

“劲扩桩”技术推介



中国建筑科学研究院有限公司

China Academy of Building Research

地基基础研究所

Institute of Foundation Engineering



建研地基基础工程有限责任公司

CABR FOUNDATION ENGINEERING CO.,LTD.

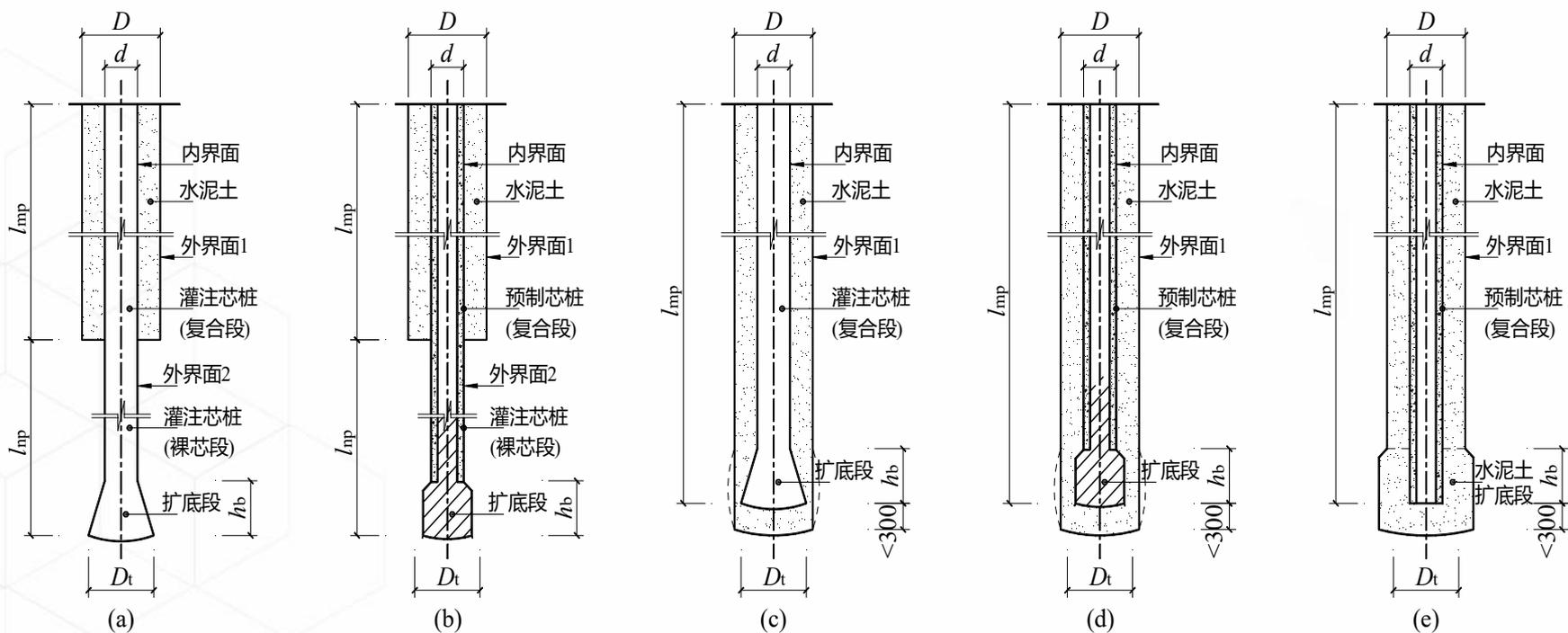
2024年6月

目 录

- 一、概述
 - 二、专利
 - 三、推广桩型
 - 四、施工设备
 - 五、施工视频
 - 六、试验
 - 七、勘察参数及勘察报告实例
 - 八、承载力计算及设计图纸实例
 - 九、“复合桩云”全过程智能施工管理系统
-

概述

劲扩复合桩（简称劲扩桩）是由水泥土桩和刚性芯桩同心组合而成的一种桩型。扩体可采用芯桩扩底、扩径，也可采用水泥土扩底、扩径。



长芯劲扩桩

等芯劲扩桩

常用桩型

专利



劲扩桩涉及的主要专利：

(1) (复合桩及其施工方法)

专利号： ZL201210229106.X；

(2) (非取土复合扩底桩的施工方法)

专利号： ZL 201010130246.2。

专利权人：江苏劲桩岩土科技有限公司

推广桩型

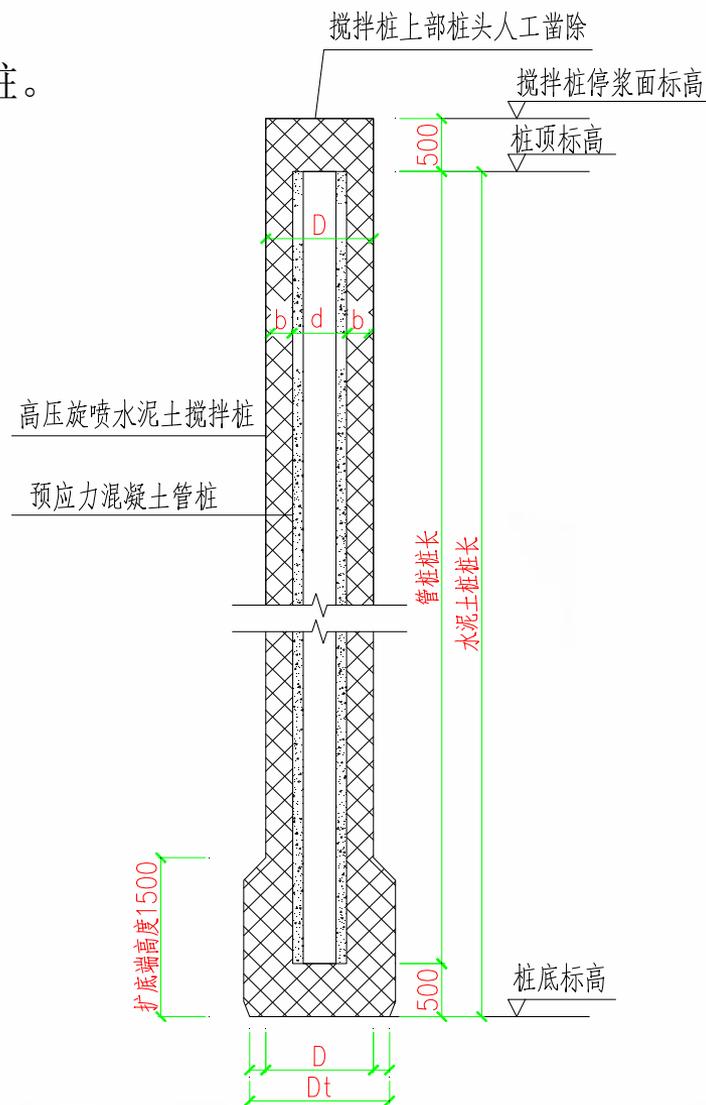
山东地区推广的主要桩型为：（e）等芯劲扩桩。

该桩型采用智能劲性搅拌桩机进行扩底搅拌桩施工。非扩底段水泥掺量一般为被加固土质量的15~18%；水泥石抗压强度1.0~1.5MPa；扩底段加大水泥掺量（不低于被加固土质量的30%），水泥石抗压强度不低于3.0MPa。

在水泥土桩施工结束6h内完成压入管桩等芯桩。

该桩型优点：

- 1) 施工速度快；
- 2) 施工质量稳定可靠；
- 3) 便于智能监控。



（e）等芯劲扩桩

施工设备

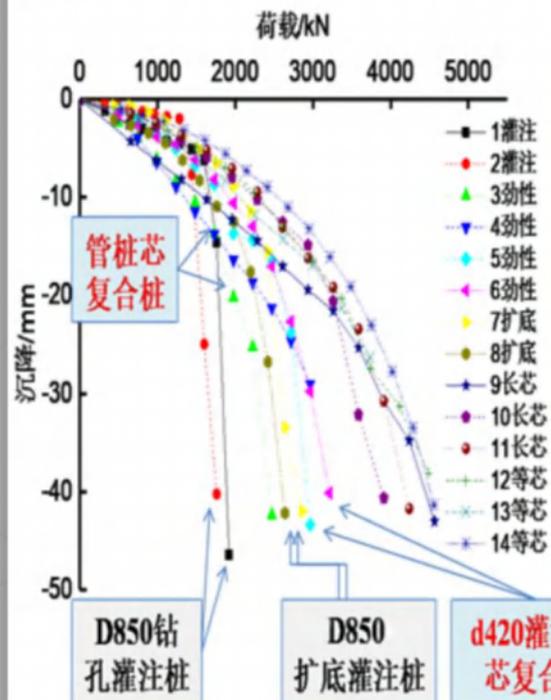


施工视频



试验

单桩竖向抗压承载力



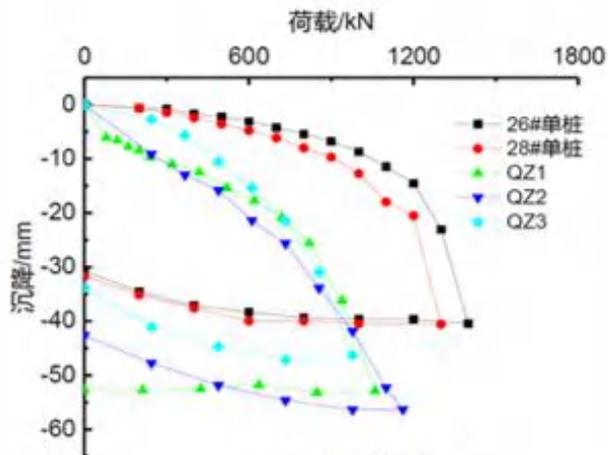
劲扩桩水泥土搅拌桩直径均为850

桩的类型	桩的特征	平均承载力 kN	比值
灌注桩	D850钻孔灌注桩	1680	1.00
	D850扩底灌注桩	2530	1.51
劲性桩	管桩芯	2860	1.70
	灌注桩芯	2840	1.69
劲扩桩	长芯劲扩桩	3810	2.27
	等芯劲扩桩	3910	2.33

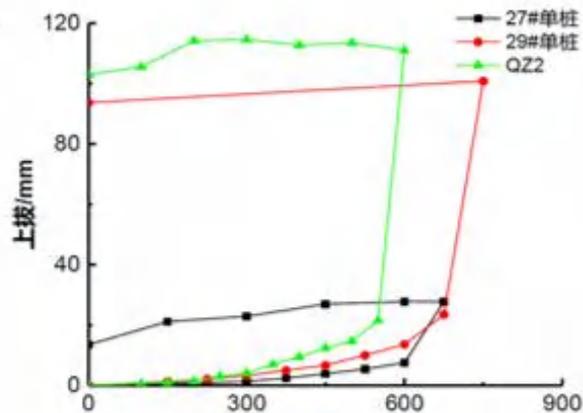


试验

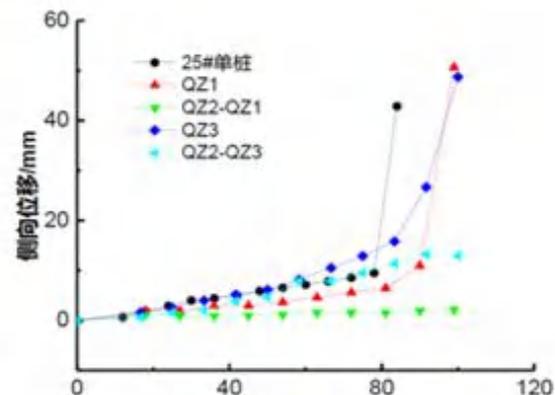
单桩及群桩承载力



竖向抗压



竖向抗拔



水平承载力

群桩中基桩平均承载力与单桩承载力

- 1、竖向抗压有群桩效应;
- 2、竖向抗拔群桩与单桩差别较小;
- 3、水平力群桩与单桩比大幅提高。



勘察参数

初步设计时，桩周土的极限侧阻力标准值 q_{sk} 和极限端阻力标准值 q_{pk} 可按岩土工程勘察报告提供的预制桩参数取值。

国内试验及工程检测资料表明，劲扩桩总侧阻力与同直径混凝土桩总侧阻力的实测值比为1.56~1.91,平均值为1.80,与按预制桩参数估算的总侧阻力比为1.88~2.13,平均值为2.03。工程设计中极限侧阻力调整系数通常取 1.8 ± 0.2 。

勘察报告实例

盐城蓝水新能源-办公楼、综合楼岩土工程勘察报告

工程编号: HXYC2023-G001-1

	V _{se} (m/s)		V _{se} (m/s)
J3	134.4	J9	136.2

根据测试结果, 拟建场地等效剪切波速 V_{se} 最小值为 134.4m/s。

根据江苏省 1: 50000 区域地质调查报告, 场地覆盖层厚度大于 120m, 按《建筑与市政工程抗震通用规范》(GB 55002-2021) 第 3.1.3 条判定, 该建筑场地类别为 IV 类, 拟建场地设计地震分组为第二组, 因场地等效剪切波速值位于 III~IV 类场地分界线附近 (150±15%), 根据《建筑与市政工程抗震通用规范》(GB55002-2021) 第 3.1.3 条、4.2.2 条, 场地设计特征周期应在 0.55~0.75s 之间按插值法取值, 建议取 0.72s。

拟建场地地表下分布有软弱土, 根据《建筑与市政工程抗震通用规范》(GB 55002-2021) 第 3.1.2 条, 拟建场地属对建筑抗震不利地段。

5.4 场地与地基的稳定性和适宜性评价

拟建场地处于地震活动相对稳定区域, 拟建场地属 IV 类场地, 属对建筑抗震不利地段。根据区域地震地质资料, 拟建场地位于长江中下游—南黄海地震带内, 地震活动具有海强陆弱的特点和成团成片分布的丛集性特征, 拟建场地自全新世以来, 未受新构造运动影响, 不存在浅层的全新世活动断裂, 历史上未见大的破坏性地震发生, 属地震构造相对稳定区, 对地基稳定性无不良影响, 拟建场地无滑坡、崩塌、泥石流、地下采空区等不良地质作用和地质灾害, 场地土不液化, 不考虑软土震陷等地震效应, 无横向扩展可能, 场地内盐渍土不具溶陷性、盐胀性, 采取相应的防腐措施后适宜本工程建设。

六、地基基础方案建议

根据场地地质条件及各拟建物的上部结构类型及其荷载等情况分析, 拟建办公楼、综合楼荷载较大, 采用天然地基无法满足上部荷载或变形验算的要求, 应采用桩基础。

6.1 桩基方案的分析与评价

6.1.1 预制桩方案

拟建办公楼、综合楼可采用 500mm×500mm 的砼预制方桩, 以第 10 层砂质粉土作为桩端持力层 (层厚不足, 按纯摩擦桩考虑), 桩端建议送至标高-16.0m 左右。

拟建办公楼、综合楼场地桩周范围内第 2~8、10 层土土质不均匀, 第 9 层土土质欠均匀, 第 2 层土暗塘部位缺失, 易引起单桩承载力之间的差异和拟建建筑物的不均匀沉降, 建议设计予以重视, 进行变形验算, 并采取有效措施以消除其不利影响。在桩基施工时应实行双控, 并以标高控制为主, 送桩力控制为辅。

6.1.2 劲扩桩方案

拟建办公楼、综合楼亦可采用劲扩桩, 建议选用等芯劲扩桩, 外芯采用 Φ900mm 的高压旋喷搅拌桩, 内芯采用 Φ400mm 的高强砼预应力管桩, 以第 6 层作为桩端持力层, 桩端送至标高-5.5m。

拟建办公楼、综合楼场地桩周范围内第 2~7 层土土质不均匀, 第 2 层土暗塘部位缺失, 第 8 层土强度较低, 为软弱下卧层, 易引起单桩承载力之间的差异和拟建建筑物的不均匀沉降, 建议设计予以重视, 进行变形及下卧层强度验算, 并采取有效措施以消除其不利影响, 选择具有代表性的地段进行试桩。在满足规范要求的前提下适当增加试桩数量, 设计单桩承载力取值应根据试桩结果并结合场地地质条件综合取值, 桩基施工时应严格控制桩端标高。

6.2 桩基设计参数及单桩承载力估算

6.2.1 桩基设计参数建议值

依据本工程土试成果、原位测试资料及本地区建筑经验确定的各土层桩基设计参数 (仅供桩基初步设计估算使用) 详见表 6.2.1。

表 6.2.1

层号	岩土名称	混凝土预制桩		劲扩桩		
		q _{pk} (kPa)	q _{sk} (kPa)	复合段侧阻力标准值 q _{sk} (kPa)	复合段侧阻力调整系数 ξ _i	端阻力标准值 q _{pk} (kPa)
2	粘质粉土	26		26	1.6	
3	淤泥质粉质黏土	16		16	1.1	
4	粘质粉土	28		28	1.6	
5	砂质粉土	60		60	1.9	
6	砂质粉土	40		40	1.7	1400
7	砂质粉土	54	2000	54	1.8	2000
8	粘质粉土	26				
9	淤泥质粉质黏土	18				
10	砂质粉土	44	0			

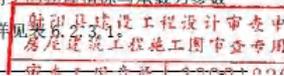
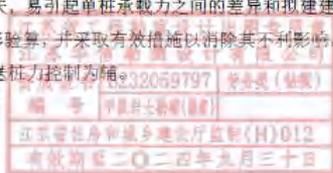
注: 表中 q_{pk}——桩的极限侧阻力标准值, q_{sk}——桩的极限端阻力标准值

6.2.2 桩基沉降计算压缩模量

桩基沉降计算的压缩模量取土的有效自重压力到土的有效自重压力附加压力段之间的压缩模量, 桩基沉降计算时根据各土层具体的压力段在综合固结试验成果图中查用。

6.2.3 单桩承载力估算

根据《建筑桩基技术规范》(JGJ94-2008) 第 5.3.5 条采用土的物理指标与承载力参数之间的经验关系对单桩竖向极限承载力标准值进行估算, 结果详见表 6.2.2。



承载力计算

单桩竖向抗压极限承载力标准值 可按下列公式计算确定，且宜取计算结果中的较小值：

1) 复合段破坏位于外界面时：

$$\text{等芯桩： } Q_{uk} = U \sum \xi_i q_{sik} l_i + q_{pk} A_p$$

U —复合段水泥土的桩身周长 (m)；

l_i —复合段长度范围内桩侧第 i 层土的厚度 (m)；

A_p —扩底端截面面积 (m²)；

q_{sik} —复合段桩侧第 i 层土的极限侧阻力标准值 (kPa)；

q_{pk} —桩端极限端阻力标准值 (kPa)；

ξ_i —复合段桩侧第 i 层土的极限侧阻力调整系数，

流塑状软土和淤泥取 1.0~1.2；

其他非岩石土取 1.6~2.0。

2) 复合段破坏位于内界面时：

$$\text{等芯桩： } Q_{uk} = u q_{csk} l_{mp} + q_{pk} A_p$$

u —芯桩的的桩身周长 (m)；

l_{mp} —复合段水泥土桩长度 (m)；

q_{csk} —芯桩桩侧水泥土的极限侧阻力标准值(kPa)，

可按下列方法取值：混凝土芯桩，可取设计的水泥土抗压强度值的 0.10~0.16 倍；

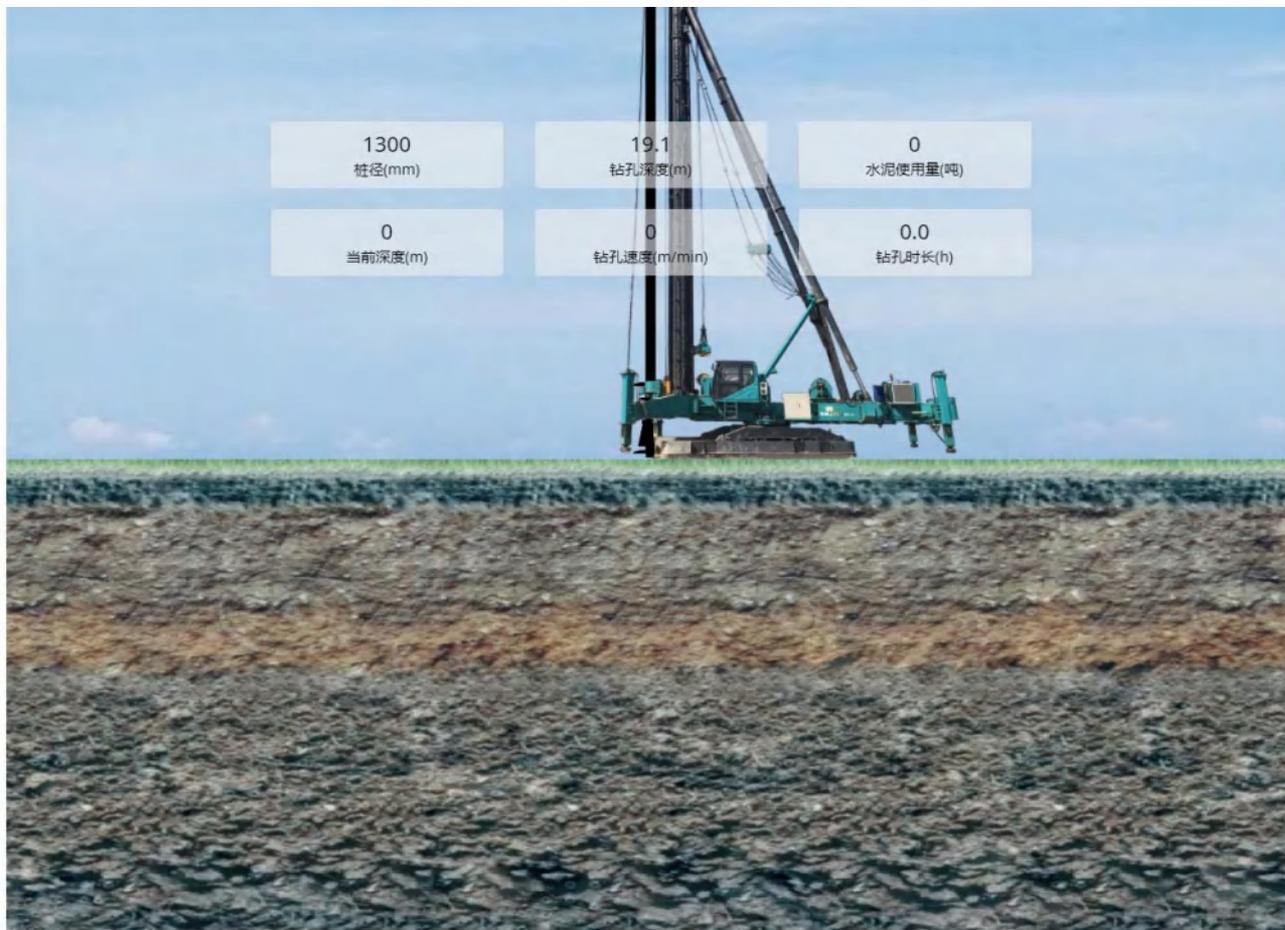
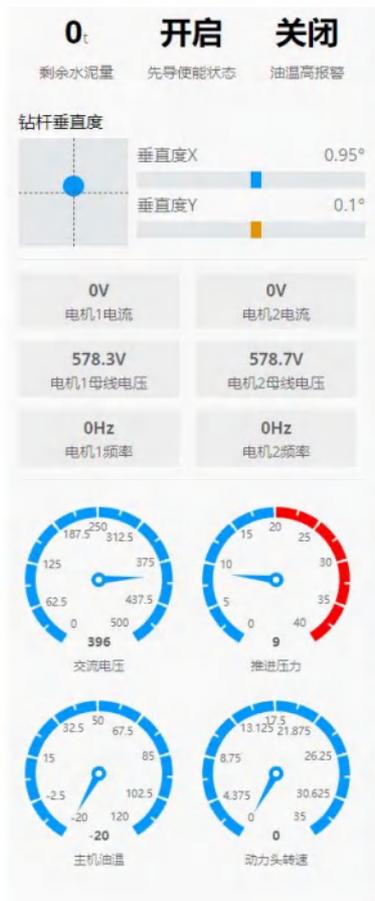
q_{pk} —桩端极限端阻力标准值 (kPa)；

A_p —芯桩桩端面积 (m²)。

“复合桩云” 全过程智能施工管理系统



“复合桩云” 全过程智能施工管理系统



“复合桩云” 全过程智能施工管理系统

下行预搅	下行喷搅	扩底喷搅	扩径喷搅	驻底喷搅	上行搅拌	上行喷搅	扩径或扩底打开	水压
未开启	未开启	未开启	未开启	未开启	未开启	开启	开启	0
未开启	未开启	未开启	未开启	未开启	未开启	开启	开启	0
未开启	未开启	未开启	未开启	未开启	未开启	开启	开启	0
未开启	未开启	未开启	未开启	未开启	未开启	开启	开启	0
未开启	未开启	未开启	未开启	未开启	未开启	开启	开启	0
未开启	未开启	未开启	未开启	未开启	未开启	开启	开启	0
未开启	未开启	未开启	未开启	未开启	未开启	开启	开启	0
未开启	未开启	未开启	未开启	未开启	未开启	开启	开启	0
未开启	未开启	未开启	未开启	未开启	未开启	开启	开启	0
未开启	未开启	未开启	未开启	未开启	未开启	开启	开启	0

“复合桩云” 全过程智能施工管理系统

测试项目 正在施工

定位:安徽省马鞍山市当涂县王埭路

项目联系人 测试

联系电话 1886545578

项目创建人 陈超

创建时间 2023/08/18

施工公司 腾讯

桩总数

528个

已完成522个

设备总数

1台

正在施工0台

今日设备工时

0h

累计设备总工时1.7h

今日水泥用量

0T

总水泥用量947170T

施工桩表 项目设备

查询

添加桩

A-0 正在施工

...

J25-TEST

桩类别: 普通桩

桩来源:机器上传

添加时间

2024-02-01 11:20:08

开始施工时间

2024-02-01 11:20:08

最近施工时间

2024-02-01 11:30:44

A-14 已完成

...

J25-TEST

桩类别: 普通桩

桩来源:机器上传

添加时间

2024-02-01 11:17:54

开始施工时间

2024-02-01 11:17:55

最近施工时间

2024-02-01 11:20:04

A-3 已完成

...

J25-TEST

待施工 ● 施工中 ● 已完成 ●

“复合桩云” 全过程智能施工管理系统

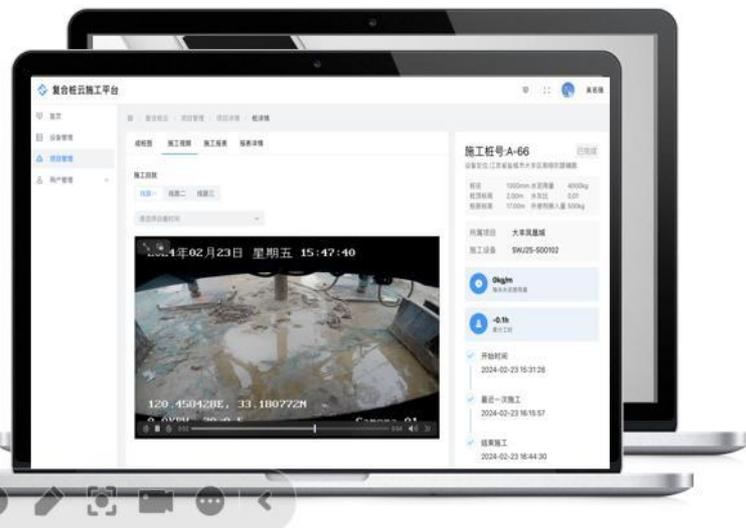
5G视频流监控

三路5G视屏流监控

四路1080p远程监控，支持红外夜视，可实时远程监控桩机施工

30天递归视屏监控存储

本地500G HDD以及阿里云百TB线上视屏存储，为施工总结，技术故障，操作故障排查保驾护航。



✔ 钻头位置监控

✔ 后方线缆位置监控

✔ 驾驶室监控

“复合桩云” 全过程智能施工管理系统

复合桩云施工平台

吴名强

- 首页
- 设备管理
- 项目管理
- 用户管理

复合桩云 / 项目管理 / 项目详情 / 桩详情

成桩图 施工视频 施工报表 报表详情

施工回放

线路一 线路二 线路三

请选择回看时间



施工桩号:A-66

已完成

设备定位:江苏省盐城市大丰区南翔东路辅路

桩径	1300mm	水泥用量	4000kg
桩顶标高	2.00m	水灰比	0.01
桩底标高	17.00m	外掺剂掺入量	500kg

所属项目 大丰凤凰城

施工设备 SWJ25-S00102

0kg/m
每米水泥使用量

-0.1h
累计工时

- 开始时间
2024-02-23 15:31:28
- 最近一次施工
2024-02-23 16:15:57
- 结束施工
2024-02-23 16:44:30

“复合桩云” 全过程智能施工管理系统



IOS端 & Android端 同步支持

施工动画展现

实时展示施工动画，生动形象



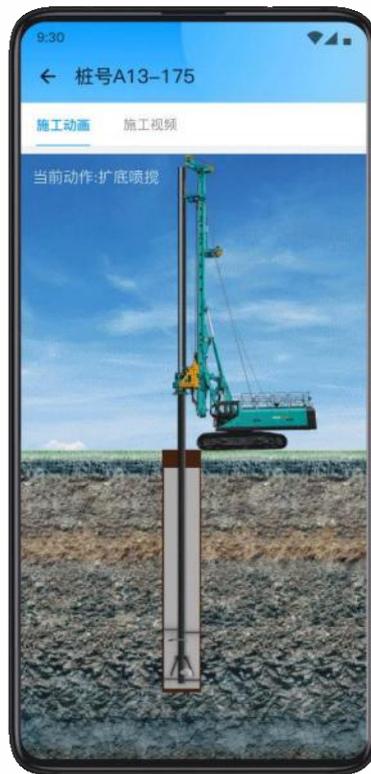
动画效果

钻杆下降、扩劲、扩底、搅拌叶片旋转、喷搅水泥等动画效果



复合桩效果

劲扩桩动画，结合芯桩动画，最终完成复合桩效果





中国建筑科学研究院

China Academy of Building Research



地基基础研究所

Institute of Foundation Engineering

建研地基基础工程有限责任公司

JIANYAN Foundation Engineering Co.,LTD

韩德强

Han De Qiang

一级建造师

高级工程师

北京市朝阳区北三环东路30号

山东省济南市历下区舜风路101号

齐鲁文化创意基地5号楼3单元4层

电话:0531-88155716

手机:13969199361

网址: www.jianyandiji.com

UDC

中国土木工程学会标准

P

T/CCES 41—2023

劲扩桩技术规程

Technical specification for siffened rigid pile
with soil-cement column

2023-07-20 发布

2023-10-01 实施

中国土木工程学会 发布

中国土木工程学会标准

劲扩桩技术规程

Technical specification for siffened rigid pile
with soil-cement column

T/CCES 41—2023

批准单位：中国土木工程学会

施行日期：2023年10月1日

中国建筑工业出版社

2023 北京

目 次

1	总则	1
2	术语、符号与参考标准	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
2.3	参考标准	5
3	基本规定	7
4	设计	10
4.1	一般规定	10
4.2	承载力计算	12
4.3	桩基构造	18
5	施工	24
5.1	一般规定	24
5.2	施工准备	25
5.3	水泥土桩施工	26
5.4	芯桩施工	28
5.5	施工安全与环境保护	30
6	质量检验	32
6.1	一般规定	32
6.2	施工前检验	33
6.3	施工中检验	34
6.4	劲扩桩整桩检验	40
附录 A	地基土水平抗力系数的比例系数	44
附录 B	扩底端施工参数	46
附录 C	劲扩桩施工及质量检验记录表	50
	本规程用词说明	54
	条文说明	55

3 基本规定

3.0.1 劲扩桩设计前应进行岩土工程勘察，勘察成果除应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的有关规定外，尚应符合下列规定：

- 1 应进行地基土和地下水对水泥石腐蚀性的分析与判定；
- 2 应进行地基土有机质含量试验，并应划分有机质土的类型；
- 3 应评价地下水、周边工程降水对成桩的影响，并提出设计与施工建议；
- 4 应查明裂隙、溶洞、土洞和地下障碍物分布；
- 5 应提供桩端地基持力层设计建议。

3.0.2 劲扩桩适用于淤泥、淤泥质土、填土、黏性土、粉土、砂土、全风化岩、强风化岩等土层。当劲扩桩拟用于下列土层时，应进行水泥石桩适宜性评价：

- 1 地基土和地下水对水泥石具有中、强等级腐蚀性的土层；
- 2 地下水 pH 小于 4 的土层；
- 3 泥炭、泥炭质土及有机质土层；
- 4 污染土层；
- 5 塑性指数大于 25 的土层；
- 6 地下水渗流速度较大的土层；
- 7 含有较多块石或障碍物且不易清除的土层。

3.0.3 水泥石桩适宜性评价应符合下列规定：

- 1 应在工程现场采用成桩工艺性试验进行评价，成桩工艺性试验应符合本规程第 3.0.7 条、第 3.0.8 条的规定；
- 2 对于腐蚀性土、泥炭土、泥炭质土、有机质土、污染土等特殊岩土，宜根据 28d 龄期的水泥石性能试验结果进行评

价。试验应符合现行行业标准《水泥土配合比设计规程》JGJ/T 233 的规定。

3.0.4 劲扩桩基础设计应符合下列规定：

1 桩基的设计使用年限、结构安全等级、重要性系数应按现行有关建筑结构规范的规定采用；

2 建筑桩基设计等级可按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定确定。

3.0.5 在工程施工及使用期间，应对劲扩桩基础进行沉降监测，直至沉降达到稳定标准为止。

3.0.6 劲扩桩耐久性应根据设计使用年限、环境类别进行设计，并应符合下列规定：

1 环境类别可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定确定。

2 在二类和三类环境中，芯桩耐久性设计可按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定执行；在四类和五类环境中，芯桩耐久性设计可按国家现行标准《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046、《码头结构设计规范》JTS 167 的规定执行。

3 对水泥土具有中、强等级腐蚀性的地基土和地下水，水泥土桩耐久性设计应符合下列规定：

1) 应通过适宜性评价确定水泥类型、外掺剂类型与掺量；

2) 水泥土中水泥掺入质量比不应小于 15%；

3) 宜预留水泥土的强度劣化裕量。

3.0.7 为设计提供依据的工程试验桩试验，应符合下列规定：

1 试验桩施工过程中，应采用尚未凝固的水泥土样留置试件，进行 28d 或指定龄期无侧限抗压强度检测；

2 成桩 7d 后应采用浅部开挖法检查桩身水泥土固结情况、均匀程度，量测桩身直径、垂直度；

3 成桩后应采用静载试验检测单桩极限承载力，试验应符合本规程第 6.4.9 条的规定；

4 应对设计参数、施工工艺、桩工机械、施工参数进行

验证。

3.0.8 结合成桩工艺性试验开展的工程试验桩试验，除应符合本规程第 3.0.7 条的规定外，尚应符合下列规定：

- 1 成桩后应进行芯桩桩身完整性检测；
- 2 静载试验结束后，应采用钻芯法对水泥土桩的桩体强度、完整性和均匀性进行评价。

3.0.9 劲扩桩成桩宜采用非取土施工技术，若采用取土施工技术时应进行成桩工艺性试验。

3.0.10 劲扩桩施工时应采用信息技术实施动态监测和质量控制。