

# 钢管柱逆作法施工实践

曾维楚, 钟明, 徐勇, 易智宏, 熊涛

(武汉地质勘察基础工程有限公司, 湖北武汉 430030)

**摘要:**钢管柱逆作法施工时,一方面其水平位移、垂直度等要求非常高,采用普通支撑立柱的施工方法很难达到设计要求;另一方面,在结构设计时,桩身砼与钢管内砼标号不一致,控制好高低标号砼的浇筑质量又是一大难题。通过武汉南国中心一期试桩工程实例,从钢管柱定位、垂直度控制和高低标号砼的浇筑3个方面介绍了逆作法钢管柱施工方法。

**关键词:**逆作法;钢管柱;调垂架;垂直度控制;砼浇筑

**中图分类号:**TU473.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2012)04-0056-04

**Construction Practice of Inversion Construction Method for Steel Pipe Column/ZENG Wei-chu, ZHONG Ming, XU Yong, YI Zhi-hong, XIONG Tao** (Wuhan Geological Prospecting & Foundation Engineering Co., Ltd., Wuhan Hubei 430030, China)

**Abstract:** Because of high demand on the horizontal displacement and vertical precision in inversion construction of steel pipe column, it is difficult to meet design requirement by general support stud construction method; and the concrete with different marks for pile body and the lining inside of steel pipe in the structure design bring challenge in grouting quality. With an engineering case of Wuhan, the paper introduced inversion construction of steel pipe column in steel pipe column location, verticality control and grouting of different concretes.

**Key words:** inversion construction method; steel pipe column; verticality adjusting rack; verticality control; concrete grouting

钢管柱逆作法在超大超深基坑中的运用越来越广泛,钻孔桩与钢管柱的有效结合,大大缩短了工期并降低造价。但钢管柱在施工时,一方面其水平位移、垂直度等要求非常高,采用普通支撑立柱的施工方法很难达到设计要求;另一方面,在结构设计时,桩身砼与钢管内砼标号不一致,控制好高低标号砼的浇筑质量又是一大难题。

## 1 工程概况

位于武汉市汉口解放大道,紧临精武路的南国中心一期工程,由南国置业有限公司投资承建,该项目拟采用逆作法施工,先施工4根试桩。试桩相关技术要求:桩径1000 mm,桩长33~37 m,桩身砼C45,桩垂直度1%,桩位允许偏差75 mm,钢管型号 $\varnothing 500 \text{ mm} \times 16 \text{ mm}$ ,钢管砼C60,钢管垂直度1/400,钢管长24.1 m,钢管允许偏差10 mm。

按照设计图纸,钢管需插入桩身3 m,且需在钢管底下2 m处开始进行高低标号砼置换。

## 2 关键技术分析

根据上述施工技术要求,分析认为有如下几点重要关键技术需要解决。

(1)钢管柱的垂直度控制。为保证让其垂直度达到1/400,我单位自行研发钢管垂直度定位控制装置,并配备GZ-2S型灌注桩测井系统随时对成孔垂直度及桩垂直度进行检测控制。

(2)钢管内泥皮清除。为保证钢管内砼与钢管有效的粘结,采用气举反循环工艺将其清除。

(3)高低标号砼置换。完成桩基低强度砼浇筑后,在钢管柱外侧开始回填碎石,来平衡钢管内外压力差,使高标号砼只在钢管内返浆。

## 3 施工工艺

### 3.1 施工工艺流程

施工准备→硬化预留桩孔→成孔、第一次清孔→钢筋笼下罩→调垂架安装→钢管制作、起吊、定位→钢管垂直度控制→二次清孔→下导管→砼浇筑→两天后注浆→调垂架移除。

### 3.2 关键工序

收稿日期:2011-09-27

作者简介:曾维楚(1986-),男(汉族),湖北麻城人,武汉地质勘察基础工程有限公司,土木工程专业,从事项目生产及技术管理工作,湖北省武汉市航空路17号,494625366@qq.com。

### 3.2.1 地面硬化

为保证桩基施工机械及钢管柱调垂架的稳定,为后期施工提供有利条件,必须对桩位进行硬化,并预留桩位。本项目采用C20砼,单根试桩硬化面积为4 m×4 m,厚150 mm。

### 3.2.2 成孔

桩身垂直度控制在1%内,用回转钻机施工能保证其垂直度在可控范围内,反循环泥浆护壁钻孔灌注桩成孔工艺是比较成熟的施工工艺,在此不多阐述。

### 3.2.3 钢管调垂架

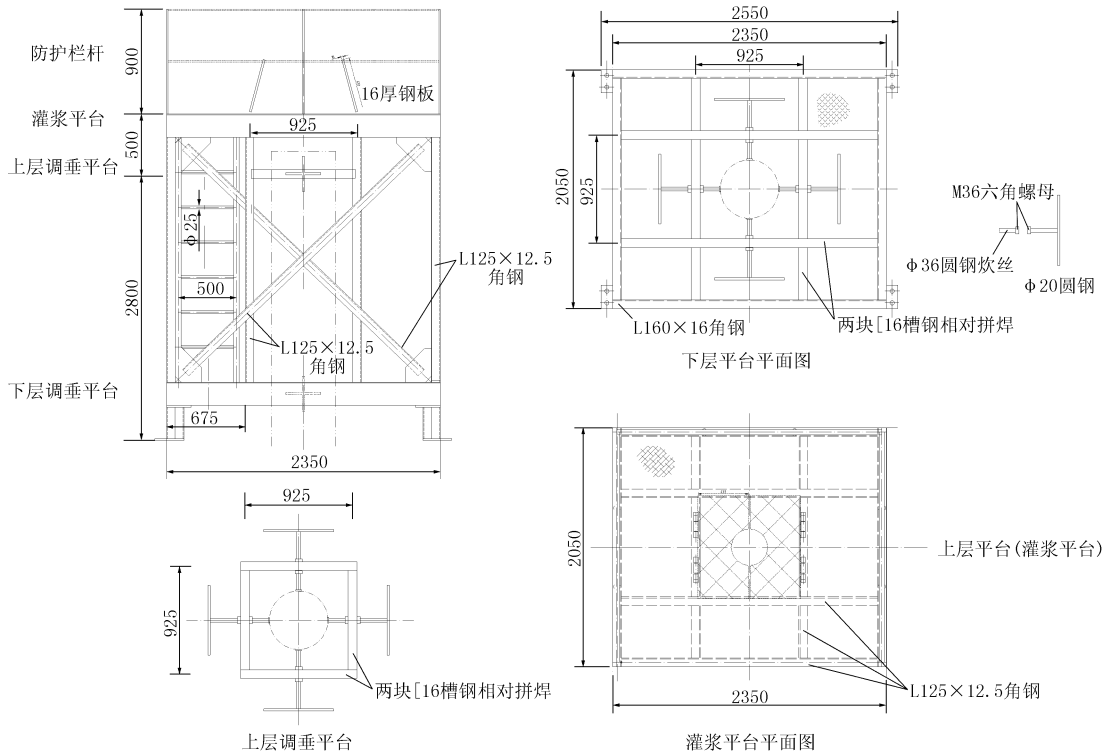


图1 钢管调垂架

在加工厂制作一个2.05 m×2.35 m×3.3 m的井字形钢管调垂架,上下调整平台外框及外竖框均采用L160×16角钢焊接,上下调整平台内框用两块[16槽钢相对拼焊,并在四边中心吹一直径36 mm的圆孔;顶层平台为灌浆平台,其内外框架均为L125×12.5角钢焊接,在顶层平台上加焊一个防护栏,如图1所示。

将制作好的调垂架吊放于空位处,使调垂架中心与桩位中心大致重合,调平后,用膨胀螺栓将其与硬化砼地面固定。

### 3.2.4 钢管柱的制安

(1)钢管的选择。与直缝焊管相比,螺旋焊管具有生产自动化程度高、焊缝质量好等优点,特别是其直线度和圆弧度精确的优点,有利于垂直度的事前控制,故本项目采用螺旋焊管。

(2)钢管的制作运输。由于钢管柱垂直度要求高,而且钢管柱长,为保证钢管柱垂直度达到要求,在安装前就必须控制钢管的直线水平度。为此在汉阳某大型钢管加工厂加工制作,整体从工厂运至施工现场。辅助钢管的法兰亦预先在加工厂焊接好,保证辅助钢管与钢管柱连接后中心线重合。同时在辅助钢管下端气割出一300 mm×500 mm预留洞口,作为砼泛浆之用。

(3)钢管的起吊。本项目钢管柱长,经讨论研

究决定采用两点起吊法起吊。

根据力学知识,参见图2:

$$\text{由 } \sum M_A = 0, \text{得 } N_B = (1/2)ql。$$

钢管跨中弯矩:

$$M_o = N_B(L/2 - a) - (1/8)ql^2, M_B = (1/2)qa^2;$$

$$\text{吊点最合理时: } M_o = M_B, \text{可得, } a = 0.207L。$$

L=24 m,即 a=5 m,将两吊点设置在离两端5 m处,钢管起吊时变形最小,最合理。

(4)设备选型。单根钢管质量为4.6 t,选用20 t吊车作为副吊,80 t吊车作为主吊。

### 3.2.5 钢管柱定位控制

(1)预先从原桩位O点引出A点、B点,使OA⊥OB;

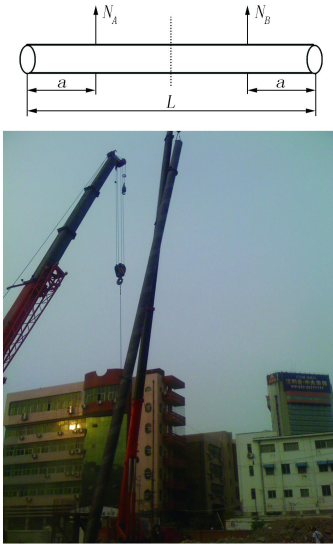


图2 现场钢管起吊及受力简图

(2)成孔后,将自行研制的钢管调垂架吊放于孔位,对其调平,初步定位,使桩位中心与调垂架中心基本重合;

(3)钢管吊装前,在钢管柱上弹出两条水平线(不是钢管中心线,防止因钢管制作过程造成本身不平整而产生的垂直度误差)作为调垂基准线,两条水平线的端点连接钢管截面中心成直角,为保证水平线“绝对水平”,在加工厂预先弹出,并做好保护措施;

(4)在钢管上接一段辅助钢管,辅助钢管与钢管柱通过法兰刚性连接,通过监测上部的辅助钢管即可控制钢管柱;

(5)将两台全站仪分别架设在A、B两点,分别监测两条基准线是否居中,若不居中,则调动调垂架上下平台上的调节螺栓,直至两条基准线均居中。

(6)定位调垂后,用4块槽钢分别在上下平台错位固定,防止浇筑砼时导致钢管偏移。

现在施工情况见图3~5。

### 3.1.6 钢管柱垂直度检测

钢管下放完毕后,用GZ-2S型灌注桩测井系统对钢管柱进行复测,复测结果见表1。

表1 钢管桩垂直度检测结果表

序号	深度 /m	X 顶角 / (°)	Y 顶角 / (°)	合成角 / (°)	偏心距 /cm	垂直度 /%
1	5	0.05	0.06	0.08	0.7	0.14
2	10.11	0.05	0.07	0.09	1.4	0.15
3	15.76	0.06	0.08	0.1	2.37	0.16
4	20.38	0.05	0.03	0.16	2.98	0.14
5	23.47	-0.02	-0.03	0.03	3.55	0.13



图3 钢管下放



图4 施工人员正在调垂



图5 对调垂后钢管进行固定

经检测,结果垂直度为0.13% < 1/400,符合设计要求。

### 3.2.7 砼浇注

高低标号砼浇筑质量关系到试桩静载试验能否达到设计承载力要求。为保证浇筑质量,主要通过以下3步来实现。

(1) 桩身低标号砼的浇筑: 计算好每罐砼灌注的高度, 大约灌注至桩顶以下 10 m 时, 测量砼面高度, 同时计算实际充盈系数, 准确计算低标号砼的使用量, 直至桩顶以下 3 m, 完成低标号砼的浇筑。在低标号砼浇筑时, 要始终保证导管埋深至少 2 m。

(2) 高低标号砼置换: 在灌注高标号砼前, 先缓慢提升导管, 使预先标记在导管上的红色油漆记号和灌浆平台平齐(此时导管埋入深度为 2 m, 且导管位于钢管底 2 m), 开始灌注高强度砼, 在桩顶下 5 m 内浇筑速度必须放缓, 时时监测砼上升速度和浇筑量, 并计算其充盈系数, 通过上升速度和浇筑量来控制桩顶下 5 m 内高强度砼的浇筑及桩头质量的保证。

(3) 钢管内高强度砼浇筑: 在桩头质量得到保证的前提下, 在孔口四周均匀回填碎石, 同时继续浇筑砼, 并测量钢管外侧砼面上升速度, 砼面不再上升时停止碎石回填。本项目碎石回填 3~4 m 时砼面不再上升。

在砼浇筑时, 由于泛浆及砼侧压力等原因可能会导致钢管柱垂直度产生偏差, 浇筑时两台全站仪时刻对钢管柱进行检测, 发现有偏差及时纠偏。

### 3.2.8 钢管泥皮处理

二次清孔的泥浆附着于钢管内壁而形成的泥皮, 影响到钢管砼与钢管的粘结。本项目用气举反循环清除钢管泥皮效果极佳。

### 3.2.9 桩位偏差复测

待桩身砼强度达到 70% 时, 移除钢管调垂架, 并拆卸辅助钢管, 对桩位进行复测, 复测结果柱中心综合偏差  $63 \text{ mm} < 75 \text{ mm}$ , 符合要求。

## 4 几点注意事项

(1) 成孔是成桩的关键, 桩孔垂直度直接影响钢筋笼、钢管的下置, 因此, 要重视成孔质量的控制。

(2) 钢管制作及安装时, 钢管的平整度要得到有效保证, 它是调垂的基础。

(3) 砼浇筑速度要慢, 砼面在桩和钢管内的上升速度需要准确的计量。

## 5 结语

通过前期的充分准备工作, 试桩施工非常顺利, 经全程的监测检查, 钢管的垂直度及定位完全符合要求, 达到预期的效果, 证明了施工方案的可行性, 为我们在逆作法施工中奠定了坚实的基础。

## 参考文献:

- [1] 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): 217-218.
- [2] 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): 38-40.
- [3] 邓辉. 逆作法钢管柱施工过程中的质量控制[J]. 工程与建设, 2010, (2).
- [4] 朱宪辉, 汪贵平, 顾倩燕. 逆作法深基坑在超高层建筑中的设计应用[J]. 岩土工程学报, 2006, (S1).
- [5] 张锋. 广州兴业大厦大直径钢管混凝土柱施工技术[J]. 建筑技术, 2003, (1).
- [6] 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.
- [7] 高文光, 丁学良, 李洪毅. 钢管混凝土柱施工技术[J]. 2004, (2).
- [8] JGJ 94-2008, 建筑桩基技术规范[S].

## 找矿突破战略行动院士专家座谈会在京召开

国土资源部网站消息(2012-03-29) 2012年3月29日上午, 国土资源部在京召开找矿突破战略行动院士专家座谈会, 邀请院士、专家及高校负责同志参加, 重点围绕找矿突破战略行动听取各位院士、专家及高校负责同志的意见建议。国土资源部党组成员、副部长汪民主持会议, 15位院士、专家及高校负责同志作了发言。国土资源部部长、党组书记、国家土地总督察徐绍史出席会议并作重要讲话。

国土资源部部长、党组书记、国家土地总督察徐绍史出席会议并作重要讲话。徐绍史部长首先对院士、专家及高校负责同志参加座谈会表示感谢, 认为大家提出的意见建议中肯、针对性强, 并向各位院士、专家及高校负责同志介绍了找矿突破战略行动近期部署和工作情况。指出实施找矿突破战略行动在科学技术人才培养和发挥科学技术人才引领作用上需要做好几项工作: 一要把握需求, 加强地质理论研究;

二要挖掘潜力, 加强资料的开发、总结和提炼; 三要综合汇总, 加强现有科技成果的推进; 四要探索创新, 打造政、产、学、研、用创新平台; 五要共同努力, 推进人才队伍的培养和培育。

