

拉森钢板桩在铜陵地区基坑支护中的运用实践

储长付, 罗传华, 赵安民

(安徽省地矿局 321 地质队, 安徽 铜陵 244033)

摘要:铜陵长江南岸污水处理厂外管网软土深基坑支护工程采用了拉森钢板桩支护工艺,取得了良好的效果。根据开挖土层的物理力学性质特征及管道铺设要求,对支撑结构进行了计算。结合工程施工实践,提出了注意点,为该工艺在铜陵地区的运用积累了经验。

关键词:拉森钢板桩;围檩;内支撑;基坑支护;方案设计

中图分类号:TU473.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2012)04-0051-05

Application Practice of Foundation Pit Support with Larsen Steel Sheet Pile in Tongling Area/CHU Chang-fu, LUO Chuan-hua, ZHAO An-min (321 Geological Team, Bureau of Geology and Mineral Exploration of Anhui Province, Tongling Anhui 244033, China)

Abstract: Larsen steel sheet pile supporting technology was used for a deep foundation pit support of a pipeline network construction in soft soil of Tongling with good effect. Based on the physical-mechanical properties of excavated soil and the pipeline laying requirement, calculation was made on the supporting structures. According to the construction practice, attentions in construction were put forward.

Key words: Larsen steel sheet pile; around purlin; inner bracing; foundation pit support; scheme design

1 工程概况

铜陵市西湖污水处理厂厂外管网完善工程,西支污水干管设计为 d2200 预制钢筋混凝土三级圆管,混凝土基础,设计抛石垫层厚度 0.8~1.2 m,管内底标高 K5+079 处为 1.61 m, K7+293.34 处为 0.50 m,整体坡度 0.05%。拟建管道长 2000 余米,最大开挖深度 8 m。因开挖土层为淤泥质土,在基坑开挖时发生涌泥、坑底隆起现象,施工无法进行,建设单位委托我方对该段进行基坑支护。

2 场地工程地质条件

2.1 地形、地貌及地下水

拟建场地位于铜陵新城开发区长江南岸,属于长江 I 级阶地,地貌类型为沿江冲积平原区,场地地势较平坦,地面标高在 6.0~9.9 m 之间,最大相对高差 3.3 m 左右。场地分布有沼泽地、水塘及排水沟渠。

地下水位埋深 1.2~3.9 m,标高 4.52~6.21 m,为第四系孔隙潜水,主要接受大气降水补给。

2.2 场地土层特征

(1) 杂填土:成分为粉质粘土混碎石土,层厚

0.70~2.90 m,层底标高 6.46~8.95 m,湿~很湿,属高压缩性土。

(2) 可~软塑状粉质粘土:局部分布,层厚 0.80~3.10 m,成灰褐色,很湿,可~软塑状,属中等偏高压缩性土。

(3) 淤泥质粉质粘土:层厚 3.50~19.80 m,呈灰色,饱和,流~软塑状,属高压缩性土。

(4) 软~可塑状粉质粘土:层厚 0.50~3.90 m,呈灰~灰褐色,很湿,软~可塑状,属中等偏高压缩性土。

3 支护方案设计

拉森钢板桩是将钢板加工成特殊形状(U形、Z形、W形),采用专用的打桩机和振动锤将钢板桩振压入地下,钢板桩互相咬合构成一道连续的钢板墙,作为深基坑开挖支护结构。拉森钢板桩具有强度高、施工速度快、可重复使用、不受天气条件影响等优点,近年来在我国深基坑支护中得到较广泛的应用。

在软土层中深基坑支护往往费用高、工期长、对环境影响大。本管道基坑开挖土层为淤泥质土,便于钢板桩压入。工期紧迫,场地具备桩机作业条件。经

收稿日期:2011-12-20;修回日期:2012-02-10

作者简介:储长付(1965-),男(汉族),安徽霍邱人,安徽省地矿局 321 地质队工程师,水文工程地质专业,从事岩土工程勘察设计与施工管理工作,安徽省铜陵市狮子山, chuchangfu2008@yeah.net;罗传华(1965-),男(汉族),安徽宿松人,安徽省地矿局 321 地质队高级工程师、注册岩土工程师,物探专业,从事岩土工程设计与研究工作;赵安民(1970-),男(汉族),安徽池州人,安徽省地矿局 321 地质队工程师,探矿工程专业,从事岩土工程施工管理工作。

综合分析对比,采取拉森钢板桩工艺进行基坑支护。

3.1 设计边界条件

基坑及板桩参数(参见图1):基坑侧壁重要性系数 $\gamma=0.9$, 基坑深度 $H=7.5\text{ m}$, 钢板桩嵌固深度 5.5 m , 每延米板桩截面面积 $A=198\text{ cm}^2$, 每延米板桩壁惯性矩 $I=23200\text{ cm}^4$, 每延米板桩抗弯模量 $W=1600\text{ cm}^3$, 支锚刚度 729 MN/m , 墙顶标高 -1 m 。

土层参数见表1。

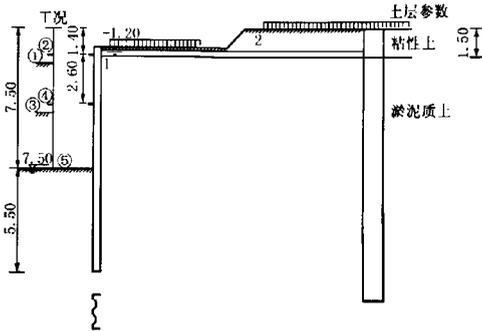


图1 支护计算断面图(单位:m)

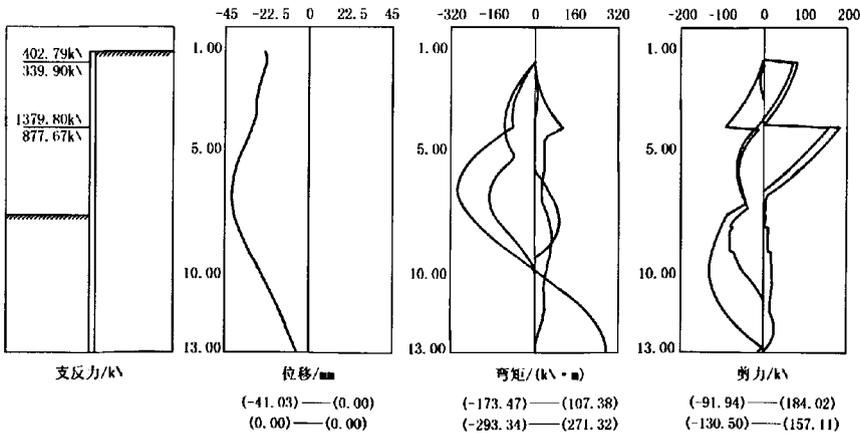


图2 内力位移包络图

土层名称	层厚 /m	重度 /($\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$)	浮重度 /($\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$)	粘聚力 /kPa	内摩擦角 /($^\circ$)
粉质粘土	1.50	18.0	8.0	21.00	15.00
淤泥质土	20.00	17.6	7.6	8.70	12.90

3.2 计算及结果

内力计算采用增量法,基坑等级为三级。

采用 Bishop 法计算,整体稳定安全系数 $K_s=1.16$, 抗倾覆安全系数 $K_0=1.962 > 1.200$, 满足规范要求。

采用 Terzaghi(太沙基)公式计算, $K_s=1.575 > 1.15$, $\delta=63\text{ mm}$, 满足规范要求。

抗管涌稳定安全系数 $K=2.319 > 1.5$, 满足规范要求。

内力位移及地面沉降计算结果见图2、图3。

3.3 钢板桩、围檩、内支撑结构验算

3.3.1 拉森钢板桩

$\sigma = M / (0.7w) = 173.47 / (0.7 \times 1.6) = 154.9\text{ N/mm}^2 < 200\text{ N/mm}^2$, 满足要求。

3.3.2 围檩

(1) 计算参数(桩用 H 型钢 HP400 × 400(5), Q235)

毛截面面积 $A=296.20\text{ cm}^2$; 截面惯性矩 $I_x=93000.00\text{ cm}^4$; 回转半径 $i_x=17.70\text{ cm}$, $i_y=10.20\text{ cm}$; 截面模量 $W_x=4490.00\text{ cm}^3$, $W_y=1530.00\text{ cm}^3$; 截面模量折减系数 0.95; 净截面模量 $W_{nx}=4265.50\text{ cm}^3$, $W_{ny}=1453.50\text{ cm}^3$; 截面塑性发展系数 $\gamma_x=1.05$, $\gamma_y=1.20$; 计算长度 $l_{0x}=5.00\text{ m}$; 抗震调整系数 $\gamma_{RE}=1$ 。

(2) 强度及稳定性计算

计算截面处的内力设计值: $M_x=575.00\text{ kN}\cdot\text{m}$, $M_y=0.00\text{ kN}\cdot\text{m}$, $N=1380.00\text{ kN}$ 。

构件截面的最大厚度为 28.00 mm , $f=205.00\text{ N/mm}^2$ 。

根据公式: $N/A_n + M_x / (\gamma_x W_{nx}) + M_y / (\gamma_y W_{ny}) = 177.43\text{ N/mm}^2 < 1.00f / \gamma_{RE} = (1.00 \times 205.00) / 1.00 = 205.00\text{ N/mm}^2$, 强度满足。

根据公式: 稳定应力 $N / (\varphi_x A) + \beta M_x / [\gamma_x W_x (1 - 0.8N / N_n)] + \eta \beta M_y / (\varphi_y W_y) = 173.30\text{ N/mm}^2 < 1.00f / \gamma_{RE} = (1.00 \times 205.00) / 1.00 = 205.00\text{ N/mm}^2$, 整体稳定。

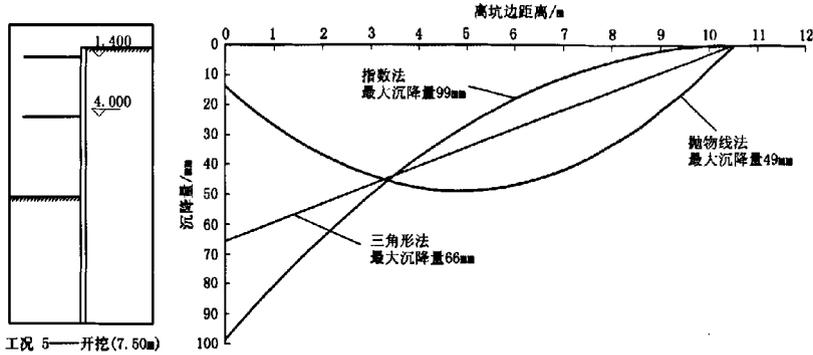


图3 地表沉降曲线图

稳定应力 $N/(\varphi_1 A) + \eta \beta t_x M_x / (\varphi \beta_x W_x) + \beta m_y M_y / (\gamma W_y (1 - 0.8N/N_{cr})) = 174.70 \text{ N/mm}^2 < 1.00 / \gamma_{RE} = (1.00 \times 205.00) / 1.00 = 205.00 \text{ N/mm}^2$, 整体稳定。

3.3.3 内支撑

(1) 计算参数

热轧无缝钢管 $\varnothing 402 \times 9$; 钢材牌号 Q235; 抗震调整系数 $\gamma_{RE} = 1$;

毛截面面积 $A = 111.06 \text{ cm}^2$; 净截面系数 0.90; 净截面面积 $A_n = 99.95 \text{ cm}^2$; 钢材强度折减系数 1.00; 容许长细比 $[\gamma] = 150.00$ 。两主轴平面内约束状态及参数见表 2。

表2 两主轴平面内约束信息表

项目	x 平面内	y 平面内
构件长度/m	$l = 8.00$	
顶端约束	铰接	铰接
底端约束	铰接	铰接

计算长度系数	$\mu_x = 1.00$	$\mu_y = 1.00$
计算长度/m	$l_{0x} = 8.00$	$l_{0y} = 8.00$
回转半径/cm	$i_x = 13.90$	$i_y = 13.90$

(2) 计算结果

受力状态: 轴心受压; 荷载参数 $N = 1500 \times 1.2 = 1800.00 \text{ kN}$; 构件截面的最大厚度为 9.00 mm , $f = 215.00 \text{ N/mm}^2$; $\sigma = N/A_n = 180.08 \text{ N/mm}^2 < f$, 强度满足; $N/(\varphi A) = 181.77 \text{ N/mm}^2 < f$, 整体稳定满

足。

3.3.4 设计方案

地面已挖去 1 m 左右, 未来基坑开挖深度为 6.5~7.0 m, 拉森 III 新型钢板桩 400 mm × 12 m, 围檩 400 × 400H(5) 型钢, $\varnothing 402 \times 9$ 钢管内支撑 2 道, 水平间距 5 m, 竖向间距 2.5~3.0 m。共 3 个工况: 开挖 1 m, 第一道内支撑; 开挖 2.9~3.5 m, 第二道内支撑, 支撑施工前超挖深度 $\geq 0.5 \text{ m}$; 开挖至污水管基底标高, 余下采用人工开挖。采取分段支护方式, 分段长度 100 m 左右。污水管敷设好分层回填、拆除内支撑完毕后, 拔出钢板桩进行循环支护, 坑内回填坡度 1: 3, 作为施工人员作业和应急逃生通道。开挖机械宜采用长臂挖土机。

4 施工工艺流程及施工技术措施

4.1 施工工艺流程

开沟槽 → 钢板桩矫正 → 打拉森桩 → 开挖 1 m → 第一道围檩 → 第一道支撑 → 二次挖土 3.5 m → 第二道围檩 → 第二道支撑 → 挖土至管底设计标高 → 安装排污管 → 填土 → 拆除第二道围檩支撑 → 二次填土 → 拆除第一道围檩支撑 → 填土至顶部设计标高 → 拔钢板桩。

4.2 施工技术措施

4.2.1 钢板桩施工

(1) 钢板桩进入现场时, 对所有的板桩均要检查整理, 确保板桩完整平直。具体方法是用一小平车, 在车上放置一块长 1.5~2.0 m 的标准板桩或者其它平整的钢板, 从头至尾检查一遍, 有缺陷的板桩要更换或修整。

(2) 打桩之前放出基坑外墙准确的灰线, 作为打拉森桩的方向线。在方向线以外挖一大小合适的沟槽, 作为打钢板桩的导向。拉森桩的桩顶标高稍

高于施工便道顶部标高。

(3)拉森钢板桩施工分段进行,采用“屏风式”打入法。就是将10~20根板桩插入土中一定深度,并使两端1~2根桩先打到要求深度再将中间部分的板桩顺次打入。

(4)打钢板桩时,选用吊车将钢板桩吊至插桩点处进行插桩,插桩时锁口要对准,每插一块即套上桩帽,并轻轻地加以锤击。在打桩过程中,要随时监测钢板垂直度。在锤击板桩时,对准桩帽锤击,防止偏心锤击导致板桩偏出以至于向行进方向倾斜。纠斜用钢丝绳拉住桩身,边拉边打,逐步纠正;对先打的板桩适度预留偏差。

(5)每根钢板桩分2次打入,第一次由12 m高打至6 m,第二次打至设计标高。第一、第二块钢板桩的打入位置和方向务必要确保精度,它可以起样板导向的作用,为两头样板中间的钢板打入做铺垫,每打入2 m测量一次。

(6)拔桩时,先用振动锤将板桩锁口振活以减少土的阻力,然后边振边拔。对较难拔出的板桩先用柴油锤将桩振打下100~300 mm,再与振动锤交替振打、振拔;与板桩打设顺序相反的次序拔桩;当板桩受压一侧的土较密实,在其附近并列打入另一根板桩,可使原来的板桩顺利拔出。

4.2.2 钢支撑施工

(1)施工顺序:测量放线→标出支撑水平标高→安装围檩→按实际尺寸拼装钢支撑和型钢角撑→焊接钢支撑结点。

(2)基坑内支撑的施工按“由上而下,先撑后挖”的原则进行。根据设计要求及现场实际状况放支撑布置的轴线,并打入红色样桩标识。

(3)按标识挖支撑槽沟,第一次挖1.0 m深,安装第一道支撑(H型钢双拼围檩、内支撑型钢及角钢),第二次再挖2.9~3.5 m深(随基坑深度调整),安装第二道支撑,两道内支撑的安装要按照“围檩→钢支撑→型钢角撑→焊接钢支撑”的顺序进行。

(4)根据每道内支撑的标高进行作业,内支撑形成后方可进行下部土方开挖,严格控制每次的开挖深度。

(5)安装焊接H型钢双拼围檩、内支撑型钢及角钢之后,要检查钢管轴线位置的水平标高,两端的水平标高要保持一致。若发现钢管的轴线不在设计标高外或者其轴线不在水平面上,应及时调整。

5 实施效果及体会

5.1 支护效果

经过近3个月的紧张施工,完成了该段管道铺设工程。但在开挖基坑及铺管过程中局部发生涌泥、涌沙、渗水现象,因施工超挖及挖机碰撞损坏内支撑原因,导致部分地段钢板及围檩变形过大(图4),造成支护返工或补强。实践证明,本支护方案设计合理,达到预期目的,支护工程取得圆满成功(基坑铺管情况及支撑结构见图5、图6)。



图4 钢板桩变形



图5 铺管基坑实景



图6 支撑内部结构

5.2 几点体会

(1)支护实施前,可先将施工地段挖去部分土层,降低地面标高,减小基坑支护深度。在基坑开挖支护过程中严格控制序次开挖深度,严禁超挖。超挖易导致钢板变形过大,内支撑无法安装。

(2)基坑开挖及铺管过程中,注意避免碰撞支

撑结构。在本工程施工过程中,挖机损坏内支撑导致钢板严重变形,造成支护返工。

(3)加强监测与预警工作,信息化施工,当超过预警值时须对支护加设内支撑,必要时须立即进行回填,重新打入钢板桩。

(4)在冒水、涌泥沙部位可采取注浆处理,在变形过大的部位采取双排钢板桩,增加内支撑。

(5)为保证钢板桩的垂直度,用两台经纬仪在两个方向加以控制。打桩前、后要观察板桩的整体垂直度,倾斜严重的板桩要及时调整。

(6)使用完整平直的钢板,在运输、卸桩和堆放的过程中要尽量不使其弯曲变形,否则导致钢板咬合不严,易发生渗水、涌泥涌沙。

(7)打桩过程中,当遇到了不明障碍物、孤石或者板桩倾斜严重时,板桩阻力增加,会把相邻板桩带人,根据具体情况按下列措施处理:①把相邻板桩焊牢在围檩上;②增多型钢连在一起的板桩数;③在连接顶口上涂以黄油等油脂,减少阻力;④防止土沙进入锁接口。

(8)围檩及内支撑的设计强度应适度加大,尤其是在水中临时回填、围堰地段。

(9)回填基坑周边附加荷载严禁超过设计值。

(10)填土密实度不满足设计要求和未填至设计标高时,不得拆除内支撑。

6 结语

拉森钢板桩可多次重复使用,能够降低对空间要求,有效地保护了土地资源,施工简单,不仅绿色环保,而且施工速度快,工期缩短,施工费用低。随着运用经验的积累和工艺的不断完善,该工艺在码头、堤防护岸、挡土墙、防波堤、临时扩岸、建桥围堰、建筑及大型管道铺设临时基坑支护具有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] JGJ 120-99,建筑基坑支护技术规范[S].
- [2] JGJ 79-2002,建筑地基处理技术规范[S].
- [3] GB 50017-2003,钢结构设计规范[S].
- [4] 黄强.深基坑支护结构实用内力计算手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1998.
- [5] 基坑支护结构设计手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2004.

深部探测专项中第一个超过2000 m深的钻探工程完成终孔验收及质量检查

中国地质科学院勘探技术研究所网站消息(2012-04-10) 2012年4月5-6日,深部探测技术与实验研究专项办公室组织专家在安徽省庐江县对中国地质科学院勘探技术研究所承担的“重要异常的钻探验证及金属垂向分布规律研究”项目进行了野外工作质量检查,并对庐枞矿集区刘墩矿区ZK-01钻孔进行了终孔验收。验收会由中国地质科学院矿产资源研究所科技处处长吕庆田主持,两院院士常印佛到会并听取汇报,中国地质科学院副院长、深部探测专项首席科学家董树文致辞,国土资源部国际合作与科技司副处长赵财胜到会并讲话。

董树文副院长首先介绍了深部探测专项管理办法及验收要求细则,要求专家组认真对照项目任务书客观准确地评估项目取得的成果,按照项目管理办法对野外工作完成情况和原始资料的质量进行检查,找出其存在的问题,并提出建议。重要异常的钻探验证及金属垂向分布规律研究项目负责人、勘探所地调科研处副处长谢卫文教授级高工对该项目的进展及成果进行了综合汇报,重点介绍了庐枞矿集区重要异常钻探验证孔的选址、钻探工程组织实施、测井工程实施及地质编录和测试工作等方



面的工作,专家组在认真听取了项目组的汇报,并审阅了项目组提交的原始资料、技术报告及相关报表后,又进一步了解各项技术方法和组织实施情况。随后,专家组赴庐枞矿集区刘墩矿区的ZK-01钻孔进行现场检查和验收,对现场的原始记录、岩心进行了抽查,并对岩心编录与实物进行对照检查。

专家组一致认为该项目组提交的验收材料及技术资料齐全,内容完整,符合验收要求,项目按照设计方案完成了合同规定的进度任务。对项目组的目前工作进展和质量表示满意,高度评价了取得的工程技术及研究成果。

董树文副院长在验收检查活动总结时指出,庐枞矿集区的ZK-01重要异常验证孔终孔深度达到2012.35 m,成为目前深部探测技术与试验研究专项中第一个完成的钻探深度超过2000 m深的钻探孔,现场原始记录规范,取得的技术资料完整可靠,该钻孔最大顶角 $< 7^\circ$,全孔取心率达到了98.3%,出色地完成了深部矿产资源探测的地质研究要求,各项钻探工程技术指标优秀。最后,董树文副院长要求项目组要对完成的钻孔情况进行全面总结,深入开展对已经获取的岩心实物资料和测井数据的研究,继续对深孔岩心钻探装备、钻探工艺方法和测井技术进行完善,增强钻探和测井技术对地学研究的支撑能力,推进深部矿产资源探测技术体系的建立,为今后深部探测工程的实施奠定坚实的装备及技术基础。