

科学认识的方法

关士续

黑龙江人民

023

19

# 科学认识的方法

关士续

黑龙江人民出版社

# 科学认识的方法

关士续 著

黑龙江人民出版社

责任编辑：曹利群

封面设计：唐保亭

## 科学认识的方法

KexueRenshi de Fangfa

关士续 著

---

黑龙江人民出版社出版

(哈尔滨市道里森林街42号)

黑龙江泰源印刷厂印刷 黑龙江省新华书店发行

开本 787×1092毫米 1/32·印张 9 4/16·字数 170,000

1984年10月第1版 1984年10月第1次印刷

印数 1—6,350

---

统一书号：2093·41

定价：0.80元

2622/13  
内 容 提 要

什么是正确的科学方法？科学史上的科学大师们是借助于什么样的方法取得卓越成就的？《科学认识的方法》对这些问题作了富有启发的回答。

本书通过对伽利略、牛顿、拉瓦锡、孟德尔、门捷列夫、汤姆生、伦琴、卢瑟福、居里夫人、爱因斯坦、丁肇中等几十位著名科学家思想和实践的分析，系统地论述了观察、实验、模拟、抽象、比较、分类、归纳、演绎、类比、综合、假说、机遇、直觉、想象力的方法以及数学方法、系统方法等。

全书采用一位青年与一位教授对话的形式，生动活泼，深入浅出，引人入胜，发人深思，寓哲理于趣味之中。适合于理工科学生、研究生、科学技术工作者阅读，也是有志于献身科学事业的广大自学青年的理想读物。

# 目 录

序..... 1

## 第一次谈话：

从哪里着手学习科学方法论？

——科学探索离不开哲学的指引..... 4

爱因斯坦是怎样看待哲学的..... 5

自然科学必须运用理论思维..... 9

运用理论思维就要受哲学的支配..... 14

作一个自觉的辩证唯物主义者..... 19

## 第二次谈话：

什么是科学认识的起点？

——观察是搜集信息的唯一门户..... 22

从福尔摩斯的故事说起..... 22

观察的作用和观察的实质..... 26

观察的客观性原则..... 31

必须充分尊重观察的结果..... 38

## 第三次谈话：

科学怎样窥测自然界的奥秘？

——仪器和思维在观察中的作用..... 42

丁肇中为什么能发现 J 粒子..... 43

观察手段及其在观察中的作用·····	46
观察的目的性·····	50

#### 第四次谈话：

##### 卢瑟福靠什么建立了原子模型？

——实验是探索自然的最重要的手段·····	58
-----------------------	----

在变革自然中去认识自然·····	59
------------------	----

卢瑟福的 $\alpha$ 粒子散射实验·····	63
---------------------------	----

实验特有的优越性·····	69
---------------	----

#### 第五次谈话：

##### 光速测定实验有成有败的关键何在？

——实验设计的基本原则·····	76
------------------	----

伽利略的失败和斐索的成功·····	77
-------------------	----

关于因果联系的判断·····	81
----------------	----

分析条件和设计条件·····	86
----------------	----

条件在实验中的重要性·····	91
-----------------	----

#### 第六次谈话：

##### 米勒怎样证明几十亿年前的过程？

——模拟为认识另辟一条新径·····	95
--------------------	----

米勒怎样解开了生命起源之谜·····	96
--------------------	----

什么是模拟 为什么可以模拟·····	100
--------------------	-----

物理模拟方法与数学模拟方法·····	104
--------------------	-----

功能模拟法与结构模拟法·····	109
------------------	-----

#### 第七次谈话：

## 怎样看待科学上的偶然发现？

——对机遇的认识和利用 .....114

不计其数的机遇事例 .....115

偶然性和必然性 .....120

“机遇只偏爱有准备的头脑” .....124

怎样从偶然性背后找出必然性 .....129

## 第八次谈话：

### 如何在思维中把握事物的本质？

——科学抽象、科学概念、理想化方法 .....133

科学抽象的意义 .....134

科学抽象的一般进程 .....137

科学概念和概念中的辩证法 .....142

理想模型和理想实验 .....146

## 第九次谈话：

### 元素周期律是怎样发现的？

——通过比较和分类把握联系 .....151

什么是比较 什么是分类 .....152

比较不同的属性和不同属性的比较 .....156

现象的分类和本质的分类 .....161

## 第十次谈话：

### 在科学认识中怎样推理？

——归纳方法、演绎方法、类比方法 .....166

从个别到一般——归纳方法 .....	167
从一般到个别——演绎方法 .....	172
从个别到个别——类比方法 .....	175
归纳、演绎、类比的辩证联系 .....	179

### 第十一次谈话：

#### 生物学怎样揭开了遗传之谜？

——分析方法与综合方法 .....	184
-------------------	-----

孟德尔怎样撩起了遗传的神秘面纱 .....	185
-----------------------	-----

分析，认识才能深入 .....	189
-----------------	-----

综合，认识才能有结果 .....	193
------------------	-----

### 第十二次谈话：

#### 如何给出对自然界的精确描述？

——使科学认识量化的数学方法 .....	198
----------------------	-----

数学是怎样帮助科学发展的 .....	199
--------------------	-----

数学方法的特点和作用 .....	202
------------------	-----

运用数学方法的关键——建立数学模型 .....	206
-------------------------	-----

### 第十三次谈话：

#### 和谐的太阳系是怎样形成的？

——科学假说是科学发展的主要形式 .....	214
------------------------	-----

“第一推动”的假设和“星云假说” .....	215
------------------------	-----

科学假说的特点、实质和作用 .....	219
---------------------	-----

关于假说真理性的一些讨论 .....	222
--------------------	-----

建立假说的步骤、方法和一般原则 .....	226
-----------------------	-----

### 第十四次谈话：



## 如何从假说继续前进?

- 由科学假说向科学理论的发展 .....232
- 从大陆漂移说到板块构造说 .....233
- 检验假说的一般方法 .....237
- 对待假说的科学态度 .....242

## 第十五次谈话:

### 怎样发挥创造性思维的作用?

- 科学直觉和科学想象力 .....247
- 艺术中的灵感和科学上的直觉 .....248
- 一时的顿悟和经久的沉思 .....251
- 想象力是科学思想的翅膀 .....256
- 想象的翅膀只能在事实的空气中飞翔 .....260

## 第十六次谈话:

### 当代科学方法的特点是什么?

- 谈谈系统方法及其重要性 .....264
- “阿波罗”登月飞行和系统 .....265
- 系统方法及其形成 .....270
- 系统方法的一般原则 .....275
- 系统方法的方法论意义 .....282

## 序

“科学”这个概念，直到不久以前，在许多人的头脑里还只是和艰深费解的论文或离群索居的学者联系在一起的，因而对一般人来说总显得有些高不可攀，可是现在，情况已大不相同，越来越多的人认识到了科学的力量、科学的重要性，再也不把科学视若陌生的路人了。越来越多的人已经立志献身于祖国的科学事业，正在发奋攻读，刻苦钻研。

然而，当我们努力于加强自己的科学武装的时候，是否认真地想过：学习科学，究竟要学习些什么东西，要注意掌握一些什么样的本领呢？也许，有些读者会认为：要回答这个问题是不必多加思索的，答案十分简单——我们要掌握的就是知识。这个答案，无疑是正确的，不过却并不完全。

知识，的确重要。它的重要性，充分地体现在曾被马克思誉为“现代实验科学的真正始祖”弗兰西斯·培根<sup>①</sup>的一句名言里：“知识就是力量”。可是，我们也不要忘记古希腊哲学家赫拉克利特<sup>②</sup>——列宁曾把他称为“辩证法的奠基人之一”的另一警句：“博学并不能使人智慧”，仅仅有知识还不一定能使人变得聪明。这是因为构成人类聪明才智的，除了知识，

---

① Francis Bacon (1561—1626)，英国唯物主义哲学家。

② Heraclitus of Ephesus (约前533—475)，古希腊伊奥尼亚学派哲学家。

还有方法。知识，如果不和一定的方法相结合，还只是一种死的东西；而方法，却能够给我们提供一把钥匙，去开启知识宝库的大门。正因为这样，弗兰西斯·培根本人在强调知识重要性的同时，也是十分注重方法的。他说“跛足而不迷路的人能赶上虽健步如飞却误入歧途的人”，讲的就是方法的重要性。

现代的一个普通大学生，如果仅就其已经掌握的知识的数量和质量来说，很可能早已超过了历史上许多有名的科学家，那末为什么他们却未能单凭这些知识也像那些伟大的科学家一样完成发现或发明呢？当然，这首先是因为现代科学技术已经达到了新的发展水平，过去的重大发现和发明在今天已经成为陈迹和常识。可是，我们也必须看到，决定一项发现或发明能否完成的因素，不仅要有知识，而且要有科学研究的方法和途径。这也就是，即使在同一个时代里并非知识最多的人就一定能够发现、发明得最多，甚至同一位科学家的发现或发明常常并非完成于他知识最多的晚年而往往出现在他知识尚不太多的青年时期的原因。

问题在于，知识固然重要，一切科学活动都必须以对于一定知识的理解、记忆和运用为前提，但是知识本身并不会自行增殖，科学活动是人的一种创造性的活动。

我们学习和继承已有的知识，显然不是为了作一个知识的收藏家或鉴赏家，而完全是为着运用它和发展它。爱因斯坦<sup>①</sup>常常喜欢引用莱辛<sup>②</sup>的一句话：“对真理的追求要比对真

---

① A. Einstein (1879—1955)，著名物理学家，瑞士和美国籍德国犹太人。

② G. E. Lessing (1729—1781)，德国启蒙运动思想家和诗人。

理的占有更为可贵。”科学的生命力就存在于不断追求真理的探索之中。探索之成败，收获之多寡，不仅取决于探索者已有的知识储备之丰富程度，也不仅取决于他是否有决心和毅力付出超过常人的劳动和汗水，而且还取决于他在科学研究中采用的是什么样的方法、选择的是什么样的途径。科学史表明，科学发展中的重大突破常常伴随着科学方法的突破。一个科学技术工作者，只有注意加强自己的科学方法素养，才能不断提高自己的科学创造才能。

那末，什么是科学研究的正确方法呢？在科学史上曾经获得重要成就的那些科学家们是怎样进行科学研究工作的？他们又是借助于一些什么样的方法才建树了那些卓越的科学功勋呢？

我有一位刚刚踏上科学之路的年轻朋友，他恰好带着这些问题去请教一位专门从事科学技术史和科学方法论研究的老师。他们就科学认识的方法，整整交谈了十六个晚上。我的年轻朋友告诉我，这些谈话使他受益非浅，好像帮他打开了一扇通向科学创造之路的大门。

我想，如果把这些谈话介绍给更多的读者，特别是介绍给那些正在准备走上科学之路的大学生、研究生以及更多的决心自学成才的青年朋友们，那么，他们也会从中获得益处的。

下面，就是这些谈话的全文。

作者

1983·2·11

• 3 •

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

第一次谈话：

## 从哪里着手学习科学方法论？

——科学探索离不开哲学的指引

**青年：**您这么忙，我还来打扰您，真对不起。前些天，我请爸爸给我介绍一点科学研究的方法。他听了以后非常高兴，但却什么也没有讲，而让我来请教您。

**教授：**很有意思。你爸爸自己是个科学家，他为什么不自己和你谈谈科学方法，反而让你来找我这个搞哲学的人呢？

**青年：**说真心话，我当时也是这么想的，并且向爸爸说了这个想法。可是，他却从书架上抽出《爱因斯坦文集》，给我读了书中这样一段话：“爱因斯坦用最强调的语气说，要用文献来证明关于怎样作出发现的任何想法，他认为最糟糕的人就是发明家自己。他继续说，许多人问他，他是怎样想出这个，或者是怎样想出那个的。他总是发现，历史学家对于

科学家的思想过程大概会比科学家自己有更透彻的了解。”我爸爸说，您是一位哲学家，又是专门研究科学史和科学方法论的，要学习一般科学方法，向您请教是最恰当不过的了。他还说，要掌握正确的科学方法，首先要学好哲学这一课。

**教授：**啊，你爸爸给你读的是1955年4月3日爱因斯坦同美国科学史家贝纳德·柯亨的一次谈话。在那次谈话之后半个月，他便与世长辞了。爱因斯坦不愧为一位最伟大的科学家，他是深知哲学对于科学的重要性的。

### 爱因斯坦是怎样看待哲学的

**青年：**那末，就请您首先谈谈爱因斯坦是怎样看待哲学的，好吗？

**教授：**也好，那就让我们从一段故事谈起吧。

1902年春天，瑞士的一家报纸登出一则家庭教师的广告：“三个法郎讲授一小时物理课”。伯尔尼大学有位攻读哲学的学生为了加深自己的科学知识，按广告的地址去登门求师。这位刊登广告的教师也是一个青年人，刚从苏黎世工业大学毕业，还没有找到正式职业。当他听说那位上门求教的学生是学习哲学的，非常高兴，对哲学表现出浓厚的兴趣。两个年青人由于相互对于对方专业的兴趣，很快就谈得非常投机。他们连着谈了两天，竟忘记了这次会面本来要商谈的主题。直到第三天，学生终于记起，他是来学习物理学课程的，教员却干脆宣布：“你不用听物理课了。你还是完全不拘形式地来看我吧。我很高兴同你谈天。”

**青年：**他就是年轻时的爱因斯坦吧？

**教授：**是的，这位教师就是阿尔伯特·爱因斯坦，当时他只有二十三岁。那位学生，则是后来成为他的终生挚友的哲学家莫里斯·索洛文。

从此以后，他们每天都准时会面，热烈交谈，爱因斯坦还提议两人一道共进晚餐，以便充分利用一切时间对那些把他们强烈地吸引到一起来的物理学—哲学问题，进行海阔天空的讨论。这项活动，直到1905年冬索洛文离开瑞士去法国以后才告结束，前后持续了整整三年时间。

**青年：**1905年？爱因斯坦的狭义相对论不就是在这一年完成的吗？

**教授：**是啊，这一年，爱因斯坦不但完成了他的狭义相对论，还发表了关于光量子论和布朗运动理论研究等数篇划时代的论文。从1902年到1905年正是爱因斯坦科学创造活动最活跃的关键时期，现代物理学大厦的理论基础就是从这个时候构筑起来的。

**青年：**既然这样，爱因斯坦怎么会有暇去讨论那些哲学问题呢？是什么原因使他对哲学怀有这样强烈的兴趣呢？

**教授：**好，这样我们就谈到主题上来了。不过，对你的这个问题，我想还是用爱因斯坦和索洛文自己的话回答为好（说着，教授也从书架上取下了《爱因斯坦文集》）。

你看，索洛文说十九世纪末二十世纪初“是一个追寻科学原理基础的英雄时代”。爱因斯坦说，在这个时代里，“经验迫使我们去寻求更新、更可靠的基础”，“迫使物理学家比其前辈更深入地去掌握哲学问题”。他说：这样，“物理学家就不可以简单地放弃对理论基础作批判性的思考”，不可以把

这种思考仅仅交给哲学家去做，因为，只有物理学家“自己最晓得，也最确切地感受到鞋子究竟是在哪里夹脚的”。而当科学家们去“寻求新的基础时，他必须在自己的思想上尽力弄清楚他所使用的概念究竟有多少根据，有多大的必要性”，于是，他便不能不走进哲学的领域，不能不去向哲学寻求帮助了。

**青年：**我还是不太明白，为什么科学要寻求新的基础就必须向哲学去寻求帮助呢？

**教授：**这就涉及到哲学和科学的关系了。你接着读爱因斯坦这几段话，看他是怎样看待这种关系的。他说：“认识论同科学的相互关系是值得注意的。它们互为依存。认识论要是不同科学接触，就会成为一个空架子。科学要是没有认识论——只要这真是可以设想的——就是原始的混乱的东西。”在他看来，“如果把哲学理解为在最普遍和最广泛的形式中对知识的追求，那末，显然，哲学就可以被认为是全部科学研究之母。”他说：“哲学的推广必须以科学成果为基础。可是哲学的推广一经建立并广泛地被人们接受以后，它们又常常促使科学思想的进一步发展，因为它能指示科学从许多可能着手的路线中选择一条路线。”这就是说，在爱因斯坦看来，哲学对于科学并不是一种多余的奢侈，也不是一种可有可无的摆设，而是进行科学探索所必需的路标和指南。

正因为这样，爱因斯坦直到晚年都怀恋着他在青年时期为进行物理学革命所做的那些哲学探索，并把他同索洛文那段探讨科学—哲学问题的“生气勃勃的短暂生涯”亲切地称为“我们的科学院”——“奥林比亚科学院”。



**青年：**爱因斯坦是一位伟大的科学巨匠，他所进行的是一场重大的物理学革命。对于一般的科学研究工作来说，是否也这样需要哲学来帮忙呢？

**教授：**科学研究活动是人的认识过程。它和人的一切认识过程一样，都只能在一定的世界观、认识论和方法论的指导下进行。从这个意义上说，没有任何科学研究能够完全脱离哲学的支配。

**青年：**可是，并不是所有的科学家都象爱因斯坦那样重视哲学的作用吧？

**教授：**我们说任何自然科学研究都离不开一定的哲学思想的支配，讲的是客观规律，是不以人的主观意志为转移的历史的必然性，而不管自然科学家是否意识到这一点，也不管他们是否承认这一点。事实上，由古至今的国内国外科学家们，在这个问题上从来就有两种态度，有的人重视哲学的作用，有的人蔑视哲学的作用，但这两种人的实际科学研究活动都无一例外地是在一定的哲学思想的支配下进行的。恩格斯说：“不管自然科学家采取什么样的态度，他们还是得受哲学的支配。问题只在于：他们是愿意受某种坏的时髦哲学的支配，还是愿意受一种建立在通晓思想的历史和成就的基础上的理论思维的支配。”<sup>①</sup>这就是说，自然科学家在他们的科学工作中总是要受到哲学的支配的，区别和选择只在于：他是自觉地接受这种支配还是不自觉地接受这种支配，是让一种正确的哲学思想支配还是让一种错误的哲学思想支配而

---

<sup>①</sup> 《自然辩证法》，人民出版社，1971年版，第187页。以后凡引用此书，只注明页码，不再重注书名。