

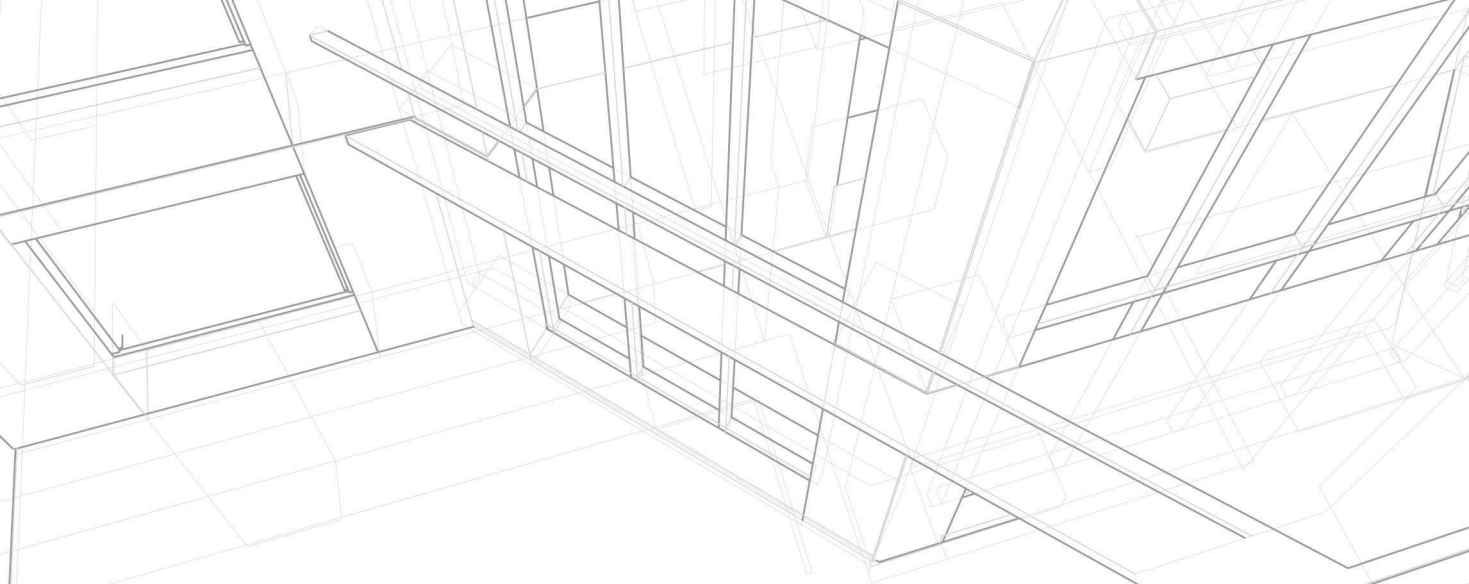
高职装配式混凝土建筑“互联网+”十三五规划教材

装配式混凝土建筑 概论

主 编 陈锡宝 杜国城
主 审 张建荣



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS



高职装配式混凝土建筑“互联网+”十三五规划教材

装配式混凝土建筑 概 论

主 编 陈锡宝 杜国城

副主编 潘立本 刘 毅 汪晨武

主 审 张建荣



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书为装配式建筑教材系列之一，叙述了装配式建筑的基本概念，类别，装配式混凝土建筑的设计、生产、装配和施工，以及管片生产制作和安装的基本原理和操作技能。全书共分为8章，第1章：装配式钢结构建筑；第2章：装配式木结构建筑；第3章：装配式混凝土建筑概述；第4章：装配式混凝土建筑设计及主要构件；第5章：装配式混凝土建筑构件生产；第6章：装配式混凝土建筑施工技术；第7章：管片生产制作；第8章：管片安装施工。

本书可作为高职土建类专业相关课程教材，也可以作为装配式混凝土建筑实训教材。

图书出版编目（CIP）数据

装配式混凝土建筑概论 / 陈锡宝，杜国城主编. —
上海：上海交通大学出版社，2017
ISBN 978-7-313-16790-3

I. ①装… II. ①陈… ②杜… III. ①装配式混凝土
结构—建筑学—高等职业教育—教材 IV. ①TU37

中国版本图书馆CIP数据核字（2017）第052094号

装配式混凝土建筑概论

主 编：陈锡宝 杜国城
出版发行：上海交通大学出版社
邮政编码：200030
出 版 人：郑益慧
印 刷：常熟市大宏印刷有限公司
开 本：787mm×1092mm 1/16
字 数：255千字
版 次：2017年4月第1版
书 号：ISBN 978-7-313-16790-3/TU
定 价：56.00元

地 址：上海市番禺路951号
电 话：021-64071208
经 销：全国新华书店
印 张：11
印 次：2017年4月第1次印刷

版权所有 侵权必究
告读者：如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系
联系电话：0512-52621873

高职装配式混凝土建筑“互联网+”十三五规划教材 编委会名单

编委会顾问

吴 泽 王凤君 庞宝根 皋玉蒂 赵 勇
杜国城

编委会主任委员

陈锡宝 赵 研 胡兴福 徐 辉 夏 锋

编委会成员（按姓氏笔画）

王伟东 刘 毅 何 成 周 芸 郑 晟
张 弘 张建荣 张凌云 袁建新 徐 杨
徐 瑾 黄 亮 潘立本 潘红霞

前 言

2016年2月6日《中共中央国务院关于进一步加强城市建设管理工作的若干意见》及2016年9月27日国务院常务会议审议通过的《关于大力发展装配式建筑的指导意见》中提出,10年内,我国新建建筑中,装配式建筑比例将达到30%。由此,我国每年将建造几亿平方米装配式建筑,这个规模和发展速度在世界建筑产业化进程中也是前所未有的,我国建筑界面临巨大的转型和产业升级压力。因此,按期完成既定目标,培养成千上万名技术技能应用人才刻不容缓。

教育必须服务社会经济发展,服从当前经济结构转型升级需求。土建类专业如何实现装配式建筑“标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修、信息化管理和智能化应用”,全面提升建筑品质、建筑业节能减排和可持续发展目标,人才培养则是一项艰苦而又迫切的任务。

教材是实现教育目的的主要载体。高等职业教育教材的编写,更应体现高职教育特色。高职教学改革的核心是课程改革,而课程改革的中心又是教材改革。教材内容与编写体例从某种意义上讲决定了学生从该门课程中能学到什么样的知识,把握什么技术技能,养成什么样的综合素质,形成什么样的逻辑思维习惯等等。因此,教材质量的好坏,直接关系到人才培养的质量。

基于对我国建筑业经济结构转型升级、供给侧改革和行业发展趋势的认识,针对高职建筑工程技术专业人才培养方案改革及教育教学规律的把握,上海思博职业技术学院与宝业集团股份有限公司、上海维启科技软件有限公司、上海住总工程材料有限公司、上海建工集团及部分高校合作编写了高职装配式混凝土建筑“互联网+”十三五规划教材。

本套教材以高职装配式混凝土建筑应用技术技能人才培养为目标。教材有《装配式混凝土建筑概论》《装配式混凝土建筑识图与构造+习题集(套)》《装配式混凝土建筑生产工艺与施工技术》《装配式混凝土建筑法律法规精选》《装配式混凝土建筑工程测量+实训指导(套)》《装配式混凝土建筑工程监理与安全管理》《装配式混凝土建筑规范与质量控制》《装配式混凝土建筑工程计量与计价》《装配式混凝土建筑项目管理与BIM应用》《装配式混凝土建筑BIM软件应用技术》《装配式混凝土建筑三维扫描与制造技术》《装配式混凝土建筑构件运输与吊装技术》。

本教材编写时力求内容精炼、重点突出、图文并茂、文字通俗,配合AR、二维码等互联网技术和手段,体现教材的时代特征。

本丛书编写体现以下三个特点:

第一,紧贴规范标准,对接职业岗位。高校与企业合作开发课程,根据装配式混凝土建筑规范、工艺、施工、技术和职业岗位的任职要求,改革课程体系和教学内容,突出职业能力。

第二,服从一个目标,体现两个体系。本丛书在编写中注重理论教学体系和实践教学体系的深度融合。教材内容紧贴生产和施工实际,理论的阐述、实验实训内容和范例有鲜明的应用实践性和技术实用性。注重对学生实践能力的培养,体现技术技能、应用型人才的培养要求,彰显实用性、直观性、适时性、新颖性和先进性等特点。

第三,革新传统模式,呈现互联网技术。本套教材革新传统教材编写模式,较充分

地运用互联网技术和手段，将技术标准生产工艺与流程，以及施工技术各环节，以生动、灵活、动态、重复、直观等形式配合课堂教学和实训操作，如 AR 技术、二维码等融入，形成较为完整的教学资源库。

装配式建筑是国内刚起步发展中的行业，很多课题正在研究探索之中，加上我们理论水平和实践经验有限，本套教材一定存在不少差错和不足，恳请专家读者给予批评指正，以便我们修订。

编者
二〇一七年元旦

APP 客户端说明：使用微信扫描本页下方的二维码关注“装配式建筑教学”公众号后即可下载教材配套的微课、AR 客户端、课件、视频等。APP 客户端采用最新的增强现实技术（简称 AR），将书中的平面图转化成 360° 旋转的三维模型。读者打开 APP 客户端后，将手机摄像头对准标有“AR”标志的图片，即可获得装配式建筑相关的多种教学资源。



目 录

绪论.....	1
第 1 章 装配式钢结构建筑.....	3
1.1 装配式钢结构建筑概述.....	3
1.2 装配式钢结构国外发展现状及主要结构体系.....	4
1.2.1 日本装配式钢结构建筑.....	4
1.2.2 欧美装配式钢结构建筑.....	6
1.3 国内装配式钢结构发展现状及主要结构体系.....	8
1.3.1 国内装配式钢结构发展历程.....	8
1.3.2 国内装配式钢结构发展现状.....	9
1.3.3 国内装配式钢结构建筑的主要结构形式和特点.....	10
1.4 我国现有装配式钢结构建筑存在问题及发展对策.....	13
1.4.1 存在问题.....	13
1.4.2 发展对策.....	14
第 2 章 装配式木结构建筑.....	16
2.1 木结构概念及特点.....	16
2.1.1 现代木结构介绍.....	16
2.1.2 现代木结构特点.....	16
2.1.3 木结构体系.....	19
2.1.4 现代木结构材料.....	22
2.2 国外木结构发展现状.....	26
2.2.1 日本木结构发展现状.....	26
2.2.2 芬兰木结构发展现状.....	27
2.2.3 北美木结构发展现状.....	28
2.3 国内木结构发展现状.....	28
2.3.1 发展历程.....	28
2.3.2 发展成就.....	29
2.3.3 发展问题.....	30
第 3 章 装配式混凝土建筑概述.....	32

3.1 装配式混凝土建筑简介	32
3.1.1 装配式混凝土建筑的分类	32
3.1.2 装配式混凝土建筑特点	36
3.1.3 装配式混凝土建筑综合效益分析	37
3.2 装配式混凝土建筑国外发展历程及现状	45
3.2.1 欧洲装配式混凝土建筑的发展历程及现状	45
3.2.2 德国装配式混凝土建筑的发展历程及现状	46
3.2.3 英国装配式混凝土建筑的发展历程及现状	47
3.2.4 美国装配式混凝土建筑的发展历程及现状	48
3.2.5 日本装配式混凝土建筑的发展历程及现状	50
3.2.6 澳大利亚装配式混凝土建筑的发展历程及现状	51
3.2.7 国外装配式建筑发展对我国的启示和建议	51
3.3 装配式混凝土建筑国内发展历程及现状	52
3.3.1 装配式混凝土建筑在中国发展历程	52
3.3.2 装配式混凝土建筑在中国发展现状	55
3.3.3 装配式混凝土建筑在中国发展问题	56
3.3.4 中国香港装配式混凝土建筑的发展历程及现状	57
第4章 装配式混凝土建筑设计及主要构件	62
4.1 协同设计	62
4.1.1 建筑专业协同	63
4.1.2 结构专业协同	64
4.1.3 机电专业协同	64
4.1.4 装配式内装修设计协同	64
4.2 装配式混凝土模块化标准设计体系	65
4.2.1 装配式混凝土标准化设计体系	65
4.2.2 装配式混凝土模块化设计体系	66
4.3 主要构件类型	70
4.3.1 预制柱	70
4.3.2 预制梁	71
4.3.3 预制墙板	72
4.3.4 预制楼板	75
4.3.5 预制楼梯	77
4.3.6 功能性部品	78
第5章 装配式混凝土建筑构件生产	80
5.1 预制构件生产情况	80

5.1.1 混凝土预制构件特点与工艺.....	80
5.1.2 混凝土预制构件企业情况.....	80
5.1.3 混凝土预制构件分类情况.....	80
5.1.4 混凝土预制构件产能情况.....	81
5.1.5 生产技术及设备情况.....	81
5.1.6 混凝土预制构件市场情况.....	81
5.2 预制构件生产方式和设施设备.....	81
5.2.1 生产设备.....	83
5.2.2 模具.....	85
5.3 预制构件制作.....	86
5.3.1 固定台模生产线预制构件制作流程.....	86
5.3.2 自动化流水线预制构件制作流程.....	94
5.4 预制构件的质量检验.....	97
5.5 预制构件的堆放与运输.....	99
5.5.1 构件堆放.....	99
5.5.2 构件运输.....	100
5.6 预制构件的生产管理.....	102
5.6.1 生产质量管理.....	102
5.6.2 生产安全管理.....	104
5.6.3 生产环境保护.....	104
第6章 装配式混凝土建筑施工技术.....	106
6.1 施工技术发展历程.....	106
6.2 施工准备工作.....	107
6.2.1 施工方法选择.....	107
6.2.2 吊装机械选择.....	107
6.2.3 施工平面布置.....	108
6.2.4 机具准备工作.....	108
6.2.5 劳动组织准备工作.....	108
6.2.6 其他准备工作.....	109
6.3 装配整体式剪力墙结构的施工.....	109
6.3.1 施工流程.....	109
6.3.2 剪力墙板的安装.....	110
6.4 双面叠合剪力墙结构的施工.....	116
6.4.1 施工流程.....	116
6.4.2 叠合墙板的安装.....	116
6.5 装配整体式框架结构的施工.....	120

6.5.1 施工流程.....	120
6.5.2 框架柱的安装.....	121
6.6 装配式建筑铝模的施工.....	125
6.6.1 铝模组成及特点.....	125
6.6.2 施工准备.....	126
6.6.3 铝模的安装.....	126
第7章 管片生产制作.....	128
7.1 管片生产设备的强制规定.....	128
7.2 管片生产设备的操作规程.....	128
7.2.1 搅拌机设备安全操作规程.....	128
7.2.2 螺杆压缩机安全使用操作规程.....	129
7.2.3 起重机械挂钩人员操作规程.....	130
7.2.4 行车操作工操作规程.....	130
7.2.5 真空吸盘操作规程.....	130
7.2.6 液压翻身架操作规程.....	131
7.2.7 CO ₂ 气体保护焊机操作规程.....	131
7.2.8 钢筋调直机操作规程.....	131
7.2.9 钢筋切断机操作规程.....	131
7.2.10 钢筋弯曲机操作规程.....	131
7.2.11 滚弧机机械操作规程.....	132
7.3 管片生产制作的操作规程.....	132
7.3.1 钢筋骨架制作操作规程.....	132
7.3.2 预埋件的入库操作规程.....	132
7.3.3 模具组装操作规程.....	132
7.3.4 钢筋骨架入模操作规程.....	133
7.3.5 混凝土浇捣操作规程.....	133
7.3.6 管片的养护操作规程.....	133
7.3.7 脱模操作规程.....	134
7.3.8 三环整环拼装要求.....	134
7.3.9 成品检漏的方法和步骤.....	135
7.3.10 管片进出养护水池操作规程.....	135
7.3.11 管片堆放及驳运操作规程.....	135
7.3.12 管片出厂检验操作规程.....	135
7.3.13 管片出厂运输技术要求.....	135
7.4 管片质量检验标准.....	136
7.4.1 钢筋骨架制作质量标准.....	136

7.4.2 混凝土衬砌管片的允许偏差.....	137
7.4.3 单块衬砌管片质量检验标准.....	137
7.4.4 三环整环拼装裂缝间隙质量标准.....	138
7.4.5 钢模检测.....	138
7.4.6 管片抗渗检漏.....	138
7.4.7 管片试验.....	138
7.4.8 预埋件、滑槽检验.....	139
7.4.9 防迷流测试质量标准.....	139
7.4.10 管片耐久性检验.....	139
7.4.11 CO ₂ 气体保护焊焊接检查.....	140
7.4.12 系统功能结构.....	140
7.4.13 加强产品生产过程控制.....	141
7.4.14 产品质量控制关键点.....	142
7.4.15 施工组织措施.....	144
第8章 管片安装施工.....	145
8.1 管片安装作业流程.....	145
8.2 管片进场作业.....	145
8.3 管片防水材料粘贴作业.....	148
8.4 管片运输作业.....	151
8.5 管片拼装作业.....	154
8.6 管片缺陷处理作业.....	156
附录 中国装配式混凝土结构相关标准.....	161
主要参考文献.....	163
后记.....	164

绪 论

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。

装配式混凝土建筑是指以工厂化生产的混凝土预制构件为主，通过现场装配的方式设计建造的房屋建筑。具有提高质量、缩短工期、节约能源、减少消耗、清洁生产等许多优点。

与传统现浇混凝土结构相比从设计到施工差异较大，图 0-1 为现浇混凝土施工流程，从项目立项到建筑验收使用，整体流程基本为单线，且经过各单位多年实践对于项目组织管理已较为清晰。图 0-2 为装配式建筑建设流程，与现浇混凝土结构相比，装配式建筑的建设流程更全面、更精细、更综合，增加了技术策划、工厂生产、一体化装修等过程。且在方案设计阶段之前增加了前期技术策划环节，以配合预制构件的生产加工需求来对预制构件加工图进行设计，对各参与单位的技术水平、生产工艺、生产能力、运输条件、管理水平等提出了更高的要求。需建设、设计、生产、施工和管理等单位精心配合、协同工作。

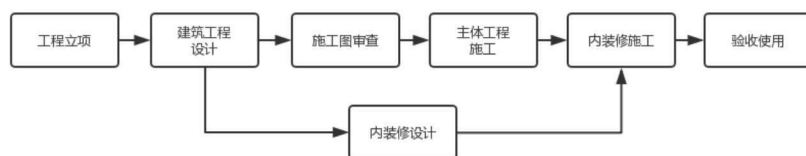


图 0-1 现浇混凝土结构建设流程

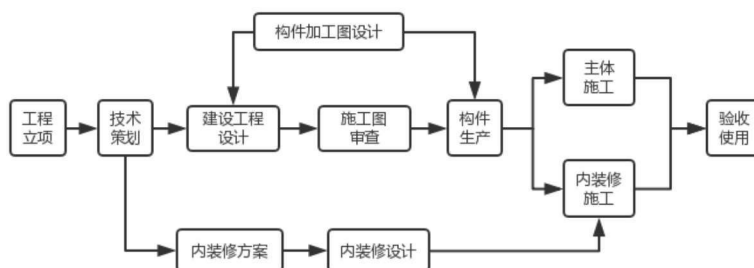


图 0-2 装配式结构建设流程图

目前，装配式建筑主要可分为钢结构建筑、木结构建筑及装配式混凝土建筑三种类型。

1. 钢结构建筑

钢结构建筑与装配式混凝土结构相比，具有生产简便、环保、可再回收利用的特点，有

助于减少建筑垃圾的产生,符合可持续化发展的方针。且自 1996 年,我国钢产量突破 1 亿吨,我国钢铁产量已连续 21 年保持世界第一。但 2012 至 2014 年我国建筑钢结构产量占建筑总用钢量 9%~10%左右,建筑钢结构产量仅占到全国钢材总量 5%左右,而发达国家此两类比例分别为 30%、10%。发展装配式钢结构建筑能同时带动相关的建筑材料、冶金化工和机械等产业的共同发展,提高建设水平和提高居民居住水平,促进国民经济的增长。现有与钢结构设计、制造、施工相关的国家与行业标准、技术规范、规程近 140 余项,较 20 世纪 80 年代约增加了两倍以上,基本可以满足现有工程需求。政策推进力度不断加大,企业和科研单位积极探索技术体系,建成了武汉世纪家园、上海北蔡试点工程、北京市郭庄子住宅小区等一批代表性钢结构住宅项目。

2. 木结构建筑

我国木结构建筑历史可以追溯到 3500 年前。1949 年新中国成立后,砖木结构凭借就地取材、易于加工的突出优势,在当时的建筑中占有相当大的比重。20 世纪 70、80 年代,由于森林资源量的急剧下降、快速工业化背景下钢铁、水泥产业的大发展,我国传统木结构建筑应用逐渐减少,大专院校陆续停开木结构课程,对于木结构的研究与应用陷入停滞状态。加入 WTO 后,随着现代木结构建筑技术的引入,我国的木结构建筑开始了新一轮发展。

木结构建筑发展的政策环境不断优化,在最新发布的几个国家政策文件中分别提出在地震多发地区和政府投资的学校、幼托、敬老院、园林景观等新建低层公共建筑中采用木结构。低层木结构建筑相关标准规范不断更新和完善,逐渐形成了较为完整的技术标准体系。国内已建设了一批木结构建筑技术项目试点工程,上海、南京、青岛、绵阳等地的木结构项目实践为技术、标准的完善积累了宝贵经验,也为木结构建筑在我国的推广奠定了基础。截至 2013 年底,我国木材加工规模以上企业数量达 1416 家,全国专业木结构施工企业由十年前的不到 20 家发展到现阶段已超过 200 家。2014 年全国木材产业总产值 2.7 万亿元,进出口总额 1380 亿美元。

3. 装配式混凝土结构

近两三年来,在各级领导的高度重视下,装配式建筑呈现快速发展局面。突出表现为以产业化试点城市为代表的地方,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。

到 2015 年底,全国大部分省市明确了推进装配式建筑发展的职能机构,在国家住宅产业化综合试点示范城市带动下,有 30 多个省级或市级政府出台了相关的指导意见,在土地、财税、金融、规划等方面进行了卓有成效的政策探索和创新。各类技术体系逐步完善,相关标准规范陆续出台,初步建立了装配式建筑结构体系、部品体系和技术保障体系,为装配式建筑进一步发展提供了一定的技术支撑。供给能力不断增强,各地涌现了一批以国家住宅产业化基地为代表的龙头企业,并带动整个建筑行业积极探索和转型发展。装配式建筑设计、部品和构配件生产运输、施工以及配套等能力不断提升。截至 2014 年底,据不完全统计,全国 PC 构件生产线超过 200 条,产能超过 2000 万 m^3 ,如按预制率 50%和 20%分别测算,可供应装配式建筑面积 8000 万 m^2 到 20000 万 m^2 。

第 1 章 装配式钢结构建筑

与装配式混凝土结构相比，钢结构建筑具有生产简便、环保、可再回收利用的特点，有助于减少建筑垃圾的产生，符合可持续化发展的方针。发展装配式钢结构建筑能同时带动相关的建筑材料、冶金化工和机械等产业的共同发展，提高建设水平和提高居民居住水平，促进国民经济的增长。且目前我国装配式钢结构结构体系研究完善，国家及行业规范规程体系完整，推广钢结构对我国装配式建筑发展有着积极作用。

1.1 装配式钢结构建筑概述

钢结构是一种最符合“绿色建筑”概念的结构形式。因为钢结构最适用于工厂化生产，可以将钢结构的设计、生产、施工、安装通过 BIM 平台实现一体化，变“现场建造”为“工厂制造”，提高住宅的工业化和商品化水平。同时，钢结构自重轻，基础造价低，其施工安装便捷，缩短施工周期，且可以实现现场干作业，降低环境污染，材料还可以回收利用，符合国家倡导的环境保护政策。图 1-1 为钢结构 AR 模型。



图 1-1 钢结构 AR 模型

与传统的住宅结构相比，装配式钢结构具有以下优点：

1. 空间布置灵活、集成化程度高

相比于砖混结构住宅，钢结构开间尺寸较大，墙体多为非承重墙，平面空间布置自由，用户可根据需求进行二次分割和布置而不影响结构的可靠性。此外，经合理设计后，可将室内水电管线、暖通设备以及吊顶融合于墙体和楼板中，实现住宅智能化的综合布线系统，保证室内空间完整。

2. 自重轻、承载力高、抗震性能优越

装配式钢结构的主要承重构件均采用薄壁钢管和轻型热轧型钢，截面受力更加合理，单位质量较轻。同时，墙体和楼面均采用轻质材料，在相同荷载作用下，可减轻建筑结构自重30%，质量是钢筋混凝土住宅的1/2左右。这使得装配式钢结构在地震中承受的地震作用较小，能充分发挥钢材强度高、延性好、塑性变形能力强的特点，提高了住宅的安全可靠性。同时，较轻的质量可以降低基础造价以及运输、安装等费用。

3. 绿色、环保、节能与可持续发展

与传统混凝土结构不同，装配式钢结构在生产、建造过程中不会产生大量的废料污染环境，取而代之的是工厂加工，现场装配，在降低能耗的同时，减少了现场工作量与施工噪声。此外，装配式钢结构改建和拆迁容易，材料的回收和再生利用率高，可实现建筑异地再生，是真正意义上的绿色建筑。

4. 建造周期短、产品质量高

由于装配式钢结构具有工厂预制、现场安装的特点，前期设计和现场的生产手段结合紧密，便于各工种之间协调一致，提高整体效率。通过网络计算机和数控机床结合，保证了高效率 and 精确度。具有代表性的远大集团30层约1.7万m²的装配式钢结构建筑，±0.000m以上仅15天就安装完成。

5. 实现住宅建设的工业化和产业化

与混凝土结构建筑相比，钢结构建筑更容易实现设计的标准化与系列化、构配件生产的工厂化、现场施工的装配化、完整建筑产品供应的社会化。所有部件均可采用工业化生产方式，实现技术集成化，提高住宅的科技含量和使用功能。

6. 综合经济效益高

钢结构承载力高，构件截面小，节省材料；结构自重小，降低了基础处理的难度和费用；装配式钢结构部件工厂流水线生产，减少了人工费用和模板费用等。

1.2 装配式钢结构国外发展现状及主要结构体系

1.2.1 日本装配式钢结构建筑

日本是世界上率先在工厂里生产住宅的国家，早在20世纪50年代，便开始发展工业化住宅体系。最初的日本工业化住宅分为木结构、钢筋混凝土结构和钢结构3种。但是经过多年的发展和实践，钢结构占据了绝对主导地位。具有代表性且发展较为完善的日本装配式钢结构体系主要有以下几种

1. 剪力墙板——架构组合结构体系

这种体系由集成式外墙板和架构（铰接框架）构成。集成式外墙板包括支撑剪力墙板和

非剪力墙板。非剪力墙板是在 C 形钢墙框骨架上安装好外墙板，窗框、保温材料、内装底板。剪力墙板是在不设窗框的墙板内部加设扁钢支撑，其余构造同非剪力墙板，主要用于承受水平荷载，如图 1-2 所示。墙板与墙板之间通过凹形的开口截面柱连接构成一个整体。这种体系的外墙板完全是工厂加工成品，因此工厂生产比率很高。

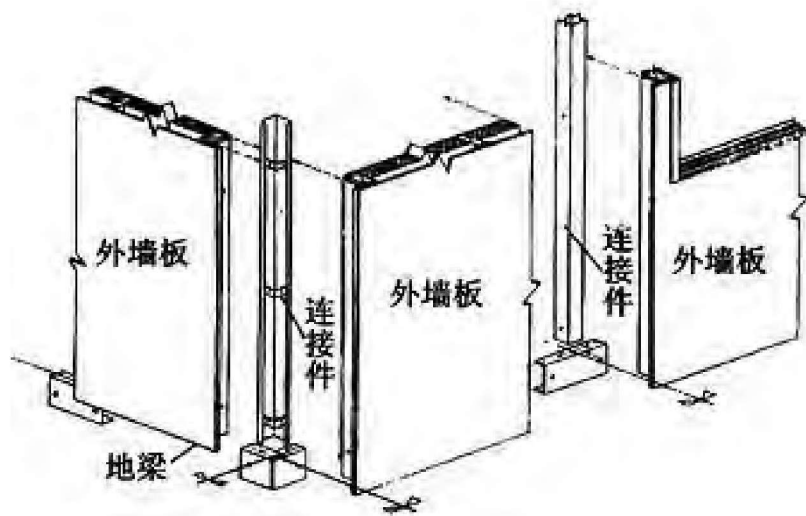


图 1-2 C 形结构构造

2. 板框式结构体系

板框式结构体系直接将多个板框连接构成一个整体，根据需要设置柔性支撑，采用了分层装配式构法，墙板、窗框、保温材料等都在施工现场安装。虽然现场安装工作较多，但是提高了外墙板等材料的自由度，如图 1-3 及图 1-4 所示。

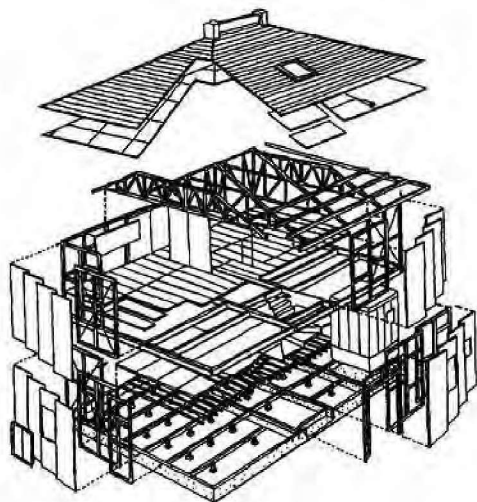


图 1-3 板框式结构体系

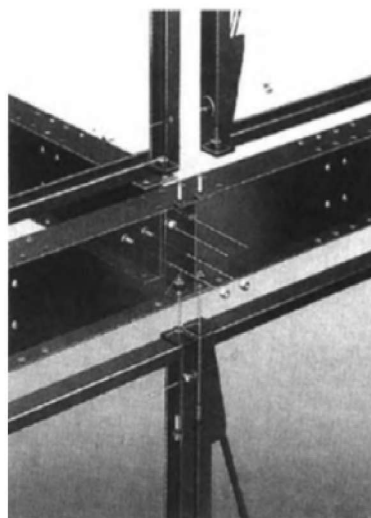


图 1-4 板框式结构节点

3. 架构——支撑结构体系

架构——支撑结构体系的外墙采用 ALC 板，在方形钢管柱和 H 型钢组成的架构（铰接框架）中加入支撑构件（非柔性支撑），如图 1-5 所示。

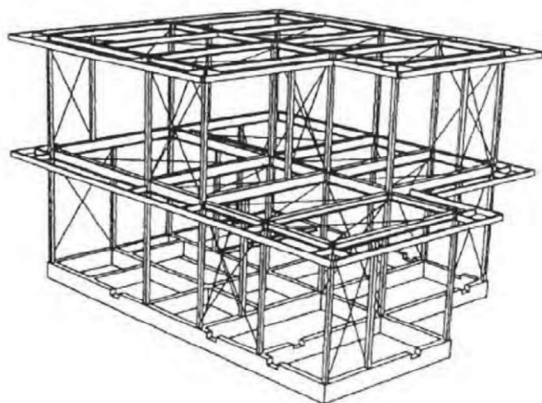


图 1-5 架构-支撑结构体系

4. 单元装配式框架结构体系

由各个独立的盒式单元通过现场组装而成的框架结构体系。每个盒式单元的外墙板和内部装修均在工厂完成，是迄今为止工业化生产率最高的结构体系，如图 1-6 及图 1-7 所示。但是由于日本的道路比较狭窄，无法做到像美国的移动房屋那样大的盒式单元，一定程度上限制了其市场推广。

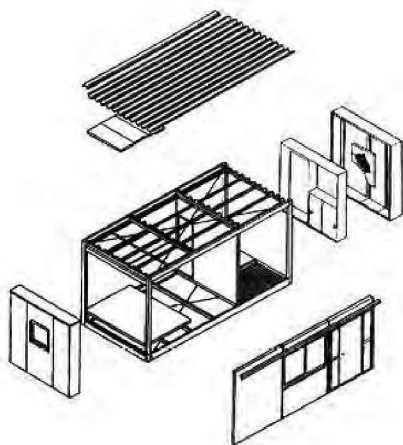


图 1-6 单元装配式框架结构体系

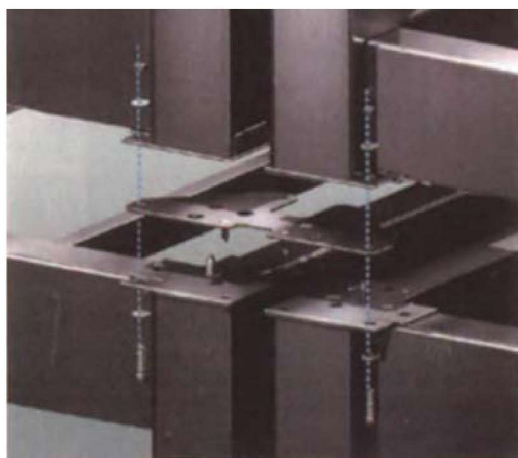


图 1-7 单元组合节点

1.2.2 欧美装配式钢结构建筑

欧洲钢结构企业大多比较小，多和建筑公司相融合，并成为建筑工程公司的下属子公司。欧洲国家如英、法、德等国钢结构产业化体系相对成熟，钢结构加工精度较高，标准化部品齐全，配套技术和产品较为成熟。欧洲钢结构主要应用领域包括工业单体建筑、商业办公楼、多层公寓、户外停车场等。