

高架桥基础预应力高强度管桩沉桩技术

郝俊明

(中铁十六局集团有限公司 北京 100018)

摘 要 介绍大直径预应力高强度管桩的沉桩技术,以及沉桩过程中的注意事项和问题处理。

关键词 高架桥 桥基础 管桩沉桩 施工

1 工程概况

预应力高强度管桩(简称 PHC 管桩)因其能够按国家标准大批量工厂制作,桩身强度、质量都能得到保证,具有结构合理、承载力较高、易施工等优点,

收稿日期:2003-03-17


一个时期的施工组织,代表着一个阶段企业的科技水平,随着科技攻关和科技进步,累积到一定的程度会引起施工组织的变化,将科技成果组合起来,经过技术合成,会引发施工组织的创新。在一定模式下的施工组织、工艺流程或工程顺序中,也会发现存在的问题,或需要提高效益,或需要提高质量,或需要减轻劳动强度,或需要进一步确保安全等,由此引出一系列急需解决的技术问题,成为科技攻关课题的源泉。经过科技攻关,形成科技成果,逐个解决了技术问题,推进了技术进步。所以,科技有创新,施工组织才有创新。

4 施工组织的编制

施工组织的编制方法,按工期分有时间正顺序编排法、倒计时编排法、时间分段分配编排法;按工艺流程分,有关键路线法、平行作业法(也称流水作业法)、大工序单作法(如掘进完了衬砌,衬砌完了施作整体道床,……)、循环周期法、技术集成法、多元分解法。

在施工组织编制中,在对技术措施和质量措施的运用上,多数选用先进工法中的成熟的成果,是最可靠的、安全的和易于人们掌握的。但也应该有创

近年来在各种重大基础工程中得到广泛应用。

上海磁悬浮快速列车示范线(起点是上海地铁2号线龙阳路车站南侧,终点是浦东国际机场)全长30 km,整个线路呈“”型,设计时速为430 km,是世界第一条商业运营线。上海磁悬浮采用高架桥作为其结构形式,桥墩基础全部为桩基础,其中除少量为钻孔灌注桩外,大部分是 $\phi 600$ PHC管桩,主线第

新,在单位工程的先进技术的采用上,可预定一到二个新课题或新技术,有待在施工中继续攻关解决,以显示出工程项目的先进性和技术含量,有利于企业在科技进步中不断创新。

5 重视施工组织的研究

编制施工组织,要涉及到工艺流程、技术措施和施工工艺、资源配置,所以,最能发现问题,我们要进行科技攻关选题,必须从研究施工工艺流程开始,寻找需要解决的问题。如DJ K140架桥机,就是科技人员开动脑筋,为做到墩上不移梁,使架梁、移梁不安全因素降低到零,提高可靠性、安全性,减少施工干扰,加快进度的情况下研制成功的。又把吨位从110 t提高到140 t,可以架设带碴的梁,架梁到位后,不必人工上碴而占用时间,减少了干扰,加快了进度。

要重视施工组织的研究,简化工艺流程,保留可靠的技术,去掉不合理的环节,寻找科技攻关的课题,研究其创新的可能性及经济性。施工企业技术中心的开发工作应从研究施工流程和施工组织入手,研究新技术、新材料、新工艺、新设备,加快进度,提高质量,确保安全,减轻劳动强度和取得最大经济效益,为企业的进一步发展服务。

1 标段长 10 km,PHC 管桩数量为 6 233 根,总长 227 520 m,管桩长度 30~60 m。85.44 m 深度范围内的地基土均为第四纪河口~滨海相、滨海~滨海相及滨海~沼泽相沉积层,主要由饱和的黏性土、粉性土及砂性土组成,一般是水平层理。按其成因类型、土层结构的土性特征,可划分为九大层和十三个亚层。因受古河道切割影响,沿线均缺失第 层暗绿色粉质黏土层。下部土层分布变化较大,第 层及第 层分别存在透镜体。

2 PHC 管桩沉桩施工

2.1 沉桩工艺流程(见图 1)

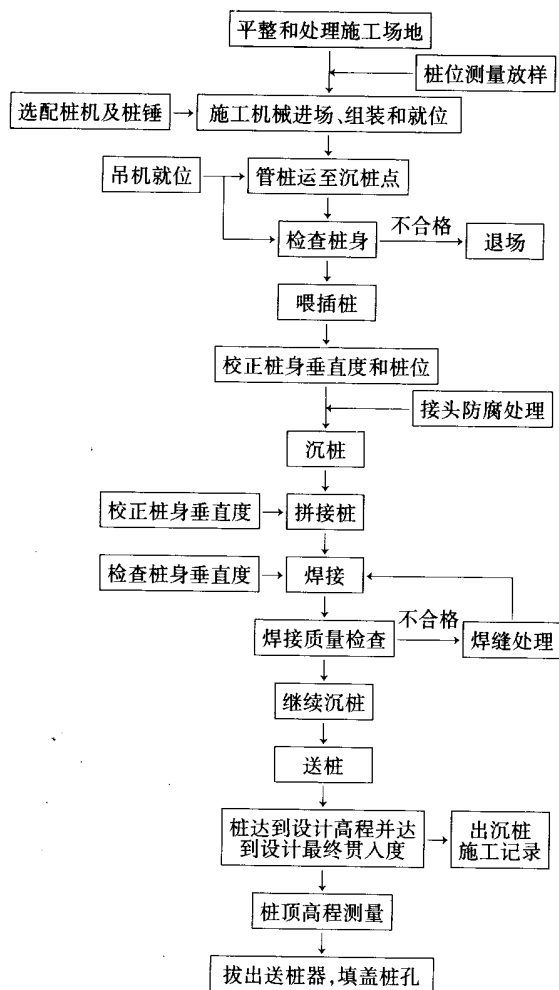


图 1 沉桩施工工艺流程

2.2 沉桩施工要点

- (1) 施工机具(表 1)
- (2) 整理场地

表 1 施工机械设备

序号	名称	规格、型号	数量
1	打桩机	DH558	2 台
		DJ U72A	16 台
2	打桩锤	D62 - 22,D80 - 23	18 个
3	履带式起重机	200 kN	18 辆
4	平板运输车	50 t	18 辆
5	挖掘机	CAT320	6 台
6	经纬仪	J ₆	16 台
7	水准仪	苏 S-2	20 台
8	全站仪	SET2110	10 台
9	电焊机	BX1 - 400F - 2	40 台

清除现场妨碍施工的高空、地面和地下障碍物,确保施工设备的安全作业空间以及避免地下管线遭到破坏。

沉桩施工前用挖掘机将整个作业区的场地整平,以保证桩机作业时的垂直与稳定。作业区的地基承载力要求达到 150 kPa,并铺设路基箱板,以提高地基承载力,满足打桩机的行走要求,避免桩机作业时不均匀沉降而倾斜。

(3) 桩位放样定位

基桩放样用 SET2110 型全站仪按极坐标法根据各墩位的计算资料,由平面控制网测放中心,复核无误后,置镜于墩中心,测放出墩的纵、横轴线,在不受影响的地点埋设轴线控制桩。基桩精度要求: X 方向误差 ± 80 mm、Y 方向误差 ± 80 mm、Z 方向误差 ± 10 mm。然后根据施工图纸内的桩位布置图,按基桩及轴线计算出桩位坐标,用全站仪根据桩位坐标测设各桩桩位。

斜桩的地表面放样轴线位置并非设计桩顶处的轴线位置,根据地表面高程、桩顶埋置深度和桩轴线倾斜率来确定地表面放样桩轴线位置(见图 2),放样轴线偏差不大于 1 cm。斜桩在打入过程中会发生向桩机前方少量位移的情况,施工过程中根据实测值对放线时的桩轴线位置作适当调整,一般向桩机方向调整 10 cm 左右。

(4) PHC 管桩运输

PHC 管桩混凝土强度达到设计强度后方可运输。吊装时采取两点捆绑法,吊点位置距离桩端 0.207 L 处,绳与桩轴线水平夹角大于 45°(见图 3)。装卸时轻吊轻放,保持平稳,保护桩身。

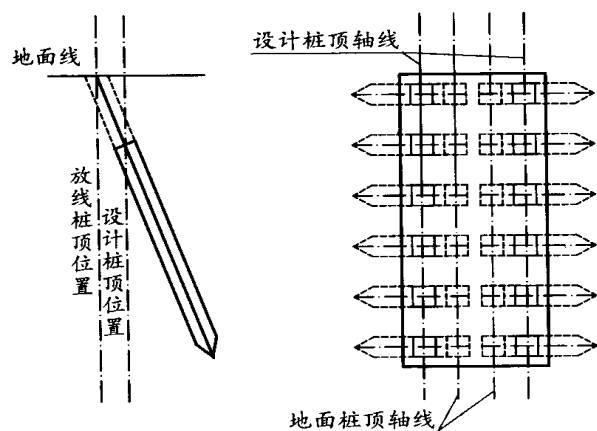


图2 斜桩定位

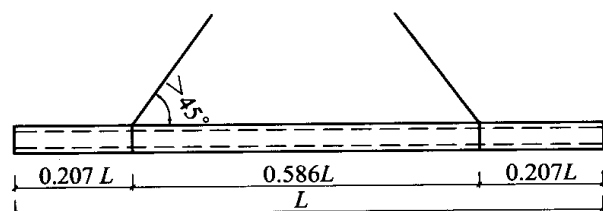


图3 预制桩吊点布置

运输用平板拖车,在车上堆放不超过2层,车厢板上设置枕木垫层,支点位置为距桩端 $0.207L$ 处,并垫楔形塞木,防止滚动。

(5) 沉桩施工

桩机就位

铺设路基板,打桩机移动至路基板上,安装桩架和导向设备,用2台经纬仪对打桩机进行垂直度调整(斜桩要调整好倾斜度),使导向杆垂直或保持相应的倾斜度,并在打桩过程中经常校核检查,随时保持导向杆的垂直度或设计角度。

喂插桩

打桩机就位后,并测量200 kN履带式起重机与桩位的距离,用履带式起重机配合进行喂插桩。履带式起重机将每节管桩用二点法平吊至离桩机导杆6 m范围内,再由桩机副吊绳起吊,吊点在离端头 $0.293L$ 处,另一端头处由起重机辅助起吊,协助将桩头套入桩帽内,以防止桩摆动碰撞。然后放松主副吊绳,将桩帽和桩节徐徐放下,进行插桩对位。插桩时应严格控制桩位与竖桩的垂直度或斜桩的倾斜度,以满足规范要求。

安设垫材

为了确保桩锤、桩头受力均匀,使桩锤冲击力缓

和并均匀地传递至桩顶,桩头与桩帽内必须安装垫层(锤垫和桩垫)。桩帽与桩周围应有5~10 mm的间隙,以便锤击时桩在桩帽内可作微小的自由转动,避免桩身产生超过许可的扭转应力。

本工程选用D62型和D80型桩锤的配套桩帽内都采用了压力箱式锤垫。垫层材料为纸板或麻布裹松木横纹板,压缩量不小于10 mm,桩越长垫层材料的厚度越厚。在锤击沉桩的过程中,当垫层材料被压实或烧焦烧伤时应及时更换,使垫层材料始终保持良好的弹性,避免沉桩施工时产生锤击应力过大而造成桩的开裂和破损。

沉桩

桩基础为多排桩,打桩分先后排进行,完成一排后再打另一排,每排桩由中间向两端进行。

管桩在导向杆上不应钳制过死,更不允许施打时导向杆发生位移或转动,使桩身产生超过许可的拉力或扭矩。在桩机的正前方和侧面成十字方向各架设1台经纬仪,检查桩在正交方向垂直度或倾斜度是否符合设计要求,若符合要求则放松桩锤主吊绳,靠桩锤和桩的自重入土,入土3~4 m再次复核桩位,检查桩锤的中心线与桩的中心线是否一致,桩的垂直度或倾斜度是否符合规定,无误后再继续施打。若桩位偏差超过规定要求时,须拔出此桩并填实桩洞,先打其它桩之后再打此桩。

打斜桩必须确保桩机横向水平,以保证导杆后仰过程中桩轴线不致发生横向偏移。就位时在桩机正前方和侧面成十字方向各架1台经纬仪,桩在两个正交方向均垂直并后仰导杆将桩尖插入土体60 cm后,以桩机上倾斜角指示标记控制仰角,然后再以经纬仪和钢尺校正仰角。特别要指出桩尖插入土体时的中心位置并非放样桩排轴线位置,而必须根据插入深度和倾斜率计算前移或后移距离,以使导杆倾斜对位后桩在土面放样高程处的中心位置与放样桩中心位置一致。

沉桩开始时,桩锤先不供燃料或少供燃料,减少锤击能量,以后视入土深度逐渐加大冲击动能,直至桩的入土深度和贯入度符合设计要求为止。

沉桩要连续施工,中途不得人为停锤,确需停锤时要尽量缩短停锤时间。

接桩

本工程每根桩由3~4节拼接而成,配桩时相邻桩的接头不能处于同一平面,应将接头高程位置错

开不小于 1 m。接桩采用端板焊接法。

焊接前应先确认管节是否合格,端板是否合格,端板坡口上的浮锈及污物应清理干净。若平整度偏差大于 2 mm,应对端面修正处理,上下桩节之间如有间隙应用钢板填实焊牢。

就地接桩宜在下节桩顶露出地面以上至少 1 m 时进行,并要求两节桩的中轴线重合。对位时先在入土桩的两侧钢箍上焊接 75 号定位角钢,然后将上节桩对准,使上下桩节的纵轴线重合。上下桩节的中心偏差不得大于 2 mm。确认桩端板密贴和桩轴线对准后,才能开始焊接。拼接处坡口槽分 3 层对称环缝焊接,第一层用 $\phi 3.2$ mm 电焊条打底,确保根部焊透,第二、三层方可用粗焊条($\phi 4$ mm、 $\phi 5$ mm),焊条型号是 E4303 或 E4316。

正确掌握焊接电流和施焊速度,每层焊接厚度均匀,每层焊缝应清除焊渣后方能再焊次一层,以防出现夹渣或气孔等缺陷,每层焊完收条部位与上下层的收条部位相互错开,坡口槽必须焊满,电焊厚度宜高出坡口 1 mm。焊接完毕经外观质量检查和超声波检测合格后方可继续进行沉桩。

送桩

设计桩顶埋入地面以下时,要用送桩器把桩打入设计高程。送桩器刚度与安全性要满足要求,为了能反复使用,送桩器顶底面要平整,避免与桩锤或桩偏心接触。

送桩时桩锤、送桩器和桩应在同一直线上。桩顶与送桩器之间必须设置与桩帽内桩垫同样的垫层材料,避免造成桩的开裂和破损。送桩器上作打入地面深度的标记,当标记接近地面时用水准仪测量控制。

3 沉桩中几个问题的处理

(1) 桩的入土深度和贯入度都符合设计要求有困难时,沉桩以设计桩尖高程控制为主,当沉桩达到设计高程时最后 500 mm 平均贯入度要求:桩长 < 40 m 为 3 ~ 12 mm/击,桩长 40 ~ 50 m 为 3 ~ 9 mm/击,桩长 > 50 m 为 3 ~ 6 mm/击。

当沉桩未达到设计高程、承台以上桩身较长或最后 500 mm 平均贯入度小于 2 mm/击时,停止沉桩并作以下处理:当承台底面以上桩长大于 1 m 时,应将 1 m 以上桩身用混凝土切割机切除,在桩顶加 2 层 2 100 mm \times 2 100 mm $\phi 14$ @150 钢筋网;当承

台底面以上桩长大于 0.11 ~ 1.0 m 时应将桩身保留,在桩顶加 2 层 2 100 mm \times 2 100 mm $\phi 14$ @150 钢筋网。

当沉桩达到设计高程而每击贯入度大于 30 mm 时,要增加桩长,以达到最后贯入度为准。

当沉桩达到设计高程时,最后 500 mm 平均贯入度在 15 ~ 30 mm/击范围内,可根据具体情况处理,如降低贯入度要求。

(2) 在黏土中沉桩时会引起土体隆起和侧向位移,对邻近的建筑物有影响,可采取以下措施:沿距建筑物 4 ~ 5 m、桩位 7 ~ 8 m 处设一排泄压孔,孔径 25 ~ 30 cm,孔距 2 m,孔深约为桩入土深度的 1/3 ~ 1/4。打桩方向从西向东,从北向南,即先沉靠近建筑物一侧的桩,再沉离建筑物远的桩。沉桩过程中加强监测,沉桩 1 d 不超过 6 根桩。

4 沉桩注意的问题

(1) 做好试桩工作,通过试桩确定合理的施工方法和机具设备,确定桩的入土深度,核实最终贯入度是否符合要求,验证锤击动力公式在该工点的准确程度,确定沉桩桩尖型式和正确的接桩方法,确定施工时停止沉桩的控制标准等。

(2) 锤击时宜重锤轻击。锤重落距低可以延长撞击接触时间,从而降低锤的冲击力,避免损坏桩头,而且比轻锤高速冲击效率高。

(3) 当桩穿过软土层后突然进入硬土层,或穿过硬土层后突然进入软土层,沉桩应力会发生变化,前者会产生大的压应力,后者会产生拉应力,须注意观察,严格操作,防止打坏桩。

(4) 锤击时严格控制桩的垂直度,桩身不垂直除了会使桩顶产生集中应力外,桩身还要受到压弯联合作用,应特别注意。

5 质量控制标准

基桩倾斜度误差控制如下:垂直桩倾斜度 1%,且不得同向倾斜。

斜桩的斜度控制在 8.4 $^{\circ}$ ~ 7 $^{\circ}$ 范围内。

接桩焊接焊缝质量按二级标准进行检验控制,除进行外观检查外,用超声波对 5% 的接缝进行抽检,并根据质量情况调整抽检百分率。

桩身质量采用低应变动测检验,主要检测接头质量,检测数量 100%。

润扬长江公路大桥南汉悬索桥塔墩的设计特色

王立新 周欣 华新

(江苏省交通规划设计院 南京 210005)

摘 要 介绍润扬长江公路大桥南汉悬索桥南、北塔基础和塔身设计特色。南汉悬索桥塔柱采用双向变壁厚方案,更好地符合桥塔的受力特点;塔顶施工期间,采用钢托架取代塔顶牛腿方案,美化桥塔设计;应用纤维网增强混凝土(FRC),提高塔身的抗船撞能力。

关键词 公路桥 悬索桥 塔墩 设计

1 工程概况

润扬长江公路大桥是江苏省“四纵四横四联”的公路主骨架和跨长江通道的重要组成部分,工程全长 23.56 km,由北接线、北汉斜拉桥、世业洲高架桥、南汉悬索桥、南接线 5 个部分组成,按双向 6 车道高速公路标准设计。其中南汉悬索桥为主跨 1 490 m、边跨 470 m 的单孔双铰钢箱梁悬索桥,北汉斜拉桥采用(176 m + 406 m + 176 m)的三跨双塔双索面钢箱梁斜拉桥。建设工期 5 年,于 2000 年 9 月开工,计划 2005 年 10 月建成通车。目前南汉悬索桥塔墩施工已完成。

本文就南汉悬索桥南、北塔基础和塔身设计特色作一介绍。

2 塔位选择

悬索桥塔墩位置的选择,不仅是基础设计问题,也是桥梁总体设计的一项重要内容,应根据桥址区的地形、地貌、河势、水文、地质以及航运等条件综合考虑,尽量降低对河势和防洪的影响,避开不良地质

地段,少设深水基础,并有利于通航、减小船舶撞击影响和方便施工。

润扬长江公路大桥位于长江镇扬河段世业洲汉道尾端,桥址江段被世业洲分隔成南北两汉,其中南汉为长江的主流,主要通行海轮和船队,北汉是支流。世业洲长约 13 km,呈东西走向,桥位南汉处为微弯河段,深泓偏南岸,为不对称的偏 V 字形河道,南岸微冲,北岸微淤;北汉桥位处为顺直河段,两岸呈微冲。桥位处南北汉两岸均有人工大堤,南汉南岸有两道大堤,江边大堤堤顶高程 8.05 m,岸上达标大堤顶高程 9.3 m,北岸及世业洲上大堤堤顶高程 9.3 m。南、北汉常水位水面宽度分别为 1 530 m 和 705 m。设计最高通航水位 7.34 m,设计最低通航水位 - 0.43 m。

根据河势报告和水利部门的意见,结合桥位处的自然条件,经过技术经济比较,南汉主桥确定采用一跨过江主跨 1 490 m、边跨 470 m 的悬索桥方案。南塔位于镇江侧岸上,介于江边大堤与达标大堤之间,距江边 100 m,距江边大堤 68 m;北塔位于世业洲南侧浅水区,距江边大堤 215 m,对河势及航运基本没有影响,船舶撞击力小。

6 结束语

我们选用合理的机具设备,实施科学的施工工艺,优质快速地完成了 6 000 多根 PHC 管桩的施工任务,质量检测均满足设计要求,低应变检测结果为

类桩,通过单桩竖向静载荷试验及单桩水平静荷载试验得到的结论是:PHC 管桩的单桩竖向承载力大于 1 600 kN(设计承载力),单桩水平承载力大于 112 kN(设计承载力)。

RAILWAY CONSTRUCTION TECHNOLOGY

No. 1, 2004

Abstracts and Keywords

The development of rail transportation and the application of high technology

Qian Qingquan, He Zhengyou

Abstract Many developed countries in the world have adopted high technology to rebuild and improve the rail transportation industry actively. It has increased the security and automation degree of rail transportation greatly. Since "the ninth five-year plan", the velocity and quality of rail transportation infrastructure construction are improved quickly by applying high technology in China. However, there still have much difference between China and the developed countries in the development of rail transportation. This paper systematically researches the application of high technology in rail transportation such as railway, metro, light railway, railway nearby suburb, maglev railway etc. and also researches the development road to high technology industrialization in transportation field, on the basis of viewing the current development condition and the trend of rail transportation in the world and analyzing the development status and trend of rail transportation in our country.

Keywords rail transportation, high technology, industrialization, application

Sinking technology for prestressed high strength tubular pile for viaduct foundation

Hao Junming

Abstract An introduction is given to sinking technology for large diameter prestressed high strength tubular pile, and issues for consideration during sinking and treatment of problems encountered.

Keywords viaduct, bridge foundation, sinking of tubular pile, construction

Design of the pylon for Zhenjiang-Yangzhou Yangtze River Highway Bridge

Wang Lixin, Zhou Xin, Hua Xin

Abstract An introduction is given to design characteristics of pylon foundation and pylon body of the south tributary suspension bridge. Two-way variable thickness design was adopted for the pylon shaft for better force bearing performance. During construction of pylon top, steel bracket was used instead of corbel on the top for better appearance. Fiber reinforced concrete (FRC) was used to improve the collision-resistant capacity.

Keywords highway bridge, suspension bridge, pylon, design

Construction and quality control of bored pile for Hong Kong West Railway

Hao Guilin, Wang Xiaoshan, Mo Xuntao, Zhu Nanhai

Abstract A detailed description is given of the construction pro-

cess of cast-in-situ bored pile, points for consideration during construction, and quality test and control methods. An analysis was made of types and causes for pile defects and corresponding control measures.

Keywords Hong Kong West Railway, cast-in-situ bored pile, construction, test

Construction technology of floating slab track for Hong Kong West Railway

Hao Guilin, Zheng Zhong, Yu Hongzhong, Mo Xuntao, Yan Guorui

Abstract An introduction is given to noise abatement system for Hong Kong West Railway Line and the Locomotives, and also the structure of floating slab track, its construction technology, and key technical points for construction, etc.

Keywords Hong Kong West Railway, track, floating slab track, construction

Jet flow gallery ventilation technology for Bantao Tunnel

Wen Dezhi, Meng Qingming

Abstract An introduction is given to jet flow gallery ventilation technology and its application to Bantao Tunnel. This technology is a breakthrough compared with conventional gallery ventilation technology.

Keywords railway tunnel, jet flow gallery ventilation, construction

Soil nail wall technology for soft soil slope supporting in Nanjing Metro

Huang Qinghua, Ye Zusheng, Du Min, Gong Hongxiang

Abstract Soil Nail supporting technology has been widely used in underground works in China. However, it is rarely used in soft soil foundation pit over 9m deep. An introduction is given to soil nailing in silty clay and treatment measures in case of emergency, and advantages and disadvantages of this technology.

Keywords metro station, soft soil side slope, composite soil nail wall, construction

Measures for controlling cracks on surface of mass concrete

Zhao Ru, Zhang Wenxue, Zhao Man

Abstract An analysis was made of causes for temperature cracks on surface of mass concrete, and effective countermeasures were raised to prevent those cracks from occurring.

Keywords mass concrete, crack prevention, construction