

跨学科背景下绿色建筑模拟技术教学方法研究

党睿,王立雄,刘刚,张明宇

(天津大学建筑学院,天津市建筑物理环境与生态技术重点实验室,天津 300072)

摘要:在绿色建筑快速发展和建筑技术科学专业跨学科招生的背景下,由于知识背景差异性、绿色建筑复杂性、模拟技术多样性等原因,传统教学方法很难使研究生在培养计划内掌握绿色建筑数字化模拟技术。天津大学建筑技术科学研究所基于教学实践,通过制定跨学科基本素质、跨学科模拟技能、跨学科实践能力3个阶段培养计划,对该问题进行研究,提出新型教学方法,并通过实际教学案例对该方法的效果进行说明。

关键词:跨学科;绿色建筑;模拟技术;研究生教学

中图分类号:G642.6

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2014)06-0100-04

近年来绿色建筑受到社会各个方面的高度重视,同时它也是诸多高等院校和科研机构教学和研究的重点。建筑学的3个主要研究方向之一是建筑技术科学,它在绿色建筑中起着至关重要的作用,是提高室内物理环境品质和实现建筑节能的基础和关键^[1],也担负着为绿色建筑培养专业人才的责任。特别是近年来数字化模拟技术在建筑技术科学领域的广泛应用,对绿色建筑的设计、分析、评估起到了促进作用,因此计算机模拟分析已成为本专业教学工作中的重点内容。同时,该研究方向也越来越受到学生的喜爱和重视,近年来研究生报考人数连年增加。但目前中国除重庆大学等少数高校外,大部分学校尚未开设建筑技术科学专业的本科教育。因此,跨学科招生是本专业研究生教育模式的一大特色。由于学生专业背景较为复杂,他们的知识体系、思维方式、专业技能均存在很大差异。

综上所述,如何针对不同学科背景研究生的各自特点进行培养,使他们在研究生学习阶段具备较为完善的知识结构体系,能够熟练运用数字化平台进行绿色建筑的模拟、优化、评估全流程设计,并可独立或以团队合作方式解决绿色建筑中的复杂问题,是目前本专业教学工作的重点和难点。

一、现存问题

(一)学生专业背景差异大

在跨学科招生背景下,虽然目前建筑技术科学研究生专业背景较为复杂,但总体上可分为建筑设计等建筑学专业和结构工程等理工科非建筑学专业。

收稿日期:2014-07-03

基金项目:国家自然科学基金重点项目(51338006);高等学校学科创新引智计划(B13011)

作者简介:党睿(1981-),男,天津大学建筑学院讲师,主要从事建筑技术科学研究,(E-mail)dr_tju@

前者建筑基础好,思维活跃,想象力丰富,绘图表现能力强,处理问题多采用定性分析和经验参照,但这类学生缺乏数学等理工科知识,逻辑分析和量化计算能力较差;后者逻辑思维能力强,有扎实的数理基础,熟悉定量化研究方法和手段,但学生缺乏建筑学知识,空间想象力不足,绘图和表现能力较差^[2]。这些差异导致学生在学习过程中所遇到的问题不同,在遇到问题时所采取的思考方式和解决策略也有很大区别。

而建筑技术科学是研究如何通过建筑与规划手段来改善建筑物的风、光、热、声等物理环境,并在保证舒适度的基础上节约建筑能耗。自身专业特点决定了它具有很强的学科交叉性,既需要空间想象等感性创造能力,也需要推理计算等理性分析能力。因此,如何根据学生不同的专业背景进行教学是待解决的首个问题。

(二)学生对数字化模拟技术掌握程度不一

数字化模拟技术对绿色建筑设计起到了革命性的改变,在科研和工程领域也得到了广泛应用。绿色建筑性能主要包括室内环境舒适度和节约建筑能耗2个层面,因此相应的模拟软件也可归为两大类:第一类是物理环境模拟软件,如基于CFD(计算流体力学 Computational Fluid Dynamics)原理的FLUENT、AIRPARK、STREAM等气流与通风状况分析软件,用于采光和照明的RADIANCE、DAYSIM、DIALUX等光环境分析软件,用于厅堂音质和噪声的ODEON、CHAOS、Sound PLAN等声环境分析的软件;第二类是如ENERGYPLUS、HTB2、BLAST等用于模拟热工和能耗的软件。但日常教学中发现学生在进行数字化模拟技术应用时普遍存在如下4个问题。

第一,由于软件种类较多,各自特点也不尽相同,导致学生对软件选取较为随意,而且模拟流程不规范、边界条件设置不明确、参数设定不合理,这使得同一软件在不同使用者手中其最终结果差别很大。

第二,建筑类学生对于前期的建筑性质分析和模型建立过程较为顺利,但后期的边界条件设定、参数分析、数值计算等量化过程存在障碍,而理工类学生的情况刚好相反。

第三,模拟的关键是如何保证真实性和准确性,而这必须与现场检测技术相结合,通过实测数据校正软件参数设定值,不断改进和完善以达到最佳模拟效果,但学生尚不具备这两种手段配合使用的能力。

第四,学生对风、光、热、声以及能耗等多项模拟

结果难以衡量综合权重,常常造成设计方案的取舍困难,同时缺乏“模拟结果—优化措施”的联动经验,学生很难将专业的模拟结果直接转化为设计层面的优化措施。

(三)教学方法过于传统,不利于学生学习现代技术

首先,在课堂教学中,仍采用传统的技能型、记忆型、被动式教学方法,这对于建筑技术科学这一以多学科知识综合运用和对最新建筑技术把握为特点的专业来讲,不利于学生综合分析、协调处理、知识更新等能力的培养,尤其不利于引导学生打破现有思维范式,以提高科技创新能力。

其次,在实践教学中,虽然学生能够参与实际科研项目和工程设计工作,也可将所学基本理论知识运用于实践,但对于研究框架搭建、技术路线制定、关键问题分析等重要环节的把握能力欠缺,这些工作需要由导师完成,学生只能解决具体技术问题,即仍停留在应用层面,创新性明显不足。而研究生的培养目标是高级专业人才,创新能力是其应具备的素质,如何实现由应用型人才向创新型人才跨越,如何将创新性成果应用于实践是另一亟待解决的问题。

二、改革方案与措施

基于学生不同学科背景和所面临的问题,制定了3个阶段的培养改革方案及措施:第一阶段是跨学科基本素质培养,目的是使不同专业背景的学生完成跨学科基础知识和数字化模拟技术储备,形成跨学科思维模式;第二阶段是跨学科模拟软件应用技能培养,目的是使学生掌握计算机辅助分析设计的基本技能;第三阶段是跨学科实践能力培养,目的是提高学生以创新性思维解决实际问题的能力。

(一)跨学科基本素质培养

跨学科基本素质培养是对学生进行分阶段、分专业的单项知识和技能培训,使各专业背景的学生加强绿色建筑的基础知识储备,形成初步的跨学科知识体系。对于建筑学背景学生,该阶段以加强逻辑思维能力和掌握科学定量化手段为重点,在培养过程中布置如舒适度参数计算、建筑能耗评价、实验过程设计等作业。对于理工科背景学生,由于在本科阶段未接受过建筑学教育,对绿色建筑中的关键问题更无深入了解,因此这类学生的培养重点为弥补建筑基本知识,熟悉绿色建筑相关内容,了解建筑本体、物理环境舒适度、建筑能耗间的相互关系,培养过程中安排体形系数控制、围护结构分析、遮阳构件计算等简单节能设计,在此过程中使学生熟悉设

计的流程和主要方法,并了解设计中遇到的主要问题。

由于所有学生在本科阶段均未接受过专业绿色建筑软件的培训,因此在建筑技术科学专业的研究生理论课程上,由任课教师向学生简要介绍与该课程相关的数字化平台。如在绿色照明课程中,教师向学生介绍 RADIANCE、DAYSIM、DIALUX 等光环境分析软件的各自特点、使用范围、基本流程等,使学生对各类型软件有基本了解,以提高学习效率和积极性。

(二)跨学科模拟软件应用技能培养

针对学生在模拟过程中存在的操作流程不清晰、边界条件不明确、参数设置不合理等问题,结合建筑类和理工类学生各自特点,以小组为单位进行学习,每个小组均由两类学生构成,这样可充分发挥学生各自的优势并弥补自身不足,以团队合作方式共同解决所面临的具体问题。

首先,以较为简单的小型板式办公建筑为研究对象,通过对方案制定、模型建立、材质选择、气象数据输入等研究,优化模拟过程,使学生掌握该项技能,提高模拟效率及准确性。

其次,基于模拟产生的物理环境参数指标群和能耗参数指标群,对建筑物理环境及能耗模拟结果进行计算和分析。其主要分析照度、亮度、色温等光学参数指标群,通过修改窗体面积、开窗形式、光源类型、灯具布局等设置,使建筑在获得健康舒适光环境的同时,充分利用天然采光节约照明能耗;研究温度、湿度、风速等热工环境指标群,进而优化围护结构形式、立面遮阳做法、建筑材料类型,使建筑达到高水平热舒适度,同时节约采暖、制冷和通风能耗。最终形成“风环境参数模拟—优化措施”、“光环境参数模拟—优化措施”、“热环境参数模拟—优化措施”3套模拟体系。

第三,通过设定评价指标确定风、光、热、能耗权重影响因子,对提出的3套设计方法进行分析比选。根据建筑空间功能类型确定物理指标权重值,协调模拟结果所得到的理想建筑形式与现有相关标准之间的关系,实现在满足规范的基础上达到最佳建筑环境和节能效果;以节能贡献率、人体舒适度、整体经济性等指标作为比选衡量标准,对方案进行调整。最终实现与建筑实践的对接,有效地将模拟技术转换至建筑设计操作层面。

同时,以核心课程“建筑物理测试技术”为基础进行扩容,教学中加入数字化模拟技术应用相关内容,基于天津市建筑物理环境与生态技术重点实验

室,让学生掌握检测设备的操作技能及操作方法,使软件模拟和现场测试有机结合,培养学生利用实测数据校正软件参数和边界设定值的能力。

(三)跨学科实践能力培养

在完成跨学科基本素质和软件应用技能的培养后,不同专业背景的学生已基本具备了应用计算机工具进行绿色建筑设计和科学研究的能力,因此需要根据不同培养方向制定侧重点不同的实践能力教学计划,使他们以基本素质为基础,以模拟技术为手段,以思维方式为核心,通过实际项目训练提升跨学科实践能力。

目前的研究生培养类型分为两种:一种是专业型,即以专业实践为导向,重视实践和应用,培养在绿色建筑设计中的高层次人才,目标是为设计部门提供高级咨询师和设计师;第二种是学术型,即以学术研究为导向,偏重理论和实验,培养在绿色建筑领域的科研人员,目标是为科研院所提供科技骨干。

针对专业型研究生,侧重工程实践项目,使学生掌握项目策划、方案构思、技术设计、图纸绘制、性能评估等全流程体系,在满足建筑使用功能的前提下,培养学生的方案创新能力、与甲方沟通能力、成本控制能力、团队协作能力。在该过程结束后,使学生成为能够带领团队完成实际项目的高水平设计师。针对学术型研究生,侧重科学研究项目,使学生掌握从国内外文献跟踪、关键问题提取、技术路线制定、实验模拟分析、研究成果凝练等科研全流程体系,着重培养学生解决科学问题的能力,基于知识储备和逻辑思维制定科学可行研究技术方案的能力。通过实验和模拟分析等手段解决问题的能力,使学生达到带领研究小组并完成科研课题的水平。

三、案例及效果

通过上述培养方法,天津大学建筑技术科学专业取得了较为理想的教学效果。在国家自然科学基金重点项目“寒冷气候区低能耗公共建筑空间设计理论与方法”中,高铁客运站作为一种典型的大空间公共建筑,具有数量多、能耗高、节能潜力大等特点,是研究的重点类型,但由于高铁站自身建筑复杂,也是研究的难点。因此,如何对该建筑类型进行节能设计和优化改造,这对学生的综合能力提出了较高要求。学生通过结成科研小组和设计团队,利用所学知识制定了可行的技术路线。

首先,学生对位处北方寒冷地区的京广线和京沪线车站进行了深度调研,基于建筑物理测试技术对建筑本体特征和室内环境舒适度指标进行了检测,进而分析调研测试结果,总结普遍特征和共性问题。

题,建立高铁站的标准建筑数字化模型。

其次,基于该模型,学生分组对其进行计算机模拟。第1组应用AIRPARK、Sound PLAN、DAYSIM和DIALUX分别模拟通风、噪声、采光、照明等建筑物理环境舒适度指标,模拟的作用有2个,一是得到诸如近屋顶处风速等现场不能检测的指标,二是将模拟结果与现场测试结果进行对比并分析异同,不同处研究误差产生原因,进而对模拟方法进行校正,使模拟更加准确科学。第2组模拟建筑能耗指标,由于大部分高铁站尚无能耗监测系统,同时能耗指标现场测试较为困难,因此能耗模拟的任务量较大,主要通过ENERGYPLUS模拟采暖、制冷、通风和照明能耗。

第三,研究模拟结果,分析现存问题应用所学知识对既有建筑进行空间和技术层面的节能改造,建立改造模型后再次模拟其舒适度和能耗指标,进而与首次模拟结果进行对比。由于建筑节能不能以牺牲舒适度为代价,因此首先对比改造后的环境指标是否比原来有所降低,若降低明显甚至低于现行国家标准,则重新设计节能改造方案,直至满足舒适度要求。当舒适度达标后对比能耗情况,得到新方案节能贡献率。最后,将研究结果进行归纳总结,形成北方寒冷地区高铁车站空间节能设计改造方法。

通过学生在该课题中的实践表明,经过新型教学方式培养出的研究生在基本素质、应用技能、实践能力3个方面提升明显,能够应用数字化模拟技术进行绿色建筑的研究和设计工作,并具备了解决较为复杂科学问题的能力。

四、结语

随着绿色建筑的大规模推广和数字化平台的广

泛应用,对本专业研究生在这两个方面的技能掌握提出了更高要求。因此,在目前建筑技术科学跨专业招生的大环境下,如何通过合理的教学方式使不同学科背景学生在2~3年的时间内能够运用数字化模拟解决绿色建筑中的实际问题,是当前教学中面临的重要问题。

天津大学通过对新型教学方法的实践和探索,提出培养学生“一种思维,三种能力”的建议,即跨学科逻辑思维和洞察力、思辨力、执行力。跨学科逻辑思维能够帮助学生打破原有学科背景的思维束缚,从待解决问题出发,运用线性思维的深入性和发散思维的开阔性,多维度、多角度思考问题解决途径,并选择最佳方法深入研究并最终解决问题。洞察力、思辨力和执行力是处理问题的3种必备能力,在跨学科思维的指导下,洞察是以多学科角度审视并提出问题,思辨是以多学科知识体系究其根源,执行是以多学科方法解决问题。同时将跨学科思想体现在实践过程的各个环节:在启动时,以跨学科的角度去审视和发现问题;在展开时,以解决问题为核心目标,有机融合专项研究和跨学科综合研究;在结题时,协调考虑各项研究结果,以跨学科思维找到最优化解决方案。最后期望相关教学经验能够为其他院校提供一定的参考。

参考文献:

- [1] 吴硕贤. 重视发展现代建筑技术科学[J]. 建筑学报, 2009(3): 1-3.
- [2] 中国建筑学会建筑物理分会. 第十届全国建筑物理学术会议论文集[C]. 广州: 华南理工大学出版社, 2008.

Research on teaching method of green building simulation technique at the interdisciplinary background

DANG Rui, WANG Lixiong, LIU Gang, ZHANG Mingyu

(School of Architecture, Tianjin University; Tianjin Key Laboratory of Architectural Physics and Environmental Technology, Tianjin 300072, P. R. China)

Abstract: Green buildings are developing rapidly and the architectural technology science is recruiting students from kinds of majors. Under this underground, traditional teaching method has hardly finished the cultivation plan because of different backgrounds, complex green buildings, multiple simulation techniques. Tianjin University researched the questions by the methods of cultivated interdisciplinary basic quality, interdisciplinary simulation techniques, interdisciplinary practical ability, then put forward a kind of new teaching method based on educational practice and illustrated effect by means of actual case.

Keywords: interdisciplinary study; green building; simulation technique; postgraduate education