

成果导向的 BIM 应用型人才协同培养改革与实践

贺成龙 博洋¹

(嘉兴学院 建筑工程学院, 浙江 嘉兴 314001)

【摘要】: 通过构建“问-践-道”三位一体的建筑信息模型应用型人才协同培养体系、培养建筑信息模型应用师资队伍、探索校企深度合作等措施,运用成果导向的教学设计和教学实践,建立教学成果 PDCA 工作环并持续改进,可培养出符合社会需求的建筑信息模型应用型人才。研究表明:工程管理专业 BIM 课程群三门课程的达成度分别为 0.841、0.752 和 0.846,所支撑的一级指标点的毕业要求达成度为 0.807,均超过预期的教学质量目标控制要求。

【关键词】: 成果导向教育 建筑信息模型 应用型人才 达成度

【中图分类号】: TU2-45 **【文献标志码】:** A **【文章编号】:** 1671-3079(2022)03-0120-07

中国建筑业正处在转型升级和创新发展的重要历史时期。建筑信息模型(Building Information Modeling, BIM)技术是一项具有广泛应用范围和良好应用前景的基础性新技术,已经成为促进建筑业转型升级的核心引擎,为整个建筑业的变革与发展注入新的活力。BIM 技术的应用与推广,将大幅提高行业信息化水平、工程管理的集成化程度和交付能力,显著提高工程质量和效率,对整个建筑行业的影响将是革命性的。

2020 年,住房和城乡建设部、教育部等 9 部门联合发布《关于加快新型建筑工业化发展的若干意见》(建标规[2020]8 号),要求加快信息技术融合发展,大力推广 BIM 技术,加快推进 BIM 技术在新型建筑工业化全生命周期的一体化集成应用。而建筑业 BIM 应用数据显示, BIM 人才缺乏已经连续 4 年,成为 BIM 发展最大的障碍。^[1]发展和应用 BIM 技术需要相应的人才支撑,但现有土木建筑类专业分别针对工程建设全生命周期的某一个或几个环节,这种“精细化”划分的专业,以解决某一个或几个环节的工程问题为主,知识碎片化,学生的多专业协调配合能力差,这与用人单位需要有全专业视角和素养的需求有较大的差距,不利于 BIM 应用型人才的培养;同时,由于专业设置调整是一个缓慢的过程。鉴于此,本文在现有专业设置框架下,基于成果导向教育理念(Outcome-based Education, OBE),以工程管理专业为例,探讨 BIM 应用型人才的协同培养,以期所高校 BIM 应用人才培养提供借鉴。

一、BIM 应用型人才协同培养方法

基于 OBE 人才培养模式,对标建筑行业 BIM 人才需求,结合专业评估(认证)标准,构建“问-践-道”三位一体的 BIM 应用型人才协同培养体系^[2],探索校企深度合作方法,跨专业(方向)协同培养学生的 BIM 应用技能,以提升学生的就业创业能力。

(一)加强 BIM 应用师资队伍建设

作者简介: 贺成龙(1970-),男,四川安岳人,嘉兴学院建筑工程学院教授,博士,研究方向为智慧建造与管理、新工科建设。

基金项目: 教育部产学研合作协同育人新工科项目(201901098004);浙江省高等教育“十三五”第二批教学改革研究项目(JG20190339)

由于教师的 BIM 策划、协同和应用能力，在一定程度上会影响学生的 BIM 策划、协同和应用能力。近年来，针对教师的 BIM 协同应用管理能力不高等问题，通过加强师资培训、组织教师深入企业、扎根项目等措施，提高了教师的 BIM 应用能力；同时，鼓励有条件的教师应用自己掌握的 BIM 技术，在做好教师本职工作的前提下，开设工作室、有限公司，通过市场化运营来提高教师的 BIM 策划、协同和应用能力。经过连续 6 年的努力，目前嘉兴学院工程建筑学院已有 18 位教师获得了 BIM 职业技能高级证书，且全部为“双师双能型”教师，为 BIM 技术融入人才培养方案提供了师资条件。

(二)构建“问-践-道”三位一体的 BIM 应用型人才协同培养体系

BIM 技术应用已展现出从施工技术管理应用向施工全面管理应用拓展、从项目现场管理向施工企业经营管理延伸、从施工阶段应用向建筑全生命周期辐射的特点。建筑业需要 BIM 技术与工程建设专业业务深度结合，并且可以向工程项目全生命周期全面管理拓展的综合型 BIM 复合型人才。根据建筑业总工程师必须具备 BIM 应用整体规划能力、项目经理具备 BIM 应用策划能力、专业工程师具备操作 BIM 软件和系统的能力的岗位需求,我们通过构建“问-践-道”三位一体的 BIM 应用型人才协同培养体系，旨在培养既懂技术和管理又懂 BIM 应用的复合型人才，并取得了一定的成效。图 1 是具体实施框架。

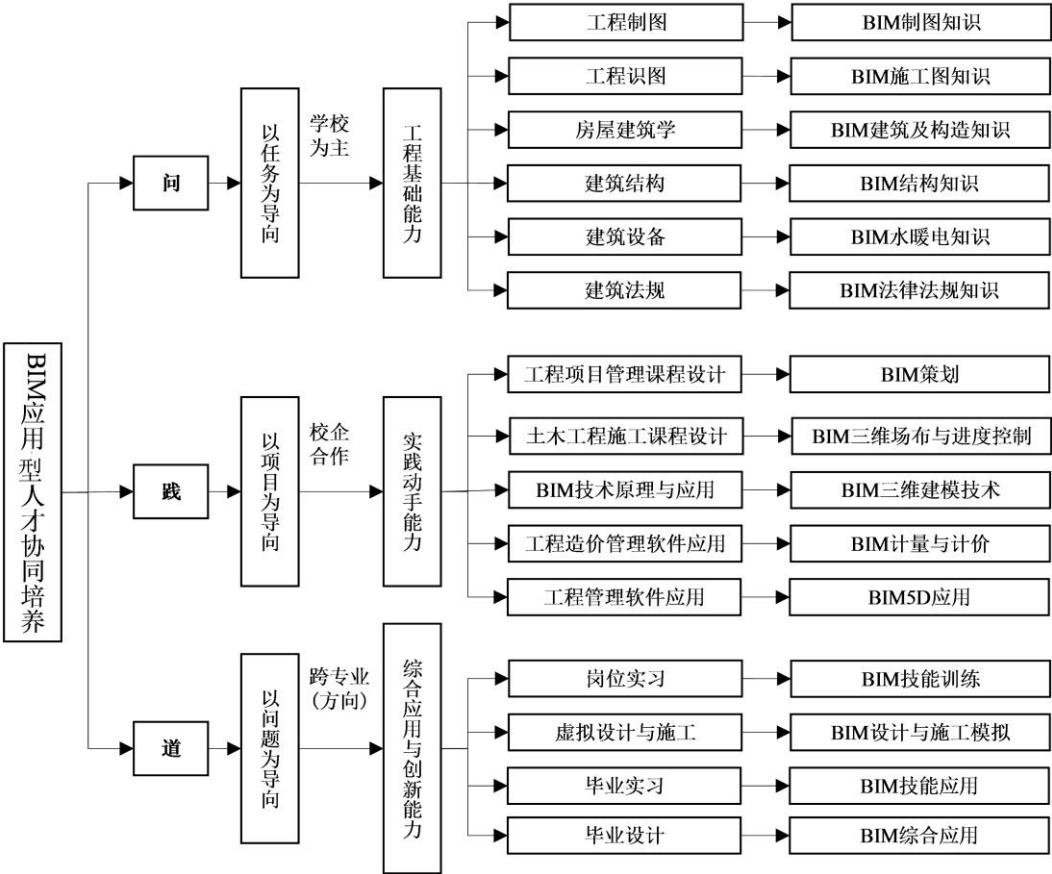


图 1 成果导向的 BIM 应用型人才协同培养框架

(三)校企深度合作，协同培养

以项目为导向，与企业深度合作培养学生的 BIM 实践动手能力。

在课堂教学环节，主要以建筑企业正在实施和已经实施的典型 BIM 应用项目为案例，贯穿 BIM 全生命周期应用的各个阶段，以企业 BIM 应用型人才和高校教师联合授课，协同培养学生应用 BIM 技术进行设计或模拟施工管理的协调能力。高校教师主讲 BIM 理论和 BIM 建模技术，建筑设计院 BIM 团队人员主讲 BIM 建筑设计、BIM 结构设计和 BIM 水暖电设计，建筑施工企业 BIM 团队人员主讲 BIM 工程管理和 BIM 高级应用。

在毕业设计环节，采用校内外联合指导的方式。2015 年开始，在工程管理专业学生中实行 BIM 方向专项毕业设计取得成功经验的基础上，增加土木工程、建筑学等其他土木建筑类专业 BIM 专项毕业设计，并探索 BIM 全过程应用的毕业设计模式。即围绕一个工程项目，探索 BIM 技术在建筑设计、结构设计、设备设计、造价、施工与管理等全过程应用。为确保质量，结合毕业实习和毕业设计环节，进行为期 2 个月左右的训练，共分为两个阶段，每个阶段 4 周。第一阶段为 BIM 模拟训练，参与工程项目，由企业相关技术人员进行培训和指导，学校配备相应导师进行过程质量监控，进一步提升各专业基础建模能力；第二阶段为 BIM 实训，全过程参与工程项目，利用 BIM 技术进行正向设计，提高 BIM 策划、BIM 多阶段应用能力。

二、成果导向的教学设计

长期以来，我国工科专业人才培养方案的教学体系按“通识基础课→学科基础课→专业基础课→专业课”构建知识结构，强调教学管理机制和教学实施过程，即“教得怎么样”，但并不注重学生“学得怎么样”，导致传统高等教育所培养的学生实践能力不足，理论功底也不深厚。^[3]

成果导向的教学设计，是以专业学习和专业教育的预期成果制定专业人才培养方案、以单元和课程学习预期成果制定课程教学大纲，以单元和课程学习成果为依据评价、修改新一轮课程教学大纲，进而改变以往由某本教材的内容或任课老师所掌握的知识内容来编制课程教学大纲的状况。

成果导向的教学设计的逻辑起点是国家、社会、行业等外在需求以及学校定位、学生发展及教职员工期望等内在需求。首先，根据内外需求进行培养目标设计，确定学生在毕业后的一段时间（一般为 5 年左右）能够取得的职业和专业成就。其次，根据培养目标进行毕业要求设计，确定学生毕业时应具备的知识、能力和素质。在此基础上，制定出成果导向的专业人才培养方案。再次，根据毕业要求进行课程体系设计，确定需要由哪些课程来支撑毕业要求的目标。最后，根据课程体系要求进行课程目标设计，确定课程学习成果；课程学习成果由若干单元学习成果组成。成果导向的课程教学大纲如图 2 所示。

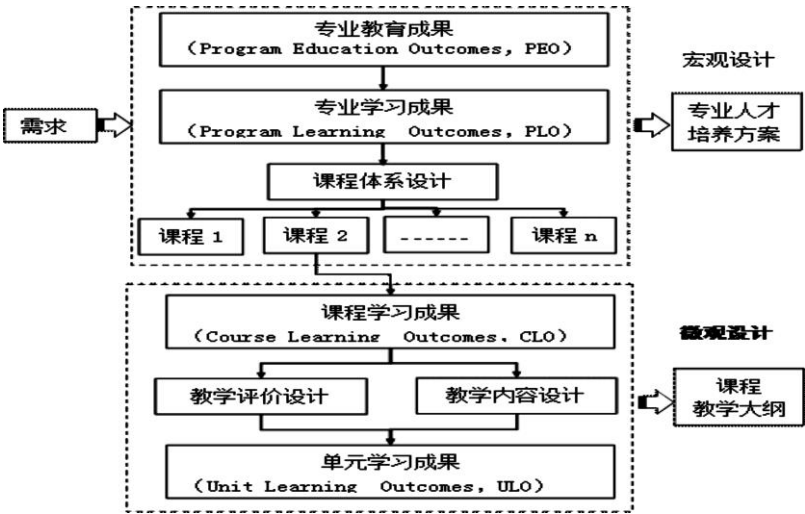


图 2 成果导向的人才培养方案及教学设计

基于 OBE 理念, 参照《工程教育认证通用标准解读及使用指南(2020 版, 试行)》《高等学校工程管理类专业评估(认证)文件(适用于工程管理和工程造价专业)》(2020 年版),^[4] 工程管理专业的毕业要求包括工程知识、问题分析、使用现代工具、工程与社会等 12 个一级成果(指标)考核点。工程管理专业 BIM 课程群包括 BIM 技术原理与应用、工程造价管理软件应用、工程管理软件应用等 3 门课程。BIM 技术原理与应用课程目标对工程管理专业毕业要求的支撑关系, 如表 1 所示。

表 1 BIM 技术原理与应用课程目标对工程管理专业毕业要求的支撑关系

毕业要求指标点	课程目标	重要程度
工程知识	1. 获得 BIM 技术基本知识	L
问题分析	2. 获得利用 BIM 软件, 将二维图纸转为三维模型的能力	M
使用现代工具	3. 获得 BIM 建筑建模、结构建模及模型后期应用的能力	H
个人和团队	4. 获得 BIM 团队协作能力	L

注: L、M、H 分别表示该课程目标对毕业要求指标点的支撑程度为低、中、高

课程是支撑毕业要求的基石, 课程教学设计与实施包括教学内容和教学方式两个方面。要求课程内容与教学方式能够有效实现课程目标, 即教学内容与课程目标有对应关系; 教学方式能支持课程目标的达成,^[5] 综合运用案例教学、基于问题的教学、项目驱动教学等方法。据此对 BIM 技术原理与应用课程的“BIM 结构建模”等 4 个教学单元的教学内容、教学要求和教学方式进行了设计, 如表 2 所示。

表 2 BIM 技术原理与应用课程教学内容和方式对课程目标的支撑关系

序号	教学单元	教学内容及教学要求	学时	教学方式	支撑课程目标
1	BIM 概述	了解 BIM 的涵义及发展历程、工程软件的职业伦理与道德, 熟悉 BIM 实施的组织管理、技术应用点	6	讲授+项目+案例	1
2	BIM 结构模型搭建	熟悉结构施工图, 掌握结构 BIM 模型的创建方法	18	讲授+项目+案例	2、3
3	BIM 建筑模型搭建	熟悉建筑施工图, 掌握建筑 BIM 模型的创建方法	18	讲授+项目+案例	2、3
4	BIM 模型应用	掌握模型后期应用、与其他 BIM 软件对接方法	6	讲授+项目+案例	2、3、4

三、BIM 课程群教学考核与达成度评价

(一) 成果导向的考核方式及成绩构成

课程是实现毕业要求的基本单元，课程能否有效支持相应毕业要求的达成是衡量课程是否满足认证标准要求的主要判断依据。课程考核方式及成绩构成将影响课程目标的实现。以 BIM 技术原理与应用为例，将课程考核分为平时考勤、过程考核和期末考试，具体要求及评分方法如表 3 所示。

表 3 BIM 技术原理与应用课程成果导向的考核方式

成绩组成	分值			考核/评价细则
平时考勤	10			课堂随机点名抽查，根据回答问题的完善程度给分； 其中旷课 1 次扣 1 分，扣完本小项为止
过程考核	60	BIM 结构模型搭建	20	共计 6 次，每次作业的权重相同。根据作业完成的优劣， 采用十一级制计分，对应分值如下：A(100)、A-(89)、 B+(84)、B(81)、B-(77)、C+(74)、C(71)、C-(67)、D(65)、D-(63)、E(0)
		BIM 建筑模型搭建	20	
		BIM 模型应用	20	
期末考试	30			根据期末考试试卷评分标准评分，可以开卷考试

课程评价方式采用“过程评价”与“总结性评价”相结合的方法。^[6]成果导向的课程考核方式注重过程成绩考核，“平时考勤”加“过程考核”成绩的比重提高到 70%，期末考试只占 30%，这可以很好地调动学生平时认真学习的积极性。

(二)达成度评价

人才培养质量达成度评价包括人才培养目标达成度评价、毕业要求达成度评价、课程目标达成度评价。课程目标达成度评价以学生通过课程学习获得的素养与关键能力，即课程所预期的素养与能力为目标，以学生学习之后是否达成为主要依据。课程目标达成度评价包括课程子目标和课程总目标达成度评价。

课程子目标达成度等于支撑该课程目标相关考核环节的平均得分(百分制)除以支撑该课程目标相关考核环节的目标分值总分(100 分)，具体如下：

$$D_i = E_i / 100 \tag{1}$$

式(1)中， D_i 为第 i 项课程子目标的达成度；

E_i 为第 i 项课程子目标考核的平均分。

课程总目标达成度等于课程子目标达成度乘以该课程目标占课程总目标的权重，再加权求和，具体如下：

$$D_c = \sum_{i=1}^n D_i \times M_i \tag{2}$$

式(2)中, D_c 为课程总目标的达成度, 达到 0.7 的认为达到预期目标;

n 为课程子目标个数;

D_i 为第 i 项课程子目标的达成度;

M_i 为第 i 项课程目标占课程总目标的权重。

对于 BIM 技术原理与应用有 4 个课程子目标。根据上述课程目标达成度评价方法, 嘉兴学院 2018 级工程管理专业 BIM 技术原理与应用课程的各子目标达成度均超过 0.7, 达到预期的教学质量控制目标(见表 4)。

表 4 2018 级 BIM 技术原理与应用课程目标及权重

课程目标	目标内容	重要程度	权重	达成度
课程目标 1	获得 BIM 技术基本知识	L	0.1	0.745
课程目标 2	获得利用 BIM 软件, 将二维图纸转为三维模型的能力	M	0.2	0.899
课程目标 3	获得 BIM 建筑建模、BIM 结构建模、BIM 模型后期应用的能力	H	0.6	0.831
课程目标 4	获得 BIM 团队协作能力	L	0.1	0.878

同样, 可计算出 2018 级工程管理专业工程管理软件应用、工程造价管理软件应用课程的总目标达成度(见表 5), 也均超过 0.7, 达到预期的教学质量控制目标。

表 5 2018 级工程管理专业毕业要求“使用现代工具”指标的支撑关系

支撑课程	毕业要求	支撑权重	达成度
BIM 技术原理与应用	获得应用 BIM 技术进行 BIM 建筑建模、BIM 结构建模、BIM 模型后期应用的能力	0.3	0.841
工程管理软件应用	获得基于 BIM 的技术、生产、商务、质量、安全等场景的应用能力, 基于 BIM 的全过程项目管理能力	0.4	0.752
工程造价管理软件应用	获得钢筋算量模型构建、土建算量模型构建能力, 具有系统的工程造价管理综合素养	0.3	0.846

毕业要求达成度是由支撑该毕业要求的课程目标达成度乘以该课程目标占该毕业要求指标点的权重, 再加权求和, 具体如下:

$$D_g = \sum_{i=1}^n D_{ci} \times M_{ci} \quad (3)$$

式(3)中, D_g 为某个一级指标点的毕业要求达成度, 该指标达到 0.7 即认为达到预期目标;

n 为支撑某个一级指标点的课程门数;

D_{ci} 为第 i 门课程目标的达成度;

M_{ci} 为第 i 门课程占该一级指标点的权重。

应用式(3)对一级指标点“使用现代工具”的三门课程的支撑权重进行计算, 得出该指标点的毕业要求达成度为 0.807, 超过 0.7, 达到预期的教学质量目标。

四、持续改进方法及实施效果

成果导向的教学评价要实现以学习成果为主的持续改进式评价的转变。^[7]我们从全面质量管理思想和方法的角度, 建立教学成果的 PDCA 工作环。PDCA 循环是“计划(Plan)—执行(Do)—检查(Check)—改进(Action)”工作循环的简称。它是提高产品(工作)质量的一种科学方法, 也是各项管理工作的一般规律。

(一)教学成果 PDCA 循环的基本工作内容

P 阶段。根据“专业教育成果”目标制定“专业学习成果”目标, 根据“专业学习成果”目标制定“课程学习成果”目标, 根据“课程学习成果”目标制定“单元学习成果”目标(见图 2)。同时, 确定达到这些目标的具体措施和方法。

D 阶段。对照已制定的计划目标, 采取组织、技术、管理等综合措施, 为取得目标控制的理想成果, 扎扎实实地开展教学实践。其核心是成果导向的教学设计和教学实施。

C 阶段。对照计划目标, 检查执行的情况和效果, 及时发现和总结实施计划过程中的问题及经验。实行任课教师、教研组、督导组、社会第三方分层级检查制: 单元学习成果以任课教师为主进行检查、课程学习成果以教研组为主进行检查、专业学习成果以院(校)督导组为主进行检查、专业教育成果以社会第三方为主进行检查。

A 阶段。根据检查的结果进行总结, 把成功的经验和失败的教训都纳入有关的标准制度和规定之中, 巩固已取得的成绩; 同时, 提出这一循环尚未解决的问题, 把它们转到下一次的 PDCA 循环中去。

在教学成果 PDCA 循环中, 单元学习成果是课程学习成果的保证, 课程学习成果是专业学习成果的保证, 专业学习成果是专业教育成果的保证, 以实现螺旋阶梯式上升。

(二)实施效果

从 2017 年秋季学期开始, 课题组组织实施 BIM 课程群 OBE 教学改革, 目前取得了较好的成效: 2018 年, 工程管理专业通过专业认证、“BIM 技术原理与应用”课程被列为浙江省新形态建设教材; 2020 年, 工程管理专业被列入浙江省一流建设专业; 2021 年, “工程管理软件应用”课程被列为浙江省一流建设课程, 同时, BIM 方向(包括 BIM 施工模拟、BIM 项目管理、BIM 造价

管理三个子方向)毕业生受到用人单位的好评。

五、结语

成果导向的 BIM 人才协同培养,需对标建筑业 BIM 人才需求,结合专业评估(认证)标准。通过构建“问-践-道”三位一体 BIM 应用型人才协同培养体系、BIM 应用师资队伍建设、校企合作等方法培养 BIM 应用型人才。

成果导向的 BIM 应用型人才协同培养,需坚持成果导向的教学设计。以专业学习和专业教育预期成果制定专业人才培养方案,以单元和课程学习预期成果制定课程教学大纲。

本文对嘉兴学院建筑工程学院 2018 级工程管理专业 BIM 课程群三门课程的达成度进行了评价,分别为 0.841、0.752 和 0.846,所支撑的一级指标点的毕业要求达成度为 0.807,均超过预期的教学质量目标的控制要求。通过建立教学成果 PDCA 工作环,持续改进,BIM 课程群建设取得较好的成效。

参考文献:

- [1]中国建筑业 BIM 应用分析报告(2020)编委会.中国建筑业 BIM 应用分析报告(2020)[R].北京:中国建筑工业出版社,2020.
- [2]贺成龙,刘文莉.应用型本科院校新工科建设的 1+X 实施路径[J].教育现代化,2021(6):110-114.
- [3]张男星.以 OBE 理念推进高校专业教育质量提升[J].大学教育科学,2019(2):11-13,122.
- [4]住房和城乡建设部高等教育工程管理专业评估委员会.高等学校工程管理类专业评估(认证)文件(适用于工程管理和工程造价专业)[S/OL].4 版.[2020-12-04]<http://www.mohurd.gov.cn/jsrc/zytg/w02020120422461990826250000.pdf>.
- [5]张建萍,刘恩岐,巫永华,等.基于 OBE 理念的食品化学实验课程教学设计与实施[J].食品工业,2019,40(11):238-241.
- [6]白艳红.工程教育专业认证背景下课程目标的形成性评价研究与实践[J].中国高教研究,2019(12):60-64.
- [7]李薇,黑新宏,王磊.学习成果监控与评价机制的探索与实践[J].高等工程教育研究,2020(2):169-176.