

# Application of Impact Drilling Pile in the Foundation Engineering of the New Factory Building Project of Hunan Heng'an Paper Industry Co., Ltd.

Haiyang Wang

China Light Industry International Engineering Co., Ltd., Beijing, 100026, China

## Abstract

This paper takes the foundation engineering of the new factory building project of Hunan Heng'an Paper Industry Co., Ltd. as the practical background. Considering the characteristics of the small construction site, complex geology and variable hydrological conditions, it systematically elaborates the technical key points of the entire process of impact drilling pile construction, including construction preparation, core process implementation and quality common problems prevention. It focuses on the construction techniques of key links such as measurement and layout, slurry preparation, hole formation, cleaning of the hole, production and installation of the steel cage and concrete pouring. It summarizes targeted quality control measures, providing practical reference for similar engineering construction.

## Keywords

impact drilling pile; industrial factory; foundation construction; quality control

## 冲钻孔灌注桩在湖南恒安纸业有限公司新建厂房项目桩基工程中的应用

汪海洋

中国中轻国际工程有限公司, 中国·北京 100026

## 摘要

本文以湖南恒安纸业有限公司新建厂房项目桩基工程为实践背景, 结合工程场地狭小、地质复杂、水文条件多变的特点, 系统阐述冲钻孔灌注桩从施工准备、核心工序实施到质量通病防治的全流程技术要点, 重点阐述测量放样、泥浆制备、成孔、清孔、钢筋笼制作安装及混凝土灌注等关键环节的施工工艺, 总结针对性质量控制措施, 为同类工程施工提供实操参考。

## 关键词

冲钻孔灌注桩; 工业厂房; 桩基施工; 质量控制

## 1 工程概况

### 1.1 工程基本特征

本工程为湖南恒安纸业有限公司新建厂房项目, 位于原厂内主厂房北侧, 场地极为狭小, 主厂房轴线长 141.0m、宽 41.0m, 北侧临近山体约 30m, 东西两侧距原厂区围墙分别为 0~13m、8~15m。工程共设计 86 根冲孔灌注桩, 桩端持力层为③中风化花岗岩, 桩型分为 ZKZ-800、ZKZ-1000、ZKZ-1400 三类, 对应单桩竖向承载力特征值分别为 4200KN、6500KN、13000KN。

### 1.2 设计参数与技术要求

桩身混凝土强度等级为 C35, 纵筋及加劲箍采用 HRB400 钢筋, 螺旋箍筋采用 HPB300 钢筋, 钢筋笼成型长度 7~14m, 钢筋保护层厚度 50mm。施工精度要求: 桩径偏差  $\leq 50\text{mm}$ , 垂直度偏差  $\leq 1\%$ ; 桩位偏差按桩径区分,  $D \leq 1000\text{mm}$  时为  $D/6$  且不大于 100mm,  $D > 1000\text{mm}$  时为  $100\text{mm} + 0.01H$ ; 桩底沉渣厚度  $\leq 50\text{mm}$ , 混凝土灌注充盈系数  $\geq 1.10$ , 灌注标高高于设计桩顶标高 1m。

## 2 施工准备

### 2.1 技术准备

专业队伍进场后, 首先完成施工图纸会审, 核对桩位坐标、桩长、持力层要求等核心参数, 结合场地狭小特点优化施工方案; 编制详细作业指导书, 明确各工序技术要点与质量标准; 完成安全技术交底, 确保操作人员掌握工艺要求;

【作者简介】汪海洋 (1999-), 男, 中国山东济宁人, 本科, 助理工程师, 从事建筑施工技术与安全管理; 桩基工程施工、超高脚手架结构安全控制研究。

划分检验批,提前报审质量验收资料;复核永久控制点,采用极坐标法加密引测4个控制点。

## 2.2 现场准备

场地与道路:拆除地表障碍物,改迁地下管网,厂外修建临时通道,厂内保留部分原有道路供施工使用,确保钻机及运输车辆通行。

施工用水:铺设专用输水管道,利用场地丰富的地下水作为水源,满足钻孔、泥浆制备等用水需求。

施工用电:配置2根185mm<sup>2</sup>和1根150mm<sup>2</sup>主电缆线,连接业主提供的2个600A和1个400A开关,保障9台钻机同时作业(总功率约900千瓦);增设二三级配电盘,满足钢筋加工、降排水及照明需求。

运输设备:配置ZL50装载机负责钢筋等材料水平运输,25t吊车承担钢筋笼垂直吊装,1台DX235反铲挖掘机配合钻机就位、护筒安装及泥浆池开挖。

## 2.3 材料与设备准备

材料方面:钢筋、钢板等进场后分类码放并设标识牌,按规范进行外观检查与复试,合格后方可使用;商品混凝土明确C35混凝土配合比与坍落度要求(110~170mm);护筒采用3mm厚钢板卷制,导管选用Φ250无缝钢管,进场前检查密封性与尺寸精度。

设备方面:配备10台GJD-1500型冲孔钻机,每台钻机配备2名操作人员;配置泥浆泵、钢筋切断机、弯曲机、调直机、电弧焊机及设备;校准全站仪、水准仪、泥浆比重计、粘度计等计量器具。

## 2.4 人员配置

组建专业施工班组,明确岗位职责:钻机操作手18名;钢筋工12名;电焊工2名;测量工2名;机械修理工1名;瓦工5名及普工20名。特殊工种人员持证上岗,岗前完成体检与安全培训。

# 3 核心施工工艺与技术措施

## 3.1 测量放样与定位

测量员按设计图纸放样,使用木桩或短钢筋埋设桩位标记,木桩顶钉钉、短钢筋描红漆标注±0.00标高基准,并用水泥砂浆固定;当班技术员复核后报专业质检员验收;最后由监理工程师采用全站仪复测,确认桩位偏差符合要求后方可施工。

## 3.2 超前钻施工

因地质复杂、强中风化岩层面起伏大,每柱基先进行超前钻,钻进深度至-6.0m。若入岩深度小于5m,立即暂停施工,将数据反馈设计单位修改基础形式;入岩深度大于5m时,按原设计进行冲孔灌注桩施工,确保桩端持力层满足承载力要求。

## 3.3 护筒埋设

护筒内径1000~1600mm,高度1000mm,顶部开设溢

浆口并高出地面200mm。埋深800mm,护筒中心与桩位中心偏差≤50mm;遇砾层或岩石块体时,用破碎机破除后再埋设。护筒周围用原土对称填实密封,检查中心木桩至护筒周围半径一致性,确保垂直度偏差≤1%D,防止漏浆与偏斜。

## 3.4 泥浆制备与循环

本工程原土无法满足护壁要求,采用外购高塑性粘土或膨润土造浆:在泥浆池中投入粘土,抽取地下水搅拌,控制钻进时泥浆比重1.3,清孔后降至1.2,粘度18~22S,含砂率≤8%,胶体率≥90%。

优化泥浆循环系统:每台钻机配置1个9m<sup>3</sup>循环池,场地设置2个沉淀池,采用Φ100PVC管连接循环池与沉淀池,做好防渗防漏处理,防止泥浆外溢污染环境。

现场检测采用专用器具:比重计测定泥浆比重,粘度计测量流出时间,含砂率测定仪检测砂粒含量,同时用手触法检查泥浆颗粒,确保无2~3mm颗粒。

## 3.5 成孔施工

钻机就位后对准护筒中心,偏差≤±20mm,采用低锤密击(冲程0.9~1.1m)至护筒下3~4m,再加大冲程(1.5~2.0m)转入正常冲击,冲击频率控制在40~48次/min,钻头重量按孔径每100mm取100~140kg。

按地层调整施工参数:砂土及砂卵石层采用1.3~1.5m冲程,抛填粘土块防坍孔;风化岩层采用1~4m冲程,岩层表面不平处抛入20~30cm厚块石找平,低锤快击形成平台后再正常冲击。每冲击1~2m排渣一次,采用抽渣筒法抽出孔内残渣,同时及时补浆,保持孔内水位高于护筒底口0.5m、高于地下水位1m以上。

成孔过程中每1~2m检查垂直度,发现偏斜立即停钻纠偏,变层处采用低锤轻击、间断冲击穿过。成孔后用3Kg测锤的标定钢丝测绳测量孔深,每桩测量5处,按最小值判定孔深;用Φ14螺纹钢焊制的圆环检具检查孔径与垂直度,圆环能靠自重顺利下至孔底即为合格。

## 3.6 清孔处理

第一次清孔在成孔至设计深度后,钻头慢速空转不进尺,循环换浆,初始泥浆比重1.45,随沉渣减少逐步降低,确保终孔深度达标;第二次清孔在钢筋笼安装后、导管下放前,利用导管输送循环泥浆,控制孔底泥浆含砂率≤8%、粘度≤28S、比重<1.25,沉渣厚度≤50mm。

## 3.7 钢筋笼制作与安装

钢筋笼在临时加工场集中制作,钢筋下料严格按设计图纸及规范要求,主筋焊接采用单面搭接焊,长度≥10d,焊缝宽度≥0.7d、厚度≥0.3d,同一连接区段内接头数量≤主筋总数50%,接头错开距离≥35d,加密区箍筋在接头区段按100mm加密,制作完成后下垫方木防潮防锈。

吊装采用吊车、自制扁担、钢丝绳及U型扣配合,装卸车时平吊放置于凹槽型枕木上,防止变形;下孔时先通过长钢丝绳使钢筋笼一端离地,逐步转换为短钢丝绳受力竖

直,移至孔口对中后缓慢下放,避免撞击孔壁。下放至设计标高后,用 $\Phi 12$ 吊筋固定于桩机平台,复核顶标高,吊装完成后立即进行第二次清孔。

### 3.8 混凝土灌注

混凝土灌注导管下至孔底后上提300~400mm。首批混凝土量确保导管埋入深度1.0~1.5m,提起储料斗塞子后连续灌注,不得中断。

灌注过程中经常测量混凝土面上升高度,控制导管埋深2~6m,严禁提出混凝土面;采用导管上下穿插方式振捣,保证桩身密实。混凝土灌注标高高于设计桩顶800~1000mm,确保桩头质量。每根桩留置1组C35混凝土标养试块,按规范养护检测。

针对特殊情况采取应急措施:堵管时检查导管破损与埋深,清理管内混凝土后重新灌注;钢筋笼上浮时降低灌注速度,提升导管至钢筋笼底部2m以上,加固吊筋固定。

## 4 施工质量控制与通病防治

### 4.1 质量控制体系

班组完成每道工序后自检,形成记录;专业质检员复核,重点检查桩径、垂直度、沉渣厚度、钢筋笼尺寸等关键指标;验收合格后报监理工程师检查,签署意见后方可进入下道工序;关键工序如混凝土灌注实行全过程旁站监督,做好施工记录,确保质量可追溯。

### 4.2 常见质量通病防治

桩位偏差:加强控制点复核与桩位放样复测,钻机就位前校准底座水平,避免就位不准;偏差超标时重新放样。

孔壁坍塌:提高泥浆比重与胶体率,保持孔内水位稳定;流塑淤泥层放慢钻进速度,避免进尺过快;坍塌后探明位置,回填砂粘土混合物至坍塌层上1~2m,沉积密实后重新冲孔。

沉渣厚度超标:优化清孔工艺,延长循环时间,采用抽渣筒辅助清渣;钢筋笼下放避免碰撞孔壁;成孔后及时灌注混凝土,间隔时间超过2小时重新清孔。

钢筋笼上浮与变形:控制混凝土灌注速度,钢筋笼底部1m处放慢灌注节奏;吊筋固定牢固,吊装采用四点吊法,制作时增设加强筋;上浮后及时调整导管埋深,变形钢筋笼矫正合格后方可使用。

堵管与断桩:导管进场前严格检查,灌注前做打压试验;混凝土坍落度控制在规范范围,避免离析;堵管时及时清理或更换导管,确保处理在混凝土初凝前完成;断桩发生后,根据情况重新钻孔或采取接桩措施。

### 4.3 计量与检测控制

计量器具定期校验:全站仪、水准仪,钢卷尺、塌落度筒等按要求检查,建立台账确保在有效期内使用。

试验检测按规范执行:钢筋原材及焊接接头复试、混凝土试块强度检测、桩身完整性低应变检测(不少于总桩数30%且 $\geq 20$ 根)、单桩竖向抗压静载试验(不少于总桩数1%且 $\geq 3$ 根),检测合格后方可验收。

## 5 安全与环保措施

### 5.1 安全管理

危险源管控:针对施工用电、机械作业、动火作业、起重吊装等重大危险源,落实专项控制措施:用电采用TN-S系统,实行“一机一闸一漏一箱”,电缆架空敷设,避免绝缘破损;机械设备配备齐全安全保险装置,操作人员持证上岗,严禁带病运行;动火作业办理动火证,配备灭火器材,设专人监火;起重吊装严格遵守“十不吊”,设专人指挥,划定警戒区域。

安全防护:进入现场人员穿戴工作服、安全帽、安全鞋,特殊作业配备绝缘手套、绝缘胶靴;泥浆池、沉淀池周围设置 $\phi 48$ 钢管防护栏,内衬安全立网,刷红白警示漆,夜间开启红灯警示;定期召开安全例会与班前会,开展安全培训与应急演练。

### 5.2 环境保护

泥浆处理:施工产生的废泥浆用专用泥浆车外运至指定场地处理,严禁随意排放;泥浆池、沉淀池废弃后及时回填平整。

扬尘控制:干燥天气对运输道路定时洒水,材料堆放规范,避免扬尘污染。

噪声控制:合理安排施工时间,除混凝土灌注外禁止夜间施工;机械定期维护保养,降低运行噪声。

固体废物处理:钢筋加工废料、生活垃圾分类堆放,及时清运;空油漆桶等危险废弃物集中回收,交由专业部门处理。

## 6 结语

项目施工专业队伍通过完善施工准备、优化核心工艺、强化质量控制、落实安全环保措施,成功完成86根冲钻孔灌注桩施工,经检测桩身完整性I类桩占比95.3%,II类桩占比4.7%,单桩竖向承载力均满足设计要求,施工质量与进度均达到合同目标。

实践证明,冲钻孔灌注桩施工中,测量放样、泥浆护壁、成孔清孔、钢筋笼制作安装及混凝土灌注是质量控制的核心环节。针对不同地质与场地条件优化施工参数,加强全过程动态管控,能有效防范质量通病,保障工程质量安全。本工程的施工技术与管理经验,可为同类桩基工程提供有益参考。

### 参考文献

- [1] 黄生根,熊传祥,周火明.复杂地质条件下冲孔灌注桩施工技术与质量控制[J].岩石力学与工程学报,2010,29(S2):3964-3970.
- [2] 刘俊伟,王鹏,李洋.沿海地区垃圾发电厂冲孔灌注桩施工关键技术[J].施工技术,2018,47(15):89-92+96.
- [3] 张宏胜,李秋义,姜福香.灌注桩施工中常见质量问题及防治措施[J].建筑科学,2012,28(08):69-72+87.