

“十三五”国家重点出版物出版规划项目  
装配式混凝土建筑基础理论及关键技术丛书

# 装配式混凝土 结构设计

主 编 张海东 庞 瑞  
副主编 陈桂香 张中善



“十三五”国家重点出版物出版规划项目  
装配式混凝土建筑基础理论及关键技术丛书

# 装配式混凝土结构设计

主 编 张海东 庞 瑞

副主编 陈桂香 张中善

黄河水利出版社

· 郑 州 ·

## 内 容 提 要

本书是“十三五”国家重点出版物出版规划项目——装配式混凝土建筑基础理论及关键技术丛书系列之一,根据现行国家技术标准及设计单位生产实践编写。该书对装配式建筑结构设计方面的内容进行了介绍、分析,提出了具体的设计方法。全书共有八章,包括概述、材料、建筑设计、结构设计、装配式框架结构设计、装配式剪力墙结构设计、外挂墙板设计、工程案例分析及附录等内容。

本书可作为从事装配式建筑工作的相关人员专业学习和培训资料,也可作为广大高校土木工程专业学生教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

装配式混凝土结构设计/张海东,庞瑞主编. —郑州:  
黄河水利出版社,2018. 2  
(装配式混凝土建筑基础理论及关键技术丛书)  
“十三五”国家重点出版物出版规划项目  
ISBN 978 - 7 - 5509 - 1949 - 5

I. ①装… II. ①张…②庞… III. ①装配式混凝土结构-结构设计 IV. ①TU370.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 331340 号

策划编辑:谌莉 电话:0371-66025355 E-mail:113792756@qq.com

---

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940,66020550,66028024,66022620(传真)

E-mail:hhsclcs@126.com

承印单位:河南承创印务有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:11.25

字数:274 千字

印数:1—3 000

版次:2018 年 2 月第 1 版

印次:2018 年 2 月第 1 次印刷

---

定价:41.00 元

“十三五”国家重点出版物出版规划项目  
装配式混凝土建筑基础理论及关键技术丛书  
编审委员会

主任:焦安亮

副主任:崔恩杰

委员:(按姓氏笔画为序)

王 军	王红平	冯大阔	孙钢柱	孙耀乾
李乃红	吴耀清	张中善	张海东	张献梅
张 鹏	陈晓燕	庞 瑞	赵 山	赵冬梅
郜玉芬	顿志林	黄延铮	鲁万卿	路军平
樊 军				



## 序

党的十八大强调,“坚持走中国特色新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化道路”。十八大以来,习近平总书记多次发表重要讲话,为如何处理新“四化”关系、推进新“四化”同步发展指明了方向。推进新型工业化、信息化、城镇化和农业现代化同步发展是新阶段我国经济发展理念的重大转变,对于我们适应和引领经济新常态,推进供给侧结构性改革,切实转变经济发展方式具有重大战略意义,是建设中国特色社会主义的重大理论创新和实践创新。

在城镇化发展方面着力推进绿色发展、循环发展、低碳发展,尽可能减少对自然的干扰和损害,节约集约利用土地、水、能源等资源。2016年印发了《国务院办公厅关于大力发展装配式建筑的指导意见》,明确要求因地制宜发展装配式混凝土结构、钢结构和现代木结构等装配式建筑。力争用10年左右的时间,使装配式建筑占新建建筑面积的比例达到30%。住房和城乡建设部又先后印发了《“十三五”装配式建筑行动方案》《装配式建筑示范城市管理办法》《装配式建筑产业基地管理办法》等文件,全国部分省、自治区和直辖市也印发了各省(区、市)装配式建筑发展的实施意见,大力发展装配式建筑是促进建筑业转型升级、实现建筑产业现代化的需要。

发展装配式建筑本身是一个系统性工程,从开发、设计、生产、施工到运营管理整个产业链必须是完整的。企业从人才、管理、技术等各个方面都提出了新的要求。目前,装配式建筑专业人才不足是装配式建筑发展的重要制约因素之一,相关从业人员的安全意识、质量意识、精细化意识与实际要求存在较大差距。要全面提升装配式建筑质量和建造效率,大力推行专业人才培养队伍建设已刻不容缓。这就要求我们必须建立装配式建筑全产业链的人才培养体系,须对每个阶段各个岗位的技术、管理人员进行专业理论与技术培训;同时,建筑类高等院校在专业开设方面应向装配式建筑方向倾斜;鼓励社会机构开展装配式建筑人才培养,支持有条件的企业建立装配式建筑人才培养基地,为装配式建筑健康发展提供人才保障。

近年来,在国家政策的引导下,部分科研院校、企业、行业团体纷纷进行装配式建筑技术和人才培养研究,并取得了丰硕成果。此次由河南省建设教育协会组织相关单位编写的装配式混凝土建筑基础理论及关键技术丛书就是在此背景下应运而生的成果之一。依托中国建筑第七工程局有限公司等单位在装配式建筑领域20余年所积蓄的科研、生产和装配施工经验,整合国内外装配式建筑相关技术,与高等院校进行跨领域合作,内容涉及装配式建筑的理论研究、结构设计、施工技术、工程造价等各个专业,既有理论研究又有实际案例,数据翔实、内容丰富、技术路线先进,人工智能、物联网等先进技术的应用更体现了多学科的交叉融合。本丛书是作者团队长期从事装配式建筑研究与实践的最新成果展示,具有很高的理论与实际指导价值。我相信,阅读此书将使众多建筑从业人员在装配式建筑知识方面有所受益。尤其是,该丛书被列为“十三五”国家重点出版物出版规划项目,说明我们工作方向正确,成果获得了国家认可。本丛书的发行也是中国建设教育协会在装配式建筑人才培养实施计划的一部分工作,为协会后续开展大规模装配式建筑人才培养做了先期探索。



期待本丛书能够得到广大建筑行业从业人员,建筑类院校的教师、学生的关注和欢迎,在分享本丛书提供的宝贵经验和研究成果的同时,也对其中的不足提出批评和建议,以利于编写人员认真研究与采纳。同时,希望通过大家的共同努力,为促进建筑行业转型升级,推动装配式建筑的快速健康发展做出应有的贡献。

中国建设教育协会

二零一七年十月于北京



## 前 言

建筑产业现代化是建筑业发展的必然趋势,大力发展装配式建筑作为建筑产业现代化的主要实施方式,可以较好地实现建筑工业化的“五化”融合(标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修、信息化管理),达到提高产品质量、提高生产效率、节约资源、节能环保的目标。

装配式建筑设计需要改变传统的现浇理念,以标准化为前提,以实现安全、适用、经济、方便施工为目的。装配式建筑设计要有可靠的理论依据,并根据理论与试验研究成果和国内外先进经验,合理进行计算分析和构造设计。本书利用中建七局等单位在装配式建筑领域十余年所积累的科研、设计、生产和装配实践,结合河南工业大学的科研教学专长和专业理论积累,力争对产学研用一体化发展起到一定的指导作用。希望阅读本书能够使广大高校师生和从事装配式建筑设计、加工、装配的相关技术人员受益,提高装配式建筑结构设计水平,更好地为建筑产业现代化发展做出贡献。

本书由张海东、庞瑞担任主编,陈桂香、张中善担任副主编,参编人员有李彦舞、郑培君、张建新、周支军、顾嘉芸、侯涛。本书的编写和出版过程中得到了参编单位和有关领导的大力支持和帮助,“十三五”国家重点研发计划项目“施工现场构件高效吊装安装关键技术与装备”(项目编号:2017YFC0703900)提供了最新研究成果,在此表示衷心的感谢。

在编书过程中,张天鹏、王怡晓、张艺博、毕来宾、韩慧磊、王璐和刘晓怡做了大量的协助工作,在此深表谢意。

编者对列入本书参考文献的作者,以及没有列入文献但本书采用其成果的作者表示感谢!限于水平,本书难免有不足,欢迎读者指正。

编 者

2017年12月



# 目 录

序	刘 杰
前 言	
第 1 章 概 述 .....	(1)
1.1 装配式混凝土结构的特点 .....	(1)
1.2 装配式混凝土结构的发展历史 .....	(2)
1.3 装配式混凝土结构的技术现状 .....	(7)
习 题 .....	(19)
第 2 章 材 料 .....	(20)
2.1 混凝土、钢筋 .....	(20)
2.2 连接材料 .....	(24)
2.3 其他材料 .....	(25)
习 题 .....	(25)
第 3 章 建筑设计 .....	(26)
3.1 一般规定 .....	(26)
3.2 装配式建筑模数 .....	(33)
3.3 装配式建筑户型选择与户型拼接 .....	(38)
习 题 .....	(54)
第 4 章 结构设计 .....	(55)
4.1 一般规定 .....	(55)
4.2 作用及作用组合 .....	(55)
4.3 结构分析 .....	(56)
4.4 预制构件设计 .....	(56)
4.5 楼盖设计 .....	(57)
习 题 .....	(57)
第 5 章 装配式框架结构设计 .....	(58)
5.1 装配式混凝土框架结构 .....	(58)
5.2 预制预应力混凝土框架结构 .....	(60)
5.3 一般规定 .....	(65)
5.4 承载力设计 .....	(65)
5.5 预制构件设计 .....	(69)
5.6 节点连接设计 .....	(72)
5.7 装配式框架施工技术要点 .....	(89)
习 题 .....	(91)





第6章 装配式剪力墙结构设计 .....	(92)
6.1 装配式剪力墙结构技术体系 .....	(92)
6.2 装配整体式剪力墙 .....	(94)
6.3 一般规定 .....	(97)
6.4 预制剪力墙设计 .....	(97)
6.5 预制预应力剪力墙 .....	(115)
习 题 .....	(116)
第7章 外挂墙板设计 .....	(117)
7.1 一般规定 .....	(117)
7.2 作用及作用组合 .....	(122)
7.3 连接设计 .....	(123)
7.4 外挂墙板的施工技术要点 .....	(131)
习 题 .....	(131)
第8章 工程案例分析 .....	(132)
8.1 装配式剪力墙结构案例 .....	(132)
8.2 装配式框架结构案例 .....	(143)
8.3 纯干法施工的预应力 PC 建筑 .....	(150)
8.4 剪力墙 - 梁柱体系 .....	(153)
习 题 .....	(157)
附 录 装配式混凝土结构国家政策 .....	(158)
参考文献 .....	(166)



# 第1章 概述

## 学习内容

本章主要介绍了装配式混凝土结构的内容和结构特点、装配式建筑的生产模式和建造流程、装配式建筑发展较为先进国家的应用现状、装配式建筑的发展历史及发展现状,以及我国装配式建筑的发展历史和发展现状。介绍了装配式建筑发展过程中较为常见的三种结构体系,以及一些专用的装配式结构体系。最后介绍了现行装配式建筑中预制构件的生产技术、连接技术及装配式建筑的施工技术。

## 学习要点

1. 了解装配式建筑,以及现行几种常见的结构体系。
2. 了解装配式建筑在国内外的历史及发展现状,以及其他国家装配式建筑的独特发展模式。
3. 了解掌握现行的装配式建筑预制构件的生产技术、连接技术及施工技术。

## 1.1 装配式混凝土结构的特点

装配式钢筋混凝土结构(RC)具有优越的经济、社会、环境效益和良好的结构性能,在国外经济较发达地区已被普遍使用,在国内的研究和应用也方兴未艾。在国家大力提倡节能减排的环境保护政策鼓励下,建筑业逐步走向产业现代化的转型升级发展之路。由于适应装配式RC建筑的结构方案、预制过程、运输安装和信息化管理技术的不断完善,预制方式早已不再是应急的办法,而是RC结构现代化的生产方式。

### 1.1.1 装配式混凝土结构的定义

装配式建筑是指建筑的部分或全部构件在工厂或现场预制完成,然后运输到施工现场,将构件通过可靠的连接方式装配而成的建筑。装配式混凝土是由预制混凝土构件通过各种可靠的连接方式装配而成的混凝土结构。

### 1.1.2 预制装配式混凝土结构的特点

预制装配式混凝土结构相对于传统的建筑结构具有许多优势,因此它的应用效果也就相对较好,具体体现在以下几个方面:

(1) 构件可在工厂内进行产业化生产,施工现场可直接安装,方便快捷,缩短了施工工期,工人工作条件和劳动强度都优于现浇混凝土结构。

(2) 构件在工厂采用机械化生产,产品质量能得到更有效的控制,保证了建筑质量。



(3)施工现场作业量减少,不需要太多的工作人员,保证了现场的施工安全,降低了人力、物力。

(4)由于采用高强钢筋,高性能混凝土和预应力技术,可节省资源和能源消耗,体现了绿色发展理念。节省了资源,体现了绿色性和环保性。

## 1.2 装配式混凝土结构的发展历史

### 1.2.1 国外发展现状

装配式建筑发展比较先进的国家和地区,装配式建筑的发展大都经历了以下三个主要阶段:

(1)起步阶段,这个时期的任务是建立一套完整的工业化生产(建造)体系。

(2)快速发展阶段,这个阶段的任务在于提高装配式建筑的性能和工程质量。

(3)发展成熟阶段,这个阶段解决的重点是进一步降低装配式住宅建设对物资的消耗及对环境产生的负荷。

德国的住宅预制构件占的比例最高,已经达到了94.5%。美国约在35%,欧洲国家占到35%~40%,日本则在50%以上。下面以几个装配式建筑技术较为发达的国家为例,介绍装配式建筑在这些国家的发展和应用现状。

#### 1.2.1.1 德国

德国装配式建筑的工业技术水平已经领先世界,建造建筑已经可以像工厂里生产产品一样批量生产制造。德国的装配式建筑产业一直朝着工具化、工厂化、工业化和产业化的方向发展。德国的装配式建筑工业化产业的成熟大致上经历了以下三个阶段:

(1)1945~1960年是工业化初步形成的阶段,建立了建筑工业化生产(建造)体系。德国各个地区出现了许多不同类型的大板住宅建筑体系,如Plate assembly体系、Larsena和Nielsen体系等。

(2)1960~1980年是工业化的发展时期,德国工业化产品的性价比和质量都得到很大提高,产业化的深化发展、经济环境的变化和专业工人的紧缺,以及住宅舒适度的要求,致使建筑工业化得到了快速推进。

(3)1981年以后是工业化发展的成熟期,德国在推行发展资源循环型的房屋建筑上有了很大发展,成为世界上装配式建筑能耗最低的国家。

图1-1为德国装配式住宅施工现场。

#### 1.2.1.2 美国

美国有专门研究预制装配式建筑的机构,相关的标准也很完善,建筑工业化发展比较成熟。如今,美国各地区分布的有几千家混凝土构件预制工厂,他们生产的预制构件有梁、板、柱等一共八类,大约有53种不同类型。目前,在美国有1/16的住宅房屋采用的是这种住宅工业化模式建造的。经过多年的发展,美国、法国等装配式建筑发达的国家已有一套自己成熟的预制构件认证制度和认证体系。

图1-2为美国装配式建筑安利球馆施工图和竣工图。



图 1-1 德国装配式住宅施工现场

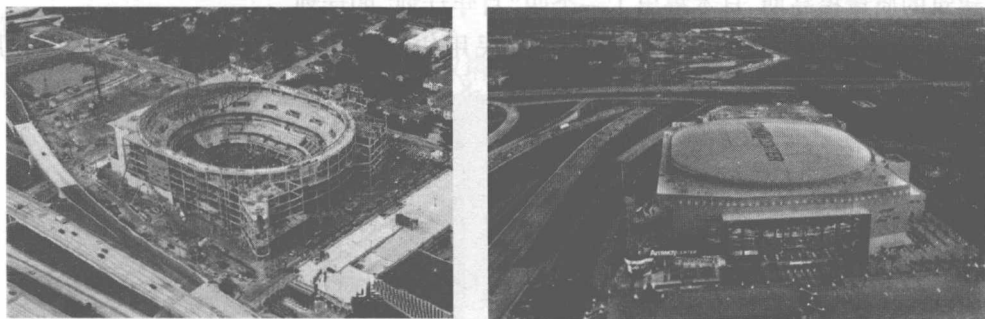


图 1-2 美国装配式建筑安利球馆施工图和竣工图

### 1.2.1.3 法国

19 世纪 90 年代,法国的一个公司第一次在一个俱乐部建筑中采用装配式混凝土构件。至今法国拥有 140 多年的装配式发展历史。法国的装配式建筑构造体系中,主要是装配式混凝土,外加木结构和钢结构辅助。

图 1-3、图 1-4 分别为法国南泰尔公寓楼、法国马赛公寓。

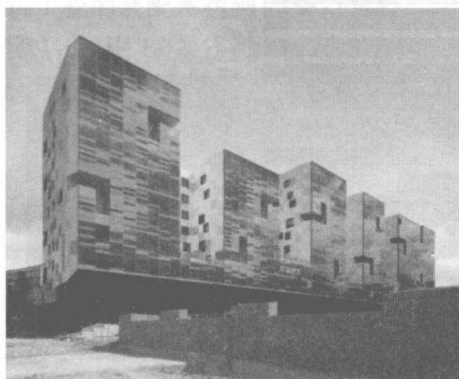


图 1-3 法国南泰尔公寓楼



图 1-4 法国马赛公寓

### 1.2.1.4 日本

日本建筑工业化和其他国家工业化的发展道路存在着明显差异,除主体结构部分的工业化外,借助于它在内装部分方面的优势,形成了较为发达成熟的一套产品体系。日本建筑



工业化的发展成熟过程可以分为以下 3 个阶段。

(1)1955~1965 年,初步研究预制装配式住宅技术的时期。在 1956 年,日本建筑业研究开发出 2 层的建筑壁式预制房屋。1960 年开始开发中层集合住宅建造技术。在 1964 年,日本住宅公团开始研究开发水平钢模板和蒸汽养护的新工厂化生产技术和 PCa 工法。

(2)1965~1975 年是预制装配式住宅的发展最盛期。日本政府设立了装配式住宅质量管理优良工程的认证制度来完善住宅产业化。在 1970 年,13~15 层的高层住宅开始采用住宅公团 HPC(预制混凝土高层结构)工法。

(3)1975~2000 年以后是预制装配式房屋建筑的再次发展期。PCa 工法从 1975 年后流行,预制混凝土框架结构(RPC)施工工法研究开发出来,到了 20 世纪 90 年代,选用建筑工业化的生产方式建设的住宅面积几乎占到总住宅面积的 1/3。2000 年以后是预制装配式房屋建筑的质量提高期,日本提出了一个叫“百年计划”的计划。

图 1-5、图 1-6 为日本装配式居民住宅、民用住宅,不同层高装配式住宅比例发展见图 1-7。日本 PC 结构分类和发展示意图见图 1-8。



图 1-5 日本装配式居民住宅



图 1-6 日本装配式民用住宅

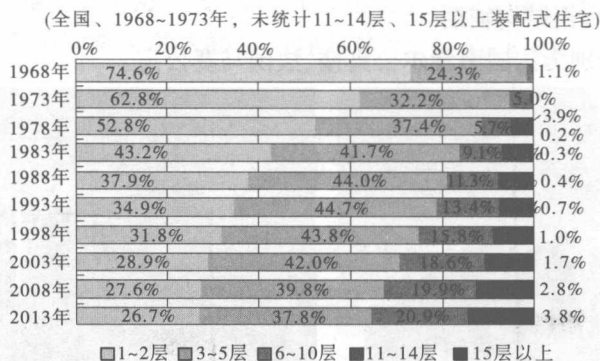


图 1-7 不同层高装配式住宅比例发展

### 1.2.1.5 丹麦和瑞典

国际标准化组织的 ISO 模数协调标准是丹麦为模型建立的模数法制化标准。丹麦推进建筑工业化发展的主要手段是通用装配式房屋建筑体系,中心思想是“产品目录设计”,并且在此基础上也实现了产品构件样式上的多变。

1950 年以后,在瑞典,民间私人企业先研究开发了大型混凝土板式装配式房屋建筑体

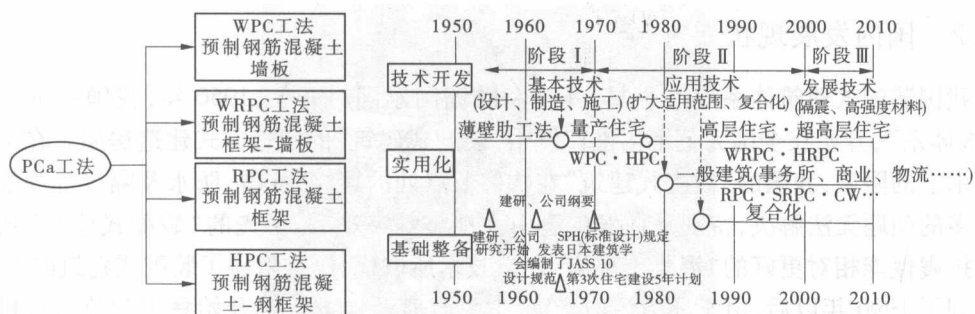


图 1-8 日本 PC 结构分类和发展示意图

系,然后开始着力发展以通用预制部件为基础的装配式住宅体系。在瑞典新建的房屋建筑中,选择预制构件建造的房屋占到了 85%。

图 1-9、图 1-10 分别为丹麦贝拉天际双塔酒店、瑞典斯德哥尔摩登陆号酒店施工图。

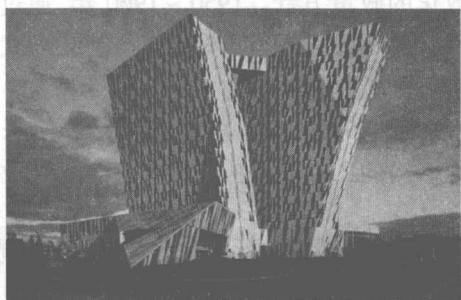


图 1-9 丹麦贝拉天际双塔酒店

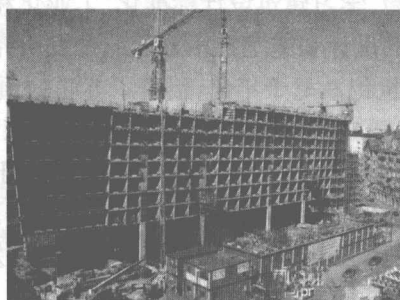


图 1-10 瑞典斯德哥尔摩登陆号酒店施工图

### 1.2.1.6 新加坡

20 世纪 80 年代初,新加坡建屋发展局(HDB)开始逐渐将装配式建筑理念引入住宅工程,并称之为建筑工业化。从 1990 年到现在,新加坡的装配式建筑已经发展得相对成熟,房屋建筑工程的装配率达到 71% 以上。

图 1-11、图 1-12 分别为新加坡装配式建筑施工图、新加坡达士岭组屋。



图 1-11 新加坡装配式建筑施工图



图 1-12 新加坡达士岭组屋



### 1.2.2 国内发展现状

我国装配式建筑体系起步很早,几乎和欧洲国家同时开始,1950年,我国引进苏联的“大板体系”,开始在全国大范围内推广使用“装配式建筑”的建造方式建造房屋。在早期由于技术上的限制,我国的“装配式建筑”在构件节点处的连接、抗震、防水及隔音等性能方面有太多的问题无法解决,特别是在发生唐山大地震等灾难后,早先的“装配式建筑”技术逐渐被抗震性能相对更好的“混凝土现浇”建造技术所取代,严重阻碍了装配式建筑的发展。

到了1990年以后,由于环境污染严重,中央政府及地方政府开始意识到节能减排的重要性,加上人们对房屋住宅在质量和舒适度上有了更高的要求,装配式房屋建筑在很多方面的优势开始显现,又开始得到了建筑业的关注和参与。我国装配式建筑的发展过程可以分为以下3个阶段:

(1)第一个阶段:20世纪50~80年代的起步时期。我国提出学习苏联在工业化建设方面的经验,学习建筑设计标准化、工业化和模数化的政策方针。1950~1960年,通过对装配式建筑的设计和施工技术方面的开发研究,形成了一个比较全面系统的预制装配式建筑体系。20世纪六七十年代,引进了苏联的预应力板柱体系。

(2)第二个阶段:1980~2000年的探索发展期。1980年初,房屋的供给开始采用市场化的形式,大量建设房屋,这个时期相对于主体结构的工业化,主体以外的部分工业化也慢慢多了起来,主要研究的是小康住宅体系。

(3)第三个阶段:2000年至今的高速发展时期。最早颁布的政策是2006年初原建设部颁布的《国家住宅产业化基地实施大纲》,2008年开始研发“中日技术集成示范工程”和SI住宅技术。2013年初中央政府颁布了《绿色建筑行动方案》(国办发[2013]1号),在文件中明确指出推动建筑工业化是我国目前的十大重点任务之一。北京、广州、苏州、福建、济南等城市的地方政府陆续颁布相关政策,来支持促进装配式建筑的发展。2016年9月,国务院发布《关于大力发展装配式建筑的指导意见》,开始全面发展装配式建筑。

图1-13~图1-15分别为湖南省装配式示范工程图、山东省装配式示范工程图,上海市装配式建筑示范基地。

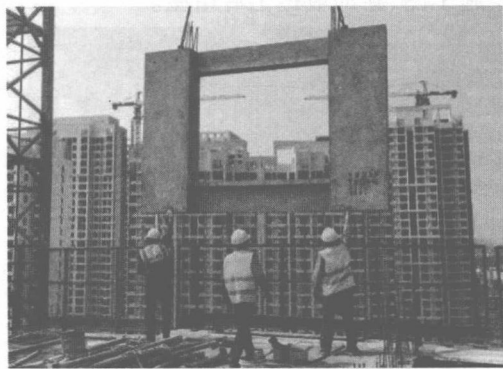


图 1-13 湖南省装配式示范工程图



图 1-14 山东省装配式示范工程图

从1990年至今,全国范围内陆续建成了60多个国家住宅产业化基地,有关建筑业的设计公司、生产构件的工厂、施工公司和房地产开发企业,及材料供应商都加入“建筑工业

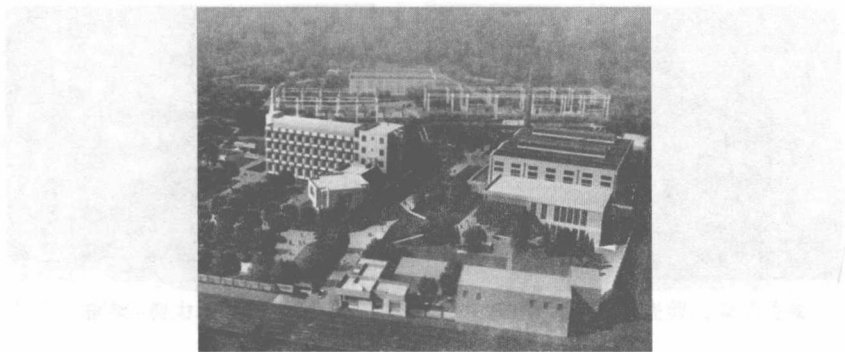


图 1-15 上海市装配式建筑示范基地

化”的发展大潮中去,各个地区均有建成并且投入使用的“装配式建筑示范工程”。

## 1.3 装配式混凝土结构的技术现状

### 1.3.1 结构体系

根据目前国内外的建筑工业化的项目考察结果,对国内外的装配式建筑技术类型进行梳理,根据“主体结构是否预制”的原则,主要包括主体结构构件预制、非受力结构构件预制、所有结构构件预制等类型。

#### 1.3.1.1 预制装配式框架体系

##### 1. 柱梁预制,柱梁节点现浇

柱梁预制,柱梁节点现浇是预制框架结构常用的工法形式。该工法国内引进较早,运用较为广泛、成熟。最早是由南京大地集团于1999年从法国引进的。正式大规模推广运用是在2010年沈阳市铁西国家级住宅产业化基地成立和辽宁省《装配整体式混凝土结构技术规程(暂行)》地方标准出台之后。但就预制装配式混凝土连接方法而言,预制率不是很高,从严格意义上讲仍是现浇结构的一种延续。

##### 2. 柱梁预制,梁间节点现浇

柱梁预制,梁间节点现浇这种工法,在日本运用较为广泛,国内几乎没有应用。该工法的最大特点是梁柱节点预制,下层柱子钢筋穿过梁中部预留孔洞,结构在梁间节点现浇;主体完成后外墙通过干挂的形式完成,其具有制作、运输和施工的方便性。随着预制装配式在国内的发展,一批具有代表性的企业慢慢涌现出来,如万科、远大住工、宇辉等。

预制装配式框架结构如图 1-16 所示。

#### 1.3.1.2 预制装配式剪力墙结构体系

##### 1. 内浇外挂体系

所谓“内浇外挂”,又称为“一模三板”,即内承重墙为现浇结构。需要配置钢筋网架、搭设模板、浇筑混凝土;外墙挂预制混凝土板,配以构造柱和圈梁。内浇外挂体系是目前运用比较广泛的预制装配式结构体系,它能够将预制与现浇进行良好的结合,充分发挥预制结构的优势。



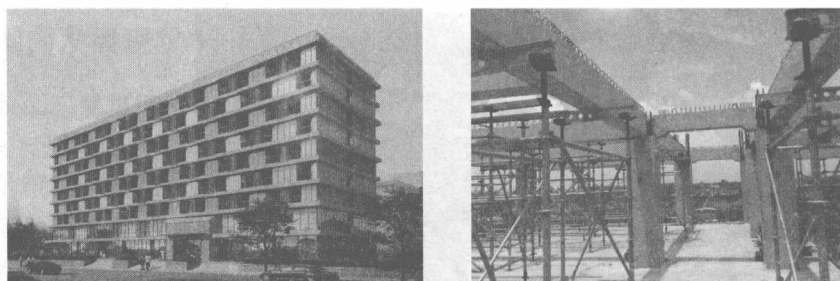


图 1-16 预制装配式框架结构

## 2. 全预制剪力墙结构体系

全预制剪力墙结构主要是全部剪力墙采用预制构件,现场拼装。预制墙体之间的拼缝现浇,该类结构的受力性能基本等同于现浇结构或略低于现浇结构。该结构的预制率极高,但拼缝的连接构造比较复杂,施工难度大。国内比较有代表性的是沈阳万科金域蓝湾和宇辉保利公园。

预制装配式剪力墙结构如图 1-17 所示。

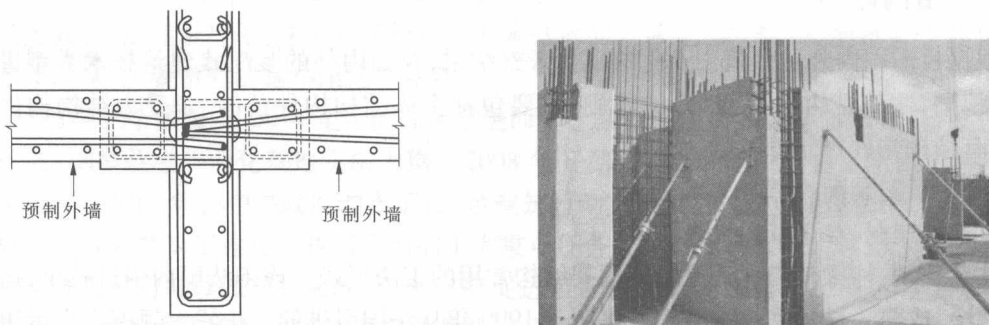


图 1-17 预制装配式剪力墙结构

### 1.3.1.3 预制装配式框架-剪力墙结构体系

#### 1. 柱、梁、剪力墙预制,节点现浇

预制装配式框架剪力墙结构柱、梁、剪力墙全预制,节点现浇,使得其具有延性好、装配化施工、工期短等优点,但是对技术要求较为严格。

#### 2. 梁、剪力墙预制,柱现浇

梁、剪力墙预制,柱现浇能有效地控制浇筑种类,现浇结合部集中在柱上,增加整体性。比较有代表性的项目是 2011 年远大住工的“花漾年华”。

预制装配式框架-剪力墙结构如图 1-18 所示。

### 1.3.1.4 专用结构体系

#### 1. 国外不同国家地区的专用结构体系

国外的专用结构体系有英国的 L 板体系、法国的预应力装配框架体系(世构体系)、德国的预制空心模板墙体系、美国的预制装配停车楼体系和日本的多层装配式集合住宅体系等。