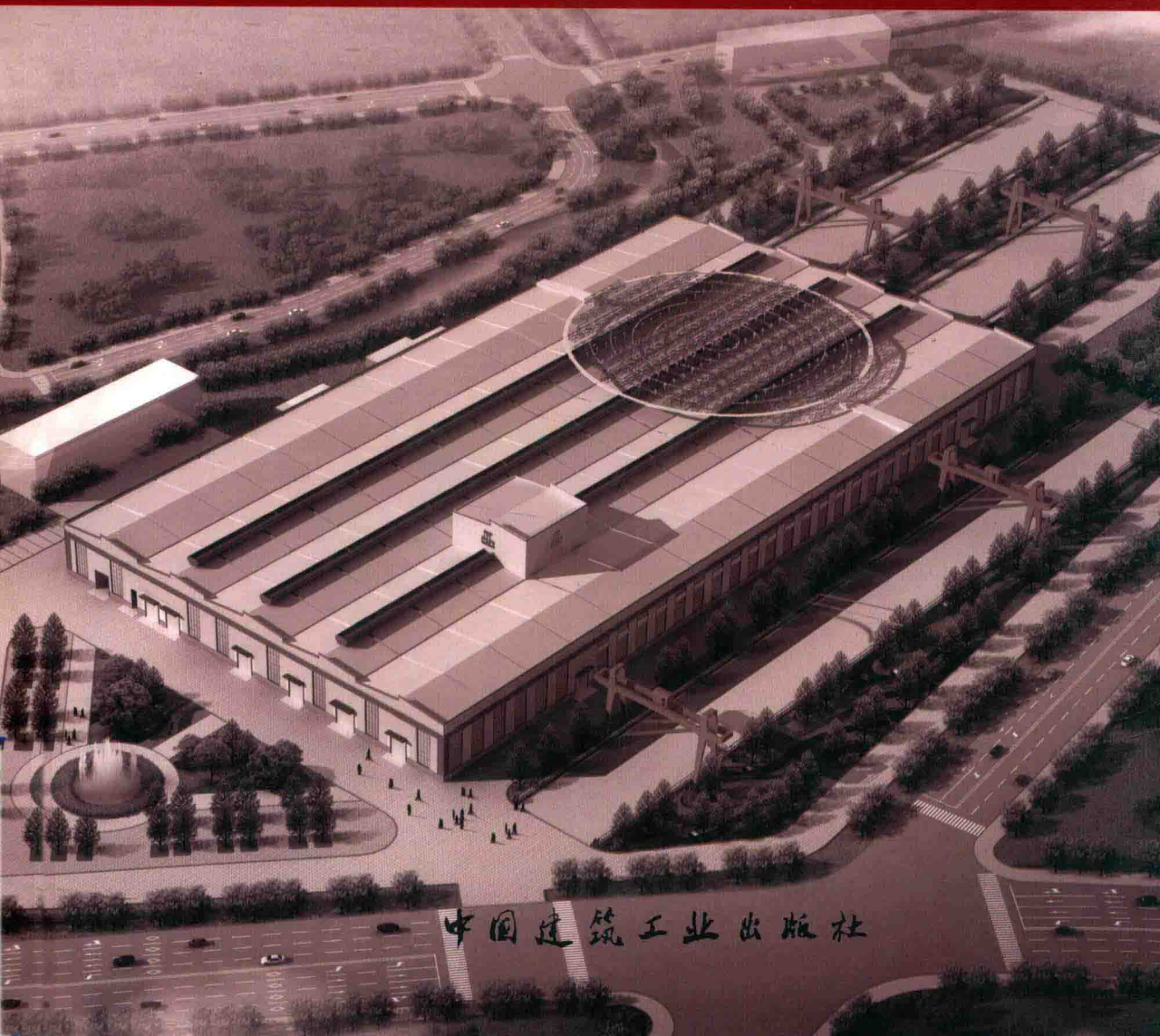


高等学校规划教材

GAODENG XUOXIAO GUIHUA JIAOCAI

装配式建筑概论

陈群 蔡彬清 林平 主编



中国建筑工业出版社

高等学校规划教材

装配式建筑概论

陈群 蔡彬清 林平 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

装配式建筑概论/陈群, 蔡彬清, 林平主编. —北京:

中国建筑工业出版社, 2017. 6

高等学校规划教材

ISBN 978-7-112-20780-0

I. ①装… II. ①陈… ②蔡… ③林… III. ①建筑工程-高等学校-教材 IV. ①TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 112589 号

本书共分为七章, 主要内容包括概述、国外装配式建筑发展历程、我国装配式建筑发展历程、装配式建筑结构体系与技术、装配式混凝土结构建筑施工技术、装配式建筑管理、装配式建筑发展新趋势。本书基于我国装配式建筑发展的背景, 详细阐述了装配式建筑的内涵、特征与优势, 介绍了国外、我国装配式建筑发展历程与状况, 对国家层面及代表性省市装配式建筑相关政策文件进行梳理与解读; 介绍了装配式建筑技术及管理两个层面的创新, 对装配式建筑、装配式混凝土结构建筑主要技术体系进行概述, 对其建筑设计、结构设计、构件制作与运输、施工与安装等系列技术要点进行阐述, 并介绍装配式混凝土结构建筑施工技术及创新; 从产业链、项目组织、全寿命周期管理、质量管理等维度介绍装配式建筑管理领域的相关创新。最后, 本书从基于绿色建造的现场施工思维、装配式建筑与环境保护、装配式建筑与资源节约、智能建筑与信息化、建筑信息模型与各项技术未来的挑战等方面介绍装配式建筑发展新趋势。

本书可作为高等院校工程管理类、土木工程类相关专业的教材, 也可供工程管理、建筑设计施工、政府及相关部门、科研机构等专业人员的参考用书与培训用书。为更好地支持相应课程的教学, 我们向采用本书作为教材的教师提供教学课件, 有需要者可与出版社联系, 邮箱: kejiancabp@126.com

* * *

责任编辑: 赵晓菲 张智芊

责任校对: 李欣慰 党 蕾

高等学校规划教材

装配式建筑概论

陈 群 蔡彬清 林 平 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

北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 16 $\frac{1}{2}$ 字数: 370 千字

2017 年 6 月第一版 2017 年 6 月第一次印刷

定价: 40.00 元 (赠课件)

ISBN 978-7-112-20780-0

(30442)

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)

前 言

装配式建筑是建造方式的革新，是建筑业突破传统生产方式局限、生产方式变革、产业转型升级、新型城镇化建设的迫切需要。大力发展装配式建筑，是建设领域推进生态文明建设，贯彻落实绿色循环低碳发展理念的重要要求，是稳增长、调结构、转方式和供给侧结构性改革的重要举措，也是提高绿色建筑和节能建筑建造水平的重要途径。装配式建筑的发展将对我国建设领域的可持续发展产生革命性、根本性和全局性的影响。

当前我国装配式建筑发展正处于探索、推广和应用的关键时期，国家和各地区的相关政策陆续发布实施，研究和实践正在不断推进。装配式建筑专业人才培养、培训成为推进装配式建筑发展的重要方面，而目前针对装配式建筑人才培养、培训的教材较为缺乏。因此，本书关注当前建筑业创新发展方向，以装配式建筑作为主要研究对象，力争全面系统地论述装配式建筑发展意义、国内外装配式建筑发展历程、装配式建筑结构体系与技术、装配式混凝土结构建筑施工技术、装配式建筑管理、装配式建筑发展新趋势等内容。期望本书的出版有助于对现有教材体系形成有益补充，为相关专业人才培养培训提供支持。

本书将装配式建筑创新内涵从技术领域延伸至管理领域，既介绍装配式建筑主要技术体系实施中全生命周期技术要点，又提供了产业链、项目组织、全生命周期管理、质量管理等维度的管理创新方向，力求使读者能对装配式建筑创新发展形成深刻、全面的认识。书中针对相关问题的研究成果期望能对我国装配式建筑发展和实践提供一定的借鉴和参考。

本书由福建工程学院管理学院研究团队合作编写，由陈群教授、蔡彬清副教授、林平副教授担任主编。全书由陈群、蔡彬清组织编写、撰写提纲、修订统稿，第一章由张兆溪、陈哲撰写，第二、三章由柳丕辉、蔡彬清撰写，第四、五章由林平、陈曼英、李文峰、蔡彬清、柳丕辉、黄骞撰写，第六章由林平、陈群撰写，第七章由陈建达、李文峰、朱赛敬撰写。

为推进装配式建筑人才培养培训，2016年，福建省住房和城乡建设厅、福建省建筑产业现代化协会组织福建工程学院、福建建工集团总公司、中建海峡有限公司、福建建超建设集团有限公司、润铸建筑工程（上海）有限公司等单位合作编写装配式建筑培训教材。本教材编写组承担并完成《装配式建筑培训教材（基础）》的编写工作，该教材已应用于福建省装配式建筑人才培养，效果良好。本书

在此培训教材基础上修订完善而形成，在此对福建省住房和城乡建设厅、福建省建筑产业现代化协会、福建建工集团总公司、中建海峡有限公司、福建建超建设集团有限公司、润铸建筑工程（上海）有限公司等单位给予的指导和支持表示感谢。在本书修订过程中，东南大学博士生导师李启明教授、福建省工程建设造价管理总站鄢飞教授级高工、福建省建筑设计研究院任或教授级高工、福建省建筑科学研究院陈宇峰教授级高工等专家同行提出了宝贵的意见和建议，在此致以谢忱。

在本书的编写过程中参阅了相关教材、论著和资料，在此谨向相关作者表示由衷的感谢。由于编写时间仓促，编者的学术水平和实践经验有限，书中难免存在不妥和疏漏之处，敬请同行专家和广大读者批评指正，不胜感激。

福建工程学院教材编写组

2017年3月

目 录

第一章 概述	1
第一节 装配式建筑发展背景与意义	1
第二节 装配式建筑的内涵、特征与优势	3
第二章 国外装配式建筑发展历程	9
第一节 国外装配式建筑的兴起	9
第二节 发达国家装配式建筑发展概况	12
第三章 我国装配式建筑发展历程	40
第一节 我国装配式建筑发展简况	40
第二节 国家相关政策文件简介	43
第三节 装配式建筑发展推进机制	46
第四章 装配式建筑结构体系与技术	50
第一节 装配式建筑常见结构介绍	50
第二节 装配式混凝土结构建筑主要技术体系	59
第三节 建筑设计技术要点	64
第四节 结构设计技术要点	67
第五节 构件制作与运输技术要点	108
第六节 安装施工技术要点	112
第五章 装配式混凝土结构建筑施工技术	116
第一节 混凝土预制构件的生产制作	116
第二节 混凝土预制构件的储放和运输	125
第三节 装配式混凝土结构施工	129
第四节 装配式建筑防水施工	140
第六章 装配式建筑管理	144
第一节 装配式建筑产业链管理	144
第二节 装配式建筑项目组织模式	153

第三节	装配式建筑工程全寿命周期管理·····	158
第四节	装配式建筑工程项目质量管理·····	164
第七章	装配式建筑发展新趋势·····	174
第一节	基于绿色建造的现场施工思维·····	174
第二节	装配式建筑与环境保护·····	180
第三节	装配式建筑与资源节约·····	183
第四节	智能建筑与信息化·····	188
第五节	建筑信息模型与未来技术·····	194
附录	国家及部分省市相关文件汇编·····	200

第一章 概述

第一节 装配式建筑发展背景与意义

一、装配式建筑发展的背景

装配式建筑是建造方式的革新，更是建筑业落实党中央、国务院提出的推动供给侧结构性改革的一个重要举措。国际上，装配式建筑发展较为成熟，第二次世界大战以后，欧洲一些国家大力发展装配式建筑，其发展装配式建筑的背景是基于三个条件：一是工业化的基础比较好；二是劳动力短缺；三是需要建造大量房屋。这三个条件是大力发展装配式建筑的非常有利的客观因素。目前，装配式建筑技术已趋于成熟，我国也呈现出类似上述装配式建筑发展的三大背景特征，具备了发展与推广装配式建筑的客观环境。

再从建筑产品与建造方式本身来看，目前的建筑产品，基本上是以现浇为主，形式单一，可供选择的方式不多，会影响产品的建造速度、产品质量和使用功能。从建造过程来看，传统建造方式设计、生产、施工相脱节，生产过程连续性差；以单一技术推广应用为主，建筑技术集成化程度低；以现场手工、湿作业为主，生产机械化程度低；工程以包代管、管施分离，工程建设管理粗放；以劳务市场的农民工为主，工人技能和素质低。传统建造方式存在技术集成能力低、管理方式粗放、劳动力素质低、生产手段落后等诸多问题。此外，传统建造方式还存在环境污染、安全、质量、管理等多方面的问题与缺陷，而装配式建筑一定程度上能够对传统建造方式的缺陷加以克服、弥补，成为建筑业转型升级的重要途径之一。

然而，近几年我国虽然在积极探索发展装配式建筑，但是从总体上讲，装配式建筑的比例和规模还不尽如人意，这也正是在当前的形势下，我国大力推广装配式建筑的一个基本考虑。

二、装配式建筑发展的重要意义

1. 建筑业转型升级的需要

当前我国建筑业发展环境已经发生深刻变化，建筑业一直是劳动密集型的产业，长期积累的深层次矛盾日益突出，粗放增长模式已难以为继。同其他行业和发达国家同行相比，我国建筑行业手工作业多、工业化程度低、劳动生产率低、工人工作

条件差、质量和安全水平不高、建造过程能源和资源消耗大、环境污染严重。长期以来,我国固定资产投资规模很大,而且劳动力充足,人工成本低,企业忙于规模扩张,没有动力进行工业化研究和生产;随着经济和社会的不断发展,人们对建造水平和服务品质的要求不断提高,而劳动用工成本不断上升,传统的生产模式已难以为继,必须向新型生产方式转轨,因此,建筑预制装配化是转变建筑业发展方式的重要途径。

装配式建筑是提升建筑业工业化水平的重要机遇和载体,是推进建筑业节能减排的重要切入点,是建筑质量提升的根本保证^[1]。装配式建筑无论对需求方、供给方,还是整个社会都有其独特的优势,但由于我国建筑业相关配套措施尚不完善,一定程度上阻碍了装配式建筑的发展。但是从长远来看,科学技术是第一生产力,国家的政策必定会适应发展的需要而不断改进。因此,装配式建筑必然会成为未来建筑的主要发展方向。

2. 可持续发展的需求

在可持续发展战略指导下,努力建设资源节约型、环境友好型社会是国家现代化建设的奋斗目标,国家对资源利用、能源消耗、环境保护等方面提出了更加严格的要求,如我国制定了到2020年国内单位生产总值二氧化碳排放量比2005年下降40%~45%的减排目标。要实现这一目标,建筑行业将承担更重要的任务,由大量消耗资源转变为低碳环保,实现可持续发展。

我国是世界上年新建建筑量最大的国家,每年新增建筑面积超过20亿m²,然而相关建设活动,尤其是采用传统方式开展的建设活动对环境造成严重影响,比如施工过程中扬尘、废水废料、巨额能源消耗等。具体看,施工过程中的扬尘、废料垃圾随着城市建设节奏的加快而增加,在施工建造各环节对环境造成了破坏,建筑垃圾已经占到城市固体垃圾总量的40%左右,此外还造成大量的建筑建造与运行过程中的能耗与资源材料消费。在建筑工程全寿命周期内尽可能地节能降耗、减少废弃物排放、降低环境污染、实现环境保护并与自然和谐共生,应成为建筑业未来的发展方向之一。因此,加速建筑业转型是促进建筑业可持续发展的重点^①。

多年来,各地针对建筑企业的环境治理政策均是针对施工环节的,而装配式建筑目前是解决建筑施工中扬尘、垃圾污染、资源浪费等的最有效方式之一,其具有可持续性的特点,不仅防火、防虫、防潮、保温,而且环保节能。随着国家产业结构调整 and 建筑行业对绿色节能建筑理念的倡导,装配式建筑受到越来越多的关注。作为对建筑业生产方式的变革,装配式建筑既符合可持续发展理念,是建筑业转变发展方式的有效途径,也是当前我国社会经济发展的客观要求。

^① 京华时报·中国新建房屋超过20亿m²,占全球1/2以上。(2017.4.28)·[2015.3.27].
<http://finance.sina.com.cn/money/roll/20150327/144521827153.shtml>

3. 新型城镇化建设的需要

我国城镇化率从1978年的17.9%到2014年的54.77%，以年均增长1.02%的速度稳步提高。随着内外部环境和条件的深刻变化，城镇化必须进入以提升质量为主的转型发展新阶段。国务院发布的《国家新型城镇化规划》指出：推动新型城市建设，坚持适用、经济、绿色、美观方针，提升规划水平，全面开展城市设计，加快建设绿色城市；对大型公共建筑和政府投资各类建筑全面执行绿色建筑标准和认证，积极推广应用绿色新型建材、装配式建筑和钢结构建筑；同时要求城镇绿色建筑占新建建筑的比重将由2012年的2%增加到2020年的50%。

随着城镇化建设速度不断加快，传统建造方式从质量、安全、经济等方面已经难以满足现代建设发展的需求。预制整体式建筑结构体系符合国家对城镇化建设的要求和需要，因此，发展预制整体式建筑结构体系可以有效促进建筑业从“高能耗建筑”向“绿色建筑”的转变、加速建筑业现代化发展的步伐，有助于快速推进我国的城镇化建设进程。

第二节 装配式建筑的内涵、特征与优势

一、装配式建筑的内涵

预制装配式建筑，指集成房屋，是将建筑的部分或全部构件在工厂预制完成，然后运输到施工现场，将构件通过可靠的连接方式加以组装而形成的建筑产品。它采用最新的冷压轻钢结构以及各类轻型材料组合房屋的各个部分，使其具备卓越的保温、隔声、防火、防虫、节能、抗震、防潮功能。在欧美及日本被称作产业化住宅或工业化住宅。其内涵主要包括以下三个主要方面：

第一，装配式建筑的主要特征是将建筑生产的工业化进程与信息化紧密结合，体现了信息化与建筑工业化的深度融合。信息化技术和方法在建筑工业化产业链中的部品生产、建筑设计、施工等各个环节都发挥了不可或缺的作用。

第二，装配式建筑集中体现了工业产品社会化大生产的理念。装配式建筑具有系统性和集成性，促进了整个产业链中各相关行业的整体技术进步，有助于整合科研、设计、开发、生产、施工等各方面的资源，协同推进，促进建筑施工生产方式的社会化^[2]。

第三，装配式建筑是实现建筑全生命周期资源、能源节约和环境友好的重要途径之一。装配式建筑通过标准化设计优化设计方案，减少由此带来的资源、能源浪费；通过工厂化生产减少现场手工湿作业带来的建筑垃圾等废弃物；通过装配化施工减少对周边环境的影响，提高施工质量和效率；通过信息化技术实施定量和动态管理，达到高效、低耗和环保的目的。

二、装配式建筑的特征

装配式建筑的主要特征总结如下：

1. 系统性和集成性

装配式建筑集中体现了工业产品社会化大生产的理念，具有系统性和集成性，其设计、生产、建造过程是各相关专业的集合，促进了整个产业链中各相关行业的整体技术进步，需要科研、设计、开发、生产、施工等各方面的人力、物力协同推进，才能完成装配式建筑的建造。

2. 设计标准化、组合多样化

标准化设计是指“对于通用装配式构件，根据构件共性条件，制定统一的标准和模式，开展的适用范围比较广泛的设计”。在装配式建筑设计中，采用标准化设计思路，大大减少了构件和部品的规格，重复劳动少，设计速度快。同时，设计过程中可以兼顾考虑城市历史文脉、发展环境、周边环境与交通人流、用户的习惯和情感等因素，在标准化的设计中融入个性化的要求进行多样组合，丰富装配式建筑的类型。

以住宅为例，可以用标准化的套型模块组合出不同的建筑形态和平面组合，创造出板楼、塔楼、通廊式住宅等众多平面组合类型，为满足规划的多样化要求提供了可能。

3. 生产工厂化

装配式建筑的结构构件都是在工厂生产的，工厂化预制采用了较先进的生产工艺，模具成型，蒸汽养护，工厂机械化程度较高，从而使生产效率大大提高，产品成本大幅降低。同时，由于生产工厂化，材料、工艺容易掌控，使得构件产品质量得到很好的保证。

4. 施工装配化、装修一体化

装配式建筑的施工可以实现多工序同步一体化完成。由于前期土建和装修一体化设计，构件在生产时已事先统一在建筑构件上预留孔洞和装修面层预埋固定部件，避免在装修施工阶段对已有建筑构件打凿、穿孔。构件运至现场之后，按预先设定的施工顺序完成一层结构构件吊装之后，在不停止后续楼层结构构件吊装施工的同时，可以同时进行下层的水电装修施工，逐层递进，且每道工序都可以像设备安装那样检查精度，各工序交叉作业方便有序，简单快捷且可保证质量，加快施工进度，缩短工期。

5. 管理信息化、应用智能化

装配式建筑将建筑生产的工业化进程与信息化紧密结合，是信息化与建筑工业化的深度融合的结果。装配式建筑在设计阶段采用 BIM 信息技术，进行立体化设计和模拟，避免设计错误和遗漏；在预制和拼装过程采用 ERP 管理系统，施工中用网络摄影和在

线监控；生产中预埋信息芯片，实现建筑的全寿命周期信息管理。BIM可以简单地形容为“模型+信息”，模型是信息的载体，信息是模型的核心。同时，BIM又是贯穿规划、设计、施工和运营的建筑全生命期，可以供全生命期的所有参与单位基于统一的模型实现协同工作。信息化技术和方法在装配式建筑工业化产业链中的部品生产、建筑设计、施工等各个环节都是不可或缺的^[3]。

三、装配式建筑的优势

传统建筑在设计建造过程中存在诸多问题，其设计、生产、施工相互脱节，生产过程连续性差；以单一技术推广应用为主，建筑技术集成化低；以现场手工、湿作业为主，生产机械化程度低，材料浪费多，建筑垃圾量大，环境污染严重；工程以包代管、管施分离，工程建设管理粗放，资源、能源利用率低；以劳务市场的农民工为主，工人技能和素质低，工程质量难控制等。

与传统建筑相比，装配式建筑采用的是标准化设计思路，结合生产、施工需求优化设计方案，设计质量有保证，便于实行构配件生产工厂化、装配化和施工机械化。构件由工厂统一生产，减少现场手工湿作业带来的建筑垃圾等废弃物；构件运至现场后采用装配化施工，机械化程度高，有利于提高施工质量和效率，缩短施工工期，减少对周边环境的影响；采用信息化技术实施定量和动态管理，全方位控制，效果好，资源、能源浪费少，节约建设材料，环境影响小，综合效益高。

相比于传统建筑及其建造方式，装配式建筑具有以下突出优势：

1. 保护环境、减少污染

传统建筑工程施工过程中，因采用现场湿作业方式，现场材料、机械多，施工工序多，人员、机械、物料、能耗管理难度大，对周围环境造成噪声污染、泥浆污染、灰尘固体悬浮物污染、光污染和固体废弃物等污染严重。而装配式建筑的构件在工厂生产，然后运到现场吊装。现场施工湿作业少，工地物料少，现场整洁性好。主要构件已预制成型，现场灰料少，施工工序简单，大大减少了施工过程中的噪声和烟尘，垃圾、损耗都减少一半以上，有效降低施工过程对环境的不利影响，有利于环境保护，减少污染。

2. 装配式建筑品质高

预制装配式建筑可从设计、生产、施工过程中对建筑质量进行全方位控制，有利于提高建筑品质。与传统建筑构件采用现场现浇，多采用木模成型，需要大量支撑的施工方式相比，装配式建筑构件采用工厂预制生产，严格按图施工，钢模成型，外观整洁，蒸汽养护，质量更有保证。传统建筑的现场施工，工人素质参差不齐，人员流动频繁，管理方式粗放，施工质量难以得到保证，很大程度上受限于施工人员的技术水平。而装配式建筑构件在预制工厂生产，是完全按照工厂的管理体制及标准体系来进行构件预制，如原材料选择、钢模预先定制，大多数构件一体成型，生产人员较固定，

技术水平有保证，生产过程中可对材料配比、钢筋排布、养护温度、湿度等条件进行严格控制，构件出厂前的质量检验进行把关，使得构件的质量更容易得到保证。构件在现场吊装施工之前，还需经过多道检验，装配时可增加柔性连接，提高建筑结构的抗震性。构件生产过程中可配合使用轻质、难燃材料，降低建筑物自重，提高建筑耐火极限和隔声要求。预制外墙生产过程中，可采用预嵌外饰材方式生产，也可采用预制工艺做成各种形式的面饰，牢固美观可靠，不掉石材砖块。墙板之间的缝隙采用双重隔水层，且可分层断水，能最大限度地改善墙体开裂、渗漏等质量通病，并提高住宅整体安全等级、防火性、隔声和耐久性。

3. 装配式建筑形式多样

传统建筑造型一般受限于模板搭设能力，对于造型复杂的建筑，采用传统建筑方式，很难做到。装配式建筑在设计过程中，可根据建筑造型要求，灵活进行结构构件设计和生产，也可与多种结构形式进行装配施工。如与钢结构复合施工，可以采用预制混凝土柱与钢桁架复合建造，也可以设计制造如悉尼歌剧院式的薄壳结构或板壳结构。由美国建筑师 RiChard Meier 设计，于 2003 年建造完成的罗马千禧教堂就是由 346 片预制异型混凝土板组构而成。除此之外，采用预制工艺，还可以完成各种造型复杂的外饰造型板材、清水阳台或者构件，如庙宇式建筑——花莲慈济精舍寮房，就是采用预制工艺建造的装配式建筑。

从实用角度出发，装配式建筑可以根据选定户型进行模数化设计和生产，结构形式灵活多样。这种设计方式大大提高生产效率，对大规模标准化建设尤为适合。因此，采用装配式建筑可以更快速、高效地满足像传统现浇建筑一样的建筑造型要求和实用需求。

4. 减少施工过程中安全隐患

传统施工过程中模板脚手架多，现场物料、人员、机械复杂，高空作业多，安全管理难度大，安全隐患多。而装配式建筑的构件在工厂流水式生产，运输到现场后，由专业安装队伍严格遵循流程进行装配，现场仅需部分临时支撑，现场整洁明了；采用制式安全网施工，且预制施工外围无脚手架，施工动线明确，安全管理相对容易。因此，与传统施工相比，预制装配式建筑大大降低了安全隐患。

5. 施工速度快，现场工期短

装配式建筑比传统方式进度快 30% 左右。传统建筑施工时，需要架设大量支撑和模板，然后才能进行混凝土浇筑，达到规定养护时间后才能进行后续楼层施工，而装配式建筑的构件由预制工厂提前批量生产，采用钢模，不需支撑，可蒸汽养护，缩短构件生产周期和模板周转时间，尤其是生产形式较复杂的构件时，优势更为明显，省掉了相应的施工流程，大大提高了时间利用率。进入施工现场之后，结构构件可统一吊装施工，且可实现结构体吊装、外墙吊装、机电管线安装、室内装修等多道工序同

步施工，大大缩短施工现场的作业时间，从而加快施工进度，缩短现场工期。如大润发台湾内湖二店 5 万 m^2 的项目采用装配式建筑总工期只有 5 个月。

6. 降低人力成本，提高劳动生产效率

传统建筑施工技术集成能力低、生产手段落后，需要投入大量的人力才能完成工程建设。目前我国逐渐步入老龄化社会，工人整体年龄偏大，新生力量不足，建筑行业劳动力不足、技术人员缺乏、劳动力成本攀升，导致传统施工方式难以为继。装配式建筑采用预制工厂生产，现场吊装施工，机械化程度高，劳动生产率提高，减少现场施工及管理人员数量近 10 倍，大大降低人工成本，如图 1-1 为装配式建筑施工现场图。

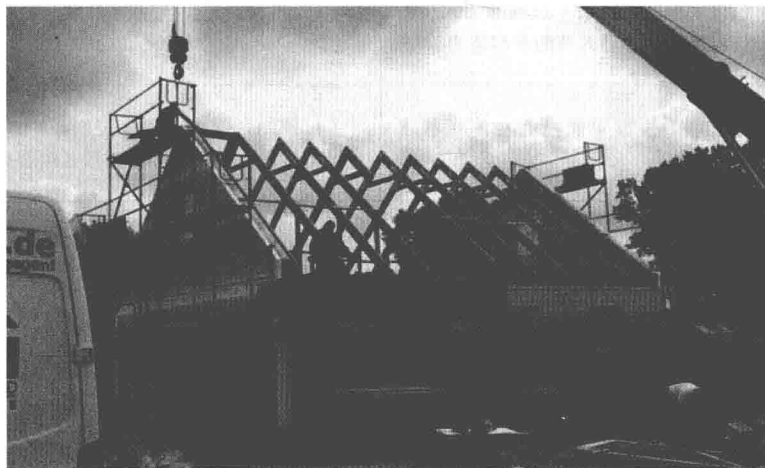


图 1-1 装配式建筑施工现场工人数量少

四、装配式建筑与传统建筑生产方式的区别

装配式建筑生产方式与传统建筑生产方式的比较，见表 1-1。

装配式建筑生产方式与传统生产方式对比

表 1-1

比较项目	传统生产方式	装配式建筑生产方式
建筑工程质量与安全	现场施工限制了工程质量水平，露天作业、高空作业等增大安全隐患	工厂生产和机械化安装生产方式的变化，大大提高产品质量并降低安全隐患
施工工期	工期长，受自然环境条件及各种因素影响大，各专业可能不能进行交叉施工；主体封顶仍有大量工作	构件提前发包，现场模板和现浇湿作业少；项目各楼层之间并行施工；构件的保温及装饰可在工厂一体集成，现场只需吊装
经济性	人工费、管理费较高，保温材料无法实现与建筑物同寿；建筑能耗较大，材料浪费严重	构件制作造价随模具周转次数增加而降低；现场工人减少；材料可多次利用；由于构件实现标准化、模数化，材料损耗减少；预制工期短可缩短投资回收期

续表

比较项目	传统生产方式	装配式建筑生产方式
劳动生产率	现场湿作业, 生产效率低, 只有发达国家的 20%~25%	住宅构件和部品工厂生产, 现场施工机械化程度高, 劳动生产效率较高
施工人员	工人数量多, 专业技术人员不足, 人员流动性大, 工人素质, 技术水平参差不齐, 人员管理难度大	工厂生产和现场机械化安装对工人的技能要求高, 人员较固定, 施工操作技术水平有保证, 机械化程度高, 用工数量少, 人员管理容易
建筑环境污染	建筑垃圾多、建筑扬尘、建筑噪声和光污染严重	工厂生产, 大大减少噪声和扬尘、建筑垃圾回收率提高
建筑品质	很大程度上受限于现场施工人员的技术水平和管理人员的管理能力	构件由工厂生产, 多道检验, 严格按图施工生产, 生产条件可控, 产品质量有保证, 工艺先进, 建筑品质高
建筑形式多样性	受限于模板架设能力和施工技术水平	工厂预制, 钢模可预先定制, 构件造型灵活多样, 现场机械吊装, 可多种结构形式组合成型



本章小结

相对传统生产方式, 装配式建筑具有系统性与集成性, 且具备设计标准化、组合多样化、生产工厂化、施工装配化、装修一体化、管理信息化、应用智能化等特点, 有利于节约资源和能源, 减少污染, 提高建筑质量品质, 丰富建筑形式, 同时还有助于减少施工过程安全隐患, 施工速度快, 现场工期短, 能降低人力成本, 提高劳动生产效率, 促进信息化、工业化深度融合, 对化解产能落后、提高工程质量有着积极的作用。在国家大力发展装配式建筑的大背景下, 应紧抓发展机遇, 进一步推进新型城镇化的建设、满足可持续发展的需求和建筑业转型升级的需要。

参考文献

- [1] 抓住机遇大力发展装配式建筑[N]. 解放日报, 2014.
- [2] 任凭, 牛凯征, 庄建英, 梁莞然. 浅议新型建筑工业化[J]. 建材发展导向(下), 2014.
- [3] BIM技术是建筑业革命性力量[R]. 鲁班咨询, 2014.
- [4] 浅谈装配式可持续建筑的发展前景[N]. 基层建设, 2014.
- [5] 宁尚, 李元. 浅谈装配式建筑的发展[J]. 房地产导刊, 2013.
- [6] 田黎. 装配式建筑时代来临[J]. 城市住宅, 2014.
- [7] 潘旭钊. 装配式住宅的现状与发展趋势[J]. 城市建设理论研究, 2014.
- [8] 齐冠宇. 浅谈装配式建筑在我国现状与发展[J]. 新材料新装饰, 2014.
- [9] 工业化: 建筑业科学发展的大趋势 [J]. 建筑, 2013.

第二章 国外装配式建筑发展历程

第一节 国外装配式建筑的兴起

一、国外装配式建筑的产生

最早的装配式建筑可以追溯到 17 世纪向美洲移民时期所用的木构架拼装房屋，20 世纪初英国利物浦的工程师 John Alexander Brodie (图 2-1) 提出最早的装配式公寓的想法和实现过程，但是 Brodie 的想法并没有在英国被广泛接受，反而在东欧流行起来，图 2-2，图 2-3 为当时的现场实景图。



图 2-1 John Alexander Brodie
(1858~1934)



图 2-2 1903 年 John Alexander Brodie 在利物浦埃尔登街建筑作品 (采用预制混凝土作为建筑材料)

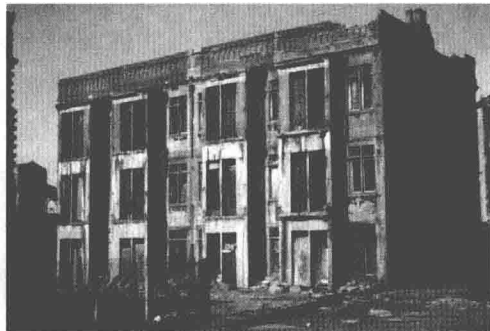


图 2-3 1964 年拍摄的埃尔登街作品 (虽然经历了战争侵袭，仍是一件严谨的建筑工程产品)

二、国外装配式建筑发展契机

纵观建筑工业化的发展历史，特别是工业化住宅的发展，其重要的契机和推动力主要来自以下几个方面。

1. 工业革命

技术的进步带来现代建筑材料和技术的发展。与此同时，城市发展带来大批农民向城市聚集，城市住宅紧缺问题日益严重。在1866年的伦敦，有人对一条街道作过调研。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。住宅紧缺已经到了令人发指的地步。1910年，在伦敦还出现了一些夜店。所谓夜店，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，如图2-4、图2-5所示。



图2-4 工业革命的重要成果（第一座装配式大型公建伦敦水晶宫）



图2-5 工业革命时期伦敦的夜店

2. 战争与灾难引发的需求

装配式建筑的真正高速发展始于第二次世界大战后，欧洲国家以及日本等国房荒严重，迫切需要解决住宅问题，促进了装配式建筑的发展^[1]。如法国的现代建筑大师勒·柯布西耶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。期间为促进国际建筑产品交流合作，建筑标准化工作也得到很大发展，如图2-6所示。

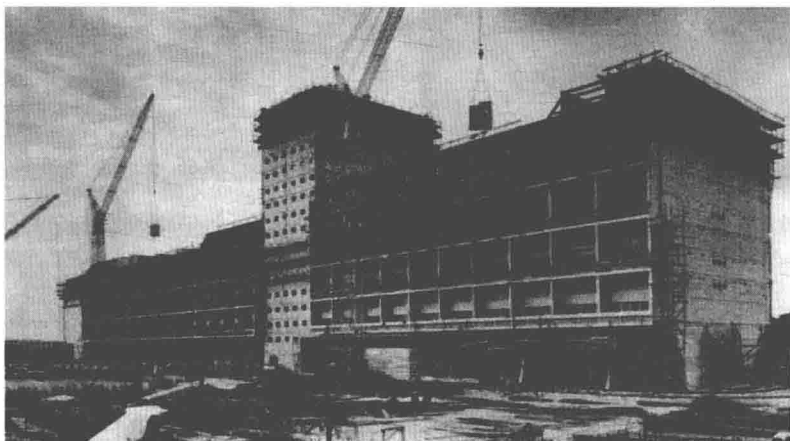


图2-6 战后大规模重建背景下柯布西耶的以标准化为基础的居住单元系列