

# 型钢混凝土柱梁节点中钢筋的连接方式探析

王 工<sup>[1]</sup> 周大海<sup>[2]</sup> 高 刚<sup>[1]</sup> 杨 硕<sup>[1]</sup>

(1. 北京建工集团有限责任公司, 北京 100055;  
2. 中船重工海鑫工程管理(北京)有限公司, 北京 100024)

**摘 要** 随着城市建设规模的不断扩大, 近年来多高层和超高层建筑物的不断出现, 型钢混凝土结构也被广泛应用于多高层、超高层建筑中。在东南组团三标段工程中, 地下部分为型钢混凝土劲性结构, 存在大量的钢筋和型钢结构的连接节点, 为能够满足设计的强度要求, 又能使施工便捷, 自钢结构深化设计阶段, 针对不同的情况使用不同的连接方法, 大量减少了现场的工作量, 加快了施工整体进度。

**关键词** 型钢混凝土结构 钢筋连接 型钢混凝土节点

中图分类号: TU755

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)12-0039-03

## 1 工程概况

东南组团三标段工程总建筑面积 166076m<sup>2</sup>, 分别为 167 地块(平面投影尺寸分别为 126m×109.8m)和 172 地块(平面投影尺寸分别为 109.2m×109.8m), 地下共 3 层, 采用全现浇钢筋混凝土框架-剪力墙结构体系, 内含劲性柱。地下钢柱共计 326 根, 其中 14 根插入地下二层底板(-10.540m), 其余地下钢柱均下插至地下一层底板(-6.85m)。

地下钢柱采用十字柱转箱型柱形式, 柱底~-2.29m 为焊接十字钢柱, -2.29m~柱顶为焊接箱型钢柱。十字柱最大截面为十(650mm×300mm+500mm×200mm)×30mm×50mm, 箱型柱最大截面为口 650mm×500mm×50mm×50mm, 材质均为 Q355B。劲性钢梁截面为 H600mm×300mm×20mm×30mm, 全部设置在剪力墙区域。

## 2 工程重难点

1. 地下部分采用焊接十字型钢, 构件截面较小, 钢板厚度相对较大, 加工难度较大, 柱本身容易发生变形偏差, 导致与梁相交的节点施工难度加大。

2. 绝大多数钢柱之间没有钢梁连接, 在安装矫正完成后, 极易发生二次变形, 造成安装偏差, 加大钢柱于混凝土结构梁钢筋的节点安装困难。

3. 钢柱和钢筋的连接节点精度需要严格要求, 否则钢筋在连接时可能无法穿过或连接。当采用钢板与钢筋焊接的施工方法时, 混凝土梁底部钢筋的安装焊接空间非常狭小。

4. 当多根混凝土梁相交于同一柱头时致使多根、多层钢筋相互重叠, 十字型钢柱与钢筋连接的节点施工质量控制难度大, 钢筋标高的控制难度大。

5. 本工程工期十分紧张, 钢筋和钢柱的连接节点数量巨大, 且单个节点处的钢筋数量多, 最多时在截面 500mm×1400mm 的混凝土梁内面筋和底筋共有 30 根钢筋。巨大的工作量和工期的压力使得在选择连接方式时不仅需要满足结构强度的要求还要尽可能地施工便捷, 如何设置连接方式即成为重点。

## 3 钢筋连接方法的选择

首先在工程的深化设计前, 深化设计人员需要确定钢筋和劲性钢柱的各种连接方式方法, 在本工程中钢筋和劲性钢柱的连接节点方式基本分为四种, 分别是:

1. 采用在结构梁主筋位置焊接钢板的方法, 将混凝土结构梁钢筋与钢板进行焊接连接。

此方法钢板的位置需要提前设计, 并在加工阶段直接和钢柱焊接在一起, 既能保证钢板的焊接质量, 又能减少现场的工作量。为保证钢筋的焊接效果, 混凝土梁下部纵向钢筋水平方向的净间距不应小于 25mm 及 1.0d (d 为钢筋直径); 上部纵向钢筋水平方向的钢筋外边缘之间的最小距离不应小于 30mm 及 1.5d (d 为钢筋直径)。当混凝土梁的下部纵向钢筋配置在两层以上时, 钢筋水平方向的中距应比下面两层增大 1 倍, 各层钢筋之间的净间距不应小于 25mm 和 1.0d (d 为钢筋直径)。<sup>[1]</sup> 焊接为双边焊时, 焊缝长度不小于 5d (d 为钢筋直径); 焊接为单面焊接, 焊缝长度不小于 10d (d 为钢筋直径), 焊缝宽度不应小于 0.6d (d 为钢筋直径), 焊缝高度不应小于 0.35d (d 为钢筋直径)。<sup>[2]</sup>

2. 采用在结构梁主筋位置的劲性钢柱上预留焊接直螺纹套筒的方法, 结构梁主筋直接与直螺纹套筒进行机械连接。

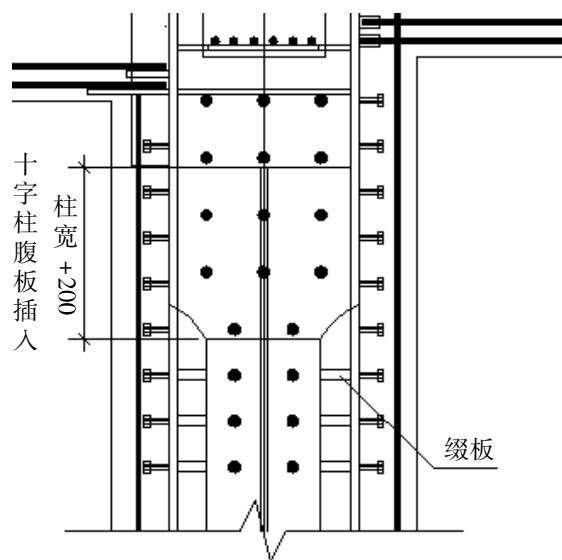


图 1 十字柱转箱型节点

直螺纹套筒的位置需要在深化设计阶段定位完成, 并和钢柱同时加工, 由于连接器定位直接关系到钢筋的位置, 因此对精度的要求很高, 且必须方便作业人员施工, 因此就要求钢结构深化设计人员不仅掌握钢结构施工、加工的方法, 同时又要懂得钢筋与钢结构之间的施工工艺及方法, 还需掌握钢筋的放样工作, 这样才可以在深化阶段将钢筋连接器准确定位。

3. 采用在劲性钢柱腹板上预留钢筋穿筋孔, 结构梁主筋直接从劲性钢柱腹板预留孔内穿过, 满足结构梁主筋的锚固长度要求。

此方法需要在劲性钢柱腹板上于结构梁主筋位置预留横向穿筋孔、在结构梁主筋的预留连接板上预留钢柱竖向钢筋穿筋孔。钢构件在运至施工现场后不允许随意使用气割火焰进行切割、修改、开孔等, 因此进行钢柱所有的穿筋孔均需在工厂内采用机械开孔的方法预留; 预留穿筋孔精度要求很高, 否则易造成钢筋不能穿入, 极大地影响钢筋安装作业。因此开孔的定位也需要在深化阶段确认, 并清晰地反映在深化加工详图中。在劲性钢柱的双方向都有结构梁钢筋穿过的情况线, 提前就钢筋的翻样和安装方法和钢筋技术人员沟通, 并在深化过程中考虑两方向预留穿筋孔错开标高, 保证钢筋穿过。钢筋穿筋孔直径的大小由其穿过钢筋的直径来确定; 如预留钢筋穿筋孔太小或尺寸不规范将导致钢筋作业工作难度加大, 而预留穿筋孔直径太大又直接影响钢构件的受力性能。因此钢构件在工厂内预留的钢筋穿筋孔加工制作完成后, 需要在出厂前以试穿筋的形式来进行预留钢筋穿筋孔的

验收, 保证结构梁主筋能够通畅地穿过预留的钢筋穿筋孔。

4. 采用结构梁的主筋从劲性钢柱侧边绕过的方法, 结构梁主筋锚固在劲性钢柱外侧、结构柱的主筋内侧, 满足结构梁主筋的锚固长度要求。

此方法不需要对钢构件进行和结构梁主筋的连接节点的设计, 仅需要对结构梁的最外侧的主筋通过打弯来绕过劲性钢柱, 将结构梁的主筋锚固在结构柱的主筋内。

#### 4 钢筋连接方式的特点

钢柱与钢筋连接节点方式确认后需要根据现场的实际情况确认何种情况采用何种连接方法, 各种连接方法又存在各自的优缺点。

1. 第一种增加钢筋连接板的方法对精度的要求可以略低, 方便现场钢筋工的作业, 减少了钢筋工的工作量, 但是增加了大量焊接工作量, 不仅需要在加工阶段在钢柱上焊接好连接钢板, 现场的钢筋钢板焊接工作量巨大, 且现场的焊接质量也不易控制。

2. 第二种增加钢筋连接器的方法相对第一种方法不仅加工阶段的焊接量大大减少, 而且现场仅需要将钢筋和套筒机械连接即可, 不仅方便快捷, 且方便进行质量控制。但是规定为防止丝头未完全拧入套筒, 外露螺丝不超过  $2p$ ; <sup>[3]</sup> 而钢筋的下料长度无法达到绝对的精确, 因此同一根钢筋只有一个端头能够采用直螺纹套筒机械连接。

3. 第三种腹板开孔钢筋穿过的方法较为简便, 只要控制好深化阶段的位置正确和加工进度, 仅需将钢

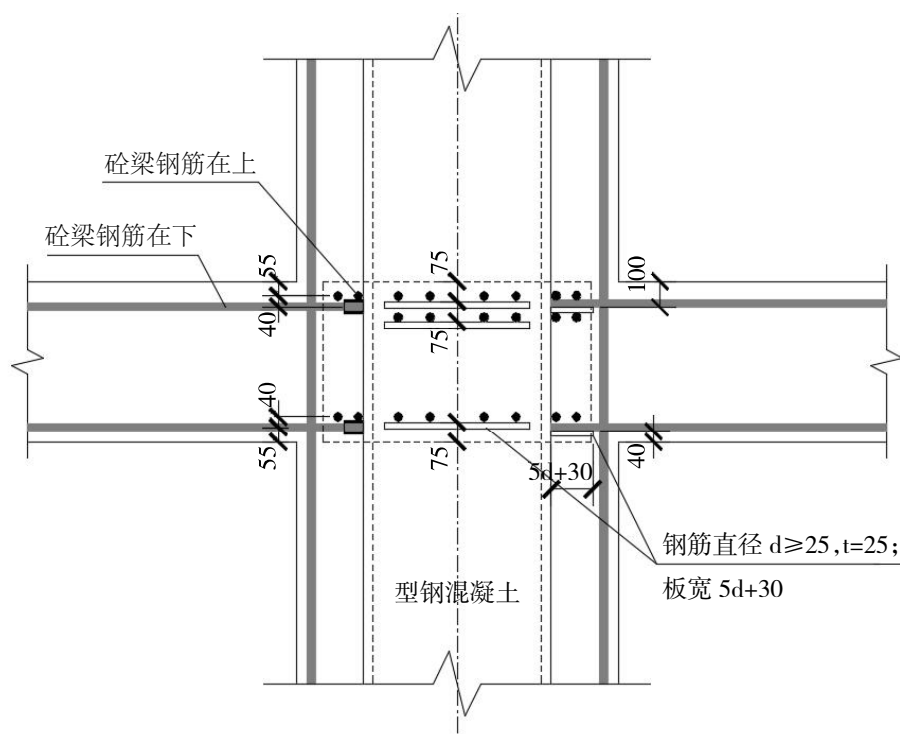


图 2 钢筋混凝土梁与型钢混凝土柱相连节点

筋穿过即可,但是在数量占绝大多数的钢梁主筋中仅仅适用于处于腹板位置的钢筋,且位于-2.29m 以上的箱型截面部分无法使用,仅能作为辅助方法。

4. 第四种钢筋绕开钢柱的做法虽然不用增加另外的工作量,但是也仅适用于主筋位置在型钢柱边缘的钢筋,仅能作为辅助方法。

### 5 连接方式的使用原则

1. 套筒焊接版选用原则:钢柱的西侧和北侧焊钢筋连接板;钢柱的东侧和南侧焊钢筋套筒;保证同一根钢筋的两端分别为套筒和钢筋连接板,保证钢筋的安装。

2. 钢筋连接板的设置原则:与十字翼缘相接用钢筋连接板,内侧加加劲板,腹板处钢筋穿孔。柱纵筋与梁水平筋相撞,移开柱纵筋。当所连接钢筋直径  $\leq 25\text{mm}$  时,连接板采用 20mm 钢板,当所连接钢筋直径  $> 25\text{mm}$  时,连接板采用 25mm 钢板,材质为 Q355B,和型钢柱相同。连接板的长度为连接钢筋的  $5d+30\text{mm}$ ,保证钢筋和连接板的焊接长度,多层钢筋连接板每增加一层增加所连接钢筋的  $5d$ 。钢筋连接板之间的抗剪腹板宽度控制在 80mm,避免和柱箍筋相撞。

3. 腹板开孔原则:针对开孔对象的不同,本工程钢柱腹板开孔原则和钢筋连接板开孔原则为:在钢柱两个方向均需要开孔的情况下,字母轴在上,数字轴

在下,保证两个方向钢筋均能正常穿过。

表 1 钢柱腹板开孔和钢筋连接板开孔直径选择 (mm)

柱腹板开孔	钢筋直径	D=10~12	D=14	D ≥ 16
	预留孔径	D=18	D=20	D=D+8
柱纵筋穿钢筋连接板穿孔	钢筋直径	D=25	D=28	
	预留孔径	D=35	D=40	

### 6 结语

在深化设计阶段,通过针对各种不同的情况,选用不同的型钢和钢筋的连接方式,并将可以在加工阶段完成的工作尽量在加工场内完成,大大降低现场的工作量和施工难度,既保证了工期,又有利于现场的质量控制,降低了施工的整体成本。

### 参考文献:

- [1] 中国建筑标准设计研究院. 混凝土结构施工钢筋排布规则与构造详图 (12G901-1)[S]. 北京: 中国计划出版社, 2012.
- [2] 董建菲, 魏巍, 辛欣. 型钢混凝土结构的研究发展及应用 [J]. 陕西建筑, 2009(02): 5-7.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 钢筋机械连接通用技术规程 (JGJ107-2010)[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.