

第四篇 符合性质量控制技术

[本篇学习提要]

本篇阐述的技术方法包括工序质量的实时处理技术、统计过程控制技术和质量分析与改进技术，这些技术运用于产品制造过程，让质量管理从被动的事后把关发展到过程中积极地以事前预防为主，从而大大降低了企业的生产成本，同时也为企业赢得了更多的定单和更好的声誉。学习本篇，应侧重把握如何使过程持续稳定地提供合格品，满足用户适用生需要。为此，应重点掌握下述要点：

1. 工序诊断调节法；
2. 控制图技术；
3. 质量分析与改进技术要领。

全国迷你型MBA职业经理双证班

认证系列：高级职业经理 CEO 资格认证、人力资源总监、营销经理、财务总监、企业培训师、酒店经理、品质经理、生产经理、市场总监、营销策划师等学习认证系列。

颁发双证：通用高级经理资格证书 + MBA 高等教育研修结业证书（含 2 年全套学籍档案）

证书说明：证书全国通用、国际互认、电子注册，是提干、求职、晋级、移民的有效依据

学习期限：3 个月（允许工作经验丰富学员提前毕业） **收费标准：**全部学费 **1280** 元

学校网站：www.mhjy.net **报名电话：**0451-88723232 **咨询邮箱：**xchy007@163.com

颁证单位：中国经济管理大学

承办单位：中国教育培训网 美华管理人才学校

全国招生 函授教育 颁发双证 权威有效



职业经理 MBA 整套实战教程

千本好书 **免费** 下载网址 www.mhjy.net

全国迷你型MBA职业经理函授双证班

颁发双证：注册钢印高级职业经理资格证书（可学分转移对接国际学位）+
国际 MBA 高等教育研修证书（随证书附带全套学员学习档案与中英文成绩单）。



招生专业及其颁发证书

| 认证项目 | 颁发证书（颁发双证 全国通用 电子查询） | 收费标准 |
|--------------------|---|--------|
| 职业经理 MBA 高等教育双证班 | 1、高级注册职业经理 CEO 资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书 | 1280 元 |
| 人力资源总监 MBA 高等教育双证班 | 1、高级注册人力资源总监 CHO 资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书 | 1280 元 |
| 市场总监 MBA 高等教育双证班 | 1、高级注册市场总监 CMO 资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书 | 1280 元 |
| 营销经理 MBA 高等教育双证班 | 1、高级注册市场经理资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书 | 1280 元 |
| 企业培训师 MBA 高等教育双证班 | 1、高级注册企业培训师 TTT 资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书 | 1280 元 |
| 酒店经理 MBA 高等教育双证班 | 1、高级注册酒店经理资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书 | 1280 元 |
| 财务总监 MBA 高等教育双证班 | 1、高级注册财务总监 CFO 资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书 | 1280 元 |
| 品质经理 MBA 高等教育双证班 | 1、高级注册品质经理资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书 | 1280 元 |
| 生产经理 MBA 高等教育双证班 | 1、高级注册生产经理资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书 | 1280 元 |
| 营销策划师 MBA 高等教育双证班 | 1、高级注册营销策划师资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书 | 1280 元 |
| 企业总经理 MBA 高等教育双证班 | 1、高级注册企业总经理资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书 | 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+教学电子光盘自修+网络学院持续视频学习）



【颁发证书】

学员毕业后可以获得权威双证书与全套学员学籍档案

- 1、毕业后可以获得相应专业钢印《高级职业经理资格证书》；
- 2、毕业后可以获得2年制的《MBA研究生课程高等教育研修结业证书》；
- 3、毕业后可以获得全套学员学籍档案和全国高级职业经理MBA人才推荐函。



【证书说明】

1. 证书加盖中国经济管理大学钢印和公章（全国通用、国际互认、电子注册查询）；
2. 证书是学员求职、提干、晋级、对接国际学位、出国公证的有效证明；
3. 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，是职业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，有决心学好实战知识的各界学员均可报名学习。招生不限学历（我们更注重通俗易懂的实战教育）；
- 2、具备相应实际工作经验的学员允许提前毕业。
- 3、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、顾问全天接受在线咨询，第一时间回答学员的提问和咨询），学员不仅可以就学习中遇到的难题进行咨询学习，在实际工作中遇到的企业难题也可以与指导教师进行沟通和交流、寻求解决方案。



【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，所颁发的各类证书国际互认、全国通用。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。



【承办单位】

美华教育是国内最早举办MBA实战教育的专业化办学单位之一，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，教育协会常务理事单位。美华人侧重于把复杂的知识简单化，深奥的理论通俗化，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。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。



【指导教师】 实战派MBA导师徐传有教授等专家、顾问全程教学辅导。



【咨询电话】 0451——88723232



【咨询教师】 王海涛 王耀辉 郑毅



【报名须知】

- 1、报名时请直接邮寄4张2寸免冠近照（要求蓝色背景）和一张身份证复印件
- 2、报名登记表格下载后详细填写并发送邮件至 xchy007@163.com 或者传真至0451—88342620
- 3、交费后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。



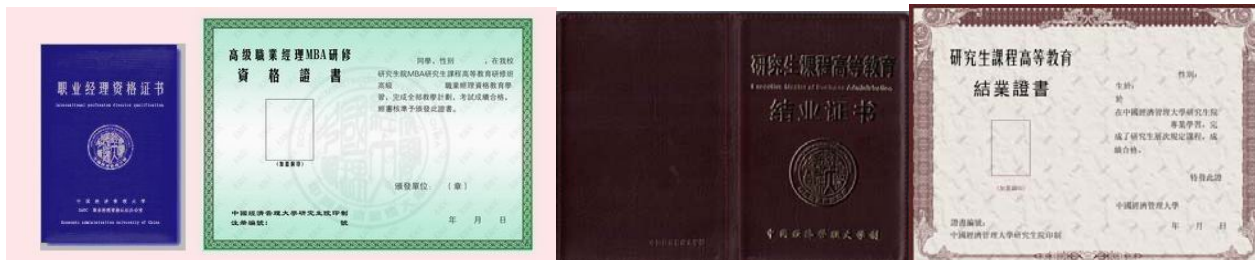
【报名地址】 哈尔滨市道外区南马路 120 号职工大学 109 室美华教育（ 邮政编码：150020）



【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】

| | | |
|-----|----------------|---|
| 方式一 | 邮局邮寄 | 邮寄地址：哈尔滨市道外区南马路 120 号职工大学 109 室 邮政编码：150020 |
| 方式二 | 学校帐号 | 学校帐号：184080723702015 开户银行：哈尔滨银行龙江支行 企业户名：哈尔滨市道外区美华管理人才进修中心 |
| 方式三 | 交通银行 (太平洋卡) | 帐号：40551220360141505 户名：王海涛 开户行：交通银行哈尔滨分行信用卡中心 |
| 方式四 | 邮政储蓄 (存折) | 帐号：602610301201201234 户名：王海涛 开户行：哈尔滨道外储蓄中心 |
| 方式五 | 中国工商银行 (存折) | 帐号：3500016701101298023 户名：王海涛 开户行：哈尔滨市道外区靖宇支行 |

可以选择任意一种方式缴纳学费，建议使用第五种方式（中国工商银行，比较方便快捷）收到学费的当天，学校就会用邮政特快的方式为你邮寄教材和考试问卷。

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

认证系列：高级职业经理资格认证、人力资源总监、营销经理、财务总监、企业培训师、酒店经理、品质经理、生产经理、市场总监、营销策划师等学习认证系列。

颁发双证：通用高级经理资格证书 + MBA 高等教育研修结业证书（含 2 年全套学籍档案）

证书说明：证书全国通用、国际互认、电子注册，是提干、求职、晋级、移民的有效依据

学习期限：3 个月（允许工作经验丰富学员提前毕业） **收费标准：**全部学费 1280 元

学校网站：www.mhjj.net **报名电话：**0451-88723232 **咨询邮箱：**xchy007@163.com

颁证单位：中国经济管理大学 **承办单位：**中国教育培训网 美华管理人才学校

全国招生 函授教育 颁发双证 权威有效

第 9 章 工序质量的实时处理技术

9.1 工序诊断调节法

9.1.1 工序诊断调节及其费用函数

为了预防生产工序出现异常，避免出现不良品，人们常常采用按一定时间间隔抽样检验产品，然后根据检测所得质量信息，对工序状态进行诊断。如果通过诊断判定工序状态正常，就维持原状继续生产；如果通过诊断判定工序异常，就停止生产，寻找原因，对工序进行调节使之正常后再继续生产。

上述按一定间隔取样，通过样本观测值的分析、判断，尽快发现异常，找出原因，采取措施，使工序恢复正常的质量控制方法，称之为工序诊断调节法。其中尽快地发现工序状态异常，就是所谓工序诊断；寻找原因采取对策，使工序恢复正常，就是所谓工序调节。

工序诊断调节，包括三个要素：工序、诊断方法和调节方法。三个要素都涉及时间和经济因素。

对于工序来讲，表现时间因素的参数为平均鼓掌间隔，记为 \bar{u} ；表现经济因素的参数为单位不良品引起的损失，记为 A。

对诊断方法来讲，表现时间因素的参数为时滞，一般采用时滞期内产生的不良品数表示，记为 l；表现经济因素的参数为诊断费用，记为 B。

而对于调节方法，表现时间因素的参数为调节时间，记为 t；表现经济因素的参数为调节费用，记为 C。

在工序诊断调节法的实施过程中，若诊断过于频繁，虽然能使工序经常处于正常状态，但同时也带来生产成本的增加；而诊断间隔过长，虽可使生产费用减少，但可能会由于不能及时调节工序而使不良品大量产生，同样增加生产成本。因此，要实施工序诊断调节法，必须解决这样的问题：以多少时间间隔进行一次诊断，才能以最少的诊断调节费用，建立起经济有效的诊断调节系统。

为此，首先建立诊断间隔为 n 个单位产品时的平均单位工序诊断调节费用函数 L。

记

A：单位产品为不良品时的损失。 B：诊断（一次的）费用。

C：调节（一次的）费用；一般可表示为 $C=C_1$ （直接调节费用）+ C_2 （停工损失）。

某期间的产量

\bar{u} ：平均故障间隔，即 $\bar{u} = \frac{\text{某期间的产量}}{\text{该期间的故障次数}}$

l：时滞，即诊断过程中工序所产生的产品数。

则有：

$$L = \frac{B}{n} + \frac{n+1}{2} \cdot \frac{A}{\bar{u}} + \frac{C}{\bar{u}} + \frac{Al}{\bar{u}} \quad (9 \cdot 1 \cdot 1)$$

表达式中各项参数的意义是：

$\frac{B}{n}$ ——单位产品的平均诊断费用。

$\frac{n+1}{2} \cdot \frac{A}{\bar{u}}$ ——平均故障间隔期内，由于出现不良品引起的单位产品平均损失。

$\frac{C}{\bar{u}}$ ——单位产品的平均调节费用。

$\frac{Al}{\bar{u}}$ ——单位产品的平均时滞损失。

上述四项参数除第二项外，均易理解，现分析第二项的导出过程。

由于我们是在每隔 n 个产品才诊断一次，这样某诊断点一旦发现产品为不良品时，可能出现图 9-1 的

n 种情形。

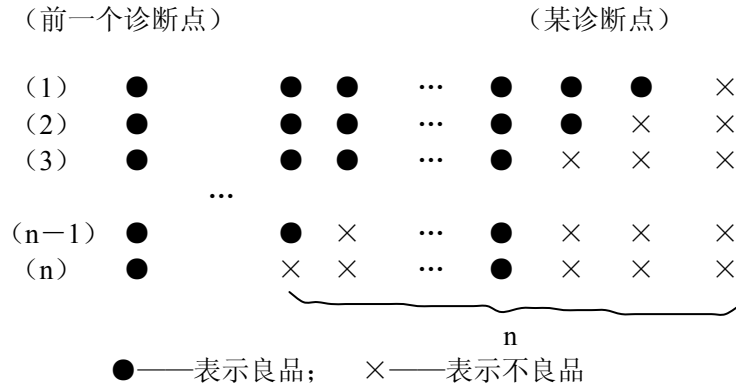


图 9-1

第(1)种情形是恰好在某诊断点开始不正常,故只有一个不良品;第(2)种情况是,在诊断点的前一个产品工序开始不正常,因此有两个不良品;……;第(n)种情况是,在前一个诊断点后,工序就不正常了,故有 n 个不良品。所以,平均来说,在某个诊断点发现产品为不良品时,在诊断间隔为 n 个单位产品中有:

$$\frac{1+2+\cdots+n}{n} = \frac{n+1}{2} \quad (\text{假设各种情况出现的概率相等})$$

个不良品。由此带来的损失是 $\frac{n+1}{2}A$, 而平均每 \bar{u} 个产品才出现一次故障,故每个产品所摊分到损失是 $\frac{n+1}{2} \cdot \frac{A}{\bar{u}}$ 。

9.1.2 最宜诊断间隔的确定

由(9·1·1)式知, L 是 n 的非线性可微函数(把 n 看作正实数),通过求导容易求得使 L 达到极小

的 n 。(令 $\frac{dL}{dn} = 0$, 即

$$\frac{dL}{dn} = -\frac{B}{n^2} + \frac{1}{2} \frac{A}{\bar{u}} = 0$$

得:

$$n = \sqrt{\frac{2\bar{u}B}{A}} \quad (9 \cdot 1 \cdot 2)$$

如果再考虑一些有关细节,可得出最宜诊断间隔 n 的更为恰当的公式

$$n = \sqrt{\frac{2(\bar{u}+l)B}{A-C/\bar{u}}} \quad (9 \cdot 1 \cdot 3)$$

在后面的讨论中,我们均使用式(9·1·3)。

9.1.3 工序诊断调节的实施

1. 确定调节界限

要对工序实施诊断调节法,首先必须明确调节的界限,调节界限的确定可用如下两种方法:

(1) 公差法

若已知质量特性的标准中心值或目标值为 m , 公差 δ , 则上、下调节界限可取为

$$m \pm \left(\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}\right) \hat{\delta} \quad (9 \cdot 1 \cdot 4)$$

(2) 标准偏差法

对于以 m 为标准中心值或目标值的质量特性 y , 记它的 N 个观测值为 y_1, y_2, \cdots, y_n , 则上、下调节

界限可取为：

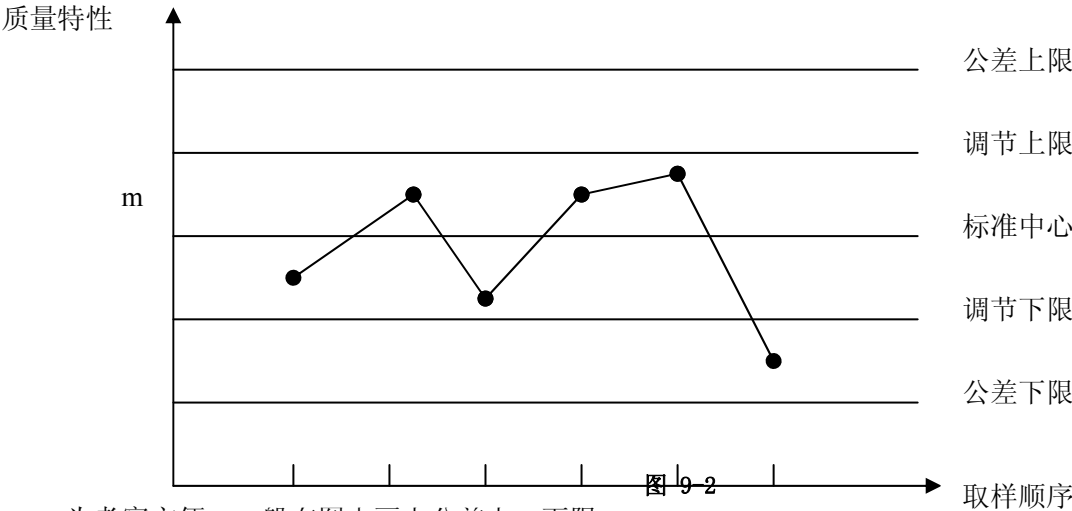
$$m \pm 2\hat{\delta}$$

$$\hat{\delta} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - m)^2}$$

其中

2. 作图

为了充分利用时间序列信息及直观方便，常通过描点作图对取样进行分析。以质量特性为纵坐标，取样顺序号为横坐标，建立坐标系。在纵坐标的 m 处画一条平行于横坐标的射线——标准中心值的位置线，再以该射线为中心等间隔地标出调节上限与下限。如图 9-2 所示。



为考察方便，一般在图中画上公差上、下限。

3. 诊断与调节

根据最宜诊断间隔 n ，取样检测，在图 9-2 上进行描点，前后点用实线连接。是否要调节的判断准则是：

- (1) 如果样本的观测值超出公差界限，则马上停止生产，寻找原因，并进行调节。
- (2) 如果样本观测值超出调节界限，但未超出公差界限，应在继续生产中追查原因，采取措施，调节工序，使质量特性值稳定在标准中心值或目标值上。
- (3) 如果样本观测值虽然处在调节界限之内，但出现倾向性的分布：
 - ① 点子远离标准中心，有上升或下降倾向。
 - ② 电子连续分布在标准中心线的一侧（上侧或下侧）。
 - ③ 连续三点有两点靠近调节界限。

则应在继续生产中追查原因，采取调节措施消除倾向性。

对于情况 (2)、(3) 发出的调节信息，是否可靠必须结合经验加以判断。为慎重起见，也可以采取重复或缩短诊断间隔取样诊断，以排除偶然因素影响。若所获得的信息仍为调节信息，则必须采取措施加以调节。

4. 不良品的筛选

在工序诊断和调节过程中，在某一个诊断点发现不良品，在寻查原因的同时，要把不良品按下述的方法筛选出来。

(1) 逆向筛选法

当某一诊断点发现不良品时，应按反工艺流程顺序，进行全数检查筛选，直到出现良品为止。

(2) 分段筛选法

设诊断间隔为 n ，加工品按加工顺序堆放，第 I 个诊断点上为良品，第 $i+1$ 个诊断点上为不良品，则

- ① 取 $0 \sim n$ 间的第 $\frac{n}{2}$ 个加工品进行检测，如判为良品，则 $0 \sim \frac{n}{2}$ 之间的加工品全判为良品，并转入②，

否则对 $0 \sim \frac{n}{2}$ 间实施分段筛选。

②取 $\frac{n}{2} \sim \frac{3n}{4}$ 之间的第 $\frac{3n}{4}$ 个加工品进行检测，若判为良品，则 $\frac{n}{2} \sim \frac{3n}{4}$ 之间的加工品全判为良品，并转

入③，否则对 $\frac{n}{2} \sim \frac{3n}{4}$ 间实施分段筛选。

③取 $\frac{3n}{4} \sim n$ 之间的第 $\frac{7n}{8}$ 个加工品进行检测，……

如此进行下去，加工品数逐步减少，直到没有再实行分段的经济价值或某段加工品全部报废为止。

9.1.4 工序诊断调节要素的优化

工序诊断调节要素的优化主要是考察在保证质量的前提下，如何进一步降低工序诊断调节费用的问题。

根据式 (9.1.1) 知费用函数 L 与工序、诊断方法、调节方法三个要素的时间因素及经济因素密切相关，它们不但对 L 有直接影响，而且通过最宜诊断间隔 n 对产生间接影响。因此可通过改变 A 、 B 、 C 、 \bar{u} 、 l 的大小，再借助于式 (9.1.3) 来降低 L 的大小。具体的措施有：

1. 工具的定期更换

在工模夹具及设备的构成零件尚未发生破损之前，就按事先规定的间隔期限，把可能引起工序故障的零件用新的代换。采用这种办法，可是平均故障间隔 \bar{u} 变大，从而达到降低 L 的大小。

2. 采用高可靠性工具

使用高可靠性工具有利于减少故障率，从而使 U 增大。当然采用高可靠性工具，会增加工具费用，故是否采用高可靠性工具得根据采用前后费用 L 大小变化情况进行综合考虑。

3. 改进不良品的处理方式

通过对不良品处理方式的改进，可以减少不良品的损失大小 A ，从而达到降低 L ，起到优化的作用。从管理技术的角度看，改进的措施有采取翻修、回收、降价销售等。

4. 提高诊断效率及优选诊断时机

通过提高诊断效率和改进诊断方法，可改变 B 与 l 的大小，从而降低 L 的大小。

5. 工具备用法

采取备用机器或备用模具的措施，可以改变 C_1 、 C_2 的大小，即影响 C 的大小，从而达到降低 L 的目的。当然这种措施是否可行仍需综合考虑。

6. 采用自动诊断调节装置

自动诊断调节装置是指在工序发生异常变化时，使工序自动停工，在把信息显示给人们的同时，进行自动调节，使工序恢复正常状态的装置，采用自动诊断调节装置可以减少不合格品数，降低停工损失等。当然采用这种装置的同时也得通过比较采用前后 L 值的大小，来进行决定。

例 9-1 已知在气缸体钻孔工序中，钻头的平均故障间隔为 $\bar{u}=2000$ 件，工序诊断调节参数 $A=80$ 元， $B=4$ 元， $C=200$ 元， $l=1$ 件。

由最宜诊断间隔公式 (9.1.3) 知

$$n = \sqrt{\frac{2(\bar{u} + l)B}{A - C/\bar{u}}} = \sqrt{\frac{2 \times (2000 + 1) \times 4}{80 - 200/2000}} = 14.15 \approx 15 \quad (\text{件})$$

$$L = \frac{B}{n} + \frac{n+1}{2} \cdot \frac{A}{\bar{u}} + \frac{C}{\bar{u}} + \frac{Al}{\bar{u}}$$

$$= \frac{4}{15} + \frac{15+1}{2} \times \frac{80}{2000} + \frac{200}{2000} + \frac{1 \times 80}{2000}$$

$$= 0.727 \quad (\text{元})$$

为了保持工序处于稳定状态，现决定在加工到 1500 个气缸体时，提前更换钻头，此时的更换费用 $C'=180$ 元（更换的是一组钻头，而非一支钻头）。另设钻头加工到 1500 个气缸体之前，发生故障的概率为 2%，则采用定期更换钻头后平均故障间隔为

$$\bar{u} = \frac{1500}{0.02} = 75000 \quad (\text{个})$$

最宜诊断间隔为

$$n = \sqrt{\frac{2 \times (75000 + 1) \times 4}{80 - 200 / 75000}} = 86.6 \approx 87$$

对应的工序诊断调节费用为

$L = (\text{定期更换费用}) + (\text{诊断调节费用})$

$$\begin{aligned} &= \frac{180}{1500} + \left(\frac{4}{87} + \frac{87+1}{2} \times \frac{80}{75000} + \frac{200}{75000} + \frac{1 \times 80}{75000} \right) \\ &= 0.12 + 0.046 + 0.047 + 0.0027 + 0.0011 \\ &\approx 0.217 \end{aligned}$$

由 $\Delta L = 0.727 - 0.217 = 0.51$ (元), 知采用定期更换是可行的, 能带来经济效益。

例 9-2 设某工序采用人工诊断调节间隔参数为: $A=10$ 元; $B=20$ 元; $C=200$ 元; $l=30$ 件; $\bar{u}=4000$ 件 则

$$n = \sqrt{\frac{2 \times (4000 + 30) \times 20}{10 - 200 / 4000}} = 127.28 \approx 127$$

$$\begin{aligned} L &= \frac{20}{127} + \frac{127+1}{2} \times \frac{10}{4000} + \frac{200}{4000} + \frac{30 \times 10}{4000} \\ &= 0.4425 \end{aligned}$$

另设自动诊断调节装置的单价为 θ 元 / 台; 年度使用费用 (包括利息、折旧、运转费等) 为 0.5θ 元 / 台; 年产量为 120000 件; 显然单位产品平均的诊断调节费用 $C_{\text{自}} = 0.5\theta / 120000$ 。根据假设 $n=1, l=0$; 故

$$L_{\text{自}} = \frac{0.5\theta}{120000} + \frac{1+1}{2} \times \frac{10}{4000} = \frac{0.5\theta}{120000} + 0.0025$$

采用自动调节装置有意义, 其前提是: $L_{\text{自}} < L$, 即采用自动诊断调节装置的经济界限为

$$\frac{0.5\theta}{120000} + 0.0025 < 0.4425$$

解得

$$\theta < 105600$$

故当自动诊断调节装置的单价低于 105600 元 / 台时, 采用这种装置能带来经济效益。

9.2 检验与处理

检验与处理主要是针对工序的活动结果——产品来进行的。

检验, 是指通过测量、试验、测定或其他方法将产品的性能与技术规范对比的过程。符合规范则判为合格品, 不符合规范则判为不合格品。

处理, 是指对判为不合格的产品, 采用返修、返工、废弃、降价处理等对策的过程。

检验和处理的根本目的在于提高出厂产品的质量, 减少产品出厂给用户带来的损失。

检验与处理的另一方面也增加了企业的生产成本, 因此必须从综合社会经济效益来考虑要不要进行检验与处理, 以及采用何种方式综合效益最好。本节将根据生产过程中不良品发生类型, 间歇型不良与连续型不良, 分别考察以上问题。

9.2.1 临界不良率的计算

间歇型不良是指生产过程中不合格产品的出现是时断时续的。若设不合格率为 P , 此时所关心的是采用合格出厂有利还是不检验直接出厂有利。

记单位产品的检验费用为 B 元; 检验判为不合格的单位产品给企业造成的平均损失为 A 元; 单位不合格品出厂给用户造成的平均损失为 A_0 元, 在检验为百分百正确的情况下, 不检验直接出厂单位产品给用户造成的损失为:

$$L_1 = A_0 P \quad (9 \cdot 2 \cdot 1)$$

经全数检验处理, 单位产品给企业增加的平均费用为

$$L_2 = B + AP \quad (9 \cdot 2 \cdot 2)$$

全检要有意义，其前提是：

$$L_2 < L_1, \text{ 即 } A_0 P > B + AP$$

因此可得

$$P > \frac{B}{A_0 - A} \quad (9 \cdot 2 \cdot 3)$$

称

$$P_b = \frac{B}{A_0 - A} \quad (9 \cdot 2 \cdot 4)$$

为临界不良率。

例 9-3 设机床出厂每台的检验费为 50 元；发生不合格品后进行返修、换件、重检等平均每台损失为 120 元，不合格品直接出厂平均每台给用户造成的损失为 800 元，若工序出现不良品现象属间歇型，则

$$P_b = \frac{B}{A_0 - A} = \frac{50}{800 - 120} = 0.0735 = 7.35\%$$

当机床的不合格率为 2% 时，显然直接出厂有利。

在检验非百分百正确的情况下（这种情况下普遍存在），导出 P_b 的公式稍复杂。首先要弄清故障单位、检验单位与处理单位三者之间的关系。

故障单位是指使用时要求保证质量的基本单元。如一只灯泡，一双鞋等。

检验单位是指进行检验的基本单元。如一匹布、一箱饮料等。

处理单位是指经检验被判为不合格品而应加以处理的基本单元。如一台机床，一批饮料等。

记故障单位为 a ，检验单位为 b ，处理单位为 C ，则三者存在如下的广义数量关系：

$$a \leq b \leq C$$

记

A_0 —单位不合格品在使用中发生故障引起的平均损失。

B —单位产品的平均检验费。

P —不合格品率。

γ_1 —漏检率，即检验时把不合格品判为合格的数目除以检验后定为合格品的数目。无此数据时，表明 $\gamma_1 = 0$ 。

A —检查单位经检验发现为不合格品时的平均损失。

γ_2 —错检率，即检验时把合格品判为不合格品的数目除以检验后定为不合格品的数目。无此数据时，表明 $\gamma_2 = 0$ 。

$L_{\text{有}}$ —产品经检验出厂时的损失函数。

$L_{\text{无}}$ —产品无经检验直接出厂时的损失函数。

N —产量。

现讨论 a 、 b 、 c 三种典型关系的临界不良率 P_b 的导出公式。

(1) 当 $a=b=c$ 时

$$L_{\text{无}} = [N(4-P)\gamma_1 + NP(4-\gamma_2)]A_0 \quad (9 \cdot 2 \cdot 5)$$

$$L_{\text{有}} = NB + N(4-P)\gamma_1 A_0 + NPA \quad (9 \cdot 2 \cdot 6)$$

由 $L_{\text{无}} = L_{\text{有}}$ ，可得

$$P_b = \frac{B}{(1-\gamma_2)A_0 - A} \quad (9 \cdot 2 \cdot 7)$$

式 (9·2·7) 的经济意义是：当检验造成企业生产成本越大，即 B 、 A 越大，此时还是直接出厂有利。当出错率 γ_2 越大， P_b 也越大，即 P 大些也可以直接出厂，这与实际情况相吻合，而 P_b 与 γ_1 无关。表明当 γ_1 较大时，还是直接出厂好，因为此时检验是无效益的。

至于 (9·2·5)、(9·2·6) 两式出现 γ_1 及 γ_2 ，这是因为 P 一般是根据以往检验结果进行估算。

(2) 当 $a=b<C=N$ 时

在医药、化工、小件热处理、表面处理等产品的质量检验中，这种情况时常发生。此时，检验若发现有一件不合格品，一般是整批再处理或废弃。

显然有

$$L_{\text{无}} = [N(4-P)\gamma_1 + NP(4-\gamma_2)]A_0 \quad (9 \cdot 2 \cdot 8)$$

$$L_{\text{有}} = NA \quad (9 \cdot 2 \cdot 9)$$

由 $L_{\text{无}} = L_{\text{有}}$, 得

$$P_b = \frac{A - \gamma_1 A_0}{(1 - \gamma_1 - \gamma_2) A_0} = \frac{\frac{A}{A_0} - \gamma_1}{1 - \gamma_1 - \gamma_2} \quad (9 \cdot 2 \cdot 10)$$

式 (9 · 2 · 10) 表明当 $A_0 \gg A$ 时, 应加强检验工作。

例 9-4 设进行破坏性检验时, 每件产品的平均检验费 $A=500$ 元, 使用中有一件产品发生故障, 就要损失 10000 元, 则

$$P_b = \frac{\frac{A}{A_0} - \gamma_1}{1 - \gamma_1 - \gamma_2} = \frac{500}{10000} = 5\%$$

结果表明, 当 $P > 5\%$ 时, 产品不出厂比出厂有利。

(3) 当 $a < b = C$ 时

如布匹在使用时, 剪成一米一块, 那么每米布就是保证单位, 每匹即为检验单位。

设每一个检验单位有 R 个质量保证单位 (即 $R = \frac{b}{a}$), 经检验判定的合格品中, 发生故障的平均比例为 K_1 , 判定的不合格品中, 发生的故障的平均比例为 K_2 , 则对 N 个检验单位来讲, 有

$$L_{\text{无}} = N(1 - P)RK_1A_0 + NPK_2A_0 \quad (9 \cdot 2 \cdot 11)$$

其中 RK_1 表示判为和品的检验单位中, 发生故障的单位产品数目, RK_2 意义可同样说明。

又

$$L_{\text{有}} = NB + N(1 - P)\gamma_1 A_0 + NPA \quad (9 \cdot 2 \cdot 12)$$

由 $L_{\text{无}} = L_{\text{有}}$, 得

$$P_b = \frac{B/A_0}{RK_2 - A/A_0} = \frac{B}{A_0RK_2 - A} \quad (9 \cdot 2 \cdot 13)$$

式 (9 · 2 · 10) 表明, 被判为不合格的检验单位若利用率较高时, 可采用不检验直接出厂, 这与实际情况相吻合。

例 9-5 设每卷合金铝板, 可冲压成 2000 个零件, 故障单位按每个冲压件计算, 以一卷为检验单位。判定为不合格的成卷铝板, 采用降价处理。已知 $A_0=40$ 元, $B=30$ 元, $A=3000$ 元; 通过 20 卷合格铝板与 6 卷不合格铝板进行实验, 估算得 $K_1=1.01\%$, $K_2=9.9\%$ 。

由假设知 $R=2000/1=2000$, 故

$$P_b = \frac{B}{A_0RK_2 - A} = \frac{30}{2000 \times 9.9\% \times 40 - 3000} = 0.0061 = 0.61\%$$

结果表明, 当合金铝板的不合格率 $P < 0.61\%$ 时, 可不检验直接出厂。

9.2.2 抽样挑选检验

对于连续型不良的检验与处理, 一般是采用抽样挑选检验法。

所谓抽样挑选检验, 就是按一定间隔来检验工序所生产的产品, 作出合格与不合格的判断。如果判为不合格, 则进一步检验抽样点前后的产品, 挑出并剔除其中的不合格品, 以防止不合格品流入后道工序或出厂, 保证产品的出厂质量。

根据产品出现不良的性质和抽样挑选检验的特点, 本段主要回答下面两个问题:

1. 产品出厂要不要进行抽样挑选检验, 其界限是什么?
2. 需要进行抽样挑选检验时, 使总损失最少的最宜抽检间隔是多少?

首先回答第二个问题, 记

A —单位不合格品的平均损失。

B —一次抽检的平均费用。

A_0 —不合格品给用户造成的平均损失。

\bar{P} —剔除不合格品前的不合格品率, 可用下式估计。

$$\bar{P} = \frac{\text{某一期期间的不合格品数 (件)}}{\text{某一期期间抽检总次数 (件)}}$$

y —发生一次不合格品时的平均不合格品量 (即不合格品连续产生的平均持续量), 为保证抽检有意义,

一般要求 $y > 5$ 。

则最宜抽检间隔 n 可由下式求出

$$\begin{cases} 1 - e^{-x} \left(1 + x + \frac{1}{2} x^2 \right) = \frac{B}{2(A_0 - A)y\bar{P}} \\ n = yx \end{cases} \quad (9 \cdot 2 \cdot 14) \quad (9 \cdot 2 \cdot 15)$$

其中 x 为参数，由已知 $\frac{B}{2(A_0 - A)y\bar{P}}$ 值，通过查计算表 9-1 求得。

例 9-6 已知 $A=120$ 元， $A_0=500$ 元， $y=30$ 件， $B=160.1$ 元， $\bar{P}=0.01$ ，则

$$\frac{B}{2(A_0 - A)y\bar{P}} = \frac{160.1}{2 \times (500 - 120) \times 30 \times 0.01} = 0.702$$

由表 7-1 知，对应于 0.702 的 x 值约等于 4，故最宜抽检间隔为：

$$n = yx = 30 \times 4 = 120 \text{ (件)}$$

对于第一个问题，不检直接出厂意味着 $n = \infty$ ，由于 y 为有限数，故 $x \rightarrow \infty$ ，由于

$$1 - e^{-x} \left(1 + x + \frac{1}{2} x^2 \right) < 1$$

故
$$1 - e^{-x} \left(1 + x + \frac{1}{2} x^2 \right) \rightarrow 1 (x \rightarrow \infty)$$

再根据 $(9 \cdot 2 \cdot 14)$ 式，可得临界不良率 \bar{P}_b 满足

$$\frac{B}{2(A_0 - A)y\bar{P}_b} = 1$$

即：

$$\bar{P}_b = \frac{B}{2(A_0 - A)y} \quad (9 \cdot 2 \cdot 16)$$

当不合格品率 $\bar{P} < \bar{P}_b$ 时，则不检直接出厂有利，当 $\bar{P} > \bar{P}_b$ 时，则抽样挑选检验有价值。

例如，有例 6 知

$$\bar{P}_b = \frac{B}{2(A_0 - A)y} = \frac{160.1}{2 \times (500 - 120) \times 30} \approx 0.00702$$

由于 $\bar{P} = 0.01 > 0.00702 = \bar{P}_b$ ，故进行抽样挑选检验是有意义的。

表 9-1 计算表

| x | $\frac{B}{2(A_0 - A)y\bar{P}}$ | F | x | $\frac{B}{2(A_0 - A)y\bar{P}}$ | F |
|-----|--------------------------------|----------|-----|--------------------------------|-------|
| 0.1 | 0.000155 | 0.000164 | 1.5 | 0.191 | 0.281 |
| 0.2 | 0.00115 | 0.00121 | 1.6 | 0.217 | 0.327 |
| 0.3 | 0.00360 | 0.00389 | 1.7 | 0.243 | 0.376 |
| 0.4 | 0.00793 | 0.00877 | 1.8 | 0.270 | 0.428 |
| 0.5 | 0.0140 | 0.0163 | 1.9 | 0.296 | 0.483 |
| 0.6 | 0.0231 | 0.0269 | 2.0 | 0.323 | 0.541 |
| 0.7 | 0.0341 | 0.0408 | 3.0 | 0.577 | 1.249 |
| 0.8 | 0.0474 | 0.0581 | 4.0 | 0.762 | 2.110 |
| 0.9 | 0.0628 | 0.0791 | 4.6 | 0.837 | 2.666 |
| 1.0 | 0.0803 | 0.104 | 4.7 | 0.848 | 2.761 |
| 1.1 | 0.0996 | 0.132 | 5.0 | 0.875 | 3.407 |
| 1.2 | 0.121 | 0.164 | 6.0 | 0.938 | 4.020 |

| | | | | | |
|-----|-------|-------|-----|--------|-------|
| 1.3 | 0.143 | 0.199 | 7.0 | 0.9704 | 5.008 |
| 1.4 | 0.167 | 0.238 | 8.0 | 0.9863 | 6.003 |

复习思考题

- 什么叫工序诊断调节法？
- 工序诊断调节的三个要素是指什么？
- 最宜诊断间隔的含义指什么？一般如何确定？
- 工序调节的判断准则是什么？
- 不良品的筛选方法有哪些？
- 工序诊断调节要素的优化方法有哪些？
- 已知锻压工序的有关工序诊断调节参数为 $A=30$ 元, $B=5$ 元, $l=1$ 件, $k=10$ 元/分钟。锻模故障会导致工序出现不良品, 设锻模出现的故障性质可分为两类: 其一只需要调整锻模, 此时的停工时间 $t_1=10$ 分钟, 直接调节费用 $C_{11}=30$ 元, $\bar{u}_1=200$ 件; 其二是需修理锻模 (必须拆下并重装), 此时停工时间 $t_2=400$ 分钟, 直接调节费用 $C_{12}=500$ 元, $\bar{u}_2=5000$ 件。试求最宜诊断间隔及其对应的费用。
(提示: 锻压工序的平均故障率等于两种不同性质故障的故障率之和, 由故障率求锻压工序的平均故障率; 根据该工序两种不同性质故障的故障率加权求出平均单位产品的调节费用 C_0 。)
- 为缩短锻压工序的调节时间, 拟实施锻模备用方案。假设锻模价格为 1500 元/件, 年利率为 10%, 年保管费为 45 元/件, 更换锻模的停工时间为 $t_2=10$ 分钟, 锻压工序的年产量为 5000 件。试分析备用锻模方案的可行性。(提示: 需要考虑单位产品锻模备用费)
- 某纺织厂气流纺纱车间, 一位挡车工看管 2 台气流纺纱机, 共计 400 锭。纺 21 支纯棉纱时, 单产 12.11 公斤/千锭时, 而纱的售价为 4.067 元/公斤。假设挡车工的日平均工资为 1.91 元, 工作是进行巡回和接断头, 巡回一次平均为 6 分钟。另设每个纱锭每班的产量为 21456 米, 一个纱锭停止运转一班的损失 (由利润、折旧、运行成本等带来的损失) 约为 0.521 元, 纱的断头率为 100 个/千锭时, 接一次断头需要 6 秒钟, 而包括纱的损耗在内的损失约为 0.016 元。现以一米为单位产量, 试求:
 - 每个挡车工的最宜看管锭数;
 - 设可以对 5000 锭进行自动接头的一套装置的价格为 y 元, 使用该装置一年的总费用为 $0.5y$ 元, 一年工作 306 天, 那么自动接头装置的价格为多少时使用该装置是可行的? (提示: 对每个特定的锭子而言, 巡回到它的面前看它一眼即为诊断, 接断头即为调节。)
- 已知某产品的不合格率为 0.10%, 生产的不合格品出厂后平均每件带来的损失 $A_0=80$ 元, 月产量 40000 个。若人工检查, 检查费为 5 分/个, 检查出的不合格品进行返修或报废处理, 平均每个损失为 $A=20$ 元, 试问:
 - 产品出厂前设检查工序得失如何?
 - 如果采用自动检查装置进行检查, 该装置的价格 X 为多少元时采用才合适? (已知自动检查装置每年使用费为 $0.5X$ 元)
- 设某产品的加工过程属于连续型不良, 已知 $A_0=400$ 元, $A=100$ 元, $B=120$ 元, $y=50$ 件。试求其临界不良率。
- 已知在汽缸体钻孔工序中, 钻头的平均故障间隔为 $\bar{u}_1=1000$ 件, 其它参数为 $A=100$, $B=5$, $C=100$, $l=0$ 。试求其最宜诊断间隔及其对应的平均单位产品工 \bar{u} 件调节费用。
- 某自动电焊机焊接制品时, 由于焊接端子的摩擦或 \bar{u} 粒而产生故障导致不合格品, 假设每个不合格品的平均损失为 1 元。为发现焊机故障, 每隔一定间隔诊断一次, 诊断方法是把焊成的制品拿到实验室, 观察焊接部位, 测量抗拉强度, 以此来判断焊接是否正常。每次的诊断费为 $B=1.2$ 元, 时滞为 $l=30$ 个。机器发生故障时的调节费为 $C=40$ 元。另知过去两个月中共焊接制品 84000 个, 其中发生 16 次故障。现拟改进诊断方法, 即在生产现场利用超生波对焊接处进行检查。已知此诊断方法对应的参数 $B=0.8$ 元/个, $l=2$ 个。问此改进方法是否可行?

[技能练习]

一、训练目的与要求

通过训练，使学生懂得优化的方法并会进行优化选择。

二、训练过程与结果

提供练习题，由学生先独立完成，然后根据学生做的结果进行讲评。

实例：

【例一】见教材例 9-1 。

【例二】见教材例 9-2 。

【例三】见教材例 9-3 。

【例四】见教材例 9-4 。

【例五】见教材例 9-5 。

【例六】见教材例 9-6 。

第 10 章 统计过程控制技术

10.1 统计的思考方法

10.1.1 统计的思考方法

优质产品是遵循着产品形成的客观规律的。而其中一条很重要的规律是质量永远是分散波动的。为了掌握这个分散波动规律，必须重视数据的收集、分析，用统计分析方法来分析质量波动的规律。为了进行质量经营，我们首先要理解它的思考方法。在这里，我们是从质量经营的角度来看统计的思考方法（思路）。这个统计思考方法，使用于科学、技术、企业、医疗等领域。

我们进行质量经营，大致可分为质量的计划，质量计划的实现和保持这三个阶段。要有效进行这项活动，不但是依据我们自己的思考，重要的是合理地选取反映客观事实的数据，用统计的方法把它们加以适当的归纳和整理，取得情报，根据这个情报来指挥活动。也就是说在质量经营中，来源于反映事实的观察方法和思考方法是很重要的。如果根据统计理论明白了计算方法，结果的解释方法，就可充分而灵活地使用它。我们把它归纳为这十六个字：选取数据，归纳整理，取得情报，指挥行动。这就是统计的思考方法。这十六个字也可分为三个阶段：选取数据，即取样；归纳整理，即以样本推断总体，取得情报；指挥行动，即得出规律指挥行动。

10.1.2 总体和样本

我们在进行质量经营时，把要研究的对象的全体叫总体。总体的一部分叫样本。完全观测总体，在多数场合无论在物理上还是经济上都是办不到的。因此，我们宁可观测样本，而是从总体当中选取代表总体的样本，样本又叫试样。对这个样本进行观察，取得数据，随之将此数据加以整理归纳，取得关于总体的情报，再与早已得到的情报加以研究，确定出它的意义，从而对总体采取措施。图 10-1 所示为总体与样本的关系。

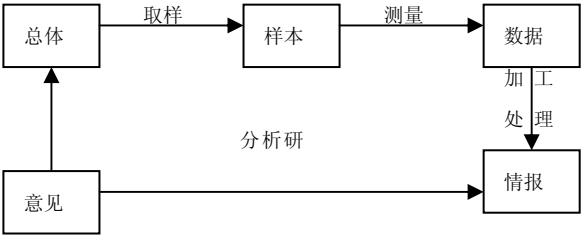


图 10-1 总体与样本的关系

样本有随机样本和有意义样本，这是我们取得的样本中性质完全不同的二种。它们在观察和测量阶段并没有不同之处，而在应该观测和应测量的样本的选择方法上，在从选出的样本里估计方式上以及在评定其估计精度方法上有着本质的不同。

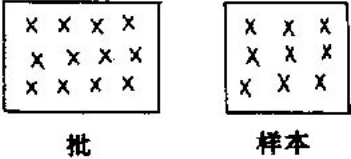
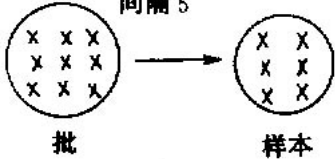
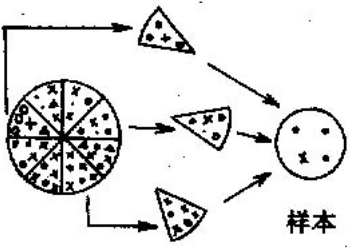
有意义样本是根据学术理论、经验知识从总体中取出认为是具有代表性的对象。在相当清楚总体的性质的场合，有意义样本可以得到好的结果，但不能客观评价取样的差异，同时，如果参进调查者的主观意识，势必导致只能代表总体的一部分，样本的数量增加，也未必使其代表性增加。

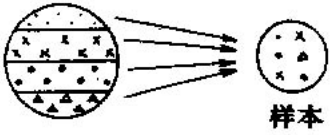
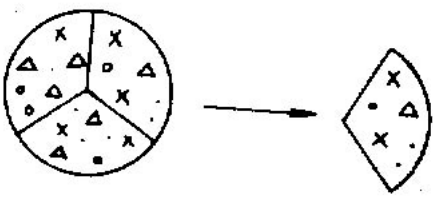
取样调查有三种类型：

- ①社会调查（国情调查及舆论调查）：其对象是人，社会团体；
- ②市场调查（满足用户程度调查及初期试销品调查等）：对象有人又有物；
- ③产品调查：主要对象是物。

在进行调查取样时，除了知道调查票据样式，面谈方法和测定方法，还要知道合理样本的选取方法。关于取样方法，我们为表 10-1。

表 10-1 样本选取方法

| | 种 类 | 特 征 |
|--------|--|--|
| 随机取样 | <p>单纯随机取样</p>  <p>批 样本</p> | <p>关于总体,即便是没有能够作出子批的技术情报,也可以采用所有部分以同样机会的取样方法来当作随机样本的取样。</p> |
| | <p>系统取样 抽取 1/5 间隔 5</p>  <p>批 样本</p> | <p>比单纯随机取样简单,但是,总体如果有周期性变化,取样会有偏于一方的现象,此点务请注意。</p> |
| 批的分割取样 | <p>二段取样</p>  <p>第一段取样 样本</p> | <p>随机取样方法受到了地点和货物形态的限制,或取样要多花钱时,或比较困难时适用此法。但与随机取样法比较,精确度低,此点应予以注意。</p> |

| | | |
|--------|--|---|
| 批的分别取样 | <p>分层取样</p>  <p>分层后的批</p> | <p>总体如果能分出几层来(使层内分散性小),它同随机取样法相比样本数量小,但可以得到同样的精确度。</p> |
| | <p>等分取样</p>  <p>批的各部分之间的差距不大</p> <p>取一个等分作为其全体的样本</p> | <p>等分取样和分层取样相反,是把等分内的分散性搞得大些,也就是把层内作出尽可能不均匀的子批量抽样量少,却可以得到良好精确度。</p> |

10.1.3 特性和原因的数据

我们取得的数据可分为两类：一类是反映经过一些活动而得到的成果，即广义上的特性数据；一类是反映产生结果的状态及条件的数据，即原因数据。一般，把能成为评价质量的特征称之为“质量特性”，表示质量特性的数据称之为“特征值”。

1. 表示质量特性的数据

(1) 关于(狭义)质量的质量特性：性能、强度、尺寸、外观、公差、错件数量、寿命、可靠性、修理所需时间、废品率、回修率、保证期、包装、赔偿件数(件/台)、生产月份、集中统计月份等。

(2) 关于数量的质量特性：产量、销售量、半成品量、废品量、效率、工时、工作时间、加班时间、机器运转率、交货期、生产完成情况等。

(3) 关于成本的质量特性：成本、原料费、销售价格、加工费、回收工时、工时、废品率、产量、加班时间、机器运转率等。

从上面可以看出，关于质量、产量、成本的质量特性是相互联系的。

2. 表示原因的数据

(1) 人：商品知识、熟练程度、教育程度、销售技术。

(2) 机械装置(设备、工具)：机械和设备种类、定期保养后的经过天数、处理后的经过天数、工具的种类、刀具砂轮的商标等。

(3) 方法(技术条件和操作方法)：不同的操作方法、传速、压力、进给量、温度、流量等。

(4) 原材料：原材料的商标、原料的水分、杂质、原料的纯度、材料及零件的交货单位等。

(5) 取样和测量方法：取样方法、取样时间、取样间隔等，测量法的种类、使用的测量仪器等。

(6) 环境条件：光照时间、室温湿度、气候、昼夜区分、照明的亮度等。

10.1.4 数据的特征值

我们所得的数据都是分散的，要经过整理，得出表示集中程度和分散程度的特征量。集中程度的特征量，我们是用平均数来表示。分散程度的特征量用标准差来表示。标准差，也叫方差，符合如下表 10-2 示：

表 10-2

| | | |
|--|----|----|
| | 总体 | 样本 |
|--|----|----|

| | | |
|----------|-------------|--------------------------------|
| 集中程度的特征量 | 平均值 μ | \bar{X} 值 (平均值) |
| 分散程度的特征量 | 方差 σ | S (标准偏差) \sqrt{V} (无偏方差的平方根) |

它们的计算公式如下：

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N},$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \mu)^2}{N}},$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

$$\sqrt{V} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}},$$

$$R = X_{\text{最大}} - X_{\text{最小}}$$

10.1.5 分散性与管理状态

产品质量分散性有两类：一类是允许的分散性，这是因为现代技术还不能控制所造成的。造成允许的分散性的原因叫偶然原因或不可避免的原因。另一类是不允许的分散性或异常分散性，产生这种分散性的原因叫系统原因或可避免的原因。由于这两类原因，产品仍然存在两种分散误差，由偶然原因引起产品质量的分散误差大体上服从正态分布。它是有控制的分散，具有只限于有控制分散的工艺状态叫管理状态或稳定状态。反之，状态一旦发生异常，就会发生较大的工艺误差，这种异常的分散叫做失去管理的分散，其工艺状态叫做失去管理的状态。

10.1.6 统计判断的两种错误

我们从现场所取得的数据是不一样的、分散的，必须用统计的方法进行整理。为此，有必要事先了解概率这个概念。

所谓概率，就是一事物出现的可能性。如两个小孩玩硬币，出现正面就算赢，仍一次出现正面的可能

性是 $\frac{1}{2}$ ，连续仍五次，全出现正面的可能性也就是 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{32}$ ，其概率也就是 $\frac{1}{32} \approx 0.03$ 。

我们对经过整理的数据进行判断，有一种情况，是把真的判为假的，这种错判我们称为第一种措施。相反，把假的判为真的，我们称为第二种错误。我们在实践中有犯两种错误的可能性，同时，又必须找出具体解决方法。同时避免两种措施是不可能的，一般是控制犯两种措施的概率使他们造成的损失最小。

10.1.7 数字的修约规则

1. 有效位数

(1) 样本的平均值 \bar{X} 的有效位数按表 10-3 的标准确定：

表 10-3 \bar{X} 的有效位数的确定标准

| 测量值的测量单位 | 测量值的个数 | | |
|--------------|--------|---------|----------|
| 0.1, 1, 10 等 | | 2~20 | 21~200 |
| 0.2, 2, 20 等 | <4 | 4~40 | 41~400 |
| 0.5, 5, 50 等 | <10 | 10~100 | 101~1001 |
| \bar{X} 位数 | 和测量值相同 | 比测量值多一位 | 比测量值多两位 |

(2) S、 \sqrt{V} 、R 有效数字取 3 位。

2. 数字的园整

有效数字 N 位园整时，把 (N+1) 位的数值进行四舍六入，当 (N+1) 位是 5 时，N 位的数字如果是偶数就舍，如果 N 位数是奇数就进位。

例：1.26→1.3 (六进一位)；

1.24→1.2 (四舍掉)；

- 1. 15→1. 2（五前面一位是 1，为奇数，所以进一）；
- 1. 25→1. 2（五前面一位是 2，为偶数，所以舍掉）。

10. 2 控制图法

10. 2. 1 控制图的作用

控制图是对过程质量加以测定、记录并进行控制管理的一种用统计方法设计的图。运用它进行过程分析和判断过程质量是否稳定，有无异常原因的方法称控制图法。它有适用于全控过程使用的休哈特控制图及适用于选控过程使用的张公绪控制图。前者是后者的特例。它的作用有：

1. 判断过程质量的稳定性。
2. 查究过程质量不稳定的原因。
1. 觉察过程质量的缓慢变迁。
4. 协作找出技术对策。
5. 为过程质量评比提供依据。
6. 统一质量检查标准。
7. 作为技术资料档案。
8. 借以确定和工艺装备的实际精度。

10. 2. 2 控制图的基本原理

我们把影响质量的五个因素即人、机器、方法、材料、环境按造成质量波动的诸原因分为两类：（1）偶然性因素，即在生产过程中大量的、经常起作用的影响产品的质量的因素，这些因素对质量波动的影响是微小的，是过程内部的内在原因，不易识别，难于控制，技术上难以消除或经济上不值得消除的原因。

（2）系统性因素，即过程条件明显变化，使过程处于不稳定状态，造成异常的质量波动，这个波动在过程中易识别，可以避免，能够而且必须加以消除的。

把产品质量的数据以时间系列作比较，以区别出偶然因素和系统因素影响的差异，根据 3σ 原理找出规律，消除系统因素以保证产品质量，这就是控制图的基本原理。

10. 2. 3 控制图的控制界限

控制图一般取 $\mu \pm 3 \sigma$ 作为其上下控制界限，在控制界限的范围内不合格品率 0. 27%。如在有限的测试中一旦发生了异常原因而跳出控制界限就说明过程失去控制，需立即查明原因，这样犯错误的可能性大约是千分之三。

10. 2. 4 控制图的种类

表 10-4 各种控制图的控制界限公式

| 控制图种类 | 中心线 | 控制界限 | 备注 |
|-------------|-------------|--|---|
| \bar{X} | \bar{x} | $\bar{x} \pm A_2 \bar{R}$ | $3 \times$ 标准偏差 $S = A_2 \bar{R}$ |
| R | \bar{R} | $D_4 \bar{R}, D_3 \bar{R}$ | $\bar{R} + 3 \times$ 标准偏差 $S = D_4 \bar{R}$ $\bar{R} - 3S = D_3 \bar{R}$ |
| \bar{x} | \bar{x} | $\bar{x} \pm M_3 A_2 \bar{R}$ | $3S = M_3 A_2 \bar{R}$ |
| X | \bar{x} | $\bar{x} \pm E_2 \bar{R}$ R_s 相邻 $\bar{x} \pm 2.66 R_s$ 两数据之差 的绝对值 | $3S = E_2 \bar{R}$ $3S = 2.66 R_s$ |
| P P—不合格品 | \bar{P} | $\bar{P} \pm 3 \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}$ | $S = \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}$ |
| P_n | \bar{P}_n | $\bar{P}_n \pm 3 \sqrt{\bar{P}_n (1-p)}$ | $S = 3 \sqrt{\bar{P}_n (1-p)}$ |
| C | \bar{C} | $\bar{C} \pm 3 \sqrt{\bar{C}}$ | $S = \sqrt{\bar{C}}$ |
| μ | $\bar{\mu}$ | $\bar{\mu} \pm 3 \sqrt{\frac{\mu}{n}}$ | $S = \sqrt{\frac{\mu}{n}}$ |

1. 计量值用的控制图

\bar{X} -R 控制图：管理对象为长度、质量、时间、强度、成分和收率之类连续量（计量值），搜集数据不

能直接打点，需要适当分群，求每群的平均值 \bar{X} 与每群的范围 R，分别在 \bar{X} 控制图和 R 控制图上打点， \bar{X} 控制图主要观察工序的平均值变化，R 控制图观察散差变化，这是一种获得过程情报最多的控制图。

\bar{X} 控制图：数据不需分群，一个个数据直接使用， \bar{X} 控制图用于搜集的数据间隔长，没有分群必要的场合。

\tilde{X} -R 控制图：用只中值 \tilde{X} 代替控制图中 \bar{X} ，有不必要计算 \bar{X} 的优点。

2. 计数值用的控制图

Pn 控制图：使用于通过不合格品个数 Pn 管理产品质量或生产条件的场合。此刻，试样大小必须一定。例如用铸件质量不合格数或喷漆质量，外观质量不合格数。

P 控制图：用于通过对不合格品率管理过程，试样大小可以不固定。

C 控制图：利用一定数量产品中的缺陷进行过程管理时可用 C 控制图，例焊接不良个数等。

μ 控制图：主要用于通过单位缺陷数 $\mu=c/n$ 管理过程，它允许产品大小有各种变化，只要能求出给定单位的缺陷数就可以。

各种控制图的控制界限按表 10-4 公式计算，计算所用系数见表 10-5。

控制图的选用程序，可以归纳如图 10-2：

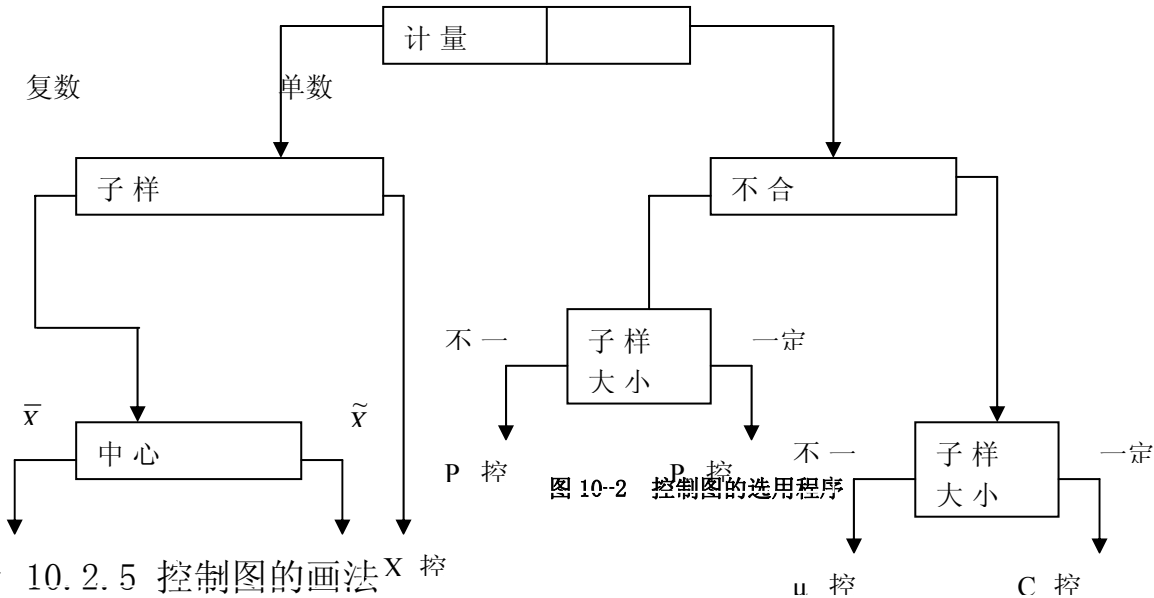


图 10-2 控制图的选用程序

10.2.5 控制图的画法

控制图的种类很多，不论哪一种都要有控制线，一般是如下三种控制线：（1）中心线；（2）控制上限 U_{cL}；（3）控制下限 L_{cL}，计算公式见表 10-5。

在表示平均值的地方画一根横线，这就是中心线。在 3 个标准偏差 (S) 画控制上限 U_{cL}，并在下方 3S 处画一控制下限线 L_{cL}（注：L_{cL}>0）。

把测量结果在图上的相应位置画点，如果它落在 U_{cL} 和 L_{cL} 之间，一般是处于稳定状态，是偶然差异；反之，如果点子在 U_{cL} 与 L_{cL} 之外，可判为系统误差，要查清原因，采取措施。

例 10-1 根据下面的数据填绘 \bar{X} -R 控制图 ($\Phi 2.4+0.070$)

| 日期 | 群号 | 测定值 | | | | | ΣX_i | \bar{X} | R | 备注 |
|----|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|-----------|---|----|
| | | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | X ₅ | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|---|----|--|----|----|----|----|---|----------------------------------|----|---|
| 5月9时 | 1 | 47 | 32 | 44 | 35 | 20 | 178 | 35.6 | 27 | 从 2.4mm 起计算结果： \bar{X} =2.4299 LcL=2.4140 UcL=2.4458 \bar{R} =0.0274 UcL=0.058 |
| 10时 | 2 | 19 | 37 | 31 | 25 | 34 | 146 | 29.2 | 18 | |
| 11 | 3 | 19 | 11 | 16 | 11 | 44 | 101 | 20.2 | 33 | |
| 12 | 4 | 29 | 29 | 42 | 59 | 38 | 197 | 39.4 | 30 | |
| 14 | 5 | 28 | 12 | 45 | 36 | 25 | 146 | 29.2 | 33 | |
| 15 | 6 | 40 | 35 | 11 | 38 | 33 | 157 | 31.4 | 29 | |
| 16 | 7 | 15 | 30 | 12 | 33 | 26 | 116 | 21.2 | 21 | |
| 6日9时 | 8 | 35 | 44 | 32 | 11 | 38 | 160 | 32.0 | 33 | |
| 10 | 9 | 27 | 37 | 26 | 20 | 35 | 145 | 29.0 | 17 | |
| 11 | 10 | 23 | 45 | 26 | 37 | 32 | 163 | 32.6 | 22 | |
| 12 | 11 | 28 | 44 | 40 | 31 | 18 | 161 | 32.2 | 26 | |
| 14 | 12 | 31 | 25 | 24 | 32 | 22 | 134 | 26.8 | 10 | |
| 15 | 13 | 22 | 37 | 19 | 47 | 14 | 139 | 27.8 | 33 | |
| 16 | 14 | 37 | 32 | 12 | 38 | 30 | 149 | 29.8 | 26 | |
| 7日9时 | 15 | 25 | 40 | 24 | 50 | 19 | 158 | 31.6 | 31 | |
| 10 | 16 | 7 | 31 | 23 | 18 | 32 | 111 | 22.2 | 25 | |
| 11 | 17 | 38 | 0 | 41 | 40 | 37 | 156 | 31.2 | 41 | |
| 12 | 18 | 35 | 12 | 29 | 48 | 20 | 144 | 28.8 | 36 | |
| 14 | 19 | 31 | 20 | 35 | 24 | 47 | 157 | 31.4 | 27 | |
| 15 | 20 | 12 | 27 | 38 | 40 | 31 | 148 | 29.6 | 28 | |
| 16 | 21 | 52 | 42 | 52 | 24 | 25 | 195 | 39.0 | 28 | |
| 8日9时 | 22 | 20 | 31 | 15 | 3 | 28 | 97 | 19.4 | 28 | |
| 10 | 23 | 29 | 47 | 41 | 32 | 22 | 171 | 34.2 | 25 | |
| 11 | 24 | 28 | 27 | 22 | 32 | 54 | 163 | 32.6 | 32 | |
| 12 | 25 | 42 | 34 | 15 | 29 | 21 | 141 | 28.2 | 27 | |
| \bar{X} 管理图 LcL= \bar{X} -A ₂ R=14.0 UcL= \bar{X} +A ₂ R=45.8 | | R 管理图 UcL=D ₄ \bar{R} =57.8 LcL= D ₃ \bar{R} | | | | | 计 744.6 686 n A ₂ D ₄ D ₃ 5 0.58 2.115 / | \bar{X} =29.98 \bar{R} =27.4 | | |

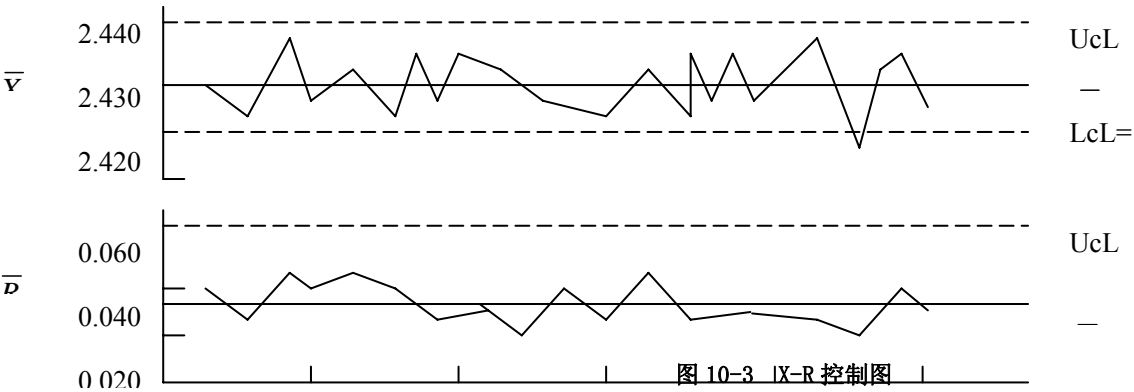


图 10-3 IX-R 控制图

10.2.

控制图上标有若干点，已表示过程是否稳定，超过点子的波动来判断和分析过程是否稳定，是否有异常的现象，而不是做为质量是否合格的依据。公差界限与控制界限意义不同，前者是对产品质量而言，后者是评定过程质量。当然，如果过程是稳定的，并且过程能力是足够的，产品质量就可以得到保证。

1. 判别规则

点基本是随机排列的情况下，符合下列几点过程是属于控制状态；

- (1) 连续 25 点都在控制线内；
- (2) 连续 35 点中在界外的不超过 1 点；

(3) 连续 100 点中出界的不超过 2 点。

对于出界点，要找出异常的原因加以排除。

下列情况之一的，判断为异常，应该寻找原因排除，否则会造成不好后果。

(1) 连长 ≥ 7 （在中心线一侧连续出现的点叫连，连长即中心线一侧出现的点数）。

(2) 倾向（点逐渐上升或下降） ≥ 7 。

(3) 中心一侧点连续出现：

a. 连续 11 点中至少有 10 点出现；

b. 连续 14 点中至少有 12 点出现；

c. 连续 17 点中至少有 14 点出现；

d. 连续 20 点中至少有 16 点出现。

(4) 点子属于接近控制界限，点在 $(\mu+2\sigma$ 与 $\mu+3\sigma)$ 、 $(\mu-2\sigma$ 与 $\mu-3\sigma)$ 之间。

a. 连续 3 点中至少 2 点接近控制线；

b. 连续 7 点中至少 3 点接近控制线；

c. 连续 7 点中至少 3 点接近控制线；

d. 连续 10 点中至少 4 点接近控制线。

(5) 点子集中在中心线附近。

(6) 点子超出控制界限外但不符合稳定控制状态的判别规律时。

2. 控制图的分析

(1) \bar{X} 控制图表示在过程中样品 n 的质量分布中心位置。分布中心出现水平移动， \bar{X} 点子也随之移动，很可能落在控制界限之外。分布中心没有移动， \bar{X} 点子也无移动，但一般在控制界限之内。如下图 10-4 (1)。分布中心有了上升和下降的倾向，如图 10-4 (2)。在生产过程中如加工余量、材料硬度、机床挑重担、刀具磨损、操作者看错图纸、检验员测量的系统误差等出现异常变动时，它就对全部产品产生相同的影响，使 \bar{X} 点子的运动有了上述异常情况，但对分布的离散程度并无影响。

(2) R 控制图表示在过程中产品质量离散程度。影响 R 的主要原因是质量分布的离散范围。如果过程稳定，出界的点子是不会出现的。若 R 图的中心线上升有在新的水平上保持稳定，就说明新的外来原因又演变为固有原因，例材料性能下降，操作者劳动强度增加、技术水平下降、机床维修太差、工具设计不良都可产生上述结果。如果这些因素消除， R 的中心线就会下降，也就消除了演变为固有原因的外来原因。因此，在判定过程是否稳定， R 图反映最灵敏，必须加以密切注意。

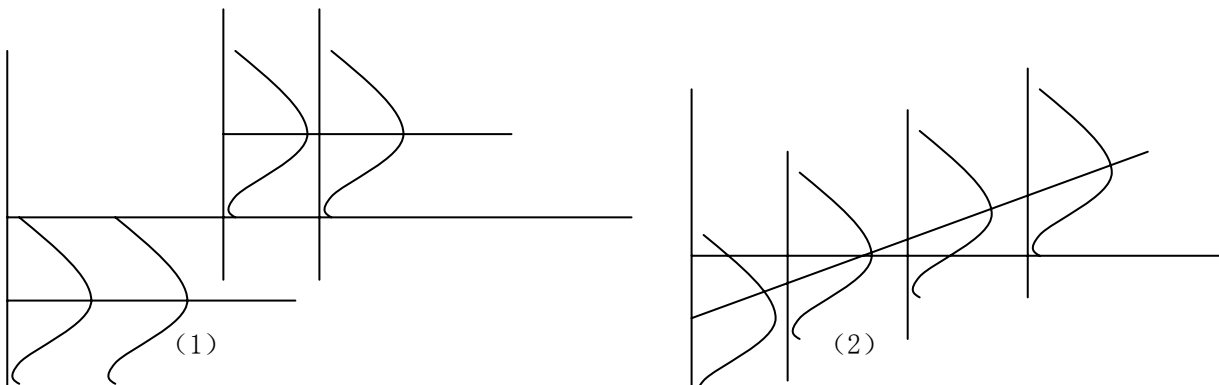


图 10-4 控制图分布中心移动示意图

(3) $\bar{X}-R$ 控制图是表示过程中样品 n 的点子运动规律，因此必须把 \bar{X} 图和 R 图结合起来观察分析才能得出正确的结论。如果质量分布是左右对称的， \bar{X} 与 R 图上的点子之间没有任何对应关系， \bar{X} 点子高， R 点子不一定高，反之亦然。如果质量分布是偏向的， \bar{X} 及 R 图上的点子之间可能出现某种对应关系。如偏向程度越大，这种对应关系的倾向越大，在观察分析中要密切结合实际，深入、具体地调查了解，并提高识图能力，判定出有效的各种判别规程，就一定会使规程质量得到提高。

10.2.7 应用控制图的注意事项

控制图一般有两种用途：分析和控制。作分析时，数据应在现场一次或两次取完。用控制图分析过程是否稳定，找出不稳定的原因，在研究采取相应的措施消除异常因素，使过程变成稳定状况。作控制时，需根据分析时规定的程序隔一定时间连续取足子样数 n 。通过计算，在控制图上标点。如果有点子出界或表现异常，说明在取数据这段时间内过程质量不稳定，不合格品有可能出现或已大量出现，这时必须密切

注意或停产，并根据分析时判定的规程或标准采取措施，使之恢复正常后再继续生产，使工序质量得以控制，控制图也应在图上注明现场变动情况以及对异常点子采取的措施作为技术资料存档，以备查考。

分析—控制—分析—控制，循环反复是保证和提高产品质量的途径。

10.3 选控图

休哈特控制图，能够显示生产过程的所有异常因素，所以又叫全控制图（简称全控图）。全控图的缺点是不能显示需要控制的异常因素。也就是说，它只适用于全控过程，而生产实际却存在许多非全控，即选控过程。在这一节开始，我们将引入选控图，并结合全控图简要地介绍控制图诊断及工序控制图设计。

在生产现场中，经常碰到这种情况：上道工序对下道工序的质量影响较大，对于下道工序，上道工序就是一个非控因素，为了了解和管理下道工序本身的质量，需要把上道工序对下道工序的影响撇开而选择控制其余的系统因素，这就是选控过程。在同一道工序中，为了进行统一管理，也常常需要将一些因素作为非控因素，而对其余的系统因素进行选控。比如二人加工同一产品，两台车床的精度不同，为了比较其工作质量，就要把车床作为非控因素，撇开其对质量影响，而选择控制其他系统因素，这也是选控过程。另外由于外购件质量不稳定而影响整机质量，为了提高、稳定整机质量，把外购件作为非控因素，而控制其他欲控的系统因素，这也是选控过程。

再如商店的营业额与到达顾客人数、物资的花色品种、营业员的服务态度、劳动组织、规定的营业时间等系统因素有关。但到达的顾客人数是一个无法控制的因素，其他因素是可控因素。因此，对商店营业额的管理也是个选控过程。

总之，各行各业的管理过程都存在选控过程，都可以应用选控图。

10.3.1 选控图的控制原理

以单值选控图 X_{SE} 为例阐述选控图的原理。

设所要控制的对象为质量指标 X ， X 是某个不关心的系统因素 Z 的函数。即 $X=f(Z)$ 。它可以是实际数据的回归函数，也可以从有关理论直接导出，现暂假定在所控制的过程中，只有偶然因素和不关心的系统因素，不存在所关心的系统因素。

在给定的条件下，当 $Z=Z_i$ 时（这里 i 表示任一业务量）。由于偶然因素的作用，控制对象的实测值是个随机变量。令此随机变量为 ζ_i ，则 ζ_i 的取值 X_i 应在其平均值（或理论值）邻近摆动。假定 $\zeta_i \sim N(\bar{X}_i, \sigma_i^2)$ ，其中 \bar{X}_i 为平均值， σ_i 为标准偏差。实际上我们可令

$\sigma_i = \sigma$ ，因为过程和因素皆相同，其实测值的分散程度也相同。这样， ζ_i 就是一个服从 $N(\bar{X}_i, \sigma^2)$ 的随机变量。

由于受到不关心的系统因素 Z 的影响，平均值 $\bar{X}_i = f(Z_i)$ 依其下标 i 而变化，实测值 X_i 是一族正态随机变量，故全控图不可用。

若将 $Z=Z_i$ 时的每个实测值 X_i 减去相应的 \bar{X}_i 而成为选控值 X_{csi} （下标中的 csi 表示选控），即 $X_{csi} = X_i - \bar{X}_i$ 。 ζ_i 相应的随机变量为 ζ_{csi} ，则 $N(0, \sigma^2)$ 。与下标 i 无关，故可将 X_{csi} 写成 X_{cs} ， ζ_{csi} 写成 ζ_{cs} 。因此，不论系统因素 Z 取何值，变换后的选控数据 X_{cs} 都成为相同的正态随机变量 ζ_{cs} 。 $\zeta_{cs} \sim N(0, \sigma^2)$ ，这就避开了不关心的系统因素 Z 的影响。对于 X_{cs} ，显然可用单值 X 控制图进行控制。

现假定过程存在所关心的系统因素，这将使 ζ_i 的分布偏离 $N(X_i, \sigma^2)$ ，从而使的分布偏离 $N(0, \sigma^2)$ ，于是，可由 X 控制图检测出来。于是，可得出 X_{cs} 选控图的控制界线为：

$$UcL = \bar{X}_{cs} + 2.66R_s \quad (10 \cdot 3 \cdot 1)$$

$$LcL = \bar{X}_{cs} - 2.66R_s$$

系数 2.66 为 $n=2$ 时系数 E_2 的值。 E_2 值由表 10-6 查得。 R_s 为移动范围。其定义是：对于按日期顺序排列的数据，每二个相邻实测值之差的绝对值叫做移动范围 R_s ，即

$$R_s = |\text{第 } i \text{ 个实测值} - \text{第 } i+1 \text{ 个实测值}| \quad i=1, 2, \dots, n-1$$

$$\bar{X}_{cs} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{csi} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_i) \quad (10 \cdot 3 \cdot 2)$$

而

$$\bar{R}_s = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} R_s(i+1) \quad (10 \cdot 3 \cdot 3)$$

表 10-5 控制图系数值表

| n | A ₂ | m ₃ A ₂ | D ₃ | D ₄ | E ₂ |
|----|----------------|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| 2 | 1.880 | 1.880 | / | 1.267 | 2.660 |
| 3 | 1.023 | 1.187 | / | 2.575 | 1.772 |
| 4 | 0.729 | 0.796 | / | 2.282 | 1.457 |
| 5 | 0.577 | 0.691 | / | 2.115 | 1.290 |
| 6 | 0.483 | 0.549 | / | 2.004 | 1.184 |
| 7 | 0.419 | 0.509 | 0.076 | 1.924 | 1.109 |
| 8 | 0.373 | 0.432 | 0.136 | 1.864 | 1.054 |
| 9 | 0.337 | 0.412 | 0.184 | 1.816 | 1.010 |
| 10 | 0.308 | 0.363 | 0.223 | 1.777 | 0.975 |

从单值选控图的原理我们可得到：选控图的思路与休哈特控制图截然不同，后者只着眼于所控制质量指标数值的大小，而前者着眼于所控制质量指标相对于某平均值的变化，这种相对变化是有规律的，它符合某种典型分布，譬如正态分布。如果质量指标实测值的相对变化偏离了典型分布，那么就说明有欲控因素在起作用。至于非控因素，由于选控图着眼于相对变化，不受它的影响，所以对它不予理睬。

10.3.2 选控图的分类

选控图的一种特殊情况，即所有的系统因素都须考虑，这就是全控图所处理的问题，所以全控图是选控图的特例。与全控图的分类相对应，选控图也有相应的控制图。

1. 以正态分布为理论基础的选控图

以正态分布为理论基础的全控图有 \bar{X} 控制图、 \bar{X} -R 控制图、 \tilde{X} -R 控制图；而选控图则有 X_{cs} 、 \bar{X}_{cs} -R、 \tilde{X}_{cs} -R 选控图。符号的定义在选控前后都相同。 X_{cs} 单值选控图的控制界限已由 (10·3·1) 给出。

\bar{X}_{cs} (平均数) 选控图的控制界限为

$$\begin{aligned} \text{UcL} &= \bar{\bar{X}}_{cs} + A_2 \bar{R} \\ \text{LcL} &= \bar{\bar{X}}_{cs} - A_2 \bar{R} \end{aligned} \quad (10 \cdot 3 \cdot 4)$$

式中 $\bar{\bar{X}}_{cs}$ 为总平均选控值、 A_2 为 \bar{X} 全控图中的系数 (见表 10-5)、 \bar{R} 为平均极差。

\tilde{X} (中位数) 选控图的控制界限为

$$\begin{aligned} \text{UcL} &= \bar{\bar{\tilde{X}}} + m_3 A_2 \bar{R} \\ \text{LcL} &= \bar{\bar{\tilde{X}}} - m_3 A_2 \bar{R} \end{aligned} \quad (10 \cdot 3 \cdot 5)$$

式中 $\bar{\bar{\tilde{X}}}$ 为平均选控中位数， $m_3 A_2$ 值见表 10-5，至于 R 控制图的控制界限则和对应的全控图相同。

2. 以二项分布为理论基础的 P_{cs} 选控图

正态分布的两个参数，即平均值和标准偏差是相互独立的，但二项分布则不同，它的标准偏差是平均值的函数，这样就不能作出 σ 相同的假定，首先要对数据进行保持方差稳定 (即 σ 近似相同) 的变换，然后再应用 X_{cs} 选控图。

$$\hat{p} = \frac{\theta}{\eta}$$

设从不良率为 P 的二项分布总体所取大小为 n 的小样，它的不良率为 \hat{p} ，其中 θ 为不良数，则 $E(\hat{p}) = P$ 。

$$\text{令 } Y_A = 2 \sin^{-1} \sqrt{\hat{p}} \quad (10 \cdot 3 \cdot 6)$$

这时 $[YA \cong 1/n, \text{ 当 } n \rightarrow \infty, Y_A \sim N(2\sin^{-1}\sqrt{\hat{P}}, \frac{1}{n})]$

现设二项分布的总体参数 P 与某个不关心的系统因素 Z 有如下函数关系:

$$P_i = B(Z_i) \quad (10 \cdot 3 \cdot 7)$$

$$\left. \begin{aligned} Y_{Ai} &= 2\sin^{-1}\sqrt{P_i} \\ \bar{Y}_{Ai} &= 2\sin^{-1}\sqrt{\bar{P}_i} \end{aligned} \right\} \quad (10 \cdot 3 \cdot 8)$$

式中 \bar{Y}_{Ai} 为当 n 很大时正态分布数据 Y_{Ai} 的平均值, 于是, 下一步即可按照 X_{cs} 图的思路对数据 Y_{Ai} 进行变换, 求出选控值。

$$Y_{ACS} = Y_{Ai} - \bar{Y}_{Ai} = 2\sin^{-1}\sqrt{\hat{P}} - 2\sin^{-1}\sqrt{\bar{P}_i} \quad (10 \cdot 3 \cdot 9)$$

当 n 很大时, $Y_{ACS} \sim N(0, \frac{1}{n})$

因此, 对数据 Y_{ACS} 可用 X_{cs} 控制图进行控制, 我们称之为 P_{cs} (不良率选控) 控制图, 其控制界限为:

$$\begin{aligned} CL &= \bar{Y}_{ACS} \\ UCL &= \bar{Y}_{ACS} + 2.66 \bar{R}_s \\ LCL &= \bar{Y}_{ACS} - 2.66 \bar{R}_s \end{aligned} \quad (10 \cdot 3 \cdot 10)$$

式中 \bar{Y}_{ACS} 为选控值 Y_{ACS} 的平均值。

3. 以泊松分布为理论基础的 C_{cs} 控制图。

C_{cs} 图思路与 P_{cs} 图思路一样。若数据符合泊松分布,

$$\text{令 } Y_K = \sqrt{K} \quad (10 \cdot 3 \cdot 11)$$

这时 $D[Y_K] \approx 1/4n$, 则当 $Z=Z_i$ 时

$$Y_{Ki} = \sqrt{K_i} \quad (10 \cdot 3 \cdot 12)$$

$$Y_{Ki} = \sqrt{m_i}$$

式中, Y_{Ki} 为当 m 很大时正态分布数据 Y_{Ki} 的平均值。下一步即可按照 X_{cs} 图的思路对数据 Y_{Ki} 进行变换, 求出选控值:

$$Y_{KCS} = Y_{Ki} - \bar{Y}_{ki} = \sqrt{K_i} - \sqrt{m_i} \quad (10 \cdot 3 \cdot 13)$$

当 m 很大时, Y_{KCS} 可用 $N(0, 1/4n)$ 来近似, 因此对于数据 Y_{KCS} 可用 X_{cs} 控制图进行控制, 我们称之为 X_{cs} (缺陷数选控) 控制图, 其控制界限为:

$$\begin{aligned} CL &= \bar{Y}_{kcs} \\ UCL &= \bar{Y}_{kcs} + 2.66 \bar{R}_s \\ LCL &= \bar{Y}_{kcs} - 2.66 \bar{R}_s \end{aligned} \quad (10 \cdot 3 \cdot 14)$$

式中, \bar{Y}_{kcs} 为选控值 Y_{KCS} 的平均值。

以上讨论的都是针对只有一个不关心的非控系统因素的情况, 即单因素的情况, 对控制对象 X 和 $r(r>1)$ 个非控系统因素 Z_1, Z_2, \dots, Z_r 的情况。这时 $X=f(Z_1, Z_2, \dots, Z_r)$ 。除了在求选控值时需对具有多个下标的量进行变换外, 其他步骤与单因素的情况, 在原则上是相同的。

10.3.3 应用选控图的方法和步骤

选控图的常用方法和步骤如图 10-5 流程图所示。根据此流程图, 对选控图的应用方法和步骤做如下说明:

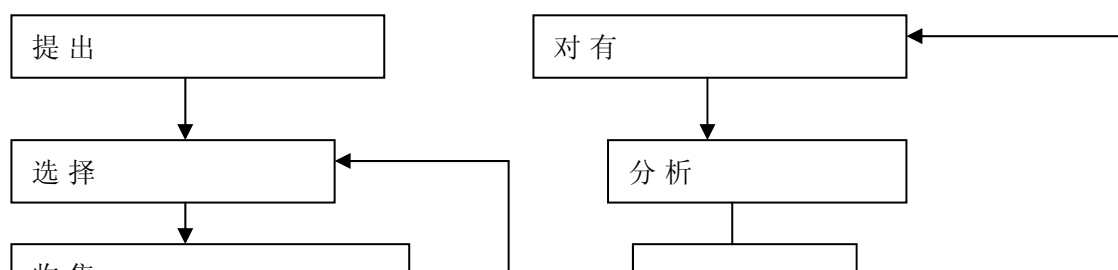


图 10-5 应用控制图的流程图

- (1) 提出问题、明确控制对象：要抓住已明确的、主要岗位的质量特征做为控制对象。
- (2) 选择合适的质量特征：一个岗位所要控制的质量特征往往不是一个、而是多个。应用选控图时，必须根据专业知识和实践经验选择对质量影响较大的那个质量特征进行控制。
- (3) 收集有关的质量特征数据：应该收集在正常情况下，同一系统条件下的数据。
- (4) 建立数学模型：根据选定的质量特征与非控系统因素之间的关系是线性的还是非线性的。从实际情况出发，建立合适的数学模型。
- (5) 相关分析：建立了数学模型，便可对有关数据资料进行相关分析、进行显著性检验。如果相关，可以联合运用全控图与选控图；如果不相关，要考虑两种可能性：①数学模型选用是否得当？例如对于非线性情况，错用了线性方程，这时可改用非线性方程重做。②质量特征可能选择不合理，影响不够显著，这时应另选质量特征重做。若这两种可能都不存在，可单独用全控图。
- (6) 制作选控图：选控图的制作步骤可归纳如图 10-6 所示（以 X_{cs} - R_s 图为例）

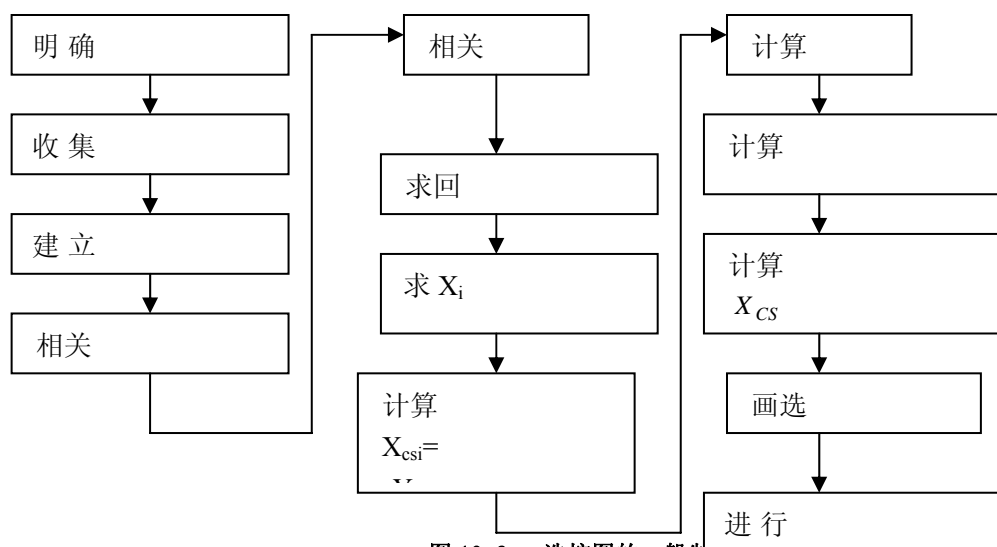


图 10-6 选控图的一般制作步骤

图中， X_i —代表上工序的质量特征（非控系统因素）

Y_i —代表下工序的质量特征（欲控系统因素）

10.3.4 选控图的应用实例

例 10-2 某医院为了控制质量，教、较准确地评价医院和科室的工作质量，积累了 1981 年十个临床科治愈率和重危病例率数据（如表 10-6 第（1）、（3）栏）。试作排除重危病例率对治愈影响的 X_{cs} 选控图。

解：非控系统因素是重危病例率 X_i ，欲控系统因素是治愈率。它反映了医院医疗质量和科室的工作质量。

（1）相关分析：

利用相关分析求出表 9-2 重危病例率 X_i 与治愈率 Y_i 的函数关系。

$$|\gamma| = \frac{\sum (X_i - \bar{X}_i) \cdot (Y_i - \bar{Y}_i)}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X}_i)^2 \cdot \sum (Y_i - \bar{Y}_i)^2}}$$

相关系数

$$= |0.667| > \gamma_{0.05} = 0.632$$

两者相关关系显著，得回归方程

$$\tilde{Y} = 91.52 - 0.746X$$

表 10-6 某医院治愈率和重危病率数据及计算参数

| 科别 | 重危病例率 | | 治愈率 | | | | |
|----|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|------------------------|----------------------|---------------------|
| | X _I 图 | | X _{II} 图 | | X _{cs} 选控图 | | |
| | X _i (1) | R _{si} (2) | Y _i (3) | R _{si} (4) | Y _i (5) 治愈率 | X _{csi} (6) | R _{si} (7) |
| 内一 | 5.9 | — | 72.1 | — | 87.11 | -15.01 | — |
| 内二 | 31.5 | 25.6 | 66.6 | 5.5 | 68.01 | -1.41 | 13.6 |
| 内三 | 2.3 | 29.2 | 88.5 | 21.9 | 89.80 | -1.30 | 0.11 |
| 内四 | 6.4 | 4.1 | 75.5 | 13 | 86.74 | -11.24 | 9.94 |
| 外一 | 10 | 3.6 | 88.5 | 13 | 84.05 | 4.45 | 15.69 |
| 外二 | 16.1 | 6.1 | 88.2 | 0.3 | 79.50 | 8.70 | 4.25 |
| 五官 | 1.5 | 14.6 | 89.4 | 1.2 | 90.39 | -0.99 | 9.69 |
| 皮肤 | 1.4 | 0.1 | 95.8 | 6.4 | 90.47 | 5.33 | 6.32 |
| 妇产 | 0.7 | 0.7 | 97.3 | 1.5 | 90.99 | 6.31 | 0.98 |
| 小儿 | 2.5 | 1.8 | 94.8 | 2.5 | 89.65 | 5.15 | 1.16 |
| 合计 | 78.3 | 85.8 | 856.7 | 65.3 | 856.71 | -0.01 | 61.74 |
| 均值 | 7.8 | 9.5 | 85.67 | 7.26 | 85.671 | -0.001 | 6.86 |

(2) 根据回归方程，计算各科的 \tilde{Y}_i 值

把各科的重危病例率 X_i 代入回归方程，算得每科的 \tilde{Y}_i 值，结果见表 9-2 第 (5) 栏。

(3) 计算选控值 $X_{csi} = Y_i - \tilde{Y}_i$

将表 9-2 中第 (3) 栏 Y_i 减去第 (5) 栏的 \tilde{Y}_i 值所得的差值即为 X_{csi} ，结果见第 (6) 栏。

(4) 计算 R_{si} 值

$R_{si} = |X_{csi} - X_{csi+1}|$ ，第一个样组没有 R_{si} 值，结果见表 9-2 中第 (7) 栏。

(5) 计算 \bar{R}_s

$$\bar{R}_s = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} R_{si} = \frac{1}{9} \times 61.74 = 6.86$$

(6) 计算 X_{cs} 图的控制界限：

$$CL = \bar{X}_{cs} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{csi} = \frac{1}{10} \times (-0.01) = -0.001$$

$$UCL = \bar{X}_{cs} + 2.66 \bar{R}_s = -0.001 + 2.66 \times 6.86 = 18.25$$

$$LCL = \bar{X}_{cs} - 2.66 \bar{R}_s = -0.001 - 2.66 \times 6.86 = -18.25$$

(7) 画控制图并打点：图 10-7 就是 X_{cs} 图。

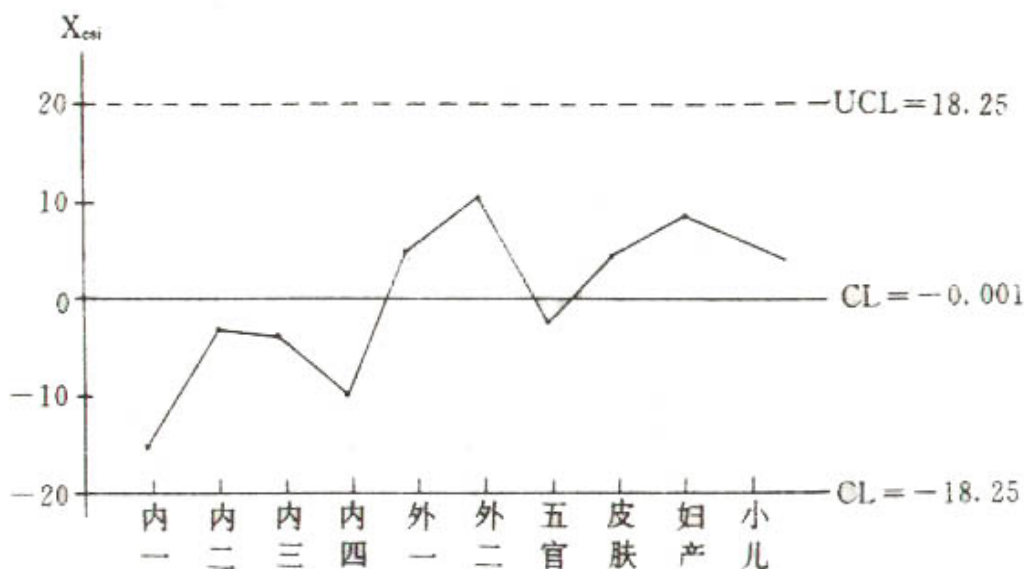


图 10-7 某医院治愈率控制 X_{cs} 图

例 10-3 某制药厂收集了 1982 年 4-53 批中的 25 批土霉素提炼生产线结晶岗位的数据资料见表 10-7。

某质量好坏与上工序树脂脱色液透光度高度有关。试作控制本工序质量的 \bar{X}_{cs} -R 图。

解：树脂脱色工序字样大小为 3，因此，结晶岗位的湿成品透光度子样大小也是 3；树脂脱色工序是非控系统因素。

(1) 相关分析

选取数学模型 $Y=a+bX$

根据表 10-7 的第 (3)、(8) 栏，(4)、(9) 栏，(5)、(10) 栏的数据，求出 X_{ij} 、 Y_{ij} 之间的函数关系得回归方程：

$$\tilde{Y}_{ij}=2.1649X_{ij}-114.2706$$

相关系数 $r=0.7802>r_{0.01}(23)=0.505$

故 X_{ij} 与 Y_{ij} 相关关系显著。

(2) 求出每批的 \tilde{Y}_{i1} 、 \tilde{Y}_{i2} 、 \tilde{Y}_{i3}

将表 10-7 中第 (3)、(4)、(5) 栏数据代入回归方程即分别求出每批的 \tilde{Y}_{i1} 、 \tilde{Y}_{i2} 、 \tilde{Y}_{i3} ，结果见表中的第 (13)、(14)、(15) 栏。

(3) 求出每批的 X_{csi1} 、 X_{csi2} 、 X_{csi3}

$X_{csi1}=Y_{i1}-\tilde{Y}_{i1}$ ； $X_{csi2}=Y_{i2}-\tilde{Y}_{i2}$ ； $X_{csi3}=Y_{i3}-\tilde{Y}_{i3}$ ，将表中第 (8) 栏 Y_{i1} 减去第 (13) 栏 \tilde{Y}_{i1} 即得 X_{csi1} ；同样，将第 (9) 与 (14) 栏相减，(10) 与 (15) 栏相减，分别得到 X_{csi2} 、 X_{csi3} ，结果见表中第 (16)、(17)、(18) 栏。

表 10-7 结晶工序 X_{cs} -R 控制图数据表

| 岗 位 | | 树 脂 脱 色 | | | | 结 日 | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|--|
| 序号 | 批号 | X ₀₁ | X ₀₂ | X ₀₃ | X ₀₄ | R _i | Y ₀₁ | Y ₀₂ | Y ₀₃ | Y ₀₄ | R _i | Y ₁₁ | Y ₁₂ | Y ₁₃ | X _{cs1} | X _{cs2} | X _{cs3} | X _{cs4} | R _i | |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) | (17) | (18) | (19) | (20) | |
| 1 | 2 | 94.33 | 90.5 | 87.25 | 90.69 | 7.08 | 92 | 81 | 71 | 81.33 | 21 | 89.94 | 81.65 | 74.62 | 2.06 | -0.65 | -3.62 | -0.74 | 5.68 | |
| 2 | 9 | 95.17 | 92 | 87.67 | 91.61 | 7.50 | 93 | 81 | 66 | 80 | 27 | 91.76 | 84.90 | 75.53 | 1.24 | -3.90 | -9.53 | -4.06 | 10.77 | |
| 3 | 12 | 95.5 | 94.5 | 94 | 94.17 | 1.50 | 90 | 88 | 88.5 | 88.83 | 2 | 92.48 | 90.31 | 89.23 | 2.48 | -2.31 | -0.73 | -1.84 | 1.75 | |
| 4 | 13 | 94.44 | 90.5 | 90 | 91.65 | 4.44 | 91.5 | 83 | 84 | 86.17 | 8.5 | 90.18 | 81.65 | 80.57 | 1.32 | 1.35 | 3.43 | 2.03 | 2.11 | |
| 5 | 15 | 95 | 94 | 94.33 | 94.44 | 1.00 | 88.5 | 27.5 | 89 | 3.5 | 91.39 | 89.23 | 89.94 | -0.39 | -0.73 | -2.44 | -1.19 | 2.05 | | |
| 6 | 16 | 94 | 94.67 | 94 | 94.22 | 0.67 | 92 | 90 | 85 | 89 | 7.0 | 89.23 | 90.68 | 89.23 | 2.77 | -0.68 | -4.23 | -0.71 | 7.00 | |
| 7 | 18 | 93.17 | 94.33 | 91 | 92.83 | 3.33 | 92 | 88 | 74.5 | 84.83 | 17.5 | 87.43 | 89.94 | 82.74 | 4.57 | -1.94 | -8.24 | -1.87 | 12.81 | |
| 8 | 21 | 90.33 | 92.17 | 94 | 92.17 | 3.67 | 83 | 83 | 82.5 | 82.83 | 0.5 | 81.28 | 85.27 | 89.23 | 1.72 | -2.27 | -6.73 | -2.43 | 8.45 | |
| 9 | 23 | 92.83 | 92.33 | 91 | 92.05 | 1.88 | 84 | 81.5 | 77 | 80.83 | 7.0 | 86.70 | 85.61 | 82.74 | -2.70 | -4.11 | -5.74 | -4.18 | 3.04 | |
| 10 | 27 | 95.5 | 93 | 90.75 | 93.08 | 4.75 | 90 | 86.5 | 82.5 | 86.33 | 7.5 | 92.48 | 87.07 | 82.19 | -2.48 | -0.57 | 0.31 | -0.91 | 2.79 | |
| 11 | 28 | 94.33 | 92.33 | 87.13 | 92.16 | 7.2 | 93 | 91 | 76 | 86.67 | 17 | 89.94 | 85.61 | 74.36 | 3.06 | 6.39 | 1.64 | 3.36 | 3.75 | |
| 12 | 30 | 92.67 | 91 | 89 | 90.89 | 3.67 | 82 | 82 | 80 | 81.33 | 2 | 86.35 | 82.74 | 78.41 | -4.35 | -0.74 | 1.59 | -1.17 | 5.94 | |
| 13 | 32 | 91.83 | 91.67 | 89.75 | 91.08 | 2.08 | 88.5 | 84.5 | 76.5 | 83.13 | 12 | 84.53 | 84.19 | 80.03 | 3.97 | 0.31 | -3.53 | 0.25 | 7.50 | |
| 14 | 35 | 95.67 | 94.33 | 95.25 | 95.08 | 1.34 | 92 | 89.5 | 88 | 89.83 | 4.0 | 92.85 | 84.94 | 91.94 | 0.85 | -0.44 | -3.9 | -1.74 | 3.50 | |
| 15 | 36 | 94.17 | 93.5 | 93.17 | 93.61 | 1.0 | 90.5 | 89 | 86.5 | 88.67 | 4.0 | 89.60 | 88.15 | 87.43 | 0.90 | 0.85 | -0.93 | 0.27 | 1.83 | |
| 16 | 37 | 92.33 | 92.33 | 89.25 | 91.3 | 3.08 | 83 | 87.5 | 81 | 85.5 | 4.0 | 85.61 | 85.61 | 78.95 | 2.39 | 1.89 | 2.05 | 2.11 | 0.50 | |
| 17 | 38 | 93.67 | 93.67 | 93.1 | 93.11 | 1.0 | 90.5 | 89 | 85 | 88.17 | 5.5 | 88.52 | 86.35 | 87.28 | 1.98 | 2.65 | -2.28 | 0.78 | 4.93 | |
| 18 | 39 | 93.5 | 93 | 89.5 | 92 | 4.0 | 90 | 87 | 88 | 88.33 | 3.0 | 88.55 | 87.07 | 79.49 | 1.85 | -0.07 | 8.51 | 3.43 | 8.58 | |
| 19 | 44 | 93.67 | 92 | 92.75 | 92.21 | 1.67 | 90 | 86 | 89.5 | 88.5 | 4.0 | 88.52 | 84.90 | 81.52 | 1.48 | 1.10 | 2.98 | 1.85 | 1.88 | |
| 20 | 45 | 94.83 | 93 | 93.38 | 93.74 | 1.83 | 91.5 | 87.5 | 86 | 88.33 | 5.5 | 91.03 | 97.07 | 87.89 | 0.47 | 0.43 | -1.89 | -0.33 | 2.36 | |
| 21 | 47 | 94.67 | 93.3 | 93.5 | 93.82 | 1.37 | 89 | 79.3 | 87.5 | 85.27 | 9.7 | 90.68 | 87.71 | 88.15 | -1.68 | -8.41 | -0.65 | -3.85 | 7.76 | |
| 22 | 48 | 93 | 92.8 | 90.5 | 92.1 | 2.5 | 90 | 91 | 86.5 | 89.17 | 4.5 | 89.07 | 86.63 | 81.65 | 2.93 | 4.37 | 4.85 | 4.05 | 1.92 | |
| 23 | 50 | 93.67 | 91 | 92.75 | 92.47 | 2.67 | 89 | 83.5 | 84.5 | 85.67 | 5.5 | 88.52 | 82.74 | 86.52 | 0.48 | 0.76 | -2.02 | -0.26 | 2.78 | |
| 24 | 51 | 95 | 93.7 | 92.8 | 93.83 | 2.2 | 93 | 92 | 90 | 91.67 | 3.0 | 91.39 | 88.58 | 86.63 | 1.61 | 3.42 | 3.37 | 2.80 | 1.81 | |
| 25 | 53 | 93.5 | 93.2 | 93.5 | 93.4 | 0.3 | 92.5 | 91.5 | 92 | 92 | 1.0 | 88.15 | 87.50 | 88.15 | 4.35 | 4.00 | 3.87 | 4.07 | 0.50 | |

$$\bar{X}_{csi} = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 X_{csij} = \frac{1}{3} (X_{csi1} + X_{csi2} + X_{csi3})$$

(4) 求出每批的 \bar{X}_{csi}
结果见表 10-7 的第 (19) 栏。

(5) 求出 $\bar{\bar{X}}_{cs}$ 将表中的第 (19) 栏数据求和再平均

$$\bar{\bar{X}}_{cs} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{X}_{csi} = \frac{1}{25} \sum_{i=1}^{25} \bar{X}_{csi} = -0.0004$$

(6) 求每批的 R_i ;
 $R_i = X_{csij \max} - X_{csij \min}$

即将表中的第 (16)、(17)、(18) 各栏每批 X_{csij} 的最大值减去最小值得每批的 R_i , 结果见表中的第 (20) 栏。

(7) 求出 \bar{R} ;

$$\bar{R} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m R_i = \frac{1}{25} \sum_{i=1}^{25} R_i = 4.4796$$

(8) 求 \bar{X}_{cs} , R 的控制界限
 \bar{X}_{cs} 的控制界限:

$$\bar{\bar{X}}_{cs} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{X}_{csi} = -0.0004$$

$$CL = \bar{\bar{X}}_{cs} = -0.0004$$

$$UCL = \bar{\bar{X}}_{cs} + A_2 \bar{R} = -0.0004 + 1.023 \times 4.4796 = 4.5822$$

$$LCL = \bar{\bar{X}}_{cs} - A_2 \bar{R} = -0.0004 - 1.023 \times 4.4796 = -4.5830$$

R 的控制界限:

$$CL = \bar{R} = 4.4796$$

$$UCL = D_4 \bar{R} = 2.575 \times 4.4796 = 11.5350$$

$$LCL = D_3 \bar{R}$$

$n=3$ 时, $A_2=1.023$, D_3 不考虑, $D_4=2.575$

(9) 画结晶工序 X_{cs} - R 控制图。(图 10-8)

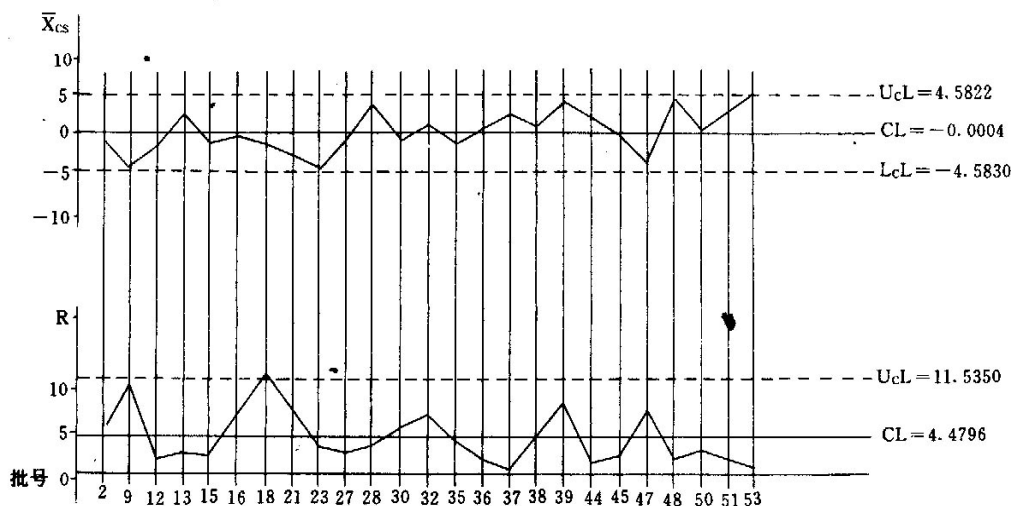


图 10-8 结晶工序 X_{cs} -R 图

10.3.5 选控图的直接打点法

1.原理:

对于控制图: $UCL = \bar{X}_{cs} + 3\sigma_{cs}$

$LCL = \bar{X}_{cs} - 3\sigma_{cs}$

我们把 $3\sigma_{cs}$ 区域用与横轴平行的 $K+1$ 条直线平均等分为 K 个区域: $Y_{3\sigma_{cs}}$ 、 $Y_{2.5\sigma_{cs}}$ 、 $Y_{2\sigma_{cs}}$ 、 \dots 、 $Y_{0\sigma_{cs}}$ 、 $Y_{0.5\sigma_{cs}}$ 、 \dots 、 $Y_{3\sigma_{cs}}$ ，事先使用如下公式:

$$Y_K = \bar{Y}_i + X_{cs} + K\sigma_{cs} \quad K=0, \pm 0.5, \pm 1, \pm 1.5, \pm 2, \pm 2.5, \pm 3$$

作出 X_{cs} 选控图的直接打点表。根据现有数据，计算出 X_{csi} 的标准差 σ_{cs} ，作打点表。打点时直接查表，先查非控系统因素 X_i ，再在该行内查欲控系统因素 Y_i 值，然后查得对应的 K 值，即为打点位置。

2.应用实例

例 10-4 例 10-2 中用直接打点法作图。根据表 10-6 资料，计算 X_{csi} 的标准差 $\sigma_{cs}=7.79$ ，作打点表 10-8。表中 X_i 为重危病例率， Y_K 为对应于 K 值的治愈率，打点时先查重危病例率 X_i 再在该行查治愈率，然后查得对应 K 值，即为打点位置。例如：外一科 $X_i=10$ ， $Y_K=88.5$ ，对应于 $K=0.5$ 与 $K=1.0$ 之间，按此法逐一查表在图上打点，见图 10-9。将图 10-9 与图 10-7 图比较，显示点子的形状一致，在质量控制中可以得出相同结论，但直接打点法要简便得多。

表 10-8 X_{cs} 选控图直接打点表

| K | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.5 | 1.0 | 0.5 | 0 | -0.5 | -1.0 | -1.5 | -2.0 | -2.5 | -3.0 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Y_K | | | | | | | | | | | | | |
| X_i | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | — | — | — | — | 98.6 | 94.7 | 90.8 | 82.9 | 81.0 | 79.1 | 75.2 | 71.3 | 67.4 |
| 2 | — | — | — | — | 97.8 | 91.9 | 90.0 | 82.1 | 82.2 | 78.3 | 74.4 | 70.5 | 62.6 |
| 3 | — | — | — | — | 97.1 | 91.2 | 89.3 | 85.4 | 81.5 | 77.4 | 71.7 | 69.8 | 65.9 |
| 4 | — | — | — | — | 92.3 | 92.4 | 88.5 | 84.6 | 80.7 | 72.8 | 72.9 | 69.1 | 65.2 |
| 5 | — | — | — | 99.5 | 95.6 | 91.7 | 87.8 | 81.9 | 80.0 | 72.1 | 72.2 | 68.3 | 64.4 |
| 6 | — | — | — | 98.7 | 94.8 | 90.9 | 87.0 | 81.1 | 79.2 | 75.3 | 71.5 | 67.6 | 61.7 |
| 7 | — | — | — | 98.0 | 91. | 90.2 | 82.3 | 82.4 | 78.5 | 74.6 | 70.7 | 62.8 | 62.9 |
| 8 | — | — | — | 97.2 | 91.3 | 89.4 | 85.8 | 81.6 | 77.8 | 71.9 | 70.7 | 62.1 | 62.3 |
| 9 | — | — | — | 92.5 | 92.6 | 88.7 | 84.8 | 80.9 | 77.0 | 71.1 | 69.2 | 65.3 | 61.4 |
| 10 | — | — | 99.6 | 95.7 | 91.8 | 87.9 | 84.0 | 80.2 | 72.3 | 72.4 | 68.5 | 64.6 | 60.7 |
| 15 | — | 99.8 | 95.9 | 92.0 | 88.1 | 84.2 | 80.3 | 72.4 | 72.5 | 68.6 | 64.7 | 60.8 | 52.9 |
| 20 | 99.9 | 92.1 | 92.2 | 88.3 | 84.4 | 80.5 | 72.6 | 72.7 | 68.8 | 64.9 | 61.0 | 57.1 | 51.2 |
| 30 | 92.5 | 88.6 | 84.7 | 80.8 | 72.9 | 71.0 | 69.1 | 65.2 | 61.3 | 57.4 | 51.5 | 49.7 | 45.8 |
| 35 | 88.8 | 84.9 | 81.0 | 77.1 | 71.2 | 69.3 | 65.4 | 61.5 | 57.6 | 51.7 | 49.8 | 45.9 | 42.0 |

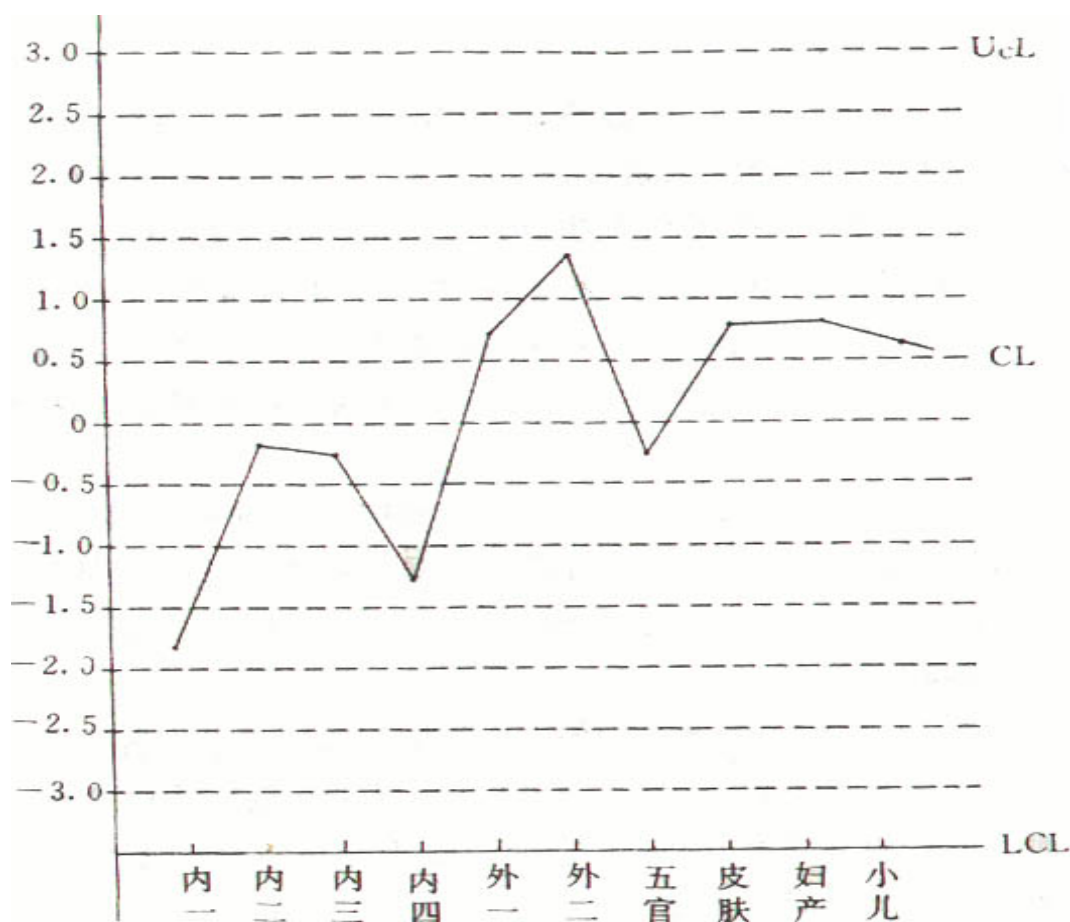


图 10-9 治愈率 X_{cs} 选控图直接打点

10.4 控制图诊断

全控图的不足之一是告警只显示所控过程中存在异常因素，不能具体判断究竟是哪因素，它不能进行具体诊断。因此，全控图告警后，我们还需要查明告警的原因。联合运用选控图与全控图，就能告警所控制过程存在的异常因素是哪一个，这种新方法称为控制图诊断。

10.4.1 控制图诊断原理

设在过程中共有 n 个异常因素： X_1, X_2, \dots, X_n ，全控图都加以控制，当任何一个异常因素 X_i ($i=1, 2, \dots, n$) 在过程中发生，全控图都给予告警。选控图则不然，它只选择部分异常因素（称为欲控因素）加以控制，而对其余异常因素（称之为非控异常因素）不予反映。单因素选控图则除去一个异常因素 X_j 是非控以外，其余的异常因素 X_k ($k=1, 2, \dots, j, \dots, n$) 都是欲控的，由选控图选择加以控制。

我们联合运用一组对应的全控图 and 单因素选控图，例如 X 控制图和 X_{cs} 选控图， P 图和 P_{cs} 图等。根据全控图和选控图是否告警（点子出界或违反其它判断准则）可以分为如表 10-10 所示四种情况。这四种情况所表示的意义如下：

情况一：全控图告警、选控图未告警。选控图未告警表示没有欲控异常因素 X_k ($k=1, 2, \dots, j, \dots, n$) 发生，而对应的全控图告警则表示有异常因素发生，二者结合起来看可以断定发生的这个异常因素是非控异常因素 X_j 。

情况二：全控图未告警、选控图告警表示有欲控因素发生，但对应的全控图未告警则表示没有异常因素发生，二者矛盾。因此情况二不存在，选控图告警则对应的全控图也应告警。在实际情况中，如果遇到情况二，这可能是由于数据不准确或全控图漏报造成的。

情况三：两图同时告警。选控图告警表示有欲控异常因素发生，而对应的全控图告警则有两种可能：表示同一欲控异常因素发生，或除去上述欲控异常因素外，还存在非控异常因素，究竟属于哪一种应视具体情况而定，但存在有欲控异常因素是肯定的。

情况四：两图同时未告警。这表示无欲控异常因素也无非控异常因素发生，过程正常。

根据上述，情况一最典型，它肯定非控异常因素 $X_j(j=1、2、……n)$ 的唯一存在，我们可以应用情况一的控制图模式来进行诊断。由此得出如图 10-9 所示的控制图诊断系统。当然，在此系统中，各组的全控图统一用一张全控图就行了。

表 10-9

| 情况 | 全控图 | 单因素 选控图 | 诊断 |
|----|-----|---------|---|
| 一 | 告警 | 未告警 | 非控异常因素发生异常 |
| 二 | 未告警 | 告警 | 在理论上，情况二不存在，实际工作中若情况二发生可能是由于数据不准确或全控图漏报等造成的 |
| 三 | 告警 | 告警 | 欲控异常因素发生。至于非控异常因素是否发生，应视具体情况而定。 |
| 四 | 未告警 | 未告警 | 无异常因素发生，过程正常。 |

第 1

全 控

单 因

诊 断

第 2

全 控

单 因

诊 断

⋮

⋮

⋮

第 n

全 控

单 因

在理论上，应用这样的控制图诊断系统能够对任何一个异常因素的是否发生进行诊断。但在实际上，限于统计资料，通常只能对异常因素进行初步诊断。此外，表 10-10 中的其余情况也都起到控制图诊断的作用。

10.4.2 应用实例

例 10-5 某制药厂抗生素生产包括下列工序：过滤——脱色——结晶。过去关于质量问题前二工序分不清责任。实际上，脱色工序的质量要受到两方面因素的影响：本工序产生的问题与前一工序带来的影响。

1981 年该厂在脱色工序采用选控图诊断系统，联合运用全控图（ X 图）与选控图（ X_{cs} 图）。非控异常因素（取上工序对下工序的影响），以便诊断质量问题何时是由工序 I 造成的，何时是由工序 II 造成的。例如在 1981 年第 73 批抗生素生产时，全控图 X 告警，选控图未告警，符合情况一，立即诊断为非控异常因素发生，即工序 I 过滤异常，而工序 II 脱色本身正常。经检查，证实上述诊断正确。（详见图 10-11。图中打点数据见表 10-10）。

例 10-6 某医院为了分析各科室的真正医疗质量——治愈率指标的实际情况，联合使用了全控图 X 图和 X_{cs} 图选控图，把影响治愈率指标的重危病例率作为非控异常因素，其打点图见图 10-9（图中打点数据见表 10-6）。从图 10-9 看出，各科治愈率都在控制界限内。从图中 X_2 图看，妇产、皮肤和小儿科治愈率高，内二科最低，而在 X_1 图中，情况相反。内二科打点最高，妇产、皮肤、小儿科最低。若单从治愈率讲评各科的医疗质量，内二科最差，但从重病危例率控制图看，他们收的重危病人多，重病病例率高，工作难度大，负担重，他们对讲评不服气。在 X_{cs} 图中，排除收治对象这个非控异常因素，治愈率最高的单位不是妇产、皮肤和小儿科，而是外二科。内二科不是最差的科，而是接近平均水平。说明在 X 图中，内二科治愈率低的原因是由于重病例率高而引起的，并不是内二科本身医疗质量降低造成的。而内一科在 X_{cs} 图上打点最低、医疗质量待提高。这种评价与医院平时掌握的实际情况相符合。这里显示了选控图在质量控制中的鉴别诊断功能。

表 10-10 X 滤、X 脱、X_{CS} 脱控制图打点数据

| 岗位 | 过滤 | | 树脂脱色 | | | |
|------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|
| 图别 | (X-R _s) 滤 | | (X-R _s) 脱 | | (X _{CS} -R _s) 滤 | |
| 批项 | X _{Ci} | R _{Si} | Y _i | R _{Si} | X _{CSi} | R _{Si} |
| 1981 年 59 | 80.3 | 4.8 | 92 | 0.9 | -1.4 | 1.7 |
| 1981 年 60 | 67.8 | 12.5 | 84.3 | 7.7 | -2.9 | 5.5 |
| 1981 年 61 | 81 | 12.2 | 91.5 | 9.2 | 0 | 2.9 |
| 1981 年 62 | 72.6 | 4.4 | 84.6 | -8.9 | 8.2 | 8.2 |
| 1981 年 63 | 72 | 4.6 | 92.4 | 7.8 | 0.4 | 8.6 |
| — | — | — | — | — | — | — |
| 1981 年 71 | 79 | 1.0 | 92.5 | 1.0 | -0.7 | -2.9 |
| 1981 年 73 | 69.3 | 9.7 | 89.2 | 1.3 | -2.3 | 1.6 |
| — | — | — | — | — | — | — |
| 1981 年 94 | 72.9 | 2.1 | 92.6 | 1.9 | -0.2 | 1.5 |
| 1981 年 95 | 79.4 | 2.5 | 92.1 | 0.5 | -1.1 | 0.9 |
| 1981 年 96 | 74.9 | 4.5 | 88.6 | 1.5 | -1.9 | 2.8 |
| 1981 年 97 | 78 | 1.1 | 92.4 | 1.8 | -0.6 | 1.3 |
| 1981 年 98 | 68 | 10.0 | 82.3 | 2.1 | -5.0 | 4.4 |
| 1981 年 99 | 72.8 | 8.8 | 94.3 | 8.0 | 1.5 | 2.5 |
| — | — | — | — | — | — | — |
| 1981 年 120 | 80.5 | 2.9 | 91.5 | 0.7 | 0.1 | 0.7 |
| 1981 年 121 | 83 | 2.5 | 94.8 | 1.3 | 1.0 | 0.9 |
| 1981 年 123 | 57 | 22.0 | 87.8 | 7.1 | -1.4 | 2.4 |
| — | — | — | — | — | — | — |
| 1981 年 127 | 76 | 19.0 | 89.6 | 1.9 | -1.1 | 1.0 |
| 1981 年 128 | 73 | 1.0 | 92.9 | 1.3 | 0.7 | 1.8 |
| 1981 年 129 | 79.5 | 2.5 | 92.9 | 0 | -0.3 | 1.0 |
| 1981 年 130 | 74 | 5.5 | 92.1 | 0.8 | -0.2 | 0.1 |
| 1981 年 131 | 69 | 5.0 | 91.6 | 0.5 | 0.1 | 0.3 |
| 1981 年 132 | 76 | 7.0 | 91.5 | 1.9 | 0.8 | 0.7 |
| 1981 年 133 | 79 | 1.0 | 91.2 | 2.3 | -2.0 | 2.8 |
| 1981 年 134 | 76 | 1.0 | 91.1 | 1.9 | 0.4 | 2.4 |
| 1981 年 136 | 72.5 | 5.5 | 89.6 | 1.7 | -2.5 | 0.8 |
| — | — | — | — | — | — | — |
| 1981 年 160 | 85 | 1 | 94.9 | 0.5 | 0.8 | 0.9 |
| 1981 年 161 | 81 | 4 | 89.8 | 5.1 | -1.7 | 4.5 |
| 1981 年 162 | 78 | 3 | 91.3 | 1.5 | 0.3 | 4.0 |
| 1981 年 163 | 81 | 3 | 92.4 | 0.9 | 1.1 | 1.4 |
| — | — | — | — | — | — | — |
| 1981 年 167 | 71 | 10 | 89.5 | 1.1 | -2.3 | 1.4 |
| 1981 年 169 | 72.5 | 5.5 | 84.3 | 5.2 | -8.5 | 2.2 |
| 1981 年 170 | 80 | 1.5 | 90.3 | 2.0 | -1.0 | 5.5 |
| 1981 年 172 | 77.5 | 12.5 | 89.4 | 4.4 | -1.5 | 0.5 |
| 1981 年 173 | 79.5 | 2.5 | 88.2 | 1.2 | -5.0 | 1.5 |

| | | | | | | |
|------------|------|------|------|-----|------|-----|
| 1981 年 176 | 77.5 | 1 | 91.1 | 2.9 | -1.8 | 1.2 |
| 1981 年 180 | 57 | 30.5 | 88.2 | 2.9 | -0.9 | 0.9 |
| 1981 年 181 | 77 | 20 | 91.1 | 4.9 | 0.3 | 1.2 |
| 1981 年 182 | 69 | 8 | 89.2 | 1.9 | -2.3 | 2.6 |
| — | — | — | — | — | — | — |

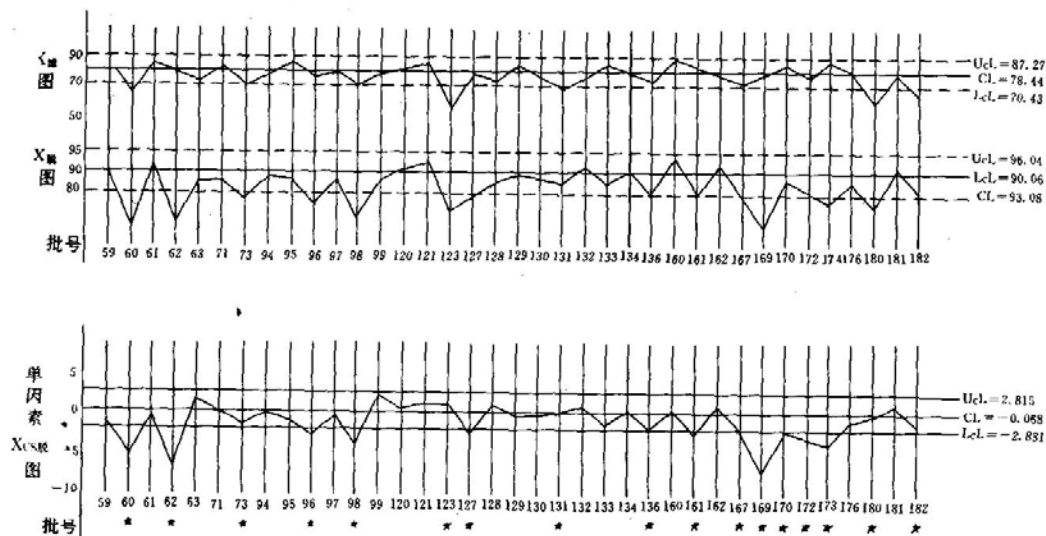


图 10-11

10.4.3 两种产品质量与两种工序能力指数

1. 两种产品质量

产品在生产过程中往往经过多道加工工序。假如工序共有 n 道，则可用图表示如图 10-12。



图 10-12

在任何一个工序根据质量含义所涉及范围的大小不同可分为两种产品质量：综合产品质量和工序产品质量。

(1) 综合产品质量：指包括该工序以及所有上道工序在内的总加工质量。如例 10-5 中的脱色工序，综合产品质量指半成品脱色液的透光度。由于脱色是在过滤的基础上进行的，所以脱色液的质量实际上是综合了本工序的脱色质量与上工序的过滤质量在内。“综合”二字不过是强调产品质量不仅包括本工序的，而且综合了上工序的在内，故综合产品质量也可称为产品质量。

全控图着眼于质量指标的绝对值大小，因此，可用来反映和控制综合产品质量的波动情况。

(2) 工序产品质量：指由于该工序本身工作的好坏而使产品质量相对变化的部分。如在例 10-5 的脱色工序，工序产品质量就是由于脱色工序本身工作的好坏而使脱色液透光度相对变化部分。

选控图着眼于质量的相对变化，因此，可用来反映和控制工序产品质量的波动情况。

在任何一个不受外来因素影响的封闭工序，例如在作业的第一道工序或与上下工序联系不密切场合的下工序中，该工序综合产品质量等于工序产品质量，因此，只需要应用全控图。

在任何一个受外来因素（即非控异常因素）影响非封闭的工序，例如上下工序联系密切场合的下道工序要受到上下序的影响，则该工序综合产品质量就不等于工序产品质量，因此，需要同时应用全控图和选控图分别反映综合产品质量和工序产品质量。

2. 两种工序能力指数

与上述两种产品质量相对应地有两种工序能力指数，综合工序能力指数 C_{pg} （下标 g 表示综合）与工序的能力指数 C_{pp} （下标 p 表示工序）。

(1) 综合工序能力指数 C_{pg} ：指综合工序能力（包括该工序以及所有上道工序的工序能力满足公差要求的程度。它就是通常的工序能力指数，故也可简称为工序能力指数。即

$$C_{pg} = \frac{|\mu - S_H|}{3\sigma_g} \quad (10 \cdot 4 \cdot 1)$$

式中, S_H 为公差上限 S_U 与公差下限 S_L 两者距离综合产品质量特征值总体平均值 μ 较近的标准值。 σ_g 为综合产品质量特征值母体标准偏差, 可由全控图的有关数据进行估计。

(2) 工序能力指数: 指该工序本身的固有工序能力满足公差要求的程度, 也即在假定不存在外来因素影响的选择控条件下该工序的工序能力满足公差要求的程度。

$$C_{pp} = \frac{|\mu_{cs} - S_{Hcs}|}{3\sigma_{cs}} \quad (10 \cdot 4 \cdot 2)$$

式中, μ_{cs} 与 σ_{cs} 分别为选控值总体的均值与方差。 S_{Hcs} 为公差上限 S_{Ucs} 与公差下限 S_{Lcs} 两者距离 μ_{cs} 较近的标准值。根据选控图理论可知:

$$S_U = S_{Ucs} + \mu \quad (10 \cdot 4 \cdot 3)$$

$$S_L = S_{Lcs} + \mu \quad (10 \cdot 4 \cdot 4)$$

$$\mu_{cs} = 0 \quad (10 \cdot 4 \cdot 5)$$

于是从 (10·4·3)、(10·4·4) 两式可得:

$$T = S_U - S_L = S_{Ucs} - S_{Lcs} = T_{cs} \quad (10 \cdot 4 \cdot 6)$$

将式 (10·5·3)、(10·5·4) 和 (10·5·5) 代入式 (10·5·2), 并令 $\sigma_{cs} = \sigma_p$,

$$\text{得到 } C_{pp} = \frac{|\mu - S_u|}{3\sigma_p} \quad (10 \cdot 4 \cdot 7)$$

式中 σ_p 为工序产品质量特征值总体的标准偏差, 可由选控图的有关数据进行估计。可见, 工序能力指数 C_{pp} 与综合工序能力指数 C_{ps} 的形式相同, 仅将 σ_g 换以 σ_p 而已。

由于影响工序产品质量的因素个数少于综合产品质量, 故

$$\sigma_p \leq \sigma_g \quad (10 \cdot 4 \cdot 8)$$

σ_p 与 σ_g 之间的差别是由于外来因素 (即非控因素) 的影响引起产品质量附加波动造成的。令 σ_a 表示附加波动的标准偏差, 根据方差的加法定理, 可得

$$\sigma_a = \sqrt{\sigma_g^2 - \sigma_p^2} \quad (10 \cdot 4 \cdot 9)$$

据式 (10·4·1) (10·4·7) (10·4·8), 有

$$C_{pg} \leq C_{pp} \quad (10 \cdot 4 \cdot 10)$$

若采取措施使外来因素的影响越小, 即 σ_a 变小, 则 σ_g 越接近 σ_p , 从而 C_{pg} 越接近 C_{pp} 。在完全消除外来因素影响极限情况下, $\sigma_a = 0$, 从而 $C_{pg} = C_{pp}$, 因此, C_{pp} 是 C_{pg} 的上界。

$$\text{设 } d = C_{pp} - C_{pg} \quad (10 \cdot 4 \cdot 11)$$

$$d_v = \frac{C_{pp} - C_{pg}}{C_{pg}} = \frac{\sigma_g - \sigma_p}{\sigma_p} \quad (10 \cdot 4 \cdot 12)$$

则 d 与 d_v 就分别是消除外来因素后, 工序能力指数的提高幅度与相对提高幅度。

根据前述控制图诊断原理, 可以对任何一个异常因素的是否发生进行诊断, 而根据两种产品质量和两种工序能力指数的计算分析, 可以预测消除该异常因素后工序能力指数提高的幅度, 并根据 d_v 的大小确定消除各个异常因素的先后次序。

对于受到外来因素影响的工序, 提高某工序能力指数 C_{pg} 有两个途径。

(1) 减少外来因素的影响, 即减少 σ_a , 若 d_v 越大, 则采取本措施的效果越好。

(2) 改进本工序, 减少 σ_p , 从而提高 C_{pp} 。

例 10-7 计算和分析例 9-4 中脱色工序的 C_{pg} 和 C_{pp} 值。

根据图 10-11 的 $X_{\text{脱}}$ 和 $X_{cs\text{脱}}$ 图的有关数据可估计出 $\mu = 91.08$, $\sigma_g = 1.00$, $\sigma_p = 0.94$, 又脱色工序规定脱色液透光度要求大于 90%, 故 $S_L = 90$, 于是据等式算得:

$$C_{pg} = \frac{93.08 - 90}{3 \times 1.00} \approx 1.03$$

$$C_{pp} = \frac{93.08 - 90}{3 \times 0.94} \approx 1.09$$

$$\sigma_a = \sqrt{\sigma_g^2 - \sigma_p^2} = \sqrt{1.00^2 - 0.94^2} = 0.34$$

$$d_v = \frac{1.00 - 0.94}{0.94} \approx 6.4\%$$

由于 $d_v=2.4\%$ ，数值较小，说明减小上工序的波动充其量只能使脱色工序的 C_{pg} 从 0.94 提高到 1.00。所以为了提高脱色工序的工序能力指数 C_{pg} ，重点在于改进本工序工作，减少 σ_p ，提高 C_{pp} ，这与分清上下工序责任并不矛盾。

由上所述，将控制图诊断与两种质量，两种工序能力指数的计算相结合，不但能够诊断发生了哪一个异常因素，而且能够预测消除该异常因素后工序能力指数提高的幅度，从而为选择决策提供了可靠的资料。这一点对受或不受外来因素影响的工序都成立。

10.5 工序控制图设计

在生产现场中，上下工序间一般都是有联系的，根据上下工序间联系密切的程序，各工序控制图的设计也不尽相同，现分别讨论如下：

全国迷你型MBA职业经理双证班

认证系列：高级职业经理 CEO 资格认证、人力资源总监、营销经理、财务总监、企业培训师、酒店经理、品质经理、生产经理、市场总监、营销策划师等学习认证系列。

颁发双证：通用高级经理资格证书 + MBA 高等教育研修结业证书（含 2 年全套学籍档案）

证书说明：证书全国通用、国际互认、电子注册，是提干、求职、晋级、移民的有效依据

学习期限：3 个月（允许工作经验丰富学员提前毕业） **收费标准：**全部学费 **1280** 元

学校网站：www.mhjy.net **报名电话：**0451-88723232 **咨询邮箱：**xchy007@163.com

颁证单位：中国经济管理大学

承办单位：中国教育培训网 美华管理人才学校

全国招生 函授教育 颁发双证 权威有效



职业经理 MBA 整套实战教程

千本好书 **免费** 下载网址 www.mhjy.net

10.5.1 上下工序联系不密切的控制图设计

例如某些机械加工，上下工序间的联系不密切，具有相对独立性，这时在每道工序采用全控图即可（参见图 10-13）。如果产品质量有问题，可以按照加工顺序采取每道工序把关的方法，先把上工序调好再来调整下工序。

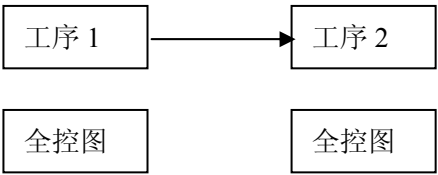


图 10-13 控制图设计 I

但若遇到下面所列的情况时，应将全控过程改为选控过程：

（1）投资所限。某炼钢厂轧钢工段的轧钢质量除了决定于轧钢工段本身的工作质量外，还与前一工段的钢坯下料长短不一有关。按照图 10-13 的方案应先解决上工段钢坯下了长短不一的问题，但需要一笔颇大的投资，一时难以实现。所以为了管好轧钢工段本身的工作质量需要进行选控。

（2）生产技术条件不允许。例如制药、化工行业的生产过程规定有时间要求，不允许在同一工序返工重复处理。此外由于上工序质量不够理想就中断生产，从经济方面考虑也不能接受。因此，为了管理好有关工序的工作质量需要进行选控。

（3）存在非控因素。例如某中药厂生产某种成品中药，其原料不能保证由一个产地供给，而需要由若干个产地供给。这样，制药质量就不可避免地要受产地原料的影响。为了管理好制药本身的工作质量，也需要进行选控。

（4）质量事故在上下工序间不明确的场合，用选控图能分清上下工序的责任。这种用科学方法判断哪道工序存在问题的方式，容易做到以理服人，推动质量管理顺利进行。

上述各种情况，应改用图 10-14 的方案，即在工序 2 再加上单因素选控图（非控异常因素取为上工序对下工序的影响），两图联合运用以取得区分上下工序责任的诊断作用。

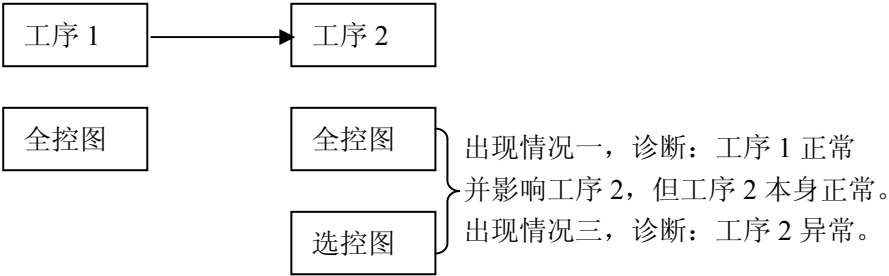


图 10-14 控制图设计 II

10.5.2 上下工序联系密切的控制图设计

石油、化工、制药、食品、冶金等行业的管道式或流程式生产上下工序联系密切。这时采用图 10-13 方案不合适。

在图 10-13，假定工序 1 和工序 2 的全控图都告警，工序 1 的全控图告警表示工序 1 异常，可是工序 2 的全控图告警却有两种可能：（1）工序 2 本身异常或工序 2 本身正常，但受工序 1 的影响，在两道工序都用全控图的情况下无法判断工序 2 是属于哪种可能。

若用 10-14 方案，工序 1 有无异常由工序 1 的全控图确定，工序 2 有无异常由工序 2 的选控图就可确定。但工序 2 的全控图只是与选控图联合使用以诊断工序 1 是否给工序 2 带来影响。故这里的全控图实际可以省略，这样得到如图 10-15 所示的方案。这里选控图是单因素的选控图，非控异常因素取为工序 1 带来工序 2 的影响。

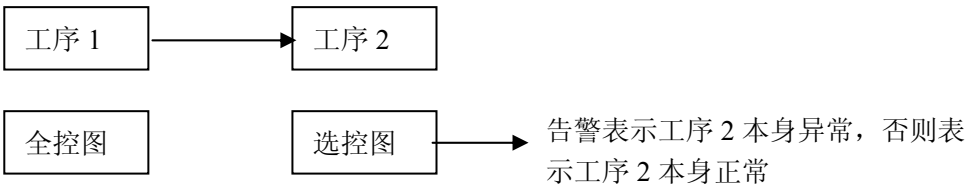


图 10-15 工序控制图设计 III

例 10-8 某制药厂抗生素生产的三个主要工序：过滤—脱色—结晶中，前二工序在质量问题方面分不清责任。为了分清责任，及时提高产品质量，该厂采用图 10-14 的工序控制图设计方案（参见表 10-10，表中列出对 1981 年第 56～105 批抗生素生产应用此控制图方案的实施结果。该厂实践证明应用图 10-15 方案完全达到设计预期效果，根据控制图告警情况立即分清了工序 1 和 2 的责任，及时提高了产品质量。

表 10-11

| 工序 | 过滤工序 | 脱色工序 | | 诊断与措施 |
|-----------------|--------|--------|------------------------------------|----------------------------------|
| 控制图 | X 图 | X 图 | X _{cs} 选控图（非控异常因素）：过滤液透光度 | |
| 控制对象 | 过滤液透光度 | 脱色液透光度 | 选控脱色液透光度 | / |
| 生产实况 60.98 批 | 告警 | 告警 | 告警 | 两工序均有问题，在过滤工序增加纯化剂用量，在脱色工序更换部分树脂 |
| 62 批 | 未告警 | 告警 | 告警 | 脱色工序有问题，更换部分树脂 |
| 96 批 | 未告警 | 告警 | 告警 | 脱色工序有问题，发现滤布穿孔重新装布 |
| 73 批 | 告警 | 告警 | 未告警 | 过滤工序有问题，发现过滤板漏夜，重新安装好 |

现结合例 10-8，表 10-11 中有代表性的第 73 批抗生素重新讨论一下图 10-13、图 10-14、图 10-15 各个方案。

表 10-12

| 方案 | 图 10-13 的方案 | | 图 10-14 的方案 | | | 图 10-15 的方案 | |
|-------------|-------------|-----|-------------|-----|---------------------|-------------|---------------------|
| | 过滤 | 脱色 | 过滤 | 脱色 | | 过滤 | 脱色 |
| 控制图 | X 图 | X 图 | X 图 | X 图 | X _{cs} 选控图 | X 图 | X _{cs} 选控图 |
| 对第 73 批告警情况 | 告警 | 告警 | 告警 | 告警 | 未告警 | 告警 | 未告警 |

图 10-13、图 10-14、图 10-15 三个方案在工序 1 过滤工序是统一的，都是用全 X 图全控。但在工序 2，图 10-13 的方案采用 X 图全控，它告警表示产品（半成品脱色液）质量异常，图 10-15 的方案采用 X_{cs} 选控图，它未告警表示工序 2 的工序产品质量（即工序 2 提供的产品质量部分）正常。即使产品（半成品脱色液）质量有问题也不是工序 2 造成的；图 10-14 的方案则同时采用 X 全控图和 X_{cs} 图选控，X 图告警表示产品质量异常，而 X_{cs} 图未告警表示工序产品质量正常，于是根据控制图诊断原理诊断工序 2 存在非控异常因素—工序 1 带来的影响。此外，这种情况也表明工序 1 异常，工序 2 正常。这里工序 2 的产品质量与工序产品质量为什么会不一致呢？因为工序 2 的产品质量脱色液透光度与工序 1 的产品质量过滤透光度有密切的关系，脱色是在过滤的基础上进行的。如果过滤工序异常，过滤液透光度过低，则脱色液透光度未必很高，即工序 2 的产品质量未必正常，但从过滤到脱色液透光度的相对提高程度可以很大，也即工序 2 的工序产品质量可以是正常的。

因此，图 10-14 联合运用全控图与选控图分别反映其产品质量与工序产品质量的方案最全面，最值得推广。图 10-13 的方案由于在工序 2 只反映了产品质量而未反映工序产品质量所以是不全面的，这时，在工序 2 仅仅根据产品质量就断定它的工序产品质量是否正常有时要犯错误，例如对第 73 批抗生素生产也是如此。如此，图 10-13 只用全控图方案不足取。取 10-15 方案由于在工序 2 只反映了工序产品质量而未反映产品质量所以也是不全面的。单纯从技术管理角度看是可行的，但它比图 10-14 方案只不过少了一张全控图 X 图，在作图工作量方面所省无几，不如采用图 10-14 的方案。

综上所述，不论上下工序联系是否密切，工序控制图设计的一般原则是：在任何一个工序，如果该工序不受外来因素的影响，从而其产品质量与工序产品质量是一致的，则可用全控图进行控制；如果该工序受到外来因素的影响，从而使产品质量与工序产品质量不一致，则应联合运用全控图和选控图，分别反映产品质量和工序质量，同时，两图的联合使用还可对外来因素的是否发生进行诊断。

上述两种产品质量，两种工序能力指数的概念以及工序控制图设计的一般规则不仅可以用于工业部门，而且还可以推广用于服务行业和管理系统的控制图设计。这时，产品质量需要相应地改为服务质量，工序产品质量需要相应地改为班组，科室服务质量。

复习思考题

1. 什么叫统计的思考方法？
2. 常见的抽样方式有哪几种？
3. 按数据的取值是否连续分，数据可以分成哪几类？
4. 什么叫偶然因素？什么叫系统因素？
5. 什么叫统计控制状态（管理状态）？
6. 管理状态下的数据分布如何？
7. 描述数据分散性的指标有哪些？描述集中性的指标有哪些？
8. 运用统计的思考方法进行决策会犯哪两种错误？
9. 控制图的作用是什么？
10. 叙述制作均值极差控制图、中位数极差控制图和 C 图的要领。
11. 运用控制图会出现哪两种错误？
12. 按数据的性质分，控制图可以分为哪几类？
13. 判定过程是否处于稳定的依据是什么？
14. 点子排列出现缺陷可分为哪几类？
15. 收集我院图书馆每天图书借出数量，并制作一张分析用控制图。
16. 什么叫欲控因素？什么叫非控因素？
17. 什么叫综合产品质量？什么叫过程产品质量？
18. 上下过程联系较为密切时控制图如何设计？
19. 综合产品质量波动状况可由什么图反映？过程产品质量用什么图反映？
20. C_{PP} 与 C_{pg} 的关系如何？
21. 上下过程联系不密切时控制图如何设计？

[技能练习]

一、训练目的与要求

通过训练，使学生熟练掌握计量值控制图和计数值控制图的制作方法以及各种选控图的制作方法。

二、训练过程与结果

提供练习题，由学生先独立完成，然后根据学生做的结果进行讲评。

【例一】已知某纺织厂每次购进棉纱都要抽 3 包检查重量是否符合要求，合同规定的重量标准为 $20 \pm 0.30\text{kg}$ / 包。现有对供应商 A 的 15 次进货的检测数据，如下表所示，试根据表中的数据制作一张均值极差控制图。

| 序号 | 测量值 | | | 序号 | 测量值 | | |
|----|-------|-------|-------|----|-------|-------|-------|
| | X_1 | X_2 | X_3 | | X_1 | X_2 | X_3 |
| 1 | 20.15 | 19.80 | 19.70 | 9 | 19.88 | 19.90 | 19.91 |
| 2 | 20.25 | 20.15 | 20.10 | 10 | 19.95 | 19.90 | 19.95 |
| 3 | 19.85 | 19.90 | 19.90 | 11 | 20.05 | 20.15 | 20.10 |
| 4 | 19.83 | 19.85 | 19.95 | 12 | 19.80 | 19.75 | 19.74 |
| 5 | 20.10 | 20.15 | 20.05 | 13 | 19.85 | 19.75 | 19.90 |
| 6 | 19.92 | 19.93 | 19.85 | 14 | 19.90 | 19.95 | 20.10 |
| 7 | 19.95 | 20.05 | 20.10 | 15 | 19.85 | 19.75 | 20.10 |
| 8 | 20.05 | 20.10 | 20.15 | | | | |

【例二】见教材例 10-2。

第 11 章 质量分析与改进技术

11.1 质量分析与改进概述

11.1.1 质量控制与质量改进

在产品的质量管理中，按功能分，管理者的工作内容可分为两类：维持现状和改进现状。维持现状即质量控制，是致力于满足质量要求，使产品质量保持在已达到的水平。改进现状即质量改进，是致力于增强满足质量要求的能力，是对现有的质量水平在控制的基础上加以提高，使产品质量达到一个新的水平。

在激烈的市场竞争中，企业为了求得生存与发展，其产品质量水平不能总是停留在一个水平上，而应在维持的基础上加以提高。对于质量改进所取得的成果，必须通过维持即控制使之得到巩固。因此，在质量管理中，只有控制而没有改进，或只有改进而没有控制都是不对的。

质量控制主要是解决过程的偶发性质量问题，也称急性的质量问题。通过及时发现过程的异常现象，寻找出造成异常的因素并加以消除，使过程恢复原来的状态。质量改进主要是针对过程的经常性质量问题，也称慢性的质量问题。慢性质量问题的特点是：人们已习以为常，其影响不易被人们所觉察，通常原因复杂且不明确，不采取措施在近期内也过得去。由此可知，实施质量改进的工作难度较大，也比较辛苦，没有遵照一定的科学步骤，往往难以取得预期的成果。

11.1.2 质量分析与改进工作的步骤与内容

质量分析与改进必须按照 PDCA 来进行，PDCA 是指：计划（Plan）、实施（Do）、检查（Check）、处理（Action），也称质量改进的四个阶段。四个阶段又可分成八个步骤，主要内容如下：

1. P 阶段——计划阶段

（1）分析现状，找出存在的质量问题。在寻找存在的质量问题时，通常可借助于排列图法、直方图法和控制图法等技术来进行。

（2）分析产生质量问题的原因。分析过程经常借助于因果图法、关联图法、系统图法等技术进行。

（3）找出影响质量问题的主要原因。影响质量问题的主要原因可能很多，但起关键作用的因素往往只有少数几个。可借助于散布图法、排列图法等技术来进行确定。

（4）针对主要原因制定对策措施。可通过回答 5W1H 问题，制定出切实可行的具体措施。

2. D 阶段——实施阶段

（5）把 P 阶段制定的对策措施按计划付诸实施。

3. C 阶段——检查阶段

（6）检查各项措施的实施进度和实施效果。可借助于排列图法、直方图法、控制图法等技术进行检

查和验证。

4. A 阶段——处理阶段

(7) 总结经验，巩固成果。根据 C 阶段的检查结果，把成功的经验和失败的教训纳入有关标准、规定和制度，防止同样的问题再出现。

(8) 把遗留的问题转入下一个 PDCA 循环。对检查中发现的未解决问题，转入下一次 PDCA 循环中加以解决。

在 PDCA 的四个阶段中，A 阶段是关键。一方面起到承上启下的作用，确保改进持续进行，另一方面是巩固所取得的改进成果，确保改进成效。

11.1.3 质量分析与改进工具与技术

运用 PDCA 步骤进行质量改进需要收集、整理与分析相关的数据资料，正确而有效地利用一定的工具和技术对数据资料进行加工分析有利于质量改进的成功。质量改进的工具和技术种类很多，常用的工具和技术如表 11—1 所示。

表 11—1 常用的质量分析与改进工具和技术

| 序号 | 工具与技术 | 应 用 | 备 注 |
|----|------------|--|-------------|
| 1 | 检查表法 | 系统地搜集数据，以获取对事实的明确认识 | 适用于数字和非数字资料 |
| 2 | KJ 法（分层图法） | 将大量有关某一特定主题的观点、意见或想法按组进行归类 | 适用于非数字资料 |
| 3 | 水平对比法 | 把一个过程与那些公认的、占领先地位的过程进行对比，以识别质量改进的机会 | 适用于非数字资料 |
| 4 | 头脑风暴法 | 识别可能的解决问题办法和潜在的质量改进机会 | 适用于非数字资料 |
| 5 | 因果图法 | 分析和表达因果关系；通过识别症状、分析原因、寻找措施，促进问题的解决 | 适用于非数字资料 |
| 6 | 流程图 | 描述现有的过程，设计新的过程 | 适用于非数字资料 |
| 7 | 系统图法 | 描述目的（结果）和手段（原因）之间的关系 | 适用于非数字资料 |
| 8 | 控制图法 | 诊断：评估过程是否稳定；控制：决定某一过程何时需要调整及何时需要保持原有的状态；确认：确认某一过程的改进结果 | 适用于数字资料 |
| 9 | 直方图法 | 显示数据波动的形态，直观地表达有关过程情况的信息，决定在何处集中力量进行改进 | 适用于数字资料 |
| 10 | 排列图法 | 按重要性顺序显示每一项目对总体效果的作用，排列改进的优先序 | 适用于数字资料 |
| 11 | 散布图法 | 发现和确认两个因素之间的关系 | 适用于数字资料 |
| 12 | 分层法 | 创造进一步利用数据的的条件 | 适用于数字资料 |

11.2 检查表法

11.2.1 定义

1. 检查表

检查表也称调查表、核对表等，是指为了收集数据资料而设计的图表。检查表的形式多种多样，一般根据检查对象的特点进行设计，以方便记录、整理和简单分析为目的。

2. 检查表法

指利用检查表进行收集、整理数据和并粗略对数据进行分析的方法。由此可知，检查表法的主要工具是检查表，本节主要介绍一些典型的检查表应如何设计和应用。

11.2.2 检查表的分类

根据使用目的的不同，可以把检查表分为一下类型：

1. 点检用的检查表

用于记录被检查对象的状况，只做是非或选择的标记。如用于记录设备仪器的维护保养实施状况的表格。

2. 记录用的检查表

用于收集计划资料，以符号或数字记录的表格或图形。如用于记录客户的投诉、不合格的原因、销售情况等的图表。

11.2.3 检查表的制作方法

1. 点检用检查表的制作方法

- (1) 列出需要检查的项目
- (2) 有顺序要求时，按顺序排列项目
- (3) 试用、修改，正式印制

2. 记录用检查表的制作方法

- (1) 确定项目及需要收集的数据
- (2) 确定检查表的格式
- (3) 确定记录的符号
- (4) 确定收集数据的方法：规定搜集人员、频率、检查方法等

3. 制作检查表应注意的事项

- (1) 格式根据需要、目的而定
- (2) 越简单越好，方便记录
- (3) 检查事项应说明清楚

11.2.4 应用

1. 点检用检查表

某学生为了保证做好参加英语四级考试的考前准备，特制定如下检查表：

表 11—2 英语四级考前准备检查表

| 项 目 | 准 备 情 况 | 备 注 |
|---------|---------|--------|
| 1、身 份 证 | | |
| 2、准 考 证 | | |
| 3、铅 笔 | | 3 支 2B |
| 4、收 音 机 | | 带 耳 机 |

填表说明：已准备好则在准备情况栏打“√”

2. 记录用检查表

(1) 不良项目检查表

主要用于检查记录各种不良项目出现的频次。如在电熨斗生产制造过程中，就需要用检查表记录锁本体工序各种不良项目发生的情况，以确定当前该工序存在的主要质量问题，样表如下：

表 11—3 不良项目检查表

| 工序： <u>本锁</u> 班组： <u>A</u> 品名： <u>X13</u> 时间： <u>22/3/06</u> 检验员： <u>张三</u> | | |
|---|-----|-----|
| 检验件数： <u>100</u> 备注： <u>全检</u> | | |
| 不 良 项 目 | 频 数 | 小 计 |
| 1、螺 丝 滑 牙 | | 11 |
| 2、本 体 破 损 | | 7 |
| 3、名 牌 浮 贴 | | 13 |
| 4、电 镀 不 良 | | 4 |
| 5、其 他 | | 2 |
| 总 计 | | 37 |

(2) 缺陷位置检查表

对有外观质量要求的产
品，通常利用缺陷位置检查表来记录、统计和分析不同类型的外观质量缺陷所发生的部位和密集程度，再根据缺陷类型的分布情况，找出规律，为解决存在问题提供事实依据。

例如，某工序用油漆机给 80cm×30cm 的铁片表面涂漆，表面经常出现下列缺陷：

刮痕：用记号“×”表示；气泡：用记号“○”

如何制作检查表，以便收集缺陷（疵点）的分布情况？

若已知检查 200 张铁片，发现 15 张有缺陷（疵点），其中刮痕 15 个，气泡 3 个。那么可以通过以下步骤制作相应的缺陷位置检查表：

① 画一张同比例的图形（如图 11—1 所示）

当然也可以按比例放大或缩小图形，以方便分析为目的。

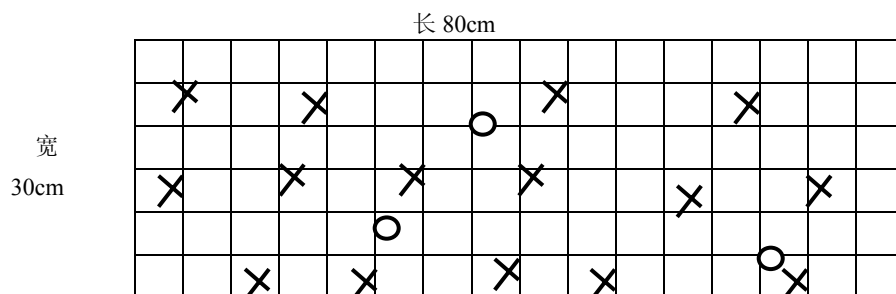


图 11—1 涂漆铁板

② 把图形划分成若干个小区域

按纵向分成 6 个等分、横向分成 18 个等分的办法把图形分成若干个小矩形，当然也可以采用其他划分办法，以方便、准确确定缺陷（疵点）位置为准。

③ 检查涂漆铁片表面缺陷（疵点）位置：

对 15 张表面有缺陷的铁片，逐张确定出其表面每一个缺陷（疵点）的所在位置。

④ 在图上相应位置作记号

根据缺陷（疵点）的类型，按照记号的表示方法，在图上的相应位置标出记号“×”或“○”。

⑤ 对图上记号进行归纳统计和分析由图 9—1 可以看出，主要缺陷（疵点）是刮痕，大部分缺陷（疵点）集中在三条直线附近，显然有异常因素存在。

⑥ 根据分析结果提出对策措施并实施

作业人员根据自己的经验，及时检查涂漆机的滚筒，发现在滚筒的对应位置上有毛刺并给予处理。

措施实施后，再检查 200 片新涂的铁片表面缺陷（疵点）出现情况，仅发现 3 个缺陷（疵点），基本正常，表明所采取的措施是有效的。

适合本方法的应用对象还有：手表、汽车及各种铸件的外观质量问题等。

（3）矩阵检查表

这种检查表主要用于收集两类或两类以上因素之间各种关系的资料，具体可参见第三章第六节的各种格式及其应用。

（4）过程质量分布情况检查表

通过这种检查表收集某一过程的产品质量特性值数据，来了解该过程是否处于控制状态。

例，已知某工序加工的零件尺寸规格为 $10.20 \pm 0.04\text{mm}$ ，对于任一加工后零件假设测得尺寸为 $X\text{mm}$ ，按公式：

$$(X - 10.00) \times 100$$

进行变换。现测得 83 件零件，其变换后尺寸大小记于表 11—4：

表 11—4 过程质量分布检查表

| 频数 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 25 | | | | | | — | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | — | | | |
| 10 | | | | | | | | | | |

— ||| |||| |||| |||| |||| |||| |||

| | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|----|----|----|----|---|---|--|
| 5 | | | | | | | | | | |
| 合计 | 1 | 2 | 8 | 13 | 21 | 18 | 11 | 7 | 2 | |

根据各个区间的分布频数，我们可以直观地检查出该过程是否近似服从正态分布、分布中心偏离规格中心的情况、质量波动情况等。

检查表法是否有效，关键在于检查表的设计是否科学合理，而检查表的格式受检查对象、资料内容、检查目的影响，因此在设计过程中要尽量做到记录方便、少计算、项目明确。不但设计者对表的作用、如何使用要清楚，而且也要让使用者清楚。

11.3 分层法

当利用检查表收集到的数据资料比较复杂时，为了能透过现象看到本质，找到解决问题的措施，必须对所搜集的数据进行进一步整理和分析。

11.3.1 定义

1. 分层法

分层法也叫分类法、分组法，是指依照一定标志对数据进行分门别类的整理和汇总的方法。对于那些杂乱无章和错综复杂的数据资料，通过有效的分层，可以使我们发现隐含在数据背后的客观事实，对于及时解决存在问题将起到十分重要的作用。

2. 分层的作用

- (1) 是分析数据、利用数据的基础；
- (2) 为有效地使用其它工具与技术创造条件；
- (3) 可以提高数据的使用价值，便于找到原因和采取正确措施。

例如，已知某高中三年级学生期末语、数、英、历史、地理五科总成绩为 465 分（每科满分为 100 分），直接看平均每科 93 分，相当不错。当我们对其成绩按科进行分类时，其结果是：语文 97，英语 97，数学 96，历史 96，地理 79。发现该生的地理成绩相当不理想，努力方向。

3. 分层的原则

- (1) 相近、相同类型或同性质的数据分在同一层；
- (2) 不同层的数据差异应尽量大。

11.3.2 分层的方法

分层的目不同，分层的方法一般也不同。通常可以按以下标志进行：

- 1. 人员。可按年龄、性别、职业和技术水平等进行分层。
- 2. 时间。可按不同的班次、日期等进行分层。
- 3. 测量。可按测量设备、测量方法、测量人员、测量取样方法和环境条件等进行分层。
- 4. 顾客。可按偏好、收入、性别和年龄等进行分层。
- 5. 材料。可按产地、批号、供方和成分等进行分层。
- 6. 方法。可按不同的工艺要求、操作参数、操作方法和生产速度等进行分层。
- 7. 设备。可按不同的产地、新旧程度和工艺类型等进行分层。
- 8. 环境条件。可按亮度、清洁度、温度和湿度等进行分层。

11.3.3 分层法的应用程序

分层法的应用程序是：

- 1. 收集数据；
- 2. 根据目的选择分层标志；
- 3. 对数据进行分层；
- 4. 以层对数据进行归类；
- 5. 根据归类结果制作表或图；
- 6. 根据表或图找出规律或存在问题。

11.3.4 应用

某厂装配齿轮箱，发现齿轮箱与箱盖之间经常会漏油，为查出原因，有关人员到现场装配过程进行跟

踪调查，发现涂粘合剂的 3 个工人（甲、乙、丙）的操作方法不一样；另一个是所使用的气缸垫有两种，一种是 A 公司生产的，另一种是 B 公司生产的。

为了验证问题的原因，以便及时采取纠正措施，改善和提高装配质量，现抽取 50 件该装配过程装配的齿轮箱，检测结果是 19 件会漏油，漏油发生率达到 $19 \div 50 \times 100\% = 38\%$ 。

为有效分析出问题的原因，对所收集的 50 件检测数据按操作者进行分层（即分类），结果如表 11—5：

表 11—5

| 操作者 | 有漏油 | 无漏油 | 合计 | 发生率 |
|-----|-----|-----|----|------|
| 甲 | 6 | 13 | 19 | 0.32 |
| 乙 | 3 | 9 | 12 | 0.25 |
| 丙 | 10 | 9 | 1 | 0.53 |
| 合计 | 19 | 31 | 50 | 0.38 |

由表中的发生率大小可知：操作者乙的方法比较理想，如果全用乙的方法涂粘合剂可能会减少漏油。

为了验证气缸垫的种类是否对漏油有影响，再按气缸垫的供应单位对 50 件检测结果的数据进行分层，结果如表 11—6：

表 11—6

| 材 料 | 有漏油 | 无漏油 | 合计 | 发生率 |
|--------|-----|-----|----|------|
| A 公司提供 | 9 | 14 | 23 | 0.39 |
| B 公司提供 | 10 | 17 | 27 | 0.37 |
| 合 计 | 19 | 31 | 50 | 0.38 |

由表中的发生率大小可知：使用 B 公司提供的气缸垫漏油率比较小，如果全用 B 公司提供的气缸垫可能会减少漏油。

综合以上分层分析结果，可得：全部采用 B 公司制造的气缸垫、运用操作者乙的方法涂粘合剂可能会减少漏油。

以上分析特点是：按操作者的方法和气缸垫供应单位的不同分别进行分层分析，然后再把两次分析结果进行综合得出最终的结果。但问题是：

1. 不同供应单位提供的气缸垫对涂粘合剂的方法有不同要求吗？

2. 不同操作方法（即涂粘合剂方法）的效果与所使用的气缸垫有关吗？为了进一步印证以上两个问题是否存在，把供应单位和操作者方法两个因素同时考虑，对 50 件检测结果的数据进行二元分层（即分类），结果如表 11—7：

表 11—7

| 材料 | | A 公司提供 | B 公司提供 | 合 计 |
|-----|-----|--------|--------|------|
| 操作者 | 漏油 | 6 | 0 | 6 |
| | 不漏油 | 2 | 11 | 13 |
| 乙 | 漏油 | 0 | 3 | 3 |
| | 不漏油 | 5 | 4 | 9 |
| 丙 | 漏油 | 3 | 7 | 10 |
| | 不漏油 | 7 | 2 | 9 |
| 小计 | 漏油 | 9 | 10 | 19 |
| | 不漏油 | 14 | 17 | 31 |
| 总 计 | | 23 | 27 | n=50 |

由表中的二元分层结果可得以下的分析结论：

1. A 公司提供的气缸垫用乙的方法涂粘合剂效果最好；
2. B 公司提供的气缸垫用甲的方法涂粘合剂效果最好；
3. 不管是 A 还是 B 公司提供的气缸垫用丙的的方法涂粘合剂都会造成漏油；
4. B 公司提供的气缸垫用乙的方法涂粘合剂漏油率约达 43%；
5. 应根据气缸垫提供方的不同选用不同的的方法涂粘合剂。

上述结果说明分别用操作方法和材料对数据进行分层，即一元分层，然后把每次的分层分析结果进行综合，所得结论并不可靠。这是因为操作方法（即涂粘合剂方法）与材料之间存在交互作用，必须用二元方法进行分层。一般地，当影响因素取不同水平组合对问题有明显作用时，一定要把这些因素结合在一起考虑对数据的分层，才能取得预期的结果。以上例子告诉我们，分层方法选用不当，不但得不到理想结果，甚至会得到完全错误的结论，因此在运用分层法的过程中要紧密结合专业知识与经验，选用恰当的方法。

11.4 排列图法

11.4.1 排列图法的来源

排列图法是一种通过数据资料的分析，寻找出重点和关键的方法，最早是由意大利经济学家 V. Pareto（1848—1923，帕累托）提出。1897 年他在分析英国、意大利、普鲁士等国社会财富的分布情况时发现了这样的现象：少数的富人占有了国家的大部分财富，而大多数人则处于贫困状态（即仅占有少数的财富）；这些少数人左右着国家的经济命脉。这就是著名的“关键的少数，次要的多数”原理。后来美国的质量管理专家朱兰（J. M. Juran）博士把这一原理应用于质量管理，并用图形（即排列图）加以描述，使之更加形象和直观，成为质量管理中用来确定重要的少数和不重要的多数的常用方法，也称之为排列图法。

在质量经营过程中，人们经常会遇到各种各样的问题，如果不分主次，平均分配资源，其结果是不但有限的资源没发挥应有的作用，而且根本问题也得不到解决。应用“关键的少数，次要的多数”原理的排列图法，可以帮助我们在众多的质量问题中迅速找到重点问题，在产生质量问题的众多原因中迅速找到主要原因。因此有效地运用排列图法，对于提高质量工作效率和效果、合理使用资源将起到积极的促进作用。

排列图法的主要工具是排列图，能否有效制作排列图并加以科学分析，是排列图法取得成功的关键。

11.4.2 定义

1. 排列图

按一定的标准把所收集的数据进行整理和分类，依各项目所占比例大小从高到低画出若干个矩形，再加上累积值的图形。

2. 排列图法

利用排列图来确定出重点项目和不重要项目的方法。

11.4.3 排列图法的应用程序

为了更好地理解程序步骤，下面主要结合例子说明如何制作和分析排列图。

1. 选择需要进行质量分析的项目。
2. 选择用于质量分析的度量单位，如出现的次数（频数）、成本、不合格品数、金额或其它度量单位。
3. 选择进行质量分析的时间范围。所选定的时间段应足够长，以确保所获得的数据有代表性。
4. 收集资料，即依照事先选定的时间范围，收集各项目的数据资料。例如，已知造成某种电阻不合格的不良项目有 15 种，现根据各种不良项目出现的机会大小把它们归为 6 种：油漆、沾污、裂纹、电镀、变形和其它等。某电阻生产厂为了进一步提高电阻的质量水平，决定根据 2006 年 3 月所产生的 140 个不合格电阻分别统计各种不良项目发生的频数，结果如表 9—8 所示：

表 11—8

| 不良项目 | 油漆 | 沾污 | 电镀 | 裂纹 | 变形 | 其它 | 合计 |
|-------|----|-----|----|----|----|----|-----|
| 频数（个） | 26 | 102 | 14 | 50 | 4 | 4 | 200 |

5. 根据各项目对应数据的大小，从大到小对项目进行排列。根据表 11—8 的数据，按频数从大到小对不良项目进行排列，其结果如表 11—9 第一行所示。

表 11—9

| 不良项目 | 沾污 | 裂纹 | 油漆 | 电镀 | 变形 | 其它 | 合计 |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 频数（个） | 102 | 50 | 26 | 14 | 4 | 4 | 200 |
| 累计频数（个） | 102 | 152 | 178 | 192 | 196 | 200 | |
| 百分比（%） | 51 | 25 | 13 | 7 | 2 | 2 | 100 |
| 累计百分比（%） | 51 | 76 | 89 | 96 | 98 | 100 | |

6. 求百分比，即求各

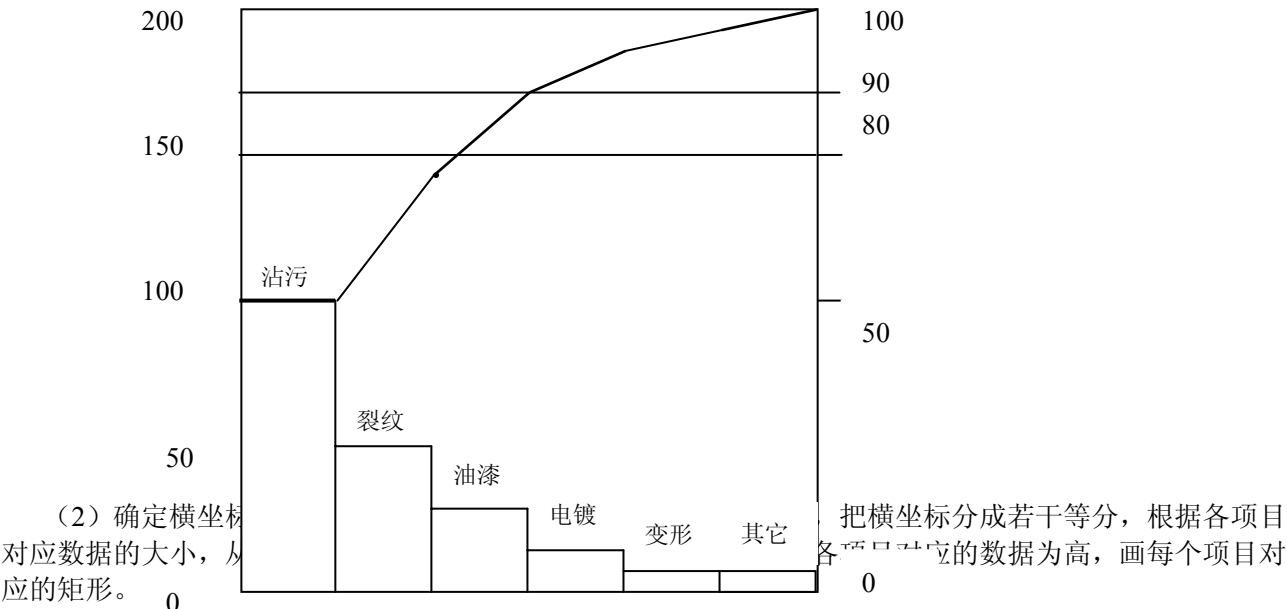
项目对应的数据在合计数中所占的百分比。上例计算所得百分比结果如表 11—9 第四行所示。

7. 求累计百分数，即利用各项目对应的累积和除以合计数，求各项目的累计百分数。上例计算所得累计百分数结果如表 11—9 第五行所示。

8. 作图。

(1) 画坐标。画两个纵坐标，一个横坐标。为美观起见，横坐标的长度一般不大于纵坐标的高度，但不小于纵坐标高度的三分之二；在横坐标的左端点画左纵坐标，表示质量问题的度量单位，其高度等于合计数；在横坐标的右端点画右纵坐标，其高度与左纵坐标的高度相同，表示百分数，最高点为 100%。

由表 11—9 可知，上例中的合计数为 $N=200$ ，坐标见图 11—2。



(2) 确定横坐标
对应数据的大小，从

上例项目总数为 6，故：图 11—2 电阻不良项目排列图 的不良项目顺序在图 11—2 横坐标的下方标出不良项目，同时以各个不良项目对应的频数画矩形，结果见图 11—2。

(3) 标累计百分数点，画累计百分比曲线。以各个项目所在矩形的右端为横坐标，以该项目的累计百分数为右纵坐标，画累计百分数点；把相邻的累计百分数点用线段把它们连接起来，即得到累计百分比曲线。上例的累计百分比曲线见图 11—2。

11. 确定重点，即关键的少数。过右纵坐标的 80%、90% 点画水平横线，把图分成三部分，从下至上依次记为 A 区、B 区、C 区。落在 A 区的累积百分比点对应的项目称为重点项目，落在 B 区的累积百分比点对应的项目为次重点项目，落在 C 区的累积百分比点对应的项目为不重要的项目。

由图 11—2 可知，重点项目为沾污、裂纹，次重点项目为油漆，其它项目均属于不重要项目。因此如果能够把沾污、裂纹这两个导致不合格的主要原因解决了，那么电阻的质量水平就能得到明显的提高。

11.4.4 排列图法的用途

1. 指出重点，即按重要性顺序显示出每个项目对问题的作用；
2. 识别质量改进的机会；
3. 用于检查改进措施的效果。利用制作实施改进措施前后的排列图，并进行对比，就能判定改进措施是否有效。

11.4.5 应用排列图法应注意的事项

1. A 类项目不能过多；
2. 项目分类不当会造成主次问题不突出；
3. 项目较多时，可以把数值少的对应项目合并为一项：“其它”；
4. 实施改进措施后要再作排列图检查措施的效果；
5. 横坐标从左至右按数值从大到小排列项目，若有“其它”项目均放最后。

11.5 因果图法

11.5.1 因果图法的来源

因果图法是日本质量管理专家石川馨先生于 1952 年在一家工厂进行质量管理诊断时，针对技术人员苦于因果关系多且复杂，难于归纳的情况下提出的一种归纳问题并解决问题的方法。它的基本思路是：利用寻找原因的原因，一直找到可以采取消除原因并解决问题为止。在运用因果图法解决质量问题时，为了方便思考和分析，常常借助于图形（即因果图）把寻找出来的原因之间的关系显示出来。

因果图法的主要工具是因果图，能否有效制作因果图并加以科学分析，是因果图法取得成功的关键。

11.5.2 定义

1. 因果图

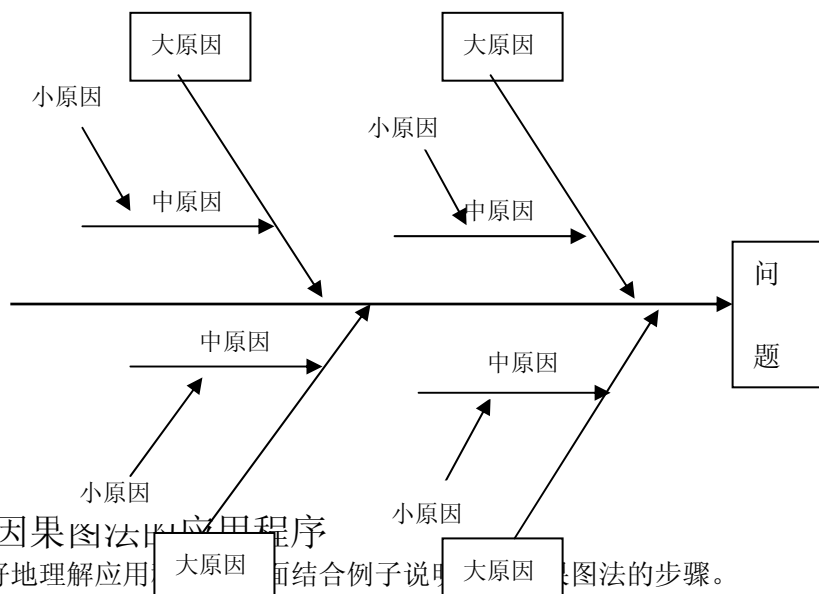
因果图又叫石川图、鱼刺图、特性要因图等，它是用来揭示已知结果与其潜在原因之间关系的一种图。

2. 因果图法

利用因果图来寻找问题的主要原因并制定解决问题的对策措施的方法。这表明因果图法包括两方面的工作内容：其一是制作因果图找问题的主要原因，其二是根据主要原因制定解决问题的对策措施。

11.5.3 因果图的结构

因果图是由问题、原因以及描述它们之间逻辑关系的箭条构成的，如图 11—3 所示：



11.5.4 因果图法的应用程序

为了更好地理解应用因果图法，下面结合例子说明因果图法的步骤。

1. 确定需要解决的问题。问题要明确、具体，这是保证找到真正原因的前提。

例如，某牛奶加工厂的牛奶，经质量监督部门抽验检查，结果被判为不合格：细菌 ≥ 300

万/ml，严重超标。此时可以把问题确定为：牛奶的卫生质量为什么差？

2. 召集相关人员（4—10 人）。应该是对业务比较熟悉的人员，必要时还可以请外部人员参加。

3. 准备纸张（或黑板）和笔。目的是用于绘制因果图。

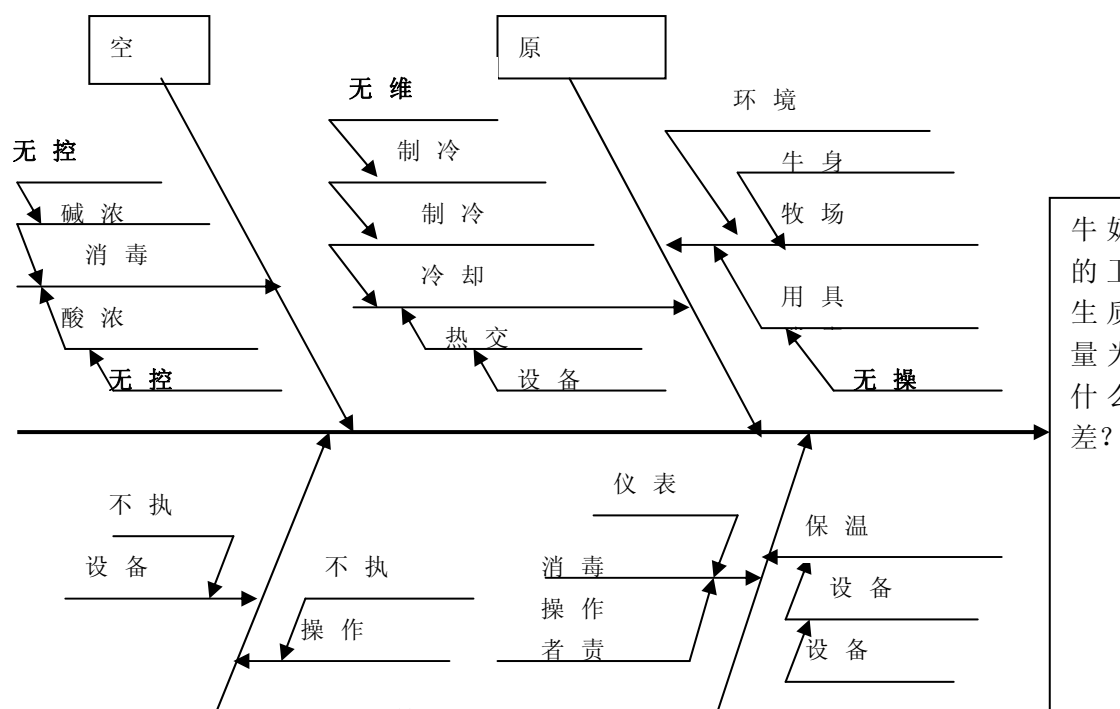
4. 将问题写在纸张（或黑板）的右边。

5. 画带箭头的主干线（箭头指向右边的问题）。

6. 就存在问题确定出可能的大类原因。大类原因一般从人、机、料、法、环境(4M1E)等方面去考虑，大类原因确定后，应在图上标出，并用中箭线指向主干线。上例确定的大类原因有：原料奶、空瓶、鲜奶消毒工艺、环境等，具体见图 11—4。

7. 就各项原因展开分析，找出原因的原因。首先找出导致出现大类原因的可能中原因，如上例造成“原料奶”有问题的可能中原因有：冷却温度偏高、牧场挤奶不卫生，对还不能采取措施解决的中原因，应找出导致出现该中原因的可能小原因。如导致“牧场挤奶不卫生”的可能小原因有：牛身不干净、环境不卫生、用具消毒不达标等。如果此时还有小原因不能采取措施加以解决，应再就那些小原因进一步找出可能的小小原因。如此反复进行，直到都能采取措施加以解决为止。

8. 按逻辑关系，把每次分析出来的原因用中小箭线标在图上。上例最终确定的各类原因及其相互关系见图 11—4。



11. 确定出主要的末端原因（简称主要原因），并在图上标出。从已经展开的末端原因中找出主要的末端原因，可采用环法、专业技术分析、实地调查、鲜奶手表决等方式确定。上例确定的主要原因是：无操作标准、无维修能力和无控制方法等（加图 11—4 黑体字所示）。

10. 针对主要原因制定图 11—4 牛奶卫生质量差因果图。识别、实际工作经验、企业现状、可行性等因素制定消除主要原因的对策措施，并形成改进计划。改进计划一般包括原因项目、现状、目标、措施、责任人、完成期限等。

上例的部分对策措施计划参见下表 11—10。

11.5.5 因果图法的用途

因果图法除了可以用于解决质量方面的问题外，还可以用于解决效率、成本、安全、人事、营销等方面的问题。在解决问题的过程中，因果图主要起以下作用：

1. 分析因果关系；
2. 表达因果关系，积累经验；
3. 识别症状、分析原因，寻找措施以促进问题的解决。

11.5.6 应用因果图法应注意的事项

1. 在发表意见过程中，要发扬民主；
2. 原因要扣紧问题，当原因很多时要进行筛选；
3. 主要原因一定要标出；

表 11—10 提高消毒牛奶卫生质量措施计划表（部分）

| 序号 | 主因现状 | 目 标 | 措 施 | 责任人（部门） | 进 度 要 求 | 备注 |
|----|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---------|--------------|----|
| 1 | 牧场原料奶细菌一般为 500 万/ml，个别为 1200 万/ml | 优于国家标准：杂菌数≤50 万/ml；符合企业标准：杂菌数≤20 万/ml | 1. 帮牧场建立化验室； 2. 制定卫生操作标准； 3. 进行技术指导； 4. 热交换器由冷排改为板式； 5. 帮牧场维修制冷设备； 6. 建立厂与牧场的配合制度。 | 技术部 | 10 月 20 日前完成 | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|-----------------------------|-----------------|---|
| 2 | 1. 碱浓度波动过大, 在 0.1~3%; 2. 酸浓度波动过大, 在 50~1000 PPM。 | 1. 碱浓度控制在 1.0~1.5%; 2. 酸浓度控制在 250~450 PPM。 | 1. 对操作工人进行培训, 学会测定方法。 2. 要求每小时测定一次。 3. 化验人员帮助配制试剂, 每星期进行 1~2 次抽查。 | 人 力 资 源 部 生 产 部 技 术 部 | 9 月 15 日 前完成 | |
| 3 | 略 | 略 | 略 | 略 | 略 | 略 |

- 图上应记载相关内容: 制作目的、制作日期、制作者、参与人员等;
- 要根据主要原因制定改进措施, 并检查效果。

11.6 直方图法

11.6.1 定义

1. 直方图

直方图是由一组宽度相同、高度不同的矩形构成的图形。它主要用于描述数据的分布情况, 矩形的宽度表示数据范围的间隔, 矩形的高度表示在给定间隔内的数据频数。

2. 直方图法

在同一生产条件下制造出来的产品质量不完全相同, 但也不会相差太大, 总是在一个范围内变动, 这种变动有一定的规律性。直方图法就是直观而形象地把质量分布规律用图形表示出来的一种统计工具。利用直方图可以计算过程能力指数 C_p 值, 分析和掌握过程质量情况和估算不合格品率的方法。

11.6.2 直方图法的作法

为了更好地理解应用程序, 下面结合例子说明制作直方图法的步骤。

- 收集 N 个与所研究的质量指标有关的数据 (要求大于 100 个, 至少也要 50 个)。

例如在机械加工中, 已知某轴的外径尺寸规格要求为

$$\varnothing = 50_0^{+0.035} \text{ mm}$$

现测得 100 个数据, 并按 $(x-50) \times 1000$ 进行变换, 结果见表 11—11。

- 求极差 R 。

$$R = \text{最大数据} - \text{最小数据}$$

利用表 11—11 数据, 可求得: $R = 29 - 0 = 29$ 。

表 11—11

| | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 序号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 数据 | 19 | 16 | 14 | 8 | 14 | 20 | 19 | 25 | 27 | 3 |
| 序号 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 数据 | 17 | 9 | 16 | 0 | 21 | 17 | 22 | 19 | 26 | 20 |
| 序号 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 数据 | 14 | 14 | 6 | 9 | 11 | 11 | 12 | 20 | 17 | 13 |
| 序号 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| 数据 | 19 | 13 | 9 | 20 | 17 | 7 | 11 | 20 | 10 | 16 |
| 序号 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 |
| 数据 | 10 | 20 | 16 | 19 | 16 | 13 | 25 | 5 | 13 | 25 |
| 序号 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
| 数据 | 21 | 14 | 24 | 15 | 11 | 17 | 14 | 20 | 9 | 16 |
| 序号 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 |
| 数据 | 8 | 16 | 8 | 17 | 16 | 27 | 9 | 14 | 16 | 7 |

| | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 序号 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 |
| 数据 | 16 | 8 | 13 | 14 | 22 | 5 | 13 | 13 | 19 | 16 |
| 序号 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 |
| 数据 | 14 | 20 | 29 | 16 | 18 | 15 | 14 | 18 | 9 | 17 |
| 序号 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |
| 数据 | 13 | 11 | 8 | 19 | 16 | 15 | 17 | 14 | 17 | 23 |

3. 确定数据的组数 m。

数据的组数就是直方图矩形的个数，m 一般取 6~12，也可以利用数据个数 N 的平方根取整数来确定。本例 N=100，故取其平方根得 m=10。

表 11-12 数据分组级数表

| 数据的个数 N | 经验级间数 K | 一般使用的级间数 K |
|---------|---------|------------|
| 50~100 | 6~10 | 6 |
| 100~250 | 7~12 | 8 |
| 250 以上 | 10~20 | 10 |

4. 确定组距 h。

组距就是直方图中矩形的宽度，组数、组距和极差之间有如下的关系：

$$h = \frac{R}{m}$$

本例 R=29，m=10，故 h=29/10=2. 9。为便于分组，组距一般取测量单位的整数倍，因此本例取 h=3。

5. 求各区间的边界值。

各区间的边界值用于确定矩形在直方图中的位置。记区间为 $[a_i, a_{i+1}]$ ， $i=1, 2, \dots, m$ ； a_i 表示第 i 个区间的下界， a_{i+1} 表示其上界； a_i, a_{i+1} 满足： $h= a_{i+1}-a_i$ ；故只要 a_1 确定，所有的 a_i 都可以确定。

为避免出现数据落在区间的边界上，并保证数据中的最大值和最小值落在区间中，通常取 a_1 =最小数据—最小测量单位的一半

本例最小值为 0，数据变换后最小测量单位为 1，故 $a_1= - 0. 5$ 。利用 $h= a_{i+1}-a_i=3$ ，可以确定所有 a_i ： $a_1= - 0. 5$ ， $a_2=2. 5$ ， $a_3=5. 5$ ， $a_4=8. 5$ ， $a_5=11. 5$ ， $a_6=14. 5$ ， $a_7=17. 5$ ， $a_8=20. 5$ ， $a_9=23. 5$ ， $a_{10}=26. 5$ ， $a_{11}=29. 5$ 。

6. 求各区间的中心值。

记第 i 个区间的中心值为 b_i ，则有

$$b_i = \frac{a_i + a_{i+1}}{2}$$

各区间的 b_i 值见表 11—13。

7. 求各区间的频数 f_i 。

区间的频数是指所搜集的数据落在该区间的个数，频数是用来确定该区间对应矩形的高度。本例各区间的频数 f_i 见表 11—13。

频数分布表 11—13

| 序号 | 区 间 | b_i | 频数记号 | f_i | u_i | $f_i u_i$ | $f_i (u_i)^2$ |
|----|-----------|-------|----------------------|-------|-------|-----------|---------------|
| 1 | - 0.5~2.5 | 1 | / | 1 | -5 | -5 | 25 |
| 2 | 2.5~5.5 | 4 | /// | 3 | -4 | -12 | 48 |
| 3 | 5.5~8.5 | 8 | //////// | 8 | -3 | -24 | 72 |
| 4 | 8.5~11.5 | 10 | ////////// | 13 | -2 | -26 | 42 |
| 5 | 11.5~14.5 | 13 | //////////////// | 20 | -1 | -20 | 20 |
| 6 | 14.5~17.5 | 16 | //////////////////// | 25 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 17.5~20.5 | 19 | ////////// | 17 | 1 | 17 | 17 |
| 8 | 20.5~23.5 | 22 | //// | 5 | 2 | 10 | 20 |

| | | | | | | | |
|----|------------|----|------|-----|---|-----|-----|
| 9 | 23.5~26.5 | 25 | //// | 5 | 3 | 15 | 45 |
| 10 | 26.5~211.5 | 28 | /// | 3 | 4 | 12 | 48 |
| 合计 | | | | 100 | | -33 | 337 |

8. 画横轴，标出各区间 $[a_i, a_{i+1}]$ 。

11. 以 $[a_i, a_{i+1}]$ 为底，对应的频数 f_i 为高，画矩形。

显然各个矩形的宽度是相同的。

10. 画规格中心 m 及其上下限 S_U 、 S_L 。

本例的直方图见图 11—5。

11. 求样本均值和样本标准差。

样本平均值 $\bar{X} = X_0 + h \sum f_i u_i / n = 16.00 - 3 \times 33 / 100 = 15.1$

样本标准差 $S = h (\sum f_i (u_i)^2 / n - (\sum f_i u_i / n)^2)^{1/2} = 3 \times [337 / 100 - (-33 / 100)^2]^{1/2} = 5.42$

12. 在图上标明 $N=100$ ， $\bar{X} = \Phi 50 + 0.0151$ ， $S=0.00542$ ， $C_p=1.08$ 以及取数据的日期和绘制者等可供参考的事项也应注明。

13. 给定的要求，公差也在图中注明。

$T = T_U - T_L = 0.035 - 0.000 = 0.035$

14. 根据中心偏移计算 C_{pk} 值。

$$K = \frac{2 \times |T/2 - \bar{X}|}{T} = \frac{2\varepsilon}{T}$$

$$= 2 \times (17.5 - 15.1) / 35 = 0.1371$$

$C_p = T / 6S = 35 / 6 \times 5.42 = 1.08$

$C_{pk} = C_p (1 - K) = 1.08 \times (1 - 0.1371) = 0.932$

11.6.3 质量分布的定量描述

图 11-5 是 $N=100$ 时表 11-11 数据的直方图。若 N 取无数个，组距 h 无限小，直方图就演变成钟形曲线——正态分布曲线。这一曲线就是工序质量（总体）的分布规律。

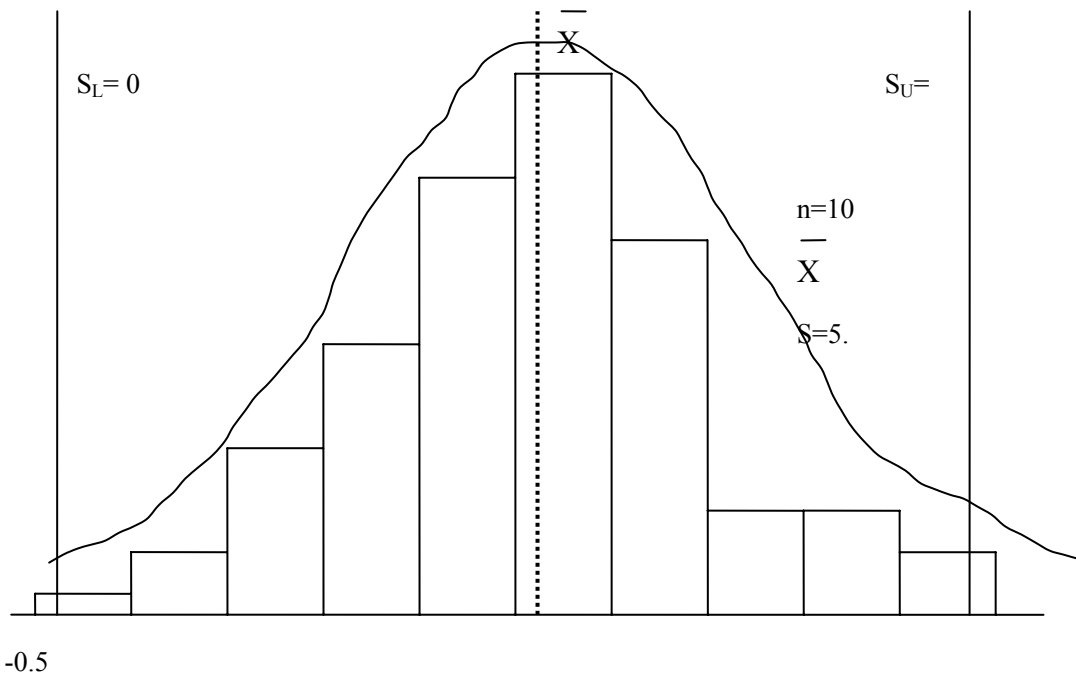


图 11

正态分布曲线是“中间高，两边低，左右对称”。对称轴是 $\bar{X} = \mu$ ，与对称轴等距离的两条直线： $\bar{X} + \sigma$ 与 $\bar{X} - \sigma$ 分别与 $\bar{X} = \mu$ 围成的两个曲边梯形的面积是相等的。据概率统计，正态曲线所围成的面积等于 1。正态曲线与 $X = \mu \pm \sigma$ 、 $X=0$ 围成的曲线梯形面积为 68.25%；

正态曲线与 $X=\mu\pm 2\sigma$ 、 $X=0$ 围成的曲线梯形面积为 95.45%;

正态曲线与 $X=\mu\pm 3\sigma$ 、 $X=0$ 围成的曲线梯形面积为 99.73%;

正态曲线与 $X=\mu\pm 4\sigma$ 、 $X=0$ 围成的曲线梯形面积为 99.99%。

从以上可看出, 接近 μ 的偏差出现的概率较大, 远离 μ 的偏差出现的概率较小, 在 $X=\mu\pm 3\sigma$ 以外的偏差出现的概率是很小的, 小概率在有限范围内可认为不会出现, 这也是我们以后要讲的控制图的理论基础。

据统计思考方法, 我们是通过样品来批那段总体, 因此, 可以用 \bar{X} 近似 μ , S 近似 σ 。 \bar{X} 、 S 的计算可按 11.6.2 的公式计算, 为了简化计算, 通过变量代换, 得到 A—E 算法, 公式为:

$$\bar{X} = X_0 + h \frac{(A+B)-(C+D)}{N}$$

$$S = h \times \sqrt{\frac{A+B+C+D+2E}{N} - \left[\frac{(A+B)-(C+D)}{N} \right]^2}$$

A—E 的计算法如下 (见表 11-14):

频数分布表 11—14

| 序号 | 区 间 | b_i | 频数记号 | f_i | 第一列 | 第二列 |
|----|------------|-------|------------|-------|------|-------|
| 1 | - 0.5~2.5 | 1 | / | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 2.5~5.5 | 4 | /// | 3 | 4 | 5 |
| 3 | 5.5~8.5 | 8 | //////// | 8 | 12 | 17 |
| 4 | 8.5~11.5 | 10 | ////////// | 13 | 25 | 42 D |
| 5 | 11.5~14.5 | 13 | ////////// | 20 | 45 C | 0 |
| 6 | 14.5~17.5 | 16 | ////////// | 25 | 0 | 0 |
| 7 | 17.5~20.5 | 19 | ////////// | 17 | 30 A | 0 |
| 8 | 20.5~23.5 | 22 | //// | 5 | 13 | 24 B |
| 9 | 23.5~26.5 | 25 | //// | 5 | 8 | 11 |
| 10 | 26.5~211.5 | 28 | /// | 3 | 3 | 3 |
| 合计 | | | | 100 | | E=103 |

(1) 在第 1 列中任选一个为 0, 但一般选频数 f 最大的一组, 使计算值最小, X_0 为该组的中值, 并记第一行、最后一行为其频数值。

(2) 在第 1 列的计算中, 以这个 0 的相应频数为中心, 从上和从下依次将频数递加填入第 1 列, 并将 0 上行和 0 下行的两个数加以标注。0 下行记为 A, 0 上为 C。

(3) 在第 2 列的计算中, 在对应第 1 列 0 的位置为 0, 并且在其上和其下各添加一个 0, 并记第一行、最后一行为其频数值, 再将第 1 列的数值从上和从下递加, 在紧靠 0 的数值加以标注, 0 下行记为 B, 0 上行记为 D。

(4) 将第 2 列的数值相加, 其得数标注为 E。据表 11-14 数据 $X_0=16$, $A=30$ 、 $B=24$ 、 $C=45$ 、 $D=42$ 、 $E=103$, 则

$$\bar{X} = 16 + 3 \times \frac{(30+24)-(45+42)}{100} = 15.01$$

$$S = h \times \sqrt{\frac{A+B+C+D+2E}{N} - \left[\frac{(A+B)-(C+D)}{N} \right]^2}$$

$$= \sqrt{3.3611} \times 3 = 3 \times 1.83 = 5.49$$

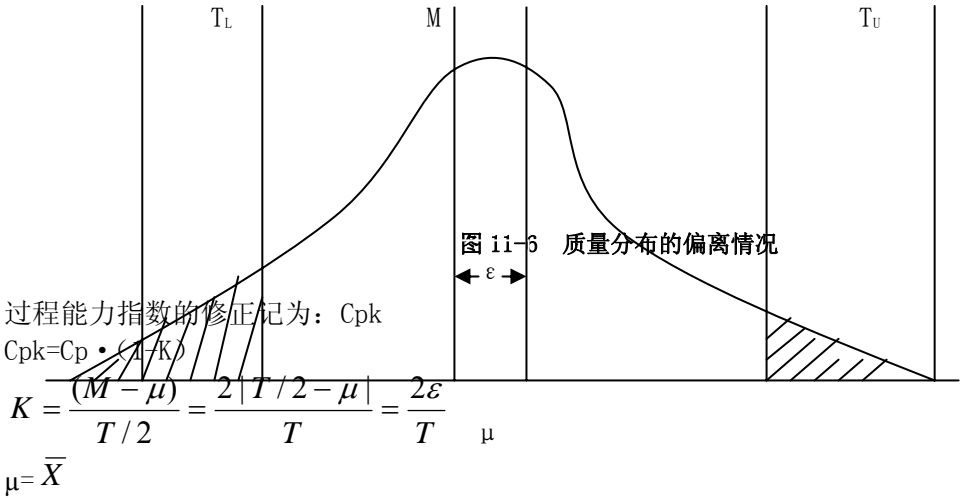
平均值 \bar{X} 和标准偏差 S 是由生产过程的因素决定的。一般说, \bar{X} 表示质量分布的中心位置。接写加工中, 它取决于对刀位置、定位基准、刀具磨损等因素。对影响 \bar{X} 的原因容易采取措施加以纠正。 S 表示质量分布的离散程度, 它取决于引起质量变动的一切因素, 如材料硬软、机床震动、卡具松动、由于疲劳引起的操作不一致等, 对于影响 S 的原因不易采取措施。但是, S 缩小了, 就意味着产品质量获得了真正的提高。

11.6.4 过程能力指数

在生产过程中，人、机器、方法、材料、环境等因素都对产品质量有影响，诸因素对质量的综合作用过程的能力指的是它能否满足产品质量要求的能力。过程能力指数 C_p 是判断生产过程质量能否达到目的的产品质量要求的综合指标，它是评定过程是否稳定，加工精度是否符合质量要求的定量依据，过程能力指数 C_p 就是公差值除以加工精度，即：

$C_p = T/B$ C_p —过程能力指数 T —公差值 B —加工精度

C_p 值只考虑公差和加工精度的比值，没有考虑平均值 \bar{X} 的数值。尽管加工精度满足 T 的要求，但仍然有不合格品出现，甚至百分百都是不合格品。这往往是由于某种原因如刀具的安装、调整等因素使质量分布的平均值对公差中心有偏移的缘故。如图 8-4 所示。 C_p 虽大于 1.00，但因 μ 与公差中心 M 的偏离为 ε 。所以仍然可以出现分布曲线下阴影面积所表示的不合格品。因此 C_p 值必须修正。



当 C_p 大于 1.00 时，在一般情况下都应计算出 C_{pk} 值，并以此做为评定过程能力的统一标准。如 C_p 值小于 1.00，就无修正的意义。

各种质量特征的 C_p 值、 C_{pk} 值的计算公式如表 11-15:

表 11-15 C_{pk} 值计算公式

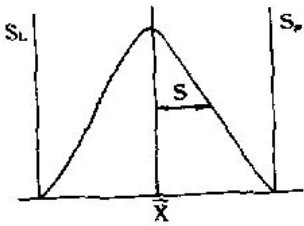
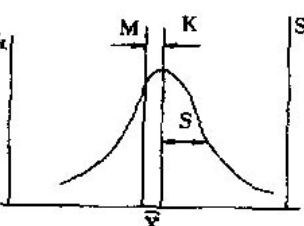
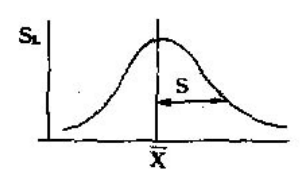
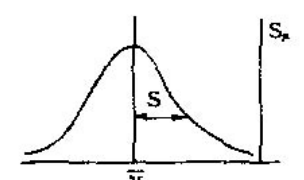
| | 同 标 准 关 系 | 计 算 公 式 | 例 |
|----------------------------|--|---|------------------|
| 两 侧 标 准 场 合 |  <p>(1) 没有偏, 仅考虑散差时</p> | $C_p = \frac{S_u - S_L}{6S}$ | |
| 两 侧 标 准 场 合 |  <p>(2) 考虑偏和散差时</p> | $K = \frac{2 \left \frac{S_u + S_L}{2} - \bar{X} \right }{S - S_L}$ $C_{pk} = (1 - k) \cdot \frac{S_u - S_L}{6S}$ <p>$k \geq 1$ 时, 规定 $C_{pk} = 0$</p> | |
| 单 侧 标 准 场 合 |  <p>(4) 仅给出下限标准 S_L 时</p> | $C_p = \frac{S_u - \bar{X}}{3S}$ <p>$S_u \leq \bar{X}$ 时规定, $C_p = 0$</p> | 例: 光洁度、 不圆度等。 |
| |  <p>(3) 仅给出上限标准 S_u</p> | $C_p = \frac{\bar{X} - S_L}{3S}$ <p>$S_L \geq \bar{X}$ 时规定 $C_p = 0$</p> | 例: 硬度、 强度等。 |
| 备 注 | <p>C_p: 过程能力指数; C_{pk}: k 有偏时的过程能力指数; S_u: 上限标准; S_L: 下限标准值; S: 标准偏差; k: 表示偏的尺度; M: 标准中心; $$: 绝对值符号</p> | | |

表 11-11 数据, 其过程能力 C_p 计算如下:

$$C_p = \frac{T}{6S} = \frac{35}{6 \times 5.49} = 1.06$$

$$M = \frac{S_u + S_L}{2} = \frac{\Phi 50.000 + \Phi 50.035}{2} = \Phi 50.0175$$

$$K = \frac{2(0.0175 - 0.0153)}{0.035} = 0.126$$

$$C_{pk}=C_p(1-K)=1.06\times(1-0.126)=0.93$$

过程能力指数可以用来：（1）验证过程是否稳定，加工精度是否满足质量要求；（2）考核工艺、工装和设备的精度，如验证机床、设备等大修后的内在精度是否恢复；（3）考核操作者主观努力的程度，质量分布是否征程，是否按公差中间值加工等；（4）确定出现不合格品率的可能性，从而在管理上采取不同的措施，如附表一。

11.6.5 直方图的观察与分析

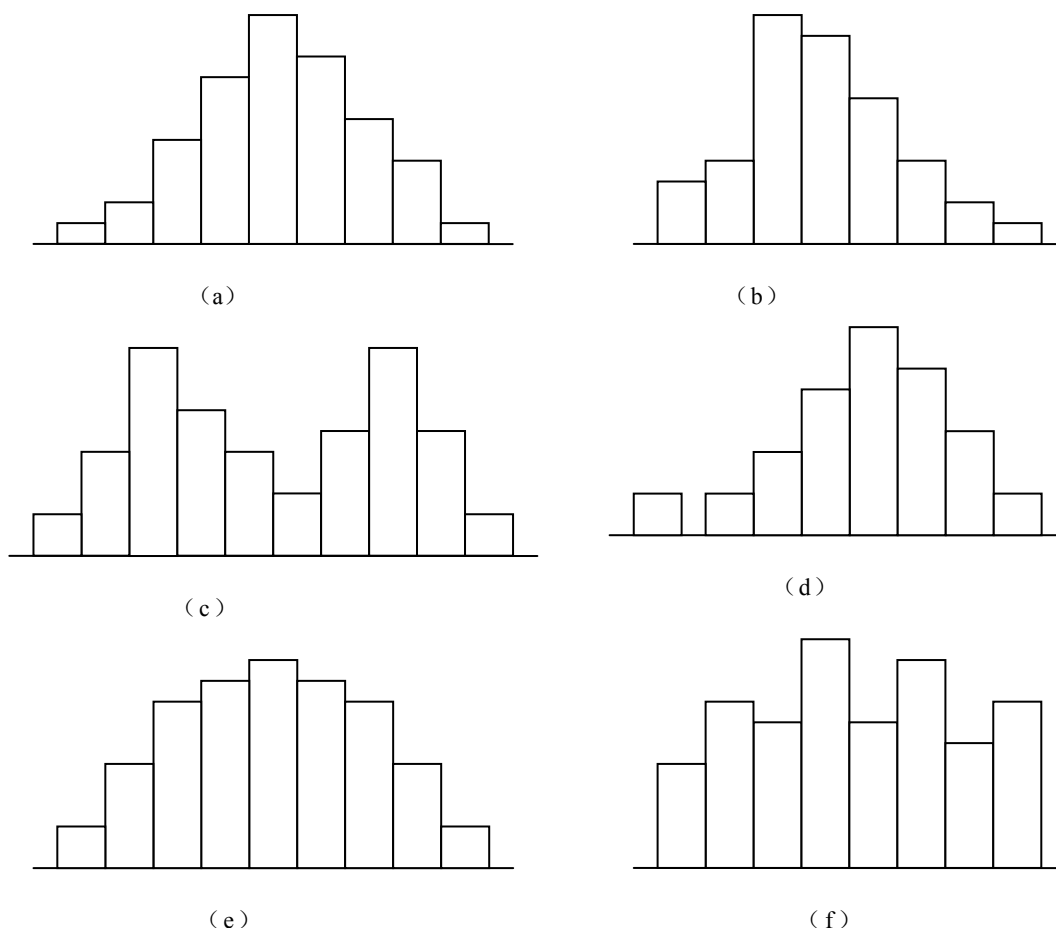


图 11

1. 对图形形状的观察分析

常见直方图的主要形态如图 11—7 所示。正常型直方图（图 11—7a）说明过程处于统计的控制状态。偏向型直方图（图 11—7b）的形成可能由单向公差（形位偏差）要求或加工习惯引起的。双峰型直方图（图 11—7c）说明数据来自两个不同的总体。比如来自两个不同班别或两批不同产地的材料加工的产品混在一起。孤岛型直方图（图 11—7d）说明过程中可能发生原料混杂、一时操作疏忽、短时间内不熟练人员顶岗或测量工具有误差等。高原型直方图（图 11—7e）说明加工过程可能受缓慢变化因素的影响，如刀具磨损，或数据来自不同类型引起。锯齿型直方图（图 11—7f）可能是由于分组过多或测量数据不准等原因引起。

2. 对照规范进行分析比较

当直方图为正常型时，还应与规范进行比较，以判断过程满足规范要求的程度（即过程能力大小问题）。常见的典型直方图如图 11—8 所示。

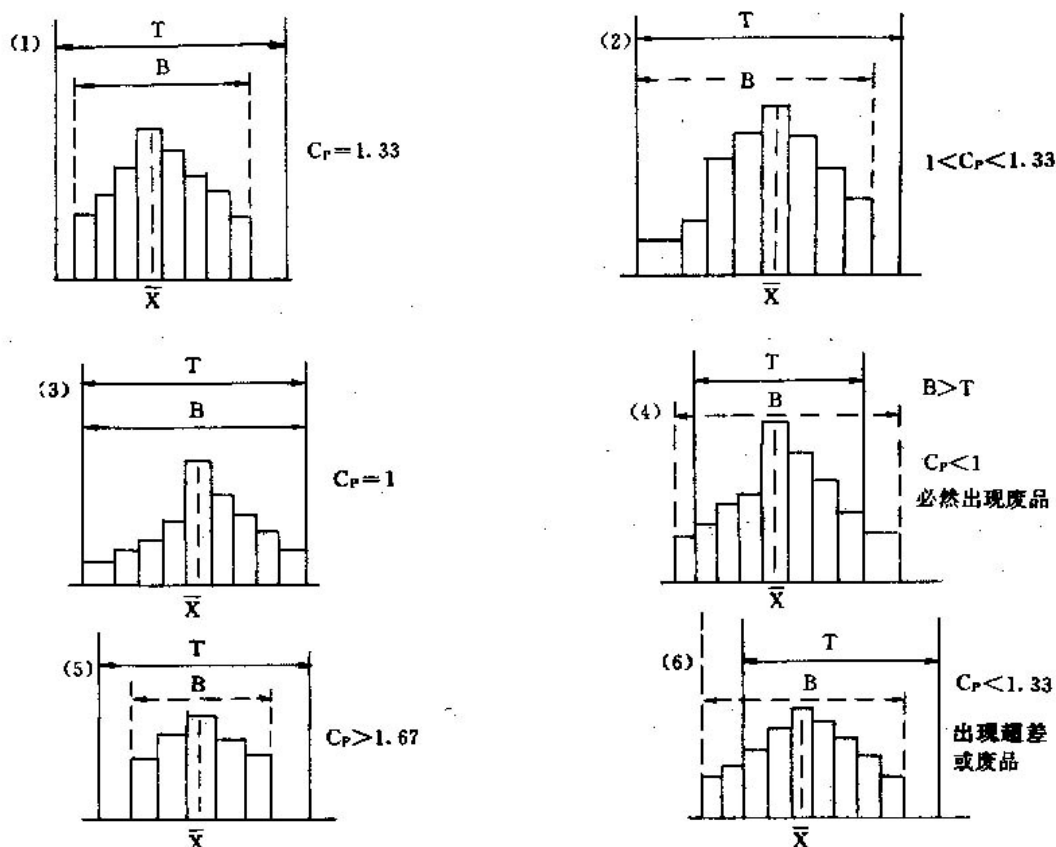


图 11-8 正常型的直方图

观察直方图时，要考虑直方与公差相互位置，由代表有限数据的直方推断过程的情况：

- $C_p=1.33$ ，质量分布满足过程要求，有足够余量，不会出现不合格品，如图 11-8 (1)。
- $1 \leq C_p < 1.33$ ，质量分布偏向公差一侧，有超差的可能，如图 11-8 (2)，必须采取措施把中心移到中间。
- $C_p=1$ ，质量分布刚好满足公差要求，稍不注意就会超差，如图 11-8 (3)。
- $C_p > 1.67$ ，质量分布大大满足公差要求，但不经济，如图 11-8 (5)。
- $C_p < 1$ ，这种质量分布太分散，必然出现不合格品，应采取措施，否则应全数检查，挑出废品，如图 11-8 (4)。

3. 考察过程能力

利用直方图（或频数表）求得标准差 S ，应用下列公式：

$$C_p = \frac{T}{6S}$$

能计算过程能力指数 C_p 值。求得过程能力后就可对过程质量进行判断。

综合上面的分析，直方图有以下用法：

- ①报告用：有每月的质量报告书上不用罗列数据而是画出直方图，并记上数据 N 、 \bar{X} 、 S ，则上级一看就一目了然。
- ②分析用：按各种类别或日期画出直方图，可立即判断出它们的差别，另外，判断直方图属于何种类型，也能帮助我们分析问题的原因。
- ③过程能力、设备能力调查。
- ④管理用：在生产现场贴出直方图，可给以产品散差的概念，有助于提高管理意识。

11.7 散布图法

11.7.1 定义

1. 散布图

散布图也称散点图，指的是两个因素的若干对观测数据在平面坐标图上对应点子的分布图。

2. 散布图法

利用散布图来了解两个因素的相关情况的方法。

在散布图中，两因素的成对数据形成点子云，研究点子云的分布状态，变可以推断两因素之间的相关情况。此处的相关是指线性相关。

11.7.2 散布图法的应用程序

1. 收集因素 X 与 Y 的成对数据 (x_i, y_i) 。即从将要对其相关关系的类型和程度进行研究的相关数据中，搜集成对数据（至少 30 对）。

2. 画直角坐标图。

3. 找出数据对中 x_i 和 y_i 的最大值和最小值，并分别利用这两个值来确定横坐标和纵坐标的单位。

4. 描点。在坐标图上标出 (x_i, y_i) 的对应点（重复出现的点用圆圈作记号，有几个重复的点就作几个圆圈）。

5. 判断。分析研究图上点子的分布情况，确定两因素相关关系的类型和程度。

11.7.3 散布图的分析与判断

散布图的分析判断方法有对照典型图例法、简单象限法、相关系数法和回归分析法。相关系数法和回归分析法在概率论和数理统计方面有专门的介绍，此处主要介绍对照典型图例法和简单象限法。

1. 对照典型图例法

就是把实际制作的散布图和典型图例图 11—9 对照，判断两个因素之间是否相关以及属于哪一种相关。

(1) x 增加，y 随之增加，这是强正相关。对于强正相关关系，只要能够管理 x、y 也随着管理。如图 11-9 (a)。

(2) x 增加，y 基本上随着增加，这是弱正相关。这时，除了 x 外似乎还有其它重要影响等。如图 11-9 (c)。

(3) 不相关：x 与 y 间没有什么相互关系。如图 11-9 (e)。

(4) x 增加，y 基本随之减少，这是弱负相关。如图 8-9 (d)。

(5) x 增加，y 随之减少，这是强负相关，可用管理 x 代管理 y。如图 11-9 (b)。

(6) x, y 点子的分布呈曲线关系，是曲线相关，如图 11-9 (f)。

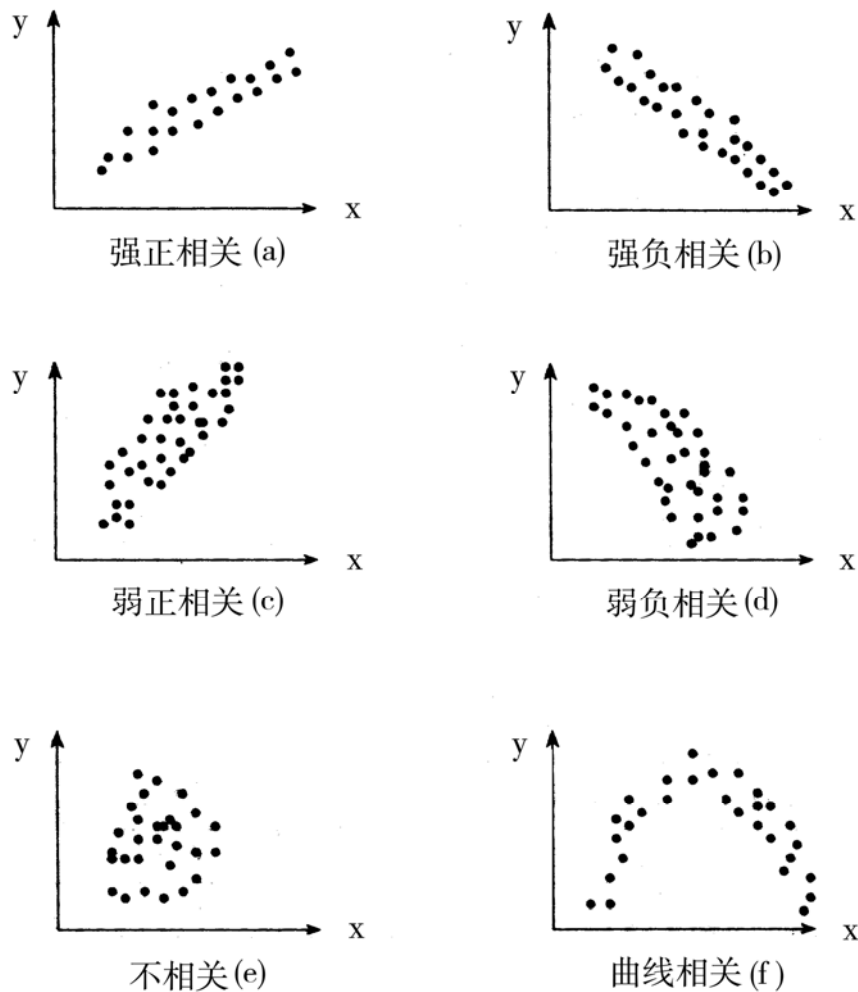


图 11-9 散布图典型图例

2. 简单象限法(符号检定法)

符号检定法是判定变量之间是否相关的一种简便、快速，在现场行之有效的办法。如图 11-10 所示，其步骤如下：

(1) 用横竖直线划分坐标将全部点子进行等分，分成四个象限，使 $n_1=n_3$ ， $n_2=n_4$ 。

(2) 将对角点子相加，即：

$$n_1+n_3=13+13=26$$

$$n_2+n_4=3+3=6$$

在线上的点除外，可不进行计算。

(3) 点子总数 $N= n_1+n_2+n_3+n_4=32$ 。

(4) 查“符号检定表”(见附表二)从表 $N=32$ 栏找到对应 5%或 10%的数字 9 或 10。

(5) 将对角点子相加后的小数 $n_2+n_4=6$ 与查表相比较，如表数大于对角小数 ($9>6$ ， $10>6$)，则认为散布图上的两个变量有相关，反之则无相关。

(6) 如果散布图两变量相关，可用作图法求出回归线。作法如下：

在 11-10，对点子多的象限， $n_1=n_3=13$ ，再用坐标线等分，其划分原则则如前，将两个坐标的原点连接，该直线即为回归线。回归线的表达式可从坐标中求出，其形式为 $y=a+bx$ 。

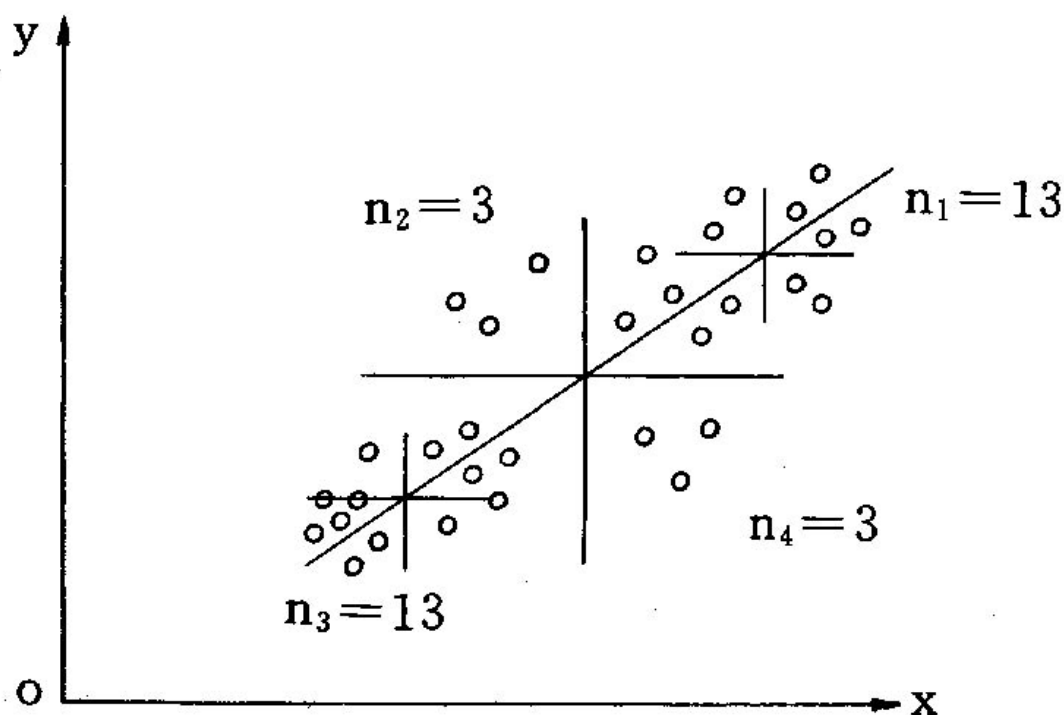


图 8-10 相关判断与回归线

关判断与回归线

图 11-10 相

复习思考题

1. 请列举一个运用 PDCA 程序进行改进的例子，并详细说明各个步骤的具体工作内容。
2. 下表是某厂 2001 年质量成本的数据资料，试依表中数据制作一张排列图，并作简要分析。

| 质量成本项目 | | 年度成本（万元） | 百分比（%） | 累计百分比（%） |
|--------|------|----------|--------|----------|
| 1 | 内部事故 | 300 | 50 | 50 |
| 2 | 退货损失 | 150 | 25 | 75 |
| 3 | 索 赔 | 60 | 10 | 85 |
| 4 | 保 修 | 30 | 5 | 90 |
| 5 | 降价损失 | 24 | 4 | 94 |
| 6 | 额外检验 | 24 | 4 | 98 |
| 7 | 其 它 | 12 | 2 | 100 |
| 合 计 | | 600 | 100 | |

3. 某公司希望车间主任的工作重点放在工作指导和改善活动上，于 02 年 8 月份收集数据统计后，发现情况并不好，于是着手对车间主任进行培训；并于年底（12 月份）收集数据，请根据 8 月份和 12 月份的数据分别制作排列图，并回答以下问题：

- （1）8 月份车间主任的工作时间主要花在哪些地方？
- （2）8 月份车间主任花工作指导和改善活动的时间占全部时间的百分之多少？
- （3）12 月份车间主任工作时间主要花在哪些地方？

- （4）12 月份车间主任花在工作指导和改善活动的时间占全部时间的百分之多少？与 8 月份相比，进步了多少？

8 月份统计表

| 工作内容 | 时数 (h) | 累计时间 |
|-------|--------|------|
| 催料 | 153 | 153 |
| 生产计划 | 85 | 238 |
| 工作指导 | 51 | 289 |
| 会议 | 43 | 332 |
| 不合格处理 | 89 | 421 |
| 改善活动 | 19 | 440 |
| 其它 | 40 | 480 |
| 合计 | 480 | —— |

12 月份统计资料

| 工作内容 | 时数 (h) | 累计时间 |
|-------|--------|------|
| 工作指导 | 138 | 138 |
| 改善活动 | 89 | 227 |
| 生产计划 | 81 | 308 |
| 催料 | 60 | 368 |
| 会议 | 40 | 408 |
| 不合格处理 | 59 | 467 |
| 其它 | 13 | 480 |
| 合计 | 480 | —— |

4. 因果图与排列图有何区别与联系？

5. 因果图与系统图有何区别与联系？

6. 为了解广告投入 X 与某产品 A 的销售量 Y 之间的相关情况，现通过试验收集到 (X, Y) 的 20 对数据：

| | | | | | | | | | | |
|--------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| X (万元) | 8 | 9 | 9.5 | 10 | 10.5 | 11 | 11.5 | 12 | 12.5 | 13 |
| Y (吨) | 100 | 105 | 105 | 104 | 107 | 109 | 108 | 106 | 109 | 110 |
| X (万元) | 13.5 | 14 | 14.5 | 15 | 15.5 | 16 | 16.5 | 17 | 17.5 | 18 |
| Y (吨) | 109 | 110 | 108 | 112 | 111 | 120 | 110 | 112 | 113 | 110 |

请利用以上数据制作散布图，并用符号检定法判定 X 与 Y 的相关情况。

7. PDCA 各阶段的工作内容是什么？哪些阶段可以应用排列图，哪些阶段可以应用因果图？应用的目的分别是什么？

[技能练习]

一、训练目的与要

通过训练，使学生熟练掌握排列图、直方图、散布图的制作方法，并能根据图形结构进行分析。

二、训练过程与结果

提供练习题，由学生先独立完成，然后根据学生做的结果进行讲评。

实例：

1. 为提高电阻成品率，试用排列图对 10 月份的不合格品进行分类分析。

| 原因 | 不合格品数 | 累计不合格品数 | 比率% | 累计比率% |
|----|-------|---------|-------|-------|
| 沾污 | 31 | 31 | 42.5 | 42.5 |
| 裂纹 | 18 | 49 | 24.7 | 67.2 |
| 油漆 | 13 | 62 | 17.8 | 85.0 |
| 电镀 | 7 | 69 | 9.6 | 94.6 |
| 变形 | 2 | 71 | 2.7 | 97.3 |
| 其他 | 2 | 73 | 2.7 | 100.0 |
| 合计 | 73 | | 100.0 | |

2. 某酒厂要判断中间产品酒醅中的酸度含量 X 和酒度 Y 两个变量之间有无关系，存在什么关系。现搜集 30 对 (X, Y) 数据，具体如下表示。试制作散布图，并求其回归线。

表 数 据 表

| 序号 | 酸度 X | 酒度 Y | 序号 | 酸度 X | 酒度 Y |
|----|------|------|----|------|------|
| 1 | 0.5 | 6.3 | 16 | 0.7 | 6.0 |
| 2 | 0.6 | 4.8 | 17 | 0.9 | 6.1 |
| 3 | 1.2 | 4.8 | 18 | 1.2 | 5.3 |
| 4 | 1.0 | 4.6 | 19 | 0.8 | 5.9 |
| 5 | 0.8 | 4.4 | 20 | 1.2 | 4.7 |
| 6 | 0.7 | 5.8 | 21 | 1.6 | 3.8 |
| 7 | 1.4 | 3.8 | 22 | 1.5 | 3.4 |
| 8 | 0.9 | 5.7 | 23 | 1.4 | 3.8 |
| 9 | 1.3 | 4.3 | 24 | 0.9 | 5.0 |
| 10 | 1.0 | 5.3 | 25 | 0.6 | 6.3 |
| 11 | 1.5 | 4.4 | 26 | 0.7 | 6.4 |
| 12 | 0.7 | 6.6 | 27 | 0.6 | 6.8 |
| 13 | 1.3 | 4.6 | 28 | 0.5 | 6.4 |
| 14 | 1.0 | 4.8 | 29 | 0.5 | 6.7 |
| 15 | 1.2 | 4.1 | 30 | 1.2 | 4.8 |

3. 某企业生产的产品，重量标准要求 在 1000-1050 克之间；为了分析产品的重量分布状况，收集一段时间内生产的 100 个产品重量数据如下表示，试作一张直方图，并对产品的重量分布进行定量描述。

数据表

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1043 | 1028 | 1027 | 1026 | 1033 | 1029 | 1018 | 1024 | 1032 | 1014 |
| 1034 | 1022 | 1030 | 1029 | 1022 | 1024 | 1022 | 1028 | 1048 | 1001 |
| 1024 | 1029 | 1035 | 1036 | 1030 | 1034 | 1014 | 1042 | 1038 | 1006 |
| 1028 | 1032 | 1022 | 1025 | 1036 | 1039 | 1024 | 1018 | 1028 | 1016 |
| 1038 | 1036 | 1021 | 1020 | 1025 | 1020 | 1018 | 1008 | 1012 | 1037 |
| 1040 | 1028 | 1028 | 1012 | 1030 | 1031 | 1030 | 1026 | 1028 | 1047 |

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1042 | 1032 | 1034 | 1020 | 1028 | 1034 | 1020 | 1024 | 1027 | 1024 |
| 1029 | 1018 | 1021 | 1046 | 1014 | 1010 | 1021 | 1022 | 1034 | 1022 |
| 1028 | 1028 | 1020 | 1038 | 1012 | 1032 | 1019 | 1030 | 1028 | 1019 |
| 1030 | 1020 | 1024 | 1035 | 1020 | 1029 | 1024 | 1024 | 1032 | 1040 |

附表一 根据过程能力指数 Cp 值和偏离度 K 估计不合格品率

| K | 0.00 | 0.04 | 0.08 | 0.12 | 0.16 | 0.20 | 0.24 | 0.28 | 0.32 | 0.36 | 0.40 | 0.44 | 0.48 | 0.52 |
|------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Cp | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.5 | 12.36 | 12.43 | 12.64 | 12.99 | 14.48 | 15.10 | 15.86 | 12.75 | 17.77 | 18.92 | 20.19 | 21.58 | 21.09 | 24.71 |
| 0.6 | 7.19 | 7.26 | 7.48 | 7.85 | 8.37 | 9.03 | 9.85 | 10.81 | 12.92 | 12.18 | 14.59 | 12.51 | 17.85 | 19.69 |
| 0.7 | 1.57 | 1.64 | 1.83 | 1.6 | 4.68 | 5.24 | 5.99 | 2.89 | 7.94 | 9.10 | 10.55 | 12.10 | 12.84 | 15.74 |
| 0.8 | 1.64 | 1.69 | 1.84 | 2.09 | 2.46 | 2.94 | 1.55 | 4.31 | 5.21 | 2.28 | 7.53 | 8.95 | 10.62 | 12.48 |
| 0.9 | 0.69 | 0.73 | 0.83 | 1.00 | 1.25 | 1.60 | 2.05 | 2.62 | 1.34 | 4.21 | 5.27 | 2.53 | 8.02 | 9.75 |
| 1.00 | 0.27 | 0.29 | 0.35 | 0.45 | 0.61 | 0.84 | 1.41 | 1.55 | 2.07 | 2.75 | 1.59 | 4.65 | 5.94 | 7.49 |
| 1.10 | 0.10 | 0.11 | 0.14 | 0.20 | 0.29 | 0.42 | 0.61 | 0.88 | 1.24 | 1.74 | 2.39 | 1.23 | 4.31 | 5.60 |
| 1.20 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.08 | 0.13 | 0.20 | 0.31 | 0.48 | 0.72 | 1.06 | 1.54 | 2.19 | 1.06 | 4.20 |
| 1.30 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.05 | 0.09 | 0.15 | 0.25 | 0.40 | 0.63 | 0.96 | 1.45 | 2.13 | 1.06 |
| 1.40 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.04 | 0.07 | 0.13 | 0.22 | 0.36 | 0.59 | 0.93 | 1.45 | 2.19 |
| 1.50 | | | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.06 | 0.11 | 0.20 | 0.35 | 0.59 | 0.96 | 1.54 |
| 1.60 | | | | | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.06 | 0.11 | 0.20 | 0.36 | 0.63 | 1.07 |
| 1.70 | | | | | | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.06 | 0.11 | 0.22 | 0.40 | 0.72 |
| 1.80 | | | | | | | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.06 | 0.13 | 0.25 | 0.48 |
| 1.90 | | | | | | | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.07 | 0.15 | 0.31 |
| 2.00 | | | | | | | | | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.04 | 0.09 | 0.20 |
| 2.10 | | | | | | | | | | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.05 | 0.13 |
| 2.20 | <div><div>$Cp = \frac{T}{6S}$$K = \frac{ M - \bar{X} }{T/2}$$C_{pk} = (1 - K) \cdot Cp$</div></div> | | | | | | | | | | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.08 |
| 2.30 | | | | | | | | | | | | 0.01 | 0.02 | 0.05 |
| 2.40 | | | | | | | | | | | | 0.00 | 0.01 | 0.03 |
| 2.50 | | | | | | | | | | | | | 0.01 | 0.02 |
| 2.60 | | | | | | | | | | | | | 0.00 | 0.01 |
| 2.70 | | | | | | | | | | | | | | 0.01 |
| 2.80 | | | | | | | | | | | | | | 0.00 |

附表二 符号检定表

| N | 1 | 5 | 10 | 25 | N | 1 | 5 | 10 | 25 | N | 1 | 5 | 10 | 25 |
|----|-----|---|----|----|----|-----|----|----|----|----|-----|----|----|----|
| | (%) | | | | | (%) | | | | | (%) | | | |
| 1 | | | | | 31 | 7 | 9 | 10 | 11 | 61 | 62 | 20 | 22 | 23 |
| 2 | | | | | 32 | 8 | 9 | 10 | 12 | 63 | 20 | 22 | 24 | 25 |
| 3 | | | | 0 | 33 | 8 | 10 | 11 | 12 | 64 | 20 | 23 | 24 | 26 |
| 4 | | | | 0 | 34 | 9 | 10 | 11 | 13 | 65 | 21 | 23 | 24 | 26 |
| 5 | | | 0 | 0 | 35 | 9 | 11 | 12 | 13 | | 21 | 24 | 25 | 27 |
| 6 | | | 0 | 0 | 1 | 36 | 9 | 11 | 12 | 14 | 66 | 22 | 24 | 25 |
| 7 | | | 0 | 0 | 1 | 37 | 10 | 12 | 13 | 14 | 67 | 22 | 25 | 26 |
| 8 | 0 | 0 | 1 | 1 | 38 | 10 | 12 | 13 | 14 | 68 | 22 | 25 | 26 | 28 |
| 9 | 0 | 1 | 1 | 2 | 39 | 11 | 12 | 13 | 15 | 69 | 23 | 25 | 27 | 29 |
| 10 | 0 | 1 | 1 | 2 | 40 | 11 | 13 | 14 | 15 | 70 | 23 | 26 | 27 | 29 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 11 | 0 | 1 | 2 | 3 | 41 | 11 | 13 | 14 | 16 | 71 | 24 | 26 | 28 | 30 |
| 12 | 1 | 2 | 2 | 3 | 42 | 12 | 14 | 15 | 16 | 72 | 24 | 27 | 28 | 30 |
| 13 | 1 | 2 | 3 | 3 | 43 | 12 | 14 | 15 | 17 | 73 | 25 | 27 | 28 | 31 |
| 14 | 1 | 2 | 3 | 4 | 44 | 13 | 15 | 16 | 17 | 74 | 25 | 28 | 29 | 31 |
| 15 | 2 | 3 | 3 | 4 | 45 | 13 | 15 | 16 | 18 | 75 | 25 | 28 | 29 | 32 |
| 16 | 2 | 3 | 4 | 5 | 46 | 13 | 15 | 16 | 18 | 76 | 26 | 28 | 30 | 32 |
| 17 | 2 | 4 | 4 | 5 | 47 | 14 | 16 | 17 | 19 | 77 | 26 | 29 | 30 | 32 |
| 18 | 3 | 4 | 5 | 6 | 48 | 14 | 16 | 17 | 19 | 78 | 27 | 29 | 31 | 33 |
| 19 | 3 | 4 | 5 | 6 | 49 | 15 | 17 | 18 | 19 | 79 | 27 | 30 | 31 | 33 |
| 20 | 3 | 5 | 5 | 6 | 50 | 15 | 17 | 18 | 20 | 80 | 28 | 30 | 32 | 34 |
| 21 | 4 | 5 | 6 | 7 | 51 | 15 | 18 | 19 | 20 | 81 | 28 | 31 | 32 | 34 |
| 22 | 4 | 5 | 6 | 7 | 52 | 16 | 18 | 19 | 21 | 82 | 28 | 31 | 33 | 35 |
| 23 | 4 | 6 | 7 | 8 | 53 | 16 | 18 | 20 | 21 | 83 | 29 | 32 | 33 | 35 |
| 24 | 5 | 6 | 7 | 8 | 54 | 17 | 19 | 20 | 22 | 84 | 29 | 32 | 33 | 36 |
| 25 | 5 | 7 | 7 | 9 | 55 | 17 | 19 | 20 | 22 | 85 | 30 | 32 | 34 | 36 |
| 26 | 6 | 7 | 8 | 9 | 56 | 17 | 20 | 21 | 23 | 86 | 30 | 33 | 34 | 37 |
| 27 | 6 | 7 | 8 | 10 | 57 | 18 | 20 | 21 | 23 | 87 | 31 | 33 | 35 | 37 |
| 28 | 6 | 8 | 9 | 10 | 58 | 18 | 21 | 22 | 24 | 88 | 31 | 34 | 35 | 38 |
| 29 | 7 | 8 | 9 | 10 | 59 | 19 | 21 | 22 | 24 | 89 | 31 | 34 | 36 | 38 |
| 30 | 7 | 9 | 10 | 11 | 60 | 19 | 21 | 23 | 25 | 90 | 32 | 35 | 36 | 39 |

全国迷你型MBA职业经理双证班

认证系列：高级职业经理 CEO 资格认证、人力资源总监、营销经理、财务总监、企业培训师、酒店经理、品质经理、生产经理、市场总监、营销策划师等学习认证系列。

颁发双证：通用高级经理资格证书 + MBA 高等教育研修结业证书（含 2 年全套学籍档案）

证书说明：证书全国通用、国际互认、电子注册，是提干、求职、晋级、移民的有效依据

学习期限：3 个月（允许工作经验丰富学员提前毕业） **收费标准：**全部学费 **1280** 元

学校网站：www.mhjy.net **报名电话：**0451-88723232 **咨询邮箱：**xchy007@163.com

颁证单位：中国经济管理大学 **承办单位：**中国教育培训网 美华管理人才学校

全国招生 函授教育 颁发双证 权威有效



职业经理 MBA 整套实战教程

千本好书 **免费** 下载网址 www.mhjy.net