

•专题•

doi: 10.3866/PKU.DXHX202212080

www.dxhx.pku.edu.cn

新工科背景下的“普通化学”教材建设

温鸣^{1*}, 吴彤¹, 石硕¹, 郭新华^{2*}, 陈云¹, 吴庆生¹¹ 同济大学化学科学与工程学院, 上海 200092² 高等教育出版社, 北京 100029

摘要: “普通化学”是理工科大多数专业所必修的一门基础课程, 而无论是课程建设, 还是人才培养, 都需要有高质量的教材做支撑。同济大学无机及普通化学教学科研团队几十年来对“普通化学”教材经过多版本、多形式、多维度的系统建设, 使之推到《普通化学》(第二版)的新高度。这套教材的系统建设成果主要体现在如下三个方面: 1) 针对不同人才培养模式的工科普通化学课程, 系统建设了满足不同人才培养层次的知识结构教材体系, 并布局了符合新工科要求的教材知识点; 2) 建立了与基础扎实且视野广阔的高素质人才培养目标相适应的教材体系; 3) 构建了紧跟时代发展步伐的动态更新机制。基于该教材建设体系的组织思路, 能将基础知识、拓展知识和化学前沿讲座有机结合交融, 体现了知识的先进性、交叉性和综合性的特色。总而言之, 同济大学的《普通化学》(第二版)经过教材的系统建设, 既符合当今学科交叉的时代特色, 又适应了新工科人才培养的要求。

关键词: 普通化学; 教材建设; 课程建设; 新工科; 人才培养

中图分类号: G64; O6

Textbook Construction of “General Chemistry” for Emerging Engineering Education

Ming Wen^{1*}, Tong Wu¹, Shuo Shi¹, Xinhua Guo^{2*}, Yun Chen¹, Qingsheng Wu¹¹ School of Chemical Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China.² Higher Education Press, Beijing 100029, China.

Abstract: “General chemistry” is a required basic course for the most majors of science and engineering. High-quality teaching materials are required for curriculum construction and talent cultivation. In recent decades, the inorganic and general chemistry teaching and research team at Tongji University has systematically constructed the teaching material of general chemistry textbooks in multiple versions, forms and dimensions, and thus reaching to a new level of *General Chemistry* (2nd edition). Achievements of system construction of this textbook are mainly reflected in the following aspects: 1) the knowledge structure meeting different levels is systematically constructed to meet the need of different talent-cultivation modes, and the knowledge points match the requirements of emerging engineering education are laid out; 2) a teaching material system has been established for adapting to the training goal of high-quality talents with a solid foundation and a broad vision; 3) a dynamic updating mode has been built timely. The textbook embodies the advanced nature, intersections and comprehensiveness of knowledge. Overall, *General Chemistry* (2nd edition) after the system construction not only conforms to the interdisciplinary characteristics, but also adapts to the requirements of the talent-training for emerging engineering education.

收稿: 2022-12-30; 录用: 2023-01-26; 网络发表: 2023-02-08

*通讯作者, Emails: m_wen@tongji.edu.cn (温鸣); guoxh@hep.com.cn (郭新华)

基金资助: 同济大学教学改革研究与建设项目(4250104078); 同济大学教育教学改革重点项目(4250104080)

Key Words: General chemistry; Textbook construction; Course construction; Emerging engineering education; Talent cultivation

作为一门研究物质在分子、原子层次变化的科学,化学在创造新物质上实至名归。而“普通化学”以其导论性课程的定位,在人才培养中发挥着至关重要的作用。目前,国内高等院校的普通化学课程建设已经取得了很好的成果^[1-4],教材建设也成绩斐然^[5-10],其中同济大学《普通化学》(第二版)就是其中的杰出代表。此教材是由国务院政府特殊津贴专家、上海市“教学名师”吴庆生教授带领同济大学无机普通化学教研室的中青年骨干教师,在传承化学教育家傅鹰先生“普通化学”精神和同济大学工科“普通化学”特色的基础上,根据时代发展的需求编写而成的,清华大学李亚栋院士特为此书作序。受益于前辈们的成果积累^[11-14],经过十年的不断锤炼,本教材已发展成为国家精品课程、国家级精品资源共享课乃至国家级一流本科课程建设团队的主讲教材,并被上百所高校采用,且广受好评。该教材以化学为中心,结合化学与材料、能源、环境、生命、医药等交叉领域的知识,以及引入前沿科学讲座的思路,构建了基础知识+拓展知识+科学前沿讲座的模块化结构知识体系,体现了学科特有的思维方式、世界观、方法论,为国家级“普通化学”精品课程建设提供有力的支撑,并希望这本《普通化学》(第二版)能为培养新时代高素质工科人才做出贡献。

1 构建适应不同人才培养模式的工科学普通化学课程与教材

随着高等教育入学机会的不断增加,中国的高等教育模式已经悄然发生了变迁,从过去的精英化教育转变为大众化教育,并正跨入普及化教育的门槛,高等教育的三部曲意味着我国在满足高等教育需求方面迈出了不断前行的坚实步伐。既有“量”的变化,更有“质”的提升,为实现国家的富强提供了强大的人才力量支撑。为了适应高等教育模式的变迁,人才培养方式也相应进行了调整,各高校采用了宽口径大类招生,通过各专业的强基班形式来培养人才,而这需要厚基础宽视野的通识教育来保证学生的成长。由于社会进步和科技发展,诞生了新工科、新医科、新农科、新文科,以及一流学科建设专业的新动态,并正在成为教育优先发展和创新人才成长的新平台^[15,16]。因此,为了适应时代发展,随着高等教育模式的调整,课程建设也需要积极跟进,相应的教材体系也需要不断优化,才能更好服务于不同要求的人才培养目标。

为了适应新时代对宽口径高素质人才培养的要求,更好满足非化学化工类专业人才培养所要求掌握的基本知识、所需要具备的综合能力、所应该增强的科学素质,需要让大学生对人类社会活动和生产活动中存在且不可避免要接触的化学知识进行必要的了解,更有必要学会运用化学基本原理和化学思维,寻找解决和研究相关问题的方法,从而形成认识客观物质世界的科学思维模式^[17-19]。化学因其中心学科的特点,使得“普通化学”课程在高等教育对人才培养的作用中充当了至关重要的角色。而一门好的基础课程,除了有高素质的教师队伍,还要依赖高质量的教材,才能达到人才培养的目标。目前,尚缺乏既适应教育模式,又适应人才培养方式以及满足新工科发展的高质量普通化学教材,同济大学《普通化学》(第二版)正是在这样的形势下应运而生的。

同济大学所进行的国家精品课程、国家级精品资源共享课及慕课(MOOC)的建设都是在第一版《普通化学》(普通高等教育“十五”国家级规划教材)基础上展开的,同时,这些课程的建设过程又推动了辅助教材、习题集以及网络配套教材的建设,其中,应发展需求而产生的MOOC辅助教材就是现在《普通化学》(第二版)的前期蓝本。这本《普通化学》,从早期的讲义,到几家出版社多个版本的演进,历经十年凝练,最终发展成为有影响力的国家级一流本科课程的配套教材。教材建设很好地促进了“普通化学”课程建设,课程建设反过来也促进教材建设,取得了相辅相成的效果。借助同济大学《普通化学》(第二版),可以很好地实施从基础到交叉领域,从课堂授课到网络(MOOC)自主学习,从拓展知识到前沿科学思维熏陶,这种多层面多维度的立体教材体系,对开展课程教学和人才培养起到了很好的促进作用。本教材遵循教育教学规律和人才培养规律,关注不同学科背景

学生的成长需求,并且积极结合新工科学科交叉和科研最新进展,可以很好地满足社会科技发展对人才培养的新要求。

2 适应不同人才培养层次的模块化、积木化知识结构教材体系

教材需要能系统反映学科知识体系、发展方向和学科思维,是学校开展课程建设和教育教学的主要依据。同济大学的工科《普通化学》(第二版)以化学基础知识为中心,将化学理论与交叉学科领域相结合,通过科学前沿讲座的引入来开启对学生知识汲取、能力提升和素质增强的引导作用。这样既有不同的内容层次,又有独立模块结构的知识体系教材,能适应不同的人才培养模式。针对不同培养对象的需要,通过模块化和积木化知识结构的合理搭配来设计教学内容的灵活组合,可以做到根据不同工科专业对化学要求的点和面以及深度的不同来因材施教。教材以化学原理为主线,结合交叉领域知识的了解,且辅以化学前沿科学知识探索的理念,既注重教材的理论性,又具有一定的实用性,充分体现了新时期工科院校“普通化学”课程教材的特色。早期的教材还没有考虑到新工科的诞生和发展,故此,本教材在编写伊始就进行了精心设计,将新工科的人才培养需要融入教材内容体系中,例如拓展了光、电、磁、电子、信息、元宇宙、量子通信等方面的交叉领域知识。

教材采用模块化、积木化的结构知识体系,由基础知识部分(第1–7章)、拓展知识部分(第8章)和科学前沿讲座部分(第9章)三大模块组成,理论与实际有很好的交融,这种教材建设理念充分地表现出当今时代学科交叉的特点。模块之间由浅入深,体现循序渐进原则;由细到粗,贯彻点面结合思想和夯实基础精神。通过基础知识部分深入浅出的阐述、拓展知识向十多个领域渗透、前沿讲座对九大特点话题的讨论,充分诠释了化学这门中心的、实用的和创造性科学的深刻内涵。教材的模块化、积木化的编排,既方便不同高校、不同专业在使用本书时进行取舍,也有利于师生在课堂教学中明了主次并突出重点。比如,对普通化学有较高要求的专业可采用本书全部内容(第1–9章,72学时);对常规要求的专业可选用本书基础模块+部分扩展知识模块+部分讲座模块(第2–7章全部内容+第8–9章的部分内容,54学时);而课堂学时较少的专业则可选用本书基础模块第2–6章(36学时)或其中的分模块(第8–9章的部分内容,18学时)进行教学。整本教材有清晰且布局合理的知识体系,结构严谨,内容层次丰富且组织紧凑,在例题与习题的选编上注重启发性和与专业的结合性,为适应不同人才培养需求提供了很好的普通化学教材使用方案。

3 探索适应新工科要求的教材知识点布局

在“普通化学”教材体系的建设中,在加强基本知识的基础上,探索了新工科人才培养所需知识体系的合理补充。针对不同工科专业的需求,增强了相关的基础知识内容,还布局了新工科相关的基础知识点。例如,在第2章的物质结构方面,引入了电子对互斥和相对论效应的内容,以满足现在信息科学的发展对该方面人才培养的需求;在第3章的化学反应基本规律方面,其中的热力学动力学基本内容中,为了适应生物技术新工科的发展,引入了新的生物技术中需要的酶动力学、人工光合作用、光化学反应、酶催化等方面的知识内容;在第4章的电化学基础中,不只有原电池的基础理论,还拓展了关于电解和电解池、电镀以及电池腐蚀等方面的内容,以期满足新能源等工科专业人才的培养需求;在第5章的溶液与胶体部分,胶体的结构、稳定性、溶胶和凝胶、气凝胶等的相关内容布局利于对纳米技术相关的新工科的人才培养;在第6章溶液中的化学平衡部分,引入了多重平衡方面的知识,这对工业分离、分离工程、海水综合利用等相关工科专业的人才培养提供了有利支持;在第7章的元素与化合物部分,超分子化学方面内容的拓展在功能新材料的设计与创造、环境保护与治理、放射性废物的分离回收、化学反应的催化(尤其是仿生催化)、贵金属的回收利用、膜分离及手性拆分等领域都有重要应用,利于相关工科专业的人才培养。此外,第8章的化学交叉领域概述中充分拓展化学与工科的交叉学科知识,采取了内容精简和领域拓宽的“纵缩横展”处理方式,尽可能全面地介绍与化学相关的交叉领域,其覆盖面广泛拓展到材料、信息、能源、环境、生命、医

药、食品、农林、海洋、地矿、冶金、土木、建筑、机械、车辆、道路、交通、航空、航天、体育、刑侦等几乎所有能触及的理工农医法教领域，极大地丰富了知识的交叉面，让学生能够在短时间内了解更多与化学交叉的知识，在加强对化学产生更加浓厚兴趣的同时，也为各个不同学科人才的培养奠定了理论基础。最后的第9章化学前沿讲座部分，通过与当今科技发展动态相结合，选择一些选题新颖的系列讲座，益于学生科学视野的拓宽和创新精神的培养，与新工科人才培养的需求紧密结合。

4 与厚基础、宽视野、高素质人才培养目标相适应的教材体系

“普通化学”课程的专业跨度大，知识涵盖面广，涉及无机化学、有机化学、物理化学和分析化学的一些基本知识。为了紧跟当今科技发展的步伐，也为了进一步适应当今社会对人才培养的需求，在第一版的基础上，同济大学普通化学教学团队完成了《普通化学》(第二版)的全面修订。教材坚持基本理论“少而精”、拓展内容介绍“广而新”等特点，注重加强知识的先进性、交叉性和综合性，同时注重对学生科学素质和综合能力的培养。其模块化积木化的教材知识体系利于厚基础、宽视野、高素质人才的培养，而且夯实基础与知识面拓展相呼应，因此，依托这本教材可以很好地配合多层面的立体教学工作，能更好提升课程建设效果。

在理论知识部分，基于基本原理，调整和扩充了基础知识内容。根据教学的需要调整了某些知识点的介绍顺序，并通俗、简明地引入了一些新的知识点，比如石墨烯、结构化学中的相对论效应、电子互斥理论中的泡利效应等。第7章将第一版中独立分章的“元素与无机化合物”“有机化合物”“有机高分子化合物”及结构化学中的“超分子作用与超分子化学简介”合并为“元素与化合物”一章，通过“原子-分子-晶体”结构的系统介绍，使目录更简洁，脉络更清晰；让学生清楚地理解“元素→小分子化合物→高分子化合物→超分子组装体”这样一个由小到大、由简单到复杂、由量变到质变的物质构造脉络及构效关系。给学生呈现出一幅化学创造新物质世界的五彩缤纷画面。

现在是学科交叉领域融合的时代，本教材的特点是体现出前所未有的广泛领域交叉，能够让学生接触到不同学科的思维方法，而这种学科间的贯通融合，又极大地促进了学生在各自领域的发展。本教材充分拓展了化学交叉学科知识。第8章合并了第一版中多章交叉领域内容，通过精内容和宽领域的模式，以求将与化学相关的交叉领域进行尽可能全面的介绍，这样可以大大丰富知识的交叉面，使得学生能在有限的时间内了解尽可能多的化学交叉领域的内容，进一步认清化学的中心科学地位，从而对化学产生更加浓厚的兴趣。最后通过选题新颖的系列讲座打开窗口，不仅让学生接触到科学前沿，拓宽视野，而且可以认识并领悟创新精神，从而跟上时代发展的步伐。

5 紧跟时代发展步伐的动态更新模式

基于扎实的基础知识的积累，开拓学生洞察前沿的科学精神，可以成为打开学生国际化视野窗口的新模式。因此，第9章主要结合当今科技发展动态，以讲座形式讨论近期与化学相关的热点话题。讲座围绕国际前沿化学科学知识开展，并且教材编写团队将通过二维码来定期调整更新讲座内容。通过年度调整的模式，讲座可以紧跟科学前沿领域的发展，以求更好地为学生服务。这些选题新颖的系列讲座，对拓宽学生的科学视野和培养学生的创新精神是非常有益的。比如新冠病毒肺炎COVID-19也已列入本教材的讲座之中。由于这部分内容是作为课外讲座安排的，需要体现时代感和关注度，所以内容更需要及时更新。为了更好实施更新，本教材在纸质版中每个讲座只给出题目和摘要，主题内容放在二维码或网络版中加以展示。而且，每年更新一次二维码中的讲座内容，不断更新数字化教学资源，及时介绍应用化学前沿领域，使之及时跟上科技发展形势，让“化学前沿讲座”常讲常新。这种新形态的出版形式，提高了课外阅读材料的时效性和趣味性，充分体现了教材所服务课程的创新性、高阶性和挑战度，非常有利于激发学生的学习兴趣及创新潜能。这样的创新，可称为一种很好的适应时代发展要求的动态教材更新模式。

此外, 本教材对一些重要概念和科技术语都加注了英文表达, 以便让学生在查阅资料、撰写论文、国际交流及社会实践中更加得心应手。

6 结语

同济大学新编《普通化学》(第二版)通过基础-拓展-前沿讲座模块化的知识结构体系, 很好地将理论和实际进行交融, 具有学科交叉的时代特征。不仅适用于传统工科专业, 而且适用于诸如新能源、信息科学、智能科技、纳米技术等新工科专业, 体现了知识的先进性、交叉性和综合性, 而且充分诠释了化学这门中心的、实用的和创造性科学的深刻内涵。这本教材可以与课程建设相呼应, 通过教师课堂讲授基础理论、学生选读多学科交叉领域知识, 以及化学相关前沿科学讲座三个环节, 充分发挥教、学双方的主观能动性, 实现教学相长, 最终达到适应不同学科和不同需求的人才培养目标。总之, 本教材非常值得推荐给理工科非化学类专业的本科学生, 以及有良好中学化学基础又期望拓展学习化学知识的读者, 也可作为高等院校部分专业研究生的教学参考书。

致谢: 感谢高等教育出版社鲍浩波等编排人员的辛勤付出; 感谢清华大学李亚栋院士为同济大学编著的《普通化学》(第二版)欣然作序; 感谢西北大学胡小玲教授审阅初稿; 感谢同济大学本科学生和化学科学与工程学院的支持和鼓励!

参 考 文 献

- [1] 段金伟, 崔林. 高教学刊, **2020**, No. 4, 78.
- [2] 魏光月, 刘松艳, 徐昕, 周屹博, 王萌. 山东化工, **2020**, 49 (20), 78.
- [3] 刘利, 张进, 姚思童, 吕丹. 中国现代教育装备, **2021**, No. 3, 10.
- [4] 李静, 龙海涛, 杨敏, 肖雯. 山东农业工程学院学报, **2021**, 38 (6), 32.
- [5] 同济大学普通化学及无机化学教研室, 吴庆生. 普通化学. 第2版. 北京: 高等教育出版社, 2022.
- [6] 浙江大学普通化学教研组编. 徐端钧, 方文军, 聂晶晶, 沈宏. 修订. 普通化学. 第7版. 北京: 高等教育出版社, 2019.
- [7] 高松. 普通化学. 北京: 北京大学出版社, 2013.
- [8] 廖家耀. 普通化学. 第2版. 北京: 科学出版社, 2022.
- [9] 王延安, 梅冬, 原健安. 普通化学. 北京: 科学出版社, 2022.
- [10] 陈东旭, 吴卫东, 胡莉蓉. 普通化学. 第3版. 北京: 化学工业出版社, 2018.
- [11] 陶雷. 普通化学学习指导. 上海: 同济大学出版社, 2002.
- [12] 同济大学普通化学及无机化学教研室. 普通化学. 上海: 同济大学出版社, 1997.
- [13] 同济大学普通化学及无机化学教研室. 普通化学(普通高等教育十五国家级规划教材). 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [14] 顾金英, 杨勇. 普通化学学习指导. 北京: 化学工业出版社, 2013.
- [15] 教育部 工业和信息化部 中国工程院. 关于加快建设发展新工科实施卓越工程师教育培养计划2.0的意见. [2023-02-07]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2018-12/31/content_5443530.htm
- [16] 马陆亭. 中国高等教育, **2022**, No. 12, 9.
- [17] 樊良鑫, 李晓, 郑先福, 孟磊. 广东化工, **2021**, 48 (20), 299.
- [18] 朱新华, 贾旭宏, 张宇强. 广东化工, **2022**, 49 (7), 209.
- [19] 向芸韵, 陈异, 郭宁, 彭索萍. 西南师范大学学报(自然科学版), **2020**, 45 (5), 169.