

材料燃烧失效与防火阻燃特色课程体系建设的探索*

罗伟昂 许一婷 曾碧榕 刘新瑜 何凯斌 戴李宗**

(福建省防火阻燃材料重点实验室 福建省固体表面涂层材料技术开发基地 厦门大学材料学院 福建厦门 361005)

摘要 阐述材料燃烧失效与防火阻燃课程建设的基本构想、定位和教学思路;从教材及教学内容优化、加强实验教学与革新教学方法、强化实践教学、规范课程管理模式入手,将其建设成材料学科的特色课程。

关键词 燃烧失效与防火阻燃 课程建设 实践教学 特色课程

厦门大学材料学院是培养材料领域专业人才的基地,不仅注重传授学生基础材料、化学、物理、工程等领域的相关理论知识,也注重把与国民经济发展、社会生活密切相关的实际问题和热点引入教学,促进学生将理论与实践更好地结合,学以致用,与时俱进。随着我国城市化进程的加快,对各类装饰装修材料的需求越来越多,由此带来的火灾隐患及灾害规模也逐渐加大。因此,建筑和其他构筑物中使用的材料、产品及组件的火灾危害性分析及预防引起了人们的广泛关注,研究和探讨材料的燃烧特性及其阻燃设计已成为材料科学界,特别是高分子材料领域的重要研究课题。对高分子材料专业的学生来讲,了解材料的燃烧失效及其阻燃设计是必要的。在高校,如何将防火阻燃材料的相关知识通过大学课堂进行普及,培养综合性人才,是值得探索的事;特别是在《全民消防安全教育纲要(2011-2015)》颁布之后,积极响应纲要精神,推动学生树立消防意识、掌握消防知识,不仅有利于学生在校学习期间的安全,而且对提升国民消防安全素质、保障社会公共安全有着重要而深远的影响。因此,把材料燃烧失效与防火阻燃课程引入教学计划并适时地推广,具有重要的意义。基于厦门大学材料学院在防火阻燃材料领域多年的基础研究和产业化工作的积累^[1-10],特别是得到福建省防火阻燃材料重点实验室和福建省固体表面涂层材料技术开发基地两个省级科研平台,以及高分子材料教学实习基地的支持,我们提出建设材料燃烧失效与防火阻燃课程体系,并努力把它建设成材料学科的特色课程。我们希望通过课堂教学、课堂讨论、实验教学以及实践教学等手段,使学生了解材料燃烧的物质基础、阻燃机理、阻燃剂及其制备技术、阻燃体系的设计等;了解阻燃材料结构与性能的关系、表征方法和相关测试仪器的工作原理及应用;了解阻燃材料及其制品的开发、阻燃效果评价等内容,提高学生对这一功能材料的认知度,更好地为社会服务。

1 课程定位

材料燃烧失效与防火阻燃课程的目的是让学生掌握材料燃烧及防火阻燃的基本理论,了解材料的燃烧失效及现代防火阻燃技术,侧重于培养学生掌握与阻燃材料结构设计、材料阻燃相关的专业基础知识,拓展学生的视野,注重培养学生在交叉学科领域的创新能力,同时培养学生的消防安全意识,树立防火安全和阻燃必须环保的理念。因此,我们先在材料学院本科生中开设该课程,然后根据学生基础,对课程内容及整个课程体系进行调整,逐步将其推广成全校性选修课程。

材料燃烧失效与防火阻燃是一门实践性很强的课程。我们在教学中,注意紧密结合课程内容的特

* 基金资助:国家自然科学基金(51173153, 51103123);福建省重大科技平台建设基金(2009J1009)、产学重大专项(2010H6021)、科技重点项目(2007T0013, 2008H0033)、自然科学基金项目(2012J01234);厦门市科技项目(3502Z20031078, 3502Z20041054, 3502Z20070010, 3502Z20073006, 3502Z20081045, 3502Z20103004, 3502Z20120015);福建省产学研联合开发(省属)专项(闽经贸计财[2009]602号)、福建省工商发展资金企业技术创新专项(闽经贸计财[2010]691号)

** 通讯联系人, E-mail: lzdai@xmu.edu.cn

点和课程组教师在产业化方面的积累,强化实验教学和实践教学,在教学实践中注重知识、能力、素质的协调培养,突破传统“灌输式”教学模式^[11-12],实现从知识传授向能力和素质培养的转变,将优化课堂教学内容、改进教学方法、丰富教学手段及实验教学、实践教学几方面有机结合,构建材料燃烧失效与防火阻燃课程教学新体系,并逐步将其建设成材料学科的特色课程。

材料燃烧失效与防火阻燃课程安排在大三的下学期开课,理论课36学时,实验课36学时。

2 课程体系建设

2.1 教材选择

教材建设是课程建设的重要内容,也是提高教学质量的重要保证。目前,高校开设的类似课程主要有上海交通大学针对研究生开设的高分子材料阻燃原理与技术课程,使用的参考教材是《无卤阻燃聚合物基础与应用》、《实用阻燃技术》、《聚合物燃烧与阻燃技术》以及相关的期刊文献;北京工商大学针对材料系本科生开设的专业课阻燃材料,使用的教材及参考书为《阻燃剂——性能、制造与应用》和《材料阻燃性能测试方法》;中南大学为消防专业本科生开设的专业课程阻燃材料技术,使用的参考教材为《阻燃材料及应用技术》和《阻燃科学及应用》等。这些课程讲授的内容都是紧靠专业特点进行选择,主要包括阻燃剂、阻燃材料的制备、配方设计及性能测试等。

我们在材料燃烧失效与防火阻燃课程建设中,特别重视课程教材的建设,防火和阻燃是本课程的两大主题。在选择教材时,首先综合考虑教材的普及性和实用性,以及高分子材料的学科特点和课程组的研究基础。我们选用张军等人主编的《聚合物燃烧与阻燃技术》和覃文清主编的《材料表面涂层防火阻燃技术》作为主教材,同时参考《阻燃高分子材料配方设计与加工》、《阻燃材料及应用技术》和《无卤阻燃聚合物基础与应用》等教材。《聚合物燃烧与阻燃技术》主要介绍聚合物阻燃基本理论,热塑(固)性树脂、橡胶、纤维的燃烧特性和阻燃技术,涵盖了高分子材料领域的几大基础材料的防火阻燃,极具普及性;《材料表面涂层防火阻燃技术》以具体火灾实例为基础,从阻燃的基本理论出发,系统地阐述各种阻燃液、阻燃膜、防火涂料的配方设计原理、生产工艺、施工特性、实际应用等方面的内容,重点介绍钢结构防火涂料和隧道防火涂料的国内外最新科研动态和研究成果,这和防火安全息息相关,也和课程组的前期科研基础及研究积累相符。这两本书内容涵盖了当前材料防火阻燃学科的基础理论和实际的制备应用等内容,可为学生系统地理解材料阻燃,特别是聚合物的防火阻燃提供书面指导,同时也符合该课程的学科内涵,帮助我们达到开设此课程的目的。此外,教材应具有前沿性和新颖性,让学生及时追踪学科发展方向^[13]。该课程还开设了系列讲座,介绍国内外最新的科研动态和研究成果,帮助学生把握国内外防火阻燃材料的发展方向。

2.2 课堂教学内容的整合优化

作为专业必修课,教学中常常会遇到计划学时少与涵盖内容广的矛盾。为此,任课教师应转变教学理念,强调基础,突出重点,对材料的燃烧失效与防火阻燃课程教学内容进行精心剪裁,以保证在有限的学时内仍能把材料燃烧与防火阻燃中的关键问题讲透。目前国内开设的类似课程内容大都局限在阻燃领域,有关防火内容涉及较少,本课程兼顾这两方面内容,更偏重于和人们生活更密切的“防火”,主要讲述燃烧过程的物质基础、材料防火阻燃基本理论、材料表面涂层防火阻燃技术和阻燃材料燃烧性能表征及研究方法4部分。在讲授阻燃基础知识的基础上,我们引入课程教研组教师的研究成果,如隧道防火涂料、膨胀型钢结构防火涂料、厚涂型钢结构防火涂料、隧道防火板、P-N-Si协同/反应型阻燃环氧树脂、本质无卤阻燃聚氨酯发泡材料等;在理论联系实际的“实际”部分,侧重介绍防火涂料领域的最新进展,以加深学生对防火材料、防火知识及防火技术的认识和理解。此外,本课程还配合重点实验室的学术活动开设系列讲座,介绍国内外最新的科研动态和研究成果,分析国内防火涂料的发展方向,以培养学生学习防火阻燃材料的兴趣,为学生了解和将来从事与防火阻燃材料相关的工作打下基础。

2.3 重视实验教学

实验教学是高等学校教学中的一个重要环节。如何通过实验教学培养学生的动手能力、独立分析解决问题的能力 and 创新能力,是检验实验教学效果的重要标志,这在很大程度上取决于实验教材的建设和实验内容的设计。前面提到的教材及参考书都有涉及部分阻燃(剂)材料产品性能测试,但内容还不够系统、全面。目前专门介绍材料阻燃性测试的书籍有欧育湘等编的《材料阻燃性能测试方法》,此书较全面地介绍了国际标准化组织、欧盟、中国、美国等国家颁布和目前采用的主要材料阻燃性能测试方法与标准,包括材料的点燃性及可燃性、火焰传播速率、释热性、生烟性、热裂解和燃烧气态产物的腐蚀和毒性6大类;详细评述和分析了材料阻燃性能测试方法的发展、特点和国际化进程;是本课程实验教学很好的参考书。我们根据学院现有的实验室条件以及福建省防火阻燃重点实验室的资源(主要的燃烧测试仪器有锥形量热仪、烟密度测试仪、产烟毒性试验仪、氧指数测定仪、着火点温度测定仪、水平垂直燃烧测定仪、硬泡沫塑料垂直燃烧测定仪、泡沫塑料水平燃烧测定仪、45度燃烧测定仪、纤维织物耐燃性测试仪、汽车内饰材料燃烧试验装置等),结合相关的国家标准,有针对性地设计了16个实验,主要包括材料点燃性和可燃性测试、材料释热性测试、材料生烟性测试、材料燃烧产烟毒性测试和材料老化性能测定5部分,涵盖了材料对引发火灾具有决定性影响的主要参量的测试。实验教学和理论课程教学内容的有机结合,有助于学生加深对本课程内容的理解,使所学知识能够在实践中应用;同时还能激发学生的学习热情,发展他们的动手、创新能力。

2.4 革新教学方法和手段

教学方法是提高教学质量、培养学生综合素质的关键。在教学中,我们注重科学组织教学内容,从火灾案例入手,分析燃烧原因,引入相关的阻燃基本理论,探讨阻燃机理,解释材料结构与性能之间的关系,凝炼出阻燃材料设计与制备的关键技术原理和方法,使学生在理论学习的同时,加强能力的培养和训练。同时,我们采用讲授与讨论、自学与自讲、课程小论文与考试相结合的“三结合”教学方式来提高学生的兴趣,使课堂的36学时讲授得到延伸。

(1) 讲授与讨论。在课程讲授过程中,针对学习中易出现理解错误的地方,及时提出思考问题,让学生通过思考,主动地接受知识点;此外,让学生积极参与讨论,推动教师与学生的互动,不断提高他们对问题的理解、认知、分析和表达能力。在组织课堂讨论课时,提前拟定讨论题目,指导学生作好文献准备与综述,如“钢结构建筑防火涂料”章节,让学生讨论“超薄膨胀型和厚涂型钢结构建筑防火涂料”的防火保护原理、性能与技术要求,对应的建筑形式,并进行对比分析。然后教师进行点评,针对大跨度钢结构建筑和超高层钢结构建筑的特点,介绍目前所采用防火涂料的功能和防火原理的不同、钢结构建筑防火涂料的发展方向等;每堂课结束前,针对授课内容提出几个具有启发性的问题,引导学生课后进一步阅读相关参考资料和文献,加深对所学内容的理解并拓展知识面,从而激发学生的学习欲望,增强他们的学习兴趣。这样的教学方法使用课时为24课时。

(2) 自学与自讲。对于课程内容中的部分章节,要求学生分小组自学,然后根据他们的理解向同学讲授,教师对他们讲授的内容进行补充和点评。我们安排了阻燃剂(1课时)、热固性树脂阻燃材料(1课时)、热塑性树脂阻燃材料(1课时)、阻燃材料与环境问题(1课时)等4个专题,由学生自学讲授。首先由教师给出每部分内容的提纲让学生准备,然后将学生分组,厦门大学材料学院高分子方向每届学生数48~52人,分成4组,每组12~13人,每组讲授一部分内容,便于学生认识各类阻燃材料的性能特点,进而掌握各自的组成和应用领域。讨论结束时,教师进行总结。

(3) 课程小论文。基于211、985的投入,厦门大学建设了强大的数据库资源,通过教授学生文献资料的基本检索方法,根据特定教学内容指导学生撰写一些综述性小论文(拟完成2篇),并将其纳入成绩考核。这样可以培养学生查阅文献、收集信息、综合和归纳文献的能力,提高科技论文的写作水平。

通过“三结合”教学模式,可以让学生掌握学科基础知识点和最新发展动态,锻炼学生快速有效地

获取并分析信息资源和撰写科技论文的能力,同时提高学生的专业表达能力和团队精神。本课程组将充分应用现代教育技术手段,结合本课程的教学内容制作相应的电子课件。通过图片、音像、文字、动画等多种形式向学生提供丰富的感性材料,直观而又形象地揭示所要讲授的内容,有效地抓住教学重点、突破难点,提高课堂教学质量。

2.5 强化实习基地的实践教学

到企业参观实习的实践教学能为学生提供接触生产实际的机会。在理论教学和实验教学的72个课时之外,我们还将结合毕业实习,安排学生到一些与防火阻燃材料相关的企业进行实习。让学生在在生产实习过程中接触和熟悉各种类型的现代化生产设备,加深学生对防火阻燃材料生产工艺的认识;理解实验室的微型试验与大型生产线之间的差异。厦门大学地处福建东南沿海地区,石化下游产业比较发达,防火阻燃产品种类丰富。通过多年的校企合作,材料学院已在多家企业设立了高分子材料教学实习基地,其中不乏专业从事防火阻燃材料研发、生产、销售、施工和消防器材制造、维修的企业;并合作成立了“特种涂料联合实验室”、“防火涂料成果产业化中试基地”和“高分子材料实习基地”,为本课程的实践教学提供了依托和保障。本课程的实践教学安排在第3学期(2周),让学生直接参与企业的研发、生产、加工、销售过程,由企业安排技术人员进行具体指导。此外,我们还和厦门消防支队有密切合作,邀请消防支队的技术人员做校外辅导员,为学生做消防知识和火灾案例分析专题讲座和灭火演习,这是每位本科生、研究生进实验室之前的“必修课”,已经成为厦门大学材料学院的一个“品牌课程”。

3 课程规范化管理

为了使课程建设规范化、科学化,不断提高课程教学质量,我们从建立、完善课程档案入手,全面实施课程的规范化管理。首先,讨论制定了教学大纲,优化整合课程的教学内容,提出了明确的教学目标、任务和要求,以及学生必备的整体知识结构,使教学大纲更具有科学性、先进性和实践性;依据教学大纲,选定教材和自编实验教材,并广泛收集有关的教学参考资料;精选教学内容,尤其是将我们自己的研究成果穿插于课程中,让学生更深切地体会防火阻燃研究就在身边。

4 结束语

“全民消防,生命至上”是《全民消防安全教育纲要(2011-2015)》的主题,提高全民消防安全意识和自救互救技能已成为十分紧迫的任务。防火阻燃材料的研发和应用事关国计民生,已日益受到关注。材料燃烧失效与防火阻燃课程建设是一项科学性强、涉及面广、任务艰巨、影响深远的系统工程,需要不断研究、改进、完善。只有持之以恒,实施有效管理,有步骤、有计划地开展课程建设工作,才能真正将课程建设落在实处,实现质的飞跃。

参 考 文 献

- [1] 李阳,宋晓晖,许一婷,等.高分子材料科学与工程,2005,21(1):284
- [2] 蔡建坤,郑毅芳,瞿波,等.消防科学与技术,2008,27(9):671
- [3] 戴李宗,黄晓平,李阳,等.中国发明专利,ZL200310115525,2009-02-18
- [4] 张小玲,邓远名,张卓,等.消防科学与技术,2010,29(2):138
- [5] 戴李宗,张卓,庄勋港,等.中国发明专利:ZL200510085694.4,2007-06-27
- [6] 戴李宗,黄晓平,李阳,等.中国发明专利:ZL200310115526.6,2006-01-11
- [7] 戴李宗,庄勋港,吴明联,等.中国发明专利:ZL200410087822.4,2006-09-13
- [8] 戴李宗,谢聪,郭一宾,等.中国发明专利:ZL200910112763.4,2011-06-28
- [9] 戴李宗,邓远名,许一婷,等.国防专利:ZL200810074933.X,2011-04-12
- [10] 戴李宗,邓远名,许一婷,等.国防专利:ZL200810074932.5,2011-04-27
- [11] 梁琨,王新宏,安睿,等.大学化学,2009,24(5):24
- [12] 陈巧玲,汪效祖,武文良.大学化学,2009,24(6):23
- [13] 于俊生,郑修文,张剑荣,等.大学化学,2002,17(4):13