

DB

甘肃省地方标准

DB62/T 3242 – 2023

备案号: J16987 – 2023

地螺丝微型钢管桩技术标准

Technical standard for ground screw
micro steel pipe pile

2023 – 05 – 31 发布

2023 – 09 – 01 实施

甘肃省住房和城乡建设厅
甘肃省市场监督管理局

联合发布

甘肃省住房和城乡建设厅 甘肃省市场监督管理局 公告

甘建公告〔2023〕136 号

甘肃省住房和城乡建设厅 甘肃省市场监督管理局 关于发布《建筑工程安全与质量标准化管埋标准》等 8 项甘肃省地方标准的公告

经甘肃省住房和城乡建设厅、甘肃省市场监督管理局共同组织专家审查,现批准发布《建筑工程安全与质量标准化管埋标准》《工程建设项目审批服务数据标准》《建设工程管理信息编码标准》《地螺丝微型钢管桩技术标准》《道路工程碳纤维电热法融冰雪应用技术标准》《组合铝合金模板施工验收标准》《建筑工程样板引路实施管理标准》《工程建设项目联合测绘技术标准》等 8 项标准(见附件)为甘肃省地方标准。

附件:甘肃省地方标准发布信息

甘肃省住房和城乡建设厅 甘肃省市场监督管理局

2023 年 5 月 31 日

附件

甘肃省地方标准发布信息

序号	标准编号	标准名称	主编单位	实施日期
1	DB62/T 3239-2023	建筑工程安全与质量标准化 管理标准	甘肃省建设投资(控股)集团有限公司、甘肃第三建设集团有限公司	2023-09-01
2	DB62/T 3240-2023	工程建设项目 审批服务数据 标准	甘肃省工程建设项目审批制度改革工作领导小组办公室	2023-09-01
3	DB62/T 3241-2023	建设工程管理 信息编码标准	甘肃省工程建设项目审批制度改革工作领导小组办公室	2023-09-01
4	DB62/T 3242-2023	地螺丝微型钢 管桩技术标准	兰州有色冶金设计研究院有限公司、中国市政工程西北设计研究院有限公司	2023-09-01
5	DB62/T 3243-2023	道路工程碳纤维 电热法融冰 应用技术标准	中国市政工程西北设计研究院有限公司	2023-09-01
6	DB62/T 3244-2023	组合铝合金模 板施工验收 标准	甘肃第一建设集团有限责任公司	2023-09-01
7	DB62/T 3245-2023	建筑工程样板 引路实施管理 标准	甘肃第一建设集团有限责任公司	2023-09-01
8	DB62/T 3246-2023	工程建设项目 联合测绘技术 标准	甘肃省自然资源规划研究院	2023-09-01

前 言

根据甘肃省住房和城乡建设厅《关于下达〈2022 年甘肃省工程建设标准及标准设计编制项目计划〉(第二批)的通知》(甘建标〔2022〕210 号)的要求,标准编制组经过广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关标准和资料,并在广泛征求意见的基础上,制定本标准。

本标准共分 7 章和 7 个附录,主要技术内容为:总则、术语和符号、基本规定、桩基构造、桩基计算、桩基施工、桩基工程质量检验和验收等。

本标准由甘肃省工程建设标准管理办公室负责管理,兰州有色冶金设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中,如有意见和建议,请寄送至兰州有色冶金设计研究院有限公司《地螺丝微型钢管桩技术标准》编制组(地址:甘肃省兰州市天水南路 168 号,邮政编码:730000)。

主 编 单 位: 兰州有色冶金设计研究院有限公司
中国市政工程西北设计研究院有限公司

参 编 单 位: 威海立达尔机械股份有限公司
甘肃省城乡规划设计研究院有限公司
甘肃省政府投资项目代建管理办公室
兰州市轨道交通有限公司
兰州铁道设计院有限公司

兰州城市建设设计研究院有限公司

甘肃省建筑设计研究院有限公司

主要起草人：郭文礼 康清鹏 贾 宁 陈希成 陈红亮
王 宁 张从林 陈天镭 吴 平 马忠学
马国纲 童景盛 张国庆 马淑梅 董海兵
封 凡 魏才丽 敖 亮 任晓权 康联合国
李盈斌 潘小涛 独 伟 张 璇 于晓洋
麻青兰 王佳旗 赵 爽 方业明 贾 睿
魏永海 张高峰 马志芳

主要审查人：朱彦鹏 鲁海涛 靳高明 牛昌林 张 荣
高锦纯 张 明 王 军 王 涛

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	4
3	基本规定	7
3.1	一般规定	7
3.2	基本资料	9
3.3	桩的布置	11
3.4	特殊条件下的桩基	12
3.5	耐久性规定	15
4	桩基构造	17
4.1	基桩构造	17
4.2	承台构造	19
5	桩基计算	20
5.1	桩顶作用效应计算	20
5.2	桩基竖向承载力计算	21
5.3	单桩竖向极限承载力计算	22
5.4	特殊条件下桩基竖向承载力计算	26
5.5	桩基竖向抗拔承载力计算	30
5.6	桩基抗震计算	32
5.7	桩基沉降计算	34
5.8	桩基水平承载力计算	35
5.9	桩身承载力计算	38

5.10 承台计算	39
6 桩基施工	40
6.1 一般规定	40
6.2 桩基施工	41
6.3 安全施工	45
6.4 环境保护	46
7 桩基工程质量检验和验收	48
7.1 一般规定	48
7.2 施工前检验	48
7.3 施工检验	49
7.4 施工后检验	49
7.5 验收资料	50
附录 A 地螺丝微型钢管桩类型和适用岩土条件	52
附录 B 地螺丝微型钢管桩桩身构造图	53
附录 C 桩顶部常用连接方式图	54
附录 D 地螺丝微型钢管桩尺寸规格表	55
附录 E 桩的极限侧阻力和端阻力标准值	57
附录 F 地螺丝微型钢管桩产品检验记录表	60
附录 G 地螺丝微型钢管桩施工记录表	61
本标准用词说明	62
引用标准名录	63
附:条文说明	65

Contents

1	General provisions	1
2	Terms and symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbol	4
3	Basic requirements	7
3.1	General rules	7
3.2	Basic information	9
3.3	Arrangement of piles	11
3.4	Pile foundation under special conditions	12
3.5	Durability requirements	15
4	Structure of pile foundation	17
4.1	Structure of pile	17
4.2	Structure of cap	19
5	Calculation of pile foundation	20
5.1	Calculation of pile top effect	20
5.2	Vertical bearing capacity calculation of pile foundation	21
5.3	Vertical ultimate bearing capacity of single pile	22
5.4	Vertical capacity calculation of pile foundation under special conditions	26
5.5	Vertical uplift bearing capacity calculation of pile foundation	30
5.6	Seismic calculation of pile foundation	32
5.7	Settlement calculation of pile foundation	34
5.8	Horizontal bearing capacity calculation of pile foundation	35
5.9	Calculation of pile capacity	38

5.10	Calculation of cap	39
6	Construction of pile foundation	40
6.1	General rules	40
6.2	Construction of pile foundation	41
6.3	Safety construction	45
6.4	Environmental protection	46
7	Quality inspection and acceptance of pile foundation	48
7.1	General rules	48
7.2	Pre-construction inspection	48
7.3	Construction inspection	49
7.4	Post-construction inspection	49
7.5	Acceptance data	50
Appendix A	Ground screw micro steel pipe pile type and applicable soil condition	52
Appendix B	Structural diagram of ground screw micro steel pipe pile	53
Appendix C	Common connection patterns at the top of pile	54
Appendix D	Dimension specification table of ground screw micro steel pipe pile	55
Appendix E	Ultimate shaft resistance and ultimate tip resistance of pile foundation	57
Appendix F	Inspection form for ground screw micro steel pipe pile	60
Appendix G	Record of original data for ground screw micro steel pipe pile	61
	Explanation of wording in this specification	62
	List of quoted standards	63
	Addition: Explanations of provisions	65

1 总 则

1.0.1 为贯彻执行国家技术经济政策,规范地螺丝微型钢管桩的设计、施工与验收,做到安全适用、技术先进、经济合理、保证质量、保护环境,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于甘肃省低层房屋建筑、市政基础设施和其它轻型构筑物基础地螺丝微型钢管桩的设计、施工与验收。

1.0.3 地螺丝微型钢管桩不应用于桩基设计等级为甲级的建筑基础,不宜用于高度大于 24m 或层数大于 8 层的其他类型建筑。

1.0.4 地螺丝微型钢管桩的设计、施工与验收除应符合本标准外,尚应符合国家、行业和甘肃省现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 地螺丝微型钢管桩 ground screw micro steel pipe pile
一种桩径小于 220mm, 桩下部带有桩身增大螺纹或大叶片段的钢管桩。

2.1.2 桩基 pile foundation
由设置于岩土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。

2.1.3 基桩 foundation pile
桩基础中的单桩。

2.1.4 复合桩基 composite pile foundation
由基桩和承台下地基土共同承担荷载的桩基础。

2.1.5 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。

2.1.6 减沉复合疏桩基础 composite foundation with settlement-reducing piles

软土地基天然地基承载力基本满足要求的情况下, 为减小沉降采用疏布摩擦型桩的复合桩基。

2.1.7 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。

2.1.8 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。

2.1.9 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。

2.1.10 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。

2.1.11 变刚度调平设计 optimized design of pile foundation stiffness to reduce differential settlement

考虑上部结构形式、荷载和地层分布以及相互作用效应,通过调整桩径、桩长、桩距等改变基桩支承刚度分布,以使建构筑物沉降趋于均匀、承台内力降低的设计方法。

2.1.12 负摩阻力 negative skin friction ,negative shaft resistance

桩周土由于自重固结、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。

2.1.13 下拉荷载 downdrag

作用于单桩中性点以上的负摩阻力之和。

2.1.14 地基 ground foundation soils

支承基础的土体或岩体。

2.1.15 湿陷性黄土 collapsible loess

在一定压力下受水浸湿,土的结构迅速破坏,并产生显著附加下沉的黄土。

2.1.16 自重湿陷性黄土 self weight collapsing loess

在上覆土的饱和自重压力作用下受水浸湿,产生显著附加下沉的湿陷性黄土。

2.1.17 肥桩效应 effect applied to pile caused by pull-down load

在自重湿陷性黄土中,由于桩的挤密效应,桩周围一定范围的土体被挤密,自重湿陷性消除,但在挤密范围以外的土体依然具有

自重湿陷性,对挤土桩而言,相当于增大了湿陷性与非湿陷性土体的接触面积,在遇到水的浸润时,桩周围产生的下拉荷载增加的效应。

2.1.18 承台效应系数 pile cap effect coefficient

竖向荷载下,承台底地基土承载力的发挥率。

2.1.19 螺纹段 screw shape section

桩身下部由焊在桩身外侧的连续螺纹组成的桩身增大部分。

2.1.20 大叶片 large helical blade

桩身下部由焊在桩身外侧非连续钢板旋片组成的桩身增大部分。

2.1.21 螺纹/大叶片倾角 helical blade inclination

连续螺纹或非连续大叶片的叶片腹面法线方向与桩身轴线方向的夹角。

2.1.22 螺距 screw pitch

连续螺纹的间距。

2.1.23 叶片间距 large blade spacing

两组非连续大叶片沿桩身方向的距离。

2.1.24 顶部连接件 top connector

桩身顶端部用于连接上部构件并传递上部荷载的工件。

2.1.25 桩端钻头 pile end drill

桩身底端部的锥形尖头,或由合金材料制成的不同尺寸麻花钻头。

2.2 符 号

2.2.1 作用和作用效应

F_k ——按荷载效应标准组合计算的作用于承台顶面的竖向力;

G_k ——桩基承台和承台上土自重标准值;

- H_k ——按荷载效应标准组合计算的作用于承台底面的水平力；
- H_{ik} ——按荷载效应标准组合计算的作用于第 i 根基桩或复合基桩的水平力；
- $M_{xk}、M_{yk}$ ——按荷载效应标准组合计算的作用于承台底面的外力，绕通过桩群形心的 $x、y$ 主轴的力矩；
- N_{ik} ——荷载效应标准组合偏心竖向力作用下第 i 根基桩或复合基桩的竖向力；
- Q_g^n ——作用于群桩中某一基桩的下拉荷载；
- q_f ——基桩切向冻胀力；
- σ_z ——作用于软弱下卧层顶面的附加应力。

2.2.2 抗力和材料性能

- E ——钢材的弹性模量；
- $E_{s1}、E_{s2}$ ——持力层、软弱下卧层地基土的压缩模量；
- f_{rk} ——岩石饱和单轴抗压强度标准值；
- $f_s、q_c$ ——静力触探双桥探头平均侧阻力、平均端阻力；
- f_{az} ——软弱下卧层顶面处经深度修正后的地基承载力特征值；
- m ——桩侧地基土水平抗力系数的比例系数；
- p_s ——静力触探单桥探头比贯入阻力；
- q_{sik} ——单桩第 i 层土的极限侧阻力标准值；
- q_{pq} ——单桩极限端阻力标准值；
- q_{si}^n ——第 i 层土桩侧负摩阻力标准值；
- $Q_{sk}、Q_{pk}$ ——单桩总极限侧阻力、总极限端阻力标准值；
- Q_{uk} ——单桩竖向极限承载力标准值；
- R ——基桩或复合基桩竖向承载力特征值；
- 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_h ——基桩水平承载力特征值；
 T_{gk} ——群桩呈整体破坏时基桩抗拔极限承载力标准值；
 T_{uk} ——群桩呈非整体破坏时基桩抗拔极限承载力标准值；
 θ ——桩端持力层压力扩散角；
 γ, γ_e ——土的重度、有效重度。

2.2.3 几何参数

A_0, B_0 ——桩群外缘矩形底面的长边边长、短边边长；
 A_p ——桩端螺纹或大叶片外包面积；
 A_{ps} ——桩身钢管壁净截面面积；
 d ——桩身直杆段直径,不含螺纹或大叶片钢管直杆段外直径；
 D ——桩身螺纹或大叶片直径；
 l ——桩身长度；
 t ——桩基承台底面至软弱下卧层顶面的距离；
 u ——桩身直杆段周长；
 U ——桩身大叶片周长；
 z ——桩基承台底面至软弱下卧层顶面的距离。

2.2.4 计算系数

α ——桩的水平变形系数；
 α_{pl} ——连续螺纹型桩桩端阻力修正系数；
 α_p ——非连续大叶片底极限端阻力标准值修正系数；
 β_{si} ——连续螺纹型桩第 i 层土的桩侧极限侧阻力标准值的修正系数；
 β_i ——第 i 层土桩侧阻力综合修正系数；
 η_n ——负摩阻力群桩效应系数；
 λ_i ——基桩抗拔系数；
 ξ_{ni} ——桩周第 i 层土的负摩阻力系数。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 地螺丝微型钢管桩的设计与施工应符合以下规定：

- 1 应综合考虑工程地质、水文地质条件、上部结构类型、使用功能、荷载特征、施工技术条件与环境；
- 2 应注重概念设计,因地制宜,重视地方经验,合理选择桩径和桩长,优化布桩,节约资源；
- 3 应强化施工质量控制与管理。

3.1.2 地螺丝微型钢管桩适用于粉土、可塑～硬塑状态的黏性土、砂土、松散～中密的卵石土、松散～中密的碎石土、全风化岩及压实填土等地层,且不受地下水位限制;对于新近填土、湿陷性土层应通过现场试验确定其适用性。强腐蚀环境中不宜采用地螺丝微型钢管桩,腐蚀等级为中及以下岩土环境中地螺丝微型钢管桩应采取一定的防腐处理措施。

3.1.3 桩的选型应根据地层特点,并结合建(构)筑物的性质、施工环境等参照本标准附录 A 综合确定。

3.1.4 地螺丝微型钢管桩基础应按下列极限状态设计：

- 1 承载力极限状态:桩基达到最大承载能力、整体失稳或发生不适用继续承载的变形；
- 2 正常使用极限状态:桩基达到建(构)筑物正常使用所规定的变形限值；
- 3 耐久性极限状态:达到耐久性要求的某项限值。

3.1.5 地螺丝微型钢管桩的设计等级应按现行标准《建筑桩基

技术规范》JGJ 94 规定执行。

3.1.6 桩基承载力极限状态设计,应根据具体条件分别进行下列承载力计算和稳定性验算:

1 根据桩基的使用功能和受力特征分别进行桩基的竖向承载力及水平承载力计算;

2 对桩身、承台和连系梁的结构承载力进行计算;

3 对于桩侧为可液化土、不排水抗剪强度小于 10kPa 或地基承载力特征值小于 25kPa 的土,且长径比大于 50 的桩,应进行桩身局部压屈验算;

4 当桩端平面以下存在软弱下卧层时,验算软弱下卧层承载力;

5 对位于坡地、岸边的桩基,验算整体稳定性;

6 对抗浮、抗拔桩基,验算单桩和群桩的抗拔承载力;

7 对抗震设防区的桩基,进行抗震承载力验算及桩身截面抗震验算。

3.1.7 对受水平荷载较大,或对水平位移有严格限制的桩基,应验算其水平位移。

3.1.8 下列桩基应进行沉降计算:

1 持力层地基土承载力特征值低,且体形复杂的建(构)筑物;

2 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;

3 软弱地基上的建(构)筑物存在偏心荷载;

4 相邻建筑距离过近,可能发生倾斜时;

5 地基内有厚度较大或厚薄不均的且未完成固结沉降的填土;

6 地基内存在湿陷性土层;

7 持力层下存在软弱下卧层。

3.1.9 地螺丝微型钢管桩基础设计采用的作用效应组合与抗力

分项系数应符合下列要求：

1 竖向承载力计算：确定桩数和布桩时，采用传至桩顶或承台底面的荷载效应标准组合；相应的抗力应采用单桩承载力特征值；

2 桩基水平位移和沉降计算：计算荷载作用下的水平位移及桩基沉降时，应采用荷载效应准永久组合；计算水平地震作用、风载作用下的桩基水平位移时，应采用水平地震作用、风载效应标准组合；

3 稳定性计算：验算坡地、岸边工程桩基的整体稳定性时，应采用荷载效应标准组合；抗震设防区，应采用地震作用效应和荷载效应的标准组合；

4 桩基结构承载力计算：桩基结构承载力计算、确定尺寸时，应采用传至承台顶面的荷载效应基本组合。

5 抗震承载力计算：对需要进行抗震承载力验算的桩基，应进行抗震承载力验算及桩身截面抗震验算；抗震承载力验算采用地震作用效应和其他荷载效应的标准组合；桩身截面抗震验算采用地震作用效应和其他荷载效应的基本组合；承载力调整系数 γ_{RE} 按现行《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定采用；

6 桩基结构安全等级、结构使用年限和结构重要性系数 γ_0 应根据工程的使用功能按现行有关规范执行，除临时性建筑外，重要性系数 γ_0 不应小于 1.0。

3.1.10 以减小差异沉降和承台内力为目标的变刚度调平设计，宜结合具体条件按现行《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定执行。

3.1.11 软土地基上的多层建构筑物，当天然地基承载力基本满足设计要求时，可采用减沉复合疏桩基础。

3.2 基本资料

3.2.1 地螺丝微型钢管桩的设计与施工应具备下列资料：

1 岩土工程勘察资料：

- 1) 岩土工程地质条件, 桩基础设计所需岩土物理力学参数及原位测试参数;
- 2) 建设场地不良地质作用的判断、评价结论及防治方案;
- 3) 特殊性岩土的特征及岩土力学参数, 有关地基土冻胀性、湿陷性、膨胀性评价;
- 4) 水文地质条件, 地下水类型、埋藏情况、水位变化幅度、抗浮设计水位及抗浮措施建议;
- 5) 地基土、地下水的腐蚀性评价;
- 6) 工程所在地区的抗震设防烈度、抗震设防分类及地震动参数;
- 7) 建设场地类别和液化土层资料。

2 建设场地与环境条件资料：

- 1) 建设场地现状, 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) 相邻建构筑物安全等级、基础形式及埋置深度;
- 3) 附近具有类似工程地质条件场地的桩基设计、试桩资料及相关参数;
- 4) 周围建构筑物的防振、防噪声的要求;
- 5) 防渗要求及周围水的分布。

3 建构筑物资料：

- 1) 建构筑物总平面图, 场地竖向设计图;
- 2) 建构筑物的高度、层数、结构类型、荷载;
- 3) 结构的安全等级;
- 4) 建构筑物的使用条件, 设备基础对桩基竖向及水平位移的要求。

4 施工条件资料：

- 1) 施工机械设备条件和动力要求;

- 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。

3.2.2 地螺丝微型钢管桩勘察资料应满足现行《工程勘察通用规范》GB 55017、《岩土工程勘察规范》GB 50021、《岩土工程勘察规范》DB62/T 25—3063、《建筑桩基技术规范》JGJ 94 等有关标准的规定。

3.3 桩的布置

3.3.1 地螺丝微型钢管桩平面布置时,基桩的最小中心距应符合表 3.3.1 的规定。

表 3.3.1 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	3.5D	3.0D
饱和黏性土	4.0D	3.5D

注: D 为螺纹或大叶片的直径。

3.3.2 桩的持力层选择和桩端进入持力层深度应综合考虑设计单桩承载力大小、地质情况、机械设备能力及成桩工艺。桩端持力层应选择较硬的岩土层,桩端进入持力层的深度,应符合下列要求:

- 1 黏性土、粉土不宜小于 $2D$;
- 2 砂土不宜小于 $1.5D$;
- 3 碎石土类土和强风化岩不宜小于 $1D$;
- 4 当存在软弱下卧层时,桩端以下硬持力层厚度不应小于 $3D$,并进行软弱下卧层验算;
- 5 当桩端自身钻进进入持力层存在困难时,可采用预钻孔引

孔作业。

3.3.3 基桩的布置应符合下列要求：

- 1 布置桩位时,宜使桩群承载力合力点与竖向永久荷载合力作用点重合,并使桩基受水平力和力矩较大方向有较大抗弯截面模量;
- 2 框架结构,宜采用柱下承台多桩方案;
- 3 砌体和剪力墙结构,宜采用墙体单排或双排布桩方案;
- 4 框剪结构,宜采用柱、墙、筒下布桩方案;
- 5 在纵横墙交叉处及转角处宜布桩,门窗洞口下面不宜布桩;
- 6 同一建构筑物中宜选择相同桩径,当柱底力矩较小时,宜采用一柱一桩;
- 7 基桩布置应符合变刚度调平设计有关要求。

3.4 特殊条件下的桩基

3.4.1 湿陷性黄土地基的桩基设计应符合下列规定：

- 1 基桩应穿透湿陷性黄土层,桩端应置于中、低压缩性非湿陷性土层中;
- 2 自重湿陷性场地中的单桩极限承载力,应根据工程具体情况分析计算桩侧负摩阻力的影响;
- 3 非自重湿陷性黄土场地中的单桩竖向承载力,湿陷性土层内的桩长部分可取桩周土在饱和状态下的正侧阻力;
- 4 自重湿陷性黄土场地中的单桩竖向承载力,除不应计中性点深度以上黄土层的正侧阻力外,尚应扣除桩侧负摩阻力,中性点深度可通过《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025 及《建筑桩基技术规范》JGJ 94 相关规定确定;
- 5 单桩水平承载力特征值,宜通过现场水平静载荷浸水试验确定;

6 自重湿陷性黄土场地,可采取减小桩侧负摩阻力的措施提高桩基竖向承载力,中性点以上不应设置大叶片;

7 湿陷性黄土场地,应有完善的防排水及防渗设施。

3.4.2 软土地基的桩基应符合下列规定:

1 桩端应置于中、低压缩性土层中;

2 软土地基的基桩沉降小于桩周土沉降时,应根据工程具体情况分析计算桩侧负摩阻力的影响;

3 应采取有效措施,消减孔隙水压力产生的不利影响。

3.4.3 季节性冻土地基的桩基设计应符合下列要求:

1 桩端进入冻结线以下深度应满足抗拔稳定性验算要求,且不得小于4倍桩径;

2 确定基桩竖向承载力时,除不计冻胀深度范围内桩侧阻力外,还应考虑地基土冻胀作用,验算抗拔稳定性和桩身受拉承载力;

3 为消除或减小冻胀带来的危害,可在冻胀深度范围内,沿桩周及承台做隔冻处理,冻结线以上不应设置大叶片。

3.4.4 膨胀土地基的桩基设计应符合下列要求:

1 桩端进入大气急剧影响层以下深度除应满足抗拔稳定性验算要求外,尚不得小于4倍桩径;

2 确定基桩竖向承载力时,除不计膨胀深度范围内桩侧阻力外,还应考虑地基土膨胀作用,验算抗拔稳定性和桩身受拉承载力;

3 为消除或减小地基土膨胀带来的危害,可在冻胀深度范围内,沿桩周及承台做隔热、隔水、隔胀处理,冻胀深度范围内不应设置大叶片。

3.4.5 坡地、岸边地基的桩基设计应符合下列规定:

1 桩基不得以潜在滑动面作为持力层,桩基与边坡坡面应保持一定的水平距离,桩端进入潜在滑动面以下稳定地层内的深度,

应能保证桩基的稳定；基础底面与边坡的水平距离应符合《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定；

2 设置桩基的边坡必须处于完全稳定状态,当桩基需设置于不稳定坡体时,应先期进行治理,保证其稳定性,边坡治理工程应与桩基工程统一规划、同步设计、先期实施；

3 应分析挤土效应对边坡稳定性的不利影响,并采取适宜的防治措施；

4 应验算最不利荷载效应组合下桩基的整体稳定性和基桩的水平承载力。

3.4.6 抗震设防区桩基设计应符合下列要求：

1 桩端进入液化或震陷土层以下稳定土层的长度应按计算确定,对于密实粉土、坚硬黏性土、中砂、粗砂、砾砂和碎石土不应小于 $2d \sim 3d$,对其他非岩石类土不宜小于 $4d \sim 5d$ ；

2 承台和地下室侧墙周围应采用灰土、级配砂石、压实性较好的素土回填,并分层夯实,也可采用素混凝土填筑；

3 当承台周围为可液化土、地基承载力特征值小于 40kPa 或不排水抗剪强度小于 15kPa 的软土,且桩基水平承载力不满足计算要求时,可将承台外每侧 1/2 承台边长范围内的土进行加固；

4 对于液化土层地段桩基,应分析其液化效应；

5 对于桩穿越液化土层进入相对较硬层时,应计入液化土层范围内桩侧负摩阻力；

6 对于桩穿越震陷性黄土地层时,应计入液化土层范围内桩侧负摩阻力；

7 对于桩身穿越可液化土层的基桩,应考虑压屈影响；

8 对于存在液化扩展地段的桩基,应验算桩基在土流动的侧向力作用力下的稳定性。

3.4.7 出现负摩阻力的桩基设计应符合下列要求：

1 填土建筑场地,宜先填土并保证填土的压实度,待填土地基沉降稳定后方可成桩;

2 软土场地填土前应采取预设塑料排水板、消减超孔隙水压力、控制沉桩速率等措施,对于欠固结土宜采取先期排水预压等措施;

3 地面大面积堆载的建构筑物,应采取减小地面沉降对建构筑物桩基影响的措施;

4 自重湿陷性黄土地基,可先进行地基处理,消除部分或全部土的自重湿陷;

5 震陷性黄土地基,可先进行地基处理,消除部分或全部土的震陷量后方可成桩。

3.5 耐久性规定

3.5.1 地下水、岩土对地螺丝微型钢管桩的腐蚀等级,应按现行《岩土工程勘察规范》GB 50021 及《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 的有关规定确定。腐蚀等级分为:微、弱、中、强四个等级,同一形态的多种介质同时作用同一部位时,腐蚀性等级应取最高者;同一介质依据不同方法判定的腐蚀性等级不同时,应取最高者。

3.5.2 强腐蚀环境中不宜采用地螺丝微型钢管桩,腐蚀等级为中及以下岩土环境中地螺丝微型钢管桩的防腐处理应符合下列要求:

1 桩的防腐宜采用热镀锌或热浸锌措施进行处理;颗粒较细、土质疏松且不含块石的土层,可采用外表面涂防腐层等措施进行处理,当钢管桩内壁同外界隔绝时,可不考虑内壁防腐,防护层厚度要求可按表 3.5.2-1 确定;

表 3. 5. 2-1 地螺丝微型钢管桩表层防护

防腐蚀涂层最小厚度(μm)		防护层使用年限(年)
中腐蚀	弱腐蚀	
280	240	> 15
240	200	11 ~ 15
200	160	6 ~ 10
160	120	2 ~ 5

- 注:1 防腐蚀涂料的品种应根据《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 规定确定;
 2 采用喷锌、铝及其合金时,金属层厚度不应小于120μm;采用热镀浸锌时,锌的厚度不应小于85μm;
 3 室外工程的涂层厚度宜增加20μm~40μm。

2 土中含有较多的粗颗粒物质或块石时,可采用特殊耐腐蚀材料,也可增加桩体管壁、螺纹或叶片厚度,留有一定的腐蚀量进行防腐处理;

3 桩的腐蚀速率当无实测资料时可按表 3. 5. 2-2 确定;

表 3. 5. 2-2 地螺丝微型钢管桩年腐蚀速率

桩所处环境		单面腐蚀率(mm/y)
地面以上	无腐蚀性气体或腐蚀性挥发介质	0.05 ~ 0.1
地面以下	水位以上	0.05
	水位以下	0.03
	水位波动区	0.1 ~ 0.3

4 水下可采用阴极保护;

5 地螺丝微型钢管桩也可采用耐腐蚀钢种。

3. 5. 3 桩基结构的耐久性设计应根据岩土颗粒组成、腐蚀环境条件、结构的设计使用年限,结合本地区使用经验采用不同的防腐处理措施,且应符合《工业建筑防腐蚀设计标准》GB 50046 的有关规定。

4 桩基构造

4.1 基桩构造

4.1.1 地螺丝微型钢管桩可分为连续螺纹型和非连续螺纹型,地螺丝微型钢管桩由钢管桩身、螺纹段或大叶片段、桩端钻头、顶部连接件四部分组成。

4.1.2 地螺丝微型钢管桩构造应符合下列要求:

1 钢管桩材料宜采用 Q235、Q355 的普碳钢或低合金钢,用热锻工艺或机械加工成钢管,钢管壁厚不应小于 4mm,并应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017 的规定。钢管桩所选用钢材的牌号、技术条件、性能指标均应符合国家现行有关标准的规定;

2 桩的制作允许偏差应符合表 4.1.2 的要求;

表 4.1.2 地螺丝微型钢管桩制作允许偏差表

项目		允许偏差
桩体	外径(mm)	$\pm 0.5\% d$
	长度(mm)	$-0.5\% L \sim +0.7\% L$
	壁厚(mm)	± 0.4
	弯曲度(mm)	$0.2\% L$
螺纹、叶片	长度(mm)	± 25.0
	宽度(mm)	± 1.0
	螺距(mm)	± 2.0
	螺纹、叶片厚度(mm)	± 0.4

续表 4.1.2

项目		允许偏差
连接件	螺栓孔距 (mm)	± 1.0
	端板平整度 (mm)	≤ 2.0
	法兰厚度 (mm)	± 0.4
	端板厚度 (mm)	± 0.4
	端板与桩身轴线不垂直度	$\leq 2.0^\circ$

注:表中 L 为单桩桩长, d 为桩外径,单位 mm。

3 螺纹段、叶片段及直桩段的接头采用焊接时,接头应采用可靠的焊接技术等强度连接,桩身、连接件、螺纹、叶片焊接应符合国家现行标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 和《钢结构焊接规范》GB 50661 的规定;

4 根据场地的地质条件,桩端可采用圆尖型或合金麻花钻头,其强度和焊接应满足桩的钻进要求;

5 桩顶部连接件与上部结构连接形式设计可按附录 C 选用,其连接强度应满足桩与上部构件之间的传力要求;

6 桩径和桩的单节长度可按附录 D 选用;

7 桩长大于 4m 时,采用接桩连接,接桩方式可采用法兰盘连接、套筒连接、螺纹套连接或焊接,接桩部位强度不应小于桩体强度;

8 非连续大叶片型桩的大叶片位置宜设置于厚度较大、分布稳定、工程地质条件较好的同一土层中,相邻大叶片间距不宜小于 $2D$ (D 为大叶片直径),每根桩的大叶片数量不宜超过 3 个。

4.1.3 地螺丝微型钢管桩法兰连接构造应满足下列要求:

1 法兰板可采用环状板或整板,并宜设置加劲肋;

2 法兰板上螺孔应均匀分布,螺栓宜采用较高强度等级;

3 当钢管内壁不做防腐蚀处理时,管端部法兰应做气密性焊接封闭;当钢管用热浸镀锌做内外防腐蚀处理时,管端可不进行封闭。

4.2 承台构造

4.2.1 地螺丝微型钢管桩承台应满足现行标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007、《钢结构通用规范》GB 55006、《钢结构设计标准》GB 50017、《建筑桩基技术规范》JGJ 94 等的规定。

4.2.2 地螺丝微型钢管桩应与承台有效连接,应满足下列要求:

- 1 桩嵌入承台内的长度不宜小于 100mm;
- 2 当桩采用焊接钢筋与混凝土承台连接时,连接钢筋锚固段长度不应小于 $35d_g$ (d_g 为连接钢筋直径);当不满足时应将钢筋向上弯折,此时水平段的长度不应小于 $25d_g$,弯折段长度不应小于 $10d_g$ 。

5 桩基计算

5.1 桩顶作用效应计算

5.1.1 对于一般建(构)筑物和受水平力较小的建筑群桩基础,应按下列公式计算群桩中基桩或复合基桩的桩顶作用效应:

1 竖向力

轴心竖向力作用下

$$N_k = \frac{F_k + G_k}{n} \quad (5.1.1-1)$$

偏心竖向力作用下

$$N_{ik} = \frac{F_k + G_k}{n} \pm \frac{M_{xk}y_i}{\sum y_j^2} \pm \frac{M_{yk}x_i}{\sum x_j^2} \quad (5.1.1-2)$$

2 水平力

$$H_{ik} = \frac{H_k}{n} \quad (5.1.1-3)$$

式中: F_k ——荷载效应标准组合下,作用于承台顶面的竖向力;
 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;
 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;
 N_{ik} ——荷载效应标准组合偏心竖向力作用下,第 i 根基桩或复合基桩的竖向力;
 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;

x_i, x_j, y_i, y_j ——第 i, j 根基桩或复合基桩至 y, x 轴的距离；

H_k ——荷载效应标准组合下，作用于桩基承台底面的水平力；

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

n ——桩基中的桩数。

5.1.2 对于主要承受竖向荷载的抗震设防区低承台桩基，在同时满足下列条件时，桩顶作用效应计算可不考虑地震作用：

1 按国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 规定可不进行桩基抗震承载力验算的建构筑物；

2 建筑场地位于建筑抗震的有利地段。

5.2 桩基竖向承载力计算

5.2.1 桩基竖向承载力计算应符合下列要求：

1 荷载效应标准组合：

轴心竖向力作用下

$$N_k \leq R \quad (5.2.1-1)$$

偏心竖向力作用下除满足上式外，尚应满足下式的要求：

$$N_{kmax} \leq 1.2R \quad (5.2.1-2)$$

2 地震作用效应和荷载效应标准组合：

轴心竖向力作用下

$$N_{Ek} \leq 1.25R \quad (5.2.1-3)$$

偏心竖向力作用下，除满足上式外，尚应满足下式的要求：

$$N_{Ekmax} \leq 1.5R \quad (5.2.1-4)$$

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；

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；

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;

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;

R ——基桩或复合基桩竖向承载力特征值。

5.2.2 单桩竖向承载力特征值 R_a 应按下式确定:

$$R_a = \frac{1}{K} Q_{uk} \quad (5.2.2)$$

式中: Q_{uk} ——单桩竖向极限承载力标准值;

K ——安全系数,取 $K=2$ 。

5.2.3 存在承台效应的复合基桩竖向承载力特征值计算可按现行《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的有关规定执行。

5.3 单桩竖向极限承载力计算

I 一般规定

5.3.1 设计采用的单桩竖向极限承载力标准值应符合下列规定:

1 设计等级为乙级的桩基,当工程、水文地质条件复杂时,应通过单桩静载试验确定;

2 当地质条件简单时,可参照地质条件相近的试桩资料,或结合静力触探等原位测试结果和经验参数综合确定;

3 设计等级为丙级的桩基,可根据原位测试和经验参数方法确定。

II 经验参数法

5.3.2 当根据土的物理指标与承载力参数之间的经验关系确定地螺丝微型钢管桩单桩竖向极限承载力标准值时,宜按下列公式

估算:

1 连续螺纹型桩

$$Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{pk} = u \sum \beta_{si} q_{sik} l_i + q_{pk} A_p \quad (5.3.2-1)$$

2 非连续大叶片型桩

$$Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{pk} = u \sum q_{sik} l_i + \sum \alpha_p q_{pik} A_{pi} \quad (5.3.2-2)$$

式中: Q_{uk} ——单桩竖向极限承载力标准值;

Q_{sk} ——单桩总极限侧阻力标准值;

Q_{pk} ——单桩总极限端阻力标准值;

q_{sik} ——桩侧第 i 层土的极限侧阻力标准值, 如无当地经验时, 可按本标准附录 E 取值;

q_{pk} 、 q_{pik} ——分别为连续螺纹型桩和非连续大叶片型桩极限端阻力标准值, 如无当地经验时, 可按本标准附录 E 取值;

u ——桩身周长;

A_p ——桩端外围面积;

A_{pi} ——非连续大叶片型桩第 i 个大叶片投影面积, 自桩端向上第 1 个大叶片投影面积包含钢管面积, 其余均为扣除钢管面积后的大叶片投影面积;

l_i ——桩位于第 i 层土的长度, 不包含桩锥端;

β_{si} ——连续螺纹型桩第 i 层土的桩侧极限侧阻力标准值的修正系数, 可根据工程经验确定, 无经验时, 对于直杆段取 1; 连续螺纹段可按表 5.3.2 取值, 可根据现场单桩静载试验结果或当地的试桩资料进行验证和调整;

α_p ——非连续大叶片底极限端阻力标准值修正系数, 单个大叶片时, 宜取 0.40 ~ 0.60; 桩身设置多个大叶片时, 宜取 0.25 ~ 0.40; 叶片数量多时取低值。

表 5.3.2 桩侧极限侧阻力标准值的修正系数 β_{si}

土类	β_{si}
填土	1.05 ~ 1.10
粉土	1.20 ~ 1.50
黏性土	1.15 ~ 1.30
砂土	1.10 ~ 1.30
角砾、圆砾	1.20 ~ 1.35
碎石、卵石	1.10 ~ 1.35
全风化岩	1.20 ~ 1.40
强风化岩	1.25 ~ 1.40

注：上表 β_{si} 值根据密实程度取值，松散状时取低值，密实状时取高值。

III 静力触探法

5.3.3 当根据双桥探头静力触探资料确定地螺丝微型钢管桩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，可按下列公式估算：

1 连续螺纹型桩

$$Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{pk} = u \sum \beta_{si} \beta_{fi} f_{si} l_i + \alpha_{p1} q_c A_p \quad (5.3.3-1)$$

2 非连续大叶片型桩

$$Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{pk} = u \sum \beta_{fi} f_{si} l_i + \sum \alpha_{pi} \alpha_{qi} q_{ci} A_{pi} \quad (5.3.3-2)$$

式中： Q_{uk} ——单桩竖向极限承载力标准值；

Q_{sk} ——单桩总极限侧阻力标准值；

Q_{pk} ——单桩总极限端阻力标准值；

f_{si} ——桩侧第 i 层土的平均侧阻力 (kPa)；

q_c ——连续螺纹型桩桩端平面上、下探头阻力,取桩端平面(桩锥端)以上 $4d$ 范围内按土层厚度的探头阻力加权平均值(kPa),然后再与桩端以下 $1d$ 范围内按土层厚度的探头阻力加权平均值进行平均(kPa);

q_{ci} ——非连续大叶片型桩叶片平面上、下探头阻力,取叶片平面以上 $4d$ 范围内按土层厚度的探头阻力加权平均值(kPa),然后再于叶片平面以下 $1d$ 范围内的探头阻力进行平均(kPa);

β_i ——第 i 层土桩侧阻力综合修正系数;黏性土、粉土: $\beta_i = 10.04 (f_{si})^{-0.55}$;砂土: $\beta_i = 5.05 (f_{si})^{-0.45}$;

u ——桩身周长;

A_p ——桩端外围面积;

A_{pi} ——非连续大叶片型桩第 i 个大叶片投影面积,自桩端向上第 1 个大叶片投影面积包含钢管面积,其余均为扣除钢管面积后的大叶片投影面积;

l_i ——桩位于第 i 层土的长度,不包含桩锥端;

β_{si} ——连续螺纹型桩第 i 层土的桩侧极限侧阻力标准值的修正系数,可根据工程经验确定,无经验时,对于直杆段取 1;连续螺纹段可根据表 5.3.2 取值,可根据现场单桩静载试验结果或当地的试桩资料进行验证和调整;

α_{pl} ——连续螺纹型桩桩端阻力修正系数,黏性土、粉土取 $2/3$,饱和砂土取 $1/2$ 。

α_p ——非连续大叶片底极限端阻力标准值修正系数,单个大叶片时,宜取 $0.40 \sim 0.60$;桩身设置多个大叶片时,宜取 $0.25 \sim 0.40$;叶片数量多时取低值。

5.4 特殊条件下桩基竖向承载力计算

I 软弱下卧层验算

5.4.1 对于桩距不超过 6d 的群桩基础,桩端持力层下存在承载力低于桩端持力层承载力 1/3 的软弱下卧层时,需进行软弱下卧层验算。对于矩形基础,软弱下卧层验算应根据现行《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的有关规定计算确定;对于条形基础可按下式计算:

$$\sigma_z + \gamma_m z \leq f_{az} \quad (5.4.1-1)$$

条形基础($\frac{A_0}{B_0} \geq 10$)

$$\sigma_z = \frac{(F_k + G_k) - 3/2 \cdot \sum q_{sik} l_i}{(B_0 + 2t \cdot \tan \theta)} \quad (5.4.1-2)$$

式中: σ_z ——作用于软弱下卧层顶面的附加应力;

γ_m ——软弱下卧层顶面以上各土层的重度(地下水位以下取浮重度)按厚度加权平均值;

f_{az} ——软弱下卧层经深度修正后的地基承载力特征值;

F_k ——按荷载效应标准组合计算的作用于承台顶面的竖向力,条形基础为每延长米数量;

G_k ——桩基承台和承台上土自重标准值,条形基础为每延长米数量;

z ——桩基承台底面至软弱下卧层顶面的距离;

t ——硬持力层厚度;

A_0 、 B_0 ——群桩外缘矩形底面的长、短边边长;

q_{sik} ——桩侧第 i 层土的极限侧阻力标准值,如无当地经验时,可按本标准附录 E 取值;

θ ——桩端硬持力层压力扩散角,按表 5.4.1 取值。

表 5.4.1 桩端硬持力层压力扩散角 θ

E_{s1}/E_{s2}	$t = 0.25B_0$	$t \geq 0.5B_0$
1	4°	12°
3	6°	23°
5	10°	25°
10	20°	30°

注:1 E_{s1} 、 E_{s2} 为硬持力层、软弱下卧层的压缩模量;

2 当 $t < 0.25B_0$ 时,取 $\theta = 0^\circ$,必要时宜通过试验确定;当 $0.25B_0 < t < 0.5B_0$ 时,可内插取值;条形基础按单位长度计算,长度方向取 $\theta = 0^\circ$ 。

II 负摩阻力计算

5.4.2 符合下列条件之一的桩基,当桩周土层产生的沉降超过基桩的沉降时,在计算基桩承载力时应计入桩侧负摩阻力:

1 桩穿越较厚松散填土、欠固结土、液化土层进入相对较硬土层时;

2 桩周存在软弱土层,邻近桩侧地面承受局部较大的长期荷载,或地面大面积堆载(包括填土)时;

3 由于降低地下水位,使桩周土有效应力增大,并产生显著压缩沉降时。

5.4.3 桩周土沉降可能引起桩侧负摩阻力时,应根据工程具体情况考虑负摩阻力对桩基承载力和沉降的影响;当缺乏工程经验时,可按下列规定验算。

1 对于摩擦型基桩可取桩身计算中性点以上侧阻力为零,并可按下式验算基桩承载力:

$$N_k \leq R_a \quad (5.4.3-1)$$

2 对于端承型基桩除应满足上式要求外,尚应考虑负摩阻力引起基桩的下拉荷载 Q_g^n ,并可按下式验算基桩承载力:

$$N_k + Q_g^n \leq R_a \quad (5.4.3-2)$$

3 当土层不均匀或建构筑物对不均匀沉降较敏感时,尚应将

负摩阻力引起的下拉荷载计入附加荷载验算桩基沉降。

4 负摩阻力验算时,基桩的竖向承载力特征值只计中性点以下部分侧阻值及端阻值。

5.4.4 桩侧负摩阻力及其引起的下拉荷载,当无实测资料时应根据现行《建筑桩基技术规范》JGJ 94 有关规定计算确定。

5.4.5 地螺丝微型钢管桩中性点以上地层内不得设置螺纹或大叶片。

III 湿陷性黄土地区桩基计算

5.4.6 湿陷性黄土或由湿陷性黄土构成的未消除湿陷性的填土地基,地螺丝微型钢管桩计算除应满足本标准 5.1 ~ 5.3 节规定外,尚应符合下列要求:

1 地螺丝微型钢管桩位于自重湿陷性地层或由湿陷性黄土构成的未消除湿陷性的填土地层内时,不得设置螺纹或大叶片;

2 湿陷性黄土场地设计等级为乙级的桩基,其桩端应穿透湿陷性黄土层,并选择压缩性较低的岩土层作为桩端持力层;

3 基底湿陷性黄土层厚度不小于 10m 时,单桩竖向承载力特征值应通过单桩竖向静载荷浸水试验确定;基底湿陷性黄土层厚度小于 10m 或单桩竖向静载荷浸水试验确有困难时,单桩竖向承载力特征值可按有关经验公式和本标准 5.4.7、5.4.8 条规定进行估算。

5.4.7 在非自重湿陷性黄土场地,计算单桩竖向承载力特征值时,应根据本标准公式(5.2.2)、(5.3.2-1)和(5.3.2-2)计算,湿陷性黄土层内的桩长部分可取桩周土在饱和状态下的正侧阻力。

5.4.8 在自重湿陷性黄土或由湿陷性黄土构成的未消除湿陷性的填土地场,单桩竖向极限承载力标准值的计算除不应计中性点深度以上黄土层的正侧阻力外,尚应扣除桩侧的负摩阻力,可按下式估算:

1 连续螺纹型桩

$$Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{pk} = u \sum \beta_{si} q_{sik} l_i + q_{pk} A_p - 2u \bar{q}_{sa} z \quad (5.4.8-1)$$

2 非连续大叶片型桩

$$Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{pk} = u \sum q_{sik} l_i + \sum \alpha_p q_{pik} A_{pi} - 2u \bar{q}_{sa} z \quad (5.4.8-2)$$

式中: z ——桩在自重湿陷性黄土层的长度(中性点以上);

$\bar{q}_{sa}$ ——自重湿陷性黄土层桩侧平均负摩阻力特征值,无场地负摩阻力实测资料时,可按表 5.4.9 中的数值估算;

l_i ——桩位于第 i 层土的长度,不包含桩锥端及桩在自重湿陷性黄土层的长度(中性点以上);其余符号意义与本标准 5.3.2 条相同。

5.4.9 自重湿陷性黄土地层地螺丝微型钢管桩桩侧负摩阻力特征值宜通过现场浸水试验测定,无场地负摩阻力实测资料时,可按表 5.4.9 中的数值估算。

表 5.4.9 桩侧平均负摩阻力特征值 $\bar{q}_{sa}$ (kPa)

自重湿陷量计算值或实测值 (mm)	$\bar{q}_{sa}$
70 ~ 200	15
> 200	20

5.4.10 中性点深度可按下列原则确定:

- 1 单桩竖向静载荷浸水试验实测;
- 2 浸水饱和条件下,取桩周湿陷土层沉降与桩身沉降相等的深度;
- 3 取自重湿陷性黄土层底面深度;
- 4 根据建筑使用年限内场地水环境变化研究结果结合场地黄土湿陷性条件综合确定;

5 有经验的地区,可根据当地经验结合场地黄土湿陷性条件综合确定。

5.5 桩基竖向抗拔承载力计算

5.5.1 承受上拔力的地螺丝微型钢管桩基础,应按下列公式分别验算群桩基础呈非整体破坏和呈整体破坏时基桩的抗拔承载力:

$$N_k \leq T_{uk}/2 + G_p \quad (5.5.1-1)$$

$$N_k \leq T_{gk}/2 + G_{gp} \quad (5.5.1-2)$$

式中: N_k ——按荷载效应标准组合计算的基桩拔力;

T_{uk} ——群桩呈非整体破坏时基桩的抗拔极限承载力标准值,可按本标准第 5.5.2 条确定;

T_{gk} ——群桩呈整体破坏时基桩的抗拔极限承载力标准值,可按本标准第 5.5.2 条确定;

G_p ——基桩自重,地下水位以下取浮重度。

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

5.5.2 群桩基础及其基桩的抗拔极限承载力的确定应符合下列要求:

1 对于设计等级乙级建筑桩基,基桩的抗拔极限承载力应通过现场单桩上拔静载荷试验确定。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《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 执行。

2 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列式计算:

① 连续螺纹型桩

$$T_{uk} = u \sum \lambda_i \beta_{si} q_{sik} l_i \quad (5.5.2-1)$$

② 非连续大叶片型桩

$$T_{uk} = T_{uk1} + T_{uk2} = u \sum \lambda_i q_{sik} l_i + \sum \lambda_i q_{sik} U_i L_i \quad (5.5.2-2)$$

式中: T_{uk} ——基桩抗拔承载力标准值;

T_{uk1} ——非连续大叶片型桩桩身直杆段抗拔极限承载力标准值;

T_{uk2} ——非连续大叶片型桩大叶片段抗拔极限承载力标准值;

U_i ——非连续大叶片型桩大叶片周长;

λ_i ——抗拔系数,可按表 5.5.2 取值;

L_i ——非连续大叶片型桩桩身大叶片侧摩阻力的计算长度,取其最下部叶片与上部叶片间距和 $5D$ (D 为大叶片直径)两者中的较小值,不考虑第三个叶片等的作用。
其余符号意义与本标准 5.3.2 条相同。

表 5.5.2 抗拔系数 λ

土类	λ
砂土	0.50 ~ 0.70
黏性土、粉土	0.70 ~ 0.80

注:桩长与桩径之比小于 20 时,表中所列抗拔系数取小值。

2) 群桩呈整体破坏时,基桩的抗拔极限承载力标准值可按
下式计算:

$$T_{gk} = \frac{1}{n} U_l \sum \lambda_i q_{sik} l_i \quad (5.5.2-3)$$

式中: U_l ——桩群外围周长;

n ——总桩数;

其余符号意义同上。

5.5.3 季节性冻土上轻型建筑的短桩基础,按下列公式验算群桩基础呈非整体破坏和呈整体破坏时其抗冻拔稳定性:

$$\eta_f q_f u z_0 \leq T_{uk}/2 + N_G + G_p \quad (5.5.3-1)$$

$$\eta_f q_f u z_0 \leq T_{gk}/2 + N_G + G_{gp} \quad (5.5.3-2)$$

式中: T_{uk} ——标准冻深线以下单桩抗拔极限承载力标准值,可按本标准计算公式(5.5.2-1)及(5.5.2-2)确定;

其余参数意义及取值应根据现行《建筑桩基技术规范》JGJ 94—2008 第5.4.7条规定确定。

5.5.4 膨胀土上轻型建筑的短桩基础,按下列公式验算群桩基础呈非整体破坏和呈整体破坏时其抗拔稳定性:

$$u \sum q_{ei} l_{ei} \leq T_{uk}/2 + N_G + G_p \quad (5.5.4-1)$$

$$u \sum q_{ei} l_{ei} \leq T_{gk}/2 + N_G + G_{gp} \quad (5.5.4-2)$$

式中: T_{gk} ——群桩呈整体破坏时,大气影响急剧层下稳定土层中基桩抗拔极限承载力标准值,可按本标准计算公式(5.5.2-3)确定。其余参数意义及取值应根据现行《建筑桩基技术规范》JGJ 94—2008 第5.4.8条规定确定。

5.6 桩基抗震计算

I 一般规定

5.6.1 地螺丝微型钢管桩抗震设计应符合下列规定:

- 1 同一结构单元的基础,不宜设置在性质截然不同的地基上;
- 2 同一结构单元,不宜采用不同的基础型式;
- 3 地基为软弱土、液化土、新近填土或工程性质差异显著、属于严重不均匀土时,应估计地震时地基不均匀沉降或其他不利影

响,并采取相应措施;

4 建筑基础与土质边坡、软质岩石边坡及强风化岩石边坡的边缘应留有足够距离,其值应根据考虑地震作用时稳定性计算结果确定;

5 地螺丝微型钢管桩位于液化、震陷土层内部分不应设置螺旋纹及大叶片。

6 地螺丝微型钢管桩抗震设计,除满足本标准规定外,尚应满足现行《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《建筑抗震设计规程》DB62/T 3055、《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的有关规定。

II 液化效应

5.6.2 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 1.5m、1.0m 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 ψ_l 计算单桩极限承载力标准值。当承台底面上、下非液化土层厚度小于以上规定时,土层液化影响折减系数 ψ_l 取 0;土层液化影响折减系数 ψ_l 应根据现行《建筑桩基技术规范》JGJ 94—2008 第 5.3.12 条规定确定。

5.6.3 对于桩穿越液化土层进入相对较硬土层时,计算桩基承载力时尚应计入桩侧负摩阻力。

III 湿陷性黄土地区抗震设计

5.6.4 位于湿陷性黄土地区的地螺丝微型钢管桩,当桩身周围黄土层存在震陷或液化时,其设计应满足现行《建筑抗震设计规范》GB 50011、《建筑抗震设计规程》DB62/T 3055 的有关规定。

5.6.5 湿陷性黄土地区地螺丝微型钢管桩抗震设计应符合下列要求:

1 黄土地基上地螺丝微型钢管桩抗震设计应考虑新黄土震陷和饱和新黄土液化两种情况,基桩应有可靠持力层。当桩间距小于等于 $2.5d$ 时,可不考虑震陷和液化产生的负摩阻力;

2 新黄土震陷场地上的地螺丝微型钢管桩,应依据建构筑物的的重要性及震陷的破坏程度区别对待,进行桩基的抗震设计,其抗震设计原则应按《建筑抗震设计规程》DB62/T 3055—2020 表 4.3.3-1 执行;

3 饱和新黄土液化场地上的地螺丝微型钢管桩,应根据建构筑物的的重要性及液化程度的分级区别对待进行桩基的抗震设计,其抗震设计应根据《建筑抗震设计规程》DB62/T 3055—2020 表 4.3.3-2 执行。

5.6.6 位于湿陷性黄土地层的地螺丝微型钢管桩,当桩周黄土层存在震陷或液化,且根据规范规定进行抗震验算时,应依据现行《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《建筑抗震设计规程》DB62/T 3055 有关规定进行抗震验算。

5.7 桩基沉降计算

5.7.1 本标准 3.1.8 所列情况下的地螺丝微型钢管桩基础需进行沉降计算,沉降变形计算值不得大于桩基沉降变形允许值,桩基沉降变形允许值根据《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定确定。

5.7.2 桩基沉降变形可用下列指标表示:

- 1 沉降量;
- 2 沉降差;
- 3 整体倾斜:建构筑物桩基础倾斜方向两端点的沉降差与其距离之比值;
- 4 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。

5.7.3 计算桩基沉降变形时,桩基变形指标应按下列规定选用:

1 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;

2 对于多层建筑和高耸结构应由整体倾斜值控制;

3 当其结构为框架、框架-剪力墙结构时,尚应控制柱(墙)之间的差异沉降;

4 必要时应控制平均沉降量。

5.7.4 地螺丝微型钢管桩沉降计算应根据现行《建筑地基基础设计规范》GB 50007 和《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的相关规定执行。

5.7.5 对本标准 3.1.8 条规定应进行沉降计算的桩基,应进行沉降观测直至沉降稳定。

5.8 桩基水平承载力计算

I 单桩基础

5.8.1 受水平荷载的一般建构筑物地螺丝微型钢管桩单桩基础和群桩中基桩应满足下式要求:

$$H_{ik} \leq R_h \quad (5.8.1)$$

式中: H_{ik} ——荷载效应标准组合下,作用于第*i*根基桩桩顶处的水平力;

R_h ——单桩基础或群桩中基桩的水平承载力特征值,对于单桩基础,可取单桩的水平承载力特征值 R_{ha} 。

5.8.2 地螺丝微型钢管桩单桩的水平承载力特征值的确定应符合下列要求:

1 对受水平荷载较大的设计等级为乙级的建筑桩基,单桩水平承载力特征值应通过单桩水平静载试验确定(湿陷性黄土地区

应为浸水饱和状态), 试验方法可按现行《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 执行;

2 可根据静载试验结果取地面处水平位移为 10mm(对于水平位移敏感的建构筑物取水平位移 6mm)所对应的荷载的 75% 为单桩水平承载力特征值;

3 当桩的水平承载力由水平位移控制,且缺少单桩水平静载试验资料时,可按下式估算单桩水平承载力特征值:

$$R_{ha} = 0.75 \frac{\alpha^3 EI}{v_x} \chi_{oa} \quad (5.8.2-1)$$

$$I = \frac{\pi}{64} (d^4 - d_1^4) \quad (5.8.2-2)$$

式中: EI ——桩身抗弯刚度;

E ——钢材的弹性模量,应根据《钢结构设计标准》(GB 50017)取值;

I ——钢管桩截面惯性矩,根据式(5.5.8-2)计算确定;

α ——桩的水平变形系数,按本标准第 5.8.4 条确定;

d 、 d_1 ——分别为桩的外部直径、内部直径;

χ_{oa} ——桩顶允许水平位移,取 10mm,对于水平位移敏感的建构筑物取 6mm;

v_x ——桩顶水平位移系数,按表 5.8.2 取值,当单桩基础和单排桩基纵向轴线与水平力方向垂直时,按桩顶铰接考虑。

表 5.8.2 桩顶水平位移系数

桩顶约束情况	桩的换算埋深(αh)	v_x
铰接、自由	4.0	2.441
	3.5	2.502
	3.0	2.727
	2.8	2.905
	2.6	3.163
	2.4	3.526

续表 5.8.2

桩顶约束情况	桩的换算埋深(αh)	v_x
固结	4.0	0.940
	3.5	0.970
	3.0	1.028
	2.8	1.055
	2.6	1.079
	2.4	1.095

注: h 为桩的入土长度; 当 $\alpha h > 4$ 时, 取 $\alpha h = 4$ 。

II 群桩基础

5.8.3 受水平荷载的一般建构筑物地螺丝微型钢管桩群桩基础, 不含水平力垂直于单排桩基纵向轴线和力矩较大的情况, 其桩水平承载力特征值应考虑由承台、桩群、土相互作用产生的群桩效应, 其水平承载力验算应根据现行《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的相关规定计算确定。

5.8.4 桩的水平变形系数 α 和地基土水平抗力系数的比例系数 m 可按下列规定确定:

1 桩的水平变形系数 α (1/m):

$$\alpha = \left(\frac{mb_0}{EI} \right)^{\frac{1}{5}} \quad (5.8.4)$$

式中: m ——承台侧向土水平抗力系数的比例系数, 当无试验资料时可按表 5.8.4 取值;

b_0 ——桩身的计算宽度 (m), $b_0 = 0.9(1.5d + 0.5)$;

EI ——桩身抗弯刚度, 按本标准式 (5.8.2-2) 计算。

2 地基土水平抗力系数的比例系数 m , 宜通过单桩水平静载试验确定, 当无静载试验时, 可按表 5.8.4 取值。

表 5.8.4 地基土水平抗力系数的比例系数

序号	地基土类别	m (MN/m ⁴)	相应单桩在地面处 水平位移 (mm)
1	淤泥;淤泥质土;饱和湿陷性黄土	2.0 ~ 4.5	10
2	流塑、软塑状黏性土;松散粉土; 松散粉细砂;松散或稍密填土	4.5 ~ 6.0	10
3	可塑状黏性土;湿陷性黄土; 稍密粉土;中密填土;稍密粉砂	6.0 ~ 10	10
4	硬塑、坚硬状黏性土;中密或密实粉土; 中密中粗砂;密实老填土	10 ~ 22	10

注:1 当桩顶位移大于 10mm 时, m 值宜适当降低;反之,可适当提高;

2 当水平荷载为长期荷载时,应将表列数值乘以 0.4 后采用;

3 当地基为可液化土层时,应将表列数值乘以土层液化影响折减系数 ψ_l 。

5.9 桩身承载力计算

5.9.1 地螺丝微型钢管桩正截面受压承载力应按下式计算:

$$N \leq f A_{ps} \quad (5.9.1-1)$$

$$A_{ps} = \frac{1}{4} \pi (d^2 - d_1^2) \quad (5.9.1-2)$$

式中: N ——荷载效应基本组合下的桩顶轴向压力设计值;

f ——钢材的抗压、抗拉及抗弯强度设计值,根据《钢结构设计标准》GB 50017 取值;

A_{ps} ——桩身直管段管壁净截面积;

d 、 d_1 ——分别为桩的外部直径、内部直径, $d_1 = d - 2t$, t 为管壁厚度。

5.9.2 地螺丝微型钢管桩正截面受拉承载力应按下式计算:

$$N \leq f A_{ps} \quad (5.9.2-1)$$

式中: N ——荷载效应基本组合下的桩顶轴向拉力设计值。

5.9.3 地螺丝微型钢管桩应与承台间有效连接,桩采用钢筋与混凝土承台进行锚固连接时,连接钢筋锚固段长度应按《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑地基基础设计规范》GB 50007、《建筑桩基技术规范》JGJ 94、《钢结构通用规范》GB 55006、《钢结构设计标准》GB 50017 确定,且应满足本标准 4.2.2 条规定。有抗震要求的锚固长度还需满足《建筑抗震设计规范》GB 50011 及相关行业抗震规范的要求。

$$N \leq f'_y A_{ys} \quad (5.9.3-1)$$

式中: N ——荷载效应基本组合下的桩顶轴向拉力设计值;

f'_y ——钢筋的抗力强度设计值;

A_{ys} ——抗拔桩连接钢筋截面积。

5.9.4 地螺丝微型钢管桩螺纹和大叶片厚度应满足抗拔或抗压时所形成的弯应力和剪应力。

5.10 承台计算

5.10.1 地螺丝微型钢管桩承台构造及计算应满足《建筑地基基础设计规范》GB 50007、《建筑桩基技术规范》JGJ 94、《钢结构通用规范》GB 55006、《钢结构设计标准》GB 50017 等规定。

6 桩基施工

6.1 一般规定

- 6.1.1 桩基工程施工前,应编制施工组织设计或专项施工方案。
- 6.1.2 桩基工程施工应采取保证工程安全、人身安全、周边环境安全与劳动防护、绿色施工的技术措施与管理措施。
- 6.1.3 桩基工程施工应根据设计要求或工程施工安全的需要,对涉及施工安全、周边环境安全,以及可能对人身财产安全造成危害的对象或被保护对象进行工程监测。
- 6.1.4 桩施工前应先进行试桩,确定施工过程中的各项质量控制参数是否与设计文件要求相符;当设计有要求或地质条件复杂时,施工前应进行试验桩检测,确定单桩极限承载力,同一条件下试桩试桩数量不应少于3根。
- 6.1.5 桩基施工应根据现场施工条件、地层情况、桩型、桩长,选择适宜的施工设备。施工设备应有足够的功率、强度、刚度和稳定性,并能同时提供设计要求的挤压力和扭矩。
- 6.1.6 成桩设备就位后,必须平整、稳固,保证在成桩过程中不发生倾斜和偏移,施工过程应进行观测记录。湿陷性黄土场地施工,尚应符合下列要求:
- 1 成桩设备应处于稳定地基上,应做好防排水设施,避免浸水沉陷造成地基变形、成桩机具发生偏移、孔位偏移或倾斜;
 - 2 孔口可埋设护筒,用来固定、导向桩基钻进并隔离地面水,保护孔口地面不发生变形;
 - 3 雨季施工,做好防汛工作,防止地表水流入造成桩位偏移。

6.1.7 桩基的成桩控制深度应符合下列要求：

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

2 端承型桩：必须保证桩端进入持力层的设计深度。

3 施工时，桩基深度达到设计要求时持力层判定，应依据岩土勘察报告和施工电流（扭矩）双控制。

6.1.8 地螺丝微型钢管桩施工中应合理安排施工工序、控制成桩速率，减小成桩挤土效应对临近建（构）筑物、道路和地下管线所产生的不利影响。

6.1.9 地螺丝微型钢管桩施工允许偏差应符合表 6.1.9 的要求。

表 6.1.9 成桩施工允许偏差

垂直度 允许偏差（%）	桩位允许偏差（mm）	
	1 根 ~ 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
不大于 1	$d/6$ 且不大于 50	$d/4$ 且不大于 70

6.1.10 用于施工质量检测的仪表、器具的技术性能指标，应符合国家现行相关标准的规定。

6.2 桩基施工

6.2.1 地螺丝微型钢管桩施工前应具备下列资料：

1 岩土工程详勘报告；

2 桩基工程施工图及图纸会审纪要；

3 地螺丝微型钢管桩及其配套材料的出厂合格证和试验报告；

4 施工场地和临近区域地下管线、地下构筑物、对施工敏感建构筑物等的调查资料；

- 5 施工机械及其配套设备的技术性能资料;
 - 6 桩基工程的施工组织设计;
 - 7 荷载、施工工艺的试验参考资料。
- 6.2.2 应根据地层、桩长、作业空间等综合确定桩基施工机具及施工工艺。
- 6.2.3 施工前应组织技术交底及图纸会审,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。
- 6.2.4 基桩轴线的控制点和水准点应设在不受施工影响的地方,开工前,经复核无误后应妥善保护,施工中应定期复测。
- 6.2.5 通过施工组织设计,制定完善的工程质量管理措施和质检标准,对人、机、料进行合理的安排与配置。
- 6.2.6 成桩机械必须经检查合格后,方可使用,不得使用不合格机械。施工过程中必须定期检查成桩机械,确保完好和使用安全。
- 6.2.7 施工顺序应符合下列要求:
- 1 群桩施工宜由内向外或由一侧向另一侧的顺序施工;
 - 2 软土地区中心距小于 $4d$ 的排桩或群桩基础同一承台下的基桩,施工顺序宜采用跳桩或对角线成桩;
 - 3 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方可施工;
 - 4 临近既有建(构)筑物及地下管线场地时,宜从邻近建(构)筑物及地下管线侧开始由近至远施工。
- 6.2.8 桩基施工流程宜按图 6.2.8 的流程进行。
- 6.2.9 施工场地准备应符合下列要求:
- 1 施工前应对现场进行调查,核查地下构筑物及管线位置,会同有关单位采取相应保护措施,确保施工不对其产生影响;
 - 2 施工场地应进行适当平整处理,并设置完善的集排水设施;
 - 3 桩基施工现场临时设施应在开工前准备就绪;

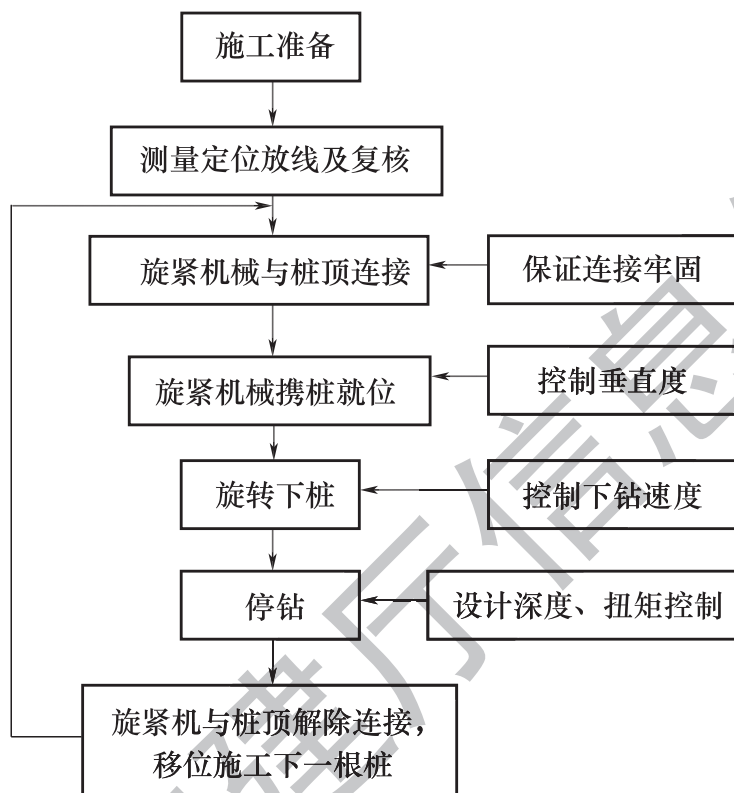


图 6.2.8 桩基施工流程图

- 4 施工机械作业不得进入电力线路的安全施工限制区；
- 5 桩基施工作业区应设置明显的施工警示标志,严禁与施工无关人员、车辆进入。

6.2.10 施工过程应符合下列要求：

- 1 施工机具与桩接头的连接强度应进行验算,并采用稳固、合理的连接方式,连接接头在施工过程中不应产生连接端板变形、螺栓剪断或焊缝产生裂纹等损伤；
- 2 桩基施工前应对桩位进行定位放线,桩位放线允许偏差为 10mm；
- 3 在螺纹或叶片开始进入预定持力层时,应控制桩体下降速度和旋转速度,宜使每转一圈下入一个螺距或叶片；
- 4 桩旋转钻进中,出现卡钻、钻进困难或桩位偏移、倾斜时,

应停止施工,查明原因并采取相应处理措施后方可继续作业;

5 当钻进过程遇到建筑垃圾、块石或卵石,难以钻进时,应进行触探,并应清除桩位处障碍物;

6 成桩过程中应观察每根桩施工过程中的各项控制参数,当发现实际地质条件与设计文件不符时,应立即停止施工,并与相关方联系查明原因,采取必要的处理措施后方可继续作业。

6.2.11 施工成桩控制深度应符合本标准 6.1.7 条规定。

6.2.12 用于腐蚀性地区的桩基,应按设计要求进行防腐蚀处理。

6.2.13 桩的焊接应符合下列要求:

- 1 必须清除接桩部位的浮锈、油污等脏物,保持干燥;
- 2 下节桩旋入过程产生损坏或变形的部分应割除后再进行焊接;
- 3 上、下节桩焊接时应校正垂直度,对口的间隙宜为2mm ~ 3mm;
- 4 焊丝或焊条应烘干;
- 5 焊接应对称进行;
- 6 应采用多层焊,桩各层焊缝的接缝应错开,焊渣应清除;
- 7 当气温低于0℃或雨雪天及无可靠措施保证焊接质量时,不得焊接;
- 8 每个接头焊接完毕,应冷却后方可旋进;
- 9 焊接质量应符合现行标准《钢结构焊接规范》GB 50661、《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定。每根桩应进行外观检查,应按接头总数的5%进行超声或2%进行X射线拍片检查,对于同一工程,探伤抽样检验不得少于3个接头。

6.2.14 采用其他接桩方式时,应满足相关规范规定。

6.2.15 桩基施工过程中的各种数据应有完整的记录,可按照本标准附录 G 进行记录。

6.2.16 桩基承台施工应满足相关行业规范规定。

6.3 安全施工

6.3.1 地螺丝微型钢管桩工程在施工过程中,应遵守国家及所在地相应的安全施工方面法律法规的规定。

6.3.2 地螺丝微型钢管桩工程施工应贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针。

6.3.3 施工场地的规划和临时设施的设置应满足安全施工的要求。

6.3.4 地螺丝微型钢管桩工程施工所使用的机械、设备和工具,应定期检查或检验,使其保持良好的工作状态。

6.3.5 施工作业人员应进行上岗前的体检和安全培训,作业时遵守各项安全操作技术规程。

6.3.6 施工开工前应对施工作业人员进行安全技术交底。

6.3.7 施工现场的用电安全应符合现行《建设工程施工现场供用电安全规范》GB 50194 和现行《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的有关规定。

6.3.8 雨期施工作业时应采取防洪、防雨、排水及防雷电的安全防护措施。

6.3.9 夏季施工时,应采取防冻、防滑的安全防护措施。

6.3.10 冬季施工时,应采取防暑降温措施,作业宜避开高温时段。

6.3.11 沟谷、临近山坡地段施工现场应采取防滑坡、塌方、泥石流等不良地质作用的防护措施。

6.3.12 在高原、高寒、沙漠等地区进行地螺丝微型钢管桩工程的施工时,应根据环境和气候特点采取相应的特殊安全技术措施。

6.3.13 地螺丝微型钢管桩施工安全除本标准规定外,尚应符合《安全防范工程通用规范》GB 55029、《建筑与市政施工现场安全

卫生与职业健康通用规范》GB 55034、《建筑施工安全技术统一规范》GB 50870 等有关规定。

6.4 环境保护

6.4.1 地螺丝微型钢管桩工程在施工过程中,应遵守国家及所在地相应的环境保护方面法律法规的规定。

6.4.2 地螺丝微型钢管桩工程的施工应遵循“预防为主、防治结合、综合治理”的环境保护原则。

6.4.3 对在施工中可能对环境造成的不利影响,制订具体的预防方案。

6.4.4 施工过程应减少对生态环境的改变,降低对环境的污染。

6.4.5 施工过程中应实施文明施工,工程完成后,应及时清理各种施工垃圾。

6.4.6 地螺丝微型钢管桩工程环境保护目标应符合下列规定:

- 1 施工场所噪声及扬尘污染应按国家标准执行;
- 2 污染物排放应达标;
- 3 确保违规文件为零。

6.4.7 噪声控制措施应符合下列规定:

1 加强施工机械的管理,注意保养和正常操作,使噪声维持在其最低声级水平,对使用的工程机械和运输车辆加强维修保养,降低噪声;

2 施工场地邻近居住场所时,施工车辆应减速慢行,不鸣喇叭;应合理安排施工作业时间,午休及夜间不应进行桩基施工;

3 适当控制机械布置密度,条件允许时拉开一定距离,避免机械过于集中形成噪声叠加。

6.4.8 大气环境保护措施应符合下列规定:

- 1 在设备选型时选择低污染设备;
- 2 施工材料如有漏失,应及时清扫干净,保持施工场地整洁;

3 减少烟尘排放。

6.4.9 生态环境保护措施应符合下列规定：

1 保护植被,对施工界限内、外的植被、树木等尽量维持原状。如确因施工需要砍伐树木和其他经济作物时,应事先征得环境保护和水土保持部门、所有者和业主的批示同意,严禁乱砍乱伐;

2 工程完工后,应及时彻底进行现场清理,并按设计要求采用植被覆盖或其他处理措施;

3 对有害物质按规定处理后,运至指定地点进行掩埋;

4 在施工现场和生活区设置足够的临时卫生设施,经常进行卫生清理;

5 运输车辆做好防止漏失措施,以防物料污染环境。

6.4.10 水资源环境保护措施应符合下列规定：

1 靠近水源地施工,应避免施工过程对水源地的污染;

2 清洗机械、施工设备的废水严禁直接排入江河,禁止机械在运转中产生的油污未经处理就直接排放,禁止维修机械时油水直接排放入江河;

3 施工产生的废弃物不得排放到河流、水沟、灌溉系统里,以免造成河流和水源污染。

7 桩基工程质量检验和验收

7.1 一般规定

7.1.1 地螺丝微型钢管桩工程应进行桩位、桩长、桩径、桩垂直度、桩基防腐蚀、桩身质量和单桩承载力的检验。

7.1.2 地螺丝微型钢管桩工程的检验按时间顺序可分为三个阶段：施工前检验、施工检验和施工后检验。

7.1.3 对地螺丝微型钢管桩及其配套材料的检验项目和方法应符合现行《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205、《钢结构设计标准》GB 50017、《建筑桩基技术规范》JGJ 94 等有关标准的规定。

7.1.4 地螺丝微型钢管桩承台质量检验和验收应符合现行《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205、《钢结构设计标准》GB 50017、《建筑桩基技术规范》JGJ 94 等有关标准的规定。

7.2 施工前检验

7.2.1 地螺丝微型钢管桩施工前应对桩位、放线精度进行检验。

7.2.2 地螺丝微型钢管桩施工前应对进场成品桩进行下列项目检验：

1 核对地螺丝微型钢管桩及其配套材料的出厂合格证和试验报告，应满足设计要求；

2 检验桩径、桩长、螺纹及叶片间距、规格、顶部连接件、桩端钻头，应与设计图纸相符；

- 3 检验桩身、螺纹、叶片、焊缝、配套材料外观和焊接质量;
- 4 检验防腐层厚度,应符合设计要求;表面不应存在划伤、擦伤等缺陷;
- 5 产品检验可按本标准附录 F 进行记录。

7.3 施工检验

- 7.3.1 地螺丝微型钢管桩施工过程应进行下列检验:
 - 1 旋入深度、停止旋入标准、旋入扭矩、垂直度检验;
 - 2 接桩质量、接桩间歇时间及桩顶完整程度检验;
- 7.3.2 施工过程中应对桩顶和地表土体的竖向和水平位移进行观测,若发现异常,应分析原因,采用调整施工顺序、跳桩或控制成桩速率等措施。

7.4 施工后检验

- 7.4.1 根据本标准表 6.1.9 的规定检查地螺丝微型钢管桩成桩桩位偏差。
- 7.4.2 地螺丝微型钢管桩的承载力检验应符合下列要求:
 - 1 地螺丝微型钢管桩承载力检测应在施工结束后间隔一定时间进行,对于砂土和碎石土,间隔时间宜为 7d,对于粉土和黏性土,间隔时间宜为 14d ~ 28d。
 - 2 地螺丝微型钢管桩单桩竖向承载力应采用静载荷试验进行检测,检测数量不应少于同一条件下桩基分项工程总桩数的 1%,且不应少于 3 根;当总桩数小于 50 根时,检测数量不应少于 2 根。
 - 3 因场地条件等因素制约,无法采用本条规定的方法检测单桩承载力时,当有相同条件下可靠对比资料的前提下,可采用测试桩扭矩的方式进行单桩承载力核验。
- 7.4.3 有下列情况之一的地螺丝微型钢管桩工程,应采用静载

荷试验对单桩竖向承载力进行检测,检测数量应根据桩基设计等级、桩施工前取得试验数据的可靠性,按现行《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 规定执行。

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

2 施工前未按本标准第 5.3.1 条的规定进行单桩静载试验的工程;

3 地质条件复杂、桩的施工质量可靠性低;

4 没有地螺丝微型钢管桩施工经验的地区。

7.4.4 地螺丝微型钢管桩桩身质量应进行现场检测。

7.4.5 对抗拔桩和对水平承载力有特殊要求的地螺丝微型钢管桩工程,应进行单桩抗拔静载试验和水平静载试验检测。

7.5 验收资料

7.5.1 当地螺丝微型钢管桩桩顶设计标高与施工场地标高相近时或高于施工场地标高时,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,应待开挖到设计标高后进行验收。

7.5.2 地螺丝微型钢管桩验收应包括下列资料:

1 岩土工程勘察报告、桩基施工图设计文件、图纸会审纪要、设计变更单及材料代用通知单等;

2 经审定合格的施工组织设计、施工方案及执行中的变更单;

3 桩位测量放线图、包括工程桩位线复核签证单;

4 地螺丝微型钢管桩及配套材料出厂合格证和检验报告;

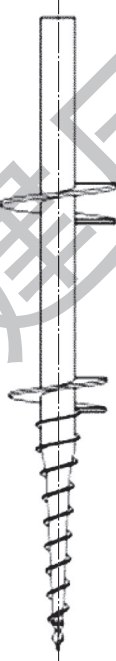
5 施工记录及隐蔽工程验收记录文件;

6 检验批、分项、分部工程质量验收记录,桩身质量检测报告;

- 7 单桩承载力检验报告；
 - 8 基坑挖至设计标高的基桩竣工平面图及桩顶标高图；
 - 9 其他必须提供的文件和记录。
- 7.5.3 地螺丝微型钢管桩承台验收资料应满足相关规范规定。

附录 A 地螺丝微型钢管桩类型和适用岩土条件

表 A 地螺丝微型钢管桩类型和适用岩土条件表

类型	连续螺纹型	非连续螺纹型		
		连续螺纹配大叶片型	非连续大叶片型	特殊规格
桩身示意图				
桩身布置	连续螺纹，桩锥端焊接合金麻花钻头	连续螺纹与非连续大叶片，桩锥端焊接合金麻花钻头	非连续大叶片，桩端无钻头	非连续大叶片，桩锥端焊接合金麻花钻头
适用岩土特性	密实度较高的全风化岩、黏土、压实的填土、卵石、碎石土等	密实度较低的填土、松散的砂土	淤泥质土、湿地上的土层或承载力要求较高的建(构)筑物等	表层较硬、下层较软土质，或承载力要求较高的建(构)筑物

附录 B 地螺丝微型钢管桩桩身构造图

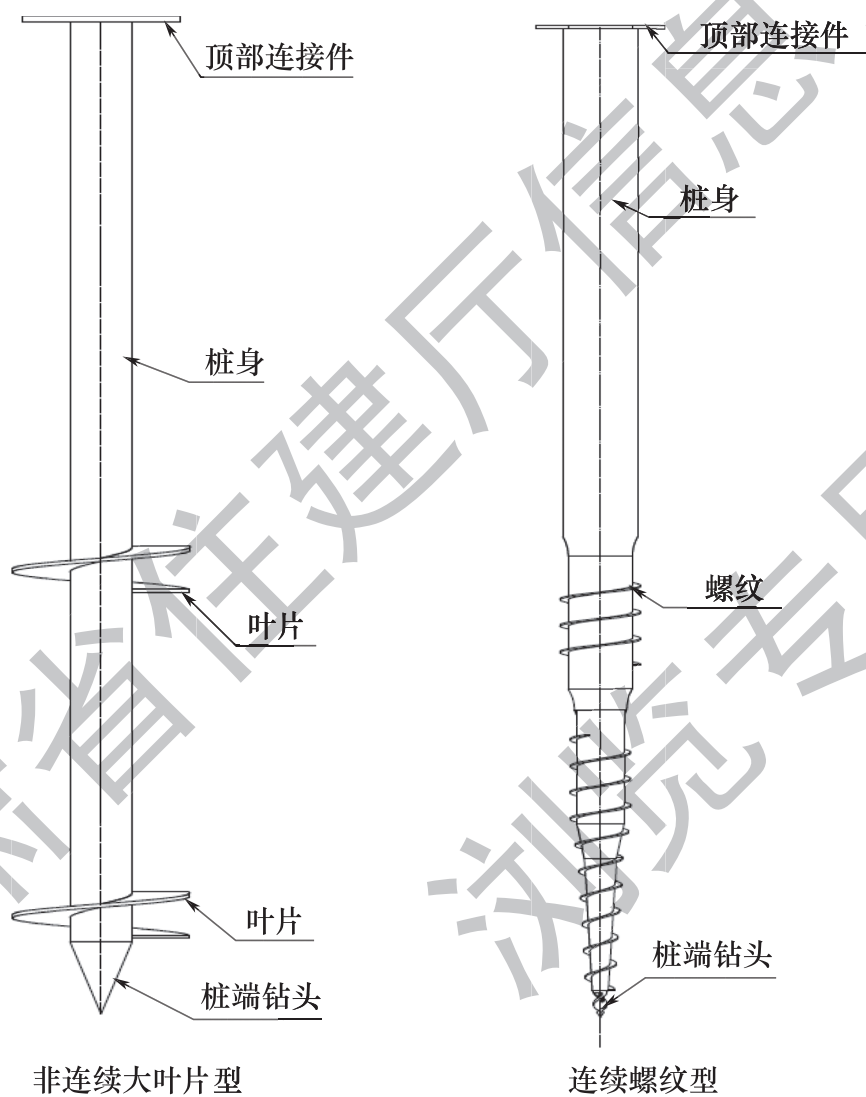
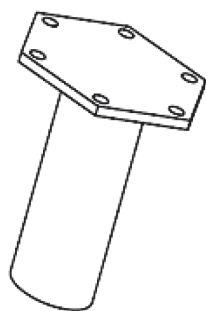
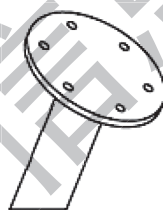


图 B 地螺丝微型钢管桩桩身构造图

附录 C 桩顶部常用连接方式图



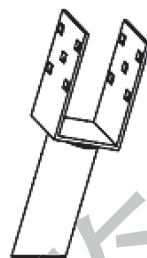
(a) H 法兰盘型



(b) F 型法兰盘



(c) N 型三螺母



(d) U 型槽

图 C 桩顶部常用连接方式图

附录 D 地螺丝微型钢管桩尺寸规格表

D.0.1 连续螺旋纹桩尺寸规格见表 D.0.1。

表 D.0.1 连续螺旋纹桩尺寸规格表

序 号	直 径 (mm)	壁 厚 (mm)	单 节 桩 长 (mm)	螺 距 (mm)	螺 纹 厚 度 (mm)	螺 纹 宽 度 (mm)	螺 纹 倾 角 (°)	螺 纹 分 布 长 度 (mm)	锥 端 长 度 (mm)	法 兰 厚 度 (mm)
1	89	4~10	1600~4000	50~80	3~5	10~25	75~85	≥1/2 桩长	100~630	6~20
2	114	4~10	1600~4000	50~80	3~5	10~25	75~85	≥1/2 桩长	100~630	8~20
3	127	4~10	1600~4000	60~100	3~5	10~25	75~85	≥1/2 桩长	100~670	10~25
4	140	4~10	1600~4000	60~100	3~5	10~25	75~85	≥1/2 桩长	100~670	10~25
5	168	4~10	1600~4000	70~120	3~5	10~25	75~85	≥1/2 桩长	100~900	12~25
6	219	4~10	1600~4000	70~120	3~5	10~25	75~85	≥1/2 桩长	100~900	12~30

注：当地螺丝钢管桩外径大于 219mm 时，按设计需要进行设计，本标准不做参数说明。

D.0.2 连续螺旋桩尺寸规格见表 D.0.2。

表 D.0.2 非连续大叶片桩尺寸规格表

序 号	直径 (mm)	壁厚 (mm)	单节桩长 (mm)	螺距 (mm)	叶片厚度 (mm)	叶片宽度 (mm)	叶片倾角 (°)	两叶片间距 (mm)	锥端长度 (mm)	法兰厚度 (mm)
1	89	6~10	1600~4000	76~200	8~20	50~120	75~85	≥850	100~530	6~20
2	114	6~10	1600~4000	76~200	8~20	50~120	75~85	≥900	100~630	8~20
3	127	6~10	1600~4000	76~200	8~20	50~120	75~85	≥900	100~670	10~25
4	140	6~10	1600~4000	76~200	8~20	50~120	75~85	≥1200	100~670	10~25
5	168	6~10	1600~4000	76~200	8~20	50~120	75~85	≥1200	100~900	12~25
6	219	6~10	1600~4000	76~200	8~20	50~120	75~85	≥1200	100~900	12~30

注：当地螺旋钢管桩外径大于 219mm 时，按设计需要进行设计，本标准不做参数说明。

附录 E 桩的极限侧阻力和端阻力标准值

E.0.1 桩的极限侧阻力标准值见表 E.0.1。

表 E.0.1 桩的极限侧阻力标准值 q_{sk} (kPa)

土的名称	土的状态		干作业成桩
填土			20 ~ 28
淤泥			12 ~ 18
淤泥质土			20 ~ 28
黏性土	流塑	$I_L > 1$	21 ~ 38
	软塑	$0.75 < I_L \leq 1$	38 ~ 53
	可塑	$0.50 < I_L \leq 0.75$	53 ~ 66
	硬可塑	$0.25 < I_L \leq 0.50$	66 ~ 82
	硬塑	$0 < I_L \leq 0.25$	82 ~ 94
	坚硬	$I_L \leq 0$	94 ~ 104
红黏土	$0.7 < a_w \leq 1$		12 ~ 30
	$0.5 < a_w \leq 0.7$		30 ~ 70
粉土	稍密	$e > 0.9$	24 ~ 42
	中密	$0.75 \leq e \leq 0.9$	42 ~ 62
	密实	$e < 0.75$	62 ~ 82
粉细砂	稍密	$10 < N \leq 15$	22 ~ 46
	中密	$15 < N \leq 30$	46 ~ 64
	密实	$N > 30$	64 ~ 86
中砂	中密	$15 < N \leq 30$	53 ~ 72
	密实	$N > 30$	72 ~ 94

续表 E. 0. 1

土的名称	土的状态		干作业成桩
粗砂	中密 密实	$15 < N \leq 30$ $N > 30$	76 ~ 98 98 ~ 120
砾砂	稍密 中密(密实)	$5 < N_{63.5} \leq 15$ $N_{63.5} > 15$	60 ~ 100 112 ~ 130
圆砾、角砾	中密、密实	$N_{63.5} > 10$	135 ~ 150
碎石、卵石	中密、密实	$N_{63.5} > 10$	150 ~ 170
全风化软质岩	—	$30 < N \leq 50$	80 ~ 100
全风化硬质岩	—	$30 < N \leq 50$	120 ~ 150
强风化软质岩	—	$N_{63.5} > 10$	140 ~ 220
强风化硬质岩	—	$N_{63.5} > 10$	160 ~ 260

注:1 对于尚未完成固结沉降的填土和以生活垃圾为主的杂填土,不计算其侧阻力;

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

3 N 为标准贯入击数; $N_{63.5}$ 为重型圆锥动力触探击数。

E. 0. 2 桩的极限端阻力标准值见表 E. 0. 2。

表 E. 0. 2 桩的极限端阻力标准值 q_{pk} (kPa)

岩土名称	土的状态		干作业成桩桩长 (m)		
			$l < 10$	$10 \leq l < 15$	$15 \leq l$
黏性土	软塑	$0.75 < I_L \leq 1$	200 ~ 400	400 ~ 700	700 ~ 950
	可塑	$0.50 < I_L \leq 0.75$	500 ~ 700	800 ~ 1100	1000 ~ 1600
	硬可塑	$0.25 < I_L \leq 0.50$	850 ~ 1100	1500 ~ 1700	1700 ~ 1900
	硬塑	$0 < I_L \leq 0.25$	1600 ~ 1800	2200 ~ 2400	2600 ~ 2800
粉土	中密	$0.75 \leq e \leq 0.9$	800 ~ 1200	1200 ~ 1400	1400 ~ 1600
	密实	$0.75 < e$	1200 ~ 1700	1400 ~ 1900	1600 ~ 2100
粉砂	稍密	$10 < N \leq 15$	500 ~ 950	1300 ~ 1600	1500 ~ 1700
	中密、密实	$N > 15$	900 ~ 1000	1700 ~ 1900	1700 ~ 1900

续表 E.0.2

岩土名称	土的状态		干作业成桩桩长(m)		
			$l < 10$	$10 \leq l < 15$	$15 \leq l$
细砂	中密、密实	$N > 15$	1200 ~ 1600	2000 ~ 2400	2400 ~ 2700
中砂			1800 ~ 2400	2800 ~ 3800	3600 ~ 4400
粗砂			2900 ~ 3600	4000 ~ 4600	4600 ~ 5200
砾砂			3500 ~ 5000		
角砾、圆砾		$N_{63.5} > 10$	4000 ~ 5500		
碎石、卵石		$N_{63.5} > 10$	4500 ~ 6500		
全风化软质岩	—	$30 < N \leq 50$	1200 ~ 2000		
全风化硬质岩	—	$30 < N \leq 50$	1400 ~ 2400		
强风化软质岩	—	$N_{63.5} > 10$	1600 ~ 2600		
强风化硬质岩	—	$N_{63.5} > 10$	2000 ~ 3000		

注:1 砂土和碎石类土中桩的极限端阻力取值,宜综合考虑土的密实度,桩端进入持力层的深径比 h_b/d ,土愈密实, h_b/d 愈大,取值愈高。

2 岩石极限端阻力指桩端支承于中、微风化基岩表面或进入强风化岩、软质岩一定深度条件下极限端阻力。

附录 F 地螺丝微型钢管桩产品检验记录表

表 F 地螺丝微型钢管桩产品检验记录表

项目名称:											
施工单位:											
产品名称		产品规格				数量				数量	
尺寸 (mm)	抽查	长度	直径	壁厚	叶片/ 螺纹直径	叶片/ 螺纹厚度	螺纹 长度	叶片/ 螺纹螺距	法兰 盘厚度	备注	
	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
表面 质量	抽查	表面 划伤	地螺丝防腐涂层厚度 ($\geq 80\mu\text{m}$)			粘着力检测 (用刀具刮工件表面,无成块脱落)					
	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
焊缝	要求	1. 焊缝表面不得有气孔、裂纹、焊瘤、咬边、烧穿等缺陷							检查 结果		
		2. 焊缝应连续均匀,成型好。焊缝与基体过渡圆滑,焊渣与飞溅物清除干净。焊缝尺寸符合工艺尺寸									
施工单位				日期		监理单位			日期		
质量检查员							监理工程师				
施工员							建设单位			日期	
施工单位专业技术负责人							建设单位专业技术负责人				

附录 G 地螺丝微型钢管桩施工记录表

表 G 地螺丝微型钢管桩施工记录表

项目名称									
施工单位						施工日期			
施工设备				钢管桩连接方式		单节桩长(m)			
编号	桩长 (m)	桩进入持力层的 最大电流(A) /压力(MPa)	桩顶 标高 (m)	钢管桩安装 位置偏差(mm)		安装 垂直度 (°)	持力层情况	备注	
				纵向	横向				
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
施工单位			日期		监理单位			日期	
质量检查员					监理工程师				
施工员					建设单位			日期	
施工单位专业 技术负责人					建设单位专业 技术负责人				

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”,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执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002
- 2 《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003
- 3 《钢结构通用规范》GB 55006
- 4 《工程勘察通用规范》GB 55017
- 5 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 6 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 7 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 8 《钢结构设计标准》GB 50017
- 9 《岩土工程勘察规范》GB 50021
- 10 《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025
- 11 《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046
- 12 《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068
- 13 《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205
- 14 《建筑边坡工程技术规范》GB 50330
- 15 《钢结构焊接规范》GB 50661
- 16 《太阳能发电站支架基础技术标准》GB 51101
- 17 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18
- 18 《建筑地基处理技术规范》JGJ 79
- 19 《建筑桩基技术规范》JGJ 94
- 20 《建筑基桩检测技术规范》JGJ 79
- 21 《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107
- 22 《建筑地基检测技术规范》JGJ 340
- 23 《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363

- 24 《螺纹桩技术规程》JGJ/T 379
- 25 《公路钢结构桥梁设计规范》JTG D64
- 26 《建筑抗震设计规程》DB62/T 3055
- 27 《岩土工程勘察规范》DB62/T 25—3063
- 28 《双向螺旋挤土灌注桩技术规程》DB62/T 3171

甘 肃 省 地 方 标 准

地螺丝微型钢管桩技术标准

DB62/T 3242 – 2023

条 文 说 明

编制说明

地螺丝微型钢管桩是一种热锻后,在金属管表面焊接缠绕增大螺纹或大叶片的钢管桩,桩体表面采用热镀锌防腐处理,桩基由钢管桩身、螺纹段或大叶片段、桩端钻头、顶部连接件四部分组成。基本工作原理相当于木螺丝,由专用的螺旋桩旋紧设备旋入地下以替代常规钢筋混凝土桩基础,桩顶端通过法兰盘、套筒、螺纹套或焊接连接上部承台负载。

地螺丝微型钢管桩以其“小、灵、快”的技术特点,已在全国多个地区推广应用,解决和弥补了传统混凝土桩基遇到的施工工期长、噪音大及狭窄空间应用受限等问题,具有操作简便、施工快捷、作业空间小、不受地形限制、经济适用、应用范围广、可靠性高、无振动、无噪声、无泥浆污染和渣土排放、环保、可重复利用等特点,其工法简单、操作便捷,可适用于多种环境,提高了工程效率,节约了工程建设成本,促进了生态文明建设,有着广阔的市场需求。

近年来,地螺丝微型钢管桩已大量应用于房屋建筑、市政基础设施、轻型轨道交通、农业大棚、太阳能发电站、电力与通讯铁塔、围护栏杆等工程,但没有相应的技术标准,其设计、施工、验收及质量检测随意性较大,其应用受到了一定限制;为规范地螺丝微型钢管桩技术的应用,使其在适宜的条件下得到更广泛的推广,特编制本标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,本标准编制组按章、节、条、款顺序编制了本标准的条文说明,对条文规定的目的、依据及执行过程中需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标准规定的参考。

目 次

1	总则	69
2	术语和符号	71
3	基本规定	72
3.1	一般规定	72
3.2	基本资料	75
3.3	桩的布置	75
3.4	特殊条件下的桩基	75
3.5	耐久性规定	78
4	桩基构造	80
4.1	基桩构造	80
5	桩基计算	82
5.1	桩顶作用效应计算	82
5.2	桩基竖向承载力计算	82
5.3	单桩竖向极限承载力计算	82
5.4	特殊条件下桩基竖向承载力计算	85
5.5	桩基竖向抗拔承载力计算	87
5.6	桩基抗震计算	88
5.7	桩基沉降计算	88
5.8	桩基水平承载力计算	89
5.9	桩身承载力计算	89
5.10	承台计算	90
6	桩基施工	91

6.1	一般规定	91
6.2	桩基施工	93
6.3	安全施工	95
6.4	环境保护	95
7	桩基工程质量检验和验收	96
7.1	一般规定	96
7.2	施工前检验	96
7.3	施工检验	96
7.4	施工后检验	97
7.5	验收资料	97

1 总 则

1.0.1 随着甘肃省城镇化水平的提升,房屋建筑与市政基础设施工程得到了大力发展,居民生活水平不断提高,人民追求高品质人居环境的需求增加,安全、舒适的居住环境日益为大众所青睐。为了解决和弥补传统混凝土桩基遇到的施工工期长、噪音大及狭窄空间应用受限等问题,急需开发一种具有操作简便、施工快捷、作业空间较小、不受地形限制、经济适用、利于环保、可重复利用新型桩基础。我国工程建设者在吸收国内外先进技术和成功经验的基础上,采用了诸多新型技术,地螺丝微型钢管作为一种兼具以上优点的桩基础,近些年得到了广泛应用,并取得了良好的经济及社会效益。为规范地螺丝微型钢管桩的工程应用,促进地螺丝微型钢管桩标准化、系统化,积极推广该项新技术,做到安全适用、技术先进、经济合理、保证质量、保护环境,制定本标准。

1.0.2 本条规定了本标准的适用范围,适用范围外的其他行业可参照本标准相关要求。

1.0.3 由于目前国内桩基设计等级为甲级的建筑尚无采用该型桩基础的先例,考虑甲级建筑的重要性,因此本标准规定地螺丝微型钢管桩不应用于桩基设计等级为甲级的建筑。对高度超过 24m 或层数超过 8 层的其他类型建筑,考虑结构的重要性、经济性、安全性、耐久性,不宜采用该型桩基础;对高度 24m 以内或层数不超过 8 层,桩基设计等级为乙级的建筑,应根据建筑物使用年限、结构荷载等因素综合分析确定其适用性。

1.0.4 地螺丝微型钢管桩设计时应根据建构筑物的使用环境、

场地情况、结构形式和结构荷载等,确定桩型、螺纹或叶片的设置及桩长、桩径等设计参数,在设计和施工中应注意积累当地工程使用情况的反馈经验,因地制宜使用。

2 术语和符号

对地螺丝微型钢管桩特有的概念,以专业术语方式予以说明,其他术语及符号引用了《建筑桩基技术规范》JGJ 94 标准中使用的术语及符号,以便于设计人员使用。

该标准有关桩、基桩、桩基均特指地螺丝微型钢管桩,不含其他类型桩。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 地螺丝微型钢管桩英文名为 ground screw micro steel pipe pile,利用电动旋紧机、液压旋紧机和履带式快速打桩机等施工机具,将桩基拧入桩周土体之中,常见的桩径为 68mm ~ 219mm,属于挤土钢管桩。地螺丝微型钢管桩成桩就如同将木螺丝拧进介质中,在钻入的过程中桩侧和桩端的土体受到挤压,使得桩侧、桩端的土体得到挤密,其桩侧摩阻力和桩端承载力得到增强。具有优越承载变形性状的主要原因是:挤密成桩工艺使得桩周土体产生物理压缩挤密、土体力学指标内摩擦角及黏聚力得到提高;成桩挤密效应使原有桩土界面产生较大的径向水平位移,引发原有土中应力状态从主动土压力状态变换为被动土压力状态,桩周土体抗剪强度会随着土体力学参数和有效水平应力增加而增大;这些正面因素导致桩周土体抗剪强度提高,桩土界面接触更为紧密,桩侧摩阻力显著增大;桩端挤密,桩端阻力也得到提高。

3.1.2 地螺丝微型钢管桩适用于粉土、可塑 ~ 硬塑状态的黏性土、砂土、松散 ~ 中密的卵石土、松散 ~ 中密的碎石土、全风化岩及压实填土等地层,且不受地下水位限制;大叶片桩适用于上部为松散的砂性土或软弱土层,下部为软塑 ~ 可塑状态的黏性土、粉土、砂土层。在实际应用中,对于软塑 ~ 可塑状态的黏性土、松散 ~ 稍密状态的粉土、砂土等地层,可采用螺纹和叶片组合型使用。对于新近填土及湿陷性土层,应结合其固结程度、受水浸湿的可能性,结合建构筑物的使用年限及对变形的要求等,应通过现场

试验确定其适用性;对于较大粒径的碎石、卵石层也应通过现场试验确定其适用性。对于厚层饱和软黏土、淤泥、淤泥质土和泥炭土地层,由于其处于欠固结状态,土体自身变形较大,对变形要求比较严格的建(构)筑物应慎用。

3.1.3 桩的选型应根据地层特点,并结合建(构)筑物的性质、施工环境等参照本标准附录 A 综合确定。

3.1.4 地螺丝微型钢管桩设计应采用极限状态设计,极限状态说明如下:

本条依据《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068—2018 及《建筑桩基技术规范》JGJ 94—2008 制定。

1 承载能力极限状态:

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 作为桩基抗力的基本参数。承载能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;

2 正常使用极限状态:

本标准采用桩基容许为主控的正常使用极限状态;

3 耐久性极限状态:

指耐久性已经达到极限状态。

3.1.5 桩基设计等级的划分,旨在界定桩基设计的复杂程度、计算内容和应采取的相应技术措施。桩基设计等级是根据建(构)筑物的结构型式、功能特征、体型特点、规模、变形要求、场地地质与环境的复杂程度,以及由于桩基问题可能造成建(构)筑物破坏或影响正常使用的程度划分。

由于地螺丝微型钢管桩适用的行业较多,设计等级应根据现行《建筑桩基技术规范》JGJ 94 规定及采用该项桩基技术的行业规范确定。

3.1.6 关于桩基承载力计算和稳定性验算,是承载能力极限状

态设计的具体内容,应结合工程具体条件有针对性地进行计算或验算,该条所列 7 项内容中有的为必算项,有的为可算项,应根据具体条件及相关规范规定选取。

3.1.7 桩基水平位移主要由风荷载、位于坡地受水平土压力作用、高烈度区水平地震力作用等引起的位移,设计时应加以考虑。

3.1.8 该条所列 7 项内容应计算桩基沉降,桩基沉降计算是计算差异沉降、绝对沉降、整体倾斜和局部倾斜的基本参数。

3.1.9 桩基设计所采用的作用效应组合和抗力是根据计算或验算的内容相适应的原则确定。

1 确定桩数和布桩时,由于抗力是采用基桩或复合基桩极限承载力除以综合安全系数 $k=2$ 确定的特征值,故采用荷载分项系数 $\gamma_G, \gamma_Q=1$ 的荷载效应标准组合;

2 计算荷载作用下基桩沉降和水平位移时,考虑土体固结变形时效特点,应采用荷载效应准永久组合;计算水平地震作用、风荷载作用下桩基的水平位移时,应按水平地震作用、风载作用效应的标准组合;

3 验算坡地、岸边建筑桩基整体稳定性采用综合安全系数,故其荷载效应采用 $\gamma_G, \gamma_Q=1$ 的标准组合;

4 在计算桩身结构和承台结构时,承台顶面作用效应应采用基本组合,其抗力应采用包含抗力分项系数的设计值。当进行承台裂缝控制验算时,应采用荷载效应标准组合;

5 抗震承载力验算采用地震作用效应和其他荷载效应的标准组合;桩身截面抗震验算采用地震作用效应和其他荷载效应的基本组合;抗震验算承载力调整系数 γ_{RE} 按国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定采用;

6 桩基结构作为建筑结构体系的一部分,其安全等级、结构使用年限,应与相关设计规范一致。考虑到桩基结构的修复难度更大,故结构重要性系数 γ_0 除临时性建筑外,不应小于 1.0。

3.1.10 变刚度调平概念设计旨在减小差异变形、降低承台内力和上部结构次内力,以节约资源,提高建构筑物使用寿命,保证正常使用功能。

3.1.11 对于减沉复合疏桩基础应用中要注意把握三个关键技术,一是桩端持力层不应是坚硬岩层、密实砂、卵石层,以保证基桩受荷能产生刺入变形,承台底地基土能有效分担份额很大的荷载;二是桩距应在 $5d \sim 6d$ 以上,使桩间土受桩牵连变形较小,保证桩间土较充分发挥承载作用;三是由于基桩数量少而疏,成桩质量可靠性应严加控制。

3.2 基本资料

为满足桩基设计所需的基本资料,除建设场地工程地质、水文地质资料外,对于场地的环境、新建工程的平面布置、结构类型、荷载分布、使用功能上的特殊要求、结构安全等级、抗震设防烈度、场地类别、桩的施工条件、类似地质条件的试桩资料等,都是桩基设计所需的基本资料。本标准基本资料根据《建筑桩基技术规范》JGJ 94 并结合地螺丝微型钢管桩的特点规定,对于采用该项桩基技术的其他行业,尚应满足相关行业的规范要求。

3.3 桩的布置

3.3.1 地螺丝微型钢管桩桩径较小,避免挤土效应及群桩效应的不利影响,桩间距按部分挤土桩取值。

3.3.2 桩端进入持力层深度不包括桩锥端部分。

3.4 特殊条件下的桩基

3.4.1 我省大范围分布的湿陷性黄土地层,具有厚度大,湿陷等级高等特点,湿陷性土层一旦浸水,会引起湿陷下沉,给工程建设带来巨大危害,特别是对于上部结构荷载大且集中、对整体倾斜及

不均匀沉降有严格限制的结构以及主要承受水平荷载和上拔力的建筑或基础等,地螺丝微型钢管桩设计、施工应引起重视。

1 湿陷性黄土地区的桩基,由于土的自重湿陷对基桩产生负摩阻力,非自重湿陷性土由于浸水削弱桩侧阻力,承台底地基土抗力也随之消减,导致基桩承载力降低。为保证基桩承载力的安全可靠,桩端持力层应选择低压缩性的黏性土、粉土、中密和密实土以及碎石类土层;

2 自重湿陷性黄土地基中的单桩极限承载力,应视浸水可能性、桩端持力层性质、桩基设计等级等因素分析负摩阻力的影响。基底以下湿陷性黄土层厚度不小于 10m 时,单桩竖向承载力特征值应通过单桩竖向静载荷浸水试验确定。基底以下湿陷性黄土层厚度小于 10m、浸水几率较小或单桩竖向静载荷试验进行浸水试验确有困难时,单桩竖向承载力特征值可按有关经验公式进行估算;

3 在非自重湿陷性黄土场地,虽然理论分析和现场实测均表明桩基在浸水饱和条件下也可能产生负摩阻力作用,但《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025 规定非自重湿陷性黄土场地的桩基采用饱和状态下桩侧正侧阻力,根据相关工程实践,依据该规范还未见有桩基础事故的案例,因此本标准非自重湿陷性黄土场地可采用饱和状态下桩侧正摩阻力的规定;

4 在自重湿陷性黄土场地,桩周的自重湿陷性黄土层浸水后发生自重湿陷时,将产生土层对桩的向下的相对位移,对桩将产生一个向下的作用力,即负摩阻力。因此在确定单桩竖向承载力特征值时,除不计中性点深度以上黄土层的桩侧正摩阻力外,尚应计入桩侧的负摩阻力;

5 由于在浸水条件下,桩周土强度会大幅下降,土对桩基产生的水平抗力也会大幅减小,为符合桩基使用过程中的实际情况,对于湿陷性黄土场地单桩水平承载力特征值,宜通过现场水平静

载荷浸水试验确定;当能保证桩基不会受水浸湿影响时,也可根据现场实际工况试验确定。

6 在自重湿陷性黄土场地,一旦浸水桩周产生负摩阻力,会使桩基竖向承载力产生不同程度的降低。为了消除湿陷性带来的不利影响,可采取下列措施:①中性点以上不应设置大叶片,以减小有效桩径;②对于中性点以上湿陷性土层可采取预成孔措施,减小挤土效应及肥壮效应对湿陷性土层负摩阻力的提高;③桩基施工前采取地基处理措施,消除黄土湿陷性。

3.4.2 本条说明软土地基地螺丝微型钢管桩的设计原则。

1 为提高桩基承载力减少沉降,桩端持力层应选择低压缩性的土层,困难条件下可采用中等压缩性的土层;

2 软土地地的基桩沉降量小于桩周土沉降时,会产生桩侧负摩阻力,计算时应计入负摩阻力的影响。有条件时,应在设计、施工时采取相应的工程措施,以消除其不利影响;

3 由于软土地基含水量高、渗透性差,施工过程会导致孔隙水压力增加,使桩体发生上浮、倾斜现象,且孔隙水在施工过程得不到有效排除,会增加软土地基的工后沉降量,影响工程的正常使用,应采取施打塑料排水板、堆载预压或真空预压等措施减小孔隙水带来的不利影响。

3.4.3 本条说明季节性冻土地基地螺丝微型钢管桩的设计原则。主要应分析冻胀产生的上拔力的不利影响,桩端应埋置于冻结线以下一定深度,以满足抗拔稳定性验算要求。沿桩周及承台做隔冻处理,降低冻结深度;冻结线以上不应设置大叶片,以减小有效桩径,降低冻胀力。

3.4.4 本条为膨胀土地基地螺丝微型钢管桩的设计原则。膨胀土对桩基产生的病害作用机理与冻土类似,为岩土含水量增加或温度变化使得土体体积增加,产生上拔力的不利影响。膨胀土地桩端应埋置于大气影响急剧层以下一定深度,以满足抗拔稳定

性验算要求。沿桩周及承台做隔热、隔水、隔胀处理,避免温度或含水量变化引起场地地基土膨胀;大气影响急剧层以上不应设置大叶片,以减小有效桩径。

3.4.5 本条说明坡地、岸边地基的桩基设计原则。

坡地、岸边桩基的设计,关键是确定其整体稳定性,一是建筑场地自身必须稳定;二是桩基外缘与坡面的水平距离应符合有关规定;三是成桩过程不得产生挤土效应或挤土效应不能影响边坡稳定性。边坡稳定性的标准应按《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 确定,安全等级取桩基安全等级与建筑边坡安全等级中的最高级,边坡稳定安全系数应符合《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 规定,边坡稳定安全系数见下表 3-1:

表 3-1 边坡稳定安全系数

边坡类型		边坡稳定安全系数		
		一级	二级	三级
永久边坡	一般工况	1.35	1.3	1.25
	地震工况	1.15	1.1	1.05
临时边坡		1.25	1.2	1.15

注:1 地震工况时,安全系数仅适用于塌滑区无重要建(构)筑物的边坡;
2 对地质条件很复杂或破坏后果极严重的边坡工程,其稳定安全系数应适当提高。

3.4.6 本条说明抗震设防区桩基设计原则。

虽然地螺丝微型钢管桩较其他型式基础有较好的抗震性能,但为了保证桩基在地震条件下的稳定性,应根据该条所列内容进行设计。

3.5 耐久性规定

3.5.1 本条主要依据现行标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 及《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046,大气环境对地螺丝微型

钢管桩的腐蚀等级划分可依据《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 确定。

3.5.2、3.5.3 根据《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 的规定,强腐蚀环境中不宜采用地螺丝微型钢管桩,腐蚀等级为中及以下环境中采用地螺丝微型钢管桩要根据桩所处的环境和岩土条件采用不同的防腐处理方法,以满足使用要求。

对于颗粒较细、土质疏松且不含块石的土层,桩的防腐可采用外表面热镀锌或热浸锌措施进行处理,也可根据使用情况进行外喷锌或喷涂处理。

对于含较多大粒径的碎石或块石岩土层时,施工中对管壁外侧镀锌层或喷涂层会造成不同程度的磨损,甚至破坏,使防腐层的防腐年限降低,此种工况下可加厚管壁以增加桩的使用年限,钢管的腐蚀速率可参照表 3.5.2 中的年腐蚀速率确定。

螺栓接缝应采用密封材料填嵌严密,多余螺栓孔应封堵。焊条、螺栓、垫圈、节点板等连接构件的耐腐蚀性能,不应低于主体材料。螺栓直径不应小于 12mm。垫圈不应采用弹簧垫圈。螺栓、螺母和垫圈应采用热镀锌或热浸锌防护,安装后再采用与主体结构相同的防腐蚀措施。

耐久性规定除本标准规定外,尚应满足《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 及相关行业规范的规定。

4 桩基构造

4.1 基桩构造

4.1.1 本条说明了地螺丝微型钢管桩的类型及构造组成。

4.1.2 本条说明了地螺丝微型钢管桩构造需满足的基本要求。

地螺丝微型钢管桩的工厂化生产宜按下列流程进行：①采用普碳钢、低合金钢等钢管下料；②用中频加热、模具缩管热锻、焊接或机械加工等工艺对桩身成型；③桩身焊接螺纹或叶片、连接件、钻头；④对钻头端部或顶部连接件根据要求钻孔。

常见桩径分为 89mm、114 mm、127mm、140mm、168mm、219mm 等，单节长度分为 0.8m、1.0m、1.3m、1.6m、2.1m、2.5m、3.0m、3.5m、4.0m 等，可按本标准附录 D 选用。

桩的螺纹与叶片、钻头和连接件焊接的工艺方法应保证其焊接质量符合相关规范要求，如果焊接质量出现问题，桩的作用将难以发挥，达不到设计的抗压或抗拔要求。

桩顶与上部结构连接，本标准附录 C 是一些常规的连接做法，如果上部结构采用钢筋连接，其配筋计算应符合相关规范要求，焊接质量也应符合相关规范要求。

本标准附录 D 是桩的不同规格系列，使用时可结合场地的岩土工程和环境条件选用不同规格或进行不同组合的桩型选择。

桩身大叶片位置的土层物理力学性质相同或相似，才能有效保证各个叶片在上部荷载作用下同步变形，同步承担上部传递下来的荷载，物理力学性质相差较大时，每个大叶片承担的荷载与设计要求将会出现较大的偏差，因此建议大叶片宜设置于同一土层

中,当位于不同土层时应分析大叶片端阻力的发挥对单桩承载力的影响。同时,通过大量地基静载试验可知,地基主要受力影响深度为压板直径或宽度的 1.5 倍 ~ 2.0 倍,因而要求相邻大叶片间距不宜小于 $2D$,另外,大叶片数量越多,由于对土的扰动作用,对其同步发挥承载力的效果影响也越大,在工程应用中多采用 2 片 ~ 3 片的组合,因此建议大叶片数量不宜超过 3 个。当桩长较大时,根据地层条件和工程情况,大叶片数量可灵活设置。

4.1.3 本条对地螺丝微型桩与法兰连接构造进行了要求:

1 法兰板一般采用整板,法兰连接需设置加劲肋,加劲板应保持平面稳定,焊缝尽量避免三向交汇。

2 为提高连接效率,宜采用高强度螺栓。

3 一般钢管内壁不做防腐蚀处理的方法为涂料防腐蚀或热喷锌铝复合涂层防腐蚀,两端作气密性封闭后内部不涂防腐蚀层,亦可防腐。热浸镀锌防腐蚀时,内外同浸锌,封闭后浸锌易爆裂,故不应封闭。

5 桩基计算

5.1 桩顶作用效应计算

5.1.1 该条水平力包括力矩与水平剪力。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,设计中应按公式 5.1.1-1 ~ 5.1.1-3 计算各柱、墙中基桩顶的竖向力和水平力。

5.2 桩基竖向承载力计算

5.2.1、5.2.2 桩基竖向承载力计算,本标准采用以综合安全系数 $K=2$,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。

5.2.3 对于满足《建筑桩基技术规范》(JGJ 94—2008)第 5.2.4 条规定考虑承台效应的地螺丝微型钢管桩,考虑承台效应的复合基桩竖向承载力特征值可按该规范 5.2.5 条规定计算。

5.3 单桩竖向极限承载力计算

I 一般规定

5.3.1 本条说明了不同设计等级桩基对于单桩竖向极限承载力标准值确定方法的要求。

地螺丝微型钢管桩的单桩竖向极限承载力,是指单桩在竖向

荷载作用下达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桩基的设计等级及场地岩土条件,分别采用不同的方法确定。

原位原型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。试验单桩极限承载力标准值应通过不少于3根的单桩现场静载试验确定,从而获取反映特定地质条件下成桩工艺、桩基几何尺寸的单桩极限承载力代表值。计算单桩极限承载力标准值可根据特定地质条件、成桩工艺、几何尺寸,以极限侧阻力标准值和极限端阻力标准值的统计经验值计算的单桩极限承载力标准值。

地螺丝微型钢管桩单桩静载试验应根据《建筑基桩监测技术规范》JGJ 106 规定执行。

II 经验参数法

5.3.2 地螺丝微型钢管桩属于挤土桩,其传力系统是由桩身与桩周介质共同组成的复合介质系统,桩基础的承载力主要由桩周土的物理力学性质决定。桩与土相互作用的机理非常复杂,取决于螺纹段的长度、螺纹间距、大叶片宽度、角度等组合因素的影响,为便于在实际中应用,根据桩的结构形式分为连续螺纹型桩、非连续大叶片型桩两种类型,分别采用公式 5.3.2-1 和 5.3.2-2 进行单桩竖向极限承载力标准值估算;根据现场试验结果,公式 5.3.2-1 和 5.3.2-2 引入极限端阻力标准值和极限侧阻力标准值修正系数

对现行《建筑桩基技术规范》JGJ 94 计算公式进行了修正。

连续螺纹型桩承载力由直杆段摩阻力、螺纹段摩阻力及端阻力组成,其中桩身侧摩阻力由直杆段和螺纹段两部分摩阻力组成,直杆段摩阻力主要是杆体与桩周土体的摩擦力;螺纹段螺纹间距较小,而螺纹桩桩侧等效侧阻力部分来源于螺牙外侧面与土的摩擦力,另一部分来源于螺牙间土体的抗剪强度,忽略桩侧土性质改变,螺纹段等效侧阻力和直杆段侧阻力的不同表现为土抗剪强度和桩土界面抗剪强度的不同,地基土的内摩擦角大于桩土间的摩擦角,因此螺纹桩承载力高于普通直杆桩承载力。

根据这一特点,在多个工程现场,在相同相似地层施工两种桩型,采用静载试验检测其单桩竖向抗压承载力,扣除端阻力后,桩侧阻力数值变化范围在 1.05 ~ 1.67 之间,平均值在 1.41,基于安全原因,通过桩侧极限侧阻力标准值修正系数来计算其极限侧阻力标准值,修正系数取 1.05 ~ 1.50。

非连续大叶片型桩是由直杆段、大叶片段组成,由于叶片较大,且每个独立叶片之间距离也较大,上部叶片对两叶片之间土的作用,对下部叶片影响很小,因而大叶片底土层提供给桩体每个叶片的作用力均可按端阻力计算。直杆段部分虽然单位长度摩阻力所占比例较小,但当桩长较长时,应计入该部分的摩阻力。由于各个大叶片以不同性状地层为持力层时,其端阻力并不能充分发挥,强度较高、压缩变形较小的地层能较充分地发挥其对大叶片的端阻力,而强度低、压缩变形大的地层端阻力发挥较小,同时,大叶片本身的刚度也影响着承载力的发挥,因而大叶片所提供的端承载力采用综合修正系数对其进行修正。设计时,尽可能将各大叶片置于物理力学性能相同或相近地层,并保证两个叶片的间距超出其相互影响范围,以充分发挥各地层的端阻力。

连续螺纹型桩的极限侧阻力标准值的修正系数及非连续大叶片极限端阻力标准值修正系数,参照《螺纹桩技术规程》JGJ/T 379

及现场试验确定。由于受地区地质条件所限,统计分析静载试桩数量总体偏少,地质条件也比较简单,初次使用地螺丝微型钢管桩,宜先通过现场静载试验,对设计计算结果进行验证后使用。

III 静力触探法

5.3.3 由于目前勘察多采用双桥探头静力触探,本标准根据现行《建筑桩基技术规范》JGJ 94 中双桥探头静力触探资料估算地螺丝微型钢管桩单桩竖向极限承载力标准值。由于该规范计算公式针对混凝土预制桩,与钢管桩略有差异,宜先通过现场静载试验,对设计计算结果进行验证后使用。今后随着工程经验与资料的积累增多,将会对本标准的计算公式 5.3.3-1 和 5.3.3-2 进行修正。

5.4 特殊条件下桩基竖向承载力计算

I 软弱下卧层验算

5.4.1 本条根据现行《建筑桩基技术规范》JGJ 94 中软弱下卧层验算规定制定,由于地螺丝微型钢管桩用于条形基础的情况较多,本条增加了条形基础软弱下卧层验算公式。根据荷载传递机理,在软弱下卧层进入临界状态前,基桩侧阻力平均值已接近极限,因而传递至桩端的荷载在扣除实体基础外表面侧阻力时,取 $3/4$ 的总极限侧阻力;在计算条形基础时,由于宽度方向呈整体变形,因而不计入宽度方向的侧阻力。

II 负摩阻力计算

本节根据现行《建筑桩基技术规范》JGJ 94 中负摩阻力计算规定制定。为减少负摩阻力带来的不利影响,本标准规定中性点以上不得设置螺纹和大叶片,因而相关计算公式未包含螺纹和大

叶片对负摩阻力的影响。

III 湿陷性黄土地区桩基计算

5.4.6 本条规定了湿陷性黄土地区地螺丝微型钢管桩的设置及计算原则;根据省内工程案例,由湿陷性黄土构成,未消除湿陷性的填土造成的病害也是不容忽视的,该类填土引发的病害甚至往往大于原状黄土地层,因此本节将该类填土也归入湿陷性土层。



图 5-1 地基湿陷导致桩基被拉断



图 5-2 填土湿陷导致大范围沉降

5.4.7 天然黄土强度较高,当桩的长度和直径较大时,桩身的正摩阻力相当大,但桩周黄土一旦浸水,就会发生软化导致桩侧极限摩阻力大幅减小。对于非自重湿陷性黄土场地的桩基,虽然理论分析和现场实测均表明在浸水饱和条件下也可能产生负摩阻力作用;根据《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025 规定,非自重湿陷性黄土场地可计入饱和状态下桩侧正摩阻力,在按该规范设计前提下,工程实践中尚未见桩基础事故的案例,因此本标准沿用非自重湿陷性黄土场地计入饱和状态下桩侧正摩阻力的规定。

5.4.8 在自重湿陷性黄土场地或由湿陷性黄土构成的未消除湿陷性的填土,桩周黄土一旦浸水,会产生负摩阻力,使桩的轴向力

加大而产生较大沉降。因此本条规定,在这种情况下,单桩竖向极限承载力标准值的计算除不应计中性点深度以上黄土层的正侧阻力外,尚应扣除桩侧的负摩阻力。

5.4.9、5.4.10 依据现行《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025 规定制定;

中性点深度的确定,当现场单桩竖向静载荷浸水试验存在困难时,也可取自重

湿陷性黄土层底面深度。

5.5 桩基竖向抗拔承载力计算

5.5.1 地螺丝微型钢管桩当承受上拔力时,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。

5.5.2 抗拔承载力计算与受压侧摩阻计算类似,也分两种情况计算:

对非连续大叶片桩按直杆桩扩底计算,其扩底影响的破坏柱体长度参照《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的相关规定取值。在工程应用中,非连续大叶片型桩的最下部叶片与上部叶片间距通常 $\geq 5D \sim 7D$,考虑到叶片的焊接、挠度变形等因素,不计第三个及超过三个叶片的作用,非连续大叶片型桩桩身大叶片侧摩阻力的计算长度 L_i 取其最下部叶片与上部叶片间距和 $5D$ 两者中的较小值。

同时对单桩抗拔承载力采用土层抗拔系数 λ_i 进行折减,抗拔系数为基桩的抗拔极限承载力与抗压极限承载力的比值,根据地层土性质依据表 5.5.2 取值。

5.5.3 季节性冻土标准冻深范围不应设置螺纹及大叶片,以减少其上拔力带来的不利影响。

5.5.4 膨胀土大气影响急剧层深度范围不应设置螺纹及大叶片,以减少其上拔力带来的不利影响。

5.6 桩基抗震计算

I 一般规定

5.6.1 本条依据《建筑桩基技术规范》JGJ 94 制定,地螺丝微型钢管桩抗震设计,除应符合本标准规定外,尚应满足《建筑抗震设计规范》GB 50011、《建筑抗震设计规程》DB62/T 3055、《建筑桩基技术规范》JGJ 94 及相关行业规范规定。

II 液化效应

5.6.2 本条根据液化土层的深度和液化程度,将地螺丝微型钢管桩桩周液化土层极限侧阻力乘以土层液化影响折减系数 ψ_l 计算单桩极限承载力标准值。

III 湿陷性黄土地区抗震设计

5.6.4 ~ 5.6.6 由于目前地螺丝微型钢管桩多用于低层、多层建筑,当根据《建筑抗震设计规程》DB62/T 3055 相关规定进行抗震设计及验算时,应按现行《建筑抗震设计规范》GB 50011 及《建筑抗震设计规程》DB62/T 3055 相关规定执行。

5.7 桩基沉降计算

5.7.1 ~ 5.7.4 地螺丝微型钢管桩基础沉降变形包括:沉降量、沉降差、整体倾斜和局部倾斜,计算值不得大于桩基沉降变形允许值,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详见《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定或根据采用该桩基的行业规范确定。

5.8 桩基水平承载力计算

本节说明了地螺丝微型钢管桩单桩基础和群桩基础水平承载力设计计算方法,影响单桩水平承载力和位移的因素包括桩身截面抗弯刚度、桩侧土质条件、桩的入土深度、桩顶约束条件等。

对于地螺丝微型钢管桩,其抗弯能力强,桩身虽未出现破坏,但由于桩侧土体塑性隆起,或桩顶水平位移大大超过使用允许值,也认为桩的水平承载力达到极限状态,单桩水平承载力通常由位移控制。

当地螺丝微型钢管桩水平承载力不满足要求时,可通过增加地螺丝微型钢管桩管壁厚度、增加桩径来提高抗弯刚度,或采用增加水平力方向桩的数量,达到提高水平承载力的目的。

5.9 桩身承载力计算

5.9.1 本条规定了地螺丝微型钢管桩正截面受压承载力计算公式,对于存在负摩阻力的桩基,由于中性点以上桩基除受桩顶轴向压力外,还承受桩侧负摩阻力作用,桩轴力最大位置位于中性点处,此时桩身承载力验算时,应按桩基中性点处的荷载作为桩身正截面受压承载力的验算荷载。

5.9.3 地螺丝微型钢管桩应与承台间有效连接,桩与上部承台分为钢结构承台及混凝土结构承台。钢结构承台的连接应满足焊缝及螺栓的承载力要求,并符合现行《钢筋机械连接通用技术规范》JGJ 107、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 187、《钢结构通用规范》GB 55006 等相关行业规范要求;与混凝土承台连接宜采用钢筋连接方式,利用钢筋的锚固长度来保证承台与桩的整体性,桩采用钢筋与混凝土承台进行锚固连接时,应满足抗拔要求。

5.9.4 地螺丝微型钢管桩螺纹和大叶片的选用应综合考虑桩身

钢管、螺纹和大叶片自身的强度、厚度,以及螺纹叶片与焊缝的强度,使土体阻力在桩身、叶片及连接处的应力满足设计要求。

5. 10 承台计算

5. 10. 1 地螺丝微型钢管桩承台分为钢结构承台、混凝土结构承台和其他材质承台等多种类型,由于该新型桩应用行业较多,因此地螺丝微型桩承台应按照采用该桩型的国家和行业规范规定执行。

6 桩基施工

6.1 一般规定

6.1.4 桩施工前应先进行试桩,确定施工过程中的各项质量控制参数是否与设计文件要求相符,必要时进行试桩检测,确定单桩极限承载力。

6.1.5 地螺丝微型钢管桩基施工目前常用的施工机有便携式电动旋紧机、液压旋紧机和履带式打桩机等,应根据桩基施工应很据现场施工条件、地层情况、桩型、桩长,选择适宜的施工设备。

便携式电动旋紧机适用于地层较为松散、扭矩小于 $4000\text{N} \cdot \text{m}$ 、场地受限,大型机械无法施工的场地,设备可单人携带,操作简单方便;液压旋紧机以挖掘机作为动力,适用于地层分布稳定、土的力学性质较好和桩型号较大的场地,或基桩较多的工程,施工最大扭矩不超过 $25000\text{N} \cdot \text{m}$,可用于各种不同地层,施工各种型号的桩;履带式快速打桩机为专业施工设备,适用于设备进出场方便、场地较平整,一次性施工桩基较多的工程,可用于各种地层,施工各种型号的桩。

进行安装施工时,应根据使用设备类型在工程桩施工前进行试桩,以确定工程桩进入持力层的控制电流或压力值,保证施工质量满足设计要求,当施工参数与试桩参数有明显差异时,应查明原因并与各方沟通采取相应的处理措施。

6.1.6 为保证施工质量,成桩设备必须位于稳定场地,成桩过程中不得发生倾斜和偏移。由于湿陷性土层的特殊性,浸水后会产生沉降变形,影响成桩质量,必须做好防排水设施,避免对施工产生不利影响

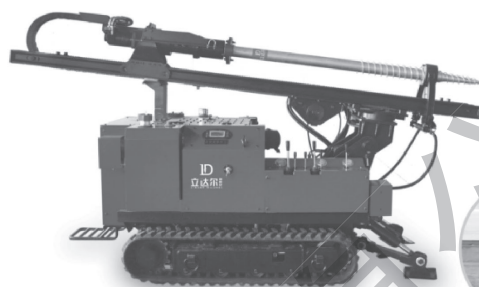


图 6-1 电动旋紧机

图 6-2 履带式打桩机

6.1.7 本条对成桩控制深度做了要求：

1 摩擦型桩：摩擦桩应以设计桩长控制成孔深度，端承摩擦桩必须保证设计桩长及桩端进入持力层深度；桩的螺纹或叶片全部位于松散～稍密的砂土层或软塑～可塑粘性土层内时，其承载力主要靠桩身、螺纹、叶片形成土柱与周边土层的抗剪切力来提供，属于摩擦型桩，桩长是决定性条件，桩管入土深度控制宜以标高为主，以成桩设备扭矩控制为辅；

2 端承型桩：必须保证桩端进入持力层的设计深度；桩管入土深度控制宜以成桩设备扭矩控制为主，以控制标高为辅。对于桩端为坚硬土层和桩下部位于强度较高土层时，其承载力由桩端和桩侧土层共同决定，需根据相关施工参数与设计要求综合控制桩长，宜以设计标高和施工设备扭矩综合控制成桩深度。为保证基桩承载力满足要求，桩基施工应按试桩确定的技术参数施工。

6.1.8 由于地螺丝微型钢管桩的挤土效应，会使桩体发生侧移和上浮，甚至诱发邻近建构筑物、道路和管线受到破坏。设计及施工时应采取减轻挤土效应的措施，包括施打应力释放孔、引孔成桩、控制沉桩速率等措施，使挤土效应产生的应力得到充分释放。

6.2 桩基施工

6.2.1 地螺丝微型钢管桩施工准备工作的主要任务是建立项目施工所需技术、设备和物质条件,统筹安排施工力量、钻机钻具和施工场地,完成施工前期准备工作;施工前要完成地质条件、周边管线与建构筑物、地下构筑物的勘测工作。并根据桩基设计要求、钻孔深度、地层性质综合选择成桩设备与钻具,以及施工工艺。

6.2.2 桩基施工机具及工艺选择,应根据地层、桩长、作业空间等综合确定,施工机具可根据本标准条文说明 6.1.5 条确定。

6.2.3 图纸会审是指在收到审查合格的正式施工图设计文件后,在设计交底前,由项目监理单位组织相关参建单位参会,进行全面细致熟悉和审查施工图纸的活动。其目的有两方面,一是使施工单位和各参建单位熟悉设计图纸,了解工程特点 and 设计意图,找出技术难题,并制定解决方案;二是解决图纸中存在的问题,减少图纸的差错,消除图纸中的质量隐患。因此,必须重视该项工作。

6.2.4 要保护好控制点和水准点,保证施工期间不受外界影响。

6.2.5 通过施工组织设计,制定完善的工程质量管理措施和质检标准,对人、机、料进行合理的安排与配置。

6.2.8 本条主要是为避免桩基施工挤土效应产生的不利影响。

6.2.10 施工过程应符合下列要求:

1 由于施工时扭矩较大,超过正常使用时所受到的荷载,可能会造成端部连接件产生扭曲变形,造成连接孔错位,无法与上部构件正常连接,或因焊缝出现裂纹,在上部结构水平或抗拔力较大时,造成连接件自焊缝处破坏,影响上部结构安全,所以在施工前应对施工机具与桩端连接进行验算并采取有效的保证措施;

3 桩施工时,螺纹或叶片进入主要持力层后保证每旋转一圈下入一个螺距,保持同步,可有效地减少对土的扰动,使原状土体

形成完整的螺旋,充分发挥土体抗剪切强度,提高单桩承载力;

4、5 桩施工过程中,若土层中存在障碍物或地层软硬不均,会导致成桩困难、桩位偏移或倾斜。遇到此类情况时,不得强行加压或纠偏,避免桩体或叶片损坏,造成废桩。应会同相关单位共同查明原因,采取必要的措施后再进行施工,若场地情况较复杂,存在较多影响施工的因素时,可采取钎探、触探等方法对桩位处一定深度范围内的土层进行检查后再进行桩基施工;

6 地螺丝微型钢管桩多数用于小型市政或低层建(构)筑物基础,岩土工程勘察资料往往偏于简单,为了保证达到设计要求的单桩承载力,避免因地质条件变化较大造成单桩承载力不足和出现较大的不均匀沉降,需要在施工中通过施工设备的压力、扭矩或电流等参数来了解桩体进入的地层状况,当发现螺纹或叶片最终进入地层明显与设计要求不符时,应及时通知相关单位查找原因,可采用更换桩型或调整桩的数量等措施。

6.2.13 桩的焊接是施工中的关键工序,必须严格控制焊接质量。焊接时焊缝中的氢分为扩散氢和残余氢,其中扩散氢占 80% ~ 90%,是导致焊缝产生冷裂纹的原因之一,而残余氢含量很少,影响很小;因此对于易产生冷裂纹的材料焊接后应立即升温进行消氢处理,氢在 180℃ 时最为活跃,在较高温度下使大部分扩散氢从焊缝中逸出。当焊丝不烘干时,会引起焊接时含氢量高,使焊缝容易产生气孔而降低焊接强度和韧性,因而焊丝必须在 200℃ ~ 300℃ 温度下烘 2h。根据有关资料,焊丝未烘干时,其含氢量约为 12mL/100gm,经过 300℃ 温度烘干 2h 后,含氢量可减少到 95mL/100gm。

现场焊接受气候的影响较大,雨天焊接时,由于水分蒸发会有大量氢气混入焊缝内形成气孔。当风速大于 10m/s 时,会使自保护气体和电弧火焰不稳定,也会影响焊接质量。雨天或刮风条件下施工,必须采取防风避雨措施,以保证焊接质量。

焊缝温度未冷却到一定温度就进行桩基旋入施工,易导致桩基焊缝处出现裂缝,浇水骤冷更易使之发生脆裂。因此,必须对冷却时间予以限定,且要自然冷却,待焊缝冷却后才能进行桩基旋入施工。

外观检查和无破损检验是保证焊接质量的重要环节,超声或拍片的数量应视工程的重要程度和焊接人员的技术水平而定,这里提供的数量,仅是一般工程的要求。此外,检验应实行随机抽样。

桩身产生损坏或变形的部分,接桩时应切除后再进行焊接。

6.3 安全施工

地螺丝微型钢管桩工程在施工过程中,应遵守国家及所在地相应的安全施工方面法律法规的规定,地螺丝微型钢管桩工程施工应贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针。除本标准规定外,尚应符合《安全防范工程通用规范》GB 55029、《建筑与市政施工现场安全卫生与职业健康通用规范》GB 55034、《建筑施工安全技术统一规范》GB 50870 等有关规定。

6.4 环境保护

地螺丝微型钢管桩工程的施工应遵循“预防为主、防治结合、综合治理”的环境保护原则;环境保护应包括噪声控制、大气环境保护、生态环境保护、水资源环境保护等方面内容,确保施工过程不会对施工场地周边环境产生不利影响。

7 桩基工程质量检验和验收

7.1 一般规定

7.1.1 国家现行标准《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 以强制性条文规定必须对基桩承载力和桩身完整性进行检验。桩身质量完整性与基桩承载力密切相关,通过检测可减少桩基安全隐患,并为判定基桩承载力提供参考。地螺丝微型钢管桩与其他类型的桩一样,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。

7.1.4 由于地螺丝微型钢管桩应用行业较多,且桩基承台类型又分为混凝土、钢结构等多种类型,因此本条规定地螺丝微型桩桩基承台质量检验和验收应满足采用该桩型的行业规范规定。

7.2 施工前检验

7.2.1、7.2.2 地螺丝微型钢管桩施工后,无法再进行螺纹、叶片、防腐涂层等质量检测,因而应在施工前根据隐蔽工程项目验收要求,对成品桩桩身质量相关的螺纹、大叶片的各项参数、防腐涂层等项目进行检查,并根据各部位焊缝质量等级要求对焊缝进行外观检查及采用超声波法进行探伤检测。

7.3 施工检验

7.3.2 本条主要是为避免桩基施工对周围土体扰动造成的不利影响。

7.4 施工后检验

7.4.1 ~ 7.4.5 地螺丝微型钢管桩受力模式与高应变动力测试桩的基本模型有差异,其承载力测试通常不适用于高应变法。当有经验时,连续螺纹型桩的测试可采用高应变法,但应有可靠的静载试验与动力测试的对比数据和经验作为依据。对于因场地条件等因素所限或对承载力要求不严格的工程,可采用测试工程桩扭矩的方式对承载力进行核验。

地螺丝微型钢管桩的检测项目,应根据检测目的、内容和要求,结合各检测方法的适用范围和监测设备的检测能力,考虑工程重要性、设计要求、地质条件、施工因素等情况选择适合的检测方法和检测数量。影响桩基承载力和桩基质量的因素存在于桩基施工全过程中,仅有施工后的试验和施工后的验收是不全面、不完整的。桩基施工过程中出现的局部地质条件与勘察报告不符、桩基施工参数与施工前的试验参数不同、桩基材料发生变化、施工中的变更等情况,都可能产生桩基施工质量隐患,因此,加强施工全过程的检验是有必要的。不同阶段的检验要求可参照现行《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 以及采用该桩基的行业规范执行。

7.5 验收资料

7.5.1、7.5.2 验收资料是工程验收和保证今后工程项目安全运行的重要文件,也是后期调整和变更过程的重要依据,应按本标准及相关规定执行。