

本科教学中逻辑性课程《纳米材料》 的主线设计探索^①

苏向东, 刘伟, 伍玉娇

贵州理工学院 材料与冶金工程学院, 贵阳 550003

摘要:《纳米材料》课程主要讲解纳米材料的结构与性能之间关系的概念与理论, 这种定位决定了纳米材料课应采用逻辑教学法。在这种方法下需找到课程逻辑起点, 然后沿着起点设计出一条课程主线, 建立课程理论体系, 从而合理承接培养方案中的课程群。在《纳米材料》中, 纳米结构就是逻辑起点, 主线就是“结构与性能”的关系。故该门课程应按“结构和性能”这条主线展开。对现行纳米材料课程内容进行分析, 大部分内容均可用主线串联起来。该方法为类似的逻辑性课程教学方法改革以及在课程章节内容之间建立逻辑关联提供借鉴。

关键词: 纳米材料; 结构与性能; 课程主线; 逻辑性教学

中图分类号: G642

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2019)11-0131-05

本科教学中的大部分课程可根据课程特点分为逻辑性课程和系统性课程, 不同的课程类别应采用不同的教学方法^[1-3]。以《纳米材料》课程为例, 该课程是材料类专业开设的专业课程。通常, 该专业的本科生刚刚完成诸如大学物理、材料概论、物理化学或固体物理等基础课程的学习, 就开始学习《纳米材料》。学生较普遍的学习心态是:“纳米材料十分神奇, 这门课程可以把神奇之处讲清楚”。而授课教师常感到“纳米材料内容太新、面太广, 难以彻底讲清楚纳米材料的‘神奇’”。其实, 教师将这个矛盾归因于纳米材料的“新”是不合理的, 纳米材料虽然是近些年的发展方向, 新事物、新概念不断涌现, 但是它依然基于物理等知识体系, 而不是独立出现的新体系。在这个前提下, 追踪溯源是课程的定位和主线不清。《大学物理》或专业基础课程是否能对《纳米材料》课程起到承接作用? 学生在已有的知识培养框架下能否学懂《纳米材料》? 就算有教学经验的老师也难以回答这个问题。究其原因, 是课程主线研究不够清晰。

1 纳米材料课程定位

弄清课程主线, 首先应该明确课程定位。从这个问题出发, 我们需要探索《纳米材料》课程的定位是什么? 确定了课程的定位才有合理的主线, 有合理的主线才能够确定课程之间的承接关系, 才能理清这门课程具体章节间的关系, 从而讲好这门课程。追根溯源, 与它关系密切的《大学物理》主线是:运动的物质与物质的运动。那么《纳米材料》能否延续这条主线? 我们可以针对《纳米材料》的课程章节内容进行一次简单的分析, 盘点是否具有上述课程的主线内容。纳米材料特性部分是大学物理中不太重要的量子物理章节的延续, 纳米材料制备部分是大学化学的延续, 纳米材料表征部分是现代材料分析方法的内容, 均与前述课

^① 收稿日期: 2018-07-25

基金项目: 国家自然科学基金项目(51703039); 贵州省本科高校一流课程建设项目(黔财教[2016]70号, 黔财教[2017]142号)。

作者简介: 苏向东(1966-), 男, 工学博士, 二级教授, 主要从事纳米材料研究。

通信作者: 刘伟, 工学博士, 教授。

程主线无关. 同时, 纳米材料的光电电磁特性部分内容是概括试验事实而得到的物理规律, 与《大学物理》介绍物质层次运动和变化主线无关. 经过课程内容分析, 可知《纳米材料》定位不能延续《大学物理》, 那么其定位或主线应该是什么?

《大学物理》的主线是“运动的物质与物质的运动”, 而《纳米材料》的主线则应该是运动的纳米物质与纳米的运动. 这一主线首先就扩大了《纳米材料》的课程范围. 纳米材料通常是已经制备出的有某种特性的材料, 这时纳米材料不是运动的, 而是稳定的结构. 如果掌握特殊纳米结构的运动, 包括纳米材料的结构变化、外场刺激下结构的响应等等, 应该需要更高级的课程, 甚至前沿的科学研究实践进行支撑. 在较高层次的材料知识面, 才能够推测、理解和掌握纳米材料的运动. 这一主线又局限了《纳米材料》的课程范围. 《纳米材料》的课程内容包含纳米结构、纳米材料制备、纳米材料表征, 和纳米材料的特性, 其中包括大量非运动的纳米结构或纳米材料, 这些非运动的结构也是《纳米材料》的教学重点. 所以, 将主线定义为运动本身, 难以支撑起这门课程的教学.

探讨《纳米材料》的主线, 可以先根据定义进行. ISO 组织给出的纳米材料定义是: “Nanomaterial—sismaterial with any external dimension in the nanoscale or having internal structure or surface structure in the nanoscale. This includes both nano-objects, which are discrete pieces of material, and nanostructured materials, which have internal or surface structure on the nanoscale”, 即纳米材料是内部结构或外部结构或表面结构具有纳米尺寸的材料, 可以是纳米的零散小尺寸材料, 也可以是具有纳米结构的宏观材料^[4]. 这其中涉及纳米结构, 而纳米结构衍生出许多特殊的性能, 因此, 可以大致总结出纳米结构与材料性能之间的关系应该是这门课程的主线.

确定了《纳米材料》的主线问题, 就能够判断它与其他课程的主线延续问题. 纳米材料顾名思义是具有纳米结构的材料, 而这种材料能够表现出异于宏观块体物质的性能. 特异的性能源于特异的纳米结构, 特异的纳米结构又影响了基本粒子在其中的运动过程, 从而产生了特异的性能. 因此可以说是纳米材料的“结构—性能”关系, 这种特异结构使得纳米材料的研究不同于基本粒子或者天体星系, 不能够用大学物理或物理化学中的原理来直接套用, 因此, 需要有符合纳米材料的“结构—性能”知识体系, 这也是贯穿整个《纳米材料》教学的重点.

2 纳米材料课程的教学方法

在粗略确定课程的“结构—性能”主线之后, 就需要进一步确定课程的教学方法. 文献[5]在谈及教学认知时将教学方法分为两类: 一种是逻辑教学法, 另一种是系统教学法. 所谓逻辑教学法是指通过普遍认知的原理引入, 以此为本门课程的逻辑起点, 从而逐步导出课程范围内的其他概念与理论. 从而在完成教学过程后为学生建立起知识体系. 其缺点是一个节点没有教好就导致整个教学失误. 如线性代数是逻辑教学法的典型课程; 所谓系统教学法是指先讲解课程体系的纲要, 再将纲要下的知识点分为若干个模块, 然后再逐个讲授模块中的知识点. 其缺点是逻辑性差, 知其然不知其所以然. 大学化学是系统教学法的典型课程. 这两种教学方法各有所长, 同时适应于不同类别的课程. 相较而言, 逻辑教学法适合于理论性较强的课程, 而系统教学法更适合于知识性的课程^[6-7].

逻辑教学法或系统教学法的实施都依赖于认知学理论^[8]. 经典的认知学认为: 接收信息流是认知的必经之路, 但是人将信息流转换为知识的过程却不是简单的. 信息流是否能够在人体内自发而有序的形成组合? 康德认为答案是否定的, 并非接受的所有信息流都能够被加工成认知, 仅有通过筛选的信息流才能被加工成知识. 加工的知识只告诉我们知其然, 却不告诉我们所以然, 更不能为我们带来真理的认知, 但是能够激励我们获得真理的理性^[9]. 当我们实施课程教学时, 如果依赖逻辑教学法, 那么教师往往传达的是原始的信息流, 通过学生的大脑加工、整理并形成知识. 逻辑教学法的信息流往往是相同的. 差别在于教师授课的逻辑性. 逻辑性强, 学生对信息流的整理加工效率高, 教学效果好; 而依赖系统教学法, 那么教师

呈现的是经过教师加工理解后的信息流, 学生只能够对这种信息流进行再加工、接受并记忆。这个过程教学效果决定于教师对知识点信息流的加工理解程度。回到《纳米材料》课程, 哪一种教学方式更适合这门课程? 根据“结构—性能”这条主线可知应该采用逻辑教学法来实施教学。

《纳米材料》课程的内容主要是前沿、交叉学科知识, 内容繁杂。目前常见的教材内容主要为: 表界面效应、尺寸效应、量子尺寸效应、量子隧道、化学法制备纳米材料、物理法制备纳米材料、SEM、XRD、TEM、纳米磁性材料、纳米材料的热性能、纳米材料的光电特性等等。而目前编写的教材多基于系统教学法, 采用模块式教学构建学生的知识体系。各个章节或模块之间的关联较弱, 基本可以独立于其他章节进行学习。学生在学习《纳米材料》的过程中不能掌握到主线, 采用系统教学法来讲授逻辑性课程并不符合认知规律。从认识理论上来说, 对逻辑性较强的知识, 应尝试分析、分解并简化知识点, 提高教学效果。应该将知识按难度排序, 然后从最简单的知识出发, 循序渐进掌握最复杂的知识。在模块彼此不存在明显顺序的科目中应该找到一种顺序, 即便是虚构的顺序^[10]。例如线性代数, 就是利用了这一虚拟的顺序, 将主线设计为: 行列式、矩阵、向量、方程组、二次型, 由浅入深, 循循善诱。学生在这个主线下可以逐渐提高对高级知识的认知能力, 逻辑上没有断点。

在《纳米材料》课程中, 学生通常在学习了纳米材料的 4 种特殊效应后, 又进入到纳米结构制备方法的学习, 然后是纳米结构的表征方法学习。每个章节都是独立的, 彼此之间的关系难以连接。更不用说学到后面出现纳米的光电磁热效应, 用之前的知识体系解释不了, 只能机械记忆。所以, 理清《纳米材料》的主线, 将课程内容更好地串联起来是至关重要的。在纳米材料中, 这个主线可以是之前提到的“结构—性能”为起点, 串联起纳米材料的光电热磁现象。纳米材料中具有纳米结构, 包含零维、一维、二维和三维。具有纳米结构的材料会因为尺寸效应而表现出特异的光电效应、热效应和磁效应。所以, 纳米材料的特异效益皆因“结构—性能”而起, 所以, 讲解纳米材料这门课, 也应该以此为主线并以“纳米尺寸、光特性、小尺寸效应、电/磁特性、量子尺寸效应、热特性、表界面效应、纳米材料制备”为主线实施。《纳米材料》课程大部分重要的内容已经被包含在以上主线中。通过这条逻辑主线, 学生就可以采用与《线性代数》类似的学习方法来掌握纳米材料大部分知识。

3 纳米材料课程的教学内容安排

确定了课程的主线, 就应该对课程的教学内容进行合理的安排和取舍, 使整个教学过程中产生的信息流更加平滑、顺畅。根据前述的主线设计, 第一个需要考虑的内容是纳米材料的 4 大效应, 即小尺寸效应、量子尺寸效应、表界面效应和量子隧道效应。先讲授 4 大效应再讲授纳米材料特性将很难让学生把两者联系起来, 而且这种教学安排还会对主线造成干扰。纳米材料的光电热磁等效应各有特色, 但同时又可以归因于 4 大效应。例如电性能归因于量子尺寸效应, 热性能归因于表界面效应。改进方法是将某种性能介绍和相关的效应罗列在一起, 把 4 大效应分别安排在相应的性能章节中, 而不单独成章。

第二个需要考虑的内容是纳米材料的制备技术。在很多教材中, 纳米材料的制备技术作为一章安排在纳米材料的结构之后, 这种安排方式主要是凸显“结构—成型—性能”的逻辑。这样的安排将课程内容机械地分割为“结构”和“性能”, 难以体现二者之间的关联。学生在学习纳米材料的特性之前, 对于纳米材料的制备技术普遍兴趣不大。所以这种课程安排方式在过分追求“结构”和“性能”系统性方面丢失了“结构—性能”的定位, 也降低了学生对课程内容学习的兴趣。整改的方法是将纳米材料的制备技术放到性能章节之后。

第三个需要考虑的内容是重要的几种纳米材料。许多教材会将一些常见的纳米材料分章介绍。这部分章节完全可以放进对应性能的章节中。例如, 纳米硒化物的量子点特性可放入纳米材料的光电特性相关章节, 石墨烯的导电和导热特性可放入纳米材料的电特性和热特性相关章节, 形成统一的课程主线。

4 纳米材料课程的教学实施效果

为对比不同课程主线模式的教学效果,在两个不同的班级中采用传统课程主线和新课程主线分别实施教学.在课堂教学完成后,向不同课程主线的授课学生发放调查问卷,并结合期末考试成绩进行考核.回收的有效调查问卷共 188 份.对问卷的统计结果见表 1、表 2.其中,采用传统课程主线教学模式和新课程主线教学模式的调查问卷分别为 97 份和 91 份.期末考试方式为开卷,试题类型包括填空、选择、简答、论述.考试分值客观题(填空与选择)占 50%,主观题(简答和论述)占 50%.学生调查问卷统计结果及期末成绩如表 1 所示.学生对课程教学整体质量给出“很好”评价的百分比由 36.1%提高至 45.1%.从期末考试成绩来看,新课程主线的教学模式下学生成绩由 70.5 分提高至 78.5 分.其原因在于新课程主线下,学生能够更好理解和掌握课程内容.从不同题型的得分率可见,客观题得分差异较小,而主观题中新课程主线教学模式明显高于传统组,说明学生能够理解《纳米材料》章节之间的逻辑关系并掌握知识点,从而提高对课程内容的熟悉程度,在考试中准确组织答案,提高主观题得分率.所以,利用新课程主线教学模式的班级整体理论及分析问题的能力明显改善.

表 1 学生满意度调查结果与期末成绩对比

调查内容	传统课程主线教学模式组/%				新课程主线教学模式组/%			
	很好	好	一般	较差	很好	好	一般	较差
学生对课程教学整体质量的评价	36.1	41.2	21.6	1.1	45.1	32.9	22.0	0
学生对授课教师的教学水平评价	61.8	20.6	16.5	1.1	68.	125.3	6.6	0

表 2 期末成绩对比

题型	分值	传统课程主线教学模式组	新课程主线教学模式组
		平均得分	平均得分
填空	25	21.7	22.4
选择	25	18.4	18.6
简答	20	12.1	16.5
论述	30	18.3	21.0
期末考试平均分		70.5	78.5

5 结 语

上述是我们对《纳米材料》课程教学的一些浅见,这种教学思路已经实施.对比两种教学主线设计,新课程主线设计更加适合于学生对《纳米材料》课程的理解和掌握,教学效果更好.总结而言,首先,在课程教学前理清一门课是逻辑性课程还是系统性课程至关重要;其次,针对《纳米材料》课程,其主线不能仅仅体现独立的“结构”和“性能”,而必须体现“结构-性能”有机关联性.这样可以更好地承接《大学物理》等课程主线,同时也能提升学生的专业知识体系.如何处理好这个主线设计与课程内容取舍是研究《纳米材料》教学的重要方向.更为深远地,将本科培养方案中所有课程的主线进行统一而连贯的设计和规划将是具有挑战性和意义深远的教改课题.

参考文献:

[1] 马永红,雷 庆.课程的逻辑性教学与系统性教学浅议 [J]. 中国大学教学,2008(3): 39-41, 44.

[2] 张 新,夏思永.建构主义——普通高校体育教学方法改革的新思路 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2003, 28(5): 819-822.

[3] 唐剑锋,程南璞,满玉红,等.《材料科学前沿》教学模式的探索 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2014, 39(6): 141-143.

[4] International Organization for Standardization. ISO/TS 80004-1: 2015 Nanotechnologies - Vocabulary-Part 1: Core terms [S]. Geneva: International Organization for Standardization ISO Central Secretariat, 2015.

- [5] 励杭泉, 张 晨, 吴丝竹. 高分子物理本科教学之我见 [J]. 高分子通报, 2008(10): 60-64.
- [6] 陈 刚. 逻辑分析方法在科学课程教学设计中的应用 [J]. 当代教育科学, 2014(12): 34-37.
- [7] 杨炳儒, 马 楠, 谢永红. 知识逻辑结构与思维形式注记教学法研究与探索 [J]. 中国大学教学, 2011(4): 57-59.
- [8] 孟祥军, 石 瑾, 张 馨, 等. 提高结构化学课程教学质量的实用方法——基于“KM 教学法”开发“知识逻辑结构呈现式”课件 [J]. 高分子通报, 2015(8): 123-127.
- [9] 康德. 纯粹理性批判 [M]. 邓晓芒, 译. 北京: 人民出版社, 2004.
- [10] 笛卡尔. 探求真理的指导原则 [M]. 管震湖, 译. 北京: 商务印书馆, 1991

On Designing Main-Line of Logical Course ‘Nanomaterials’ in Undergraduate Teaching

SU Xiang-dong, LIU Wei, WU Yu-jiao

School of Materials and Metallurgical Engineering, Guizhou Institute of Technology, Guiyang 550003, China

Abstract: *Nanomaterials* is a course focused on nanometric structure and movement law in different structure level. This course's orientation is relationship of nanomaterials' properties and their structure, rather than 'structure' and 'property' in isolation form. Thus, logical teaching model is needed for 'nanomaterials' in according to its course orientation. A logical start-point 'nanostructure' of this course has been found. Then a main-line about 'structure and property' of this course has been designed from the start point. Almost all the content of this course can be connected to this main-line. The design method of course's main-line could pave a way for development in course reform of similar logical courses; and also show a methodic track of forming a systemic and logical connection of course contents.

Key words: nanomaterials; structure and property; main-line in course; logical teaching

责任编辑 张 枸