高等工科院校无损检测专业规划教材

质量控制

ZHILIANG KONGZHI

张小海　龙盛蓉◎编

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等工科院校无损检测专业规划教材

质 量 控 制

张小海　龙盛蓉　编

机 械 工 业 出 版 社

质量控制是以概率统计为基础，质量技术与管理科学相结合的应用性很强的学科，是企业产品、服务质量保证的基础。本书强调理论与应用相结合，以质量控制理论、应用实例贯穿全书。本书在编排上注重产品质量有关过程的逻辑关系，结构层次清晰，全面介绍了与产品质量分析、检验、控制、可靠性、管理、认证等有关的知识，同时简要介绍了质量控制技术的最新发展。全书共9章，内容包括绪论、质量数据及统计分布、质量数据分析的常用工具、工序能力与统计过程控制、统计抽样检验、计量基础、其他质量控制技术介绍、可靠性工程基础、质量认证。

本书可作为高等院校机电工程、材料工程、工业工程、管理工程、测控技术等专业的教材，也可作为企业质量管理、生产管理、质量检验、工程技术以及质量管理体系咨询与审核认证等人员的参考用书。

本书配有电子课件，凡使用本书作为教材的教师可登录机械工业出版社教育服务网 www.cmpedu.com 注册后下载。咨询电话：010-88379375。

图书在版编目（CIP）数据

质量控制/张小海，龙盛蓉编. —北京：机械工业出版社，2019.7
高等工科院校无损检测专业规划教材
ISBN 978-7-111-63121-7

Ⅰ.①质… Ⅱ.①张… ②龙… Ⅲ.①无损检验-质量控制-高等学校-教材 Ⅳ.①TG115.28

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2019）第 133868 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）
策划编辑：薛 礼 责任编辑：薛 礼
责任校对：王 欣 封面设计：陈 沛
责任印制：郜 敏
北京圣夫亚美印刷有限公司印刷
2019 年 8 月第 1 版第 1 次印刷
184mm×260mm · 17.25 印张 · 427 千字
0001—1000 册
标准书号：ISBN 978-7-111-63121-7
定价：42.00 元

电话服务
客服电话：010-88361066
010-88379833
010-68326294
封底无防伪标均为盗版

网络服务
机 工 官 网：www.cmpbook.com
机 工 官 博：weibo.com/cmp1952
金 书 网：www.golden-book.com
机工教育服务网：www.cmpedu.com

序

无损检测是一门综合性科学（边缘科学），它利用声、光、热、电、磁和射线等与物质的相互作用，在不损伤被检对象使用性能的前提下，探测其内部或表面的各种宏观缺陷，并判断缺陷位置、大小、形状和性质。无损检测的研究领域涉及物理学、材料学、力学、电子学、计算机、声学、自动控制和可靠性理论等多门学科。随着现代工业和科学技术的发展，该技术已在愈来愈多的行业得到了广泛的应用，其水平高低已在很大程度上反映了一个国家的工业和科技发展水平。

随着对无损检测技术人员在知识结构、理论基础、工程实践能力方面提出更高和更广的要求，对无损检测技术人才的培养也提出了不少新的和特殊的要求。南昌航空大学是我国最早创办无损检测本科专业的高等学校，多年来，为我国航空、航天、石油、化工、核工业、电力、机械等行业输送了大批无损检测专业技术人才，有力地促进了我国无损检测事业的进步和发展，也为我国无损检测教育事业的发展做出了突出贡献，在国内无损检测界享有很高的声誉。

南昌航空大学在无损检测人才培养过程中，始终关注专业教材的建设，不仅编写了一套校内教学讲义，还先后正式出版了《射线检测工艺学》《电磁无损检测》《激光全息无损检测》《无损检测技术》等教材，推动了我国的无损检测高等教育工作的发展。2007 年，南昌航空大学无损检测专业通过了教育部评审，被批准为国家特色专业建设点。在国家特色专业建设中，该院校继续把编写和出版无损检测高等教育系列教材作为主要任务之一。这次由机械工业出版社出版的这套教材，就是该院校在原教材的基础上，结合多年来教学改革的经验体会，融入近年来无损检测技术发展成果并重新编写的。

这套教材对无损检测常规方法和几种非常规方法进行了系统介绍，不仅突出了各种检测方法的基本理论体系、方法工艺和检测技术这一架构，还对该领域的最新研究成果及应用前景做了系统介绍和分析，它既可作为无损检测高等教育的本科生教材，也可作为以无损检测为研究方向的硕士和博士研究生的参考教材，对从事无损检测专业的工程技术人员也必然会有重要的参考价值。相信这套教材的出版一定会为促进我国无损检测高等教育事业和推动我国无损检测技术的发展发挥重大作用。

中国无损检测学会

丛书序言

无损检测是一门涉及多学科的综合性技术，其特点是在不破坏构件材质和使用性能的条件下，运用现代测试技术来确定被检测对象的特征及缺陷，以评价构件的使用性能。随着现代工业和科学技术的发展，无损检测技术正日益受到人们的重视，不仅它在产品质量控制中所起的不可替代的作用已为众多科技人员所认同，而且对从事无损检测技术的专业及相关人员提出了相应的要求。本套教材正是为了满足各方面人士对无检测技术学习和参考的需要，促进无损检测技术的进一步发展，根据高等工科院校专业课程教学基本要求，结合南昌航空大学无损检测专业多年来的教学经验，在不断探索教学改革的基础上编写的。

南昌航空大学无损检测专业是1984年经原国家教委批准在国内率先创办的本科专业，经过30多年的建设与发展，随着本科专业名称的多次调整，南昌航空大学无损检测专业归类为“测控技术与仪器”专业。但学校始终坚持以无损检测为特色，始终坚持把**“培养具有扎实理论基础和较强工程实践能力的高级无损检测技术专业人才”**作为专业的培养目标。经过多年努力，把“测控技术与仪器”（即原无损检测）专业建设成为国家级特色专业。结合专业教学，在全国无损检测学会的支持下，经过多年的艰苦努力，我们编写了国内首套无损检测专业教材。该套教材曾被国内多所高等院校同类及相近专业采用，其中，《射线检测工艺学》和《电磁无损检测》等教材已正式出版。近年来，在国家特色专业建设过程中，为了紧跟无损检测技术进步对人才培养提出的新要求，我们按照新的教学计划对教材进行了重新规划和编写。本套教材不仅汇集了当前无损检测技术的最新成果，有一定的深度和广度，注重理论联系实际，而且更加注意教材的系统性与可读性，以满足各层次读者的需要。

本套教材共10册，包括《超声检测》《射线检测》《磁粉检测》《涡流检测》《渗透检测》《声发射检测》《激光全息与电子散斑检测》《质量控制》《无损检测专业英语》《无损检测技能训练教程》。

由于无损检测技术涉及的基础学科知识和工业应用领域十分广泛，而且，新材料、新工艺不断涌现，以及信息、电子、计算机等新技术在无损检测中的应用越来越多，许多内容很难在教材编写中得到及时反映，因此所编教材难免会有疏漏和不足之处，恳请读者批评指正。

在编写过程中我们参考了国内外同类的教学和培训教材，得到了国内诸多同行专家、教授的指导和支持，在此一并致谢！愿本套教材能为提高及促进无损检测专业的发展起到积极的推动作用。

无损检测专业教材编写组

前　言

质量控制是在企业产品及工程质量控制、管理领域应用非常广泛的工程技术。质量控制课程以产品检测理论、检测技术、可靠性技术应用为主要内容，是高等院校培养质量检测、质量工程及质量管理、工业工程等人才的一门主要课程，也是测控技术与仪器专业（无损检测专业）的重要课程。

本书是在南昌航空大学测控技术与仪器专业使用多年的《质量控制讲义》的基础上，经过对内容、结构进行修改、补充后编写而成的。本书注重理论基础与工程应用，融合了质量分析、质量检验、质量控制、产品可靠性、质量管理、质量认证、计量学等质量知识，以适应培养质量领域高层次人才的需要。

全书共9章。第1章绪论，介绍质量控制的发展历程以及质量相关的概念；第2章质量数据及统计分布，介绍质量数据的类型、误差、修约、采集和典型分布等；第3章质量数据分析的常用工具，主要介绍质量数据处理和分析的典型方法，包括排列图、回归分析、方差分析等；第4章工序能力与统计过程控制，主要介绍工序能力分析、计算与评价、6σ设计与管理、常用控制图的原理及应用；第5章统计抽样检验，介绍计数抽样检验的原理、三种常用计数抽样检验方案及应用，并简要介绍了计量抽样检验；第6章计量基础，对计量学的基础知识做了简要介绍，并详细介绍了测量不确定度评定方法与测量系统的*R*&*R*分析；第7章其他质量控制技术介绍，简要介绍了正交试验、质量功能展开、稳健设计等近年来应用较多的新技术；第8章可靠性工程基础，对产品可靠性指标、故障密度分布、可靠性设计、分析、试验等方面均进行了介绍；第9章质量认证，从实际应用出发，重点介绍了产品认证、质量管理体系认证、计量认证，并简要介绍了卓越绩效模式，以及其他管理体系的概况。每章均配有一定数量的习题，包括问答题和计算题。书中带“*”的章节可作为选读内容。本书具有以下特点：

1）教材系统介绍了各种质量控制技术依据的数理统计知识，深入浅出，以提高读者对质量技术的理解及应用能力。

2）以产品质量形成及控制的逻辑过程为主线和顺序，以质量技术方法为单元，分类介绍了各种质量技术，并突出介绍了不同质量技术的特点。

3）将质量技术与工程应用案例紧密结合，以“质量技术+应用实例”方式强化质量控制内容的实用性和工程性。

4）引入新的质量技术和方法，体现新颖性。

5）介绍质量管理体系、质量认证内容，使本书与企业质量管理工作的实际需要相对接。

本书由南昌航空大学测试与光电工程学院测控技术与仪器专业张小海、龙盛蓉编写，张小海负责统稿。其中第1、3、8、9章由张小海编写；第2、4、5章由张小海、龙

盛蓉共同编写；第6、7章由龙盛蓉编写。本书在编写过程中，得到了质量控制领域有关专家和学者的帮助和支持，书中多处参考了他们著作中的一些资料、数据、案例，其中主要参考文献列于书后。本书还得到了南昌航空大学教材建设基金的资助，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，希望广大读者批评指正。

编　者

目　录

序

丛书序言

前言

第 1 章　绪论 …… 1

1.1　质量控制的发展 …… 1

1.2　与质量有关的概念及阐述 …… 3

习题 …… 10

第 2 章　质量数据及统计分布 …… 12

2.1　质量数据的类型 …… 12

2.2　质量数据的误差 …… 13

2.3　质量数据的修约 …… 14

2.4　质量数据的采集 …… 16

2.5　质量数据的典型分布 …… 18

习题 …… 30

第 3 章　质量数据分析的常用工具 …… 32

3.1　调查表 …… 32

3.2　分层法 …… 34

3.3　直方图 …… 35

3.4　排列图（柏拉图） …… 42

3.5　因果图 …… 44

3.6　散布图 …… 47

3.7　回归分析 …… 55

3.8　方差分析 …… 61

习题 …… 66

第 4 章　工序能力与统计过程控制 …… 68

4.1　质量波动的产生原因 …… 68

4.2　生产过程的质量状态 …… 69

4.3　工序能力 …… 70

4.4　6σ 设计与管理 …… 77

4.5　统计过程控制 …… 80

习题 …… 116

第 5 章　统计抽样检验 …… 118

5.1　概述 …… 118

5.2　基本概念 …… 119

5.3　抽样检验方案的分类 …… 120

5.4　计数抽样检验原理 …… 122

5.5　计数抽样方案及应用 …… 127

*5.6　计量抽样检验介绍 …… 140

习题 …… 150

第 6 章　计量基础 …… 151

6.1　概述 …… 151

6.2　量值溯源、校准与检定 …… 154

6.3　计量基准与计量标准 …… 156

6.4　测量仪器 …… 157

6.5　测量结果分析 …… 159

习题 …… 178

第 7 章　其他质量控制技术介绍 …… 180

7.1　正交试验设计 …… 180

*7.2　质量功能展开 …… 185

*7.3　稳健设计（田口方法） …… 187

习题 …… 189

第 8 章　可靠性工程基础 …… 190

8.1　可靠性工程发展 …… 190

8.2　可靠性概念及指标 …… 190

8.3　常用故障密度分布函数 …… 197

8.4　可靠性设计 …… 201

8.5　可靠性分析 …… 212

*8.6　可靠性试验 …… 227

习题 …… 228

第 9 章　质量认证 …… 230

9.1　质量认证的起源与发展 …… 230

9.2　产品质量认证 …… 231

9.3　质量管理体系认证 …… 233

9.4　计量认证与实验室认可 …… 245

9.5　认证与认可 …… 248

习题 …… 249

附录 …… 251

附表 A　标准正态分布累积概率表 …… 251

附表 B　F 分布上侧分位数表 …… 253

附表 C　C_p 值与偏移系数 k 对应的不合格品率表（%） …… 255

附表 D　计量控制图控制限系数表 …… 256

附表 E　计数标准型一次抽样检查表——主

表及辅助表 …… 257
附表 F 计数挑选型抽样方案 *SL* 表（$p_1=3\%$）…… 258
附表 G 正常检验一次抽样方案（主表）…… 261
附表 H 加严检验一次抽样方案（主表）…… 262
附表 I 放宽检验一次抽样方案（主表）…… 263
附表 J 正常检验二次抽样方案（主表）…… 264
附表 K 加严检验二次抽样方案（主表）…… 265
附表 L 放宽检验二次抽样方案（主表）…… 266
附表 M t 分布在不同置信概率 p 与自由度 ν 时的 $t_p(\nu)$ 值（t 值）…… 267
参考文献 …… 268

第1章 绪 论

1.1 质量控制的发展

产品的质量是随着产品的产生而存在的。人们对产品质量的需求需要通过质量控制活动来实现。从质量控制产生至今，已经经历了100多年。在质量控制的发展中，质量控制技术和方法随着科技和生产力的发展而不断改进和完善。有关质量控制的发展，国内外普遍认为经历了以下三个阶段：

1）20世纪初~20世纪40年代：质量检验阶段。

2）20世纪40年代~20世纪60年代：统计质量控制阶段。

3）20世纪60年代至今：全面质量管理阶段。

1. 质量检验阶段

19世纪中期，美国的标准化生产模式引起了欧洲各工业国家的广泛关注。人们认识到产品质量特征不可能只取一个数值，于是提出了公差界限的问题，认为超出公差界限即为不合格品，从而保证装配的零部件的通用性、互换性。公差界限概念的提出，实际上反映了人们追求质量水平和经济性最佳组合的一种新观念。

对质量水平的要求依赖于产品质量控制。20世纪初，人们对质量水平的控制还处于质量检验的阶段，也就是对产品生产完成后的全数检验。最初的质量检验都是由操作者自己完成的。20世纪20年代，美国著名管理学家泰勒提出在人员中进行科学分工的概念，主张把检验从生产中独立出来，形成专职检验。因此，可以把这个阶段的质量检验分为三种类型，即操作者质量检验、工长质量检验、检验员质量检验。

（1）操作者质量检验　工人自己制造产品，又自己负责检验产品质量，制造和检验的质量职能均由操作者完成。

（2）工长质量检验　由工长行使对产品质量的检验，强化了质量检验的重要性，操作与检验职能开始分离。

（3）检验员质量检验　由检验员负责产品质量的检验，有专职的质量检验岗位、专职的质量检验员和专门的质量检验部门。

质量检验对于产品质量的提高起到了积极作用，但随着科技和生产力的发展，尤其是在大批量生产情况下，质量检验的不足也逐渐显现出来。这些不足主要表现为：①事后检验。质量检验阶段的产品检验是在产品生产已经完成后才实施的检验，这时产品的质量已经客观形成，检验实际上是把生产中已产生的不合格品挑选出来而已，不能起到预防控制作用；②全数检验。由于是全检，检验周期长，检验成本高，在经济上不合算；另外，有些产品根本无法实施全数检验，如检验过程会使产品遭到破坏的情况。

2. 统计质量控制阶段

质量检验阶段存在的不足，使得人们开始寻求更加经济、合理、科学的检验方法实施产

品检验。一些质量管理专家、数学家已经注意到质量检验中的弱点，并设法运用数理统计的原理来解决这些问题。1924 年，美国电报电话公司贝尔（Bell）实验室的休哈特（Shewhart）博士提出了“事先控制，预防废品”的理念，根据数理统计原理，给出了具有可操作性的“质量控制图”，应用控制图对产品制造过程质量进行控制，预防不合格品的产生。1929 年，该公司的道奇（Dodge）博士，根据数理统计原理，提出了抽样检验的概念和方法，应用抽检方法对产品实施检验避免了全数检验的缺点。但由于当时的经济和生产力状况，致使这种方法未能得到广泛的应用，直到 20 世纪 30 年代末 40 年代初，绝大多数企业仍采用事后检验的质量控制方法。第二次世界大战爆发后，由于战争对大批量军火生产的需要，而全数检验不能满足军工产品的需要。因此，这才推动了统计质量控制和抽样检验在军工企业的应用。由于在军工企业保证产品质量、预防不合格品方面带来了巨大的效益，随后，它们才得以在民品企业得到推广。

生产过程的统计控制模式可以用图 1-1 来反映。

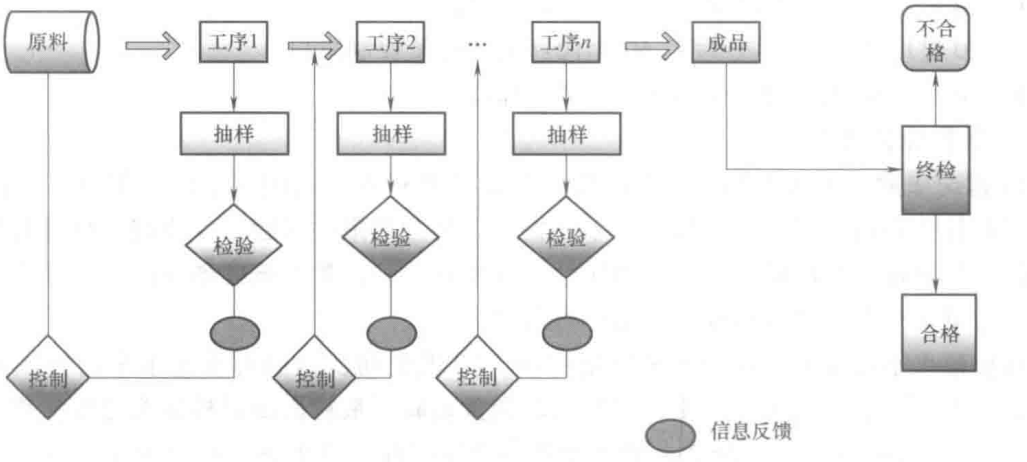


图 1-1 生产过程的统计控制模式示意图

质量控制图和抽样检验方法的提出和应用，标志着质量控制在 20 世纪 40 年代从质量检验阶段进入了统计质量控制阶段。统计质量控制的方法在企业得到推广，提高了产品质量，为企业带来了巨大的利益。20 世纪 50 年代起，日本企业开始引进统计质量控制的方法。为了推广使用统计质量控制方法，日本企业总结出一套简便易行的“质量改进七种工具”，并把“七种工具”与组织管理工作相结合，收到了巨大的效果。这“七种工具”的应用使得统计质量控制方法通俗易懂，便于推广普及，直到现在仍然在许多国家的企业中应用。

统计质量控制把产品质量的事后检验变为过程控制，从“事后把关”变为预先控制，并且很好地解决了全数检验问题。但是，这种方法也存在局限性。由于过多地强调了数理统计方法的作用，忽视了其他方法和组织管理对质量的影响，使人们误认为质量控制就是统计方法，而这种方法需要较深奥的数理统计知识，从而限制了统计质量控制的推广应用。

3. 全面质量管理阶段

产品质量的形成不仅仅与生产过程有关，还与设计、采购、储存、安装等各个环节有关。而统计质量控制强调的是对生产过程控制，因此，这种质量控制仍然是片面的。为了有效控制产品质量，应该对影响产品质量的各个因素都进行控制。全面质量控制（TQC）、全面质量管理（TQM）的理论和方法大多源于美国。美国对于质量控制与质量管理的发展起

到了重要作用。20世纪60年代，美国通用电气公司（GE）质量总经理费根鲍姆（Feigenbaum，被誉为“全面质量控制之父”）和著名的质量管理专家朱兰（Juran，被誉为质量领域的“首席建筑师”）等人先后提出了“全面质量管理”的概念。这一概念的提出，开创了质量控制的一个新时代，一直影响到今天。

全面质量管理的核心思想是全员参与，形成全过程的质量管理，并全面综合应用专业技术和管理方法。朱兰提出的全面质量管理有三个环节：质量计划、质量控制和质量改进，也就是“朱兰三步曲”。1951年朱兰首次出版的《质量控制手册》，成为质量控制领域的权威著作。

日本在推进全面质量管理过程中做出了创新探索，提出了开展QC小组活动，使质量管理工作扎根于员工之中，正是在此时，提出了“质量改进七种工具”。1960~1970年，日本企业管理开始进入现代化阶段，推广开展质量月活动，全面质量管理工作在各企业中广泛实行，并取得了巨大成就，日本的产品不断向世界各国出口，日本的质量管理开始为世界所关注。从20世纪70年代开始，日本企业大力推行全部门参加的、全员参加的、综合性的质量管理（Company Wide Quality Control，CWQC）。以质量管理为中心，结合其他管理（包括成本、交货期管理等），开展QC小组活动，运用数理统计方法（包括SPC技术），同时广泛应用5S现场管理方法，即：整理（Seiri）、整顿（Seiton）、清扫（Seiso）、清洁（Seiketsu）、素养（Shitsuke）。这个时期，以日本田口玄一、石川馨等质量专家为核心的学者提出了质量经营战略、开展质量机能展开（QFD），创立了田口方法（三次设计），推出质量改进的七种工具，使日本的质量控制水平走在了世界前列。

为了使质量管理标准化和规范化，1987年国际标准化组织（ISO）发布了ISO 9000质量管理体系系列标准，使得企业的质量管理工作进入到标准化、系统化的管理阶段。通过多次修订和完善，ISO 9000系列标准已在全世界100多个国家得到了推广使用，该标准从产品质量形成的各个过程都提出了管理要求，是全面质量管理的标准化管理模式，为企业的质量管理体系建立和实施提供了依据。

随着人们对产品质量要求的越来越高，产品质量的控制也进入了新的时代。菲利浦·克劳士比提出的“零缺陷”“质量是免费的”等概念，突破了传统上认为的高质量是以低成本为代价的观念，创新了质量的新观念；6σ管理的推广，把产品质量的提高又推向了一个新的高度；ISO 9001质量管理体系在全世界100多个国家的普及应用，使企业的质量管理工作向规范化、系统化、标准化、国际化逐步迈进；卓越绩效模式为企业改进、提升质量与经营绩效提供了指南。21世纪是质量的世纪，质量管理的发展迫切需要大量懂得质量控制与管理知识，有质量创新意识的质量工程人才。

1.2 与质量有关的概念及阐述

质量控制会涉及与质量有关的许多概念。为了便于理解本书中的内容，本章先对有关的最基本的通用概念，依据ISO 9000标准的定义进行解释，同时对某些易混淆或关联性较强的概念进行比较。另外，某些概念例如检验、质量成本、标准化等，由于本身就包含较多的知识内容，同时又局限于本书的篇幅未单独设立章节介绍，在此稍做展开阐述，以让读者对这部分内容有进一步的了解。

1.2.1 过程

过程是一组将输入转化为输出的相互关联或相互作用的活动。

过程有三要素即输入、输出和活动。过程是由输入、输出、活动构成的，是一组有相互关联的活动。过程强调的是输入、输出的转换。输入、输出是它的两个端点，也是监控点，依靠各过程两个端点的连接，形成了无间隙的过程系统或网络，如图 1-2 所示。产品生产的每道工序就是一个过程，例如焊接、热处理、抛光、喷漆等，上道工序的输出是下道工序的输入，也是下道工序的“供应商”，下道工序是上道工序的“顾客”，由此形成了内部顾客关系。

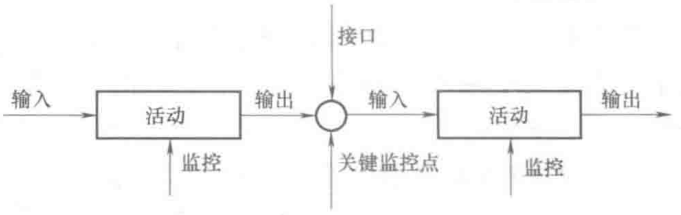


图 1-2 过程示意图

1.2.2 产品

产品是过程的结果。

任何过程的结果都是产品。一般产品有以下四种通用的产品类别：服务、软件、硬件、流程性材料。

（1）服务 它通常是无形的，并且是在供方和顾客接触面上至少需要完成一项活动的结果。汽车维修、空调安装、培训、医疗、民航运输、物业管理等都是服务，服务可能涉及：

1）在顾客提供的有形产品（如需要维修的汽车）上所完成的活动。

2）在顾客提供的无形产品（如为准备纳税申报单所需的损益表）上所完成的活动。

3）无形产品的交付（如知识传授方面的信息提供）。

4）为顾客创造氛围（如在宾馆和饭店）。

（2）软件 它由信息组成，通常是无形产品并可以方法、报告或程序的形式存在。例如：计算机程序、知识产权、信息、字典等。

（3）硬件 它通常是有特定形状的可分离的有形产品，其量具有计数的特性，如：计算机、发动机、机械零件、电子元器件等。

（4）流程性材料 它通常是有形产品，其量具有连续的特性。流程性材料是通过将原材料转化为某一预定形态所形成的有形产品。其状态可以是液体、气体、粉状、块状、线状或板状，通常以桶、袋、瓶、卷等计量单位交付，例如燃料、冷却液、润滑油、面粉、水泥等。

另外，许多产品是由这四种类别产品当中的几种构成，其属性是服务、软件、硬件还是流程性材料取决于其主导成分。例如：产品“汽车”是由硬件（如轮胎）、流程性材料（如燃料、冷却液）、软件（如发动机控制软件、驾驶员手册）和服务（如销售人员所做的操作说明）所组成。

1.2.3 质量

1. 质量的定义

质量是指一组固有特性满足要求的程度。

可以从以下几方面去理解：

1）对质量的载体不做界定，说明质量可存在于各个领域或任何事物中。质量的载体主要是指产品。

2）质量由一组固有特性组成，特性是指可区分的特征。特性可以是定量的也可以是定性的。特性类别多种多样，如物理的（机械的、电的特性等）、感官的（嗅觉、触觉、视觉、听觉的等）、行为的（礼貌、正直等）、时间的（准时性、连续性等）等。

特性有固有特性和赋予特性之分。固有特性是指产品本来就有的特性，如轴的直径、材料的密度、电阻的阻值、节能灯的功率等；赋予特性是人为的，在产品完成后附加的特性，如价格、交货期等。

3）满足要求是指满足法律法规、标准、顾客或合同要求，并由其满足要求的程度加以表征。

4）满足要求是指应满足明示的（如合同上明确规定的）、通常隐含的或必须履行的需要和期望（如电热水器的防漏电功能）。

5）顾客等对产品质量要求是动态的和相对的。

质量的本质是用户对一种产品或服务的某些方面所做出的评价。因此，也是用户通过把这些方面同他们感受到的产品所具有的品质联系起来以后所得出的结论。事实上，在用户的眼里，质量不是一件产品或一项服务的某一方面的附属物，而是产品或服务各个方面的综合表现特征。

2. 实体产品质量

（1）实体产品（以下简称产品）质量的特性　产品质量是指产品能够满足使用要求所具备的特性。一般包括性能、寿命、可靠性、安全性、经济性以及外观质量等。

1）性能：即根据产品使用目的所提出的各项功能要求，包括正常性能、特殊性能、效率等。例如汽车的制动性、动力性等，计算机的运算速度、内存容量等。

2）寿命：即产品能够正常使用的期限，包括使用寿命和储存寿命两种。使用寿命是产品在规定条件下满足规定功能要求的工作总时间。储存寿命是指产品在规定条件下功能不失效的储存总时间，例如食品、医药产品对这方面规定较为严格。

3）可靠性：即产品在规定时间内和规定条件下，完成规定功能的能力。特别对于机电产品，可靠性是使用过程中主要的质量指标之一。

4）安全性：即产品在流通和使用过程中保证安全的程度。一般要求极其严格，视为关键特性而需要绝对保障，例如电子产品的绝缘性等。

5）经济性：即产品寿命周期的总费用，包括生产成本与使用成本两个方面。

6）外观质量：泛指产品的外形、美学、造型、装潢、款式、色彩、包装等。

产品质量的概念，在不同历史时期有不同的要求。随着生产力发展水平不同和由于各种因素的制约，人们对产品质量会提出不同的要求。

（2）产品质量的形成　产品质量有一个产生、形成、实现、使用和衰亡的过程。对于质量形成过程，质量专家朱兰称之为“质量螺旋”（Quality Spiral），它由13个环节（质量职能）构成，如图1-3所示。产品质量从市场调查研究开始，到形成、实现后，再交付使用，在使用中又产生新的改进，开始新的质量过程，产品质量水平呈螺旋式上升。

质量形成过程的另一种表达方式是“质量环”（Quality Loop）。它是瑞典质量专家桑德

霍姆（LSandholm）提出的。质量环包括 12 个环节（见图 1-4）。这种质量循环不是简单的重复循环，它与质量螺旋有相同意义。

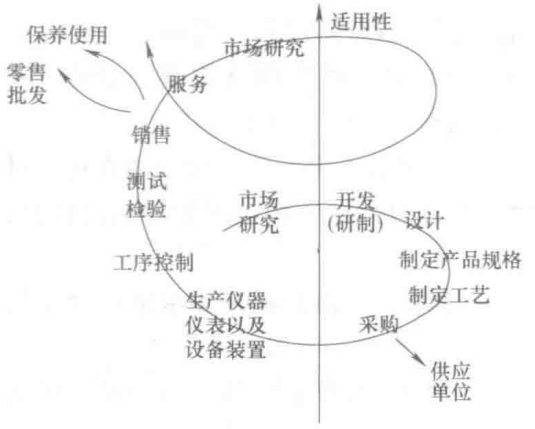


图 1-3 朱兰质量螺旋曲线

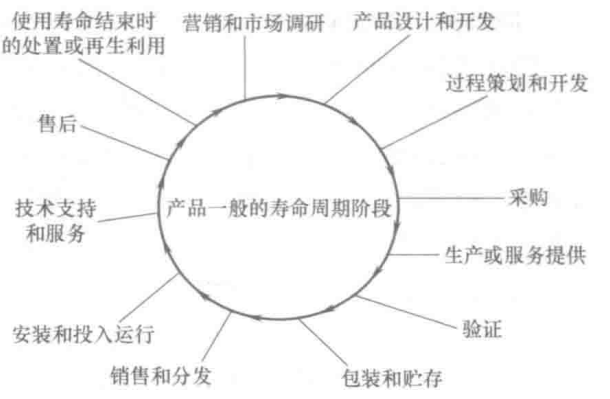


图 1-4 质量环

3. 服务质量

服务质量是指服务满足明确和隐含需要的能力的特性总和。定义中的服务，主要指服务性行业提供的服务，如交通运输、邮电、商业、金融保险、饮食、宾馆、医疗卫生、文化娱乐、仓储、咨询、法律等组织提供的服务。由于服务含义的延伸，有时也包括工业产品的售前、售中和售后服务，以及企业内部上道工序对下道工序的服务。与实体产品质量不同，反映服务质量要求的质量特性主要有功能性、经济性、安全性、时间性、舒适性和文明性等。

1.2.4 检验和与验证

1）检验（Inspection）：通过观察和判断，适当时结合测量、试验或估量所进行的符合性评价。

2）验证（Verification）：通过提供客观证据对规定要求已得到满足的认定。

检验是对产品的一个或多个质量特性进行观察、测量、试验，并将结果和规定的质量要求进行比较，以确定每项质量特性合格情况的技术性检查活动。因此，需要有适用的检测手段，包括各种计量检测器具、仪器仪表、试验设备等，并对其实施有效控制，保持所需的准确度和精密度。检验活动一般包括检验准备（检验方法、检验规程等）、测量或试验、记录、比较和判定、确认和处置等步骤。

验证活动的实施，首先要提供能证实产品质量符合规定要求的客观证据，其次是对提供的客观证据进行符合性认定。产品验证的主要内容包括查验提供的质量凭证（如合格证、质保单等）、确认检验依据的正确性及有效性、查验检验报告或记录以及实施复验等。

产品检验是对产品质量特性是否符合规定要求所实施的技术性检查活动，而产品验证则是规定要求已得到满足的认定，是管理性检查活动，两者是性质不同的，是相辅相成的：产品检验是产品验证的基础和依据，是产品验证的前提；产品检验的结果是需要经过规定程序认定的，因此，产品验证则是产品检验的延伸，又是产品检验后放行必经的过程。例如，对采购产品验证时，产品检验出具的客观证据（如质量合格证）是供货方提供的，采购方根据需要也可以按规定程序实施复核性检验，这时产品检验是供货方产品验证的补充，又是采

购方产品验证的一种手段。

1.2.5 合格、不合格与缺陷

(1) 合格 (Conformity) 满足要求，也称为符合。

(2) 不合格 (Nonconformity) 未满足要求，也称为不符合。

(3) 缺陷 未满足与预期或规定用途有关的要求。

缺陷是特定范围内的不合格，应区分缺陷与不合格的概念。这是因为“缺陷”的使用包含有法律内涵，特别是与产品责任问题有关。因此，术语“缺陷”应绝对慎用。

缺陷又可分为设计缺陷、制造缺陷和警示缺陷。

1) 设计缺陷。如果产品可预见的致害风险本来可以采纳合理的替代设计避免或减少，但该合理替代设计并未被采纳，使产品导致不安全，该产品的缺陷即为设计缺陷。例如结构零件设置不合理、材料或配方不适当等。

2) 制造缺陷。制造缺陷是指产品在制造过程中产生的缺陷。例如材料或零件不合格、制造或装配失误导致的缺陷。

3) 警示缺陷。警示缺陷是一种并非存在于产品本身的缺陷，是指产品提供者（制造商、销售商等）没有在产品的使用上以及危险的防止上做出充分的说明或警告，而对使用者构成的不合理危险。

例如，汽车制动系统存在故障，经确认是设计问题，这就是设计缺陷，而不是一般的不合格，消费者可以追究生产者的法律责任。建筑物在施工过程中采用了不符合设计要求的钢筋、劣质水泥导致房屋倒塌，这就是制造缺陷。再如，在药品的使用说明书中没有提及服用注意事项及服用禁忌，一旦病人服用不当造成安全事故，将导致产品责任的法律纠纷，这就是警示缺陷。

1.2.6 质量方针与质量目标

企业围绕自身的战略方针和经营宗旨，从质量管理角度应制定质量方针，并依托质量方针，制定质量目标，并通过一系列的质量管理活动来实现企业的质量目标。质量管理包括质量策划、质量控制、质量保证、质量改进等活动。

(1) 质量方针 (Quality Policy) 由组织的最高管理者正式提出的该组织总的质量宗旨和方向。

(2) 质量目标 (Quality Objective) 在质量方面所追求的目的。

质量方针通常与组织的总方针相一致并为制定质量目标提供框架。质量方针应形成文件，并得到理解和沟通。质量方针的内容应该包括满足要求和持续改进两方面的承诺。例如某机械加工企业的质量方针是“精密制造、精品交付、精益求精”，某物流企业的质量方针是“高效优质、安全及时、货主满意、运输规范”。

质量目标通常依据组织的质量方针制定，应分解到相关职能、层次和过程，应该是可测量或可考核的，其内容应考虑适用的要求并应与产品质量合格相关，例如产品一次交验合格率为95%，原材料缺陷率小于3‰，顾客满意率大于85%等。在策划质量目标时，应确定实现质量目标所需要的资源，以及完成的时间和评价方法。质量目标是动态的，适当时应予以更新。

质量方针是企业在质量方面的承诺，指明了在质量方面追求的方向。而质量目标是可测量的，反映了在质量方面需要实现或达到的目的。通俗地讲，“持续提高产品质量”相当于质量方针；“产品合格率每年提高3%”相当于质量目标。

1.2.7 质量策划

质量策划（Quality Planning）是质量管理的一部分，致力于制定质量目标并规定必要的运行过程和相关资源以实现其质量目标。

为了制定、实现质量目标，应进行质量策划活动，包括识别、确定运行过程、过程的顺序和相互作用、过程所需的资源及运行准则等。质量策划的结果可以是质量目标、质量计划、生产工艺、检验规范、质量体系文件等。

1.2.8 质量控制与质量保证

（1）质量控制（Quality Control） 质量管理的一部分，致力于满足质量要求。质量控制贯穿于产品形成的全过程，对产品形成全过程的所有环节和阶段中有关质量的作业技术和活动都进行控制，包括影响质量的5M1E即人（Man）、机（Machine）、料（Material）、法（Method）、测（Measure）、环（Environment）。例如规定原材料的验证方法、通过作业指导书规定工艺方法、对关键工序采用控制图控制等。质量控制的目的在于监视产品形成全过程并排除在产品质量产生、形成过程中所有阶段出现的导致不满意的原因或问题，使之达到质量要求，以取得经济效益。

（2）质量保证（Quality Assurance） 质量管理的一部分，致力于提供质量要求会得到满足的信任。通俗的理解就是获得信任，让人们相信能做得好、能满足质量的要求。它分为内部质量保证和外部质量保证。内部质量保证的目的是向企业最高管理者提供信任；外部质量保证的目的是向顾客或第三方提供信任。提供信任的方法例如质检报告、供应商的合格证明、第三方的审核、提供型式试验报告等。

质量控制和质量保证都是质量管理的一部分。质量控制是质量保证的基础和前提，质量保证是质量控制的目的。质量保证活动也可能是质量控制的一部分，例如产品的出厂检验等。

1.2.9 质量改进

质量改进（Quality Improvement）是质量管理的一部分，致力于增强满足质量要求的能力。

由于要求是多方面的，如有效性、效率或可追溯性等，企业应致力于主动寻求改进机会，识别需要改进的关键质量要求，而不是等待问题暴露，并通过适宜的质量工具和方法的应用，例如排列图、因果图、控制图等，实现改进的目的。此外，还应从产品质量、顾客满意度、过程效率等方面来评价质量改进的绩效。

1.2.10 质量成本

质量成本是指为确保令人满意的质量而导致的费用以及没有获得令人满意的质量而导致的有形的和无形的损失。