

# 钢格构柱桩施工技术探讨

曾维楚, 曾纪文, 易智宏, 汪应朝

(武汉地质勘察基础工程有限公司, 湖北 武汉 430072)

**摘要:**结合武汉市汉口火车站旁的天丰实业综合楼桩基工程,探讨了钢格构柱桩的施工技术措施,总结了一桩一柱的施工经验,同时对深基坑及逆作法钢格构柱桩的施工提出几点注意事项。

**关键词:**钻孔灌注桩;钢格构;调垂架;质量控制

中图分类号:TU473.1<sup>+</sup>3;P634.5 文献标识码:A 文章编号:1672-7428(2015)01-0064-04

**Discussion of Steel Latticework Column Pile Construction Technology/ZENG Wei-chu, ZENG Ji-wen, Yi Zhi-hong, WANG Ying-chao** (Wuhan Geological Prospecting & Foundation Engineering Co., Ltd., Wuhan Hubei 430030, China)

**Abstract:** Taking a pile foundation project in Wuhan as the example, the construction technology measures of steel latticework column pile is discussed, the construction experience for one column with one pile is summarized and some precautions about deep excavation and steel latticework column pile construction are put forward.

**Key words:** bored grouting pile; steel latticework; adjusting verticality rack; quality control

钢格构柱桩多应用于深基坑工程及逆作法工程中,起临时或永久支撑的作用。在逆作法工程中,无论是作为临时还是永久结构,它的施工技术要求比应用于深基坑中的要求高得多,施工难度也大。

天丰实业综合楼项目格构柱嵌岩和垂直度要求高,施工难度大,通过采取有效的技术措施,取得了良好的施工效果。

## 1 工程概况

天丰实业综合楼项目位于汉口火车站附近,采用逆作法施工。项目有 18 根桩为一桩一柱,设计桩径为 800 mm,上部变径为 1000 mm,要求进中风化粉砂质泥岩不小于 3 m,桩长约 32 m,空孔约 20 m。支撑桩垂直度偏差  $\geq 1/300$ ,格构柱垂直度  $\geq 1/500$ 。具体情况见表 1。

表 1 格构柱设计情况

立桩使用功能		钢 立 柱			
材质	立柱编号	立柱规格	数量	垂直度要求	
临时性	LZ-2	4 L 180 × 18 角钢格构柱, Q345B	3	1/500	
	LZ-3	4 L 180 × 18 角钢格构柱, Q345B	15	1/500	

由于格构柱尺寸为 500 mm × 500 mm,其对角线长度为 707 mm,格构柱插入直径  $D = 900$  mm 钢筋笼内,孔隙小,插入难度大,且下部调垂空间很小,

若出现难以下放的问题,处理费用大。为此项目部联系设计单位后,申请将桩径改为 1200 mm,增大了钢格构柱与钢筋笼的环状间隙。

## 2 施工难点

### 2.1 嵌岩困难

根据勘察报告,本项目上部地层主要为粘性土及砂质土,下部岩层为粉砂质砾岩,此格构柱桩以中风化粉质泥岩为持力层(岩石单轴抗压强度为 7.2 MPa,  $f_{ak} = 1100$  kPa),嵌入深度  $\leq 3$  m,上部需穿透约 5 m 的强风化粉质泥岩( $f_{ak} = 450$  kPa);嵌入岩层深度深,岩层破碎难度大。

### 2.2 成孔质量要求高

钻进成孔是保证立柱安装的关键因素,成孔质量直接关系到整个格构柱的质量。根据设计要求,桩身垂直度需控制在 1/300,钢格构柱垂直度控制在 1/500,在成孔时仅仅采用机械设备自身检测难以达到设计要求,必须借助先进的检测设备跟踪监测。

同时也要保证泥浆质量,配置高质量的泥浆是保障顺利成孔,保持桩孔不坍塌、不缩颈,保证混凝土灌注质量的重要环节。

### 2.3 清孔难

本项目孔深达 52 m,设计要求沉渣厚度  $\geq 50$  mm,而在施工时,钢格构柱安装时间较长,孔底沉渣

很难控制,采用一般的正循环清孔,无法满足要求,故采用气举反循环清孔。

## 2.4 钢格构柱调垂难

格构柱垂直度控制是本工程的重难点,按设计要求其垂直度须控制在1/500,这是逆作法钢格构柱垂直度控制的基本要求,须借助外界装置进行控制,针对此项目钢格构特点,设计一套调垂架装置来控制其垂直度。

## 2.5 混凝土灌注不方便

采用调垂架来调整控制钢管柱的垂直度,在浇筑混凝土时,需在调垂架上浇筑,为此选择了泵送混凝土。

## 3 技术措施

### 3.1 嵌岩施工

根据本工程钻孔灌注桩的技术特点及勘察报告岩石特性,结合一柱一桩施工的具体要求,参照我公司编制的省级工法《逆作法钢管柱施工工法》(HB-GF 145—2012)及《嵌岩旋挖桩钻进施工工法》(HB-GF 125—2010)的要求,采用钻具刚度好、扭矩大的旋挖钻机可顺利嵌岩成孔。

钻进成孔时,上部采用斗齿钻头,进入岩层后,若斗齿钻头钻进困难,选成螺旋钻头钻进,斗齿钻头捞渣。

### 3.2 成孔质量控制

#### 3.2.1 泥浆质量控制

根据本工程地质条件,泥浆以自然造浆和人工造浆相结合的方式,泥浆的技术指标见表2。

表2 泥浆性能要求

泥浆位置	密度/( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	粘度/s
注入孔口泥浆	1.10 ~ 1.20	18 ~ 22
排出孔口泥浆	$\leq 1.30$	20 ~ 28

#### 3.2.2 成孔监测

通过旋挖钻机自身配置,在成孔时,可随时反映成孔的情况(图1),同时利用CZ-2型灌注桩测井系统对旋挖钻机施工的每个桩孔进行检查(图2),两者结合来监测桩孔的垂直度,发现问题,及时修正、纠偏。

### 3.3 清孔方法

在钢筋笼和钢格构柱下放后,混凝土浇筑前,开动空压机清孔,风量、风压由小到大,正常风量为



图1 旋挖钻机成孔监测



图2 检测设备对已成孔进行复测

$8 \text{ m}^3/\text{h}$ ,风压为0.4~0.7 MPa,测量孔内沉渣厚度和泥浆密度,确认达到质量标准后,先关空压机,卸下导管帽,拔出风压管,进行正常灌注。

### 3.4 钢格构柱调垂

#### 3.4.1 调垂架制作与安装

根据本项目钢格构的特点,加工一个上下2层的回字形调垂架,如图3所示。

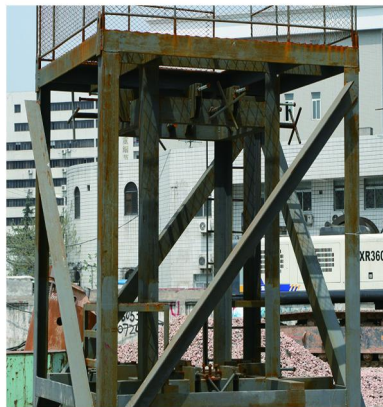


图3 钢格构调垂架

钻机成孔后,开始吊放钢筋笼和钢格构柱,若二者整体起吊,起吊量大,不利于调整钢格构柱的垂直度,为此采用分开起吊。

钢筋笼下放到位后,固定于孔口,将制作好的调

垂架吊放于桩位处,使调垂架中心与桩位中心大致重合,调整后,用膨胀螺栓固定于硬化地面上。

### 3.4.2 钢格构柱吊装

(1)为保证钢格构柱的垂直度和安装需要,现场设置钢格构柱堆放、安装场地。

(2)为保证钢格构柱能得到有效的调整,在钢格构柱上端接长3 m左右的辅助调垂格构(图4)。



图4 高强螺栓连接辅助格构与立柱

(3)待钢筋笼下放完成后,进行钢格构柱吊装,由80 t履带吊将钢格构柱吊装就位。

### 3.4.3 钢格构柱垂直度控制

设计要求钢格构柱插入钢筋笼4 m,为便于控制钢格构的垂直度,将钢筋笼与钢立柱分开下放,通过标高换算的方法,将插入钢筋笼4 m的位置标记在孔口的上方,为方便检测钢立柱垂直度,可随钢立柱一起下放声测管。

钢格构柱下放到位后,采用2台全站仪在互相垂直的方向分别观测钢管柱两相邻面的中心线,通过调节上、下层螺杆来纠偏,达到要求后,将钢格构柱固定在调垂架上,见图5。

### 3.5 混凝土灌注

钢格构柱定位达到设计要求后,采用泵车灌注水下混凝土,为防止导管碰撞钢格构柱,要选用外径稍小的优质导管,在灌注前,预先拼装,检查导管的平直度、法兰盘的紧密性。

导管下放的位置要与桩柱的位置重合,以保证灌注时不碰撞钢格构柱,在灌注时,不得敲打导管及格构柱,为防止混凝土堵塞导管,混凝土宜选用粗骨料 $\geq 30$  mm、水泥用量 $\leq 360$  kg/m<sup>3</sup>的细石混凝土。

混凝土灌注过程中速度要慢,并保证导管的埋设深度在2~6 m,并严格控制超灌量,保证桩顶质量。浇筑完成的立柱桩如图6所示。

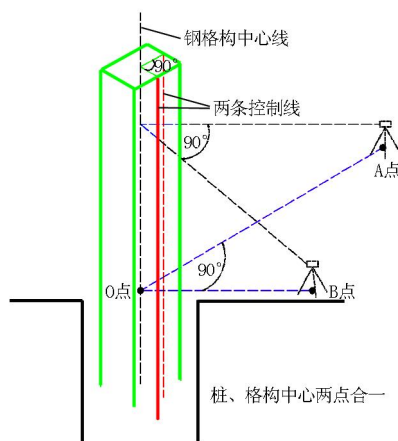


图5 钢格构柱调垂图



图6 刚浇筑完的立柱桩

## 4 钢格构柱垂直度控制效果

钢格构柱的垂直度控制采用此种调垂架及两点定位法能够得到很好的控制,这也是省级工法《逆作法钢管柱施工工法》(HBGF 145—2012)的延伸应用。在已施工完的钢立柱中,没有发生质量问题,垂直度及偏差均满足设计要求,目前项目已开挖,对



已开挖部分钢格构柱桩进行了检测和移交,见表3。

表3 钢格构柱检测数据

序号	桩号	桩顶标高/m	测量距离/m	桩顶偏位/mm		垂直度偏位/mm		垂直度	
				字母轴 $X_0$	数字轴 $Y_0$	字母轴	数字轴	字母轴 $K_x$	数字轴 $K_y$
1	LZ1-1	21.6	2	-20	20	-1	-2	-0.001	-0.001
2	LZ1-2	21.6	2	10	20	-3	9	-0.002	0.005
3	LZ1-3	21.6	2	25	15	9	1	0.005	0.001
4	LZ1-4	21.6	2	-25	1	5	-1	0.003	-0.002
5	LZ1-5	21.6	2	15	20	2	-12	0.001	-0.006
6	LZ1-6	21.6	2	-10	20	4	-4	0.002	-0.002
7	LZ1-7	21.6	1	10	5	2	-4	0.002	-0.004
8	LZ1-8	21.6	1	0	30	-1	-3	-0.001	-0.003

## 5 几点注意事项

(1) 格构柱桩持力层为单轴抗压强度高的基岩,采用大功率旋挖钻机难以嵌岩或进尺缓慢,经济效益不达标的情况下,可采用冲击反循环钻机与旋挖钻机接力施工,可很好解决嵌岩和沉渣问题,

(2) 桩孔垂直度是整个桩基工程施工质量的前提,设备选型时要选能反映垂直度偏差的设备,在孔壁垂直度不满足要求时,可进行纠偏。

(3) 逆作法钢格构柱都比较长,垂直度要求非常高,在施工时,必须消除不必要的误差,如在焊接或高强螺栓连接制作时产生的偏差;在吊装时,要经过仔细的验算,找出最佳的平面起吊吊点,以减少平面起吊时的变形量。

(4) 钢立柱在调垂过程中,采用2台全站仪人工检测,钢立柱上两面的中心线必须平直,检测过程中人的因素较大。

(5) 钢格构柱不同于钢管柱,钢管柱在梁节点处需焊接的栓钉须在施工前就焊接完毕,而钢格构柱节点处的栓钉可在开挖后焊接,这样可避免栓钉卡住钢筋笼难以下放而造成质量事故。

(6) 钢立柱为方形,在下放中应注意下放的方向性,在临时结构中,凌乱的方向不具美观,特别是大型基坑桩(墙)撑中对视觉效果有很大的影响,这也体现出公司管理水平的高低;在永久性结构中,要结合结构框架柱的边角来确定立柱的方向。

## 6 结语

一桩一柱中的立柱通常有钢管和钢格构2种,通过延伸我公司的省级工法《逆作法钢管柱施工

工法》(HBGF 145—2012)在武汉市汉口火车站旁天丰实业综合楼钢格构柱上的应用,各项技术指标达到了设计要求,同时施工的华中第一高楼绿地国际金融城(606大厦)超深基坑立柱桩也取得了良好的施工效果(见图7),为我在钢格构柱桩甚至是逆作法领域中夯实了坚实的基础。



图7 绿地国际金融城超深基坑立柱桩

## 参考文献:

- [1] 曾维楚,钟明,徐勇,等.钢管柱逆作法施工实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(4).
- [2] 周红军.旋挖钻进技术适用性的初步研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(8):39-45.
- [3] 周少斌,陈祥灏.逆作法一柱一桩钢格构柱定位的施工技术[J].西部探矿工程,2007,(10).
- [4] 康忠.逆作法施工中一柱一桩的施工方法与技术保证措施[J].建筑施工,1999,(3).
- [5] 徐至均,赵锡宏.逆作法设计与施工[M].北京:机械工业出版社,2002.
- [6] 李彦林.钢格构柱的制作与安装[J].铁道建筑,2006,(11).
- [7] JGJ 94—2008,建筑桩基技术规范[S].
- [8] 韩庆祝.对改进一柱一桩垂直度的探讨[J].资源环境与工程,2006,20(3).