

重庆市住房和城乡建设技术发展中心文件

重建技中心〔2023〕51号

关于印发《墙体免抹灰关键技术应用要点》等 4项技术指导文件的通知

各区县（自治县）住房城乡建委，两江新区，经开区、高新区、万盛经开区、双桥经开区建设管理局，各有关单位：

为进一步推动建筑产业现代化示范工程项目建设，探索形成具有可复制可推广值的经验做法，促进行业技术水平与示范项目实施质量提升，市技术发展中心根据《重庆市建筑产业现代化示范项目补助资金管理办法》（渝建科〔2022〕52号）有关要求，编制形成了《免抹灰关键技术实施要点》《模块化保温隔声部品关键技术应用要点》《套筒灌浆预制剪力墙关键技术应用要点》《预制叠合剪力墙关键技术应用要点》，报经市住房城乡建

委同意，现予以印发。

建筑产业现代化示范项目、装配式建筑评价项目采用以上装配式建筑技术时，应结合项目实际情况按发布的技术要点有关要求组织实施，充分发挥示范项目的示范作用，切实提高我市装配式建筑实施质量。

有关单位在项目建设中应加强技术优化和经验总结，并将有关意见和建议反馈至市技术发展中心，以供更新时参考。

- 附件：1.墙体免抹灰关键技术应用要点
2.模块化保温隔声部品关键技术应用要点
3.套筒灌浆预制剪力墙关键技术应用要点
4.预制叠合剪力墙关键技术应用要点

重庆市住房和城乡建设技术发展中心

2023年7月17日

(联系人：代世清，电话 63604962，邮箱 157780339@qq.com)

附件 1:

墙体免抹灰关键技术应用要点

一、技术简介

墙体免抹灰是指墙体基层成型质量在施工工程中达到粗装修技术标准，不再进行抹灰等湿作业找平的施工工艺。装配式建筑采用工厂生产的预制构件，成型质量高，在保障现浇和预制部位之间施工精度匹配的前提下，可合理减少抹灰等湿作业，实现成本节约、质量提升、资源节约等综合效益。

二、免抹灰实现关键因素

（一）现浇混凝土和预制部品部件之间施工精度的匹配；

（二）混凝土结构墙体垂直度、平整度及结构方正性等施工质量，以及现浇混凝土与预制混凝土构件之间的拼缝质量（现浇混凝土采用铝模压槽留设企口）；

（三）隔墙墙体的垂直度、平整度，以及隔墙内部拼缝部位的施工质量（条板留设企口）；

（四）混凝土结构与隔墙交接位置的平整度以及房间的整体方正性（现浇混凝土和条板交接位置均需留设企口）。

备注：混凝土结构的设计优化，剪力墙尽量通长设置，减少剪力墙和条板共存的情况；多层建筑尽量采用框架结构，纯条板更有利于实现免抹灰。

三、免抹灰实施要点

（一）技术策划阶段

1.合理选择技术体系，实现精度匹配

承重墙：可采用预制墙柱，以及采用高精度模板施工工艺的现浇混凝土结构等。

外围护墙：可采用高精度模板施工工艺的全现浇外墙、精确砌块、预制围护墙等；

内隔墙：可采用精确砌块，以及蒸压加气混凝土条板、陶粒混凝土条板等预制内隔墙。

2.合理确定免抹灰范围，考虑可行性和经济性

墙面能否实现免抹灰还受装饰面构造做法的影响，涂饰面层对墙体基层成型质量要求最高，贴砖面层对墙体基层成型质量要求稍低，架空墙面对墙体基层成型质量要求最低。具体如下：

（1）免抹灰墙面

涂饰面层：采用高精度模板施工工艺的现浇混凝土墙面、预制混凝土墙面、预制内隔墙墙面，以及以上工艺组合形成的墙面，可按免抹灰工艺实施；

贴砖面层、架空墙面：采用高精度模板施工工艺的现浇混凝土墙面、高精度砌块墙面、预制混凝土墙面、预制内隔墙墙面，以及以上工艺组合形成的墙面，可按免抹灰工艺实施。

（2）薄抹灰墙面

涂饰面层：含高精度砌块的墙面（如高精度砌块和混凝土/预制内隔墙组合形成的墙面、高精度砌块墙面等）可按薄抹灰工艺

实施。

（二）深化设计阶段

1.高精度模板深化设计要点

（1）构造柱、下挂梁一次成型

项目构造柱、下挂梁较多，后期浇筑困难，成型质量较差，铝模深化设计时，二次构造柱、下挂梁尽量一次成型。如剪力墙间小于 600mm 墙垛、小于 300mm 门垛采用混凝土现浇一次成型；防火门门垛、门连窗一次成型；门窗洞口上部有结构梁，且门窗洞顶离结构梁 $\leq 300\text{mm}$ 时下挂梁和结构整体浇筑；室内墙长超过 5m 的砌体墙构造柱，门边抱框柱等二次结构与主体结构一次浇筑成型。

（2）门窗企口一次现浇

①为方便窗框安装后填塞，在保证窗洞口尺寸的前提下，预先优化窗框企口及固定片位置，企口压型材框 5mm。

②窗台四周预留 20mm 厚企口，企口宽度为 75mm，做 5mm 斜坡；凹进去的宽度为：砵外边线距离窗框外边 50mm+铝框型材宽度，里高外低，能有效防止渗水。

③铝模高精度定位，确保洞口尺寸，免除传统的抹灰修面，窗户安装可以根据铝模深化尺寸直接安装打胶即可。

注：①有外墙外保温时，外窗企口深度应根据外保温设计节点进行调整，避免外保温收口吃框，导致门窗扇无法正常开启、渗漏等问题；

②外窗内侧存在护窗栏杆时，内侧企口宽度不小 60mm 且不应小于护窗栏杆安装宽度。

(3) 考虑与预制构件关系，设置压槽

铝模考虑与预制构件搭接关系，结构与预制构件交接处应严格粘贴双面胶，防止漏浆。预制构件斜撑点位避免与铝模冲突，尺寸要满足铝模合模要求

(4) 考虑与砌体的关系，设置压槽

铝模考虑与砌体的搭接关系，结构与砌体、条板交接处均应压槽（如深度 5mm，宽度 10cm），以保证拼缝挂网抹灰后不高出墙面。

(5) 电箱等机电管线所在墙体一次现浇

户内强弱电箱若后期二次预埋，因管线集中导致开槽、修补量大，形成材料浪费且易导致后期墙体开裂，故将电箱所在墙体由混凝土一次性浇筑带出；当剪力墙免抹灰时，采用铝型材压槽，给水管径 3.5cm 时，压槽深度为 5cm。

2. 预制墙板深化设计要点

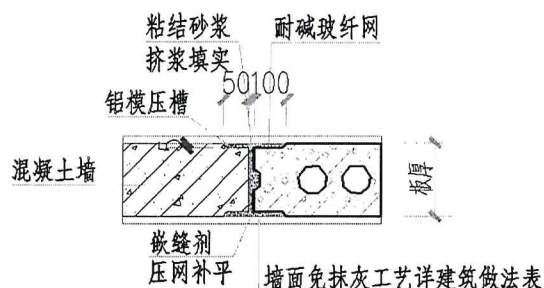
(1) 预制墙板与墙、梁等砼结构交界处压槽 5mm，便于不同材质交接处挂网防开裂；

(2) 构造柱、门洞等位置根据预制墙板排版进行适当调整，尽量减少非标板的产生；同时，协调生产厂家供应一部分常规尺寸的非标板，尽量避免条板切割。

(3) 采用建筑、结构、设备管线、装修等多专业一体化集成设计，综合布置各专业机电管线，尽量减少后期管线的开槽修补。

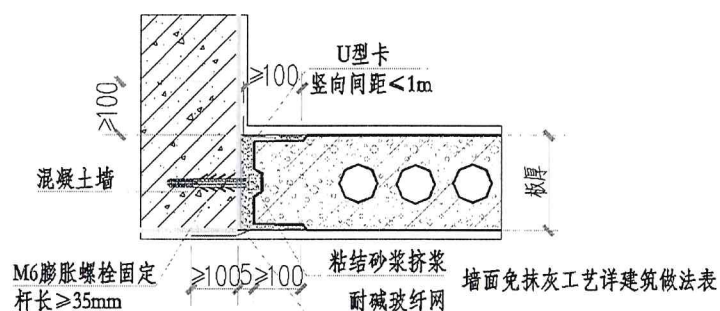
3. 预制墙板深化节点

(1) 轻质条板与混凝土墙一字连接构造



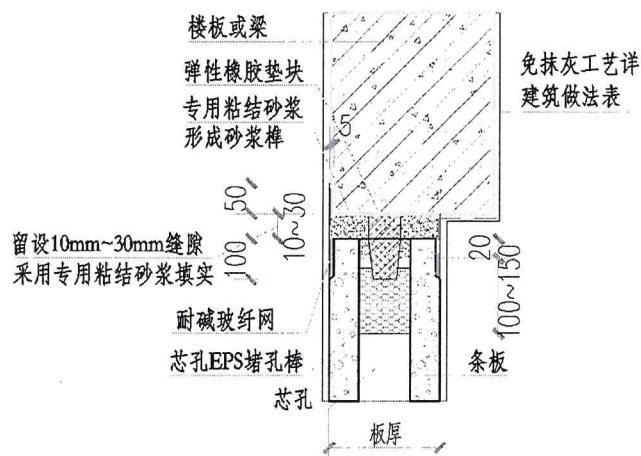
轻质条板与混凝土墙一字连接构造

(2) 轻质条板与混凝土墙 L 型连接构造



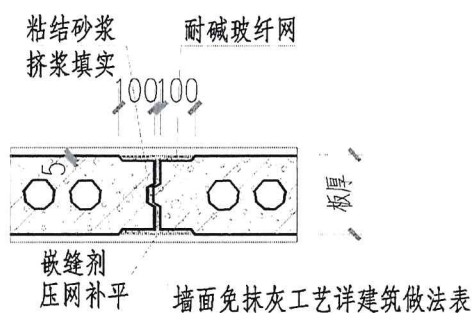
轻质条板与混凝土墙L型连接构造

(3) 轻质条板与结构板底、梁底连接构造



轻质条板与结构板底、梁底连接

（4）轻质条板间一字连接构造



轻质条板一字连接构造

（三）装配施工阶段

1.高精度模板施工要点

（1）墙根找平、钢筋纠偏：

①墙根找平：墙体根部采用感应式扫平仪进行初找平，再用刮尺将墙根位置刮平，面层标高偏差控制在（0，-5mm）内；超过标高的部位，一定要剔凿掉。否则会导致整个楼层标高抬升；

②钢筋纠偏：对照墙线检查墙柱钢筋是否在墙线以内，是否有足够空间立模板；

（2）放线、标高复核

①采用双线控制，弹出边线及 30cm 控制线；

②检查标高 50cm 线，发现混凝土过高或者墙板所在位置不平整时，及时进行剔凿修平；

③检查墙柱 30cm 线，模板校核以 30cm 线作为调校的基准线；

（3）墙柱模板的起步安装与加固

①首层铝模板施工，需要在外墙部位安装起步板；

②起步板应放线施工，确保起步板上口刚好与铝模板外墙板底部接触，不凸起，不悬空；

③采用下层木模预埋的锁脚螺杆+双钢管（木枋）夹住此处交接位置

（4）墙柱模安装与调整：

①墙柱模支撑加固：采用内墙 4 道背楞，外墙 5 道背肋，支撑距墙体端部不大于 750mm，支撑间撑距不大于 1200mm，宽度大于 2m 的墙体设置不少于两道斜撑，宽度小于 1.2m 的墙体及剪力墙短肢设置不少于一根斜撑；斜撑预埋环在混凝土浇捣前做好预埋，以免破坏预埋在板内的管道；

②墙柱模调整：在安装梁侧模前，应将墙柱模标高、垂直度初步调整到位，安装背楞加固并采用斜撑稳固，再进行梁底模和楼面板安装；

③在模板全部安装完成后应进行全面调校，先调楼板、再墙柱；调校顺序遵循：从中间向两边调；从下向上调。

（5）验收与监测

①轴线、控制线必须专人复核；

②外墙边线、电梯井道垂直线检查复核；

③必须设置定位钢筋；

④柱墙下脚砼面标高误差在 10mm 以内；

⑤拼缝及模板表面水泥浆清理干净；

⑥脱模剂 100%涂刷；

⑦K 板的预埋螺丝必须提前预埋牢固在下层的砼内；

⑧销钉销片必须在背楞安装之前全数满打到位；

⑨混凝土浇筑过程中必须对模板进行复测，微调；

（6）混凝土浇筑：

①砼浇筑过程派专人校正柱墙垂直度和顶板极差、板面标高、平整度、板厚；每浇筑一根柱子测量检查一根，确保数据能够满足免抹灰要求；

②铝合金模板系统整体性较强，浇筑时按照从中间向四周浇筑的方法，应避免只沿一侧向另一侧浇筑，防止铝模整体偏移。

2.条板、砌体施工要点

（1）定位放线

①由精装修和保温单位提前安排专人介入轴线的复测；

②隔墙条板控制线以结构主控线进行放线，同时复核隔墙控制线与结构梁的误差，进行适当的调整。若墙体控制线与主体结构梁一致，按主控线放线即可；若墙体控制线与主体结构梁不一致，则复核相应主体结构的具体偏差：

若结构偏差（含房间开间、进深、方正性）在误差允许范围内（一般为 5mm），则应将墙体控制线按照主体结构进行调整，在保证整个墙面平整度的同时，不会造成其他开间、进深、方正性等数据不合格。

若结构偏差（含房间开间、进深、方正性）超出误差允许范围，则墙体控制线必须以主控线为准，严禁调整，保证房间的方正等功能数据。

（2）方正度控制（轴线控制）：

①土建和精装单位必须有统一的移交标准和轴线，严禁随意更改轴线；

②严格控制土建的轴线，做完一层结构，就进行一次复测，避免大面积返工；

③土建的卧室、卫生间、厨房、阳台和客厅方正度采用通轴线进行控制，避免后期门框或者门槛石出现大小头；

④后期条板、门窗、精装、保温等后续单位的施工作业严格按照轴线进行控制，避免为了保证一面墙的顺平，改变房间的方正度。

（3）垂直度、平整度控制：

①安装和砌筑全过程采用激光五线仪控制。

②边施工边用靠尺进行靠量，出现偏差及时修正。

③实测数据及时上墙，实测数据签署测量和作业工人姓名，不合格墙面立刻返工处理。

④严格控制土建垂直度、平整度，要求精度达到 $[0, 4]$ ，即结构阶段达到抹灰精度要求，过程中对结构实体进行 100%实测，并形成资料记录。

⑤针对不同的不合格问题类型，由参建各方共同编制整改方案，并进行全数整改后复测。

（4）墙体成型质量检查

可通过加大靠尺测量密度来进行墙体质量检测，并针对性地进行质量整改，对不合格区域仅打磨、剔凿处理。推荐采用红外

扫描仪对全墙质量进行测量。

（5）精装节点控制

①保温墙面和结构接头的位置，因翻边导致局部挂网抹灰高出墙面，需加宽抗裂砂浆的面积弱化平整度问题。

②生活阳台剪力墙面的管道压槽加深和加宽压槽的尺寸，特别是给水管 90°转角的位置会比管道位置高出 5mm，造成管道超出压槽部位。

③精装对乳胶漆墙面阴阳角施工时，会在阴阳角部位加阴阳角条保证三边两线达到标准，会整体增加墙面 2-3mm 左右，以往这个厚度都是采用石膏进行找补，现在免抹灰采用腻子找补，需严格控制墙面腻子超厚避免脱层。

四、常见问题与防治措施

（一）铝合金模板现浇混凝土结构

1.结构方正度

问题描述：结构施工阶段，方正度不易直接从现场获取，只能通过主控线及墙柱控制线的测量放线方面进行控制。

防治措施：

（1）每层主控线放线完成后，由监理工程师进行复核，首先确保主控线的方正性，必须保证 100%的方正。

（2）墙柱控制线放线完成后，检查相应控制线之间的方正性，复核无误后，再进行墙柱模板的合模。

（3）根据主控线放出 300mm 控制线，用于过程中检查模板定位、垂直平整度等

2.层间平整度

问题描述：层间老墙位置上下层错台、胀模。

控制措施：

（1）外墙 K 板预埋螺栓一般情况铝模厂家配置为塑料螺栓，塑料螺栓在后续加固时容易发生变形，导致 K 板加固不到位，混凝土浇筑振捣出现 K 板松动情况。需采用刚性螺栓，并且 K 板螺栓间距需严格按照铝模深化设计埋设，保证混凝土浇筑不胀模，控制外墙层间平整度。

（2）外墙模板设置竖向小背楞，背楞间距在前期深化设计时可适当加密，控制浇筑层 K 板不胀模，控制层间平整度

3.混凝土表面质量

（1）问题描述：铝合金模板现浇混凝土表面出现起皮、粘模破损导致粘接不良。

防治措施：

①铝模使用前，必须把铝模表面的混凝土渣、浮浆等清理干净，再涂刷脱模剂；

②模板边缘水泥浆必须清理干净，否则拼缝不严，会导致漏浆。在铝模拆除后应立即对模板进行清理；

（2）问题描述：铝模板拼缝位置在混凝土浇筑后，会有约 1mm 的凸出。

防治措施：腻子施工前，需逐条缝进行打磨，否则腻子完工后，迎光观察会发现明显的竖痕。

（3）问题描述：采用高精度模板施工工艺的全现浇外墙，墙

体表面留有对拉螺杆拆除后留下的孔洞，影响外墙防渗漏质量。

防治措施：

①从外侧堵塞 1:2 干硬性水泥砂浆到孔中 2~3cm 并压实，待水泥砂浆干燥后，再涂刷半径为 6cm 圆形范围的 JS 防水涂料；

②从内侧往螺栓孔中打满聚氨酯发泡剂，待发泡剂干硬成型后，将多余发泡剂压入墙体中并预留 2~3cm；

③从内侧堵塞 1:2 干硬性水泥砂浆到孔中 2~3cm 并压实；

④螺杆洞封堵后应打磨平整，否则腻子无法遮盖。

（4）问题描述：铝模材料使用楼层增加后，易出现变形、表面残留混凝土的情况，导致拆模后混凝土墙面不平，拆坏混凝土的情况。

控制措施：

①对局部老、旧、破损、变形铝模及时进行检查、更换或维修。

②每层铝模拆模后，均应对铝模残留的混凝土、脱模剂进行彻底清理，墙柱模板安装前须严格按照要求涂刷脱模剂，且混凝土浇筑后不得过早拆除铝模，控制结构面出现大量蜂窝麻面等混凝土质量缺陷导致的修补。

（5）问题描述：预制剪力墙与现浇墙之间的拼接部位出现胀模、错台、漏浆、平整度不合格等质量问题

控制措施：

①预制剪力墙采用上下双杆斜撑固定，避免预制剪力墙的扰动变形，影响铝模板加固；

②预制剪力墙预留对拉螺杆洞，上下双排对拉螺杆同时与铝模背楞固定，避免混凝土浇筑后胀模，导致平整度不合格。

③预制剪力墙两侧及顶部贴双面胶，有效防止漏浆

（6）问题描述：厨卫混凝土反坎浇筑易偏位，导致后期剔打修补较多，影响免抹灰施工质量。

控制措施：反坎加固需制定专项加固方式，结合现场实际情况，采取对拉螺杆、钢筋焊接内撑铝模等方式，严格控制反坎标高、轴线、定位，避免出现反坎偏位、胀模，从而导致后续条板安装后出现错台。

（二）条板、砌体隔墙

1.定位放线

问题描述：主体结构及隔墙条板的放线均存在测量操作及施工误差，误差累计将造成整体墙面不合格。

防治措施：

（1）由精装修和保温单位提前安排专人介入轴线的复测；

（2）砌体放线时，应先复核墙体线与主体结构之间的偏差数据。若墙体控制线与主体结构梁一致，按主控线放线即可；若墙体控制线与主体结构梁不一致，则复核相应主体结构的具体偏差：

若结构偏差（含房间开间、进深、方正性）在误差允许范围内（一般为 5mm），则应将墙体控制线按照主体结构进行调整，在保证整个墙面平整度的同时，不会造成其他开间、进深、方正性等数据不合格。

若结构偏差（含房间开间、进深、方正性）超出误差允许范

围，则墙体控制线必须以主控线为准，严禁调整，保证房间的方正等功能数据。

2.非标板切割和补缝

问题描述：非标板采用标准板切割后无压槽，正常情况下采用网格布+抗裂砂浆抹面后，补缝高出墙面，造成表面平整度不合格，达不到免抹灰要求条件；若不挂网，条板仅靠粘接剂连接，后期的开裂风险极大。

措施：

（1）为避免后期大面积开裂风险，非标板拼缝处仍然需要进行挂网抹面处理，可现场进行条板磨边处理，确保拼缝处理后不高出墙面。

（2）联动条板厂家配套深化并绘制排版图，避免尺寸不匹配；同时，可增加条板常用宽度选择，如 200、300、450、500 等类型。

3.U 型钢卡外露

问题描述：

U 型卡在隔墙安装后，因本身型号及工人为了方便操作，暴力施工（扩大开口尺寸）的原因，造成施工完成后钢卡外露，网格布合面层砂浆无法遮盖的现象。

控制措施：

项目墙厚为 100/200mm，结构及陶粒板压槽均为每边 5mm，因此 U 型钢卡选型时只能选择 90~100mm 及 190~200mm 钢卡。若型号过小，现场无法操作，导致现场暴力施工；若选型过大，导致后期 U 型卡凸出墙面，免抹灰无法遮盖。因此 U 型卡的尺寸

为 95mm/195mm 为宜，U 型卡位置条板局部磨边。

4.条板拼缝凸出

问题描述：

条板拼缝一般需挂网格布抹抗裂砂浆，但拼缝处理后会比周边墙面凸出 2mm 左右，1.5mm 厚的腻子无法遮盖。

控制措施：

- (1) 条板调整为压槽工艺；
- (2) 已施工范围增加一道 2mm 厚找平腻子；
- (3) 未施工范围取消拼缝挂网工艺，在腻子工艺中增加网格布。

5.预制与现浇拼接平整度不合格

问题描述：

结构墙体平整度与隔墙条板平整度均在误差允许范围内，但二者误差累计，造成拼接部位平整度不合格。

控制措施：

(1) 所有与隔墙相邻部位墙、柱、梁均压槽 5mm，包括与结构交接的非标板。

(2) 隔墙板图纸深化，将非标板设置在墙板中间部位，或非标板无压槽一侧远离结构墙。

(3) 隔墙条板控制线以结构主控线进行放线，同时复核隔墙控制线与结构梁的误差，进行适当的调整。

6.拼缝位置开裂

问题描述：预制条板安装后，后期拼缝位置出现开裂现象，

影响免抹灰实施效果。

防治措施：

（1）材料方面

①墙板粘结材料抗压、抗剪、抗拉强度与墙板属性匹配，避免受冲击、在温变等情况下能抵抗形变。

②孔洞封堵材料，嵌缝材料，粘结材料与隔墙板材质宜相容或适宜，粘结牢靠。

（2）施工方面

①工序间歇合理。灰缝、板材挤压、干缩变形等体积稳定性完全后，才开始抹灰工程，开裂基本可避免。

②墙板安装完成后，避免受到的冲击荷载过大，如野蛮开凿进行水电管线埋设、运料撞击等（会形成开裂风险源）。

③弱节点采取加强措施或措施到位，如转角，门窗洞口，接高或横板安装位置，水电安装位置，标板与非标板接缝处，与原主体结构拼缝处等（均需采用双层挂网作抗裂处理，第一层挂10CM网，第二层挂20CM网，均为160G耐碱玻纤网格布）。

④浆料必须饱满，能保证板材有效承受冲击荷载或整体变形。

⑤构件定位偏差不能过大。

附件 2:

模块化保温隔声部品关键技术应用要点

一、技术简介

模块化保温隔声部品是指将工厂生产的具备保温隔声功能的模块化产品或具备保温隔声、供暖（或制冷）功能一体化的模块化产品在现场进行组合安装的地面装修工程成套施工工艺。目前我市项目应用的模块化保温隔声部品（以下简称为“预制保温板”）常见材料有预制沟槽泡沫混凝土保温板、增强型水泥基泡沫保温隔声板、高强度挤塑聚苯乙烯泡沫保温隔声板等。其具有成型质量好、施工效率高等特点，可有效减少现场湿作业；传热速度快，节约能源，提高建筑品质，维修便捷。

二、构造做法和施工工艺

（一）构造做法

1.木地板面层

序号	构造层（从下到上）
1	结构楼板
2	粘接层（厚度取决于结构楼板质量，不宜超过 20mm）
3	40mm 厚预制沟槽保温板
4	均热层
5	地暖管
6	3mm 防潮垫层

7	12mm 木地板面层
---	------------

2.地砖或石材面层

序号	构造层（从下到上）
1	结构楼板
2	粘接层（厚度取决于结构楼板质量，不宜超过 20mm）
3	40mm 厚预制沟槽保温板+地暖管
4	钢丝网（根据工程实际需要选择）
5	粘接层（不超过 10mm 的瓷砖胶）
6	10mm 地砖或石材面层

（二）施工工艺

地砖或石材面层：场地清理→标高控制→拌制专用粘结剂→预制保温板铺贴→地暖管安装（保压施工）→钢丝网敷设→地砖、石材面层施工→分集水器安装

木地板面层：场地清理→标高控制→拌制专用粘结剂→预制保温板和均热层铺贴→地暖管安装（保压施工）→防潮层安装→木地板面层施工→分集水器安装

三、实施要点

（一）设计阶段

1.确定构造做法，固化面层标高

结合施工单位实施能力，明确构造做法厚度，通过固化面层标高，反控各工序移交成型质量。

2.深化预制保温板布置

根据户型图进行图纸深化，将地暖模块进行合理排布。一是

减少裁切；二是分区控制；三是保证均热性；四是提高施工工效；五是单个回路控制 120m 以内。具体要点如下：

（1）预制保温板分为预制保温平板和预制沟槽保温板，预制沟槽保温板又分为预制直线沟槽保温板和预制曲线沟槽保温板。预制保温板模块应结合地暖管布置选用预制直线沟槽保温板和预制曲线沟槽保温板，厨房和标高过渡区域宜考虑选择预制保温平板；

（2）地暖管回路和走向应保证均热性，分集水器的位置设置较为关键，应结合使用场景设置（如有柜体位置明装，无柜体位置宜在 200mm 厚的墙体内暗装），避免设置在卫生间湿区。对管道较密集区域，因预制沟槽不满足需求，可采取局部现浇的方式，并增加隔热套管处理；对柜子下方等不方便设置地暖管的区域，可采用预制保温平板，对房间其他位置进行加密，保证房间总地暖管数量不变。

（3）分集水器与地暖管排布回路应保持一致，保障每个温控器控制一个使用空间；同时，对分集水器预留 220V 电源接口，下口离地 350mm，并采用细石砼设置止水反坎。

（二）施工阶段

1.进场验收

进场时应应对预制保温板外观尺寸、厚度、平整度等外观质量进行验收，同时对其导热系数、密度、吸水率、抗压强度、有机保温材料的燃烧性能进行复验，复验应为见证取样送检。

2.标高控制

(1) 基层必须清理干净，不能有浮浆、积水、杂物等。

(2) 预制保温板应做好进场验收，表面不允许有裂纹、油污、层裂、疏松，不应有大于 30mm 的缺棱掉角，表面平整度满足要求。

(3) 确定保温板材铺设后的成品高度，应特别注意木地板饰面层与地砖饰面层保温板材铺设后的高度不一样，须提前做好标高控制。

(4) 保温板材铺设时，沟槽与沟槽之间要对齐，保证管道畅通，并随时检测表面平整度。

3. 平整度和极差控制

(1) 结构楼板地面极差应控制在 10mm 以内。

(2) 预制保温板铺设时宜从墙边往外进行铺设，相邻两块板材铺设后应用 2m 靠尺检查板面的平整度。

(3) 预制保温板粘结层可使用齿刮法进行处理，增加粘接强度；最后使用橡皮锤或铺平器夯实地暖模块，在模块铺设过程中应不断参照红外线对模块完成面进行调整，控制地暖模块完成面标高。

(4) 预制保温板铺贴过程中，应根据地暖管安装需求，控制预制保温板之间高低差在 1.5mm。

(5) 预制保温板铺设完成后使用 2m 靠尺和楔形塞尺对模块完成面平整度偏差进行复核，使偏差控制在 3mm 以内。

4. 面层控制

(1) 木地板区域在敷设地暖管前，需铺设铝箔均热层，铝箔

铺贴和地暖模块应贴合紧密，铝箔之间的缝隙采用铝胶带进行粘贴（在工厂铺设均热层的预制保温板不在此项范围）；

（2）瓷砖饰面区域铺贴钢丝网采用热镀锌钢丝网，与地暖模块板面贴合，钢丝网有凸起的应采用剪刀剪切后贴平；

（3）地砖铺贴的专用粘接剂总厚度应控制在 8~10mm 以内，在基材上先用锯齿镋刀的直边，将专用粘接剂平整地涂抹一层，厚度约为 6~7mm，用镋刀的锯齿边沿垂直方向将专用粘接剂梳理出饱满无间断的锯齿状条纹，然后沿水平方向梳理一遍。梳理时，镋刀与基面的夹角约为 60°。同时在地砖背面做一层 2~3mm 厚专用粘接剂背涂层。背涂需用力抹压，以使专用粘接剂与地砖粘结可靠。

5.成品保护

（1）预制保温板模块粘贴完成后 24 小时内不可进行踩踏，以免影响完成面平整度，做好现场保护。

（2）地暖管应镶嵌在模板内，安装过程防止管道污染。地暖管安装时防止管道扭曲变形，弯曲管道时，不得出现死弯，每回路地暖管不准出现接头，地暖管切割应采用专业剪刀切割，切口应平整。每回路地暖管铺设完毕，及时封堵管口防止杂物进入管道，施工中需对地面采取保护措施，不得在地面上加以重载、高温烘烤、直接放置高温物体和高温加热设备。

（3）在地暖施工完成后，可通过软质保护或硬质保护的方式对成品进行保护。防止灰尘、杂物等进入模块和其余工种作业时对地暖管和模块的破坏。

四、常见问题与防治措施

（一）完成面超高

问题描述：结构楼面平整度和极差偏差较大，最大达到 30mm，导致楼面基层标高超高，预制保温板铺贴完后，饰面层高度不够。

防治措施：

1.结构板面极差控制：按照整套房间内结构板极差应控制在 15mm 以内，平整度应该控制在 10mm 以内；对局部结构楼面平整度和极差局部达到 20mm~30mm 的区域，应保证模块最薄粘接处 $\geq 5\text{mm}$ ；

2.预制保温板粘贴控制要点：预制保温板模块的外观尺寸偏差应严格控制在标准允许范围内，长宽 $\leq 600\text{mm}$ ，允许尺寸偏差为 $\pm 2\text{mm}$ ；长宽 $> 600\text{mm}$ ，运行尺寸偏差为 $\pm 3\text{mm}$ ；板面平整度为 $+ 2\text{mm}$ ，铺贴完成后平整度运行偏差 $\leq 3\text{mm}$ ；

（二）管道渗漏

问题描述：1.施工过程中，地暖管未带压施工，导致无法发现管道已经破坏；2.管理和成品保护不当，工人将已保压完成的管道破坏，导致管道渗漏。

防治措施：1.采用带压施工的工艺；2.加强对工人的管理和技术交底，做好成品保护。

（三）预制保温板遭水浸泡

问题描述：施工过程中，由于临时用水管理不到到位，造成预制保温板被浸泡，导致强度降低、板体变形。

防治措施：对不符合要求的预制保温板进行更换处理。同时，

在水井内每一层或两层设置一个临水取水点，水管支管设置龙头；并加强施工临时用水管理和对工人的技术交底。

（四）铺贴质量不合格

问题描述：施工单位未深化预制保温板排版图，或排版图与现场尺寸存在偏差；技术交底不到位，工人未按排版图实施；以上情况导致预制保温板现场铺贴后出现较大空隙。

防治措施：1.按户型平面进行排版设计，并与现场房间实际尺寸进行复核调整；2.加强工人管理技术交底和过程监督，确保按图施工。

（五）成品保护不到位

问题描述：细节考虑不周全，导致预制保温板沟槽内地暖管二次破坏。如地暖管排版时未考虑门吸位置，或门吸施工时螺丝长度选择不合理，导致地暖管破坏造成渗漏。

防治措施：应合理考虑与预制保温板相关联的施工工序和成品保护措施，如地暖管施工完成后，后期在安装木地板的区域应实施软保护和硬质保护两层防护措施，防止后续工序对保温板和地暖管造成重物破坏和成品污染；另外，预制保温板排版应考虑门吸安装位置等细节，地暖管原则上应予以错开，并选择合适长度的螺丝，避免破坏地暖管。

（六）墙体出现返潮

问题描述：预制保温板内水汽排出不及时，导致墙面抹灰层返潮。

防治措施：1.设置合理的工序间歇，减少预制保温板内水汽淤

积；

2.在墙面抹灰时，墙根处预留同装饰做法厚度同高的部位不抹灰（一般为 70~80mm），或者地面上返 300mm 高度采用水泥砂浆抹灰，避免水汽直接接触石膏砂浆导致返潮。

（七）木地板发生软榻

问题描述：预制保温板之间铺贴高低差过大，导致木地板铺贴完成后出现软榻情况。

防治措施：预制保温板铺设完成后使用 2m 靠尺和楔形塞尺对预制保温板模块完成面平整度偏差进行复核，使铺贴完成面的平整度偏差控制在 3mm 以内，预制保温板高低差控制在 1.5mm 以内。

（八）地砖面层开裂

问题描述：地砖拼缝宽度过小，受热膨胀影响导致地砖起拱开裂。

防治措施：地砖拼缝宽度不能采取密拼，拼缝宽度宜控制在 2mm 左右，以防止地砖因受热膨胀导致地砖起拱开裂风险。

（九）集中荷载较大导致后期使用变形

问题描述：采用的预制保温板材强度较低，变形系数较大，压缩蠕变大于 5%，木地板部分区域（柜体、床等荷载集中区域）长期受集中荷载易产生变形导致沉降。

防治措施：建议采用高强度，低压缩蠕变地暖板材；建议采用厚度较大，强度较高的木地板。

附件 3:

套筒灌浆预制剪力墙关键技术应用要点

一、技术简介

套筒灌浆预制剪力墙是指剪力墙墙身预制，边缘构件现浇，竖向钢筋采用灌浆套筒进行连接的整体预制混凝土构件。分为有保温和无保温两种类型：有保温的由内叶预制剪力墙、夹芯保温层、外叶混凝土保护层三部分组成，内外叶之间通过拉结件连接，还可在墙体外叶反打瓷砖、做清水饰面等，通常用于外墙；无保温的剪力墙主要用于室内，也可以用作外墙。该技术是《装配式混凝土结构技术规程》中推荐的主要方法，具有与现浇结构完全等同的整体性、稳定性和延性，适用于各种建筑类型，目前在北京、上海等省市应用较为广泛。我市主要应用于剪力墙结构的居住建筑，有效地减少了现场湿作业，提高了混凝土成型质量，但构件自重较大，连接质量控制难，对构件运输、吊装、安装、检测要求相对较高。

二、工艺流程

（一）生产工艺流程

钢筋下料→钢筋绑扎→模具组装→模台清理→钢筋笼安装→套筒、机电管线、孔洞等预留预埋→混凝土浇筑→构件养护→脱模→粗糙面水洗工艺→成品检测、修补、存放→构件运输

（二）施工工艺流程

测量放线及钢筋处理→垫块调平→分仓座浆→墙板吊装→镜子多孔安装→斜支撑安装→完成取钩→套筒灌浆→后浇混凝土区域钢筋绑扎、模板安装和混凝土浇筑→拆除临时支撑

三、控制要点

（一）设计阶段

1.方案设计阶段

（1）主体设计单位应结合项目需求制定装配式建筑方案，合理考虑建筑的使用功能要求、经济能力、预制构件厂生产能力、运输条件、施工安装条件。

（2）对预制构件的设计应遵循标准化、少规格多组合的设计基本原则。

2.施工图设计阶段

（1）主体设计单位应统筹全专业，确定预制构件种类及范围，对项目进行装配率计算，特别注意与全专业（建筑、结构、设备和精装）的协调配合。

（2）PC 构件拆分设计需要遵循“标准化、模数化、轻型化、少规格多组合”的基本原则，避免用传统施工图纸“硬性”拆分的情况。并遵循以下原则：

①预制剪力墙应避开抗震不利墙体、有设备箱体墙体、公区墙体，以及设备点位较多墙体；

②预制剪力墙边缘构件纵筋配筋率可适当提高；并进行抗震验算通过。

③上下层预制剪力墙通过全灌浆套筒连接，为了提高施工效率，剪力墙竖向分布钢筋采用梅花形部分连接。

(3) PC 构件拆分设计，需要与运输条件、施工现场塔吊布置和起重量相结合，单块预制剪力墙的尺寸和重量控制在合理范围内，在塔吊运力范围内，尽量采用大尺寸的剪力墙预制段，提高运输和吊装效率。对于超长超重的预制剪力墙，可进行合理的拆分，构件拼缝采用后浇段连接。

(4) 建议采用 BIM 技术进行管线综合设计，三维布置各机电管线空间位置，避免管线发生冲突，固化机电管线在预制剪力墙上的预留预埋，但预制剪力墙应避开燃气、自来水等不宜确定的管线位置。

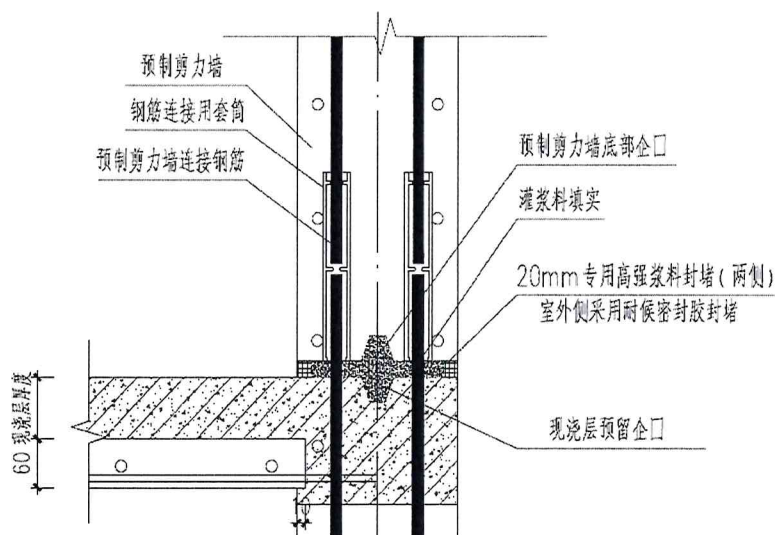
3.深化设计阶段

是指在装配式施工图设计（建筑、结构、设备和精装）基础上进行的二次深化设计，在预制构件加工前，采用图样方式确切表达预制构件的几何形状、规格尺寸、钢筋排布、机电管线设备预留预埋、材料下料表格等信息的技术文件，是施工图设计与预制构件加工生产之间的重要环节。具体如下：

(1) 要确保精装修设计图纸已经提前完成，并且精装机电设计图纸与土建施工图、装配式专项图纸要复核一致，避免出现“精装施工图、土建施工图和装配式施工图”三者做法不统一的情况。

(2) 要考虑建筑、结构、水、电、通、精装等各专业的集成，进行集成化、精细化设计，固定和优化机电点位在预制剪力墙上的排布，避免点位位于预制与现浇墙交接处等情况发生。

(3) 要充分考虑生产和施工安装的可行性和易操作性, 确保设计构造、深度符合生产和施工要求, 如现场施工工艺需要的预留预埋 (模板加固孔、管线安装孔等); 如某项目为加强质量控



制, 对预制外墙接缝进行了构造深化, 如下图:

图 1 预制外墙水平接缝构造

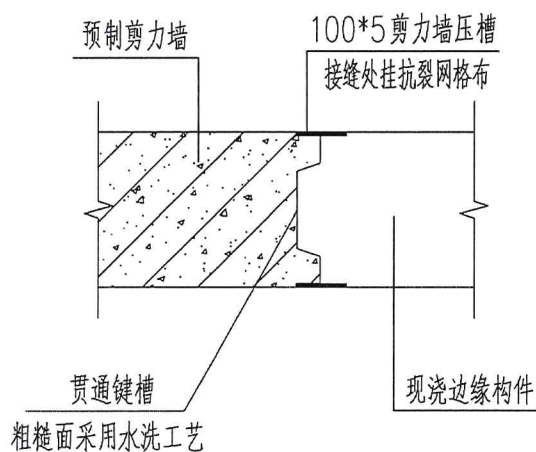


图 2 预制外墙竖向接缝构造

(二) 生产运输阶段

1. 在构件生产前应检查灌浆套筒外观质量、标识、尺寸偏差和型式检验报告等是否合格, 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《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 的规定。

2.生产过程套筒灌浆质量控制及隐蔽验收

(1) 底模开孔，保证灌浆套筒位置准确。

(2) 灌浆套筒底部采用定制堵头，固定于模具上，保证灌浆套筒垂直于底模。

(3) 灌浆口采用固定磁座，波纹管连接，固定于模台面，保证灌浆孔通畅无塞。

3.运输及防开裂措施

(1) 胶皮保护：墙板运输架侧面加装胶皮，底面垫衬胶皮，避免崩角或开裂。

(2) 绑带保护：采购加宽/加厚绑带进行墙板绑扎，避免运输时位移或抖动。

(3) 控制车速：车辆行驶时速不超过 80km/h，起伏路面或减速带缓慢通过。

(三) 施工阶段

1.堆场布置

(1) 施工现场宜考虑设置两个及以上大门。大门应考虑周边路网情况、道路转弯半径和坡度限制，大门的高度和宽度应满足大型运输构件车辆通行要求。

(2) 为防止因运输车辆长时间停留影响现场内道路的畅通，阻碍现场其他工序的正常作业施工，应结合混凝土浇筑设置专用吊装场地。装卸点应在塔式起重机或者起重设备的塔臂覆盖范围

之内，且不宜设置在道路上。

(3) 施工现场道路应按照永临结合的原则布置。施工现场内宜形成环形道路，减少道路占用土地。施工现场的主要道路应进行硬化处理，主干道应有排水措施。构件堆场端头宜有 12m×12m 车场，消防车道宽度不小于 4m，构件运输车辆转弯半径不宜小于 15m。临时道路转弯半径不小于 9.0m，坡度不宜大于 8%。

(4) 临时道路设置在回填区域时需采用路基换填、碾压，设置网片钢筋，混凝土加厚，混凝土标号加大等加强措施。

(5) 具备条件的项目应设置构件堆场，场地宜环绕或沿所建构筑物纵向布置、其纵向宜与通行道路平行布置，构件布置宜遵循“先用靠外、后用靠里，分类一次并列放置”的原则；对现场场地狭窄，不具备设置构件堆场的项目，应加强与构件生产单位的联系，可采用即到即吊的方式进行构造现场装配安装。

(6) 预制构件应按规格型号、出厂日期、使用部位、吊装顺序分类存放，且应标识清晰。

(7) 不同类型构件之间应留有不少于 0.7m 的人行通道，预制构件装卸、吊装工作范围内不应有障碍物，并应有满足预制构件吊装、运输、作业、周转等工作的场地。

2.塔吊选型

(1) 机械设备选型依据：

①工程的特点：根据工程平面分布、长度、高度、宽度、结构形式等确定设备选型。

②工程量：充分考虑建设工程需要吊装的工程量大小，决定

选用的设备型号。

③施工项目的施工条件：现场道路条件、周边环境条件、现场平面布置条件等。

（2）吊运设备的选型

①根据构件数量和施工工期等确定塔吊数量。塔吊型号和位置根据构件重量和范围进行确定，原则上距离最重构件和吊装难度最大的构件最近。

②吊装设备机械选用时，应充分考虑预制构件的重量、预制构件受力特征以及堆放要求等因素确定，使得塔吊能够满足最重构件起吊要求和最大幅度处的吊装要求。

③根据场地情况及施工流水情况进行塔吊位置布置，使得塔吊能够尽可能覆盖施工场地，并尽可能靠近要求起重量大的地方；考虑群塔作业影响，限制塔吊相互关系与臂长，并尽可能使塔吊所承担的吊运作业区域大致均衡。

④塔机的选择应先对构建物各部分的构件重量进行计算，校验其重量是否与塔机各幅度所能够起吊重量相匹配，并适当留有余量，再综合塔机实际的起重力矩、构建物高度等方面的因素综合进行确定。

⑤塔吊选型完成后，根据预制构件重量与其安装部位相对关系进行道路布置与堆场布置。由于预制构件运输的特殊性，需对运输道路坡度及转弯半径进行控制，并依照塔吊覆盖情况，综合考虑构件堆场布置。

3.预制构件进场验收

建设单位、施工单位和监理单位应建立健全预制构件进场验收制度，对预制构件外观质量、出厂标识、质量证明文件，以及吊装吊点、预埋件等进行检查，并按规定进行质量抽检，未经验收、验收不合格或相关质量追溯信息不全的预制构件应做退场处理。检查内容具体如下：

（1）预制构件质量证明文件。包含出厂合格证、混凝土强度检验报告、钢筋套筒等其他构件钢筋连接类型的工艺检验报告，以及合同要求的其他质量证明文件，如原材检测报告、检验批质量验收记录、隐蔽检查记录、钢筋扫描记录等。

（2）预制剪力墙在设计无专门要求时，可不做结构性能检验，但应采用实体检验或驻厂建造等符合相关管理要求的方式进行质量控制。

（3）预制构件混凝土外观质量和尺寸偏差。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。对出现的合理范围内的一般缺陷，应要求生产单位按方案进行处理，并重新检查验收。

（4）预制构件粗糙面的外观质量、键槽的外观质量和数量。

（5）预制构件上的预埋件、预留插筋、预留孔洞、预埋管线等规格型号和数量。

4.吊装安装

（1）关键岗位产业工人应培训合格后上岗。

①吊装工序施工作业前，应对工人进行专门的吊装作业安全意识培训；构件安装前应对工人进行构件安装专项技术交底，确

保构件安装质量，提高安装效率。

②灌浆作业施工前，应对工人进行专门的灌浆作业技能培训，模拟现场灌浆施工作业流程，增强注浆工人的质量意识，提高业务技能水平，确保构件灌浆作业的施工质量。

（2）吊装准备

①正式施工前，宜选择有代表性的单元进行预制构件试安装，并应根据试安装结果及时调整施工工艺、完善施工方案。

②安装施工前，应核对已施工完成结构、基础的外观质量和尺寸偏差，确认混凝土强度和预留预埋符合设计要求，并应核对预制构件的混凝土强度、预制构件上套筒、预留孔的规格、位置、数量和深度，以及配件的型号、规格、数量等符合设计要求。当套筒、预留孔内有杂物时，应清理干净。

③抽样送检。灌浆料、座浆料等原材料抽样复验合格，套筒灌浆连接接头工艺检验合格。

（3）原结构钢筋定位处理

伸入灌浆套筒的钢筋可采用定位箍筋、定位钢板、模板十字筋、勤量测勤复核等措施进行定位，并应采用可靠的固定措施控制连接钢筋的中心位置及外露长度满足设计要求。当连接钢筋倾斜时，应进行校直；连接钢筋偏离套筒或孔洞中线不宜超过 3mm。连接钢筋中心位置存在严重偏差影响预制构件安装时，应会同设计单位制定专项处理方案，严禁随意切割、强行调整定位钢筋。

（4）装配安装

①预制剪力墙安装前应在构件底部设置标高调平装置。吊装

时，宜采用吊装梁进行吊装，吊点合力宜与预制构件重心重合。当不能满足钢丝绳处于起吊点正上方时，钢丝绳与构件水平面所成夹角不宜小于 60° ，且不应小于 45° 。

②预制剪力墙开始起吊时，构件吊离地面 0.5m 时稍作停顿，观察构件是否吊平，直至构件平稳后方可匀速上行，已吊起的构件不得长久停滞在空中。当构件吊装下落至楼面 1.2m 时，吊装工人扶墙引导下落，下落至楼面 0.5m 时对钢筋进行调整对位，下落至楼面 0.2m 时对墙体进行调整、初步定位，下落至标高垫片时进行调整直至墙体平面精准定位为止；

③上层预制剪力墙灌浆套筒插入竖向预留钢筋后，应立即架设不少于 2 根斜支撑对预制剪力墙临时固定，支撑点间距离底部的距离不宜小于高度的 $2/3$ ，且不应小于高度的 $1/2$ ；

④预制剪力墙安装就位后，可通过临时支撑、标高垫片对构件的水平位置、垂直度、标高等进行微调；预制构件与吊具的分离应在校准定位及临时支撑完成后进行。

（5）座浆封堵

①预制剪力墙吊装到位后，立即用坐浆料（要求早强、塑性好、干硬性水泥砂浆进行周边座浆密封，如 C50 砂浆）将预制柱与楼面板形成的 2cm 的缝隙进行塞填，不可漏塞，形成密封舱，避免浆液从缝隙中跑出，其中坐浆料侵入接触面不应大于 1cm。

②竖向构件宜采用连通腔灌浆，并应合理划分连通灌浆区域；每个区域除预留灌浆孔、出浆孔、排气孔外，应形成密闭空腔，不应漏浆；连通灌浆区域内任意两个灌浆套筒间距离不宜超过

1.5m，分仓砂浆带宽 30～50mm；

③坐浆料抗压强度应在施工现场制作平行试件进行检测，检测方法应符合现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T70 的规定；在座浆的同时应做一个 70.7mm×70.7mm×70.7mm 的砂浆试块，每楼每层留置一组试块，每组 3 块，以便用于测量座浆料的强度。

（6）套筒灌浆

①配置灌浆料

1）套筒灌浆连接应采用由接头型式检验确定的相匹配的灌浆料；

2）灌浆料拌合后至灌浆完毕的时间不宜超过 30min，初始流动度不小于 300mm。

3）加水量应按灌浆料使用说明书的要求确定，并应按重量计量，灌浆料拌合完成后，不得再次加水；

4）散落的灌浆料拌合物不得二次使用，剩余的拌合物不得再次添加灌浆料、水后混合使用；

5）气温高于 30℃时，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；搅拌设备在使用前应用水润湿、降温；浆料搅拌时也应避免阳光直射。

6）冬季施工时，灌浆料应用温水拌和，搅拌后的灌浆料温度不应低于 5℃，且应不高于 35℃。

②灌浆施工

1）灌浆前吹扫灌浆孔，保证灌浆质量并检查是否堵塞；

2) 灌浆操作应在座浆料达到强度后进行，全过程应有专职检验人员负责现场监督，并及时形成施工检查记录；

3) 灌浆作业应采用压浆法从灌浆套筒下灌浆孔注入，当灌浆材料拌合物从构件其他灌浆孔、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；当一点灌浆遇到问题而需要改变灌浆点时，已封堵的灌浆孔、出浆孔应重新打开，待灌浆料拌合物再次流出后进行封堵。

4) 对于未密实饱满的竖向连接灌浆套筒，当在灌浆料加水拌合 30min 内时，应首选在灌浆孔补灌；当灌浆料拌合物已无法流动时，可从出浆孔补灌，并应采用手动设备结合细管压力灌浆。

5) 在灌浆的同时应做一个 40mm×40mm×160mm 的棱柱体灌浆料试块，每楼每层留置一组试块，每组 3 块，以便用于测量灌浆料的强度。

(7) 套筒灌浆质量保证措施

①灌浆料的品种和质量必须符合设计要求和有关标准的规定。每次搅拌应安排专人进行搅拌。

②灌浆、吊装等关键工序，专职安全员、质量员和监理必须全程跟踪监督，进行全过程录像并存档，做到质量可追溯。

③注浆前应充分润湿注浆孔洞，防止因孔内混凝土吸水导致灌浆料开裂情况发生。

④防止因注浆时间过长导致孔洞堵塞，若在注浆时造成孔洞堵塞应从其他孔洞进行补注，直至该孔洞注浆饱满。

⑤灌浆作业要在浆料允许操作时间范围内完成，并适当预留

一部分需要处理意外事件的合理时间；在灌浆作业过程中，要有防止突然断电的措施，如：配备小型发电机。

⑥灌浆后 24h 内不得使构件和灌浆层受到震动、碰撞。

四、常见问题与防治措施

（一）预制剪力墙设计问题

问题描述：1. 预制剪力墙布置在卫生间，该位置对墙体根部坐浆质量要求高，存在渗漏隐患。

防治措施：预制剪力墙应尽量避免卫生间部位，若无法避免应做好防水措施，在接缝处设置止水钢板或其他有效措施。同时预制剪力墙还应尽量避免受集中力或平面外弯矩较大区域。

问题描述：2. 屋面层（顶层）卫生间部位预制剪力墙深化设计时，未考虑此剪力墙上现浇梁的锚固长度，造成后期施工需剔凿预制剪力墙至现浇梁底标高。

防治措施：对于屋面层预制剪力墙高度变化部位，需将预制墙体深化图纸与结构设计图纸进行逐项比对，对预制剪力墙的高度进行逐个论证，充分考虑现浇楼板、现浇梁锚固要求，避免现浇构件与预制构件冲突。

问题描述：3. 精装管线需要插座与开关并排且共用开关底盒，但由于设计未考虑，导致实际操作时，开关底盒跨越预制和现浇墙体的拼接缝，无法实现连体底盒。

防治措施：精装机电图纸深化需前置，避免预制构件生产后调改；主体院图纸、装配式图纸、精装图纸需进行重图叠图，复核是否有结构冲突及点位冲突，并且需考虑工厂生产及现场实操

性。

（二）预制剪力墙构件质量

问题描述：1.缺棱掉角。施工时气温低且过早拆模，导致强度不够，以及拆模时，边角受外力或重物撞击，或保护不好，棱角被碰掉。

防治措施：根据实验室试压件强度试验，达到拆模强度方可拆模。同时，加强对工人交底，增强成品保护意识

问题描述：2.裂纹。由养护升降温速率、养护时间等变形引起的裂缝，以及由施工操作（如制作、脱模、养护、堆放、运输、吊装等）引起的裂缝和破损。

防治措施：混凝土浇筑后及时覆盖薄膜，并按照规定对成品进行养护和施工操作，以及增强工人成品保护意识。

问题描述：3.预埋管线位置不准确。精装设计滞后或后期存在修改，导致施工图设计的机电设备图纸不够准确，构件深化设计存在大量的重复修改，导致预制剪力墙预埋管线位置不准确。

防治措施：采用 BIM 技术提前对机电管线进行综合设计，固化各点位和管线空间位置，同时机电管线尽量不布置在预制剪力墙上，采用管线分离的方式布置在主体结构之外。

问题描述 4：灌浆套筒堵塞。由于预制构件生产、运输、堆放过程中灌浆套筒封堵保护不到位，导致灌浆套筒堵塞。

防治措施：在构件工厂时应采取可靠的钢筋套筒定位和防堵塞措施，在构件出厂检验、施工进场检验时，应进一步全数检查钢筋套筒定位和堵塞情况，如每块剪力墙进场时对每个套筒孔及

排气孔进行冲水试验，确保孔洞畅通，不合格时应退场处理。

（三）预制剪力墙安装质量

问题描述：1.现浇剪力墙与预制剪力墙转换位置时，由于现浇剪力墙竖向外伸插筋未采取可靠的定位措施，导致预制剪力墙灌浆套筒与现浇剪力墙竖向外伸插筋无法准确对孔，且钢筋伸出长度不够。

防治措施：转换层预埋插筋应采取定位钢板等有效固定措施，防止混凝土浇筑振捣过程中，预埋插筋下沉或者偏位，转换层预埋插筋出筋长度从混凝土完成面算不小于 $8d+20\text{mm}$ （ d 为预埋插筋公称直径）；预埋插筋位置偏离套筒中心线不宜超过 3mm 。

问题描述：2.预制剪力墙外伸钢筋与边缘现浇钢筋位置冲突，工人采用反复弯曲预制剪力墙外伸钢筋的方式进行避让和恢复，影响钢筋质量。

防治措施：在深化设计阶段，应进行预制剪力墙外伸钢筋与现浇边缘构件钢筋的避让；现浇边缘构件的竖向纵筋应尽量定位准确避免出现较大偏差；施工阶段应采用合理的施工顺序，待预制剪力墙安装完成后，再进行现浇边缘构件箍筋绑扎。

问题描述：3.预制剪力墙应用比例高，临时斜撑数量较多，与叠合板周边的竖向支撑位置冲突。

防治措施：结合预制剪力墙临时支撑及预埋件位置，提前对叠合板的竖向支撑进行优化避让。

问题描述：4.单体建筑采用型钢悬挑脚手架时，悬挑工字钢与预制剪力墙或预制剪力墙支撑斜杆位置冲突。

防治措施：装配式构件方案深化需联动生产及施工，需考虑工厂生产及现场实施可能性，特别是悬挑架施工、挑空楼板部位施工，变形缝部位。推荐选用花篮式悬挑脚手架，避免型钢锚固端伸入楼层内；若采用型钢悬挑脚手架时，应将悬挑层设置于主体结构现浇楼层。

问题描述：5.预制剪力墙底部座浆和分仓时，座浆方法不正确或铺浆过多造成底部灌浆套筒堵塞；或座浆料封堵不严密、强度不够，导致套筒灌浆时爆仓。

防治措施：封堵不严造成的漏浆，可直接采用堵漏材料进行应急封堵；封堵材料强度不足发生滑移造成的漏浆，采用堵漏材料进行应急封堵，必要时采用木方压在封堵材料外侧作为支撑；采用以上两种处理方法不能满足时，打开封堵材料，放空灌浆料，并采用大量清水冲洗干净，再重新封堵并灌浆。同时，施工单位应加强作业人员技术交底和技能培训，施工过程加强技术指导和旁站监督，严格按照施工方案规定的要求进行施工，保障座浆实施质量。

问题描述：6.预制剪力墙施工效率低。一是预制剪力墙应用比例低，且预制段尺寸偏小，导致施工现场现浇与装配两种工序交叉作业多，降低现场施工效率。二是装配式建筑专业施工队伍和产业工人欠缺，项目采用未经培训合格的工人进行吊装安装和套筒灌浆，无法提高施工效率。

防治措施：一是调整剪力墙长度和结构布置，适当提高预制剪力墙应用比例和加长预制段长度，提高施工效率，充分发挥装

配式建筑工业化、规模化实施优势；二是施工单位可通过工艺模拟、技能培训等方式加强装配式建筑专业施工队伍和产业工人培养，推荐采用企业自有工人进行装配施工。

（四）预制剪力墙成型质量

问题描述：1.剪力墙预制与现浇交界位置平整度不满足要求，存在明显错台、漏浆，胀模等质量问题。

防治措施：预制剪力墙与现浇部位交界处需增设胶条或其他防漏浆措施；同时，预制剪力墙与两侧现浇墙体的模板需进行整体加固及垂直平整度校核，现浇部位模板边缘 10cm 以内增设次龙骨加固，防止模板边缘变形胀模。

问题描述：2.卫生间现浇反坎采用传统模板施工，由于模板加固强度不够，导致现浇反坎偏差较大，与预制剪力墙竖向平面存在安装偏差，需要对现浇反坎需要进一步整改。

防治措施：加强定位放线，在钢筋上焊定位筋用于反坎模板加固定位，或采用成套铝模进行整体固定，保障混凝土反坎成型质量。

附件 4:

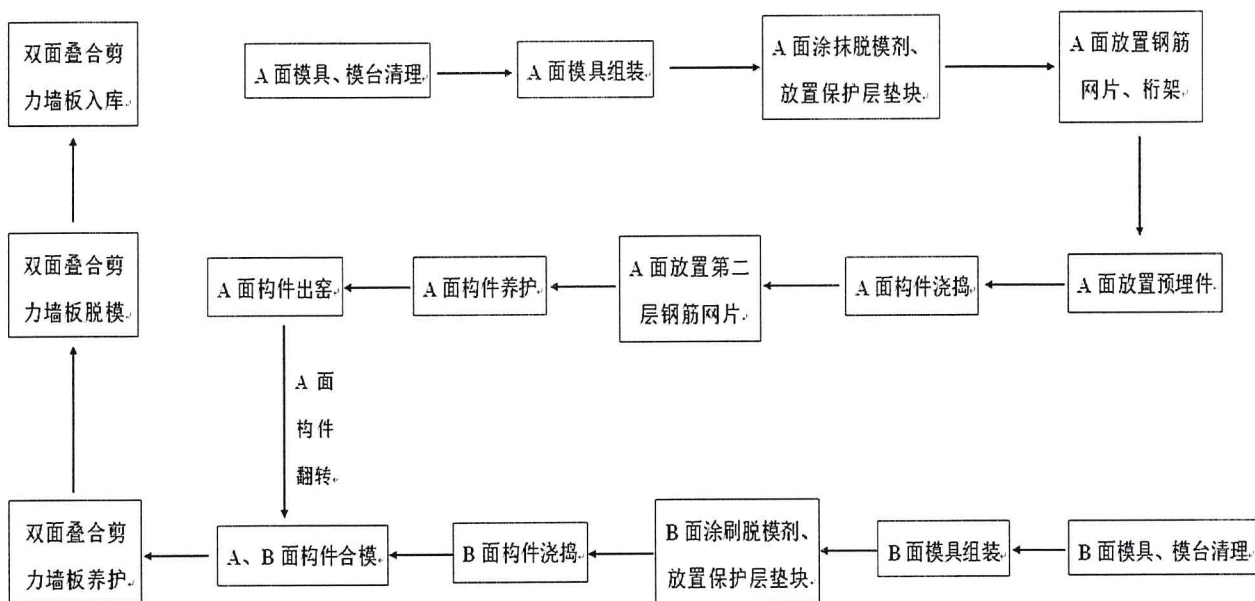
预制叠合剪力墙关键技术应用要点

一、技术简介

预制叠合剪力墙是指由工厂化生产的两层预制钢筋混凝土板，通过钢筋桁架、连接件或成型钢筋笼连接成具有中间空腔的墙板构件，经现场安装后浇筑混凝土填充中间空腔形成的剪力墙。其相邻剪力墙通过后浇层内设置附加钢筋的方式进行钢筋搭接连接，目前行业主要的技术产品包括美好的叠合剪力墙、三一的预制混凝土空腔剪力墙、清华大学的固模剪力墙等。该类预制构件重量相对较轻，具有结构整体性好、实施难度较小等特点，但在我市也存在后浇混凝土质量控制难度大、实施经验不丰富等问题。主要适用于居住建筑，目前在山东、湖北、安徽、上海等省市应用较为广泛。

二、工艺流程

(一) 生产工艺流程



(二) 施工工艺流程

测量放线→接茬部位凿毛、冲洗→竖向钢筋检查调整→测量复核垫片高度→墙板吊运→斜支撑安装及构件调整→完成取钩

三、控制要点

(一) 设计阶段

1. 方案设计阶段

(1) 主体设计单位应结合项目需求制定装配式建筑方案，合理考虑建筑的使用功能要求、经济能力、预制构件厂生产能力、运输条件、施工安装条件。

(2) 对预制构件的设计应遵循标准化、少规格多组合的设计基本原则。

2.施工图设计阶段

(1)主体设计单位应统筹全专业,确定预制构件种类及范围,对项目进行装配率计算,特别注意与全专业(建筑、结构、设备和精装)的协调配合。

(2)PC构件拆分设计需要遵循“标准化、模数化、轻型化、少规格多组合”的基本原则,避免用传统施工图纸“硬性”拆分的情况。并遵循以下原则:

①预制剪力墙应避开抗震不利墙体、有设备箱体墙体、公区墙体,以及设备点位较多墙体;

②预制剪力墙边缘构件纵筋配筋率可适当提高;并进行抗震验算通过。

(4)PC构件拆分设计,需要与运输条件、施工现场塔吊布置和起重量相结合,单块预制剪力墙的尺寸和重量控制在合理范围内,在塔吊运力范围内,尽量采用大尺寸的剪力墙预制段,提高运输和吊装效率。对于超长超重的预制剪力墙,可进行合理的拆分,构件拼缝采用后浇段连接。

(4)建议采用BIM技术进行管线综合设计,三维布置各机电管线空间位置,避免管线发生冲突,固化机电管线在预制剪力墙上的预留预埋,但预制剪力墙应避开燃气、自来水等不宜确定的管线位置。

3.深化设计阶段

是指在装配式施工图设计(建筑、结构、设备和精装)基础上进行的二次深化设计,在预制构件加工前,采用图样方式确切

表达预制构件的几何形状、规格尺寸、钢筋排布、机电管线设备预留预埋、材料下料表格等信息的技术文件，是施工图设计与预制构件加工生产之间的重要环节。具体如下：

（1）要确保精装修设计图纸已经提前完成，并且精装机电设计图纸与土建施工图、装配式专项图纸要复核一致，避免出现“精装施工图、土建施工图和装配式施工图”三者做法不统一的情况。

（2）要考虑建筑、结构、水、电、通、精装等各专业的集成，进行集成化、精细化设计，固定和优化机电点位在预制剪力墙上的排布，避免点位位于预制与现浇墙交接处等情况发生。

（3）要充分考虑生产和施工安装的可行性和易操作性，确保设计构造、深度符合生产和施工要求，如现场施工工艺需要的预留预埋（模板加固孔、管线预留孔等）；如忠县某项目，为方便现场施工，将叠合剪力墙原设计的环形搭接钢筋调整为 U 形箍筋。

（二）生产运输阶段

1. 预制叠合剪力墙生产的原材料应有质量合格证明并完成抽样复试，没有复试或者复试不合格的不能使用。

2. 预制叠合剪力墙与后浇混凝土结合的粗糙面成型质量应满足设计要求。可采用模板面预涂缓凝剂工艺，脱模后采用高压水冲洗露出骨料；也可在混凝土初凝前进行拉毛处理，拉毛质量应符合规范要求。

3. 运输及防开裂措施

（1）胶皮保护：墙板运输架侧面加装胶皮，底面垫衬胶皮，避免崩角或开裂。

(2) 绑带保护：采购加宽/加厚绑带进行墙板绑扎，避免运输时位移或抖动。

(3) 控制车速：车辆行驶时速不超过 80km/h，起伏路面或减速带缓慢通过。

(三) 施工阶段

1. 堆场布置

(1) 施工现场宜考虑设置两个及以上大门。大门应考虑周边路网情况、道路转弯半径和坡度限制，大门的高度和宽度应满足大型运输构件车辆通行要求。

(2) 为防止因运输车辆长时间停留影响现场内道路的畅通，阻碍现场其他工序的正常作业施工，应结合混凝土浇筑设置专用吊装场地。装卸点应在塔式起重机或者起重设备的塔臂覆盖范围之内，且不宜设置在道路上。

(3) 施工现场道路应按照永临结合的原则布置。施工现场内宜形成环形道路，减少道路占用土地。施工现场的主要道路应进行硬化处理，主干道应有排水措施。构件堆场端头宜有 12m×12m 车场，消防车道宽度不小于 4m，构件运输车辆转弯半径不宜小于 15m。临时道路转弯半径不小于 9.0m，坡度不宜大于 8%。

(4) 临时道路设置在回填区域时需采用路基换填、碾压，设置网片钢筋，混凝土加厚，混凝土标号加大等加强措施。

(5) 具备条件的项目应设置构件堆场，场地宜环绕或沿所建构筑物纵向布置、其纵向宜与通行道路平行布置，构件布置宜遵循“先用靠外、后用靠里，分类一次并列放置”的原则；对现场场

地狭窄，不具备设置构件堆场的项目，应加强与构件生产单位的联系，可采用即到即吊的方式进行构造现场装配安装。

(6) 预制构件应按规格型号、出厂日期、使用部位、吊装顺序分类存放，且应标识清晰。

(7) 不同类型构件之间应留有不少于 0.7m 的人行通道，预制构件装卸、吊装工作范围内不应有障碍物，并应有满足预制构件吊装、运输、作业、周转等工作的场地。

2.塔吊选型

(1) 机械设备选型依据：

①工程的特点：根据工程平面分布、长度、高度、宽度、结构形式等确定设备选型。

②工程量：充分考虑建设工程需要吊装的工程量大小，决定选用的设备型号。

③施工项目的施工条件：现场道路条件、周边环境条件、现场平面布置条件等。

(2) 吊运设备的选型

①根据构件数量和施工工期等确定塔吊数量。塔吊型号和位置根据构件重量和范围进行确定，原则上距离最重构件和吊装难度最大的构件最近。

②吊装设备机械选用时，应充分考虑预制构件的重量、预制构件受力特征以及堆放要求等因素确定，使得塔吊能够满足最重构件起吊要求和最大幅度处的吊装要求。

③根据场地情况及施工流水情况进行塔吊位置布置，使得塔

吊能够尽可能覆盖施工场地，并尽可能靠近要求起重量大的地方；考虑群塔作业影响，限制塔吊相互关系与臂长，并尽可能使塔吊所承担的吊运作业区域大致均衡。

④塔机的选择应先对构建物各部分的构件重量进行计算，校验其重量是否与塔机各幅度所能够起吊重量相匹配，并适当留有余量，再综合塔机实际的起重力矩、构建物高度等方面的因素综合进行确定。

⑤塔吊选型完成后，根据预制构件重量与其安装部位相对关系进行道路布置与堆场布置。由于预制构件运输的特殊性，需对运输道路坡度及转弯半径进行控制，并依照塔吊覆盖情况，综合考虑构件堆场布置。

3.预制构件进场验收

建设单位、施工单位和监理单位应建立健全预制构件进场验收制度，对预制构件外观质量、出厂标识、质量证明文件，以及吊装吊点、预埋件等进行检查，并按规定进行质量抽检，未经验收、验收不合格或相关质量追溯信息不全的预制构件应做退场处理。检查内容具体如下：

（6）预制构件质量证明文件。包含出厂合格证、混凝土强度检验报告、其他构件钢筋连接类型的工艺检验报告，以及合同要求的其他质量证明文件，如原材检测报告、检验批质量验收记录、隐蔽检查记录、钢筋扫描记录。

（7）预制剪力墙在设计无专门要求时，可不做结构性能检验，但应采用实体检验或驻厂监造等符合相关管理要求的方式进

行质量控制。

(8) 预制构件混凝土外观质量和尺寸偏差。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。对出现的合理范围内的一般缺陷，应要求生产单位按方案进行处理，并重新检查验收。

(9) 预制构件粗糙面的外观质量、键槽的外观质量和数量。

(10) 预制构件上的预埋件、预留插筋、预留孔洞、预埋管线等规格型号和数量。

4. 吊装安装

(1) 关键岗位产业工人应培训合格后上岗。

吊装工序施工作业前，应对工人进行专门的吊装作业安全意识培训；构件安装前应对工人进行构件安装专项技术交底，确保构件安装质量，提高安装效率。

(2) 吊装准备

①正式施工前，宜选择有代表性的单元进行预制构件试安装，并应根据试安装结果及时调整施工工艺、完善施工方案。

②安装施工前，应进行测量放线、设置构件安装定位标识。如墙体边线、30cm 控制线、标高控线等。

③安装施工前，应对原有结构进行验收。核对已施工完成结构、基础的外观质量和尺寸偏差，确认混凝土强度和预留预埋符合设计要求；核对预制构件的混凝土强度、预制构件和配件的型号、规格、位置、数量等符合设计要求。

(3) 调整标高垫片及预留钢筋处理

①新旧混凝土接茬部位应凿毛处理并用清水冲洗干净，检查现浇结构施工后外露连接钢筋的位置、尺寸偏差，表面不应有粘结混凝土，不应发生锈蚀；当外露连接钢筋倾斜时，应进行校正。连接钢筋中心位置存在严重偏差影响预制构件安装时，应会同设计单位制定专项处理方案，严禁随意切割、强行调整定位钢筋。

②预制叠合剪力墙底部水平接缝处应安装不少于 2 组标高调平装置，位置宜在对应斜支撑点的正下方。标高调平装置可采用预埋螺栓的方式，在预制叠合剪力墙安装前，先在螺栓上安装下部螺母，再安装标高垫片，待标高调整校正后，最后安装上部螺母进行固定，标高调平装置安装完成后，应对其标高、水平度、连接紧固性等进行检查。

（4）构件吊装和临时支撑

①预制叠合剪力墙宜采用两点起吊，吊点合力宜与预制构件重心重合。当不能满足钢丝绳处于起吊点正上方时，钢丝绳与构件水平面所成夹角不宜小于 60° ，且不应小于 45° 。

②预制剪力墙开始起吊时，构件吊离地面 0.5m 时稍作停顿，观察构件是否吊平，直至构件平稳后方可匀速上行，已吊起的构件不得长久停滞在空中。当构件吊装下落至楼面 1.2m 时，吊装工人扶墙引导下落，下落至楼面 0.5m 时对钢筋进行调整对位，下落至楼面 0.2m 时对墙体进行调整、初步定位，下落至标高垫片时进行调整直至墙体平面精准定位为止；

③上层预制剪力墙灌浆套筒插入竖向预留钢筋后，应立即架设不少于 2 根斜支撑对预制剪力墙临时固定，支撑点间距离底部

的距离不宜小于高度的 $2/3$ ，且不应小于高度的 $1/2$ ；斜支撑与楼面的水平夹角宜斜支撑与水平面的夹角在宜在 $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 。

④预制剪力墙安装就位后，可通过临时支撑、标高垫片对构件的水平位置、垂直度、标高等进行微调，并保证临时支撑可调节丝杆的咬合长度不宜小于 120mm ，且不应小于 90mm ；预制构件与吊具的分离应在校准定位及临时支撑完成后进行。

（5）模板安装

①装配式混凝土结构宜采用高精度施工工艺模板，模板与预制构件接缝处可采取粘贴密封条等防止漏浆的措施，模板搭接预制剪力墙 $\geq 50\text{mm}$ ，且不应覆盖预制剪力墙预留的模板加固孔。

②模板水平方向宜沿剪力墙设置通长背楞，并通过预制剪力墙上预留的对拉螺杆孔进行加固，保证模板加固的整体性。

③预制剪力墙底部留设的 50mm 现浇缝可采用高度 $\geq 200\text{mm}$ 的定型模板进行封堵加固；预制剪力墙顶部宜设置高度 $\geq 100\text{mm}$ 的水平通长模板进行封堵加固。

5.混凝土浇筑

（1）预制剪力墙的后浇混凝土宜采用自密实混凝土，当采用普通混凝土时，粗骨料粒径不宜大于 20mm 和钢筋最小净间距的 $3/4$ 的较小值。美好某项目实践当混凝土粗骨料粒径控制在 $5\sim 16\text{mm}$ ，坍落度 $210\pm 20\text{mm}$ ，扩展度 $550\pm 30\text{mmmm}$ ，以，可以较好满足施工要求。

（2）叠合剪力墙后浇混凝土应分层浇筑，每次浇筑高度不宜超过 1m ，自由倾落度要求不大于 3m ，避免混凝土因下落高度过

大，产生离析。

(3) 振捣要点：①采用 30 振捣棒；②按“快插慢拔”的原则进行振捣，振点应均匀排列、逐点移动(移动间距不大于 400mm)，避免混凝土预制层因为过振发生损坏；③每次振捣棒插入点位为相邻桁架钢筋间隔的中间点，振捣开始点为混凝土起始浇筑点，按同一方向振捣完成；④振捣完成静置 1h 后准备进行下一层混凝土浇筑。

(4) 预制叠合剪力墙墙空腔内混凝土密实度可采用超声波法进行检测。

四、常见问题与防治措施

(一) 预制剪力墙构件质量

问题描述：1.缺棱掉角。施工时气温低且过早拆模，导致强度不够，以及拆模时，边角受外力或重物撞击，或保护不好，棱角被碰掉。

防治措施：根据实验室试压件强度试验，达到拆模强度方可拆模。同时，加强对工人交底，增强成品保护意识

问题描述：2.裂纹。由养护升降温速率、养护时间等变形引起的裂缝，以及由施工操作（如制作、脱模、养护、堆放、运输、吊装等）引起的裂缝和破损。

防治措施：混凝土浇筑后及时覆盖薄膜，并按照规定对成品进行养护和施工操作，以及增强工人成品保护意识。

问题描述：3.预埋管线位置不准确。一是精装设计滞后或后期存在修改，导致施工图设计的机电设备图纸不够准确，进一步影

响预制剪力墙预埋管线位置不准确；二是构件生产过程中扰动，导致位置偏差。

防治措施：一是采用 BIM 技术提前对机电管线进行综合设计，固化各点位和管线空间位置，同时机电管线尽量不布置在预制剪力墙上，采用管线分离的方式布置在主体结构之外。二是生产过程中增加线盒固定器，将固定器点焊在模台上，保证线盒不随模台震动发生偏位。

问题描述：4.粗糙面不够。预制剪力墙混凝土粗糙面不满足要求。预制叠合剪力墙侧面未拉毛，空腔内预制层拉毛深度不够。

防治措施：对于预制叠合剪力墙侧面，可采用在预制叠合剪力墙侧面模具上焊接三角条的方式形成符合要求的键槽；或者采用在模板上涂刷缓凝剂，待构件拆模后用高压水枪冲洗漏出混凝土骨料的方式形成粗糙面。对于预制叠合剪力墙叠合面，可采用在混凝土初凝前拉毛的方式形成粗糙面，具体如下：A、B 面混凝土浇筑完成后在初凝前应做两次拉毛，先用专用工具拉细毛，细毛拉完后 10~20 分钟后用专用工具拉粗毛。

（二）预制剪力墙安装质量

问题描述：1.现浇层预埋的标高垫片竖向定位钢筋，底部深入墙内过长，不易焊接和固定，容易导致左右偏移。

防治措施：制作带刻度且可收缩的定型化辅助模具进行精准定位，并通过点焊的方式固定垫片竖向定位钢筋。

问题描述：2.由于预制叠合剪力墙生产和安装偏差，铝合金模板与预制叠合剪力墙预留的对拉螺杆加固孔无法完全对应，影响

安装效率和质量

防治措施：会同构件生产厂家将对拉螺杆加固孔设置在预制叠合剪力墙中间无铝合金模板覆盖的位置，加固时可通过设置模板通长背楞的方式达到加固作业，降低对预留孔洞生产和安装精度要求。

问题描述：3.预制剪力墙应用比例高，临时斜撑数量较多，与叠合板周边的竖向支撑位置冲突。

防治措施：结合预制剪力墙临时支撑及预埋件位置，提前对叠合板的竖向支撑进行优化避让。

问题描述：4.单体建筑采用型钢悬挑脚手架时，悬挑工字钢与预制剪力墙或预制剪力墙支撑斜杆位置冲突。

防治措施：装配式构件方案深化需联动生产及施工，需考虑工厂生产及现场实施可能性，特别是悬挑架施工、挑空楼板部位施工，变形缝部位。推荐选用花篮式悬挑脚手架，避免型钢锚固端伸入楼层内；若采用型钢悬挑脚手架时，应将悬挑层设置于主体结构现浇楼层。

问题描述：5.浇筑混凝土过程中，由于振捣方式不对导致叠合剪力墙开裂。

问题描述：6.预制剪力墙施工效率低。一是预制剪力墙应用比例低，且预制段尺寸偏小，导致施工现场现浇与装配两种工序交叉作业多，降低现场施工效率。二是装配式建筑专业施工队伍和产业工人欠缺，项目采用未经培训合格的工人进行吊装安装和套筒灌浆，无法提高施工效率。

防治措施：一是调整剪力墙长度和结构布置，适当提高预制剪力墙应用比例和加长预制段长度，提高施工效率，充分发挥装配式建筑工业化、规模化实施优势；二是施工单位可通过工艺模拟、技能培训等方式加强装配式建筑专业施工队伍和产业工人培养，推荐采用企业自有工人进行装配施工。

（三）预制剪力墙成型质量

问题描述：1.剪力墙预制与现浇交界位置平整度不满足要求，存在明显错台、漏浆，胀模等质量问题。

防治措施：预制剪力墙与现浇部位交界处需增设胶条或其他防漏浆措施；同时，预制剪力墙与两侧现浇墙体的模板需进行整体加固及垂直平整度校核，现浇部位模板边缘 10cm 以内增设次龙骨加固，防止模板边缘变形胀模。

问题描述：2.由于模板加固不到位，预制叠合剪力墙混凝土浇筑后底部出现错台、胀模等质量问题。

防治措施：在预制叠合剪力墙底部封闭模板上可通过增设对拉螺杆、设置铝模斜支撑等方式进行加固。

