

目 录

前 言

第一章 绪论 (1)

§ 1.1 可拓学的研究对象 (1)

一 可拓学产生的背景 (1)

二 矛盾问题 (2)

三 研究事物的可变性 (3)

§ 1.2 可拓学的理论框架 (4)

一 可拓学的逻辑细胞 (4)

二 物元理论 (5)

三 可拓集合理论 (5)

§ 1.3 可拓方法与可拓工程方法 (8)

一 物元可拓方法 (8)

二 评价方法 (8)

三 物元变换 (9)

四 可拓工程方法 (9)

§ 1.4 可拓学的学科体系、性质和前景 (10)

一 可拓学的学科体系 (10)

二 可拓学的性质与特色 (12)

三 可拓学与其他学科的关系 (12)

四 可拓学的发展前景 (14)

第二章 物元的可拓性与物元可拓方法 (16)

§ 2.1 基本概念 (16)

一 物元的概念 (16)

二 聚合物与系统的概念 (27)

三 物元变换的概念 (27)

四 传导变换的概念 (30)

五 问题的物元模型.....	(31)
§ 2.2 发散树.....	(32)
一 物元的发散性.....	(32)
二 发散树.....	(36)
§ 2.3 分合链.....	(41)
一 物元可扩的概念.....	(42)
二 物元的可扩性.....	(48)
三 分合链.....	(49)
§ 2.4 相关网.....	(53)
一 相关的定义.....	(54)
二 物元的相关性.....	(56)
三 相关网.....	(56)
§ 2.5 蕴含系.....	(65)
一 蕴含的概念.....	(65)
二 蕴含性.....	(66)
三 蕴含系.....	(67)
§ 2.6 共轭对.....	(73)
一 虚实.....	(73)
二 软硬.....	(76)
三 潜显.....	(79)
四 负正.....	(82)
第三章 评价方法与菱形思维方法	(86)
§ 3.1 可拓集合与关联函数.....	(86)
一 可拓集合.....	(86)
二 关联函数.....	(95)
三 可拓关系	(103)
§ 3.2 评价方法	(106)
一 优度评价法	(107)
二 真伪信息判别方法	(116)
三 物元相容度判别法	(121)
§ 3.3 菱形思维方法	(122)
一 一级菱形思维模型	(123)

二	多级菱形思维模型	(124)
三	解决矛盾问题的菱形思维方法	(124)
四	逆向菱形思维方法	(128)
第四章	物元变换方法	(130)
§ 4.1	物元的基本变换与变换的运算	(130)
一	物元的基本变换	(130)
二	变换的运算	(136)
§ 4.2	物元变换的性质	(138)
§ 4.3	复合变换	(141)
一	中介变换	(141)
二	补亏变换	(148)
§ 4.4	转换桥方法	(153)
一	转换桥的实际背景	(153)
二	基本概念	(154)
三	转换桥的性质	(157)
四	利用转换桥处理对立(系统)问题的方法	(157)
第五章	可拓工程方法	(169)
§ 5.1	可拓方法在新产品构思中的应用	(169)
一	第一创造法	(169)
二	第二创造法	(170)
三	第三创造法	(173)
§ 5.2	可拓方法在决策中的应用	(176)
一	可拓决策方法的特色	(176)
二	可拓决策方法的步骤	(177)
三	框图	(180)
四	用可拓方法生成关键策略	(180)
§ 5.3	可拓方法在搜索中的应用	(183)
一	根据已知信息利用可拓方法进行搜索	(185)
二	分析真伪信息	(186)
三	分析作案者采取的策略	(187)
§ 5.4	可拓方法在诊断中的应用	(188)
一	可拓方法在诊断中应用的步骤	(189)

二	框图	(193)
三	可拓诊断方法的特色	(193)
§ 5.5	可拓方法在产品设计中的应用	(194)
一	几个概念	(194)
二	可拓方法在产品设计中应用的步骤	(195)
三	框图	(198)
§ 5.6	可拓方法在营销战略策划中的应用	(198)
一	应用可拓方法进行营销战略策划的特点	(198)
二	应用可拓方法进行企业营销战略策划的步骤	(200)
三	框图	(202)
§ 5.7	可拓方法在识别与评判中的应用	(202)
一	可拓方法在识别中的应用	(203)
二	可拓方法在评判中的应用	(207)
§ 5.8	可拓方法在控制中的应用	(209)
§ 5.9	案例	(211)
案例 1	“光控玩具蟋蟀”系列产品的构思	(211)
案例 2	某地区关键策略的制定	(213)
案例 3	某文物被盗案的侦查	(215)
一	搜索嫌疑犯 N_x	(215)
二	判断真伪信息, 确定案犯 N_x	(217)
案例 4	某厂对生产高档铅笔刨刀的营销战略策划	(218)
案例 5	对人类化石的识别	(221)
案例 6	宇航高压容器强度性能的评定	(223)

第一章 绪 论

§ 1.1 可拓学的研究对象

一 可拓学产生的背景

纵观人类历史,从有巢氏、燧人氏、神农氏到大禹治水,从第一次工业革命到现代社会,人类解决了各种各样的矛盾问题,使社会逐步向前发展.在这个过程中,人和大自然的关系可分为三个阶段:第一阶段是屈从于大自然的阶段;第二阶段是与大自然抗争的阶段;第三阶段,随着科学的发达,在 21 世纪,人类将进入驾驭大自然,与大自然和谐发展的智力圈时代.

在漫长的历史进程中,人类遇到无数的问题.为了扩大生存空间,古猿从树上下到地面;为了解决寒冷的问题,人类学会了钻木取火;为了在疾病、瘟疫中生存下来,人类学会了医病;为了解决衣食的矛盾,人类从刀耕火种到圈养动物;为了防止洪水泛滥,人类学会了修堤防洪.第一次工业革命以后,科学的发达,更解决了人类的需要和大自然无法满足的种种矛盾.

在人类社会的发展过程中,人与人之间的矛盾更是不计其数.为了争夺战争的胜利,人们策划了各种奇谋妙计,如《三国演义》里孔明的“空城计”解决了以少胜多的矛盾,春秋战国的“围魏救赵”解决了路远时迫的矛盾.

在经济建设和现代企业管理中,管理者要解决的矛盾更是错综复杂.行政首脑要处理大系统中各种各样的复杂矛盾;大型工程要解决各个子系统之间的种种问题;公安部门的侦查员要破案,犯罪者要潜逃;在市场竞争日趋激烈,新产品层出不穷的形势下,各企业要解决使自己立于不败之地的课题…….

在我们身边,时时处处都存在问题.只有少量资金,却要办一

个大公司；要在下雨天走路，又不想被雨淋湿；靠右行驶的交通系统和靠左行驶的交通系统要连成一个大系统……。纵观这些形形色色的问题，不难发现，它们的共同特点是：问题中存在不相容的两个部分，我们统称为矛盾问题。

可以说，人类的历史，就是一部解决矛盾问题的历史。要解决矛盾问题，就必须开拓。从生存空间的开拓到各个领域的开拓，从宏观的开拓到微观的开拓，从向大自然的开拓到人类自身智力的开拓。因此，人类的历史，也是一部开拓的历史。

矛盾，开拓，是人类的主旋律。

在矛盾问题面前，有人束手无策，有人妙计连生。矛盾问题不是没有解，而是有很多的解法，这些解法，就是所谓“窍门”、“办法”、“策略”。当然，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？能否用形式化的方法来描述人们处理矛盾问题的过程，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地球，使人类在解决矛盾问题的过程中与大自然和谐发展？这就是摆在我们面前的一个大课题，也是可拓学产生的实际背景。

可拓学研究的对象就是现实世界中的矛盾问题，研究方向就是探讨处理矛盾问题的规律与方法。它的产生与发展是人类社会发展的必然产物。可拓学的研究将不仅使人变得更聪明，也使人类的开拓活动能与大自然更协调。

二 矛盾问题

矛盾问题无处不有。根据矛盾的性质，可以把矛盾问题分为三类：

(1) 主客观矛盾问题，又称不相容问题，是指主观愿望和客观条件产生矛盾的问题。例如，要用最大称量 100 千克的小秤去称重量达数吨的大象（即曹冲称象问题）是不相容问题；要将高 3 米的机器搬进高 2 米的大门里面，也是不相容问题。

(2) 主观矛盾问题, 又称对立问题。是指在同一条件下要实现两个或多个不能同时实现的目的的问题。例如, 要在同一个笼子里放一只狼和一只鸡; 要设计重量轻而又耐磨的飞行器零件; 要制造人造卫星上能同时发射携带多个参数信号的发射机, 这些都是对立问题。

(3) 客观矛盾问题, 是指客观事物存在的矛盾构成的问题。植物要在沙漠里生长, 老鼠要逃避猫的追捕等都是客观矛盾问题。

显然, 矛盾问题广泛存在于人类活动的各个领域, 存在于自然科学、社会科学和工程技术中。如果矛盾问题涉及的对象是系统, 则称为系统矛盾问题, 系统矛盾可以是上面三类矛盾中的一类或几类。如香港的交通系统和大陆的交通系统就是两个对立的系统, 因为它们的交通规则是对立的, 要把它们连成一个大系统就是系统矛盾问题。

三 研究事物的可变性

要解决矛盾问题, 就必须对问题的目的或条件进行某些改变, 因此, 我们必须研究事物能否改变, 有何种改变方法, 改变会造成何种作用, 也就是说, 我们必须研究事物的可变性以及事物变化的规律。

事物的变化有两种形式, 一种是自然变易, 一种是人工变易。自然变易是指没有人的作用, 事物本身或其环境发生的变化; 人工变易是指人的干预而使事物产生的变化。人们主要使用人工变易的方法使矛盾问题变为相容问题。

在客观世界中, 事物是质与量的统一体。因此, 事物的变化有量变和质变之分。在解决矛盾问题的过程中, 既要考虑事物量的变化, 也要考虑质的变化。为了解决矛盾问题, 可拓学把对量变的研究和对质变的研究结合起来, 不只研究事物的数量关系及其变化, 也研究事物之间的关系及其变化, 并把它们结合起来。

可拓学的理论称为可拓论, 其基本方法称为可拓方法, 可拓方

法在各个领域中的应用方法,称为可拓工程方法。

§ 1.2 可拓学的理论框架

可拓学用形式化的工具,从定性和定量两个角度去研究解决矛盾问题的规律和方法。可拓学的理论支柱是物元理论和可拓集合理论,其逻辑细胞则是物元。

一 可拓学的逻辑细胞

在客观世界中,存在着的一切事物都是质与量的统一体。事物的质变和量变是紧密联系、互相制约的。经典数学从客观事物中抽象出它的量与形,研究事物的数量关系和空间的形式,撇去了事物的质的方面。因此,经典数学及其方法,在一定的条件下,有其广泛的适用性。但是,要解决矛盾问题,既要考虑质的变换,又要考虑量的变换。由于经典数学撇开了事物质的方面,所以,数学模型对付矛盾问题就显得苍白无力。

通过大量的实例分析发现,要寻求解决矛盾问题的形式化方法,只考虑事物的量变是不够的,必须将事物、事物的特征及相应的量值作为一个整体来研究,运用定性与定量相结合的方法去解决矛盾问题。为此,可拓学引入了把质与量有机结合起来的物元概念,它是以事物、特征及事物关于该特征的量值三者所组成的三元组,记作 $R=(\text{事物}, \text{特征}, \text{量值})=(N, c, c(N))$ 。物元的概念正确地反映了质与量之间的关系,我们以它作为可拓学的逻辑细胞。引进了物元,就可以更贴切地描述客观事物变化的过程,在它的身上,孕育着从低级到高级,从简单到复杂的可能性,从而为解决矛盾问题的形式化提供了可行的工具。

由于物元具有内部结构及内部结构的可变性,因而,物元变换为描述人们解决矛盾问题而进行的平行性、整体性和变通性的思维活动提供了可行的工具。

二 物元理论

事物变化的可能性,称为物元的可拓性.事物的变化以物元变换来描述,物元理论的核心就是研究物元的可拓性和物元的变换以及物元变换的性质.

物元理论以形式化的语言描述事物的可变性及其变换,因此,能够进行推理和运算,甚至最后以计算机来作为工具.

物元理论的提出,使人们能够更全面地去认识事物,了解事物的内外关系、平行关系、蕴含关系,以及与其它事物结合和自身分解的可能性,这就为解决矛盾问题的方法提供了依据.

物元理论的提出,使我们能够用形式化的语言描述事物变化所引起的各种作用,特别是连锁作用和事物的因果关系,使我们既能利用事物的因果关系去制定解决问题的方案,又可以利用物元变换的传导性去研究事物变化可能引起的副作用.

物元理论的提出,使我们能够形式化地描述人们的思维过程,从而使人们能够按照一定的规律合理地思维,以得到所需要的策略、窍门和办法.

三 可拓集合理论

为了把人们解决矛盾问题的过程定量化,并最后用计算机处理矛盾问题,可拓学必须建立相适应的定化工具.其基础就是可拓集合理论,它包括可拓集合、关联函数与可拓关系.可拓集合可以定量化地描述事物的可变性.在可拓集合论的基础上,将形成新的数学分支——可拓数学.

众所周知,当经典集合论及建立于其上的经典数学获得极大发展时,传统的集合论面临着两方面的挑战:来自内部的挑战始于罗素(Russell)集合悖论所引发的第三次数学危机,对罗素悖论的研究产生了一批思想深刻的成果,反映出人们对经典集合的反思和调整;来自外部的挑战在于经典集合无法描述事物的模糊性状态,而使经典数学难以对付大量的模糊性问题.基于此,1965年,

查德(L. A. Zadeh)提出了模糊集合的概念,这是传统集合观念的一次突破。

可拓集合的提出使集合观念发生了具有质变意义的变革,它突破了传统集合观念的禁区,而使集合具有一种创新的、反常规的特性,如:集合元素的动态性、层次性、质与量的统一性及元素内部结构的可变性等。可拓集合中“既是又非”的临界概念也使可拓集合能形式化、量化地描述质变和量变,可拓集合中的可拓域描述了是与非的转换,从而能定量地描述事物的可变性。

经典数学具有高度的抽象性,这种抽象是舍去了事物任何质的规定性,仅从数量和形式上所作的抽象。在可拓集合论中,抽象不仅顾及量,也顾及质,物元可拓集合使数学的抽象从数量关系和空间形式发展到事物的质的抽象。

经典数学具有逻辑严谨性,它固守于形式逻辑及公理化体系之上,但严格的二值逻辑使它与许多美好的东西失之交臂。模糊集合的出现,冲开了一条防线(排中律破缺),而可拓集合的出现,使得更多的逻辑规律将发展为可拓逻辑。

毫无疑问,数学的应用广泛性更是由于可拓集合的出现而开辟了新的领域,使它得到更充分的体现。多种集合及其相应理论的并存,使数学可以向更多领域(包括人脑思维领域)渗透的趋势更加明朗。

早在近代科学的黎明期,德国数学家莱布尼兹就指出:数学的本质不在于它的对象,而在于它的方法。这已为数学发展史上无数事实所证实。如果说人们过去更多地把集合看成是一个数学的基本概念的话,那么由于可拓集合的出现,人们更加清楚地认识到集合本质上就是一种方法,是人脑对客观事物进行识别、分类,进而实行数量化处理的一种数学抽象方法。

对给定的论域 U 与给定的性质 P ,构造集合的过程主要是人们依照一定的准则对元素 $u \in U$ 与性质 P 之间的关系的识别,进而对元素进行分类的过程,依据不同的准则对对象进行识别、分类,可分别得到 Cantor 集合、Fuzzy 集合和可拓集合。

在可拓集合中,建立了“关联函数”这一新概念.通过关联函数值,可以定量地描述任一元素 $u(\in U)$ 属于正域、负域或零界三个域中的哪一个,就是同属于一个域中的元素,也还可以由关联函数值的大小区分出不同的层次.例如,在考察产品是否合格时,在同属于“不合格品”这个域的元素中,还可以依据关联函数值的大小,区分出是“废品”还是“可返工品”.这样,在可拓集合中,不仅把 Cantor 集合中“属于”和“不属于”的定性描述发展为定量描述,而且把 Cantor 集合中“类内即为同,类间即为异”的关系,发展为“类内尚可区分不同层次”的关系.所以,可拓集合较之 Cantor 集合对客观事物的分类,可做出更加细致的描述,这也是对集合论思想的一个发展.

在可拓集合中,考虑了元素的可变性,这就把分类不是看作一成不变的,而是看作可以通过一定条件使其变化的,这样,可拓集合就把客观事物的转化问题引入到集合论的基本思想中.因此,在可拓集合中就可以描述通过各种途径(如各种变换)促使矛盾转化的过程.这是可拓集合较之 Cantor 集合增加的功能.

可拓集合的选集过程表明:识别与分类可以凭借思维主体的需要来确定,这种方式的主体决定性正是方法的本质所在.可拓集合论的形成过程完整地展现了集合方法是如何构造全新的理论来解决特定的问题(矛盾问题).

如上所述,集合论出现了多样性,每个集合各自拥有它特有的概念与方法,各自构成它特有的逻辑和数学内容.集合论的多样性表明了这样一个事实:人脑思维可以对多种客观事物作多角度,多层次的思考,并以多种形式来构造集合表征对象,这反映出集合方法在反映对象时所具有的能动作用.

当可拓集合的元素是物元时,则构成物元可拓集.它与经典集合的区别在于,前者的每一个元素都是一个事物的质与量的统一体,而且,元素内部的结构不是一成不变的,它们能够变动(包括分解).由于元素内部的变化,使元素在集合中的“地位”发生改变.因此,物元可拓集能够比较合理地描述自然现象和社会现象

中各种事物的内部结构,彼此间的关系以及事物的变化。

概言之,经典集合描述现实世界中“是”就是“是”,“非”就是“非”的确定性概念,模糊集合描述事物的模糊性概念,而可拓集合则描述事物的可变性,它把是与非的定性描述发展为定量描述,并用以描述“是变为非”,“非变为是”的过程。

经典集合的逻辑关系是形式逻辑,模糊集合的逻辑关系是模糊逻辑,而可拓集合的逻辑关系是以辩证逻辑和形式逻辑相结合的可拓逻辑。

§ 1.3 可拓方法与可拓工程方法

方法是理论与实际的桥梁。可拓方法是可拓论解决矛盾问题的工具。可拓方法的依据是物元理论和可拓集合理论。

一 物元可拓方法

为了解决矛盾问题,必须变换问题的目的或条件。要往哪里改变?有什么可供选择的方案?物元的可拓性(包括物元的发散性、可扩性、相关性、蕴含性和共轭性),为人们进行创造性思维提供了开拓的众多方法和途径,从不同角度指出向内、向外或平行开拓的可能性。以可拓性为基础,我们提出了物元可拓方法——发散树、分合链、相关网、蕴含系、共轭对。根据这些方法,人们可以设计出解决求知问题或求行问题中的多种方案。这些方法描述了发散性的思维过程。

二 评价方法

在利用物元可拓方法得出的解决问题的众多方案中,必须从可行性和优化的角度进行评价,以确定少量可供选择的方案。在这里,我们建立了优度评价法、真伪信息判断法等。它们依据的是可拓集合理论。利用关联函数定量地评价方案的优劣,这是收敛性的过程。

我们把先发散后收敛的方法称为菱形思维方法。菱形思维方法把定性和定量结合起来,它能够更贴切地、全面地提出较优的、可行的方案。

三 物元变换

确定了可供采用的物元以后,我们必须把原有的物元变换为能解决问题的物元,这是物元变换。物元变换是解决矛盾问题的基本工具,物元变换是既可以进行量的变换,也可以进行质的变换的方法。物元变换有它们特有的性质,这些性质描述了事物、特征和量值中某一个要素的变换会引起的传导作用。根据物元变换,人们可以得到解决矛盾问题的各种“窍门”和“办法”。这些方法,也为研究决策产生的连锁作用提供了形式化的工具。人们利用物元变换把矛盾问题转化为相容问题。

综上所述,可拓方法包括了物元可拓方法、评价方法和物元变换,这是可拓学特有的、可操作的方法。可以说,这些崭新的方法,是方法论上的创新。

四 可拓工程方法

把可拓方法应用于决策、新产品构思、搜索、控制、诊断、评判和识别等领域的方法,称为可拓工程方法。可拓工程方法把可拓方法与各领域的专业知识相结合,而形成适合于相应领域的方法。

必须指出的是,没有必要强求单独用可拓方法去解决实际问题,而应该提倡利用可拓方法去与专业方法相结合,去解决原有方法未解决的问题、或者提出比原有方法解决得更好的方法。

可拓工程方法应用于工农业、医学、生物、军事、经济等领域,将会产生各种各样的应用成果,也必将在各领域发挥较大的作用。

可拓方法与可拓工程方法有如下三个特色:

(1) 物元模型化、数学模型在当今社会各个领域起着越来越

大的作用,数学建模的过程是一个问题理想化的过程,数学抽象的理想化常常舍去问题的许多实际内容,也顾及不到问题过程中的中介状态和质变过程.因此,不少实际问题被用矛盾问题或矛盾不等式描述,但在实际工作中,它们是有解的.显然,这是由于不恰当的模型造成的.

物元模型是将现象或问题给以物元表述的物元关系式,是在数学模型的基础上发展起来的.在可拓学中,不是一般性地谈论事物变化的规律,而是采用一定的形式化工具,利用物元模型来制定开拓方案和评价方案,创造可操作、可推理的方法,以至于利用计算机去解决它们.由于利用了物元的可拓性,可以使很多被描述为矛盾方程或矛盾不等式的问题能够在物元模型下得到解决.可以说,从物元模型的角度看,大量的矛盾问题都是伪矛盾问题.

(2) 定性定量相结合

利用物元模型解决矛盾问题的过程中,由于采用了可拓方法,因此,既可以利用物元的可拓性确定定性的方法,又可以利用可拓集合论,通过关联函数进行定量计算,应该说,可拓方法是定性定量综合的较好形式.

(3) 非封闭性

可拓学采取了形式化的方法和一定的推导过程去解决问题,但是在有的地方,保留了一定开放的环节,让人脑可以参与,从而根据实际情况,修正不合理的模型,使之得到更切合实际的解.此外,可拓方法本身也不是封闭的,它可以也必然和其它的专业方法兼容并用,取长补短,相得益彰.

由于可拓工程方法具有这些特点,使得它的应用能更切合实际,更能得到可行的方案.

§ 1.4 可拓学的学科体系、性质和前景

一 可拓学的学科体系

如图 1-1 所示

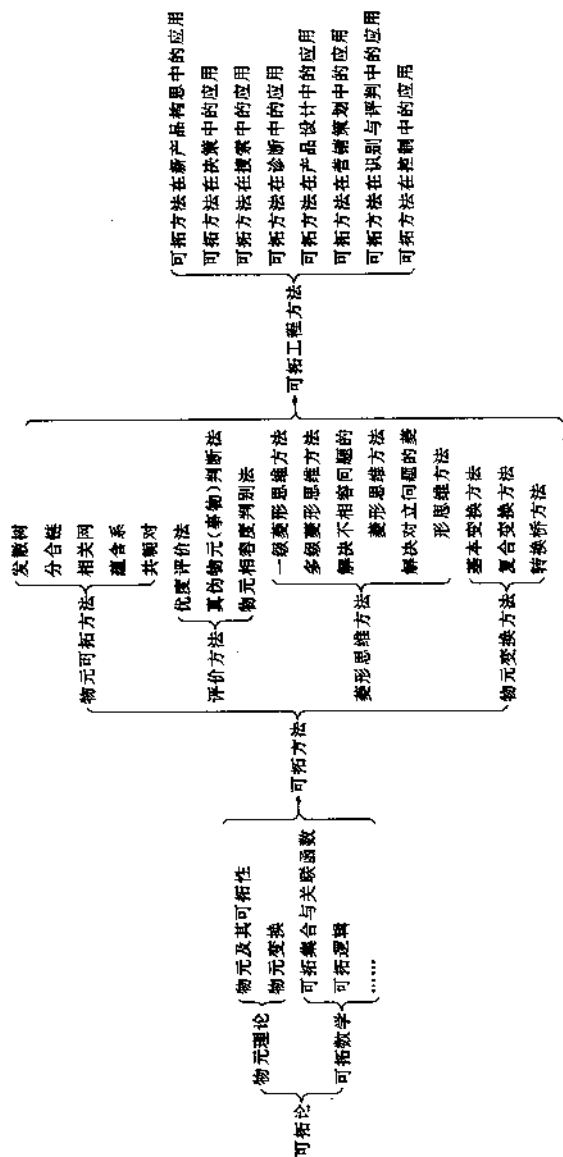


图 1-1 可拓学的学科体系

二 可拓学的性质与特色

每当科学发展到一个新的阶段,总有一些与之相适应的方法产生,从而推动科学技术和人类社会的进一步发展。

现代社会的发展推动人们的思维方式发生深刻的变革,这种变革的总体特征是思维视野的变化,具体表现在思维的方式由封闭性走向开放性,由单一性走向多样性,由静态性转向动态性。可拓学正是为适应这种思维方式的变革而产生的一门学科。

可拓学是研究事物的可拓性以及开拓的规律与方法,并用以解决矛盾问题的学科。由于自然科学和社会科学的各学科中都存在矛盾问题,都存在需要开拓的对象,因此,可拓学必然象系统论、信息论、控制论一样,成为一门贯串于自然科学和社会科学而应用较广的横断学科。

可拓学有如下三个特色:

- (1) 提出了化矛盾问题为相容问题的基本思想和方法。
- (2) 建立了物元理论,以物元的可拓性为依据的物元变换为解决矛盾问题提供了强有力的工具。
- (3) 建立了可拓集合理论。以可拓域和临界元素对事物量变到质变进行定量化描述,在可拓集合的基础上,将形成可拓学的定量化工具——可拓数学。

三 可拓学与其他学科的关系

(1) 可拓学与数学的关系

可拓集合论的产生与初步发展,使数学再一次跨越了确定性研究范围,步入了事物可变性的领域。同时它以定量形式统一补充了形式逻辑同一律和矛盾律的亏缺,将辩证法关于矛盾转化及质与量互相转化的思想引入数学。一个新的数学分支——可拓数学,可望在不久的将来逐渐形成体系,从而使数学不仅能为各门科学解决量变范围内的问题,而且可能有效地描述质变的过程。

可拓学与数学的研究对象不同,研究方法也不一样。可拓集

合论从数学单纯的定量研究发展到定性与定量相结合,从数学模型扩展到物元模型,从数学单纯研究元素扩展到研究元素的内部结构和内部可变性。

可拓学不是数学的一个分支,它的定量化工具是可拓数学,可拓数学是数学的一个分支,它的基础是可拓集合论与由形式逻辑和辩证逻辑发展而来的可拓逻辑。由此可见,将数学从仅研究客观世界的数量关系和空间形式扩展到用可拓数学研究事物的质、特征和量值,无疑是对数学的深化和发展。

(2) 可拓学与思维科学的关系

任何学科都必须具备自己的专门研究对象,即它不能同其它学科以同样的方式去研究同样的对象,否则就不能成为一门独立的学科。可拓学源于探索“出点子,想办法”,创造性地完成某方面的任务的思路及分析方法,它利用其独特工具去研究创造性思维的过程,因此,可拓学的发展将推动思维科学的研究。

知识都是思维的成果,它又反过来向思维提出了挑战。应用可拓学于思维科学的研究,必将推动智能机的发展,把人的知识、智力发展到更高的程度。

关于创造性思维的问题,以往人们总是将其归为长期思考而未得其解的灵感迸发,而没有去探索这些灵感迸发的内在机制。可拓学的出现打破了这种直觉性、灵感性的发现模式,建立了通向新发现、新发明的探幽入微之路,使昔日只有聪明人凭灵感才能发现的东西对于普通人来说也能发现。

对思维过程的自然语言描述具有一定的局限性。为了形象而直观地研究思维过程,我们应该赋予其以数学化的内容,但经典数学严格的二值逻辑使它在思维领域中的应用受到很大的限制,而可拓学却可以作为思维科学研究的形式化工具。

(3) 可拓学与哲学的关系

可拓学作为一门横断学科,必然要遵循科学技术哲学的基本规律,在哲学的指导下发展。

在认识论方面,可拓学提出了物元的概念,其基本理论之一的