

OBE 驱动的工程教育课程教学创新设计

中国矿业大学 杨慧 闫兆进 慈慧 王冉

摘要: 成果导向教育理念的作用研究需要从理论向实践转化, 工程教育课程教学设计可深化工程教育理念实践模式和内涵。以中国矿业大学空间分析与建模课程为例, 从反向设计课程目标、整合课程知识体系、案例研究型教学模式和学习成果动态评价考核四个层面研究了工程教育课程如何实施 OBE 教育理念, 为工程教育课程教学创新设计提供借鉴和参考。

关键词: 成果导向教育; 课程目标反向设计; 知识体系整合; 案例研究型教学模式; 动态评价考核

成果导向教育 (OBE) 亦称目标导向教育, 是以学生学习成果为目标导向的教育理念, 注重学生实际工作能力, 以学生未来的学习成果、结果、效果或产出作为起始点, 分析学生应有的知识、技能和素质做合理的回溯性设计。^[1, 2] 因此, 成果导向教育理念在高等教育中的作用研究, 迫切需要从理论向实践转化, 深入开展工程教育课程教学设计。

中国矿业大学资源勘查工程专业率先在主干必修课空间分析与建模课程中开展了 OBE 驱动的工程教育课程教学创新设计实践。资源勘查工程专业 2020 年通过中国工程教育认证, 获批国家一流本科专业建设点。空间分析与建模作为江苏省首批省级一流本科课程, 是理论与实践结合非常紧密的实用性课程, 适合利用 OBE 理念引

导课程教学模式改革。本文将 OBE 理念和空间分析与建模课程体系深度融合, 基于 OBE 理念反向设计课程目标, 面向学习成果整合课程知识体系, 高水平建设线下和线上教学资源, 融合科研案例、学科竞赛和企业项目, 开展案例研究型教学模式改革^[3], 设计作业量规表等开展学习效果动态评价考核, 构建以学生为主角、以成果为导向、以教师为导演的精准高质教学创新设计。

一、面向 OBE 理念的课程目标反向设计

传统教学方式课程目标设定通常以大纲和教材规定的目标为主线, 重知识轻能力, 与当前工程教育专业认证重能力、重应用的要求相悖。^[4] 目前, OBE 理念被应用并贯穿于工程教育认证全过程。因此, 基于 OBE 教育理

念，从毕业要求即从学生学习成果和学生应具备的能力出发，反向设计课程教学目标研究，具有重要实践意义。

（一）明确学生学习成果

OBE 教育理念强调的首要问题是：“我们想让学生取得的学习成果是什么？”学生学习成果需要与工程教育专业认证的毕业要求指标相对应。^[5]因此，充分分析课程的内容体系和教学特点，梳理课程教学能支撑的毕业要求指标点，明确学生学习成果与毕业要求指标点的对应支撑关系，是开展 OBE 驱动的工程教育课程教学创新设计的关键环节。

空间分析与建模课程的教学内容主要是空间分析基本理论和分析方法，结合学校“创建能源资源特色世界一流大学”的办学定位，在“强工”学科战略推进下，以学生掌握空间分析与建模基本理论、具备空间分析实践技能、具有空间认知和创新思维能力为目标。

该课程特点在于不仅具有丰富的理论性和实践性，同时具有较强的综合性和前沿性。为此，设计优化了课程“三双”培养目标，即培养学生具有“深厚科技底蕴、扎实专业基础”的“双知识”目标，培养学生具有“复合应用实践、宽广产业视野”的“双能力”目标，以及具有“强烈社会责任、敏锐创新意识”的“双情感”目标。

为适应工程认证要求、有效支撑

培养目标达成，制定了“工程知识、问题分析、设计 / 开发解决方案、研究、使用现代工具、工程与社会、环境和可持续发展、职业规范、个人和团队、沟通、项目管理、终身学习”的 12 条毕业要求一级指标点。^[6]分析并设定“工程知识、问题分析、环境与可持续发展、个人和团队”作为空间分析与建模课程的学习成果所对应的毕业要求，培养学生具备应用空间分析与建模技能和解决资源勘查工程问题的基本能力，高阶目标是创新、敬业、执业和国际视野引导。

（二）反向设计课程的目标

根据空间分析与建模课程特点，针对所需支撑的“能够针对复杂资源勘查工程问题，利用数学、物理、地质学和地理学等相关知识进行识别、表达和解决”课程总体目标，采用 OBE 理念反向设计课程目标，细化设计课程目标分别支撑毕业要求的课程二级指标点即内涵观测点（表 1）。

表 1 空间分析与建模课程教学目标与毕业要求

毕业要求	课程目标	内涵观测点
工程知识	利用工程基础和专业知识，掌握以空间分析方法解决地球问题的基本思路和方法，具备综合应用所学知识解决复杂工程问题的能力。	识别并理解空间分析与建模的基本原理及基础空间分析的基本概念。
问题分析	能针对复杂工程问题，利用数学、物理、地理学、地质学等知识进行识别和表达。	辨析并解构资源勘查工程问题的原因、影响和规律，应用空间分析与建模方法解决地球科学问题。
环境和可持续发展	能站在环境保护和可持续发展角度思考空间分析与建模实践的可持续性，评价空间分析可能对人类和环境形成的预警和保护。	辨析不同空间分析与建模方法适用的环境和可持续发展问题，分析可持续发展的路径。
个人和团队	理解个人与团队的关系及团队合作的意义，能在多学科背景团队中完成自己承担的任务。	组织案例研究和分析性实践，概括汇报解决资源勘查工程的空间分析创新成果，掌握团队合作和表达沟通能力。

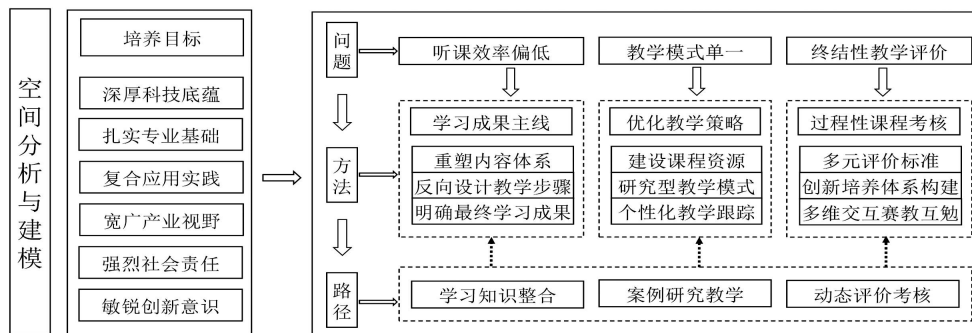


图1 OBE 教学创新设计问题解决路径

二、OBE 驱动的教学创新设计

空间分析与建模教学设计和实施过程中明确学生需取得的学习成果，开展案例、项目、任务式知识整合，利用学科技能竞赛促进实践创新能力提升，以最终学习成果为目标反向开展课程创新设计，路径如图1所示。

教学创新设计实施过程中，秉承“成果驱动、实践取向、情感融合、知行合一”理念，整合课程教学内容，对接时代要求。“两对接”主要体现于对接学科前沿，增加空间数据挖掘、空间智能计算，对接企业需求，设计相应实践应用案例和项目；“两强化”体现于不仅强化基础知识，还强化实践创新。由此，将课程培养目标聚焦于培养学生具有深厚科技底蕴、扎实专业基础、复合应用实践、宽广产业视野、强烈社会责任和敏锐创新意识。

课程创新设计“问题—方法—路径”：① 针对听课效率偏低问题，设计了学习成果主线，通过重塑内容体系，反向设计教学步骤，从而明确最终学习成果，进行课程学习知识的整合；② 针对教学模式单一问题，优化

教学策略，通过建设课程资源，开展研究型教学模式，进行个性化教学跟踪，实施案例研究教学；③ 针对“一考定终身”终结性教学评价，开展过程性课程考核，通过设置多元评价标准，构建创新培养体系，进行多维交互，实现赛教互勉，从而实现动态评价考核。

（一）面向学习成果的知识整合

围绕课程教学目标和学习成果，整理空间分析课程内容和成果，主要涉及多种空间分析方法原理和算法的学习，除绪论和分析基础部分，还有6章内容，覆盖基础空间分析及智能空间分析方法，重塑课程内容体系，创建课程章节知识点与课程目标间的对应关系。

按由易到难，知识整合时注重地球科学与信息科学知识的交叉融合、理论学习与实验实践的融会贯通、基础理论与学科前沿的有机结合、空间数字化抽象与传统地学表达的相辅相成。面向学习成果对毕业要求的贡献度，采用思维导图设计教学内容知识点的结构设计，合理规划课时，实现

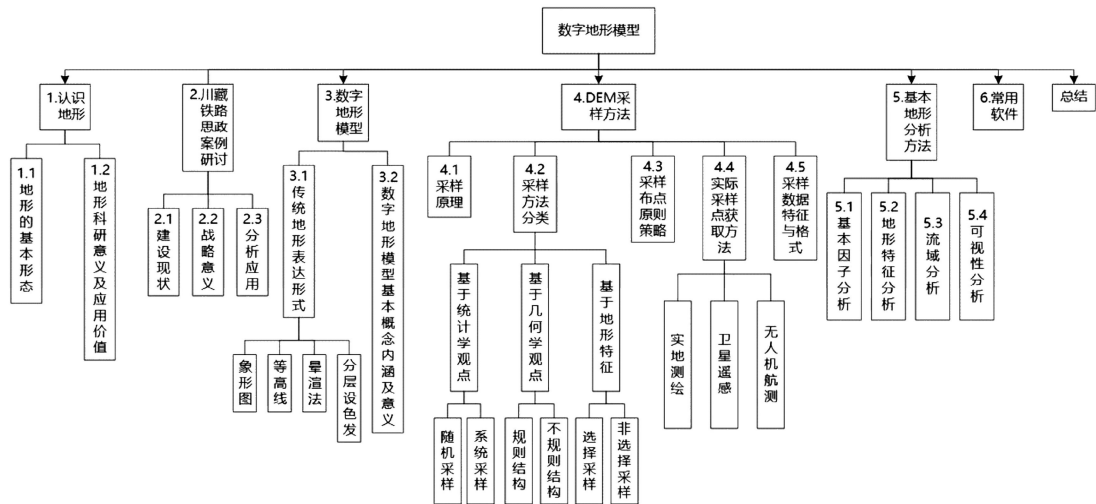


图2 “数字地形模型”教学内容知识点结构设计



图3 智慧教室研究型课堂

课堂教学、技能培养的科学配置与学时安排。

以“数字地形模型”知识点为例，巧妙设计教学步骤，知识点学习前明确该空间分析方法的最终学习成果，设计案例式、项目式和任务式的学习成果主线，环环相扣，层层递进，激发学生的问题意识和创新能力。课程内容体系整合和重塑成果形成了普通高等教育“十二五”规划教材《空间

分析与建模》，2013年在清华大学出版社第1版出版以来，共印刷8次，已销售5500余册，知识整合成果形成了较好的辐射与推广（如图2）。^[7]

（二）案例研究型教学模式

通过学习结果导向明确强调学生所需学到的知识和技能，优化空间分析与建模课程的教学策略，突破单一化教学模式，采用案例研究型教学模式，开展个性化教学，跟进每名学生的

的学习轨迹，及时把握每个人的目标、基础和进程，改变传统灌输型教学模式（如图3）。

空间分析与建模课程采用小班化教学，每个班控制学生30人以内。研究型教学模式上，依据课程内容特点，采用分组讨论、现场辩论、小组互评等翻转课堂教学方法，利用“智慧教室”多屏显示、智能管控和协作互动，实现线下新型课堂教学流程的重构。

课程突出实践性和开放性，课程内容与生活、生产、自然科学紧密结合。课程教学融合课程讲授与实验教学方式开展，教学方法注重启发式，引导学生学会利用学术搜索工具开展课外著作和论文阅读，通过实验教学鼓励学生综合地理信息系统软件实现空间数据分析功能等实验内容，综合运用空间分析与建模技能提升学生综合能力的培养与训练，夯实学生对专业知识的掌握、拓展学生对专业内容和相关工作的了解。

项目案例创新探索方面，要求学生承担挑战性任务，提出项目建议、完成项目策划、开展案例研究和口头报告等，让学生展示思考、质疑、研究、决定和呈现的能力，培养学生研究性思维并设计教学过程，激发学生的问题意识与创新能力。

案例设计过程中，贯穿“爱自己、爱他人、爱学校、爱祖国”递进式价值教育理念，实现社会主义核心价值观

观、中华优秀传统文化教育与空间分析课程教学全过程融合，培养学生正确认识专业特色，树立专业自信，建立保护地球的现代科学意识。从而使学生了解地球空间问题求解过程，对学校、对专业特色有更深入的认识，对专业前景有更好的憧憬，对应为课程思政教学目标，获中国矿业大学2021年“课程思政”典型案例二等奖。

同时，实验教学充分利用资源与地球科学学院建设的“地学虚拟仿真与大数据中心”（如图4），学习加载互联网地图、卫星遥感影像和数字地形模型，将采集到的川藏铁路轨迹矢量标绘，实现技能与思政的交融，坚持虚实结合的方式让学生了解三维地形模型及可视化分析的应用前景，实现信息技术与课程教学的深入结合。



(a) 边讲边练



(b) 以练代讲

图4 地学虚拟与大数据实验室实践教学

表 2 空间分析与建模课程平时作业量规表

毕业要求内涵观测点	课程教学目标	分值	考核项目	考核标准				
				优秀	良好	中等	及格(合格标准)	不及格
1-3、7-3、9-1	1、4	10	过程评价作业	作业完成过程中,能主动查阅相关文献,能充分考虑所学地球信息科学基础理论和基本方法技能,作业内容完整,完成作业过程表现优秀,有对空间分析解决地球空间问题的体会和理解、书写工整。	作业完成过程中,能查阅相关文献,能考虑所学的地球信息科学基础理论和基本方法技能等,作业内容完整,完成作业过程中表现良好,能完整完成作业内容,书写工整。	作业完成过程中,查阅相关文献能力一般,完成作业过程中部分内容需在组内其他成员帮助下完成,作业内容完整,书写一般。	作业完成过程中,能根据教程内容完成,完成作业过程中所有内容需在组内其他成员帮助下完成,作业内容完整,书写不认真。	无法按要求完成作业全部内容,在组内其他成员的帮助下也无法完成作业,作业内容不完整,书写不认真。

(三) 学习效果动态评价考核

课程强化过程性考核方式,采用“平时考核+期终考试”“基本理论测试+创新实践答辩”相结合方式,设计作业量规表、答辩评分表等。基于OBE理念设计实时作业量规表(表2),设计平时考核和期末考核动态考核机制,将学习效果评价贯穿整个学习过程,全面考查学生学习情况,科学客观反映学生的实际能力,从而对课程学习产生良性反拨作用。根据课程目标对毕业要求指标点的贡献度,分别确定各课程目标期末考试、实时考核中的目标分值和权重。

以学习成果聚焦综合评价,打破“一考定终身”评价,即不仅仅是在教学内容、学习实践和方式上。采用多元和梯次评价标准,评价强调学习成果的内涵和个人的学习进步,而不着重进行学生间的对比,依据每个学生的学习程度进行针对性评价,由成果决定评价而非进程决定评价。

三、结 语

根据空间分析与建模课程对毕业要求指标点的支撑作用,反向确立课程目标;然后围绕课程目标,建立章节内容与课程目标的对应关系,整合

知识结构;为强化课程内容的实际应用,将科研案例、学科竞赛和企业项目融入教学实施过程,采用高效混合式教学开展案例研讨型教学模式改革;采用平时考核和期末考核的动态考核机制,实现对学习效果的科学、客观和全面的评价。

实施基于OBE驱动的教学创新设计,学生对课程参与度和获得感明显提高,对教学团队评教结果均为100%“A非常满意”,常年是学院评价最高的课程之一。团队教师荣获徐州市优秀女教师等荣誉称号,同行评价远高于平均水平,教学督导和学校评价优秀。

学生参加教育部第六届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛,入围全国总决赛,实现我校参赛以来国奖“零”突破;学生积极参加中国地球科学大数据挖掘与人工智能挑战赛、高校数学建模挑战赛等学科技能竞赛,获得一等奖、二等奖的优异成绩;学生在省科技创业大赛中获得互联网行业赛团队组第一名,晋级中国创新创业大赛江苏赛区决赛,被徐州市科技局、徐州市政府和中共江苏省委信息网报道。

参考文献:

- [1] 张男星, 张炼, 王新风, 等. 理解 OBE: 起源、核心与实践边界 [J]. 高等工程教育研究, 2020 (3): 109—115.
- [2] 周显鹏, 俞佳君, 黄翠萍. 成果导向教育的理论渊源与发展应用 [J]. 高教发展与评估, 2021, 37 (3): 83—90+113.
- [3] 杨慧, 慈慧, 孙亚琴. GIS 技能竞赛辅助“空间分析与建模”教学的探索与实践 [J]. 测绘科学, 2011, 36 (5): 237—239.
- [4] 李志义, 朱泓, 刘志军, 等. 用成果导向教育理念引导高等工程教育教学改革 [J]. 高等工程教育研究, 2014 (2): 29—34.
- [5] 巩建闽, 萧蓓蕾. 谁来制订课程大纲 [J]. 高等工程教育研究, 2020 (4): 180—187.
- [6] 王国强, 卢秀泉, 金祥雷, 等. 成果导向教育理念的新工科通识教育体系构建研究 [J]. 高等工程教育研究, 2021 (4): 29—34.
- [7] 杨慧. 空间分析与建模 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2013.

(来源: 2022 年第 2 期《高等工程教育研究》)