

系统模糊决策的

陈守煜 · 著

可变集理论与应用



大连理工大学出版社
Dalian University of Technology Press

系统模糊决策的

可变集理论与应用

陈守煜 · 著



大连理工大学出版社
Dalian University of Technology Press

图书在版编目(CIP)数据

系统模糊决策的可变集理论与应用 / 陈守煜著. —
大连 : 大连理工大学出版社, 2017. 5
ISBN 978-7-5685-0779-0

I. ①系… II. ①陈… III. ①系统决策—模糊集理论—文集 IV. ①O159-53②N945.25-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 078609 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84708943 传真:0411-84701466

E-mail:dutp@dutp.cn URL:http://dutp.dlut.edu.cn

大连住友彩色印刷有限公司印刷

大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:32.5 插页:6 字数:748 千字
2017 年 5 月第 1 版 2017 年 5 月第 1 次印刷

责任编辑:于建辉 王 伟

责任校对:周 欢

封面设计:奇景创意

ISBN 978-7-5685-0779-0

定 价:98.00 元

本书如有印装质量问题,请与我社发行部联系更换。

系统模糊决策的可变集理论与应用

编审委员会

主 任 王 浩

副主任 董国海 杨 庆

委 员 周惠成 蒋云钟 王子茹

李 敏 张 弛 许士国

程春田 王国利 金英伟

序 言

陈守煜(1930—2014)教授是我国著名水文水资源学家,致力于水文水资源系统分析、可变模糊集理论与应用的研究 60 余载,是我国“模糊水文水资源学”“可变模糊集理论”的创始人,为模糊集理论在我国相关领域的研究与应用做出了突出的贡献。

20 世纪 50 年代,陈守煜教授参加三峡水库前期规划研究,提出确定三峡水库年调节库容的概率统计方法。

20 世纪 70 年代,参加由长江流域规划办公室主持的水能利用计算机应用研究,建立水能水利计算数值解法新途径。

1980 年,在《水利学报》发表论文《水库调洪数值解法及其程序》,与国际同类成果相比早 12 年。现已广泛用于水库防洪调度生产实践,取得了显著的防洪效益,在国内产生很大影响。

1987 年 10 月在我国西安和 1990 年 9 月在波兰华沙召开的国内、国际重要水文水资源学术会议上,陈守煜教授率先提出创建模糊水文水资源学,并取得了一系列原创性成果,得到同行专家的普遍认可与高度评价。

《水文科学研究的世纪回眸与展望》(《水科学进展》2002 年第 1 期)对陈守煜教授的开拓性工作给予了很高的评价:“水文现象的模糊性一般不易被人们所认识……中国大连理工大学在 20 世纪 80 年代首次提出综合运用系统的成因分析,逐步形成了模糊水文水资源学这一新兴的分支,目前还在发展。”

20 世纪 90 年代,为了建立符合中国思维模式的模糊决策理论,陈守煜教授开始研究中国传统哲学——易学,发表多篇有关哲学研究的论文。将社会科学与自然科学研究结合起来,为以伏羲为代表的先哲们在远古无文字时期根据《河图》创画八卦,《河图》作为中华文化的源头提供了科学论据。

21 世纪伊始,突破札德的静态模糊集概念,指出札德静态模糊集概念的理论缺陷,提出创建可变模糊集理论,继而发表《可变模糊集合理论——兼论可拓学数学与逻辑错误》一文;第一次用严密的数学定理——质变与量变定理,表达唯物辩证法的三大规律之一——“质量互变规律”,是对哲学数学化与数学辩证化研究的重要突破;将建立的“可变模糊集”发展为“可变模糊清晰混合集”(简称可変集)。

陈守煜教授在国内外核心期刊上发表学术论文 450 余篇(部分合作),大量论文被 SCI、EI 与《美国数学评论》收录。出版学术专著 10 余部,其中代表性专著有:《工程水文水资源系统模糊集分析理论与实践》(大连理工大学出版社,1998 年)、《系统模糊决策理论与应用》(大连理工大学出版社,1994 年)、《工程模糊集理论与应用》(国防工业出版社,1998 年)、《可变模糊集理论与模型及其应用》(大连理工大学出版社,2009 年),其中《系统模糊决策理论与应用》《工程模糊集理论与应用》两部专著至今已被引用 1200 多次。获国家级和省、部委级科技专著图书奖、自然科学奖、科技进步奖共计 19 项。

陈守煜教授是大连理工大学水文学及水资源国家重点学科的奠基人与开拓者,为学校与学科发展做出了历史性贡献。先生为人师表的大家风范、勇于开拓的创新精神、学术研究的一丝不苟、为人处事的乐观豁达,一直激励着我们。为了更好地学习、继承和发展先生所开创的新学科,大连理工大学建设工程学部水利工程学院拟出版先生的专著《系统模糊决策的可变集理论与应用》,以此表达我们对先生的敬仰和怀念之情。

本专著由三部分组成:第一部分,系统模糊决策理论与应用;第二部分,可变模糊集理论与模型及其应用;第三部分,可变集理论在工程领域的应用研究。

第一部分,系统模糊决策理论与应用。该部分内容即《系统模糊决策理论与应用》(大连理工大学出版社,1994 年)的全部内容。《系统模糊决策理论与应用》一书分为理论与应用两部分。理论部分提出了相对隶属度、相对隶属函数的概念和定义,以区别于隶属度(隶属函数)。提出了在应用中要根据实际问题的性质、需要确定相对隶属度(隶属函数)还是绝对隶属度(隶属函数)的新观点。提出了确定绝对隶属度(隶属函数)的基本原则和方法。还提出了多目标模糊优选理论,多目标非结构性、半结构性决策分析理论,多目标模糊优选动态规划理论和模糊聚类、模糊模式识别、模糊优选决策统一的理论与模型。提出的概念、定义、理论与模型,形成一个完整的系统模糊决策分析理论的新体系。应用部分详细地论述了上述理论、模型与方法在水文水资源系统、环境工程系统、土建工程系统、化学工程系统、社会经济系统等不同学科领域中的应用,并列举了众多实例。《系统模糊决策理论与应用》一书于 1995 年获首届大连市优秀学术著作奖、辽宁省优秀图书一等奖、第二届国家教委出版系统学术著作优秀奖、第九届中国图书奖。

第二部分,可变模糊集理论与模型及其应用。该部分内容即《可变模糊集理论与模型及其应用》(大连理工大学出版社,2009 年)的全部内容。《可变模糊集理论与模型及其应用》是国内外关于可变模糊集的第一本专著,包含四部分内容:可变模糊集的哲学基础与基本理论;以可变模糊集理论为基础的质变与量变定理及其应用;以可变模糊集为基础的模糊水文水资源学;若干工程系统中的应用。书中根据可变模糊集给出以相对差异函数、相对比例函数的质变定理与量变定理,第一次用严密的数学定理表达了唯物辩证法三大规律之一的质量互变规律,是对哲学思维的数学化与数学思维的辩证化研究的重要突破,可变模糊集是沟通数学与哲学两大学科之间的桥梁,具有重要的科学与实际意义。

第三部分,可变集理论在工程领域的应用研究。从陈守煜教授已发表在中文期刊上

的理论型、应用型学术论文中精选 16 篇。这些期刊有:《数学的实践与认识》《水科学进展》《水利学报》《系统工程与电子技术》《大连理工大学学报》《模糊系统与数学》。这些代表性论文有:《模糊水文学》《水资源多目标多阶段模糊优选理论与技术》《从研究汛期描述论水文系统模糊集分析的方法论》等。

陈守煜教授的工作内容丰富,影响深远,谨以此三部分作为代表,纪念先生无私奉献于水文水资源、可变模糊集科教事业的一生。

编委会

2017 年 4 月

目 录

第一部分 系统模糊决策理论与应用

绪 论 /3

第一篇 基本理论

第 1 章 多目标系统模糊优选理论 /5

- 1.1 模糊集合的辩证唯物论哲学基础 /5
- 1.2 相对隶属度与相对隶属函数的定义 /7
- 1.3 目标(指标)相对优属度概念与公式 /8
- 1.4 多目标系统模糊优选模型 /9
- 1.5 多目标模糊优选模型与模糊综合评判线性加权平均模型的比较 /12
- 1.6 模糊关系优选决策模型 /13
- 1.7 多层次多目标系统模糊优选方法——单元系统模糊优选法 /15

第 2 章 模糊决策分析理论 /17

- 2.1 概 述 /17
- 2.2 模型决策分析理论 /17
- 2.3 定性目标相对优属度确定的理论与方法 /21
- 2.4 目标权重与目标相对优属度计算的简捷方法 /23
- 2.5 定量与定性目标混合系统模糊优选方法 /27

第 3 章 多目标系统模糊优选动态规划理论 /30

- 3.1 单目标动态规划基本原理简介 /30
- 3.2 多目标模糊优选动态规划解法之一
——决策序列相对优属度之和最大法 /34
- 3.3 多目标系统模糊优选动态规划解法之二
——阶段模糊优选法 /39

第 4 章 模糊模式识别、模糊聚类理论与模型 /51

- 4.1 概 述 /51
- 4.2 一个新的模糊模式识别理论模型 /51
- 4.3 模糊聚类理论模型 /55

4.4	模糊概念在两极之间分级时的规格化公式	/57
4.5	确定指标权向量的一个原则与公式	/58
4.6	评判指标——级别变量的特征值	/59
第5章	绝对隶属度(隶属函数)确定的基本原则与方法	/61
5.1	确定绝对隶属度(隶属函数)的原则与方法	/61
5.2	汛期的绝对隶属函数的确定与应用	/61
第二篇 水文水资源系统的应用		
第6章	设计径流典型年选择的模糊识别方法	/68
6.1	概 述	/68
6.2	设计时段径流频率标准的选定与模比系数的规格化公式	/68
6.3	选择设计径流典型年的模糊识别方法	/69
6.4	实例分析与计算	/70
第7章	相似流域选择的模糊优选法	/74
7.1	概 述	/74
7.2	相似流域选择的模糊优选法	/74
7.3	相似流域选择实例	/76
第8章	年径流序列周期的模糊假设检验模型与模糊聚类分析	/80
8.1	概 述	/80
8.2	年径流序列周期分析的模糊假设检验模型	/80
8.3	年径流序列模糊聚类分析	/82
8.4	实例分析	/83
第9章	月径流模糊随机模拟方法	/88
9.1	概 述	/88
9.2	月径流模糊随机模拟方法	/88
9.3	实例分析	/90
第10章	水文中长期预报模糊聚类与识别方法	/98
10.1	概 述	/98
10.2	确定预报因子	/98
10.3	水文中长期预报理论模式	/98
10.4	预报识别决策方法	/102
10.5	水文中长期预报实例	/102
第11章	水资源系统多目标规划问题模糊优选	/106
11.1	概 述	/106
11.2	水电站开发程序的模糊优选	/106
11.3	灌溉序贯决策的模糊优选	/108

- 11.4 农业系统耕作方式的优选决策 /109
- 11.5 水电站水库初期蓄水方案优选 /110
- 11.6 水量优化分配 /113

第三篇 环境系统的应用

第12章 环境系统模糊集评价方法 /117

- 12.1 概 述 /117
- 12.2 环境污染模糊模式识别方法 /117
- 12.3 多层环境系统模糊集评价方法 /119
- 12.4 沱江水环境质量评价 /120
- 12.5 城市环境评价实例与分析 /123
- 12.6 环境质量评价排序方法与实例 /126

第13章 水环境污染系统规划的模糊非线性规划模型 /129

- 13.1 概 述 /129
- 13.2 排污口最优化处理的模糊非线性规划模型 /129
- 13.3 沈阳南部排污口最优化处理的模糊非线性规划 /132

第14章 环境污染物浓度预测模糊识别方法 /137

- 14.1 概 述 /137
- 14.2 环境污染物浓度预测模糊识别方法 /137
- 14.3 预测决策模糊识别模式 /140
- 14.4 大气中二氧化硫预测实例 /140

第四篇 土建工程系统的应用

第15章 围岩稳定性分类与场地土类别评定的模糊模式识别方法 /144

- 15.1 概 述 /144
- 15.2 指标标准值与样品指标数据的规格化 /144
- 15.3 地下洞室围岩稳定性分类应用实例分析 /146
- 15.4 场地土类别综合评定应用实例分析 /150

第16章 轻亚黏土在地震作用下液化程度与膨胀土胀缩程度的模糊模式识别方法 /152

- 16.1 概 述 /152
- 16.2 轻亚黏土在地震作用下液化级别模糊识别方法 /152
- 16.3 轻亚黏土液化级别模糊识别实例 /155
- 16.4 膨胀土胀缩等级的模糊识别实例 /158

第17章 港口工程选址模糊关系优选动态规划方法 /162

- 17.1 概 述 /162
- 17.2 港口工程选址模糊关系优选动态规划方法 /162
- 17.3 实例——厦门港港口工程选址 /163

第五篇 化学工程系统的应用

第 18 章 化工系统模糊聚类、识别与优选方法 /169

18.1 概 述 /169

18.2 模糊聚类与识别模型在化工系统中的应用 /169

18.3 化合物模糊聚类与识别实例 /172

18.4 化工设计方案优选实例 /174

第 19 章 多目标多级串联化工系统优化控制的模糊优选动态规划方法 /177

19.1 概 述 /177

19.2 化工多级串联系统前向递推矩阵 /177

19.3 化工多级串联系统优化控制实例 /178

第六篇 社会经济系统的应用

第 20 章 人员管理的模糊优选方法 /181

20.1 概 述 /181

20.2 模糊优选模型在人员管理中的应用 /181

20.3 应用举例 /183

第 21 章 社会经济系统非结构性决策问题的模糊决策分析方法 /185

21.1 层次分析法存在的问题分析 /185

21.2 模糊决策分析法优选企业发展方案 /186

21.3 模糊决策分析法优选工程方案 /188

参考文献 /192

第二部分 可变模糊集理论与模型及其应用

第 0 章 绪 论 /199

0.1 可变模糊集的唯物辩证法哲学基础 /199

0.2 可变模糊集的科学意义 /201

0.3 可变模糊集提出的工程实际背景 /202

参考文献 /202

第 1 章 可变模糊集的重要定义与质变、量变定理 /204

1.1 可变模糊集的重要定义 /204

1.2 基于可变模糊集理论的质变与量变定理 /208

1.3 基于质变与量变定理的博弈定理 /210

1.4 基于质变与量变定理的投票定理 /212

1.5 可变模糊集理论的判断准则——级别(类别)特征值 /213

参考文献 /216

第 2 章 可变模糊聚类、模式识别、优选、评价的统一理论与模型	/218
2.1 引 言	/218
2.2 可变模糊聚类循环迭代模型	/218
2.3 可变模糊模式识别模型	/221
2.4 可变模糊优选模型	/223
2.5 可变模糊评价模型与方法	/225
2.6 结 语	/228
参考文献	/229
第 3 章 非结构与半结构性决策可变模糊集理论与模型	/231
3.1 层次分析法 AHP 的概念性错误与分析	/231
3.2 非结构性决策可变模糊集理论与方法	/232
3.3 半结构性决策可变模糊集理论与方法	/240
参考文献	/242
第 4 章 模糊优选神经网络理论与模型	/243
4.1 可变模糊优选参数 $\alpha=2, p=1$ 理论模型的 S 型函数特征	/243
4.2 多层模糊优选系统	/244
4.3 模糊优选识别系统与 BP 神经网络的对应	/245
4.4 模糊优选 BP 神经网络模型	/245
参考文献	/248
第 5 章 多目标可变模糊优选动态规划理论与模型	/249
5.1 概 述	/249
5.2 多目标可变模糊优选动态规划理论	/250
参考文献	/260
第 6 章 可变模糊统计试验与相对隶属度的稳定性论证	/261
6.1 引 言	/261
6.2 可变模糊统计试验	/261
6.3 应用可变模糊统计试验研究模糊概念 ——青年人的相对隶属度及其稳定性论证	/262
6.4 应用可变模糊统计试验研究模糊现象 ——汛期相对隶属函数及其稳定性论证	/266
6.5 结 语	/275
参考文献	/275
第 7 章 质变与量变定理在识别科技成果中的应用	/276
7.1 概 述	/276
7.2 可拓学的数学与逻辑错误及其原因分析	/276
7.3 集对分析中介不确定性概念的错误的及其原因分析	/279

7.4 结 语	/281
参考文献	/281
第 8 章 模糊优选神经网络与地理信息系统结合的流域面雨量预测	/283
8.1 引 言	/283
8.2 基于模糊优选神经网络与 GIS 结合的流域面雨量预测	/284
8.3 实 例	/287
8.4 结 语	/289
参考文献	/289
第 9 章 基于模糊优选神经网络的系统非线性组合预测方法及在凌汛预测中的应用	/290
9.1 引 言	/290
9.2 非线性组合预测原理	/290
9.3 系统非线性组合预测方法在黄河内蒙段凌汛预测中的应用	/293
9.4 结 语	/294
参考文献	/294
第 10 章 地下水易污染性可变模糊识别方法	/295
10.1 概 述	/295
10.2 建立地下水易污染性评价指标标准值	/295
10.3 应用实例	/300
参考文献	/302
第 11 章 三峡库区环境放射性污染可变模糊影响评价	/303
11.1 引 言	/303
11.2 三峡工程概况	/303
11.3 三峡库区环境放射性污染影响评价矩阵法成果简介	/303
11.4 三峡库区环境放射性污染可变模糊识别评价	/307
参考文献	/313
第 12 章 可变模糊聚类迭代模型分析与应用	/314
12.1 概 述	/314
12.2 可变模糊聚类迭代模型	/314
12.3 可变模糊聚类迭代模型的分析与比较	/315
12.4 应用实例	/316
参考文献	/322
第 13 章 年径流可变序列周期的模糊聚类分析与应用	/323
13.1 概 述	/323
13.2 年径流序列周期分析的模糊假设检验模型	/323
13.3 年径流可变序列周期 b 的模糊聚类分析	/325
13.4 实例分析	/327

参考文献 /331

第 14 章 可变模糊优选动态规划理论与模型在梯级水库洪水调度决策中的应用 /332

14.1 概 述 /332

14.2 白山-红石-丰满梯级水电站水库洪水调度决策 /332

参考文献 /338

第 15 章 多目标可变模糊优选动态规划理论与方法在水资源优化分配中的应用 /339

15.1 半结构多目标有约束水资源优化分配问题 /339

15.2 定量与定性目标相对优属度的确定 /339

15.3 确定水资源分配各供水量方案的平均相对优属度 /341

15.4 决策序列相对优属度总和最大法求解供水优化分配 /342

15.5 阶段模糊优选模型与方法求解供水优化分配 /343

15.6 以方案平均相对优属度为输入的极大代数法求解供水优化分配 /345

参考文献 /346

第 16 章 水利水电工程围岩稳定性的可变模糊评价方法 /347

16.1 概 述 /347

16.2 可变模糊评价方法 /347

16.3 实 例 /349

16.4 结 语 /352

参考文献 /352

第 17 章 可变模糊优选模型在水力发电工程中的应用 /353

17.1 概 述 /353

17.2 应用可变模糊优选模型优选抽水蓄能电站 /354

17.3 成果的比较与分析 /355

参考文献 /357

第 18 章 可变模糊识别与可变模糊优选模型在船舶工程中的应用 /358

18.1 概 述 /358

18.2 可变模糊识别模型优选船舶配载方案 /358

18.3 可变模糊优选模型优选船舶配载方案 /363

参考文献 /364

第 19 章 非结构性可变模糊优选理论在材料工程中的应用 /365

19.1 概 述 /365

19.2 陶瓷复合材料制备技术方案优选 /365

参考文献 /372

第 20 章 可变模糊聚类与模式识别模型在化工中的应用 /373

20.1 概 述 /373

20.2 可变模糊聚类模型 /373

20.3 化合物模糊识别实例 /375

20.4 结 语 /377

参考文献 /377

第三部分 可变集理论在工程领域的应用研究

模糊水文学 /381

水资源多目标多阶段模糊优选理论与技术 /386

从研究汛期描述论水文系统模糊集分析的方法论 /397

模糊优选神经网络多目标决策理论 /403

工程可变模糊集理论与模型 /409

水库设计汛限水位动态模糊控制分析 /416

基于可变模糊集理论的水资源再生能力评价模型 /423

可变模糊集合理论与可变模型集 /429

可变模糊集量变与质变判据模式及其应用 /437

可变模糊聚类及模式识别统一理论与模型 /444

基于可变模糊集的质变与量变定理 /454

基于可变模糊集的辩证法三大规律数学定理及其应用 /461

基于对立统一与质量互变定理的水资源系统可变模糊评价新方法 /471

可变集—可变模糊集的发展及其在水资源系统中的应用 /482

考虑区间值的相对隶属函数与传统模糊分布函数的比较 /492

基于可变集的汛期分期多指标识别方法 /497

第一部分 系统模糊决策理论与应用

