

数字·文化 Digital Culture

2017全国建筑院系建筑数字技术教学
研讨会
暨 DADA2017 数字建筑国际学术研讨会
论文集

Proceedings of 2017 National Conference
on Digital Technologies in Architectural
Education and
DADA 2017 International Conference
on Digital Architecture

吉国华 童滋雨 主编
Guohua Ji & Ziyu Tong ed.

中国建筑工业出版社



数字·文化

Digital

Culture

2017 全国建筑院系建筑数字技术
教学研讨会暨
DADA2017 数字建筑国际学术
研讨会论文集

Proceedings of 2017 National Conference on Digital
Technologies in Architectural Education and
DADA 2017 International Conference
on Digital Architecture

吉国华 童滋雨 主编

Guohua Ji & Ziyu Tong ed.

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

数字·文化: 2017 全国建筑院系建筑数字技术教学研讨会暨
DADA2017 数字建筑国际学术研讨会论文集/吉国华, 童滋雨
主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2017. 9

ISBN 978-7-112-21115-9

I. ①数… II. ①吉…②童… III. ①建筑设计-计算机辅助设计-学术会议-文集 IV. ①TU201.4-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 207157 号

本论文集为“2017 全国建筑院系建筑数字技术教学与研究国际学术研讨会”及“DADA2017 系列活动·数字建筑国际学术研讨会”会议论文集。本次会议为第十二届全国建筑院系建筑数字技术教学与研究研讨会暨第三届 DADA 数字建筑学术研讨会, 会议于 2017 年 9 月 9~10 日在南京大学举办。本次会议以“数字文化”为主题, 邀请了国内外专家学者与业界人士, 共同探讨数字文化对建筑设计思维范式带来的拓展和变革, 以及数字文化对建筑教育及产业带来的机遇和挑战。论文集主要为 9 个部分: A 数字建筑与数字技术教学; B 模拟分析与性能化设计; C 生成设计与数字建造; D 数字建筑理论与方法; E 响应式与互动式建筑; F 建筑信息模型及其应用; G VR/AR 技术应用与开发; H 数据采集与机器学习; I 数字化城市与人居研究。本论文集共收录文章 82 篇。

责任编辑: 陈 桦 王 惠

责任校对: 李欣慰 李美娜

数字·文化 Digital Culture

2017 全国建筑院系建筑数字技术教学

研讨会暨 DADA2017 数字建筑国际学术研讨会论文集

Proceedings of 2017 National Conference on Digital
Technologies in Architectural Education and
DADA 2017 International Conference
on Digital Architecture

吉国华 童滋雨 主编

Guohua Ji & Ziyu Tong ed.

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟图文设计有限公司制版

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

*

开本: 880×1230 毫米 1/16 印张: 34 $\frac{3}{4}$ 字数: 1174 千字

2017 年 8 月第一版 2017 年 8 月第一次印刷

定价: 89.00 元

ISBN 978-7-112-21115-9

(30785)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)



前 言

2017 全国建筑院系建筑数字技术

教学与研究国际学术研讨会

2017 National Conference on Digital Technologies
in Architectural Education

主办单位：全国高等学校建筑学专业指导委员会建筑数字技术教学工作委员会

Organizers: Education Committee of Digital Technologies
in Architecture of the National Committee for Architecture
Disciplines in Higher Educational Institutions

DADA2017 系列活动

数字建筑国际学术研讨会

DADA 2017 International Conference on Digital
Architecture

主办单位：中国建筑学会建筑师分会数字建筑设计专业委员会

Organizers: • Digital Architecture Design Association (DADA) in China

承办单位：南京大学建筑与城市规划学院

Host: School of Architecture and Urban Planning, Nanjing University

协办单位：

南京大学建筑规划设计研究院有限公司

南京兴华建筑设计研究院股份有限公司

达索析统（上海）信息技术有限公司

Co-Hosts:

Institute of Architecture Design & Planning Co., Ltd, Nanjing University

Nanjing Xinghua Architecture Design & Research Institute Co., Ltd

Dassault Systemes (Shanghai) Information Technology Co., Ltd.

论文评审委员

白雪海	天津大学
曾旭东	重庆大学
何捷	天津大学
胡磊	湖南大学
华好	东南大学
黄蔚欣	清华大学
黄勇	沈阳建筑大学
吉国华	南京大学
孔黎明	西安建筑科技大学
李飏	东南大学
李建成	华南理工大学
李力	东南大学
李立新	厦门大学
罗志华	广州大学
穆威	华中科技大学
倪伟桥	华中科技大学
钮心毅	同济大学
饶金通	厦门大学
盛强	北京交通大学

石永良	同济大学
舒波	西南交通大学
孙澄	哈尔滨工业大学
孙澄宇	同济大学
童滋雨	南京大学
王杰	浙江大学
王津红	大连理工大学
王朔	华南理工大学
肖毅强	华南理工大学
徐卫国	清华大学
许蓁	天津大学
杨峰	同济大学
于雷	清华大学
袁烽	同济大学
臧伟	同济大学
张龙巍	沈阳建筑大学
钟华颖	南京大学
邹越	北京建筑大学
左颂玟	华中科技大学

前言

近 20 年来,随着数字技术的高速发展,人类进入了前所未有的新数字时代。数字化工具大量涌入我们生活的社会,改变着人们的生活方式,随之而来的,是人们意识包括文化态度的变革。在建筑学专业领域,数字技术的渗透和影响也是日益明显的,它从早期的辅助绘图发展到当今的数字化模拟分析、数字化设计、数字化管理、数字化建造等各个方面。数字技术的发展对建筑文化形成了强烈的冲击,进一步拓展了建筑文化的外延,催生了新的建筑美学;同时,数字化设计以相关软硬件为工具,以算法和逻辑为语言,逐步形成了独特的数字建筑文化。

全国高等学校建筑学专业指导委员会建筑数字技术教学工作委员会长期以来致力于推动全国高等学校建筑学专业的数字技术的教学、应用与研究,全国建筑院系建筑数字技术研讨会已经召开了十一届。DADA 是数字建筑设计专业委员会 (Digital Architecture Design Association) 的简称,它隶属于中国建筑学会建筑师分会,由二十多位国内从事数字建筑的建筑师和学者于 2012 年发起成立,致力于数字建筑设计实践与研究的推动,每两年举办一次大型的系列学术活动。2017 年正值第十二届全国建筑院系建筑数字技术教学与研究学术研讨会和第三届 DADA 数字建筑学术研讨会举办之年,南京大学建筑与城市规划学院承办了这两个学术会议并合并召开,以“数字·文化”为主题,希望广泛汇聚国内的高校师生、建筑师和业界人士,共同探讨数字文化对建筑设计思维范式带来的拓展和变革,以及数字文化对建筑教育及产业带来的机遇和挑战。本次会议于 2017 年 9 月 9~10 日在南京大学举行,整个活动包含论坛、展览等多项内容,同期还有 2017 谷雨杯全国大学生可持续建筑设计竞赛的评奖颁奖和 DADA2017 工作坊成果展等相关活动。

本学术会议的分议题包括数字建筑与 CAAD 研究、建筑数字技术教学和数字建筑实践三大部分,自 2016 年 12 月面向海内外征集论文,经过摘要评审、全文提交、文章修改等阶段,最终汇集 82 篇论文收录于本论文集出版。论文分为数字建筑与数字技术教学、模拟分析与性能化设计、生成设计与数字建造、数字建筑理论与方法、响应式与互动式建筑、建筑信息模型及其应用、VR/AR 技术应用与开发、数据采集与机器学习、数字化城市与人居研究九个专题,代表了近年我国建筑界数字技术研究与应用关注的主要方向和最新成果。

本次会议的召开离不开相关专家学者和学术组织的支持,特别感谢各位建筑数字技术教学工作委员会委员、DADA 委员和论文评审委员会成员在论文征集和评选阶段给予的大力支持和辛勤工作,也非常感谢各位作者和与会者的积极参与。

本次会议得到了南京大学建筑规划设计研究院有限公司、南京兴华建筑设计研究院股份有限公司、达索析统(上海)信息技术有限公司以及中国建筑工业出版社的大力支持,在此表示感谢。

由于出版时间紧、周期短,疏漏之处在所难免,还望读者谅解。

数字建筑与数字技术教学

纵横结合, 学研互动——华南理工大学建筑学院数字技术教学改革探索

肖毅强 苏 平 (2)

从结构几何到机器人建造——本科四年级“数字化建筑设计与建造”教学探索

袁 烽 柴 华 张立名 陈家晟 王 祥 尹 昊 (8)

面向建造的数字化设计教学探索 吉国华 陈中高 (16)

基于数字分析的本科三年级实验课程教学 黄 勇 张龙巍 孙洪涛 (21)

借助数字设计推动环境艺术设计的教学 黄维达 (26)

结合“数字技术实验组”展开的建筑数字技术教学实践与探索

李慧莉 丁晓博 王津红 (33)

建筑逆向设计教学实践 韩冬辰 张 弘 董元铮 林正豪 (37)

人工与工业机械臂协作的木构架空间化组装建造 石新羽 周 驰 (44)

微观结构认知与数字化参与的建造实验教学研究 李丹阳 吕健梅 (53)

建筑学本科教育中跨学科专业应用建筑信息模型技术的探索

王 俊 舒 波 (58)

模拟分析与性能化设计

基于物理风洞与互动模型实验平台的建筑生形方法研究

郑静云 姚佳伟 袁 烽 (65)

基于声学可视化方法的吸声装置数字化设计与建造研究 赵 耀 袁 烽 (71)

有限元分析介入建构设计教学的一点思考: 以 Karamba3D 为例 孟宪川 (77)

基于“形态—性能”关系的参数模型建构研究 王力凯 张 楠 吉国华 (84)

严寒地区低能耗开放办公空间形态设计研究

孙惠莹 邢 凯 董曙光 (90)

寒地大空间建筑形态的气候适应性优化策略研究——以盘锦邮轮码头客运

中心为例 卓琪淞 黄 勇 张龙巍 (97)

优化室内热湿优化室内热湿环境的体育馆开闭顶设计策略研究

——以上海地区娱乐性游泳馆建筑为例 吴博文 宗 轩 (105)

基于风环境性能模拟的专业足球场罩棚形态设计研究

史立刚 安融融 曹岳超 (114)

体育馆比赛厅方案阶段的智能设计——以酒泉体育馆为例

李 媛 李宝龙 赵妍妍 (121)

基于环境性能分析的建筑概念体量优化设计研究

——以镇江高新区创意产业园项目商办建筑楼为例 王振宇 俞传飞 (127)

基于多目标优化的绿色住区参数化设计研究	吴 杰 张宇峰 赖嘉宁	(134)
建筑组团室外风环境的参数化设计方法与应用研究	蒋 毅 赵立华 申 杰	(141)
基于数字技术的严寒地区火车站候车空间节能设计优化研究	石 硕 孙洪涛 张龙巍	(147)
基于数字模拟的建筑外部空间要素协同优化布局研究——以湿热地区为例	薛思寒 谢凌峰 王 琨	(153)
严寒地区开放办公建筑自然采光性能影响因素敏感性分析	于 虹 梁 静 高 亮	(159)
Ladybug 与 Honeybee 自然采光性能模拟精度验证	周白冰 董 宇	(169)
建筑方案初期对使用阶段二氧化碳排放量的模拟测算工具开发	刘 上 李佳阳	(175)
基于数字技术的绿色建筑性能驱动设计方法教学研究——以 Ecotect 模拟分析建筑热环境的建筑设计教学为例	郑 斐 全 晖 张 淦	(182)
基于空间句法的建筑空间效能拓扑优化方法初探	张龙巍 黄 勇 王 超	(188)
基于空间句法的特大型铁路客站换乘空间可理解度研究	刘 玮 孙洪涛 张龙巍	(193)

生成设计与数字建造

A Comparative Study on Spiral-Based Form Generating Algorithms	张鹏宇 徐卫国	(199)
A New Architectural Form Generating Algorithm Inspired by Truchet Tiles	张鹏宇	(206)
Regional Opportunities: The Seeking of Feasible Modes for Chinese Architects to Deliver Non-standard Building Envelope	Wang Sining Kristof Crolla	(215)
Digital Fabrication of Parametrically Generated the Conventional Chinese Wood Architecture Component of Gua Luo	He Yi Marc Aurel Schnabel	(222)
基于单元体聚集的数字建造	胡 磊 赵 冰	(228)
“智能人工”——基于三维扫描与视觉引导的人工建造方法	孙澄宇 郑兆华 王宇泽	(233)
基于生物生长过程形态的数字建筑形体生成算法研究与应用	李 宁 王靖淦 孙鹏程	(238)
基于最小绕行网络的高层建筑裙房空间路径生成研究	庄 典 邢 凯 张 博	(243)
基于参数化建模的编织结构生成逻辑及应用研究	任晓霏 俞传飞	(251)
基于元胞自动机的聚落生成强排方案研究	宋靖华 谢昕芹 刘 柳	(257)

居住区集约化的基地形状要素研究——基于多智能体算法

董 嘉 李 力 韩冬青 (265)

流线组织导向下的建筑平面形态生成设计研究 ··· 罗 琳 邢 凯 王 钊 (271)

数字建筑理论与方法

The Architecture, Engineering and Construction Industry and Blockchain Technology
Iris Belle (279)The Architecture Form Psychological Feeling Quantification and Design Application
Research Based on Fractal Theory ··· Ye Nanqi Su Jianming (285)

场域或物体——后数字时代的存在论之争 ··· 闫 超 (294)

数字建筑——建筑设计“数轴”上的一个自然点 ··· 于 雷 (300)

开源系统下的群策设计 ··· 于汉泽 何塞·桑切斯 (308)

响应式与互动建筑

互动：一种新的建筑情感营造方式——以巢群系列装置为例

刘 洁 徐卫国 王靖淞 (317)

单元集群类动态装置中“涌现”效果的形成方法研究 ··· 刘 洁 (322)

活性都市地景：以互动科技建构具备自我调适功能之智慧地景

陆安妮 沈扬庭 (329)

感应图像——基于互动媒体技术的建筑设计教学探析 ··· 虞 刚 (335)

建筑信息模型及其应用

基于 GDL 驱动下的建筑设计 ··· 曾旭东 陈利立 陆永乐 (341)

BIM 在体育建筑被动式绿色策略中的协同应用研究

汤朔宁 吕昱达 宗 轩 (348)

基于 BIM 技术的能耗分析方法在建筑教学中的实践

王景阳 朱浚涵 王夕璐 曾旭东 魏 旭 宗德新 (353)

集成 BIM 与智能建筑技术的运维系统研究及应用

王 朔 耿望阳 何振勇 (358)

BIM 语境下建筑设计初期的沟通模式转变 ··· 吴 楠 李 莱 (365)

BIM 产业的租值耗散及其机会 ··· 王韶宁 丁 楠 (373)

基于 BIM 的历史建筑测绘课程实践——以武汉市咸安坊里分建筑测绘为例

倪伟桥 张文静 刘晋祚 (377)

基于 Revit 族的北京故宫古建筑群门窗构件参数化建模探讨——以榻扇为例

孙小鹏 张梦宇 赵 鹏 陈静勇 (385)

基于多种测量手段与 BIM 技术的古建筑虚拟重建

陈斯亮 王晓敏 杨宇峤 (390)

VR/AR 技术应用与开发

Interactive Spatial Formation in Virtual Reality ··· Luo Dan Xu Weiguo (395)

Virtual Inhabitation and Creation A Comparative Study of Interactive 1 : 1 Modelling as a Design Method ... Daniel Innes Marc Aurel Schnabel Tane Moleta (402)	
基于 VR 技术闽北地区传统村落空间认知特征研究 苑思楠 罗琚琳 唐睿文 赵夏瑀 毛升辉 吴婧彬 (409)	
基于设计认知与并行策略的 BIM-VR 耦合模型初步研究 白雪海 (415)	
基于增强现实交互模式的泡沫模型切割机 黄蔚欣 王鼎禄 张宇 许通达 尤晓慧 (422)	
应用 VR/AR 技术实现三维激光打印数字化教学 臧伟 干为勤 李伟伟 王玺皓 沈若珂 (428)	

数据采集与机器学习

Video-based Tracking of Human Trajectory in Indoor Space Zheng Hao Huang Weixin (435)	
超宽带室内定位系统在建成环境人流分析中的应用 李力 (439)	
基于 Wi-Fi 定位数据的人群特征探究 林雨铭 黄蔚欣 (445)	
基于 UWB 室内定位技术的行为数据分析与可视化系统研究 尹昊 袁烽 (455)	
深度学习应用于天际线美学评价的可行性研究 宋靖华 杨鹏 (463)	
参数化工具在建筑遗产低空摄影测量成果分析中的应用 谢江涛 孙政华 鑫 苏子悦 戎圣修 (468)	
基于数字化理念与方法的席位图召建筑保护应用 李贞 王卓男 (474)	

数字化城市与人居研究

空间句法与新数据技术在轨道交通站点周边城市设计的综合应用 盛强 夏海山 (482)	
空间人文视角下景观场所感知与行为变迁可视化分析 ——以天津大学卫津路校区为例 雷琳馨 袁梦 何捷 (489)	
图谱化视角下城市空间结构解析 宋靖华 张超 (496)	
街区尺度下建筑群体能耗数值模拟与敏感形态因子研究 ... 王雅馨 王一 (502)	
基于元胞自动机的街区径流优化模型研究 李心恬 毛茗 刘铨 (507)	
村镇聚落空间模拟与计算 杜嵘 (516)	
传统街道功能空间“水平维度”一般性模型建构方法——以苏州平江路为例 沈添 唐芑 (522)	
数字技术介入乡土聚落研究的模式 王月涛 陈平 马金剑 (529)	
传统村落景观要素与微气候适应性关联分析——以淮安市龟山村为例 郭苏明 刘逸佳 王伟 (537)	

肖毅强^{1,2} 苏平^{1,2}

1. 华南理工大学建筑学院; Suping@scut.edu.cn

2. 华南理工大学亚热带建筑科学国家重点实验室

XIAO Yiqiang^{1,2} SU Ping^{1,2}

1. School of Architecture, South China University of Technology, Suping@scut.edu.cn

2. State Key Laboratory of Subtropical Building Science, South China University of Technology

纵横结合，学研互动

——华南理工大学建筑学院数字技术教学改革探索

Vertical and Horizontal System, Teaching and Research Interaction

——Exploration of Digital Technology Teaching in School of Architecture of SCUT

摘要:近年来,华南理工大学建筑学院结合本科教学改革,逐步探索和建立了以“纵横结合、学研互动”为特色的建筑数字设计教学体系,本文旨在对此进行一个简要的回顾和总结。“纵横结合”体现的是数字设计教学目标和对象的全面性和针对性,“纵”是贯穿各年级的数字技术主干课程,为不同类型的设计人才培养提供多元化的平台;“横”是以不同形式融入于原有设计原理及实验课程中的数字专题单元,以提升学生对数字辅助设计技术的掌握、提高设计课程的教学效率和训练效果。“学研互动”强调的是数字技术教学内容与教学模式的开放性和适应性,并与国家重点实验室、设计院等研究平台紧密结合,积极尝试具备跨学科和跨平台特征的专门化设计课程、国际工作坊以及学生创新实践等学研产模式,完善数字技术浪潮下复合型设计人才的培养途径。这些改革举措对于当前建筑学数字技术教育的发展具有积极的探索意义。

关键词: 数字技术; 设计教学; 通识教育; 专门化

Abstract: Combined with the undergraduate teaching reform, the School of Architecture of South China University of Technology gradually explore and establish a “Vertical and horizontal system, Teaching and research interaction” architectural digital technology teaching system in recent years, this article aims to conduct a brief review and summary of it. “Vertical” is a digital technology curriculum throughout every teaching year, to provide a wide range teaching platform for different students; “Horizontal” is the integration of design principle course and digital technology experiment, to improve the students’ digital design skills, and upgrade the teaching efficiency and training effect of the design course. “Teaching and research interaction” emphasizes the openness and adaptability mode of digital technology teaching, and rely on the national key laboratories, design institutes and other research platform to encourage the exploration of the specialized design courses, International workshops and student innovation practice. All these reform exploration have a positive exploratory significance for the development of current architectural education.

Keywords: Digital Technology; Design Teaching; General Education; Specialization

当代数字技术的影响已经渗透到建筑产业的各个方面,持续推动着建筑从策划、设计、建造到运行管理全过程的理念和方法的转变。数字设计既是新的技术工具,也产生了新的思维模式,必然对现有的建筑教育带来巨大的冲击。在信息技术蓬勃发展的背景下,设计教育必须深入思考如何结合数字技术的主流趋势和专业特点,合理优化目前的培养体系,以加强数字技术训练和各个教学环节的有效结合,以提高当代建筑学教育的科学性和创新性。

1 华南建院的数字技术课程结构

近年来,华南理工大学建筑学院结合本科教学改革,逐步探索和建立以“纵横结合、研学互动”为特色的建筑数字技术教学的课程体系。这一课程结构优化的初衷在于:目前进入建筑学专业的理工科学生具有较好的数理基础,在本科阶段越早开始接触数字技术有利于其更快掌握相关理念和方法,从而更积极地应对数字技术在建筑学发展中的机遇和挑战,

“纵横结合”体现在数字技术教学的目标和对象兼顾“宽基础”的通识性和“拓发展”的专业性。“纵”是贯穿本科建筑学教育体系的数字技术主干教学模式,为不同类型设计人才的培养提供多元化的数字技术课程选择:包括低年级以通识为目的的数字技术基础知识讲授和技能训练,如“建筑模型与图形语言”、“计算机辅助设计”等普及型专业课程;以高年级专门化设计课程和毕业设计专题为主的数字技术应用训练和技能研究,提高专才型学生的综合技术基础和创新实践能力。“横”是指依托计算机技术对建筑学、城乡规划学、风景园林的设计主干课、专业理论和实验课等课程进行完善,通过数字技术对传统教学内容的有效替代和内容拓展,形成具有专业特色和技术优势的数字辅助教学平台。

“研学互动”强调的是教学内容和训练模式的开放性和适应性,数字技术教学充分依托学院的省级实验教学示范中心,并与亚热带建筑科学国家重点实验室、华南理工大学建筑设计研究院等科研机构开展多种形式的合作交流和探索,并在科研平台的支持下扩展软硬件设施和教学内容;学院的数字技术平台配备了较为完备的硬件设备,包括:具备空间定位和人机交互功能的建筑环境虚拟现实系统、三维激光扫描仪、数控机床臂、数控机床、激光切割机、三维打印机等。通过数字技术上的产学研结合,培养真正具备前瞻理念和综合能力的数字设计人才,在学生创新实践成果、国际学生设计竞赛、国家级教学奖励、国际合作交流等各个方面取得了较为显著的教学效果。

2 数字技术课程的纵向体系

建筑学领域的数字技术理论和方法体系仍处于逐步发展成熟阶段,对于相当部分的学生而言,本科教育重在掌握数字技术的基本理念和辅助设计的工作方法;而对于部分有较强的知识基础和兴趣特长的学生,可以提供更为深入的数字技术教学,培养更具专长的数字创作人才。因此,学院依托目前已较为稳定的“二阶段”设计教学模式,建立包括学科通识模块和专门化训练模块的纵向数字技术主干课程体系(图1)。

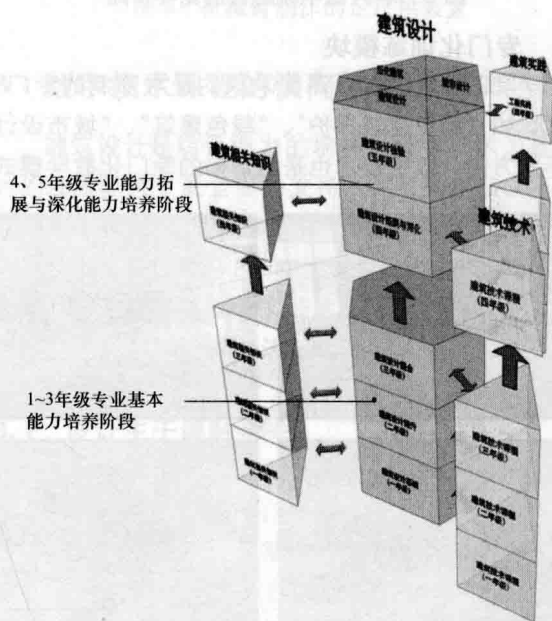


图1 华工建院的本科建筑学教学体系

2.1 学科通识模块

学科通识模块向建筑学院三个专业开放的基础性课程,它不是着眼于软件操作的工具培训(事实上这部分学生可以通过自学和互相学习更好地完成),而更强调让学生建立对数字技术发展的整体理解、理解其对于建筑设计的影响和作用。主要课程包括一年级的计算机编程公共课程、“建筑模型与图形语言”的基础训练课程;二年级的“计算机辅助设计”课程,除了介绍计算机辅助设计的基本知识,着重对BIM的理念和操作进行讲解和演示;三年级的数字技术教学则更多依托横向体系实现。目前,BIM教学已出版相关教材和专著,具有较为成熟的模式。而“建筑模型与图形”课程作为纵向体系的重要起点,由专业设计老师通过案例解析和设计操作进行引导,帮助低年级学生更好的理解数字技术对于设计表达和创作思维的重要性,对于后续的专门化教学起到重要的启发和推动作用(图2)。

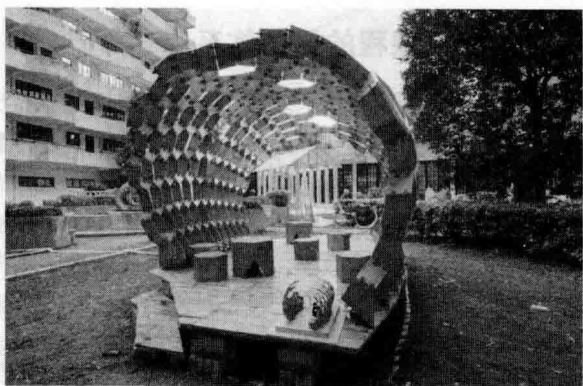


图2 本科低年级的营造竞赛作品

2.2 专门化训练模块

学院四年级的设计课程采取的是导师制的专门化模式，如“历史建筑保护”、“绿色建筑”、“城市设计”等不同方向，数字技术也是培育中的专门化教学模式。



图3 参数化设计和建造实验

该课程每学期均设置开放性和实验性的设计题目，引导和鼓励选择不同类型的数字技术和思维方法，探讨数字创意和设计的各种新的可能性，以兴趣入手调动学生的积极性，为数字时代下的设计人才发展拓展全新的空间。该课程不仅学生作品在国内外进行公开展览、学术交流和实际建造，也发表了多篇教研论文，取得了良好的教学效果和探索价值。近年来，该教学组较有代表性的训练课题包括以下几个方面：

2.2.1 参数化设计

组织学生深入学习算法语言，在具体的设计练习中以物理性能、技术性能等为出发点建立设计逻辑和编制算法，通过函数变量的动态调整优化性能参数和生成形态结果，并利用CNC和3D打印机等设备应用到建造实验中，进行构件制作和装置搭建^[1]（图3）。

2.2.2 交互设计

培养学生了解数字互动技术在建筑设计领域的应用，探讨连接虚拟空间及真实环境的可行模式。如指导学生运用Arduino电子感应模块制作互动装置，在人体

感应下发生动态的变化，探索动态适应外部光环境、热环境和风环境变化的智能建筑表皮等数字技术的前沿课题（图4）。



图4 交互设计作品

2.2.3 机械臂的创作实验

机械臂从工业生产线上进入建筑设计领域,将可以成为建筑师的有利助手,成为连接数字世界与物理世界的重要媒介。课题试图引导学生思考这一新的技术和工具在设计中的更多可能性,除了可以进行材料加工和数字建造外,机械臂在建筑的外延上还存在着更多的领域去推动学生进行探索^[2](图5)。

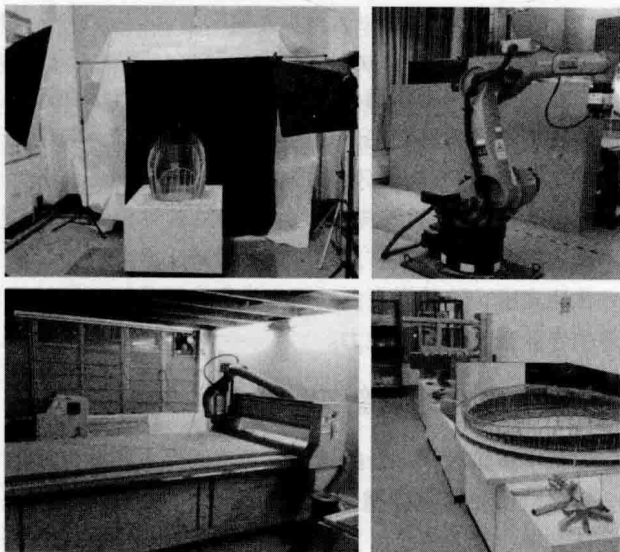


图5 数字建造硬件系统

2.3 毕业设计整合训练

在四年级专门化训练的基础上,在毕业设计中整合各方面资源,引导部分兴趣和特长较明显的学生开展全面的建筑数字设计研究,培养学生综合运用数字技术进行创新设计的能力,使数字技术真正成为一种系统的设计思维方式和工作方法。如2017年毕业设计题目“应用数字制造技术的模块化微建筑建造研究”着眼于探讨智能建造对建筑设计的影响,指导学生应用机械臂开展建造实验。其中一组学生基于数字模拟形成结构性能和构件成本最优的设计方案,并通过3D打印机和机械臂制作缩尺模型进行检验和优化;最终以机械臂雕刻出200件三维的异形泡沫构件,在学院内庭院空间中搭建出一个直径10米、高4.68米的悬索拱构筑物(图6)。

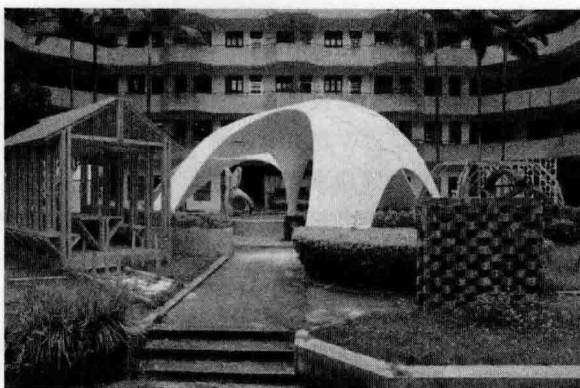


图6 机械臂制作的足尺拱装置

3 数字技术课程的横向体系

建筑设计是综合能力的培养,数字技术为建筑设计的发展提供了更全面的支持。在不同年级、不同专业的专业课程中,合理地融入和衔接数字技术的教学内容,形成良性循环的横向数字课程体系,使学生在专业学习中逐渐形成数字技术与建筑设计有机联系的理性创作观念和设计方法,也为设计主干课提供了良好的技术支撑。

3.1 设计主干课融合

在低年级设计基础教学的平面构成、立体构成、空间构成等系列训练中,鼓励计算机建模来进行形态生成和整体表达,配合常规的实体模型手段,拓宽学生的设计视野并提高工作效率。在建筑认知课程中,利用虚拟现实技术建立具有沉浸感、真实感和互动性的仿真环境进行体验,改变传统教学二维图纸和照片的技术约束,加强学生对建筑空间进行体验和理解的能力。在高年级的“绿色建筑”专门化设计课程中,学习使用专业软件对设计方案进行数字模拟、分析、方案比选和优化,如通过日照分析、CFD模拟等,引导学生理解和掌握绿色建筑设计的辅助技术方法。“城市设计”专门化开展对城市空间及自然环境的仿真模拟实验和数据分析,如GIS、空间句法等技术手段的引入,对城市环境进行数据量化分析和进行设计评价,提高专业设计教学的科学性。

3.2 专业理论课融合

专业理论课是设计主干课的基础知识和操作技能支撑,根据理论课程中的教学和实验需求,增加针对性的数字技术训练以补充常规理论教学中只能通过抽象讲授、而缺乏直观操作的不足,通过不同程度的覆盖学科通识、专业提升及创新设计等内容,强化学生在相关领域的全面专业技术能力。

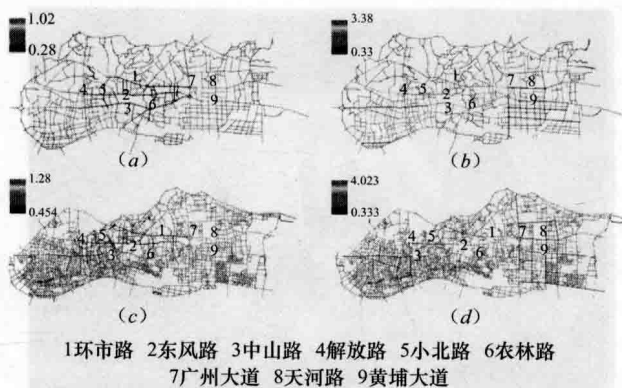


图7 空间句法分析

(a) 1996 年整体集成度；(b) 1996 年局部集成度；

(c) 2011 年整体集成度；(d) 2011 年局部集成度

在中外建筑史及相关课程中，需要进行古建筑测绘实习等实验教学。通过应用先进的三维激光扫描设备，对真实的历史建筑进行数字测绘、数据处理和数字建模，在进行虚拟漫游和认知体验的同时让学生了解数字复原和虚拟修复技术。通过包括 APP 在内的虚拟仿真课件进行中国传统木建筑结构的知识讲解，如对斗拱进行模拟拆解和安装，从而在无法实际操作的情况下让学生更直观地理解节点的制作工艺和流程，并可以通过网络进行远程和开放的教学。

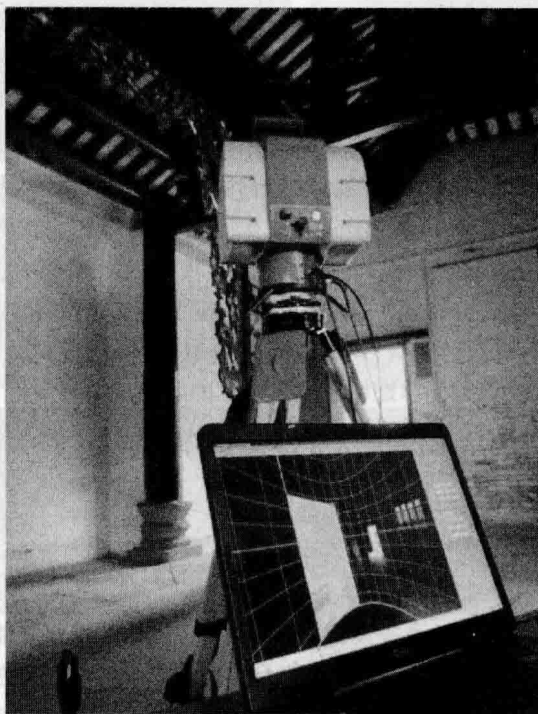


图8 激光三维扫描

在建筑物理课程中的建筑热工、声学、光学的原理课和实验课中，利用数字技术在建筑及城市气候

模拟及性能优化的教学内容、实验工具和实验模式上进行创新。如采用 Ecotech 等主流建筑节能软件作为教学基础平台，对不同气候区域及时间下建筑空间环境的通风、日照和音效等进行数据化、可视化模拟；让学生在掌握常规动手实验原理的基础上，通过数字仿真中实现在真实环境中难以进行的专业测量和数据处理，并在设计课程、学生竞赛中发挥了重要的技术支撑作用（图9）。

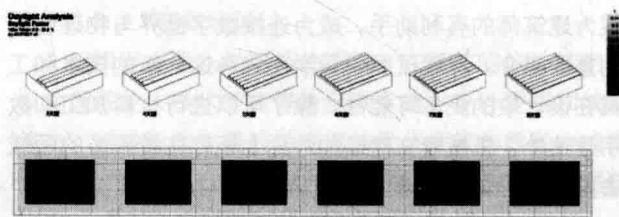


图9 天窗采光模拟

在构造课程中，通过 BIM 等技术手段演示建筑物的内在构造及建造方式，帮助学生直观理解较为复杂的建筑工程技术问题。有效集成机械臂、数控机床、激光雕刻机、3D 打印机等先进硬件及相关软件，开展针对不同建筑材料和构造节点的“数字设计+数字建造”的一体化实验，培养学生主动运用数字化工具进行设计思考的专业素养及技术能力。

4 数字技术的创新实践教学

数字技术教学平台的建立需要不同专业团队之间的全方位合作和沟通协调，这其中国际合作的联合教学、设计竞赛、专业展览、工作坊、SRP 等创新实践活动都是非常积极的途径。依托学院国际化教育合作交流平台的资源优势，积极开展国际联合设计教学，拓展数字技术的学习实践和学术交流水平，如与哈佛大学设计学院 REAL LAB 多媒体设计实验室开展互动建筑的创新探索。数字技术的教学平台也为学生的创新型研究提供了强有力的支撑，近年来共指导学生获得各类竞赛、科技活动奖项一百余项，指导学生 SRP 立项项目数十项。2013 年 8 月，以建筑学院为主体的华南理工大学代表队获得中国国际太阳能十项全能竞赛亚军（中国代表队第一名），是中国参赛队历届最高名次。相关的数字教学和实验是参赛团队的后盾，为太阳能建筑的设计、建造提供了重要的技术支持；如学生通过模拟太阳能房屋的能源消耗和节能保温状况，来优化设计和建造，其中由学生研发的手势控制智能家居系统获得国内外评委的极高评价（图10）。

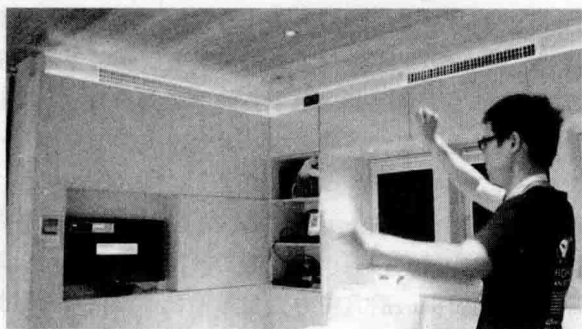


图 10 国际太阳能十项全能竞赛中的手势控制系统

5 结语

经过多年的探索,学院通过设计教学与数字技术的有效结合,提高了学生在信息化背景下熟练掌握和全面运用计算机技术进行设计优化和创新应用的专业基础和综合能力。一方面,数字技术教学通过纵、横向的不同形式融入原有的设计课程体系,两者保持合理衔接,学生的数字辅助设计技能普遍得到明显加强,提高了主干设计课程的教学效率和训练效果;另一方面,学院给

予教学团队和课程内容更多的自由度和灵活性,鼓励更多具备跨学科、跨平台特点的专门化设计课程、毕业设计、国际工作坊以及学生创新实践活动,拓宽创新型和复合型设计人才的发展空间。教学改革在学生创新实践成果、国际学生设计竞赛、国家级教学奖励、国际高等级合作交流等各个方面取得了较为显著的教学效果,对于当前建筑学科的数字技术教学探索具有积极的促进作用。2014年,学院的“数字建筑与城市虚拟仿真实验教学中心”获批国家级虚拟仿真实验教学中心,在教学应用和学术交流中得到了广泛的肯定。下一阶段,该体系也需要结合在教学过程中发现的新问题,进一步完善教师团队的组织、教学环节的联动等现实短板,持续提高数字技术教学的整体应用效果。

参考文献

- [1] 钟冠球. 身体力行的建造训练-华南理工大学建筑学院建造教学探索 [J]. 城市建筑, 2016 (4): 47.
- [2] 钟冠球. 机械臂的野心—数字控制工具视角下的建造思维转 [J]. 新建筑, 2016 (2): 17.