

国家“十三五”重点图书出版规划项目

新型建筑工业化丛书

吴刚 王景全 主编

# The Design and Application of Prefabricated Concrete Building

著

汪杰 李江 赵学斐  
张奕 吴敦军 周健  
王流金 陈乐琦

## 装配式混凝土建筑 设计与应用

东南大学出版社

国家“十三五”重点图书出版规划项目

新型建筑工业化丛书

吴 刚 王景全 主 编

# 装配式混凝土建筑设计与应用

著 汪 杰 李 宁 江 韩  
张 奕 吴墩军 赵学斐  
王流金 陈乐琦 周 健



东南大学出版社

SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

• 南京 •

## 内 容 提 要

本书基于目前最新的国家规范、图集、行业标准对装配式混凝土建筑的设计及工程应用做了详细的阐述。全书共分为六章,主要包括绪论、装配式建筑概述、装配式混凝土建筑设计、装配式混凝土结构设计、装配式混凝土结构的深化设计,以及工程案例等部分。本书编写时力求内容精炼、图文并茂、重点突出、案例丰富,供广大设计人员参考。

本书既是装配式混凝土结构的入门读物和培训教材,也是工程设计人员的工具书,还可以作为从事建筑产业化、现代化的科学研究、工程管理等有关部门专业人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

装配式混凝土建筑设计与应用/汪杰等著. —南京:  
东南大学出版社, 2018. 5

(新型建筑工业化丛书/吴刚, 王景全主编)

ISBN 978-7-5641-7060-8

I. ①装… II. ①汪… III. ①装配式混凝土  
结构-结构设计 IV. ①TU37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 047212 号

### 装配式混凝土建筑设计与应用

著 者 汪 杰 李 宁 江 韩 张 奕 吴墩军 赵学斐 王流金 陈乐琦 周 健

出版发行 东南大学出版社

社 址 南京市四牌楼 2 号 邮编: 210096

出 版 人 江建中

责任编辑 丁 丁

编辑邮箱 d. d. 00@163. com

网 址 <http://www.seupress.com>

电子邮箱 press@seupress. com

经 销 全国各地新华书店

印 刷 江苏凤凰数码印务有限公司

版 次 2018 年 5 月第 1 版

印 次 2018 年 5 月第 1 次印刷

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 黑白 15.75 彩色 1

字 数 367 千

书 号 ISBN 978-7-5641-7060-8

定 价 78.00 元

本社图书若有印装质量问题, 请直接与营销部联系。电话(传真): 025-83791830

# 序

改革开放近四十年以来,随着我国城市化进程的发展和新型城镇化的推进,我国建筑业在技术进步和建设规模方面取得了举世瞩目的成就,已成为我国国民经济的支柱产业之一,总产值占 GDP 的 20% 以上。然而,传统建筑业模式存在资源与能源消耗大、环境污染严重、产业技术落后、人力密集等诸多问题,无法适应绿色、低碳的可持续发展需求。与之相比,建筑工业化是采用标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修和信息化管理为主要特征的生产方式,并在设计、生产、施工、管理等环节形成完整有机的产业链,实现房屋建造全过程的工业化、集约化和社会化,从而提高建筑工程质量和效益,实现节能减排与资源节约,是目前实现建筑业转型升级的重要途径。

“十二五”以来,建筑工业化得到了党中央、国务院的高度重视。2011 年国务院颁发《建筑业发展“十二五”规划》,明确提出“积极推进建筑工业化”;2014 年 3 月,中共中央、国务院印发《国家新型城镇化规划(2014—2020 年)》,明确提出“绿色建筑比例大幅提高”“强力推进建筑工业化”的要求;2015 年 11 月,中国工程建设项目管理发展大会上提出的《建筑产业现代化发展纲要》中提出,“到 2020 年,装配式建筑占新建建筑的比例 20% 以上,到 2025 年,装配式建筑占新建建筑的比例 50% 以上”;2016 年 8 月,国务院印发《“十三五”国家科技创新规划》,明确提出了加强绿色建筑及装配式建筑等规划设计的研究;2016 年 9 月召开的国务院常务会议决定大力发展装配式建筑,推动产业结构调整升级。“十三五”期间,我国正处在生态文明建设、新型城镇化和“一带一路”战略布局的关键时期,大力发展建筑工业化,对于转变城镇建设模式,推进建筑领域节能减排,提升城镇人居环境品质,加快建筑业产业升级,具有十分重要的意义和作用。

在此背景下,国内以东南大学为代表的一批高校、科研机构和业内骨干企业积极响应,成立了一系列组织机构,以推动我国建筑工业化的发展,如:依托东南大学组建的新型建筑工业化协同创新中心、依托中国电子工程设计院组建的中国建筑学会工业化建筑学术委员会、依托中国建筑科学研究院组建的建筑工业化产业技术创新战略联盟等。与此同时,“十二五”国家科技支撑计划、“十三五”国家重点研发计划、国家自然科学基金等,对建筑工业化基础理论、关键技术、示范应用等相关研究都给予了有力资助。在各方面的支持下,我国建筑工业化的研究聚焦于绿色建筑设计理念、新型建材、结构体系、施工与信息化管理等方面,取得了系列创新成果,并在国家重点工程建设中发挥了重要作用。将这些成果进行总结,并出版《新型建筑工业化丛书》,将有力推动建筑工业化基础理论与技术的发展,促进建筑工业化的推广应用,同时为更深层次的建筑工业化技术标准体系的研究奠定坚实的基础。

《新型建筑工业化丛书》应该是国内第一套系统阐述我国建筑工业化的历史、现状、理论、技术、应用、维护等内容的系列专著,涉及的内容非常广泛。该套丛书的出版,将有助于我国建筑工业化科技创新能力的加速提升,进而推动建筑工业化新技术、新材料、新产品的应用,实现绿色建筑及建筑工业化的理念、技术和产业升级。

是以为序。

清华大学教授  
中国工程院院士



2017年5月22日于清华园

## 丛书前言

建筑工业化源于欧洲,为解决战后重建劳动力匮乏的问题,通过推行建筑设计和构配件生产标准化、现场施工装配化的新型建造生产方式来提高劳动生产率,保障了战后住房的供应。从20世纪50年代起,我国就开始推广标准化、工业化、机械化的预制构件和装配式建筑。70年代末从东欧引入装配式大板住宅体系后全国发展了数万家预制构件厂,大量预制构件被标准化、图集化。但是受到当时设计水平、产品工艺与施工条件等的限制,导致装配式建筑遭遇到较严重的抗震安全问题,而低成本劳动力的耦合作用使得装配式建筑应用减少,80年代后期开始进入停滞期。近几年来,我国建筑业发展全面进行结构调整和转型升级,在国家和地方政府大力提倡节能减排政策引领下,建筑业开始向绿色、工业化、信息化等方向发展,以发展装配式建筑为重点的建筑工业化又得到重视和兴起。

新一轮的建筑工业化与传统的建筑工业化相比又有了更多的内涵,在建筑结构设计、生产方式、施工技术和管理等方面有了巨大的进步,尤其是运用信息技术和可持续发展理念来实现建筑全生命周期的工业化,可称谓新型建筑工业化。新型建筑工业化的基本特征主要有设计标准化、生产工厂化、施工装配化、装修一体化、管理信息化五个方面。新型建筑工业化最大限度节约建筑建造和使用过程的资源、能源,提高建筑工程质量和效益,并实现建筑与环境的和谐发展。在可持续发展和发展绿色建筑背景下,新型建筑工业化已经成为我国建筑业的发展方向的必然选择。

自党的十八大提出要发展“新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化”以来,国家多次密集出台推进建筑工业化的政策要求。特别是2016年2月6日,中共中央国务院印发《关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》,强调要“发展新型建造方式,大力推广装配式建筑,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%”;2016年3月17日正式发布的《国家“十三五”规划纲要》,也将“提高建筑技术水平、安全标准和工程质量,推广装配式建筑和钢结构建筑”列为发展方向。在中央明确要发展装配式建筑、推动新型建筑工业化的号召下,新型建筑工业化受到社会各界的高度关注,全国20多个省市陆续出台了支持政策,推进示范基地和试点工程建设。科技部设立了“绿色建筑与建筑工业化”重点专项,全国范围内也由高校、科研院所、设计院、房地产开发和构件生产企业等合作成立了建筑工业化相关的创新战略联盟、学术委员会,召开各类学术研讨会、培训会等。住建部等部门发布了《装配式混凝土建筑技术标准》《装配式钢结构建筑技术标准》《装配式木结构建筑技术标准》等一批规范标准,积极推动了我国建筑工业化的进一步发展。

东南大学是国内最早从事新型建筑工业化科学研究的高校之一,研究工作大致经历了三个阶段,第一个阶段是海外引进、消化吸收再创新阶段:早在20世纪末,吕志涛院士敏锐地捕捉到建筑工业化是建筑产业发展的必然趋势,与冯健教授、郭正兴教授、孟少平教授等共同努力,与南京大地集团等合作,引入法国的世构体系;与台湾润泰集团等合作,引入润泰预制结构体系;历经十余年的持续研究和创新应用,完成了我国首部技术规程和行业标准,成果支撑了全国多座标志性工程的建设,应用面积超过500万平方米。第二个阶段是构建平台、协同创新:2012年11月,东南大学联合同济大学、清华大学、浙江大学、湖南大学等高校以及中建总公司、中国建筑科学研究院等行业领军企业组建了国内首个新型建筑工业化协同创新中心,2014年入选江苏省协同创新中心,2015年获批江苏省建筑产业现代化示范基地,2016年获批江苏省工业化建筑与桥梁工程实验室。在这些平台上,东南大学一大批教授与行业同仁共同努力,取得了一系列创新性的成果,支撑了我国新型建筑工业化的快速发展。第三个阶段是自2017年开始,以东南大学与南京市江宁区政府共同建设的新型建筑工业化创新示范特区载体(第一期面积5000平方米)的全面建成为标志和支撑,将快速推动东南大学校内多个学科深度交叉,加快与其他单位高效合作和联合攻关,助力科技成果的良好示范和规模化推广,为我国新型建筑工业化发展做出更大的贡献。

然而,我国大规模推进新型建筑工业化,技术和人才储备都严重不足,管理和工程经验也相对匮乏,亟须一套专著来系统介绍最新技术,推进新型建筑工业化的普及和推广。东南大学出版社出版的《新型建筑工业化丛书》正是顺应这一迫切需求而出版,是国内第一套专门针对新型建筑工业化的丛书,丛书由十多本专著组成,涉及建筑工业化相关的政策、设计、施工、运维等各个方面。丛书编著者主要来自东南大学的教授,以及国内部分高校科研单位一线的专家和技术骨干,就新型建筑工业化的具体领域提出新思路、新理论和新方法来尝试解决我国建筑工业化发展中的实际问题,著者资历和学术背景的多样性直接体现为丛书具有较高的应用价值和学术水准。由于时间仓促,编著者学识水平有限,丛书疏漏和错误之处在所难免,欢迎广大读者提出宝贵意见。

丛书主编 吴 刚 王景全

# 前言

建筑业在国民经济中的作用十分突出,2016年全国建筑业总产值达到19.36万亿元,从业者超过5000万,是名副其实的支柱产业。过去几十年建筑业快速发展,我国在建设量激增的同时,付出了高昂的资源环境代价,每年逾30亿t的建筑垃圾,约占城市垃圾总量的40%,其中大部分不可降解,高品质建筑却很少。装配式建筑是绿色、环保、低碳、节能型建筑。在发展以人为本、绿色建筑的理念上,装配式建筑以其各方面的优良性能脱颖而出。因此,必须以大力发展装配式建筑为抓手,加快推进建筑工业化,促进建筑品质提升以及行业转型升级、可持续发展。

目前,全国已有三十多个省市出台了针对装配式建筑及建筑产业化发展的指导意见和相关配套措施,不少地方更是对建筑产业化发展提出了明确要求。而国家高层更是提出“10年30%”的目标,为装配式建筑的发展送来政策东风。随着装配式建筑的发展,在为行业带来新气象的同时,建筑行业业态或将面临洗牌和重构。发展装配式建筑是生产方式的重大变革,产业转型,人才先行,因此必须加快推进装配式建筑设计人才的培养步伐。

本书的写作由南京长江都市建筑设计股份有限公司的科研人员、设计人员完成。南京长江都市建筑设计股份有限公司自2007年开始步入装配式建筑设计领域,经过十余年的发展,凭借“先进的技术优势”“丰富的工程实践经验”“成熟的技术团队”“完善的一体化设计体系”这四大优势构成的核心竞争力,在江苏省乃至华东地区赢得了较高声誉,尤其是在绿色建筑和建筑产业现代化领域的研究和应用已处于全国领先地位。本书编写人员具有丰富的装配式结构设计经验,通过结合目前国家最新标准、图集及典型的装配式结构设计案例,系统地介绍了装配式建筑设计、结构设计、深化设计及工程实践等相关内容。书中的工程案例汇集了南京长江都市建筑设计股份有限公司十余年装配式建筑设计的典型创新性成果,在国家规范、图集的基础上有所突破,采用新技术、新工艺,对推进装配式建筑的发展具有一定的价值。

全书共分6章:第1章主要介绍目前国内外建筑工业化发展现状和存在的问题,以及国家的相关政策导向和现行国家标准、图集;第2章主要介绍装配式建筑的概念、分类、设计特点及常用的装配式建筑结构体系;第3章主要介绍装配式混凝土建筑设计,包括设计基本原则、建筑平面设计、建筑立面与剖面设计、预制外墙设计、内装设计、设备与管线设

计;第4章主要介绍装配式混凝土结构设计,包括装配式结构常用材料与连接方式、装配式结构常用构件、装配整体式混凝土框架结构设计、装配整体式剪力墙结构设计、多层装配式墙板结构设计、装配式混凝土结构设计在软件中的实现;第5章主要介绍装配式构件的深化设计及BIM的应用;第6章介绍了南京长江都市建筑设计股份有限公司6个典型的装配式建筑案例。

希望本书的出版能够为我国装配式设计人员的培养提供有力的帮助。限于时间和业务水平,书中难免存在不足之处,真诚地希望广大读者批评指正。

笔 者

2017年12月

# 目 录

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第 1 章 绪论                | 001 |
| 1.1 建筑工业化               | 001 |
| 1.1.1 建筑工业化的基本内容        | 002 |
| 1.1.2 建筑工业化的主要特征        | 003 |
| 1.1.3 建筑工业化的优势          | 003 |
| 1.2 国外建筑工业化的发展历程和现状     | 004 |
| 1.2.1 国外建筑工业化的发展历程      | 004 |
| 1.2.2 国外建筑工业化的发展现状      | 005 |
| 1.3 国内建筑工业化的发展历程和现状     | 008 |
| 1.3.1 国内建筑工业化的发展历程      | 008 |
| 1.3.2 国内建筑工业化的发展现状      | 009 |
| 1.3.3 国内建筑工业化发展过程中存在的问题 | 010 |
| 1.4 我国发展装配式建筑的相关政策      | 012 |
| 1.5 我国现行装配式建筑技术标准       | 013 |
| 第 2 章 装配式建筑概述           | 015 |
| 2.1 装配式建筑概念             | 015 |
| 2.2 装配式建筑分类             | 015 |
| 2.3 装配式建筑设计特点           | 018 |
| 2.4 装配式混凝土结构            | 019 |
| 2.4.1 装配式混凝土结构体系分类      | 020 |
| 2.4.2 装配整体式混凝土结构的适用范围   | 023 |
| 2.4.3 常用预制构件            | 024 |
| 第 3 章 装配式混凝土建筑设计        | 026 |
| 3.1 装配式混凝土建筑设计基本原则      | 026 |
| 3.1.1 模数化设计             | 026 |
| 3.1.2 标准化设计             | 027 |
| 3.1.3 集成化设计             | 027 |
| 3.2 装配式混凝土建筑平面设计        | 028 |

|            |                     |            |
|------------|---------------------|------------|
| 3.2.1      | 总平面设计               | 028        |
| 3.2.2      | 建筑平面设计              | 028        |
| 3.3        | 装配式混凝土建筑立面与剖面设计     | 033        |
| 3.4        | 装配式混凝土建筑预制外墙防水、保温设计 | 037        |
| 3.4.1      | 预制外墙防水技术            | 037        |
| 3.4.2      | 预制外墙保温技术            | 039        |
| 3.5        | 装配式混凝土建筑内装设计        | 040        |
| 3.5.1      | 内装部品设计与选型           | 040        |
| 3.5.2      | 内装部品接口与连接           | 042        |
| 3.6        | 装配式混凝土建筑设备与管线设计     | 042        |
| 3.6.1      | 给排水系统设计             | 043        |
| 3.6.2      | 供暖、通风、空调系统设计        | 043        |
| 3.6.3      | 电气和智能化系统设计          | 043        |
| <b>第4章</b> | <b>装配式混凝土结构设计</b>   | <b>045</b> |
| 4.1        | 装配式混凝土结构设计概述        | 045        |
| 4.1.1      | 设计流程                | 046        |
| 4.1.2      | 一般规定                | 048        |
| 4.2        | 装配式混凝土结构常用材料与连接方式   | 049        |
| 4.2.1      | 结构主材                | 049        |
| 4.2.2      | 钢筋的主要连接方式           | 050        |
| 4.3        | 混凝土预制构件             | 061        |
| 4.3.1      | 预制混凝土柱              | 061        |
| 4.3.2      | 预制混凝土梁              | 062        |
| 4.3.3      | 叠合板                 | 065        |
| 4.3.4      | 预制剪力墙               | 067        |
| 4.3.5      | 外挂墙板                | 070        |
| 4.3.6      | 轻质隔墙                | 079        |
| 4.3.7      | 预制楼梯                | 081        |
| 4.3.8      | 预制阳台板               | 087        |
| 4.4        | 装配整体式混凝土框架结构设计      | 088        |
| 4.4.1      | 基本规定                | 090        |
| 4.4.2      | 关键部位承载力计算           | 092        |
| 4.4.3      | 节点设计                | 096        |
| 4.5        | 装配整体式剪力墙结构设计        | 107        |
| 4.5.1      | 基本规定                | 108        |

|       |                      |     |
|-------|----------------------|-----|
| 4.5.2 | 结构计算                 | 109 |
| 4.5.3 | 连接设计                 | 112 |
| 4.5.4 | 预制墙板间拼装节点构造          | 122 |
| 4.6   | 多层装配式墙板结构设计          | 127 |
| 4.6.1 | 一般规定                 | 127 |
| 4.6.2 | 计算要求                 | 128 |
| 4.6.3 | 水平接缝承载力计算            | 128 |
| 4.6.4 | 连接设计                 | 128 |
| 4.7   | 装配式混凝土结构设计在软件中的实现    | 131 |
| 4.7.1 | PKPM-PC 装配式建筑设计软件简介  | 131 |
| 4.7.2 | YJK 装配式混凝土结构设计简要说明   | 135 |
| 第 5 章 | 装配式混凝土结构的深化设计        | 150 |
| 5.1   | 深化设计与各专业之间的关系        | 150 |
| 5.2   | 深化设计基本要求             | 151 |
| 5.3   | 预制构件深化设计             | 157 |
| 5.4   | BIM 在预制构件深化设计中的应用    | 167 |
| 第 6 章 | 装配式混凝土结构工程案例         | 173 |
| 6.1   | 南京万科上坊保障性住房项目 6-05 栋 | 173 |
| 6.1.1 | 工程概况                 | 173 |
| 6.1.2 | 结构设计及分析              | 173 |
| 6.1.3 | 装配化应用技术及指标           | 176 |
| 6.1.4 | 主要构件及节点设计            | 177 |
| 6.1.5 | 围护及部品件的设计            | 180 |
| 6.1.6 | 相关构件及节点施工现场照片        | 183 |
| 6.1.7 | 工程总结及思考              | 187 |
| 6.2   | 南通政务中心停车综合楼项目        | 188 |
| 6.2.1 | 工程概况                 | 188 |
| 6.2.2 | 结构设计及分析              | 189 |
| 6.2.3 | 装配化应用技术及指标           | 191 |
| 6.2.4 | 主要构件及节点设计            | 192 |
| 6.2.5 | 围护及部品件的设计            | 194 |
| 6.2.6 | 相关构件及节点施工现场照片        | 194 |
| 6.2.7 | 工程总结及思考              | 195 |
| 6.3   | 南通海门老年公寓项目           | 196 |

|       |                         |     |
|-------|-------------------------|-----|
| 6.3.1 | 工程概况                    | 196 |
| 6.3.2 | 结构设计及分析                 | 197 |
| 6.3.3 | 装配化应用技术及指标              | 199 |
| 6.3.4 | 主要构件及节点设计               | 200 |
| 6.3.5 | 围护及部品件的设计               | 212 |
| 6.3.6 | 相关构件及节点施工现场照片           | 216 |
| 6.3.7 | 工程总结及思考                 | 217 |
| 6.4   | 万科南京南站 NO. 2012G43 地块项目 | 218 |
| 6.4.1 | 工程概况                    | 218 |
| 6.4.2 | 结构设计及分析                 | 221 |
| 6.4.3 | 装配化应用技术及指标              | 223 |
| 6.4.4 | 主要构件及节点设计               | 224 |
| 6.4.5 | 围护及部品件的设计               | 229 |
| 6.4.6 | 相关构件及节点施工现场照片           | 230 |
| 6.4.7 | 工程总结及思考                 | 231 |
| 6.5   | 南京丁家庄二期 A28 地块保障性住房项目   | 231 |
| 6.5.1 | 工程概况                    | 231 |
| 6.5.2 | 结构设计及分析                 | 232 |
| 6.5.3 | 装配化应用技术及指标              | 235 |
| 6.5.4 | 主要构件及节点设计               | 237 |
| 6.5.5 | 围护及部品件的设计               | 242 |
| 6.5.6 | 相关构件及节点施工现场照片           | 244 |
| 6.5.7 | 工程总结及思考                 | 245 |
| 6.6   | 杭州万科城项目                 | 246 |
| 6.6.1 | 工程概况                    | 246 |
| 6.6.2 | 结构设计及分析                 | 246 |
| 6.6.3 | 装配化应用技术及指标              | 248 |
| 6.6.4 | 主要构件及节点设计               | 249 |
| 6.6.5 | 围护及部品件的设计               | 250 |
| 6.6.6 | 相关构件及节点施工现场照片           | 252 |
| 6.6.7 | 工程总结及思考                 | 253 |

|      |     |
|------|-----|
| 参考文献 | 254 |
|------|-----|

|      |     |
|------|-----|
| 企业简介 | 256 |
|------|-----|

# 第1章

## 绪论

### 1.1 建筑工业化

建筑工业化是随西方工业革命萌生的概念,工业革命让造船、汽车生产效率大幅提升。随着欧洲兴起的新建筑运动,实行工厂预制、现场机械装配的建造方式,逐步形成了建筑工业化最初的理论雏形。二战后,西方国家亟须解决大量的住房问题但又面临劳动力的严重缺乏,其为推动建筑工业化提供了实践基础,因其工作效率高而在欧美风靡一时。1974年,联合国出版的《政府逐步实现建筑工业化的政策和措施指引》中定义了“建筑工业化”的概念:按照大工业生产方式改造建筑业,使之逐步从手工业转向社会化大生产的过程。它的基本途径是建筑标准化,并逐步采用现代科学技术的新成果,以提高劳动生产率,加快建设速度,降低工程成本,提高工程质量。

建筑工业化采用在工厂内大规模预制的生产方式,包括墙板、叠合梁、楼梯、阳台等部品构件均在工厂内生产,强调利用现代科学技术、先进的管理方法和工业化的生产方式将建筑生产全过程连接为一个完整的产业系统,如图1-1所示。这一生产方式使得传统建

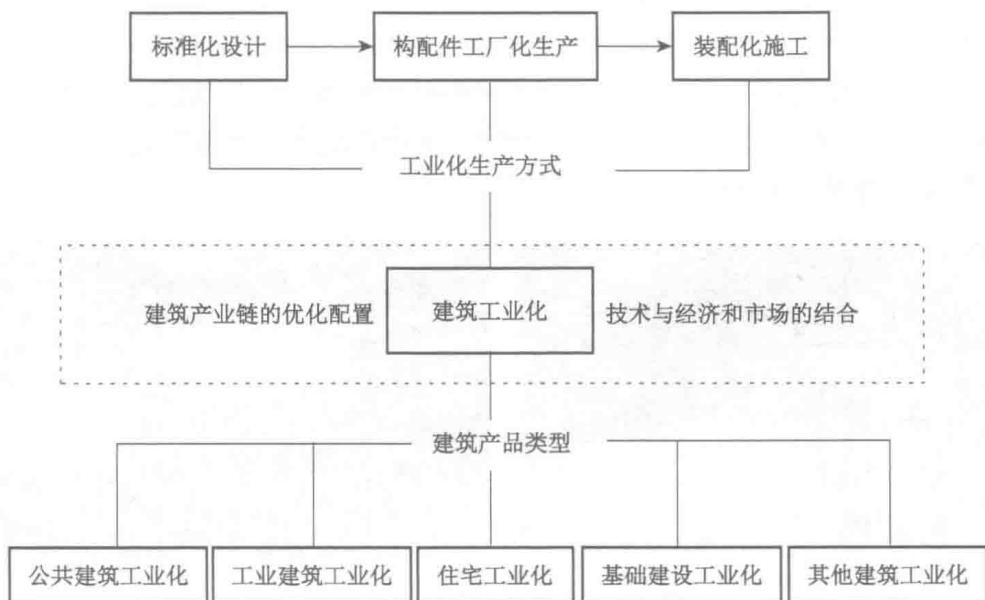


图 1-1 建筑工业化概念

筑业由高污染、高能耗、低效率、低品质的传统粗放模式,向低污染、低能耗、高品质、高效率的现代集约方式转变。

### 1.1.1 建筑工业化的基本内容

建筑工业化的基本内容包括以下几个方面:①采用先进、适用的技术、工艺和装备,科学合理地组织施工,发展施工专业化,提高机械化水平,减少繁重、复杂的手工劳动和湿作业;②发展建筑构配件、制品、设备并形成适度的规模经营,为建筑市场提供各类建筑使用的系列化通用建筑构配件和制品;③制定统一的建筑模数和重要的基础标准(模数协调、公差与配合、合理建筑参数、连接等),合理解决标准化和多样化的关系,建立和完善产品标准、工艺标准、企业管理标准等,不断提高建筑标准化水平;④采用现代管理方法和手段,优化资源配置,实行科学的组织和管理,培育和发展技术市场和信息管理系统。

具体来讲,建筑工业化主要标志是:建筑设计标准化与体系化,建筑构配件生产的工业化,建筑施工的机械化和组织管理信息化。

#### 建筑设计的标准化与体系化

建筑设计标准化,是将建筑构建的类型、规格、质量、材料、尺度等规定统一标准。将其中建造量大、使用面积广、共性多、通用性强的建筑构配件及零部件、设备装置或建筑单元,经过综合研究编制配套的标准设计图进而汇编成建筑设计标准图集。标准化设计的基础是采用统一的建筑模数,减少建筑构配件的类型和规格,提高通用性。体系化是根据各地区的自然特点、材料供应和设计标准的不同要求,设计出多样化和系列化的定型构件与节点设计。建筑师在此基础上灵活选择不同的定型产品,组合出多样化的建筑体系。

#### 建筑构配件生产的工业化

将建筑中量多面广、易于标准化设计的建筑构配件由工厂进行集中批量生产(图1-2),采用机械化手段,提高劳动生产率和产品质量,缩短生产周期。批量生产出来的建筑构配件进入流通领域成为社会化的商品,促进建筑产品质量的提高,生产成本降低。最终,推动建筑工业化的发展。

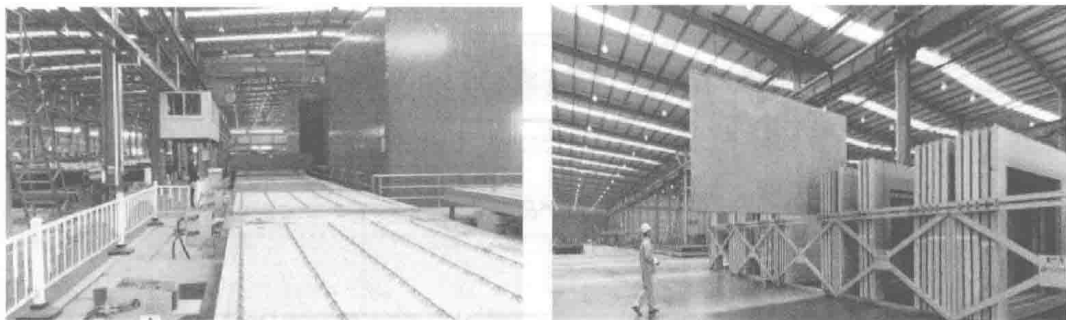


图 1-2 预制构件的工业化生产

## 建筑施工的机械化

建筑设计的标准化、构配件生产的工厂化和产品的商品化,使建筑机械设备和专用设备得以充分开发应用(图 1-3)。专业性强、技术性高的工程(如桩基、钢结构、张拉膜结构、预应力混凝土等项目)可由具有专用设备和技术的施工队伍承担,使建筑生产进一步走向专业化和社会化。

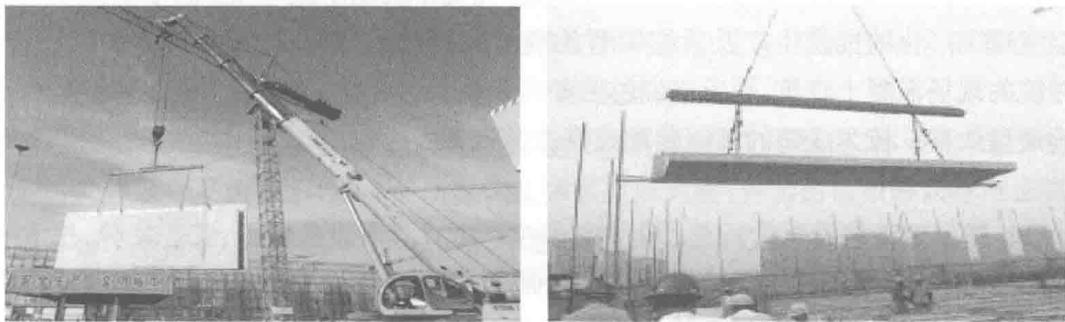


图 1-3 预制构件机械化施工

## 组织管理信息化

组织管理信息化指的是生产要素的合理组织,组织管理信息化的核心是“集成”,而 BIM 技术是“集成”的主线。这条主线串联起设计、生产、施工、装修和管理的全过程,服务于设计、建设、运维、拆除的全生命周期,可以数字化虚拟、信息化描述各种系统要素,实现信息化协同设计、可视化装配,工程量信息的交互和节点连接模拟及检验等全新运用,整合建筑全产业链,实现全过程、全方位的信息化集成。

### 1.1.2 建筑工业化的主要特征

传统建筑生产方式,是将设计与建造环节分开,设计环节仅从目标建筑体及结构的设计角度出发,而后将所需建材运送至目的地,进行露天施工、竣工验收的方式。而建筑工业化生产方式,是设计施工一体化的生产方式,标准化的设计,至构配件的工厂化生产,再进行现场装配的过程。其主要特征包括以下几个方面:

(1) 设计和施工的系统性。在实现一项工程的每一个阶段,从市场分析到工程竣工都必须按计划进行。

(2) 施工过程和施工生产的重复性。构配件生产的重复性只有当构配件能够适用于不同规模的建筑、不同使用目的和环境才有可能。构配件如果要进行批量生产就必须具有一种规定的形式,即标准化。

(3) 建筑构配件生产的系列化。没有任何一种确定的工业化结构能够适用于所有的建筑建造需求,因此,建筑工业化必须提供一系列能够组成各种不同建筑类型的构配件。

### 1.1.3 建筑工业化的优势

建筑工业化颠覆传统建筑生产方式,将设计施工环节一体化。建筑工业化使设计环

节成为关键,该环节不仅是设计蓝图至施工图的过程,而需要将构配件标准、建造阶段的配套技术等纳入设计方案中,从而设计方案作为构配件生产标准及施工装配的指导文件。与传统建筑生产方式相比,建筑工业化具有不可比拟的优势,主要体现在以下几个方面:

(1) 提高工程建设效率。建筑工业化采取设计施工一体化生产方式,从建筑方案的设计开始,建筑物的设计就遵循一定的标准,为大规模重复制造与施工打下基础。构配件可以实现工厂化的批量生产及后续短暂的现场装配过程,建造过程大部分在工厂进行。与传统的现场混凝土浇筑、缺乏培训的劳务工人手工作业相比,建筑工业化将极大提升工程的建设效率。较为成熟的预制装配建造方式与现场手工方式相比节约工期可达 30% 以上。

(2) 提高工程建设质量。工厂化预制的生产方式具有设备精良、工艺完善、技术工人操作熟练等优点,构配件生产稳定且有质量保障。对工业化预制装配式建筑设计的研究表明,外墙的装饰瓷砖若采用现场粘贴,粘贴强度受外界温度因素影响,耐久性难以保证,所以在高层建筑中是禁止使用的。若采用预制挂板方式,瓷砖通过预制混凝土粘贴,粘贴强度比现场操作提高数倍,并可以应用于高层建筑中。

(3) 节能减排,实现可持续发展。我国仅民用建筑在生产、建造使用过程中,能耗占全社会总能耗 49.5%。在哥本哈根世界气候大会上,我国向世界庄严承诺,到 2020 年单位国内生产总值  $\text{CO}_2$  排放比 2005 年下降 40%~45%。为实现这一目标,能耗大户建筑业在低碳环保、绿色节能发展方面责无旁贷。而建筑工业化将助推建筑业走向低碳低能耗可持续发展道路。据万科工业化实验楼建设过程的统计数据显示,与传统施工方式相比,工业化方式每平方米建筑面积的水耗降低 64.75%,能耗降低 37.15%,人工减少 47.35%,垃圾减少 58.89%,污水减少 64.75%。其他统计数据显示,工业化建造方式比传统方式减少能耗 60% 以上,减少垃圾 80% 以上,对资源节约的贡献非常显著。

(4) 降低建筑的综合成本。通过大规模、标准化的生产,将在劳务用工、材料节约、能耗减少等多角度降低建筑的综合成本。据南京大地建设集团统计数据显示:与传统现浇技术相比,采用新型建筑工业化方式,工期可缩短 30% 以上,施工周转耗材可节约 80% 以上。

## 1.2 国外建筑工业化的发展历程和现状

### 1.2.1 国外建筑工业化的发展历程

建筑工业化的概念起源于欧洲。18 世纪产业革命以后,随着机器大工业的兴起、城市发展与技术进步,建筑工业化的思想开始萌芽。20 世纪二三十年代,当时有观点提出,应当改革传统的房屋建造工艺,由专业化的工厂成批生产可供安装的构件,通过现场组装的主要途径来完成房屋建造,不再把全部工艺过程都安排到施工现场完成,这就基本形成