

清华大学 科研成果转化为教学资源 典型案例汇编

清华大学高等教育学会 编

清华大学出版社

北京

编 委 会

主编：汪劲松

编委：李 越 康飞宇 傅水根 姚 健

汪 惠 李玉柱 夏群生 田明波

闻星火 黄乐

前 言

当洪堡把研究的理念引入大学,大学的使命、功能以及高等教育人才培养的模式便发生了革命性的变化。时至今日,大学作为教学和科研中心的认识,已为世人所接受。然而,教学与科研的关系也始终困扰着大学教师和管理者。此次由清华大学教学评估办公室、实验室设备处、教务处、研究生院、科研院和高等教育学会联合举办的科研成果转化为教学资源典型案例的征集评选活动,为我们展现了一批教学科研第一线的教师们在开展高水平的科学研究的同时,及时有效地将其最新的研究成果转化为教学内容和方式手段,做好科研育人,培养高水平创新人才的经验。本书收集的76篇典型案例是我校广大教师教学科研良性互动、有机结合的生动写照,反映出我校广大教师对教书育人、科研育人的高度责任心和强烈的使命感,也反映了我们教师的教育教学水平和研究水平。

清华大学在96年的办学历史中,积累了丰富的教育实践经验。20世纪50年代,我们创造出“真刀真枪毕业设计”的经验,很好地解决了教学、科研和社会服务之间的关系与矛盾,把理论学习和生产实践有机结合,为培养新中国的建设者和接班人作出了突出贡献。人才培养是学校的根本任务,高水平的科研是实现“高层次、高素质、多样化、创造性”人才培养目标的关键和基础,我们始终不渝地把培养和造就大批能够满足国家重要战略需求、努力为祖国和人民奉献聪明才智的拔尖创新人才作为清华大学工作的首要职责,广大教师在从事科学研究工作的同时,不断探索新形势下人才培养的新方法、新途径和新模式,站在科学前沿,及时将最新的科研成果提炼、升华转化为教学内容,及时充实和更新教材,对教学内容进行取舍更新,或者设计出新实验,开展生动、灵活的教学活动,保证学生学到最新的知识和最前沿的理念。这种教师广泛参与的探索研究为我们培养创新拔尖人才、建设世界一流大学持续注入活力并奠定坚实的基础。

一流的大学必须有一流的教育研究,一流的教育研究需要一流的研究力量和队伍,这是形成一流的研究成果的必要基础和条件。开展广泛的群众性的教育研究是清华的传统和优势,广大教师在长期教学科研实践中,不断地探索总结着栽培耕耘的经验与心得,为他和后人提供借鉴参考,构建起我们教育研究的中坚力量。我们期待这支队伍更加壮大,广大教师更加积极投身教育教学的研究中,紧密结合科研,创造出更多更好的创新人才培养的经验和模式,努力造就新世纪中国建设与发展所需的优秀骨干人才,为中华民族的伟大复兴作出清华人应有的贡献!

清华大学校长 顾秉林

2007年6月22日

目 录

- 新农村建设时期乡村规划研究的教学实践
..... 建筑学院 张 悦 吴唯佳 边兰春 等(1)
- 建筑环境模拟研究与教学实践 建筑学院 燕 达 江 亿(5)
- 混凝土抗渗透性的研究与教学实践 土木工程系 韩建国 阎培渝(9)
- 交通规划理论研究及其教学实践的转化 土木工程系 陆化普 李瑞敏(14)
- 大型工程物理模拟试验及其教学实践 水利水电工程系 李仲奎 王爱民
..... 基础工业训练中心 卢达溶 洪 亮 等(19)
- 高效厌氧生物反应器研究与教学实践转化
..... 环境科学与工程系 陆正禹 左剑恶(23)
- 网格反应斜板沉淀设备与科研教学实践研究
..... 环境科学与工程系 单立志 施汉昌 王 锐(27)
- 环境信息技术应用研究与教学探索 环境科学与工程系 贾海峰(32)
- 气浮实验装置与科研教学实践 环境科学与工程系 单立志 王 锐 施汉昌(37)
- 混凝沉淀实验装置与科研教学实践
..... 环境科学与工程系 单立志 王 锐 施汉昌(41)
- 高效生物流化反应装置的研究与科研教学实践
..... 环境科学与工程系 施汉昌 单立志(45)
- 人工智能综合遥感分类器的研究与软件实现 环境科学与工程系 刘雪华(49)
- 数字化热分析液态金属状态测评系统研究与教学实验
..... 机械工程系 陈 祥 李言祥(54)
- 连铸钢液流动水力学模拟的研究与教学实践
..... 机械工程系 沈厚发 张长利 刘 瑞 等(59)
- 《工艺过程仿真》实验课程简介 机械工程系 荆 涛(63)
- 生物制造工程研究成果向本科教学资源的转化 机械工程系 熊 卓 李生杰(67)
- 光电光谱技术的研究开发与向教学实践的转化
..... 精密仪器与机械学系 郭 宏 章恩耀 朱 昊(71)
- 科研成果为“几何光学”的教学内容增添新篇章 精密仪器与机械学系 毛文炜(76)
- 高新科技中的传热学研究与实践 热能工程系 姜培学(80)
- 《能源动力系统与仿真实验》课程简介 热能工程系 高琪瑞 李 政(86)
- 发动机可视化试验研究及教学实践 汽车工程系 肖建华 王建昕 马 骁(91)
- 汽车动力试验平台建设与实践教学 汽车工程系 黄海燕 肖建华 阎东林(95)
- 汽车碰撞安全性研究与教学实践转化
..... 汽车工程系 张金换 周 青 杜汇良 等(100)

- 交通事故再现教学素材库的建立及应用 汽车工程系 李一兵 袁 泉(104)
- 汽车电子与控制技术对教学的转化实践 汽车工程系 李建秋 王绍铤(110)
- 汽油机尾气催化器性能评价试验研究及教学实践
..... 汽车工程系 肖建华 王建昕 张 凡(115)
- 汽车人机工程的研究进展在教学中的应用探讨
..... 汽车工程系 袁 泉(118)
- 硬件在环仿真技术在汽车电子学课程中的运用
..... 汽车工程系 李建秋 张云龙 华剑锋(124)
- 《配送系统规划与管理》教学实验 工业工程系 王晓芳 蔡临宁(129)
- 《物流分析及设施规划》教学实践 工业工程系 王晓芳 蔡临宁(133)
- 移动通信终端设计的教学实践 信息技术研究院 王 京 钟晓峰(137)
- 电力交易模拟技术及其在课堂教学中的应用
..... 电机工程与应用电子技术系 康重庆 夏 清(141)
- 自主知识产权的电力系统动模数字化实验平台的建设和应用
..... 电机工程与应用电子技术系 孙元章 孙宏斌 程 林 等(146)
- 依托多项科研成果创建“光纤放大与光传输”设计型实验
..... 电子工程系 马晓红 赵华凤 刘小明 等(154)
- 《微波电路设计》课程建设 电子工程系 王 嵩 凌 丹(158)
- IPv6 核心路由器研究推动计算机网络原理课程教学
..... 计算机科学与技术系 徐明伟 吴建平 崔 勇(162)
- 计算机系统设计与课程教学模式变革
..... 计算机科学与技术系 王 诚 刘卫东 宋佳兴(167)
- 《自动指纹识别系统》研究与教学实践转化
..... 计算机科学与技术系 蔡莲红 贾 珈(171)
- “面向对象的程序设计教学平台”简介
..... 计算机科学与技术系 郑 莉 李 莉 刘银涛 等(176)
- 光纤光栅多参数综合传感教学实验仪 自动化系 赵 勇(181)
- 坚持引进、开发、利用的原则,建设高质量的教学实验平台
..... 自动化系 王俊杰 高晋占 刘淑萍(187)
- 视频通信研究及其向教学资源的转化 自动化系 戴琼海(192)
- 源自 SRT 项目成果的教学演示实验 自动化系 曹 丽(196)
- 将重要的科研成果转化为教学资源——《自动测试理论》课程的实验环节
..... 自动化系 王 红 杨士元(199)
- 硅基锗量子点探测器研究与教学实践转化
..... 微电子与纳电子学系 魏榕山 高力立 田立林 等(203)
- 典型科研带动课程教学 20 年 工程物理系 魏义祥 李玉兰 肖永顺(208)
- 《电磁兼容设计》课程介绍 工程物理系 倪建平 刘以农 白同云(212)
- 《电磁铁课程设计》教学实践中的科研成果转化 ... 工程物理系 李泉凤 邢庆子(216)

- 培养学生力学实验动手与思考能力的方法的探索
..... 工程力学系 王习术 吴新如 蒋小林(220)
- 微生物合成高分子材料的应用研究与教学实践
..... 化学工程系 徐 军 郭宝华 谢续明(224)
- 《聚合物乳液分子设计与工程实践》实验课程教学
..... 化学工程系 杜 奕 阚成友 刘德山(229)
- 加盐萃取精馏制取无水乙醇及其流程模拟 化学工程系 丁 立(234)
- 发挥科研优势改进化学工程实验教学体系
..... 化学工程系 王保国 赵 洪 彭 勇 等(238)
- “新型炭材料”科研成果引领教学内容
..... 材料科学与工程系 康飞宇 黄正宏 郑永平(242)
- 陶瓷微珠的产业化与教学结合 材料科学与工程系 杨金龙(246)
- 高温超导线材的教学实验装置 物理系 刘梦林 方家光 顾 晨(250)
- 超导磁悬浮物理课堂演示实验的形成 物理系 刘梦林 方家光 陈默轩(255)
- CCD 测光谱波长的数据处理的实验研究和程序编制
..... 物理系 伍骁迪 黄用韬 马兴坤(260)
- 纳米磁性薄膜的制备及其磁电阻测量实验
..... 物理系 王合英 孙文博 茅卫红 等(266)
- 用X 射线衍射仪验证康普顿效应的实验研究
..... 物理系 张艳席 王合英 孙文博(270)
- 高真空的获得与测量 物理系 马兴坤 陈宜保 刘梦林(274)
- 自主的科研成果是物理教学实验的源泉——开设高温超导实验的启示
..... 物理系 张连芳 柯伟平 刘梦林(278)
- 研究型实验的设计“溶胶—凝胶法制备纳米材料”
..... 化学系 崔爱莉 陶胜洋 尉京志 等(282)
- 《研究型设计性有机化学实验》的研究与转化
..... 化学系 阴金香 林天舒 李广涛(287)
- 《仪器分析综合实验》：源自科研的教学实践
..... 化学系 张四纯 周 云 李景虹(291)
- 生化与分子生物学综合实验——科研成果转化为校级精品课
..... 生物科学与技术系 陈坚刚 余冰宾 李英姿 等(295)
- 《生物芯片技术教学》课程简介
..... 医学院 生物科学与技术系 黄国亮 屠萍官 邓 橙(300)
- 综合实验：MyoD 基因导入真核细胞及其细胞定位
..... 生物科学与技术系 王宏英 林 琳 李英姿 等(306)
- 兔肌肌酸激酶的分离纯化及部分性质的测定
..... 生物科学与技术系 陈坚刚 屠萍官 余冰宾 等(311)

- 《科研成果转化为研究创新型实验》的成功尝试
..... 生物科学与技术系 屠萍官 陈坚刚 李英姿 等(316)
- 斑马鱼整胚原位杂交实验 ... 生物科学与技术系 李玉明 李英姿 王宏英 等(321)
- 以系统的科研丰富国家经济安全研讨课教学 经济管理学院 雷家骥(326)
- 集通信与信息处理于一体的软硬件电子设计平台
..... 电工电子实验教学中心 阎捷 金平 陈莉平 等(330)
- 重视科研成果的转化 立足为本科教学服务 基础工业训练中心 傅水根(337)
- 研究无铅焊接最新技术,培养学生创新思维和能力
..... 基础工业训练中心 王豫明 王蓓蓓 崔增伟 等(341)
- 近红外组织血氧参数无损检测及教学实践
..... 医学院 梁作清 腾轶超 丁海艳 等(345)
- 后记 (350)

新农村建设时期乡村规划研究 的教学实践

清华大学建筑学院

张悦* 吴唯佳 边兰春 谭纵波 刘健 刘宛 林澎

摘要 当前在中国新农村建设时期,清华大学建筑学院积极开展乡村规划研究,取得了一系列重要研究成果。在将科研成果向教学实践的转化中,通过理论课的实践环节与设计课的真题训练两个途径,开拓本科生与研究生的“乡村调研”与“乡村规划”的教学领域,以“亲身体验”为原则,以“团队分工协作”为方法,取得了好的教学成果,为完善学科教学体系进行了有益的探索。

关键词 乡村调研,乡村规划,新农村建设,城乡规划教学

Transformation of Research on Rural Planning of the New Countryside Construction into Teaching Practice

Zhang Yue, Wu Weijia, Bian Lanchun, Tan Zongbo, Liu Jian, Liu Wan, Lin Peng

School of Architecture, Tsinghua University, Beijing 100084, China

Abstract: During the contemporary new countryside construction in China, Architecture School of Tsinghua University is carrying out a series of researches on rural planning and transforming the research achievements into the teaching practice. The theory application and real research project training are the two main approaches adopted in the teaching and learning process. Very good results have been achieved by the methods of firsthand experience and team work, which is a useful attempt to improve the education system.

Key Words: rural research, rural planning, new countryside construction, planning teaching

1. 新农村建设时期乡村规划的研究成果

2005年《中国共产党第十六届中央委员会第五次全体会议公报》指出,建设社会主义新农村是我国现代化进程中的重大历史任务。为贯彻落实党中央这一战略部署,做好新时期乡村规划的科学研究,是指导具体村庄整治与建设、改善农民生产居住条件、改变农村面貌的重要前提。

近年来,清华大学建筑学院积极开展了新农村建设时期的乡村规划研究,取得了丰硕的研究成果,其中包括:2004年至今以全面入户访谈勘察为方法,完成“北京远郊村庄规划建设

* 张悦,男,清华大学建筑学院副教授,博士,研究方向:城乡规划与设计,通讯地址:北京海淀区清华大学建筑学院,100084;电话:010-62786507,传真:010-62783328;E-mail: yuezhang@mail. tsinghua. edu. cn

设案例调研”课题,作为新农村规划的重要预研究,为北京市在“十一五”期间确立“基础设施为主、不新增建设用地”村庄规划原则,提供了直接建议与决策依据;2006年研究编制了新农村建设时期北京市首批试点村——吴雄寺与南卷村的村庄规划,入选北京市2006年村镇规划优秀成果展;2006年承担北京市政府折子工程新农村样板房建设的3个试点工程之一,进行现有适宜技术在农村住宅的系统集成与多模式选择研究以及建成试运行等项工作。以上课题研究对我国新农村规划建设进行了有益的探索,发挥了重要作用。

另外,在研究中还形成了与国际最新进展紧密结合的特色,其中研究课题组2004年参加法国维拉努维村镇国际规划设计竞赛,在来自27个国家144个团队的参赛方案中获得第3名与荣誉提名奖,体现了规划设计成果与世界研究水平接轨。

2. 村庄规划研究向教学的转化

2.1 对于城乡规划学科发展与人才培养的意义

过去由于中国特殊的城乡二元结构背景,农村的土地所有制与建设管理模式与城市有着根本上的不同,中国的城乡规划无论从编制实施体制上,还是从科学研究教育上,在广大农村地区都存在着一个真空,规划研究与编制多集中在城市“极”,即使尝试过少数农村规划试点但也难于落到实处。也正是由于缺乏对于农村“极”规划建设的切实理解,所以我们的城乡规划在应对其所面临的复杂城镇化问题时,难免失于片面,缺乏关怀。

在当前新农村建设的机遇下,乡村规划研究正在不断地深化与开拓,取得了大量认识上与方法上的进展,将这些最新进展即时地融入到教学中去,填补这项空白,对于健全中国城乡规划的教育体系与培养合格人才,具有十分重要的意义。

2.2 转化的两个途径与目标

在三年来的乡村规划教学转化探索中,我们尝试通过两个途径,达到两个人才培养的目标。

(1) 首先将“乡村考察”作为城乡规划理论课的实践环节。由于对乡村规划的研究,必须基于对于乡村现状的深入调研与理解。所以,以此为教学目标,转化中首先将村庄考察作为“中国聚落城邦营建史”等城市规划理论课的实践环节的一项内容,使学生们将对乡村现状的认识放在历史的演进过程之中,放在与当代城市“极”规划建设的对比理解之中,将理论课的课堂与书本知识具体化、形象化。

(2) 进一步将“乡村规划”作为城乡设计课的一项选题,填补以往教学中在这一领域的空白。其中,从2005年起由城市规划系吴唯佳、谭纵波、刘健、张悦等教师共同负责,将“村镇规划”作为城市规划专业研究生的必修课程设计;2006年还将“村庄规划”置入本科生三年级的建筑、城市、景观设计选修课中,由吴唯佳、边兰春、张悦、刘宛老师共同负责。在这些村庄规划的设计课教学中,指导教师传授在课题研究中已经总结形成的人户访谈、勘察测绘等调研方法,讲解最新的相关研究成果与政策法规,鼓励学生在规划中融贯规划、建筑、景观与技术等不同二级学科的观念与方法,使同学们充分掌握村庄规划的理论与方法。

2.3 转化的基本原则与方法

(1) 真题实例、亲身体验

乡村规划研究的教学转化的一个基本原则就是“真题实例”。课题组在乡村规划研究中,与研究对象的村镇以及当地政府管理部门形成了很好的合作关系,因此选择了北京市顺义区大孙各庄镇,作为转化工作中的教学实践基地。目前,已经对大孙各庄镇的王户庄村、大田庄村、东华山村进行了“乡村考察”,对吴雄寺村、后岭上村、大崔各庄村进行了“乡村规划”。教学以“真题假作”的方式,让学生们进驻村镇,能够亲身体验、面对真实问题,获得了学生们的好评,取得很好的教学效果。今后在教学中拟扩展教学实践基地的数量,与朝阳区、昌平区、房山区等地协作部门联手,丰富山地村镇与城乡交接带村镇等其他类型的乡村规划教学。

(2) 计划周密、预习先行

由于所调研与规划的村庄距离中心城区较远,单程行车需要2个小时左右,村镇周边也难于解决团队住宿;另外也由于教学经费有限,以及不能干扰正常学期内的教学秩序,因此,乡村实地调研往往要求在一个周末之内完成主要工作内容,教学组织的高效性至关重要。事先的周密计划是保证行动高效、保护师生工作积极性的前提,负责教师需将下村同学男女搭配、合理分组、工作安排精确到人到事。而所谓“预习先行”是指学生们需要在进驻实地之前,充分消化教师已经提供的村庄现状地形图以及其他纸质文件与网络材料,预设好访谈问卷与勘查要点,实地勘察访谈之前一定要做到心中有数。

(3) 管窥盲摸、团队协作

乡村规划与建设是一个复杂系统,大致可分为用地功能、道路交通、市政基础设施(给水、排水、垃圾收集等)、公共服务设施(行政、文教、卫生、商业等)、产业经济空间、个体居住空间等不同的子系统,子系统之间相互交叠。为了保证工作的全面性与高效性,另一个必不可少的基本教学方法就是团队分工与协作的方法,即把学生拆成小组,分头去实地了解上述各个不同的村庄子系统,构成所谓“管中窥豹”、“盲人摸象”式的局部性深入调研。而此前的全体学生预习整个村镇背景材料,和此后的全体学生汇总交流“管窥盲摸”的结果,则保证了同学们最终能够比较完整地“窥豹”与“摸象”,从而在较短时间内获得对于村庄复杂系统的全面把握。

3. 研究与教学相互转化所取得的优秀成果

乡村规划研究向教学实践的转化尝试,目前在建筑学院已经基本形成了从本科生到研究生的理论课与设计课的教学选修系列,不同年级的学生根据自身的特点可以选择相关课程进行学习。从2005年至今,共有2002级至2004级的本科生共112人参加了规划理论课的乡村考察实践;共有本科生26人、研究生33人选修完成了或正在进行乡村规划设计课程。在校学生通过上述教学环节,获得了对于乡村规划建设现状的认识与实践经验,从而使他们在未来走向城乡规划与建设的各个岗位时,能够更加全面深入地理解中国的城镇化过程。

经过3年的探索,乡村规划向教学转化也取得了突出的教学成绩。在清华大学教学评

估中得到了学生的很高评价,其中:①2006年春季学期开始的“建筑、城市、景观设计选修课——村庄规划设计”(课程编号:40021194)教学评估获得95.73,处于清华大学实验(设计)课所有参评教师得分的前15%;②2005年开始以村庄聚落调研作为实践环节的规划理论主讲课“中国聚落城邦营造史”(课程编号:40021181)教学评估获得96.17,得分处于清华大学本科生课同等规模课堂所有参评教师的前5%。

同时,学生的作业也取得了喜人的成绩。其中:村庄规划设计作业也荣获了2006年清华大学建筑学院“现代杯”设计作业优秀奖,并参加2006年于济南举行的全国建筑学学科专业指导委员会主办的全国建筑学院作业联展;部分学生基于村庄调研创作的“北京顺义农村生态住宅设计”还获得了中国建筑学会与中国太阳能学会主办的2006年中国太阳能建筑设计竞赛三等奖。

另外,教学转化的实践成果,又进一步丰富与促进了乡村规划的课题研究,形成了教学与科研的良性互动。学生完成的调研成果,形成了课题组进一步深入研究的基础材料;学生完成的课程设计作业,其中的一些思路与方法对于课题研究也形成了启发。许多学生经过村庄调研与规划的实践后,在选择研究生学习方向与工作方向时纷纷进入到乡村规划领域,部分学生已经成为各单位中进行当前北京市第二批新农村试点规划研究的骨干力量,为中国当前的新农村建设作出贡献。

当然,上述工作仅仅是作为探索的开始,随着“十一五”期间中国新农村建设的全面深入开展,清华大学建筑学院将乡村规划研究向课程教学的转化,也将继续总结经验教训,不断走向完善。



图1 乡村规划作业与村民代表讲解讨论听取意见



图2 入户访谈勘查村民居住现状

建筑环境模拟研究与教学实践

清华大学建筑学院

燕 达* 江 亿

摘 要 本文介绍了清华大学建筑学院为了适应建筑设计中日益增加的对建筑与系统能耗模拟分析的需求,通过开设《建筑室内热环境模拟及应用》课程,使得建筑模拟领域的研究成果能够积极转化为有效的教学资源,并通过课程中实际工程分析与教学研究相结合的教学方式,使得科研工作与教学工作形成了相互促进、教学相长的良好局面。

关键词 建筑环境,模拟计算

Teaching Practice in Building Performance Simulation Research

YAN Da, JIANG Yi

School of Architecture, Tsinghua University

Abstract: This paper introduced the lecture “Building thermal environment simulation and application” which is set by School of Architecture, Tsinghua University, to meet the requirement of increasing building energy consumption and building simulation and analysis. This lecture successfully transforms the research work into education resource, and by linking engineering application to education, the teaching practice in this area has gained good teaching results and in turn promotes research work through teaching-research interactions.

Key Words: Building environment, Simulation

前言

随着我国城镇建设的飞速发展和人们对建筑环境要求的不断提高,建筑能耗正在不断地增加,这是我国能源的合理利用以及可持续发展都面临的一个严峻挑战。因此如何在满足建筑环境要求的基础上降低建筑运行能耗,成为建筑可持续发展的重要课题。建筑节能分析的主要方法是建筑与系统的动态模拟(又称仿真)。我国很早就开始了此方面的研究开发工作,并取得了系列成果。尤其是我校十多年来坚持不懈研究开发出的完全基于自主知识产权的建筑与系统动态模拟分析软件 DeST (Designer's Simulation Toolkit), 汇聚了我国暖通界在此领域的研究成果,目前已成为比较完善的设计分析软件,并在国内外得到较多应用。近年来 DeST 不仅在工程应用方面得到了更广泛的应用,而且通过开设《建筑室内热环

* 燕达(1978—),男,讲师,博士,研究方向为建筑模拟领域,通讯地址:北京 清华大学 建筑学院 建筑技术科学系,邮编:100084,电话:010-62789761, E-mail: yanda@tsinghua.edu.cn

境模拟及应用》课程,在科研成果转化为教学资源方面也获得了较大成果,推广了模拟辅助设计的新的设计理念,并培养了大量模拟技术人员。

1. 建筑环境模拟研究简介

1.1 研究领域、研究目标和项目来源

建筑环境是由室外气候条件、室内各种热源的发热状况以及室内外通风状况所决定的。建筑环境控制系统的运行状况也必须随着建筑环境状况的变化而不断进行相应的调节,以实现满足舒适性及其他要求的建筑环境。由于建筑环境变化是由众多因素所决定的一个复杂过程,因此只有通过计算机模拟计算的方法才能有效地预测建筑环境在没有环境控制系统时和存在环境控制系统时可能出现的状况,例如室内温湿度随时间的变化、采暖空调系统的逐时能耗以及建筑物全年环境控制所需要的能耗。

随着人们对建筑环境质量要求的不断提高和对建筑节能的日益重视,建筑模拟也越来越成为建筑与建筑环境控制系统的设计、评价、分析工作中必不可少的重要工具之一。时至今日,建筑模拟技术通过 40 余年的不断发展,已经在建筑环境等相关领域得到了较广泛的应用,贯穿于建筑设计的整个生命周期里,包括设计、施工、运行、维护和管理等。

我校清华-宾夕法尼亚大学国际建筑模拟研究联合中心是“教育部建筑节能重点实验室”的重要组成部分,所承担的项目来源包括国家“十五”、“十一五”重点攻关课题、国家 863 项目、自然科学基金等纵向课题,也包括与三菱重工、大金电器、美国联合技术、法国电力等国际公司、科研单位的国际合作项目等。

1.2 研究成果和研究特色

为了实现建筑模拟技术辅助建筑设计的目标,我校在研究开发大型建筑与系统动态模拟分析软件 DeST 的过程中突出了自己的特点:

(1) 以自然室温为桥梁,联系建筑物和环境控制系统,这样当分析模拟建筑热性能时,可以立足于建筑,通过精确的建筑模型,模拟计算各室的自然室温,继承和扩充美国建筑能耗模拟软件 DOE-2 与英国建筑能耗模拟软件 ESP-r 在建筑描述与模拟分析上的各种优越性。而在研究空调系统时,又可以以各室的自然室温为对象,把自然室温与建筑特性参数合在一起构成建筑物模块,这样从系统的角度来看,建筑就可以成为若干个模块,与其他部件模块一起,灵活组成各种形式的系统,继承 TRNSYS 类软件的各种优越性。这是 DeST 对建筑与系统解耦的基本方法。

(2) 采用分阶段设计、分阶段模拟的方法,使得 DeST 中融合了实际设计过程的阶段性特点,将模拟划分为建筑热特性分析、系统方案分析、空气处理设备方案分析、风网模拟和冷热源模拟共 5 个阶段,为设计的不同阶段提供准确实用的分析结果,如建筑热特性的模拟计算提供建筑本体的热特性数据,方案模拟则提供方案设计的模拟分析结果,由此实现建筑环境及其控制系统设计的分阶段模拟。

(3) 采用“理想化”方法来处理后续阶段的部件特性和控制效果,即假定后续阶段的部件特性和控制效果完全理想,相关部件和控制能满足任何要求(冷热量、水量等),这样可以得到对下一阶段的需求,为下阶段设计提供有益的信息。

目前 DeST 已广泛应用于建筑节能的各个领域,如大型建筑方案分析及优化设计(如奥运场馆、国家大剧院等),政府机构建筑节能评估和节能诊断(如人民大会堂、中南海等),住宅优化设计,以及建筑环境相关研究中,已模拟分析的建筑面积超过 3000 万平方米。近年来有全国相关领域研究人员发表的相关论文超过 100 篇(不包括清华大学),并有十余名研究生(不包括清华大学)的研究课题与 DeST 有关。目前已在上海、广州、北京及日本名古屋大学、英国诺丁汉大学均成立了 DeST 研究推广中心,并以 DeST 研究开发组为基础,与美国宾夕法尼亚大学成立了清华-宾夕法尼亚大学国际建筑模拟研究联合中心。

2. 研究成果向教学实践的转化

2.1 研究成果向教学实践转化的目标

由于如何降低建筑能耗、提高室内舒适度是建筑领域长期关注的一个重要问题,这需要建筑师和工程师在设计的过程中更多地普及模拟辅助设计的设计理念,使得他们在今后的设计之中主动地使用模拟这一有力工具提高设计的水平和质量,因此在将研究转化为教学的过程中,我们开设了《建筑室内热环境模拟及应用》课程,逐步确立了“模拟辅助设计”的转化目标,期望通过该课程的教学工作,使得同学们能够达到如下目的:

(1) 了解建筑模拟中的主要因素和变化规律,掌握软件 DeST 的基本使用方法,并能够根据模拟的目的,正确设定输入参数,得到正确的模拟结果;

(2) 能够对模拟计算结果进行初步分析,做到“会使用,会分析”,掌握模拟辅助设计的新的设计理念。

2.2 研究成果向教学实践转化的主要方法

在转化实践过程中,注意做到现场互动教学、课程教学和工程实践相结合等原则和方法。

在课程的教学通过现场互动教学的方法,在学习使用模拟软件的教学过程中通过几个实际案例,使学生利用课程学习的知识自己动手进行方案分析、模拟计算和结果分析,对产生的疑问进行现场答疑,使得教学内容和设计思路能够逐步为学生所接受和理解。

充分利用工程实践的相关背景,做到教学内容与工程实际紧密结合。课程中除了基本概念和理论以外,还介绍了大量实际模拟辅助设计的工程案例,其中包括国家大剧院、奥运主体育馆、水立方等在设计过程中采用模拟技术提高设计质量的实际案例,从而使得教学的内容能够具体化、工程化,易于学生深入理解模拟技术的应用方法以及应该注意的问题,为他们今后在工作中用好建筑模拟技术打下了一个良好的基础。

此外在课程建设中,由于该课程是高年级的专业应用类课程,为了使学生能够将该课程学习到的新知识应用到其他专业课程的学习之中,在转化实践的同时采取与其他专业课程联合建设的新模式,即注意结合同学期的其他课程,如本科生课程《课程设计》、研究生课程《空气调节过程模拟》等课程的结合,使得学生能够直接利用在《建筑室内热环境模拟及应用》课程中学习的模拟计算方法,快速地应用到这些课程的学习之中,从而促使专业课程的教学能够相互融合、相互促进。

在教材和参考书建设中,已经完成的教材有《建筑环境模拟分析方法-DeST》、《住宅节

能》等,并在进一步规划中英文的课程教材建设。

3. 教学实践转化的效果

《建筑室内热环境模拟及应用》课程从2002年开始,5年来,已有近100名学生,其中包括多名力学系、机械系等非建筑学院的同学参加了学习。本课程基本以理论与实际工程相结合的方法进行讲解,不仅增加了同学在建筑模拟方面的知识及应用模拟技术提高设计的方法,同时也促进了同学在《课程设计》等其他专业课的学习深度,使得他们能够灵活地应用建筑模拟技术解决他们在学习和设计中遇到的众多问题。

例如2005年秋季学期的课程作业中,一位同学就以“建筑物外表面生长爬山虎对建筑物室温和空调能耗的影响”为题,通过文献调研和模拟计算的方法,发现建筑外表面植被夏季对太阳辐射热量的遮挡,可以降低一定的室内温度和空调制冷负荷;然而由于冬季这些植物的枯萎落叶,它又不致影响冬季建筑物对太阳辐射热的吸收。因此,通过分析和比较,深入地理解了建筑物外表面生长植物对建筑物室内环境的影响,开拓了同学在建筑设计和人居环境控制领域的眼界。

同时,教学实践的转化又进一步地促进了科研工作的开展,形成了良好的互动形式。在课程的讲授和应用过程中,同学主动提出了很多在模拟技术上还需要进一步研究的问题,模拟软件还需要进一步改进之处,以及在工程中需要考虑的实际问题。通过该课程的学习和研究,学生普遍反映锻炼了能力、开阔了视野、提高了设计水平。

《建筑室内热环境模拟及应用》课程是建筑学院在科研成果转化为教学的一个新尝试,在教学方法和内容方面还有很多工作需要进一步深入,这也是我们今后需要继续努力的方向。

混凝土抗渗透性的研究与教学实践

清华大学土木工程系

韩建国* 阎培渝

摘 要 混凝土的抗渗透性是衡量其抵御外界有害物质向混凝土内部迁移能力的指标,是衡量混凝土建筑物耐久性的重要指标。所研制的多用途混凝土抗氯离子渗透性测定仪,可使用不同的标准来评价混凝土的抗渗透性,具有精度高、安全性好和易于移植的特点。同时,混凝土耐久性的影响因素、评价方法和应对措施是建筑材料课程教学中的重要环节。所以,让学生自己设计混凝土配合比,并通过测量所制备混凝土的抗渗透性来衡量其耐久性,可加深学生对授课内容的理解和对混凝土抗渗透性评价方法的了解。

关键词 混凝土,耐久性,氯离子,抗渗透性

Research and Teaching Practice of Concrete Permeability

Han Jianguo, Yan Peiyu

Department of Civil Engineering, Tsinghua University

Abstract: The permeability of concrete is the parameter to evaluate the penetrability of dangerous ions into concrete, the evaluation of concrete permeability is a key parameter for evaluating the durability of concrete. The multipurpose measuring instrument of chlorine ion penetration resistance of concrete developed can measure concrete permeability based on different specifications, and has the characteristics of high accuracy, security and transplantability. Meanwhile, the influencing factors, the evaluating method, and the tackling measurement of concrete durability are important lessons in the Building Materials course. Therefore, let students design concrete mix proportion and test its permeability according to different specifications at due ages can help them to grasp the lesson and acquaint different evaluating methods and factors influencing test results.

Key Words: Concrete, Durability, Chloride ion, Permeability

前言

随着混凝土结构建筑规模的增大和重要性的增强,对混凝土耐久性的要求日益突出。现在混凝土结构的设计已由以强度为目标逐渐转变为以耐久性为目标。因此,如何针对在特定的使用环境中,设计具有高耐久性的混凝土和如何评价混凝土的耐久性是当今混凝土科学研究的重点^[1]。

影响混凝土耐久性的主要因素之一是混凝土的抗渗透性。混凝土的抗渗透性是衡量其

* 韩建国(1974—),男,工程师,博士;研究方向:混凝土性能和测试技术。通讯地址:清华大学土木工程系建筑材料研究所,100084;电话:010-62797764;E-mail: hanjg@tsinghua.edu.cn

抵抗外界有害物质诸如： Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 H^+ 和 CO_3^{2-} 等离子的侵害，从而造成混凝土中的钢筋发生锈蚀、在混凝土中形成具有体积膨胀效应的产物和降低混凝土水化产物的稳定性等问题的指标。

1. 混凝土的抗渗透性研究介绍

1.1 混凝土抗渗透性的影响因素和测试方法

影响混凝土抗渗透性的主要因素是其孔结构和过渡区品质，彼此连接的毛细孔隙和疏松的过渡区会降低混凝土的抗渗透性，因此，可通过降低混凝土的水胶比和掺入活性的矿物掺和料来降低混凝土的毛细孔隙率和增强过渡区的品质，以提高混凝土的抗渗透性。

因氯离子的亲和力较大，可在混凝土中毛细孔的表面附近扩散；另外，在混凝土中钢筋锈蚀等耐久性问题与氯离子的浓度及扩散有很大的关系，尤其是在沿海和使用除冰盐的地区，因此氯离子在混凝土中的扩散性受到特别的重视，并常用氯离子在混凝土中的扩散能力来评价混凝土的抗渗透性。

评价氯离子在混凝土中的扩散能力有两大类方法，一种为自然扩散法，另一种为电迁移法。前者是将混凝土试样浸泡于含有氯离子的溶液中，并于一定的龄期后，在不同深度，钻取混凝土试样，进行化学分析。该方法虽较直观地反映了氯离子在混凝土中的扩散前沿，但其缺点是测试时间长，且工作强度大。评价氯离子在混凝土中扩散能力的电迁移法是在混凝土试样的两端施加一电势差，从而加速氯离子在混凝土中的扩散，并依据所测得的混凝土试样的电阻值和通过的电流等，来间接评价氯离子在混凝土中的扩散能力。由于该方法具有测定时间短，测试结果获取方法简单的特点，逐渐取代前一种方法，成为衡量混凝土抗渗透性的标准方法。

但混凝土在电势差的作用下，由于在电极与混凝土试样表面的溶液之间会发生化学反应、反应产物的传质和界面双电层的充放电，同时，在溶液中会发生离子的电迁移，其测得的一些电参数如电流或电阻等会表现出非线性行为^[2]。因此，为便捷而又客观地反映氯离子在混凝土中的扩散能力，不同的研究组织和机构提出了不同的测试方法，如美国材料和试验协会 ASTM 提出的 C1202 方法、我国研究者提出的 NEL 方法、Tang L 等人建立的非稳态电迁移法^[3]和 Zhang T 等人建立的稳态电迁移法^[4]等。在混凝土的制备过程中掺入诸如粉煤灰、矿渣和硅灰等活性矿物掺和料也会影响电迁移法的测试结果^[5]。

因此，使用几种测试方法进行分析并辅以离子选择性电极等手段来实测氯离子的迁移量，对真实、客观地评价某种混凝土的抗渗透性和甄别各种测试方法之间的差异及其形成原因是有益的。

1.2 混凝土抗渗透性测定仪的研究成果

本设备采用虚拟仪器的思想来制造，如图 1 所示。虚拟仪器是基于计算机的设备，即除了必备的硬件采集装置如传感器、数据采集卡和控制信号实现用模块外，其他的一些在传统设备中需依靠硬件完成的功能如滤波、显示、存储和控制等均可由计算机来实

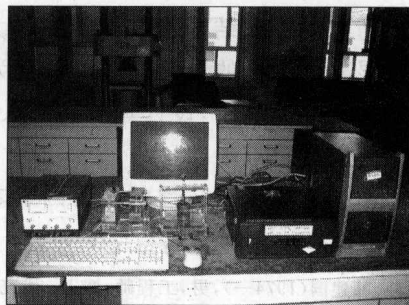


图 1 混凝土抗氯离子渗透性测定仪