

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2020.01.024

欢迎按以下格式引用:张盛楠,高展望,吴贝.给排水科学与工程专业BIM课程体系建设探索[J].高等建筑教育,2020,29(1):175-180.

# 给排水科学与工程专业 BIM 课程体系建设探索

张盛楠<sup>a</sup>,高展望<sup>b</sup>,吴 贝<sup>b</sup>

(天津大学仁爱学院 a.建筑工程系;b.管理系,天津 301636)

**摘要:**国内工程管理和土木工程专业的 BIM 教育体系已日趋完善,但是给排水等机电类专业的 BIM 教育起步较晚,用人企业急需 BIM 机电人才。通过借鉴国内高校 BIM 教育经验,建立了给排水专业分级 BIM 课程体系。在原有培养计划中设置 BIM 应用技术、BIM 案例分析等课程,并将 BIM 技术融入原有的专业课程教学中,同时在实践课程体系中加入 BIM 软件操作部分;针对 BIM 高级人才,在基础课程学习之后,对学生进行提高培训,使学生掌握主流 BIM 应用管理软件,同时积极鼓励学生参加 BIM 竞赛,为能力较强的学生提供“3+1”校外合作企业实践机会。分级 BIM 课程体系的实施为社会和企业培养了大量 BIM 机电综合应用型人才,可供给排水专业 BIM 人才培养借鉴。

**关键词:**给排水科学与工程;BIM;课程体系

**中图分类号:**G642

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-2909(2020)01-0175-06

BIM (Building Information Modeling) 建筑信息模型技术是一种多维(三维空间、四维时间、五维成本、N 维更多应用)模型信息集成技术,可以使建设项目的所有参与方在项目从概念产生到完全拆除的整个生命周期内<sup>[1]</sup>都能够在模型中操作信息、在信息中操作模型,实现在建设项目全生命周期内提高工作效率和质量,减少错误和风险的目标<sup>[2]</sup>。

为进一步提升建筑业信息化水平,住房和城乡建设部在《2016—2020 年建筑业信息化发展纲要》中明确指出,建筑业信息化是建筑业发展战略的重要组成部分,也是建筑业转变发展方式、提质增效、节能减排的必然要求<sup>[3]</sup>。BIM 的国家标准《建筑信息模型应用统一标准》《建筑信息模型施工应用标准》等已经颁布实施,给出了建筑信息交流框架标准。国家政策的倡导、相关标准的完善、实际应用的增长,表明 BIM 技术已经进入加速普及应用阶段<sup>[4]</sup>,我国对 BIM 人才的需求将迎来井喷式增长<sup>[5]</sup>,而缺乏专业 BIM 训练的从业者将使建筑行业面临人才短缺的考验。高校责无旁贷将承担

修回日期:2019-04-15

基金项目:天津市高等学校提高创新能力引导项目和专项资金管理项目;天津大学仁爱学院教学改革研究项目(2017-3-4);教育部高等学校给排水科学与工程专业教学指导分委员会教学改革项目(GPSJZW2019-07)

作者简介:张盛楠(1984—),女,天津大学仁爱学院建筑工程系副教授,硕士,主要从事给排水研究,(E-mail) shengnanzhang@126.com。

起培养 BIM 人才的重任<sup>[6]</sup>,将 BIM 纳入现有教育知识体系,为本科生提供相关专业的 BIM 技能学习和训练,大规模培养 BIM 人才成为现代建筑行业发展的趋势。

目前,国内外众多高校的工程管理专业和土木工程专业的 BIM 教育如火如荼,且已形成较为成熟的教学模式可供参考<sup>[5-11]</sup>。但给排水、暖通空调等机电类专业的 BIM 教育起步较晚,市场 BIM 机电人才紧缺。如何在给排水科学与工程专业培养方案中增设相关课程、推进 BIM 技术的学习,并将其与行业、企业、专业要求融合,培养创新复合型应用人才是教学中亟待思考的问题。

## 一、国内 BIM 课程教学现状及给排水 BIM 人才需求

### (一)国内高校 BIM 课程设置现状

我国自 2003 年引进 BIM 技术以来,随着 BIM 人才市场需求不断扩大,国内高校积极开设相关课程,培养行业所需的 BIM 技术人才。部分高校的土木工程专业和工程管理专业通过单独开设 BIM 课程或者将 BIM 技术植入土木工程制图、房屋建筑学、工程施工、工程概预算、工程项目管理等原有基础课和专业课程中,通过虚拟和现实相结合、理论与实践相结合的形式<sup>[11]</sup>,培养行业所需的 BIM 人才。

然而,建筑行业中必不可少的机电专业(水暖电)在 BIM 技术教育方面滞后,仅在建筑设备、水工程施工等单独课程中植入 BIM 内容,并未形成完整的课程体系。随着 BIM 技术应用于水处理构筑物、综合管廊等复杂市政基础设施的设计和施工管理中,传统“PPT+板书”的课程讲授模式以及 CAD 二维绘图已不能满足日益发展的建筑市场需求,BIM 机电人才短缺严重,因此在给排水等相关专业原有课程体系中加入 BIM 课程,并将 BIM 理念融入其中十分迫切。

### (二)给排水专业 BIM 人才需求

通过对用人单位进行 BIM 人才需求问卷调研和实地走访发现,随着 BIM 技术向多专业协同、市政基础设施等方向深入,企业希望高校在技术人才培养时要注意人才的综合教育,培养出既懂专业知识又懂 BIM 技术的创新复合型人才;在 BIM 机电技术方面,企业更青睐于能将水暖电专业有机结合在一起的复合型人才<sup>[12]</sup>。市场的需求反馈提醒我们需要对现有的培养计划和课程体系做出适当调整,以培养市场和企业需要的人才。

## 二、给排水专业 BIM 课程体系建设

根据学生对 BIM 技术需求程度的差异,将 BIM 课程体系分为基础课程体系和高级课程体系两个级别。在给排水专业原有培养方案中加入 BIM 基础内容,在学生中普及 BIM 技术;在致力于 BIM 技术研究,并将其作为未来职业发展方向的学生群体中开设 BIM 高级培训课程,以满足更高需求。

### (一)给排水专业 BIM 基础课程体系设置

#### 1. 调整原有培养计划,增加 BIM 技术相关课程

调查显示,我国 BIM 机电人才需求缺口巨大,为大量培养 BIM 人才,在给排水专业的培养计划和课程体系中增设了 BIM 应用技术课程,全面培养学生的 BIM 理念和操作技能,使所有给排水专业的学生都可以学习到 BIM 基础知识,接受 BIM 基本技能训练。

在众多的 BIM 软件中,大多数高校将水暖电 3 个专业组合为机电(MEP)模块,企业的需求反馈也显示更需要精通水暖电 3 个专业的复合型人才。在 BIM 时代,以水暖电三个专业的有机结合为契机,培养水暖电复合型人才成为大趋势,因此,在给排水专业培养计划中增设了建筑设备课群组,

设置了建筑暖通空调、建筑电气选修课,这两门选修课与给排水专业原有的建筑给排水工程共同组成建筑设备的核心课程,便于学生更全面地掌握 BIM 机电方向的基础知识。

通过 BIM 应用基础课和水暖电专业课的学习,学生已经初步具备 BIM 技术的应用能力,但是由于上述两类课程分开设置,并未有机结合在一起,学生的实践角色带入感不强,利用 BIM 技术分析解决实际工程问题的能力未能得到很好提升,不能满足应用型 BIM 人才培养的要求。对此,增设 BIM 典型案例分析、BIM 在建筑设备中的应用等实践类课程,结合学生的兴趣和学习能力,选择难度适中、应用性广泛的综合工程案例,引进最新的 BIM 应用软件,实现在虚拟仿真的环境中模拟工程项目在规划、设计、施工、运营维护等各阶段的运行,提高学生应用 BIM 理念和思维解决实际工程问题的能力。

## 2. 原有专业课程体系融入 BIM 教学内容

建设 BIM 案例辅助相关专业课堂教学,将 BIM 技术融入画法几何与工程制图、土建工程基础、建筑给排水等专业基础课和专业课程的教学中,建设给排水专业 BIM 技术课程群。

在工程制图课程中,将 BIM 三维模型作为教学辅助工具,利用三维模型直观、形象的优势,将三维模型和二维平面图一一对应,便于学生更好地观察和理解建筑的空间结构关系<sup>[6-9]</sup>,且较之枯燥的二维图纸,三维模型更加生动,有利于提高学生的学习兴趣。在三维模型讲解过程中还可对学生进行 BIM 基础知识普及,构筑学生对 BIM 的初步认知,为后续 BIM 相关课程的学习打基础。

在土建工程基础原有课程内容中加入 Revit Architecture 教学模型,辅助讲解基础、柱、墙、门窗、楼板、屋顶、楼梯等房屋构造,二维施工图和三维模型一起使用、对比演示,使原本枯燥的理论学习变得立体生动,便于学生更好地理解和掌握建筑结构相关内容,引导学生将 BIM 技术应用到未来的工程实践和工作中。

在建筑给排水、建筑暖通空调和建筑电气等建筑机电理论课程讲授过程中,运用实际项目的 Revit 机电模型,在项目中引出知识点的讲解,从工程的角度分析理论知识,向学生全方位展示真实建筑完整的机电设备模型,同时配以 VR(虚拟现实)、AR(增强现实)等虚拟仿真技术,使学生产生身临其境的感觉,提高学习兴趣,加深对建筑机电系统的认知。

在水工程施工课程中,利用 BIM 软件制作模拟动画展示施工过程和建筑设备安装过程,将施工现场带进课堂,让学生通过 BIM 虚拟技术了解施工的整体及细节,将抽象的文字叙述变成具体的施工动画,解决施工工艺、技术流程在课堂上难以讲清的问题<sup>[13]</sup>;让学生完成施工工序分析、编制施工作业组织图、计划表等,以提高学生学习兴趣。将 BIM 技术引入水工程施工课程教学中,不仅可以帮助学生熟悉课堂内容、巩固理论知识,还能提前接触行业前沿知识<sup>[13]</sup>、增强学生学习兴趣。

水质工程学、给排水管网工程、水泵与水泵站等给排水专业核心专业课中需要讲解众多复杂的处理构筑物及构件,在原有的“PPT+板书”的课堂教学模式下,学生不能准确想象出这些处理构筑物的具体结构和运行过程。为此,利用 BIM 三维技术制作了普通快滤池、V 型滤池、管网等市政基础设施的三维 BIM 模型,相比抽象的二维示意图,由于 BIM 三维模型具有可视化、多角度、可拆分、易剖切等优势,学生在立体模型环境下学习,通过拆分切割构筑物三维模型,不需要极强的空间想象能力就能看到二维图纸视角下看不到的内在的复杂结构。学生对构筑物的结构有了形象直观的认识,教学效果大大提升。

教师在 BIM 技术平台下讲述专业课程比传统形式授课更具系统性、层次性和可操作性,BIM 技术可以帮助学生更好地理解并掌握相关的专业知识,提高学生的空间认知能力,也使原本枯燥手段单一的课堂教学变得生动形象,激发了学生学习专业课和 BIM 技术的动力。

### 3. 实践课程体系中加入 BIM 软件操作

BIM 应用人才除应具备技术所需的理论知识外,更需要将理论应用于实践,锻炼实践动手能力,因此,除了设置 BIM 理论课程,在给排水专业的实习、课程设计、毕业设计等实践课程中引入 BIM 内容,提升学生的 BIM 应用能力。

在给排水专业的课程设计中,将学生分为两队,一队采用传统方式使用 CAD 完成二维图纸的绘制,另一队在构筑物设计完成后,利用 BIM 三维建模软件建立构筑物的三维立体模型,直接出图。在课程设计完成之后,将传统设计方法下的成果和 BIM 成果进行对比和检验,使学生对 BIM 技术的优势有更深刻的理解和认可。

在毕业设计过程中,每年抽选部分给排水专业学生与土木工程、工程管理等专业学生组成跨专业毕业设计团队,共同完成包含建筑、结构、机电全专业模型搭建、碰撞检测、招投标文件编制,施工过程管理、土建造价、安装造价等多个 BIM 应用任务。不同专业学生一起联合做毕业设计,一方面锻炼了学生的沟通和团队协作能力,另一方面起到了专业间的优势互补,使学生对 BIM 的设计理念有了切身的体会。

学校给排水专业 BIM 基础课程体系如表 1 所示。除了上述系统课程体系,还可以通过微课、专家讲座等多种教学方式和手段为学生传授 BIM 知识和前沿技术,使学生在大学四年可以随时随地学习 BIM 技术,接受 BIM 理念的熏陶。

表 1 给排水专业 BIM 基础课程体系

	课程名称	课程组织形式	植入内容/ 新建内容	必修课/ 选修课
一年级	画法几何与工程制图 认识实习	课堂教学、实验教学 企业实习、专家讲座	植入内容 植入内容	必修课 必修课
二年级	给排水工程概论 土建工程基础	课堂教学、专家讲座 课堂教学、专家讲座	植入内容 植入内容	必修课 必修课
三年级	建筑给水排水工程(含课程设计)	课堂教学、实操训练	植入内容	必修课
	建筑暖通空调(电气)(含课程设计)	课堂教学、实操训练	植入内容	选修课
	给水排水管网工程(含课程设计)	课堂教学、实操训练	植入内容	必修课
	水质工程学(含课程设计)	课堂教学、实操训练	植入内容	必修课
	BIM 应用技术	课堂教学、专家讲座	新建内容	必修课
	BIM 在建筑设备中的应用	课堂教学、专家讲座	新建内容	选修课
四年级	生产实习	企业实习、专家讲座	植入内容	必修课
	水工程施工	课堂教学、实操训练	植入内容	必修课
	BIM 典型案例分析	实操训练、专家讲座	新建内容	选修课
	水工程与工艺新技术	课堂教学、专家讲座	植入内容	选修课
	“3+1”校企合作实践(含毕业设计)	企业顶岗实习	新建内容	选修课

## (二) 给排水专业 BIM 高级课程体系设置

为进一步提高学生的专业素质和 BIM 技能,更好地接轨行业市场需求,满足用人单位对 BIM 综合应用能力的要求,筛选对 BIM 兴趣强烈,有意愿在此行业内发展的学生组成 BIM 工作室,通过提高培训课程学习、等级考试、学科竞赛,校外实践等方式对学生进行更深层次的实践锻炼,培养学生建立应用级别的三维模型、应用 BIM 模型辅助建设过程管理等深层次的能力。

### 1. 设置 BIM 提高培训课程

加入 BIM 工作室的学生在基础课程学习结束之后,继续参加提高培训。培训过程中,以“项目”为单位,让学生自由组队完成一个高级项目,通过项目实践掌握目前主流的 BIM 应用、管理软件,同时培养学生自主学习、思考、及时关注学科前沿发展动态的能力和习惯。提高培训契合了用人企业的能力需求,提升了学生的就业竞争力。提高培训课程内容及技能要求如表 2。



表 2 提高培训课程内容

学习内容	相关软件	技能要求
建模进阶训练	Revit	复杂项目建模技巧
管理软件训练	Navisworks	模型优化,施工管控
模型效果表达训练	Lumion、Sketch up、3Dmax	场景漫游、动画制作

## 2. 鼓励学生参加 BIM 竞赛

随着 BIM 技术在给排水市政方向的广泛应用,越来越多的 BIM 大赛开始设置机电、市政、安装等给排水专业相关项目模块。鼓励给排水专业的学生积极申报 BIM 竞赛,或者与土木工程和工程管理专业的学生跨专业组队参加 BIM 大赛。根据学校政策,在 BIM 比赛中获奖的学生能够获得素质教育学分奖励。

在参加竞赛的过程中,学生可以了解并体验多种主流 BIM 软件的应用,训练多方协同应用能力,扩展 BIM 知识。很多赛事主办方也会为学生提供与同行和企业交流的机会,增加学生就业渠道,提高学生就业竞争力。

## 3. 组织“3+1”校外实践

BIM 技术的熟练运用是建立在大量应用,尤其是实际工程项目实践基础之上。对于培养应用型人才为主的独立学院而言,校外实习的重要性不言而喻。为此,学校专门制定了针对实习生的“3+1”培养计划,将传统的四年制本科学习划分为三年专业课学习和一年企业实习,重要的专业课程均安排在大学前 3 个学年完成,大四仅剩余少量选修课及实践课程。大学第 6 个学期理论课程学习结束之后,在学生自愿报名和用人单位筛选双向选择基础上,选派部分 BIM 高级人才到校企合作单位进行为期一年的校外实践。参加“3+1”校外实践的学生,可以用校外实践课程代替大四上学期相同学分的选修课程。

由于在高级培训过程中锻炼了学生的软件操作能力和团队合作能力,进入实习单位后学生能在较短时间内熟悉工作岗位,得到用人单位的肯定。通过在实际工作岗位的实践锻炼,学生能接触到在校期间难以见到的大型复杂项目,对复杂项目中相关软件的使用技巧以及 BIM 技术和理念有了更深的学习和理解,大大增强了就业竞争力。

## 4. 培养跨学科建筑信息化人才

随着 BIM 技术与大数据、3D、云计算、移动互联技术的渗透融合,以及在人工智能、虚拟现实、智慧城市等产业领域的应用,为积极响应新工科建设行动,培养跨学科 BIM 综合创新人才,设置了物联网技术、数据库技术、网络爬虫与数据分析等信息类选修课程,并与相关课程教师共同制定基于 BIM 技术的课程教学内容,培养学生利用计算思维和数据思维获取数据、分析数据的能力,并使学生对射频识别技术、传感技术、物联网的智能应用等信息技术有了初步的了解,以适应未来对跨学科 BIM 创新人才的需求。

# 三、结语

国内 BIM 技术应用已从最初的试水阶段进入快速发展阶段,从最开始的民用建筑慢慢延伸到水利、港口以及大型市政基础设施等其他土建工程领域,但是国内高校给排水专业的 BIM 专业教育开展较为缓慢,用人单位急缺既精通机电专业又懂 BIM 技术的毕业生来充实 BIM 机电人才大军,在给排水专业学生中进行 BIM 机电人才培养已刻不容缓。

目前,高校给排水专业已形成层次分明的 BIM 分级课程体系,但是在市政基础设施 BIM 应用、

BIM 全生命周期应用方面仍需进一步探索。学校给排水专业计划就市政给排水设施和构筑物 BIM 建模及应用, BIM 全生命周期案例教学方面展开深入研究, 积极推进 BIM 技术在市政给排水设施中的应用, 以期培养更多的 BIM 复合创新型人才。

#### 参考文献:

- [1] 吴迪迪. 基于 BIM 技术的施工阶段应用研究[D]. 长春: 吉林建筑大学, 2017.
- [2] 杨璞. 建筑信息模型应用研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2013.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 2016-2020 年建筑业信息化发展纲要[J]. 中国勘察设计, 2016, (10): 22-25.
- [4] 杨桂华, 薛茹. BIM 技术融入建环专业课程体系的方案研究[J]. 管理工程师, 2018, 23(6): 71-75.
- [5] 李倩, 王雪峰. 基于 BIM 的独立院校土木工程专业多课程联合教学研究[J]. 高等建筑教育, 2016, 25(6): 85-90.
- [6] 何蕊, 栾英艳, 高岱. 基于 BIM 人才培养的土木工程课程体系改革研究[J]. 图学学报, 2017, 38(1): 102-108.
- [7] 王建超, 张丁元, 周静海. BIM 技术在建筑类高校专业课程教学中的应用探索——以沈阳建筑大学为例[J]. 高等建筑教育, 2017, 26(1): 161-164.
- [8] 尚春静, 李艳荣, 任思佳, 等. 基于 BIM 的工程管理专业理论课程与实践教学创新研究[J]. 建筑经济, 2015, 36(9): 129-132.
- [9] 张龙, 李十泉. BIM 在土木工程制图课程中的应用[J]. 山西建筑, 2015, 41(29): 254-256.
- [10] 赵金先, 李塋, 王苗苗, 等. 基于 BIM 的工程管理专业课程体系与教学实践[J]. 高等建筑教育, 2018, 27(3): 13-16.
- [11] 娄黎星. BIM 介入高等教育工程管理类专业课程体系研究[J]. 建筑经济, 2016, 37(12): 108-112.
- [12] 刘辉, 李响, 徐成栋, 等. 建筑电气关于水暖电一体化复合技术应用型人才培养模式的研究[J]. 通讯世界, 2019(1): 194-195.
- [13] 苗群, 王佳媛, 邓莉蕊, 等. BIM 技术在水工程施工教学中的应用探索[J]. 高等建筑教育, 2017, 26(4): 115-118.

## Exploration on BIM curriculum system construction of water supply and drainage science & engineering

ZHANG Shengnan<sup>a</sup>, GAO Zhanwang<sup>b</sup>, WU Bei<sup>b</sup>

(a. Department of Architectural Science and Technology; b. Department of Management, Tianjin University Renai College, Tianjin 301636, P. R. China)

**Abstract:** The domestic BIM education system for engineering management and civil engineering has been increasingly improved, but the BIM education for mechanical and electrical majors such as water supply and drainage started late, and employers are in urgent need of BIM mechanical and electrical talents. Based on the experience of BIM technology education in domestic colleges and universities, the graded BIM course system of water supply and drainage major is established. In order to cultivate basic BIM talents, courses such as BIM application technology and BIM case analysis are set in the original training plan, and BIM technology is integrated into the original professional course teaching, At the same time, BIM software operation is added into the practical course system. For senior BIM talents, after learning basic courses, improvement training will be conducted to enable students to master the current mainstream BIM application management software. Meanwhile, students will be encouraged to participate in BIM competitions and students with strong abilities will be provided with 3+1 off-campus cooperative enterprise practice opportunities. Through the implementation of graded BIM curriculum system, a large number of BIM comprehensive applied talents have been trained for the society and enterprises, which can provide reference for the training of BIM talents for water supply and drainage.

**Key words:** water supply and drainage science & engineering; Building Information Modeling; curriculum system

(责任编辑 梁远华)