

也谈《高分子化学》课程教学的工科特色

王国建

(同济大学材料科学与工程学院, 上海 201804)

摘要:《高分子化学》课程是大部分工科化工、材料类专业的必修课程, 如何在工科专业高分子化学课程教学中体现工科特色, 成为大家关注的热点。针对什么是工科特色, 提出了本人的见解。并就如何在教学过程中体现工科特色介绍了本人的探索与尝试。

关键词: 高分子化学; 教学; 工科特色

《高分子化学》是化学、化工和材料类专业的专业基础课, 其重要性不言而喻。因此, 近年来关于如何提高《高分子化学》课程的教学质量, 尤其是如何在工科专业高分子化学课程教学中的体现工科特色, 成为大家关注的热点。多位作者从不同的角度介绍了各自的教学经验、体会和方法, 读后受益匪浅^[1~5]。本人从事高分子化学的教学多年, 而且身处同济大学这样一个工科背景很强的学校, 也经常思考如何在高分子化学教学中体现工科特色, 并注重在教学过程中进行实践探索。点滴体会总结如下, 与同仁们分享。

1 什么是高分子化学的工科特色?

虽然大家都在谈工科特色, 但究竟什么是工科特色? 什么样的教学才算是有工科特色的教学? 可能仁者见仁, 智者见智, 很难得出一个标准的答案。从目前的情况看, 大致有如下的几种做法^[1~3]:

(1) 在 高 分 子 化 学 课 程 中, 加 入 较 多 的 工 艺 内 容。如 详 细 介 绍 常 见 聚 合 物 品 种 的 聚 合 工 艺。甚 至 有 些 教 师 将 聚 合 工 艺 设 计、聚 合 物 成 型 加 工 的 内 容 也 引 入 高 分 子 化 学 的 课 程 中;

(2) 强 调 教 学 过 程 中 的 互 动 式 教 学、形 象 化 教 学, 以 提 高 学 生 的 学 习 兴 趣;

(3) 注 重 在 教 学 过 程 中 结 合 最 新 科 研 进 展, 介 绍 高 分 子 化 学 研 究 的 热 门 领 域;

(4) 吸 引 学 生 参 加 教 师 的 科 研 活 动, 培 养 学 生 的 创 新 兴 趣;

(5) 提 高 和 强 化 实 验 在 教 学 中 的 地 位 和 作 用;

(6) 将 课 堂 教 学 与 工 厂 参 观 相 结 合;

(7) 通 过 剖 析 高 分 子 合 成 工 艺 的 设 计 思 想 来 理 解 高 分 子 化 学 在 实 际 生 产 中 的 应 用。如 庄 启 昕 等^[1] 通 过 剖 析 苯 乙 烯 聚 合 过 程, 帮 助 学 生 理 解 自 由 基 聚 合 的 基 本 原 理 的 例 子。

以上种种尝试, 应该说立意都是积极的, 但是否真正体现了教学的工科特色, 却值得商榷。如第一种做法, 实际上是简单地将“黑板上开机器”理解为工科特色, 偏离了《高分子化学》课程自身的内容和任务。2~4 三种做法, 则主要是解决学生的学习兴趣和态度问题, 对任何课程都适用, 与工科特色无关。第 5、6 两种方法是工科院校多年来采用的, 如果引导得好, 确能起到积极的作用, 但从时间、人力、物力等方面考虑, 这些方法只能是课堂教学的补充, 无法完全替代课堂教学, 也不是高分子化学理论课程的本身。只有第 7 种方法, 才是体现工科特色的一个很好实例。

同济大学高分子材料教学团队在提高本科教学质量的实践中, 对如何在高分子化学等基础课程中体

收稿: 2013-01-17; 修回: 2013-06-19;

基金项目: 同济大学高分子材料教学团队建设项目(2011.12~2013.12);

作者简介: 王国建(1953—), 同济大学材料科学与工程学院教授, 博士生导师, 主要从事高分子材料的合成与表征的教学和研究, 担任《高分子化学》、《功能高分子材料》等本科生教学及《高分子合成新技术》、《活性聚合原理》等研究生教学, 著有《特种与功能高分子材料》、《高分子合成新技术》等著作和教材, E-mail: wanggj@tongji.edu.cn.

现工科特色的问题展开了深入的研讨,认识到工科学生未来改造世界的重任,应该具有提出问题和解决问题的能力,具有创新的意识和能力,逐步理清了“联系生产实际,提高科技能力、强化创新意识”的“工科特色”教学思路。即在《高分子化学》理论课教学过程中,通过介绍高分子化学经典内容,注意结合生产实例和学科发展,以培养学生的创新意识为核心,以提高学生创新能力为目的。思路清楚了,其它的各种具体方法只是实现这一目标的手段而已,各位教师可以有自己的不同做法。为达到以上目标,本人采用了以下的教学方法。

2 选择合适的教材是保证工科特色的前提

教材是知识的载体,是教师安排教学计划、实施教学的依据,其地位和作用堪比学生的第二教师。因此选择一本好的教材,是保证教学质量的前提。

目前国内高分子化学方面的教材数量众多,其主题内容大同小异,但编排风格和特点各有千秋,很难区分优劣。单从工科特色的角度看,本人首推由潘祖仁先生编著、化工出版社的《高分子化学》^[6]。这套教材目前已出至第五版,每版均有不小的进步,堪称国内高分子化学教材的精品。

该教材秉承了 Flory 经典教材的基本思路^[7],但其工科特色更为鲜明。主要表现为:

(1)条块分割合理,主线清晰。该教材以逐步聚合和连锁聚合为两大主要板块,重点突出缩聚反应和自由基聚合这两种在工业生产中应用最广泛的聚合方法。以动力学为主线贯穿教材,通过聚合速率和聚合度为讨论对象而展开。这样就将本来纯理论的高分子化学巧妙地直接与工业生产关联起来了。因为从工业生产的角度来看。聚合速率解决的是产量问题,而聚合度则与产物的质量密切相关;

(2)该教材区别于一般的化学教材,在于其不是简单地从有机化学反应的角度阐述具体的聚合反应过程,而是结合工艺过程(反应温度、压力、催化剂等)和产物性能介绍各种常见聚合物,实践性很强;

(3)该教材除了介绍高分子化学的经典理论外,注重对高分子学科前沿技术的介绍,对学生及时了解高分子科学的发展动向,启发学生的创新意识有十分重要的意义。

当然,该教材也并非十全十美,不断改版也表明作者的不断完善和不断创新的愿望。从现有教材的编排来看,不足之处在于从第四版起将“逐步聚合”从第七章调整到第二章,不利于平衡上下两半学期的教学重点。这一问题及其解决方法,本人在先前的论文中亦有阐述^[8],此处不再赘述。

教材的另一缺点是,在第五版中,每章后面的习题都加上了标准答案,这无疑是画蛇添足,对学生独立完成作业十分不利。顺便提一下,目前市场上有多本高分子化学的参考书籍和习题解答,作者的用意可能是好的,但实际上给部分学生造成了依赖性,教师也无法从作业中了解学生对课程内容的掌握情况,副作用大于正能量。针对这种情况,本人的做法是在教材给出的习题基础上进行改编,使习题既不超越教材的难易程度,又可保证学生的独立完成。

3 联系生产实际开展教学是体现工科特色的关键

高分子化学是一门介绍和讨论高分子化合物合成原理和规律的科学,内容繁杂,涉及面宽。如果按部就班地按照介绍其反应原理,学生会感到枯燥,也不容易理解记忆,因此结合生产实际进行形象化教学,是许多教师采用的方法。但如何将高分子化学的原理与生产实践相结合,并非易事。生产实例是用来理解高分子化学的原理服务的。就事论事地讲解高分子化合物的生产工艺,不但会偏离高分子化学课程的原意,也会起到喧宾夺主的不良效果。因此,如何从高分子生产实际中凝练出高分子化学的科学问题,是需要认真思考的。

庄启昕等^[1]通过苯乙烯聚合过程提出的三个问题,十分巧妙地将工艺问题与高分子化学的概念问题联系在一起,有效地沟通了教学内容与实际应用的联系,对所有从事高分子化学教学的教师应该都有很好的启迪。

实际上,这类例子在高分子化学教学中可以总结出很多。例如,有机玻璃板材制备时,工艺上常采用两步法,即先将单体和引发剂在反应釜中 70℃ 下反应至转化率为 10% 左右,然后转移至模板中,低温

(45℃)反应若干天,再逐步升温至 100℃以上,保持一到两天,最后脱模。我们可以设问:(1)两步法的意义何在,是否可将单体和引发剂直接灌入模板中一步聚合?(2)在第二步中,为何要采用先低温后高温的方法,是否可直接在高温下反应,以达到缩短时间、提高效率的目的?在回答这些问题中,可逐步将学生的思路引向先前已经学过的自动加速效应、放热反应、聚合过程中体积收缩、聚合度与聚合温度成反比、反应后期扩散效应控制聚合过程等概念性问题。既将工艺实例与高分子化学基本概念联系在一起,又强化了教学过程的工科背景。

又如,在尼龙 66 的制备时,工艺上采用先制成尼龙 66 盐,然后在加压下进行水溶液聚合,然后逐步转为真空下熔融缩聚。如何让学生理解这一看似与平衡缩聚反应应及时排出小分子的概念相违背的工艺过程?教师就可结合缩聚反应要求原料等摩尔、如何避免副反应、平衡常数对聚合度影响等概念加以引导,同样达到了既通过工艺实例进一步解释了高分子化学的基本概念,又体现了教学过程的工科特色的效果。

4 将创新意识贯穿教学全过程是体现工科特色的核心

具有工科特色的教学,如果仅停留在向学生讲述工业生产中的实例,那就是片面理解工科特色的概念。对一位工科学生来说,其今后走上社会,面对的是解决实际工作中的大量实际问题,需要创造性地将学到的知识用到实际工作中。因此是否具有创新意识就成了今后是否具有解决问题能力的重要因素。可以说,将创新意识贯穿教学全过程才是真正体现工科特色的核心所在。

传统的教学模式是教师讲,学生听,学生只是被动地接受知识。为了改变这种状态,提高学生学习的主动性,我们采用让学生结合身边的事物,通过自己查找资料找出答案的方法,达到提高学生独立解决问题的能力。

如在介绍了聚丙烯的制备和基本特性后,留给学生的问题是,乐扣乐扣杯子的盖子是用什么材料制的?为什么?一周后,有半数以上的同学找到了答案,了解了聚丙烯材料无毒、耐折的特点,印象远比教师在课堂上讲解一下要深得多。

介绍三聚氰胺甲醛树脂的生产工艺和材料性能后,请学生们结合三聚氰胺奶粉事件,找一找我们日程生活中用到的三聚氰胺甲醛树脂,并通过查找资料了解三聚氰胺甲醛树脂的毒性问题,理解为什么三聚氰胺甲醛树脂可以在日用品中使用,以及如何避免三聚氰胺可能对人体的危害。这种与身边实例结合的教学,远比在课堂上讲几节课效果好得多。

又如,在介绍了聚氨酯材料后,随即在课堂上演示并请学生自己操作通过黑白料(异氰酸酯和聚醚的工业名称)混合制备聚氨酯硬泡的实验,让学生对异氰酸酯和羟基之间的反应速率有一感性的认识。然后进一步介绍聚氨酯硬泡可作为保温材料,在建筑、冰箱、制冷等方面有广泛的应用。在此可一转话锋,向学生介绍上海胶州路教师公寓 2010 年 1115 大火的案例,并要求学生通过查找资料、阅读文献,通过了解聚氨酯的特性,从材料应用的角度找出 1115 大火的原因。这一教学过程,在课堂上花的时间只有约 30min,而学生学到的知识远远不是 30min 可以讲完的。事后,还有学生主动来要求将聚氨酯阻燃问题作为同济大学大学生创新实践能力训练项目(SITP)来研究,说明上述教学活动已经在学生的心目中点燃了创新的火花。

5 结束语

提高教学质量是高等教育永恒的主题,工科特色也没有统一的标准。如何在专业基础课的教学体现工科特色,首先靠的是教师的用心。只要用心,不难发现在教学过程中可启发学生创新思想和意识的例子是很多的。其次是要更新教学理念,紧密联系生产实际和学科最新进展,注意改革传统的课堂教学理念、教学方法、教学手段和教学管理方法,形成专业课程重基础、重创新的教学新格局,才能实现“提高科技能力、强化创新意识”的教学目标,才能真正体现“高分子化学”教学的工科特色。

参考文献：

- [1] 庄启昕, 郑安呐, 李欣欣, 钱军, 李慧, 韩哲文. 高分子通报, 2008, (11): 73~77.
- [2] 高建纲, 宋庆平, 丁玉洁, 吴之传. 高分子通报, 2009, (5): 63~66.
- [3] 张安强, 刘海敏, 王炼石. 高分子通报, 2012, (12): 91~94.
- [4] 江金强, 倪才华, 林凤英, 陈明清, 刘晓亚. 广东化工, 2007, 34(11): 124~125.
- [5] 张镭. 高分子材料科学与工程. 2002, 18(3): 202~203.
- [6] 潘祖仁. 高分子化学(第一~第五版). 北京: 化学工业出版社.
- [7] Flory P J. Principles of Polymer Chemistry. Cornell University Press, 1953.
- [8] 王国建. 高分子通报, 2012, (11): 97~100.

Discussion on the Engineering Characteristics of “Polymer Chemistry” Course Teaching

WANG Guo-jian

(School of Materials Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract: “Polymer chemistry” is a compulsory course for most chemical engineering specialty and materials specialty. How to show the engineering characteristics in the teaching process of polymer chemistry course has become the focus of attention. For the problem what is the engineering characteristics, the own viewpoints were advanced. Contraposing the problems how to embody the engineering characteristics in the teaching process, own exploration and attempts were introduced.

Key words: Polymer chemistry; Teaching; Engineering characteristic