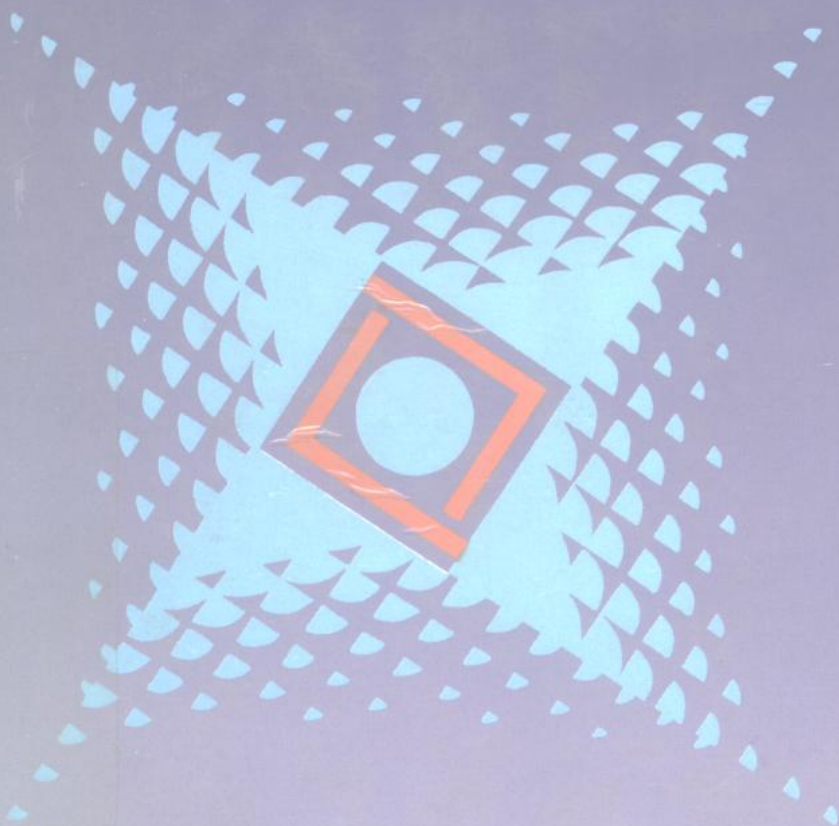


交叉科学概论

● 主编 解恩泽 赵树智 刘永振



山东教育出版社

交叉科学概论

解恩泽 赵树智 刘永振 主编

山东教育出版社

1991年·济南

鲁新登字 2 号

交叉科学概论

解恩泽 赵树智 刘永振 编著

*

山东教育出版社出版

(济南经九路胜利大街)

山东省新华书店发行 山东新华印刷厂潍坊厂印刷

*

850×1168 毫米 32 开本 17.5 印张 4 插页 383 千字

1991 年 11 月第 1 版 1991 年 11 月第 1 次印刷

印数 1—1,020

ISBN 7—5328—1302—9/G · 1111

定价: 10.85 元

前 言

在现代科学的历史进程中,存在着两种趋向,一种是单一学科的发展,一种是交叉学科的发展。前者是科学分化的表现,后者是科学综合的反映,它们同时并存,相互补充,不断地产生出新的学科。近 40 年来,随着科学发展中综合性研究趋势日益增强,新兴交叉学科如雨后春笋般地大量涌现,这不仅改变了现代科学的总体结构,加速了科学知识在高度分化基础上的高度整体化进程,而且对经济、政治、文化、教育、军事等社会各领域,以及人类的思维方式都产生了重大影响。现代社会面临的一系列重大问题,诸如能源问题、环境问题、生态问题、人口问题等,它们的解决都需要应用交叉科学的理论和方法。交叉科学已成为当代人类认识和改造现实世界不可缺少的理论工具,它有着强大的生命力。正如我国著名科学家钱三强指出:“可以预料,在某种意义上说,本世纪末到下一世纪初将是一个交叉科学的时代”。

自 60 年代以来,国际上交叉科学研究日趋繁荣,各种交叉科学研究机构、研究中心和学术团体纷纷成立。人们在创立和发展各门交叉科学的同时,还十分重视研究交叉科学的总体规律。1970 年 9 月,在法国召开了“大学的跨学科问题”国际学术讨论会,会后出版了文集《跨学科—大学中的教学和研究问题》。1976 年,在英国创办了国际性的交叉科学杂志《交叉科学评论》。我国学术界对交叉科学总体规律的研究,是从 80 年代开始的。1985 年,在北京召开了全国首届交叉科学研讨会,会后出版了文集

《迎接交叉科学的时代》。1986年,在天津创办了《交叉科学》杂志。近年来,一些交叉科学丛书、专著相继出版。探讨交叉科学的总体规律,是当代科学发展的需要,它对促进交叉科学研究,培养交叉科学人才,加速我国四化建设、改革开放的历史进程,无疑有着十分重要的意义。本书正是为适应这一需要而编著的。

本书作为探讨交叉科学总体规律的一次尝试,并非旨在全面、系统地阐述交叉科学的体系结构及其发展规律,而是着重讨论和分析几个带有一般性的问题:交叉科学的特征、类型和形成机制,自然科学向社会科学渗透的基本方式,交叉科学的社会功能,交叉科学的管理,交叉科学人才的培养,交叉科学的发展趋势,等等。为了有助于加深理解交叉科学形成和发展的一般规律,我们还对系统科学、软科学、思维科学、潜科学等学科的产生历史、体系结构和交叉科学属性作了一定的分析。

本书由解恩泽、赵树智、刘永振主编。参加编写的有(以姓氏笔划为序):于伟佳(第十章),王善婷(第九章),刘岩(第四章第二、三节),刘永振(第五、六章),关英民(第十二章第一、三、五、六节),何发成(第七章),张明国(第四章第四、五、六节),赵树智(前言,第一、三章,第四章第一节,第十二章第二、四节,参考文献,年表),解恩泽(第二、八、九章),滕福星(第十三章)。

本书在写作过程中参阅了有关交叉科学研究的论著,在此对这些论著的作者一并表示感谢。由于交叉科学涉及到极为广泛的知识领域,交叉科学总体规律的研究又是一个新的课题,而作者的学识有限,书中难免有缺点和不足,敬请广大读者批评指正。

作者

1990年10月

目 录

第一章 交叉科学的特征和类型	(1)
第一节 交叉科学的基本特征	(1)
一、交叉科学形成的跨学科性	(1)
二、交叉科学体系的独立性	(5)
三、交叉科学属性的偏序性	(8)
第二节 交叉科学的类型	(11)
一、按交叉学科的表现形态分类	(11)
二、按交叉学科的生成领域分类	(18)
三、交叉科学的整体结构	(23)
第二章 交叉科学的形成机制	(26)
第一节 单向移植	(26)
一、一学科向另一学科移植	(27)
二、一学科向某实际部门移植	(30)
第二节 双科交融	(35)
一、同学科内各分支的交融	(36)
二、不同学科之间的交融	(36)
第三节 多元综合	(39)
一、为研究客观现象而实现的多元综合	(40)
二、为探讨重大理论问题而导致的多元综合	(42)
三、为指导实际部门而完成的多元综合	(45)
第四节 侧面断析	(46)

一、系统论的形成	(47)
二、控制论的产生	(50)
第三章 自然科学向社会科学的渗透	(52)
第一节 自然科学向社会科学渗透的方式	(52)
一、自然科学的概念和原理向社会科学的移植	(52)
二、自然科学的方法向社会科学的推广应用	(56)
三、自然科学通过技术科学向社会科学渗透	(58)
四、自然科学通过综合性学科向社会科学渗透	(60)
五、自然科学通过系统科学向社会科学渗透	(60)
第二节 数学向社会科学的推广应用	(64)
一、数学向社会科学推广应用的的方式	(65)
二、社会科学中的数学模型	(70)
三、数学与社会科学相结合的交叉学科	(81)
第四章 自然科学和哲学相结合的交叉学科	(88)
第一节 数学哲学	(88)
一、数学哲学的历史沿革	(88)
二、数学哲学的主要内容	(91)
第二节 物理学哲学	(96)
一、物理学哲学的历史沿革	(96)
二、物理学哲学的主要内容	(99)
第三节 化学哲学	(103)
一、化学哲学的历史沿革	(103)
二、化学哲学的主要内容	(105)
第四节 天文学哲学	(109)
一、天文学哲学的历史沿革	(110)
二、天文学哲学的主要内容	(113)

第五节 地学哲学.....	(115)
一、地学哲学的历史沿革.....	(116)
二、地学哲学的主要内容.....	(118)
第六节 生物学哲学.....	(120)
一、生物学哲学的历史沿革.....	(120)
二、生物学哲学的主要内容.....	(124)
第五章 系统科学与交叉科学.....	(126)
第一节 系统科学的兴起和发展.....	(126)
一、什么是系统科学.....	(126)
二、系统科学产生的历史背景.....	(129)
第二节 系统科学与思维方式的变革.....	(134)
一、从“实物中心论”向“系统中心论”的转 变.....	(134)
二、从“严格决定性”向“概率统计性”的转 变.....	(138)
三、从“退化演化观”向“进化历史观”的转 变.....	(141)
第三节 系统科学的体系结构.....	(144)
一、系统科学在现代科学技术总体结构中的地 位和作用.....	(145)
二、从现代科学技术的纵向结构看系统科学的 体系结构.....	(147)
三、系统科学在交叉科学体系中的地位和作用.....	(150)
第四节 系统科学的跨学科特征.....	(152)
一、一般系统论关于“系统存在”的一般性.....	(153)
二、广义信息论关于“信息联系”的广泛性.....	(157)

三、理论控制论关于“反馈控制”的跨界性·····	(162)
四、自组织理论关于“自组织与进化”的普遍 性·····	(165)
第六章 软科学与交叉科学·····	(172)
第一节 什么是软科学·····	(172)
一、“软件”与“软科学”·····	(172)
二、软科学定义的异与同·····	(174)
三、软科学的基本特征·····	(175)
四、软科学兴起的时代背景·····	(177)
第二节 软科学的体系结构·····	(180)
一、软科学在人类知识大厦中的地位·····	(180)
二、软科学自身的知识结构·····	(182)
三、软科学研究主体的结构与功能·····	(183)
四、软科学对交叉科学发展的影响·····	(186)
第三节 软科学的思维方法·····	(191)
一、软科学思维方法的整体性原则·····	(191)
二、软科学思维方法的多维性原则·····	(193)
三、软科学思维方法的创造性原则·····	(195)
四、软科学思维方法的程序性原则·····	(197)
第七章 思维科学与交叉科学·····	(206)
第一节 思维科学的由来和发展·····	(206)
一、思维科学的由来·····	(206)
二、思维科学研究的对象和方法·····	(208)
三、思维科学发展的现状及趋势·····	(211)
第二节 思维科学的体系结构·····	(215)
一、思维科学的基础科学·····	(215)

二、思维科学的技术科学·····	(217)
三、思维科学的应用技术·····	(219)
第三节 思维科学与其它学科的交叉渗透·····	(221)
一、思维科学与系统科学的交叉渗透·····	(222)
二、思维科学与语言学的交叉渗透·····	(223)
三、思维科学与脑科学的交叉渗透·····	(224)
四、思维科学与医学的交叉渗透·····	(226)
第八章 潜科学学与交叉科学·····	(229)
第一节 潜科学的含义及其研究历程·····	(229)
一、潜科学的含义·····	(229)
二、潜科学的研究历程·····	(230)
第二节 潜科学的基本形态·····	(234)
一、科学问题·····	(234)
二、科学幻想·····	(237)
三、科学猜测·····	(240)
四、科学经验·····	(244)
五、科学悖论·····	(247)
六、科学蒙难·····	(249)
第三节 潜科学的主要特征·····	(252)
一、创造性·····	(252)
二、待定性·····	(254)
三、隐变性·····	(255)
四、高难性·····	(256)
五、趋显性·····	(258)
第四节 潜科学的产生、演进及其向显科学的 转化·····	(259)

一、潜科学产生的主要途径·····	(259)
二、潜科学的演进模式·····	(262)
三、潜科学向显科学转化的机制·····	(264)
第五节 潜科学学及其交叉科学属性·····	(265)
一、潜科学学的研究对象与内容·····	(266)
二、潜科学学的研究方法·····	(267)
三、潜科学学的交叉科学属性·····	(269)
四、潜科学学对交叉科学研究的意义·····	(271)
第九章 新技术革命与交叉科学·····	(275)
第一节 交叉科学是新技术革命的理论基础·····	(275)
一、交叉科学是新技术革命兴起的重要前提·····	(276)
二、交叉科学是新技术革命发展的必要条件·····	(278)
三、交叉科学是解决新技术革命中矛盾的有力 武器·····	(281)
四、交叉科学是制订新技术革命策略的主要 依据·····	(284)
第二节 新技术革命是交叉科学发展的动力·····	(286)
一、新技术革命为交叉科学研究提出新课题·····	(287)
二、新技术革命为交叉科学研究创造技术条件·····	(290)
三、新技术革命为交叉科学研究培养新型人才·····	(292)
第三节 交叉科学与新技术融合发展的主要趋势·····	(294)
一、交叉科学与新技术融合共进·····	(294)
二、交叉科学与新技术反馈式加速发展·····	(297)
第十章 交叉科学的社会功能·····	(302)
第一节 推动社会经济的发展·····	(302)
一、社会经济发展的科学基础·····	(302)

二、通过管理的科学化推动社会经济发展·····	(306)
三、通过教育的现代化推动社会经济发展·····	(313)
第二节 变革伦理观念·····	(319)
一、交叉科学变革伦理观念的理论基础·····	(320)
二、科学活动的伦理规范·····	(326)
三、现时代的新伦理观·····	(333)
第三节 促进全球问题的研究·····	(341)
一、全球问题是交叉科学的研究对象·····	(341)
二、系统方法是全球问题研究的方法论基础·····	(345)
三、全球模拟是研究全球问题的有效方法·····	(348)
第十一章 交叉科学的管理·····	(355)
第一节 交叉科学的特点·····	(355)
一、跨学科性·····	(355)
二、综合创造性·····	(357)
三、自组织协作性·····	(359)
第二节 交叉科学的基本形式·····	(361)
一、转移型研究·····	(361)
二、互补型研究·····	(364)
三、聚焦型研究·····	(368)
第三节 交叉科学的课题管理·····	(370)
一、制定鼓励交叉科学研究的政策·····	(371)
二、交叉科学研究面临的重大课题·····	(374)
第四节 交叉科学的组织管理·····	(381)
一、建立交叉科学的学术梯队·····	(381)
二、组织跨学科课题组·····	(385)
三、加强各学科间的学术交流·····	(388)

第五节 交叉科学研究的成果管理.....	(391)
一、科学评价交叉科学成果.....	(392)
二、辨识和扶植新兴交叉科学.....	(395)
第十二章 交叉科学人才的培养.....	(397)
第一节 交叉科学人才的基本类型.....	(397)
一、科学人才的基本类型.....	(397)
二、交叉科学人才的基本类型.....	(399)
第二节 软科学人才.....	(402)
一、软科学人才的历史沿革.....	(402)
二、软科学人才群体.....	(408)
三、世界著名软科学人才群体剖析.....	(414)
第三节 交叉科学人才的素质结构.....	(425)
一、科学人才的一般素质结构.....	(425)
二、交叉科学人才的知识结构.....	(428)
三、交叉科学人才的智能结构.....	(431)
第四节 软科学人才的素质结构.....	(438)
一、软科学人才个体的素质结构.....	(438)
二、软科学人才群体的素质结构.....	(448)
第五节 交叉科学人才的培养途径.....	(456)
一、进行早期综合性知识教育.....	(456)
二、设置交叉科学课程.....	(459)
三、重视培养双学位人才.....	(463)
四、开展多科性继续工程教育.....	(465)
五、组织交叉科学研究群体.....	(467)
第六节 迎接交叉科学的新时代.....	(471)
一、交叉科学人才培养的迫切性.....	(471)

二、正视差距，迎头赶上·····	(474)
第十三章 现代交叉科学的发展趋势·····	(478)
第一节 现代交叉科学兴起的背景·····	(478)
一、现代科学和技术革命的产生·····	(478)
二、现代科学思想的形成·····	(480)
三、重大综合性问题的出现·····	(484)
第二节 现代交叉科学的发展趋势·····	(489)
一、由缓慢增长转向加速发展·····	(489)
二、由线性交叉转向立体网络交叉·····	(491)
三、由理论的综合转向综合理论·····	(493)
四、由自然萌发转向组织研究·····	(495)
第三节 交叉科学研究的意义·····	(497)
一、有利于开拓新的科学领域·····	(497)
二、有利于树立新的科学观念·····	(500)
三、有助于解决重大科学和社会问题·····	(503)
主要参考文献·····	(507)
附录：交叉科学历史年表·····	(513)

第一章 交叉科学的特征和类型

正如任何一门科学都以自己的某些特征与其他学科相区别，交叉科学作为一类新型学科的总称，与单一学科相比，也有其自身鲜明的特征，了解交叉科学的特征及其类型，将有助于我们深入探讨交叉科学的规律，提高交叉科学研究的自觉性。

第一节 交叉科学的基本特征

一门科学的特征通常要在这门科学走向成熟时才能充分显示出来。交叉科学的某些学科虽然在历史上早就出现了，但作为一个新兴的科学领域，交叉科学却是在本世纪 40 年代以后迅速发展起来的，因此，我们还难以全面地、创造性地反映出它的全部特征。这里，只能就交叉科学的某些主要特征作以分析。

一、交叉科学形成的跨学科性

交叉科学是在不同学科的相互作用、相互结合中形成和发展起来的，因此，它的最突出特征之一是形成的跨学科性。如果我们追溯一下自然科学和社会科学发展的历史，不难看出，单一学科是不具有这一特征的。

科学的历史表明，任何一门科学理论都不是一下子产生出来的，而是在形成过程中有一个酝酿、孕育的潜科学阶段。单一学科的潜科学阶段都是在实践中或某一学科内部完成的，即

它们形成的背景知识具有某种单学科性。如数学中的欧氏几何学是在实践中直接酝酿、孕育出来的，非欧几何学则是在欧氏几何学内部酝酿、孕育出来的。

欧氏几何学就是通常中等学校讲授的几何学，它是数学中最古老的分支学科，主要研究点、线、面、体等有关平面和空间图形的性质和关系。欧氏几何学直接产生于人们的实践经验，古代中国、巴比伦、埃及、印度和希腊都是它产生的重要发源地。例如，我国的古书《墨子》和《周髀算经》中记载了不少经验几何学内容。古埃及人在测量土地和建造金字塔实践中，积累了大量几何学知识。正是在已有经验几何知识的基础上，古希腊学者欧几里得撰写出了《几何原本》这一数学巨著，使零散、片断的几何学知识成为一个有系统的理论体系。因此，可以把欧几里得几何学作为从实践中直接酝酿、孕育出来的单一学科的典型。

非欧几何学则是从单一学科内部产生出来的科学理论的典型。术语“非欧几何”有广义、狭义和通常意义三种不同的涵义。广义是泛指一切与欧几里得几何不同的几何，狭义是指罗巴切夫斯基几何，通常意义是指罗巴切夫斯基几何和黎曼几何两种。我们这里指原初意义上的非欧几何，即罗巴切夫斯基几何。

非欧几何的一个显著特征，是它的命题具有极大的反常性，不仅与欧氏几何的命题相冲突，而且与人们的经验认识格格不入，例如在非欧几何中三角形的内角和不是一个常数，不等于 180° ，而是小于 180° 的变数，且随着三角形三条边的增大而趋向于零；过平面上直线外一点，可以作无数条直线与该直线不相交；过锐角的一边作垂线，可以与斜边不相交；不存在相似的

三角形，等等。正因为如此，非欧几何学作为一门学科，不可能直接产生于人们的实践活动，而只能从解决欧氏几何学的内部矛盾过程中酝酿、孕育出来。这个矛盾就是科学史上著名的“欧氏第五公设问题”。

欧氏第五公设，亦称平行公理，其最初的表述形式是：若一直线与两直线相交，且同侧所交两内角之和小于两直角，则这两直线无限延长后必相交于该侧一点。这一公设是欧几里得《几何原本》五个公设中最后一个，故简称“欧氏第五公设”。由于这一公设与其他公设相比不那么显而易见，缺乏自明性，所以引起数学家的怀疑，认为它是一条定理，可以给出数学证明。于是，从欧几里得时代起，直到19世纪初非欧几何创立，历代数学家都试图给出它的数学证明，可是全都遭到了失败。从18世纪开始，某些深有远见的数学家开始用反证法来尝试解决这一历史难题。19世纪初，德国的高斯、匈牙利的亚·鲍耶和俄国的罗巴切夫斯基从问题的反面着手，在用反证法证明“欧氏第五公设不可证”的过程中，最终导致了非欧几何的发现。

可见，欧氏几何学产生于人们的实践活动，非欧几何学产生于欧氏几何学内部矛盾运动，这两个单一数学学科的产生都没有直接涉及到其它学科。当然，我们说欧氏几何学和非欧几何学的产生具有单学科性，并不是否定其它学科在它们产生过程中的作用，只不过是强调其它学科没有直接影响这两门学科的内容和性质。

交叉科学的形成方式却不同于单一学科。交叉科学是在科学的分化过程中，通过不同学科的相互作用和相互结合而产生的。因此，任何一门交叉学科都必然是以两门或两门以上学科为背景知识酝酿、孕育出来的，这就是交叉科学形成的跨学科