

国家出版基金项目

国家“十二五”重点图书出版规划项目



中国化学教育研究丛书

化学概念的认知研究

HUAXUE GAINIAN DE RENZHI YANJIU

丁伟 著

主 顾

编 问

王 刘

祖 知

浩 新



广西教育出版社

国家出版基金项目

国家“十二五”重点图书出版规划项目



中国化学教育研究丛书

- ◆ 全国教育科学“十二五”规划2011年度教育部重点课题（课题批准号GFA111013）研究成果
- ◆ 教育部普通高等学校人文社会科学重点研究基地——华东师范大学课程与教学研究所研究成果

化学概念的认知研究

HUAXUE GAINIAN DE RENZHI YANJIU

丁伟著

主 顾

编 问

王 刘
祖 知
浩 新


广西教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

化学概念的认知研究/王祖浩主编. —南宁: 广西教育出版社, 2015. 12

(中国化学教育研究丛书)

ISBN 978-7-5435-8052-7

I. ①化… II. ①王… III. ①化学教学—教学研究 IV. ①06

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 300215 号

出 版 人: 张华斌

出版发行: 广西教育出版社

地 址: 广西南宁市鲤湾路 8 号 邮政编码: 530022

电 话: 0771-5865797

本社网址: <http://www.gxeph.com>

电子信箱: gxeph@vip.163.com

印 刷: 广西地质印刷厂

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 23

字 数: 415 千字

版 次: 2015 年 12 月第 1 版

印 次: 2015 年 12 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5435-8052-7

定 价: 43.00 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系调换。

序

20 世纪 90 年代中期, 广西教育出版社策划出版了《学科现代教育理论书系》(以下简称《书系》), 被列为“九五”国家重点图书出版规划项目, 并获得了国家图书奖。本人有幸担任《书系》的化学丛书主编, 汇集了国内主要的研究力量, 着重梳理了当时国内化学教育界在化学教学论、化学学习论、化学实验教学研究、化学教育测量与评价、化学教育史等领域研究的成果。这套丛书反映了改革开放以来我国化学教育理论工作者的研究思维, 展示了国际科学教育研究的动态, 构筑了 21 世纪中国化学教育“本土化”发展的广阔前景, 为我国年轻一代学者的成长, 特别是研究生教育提供了实用的观点和方法。今天, 距《书系》的化学丛书出版整整过去了 18 个年头, 中国的化学教育在理论和实践上都有了“量”和“质”的飞跃, 特别是随着 21 世纪初我国基础教育课程的改革和实施, 化学教育的研究课题更为广泛, 研究方法更加多元, 研究内容也更有深度。毫无疑问, 现在又到了可以认真总结我国化学教育理论与实践成果的时代节点, 广西教育出版社再度策划出版《中国化学教育研究丛书》, 正当其时, 承先启后, 展望未来, 意义深远!

领衔编撰《中国化学教育研究丛书》的华东师范大学化学系王祖浩教授, 是我 20 世纪 80 年代初最早指导的研究生, 也是当年《书系》化学丛书的主要作者之一。他长期致力于化学课程研制与实施、化学课程与教材的国际比较、化学学科教学心理学等多方面的研究, 成果丰硕。由他领衔的团队十余年来主持我国基础教育化学课程标准的研制, 在化学教育研究的“本土化”和“国际化”方面均有出色的工作。我相信, 他能将中国化学教育的“继承”与“转型”两项任务很好地体现在这套新丛书中。

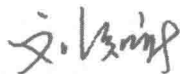
这套丛书立意高远, 指向清晰, 特点鲜明: (1) 立足中国本土, 以中国学

者的眼光,选择具有中国特色的化学学科教育的热点问题,展开兼具原创性和实证性的工作,力求从新的视角梳理我国化学教育的历史脉络,提炼化学教育的“中国问题”;(2)继承中国化学教育的优良传统,借鉴国外科学教育研究的经验,深入探讨影响化学教育系统运行的微观因素,揭示化学教育的若干规律;(3)选取的课题广泛,涉及“教科书学习难度评估”“概念的认知研究”“化学课程教学”“科学过程技能”“实验研究方法”等一系列内容,研究的问题具体而深入,研究方法的操作性强,研究结论翔实并富于启迪性。因此,本丛书有望形成新时期中国化学教育研究的标志性成果,将为中国化学教育基础研究的深入展开和中学化学教学实践的优化提供方法论指导。

学科教育理论的形成是学科发展与建设不断完善、充实和长期积淀、提升的结果,需要几代学者为这一宏伟工程而不懈奋斗!《中国化学教育研究丛书》是一项为化学教育学科建设开拓并打牢坚实根基的工作,宜“精益求精”,用“攻关拔寨”的精神来完成,在不断的锤炼中形成精品!作为在中国化学教育园地中耕耘了六十多年的一名老教师,看到这套研究丛书陆续出版,倍感欣慰,也衷心地感谢为这项重大工程做出巨大努力的全体作者和编者!期待更多有志于化学教育研究和实践的广大读者从书中获得有益的启发和帮助。我们坚信,只要广大的化学教育工作者勤于学习、不畏艰难、勇于探索,一定能将中国化学教育的美好蓝图变为现实!

谨以此为序,愿与本丛书的作者、编者和读者共勉。

北京师范大学教授



2015年12月

刘知新:我国著名化学教育家,北京师范大学化学学院教授。曾任教育部高等学校理科化学教材编审委员会委员,国家教委高等学校理科化学教学指导委员会委员,教育部中小学教材审定委员会化学科审查委员,中国教育学会化学教学研究会理事长,中国化学会化学教育委员会副理事长。中国化学会《化学教育》杂志的创办人和原主编。享受国务院颁发的政府特殊津贴。

前言

人们对新事物的认知总是建立在已有知识的基础上。先前概念的认知会或多或少地影响对后续概念认知的诠释,在认知机制的参与下,先前概念认知范畴通过吸纳相关事件而得到扩展。当频繁出现的认知活动被概念化时,这些认知内容就成了概念范畴的中心元素,并作为参照点来认知那些拥有同样概念范畴特征的客观事件。概念认知自始至终循踪于前概念不断成熟完善、不断深入拓展以及误概念不断被修正,以至逐渐形成科学概念的发展轨迹。

概念是任何一个学科知识体系中最基本的元素。概念是一种心理表征,包含着个人对一个或一类事物区别于其他事物的属性或结构信息。概念认知就是对这一事物心理表征的获得,包括学生接受教育之前已有的前概念和后续学习过程中形成的误概念的修正和转变。前科学概念指那些在日常生活中由于非正式的经验所导致的认知结果,即学习科学概念以前已具有的概念。误概念指的是在正式学习中由于误解而形成的概念。有些前概念属于错误认识,应当消除并用科学概念来替代;有些前概念是学生从自己的角度所理解的概念,在日常生活中通常是合理、有效的。

化学概念有时与日常语言接近,内涵上会有相似之处,但作为化学专业领域用语,必然存在特殊的内涵和属性,与常言道出的日常概念还有很多不同,学习者有时会“偷换概念”,容易形成与科学概念不符合的理解偏差甚至错误。学生头脑里已有的知识对新概念的学习会产生积极或消极的影响,因此,教学过程中应该充分考虑学生已有的知识。优秀的教师会善于利用学生头脑中已有的正确的或错误的先前认识,就好像借助学生已有的认知“种芽”,铺垫给它一片肥沃的信息“土壤”,帮助学生搭建通往科学概念的生长“支架”,促进概念认知不断发展。

本书聚焦于化学基本概念的认知研究,研究了物质的量、原子结构、元素周期律、氧化还原反应、电化学、化学键、化学平衡、酸碱、化学反应速率、热化学以及有机化学反应等主题内容下的一些使用频率较高的基本概念。书中透视了不同化学知识主题下学生的前概念、误概念,展现了通过调查访谈研究得出的学生自己理解的相关化学概念的各种“面貌”,以及产生这些“丰富多彩面貌”的缘由,探讨了可以借助其作为继续“生长”的概念教学的“种子”;通过个案研究,凭借概念教学案例的精细分析和教学策略的选择应用,探讨如何促进学习者向科学的概念认知方向转变。

本书的研究过程和结论切实地改变着教育者的观念和行为。教学者们曾一味秉承灌输和单向交流的教学格局,并对此无所察觉、习以为常。要改变这种“知识压迫”,摆脱教学思想和实践的贫困,可借本书,抛砖引玉,领会精神,寻求概念认知的发展逻辑,理解学习者眼中的概念形成的机制,从中深切悟道,未雨绸缪,达成高效教学。

丁伟负责本书框架设计和内容撰写,其中相关问卷调查数据和访谈信息由李云辉、吴宇惠、熊湘、戴荣婷、李忠燕、马慧和吴长坤等协助收集和整理。书稿写作过程中得到了王祖浩教授的悉心指导和各方面的鼎力支持,在此深表谢意。限于作者的视域和研究样本的局限,文中的观点和结论存在不当之处,恳请读者不吝赐教。

作者

于2015年12月

目 录

第一章	概念的认知研究 / 1
第一节	概念的理论研究 / 3
一、	前概念 / 3
二、	误概念 / 5
三、	概念转变 / 7
第二节	概念研究的方法 / 11
一、	调查访谈 / 11
二、	概念图 / 13
三、	多重概念诊断 / 15
第三节	概念转变的相关理论 / 19
一、	认知冲突理论 / 19
二、	知识重构理论 / 20
三、	本体论的概念转变理论 / 20
第四节	概念转变的教学研究 / 22
一、	基于理论材料学习的概念转变 / 22
二、	基于测验诊断的概念转变 / 24
三、	基于交互式技术的概念转变 / 25
第二章	物质的量相关概念的认知研究 / 28
第一节	物质的量的本体特征 / 29
一、	物质的量概念的发展 / 30
二、	物质的量概念的内涵与外延 / 31

第二节 物质的量前概念的研究 / 33

一、研究的问题与方案 / 33

二、调查与发现 / 34

三、分析与讨论 / 35

四、结论 / 40

第三节 物质的量误概念的研究 / 42

一、研究的问题与方案 / 42

二、调查与发现 / 43

三、分析与讨论 / 46

四、结论 / 47

第四节 物质的量概念转变的研究 / 48

一、研究的问题与方案 / 48

二、物质的量和摩尔的教学案例研究 / 48

三、气体摩尔体积的教学案例研究 / 52

四、结论 / 54

第三章 原子结构相关概念的认知研究 / 57

第一节 原子结构前概念的研究 / 59

一、研究的问题与方案 / 59

二、原子形状、结构、大小的前概念 / 59

三、电子云的前概念 / 61

四、能层与能级的前概念 / 62

五、结论 / 63

第二节 原子结构误概念的研究 / 65

一、研究的问题与方案 / 65

二、电子云的误概念 / 65

三、能层、能级、原子轨道、电子能量的误概念 / 68

四、原子核外电子排布的误概念 / 71

五、结论 / 73

第三节 原子结构概念转变策略的研究 / 75

一、概念转变的类比策略 / 75

二、概念转变的表象策略 / 76

三、概念转变的概念图策略 / 78

第四章

四、概念转变的样例策略 / 79

五、概念转变的隐喻策略 / 80

元素周期律相关概念的认知研究 / 82

第一节 元素周期律的本体知识 / 84

一、元素金属性、非金属性 / 84

二、金属活泼性 / 84

三、金属性、金属活泼性的区别和联系 / 85

第二节 元素周期律前概念的研究 / 86

一、金属性、非金属性的前概念研究 / 86

二、金属活泼性的前概念研究 / 88

三、微粒半径的前概念研究 / 90

四、元素气态氢化物稳定性的前概念研究 / 93

五、元素最高价氧化物对应水化物的前概念研究 / 94

第三节 元素周期律误概念的研究 / 96

一、微粒半径的误概念研究 / 96

二、金属性、非金属性的误概念研究 / 100

三、金属活泼性的误概念研究 / 103

四、元素气态氢化物稳定性的误概念研究 / 105

五、元素最高价氧化物对应水化物酸碱性的误概念研究 / 107

第五章

氧化还原反应相关概念的认知研究 / 110

第一节 氧化还原反应概念的本体知识 / 112

一、氧化还原反应相关概念概述 / 112

二、基于误概念的教学研究 / 114

第二节 氧化还原反应误概念的研究 / 117

一、研究的问题与方案 / 117

二、误概念的研究 / 118

三、结论 / 125

第三节 氧化还原反应概念转变的研究 / 126

一、概念转变的类比策略 / 126

二、概念转变的样例策略 / 128

三、概念转变的图式策略 / 131

四、概念转变的隐喻策略 / 133

第六章

五、概念转变的表象策略 / 135

电化学相关概念的认知研究 / 139

第一节 电化学误概念的研究 / 140

一、电化学的误概念 / 140

二、概念研究方法 / 144

第二节 电化学误概念的成因 / 150

一、前概念的影响 / 150

二、物理学概念的干扰 / 150

三、教材不明确的定义 / 151

四、教师不精确的表述 / 151

第三节 电化学的概念转变 / 153

一、学生概念建构的模式 / 153

二、化学概念转变的教学策略 / 155

三、电化学概念教学的建议 / 157

第四节 电化学概念的表征 / 161

一、电化学概念表征的研究 / 161

二、不同年级学生表征层次的差异 / 164

三、电化学概念表征的特点 / 167

第七章

化学键相关概念的认知研究 / 169

第一节 化学键误概念的诊断 / 171

一、化学键的误概念 / 171

二、化学键的科学概念 / 174

三、化学键的误概念诊断 / 176

第二节 化学键误概念的成因 / 180

一、概念本身的抽象性 / 180

二、固有概念的局限性 / 180

三、不合理的教学模式 / 183

四、教师存在误概念 / 183

第三节 化学键的概念转变 / 185

一、概念转化为教材 / 185

二、调整教学内容结构 / 188

	第四节 化学键概念的教学研究 / 193
	一、优化课堂组织模式 / 193
	二、数字化的教学技术 / 197
第八章	化学平衡概念的认知研究 / 199
	第一节 化学平衡前概念的研究 / 201
	一、化学平衡状态的动态性 / 201
	二、化学反应限度的研究 / 203
	第二节 化学平衡误概念的研究 / 204
	一、化学平衡的“左右两向性” / 205
	二、化学平衡状态的判断 / 206
	三、勒夏特列原理的应用 / 207
	第三节 化学平衡概念的教学诊断 / 212
	一、化学平衡误概念的诊断 / 212
	二、化学平衡误概念的转变 / 213
	第四节 化学平衡概念的教学 / 214
	一、合作学习（拼图学习或交错学习） / 214
	二、多重类比 / 215
	三、教学技术辅助 / 217
第九章	酸碱相关概念的认知研究 / 219
	第一节 酸碱概念的发展 / 220
	第二节 酸碱误概念的研究 / 223
	一、研究的问题与方案 / 223
	二、酸碱误概念的研究 / 225
	三、结论 / 233
	第三节 酸碱概念转变的研究 / 235
	一、概念转变的样例策略 / 235
	二、概念转变的 Flash 动画策略 / 236
	三、概念转变的演示实验策略 / 237
第十章	化学反应速率相关概念的认知研究 / 239
	第一节 化学反应速率概念的发展 / 241
	一、化学反应速率概念的特征 / 241
	二、化学反应速率相关概念的认知过程 / 243

第二节 化学反应速率前概念的研究 / 246

一、研究的问题和方案 / 246

二、化学反应速率前概念的研究 / 248

三、结论 / 253

第三节 化学反应速率误概念的研究 / 254

一、研究的问题和方案 / 254

二、调查结果 / 255

三、分析讨论 / 256

四、结论 / 259

第四节 化学反应速率概念转变的研究 / 262

一、化学反应速率概念转变的研究 / 262

二、影响化学反应速率因素概念转变的研究 / 265

三、碰撞理论概念转变的研究 / 267

第十一章 热化学相关概念的认知研究 / 270

第一节 热化学相关概念的本体特征 / 272

一、能量守恒 / 272

二、反应热 / 273

三、焓 / 274

四、中和热 / 274

五、燃烧热 / 274

六、键能 / 275

七、活化能 / 275

八、放热反应和吸热反应 / 275

九、热化学方程式 / 276

十、盖斯定律 / 277

第二节 热化学前概念的研究 / 278

一、研究的问题与方案 / 278

二、研究结果 / 282

三、分析讨论 / 289

第三节 热化学误概念的研究 / 291

一、研究的问题与方案 / 291

二、结果及分析 / 295

三、结论 / 302

第四节 热化学概念转变的研究 / 306

一、能量守恒概念转变策略 / 307

二、中和热概念转变策略 / 307

三、燃烧热概念转变策略 / 308

四、放热反应与吸热反应概念转变策略 / 310

五、活化能概念转变策略 / 311

六、热化学方程式概念转变策略 / 312

七、概念转变策略 / 313

八、概念巩固策略的探讨 / 314

九、概念的学习路径 / 315

第五节 不同年级大学生热化学概念的认知比较 / 317

一、研究的问题与方案 / 317

二、结果与分析 / 319

三、原因探析 / 323

第十二章 有机化学反应相关概念的认知研究 / 324

第一节 有机化学反应前概念的研究 / 326

一、研究的问题与方案 / 326

二、研究结果 / 327

三、结论 / 329

第二节 有机化学反应误概念的研究 / 331

一、研究的问题和方案 / 331

二、研究结果 / 332

三、结论 / 337

第三节 有机化学反应概念转变的研究 / 339

一、有机化学反应类型概念转变研究 / 339

二、化学反应物质性质概念转变研究 / 341

三、化学反应机理概念转变研究 / 343

四、结论 / 344

主要参考文献 / 346

第一章 概念的认知研究

概念 (Idea, Notion, Concept) 是反映对象的本质属性的思维形式。人类在认识过程中, 从感性认识上升到理性认识, 把所感知的事物的共同本质特点抽象出来, 加以概括, 就成为概念。表达概念的语言形式是词或词组。概念都有内涵和外延, 即其含义和适用范围。概念随着社会历史和人类认识的发展而变化。

概念是反映对象本质属性的思维方式, 是人们通过实践, 从对象的许多属性中, 抽出其特有的属性概括而成。科学认识的成果都是通过形成各种概念来加以总结和概括的。概念的认知过程就是学习把具有共同属性的事物集合在一起并冠以一个名称, 把不具有此类属性的事物排除出去。概念获得即意味着概念理解, 其前提条件是概念在人脑中表征呈现出来。从概念心理表征的角度看, 概念理解就是学习者对概念形成了恰当的心理表征。

科学概念 (Scientific Concepts) 是指组织起来构成的、系统的科学知识。它来自科学家共同体对世界的认识, 同时也帮助科学家组织对世界的观察和发现, 它包含的内容是开放的、动态变化的。

科学概念可以是一些自然的语言, 如动物、植物、原子、热能等等, 也可以是运用一定的语言规则, 由科学家建造更复杂的知识结构的表达, 使用数据、方法、理论和其他概念相连。例如, “电是一种能量” 就是一种概念的表达。

由于科学研究的需要，人们对概念做出了限制：对一般概念可以有不同理解，而对科学概念要求就十分严格。科学概念具有专义性、系统性、稳定性、精确性等特征。

从科学概念学习的认知发展过程和准确性的角度，可以分为前概念、误概念、概念转变等认知阶段。

本章着重阐述：

- (1) 科学概念认知过程中的前概念、误概念和概念转变的具体含义是什么？
- (2) 概念认知的研究方法有哪些？
- (3) 概念转变的理论基础是什么？
- (4) 概念转变在教学中如何应用？

第一节 概念的理论研究

一、前概念

前科学概念简称前概念 (Preconcept), 指学生在没有接受正式的科学概念教育之前, 对日常生活中所感知的现象, 通过自身长期的经验积累与辨别式学习而形成的对事物的非本质的认识。^[1]

科学概念的学习基于前概念的学习。前概念有下列特征:

- (1) 学生在学习前已经从日常生活中获得了与科学概念完全不同的前概念。
- (2) 部分前概念在接受科学教育时表现得很牢固, 很难改变。^[2]
- (3) 部分前概念虽然通过教学有所改变, 但仍旧以不正确的形态存在于学生的认识中。
- (4) 学生头脑中牢固的前概念与教育中所学的科学概念相结合, 形成了错误的概念。

因此, 前概念具有广泛性、稳固性、隐蔽性等特点。

国外关于前概念的研究较早, 如霍尔 (S. Hall) 在 1903 年开展的关于儿童对自然现象的观念调查^[3]; 皮亚杰在 1929—1930 年研究了儿童对于自然现象的观点和看法^[4]; 皮亚杰在 1945 年利用两物体追赶的实验探查学生对“速度”概念的理解, 研究显示 9 岁前的儿童对速度的判断依据是直觉^[5]。20 世纪 80 年代, 国外众多学者对于前概念的研究较多, 主要集中在分析前概念的形成原因和探寻前概念转变的教学策略方面。相比国外研究而言, 国内对于前概念的研究起步较晚, 目前主要集中于前概念的探查、前概念对教学的影响和前概念的转变策略领域上。

[1] VYGOTSKY L S. Play and its role in the mental development of the child [J]. Voprosy Psikhologii, 1966: 62-76.

[2] DUIT R. Research on students' conceptions—developments and trends [J]. Institute for Science Education, 1993: 1-2.

[3] 奥苏伯尔, 等. 教育心理学: 认知观点 [M]. 余星南, 宋钧, 译. 北京: 人民教育出版社, 1994: 23-24.

[4] 索里, 特尔福德. 教育心理学 [M]. 高觉敷, 等, 译. 北京: 人民教育出版社, 1982: 160.

[5] 皮亚杰. 皮亚杰教育论著选 [M]. 卢焕选, 译. 北京: 人民教育出版社, 1990: 38.