

软弱土地基中工程桩偏位的控制

叶建¹,王栋²,杨建辉¹

(1. 浙江科技学院 建筑工程学院,浙江 杭州 310023;2. 浙江伊麦克斯基础工程有限公司,浙江 杭州 310004)

摘 要: 结合温州发电厂三期工程,浅谈在软弱土地基中防止工程桩偏位的控制措施。在软弱土地基区域进行大面积桩施工中,为了防止工程桩偏位而影响工程质量,在沉桩时采用塑料排水板及“植桩法”施工和在土方开挖时以小挖机对一定范围内土方进行分层剥离等方法,对于控制工程桩偏位可达到比较理想的施工效果。

关键词: 工程桩;偏位;塑料排水板;植桩法;土方开挖

中图分类号: TU394

文献标识码: A

文章编号: 1671-8798(2005)02-0109-05

Control measures for pile deviation in weak soil ground project

YE Jian¹, WANG Dong², YANG Jian-hui¹

(1. School of Architecture and Civil Engineering, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, China;
2. Zhejiang Immex Foundation Engineering Co. Ltd, Hangzhou 310004, China)

Abstract: Through the analysis of the third phase project of power plant in Wenzhou, this paper discusses the control measures for prevention of pile deviation in the weak soil ground. When the large area piles construction is carried on in the area of weak soil ground, some methods are adopted to prevent piles from deviation which will influence the project quality, such as using plastic board and “the method of planting pile” while sinking piles, and using small digging machine to divide layers and strip in certain area while excavating the earthwork. These methods can reach more ideal construction results in controlling pile deviation.

Key words: project pile; deviation; plastic board to drain off water; method of planting pile; earthwork excavation

软弱土一般是指抗剪强度低、压缩性较高、渗透性较小的淤泥及淤泥质土,某些冲填土和杂填土以及其他高压缩性土层。工程建设上常把淤泥和淤泥质土简称为软土;把主要受力层由软弱土组成的地基称为软弱土地基^[1]。实践表明,一般地基工程桩的施工质量和偏位比较容易控制,但在软弱土地基中,施工的工程桩常常会出现偏位施工质量问题。即沉

桩时位置无误,且送桩前的中间验收也没有问题,但开挖出来后却发现部分工程桩位置偏位,有时甚至是大面积的偏位。因此,如何防止此质量问题的发生,是工程所关注的。

本文以温州发电厂的三期实际工程为例,分析防止在软弱土地基中工程桩偏位的控制措施及其应用。

收稿日期: 2004-11-18

作者简介: 叶建(1976—),男,浙江杭州人,助理工程师,主要从事土木工程实验教学和结构设计。

1 工程概况

温州发电厂三期工程为扩建工程,工程规模为 2×300 MW 燃煤汽轮发电机组,属国家重点建设项目。本工程位于温州市磐石镇。

1.1 工程地质及工程桩设计基本要求

地基土的土层分布见表 1。

三期主厂房基础及地下结构采用预应力混凝土管桩^[2];AB 型外径 600 mm、壁厚 110 mm、桩长 62~64 m 预应力高强混凝土管桩共计 251 根;AB 型外径 600 mm、壁厚 130 mm、桩长 62~64 m 预应力高强混凝土管桩共计 283 根;AB 型外径 600 mm、壁厚 110 mm/130 mm、桩长 52~56 m 预应力高强混凝土管桩共计 442 根;AB 型外径 550 mm、壁厚 100 mm、桩长 30~41 m 预应力高强混凝土管

桩共计 689 根;A 型外径 400 mm、壁厚 75 mm、桩长 24 m 预应力混凝土管桩共计 92 根。整个工程共计 1 771 根总计长 90 269 m(含桩尖);另外加 2 根钢管桩,共 1773 根。本工程桩基桩顶标高-2.40 m~-6.40 m,±0.000 相当于 85 国家高程 4.55 m。桩端持力层深浅各不相同,具体如表 2 所示。

基坑开挖最浅 3.35 m,最深 7.00 m,平均在 5 m 左右,挖方量 7.5 万 m³,挖土面积 1.9 万 m²。

1.2 周边环境

温州发电厂二三期工程邻近,最近处约为 6 m。东边、北边均为循环水管,而且桩基工程施工期间,东边循环水管正在开挖施工基础,北边已施工回填完毕。南边主烟囱桩基为钻孔桩。施工期为 3~6 月,雨天比较多。二期主厂房桩基为 500×500 预制方桩,三期主厂房桩基为预应力管桩。

表 1 土层分布情况

土层 编号	土层名称	土层描述	物理力学相关参数
0	素填土	层厚 0.8 m	
1	黏土	层厚 1.0~2.1 m	$\omega=36.3\%;d_s=2.72;c=16.3;\phi=26.5^\circ;I_L=0.65;I_p=18.5$
2	淤泥	青灰色,饱和,流塑,该层层厚 20~30 m 不等,在整个场地均有分布	$\omega=44.5\%;d_s=2.70;c=5.6;\phi=4.5^\circ;I_L=1.21;I_p=15.3$
3-1	淤泥质粉土	青灰色,饱和,流塑,层底埋深 46 至 49 m,这其中还夹有粉细砂层	$\omega=44.2\%;d_s=2.74;c=6.3;\phi=10.5^\circ;I_L=1.11;I_p=9.2$
3-2	粉细砂	青灰色,饱和,稍密至中密,在整个场地均有分布,一般层厚约 2~4.6 m	$\omega=30.1\%;d_s=2.71;c=5.2;\phi=28.2^\circ;I_L=1.06;I_p=8.5$
4	粉土	青灰色,灰色,饱和,稍密至中密,该层在整个场地均有分布,一般层厚约 8~13m	$\omega=29.8\%;d_s=2.71;c=7.5;\phi=26.2^\circ;I_L=1.03;I_p=9.1$
5-1	砾(卵)石	色杂,以棕黄色为主,中密至密实,该层分布于 C 轴线柱以南部位,在 A 轴线柱缺失	
6-1	粉质黏土	以灰褐色为主,在顶部同 5-1 层交界处为灰黄色,棕黄色,该层在整个场地均有分布	
6-2	粉质黏土	层顶埋深 50~55 m	$\omega=36.3\%;d_s=2.73;c=22.5;\phi=36.8^\circ;I_L=0.63;I_p=14.3$
6-3	粉质黏土	以灰褐色为主,在顶部同 5-1 层交界处为灰黄色,棕黄色,该层在整个场地均有分布	
7	砾卵石	该层分布于 C 轴线柱以南部位,一般层厚 1.1~5.9 m,是较好的桩基持力层,层顶埋深 60 m 左右	
8	粉质黏土	层顶埋深约 61~66 m	$\omega=36.5\%;d_s=2.74;c=21.3;\phi=35.7^\circ;I_L=0.68;I_p=13.6$

注:ω 含水量;d_s 相对密度;c 黏聚力,N/mm²;φ 内摩擦角;I_L 液性指数;I_p 塑性指数

表 2 各区域桩端持力层

区域	桩规格 \varnothing /mm	桩长/m	桩端持力层
大小汽机房区	550	43	4 层粉土
A 轴线柱至 B 轴间及集控楼	550	42	4 层粉土
锅炉房	600	53	6—2 层粉质黏土
除氧煤仓间区	600	63	8 层粉质黏土

1.3 工程难点

一是地质条件差,地貌单元为第四系河口相冲积海积平原。地层含有较厚的高含水率、饱和流塑淤泥质土层,是最容易造成工程桩偏位的土层;二是桩基数量大、桩位密集平面置换率高、桩长短形式较多、基础底标高差较大、周边环境复杂、工期紧;三是技术要求高,电厂设备基础对地基处理的要求相当高,如锅炉房基础底板的倾斜不超过 1/500,差异沉降不得超过 15 mm。

2 工程桩偏位的主要原因分析

工程中常见的桩偏位有以下几方面原因。

(1)工程地质条件差对桩偏位的影响。

(2)打桩沉桩施工时,施工流水安排不当,施工方案不合理造成桩位偏移。

(3)施工时测量放样出错导致成桩偏位。

(4)挤土原因引起桩偏位。由于桩打入地基时,无论是管桩还是其他类型的桩总是有一部分或全部的土体被挤出桩身的位置,引起桩身附近土体的位移,随着沉桩数的增加其位移量相应迭加,造成已施工的工程桩随土体位移,桩的密度越密,则桩的偏位越大。

(5)在超孔隙水压力的作用下,土体产生位移;软弱饱和的淤泥和淤泥质粉土透水性能差。在沉桩过程中,产生桩身排土和土体位移的同时,土体中形成很高的超孔隙水压力。如果这种迅速增长的超孔隙水压力在基坑开挖前没有及时得到消散,当基坑开挖,一部分土体被挖除,地基土中的应力失去原有的平衡,在超孔隙水压力的作用下,土体产生位移,甚至造成基坑边坡的失稳和基坑底部涌土和土体滑动,由此造成工程桩的偏位甚至断裂。

(6)土方开挖施工影响,发生桩位偏移主要是因侧向土压力增大对土体产生位移造成的。如大型施工机械对土体的扰动,边坡设计不合理,土体开挖过早等。

3 控制工程质量的措施

3.1 沉桩施工方面的措施

(1)在工程桩施工前,主厂房施工区先设立了 15 根监测控制桩如图 1,并每天进行观测结果分析,根据监测结果,适当控制打桩速度及每天的沉桩量,在局部区域采用跳打措施。

(2)在二三期工程近邻间隔中施工一道防护支护幕,它由两道钻孔桩、一道水泥搅拌桩组成,钻孔桩桩长为 20.5 m,水泥搅拌桩桩长为 8.88 m。

(3)强化技术复核及中间验收机制,确保测量放样准确无误。

(4)根据本工程地质含有较厚的高含水率、饱和流塑淤泥质土层的特点,在工程桩施工前,先在施工区域内满堂插设塑料排水板^[3],间距 1.5 m,深 18.2 m,以降低和消散在沉桩过程中迅速增长的土体超孔隙水压力。

(5)在安排沉桩施工流水时,根据桩基平面图和现场情况,并结合以往同类型工程施工经验,采用“先密后疏,自中间向两边,由毗邻建筑物向另一方向;先深后浅,先大后小,先长后短”的沉桩原则,重点保护二期主厂房,采用短流水施打。确定主要施工流水为:南北方向先施工 B 轴桩,后施工 C 轴桩,再施工 D 轴桩,最后施工锅炉区域桩;同时,安排施工 A~B 轴线之间桩(先大小汽机区域桩再施工 A 轴线桩);东西方向电厂六号机组从中间向两边施工,电厂五号机组从二期主厂房邻近处向电厂六号机组方向施工,如图 2 所示。实际施工中,由于后期孔隙水压力还是上升较快,因此,在保证总体施工流水原则不变的前提下,局部调整了施工流水。另外,邻近二期主厂房区受消防水管改道的影响及受管桩供应影响,个别承台调整为最后施工。

(6)对于部分桩位密集、平面置换率高的区域,采用“植桩法”^[4],即“原位预钻孔取土”施工,在要沉桩的位置先钻孔取土,然后再把工程桩沉入,钻孔直径 \varnothing 500 mm,深度为 13 m。这样可以减小土体位移

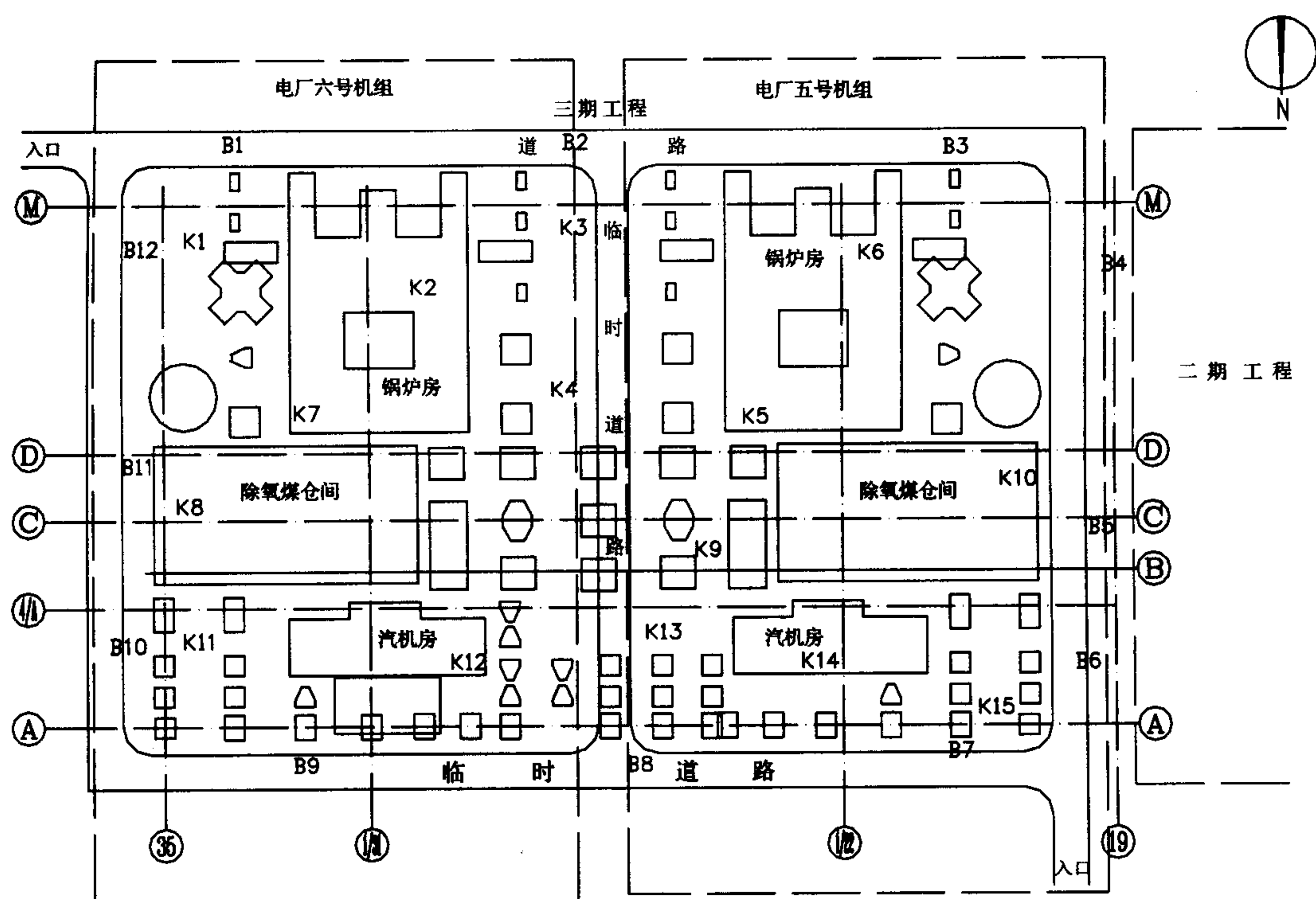


图 1 施工监测点布置图

B 监测点; K 桩顶监测点

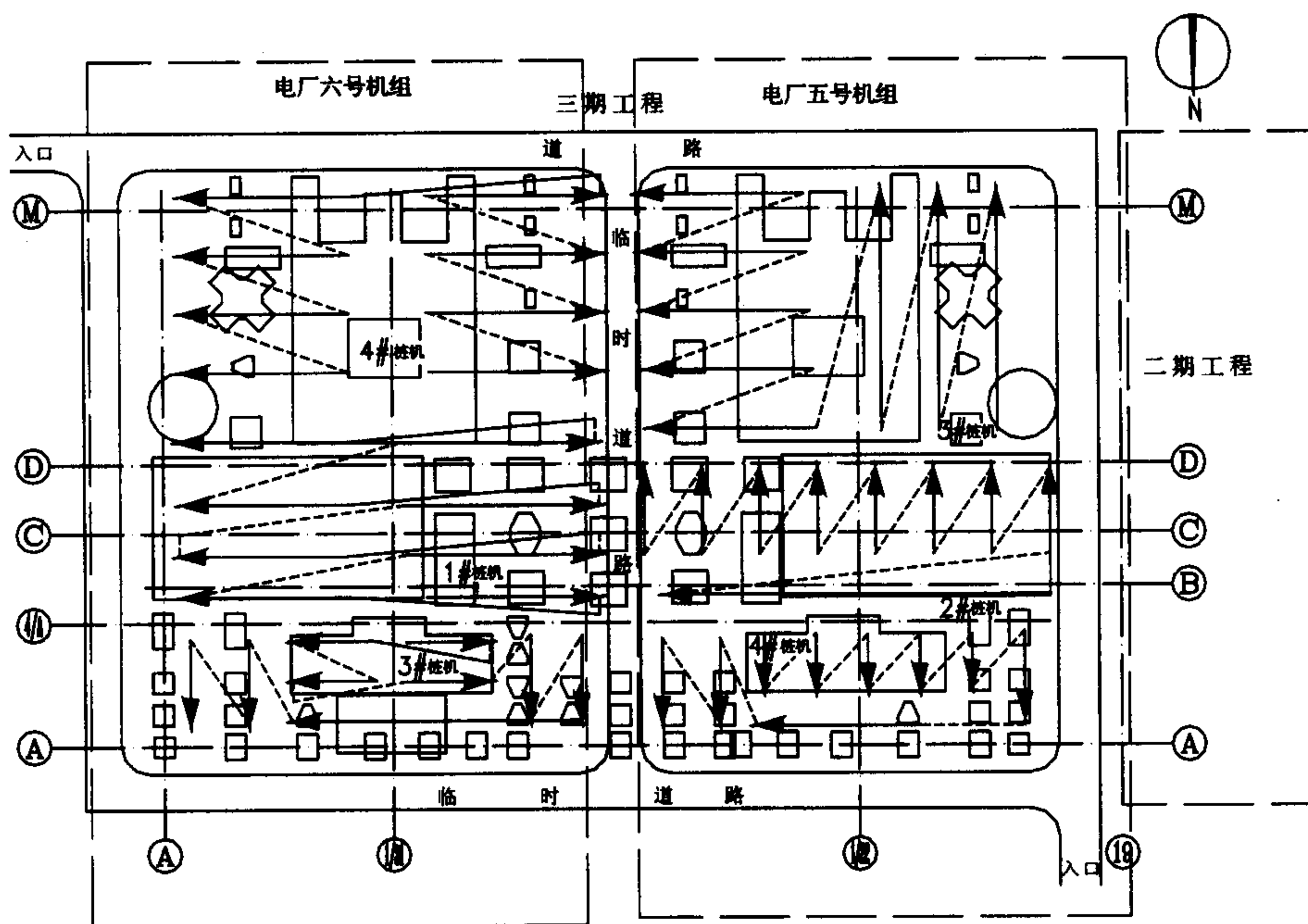


图 2 施工流水布置图

----- 桩机移位; ———— 流水方向

和土体中的孔隙水压力。

3.2 土方开挖方面的措施

(1) 总体上采用机械和人工开挖相结合、分层开挖的方法。

(2) 大汽机基础、阀门坑、凝结水泵坑、机组排水

槽靠 5# 锅炉和集控楼侧、磨煤机基础等深基坑由于开挖较深,出于对保护工程桩及减少对周边基础施工的影响考虑,进行支护开挖,采用水泥搅拌桩进行支护。

(3) 为减小土方开挖对工程桩的影响,特别是基

坑开挖临时边坡处土体侧压力对工程桩的影响,土方采用分层开挖,这样可以防止挖土过快、边坡过陡造成卸载过快而引起土体失稳、塌陷、基坑涌土、桩身偏位等后果。

(4)为减小大型机械对土体扰动所造成的影响,严格控制大型机械的开挖深度为2.5 m,当大挖机退出工作面后,采用PC0.2小挖机对基底1 m以上土方进行分层剥离,然后再采用人工开挖。

(5)对已开挖的工程桩进行实时跟踪监测,并根据监测结果及时调整工程桩的施工顺序。

4 工程施工效果

在采取了以上控制措施后,温州发电厂三期主厂房桩基工程和土方开挖均比原计划提前完成。基坑开挖后,对工程桩进行了验收,结果如下:桩基工程桩位验收1 773根桩,其中桩位平面偏差共3 546个点,标高偏差共1 773个点,依据(GB50202—2002)《建筑地基基础工程施工质量验收规范》对本工程验收,结果表明为:桩位平面偏差项符合规范要求的共计3 511个点,占总点数的99.0%,不符合规范要求的点共计35个点,占总点数的1%;标高偏

差项符合规范要求的点共计1 766个点,占总点数的99.6%;所有超规范工程桩经中国水利水电十二局低应变检测,桩身质量检测结果均为Ⅰ类桩,经设计认可满足要求。

5 结 语

从验收结果可以看出,本工程桩基施工的质量控制措施是成功的。实践证明,在条件允许的前提下,沉桩时采用塑料排水板及“植桩法”施工,土方开挖时则以小挖机对一定范围内土方进行分层剥离,对于软弱土地基中工程桩偏位的控制是可以起到较好效果的。

参考文献:

- [1] 郭锐. 软弱土地基的处理[J]. 山西建筑, 2004, 30(15): 49—50.
- [2] 浙江省建筑设计研究院. 2002浙G22, 先张法预应力混凝土管桩[S]. 杭州: 浙江省标准设计站, 2002.
- [3] 于志强, 化建新, 闫澍旺. 塑料排水板加固软土地基的若干问题[J]. 工程勘察, 2005, (2): 12—14.
- [4] 陆杰峰. 钻孔取土植桩法进行大直径钢筋砼预制桩沉桩施工[J]. 西部探矿工程, 2003, (3): 154—155.

“软基快速筑堤方法与技术”通过省级鉴定

由我校陶松垒教授级高级工程师主持的“软基快速筑堤方法与技术”科研项目,于2005年5月28日在杭州通过省级鉴定。

该项目采用塑料排水板、土工织物和爆破爆炸等手段快速处理地基,采用爆填、爆夯、轻质硬壳堤坝和高效率立体筑堤施工等方法快速构筑坝体,采用原状土管道输送和硬壳堤坝等方法,快速形成闭气土方,发明和研制成功软弱地基快速筑堤方法专用的新型工程机械设备。该项目投入应用以来,工效提高3~5倍,工期缩短40%以上,造价降低35%左右,可靠性和安全性都有大幅度的提高。先后申请专利10多项,发表学术论文66篇。

鉴定委员会认为:软基快速筑堤方法与技术是多学科、多种技术交叉结合的成果,其总体技术处于国际先进水平,在软黏土的远距离管道输送技术、塑料排水板和土工布深水作业技术等方面处于国际领先水平。该成果是软基上建造构筑物方面的一个重大创新,并取得多项专利,形成了自己的知识产权。该成果已在玉环漩门二期工程、上海国际航运中心东海大桥海堤连接段工程等大型工程中应用,取得了明显的社会效益和巨大的经济效益,市场前景广阔。

建筑工程学院