

无机化学新课程体系中应当开启 研究方法和材料化学的窗口

——建立无机化学课程新体系体会之三

李 君 张逢星 唐宗薰
(西北大学化学系, 西安, 710069)

无机化学进入 20 世纪中后叶以来,令世人鼓舞的革命性变革之一,就是新的化合物和新相不断涌现出来,而且日益应用到现代科学技术和国民经济各部门。特别是近二三十年来,在无机新化合物的制备和合成方面取得了一系列令世人瞩目的重大成果,如液氮温区以上高温超导体的获得、以 C₆₀ 为代表的碳笼原子簇化合物的发现、超硬材料(金刚石、SiC 等)的工业化和商品化、以生物固氮模拟为先导而开展的许多大环配合物的制备、稀土无机发光材料、无机高分子材料、贵金属铂系抗癌药物的合成以及特种功能陶瓷在尖端技术领域所起的巨大作用。

无机化学近几十年来的另一个发展是现代仪器分析技术广泛地用于化合物或物相的测试与表征,真正使无机化学由宏观进入微观、由定性进入定量、由感性进入理性。并且科学技术的发展为新化合物制备提供了装备,使合成方法和手段越来越现代化;反过来,新的制备方法又使得一系列无机结构材料和特种功能材料不断涌现出来,促进了表征手段也越来越先进。这使我们感到,无机材料、无机制备与表征技术正在以一种崭新的面貌出现在我们面前,而且必将对 21 世纪人类科学技术的发展产生重大的影响。然而,目前无机化学基础教科书中却很少反映这一日新月异巨大变化,内容上显得陈旧,因而导致学生对这些内容知之甚少,远离无机化学发展的前沿。同时,以往的无机化学实验给了同学们一个不完全正确的感性知识,即无机化合物的研究和制备都是简单的水溶液反应,所用设备也都是烧杯和漏斗。因此,新体系无机化学虽然作为基础课程,但在其中开启一些窗口,介绍“无机化合物的制备与表征”与“无机材料化学”的内容是十分必要的。为此,我们在无机化学新体系中,专辟 2 章介绍“无机化合物的制备与表征”与“无机材料化学”。

不论是描述无机化学研究方法的专题“无机化合物的制备与表征”,还是介绍无机化学新领域的“无机材料化学”,其本身都是一个繁杂庞大的系统领域,既不是在无机化学教学中使用少数学时能够完成的,也不可能为基础课程中作为一项专业课程教学来膨胀。我们的指导思想是在无机化学中“开窗口”。通过这些窗口,使学生得以窥视出无机研究方法和无机材料科学的概貌。因此,在内容选择上,不面面俱到,只选择典型的;在讲授上也不局限于完整性和系统性,同样采用“开窗口”和“示例教学”。

无机化学制备和表征 无机化学制备主要介绍以及固相反应等现代无机化学中流行的、且在基础化学实验中学生接触十分少的基本制备方法;同时又示例从原理到应用上介绍无机化合物基本表征方法。这些内容的添加,使学生对无机化学研究方法有了一个初步而完整的了解,借以增强对无机化学的兴趣。

一、无机制备方法

主要介绍了一些现代无机合成中所用的合成方法,如高温合成、高压合成、无氧无湿合成、低温合成、电化学合成、水热合成、等离子体合成等。对每一种制备方法,简洁地阐述它们所依据的原理、采用的设备,并给出了一个到多个典型实例来讨论每种方法适用的对象和范围、制备物质或材料的特点、性能和应用。

二、无机分离技术

合成和分离是两个紧密相连的问题,解决不好分离问题就不能得到预期的合成结果。无机制备中,原料、设备和环境都可能引进杂质,并且制备反应中可能还有一些副产物,因此,分离和提纯物质是非常重要的。简单的分离提纯有重结晶、蒸馏和沉淀等方法,这些是大家所熟知的。现代许

多化合物需要通过特殊的处理才能得到，所以我们在这一节里介绍了溶剂萃取、离子交换和膜分离技术，简单介绍了它们所依据的理论知识，并举以实例说明。

三、无机化合物的表征

对一个制得的新化合物，通过各种手段对其进行结构、性能表征是非常重要的，常用的方法有：X-射线衍射法、紫外—可见分光光谱法、红外光谱法、核磁共振波谱法、电子顺磁共振波谱法，以及热分析技术法等。但是，有关仪器的基本原理和仪器特点已在《仪器分析》和《波谱化学》课程中讲授，无机化学课程中侧重以典型的化学物或材料为例，从谱图出发阐明有关方法对无机化合物结构、成键和性能等问题的解决，借以培养学生较为全面的研究思维和能力。

无机材料化学 无机材料化学是一个令人鼓舞的领域，也算是无机化学的一个前沿领域。但在无机化学基础课程的讲授，主要是从元素及其化合物的描述出发，以结构和性能的关联为主线，来介绍电子材料、陶瓷材料、磁性材料、激光材料等，使学生从其中窥视出无机化学的满园春色。

一、固体结构

在普通化学晶体结构的基础上，按照 Pauling 配位多面体规则来深化晶体结构知识；简洁地介绍晶系和对称性；介绍缺陷晶体化学，以点缺陷为主。

二、新型无机材料

1. 无机功能材料 具有特殊电学、光学和磁学性能以及具有这些性能相互转变功能得一类材料称作无机功能材料或无机新材料，是目前材料领域中发展较快引人注目的高技术领域之一。无机化学课程中，从点缺陷出发介绍快离子导体（以 α - Al_2O_3 钠离子导体、 β - AgI 阴离子导体和 ZrO_2 型氧离子导体为例）、超导材料（以钇钡铜氧超导体为例）、激光材料（以红宝石为例）、发光材料以及磁性材料等典型功能材料。

2. 无机大分子材料 无机大分子材料也是一个活跃的材料领域。基础无机化学教学中，仍然是从简单结构观点出发，介绍硅酸盐材料和分子筛材料，介绍氮化硼、碳纤维等材料。

无机化学制备与表征和无机材料化学是现代无机化学中的两个前沿领域，前者有助于培养学生全连的无机化学研究防御与思维，后者可以启迪学生热爱无机化学。但是，作为基础化学的教学内容，确有选材和教学方法的难处。既要体现基础性，从粗浅入手，又要显示出现代性和前沿性。这就要求边教学边探索，不断完善教学内容，提高学生的兴趣。