

第一章 绪论

在探索的认识中，方法也就是工具，是主体方面的某个手段，主体方面通过这个手段和客体发生关系。

——黑格尔(G. W. F. Hegel, 1770~1831)

跛足而不迷路能赶上虽健步如飞但误入歧途的人。

——弗兰西斯·培根(Francis Bacon, 1561~1626)

从近代科学诞生之日起 在人类探索大自然及其客观规律的过程中，就不再是完全靠人类的经验直观和哲学思辩，而是开始自觉运用一定的专门的研究方法。为了更好地揭示自然界的规律性，寻求更有效的研究方法，一些哲学家和自然科学家对研究方法本身进行了深入的分析与研究。例如 亚里士多德(Aristotle)对逻辑方法的研究 弗兰西斯·培根、笛卡儿(R. Descartes)、伽利略(G. Galilei)和牛顿(I. Newton)等人对近代科学方法进行的研究 希尔伯特(D. Hilbert)对公理化方法的研究 维纳(N. Wiener)对控制论方法的研究 等等。这些伟大的科学家与哲学家对科学方法论的探索 为同时代和后世科学家所进行的科学研究活动奠定了极其重要的基础。在自然科学突飞猛进发展的今天，为了能够跟上时代的步伐，适应社会发展对于科学研究的迫切需要 更好地认识自然界未知的客观规律 少走弯路 我们必须对科学方法进行全面而深入的研究 逐步建立和完善科学方法论的新体系。

一、什么是科学方法

(一) 科学、方法与科学方法

讨论什么是科学方法的问题，首先要涉及的两个基本概念就

是“科学”和“方法”。

什么是科学呢？19世纪以来的传统观点认为，科学就是系统化了的实证知识。但是，这个定义仅仅从结果、从既成的形态上概括科学的本质特征。它既不符合科学进化与革命引起科学知识体系变革的事实，也不符合20世纪以来科学作为人类活动所产生的巨大社会功能的事实。因此，传统的科学定义已经过时，必须代之以新的科学定义。我们基本上赞成这样的定义：“科学是人类活动的一个范畴，它的职能是总结关于客观世界的知识并使之系统化；科学是一种社会意识形态。在历史发展中，科学可转化为社会生产力和最重要的社会建制。……从广义上说，科学的直接目的是对客观世界作理论表达。”（李建珊译自《苏联大百科全书》“科学”条目）

什么是方法呢？所谓方法就是主体从实践或理论上把握客体而采用的一般思维手段和操作步骤之总和。

了解了“科学”和“方法”这两个概念，就可以讨论“科学方法”的概念了。所谓科学方法，简单地说，就是科学研究中常用的一般方法。但是，不是所有在科学中使用的方法都叫做科学方法。在这里要特别注意区分两个概念，即“科学方法”和“科学研究中使用的方法”。

科学研究中使用的方法种类繁多，我们可按其普遍性程度分为三个层次：第一层次是各门学科的特殊的研究方法，例如生物化学中的原子示踪法，固体物理学中用X射线研究晶体结构的方法，地质学研究古生物的化石来确定地层的相对年代的方法，等等；第二层次是各门学科研究的一般方法，如观察实验方法，科学抽象方法，逻辑方法，技术预测和评估方法，系统方法，数学方法等；第三层次就是最具有普遍意义的哲学认识方法，如归纳方法，演绎方法，矛盾分析方法等，它适用于自然科学、社会科学和思维科学。

这三个层次的方法之间不是孤立的，而是紧密联系着的特殊与一般的关系。其中，第一层次的方法是各门具体科学研究的内

容，第三层次的方法是哲学认识论和方法论研究的内容。第二层次方法来源于第一层次方法。自然科学的一般研究方法是经过许多科学家的无数科学实践，从自然科学的特殊研究方法中概括和提炼出来的，如一般的实验方法就是从物理实验、化学实验、生物实验等特殊的实验方法概括出来的。而第三层次方法一方面来自对第一层次和第二层次方法的抽象，另一方面又能够反过来指导第一层次和第二层次方法的发展。这一点是由哲学认识方法的普遍性所决定的。

显然，只有第二层次的方法才是我们所说的“科学方法”。它是在第三层次方法即最普遍的哲学方法的指导下，经过对上述第一层次方法的高度概括和抽象而产生的自然科学研究的一般方法。

那么，什么是科学方法呢？它的严格定义是：科学方法是科学认识主体为从实践上和理论上把握科学认识客体（即科学对象）而采用的一般思维手段和操作步骤之总和。它包括科学研究中的实验观察方法、科学抽象方法、逻辑思维方法、数学方法、创造性思维方法、构建理论的方法、综合科学方法、科学评价方法等等。

（二）科学方法的认识论基础

科学认识是相对于日常生活中的常识性认识以及高度抽象的哲理性认识而言的。人类的科学认识活动包括十分丰富而广泛的内容，它在不同的层次、角度和意义上进行。我们可以根据不同的标准将认识活动划分为不同的类型。如果从认识活动的目的、认识主体及认识成果等方面进行考察，人类的科学认识活动可以分为探索性认识活动和继传性认识活动两大基本类型。前者以探索、发现、创立前人未有的认识成果为目的，后者以学习、继承、传播前人知识为目的。前者就是本书所讨论的科学研究活动。后者则包括科学教育、科学普及、科技情报工作等。探索性

的科学认识面对的是未知的领域，这种活动的结果是提供关于自然界的具体确定的新知识。为了保证这种活动的成功与有效，需要有与探索活动相适应的科学方法。

科学探索活动的认识论结构包括如下要素：科学认识的主体、客体和主客体相互作用的中介——科学工具。科学认识主体不仅具有一般的社会存在物的规定性，而且具有知识经验、方法技能、价值标准和从事科学实践活动等方面的特殊规定性。科学认识的客体是客观事物中特定的一部分，是进入主体认识和实践范围的客观事物。科学认识工具是指科学研究中所用的仪器和方法、符号、语言等。在这些现实的科学认识结构中，作为有目的地改造客观世界活动的主体，始终处于主动的地位。但是主体之所以具有能动性，不仅在于他具有丰富的科学知识，特别是他具有各种从事科学探索活动所必须的创造和运用科学工具的能力。

科学认识工具，是科学工作者从客体中获取科学认识成果的手段。认识工具可分为两种类型：物质形态的认识工具——科学仪器和思想形态的认识工具——科学方法。前者被人们称为认识工具的“硬件”，后者则被称为认识工具的“软件”。人类在认识客观自然规律过程中，创造了帮助自己进行观察、测量、计算、存储信息的各种物质手段，如各门学科使用的实验仪器、计算机等。人类借助这些物质形态的认识工具，拓宽了研究对象的深度和广度，使先前人类认识范围之外的客观事物也进入了人类研究的视野，使人的认识能力得到很大提高。思想形态的认识工具指的是科学认识的方法。自然科学是迄今人类获得突出成就的领域，人们不仅把自然界及其运动规律作为科学的研究对象，创立并日趋完善了物理学、化学、生物学、天文学等科学，而且也把自然科学认识活动本身作为研究对象，探索了科学认识的进程和一般研究方法（即前面所述第二层次的研究方法）。和其他科学门类（如人文科学、社会科学、技术科学）相比，自然科学的研究方法最为成熟，最具代表性，它的一些方法体现了人类探索性认识活动的规律性。这是因为自然科学的发展历史最为悠久、也

最为连续，并且与学者传统（哲学思辨传统）和工匠传统（工艺、经验传统）均有着极为密切的关系。科学研究工作者掌握了这些经过数百年乃至上千年形成的方法，将为他们的科学探索开辟广阔的前景，使科学研究工作得以顺利进行。

科学认识是在科学实践的基础上展开的。科学实践（包括科学观察和技术试验）是从生产性与非生产性实践中分化出来，又是与生产实践相对独立的实践活动。在当今时代对于人类的整个社会实践活动具有重大意义的科学实践与科学认识活动，乃是科学方法得以孕育和产生的重要基础。反过来又对科学实践和科学认识活动具有巨大的反作用。科学认识和科学实践的认识论规律制约着科学方法的发展与变化，对科学方法论的研究离不开科学认识论的探讨。

从认识论角度看，科学方法具有如下内涵。

1. 科学方法是以观念形态存在的认识手段

科学方法是通过科学认识主体的活动而表现出来的，它是主体把握客体的主观手段。在科学认识的系统中，科学方法处于实现主体与客体相互作用的中介地位，从而在科学认识中起着重要作用。只有通过这个中介，主体才能完成对客体的科学认识活动，也正是在科学认识和科学实践的过程中，科学方法才不断地得到体现与发展完善。

黑格尔指出：“在探索的认识中，方法也就是工具，是主体方面的某个手段，主体方面通过这个手段和客体发生关系。”在科学认识活动中，科学方法正是这样一种精神手段。从整个科学认识过程看，不论是问题的提出、课题的确定与论证、实验的设计、新事实的发现与解释，还是假说的构想、理论的推演与证明、理论的检验与评价等等，都是主体理论思维或者创造性想象的结果，都是主体运用各种程序化与非程序化方法的结果，或者将某些思维手段和操作步骤重新组合的结果。这些均属于一般的观念形态的认识手段。它们先于物质手段而产生，并且指导物质

手段的创造与发明。只有当这些观念手段转化为物质手段（包括实验设备等等），并且两者结合在一起，而对客体实现变革，才能获得关于客体的新的信息，才能促使科学认识的深化与发展。

2. 方法由理论转化而来

我们所讲的方法和平常所讲的理论是什么关系？可以说，科学方法中的基本内容首先是经过检验的科学理论。

当然，这并不是说，方法等于理论。两者的区别在于，科学理论是过去研究活动的最终成果，它是对已知事物的认识；而方法则是进行未来研究活动的手段，它所面对的是未知的事物和领域。但是，理论一经证明是正确的、有效的、科学的，那么它在同一知识领域、甚至在不同领域里建立其他新理论的过程中，作为出发点和条件，在实质上起着方法的作用。物理学中的量子力学在化学和生物学中的作用，就是理论转化为方法的最有力的说明。

从广义上说，在人们把一种较为成熟的理论移植到一个新领域，或者在建立边缘学科和交叉学科的理论基础的过程中，被移植的理论均具有重要的方法作用。

二、科学方法论及其研究对象

（一）什么是科学方法论？

科学方法论是关于一般方法的理论，是关于科学研究一般方法的性质、特点、内在联系和变化发展的理论体系，是关于获取科学认识的一般程序的系统理论。

科学研究的一般方法主要是指获得感性认识以及将感性认识上升到理性认识过程中所运用的各种思维的以及操作的方法。其中包括：发现和提出问题的方法、观察实验方法、科学抽象方法、逻辑方法、数学方法、创造性思维方法、系统科学方法、跨

学科方法等等。它们是适用于自然科学的各个领域的普遍方法。以下各章将选择其中最重要的内容，详细地加以论述。

（二）科学方法论的研究对象

以往的科学方法论著作把科学方法论的研究对象仅仅局限于获得感性认识和理性认识的一般方法的研究，是不够的。我们所理解的科学方法是广义的，因此，科学方法论的研究对象也应当是广义的。

科学认识的一般过程是发现和提出科学问题，通过观察、实验获取科学事实，在此基础上运用各种研究方法经科学抽象，提出假说，确证后形成科学理论，科学理论形成之后，除了进一步加以实验的和逻辑的检验之外，还要进行社会价值的评价，等等。科学方法论就是研究这一系列程序如何进行，以及怎样才能有效地进行的理论。因此，科学方法论的研究对象是科学研究的一般方法和科学研究的一般程序的系统理论。

实际上，科学研究的程序并没有固定的模式，但一般来说，以基础学科为例，科学研究的一般程序大体包括以下六个环节：

（1）选题。这个环节开始于发现和接触各种科学问题。经过广泛收集有关背景资料，全面估价自己的研究能力和现有的研究条件，并对课题做出论证，对其可行性有了初步的估计后，才能把课题确定下来。在整个科学研究过程中，选题是具有战略性意义的一步。在这个环节上，发现和确认问题的方法起着重要作用。

（2）获取科学事实。这个环节的主要工作是按课题的需要收集和整理事实材料。一方面，通过文献检索获得间接经验，另一方面，通过观察、实验获得直接经验。获得科学事实的过程不能完全脱离理性思维的，特别是在实验的设计以及对观察、实验结果的处理中，理性思维起着更为重要的作用。

（3）进行思维加工。这个环节的主要工作是基于已有的直接

和间接材料，运用逻辑思维、形象思维、直觉思维的方法，进行科学抽象，形成科学假说。在这个环节上，科学研究的创造性表现得特别明显，因而创造性思维方法起着重要的作用。

(4) 验证。这个环节的主要工作是对已形成的假说进行实践检验。通过将假说演绎出的新预言与实验结果相比较，对假说的完善程度做出评价，再进而决定是提出新假说还是完善充实原有假说。验证主要是通过实验和观察进行，但也常常辅之以逻辑判定。

(5) 建立理论体系。这个环节的主要工作是把已确证的假说和先前的理论尽可能统一起来，形成比较严密的有内在逻辑关系的体系。在这一环节上，公理方法，从抽象上升到具体的方法，逻辑与历史相统一的方法起着明显的作用。

(6) 理论评价。这一环节包括对于科学理论体系的认识论评价（其中包括实验的和逻辑的检验与评价）和价值论评价（其中包括对于科学理论的经济、社会的、物质的、精神的、人文的价值的全面评价）。关于最后一点，过去很多著作都没有重视和强调。这是由于对于科学活动的理解比较狭窄，以及没有注意到现代科学的新特点所致。在科学技术的不适当运用导致全球性问题以及科学技术自身和人的异化问题的今天，强调理论评价问题，特别是科学理论的人文价值评价的问题，具有重要的学术意义和现实意义。

科学研究中的上述程序所运用的方法，应当说均属于科学方法论的研究对象。

三、学习和研究科学方法论的意义

认真学习和深入研究自然科学方法论，无论对于科学研究、科学教育（乃至一般教育）以及科学普及工作的发展，还是对于科技哲学以至于马克思主义哲学的发展，都有着十分重要的意义。

(1) 学习和掌握自然科学方法论，有利于优化科研人员的知识结构和思维品质，提高科学研究人员的能力和水平，推动自然科学的迅速发展。

我们知道，科学中的新概念、新理论的建立，一项科学事实的发现都具有某种规律性。人类在探索自然界客观规律的过程中，逐步形成了一系列科学研究的方法，对这些方法进行整理和研究，找到其内在的规律性，无疑是很重要的。人们对关于这些规律的研究即科学方法论研究，有助于我们更加自觉地、正确地掌握和运用这些研究方法，少走弯路，以便比较顺利地达到对自然界客观规律的正确认识。一部科学史，也是一部科学研究方法发展的历史。在科学发现和科学理论创造的过程中，众多科学家不仅提出了一些具体、个别的科学方法，而且还自觉或不自觉地概括出了关于科学研究的一般方法。他们之所以能够在其科学领域里做出重大贡献，除了当时的生产力和科学实验水平的条件外，还往往与他们正确地创造和运用了科学研究的新方法有极为密切的关系。让我们看看科学史上发生的几个重要事件。

丹麦天文学家第谷·布拉赫（Tycho Brahe），20年如一日，运用观察方法进行天文观测，积累了大量准确的行星运动资料。开普勒（Johannes Kepler）是第谷的学生，他在整理这些资料时，发现无论是托勒密体系，哥白尼体系，还是老师第谷的体系，都无法同第谷的行星观测资料吻合得很好，但开普勒对第谷观测的可靠性、精确性深信不疑，他想问题一定是出在体系方面。他把第谷的眼睛当作自己的眼睛，而把主要精力放在理论概括和数学计算方面，坚持进行数年大量繁杂的数学计算，最终提出了开普勒三定律，完成了观察方法同数学方法在天文学上的完美结合。著名科学家伽利略为了证实亚里士多德自由落体观念中的逻辑矛盾，做了斜面实验。他在木板上刻上光滑的槽子，让不同重量的小球从同一高度斜面上滚下，发现它们滚动的速度相同，但不匀速，而是越滚越快。调整斜面夹角到 90° 时，小球的滚动就成了自由下落，于是他通过斜面实验揭示了自由落体运动

之谜。伽利略在他所研究的科学领域中，以实验方法为中心，广泛采用了各种研究方法，并在希腊化时代重视经验传统的基础上，创立了科学的实验方法；法国物理学家德布罗意（L. V. de Broglie）在研究中发现力学和光学理论有许多相似之处，当光学中的新发现——光的量子性得到证明之后，他联想到：既然光具有波粒二象性，那么物质（粒子）是不是也存在波动性呢？他不但运用类比方法提出了物质波理论，而且还进一步通过类比推理提出物质波的定量表示——德布罗意关系式，为量子力学的创立奠定了坚实的理论基础。爱因斯坦（A. Einstein）创立狭义相对论，同他采用独特的思想实验方法，直接揭示出暗含在经典物理理论中的矛盾是分不开的。他曾经作了关于同时性的相对性的一个“理想实验”，即：当两道闪电同时下击一条东西方向的铁轨时，对于站在闪电中间的铁道旁边的观察者来说，这两道闪电是同时发生的。但是对于乘坐一列由东向西高速行驶的火车上的观察者来说，这两道闪电并不是同时下击的。这就是所谓“同时性的相对性”。这一概念的提出，是狭义相对论得以建立的关键。

科学史表明 科学家在其所从事的科学研究活动中 都自觉地运用了科学的研究方法，从而为他们的科学发现进程注入了一针催化剂。无怪乎天文学家拉普拉斯（P. S. de Laplace）说：“认识一个天才的研究方法，对于科学的进步……并不比发现本身更少用处。”（拉普拉斯：《宇宙体系论》 上海译文出版社 1978 年版 第 445 页）生理学家巴甫洛夫也说过：“初期研究的障碍 乃在于缺乏研究法。难怪人们常说，科学是随着研究法所获得的成就而前进的。研究法每前进一步 我们就提高一步 随之在我们面前也就开拓了一个充满着种种新鲜事物的、更辽阔的远景。因此 我们头等重要的任务乃是制定研究法。”（《巴甫洛夫选集》 科学出版社 1955 年版）因此 科技工作者必须学习和研究科学方法论 以养成良好的思维品质 掌握创造性的思维方法 提高从事科学研究工作的能力和水平 促进自然科学的发展。

(2) 科学教育工作者学习和掌握科学方法论，可促进教学质量的提高和全民族科学教育水平整体的发展。

人类的认识活动除了探索性认识活动之外，还有一种基本类型即继传性认识活动，它使人类的既有知识得以继承和传播。学生作为这一认识活动的主体，通过学习前人积累的知识结晶，从而间接地认识客观世界。在教学中，教师不仅要讲清楚学科的基本概念，基本理论，而且有必要讲讲科学史上一些科学发现和科学理论的建立过程，讲讲在此过程中运用的科学方法。同时，教师要积极创造条件，通过学生解题、实验、实习、毕业设计、论文写作等各个教学环节，使学生在科学研究方法上得到实际锻炼，逐步培养他们独立解决问题和进行科学研究工作的能力，使学生能够融会贯通的掌握知识，从而提高教学质量。相反，如果教师采取灌输式教学方法，机械教学，照本宣科，那么学生学到的只是一些死的知识、肤浅的知识，淹没了学生的创造潜质，妨碍了其创造能力的发展。没有创新就谈不上发展，没有人类不断的探索，继传性认识活动就成了无源之水，继传的内容便会逐渐枯竭。因此，从这一方面来说，教给青年学生一些科学方法和科学方法论的知识，对于当今世界各国教育界十分强调的素质教育具有重要的意义。就我国而言，对学生进行科学方法的培养与训练，从长远来看，不仅有利于学生个人创造力的提高，而且有利于民族整体教育水平的提高。

在当今社会，拥有先进的科学技术是一个国家和民族自立、自强的重要保证。当前，不同国家、不同集团之间的竞争，包括政治、经济、军事、外交等方面的竞争，归根结底是科学技术的竞争与较量。因此要想使我国在国际竞争中占有一席之地，我们必须发展科学，加强基础科学和应用科学研究，积极研制开发科技新成果，缩短科技成果向现实生产力的转化过程。而这些目标的实现都要以认识科学成果的产生过程和科学研究的一般方法为前提。

(3) 科学方法论的学习与研究对于丰富、发展和捍卫马克思

主义哲学具有重要意义。

科学方法论是科学技术哲学的一个有机组成部分，是一般哲学在自然科学研究方法这一领域内的具体运用。因此，研究自然科学方法论，能反过来丰富和发展马克思主义哲学。例如，运用理想化方法，就是在抽象思维中，抓住主要因素，排除次要因素的干扰，使研究条件达到超越于现实的理想境界，使研究对象的本质得以充分暴露。像物理学研究中的“质点”、“刚体”、“理想气体”等科学概念，都是经抽象了的理想模型。这种理想化模型实际上反映了事物的主要矛盾和矛盾的主要方面决定事物本质的辩证法；热力学中运用的统计方法反映了必然性和偶然性的辩证法；比较方法体现了同一性和差异性的辩证关系；系统方法表现了整体和部分的辩证法。因而，学习和掌握科学的研究方法能丰富马克思主义哲学的辩证法。在科学方法论中，归纳和演绎、分析和综合、抽象和具体等方法体现了对立统一的辩证关系，深入研究这些方法就能大大充实辩证逻辑的内容。

认真学习和深入研究自然科学方法论，有助于批判自然科学中的唯心主义和形而上学观点，从而捍卫了马克思主义哲学。比如有人把科学抽象曲解为纯粹主观的，就不符合科学方法论的观点。又如，如何看待和解释科学研究中的直觉、灵感和想象，防止唯心主义、特别是打着马克思主义旗号的形形色色的机械唯物主义货色乘虚而入，也是科学方法论应当解决的问题。如 20 世纪 40 年代由一批著名科学家从不同角度提出的系统方法把研究对象置于系统的形式中，从要素、系统整体和外部环境的相互联系与相互作用中综合地进行考察。系统方法要求人们在研究具体系统时，必须从系统整体出发来研究系统的各个方面，其中尤其是应当把要素或要素构成的局部当作与系统整体相联系的一个部分去考察，反对孤立地考察，从而使系统方法同传统的机械论方法区别开来。系统方法是唯物辩证法普遍联系观点的具体体现和实际应用，它的出现，改变了人们传统的简单分解和机械相加的观点，使人类的思维方式发生了深刻的变革，从而有力地反击了

形而上学的孤立、静止、片面的观点，捍卫并发展了唯物辩证法。

综上所述，努力学习和深入研究科学方法论，无论对发展科学研究、科学教育，提高全民族精神文化素质，还是对发展马克思主义哲学都是非常重要的。

第二章 科学方法的历史发展

我相信在科学上并没有平坦的大道……在我们前进的道路上荆棘丛生，只有经历了不断试探、一再失败，才能寻找出合适的方法，在我们身后开辟出我们赖以前进的道路。

——玻恩（Max Born, 1882~1970）

严格意义上的科学方法当然是近代科学的产物。但是作为这些方法的起源和雏形，则早在古代人类对自然的初步认识活动中就已经以萌芽的形式存在着。它们是近代自然科学借以兴起的方法。不过，近代科学之所以产生，还需要创造直接面对自然的方法。这些方法在近代科学产生和发展的过程中，发挥了巨大的作用。而它们经过 18~19 世纪哲学大师的反思，又孕育了现代科学借以发生和发展的一整套新方法。

一、古代自然认识的方法

近代自然科学就其思想内容而言，既是对古代希腊罗马自然哲学成果的扬弃，又是对其中科学思想萌芽的继承和发展。而在研究自然的方法上，既要继承和运用从古代和中世纪发展而来的现成方法，又必须创造适用于深入研究自然现象和过程，从而建立科学理论体系的新方法。

近代科学产生之前的古代和中世纪就已经出现的直觉方法、逻辑方法和数学方法不仅造就了古代希腊罗马自然研究的辉煌时代，而且对近代自然科学的兴起有着重要的方法论指导作用。现对它们的产生、发展和基本特征分别加以介绍。

（一）早期自然哲学的直觉方法

关于什么是直觉，国内学术界众说纷纭。有的把它与灵感相等同，有的把直觉理解为顿悟，也有的认为直觉就是感性直观。另外，有人把直觉理解为一种心理过程，也有人则把它看成一种认知过程以至认识成果。但是依笔者的观点，在早期哲学史和科学史上对人类认识自然起过重要作用的直觉方法，主要是指人们在经验基础上不经过逻辑推理而凭借理性直观一下子获得对事物本质的洞见的能力和方

法。古代和中世纪哲学家们对于直觉方法的认识作用给予了很高的评价。比如古代希腊的毕达哥拉斯 Pythagoras 学派认为“直觉是高于观察的”在他之后的希腊哲学家柏拉图 Plato 指出“理念的直观是直接知识的形式”；希腊哲学的集大成者亚里士多德则认为“直觉就是对原始真理、原始前提的了解，它是科学知识的始创性根源”。中世纪早期教父哲学的主要代表奥古斯丁 S. Augustine 认为“人类靠直觉可以认识神圣的观念”，经院哲学的集大成者托马斯·阿奎那 Thomas Aquinas 主张“关于上帝的最高级的知识……只能由直觉取得”，它是“极为幸福的洞见”。经院哲学的反叛者威廉·奥康 William of Occam 强调“经验是知识的源泉，而‘关于个别事物的抽象认识是以同一对象的直观认识为前提的’”。

古代哲学家不仅十分崇尚直觉方法，而且借助直觉方法得到了成为近代科学思想萌芽的若干天才的自然哲学的认识成果和可贵见解。

比如，古希腊哲学中的爱奥尼亚学派凭借直觉方法把自然界万物的变化看作成一种循环，从空气、水和土开始，经过动植物的身体，又复归到空气、土和水。在这个循环中，本原物质——空气、水、土是永恒的，而包括天体在内的万物则注定归于毁灭，并且复返于原来未分化的宇宙混沌状态。又比如，毕达哥拉斯关于地球围绕一团不可见的“中央火”转动的思想，阿那克西曼德 Anaximan-

der)关于动物与人类的起源和进化的猜测,德谟克利特(Democritus)和伊壁鸠鲁(Epicurus)的原子论等等自然哲学的思想成果无一不表现了希腊人的天才的直觉能力。

直觉方法从它产生时起就不是单独地被运用的,而总是要同其他方法,特别是同科学抽象方法以及逻辑方法综合起来运用从而得到对自然现象的本质的、理性的认识。比如,在西方哲学史上第一个探究世界本体即万物本原问题的泰勒斯(Thales)所提出的“万物的始基是水”的思想,就既包含了他对世界本质的直觉,又包含了对大量具体自然事物的共性的抽象。正是由于这种抽象,使得他的直觉不是停留在感性直观的水平上,而是达到了本质的、普遍性的认识。又比如,亚历山大利亚时代的欧几里得(Euclid)所建立的几何学体系是从少数被认为是“空间的不证自明的公理”出发,按照逻辑原理推演出的一系列命题、定理的集合。在这里,作为逻辑推理的基本前提和出发点的公理和公设乃是在经验事实基础上通过对图形的直觉的构想得到的,然后,人们再以这些“一望便知其为真”的公理作为“第一原则”,经过演绎逻辑推出一系列命题、定理和结论。欧几里得几何学的建立充分体现了“喜欢根据第一原则来建立理论”的希腊精神,把几何学公理看作不证自明的事实,是希腊哲学家和数学家共有的直觉观念,然而,不借助逻辑方法,欧几里得几何学体系的建立是不可想象的。

(二) 古代逻辑方法

在近代科学方法产生之前对人类认识自然起过重要作用的逻辑方法,主要是指以亚里士多德为代表的古代逻辑以及中世纪后期“异端”的经院哲学家们提出的作为近代科学方法萌芽的若干逻辑方法。

在科学思想史和科学哲学史上第一个研究科学方法问题的亚里士多德,从他对广泛的自然现象的长期研究经验中概括出了关于科学研究程序和关于科学理论结构的重要思想。前者就是他的

著名的归纳-演绎法。亚里士多德认为，科学研究首先必须从仔细地观察开始（事实上他的不朽著作《动物志》正是对自然做长期经验考察的产物），经过简单枚举法或直觉归纳法而上升到一般原理；然后，再以一般原理作为推理的大前提，运用演绎法推论出需要解释的自然现象。这个程序如图 2-1 所示：

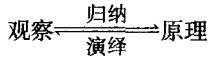


图 2-1 亚里士多德的归纳-演绎程序

亚里士多德对科学理论结构思想的贡献，集中表现为他关于科学是演绎系统的思想。他认为，科学的目的就在于解释，即说明支配着自然现象和低层次自然定律的原因；或者说，科学的目的就是试图用普遍性程度较高的规律来解释普遍性程度较低的规律，直至经验观察结果。而要揭示不同层次的规律之间必然的因果联系，从而实现可靠的科学解释，他认为惟有运用“巴巴拉式”三段论（即大前提、小前提及结论皆为全称肯定命题的推理方法）进行演绎推理方才可能。于是，每门科学就成了用演绎法组织起来的一组陈述。不过，作为该门科学最普遍规律的“第一原理”不是演绎而来的，而是在观察中运用直觉或归纳得到的不证自明的公理。亚里士多德的“科学是演绎系统”的理想包括三个方面：①公理与定理有演绎关系，②公理本身是不证自明的真理，

定理与观察结果相一致。亚里士多德的上述理想在他的时代未能成为现实（因为他所构造的所谓“物理学”体系，不过是一个自然哲学的思辨体系，其中的 5 条大前提并非属于公理，接下来的结论也不是演绎推理的结果）。但是，他关于科学是演绎体系的理想，在后来欧氏几何学与阿基米德（Archimedes）静力学中却部分地得到了体现，并在近代科学中得到了补充和发展。欧几里得运用亚里士多德的上述思想，在《几何原本》中建立了数学发展史上第一个公理化系统；而阿基米德则将亚里士多德的公理化方法引进经验自然科学领域，从而推导出表现为数学形式的杠杆原理，实现了数学与早期经验科学的第一次联姻。