

## 第一章 科学与科学研究

本章 从介绍科学与科学研究的定义、内容及其特征入手，对科学与技术的关系，科学研究类型、方法与步骤等问题进行探讨，提倡科学研究思维与科研创新，加强科研能力的培养。

### 第一节 科学

#### 一、科学的传统定义和现代认识

##### 1.科学的传统概念 什么是科学？

这是一个古老而又年轻的课题。在日常生活中，人们常把“科学”或“科学的”理解为“真的”、“可靠的”、“有理的”、“客观的”、“进步的”等，简单、模糊的意会，但又似乎觉得明了的概念。“科学”一词便成为最受敬重的那一部分知识的名称。“科学”（science）一词来源于拉丁文“scientia”，意为“知识”、“学问”。

16 世纪传入中国，当时将英语“science”译成“格致”，系“格物致知”的简称，以表述实践出真知的含义。在日本明治维新时期，日本教育学家福泽吉把“science”译成“科学”并在日本广泛应用。

1893 年，康有为引进并使用“科学”二字，严复在翻译《天演论》时，也用了“科学”二字，此后“科学”替代了“格致”，并沿用至今。“科学”一词的根源可以一直追溯到文明的萌芽时期，甚至可以进而追溯到人类的起源。它起源于巫师、僧侣或者哲学家的有条理的思辨，也起源于工匠的实际操作和传统知识。

科学作为一种知识体系，起源于 12 世纪初。当时，有人为了与神学相区别，就认为科学是以物质为基础的一部分，从而提出了科学是一种知识的思想。后来，人们发展了这种思想，认为科学是一种知识体系。

所谓知识体系，就是强调科学不是零星的知识，而是系统知识有机结合产物的总和。如果我们同意对科学这样定义，神学、巫术等也会被认为是科学，因为它们都是知识体系。这显然是荒谬的。科学是反映事实真相的学说，这种学说是事实真相的客观反映。

科学与事实真相的关系是密不可分的。

早在古希腊时期，亚里士多德在使用和讨论“科学”这一范畴时把它与知识联系在一起，认为科学是关于事实的原因的知识。被誉为近代实验科学的真正始祖的培根，在提出“知识就是力量”这一口号时，进一步把知识与科学联系在一起。这里所要明白的是，科学是知识，但是却不能说“知识是科学”，即有的知识可以被称之为科学，有的则不能。那么，哪些知识可以被称之为科学呢？

罗素曾经把“科学”规定为诉诸人类理性的“确切的知识”，指关于有限领域、有实证根据、有明确适用范围的知识。

达尔文说，“科学就是整理事实，以便从中得出普遍性的规律或结论”，指出科学是反映客观事实和规律的知识。

科学学的创始人 J.D.贝尔纳说：“科学可作为一种建制、一种方法、一种积累的知识传统、一种维持或发展生产的主要因素以及构成我们的诸信仰和对宇宙和人类的诸态度的最强大势力之一。”

科学是反映客观事实和规律的知识体系相关活动的事业。

爱因斯坦认为：科学作为一个存在的事物和完整的事物，是人类知道的事物中最客观的，但科学在形成中，作为追求的目的，却如同人类的其他部分一样，是主观的也是受心理制约的，以至于“科学的目的是什么？”这一问题的答案，就因时代的不同和来自各种各样的人而很不一致了。

《韦伯斯特新世界词典》给“科学”下了这样一个定义：“科学是从确定研究对象的性质和规律这一目的出发，通过观察调查和实验而得到的系统的知识。”这一定义首先规定了科学的对象，确定研究对象的性质与规律。这个确定研究对象是不依赖于我们认识主体而存在的客观世界，这个世界有着自己的规定性和发展规律。这一点是一切科学的前提。

《辞海》（1979年版）认为：“科学是关于自然、社会和思维的知识体系。”科学应该按照内在逻辑关系把已知知识条理化、系统化、综合化，使之成为反映客观事实和规律的知识体系，而且这种知识体系仍旧在不断地补充和完善。

广义的科学概念是哲学、社会科学、自然科学、思维科学等所有学科的总称，涵盖了以下内容：广义能量学、广义宇宙学、广义心理学（超心理学）、广义全息律。狭义的科学概念则专指自然科学，甚至专指基础理论科学。

## 2.科学的现代认识

### （1）当代科学所表现的形象

1）一种建制。科学作为一种建制而有数百万计的人们在这方面工作，科学已成为一种社会职业。科学家们所从事的职业就成了科学的一种简易定义。

2）一种方法。在科学建制中，科学家从事科学职业，需要一整套思维和操作规则，有程序的，也有指导性，称之为科学方法。

3）一种累积传统的知识。科学具有累积性，科学的每一收获，都能随时经受得起用指定器械对指定的物料来检验。相应地，科学家的个人工作成果，很快被科学完全吸收。

4）一种维持或发展生产的主要因素。科学与技术的密切结合，导致了生产的发展和社会进步。早期，科学步入工业的后尘，现在科学领导工业。科学是从车轮中学习而来的，而后导致了蒸汽机和电视机的出现。

5）一种重要的观念来源。科学是连接许多实用科学成就而构成的理论体制。科学的种种定律、假说和理论，除本身解释客观事实外，科学知识必然反映出当时一般非科学的知识背景，受社会的、政治的、宗教的或哲学的观念的影响，反过来又为这些观念的变革提出推动力。

### （2）当代科学的内涵与外延

#### 1）从科学活动的本质来看。

①科学在今天是人类特有的活动形式，是人们从事新知识生产活动的领域。现代科学已不再局限于个别科学家自发的认识过程，而表现为一种精神生产形态，表现为科学家、科学工作者共同的活动。他们被社会地组织起来，服从一定的社会规范，为达到预定的目的使用各种物质手段和周密制定的方法。

②科学又是人类特定的社会活动的结果，它表现为发展着的知识系统，是借助于相应的认识手段和方式产生出来的。科学活动的成果是一种精神产品，即对客观世界的理论表达。科学活动的直接目的和最高价值，在于对客观世界的真理性认识。

③科学活动离不开独特的物质手段，但在本质上是精神的智力活动。科学活动具有极大的创造性，这一点与它遵循特定的认识规律、心理规律是相辅相成的。

④科学活动组成一种社会体制，是整个社会活动的一部分。科学活动与其他社会体制，如军事、政治、文化诸活动，也彼此渗透，互相作用和影响。

#### 2）从科学的社会功能来看。

①从理论方面来考察科学时，科学的主要功能或基本任务是认识客观世界，即为了揭示自然界。

②从社会活动方面考察科学时，科学有着自己活动的组织，这种组织又把科学变成某种社会体制。

③从科学结论的实际应用方面来考察科学时，科学是一种社会发展的实践力量。

3) 从科学的特征来看。

①科学的继承性。任何一门科学、定理、理论、假说，都不是一个人单凭自己的想象和逻辑推理以及科学创造性活动和思维的产物，而是在继承和扬弃前人的科学积累的基础上，充分发挥创造性思维而获得的。

②科学的可重复性和可检验性。任何一项科学研究成果，都必须经得起实践或一定实验方法的检验。如果只是一个人偶然得出的结果，而连他自己或别的科学家按照其方法、步骤和设备等条件进行重复性试验而不能获得相应的结果，这不算是科学。因为它经不起检验和推敲。

③科学的可证伪性。这是由人类思维的局限性和科学发展的无限性决定的。人类个体的认识水平是有限的，而且受一定社会的政治、经济、文化等方面的影响。科学之所以为科学，是因为它与一切非科学不同，它要接受实践的检验，要在实践事实的发展中不断发现自己的错误，否定或证伪，以便过渡到更新的理论。

④科学的相对稳定性。尽管科学的不断发展，而且任何一门科学理论都将可能受到新观点、新事实、新理论的挑战，被证伪。但不管怎样，它并不是被全盘否定。就像达尔文的进化论受到了中性突变学说及现代科学理论事实的猛烈冲击，但自然选择学说至今也没有被人们彻底否定。恰恰相反，有许多现代科学的例证进一步证明了其存在的合理性。科学这种相对稳定的“内核”是科学发展的源泉，也是区别于经验或自然哲学的根本。如果科学没有这种相对稳定，科学家将无从着手，科学也就没有存在的必要。

⑤科学的公有性。科学无国界，整个科学大厦是全世界人民集体智慧的结晶，因而整个科学也属于全世界，如达尔文的进化论、爱因斯坦的相对论、普里高津的耗散结构论、西蒙的决策论等。谁都可以从这些杰出人物发表的论文和著作中吸取精神营养，对此并没有专利权的限制和社会制度的限制。

⑥科学无禁区，科学无止境。科学是一种探索真理的活动，科学是没有禁区的，理论上讲，任何领域、任何现象都可以去研究，只要是实事求是的态度和科学的精神。正如我们对待“飞碟”、“气功”、“人体特异功能”、“尼斯湖水怪”一样，我们都可以去研究它们，这是没有禁区的，也不受任何观点和理论的制约。科学无止境，不管人们怎样地进行创造性活动，但科学问题是无穷的。随着人们认识水平的不断提高，可以对自然界和人类自己的认识不断加深，但永远也不能达到最高峰，科学的高峰是层出不穷的，这正是科学永葆青春和人类不断追求真理的动力源泉。

(3) 对当代科学的重新认识

1) 科学是知识体系。这是从理论方面对科学进行考察。所谓知识体系，是说科学不是零星知识的简单堆砌，而是系统化的知识总和。科学作为一种知识体系，是一种意识形态；作为观念形态的科学从来就是人类精神文明的重要因素，科学发展受到哲学、宗教、艺术等社会意识形态的影响，但它是促进整个人类精神文明进步的最强大力量。科学是经过实践验证的、发展着的关于自然、社会和思维的知识体系。在漫长的原始社会里，科学的萌芽还没有从物质生产中分离出来，并且与原始艺术、原始宗教结合在一起；古代科学，除少数学科取得理论形态外，绝大部分是实用科学，条理化了的经验知识；以科学实验为基础的近代科学是 15 世纪以后在欧洲文艺复兴运动中开始形成和发展起来的，现代科学从 19 世纪末算起，其历史才 100 多年。科学在其发展过程中不仅形成了特殊的认识方法——观察、实验、模拟、科学抽象、假说和理论等一般科学方法，各门学科还形成了各自的特有的方法；而科学方法一旦形成，反过来就成为促进科学发展的有利因素。科学不仅是对客观世界认识的结果，同时又是认识过程本身，是特殊的“精神生产”。20 世纪初，数学、物理学、化学、天文学、地理学、生物学 6 大基础科学以及电力、机械、建筑、钢铁、医药、农学等工程科学都已比较成熟，科学不再只是事物或规律组成的知识单

元，而是由许多知识单元组成学科，由学科组成学科群，形成了一个由很多门类交织组成的知识体系。爱因斯坦指出，科学并不就是一些定律的汇集，也不是许多不相关的事实目录，它是人类用其头脑对自由发明出来的观念和概念所作的创造。

2) 科学是社会活动。这是从社会分工方面对科学进行考察。科学作为知识体系，其结构只能是各种知识成分之间的逻辑关系。科学作为一种活动，其结构则必然是各种要素之间的相互作用。科学活动的主体是科学家，科学认识的主体是集体，是一定的社会集团，而不是个人；科学只能是社会集团的活动，是社会事业，不是个人活动。科学活动的工具包括思想工具和物质工具，由世界观、信念、理论、方法和仪器等组成，科学活动的对象是自然界和人类社会，是客观世界。科学家共同体、科学活动的工具和科学活动的对象这三者的相互作用，即所谓的科学的“三体运动”构成一定的科学活动方式，使科学成为整体性的统一事业。不同的科学活动方式，决定着各个历史发展阶段的科学形态，正如不同的生产方式决定着各种社会形态一样。科学之所以为科学，并不在于它拥有多少可靠的知识，而在于由这种特定的“三体运动”所构成的自觉的、能动的、有目的的研究活动。美国科学哲学家库恩的科学观是：科学是科学家集团即共同体的活动。认为科学不是，至少不仅仅是现成知识的堆砌，而是人类探索知识的活动。

3) 科学是实践力量。这是从作用方面对科学进行考察。科学是人类进化过程中最重要的事情。人们对科学本质的认识，从科学结论的实际应用与社会作用方面的考察，揭示了科学是一种社会发展的实践力量。人类信赖科学才得以建立起今天的物质文明，而到了现代，科学已成为社会具有决定意义的发展因素。科学作为一种人类实践力量给社会带来了巨大进步，同时也带来了许多社会问题。科学的目的是什么？要把科学置于整个价值观念体系中去思考，因为科学只有和其他社会因素相互作用，才能呈现出价值。因此，科学的发展，更增加了人类自身的责任，保护他人，发展自己，保护地球，发展未来。最早把科学作为一种力量来认识的是英国哲学家培根，他认为知识不是一种纯思辨，而是一种力量，是认识自然的力量、驾驭自然的力量、自我完善的力量、滋养信仰的力量、社会改革的力量。“知识就是力量”成为科学最概括、最切要的箴言。总之，科学的概念应当是认识过程、认识结果和认识力量的统一体，即科学作为知识体系是事实，是人类文化的积淀结果；科学作为社会活动是过程，是人类文化的不断繁衍；科学作为实践力量是作用，是人类文化的动力组成。因此，科学有了一个较为综合的定义：科学是关于现实本质联系的客观真知的动态体系，这些客观真知是由于特殊的社会活动而获得与发展起来的，并且由于其应用而转化为社会的直接实践力量。

3.科学的具体特征 科学作为知识体系具有一些鲜明的特征：

(1) 客观性 客观性是科学的根本特征，是科学理论建立的基础。客观性主要表现在三方面：研究对象是客观存在的，内容是客观的，评价标准是客观的。自然界的一切事物都有其存在的原因，但所有的自然现象并不以其表面上的偶然性因素，或以任何人的意志为转移，科学的目的就在于发现这些客观现象之间的因果联系，并通过这种发现来改造自然。

(2) 系统性 系统性是逻辑化知识的形式特征。科学的系统化是把科学材料用准确的概念、范畴通过判断和推理的逻辑程序而前后一贯地表示出来。科学旨在揭示自然的奥秘，揭示自然现象之间规律性的联系，它与一些单个的、简单的公理、发现或判断以及箴言等不同。科学的概念、范畴和客观对象之间具有内在的联系，形成一个合乎逻辑的系统。因此，科学通常表现为逻辑上相互联系的知识体系。

(3) 普遍性 科学揭示的是规律性的联系，这种联系就表现在其普遍性上，即在相同条件下，同样的原因往往会产生同样的结果。

(4) 实证性 科学是从观察自然现象开始的，所有发现与结论都必须经过实践的检验才能确证。不能通过实验确证的知识不能叫做科学。

(5) 开放性 科学上的所有发现都要面对经实践或实验验证的成功或失败的可能，而且人类对自然的认识是一个不断地由浅入深、由片面到全面的过程，科学处于动态之中，科学不相信一劳永逸，不接受自古不变，科学是开放的。

(6) 应用性 应用性揭示了科学的功能，每一门科学不仅应该成为解释世界的科学的知识体系，同时也应该成为变革与改造世界的方法和手段。

#### 4.科学的新颖特性

(1) 细分与综合的统一越来越明显 科学在形成过程中表现为不断分化和高度综合的趋势。科学研究更加专门化、精细化、微观化，由此产生各种层次的分支学科，形成多领域多学科的庞大有序的大科学体系。随着分化的加深，各领域多学科之间的联系越来越紧，差距越来越小，相互沟通、交叉、渗透、融合、协同和互补，从而使整个科学在人、社会与自然领域统一起来，形成当代科学相互作用、普遍联系的、统一不可分割的整体。

(2) 学科交叉文理渗透越来越深入 分化的结果之一是产生了众多的学科交叉和文理渗透的多学科群，这种交叉与渗透不仅有同一领域内部各个学科的交叉，而且有自然科学和社会科学两大领域相关学科的交叉和渗透，还包括不同学科之间的理论迁移、概念引申、方法嫁接和手段互用等，并由此改变了以往的自然科学与社会科学互不相涉的分离状态。

(3) 科学创新的难度与意义越来越大 21 世纪是不断产生科学技术奇迹的世纪，也是科学理性充分发展的世纪。相对论、量子论为现代科技革命奠定了基础，粒子物理学使人类对物质世界的认识延伸到夸克层次，信息论、控制论、系统论与混沌学等自组织理论和非线性科学的发展。