

合成材料添加剂化学教学中理论知识应用与实践的结合

赵晓燕*, 林富荣, 杜 飞

(常州大学石油化工学院, 常州 213164)

摘要:结合合成材料添加剂化学教学过程中,涉及到的理论知识具有广泛的应用性和较强的实践性,本文提出开展“理论、实践、评价”三步递进的教学模式:从知识累积,即了解和掌握课程理论知识领域的深度和广度;经知识运用,结合科研及市场进行知识的有效实践;到教学实践效果评价,通过测试指标的评定,验证知识的合理性和有效性。通过理论知识应用与实践的结合,培养出具有扎实科学知识和践行力的学生,为学生的就业和深造奠定坚实的理论和实践基础。

关键词:合成材料添加剂化学;理论;实践;课程建设

合成材料添加剂化学课程适用于高分子材料与科学、化学工程与工艺以及应用化学等相关专业的教学,课程内容涉及抗氧剂、稳定剂、增塑剂和阻燃剂等助剂的作用机理和合成工艺。合成材料添加剂化学是一门实践性很强的专业课。同时,该课程具有较强的学科交叉性,是以高分子物理与化学、有机化学、物理化学和化工原理为基础的专业基础课。在传统的课程教学过程中,主要侧重于理论知识的教授,与理论知识相结合的实践内容涉及较少。

实践教学是巩固理论知识,加深对理论认识的有效途径,是培养具有创新意识的高素质专门人才的重要环节,更是培养学生科学思维方法,科学研究能力和创新能力,提高学生综合素质的重要平台^[1]。为了进一步拓展和提高学生对专业知识的理解,充分保证教学内容的先进性和新颖性,有针对性的开设助剂合成和助剂应用的相关实践,有助于完善课程知识结构,并且调动学生学习的积极性和主动性。

1 课程建设的思路模式

教育观念落后于时代发展,只传授知识的教学方式已无法满足现代科学技术发展的需要,在教师的指导下以学习者为中心的学习,即树立以学生为主体激发和培养学生的创新意识和创新能力的新型教育观念,越来越受到各高校的重视^[2]。借鉴“激发式”教学理念,课程按照“理论、实践、评价”三步递进的教学模式开展:第一步知识累积,即了解和掌握课程知识领域的深度和广度;第二步知识运用,结合科研及市场通过实验的方法进行知识的实践;第三步效果评价,通过测试指标的评定,验证知识的合理性和有效性。通过“三步走”的模式,循序渐进地完善课程从广度到深度,从理论到实践,从实例到应用的建设模式。有效提高知识的反馈性,不仅可以帮助作为学习者主体的学生更好的理解和运用课程知识,同时,有助于提高作为授业者的教师及时更新和整理课程相关知识领域的动态和进展,避免专业课程教学理论与社会实际应用脱节的情况。

2 课程建设模式的实施

2.1 基础理论知识的拓展

课程涉及的合成材料主要指塑料、合成橡胶及合成纤维这三类高分子材料。目前,三大合成材料被

10.14028/j.cnki.1003-3726.2016.03.013

收稿:2015-05-29;修回:2015-09-12;

基金项目:常州大学教研课题(GJY2014093);

* 作者简介:赵晓燕(1981—),女,副教授,博士,从事高分子功能材料及添加剂的教学和科研工作,E-mail:zhaoxiaoyan@cczu.edu.cn.

广泛应用于国民经济和人民生活的各个方面,例如:汽车的轮胎、建筑的管材、餐饮的用具以及服装装饰等行业。针对三大合成材料在生产加工和使用过程中存在的问题,有助于改善这些问题的添加剂应运而生。例如,适用于改善材料成型加工时流动性和脱模性的润滑剂;有利于改善硬质塑料制品抗冲击性能的抗冲击剂;能够改善橡胶使用过程中老化性的抗氧剂等等。涉及的添加剂多为市场普遍应用的产品。授课内容包含了添加剂的作用原理和合成工艺。但是随着现代化工工业的快速发展,新型添加剂的产生需更符合市场的需求,照本宣科式的教学理念已不能够满足学生对世界前沿领域认知的渴望。因此,对于课程基础知识的深度和广度应进行适当的调整扩展而不仅仅局限于课本。

以阻燃剂为例,阻燃剂又称难燃剂或耐火剂,是合成高分子材料的重要助剂之一,其功能是使合成材料具有难燃性、自熄性和消烟性。欧美、日本以及中国是全球最主要的阻燃剂消费市场。近几年来,社会各界对阻燃剂在安全、环保方面的要求日益提高,尤其是发达国家对阻燃剂的环保要求和法规制定日趋严格。阻燃剂的研发逐渐向低毒、高效和持久的方向发展。目前,有机卤系阻燃剂是阻燃材料制备中最主要的添加剂之一,有近百个品种,主要是溴系阻燃剂和氯系阻燃剂。但是,溴系阻燃剂在环保及安全方面的问题日益显现。多溴二苯醚以其阻燃的材料在热解和燃烧时会生成有毒致癌物质多溴代二苯并二噁英和多溴代二苯并呋喃,并且溴系阻燃剂阻燃的高聚物在热解及燃烧时会生成大量的烟尘及腐蚀性气体,对环境和生物具有危害性^[3]。因此,在教学授课过程中,除对传统阻燃剂的作用机理和制备工艺进行讲解外,对新开发的低毒、低烟以及“无卤化”阻燃剂的相关知识应给予重视,以隔热焦炭层和冷却阻燃机理的基础知识为例,结合阻燃剂方面的前沿科学研究(如图 1 所示),将基础知识进一步扩展开,既能体现基础知识在学科领域的奠基作用,又能体现学科领域专业知识的新颖性。在平时的授课过程中,应注重知识内容前瞻性的体现。

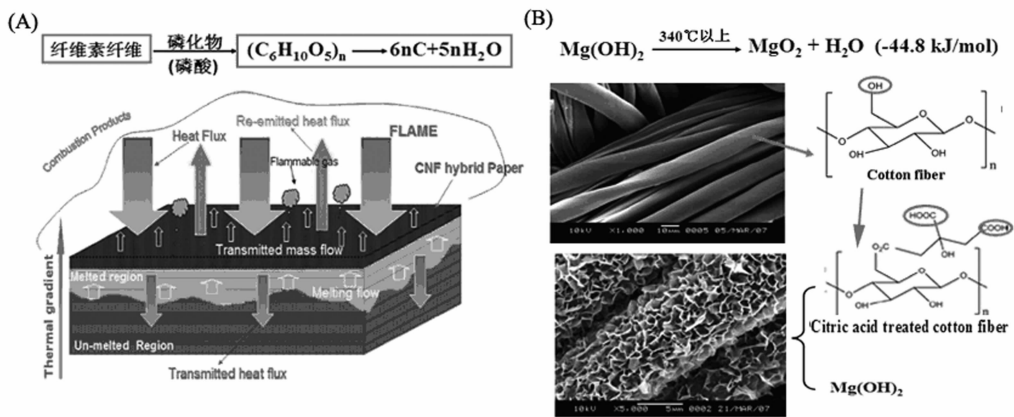


图 1 (A) 材料表面脱水炭化形成焦炭层,阻止热传导^[4]; (B) 棉纤维表面经酸处理与无机阻燃剂通过化学反应结合成阻燃层,通过阻燃剂吸热反应,起到阻燃作用^[5]

Figure 1 Flame retardant mechanism (A) The char taken from dehydrating of material surface^[4]; (B) Endothermal reaction of Mg(OH)₂ thin films on citric acid treated cotton fabrics^[5]

此外,在传统的材料添加剂中,多为人工合成的产品,但是随着人们对安全性的重视,许多生物基添加剂以绿色环保、低毒、甚至无毒的概念脱颖而出。近年来生物抗氧剂就是顺应市场需求而发展的一类稳定剂,为了环境保护和人民的健康,研发人员提出用生物抗氧剂来代替合成抗氧剂。生物抗氧剂的研发来源于许多植物的抽提物对防止油脂变味(氧化)起到重要的作用,这些植物含有天然抗氧剂。从植物中得到的天然抗氧剂(也称为生物抗氧剂),多为酚类衍生物。生物抗氧剂具有无毒的特点,可在食品工业、油脂工业和医疗保健中应用。但生物抗氧剂也有其缺点,就是一般耐热性差,不利于热加工成型产品。因此,模拟生物抗氧剂合成成为近年来抗氧剂研究的热门课题^[6]。对于热门课题或者顶尖技术的介绍,往往书本的知识涉及的面非常窄,有时只是点到为止,一语带过,而教师要想真正了解其实质内容,帮

助学生探索一条认知世界顶尖技术的道路。那么仅仅照本宣科的传授只能是与社会脱节,毕竟学生最终是要走向社会,为社会服务的。

思考大学的课堂教育,枯燥的简单重复课本知识,已不能调动课堂的积极性。现在高校教师队伍的水平在不断提高,教授专业课程的老师越来越多的具有博士学位。而通过博士的学习,授课老师具有敏锐的科研洞察能力,了解本专业领域的前沿方向,因此,在以课本内容为基础的条件下,把握专业课教学的广度和深度,进行合理的课程知识结构调整,有利于更好的吸引学生对专业领域前沿学科的认知了解。

2.2 知识的实践

如今,环保意识已经逐步深入到企业的战略发展中,材料、化工、纺织等行业发展及化工项目实施“以人为本,践行责任关怀”理念的落实,促使课程理论知识的实践应以绿色合成工艺、符合环保标准、与企业实际生产和市场导向贴切的实验为主体。通过具有代表性添加剂的制备,让学生熟悉绿色加工的工艺流程。一方面,可以帮助学生工作后适应生产企业不断优化的生产工艺;另一方面,可以培养学生在工作中的环境保护理念和安全生产意识。

以增塑剂为例,增塑剂的主要作用是增加合成材料的可塑性、柔韧性和抗冲击强度。其中邻苯二甲酸酯类增塑剂因为具有色浅、低毒、多品种、挥发性小和耐低温等特点,成为应用最广泛的一类增塑剂。而在当今自然能源不断耗减、地球温室效应逐渐加剧,以及民众对节能减排生产的呼吁倡导下。在实践中开设具环境友好性和符合市场需求的绿色添加剂的合成实验。如生产不含邻苯二甲酸盐的生物基增塑剂,与目前应用广泛的邻苯二甲酸酯类增塑剂相比,其所消耗的能量更少,碳排放更低。非邻苯二甲酸酯增塑剂专为人接触应用开发,其产品还被广泛用于食品包装、医疗器械、玩具等地坪和墙面材料等行业对该产品的需求也在不断增加。参照全球最大的化学品公司德国巴斯夫公司生产的非邻苯二甲酸酯增塑剂,提出相应的合成工艺,以国际企业为标榜,实验不仅仅只是实验室的产品,实验更应具有产业化价值。

同时,添加剂的高效性也是今后市场需求的方向。因此将不同添加剂的知识综合应用起来,也是实践开展的关键。抗氧剂的应用就是一个典型的例子,抗氧剂添加于高分子基体材料中,可有效地抑制或降低材料的降解、老化过程,延长其使用寿命。高分子基体材料因分子结构不同,聚合工艺不同、加工工艺不同、使用环境和条件不同,自身的热氧化、光氧化反应速度和抗热氧化、光氧化反应能力有很大差异。不同类型光热稳定剂、抗氧剂,或同一类型不同分子结构的合成助剂,其作用功能和应用效果存在差异,各有所长又各有所短。此时,在知识的实践中就要进行助剂的复配,通过实际的应用配比确定,更好展示出助剂复配的协同效应(如图2所示)。美国Dover化学公司报道的开发专用防止高湿度环境下水解的系列化亚磷酸酯新品种,这种耐水解的亚磷酸酯广泛应用于聚烯烃、聚酯、聚氯乙烯及纤维素等制品,在聚合物热加工中显示出良好的色泽稳定性和熔融流动性^[8]。这样的产品开发,有利于树立企业品牌形象,提高品牌竞争力和产品的可持续性发展。

在实践教学内容方面,将认知性、研究性、应用性和实验性相结合。更新教学实践内容,改革传统的以教师为中心、教材为中心、课堂为中心的人才培养模式,建立学校与社会协同育人的有效途径。授课教师积极参与实践教学改革,指导学生的实验、科技创新和生产实践等活动,提升学生实践和综合应用能力^[9]。帮助学生更好地通过理解性的方式掌握所学专业知

2.3 知识运用效果的评价

合成材料添加剂化学主要是针对高分子材料在生产加工和使用过程中,存在的一些不足,而提出利用添加剂进行改善的方法,课程内容主要围绕添加剂的合成与制备。对于添加后样品的效果如何评定并没有涉及。那么到底相应的添加剂的改善效果如何,应该用哪些技术指标来衡量,这就要建立相应的评价体系。因此课程就要增加相应的评价检验内容,对实验设备和测试仪器就要有相应的需求。常州大学在科研平台建设方面拥有国家级实验教学示范中心“现代化工实验教学示范中心”、江苏省“先进催化与

绿色制造协同创新中心”和“江苏省生物质炼制工程实验室”等多个实验平台和校外综合实习基地,为培养学生实践应用能力提供了良好学习环境。新型大型贵重精密仪器设备不断充实到实验教学中,为开拓新的实验教学内容和实验方法提供保障。

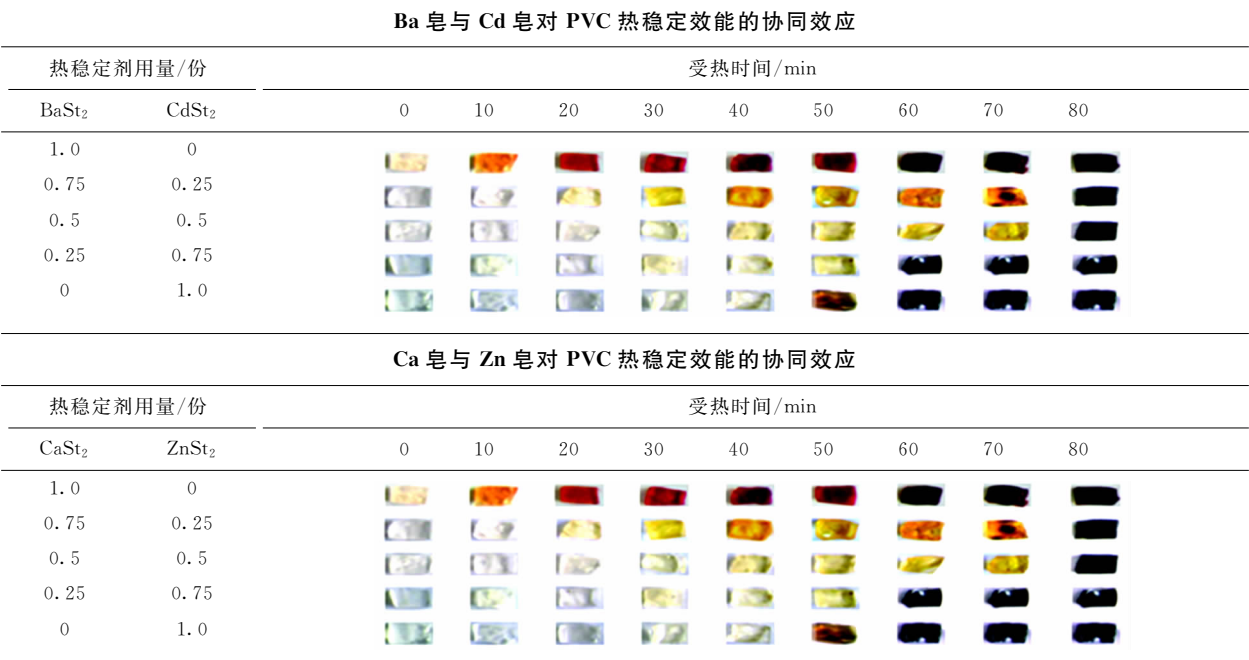


图 2 金属皂热稳定剂间的协同效应^[7]

Figure 2 The synergistic effect of metal soap thermal stabilizing agent^[7]

课堂教学实验的有效性也是整个课程应该要注重的关键点。如何真正发挥实验教学的基础作用,通过对添加剂的作用效果进行验证,从而挖掘学生的创新潜能,学生在实验过程中,不受操作流程及固定思维的束缚,学生在实验中多样性的思维模式,更利于实验的完善,通过课堂实验教学过程,即能验证理论知识的实践效果,又能培养学生的工程思维能力和创造性思维能力。以表 1 为例,对热稳定剂、增塑剂和阻燃剂开展“理论、实践、评价”一体化教学实施:

表 1 “理论、实践、评价”一体化教学实例			
Table 1 “Theoretics, practice, evaluation” integration teaching case			
类型	主要理论知识点	实践内容	评价方法
热稳定剂	(1)置换活泼氯原子	金属皂类热稳定剂的复配	热重分析仪
	(2)捕获 HCl		
增塑剂	(1)润滑理论	柠檬酸酯类增塑剂的合成	拉伸强力仪
	(2)凝胶理论		
	(3)自由体积理论		
阻燃剂	(1)保护膜机理	磷阻燃剂的合成	燃烧试验仪
	(2)不燃性气体机理		
	(3)冷却机理		

在表 1 的设计中,围绕“发现问题、解决问题、效果评价”展开,即找到问题存在的根源,提出解决问题的方法,验证问题解决的效果。从而培养学生分析问题、解决问题及动手能力,推动素质教育,培养创新精神、实践能力和科学态度,突破传统的教育观念和教育模式,配合开放实验室管理体系的改革,进一步

为探索不同层次、多样化的开放教育模式和教学方法^[10]。在提高学生动手能力的同时,进一步提高教师的实践技能,厚基础、强实践,新的实验技术和研究成果与理论知识起到相辅相成的作用。在创新实践的实践中,学生可以进行各种仪器设备的工程实践活动,激发学生对科学研究的冲动和兴趣,提升学生的综合素养,提高学生创新意识,发现和解决实际问题的能力。在实验教学改革中,充分发挥知识评价的重要作用,促进学生的自主学习性,真正做到实验、实践、创新的融合,丰富实践教学课程内容。

3 结 论

合成材料添加剂化学涉及的知识内容与人们的生产生活息息相关,这门课程涉及的就业面也非常广泛,如何平衡理论学习与实践的关系,将课程的理论与实践有效的结合,在课程建设上还需要不断改进和完善。知识最终是要“活”学“活”用的,而不是变为文字躺在书本里,只有通过实践才能让书本知识真的“活”起来。理论知识是对实践活动的总结和升华,它又反作用与实践,不能一味的只重视一方面而忽略另一方面,将两者有效的结合起来,这样的教育过程才能最终培养出具有扎实科学知识和践行力的学生,同时为学生的就业和深造也奠定了坚实的理论和实践基础。

参考文献:

- [1] 辛忠,赵世成,刘霞,孟鑫. 化工高等教育, 2011,(1):75~77.
- [2] 王世颖,万均,牛淑妍. 中国科教创新导刊, 2008,(22):69.
- [3] 张小燕,卢其勇. 塑料工业, 2011,39(4):1~5.
- [4] Tang Y, Zhuge J F, Lawrence J, Mckee J, Gou J H, Ibeh C, Hu Y. Polym Degrad Stab, 2011 96(5):760~770.
- [5] Mao Q H, Zhang L P, Huang D H, Wang D, Huang Y, Xu H, Cao H T, Mao Z P. Surf Interface Anal, 2011, 43(5): 903~912.
- [6] 潘江庆. 高分子通报, 2002,(1):57~66.
- [7] 吴茂英. 塑料助剂, 2009,(5):50~55.
- [8] 王海鹰,贾冰茹,吴立豪. 塑料科技, 2011,39(12):83~86.
- [9] 姜乃强,张鹏. 中国现代教育装备, 2014,(7):1~4.
- [10] 刘燕,李晓波. 实验室研究与探索, 2014,33(3):211~214.

The Combination of Theoretics and Practice on Teaching the Synthetic Material Additive Chemistry Course

ZHAO Xiao-yan*, LIN Fu-rong, DU Fei

(College of Petrochemical Engineering, Changzhou University, Changzhou 213164, China)

Abstract: The theoretic knowledge of synthetic material additive chemistry course possess wide applicability and high practicability. In this paper, “Theoretics, Practice, Evaluation” the three step of progressive teaching model were proposed. Through accumulating knowledge to master the wide and deep degree of the theoretic knowledge. According to the project and market to put the theory into efficiency practice. By testing the teaching and practice indexes of assessment, verifying the rationality and validity of knowledge. The combination of theoretics and practice could cultivate the students have a good scientific knowledge and practice capacity. Furthermore, establish a solid foundation of theory and practice for the further of students.

Key words: Synthetic material additive chemistry; Theoretics; Practice; Curriculum construction