

“纳米科技与纳米材料”本科生课程教学探讨

沈海军

(南京航空航天大学 航空宇航学院, 江苏 南京 210016)

纳米科学与技术是指在纳米尺度上研究物质(包括原子、分子)的特性和相互作用,以及利用这些特性的多学科的科学和技术。像二十世纪70年代微电子技术引发信息技术革命一样,纳米技术,将会引发一次新的工业革命。本世纪以来,各国为提高自身的竞争力,纷纷拉开了竞争的战幕。我国政府也通过各种计划对纳米技术的研究进行了大力扶持,并在许多领域取得令人瞩目的进展。在这种大背景下,我国许多高校相继成立了“纳米研究中心”,增加了对纳米学科的扶持力度,在研究生阶段的相关专业上不同程度地增添了相应的研究方向,并开始招生。但相比之下,本科阶段的纳米学科建设显得相对薄弱。

近几年来,北京大学、南开大学等高校陆续在本科阶段尝试性地开设了“纳米科技导论”等纳米科技的类似课程,但由于新兴学科自身的独特性,教学模式,教学内容等方面均处于摸索阶段,许多问题有待商榷。今年下半年,笔者向所在学校——南京航空航天大学提出了在本科阶段开设“纳米科技与纳米材料”课程的建议,并提交了相应的教学计划与教学大纲。这里,结合该课程的特点,笔者来谈谈自己对该课程的一些观点和见解。

一、本科阶段开设“纳米科技与纳米材料”课程的必要性

纳米科技是20世纪80年代末诞生并崛起的新兴科技,在国民经济及国防科技等方面具有广阔的应用前景。现阶段在大学本科阶段开设“纳米科技

与纳米材料”课程对大学生创新素质的培养及纳米科技普及与发展具有重要的现实意义。

1. 开设“纳米科技与纳米材料”课程,符合大学生对高科技、新知识的需求

在当今知识经济的时代,知识某种程度上代表了财富和资源的转移,财富已逐渐体现为社会主体——人对知识的占有程度。在科学日新月异的今天,尤其是党的十六大提出“与时俱进”的号召下,越来越多的当代大学生表现出了对高科技、新知识的无限渴求。作为高新技术的纳米科技在社会的各个领域已初步显示出了巨大的潜力和无穷的“魅力”,极可能引发一次新的产业革命;社会上一度兴起的“纳米热”更是给纳米科技添上了一层神秘色彩,这些都使得纳米科技对大学生形成了强大的吸引力。因此,开设“纳米科技与纳米材料”课程,体现了大学生对高科技、新知识的需求。

2. 展示纳米科技发展的最新动态,适应高校通才教育与学术人才的培养

目前,我国高等教育正从“专才”教育向培养“宽口径、厚基础、重能力、求创新”的通才教育模式转变。通才教育要求受教育者具备综合的知识结构和智能结构,以适应现代科学技术既高度分化又高度综合的趋势。同时也要求广大教师积极从事教学和育人工作,多开课、开好课、开新课。在本科阶段开设“纳米科技与纳米技术”课程,展示纳米科技这一多学科技术发展的最新动态,显然是与高校通用人才教育的要求相辅相成的。另外,高等学校也是培养学术人才的摇篮,大学生只有尽早的洞悉和了解最新科技的最前沿的研究动态,才能培养开阔的视野、创

收稿日期:2002-12-31

作者简介:沈海军(1971—),男,南京航空航天大学航空宇航学院副教授,主要研究方向为三维破坏力学,疲劳断裂,纳米力学。

新的思维,以及敏锐的洞察力,最终成为一名站在科技最前沿的科技工作者。

3. 传授纳米科技知识,推进纳米科技的普及与发展

科学技术需要有杰出的科学家去研究,去实现科学新领域的突破。同时新成果、新技术只有向广大的群众中传播,让广大的公众理解它、掌握它,最终才能使其成为实现国民经济增长的重要因素。现阶段,我国的高等教育正从“英才教育”向“大众教育”阶段过渡。向大学生传授高科技知识,进而使高科技再向大众扩散已经成为科技普及和发展的最有效的途径之一。目前,国家为发展纳米科技,已投入了大量的人力、物力和财力,并提出了纳米技术产业化的口号。但由于种种原因,纳米技术产业化过程中曾一度出现了“纳米泡沫”的不良现象。在大学生中开设“纳米科技与纳米材料”课程既可以传播纳米科技知识,推进纳米科技普及和健康发展,同时对形成良好的纳米科技产业化社会氛围也是极为有利和有意义的。

二、“纳米科技与纳米材料”课程的特点

1. 高科技性与争议性

尽管纳米科技近年来迅速崛起,但无论是理论还是实验研究都仍处于探索阶段。分子束外延、激光蒸发、扫描隧道显微镜(STM)/原子力显微镜(ATM)、光刻等高科技手段为纳米材料的制备与介观世界的认识提供了直接的途径,同时,也为纳米科技蒙上了一层神秘的面纱。随着科技的发展,人们对纳观世界的物性已有了一些深刻的认识,但鉴于目前科技发展水平与人们对纳观世界认识水平的限制,纳观世界依然存在大量的问题尚未得到很好的解释,如纳米结构自组织生长的力学机理,介孔材料制备的化学机理等等。此外,不同的研究者基于不同的模拟环境(如分子动力学模拟纳米材料时所选择的计算规模、势函数等)、不同的实验环境下对同一纳观世界的问题进行研究往往会得出截然不同的结论,而且这些问题又往往无法一时澄清,存在很大的争议性。这给《纳米科技与纳米材料》的讲授带来了一定的困难。

2. 多学科交叉性

纳米科技是近年来逐步发展起来的综合性、多学科交叉的科学前沿,它的发展大大拓展和深化了

人们对客观世界的认识,并在信息、材料、环境、能源、化学、生物、医学、微电子、微制造和国家安全等方面显示出广泛的应用前景。纳米科技的研究和发展既促进又依赖于众多学科的理论、实验、以及现有的基础和进步。目前,与纳米科技相关的纳米材料学、纳米电子学、纳米生物学、纳米化学、纳米机械学、纳米加工学等众多新兴学科已蔚然而生。实际上,纳米科技已经以各种方式渗透到了包括自然科学与社会科学的各个领域,如艺术社会学等领域。

纳米科技高度的学科交叉性对讲授“纳米科技与纳米材料”课程的教师专业素质提出了更高的要求。一方面,它要求教师本身不仅要储备材料学、机械学、加工学方面的相关理论,同时还要了解电子学、生物学、化学方面的广泛知识。另一方面,它还要求教师在讲课时要充分考虑学生的知识基础、理解能力和接受能力。

3. 课程教学的探索性和挑战性

“纳米科技与纳米材料”课程内容的高科技性与争议性,以及多学科交叉性使得该课程的教学具有挑战性。这种挑战性不仅仅要求教师具有较高的专业知识素质,而且还要求教师具有良好的专业技能。这种良好的专业技能首先表现为任课教师对教材和教学内容的适度把握方面。由于目前纳米科技正处于崛起阶段,“纳米科技与纳米材料”不像一些传统课程那样已形成系统的理论,并有众多教材可选用。因此,教师必须通过多方途径对教学内容进行遴选,且遴选过程中要注意课程结构的完整性和科学性。其次,“纳米科技与纳米材料”课程还要求任课教师具有良好的教学组织能力。这种教学组织能力主要表现在教师如何根据学生的实际情况把高科技的教学内容合理地展现给学生。另外,新的课程也给教师自身对教学效果的评估带来了极大困难。这些问题的解决均需要在今后的课程教学实践中不断探索。

三、“纳米科技与纳米材料”课程教学方法与教学内容的若干建议

1. 尝试科普讲座与专题讲座相结合的教学模式

“纳米科技与纳米材料”课程的教材和教学内容主要有两大来源,一是正式出版的有关纳米科技的书籍与刊物;二是 Internet 网上有关网站介绍的纳米知识与纳米研究、成果的报道。根据读者对象的不同,这些纳米科技的书籍、文章或报道通常又可分为科普或专题研究两类。

结合以上“纳米科技与纳米材料”教材和教学内容资源的特点,笔者建议教师在备课时可先人为地对这些资源进行归类,然后将其归纳几场科普讲座或专题讲座的讲稿,并在教学中尝试以讲座的形式进行教学。以下是笔者对理工科本科生“纳米科技与纳米材料”课程教学内容安排的具体设想,它包括三场科普讲座与八场专题讲座:①科普讲座:包括“纳米科技向我走来”,“神奇的纳米材料”和“纳米科技应用及展望”;②专题讲座:包括“纳米颗粒的性能制备、性能与应用”,“碳纳米管与富勒稀”,“纳米薄膜与纳米涂层”,“纳米磁性材料”,“介孔材料”,“纳米材料显微术”,“纳米科技的数值模拟技术—分子动力学”和“纳米电子学”。

2. 突出学科的整体结构、整体发展与学科前沿,激发大学生的学习兴趣

奥苏贝尔的认知接受学习理论强调有意义学习,并认为人的学习动机分有“认知内驱力”、“自我提高内驱力”和“附属内驱力”三种成分。其中,认知内驱力是指要求获得知识、了解周围世界、阐明问题和解决问题的欲望与动机,即我们通常所说的好奇心、求知欲。这种内驱力是当代大学生的一种主要的内在学习动机。

纳米科技的“神秘感”和社会上的“纳米热”,本来就使大学生产生一种强烈的好奇心。这种好奇心驱使他们不断探索周围世界,了解周围世界,并从中得到满足。同时,这种满足感(作为一种“激励”)又会进一步强化他们的求知欲,即增强他们学习的内驱力。因此,“纳米科技与纳米材料”课程的任课教师必须结合大学生的年龄、知识结构等特点,从整体上合理地安排教学内容,在教学设计或在课件设计过程中要突出学科的整体结构、整体发展与学科前沿,使学生能够不断地获得最新、最尖端的学科动态和研究成果,并从中受到启发和鼓舞,使浓厚的学习兴趣始终保持,最终达到良好的教学/学习效果。

3. 充分利用网络资源,运用多种形式的直观教学方式

尽管“纳米科技与纳米材料”不像传统的课程那样有系统的理论、众多教材,相对成熟的教学模式和

教学经验可选用、借鉴或套用。但留意的人会发现,Internet网上大量充斥着这一高科技学科的相关研究报告和相关知识。仅以国内为例,目前比较知名的纳米网站就有等几十家。这些网站大多都是由一些相关的研究机构创办。网页上的内容不仅包含各种纳米科技的科普知识的文章,还大量包括所在研究机构研究者的最新研究成果。有些网站为了宣传自己研究者的研究成果,甚至把他们研究工作的Powerpoint幻灯片放在网页上,供网上冲浪者免费下载。这些网上资源为“纳米科技与纳米材料”课程教师的讲授提供了大量的素材。

另外,由于原子力显微镜、扫描隧道显微镜,投射电镜场离子显微镜等直观显微术在纳米科技中的应用,微观世界已能够以直观的形式展现到人们面前。显微镜下微观世界的众多现象被拍摄成照片和录像。在纳米显微微观世界奇妙景观的启发下,近来一些西方国家甚至兴起了一股“纳米艺术”的热潮。仅以网站<http://nanotech-now.com>为例,该网站向网上浏览者提供了纳米科技的相关照片和录像就数以千计。这些媒体素材为教师有效开展直观教学提供了广阔的选择余地。

4. 理论结合实际,注重课程的科学性与批判性

“纳米冰箱”、“纳米洗衣机”……一股前所未有的“纳米热”一度在全社会兴起。正如公众对纳米感到的困惑一样,“纳米热”的兴起,也让从事纳米科学研究的科学家有喜又忧。喜的是,此举具有一定的科普效应,全社会对“纳米”逐渐有了初步的认识,这将有助于纳米科研发展和最终实现产业化;忧的是,纳米热中难免鱼目混珠,对纳米科技概念的某些误解以及伪纳米产品的出现,使得有些人开始怀疑纳米科技本身正在发挥的作用。因此,教师在讲授“纳米科技与纳米材料”课程的过程中,应注意将科学的理论与社会现象紧密结合起来,突出课程的科学性与批判性。一方面,要对纳米科技的内涵及其产业化进行科学评价和论述;另一方面,要对社会上一些人对纳米概念上的谬误和“炒作”进行批判,使学生时刻对“纳米热”保持清醒的认识,从而使纳米科技沿着健康的方向发展。