

高等学校教材

# 统计质量控制

Tongji Zhiliang Kongzhi

王敏华 著



中国质检出版社  
中国标准出版社

C14055679

F406.3  
25

高等学校教材

# 统计质量控制

王敏华 著



北航 C1741309

中国质检出版社

中国标准出版社

北京

F406.3  
25

87822878

## 图书在版编目(CIP)数据

统计质量控制/王敏华著. —北京:中国质检出版社,2014.7

ISBN 978-7-5026-3990-7

I. ①统… II. ①王… III. ①数理统计—应用—工业—产品—质量控制 IV. ①F406.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 046651 号

## 内 容 提 要

本书系统介绍了质量的概念、统计质量控制的发展历史、统计质量控制中的常用统计分布、质量特性值的估计方法、假设检验、方差分析、正交试验、统计质量控制常用方法、抽样检验等统计质量控制方面的基础知识。

本书可作为大专院校学生学习统计质量控制技术知识的教材,也可供广大企业、事业单位质量工程方面的管理人员、技术人员参考,也可作为质量专业技术人员、质量检验和质量管理工作人员的培训用书。

中国质检出版社 出版发行  
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)

北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

\*

开本 787×1092 1/16 印张 12.5 字数 293 千字

2014 年 7 月第一版 2014 年 7 月第一次印刷

\*

定价 32.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010) 68510107

# 前 言

P R E F A C E

随着经济全球一体化进程的加速,我国与国际间的贸易往来大幅增长,这就要求我国的产品质量要上一个新的台阶,只有这样,产品在市场上才会有较强的竞争能力。此外,伴随着科技进步和人民群众生活水平的不断提高,消费者对产品质量方面的要求越来越高。百年大计,教育为本。培养具有现代统计质量控制知识结构的工程技术人才和经营管理人才,是建设社会主义物质文明和精神文明的需要。

本书系统介绍了质量的概念、质量控制和质量改进的发展历史、统计质量控制中的常用统计分布、统计质量控制理论和方法、抽样检验等质量统计方面的基础知识。共分7章,内容包括概述、统计质量控制的基础知识、参数估计与假设检验、方差分析与正交试验设计、质量工程中常用统计工具、过程能力分析、抽样检验。

本书的编写,力求体现普及与提高相结合,理论与实践相联系,把知识性、实用性和系统性结合起来,引用了很多国际标准中的统计质量控制技术,并注意内容的稳定性和文字阐述的通俗性。为便于巩固学习,各章配备了适量的练习题,使之既适用于大专院校的教学需要,又适用于各类企事业单位对员工质量工程基础知识的培训之用。在编写本书过程中,除了根据作者多年的教学实践及企业统计质量控制经验之外,还参考了不少统计质量控制与质量管理方面的著作及学术论文,在此对所有给予帮助的专家表示衷心的感谢!

由于国内外统计质量控制技术不断发展,新方法、新经验层出不穷,统计质量控制方面的文献、著作种类很多,将这些成果都消化吸收并纳入到本书中,确实有较大的困难,所以本书可能还存在许多有待完善的地方,衷心希望读者朋友提出宝贵意见。

著者

2014年5月

于杭州中国计量学院

# 目 录

CONTENTS

第一章 概述 .....	1
第一节 提高质量的重要意义 .....	1
第二节 基本概念和术语 .....	3
第三节 统计质量控制的发展历程 .....	8
第二章 统计质量控制的基础知识 .....	10
第一节 质量数据及其特点 .....	10
第二节 数据统计基础知识 .....	13
第三节 质量数据分布规律 .....	15
第三章 参数估计与假设检验 .....	23
第一节 过程参数的估计 .....	23
第二节 假设检验的基本思想 .....	30
第三节 均值检验 .....	33
第四节 总体方差检验 .....	38
第四章 方差分析与正交试验设计 .....	46
第一节 方差分析 .....	46
第二节 正交试验的基本概念和方法 .....	55
第三节 多指标的正交试验 .....	63
第四节 水平不等的正交试验 .....	66
第五节 有交互作用的正交试验 .....	71
第五章 质量工程中常用统计工具 .....	79
第一节 排列图和因果图 .....	79

第二节	调查表和分层法 .....	83
第三节	直方图 .....	87
第四节	控制图及其应用 .....	91
第五节	相关图与线性回归分析 .....	105
第六节	质量工程其他方法简介 .....	113
<b>第六章</b>	<b>过程能力分析 .....</b>	<b>128</b>
第一节	过程能力和过程能力指数 .....	128
第二节	过程能力指数的计算 .....	129
第三节	过程能力的分析、评价与改进 .....	136
<b>第七章</b>	<b>抽样检验 .....</b>	<b>140</b>
第一节	质量检验基本知识 .....	140
第二节	抽样检验的基本理论 .....	145
第三节	计数抽样检验方法 .....	156
第四节	计量调整型抽样检验 .....	172
第五节	其他抽样检验标准简介 .....	176
<b>附 表</b>		
附表 1	标准正态分布函数 $\Phi_0(x)$ 表 .....	181
附表 2	$\chi^2$ 分布分位数表 .....	182
附表 3	$t$ 分布分位数表 .....	183
附表 4	$F$ 分布分位数表 .....	184
附表 5	正交表 .....	192
<b>参考文献</b>	.....	194

# 第一章 概述

## 第一节 提高质量的重要意义

### 一、我国产品质量现状

改革开放以来,我国在产品质量、工程质量和服务质量方面都取得重大进步,但与经济发达国家相比仍存在差距。著名的质量管理专家朱兰博士在 1994 年说过:“21 世纪将是质量的世纪”。这一观点反映了随着 21 世纪的到来,世界经济一体化的竞争与挑战,对我国产品质量问题提出了更高的要求。然而,我国当前的质量形势依然严峻,主要表现在以下几个方面。

#### 1. 质量事件时有发生

近年来,“问题奶粉”、“黑心棉”、“地沟油”、“瘦肉精”等一系列质量事件频繁发生。工程建设领域的质量问题也不容忽视,如:2011 年的“7·23”甬温线特别重大铁路交通事故、杭州钱江三桥坍塌事故、北京地铁扶梯“7·5”事故等。与老百姓日常生活密切相关的食品安全问题更是触动了大家的神经,如:2011 年警方破获的地沟油大案;2012 年的白酒“塑化剂”疑云;2013 年的“洋品牌”婴儿奶粉信任危机等。

#### 2. 制售假冒伪劣屡禁不止

虽然国家对制售假冒伪劣商品的打击力度不断强化,坚决取缔制售假冒伪劣产品的“黑窝点”,但制售假冒伪劣产品仍屡禁不止,不法分子因暴利驱使顶风作案,使消费者蒙受损失。据统计,我国每年因假冒伪劣商品造成的直接损失达 2000 亿元以上。

#### 3. 消费者质量投诉居高不下

2011 年,仅中国消费者协会受理的质量投诉就达到 30.5 万件,质量技术监督系统 12365 举报处置指挥系统接到的举报投诉为 6.29 万件,投诉热点产品主要是食品、建材、家电,分别占举报投诉总量的 26.75%、10.57%和 8.49%。

#### 4. 出口产品通报召回数量较多

近年来,我国进出口总额激增,尽管中国所有出口产品,都是按出口目的地国严格的质量标准组织生产的,中国的进出口检验,特别是出口检验质量标准不低于美国,但出口产品通报召回数量较多。据中国质量报报道,我国出口商品长期处于被国外通报召回问题产品



数量的首位。我国连续 7 年成为出口工业产品被欧盟全球通报批次最多的国家,连续 3 年占美国和欧盟通报数的 50% 以上。

## 二、提高产品和服务质量的意义

质量对于现代社会经济发展有着重要意义。质量问题是一个国家、一个企业所面对永恒主题。优质的质量是生活与工作以及国家繁荣昌盛的保障,优质的产品和优良的服务能给人们带来方便和快乐,能给企业带来好的经济效益并促进企业的发展,最终是国强民富。而低劣的质量带给人们的是各种烦恼乃至灾难,有时甚至要付出生命的代价,会给企业造成亏损乃至倒闭,给社会带来各种不良影响,阻碍社会进步,最终会导致国家衰败。因此,提高产品和服务质量具有极其重要的意义,主要表现在以下几个方面。

### 1. 质量是效益的源泉

一方面,高质量的生产制造过程降低了废品率和各种消耗,这种生产过程直接给企业带来经济效益;另一方面,质量是社会物质财富的重要内容,是社会进步和生产力发展的一个重要标志,是社会文明的表现,没有质量的数量无任何意义,没有质量就没有经济价值。所以,企业的生产和经营活动要树立质量第一的观念。

### 2. 质量是一个国家经济和科技水平的综合反映

产品质量不仅取决于企业的技术水平、企业发展和企业经济实力以及企业竞争优势,也体现了一个国家的竞争能力和经济实力。高质量的产品反映了一个国家科学技术和经济水平,因为,高质量的产品是在设计、开发、制造、检验等诸多过程中逐渐形成的,无一不集中体现了现代科学技术、科学管理和文化发展的最新成果。否则,就不可能生产出高质量的产品。所以,能否生产出优质产品、提供优质服务,是一个民族、一个国家能否强大的标志,体现了一个国家在世界上的声誉和形象。

### 3. 质量是产品进入国际市场的通行证

当今社会全球经济一体化的趋势日益增强,特别是我国加入世界贸易组织(WTO)后,挑战和机遇并存,企业间的竞争异常激烈,而竞争的实质是质量竞争,企业的产品要想进入国际市场,就必须有过硬的产品质量。

### 4. 质量是企业的生命

市场经济的发展,人们逐渐告别短缺经济。在买方市场条件下,产品质量的好坏决定着企业有无市场,决定着企业经济效益的高低,决定着能否在激烈的市场竞争中生存和发展,质量好的企业必将淘汰质量低劣的企业,因此,质量是企业立于不败之地的重要保证。

### 5. 质量是企业树立品牌的前提

良好的品牌依赖产品的高质量,没有优质的产品难以树立好的品牌形象,即使品牌形象树立起来了,也只是昙花一现。

### 6. 质量是人民生活的保证

提高产品质量是提高人们生活水平的一条途径,在经济高速发展的今天,质量已经成为



保证人民生活安康的“大坝”。一旦质量出现问题,轻则造成经济损失,重则导致人员伤亡,严重时还会导致社会的不安定。如产品质量领域的三聚氰胺事件,工程质量领域的“楼脆脆”、“楼倒倒”之类。因此,从这个意义上来讲,质量问题不仅是经济问题和技术问题,它还是社会问题。质量对于保护人民群众的生命财产、促进社会团结稳定以及构筑和谐社会,都有着巨大的影响。

## 第二节 基本概念和术语

国家标准对统计质量控制领域的术语作了规定,下面给出一些重要术语的定义。

### 一、统计过程控制的相关概念

#### 1. 统计过程控制的基本概念

统计过程控制简称 SPC,包括过程质量控制和过程质量改进两部分。按国家标准 GB/T 3358.2—2009《统计学词汇及符号 第 2 部分:应用统计》(该标准等同采用国际标准 ISO 3534-2:2006),统计过程控制是指:着重于用统计方法减少过程变异、增进对过程的认识,使过程以所期望的方式运行的活动。

统计过程控制能有效地控制过程特性或者生产过程中的特性的变异,通过增加过程的稳定性来减少变异,它最初主要应用于制造业产品,但它同样也适用于软件产品、服务或贸易等过程的质量控制。

#### 2. 统计过程控制的特点

统计过程控制是一种借助数理统计方法的过程控制工具,当过程仅受随机因素影响时,过程处于统计控制状态(简称受控状态);当过程中存在系统因素的影响时,过程处于统计失控状态(简称失控状态)。由于过程波动具有统计规律性,当过程受控时,过程特性一般服从稳定的随机分布;而失控时,过程分布将发生改变。SPC 正是利用过程波动的统计规律性,采用统计方法对生产过程进行分析评价,根据反馈信息及时发现系统性因素,并采取措施消除其影响,使过程维持在仅有随机性因素影响的受控状态,以达到控制质量的目的。它是一种预防性方法;强调全员参与;强调整个过程,重点在于 P(Process),即过程。

实施统计过程控制一般采用以下方法:首先用 SPC 工具(如绘制分析用控制图、进行过程能力分析等)对过程进行分析,根据分析结果采取必要措施(如消除过程中的系统性因素,或者需要管理层的介入来减小过程的随机波动以满足过程能力的要求);然后运用控制图对过程进行监控。因此,控制图是 SPC 中最重要的工具。目前在实践中普遍使用的是基于休哈特(Shewhart)原理的常规控制图。随着控制图的广泛使用,其他的一些先进控制工具,如:对小波动进行监控的指数加权移动平均值的控制图(EWMA 图)和累积和控制图(CUSUM 图)、对小批量多品种生产过程进行控制的比例控制图和目标控制图、对多重质量

特性进行控制的控制图等得到逐步的发展。

### 3. 统计过程控制的作用

统计过程控制非常适用于重复性生产过程,其主要作用如下:

(1)为过程提供一个早期报警系统,及时监控过程的情况以防止废品的发生。

(2)确定过程的统计控制界限,判断过程是否失控和过程是否有能力。

(3)对过程作出可靠的评估。

(4)减少对常规检验的依赖性,定时的观察以及系统的测量方法替代了大量的检测和验证工作。

统计过程控制作为质量改进的重要工具,适用于各行各业,各种类型的产品,包括服务等一切过程性领域。在过程质量改进的初期,统计过程控制可帮助企业寻找质量改进的机会,在质量改进完成后也可用统计过程控制方法来评价质量改进效果并巩固质量改进成果,然后在新的质量水平上进一步运用 SPC 方法开展质量改进工作,使企业的产品质量、工作质量、服务质量不断提高。

## 二、与质量相关的概念

### (一)质量的基本概念

#### 1. 质量

按国家标准 GB/T 19000—2008《质量管理体系 基础和术语》(该标准等同采用国际标准 ISO 9000:2005),质量是指:一组固有特性满足要求的程度。

#### 2. 要求

按国家标准 GB/T 19000—2008 的定义,要求是指:明示的、通常隐含的或必须履行的需求或期望。“明示”是指:在标准、合同等文件中明文规定的要求。“通常隐含”指:惯例或一般的做法,不言而喻。“必须履行”指:法律法规规定强制执行的要求。

#### 3. 特性

按国家标准 GB/T 19000—2008 的定义,特性是指:可区分的特征。

特性可以是固有的或赋予的。特性可以是定量的,也可以是定性的。

#### 4. 质量特性

质量特性是指:与要求有关的,产品、过程或体系的固有特性。

质量针对的对象是“固有特性”,“要求”是衡量满足程度的准则。“固有特性”是指内在的,永久的特性。如:外观、功能、适应性、安全性等。与“固有特性”相对应的是“赋予特性”,“赋予特性”是指人为加上去的特性,如价格、交货期、时间性等,它们不是质量特性。

由于产品是多种多样的,所以反映产品质量的特性也不相同。在制定产品标准时,质量特性通常有两种表现形式,即:真正质量特性和代用质量特性。所谓“真正质量特性”,是指直接反映用户需求的质量特性。而代用质量特性一般是指:根据真正质量特性确定一些数

据和参数,它们间接反映了真正质量特性,这些数据和参数就称为“代用质量特性”。如:皮鞋的牢固度是真正质量特性,在实践中一般用皮鞋帮底剥离强度、成鞋耐折性能、外底耐磨性能等代用质量特性来间接反映皮鞋牢固度这一真正质量特性。

不同产品的固有特性也是不同的。如:牛奶中的蛋白质含量、电冰箱容量等都是产品的固有质量特性。

## 5. 产品

产品是指:过程的结果。

在质量管理领域,一般将产品分成四类:硬件、软件、流程性材料和服务。

(1)硬件。通常为有形产品,其具有计数的特性(如机械零件,电子产品)。

(2)流程性材料。通常也是有形产品,具有连续的特性(如水泥、化纤、润滑油)。

(3)服务。通常是无形产品,并且在供方和顾客的接触面上发生,至少完成一项活动(如运输、教育、宾馆、旅游),可以在顾客提供的有形产品或无形产品上完成,也可以是无形产品的交付或为顾客制造氛围。

(4)软件。由信息组成,通常是无形产品,可以以方法、论文或程序的形式存在(如计算机程序、字典)。

许多产品由不同类别的产品构成,区分属于哪类产品取决于其主导成分。如:汽车是硬件产品,但也包含有软件、服务和流程性材料。

产品分为有形产品和无形产品。软件和服务属无形产品。质量活动主要关注预期产品。

硬件类产品的质量特性主要有以下几个方面。

(1)性能。它是产品为满足使用目的而需要具备的功能,包括正常使用性能、特殊性能、外观性能等。如:冰箱的功率、容积等。

(2)可信性。它是产品可用的程度及影响因素,包括可靠性、可维修性和维修保障性。可靠性是指:产品在规定的时间内和规定的条件下完成规定功能的能力。对危及人身安全和社会安全的产品,可靠性是重要的质量指标之一,如:飞机的平均无故障工作时间;可维修性是指:产品在规定的条件下和规定的时间内,按规定程序和方法进行维修时,保持或恢复到规定状态的能力,可靠性和可维修性决定了产品的可用性;维修保障性是指维修保障资源能满足产品维修过程需求的能力。

(3)安全性:它是产品在贮存、流通和使用过程中不会产生因产品质量不佳而导致的人员伤亡、财产损失和环境污染的能力。安全性往往是产品的重要质量特性,如:电器产品的绝缘性能、儿童玩具油漆的含铅量等。

(4)适应性:它是产品适应外界环境变化的能力。如:温度、灰尘、工作电压等。

(5)经济性:它是产品合理的寿命周期的总费用,包括设计、生产、销售、使用、售后服务和报废后的回收处置费用。

(6)时间性:它是产品在规定的时间内满足顾客对产品交货期和交货数量要求的能力,以及满足随时间变化而顾客需要发生变化的能力。

服务类产品大致有以下六方面的特性。

(1)功能性。它是某项服务所发挥的效能和作用。

(2)经济性。它是顾客为得到不同的服务所需费用的合理程度。

(3)安全性。它是为了保证服务过程中顾客的生命不受到危害、健康和精神不受到伤害、货物不受到损失的能力。

(4)时间性。它是服务在时间上能够满足顾客需求的能力。时间性包括了及时、准时和省时三个方面。

(5)舒适性。它是在满足功能性、经济性、安全性和时间性等方面质量特性情况下,服务过程的舒适程度。

(6)文明性。它是顾客在接受服务过程中满足精神需求的程度。

流程材料的质量特性有:

(1)物理性能:如密度、黏度、粒度、电传导性能等。

(2)化学性能:耐腐蚀性、抗氧化性、稳定性等。

(3)力学性能:强度、硬度、韧性等。

(4)外观性能:几何形状、色泽等。

对于软件类产品,质量特性可包括功能性、可靠性、易使用性、效率、可维护性、可移植性、保密性和经济性等方面。

## 6. 顾客满意

顾客满意:顾客对其要求已被满足程度的感受。

顾客的要求被满足得愈完全,则一般顾客愈满意。但有时即使满足了顾客的要求,他也不一定满意,因此,组织除了要识别顾客当前和未来的需要之外,还要争取超越顾客的期望。产品质量从“满足标准规定要求”,发展到“让顾客满意”,到现在“超越顾客的期望”,因此,统计质量控制的应用范围涉及企业质量工作的方方面面。

## 7. 质量管理

质量管理是指:在质量方面指挥和控制组织的协调的活动。

质量管理包括制定质量方针、质量目标,以及质量策划、质量控制、质量保证、质量改进。组织的质量管理是各项管理内容中的一项,应与其他管理相结合。质量管理是组织围绕使产品质量能满足不断更新的质量要求,而开展的策划、组织、实施、检查和监督、改进等所有管理活动的总和。质量管理应贯彻全面质量管理(TQM)的精神,全员、全过程、全面的质量控制。

美国质量管理专家朱兰博士提出质量管理三步曲,即:质量策划——质量控制——质量改进。

## 8. 质量控制

质量控制:质量管理的一部分,致力于满足质量要求。

质量控制是消除偶发性问题,使产品质量保持在规定的水平,即质量维持;而质量改进是消除系统性的问题,对现有的质量水平在控制的基础上加以提高,使质量达到一个新水平、新高度。

## 9. 质量改进

质量改进:质量管理的一部分,致力于增强满足质量要求的能力。

当产品或服务不能满足规定的质量要求时,质量改进可以提高质量水平,满足质量



要求;当产品质量可以满足要求时,质量改进的作用致力于满足比规定要求更高的要求。质量改进是通过不断采取纠正措施和预防措施来增强企业的质量管理水平,使产品的质量不断提高;而质量控制主要是通过日常的检验,试验,调整和配备必要的资源,使产品质量维持在一定的水平上。

质量控制的重点是防止差错或问题的发生;质量改进重点则是提高质量保证能力;先搞好质量控制,使全过程处于受控状态,然后进行质量改进,使产品从设计、制造、服务到最终满足顾客要求。没有稳定的质量控制,质量改进的效果也无法保持。

## (二)质量形成过程

产品质量有一个生命周期,即从产生、形成、实现、使用到衰亡的过程。企业为了满足用户提出的质量要求,使产品具有适用性,应根据产品的特点、企业规模和生产方式,将质量形成的全过程划分为各个阶段,并明确每一个阶段的质量目标,确定合理的工作程序,开展必要的质量活动,以确保产品在质量形成的全过程均处于受控状态。质量形成过程的相关理论主要有美国质量管理专家朱兰博士提出的质量螺旋和 ISO 8402:1994《质量管理和质量保证 术语》标准(该标准的最新版本为 ISO 9000:2005《质量管理体系 基础和术语》)提出的质量环的概念。

### (1)质量螺旋

著名的质量管理专家朱兰博士将质量形成过程分为 13 个环节,从市场调研、产品开发设计……,直至销售和售后,每完成一个质量循环质量就得到提高,所以质量是呈螺旋式上升的,这就是质量螺旋,也称“朱兰螺旋曲线”,如图 1-1 所示。

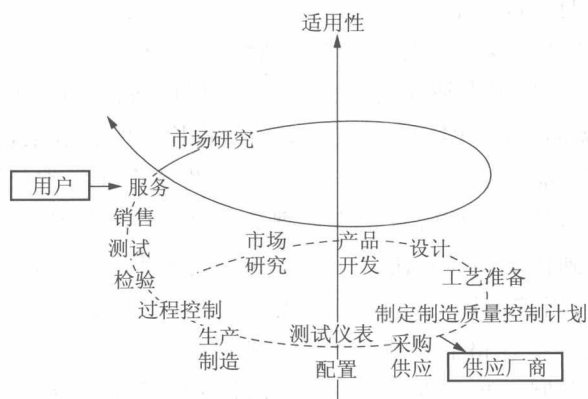


图 1-1 朱兰螺旋曲线

从朱兰质量螺旋曲线可以看出,产品质量产生、形成、实现过程是一个循序渐进和螺旋上升的过程。13 个环节一环扣一环,互相依存、互相制约、互相促进。每一环节的质量,既是前一环节质量活动效果的反映,又是后一环节开展质量活动的前提和条件。所以要使顾客满意,必须对质量形成全过程的每个环节进行控制。

### (2)质量环

质量形成过程的另一种表达方式是“质量环”。国际标准化组织在标准 ISO 9004-1:

1994《质量管理和质量保证要素 第1部分:指南》(该标准的最新版本为 ISO 9004:2009《追求组织的持续成功 质量管理方法》)中将质量形成的全过程划分为 12 个阶段,并用一个无头无尾,带有方向的圆圈来表示,如图 1-2 所示。它不是一个简单的重复循环,它与质量螺旋有相同的含义。

从图 1-2 质量环可以看出,它相当于朱兰螺旋曲线的俯视图,以体现“对质量有影响的主要活动”。

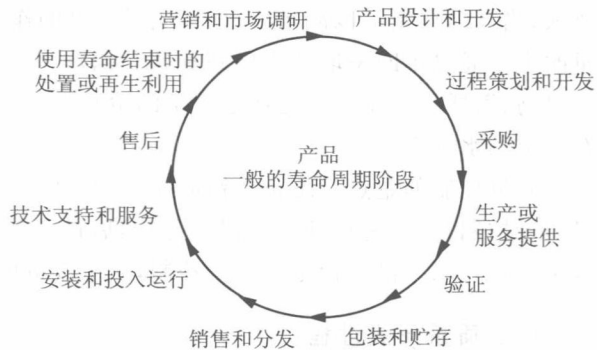


图 1-2 质量环

### 第三节 统计质量控制的发展历程

#### 一、统计质量控制的起源

统计质量控制源于 20 世纪 20 年代,1924 年美国的 Shewhart(休哈特)博士提出了控制和预防缺陷的概念,发明了世界上第一张控制图。此外,道奇和罗米格利用数理统计原理研究抽样检验方法并得到进一步的发展和完善。遗憾的是,这些先驱们研究的成果和提出的建议当时未被采用。二次世界大战期间,美国成为全球反法西斯战争军需物质的重要后勤供给基地。对大量军需品生产的需要,使仅仅应用质量检验的弱点很快显现出来,由于事先无法控制质量,对出厂产品全数检验的工作量大,军火生产企业常常延误交货日期。全数检验不适用于破坏性试验,且全数检验只是事后把关,非常被动,因为它没有预防缺陷发生的作用。这时,人们才想到休哈特等人在“二战”前的研究成果,要将质量管理的重点放在生产过程中的关键工序,用控制图对工序进行质量监控,以减少生产过程中不合格品的发生,保证加工质量,减少不合格品损失。于是,美国政府和国防部迅速组织数理统计专家和质量专家联合制定出战时三项国防标准,即《质量控制指南》、《数据分析用控制图法》、《过程控制用控制图法》,这是质量管理中最早的正式成文的质量控制标准。为了尽快贯彻这三项标准,美国政府和国防部强令各公司派送以总检验师为首的主要质量管理人员参加质量控制方法学习班,并制定了实施这三项标准的细则。这三项标准的强制实施,不仅保证了企业军需品的及时供给,还给军需企业带来了巨额利润。二次世界大战后,美国的民用企业也相继采用这三项标准,并迅速全面铺开,20 世纪 50 年代初达到高峰,随后又迅速传到世界许多国家。战后美国及其他国家相继成立了有关质量管理的专门学术机构,出版了许多刊物,还陆续制定了军用的、国家的和 international 的抽样检验表和控制图等有关统计质量的标准。



## 二、统计质量控制的发展

统计质量控制虽然在实践中发挥了极大的作用,但也应该看到这一时期的统计质量控制片面强调应用统计方法,忽视了组织管理工作,这是它的不足之处。因为统计只能作为质量管理的工具,而不能代替质量管理本身。由于统计管理的片面性,严重影响着质量管理科学向深度和广度发展,从20世纪50年代中期开始,人们已感到统计质量控制明显不能满足生产实践对质量管理理论的全部要求,开始探索新的质量管理理论。美国的费根堡姆提出了全面质量管理的思想,它主要是要求企业全体从业人员,从最高领导到一般工人,都应把产品质量第一的思想放在首要地位。

第二次世界大战以后,在美国统计学家和质量管理专家的帮助下,日本的质量管理得到迅速发展,自20世纪50年代以来,SPC在日本工业界的大量推广应用对日本产品质量的崛起起到了至关重要的作用,在不到30年的时间里,创建了日本式的全面质量管理,统计质量控制理论也不断得到完善,如:石川馨教授发明的质量统计工具——因果分析图;田口玄一运用统计方法进行质量设计等,使日本的工业产品质量跃居世界前茅。

随着复杂武器系统的研制、电子设备的广泛应用、航空航天技术的发展,产品可靠性问题也越来越突出,从而又开创了可靠性理论与可靠性工程,使统计质量控制进入新的发展阶段。除此之外,世界许多大公司在公司内部积极推广应用SPC的同时,对供应商也提出了相应要求。随着各国开展质量认证活动,国际标准化组织质量管理和质量保证技术委员会制定了ISO 9000族标准,以及美国三大汽车公司(通用汽车、福特和克莱斯勒)采用的QS-9000标准分别提出了统计技术和生产控制中应用SPC方法的要求。

统计过程控制经过近90年在全球范围的发展及应用,其理论已非常完善,随着信息技术的产生和发展,与计算机技术的结合也日益紧密,很多统计软件都能进行有关SPC方面的计算、画图等数据处理。利用数据采集设备采集要监控的数据,然后实时传输到SPC控制中心进行分析,可进行实时监控。监控的对象可以是每一过程、也可以是每件产品的某一重要质量特性。因此,SPC的应用范围、应用程度也更为广泛、深入,体现全面质量管理思想,从生产制造过程质量控制扩展到产品设计、辅助生产过程、售后服务及产品使用等各个环节的质量控制,强调全过程的预防与控制。



### 习题1

1. 提高产品和服务质量有何意义?
2. 简述统计过程控制的概念和作用。
3. “质量”的定义是什么? 如何理解“固有特性”?
4. 硬件类产品的质量特性一般包括哪几个方面?
5. 美国质量管理专家朱兰将质量形成过程分成哪几个环节?
6. 什么是质量控制? 质量控制与质量改进的联系是什么?



## 第二章 统计质量控制的基础知识

在相同的生产技术条件下生产出来的一批产品,其质量特性数据由于受到操作者、设备、材料、方法、环境等多种因素的影响而存在着一定的差异,但当生产过程处于正常状态时,其质量数据的波动服从一定的统计规律。因此,研究数据的统计规律具有极其重要的意义。

### 第一节 质量数据及其特点

数据是科学管理的依据,如果没有数据或者没有对其进行定量分析,就不能找到研究对象的客观规律。在统计质量控制领域,若不收集数据、无数据的定量分析,也就没有明确的质量概念,就没有科学的统计质量控制理论。在质量控制工程实践中,强调“一切用数据说话”,就是要尽可能用数据来反映事实,利用数理统计方法分析波动规律,区分正常波动与异常波动,进而控制异常波动;进行试验设计;采用抽样检验方法得出产品质量信息,以作出符合实际的结论和正确的判断。因此,从生产过程中客观地获取有用的数据,进行科学的分析和整理,掌握过程的质量状况,是非常重要的,它是我们针对具体问题采取行动的基础。

#### 一、质量数据收集的目的

- (1)掌握和了解现场质量状况,分析质量问题;
- (2)对过程质量进行分析,判断过程是否处于受控状态;
- (3)在质量改进过程中,选择最佳的工艺参数;
- (4)对产品质量进行评价和验收。

#### 二、质量数据的分类和特点

根据质量数据的特点,质量数据可分为计数值和计量值两大类。

##### 1. 计数值

当质量特性值只能取一组特定的数值,如 $0, 1, 2, \dots$ ,而不能取这些数值之间的其他数值时,这样的特性值称为计数值。计数值可进一步分为计件值和计点值。计件值是指产品按件检查时所产生的属性,如一批产品中的合格数、废品数等;计点值是指每件产品中质量





缺陷的个数,如棉布上的疵点数,铸件上的砂眼数等。

## 2. 计量值

当质量特性值可以取某一范围内的任何一个可能的数值时,这样的特性值称之为计量值。用各种计量工具测量得到的数据通常是计量值,如长度、位移、温度等。不同类型的质质量特性值其统计规律是不同的,因而采用的控制方法也不同。

## 三、质量数据的收集方法

质量数据的收集通过全数检验和抽样检验获得。为了更好地理解全数检验和抽样检验的概念,我们需要知道总体与样本的相关概念。

### (一) 总体与样本

#### 1. 总体

国家标准 GB/T 3358.2—2009《统计学词汇及符号 第2部分:应用统计》中关于总体的定义是:所研究个体/单位产品的全体。

总体的表现形式如下:

- (1) 总体可以是真实的、有限的,如:一批产品的寿命。
- (2) 总体也可以是虚构的,如:基于某一概率分布的总体。
- (3) 总体可以是一个包括未来产出的,正在进行中过程的结果。
- (4) 总体可由可区分的物体组成,也可由散装材料组成。

通常总体的单位数用  $N$  来表示。

#### 2. 单位产品/个体

单位产品/个体是指:能被单独描述和考虑的一个事物。

若总体是一批产品,则个体相当于单位产品。如:一个分立的物品、一定量的散料等。

#### 3. 抽样单元

抽样单元是指:将总体进行划分后的每一部分。

抽样单元可以包含一个或多个个体。

#### 4. 样本

样本是指:由一个或多个抽样单元构成的总体的子集。

从总体中抽取部分个体所组成的集合称为样本。样本中所包含的抽样单元的数目称为样本量。样本量也称为样本大小或样本容量,用  $n$  表示。

满足下面两个条件的样本为随机样本。

- (1) 随机性
- (2) 独立性

### (二) 全数检验

全数检验即 100% 检验,按国家标准 GB/T 3358.2—2009《统计学词汇及符号 第2部