



科学探索与方法



科学探索与方法

关崇明 吴明泰 编著

辽宁人民出版社

一九八六年·沈阳

科学探索与方法

Kexue Tansuo Yu Fangfa

关崇明 吴明泰 编著

辽宁人民出版社出版 辽宁省新华书店发行
(沈阳市南京街6段1里2号) 大连印刷工业总厂印刷

字数: 69,000 开本: 787×960 1/32 印张: $4\frac{3}{8}$
印数: 1—14,950

1987年3月第1版 1987年3月第1次印刷

责任编辑: 朱 枫 责任校对: 杨立中
封面设计: 马书林

统一书号: 2090·82 定价: 0.85 元

编者的话

这套科学方法论丛书是为科技人员和准备投身于科技事业的青年同志们编写的。每一本小册子讲一个专题，如果把各本小册子的内容汇集起来，大体上包括了科学研究过程中所用的基本方法。

说到方法，很自然地会想到我们常常碰到的问题。

“搞科学就是要如实反映客观对象，还讲什么方法？”确实，自然科学知识是对客观实际的反映，但是，在科学研究中，要真正做到从实际出发，如实反映客观对象却不是一件简单的、轻而易举的事情。虽然自然界的客观规律是可以被人们正确反映和认识的，但自然界不会主动地把它的规律交给人们去把握，人们也不可能一眼就看穿客观现象的本质。

要让自然界暴露出它的真实面目，非得想点办法不可，对于科学研究来说，只讲物质世界不依赖于人的意识，是人们认识的客体，这还不够，科学探索的成果如何，在相当程度上还决定于进

行研究的人——认识主体，决定于认识主体是否有良好的素质和足够的才能，其中包括对科学方法的了解和训练。科学研究工作者掌握了正确的方法，善于能动地变革现实让自然界暴露其现象，善于能动地改造制作所获得的实际资料，就能更好地坚持从实际出发的原则，揭示和把握自然界的规律。

“搞科学就是要刻苦，要认真，不能靠走捷径，不必讲方法。”毫无疑问，科学是老老实实的学问，科学家应当是老实人，谁不肯下苦功，不肯费力气，就不能攀登科学的高峰。然而，这只是事情的一个方面——科学家又应当是聪明人，会巧干，善于避免失误，力求少走弯路。科学发展史上的许多事例表明：在大致相同的物质条件下同样刻苦地进行实验，结果是巧于安排的研究者取得了更重要的发现；根据大致相同的实验结果同样认真地进行加工，善于思索的科学家会作出较高水平的理论创造。

科学方法论的学习对于科技工作者、理工科大学生来说是必要的，对于哲学工作者来说也是有益的。在现代条件下，要探讨认识论和逻辑问题，就必须关心自然科学的成就和自然科学的研究方法。

那么，是不是看过了一些小册子就能领会科

学方法的诀窍，走进发现和发明的殿堂呢？问题也不这样简单。方法对头终究是取得科学成果的一个条件，如果从事探索活动的人力物力不足，科研体制不当，科技政策失误，再好的方法也无济于事。而且，任何科学方法论的著述都只能在理论原则上给人们以启发，只能着重介绍前人和他人在研究过程中的经验教训，而一个人要真正掌握正确的方法就不能只靠看书，还要靠自己的理解、实践和总结。学习科学方法论也要理论联系实际，也要把读书和应用结合起来。

我们这套丛书是吸取了科学方法论方面的已有的研究成果，着眼于普及宣传而编写的。在编写时力求做到正确准确，生动活泼，深入浅出。同时，我们又深感力不从心，无论是编者或作者，从事自然科学方法论的教学和研究工作都为时不长，造诣不深，错误和缺点一定很多。我们希望读者能对这些小册子提出宝贵意见。

这套丛书是由大连工学院、辽宁社会科学院、东北工学院等单位的自然辩证法工作者参加编写的。辽宁省自然辩证法研究会编写工作给予了大力支持，不少同志对丛书初稿提出了宝贵的修改建议，在此一并致谢。

陈 昌 曙

一九八四年五月

内 容 提 要

《科学探索与方法》是“科学方法论丛书”中的一本。本书综合地论述了一般科学方法与科学进步的关系；系统地阐述了自然科学方法论的历史演变过程；指出了掌握科学方法论对自觉地、最优化地从事科学研究的意义；并提出了学习自然科学方法论的途径。

书中在理论阐述的同时，穿插了一些中外科学家从事科学研究的生动故事，为全书增添了不少情趣。

科学方法论丛书

主 编 陈昌曙

副主编 张卓民 刘则渊

- 科学探索与方法
- 怎样选择研究课题
- 科学观察
- 科学实验
- 机遇
- 比较·分类·类比
- 归纳与演绎
- 假说与理论
- 创造
- 科学研究中的移植法
- 数学方法
- 控制论方法
- 系统方法

目 录

引言	1
第一章 科学史上成功与失败的启示	3
一 勿庸铁杵磨成针	3
——探索要勤奋也要讲方法	
二 有米之炊也需巧妇为	12
——科学事实必须经思维加工	
三 慧眼方能识真谛	22
——求是要有辩证的头脑	
四 青出于蓝而胜于蓝	34
——创新应批判地继承	
第二章 科学方法的作用	46
一 “专才”与“通才”	46
——方法对知识的驾驭作用	
二 “书生型”与“创造型”	55
——方法对创造才能的促进作用	
三 “硬件”与“软件”	63
——方法对科学仪器的支配作用	
四 揽月当有撑云梯	69
——方法对科学进步的推动作用	
第三章 科学方法的历史演变	80

一	天才的自然哲学的直觉·····	80
	——方法论的萌芽	
二	从蚂蚁、蜘蛛到蜜蜂·····	89
	——方法论的形成	
三	山外青山楼外楼·····	100
	——方法理论的新发展	
第四章	怎样学习自然科学方法论·····	113
一	见木应见林·····	113
	——方法论的体系结构是有机整体	
二	绝知此事要躬行·····	121
	——学习方法论的途径	
	参考书目·····	131

引 言

有所发现、有所发明、有所创造、有所前进，这是万千科学工作者和有志于为科学事业献身的人们渴望达到的目标。为了实现这一目标，人们希望获得成功的“秘诀”，探求通往光明之路的“捷径”，以取得事半功倍之成效。

然而，在科学的征途上，究竟有没有成功的“秘诀”和“捷径”呢？从根本上说科学的入口处如同地狱的入口处，这里是没有什么“诀窍”和“捷径”的。但是，从另一种意义上我们又可以说，在科学探索的道路上是存在成功的“诀窍”和“捷径”的，这就是正确地掌握科学探索的方法论。

科学史的发展告诉我们，每一科学成果的出现，除了有社会生产力的发展和科学技术进步的推动之外，还和方法理论的进步分不开。

人类对自然的认识借助于人类认识自然的方法和手段，科学方法既是认识自然的工具 and 手段，同时又是科学进步的结果。科学进化本身就

包含着科学方法的进化，而方法理论的重大突破，也往往预示了科学探索的重大突破。

法国天文学家、数学家拉普拉斯在谈到牛顿时说：“认识一位天才的研究方法，对于科学的进步……并不比发现本身更少用处。科学研究的方法经常是极富兴趣的部分。”爱因斯坦曾用建筑“支架”比喻创造方法，他说：“要是不用任何支架，那就不可能建造房子，也不可能架设桥梁，但是支架却不是房子或桥梁的任何组成部分。”科学史上，凡有重大贡献的科学家，无不重视正确地运用科学方法。

现代科学技术的发展，极大地推动了方法本身的进展，同时也为我们研究科学方法提供了客观条件。

我们在这本小册子里，主要阐述科学探索与科学方法的关系；结合科学史上成败的事例，借鉴方法论的经验；从不同侧面阐述科学方法的作用；概括科学方法的历史演变；以及从方法论的有机整体上把握科学方法的途径。

第一章 科学史上成功与 失败的启示

在人类认识和征服自然的漫长道路上，科学发现犹如一个个里程碑，标志着人类攀登科学高峰的进程。然而每项科学成果却得来不易，它既铭刻着探索者非常珍贵的成功经验，也记录着发人深思的失败教训。对科学史上的成功与失败，作一些方法论的分析和探讨，对于认识科学方法的重要性，更好地掌握科学方法，将会起到积极的作用。

一 勿庸铁杵磨成针

——探索要勤奋也要讲方法

科学中难能可贵的创造性才华，由于方法拙劣可能被削弱，甚至被扼杀；而良好的方法则会增长、促进这种才华。

——贝尔纳

在科学史上，凡有建树者都是勤奋的。正是百折不挠、锲而不舍的精神，为科学探索者开拓了成功之路。没有在科学“崎岖的小路”上不畏劳苦的攀登，就不可能取得科学巅峰上的硕果。在这个意义上，我们可以说科学探索没有诀窍和捷径。但是，在科学探索中的成果，又不是单靠勤奋和苦干就能获得的。同样下了苦功的人，结果却不尽相同。勤奋者走上歧路而遭到失败的事也是常有的。

在一百二十多年前，巴斯德的“生源说”战胜普谢的“自然发生说”就是一个生动的例证。

法国里昂博物馆馆长普谢从显微镜里观察到，雨水、肉汤等只要暴露在空气中，就会产生无数的微小生物。他认为，这些微生物是短时间内由空气或腐败的动植物产生的。要不是自然生殖，就没法理解这种现象。这就是微生物的“自然发生说”，也叫“无生源说”。而坚持“生源说”的法国著名化学家和生物学家巴斯德，通过显微镜发现在灰白色的酵母中，有大量杆状微生物。对于这些微生物的来源，巴斯德认为不是象“自然发生说”解释的那样由自然物质随时合成的，而是在空气中原来就有微生物的“原种”。肉汤变坏、牛奶变酸、啤酒变质，就是这些“原种”大量繁衍的结果。

微生物到底有无生源？巴斯德和普谢的观点代表了两种对立的学派，他们进行过持续多年的激烈争论。按照巴斯德的“生源说”，海拔越高，空气越洁净，所含的微生物就越少甚或没有微生物，用这样的空气和实验液体接触，就很少出现或不出现腐败现象。普谢为了驳倒巴斯德的观点，力图证明高山顶上的空气和居民稠密区的空气一样，都能在培养液中生成大量微生物，他于1863年夏天带了两名助手和向导进行了登山取样实验。他们带着许多细长尖颈的密封玻璃瓶，里面都装着煮沸过的干草汁，以观察它们和高山上的空气接触后的变化。第一天当他们攀登到2,083米的高度时，天已经黑下来，但是为了比巴斯德的实验地更高些，他们不顾疲劳和寒冷，甘愿在黑洞洞的山缝里过夜。第二天，他们爬过许多险恶的乱石，在高出巴斯德实验地1000米的地方作了实验，在冰河裂隙极深极狭的地方取样，表现了严肃认真的科学态度。应当说，普谢在科学工作上比巴斯德付出了更大的艰辛，甚至表现了对科学的献身精神。但是，普谢仍不免遭到了不体面的失败。巴斯德于1864年3月，请求法国科学院主持一次讨论会，来终止这场纠缠不休的争论，普谢等人则要求延期。同年6月，科学院邀请两派学者，要求各自以实验证明自己

的观点，普谢一派又拒绝议定的程序而全体退席。当时一位科学家评论说：“天然生殖学者全体引退，……甘心受辱，就是他们自己不敢十分相信他们的事实。”^①

为什么巴斯德胜普谢一筹？主要不是靠吃苦耐劳，而是勤中有巧，更加讲究科学方法。首先，他注重实验技巧，在实验构思上比普谢高明，也更加精细。他把极易滋生微生物的培养液，装入两种形式的玻璃瓶中观察：一种是广口直颈瓶，一种是细长而弯曲的曲颈瓶。巴斯德经过观察发现，两种瓶中的液体虽然都与空气相通，但直颈瓶中的液体很快变质；而曲颈瓶中的液体却可以长久保持纯净不坏。但一经将曲颈打掉，液体则很快变质；或者将曲颈瓶激烈震荡使微生物随空气迅速冲入瓶内，或者将吸附大量尘埃的棉花团投入瓶中，液体也很快腐败。这说明，空气中的微生物通过曲颈时，附着于曲颈的弯曲处，不能掉入液体中，一旦失掉这个条件，空气中的微生物便可掉入液体中，于是引起液体的变化。正是在这些精巧和简明的实验面前，在有说服力的实验事实面前，普谢一派才怯于辩论，甘心受辱。

其次，在实验设计上，巴斯德运用了对比方法，也具有更大的说服力。他不是象普谢那样只

^① 《巴斯德传》，中华书局，1949年版，第104页。

到高山顶上取样，而是在山底、山腰、山顶三处取样，作对比观察。早在1860年暑假，他在两名助手协助下，就对60瓶密封煮沸过的培养液作了分别处理：沿山路小道陆续打开20瓶，放入空气又封死瓶口；在850米的山腰又对另外20瓶作了同样处理；在山顶上打开了最后20瓶，为了避免口中呼出的气体混入，他们把每一瓶都举过头顶，吸入纯净空气并迅速封死瓶口。观察的结果是：山底下的20瓶中有8瓶繁生了微生物，山腰的一批有5瓶腐败，而在山顶的20瓶中，只有1瓶起了变化。这种对比有力地说明了天然生殖论是站不住脚的。

第三，在选用实验器材和培养液等具体方法上，也表现了巴斯德独具匠心的才能。他采用球形的玻璃尖口瓶，为使其中的培养液既消除“原种”又隔绝空气，先对液体煮沸灭菌。当瓶中空气随蒸汽都冲出瓶外时，立即用高温灯焰将尖口封死。巴斯德的这种作法，巧妙、严格、无懈可击，所得到的密封容器，既可保存，又易携带，选用的培养液，如酒类、血液、葡萄汁等，处理后可保证纯净；而普谢却缺乏这类严格的方法，只愿选用不纯净的干草汁做实验，当然总也得不到正确的结果。

巴斯德和普谢的论战充分说明，科学探索需