

# 预应力静压管桩在工程中的应用

窦本洋, 王 威

(宣城职业技术学院 建筑艺术系, 安徽 宣城 242000)

**【摘要】**某工程桩基设计为预应力管桩,数量多、工期紧,地质条件复杂,如何保证施工质量和施工进度,即满足设计要求,又能满足业主和监理单位的要求,成为施工单位必须面对的问题。为此本工程严格按照现行施工规范及相应技术规程并结合施工现场条件进行施工,按照桩位确定、桩机就位、桩架调整、喂桩、沉桩(记录)、送桩、回油移桩机的施工工艺流程,确保了工程按质按量顺利完工。

**【关键词】**管桩;静压;质量控制

**【中图分类号】**TU473.1\*3 **【文献标志码】**A **【文章编号】**1673-1891(2015)02-0035-04

DOI:10.16104/j.cnki.xccxb.2015.02.013

近年来,伴随着人们环境保护意识的逐渐增强,尽量减少噪音干扰,对施工技术要求越来越高,故在建筑工程施工技术中静压法将逐渐取代锤击法。目前对预应力静压管桩在工程中应用的研究也很多,静压预应力管桩在工程中主要研究成果有在复杂岩土地基工程中的应用<sup>[1]</sup>、在工程项目中的应用分析<sup>[2]</sup>、在房屋工程地基处理中的应用<sup>[3]</sup>、在软基中的应用<sup>[4]</sup>、静压预应力管桩的特点与施工技术分析<sup>[5]</sup>。从这些研究成果发现:预应力静压管桩施工灵活性大、无污染、无噪声、无振动、效率高、速度快。但是各地有各地土质的特点,本文进一步从宣城市的土质情况来研究预应力静压管桩的实际应用出现的问题及总结经验。

## 1 预应力静压管桩的施工机理及其特点

预应力静压管桩施工是通过静力压桩机的压桩机构,以压桩机自重和桩机上的配重作反力而将钢筋混凝土预制桩分节压入地基土层中成桩。其特点是:桩机全部采用液压装置驱动,压力大,自动化程度高,纵横移动方面,运转灵活;桩定位精确,不易产生偏心,可提高桩基施工质量;施工无噪声、无振动、无污染;沉桩采用全部液压夹持桩身向下施加压力,可避免锤击应力、打碎桩头,桩截面可以减小,混凝土强度等级可以降低1~2级,配筋比锤击法省40%;施工效率高,施工速度快,压桩速度每分钟可达2 m,正常情况下每台班可完成15根,比锤击法可以缩短工期1/3;压桩力能自动记录,可以预估和验证单桩承载力,施工安全可靠,便于拆装维修、运输等。但存在压桩设备笨重,要求边桩中心到已有建筑物间距较大,压桩力受一定限制,挤压效应仍然存在等问题。静压法适用于软土、填土及一般粘性土层,特别适合居民稠密及危房对环境

保护要求严格的地区沉桩;但不适用于地下有较多孤石、障碍物或有4 m以上硬隔离层的情况<sup>[6]</sup>。

## 2 预应力静压管桩在宣城市某工程中的应用

### 2.1 工程概况

宣城市某工程桩基图纸设计为660根预应力管桩,桩型选用PHC-400A-95-10型,即整根(无接桩)C80高强砼、桩截面 $\phi 400$ ,壁厚95,桩长10 m,沉入方式为静力压桩。设计要求单桩竖向承载力特征值 $R_a$ ,地质条件:地表下约4~5 m厚均为回填土,5~8 m为原状土粉土,8~12 m厚为粉砂(土)混砾卵,依设计图纸要求,桩尖持力层就为粉砂(土)混砾卵。

依据合同协议要求工期25 d(工作日历天),施工完毕后的桩基检测(桩身完整性、承载力)合格率为100%。

### 2.2 施工工艺流程及现场条件准备

本工程严格按照现行施工规范及相应技术规程并结合施工现场条件进行,按定位放线、标高确定、确定施工顺序、桩机就位、桩架调整、吊装就位、校正垂直度、沉桩(记录)、送桩、回油移桩机的工艺流程施工。

由于现场地表土层为回填土,土质较松软,而压装机自重重大,故本工程在桩机行进路线上进行了适当的地表硬化处理,即大体密实原地表土层,填筑30~40 cm厚的块石,压路机碾压平整,硬化要求以2000 KN的静力压桩机行走平稳不下陷为准。

### 2.3 压力桩承载力的计算

依据图纸设计,单桩竖向承载力特征值,即以桩端阻力为主,桩侧阻力为辅。根据施工技术工艺及相关经验,桩端阻力由压桩力的大小来控制,而桩侧阻力由静压标高来控制。

收稿日期:2015-03-13

作者简介:窦本洋(1978-),男,安徽宣城人,硕士,讲师,研究方向:教育管理、建筑力学与结构、建筑施工技术。

为此,桩尖需进入持力层[即粉砂(土)混砾卵石]1~3d( $d$ 为桩直径),理论上压桩系数定为3~4<sup>[7]</sup>,完全满足静力压桩的要求。

## 2.4 施工质量控制

本工程静力压桩施工由于该桩是摩擦端承桩,根据施工工艺要求采用以压桩力为主,桩顶标高控制为辅的原则,即在保证单桩承载力的前提下,将桩压至设计高程。

### 2.4.1 桩身垂直度的控制

本工程采用GPS卫星定位系统定出桩位坐标,定位精度偏差 $<10\text{ mm}$ ,小于规范规定的单排桩(10 mm)、群桩(20 mm)的要求<sup>[7]</sup>。定位后,做上标记,移动桩机,由从桩架天梁上悬吊的线锤通过调整桩架对准桩位,最后固定桩架,以保证压桩时的垂直度。在汽车吊喂桩时,特别注意,桩体不得碰动桩架,必须设专人指挥就位。

### 2.4.2 桩的承载力控制

本工程单桩承载力,压桩机自重(含配重),根据计算满足压桩承载力要求。行程过半便启用两个辅缸采用三缸同时施压,施压时用特制的钢梁(内衬橡皮垫)作为压桩帽。本工程压桩当三缸同时施压时,要求油表读数达9~12 MPa,根据标定数据,压桩承载力力已是单桩承载力的3~4倍,即单桩承载力足以满足要求。

### 2.4.3 桩顶标高控制

在管桩施压过程中,保证压桩力的前提下,大多数桩顶均压至设计标高。本工程所施工的静压管桩,均入地表下0~5 cm,挖开土方露出桩尖,平均截桩1~1.4 m。

## 2.5 压桩过程存在的问题及处理方法

由于上部土层为回填土,相对易蠕动,为防桩周与土固结,导致压桩力骤增,造成压桩困难。本工程要求同一根桩应缩短停歇时间,一次性压至桩顶标高。地质勘探资料,现场地质土层地下水位为地表下1.5 m~2.0 m,且多为潜水,如不做好管桩桩尖的钢板封口处理,就有可能由于桩尖头漏水,泄空桩尖周围土体,从而导致桩基承载力不足和桩基下沉。为此,在管桩进场时,对每根桩桩头进行钢板尖现场焊接,要求焊缝密实、饱满,绝不能渗漏,以保证桩尖不出现渗水和管涌现象,从而保证了桩尖周围土体的密实性,避免了上述可能发生的质量事故。

## 2.6 压桩顺序

本工程共设计660根桩,根据桩基平面布置图,分单排桩(桩中心距4 m)条形钢筋混凝土承台、三

桩承台、四~八桩承台。

单排桩条形基础桩中心距为4 m,几乎没有挤土效应,故按顺序依次压桩。

三、四、五、六、七、八桩独立承台基础,现场场地土质不密实,含水量丰富,压桩属于挤土桩,后压的桩由于挤压桩侧土,使得土中孔隙水压剧增,土体在水压力、土压力的作用下产生偏移、隆起甚至断裂。拟先压中间桩,再依次顺时针(或逆时针)绕出承压台周边桩,从而可保证群桩质量。

## 2.7 桩基工程的基坑开挖

根据工程设计图纸及现场场地条件、地质状况和施工环境,现场要求严禁边打桩边开挖基坑,由于该区域地表层土为回填混合体土,含水量大,以饱和粘性土为主,为避免扰动静压不久的桩周边土体,以便桩周边土体的固结,故基坑开挖宜在压桩完成15 d以后进行。挖土宜分块、分层均匀进行,且桩周围土体高差不宜大于1 m,以免桩受土的侧压力过大造成断桩或桩身偏移。开挖的土方不得堆积在桩的周围,应及时外运。对于前一天对压桩力控制有怀疑的,第二天应对该桩用送桩器进行二次补压,以保证管桩的承载力要求,二次补压的压桩力均在1000以上。

土方挖至设计高程后,浇筑100厚C15砼垫层,并进行锯桩,锯桩后经对桩位进行复测统计,桩位最大偏差为96 mm,小于规范所规定的允许偏差(单排柱115 mm,3桩承台100 mm,4~8桩承台200 mm)<sup>[8]</sup>。

## 2.8 桩基检测

依据桩基检测规范和设计图纸的相关要求,本工程采用动测法对桩基进行检测。

低应变(桩身完整性)单桩全测,五桩以下每个承台抽取1根,五桩以上每个承台抽取2根。高应变(声测承载力)数量为桩数总量的5%,33根,位置由业主、设计、监理共同确定。桩身完整性检测时,必须先截桩,以保证检测的准确性;承载力检测时,必须先检测后截桩,因为桩顶有钢板,能承受高应变时的锤击力。经检测,本工程桩身完整性良好,指定的桩经高应变动测得出的单桩承载力均满足设计要求。

## 2.9 施工进度安排

根据本静压压桩机的性能、桩型、场地条件及施工班组的技术熟练程度等综合要求,在天气正常及供桩及时的情况下,每天约压桩25~28根。压桩时间为 $660/(25\sim 28)\approx 25\text{ d}$ ,满足工期要求,实际压桩时间为24 d,满足合同约定的25 d工期要求。

## 2.10 桩尖钢板封头的技术和经济效益分析

本工程共设计660根管桩,根据标准图集要求,每根均需做“十”字钢板封头,十字型钢板桩尖每个成本100元,另加电费、焊条、人工费折算共计每个桩尖施焊30元,即焊条成型成本为130元,660根桩共计8.58万元,

根据由业主提供的《工程地质勘察报告》,粉砂(土)混砾卵的桩端持力层极限标准值为9000,即桩端(不做钢板封口桩尖)土层承压力为:

$$P = \frac{1}{4} \pi (D^2 - d^2) Q_a \quad (1)$$

式中:P为土层承压力,kpa;

D,d分别为管桩外、内径,m;

Qa为桩端持力层极限标准值,kPa。

可得桩端承载力为81.9t,桩侧摩阻力未计,预计共计能达100t,完全能满足单桩承载力和压桩力的要求。因此即使不做桩尖,凭借管桩管壁断面积就能满足设计和施工要求。

本工程虽然地下水位较高,但由于施工场地周围有高为7~9m的毛石混领土挡土墙,无形中起了止水帷幕的作用,也就是说,地下水不流动,故不存在桩尖土层在地下水渗流的作用下造成桩尖土泄空。至于压桩过程中土进入官腔内并不影响桩的承载力和耐久性。

## 3 结语

通过静压预应力管桩在宣城某工程的应用,得出几点结论和建议,以供本地区类似的其它工程借鉴。

(1)必须严格控制预应力静压管桩的质量,在

施工前应该逐根检查,检查预应力混凝土管桩有没有严重的质量问题,对混凝土管桩两端应该清理干净,如果施焊面上有像油漆杂物污染之类的东西,应该清刷干净。另外对管桩的出场时间要有控制,要求管桩从在厂里制造成型到现场打桩施工的时间间隔宜尽量长些,施工现场要有存桩,尽量按“先进现场的桩先打”的原则,满足预应力混凝土管桩的强度要求。

(2)预应力静压管桩施工特点为挤土桩,故在施工结束后应间隔一定时间,等到周围土体超孔隙水压力基本消散,桩端土体抗压强度恢复,再进行桩基承载力的检测工作。

(3)预应力静压管桩,采用的是匀速加压,而且每根管桩在施压过程中的每一时间都可以能显示压力值,所以能够比较真实客观的反映地层情况。对于静压桩端在密实砂土和碎石土等地层中,可利用现场施工终止压力的办法来评估单桩承载力,具有迅速、直观的特点。

(4)应该挑选具有丰富经验的施工队伍,在施工之前仔细研究地质勘察报告,对于施工局部地段中遇到的硬夹层,应该放慢施工进度,必要时可以采用引孔措施。

(5)桩基的侧向位移是在软弱地基施工过程中经常见碰到的一种现象,可以通过合理的打桩顺序,能够减小管桩的侧向位移。

(6)对于中小型预制桩,采用静力压桩的方式施工,即快又能保证质量,压桩机移动也比较方便,只要加快施工程序方面的技术管理,就能获得较为满意的效果。

## 注释及参考文献:

- [1]林飞燕.静压预应力管桩在复杂岩土地基工程中的应用[J].中外建筑,2013(10):152-153.
- [2]刘民光.静压预应力管桩在工程项目中的应用分析[J].中国高新技术企业,2011(5):40-41.
- [3]古跃辉.浅谈静压预应力管桩在房屋工程地基处理中的应用[J].科技博览,2014(2):168.
- [4]麻文燕.PHC管桩在软基应用中的常见问题与对策[J].科技博览,2012,5(10):93-94.
- [5]梁燕丽.建筑工程施工中静压预应力管桩的特点与施工技术分析[J].科技创新与应用,2012(7中):172.
- [6]程建伟.土力学与地基基础工程[M].北京:机械工业出版社,2012:246.
- [7]GB 50202-2002.建筑地基与基础施工质量验收规范[S].
- [8]JGJ 94-2008.建筑桩基技术规范[S].

## The Application of Pre-stressed Static Pressure Pipe Pile in the Construction

DOU Ben-yang, WANG Wei

(Fine Arts Department of Architecture, Xuancheng Vocational and Technical College, Xuancheng, Anhui 242000)

**Abstract:** The construction of a building in Xuancheng city is pre-stressed pipe piles. In order both to ensure the building quality and the schedule and to meet the need of the plan, the house owner and the supervisory

organization, the construction unit must be faced with the problems of many pre-stressed pipe piles, complex geological conditions and tight schedule. However the construction unit strictly follows the current civil construction specifications and some related technical regulations as well as the building site conditions. The following are the technical procedures: the location of the piles→the fixing of static pile drivers→ the regulation of the pile rams → the placement of the piles →the sinking of the plies →observation of the recording→the oil shifting of the plies. Thus the building construction has been completed timely in good quality.

**Key words:** pipe piles; static pressure; quality control

---

(上接第34页)

## Technical Test Study of Active Zinc Oxide from Zinc Oxide Flue Dust by Ammonia Complex Method

QIAN Bo, GAO Yi

(1. Xichang College, Xichang, Sichuan 615013;

2. Xichang Hongxing Industrial Limited Company, Xichang, Sichuan 615013)

**Abstract:** It can reduce environment pollution and make full use of resources to refine and recycle of active zinc oxide from zinc oxide flue dust. In accordance with ammonia complex method and leaching rate, this paper studied 6 factors influence on leaching rate ,which factors included ammonia, ammonium hydrogen carbonate, hydrogen peroxide, reaction temperature, reaction time and stirring speed. The frequency optimization research shows that leaching rate can reach 91.0% in the condition of 38.6℃ ~ 48.1℃ reaction temperature, 377 ~ 446 r.min<sup>-1</sup> stirring speed, 130.8 ~ 142.6 mL ammonia, 5.26 ~ 6.0 mL hydrogen peroxid, 1.3 ~ 2.7 h reaction temperature, 28.3 ~ 38.3 g ammonium hydrogen carbonate.

**Key words:** zinc oxide flue dust; active zinc oxide; ammonia complex method; leaching rate; experiment frequency optimization