



ERTONG

XIAOWAI KEXUEJIAOYU YANJIU

儿童 校外科学教育研究

中国儿童中心 编



人 民 出 版 社



儿童 校外科学教育研究

ERTONG XIAOWAI KEXUEJIAOYU YANJIU

中国儿童中心 编



人民教育出版社

责任编辑：武丛伟

封面设计：田杰华

图书在版编目（CIP）数据

儿童校外科学教育研究 / 中国儿童中心 编 .

— 北京：人民出版社，2012.9

ISBN 978-7-01-011077-6

I. ①儿… II. ①中… III. ①儿童—科学教育学—校外教育

—教育研究 IV. ①G623.62 ②G775

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 172185 号

儿童校外科学教育研究

ERTONG XIAOWAI KEXUE JIAOYU YANJIU

中国儿童中心 编

人民出版社 出版发行

（100706 北京市东城区隆福寺大街 99 号）

北京集惠印刷有限责任公司印刷 新华书店经销

2012 年 9 月第 1 版 2012 年 9 月北京第 1 次印刷

开本：710 毫米 × 1000 毫米 1/16 印张：12.5

字数：180 千字

ISBN 978-7-01-011077-6 定价：35.00 元

邮购地址 100706 北京市东城区隆福寺大街 99 号

人民东方图书销售中心 电话（010）65250042 65289539

版权所有 · 侵权必究

凡购买本社图书，如有印制质量问题，我社负责调换。

服务电话：（010）65250042

前 言

在日趋激烈的国际经济和科技竞争中，国民的科学文化素质和创新能力的国家整体发展的作用日益突出，提高国民的科学文化素养和创新能力具有重要的意义。

2006年国务院正式颁布《全民科学素质行动计划纲要》(2006—2010—2020年)(国发[2006]7号)，提出了“未成年人科学素质行动”，指出要“开展课外科技活动，引导未成年人增强创新意识和实践能力”、“整合校外科学教育资源，建立校外科技活动场所与学校科学课程相衔接的有效机制”等。

中国儿童中心作为国家级校外教育机构，是面向广大未成年人开展科学素质教育的重要阵地。在国家财政的支持下，中国儿童中心于2009年立项“中国九城市儿童科学素养状况及校外和家庭科学教育对其影响的研究”项目(以下简称“科学素养项目”)。项目历时三年，中国儿童中心成立了专门的研究团队，并邀请教育学、心理学、社会学、科普活动等方面的专家及一线教师参与其中，联动家庭、学校和各地校外教育机构，通过研究、培训、调研、实践活动等方式，全面开展对我国少年儿童科学素养状况、我国校外教育机构科学教育状况的调查研究，终以此书作为研究成果呈现，为进一步探索我国校外科学教育的规律，创新校外科学教育模式，促进校外科学教育发展奠定了良好基础。

本书立足于提高儿童科学素养，从理论层面由北京师范大学教育学部课程与教学研究院的高潇怡老师撰稿，对国际、国内的校外科学教育状况和成果进行了梳理与探讨；从实践层面由北京师范大学心理学院伍新春老师带领其团队

和中国儿童中心项目组成员走访调研了国内 9 个城市的校外教育机构科普活动开展情况，对调研数据和访谈成果进行了整理和分析。在本书的编写和修订过程中，中国儿童中心丛中笑主任、苑立新副主任对研究计划、研究方法和研究内容做了切实而具体的指导，全国多家校外教育机构及相关部门提供了问卷调查和实地访谈的支持，它们是：西宁市少年宫、长春市妇女儿童活动中心、上海市浦东新区青少年活动中心、广州市儿童活动中心、青岛市妇女儿童活动中心、河南省妇女儿童活动中心、武汉市妇女儿童活动中心、昆明市中小学生课外科技教育活动中心。最终由王秀江、伍新春统稿形成此书，从而对我国儿童校外科学教育提出了切实的理论指导和实践指导，为我国开展校外科学教育进一步明确方向。另外，本书所涉及的相关内容也作为课题申报为北京市哲学社会科学“十一五”规划项目（项目编号：09BaJY055），得到了北京市社会科学规划办公室的支持。在此，对在项目工作中付出努力和提供支持的单位和个人一并表示诚挚的感谢。

本书是科学素养项目执行过程中的尝试与探索，由于项目组能力有限，书稿难免存在不足之处，真诚期待着业界同仁和广大读者批评指正。

中国儿童中心

2012 年 5 月

目 录

第一章 当前国际科学教育理论发展与价值取向	1
一、国际科学教育的发展及其对科学教育的启示	1
(一) 国际科学教育的发展与科学教育思想的演化	2
(二) 国际科学教育发展对我国科学教育的启示	7
二、国际科学教育理论的新进展	11
(一) 建构主义与儿童科学学习	11
(二) 概念转变理论与儿童科学概念转变	18
(三) 科学的本质是什么: 来自科学哲学的启示	23
第二章 当前国际校外科学教育的实践发展与趋势	27
一、国际校外科学教育实践发展的基本概况	27
(一) 各国高度重视校外科学教育发展	28
(二) 校外科学教育机构众多, 分布范围广	28
(三) 校外科学教育机构和活动彰显特色	29
(四) 科学教育活动更注重实践性、互动性、体验性	30
(五) 注意科学教育内容更新, 保持校外科学教育的吸引力	31
(六) 校外科学教育机构人员科学素养较高, 机构具有培训功能	32
(七) 场馆学习呈现新的发展趋势	32

二、国际校外科学教育的活动类型及其基本特点	33
(一) 校外科学教育的活动类型	33
(二) 国际校外科学教育活动的突出特点	36
第三章 我国校外科学教育的理论基础和框架体系	44
一、校外科学教育的重要性及对青少年的价值	44
二、对我国校外科学教育传统和当前校外科学教育 现状的反思	45
(一) 从我国科学教育的历史发展看校外科学教育的现状和问题	45
(二) 校外科学教育面临的挑战和问题	46
(三) 从校外科学教育活动开展现状看校外科学教育的问题	47
三、校外科学教育实践的理论框架分析	48
(一) 校外科学教育的基本目标	48
(二) 校外科学教育活动设计的基本原则	50
(三) 校外科学教育机构发展的方向和思路	52
第四章 我国儿童校外科学教育现状的调查研究	54
一、校外科学教育的研究现状	54
(一) 校外科学教育的定义及发展特点	54
(二) 校外科学教育的理论基础	55
(三) 国内外校外科学教育的现状及问题	57
二、调查目的及方法	60
(一) 调查目的	60
(二) 调查方法	60
三、中国九城市校外科学教育现状	61

(一) 校外科学教育机构的现状	61
(二) 学生参加校外教育活动的现状	96
四、儿童校外教育存在的问题和指导建议	121
第五章 我国儿童校外科学教育现状的访谈报告	123
一、中国儿童中心调研报告	123
(一) 中国儿童中心开展的活动情况介绍	123
(二) 中国儿童中心科学教育活动的特色和经验	124
(三) 中国儿童中心开展校外科学教育活动的困难和不足	127
(四) 中国儿童中心科学教育活动建议和对策	128
二、青岛市妇儿中心调研	129
(一) 青岛市妇儿中心开展的科学教育活动情况介绍	129
(二) 青岛市妇儿中心科学教育活动的特色和经验	130
(三) 青岛市妇儿中心开展校外科学教育活动的困难和不足	131
(四) 青岛市妇儿中心科学教育活动的建议和对策	133
三、浦东新区青少年活动中心调研	134
(一) 浦东新区青少年活动中心开展的科学教育活动情况介绍	134
(二) 浦东新区青少年活动中心科学教育活动的特色和经验	135
(三) 浦东新区青少年活动中心开展校外科学教育活动 困难与不足	137
(四) 浦东新区青少年活动中心科学教育活动的建议和对策	139
四、昆明青少年活动中心调研报告	140
(一) 昆明青少年活动中心开展的科学教育活动情况介绍	141
(二) 昆明青少年活动中心科学教育活动的特色和经验总结	141
(三) 昆明青少年活动中心开展校外科学教育活动的	

困难和不足	145
(四) 昆明青少年活动中心科学教育活动的建议 and 对策	146
五、广州市儿童活动中心调研报告	146
(一) 广州市儿童活动中心科普活动现状	146
(二) 广州市儿童活动中心儿童参与校外教育活动的特点	148
(三) 广州市儿童活动中心开展校外教育活动存在的 困难和不足	149
(四) 未来发展的期望和建议	149
第六章 我国儿童校外科学教育的发展方向与展望	151
一、儿童校外科学教育存在的问题	151
二、儿童校外科学教育现状对我国科学教育的启示	152
三、对我国传统科学教育的反思和当前科学教育发展的 应对之策	162
附 录 美国芝加哥植物园的科学教育实践	167
一、学生项目	168
(一) 科学野营	168
(二) 探索营	174
(三) 参与式实地考察	178
(四) 其他有关项目	180
二、教师项目	182
三、家庭项目	184
(一) 周末家庭班	184

(二) 家庭假日休闲项目	185
(三) 鸟类观察	185
参考文献	186

第一章

当前国际科学教育理论发展与价值取向

当今时代，科技日益蓬勃发展，人才竞争日趋激烈，世界飞速发展。在此背景下，科学教育的重要性受到了前所未有的重视，特别是儿童科学教育作为科学教育的基础组成部分，意义更加重大。但客观地看，我国儿童科学教育研究和实践起步较晚，尚处于初始阶段。国际科学教育作为教育发展的最重要的组成部分之一，研究者们已经做了大量的研究工作，推出了许多新理论、新成果，形成了许多可行性很强的科学教育方法和策略。因此，了解和把握国际科学教育的发展历程和发展趋势，对于我国儿童科学教育工作者来说，借鉴意义和启发作用很大，这必将开阔我们的视野，推进我们的研究，促进教育实践的发展。

一、国际科学教育的发展及其对科学教育的启示

国际科学教育的发展，经历了一个非常丰富的过程。在这个过程中，积淀了深厚的科学教育思想，发展了科学教育实践。因此，探讨科学教育的理论问题，必须首先从科学教育的发展过程谈起，从科学教育的发展脉络中把握其丰富、精深的内涵。

（一）国际科学教育的发展与科学教育思想的演化

1. 科学教育及科学教育思想的早期发展

现代科学教育起源于 19 世纪 60 年代，其首要标志是英国哲学和社会学大师斯宾塞的《什么知识最有价值》一书。在这本书中，他系统地阐述了科学教育思想，也论述了科学教育的重要价值。同时，西方先进国家建立了现代国民教育制度，科学开始进入学校。德国在这一时期建立了大量专门实施科学教育的实科中学，从而为科学教育的广泛开展和科学在中学课程中的地位奠定了制度上的基础。

19 世纪下半叶科学教育的发展主要表现在三方面：

第一，科学教育专家对科学教育重要性的阐释及科学本质等问题的探讨。斯宾塞等科学教育专家对传统教育的抨击和对科学教育重要性的阐释，为科学教育的发展扫清了观念上的障碍。英国的另一位杰出的科学教育专家赫胥黎不仅具体地论证了科学教育的地位和作用，同时还探讨了科学的本质和对科学教育的认识：“所有真正的科学都是从经验开始的，但是所有的科学恰恰都力求超越这个经验阶段，进入从经验中演绎出更普遍的真理的阶段。”“并不是指应当把一切科学知识都教给每一个学生，那样去设想是非常荒唐的，我指的是，无论男孩还是女孩，在离开学校之前，都应当牢固地掌握科学的一般特点，并且在所有的科学方法上多少受一点训练。”^①可见，早在 19 世纪后半叶的科学教育专家的观点中，已经孕育了让学生真正学到科学知识并掌握科学精神的思想。

第二，欧洲科学教育专家的教育思想对美国产生了广泛的影响，促进了美国科学教育思想的发展。19 世纪后期美国教育者对欧洲科学教育思想的借鉴、宣传和发展，对促进美国科学教育思想发展具有重要影响。美国的科学教育学者赖斯（J.M.Rice）在当时就对机械灌输科学事实的科学教育进行了批判，主张科学教育的目的在于“除了记忆一些事实外，要引导儿童观察、推理、获得

① [英] 托·亨·赫胥黎：《科学与教育》，单中惠、平波译，人民教育出版社 1990 年版，第 85 页。

灵巧的动手能力”。^①另一位美国科学教育专家艾略特也反对死记硬背，提倡科学教育的主要目标是个人的发展。这些观点和思想为科学教育思想和理论的进一步发展奠定了较好的基础。

第三，形成了科学教育实践的三种模式，在实践发展的过程中，促进了对科学教育目标的理解和科学教育思想的进一步深化。这个时期，随着科学进入学校，科学教育先后形成了三种不同的教学模式，并由此出现了科学教育的三大目标：理解和掌握科学知识；理解和运用科学方法；促进个人—社会发展（personal-social development）。在探讨科学教育模式和实践的过程中，一些科学教育家进一步地论证科学教育的目标，形成了较丰富的观点和思想。例如，美国科学教育家杰克曼（Wilbur S. Jackman）提出的注重理解重要的科学概念与高度重视观察和实验的目标，实际是以科学知识作为主要目标，以科学方法作为达到这一目标的手段。美国的另一个科学教育专家哈里斯（William T. Harris）也同样注重科学概念及其相互之间的联系，实际也是以科学知识作为科学教育的首要目标。这些观点和思想不仅在当时促进了科学教育的实施，也对 20 世纪各国的科学教育产生了一定的影响。

2. 20 世纪上半叶科学教育思想的进一步发展

20 世纪上半叶，伴随科学技术和教育心理学、哲学的发展以及杜威进步教育思想等的影响，美国科学教育同样经历了一个积累和发展的过程。例如，强调实用性的科学内容，强调用科学方法解决问题，强调“经验”在学生科学学习中的作用，为科学教育的进一步发展以及当代建构主义的出现奠定了基础。

西方 20 世纪初的科学教育目标主要将重点放在自然科学知识的掌握上，科学方法和科学性质方面的目标还不是很明确。1926 年美国全国教育协会的一个调查报告表明，当时小学科学教育最常见的实际目标是^②：

（1）进行简单的观察练习；

① 丁邦平：《国际科学教育理论研究》，北京师范大学 2001 年博士论文，第 29 页。

② 参见丁邦平：《国际科学教育理论研究》，北京师范大学 2001 年博士论文，第 34 页。

- (2) 进行有目的的活动的练习；
- (3) 利用简单物体和过程的名称扩大词汇；
- (4) 获得把事实和情感结合起来的经验；
- (5) 指导摆脱高度主观性的情感反应；
- (6) 培养对简单事物进行科学思考的习惯；
- (7) 培养对科学的社会作用的态度；
- (8) 形成简单的概念，如因果、自然的平衡，等等；
- (9) 热爱自然的情感。

从上面的目标表述，我们可以发现，科学教育目标重点是自然科学知识的掌握，这里的知识包括了“科学概念”，而且当时它们已经涉及了情感和态度方面的内容，这是值得我们思考的。

在科学教育实践中，受杜威实用主义哲学的影响，科学教育内容注重实际和面向社会，其科学教育思想是：科学教育应该向学生提供作为未来公民直接有用的知识。这一价值取向与 20 世纪 60 年代以后的科学教育改革方向截然不同，但是却与 80 年代以后强调的 STS 教育理念有很多相似之处，从这一点，我们可以进一步品味美国科学教育发展的循环往复的过程，对于我们思考科学教育实践背后科学教育理念的丰富的积累和发展也很有启发。

不仅如此，在这一时期的科学教育理念上，科学教育学者已经开始重视科学概念和学生对科学的理解。例如，克雷格继承、修正和发展了杰克曼的思想，重视科学概念的作用，赫德指出：“儿童学了许多关于科学的事实，但并没有让它们形成一个概念架构。学习解决问题基本上只是做实验的一套程式，至于科学的真实意义很少出现于教科书或教学方法中。”^① 这对于我们今天去反思固化的科学探究步骤和以科学事实为主体的科学教育目标是很有启发意义的。

杜威对灌输式教育的批判和对学习者个人经验的强调，以及对科学方法的重视，对于促进科学教育理论的发展起到了非常积极的作用，当代建构主义者正是沿着杜威的起点，对科学教育理论进行了有益的探讨。

① 参见王觉非：《STS——英国学校中的一门新课》，《外国教育动态》1982 年第 2 期。

总之,通过对诸多文献的分析,我们发现,早在五十多年前,美国科学教育学者就已经开始出现我们目前科学教育所关注的一些问题,例如,科学事实和科学概念的关系,科学的实用性,科学各学科之间的整合、科学史在科学教育中的地位,科学和社会的关系,等等。这对于我们从一个更深的层次上反思我们科学教育的现状和问题是很有启发的。

3. 现代科学教育改革和科学教育理念的深化

从国际范围看,现代基础科学教育改革起始于20世纪50年代末,其改革的原因一般认为是1957年苏联人造卫星的成功发射形成了对资本主义世界在科技和人才领域的严峻挑战。改革首先是从美国开始的,从50年代末到现在,美国经历了三次大的科学教育改革,这些改革表明了整个科学教育发展的丰富过程,进一步奠定了深厚的理论基础,积累了实践经验。

20世纪60年代以来,美国科学教育经历了三次大的改革、四个发展阶段,在改革和实践的过程中,其科学教育理念进一步深化和发展。

60年代的科学教育改革中,科学知识的目标以新的形式凸显,强调科学学科的结构,科学方法在这个时期以“探究”、“发现”和“问题解决”等话语出现,它是达到科学知识目标的手段。这个时期改革的主要形式是由国家资助组织专业科学家和科学教育专家研发了很多科学教材,最成功的是SAPA (Science-A Process Approach)、SCIA (Science Curriculum Improvement Approach),以及ESS (Elementary Science Study),直到今天还在发挥其影响。这些教材具有不同的侧重:SAPA关注科学研究的过程;SCIS关注系统的、有结构的、广泛的科学概念;而ESS则关注的是探究,并将探究作为形成科学知识的方法。这些教材在美国各学区被广泛地运用,而这些教材的一个共同的精神是“动手做”,这一精神极大地影响了20世纪60年代到80年代的科学教育。这个时期科学教育理论发展的特点是:开展了对“科学性质”在教育中的意义的研究,并在斯宾塞和杜威等前人思想的基础上,将“探究”和“过程”的概念与科学性质的教学实现联系起来^①。可见,这个时期的理念已经涉及了“探究”和“过

① 参见张红霞:《科学究竟是什么》,教育科学出版社2003年版,第137页。

程”，但从实践上看，很大程度上只是将以前传授知识的模式转化为传授结构的模式，而对怎样将科学“探究”和“过程”与特定年龄和能力的孩子的教学时间相联系的问题未能顾及。这一阶段的特点主要是“学科中心”。

20 世纪 60 年代末到 70 年代末，发达国家面对由于各种原因导致的前期改革的失败，进入科学教育的反思阶段。20 世纪 70 年代整个教育思潮转向“儿童中心主义”，在科学教育方面，开展了许多科学教育心理学上的探索，提出了影响深远的建构主义学习理论。建构主义学习理论为“探究”的概念找到了心理学上的意义，孩子们在“探究”过程中建构新概念或者修正旧概念，这为科学教育改革的深入发展提供了坚实的理论根据。

20 世纪 80 年代，科学教育的发展进入了一个多元化的时期。在新的认知心理学的影响下，各个学科都在力求做到内容性知识和获得知识的方法的整合，内容和方法被视为一个整体，在科学教育中，“动手”、“动脑”这两个短语被连在一起用来强调“发现”、“前概念”、“科学方法”在建构新的知识和理解中相互作用的本质。1983 年，美国有一篇非常有影响的报告：《危机中的国家》。这份报告指出，第二次世界大战以后美国的科技的领先地位到了 20 世纪 80 年代已经江河日下，当时日本和其他一些国家的崛起，构成对美国的很大的压力，国际性的各种竞赛，美国学生成绩也比较差。因此，在哈雷彗星于 1985 年飞临我们这个星球的时候，美国开始了一项改革科学技术教育的国家计划，也就是举世瞩目的“2061”计划。这个计划的发起者认为，1985 年入学读书的孩子在哈雷彗星于 2061 年再度光顾地球之前要有机会看到这次改革的全部成果。这个“2061”计划实际上正是美国决意从根本上改变美国科学教育不尽如人意的局面所采取的重大举措。“2061”计划标志着美国科学教育的全新目标，即发展全体民众的科学素养。该计划相继出版了两个重要文件：《面向全体美国人的科学》（美国科学促进会，1990 年）和《科学素养的基准》（美国科学促进会，1993 年）。这两个文件有效地表达并阐明了科学的本质、重要性以及所有公民都应当参与科学教育的事项。在这一时期形成的文件中，集中体现了科学教育研究的成果和新理念：科学素养作为科学教育目标的理念逐步形成；科学教育必须与孩子们的生活经验相联系，要将孩子们已有的经验和认

知作为科学教育的起点；科学教育的目标是培养符合时代要求的具有较高科学素养的公民。

20 世纪 90 年代以来，美国科学教育改革进入了新的阶段，其中最显著的标志是有史以来第一次推出全国统一的科学教育标准。《国家科学教育标准》（美国国家研究理事会，1996 年）的出版，集中体现了近半个世纪以来科学教育研究和实践的主要成果。该标准不仅明确了科学教育的目标是提升学生的科学素养，而且展示了科学素养的整个内涵，详尽描述了学生经过学习经验的积累必须知道什么和能够做什么，将《面向全体美国人的科学》中造就高科学素养的未来人才的基本原则具体化为实施方案。《美国国家科学教育标准》所传递的核心理念是：以探究作为科学教育的基本理念和方法。“探究”十几年前发展起来的经典概念被确定为科学教育的途径和手段，但是对探究的理解已经超越了 20 世纪 80 年代孩子自己建构的过程，更强调以大多数科学家的观点为基础，科学教育中“科学的探究”和“科学的过程”的哲学基础。^① 这标志着科学教育发展进入“将科学作为探究”的新阶段。

（二）国际科学教育发展对我国科学教育的启示

1. 科学教育思想发展的三阶段及特点

如果简单地概括国际科学教育改革和科学教育思想的发展，我们能够提取出其中所经历的三个主要阶段和不同阶段的特点：

第一阶段：科学作为知识。19 世纪末到 20 世纪 60 年代初期，在学科中心的教育背景下，发达国家更多的是将科学作为结论，反映在科学教育上就是强调科学知识的传授，其科学教育的目标定位主要就是“传授科学知识”。

第二阶段：科学作为过程。20 世纪 60 年代到 80 年代，发达国家的研究者认识到进行科学知识灌输的弊端，提出掌握科学研究的方法和过程才有利于系统性地掌握科学知识结构，因此科学教育思想从“将科学作为知识”向“将科学作为过程”发展，在科学教育的目标上则强调传授科学方法和过程。美国在

^① 参见张红霞：《科学究竟是什么》，教育科学出版社 2003 年版，第 140 页。