

吴元樾 著

科学方法论基础

(增订本)

中国社会科学出版社

责任编辑 赵 平
责任校对 王 新
封面设计 王彦革
版式设计 钱 锋

科学方法论基础

增订本

吴元探著

*

中国社会科学出版社 出版
发 行
兵 羊 吉 庄 经 销
太 阳 宫 印 刷 厂 印 刷

787×1092毫米 32开本 11.5印张 2插页 253千字

1991年1月第2版(增订) 1991年1月第2次印刷

印数26 001—29 400册

ISBN7·5004·0005·5/B·1 定价：4.85元

目 录

第一章 科学方法论的对象、性质	1
一、科学方法论的研究对象	1
二、科学方法论的性质	12
第二章 确定研究课题、制定研究计划和 收集资料过程中的方法论问题	32
一、研究课题的确定	32
二、研究计划的制定	43
三、资料的收集	49
第三章 思维过程中的方法论问题	67
一、灵感和思维	67
二、归纳和演绎	79
三、分析和综合	94
四、抽象和具体	105
五、类比、假说和想象	116
第四章 思维过程中理论工具的方法论问题	134
一、哲学方法	134
二、数学方法	154
三、控制论方法	173
四、信息论方法	205
五、系统论方法	225
六、突变论方法	253

七、耗散结构论方法·····	260
八、协同学方法·····	289
第五章 制定理论体系中的方法论问题·····	307
一、制定理论体系的一般原则·····	308
二、制定理论体系的具体形式和方法·····	311
第六章 理论体系评价和检验过程中的方 方法论问题·····	328
一、理论体系的价值和评价标准·····	328
二、检验理论体系真理性的标准归根到底 是实践·····	337
三、实践作为检验真理的标准有着多种多 样的形式和途径·····	344
第七章 科学方法和科学态度·····	348
一、科学研究必须有科学态度·····	348
二、科学态度对科学方法的影响·····	354
再版后记·····	358

第一章 科学方法论的对象、性质

认识世界、改造世界，都有一个方法问题。毛泽东同志说：“我们不但要提出任务，而且要解决完成任务的方法问题。我们的任务是过河，但是没有桥或没有船就不能过。不解决桥或船的问题，过河就是一句空话。不解决方法问题，任务也只是瞎说一顿。”^①科学研究也有一个方法问题。方法对头，科学研究就可以不走或少走弯路，沿着正确的方向和道路顺利地达到目的，取得成果。否则就会事倍功半，徒费辛劳。科学方法论主要是科学研究实践经验的概括和总结，是关于科学研究方法的理论和学说，因此科学方法论的学习和研究对于科研工作者、对于一切想了解科学方法从事科学研究的人都是十分必要的。

一、科学方法论的研究对象

科学方法的一般定义

“方法”这个词起源于希腊词 *μετα* 和 *οδος*，就是沿着正确的道路运动的意思。科学方法主要是指正确进行科学研究的理论、原则、方法和手段。

^① 毛泽东：《关心群众生活，注意工作方法》，《毛泽东选集》，人民出版社1969年版，第125页。

科学研究是研究者认识和反映对象的过程，遵循着认识过程的一般规律。科学方法从本质上说就是认识世界、改造世界的方法。

认识是一种反映，是人脑在同外间世界相互作用过程中产生和发展的。人脑一方面通过各种感受器接受着外间世界的各种刺激，例如视觉感受器对光产生着反应，味觉和嗅觉感受器对化学物质产生着反应，触觉和听觉感受器对机械变形产生着反应；人脑另一方面又指挥着人体的运动器官作用于外间世界。这种相互作用的过程，也是信息的传递过程。离开了人脑和外间世界的相互作用，离开了在这种相互作用过程中进行的信息传递，认识和反映就无从发生。既然人脑和外间世界存在着相互作用和信息传递，就必然存在着作用和传递的方法和方式，因此作为认识方法的科学方法首先就是研究者以何种方式作用于研究对象，同时又以何种方式接受对象的作用和信息。

人脑是一个加工厂，对外来的刺激和信息进行着加工、组合和储存。各种外来的刺激和信息首先经过感受器转换为电信号，电信号由神经元以神经冲动的形式在神经系统中传输。每一个神经元既接受着其他神经元发送过来的神经冲动，进行累计和叠加之后又以新的神经冲动发放出去，来回往复的神经冲动在中枢神经系统中不仅保存了外部刺激和信息，而且形成了主观映象。这种主观映象的初级形式就是感觉、知觉和表象，高级形式就是思维。思维过程就是人脑对感觉、知觉、表象等感性认识材料进行加工制作形成概念、判断、推理的过程。这里同样存在着加工制作的方式和方法问题。因此作为认识方法的科学方法也就是人脑进行思维运动的规律和方法，要回答概念、判断怎样形成、推理怎样进

行、理论怎样发展等问题。

然而，科学方法又不仅仅是一般的认识方法，它还受到科学研究过程特点的影响和制约。

科学研究过程并不以改造世界为其直接目的，它的直接目的是认识世界，它要求认识和掌握对象的新特点和新规律，发现新对象、新领域。科学研究过程終了的时候不是要求重复已有的理论和认识，而是要求提供新信息、新知识、新理论，将现有的理论和知识推向前进，丰富和发展现有的知识和理论宝库。这样，科学研究过程就具有不同于一般认识过程的形式和特点。首先它有着高度的自觉性和组织性，它是以研究课题为中心而展开的有计划、有目的的认识活动。一般的认识活动不能说没有目的、没有计划，但不如科学研究过程那样集中和明确。只有当人们在一般的实践和认识基础上确定某一对象作为自己研究课题，有计划、有组织地开展自己实践和认识活动的时候，他才实际上进入一个科学研究过程。其次，它有着自觉的继承性和创造性。科学研究既然把认识世界作为直接目的，它就必须自觉地掌握和了解人类科学知识现有的水平，必须清楚地知道哪些问题已经解决，哪些问题还没有解决或没有完全解决，哪些理论是已经证明为正确的理论，哪些理论则被证明为错误的理论，哪些理论是不全面而需要补充和完善的理论。只有这样，研究者才能使自己的研究活动以人类已经达到的认识水平作为出发点，才能经过科学研究过程真正达到发现和创造的目的。再次，它有着极强的探索性。科学研究要认识的是未知世界、要攻克的是必然王国，要掌握的是人类科学还未掌握的客观规律。这是一个复杂的认识过程。通向未知世界的认识道路既不是现成的、固定不变的，也不是笔直和平坦的。因

此科学研究过程就只能在现有理论的指导下摸索和试探着前进，失败、碰壁、返工的事情是难以避免的，人们往往都是在经过多次失败之后才逐步地逼近和发现真理。因此科学研究过程不能不具有极强的探索性。K.M.瓦尔沙夫斯基说：

“科学劳动的基本形式是科学研究。这是直接产生新知识（包括认识各种现象的客观规律和发展趋势，即提炼科学理论）的有组织的脑力劳动过程。”

科学研究过程的上述特点明显地影响和制约着科学研究方法。有些科学研究过程是在一般的社会实践过程中，即在生产斗争和社会斗争的过程中进行的，但是因为有了特定的研究课题和对象，人们不仅进行着有计划、有目的的观测和调查，而且还会针对生产斗争和社会斗争现实过程的特点采用一些特殊的观测和调查手段和方法，进行系统的分析、研究和思考。有些课题只能先在生产和社会斗争过程以外的科学实践过程中研究，这是一种从一般的社会实践中分离出来的、为着实现一定科研任务而进行的特殊的实验和观测过程。这种科学实践过程既是科学认识的源泉，又是科学研究实现的方式、途径和手段。科学实践的方式、水平显然直接制约和决定着科学研究的过程和方法。这样，有些在一般认识过程中所使用的方法在某一特定的研究过程中就不一定适合；有些在科学研究过程中使用得很有成效的方法在一般认识过程中也不一定适用；有些在一般认识过程中所使用的方法往往要作某些改变才能应用于科学研究过程。因此不能把科学方法仅仅理解为认识世界、改造世界的一般方法，而且

① K.M.瓦尔沙夫斯基：《科学工作者应如何组织自己的劳动》，科学技术文献出版社，第1—2页。

还应该理解为一般的认识方法在科学研究过程中的表现，是科学研究过程中所使用的变革和认识对象的方法。

科学方法作为使科学研究正确进行的理论、原则、方法和手段，既表现为“从实践上或理论上把握现实的，为解决具体课题而采用的手段或操作的总和，用一定设备进行工作的操作系统，科学研究和叙述材料的方式，艺术鉴赏方式，从某种美学观念出发概括和评价材料的方式，等等”，也可以表现为“作为过去研究活动的理论结果形成的方法。”^①具体来说，有研究过程中所采用的各种具体方法和手段，如观察法、实验法、模拟法、类比法、逼近法、统计法、抽象法、分析法、综合法、演绎法、归纳法、假说法、社会调查方法、抽象上升为具体方法等等，有理论、范畴、概念的认识论意义所形成的方法，如哲学方法、数学方法、控制论方法、信息论方法、系统论方法、各个领域、各门科学的方法，等等。

科学方法的要素、层次和系统

科学方法的一般定义是一种概括和浓缩，要了解各种具体科学方法及其相互关系的规律性，还必须对科学方法作进一步的分析，找出影响和制约各种具体科学方法的要素或成分。而研究对象、物质手段、思维的形式和方法、理论工具就是科学方法的四个基本要素。

研究对象就是一定研究过程所要认识的客体。客体不依赖于主体而独立存在，它的特点、本质、结构、规律在主体认识之前，对于主体来说是自在之物，是必然王国。对象的

^① A.Γ.斯皮尔金：《方法》，《自然科学哲学问题丛刊》1980年第1期。

客观性使得它成为主体的研究对象。研究对象对于科学方法影响极大，它的特点规定和制约了研究方法的性质和特点，有什么样的研究对象就会形成相应于它的研究方式和方法。客观世界的多样性决定了科学方法的多样性，客观世界的统一性决定了科学方法的统一性，客观世界的层次性决定了科学方法的层次性。机械运动、物理运动、化学运动，用一般的数学工具就可以进行很准确的描述，分子运动、热运动则需要用概率论和数理统计这样一类数学工具来描述。原子、分子，用不大的能量就可以把它们分解，进而研究其结构和组成，可是原子核，就需要使用具有一定能量的“炮弹”才能轰开，然后得以观察和研究。至于基本粒子，就需要具有更高能量的“炮弹”才能达到把它们“轰开”的目的。可见，自然界的对象，由于所处物质层次不同，就具有着不同的特点，研究它们的时候就需要使用不同的方法。至于社会，它是由有思维和意识的人组成的。人的活动都受思想和意识的支配，而且人又是具有社会性的动物。人的活动仅仅用生物学规律是不能解释清楚的，人组成的社会同样有着自然所没有的特点和规律，因此适用于自然界的某些研究方法或者根本不能用于对社会的研究，或者只能部分用于对社会的研究。在社会领域里，根据社会自身的特点产生和发展了社会科学所特有的一些研究方法，历史唯物主义是社会科学研究最一般的方法论。当然由于社会和自然仍不过是统一物质世界的两个部分，因而也仍然存在着通用于两个领域的共同的科学方法。总之，对象决定和制约着方法，方法必须适应于对象。

物质手段，就是人们在科学研究过程中使用的各种工具和仪器，它们是物质的存在形态，具有机械、物理、化学等

各种性能和作用。它们是人创造出来的工具，凝结着人类对客观世界认识的成果，是一种物化的智力。犹如生产工具是社会生产力发展水平的物质标志一样，研究的物质工具在某种意义上也是研究水平的一种物质标志。生产工具制约着人们从事物质生产的方式，研究的物质工具也在一定程度上制约着人们的研究方式。人们在实践中获得了某种认识，这种认识在一定条件下物化为工具，这种物化的工具又制约着、影响着人们的研究方式和方法，并推动人们获得新的研究成果，新的研究成果又物化为新的工具，如此不断循环推动着科学研究的进步和发展。显微镜的出现推动了微生物学、细胞学、金相学的发展；望远镜的出现推动了天文学的发展；射电望远镜产生以后就出现了射电天文学，电子显微镜和X线衍射仪推动了分子生物学的发展；高能加速器的发展则推动了高能物理学的发展。物质工具的发展变化不断改变着人们获得经验材料以及对经验材料思维加工的方式，不断推动着科学方法的发展变化。当人们没有多少物质工具凭借的时候，自然只能进行直观的观察和调查。最初的一些实验工具只是作为实验过程的一些外在因素，是一些器皿和计量工具；最初的光学望远镜和显微镜，人们使用它们的时候，用眼睛可以直接观察到研究客体。但是后来人们在研究过程中所使用的射电望远镜、电子显微镜、高能加速器和探测器等物质工具就同物理的、化学的、电磁的变化紧密结合在一起。人们所直接观测到的是微观和宇观客体在实验仪器上显示的各种效应。人们只有对这些效应进行分析和计算之后，才能“看到”和“听到”所要观测的客体，而这种分析和计算过程都使用着一定的科学理论和数学工具。所以这种“看到”和“听到”的方式与过去纯感性直观的观测就大大地不

同了。而且，随着现代工业和技术的发展，实验工具也从先前的手工工具、简单的机械工具发展为现代化仪器和设备，发展为庞大而复杂的操作系统，实验室的规模也变得同现代化的工厂或车间别无二致。英国皇家学会时代，有名的波义耳实验室，不过是个瓶瓶、罐罐、架子、炉子，可是现代的西欧联合核子研究中心，却把欧洲现代所有的工业先进技术都用上了。人们称前者是科学研究的“工场手工业”时期，后者则是科学研究的“机器大工业”时代。随着科学研究从前者向后者的转变，科学工作者之间结合方式也发生了明显的改变。过去科学研究基本上是少数人在小范围内手工地操作仪器进行个体的劳动，现在则越来越接近社会化的工业劳动了。电子计算机出现以来对科学研究的方式和方法更发生了十分显著的影响。电子计算机具有运算和“思维”的部分功能，可以承担先前由大脑承担的大量繁重的计算任务，承担先前大脑所从事的大量的简单思维活动，这样就可以使大脑部分地获得解放，不必困于纸、笔和对仪器的监视和观测之中，而可以去思考那些电子计算机目前还无法承担的问题，从事更加复杂的脑力劳动，进一步发挥人脑作为思维器官的功能。电子计算机计算速度快，人脑在有限的生命过程中所无法完成的计算，现在电子计算机就可以完成。四色问题是数学上的著名难题，过去一百二十五年间数学家进行了种种努力未能证明，而高速电子计算机进行了100亿个逻辑判断，终于解决了这个难题的证明。化学研究长期处于定性和经验状态，有了计算机进行复杂计算，就可以过渡到

① 参阅柳诒征、邢润川：《现代物理学的革命和两条哲学路线的斗争》，人民出版社1977年版，第45—46页。

定量和理论化的研究水平，进一步揭示物质的微观结构。生物、社会这样的系统更为复杂，但是有了计算机，计算上的困难就不是不可克服的了。电子计算机具有模拟和仿真的功能，人们可以利用它来进行各种模拟和仿真实验，通过实验显示各种方案的优劣，实现最优决策和选择。这样，不仅数学研究中出现了“实验”的形式，而且社会科学的研究也逐步有可能进行“实验”了。我们可以断定电子计算机对于科学研究方式和方法的影响必将超过以往的任何一种实验工具，使科学实践和科学研究也走上自动化、现代化、社会化的阶段。总之，科学发展史表明，人们在科学研究过程中所使用的物质手段制约着、改变着人们的研究方式和方法，因此物质手段是科学方法的要素之一。

思维加工的形式和方法就是思维过程中所使用的概念、判断、推理这些基本的思维形式以及归纳和演绎、分析和综合、抽象和具体、类比和假设这些基本的逻辑方法。这些形式和方法是神经元对信号的叠加和变换、神经联系的建立和中断、组合和分化这种高级神经生理过程最直接的思维表现，是人脑对经验材料、各种半成品进行加工、从思维和理论上把握客观对象的基本形式和方法，是组成更为复杂的思维形式和方法的要素和成分。实验和归纳相结合形成了实验归纳的方法；假设和演绎相结合形成了假设演绎的方法；模拟实验和演绎相结合形成了实验演绎的方法；分析、归纳、抽象相结合形成了分析为主的方法；综合、演绎、抽象上升为具体相结合形成了综合为主的方法。因此基本思维形式和方法在思维过程中不同的结合以及每一种基本思维形式和方法在这种结合中所占有的不同地位就形成了具有不同特点的科学研究方法。科学史和逻辑史告诉我们，思维加工的基本形

式和方法也不是一成不变的。G.克劳斯指出，“人的逻辑思维究竟与人脑结构有何关系”^①还是现代科学正在进一步解决的问题。“说存在着我们现在还毫无所知的逻辑规律，这也不足为奇。这种逻辑规律也许在日常生活的逻辑思维中没有意义、不重要，就象黎曼—爱因斯坦的宇宙几何对于想做一件橱柜的木匠一样，因为大家知道，要做这种东西，欧几里得几何是完全够用的。”^②因此随着关于对象新关系、新规律、新领域的认识，随着思维和人脑结构关系问题的进一步解决，思维加工的形式和方法也会随着发展和演变，它们或者在原有形式中概括了新内容，或者在原有形式基础上形成新形式，显示新的认识作用。

理论工具就是指人们在科学研究过程中所使用的理论知识的总和。人们在先前实践基础上形成的理论知识制约着认识和研究的水平和方式。本来是认识结果的理论和知识，在新的认识和研究过程中又起着指导的作用，起着方法和手段的作用。首先，理论知识是科学研究过程的理论基础和知识背景，理论知识的程度决定着科学研究的起点，理论知识越是丰富、深厚，就越有可能在较高的起点上提出问题，向更为隐深的未知领域探索。其次，理论知识也决定着经验材料的思维加工的水平和形式。同样的经验材料，在不同的理论知识背景和框架中就会得到不同的抽象、概括和加工，形成着不同的新知识和新理论。认识来源于实践，理性认识依赖于感性认识，这是就人类知识总体说的，是认识过程最简单的

① C.克劳斯：《从哲学看控制论》，中国社会科学出版社1981年版，第247页。

② C.克劳斯：《从哲学看控制论》，中国社会科学出版社1981年版，第250页。

抽象模型，实际的认识和研究过程，都有先前的某种理论和知识的指导作用，没有任何理论和知识的指导，就不可能有真正的科学研究过程。对于一个特定的科学研究过程来说，已有的理论和知识是流，发挥着认识工具的作用。通过感性器官获得的新经验和新材料则是源，处于被加工的地位。新知识则是两者的结合。这种新知识或者丰富了原有的理论知识，或者导致了原有理论知识根本改组，形成同原有理论相对立的理论，而新理论在新的科学研究过程中又发挥着新的认识作用，形成着新的研究和思维加工的形式和方法。

研究对象、物质手段、思维形式和方法、理论工具作为科学方法的四个要素，既决定、制约、影响着某一特定研究过程的科学方法，也决定、制约、影响着科学方法的历史发展，并且使各种科学方法形成有机的系统。

现代科学技术是一个极为庞大的体系，相应的是现代科学方法也极为多样复杂。我们可以从不同的角度对科学方法进行不同的分类，从而形成不同的科学方法系统。如果以一种科学方法在现代科学技术系统中应用的范围作为标准，那末可以分为：世界观意义上的最一般方法；应用于各个领域（自然、社会、思维）的一般方法；应用于某个领域（或是自然，或是社会）的特殊方法；应用于一门科学的个别方法。如果以科学研究过程的阶段为标准则可以分为选择和确定课题的方法，人们进行感性活动、进行实验和观测、获得经验材料的方法，在思维过程中对经验材料进行加工的方法，建立科学理论和检验这些理论的方法，叙述科学理论、构造科学体系的方法。这些方法由于分别处在科学研究过程的不同阶段，发挥着各自在科学研究一定阶段上不可缺少的作用。而科学研究活动过程的内在逻辑和结构使它们也形成

一个完整的系统，随着科研过程的展开和进行，各种方法依次发挥作用，又依次更替。我们还可以从定性还是定量这种标准出发，把科学方法分为定性分析方法和定量分析方法，考察这两种方法在认识和研究过程中的地位和作用，考察两者之间的辩证关系。现代科学中，还有根据因果性形式把科学方法分为单值决定论方法和或然性方法，从而考察各自的应用范围和认识作用。

科学方法并不是一成不变的，每一种科学方法都经历着产生、发展、演变的历史过程。由各种科学方法组成的科学方法系统也经历着历史过程的演变，呈现着历史阶段性的特点。古代科学、近代科学、现代科学不仅是科学水平、科学体系和结构上的几个阶段，也是科学方法上的几个阶段。科学方法系统无论就一个完整的科学研究过程还是就人类科学发展的历史过程来说都具有历史的性质，必须作历史的分析和考察。

二、科学方法论的性质

科学方法论具有什么性质呢？

科学方法论是
一门正趋向于
独立的学科

在人类认识史上，科学方法论一直存在于三个不同的领域，表现为三种形态，这就是哲学、逻辑学、部门或个别科学方法论（分别为各门自然科学和社会科学的方法论）。哲学讨论着科学方法的一般认识论原则。逻辑学讨论着思维形式及其规律。部门或个别科学方法论则讨论着某一部门或某一个别学科范围内的科学方法论问题，如在自然科学范围内，长期来主要讨论着实验和

数学方法的应用，总结和概括自然科学家进行科学研究的心得、经验和体会。哲学和逻辑学所讨论的科学方法论问题对各门科学都有着指导意义，而部门或个别科学所讨论的科学方法论问题就只对相应的部门或个别学科有指导意义，在人类认识史的很长时期内，除哲学和逻辑学之外，并不存在一门独立的为各门科学所适用的科学方法论学科。但是今天情况不同了，形成这样的学科，不仅是必要的而且也是可能的。科学发展到今天不仅提出了形成和建立这一学科的要求，而且也为此学科的形成准备着条件。

首先，现代科学深刻地揭示了物质世界的统一性，从根本上提供了各门科学的理论和方法彼此渗透、移植、结合并达到一体化的客观根据。^①现代科学表明，高级运动形式不仅存在着不同于低级运动形式的规律和特点，而且高级运动形式的规律和特点是在低级运动形式规律和特点的基础上产生和形成的。化学运动是分子、元素之间的结合和分解，但是其中伴随着各种物理运动，伴随着各种物理量的变化，如有热、光、电、磁的运动等等。生命运动是蛋白质、核酸这些大分子的存在形式，是这些大分子组成细胞、再组成各种有机体进行新陈代谢、自我更新、维持和调节的过程。但其中同样存在着复杂的物理运动、化学运动、机械运动，有各种形式的能量经过化学运动转化为热能，热能再转化为各种机械能，而各种机械能根据物理运动规律配合、转化为有机体的动作和行为。社会运动形式与自然界各种运动形式相比，有着全新的特点和规律，但社会同样也是自然界长期进

^① 参阅李惠国：《现代科学的整体化与科学化》，《自然科学哲学问题论丛》第一辑，广西人民出版社。