

面向设计思维培养的建筑类设计课程教学创新

哈尔滨工业大学 衣霄翔 夏雷 陈璐露

摘要: 面向建筑类创新型人才培养需求, 借鉴斯坦福大学设计学院“设计思维五阶段训练法”, 将“共情-定义-构思-原型-测试”模型应用到建筑类设计课程中场地现状与环境认知、设计法规与任务解读、功能布局与空间组合、形式设计与方案生成、指标核算与深化设计等教学环节, 融入案例式、互动式、实训式和经验式等适合于设计思维建构的教学方法。以哈尔滨工业大学住区规划设计课程的教学创新实践为例, 通过梳理教学中思维建立、思维转换、知识应用、共性培养和方案检验五方面难点问题, 探索面向设计思维培养的教学方法与教学过程的融合方式, 建立结果性和形成性评价双重维度的学生考评机制从而支撑教学创新过程。

关键词: 设计思维; 斯坦福大学设计学院; 五阶段训练法; 建筑教育; 住区规划设计

随着国家对高等教育提出创新创业、卓越工程师教育培养计划 2.0、“新工科”等战略规划, 兼具技术与艺术的建筑学科教育也面临着向培养掌握通识与专业能力并具备工程实践与批判性思维的创新型人才转变。设计思维是一套创新性解决问题的方法论, 被用于不同领域人才培养中。本文对设计思维在建筑类设计课程教学中的应用进行探讨, 培养学生养成科学严谨与艺术创新兼备的思维能力, 通过在课程中发现、分析、解决问题与沟通、协作、表达、实操等环节的训练, 使学生快速掌握建筑类设计课程的方

案设计过程与要点, 为建筑类教学实践提供可操作的创新教学方法。

一、设计思维培养及其在建筑类设计课程中的作用

思维的初始状态是简单直接的, 而设计思维则是复杂非线性的, 因此对设计思维培养目的是达到思维的创新、系统、全面的状态。^[1,2] 设计思维起源于第一次工业革命之后, 机械化生产逐渐将手工制作替代, 规格化和标准化发展逐渐使产品丧失了艺术性, 因此对如何提高产品的艺术美感与如何将技术与艺术相结合开展了广泛的研究与讨论。1987 年, 哈佛设计学院

院长彼得·罗 (Peter RoWe) 在其出版的《设计思维》中首次提出了“设计思维” (Design Thinking) 概念并将其应用于设计教学中。^[3] 1991 年, 大卫·凯利 (David Kelley) 创立 IDEO 设计公司, 将设计思维推广到具体的设计项目实践中, 成功的将设计思维商业化发展。大卫·凯利同时也承担斯坦福大学设计学院的教学工作, 并于 2005 年成立了哈索·普兰特纳设计研究院 (The Hasso Plattner Institute of Design at Stanford, 简称 D. School), 提出了应用范围最广的“共情、定义、构思、原型、测试”设计思维五阶段模型 (见图 1), 成为美国高校设计教育中的必修内容。

建筑类设计课程是培养创造性活动的过程, 从现状解读、设计概念到空间建构、方案生成包含了一系列的创造性思考。建筑类所包含的建筑设计、城乡规划设计、景观设计、环境艺术设计等设计领域的专业知识和任务虽然有所差异, 但都需要创造性设计思维。因此, 在建筑类教学中对设计思维进行开发培养, 可以挖掘学生创造潜力, 激发想象与创作灵感, 提高设计能力。学生在设计思维的训练与培养过程中逐渐形成成熟的设计思维体系, 全面的理解设计过程, 并可

以辩证的应用于之后的课程学习与项目实践中。

二、面向设计思维培养的建筑类设计课程教学设计

(一) 创新教学理念, 引领思维培养

20 世纪 80 年代随着“空间”“建构”等理念的兴起, 我国的建筑教育中开始探索设计综合能力提升与设计思维训练的方法, 积累了大量的教学实践经验。^[4] 但受“布扎”体系^①与“意会式”经验主义教学方式的限制, 传统建筑类设计课程教学中存在很多不足: 首先, 设计思维缺少整体性与连贯性。由于设计任务抽象, 学生较难快速建立起空间建构的逻辑, 将设计理念转化到满足功能要求的空间与形态设计上, 并且在平面与立面的衔接、结构与造型的协调、以及不同尺度设计方法的迁移上都存在一定的困难, 使学生对建筑、规划、景观等设计感到玄之又玄, 设计想法无法付诸实践。其次, 随着设计能力的提升与设计手法逐渐成熟, 学生容易过于关注形式与表现上的内容, 忽视设计对象所在的自然环境、地域文化、城市历史、社会经济以及使用者的不同需求等^[5], 共情不足、定义不清, 直接开始构思方案。此外, 建筑教育反映

了时代建筑观，建筑类设计课程的设置与时代背景相结合，教学理念也应从单一技术型向多元复合型人才培养转变，从强调设计能力培养向注重设计思维训练转变。

对于建筑类设计课程而言，积极有效地帮助学生建构设计思维，是实现该课程的基础和转换作用的关键。为此，充分吸收借鉴斯坦福大学设计学院所倡导的“设计思维”五阶段训练法，通过闭环的过程、多维的视角、丰富的方法充分引导学生养成设计思维。其中，“共情”是积极理解设计内涵的前提环节，“定义”是充分消化设计任务和要点的基础环节，“构思”是激发设计创造力的重要环节，“原型”与“测试”是强化技术理性、拓展设计思维、培养探究更优方案的意识和能力的关键环节。

对于设计思维培养，过程建构是基座，思想引领是方向，共同决定人才培养的质量与高度。对于面向国家城镇化建设与美好人居环境营造的建筑类专业而言，家国情怀和大国工匠精神是人才培养的核心目标。在教学创新实践中，充分挖掘思政元素，以润物无声的方式融入教学过程。一是情感引领，通过丰富的历史故事、实际案例、生活体验等，引导学生认识

作为“美好人居环境缔造者”的专业使命，理解专业的社会贡献，并将其转化为激发设计的思想动力；二是价值引领，结合讲授知识点，延伸学科的发展历史、作用机制和价值思辨等更深刻的专业认识问题，引导学生理解以“公共利益至上”的核心价值观，掌握设计的基本准则，并将其转化为助力设计的有效工具。

（二）优化教学内容，塑造思维模式

结合建筑类设计课程的特征，设计思维的五阶段可具体应用到场地现状与环境认知、设计法规与任务解读、功能布局与空间组合、形式设计与方案生成、指标核算与深化设计等教学环节中，为创新教学内容提供支持：

1. 共情——场地现状与环境认知，体验业主真实需求

设计开始阶段需要对设计任务、场地条件、自然环境与城市社会环境等因素进行分析解读。通过资料调研、实地调查、案例分析等教学内容的设置可以使学生快速进入设计师与业主的角色，对设计与要求产生直观的感受并将其转换为设计理念，指导接下来的方案生成。在共情阶段，教师应引导学生对空间尺度、设计要素进行感知和体验，将对城市环境的社

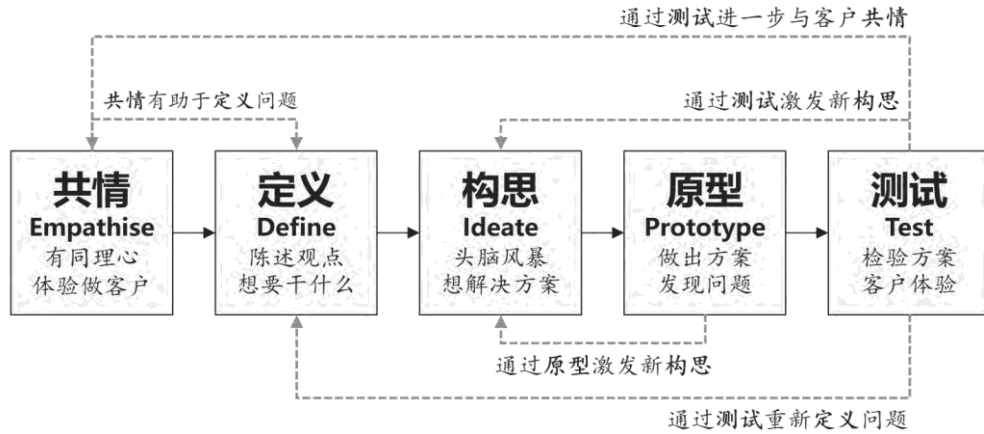


图 1 斯坦福大学设计学院“设计思维五阶段训练法”示意图

会背景与地域文化的感受与理解赋予设计之中。

2. 定义——设计法规与任务解读，明确具体设计要求

定义阶段需要对关键信息进行提炼与整合，明确问题，将共情阶段的用户需求转化为设计目标。因此，建筑类设计课程中在对地块区位条件、用地性质、场地条件、道路交通、自然景观条件等调研内容与案例分析总结的基础上，教师应使学生明确设计任务书中各种功能要求、经济技术指标与对应的设计法规，将设计原理方法与学生共情阶段汇聚的设计灵感和需求联系起来，将感性思维逐渐理性化转化。

3. 构思——功能布局与空间组合，提出初步解决方案

通过共情、定义两个阶段的教学，学生已经初步理解了设计任务与要点，此阶段需要激发学生的创造性发散思

维并帮助学生建构设计中的理性思维，从而引导学生富有热情地构思方案并懂得如何科学理性的推导方案。依据设计条件确定功能布局和空间组合的基本方式，并能够有效支撑设计灵感与理念的实现。在这个过程中，强化设计思维与设计方法的运用，进行多方案比较并从中理解设计的共性需求和差异特征。

4. 原型——形式设计与方案生成，确定方案的合理性

在多次构思迭代修改之后，将方案深化并进行详细设计，对合理性进行比较分析，解决建筑实体关系、空间组合、功能联系、交通组织、景观布局等问题，满足相应的标准和规范、契合功能与使用、突出空间特色和地域文化。通过图纸、3D 模型、动画等可视化表达方法对方案进行推敲，最终形成设计方案的原型。

5. 测试——方案反馈与深化设计，

验证方案的可行性

建筑、规划、景观等设计应用于建成环境，不同于通常的产品设计，无法将原型直接给用户进行体验与测试。因此在教学中需采用等比例实体模型、计算机建模、效果模拟、虚拟现实等技术手段予以支撑，通过教师讲评、专家联评、学生互评和自评等方式进行测试，并结合日照分析、经济技术指标核算等对方案的可行性进行验证，对出现的问题和存在的不足进行改进，从而反馈到原型进行深化。

（三）提升教学方法，强化思维能力

由于学生在应对不同设计任务与不同设计条件下所产生的情感共鸣与设计思路无法统一，因此设计思维的培养也不存在统一的范式。但建筑类设计课程的教学目的不只是为了通过“顿悟”来掌握设计的奥秘，因此需要行之有效的教学方法来强化学生的创新性设计思维能力，促进设计思维建构。针对设计思维建构和专业思政融入的需要，探索了 4 类适合有效的教学方法，具体如下：

1. 案例式教学

培养设计思维需要在头脑中建构起复杂的真实环境与抽象的设计方案之间的关系。通过引入案例，帮助学

生理解抽象的专业知识和技术内容，促进设计思维的建构和转换。在具体手段方面，结合实体模型演示、实景展示、图示分析、影像合成、动画推导演示等可视化方式进行讲解，避免因设计图过于抽象而导致学生无法充分理解和吸收知识点的情况。

2. 互动式教学

设计没有唯一解，它具有无限的可能性，培养设计思维需要充分激发学生的能动性。通过巧妙的互动设计，在课程关键节点安排问答、研讨、游戏、汇报、点评、互评等环节，引导学生从“被动”吸收信息到“主动”消化知识，从教师的单向输入，到学生的反向输出，形成“师生双向交互”的教学环境。给予学生足够的思考空间和认知机会，成为建构设计思维的触媒，并培养学生的问题意识、思考能力、多维思维。

3. 实训式教学

建筑类设计包含复杂的原理知识和技术规范，是建构设计方案的重要依据和抓手。为强化知识应用从而促进设计思维培养，有针对性地为生筛选知识，对于发挥重要作用的专业知识，在设计课中加强相关知识的重复和深化讲解，并安排紧密的实训式教学。通过雨课堂答题、发放学习资

料、现场绘图等手段，鼓励学生在课堂进行参与式学习，随堂消化知识和贯通实际操作，从而强化对知识的理解和运用。

4. 经验式教学

经验对于设计思维很重要，不论是借鉴他人的经验，还是形成自己的经验，都是养成设计思维的重要积累。在设计课中，结合教师自身的设计心得和窍门，通过巧妙的教学设计将丰富的设计经验转化为可示范的推导过程和类型化的设计策略等，或提炼成易于学生理解掌握的设计指南和操作心得等，给予学生启发，帮助学生较快地上手并进入设计状态。同时，通过这样的示范，也能更好地引导学生养成归纳总结的好习惯。

（四）完善教学过程，促进思维建构

1. 教学方法与教学内容相适应

基于设计思维五阶段训练法，针对各教学环节与教学内容的实际情形和特殊需要选择适合的教学方法。具体而言，在“共情”环节，主要采取案例式和经验式教学方法，以生动形象的方式引导学生进入设计情景，可搭配互动式教学方法，强化学生的感知与共鸣；在“定义”环节，以常规知识讲授为基础，合理搭配 4 种教学

方法，帮助学生全面深入地理解设计概念、任务和要点；在“构思”和“原型”环节，主要采取互动式和实训式教学方法，以充分的讨论、思考、想象和扎实的操作训练帮助学生进行设计创造，并配合经验式教学，实时传授关键的设计窍门；在“测试”环节，为弥补设计方案无法进行实践检验的缺陷，采取丰富的形式从多角度对方案进行测试——基于案例式教学方案比较、基于互动式教学方案评价和基于经验式教学方案反思等方法，引导学生发现问题和多角度思考。同时，在教学过程中融入思政元素，基于案例式和经验式教学方法，将设计的内涵和专业的价值、精神、使命等要义以生动、趣味、鲜活的方式传导给学生，以情感和价值双重维度驱动学生的学习兴趣和成效。

2. 教学评价与教学创新相结合

一方面，建立结果性与形成性双重评价机制。为充分体现设计任务的阶段性和设计思维建构的过程性，在反映学习成果质量的结果性评价基础上，融合体现培养过程质量的形成性评价内容，全过程、多方位地对学生学习成效进行综合考评。在结果性评价方面，从构思方案开始，到设计方案的各个阶段草图和最终成图，共

同构成渐进式的复合评价，考查教学目标达成度；在形成性评价方面，建立课堂表现跟踪记录机制，借助雨课堂、问卷星等工具，选取课堂上若干重要的实训和汇报环节，对学生表现进行记录和分析，从而考查学生的学习过程及成效，并及时总结教学中存在的问题。

另一方面，将学生考评嵌入教学方法提升过程。将学生考评、学生反馈与教学创新过程结合起来，以学生需求引领教学创新，以学习成效检验教学创新，形成迭代化、非线性化的教学提升模式。一是全过程监测教学成效，在课程前期和结束后对学生进行问卷调查，了解学生的学习困惑、需求和对教学的感受、评价；二是结合学生阶段作业评价和课堂表现跟踪记录，实时总结分析教学过程的成效与问题。同时，定期在课程组内进行交流，形成统一的意见指导进一步的教学工作。

三、教学创新实践——以“住区规划设计”课程为例

（一）课程定位目标

住区规划设计是哈尔滨工业大学城乡规划专业本科（五年制）三年级上学期开设的专业设计课程，是学生在完成两年建筑学基础后，从相对微

观的建筑视角向相对宏观的规划思维进行转换的具有衔接和基础作用的专业实践课程。作为承上启下的基础型专业设计课，该课程具有两个鲜明的特点：一是“第一门”，作为城乡规划专业学生正式进入规划专业学习阶段的第一门设计课，具有重要的基础和启蒙作用；二是“转折点”，作为学生从建筑专业学习到规划专业学习的关键转折点，具有突出的转换和适应作用。所以，该课程的特殊使命是帮助学生打好规划设计的基本功，培养好规划设计的基本思维，适应从建筑专业学习到规划专业学习的转换。

（二）教学痛点问题

从学生学习和课程特征两方面进行归纳，该课程教学中主要面对 5 个突出的痛点问题（见图 2），具体如下：

1. 学情分析

（1）设计本身的难点：设计具有“创造性”“主观性”“不确定性”的特点，被认为是模糊、直觉和难以理解的。^[6]“创造性”是设计的本质，对于创造性而言，“主观性”是前提，“不确定性”是结果。但两者也是局限，设计标准模糊不易把握，设计思维抽象不易建立，这都为设计教学带来巨大挑战。如何培养学生的创造性设计思维既是重点，也是难点。

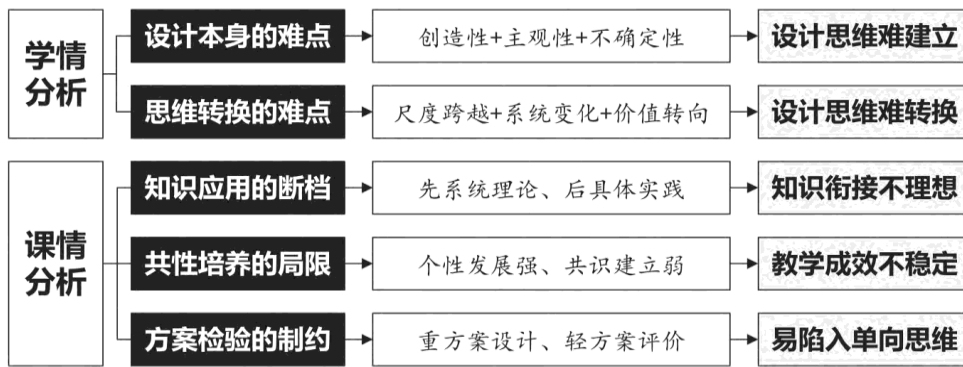


图 2 住区规划设计课程教学痛点总结

(2) 思维转换的难点：思维转换是这门处于转折时期的设计课的特殊任务。从建筑设计到规划设计，设计尺度越来越大、视角越来越宏观，设计对象越来越复杂和系统化，设计导向越来越趋于公共领域的价值。对于学生而言，常常会感到不适，难以转换设计思维（以 2021 年课程调研为例^②，见图 3）。

2. 课情分析

(1) 知识应用的断档：城乡规划专业具有突出的综合性和应用性特征，涉及大量的原理知识和技术规范。对于住区规划设计而言，需要住区规划原理、场地设计原理、道路交通规划原理等多门理论课的相关知识作为支撑。由于课程较多、知识繁杂，在课程建设中无法做到理论课与设计课的无缝衔接，导致学生在设计课中难以有效运用已学的原理知识。

(2) 共性培养的局限：传统设计课教学以“一对一指导”“手把手改

图”的方式为主，互动性和参与性较好。但大都基于个性化的方案展开，同时由于设计的不确定性，教学成效难免受制于学生的能动性。由于对共性问题 and 客观规律的传导不足，不同学期不同学生对知识的理解存在差异，对设计的掌握存在差距，导致教学成效不稳定。

(3) 方案检验的制约：设计的价值在于使用，所以对设计方案的测试与评价尤为重要。对于规划设计而言，同样需要来自实践的检验，方知晓规划设计方案的合理性、可行性和优缺点。然而，规划设计的实践周期漫长，评价标准极其复杂，本身就难以检验。对于学生的设计方案而言，更是由于无法实施而无从检验，教学中又缺少充分评价和深刻反思，易养成学生的单向思维，不利于设计思维和视野的建构。

(三) 教学创新思路

1. 以学生跨越发展为目标

以学生发展为中心，充分回应学生在该时期、该课程中的普遍困惑及学习需求，围绕专业学习转折时期的问题，以培养学生的规划设计思维和对规划专业的兴趣为出发点进行教学创新设计，实现学生的跨越式发展。第一，实现思维跨越，帮助学生实现从微观设计到宏观规划的思维转换与适应。第二，实现知识跨越，引导学生将专业理论知识转化为实际操作的有效工具。第三，实现技能跨越，通过老师的经验传输和思维引导，帮助学生积累自己的设计心得。第四，实现情感跨越，引导学生从理解专业、产生兴趣到热爱专业。具体思路（见图4）。

2. 建构设计思维培养过程

借鉴设计思维五阶段训练法，为住区规划设计课程的完整周期和各阶段任务建构设计思维的培养过程，稳步有效地引导学生形成规划设计思维和规划问题意识，并能够顺利地开展规划设计任务。从完整周期来讲，设计思维培养贯穿于整个设计任务的始末。第一，在前期理解设计任务和开展场地调研时做好“共情”，引导学生站在使用者和公众角度理解规划设计的真实价值，理解美好人居内涵和规划专业的贡献与责任；第二，在讲

授规划结构、住宅布局形式、建筑间距、建筑退让、技术经济指标等重要概念及其原理和规范时，为学生筛选最核心的知识做好“定义”，结合知识特点通过互动、实训等多重手段帮助学生充分消化；第三，在创想和推导初步方案阶段，以丰富有效的互动、实训手段和经验传导帮助学生积极主动地进行“构思”，通过多条件、多要素的多方案比较，充分理解住区各功能选址的依据和偏好，掌握利用规划结构构思方案的方法；第四，在深化、完善和优化方案阶段，加强培养学生规划设计的系统思维和综合布局能力，强调“原型”方案提出的合理性，并通过参考、讨论、点评、互评等方式实现“测试”，帮助学生拓展设计视野，理解规划设计的多维价值，养成设计方案的多向思维，学会如何评价方案和探究方案的可行性。从各阶段任务来讲，在结构方案、一草方案、二草方案和成果方案各个设计阶段，尽可能各自形成相对闭合的五阶段训练过程。

3. 创新设计课程教学方法

第一，通过直观的案例式教学转化抽象的规划设计概念和图示；比如，在讲解住区规划结构时，由于此概念过于抽象，结合本地具有代表性的住

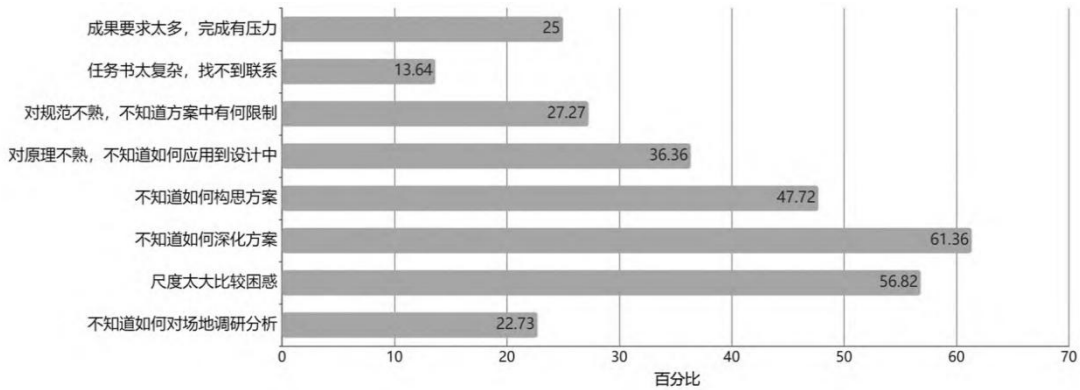


图 3 哈尔滨工业大学 2021 年住区规划设计课程前期学生反馈情况

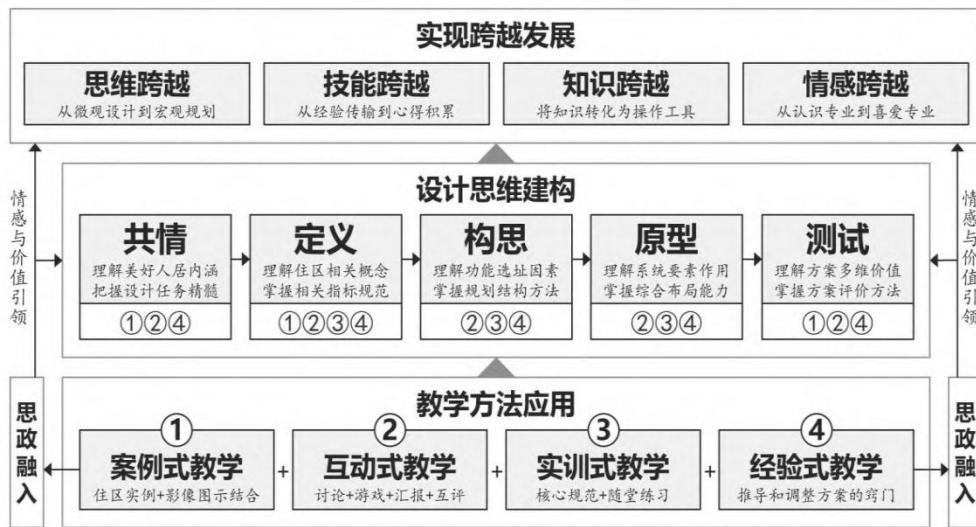


图 4 哈尔滨工业大学住区规划设计课程教学创新思路示意图

区项目实例，通过影像拍摄真实地呈现住区样貌，并结合图示分析的方法，逐步讲解规划结构所涉及的要害和内容，帮助学生直观地理解专业概念，并建立设计图示与现实环境之间的认知联系。第二，通过丰富的互动式教学促进设计思维的建构和养成，但互动环节需要注重对“有效性”的设计，对于低年级的学生而言，过于空泛和抽象的题目难以发挥引导作用，需要为学生做好“铺垫”，让学生有“抓手”；比如，在构思住区规划结构时，

选取具有代表性的规划设计案例，设置功能和地块“菜单”，引导学生通过分析基地条件和各种功能建筑的需求，尝试将“条件”和“需求”进行配对，从而寻找住区功能布局的一般规律和构思方案的基本思路。第三，通过随堂的实训式教学强化理论知识与实际操作衔接和应用；比如，在住宅建筑群组设计中，在讲授建筑退让规范后，借助雨课堂答题功能，结合实际项目案例安排学生进行随堂训练，及时引导学生学会如何查询和利

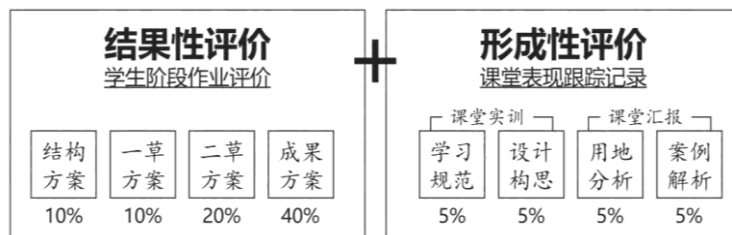


图 5 哈尔滨工业大学住区规划设计课程学生考评方式

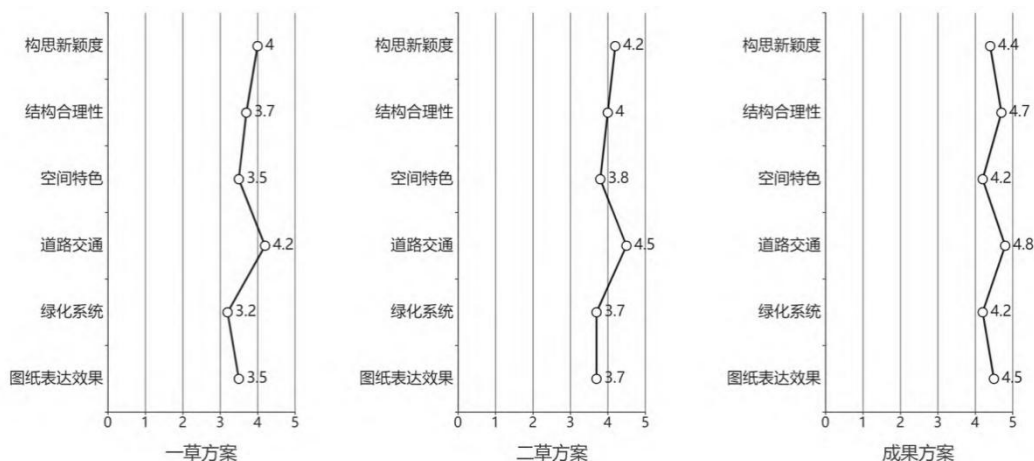


图 6 哈尔滨工业大学 2021 年住区规划设计课程学生阶段作业评价情况

用规范，并帮助学生掌握各种情形下的建筑退让要求。第四，通过巧妙的经验式教学将规划设计的一些窍门和共性思路传授给学生，帮助学生尽快上手；比如，在住宅建筑群组设计中，用动态图示的表达方式给学生演示如何根据建筑间距和建筑退界要求去规范地推导方案和灵活地调整方案。

（四）教学创新成效

该课程设计了全方位的复合式考评机制（见图 5），融合结果性评价和形成性评价，通过对学生课堂表现的跟踪记录和对学生阶段作业的评价，从规划设计意识和思维的养成、规划设计能力、设计方案表达等方面综合

考查学生的学习成效，并将整个考评过程融入教学改革创新中，及时反馈，及时优化教学内容和方法。从教学本身的成效来看，在一个完整的课程周期内，学生普遍可以得到较明显的提升（以 2021 年学生阶段作业评价为例^⑤，见图 6），由此反映出该教学过程对规划设计的基本功训练和思维养成可以发挥比较令人满意的作用。从教学创新的持续成效来看，从 2017 年对该课程持续进行改革和优化以来，通过 2017-2021 年学生课堂表现记录进行对比（见图 7）发现，学生在各个教学环节中的表现整体上越来越好，阶段性作业成绩优秀^⑥的比例逐年增大。

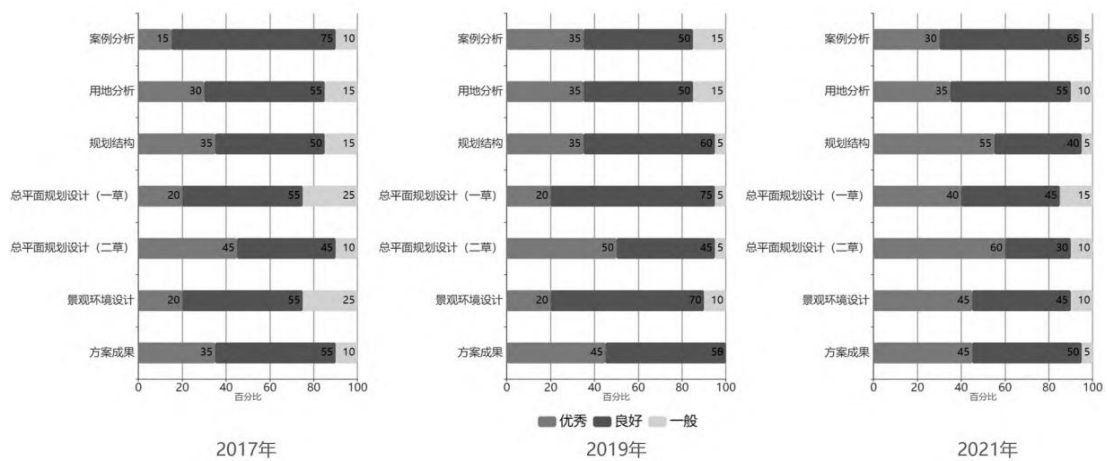


图 7 哈尔滨工业大学 2017-2021 年住区规划设计课程课堂表现记录对比

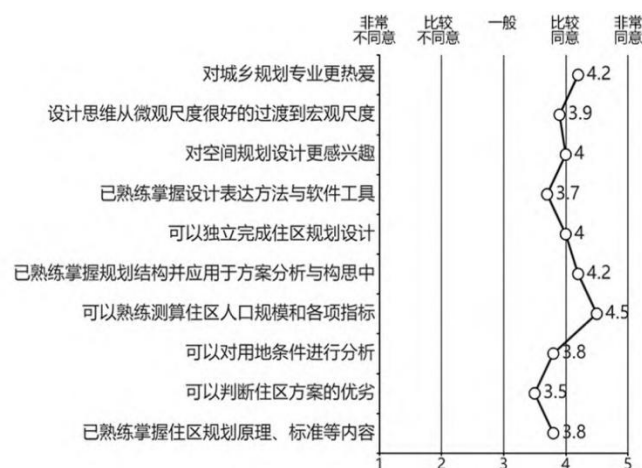


图 8 哈尔滨工业大学 2021 年住区规划设计课程结课调查情况

从学生的反馈来看，一方面，经过一个完整周期的课程学习，学生普遍感觉有较大的收获（以 2021 年结课调查为例，见图 8）；另一方面，通过课上学生的积极反应和课下与学生的多次沟通发现，学生对实例演示、方案推导、互动游戏和课堂实训等创新方法都很接受，普遍反映这些方法非常直观、有效，不仅能激发学生的设计兴趣，而且能帮助学生较快地进入设计状态。

四、结 语

教学创新不是为新而新，实为创造更好的教学成效，充分回应学生的真实需要，积极培养学生对专业的热爱。对于建筑类设计课程而言，培养学生兼具创意和理性的设计思维是教学的核心任务之一。“设计思维五阶段训练法”构建了设计思维养成的有效环节和闭环过程，广泛适用于设计类专业的设计教学，值得借鉴和推广。在教学创新实践中，应结合不同专业、

不同课程、不同任务的特点和层次，灵活安排面向设计思维培养的教学过程，并搭配适宜的教学方法从而有效地激发思维养成。本文探索的四类适合设计思维建构的教学方法，亦可应用于广大设计类课程：第一，案例式教学可以将抽象难懂的技术内容得到更加直观有效的传导；第二，互动式教学可以帮助学生更好地消化理解专业知识和建构设计思维；第三，实训式教学可以帮助学生更好地运用专业知识和设计规范；第四，经验式教学利于引导学生突破思维限制，快速进入设计状态，适应专业学习。

注释

① “布扎”体系：又称巴黎美术学院体系，建筑界的教育体系之一，其教学特点为：工作室制度，高低年级学生之间互助学习，实践建筑师带领设计教学，竞图制度和快题设计等。

② 哈尔滨工业大学2021年住区规划设计开课后第三周，课程组对教学班级的所有学生进行有关学习问题和需求的问卷调查（多选题，限选3项），共发放44份问卷，有效率100%。

③ 对2021年学生在一草方案、二草方案、成果方案三个阶段作业情况进行跟踪评

价，采用五分制，共评价44名学生的作业。通过不同阶段的学习，学生在图纸表达效果、绿化系统、结构合理性上有显著的提高（分差 ≥ 1 ），在道路交通、空间特色上有明显提高（分差 ≥ 0.5 ），在构思新颖度上提高不明显（分差 < 0.5 ）。

④ 对不同环节学生作业进行评分， ≥ 85 分为优秀、70-84分为良好、60-69分为一般。

参考文献：

[1] 郑先友，苏继会，冯四清. 建筑设计教学的创造性思维培养体系[J]. 建筑学报，1998（5）：10-14+66.

[2] 顾孟潮. 信息·思维·创造[J]. 建筑学报，1996（1）：24-29.

[3] ROWE P G. Desing thinking [J]. Worldvisiong, 1998, 86(6):62-72.

[4] 顾大庆. 中国建筑教育的遗产及21世纪的挑战[J]. 中国建筑教育，2008(1)：18-23.

[5] 孟建民. 我们需要什么样的毕业生[J]. 时代建筑，2001（S1）：36-37.

[6] 尹碧菊，李彦，熊艳，等. 设计思维研究现状及发展趋势[J]. 计算机集成制造系统，2013（6）：1165-1176.

（来源：2023年第5期《高等工程教育研究》）