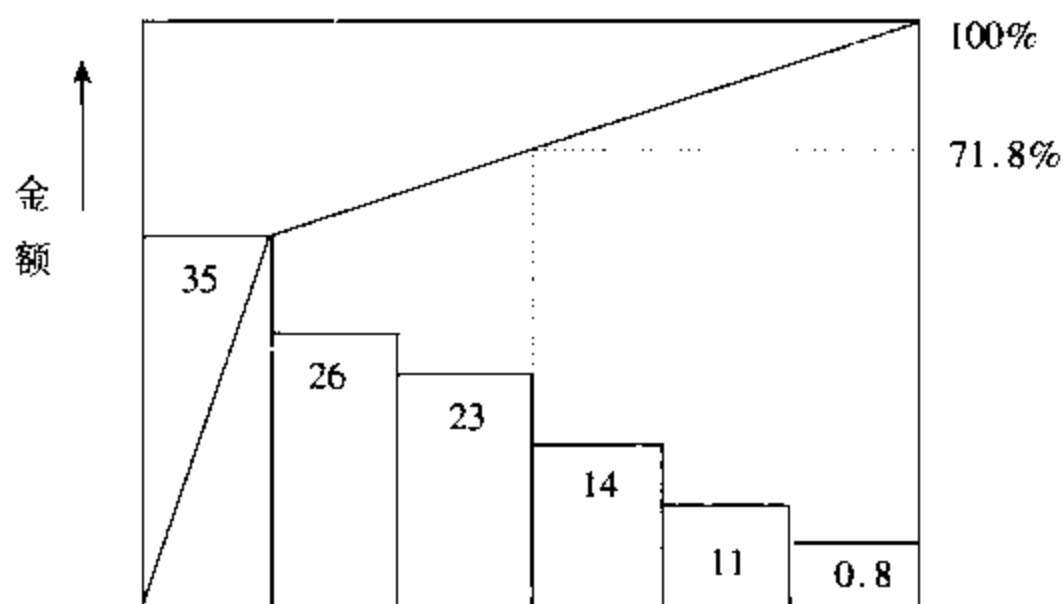


图 2-9

造成报废的原因前三项即占了 71.8%，如能针对作业方法设备故障及原料方面，重新分析层别，并采取对策即可解决大部分问题。

例 1：某公司 2003 年度之行政实务费用，经统计后如表 2-5 所示，请将之作成柏拉图，以了解何项支出占第一位，以及哪些项目占较大比重，并试着提出改善方案。

表 2-5

项目	支出金额（元）
交通费	2 457 680
文具费	283 500
电话费	873 500
交际费	936 500
招募训练费	243 000
其他	135 430
合计	4 929 610



解：(1) 作统计表（表 2-6）。

表 2-6

No	项目	支出金额(元)	累计金额(元)	影响度(%)	累计影响度(%)
1	交通费	2 457 680	2 457 680	49.86	49.86
2	交际费	936 500	3 394 180	19.00	68.86
3	电话费	873 500	4 267 680	17.72	86.58
4	文具费	283 500	4 551 180	5.75	92.33
5	招聘训练	243 000	4 794 180	4.93	97.26
6	其他	135 430	4 929 610	2.74	100.00
	合计	4 929 610	4 929 610	100.00	

(2) 绘制柏拉图，如图 2-10 所示：

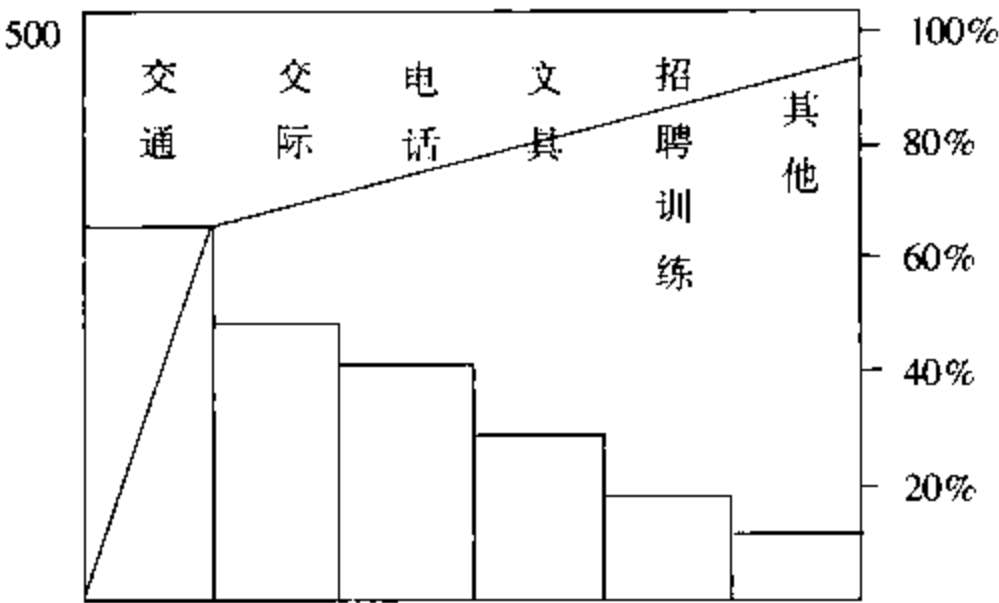


图 2-10

(3) 讨论。

由柏拉图可以看出：

- ①交通费用占第一位，占有所有费用之 49.86%，几乎是全部费用之一半。
- ②第二位为交际费，第三位为电话费用。
- ③前三项费用总计 4 267 680 元，占全部费用之 86.58%。



(4) 对策方案：

- ①重新评估交通车之承载量，重新规划交通路线或停开。
- ②重新评估交际费用之核准权限。
- ③电话长话短说方案及员工教育，必要时电话作时间限制。

例 2：某公司希望经理的工作重点放在作业指导及改善活动上，于 8 月份收集数据统计（表 2-7）后，发现情形并不好，于是着手进行改善活动；再于年底（12 月）收集数据（表 2-8），请根据这些数据作成柏拉图，并回答下列问题：

- (1) 8 月份经理花在工作指导及改善活动的时间，各占全部时间之多少？
- (2) 3 月份经理花在工作指导及改善活动的时间，各占全部时间之多少？
- (3) 12 月份经理在哪些地方花时间最多？（占 50% 以上工作时间之项目）
- (4) 12 月份经理花在工作指导与改善活动的时间占其全部时间之多少？与 8 月份相比较，进步了多少？

表 2-7 8 月份统计表

单位：小时

工作内容	时数	累计时间
催料	153	153
生产规划	85	238
工作指导	51	289
会议	43	332
不良处理	89	421
改善活动	19	440
其他	40	480
合计	480	480

表 2-8 12 月份统计表

单位：小时

工作内容	时数	累计时间
工作指导	138	138
改善活动	89	227
生产规划	81	308
催料	60	368
会议	40	408
不良处理	59	467
其他	13	480
合计	480	480



解：8 月份统计表（表 2-9）

表 2-9

工作内容	时数(h)	累计时间(h)	影响度(%)	累计影响度(%)
催料 A	153	153	31.9	31.9
不良处理 B	89	242	18.5	50.4
生产规划 C	85	327	17.7	68.1
工作指导 D	51	378	10.6	78.7
会议 E	43	421	9.0	87.7
其他 F	40	461	8.3	96.0
改善活动 G	19	480	4.0	100.0
合计		480		100.0

12 月份统计表(表 2-10)

表 2-10

工作内容	时数(h)	累计时间(h)	影响度(%)	累计影响度(%)
催料 A	138	138	28.8	28.8
不良处理 B	89	227	18.5	47.3
生产规划 C	81	308	16.9	64.2
工作指导 D	60	368	12.5	76.7
会议 E	59	427	12.3	89.0
其他 F	40	467	8.3	97.3
改善活动 G	13	480	2.7	100.0
合计		480		100.0



8 月份（改善前）与 12 月份（改善后）之柏拉图。如图 2-11 所示。

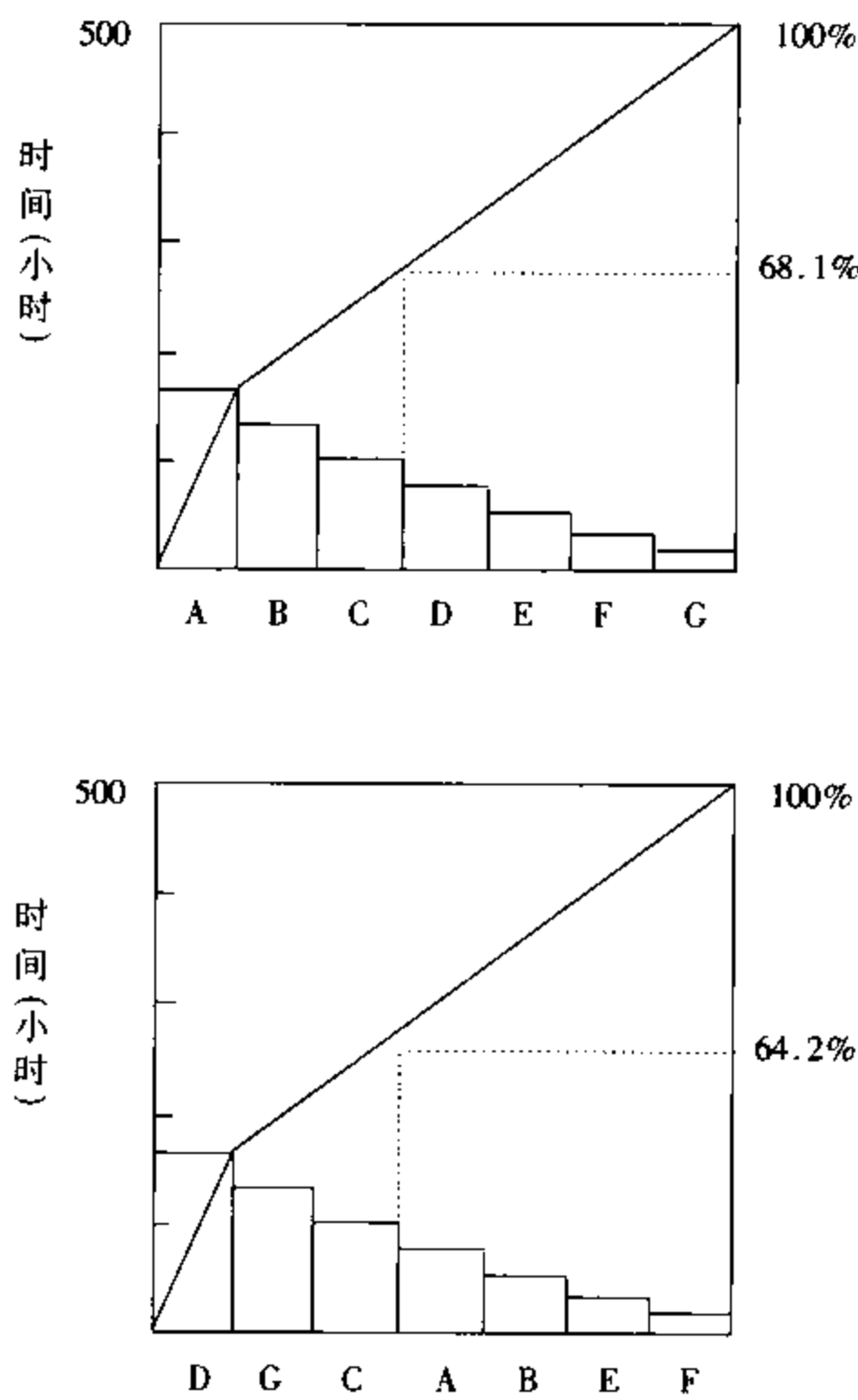


图 2-11

结论：

(1) 8 月份经理的工作时间花在催料、不良处理对策以及生产规划等三项为最多，占总时间的 68.1%。



(2) 8 月份经理花在作业指导及改善活动方面的时间并不多，仅占总时间的 14.6%。

(3) 经过重新调整工作方式后，在 12 月份经理的工作时间花在工作指导、改善活动以及生产规划等三项最多，占总时间的 64.2%。

(4) 12 月份经理花在作业指导及改善活动方面的时间，占全部时间的 47.3%，为 8 月份的 3.24 倍，显见经理已走入现场实际了解问题，并改善问题。



请勿用于商业用途或准商业用途，

请于下载后24小时内删除！如无法遵守此规定，则谢绝下载！！

吴国林 MSN: colin_21st@hotmail.com



第三章

检查表

- ◆ 检查表的定义
- ◆ 检查表的分类
- ◆ 检查表制作应注意的事项
- ◆ 检查表的制作方法
- ◆ 检查表记载的项目
- ◆ 检查表制作要点
- ◆ 检查表的应用
- ◆ 应用实例
- ◆ 应用事例

● 检查表的定义

检查表是一种为了便于收集数据而设计的表格，对于工作现场事项加以观察、记录及收集数据，如：作业前点检、设备操作点检、机器保养点检、管理用点检、生产状况查核等。检查表对于检查制造方法，了解什么地方问题最多，或每天工作重点必须做到以防遗漏，或调查产品的哪一方面不良最严重等，都有很大的帮助，并可利用此表作为日后管理及分析改善的工具。

检查表是使用简单易于了解的标准化表格或图形，人员只需填入规定的检查记录，再加以统计数据，即可提供量化分析或比对检查用。检查表也称为点检表。

● 检查表的分类

一般而言检查表可依其工作的目的或种类分为下述两项。

1. 点检用检查表

如在设计时已确定使用，则只做是非或选择的标记，其主要功用在于确认作业执行、设备仪器保养维护的实施状况或为预防事故发生，以确保使用时安全使用，此类检查表主要是确认检查作业过程中的状况，以防止作业疏忽或遗漏，例如教育训练检查表、设备保养检查表、内部审核检查表、行车前车况检查表等等均都是。

2. 记录用点检表

此类检查表是用来收集资料，应用于不良原因和不良项目

的记录，做法是将数据分类为数个项目区别，以符号、作记号或数字记录的表格或图形。由于常用于作业缺陷，品质不良等记录，故也称为改善用检查表。

㊟检查表制作应注意的事项

1. 明了制作检查表的目的。
2. 决定检查的项目。
3. 决定检查的频率。
4. 决定检查的人员及方法。
5. 相关条件的记录方式，如作业场所、日期等。
6. 决定检查表格式。(图形或表格)
7. 决定检查记录的方式。如“正、+ + +、△、√、○”等。

㊟检查表的制作方法

1. 点检用检查表的制作方法
 - (1) 列出每一个需要点检的项目。
 - (2) 非点检不可的项目是什么？如：非执行不可的作业，非检查不可的事项等。
 - (3) 有顺序要求时，应注明序号，依序排列。
 - (4) 如可行尽可能将机器别、机种别、人员、工序别等加以层别，利于分析。
 - (5) 检查一下，如有不符合要求的地方，要改善后才可作为正式表格应用。



2. 数据收集和调查异常原因用检查表及制作方法

(1) 决定希望把握的项目及所要收集的数据。在执行此一步骤时，应该由相关人员过去累积的经验及知识来决定，最佳的方法是召集部门内所有人共同参与，集思广益以免遗漏某些重要项目。

(2) 决定检查表的格式。格式的决定，应依据欲层别分析的程度，设计一种记录与整理都容易及适合自己使用的格式。

(3) 决定记录的方式：

a. “正”字记号，运用频率极高，一般较常采用。

b. “+ + +”棒记号，多应用于品质管理，如：频数分布表。

c. “○、×、△、√”图形记录。

(4) 决定收集数据的方法：由什么人搜集、期间多久、检查方法等均应事先决定。

⑤ 检查表记载的项目

1. 标题：目的何在？

2. 对象、项目：为什么？

3. 人员：由谁做？

4. 方法：何种做法？

5. 时间：什么时间？期间间隔多久？

6. 过程类别、检查地点：在什么地方？什么场所？

7. 结果整理：合计、平均、统计分析。

8. 传送途径：谁需要了解？要报告给谁？



六 检查表制作要点

检查表的制作，可任意配合需求目的作更改，故没有特定的形式，但仍有几项重点是制作时应特别留意的：

(1) 并非一开始，即要求完美，可先行参考他人的例子，模仿出新的，使用时如有不理想，现行改善。

(2) 越简单越好，容易记录、看图，以最短的时间将现场的资料记录下来。

(3) 一目了然，检查的事项应清楚陈述，使记录者在记录问题的同时，即能明了所登记的内容。

(4) 以团队的方式，大家集思广益，切记不可遗漏重要项目。

(5) 设计不会令使用者记录错误的检查表，以免影响日后统计分析作业的真实性。

四 检查表的应用

检查表制作完成后，要让工作场所中的人员（使用者）了解，并且做在职训练，而在使用检查表时应注意下列事项并适时反映。

(1) 收集完成的数据应立即使用，并观察整体数据是否代表某些事实？

(2) 数据是否集中在某些项目，而各项目间的差异如何？

(3) 某些项目是否因时间的经过而有所变化？

(4) 如有异常，应马上追究原因，并采取必要措施。

(5) 查检的项目应随着作业的改善而改变。



- (6) 事实现物的观察要细心、客观。
- (7) 由记录即能迅速判断，采取行动。
- (8) 检查责任者，明确指定由谁来做，并使其了解收集目的及方法。
- (9) 收集的数据应能获得层别的情报。
- (10) 数据收集后，若发现并非当初所设想的，应重新检讨再搜集。
- (11) 检查的项目，期间计算单位等基准应一致，方能进行统计分析。
- (12) 尽快将结果呈报你要报告的人，并使相关人员也能知晓。
- (13) 数据的收集应注意样本取得的随机性与代表性。
- (14) 对于过去、现在及未来的查检记录，应适当保管，并比较其差异性。
- (15) 检查表完成后可利用柏拉图加以整理，以使掌握问题重心。

● 应用实例

1. 点检用检查表

- (1) 汽车驾驶前的检查表，如表 3-1 所示：



表 3-1

操作顺序	注意点	检核点
①走近车边	车胎是否漏气	走一圈看看车子有否异常
	车胎固定情形如何	检查车内配线异常
②开车锁	钥匙正确插入锁匙孔	检核车内异常音
		启开引擎盖查看
③座位调整	离合器的踩踏感觉如何	是否设定时限装置等
	刹车的踩踏感觉如何	领带歪斜
④引擎起动	排挡是否在空挡	头发散乱
⑤空转	后视镜、侧镜是否适当	脸不清洁
⑥出发	系上安全带	周围有无其他人

(2) 上班前服饰的检查表，如表 3-2 所示：

表 3-2

上班时的服饰							注记
区分	周一	周二	周三	周四	周五	周六	
携带 钱袋	✓	✓	✓				
手帕	✓	✓	✓				
车票	✓	✓	✓				
小笔记本	✓	✓	✓				
服饰 领带	✓	✓	✓				
头发	✓	✓	✓				
皮鞋	✓	✓	✓				
全体的协调	✓	✓	✓				



(3) 顾问公司或一般企业教育训练时班主任的检查表，如表 3-3 所示：

表 3-3 班主任检查表

项 目	开训	×	×	×	×	×	×	×	结业
照相机	✓								
班主任证书	✓								
名片	✓								
课本或讲义	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
随堂测验考卷		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
班主任职责投影片	✓								
课程管理办法投影片	✓								
课程进度表	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
签到表	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
课程工作日报表	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
学员履历卡	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
学员通讯录	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
出勤统计表	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
成绩统计表		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
颜色标识	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
四色笔	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
计算机	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
全勤奖状									✓
结业证书									✓

(4) 教育训练前查核用的检查表例训练准备的检查表。

①资料准备



- ☐ 学员签到簿?
- ☐ 意见调查表?
- ☐ 讲义是否已摆在教室里?
- ☐ 讲义是否按使用的顺序排列?
- ☐ 讲义将如何分发?
- ☐ 所有的教学资料都已经在教室里了吗?

②文具

- ☐ 纸笔供应品是否准备好?
- ☐ 油性笔是否备妥?
- ☐ 黑板是否干净?
- ☐ 是否备有白板笔与板擦?
- ☐ 是否备有色笔?
- ☐ 如果学员将绘制图表, 是否备有足够的纸和笔?
- ☐ 是否需要测验, 测验卷准备好了吗?

③服务

- ☐ 是否需要准备小礼物?
- ☐ 食宿事宜是否联络好?
- ☐ 是否需准备交通车?
- ☐ 茶水是否备妥?
- ☐ 讲师事前是否联络好?
- ☐ 学员事前是否联络好?

④辅助设备

- ☐ 教室是否已确定?
- ☐ 桌椅是否已安排妥当?
- ☐ 讲台是否已摆好?
- ☐ 你知道如何操作该型号投影仪吗?
- ☐ 是否已熟练操作各项设备?



- 投影仪是否已到位?
- 是否检查所有的视听设施?
- 灯光开关在哪里?
- 灯光可以调暗吗?
- 恒温器设在哪里 (含冷、暖气设备)?
- 你会调整空调吗?

(5) 产品品质检验判定用检查表, 如表 3-4 所示:

表 3-4 生产成品外观品质判定基准表

项次	项目说明	良品	轻微缺点	次要缺点	主要缺点	严重缺点
(一)	1. 配件 (电源线、说明书及指定配件) 正确, 性能良好	✓				
	(1) 配件与指定规格不符				✓	
	(2) 配件破损或变形				✓	
	(3) 配件欠缺				✓	
	(4) 配件不动作, 无法使用				✓	
	2. 外观					
	涂装在距离 60cm 与标准样品比较很正常	✓				
	(1) 涂装与标准品比较有微小差异		✓			
	(2) 污迹在 1mm 以上(使用清洁剂无法清除)			✓		
	(3)底色暴露				✓	
	(4)外表有对人体产生伤害的锐利边缘或突起物					✓
	(5)色泽度前后差异			✓		
	(6)流水纹产生				✓	

(6) 起重机年度保养检查表, 如表 3-5 所示:



表 3-5 起重机每年自动检查记录表

检查日期： 年 月 日

组件	检查明细	检查结果	改善建议	改善期限	备注
引擎系统	1. 水箱、燃料箱、润滑油是否滴漏？				良好○ 尚可△ 不良×
	2. 空气滤清器是否污染？				
	3. 起动运转是否良好？				
	4. 油压是否正常？				
	5. 分电盘接点是否磨损，情况是否严重？				
	6. 喷油嘴是否阻塞损伤？				
	7. 调速器是否灵活？				
电系及仪表	1. 电线接头有无松弛，外皮是否有破损？				
	2. 灯光照度是否适度？				
	3. 电流表指示灯是否正常？				
	4. 交换器、温度表、油压表作用是否良好？				
	5. 后照镜、喇叭使用及音量？				
	6. 照明灯、刹车灯是否正常？				
轮轴系	1. 轮胎有无割伤及磨损程度，气压是否适度？				
	2. 钢圈有无变形割伤？				
	3. 固定螺丝是否松弛？				
离合器	踏板间隙作业是否良好？				
煞车	1. 手煞车引力及踏板样验是否良好？				
	2. 管路油量有无滴漏？				
方向盘	静止时方向盘是否在空档？				
升高系统	1. 油管油压，操作活门，升高油压时有无滴漏？				
	2. 液压油是否过量？有无滴漏？橡皮管有无破损？				
	3. 货叉有无变形及不合拢现象？				
改善追踪结果					

负责人：

各组主管：

检查者：



(7) 汽车定期保养检查表，如表 3-6 所示：

表 3-6

10 000km 时定期保养											
顾客名：	日期：										
车牌号码：	费用：										
车种：	行驶公里：										
	作业者：										
<table><tr><td><input type="checkbox"/>电瓶液量</td><td><input type="checkbox"/>空气滤清器</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/>水箱</td><td><input type="checkbox"/>机油</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/>胎压</td><td><input type="checkbox"/>分电盘盖</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/>火花塞</td><td><input type="checkbox"/>化油器</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/>风扇皮带</td><td></td></tr></table>		<input type="checkbox"/> 电瓶液量	<input type="checkbox"/> 空气滤清器	<input type="checkbox"/> 水箱	<input type="checkbox"/> 机油	<input type="checkbox"/> 胎压	<input type="checkbox"/> 分电盘盖	<input type="checkbox"/> 火花塞	<input type="checkbox"/> 化油器	<input type="checkbox"/> 风扇皮带	
<input type="checkbox"/> 电瓶液量	<input type="checkbox"/> 空气滤清器										
<input type="checkbox"/> 水箱	<input type="checkbox"/> 机油										
<input type="checkbox"/> 胎压	<input type="checkbox"/> 分电盘盖										
<input type="checkbox"/> 火花塞	<input type="checkbox"/> 化油器										
<input type="checkbox"/> 风扇皮带											
注：	<input checked="" type="checkbox"/> 检查 <input type="checkbox"/> 调整 <input type="checkbox"/> 更换										

(8) 合成树脂加工品外观表示事项检查表，如表 3-7 所示：



表 3-7 合成树脂加工品的表示事项

合成树脂加工品		样式的 号码	应表示的事项							
			原料树脂	耐热温度	耐冷温度	容量	尺寸	张数	使用之注意	表示者
洗面盆, 大型水盆, 手提水桶, 及浴室用器具	面盆	1	○	○	○	×	×	×	○	○
	大型水盆及手提水桶	2	○	○	○	○	×	×	○	○
	Baby bath 及热水桶	3	○	○	×	○	×	×	○	○
	浴槽盖	4	○	○	×	×	○	×	○	○
	热水搅拌棒, 其他浴室用器具	5	○	○	×	×	×	×	○	○
笼子		6	○	×	×	×	×	×	○	○
托盘		5	○	○	×	×	×	×	○	○
水壶		3	○	○	×	○	×	×	○	○
伙食用, 食桌用或厨房用之器具	垃圾容器, 其他付盖之容器, 洗衣桶, 冰箱用水壶, 冰箱用密闭容器等	2	○	○	○	○	×	×	○	○
	皿	1	○	○	○	×	×	×	○	○
	筛子, 筷子笼, 面包盒等不必表示容量之容器	5	○	○	×	×	×	×	○	○
	切菜板	1	○	○	○	×	×	×	○	○
	装冰用器具	1	○	○	○	×	×	×	○	○
	其他制品(伙食用器具等——餐具)	7	○	○	×	×	×	×	×	○
PE 胶膜制品或 PP 胶膜制之袋子(胶膜厚度为 0.05mm 以下, 而且各个包装单位为百张者为限)		8	○	○	×	×	○	○	○	○
热水器		3	○	○	×	○	×	×	○	○
可搬型便器及厕所用器具(除去固定式者)		5	○	○	×	×	×	×	○	○



2. 记录用检查表

(1)5S 活动评分用检查表,如表 3-8 所示:

表 3-8 5S 现场诊断表

现场区域_____ 诊断日期: 年 月 日
诊断者_____

	诊断内容	计点		
		0	-1	-2
地板	1. 无污染且干净			
	2. 物品放置有否占用通道			
	3. 物品堆放有否整齐			
	4. 有无垃圾灰尘			
	5. 零件,制品有无掉落			
	6. 有否放置不需要东西			
	...			
壁面	1. 门窗玻璃有否灰尘污染			
	2. 门窗框架有无灰尘			
	3. 告示书板视觉观感是否良好			
	4. 壁面有无挂贴不需要的东西			
	...			
天花板	1. 有无污染或蜘蛛丝			
	2. 日光灯有无油灰污染			
	3. 吊式告示书板视觉观感是否良好			
	...			



续上表

	诊断内容			
输送机	1. 配线配管是否良好			
	2. 日光灯有无污染灰尘			
	3. 工作台面有无垃圾灰尘污垢			
	4. 工作台面有无放置多余东西			
	5. 作业指导书有否挂示			
	6. 作业指导书挂示视觉是否良好			
	7. 输送通道有无垃圾占着			
	8. 滚架部分有无灰尘			
	9. 脚架部分有无灰尘			
	...			
机器	1. 配线配管是否良好			
	2. 有无灰尘污染			
	3. 有否挂示作业指导书			
	4. 作业指导书挂示视觉是否良好			
	...			

(2)过程分布用检查表,如表 3-9 所示:



表 3-9 过程分布调查检查表

次数 尺寸	检查表									
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	合计
2.0										3
2.1										3
2.2										10
2.3										14
2.4										20
2.5										24
2.6										15
2.7										10
2.8										8
2.9										5
3.0										2
3.1										2
3.2										1

(3)应用于直方图之频数分布检查表,如表 3-10 所示:

表 3-10

No	组界	组中心点	查检	频数
1	119.5 ~ 126	122.75		3
2	126 ~ 132.5	129.25	HH HH	10
3	132.5 ~ 139	135.75	HH HH	12
4	139 ~ 145.5	142.25	HH HH HH HH HH HH	31
5	145.5 ~ 152	148.75	HH HH HH HH	23
6	152 ~ 158.5	155.25	HH HH	10
7	158.5 ~ 165	161.75	HH HH	10
8	165 ~ 171.5	168.25		1
合计				100



(4) 某检验状况记录检查表，如表 3－11 所示：

表 3－11

作业者	机器	日期	5/1	5/2	5/3	...	合计
		不良种类					
A	1	尺寸	5	0	3		41
		缺点	4	1	4		52
		材料	0	0	0		3
		其他	0	0	0		5
	2	尺寸	1	4	8		28
		缺点	2	2	1		13
		材料	1	2	3		30
		其他	0	0	1		2
B							

(5) 收集数据用检查表，如表 3－12 所示：

表 3－12

产品检查表		
2004 年 1 月 24 日		
品名:外壳	工厂名:三金	
工程:IPQC	作业单位:× ×	
检查总数:4200	检查者名:× × ×	
备注:全检	批号:1001	
种类		小计
表面伤痕	正正正正正正	30
裂纹	正正正正	18
表面不良	正正正正正正正正	40
模型不良	正正	8
其他	正正一	11
		107



(6) 缺点记录检查表，如表 3-13 所示：

表 3-13

备注	作业者	周一		周二		周三		周四		周五		周六	
		AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM
A01	A	△ △	 △	 △			△				△~ △ △	△	
	B	△ ~ ~	 ~	△				△ ○			△ ~	~ x ○○	○ ~△
A02	C	△ ~ ○				x						△	x
	D	△ ~	 ~	△			△				△ ~	~ ○ x	○
B01	E	~	 △	△		x						△	
	F	~ x	△ ○ ○	△ x x	○ x x	~ ○			x ○ ~	x x	x○ ○ ~	△ x	
B02	G	△ ~		~			△				x		
	H	○ ~							~				△ △
总计		17	7	8	3	4	3	3	4	2	13	12	7
~ 刮痕 △凸点 ○砂孔 x 黑点													

(7) 课程培训检查表，如表 3 - 14 所示：

表 3 - 14 课程问卷调查表

姓名		所属单位	
受训课目		受训时间	

一、您对讲师知识的评估如何？

☐极优 ☐优 ☐良 ☐可 ☐劣

二、本次课程内容吸收程度

☐完全了解 ☐局部了解 ☐不甚了解 ☐完全不了解

三、您认为本课程之难易程度及时数安排如何？

A 程度

☐适合 ☐太深 ☐太浅

B 时数

☐适中 ☐太多 ☐太少

四、您认为本课程讲授方式如何？

A 内容

☐充实 ☐普通 ☐空洞

B 方法

☐新颖 ☐一般 ☐欠佳

C 表达

☐甚佳 ☐佳 ☐欠佳

五、您认为本课程对个人的助益如何？

☐养成教育 ☐推展工作 ☐增加知识 ☐配合现况 ☐没有多大助益

六、您认为本课程对工作的助益如何？

☐极有 ☐有 ☐稍有 ☐无

七、您对本次的行政支援、场地及讲义是否满意？

1. 场地

☐非常满意 ☐满意 ☐尚可 ☐不满意

2. 行政干扰

☐非常满意 ☐满意 ☐尚可 ☐不满意

3. 讲义

☐非常满意 ☐满意 ☐尚可 ☐不满意

八、您认为还希望增加哪些课程训练？

九、您对本课程的其他意见。



● 应用事例

某一生产单位，欲知某零件尺寸其过程的变异情形，故收集多组数据以为分析，已知该零件规格为 5 ± 0.8 ，今测量 50 组数据如表 3-15 所示，试依其条件制作一检查表。

表 3-15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.9	5.1	5.0	5.0	4.8	5.1	5.1	5.0	4.5	4.9
5.3	5.0	4.7	5.0	4.9	5.0	5.4	5.1	5.1	5.0
4.9	5.2	5.0	4.8	4.7	5.4	4.8	5.0	5.2	5.1
5.0	4.9	5.3	5.1	5.2	4.9	4.7	4.6	5.1	5.0
4.6	4.8	5.0	4.8	5.0	5.5	5.2	4.9	5.6	5.2

解：(1) 依据题目所给予的条件（尺寸与量测个数），为检查表的坐标与横坐标。如表 3-16 所示：

表 3-16

	量测个数栏
尺寸栏	

(2) 接着于纵轴填入中心值并以 0.1 为间隔之尺寸，横轴填入量测个数（以 5 为间隔单位）及小计或合计等栏位。如表 3-17 所示：



表 3-17

		量测个数										小计
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
	4.2											
	4.3											
下限	4.4											
	4.5											
	4.6											
	4.7											
	4.8											
	4.9											
中心值	5.0											
	5.1											
	5.2											
	5.3											
	5.4											
	5.5											
上限	5.6											
	5.7											
	5.8											
总计												

(3) 至此表格已大致完成，可将所收集之数据以特定记号填入，如以“|，||，|||，||||，|||||”方式依序填入，也可以将横轴量测个数之间隔以“1”为单位再拆分，并记入表单名额、制作日期及作成者等相关资料，如表 3-18 所示：

983

表 3-18 外径尺寸量测记录

		量测个数																				小 计
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
下限	4.2																					
	4.3																					
	4.4																					
	4.5	X																				1
	4.6	X	X																			2
	4.7	X	X	X																		3
	4.8	X	X	X	X																	5
	4.9	X	X	X	X	X																7
中心值	5.0	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X								13
	5.1	X	X	X	X	X	X															8
	5.2	X	X	X	X																	5
	5.3	X	X																			2
	5.4	X	X																			2
	5.5	X																				1
上限	5.6	X																				1
	5.7																					
	5.8																					
总计																						50

(4) 这类型的检查表，可由所收集的数据资料，获得与直方图类似的效果，可据以了解过程的变异与偏态（左偏、右偏）情形，同时也可避免数据重复抄录或统计错误的结果，故不失为相当实用且易于应用的检查表。

第四章

散布图

- ◆ 散布图的定义
- ◆ 散布图的制作方法
- ◆ 散布图的作用
- ◆ 散布图的判读
- ◆ 应用实例

●散布图的定义

从因果图（鱼骨图）的分析可知，过程上的要因会影响产品的品质特性。散布图也是以这种因果关系的方式来表示其相关性，并将因果关系所对应变化的数据分别绘在 $x - y$ 轴坐标的象限上，以观察其中的相关性是否显著。

●散布图的制作方法

以横轴（ x 轴）表示原因，纵轴（ y 轴）表示结果，作法如下：

(1) 收集成对的数据 $(x_1, y_1), (x_2, y_2) \cdots$ ，整理成数据表（表 4-1）。

表 4-1

No	x	y
1	x_1	y_1
2	x_2	y_2
3	x_3	y_3
4	x_4	y_4
...

(2) 找出 x, y 的最大值及最小值。

(3) 以 x, y 的最大值及最小值建立 $x - y$ 坐标，并决定适当刻度便于描点。

(4) 将数据依次画在 $x - y$ 坐标中。

(5) 必要时，可将相关资料记录在散布图上。

散布图的注意事项：

(1) 是否有异常点，有异常点时，不可任意删除该异常点，除非异常的原因已确实掌握。

(2) 是否需层别。

数据的获得常常因为作业人员、方法、材料、设备或时间等的不同，而使数据的相关性受到扭曲。

a. 全体时低度相关，层别后高度相关。如图 4-1 所示：

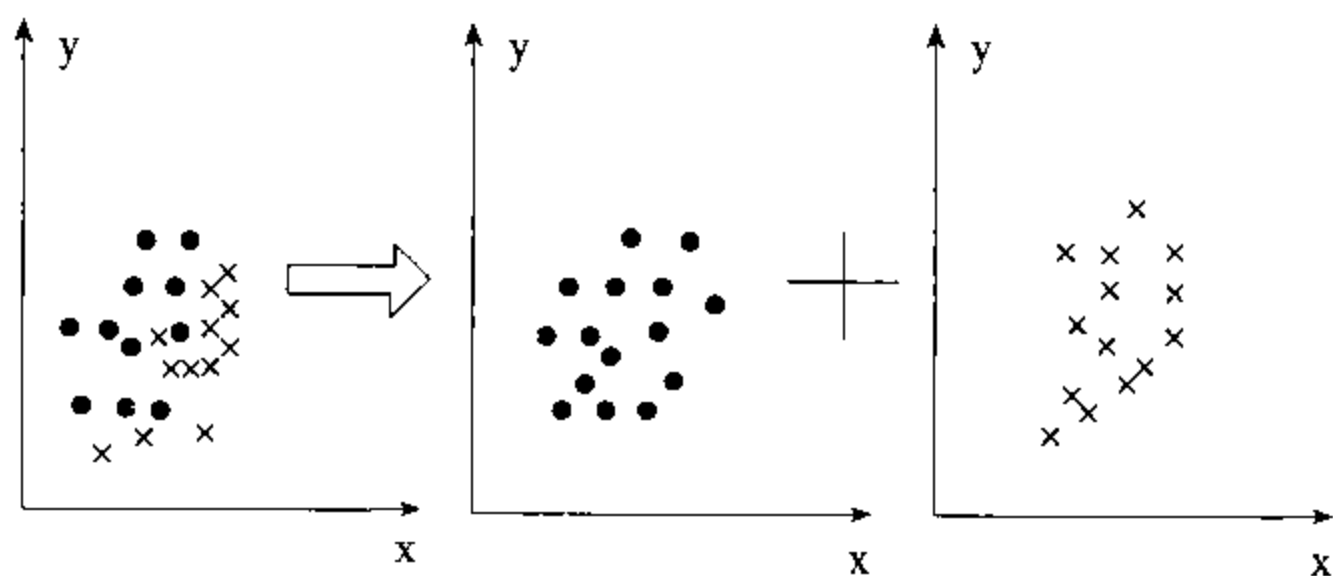


图 4-1

b. 全体时高度相关，层别后低度相关。如图 4-2 所示：

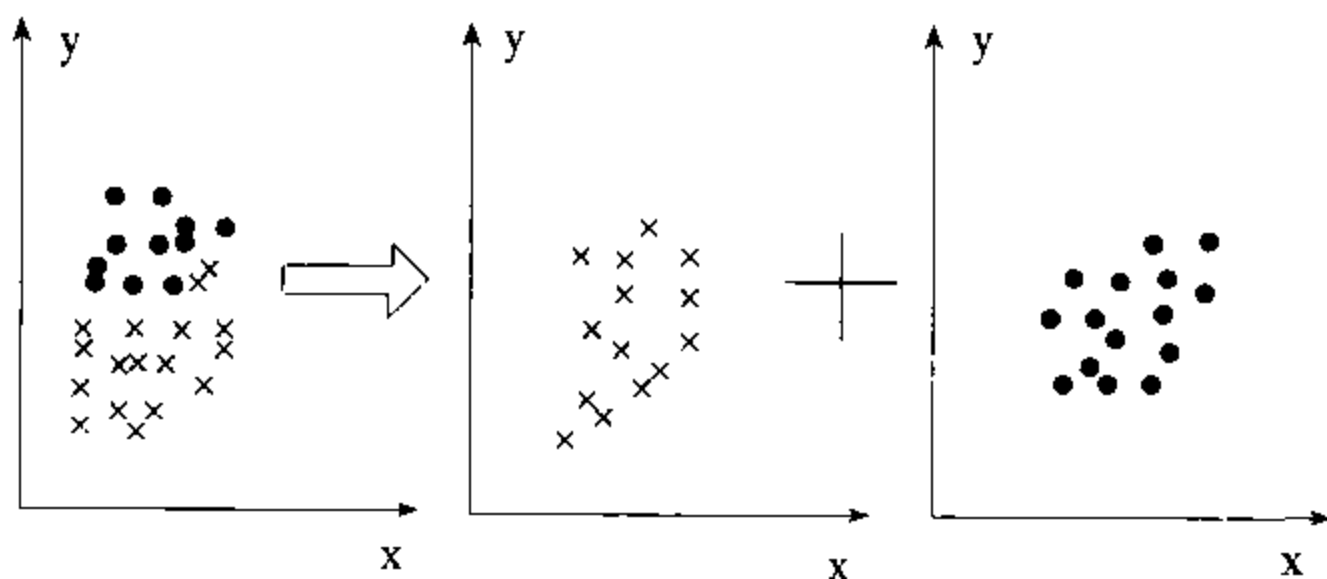


图 4-2



(3) 散布图是否与固有技术、经验相符。

散布图若与固有技术、经验不相符时，应追查原因与结果是否受到重大因素干涉。

三 散布图的作用

(1) 能了解原因与结果之间是否存在有某种相关的关系。

(2) 检查孤岛现象是否存在。如图 4-3 (a) 所示。

(3) 原因与结果相关性高时，二者可互为替代变量。对于过程参数或产品特性的掌握，可从原因或结果中选择较经济性的变量予以控制，并可以观察某一变量的变化而知另一变量的变化。如图 4-3 (b) 所示：

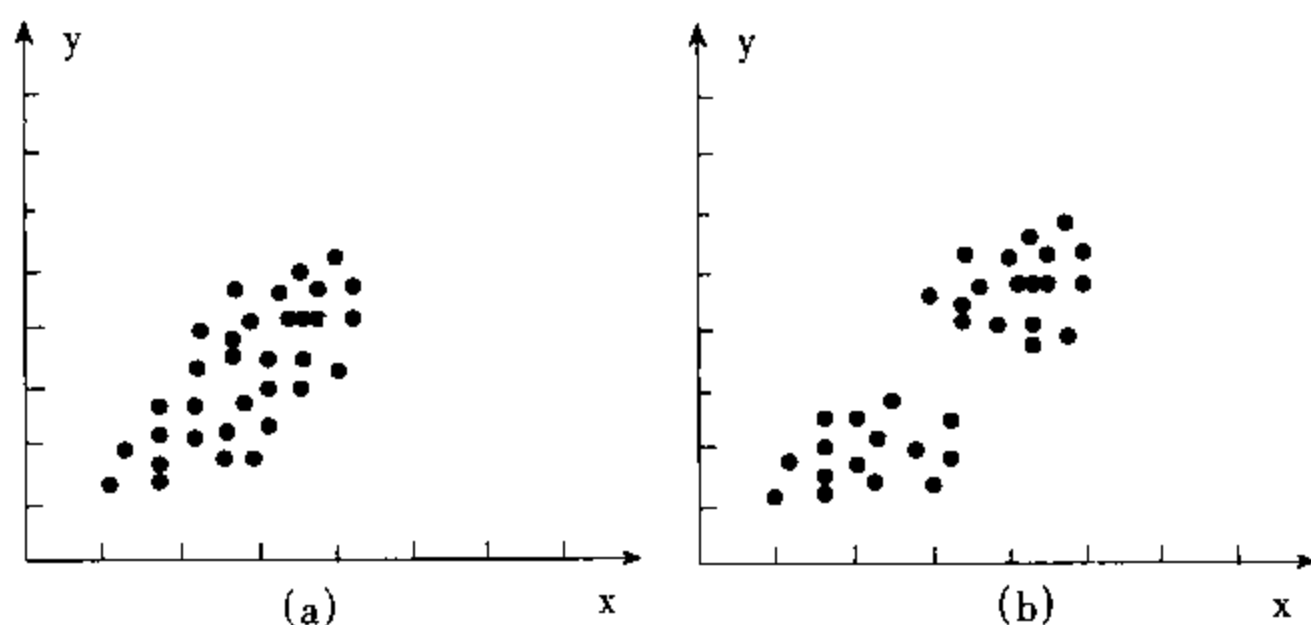


图 4-3

四 散布图的判读

散布图的特点依散布图的方向、形状，有以下数种相关情形：



(1) 完全正（负）相关：散布图在一直线上。如图 4-4 所示：

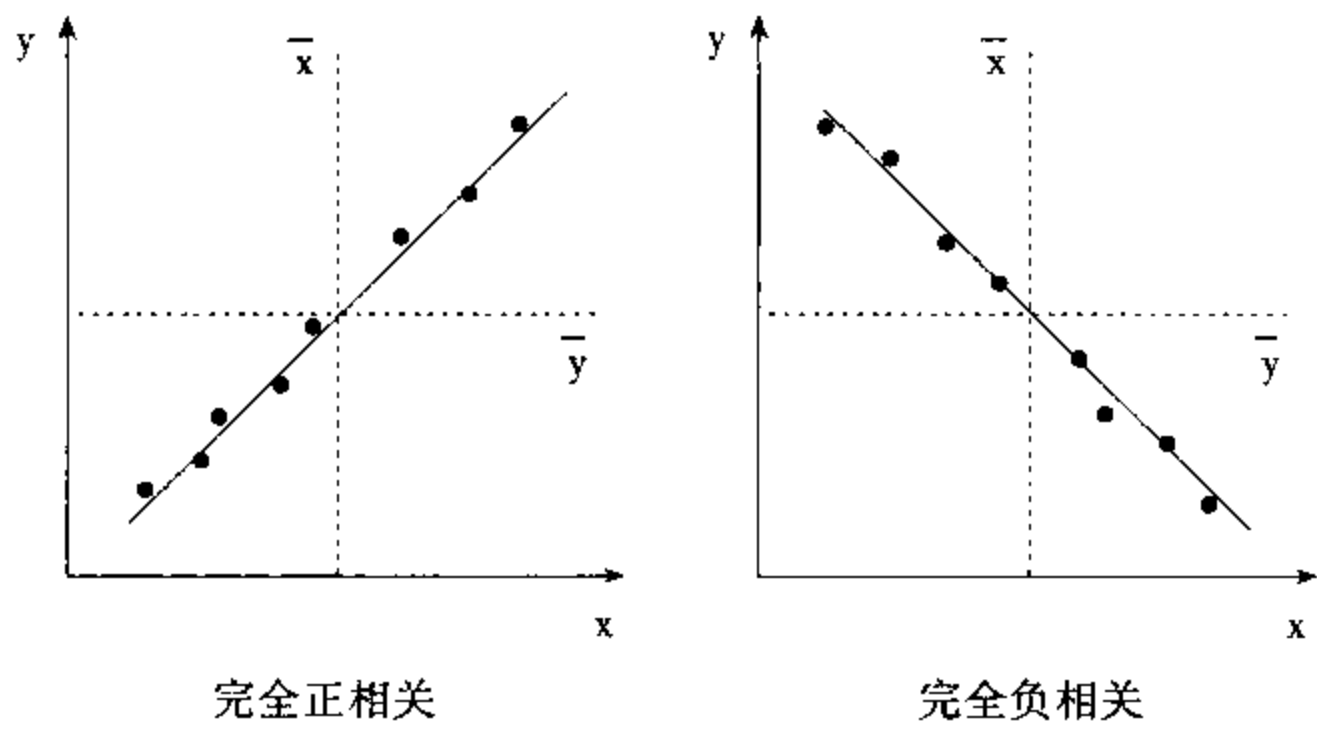


图 4-4

(2) 高度正（负）相关：原因（X）与结果（Y）的变化近于等比例。如图 4-5 所示：

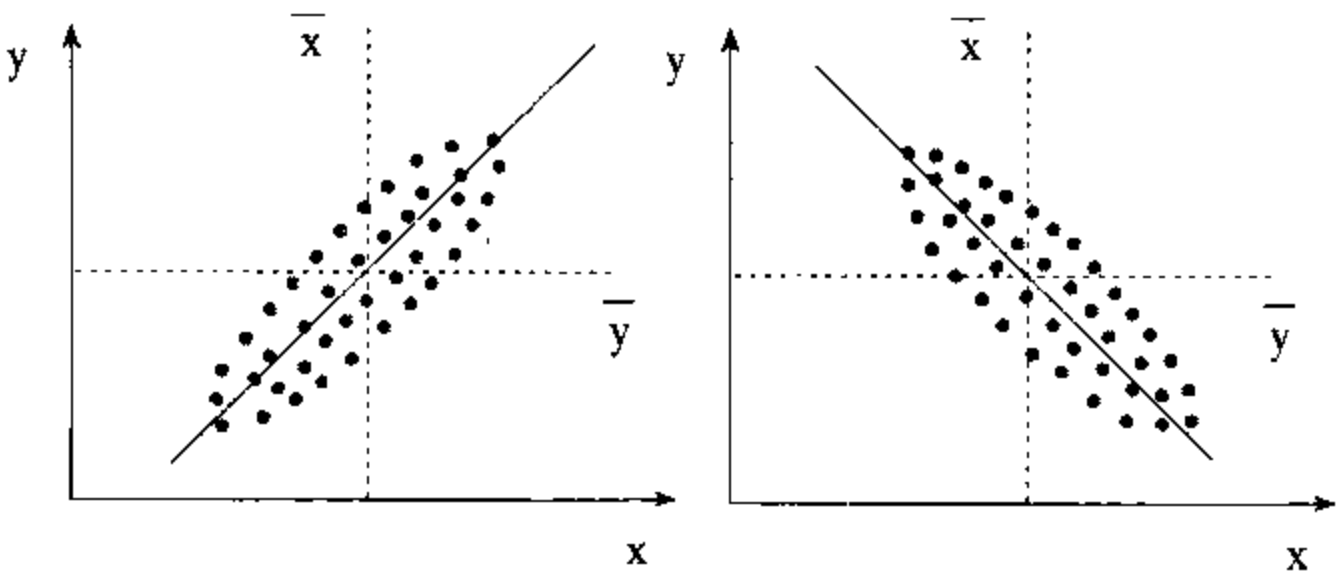


图 4-5

(3) 中度正（负）相关：原因（X）与结果（Y）的变化近于等比例。如图 4-6 所示：

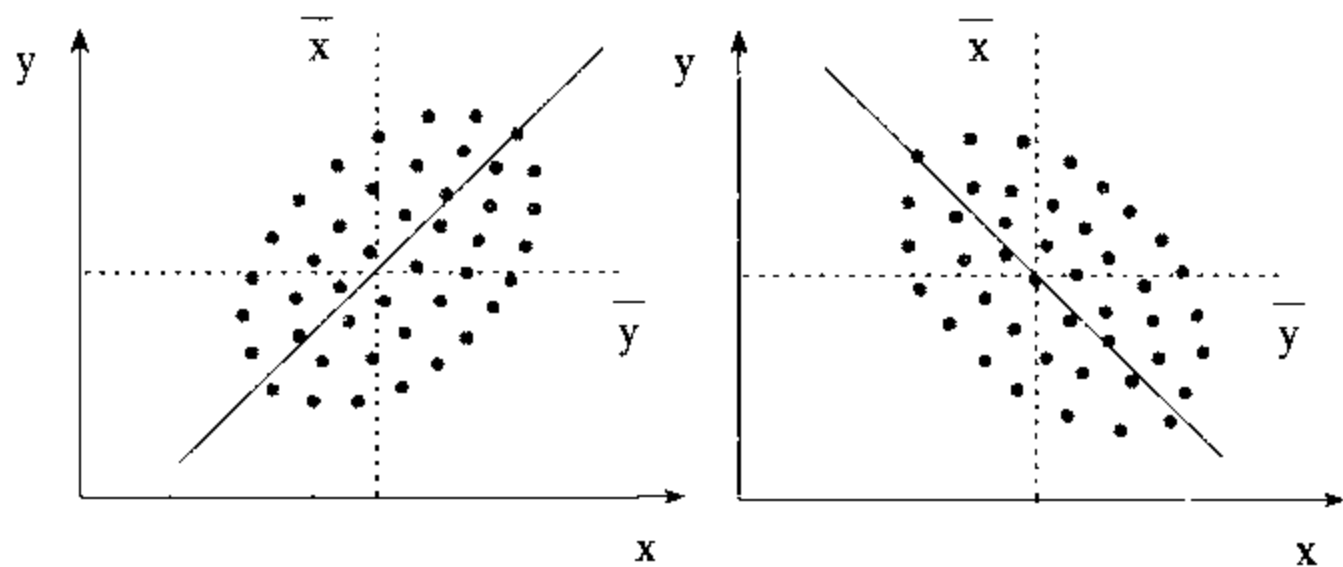


图 4-6

(4) 低度正（负）相关：原因（X）与结果（Y）的变化几乎不成比例。如图 4-7 所示：

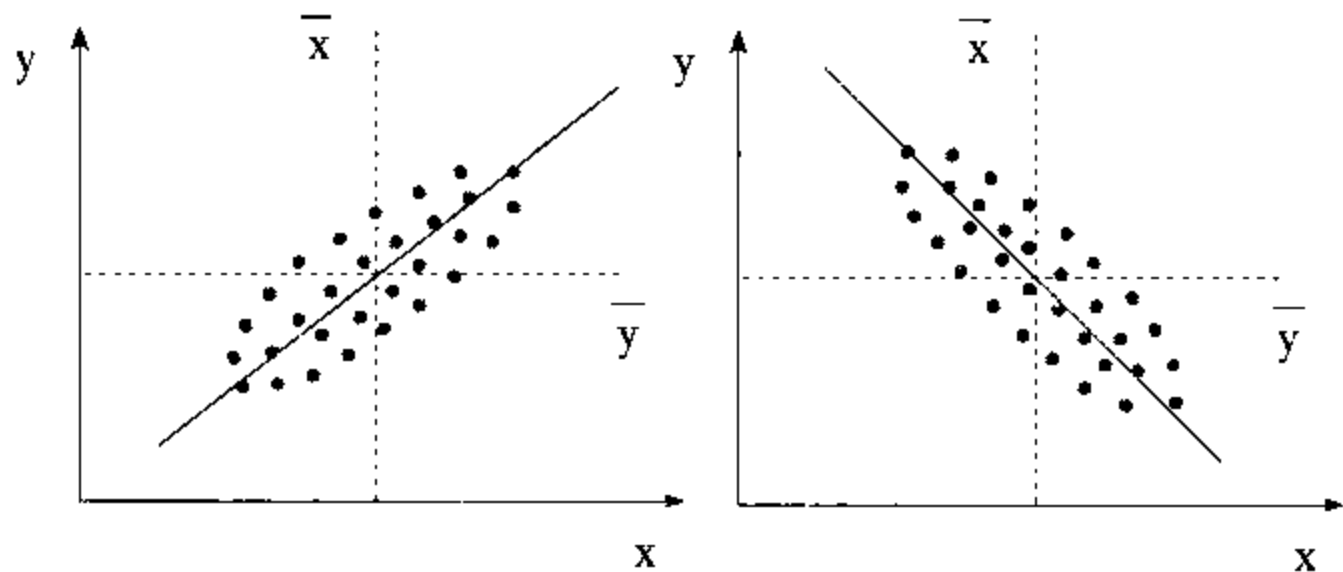


图 4-7

(5) 不相关：原因（X）与结果（Y）的变化完全不成比例。如图 4-8 所示：



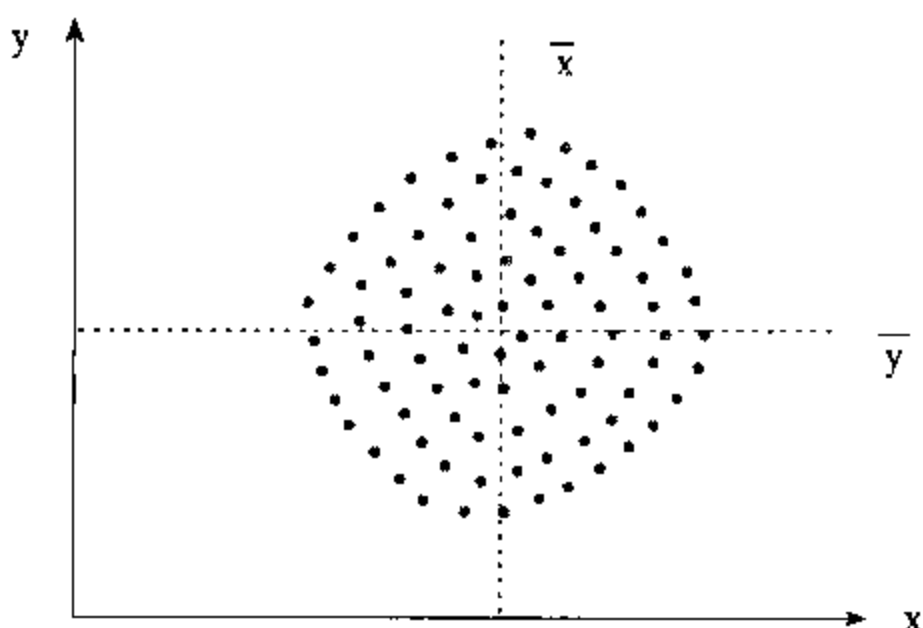


图 4-8

(6) 曲线相关：原因（X）与结果（Y）的变化完全不成比例。如图 4-9 所示：

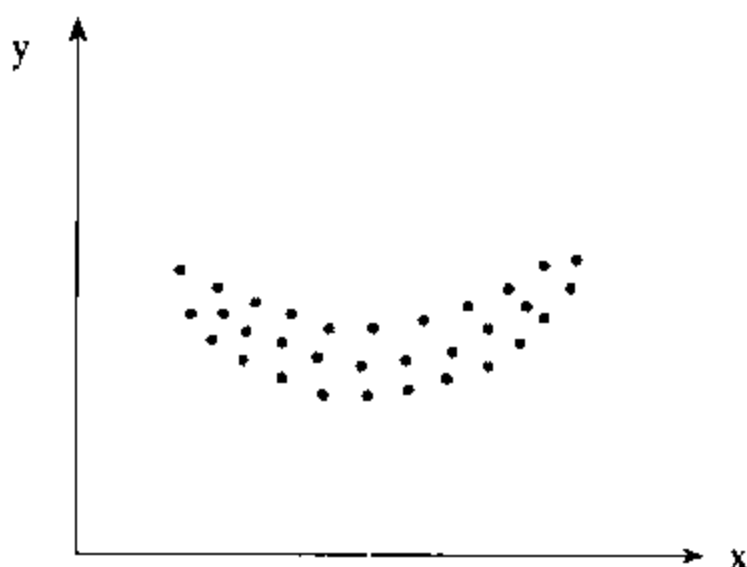
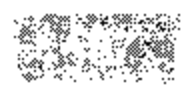


图 4-9

⑤ 应用实例

[实例 1] 通过研究分析，某产品不良品比例与员工熟练程度的关系，可以用散布图进行描述。如图 4-10 所示：



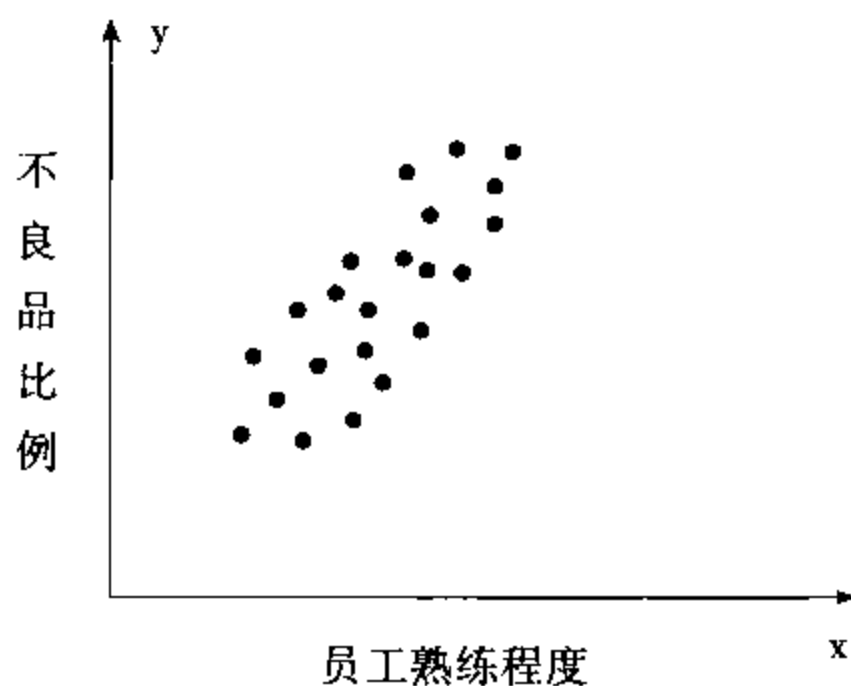


图 4-10

[实例 2] 通过试验设计分析，某化学反应温度（℃）与成品率的关系，也可以用散布图进行描述。如图 4-11 所示：



图 4-11

[实例 3] 在一个化学反应的作过程中，压强（X）影响产品的合格率（Y），希望找出二者间的相互关系。



(1) 收集数据（表 4-2）。

表 4-2

No	X（压强）	Y（合格率）
1	50	43
2	70	63
3	60	56
4	80	23
5	30	56
6	10	35
7	40	75
8	20	56
9	90	23
10	60	35

(2) 找出 X, Y 的最大值及最小值。

$X_{\max} = 90$ $Y_{\max} = 75$

$X_{\min} = 10$ $Y_{\min} = 23$

(3) 画出 x - y 轴的坐标，并取适当刻度。如图 4-12：

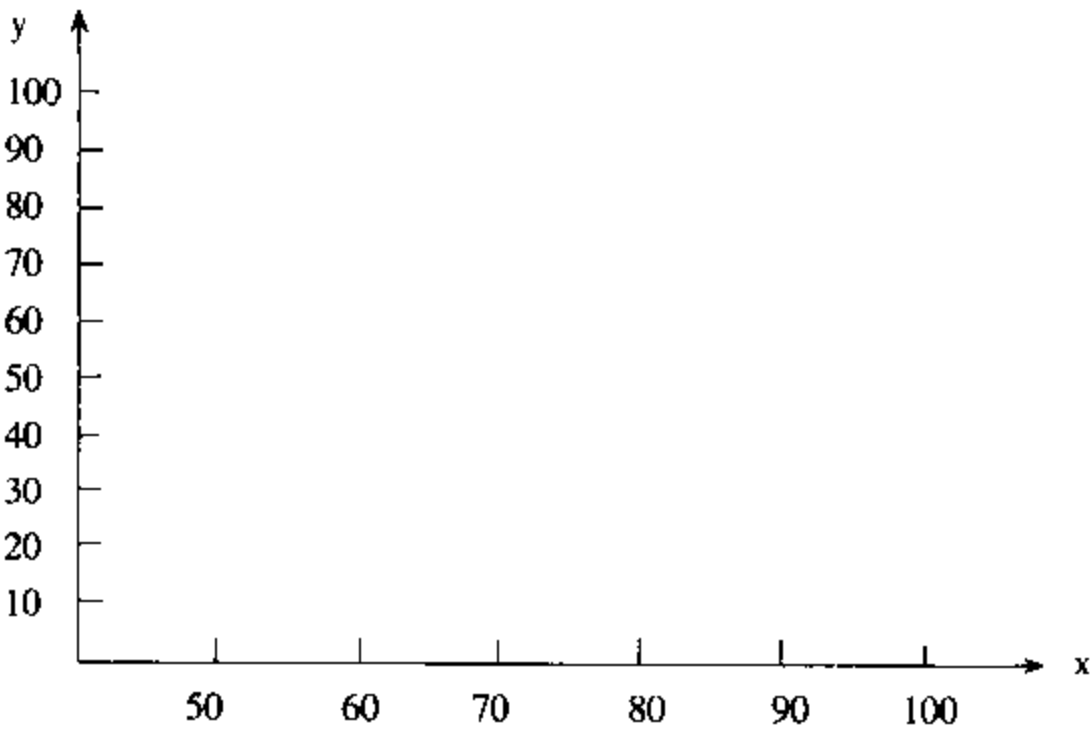


图 4-12



(4) 将数据点绘于 $x - y$ 坐标中。

根据计算，回归方程为： $Y = 60.2 - 0.268X$

$$R = 0.16$$

X 与 Y 的关系成中度正相关。画出的图形如图 4 - 13 所示：

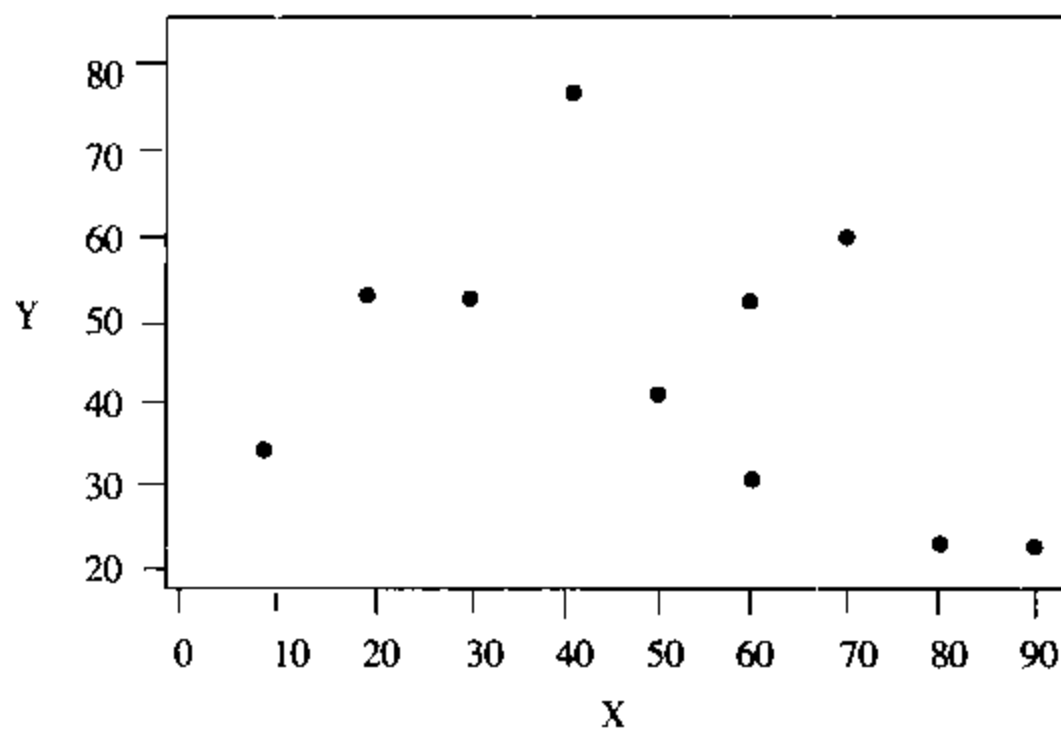


图 4 - 13

第五章

层别法

- ◆ 层别法的定义
- ◆ 层别法的方法和步骤
- ◆ 层别时注意事项
- ◆ 层别法在 QC 手法上的运用
- ◆ 层别法应用实例

●层别法的定义

发生品质变异的原因很多，有时很单纯，有时很复杂，但影响品质的要因主要是原材料、机器设备、操作人员、操作环境，亦有可能是操作方法。要找出原因出自何处，就有分开观察而搜索数据的必要。如果能找出何种原因，知道哪一台机器或操作员有问题后再加以改善，从而杜绝不良品的发生。这种分门别类的收集数据，以找出其间差异的方法叫层别法。

●层别法的方法和步骤

(1) 明确分层对象。

- ① 以时间分层——小时、日期、周别、月别、上下午别。
- ② 以作业员分层——班别、组别、新旧人员等。
- ③ 以设备分层——机台、机型等。
- ④ 以原料分层——供应商、批号等。
- ⑤ 以生产线分层——A、B、C生产线别。
- ⑥ 以作业条件分层——作业场所、温度、压力、速度、湿度、流量。

(2) 利用检查表收集数据。

(3) 根据数据绘成推移图将其分层比较。

例1：某生产PCBA组装公司从A、B、C三家PCB厂进料，根据IQC之进料检验记录可比较三家供应商品质状况。

① 表5-1是8月2日至9日三家供应商进料检验记录。

表 5-1

厂商别	不良项目	8/2	8/3	8/4	8/5	8/6	8/7	8/8	8/9	合计
A	喷锡不良	++++	++++	++++	++++		++++	++++	++++	42
	孔 偏									21
	断 线									22
	锡 皱									12
	绿漆不均									16
	板面刮伤		+++++				++++	++++ +++++	++++	35
	其 他									9
	不良数	20	26	16	18	14	22	24	18	157
	不良率	10%	13%	8%	9%	7%	11%	12%	9%	10%
B	喷锡不良									14
	孔 偏									9
	断 线									7
	锡 皱									9
	绿漆不均									5
	板面刮伤									17
	其 他									3
	不良数	14	12	6	4	4	12	8	6	64
	不良率	7%	6%	3%	2%	2%	6%	4%	3%	4%
C	喷锡不良		++++	++++						24
	孔 偏									7
	断 线									11
	锡 皱									10
	绿漆不均									8
	板面刮伤	++++	++++		++++				++++	34
	其 他									4
	不良数	16	18	10	8	10	14	10	12	98
	不良率	8%	9%	5%	4%	5%	7%	5%	6%	6%

622

② 根据资料作出厂商别不良率推移图，如图 5-1 所示：
记号：A 厂商 “■”；B 厂商 “■”；C 厂商 “▲”

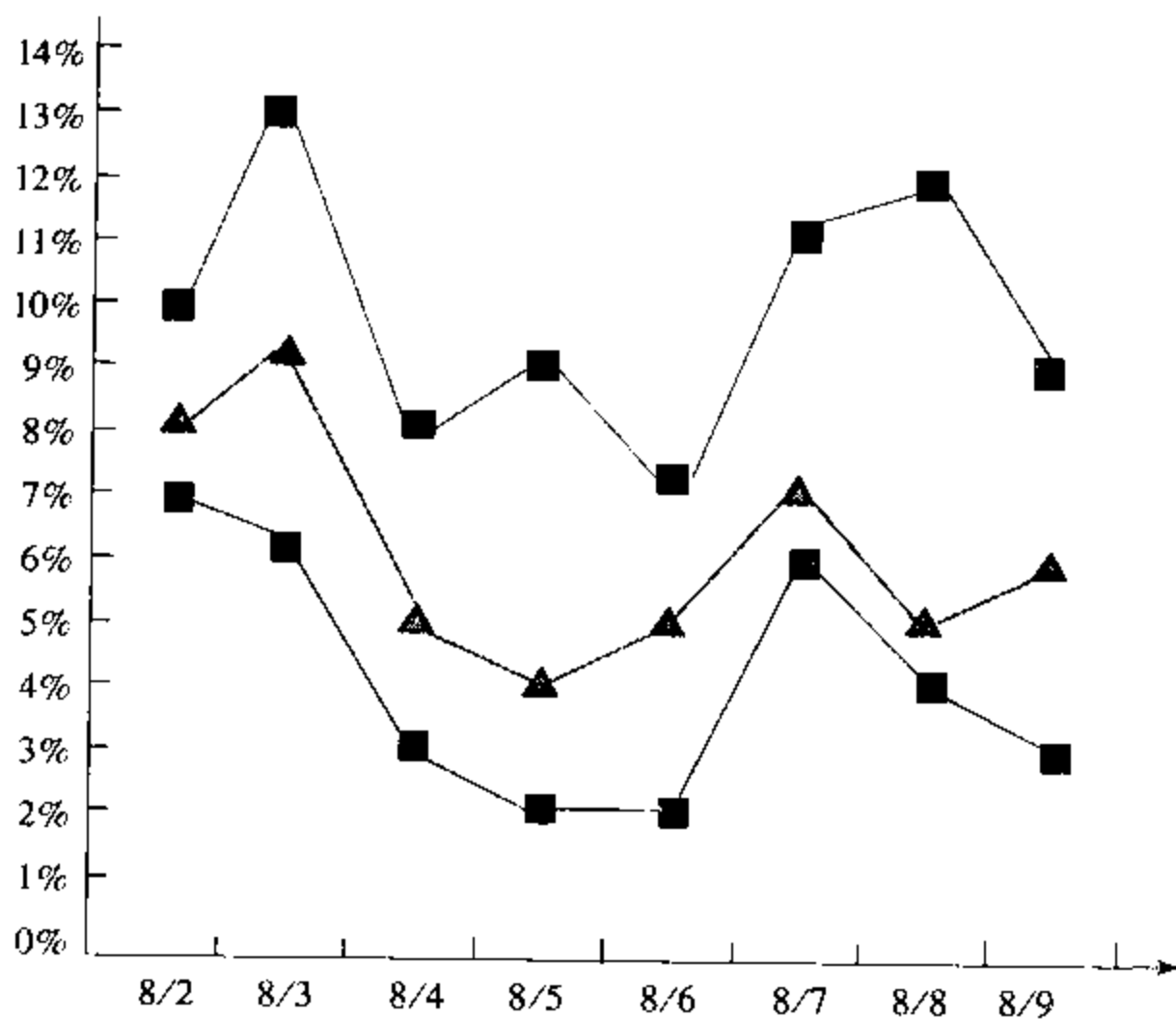


图 5-1

③ 根据资料作出不良项目别缺点数推移图，如图 5-2 所示：
记号：A 厂商 “ ”；B 厂商 “■”；C 厂商 “▲”



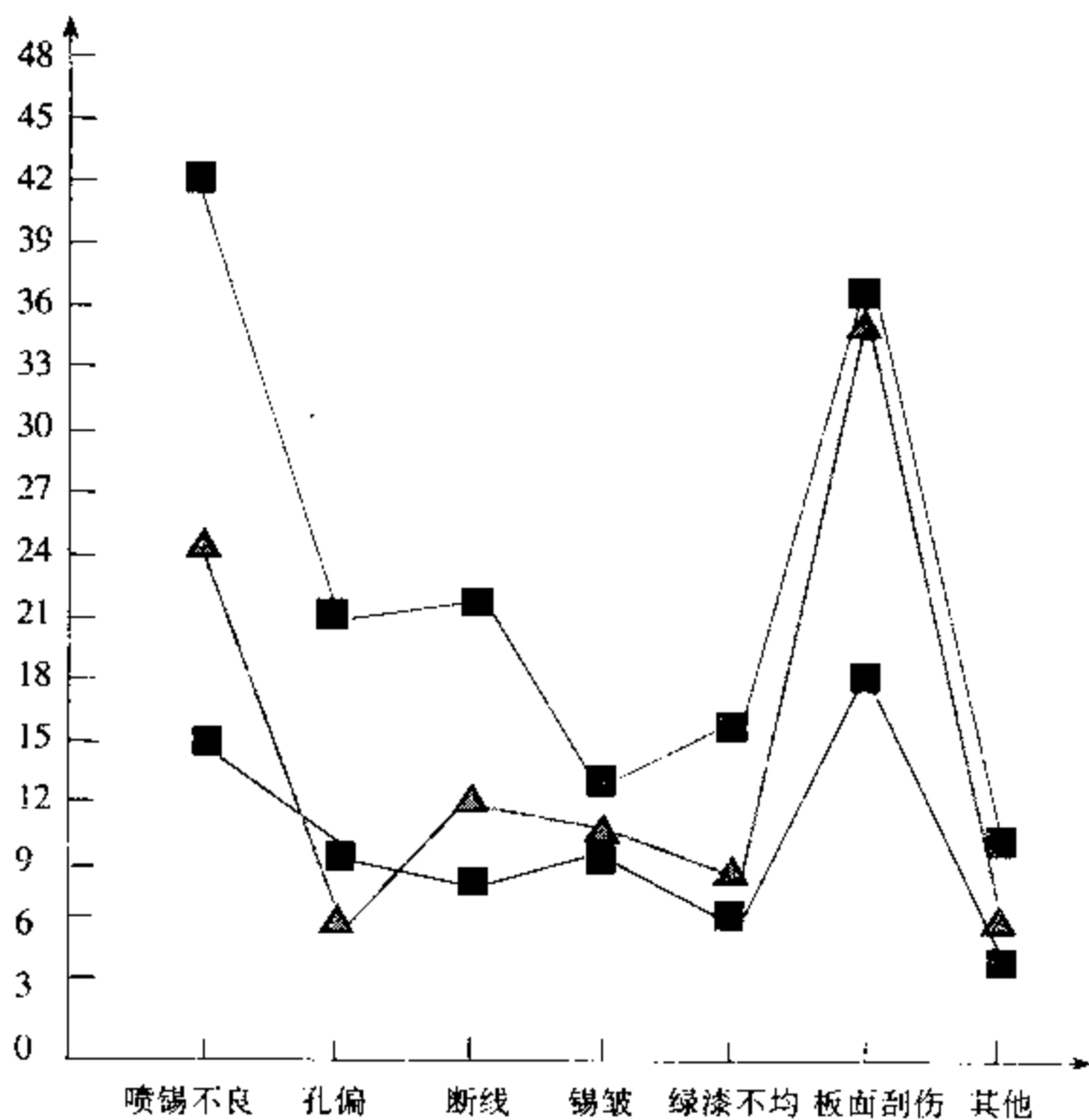


图 5 - 2

例 2：有两台生产薄钢板的轧钢机，作业人员每小时测量一次钢板厚度，得到表 5 - 2 所示数据，比较两台机的差异如图 5 - 3 所示：

表 5 - 2

机时 台间	8	9	10	11	12	13	14	15	16	平均
1	2	1.5	1.8	2.5	2	2.5	1.4	3.2	2.8	$\bar{X} = 2.1$
2	3.4	2.9	3.3	3.0	2.5	2.8	2.3	3.5	3.2	$\bar{X} = 3$



膜厚单位 (μm) 机别: \blacksquare 1; \blacklozenge 2

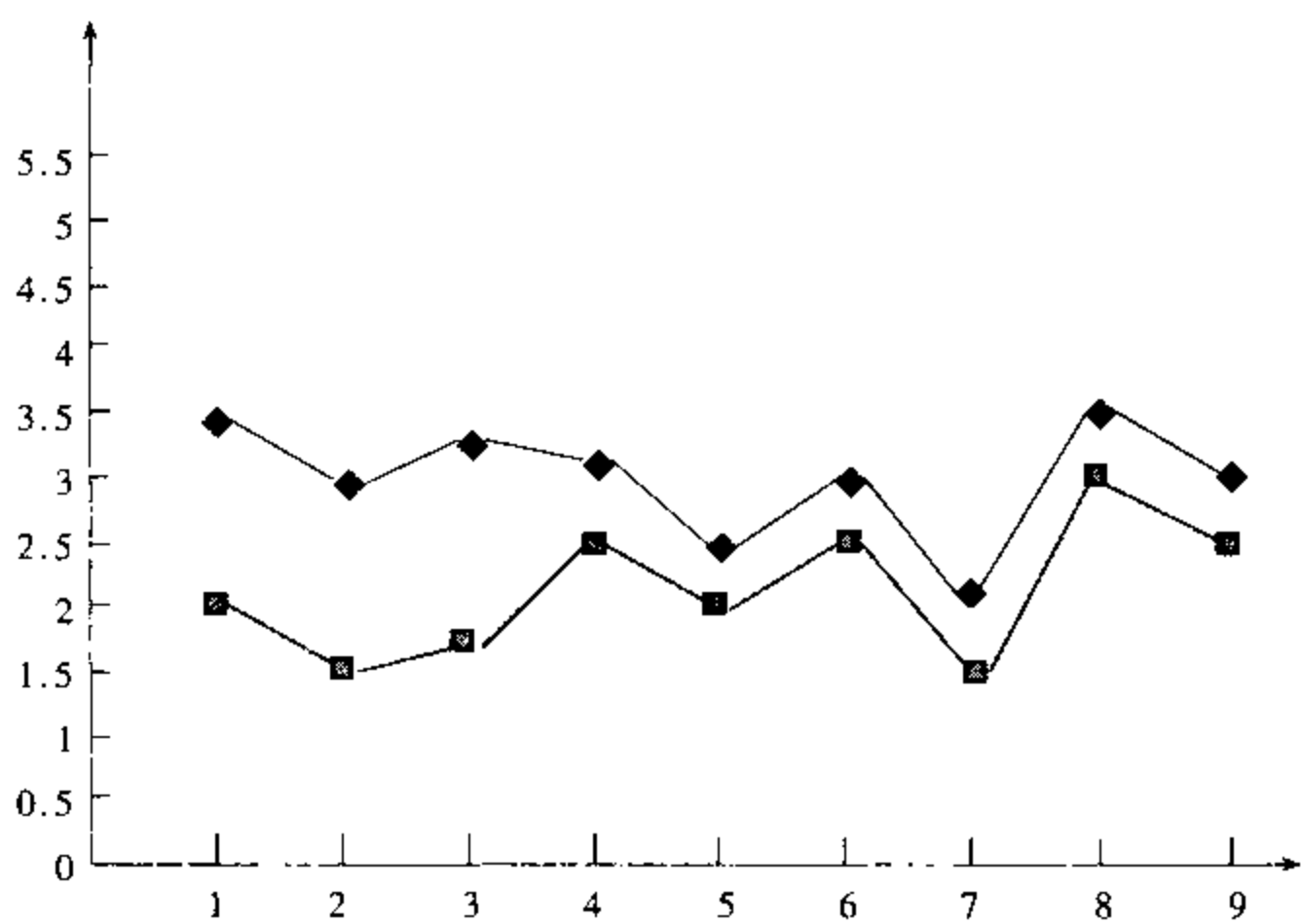


图 5-3

层别时注意事项

- (1) 数据的性质分类要明确。
- (2) 从品质（不良率、缺陷数）、效率（工时）、成本（各项费用）等项目的日报、周报、月报中去发现问题。
- (3) 同一问题有很多项目在一起应层别。
- (4) 层别所得资料要能与对策相连接。

例：某公司有三条生产线 A、B、C，表 5-3 为其一周生产不良率数据，用层别法可明确发现此三条生产线之差异，如图 5-4 所示：



表 5-3

线别	星期一	星期二	星期三	星期四	星期五	星期六
A	2.2%	1.5%	2.1%	2.4%	1.8%	1.6%
B	1.6%	1.0%	0.9%	1.3%	1.2%	1.4%
C	0.3%	0.8%	1.2%	0.8%	1.0%	1.1%

记号：A “◆”；B “△”；C “□”

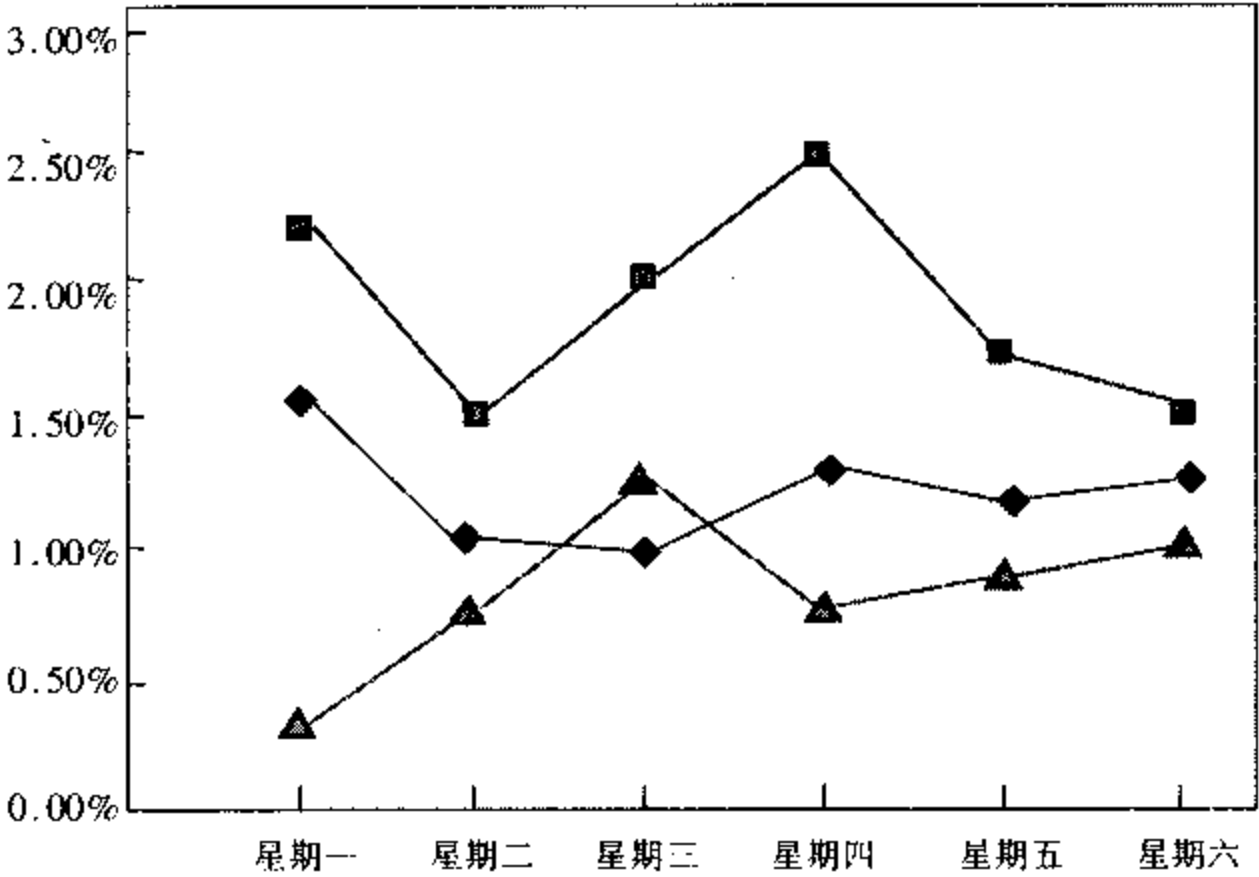


图 5-4

④层别法在 QC 手法上的运用

对 QC 手法上各种图表均可运用层别法加以分类比对分析。

(1) 推移图的层别，如图 5-5 所示：



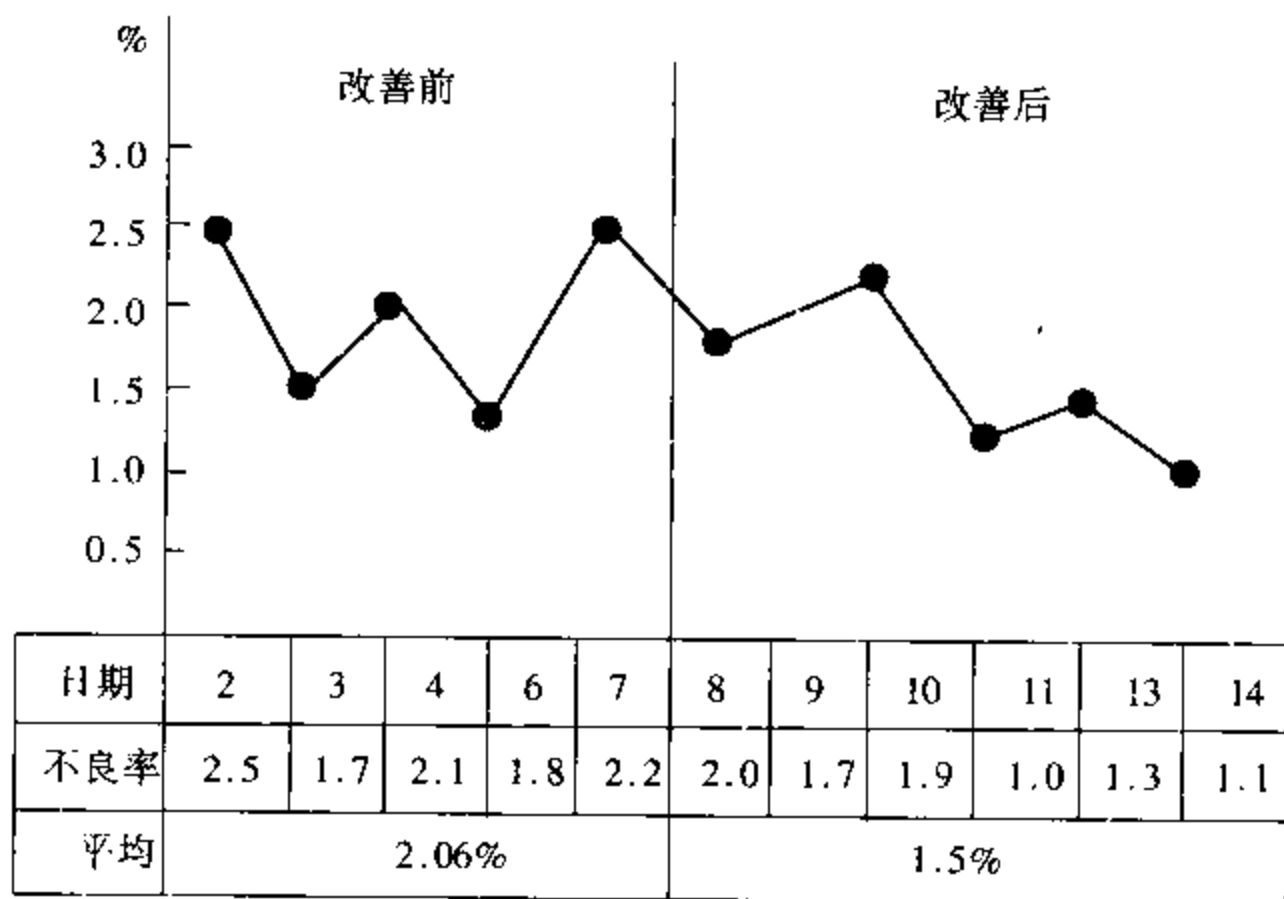
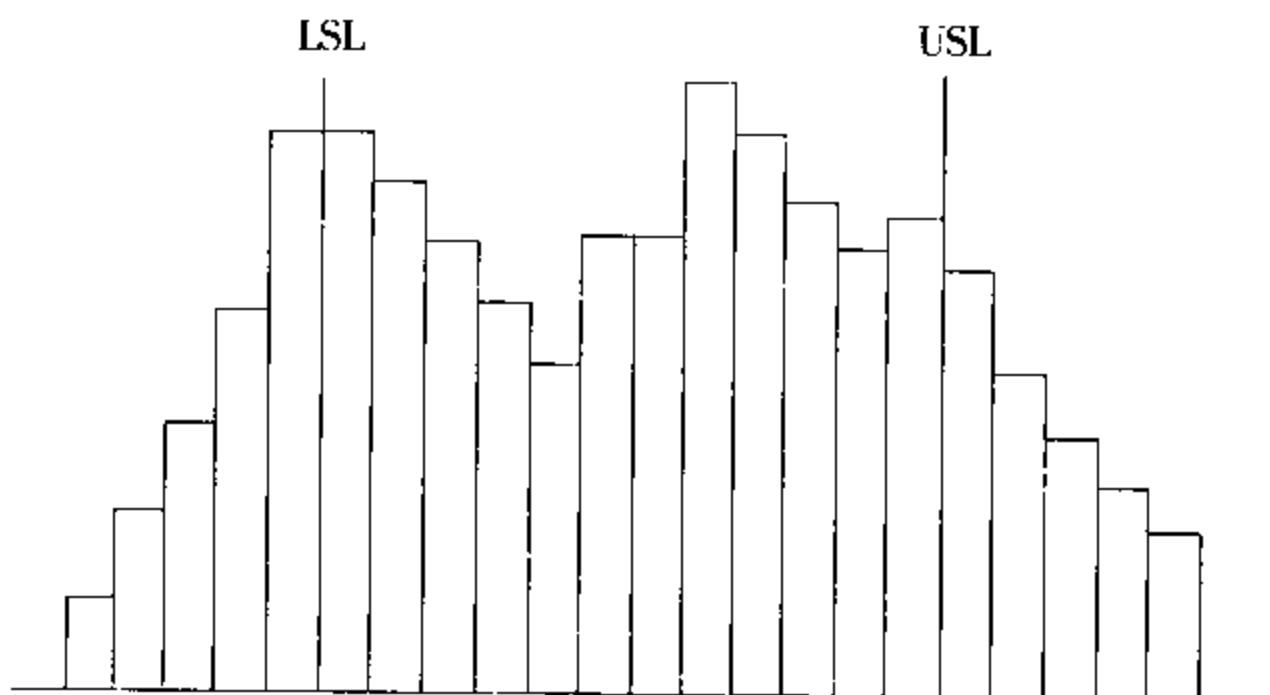


图 5 - 5

(2) 直方图的层别，如图 5 - 6 所示：



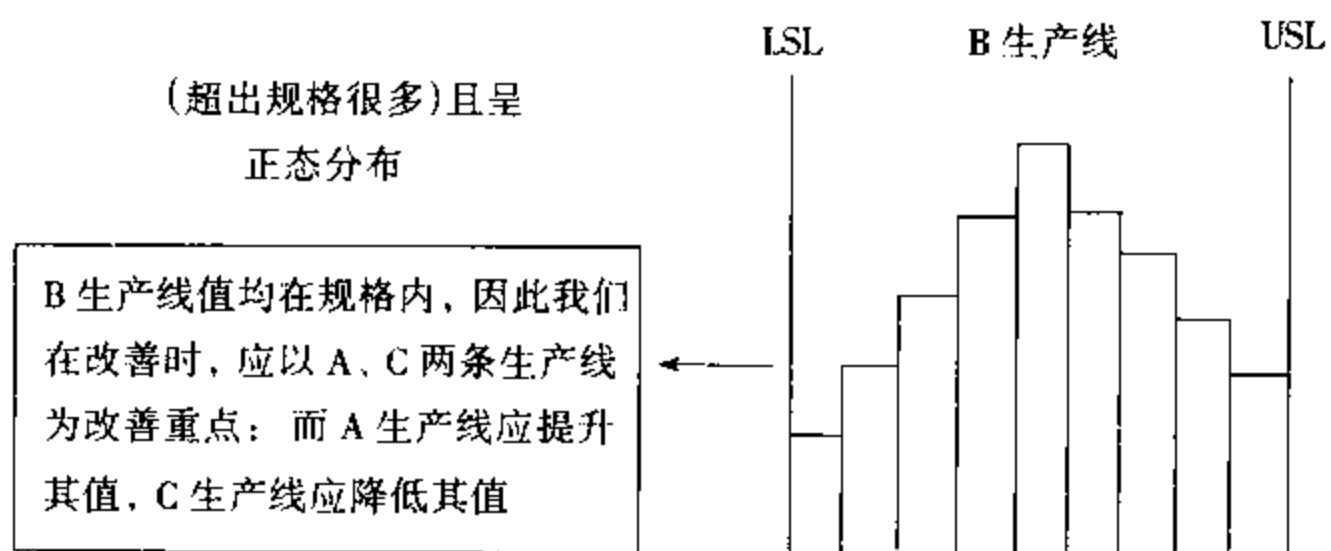
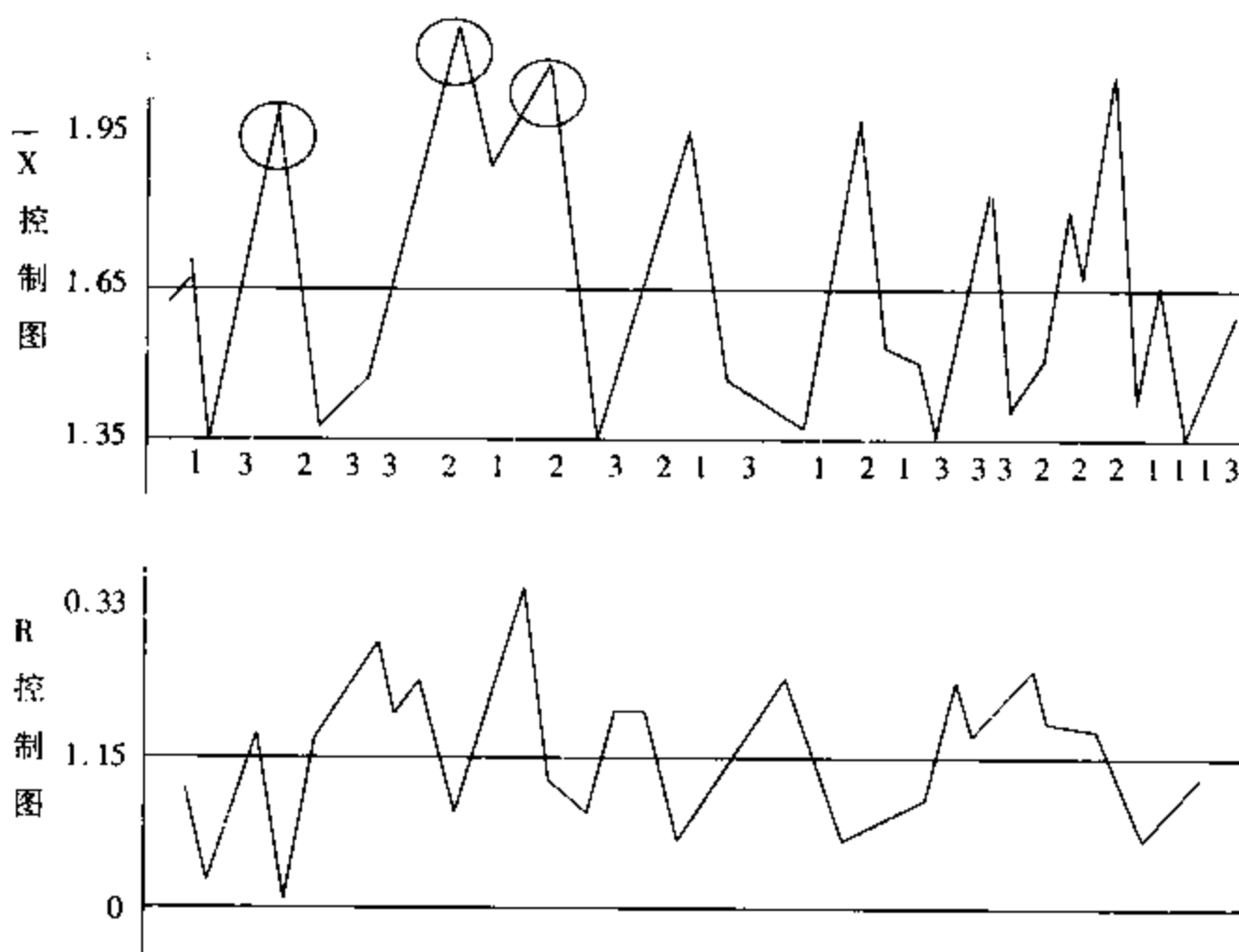


图 5-6

(3) 控制图的层别, 如图 5-7 所示:



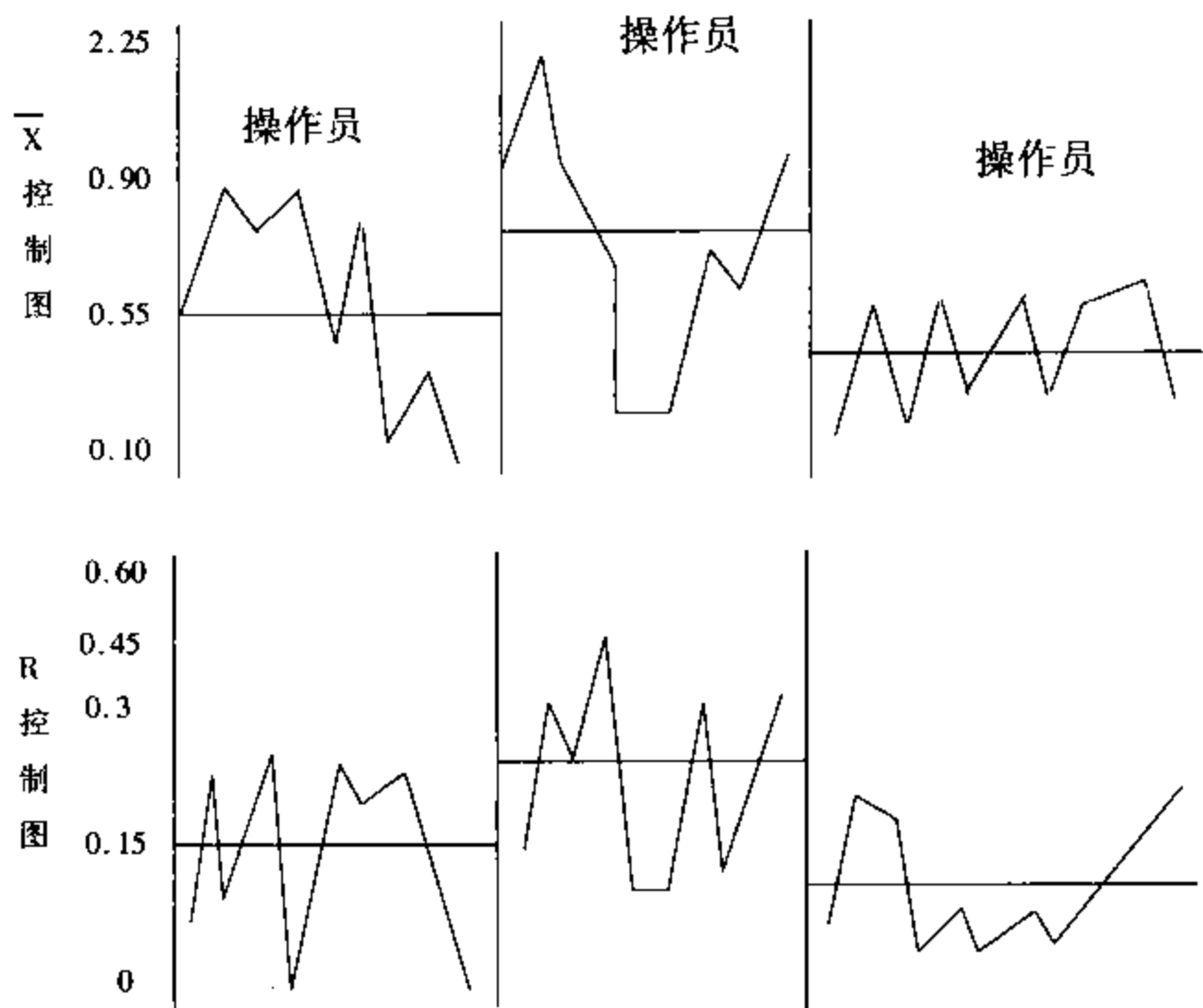


图 5-7

(4) 柏拉图的层别，如图 5-8 所示：

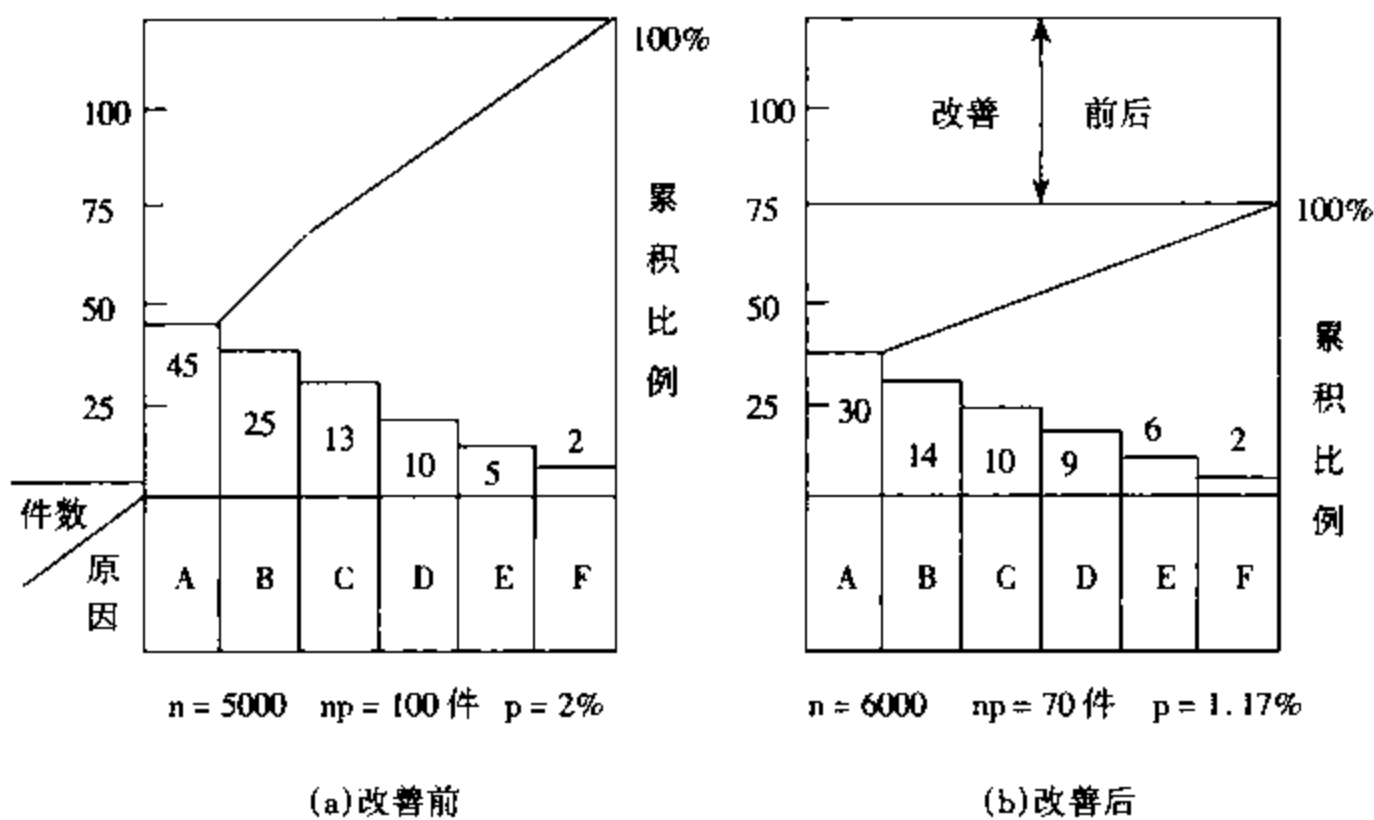


图 5-8



(5) 因果图的层别，如图 5-9 所示：

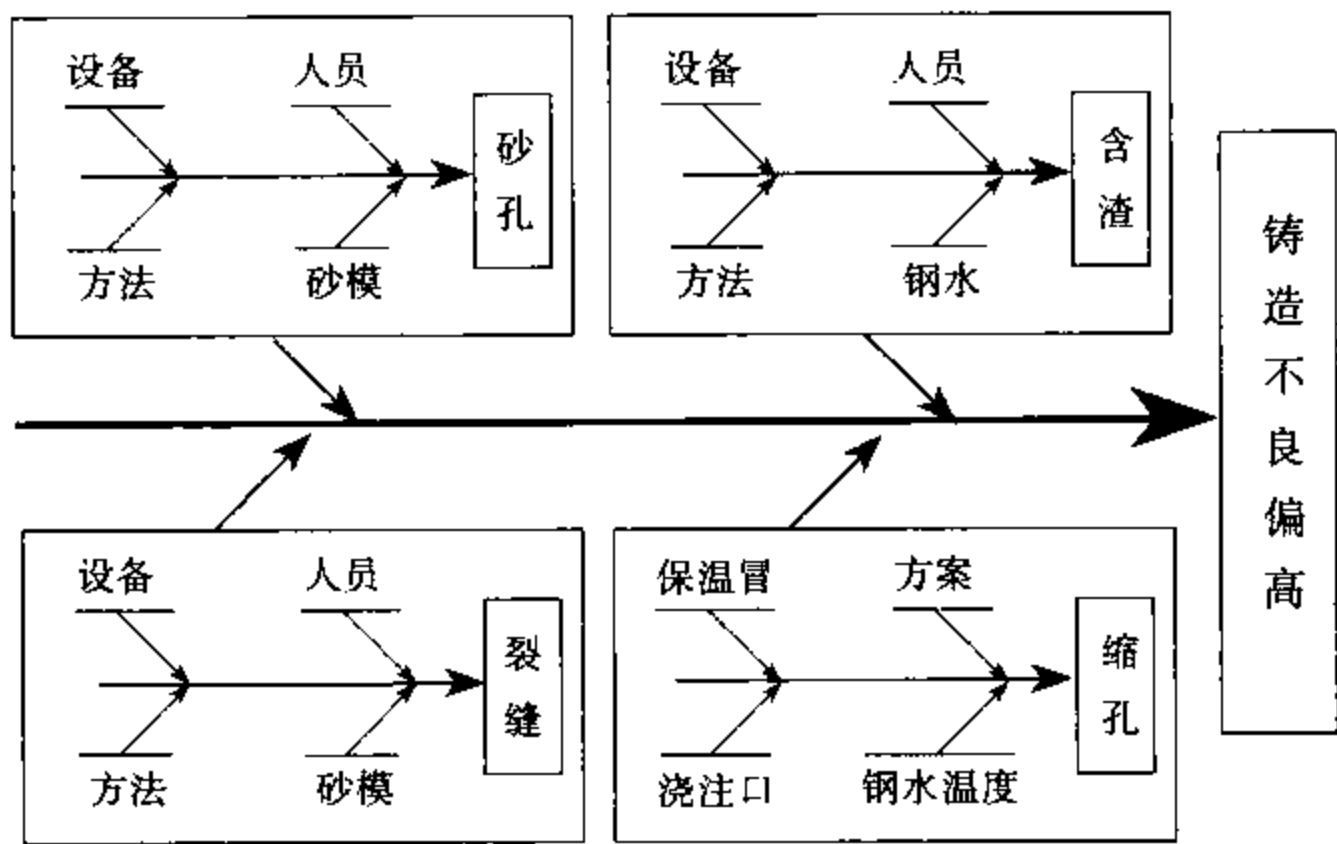


图 5-9

(6) 散布图的层别，如图 5-10 所示：

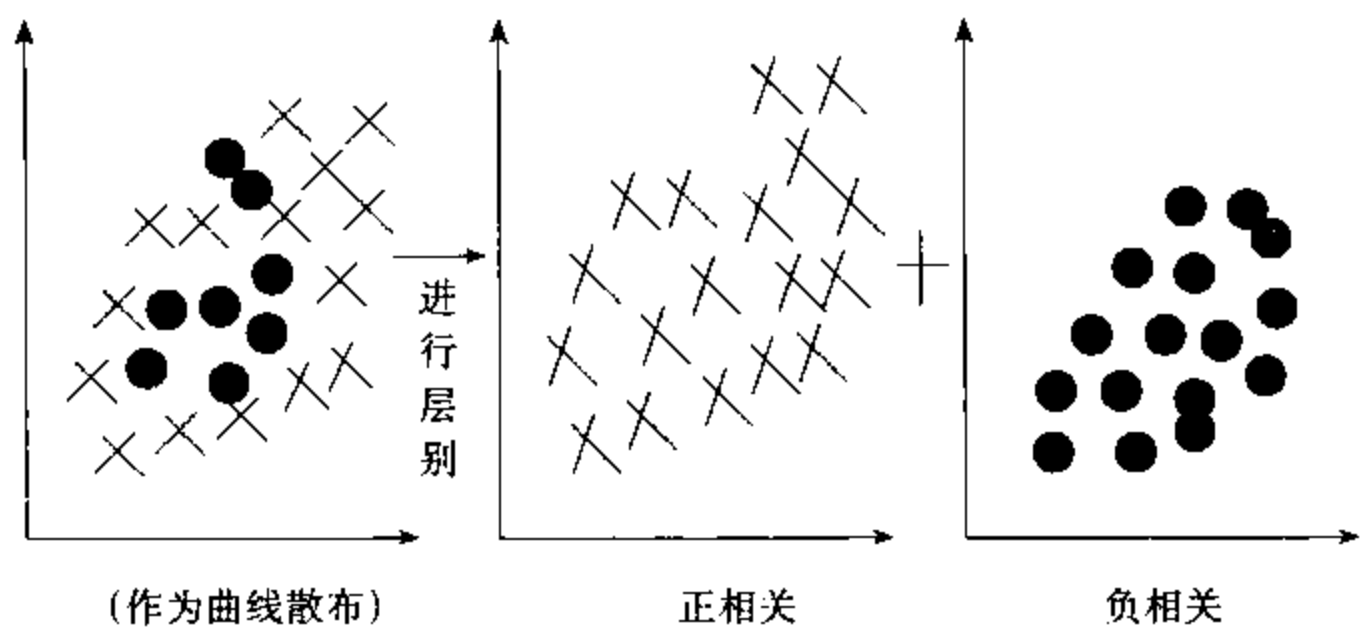


图 5-10



⑤层别法应用实例

某造纸厂为控制纸张的厚度，生产线规定每日班人员须每2个小时抽测一次，每次取6段，并测量中央及两侧的厚度加以控制。最近业务经理反应客户对纸张的厚度不均造成纸管卷纸困扰屡有抱怨，总经理要求质量经理追查原因。

质量经理将5天之现场抽测数据加以整理（表5-4）并做成频数分布表及直方图如图5-11所示；并求出其平均值与标准差。该公司的纸张厚度规格值为 $6.5 \pm 0.5\text{mm}$ ，依据直方图可看出整体的平均值偏低、变异非常大，质量经理找不出真正原因所在，请你帮忙找找看。

表 5-4

样本数	8: 30			10: 30			13: 30			15: 30			时间
	左	中	右	左	中	右	左	中	右	左	中	右	位置
1	6.0	6.0	6.1	6.1	6.1	6.2	6.3	6.2	6.4	6.1	6.4	6.2	周一
2	6.2	6.1	6.1	6.5	6.9	6.7	7.0	6.5	6.9	6.3	6.5	6.3	
3	5.8	5.8	5.8	6.3	6.3	6.3	6.3	6.4	6.7	6.5	6.5	6.6	
4	6.0	6.2	6.2	6.2	6.7	6.5	6.7	6.7	6.9	6.6	6.7	6.7	
5	6.0	6.3	6.3	6.4	6.4	6.5	6.6	6.5	6.6	6.7	6.5	6.5	
6	6.3	5.9	5.9	6.5	6.4	6.3	6.3	6.4	6.6	6.9	6.7	6.8	
1	6.1	6.0	6.3	6.0	5.9	6.1	6.3	6.4	6.1	6.7	6.6	6.8	周二
2	6.2	6.2	6.4	5.9	6.0	6.3	6.2	6.7	6.5	6.3	6.1	6.4	
3	6.1	6.4	6.5	6.3	6.3	6.3	6.9	6.8	6.6	6.8	6.7	6.9	
4	6.3	6.0	5.9	6.1	6.1	6.2	6.4	6.6	6.6	6.5	6.2	6.4	
5	6.2	6.3	5.9	6.4	6.6	6.4	6.3	6.6	6.2	7.0	6.8	6.9	
6	5.9	5.5	5.8	5.8	5.9	6.2	6.4	6.8	6.3	6.6	6.5	6.6	



续上表

样本数	8: 30			10: 30			13: 30			15: 30			时间
	左	中	右	左	中	右	左	中	右	左	中	右	位置
1	6.3	6.3	6.2	6.2	6.0	6.2	6.5	6.2	6.3	6.4	6.4	6.6	周三
2	5.6	5.7	6.1	6.3	6.2	6.3	6.5	6.4	6.4	6.1	6.3	6.5	
3	6.4	6.4	6.3	6.2	6.2	6.2	6.7	7.0	6.6	6.5	6.5	6.6	
4	6.0	5.8	6.1	6.0	5.9	6.0	6.5	6.4	6.3	6.6	6.8	6.7	
5	6.2	6.2	6.1	6.3	6.0	6.1	6.7	6.6	6.5	6.2	6.3	6.6	
6	6.2	6.0	6.1	6.2	6.2	6.2	6.8	6.7	6.8	6.9	6.8	6.8	
1	6.3	6.1	6.1	6.4	6.3	6.2	6.5	6.6	6.6	6.7	7.0	6.6	周四
2	6.1	6.1	6.0	6.4	6.4	6.5	6.1	6.2	6.2	6.2	6.1	6.0	
3	6.0	6.0	6.3	6.3	6.2	6.2	6.2	6.1	6.5	6.5	6.5	6.5	
4	6.3	6.3	6.3	6.1	6.2	5.9	6.7	6.5	6.7	6.2	6.2	6.1	
5	5.9	5.9	6.1	6.3	6.3	6.1	6.2	6.4	6.3	6.4	6.5	6.5	
6	6.0	5.8	6.0	6.3	6.2	6.0	6.4	6.5	6.5	6.7	6.7	6.8	
1	6.0	6.1	6.2	6.0	6.1	6.0	6.3	6.4	6.2	6.4	6.3	6.4	周五
2	6.1	6.1	6.3	6.0	6.3	6.2	6.6	6.5	6.4	6.5	6.5	6.5	
3	6.3	6.1	6.3	6.4	6.4	6.5	6.6	6.6	6.8	6.5	6.8	6.6	
4	5.8	6.0	5.7	6.8	6.6	6.8	6.3	6.4	6.3	6.4	6.4	6.4	
5	6.0	6.0	5.9	6.5	6.6	6.4	6.6	6.5	6.5	6.6	7.0	6.9	
6	6.4	6.2	6.3	6.3	6.2	6.2	6.7	6.8	7.0	6.7	7.0	6.7	



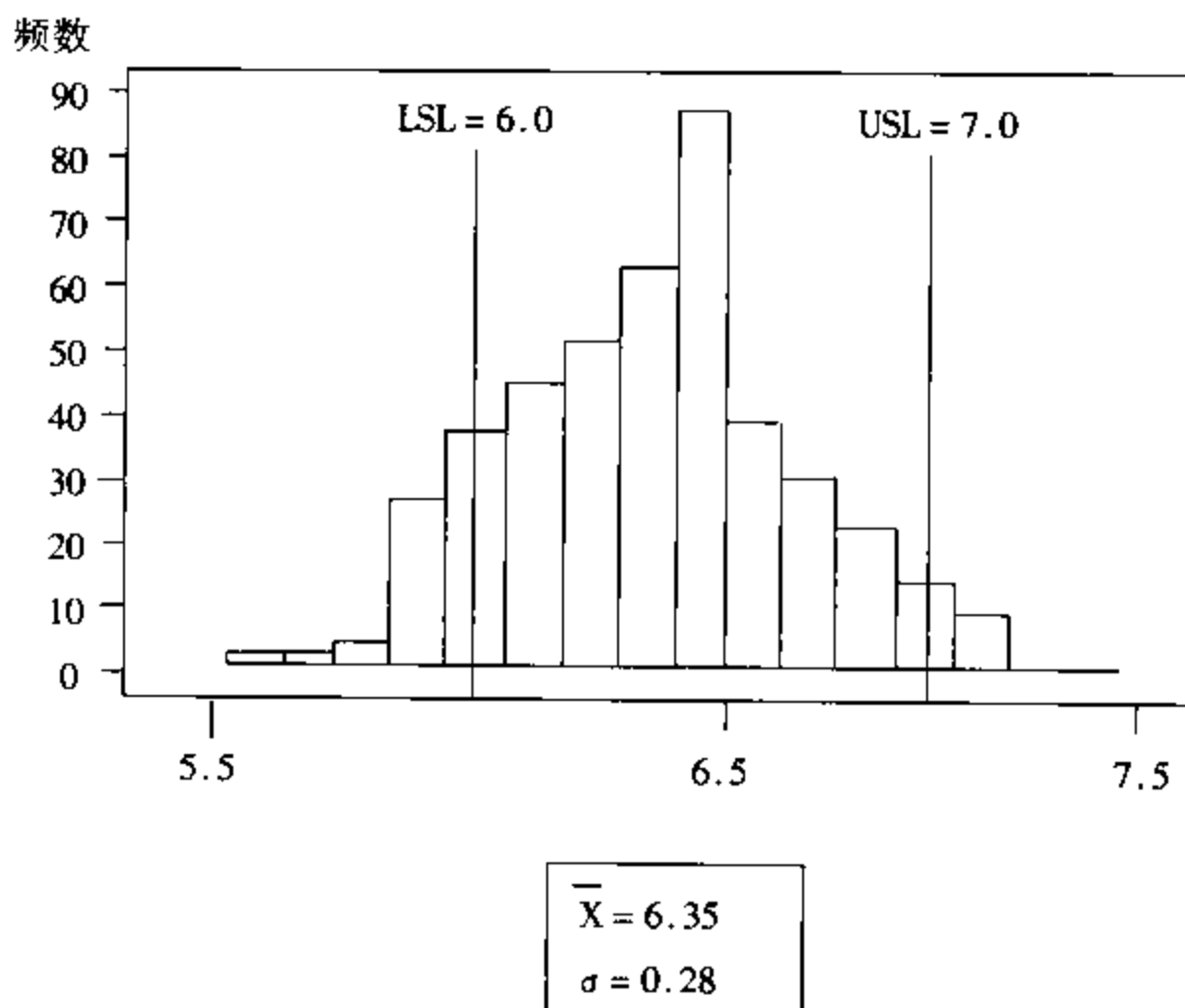
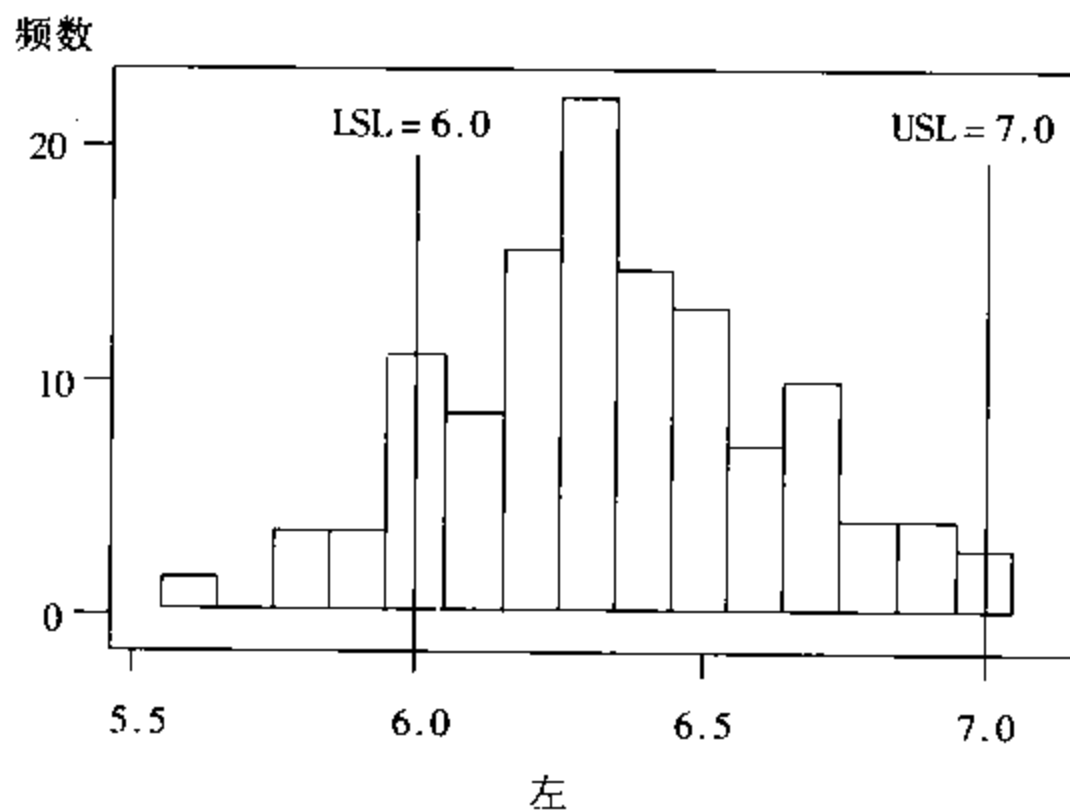


图 5-11

(1) 先以纸张厚度的测量位置进行层别，即以左、中、右层别再绘制直方图，如图 5-12 所示：



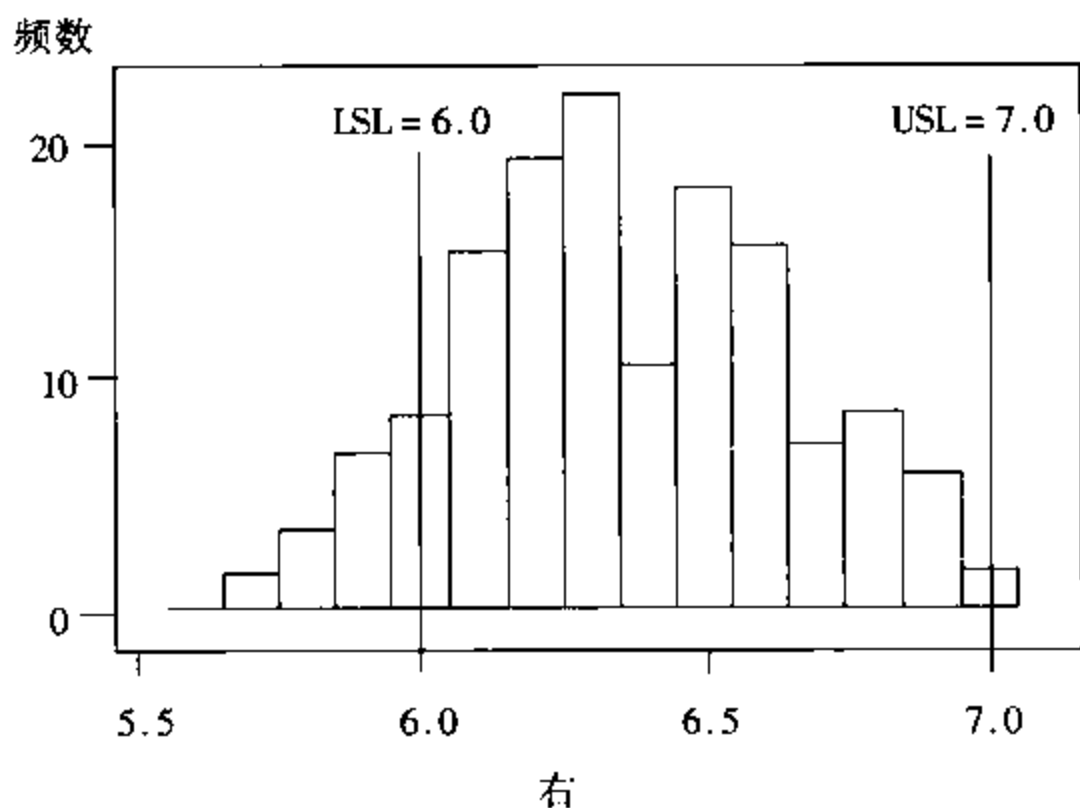
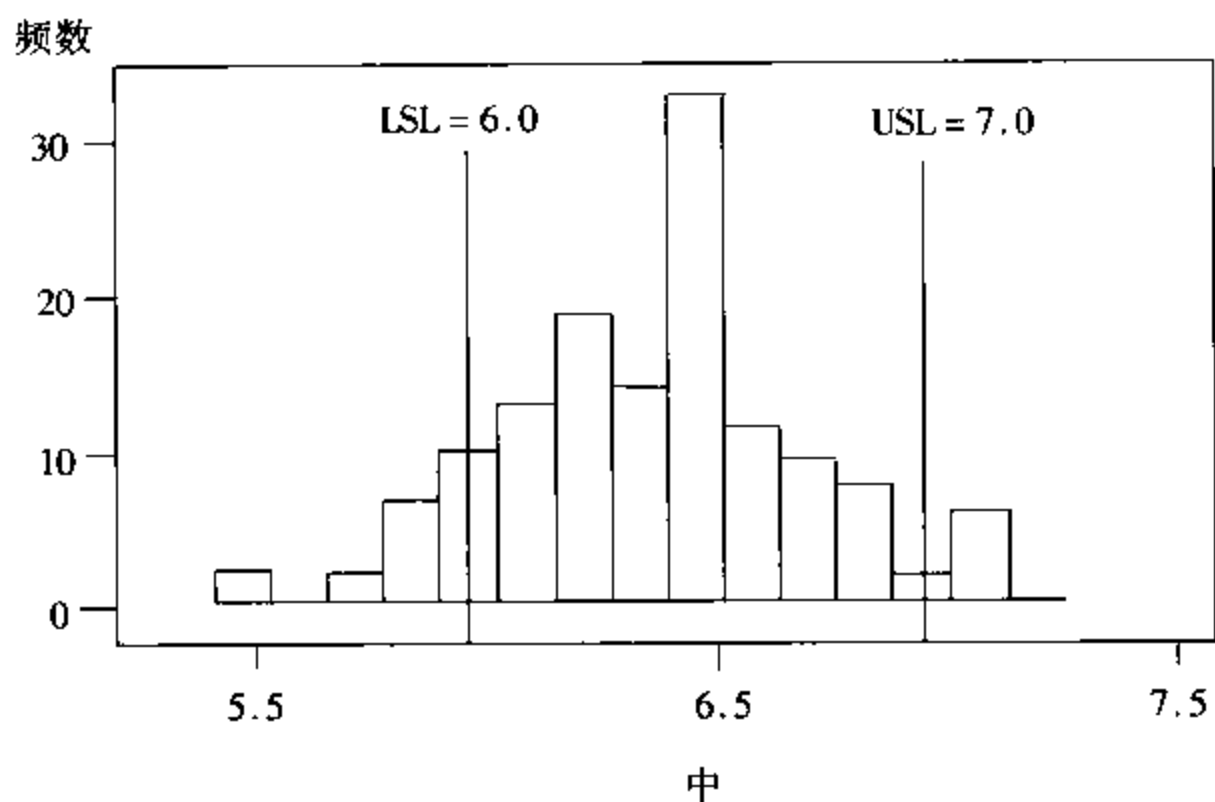


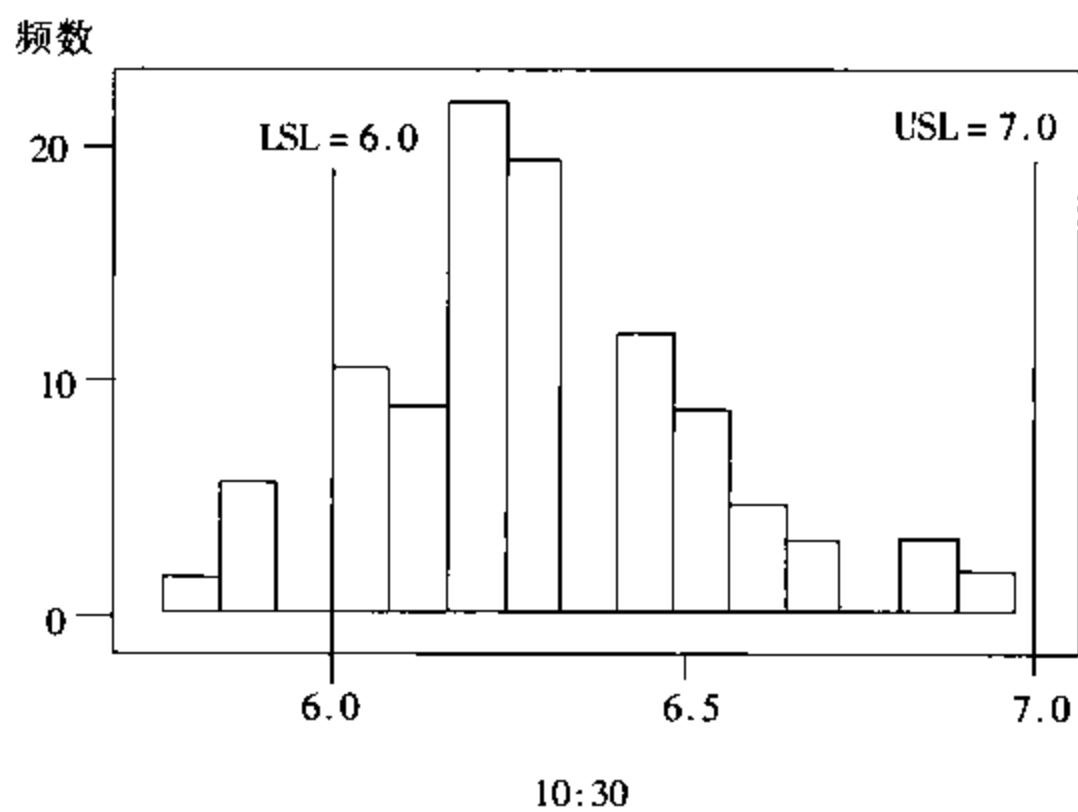
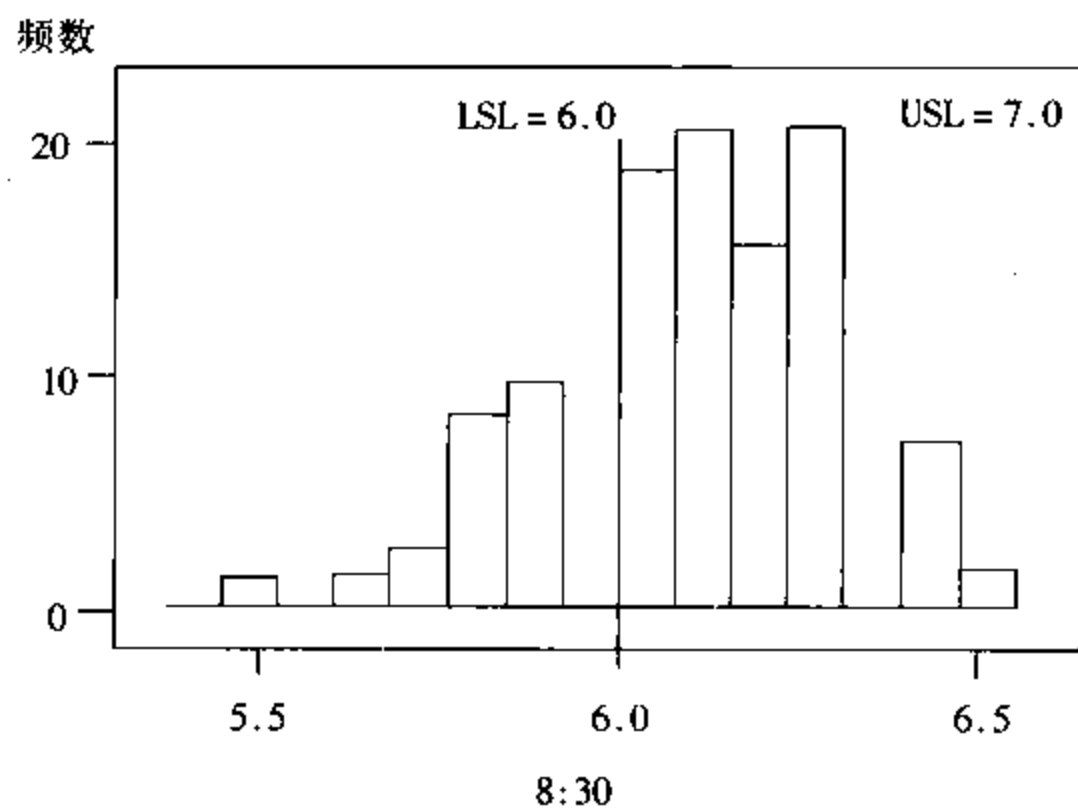
图 5 - 12

分析结论：先以位置别进行层别，发现从直方图的分布情形，仍均有超出规格值的现象，且各位置的离散程度与平均集中的趋势，并无明显的差异。

(2) 再以测量时间进行层别，即绘制早上 8：30，10：30，



与下午 13:30, 15:30 的层别直方图, 再进行分析, 如图 5-13 所示:



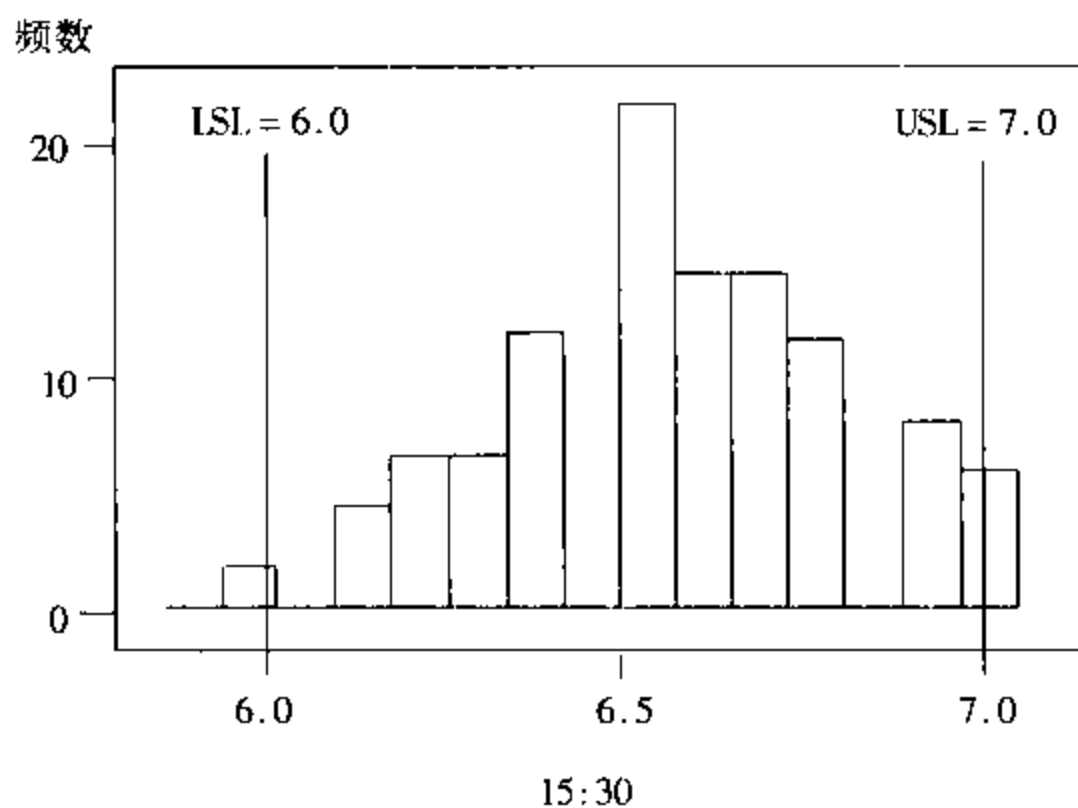
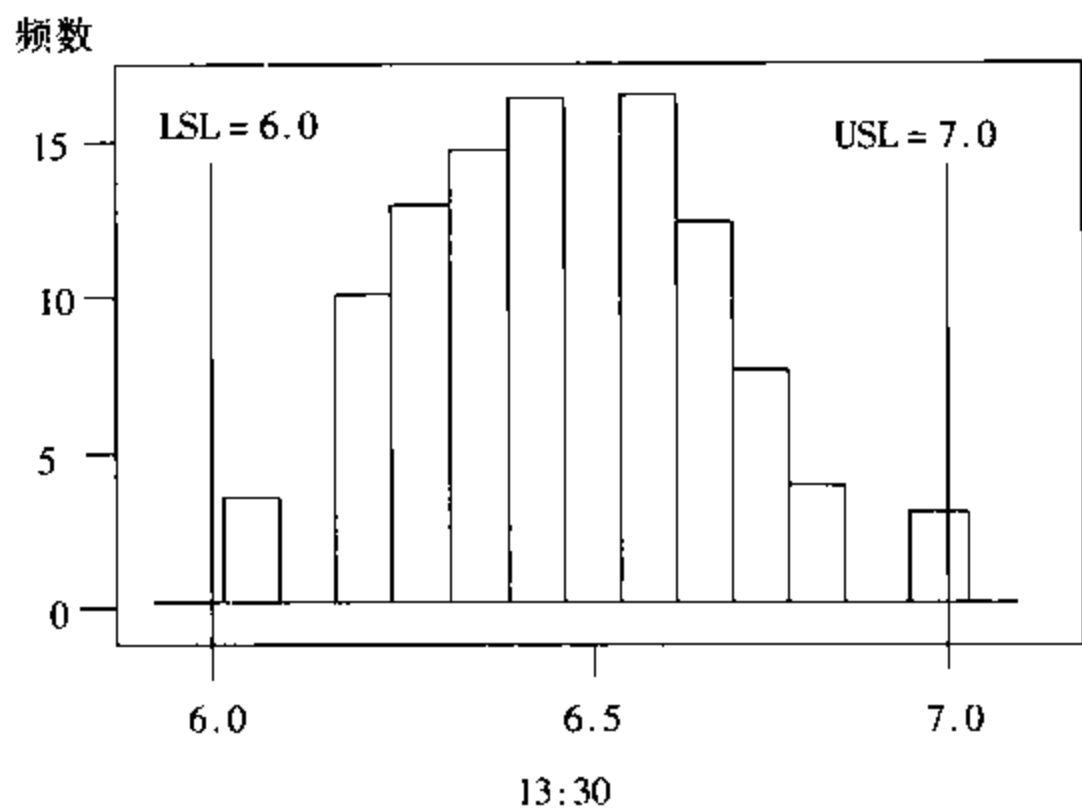


图 5-13

结论分析：由生产时的测量时刻别可看出早班上午时段的厚度平均分布偏规格下限很多，又以早上 8：30 时的不足厚度最多；故可判断纸张厚度不足是由于生产时刻别差异所引起的，因此应对早上的作业情况再进行调查分析，以寻求改善对策。

100
2009.10.11

第六章

直方图

- ◆ 直方图的定义
- ◆ 直方图的制作
- ◆ 直方图的应用
- ◆ 过程能力
- ◆ 应用实例

●直方图的定义

1. 什么是直方图

为了容易的看出如长度、重量、硬度、时间等计量值的数据分布情形，所用来表示的图形。直方图是将所收集的测定值、特性值或结果值，分为几个相等的区间作为横轴，并将各区间内所测定值依所出现的频数累积而成的区域，用柱子排起来的图形。因此，也叫做柱状图。

2. 使用直方图的目的

- (1) 了解数据分布的形态。
- (2) 研究和分析过程能力。
- (3) 过程分析与控制。
- (4) 判断数据的真实性。
- (5) 计划产品的不良率。
- (6) 求分布的平均值与标准差。
- (7) 确定控制规格界限。
- (8) 与规格或标准值比较。
- (9) 调查是否混入两个以上的不同总体。
- (10) 了解设计、管理是否合乎过程管理。

3. 术语

- (1) 频数分布。

将许多的复杂数据依其差异的幅度分成若干组，在各组内列入测定值的出现频数，即为频数分布。

- (2) 相对频数。



各组出现的频数除以全部的频数，即为相对频数。

(3) 累积频数 (f)。

自频数分布的测定值较小的一端将其频数累积计算，即为累积频数。

(4) 全距 (R)。

在所有数据中最大值和最小值的差，即为全距。

(5) 组距 (h)。

全距/组数 = 组距

(6) 算数平均数 (X)。

数据的总和除以数据总数为之，通常以 \bar{X} 表示。

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \cdots + X_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$\bar{X} = X_0 + h \frac{\sum \mu f}{n}$$

(7) 中位数 (X)。

将数据由小至大依序排列，位居中央的数称为中位数。若过偶位数时，则取中央两数据的平均值。

(8) 众数 (MODE)。

频数分布中出现频数最多的组的值。

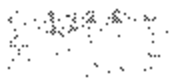
例：

表 6-1

数据	5	6	8	47	21	105
频数	2	32	14	6	18	3

表 6-1 中，频数最多为 32，数值为 6，故众数为 6。

(9) 组中点 (mid range)。



一组数据中最大值与最小值的平均值。

(上组界 + 下组界) ÷ 2 = 组中点

(10) 标准差 (σ)

$$\sigma = h \times \sqrt{\frac{\sum \mu^2 f - \frac{(\sum \mu f)^2}{n}}{n - 1}}$$

直方图的制作

1. 直方图的制作方法

步骤 1：搜集数据并记录

搜集数据时，对于抽样分布必须特别注意，不可取部分样品，应就全部均匀的加以随机抽样。所搜集样本个数应大于 50 以上。

例：某产品的尺寸规格为 100 至 150mm，今按随机抽样方式抽取 100 个样本，其测定值如表 6-2，试制作直方图。

表 6-2

105	110	105	125	110	120	105	105	120	145
105	120	110	135	120	130	110	110	105	100
110	130	120	145	130	145	120	120	110	105
120	125	130	150	145	130	130	130	120	120
130	135	125	105	150	110	125	125	130	130
125	145	135	120	125	105	105	105	125	145
135	150	120	130	135	110	110	110	120	130
145	105	130	145	145	120	120	120	130	110
100	110	135	130	150	130	130	130	140	125
105	120	145	110	105	125	125	125	150	135



步骤 2：找出数据中最大值 (L) 与最小值 (S)

先从各行 (或列) 求出最大值、最小值，再予比较。

得知：

No.1	L1 = 110	S1 = 145
No.2	L2 = 100	S2 = 135
No.3	L3 = 105	S3 = 145
No.4	L4 = 120	S4 = 145
No.5	L5 = 105	S5 = 150
No.6	L6 = 105	S6 = 145
No.7	L7 = 110	S7 = 150
No.8	L8 = 105	S8 = 145
No.9	L9 = 100	S9 = 150
No.10	L10 = 105	S10 = 150

求得 $L = 100$ ， $S = 150$ 。

步骤 3：求全距 (R)

最大值 (L) - 最小值 (S) = 全距 (R)

$$R = 150 - 100 = 50$$

步骤 4：决定组数

① 组数过少，固然可得到相当简单的表格，但失去频数分布的本质与意义；组数过多，虽然表列详尽，但无法达到简化的目的。通常，应先将异常值剔除后再行分组。

② 一般可用数学家史特吉斯 (Sturges) 提出的公式，根据测定频数 n 来计算组数 K ，其公式为： $K = 1 + 3.332 \log n$

上述 $n = 100$ 则 $K = 1 + 3.32 \log 100 = 1 + 3.32 \times 2 = 7.64$
即约可分为 7 组或 8 组。

③ 一般对数据的分组可参照表 6-2：



表 6-2

数据数	组数
1 ~ 50	5 ~ 7
51 ~ 100	6 ~ 10
101 ~ 250	7 ~ 12
251 ~ 300	10 ~ 20
⋮	⋮

步骤 5：求组距（h）

①组距 = 全距 ÷ 组数 ($h = \frac{R}{K}$)

②为便于计算平均数及标准差，组距常取为 2.5 或 10 的倍数。

$$h = \frac{R}{K} = \frac{50}{7} = 7.14, \text{ 即组距取 } 8。$$

步骤 6：求各组上组界，下组界（由小而大顺序）

①第一组下组界 = 最小值 - $\frac{\text{最小测定单位}}{2}$

第一组上组界 = 第一组下组界 + 组界

第二组下组界 = 第一组上组界

②最小测定单位。

整数位的最小测定单位为 1；

小数点 1 位的最小测定单位为 0.1；

小数点 2 位的最小测定单位为 0.01。

③最小数应在最小一组内，最大数应在最大一组内。

若有数字小于最小一组下组界或大于最大一组上组界值时，应自动加一组。

例中：

1110

第一组 = 90 ~ 98

第二组 = 98 ~ 106

第三组 = 106 ~ 114

第四组 = 114 ~ 122

第五组 = 122 ~ 130

第六组 = 130 ~ 138

第七组 = 138 ~ 146

第八组 = 146 ~ 154

步骤 7: 求组中点

$$\text{组中点 (值)} = \frac{\text{该组上组界} + \text{该组下组界}}{2}$$

$$\text{例中: 第一组} = (90 + 98) \div 2 = 94$$

$$\text{第二组} = (98 + 106) \div 2 = 102$$

$$\text{第三组} = (106 + 114) \div 2 = 110$$

$$\text{第四组} = (114 + 122) \div 2 = 118$$

$$\text{第五组} = (122 + 130) \div 2 = 126$$

$$\text{第六组} = (130 + 138) \div 2 = 134$$

$$\text{第七组} = (138 + 146) \div 2 = 142$$

$$\text{第八组} = (146 + 154) \div 2 = 150$$

步骤 8: 作频数分布表 (表 6-3)

①将所有数据, 依其数值大小划记于各组的组界内, 并计算其频数。

②将频数相加, 并与测定值的个数相比较, 频数总和应与测定值的个数相同。



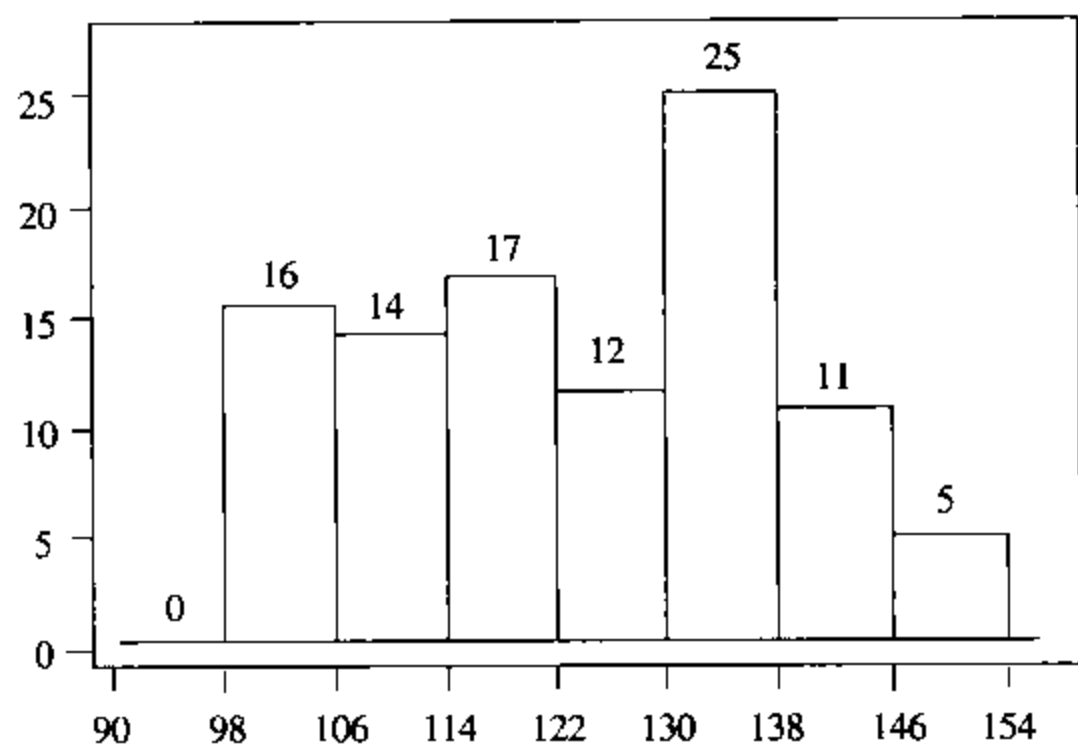
表 6-3

组号	组界	组中点	频数
1	90 ~ 98	94	0
2	98 ~ 106	102	16
3	106 ~ 114	110	14
4	114 ~ 122	118	17
5	122 ~ 130	126	12
6	130 ~ 138	134	25
7	138 ~ 146	142	11
8	146 ~ 152	150	5

步骤 9：制作直方图

- ①将频数分布表图表比，以横轴表示数值的变化，以纵轴表示频数。
- ②横轴与纵轴各取适当的单位长度，再将各组的组界分别标在横轴上，各组界应为等距离。
- ③以各组内的频数为高，组距为底；将每一组画成矩形，则完成直方图。
- ④以图中相关数据信息（数据总数 n ，平均值 \bar{X} ，标准差 $\sigma \cdots$ ），并画出规格的上、下限。
- ⑤记录相关事项：产品名、工序名、期间、制作日期、制作者。如图 6-1 所示：





直方图

产品名：
工序名：
期间：
制作日期：

图 6-1

2. 常见的直方图形态

(1) 正常型，如图 6-2 所示：

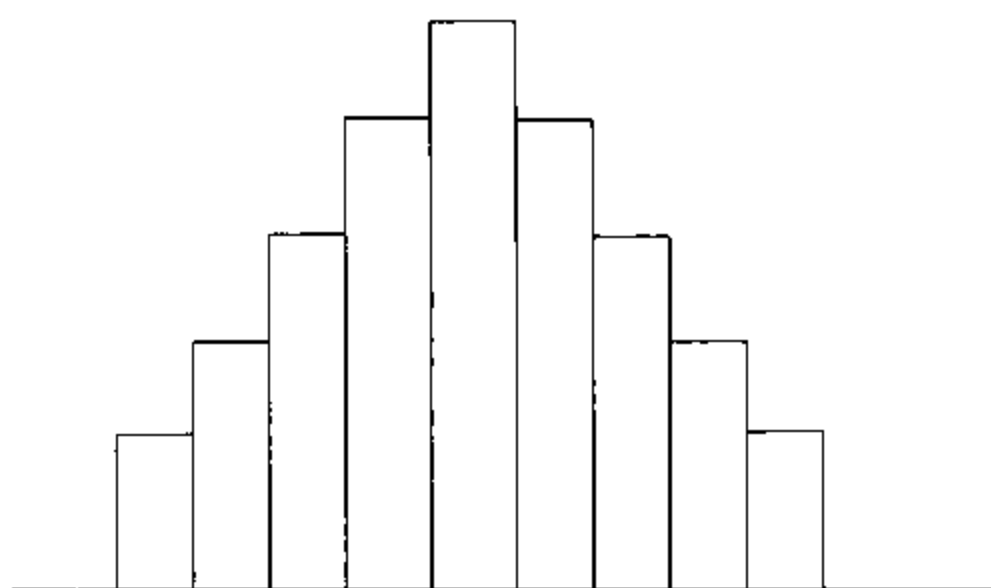


图 6-2



说明：中间高，两边低，有集中趋势。

结论：左右对称分布（正态分布），显示过程在正常运转下。

（2）缺齿型，如图 6-3 所示：

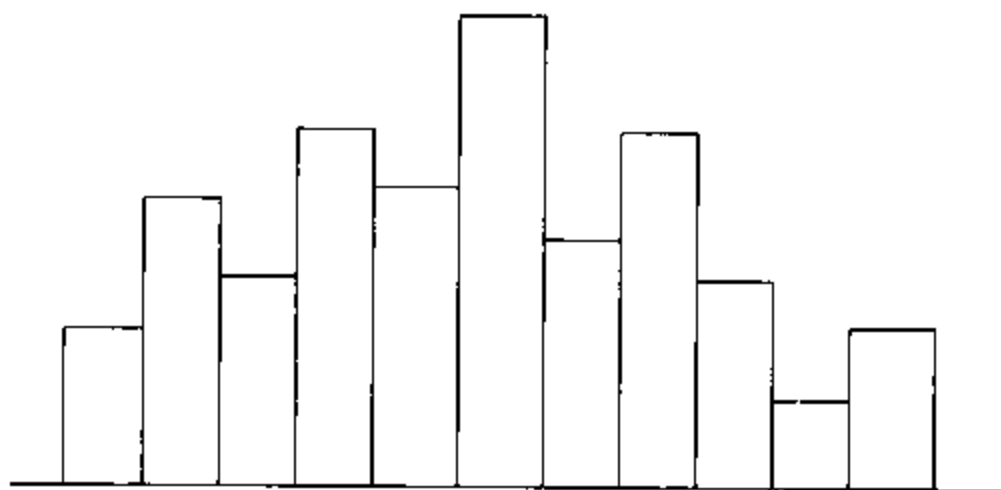


图 6-3

说明：高低不一，有缺齿情形。不正常的分布，仅因测定值或换算方法有偏差，频数分布不妥当所形成。

结论：检查员对测定值有偏好现象，如对 5，10 的数字偏好，或是假造数据。测量仪器不精密或组数的宽度不是倍数时，也有此情况。

（3）切边型（断裂型），如图 6-4 所示：

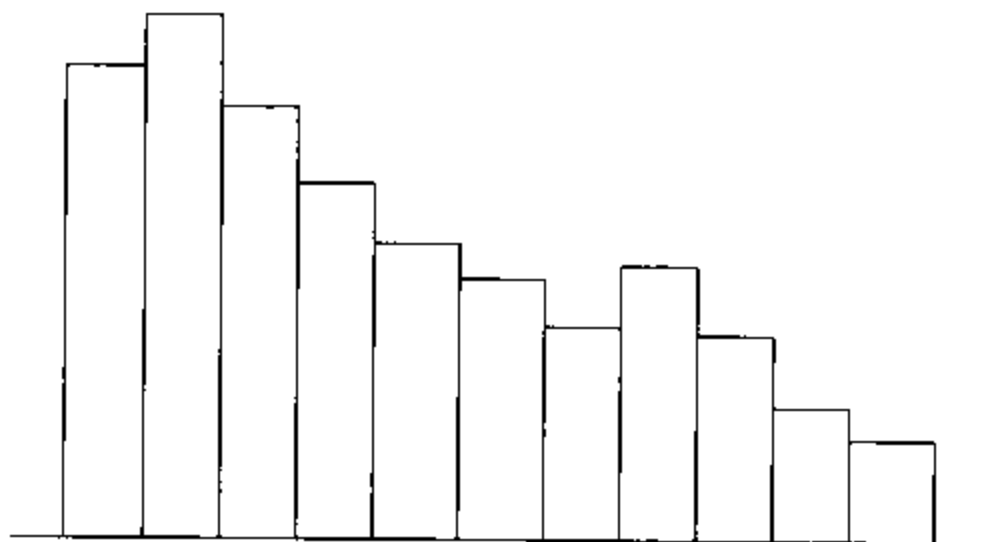


图 6-4



说明：有一端被切断。

结论：在数据经过全检，或过程本身经过全检的情况下，会出现的形状。若剔除某规格以上部分时，则切边在靠近右边形成。

(4) 孤岛型，如图 6-5 所示：

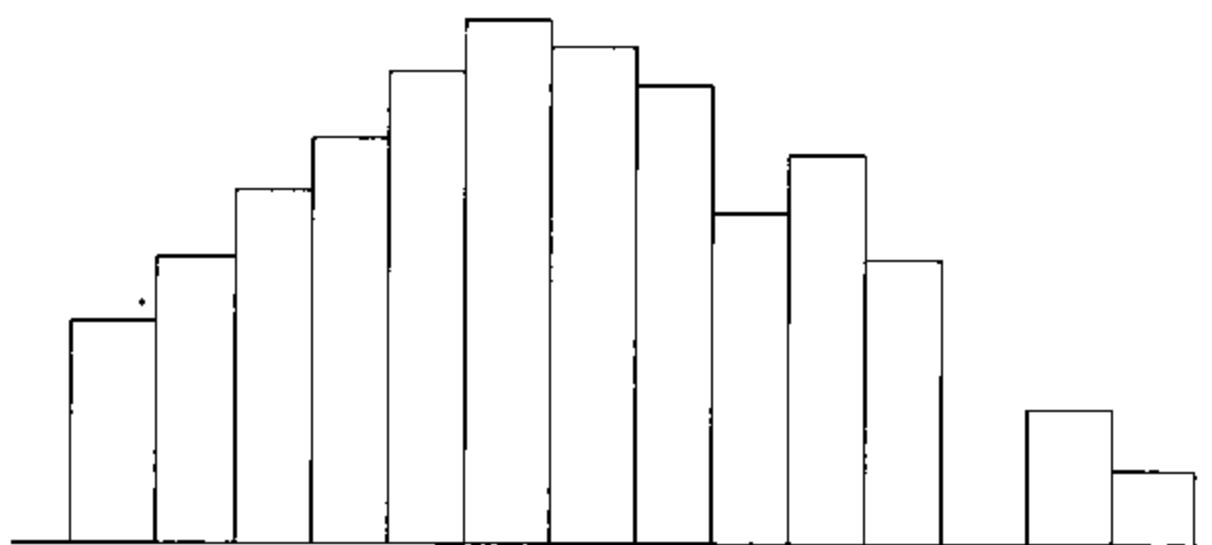


图 6-5

说明：在右端或左端形成小岛。

结论：测定有错误，过程调节错误或使用过期变质原料所引起。一定有异常原因存在，只要去除，即可合乎过程要求，制出合规格的产品。

(5) 高原型，如图 6-6 所示：

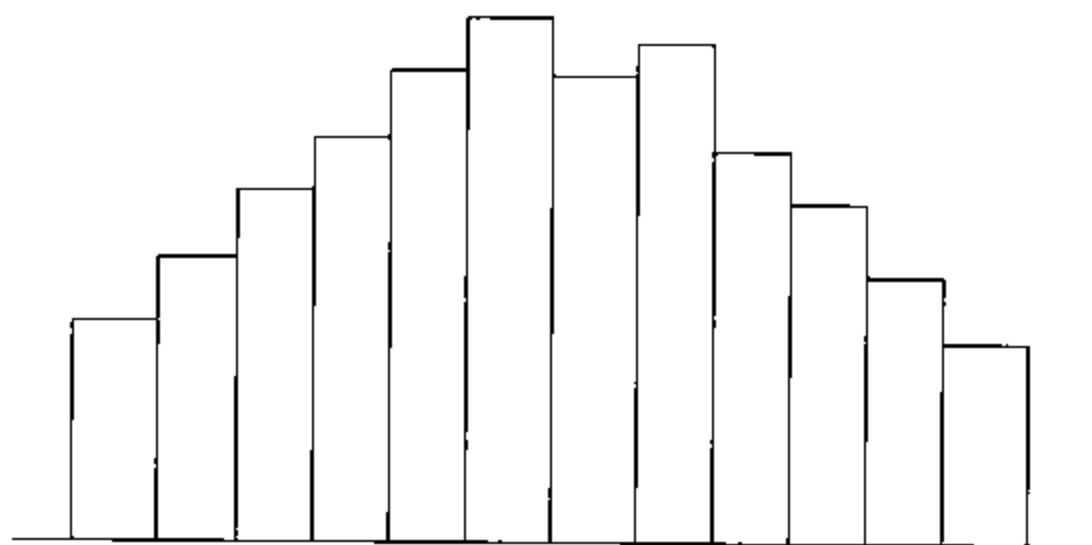


图 6-6



说明：形状似高原状。

结论：不同平均值的分布混在一起，应层别之后再作直方图比较。

(6) 双峰型，如图 6-7 所示：

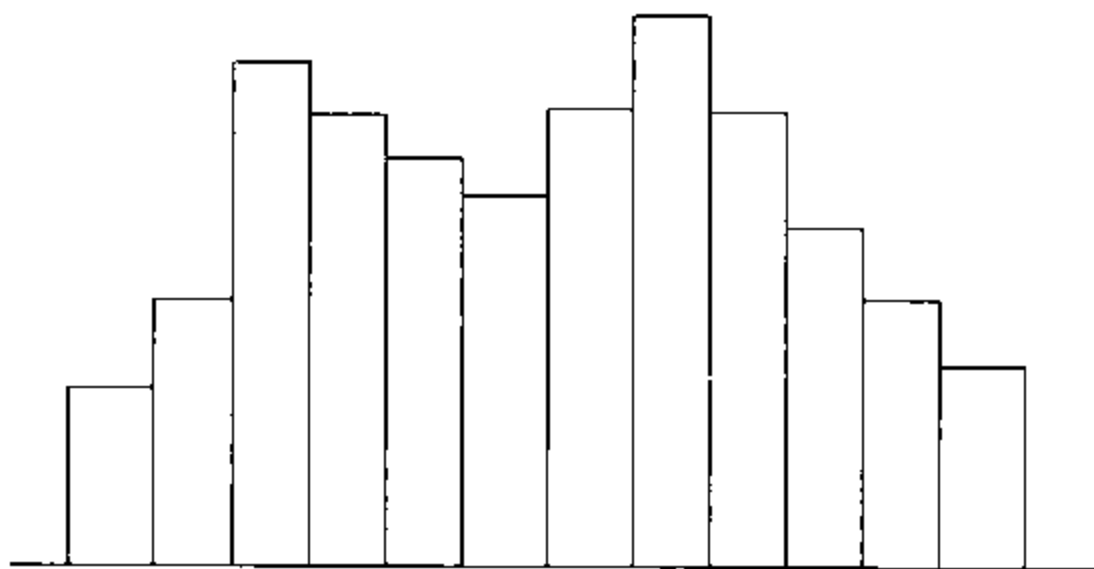


图 6-7

说明：有两个高峰出现。

结论：有两种分布相混合，例如两部机器或两家不同供应商，有差异时，会出现此种形状，因测定值受不同的原因影响，应进行层别后再作直方图。

(7) 偏态型（偏态分布），如图 6-8 所示：

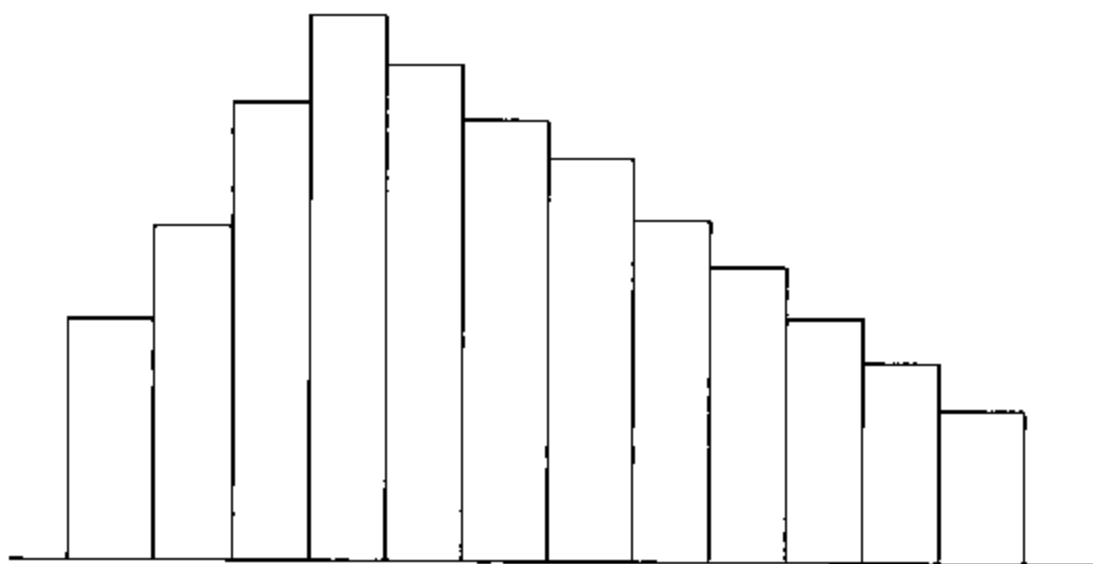


图 6-8



说明：高处偏向一边，另一边低，拖长尾巴。可分偏右型、偏左型。

偏右型：例如，微量成分的含量等，不能取到某值以下的值时，所出现的形状。

偏左型：例如，成分含有高纯度的含量等，不能取到某值以上的值时，就会出现此形状。

结论：尾巴拖长时，应检讨是否在技术上能够接受，工具磨损或松动时，也有此种现象发生。

3. 直方图的使用注意事项

(1) 异常值应去除后再分组。

(2) 对于从样本测定值推测总体形态，直方图是最简单有效的方法。

(3) 应取得详细的数据资料（例如：时间、原料、测定者、设备、环境条件等）。

(4) 进行过程管理及分析改善时，可利用层别方法，将更容易找出问题的症结点，对于品质的改善，有事半功倍的效果。

●直方图的应用

1. 分析过程能力，作为改善过程的依据

自过程中所搜集的数据，经整理成为频数分布表，再绘成直方图后，即可由集中与分散的情形来看出过程的好坏。直方图的重点在于平均值（ \bar{X} ）的所在，经修正后的分布如为正态分布，则自弯曲点中引一横轴的平行线，可求得表现差异性的标准差（ σ ）。良好的过程，平均数应接近规格中心，标准差则



越小越好。

2. 计算产品不良率

品质改善循环活动中，常需计算改善活动前、中、后的不良率，由此比较有无改善成效。其不良率可直接自频数分布表中求得，也可自直方图中计算出来。

例如，某产品的重量直方图如图 6-9 所示，其规格为 35 ± 3 (g)。

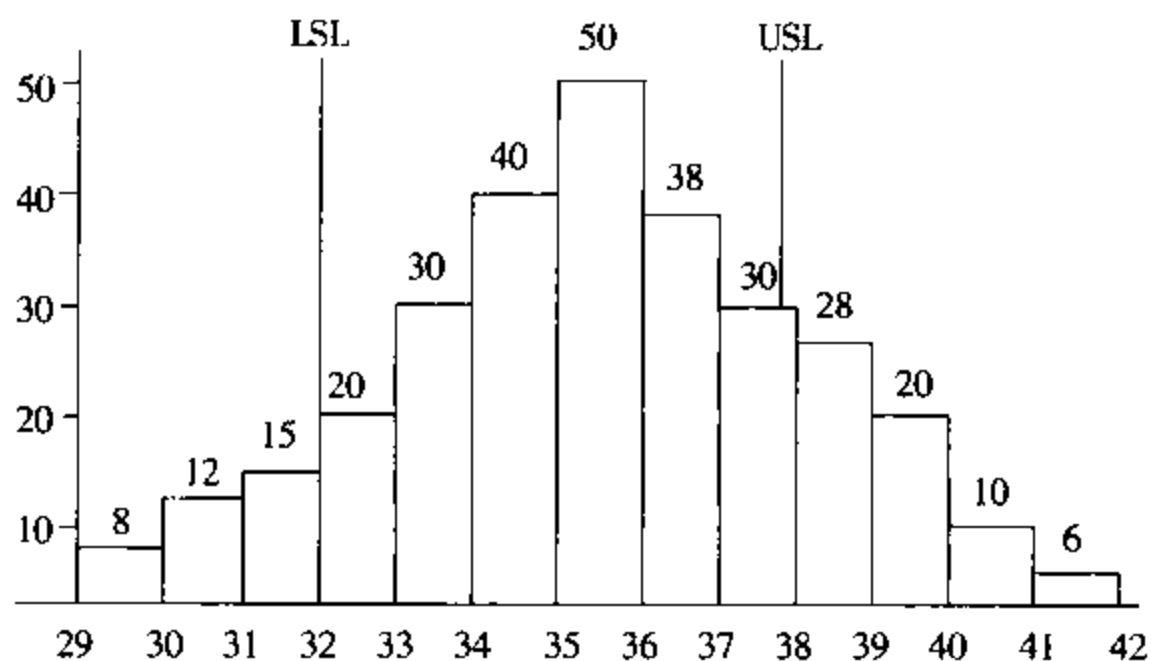


图 6-9

由图与规格界限比较，可知在规格下限以下的有 35 件，超出规格上限的有 64 件，合计有 99 件，占总数 307 件的 32.24%，即不良率为 32.24%。

3. 确定分布形态

由直方图的形状，得知过程是否异常。

4. 订定规格界限

在未订出规格界限之前，可根据所收集数据作成的频数分



布表，确定频数分布是否为正态分布；如为正态分布时，则可根据计算得知的平均数与标准差来订出规格界限。一般而言，平均数减去 3 个标准差得规格下限，平均数加上 3 个标准差则得规格上限；或按实际需要而订出。

5. 与规格或标准值比较

要明了过程能力的好坏，必须与规格或标准值比较才可显现出来；一般而言，我们希望过程能力（直方图）在规格界限内，且最好是过程的平均值与规格的中心相一致。

(1) 合乎规格。

①理想型。

过程能力在规格界限内，且平均值与规格中心一致，平均值加减 4 倍标准差为规格界限。过程稍有变大或变小都不会超过规格值，是一种最理想的直方图。表示产品良好，能力足够。如图 6-10 所示：

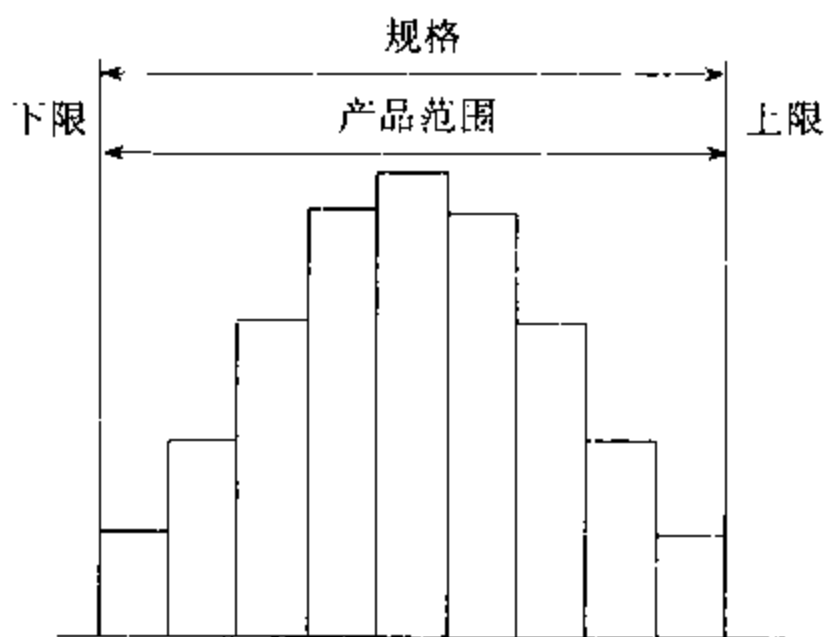


图 6-10



②一侧无盈余。

产品偏一边，而另一边还有盈余很多，若过程再变大（或变小）很可能会有不良发生，必需设法使产品中心值与规格中心值吻合才好。如图 6-11 所示：

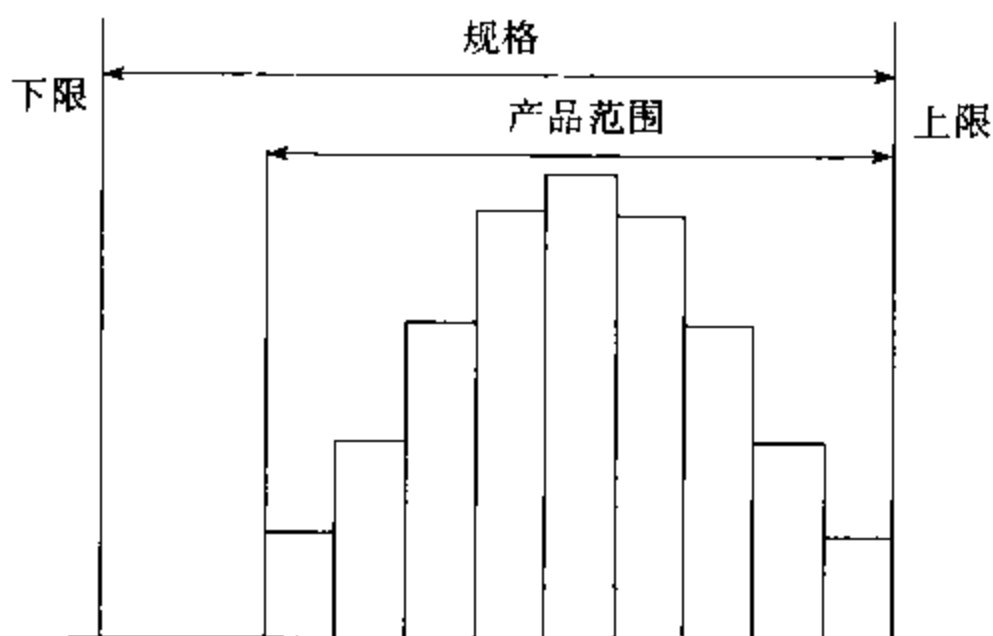


图 6-11

③两侧无盈余。

产品的最大值与最小值均在规格内，但都在规格上下限两端，也表示其中心值与规格中心值吻合，虽没有不良品发生，但若过程稍有变动，就会有不良品产生的危险，要设法提高产品的精度才好。如图 6-12 所示。

④盈余太多。

实际过程在规格界限内，但尾部距规格界限太远。也即产品品质均匀，变异小。如果此种情形是因增加成本而得到，对公司而言并非好现象，故可考虑缩小规格界限或放松品质变异，以降低成本、减少浪费。如图 6-13 所示：



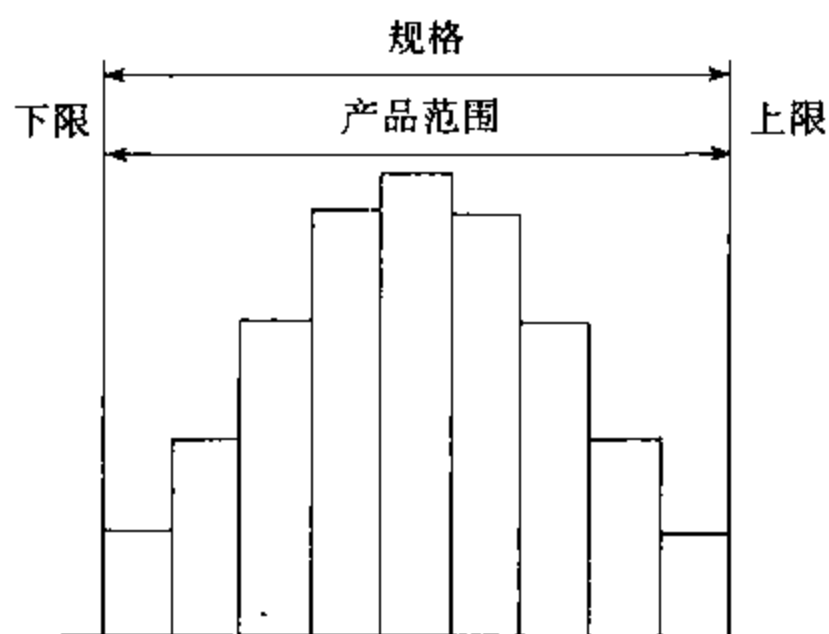


图 6-12

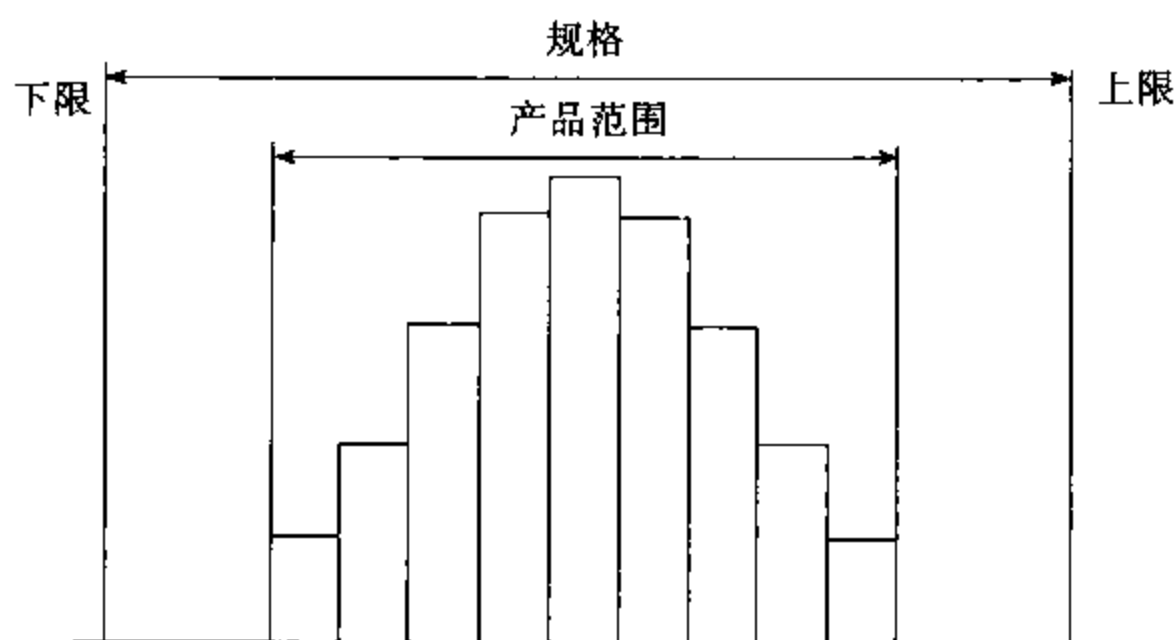


图 6-13

(2) 不合乎规格。

①平均值偏左（或偏右）。

如果平均值偏向规格下限并伸展至规格下限左边，或偏向规格上限并伸展至规格上限的右边，但产品呈正态分布，此即表示平均位置的偏差，应针对固定的设备、机器、原料等方面去追查。如图 6-14 所示：



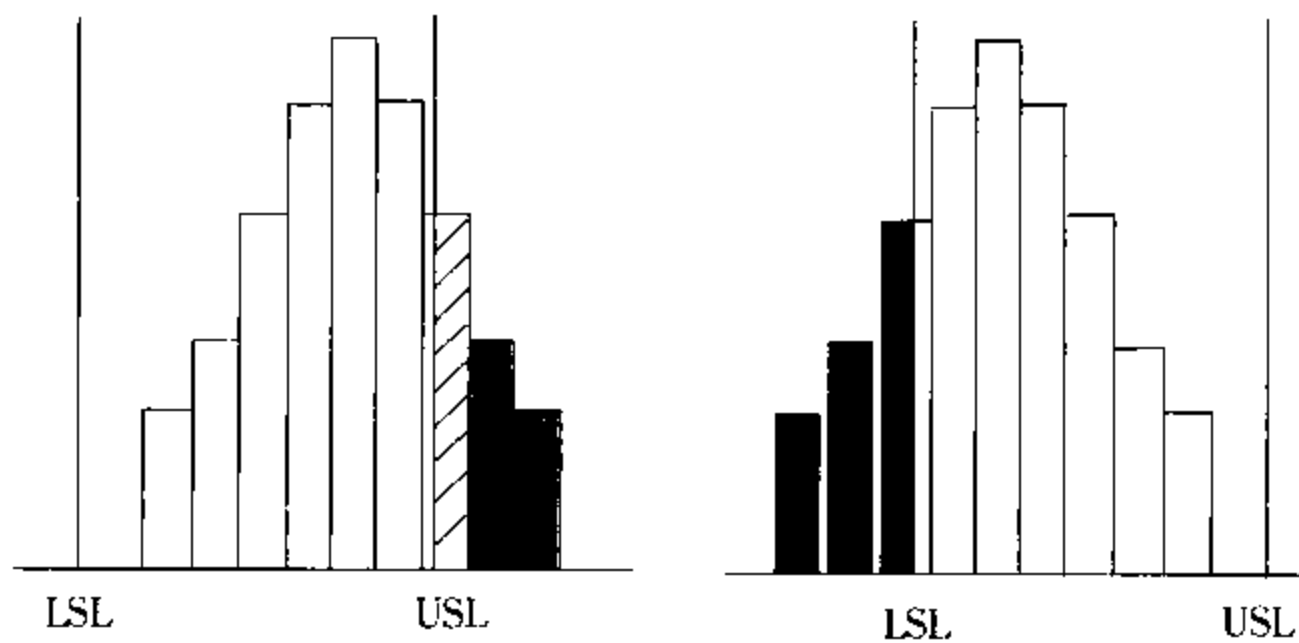


图 6-14

②分散度过大。

实际产品的最大值与最小值均超过规格值，有不良品发生(阴影部分)，表示标准差太大，过程能力不足，应针对变动的人员、方法等方面去追查，要设法使产品的变异缩小，或是规格订得太严，应放宽规格。如图 6-15 所示：

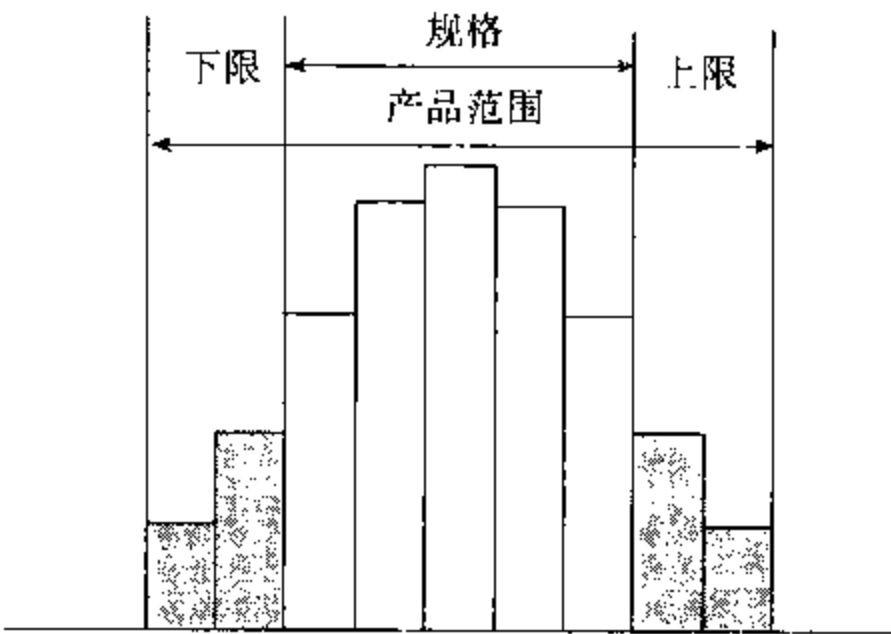


图 6-15

③完全在规格外。

表示产品的生产完全没有依照规格去考虑；或规格订得不合理，根本无法达到规格。如图 6-16 所示：

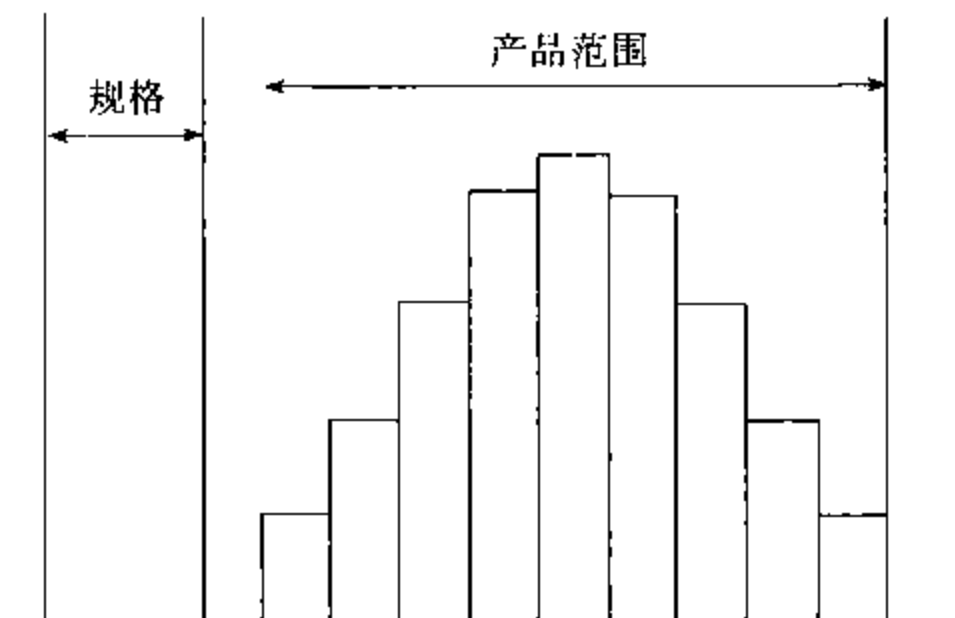


图 6-16

6. 调查是否混入两个以上不同总体

如果直方图呈现双峰型态，可能混合了两个不同总体，也即过程为两种不同总体，例如两个不同班别、不同生产线、不同的材料、不同操作员、不同机台等，生产出来的产品混在一起。此时，需将其层别，将不同班别、生产线、材料、操作员、机台、制造出来的产品分开摆放，以便趁早找出造成不良的原因。

7. 分析设计时的控制界限可否用于过程控制

计量值控制图如 $\bar{X}-R$ 控制图，当 σ 未知，以 $\bar{\bar{X}}$ 作为中心线， $\bar{\bar{X}}+A_2\bar{R}$ 作为控制上限， $\bar{\bar{X}}-A_2\bar{R}$ 作为控制下限，以为设计的控制界限。当每天计算的结果 (\bar{X}, R) 点绘在设计控制界限内，若未呈现任何规则，一般即可将此设计控制界限延伸为



实际的过程控制界限。但是，如果产品本身订有规格界限时，应将所搜集的数据，作频数分布表，并绘成直方图；此直方图如能在规格界限内，即可将此控制界限作为控制过程之用。

④过程能力

(1) 过程能力 C_p (Capability of Precision) 概述 (表 6-4):

①两侧规格，如图 6-17 所示:

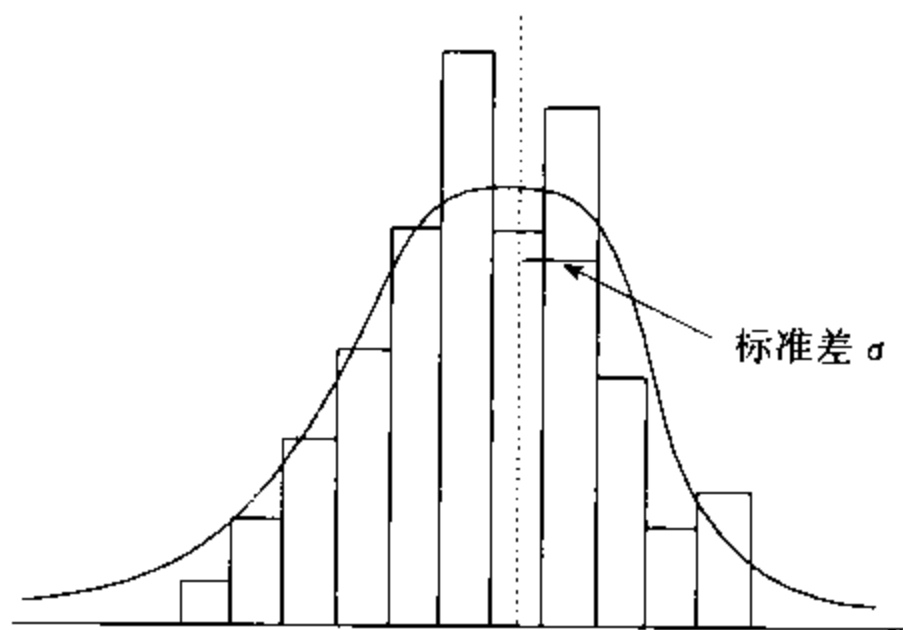


图 6-17

$$C_p = \frac{USL - \bar{X}}{6\sigma} = \frac{\text{上限规格} - \text{平均值}}{6 \times \text{标准偏差}}$$

②单侧规格。

(i) 上限规格

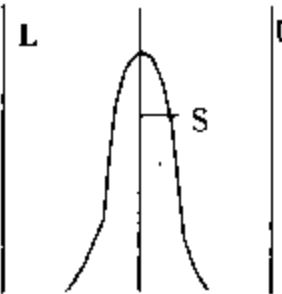
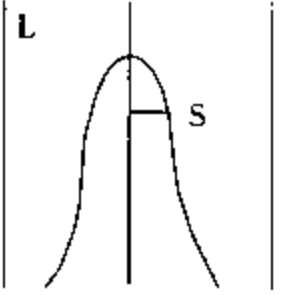
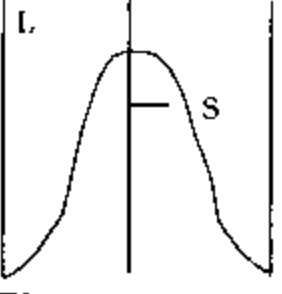
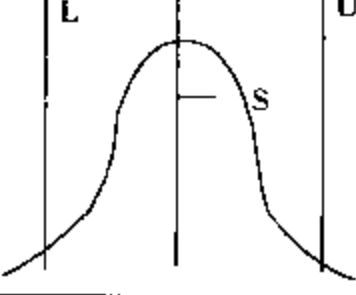
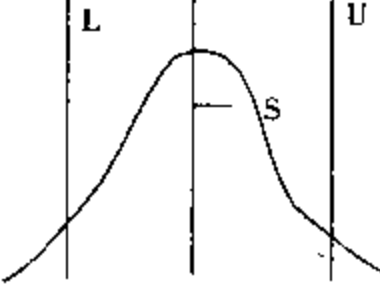
$$C_p = \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma} = \frac{\text{上限规格} - \text{平均值}}{3 \times \text{标准偏差}}$$

(ii) 下限规格

$$C_p = \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma} = \frac{\text{平均值} - \text{下限规格}}{3 \times \text{标准偏差}}$$



表 6-4

No	C _p	分布与规格之关系	过程能力判断	处置
1	$C_p \geq 1.67$		太佳	过程能力太好,可酌情缩小规格,或考虑简化管理与降低成本
2	$1.67 > C_p \geq 1.33$		合格	理想状态,继续维持
3	$1.33 > C_p \geq 1.00$		警告	使过程保持于控制状态,否则产品随时有发生不良品的危险,需注意
4	$1.00 > C_p \geq 0.67$		不足	产品有不良品产生,需作全数选别,过程要妥善管理及有改善之必要
5	$C_p < 0.67$		非常不足	应采取紧急措施,改善品质并追究原因,必要时对规格再作检讨

(2) 过程能力 (C_p 值) 与不良率之关系, 如图 6-18 和表 6-5所示:



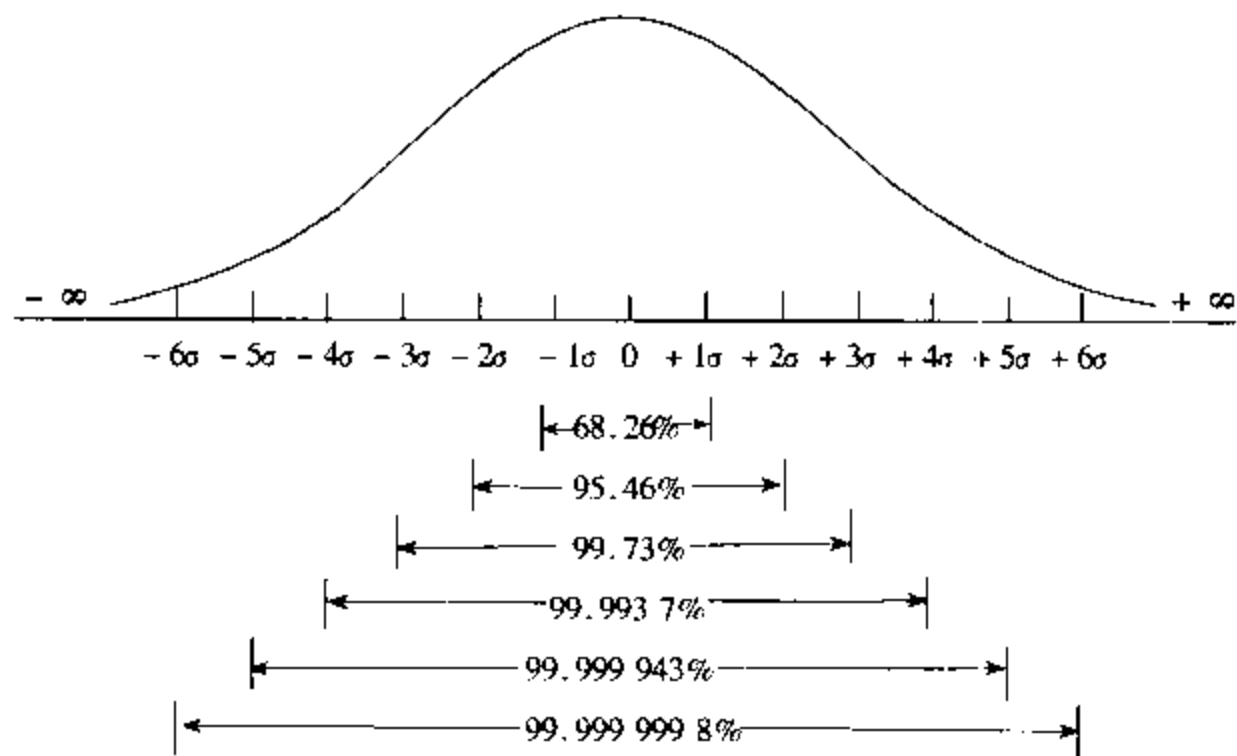


图 6-18

表 6-5 过程能力（CP 值）与不良率之关系

CP 值	规格公差 (T)	不良率 (规格以外比率)	
		单边规格	双边规格
0.33	2σ (±σ)	15.87%	31.74%
0.67	4σ (±2σ)	2.27%	4.54%
1.00	6σ (±3σ)	0.14%	0.27%
1.33	8σ (±3σ)	31.5PPM	63PPM
1.60	9.6σ (±4.8σ)	0.81PPM	1.62PPM
1.76	10.4σ (±5.3σ)	0.06PPM	0.12PPM
2.00	12.0σ (±6σ)	1.0PPB	2.0PPB

注：1. Ca 值等于 0 时 $C_p = C_{pk}$ 。
2. PPM 为 Parts per Million 的缩写。
3. PPB 为 Parts per Billion 的缩写。



⑤应用实例

某公司分别在两个工厂（A，B）生产相同的产品。最近，两地均发现有不符规格值（200～275g）的异常产品发生，今公司派员分别到两厂去实地了解生产过程，并分别测定 60 批产品，数据如表 6-6 所示，分析并回答下列问题：

- ①作全部数据的直方图。
- ②针对两厂数据的直方图。
- ③计算全部数据，A 厂、B 厂之平均值 (\bar{X})，标准差 (σ) 及过程能力 (C_p)。
- ④直方图上记录必要事项。
- ⑤由直方图判断出实际情况。

表 6-6

A 厂					B 厂				
215	238	217	213	221	237	231	239	241	223
238	231	260	231	201	243	250	241	239	247
245	249	263	209	245	250	261	201	227	258
250	251	273	243	274	221	273	196	249	229
221	247	219	200	253	231	189	184	255	217
259	203	241	256	238	248	221	221	261	210
260	198	210	271	227	251	241	237	270	201
255	243	205	260	204	211	250	250	231	257
246	257	243	251	237	201	261	247	223	263
238	260	237	237	233	260	270	260	219	257
211	233	234	243	240	261	229	263	215	253
223	210	229	222	245	242	231	264	241	205



A 厂最大值 274，最小值 198；B 厂最大值 273，最小值 184。

解：①全部数据的最大值：274，最小值：184

组数 (K) = $1 + 3.22\log n = 1 + 3.22\log 120$
= $1 + 3.22 \times 2.08$
= 7.7 (取 8 组)

组距 = $(274 - 184) \div 8 = 11.25$ (取 12)

最小一组之下组界 = $184 - 1/2 = 183.5$

作频数分布表 (表 6-7)：

表 6-7

No	组界	组中点	全体		A 厂		B 厂	
			划记号	频数	划记号	频数	划记号	频数
1	183.5 ~ 195.5	189.5	//	2				2
2	195.5 ~ 207.5	201.5	/// /// /	11	/// /	6	///	5
3	207.5 ~ 219.5	213.5	/// /// ///	13	/// ///	8	///	5
4	219.5 ~ 231.5	225.5	/// /// /// ///	20	/// ///	8	/// /// ///	12
5	231.5 ~ 243.5	237.5	/// /// /// /// ///	26	/// /// /// /	16	/// ///	10
6	243.5 ~ 255.5	249.5	/// /// /// /// /// //	22	/// /// /	11	/// /// /	11
7	255.5 ~ 267.5	261.5	/// /// /// ///	20	/// ///	8	/// /// //	12
8	267.5 ~ 279.5	273.5	/// /	6	///	3	///	3
	合计			120		60		60

②作直方图 (全数)，如图 6-19 所示：



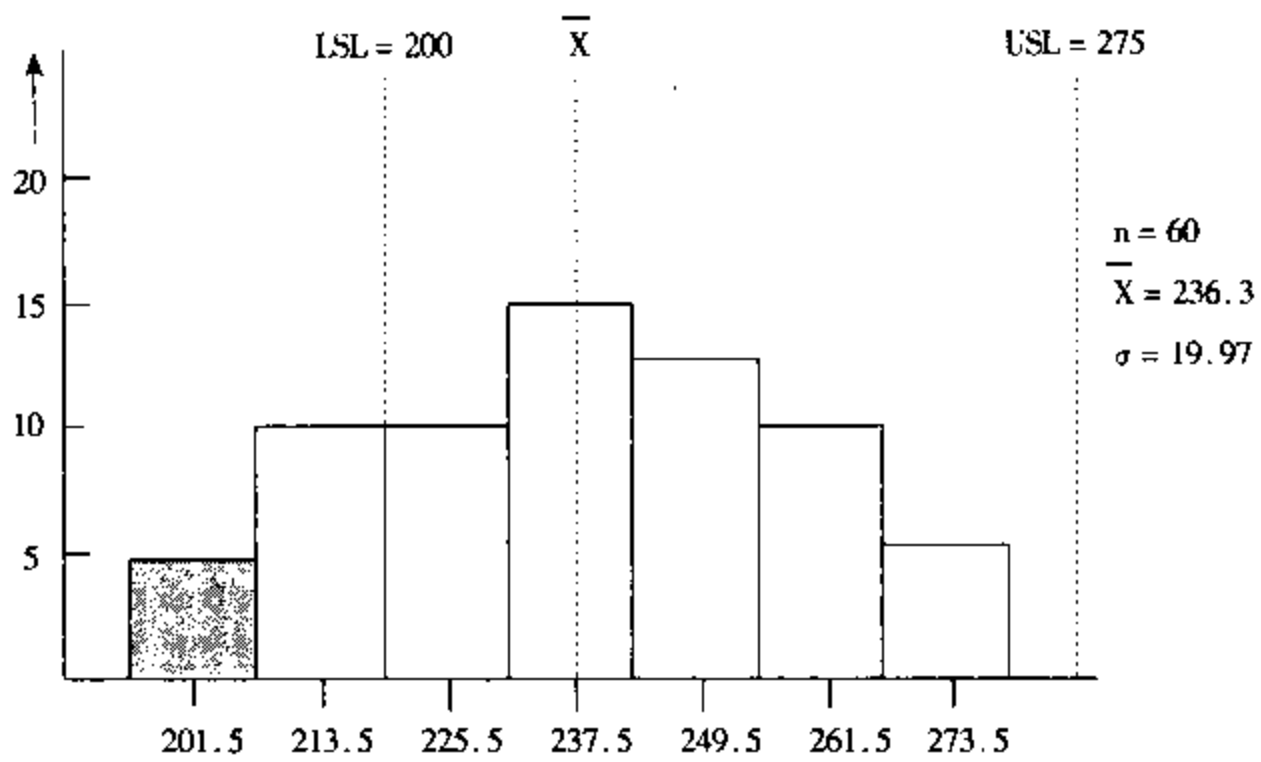


图 6-19

A 厂直方图，如图 6-20 所示：

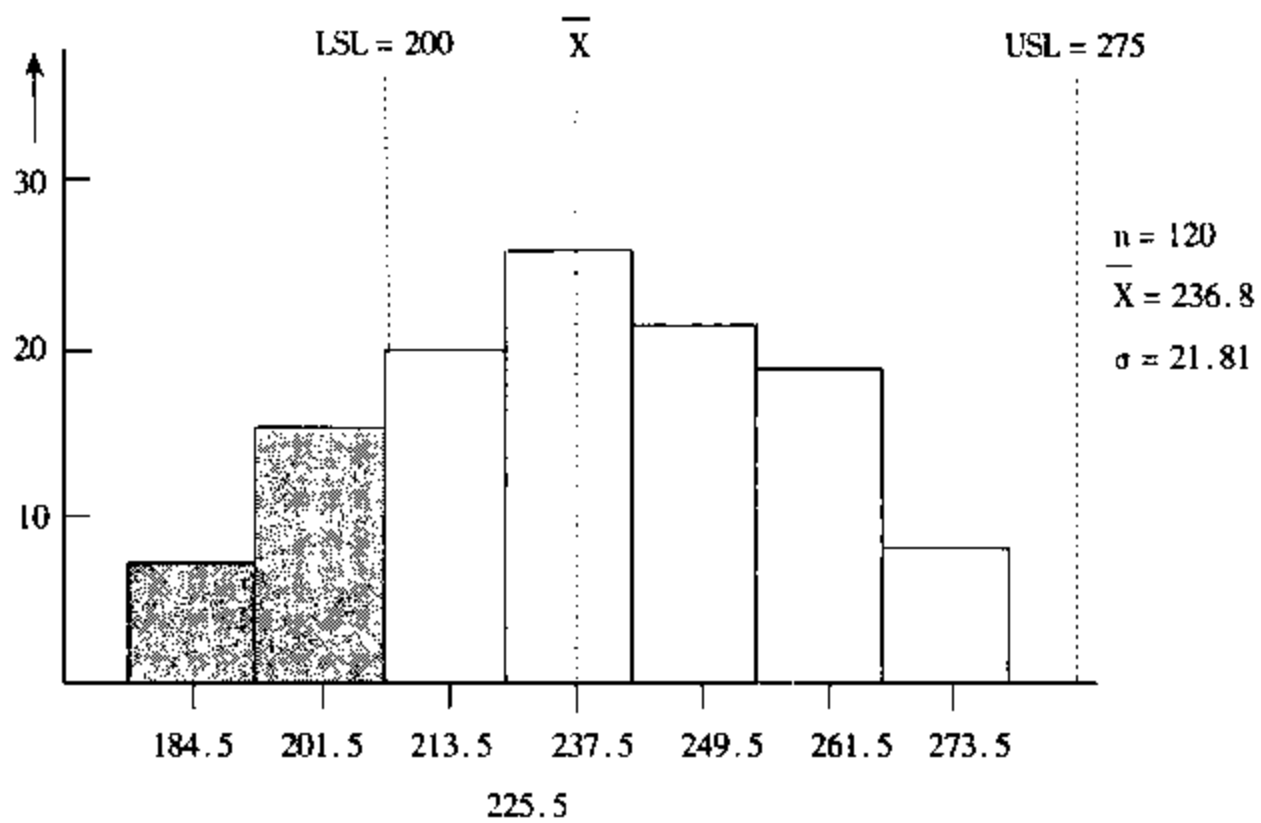


图 6-20

B 厂直方图，如图 6-21 所示：



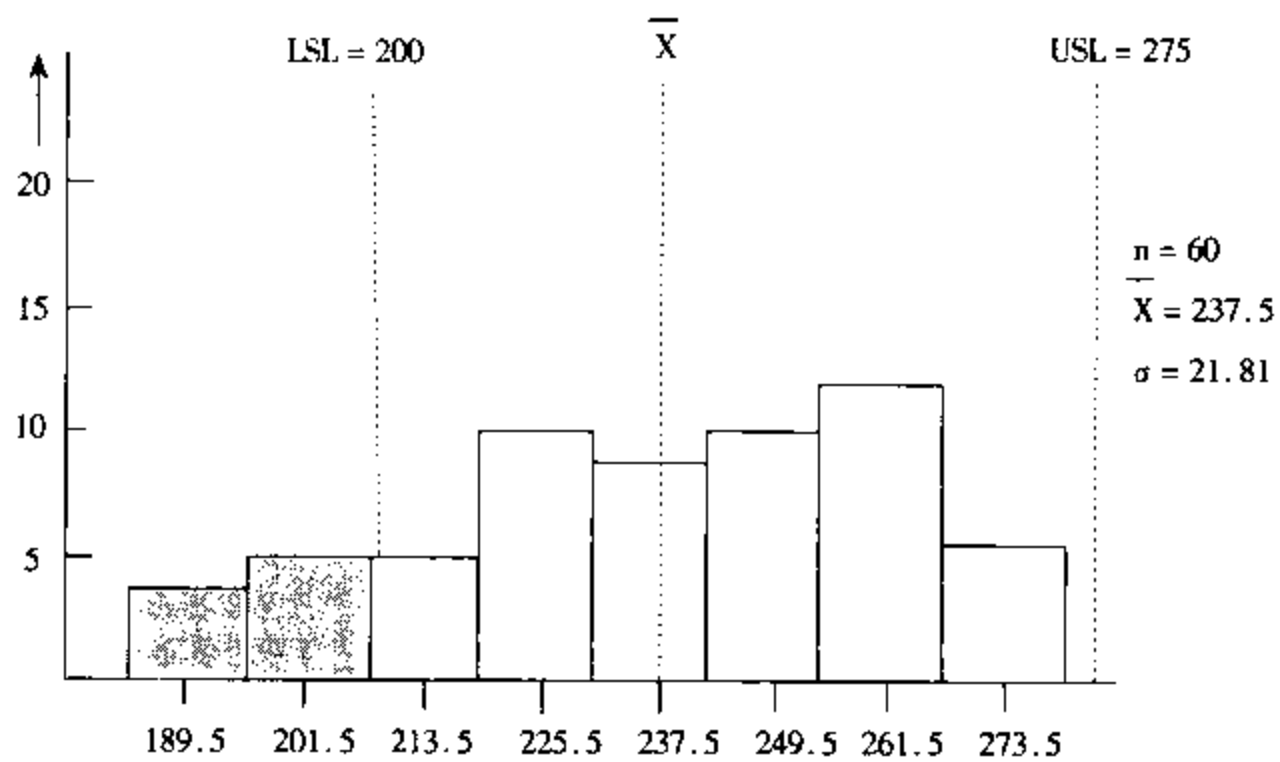


图 6-21

③全数，A 厂、B 厂之平均值 (\bar{X})，标准差 (σ) 及过程能力 (C_p)。

a. 全数数据 (表 6-8)

表 6-8

	中心值 X	频数 f	μ	μf	$\mu^2 f$
1	189.5	2	-4	-8	32
2	201.5	11	-3	-33	99
3	213.5	13	-2	-26	52
4	225.5	20	-1	-20	20
5	237.5	26	0	0	0
6	249.5	22	1	22	22
7	261.5	20	2	40	80
8	273.5	6	3	18	54
		$\sum f = 120$		$\sum \mu f = -7$	$\sum \mu^2 f = 359$



平均值(\bar{X}) = $X_0 + \frac{\sum \mu f}{n} \times h = 237.5 + \frac{-7}{120} \times 12 = 236.8$

标准差(σ) = $h \times \sqrt{\frac{\sum \mu^2 f - \frac{(\sum \mu f)^2}{n}}{n - 1}} = 12 \times \sqrt{\frac{359 - \frac{(-7)^2}{120}}{120 - 1}}$
 $= 12 \times \sqrt{\frac{359 - 0.4083}{119}} = 12 \times 1.7359 = 20.83$

过程能力(C_P) = $\frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{275 - 200}{6 \times 20.83} = 0.60$

b. A 厂数据 (表 6-9)

表 6-9

	中心值 X	频数 f	μ	μf	$\mu^2 f$
1	189.5	0	-4	0	0
2	201.5	6	-3	-18	54
3	213.5	8	-2	-16	32
4	225.5	8	-1	-8	8
5	237.5	16	0	0	0
6	249.5	11	1	11	11
7	261.5	8	2	16	32
8	273.5	3	3	9	27
		$\sum f = 60$		$\sum \mu f = -6$	$\sum \mu^2 f = 164$

平均值 (\bar{X}) = $X_0 + \frac{\sum \mu f}{n} \times h = 237.5 + \frac{-6}{60} \times 12 = 236.3$

标准差(σ) = $h \times \sqrt{\frac{\sum \mu^2 f - \frac{(\sum \mu f)^2}{n}}{n - 1}} = 12 \times \sqrt{\frac{164 - \frac{(-6)^2}{60}}{59}}$



$$\begin{aligned} &= 12 \times \sqrt{\frac{164 - 0.6}{59}} = 12 \times \sqrt{\frac{163.4}{59}} \\ &= 12 \times 1.6642 = 19.97 \end{aligned}$$

过程能力(C_P) = $\frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{275 - 200}{6 \times 19.97} = 0.626$

c. B 厂数据 (表 6-10)

表 6-10

	中心值 X	频数 f	μ	μf	μ ² f
1	189.5	2	-3	-6	18
2	201.5	5	-2	-10	20
3	213.5	5	-1	-5	5
4	225.5	12	0	0	0
5	237.5	10	1	10	10
6	249.5	11	2	22	44
7	261.5	12	3	36	108
8	273.5	3	4	12	48
		Σf = 60		Σμf = 59	Σμ ² f = 253

④将 n, X, σ, 规格上、下界限, 平均值线, 记录到直方图。

⑤综合评价 (表 6-11)。

平均值(\bar{X}) = $X_0 + \frac{\sum \mu f}{n} \times h = 225.5 + \frac{59}{60} \times 12 = 237.3$

$$\begin{aligned} \text{标准差}(\sigma) &= h \times \sqrt{\frac{\sum \mu^2 f - \frac{(\sum \mu f)^2}{n}}{n - 1}} = 12 \times \sqrt{\frac{253 - \frac{3\,481}{60}}{59}} \\ &= 12 \times \sqrt{\frac{253 - 58}{59}} = 12 \times \sqrt{\frac{195}{59}} \end{aligned}$$

= 12 × 1.818 = 21.81

过程能力(C_p) = $\frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{275 - 200}{6 \times 21.87} = 0.573$

表 6 - 11

项目	全体	A 厂	B 厂
X	X = 236.8	X _A = 236.3	X _B = 237.3
σ	σ = 20.76	σ _A = 19.97	σ _B = 21.81
C _p	C _p = 0.60	C _{pA} = 0.626	C _{pB} = 0.573
形状	稍偏左	稍偏左	稍偏左
与规格比较	分布中心与规格中心相比较, 稍为偏左, 且出现不良品, 超出规格下限	稍偏左	稍偏左
综合判断	1. A 厂、B 厂均发生超出规格下限的情形, 有必要加以改善, 使平均值右移至规格中心 2. 两厂的过程变异很大, 均有不良品发生, 需做全数选别, 过程必须严格管理与改善		

第七章

控制图

- ◆ 控制图的定义
- ◆ 控制图的基本特性
- ◆ 控制图的原理
- ◆ 控制图的种类
- ◆ 控制图的绘制
- ◆ 控制图的判读
- ◆ 控制图使用时的注意事项
- ◆ 应用实例

●控制图的定义

控制图是在 1924 年由美国质量管理大师休哈特 (W.A.Shewhart) 博士所发明。控制图的主要定义是：“一种以实际产品品质特性依照过去经验所研究过程能力的控制界限作比较，而用时间顺序来表示的图形。”

●控制图的基本特性

一般控制图纵轴均设定为产品的品质和特性，而以过程变化的数据为分度；横轴则为检测产品的代码或编号或年月日等，以时间别或制造先后别，依顺序将点绘制在图上。

在控制图上有三条横线，中间的一条为中心线 (Center Line, CL)，一般以蓝色的实线绘制。在上方的一条称为上控制界限 (Upper Control Limit, UCL)，在下方的称为下控制界限 (Lower Control Limit, LCL)，对上、下控制界限的绘制，则一般均用红色的虚线表现，以表示可接受的变异范围；至于实际产品品质特性的点则大都以黑色连线绘制。如图 7-1 所示：

控制状态：

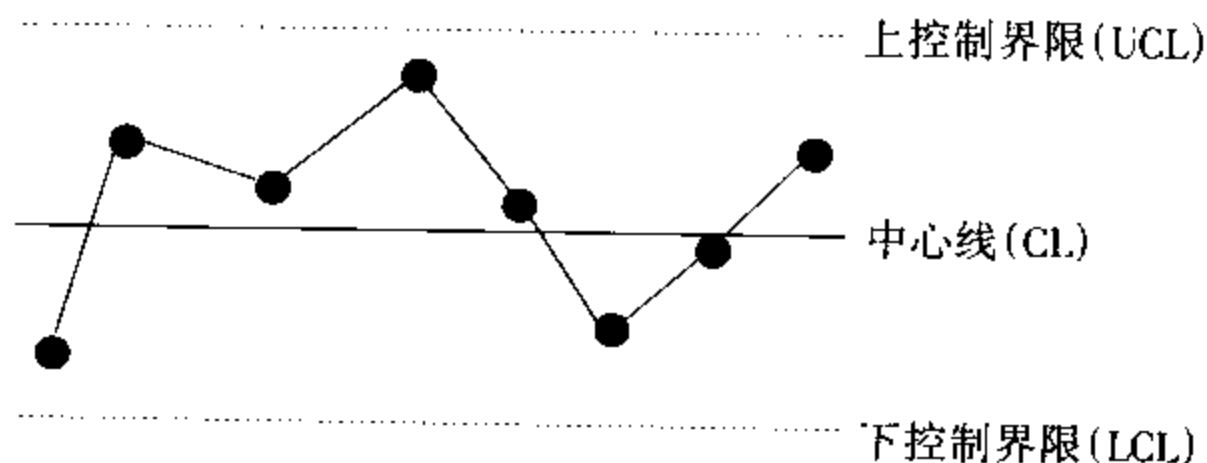


图 7-1



●控制图的原理

1. 品质变异的形成原因

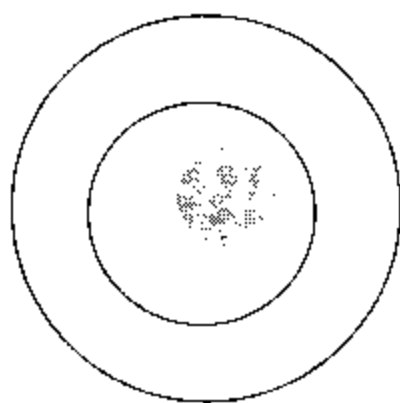
一般在制造的过程中，无论是多么精密的设备、环境，其品质特性一定都会有变动，都无法做完全一样的产品；而引起变动的原因可分为两种，一种为偶然（随机）原因，一种为异常（特殊）原因（表 7-1）：

（1）偶然（随机）原因（Chance causes）：

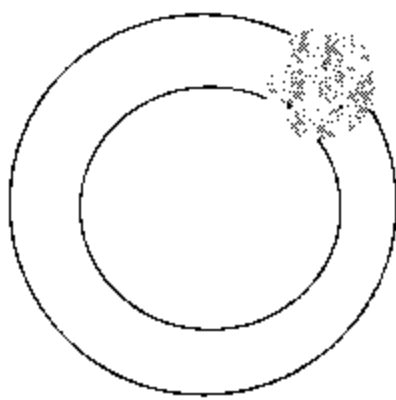
不可避免的原因、非人为的原因、共同性原因、一般性原因，是属于控制状态的变异。

（2）异常（特殊）原因（Assignable causes）：

可避免的原因、人为的原因、特殊性原因、局部性原因等，不可能让其存在，必须追查原因，采取必要的行动，使过程恢复正常控制状态，否则会造成很大损失。如图 7-2 所示：



偶然原因的变动



异常原因的变动

图 7-2



表 7-1

分类	变异的情况	影响程度	追查性	过程的改善
偶然原因	系统的一部分，很多，一定有且无法避免	每一个都很微小不明显	不值得，成本高，不经济	修改：经常且稳定的制造
异常原因	本质上是局部的，很少或没有，可避免的	有明显的影 响	值得且可找到，否则造成巨大损失	创造：经常且稳定的过程

2. 控制界限的构成

控制图是以正态分布中的三个标准差为理论依据，中心线为平均值，上、下控制界限以平均数加减三倍标准差（ $\pm 3\sigma$ ）的值，以判断过程中是否有问题发生，此即休哈特博士（W.A.Shewhart）所发明的方法。

控制图既以 3 倍标准差为基础，只要群体为正态分布，则自该群体进行取样时，取出这数值加以平均计算来代表总体状况，则每进行 10 000 次的抽样会有 27 次数值超出 $\pm 3\sigma$ 之外；也即每 1 000 次约有 3 次，此 3 次是偶然机会，不予计较。而我们平时抽样有以上超出时，即予判定为异常，则误判的机率为千分之三，应信其有；故以加减 3 个标准差订立的控制界限应是最符合经济效益的。如表 7-2 所示。

控制图的控制界限是正态分布图形旋转 90°后，于平均值处作中心线（CL），平均值加 3 个标准差处作上控制界限（UCL），在平均值减 3 个标准差处作下控制界限（LCL）。如图 7-3 所示。

表 7-2

$\mu \pm K\sigma$	在内的概率	在外的概率
$\mu \pm 0.67\sigma$	50.00%	50.00%
$\mu \pm 1\sigma$	68.26%	31.74%
$\mu \pm 1.96\sigma$	95.00%	5.00%
$\mu \pm 2\sigma$	95.45%	4.55%
$\mu \pm 2.58\sigma$	99.00%	1.00%
$\mu \pm 3\sigma$	99.73%	0.27%

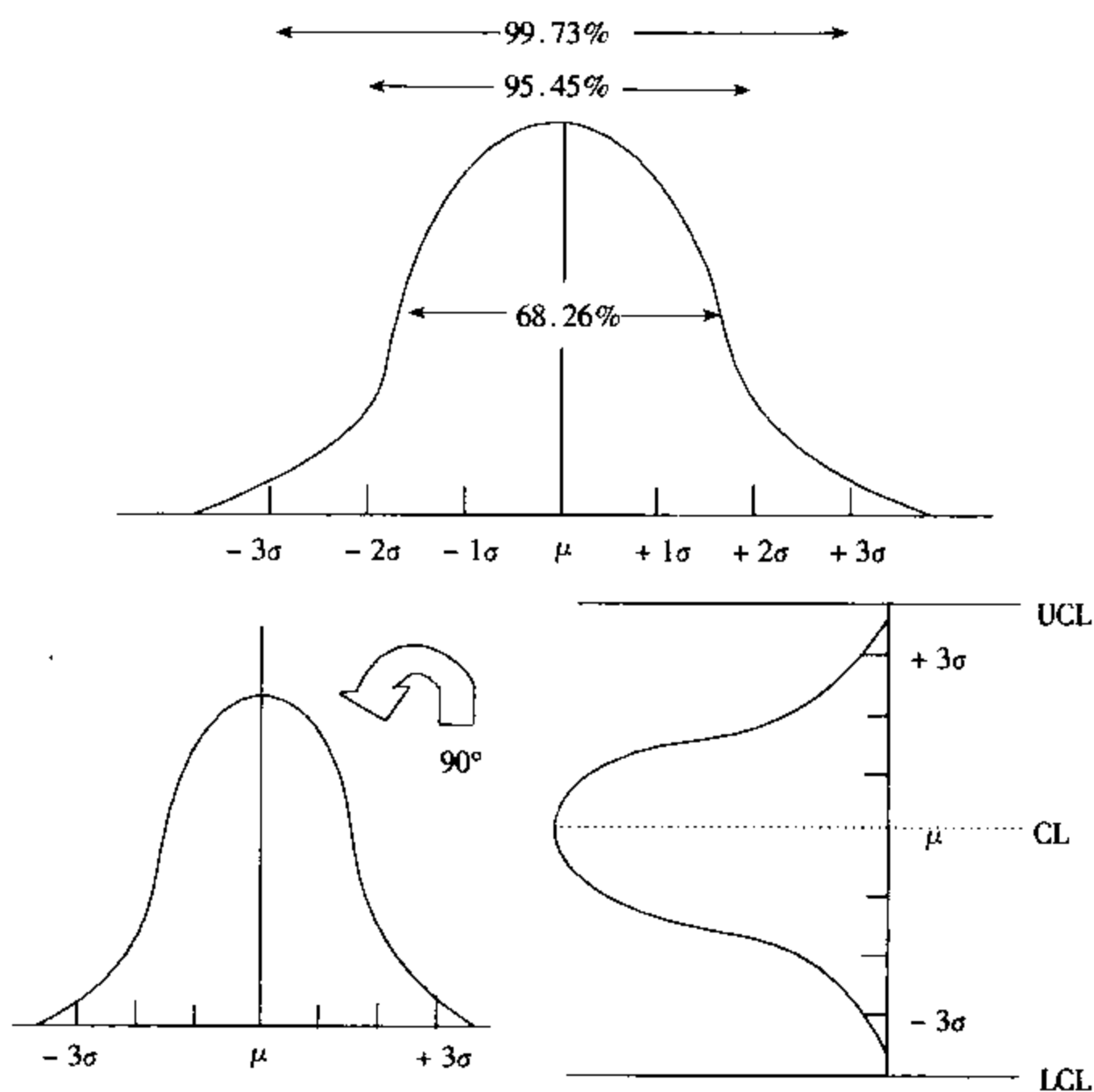


图 7-3

④控制图的种类

1. 依数据性质分类

(1) 计量值控制图：所谓计量值是指控制图的数据均属于由量具实际量测而得；如长度、重量、浓度等特性均属此类。常用的有：

- a. 平均值与极差控制图 ($\bar{X} - R$ chart)
- b. 平均值与标准差控制图 ($\bar{X} - S$ chart)
- c. 中位数与极差控制图 ($\tilde{X} - R$ chart)
- d. 单值与移动极差控制图 ($X - R_m$ chart)
- e. 最大值与最小值控制图 ($L - S$ chart)

(2) 计数值控制图：所谓计数值是指控制图的数据均由单位计数者而得；如不良数、缺点数等间断性数据都属于计数型数据。常用的有：

- a. 不良率控制图 (P chart)
- b. 不良数控制图 (P_n chart, 又称 np chart)
- c. 缺点数控制图 (C chart)
- d. 单位缺点数控制图 (U chart)

2. 依控制图的用途分类

(1) 分析用控制图：此种控制图先有数据，后有控制界限。 $(\mu$ 与 σ 未知的总体)

- a. 决定方针用
- b. 过程分析用
- c. 过程能力研究用
- d. 过程控制的准备



(2) 控制用控制图：先有控制界限，后有数据（ μ 和 σ 已知的总体）。其主要用途为控制过程的品质，如有点子超出控制界限时，则立即采取措施。（追究原因，消除原因，再预防）

3. 计数值与计量值控制图的应用比较（表 7-3）

表 7-3

	计量值	计数值
优点	(1) 很灵敏，容易调查原因 (2) 可及时反应不良，使品质稳定	(1) 所需数据可用简单方法获得 (2) 对整体品质状况的了解较方便
缺点	(1) 抽样频度较高难度、费时麻烦 (2) 数据须测定，且再计算，须有经练的人方可胜任	(1) 无法寻找不良的原因 (2) 及时性不足、易延误时机

五 控制图的绘制

1. 计量值控制图

(1) $\bar{X}-R$ 控制图。

- a. 先行收集 100 个以上数据，依测定的先后顺序排列。
- b. 以 2~5 个数据为一组（一般取 4~5 个），分成约 20~25 组。
- c. 将各组数据记入数据表栏位内。
- d. 计算各组的平均值 \bar{X} （取至测定值最小单位下一位数）。
- e. 计算各组的全距 R （最大值 - 最小值 = R ）。



f. 计算总平均值 $\bar{\bar{X}}$:

$$\bar{\bar{X}} = (\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \bar{X}_3 + \cdots + \bar{X}_k) / k = \sum_{i=1}^k \bar{X}_i / k \quad (k \text{ 为组数})$$

g. 计算全距的平均:

$$\bar{R} = (R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_k) / k = \sum_{i=1}^k R_i / k$$

h. 计算控制界限:

\bar{X} 控制图: 中心线 (CL) = $\bar{\bar{X}}$

上控制界限: (UCL) = $\bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$

下控制界限: (LCL) = $\bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$

R 控制图: 中心线 (CL) = \bar{R}

上控制界限: (UCL) = $D_4 \bar{R}$

下控制界限: (LCL) = $D_3 \bar{R}$

A_2 , D_3 , D_4 的值, 随每组的样本数 (n) 不同而有差异, 但仍遵循 3 倍标准差的原理, 计算而得, 今已被整理成常用系数表。如表 7-4 所示:

表 7-4

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D4	3.27	2.57	2.28	2.11	2	1.92	1.86	1.82	1.78
D3						0.08	0.14	0.18	0.22
A2	1.88	1.02	0.73	0.58	0.48	0.42	0.37	0.34	0.31

i. 绘制中心线及控制界限, 并将各点画入图中。

j. 将各数据收集情况及特殊原因作记录, 以备分析、判断。

(2) $\tilde{X} - R$ 控制图。

将数据 (每组为一单位) 依大小顺序排列, 最中间的一个数据称为中位数; 如为偶数个数值, 则中间两数的平均值即为

中位数。

a. 收集数据并排列（同 $\bar{X}-R$ 的数据收集方式步骤 a.b.c.）

b. 求各组的中位数 \tilde{X} 。

c. 求各组的全距 R 。

d. 计算中位数的总平均数 $\bar{\tilde{X}}$ 。

$$\bar{\tilde{X}} = (\tilde{X}_1 + \tilde{X}_2 + \cdots + \tilde{X}_k) / k = \sum_{i=1}^k \tilde{X}_i / k$$

e. 计算 \bar{R} ：

$$\bar{R} = (R_1 + R_2 + \cdots + R_k) / k = \sum R_i / k$$

f. 计算控制界限：

\tilde{X} 控制图：中心线（CL）= $\bar{\tilde{X}}$

控制上限（UCL）= $\bar{\tilde{X}} + m3A2\bar{R}$

控制下限（LCL）= $\bar{\tilde{X}} - m3A2\bar{R}$

R 控制图：中心线（CL）= \bar{R}

控制上限（UCL）= $D4\bar{R}$

控制下限（LCL）= $D3\bar{R}$

系数 $m3A2$ ， $D3$ ， $D4$ 也可从系数表查得。如表 7-5 所示：

表 7-5

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D4	3.27	2.57	2.28	2.11	2	1.92	1.86	1.82	1.78
D3						0.08	0.14	0.18	0.22
m3A2	1.88	1.19	0.8	0.69	0.55	0.51	0.43	0.41	0.36

g. 同 $\bar{X}-R$ 控制图的步骤 i.j.。



(3) $\bar{X} - R_m$ 控制图。

a. 收集数据 20 ~ 25 个，并依先后顺序排列记入数据栏内。

b. 求个别移动值 R_m 。

$$R_{m_i} = |X_{i+1} - X_i|, i = 1, 2, 3, \dots, n, n = k - 1$$

$$\text{如 } R_{m_1} = |X_2 - X_1|, R_{m_2} = |X_3 - X_2|, \dots$$

c. 求平均值 \bar{X}

$$\bar{X} = (X_1 + X_2 + \dots + X_k) / k - 1 = \sum X_i / k - 1$$

d. 求移动全距平均 \bar{R}_m ：

$$\bar{R}_m = [R_{m_1} + R_{m_2} + \dots + R_{m_{(k-1)}}] / k - 1 = \sum R_{m_i} / k - 1$$

e. 计算控制界限

$$\bar{X} \text{ 控制图：中心线 (CL) } = \bar{X}$$

$$\text{控制上限 (UCL) } = \bar{X} + E2\bar{R}_m$$

$$\text{控制下限 (LCL) } = \bar{X} - E2\bar{R}_m$$

$$R_m \text{ 控制图：中心线 (CL) } = \bar{R}_m$$

$$\text{控制上限 (UCL) } = D4\bar{R}_m$$

$$\text{控制下限 (LCL) } = D3\bar{R}_m$$

系数 E2, D4, D3 同样可自系数表中查得。如表 7-6 所示：

表 7-6

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D4	3.27	2.57	2.28	2.11	2	1.92	1.86	1.82	1.78
D3						0.08	0.14	0.18	0.22
E2	2.66	1.77	1.46	1.29	1.18	1.11	1.05	1.01	0.98

f. 同 $\bar{X} - R$ 控制图的步骤 i, j.。



2. 计数值控制图

(1) P 控制图 (又称不良率控制图)。

a. 收集数据 20 ~ 25 组, 每组的样本数据一致, 且最好能显现有 1 个以上的不良数。(样本数如每组不一致, 会涉及控制界限的波动, 初导入期较不适当)

b. 计算每组的不良率 P 。

c. 计算平均不良率 \bar{P} 。

$$\bar{P} = \frac{\text{总不良个数}}{\text{总检查数}} = \frac{P_1 + P_2 + \cdots + P_k}{k} \quad (k \text{ 为组数})$$

d. 计算控制界限:

$$\text{中心线 (CL)} = \bar{P}$$

$$\text{控制上限 (UCL)} = \bar{P} + 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$$

$$\text{控制下限 (LCL)} = \bar{P} - 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$$

e. 同 $\bar{X} - R$ 控制图步骤 i. j.。

(2) Pn 控制图 (又称 nP 控制图, 不良数控制图)。

a. 收集数据, 步骤同 P 控制图 a. 项作业。

b. 计算平均不良数 \bar{Pn} ($n\bar{P}$)。

$$\bar{Pn} = \frac{\text{总不良数}}{\text{组数}} = \sum_{i=1}^k Pn_i / k$$

c. 计算控制界限:

$$\text{中心线 (CL)} = (n\bar{P})$$

$$\text{控制上限 (UCL)} = n\bar{P} + 3 \sqrt{n\bar{P}(1-\bar{P})}$$

$$\text{控制下限 (LCL)} = n\bar{P} - 3 \sqrt{n\bar{P}(1-\bar{P})}$$

d. 绘控制界限, 并将点画入控制图中。

e. 将各数据收集情况及特殊原因作记录, 以备分析、判



断。

(3) C 控制图 (又称缺陷点控制图)。

a. 收集数据, 步骤同 P 控制图 a. 项。

b. 计算平均缺点数 \bar{C} 。

$$\bar{C} = \frac{C_1 + C_2 + \cdots + C_k}{k} = \sum_{i=1}^k C_i / k$$

c. 计算控制界限:

$$\text{中心线 (CL)} = \bar{C}$$

$$\text{控制上限 (UCL)} = \bar{C} + 3 \sqrt{\bar{C}}$$

$$\text{控制下限 (LCL)} = \bar{C} - 3 \sqrt{\bar{C}}$$

d. 同 Pn 控制图的步骤 d.e.。

e. 将各数据收集情况及特殊原因作记录, 以备分析、判断。

(4) U 控制图:

a. 收集 20 ~ 25 组数据 (可取不同单位大小), 每组样本应至少含有 1 ~ 5 个缺点。

b. 计算平均单位缺点数 \bar{U} :

$$\bar{U} = \frac{\text{缺点总数}}{\text{检查总样本数}} = \frac{C_1 + C_2 + \cdots + C_k}{n_1 + n_2 + \cdots + n_k} = \frac{\sum C}{\sum n}$$

c. 计算控制界限:

$$\text{中心线 (CL)} = \bar{U}$$

$$\text{控制上限 (UCL)} = \bar{U} + 3 \sqrt{\frac{\bar{U}}{\bar{n}}}$$

$$\text{控制下限 (LCL)} = \bar{U} - 3 \sqrt{\frac{\bar{U}}{\bar{n}}}$$

d. 同 C 控制图 d. 步骤。



3. 控制图绘制的注意事项

(1) 各项工序名称、控制特性、测定单位、设备别、操作(测定)者、样本大小、材料别、环境变化等任何变更资料应清楚填入,以便资料的分析整理。

(2) 计量值变控制图 ($\bar{X}-R$, $\hat{\bar{X}}-R$, ...) 其 \bar{X} 控制图与 R 控制图的控制界限宽度取法,一般原则以组的样本数 (n) 为参考, \bar{X} 控制图的单位分度宽约为 R 控制图的 $\frac{1}{\sqrt{n}}$ 倍。(纵轴控制界限宽度约 20~30mm; 横轴各组间隔约 2~5mm)

(3) 中心线 (CL) 以实线记入,控制界限则记入虚线;各线上须依线分别记入 CL, UCL, LCL 等符号。

(4) CL, UCL, LCL 的数值位数计算比测定值多两位数即可。(各组数据的平均计算值则比测定值多一位数)

(5) 点的绘制有 “·”、“○”、“△”、“×” 等,最好由厂内统一规定。

(6) 双控制图,两个控制图的绘制间隔最少距 20mm 以上,可行的话最好距 30mm 左右。

六 控制图的判读

1. 对控制状态的判断 (过程处于稳定状态)

- (1) 多数点子集中在中心线附近。
- (2) 少数点子落在控制界限附近。
- (3) 点子的分布与波动呈随机状态,无规律可循。
- (4) 没有点子超出控制界限以外。

2. 可否延长控制界限作为后续过程控制用的判断基准

(1) 连续 25 点以上出现在控制界限内时（机率为 93.46%）。

(2) 连续 35 点中，出现在控制界限外点子不超出 1 点时。

(3) 连续 100 点中，出现在控制界限外点子不超出 2 点时。

过程在满足上述条件时，虽可认为过程在控制状态而不予变动控制界限，但并非点子超出控制界限外也可接受；这些超限的点子必定有异常原因，故应追究调查原因并予以消除。

3. 判读原则

(1) 应视每一个点子为一个分布，并不是单纯的点。

(2) 点子的动向代表过程的变化；虽然异常的原因，各点在界限内仍会有差异存在。

(3) 异常的一般判断原则：

3 点中有 2 点在 A 区或 A 区以外者（图 7-4）。

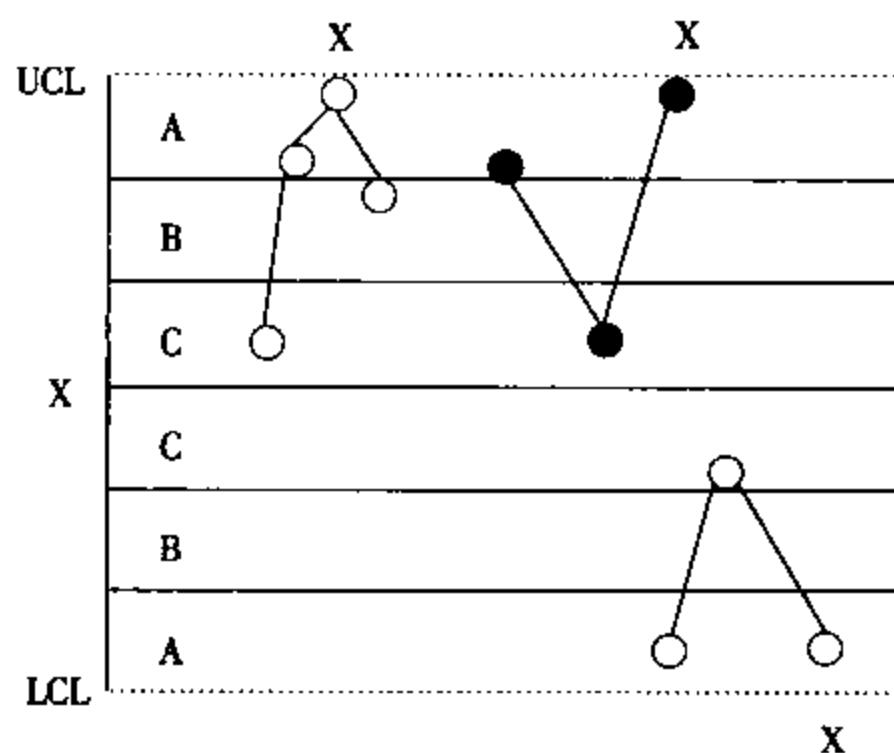


图 7-4

判断规则 2：
5 点中有 4 点在 B 或 B 区以外者（图 7-5）。

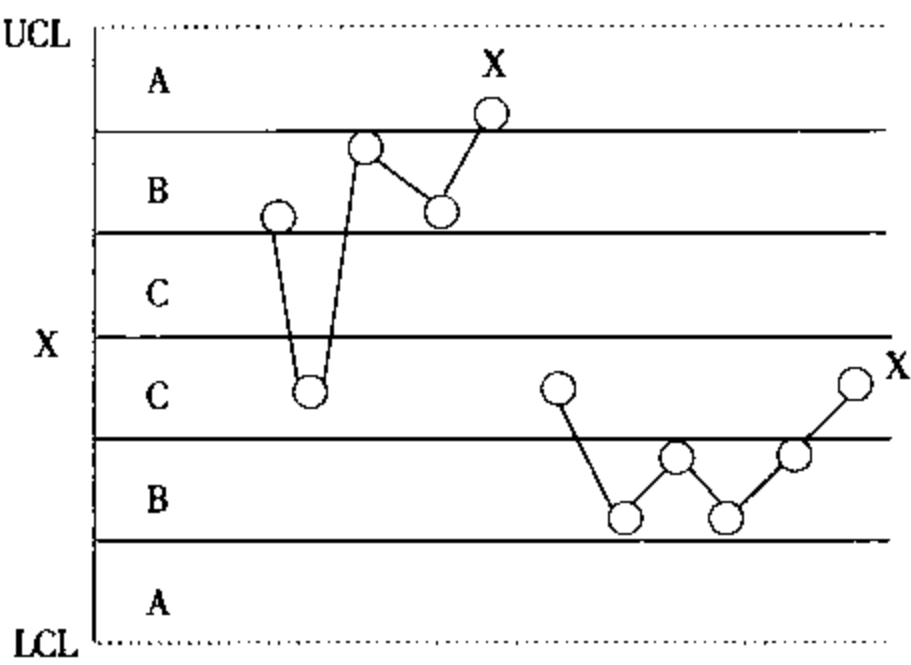


图 7-5

判断规则 3：
连续 6 点持续地上升或下降者（图 7-6）。

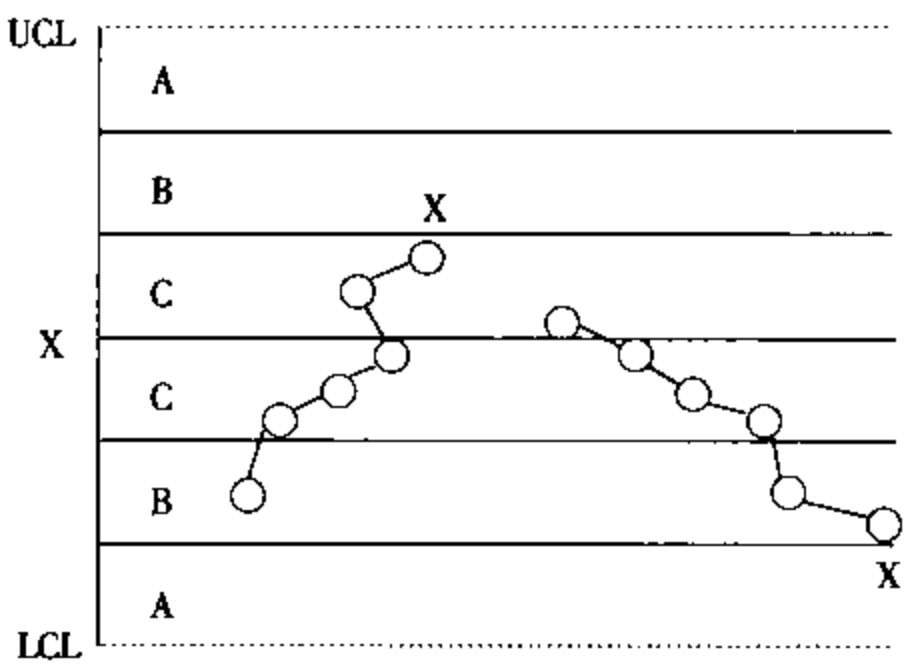


图 7-6

判断规则 4：
有 8 点在中心线的两侧，但 C 区并无点子者（图 7-7）。

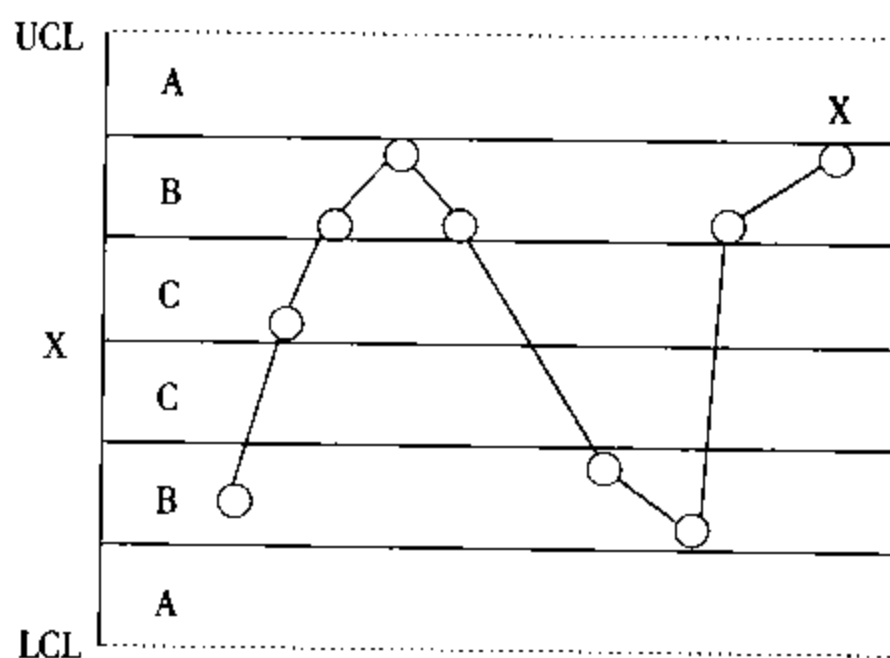


图 7-7

判断规则 5:

连续 9 点在 C 区或 C 区以外者 (图 7-8)。

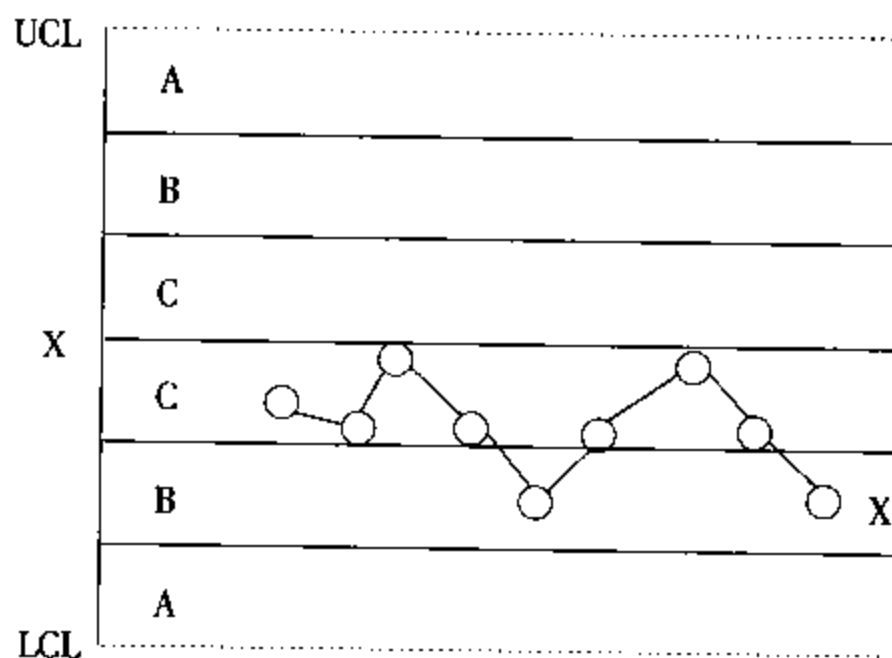


图 7-8

判断规则 6:

连续 14 点交互着一升一降者 (图 7-9)。



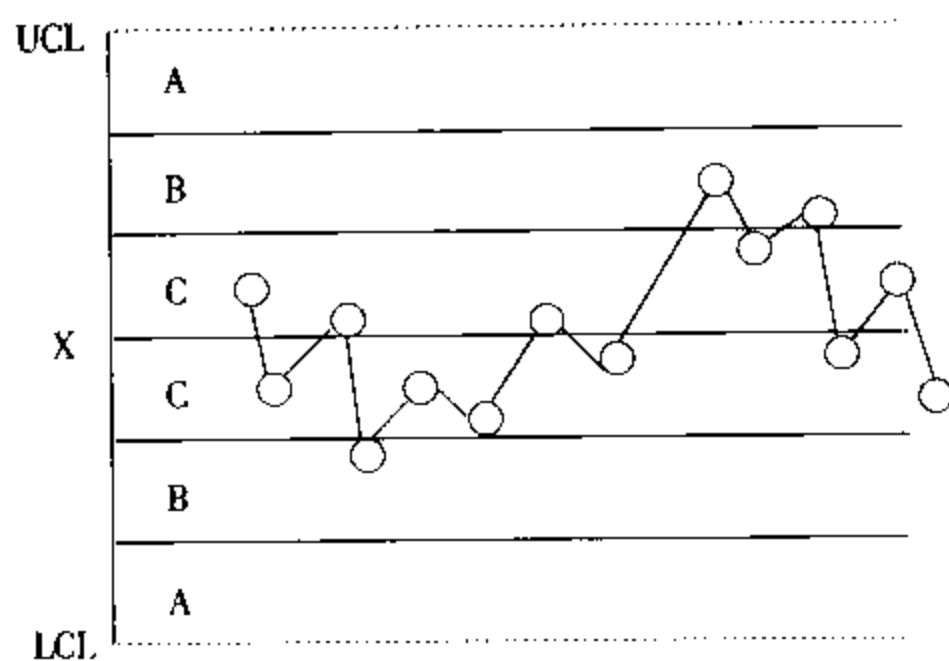


图 7-9

判断规则 7:

连续 15 点在中心线上下两侧的 C 区者 (图 7-10)。

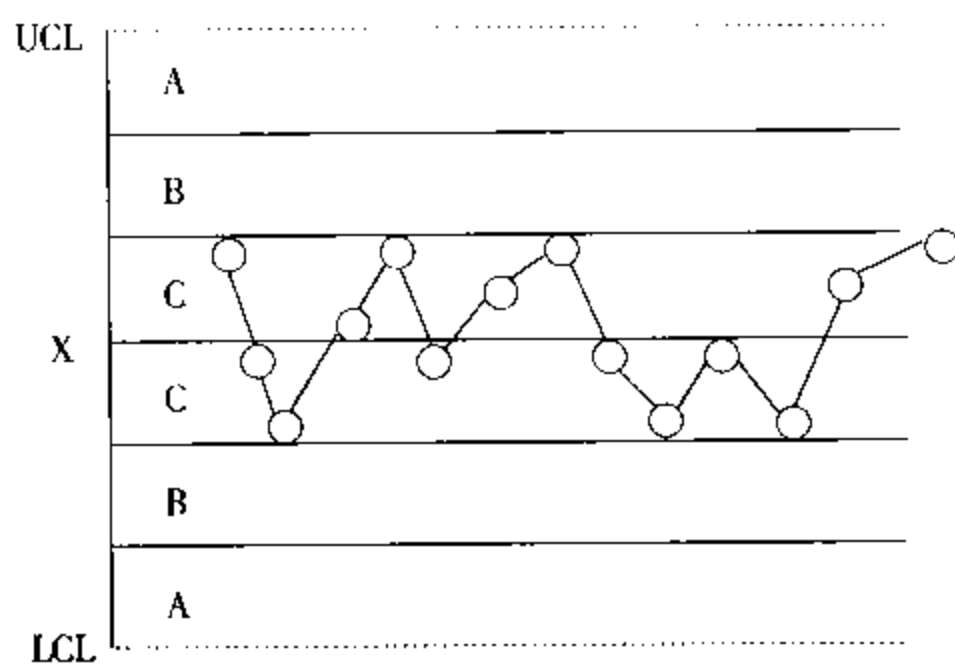


图 7-10

判断规则 8:

有 1 点在 A 区以外者 (图 7-11)。

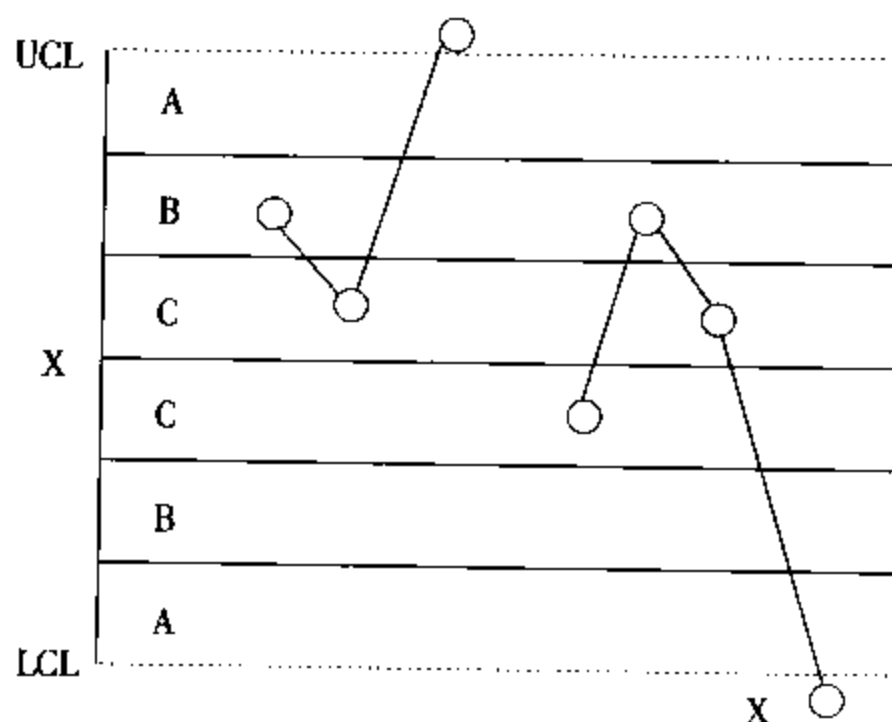


图 7-11

⊕控制图使用时的注意事项

- (1) 控制图使用前，现场作业应进行标准化作业。
- (2) 控制图使用前，应先决定控制项目，包括品质特性的选择与取样数量的决定。
- (3) 控制界限一定不可用规格值代替。
- (4) 控制图种类的选择应配合控制项目的决定来搭配。
- (5) 抽样方法以能取得合理子组为原则。
- (6) 点子超出界限或有不正常的状态，必须利用各种措施研究改善或配合统计方法，把异常原因找出，同时加以消除。
- (7) $\bar{X} - R$ 控制图里组的大小 (n)，一般取 $n = 4 \sim 5$ 最适合。
- (8) R 控制图没有控制下限，是因 R 值是由同组数据的最大值减最小值而得，因为 LCL 取负值没有意义。
- (9) 控制图一定要与过程控制配置相结合。



(10) P 控制图如果有点超出控制下限，也应采取对策，不能认为不良率低而不必采取对策，因其异常原因可能来自：

①量具的失灵，须予更新量具，并检讨以前的测量值影响度。

②良品的判定方法有误，应予立即修正。

③真正为不良率变小，若能掌握其原因，则有助于日后大幅降低不良率。

(11) 过程控制做得不好，控制图形同虚设，要使控制图发挥效用，应使产品过程能力中的 CP 值（过程能力）大于 1 以上。

●应用实例

例 1：某公司为控制最终产品的重量，每小时过程中，随机取 5 个样本来测定其重量，共得 25 组数据（表 7-7），试根据这些数据绘制 $\bar{X}-R$ 控制图。

（规格值为 $50 \pm 10\text{g}$ ）

表 7-7

No	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	R
1	42	45	48	45	48	6
2	43	46	49	46	49	6
3	45	47	41	47	41	6
4	46	48	43	48	43	5
5	47	49	45	49	45	4
6	48	41	46	41	46	7
7	49	43	47	43	47	6



续上表

No	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	R
8	41	45	48	45	41	7
9	43	48	49	46	43	6
10	45	49	41	47	45	8
11	43	41	43	41	48	7
12	47	43	45	43	49	6
13	48	45	48	45	41	7
14	49	46	49	48	43	6
15	41	47	41	49	41	8
16	41	46	43	41	43	5
17	43	47	41	43	45	6
18	45	41	43	41	48	7
19	48	43	45	43	49	6
20	49	45	48	45	41	8
21	41	48	49	48	43	8
22	43	49	41	49	42	8
23	46	42	43	41	48	7
24	42	43	42	43	43	1
25	49	48	46	42	41	8

解：

(1) 计算 \bar{X} , \bar{R} ：

$$\bar{X} = 42 + 45 + \cdots + 42 + 41 / 25 = 44.92$$

$$\bar{R} = 6 + 6 + \cdots + 1 + 8 / 25 = 6.36$$

(2) 计算控制界限：

查系数表，当 $n = 5$ $A_2 = 0.577$, $D_3 = 0$, $D_4 = 2.115$

\bar{X} 控制图：



$$CL = \bar{\bar{X}} = 44.92$$

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R} = 44.92 + 0.577 \times 6.36 = 48.59$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R} = 44.92 - 0.577 \times 6.36 = 41.25$$

R 控制图：

$$CL = \bar{R} = 6.36$$

$$UCL = D_4\bar{R} = 2.115 \times 6.36 = 13.45$$

$$LCL = D_3\bar{R} = 0 \times 6.36 = 0$$

(3) 将数据依顺序填入并绘图（图 7-12）。

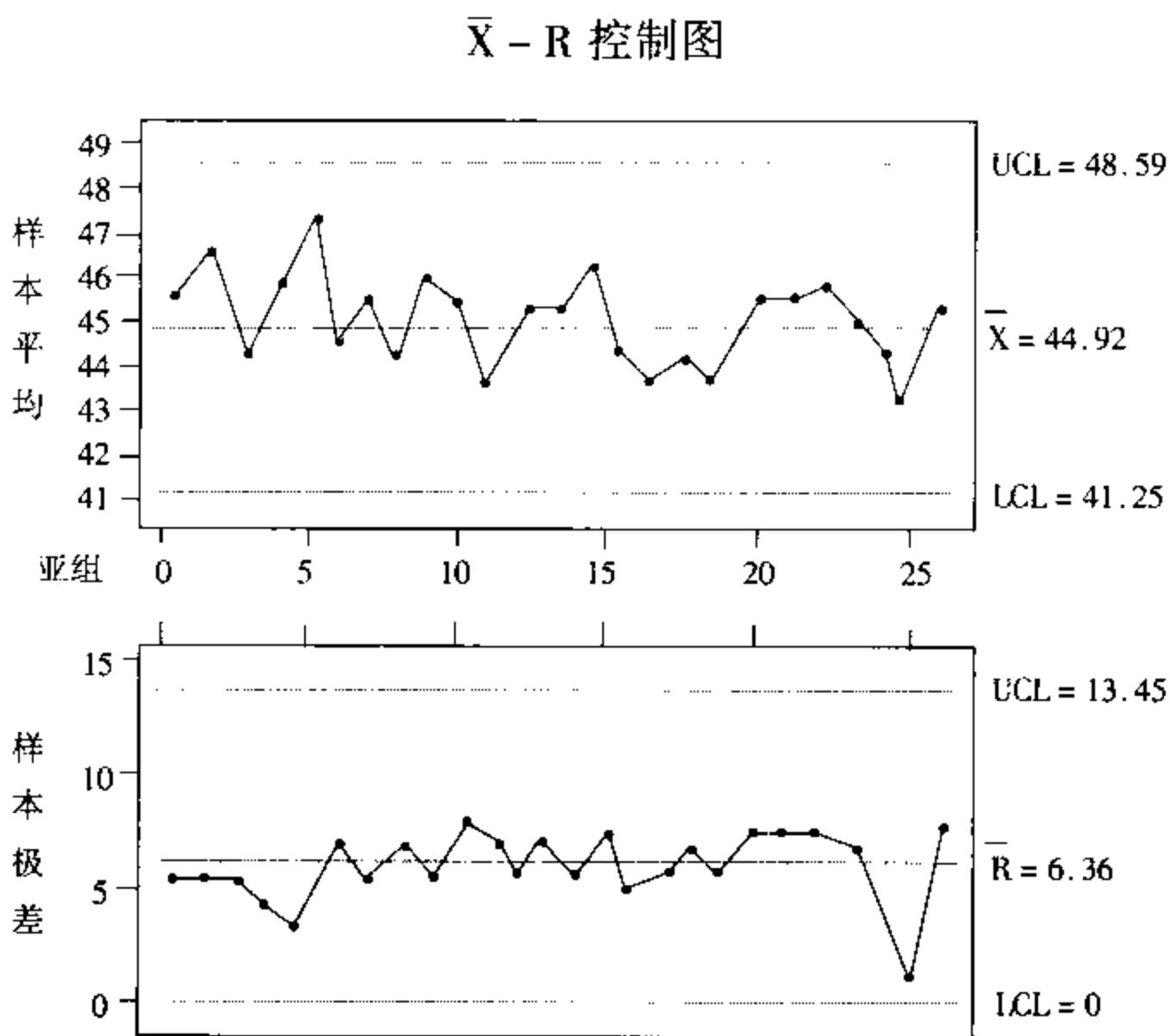


图 7-12

例 2：某厂为彻底控制产品质量，特别针对某一过程的产
品的外观不良加以抽检，每 1 个小时抽检 100 个样品，其不良

情形如表 7-8，请绘制控制图。

表 7-8

样组	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
不良数	5	3	2	6	3	6	5	2	8	1	6	2	5
不良率%	5	3	2	6	3	6	5	2	8	1	6	2	5
样组	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	合计
不良数	3	5	2	9	1	4	5	3	1	9	5	5	101
不良率%	3	5	2	9	1	4	5	3	1	9	5	5	

解：

(1) $\bar{P} = \frac{106}{100 \times 25} = 0.042\ 4 = 4.24\%$

(2) $CL = \bar{P} = 4.24\%$

$$UCL = \bar{P} + 3 \sqrt{\frac{\bar{P} (1 - \bar{P})}{n}}$$
$$= 0.042\ 4 + 3 \sqrt{\frac{0.042\ 4 \times (1 - 0.042\ 4)}{100}}$$
$$= 0.102\ 8$$

$$LCL = \bar{P} - 3 \sqrt{\frac{\bar{P} (1 - \bar{P})}{n}} = 0.042\ 4 - 3 \times 0.012\ 3 < 0 = 0$$

(3) 将控制界限及数据点入图中（图 7-13）。



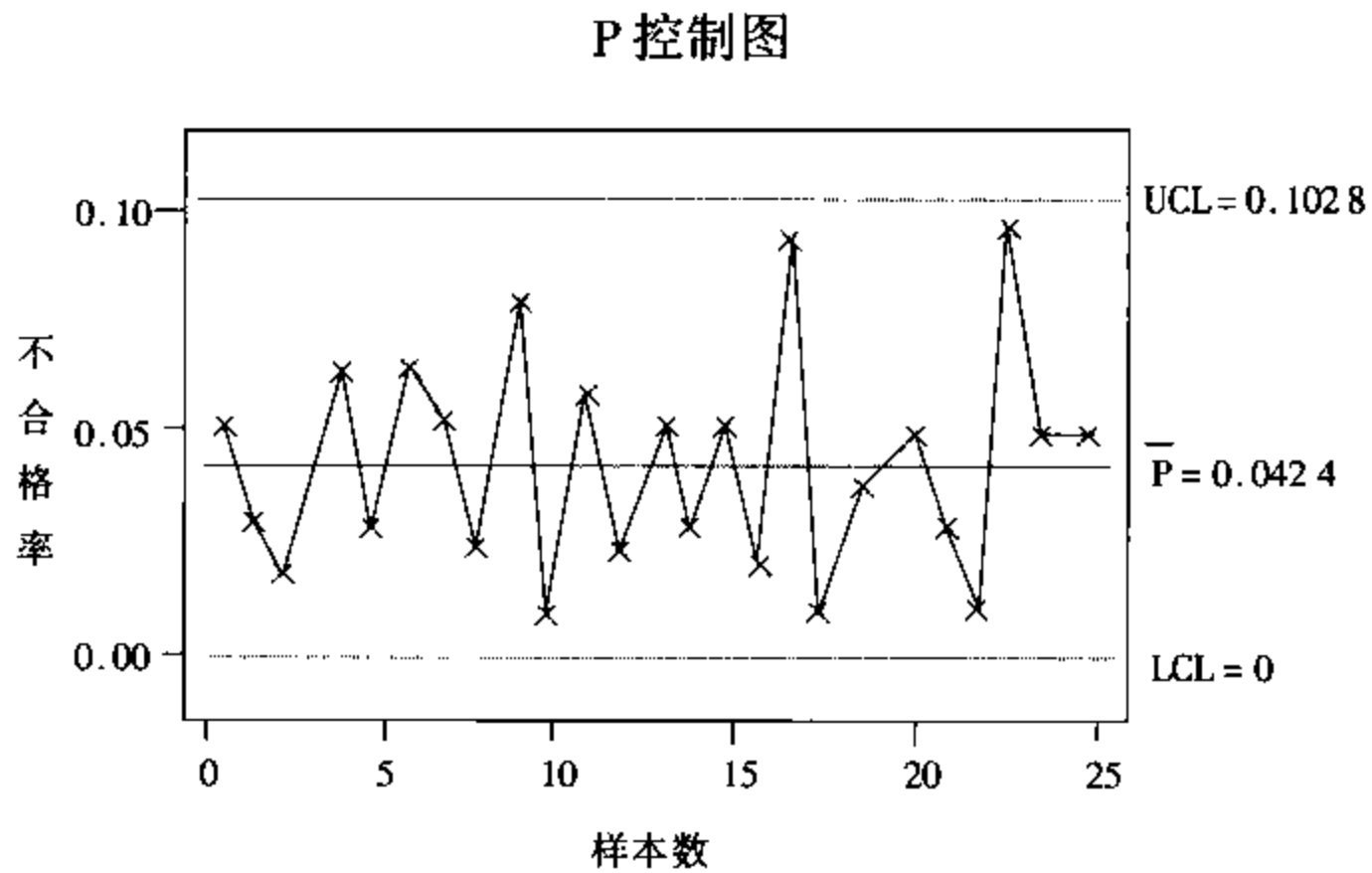


图 7 - 13



请勿用于商业用途或准商业用途，
请于下载后24小时内删除！如无法遵守此规定，则谢绝下载！！
吴国林 MSN: colin_21st@hotmail.com



第

二

篇

QC

新
Q
C
手
法

第八章

关系图法

- ◆ 关系图法的定义
- ◆ 关系图法的主要用途
- ◆ 关系图法的主要特点
- ◆ 关系图分类
- ◆ 关系图的绘制原则
- ◆ 应用实例

●关系图法的定义

关系图法是对原因—结果，目的—手段等关系复杂和相互纠缠的问题，在逻辑上用箭头表示其相互关系，从而确定其主要影响因素的方法。关系图法又称关联图法。关系图法主要用于理清纷繁复杂、交织在一起的各种因素的因果关系。它的基本特征是能够比较准确地抓住事物的主要矛盾，明确解决问题的要点和依据。

●关系图法的主要用途

- (1) 制订、展开质量保证和质量管理方针；
- (2) 制订质量管理的推进计划；
- (3) 分析制造过程中不良品的原因，尤其是潜在原因的分析；
- (4) 提出解决市场投诉的措施；
- (5) 有效的推进 QC 小组活动；
- (6) 促进采购原辅材料、外构件的质量管理；
- (7) 改进各职能管理工作的质量。

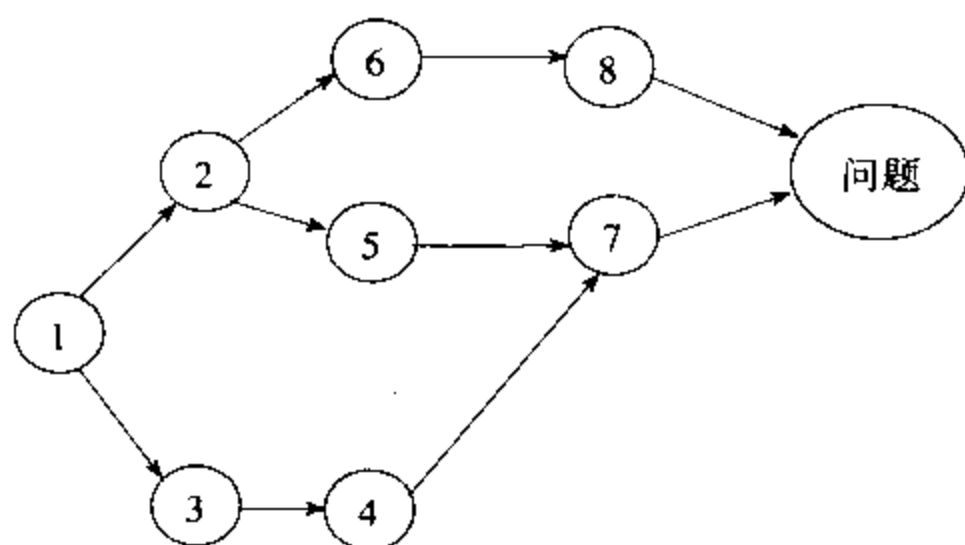
●关系图法的主要特点

- (1) 适合于整理因素关系复杂的问题；
- (2) 从计划阶段开始就能够以广阔的视野把握问题；
- (3) 可准确地抓住重点；
- (4) 容易协调大家的意见；

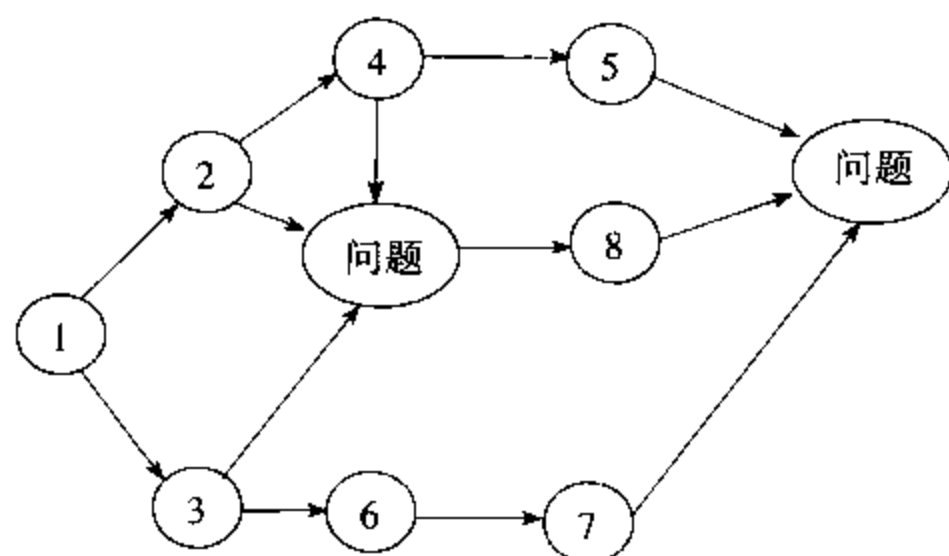
- (5) 不拘形式自由发表意见，便于探索问题的因果关系；
- (6) 能打破成见。

④关系图分类

- (1) 按应用形式分，有单一目的型和多目的型，如图 8-1 所示：



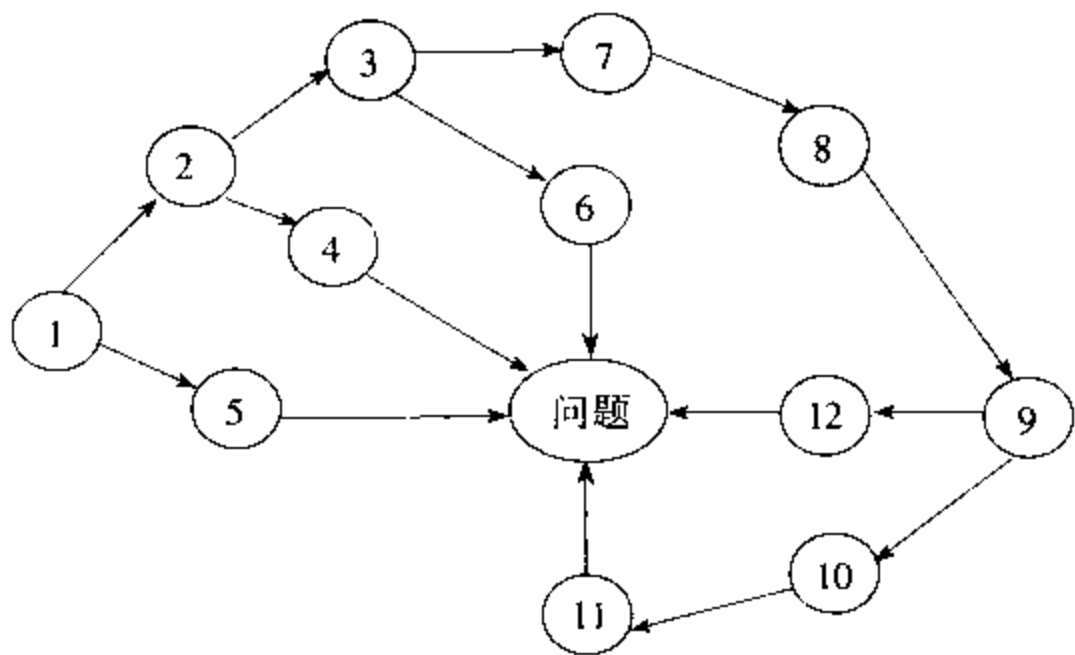
单一目的型



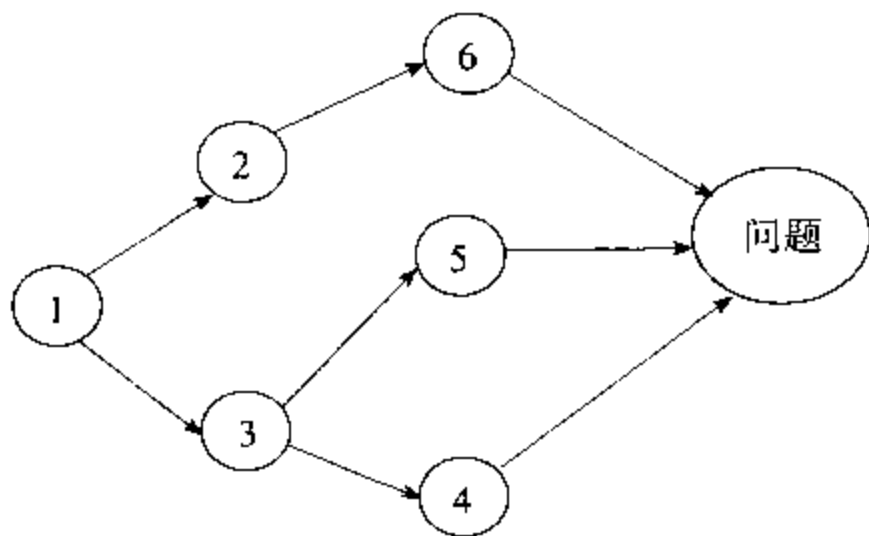
多目的型

图 8-1

- (2) 按结构可分为中央集中型，单向汇集型和应用型三种，如图 8-2 所示。



中央集中型



单向汇集型

部门 项目	A	B	C	D
1	1			2
2	3	4		
3	5	6	7	
4				8

应用型

图 8-2

下图 8-3 为系统关系图。

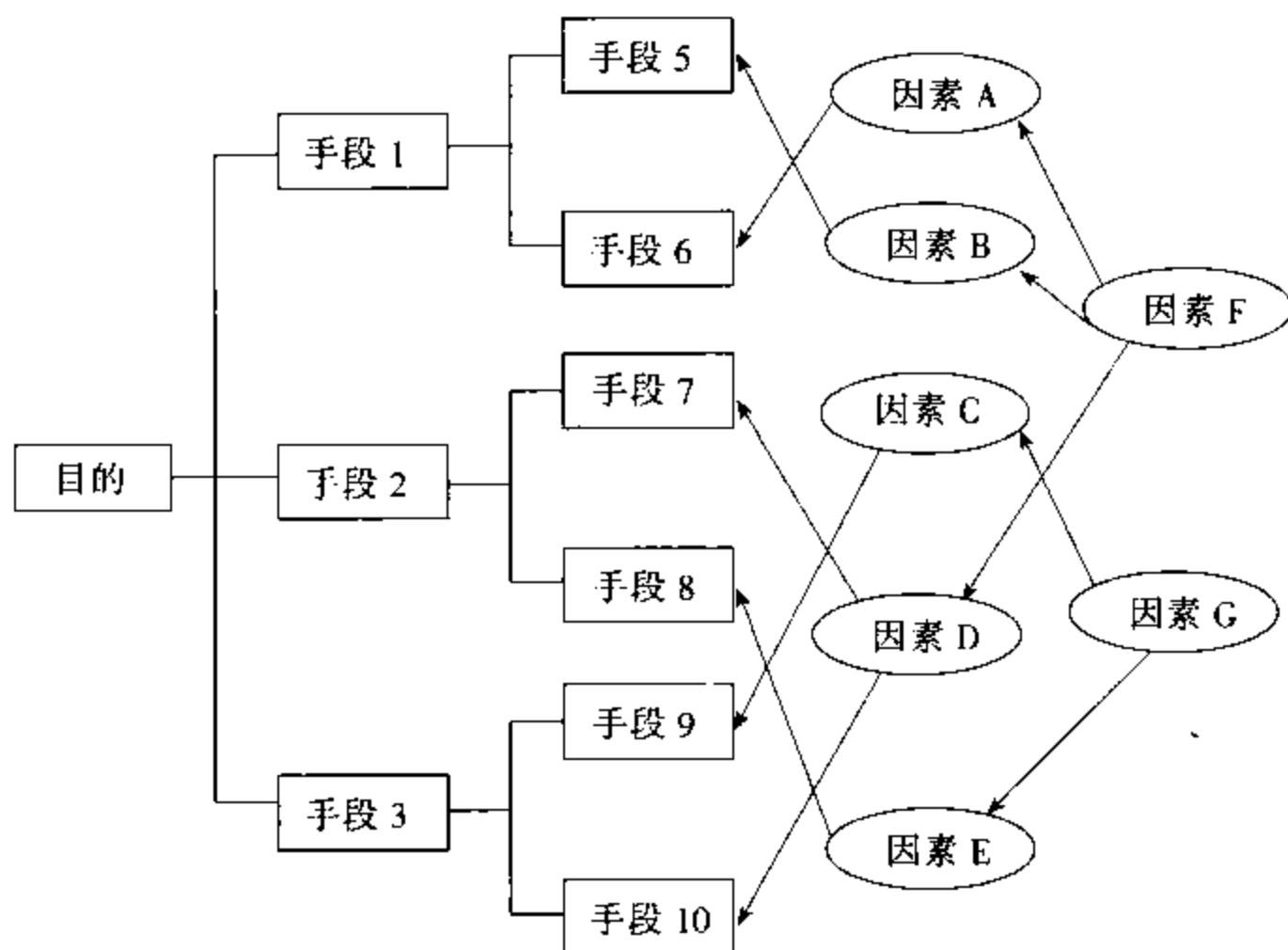


图 8-3 系统关系图

⑤ 关系图的绘制原则

- (1) 仍是原因—结果、目的—手段之要素。
- (2) 箭头只进不出的是问题。
- (3) 箭头只出不进的是主因。
- (4) 箭头有进有出的是中间因素。
- (5) 箭头出多于进的是关键中间因素。

六 应用实例

下面是一成型车间对其合格率低的原因分析。用关系图考虑各因素对其合格率低的影响，如图 8-4 所示：

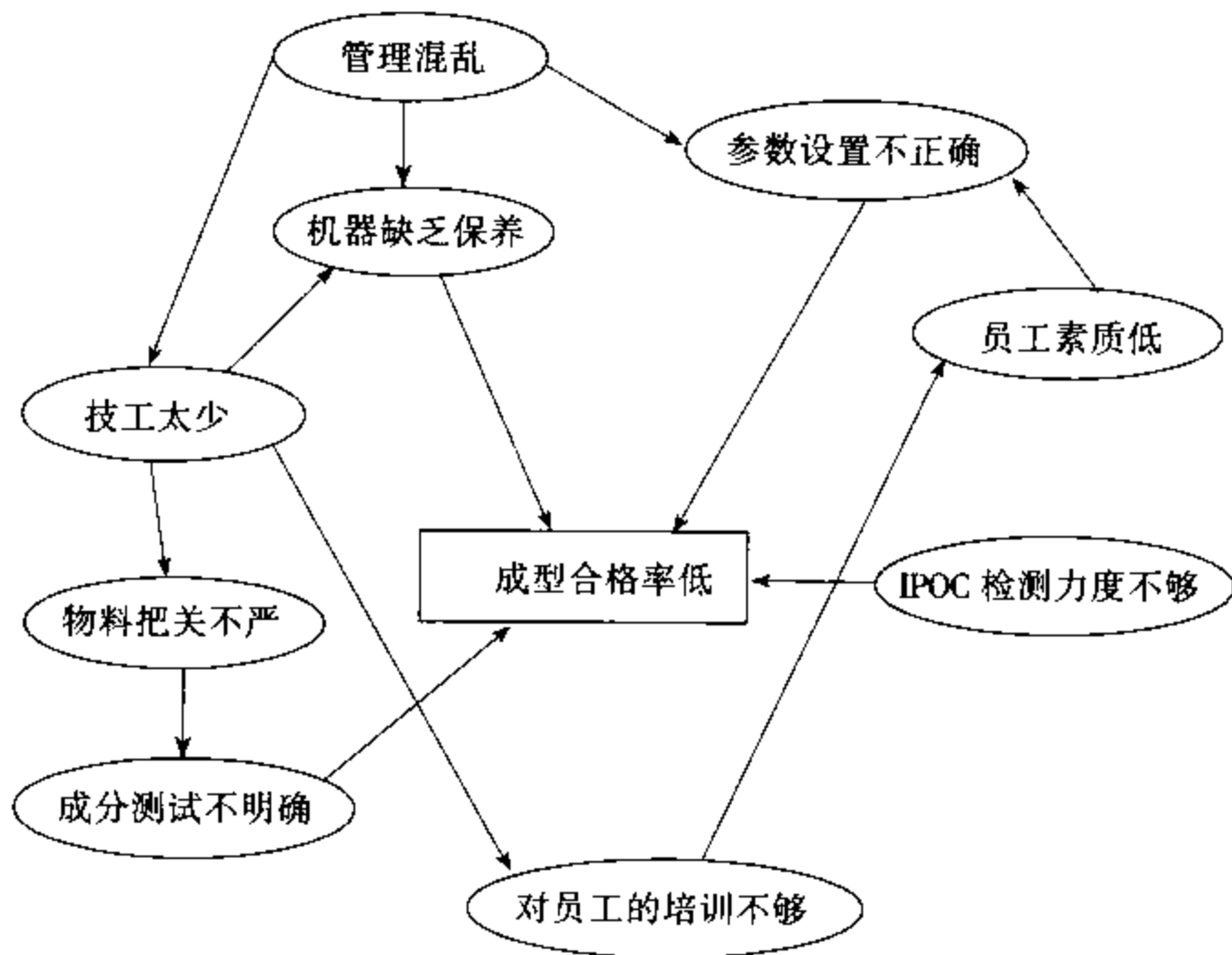


图 8-4 成型合格率低关系图

第九章

系统图法

- ◆ 系统图法的定义
- ◆ 系统图的主要用途
- ◆ 使用系统图的一般步骤
- ◆ 系统图分类
- ◆ 应用实例

● 系统图法的定义

系统图法又叫树图法。为达到目的，需选择手段，上一个目的又与下一个手段相联系，这种目的和手段相互联系起来逐级展开的图形叫系统图。利用系统图法可系统分析问题的原因并确定解决问题的方法。

在计划与决策过程中，为了达到某种目的，就需要选择和考虑某一种手段；而为了采取这一手段，又需要考虑它下一级的相应手段。这样，上一级手段成为下一级手段的行动目的。如此把要达到的目的和所需的手段按顺序层层展开，直到可以采取的措施为止，并绘制成系统图，就能对问题有一个全貌的认识，然后从图形中找出问题的重点，提出实现预定目标的最理想途径。

● 系统图的主要用途

- (1) 新产品研制过程中设计质量的展开；
- (2) 制订质量保证计划，对质量保证活动进行展开；
- (3) 与因果图结合使用；
- (4) 目标、方针、实施事项的展开；
- (5) 明确部门职能、管理职能；
- (6) 对解决企业有关质量、成本、交货期等问题的创意进行展开。

● 使用系统图的一般步骤

- (1) 确定具体的目的和目标；

- (2) 提出手段和措施;
- (3) 进行评价;
- (4) 绘制手段、措施卡片;
- (5) 形成目标手段的系统展开图;
- (6) 确认目标是否能够充分的实现;
- (7) 制定实施计划。

④系统图分类

系统图可分为构成因素展开型和方法展开型，如图 9-1 所示：

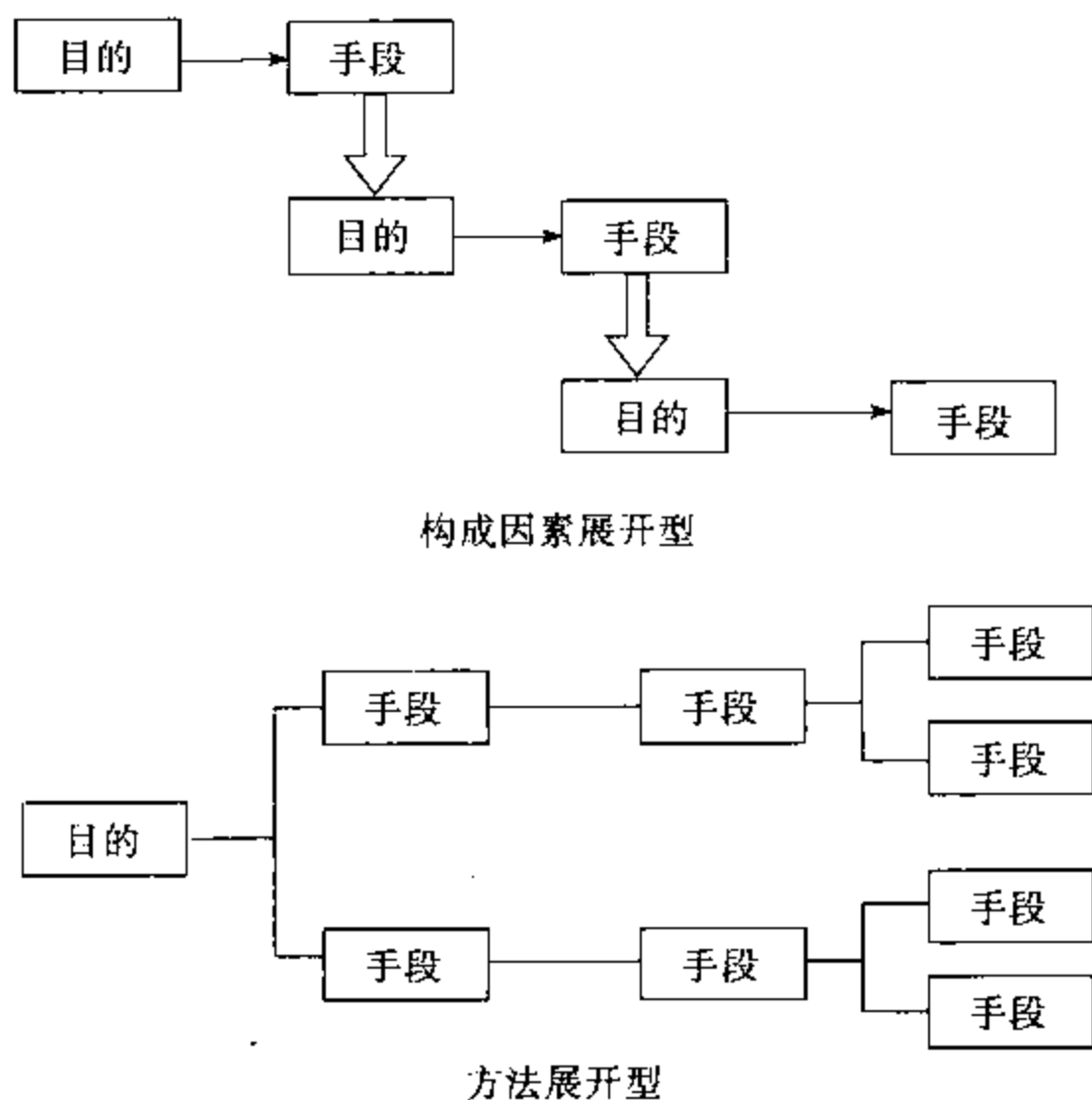


图 9-1

⑤应用实例

(1) 根据人员、机器、原料、方法、环境分析 A 产品 PPM 值高的系统图。如图 9-2 所示：

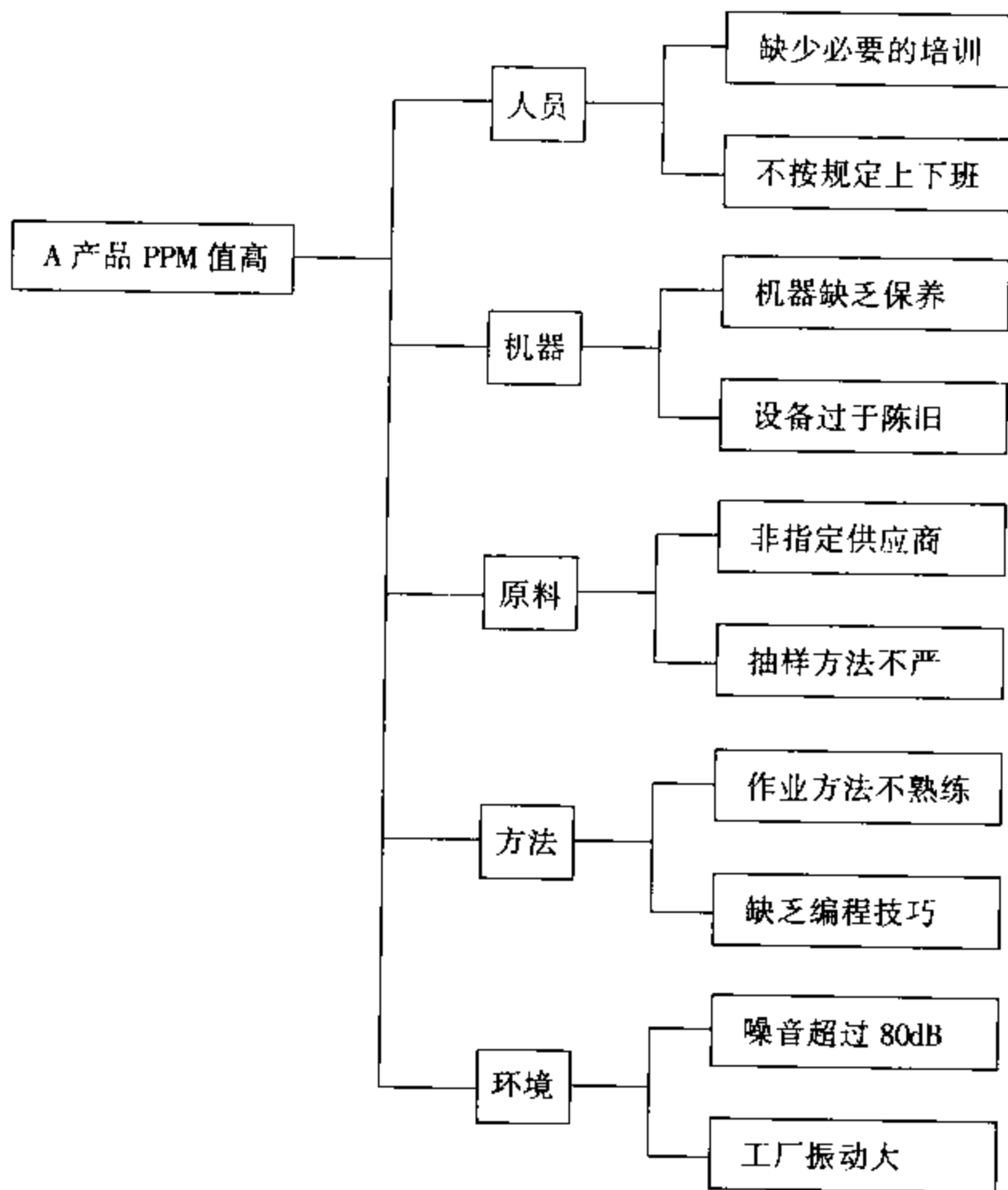


图 9-2

(2) 质量功能展开系统图，如图 9-3 所示：

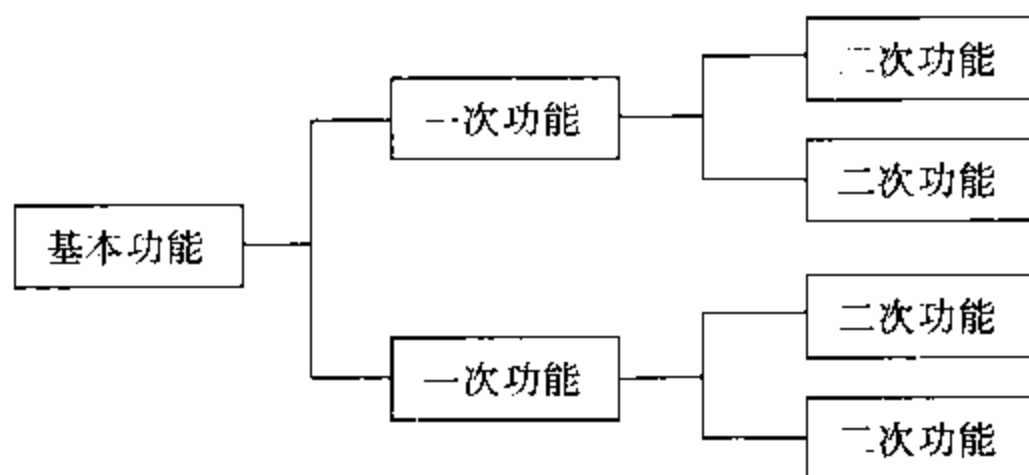


图 9-3

(3) 质量体系文件系统图，如图 9-4 所示：

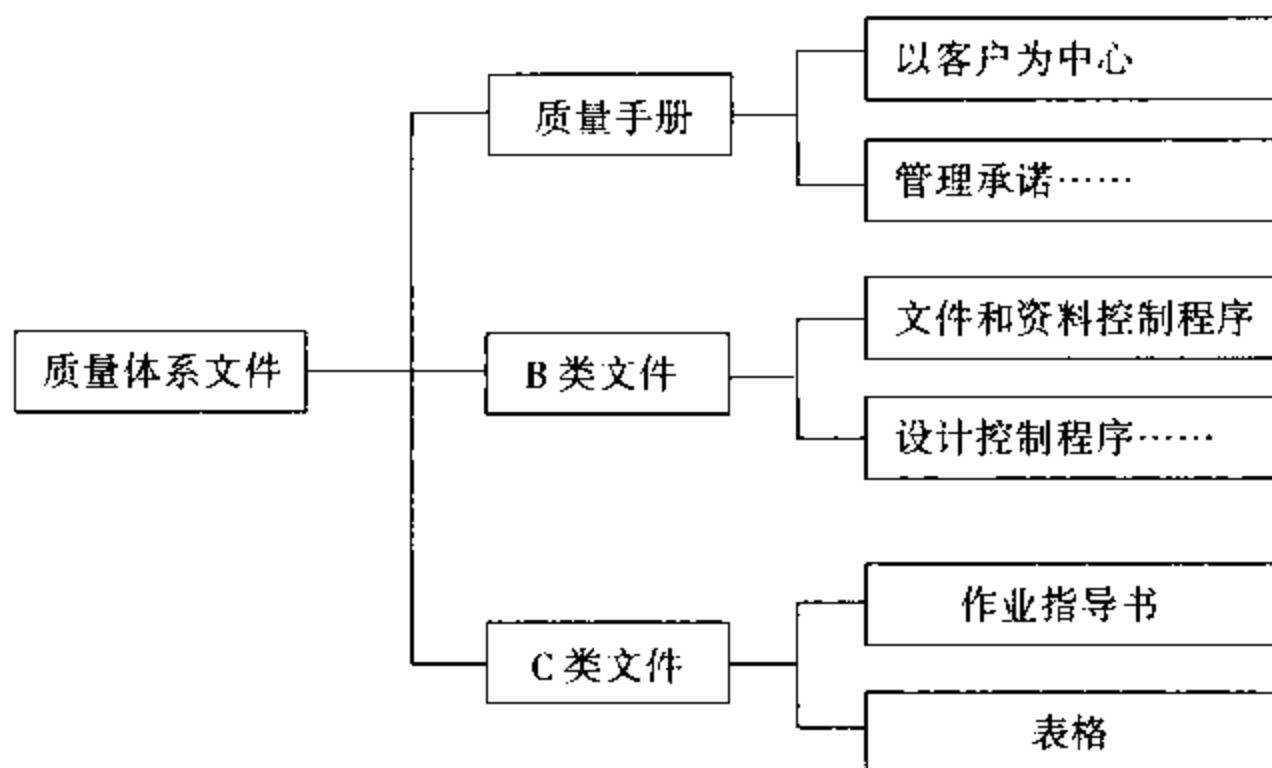


图 9-4

第十章

PDPC 法

- ◆ PDPC 法的定义
- ◆ PDPC 法的特征
- ◆ PDPC 法的使用步骤
- ◆ PDPC 法的分类
- ◆ PDPC 法的应用

● PDPC 法的定义

PDPC 法是在进行了系统设计和作出计划初始阶段，对可能预测到的问题进行先期预测分析以达到理想状态的一种分析方法。PDPC 法又叫过程决策程序图法、重大事故预测图法。PDPC 法不受人为因素限制，它以实际情况作为出发点来考虑采取何种措施，预计可能的结果，提出达到目标的策略，确定最终解决问题的方法。

● PDPC 法的特征

- (1) 从全局、整体掌握系统的状态，因而可作全局性判断；
- (2) 可按时间先后顺序掌握系统的进展情况；
- (3) 密切注意系统进程的动向，掌握系统输入与输出间的关系；
- (4) 情报及时，计划措施可被不断补充、修订。

● PDPC 法的使用步骤

- (1) 召集有关人员讨论所要解决的课题；
- (2) 从自由讨论中提出达到理想状态的手段、措施；
- (3) 对提出的措施，列举出预测的结果及遇到困难时应采取的措施和方案；
- (4) 将各研究措施按紧迫程度、所需工时、实施的可能性及难易程度予以分类；

- (5) 决定各项措施实施的先后顺序，并用箭头按理想状态方向连接起来；
- (6) 落实实施负责人及实施期限；
- (7) 不断修订 PDPC 图。

利用 PDPC 法，可从全局、从整体掌握系统状态以作出全局性判断；可按时间顺序掌握系统的进展情况。

④ PDPC 法的分类

1. 类型 I（顺向进行的 PDPC 图）

从某一状态 A0 出发到达理想状态 X 的所有进展过程，展开成 PDPC 图，如图 10-1 所示：

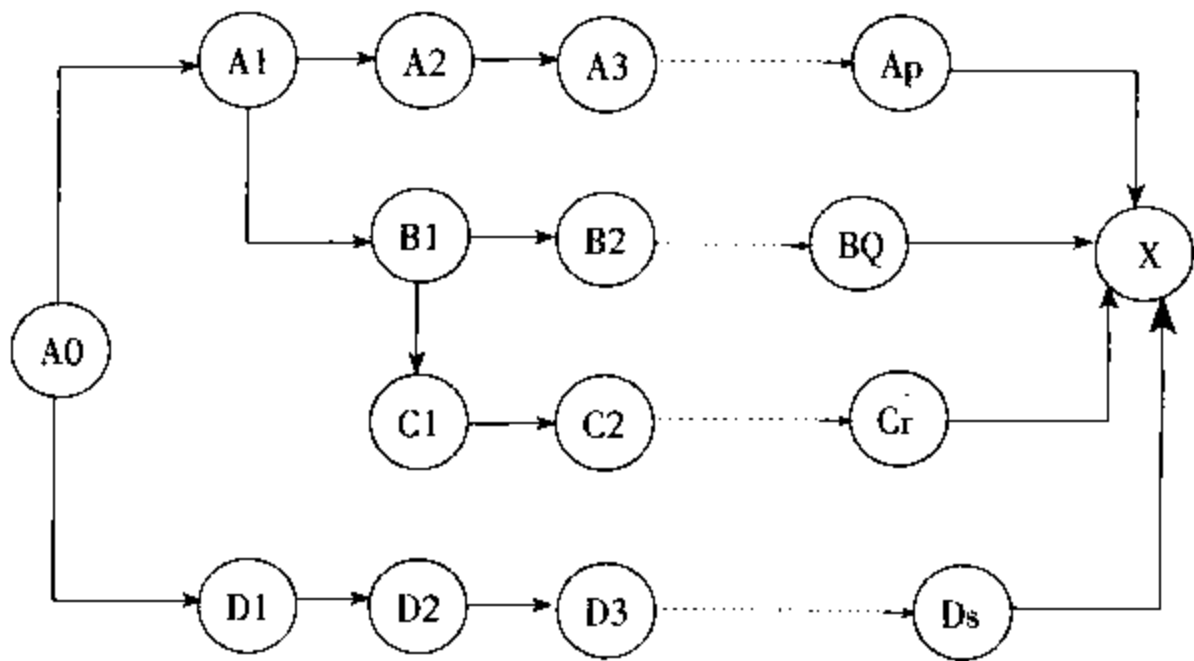


图 10-1

图中从 A0 出发，A0、A1、A2、A3……Ap 到 X，可能实施 A1 在技术上有难度，则从 A1 开始，A1、B1、B2……BQ 到 X，但实施起来不经济，则从 B1、C1、C2……Cr 到 X，但可能不是最佳路线。最后确定 A0、D1、D2、D3……Ds 到 X 为最佳

方案。

2. 类型Ⅱ（逆向进行的 PDPC 图）

逆向进行的 PDPC 图是从理想状态 X 出发，逆向而上，回溯到初始状态 A0 的过程。如图 10-2 所示：



图 10-2 逆向进行的 PDPC 图

如果 X 为理想状态，就需要重新考虑到达该状态的所有路线并把它们全部切断才行。

⑤ PDPC 法的应用

1. PDPC 方法特点

PDPC 法是动态的方法，首先要找出所有可能存在的质量问题，并一一罗列出来，分析其产生原因。其次要分析问题的变化状态，潜在的质量问题和变化的新情况，会影响到发展的最终结果，因此要随时跟踪时间状态的变化，以使问题得到解决并达到理想的结果。

(1) 能用图形显示达到目标的全过程，不是从局部看问题，可掌握系统的动态，因此可判断全局。

(2) 可以按时间系列掌握系统状态的变化，因此 PDPC 法有动态管理的特点。

(3) 可以系统地追踪事物的起因和最终结果，因此有可追溯性。

- (4) 以事件或问题为中心, 可以进行自由式的探讨。
- (5) 对事件或问题的预测性, 可避免重大问题的发生。并可提高产品的质量可靠性与安全性。

2. PDPC 的制作方法

- (1) 由负责人提出解决问题的策略和方案, 交给有关人员进行讨论, 以提出较为理想的意见。
- (2) 从讨论中归纳出有必要的研究事项。
- (3) 实施事项。
- (4) 根据各事项的紧迫性, 确定其先后顺序, 用箭头向理想状态连接。
- (5) 对性质不同的内容, 根据它们之间的相互关系决定优先顺序。若对某一事项有影响, 可用虚线把它们连接起来。
- (6) 确定承担部门, 并把相应部门和事项串起来, 并注明承担者。
- (7) 按计划实施并定期检查, 出现新情况时, 要重新修改或补充 PDPC 图。

3. PDPC 法应用实例

提高 MT-60 机种产品质量的 PDPC 方法。某个 MT-60 机种的成品合格率为 60%, QCC 小组组织工程、技术、质量等相关人员进行改善, 力争达到 70% 的成品率目标。如图 10-3 所示:

QCC 认真进行分析有三条途径可供选择:

- (1) 从 A0 出发, 使回流焊质量提高 5%, 过波峰炉质量提高 3%, ICT 测试提高 1%, 功能测试提高 1%, 是很难达到的。

(2) 从 A0 出发，使回流焊质量提高 5%，手工插件提高 2%，执锡质量提高 3%，是不经济的，也是很难达到的。

(3) 从 A0 出发，手工插件提高 2%，装配合合格率提高 3%，高压测试提高 5%，这条路线是最可行的，故选此条线作为最佳改善方案。

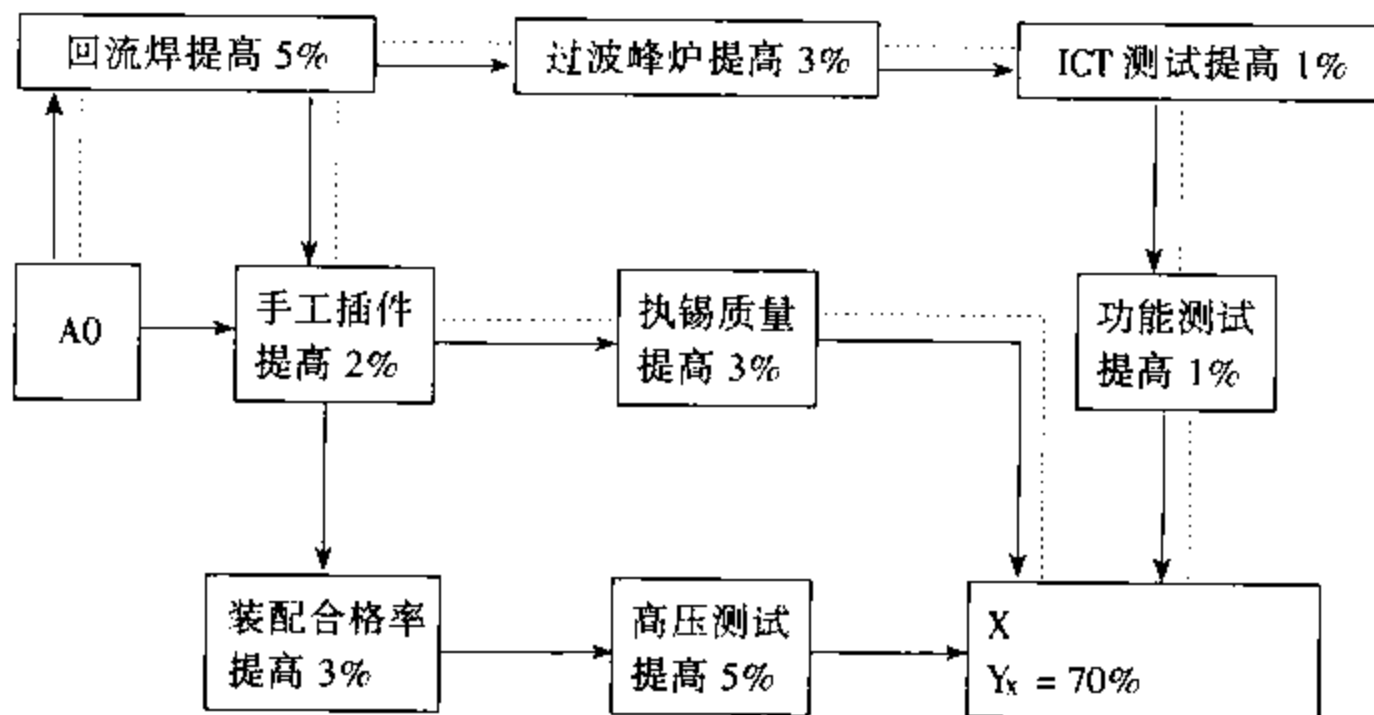


图 10-3



请勿用于商业用途或准商业用途，
请于下载后24小时内删除！如无法遵守此规定，则谢绝下载！！
吴国林 MSN: colin_21st@hotmail.com

第十一章

KJ 分析法

- ◆ KJ 分析法的定义
- ◆ KJ 分析法的主要用途
- ◆ A 型图解的适用场所
- ◆ KJ 分析法的特征
- ◆ KJ 分析法收集数据的方法
- ◆ KJ 分析法应用流程



请勿用于商业用途或准商业用途，
谢绝 3722.cn 等商业网站转载！

吴国林 MSN: colin_21st@hotmail.com

● KJ 分析法的定义

KJ 分析法又叫亲和图法、卡片法，为日本川喜田二郎所创。KJ 分析法的工具是 A 型图解。是将收集到的资料和信息，根据他们之间的相近性分类综合分析的一种方法。

● KJ 分析法的主要用途

1. 归纳思想、认识事物

对未知的事物或领域，虚心收集实际资料，并从杂乱无章的资料中整理出事物的相互关系和脉络，就某件事情达成共识。

2. 打破现状

在旧有经验基础上形成的成见，常常成为阻力，妨碍事物的发展；前人的思想或理论体系，可能成为束缚。要求进步，必须打破现状。旧有的概念体系一经破坏、崩溃，思想观念又处于混乱状态，这时，需要用 KJ 法再次归纳整理思想。

3. 计划组织

不同观点的人们集中在一起，很难统一意见。最好能由相互理解的人员组成计划小组。为着共同的目标，小组成员提出自己的经验、意见和想法，然后将这些资料编成卡片并利用 A 型图解进行整理。

4. 贯彻方针

向下级贯彻管理人员的想法和方针，靠强迫命令不会取得好的效果。A 型图可以帮助人们进行讨论，集思广益，从而将方针自然地贯彻下去。

在 KJ 法的使用过程中，资料的收集是至关重要的一环。语言文字资料收集的方法将随 A 型图解的用途与目的的不同而异。

⊖ A 型图解的适用场所

A 型图解只适用于需要时间进行研究解决的复杂问题，不适用于要立即解决的简单问题。如图 11-1 所示：

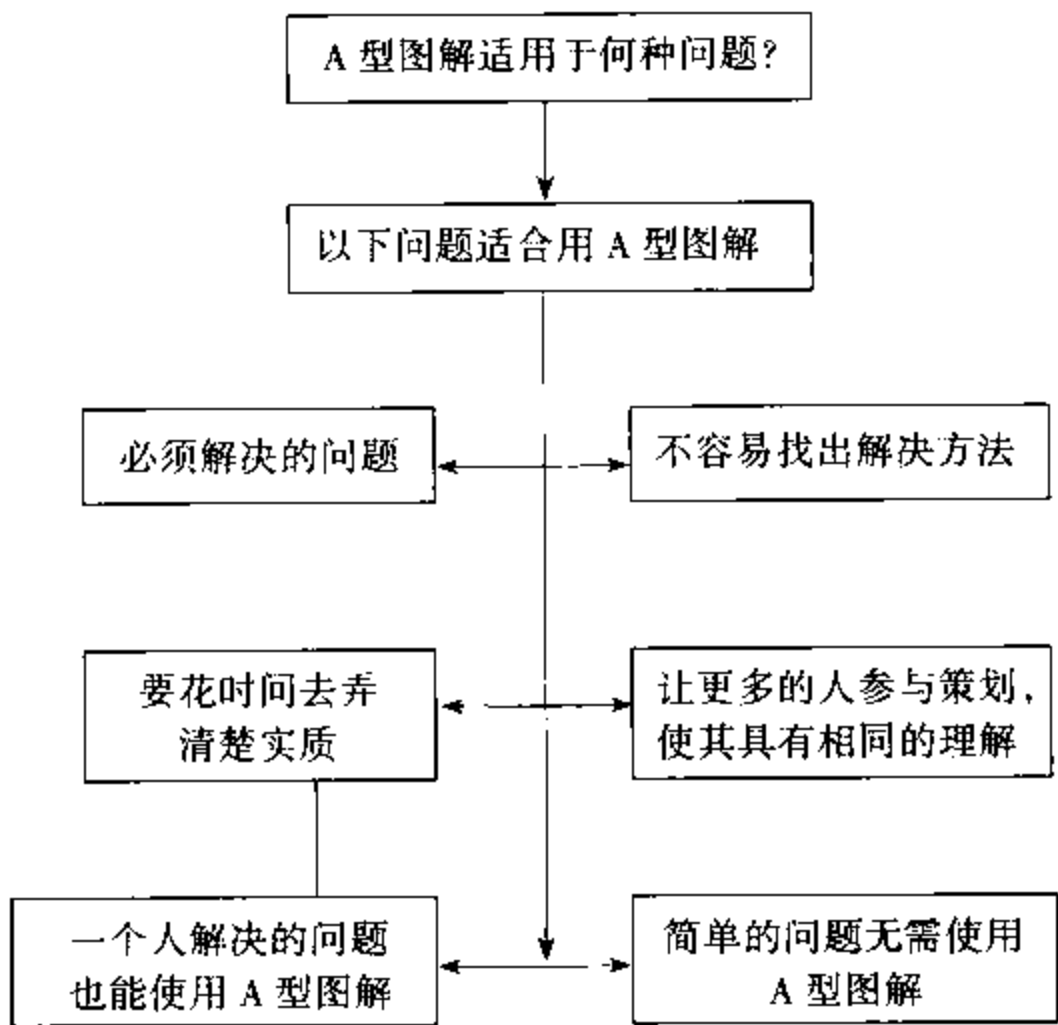


图 11-1

④ KJ 分析法的特征

KJ 分析法是一种创造性思考问题的方法。人的大脑分左右两个半球，人类的思维行动受大脑左半球的支配，是理性的，但不是创造性的。如果抑制左半球的功能，有意识的使人脑右半球活跃起来，就可以进行创造性的思考，KJ 分析法正是基于以上原理来分析解决问题的。

⑤ KJ 分析法收集数据的方法

- (1) 直接观察法。
- (2) 文献资料调查法和面谈。
- (3) 脑力激荡法。
- (4) 回忆和内省法。

⑥ KJ 分析法应用流程

1. 确定课题

- (1) 把尚未很好掌握的杂乱无章的信息资料系统整理以很好把握。
- (2) 对于尚未综合的杂乱思想，进行归纳整理。
- (3) 突破固有观念，并归纳出新思想。
- (4) 分解固有的体系，归纳出新的体系。
- (5) 把不同的人群组织起来，以达到共同的目的。
- (6) 管理者要同下属进行沟通，使其组织目标得以实现。

2. 收集信息资料

(1) 深入现场，掌握第一手信息资料，并确保其真实性。

(2) 多思考、多沟通，进行横向和纵向思维，引导群体发挥出个体的潜能，形成一个创造性的集体。

(3) 充分发挥个体的潜能，以脑力激荡法为突破口，将个人的思维灵感记录下来，并制作出语言资料卡片。

(4) 将收集到的信息，用简洁的词汇或短句，记录在卡片上，尽量描述真实，避免抽象化。

(5) 按卡片信息的亲和性，把相似内容的卡片汇总在一起。要用情感概念去综合而不要用理智或逻辑去分类。

(6) 制作标签卡片，对内容相近或相似的卡片组进行汇总归类。

(7) 作图，把汇总的卡片展开，安排在最容易使人理解的相应位置上，并用适当的符号画出卡片之间的联系，并画出 A 型图解。

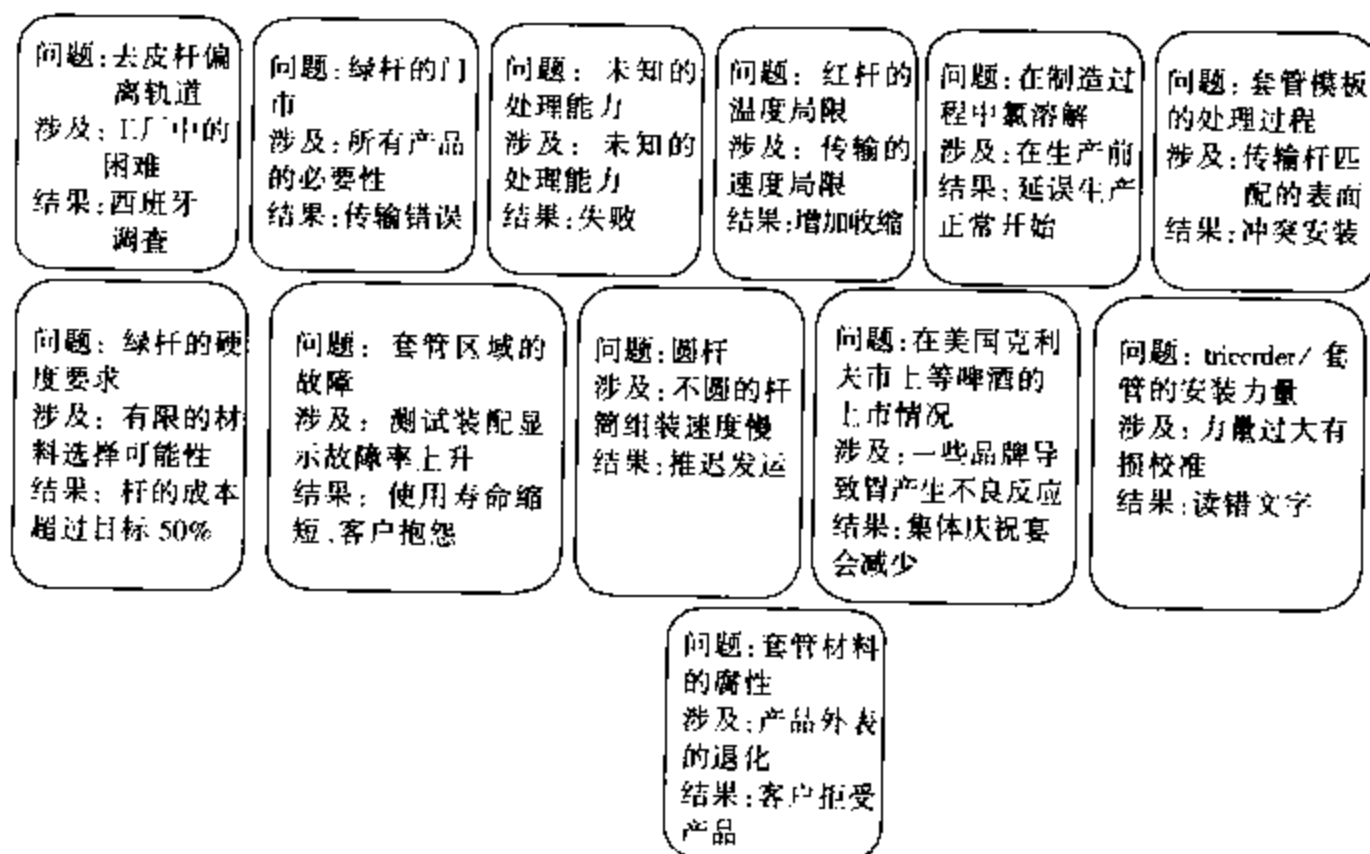
(8) 按图进行讲解，并将产生的新构思加到里面。

(9) 编写报告。把图解和新构思整理成文字发表。

3. KJ 分析法应用实例

KJ 分析法也可以用于 6Sigma 管理方面。下面是一个 6Sigma 小组应用 KJ 分析法解决问题的实例。如图 11-2 所示：

□ 新品管手法



杂项:

问题: 在制造过程中出现氯溶解
涉及: 在生产前需要 EPA 许可
结果: 延误生产正常开始

问题: 在美国克利夫市上等啤酒的上市情况
涉及: 一些品牌导致胃产生不良反应
结果: 集体庆祝宴会减少

杆:

问题: 去皮杆偏离轨道
涉及: 工厂中的困难
结果: 西班牙调查

问题: 绿杆的上市
涉及: 所有产品的必要性
结果: 传输错误

问题: 绿杆的硬度要求
涉及: 有限的材料选择可能性
结果: 杆的成本超过目标 50%

问题: 未知的处理能力
涉及: 未知的处理能力
结果: 失败的 CTQ

问题: 红杆的温度局限
涉及: 传输的速度局限
结果: 增加收缩

问题: 圆杆
涉及: 不圆的杆筒组装速度慢
结果: 推迟发运

套管:

问题: 套管区域的故障
涉及: 测试装配显示故障率上升
结果: 使用寿命缩短, 客户抱怨

问题: 套管模板的处理过程
涉及: 传输杆匹配的表面
结果: 冲突安装

问题: tricorder / 套管的安装力量
涉及: 力量过大有损校准
结果: 读错文字

问题: 套管材料的腐性
涉及: 产品外表的退化
结果: 客户拒受产品

图 11-2

第十二章

矩阵图

- ◆ 矩阵图的定义
- ◆ 矩阵图的主要用途
- ◆ 矩阵图的类型
- ◆ 矩阵图的绘制
- ◆ 矩阵图的应用领域
- ◆ 应用实例

● 矩阵图的定义

矩阵图是利用数学上矩阵的形式表示因素间的相互关系，从中探索问题所在并得出解决问题的设想。它是进行多元思考，分析问题的方法。

● 矩阵图的主要用途

- (1) 设定系统产品开发、改进的着眼点；
- (2) 产品的质量展开以及其他展开，被广泛应用于质量功能展开（QFD）之中；
- (3) 系统核实产品的质量与各项操作乃至管理活动的关系，从而便于全面地对工作质量进行管理；
- (4) 发现制造过程不良品的原因；
- (5) 了解市场与产品的关联性分析，制订市场产品发展战略；
- (6) 明确一系列项目与相关技术之间的关系；
- (7) 探讨现有材料、元器件、技术的应用新领域。

● 矩阵图的类型

矩阵图有多种类型，如 L 型、T 型、X 型、Y 型等，如图 12-1，图 12-2，图 12-3，图 12-4 所示：



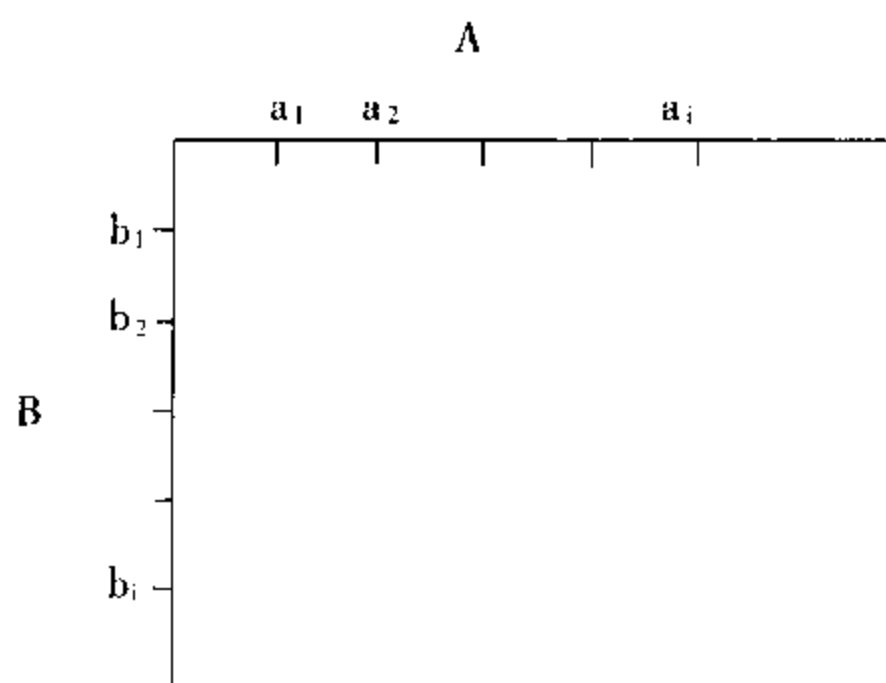


图 12-1 L型矩阵图

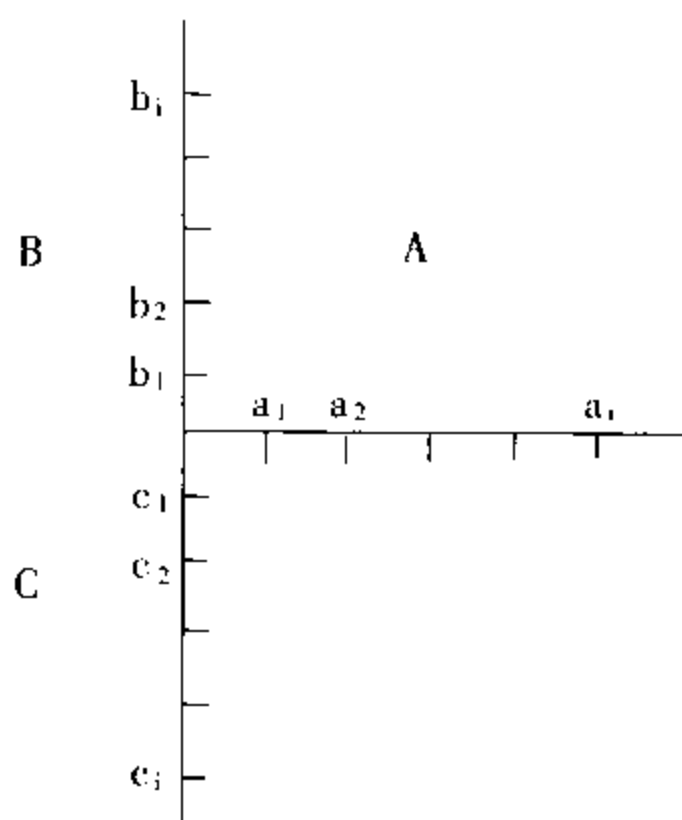


图 12-2 T型矩阵图

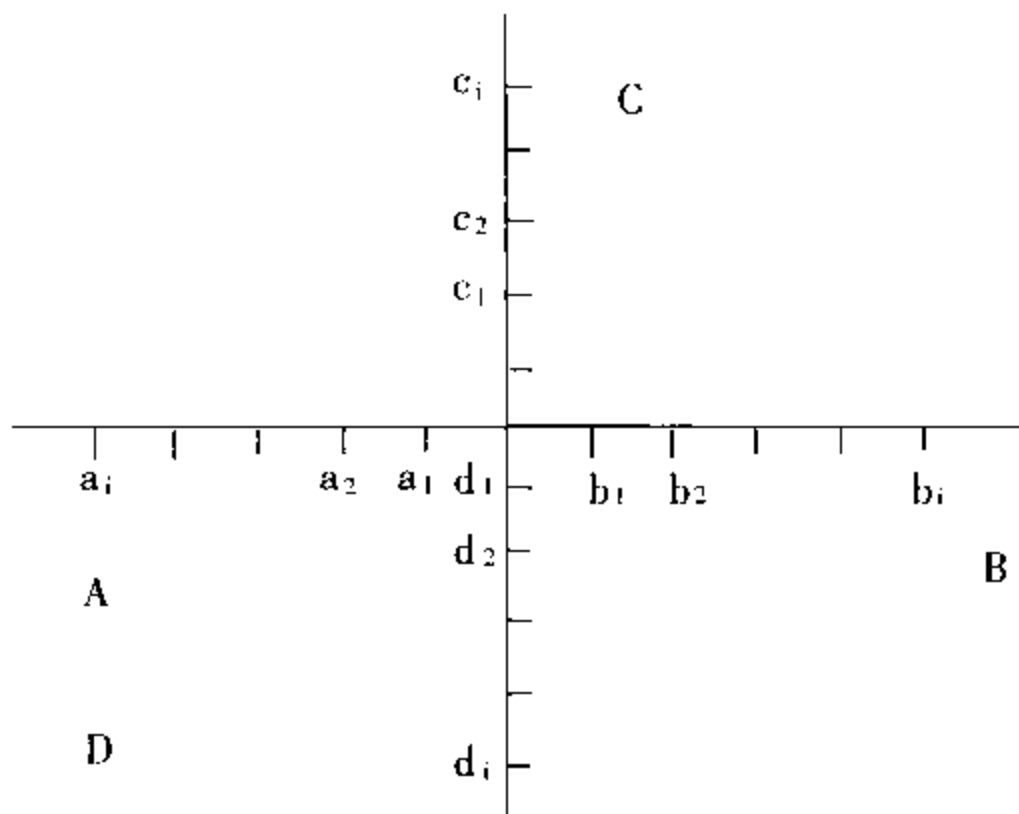


图 12-3 X 型矩阵图

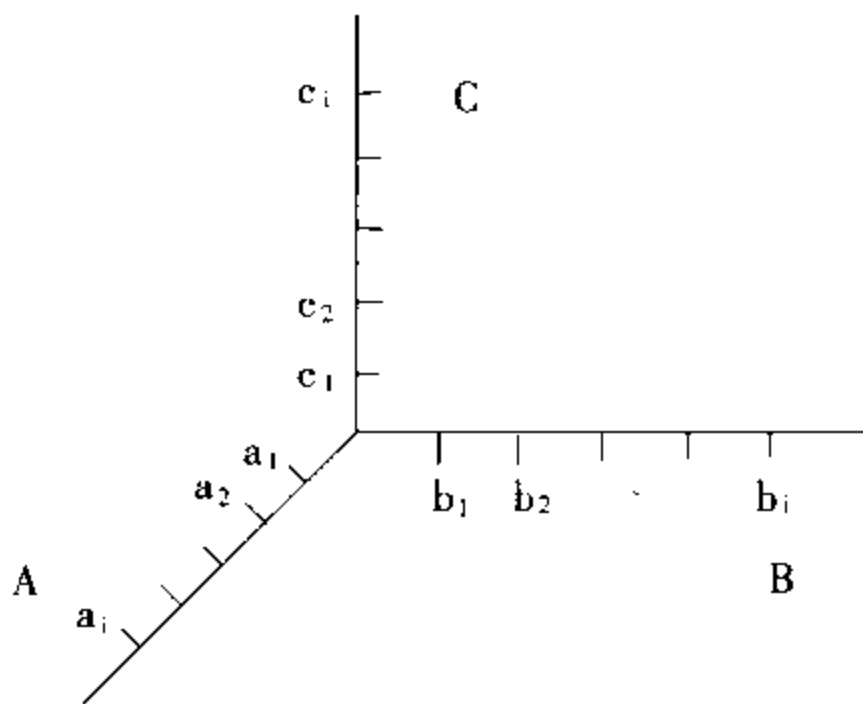


图 12-4 Y 型矩阵图

④ 矩阵图的绘制

- (1) 确定需解决的问题。
- (2) 选择因素群。一般选择成对因素群，以确定相关关系及其影响。
- (3) 选择适当的矩阵图。一般两因素群用 L 型矩阵图，三因素群用 T 型或 Y 型矩阵图，四因素群用 X 型矩阵图。
- (4) 确定其因素群的相关程度。
一般用“●”表示有相关关系，“○”表示无关系，“△”表示可能有关系。

⑤ 矩阵图的应用领域

矩阵图可以应用到以下方面或领域：

- (1) 新产品开发时进行质量功能展开分析。
- (2) 分析生产不良原因及其影响因素。
- (3) 进行多变量分析，以确定影响问题的关键因素。
- (4) 进行质量改善，以确定解决问题的方法。
- (5) 进行多因子实验，寻找优化实验结果。
- (6) 分析问题的原因，寻求对策。
- (7) 对产品改进寻找突破口。
- (8) 评价产品质量，功能特性，进一步提高产品的可靠性。
- (9) 分析潜在原因，提高产品质量和合格率。
- (10) 分析不良原因，以评价质量体系的有效性。

六应用实例

下面是某橡胶制品不良与成型及原材料相互影响的 L 型矩阵图。如图 12-5 所示：

项目	色键不良	污点	龟裂	荷重超规格	阻值偏高	寿命短
色母	●	○	△	●	○	●
黑柱	○	○	○	○	△	△
催化剂	○	○	△	●	△	●
混剂	△	●	●	●	○	△
成型	●	△	●	●	○	○
印刷	○	●	○	●	●	○
涂装	○	○	○	●	○	○
火焰处理	○	○	●	●	○	○
雕刻	○	○	○	●	○	○
模具	△	△	△	●	○	○

“●”表示相关；“○”表示不相关；“△”表示可能相关

图 12-5

下面是一个通信公司 QFD 矩阵分析图。如图 12-6 所示：

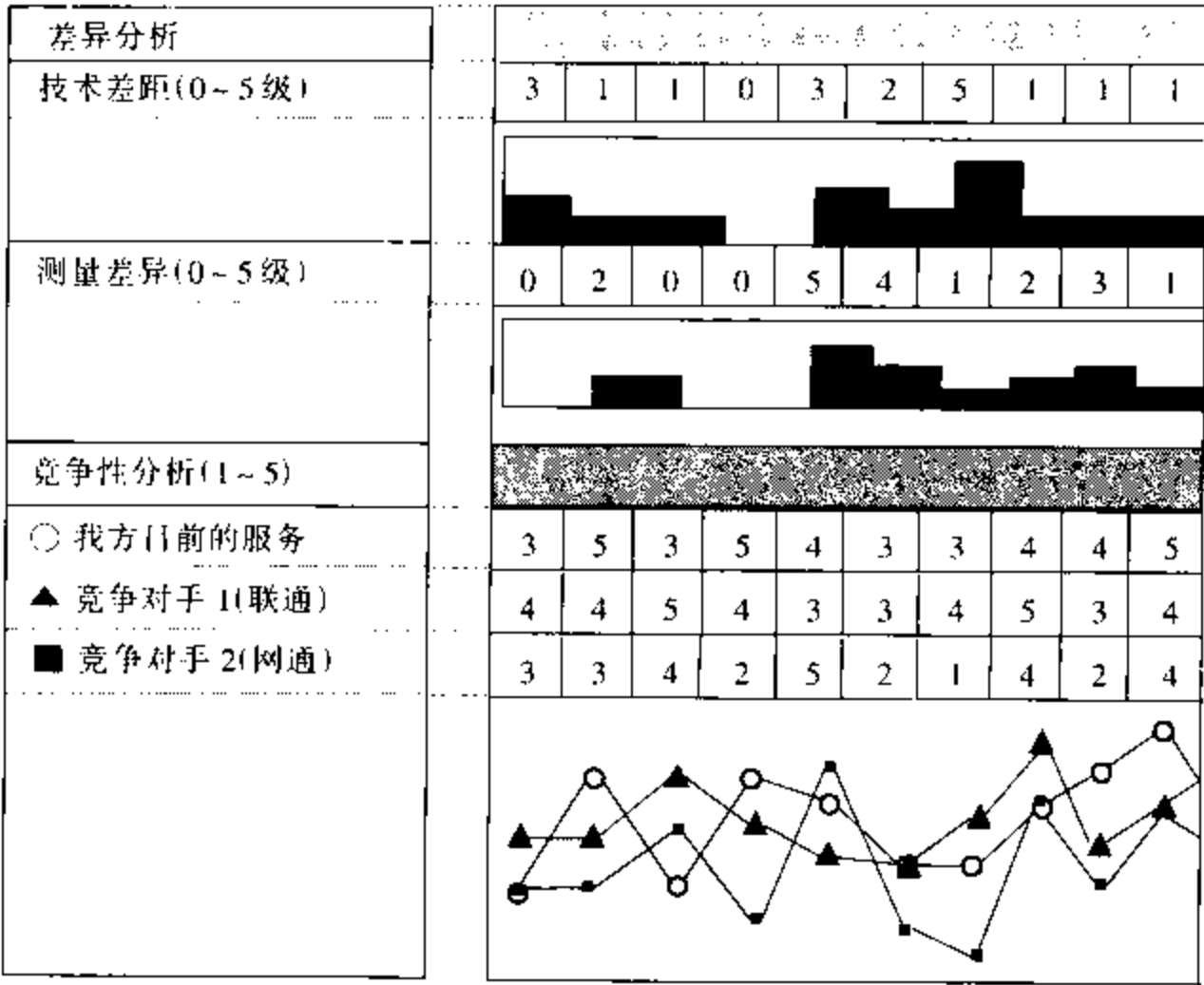


图 12-6



请勿用于商业用途或准商业用途，
请于下载后24小时内删除！如无法遵守此规定，则谢绝下载！！
吴国林 MSN: colin_21st@hotmail.com

第十三章

矩阵数据分析法

- ◆ 矩阵数据分析法定义
- ◆ 矩阵数据分析法主要用途
- ◆ 各因素对事件的影响程度分析
- ◆ 矩阵数据分析法应用实例
- ◆ QFD 矩阵数据分析法

● 矩阵数据分析法定义

矩阵数据分析是研究成对因素群，进行数据处理，用以判断各因素对结果影响程度大小的一种方法。各种数据形成一个矩阵图，矩阵图上各因素间的关系如果能用数据定量化表示，就能更准确地整理和分析结果。

● 矩阵数据分析法主要用途

- (1) 分析含有复杂因素的工序；
- (2) 从大量数据中分析不良品的原因；
- (3) 从市场调查的数据中把握要求质量，进行产品市场定位分析；
- (4) 感官特性的分类系统化；
- (5) 复杂的质量评价；
- (6) 对应曲线的数据分析。

● 各因素对事件的影响程度分析

根据因素对事件影响程度大小可分为 0 ~ 10 级，其中“10”级影响最大，“0”级则无影响，如表 13-1 所示。

表 13-1

影响分级	影响程度描述
10	重大影响
9	很大影响
8	大影响
7	影响较大
6	有影响
5	有一点影响
4	有少许影响
3	稍有影响
2	影响很轻
1	影响微小
0	无影响

④矩阵数据分析法应用实例

图 13-1 是 $x-y$ 矩阵图，其中 $a、b、c、d、e$ 为输入因素， $A、B、C、D、E$ 为输出因素。

输入	输出	A	B	C	D	E
	级别	5	6	4	7	2
1 a		7				
2 b			8			
3 c		6		3		
4 d				4		7
5 e					9	

图 13-1

A 因素的影响重要度为 5，B 为 6，C 为 4，D 为 7，E 为 2，a，b，c，d，e 输入因素对 A、B、C、D、E 的影响为 7，8，6，3，4，7，9。那么我们可以计算出 a，b，c，d，e 因素的影响程度如下表所示：

表 13-2

输入因素	影响程度	%
1 a	35	16.06%
2 b	48	22.02%
3 c	42	19.27%
4 d	30	13.76%
5 e	63	28.89%

由表 13-2 可知：e，b，c 三个因素对输出因素影响最大。

⑤ QFD 矩阵数据分析法

从表 13-3 所示的矩阵数据分析中可以看出设计对产品的性能 2 影响最大，为 189，对产品性能 6 影响最小，为 30。

表 13-3 QFD 矩阵 产品：×××

	重要度	零件性能1	零件性能2	零件性能3	零件性能4	零件性能5	零件性能6	零件性能7	零件性能8	零件性能9			
直接影响		10	9	8	8	10	10	9	10	10			
设计要求1		3	4	1	1	0	0	0	1	0			
设计要求2		0	5	2	2	0	2	0	2	0			
设计要求3		1	3	0	3	0	1	0	3	0			
设计要求4		4	2	0	0	0	0	1	0	2			
设计要求5		0	0	0	0	1	0	3	4	1			
设计要求6		3	2	0	1	2	0	2	0	0			
设计要求7		1	2	3	0	0	0	4	0	0			
设计要求8		2	3	0	0	3	0	0	0	0			
计算重要度		140.00	189.00	48.00	56.00	60.00	30.00	90.00	100.00	30.00	0.00	0.00	0.00
测量项目													
单位													
目标													
下限													
上限													
公差分析													
技术公差													
测量公差													
竞争对手分析													
当前产品状况													
竞争者1													
竞争者2													

第十四章

矢线分析法

- ◆ 矢线分析法的定义
- ◆ 矢线分析法的特点
- ◆ 矢线分析法的作用
- ◆ 矢线图
- ◆ 矢线分析法应用实例

● 矢线分析法的定义

矢线分析法又叫网络技术（PERT）法，也叫关键路线法（CPM）。矢线分析法是制定最佳日程计划，找出最佳路线，高效率完成项目进度的一种分析方法。关键路线是矢线分析法中一个极其重要的概念。关键路线又称为主要矛盾线，其周期决定了整个作业进度的周期。关键路线上的延迟或提前，将直接导致整个项目总工期的拖延或提前完成。

关键路线上的作业称为关键作业。关键作业在时间上没有回旋的余地。因此，要缩短总工期，必须抓住关键路线上的薄弱环节，采取措施、挖掘潜力，以压缩工期。关键路线能使管理者对工程心中有数、明确重点。

● 矢线分析法的特点

- （1）便于审核计划方案、制订最佳计划；
- （2）容易处理实际实施项目中的变异；
- （3）能迅速发现单项作业对整个计划的影响；
- （4）目标明确、重点突出。

● 矢线分析法的作用

- （1）制订详细的计划；
- （2）可以在计划阶段对方案进行仔细推敲，从而保证计划的严密性；
- （3）进入计划实施阶段后，对于情况的变化和计划的变更

都可以做出适当的调整；

(4) 能够具体而迅速地了解某项工作工期延误对总体工作的影响，从而及早采取措施，计划规模越大，越能反映出该工具的作用。

④ 矢线图

矢线图是矢线分析法的基础。图 14-1 是一个项目的矢线图。

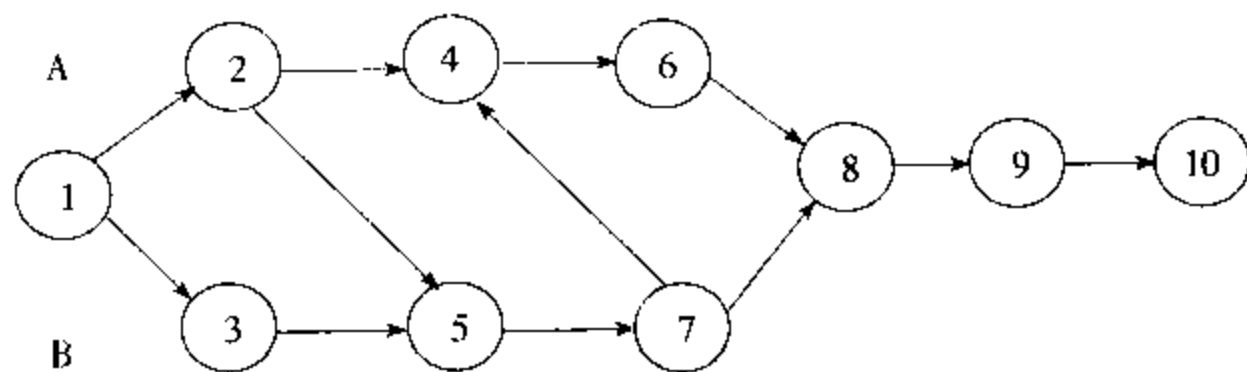


图 14-1

上图①、②、③…⑩为项目的每一个节点，从①节点出发到⑩节点结束，①节点到②节点称为一个作业过程，也叫一个作业 A。作业 A 不结束，作业 B 不能开始，A 叫先行作业，B 叫后续作业。节点的顺序号一般是从左到右，从上到下的顺序编写，不得重复且不能循环，如图 14-2，若节点从①开始必须采取平行作业，同时在节点②处交汇，可用图 14-3 方式绘制，图中虚线为虚拟作业线，工作无日程内容，作业时间为零，为避免逻辑混乱和增加节点工作量，尽量少用虚拟作业线。

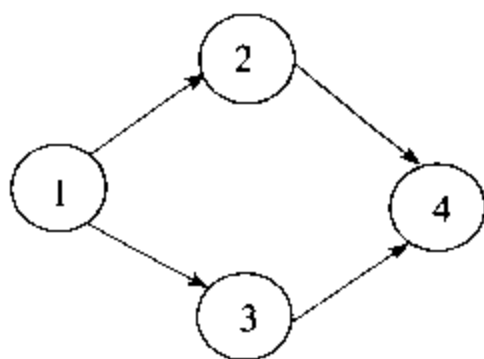


图 14-2 循环矢线图

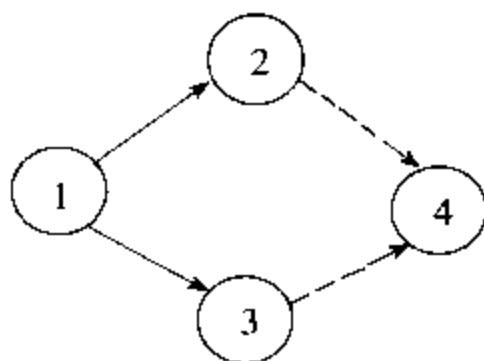


图 14-3 虚线矢线图

⑤ 矢线分析法应用实例

1. 项目矢线图

(1) 完成某一工程需 A、B、C、D4 道工序，其作业如表 14-1 所示：

表 14-1

工序	先行工序	日程/时间
A	-	30 天
B	+	40 天
C	B	10 天
D	AC	15 天

其矢线图如图 14-4 所示：

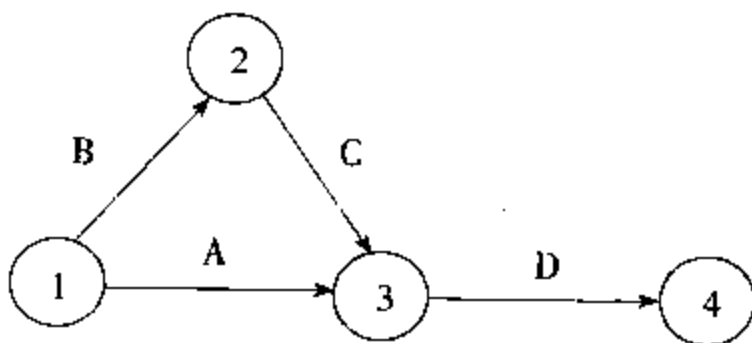


图 14-4

路线① ③ ④共需时间： $30 + 15 = 45$ 天

路线① ② ③ ④共需时间： $40 + 10 + 15 = 65$ 天，这条路线叫关键路线或临界路线。

若 A、B 同时开工，最迟 65 天可完成此项工程。

若先 A 开工后 B 开工，最早需 95 天才可完成此项工程。

(2) 结点日程和作业日程的概念。

由图 14-4 可知，路线① ③ ④有 20 天余量，在① ③中，最早开工时间是 0，最早结束时间是 30 天，接着要等 20 天，才可进行⑤ ④的工作，若等 20 天，迟开工的时间是 20 天。则最迟结束的时间是 50 天。

若用“□”表示最早，用“△”表示最迟，那么图 14-4 可用图 14-5 的时间关系来表示。

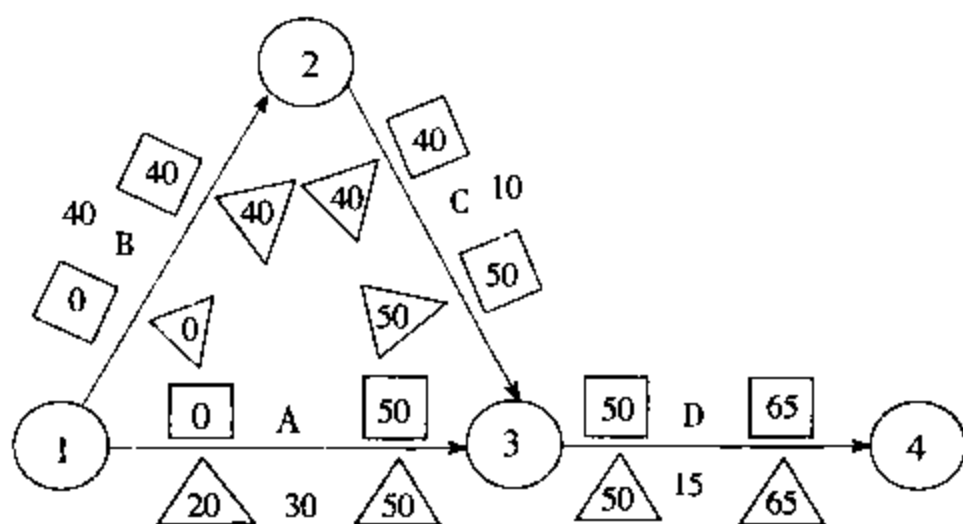


图 14-5

由图可知在① ② ③ ④的路线上，最早开始和最迟开始，最早结束和最迟结束的时间相等，即时差为零，此为关键路线。

在节点③前有两条路线，一条 BC 路线 50 天，一条是 A 路线 30 天，过节点③后服从最大数的 50 天。

(3) 作业时间估算：

用公式 $T = \frac{a + 4m + b}{6}$ 进行估算。

其中 a 表示为完成该作业可能需要的最短时间，b 为最长时间，m 为最可能需要的时间。

2. 矢线分析应用实例

(1) 矢线分析法的优先原则。

- ① 时间的优化。
- ② 费用的优化。
- ③ 资源的优化。

(2) 主要用途：

- ① 开发新产品的推行计划及其进度管理。
- ② 项目进度及日程管理。
- ③ 生产品质改善计划及进度管理。

(3) 应用实例。

[实例 1] 现有一新项目计划，其作业时间费用及加班费用率如表 14-2 所示，该项目计划的直接费用为 5 万元，间接费用为每周 2 000 元，现求直接费用和间接费用之和最小的工程周期。

表 14-2

作业名称	先行工序	作业时间		作业费用 (千元)		费用率 (千元/周)
		正常	加班	正常	加班	
A	-	7	5	6	7	
B	A	4	3	5	4	1.5
C	A	9	8	7	8	0.8

续上表

作业名称	先行工序	作业时间		作业费用 (千元)		费用率 (千元/周)
		正常	加班	正常	加班	
D	B	5	3	4	5	0.6
E	B	6	5	9	8	2
F	CD	8	7	10	11	0.7
G	EF	3	4	5	6	1.5

如果正常运作时的总费用为：
直接费用 + 间接费用 = 5 万 + 27 × 1 000 元 = 7.7 万元
① 画出矢线分析图，如图 14 - 6 所示。

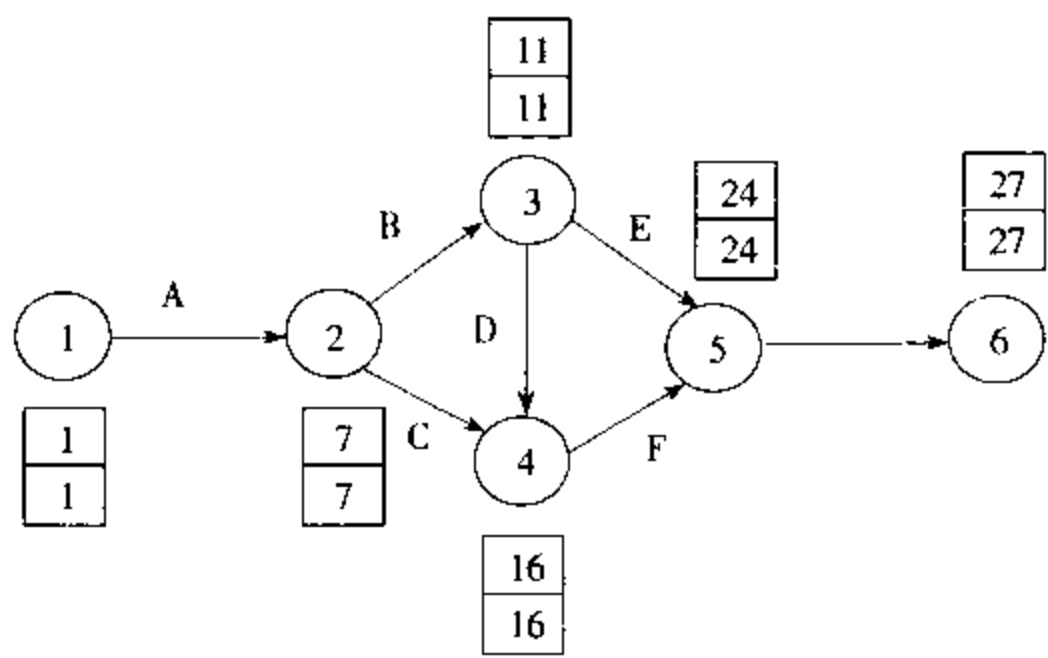


图 14 - 6

- ② 选择加班作业，首先考虑临界路线。
- ① ② ③ ⑤ ⑥ 共 20 周
 - ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ 共 27 周
 - ① ② ④ ⑤ ⑥ 共 27 周

根据比较，选 D、F 路线的加班作业较为有效，选 D 可压

全国迷你型MBA职业经理双证班

- 学习方式：全国招生 函授学习 权威双证 国际互认
- 认证项目：注册职业经理、人力资源总监、品质经理、生产经理、营销策划师、物流经理、项目经理、企业管理咨询师、企业总经理、营销经理、财务总监、酒店经理、企业培训师、采购经理、IE工业工程师、医院管理、行政总监、市场总监等高级资格认证。
- 颁发双证：高级注册 经理资格证+MBA研修证+人才测评证+全套学籍档案
- 收费标准：仅收取1280元 招生网址：www.mhjy.net
- 报名电话：13684609885 0451—88342620
- 咨询邮箱：xchy007@163.com 咨询教师：王海涛
- 学校地址：哈尔滨市道外区南马路120号职工大学（美华教育）



美华论坛
www.mhjy.net

- 颁证单位：中国经济管理大学
- 主办单位：美华管理人才学校

全国职业经理MBA双证班

精品课程 火热招生

函授学习 权威双证 全国招生 请速充电



- 近千本**MBA**职业经理教程免费下载
- -----请速登陆: www.mhjy.net

缩 2 周，节约工程费用为：

$$2 \times 2\,000 - 2 \times 2\,000 \times 0.6 = 1\,600 \text{ (元)}$$

选 F 可压缩 1 周，节约工程费用为：

$$1 \times 2\,000 - 1 \times 2\,000 \times 0.7 = 600 \text{ (元)}$$

所以压缩后工程总费用为：

$$77\,000 - 2\,200 = 64\,800 \text{ (元)}$$

〔实例 2〕 某项目要求 12 天完成，其网络计划如图 14-7 所示，其中 1→2→3→7→9→10 为关键路线。假定开工后第 9 天的实际进度如图中的点划线所示，图中的方括号 [] 内的数字表示在第 9 天时尚需要的活动天数。

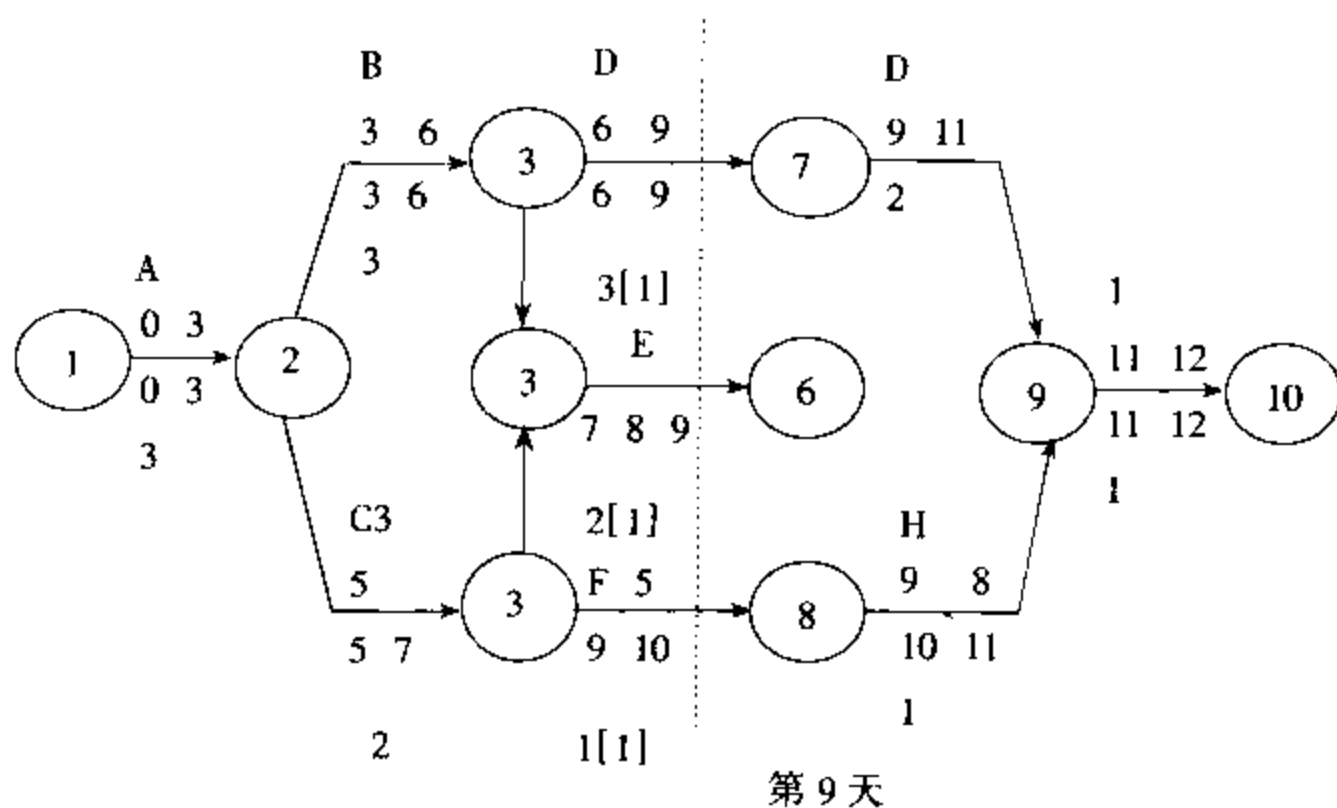


图 14-7

图解如图 14-8 所示：

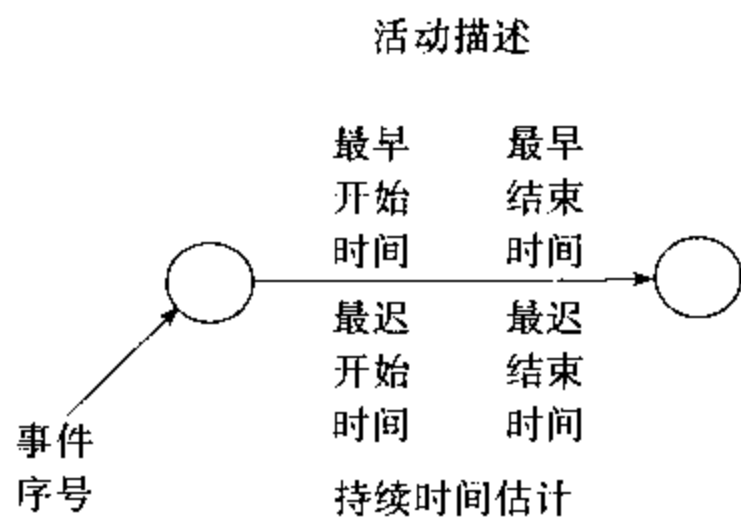


图 14-8

对于该例可以直接根据原有的网络图进行分析，分析的方法是：首先分析关键路线，看进度是否正常，然后分析非关键路线上活动的进出口度，看是否有提前或拖期的情况。分析的结果如下表所示。

表 14-3 对某项目网络计划执行到第 9 天时的情况进行分析的结果

活动编号	活动名称	在第 9 天时 尚需活动 天数	按最迟完成 时间计算 尚有一天数	目前尚有 总时差天数	原有总时 差天数	情况分析
(3, 7)	D	1	$9 - 9 = 0$	$0 - 1 = -1$	0	拖期 1 天
(4, 8)	F	1	$10 - 9 = 1$	$1 - 1 = 0$	4	正常
(5, 6)	E	1	$9 - 9 = 0$	$0 - 1 = -1$	1	拖期 1 天

分析表明关键路线上活动 D 拖期了 1 天，因此必须对关键路线上后续活动采取措施加快 1 天，否则项目工期将延期 1 天；另外，非关键路线上的活动 E 也拖期 1 天，需要注意该活动对项目工程期限的影响程度。

第十五章

过程能力分析

- ◆ 什么是过程能力
- ◆ 过程能力指数 C_p 、 C_{pk}
- ◆ 过程能力指数 C_{pm} 、 C_{pmk}
- ◆ 过程绩效指数 P_p 、 P_{pk}
- ◆ 短期过程能力与长期过程能力
- ◆ 计量值过程能力与计数值过程能力

●什么是过程能力

过程能力分析是进行 6Sigma 改善的基础。只有通过过程能力分析,才能找到问题的根源之所在,才能进行进一步的过程改善,过程能力是指加工方面满足加工质量的能力。此种能力表现在过程稳定的程度, σ 越小,过程越稳定,特别是稳定过程的 99.73% 的产品质量特性散布在区间 $[\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma]$ 的情形,如图 15-1 所示。

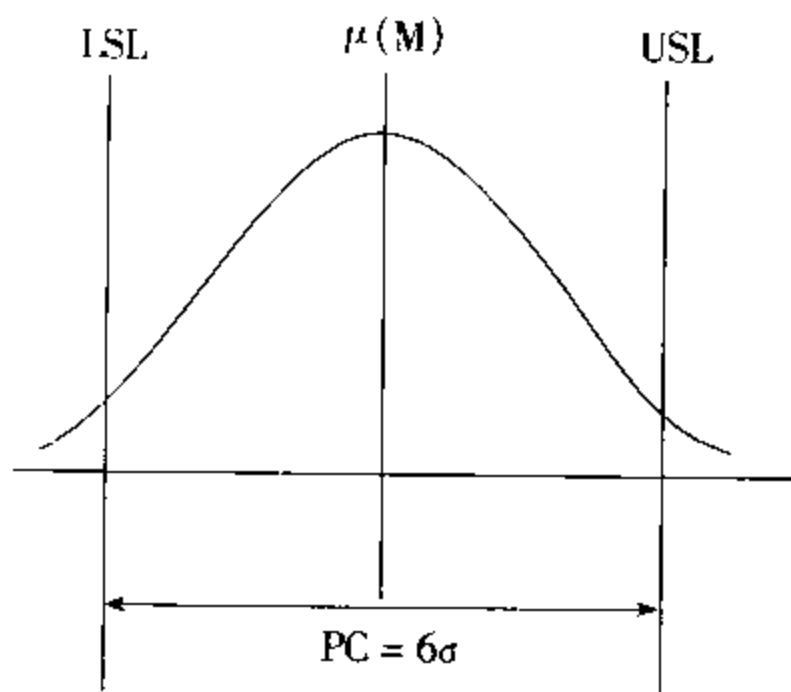


图 15-1

●过程能力指数 C_p 、 C_{pk}

1. 过程能力指数 C_p 的定义及计算

过程能力指数 C_p 是表征过程固有的波动状态,即技术水平。它是在过程的平均值 μ 与目标值 (M) 重合的情形,如图 15-2 所示。

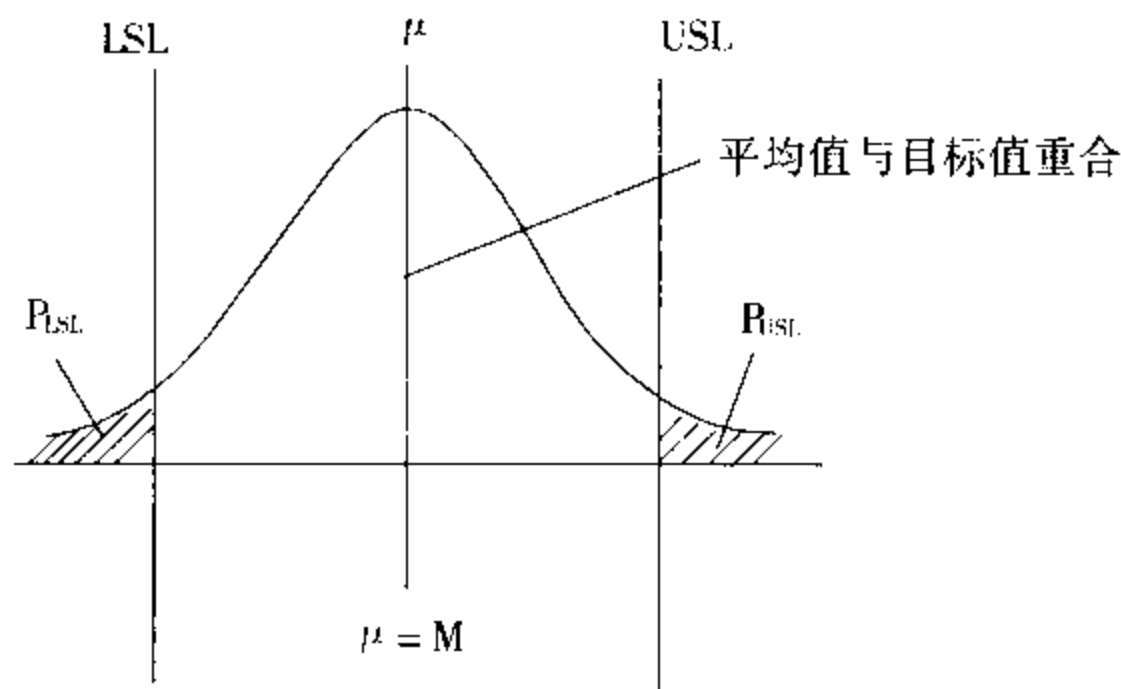


图 15-2

过程处于统计控制状态时，过程能力指数 C_p 可用下式表示：

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{T}{6\sigma}$$

而规格中心为 $M = \frac{USL + LSL}{2}$ ，因此 σ 越小，过程能力指数 C_p 越大。一般要求过程能力指数 $C_p \geq 1$ ，但根据 6Sigma 过程能力要求 $C_p \geq 2$ ，即在短期内的过程能力指数 $C_p \geq 2$ 。

例 1：某车床加工轴的规格为 $50 \pm 0.01\text{mm}$ ，在某一时间内，测得 $\sigma = 0.0025$ ，求车床加工的过程能力指数。

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{0.02}{6 \times 0.0025} = 1.33$$

2. 过程能力指数 C_p 与不合格品率的关系

上面我们计算出车床的过程能力指数 $C_p = 1.33$ ，但它加工的不合格品率 P 是多少呢？从图 15-2 可知，超出规格即为不合格，超出上控制规格为 P_{USL} ，超出下控制规格为 P_{LSL} ，总的不合格率为 P_{Total} ：

$$\begin{aligned} P_{\text{Total}} &= P_{\text{USL}} + P_{\text{LSL}} \\ &= P(x < \text{LSL}) + P(x > \text{USL}) \\ &= \phi\left(\frac{\text{LSL} - \mu}{\sigma}\right) + \left[1 - \phi\left(\frac{\text{USL} - \mu}{\sigma}\right)\right] \end{aligned}$$

由于 $C_p = \frac{\text{USL} - \text{LSL}}{6\sigma} = \frac{T}{6\sigma}$, $P_{\text{USL}} = P_{\text{LSL}}$

所以: $P_{\text{Total}} = P_{\text{USL}} + P_{\text{LSL}} = 2P_{\text{LSL}} = 2\phi\left(\frac{\text{LSL} - \mu}{\sigma}\right)$

由于 $C_p = \frac{T}{6\sigma}$, $T = 6\sigma C_p$,

$$\text{LSL} = \mu - \frac{T}{2}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{Total}} &= P(x < \text{LSL}) + P(x > \text{USL}) \\ &= 2P(x < \text{LSL}) = 2P(x < \mu - 3\sigma C_p) \\ &= 2P\left(\frac{x - \mu}{\sigma} < -3C_p\right) = 2\phi(-3C_p) = 2[1 - \phi(3C_p)] \end{aligned}$$

因此, 我们根据上式可求出不合格品率, 如表 15-1 所示:

表 15-1

C_p	P
1.0	0.270%
1.33	0.007%
1.5	6.8PPm
2.0	2.0PPb

3. 过程能力指数 C_{pk} 的定义及计算

上面我们讨论了 C_p , 即过程输出的平均值与目标值与规格中心重合的情形, 事实上目标值与平均值重合情形较为少

见，因此引进一个偏移度 K 的概念，即过程平均值 (μ) 与目标值 (M) 的偏离过程。如图 15-3 所示。

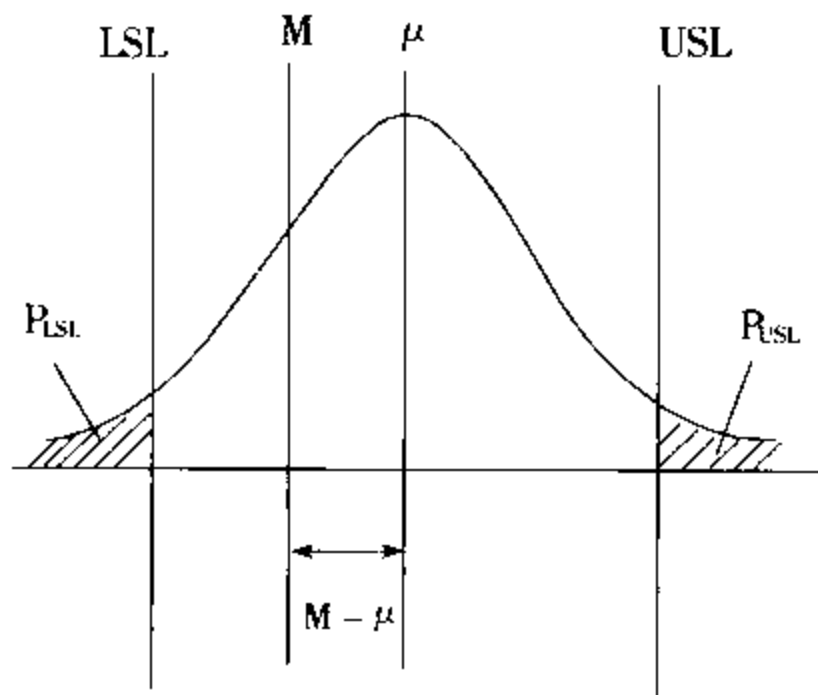


图 15-3

$$K = \frac{|M - \mu|}{T/2} = \frac{2|M - \mu|}{T}$$

过程能力指数 C_{pk} 。

$$\begin{aligned} C_{pk} &= (1 - k) C_p = \left(1 - \frac{2|M - \mu|}{T}\right) \times \frac{T}{6\sigma} \\ &= \frac{T - 2|M - \mu|}{6\sigma} = \frac{T}{6\sigma} - \frac{|M - \mu|}{3\sigma} \end{aligned}$$

从上式可知：

$$C_{pk} = \frac{T}{6\sigma} - \frac{|M - \mu|}{3\sigma}$$

$$C_{pk} = C_p - \frac{|M - \mu|}{3\sigma}$$

$$C_{pk} - C_p = -\frac{|M - \mu|}{3\sigma}$$

$$C_p - C_{pk} = \frac{|M - \mu|}{3\sigma}$$

尽量使 $C_p = C_{pk}$ ， $\frac{|M - \mu|}{3\sigma}$ 是我们进行改善的机会。

例2：某车床加工轴的规格为 $50 \pm 0.01\text{mm}$ ，在某一时间内，抽样测得平均值 $\mu = 49.995$ ， $\sigma = 0.0025$ ，求车床加工过程的能力指数。

$$\begin{aligned} C_{pk} &= \frac{T}{6\sigma} - \frac{|M - \mu|}{3\sigma} \\ &= \frac{0.02}{6 \times 0.0025} - \frac{|50 - 49.995|}{3 \times 0.0025} \\ &= 1.33 - 0.667 = 0.676 \end{aligned}$$

4. 过程能力 C_{pk} 与不合格品率的关系

如果已知 C_{pk} ，如何求过程不合格品率。同用 C_p 求不合格品率一样。根据图 15-3 可知：

$$\begin{aligned} P_{\text{Total}} &= P_{\text{USL}} + P_{\text{LSL}} \\ &= P(x > \text{USL}) + P(x < \text{LSL}) \\ &= \phi\left(\frac{\text{LSL} - \mu}{\sigma}\right) + [1 - \phi\left(\frac{\text{USL} - \mu}{\sigma}\right)] \end{aligned}$$

ϕ 为标准正态分布的概率分布函数。

由于： $M \leq \mu \leq \text{USL}$ ，则 $C_{pk} = C_{pu} = \frac{\text{USL} - \mu}{3\sigma}$

另外： $\frac{\text{LSL} - \mu}{3\sigma} = \frac{(\text{USL} - \mu)}{3\sigma} - \frac{(\text{USL} - \text{LSL})}{3\sigma} = C_{pk} - 2C_p$

$$\begin{aligned} P_{\text{Total}} &= \phi\left(\frac{\text{LSL} - \mu}{\sigma}\right) + [1 - \phi\left(\frac{\text{USL} - \mu}{\sigma}\right)] \\ &= \phi[-3(2C_p - C_{pk})] + 1 - \phi(3C_{pk}) \\ &= \phi[-3(2C_p - C_{pk})] + \phi(-3C_{pk}) \end{aligned}$$

同样 $\text{LSL} \leq \mu \leq M$ 时，也可推出 P_{Total} 为：

$$P_{\text{Total}} = \phi[-3(1 + K)C_p] + \phi[-3(1 - K)C_p]$$

所以： $\phi(-3C_{pk}) \leq P_{\text{Total}} \leq 2\phi(-3C_{pk})$

因此，我们根据过程能力指数 C_{pk} ，可确定其过程不合格品率的范围，如表 15-2 所示。

表 15-2

C_{pk}	不合格品率
1.0	0.13% ~ 0.27%
1.1	0.05% ~ 0.10%
1.2	0.02% ~ 0.03%
1.3	48.1 ~ 96.2PPM
1.4	13.4 ~ 26.7PPM
1.5	3.4 ~ 6.8PPM
1.6	794 ~ 1 589PPb
1.7	170 ~ 340PPb
1.8	33 ~ 67PPb
1.9	6 ~ 12PPb
2.0	1 ~ 2PPb

例 3：有 4 台机器加工面包，要求加工出来的面包为 4 ~ 16g，我们在某一时间，测得各加工机器的平均值和标准偏差，如表 15-3 所示，求每一台加工机器的过程能力指数 C_p ， C_{pk} 和不合格品率。

表 15-3

机器	平均值	标准偏差
M1	10	4
M2	10	2
M3	7	2
M4	13	1

在解答问题之前，有人会提出机器过程能力指数的概念 C_{pm} ， C_{pmk} ，其实机器过程能力指数就等于过程能力指数。

$$C_{pm} = C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

$$C_{pmk} = C_{pk} = \frac{USL - LSL - 2|M - \mu|}{6\sigma}$$

(1) 对于 M1 的机器 C_{pm} ， C_{pmk} 的计算如下：

$$C_{pm} = C_{p1} = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{16 - 4}{6 \times 4} = 0.5$$

$$\begin{aligned} C_{mk1} = C_{pk1} &= \frac{USL - LSL - 2|M - \mu|}{6\sigma} \\ &= \frac{16 - 4 - 2|10 - 10|}{6 \times 4} = 0.5 \end{aligned}$$

$$Z_{USL} = 3C_{PU} = \frac{USL - \mu}{3\sigma} \times 3 = \frac{16 - 10}{3 \times 4} \times 3 = 1.5$$

$$Z_{LSL} = 3C_{PL} = \frac{LSL - \mu}{3\sigma} \times 3 = \frac{4 - 10}{3 \times 4} \times 3 = -1.5$$

$$P_{USL} = [1 - \phi(1.5)] \times 10^6 = 66\,807\text{PPM}$$

$$P_{LSL} = [\phi(-1.5)] \times 10^6 = 66\,807\text{PPM}$$

$$P_{\text{Total}} = P_{USL} + P_{LSL} = 133\,614\text{PPM} = 0.133\,614\%$$

(2) 对于 M2 机器的 C_{pm2} ， C_{pmk2} 的计算如下：

$$C_{pm2} = C_{p2} = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{16 - 4}{6 \times 2} = 1$$

$$\begin{aligned} C_{pmk2} = C_{PK2} &= \frac{USL - LSL - 2|M - \mu|}{6\sigma} \\ &= \frac{16 - 4 - 2|10 - 10|}{6 \times 2} = 1 \end{aligned}$$

$$Z_{USL} = 3C_{PU} = \frac{USL - \mu}{\sigma} = \frac{16 - 10}{2} = 3$$

$$Z_{LSL} = 3C_{PL} = \frac{LSL - \mu}{\sigma} = \frac{4 - 10}{2} = -3$$

$$P_{USL} = [1 - \phi(3)] \times 10^6 = 1\,350\text{PPM}$$

$$P_{LSL} = \phi(-3) \times 10^6 = 1\,350\text{PPM}$$

$$P_{\text{Total}} = P_{USL} + P_{LSL} = 2\,700\text{PPM} = 0.002\,7\%$$

(3) 对于 M3 机器的 C_{pm3} , C_{pmk3} 的计算如下:

$$C_{pm3} = C_{P3} = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{16 - 4}{6 \times 2} = 1$$

$$\begin{aligned} C_{pmk3} = C_{PK3} &= \frac{USL - LSL - 2|M - \mu|}{6\sigma} \\ &= \frac{16 - 4 - 2|10 - 7|}{6 \times 2} = 0.5 \end{aligned}$$

$$Z_{USL} = \frac{USL - \mu}{\sigma} = \frac{16 - 7}{2} = 4.5$$

$$Z_{LSL} = \frac{LSL - \mu}{\sigma} = \frac{4 - 7}{2} = -1.5$$

$$P_{USL} = [1 - \phi(4.5)] \times 10^6 = 3.4\text{PPM}$$

$$P_{LSL} = [\phi(-1.5)] \times 10^6 = 66\,807\text{PPM}$$

$$P_{\text{Total}} = P_{USL} + P_{LSL} = 66\,811\text{PPM} = 0.0\,668\,11\%$$

(4) 对于 M4 机器的 C_{pm4} , C_{pmk4} 的计算如下:

$$C_{pm4} = C_{P4} = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{16 - 4}{6 \times 1} = 2$$

$$\begin{aligned} C_{pmk4} = C_{PK4} &= \frac{USL - LSL - 2|M - \mu|}{6\sigma} \\ &= \frac{16 - 4 - 2|10 - 13|}{6 \times 1} = 1 \end{aligned}$$

$$Z_{USL} = \frac{USL - \mu}{\sigma} = \frac{16 - 13}{1} = 3$$

$$Z_{LSL} = \frac{LSL - \mu}{\sigma} = \frac{4 - 13}{1} = -9$$

$$P_{USL} = [1 - \phi(3)] \times 10^6 = 1\,350$$

$$P_{LSL} = [\phi(-9)] \times 10^6 = 0$$

$$P_{Total} = P_{USL} + P_{LSL} = 1\,350\text{PPM} = 0.001\,35\%$$

(5) 我们可以把 4 台机器的分布画出来，就可判断哪一台机器的加工能力最好，如图 15-4 所示。

M1: $\mu_1 = 10$, $\sigma_1 = 4$, $P_{Total} = 133\,614\text{PPM}$;

M2: $\mu_2 = 10$, $\sigma_2 = 2$, $P_{Total} = 2\,700\text{PPM}$;

M3: $\mu_3 = 7$, $\sigma_3 = 2$, $P_{Total} = 66\,811\text{PPM}$;

M4: $\mu_4 = 13$, $\sigma_4 = 1$, $P_{Total} = 1\,350\text{PPM}$ 。

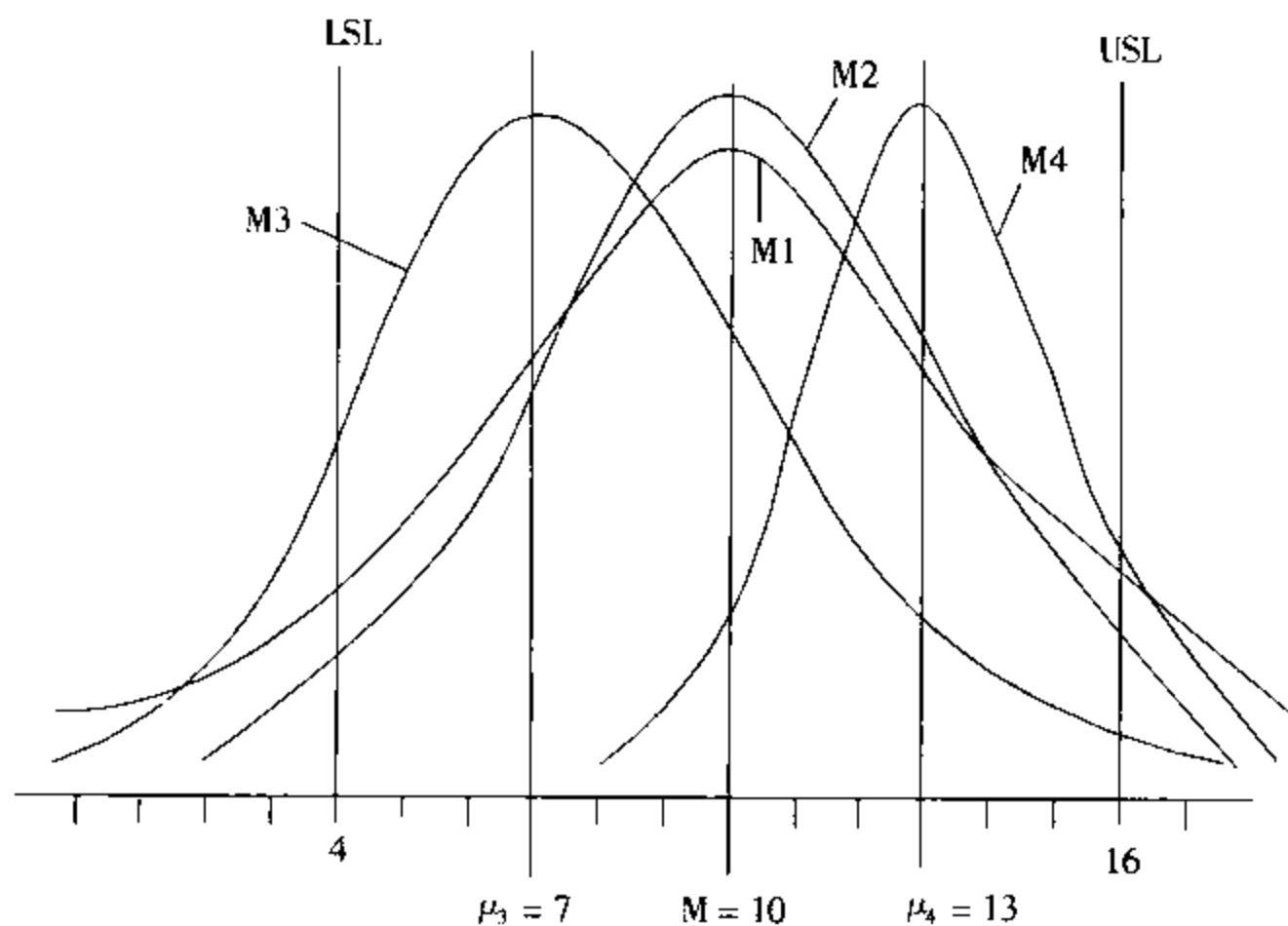


图 15-4



由上图可知:

① M1 机器。均值在目标中心, 机器的技术能力尚可, 但控制不好, 即 σ 偏大, $\sigma_1 = 4$ 为最大。

② M2 机器。均值在目标中心, 机器的技术能力尚可, 且控制较好, $\sigma_2 = 2$, 比机器 M1 管理要好。

③ M3 机器。均值向下, 规格偏离目标中心, 机器的固有技术能力尚可, 且控制较好, $\sigma_3 = 2$, 与 M2 机器的管理水平差不多。

④ M4 机器。均值向上, 规格偏离目标中心, 机器固有技术能力最好, 且控制较好, $\sigma_4 = 1$, 所以 M4 机器的过程能力是最好的。

㊟ 过程能力指数 C_{pm} 、 C_{pmk}

1. 过程能力指数 C_{pm}

过程能力指数是根据田口玄一关于质量损失函数而设计出来的。将目标值 M 与均值 μ 的偏差也考虑了进来, 因此具有实际的改进意义。

$$\sigma_m^2 = \sigma_p^2 + (\mu - M)^2$$

$$C_{pm} = \frac{USL - LSL}{6\sigma_m} = \frac{USL - LSL}{6\sqrt{\sigma_p^2 + (\mu - M)^2}}$$

例 4: 对于例 3 我们来求 C_{pm}

(1) 对于机器 M1, $\mu_1 = 10$, $\sigma_1 = 4$

$$\begin{aligned} C_{pm1} &= \frac{USL - LSL}{6\sigma_m} = \frac{USL - LSL}{6\sqrt{\sigma_1^2 + (\mu_1 - M)^2}} \\ &= \frac{16 - 4}{6\sqrt{4^2 + (10 - 10)^2}} = 1.5 = C_p \end{aligned}$$



(2) 对于机器 M2, $\mu_2 = 10$, $\sigma_2 = 2$

$$C_{pm2} = \frac{USL - LSL}{6 \sqrt{\sigma_2^2 + (\mu_2 - M)^2}} = \frac{16 - 4}{6 \sqrt{2^2 + (10 - 10)^2}} = 1 = C_p$$

这是因为平均值与目标值重合 $C_{pm} = C_p$, 因此 C_p 是 C_{pm} 的特例。

(3) 对于机器 M3, $\mu_3 = 7$, $\sigma_3 = 2$

$$\begin{aligned} C_{pm3} &= \frac{USL - LSL}{6 \sqrt{\sigma_3^2 + (\mu_3 - M)^2}} \\ &= \frac{16 - 4}{6 \sqrt{2^2 + (7 - 10)^2}} = \frac{12}{6 \sqrt{2^2 + 3^2}} \\ &= \frac{2}{\sqrt{13}} = 0.5547 \neq C_{p3} = 1 \end{aligned}$$

(4) 对于机器 M4, $\mu_4 = 13$, $\sigma_4 = 1$

$$\begin{aligned} C_{pm4} &= \frac{USL - LSL}{6 \sqrt{\sigma_4^2 + (\mu_4 - M)^2}} \\ &= \frac{16 - 4}{6 \sqrt{1^2 + (13 - 10)^2}} \\ &= \frac{2}{\sqrt{10}} = 0.6325 \neq C_{p4} = 2 \end{aligned}$$

从上面计算可知 $C_{pm} < C_p$, 这是因为考虑了过程平均值与目标值发生偏差的结果。

2. 过程能力指数 C_{pmk}

过程能力指数 C_{pmk} 是考虑过程能力与平均值偏离目标值的综合结果, 因此 C_{pmk} 指数又叫综合过程能力指数, 我们不但要

考虑过程满足规格要求，而且要求尽量在目标附近波动，不要偏离目标值太远。

$$C_{pmk} = \frac{C_{pk}}{\sqrt{1 + \left(\frac{\mu - M}{\sigma}\right)^2}}$$

其中 $\sigma^2 = \text{var}(X)$, $\mu = E(X)$, M 为质量特性的目标值。

例 5: 对例 3 求 C_{pmk}

(1) 对机器 M3, $\mu_3 = 7$, $\sigma_3 = 2$, $C_{PK3} = 0.5$

$$\begin{aligned} C_{pmk} &= \frac{C_{pk}}{\sqrt{1 + \left(\frac{\mu - M}{\sigma}\right)^2}} = \frac{0.5}{\sqrt{1 + \left(\frac{7 - 10}{2}\right)^2}} \\ &= \frac{0.5 \times 2}{\sqrt{13}} = 0.277\ 35 \end{aligned}$$

(2) 对机器 M4, $\mu_4 = 13$, $\sigma_4 = 1$, $C_{PK4} = 1$

$$C_{pmk} = \frac{C_{pk}}{\sqrt{1 + \left(\frac{\mu - M}{\sigma}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{13 - 10}{1}\right)^2}} = 0.316\ 2$$

④ 过程绩效指数 P_p 、 P_{pk}

1. 过程绩效指数 P_p 的意义及计算

过程绩效指数 P_p 是从过程总波动的角度来考虑过程的能力，它既包含了过程普通原因引起的过程波动，又包含了特殊原因引起的过程波动，随时间的变化而变化，如图 15-5 所示。

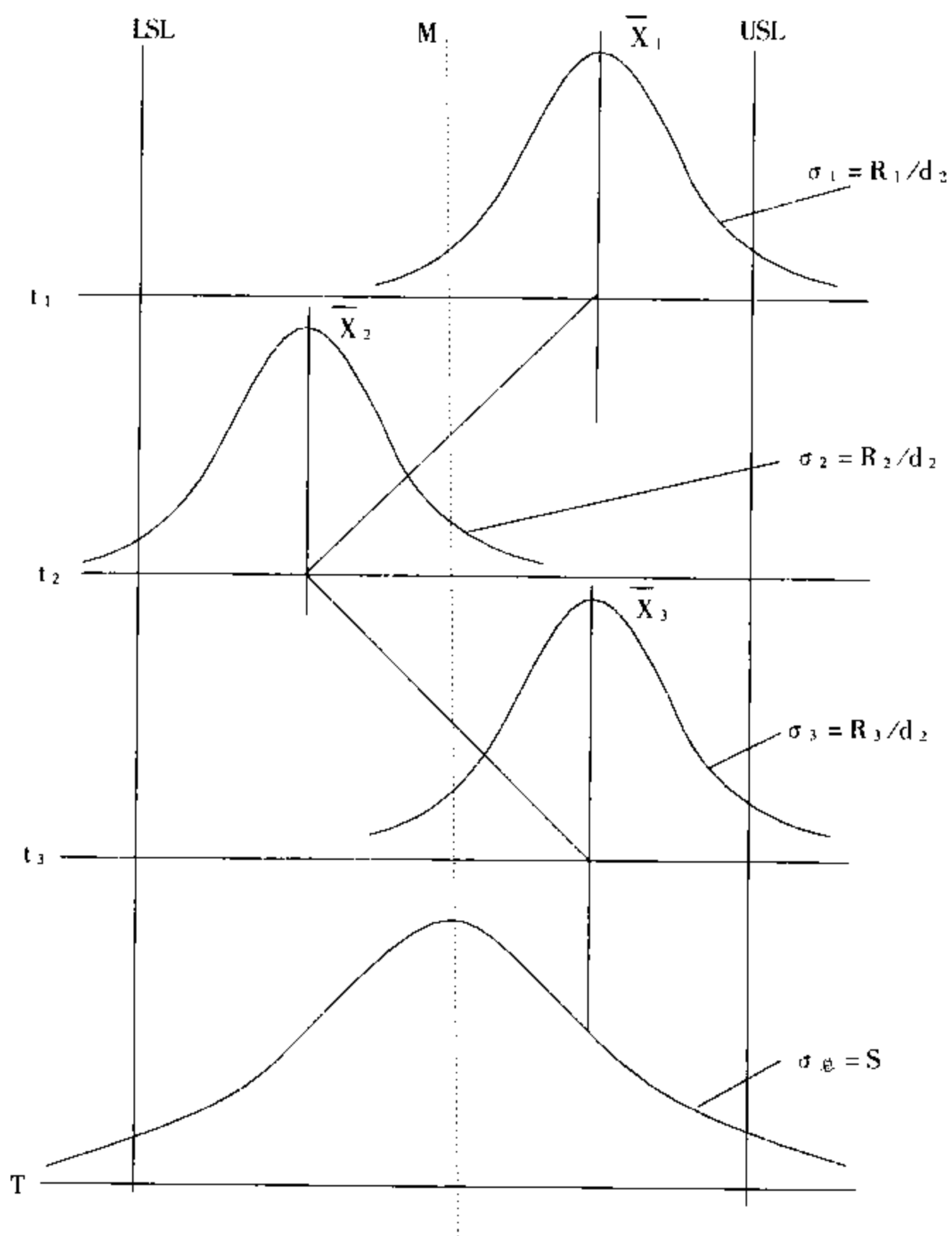


图 15-5

从上图可知，过程总波动的 $\sigma_{\text{总}} = S$



$$\sigma_{\text{总}} = S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

因此,
$$P_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma_{\text{总}}}$$

例6: 某注塑机注塑一塑胶件的关键尺寸 CTQ 为 $50 \pm 2\text{mm}$, 一工程师在一个月 内收集了 25 组数据, 如表 15 - 4 所示, 计算该注塑机的过程能力 P_p 。

表 15 - 4

子组	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	\bar{x}	R
1	51	51	49	50	48	49.6	3
2	50	49	48	49	50	49.2	2
3	52	48	49	51	49	49.8	4
4	49	52	50	48	50	49.8	4
5	49	51	52	52	48	50.4	4
6	51	49	48	50	49	49.4	3
7	50	52	49	48	51	50.0	4
8	51	52	49	48	52	50.4	4
9	52	51	51	51	52	51.4	1
10	51	52	49	48	52	50.4	4
11	50	48	48	49	51	49.2	3
12	49	48	49	52	51	49.8	4
13	52	50	51	52	50	51.0	2
14	49	48	50	52	51	50.0	4
15	48	52	50	51	49	50.0	4
16	49	50	51	52	50	50.4	3
17	51	52	50	51	48	50.4	4

续上表

子组	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	\bar{x}	R
18	52	50	48	49	50	49.8	4
19	51	52	49	50	48	50.0	4
20	52	52	50	48	50	50.4	4
21	49	51	50	49	50	49.8	3
22	48	50	51	49	50	49.6	3
23	49	48	50	51	50	49.6	3
24	50	51	49	48	50	49.6	3
25	52	50	52	50	50	50.8	2
						$\bar{\bar{X}}$	50.032
						\bar{R}	3.28
						$\sigma_{\text{总}}$	1.335 16

$$P_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma_{\text{总}}} = \frac{52 - 48}{6 \times 1.335\ 16} = 0.491\ 784$$

2. 过程绩效指数 P_{pk}的意义及计算

过程绩效 P_{pk}同过程能力 C_{pk}计算指数一样。

$$P_{pk} = \min \{ P_{PU}, P_{PL} \} = \min \{ \frac{USL - U}{3\sigma_{\text{总}}}, \frac{LSL - U}{3\sigma_{\text{总}}} \}$$

例 7：对于例 6 求过程绩效指数 P_{pk}

$$P_{PU} = \frac{USL - \mu}{3\sigma_{\text{总}}} = \frac{52 - 50.032}{3 \times 1.335\ 16} = 0.483\ 915$$

$$P_{PL} = \frac{LSL - \mu}{3\sigma_{\text{总}}} = \frac{148 - 50.032}{3 \times 1.33\ 516} = 0.499\ 652$$

$$P_{pk} = \min \{ P_{PU}, P_{PL} \} = 0.483\ 915$$

⑤短期过程能力与长期过程能力

1. 短期过程能力和长期过程能力的定义

短期过程能力是代表过程在短期内的固有变异，常用 σ_{ST} 表示，而长期过程能力既包含了固有变异，也包含了除普通原因引起的变异之外的变异，它用 σ_{LT} 表示。我们可用表 15 - 5 来判断短期和长期过程能力的性质，即长期与短期的区别。

表 15 - 5

比较	短期	长期
样本容量	30 ~ 50 个	大于等于 100 个
批数	单批	多批
时间周期	数小时或数天	数周或数月
过程变异	σ_{ST}	σ_{LT}
过程潜力	C_p	P_p
过程能力	C_{PK}	P_{PK}

短期过程能力与长期过程能力的计算也可以用表 15 - 6 进行区别：

表 15-6

比较	短期过程能力	长期过程能力
过程潜力	$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma_{ST}}$	$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma_{LT}}$
过程能力	$C_{PU} = \frac{USL - \mu}{6\sigma_{ST}}$ $C_{PL} = \frac{LSL - \mu}{6\sigma_{ST}}$ $C_{pk} = \min \{C_{PU}, C_{PL}\}$	$C_{PU} = \frac{USL - \mu}{6\sigma_{LT}}$ $C_{PL} = \frac{LSL - \mu}{6\sigma_{LT}}$ $C_{pk} = \min \{C_{PU}, C_{PL}\}$
主要区别	σ_{ST} 和 σ_{LT}	

2. 短期过程 σ_{ST} 与长期过程 σ_{LT} 的计算

假设我们收集了 m 组数据 ($m \geq 100$), 我们每次收集 n 个样本 ($n \geq 5$), 那么, 我们可以计算每一个子组的平均值 (\bar{X})、极差 (R)、标准偏差 (S), 如下表所示。

子组	x_1	x_2	$x_3 \cdots$	$x_k \cdots$	x_n	\bar{X}	R	S
1	x_{11}	x_{12}	$x_{13} \cdots$	$x_{1k} \cdots$	x_{1n}	\bar{X}_1	R_1	S_1
2	x_{21}	x_{22}	$x_{23} \cdots$	$x_{2k} \cdots$	x_{2n}	\bar{X}_2	R_2	S_2
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
L	x_{L1}	x_{L2}	$x_{L3} \cdots$	$x_{Lk} \cdots$	x_{Ln}	\bar{X}_L	R_L	S_L
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
m	x_{m1}	x_{m2}	$x_{m3} \cdots$	$x_{mk} \cdots$	x_{mn}	\bar{X}_m	R_m	S_m

(1) 我们可以求出 σ_{LT} 。

$$\sigma_{LT} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m1} (x_1 - \bar{x})^2}{mn - 1}}$$

(2) 我们可以求出 σ_{ST} ，而 σ_{ST} 有多种求法。

① \bar{R} 方法

$$\sigma_{ST} = \frac{\bar{R}}{d_2} \text{ (} d_2 \text{ 是常数)}$$

② \bar{S} 方法

$$\sigma_{ST} = \frac{\bar{S}}{C_4}, \text{ } C_4 \text{ 是常数，它们的取值如下表所示。}$$

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d_2	1.128	1.693	2.059	2.326	2.534	2.704	2.847	2.970	3.078
C_4	0.798	0.886	0.921	0.940	0.952	0.959	0.965	0.969	0.973

③标准偏差法

我们知道，每一个子组的标准偏差为 S_1, S_2, \cdots, S_m 。

$$\sigma_{ST} = \frac{1}{C_4} \sqrt{\frac{(n_1 - 1) S_1^2 + (n_2 - 1) S_2^2 + \cdots + (n_m - 1) S_m^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1) + \cdots + (n_m - 1)}}$$

④移动极差法

$$MR_i = |X_i - X_{i-1}|$$

$$\sigma_{ST} = \frac{\overline{MR}}{d_2}$$

⑤中位数移动极差法

$$\widetilde{MR}_i = |\widetilde{X}_i - \widetilde{X}_{i-1}|$$

$$\sigma_{ST} = \frac{\widetilde{MR}}{d_2}$$

例 7：对于例 6 我们可以求 σ_{LT}, σ_{ST} 。

$$\begin{aligned} \textcircled{1} \sigma_{LT} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{(51 - 50.032)^2 + \cdots + (50 - 50.032)^2}{125 - 1}} = 1.335\ 16 \end{aligned}$$

② σ_{ST} 有多种求法，我们可用平均极差法求得：

$$\sigma_{ST} = \frac{R}{d_2} = \frac{3.28}{2.326} = 1.410\ 15$$

3. 计算短期过程能力和长期过程能力的意义

短期过程能力是过程固有的能力 Z_{ST} ，而长期过程能力是所有过程变异的总能力 Z_{LT} ，而 Z_{LT} 与 Z_{ST} 有一个差值 Z_{shift} ：

$$Z_{shift} = Z_{ST} - Z_{LT}$$

一般 $Z_{shift} = 1.5$ ， Z_{ST} ， Z_{LT} 可用表 15-7 公式进行计算：

表 15-7

短 期	长 期
$Z_{USL} = \frac{USL - T}{\sigma_{ST}}$ $Z_{LSL} = \frac{LSL - T}{\sigma_{ST}}$	$Z_{USL} = \frac{USL - \mu}{\sigma_{LT}}$ $Z_{LSL} = \frac{LSL - \mu}{\sigma_{LT}}$
针对目标值 (T)	针对平均值 (μ)

如果计算出 $Z_{shift} = Z_{ST} - Z_{LT} > 1.5$ ，那么是控制问题，要加强现场管理；如果计算出来的 $Z_{shift} < 1.5$ ，那么是技术问题，要提高人员素质或进行技术改造，以提高过程能力，可用如图 15-6 表示，用短期过程能力 Z_{ST} 为横坐标，以 Z_{shift} 为纵坐标，可区分四种不同过程的技术和控制水平。

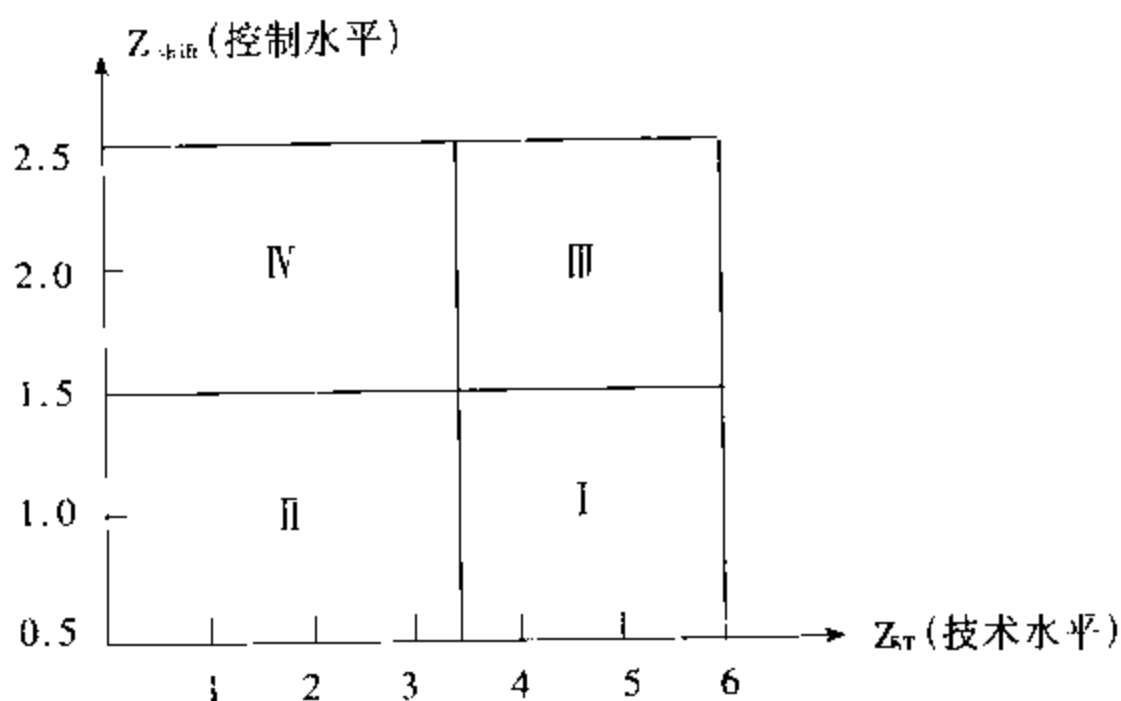


图 15-6

- I 类水平：世界级企业的过程管理水平；
- II 类水平：过程控制很好，技术水平不行；
- III 类水平：过程控制较差，但技术水平是优良的；
- IV 类水平，过程控制较差，技术水平也不行。

例 8：对于例 6 企业的注塑过程的水平进行评估。

①计算 Z_{ST} 的技术水平

$$Z_{STUSL} = \frac{USL - T}{\sigma_{ST}} = \frac{52 - 50}{1.410\ 15} = 1.418\ 3$$

$$Z_{STLSL} = \frac{LSL - T}{\sigma_{ST}} = \frac{48 - 50}{1.410\ 15} = -1.418\ 3$$

$$P_{USL} = [1 - \phi(1.418\ 3)] \times 10^6 = 78\ 052.71\text{PPM}$$

$$P_{LSL} = [\phi(-1.418\ 3)] \times 10^6 = 78\ 052.71\text{PPM}$$

$$P_{Total} = P_{USL} + P_{LSL} = 156\ 105\text{PPM}$$

$$Z_{ST} = \text{NORMSINV}(1 - 156\ 105/10^6) = 1.010\ 596$$

②计算 Z_{LT} 的能力

$$Z_{LTUSL} = \frac{USL - \mu}{\sigma_{LT}} = \frac{52 - 50.032}{1.33516} = 1.451745$$

$$Z_{LTLSL} = \frac{LSL - \mu}{\sigma_{LT}} = \frac{48 - 50.032}{1.33516} = -1.49896$$

$$P_{USL} = [1 - \phi(1.451745)] \times 10^6 = 73286.25\text{PPM}$$

$$P_{LSL} = [\phi(-1.49896)] \times 10^6 = 66942.47\text{PPM}$$

$$P_{\text{Total}} = P_{USL} + P_{LSL} = 140288.7$$

$$Z_{LT} = \text{NORMSINV}(1 - 140288.7/10^6) = 1.079293$$

③ 计算 Z_{shift}

$$\begin{aligned} Z_{\text{shift}} &= Z_{ST} - Z_{LT} \\ &= 1.010596 - 1.079293 \\ &= -0.0687 < 1.5 \end{aligned}$$

从图 15-6 可知，该企业的注塑水平为Ⅱ类水平。该企业的注塑过程控制是很好的，但技术能力不行，因此建议进行技术改造，提高注塑机操作人员的技术水平或引进新的注塑设备，以提高注塑机的过程能力。

⑥ 计量值过程能力与计数值过程能力

1. 计量值过程能力和计数值过程能力的定义

上面所讨论都是假定过程服从正态分布的计量值过程能力的计算，但实际中并非所有数据都服从正态分布，这就要用到非正态分布的过程能力计算方法，如表 15-8 一些分布的过程能力计算。

表 15 - 8

特性	分布
周期时间	指数分布
不良品率	二项分布
缺陷点数	泊松分布
MBTF	韦伯分布

2. 计数值过程能力计算方法

(1) 由滚动合格率 R_{TY} ，计算过程能力。

$$R_{TY} = Y_1 \cdot Y_2 \cdots Y_K$$

$$Y_{NA} = R_{TY}^{1/k}$$

$P(d) = (1 - Y_{NA})$ 求 Z 值

例 9：某产品要经过三次自动测试或 QC 检查才能包装出货，已知第一道 QC 检查后的合格率为 $Y_1 = 99.8\%$ ，第二道自动测试检查后的合格率为 $Y_2 = 99.9\%$ ，第三道 QC 外观检查后的合格率为 $Y_3 = 99.5\%$ ，求该产品生产过程能力。

①求滚动合格率 R_{TY} ：

$$\begin{aligned} R_{TY} &= Y_1 \cdot Y_2 \cdot Y_3 = 99.8\% \times 99.9\% \times 99.5\% \\ &= 0.992\ 017 \end{aligned}$$

②求正态合格率 Y_{NA} ：

$$Y_{NA} = (R_{TY}^{1/3}) = (0.992\ 017)^{1/3} = 0.997\ 332$$

只有求出正态合格率 Y_{NA} ，才可去查正态分布表，并计算过程能力，有的书中就没有这一步去计算过程能力，那是不正确的，这里特别提醒读者注意。

③计算 $P(d)$ 或 PPMO

$$P(d) = (1 - Y_{NA}) \times 10^6 = (1 - 0.997\ 332) \times 10^6 \\ = 2\ 668.116\text{PPM}$$

④根据 $P(d)$ 反求正态分布表可得 Z 值

$$Z = \text{NORMSINV}(1 - 2\ 668.116/10^6) = 2.786$$

其实就是查 0.997 332 的正态分布表 Z 值。

⑤计算生产线的过程能力 Z_{ST}

$$Z_{LT} = Z = 2.786$$

$$Z_{ST} = Z_{LT} + 1.5 = 2.786 + 1.5 = 4.286$$

可以说明，该生产线过程（短期）能力有 4.3 个西格玛，比 6 个西格玛还相差很远，因此需要改进。

(2) 由 DPMO 计算过程能力。

DPMO 的计算公式是：

$$\text{DPMO} = \frac{D}{U \times O} \times 10^6$$

D 为缺陷数， U 为单位数， O 为每单位可能出现的缺陷数。

通过计算出 DPMO，可求出过程的能力。

例 10：某 PCBA 有焊点数 500 个，QC 检查了 50 块板，发现了 250 个焊点有缺陷，试求出该生产线焊接过程的能力。

$$\textcircled{1} \text{DPMO} = \frac{D}{U \times O} \times 10^6 = \frac{250}{50 \times 500} \times 10^6 \\ = 10\ 000\text{PPM}$$

$$\textcircled{2} Y = 1 - P(d) = 1 - \frac{10\ 000}{10^6} \\ = 1 - 0.01 = 99.9\%$$

③根据合格率 Y 可求 Z 值

$$Z = \text{NORMSINV}(0.999) = 3.090\ 245$$

④计算生产线焊接过程能力为

$$Z_{LT} = 3.090\ 245$$

$$Z_{ST} = 3.09 + 1.5 = 4.59$$

(3) 由 DPU 计算过程能力。

DPU 又叫单位缺陷数, 对服从泊松分布的计点数可以计算过程能力。DPU 的计算公式是

$$DPU = \frac{D}{U}$$

D 是缺陷数, U 为单位数。由泊松分布可知:

$$Y = P(x=0) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} = e^{-\lambda} = e^{-DPU}$$

$$P(d) = 1 - Y = 1 - e^{-DPU}$$

根据 $P(d)$ 可求出 Z 值。

例 11: 某纺织厂生产了 10 000 米布, 发现有 100 个疵点, 如果每 25 米布为一个单位, 计算该厂生产过程能力。

$$\textcircled{1} \text{ 计算单位数: } U = \frac{10\,000}{25} = 400 \text{ (单位数)}$$

$$\textcircled{2} \text{ 计算 DPU: } DPU = \frac{D}{U} = \frac{100}{400} = 0.25$$

③ 计算合格率 Y

$$Y = e^{-DPU} = e^{-0.25} = 0.778\,8$$

④ 计算 $P(d)$ 可求出 Z 值

$$\begin{aligned} P(d) &= (1 - Y) \times 10^6 = (1 - 0.778\,8) \times 10^6 \\ &= 22\,119.92 \text{ PPM} \end{aligned}$$

$$Z = \text{NORMSINV}(0.778\,8) = 0.768$$

$$Z_{IT} = 0.768$$

$$Z_{ST} = 0.768 + 1.5 = 2.268$$

以上这些都是基于非正态分布的过程能力计算, 我们也可用 Minitab 进行非正态数据的过程能力计算, 笔者在《服务业六西格玛实战》一书中已有提及和应用, 请参考该书, 在此不再赘述。



第十六章

FMEA 分析

- ◆ 什么是 FMEA
- ◆ 怎样进行 FMEA
- ◆ FMEA 的应用

●什么是 FMEA

FMEA 全称是 potential failure mode and effect criticality analysis, 缩写时省略了潜在的 (potential) 和危害性 (criticality), 但在理解 FMEA 时这两个词又非常重要。下面对这些词先作一些解释。

① 失效 (failure), 是指产品丧失规定功能的状态, 又可译为故障。失效与故障在含义上略有差别, 失效是对不可修复产品 (如灯泡、集成电路等) 而言的; 故障是指可修复产品 (如电视机、发电机等) 而言的。这里的失效含有这两种含义, 即产品发生故障也称为失效。

② 失效模式 (failure mode), 是指产品失效的表现形式, 如材料的弯曲、断裂、零件的变形、电器的短路、设备的安装不当等。

③ 潜在失效模式 (potential failure mode), 是指可能发生, 但不一定非得发生的失效模式, 这是工程技术人员对设计、制造和装配中认识到或感觉到可能存在的隐患。

④ (潜在) 失效后果 (potential effect of failure), 是指一种潜在失效模式会给顾客带来的后果, 这里所说的顾客, 包括外部的各级采购方, 使用者, 直到产品的最终用户, 内部的顾客则包括项目负责人, 生产流程后续工序作业部门的操作人员等。

⑤ 后果分析 (effect analysis), 指的是一种失效模式若发生会给顾客带来的危害性 (criticality) 有多大, 在 FMEA 中的危害性包含有三层意思, 并且都设法量化, 这三层意思是:

① 一种失效模式所产生后果的严重度 (severity);



②一种失效模式的起因发生的频度 (frequency of occurrence);

③一处失效模式的起因的不可探测程度 (likelihood of detection)。

1. FMEA 的内容

潜在 FMEA 作为一种可靠性分析技术,可以推动设计过程、制造过程或服务过程进行深层次的质量改进。是对上述过程中各个组成部分及连结的工作状态进行事先分析的一种方法。此种事先分析主要包括以下几项内容:

- (1) 查明上述过程中可能发生的各种潜在失效模式;
- (2) 评价每个失效模式可以产生的后果 (对顾客), 以及其严重程度;
- (3) 评价每个失效模式的起因及其发生可能性大小;
- (4) 找出减少失效模式发生或失效发生条件的控制变量, 由此确定一个失效模式可控制程度, 有时也称为不易探测度;
- (5) 建议采取措施预防危害度最大的一个或几个失效模式发生;
- (6) 书面总结上述分析结果。

从上面叙述可见, FMEA 是一项预防性技术, 是“事先的行为”, 而不是“事后的行为”, 是“纸上谈兵”阶段, 是进入实施前的最后一步, 在军工、航空、核工业等高风险的领域里, 新产品设计评审必须要含有 FMEA 报告、产品的制造或装配前先要通过 FMEA 报告的审查, 操作人员的培训必须要读懂 FMEA 报告。事先花时间认真地做好 FMEA 可以低成本地对设计、制造、装配进行修改和充实, 从而减轻事后修改的危机, 减少或消除因设计缺陷而带来的更大损失, 最大限度地保证产

品的安全性。时间性是成功实施 FMEA 的最重要因素之一，在产品正式定型之前和过程正式实施之前，将 FMEA 作为设计评审与工艺评审的有效工具有助于最大限度地预防缺陷。这与事后再采取补救措施相比，可节约人力、物力和时间。

2. FMEA 简史

20 世纪 50 年代初期，美国 Grumman 公司第一次把 FMEA 思想用于一种战斗机操纵系统的设计分析，取得较好效果，但正式应用 FMEA 技术是在 20 世纪 60 年代中期，是航天工业的一项革新，以后逐渐推广。20 世纪 70 年代中期，美国公布了 FMEA 的军用标准 MIL - STD - 1629。1980 年又改版为 MIL - STD - 1629A。

1985 年国际电工协会（IEC）公布了 FMEA 的国际标准：IEC812，这个标准被我国等同采用，编号为 GB7826 - 1987《系统可靠性分析技术、失效模式和效应分析（FMEA）程序》。

早先的 FMEA 仅是可靠性分析中的一种定性方法，研究各种潜在失效模式及其对产品功能的影响。大家知道，一种失效模式是否值得重视不仅与它引起的后果有关，还与它出现的概率有关。举一个例子，天上的陨石如果落在地球上，且正好击中人的头部，其后果当然是严重的，但这种事件发生的概率实在太小，因此不必杞人忧天。失效模式发生概率的引入丰富了 FMEA。之后又有人把“不易探测度（Detection）”引入 FMEA，更进一步完善 FMEA，并对每个失效模式的后果给出综合度量——风险系数（RPN）。

FMEA 开始只在产品可靠性分析中使用，以后推广到产品性能分析上。开始只应用在产品的设计阶段，以后又推广应用到制造过程以及服务过程的分析阶段。



如果说 FMEA 的早期应用局限在航空、航天领域,但自 20 世纪 80 年代后期,在民用产品生产领域,随着顾客对产品质量的要求不断提高,法律法规对制造商的产品责任框架要求日趋严格,加之市场竞争激烈,降低产品风险,缩短开发周期,减少浪费,优化成本的需要,越来越多的企业意识到事先预防的必要性。汽车工业首先引用了 FMEA 技术,力求在产品开成的早期阶段最大限度地识别和采取预防措施。特别在 20 世纪 90 年代后期,汽车、电机、电器等行业不但陆续将 FMEA 技术引入企业自身的质量保证体系中,并且逐渐将其发展为对供应商的要求,如:以通用、福特和克莱斯勒三大汽车公司为首的美国汽车工业行动集团 (AIAG) 在 QS-9000 供应商质量体系要求中,特别规定了在产品开发阶段应用 FMEA 技术的要求和方法 (详见 QS-9000 配套手册《产品质量先期策划与控制计划 (APQP)》和《潜在失效模式及后果分析 (FMEA)》)。德国汽车工业联合会 (VDA) 特别编制了《批量投产前的质量保证——系统 FMEA (VDA4.2)》作为汽车工业质量管理丛书的组成部分之一,列为《质量体系审核 (VDA6.1)》的参考手册。

FMEA 技术的应用,可使企业获得以下几方面的好处:

- (1) 提高产品的性能与稳健性;
- (2) 提高企业内部与外部的顾客满意度;
- (3) 降低担保费用与折扣费用;
- (4) 缩短开发周期;
- (5) 减少批量投产时的问题;
- (6) 提高准进供货的信誉;
- (7) 减少缺陷,降低成本;
- (8) 减轻了售后服务的压力;
- (9) 促进了内部沟通与跨部门的合作。

● 怎样进行 FMEA

1. 确定项目和团队

进行 FMEA 首先需要确定项目。FMEA 的应用对象主要包括：

- (1) 新的产品设计和新技术；
- (2) 新的生产/服务过程及新工艺；
- (3) 设计更改和工艺更改；
- (4) 使用环境发生了变更的产品；
- (5) 运行环境发生变更的过程。

在 6Sigma 项目的测量阶段常常可以使用 FMEA，这对于找出潜在隐患，估计后果的危害程度以及确定主要改进方向都是很有用的。

针对产品设计而进行的 FMEA 被定义为设计 FMEA（缩写为 DFMEA），针对过程而进行的 FMEA 被定义为过程 FMEA（缩写为 PFMEA），在个新产品开发项目中，上述两种类型的 FMEA 分别被应用于产品设计与制造过程两个主要阶段中。

建立项目团队，是实施 FMEA 的重要保证。

由于产品系统是一个复杂的结构，可能涉及材料学、力学、电学、化学、数学等多种知识领域，而生产制造则是一系列复杂的过程，可能涉及采购、设备、热加工，冷加工、装备、检验、试验、运输、贮存、交付、服务等职能活动。要识别系统中潜在的失效，估计其影响的程度并采取有效的纠正措施与预防措施，需要各级各类、各职能部门有关专业人员的充分参与。因此，分阶段跨职能团队是 FMEA 的主要活动形式。

FMEA 团队一般由 5 到 7 人组成，他们可能是主管工程师、

安装工程师、质量工程师、设计师和有关专业的工程师。必要时还可吸收供应商和顾客参加，他们都是有知识、有经验、对此项工作积极的人员。集中他们的智慧去识别和剔除产品设计、制造或安装、服务中潜在的隐患，才有可能最大限度地降低风险。

例如：设计 FMEA 是新产品开发阶段的重要评审活动。产品设计工程师是该项活动的责任人，团队成员应包括：材料、工艺、制造、装配、销售、服务、检验、试验及质量职能人员。顾客的代表从产品使用者的角度往往会提供权威性的意见。过程 FMECA 是过程开发阶段的重要评审活动。工艺工程师是该项活动的责任人，团队成员应包括：设计、制造、材料、装配、设备、物流、检验、质量以及后续过程的职能人员，还可考虑采购及分包过程的供应商。

FMEA 的工作量大，必须靠集体协作、集思广益、充分讨论，有时还需作一些试验或调查研究才能完成，但 FMEA 工作中每项职责必须明确到个人名下。在讨论中可能会遇到不同意见，特别对严重度、频度和不易探测度的估计常会有不同意见，这时应尽量进行有准备的充分讨论，甚至争论，直至达到基本统一为止。

2. 收集有关资料，掌握分析对象

FMEA 是否能取得预期效果，取决于能否最大限度地收集资料，全面、透彻地了解所分析的对象。设计 FMEA 评审的对象是产品设计图纸及技术文件。必须收集的相关资料还应包括：来自合同文本或通过市场调查所确定的顾客需求；设计意图；与产品有关的法律、法规、标准和规范；同类产品的技术参数和经验教训，特别应重视其售后服务及反馈的信息资料。

而过程 FMEA 评审的对象是过程方案及工艺文件,相关资料应当包括:产品图纸与技术文件、有关的法律法规、标准及规范、类似产品的工艺资料及制造经验等。资料准备越充分,对于潜在缺陷的识别能力越强,评估的效果越好。

产品的构成可以看作一个主系统,它是由各个子系统组合而成的,而每一子系统又可能由更低一级的分系统组成,以此分解,最后到达构成系统的基本单元。对于产品的生产与制造过程而言,同样也存在不同层次的系统逻辑关系。就整个系统来说,如果某一层次某一环节发生失效,都可能会直接或间接地影响到其上级系统的性能实现,最后导致整个产品失效。这种失效可能表现为产品丧失功能或功能不充分,性能不稳定、出现非预期功能等。轻则导致顾客不满意或抱怨,重则造成人身或财产损害,引发法律诉讼,承担赔偿责任。因此,FMEA 应针对产品的每一级系统及其生产过程的每一层次分别进行。在设计 FMEA 中,应首先识别主系统、子系统、零部件,充分了解各层次的接口与内部的交互关系。在过程 FMEA 中,则应按项目的功能和运行情况画出概要流程图、细化流程图。只有将过程步骤逐一展开,使团队成员对此项目有一个具体的共识,才能保证完整的分析和评估,防止片面或遗漏。

为了规划 FMEA 活动,应使用《失效模式及后果分析表》,推荐的格式(见表 16-1),填写的步骤和要求在以下小节中详细说明。

表 16-1 潜在失效模式及后果分析推荐用表

过程功能	潜在的失效模式	潜在的失效后果	严重度(S)	潜在的失效起因	频度(O)	现行过程控制	不可探测度(D)	事先风险数(RPN)	建议的纠正措施	责任部门及责任人	完成日期	严重度(S)	频度(O)	不可探测度(D)	事先风险数(RPN)

3. 估计潜在失效模式、后果及其严重度（S）

⊙简单陈述被分析的功能要求。

⊙对照功能要求估计潜在失效模式，并一一列出。这些失效模式是可能发生（但不一定非得发生）的不满足过程要求或设计意图的形式，如弯曲、断裂、变形、安装不当、接地、开路、短路等。从最坏处着眼，不存侥幸心理。这是施行 FMEA 第一个关键步骤，要认真做好，不要遗漏。

⊙估计失效后果——包括失效对上一级系统的直接影响和对整个系统造成的影响。对后果的估计应从顾客的角度出发，如产品丧失功能、性能不稳定、噪声、阻力大、外观不良、异味、延误过程、误动作等。如果顾客是下一道工序，则可用对工艺性能的影响来描述失效后果，如无法紧固、无法安装、无法加工表面、危害操作者、损坏设备等。当失效后果危及到产品安全及使用者安全时，必须予以特别的重视。

⊙评估失效后果的严重程度（severity），通常采用分级方法描述，严重度分为 10 级，最严重打 10 分，没有影响打 1 分，推荐的评分标准见表 16-2。

表 16-2 推荐的严重度 (S) 评分标准

后果	评定准则	严重度
无警告的严重危害	这是一种非常严重的失效形式,它是在没有任何失效预兆的情况下影响到产品使用安全或违反了有关法律法规	10
有警告的严重危害	这是一种非常严重的失效形式,是在具有失效预兆的前提下所发生的,并影响到产品使用安全或违反了有关法律法规	9
很高	产品(或系统)不能运行,丧失基本功能,顾客很不满意	8
高	产品(或系统)能运行,但性能下降,顾客很不满意	7
中等	产品(或系统)能运行,但部分部件不能工作,顾客感觉不方便	6
低	产品(或系统)能运行,但部分项目性能下降,顾客感觉有些不方便	5
很低	配合、外观或杂声等项目不符合要求,大多数顾客发现有缺陷	4
轻微	配合、外观或杂声等项目不符合要求,有一半顾客发现有缺陷	3
很轻微	配合、外观或杂声等项目不符合要求,但很少有顾客发现有缺陷	2
无	无影响	1

4. 分析潜在失效的起因及其发生的频度 (O)

⊙对每一个潜在失效模式在尽可能广的范围内列出可以想到的每一个失效起因。

⊙若起因只是惟一的,当纠正了此起因,此种失效就不可能发生,此栏工作即结束。

⊙若起因有多个,那就要用诸如试验设计之类方法来明确哪些是主要起因,哪些是容易得到控制因素。

⊙上一级产品系统的失效往往是由于下一级零部件系统的

失效造成的。典型的失效起因可能与材料、加工、装配、调整有关，如：腐蚀、扭矩不正确（过大、过小），焊接不正确（电流、时间、压力参数不当），零件漏装或错装，润滑不良，测量不精确等。

分析导致失效发生的原因，是为了寻找系统的薄弱环节，从而为进一步采取纠正措施和预防措施确定方向。

⊙评估每个具体失效起因发生的概率，然后分成 10 个等级，并转化为频度（O）。

推荐的评分标准表见表 16-3，应尽可能对历史数据进行统计以确定频度的级别。如无资料记录，也可根据经验作出估计。

表 16-3 推荐的频度（O）评分标准

失效发生可能性	可能的失效率	频率数
很高：失效几乎是不可避免的	$\geq 1/2$	10
	$1/3$	9
高：反复发生的失效	$1/8$	8
	$1/20$	7
中等：偶尔发生的失效	$1/80$	6
	$1/400$	5
	$1/2\ 000$	4
低：相对很少发生的失效	$1/15\ 000$	3
	$1/150\ 000$	2
极低：失效不太可能发生	$\leq 1/1\ 500\ 000$	1

5. 说明现行控制措施和评估不易探测度（D）

⊙说明在现行设计方案中已经采取的控制措施。



◎控制措施大致有四类：

①能阻止失效起因或失效模式的发生，或减少其发生概率。现行过程控制方法应尽量选择这一类。

②虽不能阻止失效模式发生，但在失效发生时，能有效减轻失效后果的严重度。如汽车采用的安全带和安全气囊就属于这一类。

③虽不能阻止失效模式发生，但能感知失效的预兆，及时预报，以便采取其他防范措施。

④只能查明失效模式。

◎不易探测度（D）（detection）是指现行控制措施的有效程度，也分为10级，必须提醒的是：有效程度越低，打分越高。推荐的评分标准见表16-4。

表 16-4 推荐的不易探测度（D）的评分标准

探测性	利用现行过程控制方法找出存在缺陷的可能性	不易探测度数
几乎不可能	没有已知的控制方法能找出失效模式	10
很微小	现行控制方法找出失效模式的可能性很微小	9
微小	现行控制方法找出失效模式的可能性微小	8
很小	现行控制方法找出失效模式的可能性很小	7
小	现行控制方法找出失效模式的可能性小	6
中等	现行控制方法找出失效模式的可能性中等	5
中上	现行控制方法找出失效模式的可能性中等偏上	4
高	现行控制方法找出失效模式的可能性高	3
很高	现行控制方法找出失效模式的可能性很高	2
几乎肯定	现行工艺控制方法几乎肯定能找出失效模式。已知相似工艺的可靠的探测控制方法	1



6. 计算事先风险数 (RPN)

⊙事先风险数 (risk priority number) 是严重度 (S)、频度 (O) 和不易探测度 (D) 的乘积, 即

$$RPN = (S) \times (O) \times (D)$$

RPN 的大小是对过程中那些担心的事项进行排序。RPN 高的失效模式, 意味着风险极大, 工程师们必须采取纠正措施和预防措施, 努力减小 RPN 的值。

⊙团队成员对各种失效模式的严重度 (S), 频度 (O) 和不易探测度 (D) 的评定应意见一致。若遇意见不一, 应通过讨论、调查、再研究, 获得一致。即使对个别的 S、O、D 进行修改也应取得基本一致意见。

应当指出的是: 上述有关风险程度所作的等级划分没有惟一的标准, 可以根据企业自身的经验和产品的特点而定, 但在同一企业内, 相类似的产品之间, 应采用统一的尺度, 以保证相互具有可比性。并且还应考虑在顾客及供应商之间保持一致性。

7. 提出纠正措施和预防措施

⊙算出 RPN 值后, 首先应对排在最前面的事和最关键的失效模式提出纠正措施和预防措施, 以降低失效风险。若失效的根本起因不详, 则应通过试验设计等手段来确定主要起因。若对某一特定起因尚无纠正措施, 那么就在该栏目中填写“无”, 予以明确。

⊙若失效模式的后果会危害操作人员, 那就应采取纠正措施, 消除或控制其起因发生, 或者对操作人员明确规定适当的保护措施。



⊙若缺乏正确有效的纠正措施，FMEA 工作的价值是有限的。用提高测控能力来减小 RPN，一般来讲是不经济的，且效果较差。用增加质量检查次数也不是积极的纠正措施。而永久性的纠正措施是必需的。因此在有些场合要改变零件的设计，甚至改变现行控制系统的设计。重点应放在降低失效模式发生的频度（O）上，而不是努力探测它们。

对于一种失效模式，可能有多种应对方案，应发动团队成员集思广益，积极建议。哪一种措施更有效，更易于实现，应通过实践效果来检验。纠正措施和预防措施应落实责任部门和责任人，并且限定完成时间，以保证项目开发的总体进度。

8. 验证措施的有效性——计算纠正后的 RPN

⊙对于纠正措施和预防措施的进展情况要及时跟踪并验证其有效性。验证的方法就是新一轮的风险评估——重新评定失效模式的严重度（S）、频度（O）和（不易）探测度（D），重新计算事先风险数 RPN。

⊙若未采取任何纠正措施，“纠正后的 RPN”栏目即为空白。

⊙纠正措施与预防措施往往不可能一次成功，需要不断改进不断验证，只有当严重度（S）和事先风险数（RPN）均大幅下降，达到满意程度时，FMEA 才告结束。

9. FMEA 报告

⊙FMEA 是对设计开发与过程开发进行评审的重要内容，也是对设计开发与过程开发进行确认的重要依据。故需记录 FMEA 活动的过程、表格、结果并形成 FMEA 正式报告。

⊙作为 FMEA 的输出，报告应包含设计文件的更改、识别出关键产品特性和关键控制特性并生成质量控制计划。

FMEA 的应用

实例：潜在的失效模式和后果分析(设计 FMEA)

系统
X 子系统

FMEA 编号:1234

制表:A.Tate - X6412—车身工程师

FMEA 日期(原始日期):8X0322(修改)8X0714

设计责任:车身工程

关键日期:9X0301ER

4 门车

车辆 199X/雄狮

项目/功能	潜在的失效模式	潜在的失效后果	严重性	类别	潜在的失效原因/机制	发生频率	现有的控制	检测	风险排序数 RPN	推荐的措施	责任和目标完成日期	已采取的行动	严重度	发现	检测	风险排序数 RPN
前门 L.H.H8HX 0000 - A, 车辆的入口核出口, 防止天气、噪音和外部影响的干扰	车门内侧下部腐蚀	车门寿命缩短将导致以下结果: • 由于随时间的延长锈蚀穿透油漆, 导致外表不能令人满意	7		车门内侧规定保护层蜡上部边界太低	6	车辆一般耐用性试验 vah. T - 118. T - 109. T - 301	7	294	增加试验室加速腐蚀试验	A.Tate - 车身工程组 8X0930	根据试验结果 (试验编号: 1481), 上部边界提高到 125mm	7	2	2	28
车门附属设备, 包括镜子、铰链、车窗调节器	蜡的厚度规定太薄					4	车辆一般耐用性试验 (同上)	7	196	增加试验室加速腐蚀试验, 进行蜡的厚度的实施设计	与蜡保护层上部边缘的实验结合起来 车身工程组 9X0115	试验结果(试验编号 1481)表明规定的厚度合适。DOE 表明规定厚度上如有 25% 的波动是可以接受的	7	2	2	28

续上表

项目/功能	潜在的失效模式	潜在的失效后果	严重性	类别	潜在的失效原因/机制	发生频率	现有的控制	检测	风险排序数 RPN	推荐的措施	责任和目标完成日期	已采取的行动	严重度	发现	检测	风险排序数 RPN
· 车身外观 · 油漆及软装饰		· 车门内侧功能损坏			蜡的配方不合适	2	物理化学试验; 报告书号码 1265	2	28	无						
					残存空气阻碍蜡渗入门内的拐角和边缘		对工作喷嘴的辅助设计调查	8	280	增加小组对使用工业喷嘴设备和规定的蜡的评估	车身工程 和组装机门 8X1115		7	1	3	21
					蜡堵住了门上的排水孔	3	使用“最差情况”的蜡和排水孔进行实验室试验	1	21	无		根据试验结果, 在出问题的地方增加了3个通气孔				
					车门钢板之间的空间不够大, 喷头进不去	4	对喷头的进出图纸设计进行评估	4	12	增加小组对使用辅助设计喷头的评估	车身工程 和组装机门	评估结果表明有足够的空间供喷头进出	7	1	1	7

资料来源: FMEA Manual(Chrysler, Ford General Motors Supplier Quality Requirements Task Torre), with permission

第十七章

新六西格玛方法

- ◆ 新六西格玛领导力原则
- ◆ 六西格玛方法与领导人才培养
- ◆ 数字化六西格玛
- ◆ 精益六西格玛
- ◆ 定制六西格玛
- ◆ 六西格玛未来及其发展

过去的六西格玛只是衡量优良程度的标准，而新的六西格玛方法是关于总体业务改进的方法。

●新六西格玛领导力原则

新六西格玛方法解决了管理人员所面临的两难问题：一方面要通过快速的业务改进项目来达到短期的财务目标；另一方面，还要在关键人才和核心流程方面为未来的发展积蓄能力。将业绩记录卡、业务流程再造、高效率团队、对核心业务规程进行持续不断的监控等工具和流程整合起来，新的六西格玛方法提供了一个实用的方法和切实可行的工具。

1. 四个核心的领导力原则

新的六西格玛方法将最佳实践流程与工具整合在一起，以便帮助管理人员实现其短期业务目标的业务战略，同时培养起持久的未来能力。新六西格玛领导力原则如表 17-1。

表 17-1

核心领导力原则	说 明
整合 (Align)	1. 用优秀业务模型，将客户的需求与业务战略以及核心业务流程相结合 2. 确定战略目标 3. 制定具有挑战性的具体目标和恰当的衡量标准。目的是提供持续不断的可衡量的、最基本的业务结果要求，以便推动业务总目标的实现



续上表

核心领导力原则	说 明
调动 (Mobilize)	1. 向团队授权，通过高层经理人员选择项目，利用项目管理方法和六西格玛方法达到改进的目标 2. 用团队宪章、成功标准和严格的评估等方法将团队组织起来 3. 向团队提供及时的培训服务，并鼓励他们将其付诸行动
加速 (Accelerate)	1. 采取行动学习的方法，将系统的培训与实际的项目工作和指导结合起来，迅速消除由学习到实践的差距 2. 建立科学规范的激励机制，使项目达到目标
控制 (Govern)	1. 对业绩记录卡模型进行控制，促进战略的实施 2. 系统的流程审核包括对结果控制卡的审核，以及在必要时审核流程和项目的细节。当领导者们分享最佳实践经验时，障碍就可以被消除

2. 新六西格玛方法的最佳实践

新六西格玛方法为领导者们提供了一种快速达到业务改进目标，同时又可以使其业务体系保持持久的方法。这个方法可以增强领导者对四个原则（整合、调整、加速和控制）的理解和应用。新六西格玛方法中的最佳实践如表 17-2 所示：

表 17-2

最佳实践流程或工具	解释或目的
客户的呼声 (VOC)	六西格玛方法将客户抽象的愿望转化成具体的要求或组织要求。领导者们运用这些数据形成战略目标和工作流程，以便创造价值

续上表

最佳实践流程或工具	解释或目的
平衡业绩记分卡	管理人员积极地制定其业绩记分卡，以便于快速地将他们组织的远景规划、使命、战略目标以及用来监控流程实现
加速的业务改进	业务流程再造可以提供各种工具来设计和再造企业的业务流程，而这些流程对于提供满足户要求的服务以及达到业绩记分卡中所规定的业务目标都是至关重要的
高效率团队	高效率团队是以客户为导向的跨部门团队，他们在清晰的团队宪章的指导下完成对业务改进工作至关重要的项目
六西格玛黑带团队	<div>1. 当遇到需要运用高级统计工具来完成复杂项目时才有必要运用六西格玛黑带团队</div> <div>2. 为了达到下列目标必须采用高级工具时才有必要运用六西格玛黑带团队：</div> <div>⊙流程改进</div> <div>⊙流程开发</div> <div>⊙产品或服务改进</div> <div>⊙产品或服务开发</div>
突击队	<div>在下列情况下才有必要运用突击队：</div> <div>1. 要改进的项目很清晰</div> <div>2. 不需要进行详细的数据分析</div> <div>3. 不采取措施所带来的后果比犯错误所带来的风险更严重</div> <div>4. 领导者们准备随时提供支持</div>



续上表

最佳实践流程或工具	解释或目的
综合业务审核	管理人员运用控制卡（dashboard）——规程运作的情况总结来审核用以达到业务目标的流程运作情况。当框架规范的记分卡上亮出红灯并显示出不良的发展趋势或偏离原定目标，领导者们就要仔细研究一些细节性的问题，这些细节包括为了达到流程改进目标而采用的流程进展状况和项目进展状况

●六西格玛方法与领导人才培训

运用六西格玛方法进行领导人才培养，在摩托罗拉公司进行了这方面的尝试，把领导人才的培养作为公司六西格玛持续推进的重要内容。新的六西格玛方法也将领导方针（Leadership Principles）作为六西格玛的重要组成部分。

1. 新六西格玛要求

为达到业务改进目标，摩托罗拉公司已经找到了五项为使六西格玛发挥作用而必备的因素。

- (1) 六西格玛领导方针。
 - (2) 全面的领导改进工作的方法。
 - (3) 通过专题团队促进成果。
 - (4) 六西格玛分析工具及应用这些工具的规范化、标准方法。
 - (5) 数字化改进。
- 其中包括利用可重复使用的网络工具进行实实在在的改

进，一劳永逸地彻底根除缺陷。

大部分培训时间用在学习如何使用六西格玛分析工具上，但是请记住，这只是整个培训课程的一部分，我们还要记住其他主要因素，它们缺一不可，否则六西格玛无法有效发挥作用。

2. 领导方针

领导方针是六西格玛至关重要的组成部分。摩托罗拉通过经验教训认识到，只有树立起一套指导方针，领导层才能够找到促进成果实现、支持团队工作的最佳途径。这一真知灼见体现在 4 项六西格玛领导方针中。

(1) 结合。

领导层应该保证所有改进项目均与本组织的战略目标保持一致。

(2) 动员。

领导层应该提供明确的方向、可行范围、成功的标准和严格的评审，从而为各团队采取实际行动创造条件。

(3) 催化。

领导层应该通过严格的时间管理、必要的培训和紧迫的期限，推动项目取得立竿见影的效果。

(4) 治理。

领导层必须切实监督项目的开展，定期进行严格的评审，及时纠正偏差。

3. 领导人才差距

摩托罗拉领导力管理办公室在结合 GE 公司领导力价值观的基础上，提出了“四个 E 加永远一个 E”的领导力标准。

第一个 E 为眼力 (Envision): 发现有助于利润增长的有意义、有新意的变革。提出实现这一变革的设想、战略和切实可行的计划。

第二个 E 为魅力 (Energize): 激励员工、顾客和合作伙伴对美好设想的热情, 对一切工作都注入极为高涨的个人热情, 创造一个人人都满怀激情工作和一个有机会作出贡献的环境。

第三个 E 为魄力 (Edge): 一针见血切中问题的要害。做出大胆、及时的决定。坚持用更高的标准要求本组织。以实事求是的方式对表现不佳的事情表示善意的不满。当业务或个人表现不佳时, 给予严厉的鞭策。

第四个 E 是执行 (Execute): 通过采用创新性的、经过检验和严格的管理实践, 在实现重大决策方面要比我们的竞争对手做得更快、更好, 以身作则地信守承诺和诺言。

永远一个 E 是道德力 (Ethics): 随时随地以符合商业道德的方式开展业务, 尊重所有的人和所有的文化, 不让个人的志向和情绪影响工作。

领导人才差距具体表现两个方面: 一是数量差距, 目前人数与将来发展所需要人数的差距。二是技术差距, 现有知识、技能、能力与个性特质的差距, 尽量减少差距, 加速领导人才的培养。

4. 领导人才管理体系

建立领导人才管理体系, 具体表现在如下几个方面:

(1) 业绩管理体系。

根据期望和目标对业绩结果进行衡量, 根据“四个 E 加永远一个 E”的领导标准对领导力行为进行衡量, 对相同级别的员工做横向相关排序比较。用这些结果来促进业务成果的

实现。

(2) 人才管理体系。

运用一个系统的方法对全球化、多样化的（性别、年龄、教育、种族等）内部核心人才进行积极的鉴别、追踪、开发和管理。

(3) 招聘与甄选。

运用流程手段吸引世界一流外部人才和技术，提高业务业绩和实现更优秀的成果。

(4) 职业生涯规划与开发体系。

向员工个人提供有利于他们发展和改进其技能所需的工具，以便达到业务成果的改善。

(5) 过渡支持体系。

对于那些技能与岗位要求脱节的员工来讲，从内部和外部两个基本方面为他们提供其他可选择的职业发展机会。

(6) 奖励体系。

将管理人员奖励计划和津贴计划相结合，以便对领导人才培养体系给予支持和强化，对不同的人才给予不同的投入。

㊟ 数字化六西格玛

数字化六西格玛 (Digital six sigma) 是对摩托罗拉经典业务改进方法的一次重大革新，数字化六西格玛是一次巨大的改进，因为它可以一劳永逸地杜绝酿成缺陷的变因，通过实施可重复使用的网络改进，数字化六西格玛将彻底消灭缺陷。

1. e - Training

在短短几个月而不是几年的时间里，培训和测试数以千计



员工的能力。

2. e - Process

随时处于掌控之中的数字化改进措施。

3. e - Tools

网上调查,模拟程序及各种归纳工具可以对六西格玛过程的众多阶段进行改进。

4. e - Tracking

监督所有重要业务度量及其中附属改进项目的能力。

5. e - Visibility/control

监督所有重要业务度量及促进此结果之部门和职能的能力,其中包括正反两个方面。

由于有了上述改进,今天六西格玛比任何时候都更加功能强大,更加适应当今动荡的商业竞争环境。

④精益六西格玛

精益六西格玛方法是通过提高客户满意度、降低成本、提高管理、加快流程速度和改善资本投入,使股东价值实现最大化,精益和六西格玛方法要相互融合,这是因为精益不能使用统计的方法来管理流程,单靠六西格玛方法无法显著地提高流程速度或者减少资本投入。

1. DMAIC 的五个阶段

DMAIC 可分为五个阶段，通过对项目管理、各统计学工具的有效整合，形成一套系统化的改进现有过程与产品的策略，如表 17-3 所示。

表 17-3

阶 段	基本目标
界定——什么是最重要的？	定义项目目标和应用内部及外部顾客提供的内容
衡量——我们现在做得怎么样？	对过程进行衡量，确定当前改进目标
分析——错在哪里？	分析并确定缺陷的根本原因
改进——需要采取哪些措施？	通过永久性地消除缺陷来改进本过程
控制——我们如何保证工艺水平？	我们如何保证工艺水平

2. 精益六西格玛到处工具

提到精益六西格玛方法，不能不说到大野耐一所倡导的精益生产方式（Lean Production），而精益六西格玛工具也将精益生产方法进行了融合。高质量、高速度、高效益是精益六西格玛的精髓之所在。精益六西格玛成套工具如表 17-4 所示。

表 17-4

精益六西格玛工具	说 明
精益生产	在适当的时候生产需要的产量，减少浪费
实验设计（DOE）	寻找最适合的过程改进方法，优化流程
精益六西格玛设计	面向新产品、过程和服务的六西格玛设计
精益物流及供应链管理	最佳化的供应链管理和合理的库存控制



⑤定制六西格玛

根据企业的具体实际，量身定制的六西格玛，在这个方面，日本一些公司有这种经验，如日本东芝公司。他们与美国斯坦福大学合作，开发出一套六西格玛设计软件 DFACE，显示了六西格玛量身定制不断向前发展的生命力。

1. 项目管理

六西格玛管理，单纯进行培训是不够的。必须以企业的战略需求为核心，通过选择和实施正确的六西格玛项目帮助客户进行变革管理才是成功的关键。六西格玛项目管理成功与否是六西格玛管理能否成功的关键，下面是六西格玛项目评价表，见表 17-5。

表 17-5

评价项目	评价内容
项目选择	如何选择正确的六西格玛项目？
项目团队	如何选择六西格玛团队人选？
项目实施	如何正确的实施六西格玛项目？
项目评估	如何进行项目管理及项目收尾工作？

2. 文化变革

企业文化是企业实施六西格玛的重要组成部分，变革阻力的大小取决于企业变革的方式，打破传统文化的束缚是需要付出代价的。六西格玛系统的优劣取决于人们对它的接受程度和

认知度，用其他方法能够达到同样目标，未必不是好方法，六西格玛文化转型评价表，如表 17-6 所示。

表 17-6

Q (Quality)		A (Acceptance)	
①过程管理系统质量		①对六西格玛的需求程度	
②六西格玛培训质量		②对六西格玛远景的诉求	
③六西格玛咨询质量		③推行六西格玛所遇到的沟通问题和阻力	
④项目管理		④系统和组织结构的变化对六西格玛的影响	
⑤管理基础		⑤对六西格玛的认知度	
		⑥对六西格玛管理的领导作用	
评价方法		①每个子项目评价都是 0~5 分，最好 5 分，最差 0 分	
		②把评分乘 2，加总求 Q、A 平均得分	
		③Q、A 乘积就是 E 的得分	

Q × A = E	评价结论
0 ~ 20	对六西格玛只是一种梦想
21 ~ 40	有一点六西格玛结果，但开展不够热烈
41 ~ 60	对推行六西格玛有重要结果，项目管理也像六西格玛
61 ~ 80	企业文化开始转变，但达到六西格玛管理还须努力
81 ~ 100	企业文化已经转型，是世界级的六西格玛组织

六西格玛未来及其发展

六西格玛未来的发展将会对黑带的要求越来越高，对领导作用和财会绩效的要求会越来越明显，六西格玛改善所覆盖的领域将会越来越多。

1. 多能的黑带

随着六西格玛解决问题的不断引向深入，黑带的知识面和技能会得到进一步拓展，你是一个合格的黑带吗？你只有不断学习、研究六西格玛，才不会落伍于时代，跨领域，跨学科的结合是未来黑带的发展方向。

2. 不断创新

六西格玛改进也需要不断创新，创造性问题解决方案，为技术问题的解决提供了方法。创新流程的优化方案，为管理问题的解决提供了思路。雇用优秀的创新型人才，提供适应创新人才成长的环境和条件，把每个人的创造风格与工作结合起来，使其发挥到极至。

3. 强势的领导力和执行力

六西格玛管理仅仅通过一些相关的培训是永远不够的。没有强势的领导力和执行力是不会看到结果的。不少企业推行六西格玛遇到阻力和失败都是与领导有关的，因此，没有“中子杰克”（全球第一 CEO）也就没有 GE 六西格玛的成功，这是有目共睹的。国内企业也在进行六西格玛管理实践，强有力和有执行力的领导仍然是关键，这将成为制约六西格玛管理发展的瓶颈。

4. 把握未来的决策力

六西格玛强调运用统计技术，但统计技术并不是六西格玛管理的全部。主要提供了与传统思维方式不同的行为方式，数字化预测，科学决策，使管理更加量化和精确。六西格玛领导

的决策力将更加适合把握企业未来的发展趋势，增强企业获利的能力。因此，要有把握未来的决策力，使企业在激烈的市场竞争中立于不败之地。



请勿用于商业用途或准商业用途，

请于下载后24小时内删除！如无法遵守此规定，则谢绝下载！！

吴国林 MSN: colin_21st@hotmail.com

参考文献

1. 文放怀, 张驰编著. 品管方法与品管圈应用. 深圳: 海天出版社, 2000
2. 科建顾问编著. 品管七大手法. 1995
3. 文放怀, 张驰编著. 服务六西格玛实战. 广州: 广东经济出版社, 2003
4. 唐晓芬主编. 六西格玛核心教程. 北京: 中国标准出版社, 2002
5. 文放怀编著. 六西格玛设计. 广州: 广东经济出版社, 2003

广东贝思德国际管理（BIM）培训课程

广东贝思德国际管理顾问有限公司汇集国内外一流管理咨询专家，为企业量身定制各种培训课程，欢迎各类企业垂询。
联系电话：13510229888 或 E-mail: fhwen9888@163.com

培训类别	课程类别	课程代号
六西格玛培训	6Sigma 黑带培训	A1
	6Sigma 绿带培训	A2
	6Sigma 设计培训	A3
现场管理培训	5S/6S/7S 培训	B1
	工业工序培训	B2
	精益生产培训	B3
	精益 6Sigma 培训	B4
品质管理培训	实验设计（DOE）培训	C1
	统计过程控制（SPC）培训	C2
	健壮设计培训	C3
	品质成本培训	C4
	新旧 QC 方法培训	C5

续上表

培训类别	课程类别	课程代号
生产管理培训	高效生产率培训	D1
	优秀班组长培训	D2
	标杆管理/目视管理培训	D3
推行专题运作（项目运作，现场培训，管理咨询）	6Sigma 推行实务	E1
	6S/7S 推行实务	E2
	TPM 推行实务	E3
	QCC 推行实务	E4
	TPI 推行实务	E5
	精益 6Sigma 推行实务	E6
	服务业 6Sigma 推行实务	E7
可靠性与品质工程	田口 DOE 培训	F1
	谢宁 DOE 培训	F2
	田口三次设计培训	F3
	可靠性工程	F4
	可靠性管理	F5

图书在版编目 (CIP) 数据

新品管手法/文放怀主编. —广州: 广东经济出版社,
2004.9

(新工厂管理④)

ISBN 7-80677-807-1

I. 新… II. 文… III. 企业管理: 质量管理
IV. F273.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 084355 号

出版 发行	广东经济出版社 (广州市环市东路水荫路 11 号 5 楼)
经销	广东新华发行集团股份有限公司
印刷	广州白云时代文化印刷厂 (广州市番禺区石楼镇人民路 200 号)
开本	889 毫米×1194 毫米 1/32
印张	8.5 2 插页
字数	195 000 字
版次	2004 年 9 月第 1 版
印次	2004 年 9 月第 1 次
印数	1~6 000 册
书号	ISBN 7-80677-807-1/F·1107
定价	本册定价 22.00 元 全套 88.00 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与承印厂联系调换。

发行部地址: 广州市合群一马路 111 号省图批 107 号

电话: (020) 83780718 83790316 邮政编码: 510100

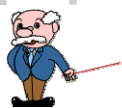
邮购地址: 广州市越秀中路 125 号大院八号 邮政编码: 510055

广东经济出版社读者服务有限公司 电话: (020) 83801011 83803689

本社网址: www.sun-book.com

·版权所有 翻印必究·

全国Mini-MBA职业经理双证班



精品课程 权威双证 全国招生 请速充电

教委批准成立正规管理类教育机构，近 20 年实战教育经验，值得信赖！（教证：0000154160 号）

全国迷你 MBA 职业经理双证书班[®]，全国招生，毕业颁发双证书，近期开课。咨询电话：13684609885

招生专业及其颁发证书

认证项目	颁发双证	学 费
全国《职业经理》MBA 高等教育双证书班	高级职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《人力资源总监》MBA 双证书班	高级人力资源总监职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证书	1280 元
全国《生产经理》MBA 高等教育双证班	高级生产管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《品质经理》MBA 高等教育双证班	高级品质管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《营销经理》MBA 高等教育双证班	高级营销经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《物流经理》MBA 高等教育双证班	高级物流管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《项目经理》MBA 高等教育双证班	高级项目管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《市场总监》MBA 高等教育双证书班	高级市场总监职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《酒店经理》MBA 高等教育双证班	高级酒店管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《企业培训师》MBA 高等教育双证班	企业培训师高级资格认证毕业证书+2 年制 MBA 高等教育研修证书	1280 元
全国《财务总监》MBA 高等教育双证班	高级财务总监职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《营销策划师》MBA 双证书班	高级营销策划师高级资格认证证书+2 年制 MBA 高等教育研修证书	1280 元
全国《企业总经理》MBA 高等教育双证班	全国企业总经理高级资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《行政总监》MBA 高等教育双证班	高级行政总监职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《采购经理》MBA 高等教育双证班	高级采购管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《医院管理》MBA 高等教育双证班	高级医院管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《IE 工业工程管理》MBA 双证班	高级 IE 工业工程师职业资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《企业管理咨询师》MBA 双证班	高级企业管理咨询师资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《工厂管理》MBA 高等教育双证班	高级工厂管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元



【授课方式】 全国招生、函授学习、权威双证

我校采用国际通用3结合的先进教育方式授课：远程函授+视频光盘+网络学院在线辅导（集中面授）



【颁发证书】 学员毕业后可以获取权威双证书与全套学员学籍档案

- 1、毕业后可以获取相应专业钢印《高级职业经理资格证书》；
- 2、毕业后可以获取2年制的《MBA研究生课程高等教育研修结业证书》；



【证书说明】

- 1、证书加盖中国经济管理大学钢印和公章（学校官方网站电子注册查询、随证书带整套学籍档案）；
- 2、毕业获取的证书与面授学员完全一致，无“函授”字样，与面授学员享有同等待遇，



【学习期限】 3个月（允许有工作经验学员提前毕业，毕业获取证书后学校仍持续辅导2年）



【收费标准】 全部费用1280元（含教材光盘、认证辅导、注册证书、学籍注册等全部费用）

函授学习为你节省了大量的宝贵的学习时间以及昂贵的MBA导师的面授费用，是经理人首选的学习方式。



【招生对象】

- 1、对管理知识感兴趣，具有简单电脑操作能力（有2年以上相应工作经验者可以申请提前毕业）。
- 2、年龄在20—55岁之间的各界管理知识需求者均可报名学习。



【教程特点】

- 1、完全实战教材，注重企业实战管理方法与中国管理背景完美融合，关注学员实际执行能力的培养；
- 2、对学员采用1对1顾问式教学指导，确保学员顺利完成学业、胸有成竹的走向领导岗位；
- 3、互动学习：专家、顾问24小时接受在线教学辅导+每年度集中面授辅导



【考试说明】

1. 卷面考核：毕业试卷是一套完整的情景模拟试卷（与工作相关联的基础问卷）
2. 论文考核：毕业需要提交2000字的论文（学员不需要参加毕业论文答辩但论文中必修体现出5点独特的企业管理心得）
3. 综合心理测评等问卷。



【颁证单位】

中国经济管理大学经中华人民共和国香港特别行政区批准注册成立。目前中国经济管理大学课程涉及国际学位教育、国际职业教育等。学院教学方式灵活多样，注重人才的实际技能的培养，向学员传授先进的管理思想和实际工作技能，学院会永远遵循“科技兴国、严谨办学”的原则不断的向社会提供优秀的管理人才。



【主办单位】

美华管理人才学校是中国最早由教委批准成立的“工商管理MBA实战教育机构”之一，由资深MBA教育培训专家、教育协会常务理事徐传有老师担任学校理事长。迄今为止，已为社会培养各类“能力型”管理人才近10万余人，并为多家企业提供了整合策划和企业内训，连续13年被教委评选为《优秀成人教育学校》《甲级先进办学单位》。办学多年来，美华人独特的教学方法，先进的教学理念赢得了社会各界的高度赞誉和认可。



【咨询电话】13684609885 0451--88342620

【咨询教师】王海涛 郑毅

【学校网站】<http://www.mhgy.net>

【咨询邮箱】xchy007@163.com



【报名须知】

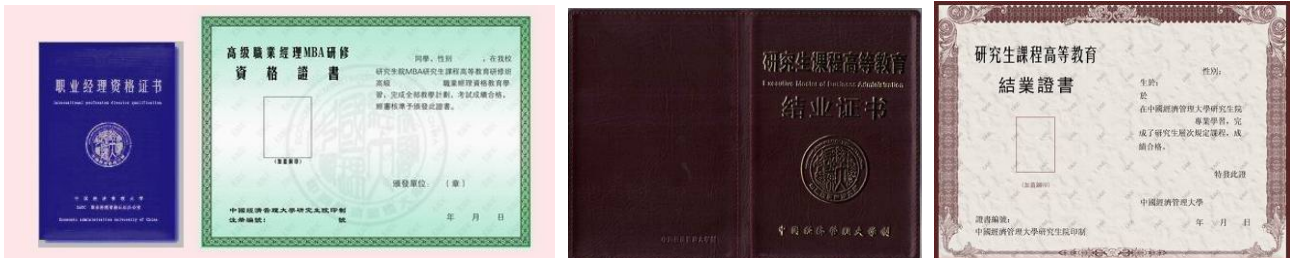
- 1、报名登记表格下载后详细填写并发邮件至 xchy007@163.com (入学时不需要提交相片，毕业提交试卷同时邮寄4张2寸相片和一张身份证复印件即可)
- 2、交费后请及时电话通知招生办确认，以便于收费当日学校为你办理教材邮寄等入学手续。



【证书样本】(全国招生 函授学习 权威双证 请速充电)

(高级职业经理资格证书样本)

(两年制研究生课程高等教育结业证书样本)



【学费缴纳方式】(请携带本人身份证到银行办理交费手续，部分银行需要查验办理者身份证)

方式一	学校地址	<p>邮寄地址：哈尔滨市道外区南马路 120 号职工大学 109 室</p> <p>邮政编码：150020 收件人：王海涛</p>
方式二	学校帐号 (企业账户)	<p>学校帐号：184080723702015 账号户名：哈尔滨市道外区美华管理人才学校</p> <p>开户银行：哈尔滨银行中大支行 支付系统行号：313261018034</p>
方式三	交通银行 (太平洋卡)	<p>帐号：40551220360141505 户名：王海涛</p> <p>开户行：交通银行哈尔滨分行信用卡中心</p>
方式四	邮政储蓄 (存折)	<p>帐号：602610301201201234 户名：王海涛</p> <p>开户行：哈尔滨道外储蓄中心</p>
方式五	中国工商银行 (存折)	<p>帐号：3500016701101298023 户名：王海涛</p> <p>开户行：哈尔滨市道外区靖宇支行</p>
方式六	建设银行帐户 (存折)	<p>中国人民建设银行帐户（存折）： 1141449980130106399</p> <p>用户名：王海涛</p>
方式七	农业银行帐户 (卡号)	<p>农业银行帐户（卡号）： 6228480170232416918 用户名：王海涛</p> <p>农行卡开户银行：中国农业银行黑龙江分行营业部道外支行景阳支行</p>
方式八	招商银行 (卡号)	<p>招商银行帐户（卡号）： 6225884517313071 用户名：王海涛</p> <p>招商银行卡开户银行：招商银行哈尔滨分行马迭尔支行</p>

可以选择任意一种方式缴纳学费，收到学费当天，学校就会用邮政特快的方式为你邮寄教材、考试问卷以及收费票据。