

面向工程教育认证的毕业设计教学改革研究 ——以“建筑给水排水工程”方向为例

李 琪, 陈仕光*, 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12日; 录用日期: 2023年8月29日; 发布日期: 2023年9月8日

摘 要

毕业设计是工程教育的重要环节, 能够帮助学生融会贯通专业知识、提升专业素质与工程实践能力。仲恺农业工程学院给排水科学与工程专业为确保毕业生培养质量达到我国工程教育认证标准, 基于OBE理念, 从人才培养目标和毕业要求出发, 制定毕业设计课程目标, 针对毕业设计中学生知识掌握不牢固、知识体系不健全、工程认知缺乏、查阅与应用规范能力欠缺、工程表达能力有待提升等问题, 创造性提出以形式要求促进内容规范、总结学生易错点、建立设计指标与工程规范的联系等以能力提升为目标的改革措施, 以期以“建筑给水排水工程”方向毕业设计为代表的知识难度低但碎片化程度高、教材编写体系陈旧、与工程规范结合紧密的一类应用型工程设计教学改革提供参考。

关键词

工程教育认证, OBE, 毕业设计, 教学改革, 建筑给水排水工程

Engineering Education Accreditation Oriented Research on the Teaching Reform of Graduation Design

—Taking the “Building Water Supply and Drainage System” as an Example

Qi Li, Shiguang Chen*, Hongwei Sun

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

Received: Jul. 12th, 2023; accepted: Aug. 29th, 2023; published: Sep. 8th, 2023

*通讯作者。

Abstract

Graduation design is an important part of the engineering education, which can help students to integrate professional knowledge and improve professional quality as well as engineering practice ability. To ensure graduates meeting the standards of the Engineering Education Accreditation, the Water Supply and Drainage Science and Engineering Department of Zhongkai University of Agriculture and Engineering set out the course objectives for graduation design based on personnel training objectives and graduation requirements under the OBE concept. Targeting at the students' problems of unversed knowledge mastery, unstructured knowledge system, minimal engineering cognition and lacking standards application ability as well as engineering expression ability, reforms of promoting content quality with format requirements, summarizing students' fault-prone points and establishing connections between design indexes and engineering standards were creatively proposed, which is expected to provide reference for applied engineering designs like the building water supply and drainage system with low knowledge difficulty, high degree of fragmentation, outdated teaching material compilation system and close combination with engineering standards.

Keywords

Engineering Education Accreditation, OBE, Graduation Design, Teaching Reform, Building Water Supply and Drainage System

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

工程教育是我国高等教育的重要组成部分,在国家工业化进程中对门类齐全、独立完整的工业体系的形成与发展发挥了不可替代的作用。工程教育专业认证是国际通行的工程教育质量保障制度,我国于2016年成为国际工程教育本科专业学位互认《华盛顿协议》的正式成员。在成果导向教育(Outcome-Based Education, OBE)的核心理念下,工程教育专业认证要求专业课程体系设置、师资队伍配备、办学条件配置等都围绕学生毕业能力达成这一中心任务展开,使得培养出的毕业生“能够通过培训和实践性训练获得职业能力与专业资格”[1][2][3]。在高等工程教育体系中,毕业设计是本科生培养计划中最后一个关键环节,是帮助学生融会贯通专业知识、提升专业素质与工程实践能力的综合训练过程,是学生从学校走向社会的重要过渡,也是衡量高等工程教育教学水平的一把标尺。

仲恺农业工程学院给排水科学与工程专业正在申请土木类专业认证,亦在加强对毕业设计教学环节的组织和管理以确保对毕业要求的可靠支撑。给排水科学与工程的毕业设计一般有三个主要方向,分别为“给水工程”、“排水工程”和“建筑给水排水工程”。其中“建筑给水排水工程”课程本身具有理论研究薄弱、知识难度低但碎片化程度高、教材编写体系陈旧、与工程规范结合紧密等特点[4][5][6]。这些特点为该方向的毕业设计教学与成果质量控制增加了难度。本文将基于工程教育认证标准,针对“建筑给水排水工程”课程的固有特点,对该方向的毕业设计教学改革进行研究,以期对以“建筑给水排水工程”为代表的一类工程专业的毕业设计教学改革提供思路。

2. 工程教育认证背景下毕业设计教学中的主要问题

在多数高校的工程专业在申请工程教育认证的时代背景下,许多学者对关于毕业设计的教学改革进行了探索。现有研究中学者们对于毕业设计存在的问题多基于宏观层面的总结,如设计命题与脱离工程实际、指导教师缺乏工程经验、考核方式不合理、过程管理不规范、学生要准备升学就业等无法留出足够时间等[7] [8]。针对这些问题,学者们也提出了相应的改革方案——加强选题审核[9]、促进产学研深度融合[8]、建立“依托教师科研项目、依托大学生创新创业训练计划、依托学科竞赛”(三依托)的多平台毕业论文教学过程培养模式[10]、利用现代信息技术加强过程管理[11]、采用 CIPP 模型对毕业设计过程进行动态评价[12]、毕业设计环节前移[11]等。

下文将提出“建筑给水排水工程”方向毕业设计课程目标,讨论造成学生能力与课程目标差距的具体问题,并提出针对性的改革措施,以期全面提升人才培养质量,增加工程教育对产业发展的适应性,提升我国工程教育的国际竞争力。

3. 面向工程教育认证的毕业设计教学实施方案

面向工程教育认证的毕业设计课程教学以学生为中心,以学习成果为起点,对课程进行反向设计,具体实施构架如图 1 所示。

仲恺农业工程学院的人才培养目标定位为“培养基础扎实,具有创新精神及实践能力的高素质应用型人才”,并据此制定了毕业要求,即对学生毕业时应具备的能力进行了明确规定。而这些能力的获得是通过对不同课程的学习实现的,将毕业要求细致划分至每门课程,即形成对应的课程目标。从课程目标出发对教学活动进行设计,若通过考核评价发现学生能力与课程目标有差距,则需对教学设计进行反思与改革。

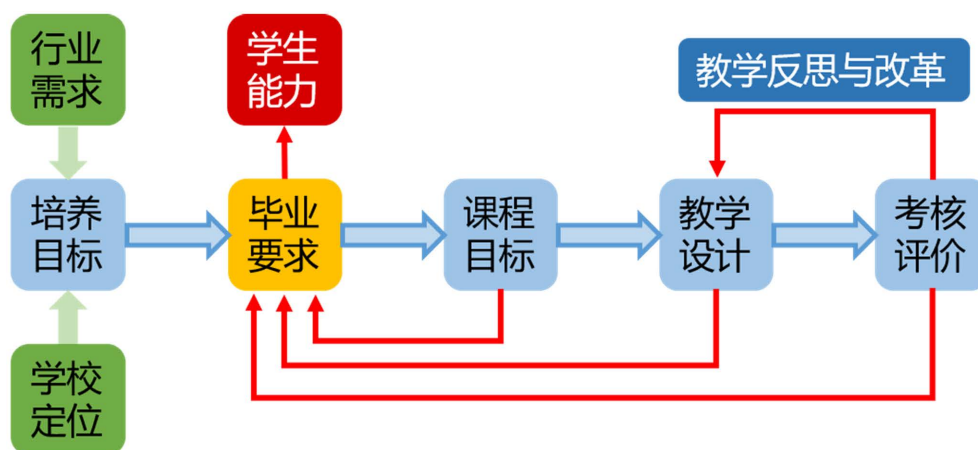


Figure 1. Implementation framework of graduation design teaching for engineering education accreditation
图 1. 面向工程教育认证的毕业设计教学实施构架

4. 毕业设计课程目标

我国《工程教育认证标准》(T/CEEAA 001-2022)对毕业设计(论文)作出了明确规定:“毕业设计(论文)选题应结合本专业的工程实际问题,培养学生的工程意识、协作精神以及综合应用所学知识解决实际问题的能力。对毕业设计(论文)的指导和考核有企业或行业专家参与”。

仲恺农业工程学院给排水科学与工程专业多数教师具有工程经验,选题也多根据实际工程项目改编

得到,且学院要求学生的毕业设计需由校内导师与校外导师共同指导完成,其中校外导师均具备工程师以上职称——此即满足了工程教育认证标准对毕业设计题目与指导教师的要求。因此毕业设计的课程目标主要依据毕业要求细化而来,对学生的工程意识、协作精神以及综合应用所学知识解决实际问题的能力做出了进一步要求。其中“建筑给水排水工程”方向毕业设计的课程目标如表1所示:

Table 1. Objectives and corresponding graduation requirements for the graduation design course in the field of “Building Water Supply and Drainage Engineering”

表 1. “建筑给水排水工程”方向毕业设计课程目标及对应毕业要求

毕业要求	毕业要求二级指标点	课程目标
1 工程知识	1.2 具备给排水科学与工程学科基础知识和专业知识,能够将其应用于水工程复杂问题的分析、方案综合比较及解决。	(1) 掌握建筑给排水各类系统构成、系统分类、及运行原理。 (2) 掌握建筑给排水系统水力计算基本原理与方法。
	2.1 掌握解决复杂工程问题所需的数学、物理、化学等自然科学基础,识别和判断水工程领域复杂工程问题的关键环节和制约因素。	(3) 能够根据工程原理分析问题的来源。
2 问题分析	2.2 能够运用给排水科学与工程学科知识和原理,结合数学知识,借助图形、公式及文字等正确地表达水工程领域复杂工程问题。	(4) 能够用工程语言描述问题。
	2.3 能够借助文献研究,分析水工程领域工程问题的影响因素,寻求解决方案,形成有效结论。	(5) 能够根据工程要求搜集资料与查阅文献。 (6) 能进行方案优化比选,分析与解决复杂工程问题,获得有效结论。
3 设计/开发解决方案	3.2 能够根据用户需求或任务需求,确定设计目标,明确设计内容和设计指标。	(7) 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,能够优化设计方案。
5 使用现代工具	5.2 掌握解决复杂工程问题所需的语言(包括外语)、文字、图表、计算机和网络技术等,具备进行工程表达和交流的基本能力。	(8) 能够运用工程语言与现代化工具、软件表达工程意图、解决工程问题。
	5.3 掌握本专业领域常用的软件和工程,能对给排水工程专业及相关专业领域的复杂工程问题进行预测与模拟,能将其用于分析工程问题中的实际问题。	
8 职业规范	8.3 了解本专业有关的工程法规、规范和标准,能够解读和分析本专业现在与未来的发展趋势。	(9) 熟悉建筑给排水相关规范、标准,能够查阅规范指导工程设计。
9 个人和团队	9.2 具有团队合作精神,能够承担并做好自身在团队中的角色,共同达成工作目标。	(10) 能够与选题相近的同学组成合作小组,通过小组讨论解决疑难问题。
10 沟通	10.1 具有良好的表达能力与人际交往技能,能应用给排水科学与工程专业术语就水工程领域复杂工程问题通过设计文稿、模型演示、撰写报告、陈述发言、答辩等方式严谨、准确、有效地表达专业见解,实现有效交流与沟通。	(11) 能够规范撰写设计说明、制作演示文稿,答辩时能清晰阐述设计内容并回答相关问题。

5. 学生毕业设计能力与课程目标的差距

基于 OBE 理念的考核评价聚焦于学生的学习成果与能力达成。在此对考核评价的方式不做讨论,主要对照毕业设计课程目标,从学生在毕业设计过程中反映出的具体问题出发,总结一般规律,寻找学生能力与课程目标的差距。这也是毕业设计教学改革的重要基础与依据。

5.1. 基础知识掌握不牢固

由于课时缩减、考核方式偏重对知识点的书面考察等原因，学生对课程的学习会出现“重记忆、轻理解；重知识、轻应用”的特点。这就导致学生对概念本身比较熟悉，但是无法将知识点与应用场景对应起来。

以设计中的具体问题为例，如学生知道有配水管网有树状管网和环状管网及二者区别，也知道消防给水要求更高的供水可靠性，但布置消火栓系统管网时很少有人能直接布置成环状管网；如有的学生没有透彻理解自动喷水灭火系统中“作用面积”的概念，导致其确定计算管路时类比生活给水系统，将整层喷头的流量都考虑在内，最后发现流量过大以至于无法寻找与之匹配的管径，等等。

5.2. 课程知识体系不健全

由于“建筑给水排水工程”课程本身具有理论研究薄弱、知识难度低但碎片化程度高等特征，即导致学生对具体知识点较为熟悉，但对整体知识框架及知识点相互连结的逻辑关系的掌握较为欠缺。

具体到设计环节即体现为，部分学生不知道某个知识块具体包括哪些关键内容，无法厘清设计思路，导致其设计方案不能完全涵盖应有设计指标；或是可以进行单独步骤的计算，但无法通过一系列的组合计算来达到对系统进行设计与校核的目的，等等。部分学生在仿照李玉华等编写的《建筑给水排水工程设计计算》撰写计算书时存在生搬硬套的现象，这也是实际工作中会遇到的问题，如何在有参考资料的情况下进行适合特定背景与需求的工程设计，依然需要借助对知识体系的准确把握来梳理设计思路、确定设计流程，在此基础上结合具体工程知识才能优化设计方案。

5.3. 工程认知缺乏

近年来学生的实践课程多受到疫情影响，或推迟、或简化，导致学生无法在学习阶段将理论与实践相结合，从而只了解书本知识而缺乏工程认知。这些均不利于学生进行工程设计。

比如，学生在教学楼和宿舍楼中鲜见管井，在设计中则无法很好地理解与利用这一结构——有的学生会忽略管井；有的学生认为立管只能布置在管井中，在开敞空间如酒店大厅即不知如何布置消防立管，等等。

5.4. 查阅与应用规范的能力欠缺

《建筑法》第三十七条规定：“建筑工程设计应当符合按照国家规定制定的建筑安全规程和技术规范，保证工程的安全性能。”《建设工程质量管理条例》第十九条规定：“勘察、设计单位必须按照工程建设强制性标准进行勘察、设计，并对其勘察、设计的质量负责。”这些法律法规条文均表明了规范、标准对保证工程质量与安全的重要性，也对工程专业应用型人才查阅与应用规范的能力提出了更高的要求。

教材编写多注重知识的条理性，但时效性较差，若要确保设计参数的正确性，即需查阅相应规范。基础知识掌握不牢固、课程知识未形成体系导致的部分问题，也能通过查阅规范得到解决——规范对不同建筑类型应设置的系统类型、每种系统的详细做法与关键参数，均进行了详细规定。但在学生毕业设计过程中存在最多的就是与规范有关的问题。

比如学生设计说明中引用的不是现行规范；又比如，在查看学生图纸过程中，发现自动喷水灭火系统中配水支管上喷头数量不对，或报警阀组控制的喷头数量不对，其实质都是对规范内容的不熟悉；再比如，在答辩环节向学生提问“生活给水系统、消火栓给水系统、自动喷水灭火系统的分区原则分别是什么”，学生不能很好地回答，也反映出其对规范不熟悉，或可能是直接嵌套参考资料的思路、没有查

阅与应用规范的意识。

5.5. 工程表达能力有待提升

本科生毕业设计主要通过绘图与撰写设计说明来表达工程意图。

在制图方面，除去制图技巧方面的问题，主要反映出的还是学生欠缺对工程的理解。比如计算草图一般采用“轴测图”画法，以 Z 轴表示竖直方向，有的学生对“轴测图”概念未掌握好，绘制计算草图时 XOY 平面画直角，XOZ 平面也画直角，立管与干管交汇时学生自己会混淆高程数据。再比如，学生中普遍反映出系统图和平面图不能很好对应的问题，以高层宾馆建筑给水排水系统设计为例，很多同学在系统图中可以正确绘制分区，但还是会只用一张图来表示所有标准层的给排水平面图，忘记分区临界层会布置横管，缺少把关键层单画出来的意识。

计算书中存在的主要问题是条理性不佳，工程表达不规范。一部分可归因于设计思路不清晰，另一部分则是由于缺乏训练。

6. 基于工程教育认证标准的毕业设计改革措施

本课题组基于工程教育认证标准，借鉴国际工程教育界主流教育方法——成果导向教育(OBE)，以学生综合发展为中心，以毕业设计课程目标作为评价课程质量的准绳，针对学生在毕业设计过程中反映出的具体问题，以提升学生能力为目标，制定了具体的改革措施。

6.1. 紧抓开题报告，以形式要求促进内容规范

学生在毕业设计过程中，除去设计内容上反映出与课程目标的差距，在形式环节上也有一些共性问题。比如开题报告完成度不高，许多同学为了应付检查从教材或其他参考资料中拼凑出内容，并未对建筑特点、设计指标、设计思路、方案比选等工作进行深入思考。这也是学生基础知识掌握不牢固，课程知识体系不健全的表现之一。

对此，一方面可以通过加强开题报告质量审核、提高开题报告在最终成绩中占比等方式，提高学生对于开题报告的重视；另一方面可以通过细化规定开题报告的内容，如表 2 所示，促使学生在完成开题报告的过程中复习课程知识，整理知识体系，梳理设计思路，确定设计指标，优化设计方案。

Table 2. Detailed plan for the opening report of the graduation design in the field of “Building Water Supply and Drainage Engineering”

表 2. “建筑给水排水工程”方向毕业设计开题报告内容细化方案

现有框架	任务拆解	内容细化
一、开题依据(研究目的、意义及国内外研究概况，附主要参考文献)	1.1 研究目的与意义	依据自己理解填写。
	1.2 国内外研究概况	(1) 依据建筑类型，查询相关规范，确定工程设计涉及的系统类型； (2) 详细阐述每种系统的内部分类、适用场景及优缺点，进行方案比选。
	1.3 参考文献	要求包括： (1) 经典教材； (2) 现行规范； (3) 期刊文献。

Continued

二、主要研究内容(说明研究课题的具体内容及课题的新颖性,并明确重点解决的科学问题及预期结果)	2.1 设计内容	
	2.2 课题的新颖性	依据自己理解及查阅资料结果填写,此部分不做硬性要求。
	2.3 重点解决的问题	
	2.4 预期结果	
三、研究方案(研究方法、研究工作的总体安排和进度,理论分析、计算、实验方法和步骤及其可行性,可能遇到的问题及解决办法)	3.1 研究方法	应包含文献研究法、概念分析法、比较研究法等,需阐述研究方法的应用场景。
	3.2 毕业设计进度	根据学生升学、就业的实际情况制定,需与导师讨论可行性。
	3.3 理论计算方法	需对不同系统中涉及的计算进行整理,并依据建筑类型确定计算中的关键参数。
	3.4 可能遇到的问题及解决办法	依据自己理解填写。

6.2. 总结易错点,帮助学生巩固重点难点

针对学生掌握欠佳的部分,指导老师应详细记录每届学生的情况,对其在毕业设计过程中出现的错误进行总结分类,并采取对应措施。

作者在指导学生毕业设计的过程中即把学生的易错点分为三类,分别为:基本概念类、工程认知类、工程表达类。对于基本概念类,需要回归教材,结合不同教材的讲授方式,综合不同侧重方面,针对毕业设计中的具体问题重新对基本概念及关联知识进行全方位解读;对于工程认知类,可以从互联网上查找图片、视频等,向学生展示毕业设计中涉及的典型工程设计与施工方法,以更直观的方式拓展学生的工程视野;对于工程表达类,则需要建立学生在毕业设计中的“典型错题集”,将学生的错误做法与对应的正确做法对比展示,打通学生从“知道”到“做到”的最后一个环节。

在此基础上总结更新学生在毕业设计中出现的问题合集,在下一届学生设计开题后对其进行集中指导,可以帮助其对理论与实践知识进行查漏补缺,巩固重点难点,也可以提高毕业设计的质量,保证毕业设计工作的顺利进行。

6.3. 划分设计单元,建立设计指标与工程规范的联系

作者在指导毕业设计过程中发现,若把工程规范条文及对应解析告知学生,学生大多可以对应改正设计中的错误。因此,学生在查询与应用规范方面的能力欠缺,主要由于学生不知道规范规定了哪些内容,故而无法将规范内容与工程设计联系起来。但若要求学生通读规范,学生也难从繁杂的条文中抓住重点,依然不知道规范应如何应用。因此在学生将理论知识转化为实践经验的毕业设计过程中,在查阅与使用规范的环节是最需要老师指导的。

以集商业和宾馆于一体的一类高层建筑的给水排水系统设计为例,可将设计工作划分为六部分,分别为:生活给水系统、热水系统、生活排水系统、雨水系统、消火栓系统、自动喷水灭火系统。按照既定流程,学生应已在开题报告的1.2节中进行了系统划分与方案比选,并在开题报告的3.3节中回顾了每个系统中涉及的计算。在此基础上,指导老师可以帮助学生进一步梳理每个系统的设计思路,细化设计指标,确定每个指标对应的设计任务,以及每个任务对应的规范条文。表3以消火栓系统为例说明如何建立设计指标与工程规范的联系。由于一个设计任务可能牵涉到不同的规范或同一部规范的不同章节,同一个章节的条文也可能与不同的设计任务相对应,因此需要对设计流程与规范内容十分熟悉的老师来指导学生完成一系列的工作。通过一个工程中六个系统设计的训练,学生将会大致了解常用规范的分

与内容，并初步掌握规范查阅与应用的方法。

Table 3. Correlation between design parameters, design tasks, and engineering standards (illustrated using the fire hydrant system)

表 3. 设计指标、设计任务与工程规范的对应关系(以消火栓系统为例)

设计指标	设计任务	对应规范
1. 建筑分类	确定建筑分类	建规* 5.1 建筑分类和耐火等级
2. 消火栓设置场所	确定消火栓布置情况	建规 8 消防设施的设置 8.1.2 (市政消火栓) 8.1.3 (消防水泵接合器) 8.2.1 (室内消火栓)
3. 消火栓设计流量	(1) 确定建筑物室外消火栓设计流量 (2) 确定建筑物室内消火栓设计流量	消水规* 3.3.2 (室外消火栓设计流量规定) 消水规 3.5.2 (室内消火栓设计流量规定)
4. 室外消火栓给水系统	确定室外消火栓布置位置及数量	消水规 6.1.5 (位置) 7.3.2 (数量)
5.1 系统选择	(1) 确定室内消火栓给水系统 (2) 确定室内消火栓给水系统分区	消水规 2.1.2~2.1.4 (消防给水系统分类及概念) 6.1.8/6.1.9 (选择原则)
5.2 消火栓保护半径及布置间距	(1) 确定消火栓布置原则 (2) 计算消火栓保护半径	消水规 7.4.3/7.4.5/7.4.7 (消火栓布置位置要求) 消水规 10.2 消火栓 7.4.6/7.4.10/7.4.12 (消火栓布置间距要求)
5.3 消火栓口水压计算	确定消火栓口所需水压 (计算公式见教材)	消水规 7.4.2/7.4.8/7.4.12 (消火栓压力要求)
5.4 消火栓系统水力计算	(1) 消火栓给水管网计算简图，确定最不利立管与最不利消火栓 (2) 行消火栓给水系统水力计算并选定消防水泵 (参考教材 13.4 节设计例题)	消水规 8.1.2/8.1.5/8.1.6 (管网一般规定) 10.1.9 (管网水力计算规定) 3.5.2 (建筑物室内消火栓流量)
5.5 减压装置计算	计算减压孔板	消水规 7.4.12 (消火栓栓口压力规定) 10.3 减压计算
5.6 消防水泵接合器	确定消防水泵接合器数量及型号	消水规 5.4 消防水泵接合器
6. 消防用水量	计算消防用水量	消水规 3.1.1 (火灾起数) 3.1.2 (消防用水量) 3.6.1 (一起火灾灭火用水量) 3.6.2 (消火栓系统火灾延续时间) 自喷规* 5.0.16 (自动喷水灭火系统持续喷水时间)

Continued

7 高位消防水箱	(1) 确定高位消防水箱容积	消水规 6.1.9 (高位消防水箱设置要求) 5.2.1 (高位消防水箱容积要求)
	(2) 校核高位消防水箱最低有效水位是否满足消火栓系统最不利点处静水压力	消水规 5.2.2 (高位消防水箱压力要求)
8 消防水池	确定消防水池容积中消火栓系统的部分 (自动喷水灭火系统部分等该部分计算结束后可得)	消水规 4.3 消防水池

注：建规：《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018 年版)；

消水规：《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014；

自喷规：《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084-2017。

7. 结语

在以 OBE 为核心理念的工程教育认证标准中，“毕业生素质和职业能力”既是产出要求，又是制定课程目标、开展教学设计与进行考核评价的基础。以代表知识难度低但碎片化程度高、教材编写体系陈旧、与工程规范结合紧密的“建筑给水排水工程”方向毕业设计为例，针对学生基础知识掌握不牢固、课程知识体系不健全、工程认知缺乏、查阅与应用规范的能力欠缺和工程表达能力有待提升等问题，提出以形式要求促进内容规范、帮助学生巩固重点难点、建立设计指标与工程规范的联系等教学改革措施，出发点与落脚点均为提升学生能力。工程知识是“鱼”，获取工程知识的能力才是“渔”。仲恺农业工程学院给排水科学与工程专业希望能通过面向工程教育认证的毕业设计训练，提高学生巩固知识核心、构建知识框架、条理知识逻辑、拓展知识范围的通用能力，授之以渔，使其能在更广阔的范围内更优质地完成与工程相关的工作。

基金项目

2022 年度广东省本科高校在线开放课程指导委员会研究课题(2022ZXKC233)；教育部高等学校给排水科学与工程专业教学指导分委员会 2022 年度教育教学改革研究项目(GPSJZW2022-06)；教育部新工科研究与实践项目(E-TMJZSLHY20202115)。仲恺农业工程学院 2022 年校级本科教学质量与教学改革工程项目(60)。

参考文献

- [1] 教育部. 多视角多层次多维度呈现中国工程教育质量第一份《中国工程教育质量报告》“问世”[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/201411/t20141113_178168.html, 2014-11-13.
- [2] 教育部学校规划建设发展中心. 新工科下人才培养“OBE”模式[EB/OL]. <https://www.csd.edu.cn/article/2767.html>, 2017-07-13.
- [3] 华尔天, 计伟荣, 吴向明. 中国加入《华盛顿协议》背景下工程创新人才培养的探索与实践[J]. 中国高教研究, 2017(1): 82-85.
- [4] 李伟英, 高乃云, 李树平, 等. 《建筑积水排水工程》课程教学改革与研究[J]. 给水排水, 2007, 33(11): 87-89.
- [5] 赵雅光. 《建筑给水排水工程》课程教学思考[J]. 教育现代化, 2019(61): 129-131.
- [6] 蒋维卿, 康华, 孙大群, 等. 建筑给水排水工程课程教学模式探索与实践[J]. 长春工程学院学报(社会科学版), 2020, 21(2): 112-115.
- [7] 张玥, 俞晓冬. 毕业设计课程实施方案初探[J]. 中国教育技术装备, 2021(19): 91-92, 99.
- [8] 钟金明, 邓元龙. 新工科产学研深度融合的毕业设计模式研究[J]. 高教学刊, 2022, 8(21): 89-92.

- [9] 艾心荧, 郑愚, 孙璨, 等. 新工科建设背景下土木工程专业毕业设计改革与实践[J]. 高教学刊, 2022, 8(2): 131-136.
- [10] 任伟成, 翟羽佳, 李富平, 等. 工程教育专业认证背景下毕业设计(论文)培养模式探索[J]. 华北理工大学学报(社会科学版), 2022, 22(2): 100-105.
- [11] 顾涵, 房勇. 基于工程教育专业认证标准和 OBE 理念对毕业设计环节的创新探索与实践[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(11): 209-212.
- [12] 王洪欣, 胡国兵. 基于 CIPP 的本科毕业设计动态评价研究: 模型、指标体系及方案设计[J]. 黑龙江高教研究, 2022, 40(5): 44-50.