

50-61

深基坑开挖降水及钢板桩围护工程

TU473.2

史炳奇

(福建冶金基础工程公司·福州·350001)

王国英

(福建岩土工程勘察研究院·福州·350001)

叙述了瑞闽铝板带厂的深基坑开挖的降水和围护工程,该工程现已完工,并通过验收。开挖深度 8m,面积 3000m²,而且要实现干作业、敞口式施工,这在土层强度很差的马尾地区是首例。为此,将它的各施工技术介绍给同行。

关键词 基坑钢板桩 围护 降水



1 工程概况

拟建的瑞闽铝板带厂位于福州马尾经济开发区的闽江下游北岸的青州滩外侧,属闽江支流马江的一级堆积阶地,地势平坦,后经人工冲填砂处理,成为开阔的工业场地。

瑞闽铝板带厂的压延车间,将安装由西德引进的生产线,其中,重型压机及地下油库基础均设在地下。要将基坑开挖到目前地面之下 8m 深,基坑面积约 3000m²,基坑须要围护的周长 262m(见施工图)。

1.1 土层结构及其力学性质

对场区详细勘察,地面以下 20m 深的范围内土层结构及其工程特性如下:

①人工冲填砂:厚度 0.5~1.1m,松散无胶结,透水性强。

②杂填土:由粘土和砂性土夹有较多的碎块石组成,结构松散,透水性强,局部地段为老的住宅地基,厚度 0.5~1.5m。

③粘土层:可塑状,厚度 0.7~2.2m。

④淤泥:流塑状到软塑状,厚度较大,5~6m,为高压缩性的软土地基。

⑤细砂夹淤泥层:含泥率在 11% 以上的细砂层与淤泥层相互成层,但是以细砂层为主,厚度 4~7.7m。

⑥中砂夹淤泥层:稍密~中密状态,厚度 4m 以上,顶板埋深标高为 11.5~12.0m。

⑦淤泥和中砂互层:饱和状态,淤泥呈流塑~软塑状,水平层理,层面有 1~3mm 的细砂,而中砂层又呈中密状态。

场区 ①~④层为欠固结状态下松软的软弱地基。

1.2 场区水文地质条件

①场区位于闽江北岸,青州滩外侧,离现行河道距离约 200~300m 左右。

②主要含水层

a) 地下浅部的人工填砂和杂填土组成的上层滞水孔含水层,地下水埋深很浅,0.3~0.5m 左右,该层地下水主要接受大气降水的渗入补给,水位季节性变化明显。

b) 第③和第④层粘土和淤泥层为相对的隔水层。

c) 第⑤和⑥层埋深 6.5~30m 厚度较大的细砂,中砂夹淤泥层,透水性和富水性稍好,是场区微承压的孔先涌含水层,地下水补给来源以闽江水的侧向渗入补给为主,具有明显的潮汐影响,而在透水性方面,垂直方向和水平方向有较大的差异,前者弱,后者稍强,透水性尤以砂层为好,该层组成了基坑的侧壁围护和底板,故对基坑开挖过程中的侧壁围护,排水量和降水方案设计,围护工程及其基坑的稳定性影响极大。

1.3 场区建筑环境

基坑周围目前尽管没有什么建筑,但是,这个基坑位于压延车间的中间,而压延车间的桩基础——预制桩(桩深 15~17m)已经施工,一方面要求基坑开挖到地面之下 8m,保证围护系统自身的稳定和基坑施工的安全;另一方面又要保证在基坑开挖和降水过程中,不影响到已经施工好的预制桩产生水平方向和垂直方向的位移。

由上可知,基坑开挖侧壁围护和人工降水对基坑和地下基础设施的顺利施工十分重要,故建设单位和总包单位委托我院承担该项工程的技术设计论证和施工。

在与建设单位和承包单位多次方案对比之后,确定采用钢板桩围护和井点降水的方案。

2 基坑钢板桩围护工程

2.1 设计原则

根据场区土层结构及其物理力学性质以及基坑周围环境及地下基础施工的要求,对基坑周边 262m 长的边界进行全封闭围护,本着经济合理、技术可行、操作简单、安全可靠的原则,为基坑开挖尽量提供方便,实现敞口式全面开挖,故决定采用钢拉锚和临时性短斜撑相结合的围护措施。

2.2 设计参数的选择

①岩上力学参数 勘察过程中,在基坑开挖地段进行了十字板剪切、无侧限抗压强度、基坑回弹测试及取原状样室内土工试验,对其资料综合分析,确定基坑围护设计的主要参数(略)

②主要围护材料 选用从日本进口的Ⅲ号拉森式钢板桩。主要参数:单根定长 12m,有效宽度 0.40m,重量 63kg/m,强度(屈服值) $[\sigma]=240\text{MPa}$,截面模量 $1520\text{cm}^4/\text{m}$ 。

2.3 设计计算

按深埋拉锚板桩考虑了井点降水因素。

①土体自立高度计算(Z_0)

$$Z_0 = \frac{2C}{r} \sqrt{K_p} = 1.73 \quad (\text{m})$$

②钢板桩入土深度

a)坑底下钢板桩上土压力为“零”的点 D 距坑底的距离(Y_0)

$$Y_0 = \frac{P_0}{r(K_p - K_0)} = 3.03 \quad (\text{m})$$

b)锚拉点 B 点和 D 点相对固定的支梁,则等值梁的跨度(L)

$$L = H - h_0 + Y_0 = 9.33 \quad (\text{m})$$

③作用在该等值梁上的总荷载(W)

$$W = 1/2 \times 7.8 \times 64 + 1/2 \times 3.03 \times 64 = 346.56 \quad (\text{kN})$$

④该荷载作用在板桩上引起的最大弯矩(M_{\max})

$$M_{\max} = WL/8 = 425.17 \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

⑤总荷载 W 作用点距坑底的距离(Y_1)

$$Y_1 = 7.8 \times 1/3 = 2.6 \quad (\text{m})$$

⑥反力点 D 处的剪力(B)

$$B = \frac{W(H_T - Y_1)}{H_T + X} = 137.43 \quad (\text{kN})$$

⑦板桩的插入深度(t_0)

$$t_0 = Y_0 + 1.2 \sqrt{\frac{6B}{r(K_p - K_0)}} = 15.04 \quad (\text{m})$$

则钢板桩总长度要求 $7.8 + 15.04 = 22.84$ (m)

⑧拉锚的反力强度

$$R_T = \frac{W(Y_1 - X)}{L} = 209.12 \quad (\text{kN})$$

如按 2.5m 间距设一根拉锚,则每根拉锚承受的极限拉力(安全系数 2)

$$T = 2 \times R_T \times 2.5 = 1045.6 \quad (\text{kN})$$

2.4 稳定性分析

按上述设计结果,开挖 7.8m 深的基坑采用单锚深埋板桩,则钢板桩长要求 23m,入土深度 15.04m,此时板桩的最大弯矩为: $M_{\max} = 425.17 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$,则要求钢板桩截面模量 $W = \frac{M_{\max} \times 0.74 \times 10^5}{[\sigma] \times 10^6 / 10^4} = 1573\text{cm}^3/\text{m}$ 。

而Ⅲ号拉森式钢板桩的截面模量仅为

1520cm³/m,因此,如此设计方案,存在下列5个方面的问题。

①Ⅲ号钢板桩的自身强度不能满足大跨度引起的最大弯距的要求。

②桩长23m以上,不仅造价太高,而且施工难度也大,不易穿过中细砂层达到预定的深度。

③拔桩困难,因为大跨度的板桩变形太大而有害于拔桩。

④锚拉桩强度达不到设计要求:8m长的锚杆桩在地面以下3m即插在淤泥中,粘土层中锚拉桩的抗拔能力远远达不到1182kN,故单锚拉桩自身不稳定。

⑤人工降水深度大于10m,地表会引起压缩变形而下陷,有可能对锚拉杆的安全产生影响。

2.5 设计调整

针对上述分析,要保证钢板桩围护系统的安全,必须对上述设计计算进行必要的调整,为此,建议采用在上述方案的基础上增设斜撑,总方案如图。

①钢板桩的入土深度

$$(K_p - K_a)X^2 - K_a \cdot H_c - K_a H L_2 = 0$$

$$X = 8.18 \quad (\text{m})$$

②钢板桩的桩长

$$L = H + 1.2X = 17.62 \quad (\text{m})$$

3 钢板桩围护系统设计

3.1 围护系统布置

①周边长度262m,采用Ⅲ[#]钢板桩,桩长18m,用量655根,重量745t。

采用扣打的形式,每根桩均要接桩(12m+6m),为了保证钢板桩自身的强度,接桩头不在同一平面上,故只有采取相隔一根上下颠倒的接桩方法。

②采用24[#](b)的槽钢,单根长度8m,在钢板桩外围相隔10m远,按2.5m的间距布置一圈锚拉桩,再使用10[#](b)槽钢作为锚杆连接钢板桩围图和锚拉桩。

③采用24[#](b)槽钢作两道围图,分别布置在地面之下1.5m和5m的地方。

④在基坑内,距钢板桩10m远外,每隔10m打2根拟打的Ⅲ[#]钢板桩作为水平支撑和斜撑的顶承桩,长度6m,打入地面之下2m处。

⑤采用24[#](b)槽钢作角上的斜撑和每道水平支撑上的八字斜撑。

⑥最后在拆除第二道水平顶撑之前,先改换24[#]槽钢作斜撑,顶在基墩上。

具体施工见图。

3.2 主要材料的用量(见表)

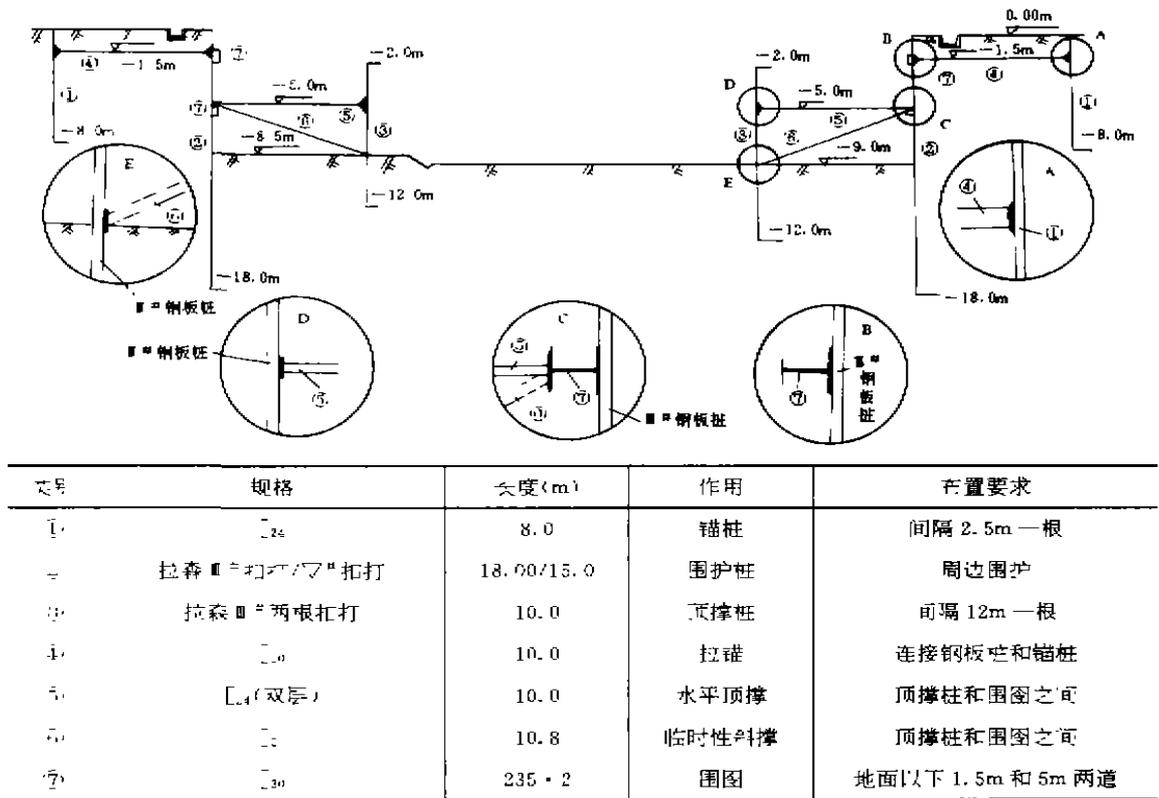
3.3 钢板桩施工设备

围护系统主要材料用量统计表

名称	规格	数量			用途
		长度 m	kg/m	重量 t	
钢板桩	拉森Ⅲ [#]	11790	63	745	围护
	拉森Ⅲ [#]	260	63	16.38	
槽钢	C24(b)	1488	31.39	46.71	顶撑、角撑、平撑、锚桩等
	C10(b)	650	10	0.65	
合计				808.75	

用D245-1型振动式打桩机一台,4.5t锤击式打桩机一台,共2台打桩设备,配备一

台16t国产大吊车,电焊机3台,其主要设备装机容量为150kW。



基坑钢板桩围护施工图

钢板桩施工质量的好坏与基坑开挖的安全稳定有直接的关系,为此,它必须和降水工程施工和土方工程施工密切配合,才能顺利和保质保量的完成。

4 基坑降水工程

根据场区的水文地质条件及基坑开挖、土建施工和基坑围护方案综合分析,采用基坑内外井点集中降水。

4.1 降水要求

为了保证基坑挖到地面以下 7.8m 时,基坑不产生管涌和坑底隆起现象;同时保证基坑基本作业施工,为此:

- ①:在施工期 90 天内 24h 不间断抽水。
- ②:全区水位要求降深到地面以下 7.9m 左右,实现基坑的疏干。

4.2 降水工程的设计

4.2.1 围护桩施工之前首批降水井施工

①:基坑周边布置降水井 间距 10~20m 布井,先排 20m 间距施工等一批降水井,共计 11 个。

②:基坑内部按 10~20m 间距布孔,先施工 27、29 2 个井。

4.2.2 降水试验

①:27、29 两个一次性最大降深的抽水试验,对周围的 11 个首批水井进行水位观测,作出等水位线图,从而综合评价降水效果和为补充设计提出指导性建议。

②:对周围的 6 眼井作一次性最大降深不干扰抽水试验,对其他孔进行观测作出等水位线图。

4.2.3 降水设计

根据降水试验,对平面图上间距为 10m

的其他井点在钢板桩施工的同时进行施工,作为备用井或者在两季水量大时的降水井,以防万一,确保基坑的安全,全区最多施工水井 30 眼,视降水效果可以全部开动或部分开动,具体设计技术要求如下:

①孔径 外径 \varnothing 810mm,下入 \varnothing 300mm 内径的井管,下部 7~15m 加工成过滤管。

②填砾 内外管之间填入 2~4mm 的砾石,一直填到孔口。

③浇井 填砾后用提吊在孔内抽刷洗井,直到水变清为止。

④孔深 坑外孔深 22m,坑内孔深 20m。

⑤降深 水位降深到地面以下 9~10m,保证基坑疏干为止。

⑥过滤管 要求采用条式过滤器,外面包上棕毛后再包上 1200 的尼绒网,要求孔隙率大于 25%。

⑦降水控制 安装感应式水位仪,要求

自动启动,自动停泵,确保稳定的降深和高效节能。

4.2.4 排水设计

要求将降水井抽出的水,通过管道引入基坑周围的排水沟或场地之外,为避免地下水的回流补给,排水沟一定要用 C₂₀ 砼衬砌防渗。

为了保证 24h 不间断的排水降水,现场必须配备一台 60kW 的柴油发电机组,供降水井潜水泵使用。

4.3 降水工程主要材料

① \varnothing 810mm \times 12 套管(护壁)60m, 14.2t;

② \varnothing 300mm \times 10 过滤管 588m,457t;

③ \varnothing 50mm 镀锌管 600m,2.55t;

④ \varnothing 200 \times 8 钢管 60m,2.5t;

⑤QY-25 型水泵,40 台(备用 10 台);

⑥各类电器开关和自动化控制器 30 台套。

Dewatering and Slope-protecting Steel Sheet Piling Engineering in Deep Excavation Pit

Shi Bingqi, Wang Guoying

In this paper the authors described the dewatering and slope-protecting steel sheet piling engineering in a deep excavation pit in Kunming Aluminum Plate Factory, which was completed, checked and accepted. The excavation pit, which was 5 m in depth and 3000 m² in area, was required to be constructed in dry and open condition. It was the first case in Mawei area where the strength of soil is very weak. The construction techniques were introduced respectively.

Key Words: excavation pit, steel sheet pile, slope protecting, dewatering

融科技、商贸和艺术于一炉的

《珠宝科技》杂志

《珠宝科技》是一本综合性期刊,国内外公开发行。该刊以引导产业、开拓市场、指导消费、美化生活为办刊宗旨,读者对象为广大珠宝首饰消费者,爱好者与专业工作者。《珠宝科技》涉及面广,信息量大,内容上突出综合性、普及性、实用性、知识性、趣味性和新颖性,所辟栏目有首饰纵横、市场展望、珠宝市场、珠宝检测、鉴赏估丛、科海拾贝、珠宝探源、珠宝研究、珠宝工艺、史海钩沉、首饰文化、消费指南、环球掠影、经营之道、珠宝界、人物专访、企业天地等。该刊创办于 1989 年,已在国内外珠宝界产生广泛影响。欢迎订阅、赐稿或刊登广告、代理各项业务。

本刊邮发代号为 48-64,读者可通过各地邮局或单位收发室订购,漏订者可直接向本刊办理邮购。

社址:桂林市辅星路 2 号(541004)

Tel : (0773)5813865-2726

FAX : (0773)5813531