

浅析材料化学课程内容 与专业课程体系设置

程 平

怀化学院化学与材料工程学院，怀化

摘 要 | 材料化学是材料学与化学等学科交叉、渗透下产生的一门新兴交叉学科，其学科内容还没有得到一致的认同，对应材料化学课程的内容往往与材料化学专业开设的其他课程内容出现重叠。本文通过对材料化学专业要求、核心知识领域以及材料化学学科概念的分析，对材料化学课程内容和材料化学专业课程体系的设置作了初步的探讨。

关键词 | 材料化学；课程内容；课程体系

Copyright © 2022 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



在我国，很多人把二级学科和专业混同起来。事实上，作为一门专业，例如很多的理工科专业，计算机、数学、英语等方面的知识也是该专业学生必须要具备的。换句话说，对某一专业学生的培养，需要对他们进行多个学科领域知识的传授。同时，作为一个学科，其学科知识点也是很多的。因此，一个专业的学生往往需要学习多学科领域的众多知识点。

材料化学既是一门新兴的交叉学科，也是一门新兴的热门专业。在教育部公布的专业目录里面，化学类下有化学和应用化学 2 个专业；材料类下有材料

作者简介：程平，男，怀化学院化学与材料工程学院本科在读。

文章引用：程平. 浅析材料化学课程内容与专业课程体系设置 [J]. 材料科学与工程, 2022, 4 (3): 14-21.

<https://doi.org/10.35534/mse.0403002c>

化学、材料科学与工程、冶金工程、材料物理、金属材料工程、无机非金属材料工程、高分子材料与工程、复合材料与工程等8个专业。可见,作为一个专业,材料化学是材料类的一个分支专业。然而就学科性质而言,材料化学是在材料学和化学等学科的相互交叉、渗透过程中形成的新兴的交叉学科。由于是新兴的交叉学科,在教育部公布的学科门类中,看不到材料化学的具体归属。例如,在理学类的化学一级学科下只有有机化学、无机化学、物理化学、分析化学和高分子化学5个二级学科;在工学类的材料科学与工程一级学科下只有唯一的一个材料物理与化学二级学科。正是由于材料化学的新兴性和交叉性,致使其学科内容还没有得到一致的认同,对应材料化学课程的内容往往与材料化学专业开设的其他课程内容出现重叠。因此,对于材料化学学科内容有哪些,其对应的材料化学专业的开设课程应该如何设置等问题引起了教育工作者的众多思考。然而他们的思考通常是针对其所在的一校一专业来开展,往往难以给出一个可接受的普适性的答案。

1 材料化学专业课程现状

事实上,不同学校的专业要求是有差别的,更何况,材料化学专业既可以授予理学学位也可以授予工学学位。例如,北京大学、复旦大学以及中南大学等高校关于材料化学专业的要求以及专业课程体系的设置就存在非常明显的差别。北京大学的材料化学专业开设在化学与分子工程学院,专业性质为理学类。化学与分子工程学院按化学大学科招生,学生入学3年后可根据自己的兴趣和志向选择4个专业方向(化学、材料化学、应用化学和化学生物学)进一步学习;他们本科阶段的培养目标是“培养具有宽厚而扎实的化学知识基础、自主学习能力和创新意识强、健全人格和良好学术素养的基础科学研究与教学后备人才”。其专业课程中除了有机化学、无机化学、分析化学和物理化学等四大化学以外,与材料相关的课程有专业必修的材料化学以及选修课中的高分子材料化学、表面物理化学、多晶X射线衍射和材料物理等,从能查阅到的相关网络资料上看不到开设了关于材料制备、表征以及具体材料介绍的课程。复旦大学的材料化学专业开设在学校直属的材料系,专业性质为工学类。他们要求学生从化学的

角度来学习和掌握材料的分子设计、制备方法、结构与性能及应用等方面的基本知识和基本技能,并以“化学与物理相结合”“材料与化学相结合”“基础与应用相结合”“材料与器件相结合”“面向国际合作”和“面向产业需求”为本专业的学科建设思想。其专业课程中除了四大化学外,与材料相关的课程有材料制备与加工、材料结构与性能、材料科学基础、纳米材料学、材料化学、高分子材料化学、聚合物材料结构与性能、电子材料与器件工艺和材料综合实验等。中南大学材料化学专业开设在粉末冶金研究院,专业性质为工学类。他们从材料科学和化学的角度出发对学生开展系统的培养,要求学生掌握材料科学的基本理论和技术,了解材料科学与技术的发展动态,具备材料与化学相关的基本知识、基础理论以及较强的工程技术和研究技能,能够从事材料化学的基础研究和应用开发研究,具备材料合成与制备、材料表面科学与工程方面突出的研究能力和完成能力。其专业的主干课程除了一门工科大学化学外,并没有开设相应的四大化学,与材料相关的课程有材料科学基础、材料化学基础、金属材料与热处理、现代材料分析测试技术和材料性能及测试等。此外,还有一系列的特色课程,如粉末冶金原理、材料化学合成与制备、材料表面科学与工程和金属腐蚀与防护等。这三所学校材料化学专业的专业属性、专业要求以及课程设置等方面虽然存在明显的差异,但还存在一些共性,即对化学知识、材料结构、材料制备、材料性能以及材料表征等方面提出的知识和能力要求。这些知识和能力方面的要求完全体现出了材料化学专业的学生需要涉足的核心知识领域。

材料化学与各个相近专业所涉及的学科和相应的核心知识领域明显不同。就材料化学来说,其涉及的主干学科是化学和材料科学与工程,对应的核心知识领域有四大化学、结构化学、分析测试技术、合成技术、材料科学基础和材料化学等。在这些专业中,只有材料化学与化学学科关系最为密切。材料科学与工程和无机非金属材料工程都明显地偏向于材料工程,后者从字面意义看更加关注与无机非金属材料相关的知识领域,而前者的知识领域明显更加广泛;相应的,材料物理专业知识领域明显偏向于物理学。既然材料化学专业涉及如此众多的相关知识领域,那么作为材料化学专业中一个重要的核心知识领域——

材料化学（学科）应该包括哪些具体的知识点呢？

2 材料化学学科核心知识点探讨

材料化学学科到底包括哪些知识点，应该与人们对该学科概念的认知有关。例如，美国学者 Fallman 认为：材料化学提供对各种类型材料的一个概述，并致力于材料制备方法以及材料整体性能和结构之间的关系；材料化学学科领域包括对已有材料结构 / 性能的研究、新材料的合成与表征以及使用先进计算技术对材料的结构和性能进行预测；广义上的材料化学学科致力于了解组成材料的原子、离子或者分子与整体结构 / 性能之间的关系。又如，国内学者彭正合认为材料化学是集中全部化学理论及方法在原子和分子水平上研究、优化既有材料，定向设计、合成、剪裁、组装和表征新材料的新兴学科；材料化学善于通过调控材料的化学组成、分子及晶体结构，以及通过掺杂、复合、杂化等化学手段，从微观到宏观最大限度地优化材料的品质和功能。可见，对材料化学学科的概念，学者们有着基本相似的看法。如果用一句话进行简单概括，可以认为：材料化学是以化学为手段，以材料为对象，通过对结构的调控使材料的某些性能得以再现或者优化为目的的一门学科。然而，对于学科概念的认同，并不一定代表人们对材料化学学科知识点具有一致的看法，这可以从他们编写的材料化学教材的内容差异体现出来。在国内，以“材料化学”“材料化学导论”或者“无机材料化学”等为书名的教材至少超过了 20 种。例如，Fahlman 编写的英文教材，全书具有 7 个章节，其中第一章为什么是材料化学，第二章为固态化学，第七章为材料表征，其他章节分别具体论述金属、半导体、聚合物和纳米材料；在其一个附录中提供了 11 个与材料相关的实验内容，主要是某些材料的制备方法，例如碳纳米管、铜氧化物纳米粒子、液晶、镍纳米纤维、金纳米团簇、多孔硅和硅纳米纤维等。又如，彭正合主编的普通高等教育“十二五”规划教材，全书具有 11 个章节，除了第一、二章绪论和结构与物性外，其他章节是以纳米材料、复合材料与杂化材料、电功能材料、磁功能材料、光功能材料、功能转换与智能材料、化学功能材料、分子材料与分子器等特定材料为章节内容，具体论述中主要包括这些材料的结构与性能。又如，朱光明和朱华宇著的普通高

等教育“十一五”国家级规划教材，全书包括9章节，第一章为绪论，第二章为化学热力学基础，第三章为相图，第四章为溶液与固溶体，第五章为表面现象与胶体分散体系，其他章节分别是金属与合金、非金属材料、高分子材料以及复合材料，内容包括这些材料的结构、性能以及制备等方面。再如，赵志凤等编写的“十二五”国家重点图书规划项目教材，全书具有9个章节，包括材料的晶体学基础、材料中的缺陷、材料的制备方法、材料结构与性能的关系、材料表面化学、无机非金属材料、金属材料、高分子材料和复合材料。可见，当前关于材料化学的研究内容还是因人而异，即不同专业的学者只会框定与本人专业相关的内容。

作为一门学科，在一个相当长的时期内，应该具有其自身独立的固定的核心知识点，尽管其后继的发展会使其学科知识得到不断的发展和补充。上述材料化学教材所框定的内容不尽相同，但还是可以归纳出许多共同的内容。这些教材中大部分的内容可以归纳为4个方面：其一，典型的化学知识，例如化学热力学或者化学动力学知识；其二，晶体结构知识，例如晶体学基础或者晶体缺陷；其三，某些类型材料的介绍，例如金属材料、无机非金属材料和高分子材料等的结构、性能与应用等；其四，材料的制备和材料表征等方面的知识。不难发现，这些内容应该是当前材料化学固定的学科知识点的主要来源。但是，材料化学课程内容到底应该是哪些，哪些应该详细深入，哪些应该只是稍作涉及，哪些又不能纳入其学科知识体系呢？只有结合对材料化学专业核心知识领域的了解和分析，从材料化学学科概念出发，才有可能对这些问题做出比较合理的回答，并对相应知识点进行合适的总结和梳理。

3 材料化学课程教学内容

从材料化学专业核心知识领域和学科概念的分析中可以看出，相比于其他材料专业，材料化学专业与化学学科的关系最为密切，材料化学专业的核心知识点主要来自化学学科和材料学科。显然，材料化学的学科知识点不应该是材料学和化学等学科的某些知识点的简单累加，也就是不能把化学课程的内容和材料课程的内容简单的组合而形成材料化学课程的内容。材料化学学科的主要

内容应该是化学知识与材料学知识的一个有机结合,或者说是化学知识在材料学中的应用。具体来说,材料化学学科知识点应该体现在对材料结构的调控中所涉及的化学手段(知识)。

当前,以化学的手段对材料进行结构调控主要体现在材料的制备、材料表面修饰、材料组分控制(掺杂)、材料尺寸控制、材料形貌控制等方面。当然,要实现材料结构的有效调控,了解掌握材料结构基础、材料结构与性能、材料表征方法等方面的知识也是非常必要的。因此,材料化学的学科知识点应该主要集中在材料制备方法、材料表面修饰、材料组分控制(掺杂)、材料尺寸控制、材料形貌控制、材料结构与性能、材料结构基础和材料表征方法等方面。对应材料化学课程的教学内容应该围绕这些知识点而展开。其中,材料的制备、材料的表面修饰性、材料的组分控制、材料的尺寸控制和形貌控制等都是与化学密切相关而直接指向材料性能的再现或者优化的,这些应该是材料化学学科的核心知识点,也是材料化学课程教学内容的组成部分。此外,对材料结构、材料结构与性能以及材料表征方法等方面内容的初步了解,有利于利用化学手段从事材料的制备和结构的调控。这些内容可以归属于材料化学学科的一般知识点,也即材料化学课程教学内容的一般组成部分。可见,这些核心知识点和一般知识点构成了材料化学学科的完整知识体系,而对应知识点的展开就构成了材料化学课程教学的具体内容。对于一般知识点而言,在教学内容中仅仅只能是一个简单的介绍,一个知识体系完整性的体现。如果需要对其中某个知识领域进行具体深入的介绍,那也应该是以该专业的一门课程的开设来实现,而不是全部放到材料化学课程中来。例如,材料化学专业可以选择开设材料表征、材料性能、材料测试、材料结构等方面的课程。此外,为体现不同学校的专业特色,更有必要就其中某一个知识领域进行拓展和完善,例如北京大学在稀土化学和中南大学在矿冶工程方面的学科优势使他们的材料化学专业的专业特色十分明显。

然而,对于材料的制备、材料表面修饰性、材料组分控制、材料尺寸控制和形貌控制这些与化学密切相关的核心知识点要如何展开,即如何组织安排相应的教学内容,则又是另外一个值得继续探索的问题。例如,对于结构调控而言,是否存在一套趋于完善的公认的理论体系,抑或能否收集到大量的实验的

经验总结?能否找到一些已有实验报道作为经典案例来展示理论知识在结构调控中的应用?对于理论知识的介绍是应该面面俱到还是要有所侧重呢?例如具体到材料制备方法中的高温固相法而言,是应该侧重热力学还是侧重动力学呢?是应该强化数学公式的推导还是侧重知识性的介绍呢?是侧重理论知识的传输还是经典案例的分析呢?也许,短期内又是一个仁者见仁,不同专业的教师对不同内容进行自我框定的局面。

4 结语

材料化学作为一门以化学为手段,以材料为对象,以结构的调控使材料的某些性能得以再现或者优化为目的的新兴交叉学科,其学科知识点应该是化学和材料的一个有机结合,而不应该只是二者简单地累加。本文通过对材料化学专业现状的介绍、学科概念的总结、现有教材内容的分析,认为材料化学课程教学内容应该主要围绕材料制备方法、材料表面修饰、材料组分控制、材料尺寸控制、材料形貌控制等知识点来组织编排,同时也应该对材料结构、材料结构与性能、材料表征方法以及某些类型材料等方面进行简单的介绍。这两类内容对应知识点构成了材料化学的完整学科知识体系。此外,对于材料化学专业的课程设置来说,除了开设一些基础性的化学类课程和材料类课程外,应该选择性地开设如材料表征、材料性能、材料测试或者材料结构等方面的课程,以此对材料化学课程内容中的某些一般知识点进行较为全面而深入的介绍,结合学校的某些优势学科而形成材料化学的专业(学校)特色。

参考文献

- [1] Fahlman B D. 材料化学(国外化学经典教材系列影印版)[M]. 北京:科学出版社,2012.
- [2] 彭正合. 材料化学[M]. 北京:科学出版社,2013.
- [3] 朱光明,朱华宇. 材料化学[M]. 北京:机械工业出版社,2009.
- [4] 赵志凤,毕建聪,宿辉. 材料化学[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2012.

Brief Analysis of Material Chemistry Course Content and Professional Course System

Cheng Ping

School of Chemical and Material Engineering, Huaihua University, Huaihua

Abstract: Material chemistry is a new interdisciplinary subject arising from the intersection and penetration of materials science and chemistry. Its subject content has not been unanimously recognized, and the content of the corresponding material chemistry course often overlaps with other courses offered by the major of material chemistry. In this paper, the requirements, core knowledge fields and the concept of material chemistry are analyzed, and the content of material chemistry course and the curriculum system of material chemistry specialty are discussed preliminarily.

Key words: Material chemistry; The course content; Curriculum system