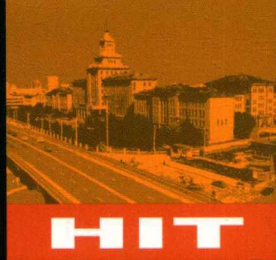


The Research and Application of
Extension Elementary Dependent Function



数学 · 统计学系列

可拓初等关联函数的 扩展研究及应用

陈孝国 著



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



数学·统计学系列

The Research and Application of Extension Elementary Dependent Function

可拓初等关联函数的扩展研究及应用

● 陈孝国 著



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书共 7 章:第 1 章,介绍了初等关联函数扩展研究的背景;第 2 章,介绍了基元、可拓集等知识;第 3 章,对初等关联函数进行了扩展研究;第 4 章,建立了基于三区间套下不确定型初等关联函数的可拓安全预警模型;第 5 章,建立了基于二区间套下确定型初等关联函数的露天矿边坡危险度可拓安全评价模型;第 6 章,利用可拓学理论建立了煤层自燃危险性判别模型;第 7 章,建立了基于三区域套下不确定型初等关联函数的煤与瓦斯预警可拓模型。

本书适合高等学校管理类相关专业研究生和可拓学爱好者参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

可拓初等关联函数的扩展研究及应用/陈孝国著. —哈尔滨:
哈尔滨工业大学出版社,2018.4

ISBN 978-7-5603-7137-5

I. ①可… II. ①陈… III. ①相关函数—研究
IV. ①O212.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 297063 号

策划编辑 刘培杰 张永芹

责任编辑 李广鑫

封面设计 孙茵艾

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 哈尔滨圣铂印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 12 字数 209 千字

版 次 2018 年 4 月第 1 版 2018 年 4 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-7137-5

定 价 38.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

◎ 序

言

一

可拓学选题起始于 1976 年. 1983 年在《科学探索学报》发表的可拓学的开创性文章《可拓集合和不相容问题》, 标志着可拓学这门新学科的诞生. 可拓学是用形式化模型研究事物拓展的可能性和开拓创新的规律与方法, 并用于解决矛盾问题的科学. 通俗地说, 可拓学是研究产生创意理论和方法的一门科学, 是生产创意理论依据和方法的来源. 可拓学的研究对象是矛盾问题, 基本理论是可拓论, 方法体系是可拓创新方法(也称可拓方法), 逻辑基础是可拓逻辑, 与各领域的交叉融合形成可拓工程. 可拓论、可拓创新方法和可拓工程构成了可拓学.

三十多年来, 一大批专家学者支持和参与了可拓学的建设, 并取得了众多成果, 尤其近几年关于可拓学的文献数量迅速增多, 初步形成了物元理论、可拓集合与关联函数、可拓逻辑与算法、可拓信息论、可拓系统论、可拓控制论、可拓决策论、可拓神经网络、可拓预测与评判、可拓方法与可拓工程方法等研究方向, 其应用的触角正伸向许多领域, 如工业、农业、军事、经济、生物、医学等. 但是, 还需要大家共同努力, 使科学百花园中这门年轻的学科更好更快地进一步发展、完善趋于成熟.

黑龙江科技大学的陈孝国副教授(博士)在初等关联函数扩展理论研究, 以及可拓理论在矿业工程中边坡稳定性分析、煤与

瓦斯安全预警及煤自燃最短发火期预测等方面进行了广泛而深入的研究,并取得了一系列研究成果,这些工作不仅完善了可拓学的理论基础,也对可拓工程应用领域进行了有益扩充.我期待他能在可拓数据挖掘方面做出更多更好的工作.

杨春燕

中国人工智能学会可拓专业委员会主任

2017年7月

◎ 序 言 一 一

现实世界是一个矛盾的对立统一体,矛盾问题无处不有,时时存在.对于矛盾问题似乎没有解,事实上矛盾问题有许多解法.纵观人类历史,人类为了自己的生存和发展每时每刻都在解决着各种各样的形形色色的矛盾问题,人类历史就是一部解决矛盾问题、开拓发展的历史.但是,在矛盾问题面前,有的人束手无策,有的人妙计连生;解决矛盾问题,有人出的“点子”可行,有人想的“办法”不通,那么解决矛盾问题有无规律可循?有无方法可依?能否用形式化方法来描述人们解决矛盾问题的过程,用计算机来帮助人们处理矛盾问题?人类能否依据一定的规律去开拓,使开拓活动与大自然协调起来?能否用人类的智慧去驾驭自然,使人类在解决矛盾问题的过程中与大自然和谐持续发展?这些问题都是具有深刻哲学意义和普遍实际意义的大课题.

可拓学是我国蔡文研究员于 20 世纪 80 年代创立的一门新型学科,它与工程学、数学,以及哲学都密切相关,具有数学化、逻辑化和形式化的特点.三十多年来,众多学者对可拓学中可拓逻辑、基元理论,以及关联函数理论等进行了深入研究,取得了许多成果,使可拓学成功地进入到各个领域发展及应用的新阶段.

目前,可拓集理论、可拓逻辑及基元理论已经被确立为可拓学的三大核心理论,其中事物性质的变化被可拓集理论中的关联函数定量描述,表达事物量变和质变的过程,被广泛运用在实际中,所以对可拓学中关联函数的研究具有重要意义。

黑龙江科技大学的陈孝国副教授(博士)对初等关联函数扩展理论进行了系统研究,陆续提出了二区域套下、三区间套下和三区域套下不确定型初等关联函数的构造方法,并在露天矿边坡稳定性分析及煤矿安全预警等方面进行了广泛而深入的研究,并取得了一系列研究成果,这些工作进一步完善了可拓学理论。

李兴森

中国人工智能学会可拓专业
委员会副主任、秘书长

2017 年 7 月

◎ 前言

可拓学是以广东工业大学蔡文研究员为首的中国学者创立的新学科,它研究事物拓展的可能性和开拓创新的规律与方法,并用以解决矛盾问题,有别于生物学、机械学、电工学等纵向学科,是与数学、系统论、信息论、控制论等相类似的横断学科.可拓学是一门交叉学科,它的基本理论是可拓论,特有的方法是可拓方法.可拓工程是可拓论和可拓方法在各个领域的应用.

可拓学是以矛盾问题为研究对象,通过各种变换寻找事物的解决方案,经过近三十多年的发展形成了较为完善的理论体系,并在社会经济、企业环保、生物医学及工程技术等领域得到了广泛应用,建立了相应可拓评价与预测模型.其中关联函数的选取是模型中十分关键的步骤,它会直接影响结果的精度及可靠性.现有应用研究成果大多选用二区间套下确定型初等关联函数,主要存在两个方面的问题:一是二区间套不能完全满足实际需要;二是实际工程中很多基元特征量值不能准确给出,往往是一个范围值,导致确定型初等关联函数不适用.因此,对可拓初等关联函数进行扩展研究十分必要,将指标值由点值推广为区间值或区域值建立三区间套下相应关联函数更加符合矿业工程的实际需要.

虽然在众多领域中,可拓学被引入并做出了很多研究成果,但是在矿业工程方面的研究成果较少,为此本书将开展两项研究工作:一是理论研究,针对二区域套及三区间套下不确定型初等关联函数进行深入探讨;二是依据上述理论分别建立可拓安全预警模型,以同煤集团为研究对象进行实际应用,并对决策结果进行分析,提出合理化建议.上述研究将对完善可拓学扩展理论及提高煤矿安全预警可靠性等方面具有重要意义.

中国是世界上发生煤矿事故较多的国家之一,每年不仅造成大量人员伤亡,而且给国家及煤炭企业带来高达百亿元的经济损失.因此,研究煤矿安全预警对提前预防、减少煤矿事故及最大限度上降低灾害损失意义重大.目前普遍采用模糊理论、集对分析理论及灰色预测理论等方法来研究煤矿各类灾害预警方法,但由于煤炭行业的特殊性,即自然地质条件复杂多变、生产工作环境恶劣、矿压与瓦斯等不确定性因素较多,导致各个指标因素无法合理准确量化为具体数值,而往往为一个范围值,因此用数学方法构建的预警模型实用性往往较差.

本书以同煤集团为研究背景,充分考虑到煤矿安全管理过程中涉及的影响因素较多,且数据普遍具有一定的模糊性、隐蔽性和复杂性,同时可能还存在缺失信息的情况.因此,在收集整理同煤集团及相关矿井安全管理资料后,借助 MATLAB 7.0 软件进行数据处理及作图对比分析,借助 FAHP 法、可拓理论、熵权理论及梯形 Vague 集理论分别对同煤集团安全预警和煤与瓦斯突出等决策问题进行了系统研究.

本书所进行的可拓初等关联函数扩展研究及应用是在黑龙江省自然科学基金项目(QC2015055)和黑龙江科技大学青年才俊基金项目(2012)资助下进行的.

在本书的写作过程中,得到了可拓学创立者蔡文研究员的大力支持,在此致以衷心的感谢!黑龙江科技大学理学院母丽华教授、杜红教授及张丽娟副教授,中国矿业大学(北京)力学与建筑工程学院单仁亮教授、高尔新教授为本书提出了不少修改意见,在此一并感谢!还要感谢我的爱人杨悦博士后及我的宝贝女儿陈欢语让我安心撰写该书.最后还要感谢哈尔滨工业大学出版社为该书顺利出版付出的辛苦努力!

由于利用可拓学研究矿业工程问题的时间比较短,加之作者水平有限,研究还不够深入,因此难免存在疏漏和不足之处,敬请读者不吝赐教与批评指正.

陈孝国
于黑龙江科技大学
2017 年 7 月

第 1 章 绪论 //1

- 1.1 可拓学概述 //1
- 1.2 研究背景及意义 //7
- 1.3 国内外相关研究及发展现状 //10
- 1.4 本书主要研究内容 //20

第 2 章 可拓集 //22

- 2.1 基元 //22
- 2.2 可拓集与关联函数 //28

第 3 章 可拓初等关联函数的扩展研究 //36

- 3.1 二区间套下确定型初等关联函数 //36
- 3.2 二区间套下不确定型初等关联函数 //39
- 3.3 二区域套下确定型初等关联函数 //41
- 3.4 二区域套下不确定型初等关联函数的构造与改进研究 //43
- 3.5 三区间套下确定型初等关联函数 //46
- 3.6 三区间套下不确定型初等关联函数的构造与改进研究 //50
- 3.7 三区域套下确定型初等关联函数的构造 //55

3.8	三区域套下不确定型初等关联函数的构造与改进研究	//57
3.9	节域为负无穷区间不确定型初等关联函数的构造	//61
3.10	节域为正无穷区间不确定型初等关联函数的构造	//64
3.11	结论	//68
第4章	同煤集团安全预警可拓模型	//69
4.1	同煤集团现行安全管理体系与模式	//69
4.2	煤矿安全预警指标的初选	//77
4.3	同煤集团煤矿安全预警指标的优选	//86
4.4	煤矿安全可拓预警模型	//87
4.5	可拓安全预警模型在同煤忻州窑矿中的实际应用	//91
4.6	结论	//104
第5章	露天矿边坡危险度可拓评价模型	//106
5.1	影响露天矿边坡危险度的因素分析	//106
5.2	确定露天矿边坡危险度模糊综合评价模型	//109
5.3	对安家岭露天矿边坡的危险度评价及结果分析	//110
第6章	煤层自燃危险性的模糊可拓理论判别模型	//124
6.1	煤层自燃危险性判别模型	//125
6.2	山东新汶矿业孙村煤矿煤层自燃分析	//129
6.3	结果分析	//133
第7章	煤与瓦斯突出可拓预警模型	//134
7.1	煤与瓦斯突出预警指标	//134
7.2	模糊层次分析法	//142
7.3	可拓预警模型	//143
7.4	同煤集团四老沟矿煤与瓦斯突出预警分析	//146
7.5	结论	//161
参考文献		//162

绪论

第

1

章

1.1 可拓学概述

可拓学选题起始于 1976 年. 1983 年,《科学探索学报》发表了可拓学的开创性文章《可拓集合和不相容问题》,标志着这门新学科的诞生. 三十多年来,一大批专家学者支持和参与了可拓学的建设. 目前,可拓学的理论研究取得了一定的进展,形成了以基元理论、可拓集合理论和可拓逻辑为支柱的理论框架和特有的可拓方法,它们在各个领域的应用技术称为可拓工程. 可拓论、可拓方法和可拓工程构成了可拓学(原称物元分析).

1.1.1 可拓学的研究对象

可拓学的研究对象是客观世界中的矛盾问题. 所谓矛盾问题,就是指人们要达到的目的在现有条件下无法实现的问题. 例如,在“曹冲称象”的故事中,要称一头大象,工具却只有量程为 20 kg 的小秤. 可拓学的研究者在研究过程中发现,在诸多工程领域,如管理、控制、计算机技术、人工智能、机械、电工等,都会碰到各种各样的矛盾问题. 那么,解决矛盾问题有无规律可循? 有无理论可依? 能否建立一套方法,来处理矛盾问题,这是可拓学研究的出发点.

计算机具有储存量大、速度快的优点,因此,研究如何用形式化语言表达问题、描述问题的目的和条件,建立一套推理方法,最后,让计算机帮助人们提出解决矛盾问题的策略,这是可拓学的归宿.

概言之,可拓学就是这样一门学科,它用形式化的模型研究事物拓展的可能性和开拓创新的规律与方法,并用于解决矛盾问题.

1.1.2 可拓学理论框架和方法体系的研究概况

为了用形式化方法解决矛盾问题,必须研究相应的模型、逻辑和定量化工具,必须从哲学和方法论的角度建立新的理论和方法体系.

1. 可拓学的理论研究

(1) 可拓学的逻辑细胞和可拓模型.

数学模型能够处理大量精确性的问题,但无法处理诸如“曹冲称象”等目标和条件不相容的问题.其原因在于:

① 解决矛盾问题时,除了要考虑数量关系以外,还要考虑事物本身和事物的特征;

② 解决矛盾问题的变换,有定量的部分,也有定性的部分;

③ 经典数学研究的是确定性的事物,而解决矛盾问题却要考虑事物的转化(包括量变和质变).因此,数学模型难以描述解决矛盾问题的过程.

为了用形式化方法处理客观世界中的各种矛盾问题,首先必须研究如何描述客观世界中的种种事物.为此,可拓论建立了物元 $R = (N, c, v)$ 、事元 $I = (d, c, v)$ 和关系元 $Q = (a, c, v)$ (统称为基元),作为描述物、事和关系的基本元,它们是可拓学的逻辑细胞.

用基元描述信息、知识、智能和各种问题的形式化模型称为可拓模型.有了可拓模型,就可以根据基元的可拓性,利用可拓论和可拓方法,提出解决各种矛盾问题的策略.

(2) 可拓论的三大支柱.

可拓论有三大支柱:基元理论、可拓集合理论和可拓逻辑.

① 基元理论.基元的可拓性和物元的共轭性是基元理论的核心,而用形式化符号表示这些性质则是可拓论的重要特点,它们是生成解决矛盾问题的策略的依据.可拓性包括发散性、相关性、蕴含性和可扩性.共轭性包括物的物质性、动态性、系统性和对立性.

② 可拓集合理论.为了解决矛盾问题,必须涉及事物性质的变化.在现实世界里,事物的性质处于变化之中,既有量的变化,也有质的变化.事物可以从不具有某种性质变化为具有某种性质,从具有某种性质的程度不大变到较大,或者相反.因此,人们必须从描述确定性事物和模糊性事物,发展到能用集合描述性质变化的事物,描述在某些变换下事物的量变和质变,从集合的角度去探

讨事物的动态分类和事物开拓的过程.也就是说,必须发展康托集合和模糊集合.为此,我们研究了新的可拓集合理论,作为将矛盾问题转化为不矛盾问题的集合论基础.

③ 可拓逻辑.现有的二值逻辑和模糊逻辑只能描述确定性和模糊性的事物,其推理方法无法作为解决矛盾问题的推理工具.为此,必须建立适用于处理矛盾问题的逻辑,使变换和推理不再停留在传统的确定性和模糊性的基础上,而能作为描述事物可变性的工具,使之成为未来的计算机进行创造性思维,能生成解决矛盾问题的策略的基础.因而,我们建立了可拓逻辑.

为了让计算机能处理矛盾问题,可拓逻辑必须具有两个特点:第一,用形式化模型;第二,要考虑事物的内涵.要能表达“变”的推理规律.为此,可拓逻辑汲取了形式逻辑的形式化特点,采用了辩证逻辑研究内涵的思想,结合而成为将矛盾问题转化为不矛盾问题的逻辑.

(3) 可拓学的理论框架.

经过三十多年的努力,可拓学的初步理论框架已经被建立起来了.

2. 可拓学方法体系的研究

计算机擅长定量计算,它具有储存量大、速度快的优点.人擅长的是定性分析,从定性的角度分析处理问题的能力强于计算机.解决矛盾问题,既需要从定性的角度去探讨事物拓展的可能性,提出多种拓展的策略,又需要存储量大、速度快的计算.因此,处理矛盾问题的方法必须能把定量计算和定性分析结合起来.为此,我们建立了具有如下特点的可拓方法:

(1) 基于可拓推理的方法体系.

在人类的发展史中,人们要遇到各种各样的矛盾问题.在处理矛盾问题的过程中,总是把事物看成可以拓展的.根据事物的可拓性,提出了种种可以开拓的可能途径,进行了多种失败和成功的尝试,找到解决问题的方法.我们把这种思维方式称为可拓思维方式.对可拓思维方式的研究,将有利于总结人类开拓的历史,为今后的开拓提供合理的理论和方法.

解决矛盾问题,就是要根据事物的可拓性,变换问题的目标或条件,使目标得以实现.因此,思维方法需要拓展:从一个点拓展到一个区间、一个区域;从小的论域拓展到大的论域;从一个事物拓展为与其蕴含、相关的一批事物;从一维拓展到多维;从等式拓展到不等式;从事物的外延拓展到事物的内涵和内部结构.

概言之,要从传统的等量思维转向“拓展”的思维,为此,我们根据事物拓

展的可能性(可拓性),研究了表达事物拓展规律的可拓推理.而可拓方法则以可拓推理为基础.

(2) 建立以变换为中心的方法体系.

将矛盾问题转化为不矛盾问题的核心是变换.我们要从传统方法对匹配和蕴含的研究扩展为对变换和推理相结合的研究.

变换,有直接的,也有间接的.不少解决矛盾问题的策略是通过对与问题的目标或条件相关的事物的变换产生的.因此,在解决矛盾问题的方法中,既要研究直接的变换,也要研究间接的变换,即基于传导推理的变换.

在对变换的研究中,既要讨论其变换的形式,也要讨论变换的主体,变换采用的方法、工具、时间和地点,即需要从定性和定量两个角度去研究变换.

(3) 建立描述量变和质变的定量化工具.

为了解决矛盾问题,必须建立可计算的公式,以描述在某种变换下事物性质的量变和质变.由于在实变函数中规定:“区间内的点与区间的距离均为 0.”从而建立基于实变函数的计算公式无法描述量变和质变,无法描述事物性质的变化,也就无法表达解决矛盾问题的过程.为此,我们从最基本的概念“距离”着手,建立描述距离的新概念“距”,以突破经典数学中区间内的点与区间之距离均为零的规定.这样,可拓方法就可以描述“类内也有异”的客观现实,描述量变和质变的过程.

3. 理论和方法研究成果

十几年来,科学出版社与科学技术文献出版社等已出版了一批有关可拓学的学术专著,介绍可拓学的理论成果和应用成果,如《可拓工程方法》《物元模型及其应用》《从物元分析到可拓学》《可拓营销》《可拓策划》等,且已被多个领域的多项成果所引用.这些专著已成为我国大陆和台湾地区多所大学的研究生和本科生教材以及教学参考书.我国台湾地区已出版了《可拓工程方法》《可拓营销》两本专著的繁体字版;自 2002 年起,由科学出版社陆续出版《可拓学丛书》,其中包括专著的英文版.据不完全统计,《科学通报》《中国工程科学》《国际运筹学与定量管理》等 232 家杂志发表了有关可拓学的论文.在这些专著和论文中,初步建立了可拓学的理论和方法体系的框架.

1.1.3 可拓学的初步应用

1. 可拓学在管理领域中的应用

日常生活中,人们经常面对各种各样的矛盾问题.在决策过程中,如何选择较优的方案,化不行为行,化不是为是,化对立为共存,是考验决策者水平的重

要标志. 如何帮助决策者提出类似“围魏救赵”“空城计”等高水平的策略, 如何利用计算机帮助他们进行决策, 是可拓学的出发点和归宿. 三十多年来, 可拓论和可拓方法与管理科学的结合主要体现在以下几个方面:

(1) 可拓决策.

1988 年, 国家自然科学基金项目“决策系统中处理矛盾冲突问题的规律研究”开启了基金委对可拓学研究的支持, 多年来, 国家基金委管理科学部用 6 个项目支持了广东工业大学可拓工程研究所, 使可拓学研究生存下来并逐步发展. 其中, 国家自然科学基金项目“转换桥的理论与方法研究”“关键策略的生成方法与协调问题”等研究可拓论在决策过程中的应用. 1989 年, 叶雅阁等主编的《决策科学手册》把“可拓决策”作为第十六章介绍给读者. 应该说, 可拓决策的研究还仅仅是开始, 大量的工作还有待于相关学科的学者去开创研究.

(2) 可拓营销.

在营销领域中, 存在大量的矛盾问题, 如何使非顾客群体转化为顾客群体, 使不可控的资源转化为可控的资源……这些问题可以用可拓方法去研究, 以提出可供使用的策略. 1999 年, 国家自然科学基金项目“可拓营销的理论与方法”支持了“可拓营销”这一研究方向, 作为课题的研究成果之一的专著《可拓营销》于 2001 年由科学技术文献出版社出版, 并在我国台湾地区用繁体字出版, 尽管目前的研究还有待继续深入, 但已开辟了可拓论与营销学相结合这一研究方向.

(3) 可拓策划.

策划领域中要就很多矛盾问题的解决提出策略并进行决策. 广东工业大学的杨春燕研究员提出了可拓策划这一研究方向. 2002 年, 国家自然科学基金以项目“可拓策划的理论与方法研究”支持了这一方向, 作为这一课题的成果之一, 专著《可拓策划》由科学出版社于 2002 年出版, 并列入了“可拓学丛书”. 该书研究了策划中的矛盾问题, 初步提出了可拓策划的理论和方法, 为广大学者继续研究可拓策划打开了一条新路径.

此外, 金融可拓工程、管理可拓工程的研究也已提出, 一些学者正在这些领域中耕耘.

2. 可拓学在控制领域中的应用

控制领域中, 存在形形色色的矛盾问题. 华东理工大学王行愚教授率先把可拓论引入控制领域, 提出了“可拓控制”这一研究方向. 1994 年, 王行愚教授承接了国家自然科学基金项目“可拓控制”, 发表了一批有关可拓控制的论文.

紧接着,清华大学自动化研究所金以慧教授和她的学生潘东发表了可拓控制的有关论文。

随后,山东大学、台湾淡江大学等单位的学者开展了可拓控制的研究.淡江大学杨智旭副教授等研制了应用于起重机和机器人的可拓控制器,取得了较好的成绩。

“可拓控制器”的产品化及其推广,将更多产品装上可拓控制器,是“可拓控制”这一研究方向的重要任务.当然,有关可拓控制的基础理论和基本方法有待于自动化领域的学者继续进行深入的研究。

3. 可拓学在检测领域中的应用

检测,有如眼睛的作用,在生产过程中,大量的参数难以检测,有时缺乏相应的仪器,有时在现有环境下已有的检测仪器无法使用.如何解决这些不可检测的问题?广东工业大学余永权教授提出了化不可检测为可检测的“可拓检测技术”.2000年,他承接了广东省自然科学基金项目研究可拓检测.2002年,他又承接了国家自然科学基金项目“可拓检测的物元机制研究”,其后,他发表了一批基础理论的研究成果,并申请了“可拓检测技术”专利,研制了使用可拓检测技术的电饭煲,由广州柏力坚公司生产。

可拓检测技术从理论研究发展到技术的研究和产品的研制,取得了较好的成绩.但应该说,目前的研究还是很初步的,大量的理论、方法和技术课题需要进行探讨,还有待于自动化领域的学者去发展、推广这项技术。

4. 可拓学在信息科学中的应用

信息,可以生成知识.信息,可经变换而生成策略,以帮助人们处理各种问题.为此,我们必须研究信息的内涵。

用物元、事元、关系元及它们的组合去描述信息的内涵,产生了可拓信息.用可拓推理规则去拓展信息,用可拓推理方法去生成知识,用可拓变换去产生策略,从而形成处理矛盾问题的可拓信息方法。

可拓信息方法将在信息科学中提出一个新的分支,为提高计算机的智能水平做出贡献。

5. 可拓学在人工智能中的应用

人工智能技术,已在生产实践中发挥很大的作用.然而,不少人工智能专家认为,人工智能尚缺乏成熟的、系统的理论,必须加强人工智能基础理论的研究,而可拓学正好在此发挥重要的作用.有的人工智能专家认为:“可拓论可以作为广义人工智能的理论基础。”