

# NEET理念引领下学生全域工程素养的教育教学改革研究——以山东科技大学地质工程专业为例

尹会永, 冯建国\*, 张伟杰  
山东科技大学地球科学与工程学院, 山东青岛

**摘要:** 高等教育需要回答“培养什么人、怎样培养人、为谁培养人”这一根本性科学问题。从教育大国到教育强国, 教育转型是必由之路。在介绍教育转型相关研究成果的基础上, 结合山东科技大学地质工程专业实际, 从专业工程素养构成、通识选修课程体系深度优化、教学模式改革、全方位考核方法改革等四个方面, 阐述了NEET理念引领下学生全域工程素养的教育教学改革成果。在提高本科生全域工程素养质量、培养高素质应用型人才方面效果显著, 具有一定的借鉴意义。

**关键词:** 新工程教育转型; 全域工程素养; 地质工程专业; 课程体系优化; 项目式教学; 全方位考核

## Research on Educational Reform for Students' Comprehensive Engineering Literacy Under the NEET Philosophy—A Case Study of the Geological Engineering Program of Shandong University of Science and Technology

Huiyong Yin, Jianguo Feng\*, Weijie Zhang

College of Earth Science and Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao, Shandong

**Abstract:** Higher education must address the fundamental scientific questions of “whom to cultivate, how to cultivate, and for whom to cultivate.” Transitioning from a large education system to a strong one necessitates educational transformation. Building on existing research about educational reform and the practical context of the Geological Engineering program at Shandong University of Science and Technology, this study elaborates on the outcomes of teaching innovations aimed at enhancing students' comprehensive engineering literacy under the NEET philosophy. These reforms focus on four key areas: the framework of professional engineering literacy, in-depth optimization of the general elective curriculum, teaching model reform, and comprehensive assessment methods. The results demonstrate significant effectiveness in improving undergraduates' holistic engineering competence and cultivating high-quality applied talents.

**Keywords:** New Engineering Education Transformation (NEET); Comprehensive Engineering Literacy; Geological Engineering Program; In-Depth Curriculum Optimization; Project-Based Teaching; Holistic Assessment

\* 作者简介: 尹会永 (1979-) (第一作者), 男, 汉族, 河北故城人, 博士, 教授, 博士研究生导师, 研究方向: 地质工程; 冯建国 (1976-) (通讯作者), 男, 汉族, 河北卢龙人, 博士, 副教授, 硕士研究生导师, 研究方向: 水资源与水环境。

## 1 引言

党的二十大报告指出,教育、科技、人才要协同发展,教育培养人才,而科技推动社会进步[1]。

高等工程教育是我国高等教育体系的重要组成部分,高等工程教育的转型和发展与我国高等工程人才培养的质量密切相关,而培养目标与社会需求的一致性是我国新工科建设的转型动力[2]。中国作为跨越式发展的发展中国家,重要工作内容之一在于通过改革来回应新经济、新技术革命对高等工程教育提出的新挑战,培养面向未来产业新需求和新业态发展的高素质工程科技人才[3]。

实际上,我国高等教育一直处于转型发展的深刻变革之中,从20世纪50年代~70年代的仿苏,到20世纪80年代仿美,再到现在构建中国特色、世界水平的卓越工程师教育[4]。马廷奇认为,高等工程教育的转型不仅表现为从外延式发展向内涵式发展的转变,还体现在从传统的工程科学教育范式向现代工程实践教学范式的转型[5]。

## 2 教育转型研究

### 2.1 新工程教育转型 (NEET)

美国早在上世纪末就提出了“回归工程”的工程教育改革口号,旨在加强工程人才培养的实践性和集成性要求[6]。

进入21世纪,各行各业都面临着第四次工业革命带来的挑战,各国都在抓紧部署工程教育改革[7]。2017年,麻省理工学院启动了第四次工程教育改革—新工程教育转型(New Engineering Education Transformation, NEET),主要内容包括实施项目中心课程、增加教学多样性、提高项目灵活性、转变学生思维方式以及引领未来的工程教育[8]。

NEET以反思与重构工程教育为目标,建立了导向“新机器与机器群”的三维动态培养体系,提出了以五大串编为核心的教学内容框架,并创新性地实施“以项目为中心”的课程组织模式来保障转型的效果[9]。

### 2.2 教育转型的方向

高等教育转型是迎接全球挑战的主要目标之一,

对于提升教学质量和创新教学方法至关重要[10]。除了NEET外,国内专家学者也进行了教育转型相关理论与实践研究,取得了重要研究成果。

#### (1) 生成式人工智能

当前正处于从数字时代迈向数智时代的关键拐点。工程教育要适应智能时代的需求,其中最为关键的可能是从“知识导向”到“问题导向”的转型[11]。生成式人工智能(AIGC)已成为推动教育创新和提升学习体验的关键力量[12]。王凯峰等提出了适应性融合创新工程教育模式,即通过结合产业需求与技术演进的短周期适应性迭代,以及面向未来人才需求变化的长周期系统化迭代,全面推动工程教育的转型与发展[13]。

#### (2) 数据赋能

在不同学科领域全面开设数据和计算思维导向的交叉创新课程,逐步构建多层次、多通道的数字化人才培养体系,最终以解决关乎社会公共利益的重大现实问题为目标,促使大学、产业、政府、社会的开放式协同,形成超学科的数字化创新生态[14-17]。

#### (3) 产教研项目驱动式教学

产教研项目驱动式教学是以项目为驱动力,以培养学生创新能力和工程应用能力为目标的人才培养模式。其核心要素是构建产教项目、科研项目、工程训练平台[18]。

2015年5月,“中国制造2025”战略规划公布实施。规划明确指出,将人才培养作为实现制造强国战略的重点,加快形成一条高素质工程技术人才的培养路线[19]。“中国制造2025”背景下的高等工程教育转型,是教育系统的整体转型,是多重教育改革的集成,是工程教育形态的整体变迁[20]。

## 3 地质工程专业面临的困境

山东科技大学地质工程专业是国家一流本科专业建设点和工程教育专业认证专业,对学生的工程素养能力的培养提出了更高的要求,但在人才培养过程中面临如下问题:

(1) 培养方案制定要遵循国家专业标准,具有一定的严肃性,但对通识选修课程的设置缺乏目的性和针对性;

(2) 学生的选课要求没有统一标准, 存在学生选课随意化、盲目性等问题, 很难进行个性化、多元化发展, 无法满足提升地质工程专业学生工程素养的要求。

可以预见, 随着社会的发展、学生个性化越来越强, 学生今后发展受社会和外部环境的影响会越来越大, 特别是解决工程实际问题需要多学科交叉, 仅靠单一的专业知识是实现不了的。如何在现有培养方案框架内适应NEET理念, 既满足专业国家标准的设置也满足学生多元化发展, 又保证学生工程素养的提升, 是当前需要解决的重点问题, 具体包括:

(1) 基于NEET理念引领, 如何确定地质工程专业学生具有的工程素养及其体系构成。

(2) 以项目为中心, 如何进行课程的筛选、重组, 实现课程体系的优化, 特别是针对地质工程专业的12个学分的通识选修课如何科学设置问题。

## 4 全域工程素养的教学改革

### 4.1 改革思路

(1) 以NEET理念为引领, 以提高学生全域工程素养为目标, 深入分析典型大国工程中地质工程师所具备的典型工程素养, 以此确定地质工程专业学生应该具备的工程素养组成体系。

(2) “以项目为中心”, 依据项目任务结构对授课知识点进行编排、组织课程内容。将改变传统的基于学科的课程模式改变为以项目为中心的模式, 利用NEET的课程串编模式, 打破学科专业束缚的思想, 面向科技前沿和产业需求以及新工科建设的发展方向, 进一步细化课程分类, 建立适用于地质工程专业的工科与人文、管理、经济、法律、哲学等学科融合。

(3) 对通识选修课程和限选课程进行合理设计、科学设置和高效组合, 实现跨学科、多元化、个性化课程体系, 培养学生解决复杂地质工程问题的能力。

### 4.2 地质工程专业工程素养构成

我校地质工程专业培养目标是面向国家工程建

设需要, 德智体美劳全面发展, 具备地质和工程科学基本理论知识, 掌握地质工程调查、勘察、设计的专业知识, 具备分析解决复杂地质工程问题的基本能力; 具有科学与人文素养和良好的实践能力, 能胜任城建、能源、交通、水电、国土资源等部门工程建设, 尤其是地质灾害防治、城市地质、海洋岩土工程相关建设项目的勘察、设计、咨询、施工和管理等方面的工作, 具有一定国际视野和较强适应能力的创新型人才。

特别是与地质工程密切相关的工程, 寻找工程中蕴含的地质工程素养元素, 同时结合NEET理念中要求学生的多种思维方式进行分析、凝练、总结, 建立地质工程专业学生需要具备的工程素养体系。

工程素养主要包含以下六方面内容: 一是广博的工程知识素质; 二是良好的思维素质; 三是工程实践操作能力; 四是灵活运用人文知识的素质; 五是扎实的方法论素质; 六是工程创新素质。

工程素养的形成不是专业知识的简单组合, 需要将理论知识和实践能力有机融合在工程活动中。需要具备严谨求实的科学态度、精益求精的专业素养、勇于创新的探索精神、精诚合作的团队意识、高度负责的职业道德、良好的沟通能力、不断学习的能力、广阔的多学科基础等素养。

### 4.3 通识选修课程体系深度优化

以项目为中心进行课程的设计、筛选、重组、耦合, 实现课程体系的优化研究。特别是针对地质工程专业的12个学分学校通识选修课和限选课程进行科学、合理的设置, 满足“项目”高效完成所需要的学科领域。

根据地质工程专业特点, 并突出“以学生为中心”的培养, 进行以学生需求为中心的柔性课程组织, 形成以跨学科为基础的动态性课程组合, 让通识选修课和限选课程与专业课程组合更加符合地质工程专业学生的全域工程素养提升, 实现跨学科和跨部门的工程教育。在全校开设的195门通识选修课中筛选36门课程供学生参考选课, 涉及到生态文明、职业健康、环境科学、计算机三维制图技术、网络安全、资源经济、管理学、商务谈判、工程伦

理、工业设计、跨文化交际等方面的课程,助力学生非专业技术能力的培养。

#### 4.4 基于项目的教学模式改革

基于项目的学习是一种建立在建构主义学习理论上的教学方式,其主要程序包括课前项目的选题、准备、综合主要专业知识、项目的优化及其讨论、项目分析及项目总结。通过把真实的、带有科研特征的项目引进课堂,让学生知道学有所用、学有所成。通过具体科研实践项目,让学生培养发现问题、分析问题、解决问题的能力,培养系统思维、全面统筹思维能力,培养综合知识的运用能力,独立解决问题的能力。

以地质工程专业核心课程岩土工程勘察为例,该课程教学方式进行了改革尝试。由于课程具有实践性强的特点,与生产实际联系密切,因此,可以借助岩土工程勘察项目所需的一切数据、资料及分析评价方法、内容来辅助教学。

##### (1) 规范及相关标准的讲授

由于岩土工程勘察涉及的相关规范和标准较多,有国家规范、标准、行业标准、地区规范,如《岩土工程勘察规范》、《建筑桩基技术规范》、《建筑地基基础设计规范》、《建筑抗震设计规范》、《土工试验方法标准》等。在讲授课程之前,让学生对本课程及工程项目建立起遵循相关规范的概念,让遵从规范、标准成为习惯,起到先入为主的作用。主要讲授一下规范的作用、主要规定内容以及对本课程的指导意义。

##### (2) 项目实例讲解

以某建筑场地勘察项目为实例,明确勘察报告主要内容,解决的主要问题。通过分析存在的岩土工程问题,找到如何解决岩土工程问题的途径,让学生把学到的知识、相关课程能灵活运用。如评价建筑场地的饱和砂土、粉土的液化趋势时,让学生收集、总结已学习的相关课程的内容,运用到解决实际问题的过程中来。

##### (3) 小组式项目任务分工教学

以实际工程项目为例,将项目主要内容分成四大块任务,每班分成四组,每组完成原位测试、

室内试验、图件编制、文字编写等相应内容。给定小组项目任务,学生自行设计方案,在指导教师配合下完成,并进行资料的整理与分析,完成相关任务。如进行土工测试项目,让学生从测试的内容、测试的方法、测试的操作、试验数据的整理及能解决的岩土工程问题等方面,自己动手。

这种小组项目任务式教学,在培养学生发现问题、分析问题和解决问题的综合实践能力的同时,促进了自主性、研究性学习能力的提升,培养了学生的团队协作能力。

##### (4) 广泛参与科技立项、科研项目

岩土工程勘察课程是大四上学期开设,在此之前,学生已学习了多数的专业基础课程,初步掌握了专业基础知识,专业素养已基本养成。为强化学生的创新能力,鼓励学生积极参与科技立项,并在指导教师的配合下完成项目任务;组织学生参加岩土工程勘察相关科研课题和实践生产活动,以科研项目服务教学活动,在参与生产和科研活动中训练学生的工程素养。

#### 4.5 全方位考核方法改革

实施多元考核评价机制,将过程性考核评价纳入到实际成绩管理中,实现过程性评价与结果性评价相结合,并不断丰富过程考核方式。利用学习通、大作业、汇报等多方式考核,逐步实现了“课下作业10%+课堂表现5%+网络学习与期末测验10%+章节测验10%+小组汇报与互评5%+期末考试60%”多环节、综合性成绩评价方法,让学生全过程忙起来、动起来。

部分课程实施“项目式+seminar”教学模式,增加了学生交流、报告编写、图件绘制以及提问质疑和辩论机会,提升了学生运用知识解决复杂工程地质问题的能力。为增强学生课程学习效果、在原位测试章节中增加了一定的挑战度,特别是图件绘制、数据处理、实验结果分析等方面,迫使学生投入更大的精力进行学习。

结合专业实践课程特点,如安徽综合工程地质调查实践课程,以小组为单位,以设计项目为中心进行课程组织,学生从发现问题、分析问题、解决

问题为思路进行学习。围绕“项目”需求进行课程内容的“网络化”筛选和“分布式”串联,以相关知识实际需求为课程编排顺序,与学生工程实践的认知顺序匹配,满足项目所需的工程素养能力的培养。不同人承担不同工作任务,有搜集文献、绘制图形、现场记录,报告分析、成果总结、做汇报PPT、回答问题等分工,培养了学生的团队协作能力。

## 5 结论

(1) 以NEET理念为引领,结合地质工程专业特质,建立起一套适用于地质工程专业学生所要具备的工程素养体系,为塑造未来地质工程师奠定基础。

(2) 以NEET理念串编式课程组织方式,突破单纯以学科知识顺序编排课程的“线性”结构,围绕项目需求进行地质工程专业课程内容的“网络化”筛选和“分布式”串联,实现与学生工程实践的认知顺序的密切匹配。

(3) 突出“以学生为中心”的培养,进行以学生需求为中心的柔性课程组织,形成以跨学科为基础的动态性课程组合,让通识选修课和限选课程与专业课程组合更加符合地质工程专业学生的全域工程素养提升,实现跨学科和跨部门的工程教育。

(4) 推广基于项目的教学模式改革和考核方法改革,调动教师和学生的积极性和配合度,提升学生的全域工程素养,培养具有中国特色、世界水平的卓越工程师。

## 致谢

本文由以下基金项目资助:山东省教学改革重点项目“专业认证与一流专业建设协同约束下地质工程核心课程思政链体系构建与实践”(Z2021304);山东科技大学研究生教育教学改革研究项目“NEET理念引领下地质学科研究生全域工程素养提升研究”(Yzlt2024008)。

## 参考文献

[1] 顾佩华. 国际视野下我国工程教育转型的发展路径与思考—天津大学新工科教育中心主任顾佩华教授访谈录[J].

科教发展研究, 2023, 3(03): 1-17.

[2] 李志峰, 陈莉. 我国高等工程教育转型: 历史变迁与当代实践逻辑[J]. 高校教育管理, 2019, 13(04): 91-98.

[3] 叶民, 邓勇新, 张瑜, 等. 工程教育范式转型的中国道路: “新工科”建设探索研究与理论形成[J]. 科教发展研究, 2023, 3(03): 18-35.

[4] 张梦可, 林勇. 我国高等工程教育人才培养方式的改革转型[J]. 教育现代化, 2019, 6(17): 10-12.

[5] 马廷奇. 高等工程教育转型与工科专业建设的实践逻辑[J]. 国家教育行政学院学报, 2018, (02): 36-42.

[6] 徐毅鹏. 20世纪末麻省理工学院工程教育转型探微[J]. 杭州电子科技大学学报(社会科学版), 2011, 7(02): 75-78.

[7] 周红坊, 戴思源, 朱正伟, 等. “新工程教育转型”与“工程教育融合创新”的比较研究[J]. 高等建筑教育, 2020, 29(03): 17-23.

[8] 李佳欣, 周玲. 从CDIO模式到NEET计划——美国工程教育改革路径分析与经验启示[J]. 化工高等教育, 2022, 39(06): 22-29+104.

[9] 刘进, 王璐瑶. 麻省理工学院新工程教育转型: 源起、框架与启示[J]. 高等工程教育研究, 2019, (06): 162-171.

[10] Jagadeesh B, Arlene A A, Mohan C P. Transformation of Engineering Education in India Through Student Centric Learning Approach[J]. Wireless Personal Communications, 2021, 124(1): 489-497.

[11] 李培根. 工程教育需要从“知识导向”到“问题导向”的转型[J]. 高等工程教育研究, 2024, (03): 1-8+200.

[12] 付金伟, 魏佳鑫, 刘美, 等. AIGC技术赋能工程教育转型: 教学方法与学习体验革新[J]. 高等工程教育研究, 2024, (05): 51-57.

[13] 王凯峰, 王磊, 林佳妮, 等. 探索数智时代工程教育新转型与新模式[J]. 科教发展研究, 2025, 5(01): 13-37.

[14] 吴婧姗, 施锦诚, 朱凌. 数据赋能工程教育转型: 基于五份美国数据科学咨询报告的分析[J]. 高等工程教育研究, 2020, (04): 41-47.

[15] 施锦诚, 孔寒冰, 吴婧姗, 等. 数据赋能工程教育转型: 欧洲数字化战略报告分析[J]. 高等工程教育研究, 2021, (01): 17-23.

[16] 吴婧姗, 王雨洁, 吕正则, 等. 数据赋能工程教育转型:

- 工科专业要率先学习数据科学[J]. 高等工程教育研究, 2022, (05): 31-37.
- [17] 吴婧姍, 施锦诚, 吕正则, 等. 再谈综合性大学的工程教育振兴(下)——数据赋能工程教育转型的哈佛方案[J]. 高等工程教育研究, 2024, (02): 174-181.
- [18] 赵康培. 产教研项目驱动人才培养模式在工程教育专业转型改革中的实践[J]. 中国现代教育装备, 2021, (19): 142-144.
- [19] 张孟芳. 面向“中国制造2025”的高等工程教育转型困境研究[D]. 武汉理工大学, 2018.
- [20] 刘超. 面向“中国制造2025”的高等工程教育转型机制研究[D]. 武汉理工大学, 2018.