

OBE导向、自主学习与数据融合

——土建专业在线开放课程新范式

陈仕光*, 李琪, 孙洪伟

仲恺农业工程学院城乡建设学院, 广东 广州

收稿日期: 2023年7月15日; 录用日期: 2023年8月11日; 发布日期: 2023年8月21日

摘要

传统工程教育难以适应新经济时期社会对土建类工程师的需求, 互联网技术为教学提供了新的发展机遇。由于缺乏理论指导, 现有在线开放课程建设陷入到传统教学模式的路径依赖, 课程目标不明确, 知识安排缺乏逻辑, 教学资源与信息技术融合深度不够。文章提出在课程建设中引入OBE理念, 从培养目标出发, 反向进行课程设计; 基于《华盛顿协议》“知识、能力和态度”三维一体的毕业要求框架创建课程目标; 采用“负反馈”闭环控制教学目标的执行; 遵循大学生自主学习规律, 按知识流动规律优化知识供给。新模式将数据分析技术与课程教学有机融合, 收集学情数据, 为教学管理和教学设计提供系统的、实时的决策支持; 开展多维数据分析和跨域关联, 为实现个性化教学与智慧教学提供基础。文章勾画了土建类工科专业在线课程建设的理论框架和以数据科学赋能工程教育的实施路线, 具有推广价值。

关键词

OBE, 在线课程, 自主学习, 知识图谱, 学情分析, 大数据

OBE Orientation, Self-Directed Learning and Data Integration

—A New Paradigm for Online Open Courses in Civil Engineering Major

Shiguang Chen*, Qi Li, Hongwei Sun

College of Urban and Rural Construction, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou
Guangzhou

Received: Jul. 15th, 2023; accepted: Aug. 11th, 2023; published: Aug. 21st, 2023

*第一作者。

Abstract

Traditional engineering education can hardly adapt to society's demand for civil engineers in the new economic era, and Internet technology provides new development opportunities for teaching. Due to the lack of theoretical guidance, the construction of existing online open courses has fallen into the path of dependence on the traditional teaching mode, with unclear course objectives, lack of logic in knowledge arrangement, and insufficient depth of integration of teaching resources and information technology. Taking the course "Construction of Water Supply and Drainage" as an example, the article introduces the OBE concept in course construction, starting from the training objectives and reversing the course design; creating course objectives based on the three-dimensional graduation requirement framework of "knowledge, ability and attitude" of the Washington Agreement; adopts "negative feedback". The course objectives are created based on the three-dimensional graduation requirement framework of "knowledge, ability and attitude" of the Washington Agreement. The new model organically integrates data analysis technology with course teaching, collects data on learning conditions, and provides systematic and real-time decision support for teaching management and teaching design; performs multidimensional data analysis and cross-domain correlation, and provides a basis for realizing personalized teaching and intelligent teaching. The article outlines a theoretical framework for the construction of online courses for civil engineering majors and an implementation route for empowering engineering education with data science, which has the value of promotion.

Keywords

OBE, Online Courses, Self-Directed Learning, Knowledge Mapping, Learning Analytics, Big Data

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

由于技术变革,工程学科学习、交流和工作的形式发生了相应的改变,社会对土建专业人才的能力需求也有了新的变化[1]。根据工业 4.0 发展趋势,在把握对未来工程师能力需求的基础上,优化土建专业人才培养模式,已经成为工程教育改革中亟需解决的问题。2017 年我国推出“新工科”建设,陆续发布了“复旦共识”和“天大行动”等指导性文件,新工科教育改革如火如荼进行[2]。

传统土建工程专业教育在教学认识和教学设计方面存在显著缺陷。主要表现在:1)“重认知、轻创新”;2)重教轻学[3][4],较少关注学生获得成果;3)以教师为中心,课程局限于课堂,课堂局限于讲授,学生自主学习动力不足[5]。这些缺陷导致学生知识结构单一、解决复杂工程问题能力欠缺与创新能力不足[6]。因此,急需反思教育的实用性以及教育成果的重要性。

在线开放课程,即“慕课”(MOOCs),理论基础是基于连通主义和网络学习的开放式教育模式[7]。在线开放课程的特点是基于网络、开放性、教学的互动性以及评价方式的新颖性[7]。在线开放课程有助于实现学生地位的转换,在增强学生自主选择性、激发学习兴趣、优化教学管理方面具有独特的优势。

在“慕课”的发展历程中,美国一直走在世界的前列。截止 2015 年底,美国三大“慕课”平台之一的 Coursera,总计开设了 1504 门在线开放课程,涵盖了人文、艺术、计算科学、生命科学、数学、物理

科学、社会科学等多门专业学科,用户学生突破了 800 万[7]。2012 年以后,国内媒体开始关注慕课,国内企业高校也纷纷行动起来。品牌高校率先行动,2013 年开始,清华大学、北京大学、武汉大学等也相继开发了“慕课”课程。在教育部 2015 年工作要点中,加强高校“慕课”建设首次出现在教育部年度工作计划中[7]。

2019 年,《中国教育现代化 2035》指出“利用现代技术加快推动人才培养模式改革,实现规模化教育与个性化培养的有机结合”。2021 年,教育部高教司吴岩司长指出线上线下教学要成为高等教育新常态[8]。这表明,以“互联网+”技术为基础的信息教学模式受到国家教育主管部门的高度重视。到目前(2023 年 1 月)国内各在线课程平台上线课程数量已经超过 5.2 万门,注册用户超过 3.7 亿。在线课程数量和应用规模均为世界第一[8]。

纵观国内外现状,在线课程建设虽已进入快速发展阶段,但仍存在如下问题:有效的在线教育理论框架尚未形成,在实践中面临教学效果与期望值不匹配,课程制作目标导向不明确,课程运行缺乏可持续性,资源供给依然停留在以教师为中心的传统模式,学生的自主学习潜力未得到开发。其次,信息化教学中产的多维多源数据未得到有效利用,教育数据未能与教学管理深度融合。究其原因,在于对“慕课”的特点认识不足,没有正确把握线上线下课程的差异,没有发挥出线上教学的优势,反而放大了其劣势。

文章结合“新工科”时代背景,针对当前在线课程现状和问题,提出将 OBE 理念、负反馈闭环控制理论、知识流动规律等理念和理论,融入工程专业在线开放课程建设中,充分发挥互联网时代课程资源利用最大化、学习过程自主化、教学管理数据化的优势。文章以给排水科学与工程专业《建筑给排水》为案例,以课程资源建设为主线,结合教育管理分析视角,构建工程类专业在线开放课程建设的理论框架,并提供实施路径参考范例,为我国工程教育信息化教学提供借鉴和启发。

2. 课程建设理念

2.1. 课程特点

《建筑给排水》是给排水科学与工程专业的专业必修课。课程主要介绍建筑内部给水、消防给水、排水、雨水、热水、饮用水和中水工程的基本理论、系统原理、设计安装方法以及运行管理的基本知识和技术。课程涉及复杂管线、工程点位置隐蔽,涉及法规、规范条文较多。既有基本概念的理解、系统原理的掌握,也有系统方案设计、管道水力计算,需要看图、绘图,需要掌握计算机制图技能。

从就业数据来看,超过半数的毕业生从事与建筑给排水相关的工作,体现出本课程在给排水专业人才培养中所占的分量。《建筑给排水》课程既面向给排水专业本科生,也面向“土木工程”、“建筑环境与设备专业”和“制冷工程专业”等相近专业本科生。此外,建筑业广大社会从业人员、土建专业教师也需要学习该课程,受众量大、面广。

2.2. OBE 与课程目标分解

OBE (Outcome Based Education), 即成果导向教育,自 1981 年由 Spady 提出后,历经多年的理论与实践探索,至今已形成了一套完整的理论体系和实践模式[9],其更加关注教育投入的回报与实际产生的现实需要。OBE 在扩大学习机会、提升学生主体地位、提高合作学习动机,以及评价的包容性方面,较传统教育有显著的改进[10],已逐渐成为世界上大部分国家教育改革的主流理念。我国在 2013 年 6 月被接纳为“华盛顿协议”签约成员。在型经济时代背景下,以成果导向教育理念引导工程教育改革,具有现实意义[11]。

《建筑给排水》课程目标分解路径如图 1 所示:首先根据利益相关方(包括政府、学校、用人单位和

学生本人)的要求与期望,对照学校的办学定位,制定培养目标。第二,根据培养目标设置毕业生的能力要求(毕业要求),毕业要求是教学设计的核心,是承接学校教学产出与外部人才需求的枢纽,是教学设计的起点,也是考核评价的终点。以上两步需在每一轮人才培养方案修订中完成。第三,根据毕业要求构建知识体系,建立毕业要求与《建筑给排水》课程知识点之间的关联矩阵,明确每个知识点对毕业要求的贡献。第四,利用“互联网+技术”,围绕每一条知识点制作在线教学资源,细化到每一个知识点的教学方法、学习目标与达成路径。根据 OBE 的要求,学习成果需要尽可能清楚表达或直接测评,以便于将其转换为绩效指标。最后,制定每一条知识点的考核标准,课程目标达成评价标准。

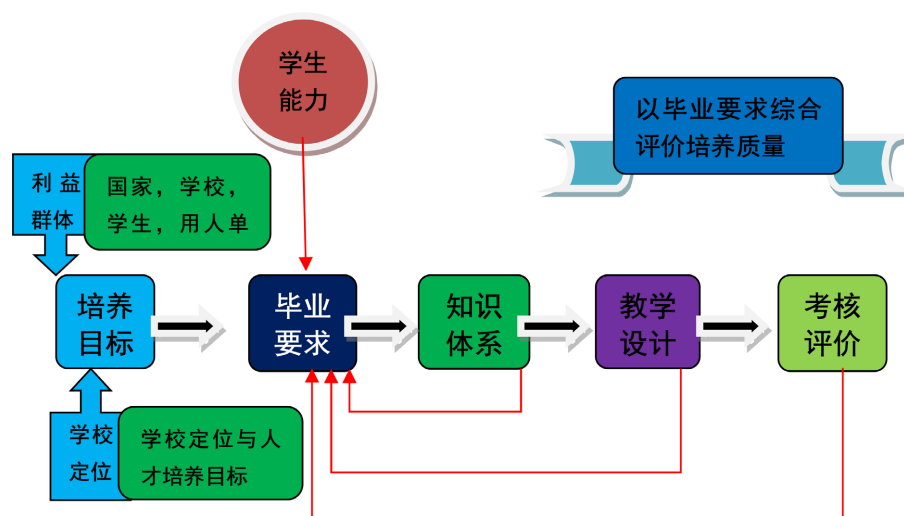


Figure 1. Decomposition path of online course objectives for *Building Water Supply and Drainage Engineering*
图 1.《建筑给排水工程》在线课程目标分解路径

根据图 1 的路线,课程目标将通过培养目标(基于学生毕业后所期盼获得的能力)的逐层分解,落实到《建筑给排水》课程的知识安排与教学设计中。毕业要求对标培养目标,知识体系支撑毕业要求,教学设计匹配知识体系,考核评价考察目标是否达成。上述五大要素在 OBE 模式下联通成以学生为中心的网络,彼此相互支撑形成环环相扣的有机系统。

2.3. 毕业要求设置

为适应新经济时代对工程教育提出的新需求,反映当代价值观和雇主需求新变化,亟需汲取国际经验。我国于 2022 年正式成为《华盛顿协议》的成员之一。《华协》毕业要求框架是实现其成员教育资格实质等效的基本参照点[9]。根据《华协》对毕业要求的定义[12]:工程教育目标可大致从三个部分勾勒:① 知识(Knowledge)——知道的事实和理解的概念;② 能力(Skill)——在管理和应用知识时使用的能力,如计算、分析、设计、评估、沟通、领导和团队合作;③ 态度(Attitude)——决定能力和知识所针对的目标的态度:个人价值观、关注点、偏好和偏见。在《华盛顿协议》框架下,课程目标不仅包括学生的感知、记忆和了解,更指能应用于实际的能力,是学生内化到其心灵深处的过程历练,还可能涉及价值观或其他情感因素[13]。基于 KSA“三位一体”构建逻辑,知识目标是课程的主要内容,是对事实和概念掌握的程度或状态[14][15]。能力目标是课程的逻辑体现,是知识的外显,是改造世界的思维方式或行为方式。态度目标是对课堂知识的体验性认识及由此养成的态度或行为倾向,是知识的内化[16]。

根据人才培养方案中的课程-培养目标支撑关系以及 KSA“三位一体”的学习目标构建逻辑,《建筑给排水》课程知识目标可以确定为:掌握建筑给排水各类系统构成、分类、及运行原理;掌握建筑给

排水系统水力计算基本原理与方法；熟悉建筑给水排水设计标准。能力目标为：能够用工程语言描述问题。掌握建筑给排水设计基本流程，了解各类系统先进技术、工艺特点及适用条件，能够进行方案比选，能够查阅规范指导工程设计；能够运用现代化工具、软件表达工程意图。情感目标有：了解建筑给排水学科对创造美好人居环境的价值，获得专业认同感、成就感；遵守设计规范，树立“把人民生命健康放在首位”的崇高职业精神和责任意识。从KSA“三位一体”的内在逻辑看，知识目标是最基础的，没有知识，能力和态度也无从谈起。因此，在《建筑给排水》课程教学设计中，必须重视知识在能力和态度形成中的基础性作用。

2.4. 目标达成控制

在实际运行中，教学成果与毕业要求，毕业要求与培养目标之间可能出现偏差。解决方法是通过建立“评价-分析-改进”闭环教学质量管理体系，评价发现偏差，通过分析功能找出偏差的原因，再通过改进功能纠正偏差。

从控制论的角度，教学系统是典型的“负反馈闭环控制”系统[17]。基于OBE导向的教学目标控制体系包含三个闭环。最外层的是基于培养目标设置毕业要求。基于培养目标(实质是毕业5年后的毕业生职业成就)达成评价形成负反馈，通过调整毕业要求，实现对培养目标的控制。第二层控制系统是基于毕业要求设置课程目标。基于毕业要求(实质是毕业时的学生能力)达成评价构成负反馈，通过调整教学计划、课程目标，实现对毕业要求的控制。第三层是基于课程目标设置教学方法。基于课程目标(实质是学生课程学习获得能力)达成评价构成负反馈，通过调整课程大纲、教学方法，实现对课程目标的控制。

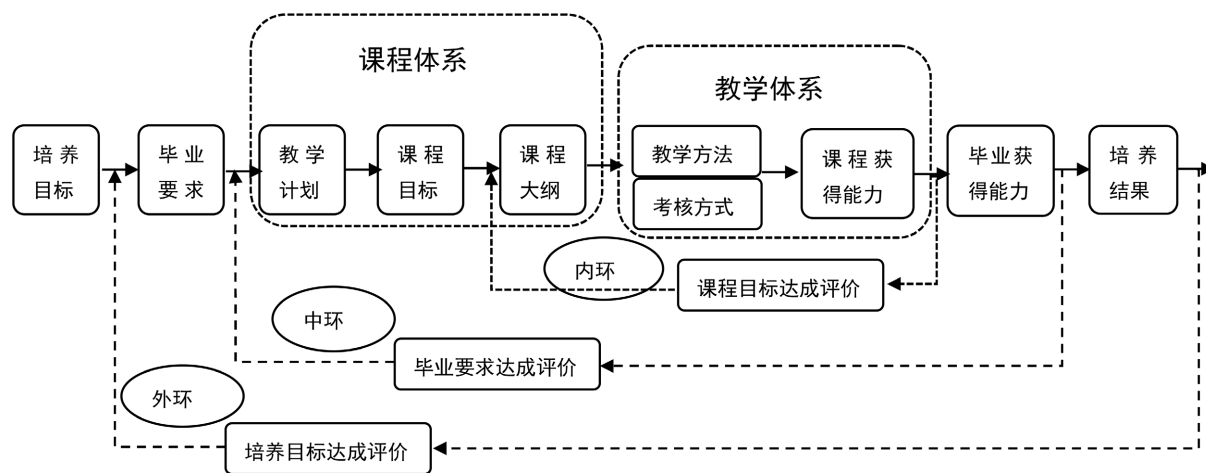


Figure 2. Teaching objective control path—based on negative feedback closed loop control theory

图 2. 教学目标控制路径——基于负反馈闭环控制理论

基于“负反馈闭环控制”系统解析了培养目标的达成路径与控制逻辑，如图 2 所示。理论上，只要设计好毕业要求、教学计划与课程大纲，采用正确的教学方法，就能实现培养目标[17]。

2.5. 知识层次安排

在线课程的优势之一是方便自主学习。受传统教学模式的影响，大学生普遍缺乏自主学习能力[5]。虽然互联网提供了大量专业知识和资源，但学生缺乏通过自主学习融合碎片化资源形成解决问题的能力[18]。在线开放课程建设应充分认识大学生的自主学习规律，遵循知识流动规律，需要对知识点按认知层次进行整合，搭建有层次的知识训练阶梯，实现从被动学习到自主学习过程的转变。根据认知理论，

人类获取知识的顺序分为：1) 感知阶段；2) 思考集成阶段；3) 消化增长阶段[19]。课程资源建设需遵循“知识感知获取”规律，围绕不同层次的理论知识，重组课程内容。

为了打通知识流动通道，将课程知识体系围绕感知获取、集成整合、增长消化三阶段进行编排，实现自主学习引领(见图3)。第一阶段，从“工程问题”“唤起”学习兴趣，感知概念。通过展示给排水系统图，启发学生思考建筑内部给水系统、排水系统的运行原理，感知各个组件的工作特性。第二阶段，对建筑内部给排水系统各个工程分支进行对比，找出共性与差异，形成对工程系统的规律性认识，引导学生实现知识“分层”-“整合”，形成思考能力。如引导学生从了解水泵、低位水池、高位水箱等单个组件的功能，到理解给水系统的整体运行，完成方案设计、水力计算，再反向思考如何进行单个组件的设计。第三阶段，利用实际工程案例、设计题材、创新训练项目等载体，综合运用知识，培育学生深层学习能力。如设置创新型设计题材“高层建筑室内给水系统节水优化设计”、“综合楼中水与雨水利用系统设计”，引导学生自主“检索、获取”优质知识，“筛选、匹配”有效知识，进行分析和综合。获得“理解”-“整合行业知识”-“掌握”的过程体验，实现知识“供给”-“增长”-“内化”良性迁移。

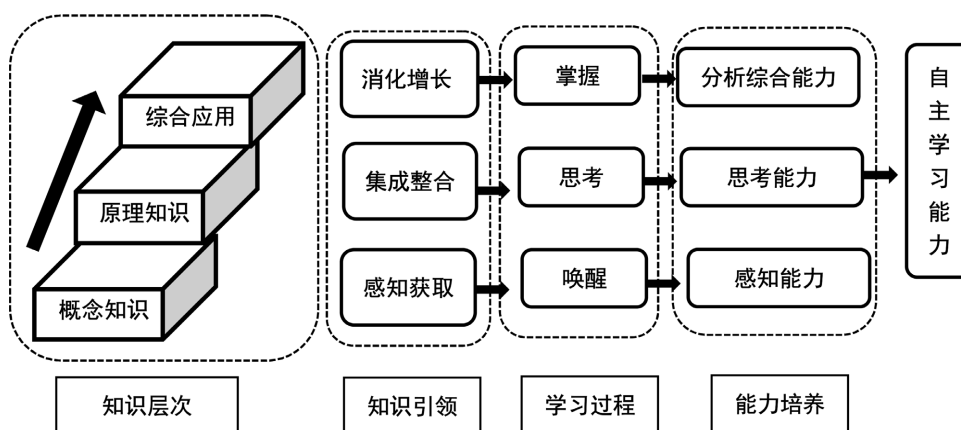


Figure 3. Three stage self-directed learning path
图3. 三阶段自主学习路径

如图3所示，将课程知识点按照“唤醒-思考-掌握”三个阶段不同特点进行分层，优化每一层的理论知识供给，最终形成感知获取知识层(基本概念)、整合思考知识层(基本原理)、内化掌握知识层(综合应用)三层次知识体系。

3. 课程建设实施方案

课程目标代表了一种能力结构，这种能力需要通过具体的知识载体(课程资源)，以及有效的知识组织来实现。以“OBE”为核心建设理念，借助互联网媒介(智慧树、雨课堂、学习通等)，通过先进技术支撑、系统设计、开放式管理、持续更新的方式，建成集教学设计、课程资源、移动微课、在线答疑与教学评价于一体的在线开放课程。构建自主学习、协同学习、实现教、学、管全过程互动系统。《建筑给排水》在线课程建设实施路线如图4所示。

3.1. 课程资源建设

在完成对课程目标分解的前提下，落实知识点的布局。梳理《建筑给排水》课程内容对知识、能力和情感目标的支撑关系，确定了“建筑给水系统的组成、分类，给水方案的选择，室内给水管道的布

置……”64个知识点。为了集众家之长，可以多门课共建一个知识点，围绕某个核心知识点建立知识图谱，建立起不同知识点之间的关联。创建知识点后，围绕知识点创建教学资源，包括：课件、短视频、习题库、工程案例、答疑库、科技论文、讨论话题等，还可能包括各类实践资源和工程案例。所有教学资源都尽可能标注其归属知识点，与短视频中的对应点进行关联。为保障教学资源质量。需对视频分辨率、课件格式、讨论关键要素和报告模板等做出规定。

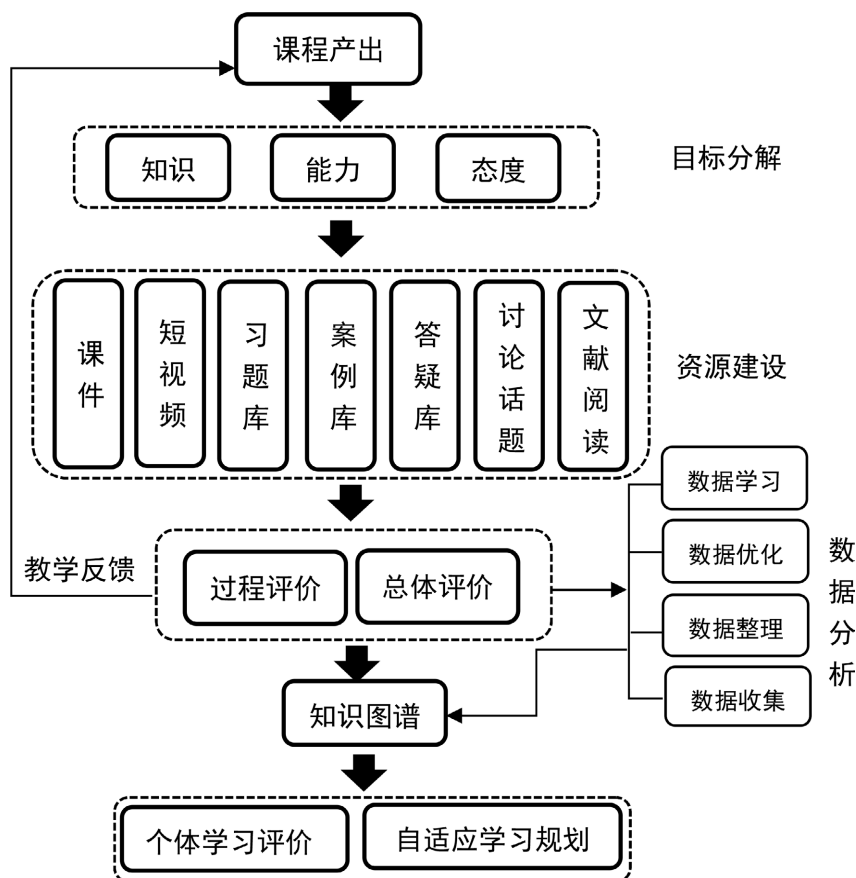


Figure 4. Implementation plan for the online course construction of *Building Water Supply and Drainage*
图4. 《建筑给排水》在线课程建设实施方案

- 1) 课件：提供两种格式课件共享：PPT 和 PDF 格式，PPT 面向授课教师，PDF 格式给学生发布，须表明制作者、版权和使用权限信息，引用图片须注明来源，以免引起知识产权纠纷。
- 2) 短视频：视频时长已控制在 5 min 以内，内容一般包含：① 问题引导，引起学生关注；② 成果目标，明确将从该知识点获得什么；③ 参与式学习，探索和思考；④ 测试是否达到了预测的结果；⑤ 总结收尾，联结后续课程与扩展应用。视频画面人像、图片和文字搭配合理，不可一整段视频无教师人像，无生僻字可无字幕，分辨率不低于(1280 × 720)，视频格式为 MP4 或其他通用格式。
- 3) 习题库：围绕知识点建设习题库，能检验学习效果。每个知识点设置 2~5 道习题，根据知识点类型设置习题类型、分数权重，对于概念理解、规范理解、原理解析、图纸纠错、水力计算类宜采用客观题型，对于实操型(如作图)和思辨型题目应采用主观题型，对于以文字作答的主观题需设置得分控制点，评分标准落实到每一个关键词，以方便学生相互评卷。
- 4) 案例库：收集工程案例，遵循典型性、真实性、可操作性原则，从已建成的工程项目中提取素材，

围绕知识点进行编排。

5) 答疑库: 历届学生中对建筑给排水这门课程会有很多共性问题, 这些疑难点往往是重要的教学反馈资料。通过积累这些问题, 建立问题库, 集中疏解难点, 便于学生自己理解, 加深对知识的理解。

6) 文献阅读报告: 文献阅读主要考察学生的信息检索和科学文献阅读能力, 扩宽知识视野。引导学生查阅科技期刊, 摘录关键信息, 撰写阅读报告。报告不限字数和形式, 但需要强调知识的相关性、内容需要有科学价值和创新点。通过集体分享和积累素材, 将科技前言知识补充到课程中。

7) 讨论话题: 旨在提供学生情感表达的渠道, 也便于教师了解学生的情感、价值观和态度。话题种类主要分两类, 一类是教师给定话题, 在“超星学习通”平台上发布与建筑给排水先进技术、工程伦理、职业道德相关的话题, 倾听学生观点。另一类是学生发表话题。学生可以发表感兴趣的话题吸引同学关注。对讨论的要求是: 话题内容与建筑给排水学科相关, 叙事需客观、理性, 有论点、论据和论证, 有论证材料支撑观点。讨论话题的质量可根据观点的价值高度, 论证方法的科学性, 论据材料的合理性、充分性, 表达的逻辑性和全面性方面进行评定, 分为3~5个等级。

课程资源配置坚持目标导向原则。基于前述知识目标分解路线, 每一资源条目都要围绕具体的知识、能力态度目标进行创建。资源配置中, 需要把知识目标、能力目标具体化, 变成可实现、可测度的学习任务。需要建立各个资源板块之间的有机联系, 尤其要建立学习类资源(视频)与测试类资源(题库)之间的有机联系。练习题、案例题既是检验学习效果的工具, 也是发现问题的渠道, 学生在练习题中发现的问题, 能够在视频资源中找到解决方法。其次, 对混合式教学来说, 还需要统筹好线上线下知识点的安排。根据教学特点, 难易搭配, 优势互补。

课程资源建设是一个不断扩展、逐步完善的过程。每个知识点配套多个资源, 初期建设课件、短视频和习题库, 后期扩充库案例、答疑库、讨论话题库, 边建设边应用, 在应用过程中形成反馈-完善-应用闭环。三年来, 《建筑给排水》课程围绕64个知识点, 一共建设了84个视频资源, 24个课件, 500多道练习题, 14个工程案例, 4条讨论帖。后期, 可以通过创建知识图谱, 为学生推荐个性化学习资源, 创建自主学习环境。知识图谱的构建详见施江勇、张执南等人的方法[20][21]。依托构建的知识图谱推荐关联的知识点和学习资源, 方便同学们的拓展学习、释疑解惑。《建筑给排水》是应用学科, 需要水力学、数学、微生物学基础科学做基础。比如, 建筑给水系统、排水系统、消防、自动喷淋系统的管道水头损失计算都是基于流体力学中的“谢才公式”。应用知识图谱, 可以通过任何一个知识点扩展到关联的知识点。例如, 自动喷淋系统中“喷头出流量”的计算, 需要流体力学的“孔口出流”知识点做基础, 当视频播放喷头流量计算时, 可以对“孔口出流”知识点进行抽取, 可以马上检索该知识点的前置知识和关联知识。

3.2. 教学评价与反馈

OBE 理念强调过程管理和持续改进相吻合[22]。通过教学监督体系分析课程目标的达成度, 并能对课程目标和教学内容(课程大纲)进行持续改进。教学监督体系具备“闭环”特征, 即通过监督功能发现偏差, 通过分析功能找出偏差的原因, 再通过改进功能纠正这些偏差, 对系统进行持续改进。这三个功能为首尾搭接, 互为输入输出的关系, 如图2所示。

教学监督体系的中心是教学评价, 教学改进的依据来源于教学评价, 因此要十分重视教学评价数据的获取, 重视数据的多维性, 要兼顾过程性评价和总结性评价。过程性评价为教学过程提供了阶段性诊断意见。基于过程性评价, 可以对偏离预期教学目标的方法加以修正, 从而保证学习产出效果[23]。而总结性评价能直观体现学生的整体学业成果, 帮助学习者判断知识与能力的掌握程度, 监测学习产出是否达到预期目标[24]。如未达成目标, 需要分析原因, 对教学内容与教学方法及时改进(如图4)。

基于目标导向的教学评价,一方面,要建立多元化评价指标,除了评价学生对基本知识的掌握程度外,还要评价学生的拓展性能力,如创新能力、沟通能力、团队协作等[22]。另一方面要重视数据的收集,对学习过程中的练习题、阶段测验、设计成果、回答提问、讨论留言、观点表述等进行数据分析,获取关键要素,与知识目标进行比较分析,以度量学习产出达成度。评价数据的主要来源有:

1) 从现有智慧教学工具获取评价数据。以“超星学习通”平台为例,现有数据分析系统主要支持学习进度分析和成绩档案分析(图5)。通过课程统计工具,可查看学生在线情况,可自动跟踪学生学习轨迹,自动生成每月学生在线折线图/柱状图,统计出每日、每周、每月学生登录次数,得出学生活跃度排名,用于科学定位学生平时成绩。系统自动绘制“最近三十天学生学习流量图”,“学生进度占比图”,统计出高于/低于计划值的学生人数、占比,可适时调整教学进度。成绩档案工具支持自动成绩分析与试卷分析。成绩分析项目有分数区间统计、及格率统计、成绩排名分析、等次统计。

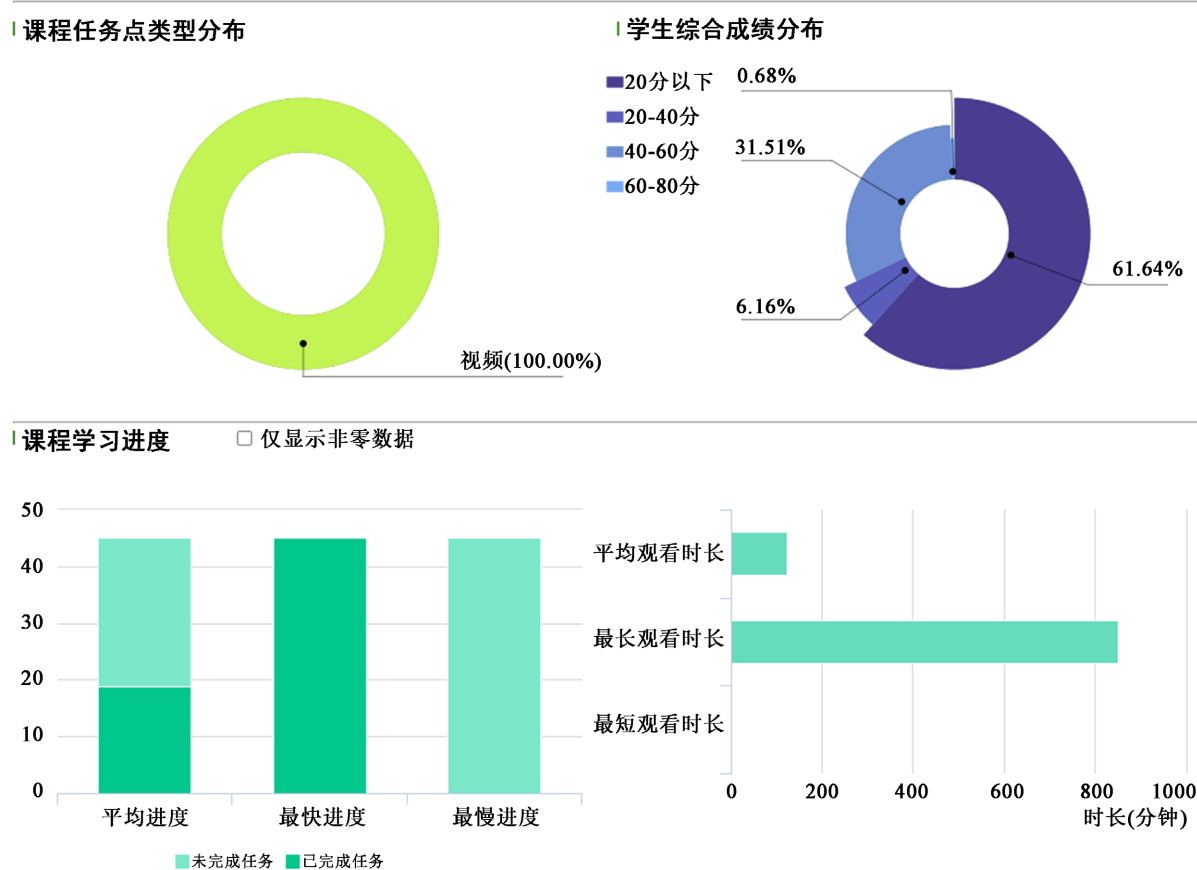


Figure 5. Learning progress data

图5. 学习进度数据

试卷分析包括各选项人数统计、错误率、难度、考生答案和得分情况。通过对试题数据的分析可以及时改进教学中的误区。以试卷分析为例,若系统显示某道题的正确率过低,有两种可能:一、题目有歧义误导了同学的思维,这需要纠正题目消除歧义。二、题目无歧义而是大多数答题者思维或理解偏差,这需要在下课堂或短视频中重新讲解该知识点的原理,引导正确思维。

大多数互联网教学平台支持数据数据分析功能扩展,提高数据表达能力。以“超星学习通”平台为例,通过拓展讨论模块的“词云”功能,能够将学生的回答进行系统分析,综合汇总各个答案的回答频

率, 总结出正确率与错误的高频词。“词云”功能能够帮助教师更好的掌握学生对课堂的参与情况, 以及对知识的了解和掌握情况, 实现课堂的实时教学反馈。鉴于实时化的多源数据在个性化教育中处于关键地位[25], 应加强互联网端与移动端的平台建设, 增加数据获取来源。

2) 通过问卷调查等形式获取学生学习认知、心理动态等数据。对以上数据进行分析, 进而得出学生多方面的个性信息和行为属性。心理动态数据与学习内生动力、世界观紧密相联, 教师可研判学生生理需求, 开展“课程思政”引领。

3.3. 教学大数据分析 with 跨域关联

个性化教育是 OBE 理念的重要内涵, 识别和发现学生行为特征和当前学习状态是实施个性化教学的重要基础[25]。2018 年, 教育部公布了《教育信息化 2.0 行动计划》, 强调通过采集、分析大数据, 将人工智能融入教育教学中, 实现因材施教、个性化教学[26]。OBE 理念下个性化学习以多维数据为基础, 不同类型的数据蕴含学生的某一方面特性[27]。群体数据用于分析整体学情, 个体数据用于识别个性特征; 历史数据可以挖掘宏观的趋势关联, 实时数据反应微观个体的知识掌握情况; 阶段性数据揭示了学生学习进展、努力程度及学习趋势, 总结性数据能直观体现学生的学业成果[25]。采集多源多维大数据, 进行数据分析、跨域关联, 发现和认知学生的行为特征(群体与个体特征), 开展个性化教育与智慧教学, 是数据科学赋能高等教育的基本思路[28]。数据科学融合工程教育主要有以下路径和应用场景(图 6)。

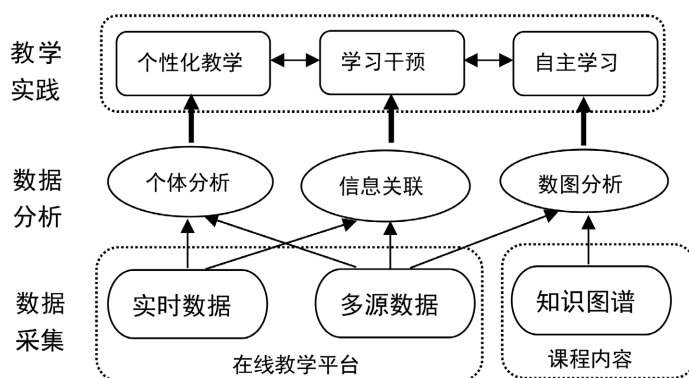


Figure 6. Acquisition, analysis and application of teaching big data
图 6. 教学大数据采集、分析与应用

1) 通过教育大数据识别学生的行为特征与个性, 获取实时数据, 全方位了解学生的学习轨迹, 为学生实时学习状态分析提供支撑。例如, 在大数据支持下, 依托算法设计识别学生个体学习行为与微观知识的掌握程度, 为个性化教育提供量化的、实时的决策支持, 进而开展分层教学、个性化教学等智慧教学实践。

2) 基于多源数据开展跨域关联分析。通过提取某一类特征信息, 通过信息关联, 分析其影响原因, 从而做出教学内容、方法上的改变。如提取视频观看率数据, 可挖掘出学生共性问题; 提取讨论区高频话题, 根据热度动态调整教学内容。常见的关联信息还有, 分析试题档案中错题信息可以反映其薄弱知识点, 解答难题的次数可构成其学习韧性的量化依据。前后两个时间周期的学习记录的比较分析有利于判断学习趋势[29]。以学业预警为例, 采集往届生学业数据、学生宿舍分布数据、同宿舍成绩、考勤数据、阶段测试数据、历史成绩数据, 对这些数据展开关联分析, 识别出学业困难群体, 分析学业受困原因, 同宿舍之间是否具有同质化现象, 与出勤是否相关。针对这一群体开展学业帮助或行为干预。

3) 融合知识图谱, 挖掘自主学习潜力

知识图谱采用半结构化知识抽取与挖掘[30], 描述概念、实体、事件之间的关系, 提高知识点之间的逻辑关联, 可以进行教学资源推荐。知识图谱的构建有利于将课程的知识体系化。学习大数据分析能反应个体在微观学习中的学习盲点或弱点, 知识图谱以网状形式关联知识联系与学习路径。基于课程内容的知识点构建知识图谱。在层次性的原则下划分知识点, 匹配课程自有的知识体系来完成知识点的分割、标注, 确定知识点的重要程度、关联度与前后趋关系, 构建知识点间关联图。采集学生各类数据并进行整合, 在知识图谱与教育大数据协同驱动下开展自适应学习路径规划、学习资源推送或个人学习成果评价。例如, 针对每一个学生个体, 结合教学进度与实时数据, 通过在线系统的做题信息与阶段性实测信息(重点是错题信息), 分析学生个体的薄弱知识点, 通过知识图谱的关联图与前趋图得到关联知识点和前趋知识点, 进而进行自适应学习路径规划、自适应的资源推送, 并提供相应的对策与建议和跟踪其后续学习。

4. 结论

文章以《建筑给排水》课程为例, 基于对互联网教学的规律性认识, 在 OBE 理念的引导下和“互联网+课程”技术支持下, 以服务学生为根本宗旨, 开展在线开放课程建设。在“大数据+”的时代背景下, 提出以学情数据分析为基础, 叠加课程知识图谱, 构建差异化和自适应学习模式的智慧教学建设路线。课程建设突破了传统教学模式的路径依赖, 目标更聚焦、知识安排更符合逻辑、教学资源与信息技术深度融合。课程运行两年多来, 在激发学生自主学习自觉性, 提高学习效率方面初显成效。

从信息技术发展趋势看, 教育创新活动离不开数据驱动。教师要正确认识到数据科学嵌入工程教育的丰富内涵。针对学习过程进行数据收集(学习进度、参与度、阶段测验, 考试, 问答、讨论、能力行为情感方面的数据), 数据开发(数据清洗、异态检测), 数据整合(分析、度量、分段、标注、数据训练), 学习优化(人工智能深度学习), 是数据科学跨界应用的基本路线。未来课程建设要在分析学生学习行为数据和个性特征的基础上, 建立基于个体学习成果达成程度的多元和梯次的评价标准, 因材施教, 实现规模化教育与个性化培养的有机结合。

基金项目

2019年仲恺农业工程学院教学质量与教学改革工程项目: 建筑给水排水工程在线开放课程建设(2019-6); 广东省本科高校高等教育教学改革项目: 乡村振兴战略背景下农林高校给排水专业课程思政资源库开发与融合路径设计(2021-279); 广东省本科高校在线开放课程指导委员会 2022 年度研究课题: 基于 OBE 的在线开放课程建设研究——以《建筑给水排水工程》为例(2022ZXKC233); 2022 年仲恺农业工程学院教学质量工程项目: 2022 年仲恺农业工程学院教学质量工程项目: 仲恺农村给排水科产教融合实践教学基地(2022-27)。

参考文献

- [1] Subheesh, N.P. and Sethy, S.S. (2020) Learning through Assessment and Feedback Practices: A Critical Review of Engineering Education Setting. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, **16**, Article No. em1829. <https://doi.org/10.29333/ejmste/114157>
- [2] 吴岩. 勇立潮头, 赋能未来[J]. 高等工程教育研究, 2020(2): 1-5.
- [3] 杨慧, 闫兆进, 兹慧, 王冉. OBE 驱动的工程教育课程教学创新设计[J]. 高等工程教育研究, 2022(2): 150-154.
- [4] 顾佩华, 胡文龙, 林鹏, 等. 基于“学习产出”(OBE)的工程教育模式——汕头大学的实践与探索[J]. 高等工程教育研究, 2014(1): 27-37.

- [5] 王卫东, 蒋琦玮, 何旭辉, 等. 基于中美土木工程专业课程体系比较的学生自主学习教育模式改革研究[J]. 高等工程教育研究, 2020(6): 156-161+175.
- [6] 吴婧姗, 王雨洁, 朱凌. 学科交叉: 未来工程师培养的必由之路[J]. 高等工程教育研究, 2020(2): 68-75+98.
- [7] 荣宪举. 慕课的特点及国内外发展历程[J]. 学科探索, 2016(25): 49-51.
- [8] 李冀红, 万青青, 陆小静, 杨澜, 曾海军. 面向现代化的教育信息化发展方向与建议——《中国教育现代化2035》引发的政策思考[J]. 中国远程教育, 2021(4): 25-34.
- [9] 李志义, 朱泓, 刘志军, 等. 用成果导向教育理念引导高等工程教育教学改革[J]. 高等工程教育研究, 2014(2): 29-34.
- [10] 凤权. OBE 教育模式下应用型人才培养的研究[J]. 安徽工程大学学报, 2016, 31(3): 81-85+95.
- [11] 顾佩华. 新工科与新范式: 概念、框架和实施路径[J]. 高等工程教育研究, 2017(6): 1-13.
- [12] ENAEEIEA (2015) Best Practice in Accreditation of Engineering Programmes: An Exemplar. <https://www.icagrements.org/assets/Uploads/Documents/Policy/Best-Prct-Full-Doc.pdf>
- [13] Rugarcia, A., Felder, R.M., Donald, R., et al. (2000) The Future of Engineering Education (Part 1): A Vision for a New Century. *Chemical Engineer Education*, 34, 16-25.
- [14] 王媚娥. 浅析三维教学目标的辩证关系[J]. 中国校外教育, 2013(30): 87-88.
- [15] 陈志刚. 对三维课程目标被误解的反思[J]. 课程·教材·教法, 2012(8): 3-8.
- [16] 毛晋平, 邹军. 论课堂教学的情感目标[J]. 湖南师范大学教育科学学报, 2021(4): 100-103.
- [17] 戴先中. 工程教育专业认证中毕业要求分解指标点的利弊[J]. 高等工程教育研究, 2022(3): 60-66.
- [18] 曹蔚, 闫莉, 王洪喜, 马保吉. 基于知识流动规律的大学生自主学习能力的培养——以西安工业大学机械类为例[J]. 高等工程教育研究, 2022(5): 124-128.
- [19] 焦岚, 王一帆. 人类认知规律对教育的促进机制研究[J]. 社会科学战线, 2022(5): 124-128.
- [20] 施江勇, 唐晋韬, 王勇军, 张龙. 基于知识图谱的新兴领域课程教学资源建设[J]. 高等工程教育研究, 2022(3): 15-20.
- [21] 张执南, 张国洋, 韩东, 陶飞. 基于知识图谱的项目式教学管理——以大学生创新实践项目为例[J]. 高等工程教育研究, 2022(2): 58-63.
- [22] 张男星, 张炼, 王新风, 等. 理解 OBE: 起源、核心与实践边界[J]. 高等工程教育研究, 2020(3): 109-115.
- [23] Kozanitisa, D.J. (2016) Canadian Engineering Students' Motivation in the Context of a Shift toward Student-Centered Teaching Methods in an Outcome-Based Education. *International Journal of Engineering Education*, 32, 1847-1858.
- [24] 周洪波, 周平, 黄贤立. 基于 OBE 理念的应用型人才培养策略[J]. 中国成人教育, 2018(14): 27-30.
- [25] 宋丹, 胡瑛, 方正军, 王宁. 基于学情数据的智慧教学模式研究与实践[J]. 高等工程教育研究, 2022(6): 116-120.
- [26] 中华人民共和国教育部. 教育部关于印发《教育信息化“十三五”规划》的通知[EB/OL]. <http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425-334188.html>, 2022-05-23.
- [27] 郭利明, 杨现民, 张瑶. 数据驱动的精准教学多维支持服务框架设计与实践研究[J]. 电化教育研究, 2021, 42(4): 85-92.
- [28] 杨重阳, 武法提. 精准教学与个性化学习场景中教学支持服务框架研究[J]. 现代教育技术, 2022, 32(1): 111-117.
- [29] 宋丹, 刘洞波, 丰霞. 基于多源数据分析的课程成绩预测与课程预警研究[J]. 高等工程教育研究, 2020(1): 189-194.
- [30] Lehmann, J. (2015) DBpedia: A Large-Scale, Multilingual Knowledge Base Extracted from Wikipedia. *Semantic Web*, 6, 167-195. <https://doi.org/10.3233/SW-140134>