

第四章 质量管理的基本方法

质量管理中的一项重要内容就是通过搜集、整理数据,对数据进行分析来找出造成过程产生变异的根本原因,并采取措施消除这些变异。在这个过程中常常要借助诸如排列图、因果图、散布图、直方图、矩阵图、亲和图和控制图等多种工具和方法,一般称之为“老七种工具”和关联图、亲和图(KJ)、系统图、矩阵图、矩阵数据分析法、过程决策程序图、网络图的“新七种工具”。这些工具在质量管理工作的各个环节都得到了广泛的应用。

第一节 过程变异和数据

一、质量管理中的过程变异

在生产过程中采用同样的工艺方法,用同样的设备加工同一批材料所得到的产品的质量特征值并非完全相同,这种情况就是生产过程中的变异。变异在任何生产过程中都是存在的,通常情况下,变异较小的过程,生产出来的产品的质量比较稳定;反之,变异大的生产过程产品的质量波动也就较大。工序过程的变异可分为随机性变异和非随机性变异(系统性变异)两大类。

1. 随机性变异

由偶然因素引起,会使产品的质量特征值发生微小的变化,这种变异是无法避免的。造成这种变异的原因可能是材料之间的微小差异、测量设备的误差、环境的微小变化等。通常把仅有随机性变异的生产过程称为统计受控状态。

2. 非随机性变异

又称为系统性变异,是由于生产过程中出现某种异常现象引起的,通常会使产品质量发生周期性或规律性的变化。造成非随机性变异的原因可能是工人违反操作规程、材料规格变化、设备过度磨损等。非随机性变异对产品的质量影响较大,必须予以消除。

事实上,质量管理中的一项重要内容就是找出过程中变异的规律及其产生原因,采取相应的措施将随机变异控制在合理的范围内,消除非随机变异的影响。

二、数据的分类

在质量管理的过程中经常要处理各种类型的数据,按照性质和使用目的



全国Mini-MBA职业经理双证班



精品课程 权威双证 全国招生 请速充电

你可能准备跳槽或者求职, 却为缺少行业经验和专业证书而被用人单位百般挑惕!

你可能目前衣食无忧, 但随着年龄的增长和社会竞争压力的增大, 因为得不到专业的全新培训而失去竞争的机会和面临被淘汰的危机。

美华教育携手中国经济管理大学面向全国举办迷你 MBA 职业经理双证书班, 毕业颁发双证书。

招生专业及其颁发证书

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



【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】 学员毕业后可以获取权威双证书与全套学员学籍档案

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



【证书说明】

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



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



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

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



【招生对象】

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



【教程特点】

- 1、完全实战教材，注重企业实战管理方法与中国管理背景完美融合，关注学员实际执行能力的培养；
- 2、对学员采用1对1顾问式教学指导，确保学员顺利完成学业、胸有成竹的走向领导岗位；
- 3、互动学习（专家、顾问24小时接受在线咨询，第一时间回答学员的提问和咨询）



【考试说明】

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



【颁证单位】

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



【承办单位】

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



【咨询电话】13684609885 0451--88342620

【咨询教师】王海涛 郑毅

【学校网站】<http://www.mhjy.net>

【咨询邮箱】xchy007@163.com



【报名须知】

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



【证书样本】(全国招生 函授学习 权威双证 请速充电)

(高级职业经理资格证书样本)

(两年制研究生课程高等教育结业证书样本)



【学费缴纳方式】可以选择以下任意一种方式缴纳学费

方式一	学校地址	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 收件人：王海涛
方式二	学校帐号	学校帐号：184080723702015 账号户名：哈尔滨市道外区美华管理人才学校 开户银行：哈尔滨银行龙江支行 支付系统行号：313261018018
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
方式六	建设银行帐户 (存折)	中国人民建设银行帐户 (存折)： 1141449980130106399 用户名：王海涛
方式七	农业银行帐户 (卡号)	农业银行帐户 (卡号)： 6228480170232416918 用户名：王海涛 农行卡开户银行：中国农业银行黑龙江分行营业部道外支行景阳支行

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。

<http://www.mhgy.net>

的不同,可将数据分为计量值数据(或称连续型数据)和计数值数据(或称离散型数据)两大类。

1. 计量值数据

连续且可测量的数据。在给定的范围内,计量值数据一般可以化整为零,但仍保持其意义。例如:时间可划分为日、小时、分或秒(周期);资金可按逻辑划分或规定为销售、成本及损失等。

2. 计数值数据

离散、分类或属性数据。计数值数据又可分为计件值数据和计点值数据。例如:缺陷(是/否、批准/驳回、通过/不合格、满足顾客需求/不满足顾客需求);类别(周日、顾客类型、产品类型、风险——低/中/高)等。

第二节 常用的质量管理方法

一、调查表

调查表是为了调查事物的客观情况而按照可能出现的情况及其分类预先设计的表格,可用来收集关于某些具体事件出现的频率数据。按照使用目的和统计对象的不同,调查表可分为检查单、缺陷类别调查表、缺陷原因检查单、缺陷位置检查表、工序分布调查表、工件抽样表等。在实际运用过程中,只需在对应的栏目中填上数字或符号,对这些数字或符号进行整理和分析之后就可以一目了然地发现问题。表4-1是一个简单的半圆管自动焊接缺陷类别调查表,从表中很快就可以看出出现缺陷最多的问题是焊口漏。

表4-1 焊接接头缺陷类别调查表

××年××月

工序名称	设备号				产品		检验员	
日期	1	2	3	4	5	6	×××	合计
缺陷类型							×××	
焊口漏	正正	正正	正丁	正正正	正丁	正正一	×××	130
焊料不饱满	正	正	正丁	丁	—	丁	×××	56
半圆管过烧	正正	丁	丁	正丁	丁	—	×××	70
其他	丁	丁	正	丁	—			40

为了获得良好的效果,调查表的设计应简单明了,便于统计,并要考虑到数据之间的交互关系。



二、分层法

分层法就是把收集到的数据进行合理的分类，将相同性质或同一生产条件下的数据归纳为一个组，从而找出根本影响因素的方法。分层的方法包括：按生产线、按材料、按班组或工人、按时间、按作业方法分层等。分层法通常与其他质量管理工具（如排列图、直方图、散布图等）结合使用。使用分层法的过程中要注意：尽量采用复合分层；要分析分层标志之间的关系。

现通过一个例子说明分层法的应用情况。

例 4-1 某自动焊接工序由于焊接缺陷造成漏气，从而影响产品质量。现场抽取 100 件产品，发现有 80 个焊点漏需要返修，单位产品缺陷率等于缺陷数量除以产品总数 = 0.8（详细内容参见本书第五章）。分析认为，造成缺陷的原因有两点：

- a. 焊环来自 A、B、C 三个不同的厂家
- b. 铜管有光管和螺纹管两种。

分别按焊环厂家和铜管类型分层，结果如表 4-2、表 4-3 所示。

表 4-2 按焊环厂家分层

焊环厂家	产品数	缺陷数	DPU
A	25	23	0.92
B	35	30	0.86
C	40	27	0.675
总计	100	80	0.8

表 4-3 按铜管类型分层

铜管类型	产品数	缺陷数	DPU
光管	40	45	1.125
螺纹管	60	35	0.583
总计	100	80	0.8

通过表 4-2 和表 4-3 的单一分层似乎可以判定，应采用 C 厂家的焊环和螺纹铜管。但实际结果表明，这样做 DPU 反而增加。这是因为仅仅分别考虑了铜管类型与焊环厂家的情况，而没有考虑到不同焊环与不同铜管搭配焊接的情况。因此，我们需要从焊环厂家和铜管类型两个方面来进行复合分层（表 4-4）。



表 4-4 同时按焊环厂家和铜管类型分层

焊环厂家	铜管类型					
	光管			螺纹管		
	产品数	缺陷数	DPU	产品数	缺陷数	DPU
A	10	19	1.9	15	4	0.267
B	15	25	1.67	20	5	0.2
C	15	1	0.067	25	26	1.04
总计	40	45	1.125	60	35	

由表 4-4 我们可以得出结论：对于螺纹管，应采用 A 厂家或 B 厂家的焊环；对于光管，应采用 C 厂家的焊环。

三、排列图

1. 排列图的概念

排列图也称巴雷特图，是意大利早期经济学家巴雷特（Pareto）在研究社会财富分布状况时采用的方法，他发现 20% 的人拥有超过 80% 的社会财富，即著名的 20/80 原则。这一原则在很多方面都是适用的，例如在质量管理方面，往往 80% 的质量问题是由 20% 的原因引起的。美国质量学家朱兰将这个理论应用到质量管理中来，他认为过程中 80% 的变异源于大约 20% 的主要变量因素，这些变量被称为“关键的少数”，而那些对过程影响较小的变量则合称为“次要的多数”（图 4-1）。

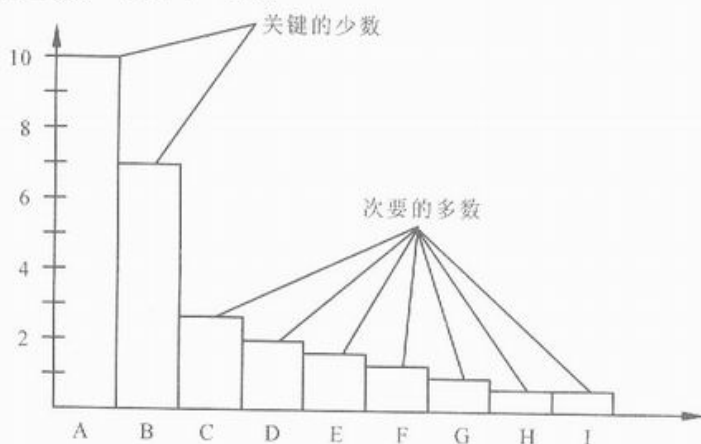


图 4-1 排列图

2. 排列图的作图步骤

(1) 确定分析对象及其数据类型 选择要分析的对象，一般指缺陷、耗费的工时、废品件数等，确定分析对象的数据类型。



(2) 确定数据收集时间、收集并整理数据 列表汇总每个项目发生的数量, 即频数 f_i , 按从大到小的顺序进行排列。

(3) 统计频数, 计算频数 f_i 、频率 P_i 及累积频率 F_i 。

(4) 绘图 排列图中有两个纵坐标, 一个横坐标。左侧的纵坐标表示频数 f_i , 右侧的纵坐标表示频率 P_i , 横坐标表示要分析的质量对象, 按照频数大小由左向右排列。图中纵向的高度表示对应的频数 f_i 和对应的频率 P_i 。另外图中还有一条累积频率折线, 表示对应质量对象的累积频率 F_i 。

由排列图可以确定每一项变量因素对质量问题产生的影响。按照影响的大小可将影响质量的因素分为以下三类。

(1) A 类因素 也称为主要因素, 累积频率 F_i 在 0 ~ 80% 的若干因素是对问题产生重大影响的关键因素, 一般为排列图的前 2 ~ 3 项。将精力持续地集中于这些关键因素可以以较少的改进获得较大的收益, 从而提高资源的利用率。

(2) B 类因素 也称为次要因素, 是累积频率 F_i 在 80% ~ 90% 的若干因素。这类因素对质量的影响较小。

(3) C 类因素 又称为一般因素, 其累积概率在 90% ~ 100% 之间, 通常它们的数量较多, 但对质量的影响较小。

例 4-2 下面用焊接接头缺陷调查表 4-5 的数据来说明排列图的使用方法。

表 4-5 焊接接头缺陷调查表

序号	缺陷类型	频数 (f_i)	频率 (P_i)	累积频率 (F_i)
1	虚焊	56	0.500	0.500
2	夹渣	35	0.313	0.813
3	过烧	10	0.089	0.902
4	焊料不饱满	6	0.054	0.955
5	漏焊	3	0.027	0.982
6	其他	2	0.018	1.000
	总计	112	1.000	

图 4-2 是按照上述步骤绘制出的关于焊接接头缺陷的排列图。由图 4-2 可看出: 虚焊、夹渣是造成焊接接头出现缺陷的关键因素, 应集中力量解决这两个方面的问题。



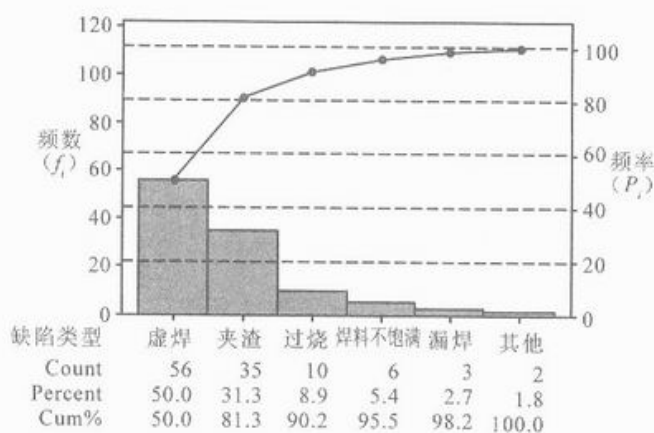


图 4-2 焊接接头缺陷排列图

四、因果图及其方法

1. 因果图的基本概念

因果图（也称为石川馨图或鱼骨图）是用来展示质量问题产生的原因、分析原因与结果之间关系的一种工具。借助因果图可以将影响质量的各种因素集中反映在一张树状的图中，按照各因素的类别进行归类，由主到次分别找出主要原因、次要原因等，从而确定应采取的措施。一种常用的分类方法是 5M1E 分类法，即从人（Man）、机（Machine）、材料（Material）、测量（Measurement）、方法（Method）、环境（Environment）六个方面寻找可能的原因。图 4-3 是一张简单的某餐馆顾客抱怨增多的因果图。常见的因果图主要有以下三种。

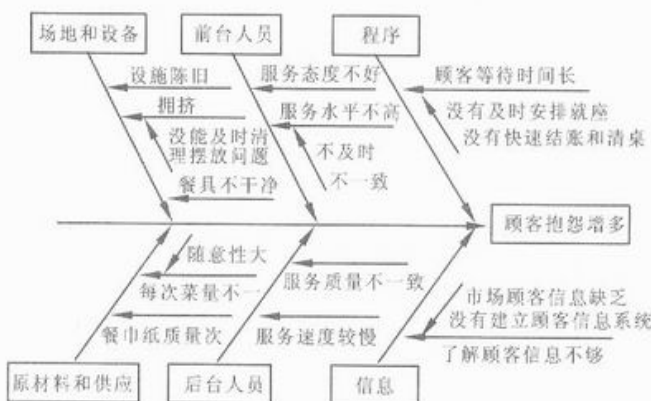


图 4-3 顾客抱怨增多因果图

原因罗列型 通过头脑风暴法，使大家对所出现问题的原因畅所欲言，不需要按 5M1E 中的每一项逐项考虑原因。

要素分解型 与原因罗列型不同的是，它不是让大家想到什么就说什





么，而是有引导性地使大家按 5M1E 中的每一项逐项考虑原因。

工序分解型 此类因果图需要首先按顺序绘制出影响输出结果的各道工序，然后对每一道工序按 5M1E 进行头脑风暴，寻找原因。

2. 因果图的应用步骤

- 明确表述问题，确定要分析的问题和对象，将问题写在图右侧的方框中
- 画出主干，箭头指向要研究的问题；按影响质量的因素进行分类，画出下一级原因，原因的箭头指向主干；箭杆上注明分类的项目
- 小组进行头脑风暴会议，归纳与会者的意见，并按照其类别填入图中，下一级的原因指向上一级的原因。由粗到细依次深入，直到找出能够采取解决问题的措施为止
- 确定最可能的原因以及解决问题的优先级
- 采取措施
- 检查效果

3. 绘制因果图的注意事项

为了尽可能全面地找出问题的原因，在绘制因果图时应注意以下几点。

(1) 组长的职责 激发组员的热情和创造性；忠实组员原意；采用合理的提问方式；鼓励参与。

(2) 组员应遵循的准则 不对他人的意见发表评论；积极思考、踊跃发言；不约束自己的想像力。

完成因果图后，对所有原因分支进行分析，针对以下三个问题请组员表决：

该原因是否容易被验证

V——容易 S——有些困难 N——不容易

该原因出现的可能性

V——很可能 S——可能性不太大 N——不可能

消除/解决问题的难易程度

V——较容易 S——不太容易 N——很困难

在解决问题时，优先解决那些标注为 VVV 的分支。

五、直方图

1. 直方图的基本概念

直方图是质量管理中应用很广泛的一种工具，它以频率的形式提供数据的分布状况，找出其统计规律以便对总体的分布特征进行推断。直方图可以

形象地表示工序质量特征值的分布,将实际数据分布与所期望的数据进行对比分析,对工序波动相对与公差满足程度以及工序是否存在系统性原因进行分析。直方图的基本形式如图4-4所示。图中横坐标表示产品的质量特性,纵坐标表示数据落在各个区间里的频数。

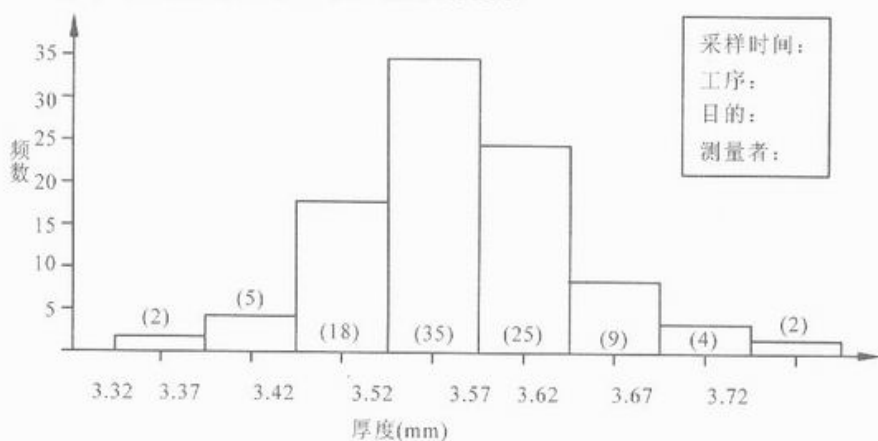


图4-4 橡胶块厚度直方图

从形式上看,直方图与一般条形图有些相似,然而二者之间存在着以下显著的区别。

- 直方图的 X 轴是连续的,各分组是等间距的。一般来讲,直方图的条柱是垂直的
- 条形图的条柱可以是垂直的,也可以是水平的,且 X 轴非连续
- 直方图的条柱宽度有实际意义,代表质量特征值的组距,条柱的高度表示处于该组距内的频数。一般条形图的条柱宽度没有实际意义
- 直方图的各条柱是连在一起的,中间不能有间隙。而条形图的各条柱经常不连在一起
- 直方图用来表示质量特征值的分布情况。而条形图是用来展示数据的工具

2. 直方图的绘制步骤

(1) 建立频数分布表 建立频数分布表时应注意:各组的组距应相等;组限的确定应保证任何一个数据能且只能归入某一组,组限不允许交叉;所有数据皆能被归入所确定的各组内。

建立频数分布表的步骤

① 统计样本观测值的个数 n 。收集 100 个左右的数据,数据收集过少则难以反映数据的统计特性;收集过多则加大了计算分析的工作量。

② 预定分组数 k 。一般 $k \approx \sqrt{n}$ (经验公式) 或根据表 4-6 确定, k 最好





表 4-6 分组数经验值

观测值个数 (n)	31 ~ 50	51 ~ 100	101 ~ 250	250 以上
分组数 (k)	5 ~ 7	6 ~ 10	7 ~ 12	10 ~ 20

取奇数。

$$\textcircled{3} \text{ 计算极差。 } R = X_{\max} - X_{\min} \quad (4-1)$$

$$\textcircled{4} \text{ 确定组距 } h。 h \approx \frac{R}{K} \quad (4-2)$$

$\textcircled{5}$ 确定组限。

$$\text{第 1 组的下限 } LB_1 = X_{\min} - \frac{1}{2}h \quad (4-3)$$

$$\text{第 1 组的上限 } UB_1 = LB_1 + h \quad (4-4)$$

第 2 组的下限、第 1 组的上限，依此类推，直到最后一个组的上限大于最大值为止。

$\textcircled{6}$ 绘制频数分布表并进行统计频数。

$\textcircled{7}$ 累加求出各组频数。

$\textcircled{8}$ 求出累计频数。

(2) 绘制直方图

$\textcircled{1}$ 绘制 X 轴和 Y 轴。 Y 轴表示频数并标上刻度，注意 Y 轴上频数的最大值应超过各组的最大频数； X 轴表示质量特征值，注意标上刻度和单位。

$\textcircled{2}$ 根据频数分布表绘制条柱。

$\textcircled{3}$ 标注说明。为了便于交流和使数据具有可追溯性，应标明数据的出处、采集的原因和时间、采集方式及采集人员等有关信息。

例 4-3 某零件轴直径的尺寸标准为： $\phi 19_{-0.03}^{+0.04}$ mm，现从加工过程中抽取了 $n = 100$ 个样本的加工尺寸（表 4-7），表中的数据为（实测数据 - 19） $\times 100$ ，画出其直方图。

表 4-7 零件外径加工过程数据表

3	-1	2	1	-1	1	3	1	1	4
1	0	-1	2	1	0	2	0	0	1
2	1	2	2	4	1	2	1	2	4
1	0	2	1	1	1	5	2	-1	-2
-1	1	1	2	4	0	-1	1	1	2
1	1	1	1	0	2	0	0	2	1

续表

1	-1	-1	3	0	1	2	0	-2	3
1	-1	1	-1	3	1	2	1	1	3
-1	0	1	1	1	1	0	1	3	0
2	1	3	1	-3	3	1	1	-1	1

a. 数据中的最大值、最小值分别为: $x_{\max} = 5$ $x_{\min} = -3$ $R = x_{\max} - x_{\min} = 8$

本例的样本容量为 100, 故分组的组数 $k = 10$

由公式 (4-2) 可得 组距: $h = \frac{R}{k} = \frac{8}{10} = 0.8 \approx 1$

由公式 (4-3) 可得 第一组下限: $LB_1 = x_{\min} - \frac{h}{2} = -3 - \frac{1}{2} = -3.5$

由公式 (4-4) 可得 第一组上限: $UB_1 = -3.5 + 1 = -2.5$

依此类推得到各组的上、下限, 根据公式填入频数分布表 (表 4-8)。

表 4-8 频数分布表

组号	组界限	组中值	频数 (f_i)
1	-3.5 ~ -2.5	-3	1
2	-2.5 ~ -1.5	-2	2
3	-1.5 ~ -0.5	-1	13
4	-0.5 ~ 0.5	0	14
5	0.5 ~ 1.5	1	39
6	1.5 ~ 2.5	2	17
7	2.5 ~ 3.5	3	9
8	3.5 ~ 4.5	4	4
9	4.5 ~ 5.5	5	1
总计	-	-	100

b. 以组距为底长、频数为高作直方图 (图 4-5)。

3. 直方图的观察与分析

绘制直方图的目的是为了研究工序质量的分布状况, 通过绘制和分析直方图我们可观察数据分布的中心和偏离情况, 观察工序中是否存在系统性变异, 比较样本分布结果与期望分布结果, 确认影响工序的因素并检查数据分布的正态性。画好直方图后还要进一步对其进行分析。



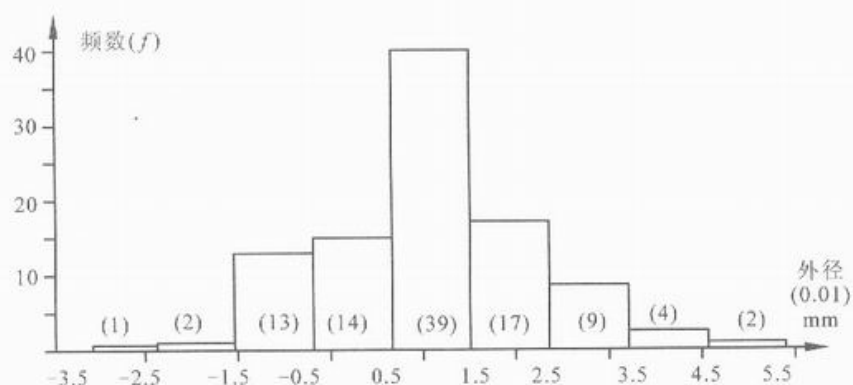


图 4-5 零件轴直径的尺寸直方图

(1) 形状分析 在正常的生产条件下得到的直方图应该是呈正态分布。以下是实践中常出现的直方图的形状。

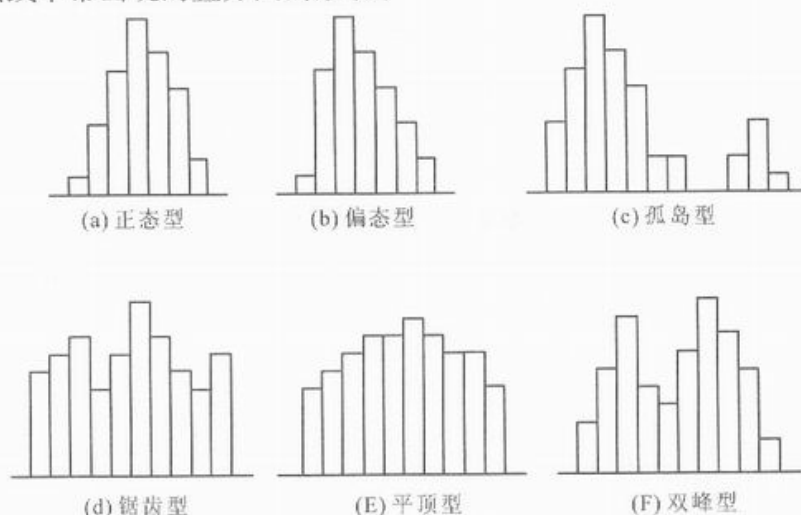


图 4-6 常见直方图的形状

正态型 生产正常情况下呈现的图形 [图 4-6 (a)]。

偏态型 通常是由于控制了公差上限、遗弃部分样本数据或剔除废品后造成的分布形状 [图 4-6 (b)]。

孤岛型 通常是由于工艺条件如人、设备、材料、环境或测量方法等发生突变或者记录错误造成的 [图 4-6 (c)]。

锯齿型 通常是由于分组过多或测量数据不准确等原因造成的 [图 4-6 (d)]。

平顶型 直方图上方没有明显突出的顶峰。可能的原因是工序失控, 控制参数与输出失调; 不同规格产品混杂; 抽样非随机 [图 4-6 (e)]。

双峰型 直方图中出现两个顶峰。其原因可能是混料、数据源于不同的生产条件或者是供应商在供货之前进行了分检 [图 4-6 (f)]。



(2) 直方图与质量标准的比较 当工序处于稳定状态后, 还需要进一步与质量标准进行比较, 以判断工序能力能否满足质量标准的要求。直方图与质量标准的关系如图 4-7 所示。

①理想直方图。其分布中心与质量标准重合, 散布范围 B 在标准界限 $T = [T_l, T_u]$ 内且略有富余, 表示工序处于受控状态 [图 4-7 (a)]。

②散布范围 B 在标准界限 $T = [T_l, T_u]$ 内, 分布中心偏移质量标准的中心。一边有余量, 一边重合, 出现废次品的可能性较大, 应采取措施使分布中心与标准中心重合 [图 4-7 (b)]。

③ B 与 T 完全一致, 两边无余量。表示过程能力不足, 过程会产生一定的废次品 [图 4-7 (c)]。

④分布中心偏移标准中心, 一侧超出标准界限。将会产生比较多的废次品 [图 4-7 (d)]。

⑤散布范围 B 超出 T , 两侧超出标准界限。过程能力严重不足, 肯定会产生大量的废次品 [图 4-7 (e)]。

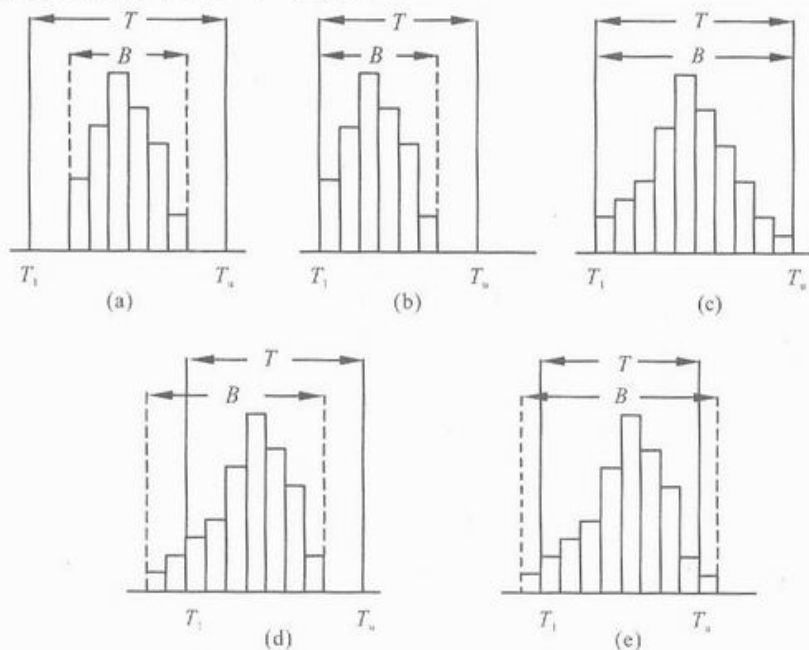


图 4-7 直方图分布与质量标准的比较

六、散布图

1. 基本概念

散布图是通过分析两种变量之间的关系来控制影响产品质量相关因素的一种有效方法。散布图的基本形态如图 4-8 所示。



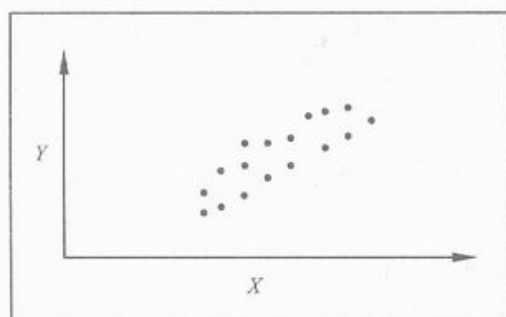


图 4-8 散布图的基本形态

2. 散布图的常见类型及其观察

收集完测量数据之后, 根据数据作出的散布图可以反映两变量之间关系的密切程度。几种常见类型的散布图如图 4-9 所示。

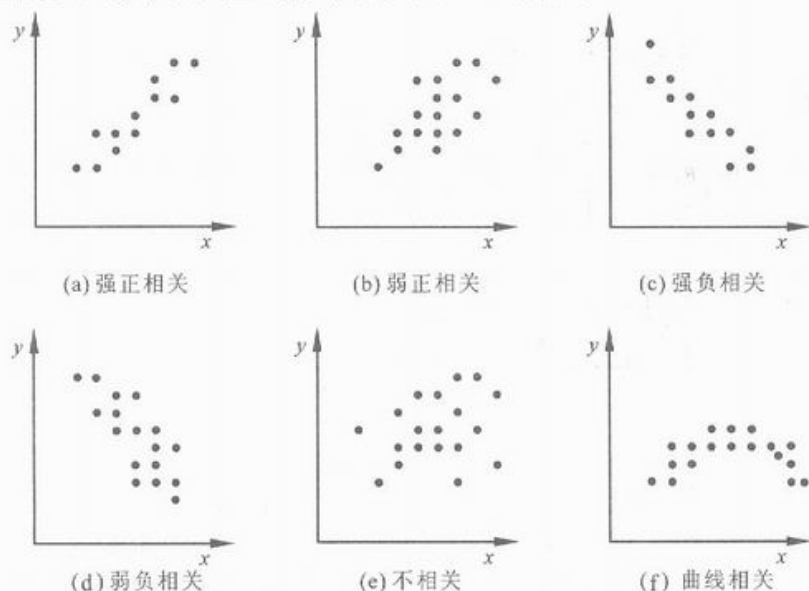


图 4-9 几种不同类型的散布图

图 4-9 (a): 强正相关 当 x 增大时, y 也随之增大, 表现为明显的正相关关系。

图 4-9 (b): 弱正相关 当 x 增大时, y 也有增大的趋势, 但这种相关关系并不明显, 可能还存在着其他影响因素。

图 4-9 (c): 强负相关 当 x 增大时, y 明显的随之减小。

图 4-9 (d): 弱负相关 当 x 增大时, y 有减小的趋势, 但这种相关关系并不明显, 可能还存在着其他影响因素。

图 4-9 (e): 不相关 当 x 增大时, y 的变化趋势不明显 (或者说没有规律性)。



图 4-9 (f): 曲线相关 当 x 增大时, y 以某种曲线的形式随之变化。

在绘制与分析散布图时要注意:

- 应观察是否有异常点, 如果有异常点应予以删除; 如果是原因不明的点应慎重对待
- 作散布图前有时要先进行分层处理

3. 散布图的相关系数 r

为表示两个变量之间相关关系的密切程度, 我们用相关系数 r 来量化这种关系, 其计算公式为:

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \cdot \sum (y - \bar{y})^2}} = \frac{L_{xy}}{\sqrt{L_{xx} \cdot L_{yy}}} \quad (4-8)$$

r 满足 $-1 \leq r \leq 1$ 。

式中 \bar{x} —— n 个 x 数据的平均值; \bar{y} —— n 个 y 数据的平均值; L_{xx} —— x 的离差平方和, 即 $\sum (x - \bar{x})^2$; L_{yy} —— y 的离差平方和, 即 $\sum (y - \bar{y})^2$;

L_{xy} —— x 的离差与 y 的离差的乘积之和, 即 $\sum (x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})$ 。

可根据相关系数 r 的值判断散布图中两个变量之间的关系 (表 4-9)。

表 4-9 相关系数 r 的取值

r 值	两变量之间的关系
$r = 1$	完全正相关
$0 < r < 1$	正相关 (越接近 1 相关性越强; 越接近 0 相关性越弱)
$r = 0$	不相关
$-1 < r < 0$	负相关 (越接近 -1 相关性越强; 越接近 0 相关性越弱)
$r = -1$	完全负相关

值得注意的是: 相关系数 r 表示两个变量之间的线性关系。因此, 当 r 的绝对值很小甚至等于 0 的时候, 并不表示 x 与 y 之间就一定不存在任何关系, 有可能 x 与 y 之间存在着曲线关系。

除了相关系数之外, 还有其他方法可以判断两变量之间的关系, 如符号检验表法等。鉴于篇幅所限此处不作介绍, 感兴趣的读者可参考有关专著。

七、流程图

1. 基本概念

流程图是一种借助特定的符号展示过程步骤和决策点的图表。借助流程



3. 流程图的应用

(1) 现状 (As-Is) 流程分析 流程分析的一个重要目的是分析流程中是否存在无增值作业。为了做出正确的判断,应针对每一道工序或作业,采用 5W2H 进行分析。

(2) 减少或消除无价值增值作业 在分析每道作业的基础上,就要采取相应的措施减少或消除无价值增值作业,常用的方法有以下几种:

- 消除不必要的或冗余的作业
- 减少等待或存储的时间
- 找出更有效的作业方法
- 对作业采用防错设计
- 简化关键作业
- 对易出错的关键工序强化培训
- 提供明确的作业指导书或辅助物
- 标准化作业

第三节 质量管理的新七种工具

上节介绍的常用工具被称为质量管理的“老七种工具”(在此仅介绍了6种,第7种为控制图,见本书第七章)。20世纪70年代,日科联盟又推出了包括关联图法、亲和图法(KJ法)、系统图法、矩阵图法、矩阵数据分析法、过程决策程序图法、网络图法等方法,合称为质量管理的“新七种工具”。老七种工具主要是以数据及因果关系分析为主,以数理统计为支撑方法;而新七种工具更重视文字资料的整理和分析,以思考方法作为技术手段,多角度地解决管理过程中出现的问题。限于篇幅,本章只对新七种工具的形式、绘制步骤和应用范围作简要的介绍,感兴趣的读者可参考相关专著。

一、关联图法

关联图法是一种根据原因—结果或目的一手段间的关系系统地分析影响某一个或多个质量问题的关键因素的方法。关联图用带箭头的连线将事物的因果关系联系起来(图4-13)。

关联图法的应用步骤

- 明确所分析的问题
- 组成小组:小组成员要对问题有统一的认识,并且对问题比较了解,小组规模不宜过大,一般以4~6人为宜
- 整理出所有的问题要素(最好写在卡片上)



- 根据因果关系进行连接（只能使用单向箭头）
- 对图形进行整体分析，对要素间的因果关系进行确认，小组成员达成一致意见后定稿
- 确定关键要素

例 4-4 学校教学质量不高原因分析关联图（图 4-13）。

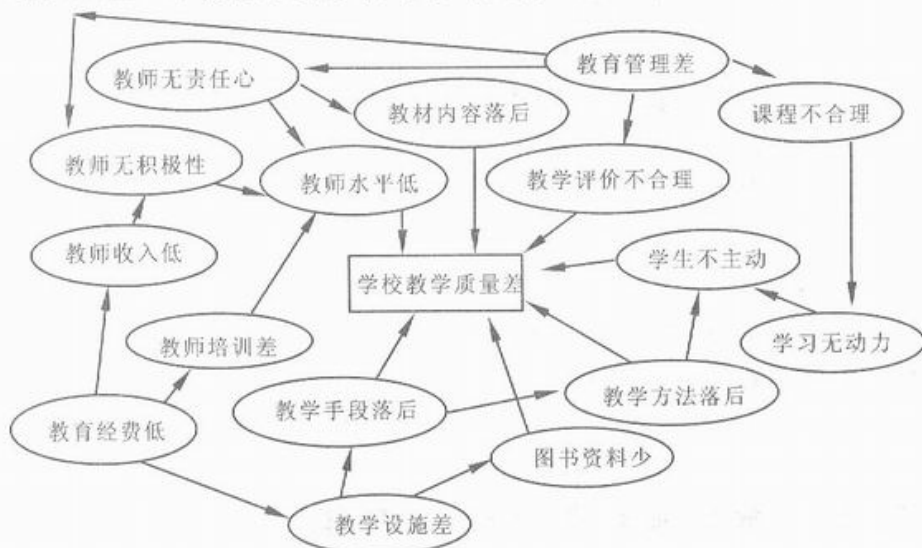


图 4-13 学校教学质量差原因分析关联图

二、亲和图法（KJ 法）

亲和图法是由日本人川喜田二郎（Kawakita Jiko）创造的，因此简称 KJ 法。它是一种将杂乱无章的语言文字资料，按照其内在的相互关系加以整理，从而理出思路的方法，团队可用此方法产生新思想或新方案，并对这些思想和方案进行系统整理。

1. 亲和图绘制的步骤

- 将要讨论的问题清晰地表述出来
- 用头脑风暴法产生与讨论问题有关的事项（思想或方案），一般至少产生 20 项，每一项写在一张卡片或不干胶便条上
- 将所有项目分类
- 将每一类的项目放在一起，并对每类项目命名（用卡片表明）

2. 亲和图的应用范围

- 用于归纳思想，提出新的构思
- 开发新产品、新工艺等
- 解决特定的质量问题



- 制定企业的质量计划或经营方针

三、系统图法

系统图法是一种系统地找到达到目的的手段和方法。它将要达到的目的与所需的手段和方法按照层次系统地展开，逐步绘制出表示目的和手段关系的一系列方块图。图 4-14 为减少 SMT 的焊接缺陷系统图，它是一种常见的系统图。

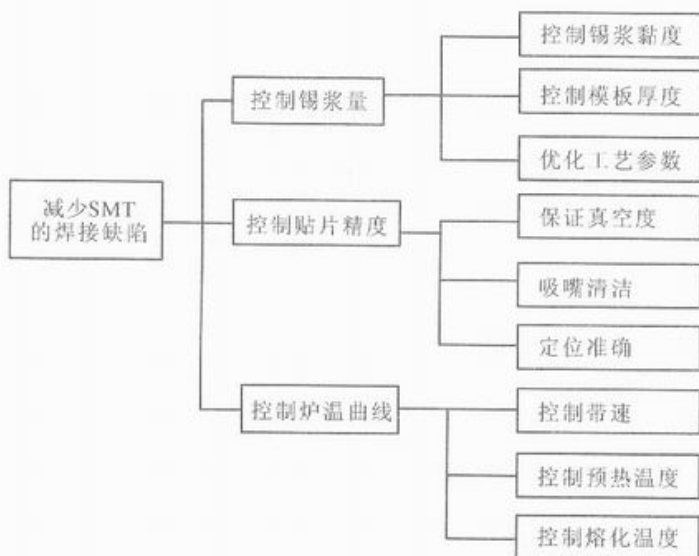


图 4-14 减少 SMT 的焊接缺陷系统图

1. 系统图的应用步骤

- 明确目的和目标
- 提出达到目的的手段
- 评价手段和措施
- 绘制手段卡片
- 根据目的和手段间的联系，使手段措施系统化
- 反向确认目的和目标

2. 系统图的作用

- 在新产品开发中设计质量的展开
- 质量计划中质量目标的展开
- 寻找解决质量问题的措施
- 可以与因果分析图结合使用，分析产生质量问题的原因
- 明确部门职能
- 产品功能分析



四、矩阵图法

矩阵图法是一种借助矩阵的形式,研究一类因素与另一类或多类因素之间关系的方法,通过矩阵的行列相交的点确定对应元素间的关系。

1. 常见的矩阵图类型

(1) L形 是一种最基本的矩阵图,它将一组对应数据用行和列排列成二元表格的形式(图4-15)。

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄			
B ₁		○	○				
B ₂	◎	△	○	◎			
B ₃		◎	△	○			

◎高度相关
 ○有关
 △关系不大

图4-15 L形矩阵图

(2) T形 由A和B因素、B和C因素的两个L形矩阵组合而成。

(3) Y形 由A与B因素、B与C因素、C与A因素的三个L形矩阵组合而成。

(4) C形 把A, B, C三者之间的关系用立方体表示。

(5) X形 由A与B因素、B与C因素、C与D因素、D与A因素的四个L形矩阵组合而成。

2. 矩阵图的应用步骤

- 明确要分析的问题,确定与问题有关的因素
- 组成跨职能小组
- 选择适宜的矩阵图
- 确定因素间的关系

3. 矩阵图法的应用范围

- 新产品开发或老产品改造中研究客户需求和产品质量特征,以及产品质量特征和零件质量特征、零件特征和工艺特征间的关系—质量功能展开
- 构建质量保证体系
- 分析产生缺陷的原因
- 产品质量评价



五、矩阵数据分析法

矩阵数据分析法是当矩阵图上的关系能用数据来表示时,通过分析计算、整理数据并取得结论的一种方法。它与矩阵图有些类似,只是将矩阵图中的符号换成了数据并进行解析计算。矩阵数据分析法实际上是数学上主成分分析法的具体应用。

六、过程决策程序图法 (PDPC 法)

在制定达到某一目标的计划时,要加以全面的分析,估计到可能出现的障碍和结果,设想和制定相应的措施和应变计划,以保证在计划实施遇到问题时,仍能有条不紊地按照计划方案进行。为了达到这个目的,生产过程中常使用的一种工具是过程决策程序图 (Process Decision Program Chart)。这是一种通过对事态发展过程中可能出现的各种情况,拟定多种对策方案,并运用程序图来确定获得最佳结果的一种方法。

1. PDPC 法的应用步骤

- 组成一个方案制定小组
- 确定可行性方案
- 针对方案实施中的每一个环节考虑可能出现的问题,并提出解决方案或第二行动方案
- 绘制 PDPC 图
- 提交执行方案

2. PDPC 法的应用范围

- 制定质量计划及其执行方案
- 制定新产品开发计划
- 预测计划执行中的问题并制定解决方案
- 防故障设计
- 制定谈判方案
- 事故原因分析

七、网络图法

网络图法又称箭条图法或矢线图法。它将一项任务的工作过程作为一个系统处理,将组成系统的各个任务细分为不同层次和不同阶段,按照任务的相互关系和先后顺序用网络图表示出来。主要可以用于确定关键工序,安排流程进度,以及解决工程或项目中的工期、费用、人员安排等的合理优化问题。



常见的网络图

(1) 单代号网络图 单代号网络图是以节点或该节点编号表示工作的网络, 节点间带箭头连线反映作业间的逻辑关系。箭尾点为紧前作业, 箭头所指节点为后续作业。

(2) 双代号网络图 双代号网络图是以箭线表示工作, 节点表示工作的开始与结束及工作间的连接点的网络图。

有关网络计划技术方面的内容可参见项目管理或运筹学方面的书籍。

思考与练习 4.

- 解释随机变异和非随机变异的含义。
- 对以下几种质量特征分别绘制因果图: ①打字错误; ②学校教学质量不高。
- 依据表 4-10 的数据画出排列图并指出其主要因素。

表 4-10 数据表

影响质量的原因	压偏	不平行	压反	尺寸超差	角度超差	其他
不良品数	19	22	17	12	5	6

- 加工 $\phi 50_{-0.025}^{+0.023}$ 的零件外径, 从中抽取 100 个样本, 测得其直径尺寸如表 4-11 所示, 表中的数据 = (实测值 - 49.975) \times 100, 试画出直方图, 并判断生产状态及其原因。

表 4-11 数据表

-4	-3	5	5	2	-5	1	-5	1	5	0	-5	0	-5	0	-5	1	5	1	2
5	-2	5	-5	3	-5	-3	-5	-4	5	-5	5	-1	-4	4	-1	-4	-2	3	-2
-5	1	-4	3	-2	2	-4	5	-2	1	4	-1	-1	4	-1	4	-3	4	0	1
0	0	-1	1	-1	5	1	-3	4	-2	1	3	-3	4	4	3	-1	2	0	-5
3	5	0	-5	1	4	2	-4	3	3	1	0	-1	5	1	1	-4	-2	1	4

- 表 4-12 的数据表示某种钢材含碳量 x (%) 与拉伸强度 y (kg/mm^2) 之间的关系, 请: ①绘制散布图并加以解释; ②计算相关系数 r 。



表 4-12 数据表

序号	x (%)	y (kg/mm ²)	序号	x (%)	y (kg/mm ²)
1	2.0	43	16	2.7	47
2	2.4	46	17	2.1	42
3	2.2	45	18	2.6	48
4	2.3	44	19	2.4	45
5	2.5	45	20	2.1	43
6	2.8	48	21	2.3	45
7	2.2	43	22	2.2	43
8	2.7	47	23	2.3	46
9	2.4	44	24	2.4	47
10	2.3	45	25	2.3	44
11	2.0	42	26	2.4	45
12	2.2	44	27	2.6	46
13	2.6	47	28	2.5	42
14	2.1	44	29	2.6	46
15	2.5	46	30	2.4	46

- 针对一个你所熟悉的过程绘制流程图。
- 讨论关联图和因果图的异同点。

