

姜念涛 著

科学家的思维方法



云南人民出版社

# 科学家的 思维方法

# 科学家的 思维方法

姜念涛 著

**责任编辑：程志方**

**封面设计：彭耿嘉**

**文内插图：吴继平**

## **科学家的思维方法**

**姜念涛**

---

云南人民出版社出版      (昆明市书林街100号)  
云南新华印刷三厂印装      云南省新华书店发行

开本：787×1092 1/32      印张：9      字数：190,000

1984年5月第一版      1984年5月第一次印刷

印数：1—13,000

---

统一书号：2116·36      定价：0.97元

# 序 言

王梓坤

科学研究不仅需要热情、勤奋、毅力和胆识，还需要正确的方法。方法对头，可以事半功倍；反之，采用错误的方法，便很可能把本来有希望做成的事情搞坏。所以，许多科学家都很注重科研方法。法国数学家和天文学家拉普拉斯（1749—1827）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。”

怎样才能掌握正确的方法？当然，最主要的是靠在实践中学习，随时总结经验教训，日积月累，掌握科学方法的能力便随之增强。但一个人的实践总是有限的，还必须善于向群众学习，向前人学习，向历史学习。群众的和前人的经验、教训、见解和论述，是一个取之不尽、用之不竭的宝库。姜念涛同志是位有心人，为了

帮助大家向前人学习，他在这本书里，结合科学史上大量的事实，阐述了一些著名科学家的思维方法和他们对科研方法的见解。他还介绍了一些来自群众的成功的方法。这些，对我们都是很有启发的。书中也有不少议论是作者自己的感受，对读者也有一定的参考意义。

全书采用散文、随笔的体裁，边叙边议，有虚有实，有理有情，读来轻松有味，耐人咀嚼。作者对有些问题，如理论与方法，质疑与立论，严格与出格，新错与旧错，教学、普及与创新，探宝、识宝与用宝，等等，努力作了一些辩证的分析，时时迸发出一些新见解。有些问题，虽然已有别人作过论述，但作者能从新的角度加以发挥，如《以其人之法还治其人之论》、《不以人蔽己，不以己蔽人》、《科学需要纵横家》、《射獐得马，擒龙得鲸》、《就实探虚，开拓新域》等篇，写得比较机智、新颖。但是，从整体来看，全书结构似不够严整，系统性不强，或有此而缺彼，或详此而略彼。有些见解，未必很精当、周密，读者可以补充以自己

的认识。一本书难以求全，贵在若干方面能给人以新知识、新思想。从这个方面来说，本书对有志于科研的人，特别是青年同志，是会有帮助的。

1983年3月

# 目 录

- 1     要金子，更要炼金术
- 5     成果诚可贵，方法价更高
  
- 10    追求真理与占有真理
- 14    质疑与立论
- 19    证实与证伪
- 23    严格与出格
- 27    新错与旧错
- 31    于反常处走惊雷
- 35    划清真理的适用界限
- 40    障碍在已知
- 43    以其人之法还治其人之论
- 47    让定义在实践中发展
- 51    “不以人蔽己，不以己蔽人”
- 55    在学生的提问面前
- 58    自以为非乃益进
- 62    学个“不断脱毛”
- 66    勇于承担无把握的课题

- 69 熟——生——巧
- 73 由僵化而倒退
- 76 虽非第一，荣居第一
- 80 尊前人，更重来者
- 83 牛顿力学“当时体”
- 87 以古为镜，乃知兴替
- 93 由综合而创造
- 98 科学需要纵横家
- 101 辩证的沟通
- 105 科学中的“杂交”
- 109 知识的重新组合
- 112 结合点上育奇葩
- 116 在不同思路的交叉点上
- 120 无人区里任纵横
- 123 它山之石，可以攻玉
- 126 投桃报李：学科之间的反馈
- 129 “半路出家”，可成名家
- 133 适当地转换学科
- 136 多学科的立体作战
- 140 杂交稻背后的“杂交”
- 143 横断群科开生面
- 147 看比例与看结构
- 151 握简与驭繁
- 155 源于经验事实，高于经验事实

|     |              |
|-----|--------------|
| 160 | 具体——抽象——具体   |
| 165 | 莫让辩证法等待我们太久  |
| 168 | 从运动中把握联系     |
| 172 | 对立面上天地宽      |
| 176 | 幻想——科学探索的先导  |
| 180 | 科学也要形象思维     |
| 184 | 直觉之前与之后      |
| 188 | 从假说到真理       |
| 192 | 推理的功与过       |
| 196 | “跟哥哥进城”      |
| 200 | 判天地之美，析万物之理  |
| 203 | “以正合，以奇胜”    |
| 207 | 殊途为啥能同归      |
| 211 | 射獐得马，擒龙得鲸    |
| 214 | 当心反馈过度       |
| 219 | 学会使用符号语言     |
| 224 | 争论——新思想的助产婆  |
| 228 | 求知于全世界       |
| 232 | 教学·知困·创新     |
| 236 | 由普及而创新       |
| 240 | “以一知充十用”辨    |
| 244 | 探宝·识宝·用宝     |
| 249 | 应用研究对理论研究的反馈 |
| 253 | 就实探虚，开拓新域    |
| 257 | 关注哲学背景       |

|     |              |
|-----|--------------|
| 263 | 从粒子的命名看不同的方法 |
| 268 | 老法翻新         |
| 272 | 枝枝相覆盖，叶叶相交通  |
| 277 | 后记           |

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**

你要知道科学方法的实质，不要去听一个科学家对你说些什么，而要仔细看他在做什么。

——**爱因斯坦**

## 要金子，更要炼金术

传说有一位炼金的老人，临终前问他的两个儿子要什么东西。大儿子说：“我要你攒下的那笔金子。”二儿子说：“你把淘金、炼金的方法全教给我吧。”于是老人把金子交给了大儿子，把淘金、炼金的技巧、诀窍教会了二儿子。老人去世后，大儿子把金子花完了，二儿子却一年年地积起了大笔的金子。

如果把历史老人积累起来的科学理论比喻成金子的话，那么，获取这些理论的科学方法，也就是炼金术了。在历史老人面前，我们是要科学理论好呢，还是要科学方法好呢？当然，二者都是要的。但相对地说，方法往往比理论更加重要。

理论，是符合某种客观规律的认识；方法，则是认识客观规律的技巧和手段。理论反映客体变化发展的规律；方法反映对客体的认识活动的规律。理论执行描述客体、解释客体、预见客体的未来变化的职能；方法担负着获取理论、检

验理论、运用理论、发展理论的职能。不管什么样的科学理论，都是运用一定的科学方法从客观事物中提取出来的。

十七世纪的欧洲，有一位天文观察大师——丹麦天文台台长克拉赫·第谷（1546—1601）。他观察天象三十年，积累了大量的天文资料。他完全清楚，这一大堆资料中蕴藏着宝贵的理论财富。可惜的是，他缺少一种科学方法，不能把理论的真金从资料的矿沙中提取出来。到晚年，他找到了一个徒弟，叫刻卜勒（1571—1630），来完成他的未竟之业。刻卜勒对数学造诣很深。他运用数学方法，果然从大量资料中抽象出行星运动三定律，因而被誉为“星空的律师”。

作为天文台台长的第谷，是具有相当的天文理论的功底的。他所缺少的，正是淘金、炼金的方法，因而无法从自己的金矿中提炼出新的金子。刻卜勒呢？他走进天文台时，天文理论并不比第谷强。但是他有第谷所没有的长处：数学的方法和抽象思维的头脑。于是，他终于从第谷交下的大笔金矿中，提炼出光闪闪的真金。

当然，任何科学方法，都不会凭空出现，都是在一定的科学理论的基础上产生的。前人积累的科学理论，有助于后人去创造新的科学方法。例如刻卜勒的方法，就受益于天文学和数学的理论。刻卜勒由此得出行星运动三定律理论以后，后来又启发牛顿（1642—1727）用新的方法得出了力学三定律。这就好比，有了一定的金子，作为生产资金和生产资料，炼金术就能得到进展，并顺利地发挥作用。

但是，理论不等于方法，理论不能直接作为方法起作用，正如金子不等于炼金术，金子不能直接作为炼金术起作用一样。理论可以提出新的认识任务，可以揭示完成这一任

任务的某些条件，但是理论本身并不能回答：怎样完成这一任务？怎样组织一系列的认识活动？要回答和解决这些问题，须得借助新的方法。只有运用新的方法，重新审查新的事实，重新构思新的概念，重新导入新的原则，才能完成新的认识任务，筑起新的理论体系。

如果以为原来的理论能够直接提供建立新理论的方法，好象只要经过理论的逻辑推导，观点的不断增加，不需要经过方法的变革和飞跃，人类的认识就可以向前发展了，那就把认识的发展看得太简单了。不，科学并不是这样发展起来的。科学的发展，是一个不断地推陈出新的过程。凡是旧的理论被新的理论所取代，总是通过新方法的运用重新组织新的和旧的事实材料而实现的。在认识发展的过程中，方法，可算是从旧理论走向新理论的桥梁和渡船。通过这座桥或这条船而到达彼岸，那里的风光与此岸就大不相同了。

科学理论的改变，有量变也有质变。在科学理论的量变中，看不出科学方法的改变；只有在科学理论的质变中，才能看出科学方法的改变。例如，林奈（1707—1778）的分类生物学，采取的是空间比较的方法。即使这种分类再多再细，我们看到的仍然是空间比较法。只有当达尔文（1809—1882）建立起生物进化论代替了林奈的分类生物学，科学方法的改变才得到了体现：由空间比较法转变为历史比较法。可见，科学方法比起科学理论来，更为抽象，也更为深刻地反映事物的本质，因而也具有更大的普遍性和适用性。科学理论的变革，取决于科学方法的变革；而科学方法变革的程度，又决定着科学革命的深度和广度。

除了把理论和方法比喻为金子和炼金术以外，还可以有

一比：理论是猎物，方法便是猎枪。我们要猎物，但更要猎枪，——因为猎枪可以打到更多的猎物。而且有什么样水平的猎枪，便可以打到什么样等级的猎物。至于猎枪如何更新换代，方法如何改进、革新，那是后文要谈及的问题。

手段是一个比……有限目的更高的东西——  
犁是比由犁造成的、作为目的的、直接的享受更  
尊贵些。

——黑格尔

科学发现的意义，不仅在于它提供了新信息，揭示了对象的新属性新规律，而且首先在于提出解决研究课题的方式，……加强着科学思维和科学活动的装备，发展着科学方法的基础。

——IO·萨奇可夫

## 成果诚可贵，方法价更高

科学史上的许多发现或发明，是由技术手段和科学方法的进步而引起的。科学发现或发明的成果诚然都是可贵的，然而技术手段和科学方法的进步，比成果本身更有价值。因为有了先进的技术手段和科学方法，便可以使科学持续地、长久地发展下去，由此获得一系列的成果。

十七世纪中叶的伽利略（1564—1642）推翻了亚里士多德（公元前384—前322）统治历史两千年的许多错误观念。如亚里士多德说：“推一个物体的力不再去推它时，原来运动的物体便归于静止。”伽利略想：一个人推一辆小车在路上走，当他突然停止推车，小车并不马上停止，还要再走一段路，如果毫无摩擦，小车便会永远运动下去。伽利略的这一发现，是了不起的功绩。但是，比这一功绩更有深远意义

的，是他给人类的科学事业带来了一种超出直观的理性方法，把自然科学从纯粹的肉眼直接观察中解放出来，这就等于发动了一场方法论革命，由此开创了一个新的方向。沿着这方向发展下去，才产生了牛顿力学。正如后来爱因斯坦所评价：

“伽利略的发现以及他所应用的科学推理方法，是人类思想史上最伟大的成就之一，而且标志着物理学的真正开端。”



伽利略

在1781年德国天文学家威廉·赫舍耳（1738—1822）发现天王星以前，人们认为太阳系的

范围只到土星为止，土星之外再没有其他行星。赫舍耳运用他制作的巨型望远镜，研究恒星在空间的运动和分布。他把星空分为若干区域，详细勘察，记录每一个区域里恒星的数目和特点，制成“巡天表”。通过分析“巡天表”，他发现历来被人们当作恒星的天王星，实际上是太阳系中土星之外的一颗行星。赫舍耳制定“巡天表”，使天文学家的眼光发生了变化，教给天文学界一个考察星空的新方法。因此，在天王星发现以后的半个世纪中，天文学界又发现了二十多颗围绕太阳运行的其他行星。

X射线是伦琴（1845—1923）于本世纪初发现的第一种放射线。然而伦琴的贡献不仅在于提供了一种射线，而且在于使科学界产生了新的科学敏感性（如怎样对待模糊了的底片），并有了新的实验技术。由于有了后者，在伦琴发现X

射线以后不到十年，就接连出现了四种放射线。

与上述相类似的是：拉瓦锡（1743—1794）的成就并不只是鉴定出氧气这样一种化学物质，而且指出了运用天平进行定量分析的方法，来研究燃烧前后的变化；戴维（1778—1829）的贡献不只在获得了钾和钠，而且在于创造了电解法；居里夫妇（1859—1906）（1867—1934）的建树不仅在于得到了镭，而且在于提供了放射性方法；爱因斯坦创立相对论，其意义正如海森伯所说：“它的意义并不在于它能解释许多到目前为止不能解释的实验，而在于它创立了一种新的思想方法，这种思想方法是科学家们以前没有发现的。”正由于这些科学家的成果都有着方法论的意义，所以，它们才长久地引导着科学的进步。

当然，并不是每一个科学发现或发明都具有这种方法论的价值，但在那些开创性的发现和发明中，大多都包含着可贵的科学方法，可供人们加以吸收和推广。在这里，值得我们注意的是，许多科学家对自己的科研成果的价值津津乐道，甚是清楚，而对自己的科学方法的价值，则往往看不清楚，这就给别人或后人留下了一个挖掘、总结的任务。

科学家们是在科学实践中摸索到某种技巧或方法，才取得某一发现或发明的成果的。但是当其初，成果是科学家的自觉的目的，方法不过是为取得成果而设置，因而，方法的创造常常是不自觉的。人们对科学方法的认识，往往是在对科学成果的认识之后，也就是在有了成果的基础上，他本人或别人或后人，才从中挖掘总结出方法来。英国哲学家培根（1561—1626）于1620年出版的《新工具》一书，就是对实验方法和归纳方法的总结。法国数学家、哲学家笛卡尔