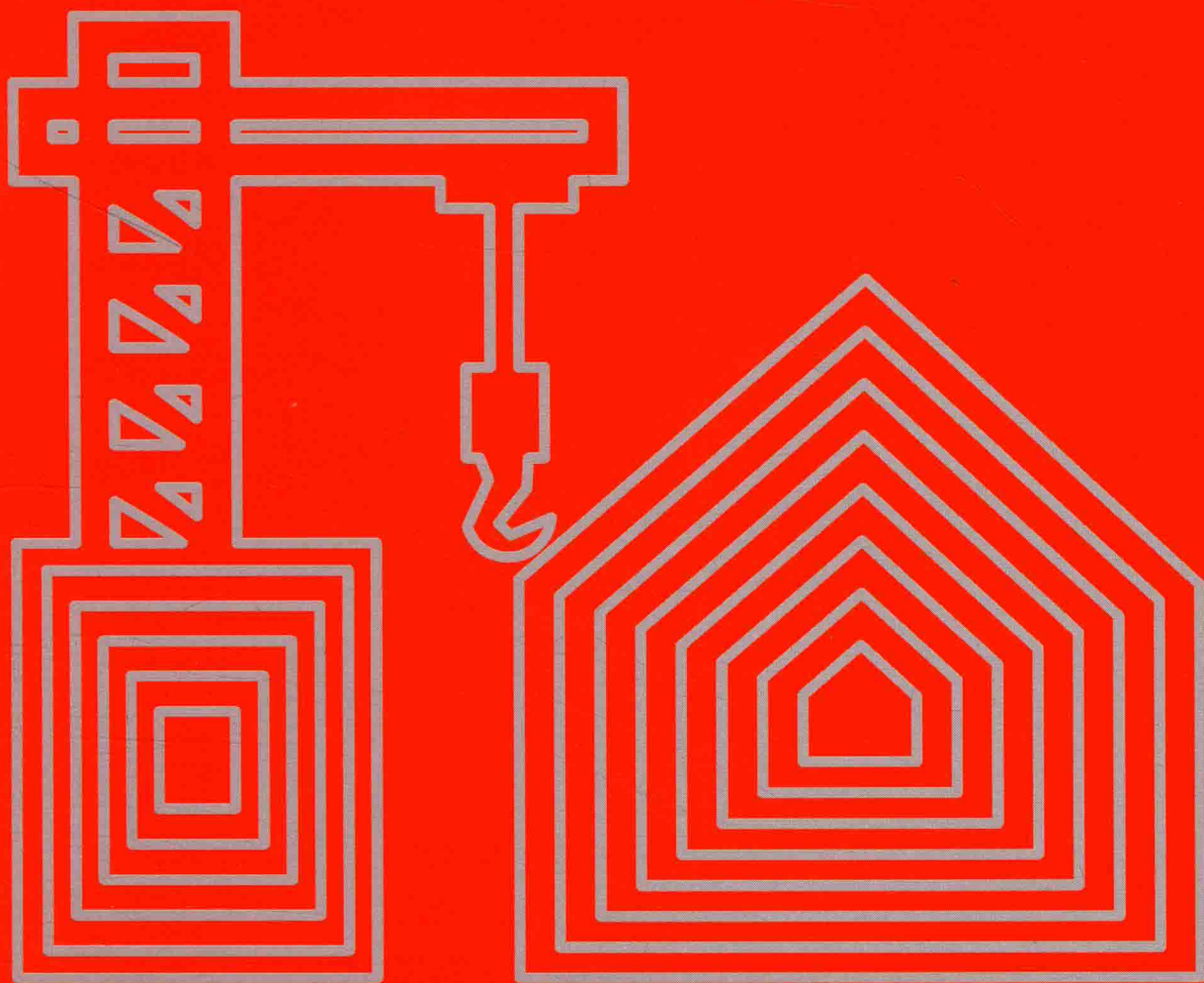


CASEBOOK OF SHANGHAI INDUSTRIALIZATION BUILDINGS

上海市建筑工业化实践案例汇编

主编 上海市住房和城乡建设管理委员会 华东建筑集团股份有限公司



中国建筑工业出版社

上海市建筑工业化实践案例汇编

上海市住房和城乡建设管理委员会
华东建筑集团股份有限公司 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

上海市建筑工业化实践案例汇编/上海市住房和城乡建设管理委员会, 华东建筑集团股份有限公司主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2016.5

ISBN 978-7-112-19261-8

I. ①上… II. ①上… ②华… III. ①建筑工业化-案例-上海市 IV. ①TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 059065 号

本书为上海市近年来在建筑工业化方面的实践总结, 内容涉及目前最前沿的装配和预制技术, 全书共包括 15 个案例, 分五个部分: 全预制剪力墙结构 (5 个案例), 叠合式剪力墙结构 (4 个案例), 装配式框架结构 (1 个案例), 装配式框架—剪力墙结构 (2 个案例), 装配式外挂墙板结构 (3 个案例)。

本书案例丰富, 内容细致全面, 可供从事建筑工业化的相关专业人员参考和借鉴。

责任编辑: 刘婷婷 王 梅

责任校对: 陈晶晶 张 颖

上海市建筑工业化实践案例汇编

上海市住房和城乡建设管理委员会 主编
华东建筑集团股份有限公司

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)
各地新华书店、建筑书店经销
霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版
北京缤索印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 15½ 字数: 381 千字
2016 年 9 月第一版 2016 年 9 月第一次印刷

定价: 120.00 元

ISBN 978-7-112-19261-8
(28530)

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)

本书编委会

主 任：顾金山

副 主 任：裴 晓 张 桦

执行主编：杨联萍 陈 宁

编委委员：田 炜 王平山 韩 楠 卢 旦 王 俊 李 昕

谢旺兰

编写组成员（按姓氏笔画排序）：

马荣全	马海英	王 晋	王美华	石 瑛	石 翔
卢家森	戎文杰	朱永明	朱华军	朱望伟	刘 啸
李 琰	李 磊	李天亮	李伟兴	李进军	李明菲
李新华	吴姝娴	邱 迪	张 凯	张洪超	纵 斌
范新海	罗 民	周成功	胡 伟	胡国恩	恽燕春
栗 新	徐 祥	徐烟生	郭志鑫	符宇欣	董 震
韩亚明	雷 杰	樊 骅	潘 峰		

序 言

建筑业是国民经济重要的基础性产业，其发展水平直接关系到整个国民经济的发展质量和效益。过去 30 多年，伴随上海城市快速发展，建筑业作为经济体制改革的先行者，取得了丰硕的发展成果。然而长期以来，我国建筑业始终保持粗放型的发展模式，生产方式仍以传统的现浇作业为主，劳动力依赖性强，生产效率低，资源消耗和环境影响较大。

党的十八届五中全会提出“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念，对生态文明建设和绿色低碳循环发展提出了更高的要求。建筑业作为经济支柱产业和节能降耗的重点领域之一，也将迎来重要的战略机遇期。近年来，市委市政府高度重视绿色发展，将推进建筑工业化发展作为加快生态文明建设、推动先进制造业发展、建成绿色宜居城市的重点工作，并不断加快建筑业转型升级步伐，成效明显。

建筑工业化是以构配件预制化生产、装配式施工为生产方式，以设计标准化、构件部品化、施工机械化为特征，通过整合设计、生产、施工等整个产业链，实现建筑产品节能、环保、全生命周期价值最大化的新型建筑生产方式。它不仅是先进生产力的集中表现，也符合建设行业健康、可持续发展的内在需要，更是建筑业实现转型升级的必由之路。

“十二五”阶段，上海以推动装配式建筑发展为突破口，积极推进建筑工业化探索和实践，已取得了阶段性成果。一是装配式建筑项目大幅增长。2015 年落实装配式建筑达到 610 万 m^2 ，连续两年翻番，全市累计落实装配式建筑总量已超 1000 万 m^2 。二是预制构件产能提升较快。从 2014 年底满足 180 万 m^2 的装配式建筑构件需求，提升至 2015 年底近 500 万 m^2 。三是建筑工业化产业链初具雏形。成立了上海建筑工业化产业技术创新联盟，涵盖建设、设计、施工、构件生产企业及科研单位等全产业链单位，形成了良好的互动平台。

2016 年是实施“十三五规划”的第一年，上海市建筑工业化将迎来蓬勃发展的新形势。随着装配式建筑项目的大规模落地，会有更多的建设企业参与到建筑工业化发展中来，建造方式也将逐步向绿色、高效转型。在此背景下，现有的建筑工业化项目将对未来的装配式建筑工程建设起到较好的引领、示范和借鉴作用。为此，上海市住房和城乡建设管理委员会组织华东建筑集团股份有限公司等单位编写了这本《上海市建筑工业化实践案例汇编》。本书精选了 15 个本市装配式混凝土建筑典型案例，涵盖了各类预制构件在不同的建筑类型和结构体系中的运用方法。同时，回顾了上海装配式建筑的发展历程，介绍和阐述了建筑工业化项目实施过程中的关注点，并提出了工作建议。

借本书出版发行之际，向在为推动本市建筑工业化发展而辛勤劳动、勇于创新、大胆实践的同志们表示诚挚的谢意，也衷心希望本书的出版能够为推进装配式建筑，实现建筑工业化发展，加快建筑业转型升级做出有力贡献。

上海市建设交通工作党委书记
2016 年 1 月



目 录

第一章 全预制剪力墙结构案例	1
【案例 1】 张江高科技园区中区 C-11-3 和 C-11-4 地块商业及住宅项目	2
【案例 2】 北蔡镇地杰国际城 A 街坊 13-12 地块商品住宅项目	16
【案例 3】 华润置地闸北 10-03 地块住办商品房项目	29
【案例 4】 上海保利置业平凉街道 18 街坊住宅项目	46
【案例 5】 闸北区大宁路街道 325 街坊地块住宅（东区）项目	58
第二章 叠合式剪力墙结构案例	70
【案例 6】 上海市宝山区顾村镇 05-01 地块商品住宅项目	71
【案例 7】 青浦新城 63A-03A 地块普通商品房项目	85
【案例 8】 上海万科翡翠滨江项目	112
【案例 9】 万科金色里程项目	125
第三章 装配式框架结构案例	141
【案例 10】 中建虹桥生态商务社区项目	142
第四章 装配式框架—剪力墙结构案例	159
【案例 11】 杨浦区 96 街坊办公楼项目	160
【案例 12】 上海浦江基地四期 A 块项目	174
第五章 装配式外挂墙板结构案例	193
【案例 13】 上海市配套商品房南汇区康桥镇 6 号地块 4 号楼项目	194
【案例 14】 杨浦区五角场镇 340 街坊商业办公用房 2 号楼项目	218
【案例 15】 上海市轨道交通 17 号线工程——东方绿舟站项目	228
后记	239

第一章 全预制剪力墙结构案例

全部或部分剪力墙采用预制墙板构建成的装配整体式混凝土结构，简称装配整体式剪力墙结构。根据结构中预制剪力墙种类的不同，又可分为全预制剪力墙和叠合式剪力墙两大类。

在上海地区装配整体式剪力墙体系的应用初期，由于对预制率的要求不高，全预制剪力墙多布置在结构两侧剪力墙较为集中的山墙部位，同时辅以外挂墙板或预制叠合式剪力墙板（简称 PCF 板）等。本章介绍的五个案例中，预制构件均由全预制剪力墙与外挂墙板（或 PCF 板）共同组成。在具体实施过程中，不同的案例采取了各具特色的做法，如外墙饰面砖一体化预制、飘窗整体预制等。

【案例 1】 张江高科技园区中区 C-11-3 和 C-11-4 地块商业及住宅项目

项目名称：张江高科技园区中区 C-11-3 和 C-11-4 地块商业及住宅项目

项目地点：上海市浦东新区张江板块

开发单位：上海张江万科房地产开发有限公司

设计单位：上海天华建筑设计有限公司

深化设计单位：上海兴邦建筑技术有限公司

施工单位：上海建工五建集团有限公司

生产单位：城业管桩和浙江美信宝筑新型建材科技有限公司

项目进展情况：施工阶段，预计竣工时间 2016 年 5 月底

一、工程概况

项目地处外环位于浦东张江板块，其中 C-11-3、C-11-4 地块东至川和路，西至百业路，南至环科路，北至中科路，属于商品住宅和商业两用项目。C-11-3、C-11-4 地块由 8 栋高层和 6 栋多层组成，总建筑面积 167419m²，其中地上部分建筑面积 138096m²，地下部分建筑面积 29323m²，住宅面积占 70%，商业面积占 30%；C-11-3、C-11-4 地块分 2 期进行建设，建设周期从 2014 年 8 月开始，预计 2016 年 5 月结束，图 1-1、图 1-2 为 C-11-3、C-11-4 地块总平面图和鸟瞰图。

本项目于 2013 年取得土地出让合同，合同中要求高层住宅按 100% 比例实施装配式建筑要求，其中单体预制率要求不小于 25%，项目实际装配式技术落实比例 100%；其中结构形式均为装配整体式剪力墙结构，包括：1 号楼 18 层、2 号楼 25 层、3 号楼 18 层、5 号楼 16 层、10 号楼 16 层、12 号楼 18 层、13 号楼 25 层、14 号楼 18 层，各栋均采用装配整体式剪力墙结构，预制率均大于 25%。

本文以 2 号楼为例，进行该项目的建筑工业化技术介绍，图 1-2 标记位置为 2 号楼。



图 1-1 总平面图



图 1-2 鸟瞰图

二、建筑工业化设计技术应用情况

(一) 建筑专业

1. 2 号楼概况

2 号住宅楼地下一层层高 3.35m，地上层高 3.15m。每层 2 户 1 单元，每栋设 2 台电梯和 2 部疏散楼梯（交叉楼梯）。住宅 50 户/栋。标准层面积为 358.32m^2 （图 1-3）。目前土建施工已经结束，正处于室内精装施工阶段，图 1-4 为 2 号楼现场实拍照片。

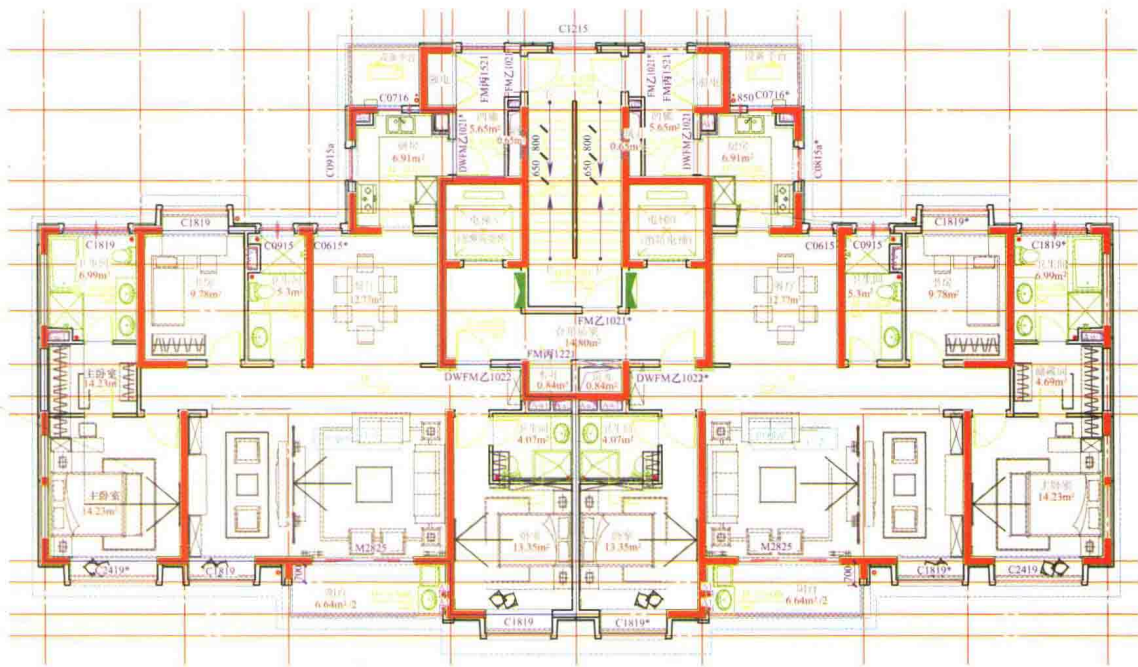


图 1-3 标准层平面图

2. 预制构件拆分

2 号楼预制范围：PCF 板、预制剪力墙、预制填充墙、预制楼梯、预制阳台、预制凸窗及空调板（图 1-5）。

预制构件选取，遵循重复率高和模数协调的原则，在方案阶段，协调考虑预制构件的大小和开洞尺寸，尽量减小预制构件的种类。例如预制阳台、空调板，设备平台，制作简单复制率高；预制剪力墙，对提高预制率和预制外墙面积有较大作用；PCF 板，制作简单且成本低；预制楼梯，若存在多个单元相同楼梯，楼梯应设计为复制关系，而非镜像关系。

设计阶段考虑到吊装、运输条件和成



图 1-4 2 号楼实拍照片

本,通过比较,构件为 3~4t 时运输、吊装相对顺利,运输、施工(塔吊)的成本也会降低,因此,东西侧最重墙板控制在 4.5t 以下,单个重量未超 6t;墙板的高度以楼层高度为准,宽度以容易运输和生产场地限制考虑,最大未超过 6m,大部分控制在 4m 以内。预制凸窗,每块约重 2.5t;预制设备平台,每块约重 1t;预制楼梯,每块约重 2.8t;预制剪力墙,每块约重 4t;PCF 板,每块约重 2t。

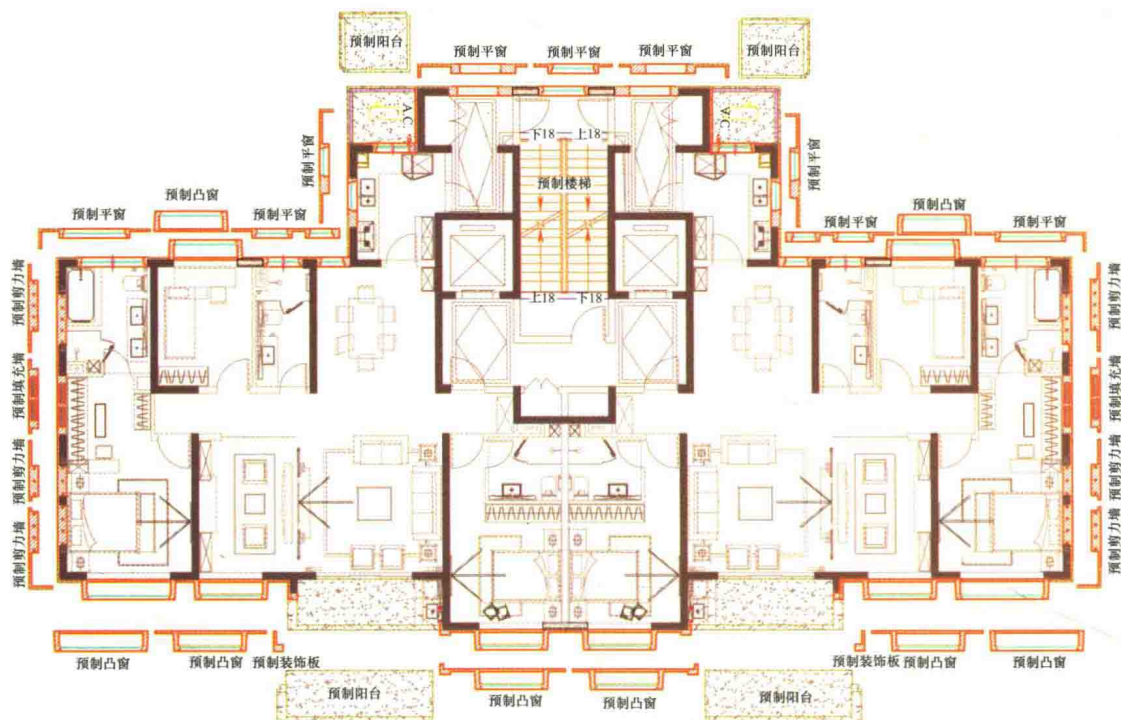


图 1-5 预制构件平面分布图

3. 预制外墙

外墙面面砖反打,精度高,混凝土构件尺寸精度由传统的厘米级提升到毫米级,预制混凝土的表面平整度偏差小于 0.1%,外墙面砖抗拔强度较大提高,可以解决传统工艺下外墙面砖脱落的问题。飘窗、平窗与预制混凝土剪力墙板一体成型,在现场安装即可,整体性好,提高外墙整体隔声,并可有效减少外墙门窗渗漏(图 1-6)。

外墙保温采用 EPS 板外墙内保温形式,现场铺贴,不与墙体整体预制,避免在预制吊装过程中发生破损而难以修补的问题。

预制填充墙中间填充泡沫减重块,可减轻整片墙体的重量(图 1-7)。

4. PCF 板接缝防水和内侧模板连接

预制外墙板拼缝主要采取了耐候胶、圆形 PE 棒二道防水措施,构件制作时预留小凹槽,放置 PE 填充条和橡胶皮粘贴以防止混凝土浇筑时产生漏浆;在主体结构施工完毕后进行密封胶施工,达到防水要求。内侧模板、PCF 板、现浇剪力墙采用螺杆连接,内侧通过锥体螺帽与现浇主体牢固连接,右段螺杆在拆模后随模板切除,左段螺杆仍保留,切除段采用砂浆嵌补(图 1-8)。



图 1-6 面砖反打和窗框集成

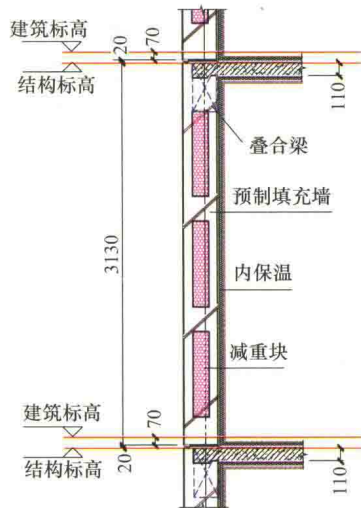
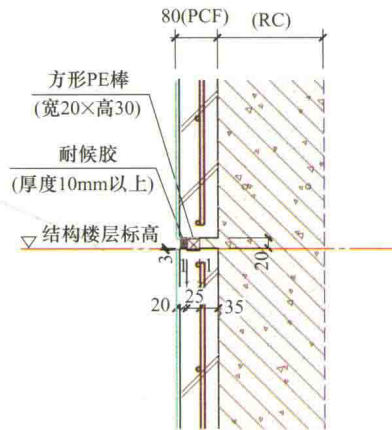
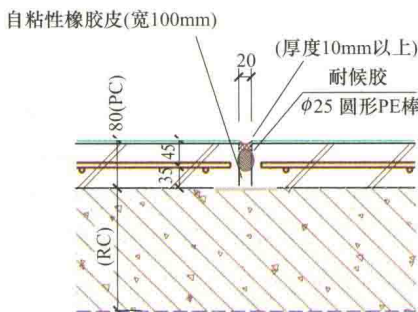


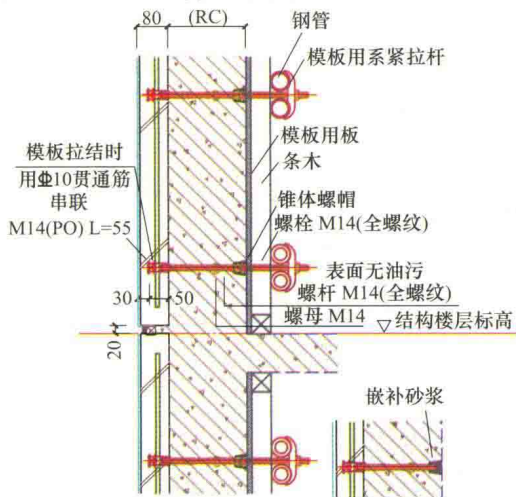
图 1-7 预制泡沫减重填充外墙



(a) PCF水平接缝



(b) PCF竖向接缝



① 模板施工中状态 ② 模板拆除后状态

(c) 内侧支模示意图



(d) 现场照片

图 1-8 PCF 板接缝及内侧模板连接

(二) 结构专业

本工程的设计基准期为 50 年，设计使用年限为 50 年，建筑结构的等级为二级，丙类建筑；抗震设防烈度为 7 度（0.10g），场地类别为Ⅳ类，地震分组为第一组，50 年一遇的基本风压值为 0.55kN/m²，地面粗糙度为 B 类；2 号楼采用装配整体式剪力墙结构，抗震等级为二级，地基基础和桩基设计等级为甲级。

控制预制剪力墙承担的地震倾覆力矩小于结构底部总倾覆力矩的 50%，对同一层内既有预制墙又有现浇墙的装配式剪力墙结构，现浇墙肢的水平地震作用弯矩和剪力乘以 1.1 的放大系数。

钢筋套筒及灌浆料分别符合《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 和 JG/T 408 的要求。预制率计算见表 1-1。

2 号楼预制率计算表格 表 1-1

层号	层数	预制混凝土体积(m ³)						现浇混凝土体积(m ³)				混凝土体积(m ³)
		墙	楼梯	阳台	凸窗	空调	其他	柱	墙	梁	板	
1	1								72.46	16.75	34.56	123.77
2	1								72.46	17.6	35.39	125.45
3	1								72.46	16.6	35.87	125.11
标准层	21	21.9	3.4	2.2	9.9	1.3	0.5		39.95	14.77	34.24	2691.36
大屋面	1	21.9	3.4	2.2	9.9	1.3	0.5		35.98	34.48	34.02	143.68
出屋面		3.9						1.75	16.05	6.52	4.33	32.55
合计	25	485.7	74.8	48.4	217.8	28.6	11	1.75	1108.54	402.12	863.21	3241.92
预制装配率		26.7%										

注：1. 预制装配率计算依据“沪建交联 1243 号文”第四条（装配式建筑预制装配率计算口径）采用；
2. 表格预制混凝土方量中的墙包括预制剪力墙及外墙预制部分；
3. 女儿墙归入“出屋面”部分的“其他”项；
4. 可以根据具体工程设计情况对表内项次进行增删处理。

(三) 预制构件与连接设计

1. 预制构件代号

预制构件代号表示方法见表 1-2。

预制构件代号表示方法 表 1-2

预制构件类型	代号	预制构件类型	代号
预制外墙板	BW	预制楼板	BS
预制内墙板	BN	预制扶手板	BT
预制女儿墙	BP	预制空调板	BY
预制楼梯	BK	预制柱	BZ
预制阳台	BB	预制梁	BL
预制装饰柱	BM		
预制装饰梁	BG		

2. 预制剪力墙

预制墙身厚度为 280mm，其中内侧 200mm 作为结构设计剪力墙厚度，外侧 80mm

为考虑施工措施和建筑立面所需，不参与结构受力。

(1) 剪力墙水平缝做法

上下层剪力墙接缝处在楼板处设水平现浇带，现浇带高度取楼板厚，宽度取结构设计剪力墙厚，现浇带与楼盖浇筑成整体。现浇带外侧 80mm 预制板作为施工外模及防水嵌缝柔性材料作业界面。上层预制剪力墙与下层楼面之间的接缝高度 20mm，采用灌浆方法填充。预制剪力墙身分布钢筋按结构设计要求配置，上下层相邻预制剪力墙的竖向钢筋采用另设连接钢筋以灌浆套筒方式连接，另设连接钢筋采用中心单排、间距不大于 400mm、受拉承载力不小于上下层被连接钢筋受拉承载力较大者的 1.1 倍。另设连接钢筋在预制墙板内的锚固长度应满足《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010 的相关要求（图 1-9）。

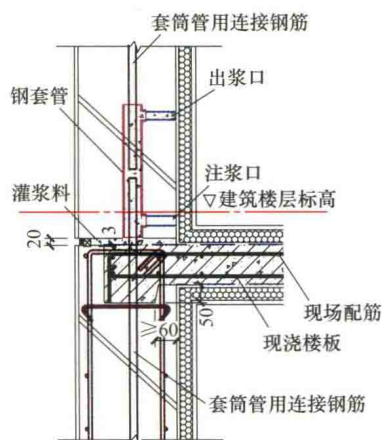


图 1-9 预制剪力墙水平缝连接

(2) 剪力墙竖向缝做法

预制剪力墙竖向接缝处设置长度 250mm、厚度 200mm 的通高现浇段。现浇段外侧 80mm 预制薄层作为施工外模及防水嵌缝柔性材料操作空间。现浇段内设置不小于墙体竖向分布钢筋配筋率的竖向筋，两侧预制剪力墙水平交错伸出不少于墙体水平分布钢筋配筋率的环箍筋，与另设 U 形箍筋及竖向筋形成连续封闭搭接并在现浇段内锚固。环箍在预制墙板内的锚固长度应满足《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010 的相关要求（图 1-10）。

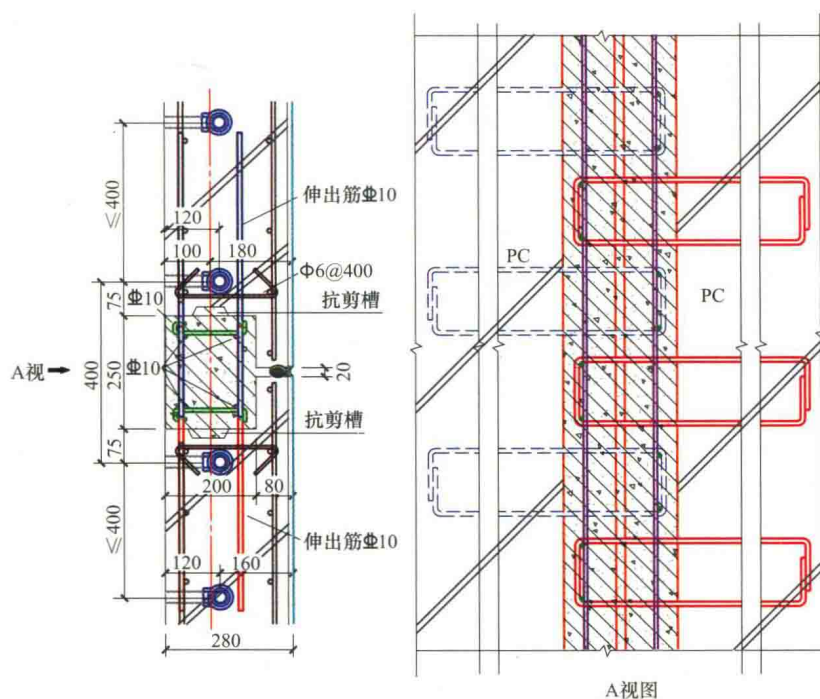
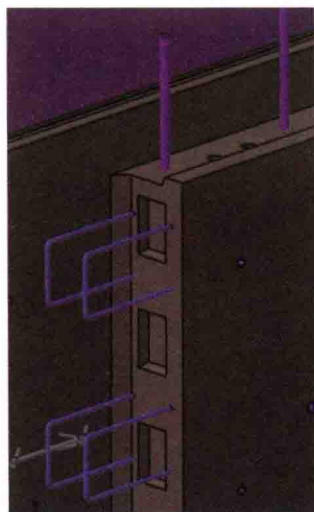


图 1-10 预制剪力墙竖向缝连接

(3) 预制剪力墙与现浇结合面构造措施

为保证预制剪力墙和现浇结合面的连接强度，水平结合面侧面和竖向结合面底面间隔布置键槽（图 1-11）。



(a) 竖向结合面键槽



(b) 水平结合面键槽

图 1-11 预制剪力墙与现浇结合面处理措施

(4) 钢筋连接用灌浆套筒与灌浆料的要求

套筒和钢筋宜配套使用，连接钢筋型号可比套筒型号小一级，套筒安装时，可采用橡胶环和螺杆将其固定在底模上，与套筒连接的注浆管需定位准确、安装稳定，以防止漏浆（图 1-12）。

灌浆料由专业厂家生产，搅拌时间不宜少于 3min，灌浆料搅拌后至灌浆完毕时间不宜超过 30min。灌浆前，应对预制构件底部缝隙进行封闭，封堵材料应能承受 1.5MPa 的灌浆压力；灌浆时，灌浆压力应达到 1.0MPa，并由套筒下方注浆口注入，套筒的出浆口或注浆口连续流出圆柱状浆液后，应对其进行封堵；当出现无法出浆的情况时，应立即停止灌浆作业查明原因并及时封堵。



图 1-12 灌浆套筒和灌浆施工

3. 预制阳台挑板和凸窗板连接

① 预制阳台板采用悬挑板，双向双层钢筋配筋，支座端预留外伸钢筋，锚固于现浇楼盖内，预留钢筋锚固长度满足《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010 的要求（图 1-13）。预制板嵌入现浇梁 15mm。

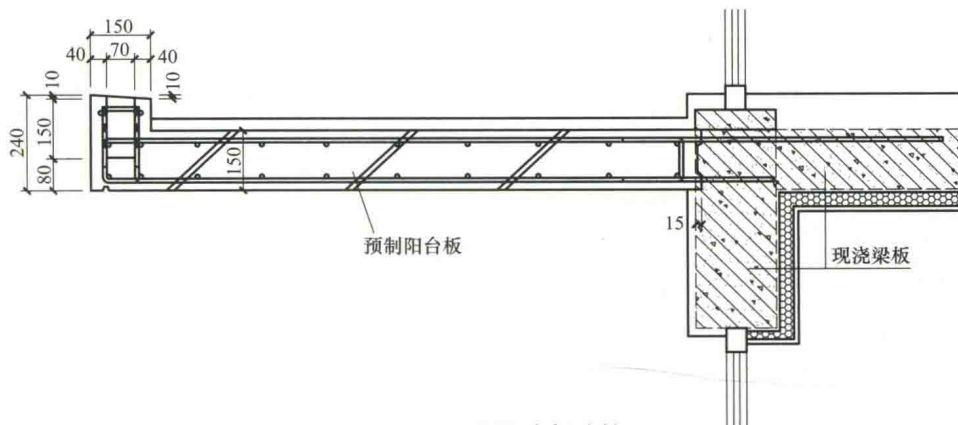


图 1-13 预制阳台板连接

② 凸窗板和侧面 PCF 板整体预制，分上下两块板预制，上下悬挑板双层双向配筋，支座端预留外伸钢筋锚固于现浇梁内，预留钢筋锚固长度满足《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010 的要求。PCF 板与主体结构采用螺杆连接（图 1-14），PCF 板水平接缝防水做法参见图 1-8。

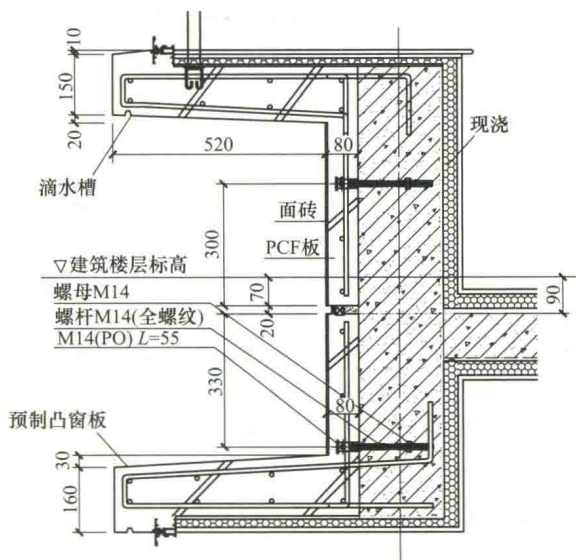


图 1-14 预制凸窗的连接

4. 三维可视化模型展示

利用信息化技术手段，预制构件在深化设计图完成之后，为保证预制构件能够顺利生产和拼装，对 2 号楼通过三维建模，进行碰撞检查及模拟施工工况。外墙面砖、钢筋及金属预埋件均按实际施工要求排布。三维模型可检查预制构件是否相互碰撞，伸出钢筋是否与现场钢筋碰撞，金属预埋件是否能正确连接相邻预制构件。同时可以准确计算出混凝土用量、钢筋用量、预埋件数量，并能够模拟现场安装工序。如图 1-15 所示。

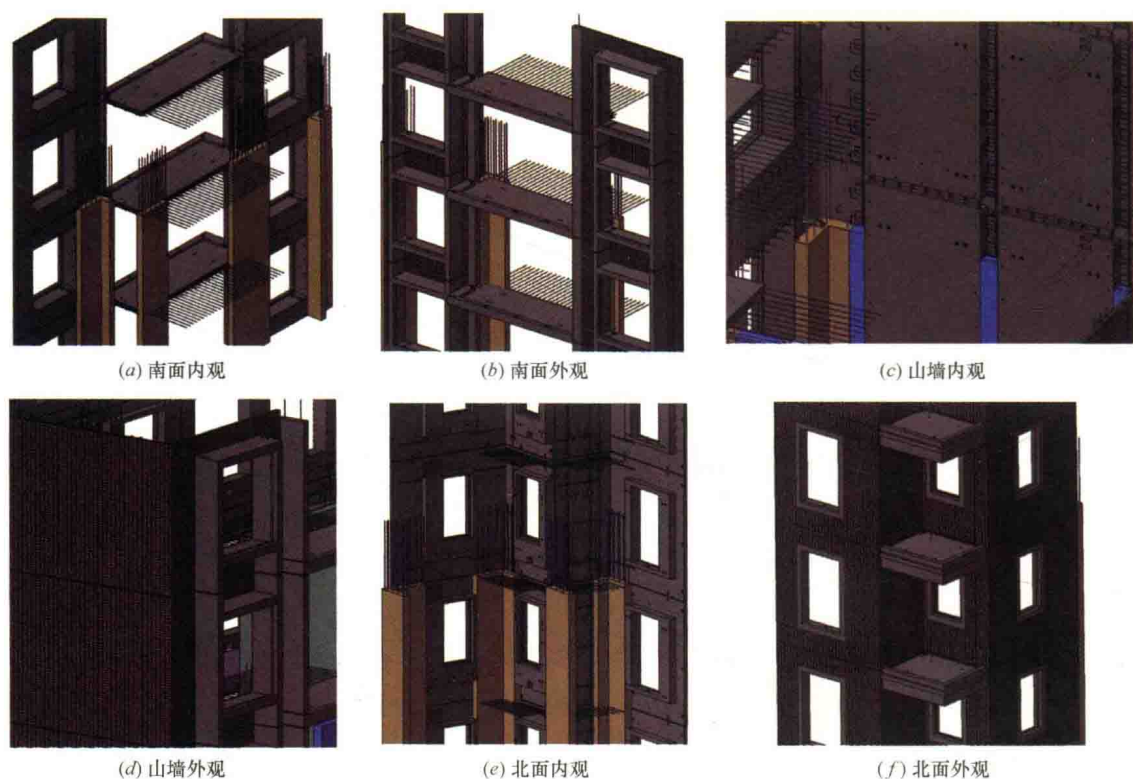


图 1-15 三维可视化模型

5. 预制构件设计与生产和施工的关系

(1) 预制构件设计与预制构件生产的关系

① 考虑预制构件生产的可行性：如构件过于复杂可能导致难以脱模或破损等，且还需考虑生产平台尺寸是否可以生产。

② 考虑预制构件生产的经济性：如模具成本及重复使用率、构件补强措施、装车运能等。

③ 根据预制构件重量合理设计脱模点和起吊点，以及各吊点的金属件承担的荷载。

④ 预埋件的设计尽量选用常规品，易于采购和加工。

⑤ 预埋窗框选型，应避免蒸汽养护时变形。

(2) 预制构件设计与预制构件施工的关系

① 考虑预制构件施工的工序与便利性：考虑因素有预制构件吊装、校正、固定；绑筋、支模、脚手架、塔吊、人/货梯等。

② 预制构件安装尽量减少施工人员的随意性，以事先设计的预制构件限位件来控制定位，再通过专用施工调节器具进行微调。限位件和调节器具的操作在设计上应避免施工现场使用大型器械，尽量以人力操作为主，使用常用工具便可实现定位和调整。

③ 考虑预制构件板缝的施工处理方法，需便捷有效且满足预制构件设计意图。

④ 考虑尽量减少施工干涉：如预留外伸钢筋、斜撑杆、限位固定件等。

三、构件生产技术应用情况

预制构件采用工业化生产方式，构件在工厂加工完成后，运输到施工现场进行安装。

带外面砖的预制剪力墙采用反打一次成型工艺生产。在放入钢筋笼和浇筑混凝土之前，先将外装饰材料反向铺设在模板上，将现场铺贴面砖同构件厂生产构件合二为一，并取消砂浆层，使面砖同混凝土直接粘结。外墙板室外一侧（板底）、对外观和外形尺寸精度要求都很高，外表应光洁平整，不得有疏松、蜂窝等，因此对模具设计提出了很高的要求。模板既要有一定的刚度和强度、又要有较强的整体稳定性，同时模板面要有较高的平整度。并且脱模后预制构件要进行清洗（图 1-16）。

生产工艺流程见图 1-17。

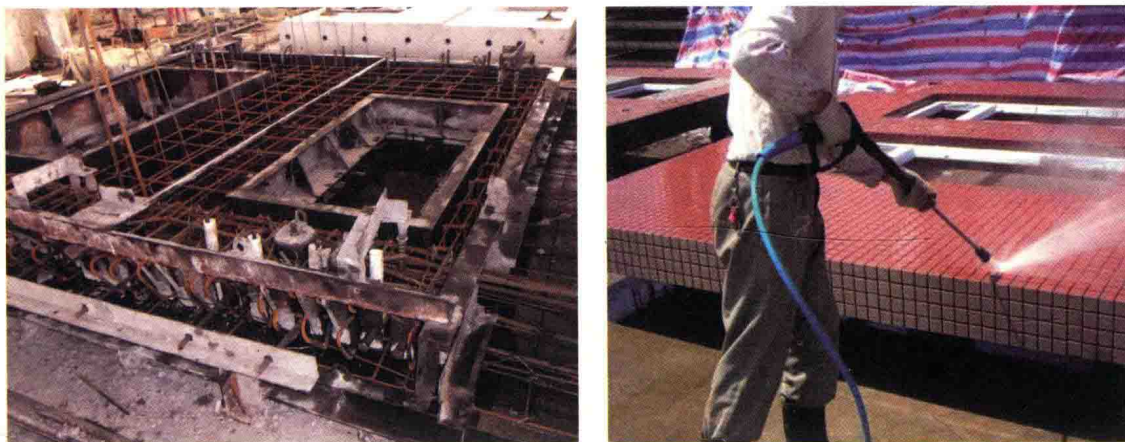


图 1-16 浇筑前准备和脱模后清洗

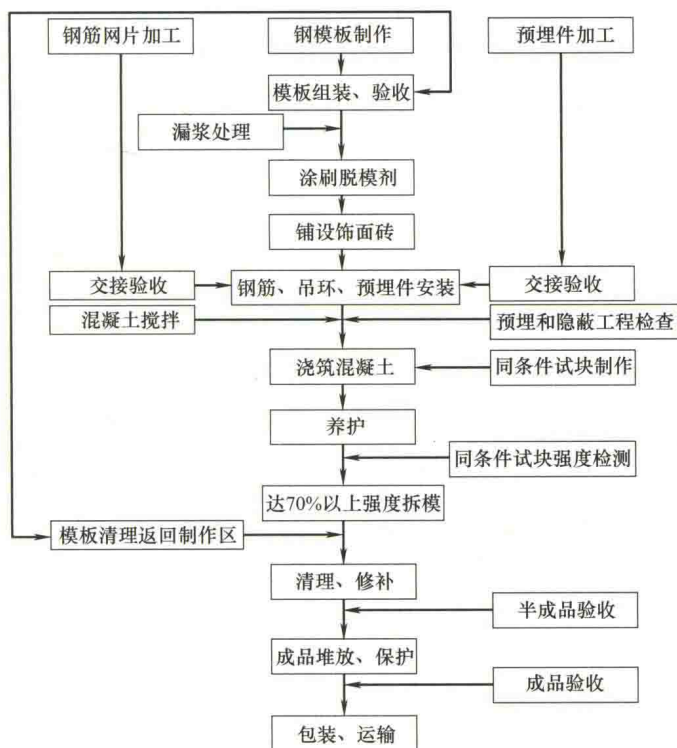


图 1-17 生产工艺流程图