

超高层劲性结构穿筋的施工方法

刘德喜 张双健 郭中华 马冬豹 郭鹏程
北京首钢建设集团有限公司钢构分公司 北京 101106

摘要：劲性结构又称型钢混凝土结构、当前公用民用建筑中应用越发广泛，首钢建设集团承建了阿里巴巴华中总部项目的主体钢结构制作安装工程，根据其技术特点，我们通过实际应用形成了一整套的劲性结构穿筋施工方法，本文重点介绍该施工方法的应用及取得的成效。

关键词：首钢；超高层；劲性；钢结构；穿筋

1 背景资料

劲性混凝土（又称型钢混凝土或劲钢混凝土）组合结构构件由混凝土、型钢、纵向钢筋和箍筋组成，基本构件为梁和柱。劲性混凝土组成结构分为全部结构构件采用劲性混凝土的结构和部分结构构件采用劲性混凝土的结构。劲性混凝土具有强度高、构件截面尺寸小、与混凝土握裹力强、节约混凝土、增加使用空间、降低工程造价、提高工程质量等优点。近两年我公司承揽的多项劲性结构中钢结构的制作安装工程，当前地下室工程、交通枢纽工程、超高层结构对劲性结构的选用。我们在施工过程中采用了一系列的技术方法，形成了一套适用于劲性结构穿筋的施工方法，本文重点介绍该项技术的设计研发、应用及取得的成效。

2 工程概况

阿里巴巴华中总部项目位于武汉市武昌区滨江商务区徐东大街与友谊大道交汇处，项目占地面积4.47万 m^2 ，总建筑面积约45.2万 m^2 ，业态主要为商业综合体及办公。

T1塔楼建筑高度为272.35m，T2塔楼建筑高度为172.85m；商业裙楼高度为33.5m；型钢混凝土结构（劲性结构）分布于T1塔楼1层至44层；T2塔楼7层至26层；商业裙楼-4层至7层。商业裙房6层上方分布有景观坡道、HUB大跨度钢连廊结构，见图1。



图1 阿里巴巴华中总部项目效果图

3 工程技术特点、难点

3.1 设计特点

本工程T1塔楼、T2塔楼为超高层建筑且劲性结构设计穿筋节点复杂，最多的砼梁分布有3层钢筋，多采用的穿筋形式有套筒连接、穿孔连接、托筋板焊接、锚固连接；过程中需做好钢结构与钢筋班组穿筋工作，解决技术难题。钢骨柱及钢骨梁设计板厚多在40-80mm，材质为Q355B、Q345GJB；制作及安装需大量的高技术特种焊接人员，保障工程进度及施工质量，见图2、图3。

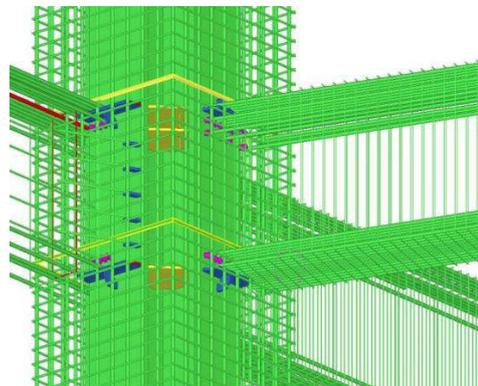


图2 十字柱细部穿筋节点



图3 现场穿筋节点

本工程T1塔楼为超高层建筑，且劲性钢骨柱分布较多，-4层至44层均分布有十字钢骨柱，钢骨柱截面较大。

3.2 技术难点

①节点复杂，最复杂的钢柱为五梁交汇，需采用BIM技术模拟施工，做到万无一失。

②套筒定位精度、数量是否遗漏、穿筋孔定位精度控制难度大

③托筋板标高、钢柱轴线坐标精度控制难度大。

④钢筋丝扣与套筒连接质量难以控制。

针对以上难点我单位采用了以下施工技术。

4 关键技术

4.1 采用BIM模拟建模技术

根据设计文件及钢筋班组穿筋经验定制穿筋原则，即，主梁穿筋为“先穿东西方向，再穿南北方向”，“先穿外框梁筋，再穿内框梁筋”的原则。针对五梁交汇节点，结合穿筋原则，采用套筒、连接板、穿孔、锚固四种穿筋方式并用的施工方法，自下而上“先套筒连接，再连接板搭接，最后穿孔与锚固”使五梁交汇穿筋得以实现。

项目整体建造通过BIM、Tekla软件，提前进行穿筋模拟施工，通过模拟将钢结构安装节点充分在模型中展示，主要为梁柱穿筋节点、钢柱对接节点、复杂砼梁与钢骨梁交汇节点、钢骨梁与钢骨柱连接节点等效果应用过程，见图4。

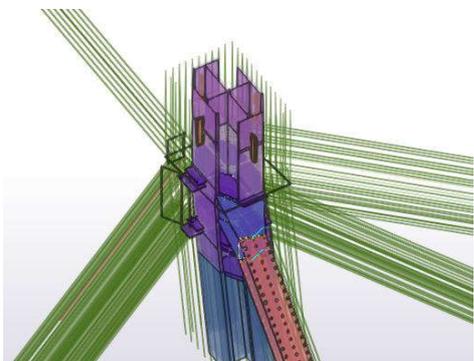


图4 五梁交汇穿筋节点图

4.2 采用新型的测量技术

本工程超高层测量采用智能全站仪先进技术，根据场布控制坐标点，GBS定位系统，通过定位转点使用全站仪进行钢柱整体X\Y\Z坐标控制，为精准测量同时研发一种超高层十字柱精准测控装置，通过装置更精准的对测量精度进行把控。从而保障梁柱节点钢筋连接板、套筒的标高及角度符合技术要求，满足穿筋^[1]见图5。

4.3 采用斜套筒技术

针对本项目设计多采用斜梁，为满足多层钢筋交错排布，穿筋需采用斜套筒、托筋板、穿孔并用的穿筋方式，为确保斜套筒焊接质量满足焊接强度要求，在斜套

筒加工时制作不同角度的工装进行坡口开设。针对斜套筒制作焊接拉力试件，对其进行拉力试验，从而有效验证焊接强度是否满足要求。科学合理的焊接工艺保证了套筒焊接质量。



图5 BIM模拟全站仪测量图

4.4 采用测量辅助装置技术

研发一种超高层十字柱精准测控装置及测控方法解决十字柱制造产生的翼缘板焊接角变形、T型钢焊接腹板垂直度偏差等形位尺寸累积偏差造成十字柱安装轴线定位偏差大的技术问题。

实现反光片中心与十字柱通长腹板中心轴线端部坐标重合，然后通过全站仪瞄准反光片中心进行测量控制，见图6。

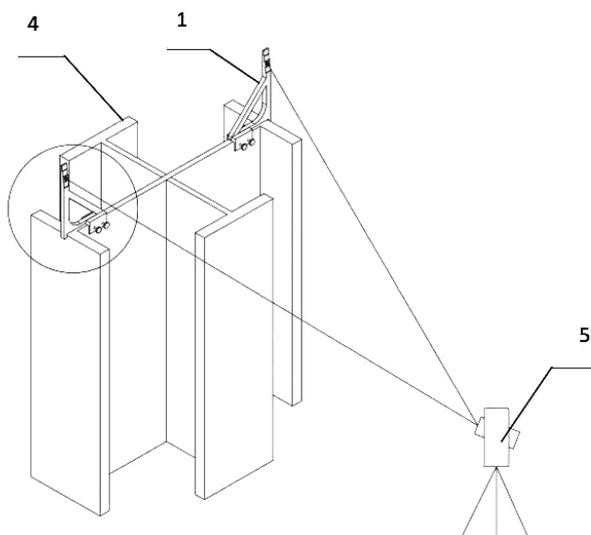


图6 测量辅助装置图

5 实施效果总结

我公司负责施工的为本项目超高层劲性钢结构工程，为武汉市重点社会民生项目，结构复杂的施工工艺，前卫多元的设计理念，展现了超高层建筑独特的结构形式，项目的建成，成为武汉市武昌区一道亮丽的风景线。项目的建成将引领阿里巴巴数字孪生产业概念的落地，带动线下实体商业的转型，提升阿里巴巴在中部地区的影响力，将汇聚阿里经济体及产业生态企业，新

零售等业态开启世纪新篇章^[2]。

5.1 完工影像



图7 航拍效果图

5.2 社会影响力

阿里巴巴华中总部项目落户武汉意味着阿里巴巴将在华中地区打造集工作、商业、生活、创业为一体的智慧产业集聚区，作为华中的商业中心和物流，武汉将与阿里巴巴华中总部一起促进武汉城市的竞争力和振兴方面发货积极作用，引领中小型企业及商业圈，接受新生事物，开阔商业视野具有重要意义^[2]。

6 结束语

阿里巴巴华中总部项目图纸经审查合格，在竣工验收中结构实体几何尺寸符合相关规范要求^[3]，结构荷载等经检测单位检测合格并出具了合格报告，施工过程中总

结并申报了十余项工法、科技成果及专利发明，本工程即将申报“中国钢结构金奖”

采用首钢-阿里巴巴华中总部项目劲性结构穿筋施工技术理念，利用BIM模拟施工、TEKLA模型穿筋技术，提高穿筋质量，降低现场穿筋更改率，质量稳定，大大降低了施工现场劳务用量及劳务管理队管理难度，一系列实用新型及发明专利的投入使用增加了整体工程施工质量，加快工程施工进度。该工程为超高层劲性结构穿筋施工起到了良好的推动和示范作用，对下一步项目的开展及扩建具有重要意义。

阿里巴巴华中总部暨产业社区基地选址武汉市武昌区，未来华中总部将有阿里巴巴及生态企业入驻，同时将汇聚新零售等业态，打造集工作、商业、生活、创业为一体的智慧产业聚集区，拉动地方经济，造福一方百姓^[4]。

参考文献

[1]中华人民共和国住房和城乡建设部，建筑业10项新技术(2017版)，中华人民共和国住房和城乡建设部，2017年(2017.5-69-74)。

[2]湖北日报客户端，引用(news.hubeidaily.net)

[3]中华人民共和国住房和城乡建设部，中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局，GB 50205钢结构工程施工质量验收标准，中国计划出版社，2020年(2020.10-61-65)。

[4]赢家财富网，今日头条。