

突出创新思维和科学研究是加强无机化学教材建设的前提 ——编写《无机化学探究式教学丛书》

薛东, 高玲香, 胡满成, 翟全国*, 张伟强, 刘志宏, 高胜利

陕西师范大学化学化工学院, 西安 710062

摘要: 通过对比国内外教材的不同特色和无机化学的飞速进展, 找出差距和不足; 依据教育部提出的“教学改革改到实处是教材”为宗旨, 提出编写《无机化学探究式教学丛书》的设想和做法。力图在探索中突出创新思维和科学研究, 体现出强化教材育人功能和中华民族的价值观体系, 形成中国特色、世界水平的老师教学、学生学习的重要工具, 从而推进无机化学课程思政建设。

关键词: 创新思维; 科学研究; 无机化学; 教学丛书; 探究式

中图分类号: G64; O6

Strengthening Textbook Construction of Inorganic Chemistry with Highlighting Innovative Thinking and Scientific Research as the Premise: Compiling “Inquiry Teaching Series of Inorganic Chemistry”

Dong Xue, Lingxiang Gao, Mancheng Hu, Quanguo Zhai*, Weiqiang Zhang, Zhihong Liu, Shengli Gao

School of Chemistry and Chemical Engineering, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China.

Abstract: By comparing the different characteristics of domestic and international textbooks with the rapid progresses of inorganic chemistry, the gaps and deficiencies are identified. According to the aim of “teaching reform should be transformed into textbooks” put forward by the Ministry of Education, the tentative idea and practice of compiling “Inquiry Teaching Series of Inorganic Chemistry” are proposed. We aim to highlight innovative thinking and scientific research in this exploration, and reflect the strengthening of the educational function of textbooks and the value system of the Chinese nation. “Inquiry Teaching Series of Inorganic Chemistry” should be an important tool for teachers and students.

Key Words: Innovative thinking; Scientific research; Inorganic chemistry; Series of books; Exploration

本科一年级的无机化学课程是化学学科的基础和母体。作为学生从中学步入大学后的第一门化学主干课程, 它在整个化学教学计划的顺利实施及培养目标的实现过程中起着承上启下的作用, 其教学效果的好坏对学生今后的学习至关重要。一本好的无机化学教材对培养学生的创新意识和科学品质具有重要的作用。鲍浩波等^[1,2]详细总结了我国无机化学教材的发展历史, 展示了我国高校无机化学教材建设工作从无到有, 再进入快速发展期, 教材质量和数量都有了明显提高, 保证了我国基

收稿: 2021-11-14; 录用: 2021-12-17; 网络发表: 2022-04-22

*通讯作者, Email: zhaiqq@snnu.edu.cn

基金资助: 陕西省一流本科课程“无机化学”(2021); 陕西师范大学“课程思政”示范课建设项目“无机化学”

础无机化学教学和高等教育的正常发展。然而与国外某些先进教材^[3-6]相比尚有不足。在当今新形势下,教育部提出“要把人才培养的质量和效果作为检验一切工作的根本标准”^[7],无机化学教材的质量提升又到了一个新的阶段。如何在新型教材中强化价值引领,助推专业教育与思政教育相融,如何立足中国实践、反映国情民情、紧跟时代步伐、服务国家需求,如何凸显创新思维和科学研究、实现“知识-能力-素质融合”,正是我们一线教师应该探索的、担当的。我们希望静下心来像做科学研究那样做教学研究,研究如何编写与时俱进的基础无机化学教材,探索出一条行之有效的做法,起到抛砖引玉的效果。

1 基础无机化学教材的问题在哪里

我们首先思考,基础无机化学教学和教材的问题在哪里。在课堂上,教师经常面对学生学习兴趣不高的情况,尽管原因多样,但教材内容和教学内容陈旧是重要原因之一。张树永教授等^[8]认为:所有的创新都是在兴趣驱动下进行积极思维和创造性活动的结果,兴趣是创新的前提和基础。他们在教学中发现,学生对化学史、化学领域的新进展和新成就,对化学在高新技术领域的重大应用、重要贡献都表现出极大的兴趣和感知能力。因此,在本科教学阶段重视激发学生的求知欲、好奇心和学习兴趣是首要的。

有不少学者对国内外无机化学教材做了对比分析^[9-13]。我们也进行了研究,发现国内外无机化学教材有很多不同之处,概括起来主要有如下几方面:

(1) 国外无机化学教材涉及知识内容更多,不仅包含无机化合物微观结构和反应机理等,还涉及相当多的无机化学前沿课题及学科交叉的内容。国内无机化学教材知识结构较为严密、体系较为保守,不同教材的知识体系和内容基本类似。

(2) 国外无机化学教材普遍更关注基本原理与实际应用之间的联系,设置较多的科研实践内容或者学科交叉栏目,可读性强。国内无机化学教材知识专业性强但触类旁通者少,应用性相对较弱,所设应用栏目与知识内容融合性略显欠缺。

(3) 国外无机化学教材十分重视教材的“教育功能”,所有教材开篇都设有使用指导、引言等,帮助教师和学生更好地理解各种内容设置的目的和使用方法。另外,教学辅助信息量大、图文并茂,这些都能够有效发挥引导学生自主探究的作用。国内无机化学教材普遍十分重视化学知识的准确性、专业性,知识模块的逻辑性,往往容易忽视教材本身的“教育功能”。

以这样的国内教材教学,自然学生会感到死板而无兴趣,很难达到实施教学目的和内涵提升的要求。过多注重提高认知能力、注意力和记忆力,而达不到培养学生的理解力、思考力和判断力,以及激发创造能力的目的。我们提倡要“通过基础课培养学生的科研思维”^[14],突出创新思维形成。

2 编写《无机化学探究式教学丛书》的设想和做法

依据上面的调研,为适应我国高等教育事业的发展要求,陕西师范大学无机化学教研室在请教无机化学界多位前辈、同仁,以及深刻学习领会教育部高等学校化学类专业教学指导委员会制定的“化学类专业本科教学质量国家标准”^[15]的基础上,对无机化学课堂教学进行改革,并配合教学改革提出了编写《无机化学探究式教学丛书》的设想。

2.1 教学丛书编写目标

依据上面的分析,为了适应日益发展的高等教育事业,基础无机化学新的教材建设已刻不容缓。我们拟编写《无机化学探究式教学丛书》作为基础无机化学教学的辅助物。其宗旨是大胆突破已有的固化框架,以利于促进学生科学素养发展的视角出发为基点,突出创新思维和科学研究方法为导向,立足于教师好使用、学生好自学为努力方向。因此,《无机化学探究式教学丛书》的编写目标应为:

(1) 立足于本科一年级基础无机化学教学使用。适用于理科、师范类和普通高校师生参考使用。

同时也满足从事无机化学研究事业的人们作为重要参考资料。

(2) 不采取“拿来主义”，编写一部“因不同而精彩”的全新教科书，使之素材丰富、内容编排合理、页面布局活泼，力争达到科学性、知识性和趣味性兼而有之。

(3) 学习张青莲和申泮文主编的历史巨著《无机化学丛书》的创新精神，力争使本丛书为“半科研性质”的，力图反映出教学与科研的紧密结合，既保持教科书的“六性”(思想性、科学性、创新性、启发性、先进性、可读性)，又能展示出学科的进展和前瞻性，合理体现教材的“高阶性、创新性和挑战度”。

2.2 教学丛书编写的特点

(1) 教材内容“求新”。“求新”是指将新的学术思想、内容、方法及应用等及时纳入教学，以适应科学技术发展的需要，具备重基础、知识面广、可供教学选择余地大的特点。

(2) 教材内容“求精”。“求精”是指在融会贯通教学内容的基础上，首先保证以最基本的内容、方法及典型应用充实教材，实现经典理论与学科前沿的自然结合。促进学生求真学问，不满足于“碎、浅、薄”的知识学习，而追求“实、深、厚”的知识养成。

(3) 充分发挥教材的“教育功能”，通过基础课培养学生的科研素质。正确、适时地介绍无机化学与人类生活的密切联系，无机化学当前研究的发展趋势和热点领域，以及学科交叉内容，因为交叉学科往往容易产生创新火花。适当增加拓展阅读和自学内容，增设“历史事件回顾”“研究无机化学的物理方法介绍”两个专题栏目。

(4) 引入知名科学家的思想、智慧、信念和意志的介绍，重点突出中国科学家对化学学科领域的贡献，助推专业教育与思政教育相融合，以利于学生创新思维和家国情怀的培养，利于“知识-能力-素质的融合”。

2.3 教学丛书的研究方法

正如前文所述，我们要像做科研那样研究教学，研究思想同样蕴藏在本套教学丛书中。

(1) 凸显文献介绍，尊重历史，还原历史。我国著名教育家、化学家傅鹰教授曾经多次指出：“一门科学的历史是这门科学中最宝贵的一部分，因为科学只能给我们知识，而历史却能给我们智慧。”基础课教材适时、适当引入化学史例，有助于培养学生正确的价值观，激发学生学习化学的兴趣，培养学生献身科学的精神和严谨治学的科学态度。我们尽力查阅了一般教材和参考书籍未能提供的必要文献，并使用原始文献，以帮助学生理解和学习科学家原始创新思维和科学研究方法。对原理和历史事件，编写中力求做到尊重历史、还原历史、客观公正，对新问题和新发展做到取之有道、有根有据。希望这些内容也有助于解决青年教师备课资源匮乏的问题。

(2) 凸显学科发展前沿。教材创新要立足于真正起到导向的作用，要及时、充分反映化学的重要应用实例和化学发展中的标志性事件，凸显化学新概念、新知识、新发现和新技术，起到让学生洞察无机化学新发展、体会无机化学研究乐趣，延伸专业深度和广度的作用。例如，氢键已能利用先进科学手段可视化^[16,17]，多数教材对氢键的介绍却仍停留在“它是分子间作用力的一种”的层面，本丛书则尝试从前沿的视角探索氢键^[18]。

(3) 凸显中国科学家的学术成就。中国已逐步向世界科技强国迈进，无论在理论方面，还是应用技术方面，中国科学家对世界的贡献都是巨大的。例如，唐敖庆院士、徐光宪院士、张乾二院士对簇合物的理论研究，赵忠贤院士领衔的超导研究，张青莲院士领衔的原子量测定技术，中国科学院近代物理研究所对新核素的合成技术，中国科学院大连化学物理研究所的储氢材料研究，我国矿物浮选的新方法研究等，都是走在世界前列的。这些事例是提高学生学习兴趣和激发爱国热情最好的催化剂。

(4) 凸显哲学对科学研究的推进作用。科学的最高境界应该是哲学思想的体现。哲学可为自然科学家提供研究的思维和准则，哲学促使研究者运用辩证唯物主义的世界观和方法论进行创新研究。

明显的, 这对学生树立社会主义“世界观、人生观、价值观”三观、践行好社会主义核心价值观是有积极作用的。

2.4 教学丛书的编写实践

(1) 教学研究领先。

① 有人质疑: 既然是满足基础无机化学教学, 何苦做那么大? 郑兰荪院士在给本丛书写的序中说: “高校的教材不像中学的教科书, 更多的是起着教学参考书的作用。”我们在丛书中既要给教师和学生提供丰富的资料, 又要留有极大的想象空间。国外好一点的无机化学教材就是单本也要上千页。例如, 由英国J. D. Lee编著的《Concise Inorganic Chemistry》(1991)^[19], 虽冠以“简明”, 全书还是有1032页。

② 注重内容的科学性。

丛书总的编排上还是符合国内外主流教材的内容次序的, 似乎没有多大变化。然而我们更重视的是结构和内容编排上的创新。例如, 第2、3分册, 我们并未按国内外主流教材常常单列为一章“原子结构”, 或设计为章题“原子结构与元素性质”或“原子结构与元素周期律(系)”的做法, 而是分为“原子与原子结构”和“元素和元素周期律”两个分册^[20]。这样一下子就将问题展开, 反而更加规范, 能将新知识引入。论文评审意见说“解决了《无机化学》教材国内外多年未解决的问题”。明确阐述了我们的观点, 这是符合科学规律和认识规律的。

③ 加大元素部分新知识介绍。

为此, 我们拟了许多课题分别予以探索。例如, “非金属同素异形体是功能材料的宝库之一”, 开展了对10种典型非金属同素异形体的内容整理, 包括定义的发展、相图的指导、现代科学技术发展对合成方法的开拓、计算化学对同素异形体的预测和制备作用及其在材料中的应用。丛书编写团队为内容的有效拓展准备了大量资料, 已发表10篇教学论文。

④ 厚实的理论部分实践。

之前探索并出版了《化学元素新论》一书^[21], 这是对无机化学教材内容改革较为深入的探索, 包括一些概念和定义界定、内容和观点的发展、基础与发展的平衡。可以说, 编写过程是一种炼狱, 也是一种学习, 从中获取的经验也是对教学丛书编写要求的保证。该书被评论为是“突出创新思维和科学研究方法的化学元素研究”^[22]。

⑤ 从书中引入不同学术观点事例, 是为了加强教学与科研的紧密结合。这些事例可增长学生的批判性思维。1987年, 美国批判性思维研究中心主任保罗(Richard Paul)称^[23]: “批判性思维是积极地、熟练地、灵巧地应用、分析、综合或评估由观察、实验、推理所获得的信息, 并用其指导信念和行动。20世纪80年代以来, 美国已把批判性思维作为高等学校培养的目标之一。例如, 有关“杂化轨道理论是否过时?”^[24,25], “过渡金属不适用于VSEPR理论”^[26], “一个常见的无机化学教科书错误: 在晶场稳定能量表达式中错误地使用配对能量”^[27]等, 在教材中引用还是有积极意义的。有时的成长在细节, 有时的“灵感”在瞬间。

(2) 建立质量保障体系。

① 从2018年筹划到2019年5月开始, 我们在教育部高等学校化学类专业教学指导委员会主任、厦门大学郑兰荪院士, 秘书长、厦门大学朱亚先教授, 《大学化学》主编、北京大学王颖霞教授, 《化学教育》副主编、北京师范大学朱玉军教授(已聘请4位作为丛书编辑委员会顾问)的亲切、热情、严格指导下, 并获得科学出版社的鼎力支持和业务指导, 成立了由22位一线教师组成的丛书编辑委员会, 并吸纳多位相关大学一线教师做副主编, 完整地确定了22个分册的编写大纲(表1)。

② 丛书采取总编负责制, 分册采取主编负责制, 成熟一本出版一本。分册各请国内知名专家审阅。分册大纲、初稿、终稿由丛书编辑委员会全体委员经学术研讨会严格把关通过后提交。目前, 教学丛书编写已顺利进行, 交编辑审阅10个分册, 已出版了第1-4分册。

表1 《无机化学探究式教学丛书》分册一览表

分册序号	分册书名	主编	分册序号	分册书名	主编
第1分册	物质的聚集状态及晶体结构基础	高玲香	第12分册	碱金属元素	张航
第2分册	原子与原子结构	刘志宏	第13分册	碱土金属元素	郑浩铨
第3分册	元素与元素周期表	胡满成	第14分册	硼族元素	刘志宏
第4分册	化学键与分子结构	李淑妮	第15分册	碳族元素	简亚军
第5分册	化学热力学初步	曹睿	第16分册	氮族元素	魏灵灵
第6分册	化学动力学初步	张伟	第17分册	氧族元素	顾泉
第7分册	酸碱理论和溶剂化学	李淑妮	第18分册	卤族元素	马艺
第8分册	沉淀溶解平衡	赵娜	第19分册	稀有气体	焦桓
第9分册	氧化还原反应及电化学应用	王红艳	第20分册	d区元素	薛东旭
第10分册	配位化合物基础及应用	翟全国	第21分册	ds区元素	蒋育澄
第11分册	氢化学与氢能	张伟强	第22分册	f区元素	徐玲

3 结语

(1) 2021年全国教务处长会议上, 高教司长吴岩一再强调“强化教材育人功能”, 认为教材是学校教育教学的根本依据, 教材体现着一个国家、一个民族的价值观体系。我们认为突出创新思维和科学研究是加强无机化学教材建设的前提, 实践编写《无机化学探究式教学丛书》正是身体力行, 符合会议精神。

(2) 徐光宪院士认为, 一本好的教材要能经得起时间的考验, 秘诀只有一条, 就是“千方百计为读者着想”^[28]。要做到: ① 掌握本课程的基础知识, 了解本学科的最新成就和发展趋势; ② 在读完这本书和做完每章的习题后, 在潜移默化中学到科学的思考方法、学习方法和研究方法, 能够用学到的知识分析和解决遇到的问题; ③ 要易学、易懂、易教。朱清时院士认为最好的基础课教材应该要尽量保持系统性, 即尽量保证系统、清晰、易懂。清晰、易懂就是自学的人拿来读都能够引人入胜^[29]。我们的探索就是朝这个方向努力的。

(3) 创新是必须的, 也是艰难的, 这套《无机化学探究式教学丛书》体现了我们进行教学改革决心, 更凝聚了前辈们和编者们的集体智慧, 希望能够得到大家认可。欢迎专家和同行提出宝贵建议, 我们定将努力使之不断完善, 力争将其做成良心之作、创新之作、特色之作、实用之作, 切实体现中国无机化学教材的民族特色。

参 考 文 献

- [1] 鲍浩波. 化学教育, 2015, 36 (24), 12.
- [2] 李颖, 鲍浩波. 化学教育, 2019, 40 (16), 10.
- [3] 卞江. 大学化学, 2004, 19 (2), 63.
- [4] 卞江. 大学化学, 2004, 19 (5), 61.
- [5] 苏勉曾. 大学化学, 2009, 24 (4), 71.
- [6] 王宝珍, 韩爽, 周伟红, 刘松艳, 徐家宁. 大学化学, 2010, 25 (6), 83.
- [7] 新华网. 教育部: 对大学生合理“增负”改变轻松就能毕业情况. [2022-04-21].
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1603890655637670775&wfr=spider&for=pc>
- [8] 张树永, 宋其圣. 大学化学, 2005, 20 (4), 14.
- [9] 姚光庆. 大学化学, 1997, 12 (4), 59.

- [10] 李京卿. 大学普通化学教材的比较研究[硕士学位论文]. 上海: 华东师范大学, 2006.
- [11] 张世勇, 胡乔生, 李增海. 化工高等教育, **2010**, No. 6, 99.
- [12] 顾海娜. 中外普通化学教材比较研究[硕士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2013.
- [13] 韩爽. 《无机化学》与《Chemistry》比较研究[硕士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2011.
- [14] 杨奇, 陈三平, 谢钢, 高胜利. 中国大学教学, **2016**, No. 4, 31.
- [15] 朱亚先, 张树永. 中国大学教学, **2015**, No. 2, 31.
- [16] Zhang, J.; Chen, P.; Yuan, B.; Ji, W.; Cheng, Z.; Qiu, X. *Science* **2013**, 342 (6158), 611.
- [17] De Marco, L.; Thamer, M.; Reppert, M.; Tokmakoff, A. *J. Chem. Phys.* **2014**, 141 (3), 034502.
- [18] 李淑妮, 翟全国, 蒋育澄, 胡满成, 杨奇, 高胜利. 化学教育, **2019**, 40 (22), 15.
- [19] Lee, J. D. *Concise Inorganic Chemistry*, 5th ed.; Wiley India Pvt. Limited: New Delhi, India, 1991.
- [20] 周春生, 邸友莹, 陈三平, 杨奇, 谢钢, 高胜利. 大学化学, **2016**, 31 (11), 28.
- [21] 高胜利, 杨奇. 化学元素新论. 北京: 科学出版社, 2019.
- [22] 朱玉军. 化学教育, **2020**, 41 (5), 111.
- [23] Paul, R. Dialogical Thinking: Critical Thought Essential to the Acquisition of Rational Knowledge and Passions. In *Teaching Thinking Skills: Theory and Practice*; Baron, J., Sternberg, R. J., Eds.; W. H. Freeman: New York, NY, USA, 1987; pp. 127–148.
- [24] Galbraith, J. M. *J. Chem. Educ.* **2007**, 84, 783.
- [25] Autschbach, J.; Guennic, B. L. *J. Chem. Educ.* **2007**, 84, 156.
- [26] Wang, X.; Andrews, L. *J. Am. Chem. Soc.* **2002**, 124, 5636.
- [27] Tudela, D. *J. Chem. Educ.* **1999**, 76 (1), 134.
- [28] 徐光宪. 大学化学, **1989**, 4 (6), 15.
- [29] 朱清时. 中国大学教学, **2006**, No. 8, 4.