

团 体 标 准

引孔植入预制桩技术规程

Technical specification for precast pile installed
with guiding holes

T/CECAS 20009—2026

批准部门：中国勘察设计协会

施行日期：2026年9月1日

中国建筑工业出版社

2026 北 京

团体标准
引孔植入预制桩技术规程

Technical specification for precast pile installed
with guiding holes

T/CECAS 20009—2026

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京海淀三里河路9号）

各地新华书店、建筑书店经销

印刷厂印刷

*

开本：850毫米×1168毫米 1/32 印张：1.5 字数：40千字

2026年8月第一版 2026年8月第一次印刷

定价：**22.00元**

统一书号：15112·47242

版权所有 翻印必究

如有质量问题，可与本社读者服务中心联系

电话：(010)58337283（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

中国勘察设计协会文件

中设协字〔2026〕43号

中国勘察设计协会关于发布团体标准 《引孔植入预制桩技术规程》的公告

现批准《引孔植入预制桩技术规程》为中国勘察设计协会团体标准，编号为 T/CECAS 20009-2026，自 2026 年 9 月 1 日起实施。

本标准在中国勘察设计协会门户网站（www.chinaeda.org.cn）发布相关信息，并由中国勘察设计协会秘书处委托中国建筑工业出版社出版发行。

中国勘察设计协会

2026年7月31日

前 言

根据中国勘察设计协会《关于印发 2020 年度第一批中国勘察设计协会团体标准制修订及相关工作计划的通知》（中设协字〔2020〕150 号）的要求，规程编制组经过深入调查研究，认真总结工程实践经验，参考国内和国外先进技术标准，在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程主要技术内容包括：总则、术语和符号、基本规定、勘察、设计、施工、质量检验与验收。

本规程由中国勘察设计协会工程勘察分会负责日常管理，由河北大成建筑设计咨询有限公司负责具体技术内容的解释。本规程在执行过程中如有需要修改或补充之意见或建议，请将有关资料和建议寄送解释单位（地址：石家庄市裕华区万达广场写字楼 A 座 12 楼，邮政编码：050000），以供修订时参考。

组 织 编 写：河北省工程勘察设计咨询协会

主 编 单 位：河北大成建筑设计咨询有限公司
建华建材（河北）有限公司

参 编 单 位：中国建筑西南勘察设计研究院有限公司
河北大力岩土工程有限公司
河北省交通规划设计研究院有限公司
化学工业第一勘察设计院有限公司
中国建筑第八工程局有限公司
邯郸市众信岩土工程有限公司
秦皇岛华勘地质工程有限公司
河北省地质矿产勘查开发局第八地质大队
鑫珏（河北）建设勘测设计有限公司
唐山中冶地岩土工程有限公司

中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司
河北建工集团有限责任公司
中核第四研究设计工程有限公司
河北恒昇永筑建设工程有限公司
天津市建辰基础工程有限公司
河北卓人信息技术有限公司
河北泽源珑业科技发展有限公司
石家庄铁道大学
河北省水文工程地质勘察院
河间市住房和城乡建设局

主要起草人员：张卫全 杨赵磊 曹 阳 王振宗
程书昌 梁 树 高 岭 梁 皓
郑晓岚 周建军 马庆寅 李 刚
刘金旭 高朋杰 罗益斌 刘 亮
杜 军 霍玉兵 马希振 柴志磊
周 杨 张冰冰 李红旗 冯晓青
侯 伟 沈 攀 纪智超 夏世文
王 超 赵 琨 安家豪 陈 强
许鹏展 王德银 韩 绰 唐 伟
姜立辉 剧景艳 滑 哲 陈玉成
尹建康 郭连军 丁玉明 刘召辉
刘 磊 牛伊宁 王迎坡 徐丹丹
任晓军 张浩颖
主要审查人员：沈小克 梁金国 马 洪 周保良
王海周 孙立川 郝贵强

目 次

1 总则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	2
3 基本规定	5
4 勘察	6
5 设计	8
5.1 一般规定	8
5.2 桩基计算	9
5.3 构造及防腐	16
6 施工	18
6.1 一般规定	18
6.2 预成孔法	19
6.3 中掘法	19
6.4 接桩与截桩	20
7 质量检验与验收	22
7.1 一般规定	22
7.2 质量检验	22
7.3 质量验收	24
附录 A 引孔施工记录表	25
附录 B 静压沉桩施工记录表	26
附录 C 锤击沉桩施工记录表	27
本规程用词说明	28
引用标准名录	29
附：条文说明	31

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	2
3	Basic Requirements	5
4	Geotechnical Investigation	6
5	Design	8
5.1	General Requirement	8
5.2	Pile foundation Calculation	9
5.3	Construction and Anti-corrosion	16
6	Construction	18
6.1	General Requirement	18
6.2	Guiding Hole Method	19
6.3	Method of Dig Construction	19
6.4	Pile Connection and Pile Cutting	20
7	Quality Inspection and Acceptance	22
7.1	General Requirement	22
7.2	Quality Inspection	22
7.3	Quality Acceptance	24
Appendix A	Pilot Hole Construction Record Sheet	25
Appendix B	Static Pressure Pile Sinking Construction Record Sheet	26

Appendix C Driven Pile Construction Record Sheet 27

Explanation of Wording in This Specification 28

List of Quoted Standards 29

Addition: Explanation of Provisions 31

中国建筑工业出版社

1 总 则

1.0.1 为了贯彻执行国家的技术经济政策，规范引孔植入预制桩的勘察、设计、施工、质量检验与验收，做到安全适用、技术先进、经济合理，确保质量，保护环境，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于抗震设防烈度 8 度及 8 度以下地区工业与民用建筑低承台引孔植入预制桩基的勘察、设计、施工、质量检验与验收。

1.0.3 引孔植入预制桩的勘察、设计、施工、质量检验与验收除应符合本规程外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 引孔植入预制桩 prefabricated pile with drilled hole

采用预成孔法或中掘法施工的预制桩。

2.1.2 预成孔法 guiding hole method

采用钻机或其他设备在桩位处预成孔后将预制桩沉入孔内的施工方法。

2.1.3 中掘法 installing method of in-pile drilling

在管桩中心插入专用钻头，边钻进边将管桩沉入岩土中的沉桩施工方法。

2.1.4 引孔直径 diameter of guiding hole

预成孔法或中掘法中钻头在正常工作状态下，钻孔所形成的直径。

2.1.5 控桩器 control device of pile position

植入预制桩施工时，用于调整预制桩的垂直度，并可对预制桩进行夹持、跟进速度控制及起拔的装置。

2.2 符 号

A_{ps} ——桩身截面面积；

EI ——桩身抗弯刚度；

F_k ——相应于荷载效应标准组合，作用于桩基承台顶的竖向力；

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；

G_k ——桩基承台自重及承台上土自重标准值，对稳定的地下水位以下部分应扣除水的浮力；

G_p ——基桩自重，地下水位以下取浮重度；

- G_{gp} ——群桩基础所包围体积的桩土总自重除以总桩数，
地下水位以下取浮重度；
- H_{Ek} ——地震作用效应各荷载效应标准组合下，基桩的平均水平力；
- H_{k} ——相应于荷载效应标准组合时，作用于承台底面的水平力；
- H_{ik} ——相应于荷载效应标准组合时，作用于第 i 基桩的水平力；
- K ——安全系数；
- l_i ——第 i 层土（岩）的厚度；
- $M_{\text{xk}}, M_{\text{yk}}$ ——相应于荷载效应标准组合作用于承台底面通过桩群形心的 x, y 轴的力矩；
- m ——地基土水平抗力系数的比例系数；
- N_{Ek} ——地震作用效应各荷载效应标准组合下，基桩的平均竖向力；
- N_{Ekmax} ——地震作用效应各荷载效应标准组合下，基桩的最大竖向力；
- N_{k} ——相应于荷载效应标准组合轴心竖向力作用下基桩的平均竖向力；
- N_{ik} ——相应于荷载效应标准组合偏心竖向力作用下第 i 基桩的竖向力；
- N_{kmax} ——单桩相应于荷载效应标准组合偏心竖向力作用下桩顶最大竖向力；
- n ——桩基中的桩数；
- Q_{uk} ——单桩竖向极限承载力标准值；
- $q_{\text{pk}}, q_{\text{sik}}$ ——桩端极限端阻力标准值、桩侧极限侧阻力标准值；
- R_{a} ——单桩竖向承载力特征值；
- R_{Ha} ——单桩水平承载力特征值；
- T_{gk} ——群桩呈整体破坏时基桩的抗拔极限承载力标准值；

T_{uk} ——群桩呈非整体破坏时基桩的抗拔极限承载力标准值；

u_l ——桩群外围周长；

u_p ——预制桩桩身周边长度；

α ——桩的水平变形系数；

λ_i ——抗拔系数；

ν_x ——桩顶水平位移系数；

ψ_c ——工作条件系数，根据桩施工工艺对桩身可能造成的损伤程度确定；

χ_{oa} ——桩顶允许水平位移。

3 基本规定

3.0.1 引孔植入预制桩的设计与施工，应综合考虑工程地质与水文地质条件、上部结构类型、使用功能、荷载特征、施工技术条件与环境条件。

3.0.2 预成孔法适用于桩周及持力层为黏性土、粉土、砂土、碎石土、全风化岩、强风化岩和人工填土等土层。

3.0.3 中掘法可用于黏性土、粉土、砂土、碎石土、全风化岩、强风化岩、人工填土、淤泥和淤泥质土等土层。

3.0.4 引孔植入预制桩的设计与施工应具备以下资料：

- 1 岩土工程勘察文件；
- 2 拟建建筑物的结构类型、荷载性质、基础形式与基础埋深；
- 3 施工机械设备条件，施工工艺对地质条件的适应性要求；
- 4 环境对施工影响的要求。

3.0.5 引孔的成孔方法、孔径、深度应根据地区工程经验确定，缺乏地区经验时应进行现场试验，通过原位试验合理选择成孔的方法、孔径及深度。

4 勘 察

4.0.1 引孔植入预制桩的岩土工程勘察除满足现行国家标准《工程勘察通用规范》GB 55017 及《岩土工程勘察规范》GB 50021 的相关规定外，尚应重点查明影响预制桩施工的岩土层分布和物理力学特性。

4.0.2 勘察前应调查下列资料：

- 1 相邻场地的工程地质、水文地质、环境资料；
- 2 本地区施工条件以及类似工程地质条件的工程经验和使用情况等；
- 3 场地邻近建筑物、道路、地下管线等情况。

4.0.3 当预估桩长深度范围内分布有较厚的粉土、砂土层时，应采用标准贯入试验、静力触探试验等原位测试手段查明其空间分布及物理力学性能。

4.0.4 当相邻两个勘探孔揭示的地层厚度差异较大时，勘探点应适当加密。

4.0.5 勘探孔的深度应符合下列规定：

- 1 一般性勘探孔深度应达到预估桩端平面以下 3 倍~5 倍桩身直径，且不小于 3m；
- 2 采用外径或边长大于等于 800mm 的预制桩时，应达到预估桩端平面以下不小于 5m；
- 3 控制性勘探孔应穿透桩端平面以下压缩层厚度并满足下卧层强度验算及变形计算的要求；
- 4 钻至预计深度遇软弱层时，应予以加深；在预计勘察孔深度内遇稳定坚实岩土时，可适当减小；
- 5 对可能有多种桩长方案时，应根据最长桩方案确定。

4.0.6 在勘探深度范围内的每个岩土层均应采取不扰动试样进行室内试验并根据地层情况进行原位测试，提供设计、施工所需的参数。

中国建筑工业出版社

5 设 计

5.1 一 般 规 定

5.1.1 引孔植入预制桩设计应根据建筑结构类型、荷载性质、桩的使用功能，穿越土层、桩端持力层、地下水位、施工设备、施工环境、施工经验、制桩材料供应条件等，按安全适用、经济合理的原则选择。

5.1.2 引孔植入预制桩设计宜根据建筑安全等级，场地复杂程度，选择有代表性的区域进行试桩。

5.1.3 引孔植入预制桩的承载能力和稳定性计算，应符合下列规定：

1 应根据桩基的使用功能和受力特征进行桩基的竖向承载力计算和水平承载力计算；

2 应对桩身和承台结构承载力进行计算；对于桩侧土不排水抗剪强度小于 10kPa 且长径比大于 50 的桩，应进行桩身压屈验算；对于混凝土预制桩，应按吊装、运输和锤击作用进行桩身承载力验算；对于钢管桩，应进行局部压屈验算；

3 当桩端平面以下存在软弱下卧层时，应进行软弱下卧层承载力验算；

4 对位于坡地、岸边或液化严重场地的桩基，应进行整体稳定性验算；

5 对于抗浮、抗拔桩基，应进行基桩和群桩的抗拔承载力计算；

6 桩基应进行抗震承载力验算。

5.1.4 下列建筑桩基应进行变形计算：

1 设计等级为甲级的非嵌岩桩和非深厚坚硬持力层的建筑桩基；

2 设计等级为乙级的体形复杂、荷载分布显著不均匀或桩端平面以下存在软弱土层的建筑桩基；

3 软土地基多层建筑减沉复合疏桩基础。

5.1.5 对受水平荷载较大或对水平位移有严格限制的建筑桩基，应进行水平承载力验算和水平位移验算。

5.1.6 桩和承台正截面的抗裂和裂缝宽度应根据桩基所处的环境类别和相应的裂缝控制等级进行验算。

5.1.7 桩端持力层选择应根据下列因素确定：

1 建筑物结构类型、使用功能、荷载大小与分布特征；

2 单桩承载力大小及其建筑对沉降的要求；

3 持力层厚度及场地各土层性质。

5.1.8 桩的中心距不应小于 3.0 倍桩径。

5.1.9 桩端全断面进入持力层深度（不包括桩尖部分）应符合下列规定：

1 对于黏性土、粉土不应小于 2.0 倍桩径；

2 对于砂土、全风化、强风化软质岩等不应小于 1.5 倍桩径；

3 对于碎石土、强风化硬质岩等不应小于 1.0 倍桩径；

4 当存在软弱下卧层时，桩端以下硬持力层厚度应经过验算确定且不应小于 3 倍桩径；

5 桩端进入液化土层、湿陷性土层及其他特殊岩性土层以下稳定土层的深度应按计算确定并满足上述要求。

5.1.10 采用经验参数法估算单桩竖向承载力时，当引孔法引孔直径不大于预制桩直径的 2/3 且深度不大于预制桩桩长的 2/3 时，单桩承载力估算可不考虑引孔作业的影响。

5.2 桩基计算

5.2.1 群桩中单桩桩顶作用效应应按下列公式计算：

1 轴心竖向力作用下

$$N_k = (F_k + G_k) / n \quad (5.2.1-1)$$

2 偏心竖向力作用下

$$N_{ik} = (F_k + G_k)/n \pm M_{xk}y_i/\sum y_i^2 \pm M_{yk}x_i/\sum x_i^2 \quad (5.2.1-2)$$

3 水平力作用下

$$H_{ik} = H_k/n \quad (5.2.1-3)$$

式中： F_k ——相应于荷载效应标准组合，作用于桩基承台顶的竖向力；

G_k ——桩基承台自重及承台上土自重标准值，对稳定的地下水位以下部分应扣除水的浮力；

N_k ——相应于荷载效应标准组合轴心竖向力作用下基桩的平均竖向力；

n ——桩基中的桩数；

N_{ik} ——相应于荷载效应标准组合偏心竖向力作用下第 i 基桩的竖向力；

M_{xk}, M_{yk} ——相应于荷载效应标准组合作用于承台底面通过桩群形心的 x, y 轴的力矩；

x_i, y_i ——第 i 基桩至桩群形心的 y, x 轴线的距离；

H_k ——相应于荷载效应标准组合时，作用于承台底面的水平力；

H_{ik} ——相应于荷载效应标准组合时，作用于第 i 基桩的水平力。

5.2.2 桩基竖向承载力计算应符合下列要求：

1 不考虑地震作用效应组合的标准值：

1) 轴心竖向力作用下

$$N_k \leq R_a \quad (5.2.2-1)$$

式中： R_a ——单桩竖向承载力特征值。

2) 偏心竖向作用下，除满足本规程公式 (5.2.2-1) 外，尚应满足下式要求：

$$N_{kmax} \leq 1.2R_a \quad (5.2.2-2)$$

式中： N_{kmax} ——单桩相应于荷载效应标准组合偏心竖向力作用下桩顶最大竖向力。

3) 水平荷载作用下

$$H_{ik} \leq R_{Ha} \quad (5.2.2-3)$$

式中： R_{Ha} ——单桩水平承载力特征值。

2 考虑地震作用效应组合的标准值：

1) 轴心竖向力作用下

$$N_{Ek} \leq 1.25R_a \quad (5.2.2-4)$$

式中： N_{Ek} ——地震作用效应各荷载效应标准组合下，基桩的平均竖向力。

2) 偏心竖向作用下，除满足本规程公式 (5.2.2-4) 外，尚应满足下式要求：

$$N_{Ekmax} \leq 1.5R_a \quad (5.2.2-5)$$

式中： N_{Ekmax} ——地震作用效应各荷载效应标准组合下，基桩的最大竖向力。

3) 水平荷载作用下

$$H_{Ek} \leq 1.25R_{Ha} \quad (5.2.2-6)$$

式中： H_{Ek} ——地震作用效应各荷载效应标准组合下，基桩的平均水平力。

5.2.3 单桩竖向承载力特征值的确定应符合下列规定：

1 设计等级为甲、乙级建筑单桩竖向承载力特征值应通过单桩竖向静载荷试验确定；单桩竖向抗压承载力特征值 R_a 应按下列下式取值：

$$R_a = Q_{uk} / K \quad (5.2.3-1)$$

式中： Q_{uk} ——单桩竖向极限承载力标准值；

K ——安全系数，取 $K=2$ 。

2 对于已经取得经验的设计等级为丙级建筑桩基可根据静力触探、标贯试验、并参照地质条件类似的试验资料，综合确定；

3 桩顶荷载基本组合不得超过预制桩桩身混凝土轴心抗压强度设计值，且应满足下式要求：

$$N \leq \phi_c f_c A_{ps} \quad (5.2.3-2)$$

式中： ϕ_c ——工作条件系数，根据桩施工工艺对桩身可能造成的损伤程度确定，非预应力桩取 0.75，预应力桩取 0.55~0.65；

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值（kPa）；

A_{ps} ——桩身截面面积（m²）。

5.2.4 初步设计时，单桩竖向承载力特征值可结合工程经验参数或静力触探原位试验结果按下式估算：

$$R_a = (q_{pk} A_j + u_p \sum q_{sik} l_i + q_{pk} \lambda_p A_{pl}) / 2 \quad (5.2.4)$$

式中： q_{pk} 、 q_{sik} ——桩端极限端阻力标准值（kPa）、桩侧极限阻力标准值（kPa），由当地静载荷试验结果统计分析确定，无当地资料时，可按表 5.2.4-1、表 5.2.4-2 确定；

u_p ——预制桩桩身周边长度（m）；

l_i ——第 i 层土（岩）的厚度（m）；

λ_p ——桩端土塞效应系数；

当 $h_b/d_1 < 5$ 时， $\lambda_p = 0.16h_b/d_1$ ；

当 $h_b/d_1 \geq 5$ 时， $\lambda_p = 0.8$ ；

A_j ——桩端面积或空心桩桩端净面积。

表 5.2.4-1 桩的极限侧阻力标准值 q_{sik} （kPa）

土的名称	土的状态		极限侧阻力标准值 q_{sik}
填土	—		22~30
淤泥	—		14~20
淤泥质土	—		22~30
黏性土	流塑	$I_L > 1$	24~40
	软塑	$0.75 < I_L \leq 1$	40~55
	可塑	$0.50 < I_L \leq 0.75$	55~70
	硬可塑	$0.25 < I_L \leq 0.50$	70~86
	硬塑	$0 < I_L \leq 0.25$	86~98
	坚硬	$I_L \leq 0$	98~105

续表 5.2.4-1

土的名称	土的状态		极限侧阻力标准值 q_{sik}
红黏土	可塑 $0.7 < a_w \leq 1$ 硬塑 $0.5 < a_w \leq 0.7$		13~32 32~74
粉土	稍密 中密 密实	$e > 0.9$ $0.75 \leq e \leq 0.9$ $e < 0.75$	26~46 46~66 66~88
粉细砂	稍密 中密 密实	$10 \leq N \leq 15$ $15 < N \leq 30$ $N > 30$	24~48 48~66 66~88
中砂	中密 密实	$15 < N \leq 30$ $N > 30$	54~74 74~95
粗砂	中密 密实	$15 < N \leq 30$ $N > 30$	74~95 95~116
砾砂	稍密 中密（密实）	$5 < N_{63.5} \leq 15$ $N_{63.5} > 15$	70~110 116~138
圆砾、角砾	中密、密实	$N_{63.5} > 10$	160~200
碎石、卵石	中密、密实	$N_{63.5} > 10$	160~200
全风化 软质岩	—	$30 < N \leq 50$	100~120
全风化 硬质岩	—	$30 < N \leq 50$	140~160
强风化 软质岩	—	$N_{63.5} > 10$	160~240
强风化 硬质岩	—	$N_{63.5} > 10$	220~300

注：1 对于尚未完成自重固结的填土和以生活垃圾为主的杂填土，不计算其侧阻力；

2 a_w 为含水比， $a_w = w/w_L$ ， w 为土的天然含水量， w_L 为土的液限；

3 N 为标准贯入击数， $N_{63.5}$ 为重型圆锥动力触探击数；

4 全风化、强风化软质岩和全风化、强风化硬质岩系指其母岩分别为 $f_{rk} \leq 15\text{MPa}$ 、 $f_{rk} > 30\text{MPa}$ 的岩石。

表 5.2.4-2 桩的极限端阻力标准值 q_{pk} (kPa)

土的名称	土的状态		桩长 l (m)			
			$l \leq 9$	$9 < l \leq 16$	$16 < l \leq 30$	$l > 30$
黏性土	软塑	$0.75 < I_L \leq 1$	210~850	650~1400	1200~1800	1300~1900
	可塑	$0.50 < I_L \leq 0.75$	850~1700	1400~2200	1900~2800	2300~3600
	硬可塑	$0.25 < I_L \leq 0.50$	1500~2300	2300~3300	2700~3600	3600~4400
	硬塑	$0 < I_L \leq 0.25$	2500~3800	3800~5500	5500~6000	6000~6800
粉土	中密	$0.75 \leq e \leq 0.9$	950~1700	1400~2100	1900~2700	2500~3400
	密实	$e < 0.75$	1500~2600	2100~3000	2700~3600	3600~4400
粉砂	稍密	$10 < N \leq 15$	1000~1600	1500~2300	1900~2700	2100~3000
	中密、密实	$N > 15$	1400~2200	2100~3000	3000~4500	2800~5500
细砂	中密、密实	$N > 15$	2500~4000	3600~5000	4400~6000	5300~7000
中砂		$N > 15$	4000~6000	5500~7000	6500~8000	7500~9000
粗砂		$N > 15$	5700~7500	7500~8500	8500~10000	9500~11000
砾砂		$N > 15$	6000~9500		9000~10500	
圆砾、角砾		$N_{63.5} > 10$	7000~10000		9500~11500	
碎石、卵石		$N_{63.5} > 10$	8000~11000		10500~13000	
全风化软质岩	—	$30 < N \leq 50$	4000~6000			
全风化硬质岩	—	$30 < N \leq 50$	5000~8000			
强风化软质岩	—	$N_{63.5} > 10$	6000~9000			
强风化硬质岩	—	$N_{63.5} > 10$	7000~11000			

注：1 砂土和碎石类土中桩的 q_{pk} 取值，宜综合考虑土的密实度，桩端进入持力层的深径比 h_d/d ，土愈密实， h_d/d 愈大，取值愈高；

2 全风化、强风化软质岩和全风化、强风化硬质岩系指其母岩分别为 $f_{rk} \leq 15\text{MPa}$ 、 $f_{rk} > 30\text{MPa}$ 的岩石。

5.2.5 单桩水平承载力特征值通过单桩水平静荷载试验确定时，可通过带承台桩的荷载试验确定；可根据荷载试验结果取地面处水平位移为 10mm（对于水平位移敏感的建筑物取水平位移 6mm）所对应荷载的 75% 为单桩水平承载力特征值。

5.2.6 当桩基承受拉力时，应进行抗拔验算及桩身抗裂验算，抗拔桩的抗拔承载力应通过现场抗拔试验确定。当有经验时，可根据桩长、桩型取竖向抗压桩侧阻力的 0.5 倍~0.7 倍估算。

5.2.7 当桩基承受拉力时，应按下列公式同时验算群桩基础呈整体破坏和呈非整体破坏时基桩的抗拔承载力，并取较小值：

$$N_k \leq T_{gk}/2 + G_{gp} \quad (5.2.7-1)$$

$$N_k \leq T_{uk}/2 + G_p \quad (5.2.7-2)$$

式中： T_{gk} ——群桩呈整体破坏时基桩的抗拔极限承载力标准值；

T_{uk} ——群桩呈非整体破坏时基桩的抗拔极限承载力标准值；

G_{gp} ——群桩基础所包围体积的桩土总自重除以总桩数，地下水位以下取浮重度；

G_p ——基桩自重，地下水位以下取浮重度。

5.2.8 群桩基础及其基桩的抗拔极限承载力的确定应符合下列规定：

1 对于设计等级为甲级及乙级建筑桩基，基桩的抗拔极限承载力应通过现场单桩上拔静荷载试验确定；单桩上拔静荷载试验及其极限承载力标准值取值按现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 进行；

2 如无当地经验时，对设计等级为丙级建筑桩基，基桩的抗拔极限承载力取值可按下列规定计算：

1) 群桩呈非整体破坏时，基桩的抗拔极限承载力标准值可按下式计算：

$$T_{uk} = \sum \lambda_i q_{sik} u_i l_i \quad (5.2.8-1)$$

式中： λ_i ——抗拔系数，可按表 5.2.8 取值。

表 5.2.8 抗拔系数 λ_i

土类	抗拔系数
砂土	0.5~0.7
黏性土、粉土	0.7~0.8

注：当长径比小于 20 时，抗拔系数取小值。

- 2) 群桩呈整体破坏时，基桩的抗拔极限承载力标准值可按式计算：

$$T_{\text{gk}} = \frac{1}{n} u_l \cdot \sum \lambda_i q_{\text{sik}} l_i \quad (5.2.8-2)$$

式中： u_l ——桩群外围周长。

5.2.9 计算桩身压屈、桩侧负摩阻力、桩基础沉降、软弱下卧层，应符合国家现行标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的有关规定。

5.3 构造及防腐

5.3.1 混凝土预制桩应符合下列构造要求：

- 1 混凝土预制管桩的截面边长或直径不应小于 300mm；混凝土预制实心方桩的截面边长不宜小于 350mm；
- 2 预应力混凝土实心桩的混凝土强度等级不应低于 C40；预应力混凝土空心桩的混凝土强度等级不应低于 C60；
- 3 桩的分节长度应根据施工条件及运输条件确定；
- 4 桩身配筋应按吊运、打桩及桩在使用中的受力等条件计算确定。采用锤击法沉桩时，预制桩的最小配筋率不宜小于 0.8%；静压法沉桩时，最小配筋率不宜小于 0.6%，主筋直径不宜小于 14mm；打入桩桩顶以下 $4d \sim 5d$ 长度范围内箍筋应加密，并设置钢筋网片。

5.3.2 混凝土预制桩应符合下列要求：

- 1 混凝土空心桩的桩尖形式应根据地层性质选择闭口形或敞口形；闭口形分为平底十字形和锥形；
- 2 预应力混凝土空心桩质量要求，尚应符合国家现行标准

《先张法预应力混凝土管桩》GB 13476 和《预应力混凝土空心方桩》JG/T 197 及其他的有关标准规定；

3 混凝土预制桩的连接可采用端板焊接连接、法兰连接、机械啮合连接、螺纹连接，每根桩的接头数量不宜超过 3 个。

5.3.3 桩端嵌入遇水易软化的强风化岩、全风化岩和非饱和土的混凝土空心桩，沉桩后应对桩端以上不少于 2m 范围内采取有效的防渗措施。

5.3.4 预制桩防腐应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 的相关规定。

5.3.5 预制桩用混凝土的耐久性能试验方法应符合现行国家标准《混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的有关规定。

6 施 工

6.1 一 般 规 定

6.1.1 引孔植桩施工前，应进行下列准备工作：

1 收集现场的地质、地形地貌、气象等资料，毗邻区域内的地下及地上管线、建筑物及障碍物受沉桩施工影响的情况，并提出相应的安全质量措施；

2 取得岩土工程勘察报告、建筑物平面布置图、桩位布置图及技术要求等，以及经审查批准的施工组织设计或施工方案；

3 供电、供水、排水、道路、照明、通信等设施的安设；

4 处理或清除场地内影响施工的高空及地下障碍物，当施工作业面所处土层较松软时可进行碾压或夯实处理；场地平整后应测量场地标高，桩顶设计标高以上宜预留不小于 300mm 土层；

5 取得预制桩出厂合格证及相关技术参数说明。

6.1.2 预制桩沉桩施工时宜设置相应监测点，对先期沉入的管桩顶部上浮、下沉及水平位移等进行施工监测。

6.1.3 预制桩沉桩施工对周边环境有影响的工程，施工过程中应对周边环境进行监测。

6.1.4 沉桩施工顺序宜符合下列规定：

1 沉桩施工先后顺序宜以保证周边环境安全或已施工基桩稳定为主兼顾施工便利；

2 对于毗邻既有建（构）筑物、地下管线、边坡、基坑的场地，宜从毗邻侧开始，由近至远施工；

3 同一单体工程或单体工程间，设计桩长或桩径差异较大时，宜遵循先长后短、先大直径后小直径的施工顺序。

6.1.5 基桩与基坑的先后施工顺序，应综合考虑沉桩施工和基

坑施工的相互影响。

6.1.6 应根据岩土工程勘察报告中工程地质剖面图、基桩施工的位置，详细记录基桩进入桩端持力层情况。如未达到设计持力层，应如实将监理人员验证签名后的施工记录向相关单位反馈。

6.2 预成孔法

6.2.1 预成孔法的质量控制应符合下列规定：

1 引孔作业和压桩作业应连续进行，间隔时间不宜大于12h；当存在软弱地层缩孔严重或松散塌孔地层时不宜大于3h；

2 引孔的垂直度偏差不得超过0.5%，放点偏差不得超过20mm，桩顶标高偏差不得超过±50mm。

6.2.2 采用长螺旋钻机预成孔时应符合下列规定：

1 钻杆垂直度偏差不得超过0.5%；

2 螺旋叶片外径与定位护筒内径差不得大于钻杆外径的4%钻至要求深度时，应在原处空转清孔；

3 采用短螺旋钻进时，每次钻进深度不应超过螺旋长度；

4 钻进速度应根据地层情况动态调整。

6.2.3 采用预成孔法植入预制桩的终压（锤）标准应根据相应的沉桩工艺，依据现行行业标准《预应力混凝土管桩技术标准》JGJ/T 406的有关规定执行。

6.3 中掘法

6.3.1 应根据桩径、成桩深度、土层情况综合确定施工机械、钻杆、钻头及施工参数。

6.3.2 随钻跟管桩施工设备就位后，必须平整、稳固，各种操作系统和仪表应稳定可靠，在成桩过程中不得发生倾斜偏移。

6.3.3 接桩时上下节桩身应对准，错位允许偏差不得超过2mm。

6.3.4 中掘法施工应符合下列规定：

1 施工前，钻头应准确定位，钻头容许偏差不得超过

±30mm;

2 沉桩时桩垂直度容许偏差不得超过±0.5%;

3 在桩中空部分安装螺旋钻杆、钻挖桩底端内壁土体时,宜注入压缩空气(或水),边排土边连续沉桩;

4 钻挖时应控制钻挖深度,钻进深度与管桩前端距离应小于2倍桩径;

5 在砂土、淤泥质土中,宜注入压缩空气辅助排土;在超固结黏性土中宜压水和加大压缩空气辅助排土;

6 在具有承压水的砂层中钻进时,应在桩的中空部分保持大于地下水压的孔内水头;

7 钻进结束提钻时,应慢速提起螺旋钻杆。

6.3.5 随钻跟管钻机钻进过程中遇到卡钻、钻机摇晃、偏斜或发生异常时,应立即停钻,查明原因,采取相应措施后方可继续作业。

6.4 接桩与截桩

6.4.1 焊接接桩除应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 中二级焊缝的规定外,尚应符合下列规定:

1 接桩时桩头宜高出地面 1.0m;

2 下节桩的桩头处宜设置导向箍或其他导向措施,接桩时上、下节桩段应保持顺直,错位不得超过 2mm;逐节接桩时,节点弯曲矢高不得大于 1/1000 桩长,且不得大于 20mm;

3 上、下节桩接头端板坡口应洁净、干燥,且焊接处应刷至露出金属光泽;

4 手工焊接时宜先在坡口四周上对称点焊 4 点~6 点,待上、下节桩固定后拆除导向箍再分层焊接,焊接宜对称进行;

5 焊接层数不得少于 2 层,内层焊渣必须清理干净后方可施焊外层,焊缝应饱满连续;

6 手工电弧焊接时,第一层宜选用直径为 3.2mm 电焊条施焊,并保证根部焊透;第二层可用粗焊条,宜采用 E43 型系

列焊条；采用二氧化碳气体保护焊时，焊丝宜采用 ER50-6 型；

7 桩接头焊好后应进行外观检查，检查合格后方可继续沉桩，严禁浇水冷却；

8 桩身接头焊接外露部分应满足设计防腐要求；

9 雨天焊接时，应采取防雨措施。

6.4.2 预制桩采用机械螺纹接头接桩时，应符合相应机械连接方式的规定，并应符合下列规定：

1 接桩前检查桩两端制作的尺寸偏差及连接件无损伤后方可起吊施工，下节桩段的桩头宜高出地面 0.8m~1.0m；

2 卸下两端的保护装置后，应清理接头残留物并涂抹润滑脂；

3 采用专用接头锥度对中，对准上下节桩后，应旋紧连接；

4 可采用专用链条式扳手旋紧，锁紧后两端板应保留 1mm~2mm 的间隙。

6.4.3 预制桩采用机械啮合接头接桩时，应符合相应机械连接方式的规定，并应符合下列规定：

1 连接前，连接处的桩端端头板必须清理干净，连接销旋入端板前应满涂沥青涂料，旋入后应使用钢模型板检测调整连接销的方位；

2 连接槽内应注入不少于一半槽深的沥青涂料，并沿带槽端板外周边抹宽度不小于 20mm、厚度不小于 3mm 的沥青涂料；当地基土、地下水为中等以上腐蚀介质时，带槽端板板面应满涂沥青涂料，厚度不应小于 2mm。

6.4.4 采用其他机械方式接桩时，应符合相应机械连接方式操作要求的规定，应固定正确、牢固。

6.4.5 预制桩截桩应采用专用锯桩器，严禁敲击截桩或强行扳拉截桩。

7 质量检验与验收

7.1 一般规定

7.1.1 预制桩的检验应包括沉桩前检验，沉桩过程检验和施工后的检验。

7.1.2 桩的型号、规格应符合设计要求，产品质量应符合相应图集的规格、构造与质量要求。

7.1.3 沉桩后的桩身完整性以及单桩承载力检验，应由具有相应资质的检测单位完成。

7.1.4 预制桩的验收应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 及《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 的有关规定。

7.2 质量检验

7.2.1 沉桩施工前应进行下列检验：

1 应对进场的预制桩规格、型号、长度、端板厚度、焊接坡口尺寸及外观质量进行检查、验收；

2 沉桩前应对桩位和标高控制点进行校验；

3 沉桩前应对采用的沉桩机械和辅助设备进行查验；

4 沉桩前应对施工采用的焊接设备和焊条以及使用的防腐涂料的质量进行检验；

5 采用预成孔法辅助沉桩应在沉桩前检查预成孔孔径、孔深及缩颈情况。

7.2.2 沉桩施工过程中应进行下列检验：

1 桩的定位和沉桩就位前的复测；

2 打（压）桩机具的检查；

3 桩身垂直度检查；

- 4 桩接头承插件连接的质量检查；
 - 5 沉桩记录的审核。
- 7.2.3** 沉桩前应应对桩位进行复核。在沉桩过程中，应随时检查桩位标记的保护，防止桩位标记发生错乱和移位。对于大承台群桩基础四周边缘的基桩，宜待承台内其他桩施工完成后重新定位施工。
- 7.2.4** 桩身垂直度检测应符合下列规定：
- 1 测量桩身垂直度可用吊线坠法，送桩的桩身垂直度可采用送桩前桩头露出自然地面 1.0m~1.5m 时测得的桩身垂直度；深基坑内的基桩，桩身垂直度应待深基坑土方开挖后再次量测；
 - 2 沉桩后的最终桩身垂直度偏差不得超过 0.5%。
- 7.2.5** 沉桩记录应齐全、真实、清晰，经相关责任人员签字确认后，方可作为有效的施工记录。
- 7.2.6** 截桩后桩顶实际标高偏差不得超过 10mm。
- 7.2.7** 桩顶平面位置的允许偏差应符合表 7.2.7 的规定。

表 7.2.7 预制桩顶平面位置的允许偏差

项目		允许偏差值 (mm)
柱下单桩		80
单排或双排 桩条形桩基	垂直于条形桩基横向轴的桩	100
	平行于条形桩基纵向轴的桩	150
承台桩数为 (2~4) 根的桩		100
承台桩数为 (5~16) 根的桩	周边桩	100
	中间桩	$\max(D/3, 150)$
承台桩数多于 16 根的桩	周边桩	150
	中间桩	$D/2$

注：D 为桩最大外径或边长。

7.2.8 预制桩承载力和桩身质量检验应符合国家现行标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202、《建筑桩基技术

规范》JGJ 94 和《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 的规定。

7.3 质量验收

7.3.1 孔植入预制桩的验收应在基坑开挖至设计标高、全部基桩施工完毕后进行。

7.3.2 工程验收时应提供下列文件和记录：

- 1 岩土工程勘察报告；
 - 2 设计图纸；
 - 3 图纸会审记录和设计变更单；
 - 4 经审定的施工组织设计、施工专项方案和技术交底资料；
 - 5 桩的出厂合格证、产品检验报告；
 - 6 桩进场验收记录；
 - 7 桩位测量放线图，桩位复核签证单；
 - 8 引孔植桩施工记录汇总表；
 - 9 沉桩完成时桩顶标高、复打（压）后桩顶标高和开挖完成后桩顶标高；
 - 10 接桩隐蔽验收记录；
 - 11 桩身完整性检测和承载力检测报告；
 - 12 桩基工程竣工图；
 - 13 其他必须提供的文件和记录。
- 7.3.3** 工程验收应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 的有关规定。

附录 A 引孔施工记录表

工程名称: _____ 作业面标高: _____

施工单位: _____ 引孔日期: _____

监理单位: _____ 引孔直径: _____

[illegible]

记录员: _____ 技术负责人: _____ 监理工程师: _____

[illegible]

附录C 锤击沉桩施工记录表

施工单位：第 页

工程名称		mm		预制桩壁厚/内径		mm		工程地址		打桩顺序号	
预制桩外径/边长		mm		mm		mm		接头形式		预制桩生产厂	
预成孔直径		mm		mm		m		桩锤类型		桩帽重量	
桩位编号		mm		mm		mm		桩锤重量		单承载力设计值	
										kN	
锤击记录											
桩节顺序 (从底至顶)		节长 (m)		管桩制作日期 (年 月 日)		锤规格及落距		锤击起止 时间		每米沉桩锤击数	
第一节								日 时 分		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 累计总数	
第二节											
第三节											
第四节											
第五节											
收锤记录											
收锤时间		月 日 时 分		锤规格、落距		最后贯入度		mm/10 击		C _p +C _q mm	
配桩长度		m		送桩深度		m		桩入上深度		m	
备注								桩高出高度		kN	
								天气		填表日期	
记录员				班组长		技术负责人		监理代表		年 月 日	

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

- 1) 表示很严格，非这样做不可的：正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”；
- 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”；
- 3) 表示允许稍有选择，在条件允许时首先这样做的：正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”；
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关规程执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《混凝土结构设计标准》GB/T 50010
《工程勘察通用规范》GB 55017
《岩土工程勘察规范》GB 50021
《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046
《混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082
《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202
《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205
《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
《先张法预应力混凝土管桩》GB/T 13476
《建筑桩基技术规范》JGJ 94
《建筑桩基检测技术规范》JGJ 106
《预应力混凝土空心方桩》JG/T 197
《预应力混凝土管桩技术标准》JGJ/T 406

中国建筑工业出版社

团 体 标 准

引孔植入预制桩技术规程

T/CECAS 20009—2026

条 文 说 明

中国建筑工业出版社

目 次

1	总则	33
3	基本规定	34
4	勘察	35
5	设计	36
5.1	一般规定	36
5.2	桩基计算	36
5.3	构造及防腐	37
6	施工	38
6.1	一般规定	38
6.2	预成孔法	38
6.3	中掘法	39
7	质量检验与验收	40
7.3	质量验收	40

1 总 则

1.0.1 随着我国现代化建设的快速发展，混凝土预制桩的应用领域不断扩大，预制桩及其配套产品已形成了一个新兴的行业，得到了快速发展。预制桩的生产和应用有多年成熟经验，其质量稳定可靠、机械化施工程度高、生产和施工过程节能环保，经济效益显著。引孔植入施工工法可解决混凝土预制桩进入或穿越坚硬土层的施工问题，在不同地区、不同地质条件均有成功应用。为使引孔植入预制桩勘察、设计、施工、质量检验与验收做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量，保护环境，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于工业与民用建筑中主要承受竖向抗压荷载的低承台桩基础。市政、公路与桥梁、铁路、港口、水利等工程采用低承台桩基时可参考使用，但尚应符合有关行业标准的规定。

3 基本规定

3.0.2 预成孔法作为一种管桩施工的辅助措施，一般用于解决预制桩穿越或进入坚硬土层施工难的问题，预成孔法一般不宜用于较厚的淤泥或淤泥质土。

3.0.3 当上部土层存在淤泥、淤泥质土或含水量较低的砂土等土层，预成孔困难时可采用中掘法辅助成桩。

3.0.5 引孔植桩工艺可分为预成孔法和中掘法，预成孔法可分为干作业和湿作业两种工艺。干作业施工速度快、成本低、应用较为广泛，但其成孔效果受土质、含水量、地下水位等因素影响；湿作业成孔适用条件较为广泛，缺乏地区经验时应进行现场试验确定其可行性及效果。

4 勘 察

4.0.1 预制桩桩身强度较高，虽可穿透软土、填土、可塑性黏性土、粉土、松散或稍密的砂土等土层，但难以直接穿透厚度较大的硬塑或坚硬状黏性土、密实的砂土、碎石土等土层。因此当遇到影响沉桩的地层时，应重点查明其埋深和厚度，以便选择适宜的引孔方法。

4.0.3 对于厚度较大的粉土、砂土层，采用静压法施工预制桩时一般难以穿透，如采用锤击法施工，当需穿透土层呈中密~密实状态时，锤击贯入沉桩时锤击数过多易造成桩身疲劳损伤。因此勘察时应详细查明影响成桩土层的物理力学性质，已确定是否需要采取引孔措施。

4.0.6 采取不扰动样时，对于流塑、软塑的黏性土可采用固定活塞式薄壁取土器，可塑的黏性土可采用自由活塞式敞口薄壁取土器或单动三重管回转取土器，硬塑的黏性土、粉土、粉砂或细砂可采用单动三重管回转取土器，坚硬的黏性土、中砂、粗砂可采用双动三重管回转取土器；对于砾砂、碎石土、软岩等或难以采取不扰动样的岩土层，也可根据岩土条件通过标准贯入试验、静力触探试验、十字板剪切试验等原位测试手段获取设计、施工所需的参数。

5 设 计

5.1 一 般 规 定

5.1.2 建筑桩基设计等级划分参照现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94。

5.1.7 考虑现场场地地质条件选择满足单桩承载力与地基变形要求，工程性能较好、厚度较大的岩土层为持力层，当有多层持力层可供选择时，应进行经济技术对比分析确定。

5.1.8 考虑引孔后减弱了挤土效应，因此本条款参照非挤土桩适当降低了最小桩间距的要求，当基桩排数超过 3 排时应适当加大桩间距或进行试验性施工。

5.1.10 引孔深度可根据桩距和土的密实度、渗透性等确定，宜为桩长的 $1/3 \sim 2/3$ ，引孔直径和桩径的比例关系随着土质情况、桩直径、桩的密集程度等的不同有明显差异，应由设计和施工单位根据当地经验协商确定，无当地经验时，应在工程桩施工前通过试压桩和静载荷试验进行确定。引孔法施工工艺对桩周土层有一定的卸荷软化作用，有些地层短时间很难恢复到原状土状态，特别是桩侧土水平抗力系数的比例系数 m 值受引孔卸荷影响较大。

根据收集到的山东、山西、河南、河北、黑龙江、辽宁、吉林等地区的 53 个工程案例，当引孔直径不超过桩直径的 $2/3$ ，深度不超过桩长的 $2/3$ 时桩的竖向承载力均不小于采用经验系数法估算的承载力，因此本条给出了采用经验参数法估算单桩竖向承载力时的经验引孔界限。

5.2 桩 基 计 算

5.2.1、5.2.2 预制桩基础桩顶竖向力和水平力的计算，是基于

上部结构分析得到的桩墙（柱）等竖向构件作用于基础的荷载作用。其假定为：1）承台为绝对刚性；2）桩与承台为铰接；3）各基桩的刚度相等。采用式 5.2.2-2 计算偏心竖向力作用下的群桩受力时，该式为简化公式，适用于计算坐标系的原点为群桩形心，且要求坐标轴方向为群桩的主轴方向，即计算坐标轴必须为群桩形心主轴。当采用通过群桩形心的任意坐标轴时，可按下式计算：

$$Q_{ik} = \frac{F_k + G_k}{n} + \frac{(M_x \sum x_j^2 + M_y \sum x_j y_j) y_i - (M_y \sum y_j^2 + M_x \sum x_j y_j) x_i}{\sum x_j^2 \sum y_j^2 - \sum x_j y_j \sum x_j y_j}$$

应用该公式时，坐标、力和弯矩的正负应严格遵照笛卡尔坐标系。

5.2.3 预制桩单桩竖向承载力仍以原位原型静载荷试验为最可靠的确定方法。初步设计可根据土的物理力学指标与承载力参数之间的经验关系计算单桩竖向承载力特征值，不同土层侧阻力和端阻力经验参数可根据场地勘察资料确定。

5.2.4 估算单桩承载力时，应合理考虑引孔直径对单桩承载力的影响，根据土的物理指标与承载力参数之间的经验关系计算单桩竖向极限承载力，核心问题是经验参数的收集，统计分析，力求涵盖不同桩型、地区、土质，具有一定的可靠性和较大适用性。

5.2.7 桩基的抗拔承载力破坏可能呈单桩拔出或群桩整体拔出，即呈非整体破坏或整体破坏模式，对两种破坏的承载力均应进行验算。

5.3 构造及防腐

5.3.3 根据广东省采用预应力管桩的经验，当桩端持力层为非饱和状态的强风化岩时，闭口桩沉桩后一定时间桩端构造缝隙浸水导致风化岩软化，端阻力有显著降低现象。经研究，沉桩后立刻灌入微膨胀性混凝土至桩端以上 2m，能防止渗水软化现象发生。

6 施 工

6.1 一 般 规 定

6.1.1 施工前应准备好相关资料，特别是应着重在三个方面：一是场地气象、地形、地质资料，根据场地条件选择合适的施工设备，确定桩体强度及考虑是否加桩尖等；二是场地现状及周围环境，包括影响管桩施工的架空线路、地下管线、地下埋藏物，场地回填情况，同时应考虑施工对周围建筑及环境造成的影响；三是编写施工组织设计或施工方案。

施工前场地是否需要加固处理及桩顶预留土层厚度应根据场地土质条件结合当地经验确定，本条规定的预留 300mm 保护层为建议最薄保护层厚度。

6.1.3 当预制桩沉桩施工毗邻建（构）筑物、地下管线、边坡等或在边坡上施工时应应对周边环境进行监测。

6.1.5 软土地区或地下水位较高地区，应合理安排基坑与基桩施工的先后顺序，支护设计时应充分考虑沉桩施工对基坑、止水或降水设施的影响，以及基坑开挖引起的坑底水平变形及回弹对已施工基桩的影响。

6.2 预 成 孔 法

6.2.2 为确保钻头迅速准确地对准桩位，可在桩位上放置定位环；开始钻进或穿过软硬土层交界处时，钻杆应保持垂直，并缓慢钻进；在含砖头、瓦块的杂填土层或含水量较大的软塑性土层中钻进时，应注意减少钻杆摆动，以免扩大孔径；采用长螺旋钻进时，螺旋钻杆与出土装置导向轮间隙不得大于钻杆外径的 4%。钻至要求深度时，一般应在原处空转清孔，然后停止回转，提升钻具。出土装置的出土斗离地面高度不得小于 1.2m。如孔

底虚土超过允许厚度时，应进行二次下钻重新清孔；采用短螺旋钻进时，每次钻进深度不应超过螺旋长度；钻进中出现钻杆晃动、跳动或不进尺等异状时，应停车检查。容钻进砂土层时，深度不宜超过初见地下水位，以免孔壁坍塌；应根据孔内阻力大小及时调整钻进速度并尽量保持匀速给进，以免造成机具损坏和孔内事故；钻进过程中，随时清理孔口积土，遇到孔内渗水、塌孔、缩径等异常情况时，应将钻具从孔内提出，然后会同有关部门研究处理。

6.3 中 掘 法

6.3.1 有条件的情况下，宜采用内钻静压（或振动）一体机，钻具直径宜比管桩内径小 50mm~100mm，动力头扭矩不小于 120kN·m。

7 质量检验与验收

7.3 质量验收

7.3.1 软土地区和高水位地区，采取先打桩后开槽的施工工艺时，基坑开挖可能导致基桩水平位移或上浮，当基坑开挖深度较深时，应待基坑完成且变形监测稳定后方可对基桩进行验收。