

OBE与校企合作双驱动的实践能力与创新能力培养模式研究

杨晓英, 吕锋, 张志文

(河南科技大学机电工程学院, 河南洛阳, 471003)

[摘要] 为了满足制造业高质量发展对复合型人才的需求, 克服人才培养供给侧与需求侧不能完全适应问题, 以工业工程专业为研究对象, 引入基于产出的教育理念, 建立以学生为中心、以能力培养为核心、关注产出的教育模式, 改革课程体系与教学方法; 构建“平台+项目+基地+师资”的校企协同育人机制, 形成基于产出的教育理念与校企合作双驱动的大学生实践能力与创新能力培养模式。通过改革与实践, 提升大学生的实践能力与创新能力, 实现提高人才培养供给侧能力的目标。

[关键词] OBE; 校企合作; 实践能力; 创新能力; 工业工程

[中图分类号] G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-893X(2021)02-0041-07

大学生的实践能力与创新能力培养是当前高等教育教学改革的重要着力点之一。实践能力是指学生个体运用所学知识 with 技能解决实际问题的能力; 创新能力是指运用所学知识, 积极探索具有价值的新思想、新理论、新方法或新发明的能力。高校应着重提高大学生的实践能力与创新能力, 主动适应社会对人才的要求, 重点培养大学生创造性的学习能力以及运用创新思维方法在实践中探索、追求创新、追求卓越, 善于发明和创造^[1]。对地方普通本科院校而言, 以需求为导向, 改革教育教学模式, 突出实践能力与创新能力的培养, 探索培养途径、构建培养模式是关键。

制造业是立国之本、强国之基, 是技术创新的主战场, 也是供给侧结构性改革的重要领域^[2]。目前制造业正呈现数字化、智能化、信息化、协同化和精益化的高质量发展趋势。制造业的高质量发展是通过结构升级、技术创新、新动能培育

来提高效率和竞争力的过程^[3]。新形势下制造业对高等教育人才培养质量提出了新的要求, 急需大量系统掌握工程、管理、信息与物联网等多学科理论知识、具有实践创新能力的复合型人才。工业工程是一门交叉性、系统性和应用性极强的工程与管理技术基础学科。工业工程专业主要面向制造业培养懂技术、管理且具有系统创新思维及质量、效率与效益均衡优化意识的复合型人才。这类人才是当前制造业高质量发展急需的专业人才。然而, 受人才培养理念和模式等多种因素影响, 工业工程专业人才培养供给侧与制造业高质量需求侧在质量和数量方面还不能完全适应, 普遍存在“两张皮”现象。因此, 引入基于产出的教育理念 (outcomes-based education, OBE)^[4], 以制造业高质量发展需求为导向, 以学生实践能力与创新能力培养为核心, 并通过校企深度合作, 深入开展工业工程类专业教学改革与

[收稿日期] 2020-08-04; **[修回日期]** 2020-10-12

[基金项目] 2019年河南省高等教育教学改革研究与实践项目“地方高校工科研究生创新培养基地校企合作新机制的探索与实践”(2019SJKLX024Y); 2019年河南科技大学本科生教改项目“智能制造背景下工业工程类专业复合型人才培养模式改革的研究与实践”; 2018年度河南科技大学研究生教改项目“基于产教融合的工程类专业硕士研究生教育改革综合试点”

[作者简介] 杨晓英, 江苏常州人, 博士, 河南科技大学机电工程学院教授, 主要研究方向: 工业工程、物流与供应链管理等, 联系邮箱: lyyxy@haust.edu.com

实践,对提升专业教育质量和人才培养供给侧能力具有重要意义。

一、问题分析

工业工程起源于制造业,是以自然科学和社会科学为理论基础,以提高系统质量、效率和降低成本为目标,注重系统规划设计、系统改善、管理创新及优化,是制造业高质量发展的坚实基础。工业工程也是一套集成的系统创新方法,从系统视角有效解决制造业生产实际中影响效率及效益的各种疑难杂症,被当今世界优秀企业广泛应用。源自日本丰田的精益生产方式和美国摩托罗拉公司的 6 σ 管理方法是工业工程创新方法

应用的典范,被认为是当前最灵活、最有效、最具有竞争力的生产方式和管理方法。由此可见,工业工程专业人才对生产实际尤为依赖,相对于其他专业,该专业在学生的培养过程中必须更加重视实践能力与创新能力的培养^[5]。

当前工业工程类专业人才培养一般模式如图 1 所示,主要是以通识、基础、专业和实践等课程体系为架构,以机械工程、管理科学与工程学科的理论知识为核心,以教师为主体、学生全过程参与的传统教育模式。实践教育主要包括实验、实训、实习、课程设计、毕业设计(论文)等环节。

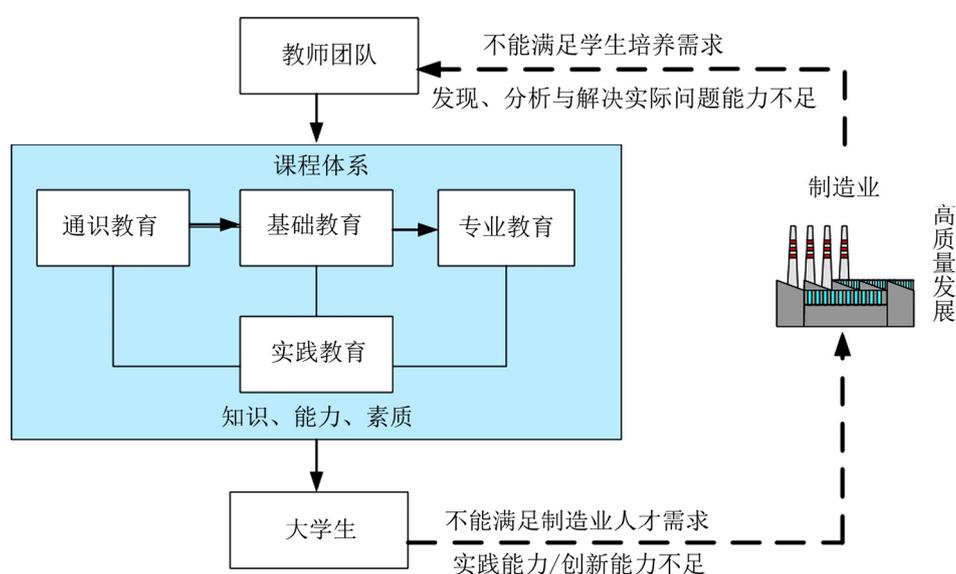


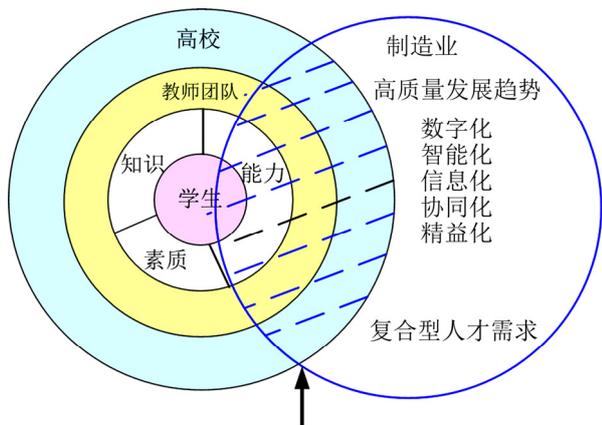
图1 工业工程类专业人才培养一般模式

对比制造业高质量发展对复合型人才的要求,现有工业工程专业人才培养模式存在以下几个问题:(1)专业课程教学内容与方法较传统,没有与时俱进,与复杂制造系统实际能力要求不匹配。例如在课程体系中,缺少与制造业智能化发展需求相关的理论课程和实践环节;专业核心课程如“物流与设施规划”“生产计划与控制”“基础工业工程”“质量工程”等理论课程以课堂讲授为主,内容较为抽象和碎片化,不利于提升学生对复杂制造系统的理解、分析与设计能力。(2)实践教学与制造企业结合不紧密,存在“两张皮”现象。校企合作育人主要在实习

环节,学生的实践能力与创新能力得不到充分锻炼。当前尽管在校内开设了一定数量的实验、实训、课程设计等实践类课程,希望以此培养学生的动手能力与分析设计能力,但是培养出来的毕业生还是远远满足不了制造业发展的要求。

综合以上问题,并结合工业工程类专业教育的基本特征,引入 OBE 理念,以国际工程教育认证指南为指导,以制造业高质量发展需求为导向,以学生为中心,以“知识、能力、素质”为要素,以能力培养为核心,校企深度合作,深入开展课堂教学和实践教学改革,形成 OBE 与校企合作双驱动的工业工程类专业人才培养模式

(如图 2 所示)。



产教融合，侧重培养师生的实践能力与创新能力

图 2 OBE 与校企合作双驱动的专业人才培养模式

二、改革方案

培养学生的实践能力与创新能力，主要从课堂和实践两个教学环节着手。课程体系是课堂教学与实践教学内容及进程的总和，是教学理念和目标的具体化。实践教学是巩固理论知识和加深理解理论知识的有效途径，是培养具有创新意识的高素质工程技术人员与管理人员的重要环节。因此，提出如下工业工程专业教学改革方案：突破专业课程教学内容与方法没有与时俱进、与复杂制造系统实际能力需求不匹配的障碍，进行基于 OBE 的课程体系与教学方法改革；克服实践教学与制造企业结合不紧密、存在“两张皮”现象等困难，进行基于校企合作与学科竞赛相结合的实践能力与创新能力培养方法改革。具体方案如下。

(一) OBE 课程体系与教学方法改革

1. OBE 理念

基于产出的教育理念 (outcomes-based education, OBE) 最早出现于美国和澳大利亚的基础教育改革之中^[6]，是一个学习产出驱动整个课程活动和学生学习产出评价的结构与系统^[7]。依据 OBE 理念，学生学到了什么和是否成功远比怎样学习和什么时候学习重要。教育体系和课程被视为手段而非目的，如果它们无法为培养学生的特定能力作出贡献，就要被重建。依据 OBE

理念，教育者必须对学生毕业时应达到的能力及水平有清楚的构想，然后寻求设计适宜的教育体系来保证学生达到这些预期目标。学生产出而非教科书或教师经验才是驱动教育系统运作的动力。这显然同传统内容驱动和重视投入的教育形成了鲜明对比。因此，OBE 理念被认为是一种教育范式的创新^[4]。

2. 课程体系改革

将 OBE 理念贯穿专业教学全过程，包括培养方案制订、课程体系设置、理论课程教学和实践教学等环节。改变传统的以教师与教材为中心、以知识为核心、由教师驱动的教学模式，建立以学生为中心、以能力培养为核心、关注产出(学习效果)的工程教育模式，重新修订专业培养方案，确立培养目标及学生毕业五年后应达到的具体目标，明确学生的毕业要求(即毕业生应具备的能力和素质)。

在课程体系改革中，构建由通识教育课程、基础教育课程、专业教育课程及实践教育组成的“四位一体”的课程体系，体现办学特色与社会需求相结合、双创教育与专业教育相结合、实践教育与行业协同相结合、课内培养与课外培养相结合、个性化培养与质量标准相结合的“五结合”人才培养机制。规定通识教育、学科基础教育最低修读学分，强化专业基础培养；设置若干个以工程(应用)能力培养为目标的专业必修课程模块，选修课程分为学术类和应用类，允许学生根据自身兴趣和特长跨学科、跨专业选修课程，适应学生的个性化发展需要，拓宽培养口径；增加实践教学比重，构建素质教育实践、专业基础实践、专业综合实践三层次实践教学体系，注重实践能力培养；专业课程增设“智能生产”“智能物流”“数字化工厂”“MES 系统”等相关理论课程和实践环节，满足制造业智能制造的人才需求。开设 2 个学分的创新创业课程，专业核心课增加 2~4 个学时的学科前沿知识和最新科研成果讲授内容，增设 2 个学分的创新创业实践内容，将创新创业教育融入人才培养全过程，突出创新能力培养；构建大学生课外培养体系，实行课外

培养第二成绩单,实现课内外深度融合,强化学生素质的培养。

3. 课堂教学方法改革

改革传统教学以教师为主体、以课本为中心、以教为主的灌输式教学,转变为以学生为主体、以学习产出为中心、以学为主的启发式参与式教学。改变由教师设计和掌控所有教学环节、牵着学生走的捆绑式教学,转变为师生共同参与、积极互动的模式,让学生经历真实的探索、创造、协作,培养学生的核心能力与素养。采用“线下+线上”的混合式教学方法,现代信息技术进课堂让课堂更开放;建立项目制教学方法,以问题为导向,注重实践性和参与性,激发学生的学习兴趣,提升学习效果。积极探索项目学习、跨学科主题整合、真实情境的实践活动等课堂模式。课堂教学的具体改革方案如下:

(1) 混合式教学。混合式教学模式充分体现了大学教学模式的与时俱进,体现了教学手段的新与旧、传统与创新、技术与人文等元素之间的深度融合,是一种将“课堂教学+网络教学”相结合构成的教学模式,是“线下+线上”两种教学方式的有机整合^[8]。混合式教学作为信息技术与现代教学手段深度融合的有效载体,综合运用不同教学理论、不同技术手段、不同应用方式,综合“统一授课制的教学优势与网络教学的个性化特质”为一体,成为教师教学的一种新形态而备受推崇^[9]。在2020年的新型冠状病毒疫情防控期间,混合式教学模式又有了新的发展,不仅是“线下+线上”的混合,而且是“直播+视频点播+互动”等多种方式相结合,并得到了广泛而充分的应用。范围从过去少数几门课程普及到该学期的全部课程,较好地实现了疫情期间“停课不停学”的目标。

(2) 项目制教学。也称项目化学习(project based learning, PBL),是1969年由美国 Barrows 教授首次提出的^[10-11]。该教学方式强调解决挑战性问题,以学生为中心,注重实践性和参与性,逐渐深入到各层次教学领域。项目制教学法最显著的特点是“以项目为主线,教师引导,以学生

为主体”。将 PBL 模式应用于专业核心课程教学中,在教师的引领下,把学习置于生产实际的“问题情景”中,以实际问题为导向,激发学生学习专业课程的兴趣,提高学生自主学习的能力,对解决专业理论知识的抽象和碎片化问题具有重要作用。

专业项目制教学法是在课程教师的指导下,由一组学生(2~3名)利用课外时间合作完成一个相对独立的项目(或课题)。他们运用课程所学的理论知识,进行数据收集与处理、分析问题、优化方案设计、进行方案建模与评价等,并写出研究报告,制作 PPT 进行课堂汇报交流,由教师 and 同班同学共同评分。项目实践评分计入课程成绩,占课程总成绩的40%。课程成绩构成设置为平时20%+项目实践40%+理论笔试40%。学生通过该项目任务的完成,加深对课程知识的理解,系统掌握课程知识的应用方法,并培养团队合作精神和创新精神,取得了较好的学习效果。

(二) 校企协同育人机制

校企合作是院校为提高其人才培养质量而与行业企业开展的深度合作,是实现应用型本科院校自我发展及服务地方经济发展的重要途径^[12]。对一般普通本科院校而言,校企合作的主要渠道是产学研合作、共建校企协同育人实践基地等。

突破原来专业人才培养以课堂理论知识为重点、与企业结合度低的问题,建设校企协同育人的实践基地和师资队伍,构建“平台+项目+基地+师资”的校企深度合作的校企协同育人机制。具体内容包括:与大型国有企业和科研单位联合申报国家级和省部级学科创新平台;合作申报国家级和省部级科研项目,合作攻关制造业生产实际中的难点问题和关键技术;与制造企业合作建设协同育人实践基地,签订校企共同培养学生实践能力的合作协议;合作企业提出实际问题,由学校每年派驻一定数量的学生和教师深入企业解决问题,企业指派工程技术人员与管理人员共同参与和指导。以上措施惠及本专业所有在校学生。

近年来,河南科技大学工业工程专业教师与大型企业合作申报国家级和省市级创新平台 4 项,合作申报国家级和省部级科研项目 20 多项,建立校外实践基地共有 10 多个,聘请校外企业导师近 30 人。通过校企合作,毕业班绝大多数学生参与了企业生产实际项目的研究与训练,毕业设计(论文)题目实现了一人一真题,不仅增强了学生对工程实际的认知,提升了学生分析与解决问题的能力,而且培养了青年教师的实践能力。同时也为合作企业解决了生产实际问题,深受企业的欢迎。

在“平台+项目+基地+师资”的校企协同育人基础上,为了进一步培养学生的创新能力、研究能力和表达能力,增强学生的自信心,专业教师积极指导和鼓励学生选用实践课题参加各类学科竞赛,展示创新成果。例如“互联网+”、大学生机械创新设计大赛、大学生机器人竞赛和工业工程创新方法应用案例大赛等。学校在培养方案中设立了创新创业实践、课外素质培养实践学分,学院建立了每年一系一赛制度,实现了校内竞赛人人参加、省级以上竞赛选拔参加,有效地提高了竞赛的参与度和培养效果。

三、改革成效

(一) 创建 OBE 与校企合作双驱动的培养模式

突破原来工业工程专业人才培养与制造业高质量发展需求不适应问题,以制造业发展需求为导向,以 OBE 理念和国际工程教育认证体系为指南,以学生为中心,以“知识、能力、素质”为要素,以能力培养为核心,建立了与专业人才需求相适应的复合型人才培养课程体系,实施了“线下+线上+项目制”的混合式教学方法;克服原来专业人才培养以课堂理论知识为重点、与企业结合度低的困难,构建“平台+项目+基地+师资”的校企协同育人机制。通过改革与实践,创建了 OBE 与校企合作双驱动的大学生实践创新能力培养模式,提升了学生的实践能力与创新能力,实现了校企双赢的目标。

(二) 形成了“面向制造业+校企协同育人+工科优势明显”的特色

河南科技大学坐落于历史文化名城洛阳,具有得天独厚的地域优势、行业优势、学科专业优势。我校工业工程专业依托河南省特色学科“机械工程”的学科优势,发挥校企协同育人的办学特色,以我国机械工业的振兴和科技强国为己任,紧密结合行业发展需求,确立面向制造业培养德才兼备、基础扎实、善于实践、勇于创新、综合素质高、社会责任感强的工业工程专业复合型人才目标。发挥专业优势,服务地方经济社会发展,取得了校企合作共赢的效果。通过十多年的改革与实践,形成了“面向制造业+校企协同育人+工科优势明显”的特色。

(三) 大幅度提升了学生的综合素质和实践能力

通过培养学生的实践能力与创新能力,激发了学生的实践与创新热情。学生参与教师科研项目人数逐年上升,并主动深入企业生产实际,帮助企业解决问题。同时,学生参与学科竞赛的主动性和积极性明显提高,获奖人数和获奖级别也在逐年上升。学生的科研能力、创新能力和表达能力有了很大提升,本科生发表论文人数也在逐年增加。这些都增强了学生的自信心。学生实践与创新能力强,深受企事业单位欢迎,并促进了就业与升学质量的提升。

本专业近四届的学生中先后有 100 多人(占在校学生总数的 30%以上)参加省级以上学科竞赛,并获得多项奖励。其中参加全国工业工程创新方法应用案例大赛获得国家级二等奖 3 项、三等奖 6 项,河南省一等奖 2 项、二等奖 2 项、三等奖 14 项。本科毕业生能够充分就业或继续深造,就业的学生中 90%以上进入制造业企业,并迅速成长为企业中高层技术人员或管理骨干;读研学生比例近几年有了大幅度提升,目前已经达到毕业生总人数的 30%以上,读研学生 60%以上被“双一流”高校录取。

四、结语

高等教育对推动制造业高质量发展具有重要作用。高校实施人才培养供给侧能力提升以满足制造业人才需求已成当务之急。本文以工业工程专业为研究对象,基于专业课程教学内容与方法没有与时俱进,以及与复杂制造系统实际需求不匹配问题,提出 OBE 的课程体系与课堂教学方法改革方案,建立与专业人才需求相适应的复合型人才培养课程体系,建议实施“线下+线上+项目制”混合式教学方法。针对实践教学与制造企业结合不紧密、存在“两张皮”现象等问题,构建“平台+项目+基地+师资”校企协同育人机制,建立基于校企合作与学科竞赛相结合的实践能力与创新能力培养方法。通过改革与实践,形成了 OBE 与校企合作双驱动的大学生实践能力与创新能力培养模式,提高人才培养供给侧能力。这些对地方普通本科院校专业人才培养模式的改革与质量提升具有启发作用。

参考文献:

- [1] 陈中. 理工科大学生创新实践能力培养的路径探究[J]. 教育理论与实践, 2016, 36(15): 24-26.
CHEN Zhong. Exploration on the cultivation of innovative practical ability of science and engineering college students[J]. Theory and Practice of Education, 2016, 36(15): 24-26
- [2] 中央经济工作会议举行明确2019年七大重点工作任务[EB/OL]. (2018-12-21) [2020-07-30]. <https://www.yidaiyilu.gov.cn/xwzx/xgcdt/75407.htm>, 2018-12-21.
The central economic work conference was held in 2019 and presented the seven key task[EB/OL]. (2018-12-21) [2020-07-30]. <https://www.yidaiyilu.gov.cn/xwzx/xgcdt/75407.htm>, 2018-12-02.
- [3] 任保平. 新时代我国制造业高质量发展需要坚持的六大战略[J]. 人文杂志, 2019(7): 31-38.
REN Baoping. Six strategies for the high-quality development of China's manufacturing industry in the New Era[J]. The Journal of Humanities, 2019(7): 31-38
- [4] 顾佩华, 胡文龙, 林鹏, 等. 基于“学习产出”(OBE)的工程教育模式[J]. 高等工程教育研究, 2014(1): 27-37.
GU Peihua, HU Wenlong, LIN Peng, et al. Engineering Education Model based on learning Output (OBE)[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2014(1): 27-37.
- [5] 郭福生, 陈平辉, 吴志春, 等. 基于 OBE 的工业工程专业学生综合实践能力培养模式研究[J]. 中国地质教育, 2019, 28(2): 5-10.
GUO Fusheng, CHEN Pinghui, WU Zhichun, et al. The cultivation model of comprehensive practical ability of industrial engineering majors based on OBE[J]. Chinese Geological Education, 2019, 28(2): 5-10.
- [6] SPADY, WILLIAM G. Outcome-based education: Critical issues and answers[M]. Arlington: American Association of School Administrators, 1994.
- [7] De JAGER H J, NIEUWENHUIS F J. Linkages between total quality management and the outcomes—Based approach in an education environment[J]. Quality in Higher Education, 2005, 11(3): 251-260.
- [8] 刘锦, 安珍珍, 徐丽芳. MOOC 用户使用意愿影响因素实证研究[J]. 高等教育研究, 2015, 36(11): 69-76.
LIU Jin, AN Zhenzhen, XU Lifang. Empirical research on factors influencing MOOC users' willingness to use[J]. Journal of Higher Education, 2015, 36(11): 69-76.
- [9] 邵璇, 张礼慧, 高俊山. 双一流建设下《现代控制理论基础》课程混合式教学设计[J]. 高教学刊, 2019, (22): 107-109.
SHAO Xuan, ZHANG Lihui, GAO Junshan. Mixed teaching design of the course *Fundamentals of Modern Control Theory* under double first-class construction[J]. Journal of Higher Education, 2019, (22): 107-109.
- [10] SCHWARTZ BARRON B J S. Doing with understanding: lessons from research on problem and project-based learning[J]. Journal of the Learning Sciences, 1998.1.
- [11] 王辉. 校企协作助推产教融合: 美国社区学院校企合作“项目群”的兴起[J]. 高等教育研究, 2015, 36(3): 102-109.
WANG Hui. Promoting industry-education integration through school-enterprise collaboration: The rise of school-enterprise collaboration “Project Group” in American community colleges[J]. Journal of Higher Education, 2015, 36(3): 102-109.
- [12] 柳友荣, 项桂娥, 王剑程. 应用型本科院校产教融合模

式及其影响因素研究[J]. 中国高教研究, 2015(5): 64-68.
LIU Yourong, XIANG Guic, WANG Jiancheng. Research on the mode of industry-education integration and its

influencing factors in application-oriented undergraduate colleges[J]. China Higher Education Research, 2015(5): 64-68.

The cultivation mode of college students' practice and innovation ability driven by the integration of OBE and school-enterprise cooperation

YANG Xiaoying, LÜ Feng, ZHANG Zhiwen

(School of Electrical and Mechanical Engineering, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, China)

Abstract: In order to meet the demand of high-quality development of manufacturing industry for interdisciplinary talents and overcome the problem that supply side and demand side of talent training cannot fully adapt to each other, this research takes industrial engineering major as the research object, introduces the Outcome-based Education notion, and construct the educational mode of putting students at the center, ability training as the core, and focusing on output as well, and reforms the curriculum system and teaching methods. It constructs school-enterprise collaborative education mechanism of the “platform + project + base + teachers” and forms the cultivation mode of practice and innovation ability of college students driven by the integration of OBE and school-enterprise cooperation. Through reform and practice, the practice and innovation ability of college students would be improved, and the goal of improving the supply side ability of talent training would be achieved.

Key Words: OBE; school-enterprise cooperation; practice ability; practice innovation; industrial engineering

[编辑: 胡兴华]