

福建省工程建设标准

DBJ13-59-2004

建设部备案号：J10379—2004

建筑预应力混凝土管桩基础技术规程

Specification for building of foundation of Prestressed concrete pipe pile

2004-07-12 发布

2004-09-01 实施

福建省建设厅发布

福建省工程建设标准

建筑预应力混凝土管桩基础技术规程

Specification for building of foundation of

Prestressed concrete pipe pile

DBJ13-59-2004

建设部备案号：J10379—2004

组织编制部门：厦门市建设与管理局

主编单位：厦门市建筑科学研究院

批准单位：福建省建设厅

实施日期：2004年9月1日

2004年福州

福建省建设厅关于
批准发布省工程建设标准
《建筑预应力混凝土管桩基础技术规程》的通知
闽建科[2004]27号

各设区市建设局：

由厦门市建设与管理局组织厦门市建筑科学研究院等单位编制的《建筑预应力混凝土管桩基础技术规程》，经审查，批准为福建省工程建设标准，在厦门地区使用，编号为 DBJ13-59-2004，自 2004 年 9 月 1 日起实施。在实施中，有什么问题和意见请函告我厅科学技术处。该规程由省建设厅负责管理，省工程建设科学技术标准化协会组织出版发行。

福建省建设厅

二〇〇四年七月十二日

前 言

本规程是根据省建设厅、厦门市建设与管理局要求编制而成。在编制中，规程编写组经过广泛调查研究，参考了国内外管桩基础技术资料，认真总结了厦门地区多年工程实践经验，在此基础上广泛征求了勘察、设计、施工、监督与检测技术人员意见，制定了本规程。

本规程主要技术内容包括：总则、术语和符号、岩土工程勘察、管桩基础设计、管桩施工、质量检验与验收等。

为了提高规程质量，请各单位在执行过程中，注意总结经验，积累资料，及时将有关意见反馈给厦门市建筑科学研究院(厦门市湖滨南路 62 号，邮编 361004)，以供今后修订参考。

本规程组织单位：厦门市建设与管理局

本规程主编单位：厦门市建筑科学研究院

本规程参编单位：厦门市建筑设计院

厦门中建东北设计院

厦门地质工程勘察院

中机工程勘察设计研究院

福建省四建建筑工程有限公司

厦门市建设工程质量安全监督站

本规程技术顾问：林树枝 吴冠群 颜庆凤 朱泰儒

本规程主要起草人：黄明辉 孙雪峰 胡志艺 陈迫田

谢益人 肖 伟 李绍祥 李达明

黄锡琳 黄江水 蔡森林 何庆丰

胡建勤

本规程主审人员：朱春明 陈义侃

本规程审定人员：侯伟生 陈金昌 刘忠群 郑肃宁

陈邦其 郭齐钟 谢建华

目 次

1 总 则	6
2 术语和符号	7
2.1 术语	7
2.2 符号	8
3 岩土工程勘察	11
4 管桩基础设计	13
4.1 一般规定	13
4.2 构造要求	14
4.3 桩基计算	16
5 管桩施工	21
5.1 施工准备	21
5.2 一般规定	22
5.3 管桩的起吊、运输和堆存	24
5.4 静压沉桩	24
5.5 锤击沉桩	26
6 质量检验与验收	28
6.1 管桩进场检验与验收	28
6.2 施工过程检查	28
6.3 工程验收	28
用词和用语说明	30
条文说明	32

1 总 则

1.0.1 为了使厦门地区在先张法预应力混凝土管桩(以下简称管桩)基础设计与施工中做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量、保护环境,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于厦门地区低承台管桩基础的岩土工程勘察、设计、施工及工程质量验收。

1.0.3 本规程是根据国家现行有关标准、规范,考虑到管桩基础设计和施工的特殊性,在总结厦门地区勘察、设计、施工等经验的基础上制定。管桩基础的岩土工程勘察、设计、施工及工程质量验收,除应符合本规程外,尚应符合国家现行有关标准、规范的规定。

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

采用先张法预加应力的离心成型的混凝土环形截面桩。

2.1.2 管桩基础 concrete pipe pile foundation

由沉入岩土层中的管桩和连接于桩顶的承台共同组成以承受和传递上部结构荷载的建筑物基础。

2.1.3 桩径 diameter of pile

除特别指明的外，指桩身外径。

2.1.4 锤击沉桩 hammer driving

利用打桩设备的桩锤锤击能量将桩沉入岩土层的施工方法。

2.1.5 静压沉桩 static piling

利用静压桩机自重与配重，将预制桩沉入岩土层的施工方法。主要包括抱压法和顶压法。

2.1.6 复压 re-piling

静压沉桩终压后，间隔一定时间再次施压的作业方法。

2.1.7 送桩 pile following

施工过程中，借助送桩器将桩顶沉入地面以下的工序。

2.1.8 停锤控制标准 condition to stop driving

将桩端打至预定深度附近时终止锤击的施工控制条件。

2.1.9 终压控制标准 condition to stop pressing

将桩端压至预定深度附近时终止压桩的施工控制条件。

2.1.10 最终贯入度 final set

采用锤击沉桩终止沉桩时的贯入度。

2.1.11 终压力 final pressure

采用静压沉桩终止压桩时的最终压桩力。

2.1.12 单桩承载力特征值 characteristic value of bearing capacity of pile

指单桩由荷载试验测定并按试验方法的取值要求确定的桩在发挥正常使用功能时所允许采用的抗力设计值。

2.2 符号

2.2.1 抗力和材料性能

f —— 填芯混凝土与管桩内壁粘结强度设计值；

f_c —— 混凝土轴心抗压强度设计值；

f_{tk} —— 混凝土轴心抗拉强度标准值；

f_{py} —— 预应力钢筋抗拉强度设计值；

G_{pk} —— 基桩自重标准值，对地下水位以下部分应扣除水的浮力；

q_{pa} —— 桩端端阻力特征值；

q_{sia} —— 桩侧第 j 层岩土侧阻力特征值；

R_a —— 单桩竖向承载力特征值；

R_{Ha} —— 单桩水平承载力特征值；

R_t —— 桩身竖向抗拔承载力设计值；

R_p —— 桩身竖向承载力设计值；

U_a —— 单桩竖向抗拔承载力特征值；

σ_{pc} —— 预应力管桩混凝土有效预压应力。

2.2.2 作用和作用效应

F_k —— 相应于荷载效应标准组合时，作用于桩基承台顶面的竖向力；

G_k —— 桩基承台和承台上土自重标准值，对地下水位以下部分应扣除水的浮力；

H_k —— 相应于荷载效应标准组合时，作用于桩基承台底面的水平力；

H_{ik} ——相应于荷载效应标准组合时，作用于任一单桩的水平力；

M_{xk} 、 M_{yk} ——相应于荷载效应标准组合作用于承台底面通过群桩形心的 x 轴、y 轴的力矩；

N ——修正后标准贯入击数；

N_l ——相应于荷载效应基本组合时单桩竖向上拔力设计值；

N_{lk} ——相应于荷载效应标准组合时单桩竖向上拔力；

N' ——实测标准贯入击数；

Q ——相应于荷载效应基本组合时的单桩竖向力设计值；

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

$Q_{ik\max}$ ——相应于荷载效应标准组合偏心竖向力作用下单桩最大竖向力；

Q_k ——相应于荷载效应标准组合轴心竖向力作用下任单桩的竖向力。

2.2.3 几何参数

A ——管桩桩身横截面面积，应扣除内径包围的面积；

A_g ——预应力钢筋的截面面积；

A_p ——桩底端外径包围的面积；

l_a ——纵向受拉钢筋锚固长度；

l_{aE} ——纵向受拉钢筋抗震锚固长度；

l_f ——填芯混凝土长度；

l_i ——桩侧第 i 层岩土厚度；

u_p ——管桩桩身外周长；

u_{pi} ——管桩内径周长；

x_i 、 y_i ——第 i 根桩至群桩形心的 y、x 轴线的距离。

2.2.4 计算系数

α ——标准贯入试验的触探杆长度校正系数；

λ_i ——抗拔系数。

2.2.5 其它

n ——桩基中的桩数。

3 岩土工程勘察

3.0.1 管桩基础设计前应进行岩土工程勘察，岩土工程勘察应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB50021的有关规定。

3.0.2 勘探点间距宜取 12m~24m，当地质条件复杂时，应根据具体工程条件适当加密勘探点。

3.0.3 勘探孔深度应达到预计桩长以下 3m~5m，控制性勘探孔深度应满足下卧层验算要求；对需要验算沉降的桩基，应超过地基变形计算深度。

3.0.4 桩端持力层下存在软弱下卧层时，应查明软弱下卧层的分布、埋深、厚度、工程特性等。

3.0.5 岩土工程勘察应适当增加标准贯入试验或重型圆锥动力触探试验，试验孔数量不应少于勘探孔总数的 1/2；有条件时宜进行静力触探试验。

3.0.6 对填土宜进行白地表开始贯入的轻型圆锥动力触探或重型圆锥动力触探试验。

3.0.7 标准贯入试验除应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB50021的有关规定外，尚应符合下列规定：

- 1 各主要岩土层均应测试。一般粘性土、砂土、残积土、全风化层宜每 2m 测试一次，当土质不均匀时，应适当减小测试间距；
- 2 以散体状强风化岩作桩端持力层时，每个勘探孔均应对强风化岩进行测试，测试间距宜取 2m。
- 3 标准贯入击数 N 应按下列公式修正

$$N = \alpha \cdot N' \quad (3.07)$$

式中 N ——修正后标准贯入击数；

N' ——实测标准贯入击数；

α ——触探杆长度校正系数，可按表 3.0.7 采用。

表 3.0.7 触探杆长度校正系数 α

杆长(m)	3	6	9	12	15	18	21	25	30	40	50	75
α	1.00	0.92	0.86	0.81	0.77	0.73	0.70	0.68	0.65	0.60	0.55	0.50

3.0.8 岩土工程勘察报告除应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB50021的有关规定，还应详列以下内容：

- 1 场地浅层土承载力情况；
- 2 管桩承载力估算所需的各土层的侧阻力、端阻力特征值取值，提出桩端持力层建议；
- 3 可液化土层、欠固结填土和软土的分布，评价其对承载力的影响。提出液化土层的土层液化折减系数、欠固结填土、软土的负摩阻力系数；
- 4 评价成桩可能性，论证桩施工条件、挤土效应及其对环境的影响，提出防治措施建议。

4 管桩基础设计

4.1 一般规定

4.1.1 管桩基础设计应具备以下资料：

- 1 岩土工程勘察报告；
- 2 建筑场地与环境条件，包括建筑场地的总平面图，交通设施、高压架空线、地下管线和地下构筑物的分布，可能受到影响的邻近建筑物或构筑物的地基及基础情况，沉桩设备进退场及现场运行条件；
- 3 建筑物上部结构类型，荷载大小、分布及性质，建筑物的使用或生产设备对基础沉降和水平位移的要求；
- 4 抗震设防的有关资料；
- 5 管桩规格型号及供应条件；
- 6 沉桩设备性能及其对地质条件及场地的适应性。

4.1.2 管桩基础设计时所采用的荷载效应最不利组合与相应的抗力限值应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007 的有关规定，根据承载能力极限状态和正常使用极限状态的要求进行下列计算或验算：

- 1 根据桩基的使用功能和受力特征进行桩基的竖向抗压或抗拔承载力计算；
- 2 对经常受水平荷载作用的高层建筑，应进行水平承载力计算
- 3 桩身承载力验算；
- 4 承台内力与承载力验算；
- 5 当桩端平面下存在软弱下卧层时，应验算软弱下卧层的承载力；
- 6 按照现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007 的规定，进行桩基沉降验算。

4.1.3 管桩基础宜用于桩端持力层为硬塑或坚硬粘性土，中密以上碎石土、砂土，硬塑残积土、全风化岩及强风化岩的场地。

4.1.4 管桩基础的布置应符合下列规定：

- 1 桩中心距不宜小于 3 倍桩径；对于排数不少于 3 排的 9 桩承台的桩中心距不宜小于 3.5 倍桩径；9 桩以上承台及大面积群桩的桩中心距尚应适当增

大。

- 2 布置桩位时，宜使桩基承载力合力点与竖向永久荷载合力作用点重合；
- 3 当桩穿越厚度较大的软弱土层或可液化土层，应考虑桩杆稳定性及对承载力的影响；
- 4 同一承台不多于 2 根桩时，应加强承台间的拉结；单桩承台纵横方向应设置双向连系梁；双桩承台短向应设置连系梁。

4.1.5 单桩竖向抗压、抗拔和水平承载力特征值应通过单桩静载荷试验确定。试验方法应符合现行国家标准《建筑基桩检测技术规范》NCJ106 的有关规定。

4.2 构造要求

4.2.1 选用的管桩应符合现行国家标准《先张法预应力混凝土管桩》GB13476 的有关规定。

4.2.2 管桩的分节长度应根据施工运输条件及地质条件确定，节长不宜超过 15m。应采用较长的桩节以减少接桩。

4.2.3 管桩的连接应符合下列规定：

- 1 任一单桩的接头数量不宜超过 3 个；
- 2 桩接头处的强度和抗弯性能分别不得低于其桩身强度和桩身抗弯性能；
- 3 管桩的连接一般采用端板焊接连接。当采用其它新型接头连接时，其性能应符合现行国家标准《先张法预应力混凝土管桩》GB13476 的有关规定，并应通过建设行政主管部门组织的技术鉴定。

4.2.4 管桩根据桩穿越土层情况及入土长度确定是否采用桩尖，如需采用时应采用钢质桩尖。

4.2.5 承台设计及构造要求应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007 的规定。

4.2.6 管桩与承台的连接应符合下列要求：

- 1 桩顶嵌入承台的长度不宜小于 50mm；
- 2 管桩宜采用插筋与承台连接，插筋数量不宜少于 6 根，直径不宜小于 16mm。抗拔桩采用插筋与承台连接时，插筋数量应按计算确定；
- 3 填芯混凝土应采用微膨胀细石混凝土，强度等级不应低于 C30；

- 4 填芯段应全段配筋，填芯段长度不宜小于 1.5m:
- 5 插筋锚入承台长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 纵向受拉钢筋锚固长度 l_a 的规定，有抗震设防要求时还应符合纵向受拉钢筋抗震锚固长度 l_{aE} 的规定；对于抗压桩尚不宜小于 30 倍钢筋直径(HPB235 级钢筋)或 35 倍钢筋直径(HRB335 级钢筋、HRB400 级钢筋)，对于抗拔桩尚不宜小于 40 倍钢筋直径。

4.3 桩基计算

4.3.1 对于一般建筑物和受水平力(包括力矩和水平剪力)较小的高大建筑物桩径相同的群桩基础,应按下列公式计算群桩中单桩的桩顶作用效应。

1 轴心竖向力作用下

$$Q_k = \frac{F_k + G_k}{n} \quad (4.3.1-1)$$

偏心竖向力作用下

$$Q_k = \frac{F_k + G_k}{n} \pm \frac{M_{xk} \cdot y_i}{\sum y_i^2} \pm \frac{M_{yk} \cdot x_i}{\sum x_i^2} \quad (4.3.1-2)$$

2 水平力作用下

$$H_{ik} = \frac{H_k}{n} \quad (4.3.1-3)$$

式中 Q_k ——相应于荷载效应标准组合轴心竖向力作用下任一单桩的竖向力;

F_k ——相应于荷载效应标准组合时,作用于桩基承台顶面的竖向力;

G_k ——桩基承台和承台上土自重标准值,对地下水位以下部分应扣除水的浮力; n ——桩基中的桩数;

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

M_{xk} 、 M_{yk} ——相应于荷载效应标准组合作用于承台底面通过群桩。

x_i 、 y_i ——第 i 根桩至群桩形心的 y 、 x 的距离;

H_i ——相应于荷载效应标准组合时,作用在任一单桩的水平力;

H_k ——相应于荷载效应标准组合时,作用在桩基承台底面的水平力;

4.3.2 单桩承载力计算应符合下列表达式:

1 荷载效应标准组合:

1)轴心竖向力作用下

$$Q_k \leq R_a \quad (4.3.2-1)$$

偏心竖向力作用下,除满足式(4.3.2-1)外,尚应满足下式要求:

$$Q_{ik \max} \leq 1.2 \cdot R_a \quad (4.3.2-2)$$

2)水平力作用下

$$H_{ik} \leq R_{Ha} \quad (4.3.2-3)$$

式中 R_a ——单桩竖向承载力特征值；

$Q_{ik \max}$ ——相应于荷载效应标准组合偏心竖向力作用下单桩最大竖向力，

按式(4.3.1-2)确定；

R_{Ha} ——单桩水平承载力特征值。

2 地震作用效应标准组合：

1)轴心竖向力作用下

$$Q_k \leq 1.25 \cdot R_a \quad (4.3.2-4)$$

偏心竖向力作用下，除满足式(4.3.2-4)外，尚应满足下式要求：

$$Q_{ik \max} \leq 1.5 \cdot R_a \quad (4.3.2-5)$$

2)水平力作用下

$$H_{ik} \leq 1.25 \cdot R_{Ha} \quad (4.3.2-6)$$

4.3.3 初步设计时，单桩竖向抗压承载力特征值可按下式估算：

$$R_a = u_p \sum q_{sia} \cdot l_i + q_{pa} \cdot A_p \quad (4.3.3)$$

式中 u_p ——桩身外周长；

q_{sia} ——桩侧第 i 层岩土侧阻力特征值，可参考表 4.3.3 取值；

l_i ——桩侧第 i 层岩土的厚度；

q_{pa} ——桩端端阻力特征值，可参考表 4.3.3 取值；

A_p ——桩底端外径包围的面积。

4.3.4 管桩基础单桩竖向力设计值尚应满足桩身竖向承载力设计值要求：

$$Q \leq R_p \quad (4.3.4)$$

式中 Q ——桩身竖向承载力设计值。

R_p ——桩身竖向承载力设计值

4.3.5 管桩桩身竖向承载力设计值可按下式计算：

$$R_p = 0.65f_c A - 0.34\sigma_{pc} A \quad (4.3.5)$$

式中 f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；

A ——管桩桩身截面面积(应扣除内径包围的面积)

σ_{pc} ——预应力管桩混凝土有效预压应力，当管桩产品说明书上未列时，

按现行国家标准《先张法预应力混凝土管桩》GB13476 取值。

表 4.3.3 管桩桩侧阻力特征值 q_{sia} 、桩端端阻力特征值 q_{pa} 经验参数表

岩土层类别	土的状态	侧阻力特征值 (kPa)	端阻力特征值 (kPa)
填土	-	10~20	-
淤泥	-	5~10	-
淤泥质土	-	10~15	-
粘性土	软塑	15~20	-
	可塑	15~30	1000~2000
	硬塑	25~40	1500~3000
粉土	稍密	15~25	-
粉细砂	稍密	20~30	-
	中密	25~40	-
中砂	稍密	25~30	-
	中密	35~45	2500~3500
	密实	40~60	3000~4500
粗砂	稍密	30~40	-
	中密	40~55	3000~4000
	密实	45~65	3500~5000
砾砂	稍密	30~45	-
	中密	40~60	3000~4500
	密实	50~65	4000~5500
卵石、碎石	中密	45~65	4000~5500
	密实	-	5000~7500
残积粘性土	可塑	25~30	1500~2500
	硬塑	30~45	2000~4000
残积砂质粘性土	可塑	30~40	1750~2750
	硬塑	35~50	2500~4500
残积砾质粘性土	可塑	35~45	2000~3000
	硬塑	40~55	2500~5000
全风化岩	-	40~60	3000~5000
强风化岩	散体状	60~70	5000~7000
	碎裂状	-	6000~7500

注：对于尚未完成自重固结的填土和以生活垃圾为主的填土，不计算其侧阻力且应考虑负摩阻力效应。

4.3.6 单桩竖向抗拔承载力特征值应符合下列表达式

$$N_{lk} \leq U_a \quad (4.3.6)$$

式中 N_{lk} ——相应于荷载效应标准组合时单桩竖向上拔力；

U_a ——单桩竖向抗拔承载力特征值

4.3.7 初步设计时，单桩竖向抗拔承载力特征值可按下式估算：

$$U_a = G_{pk} + u_p \sum \lambda_i q_{sia} l_i \quad (4.3.7)$$

式中 G_{pk} ——基桩自重标准值，对地下水位以下部分应扣除水的浮力；

u_p ——桩身外周长

λ_i ——抗拔系数，可按表 4.3.7 取值

q_{sia} ——桩侧第 i 层岩土侧阻力特征值，可参考表 4.3.3 取值

l_i ——桩侧第 i 层岩土厚度。

表 4.3.7 抗拔系数 λ_i

土类	抗拔系数 λ_i
砂土	0.50~0.70
粘性土、粉土	0.70~0.80

4.3.8 管桩抗拔时应进行下列验算

1 管桩与承台连接的插筋抗拉强度验算

2 填芯混凝土与管桩粘结力应符合下式要求：

$$N_l \leq f \cdot u_{pi} \cdot l_f \quad (4.3.8-1)$$

3 管桩桩身抗裂验算

严格要求不出现裂缝时应符合下式要求：

$$(4.3.8-2)$$

一般要求不出现裂缝时应符合下式要求

$$(4.3.8-3)$$

式中 ——相应于荷载效应基本组合时单桩竖向上拔力设计值；

——填芯混凝土和管桩内壁粘结强度设计值，由试验确定；当缺乏试验资料时，可取 0.3 ；

——管桩内径周长；

——填芯混凝土长度；

——混凝土轴心抗拉强度标准值。

4.3.9 管桩基础的单桩竖向抗拔力设计值尚应满足桩身竖向抗拔承载力设计值要求：

$$(4.3.9)$$

式中 ——桩身竖向抗拔承载力设计值。

4.3.10 管桩桩身竖向抗拔承载力设计值可按下列公式计算：

$$(4.3.10)$$

式中 ——预应力钢筋抗拉强度设计值；

——预应力钢筋的截面面积。

4.3.11 单桩水平承载力特征值取决于桩的材料强度、截面刚度、入土深度、土质条件、桩顶水平位移允许值和桩顶嵌固情况等因素，应通过现场水平载荷试验确定。必要时可进行带承台桩的载荷试验。

4.3.12 当桩周土体自重固结或受地面大面积堆载影响而产生大于桩的沉降时，应考虑由此引起的桩侧负摩阻力对桩抗压承载力的影响。

4.3.13 管桩基础的抗震承载力验算应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》CB50011 的有关规定。

5 管桩施工

5.1 施工准备

5.1.1 管桩施工前应完成下列准备工作：

- 1 工程有关单位进行设计技术交底和图纸会审；
- 2 查阅地质勘察报告及桩基设计技术文件要求，合理选择适合工程施工的沉桩设备；
- 3 调查场地及场地周边可能影响施工或受施工影响的地下及地上管线、建(构)筑物及障碍物，提出相应的安全技术措施并进行处理；
- 4 施工场地应进行平整压实；
- 5 组织沉桩设备进场，组装调试，以保证沉桩设备正常运转；
- 6 在不受施工影响的地方设置基桩轴线的控制点和水准基点，并进行桩位的测量放样工作；
- 7 编制施工组织设计或施工方案，并确定合理可行的沉桩顺序；
- 8 供电、供水、道路、排水、照明、临时设施等应满足施工要求；
- 9 施工单位向施工操作人员进行设计、安全及技术交底；
- 10 管桩进场验收。

5.1.2 管桩进场验收应符合本规程第 6.1 节的有关规定。

5.1.3 管桩施工前应具备下列文件和资料：

- 1 建筑场地的岩土工程勘察资料；
- 2 管桩基础的施工图、设计交底及图纸会审纪要；
- 3 施工组织设计或施工方案；
- 4 沉桩设备的技术性能资料；
- 5 管桩的出厂合格证、产品说明书及现场验收资料；
- 6 有关管桩承载力、施工工艺的试验参考资料；
- 7 保证工程质量、安全生产和季节性施工的技术措施。

5.2 一般规定

5.2.1 沉桩顺序应综合考虑下列原则后确定：

- 1 根据桩的密集程度及桩基础与周围建(构)筑物的关系：
 - 1)若桩较密集，且距周围建(构)筑物较远，施工场地较开阔时，宜从中间向四周施工；
 - 2)若桩较密集，场地狭长，两端距建(构)筑物较远时，宜从中间向两端施-1-；
 - 3)一侧靠近建(构)筑物时，宜从毗邻建(构)筑物一侧开始由近及远地施工。
 - 4)宜先施工密集桩后施工稀疏桩。
- 2 根据场地的工程地质条件：
 - 1)若场地较大且部分区域的上覆土层中含砂(碎石、卵石)时，宜先在含砂(碎石、卵石)区域内沉桩；
 - 2)若持力层埋深或桩的人土深度差别较大时，宜先施工长桩，后施工短桩。
- 3 根据桩的规格及分布情况：
 - 1)当场地内桩的规格不同时，宜先施工大直径桩后施工小直径桩；
 - 2)当场地内存在高层建筑塔楼(高层)和裙楼(低层)时，宜先施工高层基础桩，后施工低层基础桩。

5.2.2 正式施工前，为验证及确定单桩承载力以及终压控制标准或停锤控制标准等施工控制所需的技术参数，应进行试沉桩。试沉桩应符合下列规定：

- 1 试桩的规格、长度及地质条件应具有代表性；
- 2 试桩应选在地质勘探孔附近；
- 3 试桩施工条件应与工程桩一致。

5.2.3 管桩的沉桩施工应符合下列规定：

- 1 第一节管桩起吊就位插入地面时的垂直度偏差不得大于 0.5%；
- 2 当桩身垂直度偏差超过 1%时，应找出原因并设法纠正；当桩尖穿过软弱土层后，严禁用移动桩架方法进行纠偏；
- 3 沉桩、接桩、送桩宜连续进行；
- 4 应避免在桩尖接近设计持力层时进行接桩；
- 5 沉桩时，应由专职记录员做好施工记录；每根桩的施工记录均应包括配桩情况、每米锤击数或沉桩压力、最终贯入度或最终压桩力，以及沉桩过

程中的异常情况。

5.2.4 遇下列情况之一应暂停沉桩，并及时与工程有关单位研究处理：

- 1 压桩机下陷影响正常施工；
- 2 贯入度或压桩力突变；
- 3 桩端头板剥落；
- 4 桩身出现裂缝或破碎；
- 5 桩身突然倾斜、跑位；
- 6 实际沉桩情况与地质报告中的土层性质明显不符；
- 7 桩难穿越具有软弱下卧层的硬夹层；
- 8 实际桩长与设计桩长相差较大；
- 9 沉桩过程出现异常声响；
- 10 施工场地及周边地面明显隆起，邻近房屋及市政设施开裂受损；
- 11 邻桩上浮或桩头位移；
- 12 总锤击数超过生产厂家或设计要求。

5.2.5 当施工可能影响附近建(构)筑物的正常使用和安全时，应采取有效措施，设点观测并做好记录。

5.2.6 在有深厚软粘土的场地施工时，应采取措施减少挤土效应，并对已施工的基桩进行上浮及水平位移监测。

5.2.7 管桩截桩应采用锯桩器切割，切割时应切断管桩钢筋，严禁直接采用大锤横向敲击、强行扳拉或利用桩机行走截桩。

5.2.8 截桩桩孔及送桩留下的桩孔应及时覆盖或回填处理。

5.2.9 具有围护结构的管桩基础宜先进行管桩施工，然后进行围护结构施工和土方开挖。自然放坡基坑中进行管桩施工，应采取有效措施保持边坡稳定，并加强边坡监测。

5.2.10 管桩基础的承台或基坑开挖应符合下列规定：

- 1 严禁边沉桩边开挖；
- 2 饱和粘性土、粉土地区的基坑开挖，宜在沉桩施工全部完成，并相隔 15 天后进行；
- 3 承台或基坑开挖时，应制定合理的施工方案，避免基桩因侧向位移而受损；

4 严禁挖土设备撞击或推拉桩头。

5.2.11 桩基施工时，安全、劳动保护、文物和环境保护等方面应按有关规定执行。

5.3 管桩的起吊、运输和堆存

5.3.1 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，保持平稳，避免碰撞；
- 2 管桩的起吊应符合生产厂家的技术要求；当生产厂家对起吊无具体要求时，单节管桩起吊可用专用吊钩钩住管桩两端内壁，直接进行水平起吊，吊绳与管桩夹角应大于 45° 。

5.3.2 管桩现场堆放应符合下列规定：

- 1 堆放场地应平整坚实，并应有排水措施；
- 2 管桩应按不同规格、长度及施工流水顺序分别堆放，并做好标识；
- 3 条件许可时宜采用“即用即送”的组织方法进行供桩，减少二次搬运及堆存；
- 4 叠层堆放时，应在底层管桩下设置二个垫木支点，严禁 3 个或 3 个以上支承点，位置分别在距桩两端 0.20 倍桩长处。底层外边缘的管桩应用木楔塞紧，防止管桩滚动。

5.3.3 管桩吊装就位应符合下列规定：

- 1 吊装就位过程中应平稳，严禁撞击与滚落；
- 2 采用沉桩设备吊装就位时，应有保证沉桩设备稳定安全的措施。

5.4 静压沉桩

5.4.1 静压沉桩可采用顶压式沉桩或抱压式沉桩。当使用顶压式沉桩时可使用振动辅助沉桩。

5.4.2 静压桩机应具备下列资料：

- 1 静压桩机的产品合格证；
- 2 静压桩机的型号、桩机质量(不含配重)，最大压桩力等；
- 3 静压桩机的外型尺寸、长短履靴尺寸及拖运尺寸；

- 4 静压桩机压桩的最小边桩距及压边桩的最大压桩力；
- 5 夹持设备的型式；
- 6 液压油缸的数量、直径；
- 7 有效的荷载油压率定关系测试报告；
- 8 吊桩设备的性能及吊桩能力。

5.4.3 静压桩机的选择应综合考虑下列因素：

- 1 最大压桩力应满足设计要求；
- 2 夹持机具应适应桩截面形状，且夹桩工作时桩身砼不发生夹裂打滑现象；
- 3 应有足够的长、短履靴面积以保证施工时静压桩机不易下陷；
- 4 压边桩能力应满足现场施工要求。

5.4.4 静压沉桩送桩器应符合下列规定：

- 1 施工现场应配备专用送桩器；
- 2 送桩器横截面外型尺寸、强度和刚度、防止夹持设备打滑的设施及长度应满足送桩的要求。

5.4.5 静压沉桩应符合下列规定：

- 1 施工场地应确保静压桩机能够平稳行走与压桩作业；
- 2 静压桩机的机架和配重总重应大于沉桩时静压桩机最大压桩力的 1.1 倍；
- 3 静压桩机上吊机在管桩吊装就位过程中严禁行走和调整；
- 4 抱压式静压桩机夹持设备应避开桩身两侧合缝位置。

5.4.6 终压控制标准的确定应符合以下规定：

- 1 以桩端持力层、终压力值、持荷沉降量、持荷时间为主要控制指标，其它指标可根据具体情况选择；
- 2 参考条件相似工地的施工经验，并结合现场试压桩的结果确定；
- 3 终压力值不宜大于管桩桩身竖向承载力设计值的 1.6 倍；
- 4 达到终压力值时应进行复压，复压次数不宜少于 3 次，复压压桩力不应小于终压力值。达到终压力值时应持荷，持荷时间应通过试压桩的结果确定。

5.5 锤击沉桩

5.5.1 沉桩设备宜选用低环境污染的打桩机，并按下列方法选

- 1 打桩机的桩架应具有足够的强度、刚度和稳定性；
- 2 桩锤的选用应根据工程地质条件、单桩竖向承载力特征值、桩的规格、入土深度等因素，并结合高应变或静载试验的测试结果综合考虑后选用。

5.5.2 桩帽及垫层的设置，应符合下列规定：

- 1 桩帽应有足够的强度、刚度和耐打性；
- 2 桩帽筒体深度宜取 350mm~400mm，内径应比管桩外径大 20mm~30mm；
- 3 打桩时桩帽与桩头之间应设置弹性衬垫。衬垫厚度应均匀且经锤击压实后的厚度不宜小于 120mm，打桩期间应经常检查、及时更换或补充。

5.5.3 送桩器应符合下列规定：

- 1 送桩器应有足够的强度、刚度和耐打性；
- 2 送桩器下端面应开孔，使管桩内腔与外界连通；
- 3 送桩器应与管桩匹配。套筒式送桩器下端的套筒深度宜取 250mm~350mm，内径应比管桩外径大 20mm~30mm，插销式送桩器下端的插销长度宜取 200mm~300mm，外径应比管桩内径小 20mm~30mm；
- 4 送桩作业时，送桩器与管桩桩头之间应设置弹性衬垫。

5.5.4 管桩沉桩过程中，桩锤、桩帽和桩身的中心线应重合。

5.5.5 每根桩总锤击数不宜超过管桩产品说明书或设计要求。

5.5.6 严禁沉桩设备碰撞高出地面的桩头部分或将桩头用作锚点；妨碍沉桩设备行走的高出地面的桩头部分应进行截桩。

5.5.7 停锤控制标准应以桩端持力层、最后贯入度和最后 1m 沉桩锤击数为主要控制指标，其它指标可根据具体情况选择作为参考指标。

5.5.8 停锤控制标准应通过试打桩并结合相近地质条件的打桩经验确定。

5.5.9 一般情况下，最后贯入度不宜小于 20mm/10 击；当持力层为较薄的强风化岩层且上覆土层较软弱时，最后贯入度可适当减少，但不宜小于 15mm/10 击。

5.6 管桩连接

5.6.1 管桩一般采用钢端板焊接连接。

5.6.2 焊接宜采用二氧化碳保护焊，焊接层数宜为三层。

- 5.6.3 接桩时管桩入土部分桩段的桩头宜高出地面 0.5m~1.0m。
- 5.6.4 管桩端板表面应保持清洁，端板坡口上的浮锈应清除干净，表面呈金属光泽后方可焊接。
- 5.6.5 管桩焊接时上、下节桩应保持垂直，坡口根部间隙应小于 2mm。
- 5.6.6 焊接应对称同时进行。
- 5.6.7 焊接施工的技术要求应符合现行国家标准《建筑钢结构焊接技术规程》J081 的有关规定。
- 5.6.8 焊缝质量检验应符合本规程第 6.2.2 条的规定。
- 5.6.9 焊缝应自然冷却，严禁用水冷却和焊好即沉。
- 5.6.10 焊接接桩应按隐蔽工程做好施工记录。

6 质量检验与验收

6.1 管桩进场检验与验收

6.1.1 管桩基础施工前应对进入现场的管桩进行检验与验收。

6.1.2 进入施工场地的管桩应具有产品合格证、产品说明书和相应的质量检验报告。质量检验应包括管桩的外观质量和尺寸偏差、混凝土抗压强度、预应力钢筋抗拉强度以及管桩抗弯性能的检验。

6.1.3 应对进入施工现场的管桩的规格质量进行全数检查。管桩的规格质量应符合现行国家标准《先张法预应力混凝土管桩》GB13476 合格品以上的要求及现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202 的要求。

6.1.4 当验收方对进场的管桩质量质疑时，可委托具有相应资质的检测机构对施工现场的管桩进行抗弯性能检验。同一厂家同品种、同规格、同型号的管桩抽检数量不应少于 2 根。抗弯性能检验应符合现行国家标准《先张法预应力混凝土管桩》GB13476 的规定。

6.2 施工过程检查

6.2.1 施工过程中应检查并记录桩顶及桩身完整状况、桩体垂直度、压桩力、贯人情况、电焊接桩质量。

6.2.2 焊缝应进行质量检查。焊缝质量应达到现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的二级焊缝质量标准。焊缝质量检查可参照现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的有关规定进行。

6.2.3 每根桩沉桩结束时应符合施工前确定的停锤或终压控制标准。

6.2.4 应检查并记录施工过程中和全部沉桩完毕后的桩顶标高变化情况。

6.3 工程验收

6.3.1 管桩应进行单桩承载力检测及桩身完整性检测。检测应符合现行国家行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ106 的规定。

6.3.2 当桩顶设计标高与施工场地标高相近时，管桩基础的桩位验收应待沉桩完毕后进行；当桩顶设计标高低于施工场地标高时，应待开挖至设计标高后进行。

6.3.3 基桩验收应具有下列资料：

- 1 岩土工程勘察报告、桩基施工图、图纸会审纪要、设计变更单等；
- 2 施工组织设计、施工方案；
- 3 管桩的出厂合格证、性能检测报告；
- 4 管桩进场验收记录；
- 5 沉桩设备性能资料；
- 6 桩位测量放线图；
- 7 停锤或终压控制标准的确认记录；
- 8 管桩的焊接材料合格证和检验报告；
- 9 沉桩施工记录、接桩隐蔽工程验收记录；
- 10 桩基工程竣工图(应包括施工日期、桩长桩顶标高、桩位偏差等信息)；
- 11 承载力及桩身完整性检测报告；
- 12 工程质量检验记录；
- 13 重大质量、技术问题处理方案及验收记录；
- 14 其他有关文件和记录。

6.3.4 管桩基础的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规范》CB50202 及《建筑工程施工质量验收统一标准》CB50300 的规定。

用词和用语说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词，说明如下：

1)表示很严格，非这样做不可的用词：

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用词：

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用词：

正面词采用“宜”或“可”；反面词采用“不宜”。

2 条文中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为“应符合……的规定”。非必须按所指定的标准、规范或其他规定执行时，写法为“可参照……”

福建省工程建设标准

建筑预应力混凝土管桩基础技术规程

Specification for building foundation of
prestressed concrete pipe pile

DBJ103-59-2004

建设部备案号：J10379-202004

条文说明

1 总则

1.0.1~1.0.3 从 1994 年天湖苑大厦采用预应力高强混凝土管桩至今，管桩在厦门地区的应用也走过了十年的历史。特别是近几年，随着我省境内管桩生产企业的不断涌现，管桩产量大幅提高，价格也随之下降，促使管桩特别是预应力高强混凝土管桩在厦门乃至我省的工业与民用建筑中得到了广泛的应用，并积累了大量的经验。由于管桩基础设计和施工的特殊性，在发挥管桩基础优势的同时也出现了许多问题，因此有必要针对管桩基础自身的特点制定相应的规程，以规范管桩基础的岩土工程勘察、设计、施工、工程质量验收等行为。本规程编制主要参考或引用了下列标准或规范：

《建筑桩基技术规范》 CJ94-94

《岩土工程勘察规范》 GB50021-2001

《建筑地基基础设计规范》 GB50007-2002

《混凝土结构设计规范》 GB50010-2002

《建筑抗震设计规范》 GB50011-2001

《先张法预应力混凝土管桩》 GB13476-1999

《先张法预应力高强混凝土管桩》 DBJT13-57(图集号：闽 02G119)

《预应力混凝土管桩》 QBT-644(图集号：03SG409)

《预应力混凝土管桩基础技术规程》 DBJ/T15-22—98(广东省标准)

《先张法预应力高强混凝土管桩基础技术规程》 苏 JG/T011-2003(江苏省标准)

《建筑基桩检测技术规范》 CJ106-2003

《建筑地基基础工程施工质量验收规范》 GB50202-2002

《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB50300-2001

《混凝土结构工程质量验收规范》 GB50204-2002

《钢结构工程施工质量验收规范》 GB50205-2001

《建筑钢结构焊接技术规程》 GJ81-2002。

由于本规程编制的技术背景资料来源于对厦门地区目前使用最多的预应

力高强混凝土管桩应用的总结，且桩径以 400mm 和 500mm 为主。因此，在使用其它规格型号的管桩时，如桩径大于 500mm 的管桩、混凝土强度低于 C80 的管桩(PC 桩)、薄壁管桩(PTC 桩)等，尚应参照相关的技术标准规范，并采取有效的技术措施确保工程质量。

3 岩土工程勘察

3.0.2 本条中地质条件复杂主要是指：①持力层面坡度较大，尤其是端承桩、摩擦端承桩的持力层；②分布有较多影响沉桩的硬夹层和孤石；③对承载力有较大影响的特殊性土，如：液化土、松散填土和软土厚度变化较大。

3.0.8 岩土工程勘察应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB50021 的有关规定，本条着重列出针对管桩施工工艺特性在岩土工程勘察报告中需要详细说明的内容。

成桩可能性的评价主要包括：①浅层土均匀性和承载力是否能够满足沉桩设备的行走和正常沉桩作业的要求；②埋藏的池塘、沟、墓、防空洞、残积土与全风化岩中的孤石、填土中的块石与砼块、密实砂夹层或卵石夹层等埋藏物对沉桩的影响。

4 管桩基础设计

4.1 一般规定

4.1.3 应用管桩基础时，以下场地情况应予以注意：

- 1 工程场地的土或水的腐蚀性直接影响到管桩混凝土及接头的耐久性，目前没有很好的方法解决管桩的抗腐蚀问题，因此对于地下水或地表水具有中等及以上腐蚀性的工程场地应注意抗腐蚀问题。
- 2 静压桩机施工尺寸对场地地表土承载力要求较高，地表土层经简单处理后承载力仍不足以满足静压桩机行走与压桩要求时，将导致桩机下陷或倾斜，可能引起压桩时管桩破裂或折断、行走时压坏已施工的管桩，影口向桩机正常作业，出现桩基质量事故。
- 3 土层中含有较多不易清除的孤石或其他障碍物，施工时易造成管桩偏位或折断。
- 4 土层中含有难以贯穿的坚硬夹层，如密实砂夹层或卵石层等。管桩施工时难

以贯穿坚硬夹层且破损率高。如果这些夹层厚度大且无软弱下卧层，可以考虑作为持力层。若厚度只有 1m~2m 甚至几十厘米，其下又有软弱层或一般土层，则不宜作为持力层。

- 5 淤泥等松软质土层下直接为碎石土层或坚硬岩层(含强、中、微风化层)。按目前的沉桩设备的贯入能力，管桩一般仅可进入散体状强风化层一定深度。因此如果淤泥等松软质土层下直接为碎石土层或坚硬岩层，则管桩难以贯入，可能引起如下施工质量问题：①桩进入持力层深度太浅，场地土对管桩的嵌固不足，桩的稳定性较差；②桩尖承受压力较大，桩易发生破损。
- 6 由于管桩一般为脆性破坏且其抗弯强度较低，因此管桩用于基坑的围护桩时应慎重。
- 7 应注意桩基施工中噪声、挤土、振动等对周边环境造成的影响。噪声会引起环保问题，挤土和振动易引起周边房屋建筑、道路、地下管线等开裂及位移。

4.1.4 高层建筑的塔楼基础通常采用密集管桩群，如果桩中心距过小，由于挤土效应特别容易引起地面上升、管桩上浮的现象，严重影响桩的承载力和桩身质量。因此，当采用大面积管桩群时，应适当加大桩的中心距以减小挤土效应。

4.2 构造要求

4.2.3 目前，管桩连接通常采用端板焊接的连接方式。在焊缝质量达到要求的条件下，接头的强度和抗弯性能一般都能满足要求。由于焊接和焊缝的冷却所需时间较长，为提高管桩连接速度提高施工效率，一些单位研制开发了不同形式的机械快速接头，如我省闽侯建筑机械厂研制的螺纹套筒快速接头和广东省的锯齿插销快速接头。

4.2.4 管桩一般可采用十字型桩尖。砂土层较厚不易穿透的场地宜采用圆锥型桩尖。入土深度 35m 以上、桩径 ≥ 500 且成桩后桩身下部 1/3~1/2 桩长范围内能形成土塞的场地宜采用开口型桩尖。土体较密实或易发生挤土效应的场地宜采用开口型桩尖。

4.2.6 现行国家标准图集《预应力混凝土管桩》CJBT-644(图集号：03SG409)要求管桩与承台连接时对于抗拔桩桩身全部纵向预应力钢筋应锚入承台。考虑到预应力钢筋锚入承台需要对预应力钢筋进行剥离，而在剥离钢筋时难免大锤敲击导致桩身及预应力筋本身损伤，因此本规程规定宜采用插筋与承台连接。

对于直径 300mm 的管桩由于管桩内径较小，可考虑采用 4 根插筋，直径大于 400mm 的管桩可考虑不少于 6 根插筋。

4.3 桩基计算

4.3.3 鉴于现行国家标准不再列出单桩承载力估算公式中所需的侧阻、端阻特征值的参考值，并特别注明侧阻、端阻特征值应由当地静载荷试验结果统计分析求得，因此有必要根据静载试桩结果对厦门地区管桩承载力估算所需的不同土层的侧阻力、端阻力特征值进行统计分析。本规程根据厦门地区近 3 年来收集到的有参考价值的 149 根静载试桩结果，按照预设的桩侧阻力、端阻力参数计算桩的承载力并与实测的承载力进行比较，调整侧阻力、端阻力参数的同时对实测值和计算值之比的频数进行统计分析，最终得出与实测与计算值之比的平均值 $\mu=1.00$ 、变异系数 $\delta=0.28$ 对应的一组侧阻端阻参数值，其实测与计算值之比频数图如图 4-1 所示。需说明的是：①参与统计的 149 根静载试桩在最大荷载作用下，大部分未达到极限状态；②考虑到得出的参数值比以往通常使用的参数值有较大的提高，而影响单桩承载力发挥的因素也较复杂，同时为了进一步验证统计结果并确保工程质量，因此对统计得出的参数值进行了折减并给出范围值以便结合实际情况合理取值。

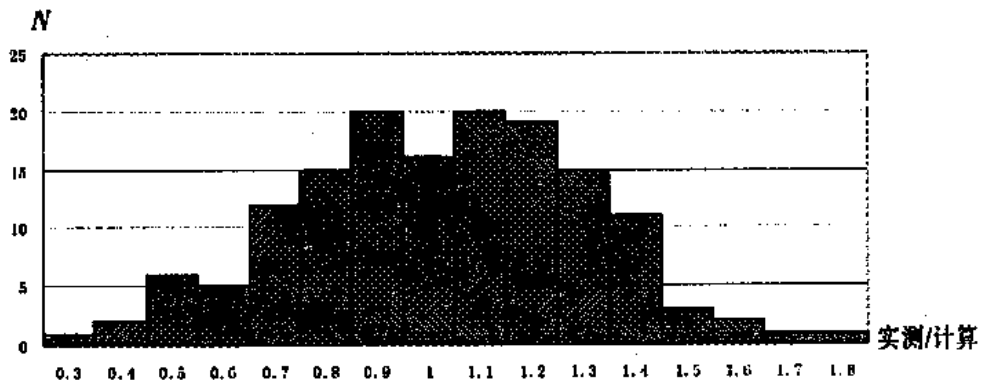


图 4-1 149 根静载试桩实测与计算值之比频数图

4.3.5 目前管桩桩身竖向承载力设计值计算方法有如下几种：

1 国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2002，桩轴心受压时桩身强度应符合下式要求：

$$Q \leq A_p f_c \psi_c$$

式中

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；

Q ——相应于荷载效应基本组合时的单桩竖向力设计值；

A_p ——桩身横截面积；

ψ_c ——工作条件系数，预制桩取 0.75，灌注桩取 0.6~0.7。

2 国家标准(图集)《预应力混凝土管桩》CJBT-644(图集号：03SG409)，管桩桩身结构竖向承载力设计值按下式计算：

$$R_p = Af_c\psi_c$$

式中

R_p ——管桩桩身结构竖向承载力设计值；

A ——管桩桩身横截面面积；

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；

ψ_c ——工作条件系数，取 0.70。

3 福建省标准(图集)《先张法预应力高强混凝土管桩》DBJ13-57(图集号：闽 02G119)

$$\text{桩身强度设计值} = 0.65f_c A_p - 0.34A_p \sigma_{pc}$$

式中 f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；

A_p ——桩身横截面积；

σ_{pc} ——预应力管桩混凝土有效预压应力。

以上三种计算方法中福建省标准考虑了管桩混凝土有效预压应力，更符合管桩的实际受力情况，因此本规程采用福建省标准的计算公式。

4.3.8 填芯混凝土和管桩内壁粘结强度设计值是参照《建筑地基基础设计规范》GB50007-2002 第 6.7.6 条砂浆与岩石间的粘结强度特征值以及总结以往的单桩抗拔试验资料得来。目前管桩抗拔试验有代表性的有如下 4 根试桩资料：

- 1 PHC-AB500(125)，填芯段长度 2.5m，单桩抗拔试验最大荷载 850kN，未达到破坏；

- 2 PHC-AB500(125), 填芯段长度 3.0m, 单桩抗拔试验最大荷载 960kN, 未达到破坏;
- 3 PHC-AB500(125), 填芯段长度 4.0m, 单桩抗拔试验最大荷载 1320kN, 荷载加至 1320kN 时桩身破坏;
- 4 PHC-AB400(95), 填芯段长度 2.5m, 单桩抗拔试验最大荷载 810kN, 荷载加至 810kN 时桩身破坏;

5 管桩施工

5.2 一般规定

5.2.10 管桩基础承台或基坑开挖时, 应制定合理的施工方案, 以避免管桩因土体侧向挤压或机械开挖推拉桩头发生断裂。施工方案应包括如下内容:

- 1 开挖机械的选择。当采用大型挖掘机开挖可能因桩间距小等原因不易操作而钩断桩身时, 应采用小型挖掘机。机械挖掘不好操作时, 可采用人工挖掘;
- 2 控制管桩周围土体的高差措施, 避免桩身受到过大的侧向土体挤压。开挖时一般管桩周围土体高差不宜超过 1m, 应分层从上至下环绕开挖;
- 3 开挖顺序。一般可先开挖密集桩后开挖稀疏桩、先开挖离场地出口较远的桩后开挖离场地出口较近的桩。开挖过程中应注意避免压断其它管桩。

5.3 管桩的起吊、运输和堆存

5.3.2 管桩堆放层数应根据现场及移桩情况、桩身的抗弯强度等综合确定。一般直径 300mm 的管桩堆放不宜超过 7 层, 直径 400mm 的管桩堆放不宜超过 6 层, 直径 500mm 的管桩堆放不宜超过 5 层。

5.4 静压沉桩

5.4.1 试验研究表明, 振动辅助沉桩可有效地降低沉桩过程中的桩侧阻力, 从而提高沉桩效率, 减小最大压桩力。

5.4.6 终压控制标准一般包括桩端持力层、终压力值、持荷沉降量、持荷时间等控制指标, 当设计有桩长要求时尚应以桩长作为控制指标。终压力值、持荷沉降量、持荷时间是静压沉桩的重要控制指标, 一般应通过现场试压桩确定。根据以往静载试验的结果, 终压力值取为单桩承载力特征值的(1.2--2.2)倍时, 都可能达到设计要求。终压力值主要和桩的长度和土层性质有关, 桩长较长和粘性土层为

主要土层的场地宜取低值，桩长较短和砂性土层为主要土层的场地宜取高值。终压力值不宜大于管桩桩身竖向承载力设计值的 1.6 倍，否则容易把桩身压坏。由于压桩时相对作用时间较短，为尽可能加大粘性土的结构性损伤，减小桩身回弹量，达到终压力值时应进行一定时间的持荷，并应根据现场情况确定相应的稳定标准。某些工程采用超压的方法以达到设计要求，也是可以借鉴的方法，但超压值应按照本条第 3 款加以限制，并适当持荷。

5.5 锤击沉桩

5.5.7 停锤控制标准应根据场地工程地质条件、单桩竖向承载力特征值、桩的规格和长短、锤的大小和落距(冲程)等因素，综合考虑最后贯入度、桩入土深度、总锤击数、每米沉桩锤击数及最后 1m 沉桩锤击数、桩端持力层的岩土类别及桩尖进入持力层深度、桩土弹性压缩量等指标后给出。

5.6 管桩连接

5.6.1 就厦门地区目前情况，管桩均采用钢端板焊接连接。其它的接桩方式可以由设计选用，但新型接头的使用应符合本规程第 4.2.3 条第 3 款的规定。

5.6.9 焊缝质量的好坏直接影响到桩身质量。不仅焊接施工的技术要求要按照国家标准《建筑钢结构焊接技术规程》CJ81 的有关规定执行，焊接完毕后还应有足够的自然冷却时间。用水冷却和焊好即沉极易引起焊缝开裂，因此应绝对禁止。自然冷却时间和现场环境有很大关系，如气温高低、风速大小等均对自然冷却时间产生较大影响，因此应根据现场实际情况确定。一般自然冷却时间不宜少于 8 分钟。

6 质量检验与验收

6.1 管桩进场检验与验收

6.1.4 管桩的抗弯性能是砼强度、预应力钢筋强度、有效预压应力等多项指标的综合反映，因此可通过抗弯性能检验以检验管桩的结构性能指标是否达到质量要求。

现行国家标准《先张法预应力混凝土管桩》GB13476 中，管桩品种分为预应力混凝土管桩和预应力高强混凝土管桩；管桩按外径分为 300mm、350mm、400mm、450mm、500mm、550mm、600mm、800mm 和 1000mm 等规格；按管桩的抗弯性能或混凝土有效预压应力值分为 A 型、AB 型、B 型和 C 型。本条中

“同品种、同规格、同型号”一般不再考虑桩节长度的不同。

6.2 施工过程检查

6.2.2 由于管桩端板的结构型式及连接的特殊性，目前较难采用超声波、射线等探伤方法对管桩接桩的焊缝质量进行探伤检验。目前管桩焊缝具有可操作性的检验方法为外观质量检验及厚度检验。焊缝厚度为管桩端板处坡口深度。检验焊缝厚度的目的主要是在检测手段不健全的情况下保证焊缝饱满连续闭合，减少焊缝的焊接质量隐患。对于抗拔桩应适当增加检验数量。