

预制装配式建筑施工技术系列丛书

预制装配式 —— 建筑施工要点集 ——

YUZHIZHUANGPEISHI
JIANZHU SHIGONG YAODIANJI

中国建设教育协会 主编
远大住宅工业集团股份有限公司

非外借



远大住工

中国建筑工业出版社

预制装配式建筑施工技术系列丛书

预制装配式建筑施工要点集

中国建设教育协会
远大住宅工业集团股份有限公司 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

预制装配式建筑施工要点集/中国建设教育协会, 远大住宅工业集团股份有限公司主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2017. 12

(预制装配式建筑施工技术系列丛书)

ISBN 978-7-112-21656-7

I. ①预… II. ①中… ②远… III. ①预制结构-装配式构件-工程施工 IV. ①TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 309414 号

当前我国大力发展装配式建筑正当其时。本书汇总了长沙远大住宅工业集团二十多年来的研究成果, 涵盖了装配式建筑施工过程中的“设计及施工策划”、“主体施工”、“防水施工”、“整体浴室安装”等内容。旨在为我国装配式建筑施工技术的发展提供些许有益的参考和借鉴, 帮助行业范围内的其他单位更好地了解装配式建筑施工工艺, 并以此为切入, 对设计、生产、施工等全流程进行更加高效地管控, 最终助力预制混凝土装配式建筑产业化与规模化的快速发展。

* * *

责任编辑: 李 明 李 杰

责任设计: 李志立

责任校对: 李欣慰

预制装配式建筑施工技术系列丛书

预制装配式建筑施工要点集

中国建设教育协会

远大住宅工业集团股份有限公司

主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 20½ 字数: 496 千字

2018 年 1 月第一版 2018 年 3 月第二次印刷

定价: 60.00 元

ISBN 978-7-112-21656-7

(31182)

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)

主编单位：中国建设教育协会

远大住宅工业集团股份有限公司

编写人员：唐 芬 赵 彬 谭新明 李海波

龙坪峰 何 磊 王雅明 柳四兵

邓华青 童方平 何仕雄 向 前

喻晓霞 张德春 张志明 刘 钊

吴 勇 许 维

前 言

随着我国经济进入新常态，供给侧结构性改革也步入了加速推进阶段，在这个新的时期，传统建筑业“粗放”、高能耗、高污染的建造模式亟待转型。如何才能降低建造过程中的能耗，如何才能减少施工过程中的污染，如何才能更加高效地组织施工流程，成为新的时代背景下建筑行业需要重点思考的问题。装配式建筑因其节能、环保、高效等特征，成为当下我国各方关注的焦点。中共中央国务院《关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》（中发〔2016〕6号）提出，力争用10年左右时间，使装配式建筑占新建建筑面积的比例达到30%。

然而，作为新生事物，装配式建筑施工的核心在于构件装配以及综合的全过程四维化组织设计，这与传统施工模式中的浇筑和三维组织有着本质性的差异。各地在推进装配式建筑项目时，由于施工技术不成熟、经验积累不足、相关机具准备不够充分等，常出现建筑工期、建筑质量受影响等问题。

在此背景下，编者通过梳理长沙远大住宅工业集团二十多年来的研究成果，总结了适用于现阶段我国装配式建筑施工的相关经验，涵盖了装配式建筑施工过程中的“设计及施工策划”、“主体施工”、“防水施工”、“整体浴室安装”等多个内容。旨在为我国装配式建筑施工技术的发展提供些许有益的参考和借鉴，帮助行业范围内的其他单位更好地了解装配式建筑施工工艺，并以此为切入，对设计、生产、施工等全流程进行更加高效地管控，最终助力预制混凝土装配式建筑产业化与规模化的快速发展。

本书编写过程中，搜集了大量资料，参考了当前国家施行的设计、施工、检验和生产标准，并汲取了多方研究的精华，引用了有关专业书籍的部分数据和资料。不过由于时间仓促和能力所限，书中内容必然存在疏漏。特别是当前我国装配式建筑体系发展迅速，相应的规范标准、数据资料，以及相关技术都在不断推陈出新，加之各地政府的管理措施和不同体系下的施工手段也不尽相同。因此，若是在阅读过程中发现有不足乃至错误之处，也恳请读者提出宝贵的意见与建议。最后，在此向参与本书编撰以及对本书内容有所帮助的各级领导、专家表示最诚挚的感谢！

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 预制装配式建筑的概念	1
1.1.1 什么是预制装配式建筑	1
1.1.2 预制装配式建筑的发展历程	2
1.2 预制装配式建筑的技术特征	5
1.2.1 预制装配式建筑施工与传统施工的区别	5
1.2.2 预制装配式建筑的建造流程	8
1.2.3 预制装配式建筑施工的技术要点	12
1.3 国内外预制装配式建筑的发展状况	13
1.3.1 国外预制装配式建筑的主要发展状况	13
1.3.2 国内预制装配式建筑的发展现状及举措	16
第 2 章 设计及施工策划	25
2.1 装配式建筑设计理念	25
2.2 PC 深化设计需考虑的施工因素	27
2.2.1 起重设备	27
2.2.2 吊装顺序	27
2.2.3 支撑固定方式	29
2.2.4 模板体系	30
2.2.5 外围护设施	33
2.3 常用 PC 构件连接节点	36
2.3.1 外墙挂板节点	36
2.3.2 楼板节点	36
2.3.3 楼板拼缝节点	37
2.3.4 楼梯节点	38
2.3.5 预制剪力墙（外墙板）节点	39
2.3.6 预制叠合梁节点	40
2.4 施工策划	40
2.4.1 装配式建筑施工现场平面布置注意事项	41
2.4.2 预制构件起重设备	42
2.4.3 预制构件吊装策划	43
2.4.4 斜支撑布置	47

2.4.5	水平构件支撑体系的选择	48
2.4.6	模板的选择	50
2.4.7	外防护的选择	52
2.5	标准层装配施工流程	56
2.5.1	流程图	56
2.5.2	工况图	58
2.6	吊装工具及材料	77
2.6.1	材料说明	77
2.6.2	吊装工具材料清单	77
2.6.3	设备清单	79
2.6.4	常用吊装工具	79
2.6.5	常用吊装用辅材及设备图例	82
2.7	PC 构件物流组织	84
2.7.1	PC 构件存放	84
2.7.2	PC 构件装车	87
2.7.3	起吊装车	89
2.7.4	运输要求	90
2.7.5	卸车要求	91
第3章	主体施工	92
3.1	PC 构件吊装	92
3.1.1	常见 PC 构件识别	93
3.1.2	吊装工艺	98
3.2	钢筋工程	118
3.2.1	柱钢筋	118
3.2.2	叠合梁钢筋	119
3.2.3	叠合板负筋	124
3.3	叠合板底支撑	125
3.3.1	独立式三脚架支撑	125
3.3.2	盘扣式支撑	130
3.3.3	键槽式支撑	134
3.3.4	钢管扣件式支撑	139
3.4	防护及外挂操作平台	142
3.4.1	外挂架作业平台	142
3.4.2	工具式防护架	162
3.4.3	导轨附着式升降脚手架	167
3.4.4	落地式脚手架	174
3.4.5	门式脚手架	176
3.4.6	悬挑脚手架	179

3.4.7 三角防护架 181

3.5 模板施工技术 182

3.5.1 铝合金模板 182

3.5.2 组合大模板 198

3.5.3 塑料模板 201

3.5.4 木模板 207

3.6 PC 墙板套筒灌浆 210

3.6.1 材料、机具介绍 211

3.6.2 注意事项及应做的试验、检验 212

3.6.3 材料制备 213

3.6.4 分仓法灌浆 213

3.6.5 单点法灌浆 216

3.7 管线预留预埋 217

3.7.1 管线预埋设计要点 218

3.7.2 预制构件中的管线预埋 219

3.7.3 现场管线连接 222

3.8 内墙拼缝处理 229

3.8.1 内墙拼缝的类型及相应位置 229

3.8.2 装配式建筑 PC 构件接缝材料及拌制 231

3.8.3 装配式建筑 PC 构件接缝处理前期工作要求 232

3.8.4 PC 构件竖向接缝工艺及方法 232

3.8.5 叠合楼板板底水平拼缝施工要点 234

3.8.6 内墙板与地面水平拼缝施工要点 235

3.8.7 内墙板与剪力墙拼缝施工要点 235

3.8.8 其他一些 PC 构件拼缝部位 236

3.8.9 拼缝处理注意事项 236

3.8.10 拼缝处理质量要求 236

第 4 章 防水施工 237

4.1 常用防水材料 237

4.1.1 防水密封材料的分类 237

4.1.2 西卡高性能 PC 专用聚氨酯外墙密封胶产品 238

4.1.3 安泰-改性硅烷密封胶 352 239

4.2 外墙防水密封胶施工 240

4.2.1 外墙板缝防水一般要求 241

4.2.2 外墙板缝防水材料的选型 241

4.2.3 外墙防水胶防水施工要点 242

4.2.4 外墙拼缝基层施工要点 245

4.2.5 底涂施工要点 245

4.2.6	密封胶施工要点	245
4.2.7	外墙缝排水管安装要点	246
4.2.8	外墙防水的其他控制措施	248
4.2.9	外墙拼缝节点处理施工示意图	249
4.3	外窗防水施工	250
4.3.1	外窗防水所采用的材料	251
4.3.2	外窗防水施工要点	251
4.4	厨房、阳台防水施工	254
4.4.1	厨房、阳台防水施工前期准备工作	254
4.4.2	厨房、阳台防水采用材料	254
4.4.3	施工工艺	254
4.4.4	整体沉箱式卫生间 PC 构件的现场应用	257
4.4.5	重点部位防水节点处理施工	257
4.4.6	各种管井、管道口、洞口处理措施	259
第5章	整体浴室安装	260
5.1	防水盘的安装	264
5.1.1	防水盘安装方式确认	264
5.1.2	防水盘定位	267
5.1.3	排污管安装	269
5.1.4	地漏排水管的安装	271
5.1.5	面盆排水管的安装	277
5.1.6	排污法兰的安装	279
5.1.7	防水盘安装注意事项	280
5.2	壁板的安装	281
5.2.1	墙板拼接成浴室壁板	281
5.2.2	给排水安装	283
5.2.3	墙板与底盘的固定	286
5.2.4	壁板阴角的连接	287
5.2.5	浴室门的安装	288
5.3	顶板的安装	290
5.4	浴室部件的安装	290
5.4.1	坐便器的安装	291
5.4.2	浴帘的安装	292
5.4.3	毛巾架、浴巾架的安装	292
5.4.4	卷纸器、置物架的安装	292
5.4.5	化妆镜的安装	293
5.4.6	排气扇的安装	293
5.5	整体浴室与外部接口及预留预埋	294

5.5.1 整体浴室与建筑专业的关系 294

5.5.2 整体浴室与装饰、装修的关系 296

5.5.3 整体浴室与水暖、电气专业的关系 299

5.5.4 整体浴室的预留预埋设计 300

5.6 整体浴室平面方案参考 301

附录 A 预制装配式建筑工厂生产运输示意图 303

附录 B 预制装配式建筑施工现场吊装示意图 307

附录 C 远大预制装配式建筑项目成果图 310

参考文献 317

第 1 章 概述

1.1 预制装配式建筑的概念

1.1.1 什么是预制装配式建筑

我国建筑业现阶段主要采用的是现场浇筑混凝土施工的传统方式，即从搭设脚手架、支设模板、绑扎钢筋到混凝土浇筑，大部分工作都在施工现场完成，虽然对城乡建设快速发展作出了很大的贡献，但材料浪费大，施工现场脏、乱、差，产生的建筑垃圾多，对环境造成严重污染，施工质量和安全难以保障，水资源消耗量大，劳动力成本高。为改变这种粗放式的湿法作业建造方式，中共中央、国务院在《关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》中明确要求：大力推广装配式建筑，减少建筑垃圾和扬尘污染，缩短建造工期，提升工程质量。要求制定装配式建筑设计、施工和验收规范。完善部品部件标准，实现建筑部品部件工厂化生产。鼓励建筑企业装配式施工，现场装配。建设国家级装配式建筑生产基地。加大政策支持力度，力争用 10 年左右时间，使装配式建筑占新建建筑的比例达到 30%。

预制装配式建筑（图 1-1），是指由工厂生产预制混凝土构件，然后通过相应的运输

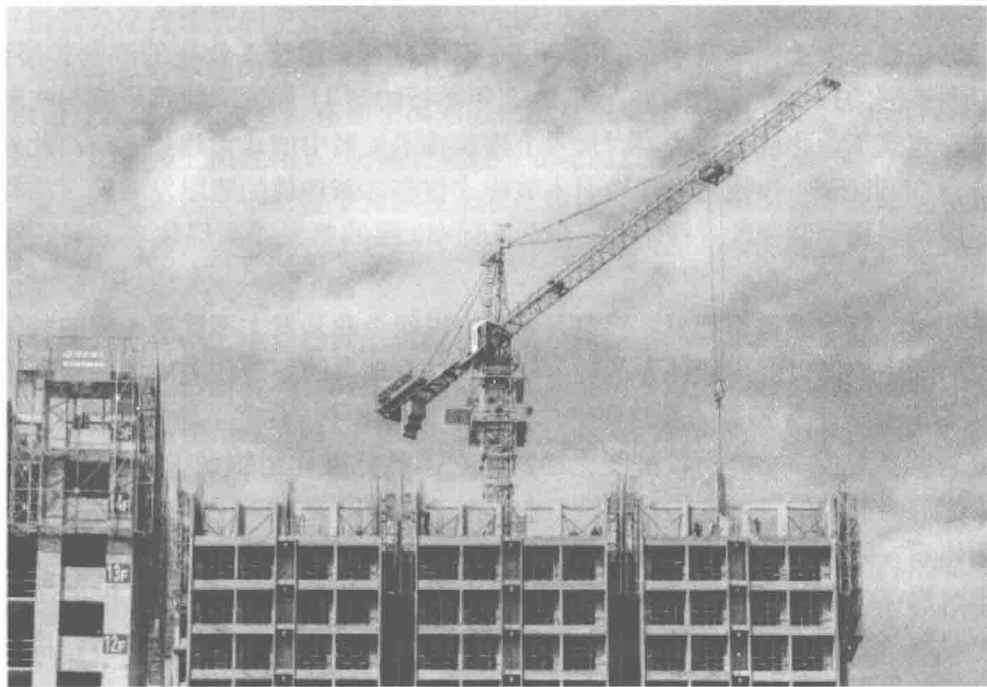


图 1-1 预制装配式建筑施工现场

方式运到现场,采用可靠的安装方式装配而成的混凝土结构,包括预制装配整体式混凝土结构、全预制装配式混凝土结构等,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。

全预制装配式建筑是指所有结构构件均在工厂内生产,运至现场进行装配。全预制装配式结构通常采用柔性连接技术,所谓柔性连接是指连接部位抗弯能力比预制构件低,地震作用下弹塑性变形通常发生在连接处,而梁柱构件本身不会破坏,变形在弹性范围内,因此,结构恢复性能好,震后只需对连接部位进行修复即可继续使用,具有较好的经济性能。

预制装配整体式建筑是指部分结构构件在工厂内生产,如:预制外墙、预制内隔墙、半预制露台、半预制楼板,半预制梁、预制楼梯等预制构件运至现场后,与主要竖向承重构件(预制或现浇梁柱、剪力墙等)通过叠合层现浇楼板浇筑成整体的结构体系。预制装配整体式结构通常采用强连接节点,强连接的装配式结构在地震中依靠构件截面的非弹性变形耗能能力,能够达到与现浇混凝土结构相同或相近的抗震能力,具有良好的整体性能,具有足够的强度、刚度和延性,能安全抵抗地震力且具有良好的经济性。本文后面章节介绍的装配式建筑施工要点主要是针对预制装配整体式建筑的施工。

1.1.2 预制装配式建筑的发展历程

1.1.2.1 国外预制装配式建筑的发展历程

西欧是预制装配式建筑的发源地。早在 1891 年,法国巴黎的 Ed. Coigent 公司就首次在 Biarritz 的俱乐部建筑中使用装配式混凝土的构件。20 世纪 50 年代,为了解决第二次世界大战后住房紧张和劳动力严重不足的问题,欧洲的一些发达国家大力发展预制装配式建筑,掀起了建筑工业化的高潮。20 世纪 60 年代左右,建筑工业化的浪潮扩展到美国、加拿大以及亚洲的日本等发达国家。在 1989 年举行的第 11 届国际建筑研究与文献委员会的大会上,建筑工业化就被列为当时世界上建筑技术发展中的八大趋势之一。此外,亚洲的新加坡自 20 世纪 90 年代初也开始引入装配式住宅,新加坡的建屋发展局(简称 HDB)开发的组屋均采用预制装配式技术,一般为 15~30 层的单元式高层住宅,现已发展得较成熟。

在装配式建筑的发展历程中,瑞典开始是由民间企业开发大型混凝土板的装配式住宅体系,之后大力发展以通用部件为基础的体系。目前瑞典的新建住宅中,采用通用部件的住宅占到了 80% 以上。瑞典的新建住宅单位面积能耗比传统住宅节约 2/3 以上。

丹麦是世界上第一个将模数法制化的国家,国际标准化组织的 ISO 模数协调标准就是以丹麦标准为蓝本的。丹麦推行建筑工业化的途径是开发以采用“产品目录设计”为中心的通用体系,同时比较注意在通用化的基础上实现多样化。

日本政府在 1955 年就提出了“住宅十年计划”,并在随后每隔 3~5 年进行修订,并在立法上对预制装配式建筑给予税收、财政以及技术规范、标准方面的支持。目前,日本装配式建筑的发展在亚洲处于领先地位,建筑工业化也处于世界先进水平。

美国预制/预应力混凝土协会(PCI)长期研究与推广预制建筑,预制混凝土的相关

标准规范也很完善，所以其装配式混凝土建筑应用非常普遍。美国的预制建筑主要包括建筑预制外墙和结构预制构件两大系列，预制构件的共同特点是大型化和预应力相结合，可优化结构配筋和连接构造，减少制作和安装工作量，缩短施工工期，充分体现工业化、标准化和技术经济性特征。

目前，美国、日本、新西兰等国均有相应的装配式混凝土结构技术规程。美国联邦政府和城市发展部颁布了美国工业化住宅建设和安全标准，（简称 HUD 标准）。

现阶段，发达国家的预制装配式混凝土结构在混凝土结构建筑中所占比例，美国约为 35%，欧洲占 35%~40%，日本则超过 50%。

归纳起来，发达国家和地区装配式住宅发展大致经历了三个阶段：（1）初期阶段，解决的重点是建立工业化生产（建造）体系；（2）发展阶段，解决的重点是提高产品（住宅）的质量和性价比；（3）成熟期，解决的重点是进一步降低住宅的物耗和环境负荷，发展绿色住宅并解决多样化、个性化、低碳环保等问题。各国按照各自的特点，选择了不同的装配式住宅发展道路和方式。

1.1.2.2 中国内地预制装配式建筑的发展历程

1. 发展初期

发展初期主要是从 1950~1976 年，这一时期我国全面学习苏联，应用领域从工业建筑和公共建筑，逐步发展到居住建筑。各种预制屋面梁、吊车梁、预制屋面板、预制空心楼板以及大板建筑等应用于工程建设中。以现在的标准来评估，我国内地当时的预制装配式建筑技术还是比较落后、建筑工业化整体水平低，存在着构件跨度小、承载能力低、整体性不好、延性不好等问题。

这一时期的主要特点表现为：

（1）预制装配式建筑的主要技术来源是苏联，和当时的国际平均水平的差距不大。在原建筑工程部苏联专家组的影响下，原建筑工程部起草了《关于加强和发展建筑工业的决定》，并以国务院的名义发布，在新中国的历史上首次提出了“三化”（建筑设计标准化、构件生产工厂化、施工机械化），明确了建筑工业化的发展方向。

（2）大规模基本建设中彰显了预制技术的优越性。尤其是早期在工业建筑和公共建筑领域的应用效果明显，对节约三大材料（当时对钢筋、木材和水泥的统称）起到了积极的推进作用。

（3）科学研究跟不上项目的建设的速度。许多技术没经过科学的验证和分析，多种专用材料（如绝热材料、密封材料、防水材料等）的性能尚不过关，造成外墙渗漏、墙体冬季因冷桥而室内结露，使得这个时期建造的装配式建筑物质量低劣，饱受诟病，后因使用质量不佳很多被拆除。

2. 发展起伏期

发展起伏期大体上是从 1976~1995 年，即“五五”到“八五”。这个时期经历了装配式建筑的停滞、一股潮式的发展、再停滞的起伏波动。20 世纪 80 年代，住房开始推行市场化的供给形式，建设规模空前迅猛，加上国家改革开放的大背景下大批农民工进城务工，现浇模式凭借自身的优势逐渐成为建筑业的主流。

这一时期的主要特点表现为：

(1) 1978 年, 改革开放以后, 我国在总结前 20 年建筑工业化发展的基础上进一步提出“四化、三改、两加强”。20 世纪 80 年代至 90 年代初, 我国建筑工业化加速发展, 标准化体系快速建立, 北方地区逐渐形成了通用的全装配化住宅体系, 北京、上海、天津、沈阳等多地采用装配式建筑技术建设了较大规模的居住小区。1991 年原建设部颁布行业标准《装配式大板居住建筑设计和施工规程》JGJ 1—1991。

(2) 20 世纪 80 年代初期, 现浇体系进入中国, 预拌混凝土应运而生, 结构的抗侧力能力进一步提升, 建筑向高层发展。

(3) 20 世纪 80 年代末期至 90 年代初期, 防水、冷桥、隔声等一系列技术质量问题逐渐暴露, 同时改革开放带来的商品住宅个性化要求不断提高, 装配式建筑的发展再次骤然止步。

3. 发展提升期

1996 年至今, 预制装配式建筑进入发展提升期, 随着时代和科技的前进, 建筑业面临巨大的挑战, 改革刻不容缓。特别是最近十年, 受建筑产品品质、施工生产安全、可持续建设以及从事体力劳动的人力资源紧张等问题的影响, 业内人士逐渐意识到, 长期以来以现场手工作业为主的传统生产方式不能再继续下去了, 装配式建筑的发展重新引起了关注。从建筑业转型发展的角度出发, 采用工业化方式建造建筑, 实现建筑设计标准化、构配件生产工厂化、施工机械化和科学化管理(四化)再次得到重视。

1999 年发布的《关于推进住宅产业现代化提高住宅质量的若干意见》(国办发〔1999〕72 号), 明确了住宅产业现代化的发展目标、任务、措施等。原建设部专门成立住宅产业化促进中心, 配合指导全国住宅产业化工作, 装配式建筑发展进入一个新的阶段。

建设部全面实施国家康居示范工程, 建立商品住宅性能认定制度, 研究建立住宅部品体系框架, 初步建立部品认证制度。

这一时期的主要特点表现为:

(1) 住房的商品化、多样化, 驱使“毛坯房”成为主要的住房交付方式。

(2) 现浇体系得以大规模发展, 几乎全面占领高层住宅市场。但传统人工支模、商品混凝土质量等问题导致混凝土质量通病普遍存在。

(3) “十一五”时期, 以万科为代表的一批开发企业开始全面提升大板体系, 2008 年万科两栋装配式剪力墙体系住宅诞生, 预制装配整体式结构体系开始发展。“十二五”期间, 相关国家标准、行业标准、地方标准纷纷出台, 各地构件厂纷纷酝酿重新上马, 大量新生产线再建。

(4) “十一五”期末~“十二五”期间, 我国保障性安居工程进入 3600 万套大规模建设时期, 以保障房为切入点, 产业化保障房建设呈规模化增长。

(5) “十二五”期末, 国家实施绿色化和节能减排的战略, 加之人民群众日益增长的高品质住房需求, 对历史阶段性产物——“毛坯房”提出挑战, 多个省市出台了全装修成品交房政策。

特别是近几年来, 在各级政府主管部门的高度重视和行业协会的推动下, 装配式建筑呈现迅猛发展态势。突出表现为各地纷纷出台了一系列的技术与经济政策, 制定了明确的发展规划和目标, 涌现了大量龙头企业, 建设了一批装配式建筑试点示范项目。全国各省

市也积极出台政策，在保障性住房建设中大力推进产业化。以北京为例，北京在 2014 年提出要实现保障房实施产业化 100% 全覆盖，并以公租房为切入点，全面建立以标准化设计、建造、评价、运营维护为核心的保障性住房建设管理标准化体系，建立标准化设计制度、专家方案审核制度、优良部品库制度等，实施产业化规模已超过 1000 万 m²，其中结构产业化、装配式装修均实施的全装配式住宅已经达到 145 万 m² 规模；北京由简到难，分类指导，全面使用水平预制构件，并于 2015 年 10 月出台政策，提出保障性住房中全面实施全装修成品交房，并大力推行装配式装修。

1.1.2.3 中国香港、中国台湾地区预制装配式建筑的发展历程

香港地区房屋制度起源于 1953 年初的“石硤尾大火”，当时的香港政府为妥善安置灾民，设立“徙置事务署”，推出公共房屋计划（类似廉租房）。在早期的公屋建设中，香港政府采用现场浇注模式，由于水资源、建筑材料等浪费严重且建筑垃圾多、污染严重，香港政府开始发展预制装配式建筑。20 世纪 80 年代，香港政府在公共房屋中率先使用预制装配式施工，推动了香港地区预制装配式建筑从设计、构件生产、运输与物流到构件安装的全产业链发展，并在实践过程中不断总结经验，完善预制装配式建筑的设计、施工、验收规范和标准。

经过 30 多年的发展，香港预制装配式建筑的工法已经比较成熟和完善。香港地区主要采用预制与现浇相结合的方式，即采用预制装配整体式结构。这一工法对预制构件的尺寸精度要求不高，降低了构件生产和施工的难度，有效提高了房屋的整体质量和防水、隔声的性能。但也存在一些问题，如建筑设计未考虑地震要求、设计偏保守、含钢量偏高、预制外墙偏厚偏重却不参与受力等。

和香港地区预制装配式建筑由政府推动为主不同，台湾地区建筑工业化的发展主要是以企业自主研发为核心，以行业发展为动力，政府并没有明确的政策去鼓励和推动。台湾地区的预制装配式建筑开始于 20 世纪 70 年代，主要是引进日本技术，大量地应用于公寓楼等住宅建筑。台湾第一栋预制装配式公寓（台北市民生东路社区）于 1973 年建成。值得一提的是，20 世纪 90 年代，台湾润泰集团组建润弘精密工程事业股份有限公司，开始大力发展预制装配式建筑。目前，润泰体系已成为主要的装配式混凝土结构体系之一，润泰体系分为框架结构和框架—剪力墙结构，柱均为现浇，叠合梁和板均为半预制，剪力墙为预制。

1.2 预制装配式建筑的技术特征

1.2.1 预制装配式建筑施工与传统施工的区别

我国现有的建筑技术路径（称之为传统技术）形成于 1982 年，即钢筋混凝土现浇体系，又称湿法作业。客观上讲，传统技术虽然对城乡建设快速发展贡献很大，但弊端亦十分突出：一是粗放式技术使钢材、水泥浪费严重；二是用水量过大；三是工地脏、乱、差，往往是城市可吸入颗粒物的重要污染源；四是质量通病严重，开裂渗漏问题突出；五

是劳动力成本飙升，招工难、管理难、质量控制难。这表明传统技术已非改不可了，加上节能减排的要求，必须加快转型，大力发展工厂化装配式建筑。

传统技术是我国建筑行业目前主流的现场浇筑施工模式，即从搭设脚手架、支模、绑扎钢筋到现场浇筑混凝土的作业模式。预制装配式混凝土建筑与现浇钢筋混凝土建筑的区别在于不同的设计、生产、运输和施工方式，由于其需现场拼接，所以带来了构件和节点的设计方法、施工方式的变化。两种技术相比较，预制装配式混凝土建筑的最大特点是生产方式的转变，主要体现在五化上：建筑设计标准化、部品生产工厂化、现场施工装配化、结构装修一体化和建造过程信息化。其主要优势体现在提升工程建设效率、提升工程建设品质、保障施工安全、提升经济效益以及低碳低能耗、节约资源、实现可持续发展等方面。

装配式建筑施工主要特点如下：

- (1) 装配施工对材料的现场加工少，减少了对环境的污染；
- (2) PC 构件在工厂以机械化数控设备来生产，提高了 PC 构件的精准度，从而保证了装配式建筑工程的质量品质；
- (3) 现场投入了重型机械设备，减少了劳动力，可有效地降低工程的成本；
- (4) PC 预制构件的生产过程中，可以采用一体化生产，例如外墙保温材料与钢筋混凝土的结合等，新工艺能够减少施工工序，提高整体效率以及确保工程质量品质。

与传统湿法作业相比较，装配式建筑施工：

- (1) 现场工人数量将大幅度减少，工人的专业性要求提高（图 1-2）。装配式建筑施

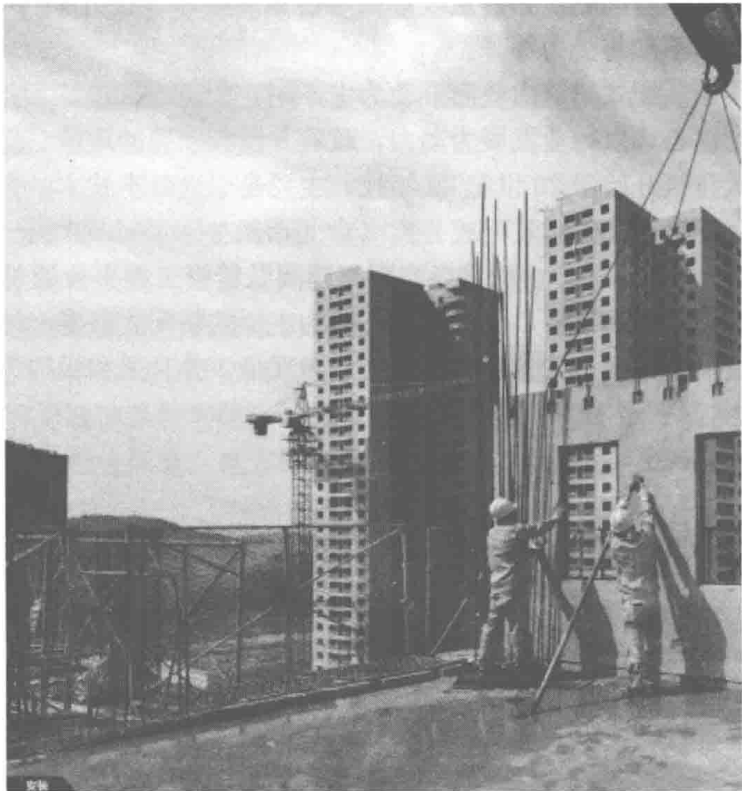


图 1-2 预制装配式建筑现场安装工人

工不需要支模浇筑一系列的工序，相应的工人数量也将大幅度减少，以同体量的建筑来比较，现代化的装配式建筑施工相比传统现浇施工人数减少 50%左右。当然，装配式建筑施工需要的构件吊装和安装工人的专业技术能力较传统施工工人的要求更高，专业的装配式建筑工人需要在上岗前进行一系列的理论和实践方面的培训。

(2) 工程建设效率、工程质量、施工安全保障得到有效提升。大量的构件在工厂生产，缩短了传统模式下过长的施工周期，有效地提高了工程建设的效率。例如，由湖南远大科技集团旗下的远大可建公司建造的长沙“小天地”，高度 200 多米，建筑面积 18 万 m²，主体 19 层施工仅仅花费了 57 天时间，引起了国内外专业人员和媒体的广泛关注。同样因为构件在工厂预制化生产，墙柱梁板等构件的质量可以得到更有效的控制，工人在现浇的构件周围作业或者在超高的柱上绑扎钢筋的场景不再出现，施工安全也更加有保障。

(3) 资源消耗降低，施工现场更加整洁有序。2012 年国家发改委公布的数据显示，我国人均淡水资源占有量约 2100m³，仅为世界平均水平的 28%，目前全国城市中有约三分之二缺水，约四分之一严重缺水，水资源短缺已成为制约经济社会持续发展的重要因素之一。从传统的现浇施工模式（湿式作业）转变为预制装配式施工模式（干式作业）后，水资源的消耗明显降低，这对我国建筑业的可持续发展意义重大。此外，传统施工现场木模板的使用大量减少，而构件预制工厂更多使用的钢模板能长期循环利用。同时，构件在施工现场的有序堆放和吊装点的合理分布，也会让建筑工地变得更加整洁有序，有助于改变大家对建筑工地“脏乱差”的传统印象。

(4) 从业岗位和工种变化。随着装配式建筑在设计、制作、施工等阶段对相关人员在技术、管理等方面要求的变化，装配式建筑从业岗位萌生出了新的技术、管理岗位（表 1-1）。

装配式建筑施工产生的新岗位和相关要求表 表 1-1

从业范围	新岗位	岗位要求	工作内容
设计院	BIM 设计师	熟练掌握 BIM 相关设计与模拟软件应用	搭建 BIM 建筑信息模型工作，独立完成各专业的 BIM 建模工作；根据项目需求进行管线综合、施工模拟、性能分析、可视化设计等 BIM 技术基础应用；总结归纳完成的 BIM 工作情况，不断完善 BIM 标准、族库等数据资料
	产品研发设计师	熟练掌握预制装配式体系及建筑规范标准	从事预制装配式（PC）体系，工业化装配式建筑设计、新体系研发、新信息收集等工作
	PC 深化设计师	掌握装配式 PC 工艺拆分	对建筑施工图进行 PC 二次深化设计、分解；对建筑施工图提出合理化意见
工厂	PC 放样员	掌握 PC 生产工艺、熟悉建筑规范	对照 PC 图出材料放样图、下料清单
	模具设计师	掌握 PC 生产工艺	对 PC 构件的技术参数设计工厂生产模具
	品质管理员	掌握 PC 加工图，熟悉 PC 质量验收规范、标准	检查确认 PC 构件的原辅材料、产品质量是否符合规范要求；检查监督操作人员是否按照规定要求操作并及时填写相关记录
	计划员	熟悉生产工艺，掌握生产计划的编制方法	编制 PC 构件生产计划；跟踪实际施工进度，对 PC 构件的生产计划进行动态调整