

交叉科学文库



数学·科学·哲学

孙小礼

光明日报出版社

JIAOCHA KEXUE WENKU

交叉科学文库之十六

数 学 · 科 学 · 哲 学

孙 小 礼 著

光 明 日 报 出 版 社

1988年

·交叉科学文库·
数学·科学·哲学

孙小礼著

*

光明日报出版社

北京永安路106号

新华书店上海发行所发行 安徽歙县印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 1/32 印张: 11.125 字数: 250千字

1988年3月第一版 1988年3月第一次印刷

印数: 1—10,500

书号: 13263·016 定价: 2.90元

1941/30/08

序

伊壁鸠鲁之神在世界的狭缝里生活，一代人在伊壁鸠鲁神中间生活。

他们既没有他们长辈们的那种史诗般的英雄履历，也没有他们晚辈们的那种“田园诗”般的现代快乐。

当他们来到科学王国的时候，这里是一派“纳乌戛”（HayKa）气氛；当他们开始耕耘的时候，这里又泛起“赛因斯”（Science）清波。

所以，他们要用两倍的生命，去推动生活的战车。

党的旗帜，他们紧紧跟随；科学的焦点，他们拼命追逐。

他们既做儿子，又当父亲；他们既要革命，又要建设。

科学与生产的交界处，他们去开发；自然与社会之间的处女地，他们去探索。

他们用生命谱写着历史，历史有时却表现得有点吝啬。

自然科学家说，他们不会在“希尔伯特空间”里走路；社会科学家说，他们不会用“科班的语言”进行经典式的临摹。

在革命家的眼里，他们是“承上启下”的模范后生。在企业家的眼里，他们又变成“星期五经济学”里的标准顾客。

别人争相去的地方，他们不会去；别人不愿去的地方，他们不断去开拓。别人欲取的东西，他们不愿取；别人欲弃的东西，他们却恋恋不舍。

当人们都在“赋生命以时间”的时候，他们却“赋时间以生命”；当人们都在寄欢乐于空间的时候，他们却寄空间于欢乐。

……。

啊——他们。

一群科学世界里的“普罗米修斯”，一批交叉科学领域的拓荒者。

他们已经做了什么？

他们将要做些什么？

所有这一切，成了外部世界都在竭力窥探的秘密；所有这一切，成了内部世界都在激烈论争的功过！

为了让历史记忆，为了让世人评说，我们出版了《交叉科学文库》——一束历史的花朵。

作为一代人的智慧，作为一种科学观的浓缩，作为一种理想的追求，作为一桩事业的拼搏，……。

这是特殊时期历史交叉的产物，又是特殊领域科学交叉的结果。

采摘这朵奇妙的历史花絮吧！

研究这幅神秘的历史画卷吧！

世纪之交的伟大使者！

中国管理科学研究院

1988.3

目 录

交叉科学：跨学科的研究·····	(1)
蔡元培的“沟通文理”思想·····	(12)

数学的性质和作用

关于数学的几个问题·····	(16)
数学的对象、特点和作用·····	(20)
数学是思维的工具·····	(35)
马克思、恩格斯与数学·····	(40)

科学方法论研究

把科学方法论的研究更加深入地开展下去·····	(57)
世界观、认识论和方法论的统一·····	(63)
理论思维的几个问题·····	(70)
数学方法·····	(95)
谈数量分析·····	(118)
关于判决性实验·····	(126)
科学方法论的历史考察·····	(130)
(一)亚里士多德及其《工具论》·····	(131)
(二)十七世纪的两位方法论大师：弗· 培根和笛卡儿·····	(135)
(三)近代科学方法的塑型者：伽利略、	

牛顿、莱布尼茨·····	(143)
(四)十八世纪科学思想方法的特征·····	(148)
(五)十九世纪的科学成就和科学方法·····	(157)
(六)实证主义哲学的兴起及其演变·····	(167)
(七)马克思主义哲学和科学方法论研究·····	(178)
(八)我国科学方法论研究概况·····	(189)
为《中国大百科全书》哲学卷所写的自然科学方法论 条目选：自然科学方法论、科学观察、科学实验、 思想实验、数学方法、科学假说、科学模型、科 学定律、科学理论、科学创造。·····	(195)

科学史和数学史研究

关于运动的量度的一场历史争论·····	(210)
人类认识热的曲折历史·····	(223)
牛顿的神学倾向及其社会根源·····	(238)
海王星发现始末·····	(258)
寻求新的思路	
——微分方程定性理论的产生·····	(265)
十六——十八世纪的欧洲数学·····	(273)

科学与哲学

对《自然辩证法讲义》(初稿)的几点说明·····	(303)
傅立叶是一首数学的诗，黑格尔是一首辩证法的诗 ·····	(311)
科学学应重视研究科学与哲学的关系·····	(314)
自然辩证法与建设高度的社会主义精神文明·····	(318)
哲学——精神的食粮·····	(321)
自然科学也是马克思主义的一个来源·····	(325)
无产阶级运动与现代科学的结合·····	(330)
——纪念马克思逝世一百周年	

交叉科学：跨学科的研究*

交叉科学，已经不是一个很陌生的名词了，然而还没得到应有的重视和地位。1985年4月，全国科协召开了我国首次交叉科学学术会议，会后，报刊对会议上的一些讲话作了报道，引起了人们的注意和兴趣。但是，什么是交叉科学？交叉科学在科学发展中究竟有什么重要意义？怎样理解交叉科学产生和发展的必然性？它与我国四化建设有什么关系，它与马克思主义的发展有什么关系？以及怎样推动交叉科学的发展？等等问题，都还需要加以探讨和论证。本文就自己的认识作一些初步的论述。

(一)

科学的发展，大体上是以两种形式前进着，一种是单一学科的形式，一种是交叉学科的形式。前者是在已经形成了的专门学科领域内前进，研究其中的老课题和新课题，不断积累研究成果，反映了人在已有学科领域中对事物的认识正在深透化和精细化；后者是在不同学科的交叉领域内前进，研究各种跨学科的课题，从而不断增添研究成果，反映了人

* 本文发表在《红旗》1986年第4期有删节

的认识对象和认识方法正在走向综合化和复杂化。通过跨学科的课题研究，把不同学科领域的知识、思想或方法联结和融合在一起，逐渐形成新的学科——交叉学科。

交叉科学，作为各种交叉学科的总称，还是一个发展中的概念，也被称为跨学科科学。我们把凡是突破一个专门学科的原有限界，研究内容或研究方法涉及到两门学科以上的这种研究领域都归到交叉科学名下，那么它所复盖的科学研究范围是相当广泛的。对于现在已经产生的许多交叉学科，可以从交叉途径、形式和特点等各种不同的角度来进行分类。这里只大致地提出这样几种类型：一类是边缘学科，这是由研究两门学科的交界问题而成长起来的学科，可以是自然科学内部两门学科的交叉，如地质力学、生物化学、生物物理等等；也可以是社会科学内部两门学科的交叉，如经济法学、教育经济学等等，或者是自然科学与社会科学两大门类之间的交叉学科，如科学社会学、技术经济学等等。另一类是综合学科，是通过研究一些综合性问题而发展起来的学科，即所研究的问题本身是十分复杂的，需要综合运用多种学科的知识，而且需要运用自然科学和社会科学两大门类的多种知识，象海洋科学、环境科学、能源科学等等。再有一类是横断学科或横向学科，是研究各种对象或各种专门学科中的某些共同性问题而发展起来的学科，如控制论、信息论、系统论等等。

由研究跨学科问题开始，逐步拓广成一个研究领域，当研究成果积累到相当数量，而研究内容和研究方法也达到一定程度的独立性时，就渐渐成为一门系统化的学问，有其一系列待深入研究的课题，象物理化学、生物物理等都已成为专门的学科了。所以现在所谓的单一学科，有许多是具有交叉学科性质的，随着科学的发展，交叉学科的比重将越来越

大。

科学发展的历史表明：不同学科之间的边缘问题、交叉问题从来都是科学的重要生长点。因为这种问题原先是各门专门科学未能顾及到的，是认识上的空白地带，也正是科学尚未开垦的处女地。如果善于在这里进行科学耕耘，必定能采集到新的认识成果。早在上一世纪，恩格斯就以电化学为例，注意到了边缘学科的重要性，他说：“在分子科学和原子科学的接触点上，双方都宣称与己无关，但是恰恰就在这一点上可望取得最大的成果”。^① 电化学理论正是电学家和化学家都认识到电的作用和化学作用的联系“与己有关”，从而对电化学现象加以研究以后发展起来的。交叉科学所具有的认识论功能，就在于它把那些各门专门学科曾认为“与己无关”、不屑一顾的问题变成“与己有关”的研究对象，把原先分散在各个专门学科的、互相隔绝的知识、思想和方法联系起来，综合起来，从而开拓出的新的认识领域。

上面提到的横断学科，比一般学科具有更加抽象的特点，其研究成果具有重要的方法论意义。比如系统论告诉我们：对于复杂事物，虽然要运用多种学科的知识，但是如果只沿用笛卡儿以来所习以为常的先分析后综合的研究方法是不能奏效的，因为复杂事物并不是它所分解的各个部分的机械相加，其整体的性质和功能更不是各个部分的性质和功能的总和。奥地利的理论生物学家贝塔朗菲（1901—1972）指出：对各个部分和各个过程进行研究的传统方法不能完整地描述生命现象，这种研究没有向我们提供协调各个部分和各个过程的信息。他于本世纪四十年代首创的一般系统论，为人们

①（《马克思恩格斯全集》第20卷第635至636页）

提出了与传统方法迥然不同的新思路,即对于一个系统,从整体出发,研究系统与其子系统(或要素)之间,各子系统(或要素)之间,以及系统与其所处的外部环境之间的相互关系和相互作用,从而从整体上和动态上来把握系统的性质和规律。系统论虽然发端于生物学,但其思想和方法适用于对自然界和社会的各种复杂系统的研究,具有重要的方法论作用。

交叉科学所具有的这些认识论和方法论的功能,必然使它成为人类认识发展和科学发展的不可缺少的重要形式。

(二)

回顾科学发展的历史,大体上经历了综合——分化——又综合的过程。在古代,由于生产力水平低下的限制,人们主要凭借感觉经验对事物作直观的整体考察,虽然由于实践的需要,较早地出现了数学、天文学等专门学科,但是总的说来,那时的科学知识是笼统的、综合性的,科学和哲学没有分家。直到十六世纪近代自然科学产生以后,由于科学实验从生产实践中分化出来,成为人类的一种特殊实践形式,并且成为重要的科学研究方法,使人们能够运用仪器,通过科学的观察、实验去探索自然界的奥秘,特别是伽利略开创了实验方法与数学方法相结合的新的研究途径以后,科学家们开始分门别类地对各种自然现象进行比较深入和精细的实验研究,又能运用数学形式总结出各类自然规律,形成了一门门比较系统的科学知识,出现了力学、物理学、化学等一系列自然科学的专门学科。从此,以实验——数学方法作为主要研究方法的自然科学便与哲学逐渐分离开来。近代自然科学由于拥有比较先进的认识手段,提高了人类的认识能力,积累了比较丰富的自然科学知识,与古代那种笼统的直观的

认识相比，是巨大的进步。但是科学被分割成各个独立领域，人们分别在各自的专门学科中钻研，也就容易“坐井观天”，形成孤立地、静止地看问题的思想方法，这种思想方法又成为人们认识发展的障碍。

自然界本来是各种现象相互联系、各种具体规律交错作用的整体。自然界和人类社会也是相互联系、相互作用的整体，两者之间并无不可逾越的鸿沟。人类本身就是自然界发展到一定阶段的产物。自有人类以来，自然界便成为人类活动的广阔舞台。在人类利用自然、改造自然的过程中，形成了人化的自然界，这种自然界的发展与人类社会的发展更是密切联系在一起的。所以，人类认识的发展，必须要冲破人自己所划定的各种科学之间的界限，使人类对自然、社会以及人类自身的认识都沟通和联系起来。科学不可能长期停留在分化状态，必然要从分化进一步走向综合化、整体化。马克思早在1844年的经济学哲学手稿中就有有关的深刻论述，他说：“历史本身是自然史的即自然界成为人这一过程的一个现实部分。自然科学往后将包括关于人的科学，正象关于人的科学包括自然科学一样：这将是一门科学。”^①

一些卓越的科学家，如1900年首先提出量子论的德国物理学家普朗克，他对科学的整体性也有很深刻的认识。他说：科学是内在的整体，它被分解为单独的部门不是取决于事物的本质，而是取决于人类认识能力的局限性。实际上存在着由物理到化学、通过生物学和人类学到社会科学的连续的链条，这是一个任何一处都不能被打断的链条。

本世纪以来，交叉学科层出不穷的大量涌现，正是顺乎

①（《马克思恩格斯全集》第42卷第128页）

科学走向综合化这种必然趋势的结果。当然，现代科学不是单纯地复归到综合，以“综合”代替“分化”。实际上，现代科学发展的总特征应概括为高度分化与高度综合的统一。所谓“高度分化”，是指学科愈分愈细，科学分支愈来愈多；所谓“高度综合”，是指不同学科之间的相互联系愈来愈紧，相互渗透愈来愈深。分化出来的新学科常常就是交叉学科。分化又是进一步综合的前提，而新的综合又为新的分化、新的交叉学科的出现作准备。当前的科学已不仅仅象一个连续的链条，而是一个纵横交错的立体网络结构，交叉科学正是活跃在这座科学舞台上的主角。

从交叉科学产生的历史情况和发展趋势看，自然科学各部门之间的交叉现象发生得比较早、比较多，早就形成了一系列自然科学内部的交叉学科，尔后，自然科学逐渐渗入社会科学，日益形成“自然科学奔向社会科学的强大潮流”。^①列宁在1914年曾指出，这一潮流在二十世纪更加强盛。事实上，本世纪四、五十年代以后，过去和自然科学联系紧密的一些学科，如数学，已日益渗入社会科学的研究中，使社会科学也逐渐定量化、严密化。又如，发端于生物学的系统论，从研究通讯技术理论而形成的信息论，由研究自动控制系统而产生的控制论等，它们的基本概念、基本思想方法已在社会科学研究中日益发生强烈的影响和作用。还有一些本来是从自然科学角度提出的问题，如空间、海洋、能源问题等，都不可避免地要涉及很多社会科学问题，甚至是全球性的社会性问题。而一些本来是从社会方面提出的问题，如人口的预测与控制问题等，也越来越需要借助于数学方法和有关的

^① 《列宁全集》第20卷第189页。

自然科学方法去加以研究。近些年来提出的一些新学科，如城市科学、环境科学、思想科学、管理科学等等，都是高度综合性的，都体现了自然科学与社会科学的综合。以环境科学为例，不仅涉及地学、生物学、化学、物理学等基础自然科学，而且涉及医学、工程学等技术科学，还涉及经济学、法学、社会学、教育学等社会科学。所以，不久以前钱三强同志说：“可以预料，在某种意义上说，本世纪末到下一个世纪初将是一个交叉科学时代。”那么，这个即将到来的交叉科学时代，应理解为一个以自然科学与社会科学相结合为特点的交叉科学时代。

(三)

为了实现我国的四化，为了迎头赶上世界科学发展的总潮流，推动交叉科学的发展，推动自然科学与社会科学之间的交叉学科的发展，应该说，是一个具有战略意义的问题，是一个值得予以重视的关键性问题。

自六十年代以来，特别是近十几年来，国际上交叉科学日趋繁荣，自然科学与社会科学的不同形式的交融日益增多。在一些发达国家成立了有影响的各种跨学科组织：学术团体、研究机构或研究中心等。有的跨学科的综合研究所被视为重要的“思想库”，一些跨学科的学术组织还发展成跨国家的国际性组织。对比之下，在我国，由于种种历史的原因和认识的原因，这一方面还比较冷落，目前在自然科学和社会科学之间实际上存在着鸿沟。若不逐步填补这道鸿沟，是不利于我国科学事业的发展的，不利于社会主义建设的发展的，也是不利于马克思主义的发展的。

马克思主义本来就是综合性的理论，它综合了两千多年

人类科学的各种思想内容，特别综合了十九世纪的大量科学成就而诞生。马克思主义从来自觉地体现着自然科学与社会科学的统一。现在也要结合当今自然科学和社会科学的各种具体学科内容来研究问题，才能得到充实、丰富和发展。在我国，过去，作为指导无产阶级革命斗争的理论，马克思主义与军事科学、政治科学等具体科学相结合，研究我国实际情况，得出科学的结论，从而成为强大的思想武器，引导我国的革命战争和政治斗争取得节节胜利，在人民群众中赢得崇高的威望。现在，作为指导社会主义建设事业的理论，马克思主义也必须和有关的各种具体科学相结合来研究实际问题，取得科学的认识，才能成为活生生的思想武器，在社会主义建设实践中发挥指导作用。所以，马克思主义与各种具体科学的“交叉”，是马克思主义理论联系实际、指导实际的必要环节，也是使马克思主义理论有血有肉、朝气蓬勃向前发展的必要途径。

研究和发展交叉科学，决不是某些人的个人志趣和愿望，这是科学发展的客观规律和社会实践的现实需要。我们应该比较敏锐地、不失时机地抓住那些有可能成为科学发展的生长点的跨学科问题，特别是自然科学和社会科学交叉领域里的问题，并且善于把分散的力量组织起来加以研究。这些问题，许多是从理论上提出来的，而大量的的是从实践中提出来的。现代社会中需要加以研究和解决的实际问题，大都是综合性的。象我国正在进行的各方面的改革问题，亟须解决的生态环境的维护和改善问题，资源的开发和利用问题，许多建设工作问题，以及各种社会系统的管理问题等等，一般都不单纯是社会问题，更不单纯是科学技术问题，不是只靠马克思主义原理就能解决的，也不是只靠自然科学或只靠社会

科学所能解决的，马克思主义需要与多种学科结合起来，才能更好地发挥作用，各行各业的专家需要协同工作，共同努力，才能攻克难关。近三年来，中国科学院从十九个研究所抽调二百八十六人组成一支科技攻关队伍，开展对我国黄淮海平原的综合研究和治理，取得并推广了四十多项研究成果，通过大量的野外考察和资料研究，建立了该地区的农村经济综合开发和资源配置的数学模型，为黄淮海平原的进一步开发和治理提供了科学依据。这就是一个卓有成效的事例。^①有计划地把不同学科交叉起来，把各种力量联合起来，共同研究和解决重大的实际问题，也是体现我国社会主义制度的优越性，建设具有我国特点的社会主义的重要一环。

为了推动交叉科学的发展，应重视和扶植交叉学科开拓者的劳动。一般说来，在各门学科研究的历史比较长久、力量比较雄厚的地方，既有利于继续发展已有的各门科学，也具有发展交叉学科的更为有利的条件和实力。然而，正是在这种地方，容易为传统的偏见所束缚。当一门学科的研究者去研究涉及另一学科的问题时，常常会被认为“不务正业”，甚至以“赶时髦”、“走捷径”等语相讥，而另一学科的人又会以其“不懂本专业”而相轻。跨学科的问题，在开始时还会因为找不到人们所熟悉的名称加以说明而不易受到重视。凡此种种，都是不利于交叉学科的发展的。其实，什么是“正业”，怎样看待“时髦”和“捷径”，都是可以分析的。科学史上有不少科学家一辈子坚守自己的专业岗位，深入钻研，做出了卓越贡献；还有一些科学家在一定时候“破门而出”，与别的专业相结合而取得重大建树。例如，理论物理学家薛定

^① 《光明日报》1985年12月2日第一版。

铎大胆跨入生物学领域，用量子力学和热力学去研究生命活动，有力地促进了分子生物学的发展。又如数学家维纳，在多年数学工作的基础上，研究动物和机器中的控制问题，而成为控制论的创始人。现在世界上，特别是发达国家中，许多自然科学家奔向社会科学，已成为现代科学发展的潮流。在我国，如果有一些人能够在自然科学和社会科学的交叉领域里从事艰苦的科学工作，难道不是一种合乎科学发展潮流的“正业”吗？使他们较快地开拓出新成果有什么不好呢？何况这种科学劳动又常常面临缺乏人力、物力、财力的困难，如不给予精神的鼓励和实际的扶植，是很容易夭折的。对于交叉学科的开拓者的劳动成果也要给予重视。如果因为这些劳动成果不够成熟，理论不完整，从而求全责备，贬低或不承认它们在创新方面的科学价值，是不合理、不公平的，是会打击人们从事交叉学科研究的积极性的。当然，如果在交叉学科的研究中存在那种夸夸其谈、不切实际、只图虚名的坏学风，则是应该通过具体分析予以指责和排斥的。

教育要面向现代化、面向世界、面向未来，就必须考虑交叉学科人才的培养。当前的教育，实际上是为二十世纪和二十一世纪之交，甚至是为下一世纪培养人才的，因此，眼光要放远一些，要考虑到未来之需要。在高中，把学生分成文科班和理科班；在大学中文理分驰，界限森严，都是不合乎当前的科学潮流的。如果文理结合的一些工作，因它既不属于文科，又不属于理科，而不能得到应有的位置，更是不合理的。这些都应该逐步加以改革，并应采取一些具体措施，有计划地把不同学科的科学工作者组织起来，建立一些跨学科问题的研究中心或研究机构，培养跨学科的研究生；为学生开设一些综合性的课程，实行双学位制等等，把自然科学、