

文章编号: 1671-6612 (2022) 03-502-06

奥尔堡模式在金课建设中的实践 ——以空调工程为例

屈元 黄翔 强天伟 孙铁柱 赵娟

(西安工程大学 西安 710048)

【摘要】 奥尔堡大学基于问题和项目导向的教学模式为我国当前工程教育要回归工程实践的发展需求提供了可借鉴的宏观教育理念。根据该模式的核心特点,对建筑环境与能源应用工程专业核心专业课“空调工程”进行了项目导向的线上线下教学实践。实践结果表明该模式对学生学习兴趣、主动学习能力和日常学习行为管理的培养等方面有显著提高。通过科技竞赛的外部检验表明实施了项目导向教学后学生解决工程问题的能力得到提升,创新思维得到锻炼。

【关键词】 奥尔堡模式; PBL; 项目导向; 线上线下教学; 工程教育
中图分类号 G642.0 文献标识码 A

The Practice of Aalborg Model in Construction of the Golden Course ——Taking Air-conditioning Engineering Major as Case

Qu Yuan Huang Xiang Qiang Tianwei Sun Tiezhu Zhao Juan

(Xi'an Polytechnic University, Xi'an, 710048)

【Abstract】 The Aalborg problem-based and project-oriented teaching and learning model provides a macro education concept for development of engineering education in China according to the tide of returning to engineering practice in education. According to the core characteristics of this model, a project-oriented online and offline teaching practice was carried out for the core professional course "air conditioning engineering" of the Building Environment and Energy Application Engineering major. Practical results show that this model has significantly improved students' learning interest, active learning ability and daily learning behavior management. The external test of science and technology competition shows that students' ability to solve engineering problems has been improved after the implementation of project-oriented teaching, and student's innovative thinking has been exercised.

【Keywords】 Aalborg Model; PBL; project-oriented; online and offline teaching; engineering education

基金项目: 国家留学基金委地方合作项目“高等教育教学法出国研修项目”(留金法 [2018]5028);
西安工程大学校级教改项目(19JGYB24); 西安工程大学 2020 年一流本科课程建设项目
作者(通讯作者)简介: 屈元(1974-),女,硕士,副教授, E-mail: 1318117890@qq.com
收稿日期: 2021-09-18

0 引言

20 世纪 60 年代后期,西方爆发了大规模的学生运动,传统教育制度受到批判,学生呼吁改革教师单向传授这种枯燥的教学方法,要求建立以学生为本的学习环境。到了 70 年代,丹麦、德国、荷

兰等工业化发达的国家对工程师的工程实践能力提出新的要求。他们提出将真实工程世界体验贯穿于工程教育过程中,工程师要能解决实际工程问题,即工程教育要回归工程实践的整体环境中^[1]。在此背景下,丹麦奥尔堡大学从 1974 年成立伊始就在

学校所有院系建立了基于问题的学习 (Problem-Based Learning, PBL) 基础上的项目导向 (Project-Oriented Learning) 的工程教育教学模式。奥尔堡模式也成为 PBL 模式应用在工程教育领域中的典范, 在全球范围内被多所高校接受^[2]。

新一轮科技革命与产业变革为我国工程教育提供了发展契机和挑战。一方面, 工业发展对人才需求增加, 学生的就业面更广; 另一方面, 用人单位要求工院校的毕业生具有一定的实践动手能力、处理实际问题的应变能力、团队合作能力和创新能力^[3]。2018年6月教育部在新时代中国高等学校本科教育工作会议上提出了建设“一流本科教育”, 打造“金课”的任务。一流本科教育, 专业是基本主体, 课程是核心环节。课程建设既是党和国家事业发展对优秀人才的迫切需要也是引导学生求真学问、练真本领、成为具有创新精神和实践能力的高级专门人才的需要^[4]。而奥尔堡模式经过多年的广泛应用实践被证明在以上方面有着显著的优势, 能够为建设“金课”提供启发和借鉴。

1 奥尔堡模式的特点

奥尔堡模式的核心特点是基于项目的课程框架, 如图 1 所示。在奥尔堡大学学生每学期需要修满 30 分的欧盟通用学分 (ECTS)。其中, 课程学分为 7.5-15, 项目工作占 15-22.5。一个学期约 5 个月, 课程和项目工作为期 4 个月, 第 5 个月为考试月。项目工作围绕学习主题进行。教学工作组每学期制定一个学习主题, 围绕这个主题确定本学期课程体系框架, 包括课程和项目两个部分。课程分为一般性课程和项目课程。一般性课程类似于国内的公共基础课, 为学生提供基础知识。项目课程根据学期主题设置, 学生从中学习与项目有直接关系的知识。项目工作是贯穿奥尔堡大学 PBL 教学的主线。每学期前两个月集中课堂授课, 为期两周的迷你项目与课程同步开展。迷你项目以项目提案写作为主要内容, 为学生开展学期主项目提供初步的尝试性体验。在接下来的两个月, 学生全部学习时间都投入到项目工作中。项目工作量占学期总学时的 50%, 项目课程与项目工作合计占学期总学时的 75%。

图 1 对奥尔堡大学的课程结构与传统课程结构进行了对比。传统高校课程体系呈金字塔结构,

稳定的课程结构意味着由教师决定教学内容和进度以及教育过程。教学内容以理论知识学习为主, 学生的理论基础较扎实, 但理论知识与实践应用存在脱节情况。奥尔堡大学通过真实的问题情境来设计课程结构, 学生能够将课本知识直接用于项目工作, 其工程实践能力在真实的工程环境中得到锻炼。因此, 从课程框架上变革是实践奥尔堡模式的必要条件。

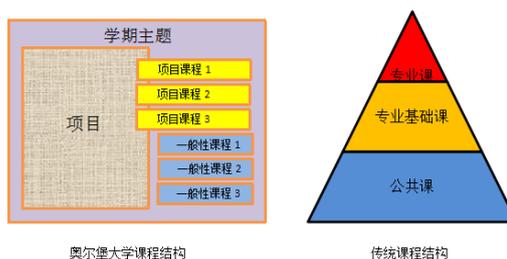


图 1 奥尔堡大学课程结构与传统课程结构

Fig.1 Aalborg University's Curriculum Structure and Traditional Curriculum Structure

除了上述核心特点外, 以学生为中心 (Student Center) 的教育理念、产出导向 (Outcome Based Education, OBE) 的教育体系和全过程多元化学习效果评价体系也贯穿奥尔堡大学教学过程中, 成为该模式成功的保证。

2 基于奥尔堡模式的教学设计

2.1 构建学期学习主题

建筑环境与能源应用专业第 5 学期开设的专业课程有空调工程、流体输配管网、制冷工程, 供热工程等。由于课程间没有建立起相互联系的纽带, 学生学习时只将其孤立地看成一门门课程。而实际工程中遇到的问题往往是复杂的, 解决复杂工程问题的能力是毕业生必须具备的核心能力, 而复杂问题往往是多学科交叉或跨学科问题。将孤立的, 碎片化的专业知识系统化体系化是教学改革的重要任务。

此外, 现有的实践学时虽然达到了培养计划的要求, 但理论课与实践课衔接不紧密, 学生在理论教学中缺乏应用实践训练, 使其对基本理论的理解和基本技能的锻炼不足。这大大影响了学生学习的兴趣和热情, 理论联系实际的能力弱。

针对上述问题, 提出“空气调节系统设计”的学习主题。该主题涵盖了毕业培养目标中的大部分

内容,符合 OBE 的教学导向。以空调工程、流体输配管网和制冷工程作为项目课程,将学习主题作为学期主项目,项目与课程同步开展,以项目任务推动学习进行。

2.2 项目导向的线上线下学习

根据学习主题学生需要识别问题,定义问题、分析问题和解决问题。项目课程为学生提供了理论基础和方法。例如在项目工作的准备阶段学生按小组设计不同类型的建筑物作为学期项目的设计对

象。学生不仅要针对不同功能建筑的空气调节类型进行区分,还要确定空调系统的具体任务。确定好各自的项目后学生遇到的问题是需要确定设计参数,这些参数如何获得,如何计算建筑物的负荷等问题。

表 1 列出了项目工作三个阶段的课程支撑情况和主要针对的能力训练类型。在教学内容的安排和教学进度的设计上突出项目导向的作用。课程教学内容根据项目需求推进并发布在本地学堂云平台上,线下采用学生和教师讨论为主的学习模式。

表 1 三个学习阶段的课程支撑情况和针对的能力训练类型

Table 1 Curriculum support and abilities training for the three learning stages

学习阶段	课程支撑 和能力培养	项目课程 支撑情况			学科专属知识 与技能			高级思维技巧			个人与 团队	
		空 调	流 输	制 冷	知 识	技 能	现代 工具	信息 整合	分析/解 决问题	设计/ 创新	沟 通	学 习
分析问 题、解 决问题 和设计 /创新 阶段	需要调节哪些参数? 如何 调节?	☆	☆	☆		☆		☆	☆			☆
	空调水系统如何设计?		☆	☆		☆	☆	☆	☆	☆		☆
	气流组织如何设计? 风管 如何布置?		☆			☆	☆	☆	☆	☆		☆
建构问 题阶段	采用哪一种空调系统最合 适?	☆				☆		☆	☆	☆		☆
	空调系统如何分区?	☆				☆			☆			☆
	运行调节的目标和方法?		☆		☆							☆
	空调水系统有几种?		☆		☆							☆
	气流组织有几种?	☆			☆							☆
	空调系统如何分类?	☆			☆							☆
	空气处理方法及设备都有 哪些?	☆			☆							☆
准备阶 段	如何计算空调负荷与送风 量?	☆			☆	☆	☆					☆ ☆
	设计资料收集	☆						☆				☆
	设计对象构建	☆						☆				☆

注: ☆表示支持该内容。

线上学习资源包括国家级精品在线课程“暖通空调”、主讲教师自建教学微课、习题库、教学课件,课程思政教学、课外学习视频资源和图文资源等。

线下课堂教学中采用课堂弹幕、课堂投稿、课

上课下讨论区互动、随机测评、小组学习互评等教学辅助工具提升学生学习积极性和参与度。课后发布学习通知,学习资料,进行在线测验、批改作业、在线为学生提供实时辅导答疑等延展师生互动交流的时间和空间。

2.3 学习评价机制和竞赛培育机制

学习评价方式对学生学习过程影响最大。对2016和2017级的问卷调查表明,68%的学生认为当前以笔试为主的的考试机制不能全面评价学生的学习效果,即单一的评价机制不利于学生的学习。奥尔堡大学学习评价体系由评价方法和工具、评价标准、评价主体(或途径)构成。评价方法上以形成性评价为主,贯穿学生整个学习过程;评价标准采用基于ECTS的七级标准;评价工具主要有四种:笔试、口试、周期任务评价和课程参与评价^[5]。

借鉴奥尔堡大学评价体系,提高形成性评价比例,学习过程评价采用线下和线上评价相结合的形式。线下评价包括课堂学习参与度、课堂讨论情况、答辩情况等。线上评价包括慕课和微课视频观看、线上讨论参与度、线上作业提交情况和线上其他学习资源学习情况等。评价主体为教师、学生和行业专家的多元主体。

竞赛活动的评量由国家相关机构、行业协会、知名企业等组织方的专家评审进行,评价结果具有较高的权威性,在学科竞赛中获奖的学生往往受到就业单位的青睐。通过学科竞赛激励选拔出优秀团队,由教师团队进行专业指导和培育后参加相关学科或综合学科竞赛的学习活动。通过参加竞赛提高了学生创新实践能力和学习动力。

3 教学实践结果分析

3.1 项目导向的教学实践

教学实践第一阶段为项目导向的实践阶段。这一阶段工作包括课程学习目标制定、学习效果评价建立、学习主题确定和课程内容整合等。主要实践对象为建筑环境与能源应用工程专业2016级和2017级共113名学生。

课程目标从国家社会及教育发展需求、行业产业发展及职场需求、学生发展及期望和学校定位及发展目标四个方面建构。其中职场需求通过对2016届、2017届和2018届本专业222毕业生就业情况和所涉及的18个行业进行了调查。对2016级和2017级共113名学生做了发展和期望的问卷。通过以上调查建立课程的三级培养目标。

教学实践过程中对课程前期和后期进行了学习情况调查问卷,问卷主要了解新模式对学生学习动力、学习参与度、交流合作和学习能力提升等方

面的影响。图2是学习兴趣和动力前期和后期对比结果。课程开始前对本专业有兴趣的学生仅占14.8%,对专业无兴趣的学生占51.9%。进一步调查表明造成这一结果的原因是88.9%的学生并非出于兴趣而选择该专业,受其影响学生学习动力明显不足。采用基于问题的项目导向式教学方法后,学生学习兴趣提高到37.5%,无学习兴趣的比例降低至14.5%。

图3、图4和图5分别是该模式对学生自主学习能力、项目工作中的同伴学习能力和师生互动交流的影响。结果显示采用该教学模式后以上能力都有显著提升。其中认为团队项目工作对个人自主学习能力和同伴学习能力的提升最大,分别达到了83.1%和78.0%。有88.1%的学生认为课堂评价方法的采用显著增强了师生互动的机会,加强了师生间的交流。

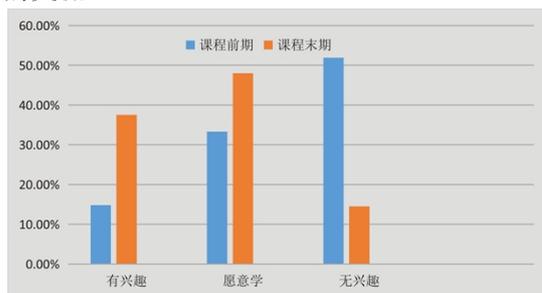


图2 项目导向模式对学生学习兴趣和动力的影响

Fig.2 The impact of project-oriented model on students' learning interest and motivation

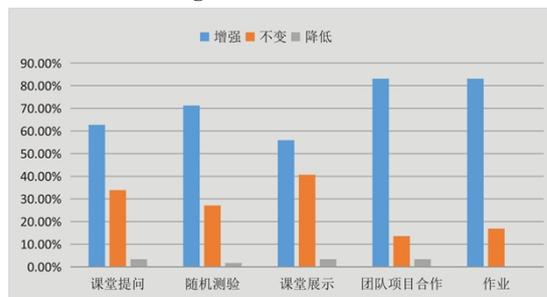


图3 项目导向模式对自主学习能力的提升

Fig.3 The impact of project-oriented model on autonomous learning ability

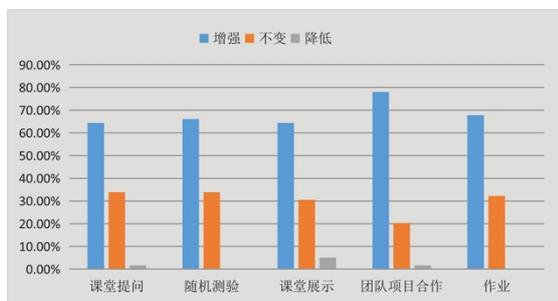


图 4 项目导向模式对同伴学习能力的影响

Fig.4 The impact of project-oriented model on peer learning ability

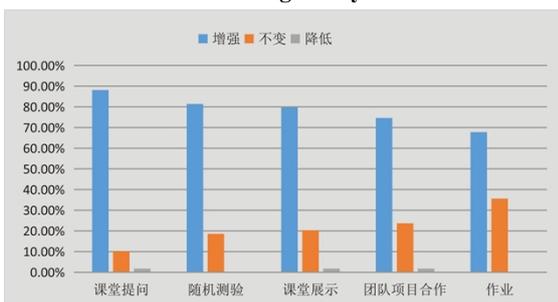


图 5 项目导向模式对师生互动的影

Fig.5 The impact of the project-oriented model on teacher-student interaction

3.2 基于项目导向的线上线下教学实践

教学实践第二阶段为线上线下教学实践阶段。这一阶段工作涉及到线上学习资源的建设和整合、线下翻转课堂的教学设计、线上线下学习过程评价等问题。受新冠疫情影响主要实践对象为建筑环境与能源应用工程专业 2019 级共 52 名学生。

在课程开始前对传统教学模式中学生学习效果影响因素的调查结果如图 6 所示。该结果显示同伴影响、单一评价机制和学习资源缺乏是影响学习效果的三个主要因素，分别占 58%、48%和 42%。采用线上线下项目导向的教学后，同伴负面影响降低至 13%，受学习资源不足的影响下降至 10%，如图 7 所示。图 8 显示了学习评价机制改进后促进了学生日常学习管理。图 9 为学生对基于项目导向线上线下教学模式的接受度。对于首次接触该模式的学生，94%的学生表示能接受这种教学模式，其中 19%的学生表示完全能接受。说明该模式应用于工程教育是可行的。

实施了项目导向的线上线下混合式教学后，学生学习时间延长、学习工作量增加、内容上提高了难度和深度，符合金课“两性一度”的建设要求。然而从图 7 中也看到课外时间不足、自我管理能力的

不够和缺乏对新教学模式体验是实施项目导向线上线下教学的影响因素。而这些因素的改善需要自上而下的调整和自下而上不断的实践。



图 6 传统教学模式中学习效果影响因素

Fig.6 Influencing factors of learning effect in traditional teaching mode



图 7 影响学生接受项目导向的线上线下教学的因素

Fig.7 Factors affecting students' acceptance of project-oriented online and offline teaching

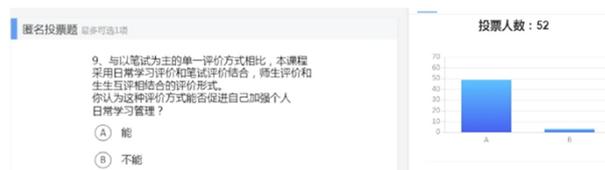


图 8 学习评价方式对日常学习的影响

Fig.8 The impact of learning evaluation methods on daily learning



图 9 学生对基于项目导向线上线下教学模式的接受度

Fig.9 Students' acceptance of project-oriented online and offline teaching models

3.3 其他教学实践成果

通过项目导向 PBL 教学模式和竞赛激励机制，教学团队重点培育了由 2016 级、2017 级和 2018 级学生组成的 6 支学生团队参加了 2020 年“赛迪环保杯”第十三届全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛、2020 年“天加杯”第十四届中国制冷空调行业大学生科技竞赛、2021 全国高校 BIM 应用毕业设计大赛、2020 年“互联网+”创新创业

大赛、中国纺织类高校创意、创新、创业大赛校内赛。通过外部评价这6支团队均获得优异成绩。其中一项竞赛团队作品获得国家实用新型专利授权。参赛学生发表核心期刊科技论文一篇。

4 结语

基于问题和项目的学习模式为学生营造了具体而真实的工程世界。在真实工程实践的问题或项目中学生可以经历工程实践的核心过程——发现问题,识别问题,分析问题和解决问题。奥尔堡PBL模式的教育理念顺应了我国工程专业认证的以成果为导向,以学生为中心的经营理念,对我国的工程教育有很大的借鉴价值。然而通过教学实践也看到受现有教育体系和制度的影响,奥尔堡模式在实际应用中不能全盘照抄,需要相关政策的支持和一线教师根据具体环境不断调整、反复实践和检验。

参考文献:

- [1] 杜翔云,钟秉林,Anette Kolmos.以问题为基础的学习理念及其启示[J].中国高等教育,2008,(2):20-24.
- [2] CHUNFANG Z, ANETTE K, JENS F N. A Problem and Project-based Learning (PBL) Approach to Motivate Group Creativity in Engineering Education[J]. International journal of engineering education, 2012, 28(1):3-16.
- [3] 杜芳莉,申慧渊.基于“校企融合、协同育人”的《空调工程》教学改革探析[J].制冷与空调,2019,33(6):679-683.
- [4] 坚持以本为本 推进四个回归 建设中国特色、世界水平的一流本科教育[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/moe_1485/201806/t20180621_340586.html. [2018-06-12]
- [5] 屈元,狄育慧,颜苏芊,等.奥尔堡大学学习评价体系及其启示[J].科技视界,2020,(18):89-90.

(上接第498页)

4 总结与改进方向

通过本次对“虚实结合”实验教学模式的创新研究,不仅提高了学生在暖通空调综合实验中的实验设计能力、动手能力和理论分析能力,而且对虚拟仿真与线下实验的合理整合提供理论指导,同时也引发了对虚拟仿真实验平台这一教学改革的深刻思考。

另外,从部分学生的反馈来看,仍有一些问题需要在以后的教学中继续改进。如:应进一步完善虚拟实验仿真平台,深入剖析集成部件的内部原理提高实验室仪器的数量,让每个学生都尽可能多的参与实验。可见,只要坚持以学生为中心,以他们真正掌握专业知识并能够将课程的理论知识应用于具体的工程实践为目标,相应的教学改革就可以取得良好的预期效果。

参考文献:

- [1] 余晓平,居发礼,孙钦荣,等.《暖通空调运行管理》培养

- 学生工程思维能力的思考[J]. 制冷与空调,2021, 35(4):607-612.
- [2] 孙春华,曹姗姗,金风云.新工科背景下暖通空调课程学生系统工程观培养的教学改革[J]. 学园,2021,14(9): 29-30.
- [3] 魏莉莉,武校刚,郭秀娟,等.基于综合项目的建环专业应用型本科实践能力培养[J].高教学刊,2020,(18):147-149.
- [4] 赖小红,金卫.疫情下自动测试系统课程实验教学设计 与实施[J].实验科学与技术,2022,20(2):62-66.
- [5] 顾黎,周明华.国家虚拟仿真实验教学项目共享服务平台对现代远程教育实验教学的启示[J]. 成人教育, 2022,42(5):47-52.
- [6] 孙红艳.微生物学虚拟仿真实验平台建设策略分析[J]. 现代盐化工,2022,49(2):109-110.
- [7] 朱力琼.计算机网络虚拟仿真实验平台的建设实践探 究[J].科技资讯,2022,20(5):7-9.
- [8] 巢明,谢梦琦,高庆华,等.远程实验教学全过程一体化

管理平台建设研究[J].工业和信息化教育,2022,(1):76-81.