

基于新工科 OBE 理念的毕业设计实训教学模式探索

孙晓庆 卞建民* 王宇

吉林大学新能源与环境学院

摘要: 实验研究类毕业设计是工科类院校培养学生能力的实践教学环节之一,但本科生仍然存在对解决专业领域科学问题的实践教学认识不足的问题。对此,本文以 2 届工科本科毕业生实验研究类毕设开展过程为例,阐释在新工科背景下,OBE 教育理念的引入,对于工科类本科生的毕业设计尤其实验研究类毕业设计指导的促进作用,以科学问题的提出并阐述-设计方案-解决问题为主要思路,围绕问题开展实验类毕业设计,过程中辅以指导教师针对毕设各阶段的精准指导监督,从而达到实验研究类毕业设计的顺利开展及完成。本文开展的工科类实验类毕业设计教学改革研究以期同类专业院校提供借鉴。

关键词: 实验研究; 毕业设计; 新工科; OBE 理念

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2025.02.026

引言

工程教育认证坚持“学生中心、产出导向、持续改进”的三大核心理念,是工程专业学生走向世界、获得国际认可的通行证。在工程教育专业认证体系中,毕业设计是培养学生解决复杂工程问题能力的重要环节^[1-3],培养学生综合运用所学的理论专业知识,独立撰写论文的一个重要过程^[4-5]。针对工科类专业,实验是解决专业相关科学问题的重要技术手段,实验研究类毕业设计作为重要的实践教学环节之一,毕业论文应包括文献综述、研究方法、实验装置、实验验证、数据分析等内容^[6-7]。然而,目前工科类本科生对解决科学问题的实验技术手段不甚了解^[8-10],随着新工科全面工程教育理念在工科教育中的充分体现和实践,培养学生不仅具有解决工程问题的专业知识、技术能力,还具有全球视野、人文精神和创新能力,及持续学习新技术的习惯,为改善目前的实验研究类毕设对学生培养质量低的问题提供了有效途径。目前我国工程专业认证采用的是美国、加拿大等国家教育改革的主流理念:OBE(Outcome based education),是产出导向教育,也称为成果导向教育或能力导向教育^[11],以学生体系发展为中心,通过理论和实践、多元化的教学,调动学生学习的积极性和主动性,以学生的学习成果为起点,加大学生创新能力的培养^[10]。以 OBE 为导向的学生能力培养模式的实践教学方法,为新工科背景下高校提升人才培养质量提供了一条值得借鉴的可行途径。

本文针对 2 届实验研究类毕业设计课题完成过程,从科学问题的提出、实验方案的设计、实验结果数据分析等 3 个方面,开展基于新工科 OBE 理念的实验研究类毕业设计教学改革实践研究,为同类工科院校的毕业设计课题优质完成提供借鉴。

一、毕业论文中科学问题的提出

毕业设计是本科生在校的最后一个实践教学环节,毕业生通过综合应用本科期间学习的专业理论知识,解决专业领域的科学问题。因此,科学问题的提出对于本科毕业设计非常关键。本文所开展本科毕业设计针对的科学问题属于地表水与地下水交互关系研究,毕设 1 聚焦在河流与岸边地下水不同交互方向下,二者水量溶质

交互问题,毕设 2 则集中关注湖泊与周边地下水,在地下水水位变化下二者的交互问题,两个问题均重点解析地表地下水交互过程对水体溶质迁移变化的驱动作用。

二、围绕科学问题设计实验方案

2 个毕设课题均采用自主研发的地表水地下水交互过程模拟的装置,分别开展河流地表水与地下水化学特征研究及其交互模式分析、湖泊与周边地下水交互下水氮变化及通量模拟研究。

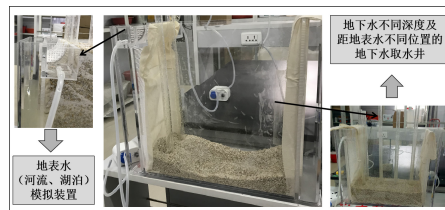


图 1 地表水地下水交互过程模拟的装置

(一) 河流地表水与地下水化学特征研究及其交互模式分析实验方案。采用地表水及地下水交互模拟实验装置,装填粗中砂及细砂两种含水层介质,模拟上升流(地下水补给河流地表水)、下降流(河流地表水补给地下水),总结不同水体中 NH_4^+ 、 Cl^- 的变化规律,开展顺直河流与傍河流域地下水的交互模拟实验研究。

某顺直河道,全年平均河流水位为 5m,平均流速为 $1.61\text{m}^3/\text{s}$ 。傍河流域范围内,浅水含水层厚度约 30m,潜水位埋深 5-10m。以此为实验对象,设计 2 组实验:河流补给地下水、地下水补给河流,分时段测试 Cl^- 、 NH_4^+ ,分析河流及傍河流域地下水在不同渗透系数含水层介质下化学指标变化规律,探究地表水地下水交互过程。

(二) 湖泊与周边地下水交互下水氮变化及通量模拟研究实验方案。设计实验模拟湖泊与地下水水体交互过程,探索不同水体交互方向下的水氮变化规律,重点查明水体交互下地下水不同深度水平方向水氮变化。

实验介质设定为粗砂、土混细砂、沙壤土混细砂,分为 3 个土层填装实验槽。实验控制湖泊地表水位不变,地下水位分别从高到低设置 2 组,记录实验中相应水位数据,分析湖泊及周边地下水在不同水位差下化学指标变化规律,模拟湖泊地表水与周边地下水交互过程。

三、基于实验数据解决科学问题

实验方案设计基础上,开展实验操作,获取实验数据:地表水与地下水的指标检测数据,采用数据图或表的形式进行数据处理与分析,深入解析各种不同情境下地表水(河流或湖泊)与地下水的交互过程及溶质变化规律。

(一) 河流地表水与地下水交互模式毕设课题分析样品检测及数据处理。实验获得的水样中氯离子测试采用传统的硝酸银滴定法,铵根离子采用纳式试剂分光光度法测试,针对粗中砂和细砂两种介质下,河流地表水与地下水不同交互方向下各水样氯离子和铵根离子的测试结果见图2、图3。粗中砂、细砂两类含水层介质下,分为地表水补给地下水和地下水补给地表水两类。运用变量控制思想,补给有浓度的水溶液,通过调整水位高低达到补给方向的控制,分段取地表河流下游水样及地下水井水样,分析离子迁移变化规律。

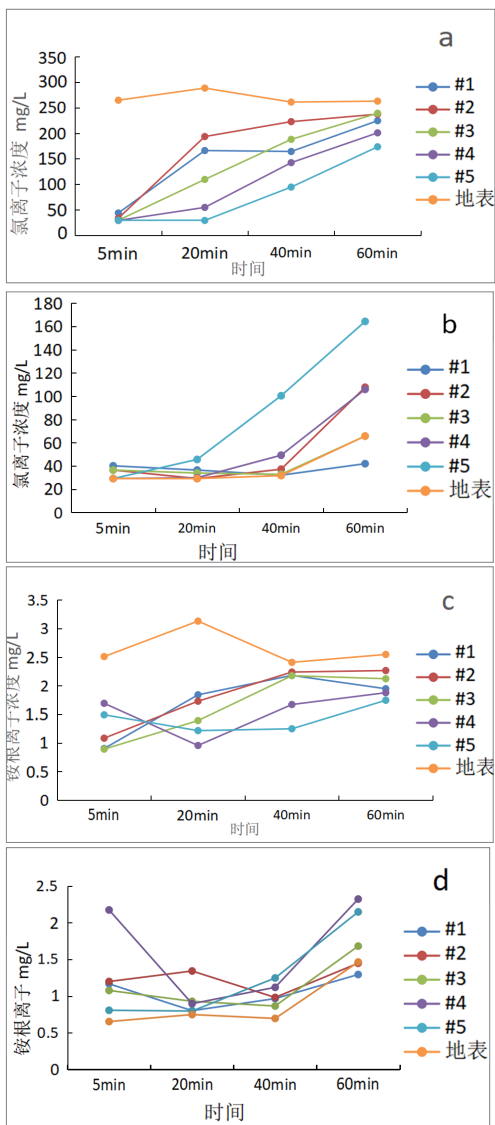


图2 a 粗中砂介质-地表水补给地下水-氯离子浓度变化趋势; b粗中砂介质-地下水补给地表水-氯离子浓度变化趋势; c 粗中砂介质-地表水补给地下水-铵根离子浓度变化趋势; d 粗中砂介质-地下水补给地表水-铵根离子浓度变化趋势

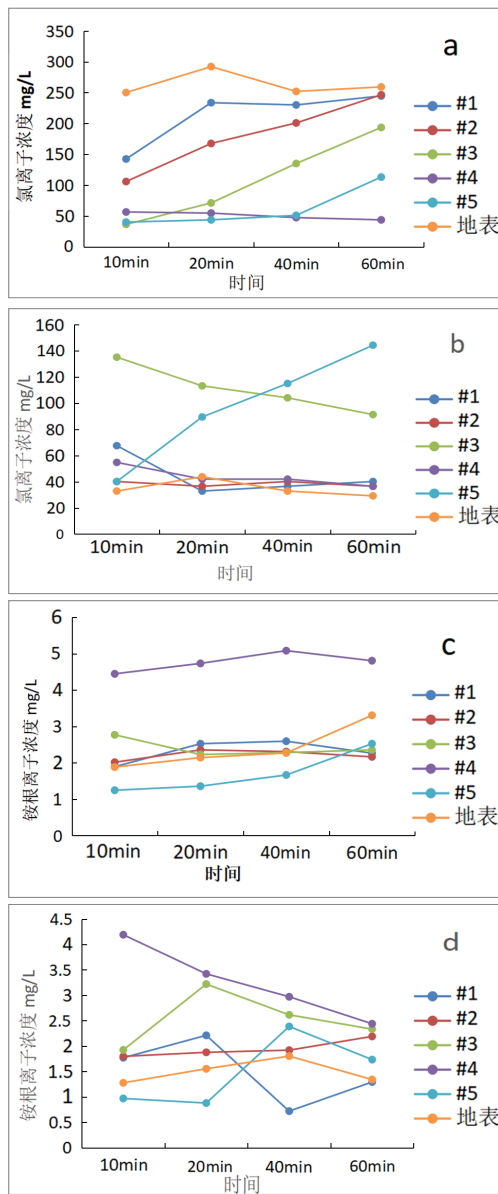


图3 a 细砂介质地表水补给地下水氯离子浓度变化趋势; b 细砂介质地下水补给地表水氯离子浓度变化趋势; c 细砂介质地表水补给地下水铵根离子浓度变化趋势; d 细砂介质地下水补给地表水铵根离子浓度变化趋势图

(二) 湖泊与周边地下水交互研究毕设课题样品检测及数据处理。采用Q-3N便携式三氮组合快速检测箱检测铵氮离子浓度,同时采用台式电导率仪测量水样电导率。针对不同地下水控制水位条件,获得各水样的氯离子和铵根离子的测试数据,部分结果数据见表1、2。

表1 相对高水位下水样铵根(以N记)测试数据

监测井 序号	铵根 (mg/L)				地表水	地下水 (30min)
	5min	35min	65min	95min		
1	2.44	1.63	2.05	1.48		
2	1.66	1.62	1.77	3.4		
3	1.34	2.5	3.18	2.85	3.06	1.13
4	1.37	2.02	1.82	2.01		
5	2.03	1.65	1.91	1.1		

表2 相对低水位下水样氯离子 / 电导率测试数据

监测井 序号	氯离子 ($\mu\text{s}/\text{cm}$) / 电导率				地表供水初始	地下供水初始
	5min	35min	65min	95min		
1	486	613	629	701		
2	711	717	690	701		
3	1880	1090	669	673	983	830
4	707	679	643	646		
5	392	421	423	441		

设计室内水体交互驱动下铵态氮迁移实验, 基于实验数据, 分析获得铵态氮在地表水入渗补给地下水作用下, 地下水不同位置上的铵态氮浓度变化, 阐释水体交互驱动铵态氮迁移变化规律。

四、基于新工科 OBE 理念的实验类毕业设计教学实践

(一) 实验方案开展前课题讲解要点解析。毕业设计的课题由指导教师提出, 供本科生选择开展, 目前存在的问题, 在选定课题之后, 学生快速进入研究工作, 查找文献, 总结课题的研究意义及以往的研究成果, 但对毕业课题涉及的科学问题没有清晰的认识, 不利于对整体毕设过程的逻辑把握。导致实验目的不明确对于实验方案合理性设计影响极大, 科学问题与实验目的等对检测指标的选择及数据分析的方向性等均有指导意义。因此, 以结果为导向的 OBE 理念的指导非常有必要需贯穿毕设过程的始终, 确保学生把握毕设课题的方向性。

(二) 实验方案开展期间指导监督重点剖析。学生的就业、考研与毕设课题完成时期时常交织一起, 相比毕设, 学生通常更为关注决定接下来人生进程的就业或考研, 留给毕设的时间和精力有限。基于此, 要求指导教师在学生开展毕设过程中, 分阶段指导监督学生的工作, 尤其实验研究类毕设课题, 在实验的各阶段需设定可考核的指标, 以便分阶段推进学生的实验研究进程, 避免毕业设计各环节步骤拖延, 后期的赶工导致论文粗制滥造问题的发生。实验各环节可考核指标的制定, 有助于学生清楚的认识各阶段需要完成的内容, 体现了 OBE 理念中可考核的评价指标体系的建立。

综上所述, 在实验研究类毕设指导中, 将新工科 OBE 理念全面贯穿其中, 有助于学生清晰认识要解决的科学问题, 围绕科学问题, 设计实验方案, 完成研究工作, 针对各阶段制定具有考核性的具体完成指标, 使得监督有的放矢, 推进毕设各阶段的工作进程, 避免赶工导致的论文粗制滥造, 提升论文完成水平。

结语

(1) 基于实验研究类毕设实践, 明晰科学问题, 明确实验目的, 设计实验方案, 开展实验研究, 体现新工科 OBE 教育理念。围绕地表水与地下水交互关系为科学问题, 明确模拟二者之间水量溶质迁移为目的, 设计地表与地下水交互模拟实验方案, 针对河流与湖泊地表水与周边地下水在水位变化下的水量溶质变化规律开展研究。2 个毕设课题的实践过程, 深入体现了新工科 OBE 的成果导向教育理念, 在明确毕设科学问题前提下开展相关研究, 并且整个过程以提出问题 - 研究问题 - 解决问题为路线开展实验毕设工作。

(2) 设定可考核的阶段完成指标, 精准指导监督, 推进毕设进程。针对实验研究类毕设方案, 设定各阶段可考核的具体指标, 实现对毕设学生的精准指导监督, 指导毕设学生合理安排时间, 推进毕设进程, 避免因就业、考研导致实验研究类毕设为追赶进度导致粗制滥造。

参考文献

- [1] 孙丽男, 苏丹, 唐肇. 地方高校新工科人才培养模式优化策略研究——基于工程教育认证中成果导向视角 [J]. 黑龙江教师发展学院学报, 2022, 41 (09): 7-11.
 - [2] 陈铎, 孙曙光, 王曦. “新工科”背景下基于 OBE 理念的环境工程专业人才培养探索 [J]. 井冈山大学学报 (自然科学版), 2022, 43 (04): 92-98.
 - [3] 段园培, 余小鲁, 邢昌. 基于 OBE 理念的地方高校工科专业人才培养探析——以 A 大学材料成型及控制工程专业为例 [J]. 铜陵学院学报, 2022, 21 (03): 122-125.
 - [4] 黄宝忠. 从“大工程观”到“大教材观”: “新工科”人才培养与教育出版创新 [J]. 浙江大学学报 (人文社会科学版), 2018, 48 (05): 105-117.
 - [5] 孙丽华, 韩晓慧, 王慧, 赵静. 基于 OBE 理念的“电力工程”课程教学设计与教学改革 [J]. 河北科技大学学报 (社会科学版), 2021, 21 (03): 64-68.
 - [6] 马学瑾, 王卫华. 行业特色型大学新工科建设之路径 [J]. 武汉理工大学学报 (社会科学版), 2020, 33 (04): 162-168.
 - [7] 纪仁杰, 刘永红, 蔡宝平. 基于专业认证和复杂工程问题的毕业设计改革与实践 [J]. 高教论坛, 2020 (12): 37-41+65.
 - [8] 沙金, 郑斯斯. 工程教育认证背景下毕业要求达成度评测研究 [J]. 湖北师范大学学报 (自然科学版), 2021, 41 (03): 50-57.
 - [9] 陶志阔, 陈琳. 关于实验研究类毕业设计 (论文) 的一些思考 [J]. 教育教学论坛, 2012 (29): 87-88.
 - [10] 牛金星, 李恒灿. 面向工程教育认证的测控技术与仪器专业毕业设计分析 [J]. 教育教学论坛, 2018 (28): 233-234.
 - [11] 张盼, 齐立强, 付东. 基于工程认证的环境工程毕业设计改革探索 [J]. 高教学刊, 2021, 7 (22): 150-153.
 - [12] 孟祥红, 齐恬雨, 张丹. 从课程支撑到能力整合: 工程教育专业认证“毕业要求”指标研究 [J]. 高等工程教育研究, 2021 (05): 64-70.
- 基金项目: 吉林大学实验技术项目 (SYXM2023b029); 吉林省高等教育教学改革研究 (一般) 课题 (JGJX2022D26); 吉林大学校级教学改革研究 (一般) 课题 (2021XZC069); 吉林省高等教育教学改革研究 (重点) 课题 (JLJY202157106481); 吉林大学校级教学改革研究 (重点) 课题 (2021XZD044); 吉林省自然科学基金项目 (20220101173JC)。
- 作者简介: 孙晓庆 (1986-), 女, 吉林松原人, 博士, 实验师, 主要研究方向水文地质学科实践教学环节改革与创新。