

能力导向土木信息化实践教学模式研究

龙丹冰

西南交通大学土木工程学院, 四川 成都

收稿日期: 2026年9月12日; 录用日期: 2026年10月14日; 发布日期: 2026年10月20日

摘 要

有关土木行业数字化转型的人才信息化实践要求具有复合性质, 传统实践教学所涉技术及能力常有不匹配之处。文中将能力导向教育、PBL、CDIO诸种工程教育思路作一归纳整理, 以能力为着眼点讨论土木信息化教学目前的困难, 指出能力导向教学的基本含义及其意义, 把分层能力目标同多学科内容加以关联, 就具体教学模块做相应设计并给出实施方法, 同时思考推广中可能遇到的问题及对策, 最后把所得结论作为土木信息化人才培养上较完整的理论说明或可行方案予以交代。

关键词

土木信息化, 实践教学, 能力导向, 教学模式, 跨学科融合

Research on Ability-Oriented Civil Engineering Informatization Practice Teaching Mode

Danbing Long

School of Civil Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu Sichuan

Received: September 12, 2026; accepted: October 14, 2026; published: October 20, 2026

Abstract

The practical requirements for talent informatization in the digital transformation of the civil engineering industry are complex, and there are often mismatches in the technology and abilities involved in traditional practical teaching. The article summarizes and organizes various engineering education ideas such as ability-oriented education, PBL, and CDIO, and discusses the current difficulties in civil engineering informatization teaching from the perspective of ability. It points out the basic meaning and significance of ability-oriented teaching, links hierarchical ability goals with

interdisciplinary content, designs corresponding teaching modules and provides implementation methods, and considers possible problems and countermeasures in promotion. Finally, the conclusions are presented as a relatively complete theoretical explanation or feasible plan for cultivating civil engineering informatization talents.

Keywords

Civil Engineering Informatization, Practical Teaching, Ability-Oriented, Teaching Mode, Interdisciplinary Integration

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. 引言

土木工程现在已开始由传统施工方式转为数字化、智能化的发展路线,对所涉人才的实践技能有较复杂的总体要求——既要有技术本身的把握,又应能利用数据、管理信息及配合其他专业共同工作。有关实践的教学是把理论同实际结合起来的关键所在,而教学方法是否恰当将对人才能否满足行业需要、是否胜任岗位产生决定性影响。

有关工程教育的理论及实践已有较完整的国内外论述。能力导向教育(OBE)把所学内容当作成果来思考,按产出逻辑倒推教学步骤,着力体现学生能力的可度量性及其分层状态,是高等工程教育改革的主要思路。围绕问题展开学习(PBL)以现实问题为起点,鼓励个体探索,在分析与解决中取得知识进展或能力成长,目前正大量用于各类实践性课程的教学。CDIO 所称的工程教育方式是构思、设计、制作、运用的统一体,用完整流程带动教学,注意系统思考和实际操作能力的同步发展。

有关国内土木信息化教学的已有研究大体以 BIM 技术进课或虚拟实验为着眼点做了较多分析,但所提方案一般只涉及个别技术的使用,对能力分层论述不够,同时不很重视把现行教育方法同土木信息化实际做系统性对接。目前一些实践仅作软件上手式的训练,有“重技术、轻工程”“重操作、轻思维”一类的缺陷,不能很好满足社会对于复合型信息化人才的要求。

基于此,本文以能力为主线重构土木信息化实践教学体系,在继承 OBE 的分层目标设计、PBL 的问题驱动逻辑与 CDIO 的全过程工程理念基础上,结合土木信息化的跨学科特征,提出分层、多元、过程三位一体的教学模式,并通过典型模块设计与挑战对策分析,增强模式的可操作性,为土木类专业信息化人才培养提供理论参考与实践路径。

2. 土木信息化实践教学的现实困境与能力导向的核心内涵

2.1. 传统实践教学的信息适配短板

现行的传统土木类实践教学把工程技术能力当作基本点,有关的实验、实习或课程设计一般只讨论力学、构造及施工方法,信息化因素较长期地被当作附加内容,缺少整体思路。从教学内容看,所称的信息化实践多为软件操作训练,按固定程序进行教学,目标基本是“完成指定操作、输出标准成果”,对信息产品本身、数据构成、需求来源一类的深层内容论述较少。学生只是记住工具的功能和使用方法,没有将技术同实际项目结合,对信息化改善工程的方式缺乏理解,在碰到特殊需要时不能很好应对,“会软件、不会解决工程问题”的例子很常见,人才素质与行业“方案型、分析型”所求有较大差距。

从教学组织的角度看,有关实践教学一般由土木专业教师单独完成,对计算机及信息管理类知识所涉内容考虑不够,教学中较难将技术提升到设计、优化这样的高度,容易造成“重技术轻工程”或“重工程轻逻辑”的偏差。就评价而言,目前多用成果本身或单项操作来判断成绩,未把问题处理、思维创新及合作状态纳入考察范围,不能完整地认识学生信息化素养的水平,也无利于其各种能力的充分成长。

2.2. 能力导向教学的核心逻辑与价值定位

能力导向教学所依据的核心是学生各种能力的达成,对能力等级作逆向思考后安排教学及评价,不拘泥于传统“重知识传授、轻能力养成”。若要处理土木信息化类的实践教学,应把教学目的由“掌握工具操作”转成“具备运用信息化手段解决工程问题的综合能力”,让实际工程带动有关技能的掌握,不使实践沦为单纯地按图索骥、操作工具的练习。

该模式的价值体现在三方面:第一项是根据行业数字化发展的现实需要来考虑人才培养,把工程素质同信息化能力结合,以解决人才供需不匹配的问题;第二项是将实践教学的知识作系统化处理,促进多学科内容互相补充,避免信息化只作孤立论述,使知识有层次、有逻辑地展开;第三项是鼓励学生主动求知,用问题或项目带动学习,让其自行判断工程中应做的信息化工作、思考对策,由此完成由“会操作”到“会思考、会设计、会沟通”的能力转变[1]。

3. 能力导向的土木信息化实践教学体系架构

3.1. 分层递进的能力培养目标

把能力作为主线来考虑,按所学阶段及实际运用的深度划分基本、核心、高阶三种能力等级,做到逐步推进的培养。

所称的基础能力层是有关工程数据使用及分析的起点,包括 BIM 数据模型、工程信息标准、信息抽取或转换、基本信息化方法诸项内容,属于对土木信息化的初步介绍。要使学生认识工程信息以数字形式存在的特点,知道主要数据交流形式,能依规定把不同来源数据汇编起来、正确地看懂模型所含信息,从而获得数据处理的基本经验。

有关核心能力的论述集中于工程信息化所涉的需求及设计,把多主体调研、工程情境分析、功能设定、技术说明都纳入考虑范围,这是土木信息化人才应具备的基本素质,亦是同纯工程或纯技术人才相区别的要点。所要达到的目标是训练学生用工程眼光思考问题,在各方要求之间做适当平衡,把需求写成明确的方案(功能或技术),让工程实际和理论获得良好对接。

高阶能力层所讨论的是有关信息化优化及协同的种种能力,即对产品做更新、对全周期价值作分析、对风险作预测、对专业配合作思考,适用于复杂系统工程的信息背景。要以项目整体来定位所学内容,把技术上可行、经济上合理、实际中适用诸项因素都纳入考虑,促成信息化方案的落实或改进[2]。

3.2. 跨学科融合的模块化教学内容

以三级能力为标准来考虑问题,把各门学科适当结合,用模块方式组织教学内容,使所涉模块有确定的能级、有合理的联系。

有关工程数据及数字化工具的内容属于基础能力层所涉范围,应将 BIM 技术、工程信息学、计算机上数据的运用作为知识点,集中讨论模型数据、信息采集、可视化编程诸项内容。模块按实际工程思路安排知识,用土木工程作实例参照,不把技术本身当作唯一目标,亦不因太注意局部而妨碍对工程全局的把握。

有关需求及产品设计的论述属于核心能力层的内容,所涉知识有用户研究、设计逻辑以及工程管理,

要处理需求、场景、功能和相关技术文档。应把实际工程作为出发点来思考学习内容,鼓励用具体例子做分析或设计,注意从总体上把握信息系统,不要只死记设计各阶段的操作方法[3]。

有关方案优化及协同实践的模块属于高阶能力部分,把项目管理、软件方法诸项知识带入教学,以信息化项目的可行性、改进、交流为思考重点。按跨专业组合、由多导师引导的方式组织学习,使学生能从整体上把握问题、配合他人做事,又知悉信息化思路在工程各阶段的作用与意义。

3.3. 典型教学模块设计——以“BIM 在桥梁施工管理中的应用”为例

本模块对应核心能力层级,面向土木工程专业大三学生,课时为 32 学时(理论 8 学时 + 实践 24 学时),具体设计如下。

(1) 教学目标

知识目标:要了解桥梁施工所用 BIM 模型的建立方法及有关进度、成本的 BIM 处理方式,同时认识 4D-BIM 的技术及用途。

能力目标:对桥梁施工所涉的 BIM 模型可作独立处理、予以完整录入,能借助 BIM 来计算工程量或分析进度、判断施工冲突,已有根据需要改进信息化方法的初步思考或实践能力。

素养目标:应把施工管理同信息化联系起来思考,要能合作地运用各岗位知识,有条理地处理工程信息[4]。

(2) 教学内容

理论部分:桥梁 BIM 建模规范与交付标准、4D 施工模拟原理、BIM 施工管理应用场景与工程案例。

实践部分:Revit 桥梁构件族制作与整体模型搭建、施工进度计划编制与 WBS 分解、Navisworks 进度模拟与碰撞检测、工程量统计与成本动态核算。

(3) 实践任务

把已知的跨线高架桥实例作为研究对象,按三人小组方式安排所做工作:① 根据施工精度来建立桥梁 BIM 模型及有关施工属性资料;② 制定施工进度方案,对之作 4D 动画形式的模拟演示;③ 检查施工各阶段的碰撞情况,给出报告和优化思路;④ 分析各期工程量,将预算结果同实际作比照、说明偏差成因。

(4) 考核标准与评价量规

所用的是过程性与成果性结合的考核方式,总分是 100 分。关于过程部分(40 分)要考查小组协作(10 分)、阶段性任务是否完成(15 分)、有关问题及汇报的质量(15 分);成果部分(60 分)应有模型的规范和完整信息(20 分)、施工模拟及碰撞分析的正确性(20 分)、优化建议所涉工程意义(20 分)。另外有 5 分的创新加分,对新思路、新应用或新方法做奖励性处理。

4. 土木信息化实践教学模式的实施路径

4.1. 两阶段分层递进教学设计

要按能力递进的思路来安排实践教学,把有关教学划为基本认知及较高层次两类,分别予以落实。

所称的基础阶段是针对中低年级而设的课程,把工程数据及需求设计纳入教学内容,按“理论讲授 + 小型课题实践”思路处理问题,以利知识迅速落实。对课题的难度有恰当控制,不把实际工程过于复杂化地引入,不因困难而使学习失去动力,而是着重分析学生能否正确使用基本方法加以解决。

所称的进阶阶段是针对高年级而设的课程,主要运用方案优化及协同实践两类模块,用项目或工作坊方式教学。此时的课题基本依工程现实来定,其复杂性、整体性都较以往有明显提高,要结合多学科做设计思考。对成果的表达没有强制格式,允许按个人兴趣分设研究角度,给思考以自由余地,力促形

成较高层次的判断、较完整的知识运用能力[5]。

4.2. 多元协同的教学支撑体系

应从跨学科的角度来考虑教学的组织及有关资源的安排。

从师资角度来说,要形成以土木教师、信息教师及行业实际工作者为成员的多元教学组合。土木教师负责工程内容及专业分析,信息教师说明有关技术的可行性,行业专家带入现实需要或使用经验,三人共同思考课程、一起做教研,不拘泥于学科界限,努力提高融合教学效果。

从资源角度来说要建立虚实结合的实践体系。把现实实验及虚拟仿真都纳入资源范围,按虚实配合思路来安排教学情境,以虚拟方式再现费用高、风险大的工程状况,对实际试验作补充又不放弃实操训练的强化。设法将各校的信息化实践资源集中起来,对案例、课题一类的材料做统一整理,避免资源孤立现象。鼓励校企合作开发实践教学内容,由企业带入真实任务和所用标准,安排其人员有计划地到校辅导,使课程发展与产业走向保持同步联系。

4.3. 过程与成果融合的多元评价体系

把过程性、成果性两类评价都纳入考虑,对所学能力作完整分析。

所谓过程性评价是针对课题各阶段所作的考察,由教师观察或以小组互评、阶段性报告等形式来归纳有关思维与行为的表现。把实际操作当作学习内容,对错误迅速予以分析、修正,使试误对能力有促进意义,不主张“唯结果论”。

成果性评价应围绕最后所提方案做分析,不只看技术本身,而且要衡量其工程可行性及对需要的满足程度、创新价值。由多学科教师 and 实际行业人员一起参加评审,就各项要素加以考察,使评价较为完整、较接近事实。允许按一定标准加分,把创新做法当作正向因素加以肯定,给学生自由思考、试验的机会,避免抑制创造性[6]。

5. 模式推广的实施挑战与应对策略

能力导向的土木信息化实践教学模式在落地推广中,面临师资、资源、管理体制等多方面挑战,需针对性制定应对策略,保障模式有效实施。

5.1. 师资能力结构失衡与破解路径

挑战:目前土木类教师所掌握的信息化知识多是零散的,信息技术教师缺少对土木工程的了解,复合型师资不够用;而且个别教师没有足够的工程经历,不能清楚地认识现实产业需要,教学因而和实际有较大差距。

对策:要按“双师双能”思路来开展师资培育,把土木教师送进有关的信息技术院校或企业学习信息化内容,又让信息类教师有机会参加土木项目工作,以补能力之缺;设立校企间人员互往的制度,由企业派技术力量作兼职教员,允许教师去企业做实际岗位锻炼,取得工程第一手经验。对各学科作有计划的联合教研,使知识、教学都得到交叉促进与配合[7]。

5.2. 实践教学资源供给不足与优化方案

挑战:有关土木信息化的软件、硬件及项目实例所涉资源的成本是较大的项目,一般院校无力作太多投入;教学上可用的资源多属零散状态,学校或与企业之间尚难做到有效共享,利用率不高。

对策:应建立“政府引导、校校联合、校企共建”有关的资源共建共享制度。要设法获得专项教育资金,对一般性软硬件作统一采购,使每所院校的成本不致过高;将区域中各校资源作适当整合,把优

秀课程及模拟材料、项目实例都纳入可用范围,做到互惠互利。推动产业与教育结合,邀请龙头企业配合设立实训点,用实际项目和技能予以引导,让学校做教学转化,以资源互动促进各方发展。

5.3. 传统管理体制制约与改革建议

挑战:按传统方式设置院系所涉的管理体制中,各学科之间壁垒较重,有关的跨学科研讨及合作有行政困难、考核无统一标准;现在所称的教学考核一般只看课时或论文数量,对跨学科、对实践的鼓励不够,教师主动改革的意愿因而较低。

对策:应着手对跨学科教学做管理机制上的改革,成立有关土木信息化的专项工作组,把各院系师资及课程资源作统一安排、统一配置,减少协作审批环节。改进教师考核方法,以所授跨学科课程、教学实验成果或学生实际成长来衡量其业绩,按此设计绩效奖励及职称评定的政策导向,使教师有积极性、有动力地投入各项教学改革的实践[8]。

6. 结论

将能力作为主线来考虑,对土木信息化的实践教学作相应重构,正好符合当前行业数字化发展的需要。所提模式把分层递进的三级能力当作基本目标,按跨学科思路组织模块内容,利用两阶段设计、多方位辅助及综合评估予以落实,可以较好地消除传统实践教学“重操作轻思维、重技术轻工程”一类的弊端,促使学习者摆脱只懂某项技能的状态而成长为具有多种素质的信息化人才。

以能力为中心来组织土木信息化的实践教学是动态性的思路,往后要不断研究行业所用的技术及教学实际效果,对内容作适时调整,对评估加以补充,有计划地处理推广中出现的問題,给土木信息化人才的成长以长期助力。

参考文献

- [1] 徐伟杰, 陆金钰, 熊宏齐, 等. 土木工程专业实验教学模式探索——以土木工程国家级实验教学示范中心(东南大学)为例[J]. 高等建筑教育, 2026, 35(3): 60-66.
- [2] 朱志刚, 覃绍鑫, 孙椿兴, 等. 一流本科课程建设背景下土木工程专业课程教学模式优化研究——以混凝土结构设计原理为例[J]. 西部素质教育, 2026, 12(5): 165-170.
- [3] 郭忠英, 樊晓玲, 晏航宇, 等. 信息化背景下“土木工程材料”课程教学改革研究[J]. 科学咨询, 2025(17): 185-188.
- [4] 高卫亮, 韩露, 赵延明, 等. 信息化视域下钢筋平法识图混合式教学实践[J]. 山西建筑, 2025, 51(16): 195-198.
- [5] 李文博. 土木建筑背景下行业前沿技术在高校土木工程专业教学的应用与探索[J]. 中国多媒体与网络教学学报(上旬刊), 2025(4): 78-82.
- [6] 朱静. 成果导向教育理念下的就业指导实施路径[J]. 中国就业, 2024(10): 84-85.
- [7] 康全礼, 陆小华, 熊光晶. 国际创新型工程教育模式中国化的探索与实践[J]. 煤炭高等教育, 2008(4): 4-7.
- [8] 刘儒德. 问题式学习: 一条集中体现建构主义思想的教学改革思路[J]. 教育理论与实践, 2001(5): 53-56.