

装配式施工组织要点及 主要施工方法

目录/CONTENTS

01 装配式建筑施工全周期策划内容

02 工程案例分析---昆仑赋一期

03 装配式建筑质量通病及防治措施

01

装配式建筑施工全周期策划内容

1 装配式建筑施工全周期策划内容

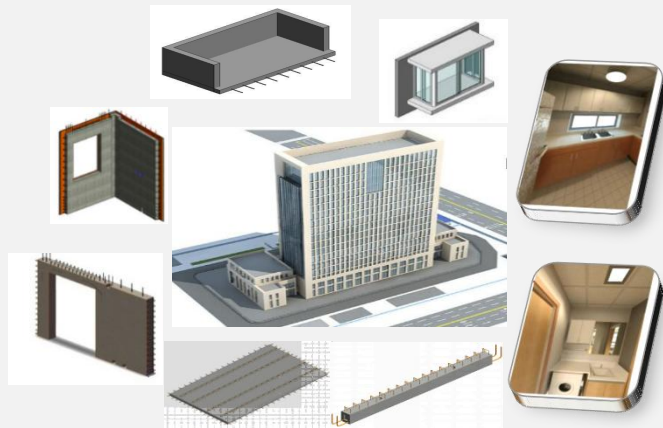
1.1 装配式建筑定义

是指采用标准化、信息化设计，工厂预制的部品部件在工地装配而成的建筑。部品部件通过可靠的连接方式连接，装配率在50%以上、主体结构评价分值20分以上、围护墙和内隔墙评价分值10分以上、采用全装修，且建筑、结构、机电、装饰一体化装配施工的高品质现代化建筑（《装配式建筑评价标准》GB/T51129-2017）。

装配式建筑是指**设计、加工、装配一体化**和**主体、建筑、机电、装修一体化**，将墙、板、柱、楼梯、阳台、装饰、机电等部品部件，在工厂加工制作，现场装配施工的高品质现代化建筑。装配式建筑就像**造汽车一样造房子**。



汽车生产



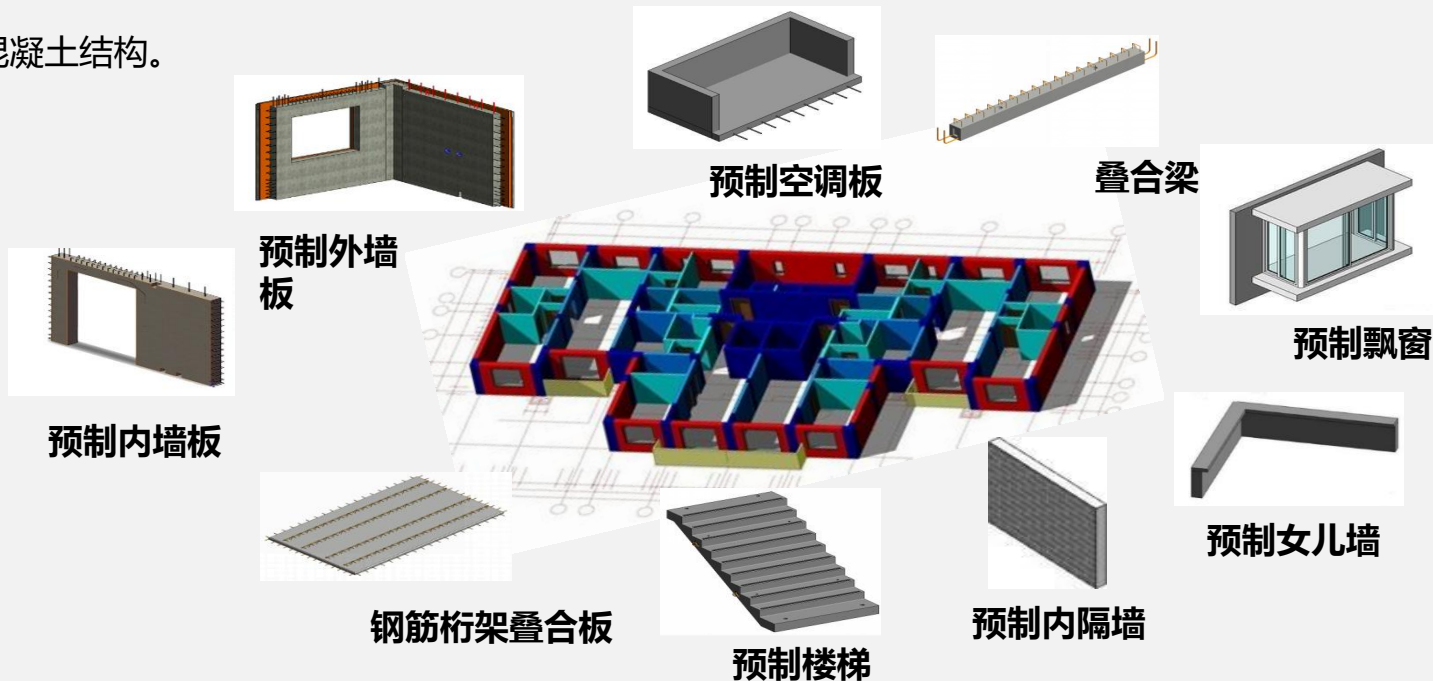
装配式建造

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.2 装配式建筑主要结构体系

装配式剪力墙结构体系

将工程主要受力构件剪力墙、梁、板部分或全部由预制混凝土构件（预制墙板、叠合梁、叠合板）组成的装配式混凝土结构。



1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.2 装配式建筑主要结构体系

装配式剪力墙结构体系

特点：工业化程度高，预制比例可达50%以上，房间空间完整，几乎无梁柱外露，施工简易，可选择局部或全部预制。



1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.2 装配式建筑主要结构体系

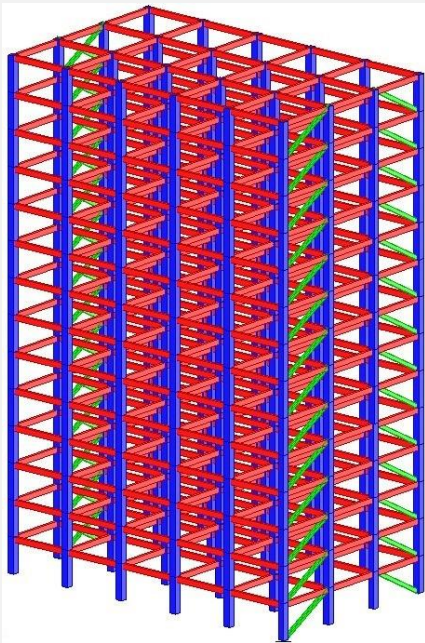
装配式框架结构体系

混凝土结构全部或部分采用预制柱或叠合梁、叠合板等构件，竖向受力构件之间通过套筒灌浆形式，水平受力构件之间通过套筒灌浆或后浇混凝土形式，节点部位通过后浇或叠合方式形成可靠传力机制，并满足承载力和变形要求的框架结构。

预制柱



叠合梁



预制梁柱节点



预应力PK板

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.2 装配式建筑主要结构体系

装配式框架结构体系

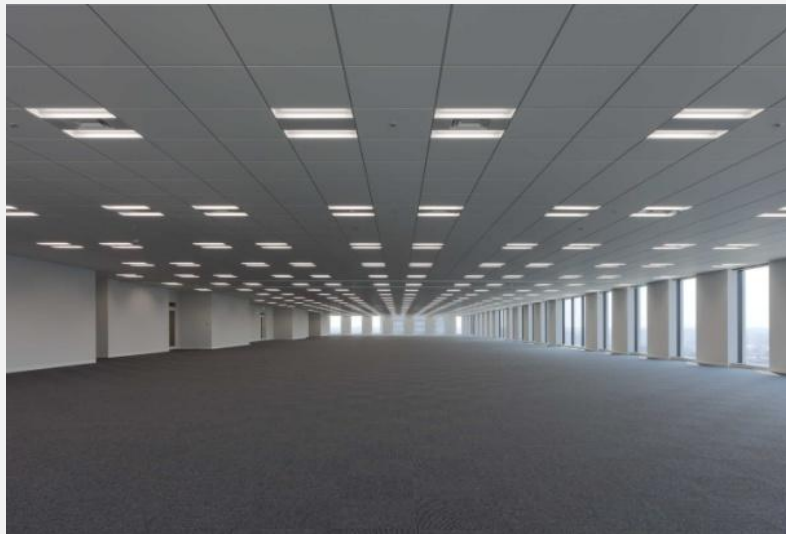
特点：工业化程度高，内部空间自由度好，可以形成大空间，满足室内多功能变化的需求，适用于办公楼、酒店、商务公寓、学校、医院等建筑。



新加坡 Ardmore公寓



迈阿密和谷医院



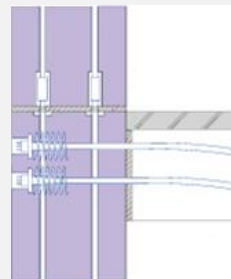
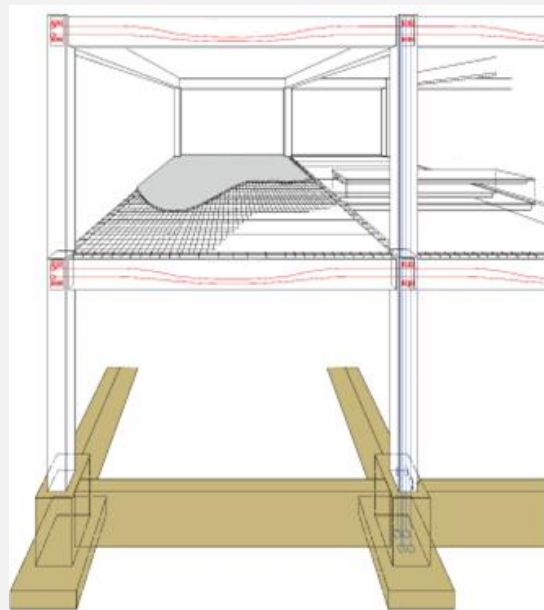
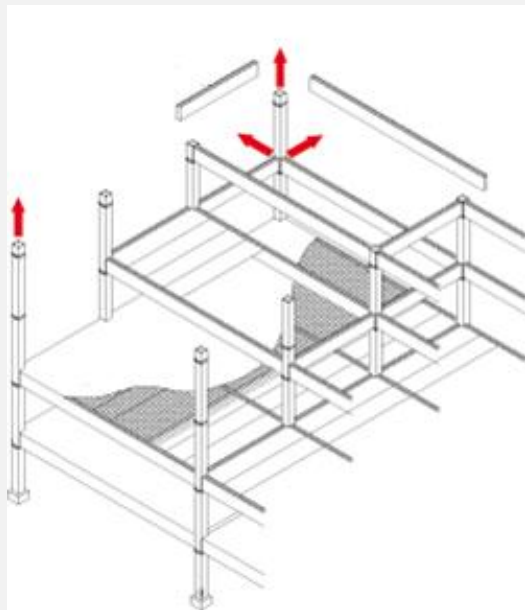
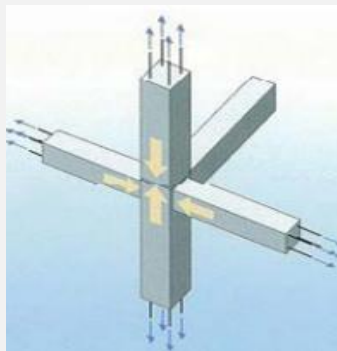
室内大开间

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.2 装配式建筑主要结构体系

装配式预应力框架结构体系

预制装配式预应力框架结构，是指一种装配式、后张、有粘结预应力的混凝土框架结构形式。建筑的梁、柱、板等主要受力构件，均在工厂加工完成。预制梁柱运至施工现场吊装就位后，将预应力筋穿过梁柱预留孔道，对其实施预应力张拉预压后灌浆，构成整体受力节点和连续受力框架。



预应力节点拼装

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.2 装配式建筑主要结构体系

装配式钢框架结构体系

由框架梁和框架柱作为主要受力构件抵抗竖向和水平荷载的钢结构建筑。框架梁有I型、H型和箱型梁等种类，框架柱有H型、空心圆钢管或方钢管柱、方钢管混凝土柱等种类。

特点：平面布置灵活，可组成较大开间；自重轻，延性好，刚度均匀，抗震性能良好；杆件形状规则，制造和安装都很简单，施工速度快。



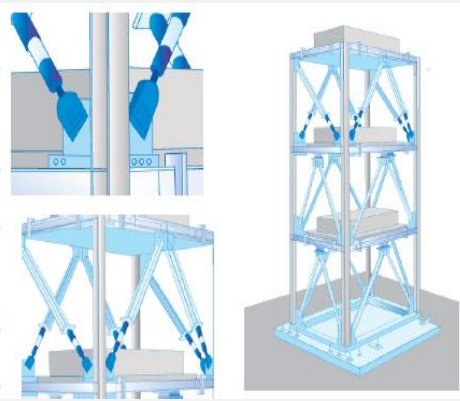
斯坦福神经医学研究院



美国圣何塞万豪国际酒店



沈阳市铁西区政务中心



屈曲约束支撑

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.2 装配式建筑主要结构体系

装配式盒式钢结构体系

它是以一个“房间”为基本的预制构件，在工厂中先将房间的墙体与楼板连在一起制成箱形的预制整体构件，再将这些箱形的整体构件运至施工现场，或与其他预制构件及现制构件相结合建成房屋。

特点：大量机电与装饰均在工厂制作盒式结构过程中完成，现场拼装速度大大提高；工业化预制率可达到85%；能够满足抗震防火要求。



加拿大栖息地67号



各类盒式结构



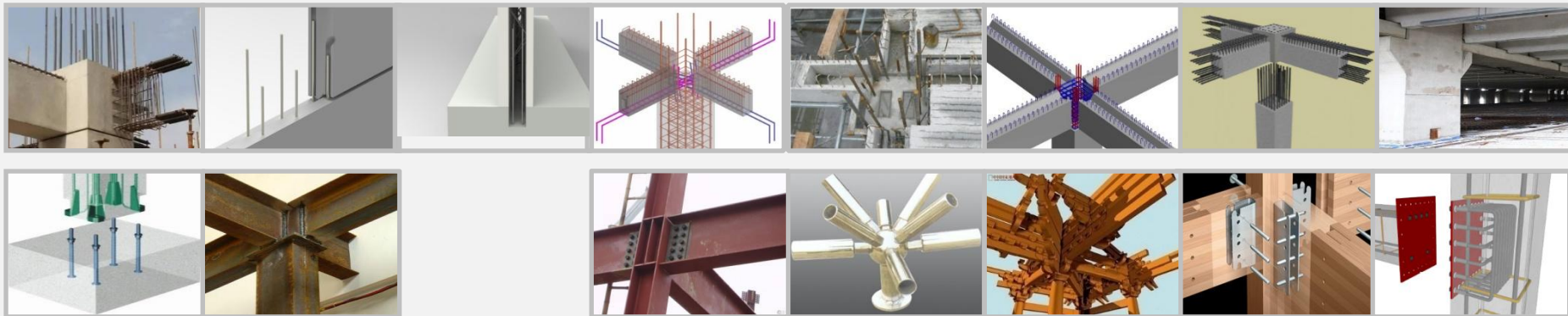
1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.3 装配式建筑的连接技术

预制装配式建筑依靠**节点及拼缝**将预制构件连接成为整体。

基本原则：按照等同现浇原则通过合理的连接节点与构造，保证构件的连续性和结构的整体稳固性，使结构具有必要的承载能力、刚性和延性，以及良好的抗风、抗震和抗偶然荷载的能力。

节点应满足“**强剪弱弯，更强节点**”的设计理念；满足耐久性和防火、防水及可操作性要求。



1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.4 装配式剪力墙结构适用高度

根据《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014第6.1.1条规定，装配整体式剪力墙结构房屋的最大适用高度应满足表1.1的要求。装配式剪力墙结构适用于高层住宅、酒店、及宿舍等房间划分多，每个空间面积不大的高层建筑。根据国标《装配式混凝土结构技术规程》（JGJ1-2014），装配式剪力墙结构建筑地下室宜采用现浇混凝土，剪力墙结构底部加强部位的剪力墙宜采用现浇混凝土。

装配整体式结构房屋的最大适用高度(m)

结构类型	非抗震设计	抗震设防烈度			
		6度	7度	8度 (0.2g)	8度 (0.3g)
装配整体式剪力墙结构	140	130	110	90	70
装配整体式部分 剪力墙结构	120	110	90	70	40

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.5 装配式剪力墙适用的技术规范、工艺标准及验收标准

装配式剪力墙结构的设计应符合国家现行标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1和《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231中的规定。《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231中将装配整体式剪力墙结构的最大适用高度比现浇结构适当降低。装配整体式剪力墙结构的高宽比限值，与现浇结构基本一致,主要法律规范的国家标准如下。

装配式剪力墙适用的技术规范

序号	实施日期	标准层次	标准名称	发布单位	备注
1	2017. 6. 1	国家标准	《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016	住建部质检检验检疫总局	部分介绍
2	2014. 6. 1	行业标准	《装配式混凝土结构技术规程》（JGJ1-2014）	住建部质检检验检疫总局	部分介绍
3	2016. 9. 1	浙江省标	《叠合板式混凝土剪力墙结构技术规程》DB33/1120-2016	住建厅	部分介绍
4	2008. 8. 13	安徽省标	《叠合板混凝土剪力墙结构技术规程》DB34/T810-2008	住建厅	部分介绍
5	2018. 11. 1	上海市标	《装配整体式叠合剪力墙结构技术规程DBJ43T/301-2015	住建厅	部分介绍
6	2019. 4. 24	湖北省标	《装配整体式叠合剪力墙结构技术规程》DB42/T/XXX-2019	住建厅征求意见稿	部分介绍

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.5 装配式剪力墙适用的技术规范、工艺标准及验收标准

类别	编号	名称
国家标准	GB 50010-2010	混凝土结构设计规范
	GB 50666-2011	混凝土结构工程施工规范
	GB 50204 (2011年修订版)	混凝土结构工程施工质量验收规范
	GB/T51231-2016	装配式混凝土建筑技术标准
	GBT 51129-2017	装配式建筑评价标准
行业标准	JGJ 1-2014	装配式混凝土结构技术规程
	JGJ 3-2010	高层建筑混凝土结构技术规程
	JGJ 224-2010	预制预应力混凝土装配整体式框架结构技术规程
	JGJ355-2015	钢筋套筒灌浆连接应用技术规程
	JGJ256	钢筋锚固板应用技术规程
协会标准	CECS 40:92	混凝土及预制混凝土构件质量控制规程
	CECS 43:92	钢筋混凝土装配整体式框架节点与连接设计规程
	CECS 52:2010	整体预应力装配式板柱结构技术规程
地方标准	北京、上海、深圳、辽宁、安徽、黑龙江、福建、香港、广东等各地方规程	

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.6 施工工艺特点

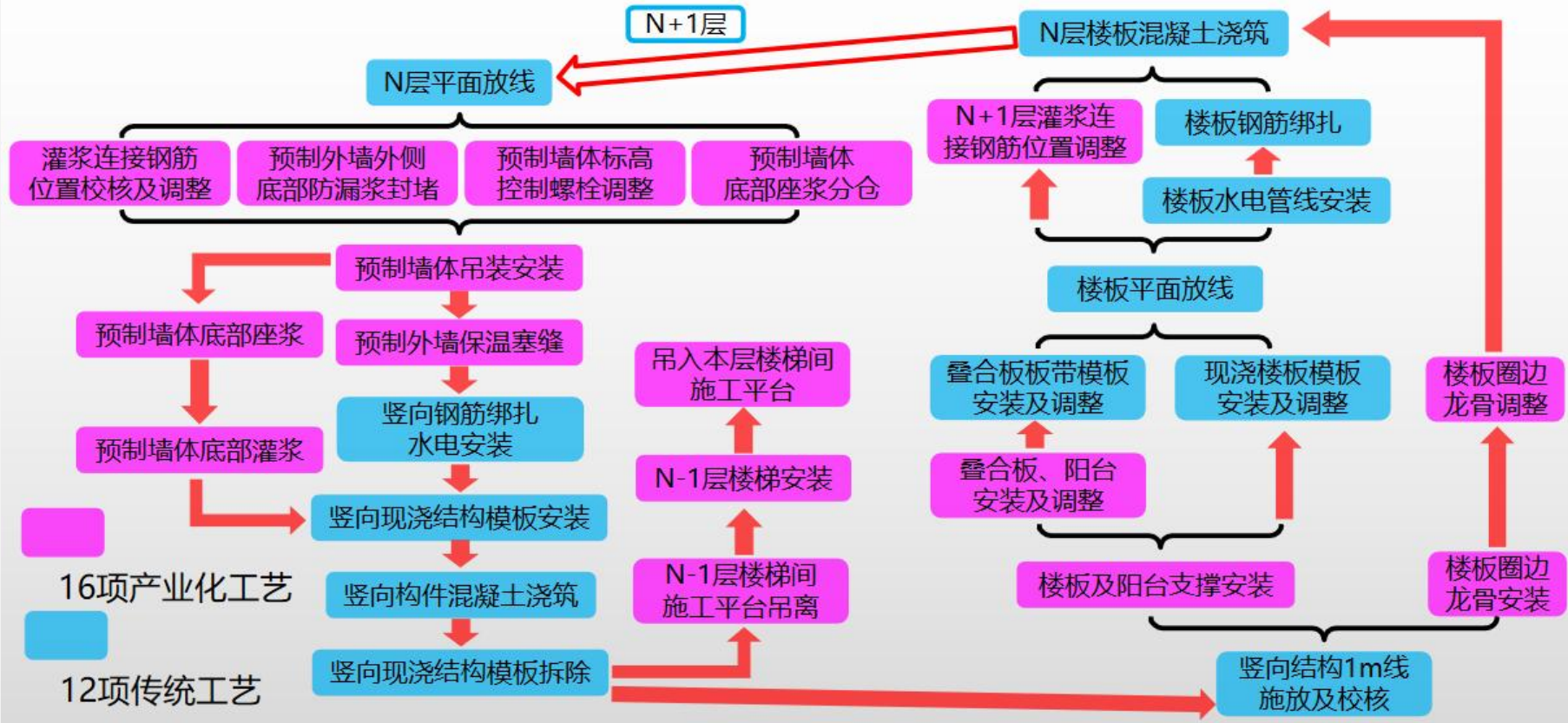
采用工业化生产方式，将工厂生产的剪力墙墙板及叠合式水平构配件运到项目现场，使用起重机械将剪力预制墙板与叠合式水平构配件吊装到设计部位，然后浇筑叠合层及加强部位混凝土，将叠合式预制墙板构配件及节点连为有机整体。该工艺主要通过剪力墙板的安装，辅以现浇叠合层及加强部位混凝土结构，形成共同工作的墙板结构；剪力墙结构安装施工具有施工周期短，质量易控制，构件观感好、减少现场湿作业，节约材料、低碳环保等特点；叠合式预制墙板构件吊装采用集中吊装。其构件可由工厂预制，主要有外墙板、叠合板、内墙板、阳台及空调板及外挂板设计、预制外墙的面砖或石材饰面宜在构件厂采用反打或其他工厂预制工艺完成。预制剪力墙竖向钢筋采用全灌浆套筒连接、接缝采用灌浆料填实。现场施工包括预制墙板安装、叠合板的安装、楼梯的安装，施工现浇节点施工。

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.7 装配式建筑结构施工工艺流程

装配式剪力墙结构施工进度控制方法同传统现浇结构施工进度控制方法有较大不同，由于部分甚至大部分结构构件委托给专业生产企业生产，室内装饰也有部分工作内容如门窗制作、整体厨房设施、整体卫生间均为施工现场外的其他生产企业生产运输到现场，现场湿作业明显减少，包括测量控制放线 → 下层墙体竖向预留钢筋定位 → 下层墙体、梁板混凝土浇筑 → 测量放线 → 预制剪力墙安装 → 安装固定预制墙板斜支撑 → 预制叠合梁、板、阳台板及空调板支撑搭设 → 预制梁、预制楼板等水平构件安装 → 连接钢筋绑扎 → 水电管线敷设安装 → 模板安装预制墙板底部及拼缝处理 → 隐蔽工程验收 → 浇筑混凝土 → 混凝土养护 → 预制楼梯安装至下一楼层施工循环。

1 装配式建筑施工全周期策划内容



标准层施工流程

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.8 装配式建筑施工组织策划内容

装配式建筑施工全周期策划包括：前期策划、中期实施、后期改进，前期策划越充分，后期实施越顺利。前期策划主要包括：图纸深化、施工方法、机械材料工具、平面布置。

(2) 施工方法

项目	施工方法
1吊装安装	1、叠合板的吊装（超长）、PCF的吊装（多种形式）、预制梁的吊装、预制墙吊装、预制楼梯吊装等 2、斜撑的施工方法。
2座浆灌浆	1、分仓方法； 2、座浆方法、灌浆方法、补浆方法； 3、首层预制层外墙外侧预制外墙外侧密封方法。
3钢筋工程	1、现浇节点钢筋绑扎工艺； 2、转换层的钢筋定位； 3、预制层的钢筋定位。
4模板工程	1、顶板支撑、阳台支撑的方式方法； 2、圈边龙骨的支设及固定方法； 3、特殊部位模板支设及固定方法。
5混凝土工程	浇筑方式的选择及操作工艺。
6外架工程	高层和低层外架选用及施工方法。

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.8 装配式建筑施工组织策划内容

装配式建筑施工全周期策划包括：前期策划、中期实施、后期改进，前期策划越充分，后期实施越顺利。前期策划主要包括：图纸深化、施工方法、机械材料工具、平面布置。

(3) 机械材料工具

	项目	考虑因素
塔吊	1塔吊数量	依据单体面积和流水段划分确定。
	2选位及选型	1、最重构件重量、主体最远端构件重量； 2、卸车区域与塔吊距离； 3、预制构件存放区域与塔吊距离； 4、高低塔排布的难易程度。
	3锚固	1、依据外立面要求确定锚固方式及锚固位置； 2、综合考虑外架及外梯影响确定锚固楼层。
	4顶升	1、根据施工计划确定塔吊顶升时间； 2、根据塔吊的性能参数确定联合顶升的顺序。
	5截臂	1、根据不同施工时期综合确定大臂臂长； 2、不能协调为一种臂长时考虑空中截臂并确定截臂方案。
外梯	6锚固	1、依据外立面要求确定锚固方式及位置； 2、综合考虑外架及塔吊影响确定是否穿越架体。

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.8 装配式建筑施工组织策划内容

装配式建筑施工全周期策划包括：前期策划、中期实施、后期改进，前期策划越充分，后期实施越顺利。前期策划主要包括：图纸深化、施工方法、机械材料工具、平面布置。

(3) 机械材料工具

项目	名称
7 吊装工具	吊装钢梁、鸭嘴吊具、万向吊钉、阳台吊钩、卡环、钢丝绳等
8 安装工具	电动扳手、千斤顶、撬棍、反光镜等
9 混凝土浇筑工具	吊斗
10 灌浆工具	搅拌机、灌浆机、手持灌浆筒、量筒、台秤、温度计等
11 其他辅材	螺栓、套筒、橡塑棉或PE棒等

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.8 装配式建筑施工组织策划内容

装配式建筑施工全周期策划包括：前期策划、中期实施、后期改进，前期策划越充分，后期实施越顺利。前期策划主要包括：图纸深化、施工方法、机械材料工具、平面布置。

(4) 平面布置

项目	考虑因素
1场外道路	是否满足构件运输条件
2出入口	是否满足运输车辆回转半径、坡度要求
3场内道路	1、宽度、错车位置、车辆转弯半径、车库顶板回顶； 2、车库顶板上道路敷设方式及材质。
4钢筋加工场地	塔吊覆盖范围。
5木工加工场地	塔吊覆盖范围。
6预制构件堆场	1、流水段划分及塔吊覆盖范围； 2、构件存放架的形式； 3、支撑措施（位于顶板）。

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.8 装配式建筑施工组织策划内容

装配式建筑施工全周期策划包括：前期策划、中期实施、后期改进，前期策划越充分，后期实施越顺利。前期策划主要包括：图纸深化、施工方法、机械材料工具、平面布置。

(1) 图纸深化

项目	构件深化图纸深化内容	现场施工图纸深化内容
1墙体斜支撑	<ol style="list-style-type: none">1、预制叠合板上的预留预埋斜撑固定点；2、预制叠合板上斜撑固定点；3、阴角处斜撑冲突的处理；	<ol style="list-style-type: none">1、楼板空洞较多处，影响楼板处斜支撑预埋；2、楼板预埋位置与墙体过近；3、楼梯间斜撑固定点的预埋；
2外架	<ol style="list-style-type: none">1、是否与阳台及阳台支撑冲突；2、是否与构件内的钢筋、水电管等冲突；3、是否与模板及模板背楞冲突；4、是否与斜撑预埋冲突。	<ol style="list-style-type: none">1、考虑选择何种架体；2、首次安装架体图。
3顶板支撑和阳台支撑	无	<ol style="list-style-type: none">1、顶板支撑形式的选择及排布图；2、阳台支撑的形式选择及排布图；3、预制梁支撑排布图。
4模板	<ol style="list-style-type: none">1、模板穿墙螺栓孔洞或套筒的预留预埋；2、圈边龙骨托架固定位置孔洞或套筒预留预埋；3、防漏浆企口的预留。	<ol style="list-style-type: none">1、模板排版图；2、特殊节点模板平立剖；3、模板企口压条节点图。
5倒料平台	卸载孔洞的留置。	无
6放线空洞	预留放线孔洞。	

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.9 装配式建筑施工与传统现浇施工的比较

施工与工序的比较

序号	装配式结构	现浇结构
1	平面线	
2	灌浆钢筋位置校核	无
3	墙体标高控制点抄平	
4	外墙外侧底部密封（橡塑棉或PE棒）	
5	预制墙体调转安装	
6	预制墙体座浆灌浆	
7	墙体钢筋绑扎	
8	墙体模板安装	
9	浇筑墙体混凝土及拆模	
10	顶板支撑	
11	顶板吊装	顶板模板
12	顶板模板（板带及现浇顶板）	
13	顶板钢筋绑扎	
14	顶板混凝土浇筑	

1.9 装配式建筑施工与传统现浇施工的比较

组织与工种的比较

	现浇结构	装配式结构
工种	钢筋工、模板工、混凝土工等	吊装工、灌浆工
材料	钢筋、模板、混凝土等	灌浆料、螺栓、套筒
大型机械	塔吊：一般只需考虑覆盖范围；外梯：一般只需要考虑洞口大小；	塔吊：考虑预制构件的卸车、安装、存放等；外梯：考虑锚固位置。
小型机械	振捣棒、布料杆	灌浆机、搅拌机、千斤顶
道路布置	普通运输车辆的通行	考虑构件运输车辆的通行、卸车区域
平面布置	模板堆场，钢筋、木工加工区，其他材料堆场	考虑预制构件存放场地
钢筋	—	考虑各种现浇节点的钢筋施工方法。
模板	—	考虑现浇节点模板配置形式以及考虑预制构件上穿墙螺栓孔洞的预留预埋。
混凝土	—	根据预制化率确定混凝土浇筑方式：塔吊浇筑或者泵送
其他	—	特殊楼层的施工：转换层、屋面层。

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.9 装配式建筑施工与传统现浇施工的比较

装配式建筑的影响——工期方面

PC建筑与传统建筑的工期对比
(30层住宅为例、非精装)

施工阶段	传统项目	PC项目	差异
主体施工	4~5天/层高层150天	6~8天/层高层210天	工期增加60天
外装施工	主体封顶后80+4N 高层200天	封顶后吊篮施工 局部涂料、封口打胶 高层50天	工期减少150天
内墙施工	砌体及抹灰施工时间 较长	装配式内墙工期短	工期减少 (数据受装修工业化率影响)
合计	350天	290天	减少60天

优点

总工期减少

精装进一步减少总工期

缺点

设计周期增加约1个月

前期难抢工期，不利预售

预制装配率

户型种类、外立面效果

设计单位的经验

构件划分的种类

构件厂家产能

班组安装效率

施工组织

构件运输途径

影响因素

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.9 装配式建筑施工与传统现浇施工的比较

装配式建筑的影响——成本方面

增量成本

设计费:

- 1、前期方案费用
- 2、增加构件拆分图设计费用
- 3、BIM技术咨询费用

构件费:

- 1、钢模费
- 2、材料及生产费
- 3、成品保护费
- 4、税务成本

结构增量:

- 1、叠合板厚度增加
- 2、预制内外墙荷载增加
- 3、用钢量增加

措施费:

- 1、场地道路
- 2、构件运输、堆放
- 3、构件吊装、支撑

管理费:

需配置专门PC管理人员

减量成本

材料费:

- 1、免抹灰
- 2、免外架
- 3、不使用木模板

容积率奖励:

部分地区有相应奖励政策

政府补贴:

部分地区有相应补贴政策

预售提前:

部分地区，满足一定条件，施工至正负零即可预售

人工费:

减少用工约30%

上海某项目 PC 率 40% 时的增量成本测算表

构件		梁	板	墙	柱	其他	合计	
基本数据	含量	砼含量	0.09	0.09	0.08	0.12	0.02	0.40
		占比	23%	23%	20%	30%	5%	100%
	单价	现浇	1600	1300	1400	1300	1800	1323
PC		3600	2800	3200	3500	3600	3130	
PC 率 = 100%		合价	324	252	256	420	72	1324
传统现浇结构		合价	144	117	112	156	36	565
PC 率 40%	构件	PC 部分	0%	100%	100%	0%	0%	43%
		PC 率	现浇部分	100%	0%	0%	100%	100%
	成本统计	PC 部分	0	252	256	0	0	508
		现浇部分	144	0	0	156	36	336
		PC 调增量	PC 较现浇结构的结构含量增加					100
	合计						944	
成本增量 (元/m ²)							379	

备注: PC 调增量是指采用 PC 体系后由于抗震要求提高、楼板和外墙板采用 PC 与现浇叠合方式导致整体加厚等因素,使得 PC 体系结构含量比现浇体系高,具体数据引用了上海思优建筑科技研究成果,PC 率 40% 时为增加 10kg/m²、0.1m³/m²,具体查阅公众号:思优科技。

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.9 装配式建筑施工与传统现浇施工的比较

装配式建筑的影响——质量方面

序号	类别	项目
1	结构红线	主体结构及安全
2	两防红线	砌体、抹灰
3		防水构造及材料
4		外窗施工
5	观感红线	室内观感
6		室外观感
7		几何尺寸
8		成品保护
9	安装红线	给排水、电气安装
10	材料红线	材料



钢筋、混凝土、模板工厂化生产



整体外墙板



集成厨卫



管道洞口预埋

构件质量

驻场管控，避免批量问题

灌浆质量

材料质量，工人操作

安装精度

设计合理，操作得当

构造做法

成熟做法，避免先天缺陷

墙板接缝

新型材料，要充分考察

.....

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.9 装配式建筑施工与传统现浇施工的比较

装配式建筑的影响——管控对策

规模化开发

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

方法——管控方向



问题——管控重点



工期方面

户型种类、外立面效果

构件划分的种类

构件厂家产能

班组安装效率

施工组织

构件运输途径



成本方面

设计费（构件拆分）

构件费（钢模、材料）

措施费（运输、堆放）

材料费（免抹灰、外加剂）

安装费（吊装、支撑）

量）



质量方面

构件质量

灌浆质量

安装精度

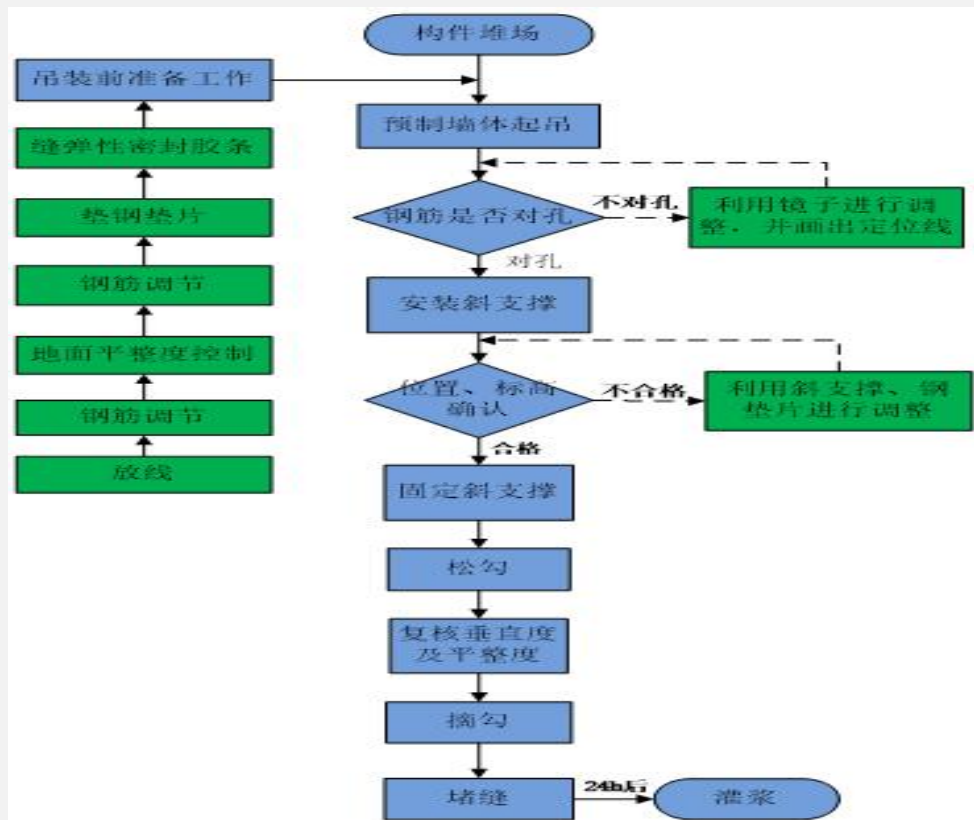
构造做法

墙板接缝

耐久性

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.10 预制墙体施工组织



预制墙体吊装施工流程

1.10 预制墙体施工组织

预制墙体施工注意要点

1) 起吊前准备工作

清理结合面，根据定位轴线，在已施工完成的楼层板上放出预制墙体定位边线及200mm控制线。并做一个200mm控制线的标识牌，用于现场标注说明该线为200mm控制线，方便施工操作及墙体控制。用自制钢筋卡具对钢筋的垂直度、定位及高度进行复核，对不符合要求的钢筋进行校正，确保上层预制外墙上的套筒与下一层的预留钢筋能够顺利对孔。

2) 预制墙板的起吊

吊装时设置两名信号工，起吊处一名，吊装楼层上一名。另外墙吊装时配备一名挂钩人员，楼层上配备3名安放及固定外墙人员。

吊装前由质量负责人核对墙板型号、尺寸，检查质量无误后，由专人负责挂钩，待挂钩人员撤离至安全区域时，由下面信号工确认构件四周安全情况，确认无误后进行试吊，指挥缓慢起吊，起吊到距离地面0.5m左右时，塔吊起吊装置确定安全后，继续起吊。

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.10 预制墙体施工组织

3) 预制墙板的安装

待墙体下放至距楼面0.5m处，根据预先定位的导向架及控制线微调，微调完成后减缓下放。由两名专业操作工人手扶引导降落，降落至100mm时一名工人利用专用目视镜观察连接钢筋是否对孔。

工作面上吊装人员提前按构件就位线和标高控制线及预埋钢筋位置调整好，将垫铁准备好，构件就位至控制线内，并放置垫铁。

4) 预制墙板的固定

装配体系预制墙板（内墙板、外墙板）临时固定措施为长、短斜向支撑；每块预制墙板需用两根斜支撑，用M12螺栓将斜支撑的一端固定在墙板2/3高度位置的预埋件上，另一端固定在底板上。斜支撑一方面用来矫直墙板，另一方面在浇筑混凝土时起到固定作用。

5) 墙体标高控制

预制外墙在出厂前由部品厂在墙体内侧弹出500mm控制线，墙体吊装完成后此控制线距楼层标高为500mm。

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.10 预制墙体施工组织



墙体水平控制线



套筒中心线定位



钢筋定位调整



标高测量、垫片固定、标高复测

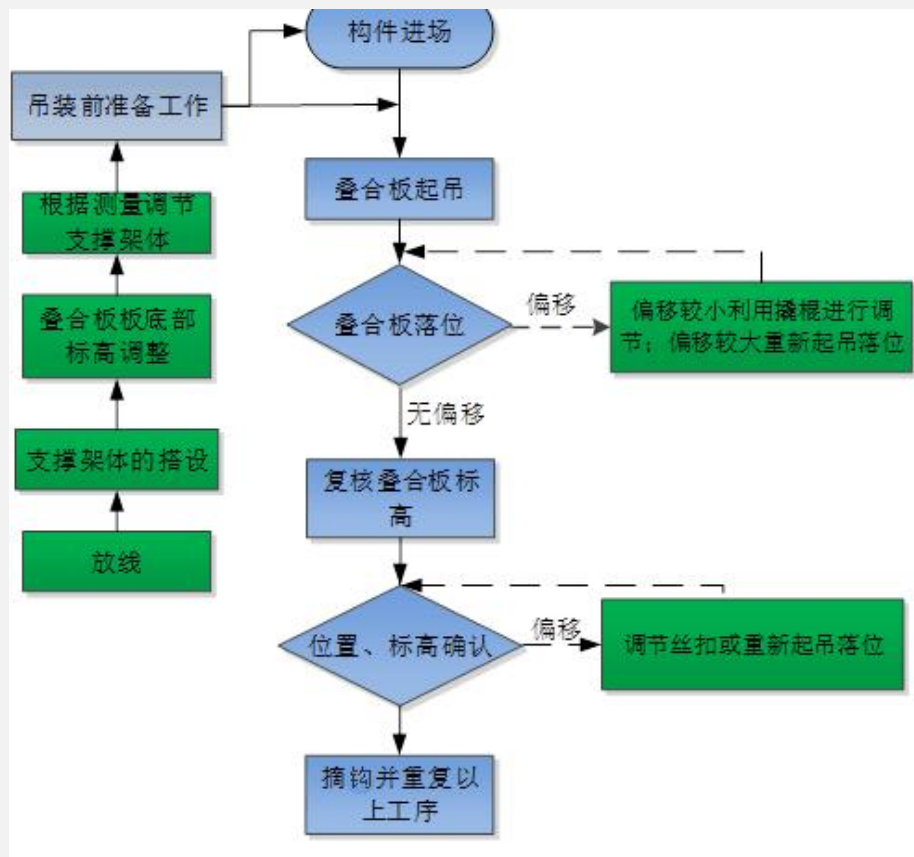


墙板安装定位示意图



1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.10 叠合板施工组织



叠合板安装工艺流程

1.11 叠合板施工组织

叠合板施工注意要点

1) 初步定位:按顺序根据梁上所放出的楼板侧边线及支撑标高,缓慢下降落在支撑架上。安装就位时,一定要注意按箭头方向落位同时观察楼板预留孔洞与水电图纸的相对位置(以防止构件厂将箭头编错)。叠合板安装时短边深入梁上10mm,叠合板长边与梁或板与板拼缝见设计图纸。

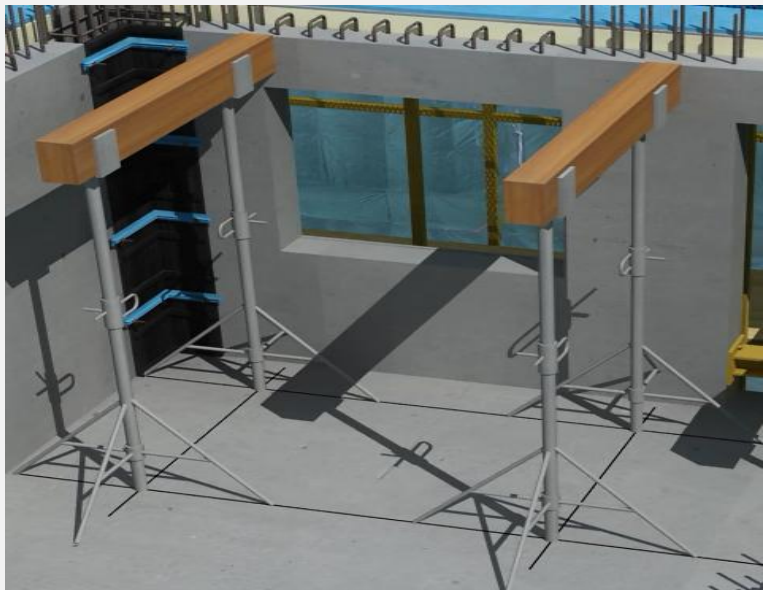
2) 调整:根据控制线以及标高精确调整构件的水平位置、标高、垂直度,使误差控制在本方案允许范围内。

3) 检查:叠合楼板吊装完后全数检查支撑架的受力情况,以及板与板拼缝处的高差(此处高差应在3mm内)

4) 取钩:检查下面支撑及板的拼缝,使所有支撑杆件受力基本一致,板底拼缝高低差小于3mm,确认后取钩。叠合板吊装过程中,在作业层上空500mm处略作停顿,根据叠合板位置调整叠合板方向进行定位。吊装过程中注意避免叠合板上的预留钢筋与叠合梁箍筋碰撞,叠合板停稳慢放,以免吊装放置时冲击力过大导致板面损坏。

1 装配式建筑施工全周期策划内容

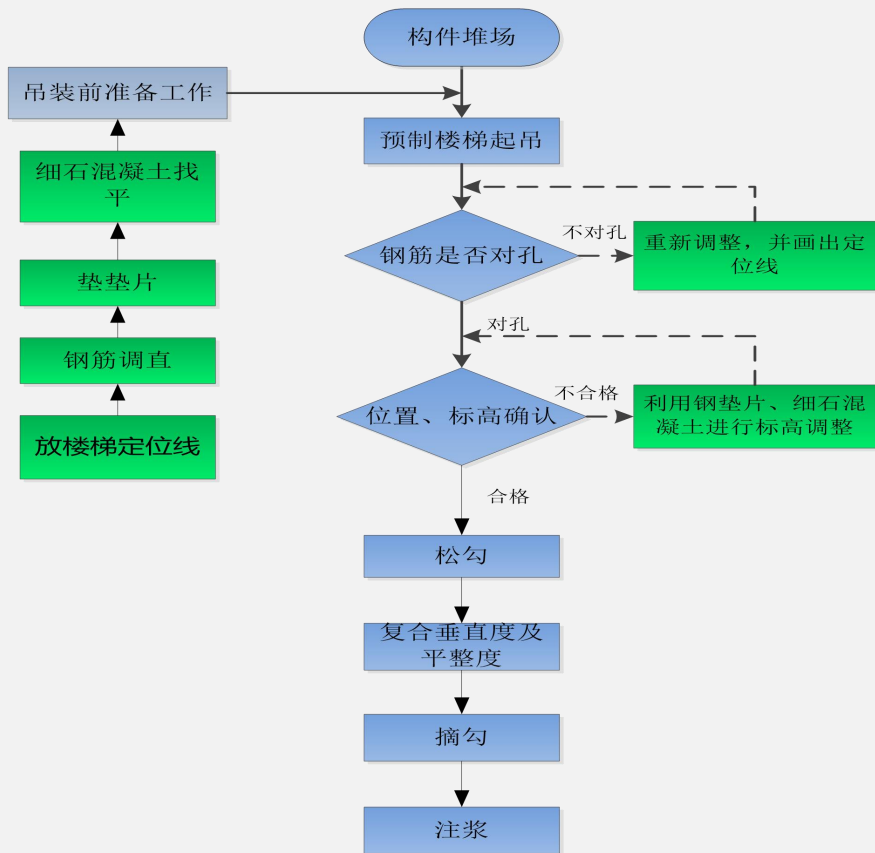
1.11 叠合板施工组织



叠合板吊装示意图

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.12 预制楼梯施工组织



预制楼梯安装工艺流程

1.12 预制楼梯施工组织

预制楼梯施工注意要点

1) 吊具准备

预制楼梯吊装时，由于楼梯自身抗弯刚度能够满足吊运要求，故预制楼梯采用常规方式吊运，即长短钢丝绳或吊索，吊装之前提前根据楼梯深化设计情况计算相应的钢丝绳或吊索长度。为了保证预制楼梯准确安装就位，需控制楼梯两端吊索长度，要求楼梯两端部同时降落至休息平台上。

2) 吊装前准备工作

根据施工图纸，在上下楼梯休息平台板上分别放出楼梯定位线；同时在梯梁面放置钢垫片，并铺设细石混凝土找平。检查竖向连接钢筋，针对偏位钢筋进行校正；

3) 预制楼梯的起吊

用吊钩及长短吊绳吊装预制楼梯，吊装时设置两名信号工，构件起吊处一名，吊装楼层上一名。另楼梯吊装时配备一名挂钩人员，楼层上配备3名安放及固定楼梯人员。

1.12 预制楼梯施工组织

预制楼梯施工注意要点

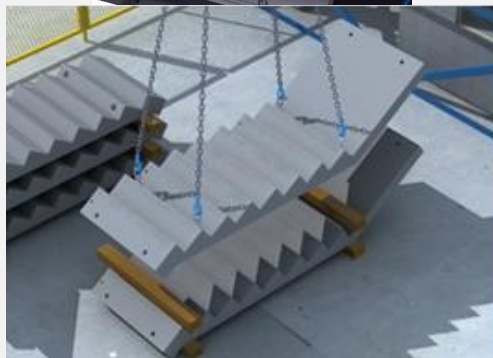
吊装前由质量负责人核对楼梯型号、尺寸，检查质量无误后，由专人负责挂钩，待挂钩人员撤离至安全区域时，由下面信号工确认构件四周安全情况，指挥缓慢起吊，起吊到距离地面0.5m左右，塔吊起吊装置确定安全后，继续起吊。

4) 预制楼梯的安装

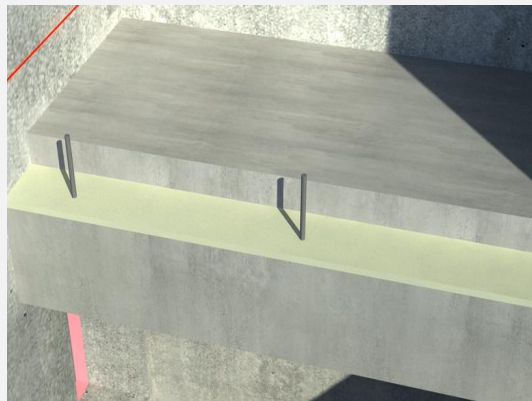
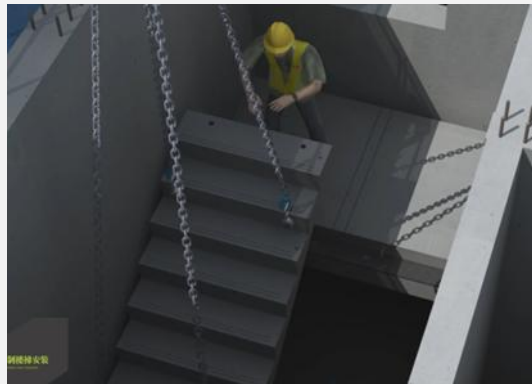
待墙体下放至距楼面0.5m处，由专业操作工人稳住预制楼梯，在梯段上下口梯梁处铺20mm厚M15水泥砂浆找平层，找平层标高要控制准确，根据水平控制线缓慢下放楼梯，对准预留钢筋，安装至设计位置。

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.12 预制楼梯施工组织



预制楼梯吊装示意图



由专业工人稳住预制楼梯，安装至设计位置

1.13 灌浆施工

施工要求

【JGJ 355/6.3.8】灌浆料使用

- ◆ 用水量应按灌浆料使用说明书的要求确定，并按重量计量；
- ◆ 拌合用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的有关规定；
- ◆ 灌浆料拌合物应采用**电动设备搅拌充分、均匀**，并宜静置2min后使用；
- ◆ **搅拌完成后，不得再次加水**；
- ◆ 每工作班应检查灌浆料拌合物初始流动度不少于1次，指标应符合规程第3.1.3条的规定；
- ◆ 强度检验试件的留置数量应符合验收及施工控制要求。

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.13 灌浆施工

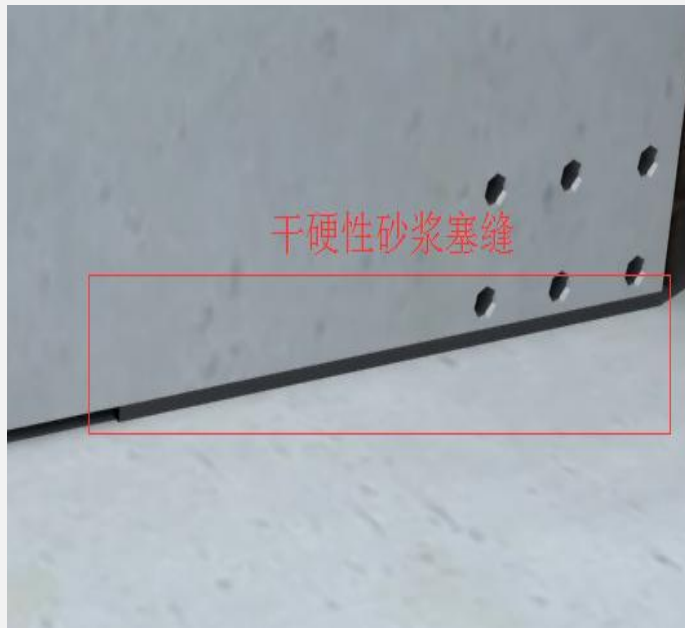
施工要求

【JGJ355/6.3.9】灌浆施工

对作业人员应进行培训考核，并持证上岗，同时专职检验人员负责现场监督并及时形成施工检查记录，操作施工时，应做好灌浆作业的视频资料。灌浆施工时，环境温度应符合灌浆料产品使用说明书要求；环境温度低于 5°C 时不宜施工，低于 0°C 时不得施工；当环境温度高于 30°C 时，应采取降低灌浆料拌合物温度的措施。对竖向钢筋套筒灌浆连接，应采用压浆法从下灌浆孔注入，当灌浆料拌合物从其他灌浆孔、出浆孔流出后应及时封堵。采用连通腔灌浆时，宜采用一点灌浆的方式；当需要改变灌浆点时，各灌浆套筒已封堵灌浆孔、出浆孔应重新打开，待灌浆料拌合物再次流出后进行封堵。

1 装配式建筑施工全周期策划内容

1.13 灌浆施工



02

工程案例分析---昆仑赋一期

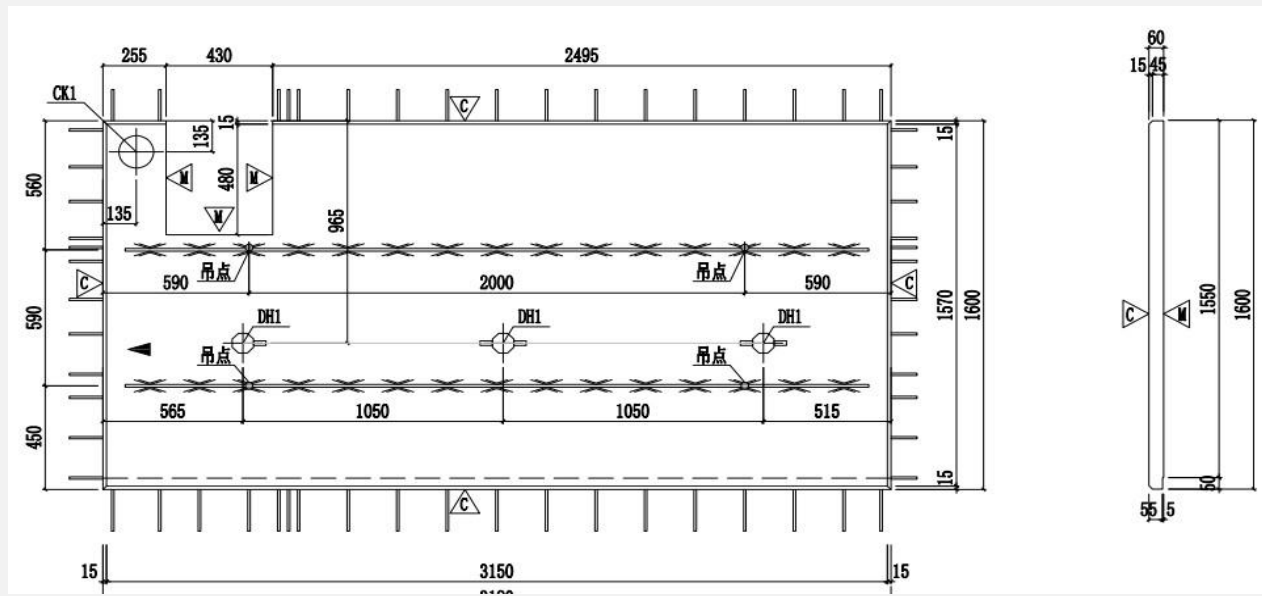
2.1 深化设计要点

装配式剪力墙结构可由预制剪力墙、预制叠合楼板、预制叠合梁、预制阳台、预制楼梯等预制构件中的一种或多种组合，与现浇核心筒、现浇节点等现浇部分共同形成整体，通过节点部位混凝土现浇达到承受竖向荷载与水平荷载的安全度（强度要求）和舒适度（变形要求），保证建筑功能的实现，预制剪力墙板采用直螺纹灌浆套筒、全灌浆套筒连接或半灌浆套筒连接。设计包括预制外墙板、叠合板、内墙板、阳台及空调板的设计、现场施工连接节点设计。

2.1 深化设计要点

预制叠合板深化设计包括烟风道洞口、吊点预埋、电盒预埋及板边企口设计等。

烟风道留洞
电盒预留
上下水孔洞
放线孔
泵管洞
其他需求的预留洞



2.1 深化设计要点

1) 叠合板预留30线盒、预埋套管

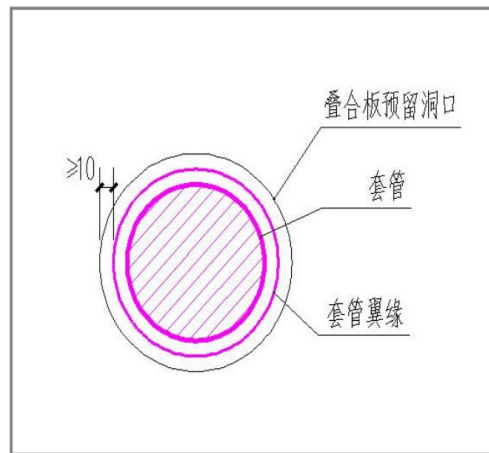
- (1) 叠合板板顶线盒预留位置应提前沟通确认，特别是精装项目。避免后期开洞；
- (2) 叠合板预埋排水止水节洞口半径=翼环半径+10mm。



(预留线盒)



(预埋套管)

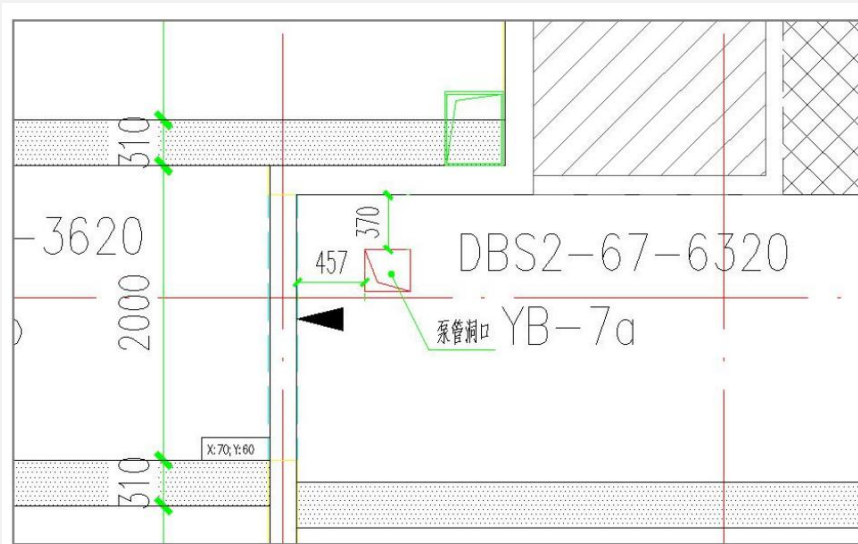


2.1 深化设计要点

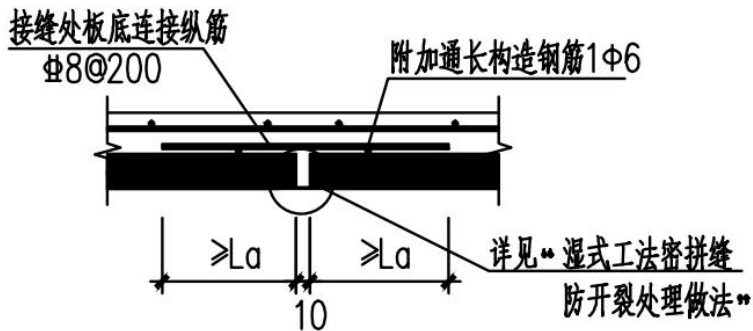
2) 泵管洞口预留

(1) 施工前应根据图纸深化设计施工方案，提前合理布置混凝土泵管洞口位置，叠合板厂家根据方案进行洞口预留，不可进行后期开洞；

(2) 施工方案应明确混凝土泵管预留洞口大小及具体定位，不可粗略指明洞口大概位置。

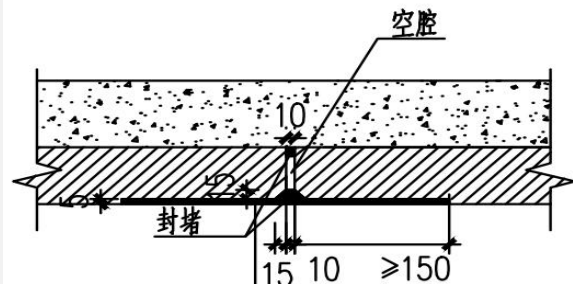


2.1 深化设计要点



叠合板密拼板缝钢筋构造节点详图二

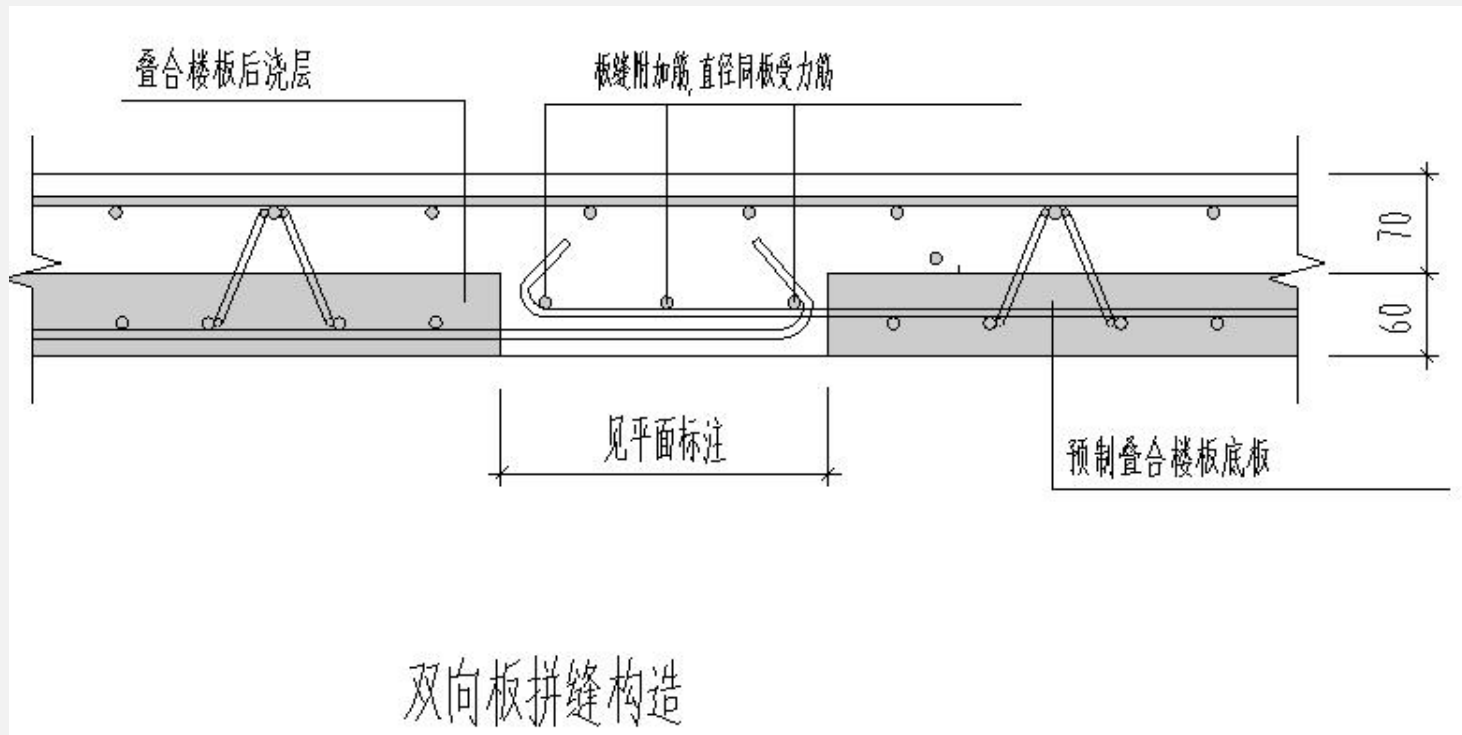
适用于边跨（因设置角窗楼板需加强部位）板缝的连接



- 预制钢筋混凝土凹槽内用水加10%火碱洗油渍，并用1.5:1水泥石膏砂浆将板缝嵌实抹平
- 素水泥浆一道（内掺建筑胶）
- 防裂腻子填充、刮平板底倒角。倒角以上的板缝内不填充材料
- 3mm厚底基防裂腻子分遍刮平（内压入耐碱玻纤网格布）
- 2mm厚面层耐水腻子刮平
- 面浆（或涂料）饰面

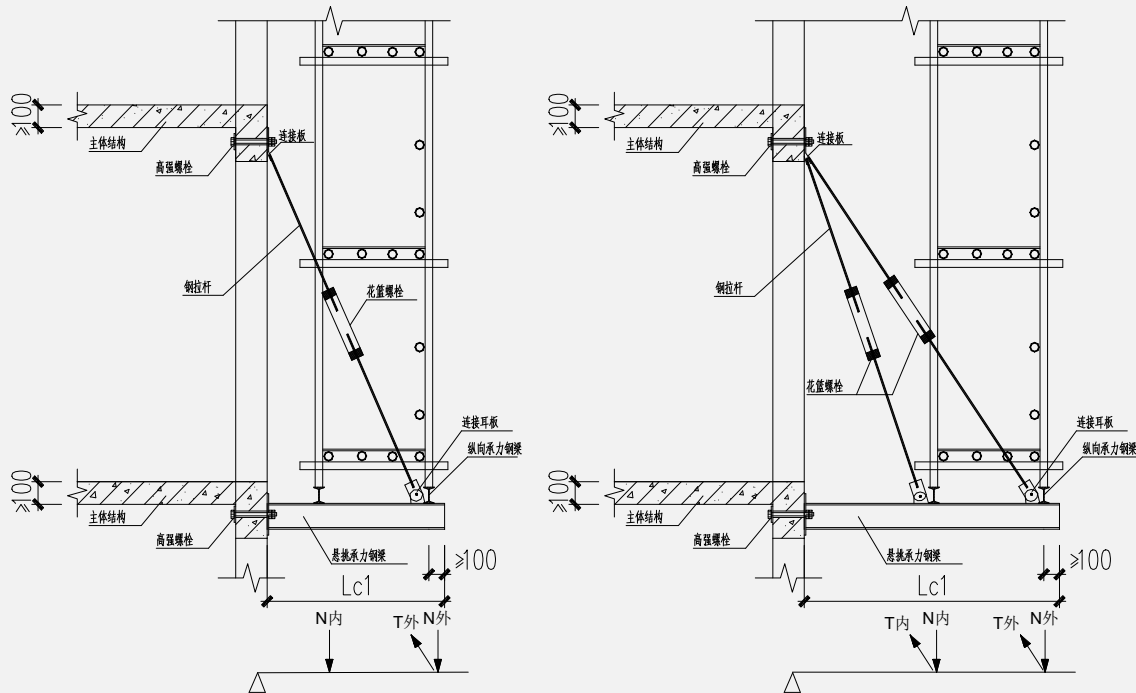
湿式工法密拼缝防开裂处理做法

2.1 深化设计要点

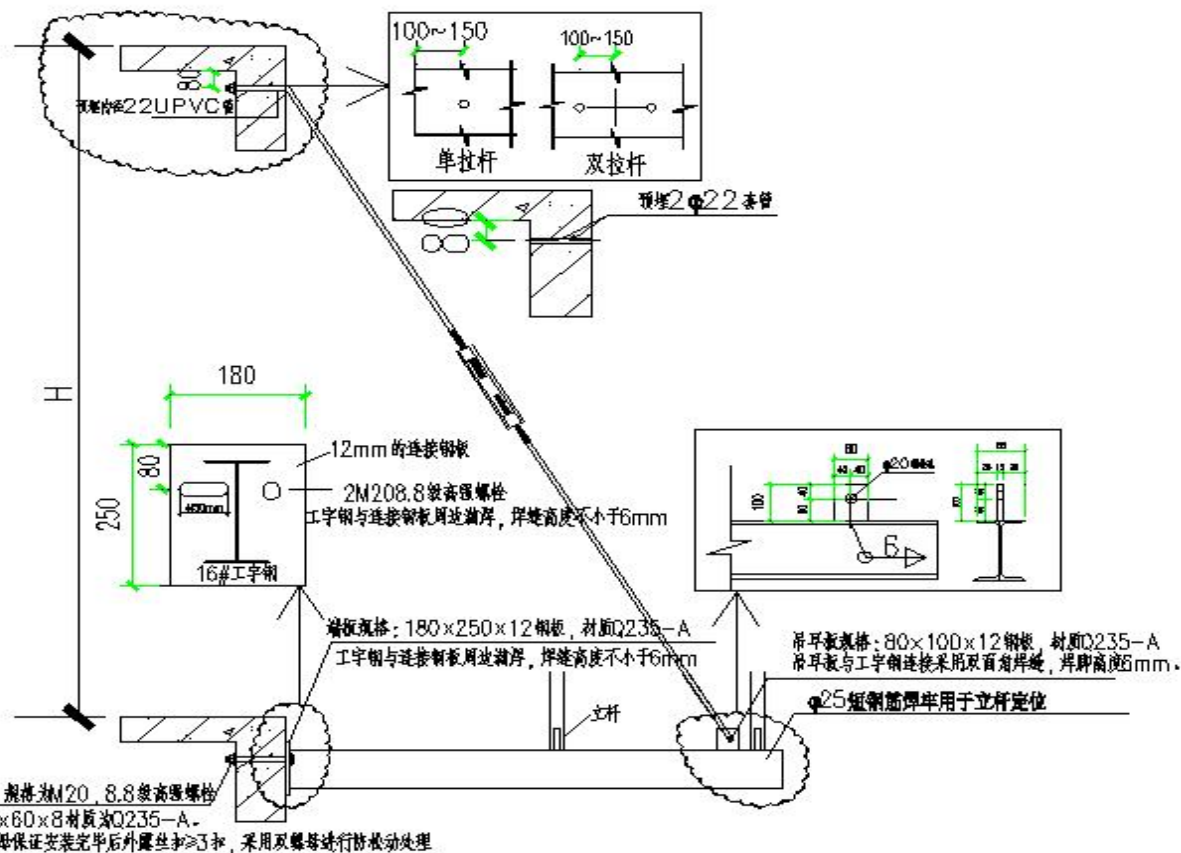


2.1 深化设计要点

架体与防护装配式住宅楼外防护架体系常规分为：双排落地脚手架（11层以下）、三角防护架体系（高层）、3）爬架体系及升降平台（高层）



2 工程案例---昆仑赋一期



2.2 总平面图布置

施工现场平面布置应根据特定的施工现场作相应的规划，装配式建筑主要考虑因素为：场内道路、构件堆场、起重机械。

场内道路：构件运输车辆宽度要求，场内大型车辆错车要求，构件运输车车辆转弯半径要求，车库顶板道路的措施要求

- 1) 进出场地入口与出口要顺畅，车辆环形运输。
- 2) 道路宽度满足要求，4-6m。如需满足会车要求，8-10m。
- 3) 道路的转弯半径要根据最大构件运输车辆的要求设计，不小于15m。
- 4) 道路的路基要坚实，采用混凝土浇筑，重车区域设置钢板道路。
- 5) 有良好排水设施，设置排水沟。

2.2 总平面图布置

构件堆场

1) 前期现场无构件堆场，为保证施工连续性，工厂必须保证一个标准层的构件存量；

2) PC堆场四周采用定型化围栏围护，与周围场地分开，围护栏杆上挂明

显的标识牌和安全警示牌，做法同道路围栏。堆放时按吊装顺序、规格、品种、所用楼号等分类分区堆放。

3) 预制构件的堆场布置必须在塔吊的有效吊重覆盖范围之内；

4) 预制外挂板应插放于墙板专用堆放架上，堆放架设计为单侧插放，堆放架应满足强度、刚度和稳定性要求，堆放架必须设置防磕碰、防下沉的保护措施；

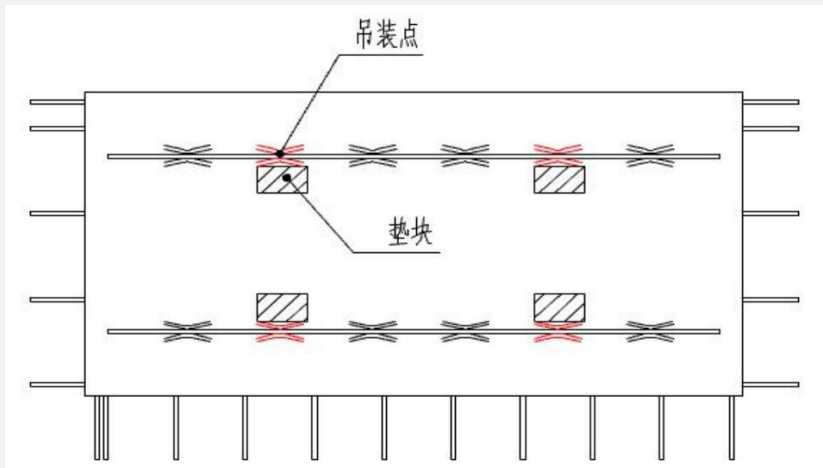
5) 预制叠合板、叠合梁、预制柱均为水平堆放，需考虑其构件受力特征，选取正负弯矩最小处（距构件端部0.207L）作为垫木支撑点，中间位置可适当增加垫木。

6) 预制构件堆场及垫木需基本平整，其地基承载力或地下室顶板承载力需满足受力要求；PC构件堆场在地下室顶板需根据堆放PC构件重量决定是否采用相应的加固方法。

7) 预制构件要堆放有序，确保构件起吊方便、占地面积最小。

2.2 总平面图布置

- (1) 在施工现场划出构件堆放场地范围，标以警示牌。堆放区域应在塔吊工作范围内，避免二次搬运、交叉干扰；
- (2) 叠合板分层、分型号（左、右）码垛，每垛不超过 5 块，最下面垫木通长，层与层之间应垫平垫实；
- (3) 各层垫木在一条垂线上，支点需靠近吊装点。



2.2 总平面图布置

- (1) 预制楼梯采用叠放方式，层与层之间采用木方垫平垫实，堆放高度不超过四层；
- (2) 最下面一层与地面之间支垫通长木方；
- (3) 各层垫木在一条垂线上。



2.2 总平面图布置

- (1) 竖向构件采用堆放架插放或靠放，堆放架应有足够的刚度和稳定性，并需支垫稳固；
- (2) 宜将相邻堆放架连成整体，在堆置时构件下端两侧垫木方，防止外边缘破坏。对连接止水条、高低口、墙体转角等薄弱部位，应采用定型保护垫块或专用式附套件加强保护。



2.2 总平面图布置

3) 其中机械 (塔吊)

(1) 塔吊布置

满足塔吊拆除要求

满足构件吊运要求

满足施工进度要求

★应考虑预制构件位置、重量、卸车点、堆放点，同时塔吊幅度范围内所有PC构件重量符合吊重要求。

★平面布置时选择便于安拆的位置安装，同时应尽可能覆盖整个 施工面及构件临时堆场，不产生或少产生盲区；相邻塔吊要有足够的 安全距离；塔机回转时覆盖面尽可能少重叠或不重叠。

★塔吊吊重能力分析：预制构件的位置和重量起控制作用。

★塔机垂直运输时应能穿越现场施工构件，确保不同几何尺寸的物件有足够的间隙距离提升到需要的作业平台。

2.2 总平面图布置

★塔机应有足够的高度，在考虑到吊钩高度、吊索高度和吊物高度以及安全限位高度后，应有足够的垂直距离保证各种不同几何尺寸物件进行水平运输。

★塔机相互间的距离应错开，确保吊钩在最大高度回转时不相互碰撞。

★危险距离内应进行隔离防护。

(2) 塔吊锚固

装配式住宅楼墙体为预制构件，塔吊采用与现浇节点锚固的方式，锚固点设置在房间内，采用现浇节点预埋钢梁方式锚固。

塔吊吊重分析

[基础阶段平面图布置](#)

[地上阶段平面图布置](#)

[装修阶段平面图布置](#)

[电子版](#)

2.3 施工准备

2.3.1 技术准备

根据设计图纸编制剪力墙结构的专项施工方案及构件吊装平面布置图，并以此为依据选择适宜的吊装机械，并对相关技术人员和作业工人进行培训和安全技术交底：

- 1) 装配式构件安装专项施工方案交底；
- 2) 施工安全技术交底；
- 3) 班前现场安全会；
- 4) 安装技术资料准备；
- 5) 现场测量复核；
- 6) 现场取样方案准备；
- 7) 图纸核实、技术参数复核；
- 8) 工作计划准备。

2.3 施工准备

2.3.2 材料准备

1) PC构件：所有PC构件均按图纸尺寸已加工完成，且经现场检验其型号、几何尺寸及外观质量符合设计要求，构件应有相应的出厂合格证或产品质量证明书；确定按计划组织材料分批进场，进场时检查预制墙板构配件型号、数量等，验收合格后方可使用，为保证现场安装的连续性，现场施工进度计划、工厂构件生产计划、构件运输计划三者应协调一致，在开工前应将PC构件需求计划及运输相关事宜协商好。如：装车顺序、车载数量，吊装进度计划、装车所需时间、从构件厂到施工现场所需时间、需求计划、到货周期等；其他工程主体材料或半成品及施工现场用辅助材料。

2) 支撑防护架体：所用构件的支撑架体材料、承重支架材料、外防护架体材料及辅材。

2.3 施工准备

2.3.3 施工现场准备

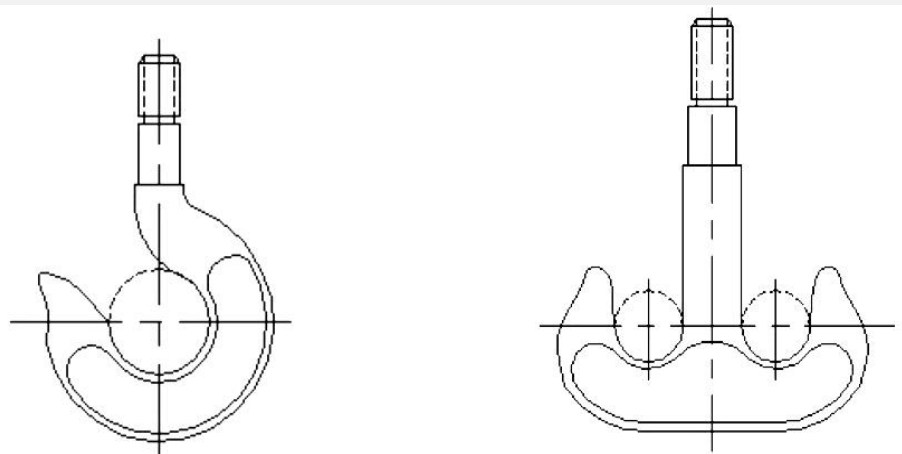
- 1) 在吊装设备的工作范围内不得有障碍物，并应有堆放适当数量配套预制构件的场地。
- 2) 场内运输宜设置循环道路。
- 3) 场内的三通一平应符合施工要求，预制构件的堆放场地应平整、坚实，并有可靠的排水措施。

2.3 施工准备

2.3.4 安装设备工具测量试验仪器准备

1) 吊装设备

吊装设备包括吊装索具、千斤顶、吊钩、横吊梁、倒链、钢丝绳、钢丝吊索、吊装带和卸扣。



吊钩



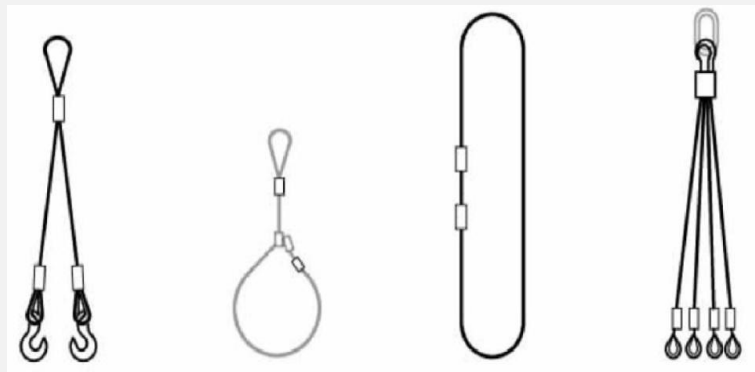
横吊梁

2.3 施工准备

2.3.4 安装设备工具测量试验仪器准备



倒链



钢丝绳



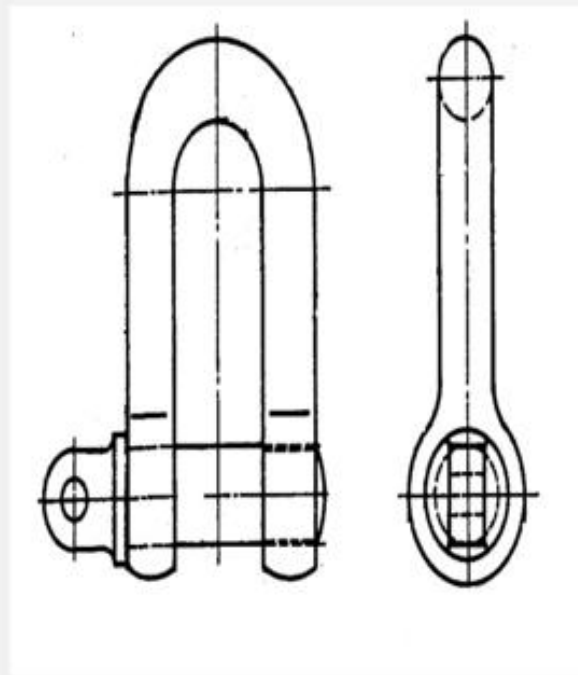
吊索

2.3 施工准备

2.3.4 安装设备工具测量试验仪器准备



吊装带



卸扣

2.3 施工准备

2.3.4 安装设备工具测量试验仪器准备

2) 起重设备

起重设设备包括塔式起重机、履带式起重机选择、汽车式起重机



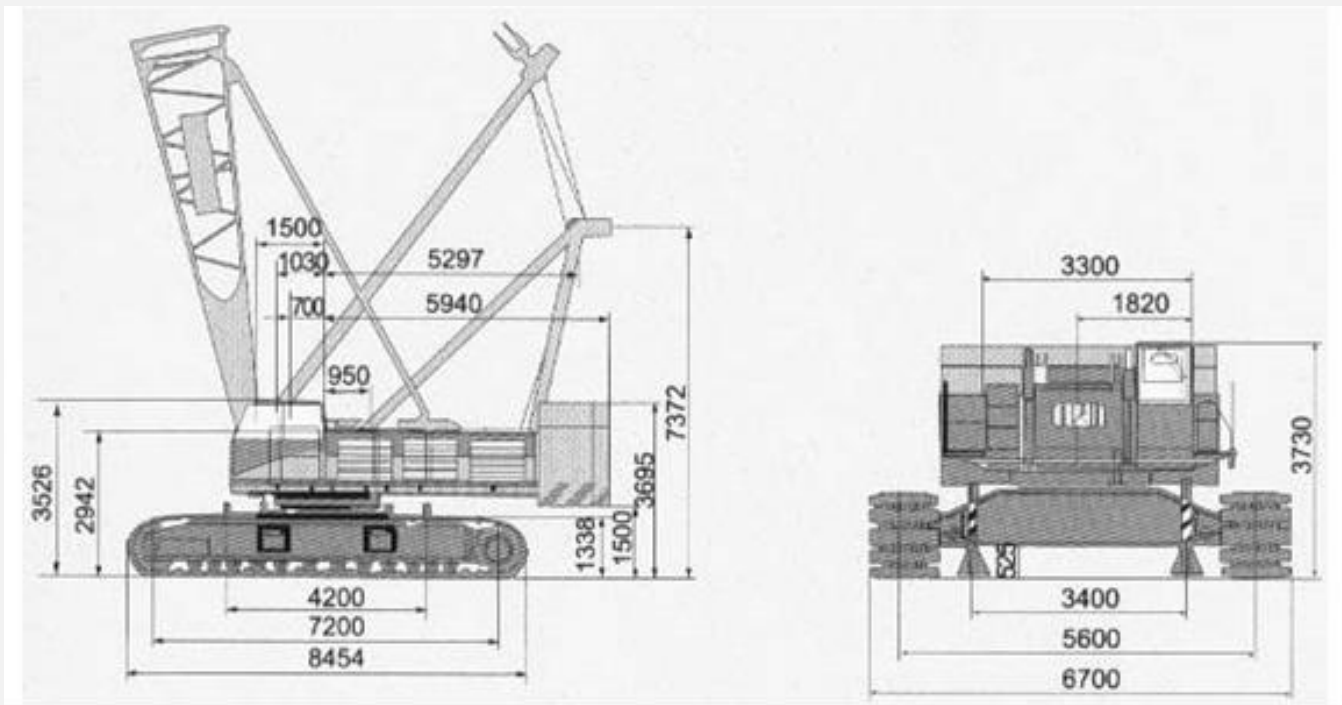
塔式起重机



汽车式起重机

2.3 施工准备

2.3.4 安装设备工具测量试验仪器准备



履带起重机

2.3 施工准备

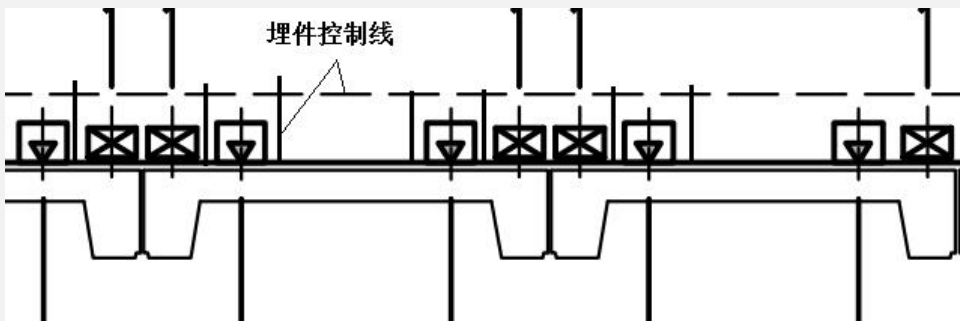
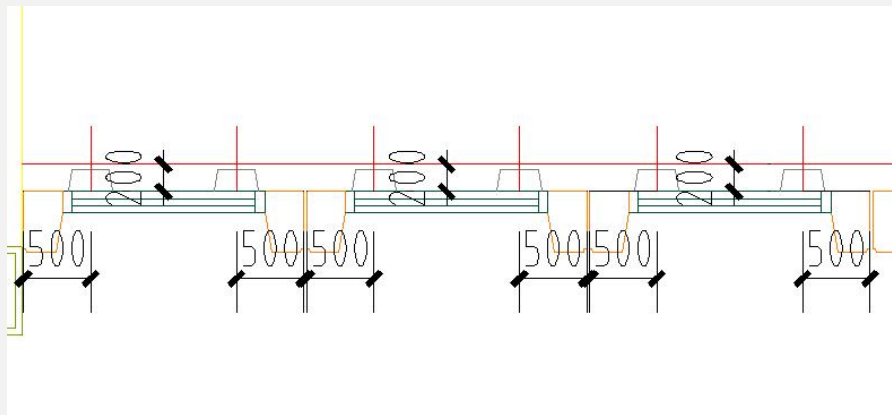
2.3.5 安装设备工具测量试验仪器准备

- 1) 现场管理人员：安装现场安全生产总负责、施工员、技术员、测量员、试验员、质量员、安全员。
- 2) 现场操作人员：测量工、起重工、塔吊司机、汽车吊司机、PC构件安装工、钢筋工、电焊工、混凝土工、模板工。特种工种需持证上岗。

2.4 分项施工方法及操作要点

2.4.1 测量放线

按照设计图纸要求把预制构件的精确位置进行放线，依据图纸在底板（楼板）面上弹出每个具体位置线，并进行有效的复核。测量放线对装配构件下层预埋钢筋位置的确定和层层间的预留的位置与高程精确控制。



测量放线

2.4 分项施工方法及操作要点

2.4.2 下层墙体竖向预留钢筋定位

下层现浇剪力墙竖向钢筋定位板制作，以方便多数钢筋相对位置固定；对中定位横纵向轴线，合格后脱离模板固定。检查调整下层现浇墙体竖向预留钢筋：检查墙体竖向钢筋预留位置是否符合标准，其位置偏移量不得大于 $\pm 10\text{mm}$ 。如有偏差按 1:6 要求先进行冷弯校正，应比两片墙板中间净空尺寸小 20mm 为宜，并疏整扶直，清除浮浆。



钢筋定位

2.4 分项施工方法及操作要点

2.4.3 下层墙体、梁板混凝土浇筑

- 1) 下层墙体现浇时应注意预留钢筋的位置及高程和垂直度的调整，现浇混凝土位置应预留加强筋的位置，混凝土浇筑按技术规范执行；
- 2) 混凝土浇筑完后弹出剪力墙边线、控制线、高程线；
- 3) 固定墙板位置控制方木：根据已放出的每块预制墙板的具体位置线，固定墙板位置控制方木，在每块墙板两端距端头 200mm 处的两侧墙边位置固定定位木方，清理表面；
- 4) 测量放置水平标高控制垫块：预制墙板下口留有 40mm 左右的空隙，采用专用垫块调整预制墙板的标高及找平。在每一块墙板两端底部放置专用垫块，并用水准仪测量,使其在同一个水平标高上。
- 5) 下层墙预留连接钢筋调直，长度复核，用专用钢垫片进行标高复核、校正。

2.4 分项施工方法及操作要点

2.4.4 剪力墙安装

1) 预制剪力墙板安装应先确定构件重量试吊装，调整标高，钢筋再校正。

2) 墙板可以从堆放场地或直接从车上进行起吊，起吊过程中，要注意墙板上角和下角的保护，剪力墙的钢筋桁架应满足运输、吊装和现浇混凝土施工要求。

3) 应按照安装图和事先制定好的安装顺序进行吊装，原则上宜从离吊车或者塔吊最远的板开始；吊装叠合式预制墙板时，采用两点起吊（如图 1），就位应垂直平稳，吊具绳与水平面夹角不宜小于 60° ，吊钩应采用弹簧防开钩；起吊时，应通过采用缓冲块（橡胶垫）来保护墙板下边缘角部不致于损伤；起吊后要小心缓慢的将墙板放置于垫片之上，及时安装斜支撑，调整水平度、高程和垂直度。

4) 墙板的灌浆由专门章节详细介绍。

2 工程案例分析---昆仑赋一期

2.4 分项施工方法及操作要点

2.4.4 剪力墙安装



墙体安装工具



墙体安装

2.4 分项施工方法及操作要点

2.4.5 安装固定预制墙板斜支撑

- 1) 剪力墙板就位，用钢斜支撑架初步固定校正剪力墙板平面位置，校正剪力墙板垂直度及固定后吊钩摘钩；
- 2) 每块剪力墙板通常需用两个斜支撑来固定，斜撑上部通过专用螺栓与预制墙板上部 2/3 高度处预埋的连接件连接，斜支撑底部与地面（或楼板）用膨胀螺栓进行锚固；支撑与水平楼面的夹角在 $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 之间。
- 3) 安装过程中，必须在确保两个斜支撑安装牢固后方可解除墙板上的吊车吊钩。墙板的垂直度调整，通过两根斜支撑上的螺纹套管调整来实现，两根斜支撑要同时调整。每块墙板都按此程序进行安装。
- 4) 外墙板接缝处密封胶的背衬材料宜选用聚乙烯塑料棒或发泡氯丁橡胶，直径应不小于缝宽的 1.5 倍。

2 工程案例分析---昆仑赋一期

2.4 分项施工方法及操作要点

2.4.5 安装固定预制墙板斜支撑



斜支撑安装

2.4 分项施工方法及操作要点

2.4.6 预制叠合梁、板、阳台板及空调板支撑搭设

- 1) 预制叠合梁、板、阳台板及空调板支撑搭设采用专用竖向支撑架体，搭设应严格按专项施工方案的要求进行，确保支撑的稳固性，支撑顶面应符合设计标高要求，还能方便快捷脱架。
- 2) 专用竖向支撑架体应采用工具式支撑，立柱的纵距、横距应经计算确定。
- 3) 搁置于垂直支撑顶面的主梁可采用木方、铝合金框梁、槽钢；主梁应垂直预制板内钢筋桁架的方向，主梁的间距应经计算确定。



板支撑

2.4 分项施工方法及操作要点

2.4.7 预制梁、预制楼板等水平构件安装

1) 预制叠合梁、板、阳台板及空调板等水平构件按设计要求定位其位置；

2) 预制底板起吊时，对跨度小于8米的可采用4点起吊，跨度大于或等于8米的应采用8点起吊，吊点位置距板边的距离为整板长的 $1/4$ - $1/5$ ，吊钩应钩住钢筋桁架上弦与腹筋交接处。



板安装

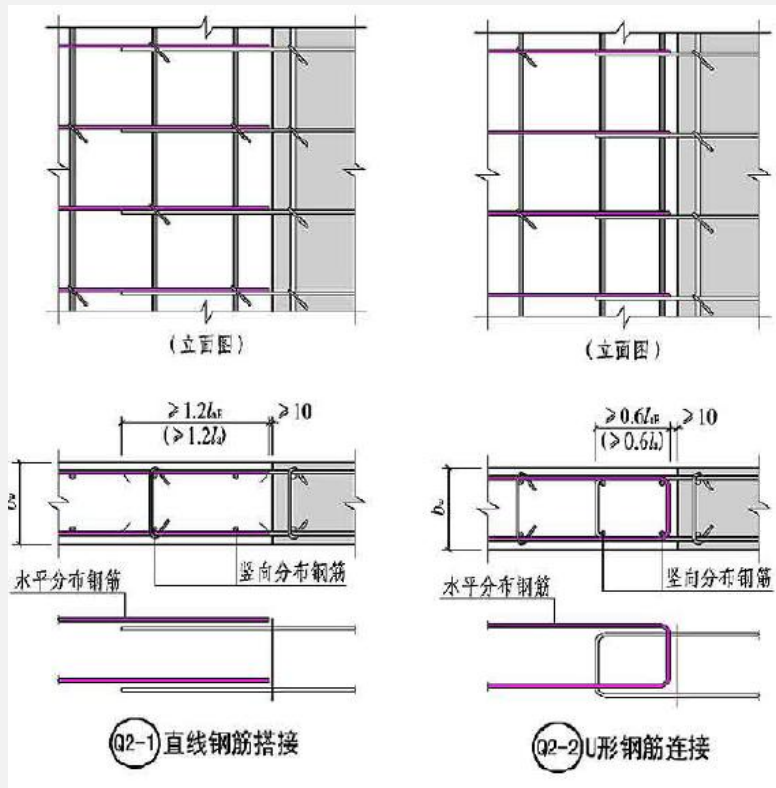
2.4 分项施工方法及操作要点

2.4.8 预制梁、预制楼板等水平构件安装

预制墙板水平连接节点，可采用连接区段长度不大于600mm的连接节点（根据《装配式建筑评价标准》现浇节点长度不大于600mm时，现浇节点可计入预制混凝土体积），预制构件水平筋出筋及现浇节点水平应选便于构件吊装及方便现场钢筋绑扎，对于非约束边缘构件区域的剪力墙，推荐易于装配及施工的预制墙与现浇墙间接缝构造如图1.5.6，其余种类连接节点可参见《装配式混凝土连接节点构造》15G310-2。

2.4 分项施工方法及操作要点

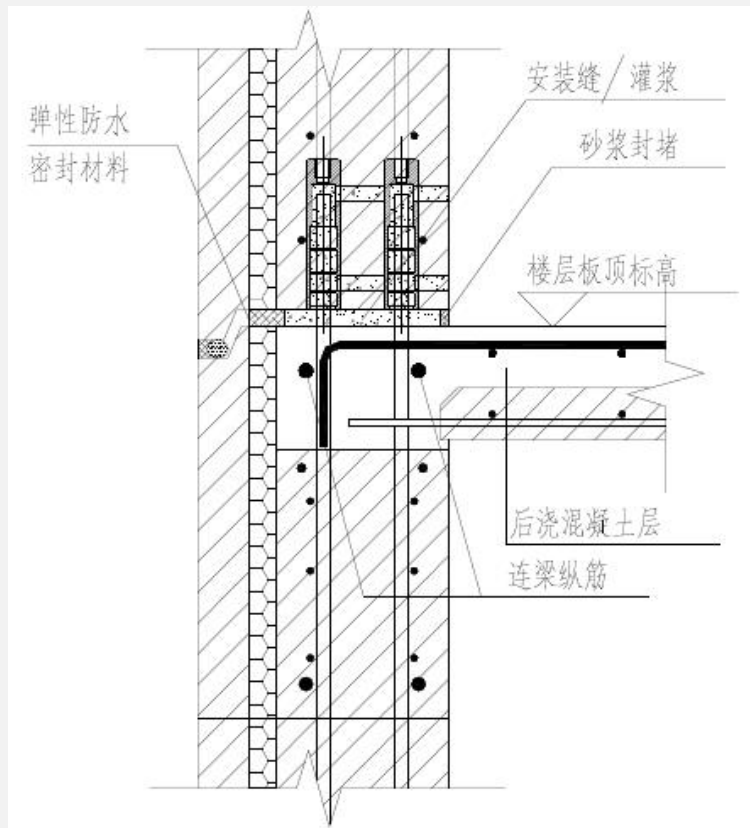
2.4.8 预制梁、预制楼板等水平构件安装



水平
连接
节点

2.4 分项施工方法及操作要点

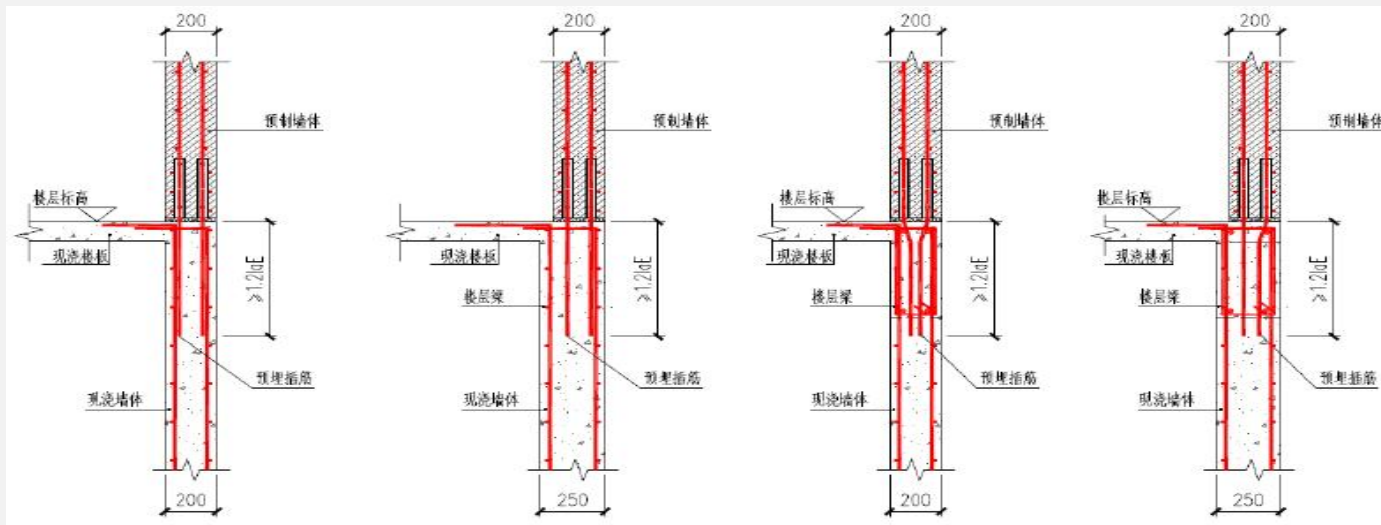
装配式混凝土剪力墙结构的关键技术在于预制剪力墙之间的拼缝连接。预制构件水平接缝中的竖向钢筋连接宜采用全灌浆套筒连接。预制墙板底部应根据施工技术方案要求分仓或逐一进行灌浆。必须确保灌浆质量，当灌浆施工出现无法出浆的情况时，应及时查明原因并采取措施处理；对未密实饱满的灌浆应采取可靠措施处理。由于预制外墙水平、竖向拼缝部位节点后浇，存在漏水风险，因此在外墙设计过程中需特别谨慎，本文结合已有工程经验，在外墙预制构件连接节点部位设置了三道防水，其节点分别如图所示。



竖向连接节点

2.4 分项施工方法及操作要点

由现浇转剪力墙换为安装预制剪力墙施时，需在现浇剪力墙顶预留连接上部预制剪力墙灌浆套筒的纵向钢筋，特别对于带暗柱的预制墙板，因现浇边缘构件内存在锚入的连梁钢筋、剪力墙因转为现浇而截断弯锚钢筋，导致此部位钢筋交错复杂，如图所示，插筋效率和插筋质量均难以保证。为解决此类问题，建议由现浇转预制时，将底部现浇部位相应部位剪力墙适当加厚。同时对现浇转预制部位纵向钢筋精准放样，避免钢筋截断另再插筋。



边缘区钢筋结构

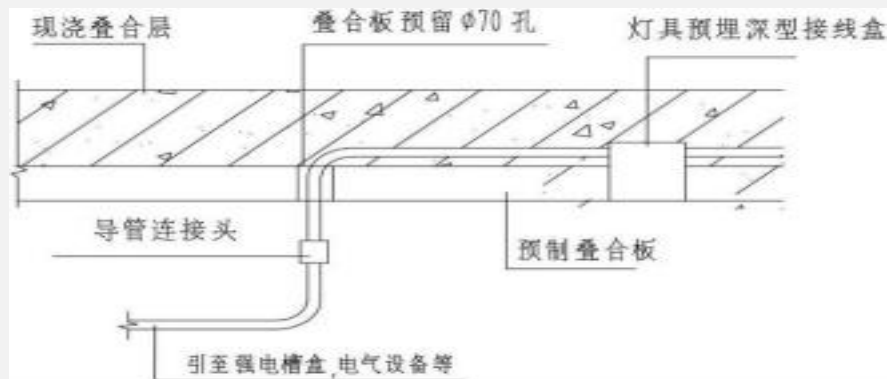
2.4 分项施工方法及操作要点

2.4.9 水电管线敷设安装

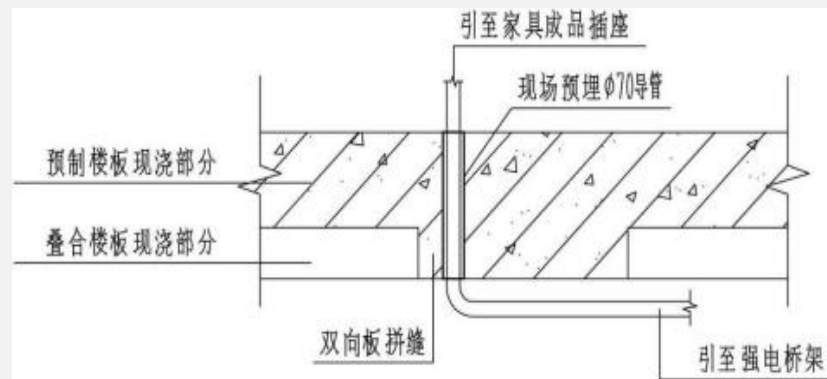
1) 按设计图纸要求进行水电管线敷设和固定，并按设计对预留管线、线盒等的规格、数量、位置及固定措施校核检查。

2) 装配式建筑中楼板采用的叠合板，有一半楼板在工厂中预制，预制板在施工现场拼装完成后，再在预制板上铺面层钢筋进行现场浇筑。水电管线敷设与传统建筑不同，机电线管的预留预埋也需分两步进行，一是叠合板在工厂生产过程中需先把线盒预埋进去，线盒固定在叠合板的底层钢筋上，要求定位要准确；二是叠合板在现场拼装完成后进行面层钢筋铺设前把线管敷设进去。由于是分两步进行，接线盒与传统的86型盒相比要长一些，一般86型盒的长度为50~75mm，而预制板内的接线盒根据叠合板预制厚度一般为100~115mm。预埋电气管线的做法分为以下几种情况，具体见下图所示。

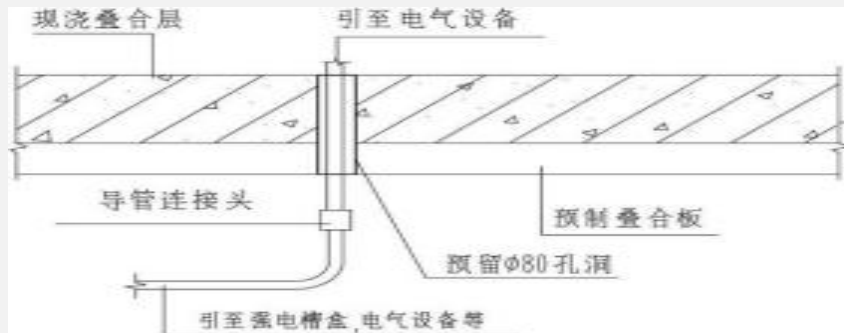
2.4 分项施工方法及操作要点



预埋电气管



叠合楼管线灯线盒穿管

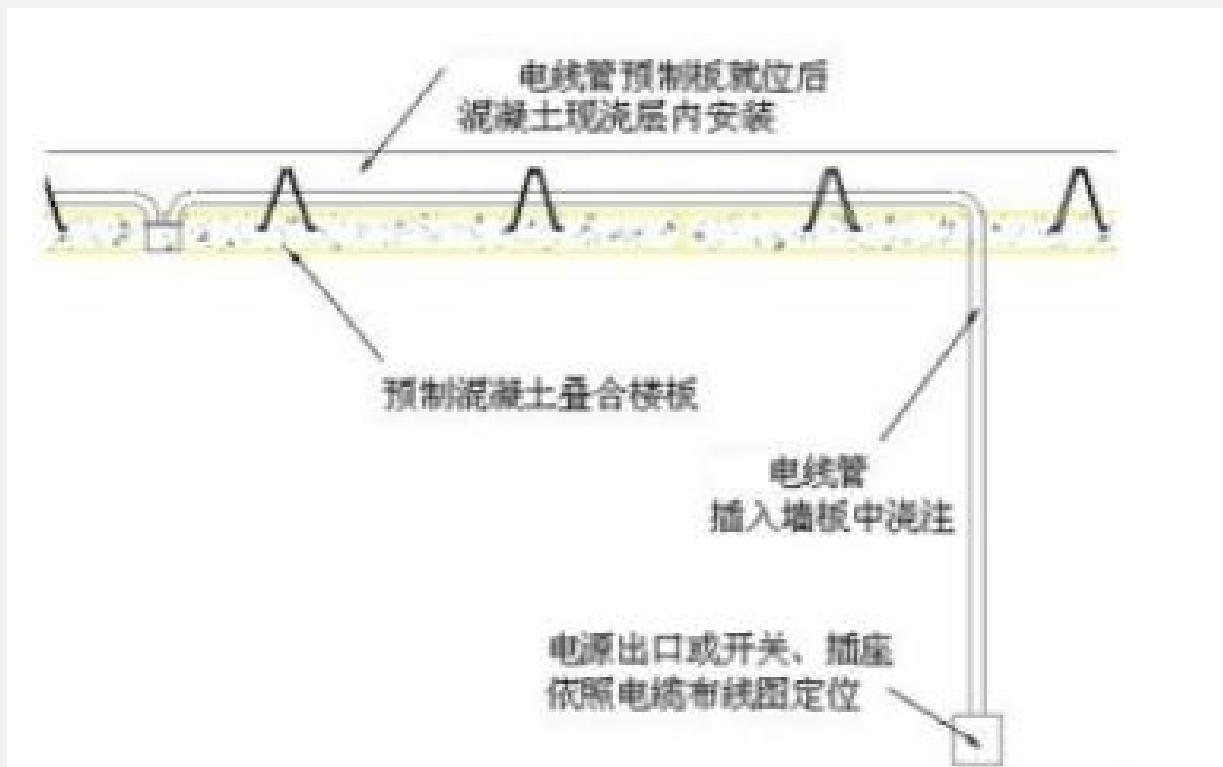


叠合楼板与电气设备穿管

2.4 分项施工方法及操作要点

3) 机电线管应在叠合板就位后, 根据图纸要求以及盒、箱的位置, 顶筋未铺时敷设管路, 并加以固定。土建顶筋绑好后, 应再检查管线的固定情况。在施工中需注意, 敷设于现浇混凝土层中的管子, 其管径应不大于混凝土厚度的 $1/2$ 。由于楼板内的管线较多, 所以施工时, 应根据实际情况, 分层、分段进行。先敷设好与已预埋于墙体等部位的管子, 再连接与盒相连接的管线, 最后连接中间的管线, 并应先敷设带弯的管子再连接直管。并行的管子间距不应小于 25mm , 使管子周围能够充满混凝土, 避免出现空洞。在敷设管线时, 应注意避开土建所预留的洞。当管线从盒顶进入时应注意管子煨弯不应过大, 不能高出楼板顶筋, 保护层厚度不小于 15mm , 如下图所示。

2.4 分项施工方法及操作要点



保护层

2.4 分项施工方法及操作要点

4) 管路固定采用与预制平台板内的楼板支架钢筋绑扎固定，固定间距不大于1m。如遇到管路与楼板支架钢筋平行敷设时候，需要将线管与盖筋绑扎固定。填充墙出往下引管不宜过长，以透出楼板100-150mm为准。



平台现浇层内管路固定图

2.4 分项施工方法及操作要点

2.4.10 模板安装预制墙板底部及拼缝处理

1) 现浇部位支模：待边缘约束构件钢筋安装完成并经检查验收后，开始进行模板安装，现浇边缘约束构件部位的模板宜采用配制好的整体定型钢模或铝模，以利于快速安拆。安装时保证现浇部位的表面质量及与预制墙板的接茬质量。

2) 剪力墙板底部及拼缝处理：剪力墙板与地面(楼面)间预留的水平缝，用50mm×50mm 的木方进行封堵，并用射钉将其固定在地面上；剪力墙板之间的竖向缝隙可以用直木方(板)来封堵，用木方(板)封堵内墙缝隙时，木方高度要与剪力墙板上口标高平齐，确保浇注混凝土要求。

2 工程案例分分析---昆仑赋一期

2.4 分项施工方法及操作要点

2.4.11 隐蔽工程验收

剪力墙板安装施工完毕后，由专业质检人员对墙板各部位施工质量进行全面检查，符合要求后，方可进行下道工序施工。检查要点是钢筋工程、结构构件连接，作业完工后，检查员进行隐蔽工程检查，现场影像作业，影像存档，填写隐蔽工程验收表，方可进行下一道工序。

隐蔽工程检查

检查项目	检查内容	评价		存在问题
		符合	不合格	
钢筋工程	1	预留钢筋牌号、规格、长度、位置、间距、数量和保护层厚度		
	2	套筒灌浆连接、螺纹盲孔、浆锚搭接时检查套筒、盲孔、波纹管内连接钢筋位置和长度		
	3	现浇混凝土结构和预制构件结点连接的钢筋采用焊接或机械连接的接头质量、连接方式		
	4	钢筋加工制作：检查加工、绑扎质量		
	5	受力钢筋位置和混凝土保护层厚度：检查作业面上的受力钢筋间距、固定措施，节点部位的箍筋数量、间距，混凝土保护层厚度		
结构构件连接	1	灌浆施工质量		
	2	灌浆施工分仓设置情况		
	3	装配式结构接缝施工质量、防水质量		

2.4 分项施工方法及操作要点

2.4.12 浇注混凝土及混凝土养护

1) 混凝土浇筑前，现浇带内部空腔必须清理干净，墙板内表面必须用水充分湿润，并应在浇筑前符合预留位置。

2) 混凝土强度等级应符合设计要求，当墙体厚度小于 250mm 时墙体内现浇混凝土宜采用细石自密实混凝土施工，同时掺入膨胀剂。自密实混凝土施工工艺要求：

(1) 自密实混凝土(Self Compacting Concrete 或Self-Consolidating Concrete 简称SCC)是指在自身重力作用下，能够流动、密实，即使存在致密钢筋也能完全填充模板，同时获得很好均质性，并且不需要附加振动即免振捣的混凝土。

(2) 自密实混凝土其硬化后的耐久性非常有限，尤其是在寒冷气候条件下；同时，自密实混凝土中还有不稳定的气泡。高流动自密实性混凝土与普通混凝土相比，干燥收缩略大。

2.4 分项施工方法及操作要点

(3) 生产自密实混凝土必须使用强制式搅拌机。每次混凝土生产时必须由有专业技术人员人在施工现场进行混凝土性能检验，在自密实混凝土生产过程中，除按规范规定取样试验外，对每车混凝土应进行目测检验，不合格混凝土严禁运至施工现场。

(4) 自密实混凝土的长距离运输应使用混凝土搅拌车，必须严格控制非配合比用水量的增加。搅拌车在装入混凝土前必须仔细检查，筒体内应保持干净、潮湿，不得有积水、积浆。在运输过程中严禁向车筒内加水对超过120min 的混凝土，司机必须及时将情况反映给技术人员对混凝土进行检查。

(5) 自密实混凝土输送管路应采用支架、毡垫、吊具等加以固定，不得直接与模板和钢筋接触。泵送过程中严禁向泵槽内加水。在非密集配筋情况下，混凝土的布料间距不宜大于10m，当钢筋较密时布料间距不宜大于5m。对配筋密集的混凝土构件，垂直自由落下高度不宜超过2.5m。

2.4 分项施工方法及操作要点

(6) 自密实混凝土应采取分层浇筑，在浇筑完第一层后，应确保下层混凝土未达到初凝前进行第二次浇筑。浇筑速度不要过快，防止卷入较多空气，影响混凝土外观质量。自密实混凝土应在其高工作性能状态消失前完成泵送和浇筑，不得延误时间过长，应在120min内浇筑完成。

(7) 浇筑前后均不离析、不泌水，粗细骨料均匀分布，保持混凝土结构的匀质性，使水泥石与骨料、混凝土与钢筋具有良好的黏结，保持混凝土的耐久性。

(8) 如果加大水灰比，增加用水量，虽然会增大流动度，但黏性降低。混凝土的用水量应控制在150~200kg/m³之间。要保持混凝土的黏性和稳定性，只能依靠掺加高效减水剂来实现。采用聚羧酸类减水剂比较好，也可采用氨基磺酸盐，掺量为0.8%~1.2%(占水泥重量)。

2.4 分项施工方法及操作要点

3) 混凝土浇筑采用泵送混凝土，混凝土按照分区浇捣，在浇筑过程中，应遵循“同时浇捣、分层浇筑，一次到顶，循序渐进”的成熟工艺。浇筑时保持水平向上分层连续浇筑，浇筑高度每层不宜超过 800mm，否则需重新验算模板压力及格构钢筋之间的距离，确保墙板的刚度。

4) 当墙体厚度小于 250mm 时，混凝土振捣应选用 $\Phi 30\text{mm}$ 以下微型振捣棒。振捣时重点控制两头，即混凝土流淌的最近点和最远点，振动点振动时，不能漏振，采用二次振捣工艺，以提高混凝土的密实度。同时应注意浇筑时先行浇筑基础底部及承台底部，并注意，其浇筑控制时间与底板砼浇筑时间间隔约1小时左右。

2.4 分项施工方法及操作要点

在浇捣时个别部位应注意操作如下：

- (1) 门洞两侧混凝土同时浇注，以防侧模单侧受压而滑移、漏浆及炸模等事故的发生，预留洞口两侧适当加长振捣时间，以使模板底面混凝土浇注密实。
- (2) 墙柱部位进行振捣时必须严格保证振捣密实，防止烂根。
- (3) 楼板面卫生间部位必须执行二次振捣，防止漏水。
- 5) 每层墙体混凝土应浇灌至该层楼板底面以下 300mm-450mm 并满足插筋的锚固长度要求。剩余部分应在插筋布置好之后与楼板混凝土浇灌成整体。
- 6) 现浇空腔内宜浇筑自密实混凝土，自密实混凝土应符合现行行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283的规定；当采用普通混凝土时，混凝土粗骨料的最大粒径不宜大于20mm，并应采取保证后浇混凝土浇筑质量的措施。
- 7) 剪力墙水平接缝高度不宜小于50mm，接缝处现浇收缩性小的混凝土，且应浇筑密实。

2.4 分项施工方法及操作要点

8) 混凝土表面处理，应做到“三压三平”。在浇捣过程中表面用平板振动器来回振动两次，按板面设计标高用板锹拍板压实，长刮尺刮平，在初凝前用铁板刮平压实，最后在终凝前，砼二次收水后用木蟹多次打磨、压实、抹平。以防混凝土表面裂缝出现。

9) 大面积楼板平整度控制

水平点的抄测：从测量基准点引楼层1.000m线至楼层柱上，在本层楼层竖向封模之前将1.000m线引至下一层。在混凝土浇筑之前，在每一柱子一根钢筋或柱上抄+50线用于控制混凝土面标高。要求砼工在混凝土浇筑时，必须根据+50点严格控制混凝土面标高。

(1) 平台模板平整度检查：在平台模板铺设完成，钢筋绑扎之前，在楼面安放水准仪，根据1.000m线，检查模板表面平整度，有误差较大的地方，要求及时调整。保证模板标高的正确，是控制好混凝土平整度的重要手段之一。

2.4 分项施工方法及操作要点

(2) 混凝土浇筑厚度的检查：在楼面混凝土浇捣过程中，必须控制好楼板的厚度，方法是：例如楼板的厚度为150mm，用长约一米，直径10mm的钢筋，一头磨尖，在尖头150mm处焊一焊条头，浇捣过程中，将钢筋插到混凝土中来控制混凝土的厚度。

(3) 混凝土原浆一次磨平：楼面浇捣后，用刮尺把砼表面刮平，然后用木蟹抹平，分方向随时使用2m靠尺复核混凝土面的平整度，待砼初凝时再用木蟹打一遍，随即用铁抹子压平，之后再由专业队伍用磨光机把楼面打磨平整。

10) 混凝土浇筑完后应湿水养护，养护时间7天以上，对剪力墙面应保温措施。

2.4 分项施工方法及操作要点

2.4.13 预制楼梯安装

1) 预制楼梯直接搁置在梁上，不采用支撑。

2) 吊具安装：根据构件形式选择合适的吊具，因楼梯为斜构件，吊装时用2根同长钢丝绳4点起吊，楼梯梯段底部用1根钢丝绳分别固定两个吊钉。楼梯梯段上部由1根钢丝绳穿过吊钩两端固定在两个吊钉上（下部钢丝绳加吊具长度应是上部的两倍）。

3) 安装、就位：根据梯段两端预留位置安装，安装时根据图纸要求调节安装空隙的尺寸。

4) 检查、校核：检查梯段安装位置标高。

5) 楼梯板固定后，在预制楼梯板与休息平台连接部位采用灌浆料进行灌浆，灌浆要求从楼梯板的一侧向另外一侧灌注，待灌浆料从另一侧溢出后表示灌满。

6) 预制楼梯采用上端固定铰、下端滑动铰的连接方式，具体节点详下图：

2.4 分项施工方法及操作要点

2.4.13 预制楼梯安装



楼梯安装节点

2.5 分项施工质量保证措施

2.5.1 预制构件的运输

1) 外墙的运输,装车时先在车厢底板上铺两根 $100\times 100\text{mm}$ 的通长木枋,木枋上垫 15mm 以上的硬橡胶垫或其它柔性垫,根据外墙板尺寸用槽钢制作人字形支撑架,人字形架的支撑角度控制在 $70^\circ-75^\circ$ 。然后将外墙板带外墙瓷砖的一面朝外斜放在木枋上。外墙外立面用塑料薄膜包裹保护,铝合金窗采用 9mm 厚的胶合板护套保护。墙板在人字形架两侧对称放置,每摞可叠放 $2\sim 4$ 块,板与板之间需在 $L/5$ 处加垫 $100\times 100\times 100\text{mm}$ 的木枋和橡胶垫,以防墙板在运输途中因震动而受损。

2.5 分项施工质量保证措施

2.5.1 预制构件的运输

1) 叠合板的运输，预制叠合板采用叠层平放的方式运输，叠合板之间用垫木隔离，垫木应上下对齐，垫木长、宽、高均不宜小于100mm；板两端（至板端200mm）及跨中位置均设置垫木且间距不大于1.6m；不同板号应分别码放，码放高度不宜大于6层；叠合板在支点处绑扎牢固，防止构件移动或跳动，在底板的边部或与绳索接触处的混凝土，采用衬垫加以保护。



叠合板的运输

2.5 分项施工质量保证措施

2) 预制楼梯运输，预制楼梯采用叠合平放方式运输，预制楼梯之间用垫木隔离，垫木应上下对齐，垫木长、宽、高均不宜小于100mm，最下面一根垫木应通长设置；不同型号楼梯应分别码放，码放高度不宜超过5层；预制楼梯在支点处绑扎牢固，防止构件移动，在楼梯的边部或与绳索接触处的混凝土，采用衬垫加以保护。



叠合板的运输

2.5 分项施工质量保证措施

3) 预制阳台板运输, 预制阳台板运输时, 底部采用木方作为支撑物, 支撑应牢固, 不得松动; 预制阳台板封边高度为800mm、1200mm时宜采用单层防置; 预制阳台板运输时, 应采取防止构件损坏的措施, 防止构件移动、倾倒、变形等。



阳台板的运输



2 工程案例分析---昆仑赋一期

2.5 分项施工质量保证措施

2.5.2 外形尺寸符合下规定

2.5 分项施工质量保证措施

2.5.3 预制构件安装尺寸的允许偏差及检验方法

预制构件安装尺寸的允许偏差及检验方法

项目		允许偏差(mm)	检验方法	
构件中心线对轴线位置	基础	15	量检查	
	水平构件(梁、板)	5		
构件标高	梁、板底面或顶面	±5	水准仪或量检查	
	柱、墙板顶面	±3		
构件垂直度	柱、墙板	<5m	经纬仪测量	
		≥5m 且 <		10
		≥10m		20
构件切斜度	梁、桁架	5	垂线、量检查	
相邻构件平整度	板端面	5	钢尺、塞尺测量	
	梁、板下表面	5		
		3		
	柱、墙板侧表面	5		
10				
构件搁置长度	梁、板	±10	塞尺测量	
支座、支垫中心位置	板、梁、柱、墙板桁架	±10	塞尺测量	
接缝宽度		±5	塞尺测量	

2.5 分项施工质量保证措施

2.5.4 质量保证措施

- 1) 管理人员保证措施：加强技术管理，认真贯彻国家规定、规范、操作规程；选择精干、有丰富经验的专业质量检查员，对各工序进行质量检查监督和技术指导；项目部每天要开好现场生产的质量碰头会，每周对工程进行全面检查，进行分析活动，即：分析质量存在的问题，分析产生质量问题的原因，分析应采取的措施，查出问题及时整改；
- 2) 施工人员保证措施：配备专业施工队伍，PC构件各级施工人员，特别是特种作业人员必须经过培训，持证上岗；
- 3) 剪力墙结构工程在现浇混凝土施工时，应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204规定进行分项工程及检验批的验收；
- 4) 技术措施：剪力墙节点连接设置的纵向钢筋和箍筋在浇筑混凝土之前；
- 5) 材料设备质量保证措施：加强原材料的管理工作，严格执行各种材料的检验制度，对进场的材料和设备必须认真检验，并及时向总包单位和监理方提供；

2.5 分项施工质量保证措施

材质证明、试验报告和设备报验单；进入现场的预制墙板外观质量、预留预埋、尺寸偏差应符合标准及设计要求；预制墙板吊运时混凝土强度必须符合设计要求；

预制墙板的型号、位置、锚固必须符合设计要求，且无变形、损坏现象，检查数量：应按有代表性的自然间抽查 10%，且不少于 3 间；

6) 墙板斜支撑及安装固定件的检查: 每块墙板需用两个斜支撑来固定，斜撑上部通过专用螺栓与墙板上部 2/3 高度处预埋的连接件连接，斜支撑底部与地面用膨胀螺栓进行锚固保证稳定性；支撑与水平楼面的夹角在 $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 之间；

7) 水平点的抄测：从测量基准点引楼层 1.000m 线至楼层墙上，在本层楼层竖向封模之前将 1.000m 线引至下一层。在混凝土浇筑之前，在每一墙一根钢筋或墙上抄 + 50 线用于控制混凝土面标高。要求混凝土工在混凝土浇筑时，必须根据 + 50 点严格控制混凝土面标高；

8) 模板平整度检查：在模板安装完成，钢筋绑扎之前，在楼面安放水准仪；

2.5 分项施工质量保证措施

根据1.000m线，检查模板表面平整度，有误差较大的地方，要求及时调整。保证模板标高的正确，是控制好混凝土平整度的重要手段之一；

9) 混凝土浇筑厚度的检查：在叠合楼面混凝土浇捣过程中，必须控制好楼板的厚度，方法是：例如楼板的厚度为150mm，用长约一米，直径10mm的钢筋，一头磨尖，在尖头150mm处焊一焊条头，浇捣过程中，将钢筋插到混凝土中来控制混凝土的厚度；

10) 混凝土原浆一次磨平：楼面浇捣后，用刮尺把砼表面刮平，然后用木蟹抹平，分方向随时使用2m靠尺复核混凝土面的平整度，待砼初凝时再用木蟹打一遍，随即用铁抹子压平，之后再由专业队伍用磨光机把楼面打磨平整；

11) 混凝土试块制作：在混凝土浇筑过程中，试验员随机抽查搅拌站制作的混凝土试块并对当天施工的混凝土坍落度实行抽测，做好台帐并在其上进行标识。混凝土试样在施工现场采取，每100m³相同配合比的混凝土，取样不少于一次。

2.5 分项施工质量保证措施

标准养护试块一组三块，并制作相应组数的同条件试块；一个工作班拌制的相同配合比的混凝土不足100m³时，取样也不得少于一次，取样试块组数及规定同上。抗渗试块在浇筑地点制作，留置两组，一组（六块）进行标准养护，另一组（六块）与现场相同条件下养护，养护期不得少于28d。考虑提前拆模，加做同条件拆模试块一组。试块应注明工程名称、工程部位、浇筑时间、混凝土编号。抗压试块模子采用150×150×150mm的模子。

2.6 分项施工安全保证措施

1) 剪力墙预埋件及预留洞等涉及材料一定要合格，涉及受力部件应严格按照设计预埋预留，且经过检验合格方可使用。

2) 参加施工人员必须熟悉并遵守本工种、本岗位的安全技术操作规程，不得违章作业，冒险作业，从事特殊作业人员如电工、焊工、起重工、塔司、各种机动车辆司机等，须持有“特种作业人员操作证”方可上岗操作，并随身携带以备检查。

3) 施工现场要设置醒目、明显的各种安全标志，要害部位如孔洞等要设有防护围栏和警戒标志，现场构件立放则应注明和警示。

4) 现场需要钢筋绑扎安装，建筑楼体上用电注意安全，布线有组织，各种机械要求一机一闸，并装有随机开关，配电箱、开关箱严禁一闸多用。

5) 高处作业多，要系好安全带，拴好挂牢，不准穿硬底鞋、带钉易滑鞋登高作业；高处作业的工具、材料不准上下抛掷，应用绳索索吊，高处作业要有专

2.6 分项施工安全保证措施

人指挥；及时清理高处及安全网上的杂物和垃圾。

6) 吊装构件多，人员出入口搭设安全保护棚。

7) 起重运输多，高处作业遇有六级以上大风要停止作业。

8) 各类构件，材料堆放整齐，废弃物要及时清运，按指定地点堆放，注重区域卫生。起重机械的型号选择验算、预制构件的吊装吊点位置、强度、裂缝宽度验算、吊具吊索横吊梁的验算、校正和临时固定的稳定验算、承重结构的强度验算、地基承载力验算等

9) 施工相关图纸预制构件深化设计施工图，预制构件场区平面布置图、预制构件吊装就位平面布置图，吊装机械位置图、开行路线图起吊预制构件时必须有专业吊装作业人员指挥、专业起重司机操作；指挥应配合使用声音信号和手势信号、旗语等，采用可视化视频系统监控吊装就位全过程；

10) 加强对起重作业“十不吊”原则的监督落实，发现违章进行处理。

2.6 分项施工安全保证措施

11) 做好起重机械运行记录、设备检修记录，达到报废标准的必须更换。所使用的钢丝绳必须每日检查，发现达到报废标准立即更换。

12) 钢丝绳安全系数不得小于6；绳子头固结必须满足规范要求，加强日常检查。起重设备必须取得安全检验合格证；教育司机严格按设备安全操作规程操作；在吊重物旋转臂杆前，应先起臂，禁止边起臂边旋转。

13) 自行加工吊具如横担应经受力计算，并符合安全使用标准要求；相关验证资料应备案。加强起重安全知识宣传和教育；加强现场监督检查；起重司机发现捆绑不合格应拒绝起吊。

2.7 风险管控及专项资料要求

2.7.1 风险管控

1) 项目风险存在于工程项目管理中，由于受到变更，社会，政府，法律，市场及不可预测性等因素影响，本着“防范为主、积极回避”的方针，在工程施工过程中对实现管理存在很大差异，因此项目风险管理至关重要。

2) 风险管控是对风险的不确定性及可能性等因素进行考察、预测、分析的基础上，制定出包括识别衡量风险，控制防范风险，管理处置风险等一整套科学的管理方法，对项目管理工程中的每个阶段所包含的全部风险通过识别、衡量、控制，使工程顺利进行，减少风险损失，创造更大的经济效益。

3) 风险因素识别、分析评估依据项目承包内容，分包管理，业主付款，市场变化，气候条件等背景资料及潜在的因素，项目风险主要存在于以下几个方面：市场经济风险，技术风险，管理风险，过程控制风险，工期风险，质量风险，安全风险，地方政策，环境风险，业主及利益相关者等方面。

4) 根据风险存在的来源，性质，出现的频数，危害程度进行分析和评估，

2.7 风险管控及专项资料要求

2.7.1 风险管控

确认其可能产生，并做到事先预防，事中处理，事后有应对措施。

(1) 质量风险管控：剪力墙板安装质量，整体结构安装质量，材料构件加工质量等风险管控。

(2) 工期风险：施工工期安排的合理性，施工工期组织保障的合理性，现场资源组织的合理性，

安全环境保障及周边相关关系处理等影响工期的风险。

(3) 安全风险：剪力墙结构体系的建筑施工涉及重大构件吊装和高空施工，主要是吊装安全风险及高空作业风险，应相对地做好有针对性的保证措施。

(4) 履约风险：其实履约风险含以上三大风险，EPC项目还涉及设计安全风险。

(5) 技术风险：施工方案的选择、施工设备的选择及检测检验等方法标准风险。

(6) 成本风险：装配整体式结构的土建造价构成主要由直接费（含预制构件）。

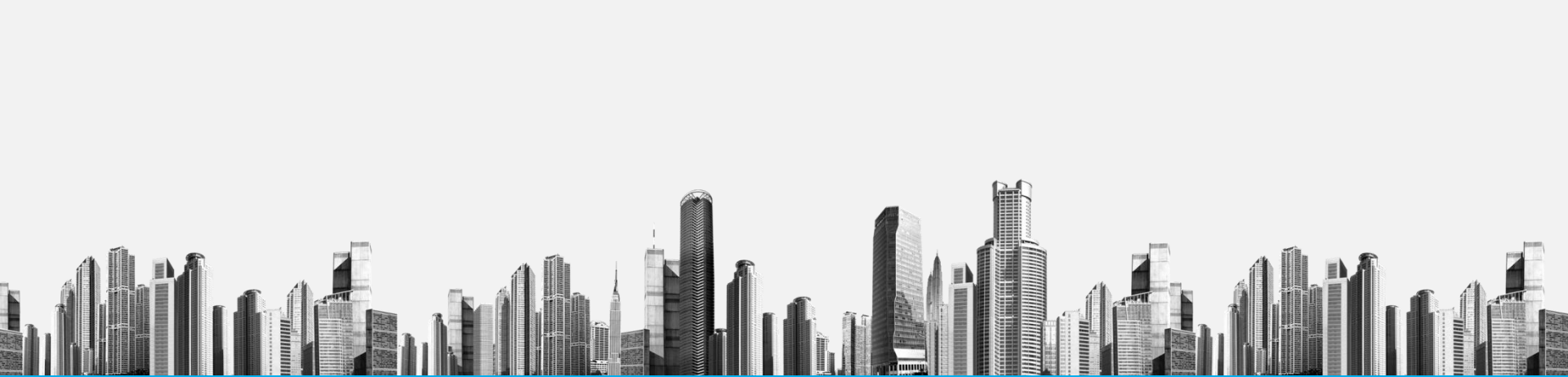
2.7 风险管控及专项资料要求

2.7.2 专项资料要求

- 1) 工程图纸出来应先图纸会审，设计交底，深化设计，根据工程内容，结合项目组成，与监理、质检站确认工程分部分项及检验批划分，做好与档案馆的资料格式对接。
- 2) 及时准确完整收集和整理好各种资料，如合格证、试验报告、质检报告、隐蔽验收记录等，及时办理各种签证手续。
- 3) 在混凝土浇筑完成后，除按施工规范要求留置混凝土试块外，还需按施工工艺多留出两组试块做同样条件养护以确定张拉或下一工序施工日期。
- 4) 检查验收：对每批进场的构件都应该复核，复核结果形成文字记录，详细的记载构件的尺寸、外观质量、配筋等情况，当复测结果符合下表要求后按规定上报监理公司。
- 5) 对关键的隐蔽工序应录像记录，以备资料存档。

03

装配式建筑质量通病及防治措施



感谢聆听

