

H 型钢结构体系

高层住宅技术

马鞍山钢铁股份公司设计研究院 张平远

马钢光明新村H型钢高层住宅,是马钢首次将H型钢应用于民用住宅建设的一个示范项目。该项目是建设部2001年《钢结构住宅建筑体系与关键技术》课题研究项目之一。经过项目实施单位、参加单位的共同努力,历时两年,目前已基本完成了本项目的研究内容。包括H型钢结构体系研究,与其相配套的建筑设计、材料、设备系统集成以及相应的施工技术、综合指标的研究。其中,实验楼的技术方案经国家钢结构专家评审得到肯定,并提出许多建设性意见。项目于2002年初进入实施阶段,当年7月结构封顶,并进行围护安装及内装修,工程主体部分基本竣工,目前已完成功能性测试和总结。

结构体系设计

H型钢高层住宅位于马鞍山市光明新村北侧边缘,是城市道路重点景观地段,马鞍山市的东部门户。该栋住宅楼地上17层,地下一层(用于车库及设备间),共18层,屋顶设电梯机房及水箱间。标准层高2.9m,总高度为55m,总建筑面积9854.00m²,其中地下室建筑面积550.00m²,住宅总户数68户。标准层一梯四户。

第一 结构模型选择

首先我们对6层、12层、18层各做了一个结构模型,建筑平面形式一样,结构体系6层为纯钢框架结构,12层、18层为钢框架-混凝土剪力墙结构(梁柱采用马钢热轧H型钢)。通过对结构模型的计算和优

化,在满足功能及安全的条件下,得出钢结构住宅的层数,纯钢结构的多层住宅用钢量及配套造价过高,经济性差。12层和18层相比,18层钢结构住宅更具优势。于是我们重点对18层的钢结构住宅进行研究和开发。

为了使实施方案更具科学性、适用性、经济性,我们对三种结构方案进行了详细的计算和比较。这三种方案分别为热轧H型钢框架-钢筋混凝土剪力墙(A型),热轧H型钢框架-钢筋混凝土剪力墙+山墙钢支撑(B型),热轧H型钢-混组合结构框架-钢筋混凝土剪力墙+山墙钢支撑(C型)。在综合考虑建筑功能及结构抗震性能等多种因素后,确定试点工程选用钢-混结构,即C型,这是一种比较理想的结构体系。

第二 结构构件优化选择

基础部分:宜选用独立基础、柱下条形基础、筏板基础、箱型基础或桩基等。

上部结构:根据住宅平面的特性,采用小柱距,纵向10跨,跨距为3.5m和4.0m,横向框架三跨跨距分别为5.1m、3.6m和5.1m。

柱采用轧制H型钢,外包C30钢筋混凝土,框架梁采用马钢热轧H型钢,材质为Q345。钢筋混凝土剪力墙设置在楼梯间,剪力墙厚250mm,两端钢框架设置钢支撑。

梁柱采用高强螺栓刚性连接。框架柱埋入钢筋混凝土筏板基础中锚固。框架梁与之铰接。

楼盖体系选用现浇钢筋混凝土

楼板。板厚100mm,内配冷轧带肋钢筋网片。根据建筑要求,采用现浇钢筋混凝土楼板,卫生间管道要实现同层检修,所以卫生间部位的楼板下沉300。为了保证楼板的整体刚度不受过大的削弱,在结构上利用型钢梁外包钢筋混凝土以满足建筑功能的要求。

第三 防火设计

钢结构防火的合理做法应是避免火灾,而不是让钢结构耐火,所以我们在建筑防火上进行了科学合理的设计。本工程主体结构为H型钢钢框架,柱为劲性混凝土结构,自身满足2.5小时的耐火极限防火要求。钢梁的防火采用50厚ALC防火板保护,以确保钢结构梁满足1.5小时的耐火极限要求。

建筑设计特色

该体系建筑设计主要技术特点:

第一 平面设计

结构体系的选择和优化是项目设计中须首先解决的问题。规则的矩形平面不仅能较好地保证建筑的形心与刚度中心的重合,满足抗震设防的要求。但规整的结构平面给住宅功能设计和户型设计带来了较大困难。如何在一个限定的空间范围内,最大限度地满足现代人们的行为特征,合理安排住宅各要素单元的空间构成和面积分配等是建筑方案设计时首先须解决的问题。

第二 内外墙体设计

外围护墙选用的蒸压加气轻质



结构体系 | CST

构件为钢筋混凝土井筒, 在施工步骤上应该先浇筑好井筒, 再进行钢结构与井筒的连接柱与楼板的浇筑。

二是劲性混凝土柱的浇筑。由于劲性混凝土柱断面较小, 纵向钢筋所占空间的大小将影响混凝土的浇筑密实, 于是在钢筋的连接上采用电渣压力焊, 既避免钢筋搭接所占空间, 又节省了钢筋。从浇筑结果来看, 质量较为满意。

三是楼板的浇筑。所有楼层板采用钢筋混凝土现浇楼板。由于采用钢筋网片代替绑扎钢筋, 同时模板采用竹胶板, 减少脚手架, 使楼板施工速度及质量明显提高。

结构优势突出

钢结构建筑的优势集中体现在工厂化、标准化, 设计中充分考虑连接的可靠、简洁、经济、可行。本工程的主要构件(热轧H型钢梁柱、钢筋焊网、蒸汽加压混凝土板)都采用了工厂化制作、现场拼装的施工方法, 在住宅产业化的道路上摸索出一系列可行的方法。现1号楼试点工程基本完工, 效果较好, 受到专家和开发商的好评。

该结构体系具有以下特点:

1. 工程造价低, 基本与同类中高层钢筋混凝土结构造价持平。
2. 结构体系优, 结构抗地震能力强, 抗冲击能力强。楼板抗裂和抗颤性能优。
3. 结构防火能力强。
4. 保温、隔热、隔声效果好。
5. 结构构件截面小, 使用面积大, 具有很强的适应性, 可满足用户灵活分隔的要求, 充分体现以人为本的建筑设计理念。
6. 建筑设备供水系统采用分户计量, 电气采用智能化设计, 以构筑现代化家庭完善的自动化控制系统。
7. 房屋构件工厂化生产, 精度高。施工机械化、装配整体化, 速度快、周期短。
8. 施工现场无噪声、无污染、环保效果佳。H

混凝土板(ALC)能满足使用功能要求, 它具有保温隔热、防火、隔声的优良性能。外墙板采用锚固钢筋连接方式, 实现了与结构主体的永久性连接, 具有较好的抗震性能。板缝满足墙板缝连接防渗漏标准的要求。

内分户墙和分室墙也选用蒸压加气轻质混凝土(ALC)板。ALC板增加了户间安全性及隔声效果, 使户间隔声量达到65.56dB, 传热系数为0.84(W/m²·K), 均远高于国家相关标准, 满足了住宅良好的舒适性要求。同时, 双层墙板的构造方式便于布设各种管线, 可以有效地解决同室检修的问题。

第三 门窗设计

为了更好地提高居住环境质量, 改善居室自然采光条件, 解决住宅保温和隔声的问题, 本工程外墙窗均采用6(玻璃)+9(空气层)+6(玻璃)双层中空玻璃静电喷涂铝合金窗, 窗台高300, 透光率87%, 窗地比卧室为1/4, 起居室为1/3。

第四 整体卫浴间

整体卫浴间摒弃了传统卫浴间装修的多工序、工种无序交叉分散施工的陈规, 实行一体化设计, 规模化生产, 干性装修和整体安装。

施工技术先进

钢结构的制作安装工期长短至关重要, 本工程钢结构部分施工如下:

第一 工厂连接部分

焊接包括牛腿焊接、梁柱焊接及栓钉的焊接。本工程梁柱连接设计为全刚性连结, 为了便于现场连

接及构件运输, 在横向框架柱与梁连接处采用工厂焊接牛腿, 焊接方法为二氧化碳(CO₂)助熔焊接法及包覆焊接剂焊接法。

第二 栓接部分

钢结构梁柱所采用的螺栓为摩擦型高强螺栓, 柱现场拼接采用扭剪型高强螺栓。其施工方法为扭力自动控制工法, 当螺栓被锁紧后, 螺杆之尾件会自动断落, 检查十分方便。所用螺栓直径为M16、M20、M22。

第三 工厂剪力钉焊接

本工程楼板与钢梁之间的结合为M16剪力钉, 采用栓钉焊枪, 施工较为简单, 整个焊接过程都在工厂进行,

第四 工地拼装及吊装

高层钢结构框架梁柱的安装难度大, 主要为高空作业。为方便工地安装, 减少高空吊装返工, 构件制作后应进行预拼装, 把每根梁、柱或斜撑先在工厂预装妥当, 并修正其制作误差, 然后再拆分, 运送到工地安装。考虑高空安装精度控制、工期、减少工作量等因素, 根据框架布置的特点, 本工程采用箱体整体吊装, 一跨-三层-两樘为一个吊装单元。

第五 焊缝检测

所有工厂加工及工地拼装焊缝经超声波探伤检测合格方进行吊装, 高空焊接的焊缝受拉部位100%检测, 受压部位50%抽查。

第六 混凝土工程施工

根据本工程的特点, 混凝土的施工速度将直接影响整个工程的进度。

一是钢筋混凝土井筒的浇筑。整个设计中, 建筑物承受水平力的