

科学研究的 艺术修养

李守成 编著



科学研究的艺术修养

李守成 编著

吉林科学技术出版社

科学研究的艺术修养

李守成 编著

责任编辑：单书健

封面设计：张 梦

出版 吉林科学技术出版社 787×1092毫米32开本 13.75印张
插页4 291,000字

发行 吉林省新华书店 1989年9月第1版 1989年9月第1次印刷
印数：1—1000册 定价：5.20元

印刷 长春市第四印刷厂 ISBN 7-5384-0367-1/C·1

序

我从事科学研究已半个世纪了。与其说我一生都在科学研究的大海里征游，不如说我是在科学艺术的江河里学泳。虽然至今尚未游到彼岸，但我已悟出一条道理：在科学研究的海洋里，科学家欲使自己从必然中获得自由，必须努力使自己成为科学的“艺术家”。

提到“艺术”，常使人联想到音乐、美术、戏曲、文学等艺术家们所从事的艺术实践或由此而创作的艺术作品。然而，“艺术”并不仅仅局限在这些专业之中。在自然科学研究中，也同样存在着艺术性问题。如科学实践方法与思维技巧能力就属于科学艺术修养的范畴。

早年，我在国外留学时，随导师从事科学研究的过程中，开始接触到关于科学研究的艺术问题。当时，深感莫解，又觉得渺茫。多么希望得到一本论述科研艺术的专著，然而未能如愿。请教导师，他指导我参阅了许多文献，但也只能使我从多学科文章的字里行间，窥见到星星点点的科学艺术之光。

光阴似箭，虽然我至今仍在科学之舟上摇着双桨，但两鬓早已霜染。此时此刻，我昂首翘足方隐约望见了科学艺术的桅杆。二十年前，英国剑桥大学教授贝弗里奇综合世界著名科学家和他本人的科学实践经验，撰写成《科学研究的艺术》一书，有裨于世科学工作者。但是，近代科学的飞速

发展，无疑这本书应加以补充、修改使之完备，特别应当按着我国科学发展的特点加以充实。我正在酝酿之中，病魔把我从科学的航船上拉下来——我患了癌症。不言而喻，生命已经很有限了。我在焦急之中把守成同志邀来，请他承担编著《科学研究艺术修养》这一艰巨任务，并请他从速进行。三个月时间，守成同志列出了编写提纲。嗣后，每写出一章，我都是第一个读者。通览全篇初作，使我感到写作格调新颖，虽然与我原来的设想不同，但我决意在我临终之前，改变我一生都自觉不自觉地给予他人一些“旨意”的作法。

守成同志的写作风格，亲切自然，深入浅出，把一般认为枯燥的科学之作写得活泼易懂，通而不俗。从内容上看，既有科学研究的思维技巧，也有科学实践方法；既有总体设计思想，也有具体概率分析；既有一般基本知识，也有深入的科学修养；既有科研工作规范，也有自我品质训练，可谓科研修养纵横谈。

守成同志广采古今中外许多科学家关于科研艺术的论述，引用文献严肃认真，并结合自己的经验加以综合而成。经过两个春秋，又一盛暑，我终于读完全稿，但我已落入病榻。令人欣喜的是我的夙愿终于实现了，心里感到格外宽慰。但使我感到不安的是，由于我（健康状况）催稿甚急，使之形成“急就篇”。因此，尽管守成同志做了极大的努力，缺点和错误是难免的。不过我认为，难能可贵的是为我国科学工作者提供一本较为重要的科学研究工作参考之作。

作者邀我为本书作序，我已力不从心。无奈，就把以上我与作者的编写动机与真实经过勉为本书的序言吧。我恳切地希望科学界的挚友和同道们，把这本书看成是一个论述

科研艺术的雏型，予以热忱地帮助、批评与指正，以使其日臻完善。

钩

1982年7月15日

于长春空军医院

致读者

亲爱的读者：

首先感谢您不吝时间，阅读这篇劣作。我以一个科学工作者的诚实，告诉大家，就我的学识水平无力承担编写这本书的重任，因此，我要说明它是怎样问世的。

自从我结束学生的生活，全部青春都在科学研究中消失。回忆起来，好象一昼夜的时间，但已经是人到中年了。多年来，我听到许多科学家、著名学者关于科学研究的讲演。每次都仿佛在我的心灵上推开一扇科学之窗，感到格外明亮。每当我参加一次科学会议，好象在我的科学思维的阡陌之间新开一渠，使我的科学想象的潮水放纵奔流。

这些年来，很想把耳闻目睹，包括我自己点点滴滴的实践经验，汇集一帙。献给象我当年刚刚离开校门走向科学生涯的年轻的科学工作者。跃跃欲试之心虽很强烈，但几经“操戈”，终于搁笔。深感水平有限，梳理成文谈何容易啊！

物理上的压力能造出新模，化学上的反应能生成新物，人大概也不例外。一天，我尊敬的导师辛铎约见我，他以我从来未曾见过的严肃态度，命我立即着手编写《科学研究艺术修养》。从他的目光看出，不容我推托，他异乎寻常地、深沉地说：“我从不随便地未加商量而向你身上增加负荷。可是，今天我要武断地向你提出任务，并且必须去做，……。”他说不下去了。我有些愕然。难道辛老已看出我有

撰写之意？即便如此，又何必这般感慨呢？不容猜想，他的思想感情迫使我连连点头，接受了超出我力量多少倍的重担。

时过不久，我惊悉辛老患了癌症。方解辛老为何命我急书之谜，不由使我泪下，我仿佛看到一位老科学家忠于科学事业的闪光的心灵。“辛老，做为您的学生，我决不辜负您的心意。”

嗣后，我每写出一个小专题，都请辛老审阅。在很大程度上老师又是我援引各种资料的古今中外的科学家们，而学生仍然是我。如果说我在这篇劣作之中确有我的一些浅见，也决不足为师，或只多有失谦虚地站在师长的排尾，仅对青少年科技爱好者来说，算一名幼师罢了。

修改后的第二稿，本应请辛老一阅，但他已病深卧床，不忍递上。只能仅就他曾指出的，将修改后的章节，一一读给他听。他，虽然点头表示同意了。但我与他相处多年，深感他这种“同意”，是勉强的。这就意味着本书的缺点、错误是在意料之中的。然而，最使我感到不安的，倒不是担心缺点错误，因为这些都可以改正。我最大的内疚是，本文援引许多科学家关于科学艺术的精辟论述，都犹如一块块金质的砖，可叹的是我这个低能的工程师致使建筑无华或逊其本色。

本书在编写过程中，承蒙辛钧教授审阅并作序。张英慧等同志帮助誊稿，在此一并致谢！

最后，仅以这本劣作，献给：

——我尊敬的导师，辛钧教授！

——培育我的母校，中国医科大学！

——现在和未来的青年科学工作者！

李守成 1988年7月1日

目 录

序	(1)
致读者	(1)
1. 科学思维	(1)
I 思维在科学研究中的作用及其过程	(3)
1. 关于分析与综合	(3)
2. 关于抽象与概括	(4)
3. 关于判断与推理	(4)
II 关于科学的思路问题	(5)
1. 科学思路与科学思维	(5)
2. 科学思路的重要意义	(6)
3. 关于科学思路的技巧	(7)
III 关于“立体”思维问题	(11)
1. “立体”思维的概念	(11)
2. “立体”思维的特点	(13)
3. “立体”思维在科学研究中的意义	(14)
IV 关于科学思维的崭新概念——“两面神思维”	(15)
1. “两面神”思维的概念及其来历	(15)
2. “两面神”思维与其他创造性思维	(17)
3. “两面神”思维是创造性思维的重要途径	(17)
V 独特的科学思维方法——思想实验	(19)
1. 思想实验的概念及其意义	(20)

2. 思想实验是别具一格的科学思维方法	(23)
3. 思想实验的重要特点	(24)
Ⅱ 关于培养科学思维能力 问题	(28)
1. 明辨是非的思维能力	(28)
2. 随机应变的思维能力	(29)
3. 广泛而深刻的思维能力	(29)

2. 科学想象 (32)

I 科学的想象源于科学的 实践 (33)

Ⅱ 科学想象的类型及其原则 (35)

- | | |
|--------------------|--------|
| 1. 再造性的科学想象 | (35) |
| 2. 创造性的科学想象 | (36) |
| 3. 科学想象的基本原则 | (38) |

Ⅲ 如何提高和培养科学想象力 (39)

- | | |
|---------------------------------------|--------|
| 1. 要树立辩证唯物主义观点 | (39) |
| 2. 要积累丰富的科学实践经验和掌握比较渊博的科
学知识 | (40) |
| 3. 要通过科学活动来培养科学想象力 | (41) |
| 4. 在脑海里构成科学形象能激发想象力 | (41) |
| 5. 想象并非都是希望的象征 | (43) |

Ⅳ 从多方面激发自己的思考能力 (45)

- | | |
|---------------------------|--------|
| 1. 好奇心是激发思考的推动力 | (45) |
| 2. 积极的思考可导致科学上的重要发现 | (46) |
| 3. 在科学的思考中注意摆脱习惯性错误 | (47) |

V 科学幻想与科学想象的关系 (50)

- | | |
|----------------------|--------|
| 1. 科学幻想的概念及其意义 | (50) |
| 2. 梦幻与科学想象的关系 | (51) |

3 . 科学直觉	(52)
I 直觉在科学研究中的作用	(53)
II 关于产生直觉的条件	(54)
1. 科研人员是否必然产生直觉问题	(54)
2. 产生直觉有否条件因素	(56)
III 产生直觉的一般原理	(58)
IV 捕获直觉的方法	(59)
1. 坚持持续性的自觉思考	(59)
2. 竭力摆脱分散注意力的各种问题	(60)
3. 注意建立良好的环境	(60)
4. 乐观的精神状态有利直觉的产生	(60)
5. 建立能发挥积极思维的特定条件	(60)
6. 不要靠刺激品去产生直觉	(61)
7. 参加科学讨论与阅读科学论文	(61)
8. 写文章与讲演能促进科学思维	(61)
9. 采取措施随时捕获可能产生的直觉	(62)
10. 注意处理好出现在意识边缘的想法	(62)
V 关于直觉与灵感问题	(63)
1. 从概念上加以理解	(63)
2. 从实例上加以认识	(63)
3. 从产生原理上加以推敲	(64)
VI 直觉与逻辑的关系	(66)
1. 直觉与逻辑无关论	(66)
2. 直觉与逻辑有关论	(67)
4 . 科学推理	(69)

I	推理在科学研究中的意义	(70)
1.	对于假说的形成	(70)
2.	对于假想正确性的判定	(71)
3.	对于实验设计与临床观察的作用	(72)
4.	对于评定佐证与解释新的事实	(72)
5.	对于发展科学成果的意义	(73)
6.	关于针对性及其应用	(74)
II	演绎法与归纳法在科学研究中的应用	(75)
1.	演绎法及其典型例证	(75)
2.	归纳法及其典型例证	(78)
3.	几种归纳推理方法的比较	(81)
III	归纳推理与演绎推理的关系	(81)
1.	归纳推理与演绎推理的异同点	(81)
2.	归纳推理与演绎推理在认识过程中的统一性	(82)
3.	归纳推理与演绎推理在应用上的密切结合	(82)
IV	关于推理的局限性及其评价	(84)
1.	关于推理的局限性	(84)
2.	对推理在科学研究中的评价	(85)
3.	要用辩证的观点认识推理在科学中的作用	(87)
V	在科学研究中运用推理时的几点注意	(87)

5. 科学机遇 (93)

I	机遇在科学研究中的作用	(96)
1.	对验证科学假说赋予新的启示	(96)
2.	在科学实验中赋予新的课题	(97)
3.	意外的现象可导致新的发现	(97)
II	正确认识 and 善于发现机遇的问题	(98)

1. 对机遇要有个正确认识	(98)
2. 要善于捕获机遇	(99)
II 提高发现和运用机遇的能力	(100)
1. 怎样去发现机遇	(100)
2. 怎样去运用机遇	(101)
6. 科研选题	(104)
I 科研选题的依据	(105)
1. 国计民需是科研选题的最重要依据	(106)
2. 科学自身发展的需要, 决定科研的选题	(106)
3. 选题要考虑客观条件的可能性	(107)
4. 选择课题要长短结合, 精尖与一般课题相结合	(107)
5. 要有志从“科学的无人区”去选择课题	(107)
II 选题的基本要求	(108)
1. 赋有“灵魂”的课题才有生命力	(108)
2. 具有“创新”特点的课题才有价值	(109)
3. 有具体“措施”的课题才有保证	(110)
4. 命题准确才能使课题富有科学性	(111)
III 课题的来源与形成	(111)
1. 研究课题的来源	(111)
2. 研究课题的形成	(113)
IV 课题的性质与种类	(116)
1. 应用研究性质的课题	(118)
2. 基础研究性质的课题	(119)
V 课题的扩展与终止	(122)
1. 科学文献提示课题扩展的必要性	(122)
2. 预试或初试过程中提供的新线索	(123)

3. 边缘科学常常会促成崭新的课题	(123)
-------------------------	---------

7. 科学假说

(125)

I 科学假说的意义

(127)

1. 在科学发展中的创新作用	(127)
2. 提出新的实验的作用	(127)
3. 科学发展中的杠杆	(127)

II 科学假说的形成及其特点

(129)

1. 关于假说的建立	(129)
2. 假说形成的逻辑思维过程	(131)
3. 假说的基本特点	(133)
4. 假说在科学研究中的地位	(134)
5. 假说的形成与发展	(135)
6. 多元假说及其间关系	(136)

III 建立科学假说的一般方法

(137)

1. 由特殊到一般的方法	(137)
2. 类比的方法	(137)
3. 归纳与演绎推理的方法	(138)
4. 移植的方法	(138)
5. 分类的方法	(140)
6. “逐步逼近”法	(141)

IV 科学假说的验证过程与方法

(141)

1. 科学假说的验证过程	(141)
2. 验证假说的逻辑方法	(143)
3. 在验证实施中需注意的几个问题	(145)

V 用辩证唯物观点对待科学假说

(147)

1. 不要做“解在煮过的鸡蛋上的母鸡”	(147)
---------------------------	---------

2. 不要急于见雏而放弃孵卵	(148)
3. 不要产生孟德尔的偏向	(149)
4. 不要作虔诚的信徒	(150)
5. 不要让谬误的假说阻碍了科学的发展	(151)
8. 科研分类	(152)
I 科学研究的类型及其分类的依据	(152)
II 科研分类的意义及其特点	(153)
1. 描述性研究	(153)
2. 阐述性研究	(153)
3. 探索性研究	(153)
4. 发展性研究	(153)
5. 实验性研究	(154)
6. 调查性研究	(156)
7. 分析性研究	(158)
8. 综合性研究	(158)
9. 专科性研究	(159)
10. 多学科研究	(159)
11. 基础理论研究	(159)
12. 应用研究	(160)
III 关于理论性研究与经验性研究	(161)
9. 科研计划	(162)
I 编制科研规划(计划)的基本意义	(162)
II 编制科研计划的基本依据	(163)
III 编制科研计划的基本原则	(164)
IV 科研计划的分类及其内容	(168)

1. 科研计划的分类	(168)
2. 科研计划的内容	(170)
3. 科研规划、计划与任务书	(171)
V 科研计划的编制及其报告	(173)
1. 科研计划的编制步骤	(173)
2. 关于科研计划的审批程序	(176)
3. 提高编制科研计划的知识修养	(178)

10. 科研规范 (180)

I 科研规范的内容	(181)
1. 科研方向与选题	(181)
2. 组织形式与技术力量	(182)
3. 科研计划与实验设计	(183)
4. 预备实验与正式实验	(184)
5. 科研总结与科研鉴定	(185)
6. 资料归档与成果申报	(186)
II 科研规范报表	(186)
1. 科学技术研究重点项目规划表	(187)
2. 年度科学技术研究项目计划表	(187)
3. 科学研究课题设计书	(187)
4. 重点科学技术项目计划任务书	(191)
5. 科技项目合同	(191)
6. 科学研究项目年度执行情况报告表	(201)
7. 科学技术研究成果报告表	(192)
III 科技档案的建立、保管与利用规范	(195)
1. 科技档案的意义	(196)
2. 科技档案的类型	(197)

3. 科技档案的建立	(197)
4. 科技档案的利用	(201)
11. 科研程序	(203)
I 发现问题与课题提出	(205)
1. 发现问题与提出问题	(205)
2. 分析问题与确立课题	(205)
3. 课题分类及其标准	(206)
II 逻辑推理与假说的建立	(208)
1. 应用类比法建立假说实例	(208)
2. 归纳推理方法建立假说实例	(208)
3. 演绎推理方法建立假说实例	(209)
III 信息加工与分析判断	(211)
1. 信息收集的准备工作	(211)
2. 预初实验与正式实验设计	(213)
3. 观测结果与分析判断	(215)
12. 实验设计	(217)
I 科学研究设计概述	(218)
1. 科研设计的意义	(218)
2. 专业设计与实验设计的相互关系	(220)
3. 专业设计的意义与要求	(221)
II 科研设计的基本内容	(223)
1. 确立题目	(223)
2. 课题构思	(224)
3. 确定观测对象	(225)
4. 设计观察指标	(228)
5. 确定指标的根据	(229)