

系列丛书

ChanYe JingJiXue yu JinRong JingJiXue XiLieCengShu

产业经济学与金融经济学

主编 刘少波 胡军 冯邦彦

过程控制与管理 经济效益的模型分析

Process Control and Management Economic
Benefits Model Analysis

◎ 王斌会 著



经济科学出版社

暨南大学 “211 工程”

产业经济学与金融经济学系列丛书

■ 广东省科技计划项目 (2004B10101010)

过程控制与管理经济 效益的模型分析

Process Control and Management Economic
Benefits Model Analysis

王斌会 著

经济科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

过程控制与管理经济效益的模型分析/王斌会著. —北京: 经济科学出版社, 2005. 11

(产业经济学与金融经济学系列丛书)

ISBN 7-5058-5171-3

I. 过... II. 王... III. 企业管理: 质量管理 - 研究
IV. F273.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 106051 号



作者简介

王斌会，男，1965年8月出生，陕西省陇县人。暨南大学经济学院统计学系数量经济学教研室主任、博士、教授。统计学、数量经济学专业硕士生导师，中国统计学会会员，广东省统计学会理事。从事统计学和数量经济学教学和科研工作已近二十年。1992年以来，在《统计研究》、《中国统计》、《数理统计与管理》等杂志上发表论文80余篇，完成十余项国家和省部级课题，获省部级以上科技进步奖三项。著有《经济管理模型的多变量统计方法及分析系统 Qstat》专著，主编《统计学原理及 Excel 数据统计分析》教材，参编各类教材及教学参考书多部，研制计算机软件及开发多媒体课件多项。

《产业经济学与金融经济学系列丛书》

编 委 会

主 编

刘少波 胡 军 冯邦彦

编 委 (按姓氏笔画)

王 聪	冯邦彦	刘少波	刘建平	刘金山
朱卫平	吴 江	张 捷	李相银	杜金岷
苏冬蔚	於鼎丞	郑少智	胡 军	

《产业经济学与金融经济学系列丛书》

总 序

“经济学是一门致用之学”。“学以致用”是这套《产业经济学与金融经济学系列丛书》所追求与崇尚的。现实世界是经济学永远的“活水源头”。我国经济学建设与发展的“活水源头”便是改革意义与发展意义双重转型的现实。

我国经济体制改革的目标是建立社会主义市场经济。市场经济需要有丰富的产业形态和完善的金融体系。产业是经济系统运行的载体，产业结构、产业关联、产业组织等方面的合理化与优化是经济系统循环顺畅运行的基础。金融是市场经济的核心，完善的金融市场是现代市场经济发育成熟的标志。我国经济市场化改革的不断深化与持续快速的经济增长，为产业经济与金融经济研究既提供了难得的发展机会，使两方面的研究取得了长足进步，同时也提出了新的发展要求。

产业经济学主要涉及产业结构理论、产业关联理论与产业组织理论。由于前两个领域有较长的研究历史并形成了较成熟的理论，当前产业经济学的研究重心已逐步转移到产业组织理论。以 SCP 范式为框架的西方产业组织理论萌芽于马歇尔的“生产要素理论”，莫基于张伯伦等人的“垄断竞争理论”，形成于贝恩的“产业组织理论”。20 世纪 70 年代以后，由于可竞争市场理论、交易成本理论、博弈论及合约理论等新理论的引入，产业组织理论在研

究基础、方法工具及研究方向等方面都产生了突破性变化。我国正处于工业化和产业结构变动的关键时期,面临产业结构升级、优化产业组织的新形势。通过对产业经济学的深入研究,借鉴国外较为成熟的成果,紧密结合中国实际,对探索适应社会主义市场经济需求的产业结构与产业组织理论,探讨如何提高我国产业国际竞争力,具有重大的意义。由于在计划经济体制下排斥市场竞争,我国对现代产业组织理论的研究起步较晚,直至20世纪80年代才开始对这一领域的研究。从现状看,虽然产业组织理论在我国已经历了介绍期,进入成长期,但还没有达到成熟期,仍存在许多薄弱环节,如对我国产业组织现状缺乏系统研究;对产业组织理论和产业组织政策的相关研究比较薄弱;对流通业和基础设施产业等的产业组织问题的研究还有许多“空白点”。同时,还没有建立符合我国实际的产业组织理论体系。因此,对于我国来说,产业组织理论还是一个相对较新的研究领域,在许多方面需要结合我国实际进行深入研究。

金融是现代市场经济运行的核心。在经济全球化背景下,金融学取得突飞猛进的发展。在金融制度和金融工具创新等主要方面,在资本市场定价、公司金融、金融期权、货币电子化、资本结构、区域性货币等具体领域,运用经济学前沿分析方法,取得了大量研究成果。金融学正沿着货币信用学——货币经济学——金融经济学的方向演进,把握这一演进态势,改造和创新我国的金融学理论体系,对我国金融学科跟踪国际前沿,使之适应市场经济发展,突破现有金融学理论,具有重要意义。在金融深化的过程中,特别是加入WTO以后,我国将进一步提高对外开放的广度和深度,金融风险也成为了我国经济发展乃至社会稳定的隐患。对金融制度建设和金融政策的研究,有利于推动我国经济健康平稳的发展,维护社会的稳定。由于计划经济体制下的财政主导地位,我国金融理论研究与改革实践也同样起步于20世纪80年代。当时的研究主要集中在

银行体系、投融资体制、财政调控向金融调控转变等方面，90年代以来关注的重点之一是以股票市场为中心的资本市场建设和货币政策及其传导机制。总的来说，研究主要是应对来自改革所提出的问题，目前尚没有形成完善的金融学理论体系，在金融学理论前沿如金融经济学、金融产品创新、金融市场化次序、公司金融等方面尚属于薄弱环节。因此，需要跟踪和吸收国际金融学发展的前沿内容，重建我国金融学体系。

国际经验表明，产业结构调整和产业升级，需要强有力的金融支持。这方面的研究，对构建适合我国国情的产业升级与发展的金融支持体系具有重大现实意义。虽然已有一些这方面的研究成果，但尚缺乏系统的研究，特别是在如何塑造产业结构演进中的金融机制、金融政策、金融市场，如何推动产业结构调整 and 升级，如何通过金融创新促进产业发展和创新等方面，尚未进行系统、深入的研究。

现实求解的挑战意味着理论发展的机遇。把握机遇，迎接挑战，是我们时代的重要课题，也是我们组织这套丛书出版的动力所在。我们希望这套丛书能够回答产业经济与金融经济的热点、焦点、难点，能够在理论上有所创新、有所突破、有所前进。我们希望丛书能够反映我们对产业经济与金融经济相关问题的认知水平，也能记录我们把握机遇迎接挑战时的努力与汗水。

进入本套丛书的每一本专著都是经过严格挑选的，许多专家为此付出了辛勤劳动。但每本书的内容、论点、论据、方法在很大程度上都是作者的独立看法。我们尊重作者的著作权，同时作者文责自负。

在丛书问世之际，我们衷心感谢所有关心丛书、帮助丛书出版的专家学者，感谢经济科学出版社的领导和编辑。感谢暨南大学经济学院张珍珍老师为丛书顺利出版不辞辛劳的工作。

我们深知自己的不足，我们知道需要更加努力。我们对读者表示真诚的欢迎与谢意，欢迎他们提出批评与建议。

需要说明的是，这套丛书的出版得到暨南大学“十五”、“211工程”重点建设项目“产业经济与金融经济”学科点和国家级重点学科“产业经济学”学科点的经费支持，在此向各级领导和相关部门表示感谢。

胡 军

(国家级重点学科——“产业经济学”学科带头人
产业经济学教授、博士生导师)

前 言

21 世纪作为“质量的世纪”，质量控制与管理理念已风靡世界。企业运营千头万绪，管理与质量是永恒不变的至理。伴随着新世纪和全球经济一体化的到来，以质量为重点的市场竞争日益激烈，只有努力追求卓越，才有可能具有国际竞争力。在全球化经济背景下，一项全新的管理模式在美国摩托罗拉和通用电气两大巨头公司中试行并取得立竿见影的效果后，逐渐引起了欧美各国企业的高度关注，这项管理便是 6σ 管理。

但我国绝大多数的企业、公司对这门理论的应用还远远不够。质量过程控制乃至诊断实施率低，质量管理理念、工具落后。因此，基于 6σ （又称“六西格玛”）的质量管理技术亟待应用和推广。 6σ 是现代企业获得成功的重要管理方法，其核心在于减少缺陷、提高生产率、增加利润以及提高顾客满意度。 6σ 是一个致力于完美和追求客户满意的管理理念，统计过程控制是一个支持 6σ 这个管理理念的工具。

本书不是一个介绍 6σ 管理和过程控制的指导书，而是一本研究过程控制方法和管理效益的专著，是我们的最新研究成果。本书分别对过程控制的理论方法和 6σ 管理的经济效益模型进行研究，得出了一些有用的结论。虽然

这两部分看似对立，实则存在内在的联系，因为我们所说的管理经济效益是在过程受控状态下衡量的。 6σ 管理是建立在统计过程控制（过程受控状态）基础上的管理，没有产品的质量控制在，就谈不上质量水平的改进。

统计控制图是统计过程质量控制的核心内容之一。继休哈特提出常规控制图之后，其他一些控制图又陆续地被提出，例如累积和控制图、指数加权移动平均控制图、模糊控制图、小批量生产控制图、选控控制图、多元控制图等。这些控制图都是休哈特图的扩充和发展，这些控制图的出现并不是新瓶装旧酒，而是学术界对企业质量管理的一个贡献。但是，每种统计控制图都具有一定的使用范围及其局限性。工作中常用的常规控制图其基本假设前提是观测值独立同分布，当生产过程自相关时，其检测能力大大降低。因此，生产过程自相关条件下的质量控制问题逐渐引起质量管理界和企业界越来越多的关注。针对这一实际问题，本书上编系统研究了自相关过程统计控制理论方法及算法，以提高控制图在自相关条件下的检测准确度，对进一步完善控制图的理论体系具有现实意义。通过理论分析、实际案例和计算机模拟实验深入研究了自相关过程进行监控的三种控制图方法：残差控制图、改进型 EWMA 控制图、ARMA 控制图。研究发现，当自相关过程均值出现中小程度偏移时，改进型 EWMA 控制图和 ARMA 控制图的检测效果要好，ARMA 控制图的灵敏度优于改进型 EWMA 控制图，改进型 EWMA 控制图的使用简洁且控制效果优于残差控制图，但相对于 ARMA 控制图其对异常原因的检测能力要低。在自相关过程均值出现大偏移时，残差控制图相对于其他两种控制图具有较优的检测效果。

6σ 管理的关键是通过一套以统计科学为依据的数据分析，测量问题，分析问题，改进优化和控制效果，在测量、分析、改进和控制阶段，需要运用多种工具，进行不同的活动，以实现各个阶段的要求。产品质量的经济效益研究属于质量经济学的研究范畴。与传统的质量经济研究不同的是， 6σ 经济效益的研究是基于更先进

的全面质量管理方法—— 6σ 管理法，并在研究的模型选择和方法上有独创之处，具有较大的现实意义。

本书在下编通过对传统质量经济学的研究，利用过程能力指数与产品不合格品率的关系，进一步推导出 6σ 管理法的主要衡量指标——西格玛水平与产品不合格品率的函数关系式。并利用质量工程学的观点和质量损失函数，建立更具有现实意义的计量模型。此模型能衡量与一定西格玛水平相对应的额外成本，即可用于测量 6σ 管理的经济效益，具有很强的实用性和可操作性。作者在文中还同时基于质量成本理论和质量投入与产出分析的思想来研究 6σ 管理的经济效益，是一种交叉研究领域的科学。通过尝试扩大 6σ 管理法正态分布的假设基础，将质量上常用的其他分布，如威布尔分布、泊松分布等统计分布纳入 6σ 管理的范畴，在非正态分布的基础上进一步研究 6σ 管理的经济效益模型。

本书的内容部分得到广东省科技计划项目《经济管理模型的算法研究及决策支持系统研制：2004B1010101010》和广东省自然科学基金《统计预测方法的算法研究及计算机实现：04010490》的资助，张志雷、胡志萍两位研究生为本书的撰写做了大量的工作，在此深表感谢。

由于作者知识和水平有限，书中难免有错误和不足之处，敬请读者批评指正！

王斌会

2005年7月于暨南花园

目 录

上 编 统计过程控制的新理论

第 1 章 过程控制的研究现状	/5
1.1 过程控制理论的研究意义	/5
1.2 质量控制图理论及研究进展	/6
1.2.1 质量的统计观点	/6
1.2.2 质量控制图的结构	/8
1.2.3 质量控制中的两类错误	/10
1.2.4 统计过程质量控制图的研究发展	/11
第 2 章 自相关现象对常规控制图的影响分析	/15
2.1 生产过程中的自相关现象	/16
2.2 平均链长	/18
2.3 自相关对休哈特图影响的模拟研究	/20
2.4 自相关现象对休哈特图影响的案例分析	/23
第 3 章 自相关过程的残差控制图方法	/27
3.1 残差控制图的原理及算法	/27
3.2 残差控制图检测能力的分析	/30

3.2.1	残差控制图的检测能力指数	/30
3.2.2	残差控制图与休哈特控制图检测效率的比较分析	/32
3.3	残差控制图与常规控制图的比较及案例分析	/36
3.3.1	蒙特卡洛模拟比较研究	/36
3.3.2	实际案例比较研究	/38
第4章	自相关过程的改进型 EWMA 控制图	/41
4.1	EWMA 控制图理论简介	/42
4.2	序列相关对 EWMA 控制图的影响	/44
4.3	改进型 EWMA 控制图理论及算法	/47
4.4	改进型 EWMA 控制图与其他类型控制图检测能力比较	/50
4.4.1	改进型 EWMA 控制图的模拟研究	/51
4.4.2	改进型 EWMA 控制图的案例研究	/54
第5章	自相关过程的 ARMA 控制图	/57
5.1	ARMA 控制图的设计原理	/57
5.2	信噪比与 ARMA 控制图参数的选取	/61
5.3	ARMA 控制图的算法及流程图	/63
5.4	ARMA 控制图与常规控制图的模拟比较及案例分析	/66

下编 6 σ 管理的经济效益模型分析

第6章	6 σ 管理概述	/77
6.1	6 σ 管理法与质量经济学的发展	/77
6.1.1	6 σ 管理法	/77
6.1.2	质量经济学的发展与现状	/80

6.2 6 σ 管理中的统计技术及其应用 /82

6.2.1 6 σ 关注的对象——过程 /82

6.2.2 过程的离散特性与连续特性及其分布 /83

6.2.3 统计过程控制与过程能力 /84

6.2.4 统计技术在 6 σ 管理中的应用 /85

第 7 章 过程能力指数的经济效益研究 /88

7.1 传统的过程能力指数 /88

7.1.1 过程能力指数的概念 /88

7.1.2 过程能力指数 C_p 、 C_{pk} 的计算 /89

7.2 过程能力指数的简单经济分析 /91

7.2.1 过程能力指数经济分析的必要性 /91

7.2.2 过程能力指数与不合格品率之间的关系 /92

7.2.3 过程能力指数简单经济分析的实例 /94

7.3 过程能力指数与过程利润计量模型的建立 /96

7.3.1 可变成本与过程能力指数的关系式及参数估计 /96

7.3.2 过程生产能力划分和生产能力不足时的利润表达 /98

7.3.3 模型的计算方法与实证分析 /101

第 8 章 西格玛水平的简单经济效益研究 /106

8.1 过程能力指数的发展与西格玛水平 /106

8.1.1 相关概念 /106

8.1.2 过程能力指数的改进与发展 /108

8.1.3 6 σ 与过程能力 /110

8.2 西格玛水平的计算 /111

8.2.1 连续特性西格玛水平的计算 /111

8.2.2 过程的短期能力与长期能力 /112

8.2.3 过程漂移时西格玛水平和 DPMO 的换算关系 /113

8.2.4 离散特性 DPMO 值的计算 /116

8.3 西格玛水平的简单经济分析 /117

8.3.1 6σ 经济效益分析的发展与现状 /117

8.3.2 无漂移时西格玛水平与不合格品率的关系 /118

8.3.3 有漂移时西格玛水平与不合格品率的关系 /119

第9章 西格玛水平经济效益的计量模型 /120

9.1 两种不同的质量经济效益观 /120

9.1.1 两种不同质量经济效益观的比较 /120

9.1.2 传统观下的西格玛水平经济效益计量模型 /121

9.2 6σ 管理的观点与西格玛水平的经济效益计量模型 /122

9.2.1 质量损失函数及其改进与额外成本 /122

9.2.2 额外成本的计量模型研究 /124

9.2.3 计量模型的验证和实例分析 /128

第10章 非正态分布下 6σ 管理的经济效益探讨 /131

10.1 过程性能的非正态性及其转换与计算 /131

10.1.1 过程性能的非正态分布 /131

10.1.2 过程性能的正态性转换 /132

10.1.3 非正态分布时的过程能力指数的计算 /133

10.2 非正态分布下 6σ 管理的经济效益分析 /135

10.2.1 非正态数据转换后 6σ 管理经济效益的衡量 /135

10.2.2 威布尔分布的经济效益分析 /140

附录1 ARMA 控制统计量参数 ϕ 和 β 所对应的
两个信噪比值表 /147

附录2 正态分布表 /148

参考文献 /150

上 编

统计过程控制的新理论