

住房和城乡建设部备案号:J14160—2018

# DB64

宁夏回族自治区地方标准

DB 64 / T 1538—2018

## 短螺旋挤土灌注桩技术标准

Technical specification of soil displacement screw pile

2018-01-25 发布

2018-04-25 实施

宁夏回族自治区住房和城乡建设厅  
宁夏回族自治区质量技术监督局 发布

# 宁夏回族自治区 住房和城乡建设厅文件

宁建(科)发[2018]5号

## 关于批准发布 《短螺旋挤土灌注桩技术标准》 等2项地方标准的通知

各市、县(区)住房和城乡建设局,宁东管委会规划建设土地局,宁夏建投集团,各勘察设计企业,各有关单位:

根据《2017年度工程建设地方标准制修订项目计划的通知》[宁建(科)发[2017]10号]的安排与要求,由宁夏工程建设标准管理中心组织编制的《短螺旋挤土灌注桩技术标准》《复合保温板结构一体化系统应用技术规程》,经我厅会同自治区质量技术监督局组织专家审查通过,批准为宁夏回族自治区地方标准。标准编号为《短螺旋挤土灌注桩技术标准》(DB64/T 1538—2018)、《复合保温板结构一体化系统应用技术规程》(DB64/T 1539—2018)。

以上2项标准自2018年4月25日起实施,请各单位认真遵照执行,执行过程中发现问题,请及时反馈宁夏工程建设标准管理中心。

宁夏回族自治区住房和城乡建设厅

2018年2月12日

## 图书在版编目(CIP)数据

宁夏回族自治区地方标准短螺旋挤土灌注桩技术标准:  
DB64 / T1538—2018 / 宁夏夯中岩土工程有限公司, 中冶  
建筑研究总院有限公司主编. -- 银川: 阳光出版社,  
2018.3

ISBN 978-7-5525-4276-9

I. ①宁… II. ①宁…②中… III. ①灌注桩 — 技术  
标准 — 宁夏 IV. ①TU473.1-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 057017 号

宁夏回族自治区地方标准短螺旋挤土灌 宁夏夯中岩土工程有限公司 主编  
注桩技术标准: DB64 / T 1538—2018 中冶建筑研究总院有限公司

责任编辑 马 晖

责任印制 岳建宁



黄河出版传媒集团

阳光出版社

出版发行

出版人 王杨宝

地 址 宁夏银川市北京东路 139 号出版大厦(750001)

网 址 <http://www.ygchbs.com>

网上书店 <http://shop129132959.taobao.com>

电子信箱 [yangguangchubanshe@163.com](mailto:yangguangchubanshe@163.com)

邮购电话 0951-5014139

经 销 全国新华书店

印刷装订 宁夏精捷彩色印务有限公司

印刷委托书号 (宁)0008795

开 本 880mm×1230mm 1/32

印 张 2

字 数 50 千字

版 次 2018 年 3 月第 1 版

印 次 2018 年 3 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5525-4276-9

定 价 30.00 元

版权所有 翻印必究

# 目 次

前言 .....	I
引言 .....	III
短螺旋挤土灌注桩技术标准 .....	1
1 范围 .....	1
2 总则 .....	1
3 规范性引用文件 .....	1
4 术语和定义 .....	2
5 基本规定 .....	3
6 桩基计算 .....	10
7 施工 .....	24
8 质量检验和验收 .....	29
附录 A(规范性附录) 施工工艺流程图 .....	32
附录 B(规范性附录) 基桩施工记录表 .....	34
附录 C(规范性附录) 用词说明 .....	35
短螺旋挤土灌注桩技术标准条文说明 .....	37

## 前 言

本标准是按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分:标准的结构和编写》给出的规则编写。

本标准由宁夏回族自治区住房和城乡建设厅提出并归口。

本标准由宁夏回族自治区住房和城乡建设厅批准。

本标准由宁夏夯中岩土工程有限公司负责具体技术内容的解释。为提高本标准质量,请各单位在执行本标准过程中,注意积累资料,总结经验。在执行本标准过程中如有意见或建议,请将意见或建议反馈给宁夏夯中岩土工程有限公司(地址:银川市兴庆区清和园 4 号楼 101 号,邮编:750001;E-mail:hangzhongyant@163.com),以便修订时参考。

主 编 单 位:宁夏夯中岩土工程有限公司

中冶建筑研究总院有限公司

参 编 单 位:宁夏建筑设计研究院有限公司

银川市规划建筑设计研究院有限公司

中国京冶工程技术有限公司

宁夏大学

宁夏建设职业技术学院

宁夏建工集团有限公司

宁夏德坤岩土工程有限公司

山东卓力桩机有限公司

主要起草人:吴新明 刘 钟 万广达 焦新春  
刘振华 卢璟春 王社选 郭宁生  
刘玉荣 张树德 崔自治 李宏波  
刘振华 陈润生 安少荣 贾 峰  
唐功元 安 胜 吴从亮 王凤良  
杨小林

## 引 言

短螺旋挤土灌注桩是一项环保节能的先进桩基技术,比传统工艺施工的灌注桩在承载力方面有大幅度提高,能够节约工程材料、缩短施工工期、降低工程造价,经济效益突出。由于这项桩基技术施工不排土,减少了环境污染,促进了节能减排与环境保护,社会效益显著,符合国家可持续发展战略。为了促进短螺旋挤土灌注桩技术在宁夏回族自治区的推广应用,并为工程建设各主体单位提供标准依据,根据宁夏回族自治区住房和城乡建设厅《关于发布 2017 年度工程建设地方标准制修订项目计划的通知》(宁建(科)发[2017]10号)的要求,由宁夏夯中岩土工程有限公司和中冶建筑研究总院有限公司会同勘察、设计、施工、科研、教学和装备制造等单位共同编制了本标准。

# 短螺旋挤土灌注桩技术标准

## 1 范围

本标准规定了短螺旋挤土灌注桩技术的总则、术语和定义、基本规定、桩基计算、施工、质量检验和验收。

## 2 总则

2.1 为了保证短螺旋挤土灌注桩设计与施工规范化,做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量、保护环境,制定本标准。

2.2 本标准适用于建筑(包括构筑物)桩基的短螺旋挤土灌注桩设计、施工及验收;市政、公路、铁路工程可结合本标准执行。

2.3 短螺旋挤土灌注桩的设计与施工应综合考虑场地的工程与水文地质条件、上部结构特点、荷载特征、施工环境、设备性能、地方经验等因素,因地制宜,精心设计,加强施工质量控制与管理。

2.4 短螺旋挤土灌注桩的设计、施工和验收除应符合本标准外,尚应符合国家现行有关标准、规范的规定。

## 3 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB 50007 建筑地基基础设计规范
- GB 50010 混凝土结构设计规范
- GB 50011 建筑抗震设计规范
- GB 50021 岩土工程勘察规范
- GB 50025 湿陷性黄土地区建筑规范



GB 50202 建筑地基基础工程施工质量验收规范

GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范

GB 50046 工业建筑防腐蚀设计规范

GB 50666 混凝土结构工程施工规范

JGJ 18 钢筋焊接及验收规程

JGJ 79 建筑地基处理技术规范

JGJ 94 建筑桩基技术规范

JGJ 106 建筑基桩检测技术规范

JGJ 107 钢筋机械连接技术规程

JGJ 340 建筑地基检测技术规范

#### 4 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

##### 4.1 短螺旋挤土灌注桩 soil displacement screw pile(简称 SDS 桩)

短螺旋挤土灌注桩亦称为双向螺旋挤土灌注桩或双向螺旋挤扩桩，是一种通过带有短螺旋挤扩钻头的桩工钻机旋钻挤土成孔并压灌混凝土而形成的中等直径、圆柱形的挤土灌注桩。

##### 4.2 桩基 pile foundation

由设置于岩土地层中的桩和与桩顶连接的承台共同组成的基础或由柱与桩直接连接的单桩基础。

##### 4.3 基桩 foundation pile

桩基础中的单桩。

##### 4.4 复合基桩 composite foundation pile

单桩及其对应面积的承台下地基土组成的复合承载基桩。

##### 4.5 单桩竖向极限承载力 ultimate vertical bearing capacity of a single pile

单桩在竖向荷载作用下到达破坏状态前或出现不适于继续承载的变形时所对应的最大荷载，它取决于土对桩的支承阻力和桩身承载力。

#### 4.6 极限侧阻力 ultimate shaft resistance

相应于桩顶作用极限荷载时,桩身侧表面所发生的岩土阻力。

#### 4.7 极限端阻力 ultimate tip resistance

相应于桩顶作用极限荷载时,桩端所发生的岩土阻力。

#### 4.8 单桩竖向承载力特征值 characteristic value of the vertical bearing capacity of a single pile

单桩竖向极限承载力标准值除以安全系数后的承载力值。

#### 4.9 负摩阻力 negative skin friction, negative shaft resistance

桩周土体由于自重固结、湿陷、地面荷载作用等原因而产生大于基桩的沉降所引起的对桩表面的向下摩阻力。

### 5 基本规定

#### 5.1 一般规定

5.1.1 短螺旋挤土灌注桩适用于未经修正的标准贯入试验 (SPT) 击数  $N < 60$  的填土、黏性土、粉土、砂土,也适用于黄土、角砾、圆砾、碎石、卵石、全风化岩和强风化岩等可压缩岩土地层,且不受地下水位限制。对于厚层饱和软黏土、淤泥、淤泥质土和泥炭质土地层,应慎用短螺旋挤土灌注桩施工工艺。对于厚层不可压缩岩土地层不宜采用短螺旋挤土灌注桩施工工艺。

5.1.2 短螺旋挤土灌注桩桩径宜采用 350~800 mm。

5.1.3 短螺旋挤土灌注桩适用于桩基和复合地基工程。

5.1.4 短螺旋挤土灌注桩作为复合地基中的竖向增强体时,桩身可不配钢筋,其单桩竖向承载力计算方法应按本标准执行,复合地基的设计应按现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 中关于有粘结强度增强体复合地基计算方法进行计算。

5.1.5 短螺旋挤土灌注桩基础应按下列两类极限状态设计:

a) 承载能力极限状态:桩基达到最大承载能力、整体失稳或发生不适于继续承载的变形。

b) 正常使用极限状态:桩基达到建筑物正常使用所规定的变形

限值或达到耐久性要求的某项限值。

5.1.6 根据建筑物规模、功能特征、对差异性变形的适应性、场地地基和建筑物体形的复杂性以及由于桩基问题可能造成建筑物破坏或影响建筑物正常使用的程度，短螺旋挤土灌注桩基设计应根据表 1 分为三个设计等级。

表 1 建筑桩基设计等级

设计等级	建筑类型
甲级	(1)重要的建筑； (2)30 层以上或高度超过 100 m 的高层建筑； (3)体型复杂且层数相差超过 10 层的高低层(含纯地下室)连体建筑； (4)20 层以上框架-核心筒结构及其他对差异沉降有特殊要求的建筑； (5)场地和地基条件复杂的 7 层以上的一般建筑及坡地、岸边建筑； (6)对相邻既有工程影响较大的建筑
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

5.1.7 桩基稳定性验算按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 执行。

## 5.2 基本资料

5.2.1 短螺旋挤土灌注桩基设计和施工应具备以下基本资料：

### a) 岩土工程勘察资料

- 1)按极限状态设计所需要的岩土物理力学参数及原位测试参数；
- 2)对建筑场地不良地质作用的判断和结论；
- 3)地下水类型和水位变化幅度及抗浮设计水位；
- 4)地基土、地下水的腐蚀性评价；
- 5)抗震设防区按设防烈度提供的液化土层资料；
- 6)地基土的湿陷性、胀缩性及其他评价。

### b) 建筑场地与环境条件资料

- 1)建筑场地现状,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) 相邻建筑物安全等级、基础形式及埋深；
- 3) 附近具有类似地质条件场地的桩基设计和试桩资料；
- 4) 周围建筑物的防振、防噪声要求；
- 5) 建筑场地类别和抗震设防烈度。

c) 建筑物资料

- 1) 建筑物总平面图；
- 2) 建筑物的结构类型、荷载、使用条件；
- 3) 建筑结构的安全等级；
- 4) 设备基础对于沉降、倾斜及水平位移的要求。

d) 施工条件资料

- 1) 桩工钻机性能参数、钻头形式和动力要求；
- 2) 施工工艺对地质条件的适用性；
- 3) 水、电及有关建筑材料的供应条件；
- 4) 施工机械设备的进出场及现场施工条件。

### 5.3 桩的分类和布置

#### 5.3.1 短螺旋挤土灌注桩分类

##### 5.3.1.1 按承载性状分类

a) 摩擦型桩

1) 摩擦桩：在承载能力极限状态下，桩顶竖向荷载由桩侧阻力承受，桩端阻力小到可以忽略不计；

2) 端承摩擦桩：在承载能力极限状态下，桩顶竖向荷载主要由桩侧阻力承受。

b) 端承型桩

1) 端承桩：在承载能力极限状态下，桩顶竖向荷载由桩端阻力承受，桩侧阻力小到可以忽略不计；

2) 摩擦端承桩：在承载能力极限状态下，桩顶竖向荷载主要由桩端阻力承受。

### 5.3.1.2 按受力状态分类

- a) 竖向抗压桩: 主要承受竖向受压荷载。
- b) 竖向抗拔桩: 主要承受竖向抗拔荷载。
- c) 水平受力桩: 主要承受水平荷载。

5.3.2 短螺旋挤土灌注桩应根据建筑结构类型、荷载性质、桩的功能、穿越岩土地层、桩端持力层、工程水文地质条件、桩工钻机性能、钻头形式、场地环境和施工经验等,按照安全适用、经济合理、绿色环保的原则进行设计与施工。

5.3.3 短螺旋挤土灌注桩属于挤土桩,为避免和减小成桩过程中的挤土负效应,基桩的最小中心距应符合表 2 的规定。当施工中采取减小挤土效应的可靠措施时,可根据当地经验适当减小。

表 2 基桩的最小中心距

地基土类型	排数不少于 3 排,且桩数不少于 9 根的 摩擦型桩基	其他情况
非饱和土、饱和非黏性土	4.0 $d$	3.5 $d$
饱和黏性土	4.5 $d$	4.0 $d$

注: 1.  $d$  为桩身设计直径;  
 2. 基桩穿越饱和黏性土及淤泥质土层时,宜采用削减孔隙水压力的措施;  
 3. 复合地基的基桩中心距应符合现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 中规定

5.3.4 短螺旋挤土灌注桩的桩端持力层宜选择较硬的土层,桩端全断面进入持力层深度应符合下列要求。

- a) 黏性土、粉土不宜小于 2  $d$ 。
- b) 砂土不宜小于 1.5  $d$ 。
- c) 砾砂、碎石类土和强风化岩不宜小于 1  $d$ 。
- d) 当存在软弱下卧层时,桩端以下硬持力层厚度不宜小于 3  $d$ 。

## 5.4 基桩构造

5.4.1 短螺旋挤土灌注桩构造应符合下列规定:

5.4.1.1 桩身最小配筋率纵向钢筋宜按表 3 选用。

表 3 受压短螺旋挤土灌注桩最小配筋率

土层	桩直径 $d$ (mm)		
	<500	500~600	>600
淤泥质土、严重液化土层	0.6%	0.5%	0.4%
饱和黏性土、湿陷性黄土、杂填土	0.5%	0.4%	0.3%
其他土层	0.4%	0.3%	0.2%

注:1. 钢筋净距应大于等于 60 mm,且大于等于 4 倍钢筋直径;  
 2. 纵筋钢筋直径宜小于等于 1/20 倍桩身直径;  
 3. 受水平荷载较大的桩,配筋率宜适度提高;  
 4. 纵筋宜优先选用 HRB400 级钢筋

5.4.1.2 纵向钢筋配筋长度应符合以下要求:

a)满足下列条件之一的,应沿桩身等截面或变截面通长配筋;变截面配筋的桩身部分应位于桩下部,其长度应小于桩长 1/2:

- 1)甲级建筑;
- 2)设防烈度 8 度及以上地震区;
- 3)自重湿陷性黄土地。

b)地震设防烈度小于 8 度区域的一般场地,摩擦型抗压桩配筋长度不应小于 2/3 桩长。

c)桩身配筋长度应穿过可液化土层和软弱土层,且进入稳定土层的深度不应小于  $3d$ 。

d)受负摩阻力的桩、因先成桩后开挖基坑而随地基土回弹的桩,其配筋长度应穿过软弱土层并进入稳定土层,进入的深度不应小于  $3d$ ,且不宜小于基坑深度的 1.5 倍。

e)抗拔桩和受水平荷载的桩身配筋长度应根据计算确定。

5.4.1.3 箍筋构造应符合以下要求:

a)箍筋应采用螺旋式,直径不应小于 6 mm,间距宜为 200~300 mm;受水平荷载较大的桩基以及考虑主筋作用计算桩身受压承载力时,

桩顶以下  $5d$  范围内的箍筋应加密,间距不应大于 100 mm;当桩身位于液化土层范围内时箍筋应加密;当考虑箍筋受力作用时,箍筋配置应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定;当钢筋笼长度超过 4 m 时,应每隔 2 m 设一道直径不小于 12 mm 的焊接加劲箍筋。

b) 甲级建筑桩基箍筋配筋率宜适度提高。

c) 箍筋宜优先选用 HRB400 级钢筋,也可用 HPB300 级钢筋。

**5.4.2 抗拔短螺旋挤土灌注桩的桩身构造应符合下列要求:**

a) 除纵向配筋外还应满足受压桩的桩身构造要求。

b) 纵向钢筋配筋率应按计算确定。

c) 纵筋应沿桩身等截面或变截面通长配筋,变截面长度应位于桩下部,并且应小于桩长  $1/3$ 。

**5.4.3 短螺旋挤土灌注桩耐久性要求应满足现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 中相关条款的规定。**

**5.4.4 桩身混凝土及混凝土保护层厚度应符合下列要求:**

a) 桩基桩身混凝土强度等级不应小于 C25,复合地基的桩身混凝土强度等级不应小于 C20。

b) 桩的主筋混凝土保护层厚度不应小于 50 mm。

c) 四类、五类环境中桩身混凝土保护层厚度应符合国家现行标准《港口工程混凝土结构设计规范》JTJ 267、《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 的相关规定。

## **5.5 特殊条件下的桩基**

**5.5.1 湿陷性黄土地区的桩基应符合下列规定:**

a) 在湿陷性黄土场地采用桩基础,桩端必须穿透湿陷性黄土层,并应符合下列要求:

1) 在非自重湿陷性黄土场地,桩端应支承在压缩性较低的非湿陷性黄土层中;

2) 在自重湿陷性黄土场地,桩端应支承在可靠的岩(或土)层中。

b)单桩极限承载力应按下列规定确定：

1)对甲级及乙级建筑桩基宜以现场浸水载荷试验并结合地区经验确定；

2)对于丙级建筑桩基可按饱和状态下的土性指标，采用经验公式估算；

3)自重湿陷性黄土地基中的单桩极限承载力，应根据工程具体情况结合现行国家标准《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025 考虑桩侧负摩阻力的影响。

**5.5.2 抗震设防区的桩基设计原则应符合下列规定：**

a)桩进入液化土层以下稳定土层的长度(不包括桩尖部分)应按计算确定；对于碎石土、砾、粗、中砂，密实粉土，坚硬黏性土不应小于  $2d$ ，对其他非岩石土不宜小于  $4d$ 。

b)对建于可能因地震引起上部土层滑移地段的桩基，应考虑滑移体对桩产生的附加水平力。

c)承台周围回填土应采用素土或灰土、级配砂石分层夯实，或采用素混凝土回填。

d)当承台周围为可液化土或地基承载力特征值小于  $40\text{ kPa}$ (或不排水抗剪强度小于  $15\text{ kPa}$ )的软土，宜将承台外每侧  $1/2$  承台边长范围内的土进行加固。

e)对于存在液化扩展的地段，应验算桩基在土流动的侧向作用力下的稳定性。

f)在液化土和震陷软土中，桩的配筋范围应自桩顶至液化深度以下符合全部消除液化沉陷所要求的深度，其纵向钢筋应与桩顶部相同，箍筋应加粗和加密。

**5.5.3 可能出现负摩阻力的桩基设计原则应符合下列规定：**

a)对于填土建筑场地，宜先填土并保证填土的密实性。

b)对于有地面大面积堆载的建筑场地，应采取减小地面沉降对建筑桩基影响的措施。



c)对于自重湿陷性黄土地基,可采用强夯、挤密土桩等先行处理,消除上部或全部土的自重湿陷;对于欠固结土宜采取先期排水预压等措施。

## 6 桩基计算

### 6.1 桩顶作用效应计算

6.1.1 对于一般建筑物和受水平力(包括力矩与水平剪力)较小的高层建筑群桩基础,应按下列公式计算柱、墙、核心筒群桩中基桩或复合基桩的桩顶作用效应。

#### 6.1.1.1 竖向力

轴心竖向力作用下

$$N_k = \frac{F_k + G_k}{n} \dots\dots\dots (1)$$

偏心竖向力作用下

$$N_{ik} = \frac{F_k + G_k}{n} \pm \frac{M_{xk} y_i}{\sum y_j^2} \pm \frac{M_{yk} x_i}{\sum x_j^2} \dots\dots\dots (2)$$

#### 6.1.1.2 水平力

水平力作用下

$$H_{ik} = \frac{H_k}{n} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$F_k$  —— 荷载效应标准组合下,作用于承台顶面的竖向力(kN);

$G_k$  —— 桩基承台和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(kN);

$N_k$  —— 荷载效应标准组合轴心竖向力作用下,基桩或复合基桩的平均竖向力(kN);

$N_{ik}$  —— 荷载效应标准组合偏心竖向力作用下,第*i*基桩或复合基桩的竖向力(kN);

$M_{xk}$ 、 $M_{yk}$  —— 荷载效应标准组合下,作用于承台底面,绕通过桩

群形心的  $x、y$  主轴的力矩(kN·m);

$x_i、x_j、y_i、y_j$  —— 第  $i、j$  基桩或复合基桩至  $y、x$  轴的距离(m);

$H_k$  —— 荷载效应标准组合下, 作用于桩基承台底面的水平力(kN);

$H_{ik}$  —— 荷载效应标准组合下, 作用于第  $i$  基桩或复合基桩的水平力(kN);

$n$  —— 桩基中的桩数。

6.1.2 对考虑桩侧负摩阻力影响的端承型基桩, 其所受竖向力标准值应计入桩侧负摩阻力引起的下拉荷载, 桩侧负摩阻力按相关标准的规定计算。

## 6.2 桩基竖向承载力计算

6.2.1 桩基竖向承载力计算应符合下列要求:

a) 荷载效应标准组合:

轴心竖向力作用下

$$N_k \leq R \dots\dots\dots (4)$$

偏心竖向力作用下, 除满足上式外, 尚应满足下式的要求

$$N_{kmax} \leq 1.2R \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$N_k$  —— 荷载效应标准组合轴心竖向力作用下, 基桩或复合基桩的平均竖向力(kN);

$R$  —— 基桩或复合基桩竖向承载力特征值(kN);

$N_{kmax}$  —— 荷载效应标准组合偏心竖向力作用下, 桩顶最大竖向力(kN)。

b) 地震作用效应和荷载效应标准组合:

轴心竖向力作用下

$$N_{Ek} \leq 1.25R \dots\dots\dots (6)$$

偏心竖向力作用下, 除满足上式外, 尚应满足下式的要求

$$N_{Ekmax} \leq 1.5R \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$N_{Ek}$  —— 地震作用效应和荷载效应标准组合下,基桩或复合基桩的平均竖向力(kN);

$N_{Ekmax}$  —— 地震作用效应和荷载效应标准组合下,基桩或复合基桩的最大竖向力(kN)。

6.2.2 单桩竖向承载力特征值  $R_a$  应按下式确定:

$$R_a = Q_{uk} / K \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$Q_{uk}$  —— 单桩竖向极限承载力标准值(KN);

$K$  —— 安全系数,取  $K=2$ 。

6.2.3 考虑承台效应的复合基桩竖向承载力特征值  $R$  可按下列式确定:

不考虑地震作用时

$$R=R_a+\eta_c \cdot f_{ak} \cdot A_c \dots\dots\dots (9)$$

考虑地震作用时

$$R=R_a+\zeta_a \cdot \eta_c \cdot f_{ak} \cdot A_c / 1.25 \dots\dots\dots (10)$$

$$A_c=(A-n \cdot A_{ps})/n \dots\dots\dots (11)$$

式中:

$\eta_c$  —— 承台效应系数,可按表 4 取值;

$f_{ak}$  —— 承台下 1/2 承台宽度且不超过 5 m 深度范围内各层土的地基承载力特征值按厚度加权的平均值(kPa);

$A_c$  —— 计算基桩所对应的承台底净面积( $m^2$ );

$A_{ps}$  —— 桩身截面面积( $m^2$ );

$A$  —— 承台计算域面积( $m^2$ ),对于柱下独立桩基, $A$  为承台总面积;对于桩筏基础, $A$  为柱、墙筏板的 1/2 跨距和悬臂边 2.5 倍筏板厚度所围成的面积;桩集中布置于单片墙下的桩筏基础,取墙两边各 1/2 跨距围成的面积,按条形承台计算  $\eta_c$ ;

$\zeta_a$  —— 地基抗震承载力调整系数,其值可按表 5 确定。

当承台底为可液化土、湿陷性黄土、高灵敏度软土、欠固结土、新填土时,不考虑承台效应,取  $\eta_c=0$ 。

表 4 承台效应系数  $\eta_c$

$B_c / l$ \ $s_a / d$	3	4	5	6	>6
$\leq 0.4$	0.06~0.08	0.14~0.17	0.22~0.26	0.32~0.38	0.50~0.80
0.4~0.8	0.08~0.10	0.17~0.20	0.26~0.30	0.38~0.44	
>0.8	0.10~0.12	0.20~0.22	0.30~0.34	0.44~0.50	
单排桩条形承台	0.15~0.18	0.25~0.30	0.38~0.45	0.50~0.60	

注:1. 表中  $s_a / d$  为桩中心距与桩径之比; $B_c / l$  为承台宽度与桩长之比。当计算基桩为非正方形排列时, $s_a = \sqrt{A/n}$ ,  $A$  为承台计算域面积, $n$  为总桩数;  
2. 对于桩布置于墙下的箱、筏承台, $\eta_c$  可按单排桩条形承台取值;  
3. 对于单排桩条形承台,当承台宽度小于  $1.5 d$  时, $\eta_c$  按非条形承台取值;  
4. 对于饱和黏性土中的挤土桩基、软土地基上的桩基承台, $\eta_c$  宜取低值的 0.8 倍

表 5 地基抗震承载力调整系数

岩土名称和性状	$\zeta_a$
岩石,密实的碎石土,密实的砾、粗、中砂, $f_{ak} \geq 300$ kPa 的黏性土和粉土	1.5
中密、稍密的碎石土,中密和稍密的砾、粗、中砂,密实和中密的细、粉砂, $150 \text{ kPa} \leq f_{ak} < 300 \text{ kPa}$ 的黏性土和粉土,坚硬黄土	1.3
稍密的细、粉砂, $100 \text{ kPa} \leq f_{ak} < 150 \text{ kPa}$ 的黏性土和粉土,可塑黄土	1.1
淤泥,淤泥质土,松散的砂,杂填土,新近堆积黄土及流塑黄土	1.0

## 6.3 单桩竖向极限承载力计算

### 6.3.1 一般规定

设计采用的单桩竖向极限承载力标准值应符合下列规定:

a)设计等级为甲级的建筑桩基,应通过单桩静载试验确定。

b)设计等级为乙级的建筑桩基,当地质条件简单时,可参照地质条件相近的试桩资料,结合标准贯入试验或静力触探试验等原位测试和经验参数综合确定;其余均应通过单桩静载试验确定。

c)设计等级为丙级的建筑桩基,可根据原位测试和经验参数确定。

### 6.3.2 经验参数法

根据短螺旋挤土灌注桩的成桩工艺、地层类别、物理指标、土的状态、截面尺寸和入土深度与承载力参数之间的经验关系确定单桩竖向极限承载力标准值,宜按下式估算:

$$Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{pk} = u \sum \alpha_{si} \cdot q_{sik} \cdot l_i + q_{pk} \cdot A_p \quad \dots\dots (12)$$

式中:

$Q_{sk}$  —— 单桩总极限侧阻力标准值(kN);

$Q_{pk}$  —— 单桩总极限端阻力标准值(kN);

$q_{sik}$  —— 单桩第  $i$  层土的极限侧阻力标准值(kPa),无当地经验时,可按表 6 取值;

$q_{pk}$  —— 单桩极限端阻力标准值(kPa),无当地经验时,可按表 6 取值;

$u$  —— 桩身周长(m);

$A_p$  —— 桩端面积(m<sup>2</sup>);

$l_i$  —— 桩周第  $i$  层土的厚度(m);

$\alpha_{si}$  —— 单桩第  $i$  层土的极限侧阻力标准值的增大系数,依据土性选取  $\alpha_{si}$  值:

1)淤泥、淤泥质土、软塑状黏土: $\alpha_{si}=1.00$ ;

2)松散填土、黏性土、粉土、黄土、松散砂土: $\alpha_{si}=1.10\sim 1.30$ ;

3)密实填土、中密及以上砂土、砾砂、角砾、圆砾、碎石、卵石、全风化岩和强风化岩: $\alpha_{si}=1.20\sim 1.40$ 。

$\alpha_{si}$  值应根据现场单桩静载试验结果或当地已有试桩资料进行验证和调整。

表 6 桩的竖向极限承载力计算参数表

土名称	土的状态		桩的极限侧阻力标准值 $q_{sk}$ (kPa)	桩的极限端阻力标准值 $q_{pk}$ (kPa)			
				$5 \leq l < 10$	$10 \leq l < 15$	$15 \leq l < 30$	$30 \leq l$
填土	—	—	22~30	—	—	—	—
淤泥	—	—	14~20	—	—	—	—
淤泥质土	—	—	22~30	—	—	—	—
黏性土	流塑	$l_p > 1$	24~40	—	—	—	—
	软塑	$0.75 < l_p \leq 1$	40~55	210~850	650~1400	1200~1800	1300~1900
	可塑	$0.50 < l_p \leq 0.75$	55~70	850~1700	1400~2200	1900~2800	2300~3600
	硬可塑	$0.25 < l_p \leq 0.50$	70~86	1500~2300	2300~3300	2700~3600	3600~4400
	硬塑	$0 < l_p \leq 0.25$	86~98	2500~3800	3800~5500	5500~6000	6000~6800
粉土	坚硬	$l_p \leq 0$	98~105	—	—	—	—
	稍密	$e > 0.9$	26~46	—	—	—	—
	中密	$0.75 \leq e \leq 0.9$	46~66	950~1700	1400~2100	1900~2700	2500~3400
	密实	$e < 0.75$	66~88	1500~2600	2100~3000	2700~3600	3600~4400
粉砂	稍密	$10 < N \leq 15$	24~48	1000~1600	1500~2300	1900~2700	2100~3000
	中密	$15 < N \leq 30$	48~66	1400~2200	2100~3000	3000~4500	3800~5500
	密实	$N > 30$	66~88	—	—	—	—

续表

土名称	土的状态		桩的极限侧阻力标准值 $q_{sk}$ (kPa)	桩的极限端阻力标准值 $q_{pk}$ (kPa)			
				$5 \leq l < 10$	$10 \leq l < 15$	$15 \leq l < 30$	$30 \leq l$
细砂	中密、密实	$N > 15$	48~88	2500~4000	3600~5000	4400~6000	5300~7000
中砂	中密	$15 < N \leq 30$	54~74	4000~6000	5500~7000	6500~8000	7500~9000
	密实	$N > 30$	74~95				
粗砂	中密	$15 < N \leq 30$	74~95	5700~7500	7500~8500	8500~10000	9500~11000
	密实	$N > 30$	95~116				
砾砂	稍密	$5 < N_{63.5} \leq 15$	70~110	—	—	—	—
	中密、密实	$N_{63.5} > 15$	116~138	6000~9500	9000~10500	9000~10500	9000~10500
角砾、圆砾	中密、密实	$N_{63.5} > 10$	160~200	7000~10000	9500~11500	9500~11500	9500~11500
碎石、卵石	中密、密实	$N_{63.5} > 10$	200~300	8000~11000	10500~13000	10500~13000	10500~13000
全风化软质岩	—	$30 < N \leq 50$	100~120	4000~6000	4000~6000	4000~6000	4000~6000
全风化硬质岩	—	$30 < N \leq 50$	140~160	5000~8000	5000~8000	5000~8000	5000~8000
强风化软质岩	—	$N_{63.5} > 10$	160~240	6000~9000	6000~9000	6000~9000	6000~9000
强风化硬质岩	—	$N_{63.5} > 10$	220~300	7000~11000	7000~11000	7000~11000	7000~11000

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.  $N$  为标准贯入击数； $N_{63.5}$  为重型圆锥动力触探击数；

3.  $l$  为桩身长度(m)；

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  $f_{rk} \leq 15$  MPa、 $f_{rk} > 30$  MPa 的岩石

### 6.3.3 标准贯入试验法

根据标准贯入试验资料确定单桩竖向极限承载力标准值时,可按式估算:

$$Q_{uk}=Q_{sk}+Q_{pk}=u \sum q_{sk} \cdot l_i + q_{pk} \cdot A_p \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中:

$Q_{sk}$ ——单桩总极限侧阻力标准值(kN);

$Q_{pk}$ ——单桩总极限端阻力标准值(kN);

$q_{sk}$ ——单桩第  $i$  层土的极限侧阻力标准值(kPa):

1) 填土、黏性土、粉土、黄土、砂土:  $q_{sk}=(3\sim 4)N_i$ ;

2) 角砾、圆砾、碎石、卵石、全风化岩和强风化岩:  $q_{sk}=(4\sim 5)N_i$ 。

$q_{pk}$ ——单桩极限端阻力标准值(kPa):

1) 填土、黏性土、粉土、黄土、粉细砂:  $q_{pk}=(110\sim 130)N$ ;

2) 中粗砂、角砾、圆砾、碎石、卵石、全风化岩和强风化岩:  $q_{pk}=(160\sim 180)N$ 。

$N_i$ ——单桩第  $i$  层土未经修正的标贯击数,  $N_i \leq 40$ , 当  $N_i > 40$  时取  $N_i = 40$ ;

$N$ ——桩端面以上  $4d$  和以下  $4d$  范围内未经修正的标贯击数平均值,  $N \leq 40$ , 当  $N > 40$  时取  $N = 40$ 。

### 6.3.4 静力触探试验法(双桥)

根据双桥探头静力触探试验资料确定单桩竖向极限承载力标准值时,对于黏性土、粉土、黄土和砂土,如无当地经验时可按式估算:

$$Q_{uk}=Q_{sk}+Q_{pk}=u \sum l_i \cdot \beta_i \cdot f_{si} + \alpha \cdot q_c \cdot A_p \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中:

$f_{si}$ ——第  $i$  层土的探头平均侧阻力(kPa);

$q_c$ ——桩端平面上、下探头阻力,取桩端平面以上  $4d$  ( $d$  为桩的直径)范围内按土层厚度的探头阻力加权平均值(kPa),然后再和桩端平面以下  $1d$  范围内的探头阻力进行平均;



$\alpha$ ——桩端阻力修正系数,对于黏性土、粉土、黄土取 2/3,饱和砂土取 1/2;

$\beta_i$ ——第  $i$  层土桩侧阻力综合修正系数:

1)黏性土、粉土、黄土: $\beta_i=10.04(f_{si})^{-0.55}$ ;

2)砂土: $\beta_i=5.05(f_{si})^{-0.45}$ 。

注:双桥探头的圆锥底面积为 15 cm<sup>2</sup>,锥角 60°,摩擦套筒高 21.85 cm,侧面积 300 cm<sup>2</sup>。

### 6.3.5 液化效应

6.3.5.1 对于桩身周围有液化土层的低承台桩基,当承台底面上下分别有厚度不小于 1.5 m、1.0 m 的非液化土或非软弱土层时,可将液化土层极限侧阻力乘以土层液化影响折减系数计算单桩极限承载力标准值。土层液化影响折减系数  $\psi_l$  可按表 7 确定。当承台底面上下非液化土层厚度小于上述规定时,土层液化影响折减系数  $\psi_l$  取 0。

表 7 土层液化影响折减系数  $\psi_l$

$\lambda_N=N/N_{cr}$	自地面算起的液化土层深度 $d_l$ (m)	$\psi_l$
$\lambda_N \leq 0.6$	$d_l \leq 10$	0
	$10 < d_l \leq 20$	1/3
$0.6 < \lambda_N \leq 0.8$	$d_l \leq 10$	1/3
	$10 < d_l \leq 20$	2/3
$0.8 < \lambda_N \leq 1.0$	$d_l \leq 10$	2/3
	$10 < d_l \leq 20$	1.0

注:1.  $N$  为饱和土标贯击数实测值; $N_{cr}$  为液化判别标贯击数临界值;  
2. 当桩距不大于  $4d$ ,且桩的排数不少于 5 排、总桩数不少于 25 根时,土层液化影响折减系数可按表列值提高一档取值;桩间土标贯击数达到  $N_{cr}$  时,取  $\psi_l=1$

6.3.5.2 桩基的抗震验算应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 相关要求。

### 6.3.6 软弱下卧层验算

当短螺旋挤土灌注桩基的桩端持力层下受力范围内存在软弱下

卧层时,应进行软弱下卧层承载力验算,验算方法应按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 执行。

## 6.4 桩基竖向抗拔承载力计算

6.4.1 承受上拔力的桩基,应按下列公式分别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:

$$N_k \leq T_{gk}/2 + G_{gp} \quad \dots\dots\dots (15)$$

$$N_k \leq T_{uk}/2 + G_p \quad \dots\dots\dots (16)$$

式中:

$N_k$ ——按荷载效应标准组合计算的基桩上拔力(kN);

$T_{gk}$ ——群桩呈整体破坏时基桩的抗拔极限承载力标准值(kN),可按第 6.4.2 条确定;

$T_{uk}$ ——群桩呈非整体破坏时基桩的抗拔极限承载力标准值(kN),可按第 6.4.2 条确定;

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

$G_p$ ——基桩自重(kN),地下水位以下取浮重度。

6.4.2 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:

a) 对于设计等级为甲级和乙级的建筑桩基,基桩的抗拔极限承载力应通过现场单桩上拔静载荷试验确定。单桩上拔静载荷试验及抗拔极限承载力标准值取值可按现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 执行。

b) 如无当地经验时,群桩基础及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

$$T_{uk} = \sum \lambda_i \cdot \alpha_{si} \cdot q_{sik} \cdot u \cdot l_i \quad \dots\dots\dots (17)$$

式中:

$T_{uk}$ ——基桩抗拔极限承载力标准值(kN);

$\alpha_{si}$ ——第  $i$  层土的桩侧极限侧阻力标准值的增大系数,按本标准第 6.3.2 条确定;

$u$ ——桩身周长(m), $u=\pi d$ ;

$q_{sik}$ ——桩侧表面第  $i$  层土的抗拔极限侧阻力标准值(kPa),可按表 6 取值;

$\lambda_i$ ——抗拔系数,可按表 8 取值。

表8 抗拔系数  $\lambda$

土层分类	$\lambda$ 值
砂土、角砾、圆砾、碎石、卵石	0.50~0.70
填土、黏性土、粉土、黄土	0.70~0.80
注:桩长 $l$ 与桩径 $d$ 之比小于 20 时, $\lambda$ 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:

$$T_{gk} = \frac{1}{n} u_l \sum \lambda_i \alpha_{si} q_{sik} l_i \dots\dots\dots (18)$$

式中:

$u_l$ ——桩群外围周长(m)。

### 6.5 单桩水平承载力计算

6.5.1 受水平荷载的短螺旋挤土灌注桩的单桩基础和群桩中基桩应满足下式要求:

$$H_{ik} \leq R_h \dots\dots\dots (19)$$

式中:

$H_{ik}$ ——在荷载效应标准组合下,作用于基桩  $i$  桩顶处的水平力(kN);

$R_h$ ——单桩基础或群桩中基桩的水平承载力特征值(kN)。

6.5.2 单桩水平承载力特征值的确定应符合下列规定:

a)对于受水平荷载较大,设计等级为甲级、乙级的建筑桩基,单桩

水平承载力特征值应通过单桩水平静载荷试验确定，试验方法可按现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 执行。

b)当桩身配筋率小于 0.65%时,取单桩水平静载荷试验的临界荷载的 75%作为单桩水平承载力特征值。

c)当桩身配筋率大于等于 0.65%时,可根据静载试验结果取地面处水平位移为 10 mm(对于水平位移敏感的建筑物取水平位移 6 mm)所对应荷载的 75%作为单桩水平承载力特征值。

d)当缺少单桩水平静载荷试验资料时,单桩水平承载力特征值应根据现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 中相关规定进行估算。

## 6.6 桩基沉降计算

6.6.1 建筑桩基沉降变形计算值不应大于桩基沉降变形允许值。建筑桩基沉降变形允许值,按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的相关条款的规定采用。

6.6.2 桩基沉降变形可用下列指标表示:

a)沉降量。

b)沉降差。

c)整体倾斜:建筑物桩基础倾斜方向两端点的沉降差与其距离之比值。

d)局部倾斜:墙下条形承台沿纵向某一长度范围内桩基础两点的沉降差与其距离之比值。

6.6.3 设计等级为甲级和乙级的建筑物应进行沉降验算。对有下列情况之一的丙级建筑物,也应作沉降验算:

a)持力层地基土承载力特征值低,且体形复杂的建筑物。

b)在基础上及其附近有地面堆载或相邻基础荷载差异较大,可能引起地基产生过大的不均匀沉降。

c)软弱地基上的建筑物存在偏心荷载。

d)相邻建筑距离过近,可能发生倾斜时。

e)地基内有厚度较大或厚薄不均的填土,其自重固结未完成时。

f)持力层下存在软弱下卧层。

6.6.4 计算桩基沉降变形时,桩基变形指标应按下列规定选用:

a)由于土层厚度与性质不均匀、荷载差异、体形复杂、相互影响等因素引起的地基沉降变形,对于砌体承重结构应由局部倾斜控制。

b)对于多层或高层建筑和高耸结构应由整体倾斜值控制。

c)当其结构为框架、框架-剪力墙、框架-核心筒结构时,尚应控制柱(墙)之间的差异沉降。

6.6.5 对于桩基最终沉降量的计算,具体计算方法按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 执行。

6.7 桩身承载力与裂缝控制计算

6.7.1 桩身应进行承载力和裂缝控制计算。计算时应考虑桩身材料强度、地质条件、成桩工艺、约束条件、环境类别等因素,除按本节有关规定执行外,尚应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 中有关规定。

6.7.2 受压桩

6.7.2.1 钢筋混凝土轴心受压桩正截面受压承载力应符合下列规定:

a)当桩顶以下 5 d 范围的桩身螺旋式箍筋间距不大于 100 mm,且符合本标准第 5.4.1 条规定时

$$N \leq \psi_c \cdot f_c \cdot A_{ps} + 0.9f'_y \cdot A'_s \dots\dots\dots (20)$$

b)当桩身配筋不符合上述 a)款规定时

$$N \leq \psi_c \cdot f_c \cdot A_{ps} \dots\dots\dots (21)$$

式中:

N——荷载效应基本组合下的桩顶轴向压力设计值(kN);

$\psi_c$ ——基桩成桩工艺系数,取值范围为 0.6~0.8;当穿越以下土层时  $\psi_c$  取值如下:

1)淤泥质土、饱和黏性土、严重液化土层: $\psi_c=0.6$ ;

2)饱和非黏性土、非饱和土、湿陷性黄土: $\psi_c=0.7$ ;

3)其他土:  $\psi_c=0.8$ ;

$f_c$ ——混凝土轴心抗压强度设计值(MPa);

$f'_y$ ——纵向主筋抗压强度设计值(MPa);

$A'_s$ ——纵向主筋截面面积( $m^2$ )。

**6.7.2.2** 计算轴心受压混凝土桩正截面受压承载力时,一般取稳定系数  $\varphi=1.0$ 。对于高承台基桩、桩身穿越可液化土或不排水抗剪强度小于 10kPa 的软弱土层的基桩,应考虑压屈影响,可按本标准式(20)、式(21)计算所得桩身正截面受压承载力乘以  $\varphi$  折减。其稳定系数  $\varphi$  取值可按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 来确定。

**6.7.2.3** 对于偏心受压混凝土桩,其正截面受压承载力的具体计算方法可按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 执行。

### 6.7.3 抗拔桩

**6.7.3.1** 钢筋混凝土轴心抗拔桩的正截面受拉承载力应符合下式规定:

$$N \leq f_y \cdot A_s + f_{py} \cdot A_{py} \quad \dots\dots\dots (22)$$

式中:

$N$ ——荷载效应基本组合下的桩顶轴向拉力设计值(kN);

$f_y, f_{py}$ ——普通钢筋、预应力钢筋的抗拉强度设计值(MPa);

$A_s, A_{py}$ ——普通钢筋、预应力钢筋的截面积( $m^2$ )。

**6.7.3.2** 抗拔桩的裂缝控制计算按现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的相关规定执行。

**6.7.3.3** 当考虑地震作用验算桩身抗拔承载力时,应根据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定,对作用于桩顶的地震作用效应进行调整。

### 6.7.4 受水平作用桩

对于受水平荷载和地震作用的桩,其桩身受弯承载力和受剪承载力的验算应符合下列规定:

a)对于桩顶固端的桩,应验算桩顶正截面弯矩;对于桩顶自由或

铰接的桩,应验算桩身最大弯矩截面处的正截面弯矩。

b)应验算桩顶斜截面的受剪承载力。

c)桩身所承受最大弯矩和水平剪力的计算,可按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 执行。

d)桩身正截面受弯承载力和斜截面受剪承载力,应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 执行。

e)当考虑地震作用验算桩身正截面受弯和斜截面受剪承载力时,应根据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定,对作用于桩顶的地震作用效应进行调整。

## 7 施工

### 7.1 一般规定

7.1.1 桩工钻机就位后,必须平整、稳固,确保在成桩过程中不发生倾斜和偏移,桩工钻机应设置控制成孔深度和垂直度的仪表与标尺,并应在施工中进行观测记录。

7.1.2 施工正式开始前应进行试成孔试验,根据试成孔试验结果选择适宜的施工参数和施工顺序。

7.1.3 桩孔的控制深度应符合下列要求:

a)摩擦型桩:摩擦桩应以设计桩长为基础控制成孔深度,端承摩擦桩必须保证设计桩长及桩端进入持力层深度。

b)端承型桩:必须保证桩端进入持力层的设计深度。

7.1.4 桩基施工现场所有桩工钻机、短螺旋挤扩钻具、机械设备、电器设施、安全装置和工具配件必须经常检查,确保完好和使用安全。

7.1.5 施工前应对短螺旋挤扩钻头的直径进行检验,确保成桩直径在允许偏差范围内。

7.1.6 混凝土及钢筋施工应按现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 执行。

### 7.2 施工准备

7.2.1 短螺旋挤土灌注桩施工应具备下列资料:

- a)建筑场地岩土工程勘察报告。
- b)桩基工程施工图及图纸会审纪要。
- c)建筑场地和邻近区域内的地下管线、地下构筑物、危房、精密仪器车间等的调查资料。
- d)桩工钻机、短螺旋挤扩钻头及其配套设备的技术性能资料。
- e)桩基工程的施工组织设计。
- f)水泥、砂子、石子、钢筋、掺合料、外加剂等原材料及其制品的质量检验报告。
- g)有关荷载、施工工艺的试验参考资料。

**7.2.2** 根据工程特点编写施工组织设计，制定工程质量管理措施和质量检验条例，具体应包括下列内容：

- a)施工平面图：标明桩位、编号、施工顺序、水电线路和临时设施的位置。
- b)确定钻机装备、钻具与配套设备以及合理施工工艺的有关资料。
- c)施工计划和劳动力组织计划。
- d)机械设备、备件、工具、材料供应计划。
- e)桩基施工时，对安全、防火、防雨、防风、文物和环境保护、绿色施工等方面应按有关规定执行。
- f)保证工程质量、安全生产和季节性施工的技术措施。

**7.2.3** 短螺旋挤土灌注桩施工应采用大扭矩桩工钻机，动力头输出扭矩宜大于  $200 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ，桩工钻机和短螺旋挤扩钻具必须提供产品出厂合格证，不得使用不合格的桩工钻机和钻具。

**7.2.4** 根据桩工钻机性能、钻孔深度、钻孔直径、地层条件等情况选择适宜的短螺旋挤扩钻具、施工工艺和施工参数。

**7.2.5** 施工前应组织图纸会审，会审纪要连同施工图等应作为施工依据，并应列入工程档案。

**7.2.6** 桩基施工供水、排水、供电、道路、临时房屋等临时设施，应在



开工前准备就绪。

7.2.7 基桩轴线的控制点和水准点应设在不受施工影响的地方并妥善保护,开工前应进行复核,施工中应经常复测。

7.2.8 用于施工质量检验的仪表、器具的技术性能指标,应符合现行国家相关标准的规定。

### 7.2.9 施工场地准备

a)施工场地应进行平整处理,地面坡度宜小于 3%,地面承载力应满足桩工钻机接地压力要求。

b)桩基施工区域内,应无地下障碍物及地下管线。

c)桩工钻机作业区内不得有高压线路;桩工钻机作业时不得进入高压供电线路的安全施工限制区。

d)施工场地内应有完善的排水设施。

e)基槽内打桩,作业面宽度必须满足桩工钻机施工要求。

## 7.3 施工质量控制

7.3.1 为保证成桩质量,施工中应考虑成桩挤土效应对成桩质量、邻近建筑物、道路和地下管线基坑边坡所产生的负面影响,必要时应采用消减孔隙水压力和挤土效应的技术措施,包括选用适宜的短螺旋挤扩钻头、合理的施工顺序、降低成桩速率、控制分层挖土的顺序与深度,防止土体侧向位移对桩的影响等措施。

7.3.2 施工放线与确定桩位要求准确,轴线的引测必须设置 2 个以上的轴线控制点,桩位放线要求设置相对固定的基准点,场地地面标高的测量必须准确,基准点要进行妥善保护。

### 7.3.3 施工顺序要求

a)对于密集群桩,宜由中间向外两个方向或四周对称施工。

b)在软土地区施工,且桩中心距小于  $4d$  的排桩,或群桩基础的同一承台的桩宜采用跳打或对角线打的施工措施。

c)对于多桩承台边缘的桩宜待承台内其他桩施工完成并重新测定桩位后再施工。

d)对于一侧毗邻既有建构筑物时,宜从邻近建构筑物一侧开始由近至远端施工。

7.3.4 施工工艺流程按附录 A 执行。

7.3.5 桩工钻机就位后,应进行桩位复检,短螺旋挤扩钻头与桩位点允许偏差为 20 mm。

7.3.6 短螺旋挤土灌注桩成孔施工的允许偏差应满足表 9 中的要求。

表 9 成桩施工允许偏差

成桩直径 (mm)	桩径允许 偏差(mm)	垂直度允许 偏差(%)	桩位允许偏差(mm)	
			1~3 根桩、条形桩基 沿垂直轴线方向和 群桩基础中的边桩	条形桩基沿轴线 方向和群桩基础 的中间桩
350~800	-20 ~+50	1	$d/6$ 且不大于 100	$d/4$ 且不大于 150
注:1. 桩径允许偏差的负值是指个别断面; 2. $d$ 为设计桩径				

7.3.7 在地下水位埋深较浅的砂土和砂砾层中施工时,应采用较大直径的钻杆,短螺旋挤扩钻头底部活门应设有防止进水的构造措施。

7.3.8 桩工钻机开孔时下钻速度应放慢,钻进过程中,短螺旋挤扩钻头采用正向旋转,在桩工钻机施加扭矩的同时施加竖向压力,在钻头达到设计桩端标高前,钻具不得反转或提升钻杆。

7.3.9 当短螺旋挤扩钻头旋钻至设计桩端标高后,钻具应保持正向旋转,待混凝土泵入钻具芯管后,再缓慢提升钻具、并保持钻具正向旋转。提钻速度应根据土层情况确定,且应与混凝土泵送量相匹配,在泵送混凝土压灌全过程中必须保证钻具内有一定高度的混凝土。

7.3.10 在短螺旋挤扩钻头旋转钻进过程中,如出现卡钻、钻机摇晃、偏斜或发生异常声响时,应立即停钻,在查明原因并采取相应措施后方可继续作业。

7.3.11 桩身混凝土的泵送压灌应连续进行,混凝土泵料斗内的混凝土应连续搅拌,泵送混凝土时,料斗内混凝土的高度不得低于 400 mm。

7.3.12 根据桩身混凝土的设计强度等级,通过试验确定混凝土配合比;混凝土坍落度宜为 180~220 mm;细骨料宜采用中粗砂;粗骨料最大粒径不宜大于 20 mm,且不得大于钢筋笼主筋最小净距的 1/3;可以掺加粉煤灰或外加剂。

7.3.13 混凝土输送泵管布置宜减少弯道、保持水平,泵管下面应垫实,混凝土泵与桩工钻机的距离不宜超过 80 m。

7.3.14 当气温高于 30℃时,宜在输送泵管上覆盖隔热材料,每隔一段时间应洒水降温。冬期施工时,应在输送泵管周围包裹保温材料。

7.3.15 桩身混凝土灌注的充盈系数宜为 1.0~1.2。桩顶混凝土超灌高度不宜小于 0.5 m。

7.3.16 在钢筋笼插放前宜按 4~6 m 分段对称设置主筋保护层钢筋或混凝土垫块;在混凝土压灌结束后,应立即将钢筋笼插放到设计深度,钢筋笼插放宜采用专用振动插筋器;钢筋笼安放后,宜使用振动棒对桩身顶部混凝土进行振捣。

7.3.17 桩基施工中要求每台班制作混凝土试块一组(3 块),进行标准养护,送检 28 天强度。

7.3.18 钢筋笼制作、吊装、下笼质量控制应符合下列要求:

a)钢筋笼的材质、尺寸应符合设计要求,制作允许偏差应符合表 10 的规定。

表 10 钢筋笼制作允许偏差

项 目	允许偏差(mm)
主筋间距	±10
箍筋间距	±20
钢筋笼直径	±10
钢筋笼长度	±100

b)分段制作的钢筋笼,其接头采用焊接或机械式接头,并应符合行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 和《钢筋焊接及验收规

程》JGJ 18 以及现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

c)加劲箍筋宜设在主筋内侧。

d)搬运和吊装钢筋笼时,应防止变形,下笼安放时应对准孔位,避免碰撞孔壁和自由落下,钢筋笼就位后应立即固定。

**7.3.19** 成桩完成后,应及时清除短螺旋挤扩钻头、钻杆及泵管内的残留混凝土。长时间停止施工时,应采用清水将钻头、钻杆、泵管、混凝土泵清洗干净。

**7.3.20** 对于先成桩后开挖基坑的工程,必须合理设计基坑挖土顺序和分层开挖深度,防止土体发生侧向位移,避免已施工的基桩发生侧移、倾斜及断桩。

**7.3.21** 在湿陷性黄土场地进行短螺旋挤土灌注桩施工过程中,应严防雨水和地表水流入桩孔内。

**7.3.22** 基桩施工记录按附录 B 执行。

## **8 质量检验和验收**

### **8.1 一般规定**

**8.1.1** 桩基工程应进行桩位、桩长、桩径、桩身质量和单桩承载力的检验,按现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 有关规定执行。

**8.1.2** 桩基工程的检验分为:施工前检验、施工中检验和施工后检验。

**8.1.3** 对水泥、砂子、石子、钢材、掺合料、外加剂等桩体原材料质量的检验项目和方法应符合国家现行有关标准的规定。

### **8.2 施工前检验**

施工前应进行下列检验:

a)应对桩孔中心位置进行严格检查。

b)混凝土拌制应对原材料质量与计量、混凝土配合比、坍落度、混凝土强度等级等进行检查。

c)应对桩工钻机的安全性进行检验。

### 8.3 施工中检验

8.3.1 在施工过程中应进行下列检验：

a)应对成孔垂直度和成孔深度进行检查。

b)钢筋笼制作应对钢筋型号、钢筋规格、接头质量、主筋和箍筋的制作偏差等进行检查,钢筋笼制作允许偏差应符合本标准表 10 的要求。

c)应对钢筋笼安放的位置与标高进行检查和记录。

d)应对混凝土入模坍落度进行检查。

8.3.2 施工过程中应对已施工完毕的邻近基桩和地表土体的隆起和水平位移进行观察,若发现异常,应采取跳打、调整施工顺序、消减超孔隙水压力、控制成桩速度等措施。

### 8.4 施工后检验

8.4.1 根据本标准表 9 的规定检查成桩桩位偏差。

8.4.2 工程桩应进行承载力和桩身质量检验。

8.4.3 有下列情况之一的桩基工程,应采用单桩静载试验对工程桩单桩竖向承载力进行检测,检测数量应根据桩基设计等级、工程施工前取得试验数据的可靠性因素,按现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 确定：

a)工程施工前已进行单桩静载试验,但施工过程变更了工艺参数或施工质量出现异常时。

b)施工前工程未按本标准第 4.3.1 条的规定进行单桩静载试验的工程。

c)地质条件复杂、桩的施工质量可靠性低。

d)缺少短螺旋挤土灌注桩施工经验的地区。

8.4.4 对复合地基承载力和复合地基竖向增强体承载力进行检测时,按现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79、《建筑地基检测技术规范》JGJ 340 执行。

8.4.5 桩身质量除对预留混凝土试件进行强度等级检验外,尚应进

行桩身完整性检测。检测方法可采用可靠的动测法,检测数量应符合下列规定:

a)设计等级为甲级,或地质条件复杂、成桩质量可靠性较低的短螺旋挤土灌注桩,抽检数量不应少于总桩数的 30%,且不应少于 20 根;其他桩基工程的抽检数量不应少于总桩数的 20%,且不得少于 10 根。

b)除符合本条前款规定外,每个柱下承台检测桩数不应少于 1 根。

c)除符合本条上述条款规定外,尚应符合现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 的相关规定。

**8.4.6** 对抗拔桩和对水平承载力有特殊要求的桩基工程,应进行单桩抗拔静载试验和水平静载试验检测。

## **8.5 验收资料**

**8.5.1** 当桩顶设计标高与施工场地标高相近时,桩基的验收应待基桩施工完毕后进行;当桩顶设计标高低于施工场地标高时,应待开挖到桩顶设计标高后进行验收。

**8.5.2** 桩基验收应包括下列资料:

a)岩土工程勘察报告、桩基施工图、图纸会审纪要、设计变更单及材料代用通知单等。

b)经审定的施工组织设计、施工方案及执行中的变更单。

c)桩位测量放线图,包括工程桩位线复核签证单。

d)原材料的质量合格和质量鉴定书。

e)施工记录及隐蔽工程验收文件。

f)成桩质量检查报告。

g)单桩承载力检测报告。

h)基坑挖至设计标高的基桩竣工平面图及桩顶标高图。

i)其他必须提供的文件和记录。

附录 A  
(规范性附录)  
施工工艺流程图

A.1 短螺旋挤土灌注桩施工工艺流程框图

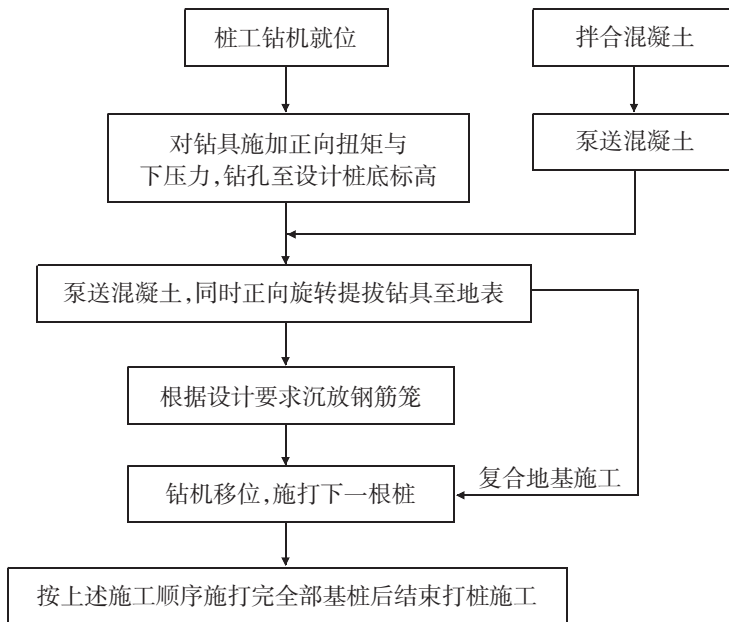
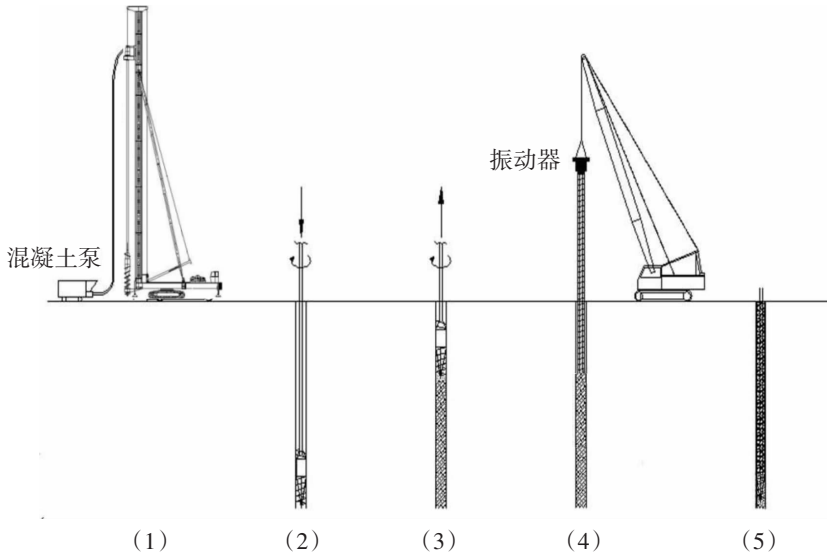


图 A.1 短螺旋挤土灌注桩施工工艺流程框图

## A.2 短螺旋挤土灌注桩施工工艺流程示意图



(1)钻机就位;(2)下钻成孔;(3)提钻、压灌混凝土;(4)插入钢筋笼;(5)成桩移位。

注:当采用短螺旋挤土灌注桩技术进行复合地基施工时,不插放钢筋笼。

## A.2 短螺旋挤土灌注桩施工工艺流程示意图



附 录 B  
( 规范性附录 )  
基桩施工记录表

B.1 基桩施工记录表

表 B.1 基桩施工记录表

施工单位： \_\_\_\_\_ 桩机型号： \_\_\_\_\_  
 工程名称： \_\_\_\_\_ 桩机编号： \_\_\_\_\_  
 设计桩长：   m  设计桩径：   mm  混凝土强度：   坍落度：   mm

施工日期	序号	基桩编号	桩入土深度 (m)	施工桩长 (m)	钻孔时间		泵送时间		投料量 (m³)	地面标高 (m)	桩顶标高 (m)	钢筋笼标高 (m)	持力层 钻进电流 最大值 (A)
					起	止	起	止					
小计													

记录(签名): \_\_\_\_\_ 机长(签名): \_\_\_\_\_ 现场技术主管(签名): \_\_\_\_\_

**附 录 C**  
**(规范性附录)**  
**用词说明**

**C.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:

a)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”。

b)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”。

c)表示允许稍有选择,在条件允许时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”。

表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

**C.2** 条文中指明应按其他有关标准、规范执行的,写法为“应符合……的规定(或要求)”或“应按……执行”。

# 短螺旋挤土灌注桩技术标准

DB64 / T 1538—2018

## 条文说明

# 目 次

2	总则 .....	40
5	基本规定 .....	40
5.1	一般规定 .....	40
5.2	基本资料 .....	42
5.3	桩的分类和布置 .....	42
5.4	基桩构造 .....	42
5.5	特殊条件下的桩基 .....	43
6	桩基计算 .....	44
6.1	桩顶作用效应计算 .....	44
6.2	桩基竖向承载力计算 .....	45
6.3	单桩竖向极限承载力计算 .....	45
6.4	桩基竖向抗拔承载力计算 .....	49
6.6	桩基沉降计算 .....	49
6.7	桩身承载力与裂缝控制计算 .....	49
7	施工 .....	50
7.1	一般规定 .....	50
7.2	施工准备 .....	50
7.3	施工质量控制 .....	51
8	质量检验和验收 .....	53

## 2 总 则

2.1 ~ 2.3 为使短螺旋挤土灌注桩的设计与施工实现安全适用、技术先进、经济合理、确保质量、保护环境的目标,在设计 and 施工中应综合考虑下列影响因素及技术要点:

a)建设场地的工程和水文地质条件。地层分布特征和土性、地下水赋存状态是成桩工艺确定、桩端持力层选取的关键因素。场地岩土工程勘察资料的完整可靠是设计和施工的重要基础。

b)上部结构类型、使用功能与荷载特征。不同的上部结构类型抵抗或适应桩基差异沉降的性能不同。建筑物使用功能的特殊性和重要性是决定桩基设计等级的主要依据;荷载大小与分布是确定桩的几何参数及布置参数所应考虑的主要因素。

c)施工技术条件与环境要求。桩径、桩长和成桩工艺的选择应综合考虑地质条件、建筑场地周边的环境因素、单桩承载力要求,并应考虑成桩设备与技术的既有条件,同时还应重视地方经验,力求技术先进可行、工程质量可控可靠。

2.4 本标准参照了《建筑地基基础设计规范》GB 50007、《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑桩基技术规范》JGJ 94、《建筑地基处理技术规范》JGJ 79、《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 等现行国家和行业标准。

## 5 基本规定

### 5.1 一般规定

5.1.1 从国内外工程实践来看,短螺旋挤土灌注桩普遍适用于可压缩的填土、黏性土、粉土、黄土、砂土、砂砾土、全风化和强风化岩土地层,也适用于高地下水水位地层。通过对大量工程实践数据分析,将短螺旋挤土灌注桩适用地层的参考指标定为未经修正的标准贯入试验的标准贯入击数  $N < 60$ 。短螺旋挤土灌注桩属于挤土桩,对于经过基桩挤土施工后的特殊土层(如湿陷性黄土、液化土层)相关特性的评

价尚应按相关规范执行。对于厚层饱和软黏土、淤泥、淤泥质黏土和泥炭质土地层,应慎用或采用相应技术保障措施后再选用此桩型。

5.1.2 根据国内外设备制造能力和实际工程经验,短螺旋挤土灌注桩的桩径适用范围为 350~800 mm,且工程中常采用 400~600 mm 中等桩径。

5.1.5 短螺旋挤土灌注桩基础设计应采用极限状态设计,两种极限状态说明如下:

a) 承载力极限状态

本标准采用综合安全系数  $K$  代替荷载分项系数和抗力分项系数,以单桩极限承载力和综合安全系数  $K$  为桩基抗力的基本参数。承载力极限状态的荷载效应基本组合的荷载分项系数为 1.0,即为荷载效应标准组合。

b) 正常使用极限状态

本标准采用以桩基变形为主控因素的正常使用极限状态计算。

5.1.6 建筑桩基设计等级的划分目的在于界定桩基设计的复杂程度。桩基设计等级是根据建筑物规模、体型与功能特征、场地地质与环境复杂程度,以及由于桩基问题可能造成建筑物破坏或影响正常使用的程度划分为甲、乙、丙三个等级。

甲级建筑桩基可细分为三类,第一类主要考虑建筑物的重要性、层数、高度以及荷载大小,如表 1 中的第(1)和第(2)条所涉及的建筑类型;第二类主要考虑由于建筑物体型复杂对桩基础变形所产生的特殊要求,如表 1 中的第(3)和第(4)条所涉及的建筑类型;第三类主要考虑场地、地质条件和对相邻建筑物的影响,如表 1 中的第(5)和第(6)条所涉及的建筑类型。

丙级建筑桩基包含场地和地基条件简单,荷载分布较均匀、体型简单的七层及七层以下一般建筑桩基;桩基础设计简单,计算内容较少。

乙级建筑桩基,为甲级、丙级以外的建筑桩基,设计较甲级简单,

计算内容应根据场地与地基条件、建筑物类型确定。

## 5.2 基本资料

5.2.1 为满足桩基设计与施工需要,必须具有岩土工程勘察、建筑场地条件与环境条件、建筑物资料和施工条件等四方面的基础资料。

## 5.3 桩的分类和布置

5.3.3 基桩的平面布置是桩基合理、优化设计的关键环节,基桩平面布置应该注意以下原则与要求:

a)基桩平面布置原则:

- 1)考虑力系的最优平衡状态;
- 2)使上部荷载在桩基础上的传力路径最短;
- 3)宜采用变刚度调平设计方法;
- 4)主、裙楼连体时应弱化裙楼布桩、强化主楼布桩。

b)基桩的最小中心距的确定是重点,基桩最小中心距应基于以下三个因素确定:

1)有效发挥桩的承载力;

2)最小中心距确定应充分考虑正负挤土效应的影响,同时考虑桩的排列与数量因素、不同成桩工艺所导致的挤土效应大小;对于挤土桩,为减小挤土负效应,在饱和黏性土层和密实砂土层条件下,桩距应适当加大;

3)当施工中采用跳打等削减挤土效应的措施时,可根据当地施工经验减小基桩的最小中心距;当采用大面积桩群设计时,宜根据当地施工经验加大桩的最小中心距。

5.3.4 桩端持力层和进入持力层深度的选择直接影响基桩承载力与沉降量,其确定应综合考虑设计单桩承载力大小、地层性状、桩工钻机的成桩能力及成桩工艺的可行性。

## 5.4 基桩构造

5.4.1 ~ 5.4.2 本条说明基桩的配筋率、配筋长度和箍筋的配置采用以下规定:

a)正截面最小配筋率根据桩径确定。基桩承受水平力时,桩身受弯截面模量为桩径的3次方,配筋对水平抗力的贡献随桩径增加而增大。正截面最小配筋率宜为0.20%~0.65%,大桩径取低值,小桩径取高值。

b)关于配筋长度,主要考虑轴向荷载的传递特征及荷载性质。短螺旋挤土灌注桩通常为端承摩擦桩,宜分段变截面配筋,当桩较长时也可以部分长度配筋,但不宜小于 $2/3$ 桩长。当受水平力时,尚不应小于反弯点下限;当有湿陷性土层、可液化土层、软弱土层时,纵向主筋应穿越这些土层进入稳定土层一定深度。对于抗拔桩应根据桩长、裂缝控制等级、桩侧土性等因素通长等截面或变截面配筋。

c)关于箍筋的配置,主要考虑三方面因素。一是箍筋受剪作用,对于地震设防地区及风荷载较大地区,基桩桩顶要承受较大剪力和弯矩,故规定在桩顶 $5d$ 范围内箍筋适当加密,一般间距为100mm;二是箍筋在轴压荷载作用下对混凝土起到约束加强作用,可大幅提高桩身受压承载力,而桩顶部分荷载最大,故桩顶部位箍筋适当加密;三是为控制钢筋笼的刚度,根据桩身直径选择合适的箍筋与加强筋的直径。

d)抗拔短螺旋挤土灌注桩的纵向钢筋配筋率应按计算确定。建议纵向受力钢筋的最大拉应力与抗拉强度设计值的比值,对于甲级建筑宜小于0.60,对于乙级和丙级建筑宜小于0.65。

5.4.4 当用作桩基础时,桩身混凝土的最低强度等级为C25,根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010规定,设计使用年限为50年,环境类别为二a时,最低强度等级为C25;环境类别为二b时,最低强度等级为C30。当作为复合地基的有黏结强度的增强体时,混凝土强度等级由计算确定,但考虑混凝土自身的耐久性,其强度等级也不低于C20。

## 5.5 特殊条件下的桩基

5.5.1 本条说明桩基在湿陷性黄土地区的基本规定。



a)在湿陷性黄土场地桩周浸水后,桩身尚有一定的正摩阻力,在充分发挥并利用桩周正摩阻力的前提下,要求桩端支承在压缩性较低的非湿陷性黄土层中。自重湿陷性黄土场地建筑物地基浸水后,桩周土体可能产生负摩擦力,使桩端的轴向力增大而产生较大沉降,为了避免沉降过大,桩端必须支承在可靠的持力层中。

b)采用桩基础一般都是甲、乙类建筑。其中一部分是地基受水浸湿可能性较大的重要建筑;一部分是高、重建筑,地基一旦浸水,便有可能引起湿陷给建筑物带来危害。然而国内一些专家学者指出,完全挤土桩能够部分或全部消除湿陷性黄土层的湿陷性,所以对于建于湿陷性场地的甲级建筑的短螺旋挤土灌注桩基可通过浸水载荷试验确定;通过现场试验所得数据,不仅可以评估场地的湿陷性对桩基及建筑的危害性,还可以积累短螺旋挤土灌注桩在湿陷性场地的设计经验。有工程案例说明,在进行荷载试验时未对桩周土体浸水,由于天然黄土的强度较高,且桩长和直径较大,桩身正摩擦力相当大,虽然桩端支承在湿陷性黄土层上,但是最终试桩的竖向承载力较大且桩顶沉降量也不大;但在地基浸水后,湿陷性黄土产生了较大的沉降变形,桩周土体的自重湿陷量达 600 mm,桩周的正摩阻力完全丧失,并产生负摩阻力,使桩基产生了较大的沉降变形,造成建筑物基础产生严重的不均匀沉降,引发严重的湿陷事故。

**5.5.2** 桩基较其他基础形式具有较好的抗震性能,这几项规定是为了确保桩基础抵抗地震水平荷载的能力的充分发挥,从而提高建筑整体的抗震性能。

**5.5.3** 负摩阻力的存在对桩基的竖向承载能力及沉降变形都是不利因素,这几项规定可以有效地消除或降低负摩阻力。

## **6 桩基计算**

### **6.1 桩顶作用效应计算**

**6.1.1** 关于桩顶竖向力、力矩与水平力的计算,应在通过上部结构分析将荷载凝聚于柱、墙底部的基础上进行。桩顶作用效应是上部结构

荷载传递给每根桩的荷载,设计中应按式(1)、式(2)和式(3)计算各柱、墙、核心筒群桩中基桩桩顶的竖向力和水平力。

## 6.2 桩基竖向承载力计算

6.2.1 ~ 6.2.2 桩基竖向承载力计算应明确桩基竖向承载力取值的对应关系。本标准中,将单桩竖向极限承载力标准值  $Q_{uk}$  作为基桩竖向承载力的基本参数,将竖向承载力特征值  $R$  作为抗力,特征值  $R$  对应上部结构荷载效应标准组合。本标准采用综合安全系数  $K=2$ ,因此单桩竖向极限承载力标准值  $Q_{uk}$  和基桩特征值  $R_a$  的设计表达式为:

$$R_a = \frac{Q_{uk}}{2}$$

6.2.3 考虑承台效应的复合基桩竖向承载力特征值  $R$  应按式(9)和式(10)计算。而复合基桩设计条件是在上部荷载作用下,承台底土能够永久发挥承载力,其前提条件是采用摩擦型桩基,且在上部结构荷载作用下会产生沉降。承台效应计算的难点是承台效应系数  $\eta_c$  的合理选取,  $\eta_c$  值的大小和桩间距、基桩几何尺寸、承台几何尺寸、土性等因素有关。

## 6.3 单桩竖向极限承载力计算

### 6.3.1 一般规定

短螺旋挤土灌注桩的单桩竖向极限承载力,是指单桩在竖向荷载作用下达到破坏状态前或出现不适合继续承载的变形时所对应的最大荷载,它取决于土对桩的支承阻力和桩身材料强度。单桩竖向极限承载力标准值是基桩承载力的最基本参数,设计采用的单桩竖向极限承载力标准值应根据建筑桩基的甲、乙、丙三个设计等级,分别采用不同的方法确定。

单桩现场静载试验是确定单桩竖向极限承载力最可靠的方法,其次是利用地质条件相同的试桩资料和原位测试方法以及端阻力、侧摩阻力与土的物理指标的经验关系参数方法确定。对于不同等级的桩基设计应采用不同可靠度的单桩竖向极限承载力确定方法。单

桩竖向极限承载力的确定,一要以单桩静载试验结果为主要依据,二要重视综合判定。

单桩极限承载力标准值应通过不少于 2 根的单桩现场静载试验确定,从而获取反映特定地质条件、成桩工艺、几何尺寸的单桩极限承载力代表值。单桩极限承载力标准值也可以根据特定地质条件、成桩工艺、几何尺寸,以及极限侧阻力标准值和极限端阻力标准值的统计经验值进行估算,估算结果宜按本标准推荐的经验参数法、标准贯入试验法和静力触探法并结合工程经验综合确定。

### 6.3.2 经验参数法

单桩竖向极限承载力标准值宜采用经验参数法式(12)进行估算,其值的大小与成桩工艺、地层类别、物理指标、标贯击数(动探击数)、截面尺寸、入土深度等因素有关。

短螺旋挤土灌注桩属于完全挤土桩,挤土效果与压入式混凝土预制桩非常相似,也是通过将桩周土体挤密,提高了桩周土体的力学参数  $c$  值和  $\varphi$  值,同时也大幅度增加了桩周土体对桩的水平向压力,从而使桩周极限侧阻力显著提高。借鉴山东省、安徽省和河南省已颁布实施的 SDS 桩地方标准中推荐的计算方法,再与银川市典型地层 SDS 桩试桩结果对比发现,若采用现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的经验参数法中的表 5.3.5-1,即针对混凝土预制桩的极限侧阻力标准值来计算短螺旋挤土灌注桩,其最终计算所得的单桩竖向极限承载力小于单桩静载试验结果。通过统计分析认为 SDS 桩极限承载力与混凝土预制桩极限承载力相比,其极限侧阻力能够提高 10%~30%,而极限端阻力则与混凝土预制桩的极限端阻力相近。因此,提出了短螺旋挤土灌注桩的极限侧阻力标准值的增大系数  $\alpha_{sj}$ ,并且依据土性分类,给出了下述三组建议值:

- 1) 淤泥、淤泥质土、软塑状黏土:  $\alpha_{sj} = 1.00$ ;
- 2) 松散填土、黏性土、粉土、黄土、松散砂土:  $\alpha_{sj} = 1.10 \sim 1.30$ ;
- 3) 密实填土、中密及以上砂土、砾砂、角砾、圆砾、碎石、卵石、全

风化岩和强风化岩： $\alpha_{sj} = 1.20 \sim 1.40$ 。

并且强调指出设计选用的  $\alpha_{sj}$  值应根据现场单桩静载试验结果或当地已有试桩资料进行验证和调整。

### 6.3.3 标准贯入试验法

通过综合分析欧美等国家采用标准贯入试验指标确定短螺旋挤土灌注桩极限承载力的方法，并根据国内地基勘察中标准贯入试验的普及情况，再结合银川市典型地层 SDS 桩试桩结果，本标准给出了利用标准贯入击数来估算短螺旋挤土灌注桩单桩极限承载力的方法，并且依据土性分类，给出了下述侧阻力和端阻力的计算公式。

$q_{sk}$ ——单桩第  $i$  层土的极限侧阻力标准值：

- 1) 填土、黏性土、粉土、黄土、砂土： $q_{sk} = (3 \sim 4)N_i$ ；
- 2) 角砾、圆砾、碎石、卵石、全风化岩和强风化岩： $q_{sk} = (4 \sim 5)N_i$ 。

$q_{pk}$ ——单桩极限端阻力标准值：

- 1) 填土、黏性土、粉土、黄土、粉细砂： $q_{pk} = (110 \sim 130)N$ ；
- 2) 中粗砂、角砾、圆砾、碎石、卵石、全风化岩和强风化岩： $q_{pk} = (160 \sim 180)N$ 。

目前，国外相关技术标准采用标准贯入试验成果来确定短螺旋挤土灌注桩的极限承载力，但是采用的标准贯入试验指标均为未经杆长修正的  $N$  值。在本标准中，标准贯入试验法也采用未经杆长修正的标准贯入击数来估算短螺旋挤土灌注桩的极限承载力；同样参照国外标准中推荐的计算方法，通过限制标准贯入击数的最大值 ( $N \leq 40$ )，对极限侧阻力和极限端阻力标准值的最大值进行限制。

此外，在应用  $N$  值确定短螺旋挤土灌注桩桩端承载力时， $N$  值为桩端面以上和以下  $4d$  范围内未经杆长修正的标贯击数按土层厚度计算的加权平均值。

采用此方法估算短螺旋挤土灌注桩竖向极限承载力，无当地经验时，宜取估算结果的极大值和极小值的平均值。

### 6.3.4 静力触探法

本标准建议引用现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 中依据双桥探头静力触探资料确定混凝土预制桩的单桩竖向极限承载力标准值计算公式作为短螺旋挤土灌注桩的相应计算公式(14)。

需要指出的是,目前国际上许多国家的桩基技术规范都采用静力触探法来确定短螺旋挤土灌注桩的单桩竖向极限承载力,并且已经通过十多年的工程实践积累了大量相关技术资料。但是,我国应用的静力触探设备与国外的静力触探设备的触探头尺寸具有差异性、试验技术上也有较大差别,因此难以直接引入应用。可是,我国已采用国产静力触探设备所得试验参数来确定混凝土预制桩的单桩竖向极限承载力已有 20 多年历史,积累了大量试验数据和设计经验。因此,本标准直接引用现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 中依据双桥探头静力触探资料确定混凝土预制桩的单桩竖向极限承载力标准值计算公式,暂不对其作出修改。同时,本标准编制委员会认为,采用这一计算方法确定短螺旋挤土灌注桩的单桩竖向极限承载力将偏于安全。今后随着工程经验与资料的不断积累和丰富,将对本标准的计算公式(14)进行适当调整和修改。

### 6.3.5 液化效应

该条款直接引用现行行业标准《建筑桩基技术规程》JGJ 94 中相关内容。

### 6.3.6 软弱下卧层验算

对于桩距不超过  $6d$  的群桩基础,当桩端平面以下软弱下卧层承载力与桩端持力层相差过大(低于持力层的  $1/3$ )且荷载引起局部压力超出其承载力过多时,将引起软弱下卧层侧向挤出,桩基偏沉,严重者引起整体失稳,由此可见对软弱下卧层的验算是必不可少的,具体计算步骤参考《建筑桩基技术规范》JGJ 94 中相关规定即可,本标准在此不做赘述。

## 6.4 桩基竖向抗拔承载力计算

由于承受上拔力,桩基存在群桩整体拔出或单桩拔出的两种可能性,所以抗拔桩基要求同时验算群桩基础呈整体破坏和呈非整体破坏时的基桩抗拔承载力。

抗拔系数 $\lambda$ 为基桩的抗拔极限承载力与抗压极限承载力的比值,根据土层性质按表8取值。对于抗拔桩桩身正截面设计尚应满足受拉承载力。

## 6.6 桩基沉降计算

桩基础的变形包括:沉降量、沉降差、整体倾斜和局部倾斜。对于设计等级为甲级和乙级的建筑物应进行沉降计算,桩基的最终沉降量计算方法采用现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94推荐的等效作用分层总和法。桩基沉降变形允许值从现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94表5.5.4中选取。

## 6.7 桩身承载力与裂缝控制计算

### 6.7.2 受压桩

6.7.2.1~6.7.2.2 轴向受压的钢筋混凝土桩身正截面受压承载力计算应考虑以下三方面因素:

a) 箍筋的作用。箍筋不仅起水平抗剪作用,更重要的是对桩身混凝土起侧向约束增强作用。已有相关理论推算得出,带箍筋的约束的混凝土轴心抗压强度较无约束的混凝土提高80%左右;当桩顶 $5d$ 范围内的箍筋间距不大于100mm时,应计入纵向主筋的承载作用。

b) 成桩工艺系数 $\psi_c$ 。桩身混凝土的受压承载力是桩身受压承载力的主要部分,其强度和截面变异受成桩工艺的影响。在本标准中规定,短螺旋挤土灌注桩的成桩工艺系数取 $\psi_c=0.6\sim 0.8$ 。

c) 桩身处于土体中,一般不会出现压屈失稳问题,但下列两种情况应考虑桩身稳定系数确定桩身受压承载力,即按本节规定的桩身受压承载力乘以稳定系数 $\varphi$ 。一是桩的自由长度较大(以少数构筑物

桩基为主)、桩周围为可液化土;二是桩周围为超软弱土,即土的不排水抗剪强度小于 10 kPa。当桩的计算长度与桩径比  $l/d > 7.0$  时要按《建筑桩基技术规范》JGJ 94 执行。

### 6.7.3 抗拔桩

对抗拔桩的正截面受拉设计应满足受拉承载力,同时应按裂缝控制等级进行裂缝控制验算。裂缝控制参考现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010,按环境类别和腐蚀性介质弱、中、强等级诸因素划分抗拔桩裂缝控制等级,对于不同裂缝控制等级桩基采取相应的措施。

## 7 施工

### 7.1 一般规定

7.1.2 正式施工前,需要进行桩工钻机现场成孔试验,以确定桩工钻机及钻头参数和施工工艺。短螺旋挤扩钻头包括双向螺旋封闭挤扩钻头和可控挤土量的双向螺旋挤扩钻头。当桩孔设计深度范围内穿越或进入的相关土层标准贯入击数的最大值不小于 40 击时,宜采用可控挤土量的双向螺旋挤扩钻头施工;对于其他情况,宜采用双向螺旋封闭挤扩钻头施工。

桩工钻机所成桩孔径和孔深能够满足设计要求,并具备有效的成孔深度控制能力。施工前进行试成桩施工,一般选择在工程桩范围之外进行试打;如果设计单位允许,或已有当地静载荷试验资料和类似地层中的成桩经验,则可以在基桩桩位进行试成桩。试成桩工作应详细记录成孔直径、成孔深度、相邻孔之间的影响、混凝土用量等施工工艺参数,试成桩结果可以用来指导后续的基桩施工。

### 7.2 施工准备

7.2.1 ~ 7.2.2 施工准备工作的主要任务是建立项目施工所需要的技术、设备和物质条件,统筹安排施工力量、桩工钻机和施工场地。施工前要完成地质条件、周边管线与建筑物、地下构筑物的勘测工作。通过施工组织设计,制定完善的工程质量管理措施和严格的质检要求,

对人、机、料进行合理的安排与配置,并针对特殊气象条件制定专门的施工技术措施。

**7.2.3~7.2.4** 成桩设备与钻具的合理选择,要特别注意桩工钻机动力头最大扭矩、主桅杆高度、钻具类型的确定。国内现有桩工钻机设备提供的动力头扭矩有 200 kN·m、250 kN·m、300 kN·m 和 350 kN·m 四个级别,能够满足短螺旋挤土灌注桩的施工需要。短螺旋挤土灌注桩施工钻具的选择要求如下:

a)确定短螺旋挤扩钻头和中空钻杆的类型与直径。

b)短螺旋挤扩钻头主体与螺旋叶片的表面应采用高硬度焊条焊出网状或条状耐磨条纹,也可在短螺旋挤扩钻头主体外表面和螺旋叶片外侧边镶焊合金条或合金块。

c)短螺旋挤扩钻头的钻尖的选择应考虑设计桩径、岩土层分布与种类、软硬程度以及钻进成孔深度等因素;钻尖可以采用连接式钻尖或分离式钻尖。

d)短螺旋挤扩钻头的钻齿宜选用合金钢钻齿。

e)短螺旋挤扩钻头的连接式钻尖底部活门应设有防止进水的构造措施。

f)成桩设备和机电设备的进场检查与验收工作是保证施工安全的重要环节。

**7.2.7** 为确保放线定位的准确性,基桩轴线的控制点和水准点应设在不受施工影响的地方并妥善保护,并且应按照程序进行严格的检查、交接、记录和验收。

**7.2.9** 施工场地应满足成桩设备对地面坡度及接地压力的要求。

### 7.3 施工质量控制

**7.3.1** 短螺旋挤土灌注桩属于挤土桩,应在设计阶段合理选择桩的最小中心距,以充分利用其正效应;在施工阶段,还应充分考虑成桩挤土效应对周围环境条件可能产生的挤土负效应;必要时,可以通过调整钻具类型、成桩工艺、施工顺序、打桩速率及采用屏障措施来消



减孔压和挤土负效应。

**7.3.2** 施工放线与确定桩位是基桩施工的首要工作,也是控制工程质量的第一个工序,必须采取严格的测量、检查、交接和验收工序,确保施打桩位误差在允许偏差之内。

**7.3.3** 施工顺序的安排应仔细研判可能产生的成桩挤土负效应,合理的施工顺序可以有效地减小挤土负效应。

**7.3.8 ~ 7.3.12** 短螺旋挤土灌注桩的成孔与桩身混凝土压灌是施工的关键工艺,必须按以下要点控制桩基工程施工质量:

a) 在钻孔过程中,通过桩工钻机对钻具施加正向扭矩和竖向压力,保持短螺旋挤扩钻头正向(顺时针)下旋挤扩成孔,直至桩端设计标高。

b) 钻头达到桩端设计标高后,钻具应保持正向旋转(顺时针),并启动泵送混凝土,混凝土输送管内的空气可从排气阀排出,待泵送混凝土进入钻具后,在保持钻具正向旋转的同时缓慢提升钻具。在钻具旋转提升的全过程中,必须保持混凝土泵连续泵料,并使钻具的提速与混凝土泵送量相匹配,确保钻具内有足够高度的混凝土,实现有压灌注。遇到具有承压水的粉细砂地层时,混凝土压灌必须采取连续进行,不得中断。提钻速度还应根据地层条件进行调整,对于淤泥或淤泥质土地层以及具有承压水的地层,应适当放慢提钻速度。

c) 混凝土泵送开始前,必须检查泵送混凝土的坍落度,坍落度宜在 180~220 mm 范围内。

d) 在混凝土连续压灌过程中,应对短螺旋挤扩钻具施加与钻进成孔过程中同方向扭矩(顺时针方向)和轴向提升力,短螺旋挤扩钻具转速宜为 6~8 r/min,上提速度宜为 1.0~2.5 m/min。当钻尖距地表 1.5 m 左右时可以停止泵压,由钻具的混凝土芯管中剩余混凝土继续进行桩孔灌注。

**7.3.13** 输送至料斗内的混凝土要连续搅拌,以避免离析。

**7.3.18** 后插钢筋笼工序应在桩身混凝土压灌结束后立即进行,其工

艺措施包括以下几方面。

a)在钢筋笼搬运、吊装和插放过程中,应采取措施防止钢筋笼弯曲、扭转变形。

b)钢筋笼的插放工作可以利用钻机副卷扬机和钢筋笼振动插放装置配合进行。

c)钢筋笼振动插放装置由低频率、大能量振动锤和传力导杆组成。传力导杆的直径和长度应根据钢筋笼的长度确定,振动插放工艺应进行试验以保证钢筋笼能够插放到设计深度。

d)在下放钢筋笼时,应将振动插放装置的传力导杆穿入钢筋笼内一同下放,钢筋笼插入桩身混凝土后先依靠自重下沉,如钢筋笼下沉缓慢或停顿时,可启动振动锤通过传力导杆振动插放,并随时监控钢筋笼顶部标高。

e)在钢筋笼插放工作完成后,宜使用振动棒对桩身顶部混凝土进行密实振捣。

## 8 质量检验和验收

8.1 根据现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 和行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106、《建筑地基检测技术规范》JGJ 340 的相关规定对基桩承载力和桩身完整性进行检验。桩身质量好坏直接影响基桩承载力,桩身质量检测抽样率较高,通过检测可减少桩基安全隐患,并为基桩承载力的判定提供参考依据。

8.2~8.4 应根据检测目的、内容和要求,结合各种检测方法的特点及适用范围,并考虑工程重要性、设计要求、地质条件、施工工艺等因素确定检测方法和检测数量。影响桩基承载力和桩身质量的因素存在于桩基施工的全过程中。桩基施工过程中出现的局部地质条件与勘察报告不符、工程桩施工参数与施工前的试验参数不同、原材料发生变化、设计变更、施工单位变更等情况,都可能产生质量隐患,因此加强施工过程中的检验是非常必要的。不同阶段的检验要求参照现

行《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202、《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 和《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 等标准执行。桩工钻机的安全性检查包括机架、动力传输部分、电器系统等方面的检查。

---



敬请关注劳中岩土公众号

ISBN 978-7-5525-4276-9

9 787552 542769 >

定价：30.00元

A rectangular box containing the ISBN number, a barcode, and the price. The ISBN number is 978-7-5525-4276-9. The price is 30.00元.