



基础教育新课程  
教师教育系列教材

科学课程研究系列 ● 主编 郝京华

# 小学科学教育 概论

陈华彬 梁 玲 编著



高等教育出版社

基础教育新课程教师教育系列教材

科学课程研究系列 主编 郝京华

# 小学科学教育概论

陈华彬 梁 玲 编著



高等教育出版社

## 内容提要

本书以最新的科学教育理论为基础,以建构主义为主线,运用主动参与式的学习模式,论述了科学的本质、科学素养的涵义及儿童是如何学习科学的等问题;同时,理论与实践相结合是本书最大的一个特点。书中运用大量的课堂实例来阐述在教学中如何培养儿童的科学过程技能、小学科学教育课堂教学理论、课堂教学方法、课外活动的组织、教学评估、教学环境的设计以及教师在小学科学教学中的地位、小学科学教育与其他学科的整合以及计算机等多媒体技术手段在小学科学教育中的运用等问题。

本书编写的目标是:增进在职教师和未来小学科学教师对科学、科学素养及科学探究的本质的理解;提高在职教师和未来小学科学教师指导或进行科学探究活动所必须具备的基本知识和技能;引导在职教师和未来小学科学教师在理解儿童的学习过程和特点的最新理论的基础上,探讨如何有效地指导、协助、评估儿童学习科学的方法与技巧。

本书可作为新课程科学教师的培训教材,也可作为师范本专科生相关专业的教材和研究生的参考书目。

## 图书在版编目(CIP)数据

小学科学教育概论/陈华彬,梁玲编著. —北京:高等教育出版社, 2003.10

ISBN 7-04-012359-2

I. 小… II. ①陈… ②梁… III. 科学知识 - 教学研究 - 小学 - 师资培训 - 教材 IV. G623.62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 060885 号

---

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市西城区德外大街 4 号  
邮政编码 100011  
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588  
免费咨询 800-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所  
印 刷 北京二二〇七工厂

开 本 787×960 1/16  
印 张 20.25  
字 数 280 000

版 次 2003 年 10 月第 1 版  
印 次 2003 年 10 月第 1 次印刷  
定 价 20.80 元

---

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

**版权所有 侵权必究**

## 作者介绍

---

**陈华彬** 博士，1981年毕业于上海师范大学教育心理学系，毕业后在上海师范专科学校（现改为上海师范大学初等教育学院）从事小学教育教学和科学研究。1987年赴美，1994年获美国印第安纳布卢明顿大学（Indiana University at Bloomington）科学教育博士学位。毕业后在美国圣马丁学院（Saint Martin's College）工作至今。现任教育系副教授及计算机和技术教育部主任。教授“小学科学教育教材教法”和“计算机及现代科学技术在教学中应用”达9年。

**梁玲** 博士，1998年获美国印第安纳布卢明顿大学（Indiana University at Bloomington）科学教育博士学位。曾任威顿那大学（Widener University）科学教育中心主任。现为美国拉萨尔大学（La Salle University）副教授，同时也是美国科学教育研究会国际委员会委员。1996年以来一直从事中小学教师教育及研究。教学内容包括科学探究入门、物质科学、数学及科学、中小学科学教育教材教法、认知理论等。

# 总序

---

《基础教育课程改革纲要（试行）》的颁布，标志着我国基础教育进入一个崭新的时代——课程改革时代。《纲要》从课程目标、内容等方面提出了改革的着眼点和最终归宿——“为了中华民族的复兴，为了每位学生的发展”。这一基本的价值取向预示着我国基础教育课程体系的价值转型。新课程顺应时代发展的需要，决心彻底扭转传统应试教育的弊端，以培养学生健全的个性和完整的人格为己任，努力构建符合素质教育要求的新的基础教育课程体系，明示了课程改革的基本理念。

1. 关注学生作为“整体的人”的发展。人类个体的存在是一个整体性的存在。个体存在的完整性不是多种学科知识杂烩的结果，亦不是条分缕析的理性思维的还原。第一，“整体的人”的发展意味着智力与人格的协调发展。新课程努力改革既有课程过于注重知识传授的倾向，把统整学生的知识学习与精神建构作为具体改革目标之一，力图通过制定国家课程标准的形式代替一直沿用的教学大纲，把“过程与方法”作为与“知识与技能”、“情感态度与价值观”同等重要的目标维度，承认学习过程的价值，注重在过程中把知识融入个体的整体经验，转化为“精神的力量”和“生活的智慧”。第二，“整体的人”的发展意味着个体、自然与社会的和谐发展。新课程从整体主义的观点出发，贯彻自然、社会与自我有机统一的原则，致力于人的自然性、社会性和自主性的和谐健康发展，以培养人格统整的人。例如，新课程的一个亮点——综合实践活动课程，其内容的选择和组织就是围绕学生与自然的关系、学生与他人和社会的关系、学生与自我的关系三条线索进行开展。

2. 回归学生的生活世界。教育是发生在师生之间的真实生活世界中的社会活动，课程是学生的课程，课程教学应该在学生的生活世界中关注教育意义的建构、在现实生活中关注师生之间的对话与理解，追寻富有意义的、充满人

性的教育。新课程强调要“加强课程内容与学生生活以及现代社会和科技发展的联系，关注学生的学习兴趣和经验”，这从课程内容的角度确定了课程改革与学生生活的联系，认为课程不再是单一的、理论化的、体系化的书本知识，而是向学生呈现人类群体的生活经验，并把它们纳入到学生的生活世界中加以组织，赋予课程以生活意义和生命价值。新课程还注重学科知识体系的重建，凸现课程综合化的趋势，努力软化学科界限，展开跨学科的对话，强调综合性、加强选择性并确保均衡性。因此，新课程从结构上也倡导了一种回归生活世界的教育，所体现的不是分科的学科知识，而是综合的跨学科的知识学问，注重社会生活、关照学生的经验和个体差异性，保证每位学生全面、均衡、和谐地发展。

3. 寻求个人理解的知识建构。课程教学必须建构知识与人之间的一种整体的意义关联，使之对个人的成长和发展产生意义。新课程首先确立了新的知识观，积极倡导学生“主动参与、乐于探究、勤于思考”，以培养学生“获取新知识”、“分析和解决问题”的能力，充分表明新课程不再视知识为确定的、独立于认知者的一个目标，而是视其为一种探索的行动或创造的过程。其次，新课程把转变学生的学习方式作为重要的着眼点，要求在所有的学科领域的教学中渗透“研究性学习方式”，强调要尊重学生学习方式的独特性和个性化。再次，新课程还力图构建具有个人意义的评价方式，建立发展性课程评价体系，要求“发挥教育的评价功能，促进学生在原有水平上的发展”，将评价视为评价者与被评价者共同建构意义的过程，强调通过学生的主体参与发展自我反思能力，以提升评价的个人发展价值，保障知识生成方式的个性化。

4. 创建富有个性的学校文化。对于课程改革来说，不仅仅意味着内容的更新、完善与平衡，更为重要的是意味着理想的“学校文化”的创造。学校文化的变革是课程与教学改革中最深层次的改革，“学校文化”的再生正是课程改革的直接诉求和终极目标。新课程正在致力于建立民主的课程管理文化，“实行国家、地方、学校三级课程管理，增强课程对地方、学校以及学生的适应性”，并提出开发校本课程，主张学校拥有课程自主权、教师是课程开发的主体、具体学校是课程开发的场所，这最能反映学校的具体情境和学生的学习需求，体现学校的特色和发展风貌。“三级课程管理”的理念赋予教师参与课程开发、管理课程的权力，有利于建设合作的教师文化，促使教师积极参与课程开发，展开交流和对话，打破原有独立作业的教学形态，培养教师的团队合作精神，逐渐在参与改革的教师之间形成“伙伴式的团队文化”，实现共同的教师专业成长。学校一旦形成民主的管理文化和合作的教师文化，整个学校就

会显示出蓬勃的发展生机，逐渐营造出一种充满学校特色、丰富多彩的环境文化，更好地促进学生的主体发展、培养身心的和谐发展。

新课程秉持全新的课程改革理念，在课程目标、课程功能、课程结构、课程内容、课程实施、课程评价及课程管理等方面都发生了重大变革，较原来的课程有了重大创新和突破。新课程的实施是我国基础教育战线一场深刻的变革，新的理念、新的教材、新的评价，强烈冲击着现有的师范教育体系，对广大教师和教育工作者提出了更高更新的要求。教师自身的理论素养和实践能力是决定课程改革成败的关键。这就需要中小学教师必须迅速走进新课程，理解新课程，确立一种崭新的教育观念，改进原来习以为常的教学方法、教学行为和教学手段，重新认识和确立自己的角色，改变课堂专业生活方式，提升课程意识，提高教师专业化水平。

由高等教育出版社出版发行的《基础教育新课程教师教育系列教材》，以基础教育课程改革的新思想、新理念为指导，贯彻《纲要》关于教师培养和培训的基本精神，主要宗旨在于促使教师更快地适应新课程理念下的学科教学。这套系列教材由参与基础教育课程改革的专家、教学法专家、各师范大学和省教育学院的教师或教研员以及实验区一线的优秀教师共同参与编写。教材所涉内容既充分反映了课程教学方面的最新进展和研究成果，又贴近一线教师的教学实践，为教师在职培训和师范院校本科生的学习提供了系统的学科教育观念、教学设计的策略以及课程教学的科学性知识。它既可作为教师在职培训的优秀教材，也可作为师范院校本科生乃至学科教学论硕士研究生的主要教学参考书，是广大教师更新教育观念、理解新课程标准、提高教学艺术的重要参考读物。本套系列教材的基本特点在于：

第一，以解读学科课程标准为立足点。这套教材充分体现基础教育课程改革纲要的基本思想，把新的课程标准的各项要求融入其中，紧密结合目前课程改革的经验和教师培训的需求，吸取各学科教学论的最新科研成果，既立足当前需要，又放眼长远发展，力图准确把握学科教育发展的脉搏，分析和介绍各学科教学的内容和特点，勾勒出学科教育教学的整体轮廓。教材所表达的学科教学发展的最新理念将对我国学科教学的转型产生一定的促进作用，而其分析和介绍的学科教学的实践模式亦将对我国新的课程与教学实践产生一定的促进作用。

第二，以加强新课程教师教育为出发点。本套教材从教师实用的角度解析新的课程标准，以培养适应新课程和新教材的新型教师为出发点，本着为中小学教师教学服务的原则，极力凸现如何使教师尽快适应新课程理念下的各学科

教学。教材不仅展开了充分的教学理论阐述，而且提供了较为直接的可供读者使用的新课程典型案例和资料，具有较强的示范性、实用性和指导性，是一线教师进行备课、教学等实际工作的有力助手，有利于积极促进教师教学方式与学生学习方式的根本变革。

第三，以实现学科重建为最终归宿。这套系列教材由 70 余册著作组成，涵盖基础教育的所有学科，分别针对小学和初中两个层次，根据学科教学论的内容，如教学策略、学习论、教学与学业评价等，全面阐释和分析了学科教学的一般理念和设计范式，呈现出一种崭新的学科样式。就整套教材来看，它是目前同类图书中最新的、最系统的产品，具有较高的质量和权威性，它的出版大力推动了我国学科教学论的理论研究和实践探索，也有效地推进了学科教学过程的优化。

教师发展是课程开发的中心。希冀广大教师以主人翁的姿态积极投入到实践新课程的浪潮之中，与新课程共同成长；盼望新课程的实施，进一步促进教师专业化水平的提高和教师教育事业的发展。让我们共同期待着中国基础教育课程改革的圆满成功！

钟启泉（教授 博士生导师）

2003 年 1 月于华东师范大学



# 序

---

一直想把丛书定名为《给科学教师的一桶水》，终因名称过“俗”而作罢。但帮助在职的和未来的科学教师获得能使他们在课堂上教好科学的观念、知识和技能的确是撰写此套丛书的初衷。

还是在编制国家小学科学课程标准的时候就想到了新课程标准实践的主体——科学教师的素养问题。做一名优秀的现代科学教师不是件容易的事，他们应具备这样一些素养：

- (1) 知道和理解当代科学的重大主题和核心概念；
- (2) 理解科学的本质和科学的历史；
- (3) 深谙科学探究的基本过程和方法；
- (4) 理解我们的社会所面临的由于科学技术的应用所带来的问题；
- (5) 能够将科学教学与儿童的认知和情感发展相联系；
- (6) 熟知并能运用各种基于现代学习理论之上的科学教学方法策略，这些方法策略不仅能有效地达到教学目标，还能满足学生的兴趣和需要；
- (7) 能够运用新的教育评价理论于小学科学教育评价实践；

……

我深知，只有大批的优秀科学教师才可以真正开启小学科学课程改革的航船，否则，再好的课程改革方案也只能是纸上谈兵。

我们的科学教师准备好了吗？我怀疑。先期对教师的调查研究记忆犹新：通过对12个省市科学教师素养的调查显示，24.3%的教师科学素养较差；一道涉及科学方法的测试题，合格率仅为10.7%，这一数据足以解释为什么我国小学生的科学素养中的科学方法合格率也只有34.9%。

为科学教师的成长编写一套好的教材，尽快提高现有科学教师队伍的质量，培养大批合格的科学教师，成为我挥之不去的念头。

新教材应有这样的定位：

第一，全。它既涵盖科学领域也包括科学教育领域；

第二，新。它应反映科学领域和科学教育领域的最新成果；

第三，实。它不能过于原则、过于抽象、而应深入浅出，具有较强的操作性。

在这些思想的指导下，便有了呈现在读者面前的这6本书：《生命科学精要》、《物质科学精要》、《地球科学精要》、《小学科学教育概论》、《科学课程设计》和《科学课程教学策略》。这6本书分为两个系列，前3本为科学知识系列，它浓缩了当代生命科学、物质科学、地球科学中重要的、基础性的主题、核心概念及其与生产、生活的联系，具有学科“通论”、“概论”的性质。承担这一系列教材编撰任务的是南京师范大学的学科教学论专家。后3本书属于科学教育系列。它们提供的是关于科学教育的知识。《小学科学教育概论》的主要内容包括：科学的本质，和儿童科学教育有关的理论新进展，科学概念、科学过程技能的教学以及科学教育评估等；《科学课程设计》的主要内容包括：科学课程编制的理论及从目标设计到内容、经验的选择与组织的技术，还介绍了诸多国际著名的科学课程及教材案例；《科学课程教学策略》一书介绍了大量国内外新颖的科学教学策略，这些教学策略兼具双重性格：既能有效地达到科学教育的各类目标——知识目标、科学探究的过程技能目标、情感态度价值观目标，又能满足儿童的兴趣需要。承担这一系列教材编撰任务的是科学教育的专家和课程教学论的专家，其中有两位还是美国科学教育的博士。

这套丛书的读者主要锁定在在职及未来的小学科学教师，但也适用于初中的科学教师。我国现行的初中理科教师课程方案只适用于单科理科教师的培养，而国家基础教育课程改革倡导在初中推行综合理科——科学，这势必涉及单科理科教师的知识结构改造问题。本丛书在编撰时有意识地考虑到初中科学教师的需要，相信有意承担初中科学课程的教师能从本套丛书中获益。

我们的工作起始性的，难免带有诸多的缺憾与不足，但我们相信：随着时间的推移，这套丛书会不断完善。衷心期盼读者能给我们更多的批评与支持。

郝京华

2003年6月于南京

# 前言

---

未来 20 年，将是实现我国社会主义现代化建设“三步走”宏伟目标的重要战略机遇期，也是我国迈向现代化强国、实现民族伟大复兴至关重要的发展阶段。要完成这个伟大的历史任务，关键在于我们能否紧紧把握当今世界科技进步日新月异的发展趋势，进一步发挥科学技术作为第一生产力特别是先进生产力的集中体现和主要标志的关键作用，真正把经济增长转移到依靠科技进步和全民族的科学素质不断提高的轨道上来。这就对我们教育工作者提出了更高和更加紧迫的要求，我们认为要提高全民族的科学素质，关键在于提高我们下一代的科学素质，因为他们是我们民族的希望，是我们国家将来的中流砥柱。

随着教育部基础教育课程教材发展中心《全日制义务教育科学（3—6 年级）课程标准（实验稿）》的推出，一个以提高全体小学生科学素养为宗旨的小学科学教育改革正在全国广泛兴起。这是我国小学教育对当前方兴未艾的世界小学科学教育改革的积极回应，也是我国社会主义现代化建设迅猛发展的必然结果和要求。为了帮助广大在职教师和未来小学科学教师适应时代需要，成为新世纪小学科学教育的热心倡导者和积极参与者，我们决定以我们在国内和国外的教学与研究经历为基础，写一部小学科学教育教学法教材，同时也是对这场伟大教育变革的回应和支持。

众所周知，教学是一项复杂而艰辛的工作，它不仅要求教师本人对科学知识有深刻的理解，同时还要求教师掌握学生的年龄、个性等特点，深入了解学生的认知过程，做到因材施教，因势利导。本教材将以最新科学教育理论和实践的发展为基础，以小学科学课程标准为主导，并以建构主义的思想为主线，运用主动参与式学习模式，激发广大在职教师或未来小学科学教师对科学的教与学的兴趣和思考，帮助教师实现从“知识传授者”的传统角色向引导、支持学生的知识建构的新角色的转换，鼓励大家在各自的岗位上对科学教育不断

探索，以找到最适合自己学生特点的有效的教育方法。

具体来讲，本教材期望达到如下几个目标：

1. 增进在职教师和未来小学科学教师对科学素养、科学及科学探究的本质的理解。

2. 提高在职教师和未来小学科学教师指导或进行科学探究活动所必须具备的基本知识和技能。

3. 引导在职教师和未来小学科学教师在理解儿童的学习过程和特点的最新理论的基础上，探讨如何有效地指导、协助、评估儿童学习科学的方法与技巧。

我们衷心希望本教材能为推动中国小学科学教育改革起到抛砖引玉的作用。我们愿意成为连接国内与国际的广大科学教育工作者的桥梁，和国内同仁一起为中国小学科学教育改革事业的发展和提高共同努力。

全书由陈华彬（3，4，6—11章）、梁玲（1—3，5章）合编。在编写过程中曾参阅了国内外有关科学教育及教育心理学的资料，并得到了国内有关方面，尤其是教育部基础教育课程教材发展中心小学科学教育课程标准编写组组长郝京华教授的指点、帮助和鼓励，高等教育出版社的张华女士、应丽贞女士为本书的出版付出了辛勤的汗水，在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，又长期在美国工作，对国内小学科学教育发展近况缺乏全面了解，加上时间仓促，全书在体系结构、内容文字等方面难免存在许多错误和不足，欢迎广大读者批评和指正。

作 者

2003年5月于美国

# 目 录

---

前言 .....	i
第 1 章 科学与科学教育 .....	1
第一节 科学的本质 .....	2
第二节 科学教育的目的及科学素养的涵义 .....	11

---

第 2 章 认知科学与科学教育 .....	23
第一节 儿童是知识的建构者 .....	24
第二节 儿童思维发展的主要阶段及其特征 .....	32
第三节 学习动机与科学教育 .....	40

---

第 3 章 以探究为中心的 science 教育教学理论和实践 .....	47
第一节 “动手 - 动脑”的教学思想 .....	48
第二节 布鲁纳的“发现法”教学思想和课程结构论 .....	50
第三节 “学习循环”与科学教学 .....	53

---

第 4 章 科学教育课堂组织的组织与规划 .....	67
第一节 科学教学中合作学习的组织和应用 .....	68
第二节 科学课堂教学中的提问 .....	74
第三节 科学教学中对学生“误解”的甄别和防止 .....	80
第四节 “概念图”的教学 .....	88
第五节 教学计划的准备和设计 .....	93

---

第 5 章 科学教育中的公平教学与差异性教学 .....	105
第一节 多元文化教育模式 .....	106
第二节 多元智力理论与科学教育 .....	109
第三节 认识儿童间的个体差异, 运用多种科学教学方法 .....	113
第四节 为男女生提供平等的科学教育 .....	116
第五节 特殊儿童的科学教育 .....	118

---

第六节 面向全体儿童的科学教育——科学单元教学设计举例 .....	120
<hr/>	
第6章 科学过程技能 .....	129
第一节 引言 .....	130
第二节 观察 .....	131
第三节 推断与预测 .....	138
第四节 分类 .....	144
第五节 测量 .....	149
第六节 确认变量 .....	156
第七节 制表作图 .....	160
第八节 假设的定义与特点 .....	165
第九节 实验实施和结果分析 .....	168
<hr/>	
第7章 小学科技活动和专题研究的组织与交流 .....	173
第一节 小学科技活动 .....	174
第二节 小学科学专题研究的组织与交流 .....	187
第三节 小学科学教育中“科技成果集市”的组织与评定 .....	198
<hr/>	
第8章 小学科学教育的评估 .....	203
第一节 小学科学教育评估的目的和对象 .....	204
第二节 小学科学教育评估的原则 .....	205
第三节 小学科学教育评估的方法 .....	212
第四节 小学科学教育评估工具的设计 .....	227
第五节 评分制度的改革与探索 .....	230
<hr/>	
第9章 创造一个探究性的、安全的和高效率的课堂教育环境 .....	235
第一节 创造一个探究性的教学环境 .....	236
第二节 创造一个安全的学习环境 .....	242
第三节 课堂环境的设置和安排 .....	249
<hr/>	
第10章 小学科学教育与其他学科和领域 .....	253
第一节 小学科学教育综合教育是一种很有效的教育手段 .....	254
第二节 小学科学教育与语文的综合教学 .....	257
第三节 小学科学教育与数学的综合教学 .....	263
第四节 小学科学教育与环境保护 .....	264

---

---

第五节 小学科学教育与社会学科的综合教学及 STS 教育理论 .....	267
<hr/>	
第 11 章 教育技术在小学科学教育中的地位和应用 .....	277
第一节 教育技术在小学科学教育中的地位 .....	278
第二节 教育技术在小学科学教育教学中的应用 .....	284
<hr/>	
参考文献 .....	303

# 第 1 章

## 科学与科学教育

---

- 科学的本质
- 科学教育的目的及科学素养的涵义



科学，英文表达为 science，是自然科学（natural science）的简称。在漫长的人类探索自然的历史中，由于日常生活及社会发展的需要，人类研究并创立了许多关于物质、生命、地球与宇宙相互关联的思想。这些思想代代相传，并不不断地被后人修改深化，使我们愈加全面可靠地了解人类自身及其生存的环境。

科学教育的发展是与科学、技术及社会生产力的提高紧密相连的。当今人类社会正在步入一个以对知识、智力资源的广泛使用为标志的所谓知识经济时代，这个时代不仅需要特殊的中、高级科技和管理人才，而且将需要所有新一代普通公民也具有一定的科学素养。为此，科学教育的研究与改革已成为世界各国教育改革的热点之一。因为这一领域将直接影响社会的发展和国力竞争的成败。为了帮助广大读者更好地理解科学与科学教育的关系，本书将首先对科学的本质、科学素养及科学教育的目标作一简略的论述。

## 第一节 科学的本质

提起科学，人们自然会想到科学概念、科学定律及科学理论。多数人视科学为关于自然现象的有条理的、系统化的知识体系，或者说是对于表达自然现象的各种概念之间关系的理性研究。事实上，知识本身并不等于科学的全部。目前科学教育界较流行的观念是所谓的“三位一体”说，即完整的“科学”定义应包括三个重要组成部分：科学态度、科学探究的过程及方法、科学探究的成果（科学知识体系）。至于什么是“科学的本质”，科学哲学家、科学历史学家及科学教育工作者各抒己见，至今尚无统一的定义。然而那些分歧就中小学科学教育而言，并非至关重要。根据美国著名科学教育专家莱德曼（Lederman）的调查报告，至少在以下几个方面，各界学者对科学的本质已达成广泛共识：（1）科学思想是不断发展变化的；（2）科学需要证据；（3）科学带有主观性，因而科学家应努力识别并避免偏见；（4）科学是逻辑推理及人类想像和创造力的结合；（5）科学的