

应用反向课程矩阵进行《高分子化学与物理》的课程设计

刘丽娟¹, 朱 森^{1*}, 张宝莲², 王 滨¹, 赵洪宾¹, 张守超¹

(1. 天津城建大学 理学院, 天津 300384; 2. 天津城建大学 材料科学与工程学院, 天津 300384)

摘要:为提高学生学习《高分子化学与物理》的积极性和主动性,应用反向课程矩阵法进行课程设计,使教学目标、教学方法和评价方式突出了以学生为中心、产出为导向和可持续改进的设计思想;通过编制课程矩阵将具体的教学目标、学生的学习方法、老师的教学方法和考核评价指标呈现给学生,使学生学习方向更明确。通过在线学习平台(超星学习通),教师可以发布教学矩阵,提供教学资源,学生可以根据教学矩阵的要求自学、评测、提交作业,教师根据平台的统计数据了解学生的学情,及时调整教学策略。经过迭代完善,教学创新效果初显,学生的自主学习能力逐步提高。

关键词:高分子; 课程矩阵; 反向设计; 教学模式

《高分子化学与物理》为我校应用化学专业核心课之一,开设时间安排在三年级上学期,课时为 48 学时。相对于无机化学、有机化学、物理化学和分析化学等基础学科来说,高分子科学的发展历史较短,许多理念尚不成熟。尤其是高分子化学与物理教学内容多,概念抽象难以理解、公式多容易混淆,是公认的难于讲解也难于理解的课程。目前本校应化专业只有这一门高分子基础课程,要在这样少的学时条件下,系统的介绍较为完整的基础知识,使那些对于高分子完全陌生的学生理解并掌握高分子的基本概念与原理,并且能够在今后的工作实践中学以致用,教学模式的设计及考核方式的改革尤为重要。

以学生为中心的教学模式是教学改革的发展方向,2018 年教育部发布《普通高等学校本科专业类教学质量国家标准》^[1],教育部高教司吴岩司长指出,国标把握了世界高等教育发展的最先进理念,体现了三大基本原则:一突出学生中心,二是突出产出导向,三是突出持续改进。基于此笔者在《高分子化学与物理》课程中引入反向矩阵设计法对教学模式设计进行改革探索。

1 教学现状及现阶段存在的问题

1.1 传统教学模式以知识为导向,以教师为主体,无法充分调动学生学习的积极性

传统授课方式主要是集中讲授,这是传承了几千年的教学方式,有其突出的优点,但是学生参与度低,无法充分调动学生学习积极性。过去教学改革多注重教的效能,强调教师教学能力与教学水平提升的前提下开展有效教学,而忽略了大学课堂教学中的学生学习效能和有效学习主体问题。

1.2 学生学习目标不明确

学生对本门课程的学习目标不明确,传统教学大纲中教学目标通常是“掌握……”“理解……”“了解……”,但是要做到什么程度才算“掌握”“理解”“了解”,学生很难界定,经常困惑的问老师,这里需要背下来吗? 学习等同于记忆。

1.3 传统的考核评价方式无法起到有效促进教与学持续改进的目的

传统的考核评价方式是考察出勤,作业和期末考试三部分。作业多是教材上的课后习题,形式单一,传统的考核方式主要考察学生们对知识点的记忆程度,这在布鲁姆的教育目标分类中属于低阶学习,不

10.14028/j.cnki.1003-3726.2022.10.017

收稿:2021-04-10;修回:2021-08-07;

基金项目:天津城建大学教育教学改革与研究项目(JG-ZD-2206,JG-YBZ-1531,JG-YBZ-1745,JG-YBZ-1763);

作者简介:刘丽娟(1978-),女,汉族,博士,主要从事高分子化学与物理方面的教学与科学研究。E-mail: liesl@126.com;

* 通讯联系人:朱森(1979-),男,汉族,博士,主要从事高分子助剂相关的教学与科学研究。E-mail: zeusisin@163.com.

利于学生高阶学习能力培养。而且期末的一次考核,只是考察了学生对知识的掌握程度,但是不能起到促进学生学习和发展的目的。

2 课程教学设计的理念

《高分子化学与物理》这门课程教学设计理念可以概括为 361 框架,具体如表 1 所示。

表 1 361 框架
Table 1 361 frame

	内容	关键词
3	三个突出	以学生为中心,以产出为导向,以可持续改进为目标
6	布鲁姆认知模型	记忆,理解,应用,分析,评价,创造
1	一个保证	保证学会

361 框架是 3-6-1 这三个数字的缩写,其中“3”指三个突出,即突出以学生为中心,突出以产出为导向,突出以可持续改进为目标,这是本门课程教学改革的方向和基本原则。

“6”是布鲁姆认知模型中的六类学习:记忆、理解、应用、分析、评价、创造^[2,3],如图 1 所示。布鲁姆认为,传统教学模式的缺点是把知识教育目标停留在低阶目标上,不能很好地培养学生的高阶学习能力,这不利于学生的全面发展,也不利于社会未来发展。因此在课程设计中要从低阶目标转向高阶目标,以低阶学习为基础并向高阶学习发展,合理布局,全面促进学生心智与大脑发展。



图 1 布鲁姆认知分类模型(2001 版)
Figure 1 Bloom's taxonomy of learning (2001)

“1”是指一个保证,保证学生学会,大脑奖励“学会”而非“学习”,是“学会”让大脑分泌荷尔蒙,使大脑兴奋,从而激发学习积极性,学习任务难度要适度,保证大脑能不断体会到“学习”的愉悦。这是以学生为中心的教学设计的指南,并作为课程设计评价的工具。

3 应用反向课程矩阵法对“高分子化学与物理”进行课程设计

3.1 反向课程矩阵设计

反向课程矩阵设计是利用反向设计法来完成课程矩阵的一种课程设计模式,是美国大学在以学生为中心的教学改革中逐步演变并广泛使用的课程设计法之一^[4]。

课程矩阵就是列表,如图 2 所示,横向可分为五列,其中一般目标和具体目标对应“学什么”,教师教法和学生学法对应“怎么学”,而反馈与评价则对应“学得怎么样”。纵向按时间顺序或者逻辑顺序,列出

各个教学要点。这样课程设计过程就变成了填表过程,完成的课程矩阵就像课程教学计划书,可以全面展现所有的教学安排和教学活动。

反向课程矩阵设计				
一般目标	具体目标	反馈与评价	学法	教法 有目标/有期待/有检查
5	1	2	3	4
一般目标	具体目标与能力 所需要的效果	可接受的证据	学生如何学才能 达到预期效果	教师如何教才能 达到预期效果
	步骤:			
	1、具体目标,确定培养什么知识和能力,可观测、可检验的具体活动;			
	2、设计考核题目与考核方式,确保其可以提供所需效果的证据;			
	3、设计学生学法,凡能学生自学的一律不教			
	4、设计教师教法,如何帮助学生完成学习			

图 2 反向课程矩阵设计
Figure 2 Reverse curriculum matrix-design

反向课程矩阵设计贯穿“以学生为中心”和“以学习效果为中心”的原则,通过目标驱动调动学生学习的积极性和主动性,使学生变成教学活动的主体。具体步骤是:1、确定具体目标,确定具体培养什么知识与能力;2、设计考察与考核题目与方式,确保其可以检验学习效果;3、设计学生学法,凡能让学生自学的一律不教,尽量把学习的机会留给学生,培养学生的学习能力;4、设计教师教法,如何帮助学生学习,如何为学生学习提供组织、引导、帮助(包括必要时的讲授);5、最后确定一般目标的措辞。

3.2 “高分子化学与物理”课程矩阵的编制

以“高分子化学与物理”中高分子近程结构为例说明课程矩阵的编制过程。

步骤一:确定具体目标

具体目标是指学生能从事的具体活动。确定具体目标时,要使用可观测、可检验的行为动词,例如对于学生在学习结束后要掌握的知识或技能,最好使用一些行为动词描述。“学生能够区别线型、支化和交联高分子结构、性能与用途的不同”,“学生能够列举典型的共聚高分子”,其中“区别”和“列举”就是行为动词。

学生学习过程中需要清晰和明确的任务要求,这是目标驱动的关键所在。使用行为动词描述学习目标,是课程矩阵区别于传统教学大纲的一个重要特征。在选择行为动词时,可参考布鲁姆教育目标分类学中列举的 6 类行为动词^[4],如表 2 所示。

表 2 布鲁姆认知模型六种能力的含义和例词		
Table 2 The meanings and examples of the six abilities in Bloom's Taxonomy		
学习	定义	例词
创造	产生新的/原创性作品	设计、组装、构建、发展、形成等
评价	评价立场或评价决定	鉴定、辩护、争辩、判断、选择、支持、评价、批判
分析	在不同思想间建立联系	区别、组织、联系、相似、相异、检验、质疑
应用	把已知信息用到新的情境	实施、执行、应用、解决、展示、解释
理解	解释思想和概念	分类、描述、讨论、解读、认定、报告、选择、翻译
记忆	回忆与复述事实和概念	回忆、重复、复述、罗列、定义

步骤二:设计反馈与评价方式

学生是否学到了相关知识和能力,可以用哪些方式来检验。学生学习的证据,可以用哪种方式来体现,老师要设想如何收集学生学习的证据,用以改善课堂教学,并支持校院系部的教育决策。因此,如何在教学中做好教学评价设计、系统收集学生学习效果的证据,成了学习效果评价中的核心问题。判断学会的标准可以借鉴“会说、会做、会教”。

结合信息化教学平台可以改变传统的作业模式,利用平台进行课程测试。章节测验、小组作业,将课后作业所考察的内容挪到课堂作为在线测试,知识性的客观题可以设计成是选择、填空、判断等在线上平台进行测试,系统能够自动评分,即刻反馈测验结果,方便快捷,学生和教师都可以及时了解知识点的掌握情况。根据学习效果的反馈,教师能根据反馈结果适时调整教学计划、改进教学方法,而学生也能根据反馈结果来改进学习。

步骤三:设计学生学法

课程设计以学生为中心,强调“学习是行动,通过行动学习”,教学的重点不是教而是学,学生要通过完成一系列规定活动来学习,而不仅是被动听讲。教师进行课程设计时要把重点放在“学法”设计上,要考虑学生做什么活动,才能掌握所学知识和能力。原则是:“凡能让学生自学的一律不教”。

脑科学与神经科学、认知科学与认知心理学、学习科学与学习心理学等领域的研究成果显示,教学内容的有用性、学习内容的真实性、任务的挑战性、环境的社会性、过程的互动性并确保学会,能最大限度激发学生学习的积极性和主动性^[5,6]。

学生的学法:有针对性地自学教材(带着任务),相关视频资料;查阅相关文献;小组讨论;与老师或同学交流等。

步骤四:设计教师教法

教师设计好学法后要考虑如果学生这样学,他会有什么困难?教师该如何帮助学生克服困难。教法的关键不是教,而是要帮助学生克服困难、有效学习。教法设计的原则是:学生能自学的一律不教;学生自己学习有困难的要提供帮助。学习任务适当,能把学生从舒适区带到发展区,但别送到恐怖区。当然凡能帮助学生有效学习的方法都是好方法,例如组织、引导,也包括必要的集中讲授。教师要做到有目标,有期待,有检查。

针对步骤三里已确定的学法设计的教法有:给学生提供学习资料、布置思考题、课堂组织小组讨论、回答学生的提问、针对共性问题集中讲授、评价学生课堂汇报内容和表现等。

步骤五:总结一般目标

这是课程设计的最后一步,确定一般目标的措辞。

具体目标 1:能够描述高分子近程结构的五个维度(化学组成;结构单元的链接方式;高分子链的构造;共聚物的组成与结构;高分子链的构型);具体目标 2:能够区别线型、支化和交联高分子结构、性能与用途的不同;具体目标 3:能够理解并判断高分子的构型;具体目标 4:能够解释共聚物 ABS,SBS 和氟涂料的组成及设计原理;总结成一般目标可以简短表述为:理解并掌握高分子的近程结构。这句话是教学大纲中的常用表述,如果学生只看课程大纲,很难具象的清楚各个知识点需要掌握到什么程度。

将以上内容按步骤逐一填进表 3 中,就得到了《高分子化学与物理》7.1 节的课程矩阵,如表 3 所示。为了更好凸显教学设计过程,对表格进行了调整,将反馈与评价直接挨着具体目标,然后是学法,最后教法。这样设计的课程矩阵清晰展示了所有的教学活动和具体安排,对于教学如何开展,学生和教师都能一目了然,既是教师的“教案”,又是学生的“学案”。课程围绕着学生学习效果设计,充分体现了“为学而教”的思想。

通过表 3 可见,利用反向课程矩阵设计模型来进行课程设计的优点:(1)逻辑严谨,课程框架结构清晰。以具体目标为单位进行逐行设计,每一行代表一组设计,针对性强;(2)易于调整和修改。当课程需要调整和修改时,只需要针对局部修改即可,不影响其它部分。(3)可操作性强,在线教学平台可以提供

表 3 高分子的近程结构课程矩阵

Table 3 The short-range structure curriculum matrix of polymers

章节	一般目标	具体目标	反馈与评价	学法	教法
	5	1	2	3	4
7.1 高分子的近程结构	理解并掌握高分子的近程结构	1、能够描述高分子近程结构的五个维度(化学组成;结构单元的键接方式;高分子链的构造;共聚物的组成与结构;高分子链的构型)	完成学习通上的课堂测验;课堂提问;	学生通过自学教材,视频学习资料,做笔记获得知识;	在学习通上发布相关的选择题;有针对性的进行重点讲评;回答学生提问
		2、能够区别线型、支化和交联高分子结构、性能与用途的不同;	回答教师提问	学生通过自学教材,视频学习资料,填表来总结和概括区别	组织学生讨论;对讨论结果进行评价
		3、能够理解并判断高分子的构型;	回答教师提问,完成学习通上的课堂测验	学生通过自学教材,视频学习资料	集中讲授
		4、能够解释常见典型共聚物和氟涂料的组成及设计原理;	课堂汇报;学习笔记	上网查阅文献资料,分组讨论并汇报常见典型共聚物和氟涂料的开发与应用。	布置查阅相关文献,分组讨论并派代表汇报,对学生汇报内容作出评价

很好的支撑。借助在线教学平台,教师给学生发布教学矩阵,提供学习资源,学生通过平台自主学习及测评,师生可以及时了解学习情况并做出调整,具有很好的可操作性。(4)该模型提供了设计原则和思路,同时又留给老师充足的设计空间,适应性广。

借助这个反向课程矩阵设计模型,可以把课程与教学的其他方面,如教学内容、方法、活动、技术、环境、评价等要素组织起来,使之成为一体。

4 设计“以学生为中心”的可持续改进的评价体系

课程设计要突出持续改进,考核必须重视过程性评价,通过多种渠道、多种方式,考查学生掌握知识和应用知识的水平与能力,据此我们构建了有助于持续改进的考核评价体系。

(1)借助信息化教学平台实现基本知识的在线测试

利用信息化教学平台(如超星学习通)进行课堂测试、小组作业、章节测验,多种形式以检验学生掌握知识和应用知识的水平与能力。平台的统计信息便于师生教与学的持续改进,增强师生间的沟通交流,形成教学—评价的良性循环。

(2)多样化的课后作业

结合实际让同学们分析实际的高分子材料,或者调研我国重要的高分子材料的产业发展状况。并通过绘制思维导图来总结每章的知识点,锻炼学生思维能力,让学生更有效地学习。

(3)考试主要侧重对所学知识的应用能力而非对知识的记忆能力

考试命题指导思想是除了必要的基础性内容外,主要考察学生对所学知识的应用能力,重在推理及思考过程,培养学生的分析、解决工程问题的能力,使学生从“死记硬背”中解脱出来,从理论走向实际应用。

5 教学效果分析

应用反向课程矩阵设计法对《高分子化学与物理》进行课程建设,使教学目标、教学方法和评价方式

10. 14028/j. cnki. 1003-3726. 2022. 10. 017

突出了以学生为中心、产出为导向和可持续改进的设计思想;使课程脉络更清晰,学生的学习方向更明确,在教学过程中,教师发挥主导性作用,保证学生在学习中的主体地位^[6],显著提升了学生学习的积极性和主动性。

本课程经过反复的迭代设计,课程内容和教学组织日趋完善,教学效果初显。在新的教学模式下,学生自主学习的能力得到提升,学生的成绩有明显提升,不及格率显著下降。毕业生中有考取高分子专业研究生的,从事高分子方面的工作人数逐渐增加。

近三年,团队指导 3 人次(高分子方向)获校级优秀毕业论文;指导“互联网+”大学生创新创业大赛校级一等奖 1 项;指导学生获国家级创新创业项目 1 项;获批天津市研究生(本专业 2019 届毕业生)创新项目 1 项,所指导研究生(本专业 2020 届毕业生)获第十六届“挑战杯”天津市大学生课外学术类科技作品竞赛天津市一等奖 1 项,第七届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛天津市银奖 1 项。

6 结语

通过反向设计法编制课程矩阵来进行《高分子化学与物理》各教学环节的设计,逻辑严谨,课程框架结构清晰、易于调整和修改,便于共享,具有很好的可操作性。同时,又留给老师充足的设计空间,适用面广,有较高的推广价值。

参考文献:

- [1] 教育部高等教学指导委员会. 普通高等学校本科专业类教学质量国家标准(套装上、下册). 北京:高等教育出版社, 2018.
- [2] Bloom B S. Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals: Handbook 1: Cognitive domain. New York: David Mckay, 1956.
- [3] Anderson L W. European legacy, 2001, 114(458):1013~1014.
- [4] 赵矩明. 高等工程教育研究,2018,(2): 30~44.
- [5] 赵矩明. 高等工程教育研究,2017,(3): 31~52.
- [6] 赵矩明. 高等工程教育研究,2017,(4): 30~46.

Curriculum Design of *Polymer Chemistry and Physics* by Using Reverse Curriculum Matrix-design Method

LIU Li-juan¹, ZHU Sen^{1*}, ZHANG Bao-lian², WANG Bin¹, ZHAO Hong-bin¹, ZHANG Shou-chao¹

(1. School of science, Tianjin Chengjian University, Tianjin 300384, China;

2. School of Materials Science and Engineering, Tianjin Chengjian University, Tianjin 300384, China)

Abstract: In order to improve students' enthusiasm and initiative in learning *Polymer Chemistry and Physics*, the reverse course matrix method was used to design the course. The teaching objectives, teaching methods and evaluation methods highlight the design ideas of student-centered, output-oriented and sustainable improvement. The students' learning direction is more clear by compiling the course matrix, which clearly present the specific teaching objectives, students' learning methods, teachers' teaching methods and assessment indicators to students. Through the online learning platform (Chaoxing), teachers can release teaching matrix and provide teaching resources, while students study by themselves, evaluate and submit homework. According to the statistical data of the platform, teachers can understand students' learning situation and adjust teaching strategies in time. After iteration and improvement, the teaching innovation effect is initially shown, and the students' autonomous learning ability is gradually improved.

Key words: Polymer; Curriculum matrix; Reverse design; Teaching mode