

文章编号: 2095-1663(2022)01-0088-10

DOI: 10.19834/j.cnki.yjsjy2011.2022.01.12

国际一流大学研究生学科前沿课 组织形式及对我国的启示

刘畅, 吴瑞林

(北京航空航天大学人文社会科学学院, 北京 100083)

摘要: 采用文献分析法, 对学科前沿课的内涵、作用、影响因素以及其在国外一流大学的实施情况进行分析研究。搜索外文数据库和世界一流高校网站公开信息中“学科前沿课”以及和学科前沿课概念相接近的专业研讨课程、先端课程和交叉课程等, 定位13所国外高校研究生学科前沿课类课程和项目计划, 分析其实施流程特征, 具体包括培养目标、授课内容、课程组织形式; 学时、师资和教学方法等信息, 形成普遍性和规律性认识。在深入分析其前沿性课程的组织形式、课程设计、教学方法以及影响因素等基础上, 提出国内开展学科前沿课的通用建议。

关键词: 学科前沿课; 一流大学; 课程设计; 科研优势转化

中图分类号: G642

文献标识码: A

一、问题提出与文献综述

2020年5月教育部《未来技术学院建设指南(试行)》中强调要“坚持科教结合。强化科研育人功能, 探索高校和科研院所联合培养未来科技创新领军人才的有效模式。引导高校将人才培养与科技创新有机结合, 及时把最新科研成果转化为教学内容, 推动科研基地和资源更大范围开放共享, 为学生接触学科前沿、开展科研实践创造条件。”因此我们需要不断追踪学术前沿并及时把学术前沿成果反映在研究生课程中, 以培养紧跟学科发展和行业动态的高层次研究型人才。对研究型大学的教师群体尤其是具有科研优势的教师群体来说, 如何处理实际工作中自己的科研需求和学生的求知需要之间的关系, 需要从立德树人的高度来思考。近年来我国大量优秀人才、相对公平的学术科研管理制度、充足的

科研经费和较完备的科研设施共同促成了很多高校强大的科研优势, 但在研究生人才培养方面尚有不足。表现在研究生课程设置方面, 存在课程前沿性不强, 不能及时反映科学新进展等问题。本研究拟通过对国外一流大学研究生学科前沿课类课程和项目计划的分析, 提出国内开展学科前沿课的通用建议, 以促进国内高等教育科研优势转化。

(一) 课程前沿性与研究生学科前沿课程

国外一流大学极其重视研究生教育质量, 课程设计上非常注重前沿性, 比如哈佛大学教育管理学专业的研究生课程体系包括就学术前沿课程、研究方法课程和学科交叉课程等。^[1]在我国, 研究生课程结构一般由公共课、专业基础课和研究方向课三部分组成,^[2]学科前沿类课程在大的课程分类下隶属于研究方向课或者专题课, 是一种对学科课程的更细致的划分, 它偏重实践和学科最前沿的知识, 往往也和教师以及研究生个人的研究内容相关。课程的

收稿日期: 2021-08-24

作者简介: 刘畅(1981—), 女, 辽宁抚顺人, 北京航空航天大学人文社会科学学院博士研究生。

吴瑞林(1980—), 男, 陕西汉中, 北京航空航天大学人文社会科学学院教授, 博士。

基金项目: 2020年北京航空航天大学“研究生教育与发展研究基金”: 学科前沿课在科研优势向人才培养优势转化中的作用研究

“前沿性”是研究生课程本身应该具备的特征,课程前沿性是指研究生课程内容体现学术上的先进性、高端性、创新性,是科学或学科最新成果在课程内容上的展现。^[3]“学科前沿课程”目前还处于持续探索和建设,尚且没有公认的明确定义。目前在国外的大学研究生课程里找不到“学科前沿课”的明确称呼。在类似的论文或报告里,课程研究者们大多介绍新的教学方法应用于原有的课程来提升学生学习前沿知识的效果,或者描述一个新课程的建设和维护(新课程的目标之一是让学生熟悉学科前沿)。国内有些高校开设了“前沿性课程”或者“前沿类课程”,他们试图从课程建设的角度给各个新课程定性,初步把学科前沿课程称作是讲授某学科前沿进展的课程。杨李鑫昊等人把吉大的“化学贡献与挑战”“化学交叉学科”以及其他院校的“科学思想背后的小故事”“化学与生命”等课程都归为学科前沿类课程,^[4]这类课程的特点被描述为:“以主讲教师丰富的科研经验为基础,兼有教师的引导和学生的自主研究;其主要形式是请一些国外知名教授来讲述前沿知识,或是充分发挥学生的自学能力及创造力,由学生自己针对一方面内容自主学习然后对班级同学进行讲授。”从中我们可以看到学科前沿课内容是前沿知识,通过有资质的授课教师与科研深度结合,并且重点培养学生的自主能力。林志勇等人认为“与其他类型的研究生课程相比,学科前沿课程既有相对系统的理论知识,又涉及最新的科研进展,还能充分发挥实践教学特点,直接培养研究生的动手实践能力”。^[5]在被称为“学科前沿类”的研究生课程中,重视将基础知识与前沿问题结合,明确学科前沿课程的课程内容要与学科的先进科学和先进研究手段的发展相结合,重视发掘授课教师在其研究领域的科研优势应用于教学中。从研究生专业课程的前沿性到专门的学科前沿课程正是我们需要探索的部分,通过综合考量,拟把学科前沿课程定义为:讲授本学科前沿进展的专业方向类课程。学科前沿课程的内容为和科研内容相关的本学科最新前沿进展,目标是培养学生对学科前沿的认识和兴趣,授课方式和评价考核采用多样化形式,并且落脚点是锻炼研究生的学习科研技能与实践能力。

(二)现代课程理论与“未来课程”的理论建构

泰勒在其《课程与教学的基本原理》中从课程设计的角度试图回答课程的四个基本问题:学校应该追求什么样的教育目标?提供什么样的教育经验才

能实现这些目标?如何有效地组织这些教育经验?怎样确定这些目标正在得以实现?^[6]探索国外各大学研究生学科前沿课建设情况,目的是通过对这些课程组织和实施中的各种信息进行整合,并在此基础上提出国内建设学科前沿课的通用建议。因此要在庞大的现代课程理论体系中从课程设计的角度出发寻找理论依据,关键点在于泰勒的第三个基本问题“怎样才能有效地组织这些教学经验?”即课程该怎么讲,如何“有效”地讲。泰勒认为有效组织课程必须要有来自三方面的信息,即对学生的研究、对社会的研究和学科专家的建议。具体到前沿课的课程设计上,紧跟学科前沿和集中于教学设计的动态课程理念是后现代批评话语分析学的主张。批评性话语分析认为话语是构成社会实践活动的符号成分,注重从社会制度和社会构成这一更深的层次来寻求解释语篇的原因。伦敦大学的批评语言学家 Kress 将批评话语分析方法应用于教育领域,他认为“未来课程(future curriculum)”所处的环境非常不稳定、不一致且不可控。课程总是依赖于经济的发展并且动态地变化,相对于确定的知识,后现代服务经济和信息经济更要求工作者有“设计”的能力。^[7]课程设计能力要求对材料的充分的运用,知晓其风险,能够容纳其能力。课程设计应该让学习者和其感兴趣的材料之间建立特殊的关系。

从学习者的角度,美国心理学家教育家 David Kolb 提出学习循环模型来描述体验式学习。^[8]该模型包括四个步骤,即具体经验、反复观察、抽象概括和积极实践。其中具体经验阶段强调体验在学习中的作用,学习者开阔思路、适应变化,从“感受”中学习;反复观察阶段的学习特点为重视细心观察、多视角多维度地看待问题、理解学习内容;抽象概括阶段则注重思考、客观逻辑地分析问题;积极实践阶段强调从做中学,学习者采取具体的方法解决实际问题。学科前沿课程的目标是培养学生对学科前沿的认识和兴趣,落脚点是锻炼研究生的学习科研技能与实践能力。在实施过程需要重视体验式学习的第一个步骤,实际经历和体验,强调体验在学习中的作用,学生经由自身的体验从“感受”中学习。在学习的四个步骤中又分成不同的层次或者水平,一个完整的学习过程应该是每一个步骤都是开放式结果,不同的学生会达到不同的水平;课程并不是完整地教会学生某个知识或技能,而是能够给他们学科前沿视角,启发科研兴趣、培养探索精神。

二、研究方法

(一)资料获取

本研究主要采用文献分析法,对学科前沿课的内涵、教学过程、作用、影响因素以及其在国外大学的开设情况进行研究。通过检索国外主要学术期刊网站和重要网络学术资源库,查阅有关学科前沿课程的相关研究成果资料,并对这些文献进行整理、分析和总结来达到研究目的。文献来源主要是国外大型数据库的学术期刊论文、报告、会议论文等,使用的数据库有 EBSCO、Elsevier Science Direct、ACS、Springer 和 MDPI。搜索关键词并不局限于“forefront course”“cutting edge curriculum”“future course”字样,而是一切和“讲授本学科前沿进展”相关的课程,例如主题中有“advanced course”“core course”“capstone course”等,从中筛选,外文研究报告和论文中比较少有成系统的学科前沿课为主题的研究,他们大多介绍一个具有前沿性的项目、计划,或者某个创新的教学方法以及新的课程组织形式等等。我们首先从以上 6 个关键词搜索到的 400 多篇文章中确定 110 篇实证性的研究,综述类和元分析类没有进入分析。在实证性研究报告中,再次进行整理和分析,排除基础教育类和大学本科课程的文章,剩余 43 篇文章。资料还来源于国外一些大学的官网课程信息,具体包括“应用课程(applied course)”“专业方向课程(professional curriculum)”“先端科目(advanced subjects)”以及“交叉课程(cross curricula)”等,但研究结果以公开发表的论文、报告、会议论文等内容为主,大学网站的课程信息为补充材料。由于对这一问题的实证研究较少,因此本研究的结果是描述性和解释性的。

(二)样本选择

上面把学科前沿课程定义为以讲授本学科前沿进展为目标的专业方向类课程,因此本研究并不局限于“前沿课程”字样,通过网站直接索取以及文献检索的方式,从处在世界排名前列的大学课程以及文献资料中搜索一切和“讲授本学科前沿进展”相关的研究生课程作为研究对象。作为一个探索性的研究,试图从现有的课程项目、计划,创新的教学方法或者课程组织形式中挖掘闪光点,寻找有用信息来搭建我们的前沿课程框架。根据论文材料报告的课程或者项目的目标,在以上 43 篇资料中选取了和

“讲授前沿知识”直接相关的大学 5 所;^[9-13]他们的教学目标分别是“给高年级本科生和研究生扩展专业视野、技能,提升专业兴趣”“介绍前沿的可持续发展科技应用于化学和生物分子学,以激发学生的好奇心”“学习一些神经科学的基本的实验技能和前沿科技内容”等。间接相关的大学 5 所,^[14-18]教学目标是“培养学生处理复杂问题的能力”“创设真实的、交互式的学习环境以提升学生的理解”“应用创意性的论文进行教学,使学生扩展专业知识和整合新的基因知识和复杂的基因科技”等,体验和理解前沿知识、发展实际科研能力是他们课程的主要获益之一。还有 3 所大学^[19-21]从教师的视角来讲促进教学。我们的文献研究涉及样本量较小,嵌套在他们的上下文和研究中深入研究。确定 13 个样本后,再通过查阅其官网或访谈相关教师、学生等方式深度挖掘课程的不同方面信息,通过这样的搭配,就可从课程的各个方面全方位搭建起了前沿课程框架,进而对前沿课程的组织形式有多角度的立体认识。样本信息如表 1。

以上均是以文献形式报告的课程,此种形式的信息量虽然不够丰富,但是公开发表以及同行评议的文章内容比较可靠详实,教育学的应用和思考也较为全面和规范。

(三)分析框架

学科前沿类研究生课程中,重视将基础知识与前沿问题结合,尤其要与学科的先进科学和先进研究手段的发展相结合,并且要发掘授课教师在其研究领域的科研优势应用于教学中。本文定义了学科前沿课的目标,接下来需要从课程内容、课程结构和组织来分析现有的学科前沿课。核心要回答一个非常具体的问题,即“前沿课怎么讲?”依据未来课程理论,课程设计应该让学习者和其感兴趣的材料之间建立特殊的关系。从学习者的角度,Kolb 的体验式学习认为学习是从体验到实践的过程,在实施过程需要重视体验式学习的第一个步骤,实际经历和体验,强调体验在学习中的作用,学生经由自身的体验从“感受”中学习。综上,本文的分析框架如图 1 所示。问题侧重于课程内容的前沿性是如何体现的,以及前沿性的课程内容如何作用于学生。另外,上面提到前沿课和教师以及研究生个人的研究内容相关,教师在这里不单是知识的传递者,也是课程设计者甚至是知识生产者。^[8]因此框架中教师的角色和作用也是需要分析的部分。

表 1 样本来源

编号	名称	课程名称	开课时间/地点	特色/关注点
1	新罕布尔市州立大学	地球系统科学	2006/美国	兼顾广度和深度
2	悉尼大学	绿色工程	2004/澳大利亚	开拓学生可持续视角
3	杜克斯内大学	方法课	2006/美国	神经药理学科技
4	新英格兰西部大学	AI 课	2018/美国	针对背景复杂的学生
5	梅西大学	化学设计	2017/美国	设计里的商业化
6	哈佛大学	软件开发	2013/美国	学生作为内容提供者
7	普渡大学	化工教育前沿	2007/美国	吸引有资质的学生
8	加州大学戴维斯学院	人类基因学	1999/美国	创意写作的教学法
9	麻省理工学院等	工程设计	2001/美国	MIT, UT-Austin, 和 USAFA 联合
10	马德里理工大学	创建科技型企业	2011/西班牙	学生创业能力、综合能力
11	爱荷华州立大学	自动控制教育	2009/美国	教师角度
12	佐治亚理工学院	STEM 教育	2006/美国	教师角度
13	马里兰大学	教学小组	2004/美国	教师角度

注: 论文发表日期晚于课程实施日期, 本文的时间为课程实施时间, 如若文章没有明确报告, 即用文章发表日期减 2 年。

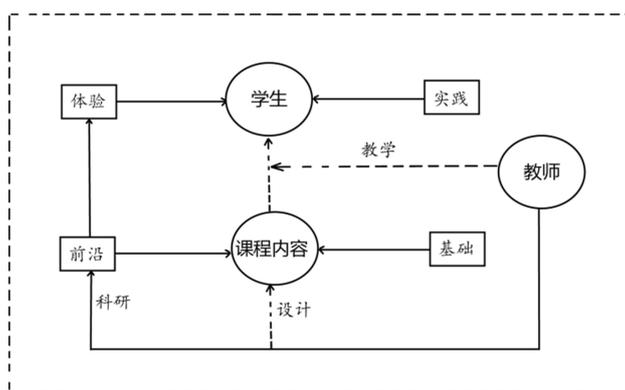


图 1 学科前沿课的分析框架(虚线部分为有待探索的机制)

三、研究生学科前沿课实施情况及特征分析

(一) 学科前沿课怎么讲

学科前沿课怎么讲? 依据分析框架图, 重点在于兼顾基础和前沿的状况如何设计课程内容, 内容又如何传达给学生, 使得学生能够在体验中学习、提升自己的实践能力。具体回答两个问题: 1、课程内容的前沿性是如何体现的? 2、教学方法和手段。

1. 课程内容的前沿性是如何体现的

课程 1 所在的大学 2006 年设计开发“地球系统科学课程”, 目的在于“给高年级本科生和研究生扩展专业视野、技能, 提升专业兴趣”, 课程内容包括基础知识材料和应用材料两大块。在课程设计部分,

他们咨询了许多专家, 包括生物学、气候、地理、数学等多学科老师和研究生, 并且组建了一个包括美国国家航空航天局(NASA)专家的课程设计团队, 专家的加入确保最新的研究内容进入课程。所有的材料都以电子的形式呈现, 方便添加最新的内容。学院邀请 NASA 科学家讲授最新的最前沿的东西, 例如生物圈和大气圈的重要交互作用。可见课程 1 从设计到实施全程邀请行业专家参与, 充分保证课程的前沿性。

课程 2 的授课内容直接来自行业进展, 教师进行整理之后形成成对的案例。授课教师包括本专业的博士和硕士研究生。课上学生研讨行业进展, 形成结果并且和教师的案例对比。课程 3 药学专业研究生开设“神经药理学”课程, 其内容来自于最新论

文,课上包含大量案例。课程 4 有自己的课程设计团队,跨学科教师任教,课程内容来源于哈佛教材和教师搜集的材料。课程 5 授课教师包括行业专家,学生参观企业,讲座内容有现场版、录像版。课程 6 采用项目学习的方式,学生和教师、技术人员合作,开发一个应用系统软件。课程 7 强调教育中工业工程师的作用,授课教师的一部分由工程师组成,课程内容也有一部分来源于工程的实际项目。课程 8 的课程内容来源于书、论文和网络资料,并且有 3 个不同类型的案例库。课程 9 的 MIT 工程教学中,前沿性体现在 MIT 和德克萨斯大学、美国空军学院联合设计实施课程,并且联网共享教材资源。课程 10 有课程设计团队,专门负责搜集项目,形成课程内容。授课教师有教授和研究生,课程内容包括实际项目、论文项目,大量不同难度的项目形成案例库,动机水

平不同的学生承担不同难度的任务。

分析上面 10 个大学的课程可知,课程前沿性主要体现在五个方面:1、课程设计上使用课程设计团队、领域专家来设计组织内容。课程 1、课程 4、课程 9 和课程 10 都支持了这点。2、课程内容上,两种方式体现前沿性。一是内容来源于期刊论文、行业最新资料、网络信息,如课程 1~4 和课程 8;二是内容来源于实际项目,如课程 6、课程 7 和课程 10。3、教师采用外聘专家及高年级博士生。4、授课方式灵活主动。5、材料形式电子化、能够共享和随时添加内容。6、其他关键特征。第六个其他关键特征是非常具体化的办法,没有显示出共性。例如课程 8 的基因教学中,选基因学中争议大的主题为教材,在别的学科可能不存在争议较大的内容。具体见表 2。

表 2 课程内容体现“前沿性”的各个方面

大学	课程设计	教师	材料来源	授课方式	材料形式	其他关键特征
课程 1	课程设计团队、领域专家	教师加外聘专家	书本加期刊论文	随时更新的讲座、电脑实验	电子版材料,随时更新	从设计到实施全程邀请行业专家
课程 2		教师加博士、硕士	行业进展,教师整理	讨论行业进展	大量案例	
课程 3			最新论文		大量案例	化繁为简,给学生操作
课程 4	课程设计团队	跨学科教师	哈佛教材、教师搜集的材料			学生将 AI 和各自领域的内容结合汇报
课程 5		教师加行业专家		参观企业	现场版、录像版	充分照顾学生选择弹性
课程 6			实际项目	学生和教师、技术人员合作		
课程 7		教师加工程师	实际项目,工程师教学			
课程 8			书、论文和网络资料		3 个不同类型的案例库	选基因学中争议大的主题为教材
课程 9	MIT, UT-Austin, 和 USAFA 联合设计实施课程				联网共享教材资源	
课程 10	课程设计团队	教师加研究生	实际项目、论文项目	动机水平不同的学生承担不同难度的任务	大量项目形成的案例库	

2. 教学方法和手段

学科前沿内容如何传达给学生,使得学生能够在体验中学习、提升自己的实践能力? 课程 1 采用

了一种“探究式学习”的方式。具体做法是课堂的前 15 分钟呈现小型论文、空的提纲、思考分享练习、问题、讨论材料等,即呈现一个未完成的材料引导学生

实际思考,学生在这个部分运用所学知识试图回答问题,形成解决方案。在实验部分,课程设计团队开发了一系列电脑实验来训练学生的实际操作能力。实验主题都是与之前的阅读和讲座接近的内容。最后,学生还需要完成一个8周左右的基于电脑建模的项目。课程2以一种半开放的“问题解决式学习”方式来讲授前沿类课程。在课程设计部分准备的成对的案例材料,例如丹麦卡伦堡工业园和西澳州Kwinana工业园区的材料。课堂上先给学生以讲座的形式介绍其中一个案例卡伦堡工业园,其动力、材料以及输出物质和能量流的性质和结果等。随后在一个2个小时的研讨会中,学生分小组讨论这个工业园模式如何应用在澳大利亚,一旦确定了选址,学生讨论现有协同效应以及材料和能源流动。研讨结束后学生将结果展示,教师出示成对案例的另一半即西澳州工业区状况,和学生结果做比对。课程3讲座中教师从一些使用荧光剂的论文里抽出实验数据给学生展示和引导学生讨论。学生主要学习如何使用以及各种方法的优缺点,最后挑一个简单的论文进行模拟实验。从前沿性论文中找出学生能够操作的实验并不容易,课程设计者寻找大量的案例材料来支撑课程。教师每周花两个小时以上时间准备课程内容。课程4在向没有基础的学生讲授AI课程时,学生先用自己的语言给AI下定义,随后再报告AI在其各自行业内的应用情况;报告展示过程中必须联系到之前阅读材料或者讲座中涉及的内容。这个方式比较简单,对MBA的学生来说重点在于熟悉AI的概念和运作,体会它在各自领域的应用。课程5设置前沿讲座,在讲座之前给学生布置任务制作宣传册子,这样可以让学生把讲座内容和已学的知识概念相联系,促进深入理解。课程6采用“项目学习”的办法,学生作为软件开发的内容专家,和第一批使用者、教师、技术人员合作形成一个应用系统。在项目学习中,学生需要从教育者的角度思考本专业的学习者需要什么内容,学生还需要和软件开发的技术人员合作,把内容和技术结合变成学习软件。课程7将“基于问题的学习”引入工程教育。课程8采用“创意写作”的方式,促进学生理解基因学的各个方面。课程9通过采用翻转设计的办法,他们将看不见设计可视化,创设真实的、交互式的学习环境。课程10采用“合作式学习”的方式,因为一组学生有不同的学习动机,所以合作学习中不同动机的学生担任不同难度水平的任务。一些

更复杂的项目给有余力的学生课外做。

分析前10个样本大学的前沿类课程的教学办法和途径,我们看到在实施前沿课过程中,教师使用了大量卓有成效的教学手段,在分析框架包括的基本问题下,各个不同的课程都从不同的角度展示出前沿课程的不同侧面,全方位的折射出一个完整课程体系的方方面面。从内在的培养目标来看,包括学生对学科前沿的认识、理解能力,激发对学科前沿的兴趣,培养学生科研能力、创造力、合作能力和实操能力。10个课程采用的教学方法较少有重复,可以预见如果深耕下去,各种精彩的行之有效的教学办法会越来越多的应用于前沿课教学。样本虽然关注点和解决问题的办法各不相同,我们还是能够发现一些共性的东西。首先,大部分大学都重视课程设计,在开课之前有一个非常科学的形成内容、设计教学的过程。在这个设计的基础上,有的搜集大量案例,有的充分考虑学生选择弹性,有的依托企业和政府资源;但所有的这些都是为课程和培养目标服务。学科前沿课可以分成几个部分,也可以邀请不同的专家来授课,但是绝不是随机和随意的。其次,大部分大学都注重从学生的角度出发进行教学活动,从上面的“探究式学习”“问题解决学习”“合作学习”可以看出,教学过程基本上是从学生的角度出发,选择合适的成熟的学习范式,符合未来课程理论的学习观和学生观。学科前沿课的内容可能是最新的、最前沿的,学习这些内容的方式并不需要多新奇,而是重在创设积极的学习情境、提升学生的参与度,让学生体验和操作。

(二)学科前沿课影响因素以及教师的作用

学科前沿课内在的培养目标总是要受到外在的各种因素制约。前10个课程中提及的外在的影响因素包括考虑学生选择弹性,平衡基础和前沿内容,如何应对缺少学科基础知识的和背景复杂的学生,如何创设具体真实的课程环境以提升感性认识,如何发挥行业专家及其他人员的作用等。课程以及对解决的问题如表3。

学科前沿课的实施和教师关系密切,课程1教师直接参与设计,课程2和课程3都需要教师寻找大量的案例,课程6教师和学生、专家等一起工作。在前面分析框架中也可以看到,教师直接参与课程设计和教学,并且通过科研产生前沿知识影响学生。样本课程2、课程3以及课程10的实践性较强的课程也会用本专业博士研究生和高年级硕士研究生来

承担领队或者做教练。

学科前沿课如何和教师结合,样本 11~13 关注于前沿类课程中教师的角色和地位,在如何发掘教师作用上可以给我们参考。样本 11 重视行业专家的作用,其所在的大学成立由公司、学校课程设计办公室、校长和一个独立咨询机构共同构成的课程设

计办公室,设计课程内容。课程计划和大纲发给行业内其他专家征求意见,获得修改建议,课程设计办公室根据修改建议再次调整课程计划,并且在实施中邀请麦肯锡、Ziegler Caterpillar 等公司的专家来授课。行业专家参与课程设计、课程修订和部分授课过程。

表 3 课程方式以及相应的重点解决问题

课程	选择弹性	基础和前沿的平衡	缺少学科基础知识	背景复杂的学生	具体真实性认识	发挥行业专家及其他人员的作用
课程 1					√	√
课程 2					√	√
课程 3		√			√	
课程 4			√	√	√	√
课程 5	√			√		√
课程 6						√
课程 8				√	√	
课程 10		√		√	√	√

依据本文分析框架,教师也通过科研产生前沿知识间接影响学生学习。那么教师如何以科研促进教学?样本 13 采用通过合作的方式建立“教学组”,教学组包括科研人员、教师和在读研究生。教学组主要的形式有讲座,实验和讨论;也有的教师用案例教学来展示如何教学生。通过创设“教学组”的办法让搞科研的教师投入到常规的教学和课程建设。样本 12 详细地描述了在 STEM 教育领域将研究成果应用于教学的 7 个部分:研究、调节者、教师、背景、学生、过程、评估。在这个复杂并且庞大的过程中教师是其中承上启下的一环;他们需要接收来自教育学和本学科的研究成果以及调节者产生的策略性方案,并把他们转化为可操作的教学方法结合课堂背景以及学生背景把知识传递给学生,前沿课是教师实现科研和教学结合的载体。

(三)学科前沿课和现有其他课程的关系

前沿课程有时候是和其他课程交叉存在的。课程 4 的前沿课指人工智能课程;在课程 6 上对于天文学专业学生,模块开发是他们的前沿课。这里前沿课显示出跨学科的特征,即某一学科的基础课在另外的学科里是前沿课。有一些“通用”的前沿课程,在各个学科都属于“前沿”范畴,例如量子调控、基因工程、纳米技术、绿色工业、人工智能等。学科前沿课程在大的课程分类下属于研究方向课或专题课的一种,但没有成为一个独立的课程体系。它偏重实践和学科最前沿的知识,往往也和教师以及研

究生个人的研究内容相关,这两大特征决定了学科前沿课不会是一个系统性的课程。在国外各个高校里,学科前沿类课程都是安排在高级课或者实践课程,其与基础类课程的分隔,也决定了它不会是一个系统性的课程。

在设计课程内容方面,课程 4 学习和借鉴现有的其他高校的 AI 课程内容,然后根据本课程的教学目标筛选教学内容。课程 6 和课程 13 还会积极的让学生参与选择课程内容。课程内容不是一蹴而就的,课程 2 的“绿色工程”课程 2004 年开课,2010 年修订,到 2015~2016 年又再次修订;课程 5 的课程 2014 年开始,2015 和 2016 年再次修改,直至 2017 年首次开课;课程 1 的课程在 2003 年到 2005 年也经过数次修订,可见前沿课程内容的形成是一个动态的、循序渐进的过程。

上述大部分课程都很重视利用现有的资源或者课程。课程 5 描述了如何利用现有资源,比如有一门传统的课程当成高级课来讲,还有就业指导中心提供参观访学的机会。课程 6 模块开发工作被整合进一个研究生水平的天文学课程。课程 2 的课程也是最早由单纯的化工课发展成化工设计课,再由选修课发展成必修课。综合起来,前沿课和其他课程是交叉的关系、课程内容动态变化、也重视整合其他课程的资源。相关资源在前沿课程中的流动情况见图 2。

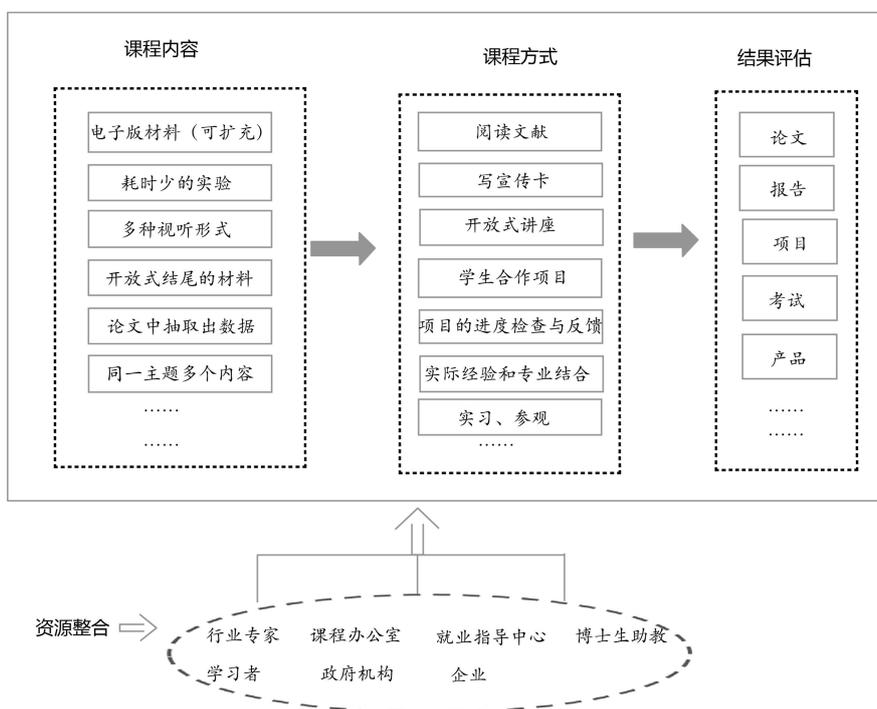


图2 相关资源在前沿课程中流动

四、结论与启示

(一) 研究结论

本研究通过检索国外主要学术期刊网站和重要网络学术资源库,选取国外开设学科前沿相关课程的13所学校,通过对课程设计以及教学的学习和理解,得到以下结论:1. 学科前沿课课程设计需要先于课程内容。课程设计依据学生特征和资源制约因素系统的进行,在基础和前沿之间平衡;讲课需要在学生的体验和现实之间平衡。2. 教师直接参与课程设计和教学,并且通过科研产生前沿知识间接影响选课学生;因此教师的动机和对教师的激励不可或缺。3. 学科前沿课程可利用现有其他课程资源并且注重与行业专家、企业以及政府机构合作。

(二) 对现阶段学科前沿课课程建设的启示

1. 树立紧跟学科前沿知识和注重“设计”的动态课程观念。学科前沿课程是以讲授本学科前沿进展,培养学生学习科研兴趣与实践能力的课程。学科前沿课程建设一个根本性的问题是课程如何在内容和形式上保持“前沿性”。从后现代课程理论来看,课程的内容和形式都是在已有的知识体系上生产出来,一出现就已经是旧的。^[22]应对这个问题,批评话语分析方法对未来课程建设提出的理论构想同样适用于学科前沿课的建设。学科前沿课的

建设应该集中于“课程设计”。课程的材料是固定的和现有的,但是对于材料可以“再生成”和“再创造”;由学生和教师共同生成知识。这符合现代建构主义的知识观,也是包括学科前沿课程在内的将来所有课程应该探索的方向。动态的课程内容还包括随时的调整以及兼顾学生选择的弹性。

2. 重视学科基础知识和前沿进展的衔接。关于如何保持学科课程的“前沿性”,根本办法是教会学生获得新知识的方法。书本和习题册的知识总是有限的,甚至新刊出的论文内容也会很快过时,所以关键在于教给学生获取知识的能力,在课程中强调学科的内在逻辑和原理而不是外在应用。^[23]教会学生获取知识的能力,强调学科的内在逻辑而不是外在应用是学科基础知识和前沿进展衔接的关键。教师要与专业领域的专家学者、企业以及政府机构合作,将授课教师或教师团队个人的科研优势扩展至整个行业,以最大限度地利用行业资源培养学生的科研兴趣与专业能力。其次,发达的网络平台使得大量的交叉学科知识和学科内各种资源都比较容易获得,前沿课程建设可以依托大型数据库选择课程内容,最好形成“学科前沿专题课内容集”。^[24]

3. 建设学科前沿课管理和制度保障系统。前沿课程在科研优势向人才培养优势转化过程中能够发挥重要作用,然而现有的国内高校的学科前沿性课程都是依托某个专业或者某个项目开设的,“学科前

沿课”并没有形成一个统一的概念和实施模式。^[25]研究得知学科前沿课不会是一个系统性的课程。在各个高校里,学科前沿类课程都是安排在高级课或者实践课程,这也决定了它不会是一个系统性的课程。然而,不成系统并不代表没有设计和制度。研究结果显示国外任何一个大学的前沿类课程都极其重视课程设计,在开课之前有完善的计划和步骤。^[26]在实际工作中,制度可以约束人的行为,形成稳定的秩序。前沿性课程实施应该强调“制度”而不是“人治”。形成完善的制度是学科前沿课程顺利进行的重要保障。学科前沿课需要探索各高校的开设情况、教师投入、科研在其中的角色和作用等。另外,该门课程涉及面广、知识难度和深度都比较大,最好形成由多位教师组成的课程设计组和教学组。^[27]

4. 在教师和课程高度共生的情形下积极开拓激励教师投入的办法。外国一流大学的课程设置都极其重视对教师资源的倚重。哈佛大学在设置课程之前,由授课教师提供详尽的计划给课程管理委员会,经过审核才能够开课。^[28]MIT的飞行器设计课程共有十几位任课教师,其中航空航天系教师承担了50%的教学主题,而其他教学主题则由来自国家宇航局、海军飞行学校、波音公司、麦道公司以及美国联合航空公司等多个机构的科学家和行业专家承担。这样的师资队伍为课程教学与工程实践和科学前沿的紧密结合提供了基础。^[29]我国大学教师面临三大主要工作任务,人才培养、科学研究、专业实践。有研究显示在研究型大学里教师只花10%的时间用来研究教育和课程提升,并且研究型大学里的教师也很少有动机去练习教学技能。^[30]其实授课过程同科研成果应用与教学活动一样对于教师有内生的激励作用,能够激发教师的内部动机。研究生的创新火花也能为教师提供新颖的研究视角,使教师获得智力上的鼓舞。可由多个不同领域的专业教师共同授课,这样不仅可避免学生片面化的学习知识,而且也减轻了某单一授课教师的压力,同时也可使学生学到最新的相关领域的前沿知识。外部激励的办法还有鼓励教师自编高质量教材;安排一定经费用于资助任课教师收集资料、编写讲义、制作课件,并制定相关政策,帮助教师出版论文或者教材等。另外国外的课程都有提到由本学科的博士研究生或高年级研究生带队,做“教练”或者“助教”,这个办法能够减轻教师的工作量从而侧面激励教师投入。

参考文献:

- [1] 朱恬恬,舒霞玉. 哈佛大学高等教育硕士学位培养方案的特点与启示[J]. 学位与研究生教育, 2019, 7(12): 66-72.
- [2] 吴镇柔,陆叔云,汪太辅. 中华人民共和国研究生教育和学位制度史[M]. 北京:北京理工大学出版社, 2001.
- [3] 张广斌,陈向明. 研究生课程内容研究:价值、选择与组织——基于我国研究生课程现状调研的分析[J]. 学位与研究生教育, 2011, 10(1): 23-30.
- [4] 杨李鑫昊,罗家俊,沈雨澄,等. 关于为拔尖人才培养开设的“学科前沿”类课程的探讨[J]. 大学化学, 2019, 34(10): 137-145.
- [5] 林志勇,李自然. 学科前沿课程与研究生创新实践能力培养[J]. 高等教育研究学报, 2017, 40(1): 116-120.
- [6] 泰勒(R. W. Tyler). 课程与教学的基本原理[M]. 北京:中国轻工业出版社, 2008.
- [7] Kress G R. Curriculum for the Future [J]. Cambridge Journal of Education, 2000, 30(1): 133-145.
- [8] Baldock T E, Chanson H. Undergraduate teaching of ideal and real fluid flows: the value of real-world experimental projects [J]. European Journal of Engineering Education, 2006, 31(6): 729-739.
- [9] Hurtt G C, Wake C P, Wawrzyniak T, et al. Broadening Student Horizons: The Development, Delivery, and Assessment of a New Course in Earth System Science [J]. Journal of Geoscience Education, 2018, 54(3): 329-338.
- [10] Harris A T, Briscoe-Andrews S. Development of a problem-based learning elective in “green engineering” [J]. Education for Chemical Engineers, 2008(3): 15-21.
- [11] Surratt C K, Witt-Enderby P A, Johnson D A, et al. Development of a Neuroscience-oriented “Methods” Course for Graduate Students of Pharmacology and Toxicology [J]. CBE—Life Sciences Education, 2006(5): 188-196.
- [12] Mutigwe C, Mtigwe B. A New Graduate Artificial Intelligence Course for Managers [J]. Business Education Innovation Journal, 2019, 11(1): 196-207.
- [13] Bucholtz K M, Copeland M M, Swanger S D. Development of a Highly Flexible, Interdisciplinary Program in Chemical Commerce and a Capstone Course in Commercial Chemistry [J]. Chemical Education, 2019(96): 640-646.
- [14] Sanders N E, Faesi C, Goodman A A. A New Approach to Developing Interactive Software Modules Through Graduate Education [J]. Journal of Science Education Technology, 2014(23): 431-440.
- [15] Wankat P C. The History of Chemical Engineering and Pedagogy: The Paradox of Tradition and Innovation

- [J]. *Chemical Engineering Education*, 2010, 43(3): 216-224.
- [16] Koehler K E, Hawley R S. Tales From the Front Lines; The Creative Essay as a Tool for Teaching Genetics [J]. *Genetics Education*, 1999 (152): 1229-1240.
- [17] Dori Y J, Hult E, Breslow L, et al. How Much Have They Retained? Making Unseen Concepts Seen in a Freshman Electromagnetism Course at MIT [J]. *Journal of Science Education and Technology*, 2007, 16(4): 299-323.
- [18] Arias E, Barba-Sánchez V, C Carrión, et al. Enhancing Entrepreneurship Education in a Master's Degree in Computer Engineering: A Project-Based Learning Approach [J]. *Administrative Sciences*, 2018, 58(8).
- [19] Jestrab E M, Jähren C T, P. E., et al. Integrating Industry Experts into Engineering Education: Case Study [J]. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practices*, 2009(1): 4-10.
- [20] Porter A L, Roessner J D. A Systems Model of Innovation Processes in University STEM Education [J]. *Journal of Engineering Education*, 2006(1): 13-24.
- [21] Marbach-Ad G, Briken V, Frauwirth K, et al. A Faculty Team Works to Create Content Linkages among Various Courses to Increase Meaningful Learning of Targeted Concepts of Microbiology [EB/OL]. Published Online; 13 Oct 2017 <https://doi.org/10.1187/cbe.06-12-0212>.
- [22] Kavanagh L, Lant P. Introduction to Chemical Product Design a Hands-on Approach [J]. *Education for Chemical Engineers*, 2006(1): 66-71.
- [23] 刘国瑜. 基础科学研究、研究生教育与世界一流学科建设[J]. *学位与研究生教育*, 2019(7): 53-58.
- [24] 王世杰, 陶芙蓉, 迟虹, 等. 浅谈化学工程学科前沿专题课案例库建设[J]. *上科教文汇*, 2019(4): 71-72.
- [25] 王一博. 以科研能力为导向: 研究生教育课程改革的理性选择[J]. *学位与研究生教育*, 2012, 10(1): 32-36.
- [26] Bowers M R, Gilbert K C, Noon C E. Innovative Collaboration Between Industry and Academics: Meeting Industry's Future Talent Requirements [J]. *Interfaces*, 2019, 49(6): 397-406.
- [27] 刘忠, 何叶从, 陈荐. 研究生团队授课方式的探索与实践[J]. *黑龙江教育(高教研究与评估)*, 2019(9): 61-62.
- [28] 陈向明. 美国哈佛大学本科课程体系的四次改革浪潮[J]. *比较教育研究*, 1997(3): 20-26.
- [29] 王悦, 马永红, 冯秀娟, 等. 面向工程的工科学术型硕士研究生课程教学研究——基于 MIT 与北航航空航天专业的比较分析[J]. *学位与研究生教育*, 2015, 3(1): 73-77.
- [30] Kousha K, Thelwall M. An Automatic Method for Assessing the Teaching Impact of Books from Online Academic Syllabi [J]. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 2016, 67(12): 2993-3007.

The Organizational Forms of Frontier Courses for Postgraduates at World-class Universities and Its Inspiration to the Universities in China

LIU Chang, WU Ruilin

(School of Humanities and Social Sciences, Beihang University, Beijing 100083, China)

Abstract: With the method of literature analysis, this paper analyzes and studies the connotation, functions and influence of frontier courses and the practice at first-class universities in foreign countries. In the study, the authors check foreign language databases and collect the information about frontier courses in the official and public website of overseas first-class university, as well as the information about the professional seminars, pioneering courses, and interdisciplinary courses similar to the concept of frontier courses. Upon the research, the authors analyze, with the focus on 13 foreign first-class universities, the characteristics of the implementation process of the frontier courses and related projects for postgraduates. Specifically, the analysis covers training objectives, teaching content, and course arrangement forms, as well as the information about the teaching hours, teachers, and teaching methods. On the basis of the study, the authors propose a general and systematic understanding. Furthermore, upon in-depth analysis of organizational forms, curriculum designs, teaching methods and influencing factors of the frontier courses, the authors put forward some general suggestions for the development of frontier courses in China.

Keywords: frontier course; first-class universities; curriculum design; transformation of scientific research advantages