

编者按：化学科学是一门以实验为基础的、富有创造性和活力的中心学科，是人们认识世界、改造世界、保护世界的主要手段，对国家发展和科技进步有十分重要的作用。近年来，高考科目选考、高校大类招生等制度改革，使大学化学的入门教育面临着前所未有的挑战，学生基础参差不齐、对化学学科认识模糊等问题凸显。因此《大学化学》编辑部决定组织“大中衔接-化学专业入门教育”专题，旨在分享各高校在一年级课程中为新生树立专业思想，启迪化学智慧，激发学科兴趣等方面的宝贵经验，吸引优秀学子投入化学学习，为培养高层次化学人才提供良好的开端。本专题共集结精彩案例10篇，以飨读者。

高中化学与大学无机化学有机衔接的教学探索与实践

曾红梅¹，卢齐依²，李瑞祥^{1,*}

¹ 四川大学化学学院，成都 610065

² 成都市第七中学，成都 610065

摘要：大学无机化学作为化学类专业学生进入大学后的第一门专业基础课，与高中化学的教学内容和要求程差异很大，教学目标与学习方法也有显著不同。如何做好大学与高中化学教学的衔接工作就变得非常重要。本文对大学与高中化学教育脱节的问题进行了分析，并介绍了四川大学化学学院无机化学课程组在衔接教学方面的一些教改举措，与高校同行进行探讨。

关键词：大学无机化学；高中化学；衔接教学；教学改革

中图分类号：G64；O6

Exploration and Practice of Teaching Connection between Chemistry in High School and Inorganic Chemistry in University

Hongmei Zeng¹, Qiyi Lu², Ruixiang Li^{1,*}

¹ College of Chemistry, Sichuan University, Chengdu 610065, China.

² Chengdu No.7 High School, Chengdu 610065, China.

Abstract: Inorganic chemistry serves as the foundational course for chemistry majors in university, presenting significant differences from high school chemistry in content, requirements, teaching objectives, and learning methods. Effectively bridging this educational gap is essential. This article analyzes the disconnect in chemistry education between universities and high schools and presents educational reform measures implemented by the inorganic chemistry course group at Sichuan University aimed at enhancing this connection.

Key Words: Inorganic chemistry in university; Chemistry in high school; Teaching connection; Teaching reform

刚进入大学的化学类专业新生虽已具备一定的高中化学基础，但他们的思维模式和学习方法还停留在中学阶段，当知识难度加深、进度加快时，就跟不上老师的节奏，部分学生会产生挫败感，学习兴趣降低，最终导致学习效果不理想。

为了让化学类专业新生学好无机化学，任课教师就需要帮助他们尽快建立适应大学学习的学习理念和方法。

1 大学无机化学与高中化学衔接教学情况调查与分析

为深入了解大学无机化学与高中化学衔接教学现状，笔者以四川大学化学学院大一、大二学生为调查对象，采用问卷星方式开展调查，共有188人作答。调查结果表明：

1) 59%的学生认为大学无机化学比高中阶段难，主要表现在：课程知识面广、内容繁杂，系统融合并掌握该课程知识难度较大。

2) 53%的学生承认他们还未完全掌握大学无机化学的学习方法，希望获得老师的指导，以便快速适应大学学习。

3) 62%的学生希望老师在讲授大学无机化学知识时能联系高中知识，确保高中到大学学习的平稳过渡。

4) 63%的学生希望教师针对不同的内容采用不同的教学方法，增加更多课堂互动环节。

5) 58%的学生觉得课程组提供的数字化课程资源矩阵对自学帮助很大，希望能经常更新资源库。

2 大学无机化学与高中化学教学脱节原因分析

2.1 大学教师不熟悉高中教材，学生入学基础参差不齐

根据布鲁纳的结构主义理论，大学化学课程的学习是以高中化学为基础，呈螺旋式逐渐增加深度和难度^[1]。因此，要在教学过程中反复强化、不断深化，才能让学生掌握相关知识点。

无机化学作为化学类专业学生进入大学的第一门专业课，教师需要在进行教学活动前开展学情分析，了解学生们在高中阶段所学内容及学习深度，才能帮助学生更好地构建新的知识体系，合理安排教学进度和内容。

目前，高中化学教材包括人教版、鲁科版、苏教版和沪科版等不同版本，学生们来自全国各地，不同生源地所使用的教材和选修要求各不相同。对十余所高校无机化学教师的访谈结果显示，很大一部分教师从未阅读过高中化学教材，不熟悉高中化学的教学内容，也未开展过学情调查与分析。

同时，由于高中学科知识模块化以及高考的选考制度，导致大学新生知识结构不完整、不系统，化学基础参差不齐，教师在课堂上难以进行统一教学。

2.2 教学内容不同

高中化学的教学虽然也强调培养学生的核心素养，但与大学的学科培养目标相比相差较大。且高中的教学重在化学基础知识的传授，涉及的知识点较多，但深度十分有限。同时，由于受高考导向、升学压力、各科学业时间竞争和教材知识编排等因素的影响，高中化学课程的教学往往更侧重于教授教材课程标准的重点与难点，知识体系无法全面兼顾。例如，化学动力学基础、热力学基础、生物化学等在教材中基本都未涉及，元素化学、化学平衡、酸碱反应、电化学虽也是高中教学的重点与难点，但深度和广度远远不及大学无机化学。从实验角度来看，开设的实验教学不多，学生的化学实验能力和创新能力没有得到很好的训练。

大学无机化学学习则更加系统化、理论化、专业化。它涵盖了元素周期表绝大多数元素所对应的无机物性质、结构、反应原理和应用等多个方面内容。学生需要深刻系统地理解和掌握元素周期律、物质结构基础、元素化合物性质及实验等知识，以及这些知识的内在联系和应用，为后续高年级的课程学习打下良好理论基础。同时，在教学过程中还要紧跟时代步伐，引入前沿科技发展动态，培养学生的学术思维 and 创新能力。

2.3 教学方法不同

高中化学的教学方法更多是教学生理解知识和与之对应的解题方法,倾向于把复杂问题简单化,通过建立模型来分析问题。例如,把一个过程简化为一个化学反应,让学生分析,对副反应考虑较少,不着重研究反应历程。

大学无机化学教育倾向于建立完整的理论知识体系,更贴近于反应的实际与本质,更注重培养学生的学习能力、思维能力、创新能力。例如,大学教学中,对一个反应更强调其反应历程的分析与研究,一个反应中间要经历若干个中间态,有若干条途径。

2.4 学习方法不同

学生在高中化学课上获取知识的途径相对单一,主要依赖于教师讲解、反复记忆、大量练习,且受教学时间限制,学生动手实验时间严重不足,造成很多学生对“化学是一门以实验为基础的学科”的认知只停留在理论阶段。例如,在对合成类实验题目的解答上,学生都是理论分析,少有实际动手操作;又如,关于水溶液中离子浓度大小的排序,高中更多采用的是半定量方法,而很少采用大学化学严谨的定量计算,这就造成对相关原理的理解不够深刻,在分析较复杂的溶液体系时容易出错。

大学无机化学的学习不局限于课堂教学,而且更鼓励学生们开展自主学习,学生可以利用各种在线资源,如微课、慕课、专业论坛、AI工具等补充课堂教学的不足。此外,大学无机化学还开设了系统且全面的实验课程,以及体现个人思维与兴趣的创新实验。这些措施均有助于培养学生的独立思考和分析问题、解决问题的能力。

3 大学无机化学与高中化学衔接教学实践探索

本文以四川大学化学学院无机化学课程组多年积累的一些教学经验为例,探讨如何确保大学无机化学与高中化学教学的有效衔接,以实现课程培养目标(图1)。

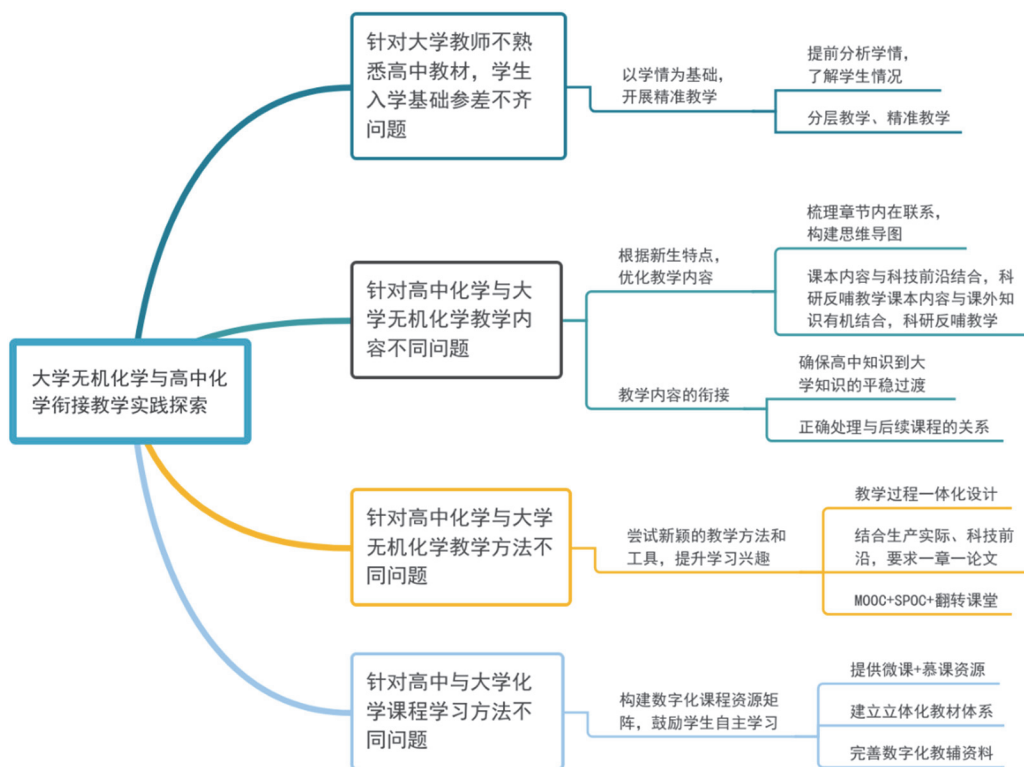


图1 大学无机化学与高中化学衔接教学实践探索思路

3.1 以学情为基础, 开展精准教学

3.1.1 提前分析学情, 了解学生情况

作为刚进大学的新生, 其学习理念和方法还未从高中阶段转变过来。为此, 课程组教师每年在新生入校时通过摸底测试和问卷调查, 分析学生学情, 了解来自全国各地的学生在高中所学化学知识的内容及掌握程度, 以便合理安排教学进度, 恰当把握教学重点和难点。

课程组教师还根据学生生源地不同, 定期研究不同版本高中教材的体系和内容, 以高中化学课程为基础, 调整大学无机化学教学内容, 确保教学内容有机衔接以及课程体系的完整。

3.1.2 分层教学、精准教学、解决学生入学基础参差不齐问题

首先, 根据入学时的摸底测试结果, 将学生分为强基计划班、拔尖班、基地班、平行班; 其次, 针对学情差异, 制定相应的教学大纲和教学目标, 确保每个学生都能在适合的层次上学习; 在教学过程中, 以学生为中心, 开展差异化教学, 根据学生层次进行动态评价, 以提高教学精准度和教学深度。

3.2 根据新生特点, 优化教学内容

3.2.1 梳理章节内在联系, 构建思维导图

问卷调查结果显示, 50%以上新生反映大学无机化学知识面广、系统性不强、学习难度较大。

大学无机化学包括元素化学、化学反应原理和微观物质结构原理三部分, 涉及物理化学、分析化学、结构化学、元素及化合物的知识, 决定了理解掌握并有机融合各部分知识的难度较大。

课程组教师根据学生的知识结构和学习特点, 梳理出各章节知识间的内在联系, 构建了思维导图, 确保大学知识与高中知识有机衔接; 同时, 也让学生理解, 高中化学所讲的一些概念只能在一定条件下才成立, 同一现象也可以有不同的理论解释^[2]。

课程组今后将利用AI技术, 构建无机化学知识图谱, 以增强课程的系统性, 克服该课程理论知识点多、系统性不强等问题。

3.2.2 课本内容与科技前沿结合, 科研反哺教学

问卷调查结果显示, 48%的学生认为, 无机化学原理部分理论性较强, 比较抽象枯燥, 难以与科技发展、工业生产、生活实际有机结合。

为此, 课程组教师将自己的科研项目和成果融入教学内容, 鼓励学生积极关注无机化学前沿理论、国家重大战略需求、产业发展动态。同时, 将“两山”生态理念贯穿于整个教学中。例如, 讲酸碱理论时, 以均三甲苯胺生产为案例, 讲解如何改进催化体系以减少污染, 提高生产效能; 讲授配合物时, 以价键理论为基础, 专题讨论小分子的配位活化原理; 讲磷化合物时, 以膦配体结构调变为案例, 既引伸出2001年诺贝尔奖获得者的研究专题, 又引伸出将烃溶性三苯基膦磺化制得水溶性磺化三苯基膦, 解决了铑配合物催化的长链烯烃氢甲酰化反应中催化剂的分离循环难题, 带来产业技术升级。整个无机化学教学中引入这样的案例、前沿专题讨论20余个。

通过这些措施, 使无机化学抽象的理论知识变得生动丰富、有血有肉, 不仅反映学科的前沿性和高阶性, 满足新时代对创新科技人才培养的需求, 而且使传统课本里各种抽象的理论知识变得更加具体、形象和生动直观, 提高了学生的学习兴趣, 拓宽了学术视野, 改进了教学效果。

3.3 处理好不同阶段教学内容的衔接

作为大学化学类专业的第一门基础课, 无机化学的教学内容与高中化学及后续专业课程紧密联系, 具有承前启后的作用^[3], 因此, 要做好不同阶段的教学衔接。

3.3.1 确保高中知识到大学知识的平稳过渡

1) 针对进阶知识的深度学习

部分高中化学内容会在大学无机化学课堂上得到进一步深化。例如, 高中涉及到的化学反应原理在大学无机化学中则从热力学和动力学方面进行系统学习; 大学无机化学的原子和分子结构等内容, 都是在高中化学基础上进一步从微观领域认识物质的进阶学习。针对这些有一定重复的内容, 课程组教师会进行对比深化讲解, 在平稳过渡的前提下达到新旧知识的有机整合。

表1是人教版高中化学新课程标准实验教材(2019)与科学出版社出版的《无机化学》(李瑞祥主编)中具有相关性知识点的比较分析^[4]。

表1 人教版(2019)高中化学与大学无机化学教学内容间的联系

高中教材	高中化学与大学无机化学相关知识点
必修一	化学中常用的物理量、胶体的概念、电解质的概念、氧化还原的概念, 元素及其化合物性质、元素周期表和元素周期律
必修二	常见无机非金属元素及其化合物的性质、化学反应与能量
选择性必修1	热化学相关知识、化学反应速率与化学平衡、电离平衡、酸碱中和滴定、盐类的水解、沉淀溶解平衡、电化学相关知识
选择性必修2	原子结构与性质、共价键、分子空间结构相关知识、分子结构与性质、晶体结构与性质、配合物

2) 针对全新知识的学习

由于新生化学基础参差不齐, 课程组教师根据学情分析结果, 在讲解时就会有所侧重。比如, 针对在高考中选考有机化学模块, 没有结构化学基础的学生, 在讲授原子结构和分子结构时就适当放慢节奏, 适度补充相关知识, 解决学生化学基础差异较大的问题。

有些无机化学知识点在高中会有所涉及, 但内涵和外延则大相径庭。例如, 金属与酸碱的反应、化合价的概念、原子轨道的认识等。由于已有知识与新知识间差异较大, 新生们往往会产生抵触心理^[5]。因此, 课程组教师就会在教学过程中进行新旧知识对比讲解, 引导学生转变思维方式和学习方法。表2是高中未涉及的大学无机化学全新知识点。

表2 大学无机化学全新知识点

模块	高中未涉及的大学无机化学全新知识点
化学反应原理	物质的状态、热力学三大定律、化学反应速率方程、稀溶液的依数性、电极电势与能斯特方程式
微观物质结构原理	波函数与原子轨道、空间图象、分子轨道理论、离子的极化、配合物的化学键理论
元素化学	主族元素的性质、副族元素的性质

3.3.2 正确处理与后续课程的关系

无机化学、有机化学、分析化学、物理化学是四大基础化学课程, 其教学内容相互交叉渗透, 若无机化学课程与其他各门课程在教学内容与要求等方面能很好地协调与配合, 将能有效提升教师教学和学生学习效果^[5]。

例如, 对于化学热力学知识, 课程组教师仅要求学生理解基本概念和定律, 能进行简单体系的计算; 对其涉及到需要从数理高度作深入推导和分析的知识则留待后续课程进一步学习。在元素化学教学部分, 教师们则结合元素化合物的性质介绍常见的氧化还原反应和重要的配合物, 这为分析化学课程中的氧化还原滴定和络合滴定等知识做了一定的铺垫^[5]。

3.4 尝试新颖的教学方法和工具, 提升学生学习兴趣

课程组教师针对大学新生的学习特点, 不断尝试使用新颖的教学工具、灵活多变的教学方法以提高学生的学习兴趣和:

教学过程一体化设计: 课前, 课程组教师要求学生利用慕课资源+教材自主学习; 课中, 通过小组专题讨论, 让学生积极参与到课堂教学中, 活跃课堂氛围; 课后, 教师们鼓励学生利用数字化课程资源矩阵, 在线上平台自主巩固加深学习。

一章一论文: 每章结束, 教师们会要求学生根据本章内容, 结合日常生活、科技前沿, 设计高

阶问题, 查阅文献资料, 提出解决方案, 并撰写一篇3000字左右的课程论文; 这样既加深了对理论知识的理解和应用, 也拓宽了知识面, 进一步开阔了学术视野。

在线辅导教学: 教师们还通过课堂派、智慧树等工具进行班级课堂管理、作业在线批改、在线考试、学习行为分析和教学资源管理; 通过QQ群、微信群、腾讯会议等工具定期开展互动答疑、习题课直播。

混合式教学: 课程组教师还充分利用学校智慧教室的先进条件, 采用“MOOC+SPOC+翻转课堂”混合式教学方式, 提高学生课堂参与度和成就感, 全面发展学生多元智能, 改变被动接收知识的学习习惯。

3.5 构建数字化课程资源矩阵, 鼓励学生自主学习

在高中学习阶段, 学生以被动学习为主, 自主学习的能力和意识不强。而自主学习能力和探究创新精神是大学培养学生的重点, 这就要求大学新生从记忆为主的再现式学习向自主型学习的方式转变^[6]。

经过多年的努力, 课程组教师构建了较完备的无机化学数字化课程资源矩阵, 鼓励学生充分利用这些资源, 开展课后自主学习。具体方法如下:

提供微课+慕课资源: 课程组教师已录制全课程视频、部分核心知识拓展微课, 同时提供国内知名高校慕课资源, 要求学生观看。

构建“线下纸质教材+线上配套电子资料”立体化教材体系: 课程组编写并出版了与高中化学有机衔接的《无机化学》教材, 并将教材中的难点、重点知识、抽象图形设计成为动画、微视频等配套电子资料。

完善数字化教辅资料: 制作了课程配套的多媒体课件、数字化作业题库和数字化试题题库。

4 总结与反思

四川大学化学学院无机化学课程组始终坚持围绕“立德树人、以学生为中心”的理念开展课程教学改革, 并初具成效。课程组今后将从以下几方面进一步完善大学无机化学和高中化学的衔接教学工作:

- 1) 不断完善、更新数字化教学资源, 结合科技发展动态更新教学内容;
- 2) 优化分层教学方式, 提升个体化教学的精准度;
- 3) 通过在课堂上引入“闯关积分”学习模式, 继续深入开展“翻转研讨式”教学等方式, 进一步提升学生的学习兴趣。

参 考 文 献

- [1] 石丰. 大学无机化学与高中化学的衔接教学研究[硕士学位论文]. 桂林: 广西师范大学, 2014.
- [2] 李玉娟, 张欣. 化学教育, 2015, No. 7, 12.
- [3] 李胜娟. 普通高中化学与新大学化学、无机化学教材的比较研究[硕士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2008.
- [4] 李瑞祥. 无机化学(全2册). 第1版. 北京: 科学出版社, 2022.
- [5] 所艳华, 汪颖军, 罗洪君, 隋欣, 李丽丽. 大学化学, 2011, 26 (5), 36.
- [6] 尚国香, 张欣. 大学化学, 2016, 31 (2), 15.