



装配式建筑“十四五”规划教材

装配式 建筑概论

ZHUANGPEISHI JIANZHU GAILUN

主编 ○ 王昂 张辉 刘智绪



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

装配式建筑概论

主 编 王 昂 张 辉 刘智绪

华中科技大学出版社

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 提 要

为适应建筑业经济结构的转型升级,供给侧改革及行业发展趋势,针对装配式建筑领域应用型技术技能型人才培养的需求,本书较为系统地介绍了装配式建筑的特点、制作与安装。

全书共分为9个任务:任务1为初识装配式建筑,主要介绍了装配式建筑的概念、内涵、分类、优缺点、发展历程及未来的发展方向;任务2为理解装配式建筑设计,主要介绍了装配式建筑的设计理念、设计流程、设计方法及设计原则;任务3为认识装配式混凝土建筑,主要介绍了装配式混凝土建筑的概念、类型、常用预制构件及连接方法;任务4为熟悉装配式混凝土构件的生产,主要介绍了构件的生产流程、材料与配比、制作、存放与运输;任务5为掌握装配式混凝土构件的施工,主要介绍了构件的施工准备、安装、灌浆施工、构件间的连接、成品保护与环境保护;任务6为熟悉装配式钢结构,主要介绍了装配式钢结构的概念、特点,以及设计、生产、施工要点;任务7为熟悉装配式木结构,主要介绍了装配式木结构的概念、特点,以及设计、生产、施工要点;任务8为了解装配式建筑的管理,主要介绍了工程管理模式及装配式建筑的管理模式;任务9为了解装配式建筑中的BIM技术,主要介绍了BIM技术在装配式建筑中的应用。

本书以就业为导向,内容通俗易懂,文字规范简练,图文并茂,突出了实用性及实践性的特点。本书可作为高等职业教育土建类专业的教学用书,也可作为建筑施工技术人员的学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

装配式建筑概论/王昂,张辉,刘智绪主编. —武汉:华中科技大学出版社,2021.6
ISBN 978-7-5680-7460-5

I. ①装… II. ①王… ②张… ③刘… III. ①装配式构件—概论 IV. ①TU3

中国版本图书馆CIP数据核字(2021)第165304号

装配式建筑概论

Zhuangpeishi Jianzhu Gailun

王昂 张辉 刘智绪 主编

策划编辑:康 序

责任编辑:李曜男

责任监印:朱 玟

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:武汉三月禾文化传播有限公司

印 刷:武汉开心印印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:18.75

字 数:504千字

版 次:2021年6月第1版第1次印刷

定 价:58.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前言

PREFACE

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的发展正处于探索、推广和应用的关键时期,按照中央和国务院的要求,到 2026 年,我国装配式建筑占新建建筑的比例将达到 30%。装配式建筑并不仅仅是建造工法的改变,而且是建筑业基于标准化、集成化、工业化、信息化的全面变革,承载了建筑现代化和实现绿色建筑的重要使命,也是建筑业走向智能化的过渡步骤之一。

装配式建筑的兴起要求每一个建筑业从业者都要进行知识更新,建筑业从业者不仅要掌握装配式建筑的知识与技能,还应当具有面向未来的创新意识与能力。如此,建筑学科和管理学科相关专业的学生更应当与时俱进,了解国内外装配式建筑的现状与发展趋势,掌握必备的装配式建筑知识与技能,适应新形势,奠定走向未来的基础。

本书基于我国装配式建筑发展的背景,详细介绍了我国装配式建筑的内涵、特征及优势,分析了国内外装配式建筑的发展历程和装配式建筑全生命周期管理各环节的知识,涵盖了装配式建筑的新技术和新方法,可以让读者对装配式建筑有一个全面、系统的认识。本书共分为 9 个任务,包括初识装配式建筑、理解装配式建筑设计、认识装配式混凝土建筑、熟悉装配式混凝土构件的生产、掌握装配式混凝土构件的施工、熟悉装配式钢结构、熟悉装配式木结构、了解装配式建筑的管理及了解装配式建筑中的 BIM 技术。本书对国家层面及代表性省、市的相关政策文件进行了较为系统的梳理与解读;深入浅出地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了概述,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了深入阐述,并介绍了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、全生命周期管理、质量管理等维度介绍了装配式建筑管理领域的相关创新。

本书以“1+X”装配式建筑构件制作与安装职业技能等级证书的取证要求为依托,以学生为



中心,深入浅出,配备大量案例、图片,让学生在 学习过程中,了解行业前沿知识,匹配行业的实际需求,最终使学生对装配式建筑有一个全面、系统的认识,掌握装配式建筑的基础知识并具备进一步深入学习装配式建筑的基础。

本书由天津国土资源和房屋职业学院建筑工程学院王昂、张辉、刘智绪合作编写。任务 2、4、5 由王昂编写,任务 3、6、7 由张辉编写,任务 1、8、9 由刘智绪编写。

为了方便教学,本书还配有电子课件等教学资源包,任课教师可以发邮件至 husttujian@163.com 索取。

本书的编写参阅了相关教材、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。

编 者

2021 年 6 月

华中科技大学出版社

目录

CONTENTS

任务 1 初识装配式建筑	1
1.1 装配式建筑的概念	1
1.2 装配式建筑发展的背景与意义	4
1.3 装配式建筑的内涵、外延及分类	5
1.4 装配式建筑的优缺点	9
1.5 国内外装配式建筑发展历程及现状	13
1.6 装配式建筑的未来	21
思考题	23
任务 2 理解装配式建筑设计	24
2.1 装配式建筑设计理念	24
2.2 装配式建筑设计流程	27
2.3 装配式建筑设计方法	32
2.4 装配式建筑设计	45
思考题	55
任务 3 认识装配式混凝土建筑	56
3.1 装配式混凝土建筑的概念	56
3.2 装配式混凝土建筑的类型	58
3.3 装配式混凝土建筑常用预制构件	66
3.4 装配式混凝土结构的连接方式	75
3.5 装配式混凝土建筑遇到的问题	95
思考题	95
任务 4 熟悉装配式混凝土构件的生产	96
4.1 装配式混凝土构件的生产流程	96
4.2 装配式混凝土构件的材料与配件	107
4.3 装配式混凝土构件的制作	118
4.4 装配式混凝土构件的存放与运输	133
思考题	138



任务 5 掌握装配式混凝土构件的施工	139
5.1 装配式混凝土构件的施工准备	139
5.2 装配式混凝土构件的安装	151
5.3 装配式混凝土构件的灌浆施工	174
5.4 装配式混凝土构件间的连接	182
5.5 成品保护与环境保护	194
思考题	199
任务 6 熟悉装配式钢结构	200
6.1 装配式钢结构建筑的概念和优缺点	200
6.2 装配式钢结构建筑的类型与适用范围	205
6.3 装配式钢结构建筑的设计要点	209
6.4 装配式钢结构构件的生产、运输与堆放	221
6.5 装配式钢结构的施工安装	228
思考题	230
任务 7 熟悉装配式木结构	231
7.1 装配式木结构建筑的概述	231
7.2 装配式木结构建筑的材料	233
7.3 装配式木结构的类型	236
7.4 装配式木结构设计	239
7.5 装配式木结构建筑的生产与施工	250
思考题	254
任务 8 了解装配式建筑的管理	255
8.1 工程管理模式	255
8.2 装配式建筑与 EPC 模式	259
8.3 装配式建筑工程全生命周期管理	264
8.4 装配式建筑与信息化协同管理系统	269
思考题	275
任务 9 了解装配式建筑中的 BIM 技术	276
9.1 BIM 简介	276
9.2 装配式建筑应用 BIM 技术的必要性和重要性	279
9.3 BIM 技术在装配式建筑中的应用	282
9.4 装配式建筑全链条共享 BIM 的建立	290
思考题	291
参考文献	292

Chapter 1

任务 1 初识装配式建筑

学习任务：

- 掌握装配式建筑的概念；
- 理解我国装配式建筑当前的政策与机遇；
- 掌握装配式建筑的分类及特点；
- 掌握装配式建筑的类型及装配式建筑的优缺点；
- 了解国内外装配式建筑发展的历史；
- 了解装配式建筑未来发展的趋势。

重难点：

- 装配式建筑的概念及常用术语；
- 装配式建筑的分类及优缺点。

1.1 装配式建筑的概念

1.1.1 装配式建筑的基本概念

装配式建筑重新定义了建筑的建造方式，希望通过建造方式的转变实现“像造汽车一样造房子”“像搭积木一样建房子”。

装配式建筑的概念一般可以从狭义和广义两个不同角度来理解或定义。

1. 狭义上理解和定义

装配式建筑是指将预制部品、部件通过可靠的连接方式在工地装配而成的建筑。在通常情况下，从建筑技术角度来理解装配式建筑，即从狭义上理解或定义。

2. 广义上理解和定义

装配式建筑是指用工业化建造方式建造的建筑。工业化建造方式主要是指在房屋建造全过程中以标准化设计、工业化生产、装配化施工、一体化装修和信息化管理为主要特征的建造方式。

工业化建造方式应具有鲜明的工业化特征，各生产要素包括生产资料、劳动力、生产技术、组织管理、信息资源等，在生产方式上都能充分体现专业化、集约化和社会化。从装配式建筑发展的目的（建造方式的重大变革）的宏观角度来理解装配式建筑，即从广义上理解或定义。



1.1.2 常用的术语

1. 预制混凝土构件

预制混凝土构件又称为 PC 构件,是在工厂或工地预先加工制作的建筑物或构筑物的混凝土部件。采用预制混凝土构件进行装配化施工,具有节约劳动力、克服季节影响、便于常年施工等优点。推广预制混凝土构件,是实现建筑工业化的重要途径之一。

2. 部件

部件是在工厂或现场预先生产制作完成,构成建筑结构系统的结构构件及其他构件的统称。

3. 部品

部品是由工厂生产,构成外围护系统、设备与管线系统、内装系统的建筑单一产品或复合产品组装而成的功能单元的统称。

建筑部品(或装修部品)一词来源于日文。在 20 世纪 90 年代初期,我国建筑科研、设计机构学习借鉴日本的经验,结合我国实际,从建筑集成技术化的角度,提出了发展“建筑部品”这一概念。

建筑部品由建筑材料、单个产品(制品)和零配件等,通过设计并按照标准在现场或工厂组装而成,且能满足建筑中该部位规定的功能要求。建筑部品包括集成卫浴、整体屋面、复合墙体、组合门窗等。建筑部品主要由主体产品、配套产品、配套技术和专用设备四部分构成。

(1) 主体产品是指在建筑某特定部位能够发挥主要功能的产品。主体产品应具有规定的功能和较高的技术集成度,具备生产制造模数化、尺寸规格系列化、施工安装标准化的特征。

(2) 配套产品是指主体产品应用所需的配套材料、配套件。配套产品要符合主体产品的标准和模数要求,应具备接口标准化、材料设备专用化、配件产品通用化的特征。

(3) 配套技术是指主体产品和配套产品的接口技术规范和质量标准,以及产品的设计、施工、维护、服务规程和技术要求等,应满足国家标准的要求。

(4) 专用设备是指主体产品和配套产品在整体装配过程中所采用的专用工具和设备。

建筑部品除具备以上四部分外,在建筑功能上必须能够更加直接表达建筑物某些部位的一种或多种功能要求;内部构件与外部相连的部件具有良好的边界条件和界面接口技术;具备标准化设计、工业化生产、专业化施工和社会化供应的条件和能力。

建筑部品是建筑产品的特殊形式,建筑部品是特指针对建筑某一特定的功能部位,而建筑产品是泛指是针对建筑所需的各类材料、构件、产品和设备的统称。

4. 预制率

预制率一般是指建筑室外地坪以上的主体结构 and 围护结构中,预制构件部分的混凝土用量与对应部分混凝土总用量的体积比(通常适用于钢筋混凝土装配式建筑)。其中,预制构件一般包括墙体(剪力墙、外挂墙板)、柱、梁、楼板、楼梯、空调板、阳台板等。

《工业化建筑评价标准》(GB/T 51129—2015)给出的定义是工业化建筑室外地坪以上主体结构和围护结构中预制部分的混凝土用量与对应构件混凝土总用量的体积比。预制率的计算公式为

$$\text{钢筋混凝土装配式建筑单体预制率} = (\text{预制部分混凝土体积}) \div (\text{全部混凝土体积}) \times 100\%$$

5. 装配率

装配率一般是指建筑中预制构件、建筑部品的数量(或面积)占同类构件或部品总数量(或面积)的比率。

《工业化建筑评价标准》(GB/T 51129—2015)给出的定义是工业化建筑中预制构件、建筑部品的数量(或面积)占同类构件或部品总数量(或面积)的比率。

装配率可以通过概念进行计算,根据预制构件和建筑部品的类别,采用面积比或数量比进行计算,还可以采用长度比等方式计算。

下面我们将单体建筑的构件、部品装配率和建筑单体装配率的计算方法进行简介。

1) 单体建筑的构件、部品装配率

(1) 预制楼板=建筑单体预制楼板总面积/建筑单体全部楼板总面积×100%。

(2) 预制空调板=建筑单体预制空调板构件总数量/建筑单体全部空调板总数量×100%。

(3) 集成式卫生间=建筑单体集成式卫生间的总数量/建筑单体全部卫生间的总数量×100%。

2) 建筑单体装配率

建筑单体装配率=建筑单体预制率+部品装配率+其他。

(1) 建筑单体预制率主要指预制剪力墙、预制外挂墙板、预制叠合楼板(叠合板)、预制楼梯等主体结构和围护结构的预制率。

(2) 部品装配率是按照单一部品或内容的数量比或面积比等计算方法进行计算的,比如预制内隔墙、全装修、整体厨房等非结构体系部品或内容的装配率。

(3) 其他是指奖励,包括以下技术:结构与保温一体化、墙体与窗框一体化、集成式墙体、集成式楼板、组合成形钢筋制品、定型模板。上述每项技术应用比例超过70%。每项可直接加分。

1.1.3 装配式建筑的基本特征

装配式建筑集中体现了工业化建造方式,其基本特征主要体现在标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修和信息化管理五个方面。

1. 标准化设计

标准化是装配式建筑所遵循的设计理念,是工程设计的共性条件,主要采用统一的模数协调和模块化组合方法,各建筑单元、构配件等具有通用性和互换性,满足少规格、多组合的原则,符合适用、经济、高效的要求。

2. 工厂化生产

采用现代工业化手段,实现施工现场作业向工厂生产作业的转化,形成标准化、系列化的预制构件和部品,完成预制构件、部品精细制造的过程。

3. 装配化施工

在现场施工过程中,使用现代机具和设备,以构件、部品装配施工代替传统的现浇或手工作业,实现工程建设装配化施工的过程。

4. 一体化装修

一体化装修指建筑室内外装修工程与主体结构工程紧密结合,装修工程与主体结构一体化设计,采用定制化部品、部件实现技术集成化、施工装配化,施工组织穿插作业、协调配合。

5. 信息化管理

以BIM信息化模型和信息化技术为基础,通过设计、生产、运输、装配、运维等全过程信息数据传递和共享,在工程建造全过程中实现协同设计、协同生产、协同装配等信息化管理。



装配式建筑的“五化”特征是有机的整体,是一体化的系统思维方法,是“五化一体”的建造方式。在装配式建筑的建造全过程中,通过“五化”的表征,全面、系统地反映了工业化建造的主要环节和组织实施方式。

1.2 装配式建筑发展的背景与意义

1.2.1 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。这些国家发展装配式建筑的背景基于三个条件: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,我国也呈现类似上述装配式建筑发展的三大背景的特征,具备了发展与推广装配式建筑的客观条件。

从建筑产品与建造方式本身来看,目前的建筑产品,基本上以现浇为主,形式单一,可供选择的方式不多,会影响产品的建造速度、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、湿法作业为主,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。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。

1.2.2 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了深刻变化,建筑业一直是劳动密集型产业,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业相比,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型。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。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

在可持续发展战略的指导下,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20亿平方米,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,比如施工过程中的扬尘、废水、废料、巨额能源消耗等。具体来看,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。在建筑工程全生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。

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,而装配式建筑是目前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。作为建筑业生产方式的变革,装配式建筑符合可持续发展理念,是建筑业转变发展的有效途径,也是当前我国社会经济发展的客观要求。

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 and 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 and 政府投资的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 and 钢结构建筑;同时要求城镇绿色建筑占新建建筑的比重由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。

1.3 装配式建筑的内涵、外延及分类

1.3.1 装配式建筑的内涵

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建成的建筑产品。它具备卓越的保温、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。

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、湿法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。

1.3.2 装配式建筑的外延

装配式建筑发展是建造方式重大变革这一重要发展目标的拓展和延伸,现阶段装配式建筑的外延主要包括建筑工业化和建筑产业现代化两个重要概念。

1. 建筑工业化

建筑工业化是装配式建筑发展的路径。建筑工业化运用现代工业化的组织和生产手段,对建筑生产全过程的各个阶段的各个生产要素进行技术集成和系统整合,达到建筑设计标准化、构件生产工厂化、住宅部品系列化、现场施工装配化、土建装修一体化、生产经营社会化,形成有序的工业化流水式作业,从而提高质量、提高效率、提高寿命、降低成本、降低能耗。因此,发展装配式建筑是实现建筑工业化的核心和路径。装配化是建筑工业化的主要特征和组成部分,工程建造的装配化程度体现了建筑工业化的程度和水平。

我国建筑工业化的提出始于20世纪50年代,国务院在1956年5月发布了《关于加强和发展建筑工业化的决定》,决定中提出了“为了从根本上改善我国的建筑工业,必须积极地有步骤地实行工厂化、机械化施工,逐步完成对建筑工业的技术改造,逐步完成向建筑工业化过渡”的发展要求。

1978年,国家建委先后在河北香河召开了全国建筑工业化座谈会、在河南新乡召开了全国建筑工业化规划会议,明确提出了建筑工业化的概念,即用大工业生产方式来建造工业与民用建筑,并提出建筑工业化以建筑设计标准化、构件生产工厂化、施工机械化以及墙体改革为重点的发展要求。

1995年,建设部出台了《建筑工业化发展纲要》,给出了更为全面的建筑工业化定义,即建筑工业化是指建筑业从传统手工操作为主的小生产方式逐步向社会化大生产方式过渡,即以技术为先导,采用先进、适用的技术和装备,在建筑标准化的基础上,发展建筑构配件、制品和设备的生产,培育技术体系和市场,使建筑业生产、经营活动逐步走向专业化、社会化道路。

2. 建筑产业现代化

建筑产业现代化以建筑业转型升级为目标,以装配式建造技术为先导,以现代化管理为支撑,以信息化为手段,以建筑工业化为核心,通过与工业化、信息化的深度融合,对建筑的全产业链进行更新、改造和升级,实现传统生产方式向现代工业化生产方式的转变,从而全面提升建筑工程的质量、效率和效益。

建筑产业现代化是装配式建筑发展的目标。现阶段以装配式建筑发展作为切入点和驱动力,其根本目的在于推动并实现建筑产业现代化。

建筑产业现代化针对整个建筑产业链的产业化,解决建筑业全产业链、全生命周期的发展问题,重点解决房屋建造过程的连续性问题,使资源优化,整体效益最大化。建筑工业化是生产方式的工业化,是建筑生产方式的变革,主要解决房屋建造过程中的生产方式问题,包括技术、管理、劳动力、生产资料等,目标更具体、明确。标准化、装配化是工业化的基础和前提,工业化是产业化的核心,只有工业化达到一定程度才能实现产业现代化。因此,产业化高于工业化,建筑工业化的发展目标就是实现建筑产业现代化。

1.3.3 装配式建筑的分类

1) 按主体结构材料分类

现代装配式建筑按主体结构材料分类,有装配式混凝土建筑、装配式钢结构建筑、装配式木结构建筑和装配式组合结构建筑,如图 1-3-1 所示。



(a) 装配式混凝土建筑



(b) 装配式钢结构建筑



(c) 装配式木结构建筑



(d) 装配式组合结构建筑



(e) 装配式石材结构建筑



(f) 装配式木结构建筑

图 1-3-1 装配式建筑按主体结构材料分类



古典装配式建筑按主体结构材料分类,有装配式石材结构建筑和装配式木结构建筑。

2) 按建筑高度分类

装配式建筑按建筑高度分类,有低层装配式建筑、多层装配式建筑、高层装配式建筑、超高层装配式建筑。

3) 按结构体系分类

装配式建筑按结构体系分类,有框架结构、框架-剪力墙结构、筒体结构、剪力墙结构、无梁板结构、空间薄壁结构、悬索结构、预制钢筋混凝土柱单层厂房结构等。

4) 按预制率分类

装配式建筑按预制率分类:预制率小于 5% 为局部使用预制构件建筑;预制率 5%~20% 为低预制率建筑;预制率 20%~50% 为普通预制率建筑;预制率 50%~70% 为高预制率建筑;预制率 70% 以上为超高预制率建筑。

5) 按结构形式和施工方法分类

装配式建筑按结构形式和施工方法分类,有砌块建筑、板材建筑、盒式建筑、骨架板材建筑,以及升板、升层建筑等,如图 1-3-2 所示。其中,骨架板材建筑是由全预制或部分预制的骨架和板材连接而成的。



(a) 砌块建筑



(b) 板材建筑



(c) 盒式建筑



(d) 骨架板材建筑

图 1-3-2 装配式建筑按结构形式和施工方法分类

1.3.4 装配式建筑的误区

关于装配式建筑,目前也存在一些误区。

1. 装配式的优点会自动实现

有人以为只要搞了装配式建筑,装配式的优点就会自动实现。实际上,装配式建筑需要更精细的设计、更严谨的计划、更有效的管理,装配式的优点只有基于这几个“更”才能实现。否则,会出现各种问题、麻烦和隐患。

2. 高大上的厂房设备

一些人注重高大上的厂房设备,盲目建议自动化流水线。世界上,装配式建筑技术相对发达、产品质量过硬的日本,只有叠合板实现了自动化生产,其他构件都在固定模台上制作。目前世界上最先进的混凝土构件流水线适用范围很窄,只适合生产不出筋的板式构件。按照中国现行规范,没有一样构件可以完全实现自动化生产。

3. 盲目追求高速度

预计到 2026 年中国装配式建筑比例达到 30%,这已经是很高的速度了,是世界建筑工业化进程中前所未有的速度、前所未有的规模、前所未有的跨度和前所未有的难度。但一些地方还在加速,在技术不够完善,尤其是人才匮乏的情况下,高速度的盲目发展可能带来灾难性的后果。

4. 为装配率而装配式

有时,甲方和设计单位只是被动地完成政府规定的装配率指标,并没有对实现装配式的效率与效益进行深入分析和多方案经济比较。

1.4 装配式建筑的优缺点

1.4.1 装配式建筑的优点

1. 提高建筑质量

1) 混凝土结构

装配式并不是单纯的工艺改变——将现浇变为预制,而是建筑体系与运作方式的变革,对建筑质量的提升有推动作用。

(1) 装配式混凝土建筑要求设计必须精细化、协同化。如果设计不精细,构件制作好了才发现,就会造成很大的损失。装配式要求设计更深入、细化、协同,会提高设计质量和建筑品质。

(2) 装配式可以提高建筑精度。现浇混凝土结构的施工误差往往以厘米计,而预制构件的误差以毫米计,误差大了就无法装配。预制构件在工厂模台上和精致的模具中生产,实现和控制品质比现场容易。预制构件的高精度会“逼迫”现场现浇混凝土精度的提高。在日本,表面是预制墙板反打瓷砖的建筑,100 多米高的外墙面,瓷砖砖缝笔直整齐,误差不到 2 mm。现场贴砖作业是很难达到这种精度的。

(3) 装配式可以提高混凝土浇筑、振捣和养护环节的质量。现场浇筑混凝土,模具组装不易做到严丝合缝,容易漏浆;墙、柱等立式构件不易做到很好的振捣;现场也很难做到符合要求的养护。工厂制作构件时,模具组装可以严丝合缝,混凝土不会漏浆;墙、柱等立式构件大都“躺着”浇



筑,振捣方便;板式构件在振捣台上振捣,效果更好;一般采用蒸汽养护方式养护,养护质量大大提高。

(4) 装配式是实现建筑自动化和智能化的前提。自动化和智能化减少了对人、对责任心等不确定因素的依赖,可以最大化避免人为错误,提高产品质量。

(5) 工厂作业环境比工地现场更适合全面细致地进行质量检查和控制。

2) 其他

(1) 钢结构、木结构装配式和集成化内装修的优势是显而易见的,工厂制作的部品、部件由于剪裁、加工和拼装设备的精度高,有些设备还实现了自动化、数控化,产品质量大幅度提高。

(2) 从生产组织体系上来看,装配式将建筑业传统的层层竖向转包变为扁平化分包。层层转包最终将建筑质量的责任系于流动性非常强的农民工身上;而扁平化分包,建筑质量的责任由专业化制造工厂分担。工厂有厂房、有设备,质量责任容易追溯。

2. 提高效率

对钢结构、木结构和全装配式(也就是用螺栓或焊接连接的)混凝土结构而言,装配式能够提高效率是毋庸置疑的。对于装配整体式混凝土建筑,装配式也会提高效率。

装配式使一些高处和高空作业转移到车间进行,即使不搞自动化,生产效率也会提高。工厂作业环境比现场优越,工厂化生产不受气象条件制约,刮风、下雨不影响构件制作。

工厂调配、平衡劳动力资源也更为方便。

英特尔大连工厂厂房建筑面积 10 万平方米,为 3 层钢筋混凝土框架结构,如果采用现浇方式,工期为 2 年,而采用了装配式,结构工期只有半年。由于湿法作业很少,工厂生产线和设备管线安装可以跟随结构流水作业,总工期大大缩短。

但是,如果一项工程既有装配式,又有较多现浇混凝土,虽然现浇混凝土数量可能减少了,但现浇部位多,零碎化,无法提高效率,还可能降低效率。

如果预制构件伸出钢筋的界面多,钢筋多且复杂,也很难提高整体效率。

3. 节约材料

对钢结构、木结构和全装配式混凝土结构而言,装配式能够节约材料。

实行内装修和集成化也会大幅度节约材料。

对于装配整体式混凝土结构,结构连接会增加套筒、灌浆料和加密箍筋等材料;规范规定的结构计算提高系数或构造加强也会增加配筋。可以减少的材料包括内墙抹灰、现场模具和脚手架消耗,以及商品混凝土运输车挂在罐壁上的浆料等。

如果装配整体式混凝土结构后浇混凝土连接较多,节约材料就比较难。

4. 节能减排和环保

装配式建筑可以节约材料,可以大幅度减少建筑垃圾,因为在工厂制作环节,可以将边角余料充分利用,自然有助于节能减排和环保。

5. 节省劳动力并改善劳动条件

1) 节省劳动力

工厂化生产与现场作业比较,可以较多地利用设备和工具,包括自动化设备,可以节省劳动力。节省多少主要取决于预制率大小、生产工艺自动化程度和连接节点复杂程度。

2) 改变从业者的结构构成

装配式可以大量减少工地劳动力,使建筑业农民工向产业工人转化,提高其素质。由于设计