

学科教育 前沿论丛

王 磊◎主 编

中学化学学习过程研究 ——理论、技术、案例

· 张莉娜◎著

ZHONGXUE HUAXUE XUEXI GUOCHENG YANJIU
LILUN JISHU ANLI



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

学科教育 前沿论丛

王 磊◎主 编

中学化学学习过程研究 ——理论、技术、案例

· 张莉娜◎著



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中学化学学习过程研究: 理论、技术、案例/张莉娜著. —北京: 北京师范大学出版社, 2015. 4

ISBN 978-7-303-18777-5

I. ①中… II. ①张… III. ①中学化学课—教学研究
IV. ①G633.82

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 060055 号

营销中心电话 010-58802181 58805532
北师大出版社高等教育分社网 <http://gaojiao.bnup.com>
电子信箱 gaojiao@bnupg.com

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com
北京新街口外大街 19 号
邮政编码: 100875

印刷: 北京中印联印务有限公司
经销: 全国新华书店
开本: 170 mm×230 mm
印张: 15
字数: 270 千字
版次: 2015 年 4 月第 1 版
印次: 2015 年 4 月第 1 次印刷
定 价: 36.00 元

策划编辑: 胡廷兰	责任编辑: 胡廷兰
美术编辑: 王齐云	装帧设计: 王齐云
责任校对: 王 婉	责任印制: 马 洁

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58800825

《学科教育前沿论丛》

编 委 会

主 任：顾明远

副主任：郑国民 王 磊

委 员：（按姓氏笔画排列）

王 民 王 蔷 王 磊 刘恩山 李晓东

郑 林 郑国民 郭玉英 曹一鸣

总 序

改革开放三十多年来，我国教育发展取得了巨大的成绩：在一个有 13 亿人口的发展中国家普及了九年义务教育，高中毛入学率超过了 79%，高等教育实现了跨越式发展，进入了大众化阶段。但是从总体上讲，我国教育还不适应经济社会发展和人民群众接受良好教育的要求。表现在教育观念相对落后，内容方法比较陈旧，中小学生课业负担过重，素质教育推进困难，学生适应社会的能力不强，教育体制机制不活，教育发展不平衡，等等。今后的任务是要促进教育公平和提高教育质量。而提高教育质量又是重中之重。因为教育不公平不仅表现在入学机会上，更表现在教育过程中，即教育质量均衡上。只有达到一定的质量，才能谈得上真正的教育公平。

课程是提高教育质量的核心。纵观世界教育改革的发展的历史，每一次重大的教育改革都是以课程改革为核心。我国新一轮课程改革从试点开始已经进行了 10 年，现在正在总结、调整、改进和完善中。课程改革与学科教育有着紧密的联系，学科教育理论应该是课程改革的理论基础；课程的设置、课程的内容和实施又是学科教育研究的对象。因此，学科教育研究总是围绕着课程改革而展开的，同时促进课程改革和发展，为提高教育质量服务。

《学科教育前沿论丛》就是在我国新一轮课程改革进程中出现的。它研究论述了中学化学、物理、地理、语文等学科教育中的重大理论问题和实际问题，介绍了当今各学科发展的前沿理论。它可以帮助教师对本学科的性质、内容、学科的演变和最新进展有一个全面了解，从而把握本学科的本质特征；可以帮助教师提高本学科在整体课程中的地位和作用

的认识，掌握学科教学的先进方法，最终达到提高教育质量的目的。

《学科教育前沿论丛》以北京师范大学课程与学科教学论专业的博士论文为基础。这些博士生在导师的指导下深入我国课程改革的实际，并将理论和实际相结合，因此，论丛的内容具有时代性、前沿性、理论性、实践性。我想，读者会从中得到某种知识和启迪。



2010年6月12日

序

我国开展的第八次基础教育课程改革已进入第二个十年。从化学学科课程改革与教学改革层面来考察，近十多年来在化学教育界广大同行的共同努力下，已取得不少可喜的成果：适应科学教育发展的需求，变革化学课程结构与组织形态；重新建构课程内容体系，实现化学教材编制的多样化；革新化学课程内容的呈现方式，促进学生有效学习；强化评价的激励作用，实行全面的化学课程评价体系；以及培养专业化的教师队伍，促进化学教师教育的发展，等等。但也应指出，从深层次来考察，仍存在着不少问题：课程实施的结果是否表明学生的身心发展符合课程设计的预期？日常教学能否秉承并落实课程设计的初衷、有效地促进学生的发展？还有哪些方面需要改进或优化？化学教学是否在国家和地区课程要求的基础上从本校学生的特点出发有所创新？等等。这些问题，均需要我们结合实际，认真地给出答案。

世界各国的经验表明，任何教育改革，如果不进入课程改革的层面都是难以取得实质性成效的！我们都知道，教育学界有一句名言：“课程是教育事业的心脏。”从广义来界定，课程是指为实现学校教育目标而选择的教育内容的总和，或课程是指学生在学校获得的全部经验；教学是指以课程内容为中介的师生双方教和学的共同活动，是学校实现教育目标的基本途径。我们认同这样的概括：课程与教学是不可分的，在教育过程中，教育的目的、内容与实施这些要项的途径（手段）乃是同一事物的两个侧面，二者是一个不可机械分割的统一体。而教学测量与评价则是教学的重要组成部分，对教与学具有激励、诊断、定向、强化与发展等多种功能。

我们认同并主张结合化学教学特点施行和扩展以下基本

观念(研究结论):学校教育可以概念化为教的系统、学的系统、教学系统与课程系统相互作用的统一体。而“教学系统”则是上述诸系统相互作用、和谐运作的主要中介。教学系统由“教师、学生、教材与媒体”四要素构成:学生是信息加工的主体和知识意义建构者;教师是教学过程的组织者、指导者、意义建构的帮助者和促进者;教材所提供的知识是学生主动建构意义的对象;媒体是用来创设情境、学生进行自主学习和协作式探索的认知工具与情感激励工具,而不再是帮助教师传授知识的手段。教学过程则由“教师、学生、知识与教学情境”四要素构成:教学过程中的教与学相对独立、互动、互促而共存于一体;“教”是一种理解“学”的活动;教学任务就是促进学习者内部心理结构的形成或改组;学习活动是影响学生主体性发展的决定性因素。将“学”等同于“教”,会导致注入式教学;将“教”混同于“学”,会导致个别化学习走极端而迷失方向!教学实践表明,教学应当结合学校和学生的实际创设适宜学生学习的情境,越是强化激发学生学习活动(在教师指导下),越能活跃学习活动,学习活动越有效。故而,“教”必须视为指导学生达到一定学习目标的活动过程,而教学方式、方法和策略是以学生学习方式、方法和策略为前提的!教学过程中学生的能动性是教材、教师和学生三者之间的支点,教师在其中担负着指导者、组织者和开发者等多种重要角色;教师在教学过程中不仅要结合学校实际,学习和研究课程标准,发挥教学设计、实施发展等功能,更要做一位对学习内容、学习过程、学习活动与学习结果的组织者,并对学习的全程要从学生的视角进行分析、判断,以利于有效实施(充当分析者的角色);做一位对学生深层次智能、智力潜能,以及情商、智商的开发者;更要充当结合现实、预见未来,以利学生今后可持续发展的促进者角色;以及做一位对学生知、情、意、行,以及人格品质健康养成的指导者。总之,从本质上讲,教与学的关系是教师的价值观引导与学生自主建构过程的有机整合,是教师对学生学习活动和身心发展正确引导与学生自主建构相统一的过程。

由此可见,课程实施与教学实施是关乎多种因素协同并和谐运作的、相当复杂的系统工程。具体讲,这项系统工程需要从师资队伍建设、学科设置与教科书编制、教与学活动的革新、教学活动的测量与评价、校本课程与课外活动的组织及学校环境与氛围的创设等方面来协调实施与保障。其中,辛勤耕耘在教学一线的优秀教师和教科研才俊紧密结合课程实施中的重要课题,所开展的实证研究及其可信可靠的、鲜活生动的科研成果是课程实施与教学实施的最有力的智力保障!

近日,有机会阅看了张莉娜博士根据近10年来与一线老师一起拼搏、探

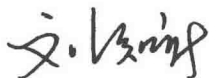
研与综括，并融合自己撰写博士学位论文的成果，精心撰著的《中学化学学习过程研究——理论、技术与案例》一书。作为一位老教师，看到青年才俊能扎根化学教学第一线，与一线老师一起扎扎实实、一丝不苟地开展重要课题的实证研究，并将研究成果构建成为广大一线老师和学界同行学习借鉴的专著，十分高兴！

这本专著，基于融会运用现代教育心理学的相关理论与国际著名大型学习成绩测评方案中的技术(工具、手段)，切实从化学学科本体出发，开展中学生化学学习过程——化学课程、教学与评价的一致性与连贯性的实证研究，所得出的有关理论概括、技术手段与评价方法具有创新性和重要的实践意义。张莉娜博士和她的团队所坚持的“实心实意扎根化学教学实际，深入开展实证研究，切实从研究结果中获取符合实际的科学结论，检验反馈教学的效果，进一步为修订课程标准提供鲜活可信的依据”这样的教科研范式，是我国教育学界值得大力推广并坚持的科研路线。实践表明，教科研工作者必须坚持奉行教育研究基于学科内容与教学过程及其实施策略整合统一的好传统；要立足学科教学实践，以实践中的重要问题为基点，着力于从本学科的特点出发，坚持学科教学理论源于教学实践，教学实践需要教学理论支撑的理念来探研可靠的科学答案！

本人认为，这本专著可用作中青年一线化学教师结合本校的实际，开展关于化学课程设计、教学设计、学生学习指导与学业评价等课题研究的导引，也可以用作教师专业培训班的教学参考书；已拥有教科研成果的老师同样也可以从中受到启发和教益。

我们都知道，“教育大计，教师为本”。教师是课程改革与教学改革的积极参与者和主力军！教师专业化始于入职前学校教育阶段的专业培养，更离不开他(她)们从教后教育教学实践的锻炼，离不开教师本身在职的不断培训、提高。这就要求我们广大一线老师都“做有心人”，结合工作不断提高自己的专业化水准，结合自身的日常教学工作，细水长流地开展行动研究。集沙成塔，集腋成裘。提升学科专业和学科教学知识水平、开展教科研与提高教育教学水平相互促进，相得益彰，以养成大批成建制的、专业化的研究型教师队伍。

“活到老，学到老。”特将以上认识写出来，姑且算个“序”。



2015年元月于北京师范大学

前 言

这是一个从评价的视角研究学生学习过程，探讨中学化学课程、教学与评价及其关系的学术专著。作者多年来从事化学教育的相关工作，在经历了研究生阶段的学习和多年工作的磨砺之后，对化学教育的一些本源性问题，如课程设计、课程实施、促进学生发展的化学教学与评价等进行了深入的思考。

国际科学教育界从 20 世纪 80 年代开始系统提出了提高学生的“科学素养”，提出了“STS 教育”“基于探究的科学教学观”“以关注学生已有认识和个人概念对科学学习的重要影响为特征的建构主义学习观”，以及“重视体现科学本质观的科学教育”等为核心内容的现代科学教育思想观念，这些论断对世界各国面向 21 世纪科学教育的课程、教材以及教学和评价的改革产生了巨大且深远的影响，国际科学教育理论界对以培养学生的科学素养为核心的科学教育形成了前所未有的高度共识。与此同时，教育部于 2001 年颁布了《基础教育课程改革纲要(试行)》，开展新一轮基础教育课程改革。在课程改革背景下，我国科学教育和化学教育界在教学方法改革上积极提倡以启发式教学为主导思想的多样化教学，在课程与教学目标上重视培养学生的思维能力、创新精神和实践能力，在课程与教学内容改革上着重强调要注意联系生产生活实际，力图转变单纯的应试教育的偏差。课程改革的效果如何？化学教学是否有助于学生的发展，还有哪些需要调整？这些问题的回答均需要通过评价学生的学习效果，进而反观课程设计和课程实施，反观化学教学设计及其实施的实际效果。因此，课程、教学与评价应该具有一致性和连贯性。为了谁设计课程？教谁？评价谁？毋庸置疑，学生，是教育的对象，

是课程改革成果之源；学生的发展是学科教育的根本目的，人才的培养更是国之发展，社会进步的需要。

在课程改革的背景之下，化学教育所培养的对象——学生，他们的发展是否符合课程设计的预期？日常教学是否秉承课程设计的初衷，有效地促进了学生的发展？是否还有改进或优化的空间？化学教学是否在国家和地区课程要求的基础上依据各学校学生的特点有所创新？我们在研究化学应该教给学生什么的同时，更应该关注学生学了什么，学得如何；在关注学生学习结果的同时，更应该关注学生学习的过程。应该注重学生学习过程的研究。

关注学生学习过程，首先要诊断学生的学习起点与学习困难，评价学生的学习效果。评价应具有诊断、反馈与定向的功能，为实施促进学生发展的教学提供参照；为教学促进学生发展提供依据和支撑；为课程设计和课程实施提供学生学习的证据。

根据上述思考，在阅读大量国内外研究文献的基础上，作者结合博士学位论文研究、日常科研工作和教学工作，撰写了全书内容。本书主体包括3部分：

第一编“学习过程研究的相关理论”，在综合介绍了认知发展、学习进阶、认识发展的国内外已有研究基础上，提出了基本观念与理论取向。在深入分析化学学科知识的特点，以及心理学、教育学关于学生发展的相关研究的基础上，作者认为，有必要厘清和区分知识和学生学习知识后在头脑中转化的结果，并通过评价学生的认识发展水平来了解学生学习结果的共性与差异，根据评价信息反观课程、教学与评价的设计和实施。应该关注学习内容对学生思维发展的价值，讨论核心知识及其在学生头脑中转化的结果，即在学生学习过程中建构合理的学科认知结构——认识方式。

在这一部分，作者着力于从评价的视角探研打开学生认识的“黑箱”，并探讨课程、教学与评价的功能与相互联系：评价应注重学生学习的诊断，并反馈课程与教学改进；教学应注重促进学生的认识发展；课程研究应关注学生认识发展及其水平问题。

第二编“学习过程研究的技术”，综合介绍了从评价的视角进行学生学习过程研究的思路，并在翻译、研究 PISA 等国外文献的基础上介绍了定量研究和定性研究这两种研究范式，介绍了如何将这两种研究范式相应的技术手段应用在学习过程研究中的具体操作及其实例。

在这一部分，第五章着重介绍了学习过程研究的思路，为学生学习评价的设计与实践提供了研究的思路。书中单辟出第六章介绍现代测量理论及其在学

习过程研究中的应用，翻译并介绍了国外化学教育乃至科学教育领域评价研究的定量手段和研究案例，综述经典与前沿，力求为读者提供国内外科学教育评价研究可供借鉴的技术手段和相关案例，为评价研究和日常教学评价的实施提供技术支持。第七章，介绍质的研究及其在学习过程研究中的应用，着重介绍质的研究方法，力求打开研究视角，探研化学教学评价的方法。

第三编“学习过程研究案例”，作者结合自身研究和教学的实际经历，秉承第一编所提出的理论主张和第二编所介绍的技术手段，综合介绍了应用理论和技术的研究案例和教学案例，分别包括初中化学部分和高中化学部分。

《中学化学学习过程研究——理论、技术与案例》这一书稿的选题源于作者近十年来学习和工作的体会，结合了一线教师教学、研究，以及教师培训等实践工作的需要。具体而言，本书撰写融合了作者的博士学位论文研究，作者近年来在北京教育学院以及其他高校和教育科研单位的相关讲座，以及作者承担教师培训项目负责人和指导教师所做的教学指导工作3方面的研究成果。

本书从评价的视角出发，在理论部分介绍经典和前沿，让读者在教学和研究中评价学生学习及其过程的时候有理可循。在技术部分结合多年来做出的定性、定量研究实例介绍化学学习评价的具体方法、思路与技术手段，并翻译、介绍了国外新近的研究方法和研究工具。在案例部分，分为研究案例和实践案例。研究案例为化学学习过程研究提供范例和参考；实践案例以近年来作者指导的教学案例为基础，以供师范生和在职初、高中化学教师以及致力于从事相关工作的人员参考。

本书的撰写力求做到：基于理论、扎根实践，即从学习评价的视角概述理论的经典与前沿；立足于化学教师开展研究和实施教学的实践性工作。书中内容融合了作者多年来在阅读国内外文献的基础上，进行研究和实践工作形成的体会，其中理论研究部分融合了作者博士论文研究的部分工作，这些工作和研究成果凝结了导师王磊教授多年来的悉心指导。本书实践案例部分结合了作者在工作单位北京教育学院的教师研修项目中跟老师们共同探讨的成果，凝结了多位奋战在化学教学一线的老师们的最宝贵的实践工作。因此，这是一本给教师介绍如何做学生学习研究的图书。该书将化学学科内容、学生学习特点和课程、教学研究及其实施与实践紧密结合，从评价的视角介绍了如何评价学生的学习，如何应用学生学习评价的信息进行教学反思和改进，以及思考与之相关的课程论问题。

近十年以来，我们在北京市跟老师们在实践中摸爬滚打，形成了一些看法，希望跟大家分享：评价并不是单纯地区分学生的等级，更应该在学生的学

习过程中诊断学生的学习起点和学习困难，因为只有把住了学生学习的脉，才能够落实化学教学的效果，提高化学学习的效率，才能把减负落到实处。

感谢为这本书的撰写提出了宝贵建议的刘知新先生；感谢这些年来一起挑战评价研究，以及在教学中实施评价研究的一线老师们；感谢北京教育学院“十二五”继续教育教师研修项目当中为我们的研究与实践提供平台和大力支持的各位项目负责人和老师。本书的编辑与出版得到了北京师范大学出版社和北京教育学院教务处的大力支持，特此致谢。

由于作者本人水平所限，本书当中肯定还有不少缺点，甚至疏漏或错误，敬请读者批评、指正。

作者

2015年元月

目 录

导 言 /1

第一编 学习过程研究的相关理论

第一章 认知发展概述 /12

- 第一节 心理学认知发展研究择要 12
- 第二节 科学教育特定领域认知发展
研究 17

第二章 学习进阶研究概述 /20

- 第一节 学习进阶的含义和特点 21
- 第二节 化学学科特定内容学习进阶
研究 22
- 第三节 学习进阶测评研究 25

第三章 认识发展研究概述 /29

- 第一节 认识方式与认识发展 29
- 第二节 认识发展测评研究 31

第四章 基本观念与理论取向 /32

- 第一节 研究述评 32
- 第二节 理论取向 35

第二编 学习过程研究的技术

第五章 学习过程研究的思路 /47

第一节	学生发展水平的内容描述	47
第二节	学生发展水平的指标刻画	51
第三节	学生发展水平评价的手段	57
第四节	学生发展水平的测评题目类型及评分编码	66
第五节	基本观念与技术取向	73

第六章 现代测量理论及其在学习过程研究中的应用 /76

第一节	经典测量理论及其在学习过程研究中的应用 ...	76
第二节	Rasch 测量理论及其在学习过程研究中的应用 ...	87
第三节	相关软件及其应用	93

第七章 质的研究及其在学习过程研究中的应用 /149

第一节	质的研究	149
第二节	质的研究方法	150

第三编 学习过程研究案例

第八章 初中化学部分 /157

第一节	研究案例	157
第二节	教学案例	172

第九章 高中化学部分 /187

第一节	研究案例	188
第二节	教学案例	195

结 语 /210

主要参考文献 /216

导 言

从学习评价的视角关注学生的学习过程，力图探讨中学化学课程、教学、评价及其关系，这是本书着力进行探研的核心内容。多年来，笔者从事化学教育工作，听课、上课、研究、学习、教学……在经历了博士研究与多年工作的磨砺之后，关于化学教育的一些本源性问题一直萦绕在本人头脑当中。比如：设计怎样的课程？怎样实施化学课程有助于学生的群体和个体发展？什么样的化学教学是有效的？如何评价化学教学的效果？等等。这些问题若要得到答案，绝不能脱离当前时代对人才培养的需求，对化学教育的需求；不能不顺应并契合国内外科学教育课程改革与发展的大趋势与需要。

国际科学教育界从 20 世纪 80 年代开始，较系统地提出“科学素养”和“STS 教育思想”“科学探究”和“基于探究的科学教学观”“以关注学生已有认识和个人概念对科学学习的重要影响为特征的建构主义学习观”，以及“重视体现科学本质观的科学教育”等为核心内容的现代科学教育思想观念。这些论断对世界各国面向 21 世纪科学教育的课程、教材以及教学和评价的改革产生了巨大且深远的影响，国际科学教育理论界对以培养学生的科学素养为核心的科学教育形成了前所未有的高度共识。与此同时，我国教育部于 2001 年颁布了《基础教育课程改革纲要(试行)》，启动了新一轮基础教育课程改革。在课程改革背景下，我国科学教育和化学教育界在教学模式改革上积极提倡以启发式教学为主导思想的多样化教学，在课程与教学目标上强调培养学生的自学能力、实验能力、思维能力、创新精神和实践能力，在课程与教学内容改革上着重强调要注意联系生产与生活实际，力图转变应试教育的偏差。这一轮课程改革已进入第二个十年，课程改革的效果如何？当前的化学教学是否有助于学生的发展？还有哪些方面需要调整？这些问题的回答均需要通过评价学生的学习效果，进而反思课程设计和课程实施，反观化学教学设计及其实施的实际情况。因此，课程、教学与评价必须具有一致性和连贯性。为了谁来设计课程？教谁？评价谁？毋庸置疑，学生是教育的对象和学习的主体，是课程改革效果之源；学生的发展是学科教育的终极目的，人才的培养更是国家发展、社会进步的根本。

在课程改革的背景之下，化学教育所培养的对象——学生群体，他们的发展是否符合课程设计的预期？日常教学是否秉承课程设计的初衷，并有效地促进了学生的发展？是否还有改进或优化的空间？化学教学是否在国家和地区课程要求的基础上依据学校学生的特点有所创新？我们认为，在课程实施的过程中，在具体落实课程目标、开展各年级的化学教学活动时，我们教师在研究化学学科应该教给学生什么的同时，更应该关注学生学到了什么，学得如何；在关注学生学习结果的同时，更应该关注学生的学习过程。

应该开展学生学习过程研究。这是当今化学教学亟须切实解决的一个重要课题。

一、国际科学教育改革深化的启示

20世纪80~90年代，国际上掀起了自第二次世界大战以来第二次科学教育改革的浪潮，出现了以科学素养的培养为科学教育最高宗旨的发展趋势。不少国家和地区在科学课程目标、课程内容体系、教学方式与课程评价等方面进行了较为深入的研究和实践，并且掀起了以注重科学探究、问题解决及STS教育的科学教学的改革。

在经历了十余年的实践之后，世界各国科学教育改革都在不断深化。

世界各国、各地区进行了新一轮科学教育课程文本的研制和发布实施。这些课程文本的典型特点是：以大量国内、国际科学教育的实证研究为参照，以本国科学教育的实际需求为导向，以科学素养的提高为目标，提出了不少有关课程、教学与评价方面的新理念。例如，美国新的科学教育框架提出：物质科学的学习内容主要聚焦在一些核心概念上，如物质、变化、能量；学生学习的内容及其考量需要整合学科核心概念(disciplinary core ideas)、跨学科的交叉概念(crosscutting concepts)、科学和工程实践(science and engineering practices)3个维度共同刻画；理解力随着时间发展；不同年段的学生对同一知识的理解是不断发展的(学习进阶)；如何检测学生的发展，要看学生是否能够达到该学段特定内容的“预期表现”(performance expectations)，等等。在美国《下一代科学教育标准》(*the Next Generation Science Standards, NGSS*)中，已经将知识在不同年级应该发展的学科核心概念、跨学科的交叉概念、科学和工程实践清晰地进行了界定。