

纳米材料及应用在线开放课程建设的实践与思考

李洁 郇伟伟

(浙江农林大学化学与材料工程学院 浙江杭州 311300)

摘要: 纳米材料及应用是化学类及材料类专业开设的一门专业性较强的课程。本课程的学习,为学生日后从事材料类专业工作或科学研究奠定了重要的基础。在线开放课程的建设使学生的学习不受时空的限制,实现快速、及时以及反复学习。本文介绍了笔者在纳米材料及应用在线开放课程建设中,对教学内容、教学方式进行改革和创新,使学生对学科基础及学科前沿有一个系统的学习和掌握,并优化评价体系,使学生高度参与课堂,从而达到提高纳米材料及应用教学质量的目的。

关键词: 纳米材料 纳米科技 在线开放课程 建设实践

中图分类号: G642 **文献标识码:** A

DOI: 10.12218/j.issn.2095-4743.2022.33.053

第一次工业革命以Fe基材料为基础,加工精度标志尺度为毫米,人类跨入机械化工业时代;第二次工业革命以Fe、Cu、Al等金属基材料为基础,加工精度仍然是毫米,社会进入电气化时代;第三次工业革命以Si基材料为基础,以电子技术为代表,使社会进入信息化时代,它的标志是微米技术的应用;而21世纪,人类对物质世界探索的进程进一步加深,纳米尺度的加工技术逐步应用到人类的生产和科技活动中,将为人类制造出更多新材料、新产品,纳米器件和分子器件将引领时代的发展。目前,纳米技术已广泛应用于材料、信息、能源、环境、医药和军事等诸多领域。

纳米材料及应用属于前沿交叉性综合性学科,具有很强的前瞻性、专业性和交叉性,涉及化学、物理、电子、生物等多个学科的基础知识。为化学及材料类专业学生开设纳米材料类课程是顺应时代发展的必然趋势。通过课程的学习,学生对物质世界的了解进一步加深,有助于拓宽知识面,培养创造性思维能力。学生们在本科教学中学习了纳米尺寸和原子尺度的概念,将会对其未来的探究性学习和科研活动有所助益,同时也培养他们积极思考的好习惯,实现复合型、创新型人才的培养目标^[1]。在线开放课程,使学生的学习不受时空的限制,并且可以进行重复多次学习,有利于学生更好地熟悉所学内容,对课程进行深入巩固和理解。

一、课程资源的建设

自20世纪80年代以来,纳米科学与技术迅猛发展,已成为科学家与研究者关注的焦点,纳米材料涉及多学科的融合与交叉,材料学、化学、物理学、生物学等,同时又因其声、光、电、磁、热性能,使其在光学、力学、热学、电学等领域的相关教学中也有所涉及^[2]。时至今日,纳米材料的发展步伐仍不

断向前,学科内容在实时更新,所以,在开设纳米材料及应用这门课程时,要不断更新课程内容,如果仍按照以前的固有内容进行课程讲授,势必会对学生了解前沿纳米动态产生不利影响,因此,在课程内容的选择上,必须兼顾课程的基础知识理论以及学科的前沿动态,既要体现材料发展的规律性,又要突出纳米材料及技术在科技中的基础地位。

在课程的基础理论方面,我们采用徐志军主编的《纳米材料及纳米技术》为教材,该教材难易繁简适当,涵盖范围较广,可以使本科生对纳米材料具有比较广泛的了解,掌握纳米材料的基本知识和基本理论。在线课程资源的建设依据该教材的框架为基础,进行了八章内容的建设,分别是绪论、纳米材料、纳米粉体的制备、碳纳米管、纳米固体材料、介孔材料、纳米材料的表征、纳米材料与纳米技术的应用。章节的建设视频数及内容见表1所列。要突出纳米材料及纳米科技的趣味性、理论性和前瞻性,依托教材并根据纳米技术的发展对教学内容进行不断的调整和完善。另外,除教材外,我们还将B.S. Murty等编著的《纳米科学与纳米技术》,张耀君等编著的《纳米材料基础》(双语版),张立德等编著的《纳米材料与纳米结构》,王世敏等编著的《纳米材料制备技术》等作为学生的拓展教材,使学生的教材内容更加全面,更加立体。

二、课程内容的现状及优化

1. 教学现状

纳米功能材料及应用是一门知识涵盖面广、新理论与新技术层出不穷的新兴学科,在相关专业人才培养中占有重要地位^[3],但是,纳米材料课程的内容,对于本科生而言比较抽象,日常学习与生活中主要是宏观物质与现象,而纳

表1 纳米材料及应用课程建设内容一览表

章节	视频数	关键内容
第一章 绪论	2	纳米科技、自然界的纳米技术、纳米技术发展及动态
第二章 纳米材料	5	纳米材料的定义、分类、物理效应、性质、团聚与分散
第三章 纳米粉体的制备	7	物理方法、化学方法、不同方法的优缺点及应用
第四章 碳纳米管	2	碳纳米管的结构、性质、应用及制备方法
第五章 纳米固体材料	5	纳米固体材料结构特性、纳米薄膜、纳米陶瓷、纳米复合材料
第六章 介孔材料	2	介孔材料定义、分类、制备方法、特性及应用
第七章 纳米材料的表征	12	粒度分析、形貌分析、成分分析、热性能分析
第八章 纳米材料的应用	11	催化化工领域、能源领域、环保领域、涂料领域、纳米陶瓷领域、微电子领域、机械领域、生物医学领域、纺织领域、军事领域

米材料涉及微观、介观领域,要使学生理解透彻具有一定的难度。目前,纳米课堂的教学方式仍然存在以下几个问题。

一是教学方式比较单一,主要以教师灌输式教学为主,不利于学生思维的发展,学生在学习中没有主动思考,知识输入的反馈比较匮乏;二是教学内容涵盖不足,纳米材料发展迅猛,课程的教学依托教材,教材的内容是基于传统的经典理论知识,对于近期新发展起来的很多纳米科技理论及应用涉及较少;三是纳米材料课时少,授课学时一般为32学时,对于学生来讲,要在短时间内,系统掌握纳米材料及纳米科技的诸多内容,具有一定的难度。对于教师而言,在32学时内,要尽可能将学科的知识细致全面地呈现给学生,要注重知识的搭配,既不能枯燥无味,也不能泛泛而谈。因此,在教学过程中,教师要努力克服主观及客观的各种不利因素的影响,优化教学过程及教学手段,力图使教学效果最大化。

纳米材料及应用课程内容涉及广泛,章节内容各有侧重点,相互之间既有关联,又各有特色。教师在讲解时不仅要突出各自重点,而且要注意关联。例如,第二章纳米材料,在本章中,学生们接触了纳米材料的定义。从这里开始,学生对纳米材料到底是什么有了精准理解。接下来,教师对纳米材料的分类,零维、一维、二维纳米材料进行理解,并与对物质的宏观分类进行结合。比如,纳米颗粒、纳米线、纳米棒及纳米膜等。这一章中,学生还会接触到纳米材料的基本理论:表面效应、小尺寸效应、量子尺寸效应及宏观量子隧道效应。这是本章的难点,也是重点。教师要给学生建立起纳米材料结构-性质的框架,为学生在后续章节中的学习打下良好的基础。第四章为学生们介绍的是一种新型一维纳米材料——碳纳米管,碳纳米管的结构和性质都要结合第二章对纳米材料的系统学习的基础上才能更好地理解。在教学时,教师应加强章与章之间的联系,使学生对知识的学习和理解更加系统、更加全面。

在第七章纳米材料的表征中,有粒度分析、形貌分析、成分分析、热分析等,这些表征及分析手段对于没有进行过纳米材料制备及研究的本科生来讲,比较抽象。教师在本章的讲解时,可以与第三章纳米材料的制备相结合,采取科研实例中制备过的催化剂,并与其采用的表征方法相结合,为学生详细讲解相关表征方法,如透射电子显微镜、扫描电子显微镜、扫描隧道显微镜、原子力显微镜、X-射线衍射仪、X-射线光电子能谱仪、能量分散谱仪、拉曼光谱仪等大型分析测试仪器的原理与应用,使学生能比较系统地了解在科研中运用表征仪器的重要性,并可以与纳米材料的性质结合起来,了解纳米材料的结构及理化性质与纳米材料的应用所产生的关联。

2. 教学内容更新及优化

进入21世纪,纳米材料技术飞速发展,科研工作者对纳米材料的合成、结构调控、性能优化等诸多方面都进行了深入研究,纳米材料的应用范围也进一步拓宽,某些前沿的研究成果在目前很多教材上都没有体现。因此,在课程讲授过程中,如果有涉及的相应内容时,应该结合前沿研究成果对教材内容进行扩充,使学生在在学习过程中可以接触一些前沿的纳米材料研究及应用的相关知识。这不仅可以丰富课程内容,而且可以为今后可能从事纳米材料研究的学生进行一定的科研启发。

例如,纳米材料在催化化工领域中具有广泛的应用。1972年,日本东京大学两位教授首次报道发现TiO₂光催化分解水从而产生氢气这一现象,这是纳米材料在光催化领域的重要应用。几十年来,该研究方向已经有大量的研究成果。因此,在讲授纳米材料在光解水制氢领域中的应用时,可以将常用的金属氧化物、金属硫化物和金属氮化物等催化剂体系进行介绍,对催化剂催化该反应的机理进行讲解,并对催化剂存在的问题进行阐述,如可见光利用效率低、响应范围

窄以及稳定性差等,使同学们对该反应体系具有系统、全面了解,加深对纳米材料应用层面的理解。

为了能在有限的课堂时间内,使同学们有机会接触到一些前沿的研究成果,我们以今年初云南大学柳清菊教授团队与英国伦敦大学学院唐军旺教授团队、华东师范大学黄荣教授团队合作发表在国际著名期刊《自然·通讯》上的一项重要研究成果为实例,给同学们讲解该研究团队以单原子铜锚定二氧化钛,成功制备新型光催化剂,其分解水制氢量子效率高达56%^[4]。单原子金属催化剂是近年来迅速发展起来的新型催化剂,与传统金属催化剂相比,单原子金属催化剂中的原子以单个的形式负载在载体上,在催化反应中可充分参与反应,提高催化剂活性中心的利用效率。但是,单原子具有极高的表面能,容易团聚,稳定性差,寿命短。该研究团队针对该问题制备了具有大比表面积和丰富钛空位的二氧化钛纳米材料,以此为载体锚定过渡金属铜单原子,使铜与二氧化钛形成了牢固的“铜—氧—钛”键。该研究为设计具有卓越光催化活性和耐久性的先进材料铺平了道路。

通过这类科研实例的讲授,同学们对纳米材料的科研工作有一个初步的认知,这对他们是一个很好的科研启发,开阔眼界,培养了对科研工作的兴趣,为学生打开科研工作的大门,对学生的本科教育与研究生教育进行衔接,为学生的后续深造打好基础。在对本校应用化学专业的学生开设纳米材料及应用课程后,并对后续学生考研选择专业及研究方向进行简单的调研,发现相当一部分学生表示希望从事纳米材料相关方向的研究。其中,有些学生直接表示希望考研后从事纳米材料课堂上讲过的科研内容,并以此为契机,选择相关研究方向的导师。基于此,笔者认为该课程的教学具有重要的意义,对学生的人生以及职业发展也起到了促进和推动作用。

三、课程评价体系的改革与创新

传统课程评价体系以考试成绩为主,导致很多学生的学习仅以考试为目的。然而,考试只是检验学习效果的一种手段,不是最终目的。在课程建设过程中,我们丰富课程评价体系,将课程评价按照学生在学习过程中的参与度、理解度、个性化见解等方面,进行考核方式改革,如表2所示,评价内容包括视频观看、作业、阶段测验、发帖讨论和考试等内容组成,考试成绩占30分,其他包括视频观看30分,作业20分,发帖讨论10分,阶段测验10分。弱化考试成绩在最终成绩评定中所占的比重,不唯成绩论,更加注重学生在课

程学习中的参与度,使学生注重课程内容本身,而不是以考试为驱动力的被动学习,学生的发帖讨论,包含学生对相关内容的理解,更是学生对某个知识点的思考,在不断地理解-思考-理解的过程中,学生对本课程内容的掌握程度进一步加深,使课程的教学效果得以更好彰显。

表2 纳米材料及应用在线课程考核评定表

考核项目	分值	内容
视频观看	30	视频观看时长
作业	20	作业完成程度、完成质量
发帖讨论	10	对问题的见解是否全面深刻
阶段测验	10	对某一阶段内容的掌握程度
考试	30	对课程的掌握理解程度

四、在线课堂提高学习的自主性

在传统课堂模式中,教师与学生面对面进行讲授,学生被动获取知识,授课时长固定,一节课45分钟,教师按照既定教学计划进行授课,学生无论接受程度如何,必须按照老师的节奏进行课程的学习。而在线开放课程采用视频教学,教师提前录制好教学视频,视频一般短小精悍,几分钟到十几分钟不等,长度控制在学生注意力能较好集中的时间范围内,并且每个视频都针对一个特定的知识点或问题,具有较强的针对性,可以有效提高学生的学习效率;还可以随时暂停或回放视频,可以由学生自主控制学习进度,有利于学生的自主学习。学生在日后的学习和科学研究中才能更好地利用所掌握的知识来解决问题,这也为培养创新性、应用型人才具有积极的促进作用。

结语

时代发展对大学教育提出了越来越高的要求,纳米材料及应用课程的内容丰富多彩,教学方式也日新月异,教育工作者要时时更新教学理念,丰富教程教学手段与方法,以期达到高质、高效教学,为新时期祖国纳米科技的推广与发展贡献一份力量。

参考文献

- [1]师昌绪.应进一步加大对纳米科学技术的支持力度[J].科学新闻周刊,2001(13):4.
- [2]张耀君.基于少学时《纳米材料》双语网络平台课程的构建[J].教育现代化,2018,5(26):69-70.
- [3]石永敬,原金海,邱永江.纳米功能材料及应用教学改革研究与实践[J].教育现代化,2021,8(12):86-89.