

装配式混凝土 建筑项目实施指南

四川省装配式建筑产业协会 主编

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

本书编写委员会

编写委员会主任：谭启厚

编写委员会委员：（按姓氏笔画排序）

丁瑞丰 叶小斌 向 勇 刘 宏
刘 锐 孙思敏 李 建 吴帝毅
宋 远 周明皓 胡 宁 姚 勇
袁 星 夏尚志 徐永亮 高 锐
曹 佳 温雪飞 赖 力 雷 挺
鞠 明

编 制 人 员：

吕东琼 宋佳佳 李春华 刘金杰

本书审稿委员会

审稿委员会主任：刘 威

审稿委员会委员：（按姓氏笔画排序）

王 杰 王 群 庄镇利
范振江 金波峰 潘 峰

各章内容与执笔人：

章	名称	执笔人
第 1 章	装配式建筑概述	谭启厚、叶小斌、夏尚志
第 2 章	设计与构件生产	曹佳、周明皓、袁星、叶小斌
第 3 章	施工准备	温雪飞、刘宏、高锐、袁星、吴帝毅
第 4 章	施工总平布置管理	高锐、袁星、叶小斌、吴帝毅
第 5 章	项目进度控制	李建、胡宁、张学华
第 6 章	工程施工关键技术	夏尚志、高锐、吴帝毅
第 7 章	工程质量验收	温雪飞、刘宏、袁星
第 8 章	施工安全生产	鞠明、丁瑞丰
第 9 章	项目成本管理	孙思敏、赖力
第 10 章	项目风险管理	徐永亮、刘锐
第 11 章	项目专业技能人员管理	姚勇、雷挺
附录	装配式建筑产业发展政策目录等	李春华
总汇稿		谭启厚

主编单位：四川省装配式建筑产业协会

参编单位：中国五冶集团有限公司

成都建工集团有限公司

四川华西集团有限公司

中国建筑西南设计研究院有限公司

四川省建筑设计研究院有限公司

成都市建筑设计研究院有限公司

西南科技大学

成都大学

西南交通大学

成都建工第六建筑工程有限公司

四川域高建筑工程有限公司

四川省第六建筑有限公司

中建科技成都有限公司

成都城投远大建筑科技有限公司

四川天盛通建设工程有限公司

中信国安建工集团有限公司

中国十九冶集团有限公司

四川汇源钢建科技股份有限公司

成都上筑建材有限公司

上海宝冶集团有限公司

我国装配式建筑已初具规模。据住房和城乡建设部统计数据显示，2020年，全国新开工装配式建筑共计6.3亿平方米，同比增长50.7%，占新建建筑面积的比例约20.5%，超额完成《“十三五”装配式建筑行动方案》确定的到2020年达到15%的工作目标。2021年10月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于推动城乡建设绿色发展的意见》，要求大力发展装配式建筑。随后国务院印发的《2030年前碳达峰行动方案》也强调大力发展装配式建筑。按照中共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%。一系列政策表明，我国装配式建筑将迎来快速发展新阶段。

2021年，四川省新开工装配式建筑5600万平方米，占新建建筑的31%，其中，装配式混凝土结构建筑4010万平方米，占比71.6%，装配式混凝土结构占装配式建筑市场主体地位。经过多年发展，我省装配式混凝土建筑实施规模和数量已达到全国领先水平，也取得了一些产业化推广科技成果；但目前装配率普遍偏低，主要停留在预制叠合板、楼梯、阳台等水平构件的应用，竖向构件应用占比极少，仅少量大型企业参与高装配率混凝土项目实践，形成可复制的施工经验还较少。

当前我省大部分项目仍然采用传统的施工工艺建造装配式建筑，以现浇体系为基础的技术体系制约了我省装配式建筑发展。一方面，设计人员按照普通现浇结构的思路设计，设计深度不够，导致须由没有设计经验的施工方二次拆分。施工方优先拆分易于施工的构件，将个性化设计的单体工程强行拆分，通过工厂预制以满足强制性装配率要求，偏离了结构部件模数化、标准化的基本原则，导致工艺成本和物流成本增大，工程造价高于传统现浇混凝土建筑。另一方面，装配式建筑施工组织受传统建筑理念影响，施工方对装配式建筑重视程度较低，不能妥善做好施工准备工作，对未来装配式建筑施工管理的预见性较少，从而产生一系列问题。例如：施工现场没有设置合理的运输路线、堆场、施工机械等，导致构件无法堆放、吊装；缺乏与装配式建筑相匹配的施工工艺和工法，仅仅考虑预制构件安装，而没有从全流程角度对施工组织进行优化，导致工序和工期增加；缺乏具备丰富经验的现场管理人员和产业工人，遇到施工问题不能妥善解决；等等。这些问题严重制约了当前我省装配式建筑发展。

因此，编写一本适用于指导装配式混凝土建筑建设管理的基础性专业技术图书迫在眉睫，以及时服务广大建设、设计、生产、施工企业，帮助企业在实施装配式混凝土结构项目时，

能从设计、制造、施工等方面提升装配式建筑实施质量，推动装配式建筑施工技术发展。

本指南自 2018 年开始筹备，编写委员会在实地考察相关装配式混凝土建筑实施项目的基础上，广泛征求项目实施人员意见，历经 3 年时间反复打磨、精心编写，充分总结了近年来装配式混凝土建筑项目实施的实践经验和研究成果，特别是 2020 年成都市新开工的高装配率项目经验，组织各相关单位反复研究、讨论、修订，同时邀请省外专家引进北京、上海、深圳等先进地区经验，经审查后定稿。

本指南共 11 章，全方位地讲解了装配式混凝土建筑的重要知识点，对装配式混凝土建筑工程的实施具有指导意义。

本指南由四川省装配式建筑产业协会组织编写。感谢中国五冶集团有限公司、成都建工集团有限公司、四川华西集团有限公司、中国建筑西南设计研究院有限公司、四川省建筑设计研究院有限公司、成都市建筑设计研究院有限公司、西南科技大学、成都大学、西南交通大学、成都建工第六建筑工程有限公司、四川域高建筑工程有限公司、四川省第六建筑有限公司、中建科技成都有限公司、成都城投远大建筑科技有限公司、四川天盛通建设工程有限公司、中信国安建工集团有限公司、中国十九冶集团有限公司、四川汇源钢建科技股份有限公司、成都上筑建材有限公司、上海宝冶集团有限公司等单位参与编写并提供很多帮助。

四川省装配式建筑产业协会希望为装配式混凝土建筑工程实施提供一部知识性强、信息量大、实用性强的设计施工参考类图书。但限于我们的经验和水平，离目标还有较大差距，也可能存在疏漏和不足，在此恳请并感谢读者给予批评指正。

四川省装配式建筑产业协会

2021 年 12 月

第 1 章 装配式建筑概述	001
1.1 装配式建筑定义及术语.....	001
1.2 装配式混凝土建筑主要结构类型.....	001
1.3 装配式混凝土建筑适用范围.....	001
1.4 国外装配式建筑发展情况.....	002
1.5 国内装配式建筑发展情况.....	003
1.6 四川省装配式建筑发展情况.....	004
第 2 章 设计与构件生产	006
2.1 装配式设计施工图深度.....	006
2.2 装配式混凝土建筑设计要点.....	006
2.3 装配式建筑设计要求.....	011
2.4 生产加工单位协同设计流程及主要内容.....	012
2.5 施工单位协同设计流程及主要内容.....	012
2.6 设计、生产加工单位责任与义务.....	012
2.7 生产加工合同基本约定.....	013
第 3 章 施工准备	015
3.1 技术准备.....	015
3.2 材料准备.....	018
3.3 人员准备.....	019
3.4 作业条件准备.....	019
第 4 章 施工总平布置管理	022
4.1 总平布置基本原则.....	022
4.2 构件运输车辆入口及道路要求.....	023
4.3 构件堆场要求.....	026

4.4	吊装机械选择及布置	027
4.5	垂直运输管理	029
第 5 章	项目进度控制	033
5.1	进度计划编制	033
5.2	项目进度控制主要内容及要点	040
5.3	进度保障主要措施	044
第 6 章	工程施工关键技术	048
6.1	叠合板支撑体系	048
6.2	外脚手架设计	055
6.3	施工组织及结构施工流程	056
6.4	主要预制构件安装技术要点	056
6.5	套筒灌浆连接	064
第 7 章	工程质量验收	073
7.1	一般规定	073
7.2	预制构件验收	074
7.3	预制构件安装与连接验收	079
7.4	常见质量问题预防和处理	083
7.5	成品保护	097
第 8 章	施工安全生产	098
8.1	重大危险源识别	098
8.2	构件堆码安全技术要求	100
8.3	构件安装安全技术要点	107
8.4	脚手架及临边防护安全检查	113
第 9 章	项目成本管理	119
9.1	装配式建筑设计费与传统建筑对比分析	119
9.2	主要预制构件生产加工成本构成	120
9.3	主要预制构件价格信息	123
9.4	建造成本影响因素	125
9.5	装配式建筑与传统建筑成本对比	127
9.6	装配式混凝土建筑和现浇混凝土建筑主要构件成本分析	128

第 10 章 项目风险管理	135
10.1 项目风险识别	135
10.2 项目风险控制措施	142
第 11 章 项目专业技能人员管理	148
11.1 专业技能人员分类	148
11.2 专业技能标准	150
11.3 专业技能考核标准	167
附 录	173
附录 1 装配式建筑产业发展政策文件目录	173
附录 2 装配式建筑标准规范目录	175
附录 3 装配式建筑标准图集目录	176
附录 4 四川省装配式建筑产业协会专业技能人员管理指导意见	177
附录 5 预制构件生产加工合同	179
参考文献	183



第1章 装配式建筑概述

1.1 装配式建筑定义及术语

(1) 装配式建筑：结构系统、外围护系统、设备与管线系统、内装系统的主要部分采用预制部品部件集成的建筑。

(2) 装配式混凝土结构：由预制混凝土构件或部件通过各种可靠的连接方式装配而成的混凝土结构，简称装配式结构。

(3) 预制混凝土构件：在工厂或现场预先生产制作的混凝土构件，简称预制构件。

(4) 协同设计：装配式建筑设计中通过建筑、结构、设备、装修等专业相互配合，并运用信息化技术手段满足建筑设计、生产运输、施工安装等要求的一体化设计。

(5) 集成设计：建筑结构系统、外围护系统、设备与管线系统、内装系统一体化的设计。

(6) 装配率：单体建筑室外地坪以上的主体结构、围护墙和内隔墙、装修和设备管线等采用预制部品部件的综合比例。

(7) 产业示范基地：围绕装配式建筑发展，有明确的发展目标、较好的产业基础、技术先进成熟、研发创新能力强、产业关联度大、注重装配式建筑相关人才培养培训、能够发挥示范引领和带动作用的装配式建筑相关企业。

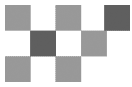
(8) 生产质量能力评估：生产、加工、制作装配式混凝土结构、钢结构、木结构与房屋建筑和市政公用工程相关部品部件的企业自愿向评估机构申请进行评估的行为。

1.2 装配式混凝土建筑主要结构类型

装配式混凝土建筑主要结构类型与现浇混凝土结构类型大同小异，可概括为装配整体式的框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构等三大类。建筑结构类型的选择可根据具体工程的高度、平面、体型、抗震等级、设防烈度及功能特点来确定。

1.3 装配式混凝土建筑适用范围

装配式混凝土建筑是指建筑的结构系统由混凝土部件（预制构件）构成的装配式建筑，其适用范围主要为标准化设计程度高的建筑类型，如住宅、学校教学楼、幼儿园、医院、办



公楼等，也有标准化程度低的建筑类型，如剧院、体育馆、博物馆等。装配式混凝土建筑对建筑的标准化程度要求相对较高，这样同种规格的预制构件才能被最大化地利用，带来更好的经济效益。因此，装配式建筑应按照通用化、模数化、标准化的要求，以少规格、多组合的原则，实现建筑及部品部件的系列化和多样化。此外，装配式混凝土建筑体系的发展应适应四川省当地建筑功能和性能要求，遵循建筑全生命周期的可持续性原则，并应做到标准化设计、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。

1.4 国外装配式建筑发展情况

国外在装配式建筑的发展历程中，主要经历了古代装配式及近代装配式两个发展时期。

古代装配式概念主要集中于古建筑具备一定标准化和预制装配的部品部件，如古罗马帝国预制大理石柱部件（图 1.4-1）的模数化、标准化、定型等方面，其建造方式及理念符合装配式建筑的定义。



图 1.4-1 古罗马帝国预制大理石柱

随着工业革命的推进及发展，装配式建筑进入快速发展阶段，其主要发展于英国、美国、日本等发达国家。近现代预制建筑发展经历了四个阶段：

阶段一：19 世纪是第一个预制装配建筑高潮，代表作有水晶宫（图 1.4-2）、满足移民需要的预制木屋、预制铁屋等。

英国的水晶宫就是典型的装配式建筑，这个堪称 19 世纪欧洲建筑的伟大奇观，由 93 000 m² 的玻璃、3300 根立柱、2300 条铁梁组成，然而如此庞大的工程工期仅仅花了 240 d。

阶段二：20 世纪初是第二个预制装配建筑高潮，代表作有木制嵌入式墙板单元住宅建造体系、斯图加特住宅展览会、法国 Mopin 多层公寓体系等。

阶段三：第二次世界大战后是建筑工业化真正的发展阶段，其代表有钢、幕墙、PC 预制体系等。

阶段四：20 世纪 70 年代以后，国外建筑工业化进入新的阶段，预制与现浇相结合的体系取得优势，并从专用体系向通用体系发展（钢-混、木-混、钢-木等）。



图 1.4-2 英国水晶宫

1.5 国内装配式建筑发展情况

我国在充分借鉴学习国外装配式建筑先进经验的基础上，结合中国国情及现状，制定了符合“中国特色的建筑产业化道路”的发展政策及方针。

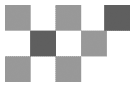
目前，全国已有 30 多个省市级行政单位出台了装配式建筑专门的指导意见和相关配套措施，不少地方更是对装配式建筑的发展提出了明确要求。其中，北京、上海、深圳、广州、沈阳、合肥、长沙等地走在了全国前列。长沙远大住宅工业有限公司、宝业集团股份有限公司、沈阳万融现代建筑产业有限公司、中建科技集团有限公司等均被认定为国家装配式建筑产业基地。

我国装配式建筑发展历程如图 1.5-1 所示。



图 1.5-1 我国装配式建筑发展历程

2016年9月27日，国办发〔2016〕71号《国务院办公厅关于大力发展装配式建筑的指



导意见》中提出：常住人口超过 300 万的其他城市为积极推进地区，其余城市为鼓励推进地区，因地制宜发展装配式混凝土结构、钢结构和现代木结构等装配式建筑。力争用 10 年左右的时间，使装配式建筑占新建建筑面积的比例达到 30%。同时，逐步完善法律法规、技术标准和监管体系，推动形成一批设计、施工、部品部件规模化生产企业，具有现代装配建造水平的工程总承包企业以及与之相适应的专业化技能队伍。

2017 年 3 月 23 日，住房和城乡建设部建科〔2017〕77 号《“十三五”装配式建筑行动方案》中提出：到 2020 年，全国装配式建筑占新建建筑的比例达到 15%以上，其中重点推进地区达到 20%以上，积极推进地区达到 15%以上，鼓励推进地区达到 10%以上。建立健全装配式建筑政策体系、规划体系、标准体系、技术体系、产品体系和监管体系，形成一批装配式建筑设计、施工、部品部件规模化生产企业和工程总承包企业，形成装配式建筑专业化队伍，全面提升装配式建筑质量、效益和品质，实现装配式建筑全面发展。

到 2020 年，培育 50 个以上装配式建筑示范城市，200 个以上装配式建筑产业基地，500 个以上装配式建筑示范工程，建设 30 个以上装配式建筑科技创新基地，充分发挥示范引领和带动作用。

从 2017 年 11 月至今，住房和城乡建设部办公厅先后公布了两批装配式建筑示范城市和产业基地名单，北京、南京、杭州、绍兴、郑州、合肥、成都等 48 个城市，被认定为装配式建筑示范城市，中国五冶集团有限公司、四川华西集团有限公司等 328 个企业，被认定为装配式建筑产业基地。

2020 年 9 月，住房和城乡建设部、教育部、科学技术部、工业和信息化部、自然资源部、生态环境部、中国人民银行、国家市场监督管理总局、中国银行保险监督管理委员会九部门发布《关于加快新型建筑工业化发展的若干意见》，提出加强系统化集成设计、优化构件和部品部件生产、推广精益化施工、加快信息技术融合发展、创新组织管理模式、强化科技支撑、加快专业人才培养、开展新型建筑工业化项目评价、加大政策扶持力度等 9 方面共 37 条意见。

随着国家政策及地方政策的推行和完善，我国试点城市已进入了装配式建筑的初步发展时期，对于部分装配式建筑发展较快的城市，已普遍实现竖向结构预制装配化，并开始尝试机电装修一体化、整体卫浴等集成设计建造，充分发挥了装配式建筑的优势，也取得了良好的经济效益。

1.6 四川省装配式建筑发展情况

2017 年 6 月 13 日，四川省人民政府办公厅发布《关于大力发展装配式建筑的实施意见》，文件提出：支持成都、乐山、广安、眉山、西昌五个试点市加快发展。到 2020 年，全省装配式建筑占新建建筑的 30%，装配率达到 30%；新建住宅全装修达到 50%。到 2025 年，装配率达到 50%以上的建筑，占新建建筑的 40%；新建住宅全装修达到 70%。

2019 年 10 月 30 日，四川省住房和城乡建设厅、经济和信息化厅等 5 部门联合印发《关



于推进四川省装配式建筑工业化部品部件产业高质量发展的指导意见》，举行四川省装配式建筑工业化部品部件产业高质量发展现场推进活动，着力提升装配式建筑部品部件工业化水平和有效供给能力。同时，四川省住房和城乡建设厅制定《四川省钢结构装配式住宅建设试点工作实施方案》，确定成都、绵阳、宜宾、广安、凉山和甘孜为试点地区，探索推进我省钢结构装配式住宅建设。同年，四川省住房和城乡建设厅印发《关于在装配式建筑推行工程总承包招标投标的意见》（川建行规〔2019〕2号），规范装配式建筑招标投标行为。

2019年4月18日，四川省举办全省首届装配式钢结构发展论坛。紧接着，成立了四川装配式建筑产业技术研究院、四川省装配式建筑产业联盟和四川省钢结构装配式住宅产业联盟。

2021年8月31日，成都市住房和城乡建设局发布的《成都市人民政府办公厅关于大力推进绿色建筑高质量发展 助力建设高品质生活宜居地的实施意见》（成办发〔2021〕81号）要求：

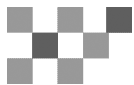
（1）房屋建筑工程：自2021年起一是所有项目装配率均不低于40%；二是政府投资项目、总建筑面积20万平方米以上的居住建筑项目、居住建筑部分总建筑面积20万平方米以上的混合类项目，装配率不低于50%；并明确总建筑面积较小的项目、符合条件的配套用房、工业建筑中生产工艺有特殊要求的生产性用房等，可不采用装配式方式建设。

（2）市政基础设施和轨道交通建设工程：市政工程项目除必须现浇的部分外，箱梁、防撞隔离设施、人行道铺装、电力浅沟、缆线管廊廊体、管片等采用装配式方式建设；城市隧道、过街通道和大中型综合管廊优先采用工业化预制结构装配实施。城市轨道交通工程盾构区间采用装配式方式建设，鼓励高架区间、轨道铺装等采用装配式方式建设。

按照《四川省装配式建筑产业基地管理办法》，四川省累计认定装配式建筑产业基地32家。根据《四川省装配式建筑部品部件生产质量保障能力评估办法》，成都城投远大建筑科技有限公司、中铁八局集团桥梁工程有限责任公司等12家企业通过四川省装配式建筑部品部件生产质量保障能力评估。不断加大装配式建筑推广应用，在“厕所革命”中试点建设100座装配式公共厕所。

《四川省推进装配式建筑发展三年行动方案》提出：大力发展装配式混凝土结构和钢结构建筑，倡导有条件的景区、农村建筑推广采用现代木结构建筑，支持市政工程建设中应用装配式部品部件。以试点城市和100万以上人口城市为依托，形成以试点城市带动区域发展，以中心城区带动区县发展的格局。到2020年，全省装配式建筑占新建建筑的比例达到30%，成都、广安、乐山、眉山、西昌5个试点城市达到35%，泸州、绵阳、南充、宜宾等100万以上人口城市达到30%，其他城市达到20%。到2020年，全省培育8个装配式建筑试点城市，培育5家集设计、生产、施工于一体的装配式建筑龙头企业，培育50个科研、生产、应用的装配式建筑产业示范基地，20个以上装配式建筑示范项目，充分发挥示范引领和带动作用。

该方案明确了装配式建筑未来发展的重点任务，从发展规划、技术标准体系、全装修、设计、生产和施工能力以及人才机制、政策扶持等方面作了具体要求；同时，该方案也明确了装配式建筑的具体发展方向，为当下装配式建筑产业基地建设、钢结构住宅试点和示范项目等进行了政策引导。



第 2 章 设计与构件生产

2.1 装配式设计施工图深度

2.1.1 平面布置图深度要求

平面布置图应包含构件类型（水平和竖向构件可分别绘制）、构件位置尺寸、重量、预制范围等信息；明确区分构件与现浇混凝土的范围，并应清晰表达构件的平面形状、预留洞口、建筑物轴线、轴线记号及轴线间距、构件名称、安装方向、详图索引、层高表等；构件编号宜包含构件的位置信息、对称信息、结构信息、重量信息；文字说明应包含抗震等级、预制构件材料、叠合板与现浇层的厚度、桁架筋高度、图例说明、制作安装注意事项等。

2.1.2 详图深度要求

预制构件加工详图应包括构件内外视图、俯视图、仰视图、侧视图、剖面图等；标明构件与结构层高线的尺寸关系、墙板的外形轮廓尺寸（必要时应补充三维视图）、构件与轴线之间的关系、预留洞口尺寸及位置关系等；标明构件的外露钢筋、键槽位置尺寸、注浆孔和出浆孔位置尺寸、套筒型号及位置尺寸、装配方向以及与构件有关的结构附属构件的细部做法；应标明预埋件编号，包括脱模、吊装、支撑用预埋件，设备专业预埋件，幕墙用预埋件，临时加固用预埋件、电线盒、管线预埋、孔洞、沟槽的标高、定位尺寸等内容；标明有防雷接地要求时的防雷构造做法和要求。

2.1.3 BOM（构件）表深度要求

BOM（构件）表主要包括构件明细表和金属件信息表等。构件明细表应标明构件类型、构件编号、外形控制尺寸、楼层信息、混凝土体积、构件重量、数量、混凝土强度等级、备注等；金属件信息表应包括各类预埋件、灌浆套筒等金属件的编号、规格、数量。

2.2 装配式混凝土建筑设计要点

2.2.1 装配式设计及集成化设计

装配式建筑主要包括预制装配式混凝土结构、钢结构、现代木结构建筑等，因为采用标



准化设计、工厂化生产、装配化施工、信息化管理、智能化应用，是现代工业化生产方式的代表。

集成化设计是基于并行工程思想的设计，它是利用现代信息技术把传统产品设计过程中相对独立的阶段、活动及信息有效地结合起来，强调产品设计及其过程同时交叉进行，减少设计过程的多次反复，力求使产品开发人员在设计开始时就考虑产品整个生命周期中，从概念形成到产品报废处理的所有因素，从而最大限度地提高设计效率、降低生产成本的设计方法。

详细用户界面设计的整体方法（即框架）要在初期进行开发和测试是集成化设计的重要特征之一。这是以用户为中心的设计和其他单纯的递增技巧之间存在的重要差异，以确保此后各阶段中进行的递增式设计能够天衣无缝地适合框架，而且用户界面在外观、术语和概念上都能保持一致。

2.2.2 装配式建筑深化设计要点

1. 构件深化设计的阶段划分

1) 方案阶段

该阶段的内容为：依据结构及建筑方案图编制预制构件深化方案，提供其配套的当地或国家级的装配率计算资料，以备审查。

2) 预制构件深化设计阶段

该阶段的内容为：依据建筑物全套施工图以及施工工艺、现场施工条件进行预制构件深化拆分图设计，并复核其配套的当地或国家级的装配率计算资料。

3) 预制构件生产安装阶段

该阶段的内容为：依据预制构件生产厂家的条件、运输线路限制以及施工现场布置条件进行预制构件深化拆分图纸校对并完善。

2. 构件深化设计流程

深化设计的流程一般分为两种：

1) 施工图阶段介入

(1) 收到项目施工图。

(2) 与原设计单位沟通，确定预制构件种类及范围，对项目进行预制装配率计算。

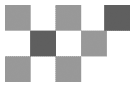
(3) 根据项目预制装配率进行科学系统深化拆分，做到“两少一多”，即少种类、少规格、多组合。

2) 方案策划阶段介入

(1) 在项目方案阶段配合设计院和项目建设方做项目方案深化合理性建议。

(2) 按照深化后的方案做预制装配率计算，项目方案应符合“少户型、多组合、少异型、多方正”的原则。

(3) 根据项目预制装配率进行科学系统深化拆分，做到“两少一多”，即少种类、少规格、多组合。



3. 构件深化设计质量控制要点

1) 方案设计阶段:

在该阶段要注意各专业的协调配合,把装配式设计因素考虑进来。

2) 拆分设计阶段:

在该阶段要遵循标准化、模数化、模块化、轻型化、少规格多组合的原则,避免出现用传统施工图纸“硬性”拆分的情况。

3) 标准化

标准化设计包括建筑户型标准化设计、建筑立面标准化设计、预制部品部件标准化设计、连接接口标准化设计。

4) 模数化

设计方法:调整剪力墙后浇段长度来使预制剪力墙规格减少,剪力墙长度在 300 mm 以内全部合并成一个规格;剪力墙的规格以 300 mm 为模数,建立标准化构件库:1200 mm、1500 mm、1800 mm、2400 mm、2700 mm、3000 mm、3300 mm、3600 mm、3900 mm、4200 mm、4500 mm,超过 4500 mm 的构件拆分为两个小构件。

5) 模块化

预制部品部件采用模块及模块组合的设计方法,遵循少规格、多组合的原则,方便不同构件的拼装。

6) 轻型化

拆分设计时单块预制剪力墙和填充墙长度控制在 4.5 m 内,以减小构件重量,方便吊装。对于超过控制长度的剪力墙和填充墙,将其拆分为两个预制构件,构件拼缝采用后浇段连接。

7) 少规格、多组合

按照标准化、模数化、模块化的要求,以少规格、多组合的原则,实现建筑及部品部件的系列化和多样化。

(1) 构件深化设计阶段:精装修图纸要在深化设计之前就完成。

(2) 构件深化设计图纸要考虑水电的集成,进行精细化设计。

(3) 建筑外立面线条宜简单规整,以减小预制构件模具加工难度,降低成本。

(4) 减小现浇量,增加装配率。

2.2.3 装配式结构设计要点

(1) 配筋应按照设计院提供的结施图中的配筋要求进行。

(2) 钢筋排布间距应尽量一致。

(3) 桁架钢筋应沿主受力方向布置。

(4) 桁架钢筋距板边不应大于 300 mm,间距不宜大于 600 mm。

(5) 桁架钢筋弦杆钢筋直径不宜小于 8 mm,腹杆钢筋直径不应小于 4 mm。

(6) 桁架钢筋弦杆混凝土保护层厚度不应小于 15 mm。



(7) 当未设置桁架钢筋时, 在下列情况下, 叠合板的预制板与后浇混凝土叠合层之间应设置抗剪构造钢筋:

- ① 单项叠合板跨度大于 4.0 m 时, 距支座 1/4 跨范围内。
- ② 双向叠合板短向跨度大于 4.0 m 时, 距四边支座 1/4 短跨范围内。
- ③ 悬挑叠合板。
- ④ 悬挑板的上部纵向受力钢筋在相邻叠合板的后浇混凝土锚固范围内。

2.2.4 装配式水电设计要点

- (1) 水电预留预埋应全面反映机电设备图纸的需求。
- (2) 预留接线盒、套管等材质应和设备专业图纸一致, 高度和规格尺寸满足现场施工要求。
- (3) 如设备专业有管线和设备需穿越预制构件, 应在预制构件上预留洞口以满足施工需求。
- (4) 如遇设备预埋与其他专业干涉, 优先保证预埋的可实施性。

2.2.5 装配式连接节点设计要点

(1) 装配整体式结构中, 接缝的正截面承载力应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。接缝的受剪承载力应符合下列规定:

- ① 持久设计状况:

$$\gamma_0 V_{jd} \leq V_u$$

- ② 地震设计状况:

$$V_{jdE} \leq V_{uE} / \gamma_{RE}$$

在梁、柱端部箍筋加密区及剪力墙底部加强部位, 尚应符合下式要求:

$$\eta_j V_{mua} \leq V_{uE}$$

式中: γ_0 ——结构重要性系数, 安全等级为一级时不应小于 1.1, 安全等级为二级时不应小于 1.0;

V_{jd} ——持久设计状况下接缝剪力设计值;

V_{jdE} ——地震设计状况下接缝剪力设计值;

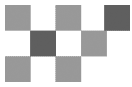
V_u ——持久设计状况下梁端、柱端、剪力墙底部接缝受剪承载力设计值;

V_{uE} ——地震设计状况下梁端、柱端、剪力墙底部接缝受剪承载力设计值;

V_{mua} ——被连接构件端部按实配钢筋面积计算的斜截面受剪承载力设计值;

η_j ——接缝受剪承载力增大系数, 抗震等级为一、二级时取 1.2, 抗震等级为三、四级时取 1.1。

在装配整体式结构中, 节点及接缝处的纵向钢筋连接宜根据接头受力、施工工艺等要求选用机械连接、套筒灌浆连接、浆锚搭接连接、焊接连接、绑扎搭接连接等连接方式, 并应符合国家现行有关标准的规定。



(2) 纵向钢筋采用套筒灌浆连接时,应符合下列规定:

① 接头应满足行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107—2016 中 I 级接头的性能要求,并应符合国家现行有关标准的规定。

② 预制剪力墙中钢筋接头处套筒外侧钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 15 mm, 预制柱中钢筋接头处套筒外侧箍筋的混凝土厚度不应小于 20 mm。

③ 套筒之间的净距不应小于 25 mm。

(3) 纵向钢筋采用浆锚搭接连接时,对预留孔成孔工艺、空岛形状和长度、构造要求、灌浆料和被连接钢筋,应进行力学性能以及实用性的试验验证。直径大于 20 mm 的钢筋不宜采用浆锚搭接连接,直接承受动力荷载构件的纵向钢筋不应采用浆锚搭接连接。

(4) 预制构件与后浇混凝土、灌浆料、坐浆材料的结合面应设置粗糙面、键槽,并应符合下列规定:

① 预制板与后浇混凝土叠合层之间的结合面应设置为粗糙面。

② 预制梁与后浇混凝土叠合层之间的结合面应设置粗糙面;预制梁端面应设置键槽(图 2.2-1)且宜设置粗糙面。键槽的尺寸和数量应按照《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1—2014 中第 7.2.2 条的规定计算确定;键槽的深度 t 不宜小于 30 mm,宽度 w 不宜小于深度的 3 倍且不宜大于深度的 10 倍;键槽可以贯通截面,当不贯通时槽口距离截面边缘不宜小于 50 mm;键槽间距宜等于键槽宽度;键槽端部斜面倾角不宜大于 30° 。

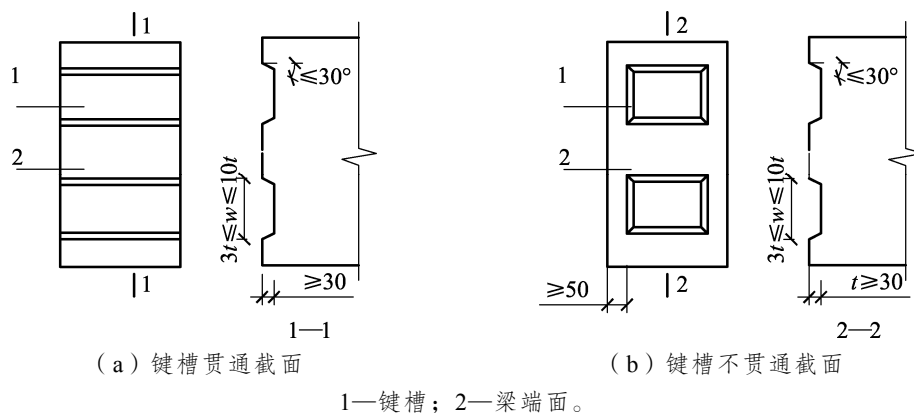


图 2.2-1 梁端键槽构造示意图(单位: mm)

(5) 预制剪力墙的顶部和底部与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面;侧面与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面,也可设置键槽;键槽深度 t 不宜小于 20 mm,宽度 w 不宜小于深度的 3 倍且不宜大于深度的 10 倍,键槽间距宜等于键槽宽度,键槽端部斜面倾角不宜大于 30° 。

(6) 预制柱的底部应设置键槽且宜设置粗糙面,键槽应均匀布置,键槽深度不宜小于 30 mm,键槽端部斜面倾角不宜大于 30° 。柱顶应设置粗糙面。

(7) 粗糙面的面积不宜小于结合面的 80%,预制板的粗糙面凹凸深度不应小于 4 mm,预制梁端、预制柱端、预制墙端的粗糙面凹凸深度不应小于 6 mm。



(8) 预制构件纵向钢筋宜在后浇混凝土内直线锚固；当直线锚固长度不足时，可采用弯折、机械锚固方式，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的规定。

(9) 应对连接件、焊缝、螺栓或铆钉等紧固件在不同设计状况下的承载力进行验算，并应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《钢结构焊接规范》GB 50661 等的规定。

(10) 预制楼梯与支承构件之间宜采用简支连接。采用简支连接时，应符合下列规定：

① 预制楼梯宜一端设置固定铰，另一端设置滑动铰，其转动及滑动变形能力应满足结构层间位移的要求，且预制楼梯端部在支承构件上的最小搁置长度应符合表 2.2-1 的规定。

② 制楼梯设置滑动铰的端部应采取防止滑落的构造措施。

表 2.2-1 预制楼梯端部在支承构件上的最小搁置长度

抗震设防烈度	6 度	7 度	8 度
最小搁置长度/mm	75	75	100

2.3 装配式建筑设计要求

2.3.1 建筑结构设计要求

建筑、结构专业在设计过程中，应确保拆分方案、构件深化图纸满足原建筑结构安全要求，具体应包含：板厚、配筋、钢筋保护层厚度、构件几何尺寸、锚固长度、预留孔口、预留预埋等内容满足设计要求及后期施工需求。

2.3.2 使用功能要求

电气、暖通、消防、给排水、幕墙等专业安装预留洞口位置大小、预留预埋规格型号、预埋件等应满足设计使用功能要求。

2.3.3 指导生产要求

指导生产要求具体包含平面拆分方案设计（构件几何尺寸）、吊钉的设计、预制构件配筋图、安装预留预埋定位图及安装图例、混凝土强度等级要求等。

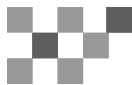
2.3.4 运输及成本控制要求

运输及成本控制要求具体包含构件几何尺寸大小应满足车辆运输要求，同类构件的规格应尽快统一，提高模具重复利用次数，以降低生产成本。

2.3.5 施工要求

(1) 吊装安全，同时利于提高吊装效率（满足吊装要求）。

(2) 平面拆分设计后，构件重量应满足起重设备有效吊装重量要求。



- (3) 拆分深化设计应满足施工可行性要求，确保现场施工可行（节点设计）。
- (4) 满足现场水电施工要求。
- (5) 满足防水要求（防水设防要求）。
- (6) 满足其他施工要求。

2.4 生产加工单位协同设计流程及主要内容

(1) 构件深化阶段，设计单位需在满足设计规范的前提下，协同构件加工单位，根据其提供的加工工艺、技术难点，在满足生产周期的前提下，合理调整生产图纸，确保出图质量和生产合理性。

(2) 深化设计单位在确定最终版构件生产蓝图后，书面移交给构件采购单位，由其交付给设计单位审核确认或按合同要求确认后交付给构件加工单位实施生产。

(3) 在构件生产加工过程中，深化设计单位应同构件加工单位紧密联系，及时解决加工过程中的图纸类难题，确保生产流程。

(4) 在生产过程中，若发生必需的设计变更，设计单位需及时告知施工、构件加工单位，由构件合同业主单位书面下达构件生产变更书，构件加工单位合理评估设计变更造成的影响及损失，提供变更报告书。

2.5 施工单位协同设计流程及主要内容

施工单位需全程参与构件拆分和深化过程，确保构件满足现场施工需求（运输、吊装、临时堆放等）。

(1) 设计拆分前期，施工单位须及时完成现场平面布置、起吊设备点位布置，根据现场各户型、各楼栋的吊运能力，配合设计单位进行构件拆分。

(2) 深化设计过程中，施工单位需根据现场施工工艺，及时提供预留预埋要求，例如各楼栋悬挑层预埋区域、放线孔预留、塔吊附壁点、施工货梯支撑点位置等。

(3) 施工单位收到深化设计图纸后，需严格审查，根据深化图纸内容编制专项施工方案，根据使用构件的不同种类编制相应的吊装方案、构件临时支撑方案、竖向构件灌浆作业方案等，编制方案的内容要满足相关设计施工规范要求。

(4) 在构件使用过程中，施工单位需严格按照设计图纸要求检查构件质量和控制安装精度，设计单位配合解决 PC 相关问题。

2.6 设计、生产加工单位责任与义务

2.6.1 设计单位责任与义务

设计单位在装配式建筑设计阶段，应充分结合预制构件生产、制作、运输、安装等各方



面，进行全面的协同设计、集成设计，提高设计的标准化及一体化程度。

1. 方案确定阶段

针对项目的特点和实际情况，初步确定预制构件种类及范围；针对图纸上的疑问及重难点与传统设计进行反复沟通交流；针对不符合装配式设计要求的地方，提出修改意见和建议，并配合传统设计进行图纸的修改；针对提供的结施、建施、水电、暖通、装饰装修等图纸，从设计角度和以往的设计经验提供合理建议，满足业主提供的各种合理要求，并确定预制构件种类及范围，计算装配率；综合实际情况和业主的修改意见，确定最终的预制构件深化方案。

2. 构件加工详图绘制阶段

在预制构件加工详图设计过程中，应与业主和构件加工制作单位保持沟通，及时调整各方提出的合理建议和要求。所有设计图纸严格执行校对审核制度，确保图纸准确无误，为构件的顺利生产奠定良好的基础。

3. 构件生产及使用阶段

生产前设计人员应配合生产单位对图纸进行学习和技术交底，协助制定切实可行的技术工艺标准。针对构件生产、现场装配阶段出现的质量问题，设计单位应配合生产厂家、施工单位，从设计、生产、现场安装等各方面寻找原因，及时处理，在后期的生产中改进做法，确保后续的产品杜绝此类问题。

针对出现的图纸变更情况，设计人员应根据实际情况综合考虑，提出合理的解决办法，及时发布图纸变更，积极响应业主提出的合理需求。

2.6.2 生产加工单位责任与义务

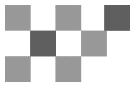
供需关系确定后，生产单位需按照供货计划要求安排订单的生产计划，并依据生产计划确定相应人员、模具、原材料供应计划，确定生产周期、单位时间生产量，保证按时按量供货。

生产加工单位需要足够的质量自控能力，在材料供应、检测试验、模具生产、钢筋制作绑扎、混凝土浇筑、预制构件养护脱模、预制件储存、交通运输等方面有相应规范和质量体系管控。

供货前期，生产加工单位需要紧密联系设计、施工单位，及时获取设计变更信息，调整模具预埋，同时，掌握现场施工进度，及时安排生产计划。这既为满足现场施工需求，也是减轻自身库存压力。供货期间，及时跟进现场施工进度，合理安排生产进度，稳定产品出货质量，确保构件供应，问题构件及时处理变更。项目供货完成后，积极处理项目意见反馈，配合项目部完成竣工验收工作。

2.7 生产加工合同基本约定

(1) 预制构件采购合同需明确采购 PC 构件品种、价格及税额、构件单价的调整办法，确



定构件规格型号、采购方量等基本信息。

(2) 明确构件加工可供使用的钢筋、水泥、预埋件品牌，是否有甲供材料，并明确甲供材料的数量、供货节点。

(3) 明确 PC 构件价格组成。PC 构件价格包括 PC 构件材料费、加工费、成品保护费、设计改图费、上车费、运输费、办理相关手续（含所需要提供的检测报告）费、质量保修期内保修等完成本合同工作所需的一切费用。

(4) 装配式建筑技术评审内容：组织专家对项目工作机制、装配式建筑的设计、装配式建筑的施工以及装配式建筑相关技术应用情况进行评审，确保项目得以顺利实施，符合国家和地方产业政策要求。

(5) 确定构件质量要求及技术标准，明确构件进场的质量要求和检验合格标准。

(6) 约定供货周期、交货时间、地点与方式。

(7) 约定结算与付款要求，是否约定预付款，以及进度付款节点，各付款节点的付款比例、付款方式和开票要求。

(8) 合法约定双方的违约责任，明确违约条款及相关内容、合同纠纷解决方式。

(9) 双方约定的其他内容。

(10) 廉洁合同条款。