



张桦

上海现代建筑设计（集团）有限公司总裁，兼任中国勘察设计协会副理事长、上海市勘察设计行业协会会长、上海人居研究会理事长、中国建筑学会副理事长等。近年来先后主持完成多项国家级、省市级工业化住宅课题研究，包括《保障性住房住宅产业化建筑技术标准体系研究》、《上海地区工业化住宅关键技术研究》等。

PROGRESS IN TECHNOLOGY OF INDUSTRIALIZATION BUILDING IN TAIWAN AREA

台湾地区工业化建筑技术进展

撰文 张桦 李进军 高文艳 上海现代建筑设计（集团）有限公司

摘要 结合国内目前工业化建筑发展存在的问题和需求，现代设计集团组织课题组开展了针对国内外工业化建筑技术进展的调研。本文介绍了课题组对台湾地区的工业化建筑进展的现场考察、技术交流和调研的成果汇总，通过对台湾地区不同类型的工业化建筑以及工厂生产流水线进行参观考察，与工业化建筑的相关设计和管理人员沟通交流，总结了台湾地区工业化建筑技术的进展。

关键词 台湾地区 工业化建筑 调研体会

0 引言

2010年以后，国内住宅产业化发展呈现出一个高潮，各地住宅市场涌现了以大型房地产开发商和建筑施工企业牵头的住宅产业化探索和一大批试点工程的建设。根据“十二五”上海市住宅产业化工作两阶段目标：2011~2013年为试点推广期，到2013年度项目面积达到150万 m^2 ，预制装配率达15%以上；2014~2015年为面上推广期，2015年逐步实现新建公租房和内环线新建住宅全面推进装配整体式，预制装配率达30%以上。但当前的发展表现出概念模糊、社会化方向不明确和缺乏完整的标准体系等问题^[1~3]。针对当前住宅产业化发展中出现的问题，现代设计集团组织专项课题组开展了国内外工业化建筑技术进展的调研活动。课题组分别对国内深圳、沈阳、合肥、台湾和上海地区的工业化住宅建筑工厂和施工现场的考察，了解国内不同地区工业化住宅建筑技术的发展方向和趋势，通过现场考察和沟通交流，梳理了国内工业化住宅建筑技术的应用和发展实践情况。

本文为课题组对台湾地区的工业化建筑进展进行调研的成果汇总，通过对台湾地区不同类型的工业化建筑以及工厂生产流水线进行参观考察，并和相关工业化建筑的相关设计和管理人员进行沟通交流，结合台湾地区工业化建筑技术进展给出了调研体会。

1 台湾地区工业化建筑技术介绍

台湾地区自1995年从日本、芬兰引进预制技术到建筑业以来，以润泰集团为代表的企业长期从事预制建筑结构工法技术的研发和改进，以工业化、机械化方式陆续开发出各项自动化生产技术，大量生产各式预制混凝土构件。目前台湾地区形成了以“润泰体系”为代表的预制装配整体式混凝土框架结构体系，采用预制柱和叠合梁、板等预制构件，柱钢筋采用微膨胀砂浆套筒连接器连接，通过现浇钢筋混凝土将预制构件及节点连成整体的结构体系。润泰体系的形成系引进芬兰Partex全套预制生产技术及干拌砂浆生产线，外加日本大成建设抗震技术及台湾自创钢筋加工技术、自创预制格子板技术、委托开发套筒式钢筋连接器及微膨胀无收缩砂浆技术、先进信息科技技术等^[4]。

当前润泰体系已充分且成功地运用到润泰集团自建的民用建筑、工业建筑、大型卖场建筑、高科技无尘室建筑及公共工程建筑等工程中，累计建造的总建筑面积约达300万 m^2 ，包括蓝海建设民用38层住宅、2009年台北市听障奥运体育场、富士康群创光电竹南厂等项目。

2 台湾地区工业化建筑现场调研

课题组对台湾地区不同类型的工业化建筑（办公楼、住宅和体育场）进行了参观考察，共参观了

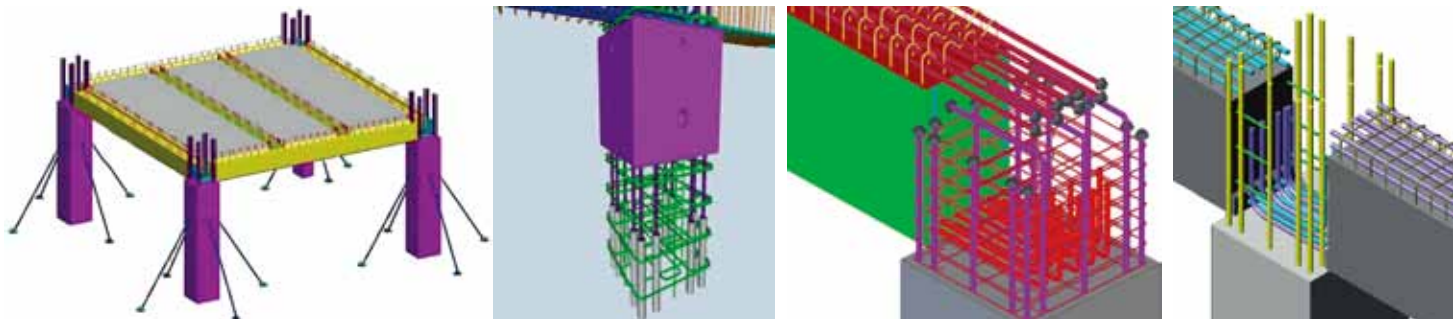


图1 预制装配整体式混凝土框架结构体系示意图



图2 台大土木研究大楼



图3 台北听障奥运体育场

台大土木研究大楼、台北听障奥运体育场、新庄峰景凤翔社区、甲士林水立方住宅等4个不同类型的工程项目，并考察了润泰杨梅预制工厂的生产流水线。

2.1 台大土木研究大楼

本项目位于台北市基隆路和辛亥路交叉口，地上9层，地下1层，建筑面积10 084m²，施工工期共计5个月（2008年1月~2008年6月），采用混凝土框架结构体系+隔震层，对主要受力构件框架梁、框架柱进行预制；楼板采用叠合方式；内墙、外墙及楼梯均采用预制。项目采用隔震设计，隔震层设置于地面二层，设置了预制隔震装置和阻尼装置。

2.2 台北听障奥运体育场

台湾地区首个预制装配式体育场建于台北市，建筑面积27 585m²，建设工期19个月（2007年3月~2008年10月）；看台结构采用预制混凝土结构体系，看台板采用预制混凝土

结构，看台上部雨篷结构采用钢结构+膜结构。在项目的建设过程中，设计团队采用BIM技术进行体育场馆机电管线的碰撞检测和消防管线的接头位置处理。

2.3 新庄峰景凤翔社区

本项目位于新北市新庄区，共10栋14层的混凝土结构建筑，总建筑面积48 000m²，总户数900户，建设工期28个月。采用预制混凝土框架结构体系，对主要受力构件框架梁、框架柱进行预制，楼板采用叠合方式；外墙板采用整体预制吊装，外墙瓷砖在预制厂施工完成。

2.4 甲士林水立方住宅

本项目为在建中的住宅项目，地点位于新北市淡水区红树林。总建筑面积60 486m²，地下6层，地上41层，采用现浇钢筋混凝土剪力墙体系，设置日本住友隔震剪力墙系统，内隔墙和外墙采用预制安装方式施工。该项目主要

考察同层排水技术的应用情况，卫生间采用同层排水，在卫生间设置局部降板，设备安装完成后封堵形成双层板，解决同层排水问题。

2.5 润泰杨梅预制工厂参观

润泰杨梅预制工厂包括RT-MIX厂、生产区一（结构）、生产区二（楼板）、钢筋加工厂、储存区及台车动线，共包括生产事业处、建材事业处、预制设计部和研发部等部门。课题组参观了预制工厂的研发部，详细听取了相关技术人员的介绍。包括微膨胀（高强度）结构性砂浆灌注、预铸柱柱底套筒连续接点的构造及柱底连续灌浆施工方法，高强度连续砂浆原物料物理特性试验方法。微膨胀结构性砂浆的配比：使用高强度水泥，一般水泥强度51.6MPa，而微膨胀结构性砂浆的水泥约68.8MPa；使用高硬度骨材，以符合整体强度，并控制裂缝增长速率；使用膨胀剂，使钢筋与套筒内部产生正向应力，提升握裹力；使用流动添



图4 新庄峰景凤翔社区



图5 甲士林水立方住宅



图6 润泰杨梅预制工厂

加剂，使工作性能更佳；预制柱灌浆后，后续大梁吊装至少需12小时。

现场参观了预制构件的钢筋加工厂、RT-MIX厂、生产区一（结构）、生产区二（楼板）和储存区。其中，钢筋加工多螺柱箍筋以及全套生产、组装等技术是润泰集团的专利产品，采用全自动机械加工箍筋，有利于工厂流水线生产和工业化制造工艺。参观了外墙板预制加工过程，包括外墙瓷砖预制粘贴的工艺和外墙板连接防水处理工艺等。

3 调研体会

3.1 结构体系

台湾地区通过吸收引进国外先进技术，并结合自身企业特点，形成预制装配整体式混凝土框架结构体系。预制构件采用预制柱和叠合梁、板等，柱钢筋采用微膨胀砂浆套简续接器连接，通过现浇钢筋混凝土将预制构件及节点连成整体的结构体系。

3.2 发展特色

以润泰集团为代表的台湾工业化建筑企业在预制装配式建筑产业化方面成就斐然，引进芬兰Partex全套预制生产技术及干拌砂浆生产线及台湾自创钢筋加工技术，包括钢筋绑扎

机械研发、预制清水混凝土外墙、节点连接材料方面在内的研发能力令人瞩目，在台湾地区已成功应用于高层住宅、体育场、办公楼等各种类型的建筑物中。

3.3 抗震体系

台湾地区的高层建筑工业化生产借鉴日本技术，引进日本大成建设抗震技术，采用了隔震和阻尼系统，可以用预制框架结构体系进行高层结构抗震设计。国内大陆地区对于地震荷载的处理采用抗震设防体系，两种体系不同，对于工业化住宅技术的要求也不同，可以相互借鉴。

3.4 标准规范

台湾地区的工业化建筑企业积极参加内地的工业化住宅标准规范制定，参与完成了江苏地区《预制混凝土装配整体式框架（润泰体系）技术规程（苏 JG/T 034-2009）》以及上海地区《润泰预制装配整体式混凝土房屋结构体系技术规程》（DBJ/CT082-2010）；同时，主编完成上海市建筑产品推荐性应用图集《润泰预制装配整体式混凝土房屋结构体系应用图集》。

3.5 建造模式

课题组通过对台湾地区工业化建筑技术进展的调研，认识到工业化住宅的实施主体包

括“设计+制造+施工”三部分；和传统建筑的“设计+施工”模式不同，由此带来了设计建造模式的挑战和机遇。另外，工业化建筑不仅仅是将现场现浇改为工厂现浇的空间转换，而是按工业化要求重新构建产品生产体系；现有的设计和施工要围绕生产体系的需求进行调整；润泰集团研发了新型的结构柱箍筋形式和流水线加工形式，用于工业化的技术改造，从而实现了用工业化的理念和思路来造房子。AT

致谢

本次台湾地区工业化建筑技术的调研考察得到台湾润泰集团的支持帮助，本文发表得到上海市学科带头人课题《上海地区住宅工业化关键技术研究》（课题编号12XD1422900）的资助，特此致谢。

参考文献

- [1] 李进军等. 关于对上海地区住宅产业化建设发展的建议[J]. 建筑经济, 2012 (1): 9-10.
- [2] 蒋勤俭. 国内外装配式混凝土建筑发展综述[J]. 建筑技术, 2010, 12 (1): 1074-1077.
- [3] 楚先锋. 国内外工业化住宅的发展历程 [J]. 住区, 2008 (6): 100-105.
- [4] 尹衍樑等. 台湾地区润泰预制结构施工体系介绍 [J]. 混凝土世界, 2012 (7): 42-52.