

预制混凝土三明治外墙板深化设计与生产、安装结合要点分析

李德臣¹ 郑月奇²

山东华科规划建筑设计有限公司济南分公司

摘要：国家多部推广装配式建筑相关政策的出台，极大地促进了装配式建筑行业的发展。快速发展的过程中，也存在较多需解决的问题。尤其“装配整体式混凝土剪力墙结构”中预制混凝土三明治外墙板深化设计存在较多的不足。本文结合建筑设计、构件深化设计、工厂生产及现场安装，提出了几点思考及建议。提高了构件标准化和模具使用周转率，节省成本、节约资源，使现场安装方便快速安全。

关键词：预制混凝土三明治外墙；深化设计；工厂生产；现场安装

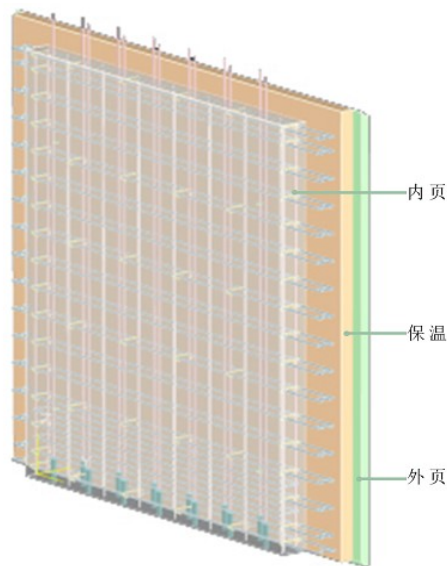
【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.17.027

一、预制混凝土三明治外墙板建筑设计现状

目前我国建筑行业中预制混凝土三明治外墙板的应用已经初具规模，尤其在一二线城市“装配整体式混凝土剪力墙结构”住宅中得到了大量的应用。预制混凝土三明治外墙板是由外叶板、保温材料、内叶板组成，保温材料可以是岩棉、聚苯乙烯、聚氨酯、珍珠岩、矿棉、玻璃棉等，根据夹心保温材料不同防火等级不同^[1]。预制混凝土三明治外墙板分为承重墙（预制三明治剪力墙外墙板）和非承重墙（预制三明治填充墙外墙板），工厂生产时将管线预埋、门窗洞口预留，是集结构、保温一体化的预制墙板（如下图一）。预制混凝土三明治外墙板的构件拆分深化设计需要与各专业施工图设计同步进行，互相协调，但是目前多数设计单位对预制混凝土三明治外墙板构件拆分深化设计还存在很大的误区，都是按现浇结构先进行施工图设计，施工图完成后再进行构件拆分深化设计。构件拆分深化设计的滞后导致拆分方案不合理，并且各个专业需根据构件拆分设计进行调整变更，设计变更工作量增大。现场施工安装难度也随之增大。

二、预制混凝土三明治外墙板构件拆分深化设计要点分析

（一）构件拆分深化设计应考虑建筑的美观性、合理性及防水性



图一 预制混凝土三明治（剪力墙）外墙板示意图

装配整体式混凝土剪力墙结构住宅中预制混凝土三明治外墙板构件拆分深化设计应考虑建筑的美观性、合理性，在方案设计阶段就应介入开始进行协同工作，共同进行整体策划，提出最佳方案。同时和各专业密切配合，对装配式建筑平面和立面采取合理有效的布局，立面设计中需特别注意门窗洞口宜上下对齐、成列布置，其平面位置和尺寸应满足结构受力及预制构件设计要求。

装配式建筑因预制混凝土三明治外墙板构件拆分出现的接缝要充分考虑其合理性，规划好接缝的位置，使其融入建筑立面设计中。接缝处应注明“接缝处理措施”，水平接缝采用高低缝或企口缝，竖向缝采用平口或槽口构造。预制混凝土三明治外墙板外叶板在温差作用下易产生双向伸缩，从而导致外叶墙板之间的接缝产生变形。根据既往工程经验，接缝如采用抹灰等湿作业方式覆盖，会因为接缝变形而产生墙面粉刷起鼓的现象。因此接缝应采用建筑密封胶进行封闭，拼缝宜外漏，不宜采用挂网抹灰等湿作业方式覆盖。

（二）构件拆分深化设计应充分考虑结构的安全性

装配整体式混凝土剪力墙结构中预制混凝土三明治外墙板构件拆分深化设计应充分考虑结构的安全性，在

方案阶段与结构专业协同工作，对剪力墙的结构布置、预制混凝土三明治外墙板与现浇的连接节点进行优化。剪力墙应沿两个方向布置，截面宜简单、规则，底部加强区及其上一层宜采用现浇。预制三明治剪力墙外墙板构件拆分宜采用一字型，相邻预制三明治剪力墙外墙板应采用整体式接缝设计，当接缝位于纵横墙交接处的约束边缘构件区域时，约束边缘构件宜全部采用后浇混凝土，并应在后浇段内设置封闭箍筋。当接缝位于纵横墙交接处的构造边缘构件区域时，构造边缘构件宜全部采用后浇混凝土。非边缘构件位置，相邻预制剪力墙之间应设置后浇段，后浇段的宽度不应小于200mm，后浇段内应设置不少于4根竖向钢筋，钢筋直径不应小于墙体竖向分布筋直径且不应小于8mm，两侧墙体水平筋在后浇段内进行有效锚固。

预制三明治剪力墙外墙板底部接缝宜设置在楼面标高处，接缝高度宜为20mm采用灌浆料填实，接缝处混凝土表面应设置粗糙面。上下层预制剪力墙的竖向钢筋，宜采用套筒灌浆连接，边缘构件竖向钢筋应逐根连接。屋面以及立面收进楼层，应在预制三明治剪力墙外墙板顶部设置封闭的后浇钢筋混凝土圈梁，截面高度不宜小于楼板厚度及250mm的较大值，圈梁应与现浇或者叠合楼、屋盖浇筑成整体。各层楼面预制三明治剪力墙外墙板顶部无后浇圈梁时，应设置连续的水平后浇带，水平后浇带宽度应取剪力墙厚度，高度不应小于楼板的厚度，水平后浇带应与现浇或者叠合楼、屋盖浇筑成整体。

（三）构件拆分深化设计应考虑构件标准化和模具使用周转率以及现场安装便捷性

预制混凝土三明治外墙板构件拆分深化设计时会同各专业对构件进行标准化设计，拆分后的预制三明治外墙板尺寸和配筋间距、直径尽量保持一致。剪力墙结构住宅中顶层层高一般与标准层不同，可通过增加防水反沿和预增加后浇圈梁高度来调整墙板整体高度，使其尺寸和标准层保持一致，达到标准化设计，满足少规格、多组合的原则。构件的标准化设计可以在保证工程质量的前提下，提高模具使用的周转率，降低生产成本，节约资源，响应国家节能减排的号召，对早日达到碳中和碳达峰贡献一份微薄的力量。

预制混凝土三明治外墙板构件拆分深化设计时现场安装的便捷性也应考虑在内，预制构件之间应预留安装间隙，构件之间无安装间隙时，施工吊装安装困难，容

易发生构件碰撞破损。楼梯间和电梯间无法进行有效的支撑，不宜采用预制三明治外墙板，伸缩缝两侧封仓操作和漏浆后封堵困难，也不宜采用预制三明治外墙板。在满足装配率的前提下，不宜预制的位置尽量现浇。

三、预制混凝土三明治外墙板构件详图深化设计要点分析

（一）构件详图深化设计应考虑钢筋的锚固、搭接以及节点满足图集和规范要求

预制混凝土三明治外墙板构件详图深化设计应考虑钢筋的锚固、搭接及节点且应满足图集和规范要求。预制三明治剪力墙外墙板侧面出筋有封闭箍筋和非封闭箍筋两种，采用非封闭箍筋现场安装更便捷。侧面出筋的长度需根据出筋的方式和现浇节点附加箍筋的方式来进行计算，出筋方式的不同及现浇节点附加箍筋的方式的不同，都会导致侧面出筋长度不同。当侧面出筋采用封闭箍筋时，边缘构件竖向纵筋应采用较大直径钢筋并采用机械连接，建议纵筋直径不宜小于14mm。预制三明治剪力墙外墙板采用灌浆套筒连接，纵向连接钢筋采用单根梅花布置，代换后的配筋面积需满足原结构施工图剪力墙配筋面积，顶部外伸长度根据套筒规格计算并满足规范 $8d+20$ 的要求。转换层连接节点预留插筋长度需满足 $\geq 1.2LaE$ ，外伸长度也需满足 $8d+20$ 的要求。预制三明治填充墙外墙板采用波纹管连接，连接钢筋不参与受力计算，预埋和锚入预制墙长度满足 $\geq 15d$ 。顶部预制叠合梁底筋和腰筋锚固长度需依据结构施工图纸梁的类型参照国标图集进行计算，叠合梁箍筋为了现场施工更便捷宜采用组合封闭箍筋。所有钢筋的锚固长度和连接节点均需满足现行的装配式规范和图集要求。

（二）构件详图深化设计应结合设备、电气图纸预留好点位及洞口

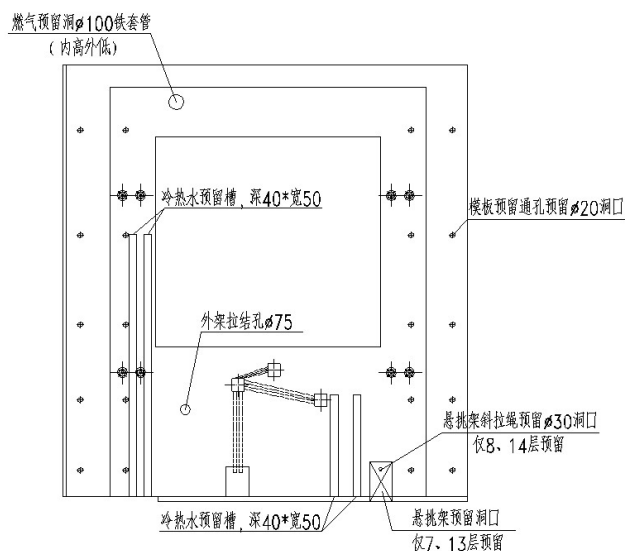
预制混凝土三明治外墙板构件详图深化设计需结合设备和电气图纸做好预留预埋工作，应以设备和电气图纸为基础，综合考虑现场施工情况，找出最优的布置方案。预制混凝土三明治外墙板电气预留主要包括开关、插座（强弱电）、紧急报警按钮、暖通分集水器、卫生间等电位等。根据电气图纸结合常规安装施工方案，确定走线和现浇中预留的线盒进行最优方式连接，节省安装成本。线盒安装高度通常以距建筑完成面1.5m为界限，安装高度大于1.5m向上走线，安装高度小于1.5m向下走线，向下走线时需在预制三明治外墙板内叶板底

部需预留高200mm宽150mm的手孔，为现场安装预留操作空间。线盒安装高度为300mm时，因线盒面板比线盒大10mm左右，面板安装后不满足线盒底部距建筑完成面300mm的最小要求，因此预留高度通常增加10mm预留310mm。

预制混凝土三明治外墙板设备洞口预留主要包括水盆和淋浴的冷热水给水管、马桶的给水管、卫生间暖通小背篓的给水管、空调和燃气预留洞、卫生间排气洞等。设备洞口的预留依据设备图纸要求的预留槽（洞）尺寸结合现场安装实际情况来进行预留，通常冷热水给水管预留槽高度比球阀安装高度高出50mm。马桶给水管始终预留在面向马桶的左手侧，暖通小背篓的给水管，根据暖通图纸管线走向来进行预留，空调和燃气预留洞尺寸及位置根据建筑图纸要求进行预留，需注意空调柜机和挂机高度不同，洞口通常采用内高外底。当卫生间没有排气道时，需预留排气洞，预留洞尺寸及位置根据建筑图纸要求进行预留。

（三）构件详图深化设计应结合工厂生产和现场施工要求预留好施工洞口

预制混凝土三明治外墙板应按施工单位要求预留施工洞口，的施工洞口的预留初衷是为了现场施工更便捷，预留时需结合施工现场情况和工厂生产预留难易程度与施工单位和生产单位协商后确定最优的预留位置及尺寸。施工洞口的预留主要包括模板预留通孔、悬挑工字钢预留洞、悬挑工字钢斜拉绳预留洞、爬架拉结点预留洞等。模板预留通孔预留20mm圆洞，水平方向预留孔间距不宜大于600mm，高度方向底部起始间距不宜大于250mm预留孔间距不宜大于600mm。阴角处和阳角处需特殊注意，高度方向宜上下错开50mm，避免螺杆碰撞导致模板无法固定。悬挑工字钢预留洞通常预留高250mm宽150mm方洞，预制剪力墙由于下部套筒直径较大不宜预留悬挑工字钢。悬挑工字钢在转角处交叉时需特殊注意重叠工字钢上下层关系，对应上下层关系调整预留洞高度，另外上翻梁位置预留洞高度也需要特殊注意，根据上翻梁上翻高度来调整预留洞高度。悬挑工字钢按规范要求竖向高度不大于20mm挑出一次，在其挑出的上一层预留斜拉绳预留洞，斜拉绳通常预留直径30mm的圆洞，预留高度距结构标高200mm。爬架拉结点通常预留直径75mm的圆洞，根据施工单位提供的拉结点位置进行预留。如下图二：



图二 预制三明治外墙板设备、电气、施工洞口预留示意图

结语

综上所述预制混凝土三明治外墙板构件拆分深化设计和构件详图深化设计应综合考虑，结合现场施工和工厂生产与各专业施工图设计同步进行，协同工作，避免错漏碰缺。构件拆分深化设计时应寻求一种美观性、合理性和安全性，结合现场施工和工厂生产对构件寻求标准化、模数化、现场施工的便捷化。构件详图深化设计时在满足现行结构规范的前提下，结合现场施工和工厂生产做好电气点位、设备洞口、施工洞口的精准预留，减少现场二次开洞损伤构件，使现场安装更便捷快速。预制混凝土三明治外墙板的应用已成为建筑行业里剪力墙结构发展趋势，合理经济规范化的深化设计对其应用发展起到极为关键的推动作用，实现工厂生产，现场组装，减少能源消耗，有利于节省工程成本以及环境保护，而且构件标准化建设也起到了规范现场施工的作用^[2]，更好的助力建筑业蓬勃发展。

参考文献

- [1] 叶丹玫, 肖玉明, 舒凯等. 装配式建筑墙板的应用现状[J] 理论探讨2019(07): 92-93.
- [2] 翟得智. 装配式建筑设计及其应用分析[J]. 建筑发展, 2019(10): 63-64.
- [3] GB/T 51231-2016, 装配式混凝土建筑技术标准[S].
- [4] JGJ 1-2014, 装配式混凝土结构技术规程[S].
- [5] G310-1~2, 装配式混凝土结构连接节点构造[S].
- [6] 15G365-1, 预制混凝土剪力墙外墙板[S].