

装配式构件设计、制作、安装质量 控制要点分析

目录

目录	2
一、惠生项目的工程概况	3
二、惠生项目的拆分设计	4
2.1 外墙板、内墙板、女儿墙的拆分	4
2.2 叠合楼板、空调板的拆分	5
2.3 楼梯板的拆分	6
三、惠生项目的生产工艺	6
3.1 外墙板、女儿墙的生产工艺	6
3.2 叠合板生产工艺	7
3.3 楼梯板生产工艺	7
3.4 内墙板生产工艺	7
3.5 PCF 板生产工艺	7
四、惠生项目模具设计在生产线的应用	7
4.1 惠生项目模具设计在生产线的应用概述	7
4.2 外墙板、内墙板、女儿墙的模具设计	7
4.3 PCF 板、内叠板、楼梯板的模具设计	8
五、惠生项目构配件的选用	9
5.1 连接件的选用	9
5.2 内埋式吊环的选用	10
5.3 脱模、支撑、模板埋件的选用	10
5.4 填充物的选用	11
5.5 磁盒、磁性底座的选用	11
5.6 钢筋套筒软管固定器的选用	11
六、惠生项目的产品质量控制要点	12
6.1 构件拆分设计的质量控制要点	12
6.2 工艺选择及产品过程质量控制要点	12
6.3 构件存放、运输的质量控制要点	13
6.4 构件安装的质量控制要点	14
七、结语	18

装配式构件设计、制作、安装质量控制要点分析

——张建国（1959-），男，吉林人，高级工程师，国家一级建造师，现任亚泰集团沈阳现代建筑工业有限公司总工程师

一、惠生项目的工程概况

本工程为沈阳市产业化公共租赁住房工程，项目名称为惠生新城（公租房）1#-30#楼；建设地点为沈阳市沈北新区，道义大街西侧，莆田路北侧，建筑面积为225141.86平方米（不计入地下室面积），设计使用年限50年。该工程采用装配式剪力墙结构，共18层，包括外墙板10种型号、内墙板10种型号、叠合板6种型号、楼梯板2种型号、空调板1种型号、PCF板2种型号、女儿墙7种型号。地下室、底部加强区、楼梯间内楼梯梁和休息平台板、电梯间以及局部出屋面电梯及装饰架为全部现浇结构。

惠生公共租赁住房工程标准层为一梯八户（四个A户型、两个B户型、一个C户型、一个D户型）拆分成20块外墙板、18块内墙板、22块叠合板、6块PCF板、2块楼梯、10块空调板。

模具数量依据惠生项目的施工建设工期进行排班，每天按照生产三层楼的产量进行模具采购，模具总数量为246套，其中，外墙板62套、内墙板54套、叠合板66套、楼梯板6套、PCF板18套、空调板30套以及女儿墙10套。单日最大产能达到360立。



图1 惠生新城施工现场图片



图 2 生产车间及生产堆场

二、惠生项目的拆分设计

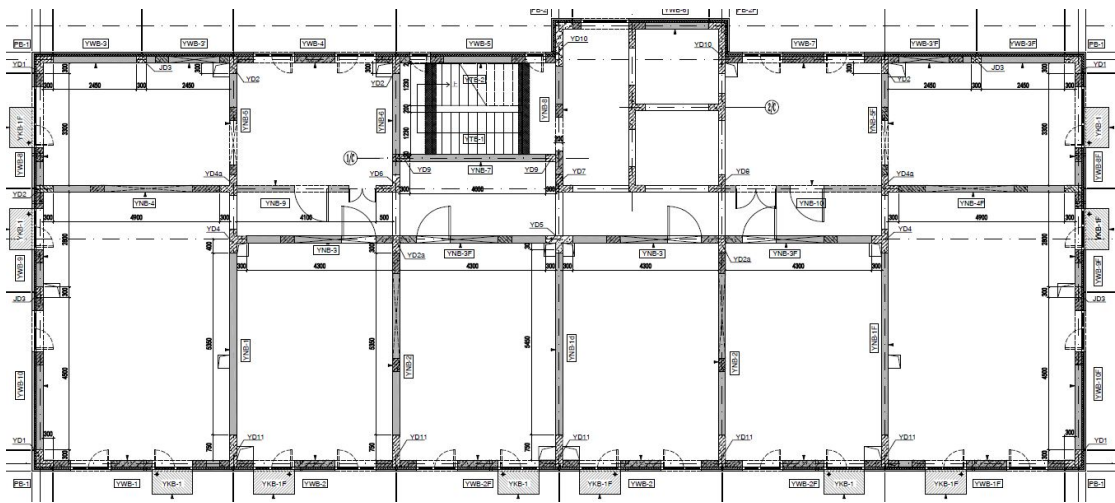


图 3 惠生项目平面拆分图

说明：YWB表示外墙板；YNB表示内墙板；YB表示叠合板；YKB表示空调板；

YNB 表示女儿墙；YTB 表示楼梯板；PB 表示 PCF 板

2.1 外墙板、内墙板、女儿墙的拆分

外墙板、内墙板、女儿墙首先按照户型模数、开间位置、楼层标高尺寸进行外形拆分，构件厚度为（50+70+200）的三明治夹心保温构件，其中，主要边缘构件的竖向钢筋宜设置在现浇拼缝内，现浇拼缝应配置竖向钢筋和封闭箍筋；上下层相邻预制剪力墙的竖向钢筋采用灌浆套筒连接，通过灌浆料形成竖向连接；门、窗洞的连梁设计成叠合梁，叠合梁箍筋做成开口箍筋。

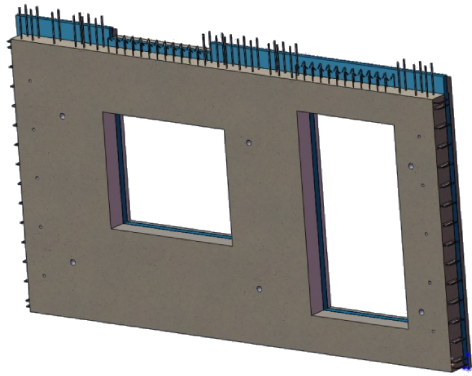


图 4 外墙板

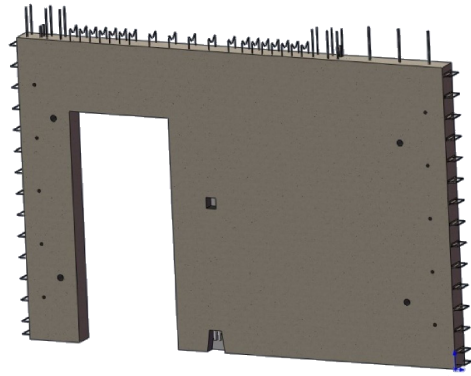


图 5 内墙板

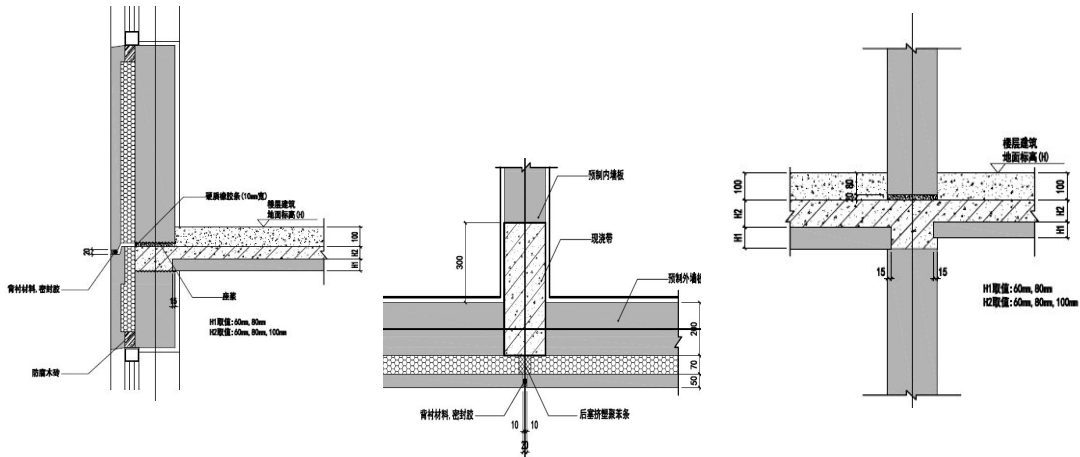


图 6 外墙板、内墙板节点构造图

2.2 叠合楼板、空调板的拆分

叠合楼板首先按照户型模数、开间位置、板标高尺寸进行外形拆分，楼板整体厚度为 140mm 的楼板，预制板厚度为 60mm，楼板整体厚度为 180mm 的楼板，预制板厚度为 80mm，本工程楼板结构受力形式为双向板，预制楼板拼缝采用整体式拼缝，为增大楼板的整体刚度，采用格构式钢筋叠合板，隔墙下加筋采用双面搭接焊，表面做拉毛处理，有外露钢筋的面做成粗糙面。

空调板按照设计图纸的要求拆分成悬挑构件，相应的布置负弯矩筋、分布钢筋，有外露筋的面做成粗糙面。

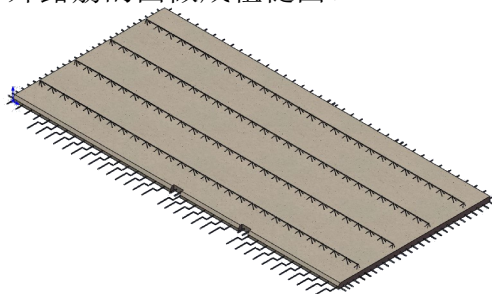


图 7 叠合板

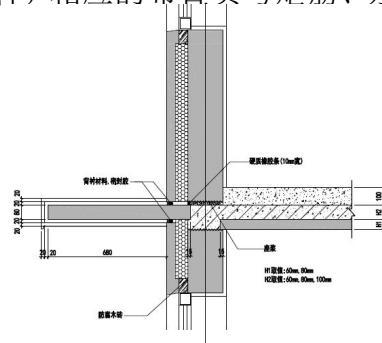


图 8 叠合板、空调板连接构造图

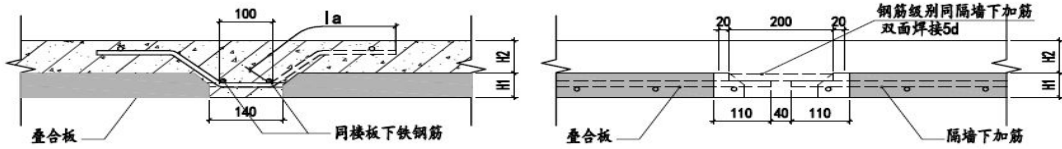


图9 叠合板拼缝做法

2.3 楼梯板的拆分

预制楼梯梯段预制，一端固定约束，一端滑动约束，相应的楼梯踏步设置防滑条，其他结构配筋按照设计图纸确定。

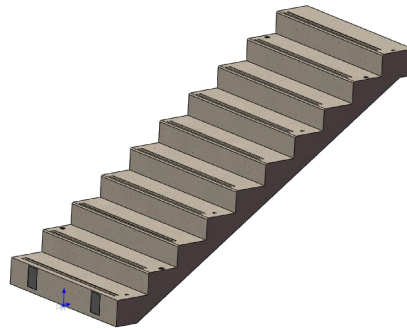


图10 楼梯板

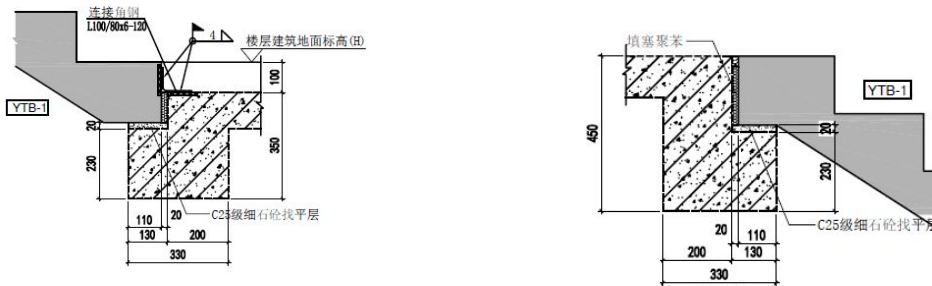


图11 楼梯节点图

三、惠生项目的生产工艺

3.1 外墙板、女儿墙的生产工艺

外墙板采用生产线正打工艺（先浇筑内页墙再浇筑外页墙），内墙面平整度高，安装时定位准确，可取消或减少内墙抹灰，节约成本；预埋件安装采用磁性底座，定位精准、节省工装、提高生产效率；饰面层可平板振捣器振捣，抹面效果好；模板四边通过磁盒固定。

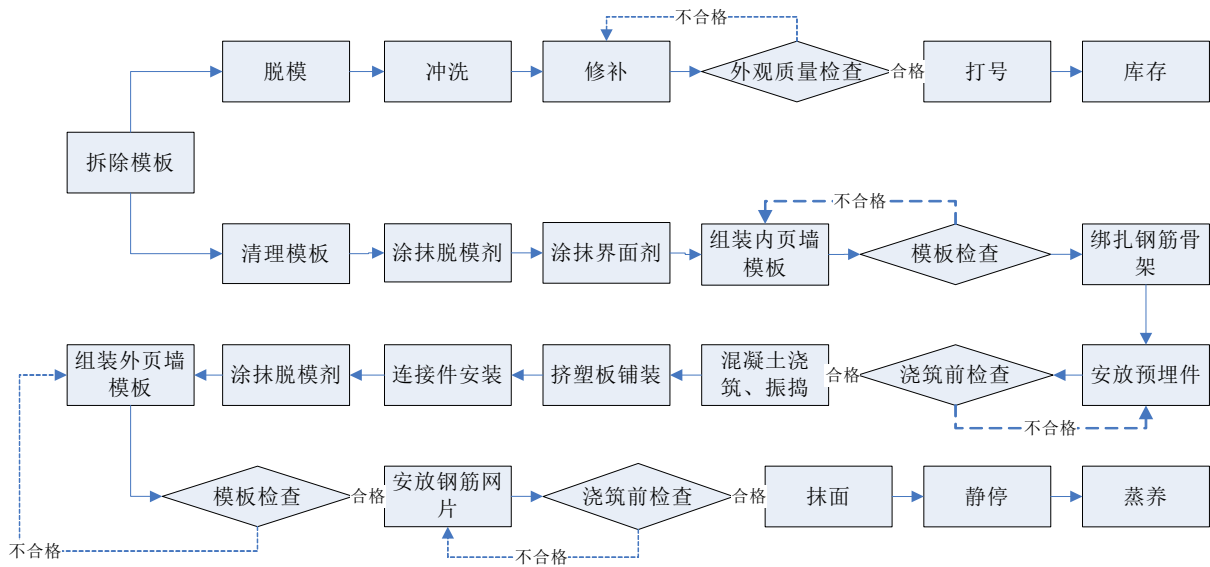


图 12 外墙板正打工艺流程图

3.2 叠合板生产工艺

叠合板采用生产线一次浇注成型拉毛工艺；一边采用螺栓固定，其他边采用磁盒固定。

3.3 楼梯板生产工艺

楼梯板采用反打一次成型工艺，可以有效避免传统立打时容易产生水纹、砂纹、露振的质量问题。

3.4 内墙板生产工艺

内墙板采用生产线一次浇注成型，预埋件安装采用磁性底座，定位精准、节省工装、提高生产效率；模板四边采用磁盒固定。

3.5 PCF 板生产工艺

PCF 板生产工艺采用正打一次浇筑成型工艺，先铺装挤塑板、连接件，再浇筑一次混凝土，可以保证 PCF 板构件的整体性，尺寸精准。

四、惠生项目模具设计在生产线的的应用

4.1 惠生项目模具设计在生产线的的应用概述

惠生项目叠合板、内、外墙均采用自动化循环流水生产线，循环生产线设计生产节拍叠合板为 12 分钟，内、外墙板为 24 分钟；流水生产线外圈以生产三明治板为主，内圈以生产叠合楼板为主；外圈、内圈生产线分别设置两处混凝土浇筑设备，一处振捣台，养护窑为多层独立间歇式立窑共四座，可放 96 块板，底层为底模穿过通道；养护窑设置 2 台横移升降码垛机。

4.2 外墙板、内墙板、女儿墙的模具设计

1、模具重量轻、刚度大

外墙板、内墙板、女儿墙模具主体结构由钢板经焊接成型，所有肋板采用5mm厚钢板，所有其他面板、垫板、封板采用4mm厚钢板，面积大的封板上预留减重孔，方便实现人工拆模，模具重量可以控制在800kg左右；模具刚度大，周转次数可以实现300次左右。

2、左右边模标准化

模具自身可通过构件长度进行调节，适用于不同尺寸的构件生产。

3、窗模拆卸方便

窗模采用楔形四分体结构，在拆卸和安装时均按照窗口滴水沿方向按顺序拆卸或安装。

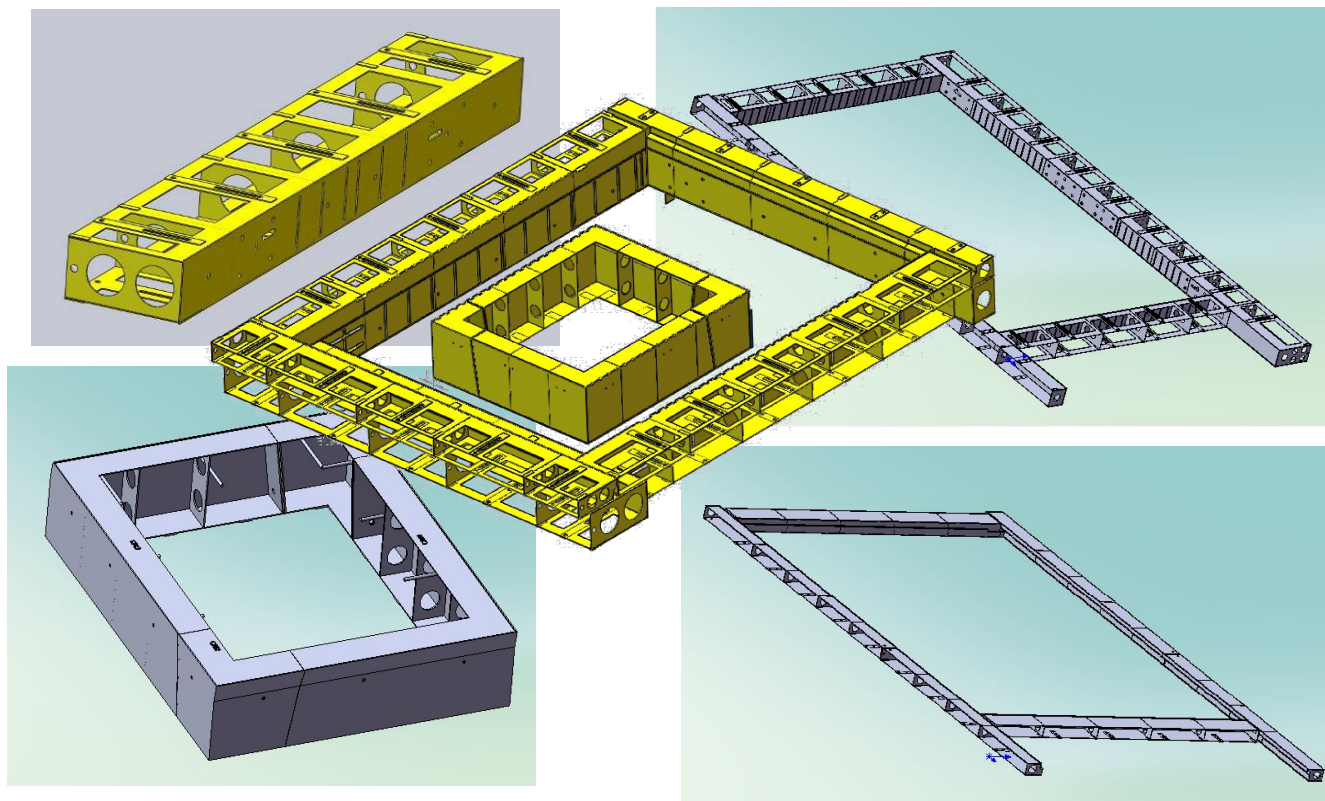


图 13 外墙板模具效果图

4.3 PCF 板、内叠板、楼梯板的模具设计

1、PCF 板、叠合板、楼梯板一次浇筑成型

PCF 板模具，可以实现一次浇筑混凝土，与传统的二次浇注混凝土比较而言，可以使构件整体性更好；叠合板、楼梯板采用角钢附肋板形式，保证模具的整体性。

2、紧固拉杆装置防止 PCF 板变形

PCF 板一侧转角处长度较大，浇筑混凝土后容易变形，不易控制尺寸精度，通过加设紧固拉杆装置，保证模具整体性。

3、PCF 板、叠合板、楼梯板尺寸精准

叠合板、楼梯板模具刚度提高后，相应的叠合板、楼梯板的尺寸控制更为精准，对于跨度大的板类构件，对角线和扰度控制更为精准。

4、楼梯板模具的操作手孔预留

楼梯板模具在安放扶手预埋件时，在相应的模具侧板上预留人工操作手孔。



图 14 PCF 板、楼梯板模具

五、惠生项目构配件的选用

5.1 连接件的选用

市场主要生产连接件的厂家有德国哈芬、美国特摩迈斯、南京斯贝尔，通过总结工程中各厂家产品优势、劣势，最终惠生项目选用德国哈芬的连接件。

表 1 连接件使用效果比较表

	材质	平米用量	安装	安全性	优点	缺点
哈芬 (德国)	不锈钢	少	方便、板型稍困难	很安全	1、用量少、安装方便 2、安全性较高 3、不容易破损	1、板类连接件安装复杂，正打时锚固深度控制较难
斯贝尔 (国产)	玻璃纤维	多	截面大，安装相对困难，容易与钢筋冲突，或碰到石子下不去	安全	1、价格稍低 2、不容易破损 安装相对复杂	
特摩迈斯 (美国)	玻璃纤维	多	方便	安全	安全方便快捷	外露部分容易损坏。

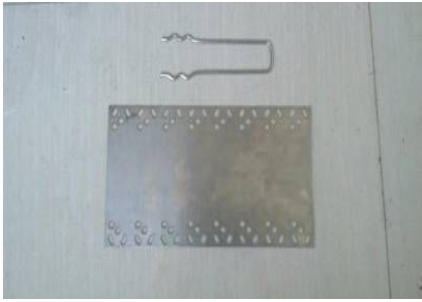


图 15 哈芬连接件



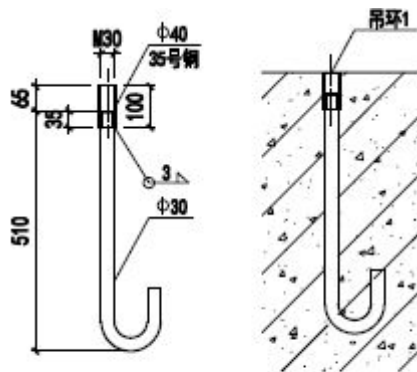
图 16 特摩迈斯连接件



图 17 南京斯贝尔连接件

5.2 内埋式吊环的选用

内埋式吊环与传统吊环形式比较可以节省钢材，同时施工现场工作人员可以利用螺母的丝扣来控制 20mm 灌浆料垫层的高度，方便上层墙板落下时的高度。实际构件生产安装内埋式吊环过程中，需要对内埋式吊环的钢筋与螺母位置进行电焊定位，防止现场吊装时出现螺母脱扣现象。



吊环1
吊重: 3.5t

图 18 内埋式吊环

5.3 脱模、支撑、模板埋件的选用

脱模、支撑、模板的预埋件的选用均根据使用要求，以通用、适量为原则，

脱模埋件同时也是支撑埋件，每块墙根据尺寸、重量大小设置 4 或者 6 个；模板埋件只设置在转角部位的墙面上，通常为 6 个。

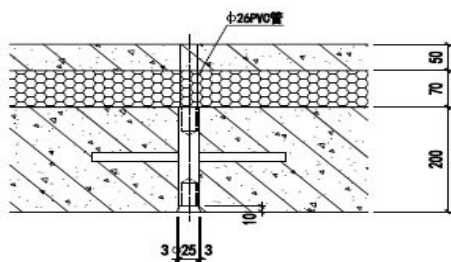


图 19 脱模埋件

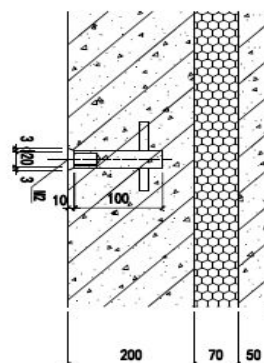


图 20 模板埋件

5.4 填充物的选用

采用空心纸管代替聚苯作为填充物，可以充分利用纸管圆形截面的特点，有效避免填充物上浮及漏振的现象，纸管要选用吸水率低，管径要保证钢筋保护层要求，防止混凝土表面出现裂缝。

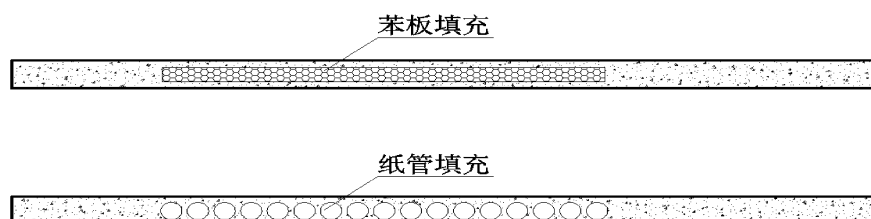


图 21 纸管

5.5 磁盒、磁性底座的选用

模具、预埋件的固定通常采用磁盒、磁性底座，磁盒、磁性底座可以作为固定资产反复利用，具有周转次数多，固定效果好的特点。



图 22 磁性底座

5.6 钢筋套筒软管固定器的选用

钢筋套筒软管固定器可有效避免在大量使用钢筋套筒时，磁性底座占用空间大、排列混乱，造成不易分辨进、出浆孔的缺点。

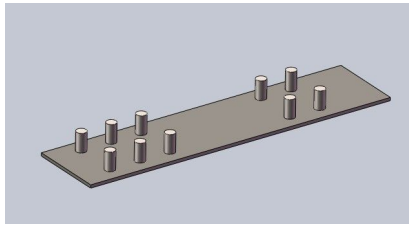


图 23 钢筋套筒软管固定器

六、惠生项目的产品质量控制要点

6.1 构件拆分设计的质量控制要点

惠生项目的设计、施工、生产等相关单位在对图纸进行会审过程中，对图纸不明确的地方进行了沟通明确，避免了一些质量问题，在设计阶段重点控制如下几个问题：

1、拆分设计阶段要将建筑、结构、给排水、暖通、电气等各专业全方位考虑，充分考虑生产阶段可能遇到的墙体、楼板钢筋与墙体、楼板预留孔、洞、电气盒、电气箱的位置冲突；

2、对于核心筒区域内（如电梯井、楼梯间）不利于支撑的构件应考虑施工人员方便作业的可行性，另外考虑墙体支撑的方式。（楼梯转换层楼梯梁钢筋预留）

3、对于两侧板顶标高相同而板底标高不同的同一墙体，应在考虑施工方便和符合相关规范的前提下，将墙体做成阶型。避免现场施工因缝隙处理不当产生的外观质量问题。

4、将起吊、斜支撑、模板支撑、临时反撑所使用的预埋件，其规格型号建

议控制在两种以内，避免因生产过程中的疏忽而造成规格安放错误。

5、由于连接件的设计选型是在拆分深化设计后完成，因此，在对连接件选型时，应与连接件生产厂家及时沟通，避免连接件与钢筋冲突。尤其是有外露连接件的 PCF 板，要考虑连接件与现场钢筋的冲突问题。

6.2 工艺选择及产品过程质量控制要点

惠生项目构件生产过程中，质检员曾经检查出很多质量问题，责令整改，现总结出如下构件生产过程中的质量控制要点：

1、惠生项目外墙采用了正打工艺，有一些优势，但同时出现了一些问题，先浇筑内页墙，在内页墙混凝土没达到初凝时，就铺装挤塑板，对其内部钢筋扰动较大，需要通过加设跳板解决。外页墙由于较薄，在养护条件不好的情况下，极易产生干缩裂缝。另外，通过磁性底座固定的预埋件，振捣过程极易产生位置偏移等问题。因此，在选择正打工艺时要引起注意。

2、哈芬板型拉结连接件穿过保温材料处缝隙大的应填补密实；安装连接件时使用混凝土垫块，保证连接件在结构层与饰面层的锚固深度，且应在结构层和饰面层上分别安放锚固钢筋。

3、带夹心保温材料的构件，底层混凝土强度达到 1.2MPa 以上时方可进行保温材料敷设。禁止在铺装保温板过程中人为踩踏挤塑板。保证在混凝土初凝前铺装完保温材料，使保温材料与混凝土粘贴牢固，避免出现冷桥现象。保证所有部位的挤塑板拼装严实、无缝隙。

4、在大批量预制构件生产前提下，内埋式吊环安装过程容易出现质量问题，尤其是吊环和吊耳的旋入螺母的深度不易控制，因此，建议使用传统吊环，如要采用内埋螺母式吊环，建议对螺母和吊环进行点焊限位。

5、套筒安装时要注意检查套筒固定器橡胶材质部分的老化程度，防止水泥浆进入套筒内部，影响现场插筋安装质量。同时，安装套筒时可以采用定位钢筋保证套筒与内页墙下侧模的垂直度。

6、外墙板、内墙板生产过程中，要严格控制外露插筋、箍筋的长度，同时要实时跟踪外露插筋部位的模具磨损情况，及时维修，防止因出筋孔过大造成外楼插筋定位不准的情况。

7、所有预制构件预留孔洞的预留都要采用定位工装进行定位，要求模具上预留孔洞的定位工装与模具或底模可靠连接，防止预留孔洞工装在浇筑混凝土后因外部扰动而偏位。

8、采用构造钢筋将强电箱、弱电箱、电器盒、等电位箱与钢筋骨架绑扎一起，对于大洞口的电器类预埋安装时需要进行钢筋补强处理。

9、混凝土浇筑前，应逐项对模具、垫块、支架、钢筋、连接套管、连接件、预埋件、吊具、预留孔洞等进行检查验收，并做好隐蔽工程记录。

10、冲洗构件时应采用高压水枪，保证外墙板、内墙板、女儿墙的结构层粗糙面深度为 6mm；保证叠合楼板的表面粗糙面厚度为 4mm。

6.3 构件存放、运输的质量控制要点

1、外墙板、内墙板采用专用存放架运输，吊装架从运输 4 块变成运输 6 块同时，可以保证外墙板、内墙板在运输过程中的磕碰问题。

2、叠合板存放、发货时，叠合板堆放必须按照同一型号叠合板采用柔性材料堆放，柔性材料间距要求为距离叠合板边线 500~800mm，具体根据叠合板跨度调整。

叠合板按照楼层号发货、运输，所以不能保证所运输的叠合板为同一型号，存放时需要尤其注意。

3、构件运输、存放要合理划分，将厂区内成品存放场划分若干个区域，将构件编号分区存放，避免因发货挑板影响吊装速度。

4、施工现场应要求设置临时堆放场地，保证预制构件 1-2 层的存储量，避免供应不及时造成施工进度的影响。

6.4 构件安装的质量控制要点

6.4.1 构件吊装时专用吊架的使用

构件起吊时应使用专用钢梁吊架，该钢梁吊架可以根据构件吊点位置进行调节，保证每个吊点均为垂直起吊，避免起吊时吊钉或预埋吊件形成剪切破坏。

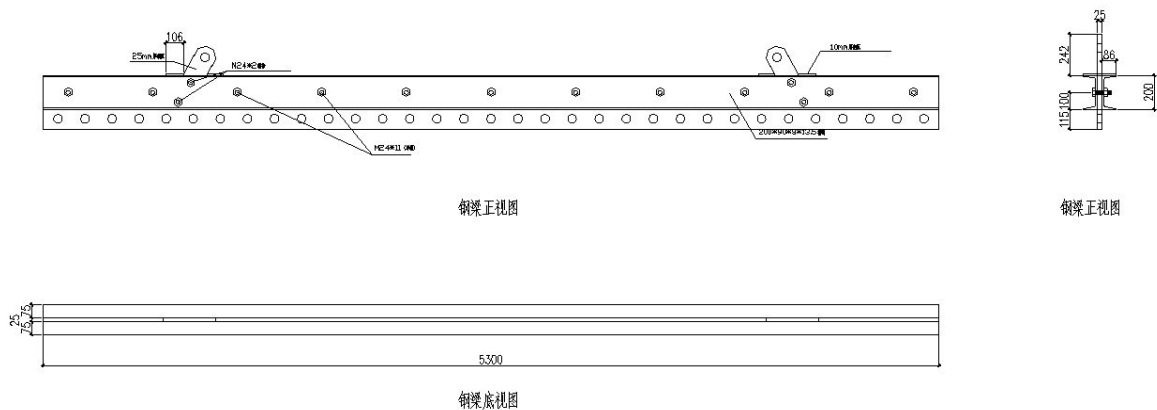


图 24 墙板装用吊梁

6.4.2 墙板支撑系统的使用

1、斜支撑能够提高墙板在小震下的抗侧刚度，且安装时还可进行微调操作。斜支撑安装需采用可调节长度的螺杆，调节长度不小于 300mm。

2、垂直墙板方向（Y 向）校正，可利用短钢管斜撑调节杆，对墙板跟部进行微调来控制 Y 向的位置。

3、平行墙板方向（X 向）校正，可通过在楼板面上弹出墙板位置线及控制轴线来进行墙板位置校正，墙板按照位置线就位后，若有偏差需要调节，则可利用小型千斤顶在墙板侧面进行微调。

4、墙板水平标高（Z 向）校正，可通过在下层，预先通过水平仪进行调节到预定的标高位置，另外吊装时还通过墙板上弹出的水平控制标高线来调节，墙板吊装时直接就位至钢板上，以此来控制墙板水平标。

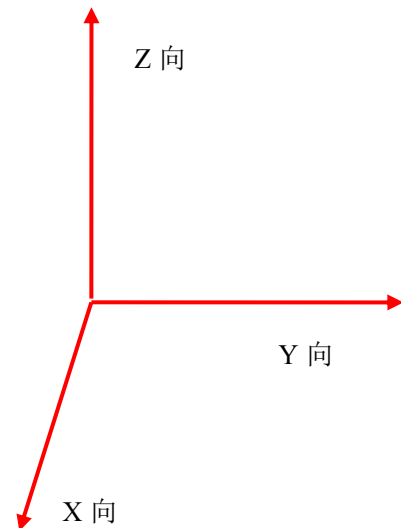


图 25 墙板支撑系统

6.4.3 套筒插筋的定位调整时工装的使用

在浇筑楼板叠合层及叠合梁前，应使用插筋定位工装对套筒插筋位置进行定位，保证插筋位置的准确后方可进行浇筑。在拼装墙板前，可以通过插筋定位工装对插筋位置进行复核，复核无误后方可进行吊装作业，避免在安装墙板过程中，调整插筋位置而影响安装进度及精度。

尤其对于现浇层与预制构件转换层之间的预留插筋定位，建议采用插筋定位工装进行定位，保证位置的精准。否则，在安装预制构件时，转换层预留插筋与

套筒容易出现安装不上情况。

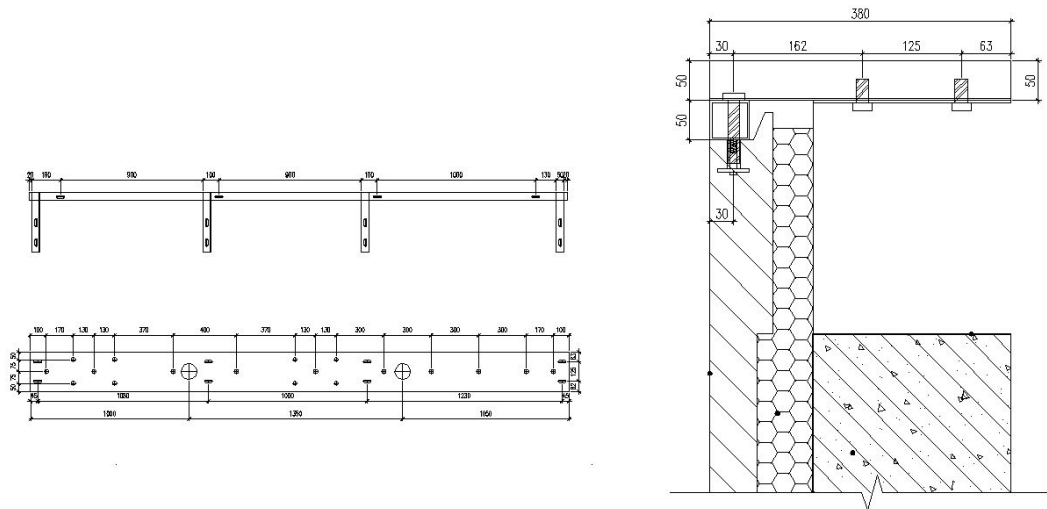


图 26 套筒插筋定位系统

6.4.4 钢筋套筒灌浆的注意事项

1、清扫楼板表面，不得有碎石、浮浆、灰尘、油污和脱模剂等杂物；灌浆前 24h，楼板表面应充分湿润；灌浆前 1h，应吸干积水。

2、推荐采用机械搅拌方式，搅拌时间一般为 1-2min，采用人工搅拌时，应先加入 2/3 的用水量拌和 2min，其后加入剩余水量搅拌至均匀。（标准稠度加水量为 12%-14%。）

3、灌浆方式可采用自重法、高位漏斗法、压力注浆法，本项目采用的是分段注浆法，由于浆料流动距离长，采用压力注浆，保证施工质量。

4、坐浆层或坐浆层封堵材料采用高强砂浆，砂浆强度不低于剪力墙混凝土强度。

5、由下部注浆孔进行注浆，当上部出浆孔有浆料溢出时，视为该注浆孔完成注浆，注浆时必须连续进行，不能间断，并应尽可能缩短灌浆时间。

6、在注浆过程中及注浆完成后要观察内外墙面是否有注浆料渗露，如有渗露应及时封堵。

7、充填完毕后 4 小时内不得移动套筒，灌浆材料充填操作结束后 1 天内不得施加振动、冲击等影响。

6.4.5 PCF 板浇筑时防涨模处理方法

因为 PCF 板的厚度较小，为了防止 PCF 板安装后，在浇筑混凝土过程中出现涨模现象，施工过程中应在 PCF 板的穿孔位置采用对拉螺栓进行模板支撑，

同时在内螺纹预埋件位置通过长螺栓加强模板刚度，可有效防止 PCF 板浇筑混凝土时产生涨模现象。

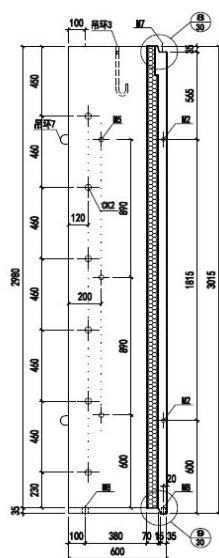


图 27 PCF 板防涨模埋件

6.4.6 叠合板运输安放注意事项

安装叠合板时底部必须做临时支架，支撑采用可调节钢制 PC 工具式支撑，间距为 900mm，安装楼板前调整支撑标高与两侧墙预留标高一致。

在楼板结构层施工过程中，要双层设置叠合板支撑，待上层叠合楼板结构施工完成后，同时下层叠合楼板现浇混凝土强度 $\geq 75\%$ 设计强度时，才可以拆除下一层支撑。

6.4.7 施工缝的处理

施工缝的不容易引起施工单位的重视，所以将节点位置的施工处理列出如下：

- 1、纵向施工缝要根据外墙板的构造形式，采用保温板填充，保证保温连续性，外部采用背衬材料及耐候密封胶进行填充处理。

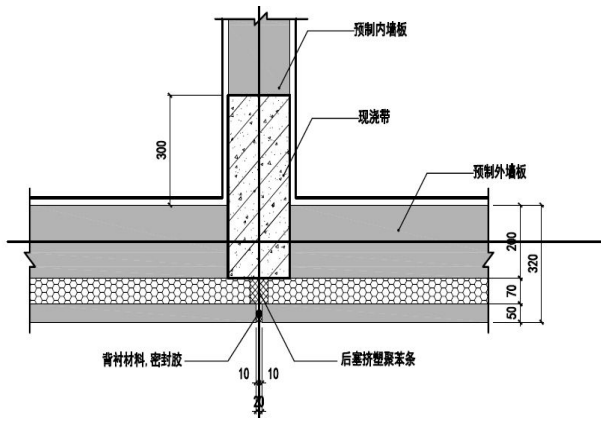


图 28 墙板竖向拼缝处理

2、横向施工缝根据外墙板防水构造的外形，采用背衬材料、耐候密封胶填充处理。

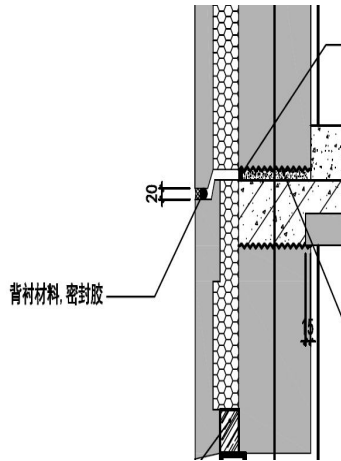


图 29 墙板横向拼缝处理

(3) 楼梯拼装后与外墙处有 20mm 的施工缝，后期做内墙装修的时候刮腻子之前可用聚合物砂浆灌缝或用密封胶填缝。聚合物砂浆后期容易开裂，建议选用密封胶进行处理。

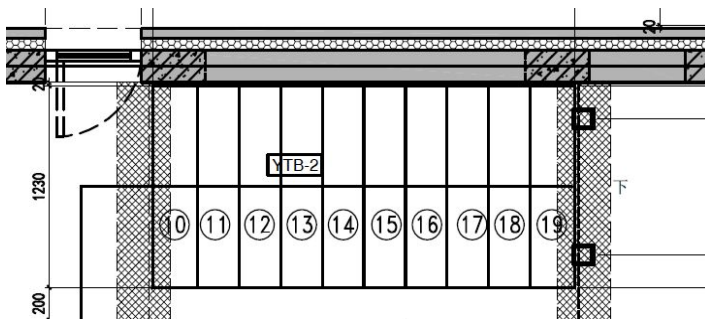


图 30 楼梯拼缝处理

七、结语

惠生新城项目是沈阳市政府推出的保障房项目，该项目是目前国内采用装配

整体式剪力墙体系工程量较大的项目之一，无论是设计、生产、运输、安装、验收等每一个环节都有较大的难度。我们通过这一项目的全过程质量控制，总结出一些成功的经验，希望能够对今后类似工程提供参考。