

龙信建设集团有限公司企业标准

混凝土结构装配式建筑技术标准

施工篇

Technical standard for prefabricated concrete buildings

Series 3: Construction

Q/LX 13.3-2018

编制单位：江苏龙信建设有限公司，江苏建筑职业
技术学院

批准单位：龙信建设集团有限公司

施行日期：2018年3月1日

2018 海门

前 言

本标准根据龙信建设集团有限公司《关于龙信集团 2017 年自筹基金科技项目立项的通知》（龙信科技〔2017〕8 号）的要求，由龙信集团技术中心组织江苏龙信建设有限公司等单位编制完成。

本标准由龙信集团技术中心归口管理和解释。

本标准起草单位：江苏龙信建设有限公司，江苏建筑职业技术学院

本标准主要起草人：樊裕伟 陈年和 陈平 邵建其 张周强 戴祝泉 陈祖平 郑加富 顾新洪 杨森 王永辉 孙志胜 秦维生 段校飞 陆晨晨 黄陈 张斌斌

本标准审核人：陈祖新 程志军 杨泽华 程岗 刘瑛 张豪 王士广

本标准 2018 年首次发布。

目 次

1	总则.....	6
2	术语.....	7
3	技术深化.....	8
3.1	大门布置.....	8
3.2	道路.....	8
3.3	塔吊设置.....	9
3.4	施工电梯设置.....	10
3.5	构件堆场布置.....	10
3.6	防护架.....	11
3.7	叠合梁、板支撑.....	15
4	施工机具.....	17
4.1	预制墙、柱斜支撑.....	17
4.2	钢筋定位模具.....	18
4.3	竖向构件插放架.....	19
4.4	板带吊模吊具.....	21
4.5	吊装用具.....	22
4.6	吊索.....	24
5	吊装施工.....	26
5.1	准备工作.....	26
5.2	施工流程.....	31
5.3	外墙吊装.....	31
5.4	柱吊装.....	33
5.5	内墙吊装.....	34
5.6	PCF板吊装.....	35
5.7	梁吊装.....	36
5.8	叠合板吊装.....	37
5.9	阳台吊装.....	38
5.10	楼梯吊装.....	38
6	连接施工.....	41
6.1	封堵.....	41
6.2	灌浆.....	41
7	现浇混凝土施工.....	45
7.1	钢筋安装.....	45
7.2	定位模具安装.....	45
7.3	模板支设.....	46
7.4	混凝土浇筑.....	48

8 轻质隔墙安装.....	49
8.1 材料要求.....	49
8.2 施工工艺流程及操作要点.....	49
8.3 质量控制.....	55
9 试验与检验.....	56
10 质量验收.....	61
10.1 一般规定.....	61
10.2 质量标准.....	62
本标准用词说明.....	65
引用标准名录.....	65

1 总则

1.0.1 为在龙信集团混凝土结构装配式建筑施工中贯彻国家技术经济政策，快速推广新技术，规范施工流程，保证工程质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于龙信集团混凝土结构装配式建筑的施工。

1.0.3 本标准是龙信集团混凝土结构装配式建筑施工的统一规范。集团各分子公司在项目施工中若需对本标准技术方案作调整，应进行论证，并报集团技术中心备案。

1.0.4 混凝土结构装配式建筑的施工除应符合本标准外，尚应符合国家法律、法规、规章和现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 装配式建筑

结构系统、外围护系统、设备与管线系统、内装修系统的主要部分采用预制部品部件集成的建筑。

2.0.2 装配式混凝土建筑

建筑的结构系统由混凝土部件（预制混凝土构件）构成的装配式建筑，即 PC 建筑。

2.0.3 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，包括预制柱、预制墙板、预制飘窗板、叠合梁、叠合板、预制楼梯、预制阳台、PCF 板等。

2.0.4 装配式混凝土结构

由预制混凝土构件通过可靠的连接方式装配而成的混凝土结构。

2.0.5 装配式隔墙

由工厂生产的，具有隔声、防火、防潮等性能，且满足空间功能和美学要求的部品集成，并主要采用干式工法装配而成的隔墙。

2.0.6 钢筋套筒灌浆连接

在预制混凝土构件内预埋的金属套筒中插入钢筋并灌注水泥基灌浆料而实现的钢筋连接方式。

2.0.7 吊装

吊车或起升机构对预制构件吊运、就位、安装的统称。

2.0.8 横吊梁

用于辅助预制构件吊装的装置。有矩形横吊梁、一字形横吊梁等。

2.0.9 外挂架

一种适用于装配式混凝土结构施工的工具式提升架，专利号 ZL 2014 2 0848972.1。

2.0.10 预制率

装配式混凝土建筑室外地平以上主体结构和围护结构中预制构件部分的材料用量占对应构件材料总用量的体积比。

2.0.11 装配率

装配式建筑中预制构件、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

2.0.12 PCF 板

用于外墙 L 形转角处作模板使用的预制混凝土板，由保温层和混凝土外叶板组成。

3 技术深化

3.1 大门布置

3.1.1 大门宽度结合现场实际情况，考虑到预制构件运输需要，一般宽度不应小于 10m。

3.1.2 大门内侧和外侧场地大小应能满足 60T 全拖式拖车的转弯半径求。

3.2 道路

3.2.1 施工现场的道路应畅通，应有循环干道。并应尽可能利用永久性道路。

3.2.2 施工道路应满足运输和消防的要求，做到平整、坚实、排水畅通，无大面积积水。

3.2.3 非地下车库上道路

1 路面宽度：单车道宽度不得小于 4m，双车道宽度不得小于 6m；采用单车道时，应在适当位置设置会车点。

2 转弯半径：载重汽车的转弯半径不得小于 10m，半拖式拖车的转弯半径不宜小于 15m，全拖式拖车的转弯半径不宜小于 20m。

3 路面做法：200mm 厚 C20 混凝土浇筑，内配 $\Phi 8@200$ 钢筋，满足 60T 载重量全拖式拖车运输要求。

3.2.4 地下车库上道路

车库顶板按照建筑施工图纸做法浇筑混凝土，在其强度达到设计强度后，进行车库顶板加固，也可在车库顶板的模板支撑脚手架设计时合并考虑，即模板支撑架作为车库顶板加固支撑脚手。做法如下：

1 普通钢管支撑加固法：

1) 立杆钢管要求：钢管选用外径 48.3mm；壁厚 ≥ 2.7 mm 的钢管。

2) 立杆搭设要求：立杆纵横向间距设置为 600mm \times 800mm，支架立杆必须设置纵、横向扫地杆。纵向扫地杆应采用直角扣件固定在距底座上皮不大于 200mm 处的立杆上。横向扫地杆采用直角扣件固定在紧靠纵向扫地杆下方的立杆上。钢管立杆顶部应采用可调节 U 型托，且其螺杆伸出钢管顶部的使用长度不得大于 200mm，安装时应保证上下同心。支架立杆接长必须采用对接扣件连接，相邻两立杆的对接接头不得在同步内，且对接接头沿竖向错开的距离不宜小于 500mm，各接头中心距主节点不宜大于步距的 1/3。

3) 纵横向水平杆

纵横向水平杆步距不大于 1.5m，纵横向水平杆应设置在立杆内侧，单根杆长

度不应小于 3 跨；纵横向水平杆应采用对接扣件连接或搭接，并应符合：两根相邻纵横向水平杆的接头不应设置在同步或同跨内；不同步或不同跨两个相邻接头在水平方向错开的距离不应小于 500mm；各接头中心至最近主节点的距离不宜大于纵距的 1/3。搭接长度不应小于 1m，应等间距设置 3 个旋转扣件固定，端部扣件盖板边缘至搭接纵向水平杆杆端的距离不应小于 100mm。

4) 剪刀撑在架体外侧及内部纵、横向每 5~8m，应由底至顶设置连续竖向剪刀撑，剪刀撑宽度应为 5~8m。竖向剪刀撑斜杆与地面的倾角应为 45°~60°。剪刀撑斜杆应用旋转扣件固定在与之相交的横向水平杆的伸出端或立杆上，旋转扣件中心线至主节点的距离不宜大于 150mm。

5) 扣件

扣件规格必须与钢管外径相同；螺栓拧紧扭力矩不应小于 40N·m 且不应大于 65N·m。

2 盘扣式脚手架支撑加固法：

钢管选用外径 60mm 的钢管，立杆纵横向间距为 1200mm，水平杆间距不大于 1500mm，斜杆和剪刀撑设置按照 JGJ231-2010《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规范》执行。

3.2.5 加固宽度为道路宽度+1m×2（即道路宽度每边加 1 米），并宜设置限位栏杆。

3.2.6 车库顶板上道路部分加固方案及计算书需经设计复核后才能实施。

3.3 塔吊设置

3.3.1 塔吊型号应根据构件拆分图中最大构件重量、最远端构件重量、楼梯重量、吊具重量及构件堆场位置、卸车位置、附着位置、塔吊臂长参数、楼栋面积大小等选用。

3.3.2 塔吊布置应结合主楼与地下车库的施工需求，一般分为两种情况：

1 主楼塔吊兼顾地下车库结构施工使用，一般是在地下车库结构于主楼开始吊装前完成，或主楼吊装施工进度相对宽松。

2 主楼塔吊不能兼顾地下车库结构施工使用，当车库于主楼吊装期间施工，并且主楼吊装施工进度较紧时，车库应另行布置塔吊施工。

3.3.3 根据塔吊布置、安装标高及楼层标高等因素，确定塔吊附墙位置、标高、做法以及预留孔洞的大小，并提请结构设计确认，后进行孔洞预留。塔吊附墙位置宜设置在现浇结构上。

3.3.4 当塔吊附墙使用时，附着装置的设置和自由端高度等应符合塔吊使用说明书的规定。

3.3.5 当附着水平距离、附着间距等不满足使用说明书要求时，应进行设计计算，

绘制制作图并编写相关说明。

3.3.6 附着装置设计时，应对支承处的建筑主体结构进行验算。

3.3.7 塔吊附墙安装必须在该层预制外墙节点灌浆料强度及其他现浇部位混凝土强度达到 100%设计强度后方可进行安装。

3.3.8 塔吊的数量可根据楼栋面积大小及该楼栋 PC 率进行评估，在进度计划、使用成本之间进行平衡，在综合成本不增加时，可考虑配备两台塔吊进行吊装作业。

3.4 施工电梯设置

3.4.1 施工电梯设置与现浇混凝土结构基本相同，在平面布置时，尽量布置于阳台、落地窗等后续施工作业量较少的部位，布置完成后提请结构设计人员复核结构的安全性。

3.4.2 施工电梯可分为设料台和不设料台两种，可根据实际情况选择。

3.4.3 根据施工电梯位置、安装标高及附墙楼层等因素，确定附墙位置、标高、做法以及预留孔洞的大小，并提请结构设计确认，后进行孔洞预留（放线孔、泵管洞、传料口等同理）。电梯附墙位置宜设置在现浇结构上。

3.4.4 施工电梯的附墙形式、附着高度、垂直间距、附着点水平距离、附墙架与水平面之间的夹角、导轨架自由端高度和导轨架与主体结构水平面距离等均应符合施工电梯使用说明书的要求。

3.4.5 当附墙架不能满足施工现场要求时，应对附墙架另行设计。附墙架的设计应满足刚度、强度、稳定性等要求，制作应满足设计要求。

3.4.6 施工电梯附墙安装必须在该层预制外墙节点灌浆料强度及其他现浇部位混凝土强度达到 100%设计强度后方可进行安装。

3.5 构件堆场布置

3.5.1 预制构件堆场面积和位置：根据标准层构件种类和数量，按照提前进场一层构件布置要求，进行各类构件的排布，确定堆场面积（一般大小为 8m×25m）。然后根据塔吊位置、楼层周边场地情况进行合理布置。

3.5.2 非地下车库上构件堆场做法

1 堆放场地应布置在塔吊工作半径范围内，并按照靠近主楼、方便卸车、利于吊装、流水配套的原则设置，确保构件起吊方便、占地面积少。

2 堆放场地需平整、结实，并应有相应的排水措施。地基承载力不满足要求的，做 100mm 厚 C25 混凝土垫层。

3.5.3 地下车库上构件堆场做法，按照第 3.2.4 条执行。

- 3.5.3 构件堆放场地外围应设封闭围挡和安全警示标志，非作业人员禁止入内。
- 3.5.4 预制构件存放时应根据其受力情况合理设置支垫位置。多层叠放时，支垫位置上下应对齐。
- 3.5.5 水平预制构件宜水平堆放，竖向预制构件宜竖向堆放。水平预制构件的堆放高度应满足设计要求且不应超过 6 层。竖向预制构件堆放应采用插放架存放。
- 3.5.6 对随运随吊能够满足现场吊装进度要求的预制构件（如叠合板），宜随运随吊。
- 3.5.7 施工现场宜避免预制构件的二次堆放和装卸。

3.6 防护架

- 3.6.1 根据结构形式、搭设高度、外立面特点、脚手架成本等，综合选择外挂式脚手架、落地式脚手架、悬挑式脚手架、附着式爬升脚手架等防护架形式。
- 3.6.2 外挂式防护架

外挂防护架受力主体采用型钢焊接的方形钢架，每两片为一组，组成一个相对独立的使用及提升单元，每片钢架挂在楼面预制外墙板上部（或梁中部），受力点采用 Q235 M27 的 8.8 级高强螺栓悬挂架体。根据待建建筑物层高、外形及施工需求等因素，提前进行深化设计，确定每片架体的长度及高度及在预制墙板或梁上预留孔洞位置，预留孔洞直径为 35mm，预留孔洞位置在平台板底向下 80~100mm 处。间距为 1800~2400mm。下图 3.6.2-1 为一工程示例。

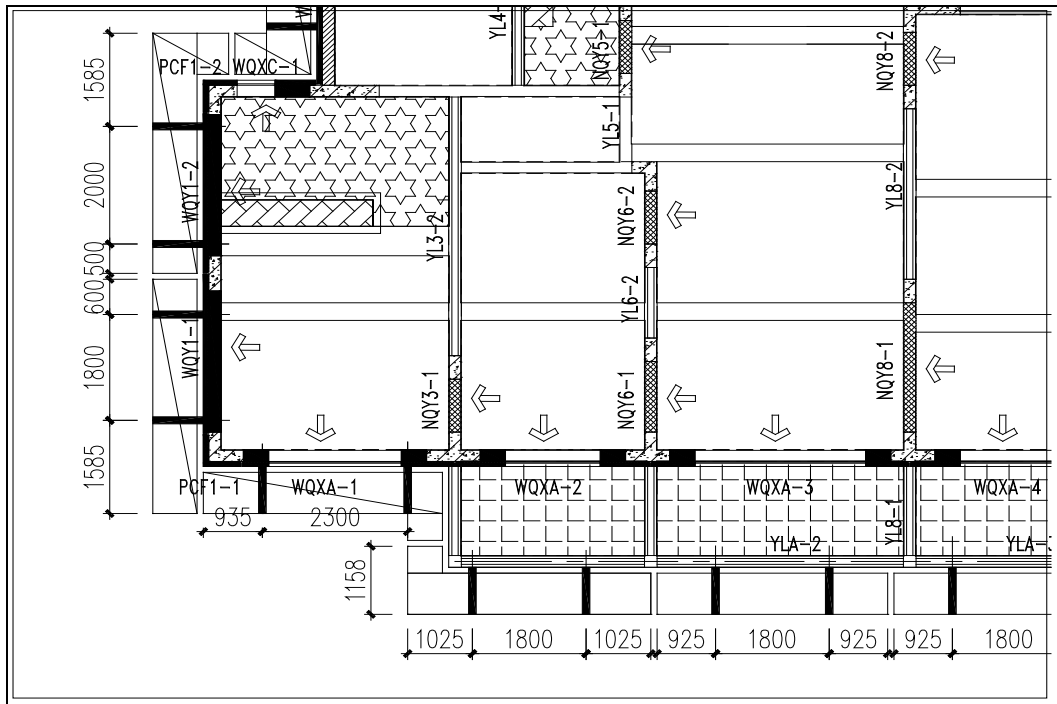


图 3.6.2-1 挂架平面布置示意图

1 材料

12#槽钢，50mm×50mm×3mm 方管，40mm×60mm×3mm 方管，30mm×30mm×3mm 方管，M27 8.8 级高强螺栓，30mm×30mm 钢丝网片，冲压型钢脚手板等。

2 要求

上部防护架体满封钢丝网片，钢丝网片与架体连接部位采用压条通过螺栓与架体连接牢靠。架体内最下端满铺冲压型钢脚手板，下设水平兜网。安全网应接缝严密，与结构墙面封严。外挂防护架受力主体螺栓预留孔洞应避开浴霸出气孔及其他类似的孔洞。其构造如图图 3.6.2-2。

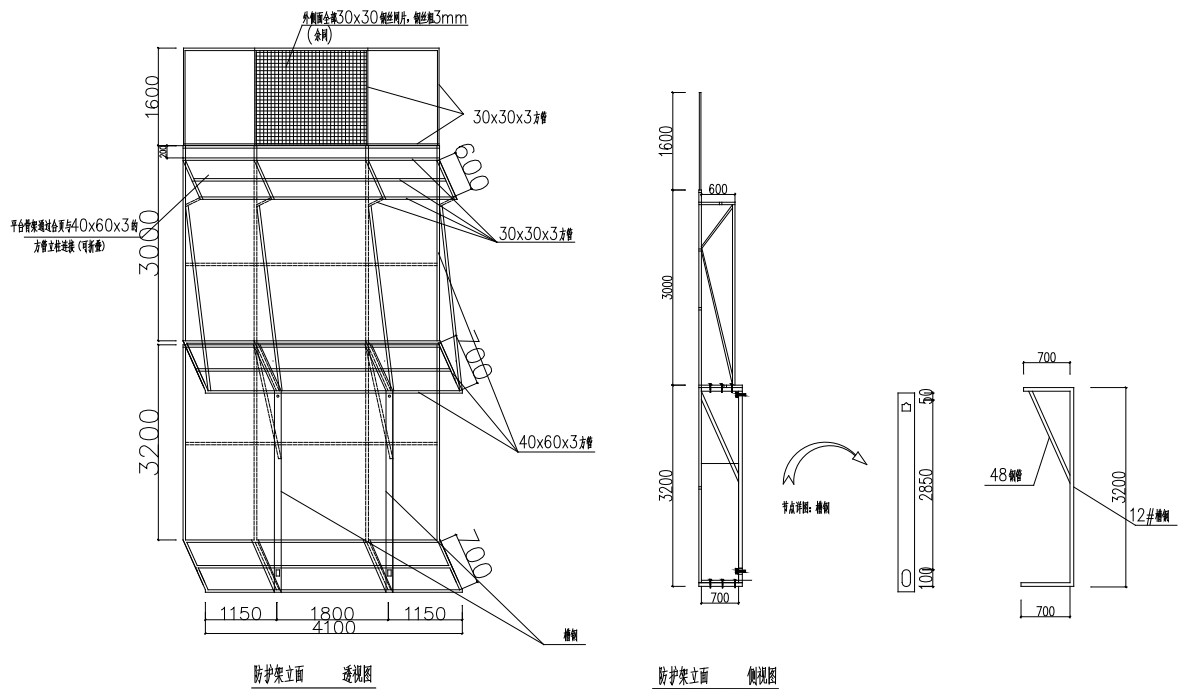


图 3.6.2-2 外挂防护架构造示意图

3.6.3 悬挑式脚手架：是在悬挑型钢上搭设的双排脚手架，其构造如图 3.6.3-1，具体要求如下：

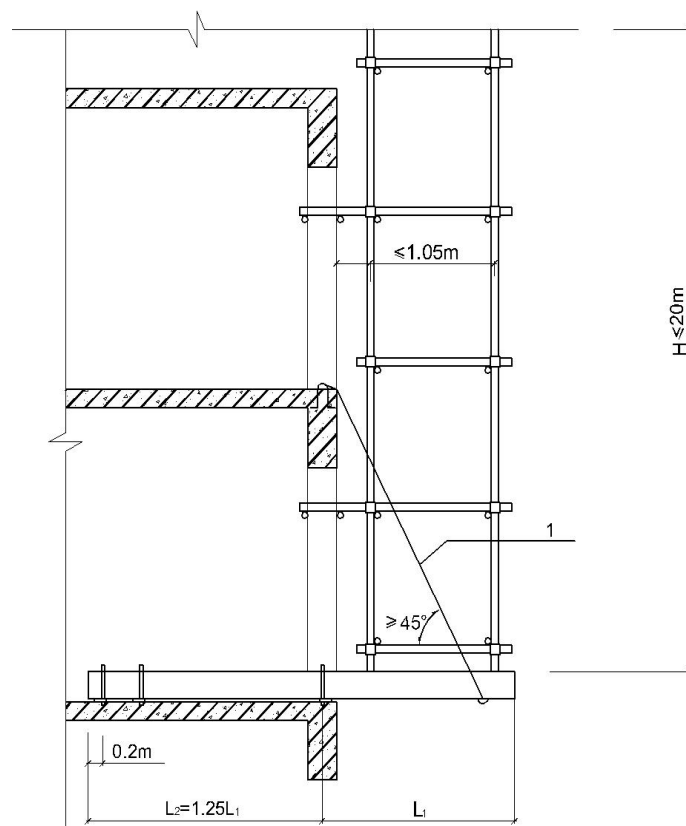


图 3.6.3-1 型钢悬挑脚手架构造

1-钢丝绳或钢拉杆

- 1 一次悬挑脚手架高度不宜超过 20m。
- 2 型钢悬挑梁宜采用双轴对称截面的型钢。悬挑钢梁型号及锚固件应按设计确定，钢梁截面高度不应小于 160mm。悬挑梁尾端应在两处及以上固定于钢筋混凝土梁板结构上。锚固型钢悬挑梁的 U 型钢筋拉环或锚固螺栓直径不宜小于 16 mm。
- 3 用于锚固的 U 型钢筋拉环或螺栓应采用冷弯成型。U 型钢筋拉环、锚固螺栓与型钢间隙应用钢楔或硬木楔楔紧。
- 4 每个型钢悬挑梁外端宜设置钢丝绳或钢拉杆与上一层建筑结构斜拉结。钢丝绳、钢拉杆不参与悬挑钢梁受力计算；钢丝绳与建筑结构拉结的吊环应使用 HPB235 级钢筋，其直径不宜小于 20 mm，吊环预埋锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中钢筋锚固的规定。
- 5 悬挑钢梁悬挑长度应按设计确定，固定段长度不应小于悬挑段长度的 1.25 倍。型钢悬挑梁固定端应采用 2 个（对）及以上 U 型钢筋拉环或锚固螺栓与建筑结构梁板固定，U 型钢筋拉环或锚固螺栓应预埋至混凝土梁、板底层钢筋位置，并应与混凝土梁、板底层钢筋焊接或绑扎牢固，其锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中钢筋锚固的规定（图 3.6.3-2、图 3.6.3-3、图 3.6.3-4）。

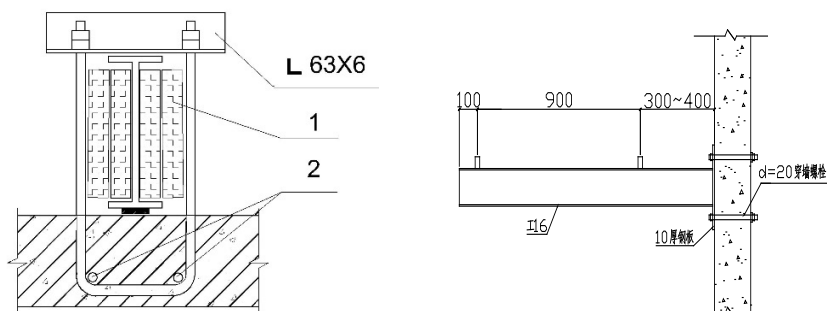


图 3.6.3-2 悬挑钢梁 U 型螺栓固定构造图 3.6.3-3 悬挑梁侧面固定于墙板构造
1-木楔；2-两根 1.5m 长直径 18mm 钢筋

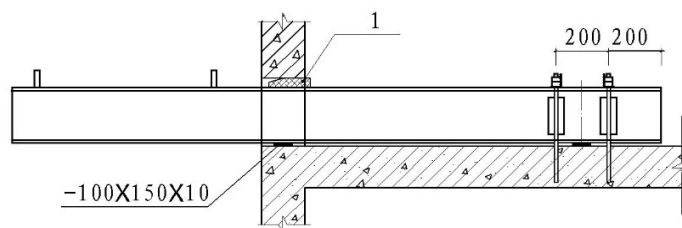


图 3.6.3-4 悬挑钢梁穿墙构造
1-木楔楔紧

6 当型钢悬挑梁与建筑结构采用螺栓钢压板连接固定时，钢压板尺寸不应小于 100mm×10mm（宽×厚）；当采用螺栓角钢压板连接时，角钢的规格不应小于 63mm×63mm×6mm。

7 型钢悬挑梁悬挑端应设置能使脚手架立杆与钢梁可靠固定的定位点，定位点离悬挑梁端部不应小于 100mm。

8 锚固位置设置在楼板上时，楼板的厚度不宜小于 120mm。如果楼板的厚度小于 120mm 应采取加固措施。

9 搁置与楼板上的悬挑梁应在墙板下部留洞；在墙板侧面固定的挑梁应在墙板上部留孔。

3.6.4 爬升式脚手架是指搭设一定高度并附着于工程结构上，依靠自身的升降设备和装置，可随工程结构逐层爬升或下降，具有防倾覆、防坠落装置的外脚手架。附着升降脚手架主要由附着升降脚手架架体结构、附着支座、防倾装置、防坠落装置、升降机构及控制装置等构成。其外形如图 3.6.4。

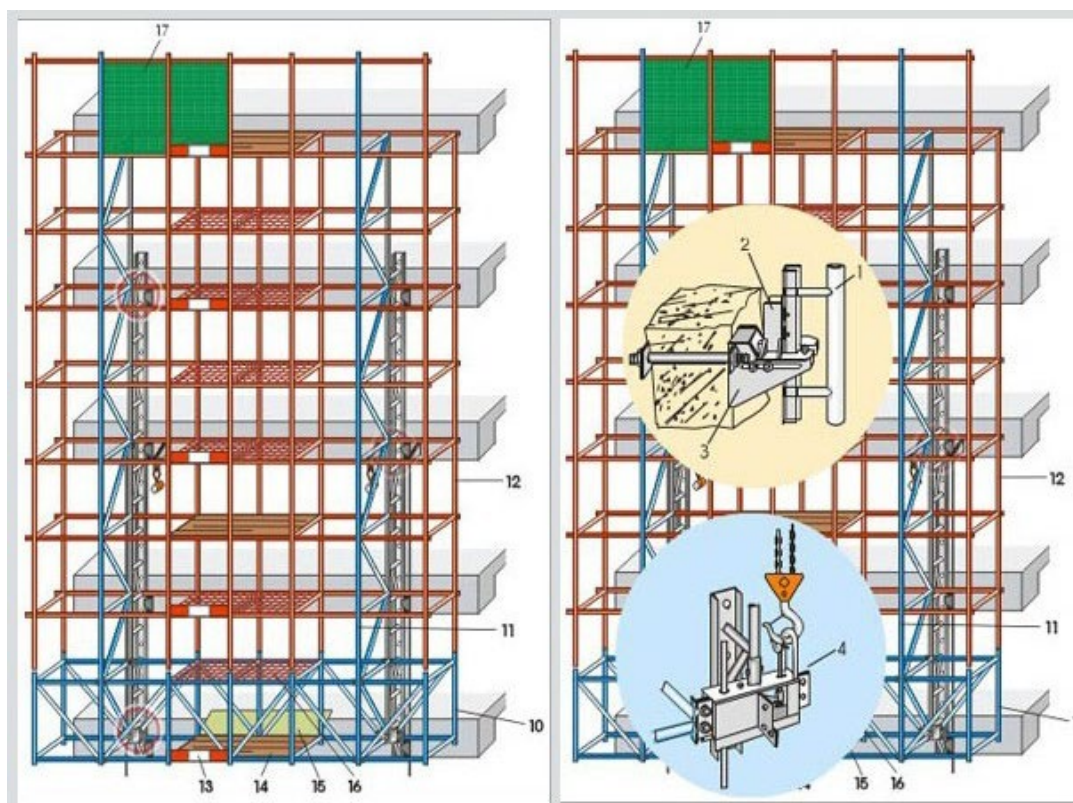


图 3.6.4 爬升式脚手架外形图

3.7 叠合梁、板支撑

3.7.1 承插型盘扣式钢管支架

支撑体系仅使用盘扣式钢管支架中的立杆、横杆及可调顶托、可调底座、竖向斜拉杆所构成的塔架作为支撑；横杆通过轮盘上的孔楔紧，形成一个整体（图 3.7.1）。

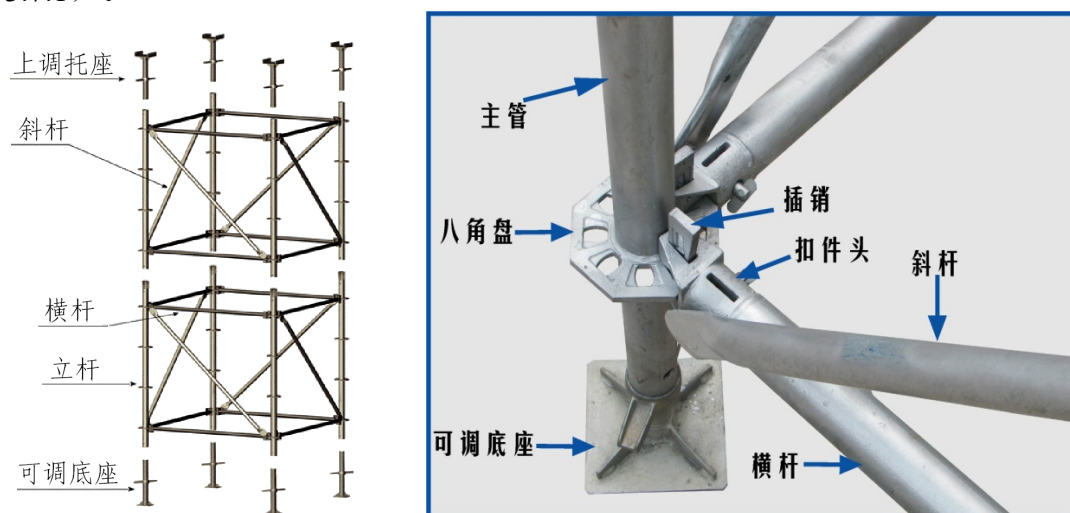


图 3.7.1 承插型盘扣式钢管支架构造示意图

1 材料: B 型 $\Phi 48 \times 3.2\text{mm}$ 立杆, B 型 $\Phi 48 \times 2.5\text{mm}$ 横杆, XG 型 $\Phi 33.5 \times 2.5\text{mm}$ 斜杆, B 型 $\Phi 38 \times 5.0\text{mm}$ 可调托座, $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ 木方。

2 做法: 根据水平构件平面布置图进行钢管支架的布置。常用立杆间距叠合板下采用以 $1200\text{mm} \times 2100\text{mm}$ 为主, 梁底采用 $900\text{mm} \times 1200\text{mm}$ 。承插型盘扣式钢管支架立杆、横杆应避让预制墙、柱斜支撑。

3.7.2 杆件具体尺寸应根据楼层净高、房间平面尺寸确定。

上焊接拉环，通过螺栓固定于墙板上；下端与楼板内预埋的拉环连接，斜支撑通过两端的拉钩与拉环连接，具体构造如下图 4.1.2

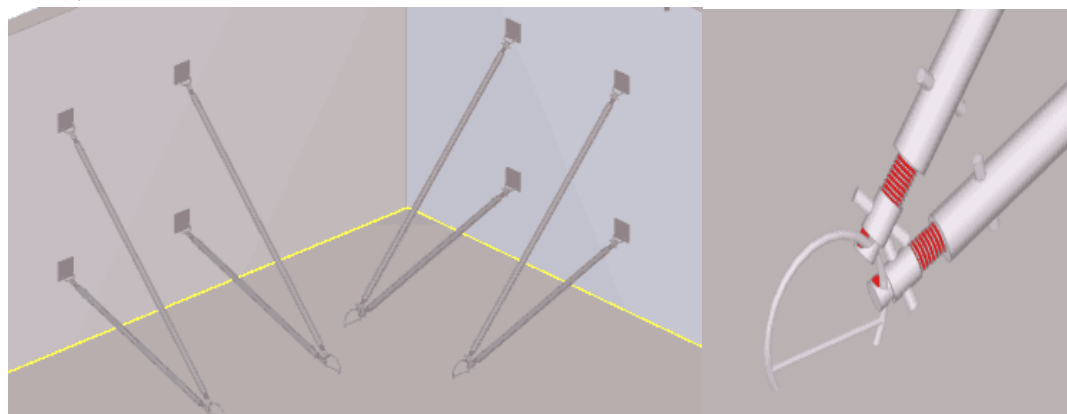


图 4.1.2 拉钩连接斜支撑示意图

4.2 钢筋定位模具

4.2.1 为保证楼层上墙板上伸出的与上一层墙板连接的钢筋位置准确，在楼层混凝土浇筑前，用钢筋定位模具对其进行定位。一般应根据构件分布图和构件制作图中钢筋位置，进行的深化设计，制定钢筋定位模具。

1 材料：直径 12mm 的圆钢，50mm×50mm×5mm 角钢，M12 螺母，壁厚 3mm 的无缝钢管。

2 做法：用 50mm×50mm×5mm 角钢焊接成矩形框，用比钢筋大 5mm 的无缝钢管作为定位套筒，焊接于矩形框上，并在两端的二个套筒上侧面开三个孔并焊接螺母，用于固定定位模具与钢筋上，如果定位模具长度超过 2m 还应增加能够上下固定的套筒。满足钢筋定位精度偏差不大于 3mm 的要求。具体做法详见（图 4.2.1-1 、图 4.2.1-2）。

4.2.2 钢筋定位模具应固定于墙板上或两端或侧面的钢筋上。

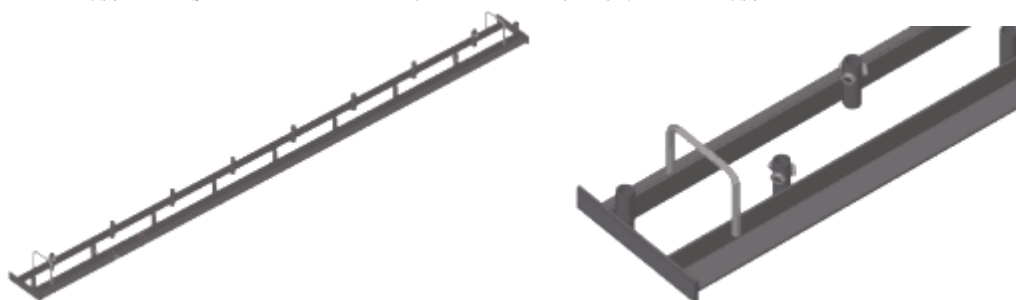


图 4.2.2-1 钢筋定位模具立体图

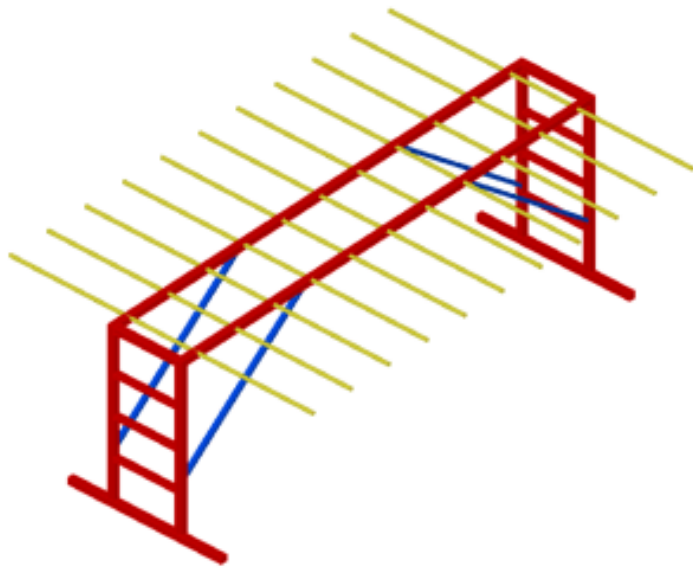


图 4.3.3-1 固定间距竖向构件插放架立体图

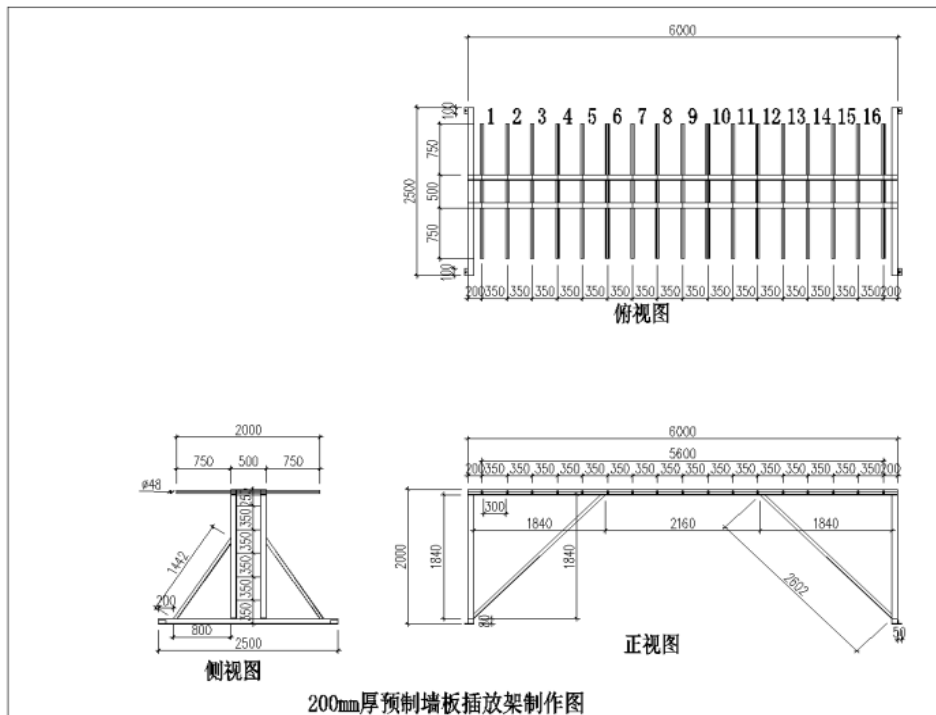


图 4.3.3-2 固定间距竖向构件插放架加工图

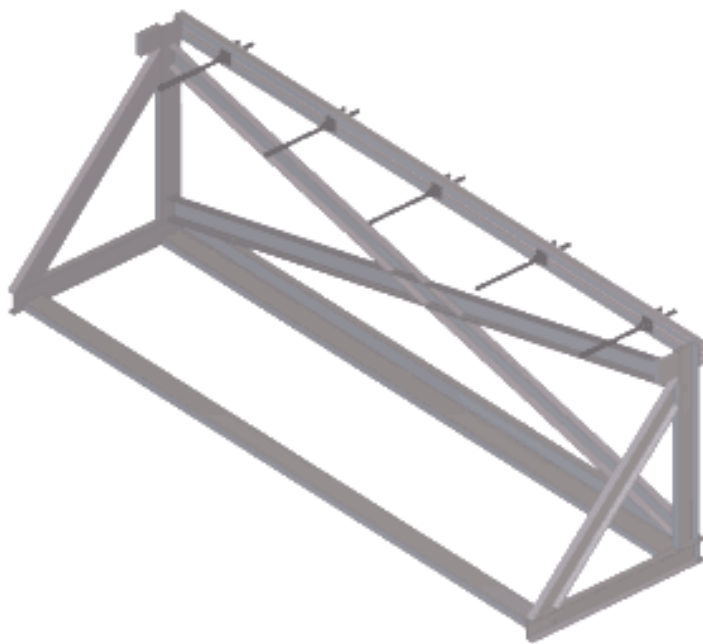
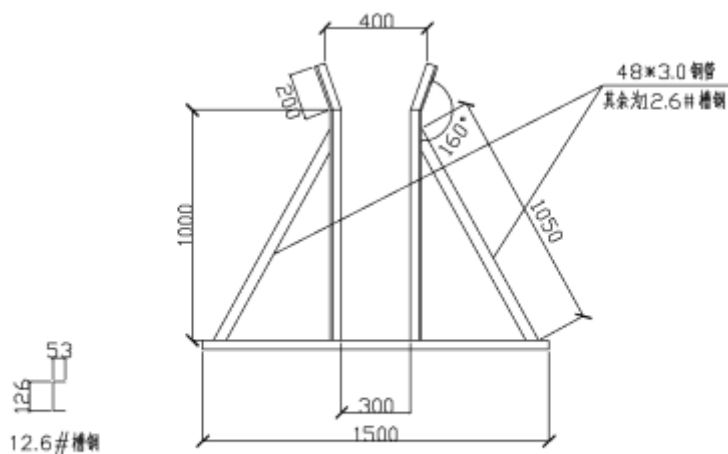


图 4.3.3-3 可调间距竖向构件插放架立体图



200mm 厚带飘窗预制墙板单一插放架制作图

图 4.3.3-4 带飘窗墙板插放架做法示意图

4.4 板带吊模吊具

4.4.1 叠合板的现浇板带模板的留置宽度一般为 10mm、100mm、300mm 等几种。当现浇板带宽度为 300mm 时，模板吊模方法如下：

4.4.2 材料：直径 8mm，12mm 钢筋，M12 双头螺栓，M12 钢塑锥形螺母，40mm×60mm 方钢，40mm×40mm×4mm 垫片，16mm 厚模板，40mm×90mm 木枋等。

4.4.3 做法：用反吊螺杆固定板缝底部模板，采用 40mm×60mm 方钢中间钻 Φ

16 的孔，加设 40mm×40mm×4mm 垫片用同型号螺母收紧，吊杆距离端部不应大于 300mm，中间间距不应大于 900mm。具体做法详见下图 4.4.3：

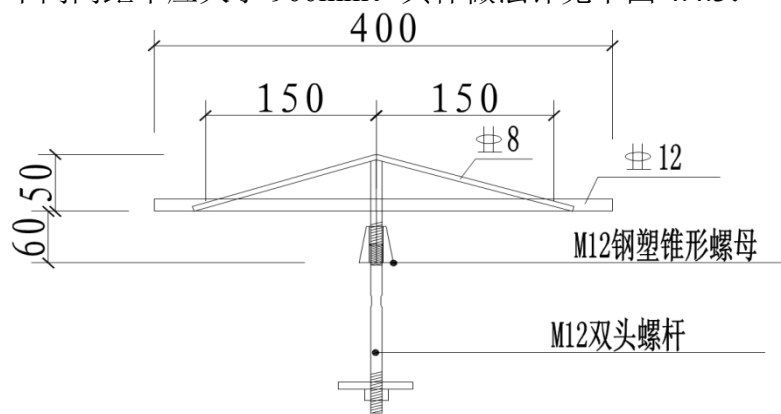


图 4.4.3 吊具图

4.5 吊装用具

4.5.1 吊具的选择应根据预制构件外形尺寸、吊点位置、受力特点等因素进行综合考虑，叠合板、梁、楼梯等水平预制构件吊索与预制构件的夹角应不小于 60°。通过吊具、吊点位置的设置，保证预制构件起吊时处于平稳状态，减少吊索对预制构件长度方向的附加力。

4.5.2 吊具适用范围：扁担梁形式的吊具一般适用于预制墙板、预制梁、预制楼梯、预制阳台板等；矩形框型吊具一般适用于叠合板、预制楼梯、预制阳台板、预制空调板等；方框型吊具一般适用于预制柱等。

4.5.3 预制柱吊具

- 1 材料：20#槽钢，176mm×70mm×10mm 缀板，50mm×50mm×20mm 钢板等。
- 2 做法详见下图：

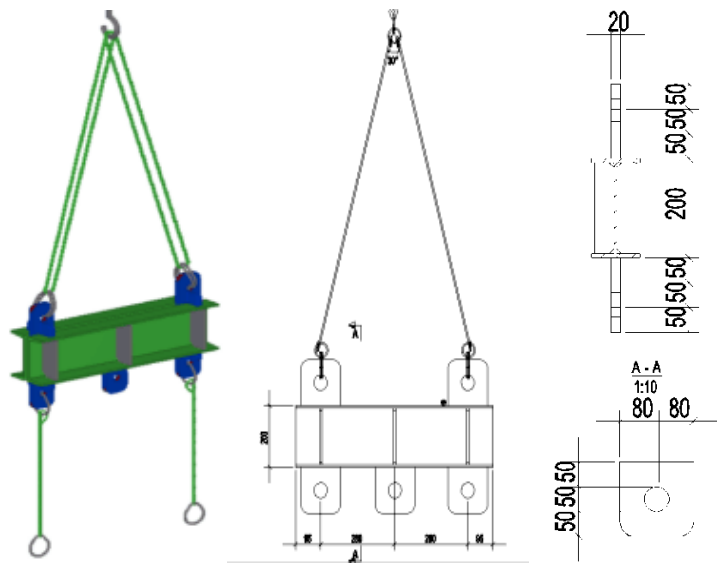


图 4.5.3 预制柱吊具构造图

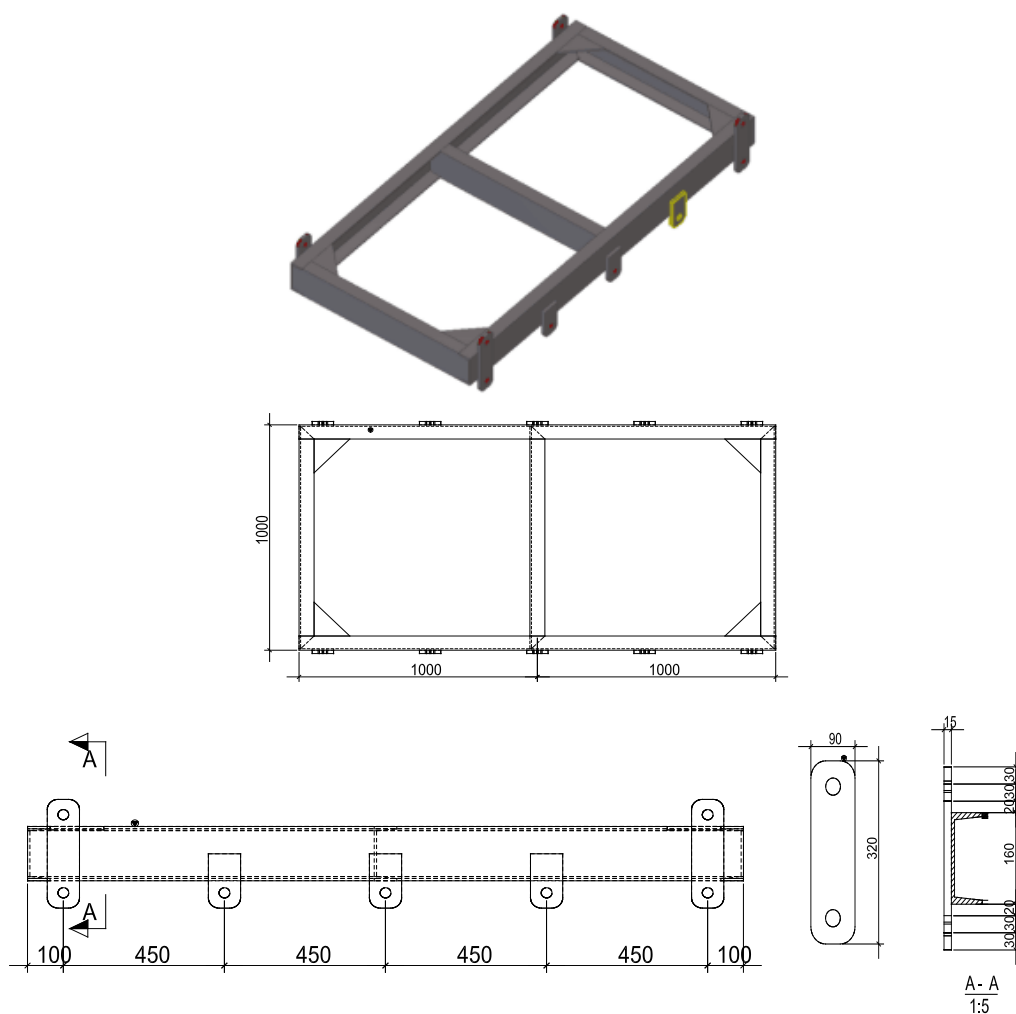


图 4.5.5 叠合板、预制楼梯吊具构造图

4.6 吊索

4.6.1 吊装钢丝绳吊索：钢丝绳吊索是最为常用的吊索，其规格如表 4.6.1。

表 4.6.1 钢丝绳规格负荷能力

钢丝绳 直径 (mm)	11	13	15	17.5	19.5	21.5	24	28	32.5	39.0	43	52
安全 负荷 (t)	1	1.5	2	2.6	3.3	4.1	4.9	6.5	9.1	13.1	16.1	23.4

注：钢丝抗拉强度为 1670MPa,安全系数等于 6。

4.6.2 吊装链条：由于吊装链条刚度小，易于调整长短尺寸和角度，在吊装工程中已经开始使用，其形状如图 4.6.2，规格如表 4.6.2。

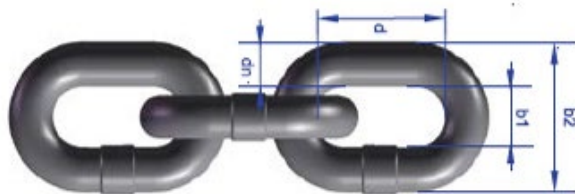


图 4.6.2 吊装链条形状图

表 4.6.2 吊装链条规格

链条 直径 dn	内长 P (mm)			宽度 (mm)		极限工作 载荷(t)	单位长 度重量 (kg/m)	试验 负荷 (KN)	最小破 断负荷 (KN)
	公称 直径	最大 内长	最小 内长	最小内 宽 b1	最大外 宽 b2				
8	24	24.7	23.3	10.4	29.6	2	1.38	50.3	80.4
10	30	30.9	29.1	13	37	3.15	2.2	78.5	126
13	39	40.2	37.8	16.9	48.1	5.3	3.8	133	212
16	48	49.4	46.6	20.8	59.2	8	5.63	201	322
18	54	55.6	52.4	23.4	66.6	10	7.3	254	407
19	57	58.7	55.3	24.7	70.3	11.2	8.1	283	454
20	60	61.8	58.2	26	74	12.5	8.6	314	503
22	66	68	64	28.6	81.4	15	10.2	380	608
23	69	71.1	66.9	29.9	85.1	16	12	415	665
25	75	77.3	72.8	32.5	92.5	20	14.1	491	785
26	78	80.3	75.7	33.8	96.2	21.2	15.2	531	849
28	84	86.5	81.5	36.4	104	25	17.6	706	985
32	96	98.9	93.1	41.6	118	31.5	23	804	1290
36	108	111	104.8	46.8	133	40	29	1020	1630
40	120	124	116.4	52	148	50	36	1260	2010
45	135	139	131	58.5	167	63	45.5	1590	2540

5 吊装施工

5.1 准备工作

5.1.1 技术准备

- 1 熟悉施工图纸，进行图纸会审，复核设计做法是否符合国家现行规范的要求，读懂各部位节点做法；
- 2 编制专项施工方案，施工方案应包括工程概况、编制依据、整体进度计划、预制构件运输、施工场地布置、安装方法、施工安全、质量管理、构件安装的专项施工质量管理、渗漏和裂缝等质量缺陷防治措施、绿色施工与环境保护措施、信息化管理、应急预案等方面内容；
- 3 对管理人员及劳务作业人员进行详细的安全技术交底，并考核合格；
- 4 预制构件安装施工前，应编制合理可行的施工计划，明确预制构件吊装的时间节点和进场计划；
- 5 核对已施工完成结构的混凝土强度、外观质量、尺寸偏差等符合设计要求和本标准的有关规定；
- 6 核对预制构件混凝土强度及预制构件和配件的型号、规格、数量等符合设计要求；
- 7 检查构件套筒、预留孔的规格位置、数量和深度；检查被连接钢筋的规格位置、数量和长度；当套筒、预留孔内有杂物时，应清理干净；当连接钢筋倾斜时，应进行矫直；连接钢筋偏离套筒或孔洞中心线不宜超过 5mm。
- 8 在已施工完成结构及预制构件上进行测量放线，并应设置安装定位标志。

5.1.2 人员

每个班组吊装工约 5 人，灌浆工约 4 人，并具有相应的岗位证书。

5.1.3 材料准备

预制构件：预制构件进场后，检查预制构件的规格、型号、预埋件位置及数量、外观质量等，均应符合设计和相关标准要求，预制构件应有出厂合格证，表面标志清晰唯一。

5.1.4 主要吊具

- 1 测量、放线、检验：应备有水准仪、测垂仪、钢卷尺、水平尺等；
- 2 施工操作：吊索、手拉葫芦、钢丝绳、钢扁担、溜绳、卸扣、撬棍、钢角码、钢垫板、大锤、小型液压千斤顶、扫帚等；
- 3 构件固定工具：斜撑杆构件、楔子（木楔、钢或混凝土楔）、垫片等。

5.1.5 作业条件

1 根据预制构件吊装索引图，确定合理的预制构件吊装起点，并在预制构件上标明其吊装区域和吊装顺序编号。

2 预制构件吊装前，应确认预制构件安装工作面满足预制构件安装要求。

3 预制构件吊装前，按设计要求，根据楼层已弹好的平面控制线和标高线，确定预制构件安装位置线及标高线，并进行复核。

4 防护系统按照施工方案进行搭设、验收，并符合下列规定：

1) 工具式外防护架应试组装并全面检查，附着在构件上的防护系统应复核其与吊装系统的协调；

2) 利用预制外墙板作为工具式防护架受力点，应在构件设计阶段进行单独设计，在防护架使用中应采取成品保护措施确保外墙板不受损坏；

3) 高空作业人员应正确使用安全防护用品，使用工具式操作架进行安全安装作业。

5.1.6 测量放线

1 每层楼面轴线垂直控制点不应少于 4 个，楼层上的控制轴线应用经纬仪由底层原始点直接向上引测。

2 每个楼层应设置 1 个引测高程控制点。

3 预制构件控制线应由轴线引出，每一块（件）预制构件应有纵、横控制线各 2 条。

4 预制外墙板安装前应在墙板内侧弹出竖向与水平线，安装时应与楼层上该墙板控制线相对应。当采用饰面砖外装饰时，饰面砖竖向、横向砖缝应引测、贯通到外墙内侧来控制相邻板与板之间、层与层之间饰面砖缝对直。

5 应在外墙板垂直度测量，4 个角设的测点为预制外墙板转换控制点，用测垂仪或靠尺（线托板）以此 4 点在内侧进行垂直度校核和测量。

6 应在预制外墙板顶部设置水平标高点，在上层预制外墙板吊装时应先垫垫块。

5.1.7 构件进场验收

预制构件进入施工现场，质检员应根据工厂提交的产品检验单检查产品是否合格。检验不合格但可现场处理的应现场处理；不能现场处理的应返厂处理。检验内容主要包括构件外观、平面平整度、灌浆孔、套筒内孔、预留钢筋，检查记录表格见表 5.1.7。

表 5.1.7-1 预制构件进场检查记录表

工程名称			分部（子分部） 工程名称		分项工程 名称											
施工单位			项目负责人		检验批容量											
分包单位	/		分包单位项目 负责人	/	检验批部位											
选择计数 抽样方案	按 GB 50300、GBT51231-2016 一次抽样判定															
主控项目	项目			检查部位及质量情况												
	外观质量严重缺陷															
	预制构件上的套筒、预埋件、预留插筋、预埋管线等，灌浆孔、溢浆孔是否畅通															
一般项目	构件标识															
	外观质量一般缺陷															
	预制构件的粗糙面的质量及键槽的数量															
现场测量	项目			测量部位		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
				设计要求 (mm)	测量 数据											
	长度	楼板类、 梁柱桁架类	<12m	±5												
			≥12m 且 <18m	±10												
			≥18m	±20												
			墙板类	±4												
	宽度、高 (厚)度	楼板类、梁柱桁架类		±5												
		墙板类		±3												
	表面平整度	楼板类、梁柱桁架类、墙板类 内表面		4												
		楼板类、墙板类外表面		3												
	侧向弯曲	楼板类、梁柱		L/750 且 ≤20												
		墙板类、桁架		L/1000 且 ≤20												
	翘曲	楼板类		1/750												
		墙板类		1/1000												
	对角线	楼板类		6												
		墙板类、门窗口		5												
		宽度、高度		±3												

表 5.1.7-2 预制构件进场检查记录表

	项目		测量部位		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			设计要求 (mm)	测量 数据										
现场 测量	预留孔	中心线位置	5											
		孔尺寸	±5											
	预留洞	中心线位置	5											
		洞口尺寸、深度	±5											
	门窗口	中心线位置	5											
		宽度、高度	±3											
	预埋件	预埋钢板中心线位置	5											
		预埋钢板与平面高差	0, -5											
		预埋螺栓中心线位置	2											
		预埋螺栓外露长度	+10, -5											
		套筒、螺母中心线位置	2											
		套筒、螺母与平面高差	0, -5											
		线盒、电盒水平偏差	10											
		线盒、电盒垂直偏差	0, -5											
		吊环、木砖中心线位置偏移	10											
		吊环、木砖与构件表面混凝土高差	0, -10											
	预留插筋	中心线位置	3											
		外露长度	±5											
	键槽	中心线位置	5											
		长度、宽度	±5											
		深度	±5											
	灌浆套筒及连接钢筋	灌浆套筒中心线位置	2											
		连接钢筋中心线位置	2											
		连接钢筋外露长度	10,0											
检查结果														
栋号长		时间		质量员		时间								

注：1 构件分批次进场，分别验收记录；

2 无检查项填“/”；

3 L为构件最长边的长度（mm）；

4 检查中心线、螺栓和孔道位置偏差时，应沿纵横两个方向量测，并取其中偏差较大值。

5.1.8 钢筋定位模具进场验收

为了保证竖向构件预留钢筋定位的准确度，应加工钢筋定位模具，施工前进行检查验收，验收记录表格见表5.1.8。

表 5.1.8 钢筋定位模具进场验收记录表

工程名称						施工部位											
钢筋定位模具平面布置图																	
检查数据	项次	检查项目及内容	允许偏差	实测偏差												检查方法	
	1	变形、弯曲	L/1500且≤5mm														拉线，用钢尺量侧向弯曲最大处
	2	焊接质量	合格/不合格														观察
	3	钢筋定位套筒	≤3mm														用钢尺测量
检查结果																	

质量员： 栋号长： 日期： 年 月 日

注：1 记录人按照钢筋定位模具安装位置绘制平面布置图，并对定位模具编号，检验后将数据填入表格，与允许偏差值比较，在检验结果栏注明合格与否；

2 L为模具最长边的长度（mm）。

5.1.9 构件连接基础面检查

预制墙、预制柱等竖向构件吊装前需对构件连接基础面进行检查，检查内容主要包括基础表面情况、钢筋伸出长度和位置、基础面分仓等。

5.2 施工流程

5.2.1 装配式结构总体施工流程

1.施工准备→2.预制墙（柱）安装→3.预制梁安装→4.预制楼板（叠合板、双 T 板）安装→5.预制阳台板（空调板）安装→6.楼梯安装→7. 钢筋绑扎及管线敷设→8. 混凝土浇筑与养护→下一楼层安装。在吊装时也可根据需要将楼梯吊装时间提前。

5.3 外墙吊装

5.3.1 施工过程

1 施工工艺一：1.调整标高、预留钢筋校正→2.灌浆区座浆、分仓→3.吊具、缆风绳、吊钩安装→4.塔吊吊运→5.手扶平稳下降→6.套筒对准预留钢筋→7.初步校正→8. 安装斜支撑校核→9. 校正垂直度、固定斜支撑、松钩→10. 摘除吊钩。

2 施工工艺二：1.调整标高、预留钢筋校正→2.灌浆区座浆、分仓→3.吊具、缆风绳、吊钩安装→4.塔吊吊运→5.手扶平稳下降→6.套筒对准预留钢筋→7.初步校正→8. 安装斜支撑→9. 摘除吊钩→10. 校正→11.最后固定斜支撑。这种方法把安装与校正分成二个阶段进行，便于充分发挥塔吊的效率，校正和吊装可以是二个班组完成。

5.3.2 操作要点

1 调整标高

预制墙板、柱安装施工前，通过激光扫平仪和钢尺检查楼板面标高，用垫片使预制墙板底部标高控制在允许偏差范围内，底部标高垫片宜采用钢质垫片或硬橡胶垫片，厚度采用 1mm、2mm、5mm、10mm、20mm 的组合。

2 竖向预留钢筋校正

根据所弹出墙边线，对预留钢筋进行位置复核，对中心位置偏差超过 10mm 的插筋根据图纸采用 1:6 冷弯校正，不得烘烤，对个别偏差较大的插筋，应将插筋根部混凝土剔凿至有效高度后再进行冷弯矫正，以确保浆锚连接质量。

现浇与预制结构转换层施工时，须加强对采用套筒灌浆连接的钢筋的定位管理，应确保钢筋定位器在后续混凝土浇筑中不受到扰动。

3 灌浆区分仓

湿润楼地面，完成墙板下部灌浆区分仓工序，分仓材料采用专用座浆料。采用电动灌浆泵灌浆时，单仓长度不超过 1.5m，分仓隔墙宽度不应小于 20mm。为防止遮挡套筒孔口，分仓位置距离连接钢筋外缘应不小于 40mm。

3 吊具、缆风绳安装

构件起吊前，作业人员应确认构件型号。预制外墙顶部对称预埋 2 个半圆形吊环或钉钩，塔吊吊钩悬挂 2 根等长度吊索与半圆形吊环或钉钩分别通过吊具相连接，使吊索均匀受力。吊索水平夹角不宜小于 60°。预制外墙两端各设置 1 根缆风绳，长度为构件高度+2m，作用为吊装过程中调节构件方向及位置。

4 塔吊吊运

起吊时，堆场区及起吊区的信号指挥与塔吊司机的联络通讯应使用标准、规范的普通话。塔吊提升速度 0.5m/s，保证预制外墙匀速、安全地吊至就位地点上方，用时 1~3min。如图 5.3.2。

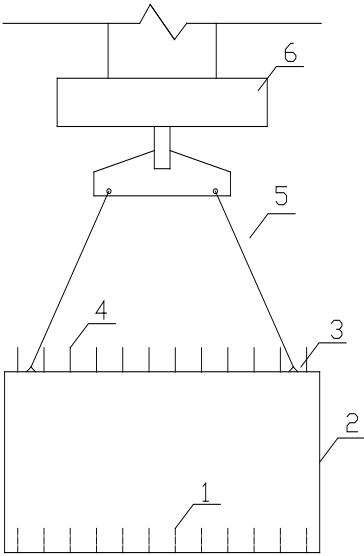


图 5.3.2 预制剪力墙吊装
1-套筒；2-预制剪力墙墙板 3-预埋吊具；
4-预埋钢筋；5-吊索； 6-塔吊挂钩

5 预制外墙安装

待墙体下放至距楼面 1m 处，减缓下放速度，由两名作业人员手扶引导降落，防止与外挂架或竖向钢筋碰撞。一名作业人员利用镜子观察连接钢筋是否对准套筒，注意不得将手脚放于构件下方，以防夹伤。降落至垫块上后停止降落，同时保证预制墙板下口与预先测放的定位墙线重合。

6 预制外墙调整就位

在预制外墙初步就位后，安装可调斜支撑，墙面支撑点、地面支撑点依次进行安装。每块预制外墙斜支撑体系由 2 组、每组上下 2 根斜支撑组成，安装在预制墙构件同一侧，起到防倾覆、位移的作用。斜支撑初步固定后，将测垂仪垂直靠放于预制墙板左右两角的上方，向下投点，与楼面上预先测放的 50mm 控制线

比较，作业人员通过旋转斜支撑来微调斜支撑的长度，达到调整预制外墙垂直度的目的。然后固定斜支撑，摘除吊钩。预制外墙在斜支撑固定之前，塔吊不得有任何动作及移动。吊装调节完毕后，由项目质检员进行验收。验收通过后，方可进行墙板之间连接钢板的焊接固定操作。

5.4 柱吊装

5.4.1 施工过程

1 调整标高→2.吊具、缆风绳、吊钩安装→3.塔吊吊运→4.手扶平稳下降→5.对准预留钢筋→6.安装斜支撑→7.垂直度校核→8.调节斜支撑→9.固定斜支撑→10.摘除吊钩

5.4.2 操作要点

- 1 调整标高、预留钢筋校正，方法同预制墙板；
 - 2 吊具、缆风绳安装
- 构件起吊前，作业人员应确认构件型号。首先在预制柱顶部对称安装 2 个旋转吊环，吊梁悬挂 2 根等长度吊索与旋转吊环分别连接，使吊索均匀受力。起吊前，应对柱子吊装方向做好计划。每个柱子都应吊至指定的位置，并应按照事先的标示进行施工（比如统一标出柱子的北面，安装时标示北的一面指向北），保证方向的正确性。预制柱设置 2 根缆风绳，长度为构件高度+2m，作用为吊装过程中调节构件方向及位置。
- 3 塔吊吊运
- 起吊时，堆场区及起吊区的信号指挥与塔吊司机的联络通讯应使用标准、规范的普通话。塔吊提升速度 0.5m/s，保证预制柱匀速、安全地吊至就位地点上方，用时 1~3min。

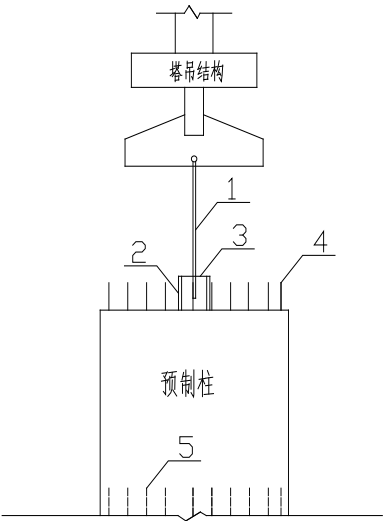


图 5.4.1 预制柱吊装

1-吊索；2-预埋吊具 3-吊件；4-插筋；5-套筒

4 预制柱安装

PC 柱吊至离安装面 1m 左右，作业人员稳定柱子不抖动，缓慢指引柱子到指定位置 30cm 处，调整柱子位置，使钢筋头部对准柱底部的套筒空腔，一名作业人员可以利用镜子观察连接钢筋是否对准套筒空腔，然后慢慢插入。注意提醒相关作业人员，避免手脚被夹住，可以使用木方等辅助保护用具。另外操作过程中应使用预先约定的信号和词语。单独安排一名信号工和 2~3 人的操作人员进行施工操作。

5 预制柱调整就位

为了防止柱子倾倒，柱子两面设置可调斜支撑，柱面支撑点及地面支撑点依次进行安装。斜支撑初步固定后，将激光垂直仪垂直靠放于预制柱上方，向下投点，与楼面上预先测放的 50mm 控制线比较，作业人员通过旋转斜支撑来微调斜支撑的长短，达到调整预制柱垂直度的目的。固定斜支撑，摘除吊具。预制柱在安装斜支撑并固定之前，塔吊不得有任何动作及移动。

具体调节步骤为：

1) 根据地面主控线(轴线)进行柱子水平位置调整，即保证柱子中心与轴线重合。使用水平调节器进行操作。中心偏差目标值为 $\pm 3\text{mm}$ ，临界值为 $\pm 10\text{mm}$ 。

2) 通过激光垂直仪，微调斜支撑长度从而进行预制柱垂直度调整。垂直允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ 。水平位置允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ 。各个柱子矫正后，检查相邻柱子中线的间距，保证和最先进行调整的基准柱子的间距偏差为 $\pm 10\text{mm}$ 以内。

5.5 内墙吊装

5.5.1 施工流程

1 调整标高→2.灌浆区座浆、分仓→3.吊具、缆风绳、吊钩安装→4.塔吊吊升→5.手扶平稳下降→6.套筒对准预留钢筋→7.安装斜支撑→8.松钩、垂直度校核→9.调节斜支撑→10.固定斜支撑→11.拆除吊钩

5.5.2 操作要点

1 调整标高

预制墙板、柱安装施工前，通过激光扫平仪和钢尺检查楼板面标高，用垫片使预制墙板底部标高控制在允许偏差范围内，底部标高垫片宜采用钢质垫片或硬橡胶垫片，厚度采用 1mm、2mm、5mm、10mm、20 mm 等的组合。

2 灌浆区分仓

湿润楼地面，完成墙板下部灌浆区分仓工序，分仓材料采用专用座浆料。采用电动灌浆泵灌浆时单仓长度不超过 1.5m，分仓隔墙宽度应不小于 20mm，为防止遮挡套筒孔口，分仓位置距离连接钢筋外缘应不小于 40mm。

3 吊具、缆风绳安装

构件起吊前，作业人员应确认构件型号。预制内墙顶部对称预埋 2 个吊环，

塔吊吊钩悬挂 2 根等长度吊索与吊环分别连接，使吊索均匀受力。吊索水平夹角不宜小于 60°。预制内墙两端各设置 1 根缆风绳，长度为构件高度+2m，作用为吊装过程中调节构件方向及位置。

4 塔吊吊升

起吊时，堆场区及起吊区的信号指挥与塔吊司机密切配合。塔吊提升速度 0.5m/s，保证 PC 内墙匀速、安全地吊至就位地点上方。

5. 预制内墙安装

待墙体下放至距楼面 1m 处，减缓下放速度，由两名作业人员手扶引导降落，防止与竖向钢筋碰撞。一名作业人员利用对准镜观察连接钢筋是否对准套筒，注意不得将手脚放于构件下方，以防夹伤。降落至钢垫圈后停止降落，同时保证预制墙板下口与预先测放的定位墙线重合。

6. 预制内墙调整就位

在预制内墙初步就位后，安装可调斜支撑，墙面支撑点、地面支撑点依次进行安装。每块预制内墙斜支撑体系由 2 组、每组上下 2 根斜支撑组成，安装在预制墙构件同一侧，起到防倾覆、位移的作用。斜支撑初步固定后，将测垂仪靠放于预制墙板两端角上方，向下投点，与楼面上预先测放的 50mm 控制线比较，作业人员通过旋转斜支撑来微调斜支撑的长短，达到调整预制内墙垂直度的目的。固定斜支撑，摘除吊钩。预制内墙在安装斜支撑固定之前，塔吊不得有任何动作及移动。吊装调节完毕后，由项目质检员进行验收。

5.6 PCF 板吊装

5.6.1 施工流程

1 吊具、缆风绳、吊钩安装→2.塔吊吊升→3.手扶平稳降落→4.安装角码→5.调整就位→6.摘除吊钩

5.6.2 操作要点

1 吊具安装

构件起吊前，作业人员应确认构件型号。PCF 板顶部对称预埋 2 个 M16 内置螺母，吊装配置与螺母匹配的三角形角钢吊扣。塔吊吊钩悬挂 2 根等长度吊索与吊扣分别连接，使吊索均匀受力。

2 塔吊吊运

塔吊提升速度 0.5m/s，保证 PCF 板匀速、安全地吊至就位地点上方。

3 PCF 板安装、调整就位

PCF 板下放至距已安装的 PC 外墙顶部 1m 处，减缓下放速度，由一名作业人员手扶引导降落精确就位，另一名作业人员通过 4 个固定角码连接件将 PCF 板与两侧已安装固定的预制墙板进行连接。安装角码时塔吊不得有任何动作及移动。固定角码用钢板制作，厚度及造型按设计要求。连接螺栓采用 M14 高强螺栓。

5.7 梁吊装

5.7.1 施工流程

搭设支撑，调整标高→2.吊具、缆风绳、吊钩安装→3.塔吊吊运→4.手扶引导降落→5.就位→6.安装斜支撑→7. 松钩、垂直度校核→8.调节斜支撑→9.固定斜支撑→10.摘钩

5.7.2 操作要点

1 搭设支撑，调整标高

预制梁吊装之前，首先根据图纸确定梁底支架的位置，然后进行支架组装，并按照图纸尺寸调整支架。组装完毕后，通过旋转上部的丝扣调整木方龙骨到规定的高度，标高允许偏差为 0~2mm，操作时应使用马凳作业。支撑体系选用承插型盘扣式钢管支架。

2 吊具、缆风绳安装

构件起吊前，作业人员应确认构件型号。预制梁顶部对称预埋 2 个或 4 个吊环（吊钉），在预制梁吊具上悬挂等长度吊索通过卡具与吊环（吊钉）相连接，吊索水平夹角不宜小于 45°。预制梁两端各设置 1 根缆风绳，长度为构件高度+2m，作用为吊装过程中调节构件方向及位置。当预制梁顶面两端均设置安全维护插筋时，应利用安全维护插筋固定钢管，通过钢管间的安全固定绳固定施工人员佩戴的安全索；当预制梁顶面未设置安全维护插筋时，应通过现场搭设支撑体系，为施工人员提供安全防护。

3 塔吊吊运

预制梁吊运宜采用慢起、快升、缓放的操作方式，在确认起吊无障碍时开始起吊，吊离地面 300mm 后停顿 3s，然后再慢慢匀速起吊 3m，在检查无刮碰、且稳定后以 0.5m/s 的速度匀速、安全地吊至就位地点上方如图 5.7.2。

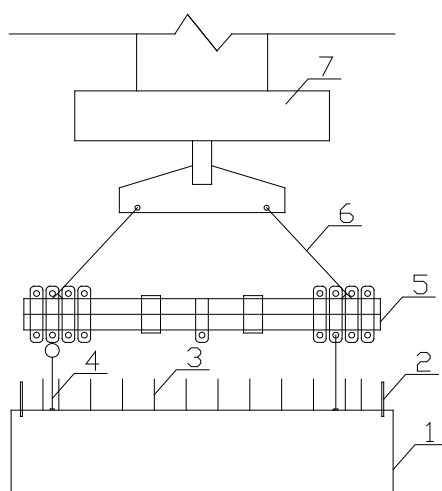


图 5.7.2 预制梁吊具安装

1-预制梁；2-钢管；3-叠合梁钢筋；4-吊索；5-横吊梁；6-钢丝绳

4 预制梁安装与就位

预制梁吊至离梁底支撑 500mm 处停止降落，作业人员参照预先测放好的定位线引导构件降落至支撑体系的木方龙骨上，预制梁支座搁置长度应满足设计要求，预制梁预留钢筋锚入剪力墙、柱的长度应符合规范要求，保证钢筋位置正确。

5 预制梁校正与固定

预制梁放置于支撑架上之后，在梁一侧安装可调斜支撑，梁侧面支撑点及地面支撑点依次进行安装。斜支撑初步固定后，将测垂仪垂直靠放于预制梁侧面，向下投点，与楼面上预先测放的 50mm 控制线比较，作业人员通过旋转斜支撑来微调斜支撑的长度，达到调整预制梁的位置及垂直度的目的。调整后摘除吊具。

5.8 叠合板吊装

5.8.1 施工流程

支撑体系搭设，标高调整→2.吊具、缆风绳、吊钩安装→3.塔吊吊运→4.就位→5.精确就位→6.摘除吊钩

5.8.2 操作要点

1 叠合板支撑体系搭设，标高调整

根据图纸确定支架位置后进行支架组装。水平支撑龙骨采用 100mm×100mm 木方，放置方向与 PC 叠合楼板桁架筋垂直支撑体系采用承插型盘扣式钢管支架。组装后使用水准仪检查标高，通过旋转上部的丝扣调整木方龙骨到规定的高度。

2 吊具、缆风绳安装

构件起吊前，作业人员应确认构件型号。叠合板吊装采用专用吊架，吊架由槽钢焊接而成，尺寸 2m×1m。其下设置专用吊具，吊具下连接有 8 个吊钩，如图 5.8.2，起吊前捋顺钢丝绳。叠合板两端各设置 1 根缆风绳，长度为构件高度+2m，作用为吊装过程中调节构件方向及位置。

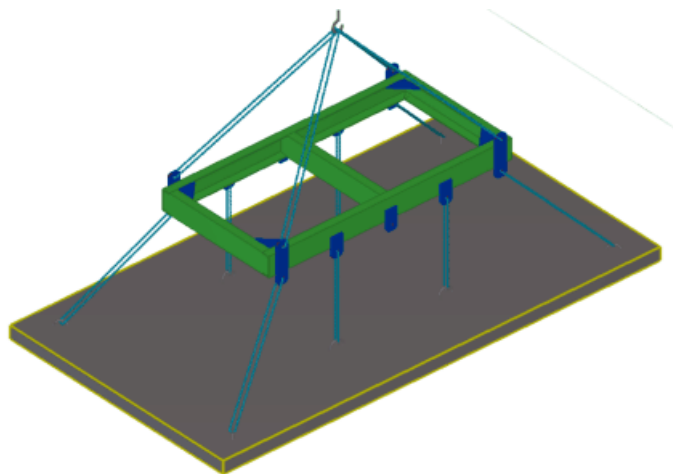


图 5.8.2 叠合板吊具安装示意图

3 塔吊吊运

叠合板吊离地面 300mm 后停顿 3s，然后再慢慢匀速起吊 3m。检查确认叠合板平衡、无刮碰，以 0.5m/s 的速度提升，匀速、安全地吊至就位地点上方。

4 叠合板安装，调整就位

叠合板吊运距墙顶 500mm 处停止降落。作业人员按照定位线引导楼板降落至木龙骨上，叠合板每边搁置梁内长度根据设计而定，一般为 10mm。构件搁置长度允许偏差 $\pm 10\text{mm}$ 。构件即将就位时，注意不得将手脚放于叠合板下方，防止夹伤。叠合板就位于支撑体系上并稳定后，方可摘除吊钩。叠合板就位后需调整位置时，应重新起吊后就位。

5.9 阳台吊装

5.9.1 施工流程

支撑体系搭设→2.吊具、缆风绳、吊钩安装→3.塔吊吊运→4.对位→5.精确就位→6.摘除吊钩

5.9.2 操作要点

1 阳台支撑体系搭设

根据图纸确定支架位置后进行支架组装。支撑体系采用承插型盘扣式钢管支架。水平支撑龙骨采用 100mm×100mm 木方，放置方向与阳台板桁架筋垂直。组装后使用水准仪检查标高，通过旋转上部的丝扣调整木方龙骨到规定的高度。

2 吊具、缆风绳安装

构件起吊前，作业人员应确认构件型号。每个阳台内置 4-8 个半圆形吊环，均匀对称分布在板体上表面。塔吊吊钩悬挂 2-4 根等长度吊索与半圆形吊环分别连接，使吊索均匀受力。吊索水平夹角不宜小于 45°。预制阳台两端各设置 1 根缆风绳，长度为构件高度+2m，作用为吊装过程中调节构件方向及位置。

3 塔吊吊运

塔吊提升速度 0.5m/s，保证阳台匀速、安全地吊至就位地点上方。

4 阳台安装，调整就位

阳台吊运至距就位标高 500mm 处停止降落。作业人员参照预先测放好的定位线引导阳台板降落至木龙骨上，预制阳台板预留锚固钢筋缓慢伸入现浇结构内，保证与现浇混凝土连成整体。阳台就位于支撑体系上并稳定后，方可摘除吊钩。

5.10 楼梯吊装

5.10.1 施工流程

调整标高→2.结合部位座浆→3.吊具、缆风绳安装→4.起吊调平→5.塔吊吊运→6.初步对位→7 就位、摘钩。

5.10.2 操作要点

1 调整标高

预制楼梯吊装之前，由测量员使用水准仪精确找平，并用垫片调整标高（每端二点），调整好的标高允许偏差为 0~2mm。

2 结合部位座浆

楼梯现浇部位休息平台与预制楼梯水平段结合处采用高强座浆料铺平，标高与垫圈（片）顶齐平，并在上端放置滑动支座。。

3 吊具、缆风绳安装

构件起吊前，作业人员应确认构件型号，认真检验楼梯专用吊具各部件，吊环载荷重量满足构件自重要求。预制楼梯吊装采用专用吊架，吊架由槽钢焊接成尺寸 2m×1m，吊架四角设置专用吊耳，吊耳下对称布置 2 长 2 短吊索，其中 2 根短吊索与手动吊葫芦连接。每段楼梯内置 4 个 M20 螺母均匀对称分布在踏步水平面上，配置与螺母匹配的专用吊环，然后吊环与吊钩连接。预制楼梯两端各设置 1 根缆风绳（20mm 粗，余同），长度为构件高度+2m，作用为吊装过程中调节构件方向及位置如图 5.10.2。

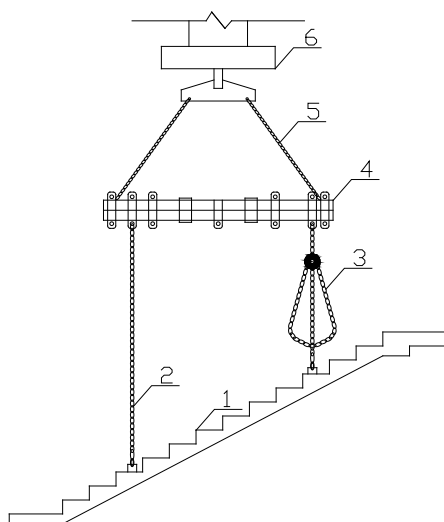


图 5.10.2 楼梯吊具安装图

1-预制楼梯 2-钢丝绳或吊链；3-倒链；4-专用吊具；5-吊索；6-吊钩

4 起吊调平

信号工指挥塔吊缓慢提升楼梯，楼梯吊至离堆场区地面 20~30cm 时，作业人员调节手动葫芦使楼梯呈“之”字型放置，配合使用水平尺调整踏步水平，尽量保证吊点垂直受力。

5 塔吊吊运

预制梁吊运宜采用慢起、快升、缓放的操作方式，在确认起吊无障碍时开始起吊，塔吊提升速度 0.5m/s ，保证预制楼梯匀速、安全地吊至就位地点上方。

6 预制楼梯安装就位

当楼梯吊至距安装面 1m 时停止降落，作业人员稳住预制楼梯并防止与周围现浇结构碰撞，然后根据水平控制线缓慢下降楼梯，微调手动葫芦使预制楼梯端部水平段的圆柱体空腔对准预留钢筋，利用之前放出的楼梯间控制线放置楼梯精确就位。构件安装尺寸偏差：标高 $\pm 3\text{mm}$ ，平面尺寸 $\pm 3\text{mm}$ ；现浇结合部位及预留钢筋位置允许偏差：标高 $\pm 5\text{mm}$ ，平面尺寸 $\pm 10\text{mm}$ 。构件就位，摘除吊具。

6 连接施工

6.1 封堵

6.1.1 分仓

一般单仓长度不超过 1.5m,实际施工时应根据灌浆泵压力和使用说明书加以确定,在经过实体灌浆试验确定可行后可适当延长,但不宜超过 7.3m。分仓隔墙宽度不应小于 20mm,为防止遮挡套筒孔口,分仓位置距离连接钢筋外缘应不小于 40mm。分仓时两侧应内衬模板(通常用便于抽出的 PVC 管),将拌好的封堵料填塞充满模板,保证与上下构件表面结合密实,然后抽出内衬。分仓后在构件相对应位置做出分仓标记。

6.1.2 封堵

1 选择专用封缝料、密封带(必要时在密封带外部设角钢保护)或两者结合封堵,保证封堵严密、牢固可靠。

2 封堵

在剪力墙靠 EPS 保温板的一侧(外侧),可用密封带封堵。密封带应有一定厚度,压扁到接缝高度(一般 20mm)后还要有一定强度。密封带应不吸水,防止吸收灌浆料水分引起收缩。密封带应在构件吊装前固定安装在底部基础的平整表面上。

无保温层一侧用坐浆料封堵,坐浆料嵌入深度 20mm,外侧抹平。

6.2 灌浆

6.2.1 灌浆料制备

封堵完成后 6~24h 即可进行灌浆作业。叠合板吊装完成前,应完成灌浆作业。

1 选型

灌浆材料应满足如下要求:

- 1) 经过接头型式检验。
- 2) 用构件厂检验套筒强度时配套的接头专用灌浆材料。

2 施工准备

1) 制备灌浆料

严格按本批灌浆料出厂检验报告要求的水料比(比如 12%,即为 2.4kg 水+20kg 干料)用电子称分别称量灌浆料和水,也可用刻度量杯计量水。先将水倒入搅拌桶,然后加入约 70%料,用手提变速搅拌机搅拌 1~2min 大致均匀后,再将剩余料全部加入,再搅拌 3~4 min 至彻底均匀。搅拌均匀后,静置 2~3min,

使浆内气泡自然排出后再使用。

6.2.2 灌浆料检验

1 流动度检验

每班灌浆连接施工前进行灌浆料初始流动度检验，记录有关参数，流动度合格方可使用。环境温度超过产品使用温度上限（35℃）时，须做实际可操作时间检验，保证灌浆施工时间在产品可操作时间内完成。。

2 现场强度检验

根据需要进行现场抗压强度检验。制作试件前浆料应静置 2~3min，使浆内气泡自然排出。试块应密封后现场同条件养护。

钢筋浆锚搭接连接接头用灌浆料性能要求见下表 6.2.2。

表 6.2.2 钢筋浆锚搭接连接接头用灌浆料性能要求

项目		性能指标
流动度，mm	初始	≥300
	60min	≥260
抗压强度，MPa	1d	≥35
	3d	≥60
	28d	≥85
竖向膨胀率，%	3h	≥0.02
	24h 与 3h 之差	0.02~0.5
氯离子含量，%		≤0.03
泌水率，%		0

6.2.3 灌浆连接

1 灌浆孔、溢浆孔检查

在正式灌浆前，逐个检查各接头的灌浆孔和溢浆孔内有无影响浆料流动的杂物，确保孔路畅通。

2 灌浆

用灌浆泵（枪）从接头下方的灌浆孔处向套筒内压力灌浆。正常情况下，灌浆料要在自加水搅拌开始 20~30 min 内灌完，尽量保留一定的操作应急时间。同一仓只能在一个灌浆孔灌浆，不能同时选择两个及以上孔灌浆；同一仓应连续灌浆，不得中途停顿；遇特殊情况中途停顿、再次灌浆时，已灌入的浆料应有足够的流动性，将已经封堵的溢浆孔打开，待灌浆料再次流出后逐个封堵溢浆孔。

3 封堵灌浆、溢浆孔，巡视构件接缝处有无漏浆

接头灌浆时，待接头上方的溢浆孔流出浆料后，及时用专用橡胶塞封堵。灌浆泵（枪）口撤离灌浆孔时，应立即封堵。通过水平缝连通腔一次向构件的多个接头灌浆时，应按浆料排出先后依次封堵溢浆孔。封堵时灌浆泵（枪）一直保持灌浆压力，直至所有溢浆孔出浆并封堵牢固后再停止灌浆。如有漏浆须立即补灌

损失的浆料。在灌浆完成、浆料初凝前，应巡视检查已灌浆的接头，如有漏浆应及时处理。

4. 灌浆充盈度检验

灌浆料凝固后，取下灌浆孔、溢浆孔封堵胶塞，检查孔内凝固的灌浆料上表面高度，应高于溢浆孔下缘 5mm 以上。

5 灌浆施工记录

灌浆完成后，填写灌浆作业记录表。发现问题的补救处理也应做相应记录。

6.2.4 灌浆后节点保护

灌浆后灌浆料同条件试块强度达到 35MPa 后方可进入后续施工。当环境温度在 15℃ 以上时，24 h 内构件不得受扰动；5℃~15℃，48 h 内构件不得受扰动；5℃ 以下时，视情况而定。如对构件接头部位采取加热保温措施，应保持加热 5℃ 以上至少 48h，期间构件不得受扰动。拆除支撑的时间应根据设计荷载情况确定。

6.2.5 保证措施及注意事项

- 1 灌浆料应储存于通风、干燥、阴凉处，应避免阳光长时间照射。
- 2 气温高于 30℃，制浆拌合水应避免阳光长时间照射，水温应尽量控制在 25℃ 以下；搅拌设备和灌浆泵（枪）等器具也要在使用前用水润湿、降温；浆料搅拌时也应避免阳光直射。对灌浆构件表面，应预先润湿降温。
- 3 手动灌浆枪为针管状，靠人力将浆料压入接头套筒内，适用于单个或少数接头逐一灌浆；电动灌浆泵适用于采用连通腔方式对同一仓体的多个接头进行灌浆。使用电动灌浆泵灌浆时，应有停电应急措施，以防灌浆过程中突然停电造成构件灌浆连接中途停止。
- 4 雨雪天气，不宜进行灌浆施工。
- 5 对多个连通接头灌浆时，禁止从两个及以上灌浆口同时灌浆，以防窝气而造成连通腔不能充满。
- 6 在灌浆过程中，如发现浆料灌注阻力较大，确认无法继续灌浆时，应立即停止作业，记录情况，分析原因，根据具体情况采取措施。
- 7 灌浆完成后，根据现场同条件灌浆料试块强度和施工方案要求，确定拆除构件支撑的时间。
- 8 现场灌浆料检验试块应采用与现场搅拌相同工艺拌制的浆料制作。验收用试块，应在浆料凝固后放在标准养护室进行标准养护；用于指导施工用试块（比如确定拆除支撑时间）应密封或水养在与构件相同的温度环境下。
- 9 灌浆完毕后，应立即用水清洗搅拌机、灌浆泵、灌浆枪等器具。禁止干固后的浆料再混入新拌制的浆料中。
- 10 灌浆料不得使用超出有效期的产品。
- 11 现场灌浆施工人员应经本公司技术培训，考试合格并取得《水泥灌浆钢筋连接技术操作上岗证》后，方可持证进行灌浆施工作业。

12 安全事项：每个工艺环节操作时一定要保证安全。凡带电设备，严格按电器通用要求和设备使用说明要求操作和管理。操作人员应经安全培训并接受工厂和现场的安全监督管理。

13 环保事项：灌浆操作时产生的废弃物应按要求处理或回收。现场剩余、遗撒和泄露的干料或浆料应随时收集。

14 冬期施工时，应采用低温型灌浆料。该型料在 5℃以下使用时，应与厂家沟通，制定专门的施工工艺；在日平均气温低于 0℃时，需要辅助加热保温措施，可采用火炉升温。

7 现浇混凝土施工

7.1 钢筋安装

7.1.1 节点钢筋绑扎

1 预制构件吊装就位后，根据结构设计图纸，绑扎剪力墙垂直连接节点和梁、板连接节点钢筋。

2 钢筋绑扎前，应先校正预留锚筋、箍筋位置及箍筋弯钩角度。

3 剪力墙垂直连接节点暗柱钢筋、墙身受力钢筋采用绑扎搭接，搭接长度应满足设计要求。

4 暗梁（叠合梁）钢筋绑扎时，应在箍筋内穿入上排纵向受力钢筋，主、次梁钢筋交叉处，主梁钢筋在下，次梁钢筋在上。

7.1.2 叠合板钢筋绑扎

1 预制构件吊装就位后，根据结构设计图纸，先绑扎暗梁（叠合梁）钢筋，再绑扎叠合板钢筋。钢筋绑扎前，应先校正预留锚筋位置。

2 叠合板受力钢筋与外墙支座处锚筋绑扎搭接，搭接长度应满足设计要求，同时应确保负弯矩钢筋的有效高度。

7.2 定位模具安装

7.2.1 测量放线

1 主轴线测放

主轴线测放采用“内控法”测量。按照传统做法设置楼层控制点。在作业层下部控制点上架设激光垂准仪，调置仪器对中整平，将望远镜垂直对准天顶后启动电源，使激光垂准仪发射出可见的红色光束，投射到上层预留孔的接受靶上，查看红色光斑点离靶心最小点，将仪器旋转 4 个 90°画圆，将 4 点连成十字，其中 0 点即为圆心，此点即作为作业层上的一个控制点。其余控制点可用同样的方法向上传递。主轴线允许偏差 $\pm 2\text{mm}$ 。

2 细部放样

根据内控主轴线进行作业层细部放样，在叠合板上弹出墙柱边线，利用墙柱边线来控制定位模具的安装位置。细部放样墙柱边线允许偏差 $\pm 3\text{mm}$ 。

7.2.2 定位模具安装

叠合板钢筋绑扎完成后，应对墙、柱竖向受力钢筋采用定位模具对预留插筋进行限位，以保证竖向受力钢筋位置准确。定位模具采用 $40\text{mm}\times 40\text{mm}\times 3\text{mm}$ 角

钢及钢套管焊接而成，模具边角部套管加装限位螺丝。钢套管内径比预留插筋直径大 5mm。钢套管位置与预留插筋位置一一对应。

7.3 模板支设

7.3.1 叠合板与叠合板接缝处模板支设如图 7.3.1-1、图 7.3.1-2、图 7.3.1-3。

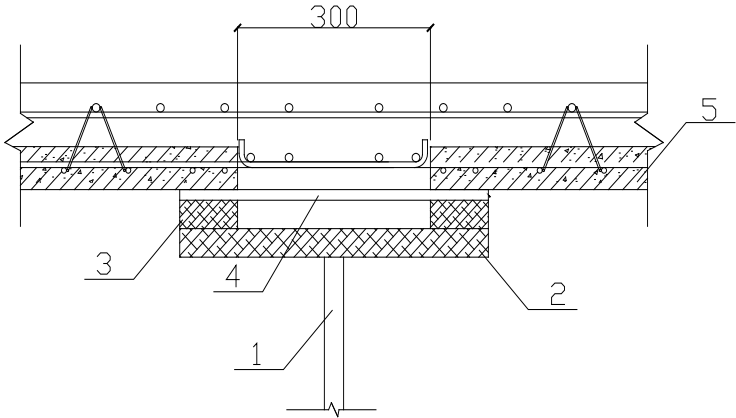


图 7.3.1-1 300mm 缝宽支模构造图

1-钢管；2-方木或钢管；3-方木；4-胶合板；5-叠合板

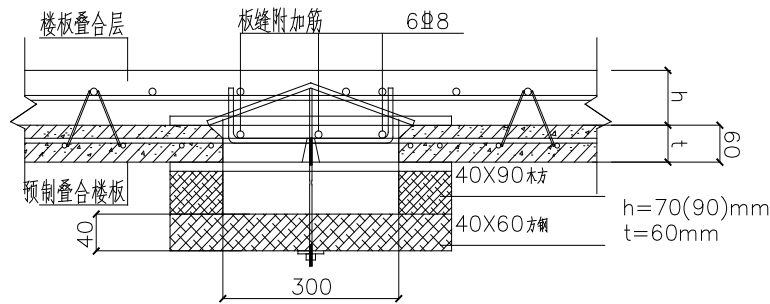


图 7.3.1-2 300mm 缝宽吊模构造图

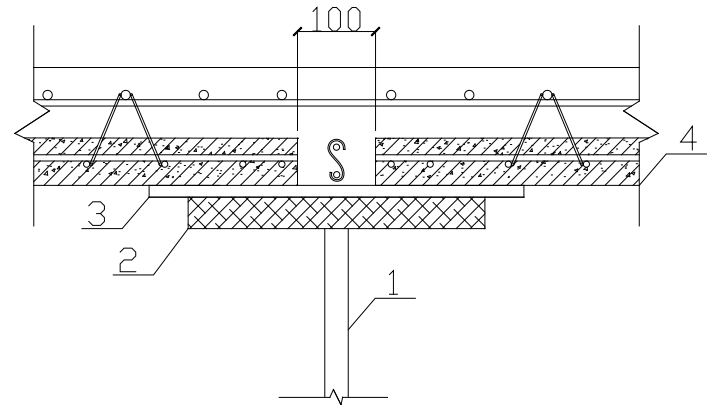


图 7.3.1-3 100mm 缝宽支模构造图

1-钢管；2-方木；3-胶合板；4-叠合板

7.3.2 叠合板与墙体间支模构造如图 7.3.2。

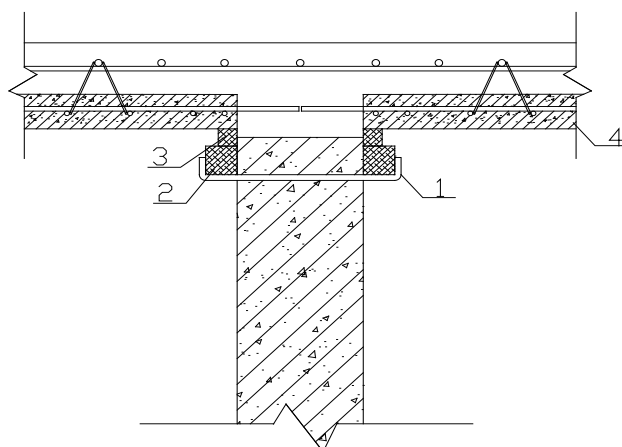


图 7.3.2 叠合板在中部与墙体接缝中部支模构造图

1-对拉螺栓；2-木楔；3-方木

7.3.3 预制墙板连接处支模构造图如图 7.3.3-1、图 7.3.3-2。

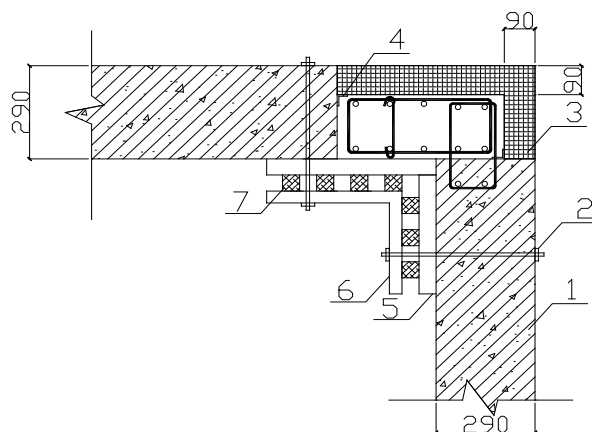


图 7.3.3-1 预制墙板在拐角处支模构造

1-预制墙板；2-对拉螺栓；3-PCF 板；4-连接件；5-胶合板；6-型钢；7-方木

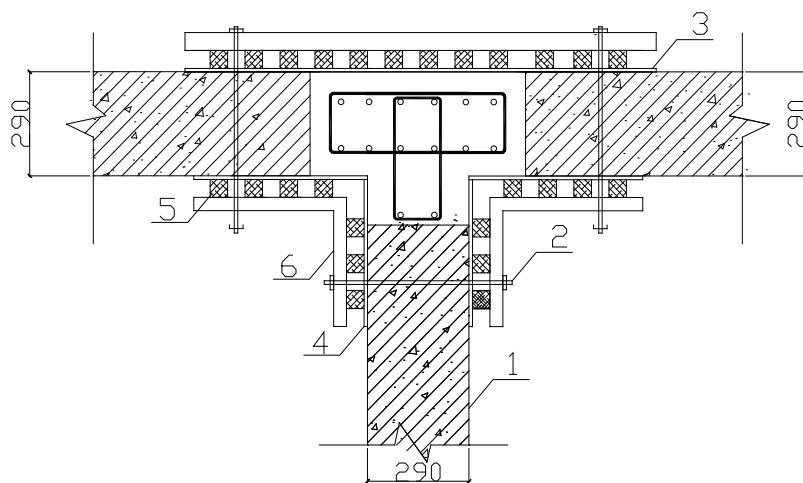


图 7.3.3-2 预制墙板在 T 形接头处支模构造

1-预制墙板；2-对拉螺栓；3-胶合板；4-胶合板；5-方木；6-型钢

7.4 混凝土浇筑

7.4.1 泵管、布料机部位叠合板底部应进行支撑加固，具体按照专项方案实施。

7.4.2 混凝土浇筑前，应将模板内及叠合面垃圾清理干净，并应剔除叠合面松动的石子、浮浆。

7.4.3 构件表面清理干净后，应在混凝土浇筑前 24h 对节点及叠合面充分浇水湿润，浇筑前 1h 吸干积水。

7.4.4 节点混凝土浇筑应采用 ZN35 型插入式振捣棒振捣，叠合板混凝土浇筑应采用 ZW7 型平板振动器振捣，混凝土应振捣密实。

7.4.5 叠合板混凝土浇筑后 12h 内应进行覆盖浇水养护。如当日平均气温低于 5℃时，宜采用薄膜养护，养护时间不小于 7d。

7.4.6 综合管线施工前应确认不同位置预制叠合板中预埋件和预留孔洞的位置、尺寸无误。水电预埋管线在叠合板上的交叉不应超过 2 层。施工材料在预制叠合板上集中堆放的荷载及施工荷载不应超过设计允许值。应对预制叠合板及钢筋工程进行成品保护，不对叠合板进行切割，不应踩踏、压弯已绑扎钢筋。

8 轻质隔墙安装

8.1 材料要求

8.1.1 外观质量

表 8.1.1 ZM 墙板外观质量要求

序号	项目	指标
1	板面外露筋纤；板面板边板端；横向纵向厚度方向贯通裂缝（每块）	无
2	板面裂缝，长度 50mm-100mm，宽度 0.5mm-1mm（每块）	≤2 处
3	蜂窝气孔，长径 5mm-30mm（每块）	≤3 处
4	缺棱掉角，宽度（mm）×长度（mm）10×25~20×30mm（每块）	≤2 处

8.1.2 尺寸偏差

表 8.1.2 ZM 墙板尺寸允许偏差

序号	项目	允许偏差（mm）
1	长度	±5
2	宽度	±2
3	厚度	±1
4	板面平整	2
5	对角线差	8
6	侧向弯曲	L/1250
7	榫头宽、高	-2
8	榫头宽、高	+2

8.2 施工工艺流程及操作要点

8.2.1 施工工艺流程

ZM 墙板的墙体施工一般先做大面，后做洞口，从墙、柱边接头处开始安装。
施工工艺基本流程如下图：

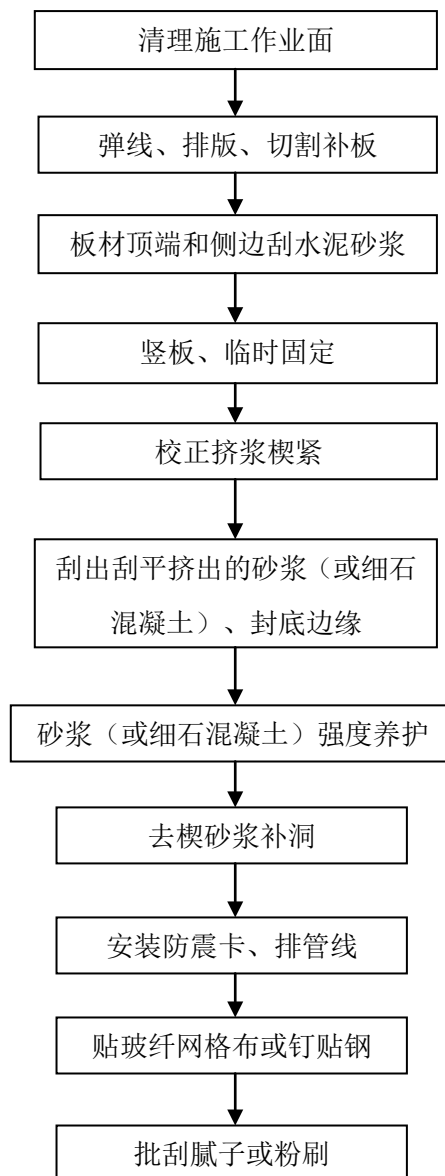


图 8.2.1 施工工艺流程图

8.2.2 施工准备

1 施工现场条板隔墙安装部位的结构应已验收完毕，现场杂物已清理，场地平整，已具备安装隔墙的施工作业条件。

2 检查楼地面平整度，高低凹陷处大于 40mm 时应用砂浆或细石混凝土抹平，且其强度需达到 2.5MPa 后才能进行后续施工。

3 有防潮、防水要求的条板隔墙应做好条形墙垫或防潮、防水做法等构造措施。

4 材料准备：待安装的墙板、钢卡、射钉枪、木楔、建筑用胶水、水泥、黄沙、细石子。材料进场时，厂家提供相应的产品合格证和有效的检验报告并由专人进行材料验收。各种材料分类管理并堆放在相应的安装区域，同时做好防雨防潮措施。

5 施工工具：放线墨斗、线棱、钢卷尺、钢直尺、宽口撬杠、手持圆盘锯、切割机、抹灰板、拖线板、油腻刀、榔头等工具。

8.2.3 操作要点

1 墙板施工前必须设计墙板排布图，合理排布，尽量采用整板，减少拼缝；节点按相关标准或图纸所示的要求施工。

2 安装隔墙前，应清理基层，对需要处理的光滑地面进行凿毛处理。

3 清理施工作业面后，按照设计要求弹出地面线确定墙板走向位置，弹出门窗、洞口和管线走向及预留孔洞，然后按安装排布图弹墨线，标出每块条板安装位置，标出门窗洞口位置，弹线应清晰，位置应准确。

4 墙板安装

1) ZM 墙板安装固定顺序应先固定整体墙板，后固定门窗洞口墙板，先整板后补板。

2) 墙板在安装时首先将顶端面和侧面用备好的粘接剂涂抹。

3) 将涂抹粘接剂的墙板立起，以定位的地面基准线为准，保持墙板与地面基准线垂直，用宽口撬杠从底部将墙板撬起，确认装配位置无误。墙板竖起时用撬棒用力挤紧就位，校正垂直度和相邻板面平整度。

4) 安装第二块墙板时，先在已安装好的第一块墙板的侧面涂抹适当的粘接剂（一般用粘接剂将凹槽抹至八分平即可），然后沿用上述方法安装。两板之间应用力挤紧，并逐块校正平整度，依次安装整个墙面。

5) 在墙体安装中，墙板上端临空且墙体长度过长时，应用支撑临时固定。

6) 补墙：根据所需实际尺寸，用切割机切割，竖向切口处用水泥砂浆填平，拼接时表面应涂满砂浆。

7) 整个墙面安装完毕后，在墙板两端底部用木楔顶紧，缝隙不宜大于 10mm。挤出的砂浆应及时刮平补齐，同时将墙板底部、顶部及所有接缝处用 1:3 水泥砂浆填充嵌实抹平，板底部应采用 M10 砂浆或细石混凝土塞缝填实。所有墙板的各种竖向拼缝和横向拼缝必须作防裂处理。

8) 安装好的墙体养护时间不少于 7d，方能拆除木楔，并用砂浆填塞补孔。在养护期间，严禁敲凿，避免墙体震动开裂。

9) 当墙板长度小于楼层高度时，可纵向对接，对接板高度应大于 200mm；对接时接缝处涂抹粘接剂，并在接缝处用木楔顶紧。

10) 相邻两板的接缝应错开，对接方式一般采用阶梯式。

5 墙板加固

1) 墙板侧边与主体结构连接处的加固采用定位钢卡进行定位，将钢卡用射钉枪按要求固定。

2) 墙板上部与主体结构的定位钢卡应装在两块墙板顶部的接缝处。

3) 固定用钢卡按设计要求的数量施工，用射钉固定，不得少放、漏放及

松动。

4) 钢卡一般采用槽钢钢卡或直角钢卡。

6 门、窗框板安装

1) 按排布图标出的门、窗洞口位置，先安装门窗框板进行定位，然后从门窗洞口向两侧安装墙板。

2) 门、窗框的安装应在条板隔墙安装完成 7d 后进行。

3) 门、窗框板的安装应牢固，与两侧条板隔墙或主体结构连接应采用专用粘接材料粘接，并应采用耐碱网格布防裂，以保证连接部位密实无裂缝。

4) 工厂预制的门、窗框板靠门、窗框一侧应设置预埋件，以便与门、窗框固定。在施工现场切割制作的门、窗框板可采用膨胀螺丝与门窗框固定。应根据门窗洞口大小确定固定位置和数量，每侧的固定点不应小于 3 处。

7 管线安装

1) 水管、线安装应与条板隔墙安装配合进行，应在条板隔墙安装完成 7d 后进行。

2) 应先在隔墙上弹墨线定位，并按弹出的墨线位置切割纵、横向线槽和开关盒洞口。必须使用专用切割工具按设计规定的尺寸单面开槽切割。

3) 切割完线槽、开关盒洞口后，应按设计要求敷设管线、插座、开关盒。应先用螺钉、卡件将管线、开关盒固定在条板的实心部位上做好定位。开关盒、插座四周应用粘接材料填实、粘牢，其表面与隔墙面齐平。

4) 尽快敷设线缆、开关，及时回填、补强。开槽槽孔宜采用聚合物水泥砂浆或专用填充材料填充密实；开槽墙面可采用聚合物水泥浆粘贴耐碱玻纤网格布防裂。

8 接缝及墙面处理

1) 条板的接缝处理应在门、窗框、管线安装完毕 7d 后进行。检查所有的板缝，清理接缝部位，补满破损空隙，清洁墙面。

2) 条板墙体接缝处应采用粘结砂浆填实，表层采用与隔墙板材相适应的材料抹面并刮平压光，颜色与板面相近。在条板的企口接缝部位先用粘结材料打底，再用玻纤网格布做覆盖处理。

3) 安装门头横板时，应在门角的接缝处加贴玻纤网格布防裂。门、窗框与洞口周边的连接接缝应采用聚合物砂浆或弹性密封材料填实，并应加贴玻纤网格布防裂。

4) 对有防潮、防渗漏要求的隔墙，应采用防水胶结料嵌缝，并按设计要求进行墙面防水处理。

9 施工示意图及节点图

1) 抗震连接墙板立面排列示意如图 8.2.3-1、图 8.2.3-2。

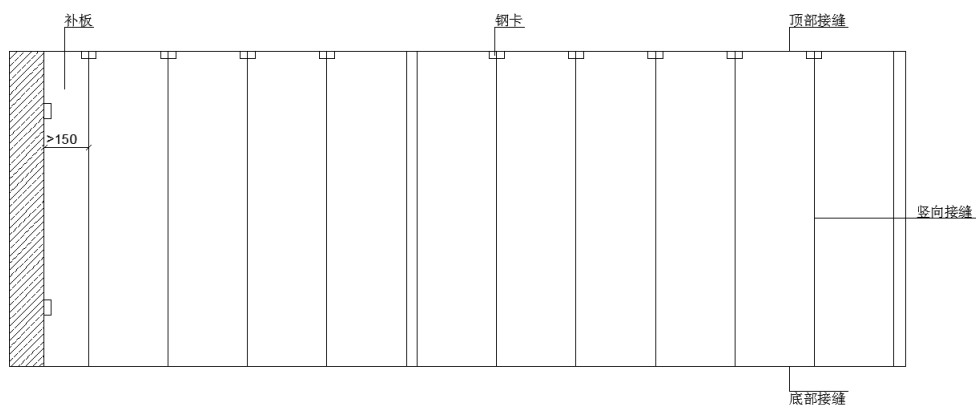


图 8.2.3-1 抗震连接标准墙板立面排列示意图

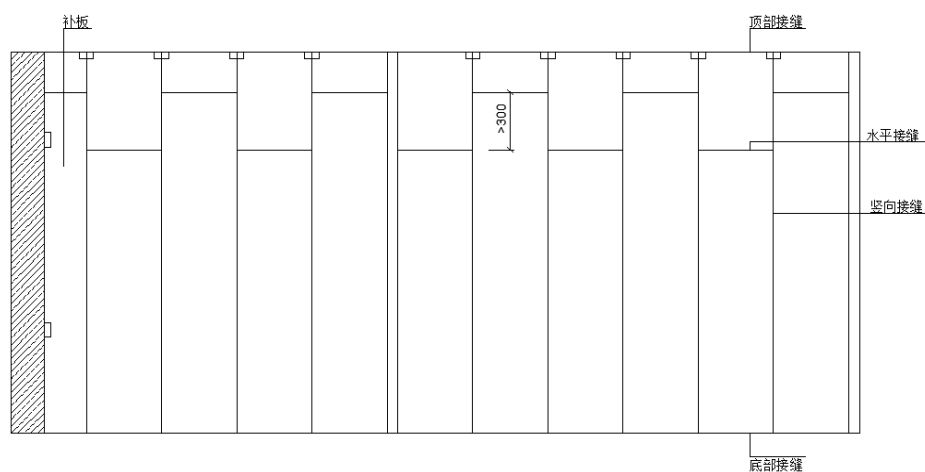


图 8.2.3-2 抗震连接板立面排列示意图

2) 墙板与门窗洞口连接如图 8.2.3-3

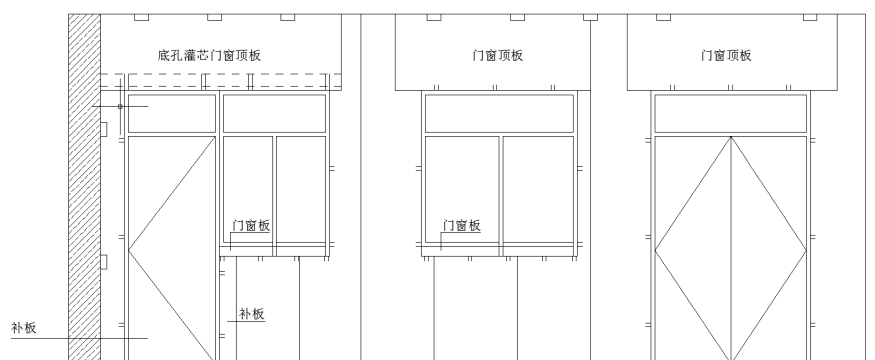


图 8.2.3-3 墙板与门窗洞口连接平面示意图

说明：1 门窗边，侧板边孔用水泥砂浆或细石混凝土灌芯。

2 门窗顶，板宽度大于 1.2m 时，底孔放置一根 $\Phi 8 \sim 10$ 的钢筋，并用水泥砂浆或细石混凝土灌芯。

3) 墙板连接节点详图如图 8.2.3-4。

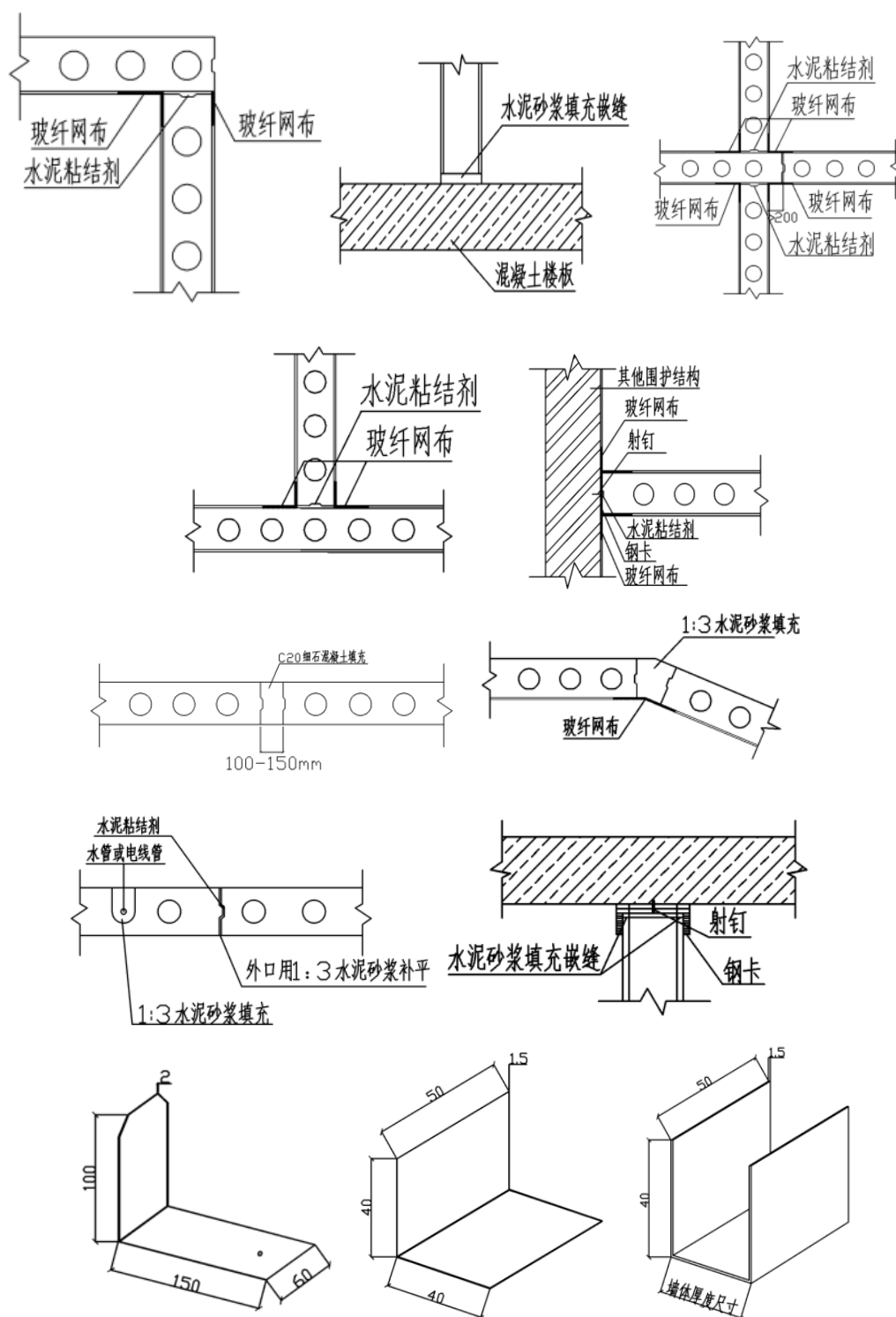


图 8.2.3-4 墙板连接节点详图

- 说明：1 嵌缝材料可用水泥粘接剂或特殊干粉粘接砂浆；
 2 灌孔材料可用 1:3 水泥砂浆或 DP15、RP15 商品砂浆；
 3 j、k、l 为钢卡示意图；
 4 专用膨胀螺栓直径为 8mm，锚入深度不小于 3cm，垂直间距不小于 1 个/m。

4) 特殊板墙连接

ZM 条板常见规格为 90mm、100mm、120mm、150mm 系列板，其安装允许

高度和长度见表 8.2.3。

当条板隔墙安装超过允许高度和长度时，必须设置钢筋混凝土构造柱及构造梁（图 8.2.3-5）。构造柱、构造梁应经专门设计验算。

表 8.2.3 常见规格条板安装允许高度和长度

条板规格	安装高度	安装宽度
90 系列板	≤4 米	≤12 米
100 系列板	≤4.2 米	≤16 米
120 系列板	≤5.0 米	≤20 米
150 系列板	≤6.0 米	≤25 米

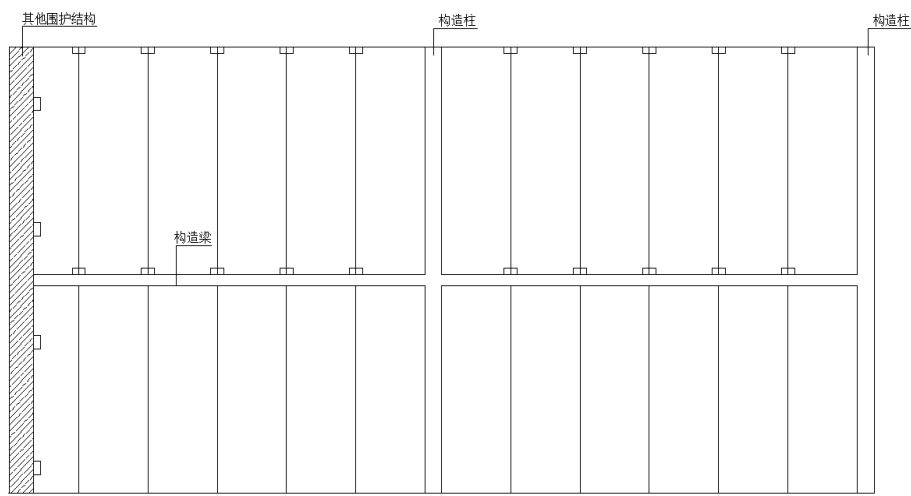


图 8.2.3-5 加高加长板墙立面示意图

8.3 质量控制

8.3.1 ZM 墙板安装的允许偏差和检查方法应符合表 8.3.1 的规定。

表 8.3.1 ZM 墙板安装的允许偏差和检查方法

序号	项目	允许偏差（mm）	检查方法
1	墙体轴线位移	5	用经纬仪或拉线和尺检查
2	表面平整度	5	用 2m 靠尺和塞尺检查
3	立面垂直度	6	用 2m 垂直检测尺检查
4	接缝高低	2	用直尺和塞尺检查
5	阴阳角方正	3	用方尺和塞尺检查

9 试验与检验

9.0.1 构件性能检测

1 预制构件的原材料质量、钢筋加工和连接的力学性能、混凝土强度、构件结构性能、装饰材料、保温材料及拉结件的质量等均应根据国家现行有关标准进行检查和检验，并应具有生产操作规程和质量检验记录。

2 预制构件生产的质量检验应按模具、钢筋、混凝土、预应力、预制构件等检验进行。预制构件的质量评定应根据钢筋、混凝土、预应力、预制构件的试验、检验资料等项目进行。当上述各检验项目的质量均合格时，方可评定为合格产品。

3 预制构件和部品生产中采用新技术、新工艺、新材料、新设备时，生产单位应制定专门的生产方案；必要时进行样品试制，经检验合格后方可实施。

4 预制构件和部品经检验合格后，宜设置表面标识。预制构件和部品出厂时，应出具质量证明文件。

9.0.2 灌浆料出厂检验

1 灌浆料出厂时应进行出厂检验，检验项目应包括：初始流动度、30min 流动度，1d、3d、28d 抗压强度，3h 竖向膨胀率、竖向膨胀率 24h 与 3h 的差值，沁水率。

2 灌浆料性能及试验方法应符合现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 的有关规定，并应符合下列规定：

1) 灌浆料抗压强度应符合 9.0.2-1 的要求，且不应低于接头设计要求的灌浆料抗压强度；灌浆料抗压强度试件尺寸应按 40mm×40mm×160mm 尺寸制作，其加水量应按灌浆料产品说明书确定，试件应按标准方法制作、养护；

2) 灌浆料竖向膨胀率应符合 9.0.2-2 的要求；

3) 灌浆料拌合物的工作性能应符合 9.0.2-3 的要求，沁水率试验方法应符合先行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 的规定。

表 9.0.2-1 灌浆料抗压强度要求

时间（龄期）	抗压强度（N/mm ² ）
1d	≥35
2d	≥60
28d	≥85

表 9.0.2-2 灌浆料竖向膨胀率要求

项目	竖向膨胀率（%）
3h	≥0.02
24h 与 3h 差值	0.02~0.05

表 9.0.2-3 灌浆料拌合物的工作性能要求

时间（龄期）		工作性能要求
流动度	初始	≥ 300
	30min	≥ 260
沁水率（%）		0

9.0.3 灌浆直螺纹钢筋接头型式检验

- 1 属于下列情况时，应进行接头型式检验：
 - 1) 确定接头性能时；
 - 2) 灌浆套筒材料、工艺、结构改动时；
 - 3) 灌浆料型号、成分改动时；
 - 4) 钢筋强度等级、肋形发生变化时；
 - 5) 型式检验报告超过 4 年。
- 2 每种套筒灌浆连接接头型式检验的时间数量与检验项目应符合下列规定：
 - 1) 对中接头时间应为 9 个，其中 3 个做单向拉伸试验、3 个做高应力反复拉伸试验、3 个做大变形反复拉伸试验；
 - 2) 偏置接头时间应为 3 个，做单向拉伸试验；
 - 3) 钢筋试件应为 3 个，做单向拉伸试验；
 - 4) 全部试件的钢筋均应在同一炉（批）号的 1 根或 2 根钢筋上截取。
- 3 用于型式检验的套筒灌浆连接接头时间应在检验单位监督下由送检单位制作，并应符合下列规定：
 - 1) 3 个偏置接头试件应保证一端钢筋插入灌浆套筒中心，一端钢筋偏置后钢筋横肋与套筒壁接触，9 个对中接头试件的钢筋均应插入灌浆套筒中心；所有接头试件的钢筋应与灌浆套筒轴线重合或平行，钢筋在灌浆套筒插入深度应为灌浆套筒的设计锚固深度；
 - 2) 接头试件应按现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的有关规定进行灌浆，对于半灌浆套筒连接，机械连接端的加工应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关规定；
 - 3) 采用灌浆拌合物制作的 40mm×40mm×160mm 试件不应少于 1 组，并宜留设不少于 2 组；
 - 4) 接头试件及灌浆料试件应在标准养护条件下养护；
 - 5) 接头试件在试验前不应进行预拉。
- 4 型式检验试验时，灌浆料抗压强度不应小于 80N/mm^2 ，且不应大于 95N/mm^2 ；当灌浆料 28d 抗压强度合格指标高于 85N/mm^2 时，试验时的灌浆抗压

强度低于 28d 抗压强度合格指标的数值不应大于 85N/mm^2 ，且超过 28d 抗压强度合格指标的数值不应大于 10N/mm^2 与 0.1 倍抗压强度合格指标二者的较大值；当型式检验试验时灌浆料抗压强度低于 28d 抗压强度合格指标时，应增加检验灌浆料 28d 抗压强度。

5 当型式检验的灌浆料抗压强度符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的规定时，且形式检验试验结果符合下列规定时，可评为合格：

1) 强度检验：每个接头试件的抗拉强度实测值均应符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的强度要求；3 个对中单向拉伸试件、3 个偏置单向拉伸试件的屈服强度实测值均应符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的强度要求。

2) 变形检验：对残余变形和最大力下总伸长率，相应项目的 3 个试件实测值的平均值应符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的规定。

6 型式检验应由专业检测机构进行，并应出具规定格式的检验报告。

9.0.4 钢筋套筒灌浆连接接头抗拉强度试验

1 预制构件采用钢筋套筒灌浆连接时，在构件生产前应检查套筒型式检验报告是否合格，应进行钢筋套筒灌浆连接接头的抗拉强度试验，并应符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的有关规定。

检查数量：按同一工程，同一工艺的预制构件分批抽样检验。同一批号、同一类型、同一规格的灌浆套筒，不超过 1000 个为一批，每批随机抽取 3 个灌浆套筒制作连接接头试件。

检验方法：检查试验报告单、质量证明文件。

2 套筒灌浆连接接头应满足强度和变形性能要求，其屈服强度不应小于连接钢筋屈服强度标准值。

3 钢筋套筒灌浆连接接头的抗拉强度不应小于连接钢筋抗拉强度标准值，且破坏时应断于接头外钢筋。

4 套筒灌浆连接接头应能经受规定的高应力和大变形反复拉伸循环检验，且在经历拉伸循环后，其抗拉强度仍应符合相关规定。

5 套筒灌浆连接接头单向拉伸、高应力反复拉伸、大变形反复拉伸试验加载过程中，当接头拉力达到连接钢筋抗拉荷载标准值的 1.15 倍而未发生破坏时，应判为抗拉强度合格，可停止试验。

9.0.5 灌浆料原材料复试（低温快硬型灌浆料另外送检）

1 交货时生产厂家应提供产品合格证、使用说明书和产品质量检测报告。

2 交货时产品的质量验收可抽取实物试样，以其检验结果为依据；也可依产品同批号的检验报告为依据。采用何种方法验收由买卖双方商定，并在合同或协议中注明。

3 以抽取实物试样的检验结果为依据时，买卖双方应在发货或交货地共同取样和封存，取样方法按 GB 12573 进行，样品均分为两等分，一份有卖方保存 40d，一份由买方按《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 规定的项目和方法进行检验，在 40d 内，买方检验认为质量不符合要求，而卖方有异议时，双方应将卖方保存的另一份试样送双方认可的有资质的第三方检测机构进行检验。

4 以同批号产品的检验报告为验收依据时，在发货或交货时买卖双方在同批号产品中抽取试样，双方共同签封后保存 2 个月，在 2 个月内，买方对产品质量有疑问时，则买卖双方应将签封的试样送双方认可的有资质的第三方检测机构进行检验。

9.0.6 钢筋灌浆直螺纹连接接头检测

1 灌浆施工前，应对不同钢筋生产企业的进场钢筋进行接头工艺检验；施工过程中，当更换钢筋生产企业，或同生产企业生产的不同钢筋外形尺寸与已完成工艺检验的钢筋有较大差异时，应再次进行工艺检验，接头工艺检验应符合下列规定：

1) 灌浆套筒埋入预制构件时，工艺检验应在预制构件生产前进行；当现场灌浆施工单位与工艺检验时的灌浆单位不同，灌浆前应再次进行工艺检验；

2) 工艺检验应模拟施工条件制作接头试件，并应按接头提供单位提供的施工操作要求进行；

3) 每种规格钢筋应制作 3 个对中套筒灌浆连接接头，并应检查灌浆质量；

4) 采用灌浆料拌合物制作的 40mm×40mm×160mm 试件不应少于 1 组；

5) 接头试件及灌浆料试件应在标准条件下养护 28d；

6) 每个接头试件的抗拉强度、屈服强度应符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的有关规定；灌浆料抗压强度应符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的有关规定；

7) 接头试件在量测残余变形后可再进行抗压强度试验，并应按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 规定的钢筋机械连接型式检验单向拉伸加载制度进行试验；

8) 第一次工艺检验中 1 个试件抗拉强度或 3 个试件的残余变形平均值不合格时，可再抽取 3 个试件进行复检，复检仍不合格判为工艺检验不合格；

9) 工艺检验应由专业检测机构进行，并出具规定格式的检验报告。

2 灌浆套筒进厂（场）时，应抽取灌浆套筒并采用与之匹配的灌浆料制作对中连接接头试件，并进行抗拉强度检测，检验结果应符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的有关规定。

检查数量：同一批号、同一类型、同一规格的灌浆套筒，不超过 1000 个为一批，每批随机抽取 3 个灌浆套筒制作对中连接接头试件。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检测报告。

3 抗拉强度检验接头试件应模拟施工条件并按施工方案制作。接头试件应在标准养护条件下养护 28d。接头试件的抗拉强度试验应采用零到破坏或零到连接钢筋抗拉荷载标准值的 1.15 倍的一次加载制度，并应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 的有关规定。

9.0.7 钢筋接头灌浆料试块强度检测

1 钢筋套筒灌浆连接及浆锚搭接连接用的灌浆料强度应符合国家现行有关标准的规定及设计要求。

检查数量：按批检验，以每层为一检验批，每工作班应制作 1 组且每层不应少于 3 组 40mm×40mm×160mm 的长方体试件，标准养护 28d 后进行抗压强度试验。

2 灌浆料同条件养护试件抗压强度达到 35N/mm²后，方可进行对接头有扰动后续施工；临时固定措施的拆除应在灌浆料抗压强度能确保结构达到后续施工承载要求后进行。

3 当施工过程中灌浆料抗压强度、灌浆质量不符合要求时，应由施工单位提出技术处理方案，经监理、设计单位认可后进行处理。经处理后的部位应重新验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查处理记录。

10 质量验收

10.1 一般规定

10.1.1 本章适用于装配整体式混凝土结构中预制结构部分的质量验收，现浇结构部分质量验收应按现行国家标准《混凝土结构工程质量验收规范》GB50204 执行。

10.1.2 装配整体式混凝土结构作为主体结构分部工程的子分部进行验收。

10.1.3 检验批、分项工程、子分部工程的验收程序应符合《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300 的规定。

10.1.4 检验批、分项工程的质量验收记录应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的规定。

10.1.5 分项工程的验收应划分检验批，检验批的划分原则上每层不少于一个检验批，检验批的划分可根据与施工方式一致且便于控制施工质量的原则，按工作班、楼层结构、施工缝或施工段分为若干检验批。

10.1.6 检验批合格质量应符合下列规定：

- 1 主控项目和一般项目的质量经抽样检验合格。
- 2 具有完整的施工操作依据、质量检查记录。

10.1.7 装配整体式混凝土结构工程验收时应提交下列资料：

- 1 设计单位预制构件设计图纸、设计变更文件；
- 2 装配整体式混凝土结构工程施工所用各种材料、连接件及预制混凝土构件的产品合格证书、进场验收记录和复验报告；
- 3 预制构件安装施工验收记录；
- 4 套筒灌浆施工检验记录；
- 5 连接构造节点的隐蔽工程检查验收文件；
- 6 后浇节点的混凝土或浆体强度检测报告；
- 7 分项工程验收记录；
- 8 装配整体式混凝土结构现浇部分实体检验记录；
- 9 工程的重大质量问题的处理方案和验收记录；
- 10 预制外墙板施工的装饰、保温检测报告；
- 11 密封材料及接缝防水检测报告；
- 12 其它质量保证资料。

10.1.8 装配整体式混凝土结构中涉及装饰、保温、防水、防火等性能要求应按设计要求或有关标准规定验收。

10.1.9 装配整体式混凝土结构子分部工程施工质量验收合格应符合下列规定：

1 有关分项工程施工质量验收合格，分项工程质量应由监理工程师（建设单位项目技术负责人）组织项目专业技术负责人等进行验收。

2 质量控制资料完整并符合要求；

3 观感质量验收合格；

4 结构实体检验满足设计或标准要求。

10.1.10 当装配整体式混凝土结构子分部工程施工质量不符合要求时，应按下列规定进行处理：

1 经返工、返修或更换构件、部件的检验批，应重新进行验收；

2 经有资质的检测单位检测鉴定达到设计要求的检验批，应予以验收；

3 经有资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求，但经原设计单位核算并确认仍可满足结构安全和使用功能的检验批，可予以验收；

4 经返修或加固处理能够满足结构安全使用要求的分项工程，可根据技术处理方案和协商文件进行验收。

10.1.11 本标准未涉及的验收内容应按照现行国家或地方标准进行验收。

10.2 质量标准

1 主控项目

10.2.1 预制构件临时固定措施应符合施工方案的要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

10.2.2 钢筋采用套筒灌浆连接时，灌浆应饱满、密实，其材料及连接质量应符合国家现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ355 的规定。

检查数量：按国家现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ355 的规定确定。

检验方法：检查质量证明文件、灌浆记录及相关检验报告。

10.2.3 钢筋采用焊接连接时，其接头质量应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ18 的规定。

检查数量：按现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ18 的有关规定确定。

检验方法：检查质量证明文件及平行加工试件的检验报告。

10.2.4 钢筋采用机械连接时，其接头质量应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 的规定。

检查数量：按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 的规定确定。

检验方法：检查质量证明文件、施工记录及平行加工试件的检验报告。

10.2.5 预制构件采用焊接、螺栓连接等连接方式时，其材料性能及施工质量应符合国家现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 和《钢筋焊接及验收规程》JGJ18 的相关规定。

检查数量：按现行行业标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 和《钢筋焊接及验收规程》JGJ18 的规定确定。

检验方法：检查施工记录及平行加工试件的检验报告。

10.2.6 装配式结构采用现浇混凝土连接构件时，构件连接处后浇混凝土的强度应符合设计要求。

检查数量：按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的规定确定。

检验方法：检查混凝土强度试验报告。

10.2.7 装配式结构施工后，其外观质量不应有严重缺陷，且不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，量测；检查处理记录。

II 一般项目

10.2.8 装配式结构施工后，其外观质量不应有一般缺陷。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查处理记录。

10.2.9 装配式结构分项工程的施工尺寸偏差及检验方法应符合设计要求；当设计无要求时，应符合表 10.2.9 的规定。

检查数量：按楼层、结构缝或施工段划分检验批。同一检验批内，对梁、柱，应抽查构件数量的 10%，且不少于 3 件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不少 3 间；对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度 5m 左右划分检查面，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且均不少于 3 面。

表 10.2.9 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	经纬仪及尺量
	竖向构件（柱、墙、桁架）	8	
	水平构件（梁、板）	5	

续表 10.2.9

构件标高	梁、柱、墙、板底面或顶面		±5	水准仪或拉线、尺量
构件垂直度	柱、墙	≤6m	4	经纬仪或吊线、尺量
		>6m	8	
构件倾斜度	梁、桁架		5	经纬仪或吊线、尺量
相邻构件平整度	板端面		5	2m 靠尺和塞尺量测
	梁、板底面	外露	3	
		不外露	5	
	柱墙侧面	外露	5	
		不外露	8	
构件搁置长度	梁、板		±8	尺量
支座、支垫中心位置	板、梁、柱、墙、桁架		10	尺量
墙板接缝	宽度		±5	尺量

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

- 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
- 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

1. 设计标准

- 《装配式混凝土结构技术规程》（JGJ-2014）
- 《装配式混凝土结构表示方法及示例（剪力墙结构）》（15G107-1）
- 《装配式混凝土连接节点构造（楼盖和楼梯）》（15G301-1）
- 《装配式混凝土连接节点构造（剪力墙）》（15G301-2）
- 《预制混凝土剪力墙外墙板》（15G365-1）
- 《预制混凝土剪力墙内墙板》（15G365-2）
- 《桁架钢筋混凝土叠合板（60mm 厚底板）》（15G366-1）
- 《预制钢筋混凝土板式楼梯》（15G367-1）
- 《预制钢筋混凝土样板、空调板及女儿墙》（15G368-1）
- 《装配式混凝土结构住宅建筑设计示例（剪力墙）》（15G939-1）
- 《装配整体式混凝土公共建筑设计规程》（DGJ08-2154-2014）
- 《装配整体式混凝土居住建筑设计规程》（DG/TJ08-2071-2016）
- 《预制混凝土夹心保温外墙板应用技术规程》（DG/TJ08-2158-2015）
- 《装配整体式混凝土住宅构造节点图集》（DBJ08-116-2013）
- 《预制装配式保障性住房套型（试行）》（DBJT08-118-2014）
- 《装配整体式混凝土构件图集》（DBJT08-121-2016/2016 沪 G105）

2. 施工与验收标准

- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015）
- 《混凝土结构工程施工规范》（GB50666-2011）
- 《钢筋机械连接技术规范》（JGJ107-2016）
- 《钢筋套筒灌浆连接应用技术规范》（JGJ355-2015）
- 《装配式混凝土技术规程》（JGJ1-2014）
- 《钢筋连接用灌浆套筒》（JG/T398-2012）
- 《钢筋连接用套筒灌浆料》（JG/T408-2013）
- 《预制带肋底板混凝土叠合楼板技术规程》（JGJ/T258-2011）
- 《装配整体式混凝土结构预制构件制作与质量验收规程》 DGJ08-2069-2016