

# 地质工程专业“地下水动力学”课程教学改革与实践

穆文平, 杨国香, 罗志华

中国地质大学(北京)工程技术学院, 北京

收稿日期: 2026年4月8日; 录用日期: 2026年6月19日; 发布日期: 2026年6月30日

## 摘要

“地下水动力学”是中国地质大学(北京)地质工程专业本科生的一门专业课程, 文章围绕地质工程专业培养目标, 主要介绍课程目标与改革思想、课程教学内容与团队、课程教学模式、课程教学特色与效果等四个方面的内容。课程在注重渗流基础理论学习的同时, 强化渗流理论在工程实践中的应用, 课程旨在培养地质工程领域渗流理论与工程应用的高素质人才, 该课程的教学改革探索可为类似课程的教学改革提供参考和借鉴。

## 关键词

课程目标, 课程内容, 教学模式, 教学特色, 教学效果

# Teaching Reform and Practice of “Groundwater Dynamics” Course in Geological Engineering Major

Wenping Mu, Guoxiang Yang, Zhihua Luo

School of Engineering and Technology, China University of Geosciences (Beijing), Beijing

Received: April 8, 2026; accepted: June 19, 2026; published: June 30, 2026

## Abstract

“Groundwater dynamics” is a core course for undergraduates of geological engineering at the China University of Geosciences (Beijing). Focusing on the training objectives of geological engineering major, this paper mainly introduces four aspects, and they are respectively the course objectives and reform thought, the course teaching content and team, the course teaching mode, the course

teaching characteristics and effect. While focusing on the study of basic seepage theory, the course strengthens the application of seepage theory in engineering practice. The course aims to cultivate the high-quality talents of seepage theory and engineering application in geological engineering field. The teaching reform exploration of this course can provide reference for the teaching reform of similar courses.

## Keywords

Course Objectives, Course Content, Teaching Mode, Teaching Characteristics, Teaching Effects

Copyright © 2026 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. 前言

目前国内地质工程、地下水科学与工程、水文与水资源工程等专业开设地下水动力学课程。学者们围绕课程开展了教学改革研究,刘守强等学者提出了基础理论、室内实验以及野外试验“三位一体”结合的教学模式[1],王锦国等学者提出了从课程体系、教学内容、教学方法以及教学手段等方面深化改革[2],王超月等学者注重教学过程中数学模型构建的讲解[3],曾献奎等学者开展了线上与线下混合式教学实践,赵锐锐等学者也开展了类似的教学研究工作[4][5],文章等学者从教学内容改革、实验条件、师资队伍、随堂测验以及课程设计等方面提出了教学改革[6]。童新等学者从优化教学内容、强化实践实用性、融合多元教学途径、突出学生地位等方面开展了课程建设新途径[7],许光泉等学者提出针对不同专业制定不同的教学内容[8]。

OBE (Outcomes-Based Education)即成果导向教育, OBE 理念以学生最终学习成果为导向,逐渐受到国内外工程教育领域的关注。强调“以学生为中心”和“持续改进”的教育原则,与传统教育模式相比,更注重学生能力的达成与个性化发展。徐树媛基于 OBE 理念从教学目标、教学内容、教学模式以及教学手段方面开展了地下水动力学课程教学改革研究[9],同样赵娟等学者以学生最终学习效果为导向,将 OBE 理念融入到《地下水动力学》课程教学改革中,以期提高教学质量[10]。

中国地质大学(北京)“地下水动力学”课程可追溯到上世纪 60 年代,课程历史底蕴深厚,目前该校地质工程、地下水科学与工程、水文与水资源工程等本科专业开设地下水动力学课程,以往选用薛禹群院士和吴吉春教授主编的《地下水动力学》教材,该教材主要是面向地下水科学与工程、水文与水资源工程等本科专业编写的国家级规划教材。由于各个专业的培养目标不同,就业领域不同,因此课程教学内容也应该各有侧重。该校地质工程专业为适应国家重大工程建设与地质环境保护等国家战略对地质工程人才的需求,立足专业特色,以 OBE 为导向进行人才培养方案的调整,在“厚基础、宽口径”的前提下提出了“重实践、精专业”的培养方针[11]。在此基础之上,结合国内外在地下水动力学教学改革的研究成果,教学团队从课程目标、教学内容与团队、教学模式、教学特色与教学效果等方面开展了教学改革。

## 2. 课程目标

地质工程专业是中国地质大学(北京)的国家级一流本科专业建设点,该专业历史底蕴深厚,特色鲜明,依托于我校“地质资源与地质工程”双一流建设学科。该校地质工程专业招收 3 个教学班,2 个招生方

向,一个方向是岩土钻掘方向,另一个方向是工程地质方向,我校地质工程专业(工程地质方向)特色鲜明,定位明确,主要培养系统掌握地质学、工程地质学、岩土力学以及地球探测的理论与方法,并在国土空间规划、能源矿业开发、水利水电工程、交通工程、城乡建设等领域从事工程地质相关的勘察、设计、施工以及管理等工作的复合应用型人才,课程模块主要有通识教育课程群、基础地质学课程群、岩土力学群和工程地质课程群。《地下水动力学》是工程地质课程群的专业核心课程,该课程是研究地下水渗流理论及其工程应用的一门课程[1][2]。以往的教学过程中局限于薛禹群和吴吉春主编的《地下水动力学》教材中的教学内容,并且教学理念陈旧、教学模式单一,学生互动效果差,教学效果评价单一,不利于培养地质工程专业的学生应用渗流理论解决水动力型地质灾害防治、水利工程渗流控制以及地下工程突水难题的实践能力。因此,课程面向国家重大工程建设与地质环境保护等国家需求,重构教学内容、强化实践应用,创新教学模式、激发学习兴趣,构建多元评价体系、注重效果达成,实现“以教为中心”向“以学为中心”转型升级。

### 3. 课程教学内容与团队

#### 3.1. 课程教学内容

课程教学内容是提高人才培养质量的关键要素,本课程的总课时为32学时,依据课程目标和学时要求,课程团队遵循“基本概念-渗流基本理论-完整井渗流-工程应用”的思路来组织教学内容,主要设计6章内容,前三章为渗流基本概念、理论以及完整井流;后三章为渗流在基坑工程、水利工程和矿山工程中的应用,具体如下:第1章:地下水渗流的基本概念,4个学时;第2章:地下水渗流的基本理论,8个学时;第3章:地下水向完整井渗流,8个学时;第4章:基坑工程渗流计算,4个学时;第5章:水利工程渗流计算,4个学时;第6章:矿山工程渗流计算,4个学时,每一章详细内容见表1。

Table 1. Teaching content and class hour allocation

表 1. 授课内容与课时分配

| 各章序号 | 主要内容       | 教学重点和难点   | 课时分配 |
|------|------------|---|------|
| 1    | 地下水渗流的基本概念 | 主要介绍水和多孔介质的压缩性,水文地质参数(渗透系数、贮水系数等),渗流的运动要素。                        | 4    |
| 2    | 地下水渗流的基本理论 | 主要介绍 Darcy 定律及渗流分类,渗流连续性方程,承压水运动偏微分方程,潜水运动偏微分方程,渗流数学模型。           | 8    |
| 3    | 地下水向完整井渗流  | 主要介绍承压水向完整井的稳定渗流,潜水向完整井的稳定渗流,承压水向完整井的非稳定渗流,潜水向完整井的非稳定渗流,水文地质参数计算。 | 8    |
| 4    | 基坑工程渗流计算   | 主要介绍降水参数确定,基坑涌水量计算,降水井设计,工程实例。                                    | 4    |
| 5    | 水利工程渗流计算   | 主要介绍均质透水地基的渗流计算,不透水地基上均质土坝渗流计算,工程实例。                              | 4    |
| 6    | 矿山工程渗流计算   | 主要介绍竖井井筒涌水量计算,水平巷道涌水量计算,采空区涌水量计算,工程实例。                            | 4    |

依据我校地质工程专业的办学特色,与原课程教学内容相比,简化了渗流基础理论,更加突出重点,核心公式必须板书推导,旨在培养学生地质概念模型建立与数学建模相结合的能力。取消了地下水向非完整井的运动,非饱和带地下水运动以及地下水中溶质运移与热量运移等面向水文与水资源工程和地下水科学与工程等专业的教学内容,增加了渗流基础理论在基坑工程、水利工程和矿山工程中应用,突出了地下水渗流在地质工程领域的应用[3][4],下文以基坑工程渗流为例介绍。

基坑工程渗流计算教学过程包括课程导入、知识讲解、课堂讨论以及课后作业。通过实际基坑涌突水事故照片引入本节教学内容,依托动画帮助学生理解基坑降水过程。通过典型基坑降水水文地质剖面图,介绍基坑渗流的基本概念。基于前述学习的地下水向完整井的稳定渗流理论,引导学生通过水文地质剖面图确定基坑水位降深、基坑等效半径、抽水计算影响半径以及含水层渗透系数。利用裘布依公式计算基坑涌水量、单井抽水量、抽水井数量以及间距。在课堂教学中组织讨论影响基坑涌水量的主要参数有哪些?课后作业布置基坑降水设计CAD图绘制。通过理论教学与工程实践紧密结合,提高了学生毕业设计能力。

### 3.2. 课程教学团队

教学团队是教学质量的重要保障,教学团队现有教授1人,副教授3人,讲师1人,全部具有博士学位,教学团队年龄结构合理,教学团队成员身处教学与科研的第一线,熟悉国内外地下水动力学课程教学情况,注重将最新的科研成果转化为教学资源,同时教学过程中结合工程难题培养科研灵感。教学团队定期召开教学研讨会,讨论授课重点、难点以及学生教学反馈情况,教学团队中的教师专长各有不同,根据每一位教师的专业特长,确定每一位任课教师的授课内容,充分发挥每一位老师的专业特长,如穆文平老师主要负责渗流基本理论和矿山工程渗流计算。

教学团队密切关注地下水渗流的最新前沿和工程难题,培养学生的学习兴趣。教学团队成员积极参加学校组织的青年教师教学基本功大赛,不断提高自身的教学设计水平和展示水平。授课团队积极申请学校教学研究与改革研究项目,不断提高团队的教学水平。此外,教学团队也积极参加“高等学校地球科学虚拟仿真、人工智能和大数据与拔尖人才培养研讨会”等教学研讨会,注重人工智能等新技术在课堂教学中的应用。

### 4. 课程教学模式

围绕课程教学目标,经过多年的教学实践,探索出5种课程教学模式[5][6]:①线上与线下授课相结合模式(图1),充分发挥学生的主观能动性和个性化培养;②板书与多媒体相结合模式,主要培养学生数学建模与逻辑思维能力;③线下授课与现场实验相结合模式,主要培养学生解决问题的能力;④线下授课与课余作业相结合模式,主要培养学生独立思考和文献检索的能力;⑤线下研讨式教学与互相点评相结合模式,主要培养学生团结协作和归纳总结的能力。

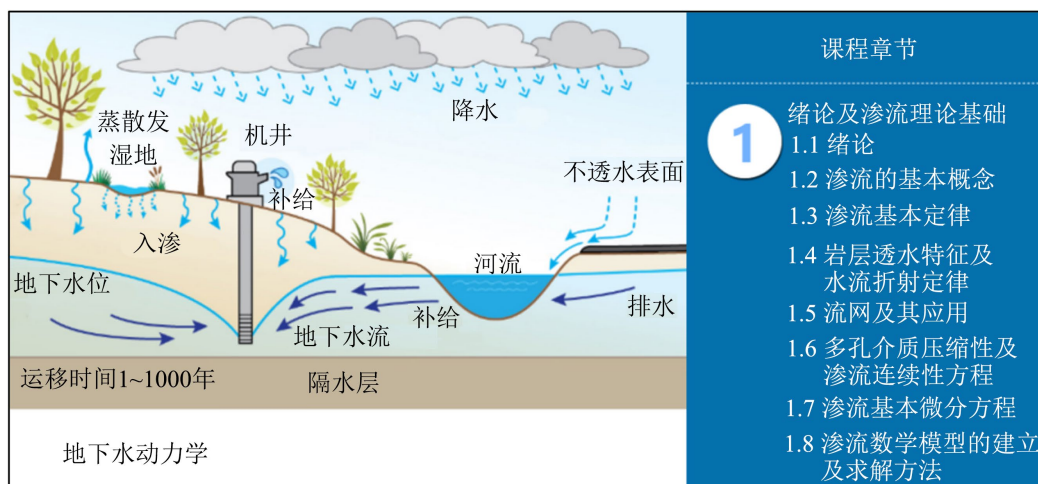


Figure 1. The diagram of online course interface on groundwater dynamics  
图1. 地下水动力学线上课程界面图

## 5. 课程教学特色与效果

### 5.1. 课程教学特色

经过多年教学实践,以“提出问题-概念模型-数学建模-模型求解-工程应用”为课程主线,坚持“基础扎实、突出应用、注重创新”的教学理念,总结了以下4个方面的课程特色[7]-[9]:①建立了“地下水动力学”课程的教学体系,形成了课程教学目标、课程内容与团队、课程教学模式、课程教学特色与效果的四位一体的教学体系,提高课程教学质量;②提出了将国内外最新科研成果和国家重大工程需求补充到教学课程内容的教学模式,面向国际前沿和国家重大需求开拓学生的视野,激发学生的潜能和创新能力;③探索了理论联系实际的教学模式,课程不仅注重学生基础理论的掌握,更关注学生理论知识工程应用的培养,培养卓越工程师。

### 5.2. 课程思政教育

在矿山工程渗流计算内容中,在课程导入环节,展示新闻报道的我国特大型矿山突水灾害与矿工死亡情况,介绍这些事故不仅造成企业重大经济损失,而且夺走了矿工鲜活的生命。通过介绍渗流计算在突水灾害预测和灾后救援的重要性,引导学生思考工程师的社会责任、家国情怀以及地质报国时代内涵。在此基础上,以分组的形式组织以下2个方面的讨论:①矿山水工环地质勘查与渗流计算如何避免突水灾害发生;②矿山突水发生之后如何进行有效应急救援。课程尝试了地质报国与地下工程灾难性突水工程事故相融合的课程思政模式,即用精湛的专业能力守护生命安全、服务经济社会发展、保障国家能源供应。

### 5.3. 课程教学效果

通过匿名问卷调查的形式检验课程教学效果,调查内容包括课程教学内容、课程教学模式、教师教学水平、成绩评定方法和其它建议这5个方面,其中前4项分别设置了4个选项,即满意、较满意、一般以及不满意。收到有效调查问卷34份,调查结果表明:教学内容、教学模式、教师教学水平、成绩评定方法满意的占比分别为100%、97.1%、94.1%、97.1%;教学内容、教学模式、教师教学水平、成绩评定方法较满意的占比分别为0%、2.9%、5.9%、2.9%;没有同学对教学内容、教学模式、教师教学水平、成绩评定方法等选项选择一般或者不满意。同学们提出的建议归纳为以下3条:①课程教学模式丰富,希望推广到其它课程;②师生互动研讨很有意义,建议继续保持和加强;③课程教学效果较好,建议增加野外实践教学环节。

除了匿名问卷调查之外,还开展了以下3个方面的教学效果评估:①选择改革前后难度相当,题型相同的试题,对改革前后的学生的成绩进行比较,比较发现改革后平均成绩更高;②该课程依托超星学习通建立了线上课程,平时布置的课程作业都上传到系统,邀请其它高校的教师作为第三方评审,采用匿名评审方式,从作业的规范性、严谨性和准确性评价教学改革前后的作业完成质量,比较发现改革后质量更好;③根据学生的平时作业完成质量进行优、良、中、差分组,每组学生选取5人组成焦点小组,深入访谈不同教学环节(线上预习、课程导入、板书设计、课后作业)的体验与收获,学生认为目前的教学模式挺好。

## 6. 新形势下课程教学改革的思考

注重培养学生理论与实践相结合的能力,坚持“基础扎实、强化应用、注重创新”的教学理念,突出提出问题、分析问题和解决问题的能力,提高学生实践与创新思维能力。

OBE理念为课程教学改革提供了理论框架与实践路径,通过重构教学目标、优化教学内容、创新教

学模式以及改革效果评价方法,能够有效提升学生的学习积极性与工程实践能力,培养地质工程高素质专业人才。

课程教学改革应加强与工程地质、岩土力学、生态地质等课程的交叉融合,充分应用人工智能、大数据、物联网等新兴技术,将与本课程密切相关的典型地质报国案例融入思政教育。

## 7. 结语

课程改革是提高本科生培养质量的重要抓手,地质工程专业“地下水动力学”课程教学改革注重培养学生理论与应用相结合的能力,为适应新时期行业对地质工程人才的需求,通过多年教学实践,逐渐形成了以课程目标为核心,课程教学内容与团队、课程教学模式、教学特色与教学效果为主体的四位一体课程教学体系,旨在培养水动力型地质灾害的防治、水利工程渗流控制以及地下工程突水领域的复合应用型人才。

## 基金项目

中国地质大学(北京)2024年度教学改革与研究项目“新工科背景下《地下水科学基础》课程教学改革(JG202412)”;中国地质大学(北京)2022年度教学改革与研究项目“地质工程专业《地下水动力学》课程教学改革”(JG202210)。

## 参考文献

- [1] 刘守强,曾一凡,崔芳鹏.基于能力导向的地下水动力学教学实践初探[J].教育现代化,2019,6(33):65-66.
- [2] 王锦国,周志芳,张发明.地质工程专业地下水动力学课程教学改革初探[J].中国地质教育,2008(4):128-130.
- [3] 王超月.地下水动力学课程中的基础数学运用[J].教育教学论坛,2020(45):295-298.
- [4] 曾献奎,祝晓彬,吴吉春.“地下水动力学”线上线下混合式教学改革与实践[J].教育教学论坛,2022(47):69-72.
- [5] 赵锐锐,成建梅,刘延锋,等.“地下水动力学”课程线上线下混合式教学实践与反思[J].中国地质教育,2022,31(4):94-98.
- [6] 文章,柴波.地下水动力学教学改革与实践初步探讨[J].教育教学论坛,2015(52):101-102.
- [7] 童新,高瑞忠,贾德彬,等.“地下水动力学”课程建设新途径及其实践探讨[J].教育教学论坛,2023(8):79-82.
- [8] 许光泉,陈要平,孙丰英.“地下水动力学”教学要点剖析及教学内容与方法改进探讨[J].中国地质教育,2016,25(4):39-43.
- [9] 徐树媛.基于OBE理念的地下水动力学课程教学改革研究[J].高教学刊,2024,10(12):146-149.
- [10] 赵娟,张强,郭健.基于OBE理念的《地下水动力学》课程混合式教学改革探讨[J].中文科技期刊数据库(全文版)教育科学,2022(11):155-158.
- [11] 杨国香,穆文平,陈剑.行业特色高校地质工程专业发展的机遇与挑战——以中国地质大学(北京)地质工程专业为例[J].教育进展,2024,14(11):282-285.