

建筑工业化新进展融入土木工程专业教学的探索与实践

庞瑞¹, 郑德乾¹, 梁书亭²

(1. 河南工业大学 土木建筑学院, 河南 郑州 450001; 2. 东南大学 土木工程学院, 江苏 南京 210096)

摘要:建筑工业化是目前中国建筑业发展的新方向和必然选择。近年来,中国加快了建筑工业化进程,取得了丰硕的科研和工程技术新成果。土木工程专业本科教材滞后于新的国家设计和施工规范,更滞后于科学研究。因此,需要寻找合适途径将建筑工业化新进展融入到专业教学中,从而达到拓宽学生视野、为今后的工作打下良好基础,以及为建筑工业化及建筑业发展提供人才储备的目标。

关键词:建筑工业化;研究进展;土木工程;教学活动

中图分类号:G642.0

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2014)03-0032-04

土木工程专业是一门技术性很强的专业,伴随着其它科学、技术和社会的发展而发展。近年来,中国科技发展速度较快,工程和科研活动异常活跃,对毕业生的要求日趋提高。而本科教学活动主要遵循教学大纲和教学计划,这些内容均滞后于国家新规范,更滞后于科研和工程实践。因此,需要将建筑业发展的重大革新进展融入到日常教学,从而提高学生对专业的认知水平,为行业发展提供优秀的人才支持。

建筑工业化是当前建筑业发展的新趋势和必由之路^[1-2],环保压力和成本压力两大因素倒逼建筑业向建筑工业化方向发展。从上个世纪90年代末至今,大批学者开始了建筑工业化相关研究。同时,在国家层面也给予了建筑工业化强有力的支撑和支持。如:批准了由中国建筑科学研究院主持的国家“十二五”科技支撑计划“新型预制装配式混凝土建筑技术与示范(2011BAJ10B03)”项目;成立了由东南大学牵头、清华大学等6所高校,以及中国建筑工程总公司等15家研究机构、行业领军企业共同组建的,依托10个国家级科研基地、5个国家级产业基地,构建现代结构技术、装配制造技术、先进支撑技术、人才培养、示范推广五大创新平台的“新型建筑工业化协同创新中心”;以相关知名企业为依托,在全国范围内批准了40个“国家住宅产业化基地”;批准了深圳、沈阳和济南3个“国家住宅产业化综合试点城市”。各地区也出相继出台了与建筑工业化相配套的经济和技术政策,重点支持工业化建筑的发展。

收稿日期:2014-02-13

基金项目:国家自然科学基金项目(51208181);河南工业大学科技创新人才培养计划(2012CXRC04);河南工业大学高层次人才基金项目(2012008)

作者简介:庞瑞(1981-),男,河南工业大学土木建筑学院讲师,博士,主要从事建筑结构教学和工业化建筑结构及其抗震性能研究,(E-mail) seupangrui@163.com。

在此背景下,新理论、新技术和新方法不断涌现,但也仅限于东部沿海地区和经济较发达城市,集中分布在若干相关企业和科研院所,国内大部分高校的本科生没有机会系统了解建筑工业化的发展状况和成果。在若干限制建筑工业化发展的因素中^[3],工业化建筑的设计难度较大是一个重要因素。结构工程师比较熟悉现浇混凝土结构的设计方法,对预制结构的设计方法和特点不熟悉。美国 PCI 调查表明^[4]:缺乏熟练的预制混凝土结构设计和施工技术人员是限制预制混凝土结构应用的重要原因。因此,将建筑工业化新进展融入专业教学中,是增强高等院校专业教育时效性,改善教学活动滞后于建筑业工程实践现状,提高学生对专业认知水平的重要举措。

一、建筑工业化发展概述

建筑工业化是按照大工业生产方式改造建筑业,使之逐步从手工业生产转向社会化大生产的过程。它的基本途径是建筑标准化、构配件生产工厂化、施工机械化和组织管理科学化,并逐步采用现代科学技术的新成果,以提高劳动生产率,加快建设速度,降低工程成本,提高工程质量。建筑工业化的发展有利于促进经济、社会、资源和环境的协调发展。



图1 现浇与预制砼结构施工现场

采用预制混凝土结构是实现建筑工业化的重要举措。预制装配式混凝土结构是建筑工业化的产物,钢筋混凝土结构预制生产方式的采用和推广,将引起整个建筑业发生深刻变化。由图1可知,现浇混凝土结构需要大量的模板和脚手架,而预制结构基本没有,这样可节约大量资源和资金。由于适应钢筋混凝土装配式建筑的结构方案、预制过程、预制件的运输和安装等不断发展和完善,预制方式早已不再是应急的办法,而是钢筋混凝土结构的一个现代化的工业化生产方式。

预制装配式 RC 结构具有较好的结构性能和优越的经济、环境和社会效益,在国外已被普遍应用,在国内的应用也日渐兴起,预制结构在土木工程领域的建造比例正逐年上升^[5-7]。各工业大国在住宅建筑方面已走上工业化的道路,装配式混凝土结构

在土木工程中的应用比例大致为:美国 35%、俄罗斯 51%、欧洲 35%~40%。

中国的建筑工业化问题在 1956 年提出^[8],1956 年 2 月国家建委和建筑工程部在有关会议上明确指出:“建筑工业化是建筑业的发展方向”,要“大力开展建筑结构和配件的标准化工作”,“积极实行工厂化、机械化施工”。从那时起,中国的建筑工业化有序推进,陆续发展了砌块建筑、装配式壁板建筑、大模板住宅、滑升模板住宅、框架轻板建筑等工业化建筑形式。

改革开放以来,人民的住房条件和居住环境得到明显改善。在大规模的建设过程中,住宅建造中所采用的建筑工业化方式也在发生变化。在工厂生产现场装配的大板住宅体系等因交通运输、工厂用地、经营成本等原因,已逐渐萎缩。20 世纪 90 年代以后,从南方发源的泵送砼技术和现浇钢筋混凝土结构体系开始流行,这种采用现场制作混凝土模板、现场浇注混凝土的施工体系,包括现浇框架结构、现浇剪力墙结构,以及二者的结合等施工体系得到了较快发展,对预制装配式混凝土结构冲击很大,相关产业效益急剧降低,直至基本退出建筑市场。

但是,现浇混凝土结构有明显的缺点,如现场的质量控制困难、质量不稳定、劳动力需求大、劳动强度高、工期长、节能和环保效果差等,给开发商、业主和社会造成巨大问题。因此,预制装配式混凝土结构的优点再次被人们认识,并开始了更大领域和更深层面的研究和应用。

从 2004 年开始^[9],万科开始研究混凝土结构的预制技术,即 PC 技术,现今已取得重大突破。实际上,中国在 1995 年就提出预制住宅技术是“住宅产业现代化”的核心^[10]。时至今日,北京、上海、深圳、南京、沈阳、合肥、济南等地相关企业已经在预制混凝土建筑领域进行了大量科学研究和工程实践,已经形成了较为成熟的工业化建筑部品生产线和产品,编制了相关技术规程和施工图集,部分成果已列入国家标准,如《预制预应力混凝土装配整体式框架结构技术规程》(JGJ224—2010)等。而这些建筑工程活动和新成果均未在当前的本科专业教学中得到很好的展现,对学生和行业来讲是一个比较大的缺憾。

二、建筑工业化新进展与教学活动的融合

将建筑工业化新进展融入土木工程专业日常教

学的方式可以是多样化的。比如:在培养方案中将建筑工业化新进展列入土木工程前沿问题中;在具体课程中引入建筑工业化新成果;定期召开相关科普活动;在课外实践中列入建筑工业化调研活动等。

(一)调整培养方案

个别教师自发的传授效果非常有限,应从学院或院系层面认识到建筑工业化的重要性,将其列入日常教学,召开相关会议,将建筑工业化等建筑行业重大变化和变革纳入土木工程本科生培养方案,在相关课程中适当增加土木工程新进展部分内容,使学生在学的过程中接触行业发展前沿,对建筑工业化有一个全面系统的认识。

(二)在课程中增加相关知识点

在教务会议上向相关教师说明建筑工业化的重要性以及增加相关教学内容的必要性,鼓励大家了解工业化建筑的设计和施工特点,从而提炼授课内容,增加建筑工业化相关知识点,从理论高度和技术层面剖析工业化建筑,进而化整为零,将工业化建筑的理论设计计算方法、构造特点和施工要点分散在各门课程之中。比如:在土木工程概论课程中增加工业化建筑的发展历程、特点、组成形式和发展趋势;在混凝土结构设计原理中增加叠合式混凝土结构的设计方法、预埋件设计方法和钢筋连接设计计算方法;在建筑抗震设计中增加柔性楼盖和半刚性楼盖建筑抗震设计方法、楼盖抗震设计方法等,强调装配式楼盖对整体结构的抗震设计的决定性影响。如:对楼盖平面内刚度评价不足,在地震作用下建筑物可能发生严重的破坏,如图2所示;在钢结构设计基本原理中增加预埋件焊接计算方法;在土木工程施工中增加预制装配式建筑和装配整体式建筑的施工工序、施工要点、吊装计算和施工组织设计等内容。此外,在建筑结构课程讲授中,讲述预制装配式混凝土结构时会涉及建筑工业化发展的进程。



图2 预制RC结构破坏实景图

(三)有序组织科普活动

以建筑工业化发展过程中科学技术知识的传播和普及为目的,定期邀请高校学者和企业专家开展学术讲座。组织者要把握科普活动的特点和规律,

并引入科学的评价体系^[11],以达到应有的作用和效果。科普活动从科研和工程等不同角度剖析建筑工业化的发展成果,从而拓展学生的视野,丰富学生的课外知识,深化学生对工程技术的认识,更重要地是认清行业的发展方向,从而产生浓厚兴趣,主动涉猎相关知识,为今后的工作和深造打下良好基础。

(四)调整课外实践方案

从培养方案的调整到具体课程的教授,再到学术讲座的熏陶,学生基本间接认识了建筑工业化,在课外实践中也应增加建筑工业化相关内容。比如:在本科生刚入学的认识实习中,可根据地区情况,安排学生参观预制房屋构件生产工厂,参观工业化建筑的施工工地,观看目前世界上发展较好的国家和地区建筑工业化发展新成果视频资料等;在混凝土楼盖课程设计中,可增加装配式楼盖选项,在建筑基础课程设计中增加杯口基础设计选项等;在本科毕业实习中,可安排学生进驻装配式建筑项目,深入了解工业化建筑的设计、施工和项目管理特点,从总体上把握建筑工业化的特点。

三、现实问题分析

在土木工程专业本科教学中融入建筑工业化发展新进展无疑将提高学生的专业素养,为建筑工业化的推进和建筑业的发展起到关键作用,但在这一过程中将会遇见很多困难。首先,目前的土木工程专业培养方案已明确规定了课程设置与教学进程,如增加相关内容将会影响正常教学进程,给本来繁重的教学任务和学习任务增加新的负担;其次,由于攻读学位期间课题所限,了解建筑工业化前沿问题的教师数量有限,要求在相关课程里都融入工业化建筑相关内容,也将对授课教师的授课计划造成影响,增加工作量;最后,目前建筑工业化发展较好的地区主要分布在东南沿海经济较发达地区,对于中西部地区高校来讲获得工业化建筑项目课外实践机会比较困难。

鉴于上述情况,应群策群力,谋求解决问题的方法。以河南工业大学为例,学校土木工程专业是国家级特色专业、教育部“本科教学工程”地方高校第一批本科综合改革试点专业和河南工业大学“优培工程”专业,可以此为契机,至上而下采取措施,在教学团队建设、课程与教学资源建设、教学方式方法和实践教学环节等方面大胆改革、突破,寻找建筑工业化新进展与专业教学有机融合的结合点,达到教学

水平和学生培养质量共同提高的效果。

参考文献:

- [1] 刘禹. 建筑工业化是中国建筑业发展的必由之路[J]. 中国建设信息, 2012(5): 36-40.
- [2] 叶锋. 两大因素倒逼“住宅产业化”瓶颈待破[EB/OL]. http://news.xinhuanet.com/2013-07/19/c_116613068.htm, (2013-07-19).
- [3] Ardit, David, Uluc Ergin, Suat Gunhan. Factors affecting the use of precast concrete systems[J]. Journal of Architectural Engineering, 2000, 47(3): 70-88.
- [4] Gul Polat. Factors Affecting the Use of Precast Concrete Systems in the United States[J]. Journal of Construction Engineering and Management, 2008, 134(3): 169-178.
- [5] Yee A A. Social and environmental benefits of precast concrete technology[J]. PCI Journal, 2001, 46(3): 14-19.
- [6] Yee A A. Structural and economic benefits of precast/prestressed concrete construction[J]. PCI Journal, 2001, 46(3): 34-42.
- [7] PCI Industry Handbook Committee. PCI Design Handbook: Precast and Prestressed Concrete (6th ed) [S]. Chicago, PCI, 2004.
- [8] 刘东卫, 蒋洪彪, 于磊. 中国住宅工业化发展及其技术演进[J]. 建筑学报, 2012(4): 10-18.
- [9] 丁长峰. 万科的住宅产业化之路[J]. 城市开发, 2009(22): 20-21.
- [10] 建设部. 建筑工业化发展纲要[J]. 施工技术, 1995(8): 1-3.
- [11] 胡俊平. 大型科普活动组织及服务者评估研究[J]. 高等建筑教育, 2013, 22(2): 143-146.

Exploration and practice of merging new progress of building industrialization into civil engineering teaching activities

PANG Rui¹, ZHENG Deqian¹, LIANG Shuting²

(1. School of Civil Engineering and Architecture, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, P. R. China;
2. School of Civil Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, P. R. China)

Abstract: Building industrialization is the new direction and inevitable choice of the building industry development in China. The process of building industrialization was accelerated and achievements in both science and technology were obtained in recent years. Textbooks of civil engineering specialty lag behind the new national design and construction codes, and lag even more behind the research activities. Therefore, appropriate approaches should be carried out to merge the new progress of building industrialization into professional teaching process in order to broaden students' horizon, build a firm foundation for their future employment, and provide talents for the building industrialization and building industry.

Keywords: building industrialization; research progress; civil engineering; teaching activity

(编辑 梁远华)