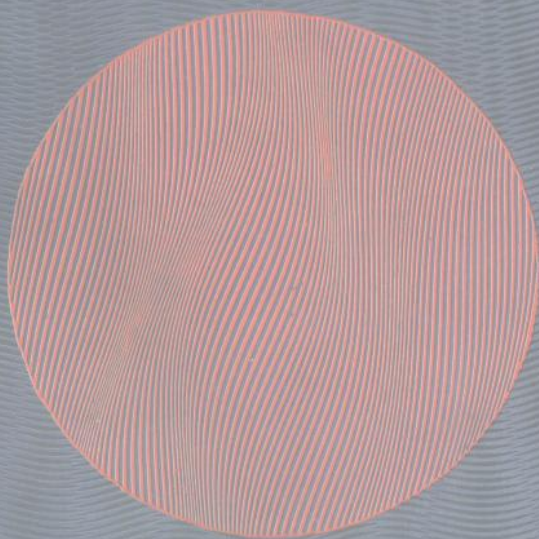


大连理工大学教授学术丛书

系统模糊决策 理论与应用

XI TONG MO HU JUE CE
LI LUN YU YING YONG

陈守煜 著



大连理工大学出版社

385352

大连理工大学教授学术丛书

系统模糊决策理论与应用

陈守煜 著



大连理工大学出版社

(辽)新登字 16 号

图书在版编目(CIP)数据

系统模糊决策理论与应用/陈守煜著. —大连:大连理工大学出版社, 1994. 12

ISBN 7-5611-0980-6

I. 系… I. 陈… III. ①模糊系统-应用-决策②决策模型
N. C934

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 01678 号

系统模糊决策理论与应用
Xitong Mohu Juece Lilun Yu Yingyong

陈守煜 著

大连理工大学出版社出版发行

(邮政编码: 116024)

大连理工大学出版社激光照排中心排版

大连海事大学印刷厂印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 10 $\frac{1}{8}$ 字数: 268 千字

插页: 4

1994 年 12 月第 1 版 1994 年 12 月第 1 次印刷

印数: 0001—3000 册

责任编辑: 许芳春

责任校对: 寸 土

封面设计: 孙宝福

ISBN 7-5611-0980-6

TV · 18

定价: 12.00 元

前 言

模糊集理论与应用研究的一个关键问题:是如何科学地、符合实际地确定模糊集合的隶属度、隶属函数。这个问题从 60 年代中期模糊数学发展初期至今的 30 年时间内,未获得突破性的进展,而成为模糊集理论与应用进一步发展的一大障碍。有人怀疑隶属度、隶属函数的客观性,甚至怀疑模糊数学科学性的一个主要原因,往往也在于此。事实上,模糊性的根源在于客观现象、概念在共维条件下的差异之间存在着中介过渡,存在着亦此亦彼性。这就在本质上决定了表示模糊性的数学概念:隶属度、隶属函数的客观性。但这是从辩证唯物论哲学的观点来说的。就模糊数学自身的继续发展与不断完善而言,更重要的是要在学科本身的概念与理论上来完善这个问题。这是笔者撰写本书的主要目的。

80 年代初期,笔者开始系统地进行水文水资源与环境系统模糊集分析理论与应用的研究工作,并逐渐地形成为大连理工大学水力发电工程专业博士学科点的一个研究方向。在国家自然科学基金的多次资助下,取得了若干有价值的研究成果。遵照从特殊到一般,再从一般到特殊的研究方法论,本书一方面将有关成果拓广应用于土建工程、化学工程、社会经济等不同的系统;另一方面,也是更主要的方面,在若干系统领域应用研究的基础上,抽象、概括、归纳出一般的系统模糊决策分析的概念、理论、模型与方法,建立起一个比较完整的系统模糊决策理论的新体系,其中关于相对隶属度、相对隶属函数的概念与定义,拓展了模糊数学中关于模糊集合隶属度、隶属函数的唯一性传统概念与定义。并在此基础上,提出多目标系统模糊优选、模糊关系优选理论;提出多目标非结构

性、半结构性系统模糊决策分析理论;提出多目标模糊优选动态规划理论;提出模糊聚类、模糊模式识别、模糊优选决策相统一的理论与模型;提出在应用中应按实际问题的性质,需要确定相对隶属度、相对隶属函数,还是确定绝对隶属度、绝对隶属函数?提出确定绝对隶属度、绝对隶属函数的基本原则与方法——以现象的物理分析为基础,以物理模糊统计试验为手段,寻求试验隶属函数与理论模糊分布的最佳拟合。

理论的价值在于应用。本书以相当多的篇幅来论述提出的概念、理论、模型与方法在不同系统的应用。这样就进一步验证与检验了理论本身的正确性与可用性,同时也可望促进模糊集理论与应用的紧密结合。这是笔者撰写本书的又一个宗旨。

本书是笔者 15 年来从事模糊集理论与应用研究成果的系统总结。在此期间,得到国家自然科学基金委员会的连续多次资助与支持,借本书出版之际,致以深切的感谢。笔者在 15 年漫长的研究过程中,得到辽宁师范大学数学系朱秉琳教授,陈图云、赵瑛琪副教授,大连理工大学土木工程系水资源研究室王本德教授及历届硕士、博士研究生,博士后研究人员各方面的协助与支持,在这里一并致以深切的谢意。

陈守煜

1994 年 11 月于大连理工大学

目 录

绪 论	1
第一篇 基本理论	3
第一章 多目标系统模糊优选理论	5
一、模糊集合的辩证唯物论哲学基础	5
二、相对隶属度与相对隶属函数的定义	8
三、目标(指标)相对优属度概念与公式	10
四、多目标系统模糊优选模型	12
五、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	16
六、模糊关系优选决策模型	17
七、多层次多目标系统模糊优选方法——单元系统	
模糊优选法	21
第二章 模糊决策分析理论	23
一、概述	23
二、模糊决策分析理论	24
三、定性目标相对优属度确定的理论与方法	29
四、目标权重与目标相对优属度计算的简捷方法	32
五、定量与定性目标混合系统模糊优选方法	38
第三章 多目标系统模糊优选动态规划理论	42
一、单目标动态规划基本原理简介	42
二、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	48
三、多目标模糊优选动态规划解法之二——阶段模糊	

优选法	56
第四章 模糊模式识别、模糊聚类理论与模型	71
一、概述	71
二、一个新的模糊模式识别理论模型	74
三、模糊聚类理论模型	79
四、模糊概念在两极之间分级时的规格化公式	82
五、确定指标权向量的一个原则与公式	84
六、评判指标——级别变量的特征值	85
第五章 绝对隶属度(隶属函数)确定的基本原则与方法	87
一、确定绝对隶属度(隶属函数)的原则与方法	87
二、汛期的绝对隶属函数的确定与应用	88
第二篇 水文水资源系统的应用	99
第六章 设计径流典型年选择的模糊识别方法	101
一、概述	101
二、设计时段径流频率标准的选定与模比系数的 规格化公式	101
三、选择设计径流典型年的模糊识别方法	103
四、实例分析与计算	105
第七章 相似流域选择的模糊优选法	110
一、概述	110
二、相似流域选择的模糊优选法	110
三、相似流域选择实例	113
第八章 年径流序列周期的模糊假设检验模型与 模糊聚类分析	119
一、概述	119
二、年径流序列周期分析的模糊假设检验模型	119
三、年径流序列的模糊聚类分析	123
四、实例分析	125

第九章 月径流模糊随机模拟方法·····	133
一、概述·····	133
二、月径流模糊随机模拟方法·····	133
三、实例分析·····	136
第十章 水文中长期预报模糊聚类与识别方法·····	148
一、概述·····	148
二、确定预报因子·····	148
三、水文中长期预报理论模式·····	149
四、预报识别决策方法·····	154
五、水文中长期预报实例·····	155
第十一章 水资源系统多目标规划问题模糊优选·····	161
一、概述·····	161
二、水电站开发程序的模糊优选·····	161
三、灌溉序贯决策的模糊优选·····	163
四、农业系统耕作方式的优选决策·····	165
五、水电站水库初期蓄水方案优选·····	168
六、水量优化分配·····	172
第三篇 环境系统的应用·····	177
第十二章 环境系统模糊集评价方法·····	179
一、概述·····	179
二、环境污染模糊模式识别方法·····	179
三、多层环境系统模糊集评价方法·····	182
四、沱江水环境质量评价·····	184
五、城市环境评价实例与分析·····	188
六、环境质量评价排序方法与实例·····	192
第十三章 水环境污染系统规划的模糊非线性 规划模型·····	198
一、概述·····	198

二、排污口最优化处理的模糊非线性规划模型	198
三、沈阳南部排污口最优化处理的模糊非线性规划	203
第十四章 环境污染物浓度预测模糊识别方法	211
一、概述	211
二、环境污染物浓度预测模糊识别方法	211
三、预测决策模糊识别模式	216
四、大气中二氧化硫 SO_2 预测实例	217
第四篇 土建工程系统的应用	223
第十五章 围岩稳定性分类与场地土类别评定的模糊模式识别方法	225
一、概述	225
二、指标标准值与样品指标数据的规格化	225
三、地下洞室围岩稳定性分类应用实例分析	228
四、场地土类别综合评定应用实例分析	235
第十六章 轻亚粘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	239
一、概述	239
二、轻亚粘土在地震作用下液化级别模糊识别方法	240
三、轻亚粘土液化级别模糊识别实例	244
四、膨胀土胀缩等级的模糊识别实例	248
第十七章 港口工程选址模糊关系优选动态规划方法	254
一、概述	254
二、港口工程选址模糊关系优选动态规划方法	254
三、实例——厦门港港口工程选址	256
第五篇 化学工程系统的应用	265
第十八章 化工系统模糊聚类、识别与优选方法	267
一、概述	267
二、模糊聚类与识别模型在化工系统中的应用	267

三、化合物模糊聚类与识别实例	271
四、化工设计方案优选实例	276
第十九章 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	279
一、概述	279
二、化工多级串联系统前向递推矩阵	279
三、化工多级串联系统优化控制实例	281
第六篇 社会经济系统的应用	287
第二十章 人员管理的模糊优选方法	289
一、概述	289
二、模糊优选模型在人员管理中的应用	289
三、应用举例	292
第二十一章 社会经济系统非结构性决策问题的模糊	
决策分析方法	296
一、层次分析法存在的问题分析	296
二、模糊决策分析法优选企业发展方案	298
三、模糊决策分析法优选工程方案	302
参考文献	307

绪 论

模糊数学是研究模糊现象及其概念的新的数学分支学科。模糊性应理解为一种被定义了的~~概念~~的概念,即客观事物处于共维条件下的差异在中介过渡阶段所呈现的亦此亦彼性。

现象具有确定性与非(或不)确定性两个基本方面。经典数学(如微分方程等)是表达现象确定性方面的数学工具,在生产实践与科学研究中经典数学始终是绝不可无的强有力的工具与武器。在一个很长的时期内,现象的非确定性仅仅被理解为随机性一个侧面,人们在生产实践与科学研究中广泛应用随机数学处理现象的随机非确定性。对于现象的模糊性,由于长期受普通集合论只能描述非此即彼非0即1二值逻辑框架的束缚,在生产实践与研究工作中实际上是被忽视(或忽略)着,有时甚至这种忽视很不符合现象的实际情况。

模糊数学的出现,使人们对于现象非确定性的理解上有了拓宽与深化。现象的非确定性不仅有随机性,而且还有模糊性。且两者有着本质上的区别。模糊性是排中律的破缺所造成的非确定性,在那里概念本身没有明确的外延,一个对象是否符合这个概念难以确定,是由于概念外延的模糊所造成划分或识别上的非确定性。

模糊性作为一种基本真实而客观地存在着,具有坚实的辩证唯物论的哲学基础。如果说,在过去的生产实践与科学研究中,由于模糊数学尚未建立,忽视或忽略现象的模糊性,而仅考虑现象的确定性与随机非确定性方面。那末,在今天特别是在那些模糊性不容忽略的学科领域,忽视或者不考虑模糊性的存在,将是研究方法论方面的一种欠缺。对于这样的学科领域,其基本研究方法论之一

应是系统的确定性分析,随机性分析与模糊性分析相结合的综合性方法。

模糊数学在发展初期,其科学性曾受到怀疑的一个主要原因是模糊数学的一个重要基本概念——隶属度与隶属函数,在确定中具有所谓的“主观任意性”。事实上,正如上面所论述的,模糊性的根源在于客观事物、现象、概念处于共维条件下的差异之间存在着中介过渡,存在着亦此亦彼性。这就在本质上决定了表达模糊性的数学概念隶属度与隶属函数的客观性。当然,隶属度与隶属函数需要根据实际问题的性质来确定,它们的推求需要有人脑思维的加工过程。减小、消除人脑加工过程中不符合客观实际的成分是模糊数学理论与应用中迫切需要研究解决的一个重要命题。

笔者从辩证唯物论哲学的共维条件下差异的中介过渡的连续统观点出发,提出相对隶属度与相对隶属函数的概念和定义。建立一个比较完整的系统模糊决策理论的新体系,并以大量的实际应用为基础,提出在决策、优选、识别、聚类等领域,可以求解相对隶属度与相对隶属函数。以期在理论与概念上消除所谓的在确定隶属度与隶属函数的“主观任意性”。对于需要寻求绝对隶属度与绝对隶属函数的应用领域,提出并强调了以现象的物理成因分析为基础的原则与方法。笔者提出的这些基本论点与理论新体系,构成了本书的框架与主要特点,也是本书与通常的模糊数学与应用书籍的不同之处。

第一篇

基本理论

第一章 多目标系统模糊优选理论

提要 论述了模糊集合的辩证唯物论哲学基础。据此提出绝对、相对隶属度与隶属函数的定义。提出目标相对优属度与决策相对优属度概念。建立了多目标系统模糊优选模型与模糊关系优选模型。将模糊优选模型与模糊综合评判线性加权平均模型进行了分析与比较。给出多层次多目标系统模糊优选方法——单元系统模糊优选法。

一、模糊集合的辩证唯物论哲学基础

自然界一切物质系统都处于不断运动、永恒的产生和消灭的演化过程中。演化是自然界物质系统最普遍的现象，是自然界物质系统运动的普遍规律。因此自然界中一切旧的物质系统的毁灭和代之以新的物质系统是不可避免的。根据现代科学提供的大量材料，毁灭后的物质系统的重新产生，都必须经过一个过渡阶段，在这一过渡阶段中形成过渡性或中介现象的系统形态。它是自然界物质系统演化过程中到处盛行的真实过程的反映。

以天体中的恒星演化过程来看，从星际弥漫物质星云转化为恒星要经过过渡阶段。在此过渡阶段中产生的天体是似云非云，似星非星的过渡天体。1946年在玫瑰星云里发现的球状体就是原始星云向恒星转化中的过渡天体。赫比格哈罗天体则是半云半星更近于恒星，正在迅速变化中的过渡天体。不久前，美国基特峰天文台发现的红外星，年龄在二千至三千年之间，质量为太阳的20倍，直径3亿多公里。它也是即将转化为恒星的过渡天体。

在生物进化过程中,同样经历着这种过渡阶段,产生出各种过渡形态的生物。如无脊椎动物演化为脊椎动物的过程,它们中间就存在着过渡形态的生物物种,例如文昌鱼无脊椎、无骨骼,但有脊索。它比无脊椎动物进步,又比脊椎动物低级,既具有前者的特征,又具有后者的特征。又如生物从水生到陆生的进化过程中,出现了鱼类向两栖类的过渡,如肺鱼有鳃又有发达的肺,在水中以鳃呼吸,干旱缺水时可用肺代鳃呼吸,它似鱼非鱼,似两栖又非两栖类。始祖鸟和细颚龙也是爬行类与鸟类之间的过渡形态等等。

1992年8月从我国陕西黄河支流渭河中打捞出—不明生物体。刚打捞上来时重量为25.5千克,3天后体重已达35千克。该物形如海蚌,长75厘米,宽50厘米,周长110厘米;通体为褐黄色,局部呈珊瑚状;内部肌体颜色纯白,有明显分层,手感比较柔软。经陕西省动植物专家鉴定,该物既有动物特征,又有植物的特性。

以上事实表明,物质系统之间存在的这种过渡形态或中介现象,构成物质系统演化的前后相继、持续不断的发展过程。

恩格斯在《自然辩证法》中对自然系统演化过程中出现的这种过渡状态作了深刻的论述,他指出:“一切差异都在中间阶段融合,一切对立都经过中间环节而互相过渡,对自然观的这种发展阶段来说,旧的形而上学的思维方法就不再够了。辩证法不知道什么绝对分明的和固定不变的界限,不知道什么无条件的普遍有效的‘非此即彼!’它使固定的形而上学的差异互相过渡,除了‘非此即彼!’又在适当的地方承认‘亦此亦彼!’并且使对立互为中介”^{〔1〕}。

这里应该强调指出:所谓“非此即彼”是指在一定条件下新旧系统的界限是分明的、确定的。必须从系统的确定性来把握系统。但在物质系统演化过程中又存在着中间阶段或过渡状态,在这里新旧系统之间的界限和差异是不确定的、模糊的。按照辩证法的思

维方法,要全面地把握系统,从发展中把握系统,除了承认“非此即彼”外,还必须在适当的地方承认“亦此亦彼”,承认它是这个系统又不是这个系统^[2]。

1923年大哲学家罗素也曾专门论述过模糊性问题^[3]。他指出“就以‘红色’这个词开始吧。很显然,由于颜色构成一个连续统,因此颜色有深有浅,对于这些深浅不同的颜色,我们就拿不准是否把它们称为红色。这不是因为我们不知道‘红色’这个词的意义,而是因为这个词的适用范围在本质上是**不确定的。”他又指出“秃头是一个模糊概念;有一些人肯定是秃子,有一些人肯定不是秃子,而处于这两者之间的一些人,说他们必须要么是秃子,要么不是,这是不对的。排中律用于精确符号(通常是词)时是正确的;但是当符号是模糊的时候,排中律就不合适了。事实上,所有的符号都是模糊的。所有描述感觉特性的词,都具有‘红色’这个词所具有的同样的模糊性”。

1965年查德提出的模糊集合概念^[4]正是对物质系统在一定阶段的模糊现象,及其反映模糊概念的科学描述。正是对那些没有绝对分明的差异,没有固定边界的系统整体的抽象。因此,模糊集合论具有深刻的辩证唯物论哲学内涵与基础,是研究和处理模糊性现象的数学。

所谓模糊性是指客观事物处于共维条件下的差异在中介过渡时所呈现的“亦此亦彼”性。笔者在论述模糊性概念时与一般的模糊集合论著作略有不同。因为客观事物之间的差异并不一定具有中介过渡性。当事物处于共维条件下,它们的差异才呈现出中介过渡。例如两个桃子有**大小的差异、颜色的差异、质量的差异等。长、宽、高是描述它们大小差异的三个维;颜色可用光谱的维来表示,这是第四个维;质量的尺度是第五个维。研究一定论域中的特定客体,总是选择有限个维来描述它们。大与小是有差异的,且呈现中介过渡性,因为它们有长、宽、高共同的维;红与白有差异,呈现中