

装配式建筑系列专题

大力推广

# 装配式建筑必读

——技术·标准·成本与效益



住房和城乡建设部住宅产业化促进中心 编著

中国建筑工业出版社

装配式建筑系列专题

# 大力推广装配式建筑必读 ——技术·标准·成本与效益

住房和城乡建设部住宅产业化促进中心 编 著

文林峰 主 编

刘美霞 武 振 武洁青 等 副主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

大力推广装配式建筑必读——技术·标准·成本与效益/  
住房和城乡建设部住宅产业化促进中心编著. —北京: 中  
国建筑工业出版社, 2016.5

(装配式建筑系列专题)

ISBN 978-7-112-19423-0

I. ①大… II. ①住… III. ①建筑工程 IV. ①TU

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第097574号

责任编辑: 封 毅 周方圆

书籍设计: 锋尚设计

责任校对: 李美娜 关 健

装配式建筑系列专题

大力推广装配式建筑必读——技术·标准·成本与效益

住房和城乡建设部住宅产业化促进中心 编著

\*

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

北京锋尚制版有限公司制版

环球东方(北京)印务有限公司印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 12½ 字数: 256 千字

2016年5月第一版 2016年5月第一次印刷

定价: 38.00 元

ISBN 978-7-112-19423-0

(28697)

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 )

## 本书编委会

编 著：住房和城乡建设部住宅产业化促进中心

主 编：文林峰

副 主 编：刘美霞 武 振 武洁青 刘洪娥 王洁凝 王广明 杜阳阳

编委会成员：

杨家骥 岑 岩 叶浩文 居理宏 王全良 孙大海 张 沂 刘东卫 伍止超  
樊则森 肖 明 宗德林 楚先锋 谷明旺 卢 求 虞向科 高 阳 邓文敏  
吕胜利 张 龙 李晓明 樊 骅 蒋勤俭 杨思忠 唐 芬 张淑凡 韩彦军  
白晓军 张 波

主要参加人员：（按姓氏字母排序）

蔡志成 曹新颖 陈 彤 段冠宇 范宏滨 付灿华 付学勇 甘生字 顾洪才  
郭 戈 郭 宁 郭剑永 胡 海 胡育科 江国胜 矫贵峰 康 庄 李丽红  
李世男 李斯文 李迎迎 李正茂 李忠富 林国海 林树枝 龙玉峰 陆海天  
马 涛 毛林海 那鲲鹏 齐祥然 钱嘉宏 全 威 尚 进 宋 兵 田春雨  
田宏有 王 蕴 王俊达 王世星 王双军 魏 勇 徐盛发 杨健康 叶 明  
余小溪 余亚超 喻 弟 喻迺秋 曾 强 张 迪 张 岩 张鸿斌 张明祥  
张书航 张文龄 赵 静 赵 钿 赵丰东 赵中宇 周 冲 周炳高 朱爱萍  
朱连吉 朱晓锋

## 发展装配式建筑正当时

随着我国经济社会发展的转型升级，特别是城镇化战略的加速推进，建筑业在改善人民居住环境、提升生活质量中的地位凸显。但遗憾的是，目前我国传统“粗放”的建造模式仍较普遍，一方面，生态环境严重破坏，资源能源低效利用；另一方面，建筑安全事故高发，建筑质量亦难以保障。因此，传统的工程建设模式亟待转型。

当前，全国各级建设主管部门和相关建设企业正在全面认真贯彻落实中央城镇化工作会议与中央城市工作会议的各项部署。大力发展装配式建筑是绿色、循环与低碳发展的必然要求，是提高绿色建筑和节能建筑建造水平的重要手段，不但体现了“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念，更是大力推进建设领域“供给侧结构性改革”、培育新兴产业、实现我国新型城镇化建设模式转变的重要途径。国内外的实践表明，装配式建筑优点显著，代表了当代先进建造技术的发展趋势，有利于提高生产效率、改善施工安全和工程质量，有利于提高建筑综合品质和性能，有利于减少用工、缩短工期、减少资源能源消耗、降低建筑垃圾和扬尘等。当前我国大力发展装配式建筑正当其时。

但是，各地在推进装配式建筑过程中，普遍反映对装配式建筑行业发展现状和趋势的把握还不够准确，对相关专业技术路径、体系和标准的理解还比较生疏。面对新生事物和新的挑战，我们需要积极借鉴别人的理论研究与实践成果，需要不断加强探索与学习，也需要及时归纳和总结自己的探索与实践。近年来，住房和城乡建设部住宅产业化促进中心坚持跟踪关注国内外装配式建筑领域的最新进展，坚持突出问题导向，坚持有针对性地组织国内权威专家开展相关专题研究，至今已累计开展了31个专题系列研究，本书就是汇总了相关专题的初步研究成果，其内容涉及面广，涵盖国内外装配式建筑领域的最新理论与实践，从政策制度、体制机制、技术体系、标准规范，再到钢结构、木结构、全装修等专项研究。本书旨在为加快推进我国装配式建筑的规模化发展提供有益的参考和借鉴，更好地指导各地建设主管部门推动装配式建筑发展，创新政策机制和监管模式；帮助装配式建筑全产业链企业，包括科研、咨询、设计、生产、施工、装修等单位，尽快了解并掌握装配式建筑技术规范，提高装配式建筑的组织效率、生产质量和产品性能，加快提升装配

式建筑的产业化与规模化发展。

本书尽管收集了大量资料，并汲取了多方面研究的精华，但由于时间仓促和能力所限，书中内容难免存在疏漏之处，特别是对有些专业方面情况的研究还不够全面深入，对有些统计数据和资料掌握也不够及时完整，恐难以准确客观反映国内外装配式建筑发展的全貌，这需要在今后工作中继续补充完善，也欢迎大家提出宝贵意见和建议。最后，向参与本书撰写及对书中内容作出贡献的各级领导、专家以及企业家们表示诚挚的感谢！

本书编委会

2016年5月

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 专题20 装配式混凝土建筑技术体系 ..... | 01 |
| 主要观点摘要.....             | 01 |
| 1 发展历史及借鉴.....          | 03 |
| 2 主要技术体系.....           | 05 |
| 3 主要问题.....             | 09 |
| 4 展望和建议.....            | 10 |
| 专题21 装配式混凝土建筑标准规范 ..... | 11 |
| 主要观点摘要.....             | 11 |
| 1 发展现状.....             | 13 |
| 2 主要问题及对策.....          | 21 |
| 3 标准规范体系的建议.....        | 24 |
| 4 标准体系的设置建议.....        | 25 |
| 专题22 装配式混凝土建筑设计 .....   | 45 |
| 主要观点摘要.....             | 45 |
| 1 发展现状.....             | 47 |
| 2 协同设计发展情况.....         | 48 |
| 3 标准化设计体系.....          | 53 |
| 4 模数及模数协调.....          | 55 |
| 5 住宅模块化设计体系.....        | 56 |
| 6 存在问题与瓶颈.....          | 64 |
| 7 发展对策及保障措施.....        | 66 |

## 专题23 装配式混凝土建筑施工安装 ..... 68

主要观点摘要..... 68

1 发展历程..... 70

2 发展现状..... 71

3 存在问题与瓶颈..... 72

4 发展建议..... 74

## 专题24 预制构件生产 ..... 75

主要观点摘要..... 75

1 生产情况..... 77

2 存在的问题与瓶颈..... 81

3 政策建议..... 84

## 专题25 预制构件运输与物流 ..... 86

主要观点摘要..... 86

1 发展现状..... 88

2 存在问题与瓶颈..... 95

3 发展思路与对策..... 99

## 专题26 预制构件生产线 ..... 108

主要观点摘要..... 108

1 发展历程..... 110

2 发展现状..... 111

3 存在问题与瓶颈..... 114

4 发展思路与对策..... 116

## 专题27 预制构件质量控制与标准化、通用化 ..... 120

主要观点摘要..... 120

1 影响构件的主要因素..... 122

2 标准化、通用化..... 125

3 质量控制..... 126

## 专题28 装配式建筑人才培养 ..... 128

主要观点摘要..... 128

1 现状及问题..... 130

2 装配式建筑人才需求分析..... 131

3 发展建议 ..... 132

## 专题29 装配式建筑企业发展模式 ..... 138

主要观点摘要..... 138

1 企业发展模式现状 ..... 140

2 存在的问题和瓶颈..... 142

3 发展思路与对策 ..... 145

## 专题30 装配式混凝土建筑建安成本增量分析 ..... 149

主要观点摘要..... 149

1 总体分析思路..... 151

2 增量成本统计分析..... 151

3 增量成本组成分析..... 152

4 引发增量的原因分析..... 155

5 降低增量的路径分析..... 161

6 政策建议..... 166

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 专题31 装配式混凝土建筑综合效益分析 ..... | 174 |
| 主要观点摘要 .....              | 174 |
| 1 节能减排效益分析总体思路 .....      | 175 |
| 2 建造阶段资源能源消耗对比 .....      | 175 |
| 3 建造阶段粉尘和噪声排放对比 .....     | 182 |
| 4 建造阶段碳排放对比分析 .....       | 184 |
| 5 经济效益和社会效益分析 .....       | 186 |
| 6 政策建议 .....              | 188 |

## 主要观点摘要

### 一、装配式混凝土建筑主要技术体系

目前的装配式混凝土技术体系从结构形式主要可以分为剪力墙结构、框架结构、框架-剪力墙结构、框架-核心筒结构等。目前应用最多的是剪力墙结构体系,其次是框架结构、框架-剪力墙结构体系。

#### 1. 装配式剪力墙结构技术体系

(1) 装配整体式剪力墙结构应用较多,适用建筑高度较大;(2) 目前叠合板剪力墙主要应用于多层建筑或者低烈度区的中高层建筑中;(3) 多层剪力墙结构目前应用较少,但基于其施工高效、简便的特点,在低多层建筑领域中前景广阔。

#### 2. 装配式混凝土框架结构

(1) 连接节点单一、简单,结构构件的连接可靠并容易得到保证,方便采用等同现浇的设计概念;(2) 框架结构布置灵活,容易满足不同的建筑功能需求;(3) 结合外墙板、内墙板及预制楼板或预制叠合楼板应用,预制率可以达到很高水平,适合建筑工业化发展。

由于技术和使用习惯等原因,我国装配式框架结构的适用高度较低,适用于低层、多层建筑,其最大适用高度低于剪力墙结构及框架-剪力墙结构。

#### 3. 装配式框架-剪力墙结构体系

(1) 兼有框架结构和剪力墙结构的特点,体系中剪力墙和框架布置灵活,易实现大空间,适用高度较高;(2) 可以满足不同建筑功能的要求,可广泛应用于居住建筑、商业建筑、办公建筑、工业厂房等,利于用户个性化室内空间的改造。

### 二、问题

1. 目前还没有形成适合不同地区、不同抗震等级要求,围护体系适宜、施工简便、

工艺工法成熟、适宜规模推广的通用技术体系。

2. 涉及全装配及高层框架结构的研究与实践不足，与国外差距较大。

3. 装配式建筑减震隔震技术及高强材料和预应力技术有待深入研究和应用推广。

4. 从结构设计方面，主要借鉴日本的“等同现浇”概念，以装配整体式剪力墙结构为主，节点和接缝较多且连接构造比较复杂。

5. 对材料性能、连接技术和结构体系的基础研究不足。由于我国装配式建筑仍处于发展初期，其实际应用效果、材料的耐久性、外墙节点的防水性能和保温性能、结构体系抗震性能都没有经过较长时间的检验。

### 三、建议

1. 鼓励企业探索适用于自身发展的装配式建筑技术体系研究，逐步形成适用范围更广的通用技术体系，推进规模化应用，降低成本，提高效率。

2. 深入研究结构节点连接技术和外围护技术等关键技术，形成成熟的解决方案并推广应用。

3. 探索与装配式建筑相适应的工艺工法，把成熟适用的工艺工法上升到标准规范层面，为大规模推广奠定基础。

4. 进一步研究包括叠合板剪力墙结构、全装配框架结构在内的一系列创新性技术体系。

5. 对成熟适用结构体系、节点连接技术加大推广力度。

6. 对目前尚不成熟的结构体系，应加快进行研发论证。

### 四、各结构体系的典型项目

1. 剪力墙结构：全国有大批高层住宅项目，位于北京、上海、深圳、合肥、沈阳、哈尔滨、济南、长沙、南通等城市。这些项目主要应用了剪力墙套筒连接技术、宝业叠合剪力墙技术、宇辉约束浆锚剪力墙技术及中南NPC剪力墙结构技术等。

2. 框架结构：福建建超集团建超服务中心1号楼工程；中国第一汽车集团装配式停车楼；南京万科上坊保障房6-05栋楼。

3. 框架-剪力墙结构：上海城建浦江PC保障房项目；龙信集团龙馨家园老年公寓。

## 1 发展历史及借鉴

我国预制混凝土构件行业已有近60年的历史。早在20世纪50年代,为了配合新中国成立初期大规模建造工业厂房的需求,由中国建筑标准设计研究院负责出版的单层工业厂房的标准图集,就是一整套全装配混凝土排架结构的系列图集。它是由预制变截面柱、大跨度预制工字型截面屋面梁、预制屋顶桁架、大型预制屋面板以及预制吊车梁等一系列配套预制构件组成的一套完整体系。此套图集沿用至今,指导建成厂房面积达6亿 $\text{m}^2$ 之多,为我国的工业建设作出了巨大的贡献。

随后,我国逐步进入建设的高峰时期。20世纪50年代末~60年代中期,装配式混凝土建筑出现了第一次发展高潮。1959年引入的苏联拉姑钦科薄壁深梁式装配式混凝土大板建筑,以3~5层的多层居住建筑为主建成面积约90万 $\text{m}^2$ ,其中北京约50万 $\text{m}^2$ 。

70年代末~80年代末,我国进入住宅建设的高峰期,装配式混凝土建筑迎来了它的第二个发展高潮,并进入迅速发展阶段。此阶段的装配式混凝土建筑,以全装配大板居住建筑为代表,包括钢筋混凝土大板、少筋混凝土大板、振动砖墙板、粉煤灰大板、内板外砖等多种形式。总建造面积约700万 $\text{m}^2$ ,其中北京约386万 $\text{m}^2$ 。此时的大板建筑开始向高层发展,最高建筑是北京八里庄的18层大板住宅试点项目。

这一时期的装配式大板建筑主要借鉴苏联和东欧的技术,由于技术体系、设计思路、材料工艺及施工质量等多方面原因导致了许多问题,主要表现在:

(1) 80年代末期,中国进入市场经济阶段,大批农民工开始涌入城市,他们作为廉价的劳动力步入建筑业,随着商品混凝土的兴起,原有的预制构件缺少性价比的优势。

(2) 原有的装配式大板建筑由于强调全预制,结构的整体性能主要是依靠剪力墙体的对正贯通、规则布置来实现的,使得建筑功能欠佳,体型、立面和户型均单一。住宅建筑在市场化新形势下,原有的定型产品不能满足建筑师和居民对住宅多样化的要求。

(3) 受当时的技术、材料、工艺和设备等条件的限制,已建成的装配式大板建筑的防水、保温隔热、隔声等物理性能问题开始显现,渗、漏、裂、冷等问题引起居民不满。

此后,中国的装配式结构开始迅速滑坡,到90年代初,现浇结构由于其成本较低、无接缝漏水问题、建筑平立面布置灵活等优势迅速取代了装配式混凝土建筑,预制构件行业面临市场疲软、产品滞销,构件厂纷纷倒闭。有关装配式混凝土建筑的研究及应用在我国建筑领域基本消亡。虽然在1991年,原《装配式大板居住建筑结构和施工暂行规定》JGJ1-79经过大量的基础理论和试验研究工作历时10年完成了修编,更名为《装配式大板居住建筑设计和施工规程》JGJ1-91(以下简称JGJ1-91),自1991年10月1日开始实施,但从发布之日起,该规程基本无人问津。

20世纪末开始尤其是近十年,由于劳动力数量下降和成本提高,以及建筑业“四节一环保”的可持续发展要求,装配式混凝土建筑作为建筑产业现代化的主要形式,又开始迅速发展。同时,设计水平、材料研发、施工技术的进步也为建筑式混凝土结构的发展提供了有利条件。在市场和政府双重推动下,装配式混凝土建筑的研究和工程实践成为建筑业发展的新热点。为了避免重蹈20世纪八九十年代的覆辙,国内众多企业、大专院校、科研院所开展了比较广泛的研究和工程实践。在引入欧美、日本等发达国家的现代化技术体系的基础上,完成了大量的理论研究、结构试验研究、生产装备研究、施工装备和工艺研究,初步开发了一系列适用于我国国情的建筑结构技术体系。为了配合和推广装配式混凝土建筑应用,国家和许多省市发布了相应的技术标准和鼓励政策。

与国外相比,我国装配式混凝土建筑的发展主要有以下特点:

(1) 由于住宅建设尤其是保障性住房建设的大量需求,装配式混凝土建筑以剪力墙结



(a) 京投万科新里程(钢筋套筒灌浆连接)



(b) 宇辉滨湖桂园安置房(钢筋浆锚搭接连接)



(c) 中南世纪城工程(波纹管浆锚搭接连接)



(d) 合肥西伟德试点楼(叠合板)

图20-1 我国装配整体式剪力墙结构工程应用

构体系为主。近些年来装配式剪力墙结构体系发展迅速,应用量不断攀升,涌现出不同特点的装配式剪力墙结构技术,如套筒灌浆连接技术、浆锚搭接连接技术、预制外挂墙板、叠合剪力墙等。在北京、上海、天津、哈尔滨、沈阳、唐山、合肥、南通、深圳等诸多大城市中均有较大规模的应用。图20-1为装配式剪力墙结构的工程应用实例。

(2) 由于装配式剪力墙结构在国外很少应用到高层建筑,因此,我国的装配式剪力墙结构是在借鉴装配式大板建筑和国外引进的一些钢筋连接、节点构造技术基础上,自主研发的结构体系。

## 2 主要技术体系

从结构形式角度,装配式混凝土建筑主要有剪力墙结构、框架结构、框架-剪力墙结构、框架-核心筒结构等结构体系。

按照结构中预制混凝土的应用部位可分为:(1) 竖向承重构件采用现浇结构,外围护墙、内隔墙、楼板、楼梯等采用预制构件;(2) 部分竖向承重结构构件以及外围护墙、内隔墙、楼板、楼梯等采用预制构件;(3) 全部竖向承重结构、水平构件和非结构构件均采用预制构件。

以上三种装配式混凝土建筑结构的预制率由低到高,施工安装的难度也逐渐增加,是循序渐进的发展过程。目前三种方式均有应用。其中,第1种从结构设计、受力和施工的角度,与现浇结构更接近。下文中主要对竖向构件部分或者全部采用预制构件的类型进行梳理和说明。

按照结构中主要预制承重构件连接方式的整体性能,可区分为装配整体式混凝土结构和全装配式混凝土结构。前者以钢筋和后浇混凝土为主要连接方式,性能等同或者接近于现浇结构,参照现浇结构进行设计;后者预制构件间可采用干式连接方法,安装简单方便,但设计方法与通常的现浇混凝土结构有较大区别,研究工作尚不充分。

各结构形式中,按照体系构成、装配方式、关键连接做法等主要技术特征对各种技术体系区分说明。

### 2.1 装配式剪力墙结构技术体系

典型项目:全国有大批高层住宅项目,位于北京、上海、深圳、合肥、沈阳、哈尔滨、济南、长沙、南通等城市。

按照主要受力构件的预制及连接方式,国内的装配式剪力墙结构可以分为:装配整体式剪力墙结构;叠合剪力墙结构;多层剪力墙结构。装配整体式剪力墙结构应用较多,适

用的建筑高度大；叠合板剪力墙目前主要应用于多层建筑或者低烈度区高层建筑中；多层剪力墙结构目前应用较少，但基于其高效、简便的特点，在新型城镇化的推进过程中前景广阔。

此外，还有一种应用较多的剪力墙结构工业化建筑形式，即结构主体采用现浇剪力墙结构，外墙、楼梯、楼板、隔墙等采用预制构件。这种方式在我国南方部分省市应用较多，结构设计方法与现浇结构基本相同，装配率、工业化程度较低。

### 2.1.1 装配整体式剪力墙结构体系

装配整体式剪力墙结构中，全部或者部分剪力墙（一般多为外墙）采用预制构件，构件之间拼缝采用湿式连接，结构性能和现浇结构基本一致，主要按照现浇结构的设计方法进行设计。结构一般采用预制叠合板，预制楼梯，各层楼面和屋面设置水平现浇带或者圈梁。预制墙中竖向接缝对剪力墙刚度有一定影响，为了安全起见，结构整体适用高度有所降低。在8度（0.3g）及以下抗震设防烈度地区，对比同级别抗震设防烈度的现浇剪力墙结构最大适用高度通常降低10m，当预制剪力墙底部承担总剪力超过80%时，建筑适用高度降低20m。

目前，国内的装配整体式剪力墙结构体系中，关键技术在于剪力墙构件之间的接缝连接形式。预制墙体竖向接缝基本采用后浇混凝土区段连接，墙板水平钢筋在后浇段内锚固或者搭接。预制剪力墙水平接缝处及竖向钢筋的连接划分为以下几种：

- （1）竖向钢筋采用套筒灌浆连接、拼缝采用灌浆料填充。
- （2）竖向钢筋采用螺旋箍筋约束浆锚搭接连接、拼缝采用灌浆料填充。
- （3）竖向钢筋采用金属波纹管浆锚搭接连接、拼缝采用灌浆料填充。
- （4）竖向钢筋采用套筒灌浆连接结合预留后浇区搭接连接。

（5）其他方式，包括竖向钢筋在水平后浇带内采用环套钢筋搭接连接；竖向钢筋采用挤压套筒、锥套锁紧等机械连接方式并预留混凝土后浇段；竖向钢筋采用型钢辅助连接或者预埋件螺栓连接等。

其中，（1）～（4）为相对成熟，应用较广泛。钢筋套筒灌浆连接技术成熟，已有相关行业和地方标准，但由于成本相对较高且对施工要求也较高，因此通常采用竖向分布钢筋其他等效连接形式；钢筋浆锚搭接连接技术成本较低，目前的工程应用通常为剪力墙全截面竖向分布钢筋逐根连接；螺旋箍筋约束钢筋浆锚搭接和金属波纹管钢筋浆锚搭接连接技术是目前应用较多的钢筋间接搭接连接两种主要形式，各有优缺点，已有相关地方标准。底部预留后浇区钢筋搭接连接剪力墙技术体系尚处于深入研发阶段，该技术由于其剪力墙竖向钢筋采用搭接、套筒灌浆连接技术进行逐根连接，技术简便，成本较低，但增加了模板和后浇混凝土工作量，还要采取措施保证后浇混凝土的质量，暂未纳入现行标准

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014中。

### 2.1.2 叠合板混凝土剪力墙结构体系

叠合板混凝土剪力墙结构是典型的引进技术,为了适用于我国的要求,尚在进行进一步的改良、技术研发中。安徽省已有相关地方标准,适用于抗震设防烈度为7度及以下地区和非抗震区,房屋高度不超过60m、层数在18层以内的混凝土建筑结构。抗震区结构设计应注重边缘构件的设计和构造。目前,叠合板式剪力墙结构应用于多层建筑结构,其边缘构件的设计可以适当简化,使传统的叠合板式剪力墙结构在多层建筑中广泛应用,并且能够充分体现其工业化程度高、施工便捷、质量好的特点。

### 2.1.3 多层剪力墙结构体系

多层装配式剪力墙结构技术适用于6层及以下的丙类建筑,3层及以下的建筑结构甚至可采用多样化的全装配式剪力墙结构技术体系。随着我国城镇化的稳步推进,多样化的低层、多层装配式剪力墙结构技术体系今后将在我国乡镇及小城市得到大量应用,具有良好的研发和应用前景。

### 2.1.4 现浇剪力墙结构工业化技术体系

现浇剪力墙结构配外挂墙板技术体系的主体结构为现浇结构,其适用高度、结构计算和设计构造完全可以遵循与现浇剪力墙相同的原则。现浇剪力墙配外挂墙板结构技术体系的整体工业化程度较低,是预制混凝土建筑的初级应用形式,对于推进建筑工业化和建筑产业现代化有一定的促进作用。今后要逐步实现现浇剪力墙结构向预制装配式剪力墙结构的转变。

## 2.2 装配式混凝土框架结构

典型项目:福建建超集团建超服务中心1号楼工程;中国第一汽车集团装配式停车楼;南京万科上坊保障房6-05栋楼。

相对于其他结构体系,装配式混凝土框架结构的主要特点是:连接节点单一、简单,结构构件的连接可靠并容易得到保证,方便采用等同现浇的设计概念;框架结构布置灵活,容易满足不同的建筑功能需求;结合外墙板、内墙板及预制楼板或预制叠合楼板应用,预制率可以达到很高水平,适合建筑工业化发展。

目前国内研究和应用的装配式混凝土框架结构,根据构件形式及连接形式,可大致分为以下几种:

(1) 框架柱现浇,梁、楼板、楼梯等采用预制叠合构件或预制构件,是装配式混凝土框架结构的初级技术体系。

(2) 在上述体系中采用预制框架柱,节点刚性连接,性能接近于现浇框架结构。根据