

貴州大學學報

(季刊)

一九八七年第一期
社会科学版

论社会主义商品经济与精神文明

..... 黄希贤 (1)

当代价值转形理论的新进展

..... 张胜荣 (8)

△交叉科学研究及其方法论特征

..... 青 敏 (16)

中西文论比较研究探微

..... 徐 达 (22)

试论移情作用的两个层次

——兼析“有我之境”与“无我之境”

..... 周 芳 夏述贵 (29)

《归去来辞》结构谈

..... 熊永谦 (34)

从整体上对《红楼梦》进行系统考察

..... 吴国柱 (38)

文苑沧桑 谁主沉浮

——论“劳伦斯热”与劳伦斯爱情观

..... 周汉林 (46)

鲁迅与版本目录之学

..... 顾 农 (53)

列宁的社会主义建设理论和联共(布)

党内关于这个问题的斗争

..... 严士琦 (60)

皇权与王安石变法

..... 李世宇 (66)

略论国民党政府中央政治体制的演变

..... 郭明德 柳蕴琪 (72)

国外人事管理与我国人事制度的改革

..... 余 江 曹登峰 (78)

试论宪法与经济体制改革的关系

..... 伍华权 (85)

略论党在宪法实施中的关键作用

..... 朱守贞 (91)

现代英语中系动词be的隐匿

..... 翁昌芝 (95)

交叉科学研究及其方法论特征

青 敏

近半个世纪来，交叉科学研究异军突起，迅速地结束了科学的“骑士”时代。现在，单科独进、孤军深入，很难有重大突破；而学科的交叉、渗透，却硕果累累。我国著名物理学家钱三强认为：“本世纪末到下一个世纪初将是一个交叉科学的时代。”^①

科学的历史变动，铸造了当代学者的研究意识。量子论的创始人普朗克说：“由于当今科学工作的需要，各个领域的活动范围变得越来越窄，那末一位具有较深修养的研究者就愈加要求把眼光越出自己专业的领域，并把那些在自己专业中获得的知识应用到其他知识领域中去。”^②量子力学大师玻尔则直截了当地宣称：“超越对立面”、“对立即互补”——这就是量子力学的哥本哈根精神。”本文试图追踪这种精神，希望从中得到一些启示。

一、交叉科学研究及其根据

我们认为，交叉科学研究有两方面的基本含义。其一，是实体性的，即通过学科交叉形成新兴学科，交叉科学是这类学科的指称。例如，数学中代数、几何、分析的交叉，产生了微分几何、泛函、拓扑学；数学与物理、化学、生物学的交叉，产生了数学物理、计算化学、生物数学；自然科学（数学）、社会科学、工程技术的交叉，产生了人类学、人口学、社会生态学、经济数学、环境科学、工程美学、社会心理学、医学社会学，等等。总之，学科内部的、学科之间的、特别是自然科学与社会科学的交叉，都可能产生边缘性、横断性、综合性的新兴学科。它们有特定的对象、内容、方法、体系和概念语言，因而实际上不同于原来的学科，成了新的科学实体。例如，在现代化生产中，人和他所操纵的机器构成了统一整体，需要生理学、医学、心理学、工程学相互协作加以研究，从而产生了一门新兴学科——人类工程学，它以人——机系统为研究对象、以人——机关系为研究内容、以人——机协调、提高经济效益为研究目的。所以，从对象、内容和目的看，它都不同于原来的生理学、医学、心理学和工程学，而成了现代管理的一个重要学科。

不但如此，交叉科学研究还有第二种更重要的含义，即是一种研究态势。在这种意义上，它指交叉研究的方式、方法、活动，等等。虽然这时它不是以边缘学科等实体形式呈现在人们面前，而是以主体意识、认识构架、研究方式潜存于研究者的科学活动中，但它却是更活跃、更深刻的交叉研究。有时，尽管科学家研究的是自己专业的问题，但是，交叉研究意识促使他越出自己专业的范围，在更广阔的科学背景上解决本专业的问题。如果前一种实体意义的交叉可以看作“显式”的话，那么这后一种态势意义的交叉则可看作“隐式”。

为了说明这种研究态势，我们看看爱因斯坦创立广义相对论的过程。1905年，爱因斯坦创立了狭义相对论。根据质能关系，物体的惯性质量将随其能量改变而改变，因此，落体的加速度同它的水平速度或内能有关。但是，这个结论却与引力场中一切物体都具有同一加速度的古老事实相矛盾。如何解决这个矛盾呢？爱因斯坦不囿于狭义相对论，他明确指出：

“在狭义相对论的框架里不可能有令人满意的引力理论。”相反,他追求物理学统一的强烈意识,促使他超越狭义相对论,创造性地提出等效原理(引力场同参考系的相应的加速度在物理上完全等价)和广义相对性原理(相对性原理对于相互作用加速运动的参考系仍然成立),从而奠定了广义相对论的基础。但是,问题还没有完全解决。原来,狭义相对论的时空是直接度规的“刚性”时空,它只对洛仑兹变换协变,而对广义变换不协变。爱因斯坦认识到,“必须从坐标具有直接度规意义这一观念中解放出来。”这一次,他借助数学实现了时空观念的超越。1908年,数学家闵可夫斯基引进了四维时空的数学表示: $ds^2 = c^2 dt^2 - (dx^2 + dy^2 + dz^2)$, 这种四维时空是准欧几里德空间,它存在一个准欧几里德度规 $g_{\mu\nu} = \begin{pmatrix} 1 & & & \\ & -1 & & \\ & & -1 & \\ & & & -1 \end{pmatrix}$ 。

爱因斯坦由此得到启发:原来,数学家们是把时空间隔与数学度规联系起来的。于是,他借助黎曼几何与张量分析,把准欧几里德度规推广为黎曼度规 $g_{\mu\nu}$: $dS^2 = g_{\mu\nu} dx_\mu dx_\nu$, 这种度规 $g_{\mu\nu}$ 是坐标的函数,它描述时空连续区域的度规关系及引力场,没有直接度量的意义,也就是说,这里的度规 $g_{\mu\nu}$ 是“柔性”时空度规。在这种度规下,广义相对论得到满意的数学表达。爱因斯坦说:“规定广义相对论的表示式显然需要推广不变量论与张量理论;提出的问题是什么形式的方程对于任意的点变换是协变的。数学家远在相对论之前就已发展了推广的张算。黎曼首先将高斯的思路扩展到任何维数的连续区域;他预见到欧几里德几何学的这种推广的物理意义。”^③ 尽管如此,问题还没有最后解决。“柔性”的时空度规毕竟离物理学家传统的实在观念太远了,时空怎么变得无影无踪、不可度量了呢?就连爱因斯坦本人也“被这一点大大地困惑住了”。这一次,把他引出迷宫的是哲学。我们知道,爱因斯坦曾饱学斯宾诺莎、休谟、马赫等人的哲学,他是一位有深邃的哲学思想的物理学家。这时,他深层意识里的哲学积淀发生了作用。他自问自答道:“为什么必须把自然科学思想中的基本观念从柏拉图的奥林巴斯天界上拖下来并设法把它们的世俗血统揭发出来呢?答曰为了使这些观念摆脱与世隔绝的禁令,从而能够在构成观念或概念方面获得更大的自由。休谟和马赫首先提出这种中肯的想法,他们在这方面具有不朽的功劳。”^④ 爱因斯坦借助这种新的实在观念,跨越了绝对的、独立存在的时空度规,达到“一无所有的空间是不存在的,空时不能独立存在,只能作为场的结构性质而存在”的新认识。他说:“如果仅仅从有质物体来理解物理实在,那么上述观念看来的确是荒谬的”^⑤ 只有抛弃机械的实在观念,才能理解这种与物质及其运动联系在一起、因而更实在的“柔性”时空。

从爱因斯坦创立广义相对论的三次跨越中,我们可以看到,一代科学大师的创造活动,需要调动各方面的知识作为研究工作的智力支持,交叉研究是嵌入主体意识的认识背景,它为专业问题提供了一个多维的参考系统。

总之,不管是产生交叉型的新兴学科、还是形成跨学科的研究态势,它们都说明,当代科学不再是线性分解的,而是高度分化又高度综合的。

当代科学的这种历史变动,确有其客观依据。现实世界是多样性的统一。各种各样的物质形态及运动形式,一方面千差万别;另一方面相互联系。所以,就其现实性而言,“客观世界本来是有机整体。不过,人们为了深入地研究它,不得不把它分解,划分成各种特定对象,加以分门别类的研究。应该说,这是主体赋予客体的研究操作,并不具有本来的意义。唯有这样,科学才能扬弃自然哲学,开始真正意义的研究。但是,科学迈出这伟大的一步,付出了高昂的代价。20世纪前,经典科学牺牲了对象的有机性,换来了对象的确定性,它对黑格尔的唯心主义辩证法、马克思的唯物主义辩证法,通通置之不理,独自在各种研究领域

大踏步地前进。

然而,客观辩证法是不可抗拒的。世纪之交,当经典科学企图越出自己的领域、进入微观高速世界的时候,它遭遇到全面的危机:数学中,产生了集合论悖论;物理学中,产生了经典力学与电磁运动及黑体辐射的矛盾;生物学中,产生了机体论与还原论的矛盾……。形形色色的矛盾导致了科学革命,以相对论和量子力学为代表的现代科学走向了新的统一。对此,爱因斯坦深有感触地说:“从那些看来同直接可见的真理十分不同的复杂的现象中认识到它们的统一性,那是一种壮丽的感觉。”^⑥从此,科学以自己特殊的方式复归到辩证法——四十年代,产生了系统论、控制论和信息论;七十年代,又产生了耗散结构理论、协同学和突变论。它们重新把对象的系统性、结构性、有序性作为科学的主题,从整体经过部分再到整体,并把分析与综合结合起来,对客体达到了新的辩证综合。与科学的辩证一体化相适应,科学界逐渐产生了新的认识规范——系统认识论:它把世界看作一个巨大组织的机体,用相互作用、调整、组织、目的论等新范畴把握各种研究对象。

仅仅是理论的力量,还不足以改变人们固有的研究意识。第二次世界大战以来,社会生活的新的综合,产生了经济社会的协调发展、复杂系统的组织管理、高技术下的社会心理平衡,以及全球性的人口与生态等问题,它们相关度极大,整体性极强,人们面临新的二律背反:人类文明是一维的、还是多维的?人们能否在对立中超越、达到优化的目标模式?对于这一切,新的社会实践作出了回答:人类文明要追求高水平的系统质,我们只有调整自己的主体意识,在多极的对立中保持必要的张力,才能承受现实的社会生活。于是,解决各种复杂问题的系统技术应运而生,它们直接影响着人们的行为模式、思维方式和价值取向,形成本世纪强大的系统综合思潮。这正如贝塔朗菲所说:“如果现实性表现为组织的、整体的、等级构造的话,则人的形象应该区别于物理粒子世界中的事物,偶然事件成为最终的‘真正的现实’,它们支配了这些粒子。符号领域、价值领域、社会领域和文化领域是很‘现实的’,而它夹在宇宙等级秩序中,正好填平了斯诺所说的‘两种文化’之间的鸿沟,即科学与人文科学、技术与历史、自然科学与社会科学之间、或者这类对立面之间的鸿沟。”^⑦

二、交叉科学研究的方法论特征

从科学方法论的角度看,我们认为,交叉科学研究有以下三个显著特征:

(1) **整体性** 自然界和社会,分别是自然科学和社会科学研究的对象。但是,自然与社会却是相互联系的。一方面,“历史本身是自然史的一个现实的部分,是自然界生成为人这一过程的一个现实的部分”;另一方面,人类社会在运动发展过程中,不断改变自然界的面貌,给自然打上社会运动的印记,使自然成为人化的自然。所以,不管是自然科学、还是社会科学,其研究对象都不可能是纯粹的——它们的纯粹性,不过是理想化模型而已。这种理想化,诚然是必要的,但要回到真实状态,则要超越它,进一步把各个方面的研究综合起来,才能再现对象的本来面目。交叉科学研究,正好承担了这个任务。因此,它的方法的基本特征是整体性,即它要尽可能地调动各个学科、利用各种科学理论和方法开展研究,力求达到整体性把握。对此,阿西莫夫等人曾说:“这种大规模、多结构的任务,有一个确定的重要特点:在解决这些任务时,整体化手段和对相互联系的问题总体进行系统分析,直接成为客观的必要。”^⑧

为说明这一点,我们看看遗传问题。人们历来认为,生物遗传当然是生物学研究的。但1900年孟德尔定律重新发现,特别是1909年约翰逊、1910年摩尔根提出基因学说以后,人们逐渐认识到:单靠生物学不能解决遗传问题,需要借助化学、物理学、甚至数学,才能深入地研究它。于是,二十——五十年代,开始了数、理、化、生等各门基础科学对遗传的整体研究,这直接导致遗传学取得一系列重大突破,先后发现了遗传的物质基础及机制、确定了DNA的双螺旋结构及生物共用的三联遗传密码、建立了分子生物学和数量遗传学。五十年代以后,人们再次突破基础科学的局限,进一步从工程技术、社会科学的角度研究遗传问题,产生了各种遗传工程和社会、伦理、法律等方面的研究,这正如著名遗传学家谈家桢所说:“在这种综合过程中,遗传学不仅与自然科学、而且与社会科学领域的经济、法律、哲学、伦理及社会学等学科也紧密联系起来。”^⑩

我们强调指出交叉科学的整体性,并不否认各门科学的独立性。相反,只有在各门科学充分发展的基础上,才有必要和可能进入交叉研究。试想,如果没有经典力学、热力学、电磁学和光学的充分发展,那么既不可能产生相对论、量子论的研究课题(以太漂移、动体的电动力学、黑体辐射、光电效应等等),也不可能解决这些课题。以太漂移为例,它是伴随菲涅耳和托马斯·扬关于光的波动论而提出的,麦克斯韦电磁理论进一步激化了它,迈克尔逊和莫雷用判决性实验作了否定回答,斐兹杰拉德和洛仑兹用经典力学作了收缩假说并导出洛仑兹变换式,这些为爱因斯坦进行理论综合准备了条件。事实说明,只有分科研究深入到一定程度,才有越出原来领域的内在要求;也只有各门科学充分发展,才能为交叉研究提供成熟的理论和方法。分科研究与交叉研究是相辅相成的,一分一合、有分有合,分与合既并存、又继起,每一门学科在交叉研究中都有自己的地位和作用,交叉研究是整、分、合的统一。

2. 互补性 互补性是我们从量子力学中借用来的术语。大家知道,1927年海森堡提出著名的测不准关系式($\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \frac{h}{2}$),它表明微观粒子某些成对的物理量(例如上式中的位置和动量)不可能同时具有确定的数值。玻尔把它进一步发展成互补原理:我们必须往复摆弄各种物理图象(例如波动图象与粒子图象),使它们互相补充,才能最终得到物理实在的图象。

我们借用这个术语,含有从现代科学自身抽取方法论特征的意思。当然,这里的互补是广义的,它包含学科之间相互补充、相互完善、相互促进等意义。互补性作为交叉科学研究特征,表明它与分科研究在着眼点上有明显的不同。对于分科研究来说,它只把对象的某一方面突出出来加以研究,而把其他方面忽略不计。所以,分科研究有天然合理的“片面性”。但是,正如列宁所说:“要真正地认识事物,就必须把握、研究它的一切方面、一切联系和‘中介’,我们决不会完全地做到这一点,但是,全面性的要求可以使我们防止错误和防止僵化。”^⑪科学认识不会完全但又力求完全,这是它的辩证本性。交叉研究用各个学科的理论(方法)相互补充,从各个方面认识研究对象,正体现了全面性的要求,可以说,这是认识的辩证本性在现代学科中的整体表现。

这种互补,可以是不同学科、门类的互补,也可以是不同研究方法和概念语言的互补。对于前者,我们可以用关于人的研究来说明。在相当长的时间内,说到人,似乎只需哲学和社会科学就足以研究清楚。其实,这是不科学的看法。马克思曾经预言:“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。”^⑫事实不出

马克思所料。今天,人们日益认识到人的社会生物性质,即一方面“人直接地是自然存在物”;另一方面,人“是一切社会关系的总和”,这两个方面结合,人是社会的和生物的人的统一。所以,要揭示人性,就需要认识“在人和他的祖先的进化过程中产生的生物学程序,以及在生物学上准备好的一定基础上形成、并在人类发展的进程中得到了巨大的不断增长的力量和社会程序。”^⑩只有把这两方面的研究相互补充,才能全面地把握人。苏联科学院院士别列耶夫用生物进化论、遗传学、生物化学、生理学、心理学、生态学等科学理论,研究人的集体性、社会组织性、可教育性、文化继承性。例如,他指出:“这些集体的创始者和成员具有全部个体的多样性,其中包括巨大的遗传学的多样性,这种多样性是在人的社会生物进化前若干世纪建立的。集体生活方式的形成和发展,社会环境的建立和越来越复杂化意味着完全新的生态形势的产生,它要求社会上组织起来的个体具有新的生物学特征。”^⑪显然,他把人先天的遗传因素与后天的社会生态环境结合起来,从这两方面的相互作用认识人类的社会组织性,说明人类的发展的确是自然历史过程。

再看方法和概念语言的互补。现代自然科学的数学方法、模拟方法、黑箱方法、系统方法以及宏观、微观、宇观,控制、反馈、信息等概念已广泛地渗透到经济学、管理学、社会学、历史学、文化学、法学等社会科学中。例如数量经济学,它使用的经济系统分析法、经济计量法、最优分析法,就是吸收系统方法、数理统计方法、数学规划方法而来的;而它的投入产出法、费用效益分析法,则是均衡分析、比较分析等方法的发展。由于现代自然科学的方法和概念大量充实到社会科学中,使得社会科学逐渐精确化、规范化和数学化。同样,社会科学常用的逻辑方法、历史方法、矛盾分析法,以及开放、组织、竞争,行为、突变,目的等概念,也渗透到自然科学中,它们不但为自然科学提供了参照思想和文化背景,而且有助于把握自然科学理论的实质、克服形式化语言掩盖实质性内容的弊端。

3. 结构性 结构性着重说明交叉科学的认知特征,它有两个含义:一、对于边缘性、横断性、综合性学科,它们虽然是多种学科交叉的结果,但却是组织有序的新的知识体系。二、对于从事交叉研究的认识主体,他们虽然跨越不同的知识领域,却具有高度有序的知识结构。总之,不管哪种情形,交叉研究强调通过结构优化,产生“整体大于部分之和”的系统效应,激发自己的研究能力。

先看第一点,交叉学科是多种学科综合而成的,但它不是东凑西拼而成的。学科能够交叉,必须存在交叉点、存在某种必然联系、具备交叉的内在根据,在此基础上,经过重组、建构,才发展成新兴的交叉学科,其交叉方式是多种多样的,常见的有移植、渗透、融合、改组等形式。总之,交叉学科是重新组织起来的、理论上自洽的新的知识体系,它有跨越、整合、创新的功能。以量子化学为例,它是量子力学与化学结合的产物,这种结合的内在根据在于:量子力学研究微观粒子(电子)的运动规律,而化学变化归根结底是原子核外电子的运动变化,所以,可以把量子力学一般的电子轨道理论,用于化学变化这一特定领域。结果,产生了新的理论结构,即量子化的化学。化学的元素周期律、原子与分子结构、化学键等等,都重新建立在量子力学的波函数、各种量子数、测不准关系,不相容原理等理论基础,从而,激发出新的研究能力,解决了许多经典化学不能解决的问题。例如共价键问题,经典化学用静电理论不能说明为什么相互排斥的电子成键时反而会集中在两个原子核之间,但量子化学却能说明,自旋相反的两个电子的轨道叠加增大了两个原子核间的电子云密度,这一方面增加了两个原子核对电子密度大的区域的吸引;另一方面降低了两个原子核间的正电排斥。由于这两方面的原因,降低了体系的势能,有利于形成稳固的化学键。显然,

这种新的认识功能,得力于学科结合产生的交叉效应。

再看第二点,主体的结构优化问题。这又有两种情形:交叉研究的集体须有合理的群体结构,个体须有合理的知识结构。前者是指,根据交叉课题组织科学工作者“立体研究”时,要注意专业配置、组织协调、工作展开等时空与功能的有序性,尽量通过组织优化激发群体的研究能力。这对于当今科学研究全面社会化有极为重要的意义。随着集体的、区域的、国家规模与国际规模的研究日益增长,科学的组织管理日益突出,我们一方面要通过体制改革解放科学生产力;另一方面要采用系统工程等现代管理方法组织科学研究。最近,国务院技术经济研究中心等单位,组织四百多位专家进行《二〇〇〇年的中国》的研究,完成了涉及政治、经济、科学文化教育、人口与就业、自然资源、国际环境等十几个方面的交叉研究,是颇为成功的。所以,贝尔纳曾把科学学的结构研究叫作“科学的生理学”,它要把科学活动按其各种组成和特征“装配”成型。在“大科学”时代,我们要有交叉研究的结构观念。

同样,对于从事交叉研究的个人,需要形成“柔性”的认知结构。一方面,他要在主干知识周围凝聚起相关知识,形成多维的认识构架;另一方面,他要不断进取、追求新知,掌握时代的科学精神,形成动态开放的研究架式。把这两方面结合起来,研究者才有全见性和远见性,才能产生强烈的交叉意识和创造能力。

我们把这种认识结构称作“柔性”的,是想突出交叉研究的网络性和相容性。认识构架的容量大、可塑性强,能在似乎不相关的问题之间发现它们的同构性与同型性,能把A学科的理论和方法转移到B学科来,能高度概括科学的历史运动发现新的突破点,这些都是当代科学大师的创造特征。以控制论的创始人维纳为例,维纳早年从事纯粹数学研究(函数论、概率论等等),中期致力于数学与物理、工程技术的结合(研究通讯工程、自动控制和预测理论),二次大战后他出走墨西哥研究神经生理学,1948年发表《控制论》创立一般系统的通讯与控制理论。维纳成功的关键何在呢?在于“发现了一切天然的或人造的自动机,由于反馈导致内稳态、以及目的性行为实现控制功能的共同本质。”维纳熟悉概率统计、通讯工程、自动控制和神经生理学,这些学科表面上迥然不同,但其中恰有信息、反馈、控制、稳态、目的性行为等共同性的东西,维纳把握住交叉点,他用信息通讯和控制统摄了自己时代的科学。维纳的认识机制用他自己的话说,就是“从无序发现有序”,它充分表达了当代科学大师优化的认知结构,这正是交叉研究的科学精髓。从四十年代的系统论、信息论、控制论到七十年代的耗散结构论、协同论、突变论,现代科学在这条认识道路上突飞猛进,推动了人类思维的巨大进步。

注:

①钱三强:《迎接交叉科学的时代》,《新华文摘》1985年第7期,第200页。

②M·普朗克:《科学观念的起源与作用》,《自然科学哲学问题丛刊》,1981年第4期,第83页。

③A·爱因斯坦:《相对论的意义》,科学出版社1961年版,第41页。

④⑤A·爱因斯坦:《狭义与广义相对论浅说》,上海科学技术出版社1964年版,第111页、第118页。

⑥《爱因斯坦文集》第三卷,商务印书馆1979年版,第348页。

⑦L·V·贝塔朗菲:《普通系统论的历史与现状》,《科学学译文集》,科学出版社1980年版,第323页。

⑧I·阿西莫夫等:《科学整体化的现代趋势》,《自然科学哲学问题丛刊》1982年第1期。

⑨谈家桢等:《遗传学的科学和社会职能》,《新华文摘》1985年第2期,第206页。

⑩《列宁选集》,第4卷,第453页。

⑪马克思《1848年经济学哲学手稿》,《马克思恩格斯全集》第42卷,第128页。

⑫、⑬Д·К·别列耶夫:《现代科学和人的研究问题》,《自然科学哲学问题丛刊》1981年第3期,第13页。