

预制装配整体式建筑外挂墙板施工技术研究

计晨红

上海建工五建集团有限公司

摘要：近年来，在国家与社会的飞速发展，装配式建筑逐步成为建筑工业化的一种核心表现形式。随着我国工业化建筑的迅速发展及政府的积极引导，预制装配式建筑在现代工程建设中已经占据了非常重要的地位。目前工程领域侧重研究预制装配式梁板柱等主要承重构件，对于外围护体系的墙板的深入研究较少。预制装配整体式建筑外挂墙板作为装配式建筑体系中的重要组成部分，其施工技术对结构物的安全有很大影响。

关键词：预制装配式；外挂墙板；节点连接；位移控制；防水

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.11.020

一、工程概况

本建工程包括一栋主楼（地下二层和地上十层）及一栋一层垃圾房。其中主楼地上主体工程采用预制装配整体式框架结构（简称PC），建筑高度约39.8米。PC体系为外墙围护预制构件以及局部预制板，预制率43.65%。预制的构件类型有：预制板、预制外墙板、预制楼梯等。本文主要针对预制整体式外挂墙板的施工及其防水节点的处理进行研究。

二、预制整体式外挂墙板设计与连接技术

本工程预制外墙板构件根据塔吊吊装能力进行深化分为长度2.5m~8m，高度为1.4m，厚度为295mm（外叶墙厚为135mm，内叶墙厚为160mm，夹心保温板在外叶墙内厚35mm）。考虑到地震荷载和风荷载的作用，配筋为双层双向。

该建筑外挂墙板综合了柔性连接系及刚性连接系两种方式，预制外挂墙板与主体结构梁采用“上承重下固定”的方式进行固定，同时外挂墙板上部每隔2m设有一处牛腿，用于竖向支撑受力，且牛腿底侧设置高强螺栓，可在安装过程中进行水平位置控制调节。外挂墙板同主体结构牛腿和预埋钢板位置采用连接支撑固定，满足固定2个连接支撑以上（如图1）。



图1 外挂墙板样板图

三、外挂墙板施工准备工作

(1) 形成预制构件现场验收制度，对于进场后的构件观感质量和几何尺寸、成品构件的产品合格证和有关资料进行验收。对构件上的预埋件、插筋、预留洞的规格、位置和数量符合设计图纸的标准进行检查，一旦发现墙体板外观、尺寸、性能等参数存在缺陷，必须及时返厂处治。

(2) 编制预制墙体板专项焊接方案，通过充分研究焊接母材的特性等参数，针对性制定焊接专项方案。

(3) 正式开始墙体板安装前，应结构相关设计图纸及施工专项方案组织作业交底，重点注意墙体板定位线测量并检查处理结构预埋件。

(4) 对外挂墙板进行防腐蚀处理，以提高其耐久性。

(5) 根据墙体板密封材料选择对应的垫衬材料，确保其气密性和水密性。

(6) 结合施工工艺对于墙体板的安装顺序进行优化，明确墙体板的编号，有利于现场的构件调运堆放策划。

四、预埋件安装

预埋件安装完工后，首先进行预埋件的安装定位，后采用焊接工艺连接预埋件和主结构钢筋网（如图2），随后对于预埋件安装部位进行防护措施以避免混凝土浇筑及振捣过程中扰动对于预埋件的偏位。

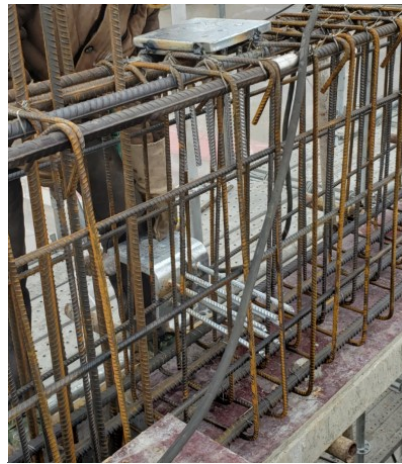


图2 结构梁预埋件安装

五、外挂墙板吊装与连接

预制外挂墙板的吊装施工就位精度要求高，是确保围护结构安全性的重要保障。在施工阶段，需根据构件的规格尺寸和形状设置相应吊点，通常布置两个吊点，当墙板较长时可进行模拟吊装受力分析布置三至四个吊点。并且在吊装施工过程中，应配备牵引绳，便于作业人员拉引预制外挂墙板方向。

(1) 在吊装外墙板之前，需要将墙板下面的板面和钢筋表面清理干净，确保没有混凝土残渣、油污和灰尘等。(2) 清理完成后，需要在构件底部的缝隙处粘贴保温密封条。密封条应采用橡塑棉条，其宽度和厚度分别为40mm，并且粘贴位置需要距离保温层内侧至少10mm。(3) 使用塔式起重机进行吊装时，需要缓慢起吊外墙板。当墙板的底面升至距地面600mm时，应略做停顿，检查吊挂是否牢固以及板面有无污染或破损。若有问题，需立即处理。确认无问题后，可以继续提升至安装作业面。(4) 墙板在距离安装位置上方600mm左右时，需要略做停顿。此时，施工人员可以手扶墙板，控制其下落方向。墙板应在此缓慢下降，确保其正确就位。(5) 每一个剪力墙构件需要设置2长2短的共计4个斜支撑。这些支撑可以帮助固定和稳定墙板，确保其在使用中的安全性。(6) 外挂墙板的预埋件连接（如图3~5）。平台位置混凝土强度达到设计标准及墙板吊装预埋后，使用斜撑加固，将外挂墙板上部预埋件与封边梁预埋件通过螺杆连接，外挂墙板下部预埋件和上层平台梁侧预埋件连接固定。

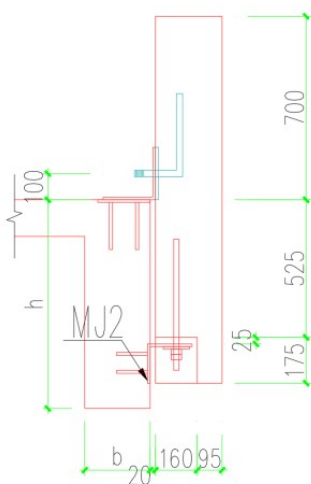


图3 预埋件连接节点图



图4 上部预埋件连接



图5 下部预埋件连接

六、预制外挂墙板的安装位移控制要点及问题解决措施

(1) 外挂墙板的水平位移控制

本工程外挂墙板设计连接形式为楼层外框架梁侧及梁面上预埋连接件与预制外墙构件上连接件进行高强螺栓连接及焊接，预埋件水平间距1.5m同点位上下各设一个连接点（预埋件上承重下固定形式），梁上及梁侧预埋件在现浇框架梁钢筋板扎完成后浇筑混凝土之前采用焊接方式进行连接以防止位移偏差，预制外墙板上的预埋连接件与框架梁预埋件对应配套，构件厂内制作成型后再运至现场进行吊装。

由于施工时所产生的多方面原因可能影响预埋件水平位移出现偏差，可根据预埋件位移偏差大小进行不同的方法纠偏。1) 预制外挂墙板预埋件深化设计过程中，对下部带穿螺栓孔的预埋件铁板上预留孔洞采用椭圆形设计，椭圆孔长度45mm，可对预埋件预埋偏差 $\leq 20\text{mm}$ 进行偏差吸收；上部预埋件设计尺寸大于预制外挂墙板上配套预埋件尺寸，可对其偏差吸收。2) 若出现偏差超出预埋件自身吸收范围， $20\text{mm} \leq \text{偏差} \leq 50\text{mm}$ 时，对下部预埋件进行加焊同尺寸 $200\text{mm} \times 200\text{mm} \times 10\text{mm}$ 厚铁板，必须进行满焊，对原预留螺栓孔进行覆盖修补，加焊铁板上精准定位重新开设螺栓孔；上部预埋偏差，凿除梁面混凝土保护层，采用同厚度铁板进行与原预埋件进行对接满焊。3) 正常预埋偏差都在20mm范围，若出现特殊情况尺寸放样错误，当预埋件水平方向预埋偏差超50mm时，补救措施只有对上下部位的预埋件进行切割作废，重新种植预埋件；具体相关种植预埋件进行节点深化设计，根据相关规范要求需对种植预埋件受力计算，并对种植后预埋件进行拉拔实验并合格后方可采取此补救措施。

(2) 外挂墙板的标高控制

本工程外挂墙板在构件厂制作时每隔2m设置一个混凝土牛腿（如图6），当预制外墙与框架梁连接时，牛腿挂在梁上，可起到竖向承重作用，牛腿内底部设置螺栓以旋动螺母调整外墙标高的差异（如图7）。



图 6 预制外墙板构件



图 7 牛腿内螺栓

由于施工时所产生的多方面原因可能影响预埋件标高竖向位移出现偏差，若出现时可根据标高偏差对梁上预埋件钢板面焊接 $200 \times 200 \times 10$ 的钢板，再进行与预制外墙连接（如图8）。



图 8 标高偏差修补示意图

七、防水结构处理

防水结构的处理原则是导水优于堵水，排水优于防水。

墙板接缝的处理需选用优质的密封胶或防水材料，以确保接缝的严密性；墙板与楼板或梁的连接部位应设计并形成凹槽，并使用专门设计的密封胶或防水砂浆等进行填充。预制装配式墙板的拼接处需设置企口，并在企口部位涂刷防水涂料或粘贴防水卷材，以增强墙板的防水性能。

在安装预制装配式墙板时，必须保证板缝之间的拼接严密，避免出现缝隙或裂缝。防水施工完成后，必须进行严格的淋水试验或蓄水试验，以确保墙板的防水性能达到预期效果。如有渗漏现象，必须立即进行处理，并重新进行防水施工。



图 9 橡胶条示意图

先于板缝内外侧采用橡胶条堵塞（如图9），外挂墙板间缝隙采用高分子材料填充密封，最后采用密封胶封堵。

八、结论

预制外挂墙板是现代装配式建筑外围护体系的重要竖向构件，需严格按照构件进场验收、合理运输堆放、安全可靠吊装等步骤进行施工，墙板通过预埋件同现浇层主体结构精确连接。预制装配式建筑外挂墙板施工具有一定特殊性，为加强工程项目施工质量控制，全面提高预制装配式建筑外挂墙板施工效果应当结合工程项目特点加以科学分析和研究，优化施工工艺，并规范施工流程，确保预制装配式建筑外挂墙板施工质量满足工程项目建设相关标准，确保建筑工程投入使用后其使用功能得到最大限度地发挥，进一步推进建筑行业的稳定发展。

另外，预制外挂墙板的连接缝较多，其防水的密实性是发展装配式建筑需要克服的重大难题，应当通过多重防水措施优化加强其施工成品质量，凸显装配式建筑较传统混凝土现浇结构的优越性。

参考文献

- [1] 苏航. 浅论预制装配式建筑施工技术研究与应用[J]. 陶瓷, 2023, 01.
- [2] 梅立欣, 王雪亮, 万山河. 外挂墙板连接细节设计及其结构稳定性分析[J]. 居舍, 2023, 22.
- [3] 周军海. 房建工程装配式建筑结构外挂墙板施工技术应用[J]. 房地产世界, 2022, 08.