

# 前 言

本标准根据河北省住房和城乡建设厅《2019年度省工程建设标准和标准设计第三批制(修)订计划的通知》(冀建节科函〔2019〕45号)的要求,由中土大地国际建筑设计有限公司、建华建材(中国)有限公司会同有关单位联合编制而成。

本标准共分为7章和3个附录,主要技术内容包括:1. 总则; 2. 术语和符号; 3. 基本规定; 4. 岩土工程勘察要求; 5. 复合地基设计; 6. 施工; 7. 质量检验与验收。

本标准由中土大地国际建筑设计有限公司负责具体技术内容的解释,由河北省绿色建筑推广与建设工程标准编制中心负责管理。

标准执行过程中,如有意见和建议,请寄送至中土大地国际建筑设计有限公司(地址:河北省石家庄市长安区石纺路95号,保利国际广场中土国际22层,邮编:050046,电话:0311-66708116,邮箱:ztzlb2019@163.com),以供今后修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和审查人员名单:

主编单位: 中土大地国际建筑设计有限公司

建华建材(中国)有限公司

参编单位: 河北建筑设计研究院有限责任公司

河北太行宏业建设集团有限公司

廊坊市城市建设勘察院

河北金地工程勘察设计有限公司

冀北中原岩土工程有限公司

中冶地勘岩土工程有限责任公司

衡水京坤岩土工程有限公司

中绎建设科技集团有限公司

河北中权工程检测有限公司

主要起草人：周保良 张淑荣 毛由田 许鹏展 张树雄

(以下按姓氏笔画为序)

马 雷 王立华 王海周 王 鹏 王占永

王 浩 王 娜 王 黎 王占锋 户春贵

孙力坤 刘世恩 关 鹏 米志瑞 张瑞琦

张 岩 张延记 张艳芳 张映超 张国召

陈 醒 何学礼 李志高 李拥军 李 伟

角世哲 花力臻 邵卫信 陈 巧 陈鸣阅

周会军 赵云涛 赵永新 范京宪 杨亚莉

杨永涛 杨占新 郑贵平 姜志伟 贾彦龙

贾翰卿 郝卫星 剧捧捧 曹 阳 崇智星

解炳烈 翟雨青 蔡文广

审查人员：贾文华 徐志欣 孙立川 杨志红 雷 霆

刘 勇 杨海鹏

# 目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	5
4	岩土工程勘察要求	7
5	复合地基设计	8
5.1	设计基本资料	8
5.2	管桩选择与布置	9
5.3	复合地基设计	11
6	施工	17
6.1	一般规定	17
6.2	起吊、搬运与堆放	21
6.3	沉桩施工	22
6.4	接桩与截桩	26
6.5	施工安全与环境保护	28
7	质量检验与验收	30
7.1	质量检查	30
7.2	复合地基检测	32
7.3	工程验收	33
附录 A	管桩侧阻力特征值	35
附录 B	管桩端阻力特征值	37
附录 C	劲性复合管桩外芯侧阻力特征值	38

本标准用词说明..... 39  
引用标准名录..... 40  
附：条文说明..... 41

住房城乡建设厅信息公开浏览专用

# Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Basic Requirements	5
4	Geotechnical Investigation Requirements	7
5	Composite Foundation Design	8
5.1	Basic Documents of Design	8
5.2	Pipe Pile Selection and Arrangement	9
5.3	Composite Foundation Design	11
6	Construction	17
6.1	General Requirements	17
6.2	Lift, Transport and Stack	21
6.3	Pile Sinking Construction	22
6.4	Connecting and Cutting of Piles	26
6.5	Construction Safety and Environmental Protection	28
7	Quality Inspection and Acceptance	30
7.1	Quality Inspect	30
7.2	Composite Foundation Inspection	32
7.3	Engineering Acceptance	33
Appendix A	Characteristic Value of Friction of Pipe Pile Side	35
Appendix B	Characteristic Value of Friction of Pipe Pile	

Point.....	37
Appendix C Characteristic Value of Friction of Strength	
Composite Pipe Pile Outer Core Pile.....	38
Explanation of Wording in This Standard.....	39
List of Quoted Standards.....	40
Addition: Explanation of Provisions.....	41

住房城乡建设厅信息公开浏览专用

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范河北省预应力混凝土管桩复合地基技术的应用，贯彻执行国家的有关技术经济政策，做到安全适用、经济合理、确保质量、保护环境，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于河北省预应力混凝土管桩复合地基的勘察、设计、施工、质量检验及验收。

**1.0.3** 采用预应力混凝土管桩复合地基应综合考虑建筑荷载、岩土工程条件、施工与材料供应、环境条件等因素。

**1.0.4** 预应力混凝土管桩复合地基的勘察、设计、施工、质量检验及验收，除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

住房城乡建设厅信息公开网站专用

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 预应力混凝土管桩 prestressed concrete pipe pile

采用离心成型的预应力钢筋混凝土制成的预应力混凝土环形截面桩，简称管桩。

#### 2.1.2 预应力混凝土管桩复合地基 composite foundation of prestressed concrete pipe pile

预应力混凝土管桩与桩间土共同承担荷载的人工地基。

#### 2.1.3 内芯桩 inner core pile

劲性复合管桩桩体中心的管桩部分。

#### 2.1.4 外芯桩 outer core pile

劲性复合管桩桩体内芯以外的水泥土桩部分。

#### 2.1.5 劲性复合管桩复合地基 composite foundation of strength composite pipe pile

搅拌或旋喷水泥土桩与预应力混凝土管桩复合施工并共同作为竖向增强体与桩间土共同承担荷载的人工地基。

#### 2.1.6 面积置换率 replacement ratio

管桩复合地基由桩外径、劲性复合管桩复合地基由外芯桩直径计算的面积与桩所承担的复合地基面积的比值。

#### 2.1.7 褥垫层 mattress

在基础底面与复合土层之间铺设的、起传递和调整桩土荷载分配作用的柔性材料垫层。

#### 2.1.8 锤击贯入法 hammer-driving method

利用锤击设备将管桩打至土（岩）层设计深度的沉桩施工方法。



### 2.1.9 静力压桩法 *jacked driving method*

利用静压设备将管桩压至土（岩）层设计深度的沉桩施工方法。

### 2.1.10 劲性复合管桩法 *method of strength composite pipe pile*

在预先施工的搅拌或旋喷水泥土桩凝固前将管桩置入其中的施工方法。

### 2.1.11 填芯混凝土 *filling concrete for pipe pile head*

填筑在管桩内腔上部一定深度的混凝土。

### 2.1.12 管桩土塞效应 *plugging effect of pipe pile*

开口桩尖沉桩过程中，土体涌入管桩内的土芯固结闭塞后对桩端阻力发挥程度的影响效应。

## 2.2 符 号

### 2.2.1 材料性能、抗力、几何参数等

$A_p$ ——管桩由外径计算得到的面积；

$d$ ——管桩外径；

$f_{ak}$ ——天然地基承载力特征值；

$f_{spk}$ ——复合地基承载力特征值；

$l_i$ ——桩周第*i*层土（岩）的厚度；

$m$ ——面积置换率；

$q_{si}$ ——桩侧第*i*层土的侧阻力特征值；

$q_p$ ——桩端阻力特征值；

$R_a$ ——单桩竖向承载力特征值；

$R_b$ ——桩身允许抱压压桩力；

$R_d$ ——桩身允许顶压压桩力。

$t$ ——管桩壁厚；

$u$ ——桩身周长。

### 2.2.2 计算系数

$\lambda$ ——单桩承载力发挥系数；

$\beta$ ——桩间土承载力发挥系数；

$\zeta$ ——处理后复合地基承载力特征值与基础底面下天然地基承载力特征值的比值；

$\psi_c$ ——管桩成桩工艺系数。

### 3 基本规定

**3.0.1** 管桩复合地基适用于处理黏性土、粉土、砂土、软土及素填土等地基。

**3.0.2** 当管桩复合地基用于处理湿陷性黄土、欠固结填土、新近沉积土、液化土等特殊土地基时，尚应满足相应现行规范、标准的特殊设计要求。

**3.0.3** 当采用管桩作为复合地基竖向增强体时，应根据地质条件、工程特点与地基处理要求，结合地方经验，可单独使用形成刚性桩复合地基，也可与水泥土桩等组合使用形成劲性复合管桩复合地基。水泥土桩水泥掺入量不宜小于被加固土质量的 12%，土质松软时应加大掺入量。

**3.0.4** 根据建筑物规模、功能特征、对差异变形的适应性、场地地基和建筑物体形的复杂性以及由于复合地基失效可能造成建筑物破坏或影响正常使用的程度，将复合地基设计分为三个等级。复合地基设计时，应根据表 3.0.4 确定设计等级。

表 3.0.4 复合地基设计等级

设计等级	建筑和地基类型
甲级	(1) 重要工业与民用建筑物； (2) 体形复杂且层数相差超过 10 层的高低层连成一体的建筑物； (3) 30 层以上（含 30 层或高度 100m 及以上高耸构筑物）的高层建筑； (4) 场地和地基条件复杂的一般建筑物及坡上建筑物； (5) 对原有工程影响较大的新建建筑物； (6) 对地基变形有特殊要求的建筑物。
乙级	除甲级、丙级以外的建筑
丙级	场地和地基条件简单、荷载分布均匀的 7 层及 7 层以下的一般建筑

**3.0.5** 处理地基施工前，应通过现场试验确定地基处理方法的适用性和处理效果。

**3.0.6** 管桩复合地基应进行包括软弱下卧层在内的承载力、变形验算，对于受较大水平荷载或位于斜坡上的建（构）筑物，尚应进行地基稳定性验算。

**3.0.7** 建筑物在施工及使用期间应进行变形监测，直至变形达到稳定为止。

**3.0.8** 管桩的耐久性应满足国家现行相关规范、标准的规定。

## 4 岩土工程勘察要求

**4.0.1** 勘探点平面布置应满足下列要求：

1 当高层建筑平面为矩形时应沿建筑物轮廓布设且不少于 2 排，为不规则形状时，应在凸出部位的角点和凹进的阴角布设勘探点；

2 在高层建筑层数、荷载和建筑体形变异较大位置，应布设勘探点；

3 对复合地基设计等级为甲级的高层建筑应在中心点或核心筒部位布设勘探点；

4 勘探点的间距不宜大于 24m。当土层的性质或状态在水平方向分布变化较大、存在影响成桩的土层时，应加密勘探点，必要时应进行施工勘察。

**4.0.2** 控制性勘探孔不应少于勘探孔总数的 1/2，且每个单体建筑物不少于 2 个。对于复合地基设计等级为甲级的，至少应布置 3 个控制性勘探孔。控制性勘探孔应穿透桩端平面以下压缩层厚度，一般性勘探孔应深入预计桩端平面以下 3~5 倍桩身设计直径，且不得小于 3m。

**4.0.3** 在勘探深度范围内的每一土层，均应采取不扰动试样进行室内试验或根据土质情况选用有效的原位测试方法进行测试，提供设计所需参数。

## 5 复合地基设计

### 5.1 设计基本资料

**5.1.1** 岩土工程勘察文件应包括下列内容：

- 1 复合地基设计所需的岩土层分布及其物理力学参数；
- 2 对工程不利的埋藏物，如埋藏的河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等；
- 3 地下水埋藏情况、类型，水位变化幅度及水、土对建筑材料的腐蚀性评价；
- 4 地基土的冻胀性、湿陷性、膨胀性、液化等评价；
- 5 建筑场地所在地区的抗震设防烈度和建筑场地类别。

**5.1.2** 建筑场地与周边环境情况应包括下列内容：

- 1 建筑场地情况包括交通设施、高压架空线、地下管线和地下构筑物的分布；
- 2 相邻建筑物重要性等级、基础形式及埋置深度；
- 3 周围建筑物的防振、防噪声要求。

**5.1.3** 建（构）筑物的有关资料应包括下列内容：

- 1 总平面布置图、基础平面布置图和剖面图等；
- 2 结构及基础类型、荷载、使用条件和设备对基础竖向及水平位移的要求；
- 3 使用功能和建筑结构的重要性等级。

**5.1.4** 施工条件的有关资料应包括下列内容：

- 1 施工机械设备对地质条件的适应性；
- 2 水、电及建筑材料的供应条件；
- 3 施工机械的进出场及现场运行条件。

## 5.2 管桩选择与布置

5.2.1 管桩复合地基的设计选型应符合下列规定：

- 1 管桩直径宜为 300mm~600mm；
- 2 应选择承载力和压缩模量高的土层作为桩端持力层；
- 3 地基中有多层硬土层时，可采用长桩与短桩组合的管桩复合地基方案；

4 当管桩与其它增强体组合形成多桩型复合地基时，应将管桩作为复合地基主要增强体；

5 在饱和软土地区，管桩可单独使用形成管桩复合地基；在非饱和软土地区，直接施工管桩困难时，可预先施工搅拌水泥土桩或旋喷水泥土桩，在初凝前置入管桩，形成劲性复合管桩复合地基；

6 劲性复合管桩复合地基应根据地质条件和需加固的地层，选择短芯桩、长芯桩和等芯桩。

5.2.2 劲性复合管桩构造（图 5.2.2）应符合下列规定：

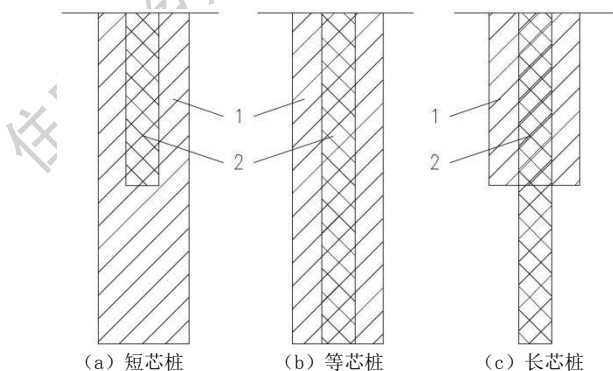


图 5.2.2 劲性复合管桩构造示意图  
1-外芯桩；2-内芯桩

1 劲性复合管桩外芯桩桩径宜为 500mm~1200mm, 内芯桩桩径宜为 300mm~600mm;

2 劲性复合管桩复合段的外芯厚度宜为 100mm~300mm;

3 当采用等芯桩和长芯桩时, 管桩应进入较硬的持力层;

4 当采用短芯桩时, 水泥土桩在管桩桩端以下部分的长度宜根据土层状况及工程设计要求确定。

### 5.2.3 桩的布置应符合下列规定:

1 在基础范围内布桩, 基础边缘距桩中心不应大于桩间距的 1/2, 且不小于 1 倍桩径。当用于处理液化土层或其它特殊情况下可考虑在基础外增加护桩;

2 复合地基的布桩, 可均匀布置; 当上部结构荷载分布相差较大或地基不均匀时, 应根据承载力和变形要求布桩;

3 桩间距应根据设计要求的复合地基承载力、变形及岩土性质等确定, 桩的最大中心间距不宜大于 6 倍桩径。桩的最小中心距宜按表 5.2.3 确定;

表 5.2.3 桩的最小中心距

土类与成桩工艺		排数不少于 3 排且桩数不少于 9 根的摩擦型桩	其他情况
挤土桩	饱和软黏土	$4.0d'$	$3.5d'$
	非饱和土、饱和非软黏土	$3.5d'$	$3.0d'$
部分挤土桩	饱和软黏土	$3.5d'$	$3.0d'$
	非饱和土、饱和非软黏土	$3.0d'$	$3.0d'$
非挤土植入桩		$3.0d'$	$3.0d'$

注: 1 当纵横向桩距不相等时, 其最小中心距应满足“其他情况”一栏的规定;

2 对于管桩复合地基,  $d'$  为管桩外径; 劲性复合管桩复合地基,  $d'$  为外芯桩直径。



4 桩长应按实际岩土工程条件、工程设计要求等因素综合确定。一般应选择承载力较高的土层作为桩端持力层，桩端进入持力层深度应大于 1 倍桩径。当硬土层埋藏较深时，桩端可不达到硬土层，但应满足承载力及沉降的要求。当存在软弱下卧层时，桩端以下持力层厚度不宜小于 3 倍桩径。

### 5.3 复合地基设计

5.3.1 复合地基承载力特征值应通过静载荷试验确定，初步设计时复合地基承载力特征值可按式 5.3.1 进行估算：

$$f_{\text{spk}} = \lambda m R_a / A' + \beta (1 - m) f_{\text{sk}} \quad (5.3.1)$$

式中：

$f_{\text{spk}}$ ——复合地基承载力特征值 (kPa)；

$\lambda$ ——单桩承载力发挥系数，可按地区经验取值，无经验时可取 0.95~1.00；

$R_a$ ——单桩竖向抗压承载力特征值；

$m$ ——复合地面积置换率，管桩按外径计算，劲性复合管桩按外芯桩直径计算；

$A'$ ——按桩外径计算的面积，管桩按外径计算，劲性复合管桩按外芯桩直径计算；

$\beta$ ——复合地基桩间土承载力发挥系数，可取 0.8~1.0；

$f_{\text{sk}}$ ——处理后桩间土承载力特征值 (kPa)。

5.3.2 初步设计时，管桩单桩承载力特征值与桩身强度设计值可按下列公式估算：

1 管桩复合地基单桩承载力特征值、桩身强度应符合下列公式要求:

$$R_a = u \sum_{i=1}^n q_{si} l_i + \alpha_p q_p A_p \quad (5.3.2-1)$$

$$f_{cu,k} \geq 4\lambda R_a [1 + \gamma_m (d_m - 0.5) / f_{spa}] / A_p \quad (5.3.2-2)$$

式中:

$R_a$ ——单桩竖向抗压承载力特征值 (kN) ;

$u$ ——管桩桩身周长 (m) ;

$A_p$ ——管桩由外径计算得到的面积 (m<sup>2</sup>) ;

$q_{si}$ ——管桩桩周第*i*层土的侧阻力特征值 (kPa), 可按地区经验取值, 无经验时可结合地层条件按附录 A 取值;

$l_i$ ——管桩桩周第*i*层土 (岩) 的厚度 (m) ;

$\alpha_p$ ——桩端端阻力发挥系数, 可按地区经验确定, 一般可取 0.8~1.0;

$q_p$ ——管桩端阻力特征值 (kPa), 可按地区经验取值, 无经验时可结合地层条件按附录 B 取值;

$f_{cu,k}$ ——管桩桩身混凝土立方体抗压强度标准值 (N/mm<sup>2</sup>) ;

$\gamma_m$ ——基础底面以上土的加权平均重度 (kN/m<sup>3</sup>), 地下水位以下取浮重度;

$d_m$ ——基础埋置深度 (m) ;

$f_{spa}$ ——经深度修正后的复合地基承载力特征值 (kPa) 。

2 劲性复合管桩复合地基单桩承载力特征值、桩身强度应符合下列公式要求:

1) 单桩承载力特征值可按下列公式估算:

$$\text{长芯桩: } R_a = u \sum q_{sia} l_i + u^c \sum q_{sja}^c l_j + q_{pa}^c A_p^c \quad (5.3.2-3)$$

$$\text{短芯桩与等芯桩: } R_a = u \sum q_{sia} l_i + q_{pa} A_p' \quad (5.3.2-4)$$

式中:

$u$ ——劲性复合管桩复合段外芯桩桩身周长 (m);

$u^c$ ——劲性复合管桩内芯桩身周长 (m);

$l_i$ ——劲性复合管桩复合段第  $i$  土层厚度 (m);

$l_j$ ——劲性复合管桩非复合段第  $j$  土层厚度 (m);

$q_{sia}$ ——劲性复合管桩复合段外芯桩第  $i$  土层侧阻力特征值 (kPa), 宜按地区经验取值。无经验时, 可取本标准附录 C 表中的高值;

$q_{sja}^c$ ——劲性复合管桩非复合段内芯桩第  $j$  土层侧阻力特征值 (kPa), 宜按地区经验取值。无地区经验时, 可按本标准附录 A 查表确定;

$q_{pa}^c$ ——劲性复合管桩内芯桩端土的端阻力特征值 (kPa), 宜按地区经验取值。无地区经验时, 可按本标准附录 B 查表确定。

$A_p^c$ ——劲性复合管桩内芯桩由外径计算得到的面积 (m<sup>2</sup>);

$q_{pa}$ ——劲性复合管桩端阻力特征值 (kPa), 宜按地区经验取值。也可取桩端地基土未经修正的承载力特征值;

$A_p'$ ——劲性复合管桩外芯桩桩身截面积 (m<sup>2</sup>);

2) 当采用闭口管桩或水泥土扩体与芯桩直径比大于 2.5

时，单桩承载力特征值需按式（5.3.2-5）、（5.3.2-6）进行芯桩界面承载力验算：

$$\text{长芯桩: } R_a = u^c q_{sa}^c l^c + u^c \sum q_{sja}^c l_j + q_{pa}^c A_p^c \quad (5.3.2-5)$$

$$\text{短芯桩和等芯桩: } R_a = u^c q_{sa}^c l^c + q_{pa}^c A_p^c \quad (5.3.2-6)$$

式中：

$l^c$ 、 $l_j$ ——分别为劲性复合管桩复合段长度和非复合段第  $j$  土层厚度（m）；

$q_{sa}^c$ ——劲性复合管桩复合段内芯侧阻力特征值（kPa），宜按地区经验取值。无地区经验时，宜取室内相同配比水泥石土试块在标准条件下 90d 龄期的立方体（边长 70.7mm）无侧限抗压强度的（0.04~0.08）倍；

$q_{pa}^c$ ——劲性复合管桩内芯桩端土的端阻力特征值（kPa），宜按地区经验取值。无地区经验时，长芯桩和等芯桩按本标准附录 B 查表确定，短芯桩可取 2000kPa~3000kPa。

3) 劲性复合管桩桩身强度应符合下式要求：

$$f_{cu,k} \geq 3.5 \lambda R_a [1 + \gamma_m (d_m - 0.5) / f_{spa}] / A_p \quad (5.3.2-7)$$

**5.3.3** 地基处理后的变形计算按《建筑地基基础设计规范》GB50007 的有关规定执行。复合土层的分层与天然地基相同，各复合土层的压缩模量等于该层天然地基压缩模量的  $\zeta$  倍。 $\zeta$  值可按下表确定：

$$\zeta = f_{\text{spk}}/f_{\text{ak}} \quad (5.3.3)$$

式中：

$f_{\text{ak}}$ ——天然地基承载力特征值（kPa）。

**5.3.4** 当桩端以下存在软弱下卧层时，应按《建筑地基基础设计规范》GB50007 有关规定验算软弱下卧层的承载力。

**5.3.5** 桩顶应采用填芯混凝土或预制桩塞等方式进行封闭，填芯混凝土采用微膨胀混凝土，强度等级不小于 C30，填芯长度不宜小于管桩直径的 3 倍。

**5.3.6** 褥垫层应符合下列要求：

1 褥垫层厚度宜取增强体外径的 1/2 且不宜小于 200 mm；当采用多桩型复合地基时，宜取对复合地基承载力贡献大的增强体桩径或边长的 1/2，且不宜小于 200 mm；

2 褥垫层铺设范围应超出基础边缘且不应小于褥垫层厚度；

3 褥垫层材料宜用中砂、粗砂、碎石、级配砂石，最大粒径不宜大于 30mm，夯填度不应大于 0.90；

4 湿陷性黄土和膨胀土地区宜采用体积配合比为 2:8 或 3:7 灰土垫层，褥垫层压实系数不应小于 0.95，厚度不宜小于 300mm。

**5.3.7** 经过处理后的地基，当按地基承载力确定基础底面积及埋深而需要对本标准确定的地基承载力特征值进行修正时，应符合下列规定：

1 基础宽度的地基承载力修正系数取零；

2 基础埋置深度的地基承载力修正系数取 1.0。

**5.3.8** 设计成果应包括以下内容

1 管桩复合地基平面布置图；

2 管桩复合地基（含地层）剖面示意图；

### 3 设计说明

- 1) 工程概况：建筑物地理位置、名称、层数等；
- 2) 设计依据：合同、图纸、勘察报告及标准、规范等；
- 3) 设计要求：包括桩顶标高、单桩承载力与复合地基承载力要求及沉降要求等；
- 4) 设计参数：桩的型号、桩径、桩长、面积置换率、桩顶封闭及褥垫层设置等；
- 5) 地层情况：基础持力层、管桩穿越的地层及桩端持力层概况；
- 6) 施工要求；
- 7) 检测、沉降变形监测及验收要求；
- 8) 处理后的地基应进行地基承载力和变形评价、处理范围和有效加固深度内地基均匀性评价。

# 6 施 工

## 6.1 一般规定

### 6.1.1 沉桩施工前应进行下列准备工作：

- 1 调查场地及周边环境、地下障碍物及高空高压线等情况，是否影响管桩的运输、堆放及施工；
- 2 调查场地及毗邻区域内的道路、地下及地上管线、建（构）筑物受沉桩施工影响的情况，并提出相应的技术安全措施；
- 3 平整场地，地基土表面处理，保证对施工设备有足够的承载力；
- 4 在不受施工影响的位置设置坐标、高程控制点及轴线定位点；
- 5 供电、供水、排水、道路、照明、通信、临设工房等的安设；
- 6 对防汛有影响的工程，汛期施工时，应执行防汛工作的有关规定。

### 6.1.2 沉桩施工前应具备下列文件和资料：

- 1 拟建场地的岩土工程勘察报告；
- 2 管桩复合地基施工图、设计交底及图纸会审纪要；
- 3 经审查批准的施工组织设计或施工方案，其内容应包括：地基施工技术参数、地基施工工艺流程、地基施工方法、地基施工安全技术措施、应急预案、工程监测要求等；
- 4 拟建场地周围道路及建（构）筑物、地下管线、高空线路等相关的技术资料；

- 5 主要施工设备的技术性能资料；
- 6 管桩出厂合格证及产品说明书；
- 7 施工工艺的试验资料，应通过现场试验确定适用性和处理效果，当振动或挤土对邻近建（构）筑物及周边环境产生有害影响时，应采取措施控制振动和侧向挤压；
- 8 保障工程质量、安全生产、文明施工和季节性施工的技术措施。

**6.1.3** 当沉桩施工影响邻近建筑物、地下管线的正常使用时，应调整施工工艺或沉桩施工顺序，并可采用下列一种或多种辅助措施：

- 1 锤击沉桩时，宜采用“重锤轻击”法施工；
- 2 在施工场地与被保护对象间开挖缓冲减震沟，根据挤土情况可反复在缓冲沟内取土；
- 3 全部或部分桩采用引孔沉桩；
- 4 在饱和软土地区设置砂井或塑料排水板；
- 5 采用植入法等方法施工；
- 6 控制沉桩速率、优化沉桩流程。

**6.1.4** 沉桩施工顺序应符合下列规定：

- 1 沉桩顺序应在施工组织设计或施工方案中明确；
- 2 对于桩的中心距小于 4 倍桩径的群桩，应由中间向外退打；对于软土地区桩的中心距小于 4 倍桩径的排桩，或群桩采用锤击法沉桩时，可采取跳打或对角线施打的施工顺序；
- 3 对于一侧靠近现有建（构）筑物的场地，宜从建（构）筑物的一侧开始由近至远端施工；
- 4 同一场地桩长差异较大或桩径不同时，宜遵循先长后短、



先大直径后小直径的施工顺序；

5 对需做基坑支护及止水结构的工程，宜先施工管桩，再进行基坑支护及止水结构施工。

#### 6.1.5 沉桩施工应符合下列规定：

1 施工作业面标高应高于管桩设计有效桩顶标高，且不宜小于 1.0m；

2 按桩位平面布置图测放桩位，施工前应校核桩位。有条件时，可优先使用打桩导航仪进行施工定位；

3 控制送桩器的垂直度，送桩器与桩身的纵向轴线应保持一致，桩位垂直度偏差不得超过 0.5%；

4 沉桩的控制深度，当桩端持力层为黏性土时，应以标高控制为主，贯入度、压桩力控制为辅；当桩端持力层为密实砂性土时，应以贯入度、压桩力控制为主，标高控制为辅；

5 沉桩完成后立即封盖住管口及孔洞；

6 设置相应观测点，对先期沉入的基桩顶部进行上浮、下沉以及水平位移监测。

#### 6.1.6 采用引孔辅助沉桩法时，引孔的直径、孔深及数量应符合下列规定：

1 引孔直径不宜超过桩直径的 2/3，深度不宜超过桩长的 2/3，并应采取防塌孔的措施；

2 引孔宜采用长螺旋钻机引孔，垂直偏差不宜大于 0.5%，钻孔中有积水时，宜用开口型桩尖；

3 引孔作业和沉桩作业应连续进行，间隔时间不宜大于 12h；

4 采用引孔辅助沉桩法的终压（锤）标准应满足现行国家行业标准、规范要求。

**6.1.7** 遇下列特殊情况之一时应暂停沉桩，与设计、监理等有关方面制定处理措施后方可继续施工：

- 1 压桩力或沉桩贯入度突变；
- 2 沉桩入土深度与设计要求差异大；
- 3 实际沉桩情况与地质报告中的土层性质明显不符；
- 4 桩头混凝土剥落、破碎，或桩身混凝土出现裂缝或破碎；
- 5 桩身突然倾斜；
- 6 地面明显隆起、邻桩上浮或位移过大；
- 7 沉桩过程出现异常声响；
- 8 压桩不到位，或总锤击数超过规定值。

**6.1.8** 在湿陷性黄土、膨胀土、盐渍土、多年冻土、填土地基施工和使用过程中，应采取防止施工用水、场地雨水和邻近管道渗漏水渗入地基的处理措施。

**6.1.9** 基坑开挖应符合下列规定：

- 1 基坑开挖前应制定施工方案，桩顶以上 1.0m 内的土方，应采用人工开挖与小型挖土机械相配合的方法。当桩顶高低不齐时，应采用人工逐批开挖出桩头，截桩后再行开挖；
- 2 在饱和黏性土、粉土地区，应在沉桩全部完成 15d 后进行开挖；
- 3 挖土应均衡分层进行，对流塑状软土的基坑开挖，高差不应超过 1.0m；
- 4 严禁施工机械对管桩造成推挤或碰撞。

## **6.2 起吊、搬运与堆放**

**6.2.1** 管桩运输宜采用平板车或驳船，装卸及运输时应采取防止

桩滑移与损伤的措施。

### 6.2.2 管桩的现场堆放应符合下列规定：

- 1 堆放场地应平整、坚实，排水条件良好；
- 2 堆放时应采取支垫措施，支垫材料宜选用长方木或枕木，不得使用有棱角的金属构件；
- 3 应按不同规格、长度及施工流水顺序分类堆放；
- 4 当场地条件许可时，宜单层或双层堆放；叠层堆放及运输过程堆叠时，外径 500mm 以上的管桩不宜超过 4 层，直径为 400 mm 以下的管桩不宜超过 5 层，堆叠的层数还应满足地基承载力的要求；

5 叠层堆放时，应在垂直于桩身长度方向的地面上设置两道垫木，垫木支点宜分别距桩端 0.21 倍桩长处；采用多支点堆放时上下叠层支点不应错位，两支点间不得有突出地面的石块等硬物；管桩堆放时，底层最外缘桩的垫木处应用木楔塞紧。

### 6.2.3 管桩的吊运应符合下列规定：

- 1 管桩在吊运过程中应轻吊轻放，严禁碰撞、滚落；
- 2 管桩不宜在施工现场多次倒运；
- 3 管桩长度不应大于 15m，且应符合现行国家标准《先张法预应力混凝土管桩》GB13476 规定的单节长度，宜采用两点起吊（图 6.2.3）；也可采用专用吊钩钩住桩两端内壁进行水平起吊，吊绳与桩夹角应大于  $45^\circ$ 。

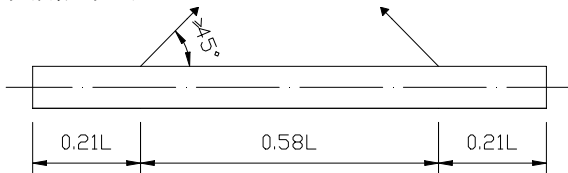


图 6.2.3 15m 以下桩吊点位置

**6.2.4** 施工现场移桩应符合下列规定：

- 1 管桩叠层堆放时，应采用吊机取桩，严禁拖拉移桩；
- 2 应保持桩机的稳定和桩的完整；
- 3 采用三点支撑履带自行式打桩机施工时不宜拖拉取桩。

## 6.3 沉桩施工

**6.3.1** 沉桩方法应根据工程地质条件、桩型、施工前沉桩工艺试验及施工对周边环境的影响，结合当地施工经验综合确定采用静压法、锤击法及劲性复合管桩等方法。

**6.3.2** 静压法沉桩应符合下列规定：

1 压桩机最大压桩力应大于考虑群桩挤密效应的最大压桩动阻力，还应小于压桩机的机架重量和配重之和的 0.8 倍，不得在浮机状态下施工；

2 采用顶压式压桩机时，桩帽或送桩器与桩之间应加设弹性衬垫；

3 采用抱压式压桩机时，夹持机构中夹具应避开桩身两侧合缝的位置；

4 压桩过程中的最大压桩力值应符合设计要求，或根据沉桩工艺试验值确定，不宜大于桩身结构竖向承载力设计值的 1.5 倍；

5 桩身允许抱压压桩力、顶压压桩力可按下列公式计算：

1) 抱压施工压桩力

$$R_b \leq 0.95f_c A \quad (6.3.2-1)$$

2) 顶压施工压桩力

$$R_d \leq 1.1R_b \quad (6.3.2-2)$$

式中：

$R_b$ ——桩身允许抱压压桩力（kN）；

$R_d$ ——桩身允许顶压压桩力（kN）；

$f_c$ ——桩身混凝土轴心抗压强度设计值（kPa）；

$A$ ——管桩桩身横截面面积（ $m^2$ ）。

6 静压法施工沉桩速度不宜大于 2m/min；

7 终压控制标准应符合下列规定：

- 1) 终压标准应根据设计要求、沉桩工艺试验情况、桩端进入持力层情况及压桩动阻力等因素，结合静载荷试验情况确定；
- 2) 摩擦桩与端承摩擦桩以桩端标高控制为主，终压力控制为辅；
- 3) 当终压力值达不到预估价值时，单桩竖向承载力特征值宜根据静载试验确定，不得任意增加复压次数；
- 4) 当压桩力已达到终压力或桩端已到达持力层时应采取稳压措施。

**6.3.3** 锤击法沉桩应符合下列规定：

1 锤击式打桩机械应根据场地条件、工程特点、施工前沉桩工艺试验、管桩截面尺寸及强度、承载力特征值、持力层土性及进入深度等综合选定，打桩锤宜选用液压锤或柴油锤。打桩机的桩架和底盘必须具有足够的强度、刚度和稳定性，并应与桩锤相匹配。

2 桩帽及垫层的设置应符合下列规定：

- 1) 桩帽应有符合要求的强度、刚度和耐打性；

- 2) 桩帽套筒应与施打的管桩直径相匹配，桩帽下部套桩头用的套筒应做成圆筒形，圆筒形中心应与锤垫中心重合，筒体深度宜取 350mm~400mm，内径应比管桩外径大 20mm~30mm，严禁使用过渡性钢套，用大桩帽打小直径管桩；
- 3) 打桩时桩帽套筒底面与桩头之间应设置桩垫，桩垫可采用纸板、棕绳、胶合板等材料制作，厚度应均匀一致，压缩后桩垫厚度应为 120mm~150mm，且应在打桩期间经常检查，及时更换或补充；
- 4) 桩帽上部直接接触打桩锤的部位应设置锤垫，锤垫应用竖纹硬木或钢丝绳制作，其厚度应为 150mm~200mm，打桩前应进行检查、校正或更换。

### 3 锤击沉桩施工应符合下列规定：

- 1) 首节桩插入时，应认真检查桩位及桩身垂直度偏差，校正后的垂直度偏差应不大于 0.5%；
- 2) 表层为厚度较大的淤泥层或松软的回填土时，柴油锤应采用不点火空锤的方式施打；液压锤应采用落距为 200mm~300mm 的方式施打；
- 3) 管桩施打过程中，宜重锤轻击，应保持桩锤、桩帽和桩身的中心线在同一条直线上，并随时检查桩身的垂直度；
- 4) 在较厚的黏土、粉质黏土层中施打管桩，宜将每根桩一次性连续打到底，减少中间休歇时间；
- 5) 管桩内孔充满水或淤泥时，桩身上部应设置排气（水）孔。

### 6.3.4 劲性复合管桩施工应符合下列规定：

- 1 劲性复合管桩施工时，应先施工水泥土搅拌桩或旋喷水泥土桩，在水泥土初凝前，将管桩同心植入水泥土桩。

- 2 混凝土搅拌桩或旋喷混凝土桩的施工应符合下列规定：
  - 1) 严格控制桩位和桩身垂直度，施打桩前复核建筑轴线、水准基点、场地标高，桩位对中偏差 $\leq 3\text{cm}$ ，垂直度偏差 $\leq 0.5\%$ ；
  - 2) 水泥必须无受潮、无结块现象，并且要有出厂质保单及复试报告，发现水泥有结块严禁投料使用；
  - 3) 钻进搅拌时如遇较硬土层阻力大，钻进慢，钢丝绳松，钻进困难时应增加搅拌桩机头自重或启动加压卷扬机或适当更改搅拌头叶片；
  - 4) 施工过程须将水泥和土搅拌均匀；
  - 5) 停灰面比管桩桩顶设计标高高出  $0.5\text{m}$ 。
- 3 管桩施工前清除桩顶返浆，露出桩孔轮廓，有助于管桩植入时中心位置的确定。
- 4 管桩的施工应符合下列规定：
  - 1) 插桩时应对准桩位，使桩机调整到准确位置，并保持桩机在水平位置，保持桩垂直压入土层；
  - 2) 管桩插入时应使送桩器与桩身在同一中心线上；
  - 3) 送桩前在管桩与送桩器间加设多层板支垫，防止桩头被送桩器压坏和防止在送桩器拔出后土体进入管桩内，引起地面不均匀沉降而影响桩机的行走；
  - 4) 每一根施工完毕及时就地利用土方进行回填或用木板覆盖孔口，以保证安全。

## 6.4 接桩与截桩

**6.4.1** 管桩施工应避免在桩尖接近密实砂土、碎石、卵石等硬土层时进行接桩。

**6.4.2** 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规范》GB50205 中二级焊缝的规定外，尚应符合下列规定：

- 1 入土部分桩段的桩头宜高出地面 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圆周上对称点焊 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，第一层宜用 3.2mm 电焊条施焊，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，检查合格后必须经自然冷却，方可继续沉桩。自然冷却时间不应少于表 6.4.2 所列时间，严禁浇水冷却，或不冷却就开始沉桩；

**表 6.4.2 自然冷却时间表 (min)**

锤击桩	静压桩	采用二氧化碳气体保护焊
8	6	3

- 8 钢桩尖宜在工厂内焊接；当在工地焊接时，宜在堆放现场焊接。严禁桩起吊后点焊、仰焊的做法；
- 9 桩身接头焊接外露部分应作防腐处理；
- 10 雨天焊接时，应采取防雨措施。



**6.4.3** 管桩采用机械连接方式时，其间隙应保证采用沥青填料填满，并应符合下列规定：

1 采用机械螺纹接头接桩时，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) 接桩时，卸下上、下节桩两端的保护装置后，应清理接头残留物；
- 3) 采用专用接头锥度对中，对准上下节桩后，旋紧连接；
- 4) 可采用专用链条式扳手旋紧，锁紧后两端板尚应有 1mm~2mm 的间隙。

2 采用机械啮合接头接桩时，应符合下列步骤：

- 1) 连接前，连接处的桩端端头板必须先清理干净，把满涂沥青涂料的连接销用扳手逐根旋入管桩带孔端板的螺栓孔内，并用钢模型板检测调整连接销的方位；
- 2) 剔除下边已就位管桩带槽端板连接槽内填塞的泡塑保护块，在连接槽内注入不少于 0.5 倍槽深的沥青涂料。并将带槽端板外周边抹上宽度 20mm、厚度 3mm 的沥青涂料，当管桩的地基土、地下水具有中等以上腐蚀性时，带槽端板板面应满涂沥青涂料，厚度不小于 2mm；
- 3) 将上节管桩吊起，使连接销与带槽端板上的各个连接口对准，随即将连接销插入连接槽内；
- 4) 加压使上、下桩节的桩端端头板接触，接桩完成。

3 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，固定正确、牢固。

**6.4.4** 管桩截桩应采用锯桩器，严禁横向敲击或强行扳拉截桩。

## 6.5 施工安全与环境保护

**6.5.1** 为确保施工安全，应进行下列工作。

1 施工单位应建立安全管理组织机构、现场安全管理制度及保障体系；

2 施工人员应进行安全生产教育培训，熟悉安全操作标准，持证上岗；

3 定期巡视，查找危险源，防止触电、火灾、坍塌、物体击打及机械伤害等；

4 遇到暴风、暴雨及雷电时应停止施工并切断电源；

5 沉桩完成后应对孔洞及时采取封堵措施。

**6.5.2** 施工全过程应注意保护环境，并进行下列工作。

1 按国家规定控制施工噪声污染；

2 水泥运输应覆盖或封闭，水泥浆搅拌应在密闭空间进行；

3 施工场地随时洒水或及时覆盖控制扬尘污染；

4 废弃水泥浆不得随意排放，应集中堆放处理。

# 7 质量检验与验收

## 7.1 质量检查

7.1.1 管桩进场复验应符合下列要求：

1 检查管桩的规格、型号和合格证；  
2 抽检外观质量和尺寸偏差，抽查数量不应少于桩节总数的2%，管桩的外观质量和尺寸偏差应符合表 7.1.1-1 和表 7.1.1-2 的规定；

3 同一检验批中，当抽检结果出现一节管桩不符合质量要求时，应加倍检查，再发现有不合格的管桩时，该检验批的管桩不得使用；

表 7.1.1-1 管桩外观质量

序号	项目	外观质量要求
1	粘皮和麻面	局部粘皮和麻面累计面积不应大于桩总外表面的 0.5%；每处粘皮和麻面的深度不应大于 5mm，且应修补
2	桩身合缝漏浆	漏浆深度不应大于 5mm，每处漏浆长度不应大于 300mm，累计长度不应大于管桩长度的 10%，或对称漏浆的搭接长度不应大于 100mm，且应修补
3	局部磕损	局部磕损深度不应大于 5mm，每处面积不应大于 5000 mm <sup>2</sup> ，且应修补
4	内外表面露筋	不允许
5	表面裂缝	不应出现环向和纵向裂缝，但龟裂、水纹和内壁浮浆层中的收缩裂缝不在此限
6	桩端面平整度	管桩端面混凝土和预应力钢筋锚头不应高出端板平面
7	断筋、脱头	不允许
8	桩套箍凹陷	凹陷深度不应大于 5mm，面积不应大于 500mm <sup>2</sup>

续表 7.1.1-1

序号	项目		外观质量要求
9	内表面混凝土塌落		不允许
10	接头和桩套箍与桩身结合面	漏浆	漏浆深度不应大于 5mm, 漏浆长度不应大于周长的 1/6, 且应修补
		空洞和蜂窝	不允许

表 7.1.1-2 管桩尺寸允许偏差 (mm)

序号	项目	允许偏差
1	桩长 $L$	$\pm 0.5\%L$
2	端部倾斜	$\leq 0.5\%d$
3	端面平面度	$\leq 0.5$
4	桩外径 $d$	+5 -2
5	壁厚 $t$	+20 0
6	保护层厚度	+10 0
7	桩身弯曲度	$\leq L/1000$
8	端板的尺寸允许偏差	应符合《先张法预应力混凝土管桩用端板》JC/T947 的规定

4 应对管桩端板几何尺寸进行抽检。抽查数量不应少于桩节总数的 2%，检测结果应符合现行行业标准《先张法预应力混凝土管桩用端板》JC/T947 的有关规定，凡端板厚度或电焊坡口尺寸不合格的桩，不得使用；

5 应对管桩的预应力钢棒数量和直径、螺旋筋直径和间距、螺旋筋加密区的长度以及钢筋混凝土保护层厚度进行抽检。每个检验批抽检桩节数不应少于两根，检测结果应符合设计要求或现

行国家标准《先张法预应力混凝土管桩》GB13476 的有关规定。  
同一检验批中有不合格的管桩时，该检验批的管桩不准使用。

**7.1.2** 应对桩身垂直度进行检查，检查应符合下列规定：

- 1 送桩前，应对桩身垂直度进行检查；
- 2 应检查第一节桩定位时的垂直度；当垂直度偏差不大于 0.5% 时，方可进行施工；
- 3 在施工过程中，应及时抽检桩身垂直度。

**7.1.3** 施工过程中，应监测施工对周围环境的影响。监测应符合下列规定：

- 1 应根据施工组织方案检查工程桩的施工顺序；
- 2 当施工振动或挤土可能危及周边建筑物、道路、市政设施时，应对周边建（构）筑物的变形和裂缝情况进行监测；
- 3 对挤土效应明显或大面积群桩，应抽样监测已施工工程桩的上浮量及桩顶偏位值，工程桩的监测数量不应少于 1% 且不得少于 10 根。

**7.1.4** 施工记录应符合下列要求：

- 1 当配置施工自动记录仪时，应对自动记录仪的工作状态、所记录的各种施工数据进行逻辑分析判定；
- 2 当采用人工记录时，应对作业班组所安排专人记录的内容进行检查；
- 3 工程桩施工完成后，施工记录应经旁站监理人员签名确认，方可作为施工记录。

## 7.2 复合地基检测

**7.2.1** 检测应在成桩完成后间歇一段时间进行，对于砂类土不应

少于 10d；对于粉土和黏性土不应少于 15d。对于饱和黏性土不应少于 28d。

**7.2.2** 复合地基承载力应由单桩或多桩复合地基载荷试验确定，检测数量不少于总桩数的 0.5%，且不少于 3 点。对设计等级为甲级的复合地基，检测数量应不少于总桩数的 1.0%，且不少于 3 点。

**7.2.3** 采用载荷试验对工程桩单桩竖向承载力进行检测，检测数量不少于总桩数的 0.5%，且不少于 3 点。对设计等级为甲级的复合地基，检测数量应不少于总桩数的 1.0%，且不少于 3 点。

**7.2.4** 成桩后，应采用低应变动力试验检测桩身完整性，检测数量不应少于总桩数的 20%，且不少于 10 根。复合地基设计等级为甲级或设计有要求时，不少于总桩数的 30%抽检。

### 7.3 工程验收

**7.3.1** 竣工验收应在全部管桩施工结束，并开挖到设计标高后进行。

**7.3.2** 管桩偏差应符合下列规定：

表 7.3.2 管桩允许偏差

垂直度偏差 (%)	桩位偏差 (mm)	桩顶标高偏差 (mm)
0.5	不大于 1/2 桩径	±50

**7.3.3** 劲性复合管桩的水泥土桩偏差应符合下列规定：

表 7.3.3 水泥土桩允许偏差

桩径 (mm)	桩长 (mm)	垂直度偏差 (%)	桩位偏差 (mm)	桩顶标高偏差 (mm)
不小于设计值	不小于设计值	1	不大于 1/2 桩径	±50

**7.3.4** 工程验收时应具备下列资料：

- 1 岩土工程勘察报告；

2 管桩复合地基设计文件和施工图,包括施工图纸会审记录、设计变更等资料;

3 施工组织设计或施工方案;

4 桩位测量放线图,包括工程基线复核签证单;

5 管桩出厂合格证、产品说明书;

6 预应力钢棒、螺旋筋、桩端板材质检验报告,管桩混凝土强度检测报告;

7 现场用桩检查资料,包括管桩的规格型号,尺寸偏差和外观质量,预应力钢棒的数量和直径,螺旋筋的直径和间距,螺旋筋加密区的长度,钢筋混凝土保护层厚度,桩端板和桩尖的尺寸,预应力钢棒和螺旋筋抽检、接头焊缝验收记录等汇总资料;

8 施工记录表,包括施工异常时处理记录;

9 桩顶标高、桩顶平面位置、垂直度偏差检测结果;

10 管桩复合地基竣工图;

11 单桩承载力、复合地基承载力、桩身完整性检测报告;

12 处理后的地基应进行地基承载力和变形评价、处理范围和有效加固深度内地基均匀性评价。施工工艺对桩间土承载力有影响时应进行桩间土承载力检验。

## 附录 A 管桩侧阻力特征值

**A.0.1** 管桩桩周土的侧阻力特征值，可按地区经验取值，无经验时可根据地层岩性、状态按表 A.0.1 取值。

**表 A.0.1 侧阻力特征值  $q_{si}$  (kPa)**

土（岩）的名称	土（岩）的状态	桩侧阻力特征值
填土	—	11~15
淤泥	—	7~10
淤泥质土	$35\% \leq W \leq 85\%$	11~15
黏性土	流塑 $I_L > 1$	12~20
	软塑 $0.75 < I_L \leq 1$	20~27
	可塑 $0.5 < I_L \leq 0.75$	27~35
	硬可塑 $0.25 < I_L \leq 0.5$	35~43
	硬塑 $0 < I_L \leq 0.25$	43~49
	坚硬 $I_L < 0$	49~52
粉土	稍密 $e > 0.90$	13~23
	中密 $0.75 \leq e \leq 0.90$	23~33
	密实 $e < 0.75$	33~44
粉、细砂	稍密 $10 < N \leq 15$	12~24
	中密 $15 < N \leq 30$	24~33
	密实 $N > 30$	33~44
中砂	稍密 $10 < N \leq 15$	16~27
	中密 $15 < N \leq 30$	27~37
	密实 $N > 30$	37~47
粗砂	稍密 $10 < N \leq 15$	21~37
	中密 $15 < N \leq 30$	37~47
	密实 $N > 30$	47~58



续表 A.0.1

土(岩)的名称	土(岩)的状态	桩侧阻力特征值
砾砂	稍密 $5 < N_{63.5} \leq 15$	35~55
	中密(密实) $N_{63.5} > 15$	58~68
圆砾、角砾	中密、密实 $N_{63.5} > 10$	80~100
碎石、卵石	中密、密实 $N_{63.5} > 10$	100~150
全风化软质岩	$30 < N \leq 50$	50~60
全风化硬质岩	$30 < N \leq 50$	70~80
强风化软质岩	$N_{63.5} > 10$	80~120
强风化硬质岩	$N_{63.5} > 10$	110~150

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  $N$  为修正后的标准贯入击数。

住房城乡建设厅信息公开监测专用

## 附录 B 管桩端阻力特征值

**B.0.1** 管桩端阻力特征值，可按地区经验取值，无经验时可根据地层岩性、状态，以及桩的入土深度按表 B.0.1 取值。

**表B.0.1** 端阻力特征值 $q_p$  (kPa)

土(岩)名称	土(岩)的状态	桩入土深度(m)			
		$L \leq 9$	$9 < L \leq 16$	$16 < L \leq 30$	$L > 30$
黏性土	$0.25 < I_L \leq 0.50$	800 ~ 200	1200 ~ 1600	1400 ~ 1800	1800 ~ 2200
	$I_L \leq 0.25$	1300 ~ 1900	1900 ~ 2700	2700 ~ 3000	3000 ~ 3400
粉土	中密、密实	500 ~ 1200	800 ~ 1500	1000 ~ 1800	1300 ~ 2200
粉细砂	中密、密实 ( $15 < N \leq 40$ )	800 ~ 1900	1200 ~ 2000	1500 ~ 2900	1900 ~ 3400
中砂		2000 ~ 3000	2700 ~ 3500	3200 ~ 4000	3700 ~ 4500
粗砂		2800 ~ 3700	3700 ~ 4200	4200 ~ 5000	4800 ~ 5500
砾砂		3000 ~ 4700		4500 ~ 5200	
角砾、圆砾	$10 < N \leq 25$	3500 ~ 5000		4700 ~ 5700	
碎石、卵石		4000 ~ 5500		5200 ~ 6500	
全风化软质岩	$30 \leq N < 50$	2000 ~ 3000			
全风化硬质岩	$30 < N \leq 50$	2500 ~ 4000			
强风化软质岩	$N_{63.5} > 10$	3000 ~ 4500			
强风化硬质岩	$N_{63.5} > 10$	4500 ~ 5500			

注： $N$  为修正后的标准贯入击数。

## 附录 C 劲性复合管桩外芯侧阻力特征值

**C.0.1** 劲性复合管桩外芯侧阻力特征值，宜按地区经验取值。无经验时，可根据土的状态，按表 C.0.1 取高值。

**表C.0.1 劲性复合管桩外芯侧阻力特征值 $q_{sia}$  (kPa)**

土的名称	土的状态		侧阻力特征值
人工填土	—		10 ~ 18
淤泥	—		6 ~ 9
淤泥质土	—		10 ~ 14
黏性土	流塑	$I_L > 1.00$	12 ~ 19
	软塑	$0.75 < I_L \leq 1.00$	19 ~ 25
	软可塑	$0.50 < I_L \leq 0.75$	25 ~ 34
	硬可塑	$0.25 < I_L \leq 0.50$	34 ~ 42
	硬塑	$0 < I_L \leq 0.25$	42 ~ 48
	坚硬	$I_L \leq 0$	48 ~ 51
粉土	稍密	$0.90 < e$	12 ~ 22
	中密	$0.75 < e \leq 0.90$	22 ~ 32
	密实	$e \leq 0.75$	32 ~ 42
粉砂	稍密	$10 < N \leq 15$	11 ~ 23
	中密	$15 < N \leq 30$	23 ~ 32
	密实	$N > 30$	32 ~ 43

续表 C.0.1

土的名称	土的状态		侧阻力特征值
细砂	稍密	$10 < N \leq 15$	13 ~ 25
	中密	$15 < N \leq 30$	25 ~ 34
	密实	$N > 30$	34 ~ 45
中砂	稍密	$10 < N \leq 15$	16 ~ 27
中砂	中密	$15 < N \leq 30$	27 ~ 37
	密实	$N > 30$	37 ~ 47
粗砂	稍密	$10 < N \leq 15$	21 ~ 37
	中密	$15 < N \leq 30$	37 ~ 47
	密实	$N > 30$	47 ~ 58
砾砂	稍密	$5 < N_{63.5} \leq 15$	35 ~ 55
	中密、密实	$N_{63.5} > 15$	58 ~ 68

## 本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,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,在条件许可时首先应这样做的:

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标准、规范执行时,写法为:“应按……执行”或“应符合……的规定(或要求)”。

## 引用标准名录

- 1 《工程勘察通用规范》 GB 55017
- 2 《建筑与市政地基基础通用规范》 GB 55003
- 3 《建筑桩基技术规范》 JGJ 94
- 4 《预应力混凝土管桩技术标准》 JGJ/T 406
- 5 《建筑地基处理技术规范》 JGJ 79
- 6 《劲性复合桩技术规程》 JGJ/T 327
- 7 《预应力混凝土管桩技术规程》 DB13(J)/T 105

河北省工程建设地方标准

**预应力混凝土管桩复合地基技术标准**

DB13(J)/T 8515-2023

条文说明

住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

## 制定说明

《预应力混凝土管桩复合地基技术标准》DB13(J)/T8515-2023, 经河北省住房和城乡建设厅 2023 年 2 月 10 日以第 13 号公告批准发布。

为便于有关人员在使用本标准时能正确理解和执行有关条文规定, 编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明, 对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。但是, 本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力, 仅供使用者作为理解和把握条文规定的参考。

住房和城乡建设厅信息公开承诺书



# 目 次

1	总则	44
3	基本规定	45
4	岩土工程勘察要求	46
5	复合地基设计	47
5.1	设计基本资料	47
5.2	管桩选择与布置	47
5.3	复合地基设计	48
6	施工	50
6.1	一般规定	50
6.2	起吊、搬运与堆放	52
6.3	沉桩施工	52
6.4	接桩与截桩	54
7	质量检验与验收	55
7.1	质量检查	55
7.2	复合地基检测	57
7.3	工程验收	57

# 1 总 则

**1.0.1** 随着城市化进程的加快，高层建筑也越来越多，天然地基土承载力难以满足要求，因此寻求安全经济、快捷高效的地基处理方法也越来越重要。近年来，CFG 桩复合地基被广泛用于高层建筑的地基处理。CFG 桩具有造价低、适用地层范围广、施工方便、技术成熟等优点。但 CFG 桩用于处理饱和软弱土时，具有混凝土充盈系数大，须预留桩头、易“串孔”、扬尘污染、悬空打桩时桩顶标高很难控制等缺点。尤其近两年混凝土价格及人工费用大幅上涨，使 CFG 桩成本大大增加，而管桩为预制桩，机械化批量生产，成桩质量稳定，节省人工，无需截桩头，无充盈系数，节省材料，桩顶标高容易控制，与 CFG 桩的造价差距越来越小，甚至有低于 CFG 桩的造价的趋势，而且具有槽底干净、无废弃桩头污染、节省工序、节省工期等优点，因此管桩复合地基应运而生，在饱和软土地区（唐山、沧州、黄骅、邯郸、邢台、衡水等地区）被越来越广泛采用。管桩复合地基与 CFG 桩复合地基相比，实质就是用管桩代替 CFG 桩作为增强体。目前管桩复合地基已有很多成功的工程实例，为使管桩复合地基勘察、设计、施工及检测验收有章可循，有规可依，制定本标准是必要的。

### 3 基本规定

**3.0.3** 管桩作为竖向增强体用于复合地基，近年来已经得到了广泛应用。但在非饱和软土地区使用时，需借助沉桩手段，劲性复合管桩是先施工水泥土搅拌桩或旋喷桩，在水泥土硬化前施工管桩，形成互补增强的劲性复合管桩，劲性复合管桩作为竖向增强体用于复合地基也已经在山东、河南、河北等很多地区得到应用。

**3.0.5** 通过现场沉桩工艺试验，可选择合适的沉桩方法，确定施工方法的相关工艺控制参数。可为成桩设备、工艺的选择提供参考；可用来确定桩长、承载力等参数；评估成桩施工过程中对场地土、周围环境的影响。

住房城乡建设厅信息公开举报电话

## 4 岩土工程勘察要求

**4.0.3** 取土试验资料和原位测试数据均为确定桩周土侧阻力和桩端土端阻力值所必需的资料。在同一工程地质单元勘探点数量较多时，取土和测试可分开做；勘探点数量少时，同一勘探点位和同一深度应同时取土和原位测试，原状土试样或原位测试数据不应少于 6 件（组）。复合地基中的管桩属于摩擦端承桩，采用打入或压入方法施工时，对地层较敏感，按不利情况考虑，参考端承桩勘探点间距，控制在 24m 以内，必要时宜进行施工勘察。

## 5 复合地基设计

### 5.1 设计基本资料

**5.1.4** 本条为满足管桩复合地基设计应具备基本资料。由于管桩的施工有不同于其它桩基的特点，如设备进出场费用较高、对场地土承载力要求较高、施打过程中振动和噪音较大等，设计者对此应有充分的了解。

### 5.2 管桩选择与布置

**5.2.2** 劲性复合管桩外芯桩（水泥土桩）和内芯桩（管桩）共同作为竖向增强体，因地质条件的千差万别，短芯桩、长芯桩和等芯桩需根据具体地层情况有针对性的选择。当上部土层较差，但有较好的桩端持力层时，可采用短芯桩对上部土层预处理；当没有好的桩端持力层时，可采用长芯桩对桩端持力层预处理，“制造”桩端持力层；当地层沉桩困难时，可选用等芯桩作为辅助沉桩手段。

**5.2.3** 用于复合地基的管桩，大直径桩不利于单桩承载力发挥，造成浪费；劲性复合管桩外芯桩与内芯桩之间的厚度也应合理选用，以充分发挥两种桩型各自的作用，一般来说，芯桩小时选用的厚度小，反之亦然。相对于桩基而言，复合地基中桩间距的确定应适当放宽。考虑到挤土方法施工时的挤土效应可能使增强体产生偏位、倾斜、桩身上浮等现象，从而影响单桩承载力和地基处理效果，因此规定：对正常固结土，当采用锤击、静压施工方法时，桩间距不宜小于 3d，桩长范围内土层挤土效应明显时，桩

间距不宜小于  $3.5d$ 。对湿陷性黄土和可液化土一般密实度较差，挤土效应对加固土是有利的，因此，桩间距可缩小到  $(2.5\sim 3.0)d$ 。对于劲性复合管桩，桩间距按外芯桩的直径确定。

### 5.3 复合地基设计

**5.3.1** 对于管桩复合地基，面积置换率  $m$  取按管桩外径计算的面积与加强体所承担的复合地基面积的比值；对于劲性复合管桩复合地基，面积置换率  $m$  取按外芯桩直径计算的面积与加强体所承担的复合地基面积的比值。关于单桩承载力发挥系数  $\lambda$ ，考虑到挤土施工的群桩效应，会影响单桩承载力的发挥，本标准给出的单桩承载力发挥系数参考 JGJ/T327-2014 中给出的是  $0.95\sim 1.00$ ，桩间土承载力发挥系数  $\beta$ ，参考 JGJ/T 327-2014 中给出的是  $0.8\sim 1.0$ ，考虑到挤土施工对桩间土的挤密效应，当有地区经验时，也可取大于 1 的系数，其最大值不大于 1.05。处理后桩间土承载力特征值  $f_{sk}$  可按地区经验确定。

**5.3.2** 初步设计时，管桩单桩承载力特征值与桩身强度设计值可按下列公式估算：

2 由于水泥土与管桩之间的粘结力较强，一般情况下，劲性复合管桩桩侧破坏面不会在内、外芯界面发生，实验证明，当采用闭口管桩或水泥土扩体与芯桩直径比大于 2.5 时，劲性复合管桩桩侧破坏面可能会发生在内、外芯界面，尚需按式 (5.3.2-5)、(5.3.2-6) 进行芯桩界面承载力验算。

在水泥土中植入管桩形成劲性复合管桩，与桩基础不同，这里的水泥土桩不仅仅作为沉桩的辅助手段，而是与管桩复合后共同形成竖向增强体，因此水泥土桩应符合《建筑地基处理技术规范》

JGJ79 的规定。管桩桩身强度计算时，应充分考虑成桩工艺对桩身材料损伤情况。显然，在水泥土中插入管桩的施工方法对桩身材料损伤较小，因此，其桩身强度折减系数可适当降低。

**5.3.5** 不同于桩基础，对于管桩复合地基，填芯混凝土封闭桩顶是防止褥垫层材料漏入的构造措施。

**5.3.6** 褥垫层应符合下列要求：

4 复合地基需要设置褥垫层，但褥垫层设置的厚度多少为宜目前尚缺乏系统研究。理论分析与模型试验结果表明，在桩间距（置换率）不变的前提下，褥垫层厚度与单桩承载力发挥度密切相关，厚度越大增强体单桩承载力发挥度越小。但对刚性桩复合地基而言，褥垫层厚度较小时桩间土承载力发挥度变小，沉降会有一定程度减小，但可能影响地基处理的经济性。因此，褥垫层设置的厚度应根据桩的间距、桩的刚度、上部结构对沉降的要求等综合确定。本条规定基于垫层材料产生滑动的一般性认识和工程经验产生，设计时可根据具体情况选用。

**5.3.7** 复合地基承载力特征值进行深度修正后的承载力值，实际上可以视为处理后地基承载力的容许值。由于天然地基的竖向变形刚度远小于增强体竖向变形刚度，通过深度修正增加的承载力作为荷载作用于复合地基顶面时，试验结果表明此时的桩土荷载分担并不完全按照预先假定的比例进行。基底桩间土荷载在达到其承载力特征值后分担荷载的水平可能远小于增强体单桩，因此，应对复合地基中的管桩桩身强度进行验算。当设计取用不经深度修正的复合地基承载力特征值时，只需按单桩承载力特征值验算。

## 6 施 工

### 6.1 一般规定

**6.1.2** 施工前应准备好相关的各种资料,特别应着重在三个方面: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高压架空线、地下电缆、地下管线、位于桩位处的旧建筑物基础和杂填土中的石块等,场地回填情况、地下构筑物等埋藏情况等资料,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,它是作为现场管理和质量保障的主要依据,能充分反映施工单位现场管理水平和技术水平。在管桩施工前应清除或妥善处理地下障碍物,不然会妨碍施工,延误工期,影响沉桩质量。

**6.1.4** 沉桩顺序是施工方案的一项重要内容,以往施工单位不注意合理安排沉桩顺序而造成事故的事例很多,如桩位偏移、挤断上拔、地面隆起过多、建筑物破坏等;围护结构先形成、后打管桩时的挤土受其约束,使孔隙水压力骤增且难以消除,在基坑挖土时,先挖的土坑就成为超孔隙水压力释放的去向和场所,导致工程桩倾斜;因此,施工时必须合理安排施工顺序。

**6.1.5** 沉桩施工应符合下列规定:

1 本条旨在保护桩间土不受扰动。管桩复合地基多用于处理饱和软土,如直接在有效桩顶标高施工,易对桩间土造成扰动,引起桩间土承载力降低。

2 桩位施放是现场控制重要环节之一,同时需防止施工时的



桩点跑位，因此，施工时需经常对将要施工的桩位进行复核，以保障桩位误差在允许范围内。

**4** 对于以密实土层作为桩端持力层的场地沉桩时，锤击法可采用贯入度控制，最后三阵贯入度不宜小于 30mm/10 击，以防止将桩头打坏，并根据不同的锤型或不同的设计要求综合确定；静压法可采用压桩力控制，其控制的压桩力不能超过桩身结构承载力设计值。对于不能达到设计要求的桩，应及时向设计人员反馈；当施工桩长与设计桩长差异较大时，设计应采取相应的措施。

**5** 沉桩后，管桩孔洞应做好回填、覆盖等措施，防止坠人、坠物事件发生及影响挖后的挡土止水效果。

**6.1.6** 当遇到密实的砂土等硬夹层，桩难于穿透沉到设计标高，或需要减少桩的挤土效应时，此时可采用引孔辅助沉桩法。引孔孔径一般比管桩直径小 100mm，否则设计应考虑钻孔对承载力的影响；也有与管桩直径一样的孔径，主要看现场的土质情况、桩直径、桩的密集程度等因素而定。一般情况下，钻孔深度不宜超过 12m，主要是因为钻孔太深，孔的垂直度偏差不易控制，一旦钻孔倾斜，管桩下沉时很难纠偏，也容易发生桩身折断事故。

钻孔内积水，宜采用开口形桩尖，若用封口形桩尖，桩端部一般达不到孔底，会造成工程质量事故。

**6.1.7** 沉桩过程综合反映了土层的阻力、桩身质量、桩锤锤击和压桩机效能，沉桩出现的异常情况与地质、设计、施工、桩质量均有关，因此，施工遇到本条所列情况之一时均应暂停打桩，并及时报设计、监理等有关人员，以便进行原因分析，研究处理解决的措施。

**6.1.9** 基坑开挖应符合下列规定：

1 管桩工程的基坑开挖是一项很重要的工作，为指导土方开挖，需制定详细可行的土方开挖方案。

2 一般饱和黏性土、粉土地区，超孔隙水压力的消散时间为 15d，淤泥质土时间会更长一些，因此建议各地区结合当地经验确定合理的基坑开挖时间。本条引用现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94。

3 土方开挖要分层，由于土方开挖未分层造成管桩偏移甚至桩身断裂事故时有发生，为防止挖土机械对管桩的碾压和碰撞而破坏桩体，对流塑性状软土的基坑开挖，其高差不应超过 1.0m，否则容易导致管桩大量偏移或断桩。

## 6.2 起吊、搬运与堆放

6.2.2 现场管桩的堆放多采用单层堆放或双层堆放，堆放对场地平整要求较高，双层堆放应在桩下放置垫木。

## 6.3 沉桩施工

6.3.2 终压标准类似于打桩的收锤标准，主要的定量控制指标是：终压力值、终压次数和稳压时间。稳压时间一般规定为 3s~5s，所以实际上只有终压力值和终压次数这两项。终压次数一般不宜超过 3 次。靠增加终压次数来提高静压桩的承载力，是得不偿失的一种做法，终压次数太多，承载力并没有太多的增长，反而容易引起桩身和压桩机的破损。当然，对施压入土深度小于 8m 的短桩，允许终压次数可增至 3 次~5 次。稳压时间是指终压时每次用终压力值持续稳压的时间，不宜太长，一般应控制在 3s~5s。

稳压时间太长，压桩机上高压油泵和油管很快破损。另外，增加稳压时间，对单桩承载力的增加并不起多大效果，因为这些都是瞬间压力，倒不如增大终压力值，反而能起到一定增载的效果，但终压力值受桩身抱压允许压桩力的限制，不能无限增加。

**6.3.3** 沉桩时，必须严格控制第一节桩的沉桩质量，认真注意稳桩、压桩时的桩身变化情况，发现有偏移或倾斜时，应立即分析原因，采取校正措施。开始锤击时，宜用低能量、低冲程或空锤锤击 3 击~5 击，在确认桩身贯入方向无异常时，方可连续锤击。

对每根桩的总锤击数及最后 1m 沉桩击数进行限制，目的是防止桩身混凝土产生疲劳破坏。有统计资料表明，大多数管桩总锤击数在 300 击~1500 击之间，少数超过 2000 击，个别达到 3000 击甚至 4000 击；超过 3000 击时，桩身容易被打坏或产生严重的“内伤”。当某工地为数不少的桩总锤击数超过本条规定时，设计者应从锤型、持力层和收锤贯入度等方面去反复调整。

收锤标准包括的内容、指标较多，如桩的入土深度、每米沉桩锤击数、最后一米沉桩锤击数、总锤击数、最后贯入度、桩尖进入持力层深度等。一般情况下，桩端持力层、最后贯入度或最后一米沉桩锤击数为主要控制指标，其中桩端持力层作为定性控制指标，最后贯入度或最后一米锤击数作为定量控制指标。其余指标可根据具体情况有所选择作为参考指标。定量指标中用得最多的是最后贯入度，一般以最后 3 阵（每阵 10 击）的贯入度来判断该桩能否收锤。而最后贯入度大小又与工程地质条件、桩承载性状、单桩承载力特征值、桩规格及桩入土深度、打桩锤的规格、性能及冲击能量大小、桩端持力层性状及桩尖进入持力层深度等因素有关，需要综合考虑后确认。但由于地质等条件复杂多变，

最后贯入度并非是打桩收锤的唯一控制指标，应具体情况具体分析，最终目的是为了保障单桩的承载能力，控制建筑物的沉降，保证建（构）筑物安全使用。

确定最后贯入度的控制指标，主要是要解决好一个“度”的问题。贯入度过大不行，基桩达不到设计承载力；贯入度过小也不好，基桩易被打坏。总之，要“恰如其分”，既能达到桩的承载力，又能保持桩身的完整性。在常规情况下，标准要求所确定的贯入度指标不要小于每阵（10 击）30mm。这样做既保护了桩身，又延长了打桩锤的使用寿命。有些特殊的地质条件，如强风化岩层较薄（ $\leq 1.0\text{m}$ ）且上覆土层又较软弱时，要达到同样的承载力，最后贯入度控制值可适当减少，但不宜小于 25mm/10 击；否则，应从设计入手，适当减少单桩竖向抗压承载力特征值。在这种特殊的地质条件下测量一阵贯入度，若贯入度值达到收锤标准时即可收锤，若再打第二阵，管桩易被打坏。当然，在以全风化岩层、密实砂层、坚硬土层作为桩端持力层的管桩工程，应量测最后三阵贯入度值，当每阵贯入度值逐渐递减且最后二阵达到收锤标准时，即可收锤，终止施打。

## 6.4 接桩与截桩

**6.4.1** 管桩连接时需要的时间较长，停歇在接近硬土层（碎石、卵石、砂层）的管桩再行沉桩时，易造成沉桩困难。

**6.4.4** 管桩截桩应采用锯桩器。先行截桩应采取有效措施防止桩头开裂，若截桩时出现较严重的裂缝应继续下移截桩，将裂缝段去除。

## 7 质量检验与验收

### 7.1 质量检查

**7.1.1** 单位工程所用的管桩，进行质量检查和检测时，是否需要划分为若干个检验批，视工程实际情况而定。如果验收批的样本数量较大，当出现不合格情况时，该检验批的管桩不准使用，可能会造成较大浪费；如果单位工程划分的验收批较多，可能会增加抽检数量。诸如管桩的规格和型号，尺寸偏差和外观质量，桩端板几何尺寸等检查项目，可按供货批次划分检验批；管桩的预应力钢棒数量和直径、螺旋筋直径和间距、螺旋筋加密区的长度以及钢筋混凝土保护层厚度、桩身混凝土强度等检查项目，可按管桩生产厂家划分检验批。

**7.1.2** 建筑工程中使用的管桩，除应按产品标准进行生产质量控制和出厂检验外，管桩运到工地后，施工前，还应进行成品桩质量检查和检测。本条列出的质量检查检测工作，应由施工单位完成并实行旁站监理。

管桩的规格和型号、尺寸偏差和外观质量、桩端板几何尺寸，应在管桩运到工地后及时进行检查和抽检。目前管桩成品桩质量存在最大的问题是混凝土强度低和端板质量问题，端板质量存在三个方面问题，一是端板材质未采用 Q235 钢材，而采用铸钢或“地条钢”，可焊性差而不符合要求；二是端板厚度偏薄，导致钢棒与端板的连接较差；三是电焊坡口尺寸不规范，导致焊缝高度不符合要求。因此，对焊接接头，应重点检查端板厚度和电焊坡口尺寸。当采用机械连接接头时，端板的结构与采用焊接方式的

端板结构有一定的差异。为了实现通过连接部件对两节桩的连接，管桩的连接质量既与连接部件质量有关，也与桩端接头质量有关，应重点检查端板厚度和桩端接头以及连接部件。

管桩的预应力钢棒数量和直径、螺旋筋直径和间距、螺旋筋加密区的长度以及钢筋混凝土保护层厚度，可利用先施工的筋以上长度的余桩经和破碎后进行检测：若工地没有余桩可利用，则应在工地上随机选取两节桩经人工破碎后检测。检测预应力钢棒规格可截一段钢筋称其重量，检测螺旋筋直径和保护层厚度可用游标卡尺，检测螺旋筋间距和加密区长度可用钢卷尺。

第一节底桩垂直度控制的好坏对整根桩的垂直度影响至关重要，因此对底桩垂直度控制要严格一些，不得大于 0.5%。送桩以后桩身垂直度偏差不易测量，故在送桩前应进行桩身垂直度测量。一般情况下，送桩前后的桩身垂直度不会有大的变化，但对于深基坑内的基桩，有时由于基坑土方开挖不当会引起桩身倾斜，而且这种桩身倾斜往往导致桩基施工单位和土方开挖单位的责任纠纷，为了理清其责任纠纷，在深基坑土方过程中和开挖后，需再次测量桩身垂直度。桩身垂直度可采用吊线坠法或经纬仪测量。

**7.1.3** 由于施工方法和工序不合理，或未结合地质条件科学合理地选择桩型，不少工程中出现工程桩上浮甚至发生桩位偏移，对不调整设计方案和施工方案的情况，只能通过加强监测来控制工程质量，本标准对监测数量进行了明确规定，监测点应设置在已施工的工程桩桩上部裸露的部位，根据施工情况确定监测频次，且应在施工后及时进行第一次监测（基准值）读数。条件允许时，监测应延伸至基坑土方开挖期间。

**7.1.4** 目前，国内管桩施工记录大多采用人工记录，也有一些地

区针对锤击法施工采用打桩自动记录仪，打桩自动记录仪主要记录每米锤击数并由此获得总锤击数和贯入度。施工记录内容包括施工桩长（入土深度）、配桩情况，每米锤击数等施工过程信息，收锤标准和终压标准等工程桩终止施工的情况，焊接接头的焊接情况，以及对施工过程中出现异常情况的记录。

## 7.2 复合地基检测

**7.2.1** 根据施工经验，管桩施工完成后，承载力回升期较长，有的甚至超过 90d 承载力还有缓慢“增长”，本条按经验规定了间歇最小时间，也可根据地方经验，小于或大于本条规定的时间进行检测。

## 7.3 工程验收

**7.3.2** 考虑到复合地基中桩的实际受力情况，1/2 桩径的桩位偏差不会影响复合地基承载力及对上部结构造成影响，验收标准桩位偏差定为 1/2 桩径。