

专著 西北工业大学
基础研究 基金项目
JIN XIANGMU

ZHUANZHU

信息、智能与逻辑 (第三卷)

——信息科学基础研究专辑

主编 何华灿 欧阳康

ZHUANZHU

西北工业大学出版社

Information, Intelligence & Logic(3)

信息、智能与逻辑

(第三卷)

Selected Papers on the Basic Research of Information Science

信息科学基础研究专辑

何华灿 欧阳康 主编

西北工业大学出版社

【内容简介】本书是在中国人工智能学会第13届年会、第4届国际信息科学基础研讨会和第4届信息、智能与逻辑高级学术论坛的基础上，收集有关信息科学基础研究的重要论文而成的专辑。本书主要讨论建立信息科学理论体系的各方面问题，涉及信息科学和智能科学及逻辑学的关系、信息科学的结构和组成、理论信息学、信息哲学、社会信息学、领域信息学等方面的内容，还包括有界壳理论、宇称云计算和关于数学基础的评论。这些成果虽是初步的，但有重要的启迪作用，有的可能成为一个新学科的起点，值得一读。

凡具有大专以上文化水平、对信息科学感兴趣的读者均可阅读本书。本书可供研究信息科学、智能科学、数学、哲学和人文社会科学的专家学者和研究生参考。

图书在版编目(CIP)数据

信息、智能与逻辑：信息科学基础研究专辑 / 何华灿，欧阳康主编.—西安：西北工业大学出版社，2010.8

ISBN 978-7-5612-2842-5

I. ①信… II. ①何… ②欧… III. ①信息技术—文集 IV. ①G202-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 145078 号

出版发行：西北工业大学出版社

通信地址：西安市友谊西路 127 号 邮编：710072

电 话：(029) 88493844 88491757

网 址：www.nwpu.com

印 刷 者：陕西向阳印务有限公司

开 本：850 mm×1 168 mm 1/32

印 张：13.375

字 数：352 千字

版 次：2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

定 价：45.00 元

前 言

本书是在中国人工智能学会第 13 届年会 (CAAI—13)、第 4 届国际信息科学基础研讨会 (FIS 2010) 和第 4 届信息、智能与逻辑高级学术论坛(I²L'10)的基础上,收集有关信息科学基础研究的重要论文编辑而成的专辑。本书主要讨论建立信息科学理论体系的各方面问题,内容涉及信息科学和智能科学及逻辑学的关系、信息科学的内部结构和组成、理论信息学、信息哲学、社会信息学、领域信息学、人文信息学、信息文化和信息伦理学、虚拟社区和虚拟实践、网络传播理论和舆论演化模型、语言信息和形式语义分析等,书中还包括有界壳理论、宇称云计算和关于连续统假设及数学基础的评论。这些研究成果虽然许多还是初步的,但对以后的研究具有重要的启迪作用,有的可能是一个学科的起点,值得一读。

长期以来人类关注的是物质世界,首先得到充分认识和利用的是物质世界的材料属性,人类制造了各式各样的机械工具。几百年前人类开始深入认识和重点利用物质世界的能量属性,制造了各式各样的能动工具。在这个过程中物质科学获得了充分的发展机会,形成了一个庞大的物质科学理论体系,我们现在的世界观和哲学思想都是建立在这个物质科学理论体系基础上的。例如:客观世界是物质的,物质世界有客观实在性和能动性 2 个基本属性;客观的物质世界是第一性的,它不以人的主观意识为转移;主观的精神世界是第二性的,它是对客观物质世界的反映;主观精神世界的认识可以反作用于客观物质世界;等等。至于人类早已知道和利用的信息,则被排斥在客观世界的基本属性之外,在很大程度上被人们忽视了。

最近几十年人类开始深入认识和利用信息，制造了各种信息处理工具，推动了信息时代的到来。人们用信息的观念去重新认识周围的一切，发现了信息对于世界的多样性构成和人类认识与实践活动的特殊意义，于是出现了物质世界基本属性的三元论（物质、能量和信息）。后来人们又发现信息世界既依存于物质世界，又有一定的相对独立性；既是精神世界的信息之源，也是人们相互沟通交流的前提和基础。尤其是在现代复杂性科学的视野中，世界的复杂性在一定程度上根源于信息的复杂性，世界的统一性也离不开世界的信息统一性，不管这些复杂性和统一性是来自先天的遗传还是后天的生成。因此，对于世界的复杂性的把握，离不开对于信息复杂性的解读；对于世界的统一性的探讨，也离不开对于信息统一性的透析。只有借助于对信息的深度研究和活性把握，才能真正把握复杂的历史之谜、文化之谜和时代之谜。于是又出现了客观世界的两分法和基本属性的四元论（物质世界和信息世界；物质、能量、信息、智能）。

现代信息科学理论的迅速发展，信息技术的广泛运用，已经并正在促进人类生产和社会生活的巨大变化，深刻地改变着世界的面貌。这些巨大的变化说明，我们时代的发展方式已经发生了根本的改变，信息世界将会成为人类需要持续关注和研究的重心，信息工具和信息科学将是推动整个信息时代持续发展的原动力和主力军。物质科学经过几百年甚至几千年的研究积累，已经形成了一个庞大的理论体系，造就了一大批科学巨人和发明家，他们是人类的骄傲。信息科学的理论体系建设刚刚提上人类的议事日程，许多概念、原理和方法正等待人们去归纳和发现，一个前所未有的理论创新高潮正在到来。随着信息科学的理论体系的逐步建立，我们的世界观和哲学思想也会跟着发生变化。

前 言

这是一个即将重新造就大批科学巨人和发明家的伟大时代，生活在这个时代是当代人的骄傲、机遇和责任，我们应该好好地把握这个机会，为信息科学的理论体系建设出力。

感谢马盈仓博士和李梅博士等为本书的编辑所做的许多工作，感谢西北工业大学出版社的领导和编辑，没有他们的辛勤工作，本书不可能在这样短的时间内高质量的出版。

编 者

2010年7月6日

目 录

信息科学中的两个基本理论问题	何华灿(1)
关于信息科学的内涵——为什么需要一个扩展的 信息科学知识体系?	佩德罗·迈里尤恩(19)
关于信息科学理论体系建设的思考	何华灿(30)
信息科学理论与信息转换定律	钟义信(44)
社会信息科学与社会信息哲学	欧阳康(61)
关于理论信息学与人工智能学科的合作与双赢	
	李宗荣 王京山 孙东健(76)
信息载体研究	苗东升(85)
“1+4+3”: 新信息科学知识框架的立体结构	
	李宗荣 游俊 田爱景(97)
浅析理论信息学研究的目标、方法与课题	
	刘静 金新政(112)
信息科学研究范式的构建	金新政 刘静(120)
理论信息学的发展现状	段占祺 金新政 高红(129)
通向新信息科学之路: 超越传统的信息理论	
	李柯 欧阳静萍(137)
学科研建: 从系统生物学到理论信息学	游俊 李宗荣(148)
信息学三定律	刘骏峰 金新政 高红(167)
从系统科学看信息科学研究	谭璐 周亚 姜璐(175)
信息哲学在中国的创立——邬焜教授 30 年信息哲学 学术思想研究	李国武(186)
作为元哲学的信息哲学何以可能	李武装(196)
从生命信息进化机理的角度重新审视进化论	
	高红 金新政(208)

领域信息学研究进展	詹引 金新政 刘静	(217)
论信息文化的内涵与外延	代金平	(225)
从“我思故我在”到“社会思故社会在” ——兼谈社会认识论与社会信息科学的逻辑出发点	田爱景 曹芝兰 李宗荣	(238)
人文信息学论纲	邓锐 李传印	(250)
信息伦理学基本问题研究	高珊	(270)
关于信息伦理学思维前提的思考	康兰波	(274)
网络传播系统的演进性	王京山	(284)
网络传播自组织机制的基本特征	王京山 王丽芳	(293)
网络传播自复制	王超	(301)
网络传播自生长	夏云峰	(308)
数字出版时代:用碎拼构建个人的知识体系	孙东健	(314)
基于 BA 无标度网络拓扑结构变化的舆论演化模型	李小刚 何敏华 方频捷等	(322)
试论虚拟社区的耗散结构特性及其有序化途径	唐建旺	(335)
虚拟实践本质的探索	李东东	(346)
信息不平衡条件下的语言信息解码与反馈	刘根辉 王正蓉	(355)
两种中文句式的形式语义分析与编程实现	赵川 王园园 卢尧等	(368)
界壳表征函数及其应用	曹鸿兴 夏长虹 蔡秀华等	(379)
关于连续统假设的评论	吕陈君	(391)
关于数学基础的评论	吕陈君	(397)
字称云计算智能机与全息 Agent 代理软件开发	朱颢东 刘祥燕 邹秋滢等	(405)

信息科学中的两个基本理论问题^①

何华灿

西北工业大学计算机学院

摘要：整个信息科学（包括计算机科学和人工智能）都建立在图灵机的基础之上。图灵机由逻辑自动机、无穷长磁带、读写头和符号表 4 部分组成。可见“逻辑”和“无穷”是图灵机中的 2 个基本要素，这里的“逻辑”是指二值逻辑（刚性逻辑），“无穷”是指可数无穷。尽管理论上已证明图灵机的计算能力无限，它可计算一切可计算的问题。但现实应用已经表明，由于实际计算机能力的局限性和实际问题中无法避免的各种不确定性和变化，仅有二值逻辑是远远不够的，在信息描述和信息处理中都需要各种柔性逻辑；另外，由于现行无穷观的局限性，图灵机只能精确地解决可数无穷问题，对不可数无穷问题只能近似地求解。本文就柔性逻辑和不可数无穷 2 个基本问题展开讨论，概要地介绍了作者的最新发现和研究成果，这些发现和成果对信息科学（包括计算机科学和智能科学）的基础理论建设可能有所帮助。

关键词：图灵机；不确定性；连续值逻辑代数；实无穷概念；数的理想模型

^① 本研究得到国家自然科学基金（60273087，60575034）和西北工业大学基础研究基金（W018101）的资助。

一、引言

众所周知，1936 年图灵（A.Turing）在观察人脑计算过程的基础上抽象出的理想计算机模型即图灵机模型(见图 1)，已成为计算机科学和人工智能的重要理论基础，在整个信息科学中不可或缺。

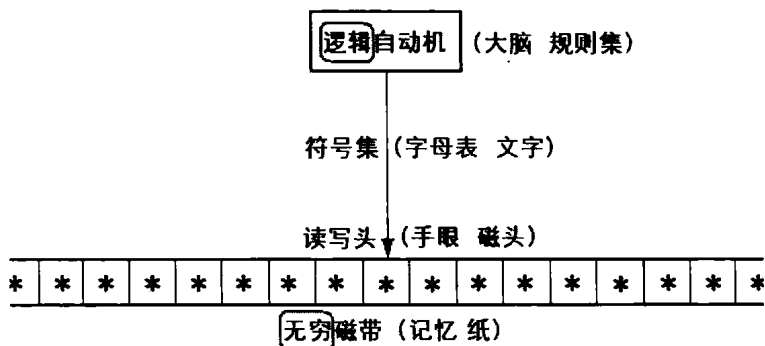


图 1 图灵机模型

图灵机模型由以下 4 大部分组成：

(1) 起控制作用的逻辑自动机，它是控制计算（或信息处理）过程的规则集，相当于大脑中的解题原则和步骤，是有限状态机。

(2) 无穷长的磁带，其每个单元最多可写一个符号，它相当于人脑的记忆功能或纸张，用于记录数据和结果。

(3) 连接逻辑自动机和无穷长磁带的磁头，它负责在逻辑自动机的控制下，在磁带上左右移动或读写数据，它相当于人的手和眼睛。

(4) 在模型内部使用的符号集，它相当于表示信息的字母表或文字。

可见“逻辑”和“无穷”是图灵机模型中的 2 个基本问题，因而也是计算机科学、人工智能和信息处理中的 2 个基本问题。它们的任何变化将会直接影响到整个学科；学科发展中的重大瓶颈问题，往

往都可以从这 2 个基本问题中找到解决办法。本文扼要地介绍了我们在这 2 个基本问题方面的研究发现和初步成果。

二、关于柔性逻辑

为了研究连续值的柔性逻辑，我们已经建立了一个完整的连续值逻辑代数^[1]。

(一) 为什么要研究柔性逻辑

信息化初期的任务是解决传统信息处理的问题，它面对的是一类确定性任务，其信息是二值的、完全已知的和恒定不变的，信息处理机的任务主要是解决“算得快、连得上、发得出、收得到”等基本信息功能。在“信息灾难和知识饥渴”矛盾日益突出的今天，信息处理的对象便成为一类不确定性问题，它可能是非二值的、不完全已知的和不断发展变化的信息，解决这类问题需要各种智能信息处理机，智能化是信息化高级发展阶段的主要标志。

尽管标准逻辑的理论体系已经发展成熟，但它不能在信息世界中广泛使用。因为标准逻辑是建立在“封闭全信息的确定性世界假设”的基础之上的，它把信息世界简化成了一个封闭的、全部信息已知的、确定不变的、非此即彼的二值世界。图灵机是在标准逻辑基础上建立的，它只能在理想信息世界里有效。而现实世界中普遍存在着辩证矛盾和不确定性及其演化，当代逻辑学应该在标准逻辑的基础上逐步放宽各种约束，以包容和处理各种辩证矛盾、不确定性和演化，建立柔性逻辑（即数理辩证逻辑）^[2]，以提高图灵机解决现实问题的能力。

如何建立柔性逻辑？纵观现有的各种非标准逻辑，它们为了处理各种不确定性正在从以下 3 个不同的方向突破标准逻辑的限制^[3-5]。

- (1) 多值性方向。命题的真值从二值到多值再到连续值变化。
- (2) 多维性方向。真值空间维数从一维到二维再到多维变化。

（3）缺损性方向。推理需要的信息从完全已知到不完全知道、从固定不变到不断变化，推理过程从封闭到开放、从线性到非线性、从协调到次协调和超协调变化。

遗憾的是现在的非标准逻辑都是从局部的个别需求出发来建立的，没有从多种不确定性同时并存的全局来思考问题，更没有把事物的外在不确定性和事物的内在矛盾性紧密地联系起来研究，因而无法形成综合处理各种辩证矛盾、不确定性和演化的统一的柔性逻辑理论框架^[6]。

（二）柔性逻辑的基本任务

柔性逻辑的基本任务是，通过逻辑的信息本质来把握逻辑学的一般规律，充分利用人工智能、计算机科学和非标准逻辑研究中方方面面的经验和成果，把事物外在的不确定性和演化与事物内在的辩证矛盾紧密联系起来统一研究，用全局的观念进行整体规划，用务实的态度进行每一步具体探索，分层次、分阶段地逐步建立起数理辩证逻辑的理论体系。

柔性逻辑应该能够在排斥逻辑矛盾的同时，不同程度地包容某些辩证矛盾和不确定性。与标准逻辑只能有一个等价的系统不同，柔性逻辑将有无穷多个不等价的系统，不同的柔性逻辑包容的辩证矛盾和不确定性不同，其研究纲要包括4个方面：

（1）1个核心目标。任何一个柔性逻辑都应该在排斥逻辑矛盾的同时，不同程度地包容某些辩证矛盾和不确定性。

（2）2条基本路线。首先，通过时空定位把逻辑的适应范围缩小到能够正好包容这个辩证矛盾和不确定性的子空间；其次，在逻辑运算模型中引入连续可变的柔性参数和调整函数，以表示该辩证矛盾和不确定性带来的全部影响。

（3）3个突破方向。相对于标准逻辑的各种约束来说，各种柔性逻辑的约束条件有3个不同的突破方向：命题真值的数量、真值空间的维数、推理所需信息的完全性。

(4) 4大逻辑要素。一个逻辑系统含有4大逻辑要素：论域、命题连接词、量词和推理模式。

柔性逻辑一般需要建立在连续值逻辑代数的基础上，布尔代数和二值柔性逻辑是它的特例。我们已发现影响连续值命题运算的全部4个不确定性因素，据此建立了连续值逻辑代数，其中包括在命题演算中可能出现的7个命题连接词的运算模型簇。

(三) 影响命题运算的4个不确定性因素

形成连续值命题的情况比较复杂，它可能是对分明概念进行的模糊（概率）性判断，也可能是对模糊概念进行的确定性判断，还可能对模糊概念进行的模糊（概率）性判断。但表现在命题真度上都可看成是论域 U 中某元素 u 属于模糊集合 A 的程度 x ，它由在特征空间 E 中与 u 对应的分明集合 X 的模糊测度 $x=m(X)$ 决定，并满足：

$$m(E)=1, \quad m(\emptyset)=0, \quad m(X) \in [0, 1]$$

由于在特征空间 E 中，集合 X, Y 之间的相对位置是可以变化的，所以逻辑运算模型会随相对位置及其他因素的变化而变化。这是研究连续值逻辑代数的关键所在。在特征空间 E 中影响集合 X 的大小， X, Y 之间的相对位置和模糊测度性质的因素如下。

1. 命题真度的不确定性

命题真度的不确定性取决于特征空间 E 中使命题为真的因素和使命题为假的因素之间的矛盾，真度的不确定性用柔性参数 $x \in [0, 1]$ 表示： $x=1$ 是完全真， $x=0.75$ 是偏真， $x=0.5$ 是半真半假， $x=0.25$ 是偏假， $x=0$ 是完全假。

x 对逻辑运算的影响反映在基模型中：

$$\text{非运算 } N(x) = 1 - x$$

$$\text{与运算 } T(x, y) = \max(0, x + y - 1)$$

$$\text{或运算 } S(x, y) = \min(1, x + y)$$

$$\text{蕴涵运算 } I(x, y) = \min(1, 1 - x + y)$$

等价运算 $Q(x, y) = 1 - |x - y|$

平均运算 $M(x, y) = (x + y) / 2$

组合运算 $C^e(x, y) = \min(1, \max(0, x + y - e))$

其中, $e \in [0, 1]$ 是表示弃权的元元, $\text{ite}\{y|x; z\}$ 是条件表达式, 意思是“如果 x , 则 y ; 否则 z ”。

2. 两命题之间广义相关关系的不确定性

两命题之间广义相关关系的不确定性取决于特征空间 E 中使双方友好的因素和使双方敌对的因素之间的矛盾, 两命题间广义相关关系的不确定性用广义相关系数 $h \in [0, 1]$ 来刻画: $h=1$ 是完全友好状态; $h=0.75$ 是偏友好状态; $h=0.5$ 是不敌不友状态; $h=0.25$ 是偏敌对状态; $h=0$ 是完全敌对状态。

h 对基模型的影响反映在 T 性生成元完整簇

$$F(x, h) = x^m, \quad m \in (-\infty, \infty)$$

上, 其中

$$m = (3 - 4h) / (4h(1 - h))$$

$F(x, h)$ 对 6 种二元运算基模型 $L(x, y)$ 的影响是

$$L(x, y, h) = F^{-1}(L(F(x, h), F(y, h)), h)$$

3. 命题真度误差的不确定性

命题真度误差的不确定性取决于特征空间 E 中使测度出现正误差和使测度出现负误差的因素之间的矛盾, 误差的不确定性用误差系数 $k \in [0, 1]$ 来刻画: $k=1$ 是最大正误差, $k=0.5$ 是无误差, $k=0$ 是最大负误差。

k 对基模型的影响反映在如下的 N 性生成元完整簇上:

$$\Phi(x, k) = x^n, \quad n \in (0, \infty)$$

其中

$$n = -1 / \ln k$$

$\Phi(x, k)$ 对一元基模型的作用方式是

$$N(x, k) = \Phi^{-1}(N(\Phi(x, k)), k)$$

对二元基模型 $L(x, y)$ 的作用方式是

$$L(x, y, k) = \Phi^{-1}(L(\Phi(x, k), \Phi(y, k)), k)$$

4. 命题相对权重的不确定性

命题相对权重的不确定性取决于特征空间 E 中使命题权重相对增加和使命题权重相对减少的因素之间的矛盾, 权重的不确定性用偏袒系数 $\beta \in [0, 1]$ 来刻画: $\beta=1$ 是最大偏左, $\beta=0.5$ 是无偏袒, $\beta=0$ 是最小偏左。

β 对基模型的影响反映在二元运算模型上^[10], 当 $\beta=1$ 时 y 失去作用; 当 $\beta=0.5$ 时权重不起作用; 当 $\beta=0$ 时 x 失去作用。 β 对二元基模型 $L(x, y)$ 的作用方式是

$$L(x, y, \beta) = L(2\beta x, 2(1-\beta)y)^{[7]}$$

k, h, β 三者对二元运算模型 $L(x, y)$ 共同的影响方式是

$$L(x, y, k, h, \beta) = \Phi^{-1}(F^{-1}(L(2\beta F(\Phi(x, k), h), 2(1-\beta)F(\Phi(y, k), h), h), k)$$

目前我们尚未发现第5种影响连续值命题逻辑运算模型的不确定性因素, 已知的其他不确定性因素都应该在谓词逻辑层面去解决。

(四) 连续值逻辑代数

根据上述连续值命题逻辑运算模型的不确定性因素的分析, 搞清楚了有关辩证矛盾是如何决定不确定性的最大影响范围和影响方式, 得到了它的调整函数, 可以依据三角范数原理和逻辑运算公理, 得到连续值逻辑代数中的各种运算模型如下。

1. 非运算模型

非运算模型只受误差系数 k 的影响, 它是一个 N 范数完整簇 $N(x, k)$, 由生成基 $N(x) = 1-x$ 和 N 性生成元完整簇 $\Phi(x, k) = x^n, k = 2^{-1/n}, n = -1/\ln k$ 相互作用而生成, 即

$$N(x, k) = \Phi^{-1}(1 - \Phi(x, k), k) = (1 - x^n)^{1/n}$$

2. 与运算模型

与运算模型受 k, h, β 的联合影响, 是一个运算模型完整簇, 即

$$T(x, y, k, h, \beta) = (\max(0, 2\beta x^{nm} + 2(1-\beta)y^{nm} - 1))^{1/mn}$$

$\beta=0.5$ 时偏袒性的影响消失, 即

$$T(x, y, k, h) = (\max(0, x^{nm} + y^{nm} - 1))^{1/mn}$$

$k=0.5$ 时误差的影响消失, 即

$$T(x, y, h) = (\max(0, x^m + y^m - 1))^{1/m}$$

3. 或运算模型

或运算模型受 k, h, β 的联合影响, 是一个运算模型完整簇, 即

$$S(x, y, k, h, \beta) = (1 - (\max(0, 2\beta(1-x^n)^m + 2(1-\beta)(1-y^n)^m - 1))^{1/m})^{1/n}$$

$\beta=0.5$ 时偏袒性的影响消失, 即

$$S(x, y, k, h) = (1 - (\max(0, (1-x^n)^m + (1-y^n)^m - 1))^{1/m})^{1/n}$$

$k=0.5$ 时误差的影响消失, 即

$$S(x, y, h) = (1 - (\max(0, (1-x)^m + (1-y)^m - 1))^{1/m})$$

对偶律:

$$N(S(x, y, k, h), k) = T(N(x, k), N(y, k), k, h)$$

$$N(T(x, y, k, h), k) = S(N(x, k), N(y, k), k, h)$$

$h \in [0.5, 1]$ 时满足相容律:

$$S(x, y, h) + T(x, y, h) = x + y$$

4. 蕴涵运算模型

蕴涵运算模型受 k, h, β 的联合影响, 是一个运算模型完整簇, 即

$$I(x, y, k, h, \beta) = (\min(1, 1 - 2\beta x^{nm} + 2(1-\beta)y^{nm}))^{1/mn}$$

$\beta=0.5$ 时偏袒性的影响消失, 即

$$I(x, y, k, h) = (\min(1, 1 - x^{nm} + y^{nm}))^{1/mn}$$

$k=0.5$ 时误差的影响消失, 即

$$I(x, y, h) = (\min(1, 1 - x^m + y^m))^{1/m}$$

5. 等价运算模型

等价运算模型受 k, h, β 的联合影响, 是一个运算模型完整簇, 即

$$Q(x, y, k, h, \beta) = \text{ite}\{(1 + |2\beta x^{nm} - 2(1-\beta)y^{nm}|)^{1/mn} | m \leq 0; \\ (1 - |2\beta x^{nm} - 2(1-\beta)y^{nm}|)^{1/mn}\}$$

$\beta=0.5$ 时偏袒性的影响消失, 即

$$Q(x, y, k, h) = \text{ite}\{(1 + |x^{nm} - y^{nm}|)^{1/mn} | m \leq 0; (1 - |x^{nm} - y^{nm}|)^{1/mn}\}$$

$k=0.5$ 时误差的影响消失, 即

$$Q(x, y, h) = \text{ite}\{(1 + |x^m - y^m|)^{1/m} | m \leq 0; (1 - |x^m - y^m|)^{1/m}\}$$

6. 平均运算模型

平均运算模型受 k, h, β 的联合影响, 是一个运算模型完整簇, 即

$$M(x, y, k, h, \beta) = (1 - (\beta(1 - x^n)^m + (1 - \beta)(1 - y^n)^m)^{1/m})^{1/n}$$

$\beta = 0.5$ 时偏袒性的影响消失, 即

$$M(x, y, k, h) = (1 - ((1 - x^n)^m + (1 - y^n)^m)^{1/m})^{1/n}$$

$k = 0.5$ 时误差的影响消失, 即

$$M(x, y, h) = 1 - ((1 - x)^m + (1 - y)^m)^{1/m}$$

其中包含有各种常见的平均算子。

7. 组合运算模型

组合运算模型受 k, h, β 的联合影响, 是一个运算模型完整簇, 即

$$C^e(x, y, k, h, \beta) = \text{ite}\{\min(e, (\max(0, 2\beta x^{nm} + 2(1 - \beta)y^{nm} - e^{nm}))^{1/mn} | 2\beta x + 2(1 - \beta)y < 2e; (1 - (\min(1 - e^n, (\max(0, 2\beta(1 - x^n)^m + 2(1 - \beta)(1 - y^n)^m - (1 - e^n)^m))^{1/m}))^{1/n} | 2\beta x + 2(1 - \beta)y > 2e; e)\}$$

$\beta = 0.5$ 时偏袒性的影响消失, 即

$$C^e(x, y, k, h) = \text{ite}\{\min(e, (\max(0, x^{nm} + y^{nm} - e^{nm}))^{1/mn} | x + y < 2e; (1 - (\min(1 - e^n, (\max(0, (1 - x^n)^m + (1 - y^n)^m - (1 - e^n)^m))^{1/m}))^{1/n} | x + y > 2e; e)\}$$

$k = 0.5$ 时误差的影响消失, 即

$$C^e(x, y, h) = \text{ite}\{\min(e, (\max(0, x^m + y^m - e^m))^{1/m} | x + y < 2e; (1 - (\min(1 - e, (\max(0, (1 - x)^m + (1 - y)^m - (1 - e)^m))^{1/m}))^{1/n} | x + y > 2e; e)\}$$

(五) 讨论

(1) 应严格区分两类不同的矛盾。逻辑矛盾指的是应在理论系统中排除的理论缺陷, 如果容忍它的存在, 这个理论系统会面临崩溃的危险, 形成理论危机。而辩证矛盾不同, 它通常是现实问题中