

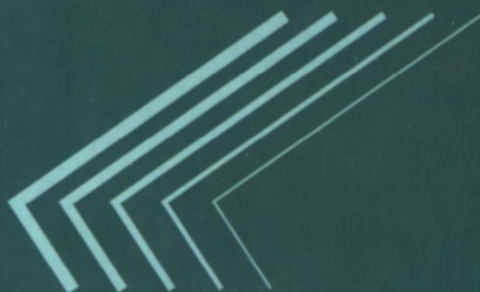
KEXUE SIWEI YU KEXUE FANGFA

# 科学思维 与 科学方法

鲍健强 著



贵州科技出版社



科学思维 **与** 科学方法

**KEXUE SIWEI YU KEXUE FANGFA**

ISBN 7-80662-184-9



9 787806 621844 >

ISBN 7-80662-184-9  
N·004 定价:20.00元

B80/45

鲍健强 著

**科学思维**

---

**与**

---

**科学方法**

贵州科技出版社

---

图书在版编目(CIP)数据

科学思维与科学方法/鲍健强著. —贵阳: 贵州科技出版社, 2002. 8

ISBN 7 - 80662 - 184 - 9

I . 科... II . 鲍... III . ①思维科学②科学方法论  
IV . ①B80②G304

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 058844 号

---

贵州科技出版社出版发行

(贵阳市中华北路 289 号 邮政编码 550004)

出版人: 丁 聪

贵州新华印刷厂印刷 贵州省新华书店经销

787mm × 1 092mm 16 开本 11.5 印张 280 千字

2002 年 8 月第 1 版 2002 年 8 月第 1 次印刷

印数 1 - 2 500 定价: 20.00 元

## 前 言

不登高山，不知天之高也；  
不临深海，不知地之厚也；  
不解思维之奥秘，  
不知方法之妙也！

中国古代的圣哲曾经说过：“至大无外，至小无内。”用它来描述人类的思维是太确切不过了。思维既是一个“大宇宙”，同时也是一个“小宇宙”。谓之“大”，就是“大”在思维的对象包容了以现实的无限时间和空间形式存在的物质世界，甚至包括超现实的意念世界、梦幻世界；谓之“小”，就是“小”在思维的物质基础都是落实在具体个人的大脑，人脑充其量也就大约 1350 克。然而，小极乃大，大极乃小。尽管人类对思维的奥秘至今仍然不得其解，但解谜的工具仍然是思维本身。人类在解读思维内在规律的过程中，推动思维的进步。

从物质的角度看，每个个体存在的人脑是一个非常窄小的有限空间。不论是亚里斯多德、牛顿，还是爱因斯坦、霍金，再杰出的科学家的思维都离不开自身大脑的思维和创造。就个体而言，大脑就是一切，思维会随人脑的消失而消失，思维也会随大脑内在的知识结构、认知结构和思维结构的变化而变化。人类思维的奇妙就在于，人的思维能够超越自然的局限性，超越大脑生理的时间与空间的界域，以多种多样的观念手段和思维形式来不断地、广泛地和深刻地把握在时间上无穷、在空间上无限的物质世界的大宇宙。简而言之，思维的观念的时间和空间是不受人脑生理的时间和空间的约束和限制的，思维的“小宇宙”甚至可以超越物质世界的“大宇宙”。

众所周知，宇宙间最奇妙的东西是生命，生命中最亮丽的是智慧，智慧的本质是人类的思维结构、内容和方法的外化。虽然生命、智慧，连同人类的思维都是自然的产物，是宇宙、地球长期进化的结果，但是，当人类思维摆脱原始状态，智慧之花含苞欲放时，它不仅标志着人类已从动物中分离出来，而且也标志着人作为认识主体开始作用于客观自然界。然而，在一个相当长的历史时期，人类的思维是在黑暗中摸索，走过了曲折与坎坷。到了古希腊时代人类的思维才走上了逻辑和理性的轨道。但是，人类的思维更多地关注的是思维以外的物质世界，对思维本身，对人脑本身并没有给予更多的研究，这是由于人脑的内部结构太精致、太复杂了。

随着现代科学发展，科学家越来越关注人类自身的奥秘，尤其是思维的奥秘。脑科学、人工智能、发生认识论、思维方法论、创造心理学、思维与语言学，从不同的角度研究思维的本质和规律。这些研究一方面加深了人们

对思维过程和特点的认识,另一方面对提升人们的认识水平、思维水平、掌握思维方法起了积极的推动作用。伟大导师恩格斯曾经说过:“一个民族要想站在科学的最高峰,就一刻也不能没有理论思维。”科学的进步需要理论思维,认识自然需要科学方法。科学思维方法是人类思维的最高形式,它不断影响和改变着人们一般的思维方式和方法。思维的精彩和精妙,使人们希望了解和探索思维的特点和规律,掌握认识自然、社会和宇宙的科学思维方法。《科学思维与科学方法》正是为此而作。

《科学思维与科学方法》介绍了科学思维方法随着科学技术的发展而演变的脉络,使人们了解科学发展不同时期科学思维方法的不同特点。如古希腊时代的科学思维方法和特点主要反映在古希腊的自然哲学之中,是逻辑思维与理性思维萌发的阶段。牛顿时代为标志的近代科学,其科学思维方法的特点是强调经验主义和实验科学,注重“实验是科学之母”。现代科学的科学思维方法的特点是在传统的科学思维方法的基础上,注重理论思维,重视系统思维方法和创造性思维方法,在关注抽象思维的同时,形象思维也得到了应有的重视。本书专门有一章讲东西方科学思维方法和传统的比较。一方面让人们了解东西方思维方法的差异性,这种差异性的原因是多方面的,导致科学发展结果也迥然不同;另一方面也向人们介绍中国传统的思维方法在现代科学发展中具有特殊的价值,改变过去介绍科学思维方法总是以西方科学为中心的传统。本书还专门介绍科学认识论与科学方法论,对思维的本质、认知的过程、科学方法的特点从整体上进行分析,同时,也介绍现代西方科学与科学方法论的内在关系,让读者能扩大认识科学思维方法的视野,还具体介绍一些科学思维方法,如科学理性思维方法;科学逻辑思维方法;辩证的科学思维方法;系统科学的思维方法和创造性科学思维方法等等的特点;一方面对这些科学思维方法进行理论上的分析探讨,另一方面通过生动的科学实践和科学发明的实例进行旁证和说明,主要给人以启迪,给人以智慧。最后是把科学思维方法与艺术思维方法(形象思维方法)进行比较,提出了抽象思维与形象思维珠联璧合,科学与艺术融通是人类思维的最高境界。

# 目 录

1

绪论 从思维中收获成果 从自然中得到自由 .....	(1)
一、思维是人类最美丽的智慧之花 .....	(1)
有限的人脑蕴涵着无限的思维发展空间 .....	(1)
逻辑思维·形象思维·创造思维 .....	(3)
二、科学思维与一般思维 .....	(5)
关于一般思维概念的几个基本观点 .....	(5)
科学思维的两大特征:理性思维和逻辑思维 .....	(6)
20世纪思维科学研究的四个发展方向 .....	(9)
三、科学方法与一般方法 .....	(11)
工欲善其事,必先明其道 .....	(11)
科学方法论的三个层次和特点 .....	(15)
第一章 科学思维方法演变的历史脉络 .....	(18)
一、古希腊时代的科学思维方法 .....	(18)
早期科学思维与神话自然观的渊源 .....	(18)
古希腊自然哲学家认识自然的思维方法 .....	(19)
二、近代科学思维方法的特点 .....	(24)
中世纪的思维特征是天启信仰替代了探索自然 .....	(24)
近代科学倡导经验主义和理性主义的思维方式 .....	(25)
三、20世纪科学思维方法的特征 .....	(34)
19世纪与20世纪之交的现代物理学革命 .....	(34)
现代科学需要理论思维和创造性思维 .....	(36)
系统科学思维方式的崛起与发展 .....	(38)
第二章 东西方科学思维的传统与方法 .....	(41)
一、西方科学思维传统与方法的两根支柱 .....	(41)
西方人注重对自然研究导致了逻辑和理性 .....	(42)
西方科学传统和思维方式的几个特点 .....	(44)
二、东方科学传统和思维方法的特点 .....	(46)
东方人注重对人的研究导致了伦理和道德 .....	(46)
东方思维传统与方法的基本特征 .....	(48)
三、东西方思维方式的对称性和互补性 .....	(52)
思维的反差性带来了互补性 .....	(52)
基本的走向:交叉、渗透、合流 .....	(54)
第三章 科学认识论与科学方法论 .....	(58)
一、科学认知系统的构成与特点 .....	(58)

# 目 录

2

科学认识主体具有特殊的规定性 .....	(59)
科学认识客体的有限性与无限性 .....	(60)
科学实践是沟通认识主体与客体关系的桥梁 .....	(61)
科学仪器在现代科学认识中的地位 .....	(62)
二、科学语言是科学思维的重要工具 .....	(64)
自然语言与科学语言 .....	(64)
科学语言与科学思维 .....	(67)
三、西方现代科学哲学与科学方法论 .....	(68)
西方现代科学哲学发展的历史轨迹 .....	(68)
现代科学哲学中具有方法论价值的几个思想 .....	(72)
<b>第四章 科学的理性思维方法</b> .....	<b>(76)</b>
一、感性认识是理性思维的基石 .....	(76)
科学观察是获取感性材料的主要方式 .....	(76)
科学实验方法的特点和作用 .....	(79)
二、理性思维是科学思维方式的具体体现 .....	(81)
科学抽象是理性思维方法的形式 .....	(82)
科学抽象的基本过程和理想模型 .....	(84)
三、科学的理性思维方法的特点 .....	(86)
科学概念是理性思维的重要纽结 .....	(87)
科学判断是理性思维的必要环节 .....	(89)
科学推理是理性思维的逻辑延伸 .....	(90)
<b>第五章 科学的逻辑思维方法</b> .....	<b>(93)</b>
一、科学逻辑思维方法的类型和特点 .....	(93)
分析方法与综合方法 .....	(94)
归纳方法与演绎方法 .....	(96)
比较方法与类比方法 .....	(99)
形式逻辑与数理逻辑 .....	(102)
二、数学方法:逻辑思维最有力的工具 .....	(105)
数学思维方法的特点和作用 .....	(105)
用数学模型来描述与抽象实体特征 .....	(108)
<b>第六章 辩证的科学思维方法</b> .....	<b>(111)</b>
一、辩证思维与思维辩证法 .....	(111)
世界的矛盾性是辩证思维产生的依据 .....	(111)
辩证思维是客观辩证法的反映 .....	(113)



# 目 录

3

辩证思维的基本规律·····	(115)
二、辩证思维方法是科学方法论的重要组成部分·····	(117)
辩证逻辑方法与形式逻辑方法·····	(118)
辩证思维方法与科学理论的发展·····	(119)
三、逻辑和历史辩证统一的思维方法·····	(122)
逻辑的思维形式与历史的客观实在·····	(122)
逻辑方法与历史方法的辩证统一·····	(124)
第七章 系统科学的思维方法·····	(128)
一、系统科学兴起是现代科学思维方式的一次变革·····	(128)
系统思维方式产生的历史渊源和时代背景·····	(128)
系统科学:探索非线性复杂系统的新思维·····	(130)
二、系统科学与系统方法·····	(133)
系统科学:从实践到理论,从思想到方法·····	(133)
系统方法的基本原则·····	(135)
三、系统科学思维方法的类型和特点·····	(137)
反馈控制法·····	(138)
功能模拟法·····	(140)
黑箱辨识法·····	(141)
思维的信息加工方法·····	(143)
第八章 创造性科学思维方法·····	(146)
一、科学创造和创造性思维的特点·····	(146)
创造性思维的定义和基本特征·····	(147)
创造性思维过程的四个阶段·····	(148)
创造性思维与一般思维的区别·····	(150)
二、直觉思维与灵感思维:只可意会不可言传·····	(150)
科学灵感是一种“尤利卡”思维反应·····	(151)
科学直觉是直接洞察事物本质的思维形式·····	(152)
思维定势是创造性思维的枷锁·····	(153)
三、创造性思维的物质基础:大脑两院制·····	(156)
左半球与右半球具有不同的思维功能·····	(156)
开发右半球的潜能是提高创造性思维水平的途径·····	(158)
第九章 科学思维方法与艺术思维方法·····	(161)
一、抽象思维与形象思维珠联璧合·····	(162)
科学与艺术关系的历史演变·····	(162)

逻辑思维与形象思维的互补结构·····	(164)
二、艺术思维与形象思维的基本规律和特点·····	(166)
形象思维的定义和特点·····	(166)
形象思维在科学研究中的作用·····	(168)
三、科学与艺术融通是人类思维的最高境界·····	(169)
科学审美意境是一种高超的思维方式·····	(170)
探求宇宙数与形的和谐美是科学家的信念·····	(171)
科学美是潜藏在自然美之后的理性美·····	(172)
参考书目·····	(174)

## 绪 论

# 从思维中收获成果 从自然中得到自由

一个民族想要站在科学的最高峰，就一刻也不能没有理论思维。

——恩格斯

当人类第一次从月球上遥望地球时，被这个蔚蓝色的星球所震撼。因为在蔚蓝色星球的背后是一个谜团，谜团内最迷人的是“万物之灵”的思维与智慧。假设地球上没有思维和智慧，地球也许会像月球那样苍凉，缺乏生机和活力；假设人类没有思维和智慧，地球也许仍然处在原始和混沌状态，人类不可能从月球上遥望自己生存的地球。

但是，令人欣慰的是人类的思维和智慧经历了演化与发展，从混沌到有序，从低级到高级，从简单到复杂，从具体到抽象，从局部到系统，从认识自然到改造自然，从自然中得到自由，成为地球的主人。人类在惊叹宇宙和自然的博大精深的同时，也惊叹人类思维和智慧的奥妙神奇。面对宇宙和自然，人类既渺小又伟大。所谓“渺小”，当你站在高山之巅，山脚下的人从你的视线中消失，更何况从月球上遥望人类。所谓“伟大”，人类的思维和智慧能解开自然的谜团，人类的思维能包容整个浩瀚的宇宙，能梳理物质世界的每一个角落，能够从思维中收获成果，从自然中得到自由。

### 一、思维是人类最美丽的智慧之花

有限的人脑蕴涵着无限的思维发展空间

伟大导师恩格斯把思维理解为由物质的运动变化所发展出来的一种属性，是物质在地球上绽开出的“最美的花朵”。（《马克思恩格斯选集》第3卷，人民出版社，1972年版，第462页）这最美的花朵是当物质进化到人脑这种具有复杂组织结构的高级物质形态时才开始含苞欲放，人类的社会实践为这最美丽花朵的绽开提供了沃土和养分。从人类演化发展的角度来看，在人类尚未出现之时，自然界就存在着和发展着。自然界原本就是一个物质世界，没有意识，没有思维，没有智慧，也没有主体与客体之分。随着人类的出现，尤其是人类语言的出现，人类思维和智慧之花才得以萌发，人类才正式从动物界摆脱出来，走向了思维进化的轨道。

作为人类物质存在方式——实践的内在精神形态，思维世界是存在世界在精神领域的反映和内化。人类的社会实践是一个不断拓展着、演化着、丰富着的体系，与之互为表里的思维世界也是一个膨胀着的世界，是一个以其思维空间的不断扩展、思维内容不断丰富为特征的。现代宇宙学告诉人们，宇宙起源于“大爆炸”，目前仍然在不断地膨胀之中，从时间尺度上讲为150亿年左右，从空间尺度上看为 $3 \times 10^{27}$ 厘米。物质世界的“大宇宙”与精神世界的“小宇宙”是同一性的，所不同的是，物质世界的大宇宙是一个爆炸后的膨胀的过程，而思维世界的小宇宙是经过漫长的、缓慢的点滴积累、逐步演化，现在呈指数增长的加速膨胀的态势，可以称之为“爆胀”。近代科学，尤其是现代科学的高速发展，人类思维的成果总量已远远超过过去上百万年思维成果的总和。人类思维的触角和视野，从广度上已经达到上星团以外的宇宙，从深度上已达到夸克层面上的微观物质结构，并且已经对思维自身繁杂的物质结构——大脑进行了全面的研究，甚至希望机器——“人工智能”能够模拟人的思维，把握思维过程的本质和规律。这种研究思维的思维，加速了对思维的认识，提高了思维的能力，推动了思维成果层出不穷地产生。

思维成果的形态表现为两种方式：一是科学知识的理论体系，二是千姿百态的人工自然。如果说人工自然是思维的物化的结晶，那么，科学知识体系则是思维的精神化的产物。尽管思维的过程并没有留下太多的痕迹，但是我们通过思维的结晶和产物，能够体会到人类思维的巨大作用和神奇魅力。

当然，思维的进化与思维的物质基础——大脑的进化密切相关。但由于大脑内部结构的复杂性和精致性，千百年来，人类并不能准确地把握大脑的物质结构和进化机理，尽管1981年度的诺贝尔生理及医学奖获得者，美国加州大学心理生物学教授L. 斯佩里通过“裂脑研究”(split-brain research)发现了“大脑两院制”的脑结构，即左半脑侧重抽象思维，长于语言功能、逻辑分析、数学运算、推理思维；右半脑侧重形象思维，长于非语言、非数学、非逻辑的空间关系，但是，对于大脑的进化机理仍然知之甚少。尽管如此，人们还是一直保持对人类的思维特点、思维规律、思维方法、思维形式的研究热情，因为把握科学思维和科学方法比占有科学知识更重要，科学知识只是科学思维的结晶和成果，科学思维方法才是创造新知识的源泉。

思维世界中，从思维的物质基础——大脑的生理角度看是有限的，而从思维的对象和内容上看却是无限的。因为就思维的具体形式而言，思维存在于每个具体的人身上，思维离不开特定思维个体的大脑结构和功能，并不存在无人身的思维。但是，我们也应该看到，思维世界并不是单纯在个体身上个别地、孤立地形成与发展的，而是在人作为一类群体，从物质世界中分

化出来,从共同的进化过程中,系统地形成和发展的。因此,人类具有共同的大脑的生理结构和潜存功能,并通过生物学意义上的共同的遗传方式一代一代地传递下来,有一个无限发展的过程。我们所说的思维主体,虽然离不开思维着的个体的人,但并不是单指属于个体的人,而是指属于整个人类的系统。作为思维主体的人不是单纯的生物个体,而是在社会关系中存在的和从事实践活动的社会的人。语言、符号的产生为人类之间的思维交流提供了可相互理解的工具,形成了不同风格的思维形式,人类思维的整体水平的提高是在这种交流中进步,在学习中提高。承上启下,继往开来,一代一代地传递和积累下来,思维的结果常常是新思维发展的原因。这种互为因果的相互促进和推动,使得人类赖以进行思维活动的形式、工具和手段,以及每一次思维活动所取得的创造性成果,不会因为思维个体的死亡而消失,而是会由后人不断地推进和发展。人类思维的发展史表明,前一代人的思维所达到的水平,是后一代人的思维继续向前发展的基础和起点,这是一个没有止境的无限的和永恒的过程。

思维的有限性与无限性问题,恩格斯曾经作过精辟的概括:“一方面,人的思维的性质必然被看作是绝对的,另一方面,人的思维又是在完全无限地思维着的个体中实现的。这个矛盾只有在无限的前进过程中,在至少对我们来说实际上是无止境的人类世代更迭中才能得到解决。从这个意义上说,人的思维是至上的,同样又是不至上的,它的认识能力是无限的,同样又是有限的;按它的本性、使命、可能和历史的终极目的来说,又是至上的和无限的;按它的个别实现和每次实现来说,又是不至上的和有限的。”(《马克思恩格斯选集》第3卷,人民出版社,1972年版,第126页)恩格斯从思维主体的有限性和无限性,思维发展的有限性和无限性,思维空间的有限性和无限性的分析中,深刻地揭示了思维世界发展的辩证法。

#### 逻辑思维·形象思维·创造思维

著名的科学家拉普拉斯曾经说过:“认识一位天才的研究方法对于科学的进步,并不比发现本身更少用处。科学研究的方法经常是极富兴趣的部分。”我国著名的科学家钱学森在其晚年一直致力于思维科学的研究。他提出“思维科学就是研究人的思维规律的科学,翻译成英语叫 noetic science。侧重研究人脑通过思维活动,怎样加工处理从客观世界获得的各种信息,从而得到正确的认识 and 知识,并能进行创造性的思维,在改造客观世界的过程中有所创新。”同时强调人脑与电脑相配合,实现人-机结合。由此提出了“大成智慧学”,即“集大成,得智慧”思维方法。钱学森1995年在给戴汝为同志的信中提出:“思维学只有三个部分:逻辑思维,微观法;形象思维,宏观法;创造思维,微观与宏观结合。创造思维才是智慧的泉源;逻辑思维和形

象思维都是手段。”为思维科学的研究提供了一个理论框架。按照钱学森的观点，思维科学的基础科学层次主要包括思维学和信息学两大部分。思维学中主要有逻辑思维、形象思维、创造思维三个重要内容。

(1)逻辑思维。主要通过概念、判断、推理等思维形式，能动地反映客观世界的认识过程。逻辑思维亦称抽象思维，从古希腊自然哲学家亚里斯多德创立“三段论”的形式逻辑以来，已有近2500年的历史。逻辑思维过程要进行科学的抽象，要经过去粗取精、去伪存真、由此及彼、由表及里、分析综合、归纳演绎等思维的加工制作，撇开事物的具体形式和个别属性，揭示出事物的本质特征，形成新的认识、新的概念；再运用新的认识、新的概念继续进行判断和推理，由此达到概括地、间接地反映现实事物本质和相互关系，形成对现实的更高一级的理性认识。在研究逻辑思维的科学中，除了形式逻辑、辩证逻辑，还有数理逻辑。数理逻辑(mathematical logic)是用数学方法去研究思维形式的结构及其规律的科学，亦称符号逻辑。数理逻辑与演绎逻辑和形式逻辑关系十分密切。由于它起源于对数学推理方式的分析，有些人把它视为数学思维方法，在数理逻辑的边缘，它与计算机的程序设计和人工智能的开发关系日益密切，成为重要的思维工具。

(2)形象思维。形象思维与逻辑思维的区别在于，形象思维是一种复杂的、多途径、多回路、非线性的思维方式。形象思维亦称直感思维，灵感、顿悟的思维形式是形象思维的特例。形象思维并不是单纯对事物表面进行生动的直观(直感)，而是寻找所观察事物的整体性、规律性、本质性的一种猜测和思考。形象思维过程具有“泛化”的思维特征，即非逻辑、非理性、非程序、超时空、大跨度、跳跃性的思维方式，常常有只可意会，不可言传的感觉。形象思维并不是胡思乱想，它要求思维主体具备丰富的经验和广博的知识，能慧眼独具，视角独特，透过表面，洞察现象，从不同的角度、不同的层面、整体和宏观地把握事物表象背后的规律和本质。形象思维的成果并不都是正确的或科学的，它需要用逻辑思维方法进行证明，通过科学实验和社会实践来检验。

(3)创造思维。创造思维亦称创新思维。创造思维的目的是获得新的观念、新的智慧、新概念、新方法。钱学森认为，逻辑思维是侧重于微观的思维方法，形象思维侧重于宏观的思维方法，而创造思维是微观与宏观相结合的一种思维方法。只有创造思维才是智慧的源泉，逻辑思维和形象思维都是创新思维的工具和手段。随着计算机技术的迅速发展，传统的逻辑思维的工作，如记忆、推理、运算、分析已部分或大部分可由电脑(计算机)来完成，创新思维主要是由人去完成。所以，创新思维日益受到人们的关注和重视，逻辑思维和形象思维是创新思维的基础。因此，创造性思维是各种思维方式中最高的思维方式，是人类思维中最亮丽的花朵、最理想的智慧之果。

## 二、科学思维与一般思维

### 关于一般思维概念的几个基本观点

人类对思维的研究由来已久,哲学家最先讨论“思维与存在”的关系,把思维作为一种精神现象,与意识等同,与存在对应。哲学上讨论一般思维的概念,能为科学和艺术提供理论指导,有利于对思维作深入的探讨。而从科学上对思维的研究能够为人们深入了解思维的本质和规律提供丰富的素材。关于思维概念有这样几个基本观点:

(1) 思维是物质运动的最高形式。恩格斯是把一切物质运动分成五种类型:机械运动、物理运动、化学运动、生物运动、社会运动。随后,又把思维运动作为物质运动的最高形式。恩格斯说:“运动,就它被理解为存在方式,被理解为物质固有属性这一最一般的意义来说,囊括宇宙中发生的一切运动和过程,从单纯的位置变动起,直到思维。”(《马克思恩格斯选集》第4卷,人民出版社,1972年版,第346页)显然,思维运动是最复杂、最高级的运动形式。

(2) 思维是以人脑作为运动的物质基础。作为思维的物质基础——人脑是自然界和宇宙间最复杂的系统。从结构上看,人脑有100亿~1000亿个神经元,每个神经元都具有极其复杂的物理、化学和生理结构。从功能上看,它不仅具有逻辑思维和理性思维的特征,而且还有意志、信念、情感和精神等思维形态。现代脑科学的最新发现,揭示了大脑“两院制”的二元结构二元思维形式,即左半脑长于抽象思维,右半脑侧重形象思维。在思维活动中,人脑的左右半脑之间具有代偿和互补机能,它是通过联络脑,即大脑胼胝体的大约两亿根神经纤维把左右半脑联结成一个统一的有机体。实践证明:只有人脑具有思维的机能和属性,才有可能产生思维。如果某个人脑发育不健全或遭到损害,失去人脑的机能和属性,思维便无从谈起。

(3) 思维是人脑对客观事物的反映。思维不是一种超物质的独立存在的实体,离开了思维的客观物质对象,思维就失去了存在的依据。形象地说,当一个人生活在一个封闭的系统中,大脑及思维就会封闭,进化就会停顿。作为人脑的产物——思维同外部客观世界的对象的关系,是反映与被反映、主观与客观的关系。人脑能以概念、形象、观念、思想等形式反映、再现外部客观世界对象,其结果则是在人脑中形成作为体现思维的形式和内容相统一的思维成果。因此,思维是人脑对外部客观世界的对象的能动的和具有创造性的反映。思维过程是反映客观现实的能动过程,它既能能动地反映客观世界,又能动地反作用于客观世界。一方面是人可以通过思维客观、准确地反映事物的本质和规律,形成知识的体系,另一方面人依据思维可以

创造出自然界所没有的东西,基于对客观规律和本质的把握物化出人工自然系统。

(4)思维是人类认识的高级阶段。人类对客观事物的认识有两个阶段:一是低级的、感性的、直观的认识阶段;二是高级的、理性的、思维的认识阶段。在具体的、实际的认识过程中,生动的感性直观与抽象的理性思维是相互联系、相互依赖和相互渗透的。一方面,思维作为认识的高级阶段,本质上是一个加工处理客观认识对象信息的过程,同时又依赖于感性直观才能获得思维的信息和内容。另一方面,感性直观接收信息的广度、深度及信息的选择,又都受思维的指导和制约。思维是以感性直观为基础的观念反映的高级形式和高级阶段。由感性直观到理性思维,是观念反映和认识过程中所发生的一次飞跃,因此,理性思维具有不同于感性直观的特点和功能。

从理论上讲,科学思维一般指理性的认识过程,是人脑对客观事物间接的和概括的反映。思维的工具是语言。人们借助于语言把丰富的感性材料加以分析和综合,由此及彼,由表及里,去粗取精,去伪存真,从而揭示不能直接感知到的事物的本质和规律。科学思维活动与一般思维活动既有区别,又有联系。科学思维与一般思维都是以人脑作为思维的物质基础,都是对客观世界的反映,都是由感性直观上升到理性思维的这样一个认识过程的高级阶段。所不同的是,科学思维有自己的思维方式,有自身独特的思维工具和科学范式。没有受过科学的教育和训练,没有学习和掌握科学的语言系统,科学思维将无法进行。例如,一个人没有掌握数学工具,学会数学推导,对许多物理现象就无法用数学方法进行定量分析和描述,就不能建立数学的思维方式来解决实际问题。

#### 科学思维的两大特征:理性思维和逻辑思维

人类形成科学思维方式的历史并不长。在相当长的历史时期,人类的思维的深度和广度都是十分有限的,思维的结果并不能正确地反映客观世界的本质。如古希腊科学与哲学产生以前,人们对自然的认识是肤浅的,甚至是扭曲的,思维也是混沌不清的,并将人与自然混为一体,主客体不分。人们是用神话来解释自然现象,用想象和猜测来描述客观世界,人们把希望寄托给一个无所不在、无所不能的神。只有到了古希腊时代,人们才萌发出科学思维的胚胎,科学思维才有了两块基石:一是理性思维,二是逻辑思维。

理性思维是在处理感性直观所获得的信息时所采取的思维方式。是用客观的方式?还是用主观的方式?同样是思维对信息的加工处理,但思维的结果或结论是截然不同的。例如宗教思维是建立在对超自然、超时空存在的信念之上的。没有这种信仰,宗教思维就会失去存在的根基。科学理性的



思维方式是承认存在一个不以人的主观意志为转移的客观世界。理性思维是在直观感性的基础上,经过界定概念、客观推理、科学判断后形成正确反映客观世界的本质和规律的认识过程。从古希腊自然哲学开始,人们对理性思维预设了两个重要的前提:一是相信在纷繁复杂的现象世界背后有一个不变的、可以认识的事物的本质和规律的存在;二是相信人具备一种理性的认识能力,人类的思维与事物的存在在本质的意义上被同一,即正确的思维能反映事物的真实存在和本质。只要思维把握了事物抽象不变的本质,就等于认识和把握了现实存在的事物,从而达到认识的目的,获得确实可靠的知识。因此,人们提出了“理性给自然立法”。

近代科学革命以后,人们发现重要的不是坚信客观事物背后存在事物的本质,而是如何认识和揭示它;理性如何给自然立法;认为古希腊自然哲学家光有理性思辨是不够的,需要以经验为基础,以实验为手段,从客观世界获得第一手的感性材料和研究信息,在此基础上进行理性思维和整理,进行分析判断、逻辑推理和数学建构,提出解释现象背后的本质的科学理论和知识。因此,近代科学的理性思维更注重在经验范围(科学实验)内获得基础,在经验范围(科学实验)中得到确证。这就给理性注入了丰富的科学内涵,提供了坚实的经验基础。科学的发展和进步是一种表象,本质在于古希腊的自然哲学孕育了科学理性这颗具有强大生命力的“种子”,在众多科学家的共同培育下得以生根、开花、结果,使得理性思维成为科学的代名词。

逻辑是科学思维的形式和工具。中文的“逻辑”一词由英语 Logic 音译而来,它导源于希腊文(逻各斯)。最早是由古希腊自然哲学家赫拉克利特提出来的,他认为,自然界虽然千姿百态,千变万化,但总要遵循一定的规律或规则,如太阳东升西落、人类生老病死、气温四季变化等,是一种必然的、逻辑的规则。当然到了亚里斯多德提出“三段论”以后,逻辑更多地表现为抽去了具体思维内容的一种思维的形式,是体现了思维的规律和规则。逻辑和语言都是思维的工具,而科学思维需要创造出与科学发展相适应的科学逻辑,如形式逻辑、数理逻辑、辩证逻辑,使思维过程得以形式化、规则化和通用化。同时也要创造出科学语言系统,以克服自然语言的缺陷,通过科学术语来简洁地表达科学概念,通过科学符号来实现科学推理和运算过程,使科学思维过程更准确、更经济、更有效。

由此可见,科学思维是伴随着科学的进步而进步,跟随着科学的发展而发展的,它已经形成了与科学认识和科学研究的特点和规律相适应的“范式”,形成独特的思维方式和方法,尤其是自然科学的研究领域更是如此。我们既要熟悉思维过程的一般规律,又要了解科学思维自身的特点。思维是有规律的,认识是有方法的。把握思维的规律是为了更好地认识客观世界,认识自然,从自然中得到自由,而不是像人类的祖先那样,面对自然束手