

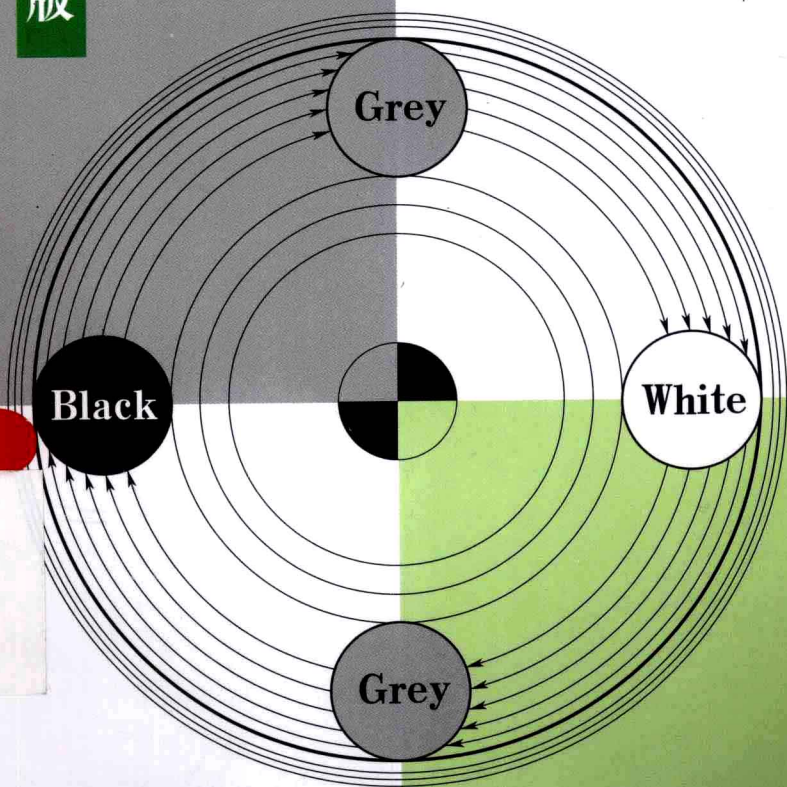


“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

灰色系统理论及其应用

第六版

刘思峰 谢乃明 等 编著



科学出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

灰色系统理论及其应用

(第六版)

刘思峰 谢乃明 等 编著



国家自然科学基金重大研究计划培育项目、面上项目、青年基金资助项目
国家自然科学基金委员会与英国皇家学会合作交流基金资助项目
国家社会科学基金重大招标课题、重点项目资助项目
国家软科学研究计划重点项目资助项目
教育部高等学校博士学科点专项科研基金资助项目
国家级教学团队和江苏省优秀教学团队建设基金资助项目
江苏省高等学校哲学社会科学重点研究基地、优秀科技创新团队基金资助项目

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是针对教师教学和学生需要编写的普及版,被遴选为普通高等教育“十一五”国家级规划教材、“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。本书系统地论述了灰色系统的基本理论、基本方法和应用技术,是作者长期从事灰色系统理论探索、实际应用和教学工作的结晶,同时还吸收了国内外同行近年来取得的理论和应用研究新成果,精辟地向读者展示出灰色系统理论这一新学科的概貌及其前沿发展动态。

本书可作为高等学校理工农医类及经济管理类专业本科生和研究生教材,也可作为政府部门、科研机构及企事业单位的科技工作者、管理干部及系统分析、市场预测、金融决策、资产评估、企业策划人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

灰色系统理论及其应用/刘思峰等编著.—6版.—北京:科学出版社,2013

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

ISBN 978-7-03-037434-9

I. ①灰… II. ①刘… III. ①灰色系统理论-高等学校-教材 IV. N941.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第094276号

责任编辑:张 凯 / 责任校对:刘亚琦

责任印制:徐晓晨 / 封面设计:蓝正设计

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

1991年2月第 一 版 开本:720×1000 B5

2013年6月第 六 版 印张:14 3/4

2013年6月第十四次印刷 字数:275 000

定价:30.00元(含光盘)

(如有印装质量问题,我社负责调换)

主要作者简介

刘思峰,男,1998年华中理工大学系统工程专业毕业,获工学博士学位。曾赴美国纽约理工大学、宾夕法尼亚州州立SR大学、英国De Montfort大学和澳大利亚悉尼大学任访问教授。现任南京航空航天大学特聘教授、博士生导师,是管理科学与工程一级学科(江苏省重点学科)博士点和博士后科研流动站首席学科带头人,2001~2012年任经济与管理学院院长,是中央联系的高级专家和江苏省高等学校优秀科技创新团队、哲学社会科学重点研究基地、江苏省科技思想库、国家精品资源共享课程、国家精品课程、国家精品教材、国家级教学团队负责人。

主要从事“灰色系统理论”、“系统分析方法与模型”和“复杂装备研制管理”等领域的教学和研究工作。主持国家重大、重点课题多项;发表论文200多篇,其中英文论文100余篇;出版著作21部,其中Springer-Verlag和Taylor & Francis等国际著名出版商出版英文著作6部;论著被国内外学者引用15000多次。获省部级以上科技成果奖16项、教学成果奖9项。

担任国家自然科学基金委员会第十二届、十三届专家评审组成员、教育部管理科学与工程学科教学指导委员会委员、IEEE灰色系统委员会主席、IEEE SMC江苏-南京分会主席、中国优选法统筹法与经济数学研究会副理事长兼灰色系统专业委员会理事长、江苏省管理学门类教学指导委员会副主任兼管理科学与工程学科教学指导委员会主任,中国科学技术协会决策咨询专家和南京市人民政府决策咨询委员会委员等职务。曾应邀担任国务院学位委员会、江苏省学位委员会学科评议专家,长江学者特聘教授计划、千人计划、拔尖人才,国家社会科学基金、留学基金、博士后基金和教育部博士点基金评审专家,被聘为英国*The Journal of Grey System*主编、Emerald出版集团*Grey Systems: Theory and Application*主编、《系统与控制国际杂志》客座主编及美国《科学探索》、《中国管理科学》和中国台湾《灰色系统学刊》等10余种学术期刊编委和数十种重要期刊审稿人。

曾被评为“全国优秀教师”、“河南省优秀专家”、“江苏省优秀科技工作者”、“享受政府特殊津贴的专家”和“国家有突出贡献的中青年专家”等。2003年被评为“全国留学回国先进个人”,获“留学回国成就奖”。2005年被评为“国防科技工业优秀博士学位获得者”,2006年被评为“江苏省高等学校教学名师”。2008年当选为系统与控制世界组织(WOSC)荣誉会士。

谢乃明,男,管理学博士,1981年生于安徽省天长市。1997~2008年就读于南

京航空航天大学(工业工程,系统工程,灰色系统理论)。2012~2013年获江苏省留学基金和英国 Leeds 大学资助赴 Leeds 大学从事博士后研究工作。现任南京航空航天大学经济与管理学院副教授,兼任中国优选法统筹法与经济数学研究会灰色系统专业委员会秘书长和国际期刊 *Grey Systems: Theory and Application* 主编助理。主要从事灰色系统理论和工业工程领域的研究工作。主持国家自然科学基金项目 2 项,参加国家、省部级科研课题 10 多项,在 *Applied Mathematical Modelling*、*Kybernetes*、《系统工程理论与实践》、《系统工程学报》、《控制与决策》等国内外重要学术刊物发表论文 28 篇,其中 20 篇被 SSCI、SCI、EI 收录。2012年由美国 Taylor & Francis 出版集团出版英文著作 1 种。

2006 年被评为南京航空航天大学“十大科创之星”,2007 年获 IEEE 灰色系统与智能服务国际会议优秀论文一等奖,2008 年获“中国百篇最具影响的国内学术论文奖”,2012 年获中国高校科学技术奖(自然科学)二等奖。

序 一

20 世纪 40 年代以来,顺应科学研究的整体化趋势,一批体现战略思维及其方法论的学科相继涌现,形成了系统科学这一综合性学科,其分支包括系统论、控制论、信息论、协同论、耗散结构论等。系统科学的基本观点是:世界上任何对象、过程都可以视作由不同部分(子系统、分系统)的有序结合组成的整体;构成系统的各个层次和部分,由于相互联系与相互作用,系统的整体功能一般情况下不等于、常常是大于各部分功能的简单相加;多数系统是开放的,要不断地与周围环境进行物质、能量和信息交换,以保持系统的活力。

在研究实际系统的过程中,由于内外扰动的存在和认识能力的局限,所获得的信息往往带有某种不确定性,导致所研究的系统具有某种不确定性。历史上,人们最早研究的不确定性是具有大样本统计规律的随机问题。随着人们对各类系统不确定性的认识逐步深化,对不确定性系统的研究也日益深入。自 20 世纪 60 年代以来,有关不确定性系统的多种理论和方法相继问世。其中,扎德(L. A. Zadeh)教授于 20 世纪 60 年代创立的模糊数学、邓聚龙教授于 20 世纪 80 年代创立的灰色系统理论,帕夫拉克(Z. Pawlak)教授于 20 世纪 80 年代创立的粗糙集理论(rough sets theory)等,都是具有广泛国际影响的重要成果。这些研究从不同视角、不同侧面提出了描述和处理不确定性信息的理论和方法。

华中科技大学邓聚龙教授在 1982 年创立的灰色系统理论,是一种研究少数数据、贫信息不确定性问题的新方法。该理论以“部分信息已知,部分信息未知”的“小样本”、“贫信息”不确定性系统为研究对象,主要通过对“部分”已知信息的生成、开发,提取有价值的信息,实现对系统运行行为、演化规律的正确描述和有效监

控。现实世界中普遍存在的“小样本”、“贫信息”不确定性系统,为灰色系统理论提供了十分丰富的研究资源。

刘思峰教授早在灰色系统理论创立之初就投身于这一领域。像任何一门新兴学科一样,灰色系统理论在得到学术界积极关注和支持的同时,也曾作为新生事物而不可避免地受到一些质疑。因此,有些早期从事灰色系统理论研究的学者中断了研究。但刘思峰教授顶住压力,咬定青山不放松,带领一批青年学者在灰色系统研究的园地里辛勤耕耘,不懈求索,不断取得新的进展。他们发表 SCI 期刊收录论文近 200 篇,中文学术论文 800 多篇,在科学出版社、Springer-Verlag、Taylor & Francis 等著名出版社出版了中英文学术著作 10 多部。经 CNKI 数据库检索,他们的论著已被他人引用上万次,被应用于各行各业。中国科学技术协会组织编撰的《学科发展报告》专门介绍了其创新性成果。依托刘思峰教授创建的南京航空航天大学灰色系统研究所,相继成立了中国(双法)灰色系统专业委员会和全球性学术组织 IEEE 的灰色系统委员会;他们发起组织的灰色系统与智能服务(IEEE GSIS)系列国际会议已在国内外产生了较大影响。2010 年,国际著名期刊出版商 Emerald 董事会决定支持该灰色系统研究所创办国际期刊 *Grey Systems: Theory and Application*,并聘请刘思峰教授担任创刊主编。他们通过自己的扎实工作,正一步一步地将灰色系统理论这一中国学者的原创性成果推向国际学术舞台。

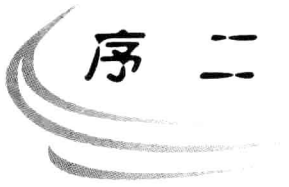
我与刘思峰教授相识于世纪之交,并在南京航空航天大学共事多年。作为一名学者,我所研究的先进飞行器结构是一类复杂动态系统;作为一名校长,我所建设和运行的大学是一类更加复杂的动态系统。因此,我非常关注刘思峰教授的研究,并曾请他从系统科学角度对学校的学科建设成效进行评价和分析。多年来,我深深感受到他勇于创新、严谨治学的职业精神,了解到他在灰色系统领域的一系列重要理论和应用研究成果,见证了他作为首席学科带头人成功创建南京航空航天大学的管理科学与工程一级博士授权学科,领导该校的经济与管理学院成功跨上一个个新台阶。

获悉刘思峰教授的著作《灰色系统理论及其应用》(第六版)即将问世,我深信这对于灰色系统理论的发展和传播具有重要意义。我由衷祝贺他的学术新作出版,并郑重向读者推荐这本业经反复锤炼的科学著作。

中国科学院院士
北京理工大学校长



2013 年 1 月 28 日



序二

Professors Sifeng Liu and Yi Lin have written another pioneering book on the important topic of grey systems. In 2006, the same authors wrote the well-received book entitled *Grey Information: Theory and Practical Applications* which was also published by Springer-Verlag. I am pleased to say that their second book on Grey Systems constitutes a significant expansion and improvement of their previous fine book. Accordingly, if you already possess a copy of the 2006 book, you can make a worthwhile academic investment by obtaining a copy of their recent book in order to be cognizant of the latest ideas and advancements in the crucial field of grey systems.

The question that naturally arises is why grey systems are of such great import at this point in history. The answer is quite straightforward; many challenging problems facing society consist of interconnected complex systems of systems exhibiting high uncertainty and having few measurements. For example, in order to effectively combat climate change, one must understand as much as possible the complex interactions among natural systems such as atmospheric, oceanic, geological, and hydrological systems, with societal systems including energy production, industrial, agricultural, and city systems. The deep uncertainty involved with these interconnected systems of systems and their potential emergent behavior, coupled with a dearth of observations, mean that formal tools for handling this uncertainty are in high demand. Fortunately, an arsenal of mathe-

matically based methodologies and techniques have been developed over the years: a rich variety of probabilistic-based tools, fuzzy sets founded by Lotfi Zadeh, rough sets started by Z. Pawlak, information-gap modeling perfected by Yakov Ben-Haim, uncertainty theory developed by Baoding Liu, and grey systems established by Julong Deng in 1982. The foregoing and other approaches to describing uncertainty are based upon different axioms and are thereby highly complementary for tackling a wide variety of uncertain situations.

Grey systems are purposefully designed for modeling uncertain systems, or systems of systems, problems having small samples and low-quality information. Grey systems are capable of dealing with partially known information through generating, excavating, and extracting useful information from what is available. How this is accomplished is explained in-depth in the timely grey systems book of Professors Liu and Lin.

In their contemporary textbook, Liu and Lin systematically present the theory and practice of grey systems. In fact, the excellent ideas and applications contained in their book are based upon the authors' many years of developing theoretical concepts, applying their methods to real world applications, testing and refining their new techniques with actual data, carrying out stimulating research with their students and colleagues, teaching their students about their exciting work, and delivering research papers at international conferences around the globe. Their comprehensive book contains the latest theoretical and applied advances created by the authors and other scholars around the world in order to place the readers at the forefront of international research in grey systems.

The main body of their book contains ten well-explained and interconnected chapters: "Introduction to grey systems theory", "Basic building blocks", "Grey incidence and evaluation", "Grey systems modeling", "Discrete grey prediction models", "Combined grey models", "Grey models for decision making", "Grey game models", "Grey control systems", and "Introduction to grey systems modeling software". Moreover, the book includes a computer software package developed for grey systems modeling to permit both researchers and practitioners to use the new methodologies. Their book concludes with three appendices. The first appendix compares grey systems theory and interval analysis while revealing the fact that interval analysis is a part of grey mathematics. The second presents an array of different approaches to studying uncertainties. Finally, the last appendix shows how uncertainties occur using a general systems approach.

The book contains a wealth of mathematical results, techniques and algorithms which are presented by the authors for the first time. These contributions include an axiomatic system of buffer operators and a series of weakening and strengthening operators; axioms for measuring the greyness of grey numbers; general grey incidences (grey absolute incidence, grey relative incidence, grey comprehensive incidence, grey analogy incidence, and grey nearness incidence); discrete grey models; fixed weight grey cluster evaluation; and grey evaluation methods based on triangular whitenization weight functions, multi-attribute intelligent grey target decision models, applicable range of the $G(1,1)$, grey econometrics (G-E), grey Cobb-Douglass (G-C-D), grey input-output (G-I-O), and grey game models (G-G).

In their well-written book, Drs Liu and Lin do a thorough job in their presentation of many difficult technical concepts. The authors are able to convince the readers of their book regarding the power and usefulness of their new theory by presenting many interesting examples of practical applications to real-life problems. The challenging practical problems addressed in their book include urban economic planning, downtown traffic design, natural disaster prediction, relative strength evaluation of a state, investment projection of a company, and employee performance evaluation.

The depth and scope of the advancements in grey systems covered in this book, in conjunction with clarity of explanation, make this seminal book attractive to researchers, students, teachers, and practitioners working in many different fields. These areas of endeavor include image processing, video processing, multimedia security, computer vision, machinery, control, agriculture, water resources, medicine, astronomy, earth science, economics, and management. I personally found grey systems useful for accurately forecasting wastewater time series for which there is a scarcity of data. I intend to keep a copy of this valuable book easily accessible in my university office and purchase more copies of the book for use by my students.

Keith William Hipel

Professor of University Waterloo

President of The Royal Society of Canada

Academician of the RSC, Fellow of IEEE

序二(中译文)

刘思峰教授和林益教授在灰色系统领域又合作完成了一本开创性的著作。2006年,他们合著了一本广受欢迎的书——《灰色信息:理论与实际应用》,也是由 Springer-Verlag 出版的。我非常高兴他们的这本新版灰色系统书与 2006 年的版本相比有显著的拓展和改进。因此,即使您已经拥有一本 2006 年版的书,这本新版的书也同样值得入手,因为在这本书里,您可以了解到灰色系统关键领域的最新思想和进展。

一个很自然的问题就是:灰色系统当今为什么会如此重要? 答案显而易见:社会面临的很多具有挑战性的问题都是由高不确定性、难以度量且相互关联的复杂系统的系统所构成。比如,为了有效地应对气候变化,我们需要尽可能多地了解自然系统(包括大气、海洋、地质、水文等系统)与社会系统(包括能源产出、工业、农业、城市等系统)之间复杂的交互作用。由于高度不确定性体现在这些相互关联的系统的系统及其潜在的突发行为上,并且缺乏观测资料,因此,非常需要能够处理这类不确定性的通用工具和方法。幸运的是,这些年已经发展了一系列基于数学的方法论和技术,包括多种基于概率的工具、L. Zadeh 提出的模糊集理论、Z. Pawlak 提出的粗糙集理论、Yakov Ben-Haim 完成的信息鸿沟模型、B. D. Liu 发展的不确定理论以及 1982 年邓聚龙提出的灰色系统理论。前面提及的以及其他描述不确定性的理论和方法分别基于不同的公理系统,因此不同方法高度互补,适用于大量不确定性情况。

灰色系统理论是研究不确定性系统、系统的系统以及小样本、贫信息问题建模的一种方法。该理论通过对部分已知信息生成、挖掘,提取有价值的信息。关于如何处理这些问题,在刘教授和林教授的灰色系统书里有详尽的解释,此处不再赘述。

在这本书中,刘教授和林教授系统地描述了灰色系统的理论和实践。事实上,书中卓越的学术思想和实际应用源于作者多年来对理论概念的深入挖掘、在现实社会中对方法的实践、利用真实数据对新方法的测试和提炼。他们与学生及同事共同开展激动人心的研究,把创造性的工作教给学生,在全球各地召开的国际会议上报告新的研究成果。为把读者引入灰色系统理论的国际研究前沿,这本书囊括了作者及世界上其他学者的最新理论和应用进展。

本书的主体共有9章,包括:灰色系统理论导引、基本组成要素、灰色关联分析和评价、灰色系统建模、离散灰色预测模型、灰色组合模型、灰色决策模型、灰色博弈模型、灰色控制系统及灰色系统建模软件简介。这些内容相互关联,论述详尽。除此之外,书中还有一个灰色系统建模软件包,研究工作者和实际应用人员能够很方便地应用前述新方法。书后还有3个附录:附录一比较了灰色系统理论和区间分析,揭示了区间分析是灰色数学的一个部分;附录二介绍了多种不同的不确定性研究方法;附录三运用一般系统方法说明不确定性是如何发生的。

本书包含了大量作者首创的数学结果、技术和算法。这些贡献包括缓冲算子的公理体系、强化算子和弱化算子、灰数灰度的测度公理、广义灰色关联分析(包括绝对灰色关联、相对灰色关联、灰色综合关联、灰色相似关联、灰色接近关联)、离散灰色模型、灰色定权聚类评估方法、基于三角白化权函数的灰色评估模型、多属性智能灰靶决策模型、GM(1,1)模型适用范围、灰色计量经济学模型、灰色柯布-道格拉斯模型、灰色投入产出方法以及灰色博弈模型等。

在此书中,作者通俗、透彻地诠释了很多艰深的技术概念,给出很多有趣的实际案例,以便读者们能更好地理解并确信本书价值和作用。书中富有挑战性的实际问题包括:城市经济规划、市区交通规划、自然灾害预测、国家的相对实力评估、公司项目投资以及员工绩效评价等。

本书有深度、有广度,条理清晰,通俗易懂,对于图像处理、视频处理、多媒体安全、计算机视觉、机械、控制、农业、水资源、药品、天文学、地球科学、经济学与管理学等众多领域中的研究工作者、学生、教师和实际工作者都具有很强的吸引力。我发现,灰色系统对于精确地预测数据匮乏的废水时间序列十分有用。我打算将这本珍贵的书放在学校办公室里,以便随时参阅;同时,我还要多买几本,以供我的学生学习、使用。

加拿大皇家科学院院士、现任院长
IEEE Fellow、Waterloo 大学教授
Keith William Hipel

(李亚平译,刘思峰审校)

注:本文是 Keith William Hipel 教授为本书 2011 年英文版写的书评,发表于 *Grey Systems: Theory and Application* 2011 年 1 卷 3 期,征得本人同意,作为第六版序言。

前 言

本书(第六版)是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材建设项目,第四版在2007年入选普通高等教育“十一五”国家级规划教材。所依托的南京航空航天大学“灰色系统理论”课程在2005年被评为江苏省精品课程,2008年被评为国家精品课程,2013年被遴选为国家精品资源共享课程。

按照国家级规划教材建设要求,本书是在此前各版本基础上针对教师教学和学生需要编写的普及版。根据近年来使用本书的教师和学生反馈的意见和建议,着重讲解灰色系统基本理论和最常用的模型技术方法,尽量减少烦琐的数学推导,较大幅度地精简内容,压缩篇幅;在理论阐述上力求简明扼要、深入浅出、通俗易懂;运用大量的实例说明常用灰色系统模型技术的应用过程,突出实际应用;同时注重数学基础的构筑、公理系统的建立和数学推证的严谨、精炼、准确,以更符合教科书的要求;精选复习思考题和课程实验,以更适合教学需要;注意吸收课题组及国内外同行的最新研究成果,力求用较少的篇幅较为系统地向读者展示灰色系统理论这一新学科的概貌及其前沿发展动态。

本书由刘思峰提出总体写作方案并组织撰稿。第1~3章和5.1节、5.2节由刘思峰执笔;第4章和5.3~5.6节由谢乃明执笔;第6章由关叶青、张可执笔,第7章由党耀国执笔;第8章由方志耕执笔;第9章及所附的计算机软件由曾波执笔。全书由刘思峰统一审定。

本书出版得到了“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材、国家级精品资源共享课程和国家级教学团队建设基金(10td128)资助。相关的研究工作曾得到国家自然科学基金委员会与英国皇家学会合作交流基金(71111130211)、国家自然

科学基金(90924022,70971064,70901041,71071077,71171113,71271226)、国家社会科学计划重大招标项目(10zd&-014)、重点项目(08AJY024)、国家软科学基金重点项目(2008GXS5D115)、教育部高等学校博士学科点专项科研基金(200802870020,2009321812 0032)、江苏省科技思想库、江苏省高等学校哲学社会科学重点研究基地、优秀科技创新团队及南京航空航天大学精品课程建设基金资助。灰色系统理论创始人邓聚龙教授,协同学创始人 H. Haken 教授,系统与控制世界组织主席 R. Vallee 教授,加拿大皇家科学院院长 K. W. Hipel 教授,中国科学院林群院士、陈达院士、胡海岩院士,中国工程院王众托院士、许国志院士等许多著名学者、专家和灰色系统研究同仁都曾对我们的工作给予热情鼓励和鼎力支持,科学出版社编辑更是通力合作。在此,作者一并表示衷心感谢!

限于作者水平,书中的缺点和错误在所难免,殷切期望有关专家和广大读者批评指正。

作者

2013年3月



目 录

序一
序二
序二(中译文)
前言

第 1 章

灰色系统的基本概念与灰数运算	1
1.1 灰色系统理论的产生与发展	1
1.2 灰色系统的概念与基本原理	12
1.3 灰数	15
1.4 灰数白化与灰度	16
1.5 灰数灰度的一种公理化定义	18
1.6 灰数的运算	22
复习思考题	29

第2章

序列算子与灰色序列生成	30
2.1 引言	30
2.2 冲击扰动系统与序列算子	31
2.3 均值生成算子	38
2.4 准光滑序列与级比生成序列	40
2.5 累加生成算子与累减生成算子	42
2.6 累加生成序列的灰指数律	43
复习思考题	46

第3章

灰色关联分析模型	48
3.1 灰色关联因素和关联算子集	49
3.2 灰色关联公理与灰色关联度	52
3.3 广义灰色关联度	56
3.4 关联序	68
3.5 优势分析	69
复习思考题	76

第4章

灰色聚类评估模型	78
4.1 灰色关联聚类	79
4.2 灰色变权聚类评估模型	81
4.3 灰色定权聚类评估模型	84
4.4 基于三角白化权函数的灰色评估模型	87
复习思考题	95

第5章

GM 系列模型	97
5.1 GM(1,1)模型的基本形式	97
5.2 GM(1,1)模型的适用范围	103

5.3	残差 GM(1,1)模型	109
5.4	GM(1,1)模型群	114
5.5	GM(0,N)模型	117
5.6	灰色 Verhulst 模型	119
	复习思考题	121
 第 6 章		
	灰色组合模型	124
6.1	灰色经济计量学模型	125
6.2	灰色生产函数模型	132
6.3	灰色-周期外延组合模型	135
6.4	灰色人工神经网络模型	139
6.5	灰色线性回归组合模型	141
6.6	灰色马尔可夫模型	145
	复习思考题	151
 第 7 章		
	灰色系统预测	153
7.1	引言	153
7.2	数列预测	155
7.3	区间预测	157
7.4	灰色灾变预测	160
7.5	波形预测	163
	复习思考题	167
 第 8 章		
	灰色决策	170
8.1	灰色决策的基本概念	170
8.2	灰靶决策	172
8.3	灰关联决策	176
8.4	灰色发展决策	180