

新学科知识小丛书



模糊与清晰

——模糊数学趣谈



常大勇 编著

湖北人民出版社

新学科知识小丛书



模糊与清晰

——模糊数学趣谈

常大男 编著

湖北人民出版社

责任编辑：马 清
封面设计：李泽霖



模糊与清晰

——模糊数学趣谈

常大勇 编著

湖北人民出版社出版、发行 新华书店湖北发行所经销

湖北人民出版社滠折印刷厂印刷

787×930毫米32开本 3.5印张 3插页 5.7万字

1989年7月第1版 1989年7月第1次印刷

印数：1—1 420

ISBN 7—216—00380—2

C·32 定价：1.40元

编者絮语

本丛书集合科学各界力量，以编、撰、译诸形式推出一系列介绍本世纪以来国内外兴起的各门新学科知识的读本。

本丛书替求知者打开一扇扇明净之窗，使你扩展视野，汲取新知识，开启新观念，永远跟上时代的脉动，更让你体会新奇世界的美。

本丛书以中等文化层次的青年为主要读者对象，选题侧重于与之思想、学习、生活相关较切的社会科学、自然科学以及两者融汇而成的新学科。任何一人，都可从中找到关切的问题。

本丛书力图减少读者的经济负担并便于阅读，故以通俗的知识性小册子形式出版。一门学科一册，每册字数一般不出五万。一册在手，你无论怎样繁忙，都可于片瞬间将它阅读完毕。

本丛书无意采用学术著作的沉网结构和过多使用专业性的术语，而尽量做到行文流畅、通俗生动，既具知识性，又备趣味性，你能读懂，也能感兴趣。

本丛书介绍各个学科的起源、发展、现状、流

派及代表人物、研究对象、内容、方法等等。由于小的特点，它可有选择性地介绍尚未完全形成系统的新学科，以推动这些学科的进一步发展。

收藏这套丛书，若干年后你的书架将有光彩。

翻开这一页，你走向新天地。

湖北人民出版社

青年编辑室

1987.1.6.

62881

前 言

19 65年美国自动控制论专家查德(L. A. Zadeh)教授发表了《模糊集合论》这篇文章,标志着模糊数学诞生了。

任何学科都是由于实践的需要而产生的,模糊数学理论的建立也是如此。现实世界中形形色色的事物,包括人脑的思维都具有模糊性,当人们进行思考和推理时,常常习惯于使用模糊的方法,然而当人们在处理客观世界的许多具体问题时,又往往忽视了模糊性,而使用经典数学的精确方法。这样作常常陷于失败,因此人们在思考这是为什么?

计算机的发展突出了事物的精确性与复杂性之间的矛盾。人们面对的系统越复杂,对它进行有意义的精确化能力就越低,当复杂性超过一定界限时,模糊性就不容忽视了。模糊数学的使命之一就是让计算机能模仿人脑对复杂系统的认识和判断,从而提高计算机的“智能”,使现代化生产达到更高层次地自动化。

随着现代工业的发展,过去许多非量化的学科如人文科学、社会学、心理学、经济学、教育学

等软科学，也迫切要求定量化，然而传统的数学方法很难深入到这些领域。其原因是这些学科中许多概念带有一定的模糊性，因此模糊数学的另一个使命是，为软科学的定量化提供数学语言和数量方法。

可以断言，模糊数学在人工智能和软科学领域中将要发挥愈来愈重大的作用。但是模糊数学创立刚刚20年，它还是一门十分年轻的学科，还有许多不足之处，需要靠人们的扶植与爱护才能发展壮大。

这本书向青年读者介绍了模糊数学产生的历史背景，模糊数学的研究方法，模糊数学在某些方面的应用以及其发展前景。作者希望青年读者读完这本书后，会对模糊数学产生兴趣，对它的基本思想和方法有一个初步了解，为进一步学习模糊数学的专著打下基础。

书中有一些例子是作者的研究成果，大部分例子引自己出版的关于模糊数学的著作，在此对这些著作的原作者表示感谢。

作者对模糊数学了解得还很肤浅，书中一定有许多不足之处，期望读者批评指正。

常大勇

1987年6月于北京

目 录

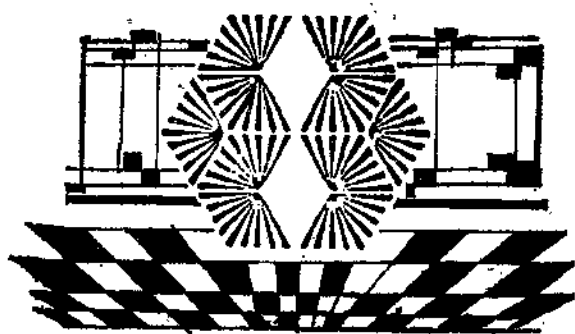
前言	1
模糊数学产生的背景 和发展简史	3
模糊数学的研究方法	17
1. 普通集合	19
2. 模糊集合	26
3. 模糊集合的运算	29
4. 普通集合和模糊集合的转化	32
5. 隶属函数的确定	33
6. 模糊关系	39
7. 贴近度与择近原则	56
模糊数学的应用	59
1. 模糊综合评判问题	61
2. 模糊聚类分析	74
3. 模式识别	85
模糊数学的发展前景	97

79年12月的一天，我国著名的治疗肝病的专家关幼波教授和一位“电脑医生”，分别独立地在对一位肝病患者进行诊断并处方。经人们审查后发现，这位“电脑医生”对病人的处方，除药物先后顺序与关教授略有不同外，其余完全相同。这一结果使在场的人为之惊叹！原来这是为“专家系统——计算机仿中医关幼波大夫诊断肝炎程序”召开的鉴定会。大家认为，这位“电脑医生”已经把关幼波教授诊治肝炎的主要经验“学习”并继承下来了，“他”可以在门诊室里接待病人，以便让更多的患者得到名医的诊断和治疗。

计算机模拟专家的思维给病人看病，就是所谓的“专家系统”。它是用计算机来模拟专家的经验，而这种模拟首先要有适当的数学模型。1979年北京中医医院的郭荣江等同志利用模糊数学中的模式识别直接方法构造模型，成功地排出了计算机诊断程序，并用于门诊实践。这项发明于1980年获得北京市科技成果一等奖。

这里所说的模糊数学是什么？它是怎样发展起来的？它的主要研究方法是什么？它的发展前景如何？这些问题我们在下面向读者作一些简要的介绍。

模糊数学产生的背景 和发展简史





提

起数学，人们就会想到精确的数字，严密的逻辑推理，准确的计算结果。那么模糊是什么？又是怎样和数学联系起来呢？

我们知道，早期的人类社会，生产力十分低下，对于数学没有多少认识，随着生产力的发展，人们开始用手指或小石子来记数，于是产生了自然数，从此数学开始了它的光辉历程。

数学的发展可说是经历了三代的变化过程。第一代数学是研究数量与几何图形的科学；第二代数学是研究关于现实世界一切普遍性数量形式的科学，象随机数学、拓扑学都属于第二代数学；第三代数学可以称为是智能数学，它是从量的侧面研究客观世界的科学。这种看法决定了现代数学具有普遍性、抽象性以及应用方面的广泛性，因此不能有，也不应该有不允许应用数学的学科和对象。

经典数学无疑是以它的精确性著称的。由于它的精确性，人们才可以根据万有引力定律推导出行星环绕太阳运动的轨道，从而使人们发现了海王星，这可以看作是数学的一大功绩。数学发展到今天，更加广泛地应用在许多领域。当然，有些学科现在还没有用上数学，由于这些学科规律太复杂，以致数学还无法深入到它们的领域中。

现实世界的事物是非常复杂的，表现在量的方面，是许多事物具有精确性的一面，又具有模糊性的一面。自古以来，有许多问题的解决要靠该事物具有的模糊性。我们举一个有趣的例子：古希腊的《伊索寓言》中曾讲过这样一个故事：有一天，伊索的主人酒醉后，和别人打赌说：“我能将大海喝干！并以我的全部财产和奴隶作赌注。”次日酒醒后他非常懊悔，但这个消息已传遍全城，人们聚集在海边等候他，看他如何喝干大海。这时，他不得不求助于聪明的伊索，伊索在同他讲好条件后，给他出了个主意，他听后如获至宝，跑到海边对那里的人群大声喊道：“现在我再说一遍，我能喝干整个大海，可是如今千万条江河汇入大海，海水里混入了许多河水，如果有谁能把河水与海水分开，我就能把真正的大海喝干了。”他的这个条件当然谁也办不到，于是聪明的伊索帮助主人度过了难关。我们知道，“海水”是一个概念，但却是一个模糊概念，伊索正是利用了这个概念的模糊性，才难倒了别人。

什么是模糊概念呢？我们先介绍一下概念的含义。概念是思维的基本形式之一，它反映了客观事物的本质特征。人类在认识过程中，把感觉到的事物的共同特点抽出来加以概括，这就形成了概念。比如从白雪、白马、白纸等事物中抽象出来“白”

的概念。一个概念有它的内涵和外延，内涵是指该概念所反映的事物本质属性的总和，也就是概念的内容。例如“人”这个概念的内涵是指能制造工具，并使用工具进行劳动的动物。外延是指一个概念所确指的对象的范围。“人”这个概念的外延是指古今中外一切的人。

所谓模糊概念是指这个概念的外延具有不确定性，或者说它的外延是不清晰的，是模糊的。例如“青年”这个概念，它的内涵我们是清楚的，但是它的外延，即什么样的年龄阶段内的人是青年，恐怕很难说清楚，这就是一个模糊概念。当我们对一个人是否“年轻”进行评论时，有时很难作出肯定或否定的回答，也就是说，在“年轻”和“不年轻”之间没有一个确定的边界。这种概念外延的不确定性，就是概念的模糊性。

具有模糊性的概念即模糊概念举不胜举，我们不妨再写出一些模糊概念，供大家参考。

例如：

静——闹，	冷——热，	好——坏，
多——少，	黑——白，	厚——薄，
快——慢，	大——小，	轻——重，
高——低，	空——满，	美——丑，
锐——钝，	稀——稠，	贱——贵，
清——浊，	紧——松，	强——弱，

软——硬， 平滑——粗糙，
开放——封闭， 镇静——烦躁，
满意——不满意， 有价值——无价值，
方便——不方便， 青年——老年。

我们列举的这一对对的概念，它们之间的界限是不分明的，因此这些概念都具有模糊性。

这里应该指出，人们在认识模糊性时，是允许有主观性的，也就是说对模糊事物各人心目中的界限不完全一样，承认一定的主观性是认识模糊性的一个特点。例如我们让100个人说出“年轻人”的年龄范围，他们的答案不会完全相同，这反映了人们对于少年、青年、老年的年龄分界看法不同。尽管如此，当我们用模糊统计的方法（以后将介绍）进行分析时，“年轻人”的年龄界限分布又具有一定的规律性。

模糊性是精确性的对立面，但不能消极地理解模糊性代表的是落后的生产力，恰恰相反，我们在处理客观事物时，经常借助于模糊性。大家可能有这样的经验，在一个房间里有许多人，我们要在他们当中找一位“年老的高个子男人”是不困难的。这里所说的“年老”、“高个子”都是模糊概念，然而我们只要将这些模糊概念经过头脑的分析判断，很快就可以在人群中找到此人。如果我们要求精确地处理这一问题，甚至要求用电子计算机查询

此人，那就要求把所有人的确切年龄、个子的准确高度等数据输入计算机，才可能在人群中找到这样的人。

我们再举一些利用模糊性处理事物的例子。

凡是开过汽车的人都知道，汽车转弯时方向盘转动的“量”有多大，完全是凭司机的经验和本体感觉来判断的，这是靠模糊性而达到了精确的结果。我们不可能也没有必要在汽车的方向盘上刻上刻度，如果汽车的转弯靠方向盘转多少度去驾驶那不是太可笑了吗？

我们在做化学试验时，添加各种药物，必须用天平准确地称出份量，否则试验将得不出应有的结果。然而一位厨师在炒菜中加入“少许盐”和“少许酱油”时（这里的“少许”自然是一个模糊概念），却是完全凭经验，结合火候、调料、时间等因素来决定盐和酱油的份量的。不可想象厨师先要用天平称出盐或酱油的重量，然后再去炒菜，这样的厨师不是太笨拙了吗？

模糊数学的创始人查德教授曾举过这样一个例子：要把汽车停在拥挤的停车场上两辆汽车之间的空地上，这样一个看起来并不复杂的问题，如果用精确的方法求出汽车的行驶路线，那是十分复杂的，即使用一台大型计算机进行计算也不够用。然而有经验的司机却能很快地将车开到指定地点。这