

# 套筒灌浆连接高层装配整体式剪力墙结构 建筑设计方案及施工工艺

李铁军 刘琦 李林瑶

唐钢国际工程技术有限公司

**摘要:**在装配式建筑中剪力墙结构是主力支撑,有着绿色节能以及结构灵活的特性,基于此,本篇文章以高层建筑为例,通过等同脚注设计原则,在装配式剪力墙结构下,以预制方式来对框架部进行设计,以现浇工艺来对剪力墙部分进行设计,并给出剪力墙结构布设、预制构件以及连接点等设计方案;另外,为了对施工控制进行优化,围绕施工工艺流程,从吊装顺序、施工组织方法等方面来创新及改进施工方法,最终达到剪力墙结构的低耗设计以及标准化设计,并对施工的效率以及工序进行改善。

**关键词:**套筒灌浆;剪力墙;高层装配式建筑;接缝连接;稳定性测算

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.16.042

装配式建筑作为发展主流趋势,在政策推动下,随着技术的发展一定会得到更大的发展。在装配式混凝土结构中,剪力墙结构是重要的受力构件,通过预制墙板叠合板以及叠合梁利用节点连接构造方法将整体或部分剪力墙、板及梁和后浇混凝土形成稳定性以及承载力

强的建筑结构,对于装配式建筑的侧向刚度以框架结构基础设置剪力墙构件来进行增强,且能提升其空间灵活性,对高层建筑中框架结构受力不足的情况进行弥补;并且由于其低成本、高效、环保、结构灵活、无梁以及柱外漏等特性受到很大的关注,其在装配式建筑中作用非常巨大<sup>[1]</sup>。但因装配式建筑还处在发展环节,不同的地区对于装配式建筑的要求都是不一样的,其预制率以及剪力墙的设计标准也存在差异,由此就会产生很多规格的预制构件,和现浇作业有着较多的干扰,再加上剪力墙连接方式以及节点构造不同,对施工的成本以及效率也会造成影响,由此,对于高层装配式整体式剪力墙结构如果合理的设计以及施工是研究的重点<sup>[2]</sup>。

## 一、案例概述

本篇文章以我国某个高层住宅为例,该住宅总高有十八层,地下有两层车库与地下室,该建筑长62.69m,宽15.76m,高53.61m,地下不分缝,地上分缝,整体为大底盘超长结构,主要预制构件分布在2层到18层内,预制率为36.31%,包括预制阳台、楼梯以及梁板等预制构件,详细情况如下表1所示。

表1 预制构件分布情况

建筑高度	层数	预制构件						预制率
		预制空调板	预制叠合板	预制阳台	预制楼梯	预制柱	预制梁板	
62.69	18层	4层到18层	4层到18层	4层到18层	4层到18层	4层到18层	2层到18层	36.31%

该建筑使用年限设计的是七十年,丙类标准的抗震设防,场地属于II类,基本地震加速度预设的为0.05g,烈度预设的为6°,设置的罕见地震影响系数上限为0.45,设置的多见地震影响系数上限为0.08,特征周期值为0.90s。

## 二、剪力墙结构设计方案

### (一) 选择结构体系

选择的高层建筑结构采取的是装配式剪力墙结构,需要根据《高层建筑混凝土结构技术规程》以及《装配式混凝土结构技术规程》的规范要求设计,在结构体系选型中需要结合建筑的特点,对于柱、板以及梁等预制构件的规格通过“多组合、少规格”的原则最大可能的进行归整<sup>[3]</sup>。结构钢筋选择的型号是HRB400与HPB300,基础垫层的混凝土强度为C15等级,外墙、承台、柱、地下室底板及顶板的混凝土强度为C35等级,一层与二层底部加强区采取的是现浇混凝土,地下室和层面楼板为现浇楼板,钢材型号为Q345B和Q235B,层面层板、地下2层以及顶板厚为120.00mm,结构楼梯都是预制楼梯,一层到十七层楼板厚度为130.00mm,中间楼层采取的是预制叠合楼板<sup>[4]</sup>。结构楼板的厚度为60.00mm

到80.00mm,采取的是预制加现浇;外墙墙体总厚度为300.00mm,采取的是预制夹心保温墙板,和200.00mm厚的现浇剪力墙外墙与以60.00mm、400.00mm厚的混凝土保护层复合XPS板保温板叠合建造夹心保温外墙,剪力墙墙板为200.00mm的厚度,内墙有一部分为预制工艺,单排螺栓居中与剪力墙墙板水平缝上下连接<sup>[5]</sup>。预制构件以及施工方法详细情况如下表2所示。

表2 预制构件以及相应的施工方式

预制构件	施工方式
空调隔板、阳台以及楼梯	预制
楼板	屋面板、叠合板以及楼层板现浇
梁柱节点	现浇槽键节点
框架梁	剪力墙表框架现浇,其余预制叠合
剪力墙	现浇
框架柱	和剪力墙相连柱现浇,其余柱预制

### (二) 布设剪力墙结构方案

为了对高层装配式剪力墙的预制边界以及范围进行确定,按照“等同现浇”根据相应的技术要求进行设计,首先根据现浇房室设计剪力墙,以此来构建装配式



吊装等，可与各个工序的施工特点以及耗费时间来对施工方法以及施工顺序进行合理的安排，详细情况如下表3所示。

表3 高层装配式建筑的施工情况

施工工序	工种类别	施工耗时	施工人数
浇筑混凝土	混凝土工	0.50d	9.00人
预埋水电管线、绑扎顶板钢筋	钢筋工	1.00d	10.00人
吊装水平构件	吊装工	1.50d	8.00人
安装水平构件支撑	架子工	1.00d	8.00人
加固柱墙模板	模板工	2.00d	12.00人
绑扎柱墙钢筋	钢筋工	2.00d	10.00人
吊装竖向构件	吊装工	2.00d	8.00人

通过上述表3能够将施工工序整合为浇筑混凝土、搭设支架、搭设模板、绑扎钢筋以及吊装等五个工序，由于浇筑混凝土量小，工序比较简单，所以耗费的时间比较少，一般六百平方的装配式剪力墙结构建筑，在进行混凝土浇筑时，耗费的时间只有5.00h左右，由此对于该工序在多栋楼之间进行施工，能够将工序简化为四个。另外，在装配式剪力墙施工中为了防止施工交叉干扰，对于进度慢、工期长以及技术繁杂的工序要优先进行，特别是标准层要合理的安排施工顺序，因其耗力最多，施工耗时最长，吊装时可分两个阶段进行，这两个阶段吊装时均已逆时针或顺时针依次进行，和施工经验相结合，可从如下几个方面来对吊装施工进行优化。

先对竖向构件进行吊装，为更好简化施工流程，可以先低再高，先外再内，优先吊装和现浇结构连接的部位，以逆或顺时针来对各吊装区进行邻近吊装，之后吊装内墙，最后再吊装楼梯间墙板，该顺序能够为电梯井现浇段的钢筋提供绑扎时间，由此能够使得施工交叉干扰情况避免发生<sup>[12]</sup>。另外，在对各阳角处的预制装配式外挂墙板吊装前，对其两端外墙板先进行吊装，根据预制装配式外挂墙板和墙板吊装不同的工具，耗费时间比较长的情况，在对各个阶段竖向构件吊装完成之后再行统一的吊装。

其次对水平构件进行吊装，水平构件采取S形与自西向东的顺序进行吊装，在标准层一流水段将水平构件支撑架搭设完成后，可对水平构件优先进行吊装，施工顺序和标准层小流水相同；塔吊通过S形吊装可避免多余运转，施工较为方便，在各施工阶段依从吊装预制板、柱以及梁，不需要让工人进行频繁的往返，由此能够节约大量的施工时间<sup>[13]</sup>。

结语

通过采取预制工艺的形式来对装配式剪力墙结构建筑竖向结构件设计，采取叠合形式设计板与梁等构件，其发展优势比较明显，在高层建筑中，传统框架式建筑有一定的局限性，通过采取预制方法来对一部分框架进行构建，剪力墙以现浇方式进行构造，由此形成剪力墙结构体系，细化研究剪力墙的连接方法以及布设，另外，对剪力墙结构进行稳定性测试，适当的调整各个施

工的方法以及顺序，以此能够保证剪力墙满足高层建筑结构安全性以及“等同现浇”的要求。

参考文献

[1]李虎, 谢相峰, 林拥军等. 装配式混凝土结构套筒灌浆连接质量检测技术研究进展及发展趋势[J]. 施工技术(中英文), 2023, 52(08): 1-9+22.

[2]顾祥林, 肖绪文, 亓立刚等. 《竖向分布钢筋不连接装配整体式混凝土剪力墙结构技术规程》(T/CECS 795—2021)介绍[J]. 建筑结构, 2023, 53(05): 1-6+35.

[3]丁陶, 肖建庄, 曹志伟等. 竖向分布钢筋不连接装配整体式剪力墙结构弹塑性时程分析[J]. 建筑结构, 2023, 53(05): 19-23.

[4]张波, 陈学良, 杨晓宁等. 新区划图双参数调整对剪力墙结构土建成本的影响[J]. 震灾防御技术, 2021, 16(02): 339-345.

[5]吴学淑, 王平山, 纵斌等. 低层双面叠合夹心保温剪力墙结构抗震设计数值模拟方法研究[J]. 建筑结构, 2022, 52(23): 14-18+119.

[6]李志武, 宋佳, 白聪敏等. 高层装配整体式剪力墙结构底部加强部位预制设计方案研究[J]. 施工技术, 2020, 49(08): 31-35.

[7]马云龙, 陈志亮, 牛昌林等. 不同连接方式下钢板剪力墙结构抗震性能模拟分析[J]. 工程抗震与加固改造, 2022, 44(06): 9-14+36.

[8]张祥辉, 郁有升. 钢筋灌浆套筒连接局部失效对装配式剪力墙承载力影响的有限元研究[J]. 青岛理工大学学报, 2022, 43(05): 35-41+58.

[9]闫培雷, 郭恩栋, 吴厚礼等. 基于脉动法的上海市RC剪力墙结构基本自振周期测试与分析[J]. 振动与冲击, 2021, 40(17): 146-151+188.

[10]于芳, 王程程, 许立强等. 基于BIM技术的装配整体式剪力墙结构设计与探讨[J]. 产业与科技论坛, 2022, 21(11): 50-51.

[11]轩鹏, 宋鸿誉, 朱宏程. 框架-剪力墙结构双重抗侧力体系设计方法研究进展及展望[J]. 建筑结构, 2022, 52(07): 111-117+130.

[12]包龙生, 陶天阳, 刘杰等. 基于改进冲击回波法的装配式混凝土桥墩套筒灌浆检测理论研究[J]. 沈阳建筑大学学报(自然科学版), 2021, 37(06): 1082-1089.

[13]董晔旭, 许维炳, 王瑾等. 灌浆套筒连接装配式混凝土桥墩CFRP-外置耗能钢筋组合加固效果研究[J]. 石家庄铁道大学学报(自然科学版), 2021, 34(03): 15-21+50.

作者简介: 李铁军(1966-), 男, 高级工程师, 一级注册结构工程师, 2011年毕业于哈尔滨工业大学, 土木工程专业, 现工作于唐钢国际工程技术有限公司, 从事建筑结构设计及项目管理工作。