

# Research on Reinforcement Connection Construction of Broken Line Corbel with Variable Section of Concrete Filled Steel Tubular Column

Tiejun Ding

Guangxi Construction Engineering Group No.7 Construction Engineering Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

## Abstract

In this paper, the construction technology of variable section broken line corbel reinforcement connection of concrete-filled steel tubular column is used to solve the quality assurance problems of reinforcement construction and concrete pouring at the beam column joint of RC beam and concrete-filled steel tubular column. The broken line steel corbel can weld the longitudinal reinforcement of the beam on the flange plate of the steel corbel in layers, so that the beam reinforcement has enough welding operation space and good welding operation environment, creating good external environmental conditions for the anchorage quality of the reinforcement. The design of variable cross-section flange plate of steel corbel can make the coarse aggregate of concrete at the joint easy to fall and vibrate, and make the concrete pouring quality dense and reliable. The most important thing is that the distance between the concrete and the bottom of the lower flange plate of corbel is shortened, so as to reduce the honeycomb, pitted surface and non compactness of the concrete on the ground of corbel. Because the reinforcement welding is flat welding, the man hour is saved; The pouring concrete shall be dense and the apparent quality shall be good to avoid repair.

## Keywords

concrete filled steel tubular column; RC beam; beam column joint; variable section; broken line

## 钢管混凝土柱变截面折线形牛腿钢筋连接施工探究

丁铁军

广西建工集团第七建筑工程有限责任公司, 中国·江苏 南京 210000

## 摘要

论文运用钢管混凝土柱变截面折线形牛腿钢筋连接施工技术, 解决了RC梁与钢管混凝土柱梁柱节点处钢筋施工、混凝土浇筑的质量保障问题。折线形钢牛腿可使梁纵筋分层焊接于钢牛腿翼缘板面上, 让梁筋有足够的焊接操作空间, 和良好焊接操作环境, 给钢筋锚固质量创造了良好的外在环境条件。钢牛腿变截面翼缘板设计可使节点处混凝土粗骨料易于下落及振捣, 使混凝土浇筑质量密实可靠, 最主要是混凝土通过牛腿下翼板底的距离变短, 减少牛腿地面混凝土蜂窝麻面和不密实。因为钢筋焊全为平焊, 节省工时; 浇筑混凝土密实, 表观质量好, 避免返修。

## 关键词

钢管混凝土柱; RC梁; 梁柱节点; 变截面; 折线形

## 1 引言

钢筋混凝土柱与钢管混凝土柱组合结构由于具有承载力高、塑性和韧性强、抗火及抗震性能好等优点, 在多、高层和超高层等建筑结构中的应用日益广泛。

但节点设计是钢筋混凝土柱与钢管混凝土柱组合结构设计的关键环节。它是连接梁柱的关键部位, 在框架中起着传递内力、分配内力和保证结构整体性的作用。节点处梁筋的锚固质量, 混凝土的浇筑质量, 都直接影响到结构的整体性, 安全性。由于钢筋混凝土梁与钢管混凝土柱连接涉及两

种不同材料间的连接, 其节点构造处理存在很大的技术难题。多层钢筋交接, 钢筋密集, 导致混凝土浇筑不密实, 无法振捣, 钢筋保护层厚度得不到保证。论文中 RC 梁为钢筋混凝土梁的简称。

## 2 工程概况

本项目为港澳大桥珠海口岸, 是新型复合交通枢纽中心, 总建筑面积为 208796.59m<sup>2</sup>, 是由交通中心和交通连廊组成。交通连廊结构为钢筋混凝土框架+钢桁架构架挑檐。交通中心结构钢筋混凝土框架+曲面空间网格屋盖结构。该项目钢柱主要为钢管混凝土柱, 分为从地下室起的钢柱 8 根, 从首层起的钢柱 6 根, 总共 14 根钢柱混凝土柱直通网架下部成品支座安装标高位置。

【作者简介】丁铁军(1979-), 男, 高级工程师, 从事工程施工研究。

### 3 钢筋混凝土梁与钢管混凝土柱连接难度

钢筋混凝土梁与钢管混凝土柱连接涉及两种不同结构间的连接,其节点构造处理一直存在很大的技术难题。梁筋、柱筋、牛腿、加劲板等交错汇集,节点钢筋绑扎焊接、混凝土浇筑等施工空间狭窄,造成钢筋锚固质量、混凝土浇筑密实度均难以控制<sup>[1]</sup>。

### 4 技术措施及原理

利用软件(Tekla Structures、Revit等)进行三维模型分析,将钢管柱、变截面折线形牛腿以及梁钢筋等构件进行预排布。根据节点梁钢筋设置特点设计钢牛腿截面尺寸及其弯折次数<sup>[2]</sup>。

#### 4.1 设计变截面钢牛腿

牛腿分三段变化:第一段(与钢柱焊接段)长450mm,其外边缘距离梁边55mm;第二段为截面渐变段(第一段与第三段的过渡段),长180mm;第三段截面变小至距离梁边200mm。第一排梁筋焊接于第一段钢牛腿翼缘板上,第二排梁筋焊接于第三段牛腿翼缘板上。通过改变钢牛腿截面来实现牛腿两侧粗骨料的顺利下落以及保证振动棒有足够放置空间,加强节点混凝土振捣。

#### 4.2 设计斜折线形钢牛腿

如图1所示,根据梁钢筋放置排数设计钢牛腿截面变高度次数(弯折次数),确保每排钢筋均焊接在牛腿平面上。当只有一排钢筋时牛腿不需弯折,直接焊接至牛腿上即可;当钢筋排数大于1排时弯折次数为:钢筋排数 $n-1$ 。为了避免截面突变,弯折采取斜弯,放坡坡度 $2d/180=2 \times 28/180=0.31=31\%$ ( $d$ 钢筋直径)。通过改变钢牛腿截面标高,在钢管免开孔状态下,可实现多层梁纵筋有效而简便地焊接至钢牛腿上。

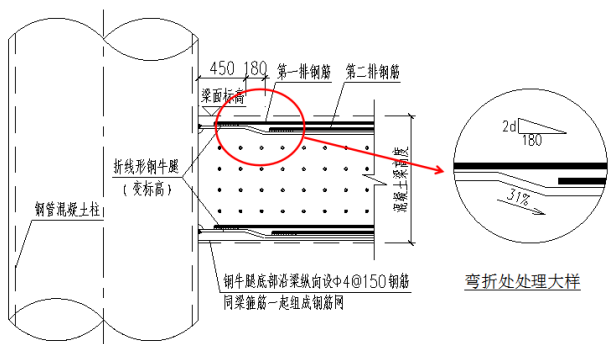


图1 折线形(变标高)牛腿设计及牛腿底部设置钢筋网大样图

### 5 施工工艺流程及操作要点

#### 5.1 钢—混凝土组合结构梁柱节点施工工艺流程

关于钢—混凝土组合结构梁柱节点施工工艺流程可参考图2。

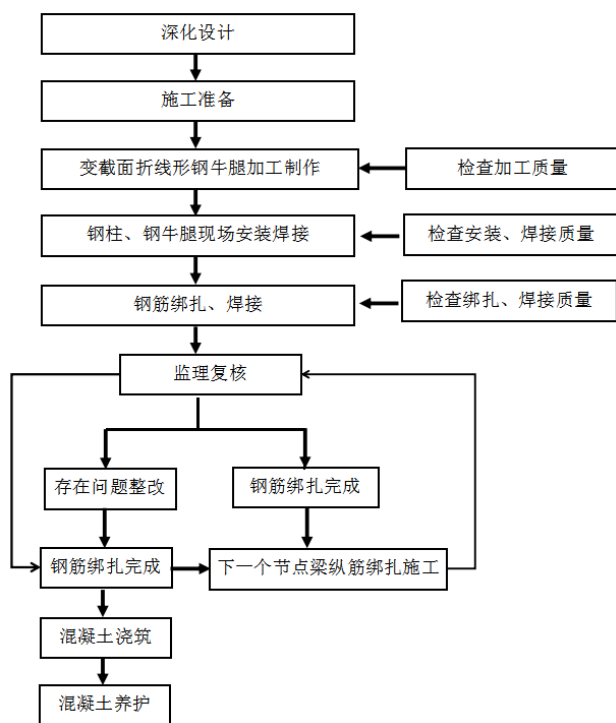


图2 钢—混凝土组合结构梁柱节点施工工艺流程图

#### 5.2 深化设计

根据梁纵筋图纸,利用Auto CAD、探索者TSSD、Tekla Structures和Revit等软件二维、三维相结合对设计图纸按照1:1放样、建模。详细观察各梁柱节点钢筋情况,对钢筋进行优化排布,设置相应的变截面变标高(折线形)钢牛腿尺寸,设置的原则如下:

①设计变标高(折线形)钢牛腿,将钢筋分层焊接至折线形钢牛腿翼缘板面上,钢牛腿弯折次数根据钢筋排数决定。第一排钢筋焊接至第一段牛腿翼缘板面上,第二排钢筋焊接在弯折后的牛腿翼缘板面上。当只有一排钢筋时牛腿不需弯折;当钢筋排数大于1排时弯折次数为:钢筋排数 $n-1$ 。为了避免截面突变,弯折采取斜弯,放坡坡度 $2d/180=2 \times 28/180=0.31=31\%$ ( $d$ 钢筋直径)。为防止出现素混凝土过厚开裂,在变标高处钢牛腿底部沿梁纵向设 $\phi 4@150$ 钢筋,同梁箍筋一起组成钢筋网<sup>[3]</sup>。

通过改变钢牛腿截面标高,在钢管免开孔状态下,实现多层梁纵筋有效而简便地焊接至钢牛腿上。

②设计变截面钢牛腿,牛腿分三段变化:第一段(与钢柱焊接段)长450mm,其外边缘距离梁边55mm;第二段为截面斜渐变段(第一段与第三段的过渡段),长180mm;第三段截面变小至距离梁边200mm。

同时,在钢牛腿翼缘板上沿长度方向每隔200mm开设两排直径为25mm的透气孔。其中,图3为变截面(折线形)钢牛腿CAD深化平面图,图4为利用BIM技术深化钢牛腿效果图。

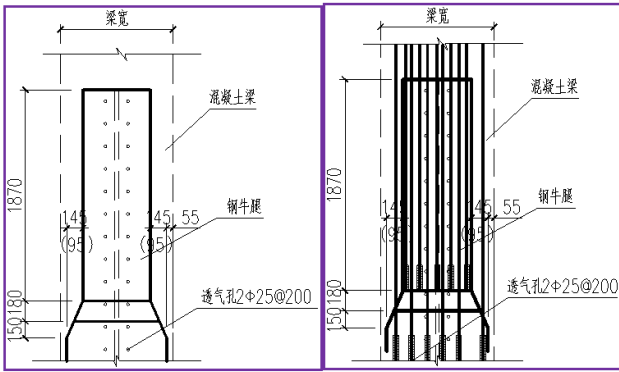


图3 变截面(折线形)钢牛腿 CAD 深化平面图

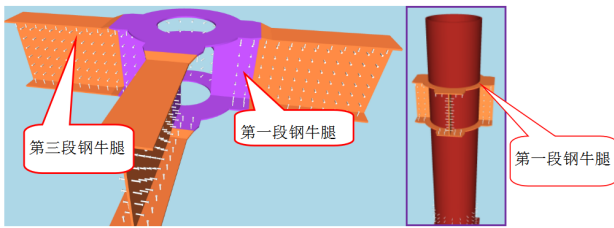


图4 利用 BIM 技术深化钢牛腿

通过改变钢牛腿截面来实现牛腿两侧粗骨料的顺利下落以及保证振动棒有足够放置空间,加强节点混凝土振捣。

### 5.3 变截面折线形钢牛腿加工制作

钢牛腿分三段制作:第一段(长450mm,用于焊接第一排梁筋)随钢管柱一起加工制作;第二段(第一段与第三段的过渡段,长180mm)为截面斜渐变段,与第三段一起在加工厂制作;第三段用于焊接第二排梁筋,长度根据设计图纸决定,第二段与第一段在现场组拼焊接<sup>[4]</sup>。其中,图5为第一段钢牛腿(随钢柱一起加工制作)示意图。



图5 第一段钢牛腿(随钢柱一起加工制作)

### 5.4 钢柱、钢牛腿现场安装焊接

第一段牛腿随钢柱在施工现场与第二、三段钢牛腿拼装、焊接。将已加工制作好的钢牛腿运至施工现场组拼、焊接。在加工厂对牛腿进行加工制作,施工现场组拼、焊接。先利用一块厚20mm、宽200mm钢板作为定位组装板,采

用双排8Φ22.0螺栓临时固定,定位完毕后,检查校核牛腿标高,再采用V形全熔透焊将两段牛腿腹板、翼缘板分别焊接起来。图6为利用定位组装板临时固定、牛腿腹板开始焊接现场图。



图6 利用定位组装板临时固定、牛腿腹板开始焊接

### 5.5 钢筋绑扎、焊接

①模拟钢筋焊接于钢板上的施焊工况,制作工艺性试验的试件,进行拉伸试验。

②钢筋先焊接二排钢筋,再焊接一排钢筋。主筋检查合格后再绑扎箍筋。

### 5.6 混凝土浇筑与养护

混凝土浇筑时从梁的一侧先浇筑,将混凝土从钢牛腿底部压至梁的另一侧。以免牛腿底面出现空鼓现象。边浇筑边振捣,采用插入式振动棒进行振捣,垂直插入,快插慢拔,每次振捣时间为20~30s,在钢筋密集的地方使用铁钎配合捣实。混凝土强度达到要求拆模后立即缠绕薄膜或者涂膜进行养护。

## 6 质量控制

### 6.1 钢筋工程质量保证措施

①钢筋绑扎时,受力筋的品种、级别、规格和数量必须符合设计要求,钢筋及其预埋件必须做好隐蔽验收记录。

②钢筋绑扎时,严格按照深化图纸排布,保证钢筋之间的位置正确,安装位置偏差应符合规范要求。

③为保证焊接质量和焊接速度,应采用CO<sub>2</sub>气体保护焊,操作时应严格遵守其操作规程。

④焊缝饱满均匀,无夹渣、咬边等质量缺陷<sup>[5]</sup>。

### 6.2 混凝土工程质量保证措施

①混凝土浇筑时从梁的一侧先浇筑,将混凝土从钢牛腿底部压至梁的另一侧。当另一侧混凝土高于牛腿底10cm,两边均匀浇筑。

②边浇筑边振捣,采用插入式振动棒进行振捣,垂直插入,快插慢拔,每次振捣时间为20~30s,在钢筋密集的

地方使用铁钎配合捣实。

③混凝土浇筑过程中要采用小锤敲击模板检查混凝土是否已浇筑密实。

### 6.3 质量检查与问题处理

①牛腿: 钢筋绑扎前都要认真地进行位置、尺寸的核查。

②焊缝: 焊接工作完成以后, 需对焊缝逐一进行测量, 要求双面焊缝长度都必须达到 8 倍钢筋直径 (设计要求)、焊缝均匀饱满、没有夹渣咬边等明显缺陷, 同时需根据焊缝等级进行探伤试验。

③严格控制好下料长度, 钢筋长度不够时应进行返工处理。

## 7 实施效益

通过三维建模软件的应用, 将问题直观、全面地展现出来, 在施工之前解决问题, 大大降低了施工难度, 减少了施工可能出现的错误, 避免了返工。本工法操作简便、安全

可靠, 在确保工程质量的同时可以缩短工期, 节约社会资源。

## 8 结语

采用钢管混凝土柱变截面折线形牛腿钢筋连接施工技术不仅有效解决 RC 梁与钢管混凝土柱梁柱节点处钢筋施工、混凝土浇筑的质量保障问题, 所需的材设简单、操作简便、技术先进、效果明显, 并具有较好的经济效益。

### 参考文献

- [1] 张建友. 浅谈混凝土浇筑的注意事项[J]. 民营科技, 2017(5):1.
- [2] 梁书亭, 杨简, 朱筱俊, 等. 矩形钢管混凝土柱-混凝土梁搭接式节点抗震性能研究[J]. 建筑科学与工程学报, 2021, 38(3):1043-1044.
- [3] 陆烜. 钢管混凝土柱变截面折线形牛腿钢筋连接[J]. 工程技术研究, 2021(14):78-79.
- [4] 叶全喜, 郝放, 薛炳勇, 等. 钢管混凝土异形柱及相关梁柱节点构造研究综述[J]. 北京工业大学学报, 2021, 47(9):12.
- [5] 徐春健. 钢筋制作及安装的质量控制[J]. 中小企业管理与科技, 2011(13):1.