引文格式：唐伟,李军,李晶,等. 基于CDIO-OBE的“雷达遥感”实践教学改革与探索[J]. 地理空间信息, 2025, 23(6):130-132. doi:10. 3969/j. issn. 1672-4623.2025.06.029

基于CDIO-OBE的“雷达遥感”实践教学改革与探索

唐　伟[1]，李　军[1]，李　晶[1]，阎跃观[1]
（1. 中国矿业大学（北京）地球科学与测绘工程学院，北京 100083）

摘　要：介绍了“雷达遥感”课程实践教学与工程认证标准相衔接，借鉴CDIO工程教育理念（conceive、design、implement、operate）和基于成果产出的教育模式OBE（outcomes-based education），将二者结合开展“雷达遥感”实践教学改革与探索，包括借鉴OBE教学理念和新工科建设要求，制定“雷达遥感”实验课程整体预期学习产出；根据课程预期学习产出，优化实践教学内容；按CDIO组织实践课程教学，实现教学目标的达成。以CDIO-OBE理念改造实践课程教学模式，采用以问题为导向的项目教学方法，学生需整合自己课堂所学知识和团队配合来解决问题。通过实现预期学习产出，促进新工科背景下测绘与遥感工程人才的培养。

关键词：CDIO工程教育模式；OBE教育理念；微波遥感；项目式教学；实践能力培养
中图分类号：P237　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2025）06-0130-03

Reform and Exploration of Practical Teaching of Radar Remote Sensing Based on CDIO-OBE

TANG Wei[1], LI Jun[1], LI Jing[1], YAN Yueguan[1]
(1. School of Geoscience and Surveying Engineering, China University of Mining and Technology (Beijing), Beijing 100083, China)

Abstract: In this paper, we introduced the connection between the practical teaching of Radar Remote Sensing and the engineering certification standards, and combined CDIO’s engineering education concept (conceive, design, implement, operate) with the outcomes-based education model OBE (outcomes-based education) to carry out the reform and exploration of Radar Remote Sensing practical teaching, including drawing on the teaching concept of OBE and the requirements of new engineering construction, to develop the overall expected learning output of Radar Remote Sensing experiment course, optimizing the content of practical teaching according to the expected learning output of course, and organizing practical course teaching according to CDIO to achieve teaching goals. The CDIO-OBE concept is used to transform the teaching mode of practical courses, and the problem-oriented project teaching method is adopted. Students need to integrate their own classroom knowledge and cooperate with the team to solve problems. By realizing the expected learning output, it promotes the cultivation of surveying and mapping and remote sensing engineering talents under the new engineering background.

Key words: CDIO engineering education mode, OBE education philosophy, microwave remote sensing, project-based teaching, practical ability training

在全球科技革命、工程认证与新工科建设背景下，测绘科学与技术正经历深度转型，给专业高等工程教育带来多维挑战[1]。为此，人才培养需依据工程教育标准与新工科需求，重构培养目标、课程体系及教学模式。实践教学作为理论课堂的延伸，是提升工程教育质量的核心环节，其改革创新更是新工科建设的必然要求。雷达遥感凭借全天候、高分辨率观测优势，结合发展成熟的合成孔径雷达干涉测量（InSAR）技术，可精准获取地表形变与高程信息，已广泛应用于全球地形测绘、灾害监测及气候变化研究等领域。

鉴于此，“雷达遥感”课程已被纳入测绘类本科专业的必修课体系。本文以国际工程教育前沿模式CDIO[2]和成果导向（OBE）理念[3]为框架，融合两者对“雷达遥感”实践教学展开改革探索。

1　CDIO和OBE人才培养理念

CDIO是4个英文单词的首字母缩写：Conceive、Design、Implement和Operate，分别代表构思、设计、实施和运作[4]。CDIO是一套完整的人才培养构架与模式，其标准是直接参考产业界需求，旨在培养学生四大能力：①专业知识能力；②个人能力与态度；③人际沟通能力；④理论与实践的能力。让学生以真实世

项目来源：中国矿业大学（北京）本科教育教学改革与研究项目（J220203）。
第一作者简介：唐伟（1987—），博士，副教授，研究方向为雷达遥感及其应用，E-mail：weitang@cumtb.edu.cn。

界的产品或系统为主题，经历构思、设计、实施、运作的过程，从中掌握扎实的基础知识，构思并设计新的产品或服务流程，同时能够进行实施及运作，培养学生成为学用合一的人才。

成果导向教育（OBE）是由William[5]（1981）提出的以学习成果为导向的教育模式，其核心理念为“学生中心、成果导向、持续改进”。该模式以学生最终获得的能力为培养质量评价标准，要求课程设计与实施以明确的学习成果为驱动目标，通过能力标准量化人才培养成效。

实施基于OBE的课程体系需把握4个关键环节：明确成果目标、实施成果导向教学、建立评价体系及形成持续改进机制[5]。具体而言，需首先界定毕业生核心能力与教育目标，即界定学生应掌握的知识技能（学什么）及其培养依据（为何学），确保成果设计的科学性和导向性；在成果目标确立后，需围绕成果目标设计教学大纲（教什么），筛选适配的教学方法（如何教），通过结构化的课程和教学活动推动能力培养。为验证目标达成度，须在课程、专业成果及培养目标3个层级建立定期评估与反馈机制，并构建可量化的学习成效评价指标（学成效果）；最后，依据评估结果动态优化教学内容与方法，构建“教学实施-效果验证-反馈修正”的质量保障体系，最终构建基于OBE的“目标-实施-验证-优化”课程教学框架。

2　成果导向的雷达遥感教学模式

2.1　雷达遥感课程预期学习产出

基于OBE理念，课程教学大纲需明确界定学生的预期学习成果，即对学生在完成专业课程、项目或实践活动后应具备并能展现的知识结构、实践能力、职业态度与价值观等核心素养的具体描述[6]。

借鉴OBE教学理念和新工科建设要求，分析测绘人才应具备的工程师素质，围绕专业培养目标，结合学校“矿业”人才培养特色，制定“雷达遥感”课程预期学习成果为：

1）工程知识和技能：掌握数学及工程基础知识，掌握雷达遥感专业技能，能运用雷达遥感技术解决基础测绘、矿山及地下工程测量、地理信息服务等领域的复杂工程问题。

2）设计/开发解决方案：面向基础测绘、地理信息服务等复杂工程的需求，能够掌握雷达遥感技术进行项目设计的方法、了解影响设计目标和技术方案的各种因素。

3）科学研究：能够基于科学原理和方法，采用雷达遥感技术按照研究路线进行创新性实验，包括实验组织、数据获取、数据处理，并能对实验结果进行分析、解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。

4）使用现代工具：掌握测绘与遥感文献检索的方法，掌握获取科学研究和工程应用所需遥感数据的方法；针对矿山与地下工程建设全周期中的形变灾害等复杂工程问题，能够选择、使用雷达遥感工具，开发专门程序，将其应用于形变灾害的监测、预测和模拟，并理解其局限性。

5）环境和可持续发展：合理分析、评价雷达遥感和矿山开发工程实践对环境、社会可持续发展的影响，在工程设计中具备综合考虑多种制约因素的意识。

2.2　基于OBE的实践教学内容设计

为支撑上述课程预期学习目标的达成，结合我校“矿山与地下工程测量”特色和遥感行业需求，从工程知识和技能、问题分析、设计/开发解决方案、科学研究、使用现代工具、环境和可持续发展等方面细化教学目标，将“雷达遥感”课程预期学习成果进一步细化为明确的能力培养指标，列于表1。

围绕学生的预期学习成果及细化的能力培养指标，对本门课程的教学内容进行反向设计，分析实践教学内容与预期学习成果之间的相互关系，确定各内

表1　“雷达遥感”实践课程具体能力培养指标

预期学习产出	能力培养指标
工程知识和技能	能进行SAR影像的读取、存储及显示
	能进行SAR斑点噪声滤波、辐射校正
	能进行SAR影像目视解译和几何校正处理
设计/开发解决方案	能设计SAR洪水淹没范围信息提取方案
	能设计InSAR地表高程DEM提取方案
	能设计InSAR地表形变信息提取方案
科学研究	能利用SAR/InSAR新技术、新方法针对不确定性问题进行研究和实施工程实验
使用现代工具	能从欧空局网站、地理空间数据云等获取SAR数据；能熟练运用SNAP、Matlab、ArcGIS等软件分析和解决矿山生态环境、遥感领域的复杂工程问题
环境和可持续发展	能够理解和评价工程实践对环境、社会可持续发展造成的损害和隐患，熟悉遥感行业、环境保护和可持续发展等方面相关的法律法规，并能利用遥感技术和法规知识制定策略降低对环境、社会可持续发展的负面影响

容对课程产出目标的支撑度（毕业要求指标点），构建课程与毕业要求的实现矩阵，据此实现实验教学内容的优化[7-9]。

根据制定的“预期学习成果”，采用问题启发、翻转课堂和任务驱动等相结合的多样化教学方式，实验项目完成方式包括个人完成和团队合作完成，使学生能够更专注于主动的基于项目训练的学习，共同研究解决实践过程中面临的复杂和不确定性问题，从而获得更深层次的理解。与此同时，通过OBE理念改造课程教学，教师和学生都更加明确本门课程在知识、能力、素质等方面的教学目标和要求，对教师的“教”和学生的“学”均产生了显著的促进作用。

2.3 基于成果产出的CDIO教学

在教学实践过程中要以能力培养为主轴，以期达到“雷达遥感”课程的实验教学预期学习成果。CDIO将课程与实际工程应用项目有机结合，将其融入项目设计和实施过程，使学生能够积极参与实践教学过程，实现高质量的实践教学目标[10]。基于CDIO理念改造课程，以其所代表的含义“构思、设计、实现和运作”贯穿到实践教学环节。

因此，基于CDIO和OBE理念，对“雷达遥感”实践教学课程构建了4个教学环节：“调研构思”、“自主设计”、“开发实现“和“运行应用”。要求对“雷达遥感”课程实践环节的项目式教学贯穿“构思、设计、实现和运作”的整体链条训练，使学生从实验项目实践中获得知识、理解知识，达到掌握知识运用的教学目标。同时，更进一步地让学生运用在项目中蕴含或由项目抽象出来的知识与技能去创新性地完成新的项目。“调研构思”主要包括对实验项目的调研、需求分析、可行性分析和执行计划的规划、制定等（如雷达遥感数据查询下载、干涉图处理、时间序列处理准备、形变产品需求分析等）。“自主设计”主要包括实验项目整体技术路线、雷达遥感影像处理流程及执行方案制定等（如SAR提取洪水淹没及灾害损失评估、InSAR提取地表形变技术流程等）。“开发实现”是将设计方案转化为最终产品的过程，包括数据处理、编程、结果分析和地形DEM产品或地表形变产品可视化制图等。“运行应用”主要是分析、评价实验成果质量（精度评定），以对前期实验方案和执行过程进行评价，对实验方案、执行方法和技术路线进行优化，从而提高项目成果质量。基于上述思路，制定了雷达遥感实验课程CDIO教学环节，如图1所示。

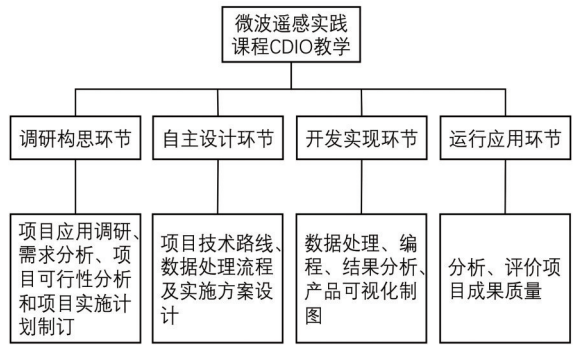


图1 雷达遥感实验课程CDIO教学环节设计

3 结 语

按照新工科建设和工程认证的要求，把CDIO-OBE的理念和思路落实到课程的教学设计与实施中，逐步将教学与认证的重心转移到学生培养产出上，根据具体的工程项目进行教学与训练，促进学生在实施项目的过程中学会解决具体的工程问题。本文研究了国际先进的CDIO工程教育模式和OBE教育理念，把CDIO-OBE理念和做法引入“雷达遥感”实践教学，设计了基于项目式的教学实验内容，形成了较完整的实践教学体系，以培养工科学生的工程技术能力、终身学习能力，持续提升测绘遥感工程人才的培养水平。

参考文献

[1] 周济. 智能制造:“中国制造2025”的主攻方向[J].中国机械工程,2015,26(17):2 273-2 284

[2] 刘会英,盖玉先,徐宁. 探索适合我国国情的CDIO工程教育模式[J].实验室研究与探索,2011,30(7):106-110

[3] 赵玉玲,张兆江,张安兵,等.“互联网+测绘”背景下基于OBE理念的毕业设计教学研究[J]. 测绘通报,2018(11):148-150

[4] 汕头大学工学院. 2008年中国工程教育模式研讨会纪要[J]. 高等工程教育研究,2008,25(3):7-9

[5] 李志义. 解析工程教育专业认证的成果导向理念[J].中国高等教育,2014,49(17):7-10

[6] 齐书宇,李国香.《华盛顿协议》毕业生素质规定及其对地方高校工程人才培养的启示[J]. 高校教育管理,2018,12(1): 48-53

[7] 李刚,秦昆,万幼川. 新工科背景下遥感实验教学CDIO-OBE模式改革[J]. 测绘通报,2019(6):140-145

[8] 王志勇. 开源软件辅助下“微波遥感”实践教学改革与探索[J]. 测绘通报,2017(3):137-140

[9] 王利花,路鹏.“微波遥感”课程教学改革探索与实践[J]. 测绘通报,2018(10):140-143

[10] 李刚,秦昆,陈江平. 基于工程教育认证的“遥感应用综合实习课程改革与创新[J]. 实验室研究与探索,2017,36(11):220-224