

基于 STEAM 教育理念的建筑类专业协同创新实践教学模式研究

——以《参数化设计》课程为例

张为祥^{1*} 隋杰礼^{2*}

1. 烟台理工学院建筑工程学院 山东烟台 264005

2. 烟台大学建筑学院 山东烟台 264005

摘要: 在新工科背景下,以 STEAM 教育理念为先导,“建筑类专业协同”为特色,通过分析当下建筑类专业课堂教学的改革困境,构建专业协同创新实践支撑体系、教学模式及其运行机制,致力实现建筑相关专业课堂理论教学、实践教学和校外协同资源的有机结合,拓展专业实践教学场域。以《参数化设计》课程为例,探索建筑类专业协同创新实践教学模式的实施路径,以期提升学生的创新实践能力和教师创新实践教学水平。

关键词: STEAM 教育理念;建筑类专业协同;创新实践教学;模式改革

引言

创新实践教学是高校人才培养的关键,也是我国实现创新型国家发展战略目标的基础。2015年,教育部印发的《关于“十三五”期间全面深入推进教育信息化工作的指导意见(征求意见稿)》^[1]。2016年,国务院印发的《全民科学素质行动计划纲要实施方案(2016—2020年)》^[2]。2019年,国务院印发的《中国教育现代化2035》^[3]。以上文件提出了利用信息技术来促进各门学科教学内容和模式的变革,探索 STEAM 教育新模式,培养学生创新意识,并指出了强化创新人才培养机制、推进实践教学改革、完善评价与建设协调机制的新要求和新思路。目前,我国城市建筑存量充足,城镇化建设进入了提质降速的转型期,行业对人才需求口径在缩小,但对其综合素质要求反而越来越高。思索高校的建筑教育,要如何培养复合型人才才能对接行业的发展要求?基于 STEAM 教育模式改革将是培养行业人才的重要途径。建筑类专业自身具有很强的应用性,需要学生不断通过实践消化所学知识才能熟练掌握必要技能。对于建筑业而言,虽然城镇化发展已经达到一定程度,但是迎来了城市更新改造与乡村振兴的新浪潮,因此,建筑人才仍将拥有施展才华的广阔天地。烟台理工学院建筑工程学院注

重应用型、复合型人才培养,以建筑学专业的《参数化设计》为教学改革的实践创新课程,吸引建筑类相关专业的学生参与,共同解决工程实践中复杂的跨专业、跨学科的问题。

1. STEAM 教育理念

1.1 概念及其特点

STEAM,是科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineering)、艺术(Art)及数学(Mathematic)的英文首字母组合,其教育理念旨在培养具备跨学科知识、创新能力的应用型人才。STEAM 教育理念是以项目为驱动,鼓励学生之间合作去解决复杂性的问题,其本质是一种重实践的跨学科实用教育。

STEAM 教育理念具有跨学科性、体验性、情境性、协作性的基本特征。(1)跨学科知识的内在统一。STEAM 教育理念核心是打破不同学科的知识壁垒,并以项目为载体发掘出跨学科知识的内在联系,重构出能够解决实际问题的知识体系和方法论,进而促进学生形成跨学科思维和创新能力。(2)学习环境的体验性。STEAM 教育理念在教学设计中,教师需结合项目设置一些具有趣味性和挑战性的环节,营造轻松愉悦的学习氛围,同时鼓励学生头脑风暴式的思维碰撞,体验知识在实际项目中的应用与验证。(3)

情景式教学。STEAM 教育理念在教学过程中, 教师需多组织案例教学, 让学生既能快速理解知识的应用情境又能结合自身经验将知识顺势迁移和创新, 从而提升实践能力。(4) 团队协作性。STEAM 教育理念在解决实际问题的过程中, 强调合作意识, 同时合理组织师师、师生、生生之间的分工, 也会提高项目的完成效率和质量。

1.2 国内外研究对比

1986 年, 美国国家科学委员会发表《本科科学、数学和工程教育》报告中提出 STEM 教育。21 世纪初, 美国学者 Yakman 融入艺术 (Art) 学科将其内涵进一步完善, 此后 STEAM 教育不断显现在教育的各学段^[4]。从编码到机器人技术、3D 打印技术等科技类知识引入了美国课堂, STEAM 教育在美国发展已深入到包括科学、技术、工程在内的多个教育领域, 而在英国、德国、澳大利亚、日本和韩国, STEAM 教育早已被引进大中小学课堂^[5]。而国内, 2014 年开始引入 STEAM 教育理念, 起步虽晚但也日益受到教育界的重视。目前, 很多高校也开始摸索人才培养与 STEAM 教育理念的融合。例如浙江大学则与网易教育事业部联合成立“智能教育研究中心”, 用以探索研究人工智能时代下 STEAM 教育的发展和未来。相比国外更早、更深入、更全面的 STEAM 教育体系, 我国学者们也先后提出了“学校-社区-企业”三位一体的教育体制、STEAM-工作坊学习模式、整合资源开发 STEAM 校本课程、借助技术手段推动 STEAM 教育发展, “双高合作”培养 STEAM 教师, 但由于内外因素制约, 我国高校教学实践模式改革的成效不足^[6]。

2. 建筑类专业融入 STEAM 教育理念的改革困境

STEAM 教育理念在我国高校推行至今, 在培养模式、配套条件和学科整合上仍然存在一些阻力。

2.1 培养模式固化, 改革基础薄弱

本科阶段的建筑类专业教学模式仍然是以讲授为主, 课上的知识传达, 课后的任务布置, 课终的教师评效, 这样的传统模式很难激发学生学习的主动性、创造性、积极性, 不利于培养学生自主解决建筑问题的能力。针对不同专业的特点, 早已形成各自的“理论+实践”教学模式。例如, 土木工程专业, 在力学、测量学等理论基础上强调工程结构的可靠性; 工程管理专业, 在经济学、管理学等理论基础上强调项目管理的协调性; 建筑学、城乡规划和环境设计专业, 在人居环境学等理论基础上强调空间与形式的平

衡性; 视觉传达和数字媒体艺术专业, 在设计学等理论基础上强调建筑艺术的表达性。建筑类专业的实践教学模式多以工程实验、课内作业(设计方案及工图)、课程实习的方式让学生“咀嚼、消化”课堂所学。建筑类专业也具有很强的关联性, 但大部分专业缺乏 STEAM 教育的改革基因, 教师的“术业有专”, 学生的“各有所好”, 也使得专业知识在解决实际问题时仅被“碎片式”地简单提取、加工、揉合。因此要想整合各专业的优势协同创新发展。首先, 师生应当树立创新协同的意识; 其次, 以课堂为最小“切片”, 将 STEAM 教育理念渗透到课堂, 学生可以体验合作、跨学科解决问题的乐趣; 最后, 培养“双师型教师队伍”, 注重“双师型”教师的过程性指导, 才能保证教学效果。

2.2 配套条件缺乏, 改革动力不足

价值博弈、制度脱节、师资不足、体系不全等诸多约束, 致使 STEAM 教育理念无法及时沉淀到高校的课堂教学中去^[7]。对于建筑类专业而言, 践行 STEAM 教育理念到本科教育也面临同样的阻力。在价值取向和需求方面, 现代教育下的工科和艺术学科都受到儒家文化的本位影响, 容易形成“标准化”的教学形态, 面对政府、企业、学校、教师、学生、家长等多个自由度的价值主体, 很难理性地将价值偏好落实到改革中去; 在制度制定方面, 国家和地方出台的教育制度建设性文件, 缺乏 STEAM 教育质量评估、教育经费保障等配套机制, 这就使得理念与制度相互脱节; 在师资配置方面, STEAM 教师数量不足、质量不达标以及队伍不稳定, STEAM 教学对一线教师的综合素质要求较高, 教师需要更广阔的学科知识背景才能胜任这种灵活的教育模式, 也因此教师们对此教育模式的热情并不高; 在课程体系方面, 真正以“项目驱动”为核心的 STEAM 课程尚未进入各专业的人才培养方案, 相比于“双创课程”、“产学研融合课程”, 学校和学院对 STEAM 课程建设重视程度不够, 缺乏完善的支撑体系, 专项资金不足、学习空间建设滞后等等。这些外部阻力使得高校在 STEAM 教育理念下的实践教学模式改革进程缓慢, 需要从顶层设计开始, 疏通 STEAM 教育的改革思路, 让政府、企业成为其推行者, 高校、教师成为其践行者, 学生和家长成为其受益者。

2.3 学科整合较难, 改革内涵泛化

相较于价值、制度、师资、课程体系等方面的外在制约, 打破各学科本身的自在性, 使其相互交叉形成知识网络才

是 STEAM 教育理念是否真实落地的内驱力。跨学科自足性旨在打破传统学科间的知识壁垒，能够根据问题情境整合学科特色，这将是改革难点之一。长期以来，建筑类专业一直保持着分科教育的模式，如果机械化的简单叠加各学科特色，容易将 STEAM 课程呈现出一种“拼盘化”的教育形式，难掩“空有其表而名不副实”的真相^[7]。另外，学生是否具备跨学科的知识储备，将是解决实际工程问题的重要前提，因而在课程建设伊始，应当根据学生的学情合理布置多学科的培养方案，让学生摆脱专业“孤岛”，尝试不同学科的解难方式。然而，STEAM 教育理念的内涵在不断发展，其中围绕“A”的蕴意出现不同的解读，其一，“A”作为其他元素补充到“STEM”教育理念中来，可能代表“Art”、“Architecture”等；其二，有学者重构出“A-STEM”教育新理念，“A”旨在强调塑造独立且完整的“人”；其三，“STEAM+”的教育模式出现，例如融合创客教育和“STEAM”的教育等。STEAM 教育内涵的泛化，为建筑类专业的实践教学改革提供更多思路，同时也增加了改革的难度。因此，在选择适合本校学生的 STEAM 教育理念时，对“A”的角色定位一定要清晰。

3. 基于 STEAM 教育理念的建筑类专业改革

基于 STEAM 教育理念构建建筑类专业协同创新实践教学

学模式。该教学模式是以项目为驱动，问题为基础，成果为导向，学生为中心，将相关专业的课堂理论教学、实践教学、实践平台及校内外资源有机结合。

3.1 构建建筑类专业协同创新实践教学模式

“新工科”建设注重模式创新和跨学科合作，不断探索面向复杂工程问题的课程模式和人才培养模式，提倡组建跨学科教学团队及科研平台^[8]。透视 STEAM 教育理念，紧紧围绕人才培养、资源共享、创新发展三个维度构建一种建筑类专业协同创新实践教学模式（图 1）：以现有建筑类专业为例（建筑学、土木工程、工程管理、环境艺术、视觉传达和数字艺术设计），鼓励跨专业协同创新发展。在人才培养方案实践过程中，教师群体应贯彻“面向未来需求、突出学生中心、密切多方合作、坚实学科交叉”的思路，“精研准备教学设计、充分利用教学资源、灵活开展教学评价、积极参加专业培训”多措并举，培养学生专业能力、跨学科思维、系统性认知、实践管理能力、创新力等多方面素养，以契合国家关切、社会需求，为企业、行业培养“一专多能、自主创新”的应用型人才。该教学模式助力本科人才培养不断向高质量方向发展，有助于解决教育理念滞后、教育模式单一、创新性不足等诸多问题，激发学生学习的积极性、主动性、创新性。

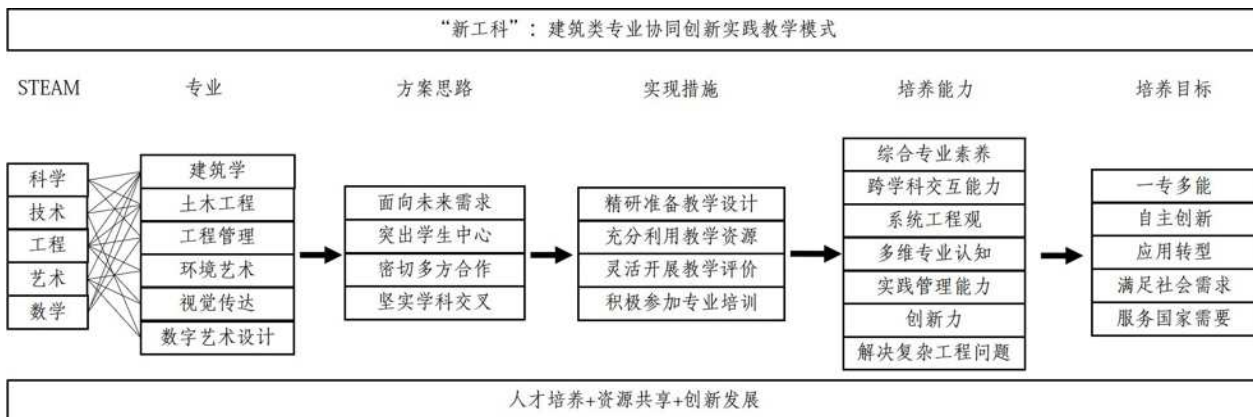


图 1 STEAM 教育理念下建筑类专业创新实践教学模式

3.2 构建建筑类专业创新实践支撑体系

构建建筑类专业协同创新实践支撑体系是实现高质量改革的关键举措，主要包括平台建设、课程建设、专项资金、空间建设等方面。（1）平台建设方面。将院校、校校、校企合作融入人才培养系统，在共享的实践教学平台上，不断完善建筑类专业的课程体系。（2）师资配置方面。既

可以聘请企业工程师、建筑师、艺术家进入讲堂，也可以鼓励一线教师进入企业调研和学习，只有亲身体会行业的生产模式，才能更清楚地知道要培养什么样的人才。（3）课程建设方面。根据课程的特点、内容及要求，合理配置师资队伍、课程体系、教学形式、考评机制等。（4）专项资金方面。政府和学校应当设置一些教育改革专项资金，

可以提高教师们探索教改新模式的积极性，提升改革的成果质量。（5）空间建设方面。在校园内，建筑类的 STEAM 教育需要一些专业的实践教学场地，现有的专业教室无法充分体现这种模式的优越性，需要集智慧教室、计算模拟、工程实验、模件生产加工、艺术交互为一体的开放式或半开放式的教学空间。

3.3 构建建筑类专业协同创新实践教学运行机制

该教学模式的运行机制主要包括 5 个方面（图 2）。（1）实践教学模式研究与构建。对 STEAM 教育理念在国内外高校本科教学应用的成功案例进行剖析，总结其在教学模式上的创新之处，进而可以根据建筑类学生的学情制定培养方案。（2）实践教学体系与课程设计。从本科教学层面进行整体设计，从不同专业开展交叉学科创新实践融合，提出细化和量化的能力目标及教学要求，强化知识和技能的内在联系。（3）实践教学平台设计。打通多元开放的实践教学教育模式，统筹整合本院、本校、社会资源等，形成以建筑工程学院为依托、多主体参与的“开放、共建、共享”的专业协同育人体系。（4）实践教学科学管理与应用保障。学院管理层面从创新实践教学督导的组织实施、创新实践教学过程管理及监控、创新实践教学课堂评价等方面督导和提高创新实践教学质量。（5）实践能力和教学效果的评价与考核机制。创新实践教学成绩评价体系综合考虑学生创新实践的过程和结果，对学生的创新能力进行考核和评价。创新实践教学效果评价体系从教学方法运用、教学效果提升、教学改革、学生评价和建议、教学手段和环境等方面对教师和教学环境进行评价和考核^[9]。

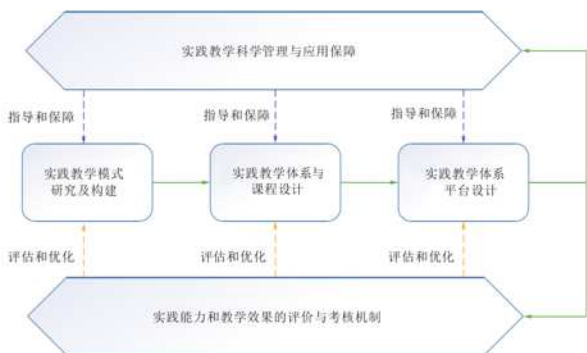


图 2 创新实践教学模式的运行机制^[9]

4. 基于 STEAM 教育理念的教学改革——以《参数化设计》课程为例

当下，数字信息技术迎来井喷式发展，且仍在快速迭代，促使建筑学科教育必须以更高站位应对产业发生的变革。因此，高校教师群体应该在教学的思路、方式及方法上大胆地去“破与立”。《参数化设计》是一门主要面向建筑学三年级学生的专业选修课，其基于 STEAM 教育理念的课程体系见图 3。本课程鼓励学生们使用参数化的方法做空间设计与创新，即将编程思维引入到创作中，通过算法逻辑生成简单到复杂的几何形体。《参数化设计》课程吸引了建筑学、土木工程、工程管理、环境设计、视觉传达、数字艺术设计这六个建筑类相关专业学生们的关注与参与。教学部分分为理论学习、工作坊、作品展、课程评价四个模块，授课过程中采用小组学习的模式，尽可能根据专业协同原则的匹配分组。学生不仅能够系统地学习参数化设计原理，用于创造空间的形态、功能和构造，而且拓展了设计师的操控能力、应变能力、创新能力，从而真正掌握参数化设计到建造的方法。本课程重在培养学生跨学科知识迁移能力、团队合作能力、复杂问题处理能力以及创新创造能力，以期在 STEAM 教育理念下对学生的专业素养有质的提升。

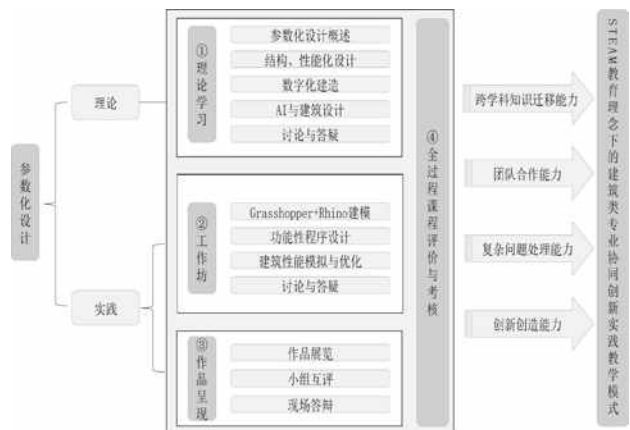


图 3 STEAM 教育理念下的《参数化设计》课程体系

在《参数化设计》开课之前，做了关于 STEAM 教育理念下建筑类专业协同创新课程学情调查，该调查问卷反馈的结果如图 4 所示。在教学设计环节，理论教学部分和实践教学部分需要控制以下关键点：①理论学习，由“双师型教师”分别讲授不同课程章节或邀请业内设计师/工程师参与课堂指导，建筑师主讲参数化建筑设计，结构工程师

主讲结构设计及性能优化，土木工程师主讲数字化建造，AI 设计师主讲 AI 技术与建筑设计。②工作坊，以小组学习方式，学习 Rhino 软件和 Grasshopper 插件结合进行建模、优化等程序，并完成小组调研后形成工程项目作业，注重不同专业知识的链接与转化，完成一个复杂工程项目。③作品呈现，以 3D 打印作品和作品海报的形式展示学生学习成果，邀请行业设计师/工程师参与作品评审，针对性的提出作品中的不足，以便在今后教学过程中得以改进。④课程的评价和考核会贯穿学生的整个理论学习部分和实践操作部分，侧重考查学生的跨学科知识迁移能力、团队合作能力、复杂问题处理能力、创新创造能力。

以上在教学设计方面的创新，可以有效解决建筑类专业融入 STEAM 教育理念的改革困境。第一，在培养模式和教学基础上，教师群体对人才培养方案进行改革与创新，需强调以工程项目为导向，鼓励建筑类不同专业学生共同合作解决实际工程项目问题，积极在课程中邀请不同专业

“双师型教师”参与课程设计和课堂教学，保证课程的高质量、创新性和实践性。第二，在配套条件和改革动力上，以教改项目为改革契机，积极争取校内外的项目资助。教师群体通过不断自我学习和参与行业培训成为“双师型教师”，同时鼓励学生走出课堂，在调研中寻找实际工程项目来源或设计灵感，也鼓励学生到政府相关部门或企业参观、学习。如课程中 3D 打印作品实现了和设计企业合作，在其 3D 打印模型室进一步优化成品，形成较理想的表现效果。第三，在学科整合和改革内涵方面，《参数化设计》课程吸引建筑类的不同专业学生参与，覆盖了 STEAM 教育理念的五个学科领域。根据学生学习成果的反馈，正在不断打破学科之间的壁垒，积极寻找“着力点”实现 STEAM 课程的“软着陆”。为了激发学生对 STEAM 课程的学习兴趣和热情，深化 STEAM 教育理念的内涵，需要通过进一步扩大跨学科学生群体，应用不同学科思维方式解决建筑项目的实际问题。

STEAM教育理念下建筑类专业协同创新课程学情调查

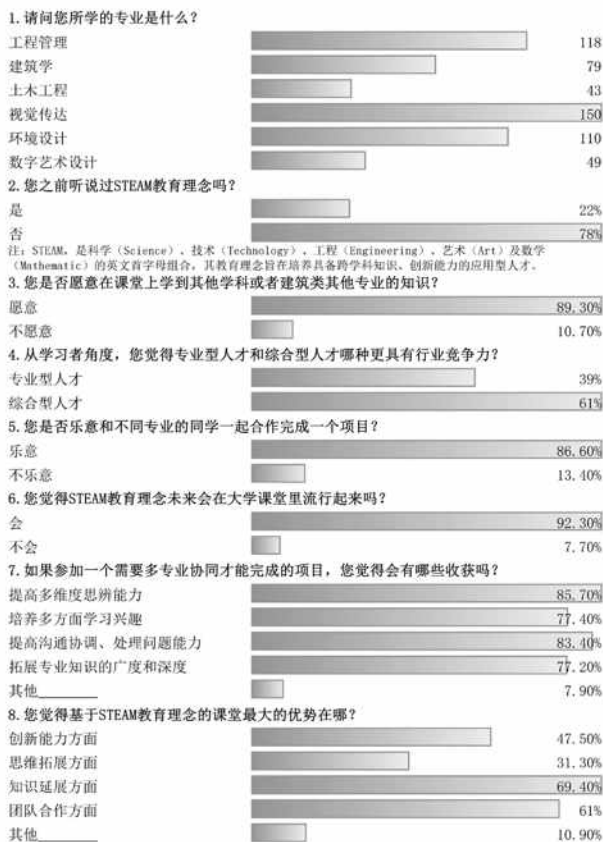


图 4 STEAM 课程的学情调查

从图 4 数据统计结果来看,可以提取到以下三点信息。

(1) 大部分同学们对于 STEAM 课程了解较少,但是有很强的学习愿望;(2) 绝大部分同学愿意与不同专业的同学合作学习,并坚信这种类型的课程未来会在大学里流行起来;(3) 大部分同学深信会在课程中能够多方面提升自我能力。以上反馈结果反映了建筑类专业的学生对 STEAM 课程具有很高的接受度,也侧面体现了该类课程在促进高校课程改革、教学改革方面具有巨大发掘潜力。

5. 结语

总之,我国 STEAM 教育在高校课程改革中仍处于探索阶段,但却是提高我国综合教育竞争力的必由之路。为了推进 STEAM 教育,应该力从顶层设计,理顺思路,加强制度供给;平衡各方价值博弈,实现学生主体最大受益;加大 STEAM 师资建设力度,培养国家和地方需要的综合型、应用型、创新型人才。

建立多主体合作育人平台,突出 STEAM 教育的特色。建筑类专业要顺应时代发展,在发扬“匠人精神”的同时,应当以实践教学为抓手,活用 STEAM 教育运行机制,培养能够应对复杂工程问题的复合型人才。

参考文献:

[1] 教育部. 教育部办公厅关于征求对《关于“十三五”期间全面深入推进教育信息化工作的指导意见(征求意见稿)》意见的通知 [EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201509/t20150907_206045.html.

[2] 国务院. 国务院办公厅印发《全民科学素质行动计划纲要实施方案(2016—2020 年)》 [EB/OL]. https://www.gov.cn/xinwen/2016-03/14/content_5053268.

[3] 张旺. 教育现代化:理念、体系、制度、内容、方法和治理——基于《中国教育现代化 2035》的目标任务 [J]. 吉林师范大学学报:人文社会科学版. 2022,(1):51-58.

[4] 赵慧臣,陆晓婷. 开展 STEAM 教育,提高学生创新能力——访美国 STEAM 教育知名学者格雷特·亚克门教授 [J]. 开放教育研究. 2016(5):4-10.

[5] 谢睿萍. 基于 STEAM 教育理念的高校课堂教学模式探究 [J]. 湖北开放职业学院学报. 2019,(11):129-131.

[6] 袁磊,郑开玲,张志. STEAM 教育:问题与思考 [J]. 开放教育研究. 2020,(3):51-57.

[7] 张辉蓉,盛雅琦,念创. 我国 STEAM 教育改革的阻力与消解 [J]. 中国教育科学:中英文. 2021,(2):74-83.

[8] 无. 新工科建设指南(“北京指南”)[J]. 高等工程教育研究. 2017,(4):20-21.

[9] 苑洁,周亚建,刘畅. “三位一体”创新实践教学模式研究 [J]. 工业和信息化教育. 2020,(9):17-22.

作者简介:

张为祥(1994—),男,汉族,江苏盐城人,讲师,硕士,主要从事建筑设计的教学与研究,研究方向为建筑设计与绿色建筑、建筑教育。

通讯作者:隋杰礼(1969—),男,汉族,山东莱阳人,教授,博士,主要从事建筑设计的教学与研究,研究方向为建筑设计与理论、建筑教育等。

基金项目:

烟台理工学院教学改革研究项目:基于 STEAM 教育理念的建筑工程学院专业协同创新实践教学模式研究(2022JYB46);烟台理工学院学术团队项目(2022XSTD04)。