基于反向设计的整合课程设计探索与实践

吴　葛　冯学玲　邓春花　徐　琛　尹　仕

（华中科技大学 电气与电子工程学院，武汉 430074）

摘要：反向设计法坚持“以学生为中心”，依次设计学习目标、评价、学法和教法，但要取得好的效果需要学生高度参与。整合课程设计，通过设计有意义学习目标、教育性评估以及主动式学习活动来提升学生学习的主动性。将两者结合，构建基于反向设计的整合课程设计模式，并在“信号与控制综合实验”中教学实践。问卷显示，提出的教学模式能够有效提升学生学习主动性，促进课程目标的达成。

关键词：反向设计；整合课程设计；信号与控制；实践教学

中图分类号：G420　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1008-0686(2022)05-0090-06

The Exploration and Practice of Integrated Curriculum Design Based on Reverse Design

WU Ge　FENG Xueling　DENG Chunhua　XU Chen　YIN Shi

(*School of Electrical & Electronic Engineering*, *Huazhong University of Science and Technology*, *Wuhan* 430074, *China*)

Abstract: The reverse design method adheres to “student-centered” and designs learning objectives, evaluation, learning methods and teaching methods in sequence, but it requires deep participation of students to achieve good results. Integrated curriculum design, through the analysis of teaching situation, meaningful learning goals, educational evaluation and active learning activities, enhances the learning initiative of students. In this paper, an integrated curriculum design pattern based on reverse design is constructed by combining the two methods, and teaching practice is carried out in the Comprehensive Experiment of Signal and Control. The questionnaire shows that the teaching model proposed in this paper can effectively enhance students′ learning initiative and promote the achievement of course objectives.

Key words: reverse design; integrated curriculum design; signal and control; practical teaching

随着互联网技术的发展，知识的更新迭代日益加速，社会变化充满不确定性，这就对高校培养学生的综合能力提出了更高的要求。成果导向教育(Outcome-Based Education, OBE)是一种以学生学习成果为导向的教育理念，被认为是追求卓越教育的正确方向。华中科技大学电气与电子工程学院 2016 年提出工程教育专业认证申请并于 2017 年获得审批通过。该理念强调“以学生为中心”，将教育模式转变为“围绕学生学习任务、职业范围、专业设置等来加强其适应社会、适应未来的综合能力培养”，从而为应对未来社会变化做好准备[1-3]。

传统教学设计一般是正向设计，模式遵循“课程体系－毕业要求－培养目标－需求”，此时的需求不一定满足国家、社会以及用人单位的需求。而相对于传统教学设计的“正向”而言的反向设计法强调“以学生为中心”，它从需求(包括内部需求和外部需求)开始，模式遵循“需求－培养目标－毕业要求－课程体系”。将反向设计正向实施，“需求”既是起点又是终点，从而最大程度上保证了教育目标与结果的一致性。反向设计强调“以学生为中心，教主于学”的教学理念，即教之主体在于学、教之目的在于学、教之效果在于学[4]。因此，反向设计法要想取得较好的教学效果，重点在学生，能否有效地激发学生主动学习积极性，提高学生的兴趣与热情，将很大程度上决定课程的效果。

美国学者 L·迪·芬克提出以“创造有意义的学习经历”为综合性大学课程设计原则(后文简称整合课程设计)[5]。整合课程设计在学习目标设计上创造了有意义学习分类法，学习目标不局限于“记忆与理解”，同时涉及价值观或其他情感因素，帮助学生在未来学习与生活创造意义；评估上采用

收稿日期：2021-04-22；修回日期：2021-08-09

基金项目：教育部第二批新工科研究与实践项目(E-NYDQHGC20202219)；高教学会实验室管理研究重点项目(2020SYD08)

第一作者：吴葛(1991—)，男，硕士，工程师，主要从事信号与控制、电路、自动控制原理的教学与研究工作，E-mail：gewu@ hust. edu. cn

教育性评估,帮助学生与过去和未来建立连接,激发学生的主动性;教学活动设计倡导主动式学习,学生在获得新的信息和观点、新的“做”和“观察”的经历之后,需要时间进行反思,以便判断应该赋予这些别样的学习活动以怎样的意义(“创造意义”,而不是获取或记忆事实性知识)[5]。

整合性课程设计能使学生投入学习之中,焕发高度的活力,有利于解决反向设计法存在的问题。基于此,将反向设计与整合性课程设计相结合,构建基于反向设计的整合课程设计模式,并将其应用于“信号与控制综合实验”课程。教学结果显示,该设计能够有效激发学习主动性,提升学习效果。

1　基于反向设计的整合课程设计思路

1.1　反向设计法

反向设计法,基于 OBE 理念,强调“以学生为中心”[6]。教师在设计课程的时候,首先从内外部需求开始,遵循“需求 – 培养目标 – 毕业要求 – 课程体系”,基于课程体系设计课程学习目标;在目标确定之后,设计课程评价方法;再根据目标和课程评价设计教学活动[7]。此外,反向设计强调“教主于学”,教师根据学生的学习需要调整自己的教学,因此在教学活动设计时,应该区分教法与学法,根据学法确定教法,有利于提升学生主动性,加大课程参与程度,提升教学效果。

1.2　整合课程设计

整合课程设计模型如图 1 所示[5]。模型包含的组分有情境因素、课程目标、反馈与评估以及教学活动,与其他的课程设计基本相同。不同的是该模型突出它们之间的相互关联性,当学习目标存在没有教学活动支撑或者评估手段评价时,该组分涉及的两个连接就被打破了。如果三个连接中的两个破了,那么这个课程设计也就破了,教学效果可想而知。

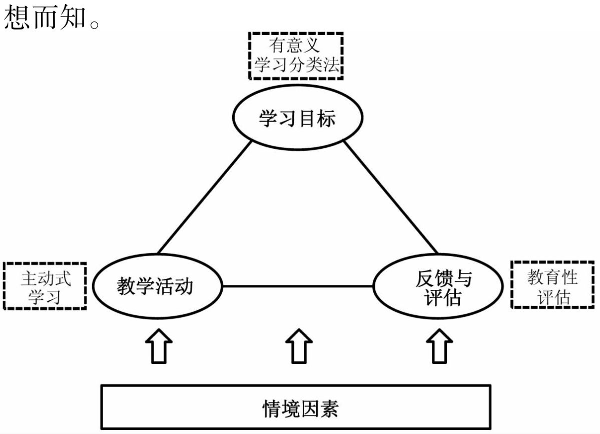

图 1　整合课程设计模型[5]

1)有意义学习分类法

在学习目标上,芬克创造了超越布鲁姆分类法的教育目标分类法,即有意义学习分类法[8]。与传统课程设计中过度强调“理解和记忆”式目标不同,它旨在让学生从课程中学到真正的知识,为学生带来意义深远的影响。它包括六个维度:①基础知识,即课程中需要学生记住和理解的知识、信息、思想等;②应用,即学生能够将所学知识进行应用并解决问题;③综合,即将不同领域的知识或观点进行融合;④人文维度,即学生对自身有更深入的理解,对他人以及社会交往有哪些了解;⑤关心,即学生的情感、兴趣以及价值观上有哪些变化;⑥学会学习,即学生成为自主学习者,明确需要学什么以及如何学[5]。

2)教育性评估

评估体系设计的遵循以下几项原则:多元化、公平、公开以及形成性与终结性相结合[9-11]。评估体系在进行评价的基础上,还应该能够帮助学生认识自我,激发学生的主动性开发其他的潜能,营造有意义的学习经历,教育性评估,就是为了提高学生学习的质量。教育性评估包括前瞻性评估——根据学习目标提供真实情境,以真实完成情况检验;设计评估目标及标准——目标驱动来调动学生学习的积极性与主动性;自我评估——给学生提供形成评估目标和标准的机会,能对自己的工作表现评估;“忠实(Fidelity)”反馈——对学生进行高质量的反馈,表现为:频繁(Frequent)、及时(Immediate)、区分(Discriminating)、关爱(Loving)[5]。

3)主动式学习

教学活动的设计包括学法与教法。研究表明,学生在积极主动的状态下学习比在消极被动的状态下学习学到的东西更多并且记忆的时间更长[12]。学习内容的有用性、学习任务的真实性以及挑战性、环境的社会性和过程的互动性等,都能有效地促进学生主动学习[13-14]。主动的教学活动不仅包括学习基本知识、信息和思想的活动,还应包括体验式学习以及反思型学习。学生通过教师讲授,自学等途径获得信息与思想;教师给学生创造“动手做”和“观察”的机会,学生通过案例分析、项目设计等加深知识的理解与记忆;鼓励学生思考自己学习经历的意义,进行反思型对话,可以自我反思也可以与人沟通,内容可以是知识、技能、方法、情感、兴趣、价值等方面的收获与转变[5]。

1.3　基于反向设计的整合课程设计思路

将反向设计与整合课程设计相结合,形成了基

于反向设计的整合课程设计。它的步骤与反向设计法基本一致,不同的是在学习目标设计之前要进行教学情景分析,在进行学习目标、评估手段、教学活动设计的过程中需要整合检视课程设计组分之间的匹配情况,防止图1所示课程组分之间的连接被打破,进而影响教学效果。为此,在课程设计中用到了检验整合性的工具——课程设计工作簿,如表1所示。

表1 课程设计工作簿

学习目标	评估手段	教学活动		有用资源
		学法	教法	
目标1				
目标2				
目标3				
目标4				
目标5				
目标6				

使用这个工作簿进行检验课程整合性时,需要注意:

1)教学情境分析

包括教学的具体情境、一般情境、课程的学科特点、学生的特征、教师的特征,以获得有用资源。

2)反向设计的步骤及组分之间的联系

从有意义学习分类法的六个维度进行学习目标设计,尽量包括每一种类型;每一个目标设计对应的评估手段;教学活动设计时,要注重引导学生的主动性;在整合设计时,每一个目标都应该有对应的评估手段以及教学活动来支撑,与学习目标无关的评估手段及教学活动应该摒弃。

3)区分学法和教法

在进行教学活动设计时,要注意区分学法和教法,要"教主于学",先设计学法,后设计教法,坚持"以学生为中心"的原则,引导学生积极主动参与,提升学习兴趣以及教学效果。

2 基于反向设计的整合课程设计实践

下文将介绍基于反向设计的整合课程设计在"信号与控制综合实验"课程建设的思路。

2.1 教学情境

依照专业培养计划对教学的具体情境、一般情境以及课程的学科特点进行分析:"信号与控制综合实验"是针对华中科技大学水利水电专业大三学生开设的实践课程;期望学生能将先修课程"信号与系统""自动控制原理"等知识综合应用,为今后从事信号与系统的工程设计、施工和科学研究等方面的工作奠定基础。

通过问卷对学生的特征进行分析,包括学生对先导课程的掌握情况;分析学生偏好的学习方式;对课程的学习有没有类似的经历;分析学生对课程的初始感觉;学生对本门课程有哪些期望与收获。

教学情境的分析,能够为学习目标、反馈评估以及教学活动设计等过程提供针对性的帮助。

2.2 学习目标

基于有意义学习分类法,选取五个维度制定课程的学习目标,学习目标必须可观察、可评估[15]。

1)基础知识

能概述构建典型系统模型的步骤;能描述频域设计法、根轨迹法、状态空间法的原理及设计思路。

2)应用

能运用多种设计对系统性能进行改善,并通过实验验证方案的有效性和合理性。

3)综合

能正确设计用于模拟系统的电路原理图,能根据复杂工程项目的功能或技术需求进行综合分析(技术、经济、社会)选取合理实验参数;能明确测试目标,设计合理的实验步骤和实验方案,并能运用仿真工具证明其合理性和有效性。

4)人文维度

能评估并反思信号与系统、自动控制原理知识的应用能力,能评估及反思自学能力、团队合作能力,课程对自己及社会的意义。

5)学会学习

能围绕目标和拥有的资源学习知识、锻炼技能,并与团队成员合作开展项目的设计、实施与运行;能反思学习及项目实践经历,丰富信号与控制认知及实践框架。

2.3 反馈及评估

评估设计时,引入教育性评估。考虑"前瞻性",考核项目选择具有工程背景的实例,给定约束条件,让学生自行设计方案,进行案例分析,系统优化,让学生在"真实情境下"学习。

针对学习目标中的"基础知识""应用"和"综合",要求学生课堂回答问题并且完成实验报告,内容包括设计方案、框图、实验操作、数据记录分析。确定评价的"目标及标准",通过提前下发评价量表,学生可以在方案设计及实验过程中,更准确地抓住主题,更好地自主学习。表2是课程评价量表[15],制定量表时,考虑评价维度与学习目标的匹配度,如表3所示。此外,针对目标1、2、3,要求学

表 2　信号与控制综合实验课程评价量表

维度	优秀	合格	待改进
设计方案	□A1 设计过程清楚,有仿真结果说明;实验测试步骤清楚	□B1 设计过程缺乏必要说明,仿真缺乏说明;实验步骤不明确	□C1 无设计过程,无仿真结果;实验测试步骤不完整,无可操作性
方框图、接线图	□A2 图完整,明确标注实验条件和器件类型、参数、器件型号及对应典型环节传递函数	□B2 有图,有实验条件和器件类型、参数、器件型号及对应典型环节传递函数说明,部分参数条件标注不完整	□C2 图潦草,缺实验条件和器件类型、参数、器件型号及对应典型环节传递函数说明,缺关键参数条件标注
实验操作	□A3 实验操作熟练,实验目标和测试手段明确,材料运用和实验规范,实验仪器设备使用熟练,独立完成 100% 实验内容	□B3 独立完成实验操作,实验目标和测试手段不够明确,提示下注意材料运用和实验规范,完成达到 80% 实验内容	□C3 操作不熟练,不明确实验目标和测试手段,实验仪器设备使用不熟练,提示下未注意材料运用和实验规范,只完成 50% 实验内容,
数据记录	□A4 明确所需记录的实验数据和图像,如实完整、准确并有效记录相关实验信息。	□B4 明确所需记录的实验数据和图像,基本准确记录相关实验信息,有部分缺失	□C4 对所需记录的实验数据和图像不明确,需提示后能有效记录相关实验信息,有关键信息缺失
数据分析	□A5 有分析动态、稳态性能影响、抗干扰等	□B5 部分分析动态、稳态性能影响、抗干扰分析等	□C5 无具体分析
团队合作	□A6 在小组合作中能明确自己的角色,并能扮演好角色;分配的任务按时完成,无复查或重做	□B6 在小组合作中明确自己的角色,但未能充分扮演好角色;分配的任务按时完成,有 1、2 处复查或重做	□C6 在小组合作中未能明确自己的角色;分配的任务需要其他组员复查或重做
反思报告	□A7 反思总结体现具备自我认知和学习能力。	□B7 反思总结部分体现具备自我认知和学习能力。	□C7 反思总结未体现具备自我认知和学习能力。

表 3　评价维度与学习目标适应度对照表

评价维度/占比	考核目标
设计方案(20%)	①基础知识、②应用、③综合
方框图、接线图(20%)	①基础知识、②应用
实验操作(20%)	②应用、③综合
数据记录(10%)	②应用、③综合
数据分析(10%)	②应用、③综合、④人文维度
团队合作(10%)	⑤学会学习
反思报告(10%)	④人文维度、⑤学会学习

生课堂进行案例分享及自评、互评。

针对目标 4“人文维度”、目标 5“学会学习”,要求学生撰写反思日志,帮助学生利用评价量表进行“自我评估”,对学习中存在的问题及时改进。

教学反馈上,做到及时、有区分度。课前批改预习作业,等级分优良中差;课中讲解典型问题,验收实验,发现问题要求学生修改;课后批改报告,总结报告问题反馈学生。

2.4　教学活动

教学活动的设计应该是能够促进学生主动、积极地学习,它包括学法与教法。

学生学法:课前,阅读课题组提供的大纲,结合实验任务、微课学习,自主学习仿真软件,确定待优化性能指标,拟定实验方案;课中,小组讨论,分享方案,进行自评、互评,提问咨询,完善实验方案,完成实操;课后,分析数据,完成报告,线上分享反思总结。

教师教法:依照“教主于学”的原则,教法与学法相对应。课前,给学生提供大纲,学习资料、布置任务、线上答疑;课中,组织学生分享讨论、讲解实验原理及注意事项、分析预习作业共性问题,反馈预习完成情况、现场答疑评价;课后,组织学生分享反思,总结评价,课程迭代。

整个流程如图 2 所示,遵循:线上预习(课前),线下实验(课内),线上总结(课后)。

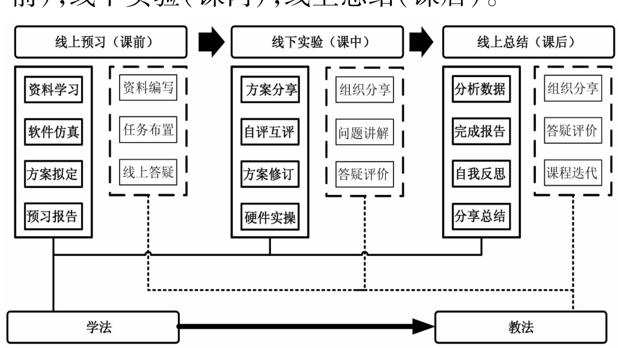

图 2　教学活动设计

表4 信号与控制综合实验课程设计

学习目标	评估手段	教学活动		有用资源
		学法	教法	
基础知识:能概述构建典型系统的模拟模型的步骤;能描述频域设计法、根轨迹法、状态空间法的原理及设计思路。	预习报告、课堂提问	阅读课程大纲,结合任务及微课,拟定实验方案	提供大纲、资料、布置任务、线上答疑	报告模板、大纲、资料、QQ群
应用:能运用多种设计对系统性能进行改善,并通过实验验证方案的有效和合理性。	课堂分享	阅读资料、小组讨论、组间分享	组织讨论,集中讲授、评价学生汇报	评价量表
综合:能正确设计用于模拟系统的电路原理图,能根据复杂工程项目的功能或技术需求进行综合分析(技术、经济、社会)选取合理实验参数;能明确测试目标,设计合理的实验步骤和实验方案,并能运用仿真工具证明其合理和有效性。	课堂分享	阅读资料、仿真软件学习应用、小组讨论、组间分享	集中讲授、评价学生汇报、实验操作检查反馈,课堂答疑	仿真软件安装包、仿真软件使用微课
人文维度:能评估并反思信号与系统、自控原理的应用能力,评估及反思自学能力、团队合作能力,学习本项目对自己及社会的意义。	反思报告、分享总结	撰写反思报告以及课程总结	组织线上分享总结	评价量表
学会学习:能围绕项目目标和拥有的资源学习知识、锻炼技能,并与团队成员合作开展项目的设计、实施与运行;能反思学习及项目实践经历,丰富信号与控制认知及实践框架。	反思报告、分享总结	撰写反思报告以及课程总结	组织线上分享总结	评价量表

2.5 整合性检视

利用课程设计工作簿,对信号与控制综合实验课程设计进行整合检视。依次将学习目标,评估手段,教学活动以及有用资源填入表格,并且按照图1整合课程设计的模型对每一行(目标-评估手段-教学活动)进行细分,检视各组分之间的连接,去掉没有关联的评估手段以及教学活动,这样就完成了整个教学设计,具体表述见表4。

3 教学效果

"信号与控制综合实验"课程应用基于反向设计的整合课程设计模式进行改革已经两年。为了检验该模式的教学效果,采用发放问卷的形式,收集结果,详细信息见表5。100%的学生认为重新设计的课程对自己能力的提高有帮助;72%学生认为以真实项目驱动的任务,任务合适,28%的学生任务难度偏大;95%的学生认为自己的工程操作能力有提高;90%的学生认为自己的工程设计能力有提高;75%的学生认为自己在团队合作和自我反思方面的能力有了明显提高,其他25%的学生认为有所提高。以上调查结果显示了学生对教学改革的认可度较高。但是,在教学反思里面部分学生反馈,希望老师能够详细的讲解一下实验方案,微课视频录制也希望更加详细一些,这说明在课程任务设置上,可能并没有兼顾到所有的学生,教师应该设计不同的实验任务,供不同层次的学生进行选择。

表5 问卷调查结果

序号	问题	结果
1	你觉得实验项目设计是否合适?	合适72%;难度较大28%;太简单0%
2	课程前后,你的工程操作能力是否提高?	有95%;不知道或者没有5%
3	课程前后,你的工程设计能力是否提高?	有90%;不知道或者没有10%
4	课程对提高你的团队合作和自我反思能力是否有帮助?	很大帮助75%;有所帮助25%;无影响0
5	是否希望推广此课程的设计?	78%希望;22%无所谓;不希望0

4 结语

基于反向设计的整合课程设计模式,通过有意义的学习目标、教育性评估手段以及主动式教学活

动的设计,有利于丰富学生的学习经历,激发学生学习的积极性与主动性;从内外部需求开始反向设计,正向实施,最大程度上保证了教育目标与结果的一致性,提升了教学效果,具有一定的推广价值。

参考文献

[1]安翠英,胡静芳. 大学英语教学中基于 OBE 理念的自主学习模式构建[J]. 考试周刊,2017(70):69.

[2]陈丹江,樊慧丽,杨亚萍. 基于 OBE 理念的电气工程专业改革思路[J]. 电气电子教学学报,2019,41(6):37 –40.

[3] 汪媛. 基于 OBE 理念的“单片机”教学改革研究[J]. 电气电子教学学报,2018,40(3):69 –71.

[4]李志义. 解析工程教育专业认证的成果导向理念[J]. 中国高等教育,2014(17):7 –10.

[5]L・迪・芬克. 创造有意义的学习经历[M]. 胡美馨,刘颖译. 杭州:浙江大学出版社,2006.

[6]格兰特・威金斯. 追求理解的教学设计[M]. 闫寒冰,宋雪莲,赖平译. 上海:华东师范大学出版社,2016.

[7]赵炬明. 聚焦设计:实践与方法(上)——美国“以学生为中心”的本科教学改革研究之三[J]. 高等工程教育研究. 2018(2):30 –44.

[8] Bloom B S. The Classification of Educational Goals. Handbook I:Cognitive Domain[M]. NewYork: McKay,1956:52.

[9]李慧燕. 教学评价[M]. 北京:北京师范大学出版社,2013.

[10]黄丽薇,陈玉林,陈慧琴,等. 应用型本科有效教学的评价标准初探[J]. 电气电子教学学报,2016,38(4):17 –19.

[11]蔡刚毅,刘伟. 基于有意义学习经历的课程考核评价方式设计[J]. 教育现代化,2019.

[12] Bonwell C C. , Eison J A. Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. ASHEERIC Higher Education Report I[M]. Washington D. C. :George Washington University,1991:2.

[13]赵炬明. 打开黑箱:学习与发展的科学基础(上):美国“以学生为中心”的本科教学改革研究之二[J]. 高等工程教育研究,2017(3):31 –52.

[14]赵炬明. 打开黑箱:学习与发展的科学基础(下):美国“以学生为中心”的本科教学改革研究之二[J]. 高等工程教育研究,2017(4):30 –46.

[15]邓春花,尹仕,徐慧平,等. 应用反向课程矩阵设计法进行“电类实验室安全教育”课程建设[J]. 实验技术与管理,2020,37(2):168 –173.