

型钢混凝土结构SRC柱与RC梁节点施工技术

王向威

(中铁城建集团有限公司总承包分公司, 湖南 长沙 410208)

摘要: 型钢混凝土结构延展性强、抗震性能优越,可以有效提升建筑质量、节约成本。在该结构体系施工过程中, SRC柱与RC梁节点施工属于重要环节, 节点负责连接梁和柱, 具有传递内力的作用。基于此, 本文以某建设项目为基础, 针对SRC柱与RC梁节点施工技术要点进行研究, 采取节点深化、加工制作、现场安装等控制方法, 形成SRC柱与RC梁节点施工方法, 以期为建设提供参考意见。

关键词: SRC柱; RC梁; 梁柱节点; 深化; 质量控制

中图分类号: TU74 **文献标志码:** A



型钢混凝土结构中SRC(钢筋混凝土)柱、RC(钢筋混凝土)梁以及SRC梁组合应用的设计手法较为普遍, 尤其是在多层公共建筑中, 不仅减小梁柱构件截面尺寸, 而且提高结构跨度, 满足大空间结构要求。但实际施工中RC梁、SRC梁钢筋如何与SRC柱连接解决梁钢筋锚固问题是施工难点, 且梁柱节点区域连接梁数量多、梁钢筋交叉叠加多、核心区箍筋密集、梁柱钢筋规格多等因素均给现场施工作业增加难度, 若不能妥善解决这些问题, 不仅影响施工, 而且埋下严重的质量隐患。

1 工程概况

某工程规划总用地面积为60354.47 m², 总建筑面积约为100976.21 m², 地下建筑面积为38738.54 m²。其中博物馆、图书馆及剧院地下室均采用型钢混凝土结构体系, 剧院地上结构采用钢结构, 博物馆及图书馆结构层数为五层、剧院四层。SRC柱形式多样, 有十字型钢柱、H型钢柱、箱型钢柱、钢圆柱等, 节点RC梁数量多、跨度大, 且梁柱节点钢筋交叉多、连接梁数量多, 现场施工难度较大。

2 工艺流程

RC梁纵筋深化→SRC柱纵筋深化→型钢柱深化→加工、制作→型钢柱吊装→SRC柱钢筋安装→模板安装→RC梁钢筋安装→混凝土浇筑→养护。

3 施工要点

3.1 节点深化

节点深化主要对SRC柱与RC梁进行分析处理, 确定梁钢筋的排布方式、型钢柱的连接方式、多梁交汇钢筋交叉处理方式以及柱钢筋与型钢柱碰撞处理等。某项目根据节点深化, 并利用BIM技术对SRC柱

及RC梁节点进行模型建立, 模拟现场施工, 进行三维放样, 对作业人员进行可视化交底, 提前解决施工问题。进行节点深化时先逐层对SRC柱及RC梁节点编号, 确保所有梁柱节点均统计在内, 经过一次分析找出完全相同的梁柱节点后, 进行二次编号, 最后根据二次编号的梁柱节点进行深化。深化时首先进行梁钢筋深化, 确定RC梁钢筋与型钢柱连接方式; 其次进行SRC柱钢筋深化, 确定柱钢筋与钢牛腿碰触处理方式及核心区箍筋的安装形式; 最后进行型钢柱深化, 确定型钢柱翼缘板及腹板开孔位置、钢牛腿位置等技术参数^[1]。

3.1.1 RC梁钢筋深化

RC梁钢筋深化包括X向梁钢筋深化、Y向梁钢筋深化及斜向梁钢筋深化等, 需解决梁纵向钢筋交叉锚固、与型钢柱连接等问题^[2]。梁纵筋与型钢柱连接主要方式有绕行、穿孔、焊接、套筒连接、组合连接等方式, 一般采用绕行与焊接、穿孔组合连接形式。

深化RC梁钢筋时先进行角部纵筋深化, 再进行中部纵筋深化, 最后进行二三排纵筋深化。深化角部钢筋时采用1:6坡折方式解决与型钢柱翼缘板碰撞问题, 采用1:6坡折方式时应对梁端进行水平加腋处理, 解决梁截面宽度不足的问题。在型钢柱腹板上开孔解决钢筋贯通问题, 可采用柱内锚固方式, 但需确保纵筋水平段长度不小于0.4乘以锚固长度且伸至型钢柱腹板处。深化中部纵筋时利用钢板牛腿与型钢柱焊接连接, 焊接长度双面焊不少于5d, 单面焊不少于10d, 与型钢柱翼缘板无碰撞的中部筋深化方式同角部纵筋处理一样。深化二三排纵筋时, 优先采用等强度或等面积方式将二三排纵筋优化取消或优化为一排, 以梁上部或底部纵筋不超过两排为优化原则, 减少不

同方向梁钢筋叠加高度；二排角筋优化同首排角筋一样，二排中部筋与钢柱翼缘板碰撞时采用套筒连接或穿孔锚固的方式进行处理。深化设计完成后需经设计人员确认方可实施。

以该项目二层梁柱节点为例，梁柱节点处为4条梁交会，X向梁钢筋优化为穿孔贯通与钢牛腿焊接两种方式，Y向梁优化1:6坡折贯通与钢牛腿焊接两种方式，深化后节点如图1、图2所示。

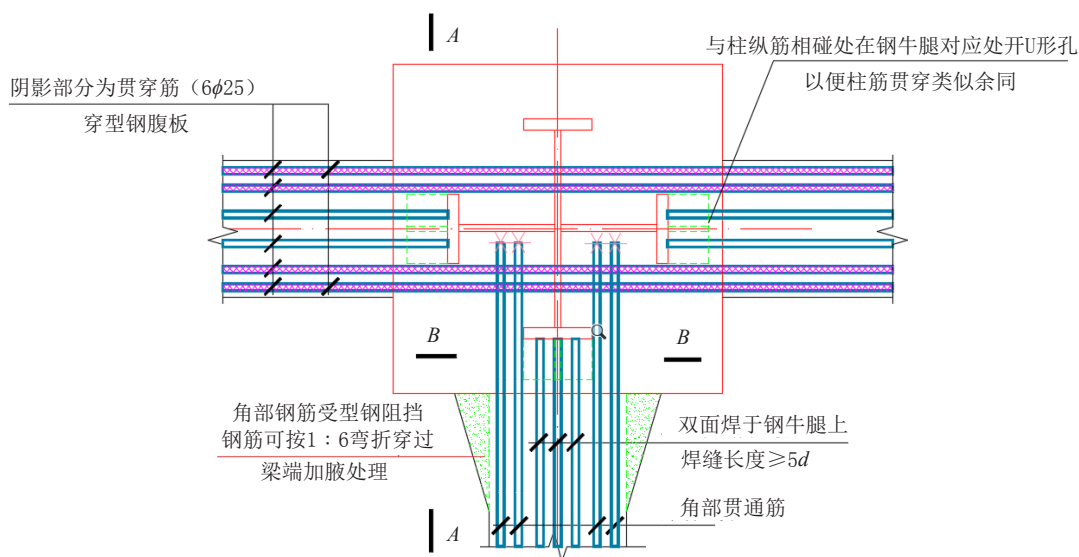


图1 梁纵向钢筋连接节点平面图

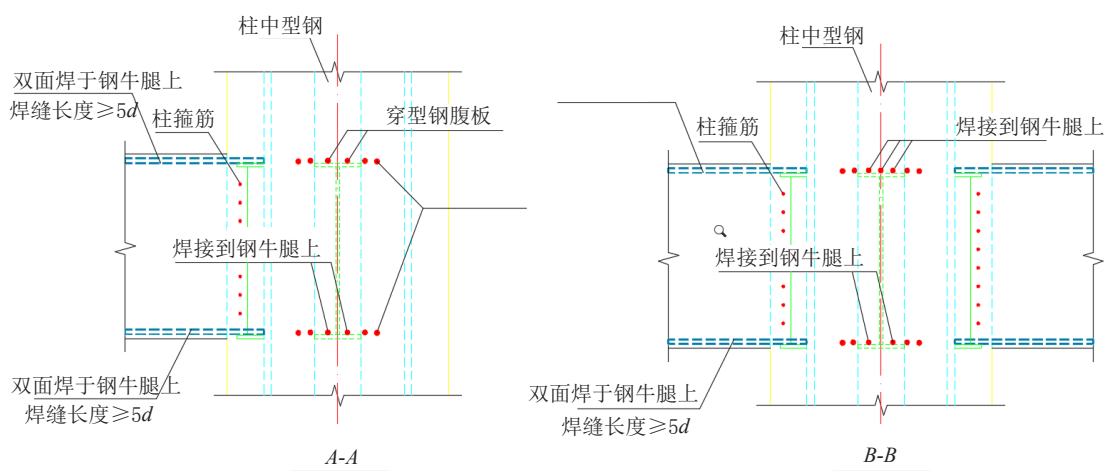


图2 梁纵向钢筋连接节点剖面图

3.1.2 SRC柱钢筋深化

柱钢筋深化是对柱纵向钢筋位置确定，解决柱纵筋与钢板牛腿、梁纵筋碰撞问题，确定核心区箍筋安装形式。柱纵筋位置可根据设计钢筋数量及保护层厚度确定，柱中部筋在角筋之间均匀排布。根据钢板牛腿的位置及尺寸分析柱纵筋与牛腿碰撞数量，对柱筋进行微调，解决梁纵筋碰撞问题，采用在钢牛腿上开U形孔的方式确保柱纵筋穿过。进行深化时可利用BIM技术进行节点建模，便于直观、形象地解决柱筋与牛腿、梁纵筋碰撞问题。核心区箍筋设计多采用多肢封闭箍，将每个双肢封闭箍优化为2个U形箍筋或4个L形箍筋，以焊接连接形成封闭箍筋^[3]。

3.1.3 型钢柱深化

型钢柱深化设计主要是在原设计图纸的基础上进一步明确钢柱的连接方式、规格尺寸等技术参数，尤其是对腹板或翼缘开孔尺寸及位置、钢板牛腿尺寸及位置，一般采用Tecla软件进行。深化时，钢板牛腿的长度根据型钢柱翼缘板的宽度确定，宽度根据RC梁钢筋深化后的焊接方式确定。若采用单面焊，钢板牛腿宽度应不少于 $10d$ ；若采用双面焊，钢板牛腿宽度应不少于 $5d$ 。优先选用双面焊形式，减小钢板牛腿宽度，减轻与柱纵筋的碰撞程度。钢板牛腿平面尺寸确定后便可根据柱纵筋位置进行U形孔开设。钢板牛腿标高及型钢柱开孔位置可根据RC梁纵筋位置直接确定，两个

方向梁纵筋穿孔位置高差应至少相差一个钢筋直径, 开孔尺寸如表1所示。

表1 常用钢筋穿孔的孔径 (mm)

钢筋直径	10	12	14	16	18	20
穿孔孔径	15	18	20~22	20~24	22~26	25~28
钢筋直径	22	25	28	32	36	40
穿孔孔径	26~30	30~32	36	40	44	48

3.2 加工制作

钢筋加工制作在施工现场采用数控机进行, 根据深化后的钢筋连接形式, 由翻样人员出具钢筋下料单, 严格根据下料单进行加工制作。钢柱需在工厂制作, 为确保构件定位准确, 需严格按照深化设计详图进行制作, 并安排技术人员驻厂监督, 确保型钢柱上开孔、钢板牛腿位置及大小符合深化设计要求。

3.3 现场安装

3.3.1 型钢柱安装

型钢柱现场吊装一般利用塔式起重机、汽车式起重机等起重机械进行, 为防止损坏棱角, 应利用垫木板对其柱脚进行保护。起吊时, 当构件处于SRC柱位置上方20 cm左右时, 应先进行适当稳定, 同时调整型钢柱位置, 使其柱脚螺栓孔与预埋的地脚螺栓位置基本一致, 然后缓慢下降型钢柱, 使预埋的地脚螺栓逐渐放入型钢柱柱脚螺栓孔内, 避免在下落时发生地脚螺栓与型钢柱柱脚碰撞的现象。最后根据深化设计确定的钢板牛腿标高对型钢柱进行微调。调整完毕后对临时固定部件进行安装, 将螺栓拧紧, 做好固定处理。

3.3.2 柱钢筋安装

根据钢板牛腿上U形孔位置校核柱钢筋是否存在偏位情况, 若钢筋出现偏位, 应采用1:6坡折方式对钢筋位置进行调整, 使钢板牛腿U形孔位置保持一致。然后将箍筋套在预留柱筋上, 再进行柱纵向钢筋连接, 连接完成后使柱纵筋顺利穿过钢板牛腿U形孔。最后在柱筋上标注加密区与非加密区分界位置、箍筋位置, 根据标记按照从上到下的顺序进行箍筋绑扎。进行核心区箍筋安装时采用两个U形箍或4个L形箍焊接成封闭箍, 进行相邻箍筋焊接时应确保焊接位置相互错开。

3.3.3 梁钢筋安装

(1) 穿孔钢筋安装。安装梁同排纵筋时, 需先进行穿孔钢筋施工, 根据型钢柱腹板或翼缘板上开孔位置进行穿孔钢筋的安装。安装穿孔钢筋时应重点控制穿孔钢筋伸入两侧梁内的长度, 确保钢筋连接位置满足规范及设计要求。穿孔钢筋安装完成后应对钢筋采取临时固定措施。

(2) 钢筋与钢牛腿焊接。安装梁纵向钢筋时需要保证其与型钢柱翼缘板处于垂直状态, 还应与钢板牛腿紧密贴合, 便于开展钢筋与钢板牛腿焊接施工。钢筋与钢板牛腿焊接操作在穿孔钢筋安装完成后进行, 对钢筋进行焊接时应对接区域进行固定, 防止焊接过程中钢筋发生位移影响焊接质量。焊接采用坡脚焊形式, 焊缝高度一般根据钢筋直径确定, 单面焊时焊

缝长度应不小于 $10d$, 双面焊时焊缝长度应不小于 $5d$, 施工时应优先采用双面焊。

(3) 套筒连接。若经过节点深化设计的梁上部或底部纵向钢筋仍需布设两排时, 二排中部钢筋可采用套筒连接方式。根据二排筋直径选择相应的套筒与型钢柱焊接, 套筒与型钢柱翼缘板焊接应在加工厂进行, 在现场焊接会影响焊接质量, 容易对翼缘板造成损伤。现场安装时应对接钢筋进行旋转, 确保钢筋扣紧, 拧紧后应确保钢筋丝扣外露1~2个完整丝扣, 同时借助力矩扳手对拧紧力矩进行检测, 确保力矩满足规范要求。

4 质量措施

(1) 深化设计时, RC梁底部或顶部纵向受力钢筋原则上不宜超过两排, 优先采用一排布置。

(2) 腹板孔洞率不得大于腹板面积的20%, 超过20%时应进行补强处理。两个方向纵筋穿孔位置高差应至少相差 $d+3$ mm, 直径不小于28 mm的钢筋孔洞应至少相差 $d+5$ mm。开孔孔径应按表1选用。

(3) 型钢柱加工制作时必须在工厂进行, 并安排人员驻厂监督, 确保钢板牛腿尺寸及位置、开孔尺寸及位置符合深化设计要求, 且开孔时应采用相应的机床或专用设备, 严禁采用氧气切割开孔。

(4) 钢筋在牛腿上焊接时, 其中一个方向可直接焊接, 另一个方向应在牛腿与钢筋间加设垫板焊接, 垫板位置应根据具体施工图放样。

(5) 混凝土浇筑时优先采用自密实混凝土, 若采用普通混凝土浇筑, 应控制好粗骨料粒径, 粒径不宜大于25 mm, 且振捣时应避开钢板牛腿位置。

5 结束语

SRC柱与RC梁节点施工关键环节在于梁柱钢筋深化设计, 进行深化设计时需结合实际配筋情况, 确定型钢柱连接方式, 明确相关技术参数。在施工过程中需要重点控制钢筋焊接、穿孔钢筋、套筒连接、联合箍筋等工序施工质量, 落实工艺施工要点。本文根据某项目建设项目的实践应用该技术, 不仅解决节点梁柱钢筋锚固及与型钢柱碰撞问题, 而且借助深化设计减小SRC柱与RC梁节点施工难度, 提高施工功效, 保证施工质量。

参考文献

- [1] 贺雄, 毛丰强, 杜飞, 等. 装配式钢混组合结构工程施工组织及工期管理[J]. 建筑技术开发, 2021, 48(19): 67-69.
- [2] 冯辉, 陆超豪, 殷帅杰, 等. 钢混组合结构建筑设计施工技术难点解析[J]. 建筑科技, 2021, 5(1): 11-14.
- [3] 苏镇, 易臻辉, 向福军, 等. 钢混组合结构屋面一体化施工[J]. 建筑技术开发, 2020, 47(10): 50-51.