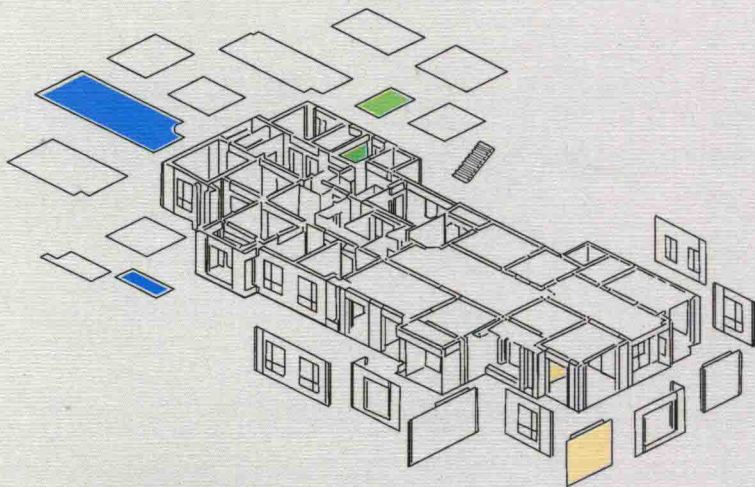


ZHUANGPEISHI HUNNINGTU JIEGOU SHIGONG

装配式混凝土结构施工

上海隧道工程股份有限公司 主编



中国建筑工业出版社

装配式混凝土结构施工

上海隧道工程股份有限公司 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

装配式混凝土结构施工/上海隧道工程股份有限公司主编. —北京:
中国建筑工业出版社, 2016. 6
ISBN 978-7-112-19263-2

I. ①装… II. ①上… III. ①装配式混凝土结构-混凝土施工
IV. ①TU755

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 059896 号

本书以“应用型和管理型”建筑工程施工现场专业人员的培养为目标, 编写时力求“以应用管理为目的, 以重点突出为原则”。重点针对与传统建筑施工方式所不同的预制装配式结构施工管理两个方面, 系统地介绍工程预制装配式结构体系的设计基本原则、预制构件生产和安装施工原理及其管理方法, 并在此基础上, 用案例说明知识点的应用和管理要求, 注重工程施工的质量过程控制及其检验方法在装配式结构建筑工程中的运用。

本书可作为从事装配式混凝土结构施工的技术人员、建筑工程类执业注册人员、政府各级相关管理人员的专业参考书和培训教材, 也可作为职业学校相关专业教材。

责任编辑: 王 梅 杨 允

责任设计: 李志立

责任校对: 李欣慰 张 颖

装配式混凝土结构施工

上海隧道工程股份有限公司 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 19 字数: 473 千字

2016 年 8 月第一版 2016 年 8 月第一次印刷

定价: 50.00 元

ISBN 978-7-112-19263-2

(28532)

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)

主要编写人员名单

章次	章名	主要编写人	主要参编人员
1	概论	林家祥	段创峰、王静
2	装配式混凝土结构设计概述	周成功	郑仁光、李峰、顾超瑜、张立
3	装配式混凝土结构施工总体筹划	陈立生	林家祥、李天亮、陈英姿
4	预制构件制作与储运	朱永明	秦廉、徐银峰、黄岚、张英怡
5	装配式混凝土结构施工	叶可炯	林家祥、赵国强、王静、汪一江
6	装配式混凝土结构施工质量检验与验收	张立	魏信巧、朱永明、徐银峰
7	安全文明与绿色施工	戴振宇	周隽、戴功良、潘浩、赵勇、李冰
8	BIM 技术在工业化建筑中应用	段创峰	熊诚、段创峰、闵立
9	装配式混凝土结构体系建造经济分析	张传生	唐婧、冯凯、张君、陈爱民、王爱华、陆懿伟

前 言

伴随着世界快速城市化发展的趋势，有学者预测，到 2050 年，全球城市人口将占到全部人口的 70%，政府将面临需要为人民提供高品质住宅和生活条件的巨大压力。在发展中国家，尤其是我国和印度，在未来 10 年里，将会贡献全球 1/3 城市化人口增加值。

城市化进程的历史表明，城市化往往需要牺牲生态环境和消耗大量资源来进行城市建设。我国城镇化正处于快速提升期，至 2020 年全国城镇化率将达到 60% 以上，城镇化率每提高 1%，就要新增城市用水 17 亿 m^3 ，消耗标准煤 6000 万吨。按照城市化进程新增住宅和原有改善居住条件需求计算，到 2030 年，我国住宅需要量将超过目前 200 亿 m^2 1 倍以上，达到 400 亿 m^2 （数量），而这些需要在 15 年时间完成，也就是说每年增量将超过 10 亿 m^2 。而现有建筑行业发展很大程度上仍依赖于高速增长的固定资产投资规模，发展模式粗放，工业化、信息化、标准化水平偏低，管理手段落后，建造资源耗费用量大，同时面临劳动力成本上升或劳动力短缺的状况。因此，综合考虑快速城市化的可持续发展问题，改变建筑业的传统生产方式，大力推进建筑业产业现代化是城市可持续发展的重要战略，实现建筑产业现代化的有效途径是新型建筑工业化。

作为建筑产业现代化的核心——装配式混凝土结构，通过近年来总结我国以往装配式预制大板住宅的经验与教训，引进消化国外先进技术，相关结构体系已基本形成并得到成功应用。国家、行业和地方等有关部门也相继出台了设计、施工和构件制作等技术标准和技术规程，为进一步推进建筑工业化的发展奠定了基础。装配式混凝土结构建筑是通过对新技术、新材料的应用，使其在建造过程中对资源的利用更节约、更合理，提高了结构精度、减少了渗漏、开裂等质量通病，提升了建筑的性能和质量。但与西方发达国家相比，我国的装配式混凝土建筑技术尚处在发展的初级阶段，相关的工程技术人员和管理人员严重不足，而国内尚没有能够系统性地介绍有关装配式混凝土结构的专业书籍和培训教材，因此，编写《装配式混凝土结构施工》是十分必要的。

本书以“应用型和管理型”建筑工程施工现场专业人员的培养为目标，编写时力求“以应用管理为目的，以重点突出为原则”。重点针对与传统建筑施工方式所不同的预制装配式结构施工管理两个方面，系统地介绍工程预制装配式结构体系的设计基本原则、预制构件生产和安装施工原理及其管理方法，并在此基础上，用案例说明知识点的应用和管理要求，注重工程施工的质量过程控制及其检验方法在装配式结构建筑工程中的运用。内容编写时适当兼顾与执业类注册人员的培训相结合，使本书不但可以作为职业类学校的工程管理、技能操作等专业的教材，也可作为建造师、造价工程师、监理工程师等有关技术人员的参考用书。本教材编写时力求内容精练、体例新颖、图文并茂、案例丰富、重点突出、文字叙述通俗易懂。各章均附有内容提要、学习要求、本章小结、复习思考题等模块，以达到学、练同步的目的。

本书由上海隧道股份工程有限公司 [原上海城建（集团）公司] 负责主编，全书由周

文波和林家祥负责总体策划和主审，王静和陈英姿统稿。参加审稿的人员还有薛伟辰、黄稠辉、范骅、曹枫等同志。本书的前言部分由王静完成，参与本书各章节的主要负责人和编写人员名单附后。本书校对工作由王静、陈英姿、钱丹萍、汤璇、何晓完成。本书在编写过程中，中国土木工程学会综合部也参与了部分章节编写，得到了上海市城乡建设与管理委员会的热忱指导，并得到了台湾润泰集团、同济大学、上海市城市建设工程学校（上海市园林学校）、现代设计集团等单位的大力支持，在此表示诚挚的谢意！

本书可作为从事装配式混凝土结构施工的技术人员、建筑工程类执业注册人员、政府各级相关管理人员等的专业参考书和培训用书，也可作为职业学校相关专业教材。限于时间和业务水平，书中难免存在不足之处，真诚地欢迎广大读者批评指正。

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 概要	1
1.2 装配式混凝土结构概述	1
1.3 装配式混凝土结构的发展历程	2
1.4 装配式混凝土结构的发展现状	6
1.5 装配式混凝土结构的发展展望	13
1.6 术语	15
本章小结	17
复习思考题	17
第 2 章 装配式混凝土结构设计概述	18
2.1 概要	18
2.2 装配式混凝土结构特点	18
2.3 装配式混凝土结构设计要点	30
2.4 装配式混凝土结构深化设计要点	40
本章小结	46
复习思考题	46
第 3 章 装配式混凝土结构施工总体筹划	47
3.1 概要	47
3.2 施工组织设计大纲	47
3.3 施工管理	53
本章小结	57
复习思考题	57
第 4 章 预制构件制作与储运	58
4.1 概要	58
4.2 构件生产实施方案	58
4.3 预制构件制作	65
4.4 构件质量通病产生的原因及防治	104
4.5 预制构件的运输与存放	111
本章小结	117

复习思考题	117
第 5 章 装配式混凝土结构施工	118
5.1 概要	118
5.2 构件进场检查	118
5.3 装配式混凝土结构施工方案	119
5.4 预制构件吊装前准备	140
5.5 预制构件的吊装施工	147
5.6 构件节点现浇连接施工	160
5.7 预制构件钢筋的连接施工	165
5.8 构件接缝构造连接施工	172
5.9 构件成品保护	175
5.10 施工质量控制	176
5.11 施工安全控制	180
本章小结	186
复习思考题	186
第 6 章 装配式混凝土结构施工质量检验与验收	187
6.1 概要	187
6.2 预制构件制作质量检验与验收	187
6.3 预制构件出厂进场质量检验与验收	191
6.4 预制构件安装质量检验与验收	196
6.5 预制构件现浇连接质量检验与验收	199
6.6 预制构件机械连接质量检验与验收	200
6.7 预制构件接缝防水质量检验与验收	201
6.8 其他	202
本章小结	202
复习思考题	202
第 7 章 安全文明与绿色施工	203
7.1 概要	203
7.2 安全生产管理	203
7.3 标准化施工	220
7.4 绿色施工	224
本章小结	232
复习思考题	232
第 8 章 BIM 技术在工业化建筑中应用	233
8.1 概要	233

8.2 BIM 技术简介	233
8.3 BIM 在 PC 设计阶段的应用	245
8.4 BIM 技术在构件制造中的应用	251
8.5 BIM 施工阶段的应用	257
8.6 BIM 技术在运营阶段应用	260
本章小结	264
复习思考题	264
第 9 章 装配式混凝土结构体系建造经济分析	265
9.1 概要	265
9.2 工程成本构成	265
9.3 不同建造方式的成本对比分析	267
9.4 装配式结构建造成本影响因子分析	276
9.5 装配式结构建造成本控制措施	281
本章小结	283
复习思考题	283
附表	284
参考文献	293
引用标准名录	294

第 1 章 概 论

1.1 概要

1.1.1 内容提要

本章内容包括装配式混凝土结构概述、发展历程、现状与展望。在装配式混凝土结构概述中，阐述了发展装配式混凝土结构的时代背景，重点介绍了装配式混凝土结构、建筑产业现代化、新型建筑工业化的含义以及三者之间的关系；在装配式混凝土结构发展历程中，介绍了该结构体系在国内外的历程；在装配式混凝土结构发展现状中，从政策推进、标准建设、存在问题与解决建议、典型企业案例进行了总结与分析；在装配式混凝土结构发展展望中，对未来以装配式混凝土结构为核心的新型建筑工业化发展阶段与特征进行了叙述。

1.1.2 学习要求

- (1) 了解装配式混凝土结构的含义；
- (2) 了解装配式混凝土结构、新型建筑工业化、建筑产业现代化的关系；
- (3) 了解装配式混凝土结构的发展历程；
- (4) 了解装配式混凝土结构的现状，包括政策、技术体系等；
- (5) 了解装配式混凝土结构的未来发展趋势。

1.2 装配式混凝土结构概述

装配式混凝土结构来自英文“Precast Concrete Structure”，简称“PC 结构”，是由预制混凝土构件通过可靠的连接方式装配而成的混凝土结构，包括装配整体式混凝土结构、全装配混凝土结构等。在建筑工程中简称装配式建筑，在结构工程中简称装配式结构。

装配式混凝土结构是建筑结构发展的重要方向之一，参照世界城市化进程的历史，城镇化往往需要牺牲生态环境和消耗大量资源来进行城市建设，随着我国城镇化快速提升期的到来，综合考虑可持续发展的新型城镇化、工业化、信息化是政府面临的紧迫问题，是研究者的关注核心，也是企业的社会责任。而当前我国建筑业仍存在着高能耗、高污染、低效率、粗放的传统建造模式，建筑业仍是一个劳动密集型企业，与新型城镇化、工业化、信息化发展要求相差甚远，同时面临着因我国劳动年龄人口负增长造成的劳动力成本上升或劳动力短缺的问题。因此，加快转变传统生产方式，以装配式混凝土结构为核心，

大力发展新型建筑工业化，推进建筑产业现代化成为国家可持续发展的必然要求。

“建筑产业现代化”于2013年全国政协双周协商会提出，2013年年底，全国住房城乡建设工作会议明确了促进“建筑产业现代化”的要求。

建筑产业现代化是以绿色发展为理念，以住宅建设为重点，以新型建筑工业化为核心，广泛运用现代科学技术和方法，以工业化、信息化的深度融合对建筑全产业链进行更新、改造和升级，实现传统生产方式向现代工业化生产方式转变，从而全面提高建筑工程的效率、效益和质量。

“新型建筑工业化”是建筑产业现代化的核心，早在20世纪50年代中期，原建工部借鉴苏联经验，第一次提出实行建筑工业化，70年代中期，原国家建委提出以“三化一改”（设计标准化、构件工厂化、施工机械化和墙体改革）为重点，发展建筑工业化，同时在北京、上海、常州开展试点并进入大发展时期。80年代末期，因工程质量问题、唐山地震、计划经济转型等原因停止下来。

新型建筑工业化是生产方式变革，是指传统生产方式向现代工业化生产方式转变的过程，是在房屋建造的全过程中采用标准化设计、工厂化生产、装配化施工和信息化管理为主要特征的工业化生产方式，并形成完整的一体化产业链，从而实现社会化的大生产。所谓“新型”的含义主要体现在信息化与建筑工业化的深度整合，其次是区别以前提倡的建筑工业化。

建筑产业现代化与新型建筑工业化是两个不同的概念，产业化是整个建筑产业链的产业化，工业化是生产方式的工业化。工业化是产业化的基础和前提，只有工业化达到一定的程度，才能实现产业现代化。产业化高于现代化，建筑工业化的目标是实现建筑产业化。因此，实现建筑产业现代化的有效途径是新型建筑工业化。推动建筑产业现代化必须以新型建筑工业化为核心。

作为新型建筑工业化的核心技术体系，装配式混凝土结构有利于提高生产效率，节约能源，发展绿色环保建筑，并且有利于提高和保证建筑工程质量。与现浇施工工法相比，装配式混凝土结构有利于绿色施工，因为装配式施工更符合绿色施工的节地、节能、节材、节水和环境保护等要求，降低对环境的负面影响，包括降低噪声、防止扬尘、减少环境污染、清洁运输、减少场地干扰、节约水、电、材料等资源和能源，遵循可持续发展的原则。而且，装配式混凝土结构可以连续地按顺序完成工程的多个或全部工序，从而减少进场的工程机械种类和数量，消除工序衔接的停闲时间，实现立体交叉作业，减少施工人员，从而提高工效、降低物料消耗、减少环境污染，为绿色施工提供保障。另外，装配式混凝土结构在较大程度上减少建筑垃圾（约占城市垃圾总量的30%~40%），如废钢筋、废铁丝、废竹木材、废弃混凝土等。

国内外学者对装配式混凝土结构做了大量的研究工作，并开发了多种装配式混凝土结构体系，主要包括装配式混凝土框架结构、装配式混凝土剪力墙结构、装配式混凝土框剪结构、装配式混凝土预应力框架结构等。

1.3 装配式混凝土结构的发展历程

1.3.1 国外的发展历程

工业化预制技术出现于19世纪欧洲，到20世纪初被重视，但不管是欧洲、日本或者美国，其快速发展的原因不外乎两个。

第一个原因是工业革命。其带来大批农民向城市集中，导致城市化运动急速发展。像是在 1866 年的伦敦，曾经有人选择一条街道作过一次调研。在这条街上，住 10~12 个人的房子有 7 间，12~16 个人的房子有 3 间，17~18 个人的房子有 2 间。居住情况极为恶劣。1910 年，在伦敦还出现了一些夜店。所谓夜店（图 1.3-1），不是现在作为娱乐场所的夜店，而是专门给无家可归的人过夜的一些店铺。它们基本上是人满为患，空间小到躺不下，只能一排一排地坐着，在每一排人的胸前拉一根绳子，大家都趴在绳子上睡觉。



图 1.3-1 伦敦的夜店（图片来源：《欧洲风化史：资产阶级时代》）

第二个原因是第二次世界大战后城市住宅需求量的剧增。同时战争的破坏，导致住宅存量减少，因为军人大批复员，住宅供需矛盾更加激化。在这种情况下，受工业化影响的一批现代派建筑大师开始考虑以工业化的方式生产住宅。如法国的现代建筑大师勒·柯布西耶便曾经构想房子也能够像汽车底盘一样工业化成批生产。他的著作《走向新建筑》奠定了工业化住宅、居住机器等最前沿建筑理论的基础。日本丰田公司在二战以后从汽车行业涉足房屋制造业的时候，其领导人明确提出“要像造汽车一样造房子”。

第二次世界大战以后，由于遭受了战争的残酷破坏，欧洲 20 世纪五六十年代对住宅需求非常大，为此，他们采用工业化的装配式手法大批量地建造生产住宅，并形成了一批完整的、标准化、系列化的建筑住宅体系延续至今。进入 80 年代以后，住宅产业化发展有所变化，开始转向注重住宅功能和多样化发展。有代表性的国家有美国、法国、丹麦和日本。

美国的结构学家巴克敏斯特·富勒为使住宅构件实现工业化生产，在 20 世纪 20 年代发明了轻质金属房屋（图 1.3-2）；1927 年，他设计出第一代多边形最大限度利用能源住宅；1930 年，他设计出第二代最大限度利用能源住宅；第二次世界大战期间，他设计出第三代最大限度利用能源住宅；20 世纪六七十年代，他又设计出用张力轻质构件制造的穹顶，并竭力推广这种住宅，希望在“城市中建满这种房子”。此后，美国住宅工业化得以发展，并渗透到国民经济的各个方面，住宅及其产品专业化、商品化、社会化的程度很高，主要表现在：高层钢结构住宅基本实现了干作业，达到了标准化、通用化；独立式木结构住宅、钢结构住宅在工厂里生产，在施工现场组装，基本实现了干作业，达到了标准化、通用化；用于室内外装修的材料和设备、设施种类丰富，用户可以从超市里买到各种建材，非专业的消费者可以按照说明书自己组装房屋。美国住宅工业化程度高，住宅质量很好，发展前景值得期待。

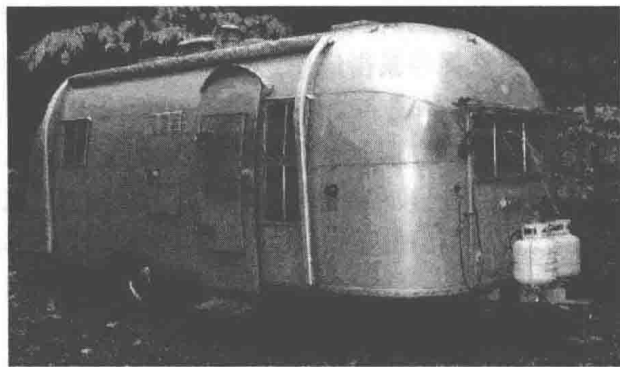


图 1.3-2 美国早年的汽车房屋

法国是世界上推行建筑工业化最早的国家之一，创立了“第一代建筑工业化”，以全装配大板及工具式模板现浇工艺为标志，建立了众多专用体系。随后又向发展通用构配件制品和设备为特征的“第二代建筑工业化”过渡。为了大力发展通用体系，1978年法国住房部提出以推广“构造体系”（System Construction），作为向通用建筑体系过渡的一种手段。

DM73 样板住宅（图 1.3-3）基本单元为 L 形，使用面积为 69.08m^2 ，设备管井位于中央，基本单元可以加上附加模块 A 或 B，并采用石膏板隔墙灵活分隔室内空间，这样可以灵活组成 1~7 室户，不同楼层之间也可以根据业主需求灵活布置。规划总平面中，这些基本单元可以组合成 5~15 层的板式、锯齿式、转角式的建筑，或者 5~21 层的点式建筑，或者低层的联排式住宅。主体结构为工具式大型组合模板现浇。

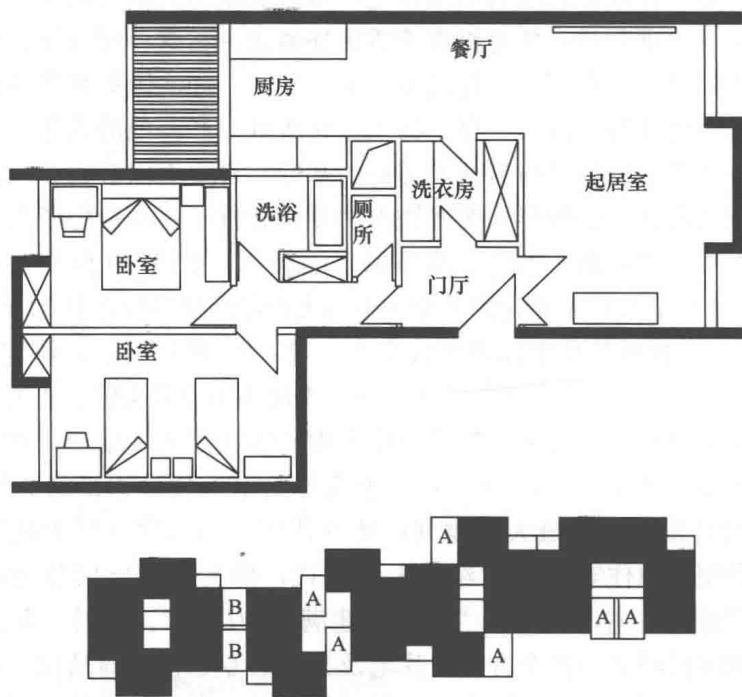


图 1.3-3 法国的 DM73 样板住宅实例

丹麦也是世界上第一个将模数法制化的国家，现行的国际标准化组织 150 模数协调标准就是以丹麦标准为蓝本改进完成的，它们的模数标准比较健全并且是国家强制执行的。该标准要求除自己居住的独立式住宅外，所有住宅都必须按模数进行设计。

丹麦通过模数和模数协调实现构配件的通用化,制定了 20 多个强制采用的模数标准。正是这些标准,包括尺寸、公差等,保证了不同厂家生产的部品构件相互间的通用性。除此之外,丹麦还通过编写制定“产品目录设计”来发展住宅通用体系化。每个厂家都将自己生产的产品列入该产品目录,再由各个厂家的产品目录汇集成“通用体系产品总目录”。以便设计人员从总目录中任意选用其产品进行住宅设计,使工业化的设计思想能够深入到每一位设计师的意识中。

日本人口密度是中国的 2.48 倍,人均资源和能源的占有量比中国还贫乏,可是通过战后 50 年的迅速发展,日本的住宅建设已跃居世界先进水平的行列,这与日本政府的政策引导和始终坚持住宅工业化的发展方向是密不可分的,他们的经验和教训为目前住宅产业的发展提供了很好的借鉴。

日式建筑以前多为木结构,受二战时期战火的毁坏现象十分严重,针对于此,日本提出了建设“不易燃城市”的城市复兴计划,并借鉴欧洲先进的 PC 技术的经验,积极采用钢筋混凝土结构,使日本的钢筋混凝土结构的建筑体系相继得到开发和普及。经历了“PC 的产业化与规范化的建立(1955~1972 年)”、“PC 体系过渡、完善时期(1973~1982 年)”、“PC 技术新型工业化的开发(1983~1992 年)”、“迎接新挑战,PC 深化发展(1993~今)”等几个阶段。

日本先后开发了以预制板式钢筋混凝土为主导的大板工业化住宅体系 Tilt-up 工法、W-PC 工法、PS 工法、H-PC 工法,以及后期进一步改良的 WR-PC 工法和 R-PC 工法等等,住宅标准化方面先后提出了 SPH(公共住宅标准设计)、NPS(公共住宅新标准设计系列)等,住宅可持续性发展方面扩展了荷兰学者提出的 SI 技术体系,提出了 KSI(机构型 SI 住宅)体系,应用了可变地板、同层排水等技术。20 世纪 80 年代又提出“百年住宅建设系统(CHS)”,住宅向着寿命持久和精细化设计方面进一步发展。日本 SI 体系见图 1.3-4。

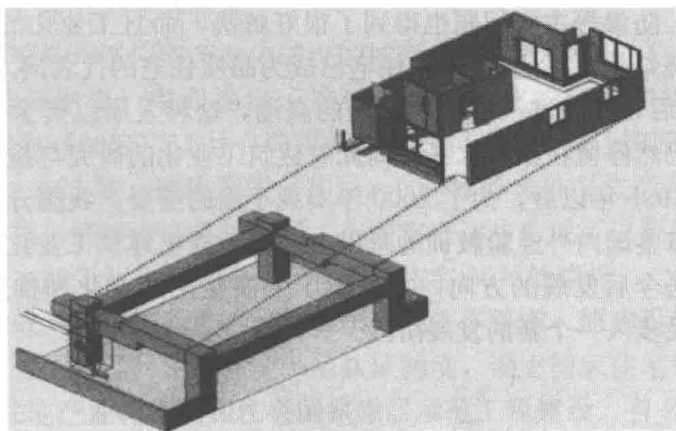


图 1.3-4 日本 SI 体系-承重结构与非承重填充及装修分离的概念

1.3.2 国内的发展历程

20 世纪 50 年代至 70 年代末,我国学习苏联经验,在全国建筑业推行标准化、工业化、机械化、发展预制构件和预制装配建筑,兴起建筑工业化高潮。由于当时实行计划经

济体制，我国还没有条件提出产业化的概念，一直称之为“建筑工业化”，而且受制于当时的体制、技术、管理水平，建筑工业化推广范围小，技术水平不高。片面追求主体结构的预制装配化，生产出的建筑产品普遍存在产品单调、灵活性差以及造价偏高等问题，从而造成建筑工业化的综合效益不明显，劳动生产率并未得到大幅度的提高。同时，由于唐山地震中大量预制混凝土结构遭到破坏使人们对预制结构的应用更加保守，另一方面，当时外墙的防水、防渗技术比较落后，业内也停止了对预制技术的研究，预制装配技术不得不被“束之高阁”。唐山大地震遗址见图 1.3-5。

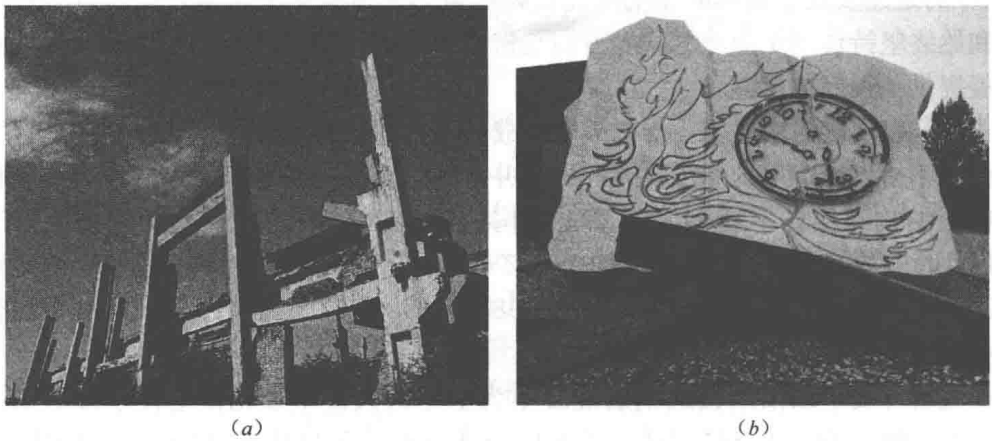


图 1.3-5 唐山大地震遗址

但与此同时，装配式混凝土结构在境外得到了迅速发展和广泛应用，在地震频发的日本和台湾地区，采用装配式混凝土结构的住宅建筑甚至表现出了较传统现浇结构更好的抗震性能。目前，日本 PC 建筑最高已达 58 层，193.5m（前田公司 2008 年建成）；台湾 PC 建筑已达 38 层，133.2m（台湾润泰蓝海住宅，2008 年建成）。在 PC 住宅的抗震问题得到解决的同时，防水、防渗等主要问题也得到了很好解决，而且工业化的生产方式使 PC 住宅在质量方面较现浇结构更具优势，PC 住宅已成为品质住宅的代名词。

进入 90 年代以后，我国进入房地产发展的高潮，这种发展以资金和土地的大量投入为基础，建筑技术仍然停留在原有水平，而此时建筑工业化的研究与发展几乎处于停滞甚至倒退阶段。直到 1995 年以后，为了 2000 年实现小康的需要，我国开始注重住宅的功能和质量，在总结和借鉴国内外经验教训的基础上，重新提出建筑工业化的口号。尤其是住宅建筑工业化仍将是今后发展的方向，并提出了发展住宅产业化和推进住宅产业化的思路，从而使住宅建设步入一个新的发展阶段。

1.4 装配式混凝土结构的发展现状

1.4.1 装配式混凝土结构建筑的推进情况

1999 年国务院办公厅颁布了《关于推进住宅产业现代化提高住宅量的若干意见的通知》（国办发 [1997] 72 号），提出了 5~10 年内通过建立住宅技术保障体系、完善住宅的

建筑和部品体系、建立完善的质量控制体系等达到解决工程质量通病、初步实现住宅建筑体系以及节能降耗的主要目标。自此我国开始以住宅产业化为突破口，推进建筑业发展。在各级政府与企业的积极组织与实施下，在借鉴学习发达国家成功经验的基础上，我国的住宅产业化尤其在近几年取得了显著的成就。

一是工作发展方向越来越明确。近两年，在国家层面，国务院、全国政协、住房和城乡建设部从各方面都提出了一系列的发展要求。2013年初，国务院转发了国家发展改革委、住房和城乡建设部《绿色建筑行动方案》国办发（2013）1号文件，将推动新型建筑工业化作为一项重要内容；2013年10月，全国政协主席俞正声主持的全国政协双周协商会上提出了“发展建筑产业化”的建议；2013年下半年以来，中央领导同志多次指示要加强以住宅为主的建筑产业现代化法规、政策及标准的研究，并积极推进；2014年4月，国务院出台的《国家新型城镇化发展规划》（2014~2020）明确提出“大力发展绿色建材，强力推进建筑工业化”的要求；2014年5月，国务院印发了《2014~2015年节能减排低碳发展行动方案》明确提出“以住宅为重点，以建筑工业化为核心，加大对建筑部品生产的扶持力度，推进建筑产业现代化”；2014年7月，住房和城乡建设部出台了《关于推进建筑业发展和改革的若干意见》等一系列重要文件。

在地方层面，北京、上海、河北、浙江、安徽、山东、深圳、沈阳等20多个省、市纷纷出台政策。主要体现在6个方面：一是在土地出让环节明确建筑项目产业化面积的比例要求；二是多种财政补贴方式，包括科技创新专项资金扶持，优先返还墙改基金，散装水泥基金，利用节能专项资金扶持，享受城市建设配套费减缓优惠等；三是对产业化项目建设和销售予以优惠鼓励，如对商品房给予容积率奖励等；四是通过税收金融政策予以扶持，如将构配件生产企业纳入高新技术企业，享受相关财税优惠政策、给予贷款扶持政策等；五是大力鼓励发展成品住宅，各地积极推进新建住宅一次装修到位；六是以政府投资工程为主大力推进产业化项目建设，如北京、上海、重庆、深圳等地都提出了鼓励保障性住房采用预制装配式住宅的支持政策。

上海市是我国较早开展住宅产业化试点的城市之一。2001年，《上海市住宅产业现代化发展“十五”计划纲要》中即提出了推进住宅产业化的体制和机制。此后，沪府办（2008）6号、沪府办（2011）33号、沪建交联（2011）286号、沪发改环资（2012）088号、沪建管（2014）827号、沪建管联（2014）901号等文件又先后落实了促进住宅产业发展的各项具体措施。经过十余年的发展，上海市已逐步形成了以预制混凝土框架结构体系和剪力墙体系为主的工业化住宅体系，实现了住宅65%的指标。

二是试点带动效果越来越明显。为落实国务院工作要求，原建设部成立了住宅产业化促进中心，建立了住宅性能认定和住宅部品认证制度，设立国家住宅产业现代化综合试点城市（区），推进住宅产业化基地和住宅国家康居示范工程建设。自2006年开始设立国家住宅产业化基地以来，全国先后批准了6个住宅产业化试点城市，3个国家住宅产业现代化示范城市，46个住宅开发和部品部件生产企业为国家住宅产业化基地，评定了300多个国家康居示范工程项目，1000多个住宅项目获得A级性能认定，600多个建筑部品、产品获得认证标识。

三是相关技术标准越来越完善。装配式混凝土结构技术、生产工艺、施工技术日趋成熟。在行业、协会标准方面，《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1—2014、《整体预应

力装配式板柱结构技术规程》CECS 52—2010 和《预制预应力混凝土装配整体式框架结构技术规程》JGJ 224—2010 是近年制(修)订的有关技术规程。在地方标准方面,目前上海市居于领先地位。相关技术标准主要包括:《装配整体式混凝土住宅体系设计规程》DG/TJ 08—2071—2010、《装配整体式住宅混凝土构件制作、施工及质量验收规程》DG/TJ 08—2069—2010、《装配整体式混凝土住宅构造节点图集》DBJT 08—116—2013、《装配整体式混凝土结构施工及质量验收规范》DGJ 08—2117—2012、《装配整体式混凝土公共建筑设计规程》DGJ 08—2154—2014,《预制混凝土夹心保温外墙板应用技术规程》DG/TJ 08—2158—2015。上述一系列技术标准基本形成了针对装配式混凝土结构住宅建筑的技术标准体系。

四是产业聚集效应越来越凸显。万科、中建、隧道股份、宝业集团、龙信集团、天津住宅集团、长沙远大、宇辉集团等一大批企业积极主动地开展研发和工程实践,尤其是建筑业的大型企业集团响应热烈。

五是建设了一大批预制混凝土构件厂。近三年全国新建 PC 工厂 31 家(表 1.4-1),其中辽宁、湖南、安徽、江苏较为集中。在生产线方面多家构件工厂通过引进国外自动化生产线、开发国产自动化生产线加快了构件的工业化生产。

近三年全国新建 PC 工厂公布

表 1.4-1

地区	数量	占比	地区	数量	占比
辽宁	6 家	19%	黑龙江	1 家	3%
湖南	5 家	16%	山东	1 家	3%
安徽	4 家	13%	上海	1 家	3%
江苏	4 家	13%	天津	1 家	3%
河北	3 家	10%	四川	1 家	3%
浙江	2 家	6%	福建	1 家	3%
北京	1 家	3%	合计	31 家	

六是建成了一大批采用装配式混凝土结构的住宅建筑。据初步调查统计,全国 2012~2013 两年的建设量大约在 1300 万 m^2 左右,2014 年全国建设量大约在 2500 万 m^2 左右(表 1.4-2)。

全国主要城市装配式混凝土结构建筑的建设量

表 1.4-2

城市	已竣工和开工的建设量 (万 m^2)	2014 年计划建设总量 (万 m^2)	备注
北京市	130	150	近两年
上海市	135	200	近两年
沈阳市	160	130	近两个
合肥市	150	150	近两年
深圳市	32	110	近两年
长沙市	260	200	近三年

1.4.2 典型企业推进装配式混凝土结构情况

1. 万科

2000 年以来,国内一些房地产企业尝试走住宅产业化发展道路,最有代表性的是万