

浅谈超高层型钢混凝土柱施工技术

朱少玉 董宇飞

中建三局集团有限公司 湖北武汉 430000

摘要:随着建筑行业的不断发展,超高层住宅、商业及公共建筑在工程建设领域应用越来越广泛。作为超高层建筑施工中常用的建筑材料,型钢混凝土柱主要采用型钢柱作钢骨架,柱周围配有受力主筋及箍筋,通过现浇混凝土成型。这种结构形式具有截面小、承载强度大、刚度大、抗震性能好等优点,使得超高层建筑结构更加稳定,从而提高建筑的安全性。本文结合工程项目型钢柱实施经验,介绍了型钢混凝土柱施工过程中型钢柱设计与加工、吊装方案确定、型钢柱吊装就位与安装、节点处理以及混凝土浇筑,最后对安全、质量及工艺把控要点进行了总结。

关键词:型钢柱; 型钢混凝土; 施工工艺; 技术要点

Discussion the construction technology of super high-rise steel concrete column

Zhu Shaoyu, Tong Yufei

China Construction Third Bureau Group Co., LTD., Hubei Wuhan 430000

Abstract: With the continuous development of the construction industry, super high-rise residential, commercial and public buildings are more and more widely used in the field of engineering construction. As a commonly used building material in the construction of super high-rise buildings, the type steel concrete column is mainly using the type steel column as the steel skeleton, and the column is equipped with the main reinforcement and stirrup around it, which is formed by cast-in-place concrete. This structural form has the advantages of small section, high bearing strength, large stiffness and good seismic performance, which makes the structure of super high-rise building more stable, so as to improve the safety of the building. Based on the implementation experience of steel column in the project, this paper introduces the design and processing of intermediate steel column, lifting scheme, lifting and installation of section steel concrete column construction. Finally, the key points of safety, quality and process control are summarized.

Keywords: steel column; Steel reinforced concrete; Construction technology; Technical points

引言

型钢混凝土结构是将型钢埋入钢筋混凝土结构中的一种组合式结构形式。由于型钢自身特有强度及延性,钢筋也具有较强延性,而混凝土自身结构抗压性能较高、防火性能好、防腐性能好等优点,三者以其各自特性、三位一体地工作,相对于传统的钢筋混凝土,这种结构形式具有截面小、空间利用率高、结构形式布置灵活、承载能力强、刚度大、抗震性能好等诸多优点,而相对于传统钢结构,防火性能、防腐性能更佳、结构局部和整体稳定性更好,钢材消耗量也更加节约。因此对高层、超高层建筑的发展、优化和改善建筑自身抗震性能具有极为重要的意义。

1. 型钢混凝土柱施工重难点分析

1.1 劲性混凝土柱自身结构构造复杂,由型钢柱以及受力主筋、柱身箍筋等多种规格钢筋构成,柱结构柱这两种材料的交叉节点构造复杂、施工难度大,且部分钢柱与柱轴主筋以及水平梁钢筋的施工更为复杂复杂,属于施工的一大质量控制难点。

1.2 型钢混凝土是由焊接型钢及钢筋混凝土结构组合构成,在钢结构安装过程中需要保证型钢安装准确度。在实际施工过程中,极易出现型钢柱出现位置偏移、柱钢筋无法正常绑扎、梁筋不能正常穿过等质量问题,极大影响后续工序的施工。

1.3 型钢混凝土柱施工其他难点:

(1) 在型钢骨架安装过程中,不仅需保证型钢骨架的安装精度,还需要保证型钢结构的焊接质量;

(2) 钢筋施工难点:在进行钢筋绑扎过程中,注意施工作业人员按规范要求对钢筋制作及绑扎,提高型钢混凝土柱成型质量;

(3) 模板安装难点:由于型钢骨架存在于结构柱中,型钢混凝土柱中钢筋较为密集,模板安装及加固受影响较大,且一般情况下,型钢混凝土柱截面尺寸较大,混凝土对模板的侧压力大,因对模板选型要求较高。

(4) 混凝土浇筑难点:由于超高层结构中一般竖向受力构件混凝土标号较高,钢筋骨架较密,混凝土浇筑及振捣难度较大。

2. 施工工艺流程

型钢混凝土柱由于其自身构造复杂、工序繁琐,对施工质量及安全要求较高,其施工工艺控制将直接影响型钢混凝土柱成型质量,具体施工工艺流程如下:

钢结构柱深化设计与加工→技术方案交底→基础钢筋绑扎→地脚螺栓预埋→基础结构混凝土浇筑→吊装首节型钢柱及校正、固定→柱钢筋绑扎→柱模板安装及加固→浇筑柱混凝土至梁底→拆除柱模→安装水平结构模板→绑扎梁、板钢筋→浇筑梁、板混凝土

→安装第二节型钢柱→逐层进行作业。

3. 关键施工技术要点

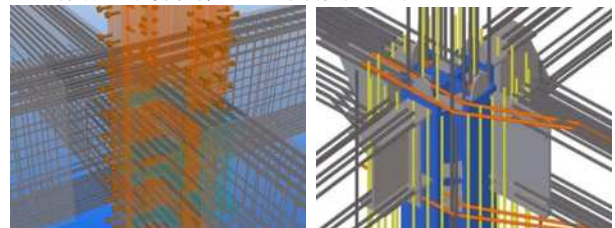
3.1 型钢混凝土柱深化设计

随着建筑行业信息技术及互联网技术的快速发展,应用 BIM 三维建模技术,结合型钢结构设计图纸、相关规范及标准要求,将土建类钢筋筋模型与型钢结构模型进行统一融合,按规范及施工要求进行检查,优化结构柱钢筋排布、型钢柱钢筋节点、型钢连接节点等,明确型钢预留穿筋孔、浇筑孔、排气孔等孔洞的定位及尺寸,形成型钢结构加工及下料深化设计图,指导钢构件厂家的加工和现场安装施工。

在节点深化时,要特别控制以下节点部位:钢筋应尽量避免开型钢结构,少留穿筋孔洞;当无法避开时可在型钢柱骨架上预留穿筋孔,穿筋留设时需避开翼缘板,保证腹板截面损失率小于 25%,确保型钢柱自身结构满足受力要求。根据优化后配筋图及型钢柱深化图,钢构件加工时预先留设孔洞;为保证梁钢筋及竖向构件箍筋顺利穿过,减少钢筋安装偏位影响,穿筋孔留设直径要比实际钢筋直径取值大 4~6 mm。

在型钢柱施工前,可以通过 BIM 技术进行模拟拼装,分析框架梁钢筋与型钢柱位置关系、下料尺寸、穿孔数量等,对节点部位进行三维立体检查,保证梁柱接头部位钢筋穿筋顺利,避开各构件之间碰撞,使连接板与腹板开孔吻合,避免实际加工生产及安装时,预留穿筋孔位错乱导致无法正常连接。

深化设计图完成后,原结构设计单位需对深化后的钢结构深化图进行复核、验算,保证对原结构受力无削弱。



3.2 型钢柱加工与制作

型钢柱加工制作的参数由设计图纸中的参数确定,型钢各部位均由厚板拼焊而成。在生产、加工、制作过程中,对制作工艺要求极为严格,一般由专业单位及专业厂家集中加工制作。加工完成后由质检人员对构件加工质量进行检查与验收,检查重点包括型钢板材材质、规格型号、型钢柱长度与厚度、孔位大小与数量、孔位定位、焊缝质量等。此外,在施工过程中还需要对型钢估计的变形情况、

钢板焊接缝外观、防锈防腐措施是否到位进行重点检查,避免出现质量问题。

3.3 地脚螺栓预埋

地脚螺栓的预埋,直接关系到首节型钢柱的安装及定位精度,甚至关系到整个工程钢结构安装质量。地脚螺栓预埋前,由专职测量员在 X 向、Y 向及高度方向采用经纬仪、水准仪控制预埋件定位轴线及标高,并在根据型钢柱截面型号在四个方向进行加固,安放调节螺母利用水准仪调节螺杆的高度,保证埋件标高符合设计图纸要求。校正、加固、检查合格后,通知建设单位工程师、驻场设计师、监理工程师验收。预埋验收合格后,在螺栓丝头上涂黄油并包油纸保护。



3.4 型钢柱吊装

一般工程劲性钢结构柱外形为矩形或圆柱,型钢结构为 H 型钢、工字钢或十字型型钢,对于超高层结构底部加强层,型钢柱截面尺寸较大、单根重量较重,为满足塔式起重机或其他起重设备的吊装要求,型钢柱需进行拆节、分节安装;上部楼层一般制成一层一节或两层一节,节与节之间采用坡口焊接。

(1) 初步校验

型钢柱吊装就位后,由专职测量员对型钢柱垂直度、轴线定位、安装标高进行初校,并安装临时螺栓固定,采用手动葫芦、导链与钢丝绳配合进行校正,确保各项质量控制指标合格。

(2) 型钢柱焊接

1) 主体结构施工时,安装第一节型钢柱,在钢柱安装前取掉辅助用的钢垫板将地脚螺栓清理,对已损伤的螺牙要进行修复,然后吊装。若型钢柱的轴线、标高、垂直度有偏差,应立即采用液压千斤顶顶起调节柱脚的上下螺母配合经纬仪或吊线进行检查校正,柱脚校正后立即紧固地脚螺栓,并将承重钢垫板上点焊固定防止走动。

2) 型钢柱节点焊接部位,设计及规范要求上、下接触面的间隙厚度一般不大于 1.5mm;若上下接触面间隙厚度在 1.6~6.0mm 之间,可采用低碳钢的垫板填充、垫实接触面间的间隙后,再进行节点部位焊接,坡口焊接前进行焊接口的预热,防止正式焊接时局部受热不均匀严重影响焊接质量。

柱与柱的对接焊接应采用对称焊接形式(即两位焊接作业人员在钢板对称面同时施焊),减少焊接变形和残余应力。对于厚板的坡口焊多采用 $\phi 5\text{mm}$ 焊条、底层多采用 $\phi 4\text{mm}$ 焊条、中间层可采用 $\phi 5\text{mm}$ 或 $\phi 6\text{mm}$ 焊条进行焊接,对于盖面层,一般采用 $\phi 5\text{mm}$ 焊条进行焊接,在型钢柱焊接过程中必须保证连续施焊,每层焊接完成后及时清理焊渣,并做好成品保护措施。当施焊环境温度低于 0°C 以下,可采用石棉布进行保温,使焊缝缓慢冷却,避免与室外低温直接接触影响焊缝质量(焊缝质量检查采用二级检查)。

3.5 柱脚灌浆料施工

型钢柱安装、校正、定位并形成空间刚度单元后,采用无收缩 C35 细石混凝土及时对型钢柱底部承压板和承台基础顶面的 50mm 空隙二次浇灌、填缝。浇灌前先将基础混凝土表面凿毛处理清洗干净,清除积水、保证接触面湿润,然后在柱脚四周安装模板、加固到位,并浇筑无收缩细石混凝土。在浇筑过程中,应从一侧浇灌并振捣,浇筑过程不得间断、尽可能缩短浇灌时间,直至另一侧溢出并明显高于锚板下表面为止,严禁两个或多个方向轮流浇筑。

3.6 型钢柱、框架梁钢筋绑扎

型钢混凝土结构中,竖向结构柱钢筋绑扎、型钢柱与结构梁节点部位钢筋绑扎是型钢混凝土结构钢筋绑扎的两大控制关键点。

在进行竖向构件钢筋绑扎前,需对型钢柱进行焊接及安装质量进行检测,并确保型钢柱施工工作全部完成并且检测合格之后,再开始对钢筋分项工程展开施工。在进行绑扎柱钢筋时,先套结构柱箍筋,箍筋套好后进行竖向主筋直螺纹套筒连接,接头部位控制好露丝数及拧紧力矩。考虑到操作空间小、多专业穿插、加工误差也为主筋绑扎增加一定难度,而且常存在柱纵筋与梁拖连接板相碰、

连接板长度不够、连接板标高与梁筋标高不匹配的情况,因此在深化设计阶段,采用 BIM 技术对型钢柱构造进行三维模拟安装,明确各部位安装顺序及结构骨架空间关系。

如果钢柱深化不到位,会存在柱纵筋与梁拖连接板相碰、连接板长度不够、连接板标高与梁筋标高不匹配的情况,所以在前期深化设计的时候尽量做到一次成优。现场管理人员需加强对柱筋双向拉钩缺失的管理,梁主筋与梁拖板焊接时,单面焊接 10d,双面焊接 5d。悬挑梁钢筋与型钢柱对接部位因二排三排钢筋在牛腿部位无法直接焊接,且钢筋无法满足弯锚长度,后优化为水平加腋做法。

当梁结构钢筋必须穿过型钢时,穿孔位置及穿孔直径必须符合要求:穿孔位置应避开型钢翼缘。在柱内型钢腹板上预留穿孔时,型钢腹板截面损失率应小于腹板面积的 25%。穿孔直径为所穿过钢筋公称直径加 4~6mm,考虑实际操作需求,部分穿孔孔径可放宽为所穿过钢筋公称直径加 8mm。当钢筋穿孔造成型钢截面损失而不能满足承载力要求时,应对型钢采取加固补强措施(可采取型钢截面局部加厚的方法)。补强措施需满足以下要求:型钢梁柱刚度不宜过大突变;不影响混凝土浇筑质量。

3.7 型钢柱混凝土施工

(1) 型钢混凝土结构浇筑前,竖向结构底部浇筑面先预铺 50mm 厚与混凝土同配比的水泥砂浆,以避免竖向结构底部浇筑不密实出现烂根现象。浇筑过程中应分层浇筑、振捣密实。

(2) 型钢混凝土柱混凝土宜采用分段浇筑法施工,同时在混凝土浇筑过程中,若混凝土下落高度较大时应要加溜槽,保证混凝土下落高度不超过 2m,防止浇筑过程中出现离析现象。

(3) 混凝土浇筑过程中应分层振捣密实,振捣棒应快插慢拔,插点要均匀排列,逐点移动,振捣间距应小于 500mm,振捣棒插入混凝土的深度以进入下一层混凝土 50mm 为宜,振捣时间宜为 30s 左右,并以混凝土表面出现浮浆,不再下沉为止。振捣棒振捣过程中不得触及模板钢筋预埋管件,浇筑过程中安排专人看护钢筋、模板有无位移、变形。十字型钢柱应在柱四角进行插棒振捣,H 型钢柱应在翼缘及腹板两侧部位分别插棒振捣,确保各部位均振捣密实。

(4) 节点核心区混凝土振捣:由于型钢混凝土结构节点部位型钢结构造型复杂、钢筋连接较密,在浇筑过程中宜采用自密实混凝土或塌落度较高、流动性较大的混凝土浇筑,并加强混凝土振捣频次及时间。

4. 质量控制要点

(1) 型钢混凝土应全方位把控施工质量,从型钢混凝土结构的设计出图、深化设计、专业厂家制作加工、材料运输与存放、现场安装施工等各方面进行严格控制,在每一工序施工前均由技术人员利用 BIM 等技术进行可视化详细交底,做好现场技术指导。对于复杂节点的处理,正式安装前先进行样板施工,组织操作人员现场学习。

(2) 钢骨架、梁柱主筋防偏措施:在型钢安装完成后采用支撑件进行临时固定,防止型钢及柱注浆偏位或扭曲后无法套箍,对个别偏位的柱筋要在箍筋绑扎前进行校正。

(3) 型钢柱的安装应由专职测量员严格按图纸规定的轴线方向、位置及坐标进行定位、弹线,受力和孔位应正确;吊装过程中应使用经纬仪严格校准倾斜角度,校准完成后及时固定。

(4) 型钢混凝土浇筑质量控制:混凝土塌落度、流动性应满足设计要求,浇筑过程中需振捣密实,尤其是梁柱节点核心区的混凝土振捣质量控制。

5. 安全管理要点

(1) 认真贯彻“安全第一,预防为主,综合治理”的方针,现场专职安全员专门负责组织与协调施工现场安全工作,落实有关安全生产的规章制度,特别是型钢柱吊装过程中必须做好旁站监督,作业前开展专项安全交底及施工人员进行安全教育,提高安全意识。

(2) 现场应配备消防器材及设备,落实安全检查制度,发现隐患及时整改;对于特种作业人员必须持证上岗、人证合一。

参考文献:

- [1] 钢结构工程施工质量验收规范 (GB50205-2020);
- [2] 闫必升《型钢混凝土柱施工要点》(建筑技术开发-2017, 44 (4));
- [3] 张志军《型钢混凝土结构施工质量控制的研究与应用》(施工技术-2016, 46 (S2));
- [4] 黄新丽《型钢混凝土施工过程控制要点分析》(工程技术研究-2017)。