

本科生选修课《纳米技术基础》在生物医学工程专业的教学探索

李燕

中山大学生物医学工程学院, 中国·广东 深圳 518107

摘要: 生物医学工程专业为多学科交叉专业。本专业本科生分生物医学材料、生物医学传感和医疗仪器三个培养方向, 学生们前期所修课程、参与科研项目程度均不同。作为选修课的《纳米技术基础》涵盖面较广。如何设置使学生们感兴趣的课程内容并能广泛联系基础与前沿, 是难点。通过教学内容梳理、教学方法的探索等改革, 提高授课质量, 从而提高学生分析问题、解决问题的能力。

关键词: 纳米技术; 内容梳理; 教学方法

Exploration of Teaching Undergraduate Elective Course *Fundamentals of Nanotechnology* in Biomedical Engineering

Yan Li

School of Biomedical Engineering, Sun Yat-sen University, Shenzhen, Guangdong, 518107, China

Abstract: Biomedical engineering is a multidisciplinary and interdisciplinary major. Undergraduate students in this major are divided into three training directions: biomaterials, biomedical sensors and medical equipment. The courses taken and the degree of participation in scientific research projects are different among students in the early stages. As an elective course, *Fundamentals of Nanotechnology* covers a wide range of topics. How to set course content that students are interested in and can widely connect with the basic knowledge and frontiers is challenging. By reforming teaching content and exploring teaching methods, the quality of teaching can be improved, thereby enhancing students' ability to analyze and solve problems.

Keywords: nanotechnology; content review; teaching methods

0 前言

生物医学工程专业致力于培养掌握本专业及相关学科的基础理论, 具有综合应用多学科知识和方法解决医学领域相关问题的能力, 适应生物医学等相关行业发展的高素质复合型人才。

《纳米技术基础》属于本科生专业选修课, 课程内容涉及纳米科学与技术的基本概念、实验方法和前沿研究, 以及在生物医学领域的应用。通过本课程的学习, 使学生牢固掌握基本概念、原理和实验方法, 一般掌握纳米制备技术及在生物医学领域的应用, 以及了解该领域的最新动态。基于该课程的学习, 培养学生自主学习的能力, 提高学生综合素质, 拓宽视野。

本课程面向本专业生物医学材料、生物医学传感和医疗仪器三个方向的大三学生开设。学生们前期所修课程略有不同, 后续深造方向也不同。因此, 拟从以下三方面开展本课程的教学改革探索。

1 教学内容的梳理

《纳米技术基础》课程涵盖内容较广、较新^[1]。在教学中如果未理清课程内容主线及核心基础概念, 容易在课堂

上无法突出重点, 导致学生学习兴趣一般。梳理教学内容时, 先明确课程的整体主线, 再相应调整每部分内容。

课程主线按照“纳米材料定义—四大效应—天然纳米结构—纳米材料的制备—表征”来安排。首先阐明纳米材料的定义, 其微观结构至少在一维方向上在 100 纳米以下, 且与块体材料相比性能发生了突变的一类固体材料。纳米材料可分为有机、无机纳米材料, 或零维、一维、二维纳米材料。无论哪种纳米材料, 其组成都可提炼归纳为颗粒组元与界面组元。围绕界面展开的相关内容是本课程的重点。纳米材料具有优异性能, 如经典的四大效应: 表面与界面效应、小尺寸效应、量子尺寸效应与量子隧道效应。接着学习自然界中存在的纳米结构。本课程选取了 3 类与生医工联系密切的作为学习对象, 包括超疏水表面(莲叶)与 2 种纳米复合材料(珍珠质、骨), 均具有独特的表、界面结构。先阐明其多级结构, 再关联其性质。因为结构决定性能, 性能决定应用^[2]。

向自然界学习, 引入纳米材料的制备与表征。因有生命体的参与, 天然纳米材料的形成方式较复杂。因此, 仿生材料的构建仅作为拓展内容。制备部分涵盖了纳米粒的物理、化学制备方法, 如机械粉碎法、沉淀法与溶胶凝胶法, 以及一维、二维纳米材料的制备方法, 如气相生长、模板生

长与组装生长等。纳米材料因尺寸小导致表面能高。为稳定纳米结构,在制备时需考虑表面修饰。关于表征,本课程中重视表/界面的特征,并突出纳米结构的特殊之处。例如,关于 XRD 分析纳米晶体时,先解释衍射峰宽化的形成原因,再与透射电镜结果关联,侧面验证通过 XRD 衍射图谱计算出的晶粒尺寸。

梳理好课程主线的前提下,在组织每部分课程内容时,强调基本概念、核心原理,并在内容相关的范围内,选择相应的前沿论文作为辅助材料,通过多举例的方式强化印象。例如,在解释“纳米材料”概念时,引用文献中各种形态的金纳米粒、磁性纳米粒、碳纳米管以及层层自组装膜的扫描电镜或透射电镜图,强化学生印象。后续在纳米材料制备章节中,除了各种方法的核心原理外,也引用文献中如磁性纳米粒的制备流程,通过具体的例子使学生理解原理。在课程中,除了界面相关内容贯穿始终外,一些具体的纳米材料例子也分布在不同章节中。这样,知识点才能连成线,形成网络。同时,基本概念、核心原理与前沿论文之间才能形成链接,从而引导学生学好基础知识,并逐步培养深度思维的能力。

2 教学以讲授为主,辅以其他手段

在梳理好课程主线和每部分内容的前提下,根据课程内容采用最适合的教学方法,以讲授为主,辅以其他手段,如小范围的研讨式教学。教学可采用逻辑教学法与系统教学法^[1]。逻辑教学法以学生已掌握的知识/原理作为起点,逐步导出其他概念与理论,前序内容为后续知识点的基础、支撑。知识点之间逻辑关系较紧密。系统教学则先讲解课程内容的纲要,再将纲要下的知识点分为若干模块,然后逐个讲授模块。本课程内容较繁杂,已有教材多基于系统教学法编写,章节之间关联较弱。主线经过梳理后,模块间逻辑关系有一定程度提高。但针对整门课程仍然采用系统教学法。而对部分内容,逻辑教学法更适用。例如,“纳米材料定义—四大效应”模块中,先讲解“定义”,再教授“四大效应”,因为结构决定性能,先有特殊微结构,才有相应优异性能。

认知心理学认为,学习是信息获取、处理、输出的过程,与计算机系统类似;先对输入的信息进行转换,再经过符号重构、辨别与比较,进入长期记忆,最后对外界做出反应^[3]。比计算机稍复杂的是,人的认知过程分为感性认知与理性认知两个阶段。感性认知是理性认知的基础,但并非接受的所有信息都能被加工成理性认知。因此,在教学中引导学生将新的知识点和已有知识点建立链接,完成“重构、辨别与比较”过程,是需要重点思考的内容之一。

学生思维方式容易受教师授课思维方式的影响^[4]。在组织教学内容时,除了参考教材外,还广泛联系已有知识点。对于基础知识,除了讲授时多举例加深印象外,也可以通过及时复习等方式。例如,本课程第一课就引入“表/界面”;

在“四大效应”模块时给出准确定义,并导入表面能的概念、测量与理论估算等。在此基础上,才能理解“天然纳米结构”中超疏水表面具有低浸润性的机理,以及天然纳米复合材料具有优良机械性能的结构基础。纳米材料表面能高;在“纳米材料的制备”模块,需采用表面修饰策略。对逻辑性较强的知识,应尝试分析、分解并简化知识点,强化学生们的逻辑思维,提高教学效果。

近年线上教学、混合式教学盛行。笔者也尝试利用线上平台通过客观题的形式随堂测试。虽然能及时反馈,但可能在鼓励学生长期学习方面存在弊端。同时信息过多会使学生抓不住重点^[5]。电子设备具有一定积极作用,但过度依赖可能导致浅层学习^[6]。因此,本课程仍以课堂讲授为主。

学生习惯被动接受知识,缺乏自己对新知识点的挖掘和理解,限制了创新能力的培养^[4]。为鼓励开放式思维以及敢于想象的能力,不仅在课堂上多提问无标准答案的问题,也在课后布置开放式问题。要求先总结、归纳基本概念,并查阅文献举例回答该基础知识与前沿研究的关联等。期末前,要求学生以团队形式就某个基础知识点为关键内容,并辅以最新科研论文进行汇报。允许充足时间让学生发散思维,互相讨论^[7]。通过以上教学方法,培养学生融会贯通的能力,即基础知识扎实,且能拓展到前沿研究的能力,

3 考核方式的调整

本课程为选修课,基于该课程的学习,培养学生融会贯通、长期学习的能力,并拓宽学生视野。课程教学目标不仅要求学生牢固掌握基础知识,也可以解决实际问题并灵活运用理论知识。因此,考核方面加强学习过程考核。课程最终成绩由出勤、平时作业、小组展示汇报和期末考试成绩组成。出勤与平时作业成绩,督促学生提高课堂学习效率,及时巩固所学知识。

加强过程考核的目的是提高学生平时学习的积极性。学习是在不断犯错过程中完成,而近年的学生重视成绩。过于依赖平时问答、作业答案的准确性给出平时成绩,可能会打击学生长期学习的积极性。因此,期末考试外的考核注重学生完成作业的态度、思考的深度等,而答案的准确性则放在次要位置。期末考试中,除了涵盖基础知识点外,也设置应用型题目,进一步鼓励学生长期培养应用知识的能力。

4 初步实施效果

课程内容梳理后,学生上课积极性大幅提升。鼓励学生保持开放思维,并落实到考核标准上;发现无论是对于课堂上还是作业中开放问题的回答,学生思维的活跃度逐渐提高,表明学生主观能动性得到了激发。通过期末前小组汇报分享课程内容及相关前沿论文,学生归纳总结的能力得到了锻炼,并对阅读文献更加熟练。通过闭卷考试,发现学生对基础知识的掌握以及应用知识解决问题的思维能力得以提升。

5 结语

知识在爆炸式增长,保持长期学习及深度思考的能力格外重要。在教学时,经常在以下几对矛盾点之间找平衡。例如,如何兼顾课程内容的基础和深度。过于重视基础,内容深度方面不够。但如果重视深度,可能课程难度较大,知识面变窄。通常考核的侧重点代表了课程的核心内容。但如何通过考核引导学生兼顾思维能力的培养,始终是个难题。同时,作为本科培养体系中的一门选修课,还需要适应本专业培养方案的调整。因此,本课程的教学仍需继续摸索。

参考文献:

- [1] 苏向东,刘伟,伍玉娇.本科教学中逻辑性课程《纳米材料》的主线设计探索[J].西南师范大学学报(自然科学版),2019(44): 131-135.
- [2] 王永红,杨倩倩,刘辰,等.非金属超疏水纳米涂层技术的研究进展[J].材料导报,2020,34(Z1):66-71.
- [3] 岑健林.可视化教学的研究与探索[J].中国教育信息化,2022(28): 41-49.
- [4] 朱熹育,崔莹.课程思政教改方法初探——以建筑材料微课为例[J].教育现代化,2019,6(82):67-68.
- [5] 欧星,明磊,杜鹏.以提高本科生创新能力为目的的《纳米技术与应用》课程改革研究[J].科教导刊(电子版),2022(22):182-183.
- [6] Justin Kulesza, Gerald DeHondt II, George Nezelek. More Technology, Less Learning?[J].Information Systems Education Journal (ISEDJ),2011,9(7):4.
- [7] 梁红波,李艺璇,熊磊,等.“纳米材料与技术”课程创新能力和发散思维培养的教学改革与实践[J].南昌航空大学学报:自然科学版,2020(34):83-86.

作者简介:李燕(1984-),女,中国山西平遥人,博士,副教授,从事组织工程生物材料研究。