

关于科普图书策划和创作中科普思路的思考

范春萍

(北京理工大学学术期刊办公室, 北京 100081)

[摘要] 科普作品由于其内容的特殊性, 要求其作者拥有科技知识背景、受过科研训练, 甚至本身就是一线科研工作者。而科学实践的经历, 会使科研工作者在思维方式和著述习惯上形成刻板的科研思路。本文给出了对科研思路和科普思路的一般性描述, 提出了好的科普作品的三重境界、科普思路的时代性等, 并结合经典和典型科普作品的分析, 对科普思路进行解析。

[关键词] 科普创作 科研思路 科普思路 科普巧思 时代性

[中图分类号] N4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-8357(2013)02-0066-07

Thoughts on the Science Popularization Planning and Writing of Popular Science Books

Fan Chunping

(Journal Office of Beijing Institute of Technology, Beijing 100081)

Abstract: Because of the specialty of the contents of popular science books, their authors need have background knowledge of science and technology, to be trained for scientific research. Sometimes they are working in field of scientific research. However, the experience of practice in science may bring some dogmatic ways related to scientific research in their way of thinking and writing habits. General description of the way of scientific research and the way of popularization of science is given, three different levels for good popular science books, and science books with analysis of classical and typical popular science works, studies on the way of thinking about popularization of science is made.

Keywords: popular science writing; scientific research; science popularization; way of thinking; clever thinking; zeitgeist

CLC Numbers: N4 **Document Code:** A **Article ID:** 1673-8357(2013)02-0066-07

1 问题的提出

科普指“国家和社会普及科学技术知识、倡导科学方法、传播科学思想、弘扬科学精神的活动”, 是一种以科学技术为内容的面向公

众的传播活动。由于科学技术内容常常超出公众的知识结构和理解能力, 所以“开展科学技术普及, 应当采取公众易于理解、接受、参与的方式”^[1]。

收稿日期: 2013-01-01

基金项目: 北京市科学技术委员会范春萍科普出版工作室建设项目。

作者简介: 范春萍, 编审, 现任北京理工大学学术期刊办公室副主任、《北京理工大学学报》(自然科学中文版) 副主编, 北京理工大学教育研究院工程教育研究中心主任, 研究方向为科学传播、工程教育、环境教育,
Email: fanchunping@bit.edu.cn。

所谓科普思路,特指科普策划和创作中以科普为活动,都涉及不同形式的企划、创编或文案写作,都属于广义的科普创作,都有一个科普创作思路(以下简称“科普思路”)的问题,其中道理和规律是相通的。本文以科普图书的策划和创作为例阐释这一问题。

与以学校为主要载体、受众知识结构整齐、传授过程依教学大纲循序渐进的科学教育,以及目标单一具体、受众知识结构衔接准确的技术推广不同,科普的对象是普通公众,非特定人群,是不具备专业知识、无法设定其知识结构和阅读目标的人群。

科普阅读基本是公众抛开其职业取向、利用业余时间的阅读,甚或也可说是可读可不读。公众的业余阅读,一般出于两种动机:好奇和求知。而不管是出于好奇,还是出于求知,都需要能够激发阅读兴趣,能够引人入胜。枯燥乏味的东西不但会消磨掉好奇,连求知欲也会被摧毁。业余阅读没有功利性,此书无趣改读其他即可,这也是科普作品难做的原因之一。

由于内容的特殊性,科普图书的作者源头自然地来自科学技术领域,科普作品的作者必须是接受过科研训练的人员,甚至就是科学家。这样的作者群体,由于职业的造就,已经形成了一套模式化的思维习惯和认知图式,其著述方式也已经深深地打上了职业的烙印。于是,常规的也是轻车熟路的科研写作思路(以下简称“科研思路”)常常被带入科普创作之中。

科普作品与科研作品有相同点也有不同点。其中相同点在于科学性和逻辑性。科学性体现在科普作品的内容来自于科学研究的成果,不允许有科学性错误;逻辑性在科普作品中有时是显在的,有时是潜在的,但它一定会遵守科学的基本逻辑。不同点主要体现在两个方面:一是在不违背科学逻辑的大前提下,一部好的科普作品一定要有区别于科研思路的科普思路,一个好的科普思路设计甚至成为科普创作最难突破的关节点;二是科普作品要求语言优美鲜活,除非不得已不用公式和图表,却

经常使用图画,并且与科学、社会、文化、思想背景有广泛的链接。

源于科研群体的作者的知识结构和阅历背景,保证的是科普图书的一个“科”字,而科普之所以为科普,还需要一个“普”字。所以,对于科普图书策划者而言,如果启用了科研背景强大的作者,要有“保普”预案;如果启用了科研背景较弱的作者,就要有“保科”预案。科普思路的突破是能同时实现“保科”和“保普”两项要求的一个最重要环节。同理,对科普作者而言,在开始科普创作之前,也应该针对自己的实际情况,有“保科”又“保普”的科普思路。

那么,科普思路与科研思路到底有什么不同呢?

2 科研思路与科普思路

所谓科研思路,指为呈现以探求事物本质及规律或关键技术之解决办法而进行的科研工作的成果而设计的著述思路,一般有如下几种:

一是求解问题式实证研究思路:从问题出发,简述状况,设计研究路径,以数据说话,就事论事,给出结论,指出不足,提出展望;

二是论证问题式逻辑研究思路:背景介绍,论点陈述,论据展开(归纳的或演绎的),给出结论;

三是综述报告式研究思路:综述文献、阐释背景,分述诸种状况或研发路径,提出存在问题和研究课题,提出展望;

四是教材式写作思路:背景和意义,学习方法,定义、界说,学说和流派,规律和原理,研究方法,总结展望。

科研著述的特征是:语言规范刻板,数据图表公式原理,直接简洁,就事论事,心无旁骛,基本围绕专业或领域叙事,很少述及与社会、生活、人文的关联,需要读者有比较深厚的知识背景方能理解其所陈述的事实、使用的学理及所具有的意义。习惯于科研思路的作者撰写科普作品时,为了使作品有一点科普意

味,可能会刻意加入一两个故事或案例,但却依然不能从根本上改变其科研思路的本质。

与科研思路不同,科普思路是以科普为目的而设计的思路,是为外行读者开辟的认识路径。

一部科普图书的推出,涉及选题、架构和创作、推广等不同阶段,其中选题思路和推广思路多与策划者(通常为出版者)相关。好选题是好科普作品的起点,好的营销推广是科普作品价值实现的保障。而架构和创作阶段,虽然也会有策划者的参与及贡献,但主要是创作者的智慧。限于篇幅,本文重点阐释此一阶段的科普思路问题。

巧思,或可说巧妙的构思、精巧之思,是解说发明创造或工程设计的新意时常用的一个词汇,本文移用至此,以之解说科普思路的特质。体现于科普图书的叙事结构中的科普思路由科普巧思来实现。这种巧思可以是:

逻辑的:从一个逻辑起点,循着一个逻辑线索展开,环环相扣,引人入胜;

认知心理的:以一个可以引发兴趣或好奇心的事件、命题或知识点等,抓住读者,再展开与此相关的知识或背景,引人入胜;

故事的:整个叙事围绕不同的故事展开,或以一个封闭的系统比喻,将科学原理映射至故事中;

历史的:沿着一条历史线索展开,甚至两条以上历史线索交织,引人入胜……

从创作手法上,可以是深入浅出式,也可以是由浅入深式;可以是跌宕起伏式,也可以是群峰竞秀式;可以是开篇抛出案例,引出理论,也可以是给出精妙理论起始,再辅以案例解析……

下面,结合对科普思路所能达到的境界以及案例来解说科普巧思。

3 科普思路的三重境界

仔细体会,好的科普图书可以达到三重境界,这也可以说是好的科普思路所可能达到的三重效果:第一重是激发读者的好奇心和阅读

兴趣,使读者乐于阅读,甚至手不释卷;第二重是使读者产生释疑解惑欲望,追踪阅读;第三重是使读者投身与科学相关的事业,影响读者的人生。其中,第一重境界,与科普思路高度相关,后两重,建立在第一重境界的基础之上,亦与读者的思维特质、所受教育及环境影响等其他因素相关。

第一重境界:激发读者的好奇心和阅读兴趣,使其乐于阅读,甚至手不释卷。

对读者初期阅读兴趣的吸引,主要在于书名和目录的作用。书名是作品结构最简洁的凝练和呈现,目录是创作思路和叙事结构最直观的表达,读者被书名吸引,翻开书后第一眼看到的多半是目录。那么,目录以什么样的文辞呈现是最好的呢?其实没有最好,华美、知性、素朴、悬疑……都是可取的风格,关键在于适当,在于与读者兴趣点的连接,以及对内容的有效呈现。

例如:20世纪90年代,笔者印象十分深刻的两本书——《时间简史》^[2]、《野兽之美——生命本质的重新审视》^[3],都是在对书的内容全无知晓的前提下,由于书名和目录的吸引而买下的。

这两本书的书名特别吸引人,在于它们都突破了读者知识结构中惯常的印象——时间有史、野兽有美,瞬间引起好奇,再翻开目录,更是眼前生光。

来看这两本书的目录。

《时间简史》的目录:

前言

第一章 我们的宇宙图像

第二章 空间和时间

第三章 膨胀的宇宙

第四章 不确定性原理

第五章 基本粒子和自然的力

第六章 黑洞

第七章 黑洞不是这么黑的

第八章 宇宙的起源和命运

第九章 时间箭头

第十章 虫洞和时间旅行

第十一章 物理学的统一

第十二章 结论

阿尔伯特·爱因斯坦

伽利略·伽利雷

艾萨克·牛顿

《时间简史》的目录，即书的结构思路是以宇宙图像、空间和时间作为逻辑起点，由浅入深、循序渐进式的逻辑结构，从宇宙图像经时空关系到宇宙膨胀和不确定性，再到基本粒子和基本力，到黑洞、虫洞、宇宙起源和时间旅行，最后到物理学的统一。

这是一本介绍宇宙学基本知识和基本理论的书，但却由像“图像”、“时间”、“空间”、“膨胀”、“粒子”、“自然的力”、“黑洞”、“时间箭头”、“虫洞”、“旅行”这样一些可知可感的概念将读者一步一步地引入深处。

可能有读者会说，由浅入深？怎么前面的也看不懂呢？那是因为当代宇宙学的哲学思维和数理工具之运用太深了，没有必要的学科背景知识的确不是那么容易看懂的。但此书的高明之处在于，无论看得懂还是看不懂的人都觉得有收获——这是由于其与人类更广大的自然史知识、哲学、人生思维等建立起相关链接而达成的效果。

再看《野兽之美》的目录：

第一章 示爱

第二章 生命之舞

第三章 滑行

第四章 适应

第五章 体能恢复

第六章 创作

第七章 死亡

从《野兽之美》的目录可以看出，本书是以历史进程为线索，群峰竞秀式的故事性展开叙事的，从第一章“示爱”预示的生命繁衍，到最后一章“死亡”呈现出时间先后的序列，但每一章均反映动物生活和生理的一个不同侧面，又基本是并列的。

其实，这本书要讲的内容是它的副标题“生命本质的重新审视”，如果按学术型写法，

会先交代“什么是生命”、“如何理解生命”、“动物的生命形式”……，这样就会陷入哲理阐释的论述中，遮蔽了生命的灵动和美感。

再如《推理的迷宫——悖论、谜题，及知识的脆弱性》^[4]一书的目录：

第一部分

第一章 悖论

第二章 归纳：亨普尔的乌鸦

第三章 范畴：绿蓝—蓝绿悖论

第四章 不可知者：夜间倍增

第二部分

插曲：华生大夫的谜题

第五章 演绎：谷堆悖论

第六章 信念：意外绞刑悖论

第七章 不可能性：期望悖论

第八章 无限：汤姆森灯

第九章 NP 完全：崔本迷宫

第三部分

第十章 意义：孪生地球

第十一章 心灵：塞尔的中文屋

第十二章 全知者：纽康悖论

这是一本逻辑学知识科普书。众所周知，逻辑学晦涩枯燥，概念极其抽象，以一般的学术思路写的逻辑学书很少有人能读得下去，特别是到了悖论这个层次就更加难懂。

此书的科普巧思是认知心理的：以一个“缸中之脑”悖论性思想实验，引发读者的巨大好奇，再顺引出一系列充满神秘性的逻辑悖论，激起读者解谜的冲动。

从目录可见，逻辑学的抽象概念和深奥吊诡的悖论所拉开的与读者的距离，又被像“乌鸦”、“蓝绿”、“夜间”、“谷堆”、“绞刑”、“灯”、“期望”、“孪生”这样一些日常通俗概念给拉了回来，而冒号前后看似不可同日而语的不同性质概念间的强烈对比，又加大了读者的好奇心。

吸引读者开始阅读靠的是书名和目录，而使读者乐于阅读，甚至手不释卷，就在于内容的吸引力了。

内容的吸引力是整体的，但卷首和开篇尤

其重要，而这也没有一定之规。开篇抛出一个有趣又深奥的难题，是深入浅出思路的一个比较典型的做法。威廉姆·庞德斯通在《推理的迷宫：悖论、谜题，及知识的脆弱性》^[4]中，丹尼尔·丹尼特在《意识的解释》^[5]中不约而同地以“缸中之脑”这个著名的思想实验开篇。

缸中之脑，设想一个人在睡梦中被一群科学家用无痛无觉的办法将其大脑取出，放到一个装满足以维持大脑机能运行的营养液的缸中。然后，科学家用医学手段，刺激大脑的不同区域，使大脑产生各种体感的幻觉。大脑仿佛看到花海、嗅到花香，游走、阅读、深思……并不能分辨自己是在缸中，还是在旧主人的脑壳中。

这样的思想实验，足以对读者的好奇心产生相当的吸引力，以致被引导着走入作者的创作意境中。

再如，《基因组：人种自传 23 章》^[6]和《基因的故事：解读生命的密码》^[7]讲的都是基因的事，而基因其实就是碱基的各种排序，是相当枯燥的知识。这两本书一个用 23 条染色体相关的 23 个人类故事，一个用皇宫里的人际关系谱系统地比喻基因中不同物质构成的不同功能。以这样的巧思，化艰涩为神奇，把读者引入作品的情境中，像追随探险般一路走下去。

还有一个比较典型的例子是《艺术与物理学：时空和光的艺术观和物理观》^[8]。下面看一下这本书的目录：

- 第一章 幻象 / 实在
- 第二章 古典艺术 / 理念论哲学
- 第三章 神圣 / 亵渎
- 第四章 静止的透视原理 / 绝对静止的参考系
- 第五章 圆锥截面 / 椭圆轨道
- 第六章 科学家兼艺术家 / 物理学家兼玄学家
- 第七章 理性 / 非理性
- 第八章 现代艺术 / 仍居支配地位的牛顿体系
- 第九章 爱因斯坦 / 时、空、光
- 第十章 天真的艺术 / 非线性的时间

- 第十一章 原始美术 / 非欧空间
- 第十二章 东方 / 西方
- 第十三章 野兽画派 / 光
- 第十四章 立体画派 / 空间
- 第十五章 未来派 / 时间
- 第十六章 超现实主义 / 相对论性畸变
- 第十七章 抽象的艺术 / 没有图像物理学
- 第十八章 发生 / 事物
- 第十九章 音乐、美术 / 物理学
- 第二十章 文学形式 / 物理公式
- 第二十一章 牛顿的苹果 / 赛尚的苹果
- 第二十二章 时空 / 质能
- 第二十三章 失重状态 / 重力
- 第二十四章 雕塑质量 / 弯曲时空
- 第二十五章 独我 / 我们
- 第二十六章 右 / 左
- 第二十七章 空间 / 时间
- 第二十八章 酒神 / 太阳神
- 第二十九章 艺术 / 物理学

第一章由“幻象”与“实在”这两个艺术与物理学分别对应的“南辕北辙”的不同世界起笔，将平时在人们心目中毫无关系的艺术和物理学摆在一起，指出：“按传统的角度衡量，艺术一直是用以建立幻象及触发激情的行为，物理学则向来是一门精确的科学，提供使人信服的结果。甚至连从事这两门学科的人也不像是同一个模子里铸出来的……然而，尽管这两者看上去似乎如此大相径庭，但它们之间却以一个共同的基点确定地关联在一起：凡是创新篇的艺术创造，凡是开先河的物理研究，都会探究到实在的本性。”^[8]

由此起始，作者为读者展开了艺术与物理学及其背后的思想文化这两条进化线索之旅程。两条线索时而汇集、时而分行，但又一直相互启迪、交相辉映。书中内容跨越文理，纵贯古今，为读者呈现了一幅人类思想史的壮美画卷和智慧盛宴。

本书作者伦纳德·史莱因 (Leonard Shlain) 是一名医生，历经 20 余年潜心研究著成此书。由此可见，为了达到科普图书“科”+“普”的理想效果，作者对自身素质的修炼，以及科

普图书策划者对作者的选择、与作者思路的充分磨合等都非常重要。笔者曾尝试协调科研背景强大与科普思路灵活、文笔优美的两类作者合作著述,“保科”又“保普”的做法,取得了较好的效果,如上所举《基因的故事》^[7]为其一例。当然,这是另一个复杂的话题。

第二重境界:使读者产生释疑解惑的欲望,追踪阅读。

科普阅读的起始,常常是出于好奇,或出于偶然。一些人可能继续为好奇而博览群书,另一些人可能被某一本书或某一个阅读中的问题所吸引,朝着一个方向定向搜寻。这是两种追踪阅读的境界,但却都使其读者进入了科普读物爱好者的人群。

笔者少年时就有这样的经历,笔者认识的许多人都有这样的经历。当年,笔者为一本小书《宇宙的秘密》所震撼,开始了对天文科普书、后来扩展到一切科普书的追踪阅读之旅^[8]。

笔者从事图书出版行业后策划、编辑出版的系列科普读物,如“支点丛书”、“大美译丛”、“盗火者译丛”、“芦笛曲丛书”等,都曾有许多读者追踪,经常有读者打电话到出版社,询问下一本书什么时候出版。

第三重境界:使读者投身于科学事业,影响读者的人生。

人生之路,职业生涯,在人生的岔路口这样选择而不是那样选择,常常是由于儿时心中埋下的某粒种子。

这样的种子,有时是来自于一个人的影响,有时是来自于一本书的影响。我们的视野中有许多这样的例子,科学上大有建树的科学家们回首自己的人生之路时,常常会想起某一本书的影响。

例如,有文章曾提及,著名物理学家、诺贝尔物理学奖获得者杨振宁的回忆:“对我影响最大的一本书叫做《神秘的宇宙》……当时看了这本书非常的激动,虽然里面有很多内容还看不懂,但是觉得它涉及的这些东西都值得去钻研,正是这本书让我找到了人生的科学理想。”^[9]杨振宁还提到过《富兰克林自传》对他的影响^[10]。

又如:中国科学院院士、著名物理学家甘

子钊回忆自己11岁、刚上初中时的经历道:“那时有许多苏联译过来的书,我记得有一本伊林写的书《人怎么变成巨人》,是中国青年出版社出版的,沿着科学发展史介绍了很多科学家,如法拉第、居里夫人、爱因斯坦等。这本书给我的影响,一是对大自然的奥秘充满了好奇,发现大自然的美,并由此爱自然,追求大自然给自己心灵带来的安慰。二是惊讶于科学对人类的贡献。第三就是科学家们崇高的精神境界和状态……我当时看了不少这类书,可以说,一方面是国家的分配安排,一方面也是科普读物促使我走上了科学的道路。”^[12]

还有很多这样的例子,如:华裔诺贝尔物理学奖获得者丁肇中提到《法拉第传》和《原子光谱与原子结构》对他的影响;偏振滤光镜暗匣发明者E·兰德提到《物理光学》对他的影响;诺贝尔生理学或医学奖获得者R·S·耶罗提到《柯里太太》(一位伟大的女研究者的传记)对他的影响;美国哈佛大学地质学教授S·J·库尔德提到《进化的意义》对他的影响;另一位诺贝尔生理学或医学奖获得者J·埃克尔斯提到《科学发现的逻辑》对他的影响……^[11]美国前副总统阿尔·戈尔则提到儿时妈妈经常在家里给孩子们读蕾切尔·卡逊的《寂静的春天》,并经常在饭桌上讨论这本书,对他的价值观及后来人生之路的影响^[13]。

可见,书籍的确是人类进步的阶梯。科普图书的作者和出版者之所为,与教师的工作有异曲同工之处,同属“人类灵魂的工程师”的工作。

4 科普思路的时代性

有一点需要说明的是,科普巧思之巧也有时代性。例如,改革开放之初,20世纪70、80年代之交,图书品种极少,好的科普图书尤其匮乏。一套当前看来思路并不是特别精巧,只是对科学问题作了分拆后逐项解答的《十万个为什么》风靡全国,成为年龄跨度极大的不同读者群的阅读大餐。如今想来,其原因可能在于当时的人们科学知识过于贫乏,对于科学技术整体感知表浅,具体的科学知识也

少之又少,传播渠道和手段也显单一。一套把复杂艰深的科学技术知识体系分解成具体问题,又给出轻松回答的《十万个为什么》恰好适应了当时人们的阅读需要和吸收层次,因此大受欢迎。这不能不说也是一种精巧之思。再有就是美国著名科普作家阿西莫夫的科普书,是与《十万个为什么》同时代最受欢迎的科普图书品牌。可以说阿西莫夫的书与《十万个为什么》有异曲同工之妙,而这种精妙就在于以通俗的语言,密集地解析相对比较浅显的科学知识。阿西莫夫作品给当时如饥似渴的读者提供了较《十万个为什么》系统和集中的、分领域的手册型基础科学知识读本。

还有一个真切地发生于笔者本人阅读历程中的案例,也能说明这个问题。大约是在小学五年级时,笔者得到了一本朱志尧所著《宇宙的秘密》^[9]。对这本书的阅读仿佛敲开了少年笔者的脑壳,原本混沌蜷屈的世界铺展开、亮起来,笔者的空间想象力和逻辑思维力均得益于该书的启蒙,以至受益终生。而今天再回头看这本书,不过是将太阳、月亮、地球、行星、恒星、星系等等,分开来,放在空间和时间中,一一解说罢了。而这些对于如今生活于信息时代、电视和网络上各种知识铺天盖地的少年读者而言,已经不可能有笔者当年阅读时的感受和效果了。

但这些都不能掩盖当年这些经典科普读物的巧思之光。所以说,巧思也是个历史的、进化的概念,是有时代性的。“科学性+普及性”是科普图书的特殊要求,著述科普书是科研工作者的社会责任。科研工作者写科普,最重要的是改变观念,要对所欲创作的科普作品与寻常习惯了的科研著述的不同有清醒的认识。明确自己就是在为科学普及而写作,而不是羞羞答答甚至心有排斥地去迁就一些科普形式。只有这样,才能有意识地用心思考科普作品的特性,设身处地地从读者的角度考虑问题,找到巧妙构思,设计出合适的科普思路。

需要强调的一点是,科普思路要充分考虑读者对象。既不可高估了读者——即便是专业

人士,当其离开自己的专业,也成为外行;也不要低估了读者——属于具体专业的外行,但知识面极宽——这是当今读者的一大特点,包括少儿。

本文提出了科普图书策划和著述中科普思路的重要性,并进行了一定的阐释,但对于好科普思路的具体而细致的评价还未能给出更明确的标准和指标。权作引玉之砖,希望有更多的研究者、出版人和科普作家关注这一问题,共同进行研究,以促进科普作品水平的提高和科普事业的发展。

参考文献

- [1] 中华人民共和国科学技术普及法[Z]. 中国全国人大, 2002.
- [2] 史蒂芬·霍金. 时间简史[M]. 长沙: 湖南科技出版社, 2002.
- [3] 纳塔丽·安吉尔. 野兽之美 [M]. 北京: 时事出版社, 1997.
- [4] 威廉姆·庞德斯通. 推理的迷宫[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2005.
- [5] 丹尼尔·丹尼特. 意识的解释[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2008.
- [6] 里德利. 基因组: 人种自传 23 章[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2003.
- [7] 陈润生, 刘凤. 基因的故事: 解读生命的密码[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2010.
- [8] 伦纳德·史莱因. 艺术与物理学[M]. 长春: 吉林人民出版社, 2001.
- [9] 范春萍. 宇宙与心灵: 一本小书对我的影响[N]. 中华读书报, 2002-05-29.
- [10] 杨振宁. 杨振宁: 我太太翁帆会替我看见“天大亮” [EB/OL]. [2012-09-08]. http://www.china.com.cn/culture/txt/2009-09/08/content_18482295.htm.
- [11] 段合珊. 哪本书对我们的科学生涯影响最大——九位大科学家的回答[J]. 科学学与科学技术管理, 1980(2): 9.
- [12] 甘子钊. 科学普及的不仅是知识[N]. 中华读书报, 1995-09-15.
- [13] 吴水清. 影响科学家一生的书刊[J]. 博览群书, 1995 (4): 5-6.
- [14] 蕾切尔·卡逊. 寂静的春天[M]. 长春: 吉林人民出版社, 1997.

(责任编辑 谢小军)