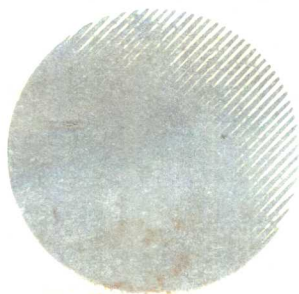


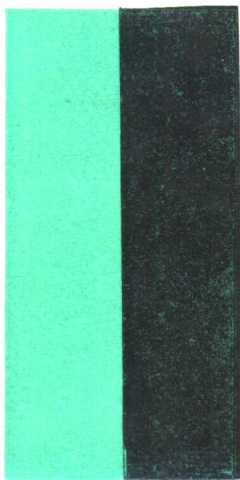
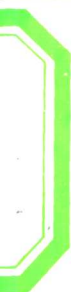
科学思维学



走向二十一世纪的人需要多维的视野和崭新的知识结构。《新学科丛书》以全方位的态势和准确、快速的信息,向您展示当代国内外引人注目的综合学科、边缘学科、交叉学科和分支学科。



新学科丛书



科学思维学

周昌忠著

上海人民出版社

责任编辑 高志仁
封面装帧 沈蓉男

·新学科丛书·

科学思维学

周昌忠 著

上海人民出版社出版、发行

(上海绍兴路54号)

新华书店上海发行所经销 常熟市兴隆印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 6 插页 2 字数 134 000

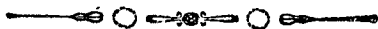
1988年8月第1版 1988年8月第1次印刷

印数 1—14,900

ISBN7-208-00149-9, B·30

定价 2.35 元

《新学科丛书》前言



社会主义中国正在腾飞。

腾飞的时代要求人们具有丰富的知识。

当代知识体系已呈现出多彩的态势、全新的格局——现代科学日趋高度分化和高度综合，自然科学与社会科学相互渗透和结合，出现了许多综合学科、边缘学科和分支学科。

我们正面临着知识的挑战。

为了迎接这一挑战，《新学科丛书》将以马克思主义为指导，依据我国的国情，适应社会主义现代化建设的需要，有计划地、有目的地、通俗地介绍以社会科学为主的各门新学科。

《新学科丛书》，理论性与应用性并重，学术性及普及性兼顾，力求用新思想、新材料、新形式、新语言，提供丰富的新知识和新信息，以帮助人们开阔视野，更新知识结构，掌握科学方法，为繁荣社会主义科学文化事业服务。

编 者

目 录

导 论	[1]
-----	-------

第一章 科学思维的规定	[8]
-------------	-------

第一节 科学思维的抽象性	[8]
第二节 科学思维的确定性	[14]
第三节 科学思维的形式性	[21]
第四节 科学思维的精密性	[28]
第五节 科学思维的简单性	[33]
第六节 科学思维的理论性	[38]
第七节 科学思维的分析性	[44]

第二章 科学思维的方式	[49]
-------------	--------

第一节 科学思维和实验	[49]
第二节 科学思维中的逻辑思维	[54]
第三节 科学思维中的数学思维	[62]
第四节 科学思维中的概念思维	[68]
第五节 科学思维中的系统思维	[79]
第六节 科学思维中的创造性思维	[88]

第三章 科学思维的活动	[98]
-------------	--------

第一节 科学思维中的语言	[98]
--------------	--------

第二节	哲学思维在科学思维活动中的作用·····	[106] D
第三节	艺术思维在科学思维活动中的作用·····	[115]
第四节	心理品质对科学思维活动的影响·····	[122]
第五节	科学思维的联系方式·····	[133]
第四章	科学思维的个性·····	[141]
第一节	科学思维和科学家的思维风格·····	[141]
第二节	科学思维和科学家的思维艺术·····	[146] D
第五章	科学思维的应用·····	[153]
第一节	科学思维在哲学中的应用·····	[153]
第二节	科学思维在社会科学中的应用·····	[157] O
第三节	科学思维在艺术创作中的应用·····	[162] D
第四节	科学思维在文艺学中的应用·····	[167]
第五节	科学思维在语言学中的应用·····	[171]
第六节	科学思维在心理学中的应用·····	[176]
主要参考书目·····		[181]
后 记·····		[183]

导 论

科学活动(以下除了有说明之外,均指自然科学),这个人类特有的从事新知识生产的活动形式,今天已成为人类整个社会活动的重要组成部分。科学活动具有极大的创造性这个特点,决定了科学活动必然具有特殊的认识规律和心理规律,形成特有的科学思维。尤其是20世纪以后,科学活动不仅表现为个别科学家的认识过程,而且是科学家共同的一种精神生产形态;科学活动在社会发展中的地位和作用也显得越来越重要。因此,研究和探索科学思维的本质及其规律,无论在理论和实践上都是很有意义的。

科学思维的形成和作用

谁都知道,人类认识凭感官只能知觉自然界五彩缤纷的现象,科学的任务就在于认识现象背后的本质,揭示事物发展的客观规律,探求客观真理。而要达到这个目的,必须借助于科学思维。人们在科学活动中达到对客观事物真理性认识的生理和心理的过程,就是科学思维的过程。科学思维不仅是人认识自然界的重要途径,它本身也是自然界本质和规律性在人脑中的复现。

这里需要指出的是,科学活动固然离不开观察和实验,但观察和实验本身也离不开科学思维。英国著名动物病理学家贝弗里奇在谈到实验的准备时就这样说过:“最有成就的实验家常常是这样的人:他们事先对课题加以周密思考,并将课题分成若干

关键问题,然后,精心设计为这些问题提供答案的实验。一个关键性的实验能得出符合一种假说而不符合另一种假说的结果。”^①实验前的准备尚且如此,更不用说,观察和实验过程中,只有对结果经过科学思维的加工,才能上升为科学意义上的认识。从这个意义上说,科学认识就在于科学思维。

从科学史角度看,科学思维本身也有其形成和发展的历史。

早在古希腊的自然科学即自然哲学那里,科学思维就经历了从萌发到基本形成的发展过程。科学思维的各个本质规定、尤其是抽象性和确定性开始形成并发展到很高程度。其主要标志是出现了作为抽象化演绎学科的几何学——欧几里得几何。同时,科学思维的各主要运用方式(除了系统思维而外)也有了不同程度的发展,逻辑思维已达到很高的水平,数学思维和概念思维也已形成。

在“近代实验科学”即牛顿科学(古典科学)中,科学思维进一步得到重大的发展。近代科学的表征是所谓“实验科学”。在古希腊,自然科学在很大程度上是和哲学混合在一起的,成为所谓“自然哲学”。实验使自然科学真正脱离哲学怀抱而走向独立。然而,这种独立性归根结蒂是实验所导致的科学思维的独立性。实验使科学思维达到在古希腊时期无可比拟的缜密细致和确定。这样,科学思维就同哲学思维明显地分离开来,成为独立的思维形式。

今天,科学思维在以非欧几何、相对论和量子力学为主的现代科学中达到了更高级的程度。其特征是一方面更趋精密和抽象,另一方面比“实验科学”时期更具有深刻性和创造性,科学思维的概念方式也大大发展。

我们还可从逻辑方面来认识科学思维。今天,人类思维呈

^① 贝弗里奇:《科学研究的艺术》,科学出版社1979年版,第12页。

现了丰富的图景，形形色色的思维现象构成了一个复杂的体系。逻辑地看科学思维，就是考察它在这个体系中的地位。

思维是高级形式的意识活动。各种意识活动的总和构成心理过程。心理过程包括意志、情感和认知三个方面。思维就是进行认知的心理活动。在认知活动中，思维和感性结成关系，同时在这个关系之下，思维自身又划分为知性思维和理性思维。此外，“横向地”划分，思维又包括逻辑思维和非逻辑思维（例如直觉、想象和灵感）。这是停留在一般认识活动的水平上所看到的思维。然而，实际的认识活动总是在一定的领域里进行的。科学、哲学和艺术这三种人类认识客观世界的不同领域，就孕育和形成了各自的思维形式：科学思维、哲学思维和艺术思维。

当我们深入地研究科学思维后，我们便可以清楚地看到，尽管这三种思维形式有着密切的联系，尽管这三种认识活动相互渗透，思维形式相互应用，但是，它们在各领域里所占的地位，所起的作用，却是各不相同的。就科学思维而言，它在自然科学领域内所占的主导地位和所起的主导作用是哲学思维和艺术思维所不能代替的。

更重要的是，虽然科学思维以自然科学为其生长地，并在其中形成，走上独立之路且得到重大发展，但科学思维一旦独立形成自己的体系，成为一种独立的思维形式，就具有远远超出自然科学范围的普遍思维形式的意义，成为理智可以广泛应用的一个重要工具。17世纪英国学者配第就指出，正是由于运用科学思维，使他创立了最早的经济科学之一——统计学，即他所称的“政治算术”。

今天，高度发展的科学，更深刻地影响着社会生活各个领域，高度发展的科学思维得到空前广泛的应用。其主要表现是，

社会科学由于广泛应用科学思维,形成了包括基础社会科学、应用社会科学和社会工程技术三个层次的庞大科学体系,其中尤其是管理科学在社会各领域发挥了重要作用。此外,哲学和艺术都在很大程度上运用科学思维作为促进自己在现代条件下取得新发展的活力,并且已经沿着这个方向取得了重要进步和发展。

因此,甚至可以这样说,一门社会科学发展水平的主要标志,是它运用科学思维的程度。所谓自然科学向社会科学渗透,主要也是指社会科学对科学思维的运用。现代社会科学的发展,某种程度上正是应用科学思维的结果。

科学思维学

人类有了科学活动,就有了科学思维。科学思维的发展也是随着科学活动的发展而发展的。但是,人们对科学思维本身的研究,直到 20 世纪才真正开始。在古代和中古时期,对科学思维的研究一般都融合在哲学讨论之中。在近代,它也只是认识论的一个主要论题。只是到现代,西方分析哲学和科学哲学的发展,才直接地、集中地以科学思维作为研究对象。

当然,就分析哲学和科学哲学的实质来说,它们基本上是一种科学方法论。尽管这种“纯粹”的科学方法论直接为科学思维学的独立作了准备,但科学方法论和科学思维学是有区别的。前者属于哲学思维,后者运用科学思维。就象自然哲学用哲学思维探究自然,而从中独立出来的自然科学则用科学思维研究自然。科学思维学就是把科学思维作为一个独立对象进行研究的一门学科。本书就是致力于研究这门新学科的一个尝试。

为了确立科学思维的存在,并探索其内在的规律,本书从两

个方面来研究科学思维。从第一至第四章，是从“内涵”方面来研究科学思维的本质和规律。第五章则是从“外延”上论述科学思维在各个领域的应用。

但是，正如马克思所说，万事开头难，每门科学都是如此。本书第一章着重论述了科学思维的规定性。因为如果这个前提不成立，那科学思维学能否作为一门新学科来研究，也是令人怀疑的。也正是由于这个原因，我们在第一章中较多地引述了一些伟大思想家对科学思维的论述。这样做，可能会给人以沉闷的感觉。但是，当我们仔细探寻这些伟人涉足科学思维领域的踪迹，透过散见于他们著作中关于科学思维的一些精辟见解，我们就会深切地感到，对科学思维的研究是极其有价值的。

科学思维是思维主体即科学家进行的活动。就此而言，科学思维包括科学家群体和科学家个体两个水平。第一至三章正是探究群体水平上的科学思维的本质和规律，第四章则从个体水平探究科学思维。对于群体水平的科学思维，又从静态和动态两个层次去探讨。静态，就是把群体科学思维抽象地、孤立地加以考察，以把握其作为众多规定之总和的本质。这就是第一章的内容。第二章进而分析这总体的种种存在和作用的方式，这就是“科学思维的方式”。动态，则是指把科学思维作为思维主体在实际认识中进行的活动过程加以研究，从而加深对科学思维规律的认识。这是第三章。第四章从两个方面研讨科学思维在个体水平上的特殊表现和规律，即科学思维的个性。一方面是科学思维作为科学家个人品质的特殊性，即“科学家的思维风格”；另一方面是科学家个人在实际运用科学思维上表现出来的技巧问题，这就是“科学家的思维艺术”。

为了进一步探明科学思维同哲学思维和艺术思维的关系，第五章讨论了它在哲学和艺术(艺术创作)中的应用。除了一般

地讨论它在社会科学中的应用之外，还专门讨论了它在文艺学和语言学这两门社会科学中的应用。文艺学历来是应用科学思维程度最低的领域，可是，现在如上所说，这种情况已发生明显变化。语言学可以说是社会科学中应用科学思维程度最高的一门学科。而心理学兼具自然科学和社会科学的属性，在应用科学思维上也出现了令人瞩目的进展，因此也把它作为一个应用领域专门加以介绍。

科学思维学和思维科学

人类思维今天已发展成为包括众多形式的复杂体系，并向人们展示了“多维的形相”。这决定了现代思维科学是一个由许多学科构成的体系。科学思维学就是这个科学体系中的一门学科。

我们应当应用科学思维学提供的科学思维原理、尤其是系统思维的原理来探究思维科学的体系。

这个科学体系尚在形成之中。它包括已有的以思维为对象的学科，其中有的专以思维为对象，如逻辑学；有的以思维为对象之一，如脑生理学；以及有待建立的新学科，如哲学思维学、艺术思维学。

这个科学体系包括三个层次：基础思维科学、应用思维科学和思维工程技术。属于基础思维科学的有心理学、逻辑学、脑生理学、社会思维学、思维史学和文化思维学等。应用思维科学包括科学思维学、哲学思维学和艺术思维学。思维工程技术则包括电子计算机技术、知识工程、机器人等。

由此可以明白科学思维学在思维科学体系中的地位：它是应用层次中的一门学科。同时这也就进一步确立了科学思维学的价值。它的研究有着重要的理论意义和实践意义。

科学思维是人类理智的一种主要思维形式，探明它的本质和规律，将在揭开人类思维这个难解之谜的道路上前进一大步。科学思维学一方面利用基础思维科学和哲学有关分支的成果，另一方面又为发展基础思维科学提供丰富的材料和根据。同时，它还为思维工程技术提供了基础。总之，科学思维学的研究将促进整个思维科学体系的形成和发展。

科学思维学也具有实践意义。它不仅是一门理论学科，而且本身就是思维的工具。它对科学家进行认识活动的思维实践具有指导意义，为他们自觉而有效地运用科学思维提供原则和原理。同时，它也给哲学家、艺术家、社会科学家以及管理工作提供了思维方法的指南，有助于他们在各认识领域里进行新的探索，促进社会生活各领域的管理现代化即科学化。总之，它引导人们自觉养成和运用科学思维方法，以适应现代社会对人们思维能力愈趋增高的要求。

最后，再次提一下科学思维学和科学方法论的关系。科学方法论是哲学的一个分支，它对于科学思维学具有“元科学”的意义。从两个不同层次的对应关系来说，科学思维学的对象和内容只是科学方法论的一部分。总之，科学方法论是科学思维学的理论准备和来源，而科学思维学则为科学方法论的发展提供了养料。

第一章 科学思维的规定

科学思维作为一个客观对象所具有的质的规定性，是诸多规定的一个综合。概括地说，这个有机整体由以下七个规定所构成，即：抽象性、确定性、形式性、精密性、简单性、理论性和分析性。其中，抽象性和确定性是两个基本的规定，其它五个规定则是由它们派生的，科学思维也是由这两个基本的规定所决定和表征的。

第一节 科学思维的抽象性

科学思维常常被称为抽象思维。这正是由于抽象性是科学思维主要的规定性。无数科学认识的事实也告诉我们，科学要达到真理性的认识，始终离不开理性的抽象。抽象不仅是科学认识的重要手段，也是科学认识的重要特征。

抽象性是科学认识的重要特征

谁都知道，科学的任务，就在于利用各种科学的手段，透过事物的现象，来认识事物的本质和规律性，把握事物间的联系。这样，科学才能成为我们认识和改造自然的武器。而人们从现象到本质的认识过程在思维中是通过抽象完成的。因此，科学这种认识的力量归根到底来源于科学思维的抽象性。

以数学的发展为例：古埃及和古巴比伦人尽管掌握了关于

空间和数量关系的大量知识，但这些知识主要是凭经验进行考察的结果。在所有埃及人的著作中，法则仅能应用于为数有限的具体情况。在他们的几何学中，没有一个三角形来代表一切三角形这种在建立演绎体系时所必需的一般化的抽象概念。抽象的数的概念还有待引进。古希腊人则不同。数学之所以会在希腊发展起来，就因为古希腊人依靠对古埃及人和古巴比伦人的“智力革命”：从事物的多样中辨别出共同性，把它抽象出来，加以一般化，从而导出与更广泛的经验相符合的新关系。就是由于这个缘故，希腊人被认为是科学方法的倡导者。

对科学思维的抽象性在科学认识中的这种重要作用，人们也早已认识到了。早在古希腊，亚里士多德就曾总结过它，并把它称为“自然研究的路线或途径”：科学就在于从“感觉上较为易知的”、“混乱的集体”（即现象），通过抽象达到“理性上较为易知的”原理（即本质）。①在近代，牛顿认为：“自然哲学的基本原理”就在于从各种运动现象抽象出“自然力”，再用这些自然力去推论其余一切运动现象。②他自己就凭借这种抽象力量，把地上和天上的一切宏观物体的机械运动都统一于万有引力，实现了科学史上第一次认识的大综合。这就难怪人们在他的墓碑上写下了“神一般的思维力”的赞语。到了现代，爱因斯坦更是从现代科学高度抽象概括的典型特征，揭示了科学思维的抽象性能使人类远远超越观察事实和实验，而引出概括结论的思维原理。③事实上，相对论的创立正是爱因斯坦超越了个别实验事实，高度发挥科学思维抽象力量的产物。

① 亚里士多德：《物理学》，184a10—22, 189a3—8。

② 塞耶编：《牛顿自然哲学著作选》，上海人民出版社1974年版，第10—11页。

③ 海·杜卡斯等编：《爱因斯坦谈人生》，第33页。

科学思维抽象性的实质

抽象性是由“纷繁现象”通往“简明本质”的“桥梁”。那么，这“桥梁”本身怎么样呢？这就是我们说的抽象性之实质。对此，我们可以从以下三点加以说明。

1. 抽取共同点

抽象最主要地就是对同类事物去除现象的、次要的方面，抽取它们的共同点，从而使思维从个别中把握一般，从现象中把握本质。量子力学矩阵理论创立者海森堡就曾通俗地阐述过这种识别共同点的抽象方法，他说：“当比较三头牛和三只苹果时，有一个共同的特点可以用‘三’这个词来表达。这里数的概念的形成已经标志着从我们直接感觉到的世界迈向理性能够理解的思维结构之网的决定性一步。两个坚果和两个坚果合在一起得到四个坚果这个陈述……因此，我们就能够进行概括，给出抽象的形式：二加二等于四。”^①

对于科学认识来说，抽取共同点的重要性是显而易见的，因为科学就在于寻找复杂现象中作为共同点的规律性。所以，海森堡强调说：“识别共同点可能是一种最重要的认识行为。”^②当代美国数学史学者波耶也明确指出：“从自然界和人的思想的千变万化的端绪中分离、抽象出某些共同点，这对数学方法和科学方法是很重要的。”^③

2. 通过选择，限制思路，并把思路引向深入

抽象的实质还在于挑选一个特点，它同所有其他特点相比，被认为在某个方面特别重要。就是说，抽象这时在于从一种观点来考察一个客体或者一组客体，而忽视所有其他性质。这样，抽象起了限定探究的范围，突出其重点，从而使我们能够深入地

①② 海森堡：《现代科学中的抽象》，见《世界科学》1981年第10期。

③ 波耶：《微积分概念史》，上海人民出版社1977年版，第16页。

研究对象的作用。

牛顿力学的创立，就是一个明显的例证。在牛顿时代，科学家们通过广泛的实验研究，已经掌握了大量关于热、声、光、电、磁和机械力的现象。怎样将科学认识向前推进呢？牛顿从机械运动的观点去考察这一切物理现象，把物体抽象为只有质量的几何点——质点，把运动抽象为用距离和时间刻划的位置变化。这样，牛顿那“神一般的思维力”就限制在这个方向上，科学认识则走向深入：建立了科学史上第一个宏大的经验自然科学理论——牛顿力学，它把天上的和地上的一切引力现象——宏观物体的机械运动都统一了起来。

爱因斯坦敏锐地看到了这一点。他对牛顿在这里表现的恢宏气度赞叹不已：“考虑到宇宙间物体相互所产生影响的无限复杂性，一个胆量不及牛顿的人必定会觉得毫无希望。”^①他看到，牛顿的胆量正是来源于思维的抽象：“牛顿怎样来对待这种混乱状况呢？”^②他“引进了质点和各种超距作用力”^③，“发现这一切都可以用一种同距离平方成反比的力来解释。”^④沿着这条思路，牛顿终于在人类历史上破天荒地实现了认识“经验世界深刻特征”^⑤的目标。

3. 理想地复现对象

科学家运用抽象能力洞见事物的本质，还在于把事物加以理想化而复现于思维之中。

同抽取共同点相比，理想化是更深刻的抽象^⑥。因为，不可能单纯通过从可观察现象概括共同点来把握理想事物，而必须

①②③④⑤ 《爱因斯坦文集》第1卷，商务印书馆1976年版，第402、403、404、404、222页。

⑥ 有人把前一种抽象称为“弱抽象”，后一种称为“强抽象”（王前：《数学抽象度的哲学分析》，见《哲学研究》1985年第11期）。