



《高分子材料表面与界面》教学的探讨

——海外教师主导的研究生全英文课程教学经验

任科峰,金 桥,王 齐,计 剑*

(浙江大学高分子科学与工程学系 教育部高分子合成与功能构造教育部重点实验室,杭州 310027)

摘要:浙江大学海外教师主导的研究生全英文课程建设项目于2013年开始进行建设,高分子科学与工程学系借此契机,在原研究生课程《高分子材料表面与界面》的基础上,邀请德国海德堡大学 M. Grunze 教授进行全英文教学。本课程旨在建设与国际接轨的,具有基础性、前沿性、交叉性且受益面广的全英文课程,提高高分子专业研究生的专业水平,扩大学生知识面,提高英语交流水平,同时培养一支具有国际化教学能力的中青年师资队伍。本文就该课程三年建设期以来的教学内容形式、课堂管理、学生学习体验等方面进行了总结,并针对研究生学习过程中存在的问题,结合当前我国研究生的基本现状,提出了一系列教学经验。

关键词:高分子材料表界面;全英文课程;海外教授;表面物理化学;教学改革

高分子材料表面与界面是研究高分子材料表面界面的现象、组成、结构、形态和功能,以及其与外在环境接触时,物质与能量相互作用的重要边缘学科^[1]。材料科学发展的水平是一个国家科学技术发展的重要标志,而高分子材料作为材料领域中的重要组成部分,已经成为国民经济发展中无可替代的支柱^[2]。数十年来,人们通过理论和实践的探索,已经清楚地认识到高分子材料的表面和体相具有不同的结构特征,物理和化学性质显现出显著的差异。更为重要的是高分子材料及其相关的器件,其宏观性能和寿命,往往取决于它们的表面结构^[3],特别是表现在高分子材料的许多功能是通过与外在环境影响的界面来决定的,高分子材料的许多本体性能是通过表面受到外在环境影响的。现今,科学研究已经步入纳米时代,材料的表面问题愈显突出,系统深入地教授高分子材料表界面知识显得尤为重要,已成为高分子专业的专业核心课程之一。

1 《高分子材料表面与界面》课程简介

浙江大学高分子系针对研究生专业教学的要求,在国内较早地开设了《高分子表面与界面》课程,授课对象为低年级的高分子专业研究生。授课内容主要包括了两个环节,即教师授课和课堂讨论。授课内容包括:高分子材料表界面定义和基本概念;高分子材料表界面的分子设计手段,例如,单分子自组装技术、射线反应、接枝反应、偶联技术等;高分子材料表界面基础研究(表征)手段,例如,X射线光电子能谱技术 XPS、原子力显微镜 AFM、扫描电子显微镜 SEM 等。课堂讨论环节则通过学生综合选题、文献检索、综述报告和课堂讲解讨论完成。在这一环节中,我们结合研究生学习阶段的特点,通过一些具有明确研究方向的高分子材料表界面课题,以及教师与学生互动,希望达到学生提高自学能力和加深对学科领域发展现状的理解。

《高分子表面与界面》课程所涉及的内容体现出显著的边缘学科特点,即不同学科领域的知识体系相

10.14028/j.cnki.1003-3726.2017.09.011

收稿:2016-10-18;修回:2017-07-17;

基金项目:浙江省自然科学基金(LR15E030002),国家自然科学基金(51333005,21374095)资助;

* 通讯联系人:计剑,男,教授,主要从事生物医用界面、自组装仿生生物材料、介入医用材料的研究。E-mail:jjian@zju.edu.cn.

互交叉融合。高分子表面与界面科学是从原子和分子的层面上,认识高分子材料表面的化学组成和原子排列,研究相关的物理化学现象。由于高分子材料的化学组成、分子结构以及所体现的性能与小分子材料,例如金属和无机材料,具有显著的差异。这为《高分子表面与界面》课程带来了全新的内容,但也带来了知识点的复杂性。此外,学习各种现代表征技术对材料表面进行分析,也是该学科和课程的传统组成部分。由此可见,《高分子表面与界面》课程内容既对学生的物理化学基础知识有较高的要求,也需要学生掌握新出现的各种现代技术手段和研究方向。

浙江大学高分子系属于工学部,高分子材料是具有理工结合特色的工科专业^[4],因此招收研究生的研究方向以功能材料为主。我们考虑到研究生阶段应具备了基本的材料物理化学知识,例如分子热力学、物理化学和分析化学等,因此在历年的课程内容设计中,我们着重教授学生对专业研究方向的了解,能够利用各种表面修饰技术对高分子材料进行功能化的设计和构建,并利用基础的表征手段解决课题中可能碰到的各种问题。在教师学生课堂讨论环节,我们为学生准备了多个较为成熟和经典的研究课题,例如,日本 Ishihara 教授的表面化学改性研究和德国巴斯夫 Zosel 教授的高分子材料表面粘结性研究^[5, 6]。经过多年来的教学实践,师生反映良好,学生能够学到知识,得到一定的专业学习和锻炼,从授课的内容和学生的掌握程度来看,基本达到了预定的开课要求。然而这些年来,我们也深刻感觉到我系《高分子表面与界面》的教学水平与欧美大学相比,差距依然很大,这既体现在我系缺乏高分子材料表界面相关的高水平论文,又体现在学生进入工作岗位时解决表界面问题的内功不足。因此,改革《高分子表面与界面》的授课内容和方式,提高教学质量势在必行。

2 海外教师主导的全英文《高分子材料表面与界面》授课

2013 年浙江大学为推动学校研究生教育国际化进程,提高研究生教学、教育质量,择优部分重点优势学科领域,聘请一流的海外知名教师,开展海外教师主导的研究生全英文课程建设项目。我们借此契机,聘请了德国海德堡大学 Michael Grunze 教授进行《高分子表面与界面》的授课,成为浙江大学全英文课程建设的首批课程之一。

Grunze 教授是国际著名材料表界面物理化学家^[7, 8],他曾分别在美国和德国任教,并在德国海德堡大学长期开设《材料表面科学》课程,具有极高的教学水平和丰富的教学经验。为了此次给我系研究生开设这门课程,Grunze 教授特别进行了重新备课,和我系相关教师进行交流,以期为中国学生提供更为高效的授课。通过三年对该全英文教学的全程学习和旁听,我们进一步熟悉和了解了国外高水平教学的特点和理念,对基础知识的侧重以及对学生能力全面的培养。

2.1 注重扎实的基础知识能力,要求严格

尽管是针对高分子材料的表界面科学课程,但 Grunze 教授特别看重学生的基础科学知识,例如热力学和数理技能,强调这些基础知识是进一步学习专业知识的前提和根基。为了对参加课程的学生摸底,他在每一学年开课前均安排摸底考(Knowledge test),由此掌握学生材料物理化学的基础知识,并据此对课程内容和难易程度进行相应的调整。他强调,对知识点的掌握除了要知其然,还必须知其所以然。例如对一些著名的定律公式,不但要会用,还必须会推导,这样才能真正理解和应用。

2.2 布置大量阅读材料,强调课前课后自学

Grunze 教授认为研究生阶段,学生必须具有较好的自学能力(They should learn how to learn),带着问题来听课能够极大地帮助学生理解相关的知识点。显然传统的灌输式教学,导致学生对知识点既不能理解,也容易遗忘。在开课前他会确定英文教材,布置阅读材料,并且说明哪些是核心阅读材料,哪些为扩展阅读材料。这些对教材的阅读任务均会在开课前的摸底考中有所体现。相对应地,在授课过程中,他从引导和启发开始,配以答疑解惑为手段,对重要的内容和公式均从头至尾推导和验算。课后则留给学生大量阅读材料,规定完成时间,并在下堂课中进行点评式的讲解。因此,他的每堂课一环接一环,

要求学生不只是来上课听,还必须每天在课外安排一定的时间进行阅读自学,否则就达不到他对课程学习的要求。

2.3 学生建立小组,团队合作完成课程任务

Grunze 教授认为团队合作是加快学习速度和解决问题的最佳途径。因此,在每一届学生开课前,他要求所有的学生 2~3 人组队。在整个授课过程中,无论是准备课程报告、完成阅读材料,还是递交课后作业,均以小组为单位。例如,针对大量的课后阅读材料,学生们反映全英文教材阅读理解起来速度慢且量比较大,有困难。Grunze 教授就建议一个小组内的同学分块进行阅读,然后相互间进行讨论沟通,就可以明显加快学习的进度。再例如,课程的重要组成部分——课堂报告(Seminar presentation)环节,由于是全英文报告,对学生提出了较高的要求。Grunze 教授鼓励每个小组的同学就选定的报告课题进行明确分工,包括文献调研、方案确定和内容展示。这样就使得小组的每一位学生成为完成任务不可或缺的组成部分,学生间的合作能力得到加强。

2.4 多方位的专业能力培养和锻炼

除了上述对研究生专业知识的培养外,Grunze 教授认为一个合格的硕士和博士为应对将来的工作,需要有多方面的能力锻炼。他因此实践了教学思路,为研究生教学带来了全新的内容。这些内容尤其体现在以下四个方面:

(1)实验设计和动手能力:Grunze 教授要求每堂课都有实验展示环节,这部分由各个小组针对课堂授课内容自行设计,小组的每个成员均须参与动手,由教授进行点评。例如,在学习高分子材料表面单分子自组装层部分,学生则会自主设计有趣的实验,观察高分子材料超疏水和超亲水功能化转变。而当实验失败时候,则师生共同讨论和分析内在的原因;

(2)语言交流能力:由于全英文授课,对学生的英语能力带来了高的要求。Grunze 教授尽可能创造机会,让学生们锻炼英语的表达能力。课程中特设了教师与学生一对一的讨论时间(Office hour,安排在下课后),讨论内容包括对阅读材料的答疑解惑和课堂报告安排等,得到了学生们的一致称赞。除此以外,Grunze 教授也经常和学生共进午餐或郊游,对学生的生活进行深入交流;

(3)参加国际会议学习能力:大多数研究生在参加国际会议时,不知道该如何选择和学习专家报告,普遍效率低下,而国内的研究生教学过程显然忽视了这部分问题。Grunze 教授强调研究生必须为此做准备。每年开课,他均会在杭州寻找同期的国际会议,尽可能选择高分子材料相关议题,组织学生参加。会议中,他帮助学生选定报告。会后,他会组织学生以小组的形式对会议的学习进行交流总结;

(4)提高诚信能力:诚信是一个人的立身之本,但这并非每个人与生俱来,而是需要在教育过程中潜移默化的影响。Grunze 教授在授课过程中特别强调这一点,他在授课过程中的任何考试,例如开课前的摸底考和期中/终考,均没有任何形式的监考,全凭学生的自觉。这既让学生体会到被信任的感觉,也让学生感受诚信的重要性。

2.5 教学效果显著

虽然课程进行只有三年,但本课程的教学效果却非常显著,这体现在:(1)学生的体验和反馈非常好:虽然 Grunze 教授对课程的要求非常高,但在课程的无记名学生评价反馈中,平均分达到 4.9(满分为 5 分),显著超出其它研究生课程的学生满意度。这说明同学们能够理解课程的教学内容,并从中获得了知识的提升。另一方面,学生们也感受到教授的用心,甚至被他兢兢业业一丝不苟的人格魅力所感动。毫无疑问,学生的积极性是提高一个课程教学效果的重要基础;(2)参加课程的学生们普遍能够将所学的材料表界面知识用于他们自己的课题研究中,多位同学与 Grunze 教授保持长期的联系,就课题研究中碰到的表界面问题进行讨论交流。仅以我们课题组为例,近几年的研究生新生均参加了该门课程学习,2014~2016 年所发表的关于材料表界面的论文水平有了显著提升。例如,2013 级研究生张翮同学将所学的知识用于调控高分子材料表面力学性质,研究其对细胞行为的影响,连续发表了基于生物材料表界面的高影响力论文^[9, 10]。

3 学生在海外教师主导的全英文授课中表现出来的问题

Grunze 教授为主讲的《高分子表面与界面》在浙江大学高分子系连续开课已有三年,每年开课的班级报名人数约为 35 人,随后因各种原因(退课或参加课题)最后参加期末考的学生数通常降至 20 人左右。在学习和培养过程中,我们的学生们暴露出众多不足,主要表现在以下几个方面。

3.1 基础理化知识薄弱

通常而言,研究生阶段应以高阶的专业学习为主,而对于基本的高等数学、材料物理化学知识、高分子材料的理化特点等相对专业通识的学习应在本科阶段完成。然而,我系研究新生来自全国各个不同学校,因此学生的基础水平差异非常大,学生在以往的学习过程中,通常死记硬背,所学知识容易遗忘。因此,在本课程学习过程中,大多数学生坦言教授所要求的基础知识点似曾相识,但达不到熟练应用的程度,进一步导致无法有效掌握更高层次的专业知识。尽管如此,不少学生依旧认为这些基础知识并没有那么重要,到时会用即可。尽早进入实验室做实验发表论他们是他们普遍的思维导向。

3.2 学习方式陈旧,方法单一

国内外学生的学习方式存在巨大差异。我们的学生在本科和研究生阶段,大多是上课来听加上考前突击的形式完成,既无课后阅读的动力,也没有团队小组学习的习惯。由此也造成对知识点是机械式的记忆,一知半解无法融会贯通,更别谈举一反三了。因此大多数学生需要一定的时间来适应 Grunze 教授的授课方式。学生希望老师提供“考点”,而 Grunze 教授则希望学生先自行阅读教材,然后带着问题来上课。例如,两亲性高分子链在水中形成胶束等结构,不但要知道什么样的条件会有什么样的结构,还要知道其中的机理,由此才能做出预测性的科学研判。

3.3 英语沟通能力不足,缺乏交流意识

中国学生普遍存在课堂上与教师互动不足,再加上英语语言能力不足,这个情况在全英文授课中表现尤为突出。课堂上表现在极少学生主动提问,对于老师提出的问题也几乎没有学生主动回答,Grunze 教授认为这种情况占到参课学生的 90% 以上。针对 Grunze 教授安排的 Office hour 时间,大多数学生非常欢迎,但积极性还不够,没有认识到这是一个极好的交流沟通机会,既能锻炼自己的英语口语能力,也能对专业知识进行深入交流。即使到了研究生阶段,开口说话依旧是中国学生的老大难问题。

4 《高分子材料表面与界面》课程教学改革思考

通过三年外教的全英文教学实践和建设,为我系今后《高分子材料表面与界面》的教学改革提供了极为宝贵的经验。高分子系相关领导和教师与 Grunze 教授以及历届学生进行了多次座谈与交流,我们由此归纳和总结了数条教学改革的经验,并为今后的教学提出了建议和解决方案:

4.1 重视高分子学科基础知识

本科阶段的《高分子物理》和《高分子化学》等基础课程是高分子专业学生应掌握的重中之重,到了研究生学习阶段依然需要反复学习。然而在研究生阶段和《高分子材料表面与界面》的实际教学过程中,受限于课时,显然无法在课堂上进行这些基础内容的重新教学。但是可以在开课前,以课程要求或课前阅读材料的形式,要求选课学生重温具体的专业基础内容,并在开课时进行摸底考,考试成绩计入最终考评。这样既敦促学生学习,也能够掌握选课学生的专业基础水平情况。

4.2 突出高分子材料表界面学科的实用性

由于《高分子材料表面与界面》课程以材料表界面的基本科学规律为主,配以现代表征手段,课程相对枯燥,学生们容易认为与自己的研究课题关系不大,学习的欲望也不强烈。因此,在授课中需要将最新的科研课题和成果结合到教学中,让学生理解微观的表界面科学与高分子材料宏观功能现象的直接联系。而在学生的课程报告中,引导学生将自己的研究方向和课题作为报告内容,提出相应的表界面科学

问题并加以讨论,从而将学生的切身利益和课程学习相统一。

4.3 增加教学形式和课堂学习手段

“互动式”教学已成为国内教学改革的发展趋势^[11],因此在本课程中进一步强化师生之间的互动,增加教学形式和课堂学习手段依然是改革的重要方向。借鉴 Grunze 教授的“组队”和“Office hour”形式,为各小组布置最前沿的具有一定难度和代表性的高分子材料表界面课题,提出可能的解决方案并在课堂上进行讨论分析,锻炼学生对实际材料表界面问题的解决思路,该过程关键提高学生对问题的解析能力。另外,选取最新的有代表性的已发表论文,以课堂讨论的形式,引导学生进行“案例分析”,讨论其创新点和存在的不足,并引导学生提出改进方案;也可以将理论教学与实验教学相结合,让学生自主进行实验设计,发挥学生的个性思维 and 创新能力。此外,对于英语的锻炼,开口说是关键,因此在整个课堂过程中,要求每一位学生分角色参与,积极用英文进行表达,这样也能够显著地锻炼学生的口语表达能力。

4.4 丰富课程考评形式

研究生学习阶段,不应简单将课堂习题和终末考试结合来评定学生,这将导致学生单一的注重考前突击。因此,需要引入更为丰富的考评形式。首先应降低期末卷面成绩所占比例,提高课程报告、案例分析、课后任务的比重。课程报告和课后任务均应针对实际研究课题,结合即将开展的学生所在课题组的研究课题为佳。另外,鼓励学生发表相关高分子材料表界面研究的国内外论文,可以作为考核合格或加分的补充依据。通过这些考评形式,既能更为客观地对学生学习水平进行考评,也能引导和培养学生的学习习惯。

5 结束语

高等学校的研究生教育是学生踏入工作岗位的最后一个阶段,该阶段的教学质量直接关系到我国高等人才的素质水平。教学改革的核心是服务学生,提高学生专业水平和能力,为祖国发展提供高素质人才。作为浙江大学教学改革的重要组成部分,我们利用国内现代教学改革平台,借鉴国外高水平教育手段和理念,对高分子材料专业核心课程《高分子材料表面与界面》进行教学改革,期待能够提高我系研究生的理论水平,同时为其它相关高分子专业课程的改革提供宝贵经验。

参考文献:

- [1] 曹立礼. 材料表面科学. 北京:清华大学出版社, 2009.
- [2] 韩爽. 化工管理, 2015, 5: 215~215.
- [3] 陈战. 物理化学学报, 2012, 28(3): 504~521.
- [4] 王齐, 上官勇刚. 高分子通报, 2008, 10: 67~69.
- [5] Patel J D, Iwasaki Y, Ishihara K, Anderson J M. J Biomed Mater Res Part A, 2005, 73A(3): 359~366.
- [6] Zosel A. J Adhes Sci Technol, 1997, 11(11): 1447~1457.
- [7] Li L X, Li J S, Du X, Welle A, Grunze M, Trapp O, Levkin P A. Angew Chem Int Ed, 2014, 53(15): 3835~3839.
- [8] Li J S, Li L X, Du X, Feng W Q, Welle A, Trapp O, Grunze M, Hirtz M, Levkin P A. Nano Lett, 2015, 15(1): 675~681.
- [9] Zhang H, Chang H, Wang L M, Ren K F, Martins M C L, Barbosa M A, Ji J. Biomacromolecules, 2015, 16(11): 3584~3593.
- [10] Zhang H, Ren K F, Chang H, Wang J L, Ji J. Biomaterials, 2017, 116: 95~105.
- [11] 高长有, 叶辰, 马列, 毛峥伟, 全维黎. 高分子通报, 2013, 6: 84~89.

Discussion on “*Interface Science of Polymer*” Teaching —the Experience from the English Teaching by Foreign Teacher

REN Ke-feng, JIN Qiao, WANG Qi, JI Jian*

(MOE Key Laboratory of Macromolecular Synthesis and Functionalization, Department of Polymer Science and Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: In 2013, Zhejiang University has launched the graduate English course that would be fully taught by foreign teacher. Taking this opportunity, the Department of Polymer Science and Engineering has invited Prof. M. Grunze from Heidelberg University, Germany, to teach “*Interface Science of Polymer*”. The aim of English course program is to improve student professional knowledge and communication skill in English, as well as to train young teacher. The program has been carried out for 3 years, and the teaching content, arrangement of class, student feeling, and learning experience are summarized. Furthermore, based on Chinese student characteristics, we have suggested several ideas and opinions for teaching and class management.

Key words: *Interface science of polymer*; English course; Foreign teacher; Physics and chemistry of material surface; Teaching reformation