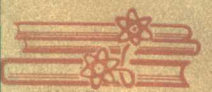


2 N03/7

科学家论方法

周 林 殷登祥 张永谦 主编



第一辑

内蒙古人民出版社

科学家论方法

第一辑

周 林 殷登祥 张永谦 主编

内蒙古人民出版社

1983·呼和浩特

科学家论方法

第一辑

周林 殷登祥 张永谦 主编

*

内蒙古人民出版社出版

通辽教育印刷厂印刷

内蒙古新华书店发行

开本：850×1168 1/32 印张：13.375 字数：323千

1984年5月第一版 1984年6月第1次印刷

印数：1—5,000册

统一书号：2089·03 每册：1.40元

在情况明、方法對的条件下，
有“急事缓办，缓事
急办”这另一层功夫，
权衡急徐，止于至善。

馬·科学方法论，第一輯，总詞

茅以升

为《科学家论方法》写的几句话

钱学森

一位作者或编辑，找人为一本即将付印的书写序、写题词，一般总想让写序、写题词的人讲几句好话，夸一夸书的作者，说说书的重要意义，等等。我这个人比较笨，怕弄巧不成反成拙，所以对这类笔墨任务，常常总是以婉谢了结。这次不同。第一，科学研究方法论，我的确有话想说；第二，给我任务的是自然辩证法研究会的周林同志，熟人了，就是我写的未尽称他的心，也不至于见怪吧。所以就写这么几句，也不知能不能算是对《科学家论方法》的“题词”。

科学研究的方法有两个方面：一个方面是成本成章的系统的理论，也就是可以写清楚、讲清楚的学问，能由先生口授学生听课或学生自习看书而获得的科学研究本领。这其中最根本的就是马克思主义哲学，因为马克思主义哲学是人认识客观世界知识的最高科学概括，所以也必然是指导科学研究的原则。这些书本知识是任何做科学研究的人必须学的；但只学了书本知识还不够，问题在于学了，把书背熟了，会不会在研究实践中加以灵活运用，把书本上的变成活生生的方法和工具。

这可不容易，是科学研究方法的第二方面。一位青年人要学这个本领，最好的办法是拜有科学研究成就的人作老师，从老师的研究实践中领会。这个方法也包括去参加一个活跃的学术讨论集体，大家讨论学问，畅所欲言，你一句，他一句，也可以有说错了的，最后问题终究弄清了。年青人就在这样的实践中逐渐领悟到搞科学研究的真本事：如何抓问题的关键，如何认识死胡同（此路不通），如何从失败中总结教训迅速走上大道，如何锐敏地发现有希望的苗头，等等。我说这不容易，也许会有人认为奇怪，以为：“你讲了几个‘如何’，你就把‘如何’照直说了，如何如何，不就解决问题了吗，为什么故弄虚玄？”对此，我说：“我实在无法说清，因为这方面的学问还没有形成一门科学，只能意会，不可言传呵。”举另外一件事作旁证：有什么学校毕了业就成了大作家的作家吗？没有。作家只有从写作实践中成长，同时还要有文艺评论家从旁帮助。再举一个反证：科学研究方法论要是真成了一门死学问，一门严格的科学，一门先生讲学生听的学问，那大科学家也就可以成批培养，诺贝尔奖金也就不稀罕了。

那好。能不能把大科学家们在同青年学生讨论研究工作时讲的话，或在学术讨论会中的发言以及夹在学术著作中的论述记录下来，编辑成册，大家看了不就如身临其境，也就如同当了大科学家的门生，或参加了学术讨论会了呢？又能，又不能。能，《科学家论方法》就是这样的书，这是第一辑，今后还要出第二辑，第三辑……。但又不能，因为大科学家在讲这些话的时候，都有针对性，在

一定的场合，一定的讨论环境，是有所指而发的。在我们书中不可能把这些重要细节讲清楚，因为没有这方面的现场记录。这就使读者难于把握住科学家言论的真意，好似隔靴搔痒；说懂得了，其实又未见得真懂。

所以，我要说的归结到一点，就是提请本书的读者注意：书是有用的，但万万不能死读书。这个普通的道理，对科学研究方法论来说，尤其重要。读者们将来按书中讲的去做，遇到了困难，只能说是经验不够，切莫责怪书中的大科学家们，也不要责怪写书的作者们。

1983年2月16日

一件极有意义的工作

——为《科学家论方法》而作

查汝强

工欲善其事，必先利其器。这“器”就包括两方面，即物质的工具和思想的工具。进行科学研究工作，为的是探索自然界的奥秘，发现新的自然规律。不仅要有先进的仪器设备，更重要的还是要有一个善于思维的头脑。掌握正确的科学研究方法是使思维科学化的重要途径，也是取得研究成果的前提条件之一。我们要提高科学研究工作的效益，就要重视科学方法论的研究。

马克思主义哲学的重要特征之一，是世界观和方法论的统一。辩证唯物主义是最普通的方法论。这种方法论是从人类长期社会实践中总结概括出来的，是普遍适用的。但是，唯物辩证法在不同的认识领域中（如自然科学和社会科学）和不同的认识形式（如科学和艺术）中有其特殊的运用。因此，需要将唯物辩证法这个最一般方法加以具体化，并在具体化中对其普遍原理加以丰富和发展。

自然科学在近代和现代取得了极其辉煌的成就，人类对自然界认识的广度和深度大大增加了。与此同时，在自然科学研究实践中积累了丰富的行之有效的方法。近几十年来，在传统的观察、实践、抽象、假说、数学、直觉等方法以后，又出现了信息、功能模拟、系统等新的方法，充实和丰富了自然科学方法论的宝库，成为发展唯物辩证法的一个重要源泉。

总结自然科学研究实践中形成的科学方法，除了直接研究科学史特别是重大的科学发现过程中的具体实践经验以外，还有一个重要的方面，就是研究历史上重要的科学家关于方法的论述。在科学史上，科学的发展与科学方法的发展是一致的，科学的重大突破总是与科学方法上的创新密切相关的。科学史上有重大贡献的科学家大多都关心方法问题。他们总结自己的切身经验，生动具体地阐述了许多富于哲理的思想，其中有不少的闪烁着唯物论和辩证法的思想光芒。他们为后人提供了从事科学研究的武器，丰富了人类精神财富的宝库。这种重要的历史遗产，需要我们去继承和发扬。

科学家关于方法的论述往往散见于他们的各种自然科学著作中，需要细致地加以搜集和整理。《科学家论方法》的编者们做了一件值得称道的极为有益的工作。我相信，无论是自然科学工作者，还是哲学工作者，都会有兴趣来阅读这本关于科学方法的书。

1982年12月16日

目 录

刘徽	李 迪 (1)
一 以统一方法认识或推广数量关系	(4)
二 逻辑推理方法	(6)
三 通过直观发现真理	(8)
四 通过批判认识真理	(11)
宋应星	杨维增 (16)
一 论胆略	(20)
二 论实践	(21)
三 论试验	(22)
四 论规律	(23)
五 论推理	(24)
六 论部分与整体	(26)
七 论“信”	(28)
八 论人巧	(29)
李四光	刘则渊 郑明焕 (31)
一 科学工作最使人感兴趣的是问题的形成	(34)
二 观察、实验、分析，是常用的科学研究方法	(35)
三 理论和实际是不能分开的	(37)
四 由简入繁、先易后难，是科学研究的自然程序	(39)
五 不要为已成的学说压倒，不要采取人云亦云的态度	(41)

六	科学研究要自力更生，要大胆地创造·····	(43)
七	要注意科学知识的分科性和统一性，打破科学割据， 作联合的努力·····	(45)
八	要正确处理博与专的辩证关系·····	(48)
九	要在科学实践中掌握自然辩证法和科学方法论·····	(49)
十	关于地质学研究方法和地质力学方法的部分论述·····	(53)

弗·培根 ····· 李迪 求实 (59)

一	论实验方法，研究要从事物本身和经验出发·····	(62)
二	论归纳法，研究要摆脱旧的观念和开辟新途径·····	(68)
三	论归纳法的优先权（或特选）的例证·····	(78)
四	论经验、逻辑的局限性·····	(90)
五	论对准目标，研究要选择正确的方法·····	(96)

达尔文 ····· 李难 季妙兴 (108)

一	选题法 ·····	(110)
二	观察法 ·····	(114)
三	比较法 ·····	(126)
四	分类法 ·····	(138)
五	实验法 ·····	(139)
六	归纳法 ·····	(144)
七	演绎法 ·····	(148)
八	历史方法 ·····	(149)

门捷列夫 ····· 林永康 (164)

一	研究自然就意味着揭示规律性 ·····	(166)
二	观察和实验是科学的躯体，假说和理论是科学的灵魂 ·····	(169)
三	归纳和演绎、分析和综合要结合起来 ·····	(173)
四	通过比较，知道族与族间的相互关系，就导至发现 一般规律·····	(176)

巴甫洛夫 王续琨 (182)

- 一 自然科学的任务在于揭示支配自然现象的规律 (184)
- 二 制订研究法是科学研究中头等重要的任务 (188)
- 三 实验是科学研究的基本方法 (189)
- 四 各门科学的研究成果和研究方法可以相互借鉴 (193)
- 五 确立严格的自然科学基本概念,从简单现象着手研究 (195)
- 六 分析方法与综合方法的结合 (198)
- 七 高级神经活动客观研究的基本途径——条件反射法 (202)
- 八 科学的发展是一个不断经受实践检验、逐渐逼近真理的过程 (207)
- 九 自然科学工作者的素质与修养 (210)

爱因斯坦 钱时惕 (215)

- 一 一切关于实在的知识,都是从经验开始,又终结于经验 (217)
- 二 科学并不满足于提出经验规律,而是要建造逻辑体系 (220)
- 三 理论的建立只有通过那种以对经验的共鸣的理解为依据的直觉 (222)
- 四 事关紧要的是基础的逻辑简单性 (225)
- 五 只有考虑到理论思维与感觉经验材料的全部总和的关系,才能达到理论思维的真理性的 (228)
- 六 从特殊到一般的道路是直觉的,而从一般到特殊的道路则是逻辑性的 (232)
- 七 哲学是全部科学研究之母 (235)
- 八 创造的原理存在于数学之中 (238)
- 九 必须反反复复批判传统的基本概念 (240)
- 十 逻辑的统一是科学的目标 (242)
- 十一 创造性思维在于使思维元素的心理实体“随意地”再现并结合 (246)
- 十二 对科学研究中某些科学方法的见解及运用 (248)

十三 对著名科学家科学方法的评述	(252)
------------------------	---------

维纳	华工思 武刚健 (258)
----------	-----------------

一 信息方法	(260)
二 功能模拟方法	(274)
三 统计方法	(303)

马克思·玻恩	朱保如 王正行 (331)
--------------	-----------------

一 科学在每个时期都和当时的哲学体系互相影响	(333)
二 在自然科学中，自我的作用并不重要；科学家 必须是实在论者	(337)
三 即使象物理学这样一门严正的科学，也是建筑 在基本信念的基础上的	(339)
四 物理学的进展本质上是由于归纳法的贡献	(343)
五 经济的不是自然界，而是科学	(346)
六 爱因斯坦的成就的伟大性正是在于，他不是把他的理论 建立在先入为主的观念的基础之上，而是建立在牢固的 事实的基础之上	(348)
七 量子定律的发现宣告了严格决定论的结束	(351)
八 物理学中的思维方法	(356)

鲍林	潘道皐 <u>熊汉缙</u> (367)
----------	------------------------

一 实验和理论	(369)
二 关于概念	(381)
三 直觉	(388)
四 简单、方便和有用	(394)
五 化学与其它学科的关系	(399)

编后	(411)
----------	---------

刘 徽



李 迪

刘徽（大约生活在公元三世纪），中国古代数学家

刘徽是中国历史上最伟大的数学家之一，他生活在公元三世纪，大约于263年完成了他对《九章算术》注释的卓越工作。他在序中说：“徽幼习《九章》，长再详览”，可见他曾长期学习和研究了《九章算术》。《九章算术》是我国汉代成书的经典数学著作，包括算术、代数、几何等丰富的内容。刘徽在研习的基础上，给《九章算术》写了详细注文。正如他自己所说的：“观阴阳之割裂，总算术之根源，探颐之暇，遂悟其意。是以敢竭顽鲁，采其所见，为之作注。”刘徽的《九章算术》注不是那种简单解释性或考证性的工作，而是创造性地研究工作。从这些注文中了解到，刘徽在当时已有的各个数学领域几乎都做出了重大贡献。

刘徽在数学方面的主要贡献有以下各项。

建立了十进分数理论。在刘徽以前，人们遇到奇零小数时大体上采取三种处理办法：第一，给小数命名，如“分”、“厘”、“毫”、“丝”、“忽”等；第二，化为分数；第三，把除不尽或开不尽的数用“有奇”二字表示，不再继续计算。但是这样处理都有限制，例如第一种，总不能无止境地一直命名下去。刘徽对“忽”以下的小数不再命名，而是用“微数无名者以为分子，

其一退以十为母，其再退以百为母，退之弥下，其分弥细……”，就是用十进分数表示忽以下的小数。

推广了齐同术理论。齐同术是一种分数计算方法，如对分数进行加减时，必须先通分。刘徽说：“通之则可并也。凡母互乘，子谓之齐，群母相乘谓之同。同者，相与通同共一母也。齐者，子与母齐，势不可失本数也”。“群母相乘”之后，使原来的分数之分母增大了许多倍，若想使新分数的值与原来分数值相等就必须使分子也增大相同的倍数。这种作法可能在刘徽之前已经有了，但是刘徽不仅对齐同术进行了深入研究，给出了明确的定义和定理，而且推广到许多方面，使它在分数比较、“方程”等解法上有了应用。

建立割圆术理论。刘徽为了解决精确计算圆面积问题，他在一个单位圆内作内接正六边形，然后倍增边数，逐步求得正多边形面积。他见到：“割之弥细，所失弥少。割之又割，以至于不可割，则与圆合体，而无所失矣。”就是说，当圆内接正多边形的边数增加到无穷多时，其面积和圆面积之差就为零了。刘徽在这里明显地表现出极限思想，当他求到圆内接正192边形时，得到了圆周率 $3.14\left(=\frac{157}{50}\right)$ ，而没有继续往下求。

创立了计算较复杂立体体积的“刘徽定理”。一般说来，多面体的体积好计算些，而曲面体的体积计算，特别是对计算公式的证明就麻烦些。刘徽在推证圆台、圆锥和球的体积时，分别和它们的外切正方台、正方锥、“牟合方盖”比较，结果他发现：圆台与其外切正方台（以及另两对）的平行于底的截口的面积之比等于 $\pi:4$ ，因而它们的体积之比也是 $\pi:4$ 。如果正方台等的体积已经求出，那么很显然，由比例关系可立刻求出圆台的等体积。这种算法我们可称之为“刘徽定理”，它已经包含了后来“缘幂势既同，则积不容异”的“祖氏原理”。

改进了线性方程组解法。《九章算术》中解线性方程组用“直除”法，原理正确，手续稍麻烦些。刘徽虽然也用直除法，但是他在解一个二元线性方程组时却改用相当于现代的加减消元法，并且说：“以小推大，虽四、五行不异也。”就是说可以推广到任意元数的线性方程组解法。此外他又建立两种新方法。

完成重差术著作。重差术是一种用两次差进行间接测量的方法，刘徽说：“凡望极高，测绝深而兼知其远者必用重差，勾股则必以重差为率，故曰重差也。”在刘徽之前已经有重差之名，但没有具体内容，刘徽给出九个问题及其解法，写成《重差》一卷，附于《九章算术》之后，后来人们把它分出来并改名为《海岛算经》。中国古代没有三角，重差术可以起三角的作用。

刘徽对“阳马”（方锥）的研究、对正负术的研究等等都有创造性，这里不多列举了。

刘徽之所以能在数学方面取得这么多重大成就，除了他刻苦钻研这个条件外，与他的思想方法也有极密切的关系。他主张“析理以辞，解体用图”，就是联合使用逻辑推理和直观，这样做的好处是：“庶亦约而能周，通而不蹊，览之者思过半矣。”刘徽不仅是这样说的，而且也是这样做的。在直观方面，他使用了图形、模型、纸片，有时还涂上各种颜色，在此基础上进行逻辑推理，收到极好的效果，这就是他的数学方法的主要特点。刘徽除有关方法论的直接论述外，他关于解决问题的具体叙述也具有方法论的意义。例如第三部分“通过直观发现真理”和第四部分“通过批判认识真理”大都属于这种内容。他很善于批判，从批判中建立起正确的或好的解题方法。总的来讲，他的方法论具有逻辑与直观并重的特点。刘徽的方法论在我国古代数学家中具有代表性，别人虽然在某一方面偶有论及，有的甚至讲的较多，但是都远不如刘徽。

刘徽三国时魏人，可能活到晋初，他的老家大概是山东淄水

一带。他研究过天文历法，考核过度量衡，在认识论上具有唯物主义观点。刘徽是一位学识渊博的数学家。

一、以统一方法认识或推广数量关系

事类¹⁾相推，各有攸归²⁾，故枝条虽分，而同本幹³⁾者，知其发于一端而已。

——《九章算术原序》

注释：1)事类：按事分类。2)攸归：所归。

3)本幹：幹(gàn)与幹同，本幹就是主幹。

译文：按事分类进行互相推理，各有所归，所以虽然分成枝杈，而它们有相同主幹，就知道枝杈是起于一个根源的。

度高者重差¹⁾，测深者累矩²⁾，孤离者三望³⁾，离而又旁求者四望⁴⁾，触类⁵⁾而增长之，则虽幽遐诡伏⁶⁾，靡⁷⁾所不入。

——同上

注释：1)重差：我国古代数学中的专用名词，用两次差的方法间接测量高度，或更一般地说是间接测量两不可到达的点间的距离。2)累矩：矩是我国古代一种拐尺形的测绘工具，累矩就是几次用矩进行测量，实际上也属于重差。3)孤离者三望：两孤立的被观测点进行测量时要三次观测。4)离而又旁求者四望：两孤立的被观测点在从旁测量时要进行四次观测。5)触类：遇到相类似的（问题）。6)幽遐诡伏：幽遐即深远之意，此处应作深奥解，诡：出乎寻常，伏：隐藏；四个字合起来是深奥难解的意思。7)靡：没有。

译文：测量（度）高度要用重差，测量深度要几次用矩，通过两孤立的被观测点进行测量时要三次观测，通过两孤立的被观测点而又从旁进行测量时要四次观测，遇到相类似的问题要进行推广，因此虽然有的问题深奥难解，但是没有不能解决的。