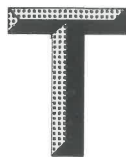


ICS 93.020
CCS P 20/29

团 体 标 准



T/CSRME 042—2024

扩底承载式钢管混凝土斜支撑技术规程

Technical specification for tilted strut of concrete-
filled steel tube with belled bearing base

2024-02-08 发布

2024-03-01 实施



中国岩石力学与工程学会 发布
中国标准出版社 出版

中国岩石力学与工程学会

岩学字[2024]20号

关于批准发布《扩底承载式钢管混凝土斜支撑技术规程》团体标准的公告

各有关单位：

根据《中国岩石力学与工程学会团体标准管理办法》的相关规定，现批准发布一项团体标准。标准编号和名称如下：

T/CSRME 042—2024《扩底承载式钢管混凝土斜支撑技术规程》。

上述标准自2024年2月8日发布，自2024年3月1日起实施。

现予公告！

中国岩石力学与工程学会

2024年2月8日

前 言

本规程按照《中国岩石力学与工程学会团体标准编制管理办法》和《工程建设标准编写规定》等相关要求,参考国内相关标准,并在广泛征求意见的基础上编制而成。

本规程由中国岩石力学与工程学会归口管理。

本规程条款由江苏华岩建设有限公司负责条文的具体解释。采用本规程过程中如有意见或建议,请及时反馈,以便修订时完善。反馈意见请联系江苏华岩建设有限公司(地址:江苏省苏州市吴中区珠江南路 368 号 1 幢 1200 室,邮编:215101,电话:0512-68365177,邮箱:jshuayan@126.com)。

本规程主要技术内容包括总则、术语和符号、基本规定、设计、施工、检测与监测。

主 编 单 位:江苏华岩建设有限公司

河海大学

参 编 单 位:重庆大学

苏州大学

江苏华东地质建设集团有限公司

中联西北工程设计研究院有限公司

深圳市工勘岩土集团有限公司

南京南大岩土工程技术有限公司

苏州同高岩土工程有限公司

主要起草人:袁运涛 李苏春 李玉萍 仇文岗

苏丽荣 陈 甦 李天伟 胡光云

韩 霜 鲁瑞武 于永堂 于 刚

李红波 于红祥 吴 珣 王步翔

王婷婷 张永瑞 郭玉美

主要审查人:龚 剑	刘松玉	杨光华	黄理兴
郭熙灵	李建林	王 源	施建勇
雷秋生	化建新	周同和	姜朋明
刘俊岩	熊秋梅	薛 强	谭跃虎
桂 林	李向红	胡明亮	顾欢达
宋胜武	王新利		

引 言

扩底承载式钢管混凝土斜支撑技术(简称 TDK 技术),适用于开挖底面以下有持力层的基坑工程。该技术是在基坑开挖前(原地面)进行施工,通过设置扩底承载式钢管混凝土斜支撑,将其与围护体冠梁(围檩)连接形成基坑支护体系,可提高斜支撑承载力,具有节约材料、快速施工、扩大基坑内无支撑工作面等特点。

本规程的发布机构提请注意,声明符合本规程时,可能涉及主编单位的相关专利技术。

本规程的发布机构对于涉及专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

主编单位已经向本规程的发布机构保证,愿意任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下,就专利授权许可进行谈判。相关信息可通过以下方式获取:

江苏华岩建设有限公司,江苏省苏州市吴中区珠江南路 368 号。

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	2
3	基本规定	4
4	设计	5
4.1	一般规定	5
4.2	材料	5
4.3	结构设计与计算	5
4.4	构造要求	10
5	施工	12
5.1	一般规定	12
5.2	施工准备	12
5.3	施工设备	13
5.4	斜支撑钢管施工	13
5.5	扩底承载体施工	14
5.6	钢管内混凝土浇筑施工	16
5.7	斜支撑与围护体连接施工	16
5.8	验收	17
6	检测与监测	18
6.1	一般规定	18
6.2	检测	18
6.3	监测	19

附录 A 扩底承载式钢管混凝土斜支撑结构简图	20
附录 B 扩底承载式钢管混凝土斜支撑标记方法	21
附录 C 常用钢管混凝土斜支撑力学指标统计表	22
附录 D 扩底承载式钢管混凝土斜支撑施工记录表	23
本规程用词说明	24
引用标准名录	25
条文说明	26

Contents

1	General provisions	1
2	Terms and symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	2
3	Basic requirements	4
4	Design	5
4.1	General requirements	5
4.2	Materials	5
4.3	Structural design and calculation	5
4.4	Structural details	10
5	Construction	12
5.1	General requirements	12
5.2	Preparation	12
5.3	Construction equipment	13
5.4	Driving steel tube	13
5.5	Construction of belled bearing base	14
5.6	Filling concrete	16
5.7	Connection joint	16
5.8	Acceptance	17
6	Testing and monitoring	18
6.1	General requirements	18
6.2	Testing	18
6.3	Monitoring	19

Appendix A Structure sketch 20

Appendix B Marking method 21

Appendix C Statistical table of mechanical indexes 22

Appendix D Construction record sheet 23

Explanation of Wording in this specification 24

List of Quoted standards 25

Explanation of provisions 26

1 总 则

1.0.1 为规范扩底承载式钢管混凝土斜支撑技术,做到安全可靠、技术先进、经济合理、环境保护,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于基坑工程中采用扩底承载式钢管混凝土斜支撑的设计、施工、检测及监测。

1.0.3 扩底承载式钢管混凝土斜支撑的设计、施工、检测及监测,除应符合本规程规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 扩底承载体 belled bearing base

由填充材料和夯实挤密岩(土)体在钢管混凝土斜支撑底端通过填充和挤压形成的承受荷载的扩大体。

2.1.2 扩底承载式钢管混凝土斜支撑 tilted strut of concrete-filled steel tube with belled bearing base

由下部扩底承载体及上部钢管混凝土斜支撑组成的支撑构件,本标准简称斜支撑(TDK)。

2.1.3 三击贯入度 the total penetrations of three drives

锤体连续夯击三次扩底承载体的累计贯入量。

2.1.4 等效面积 equivalent area

三击贯入度满足设计要求后,计算扩底承载体受压极限承载力标准值的有效承载面积。

2.2 符 号

2.2.1 作用和作用效应

M_u ——钢管混凝土斜支撑的受弯承载力设计值;

N_k ——相应于作用的标准组合时,中心受荷时斜支撑轴向力;

N_{kmax} ——相应于作用的标准组合时,偏心受荷时斜支撑最大轴向力;

N_u ——钢管混凝土斜支撑的轴心受压承载力设计值;

S_{d1} ——作用基本组合的效应(轴力、弯矩等)设计值;

S_{d2} ——作用标准组合的效应(位移、沉降等)设计值;

S_k ——作用标准组合的效应;

V_u ——钢管混凝土斜支撑的受剪承载力设计值。

2.2.2 抗力和材料性能

- A_0 —— 扩底承载体等效面积基准值；
 A_c —— 钢管内混凝土的截面面积；
 A_s —— 钢管的截面面积；
 A_{sc} —— 钢管混凝土斜支撑的截面面积；
 EA —— 钢管混凝土斜支撑的组合轴压刚度；
 EI —— 钢管混凝土斜支撑的组合抗弯刚度；
 E_c —— 钢管内混凝土的弹性模量；
 E_s —— 钢管的弹性模量；
 f —— 钢材的抗压强度设计值；
 f_a —— 经修正后的扩底承载体持力层承载力特征值；
 f_{rk} —— 岩石饱和单轴抗压强度标准值；
 f_{sc} —— 钢管混凝土的抗压强度设计值；
 GA —— 钢管混凝土斜支撑的组合剪切刚度；
 G_c —— 钢管内混凝土的剪切模量；
 G_s —— 钢管的剪切模量；
 I_c —— 钢管内混凝土的截面惯性矩；
 I_s —— 钢管的截面惯性矩；
 Q_{uk} —— 扩底承载体斜支撑方向受压极限承载力标准值；
 R_d —— 结构构件的抗力设计值；
 R_a —— 扩底承载体斜支撑方向受压承载力特征值；
 T_d —— 三击贯入度。

2.2.3 计算系数和其他

- K —— 安全系数；
 γ_0 —— 支护结构重要性系数；
 γ_F —— 作用基本组合的综合分项系数；
 γ_m —— 塑性发展系数；
 η_s —— 岩(土)体状态修正系数；
 η_p —— 三击贯入度修正系数；
 ϕ_r —— 岩石饱和单轴抗压强度折减系数。

3 基本规定

3.0.1 扩底承载式钢管混凝土斜支撑的设计使用期限应根据基坑支护设计文件确定。

3.0.2 扩底承载式钢管混凝土斜支撑应满足周边环境、支护结构及主体地下结构的功能要求。

3.0.3 扩底承载式钢管混凝土斜支撑应遵循勘察、设计、施工、检测、监测的工作流程。

3.0.4 扩底承载体及持力层应根据勘察资料设置在黏性土、粉土、砂土、碎石土、残积土、全风化岩、强风化岩中。

3.0.5 扩底承载体设计及施工参数应根据周边环境、地质条件、开挖深度、支撑方式等因素综合确定。

3.0.6 扩底承载式钢管混凝土斜支撑应按相关规范的要求开展检测及监测。

3.0.7 对缺乏设计及施工经验的地质条件应通过试验确定其适用性。

4 设 计

4.1 一 般 规 定

4.1.1 扩底承载式钢管混凝土斜支撑设计内容应包括材料的选择、结构设计与计算、构造要求与设计。

4.1.2 扩底承载体及持力层应结合基坑挖深、地层分布、围护体形式等综合确定。

4.1.3 扩底承载式钢管混凝土斜支撑设计时所采用的作用组合和抗力限值应符合《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的规定。

4.2 材 料

4.2.1 钢材及焊接材料选用应符合《钢结构设计标准》GB 50017 的相关规定。

4.2.2 扩底承载体填充材料宜采用干硬性混凝土。

4.2.3 钢管内混凝土强度等级不应低于 C20；混凝土的抗压强度和弹性模量应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定。

4.2.4 钢管内可采用再生骨料混凝土、海砂混凝土浇筑，相关要求应符合《再生骨料应用技术规程》JGJ/T 240 和《海砂混凝土应用技术规范》JGJ 206 的规定。

4.3 结构设计及计算

4.3.1 扩底承载式钢管混凝土斜支撑应由扩底承载体、钢管混凝土斜支撑、相关连接件组成，结构简图见附录 A。

4.3.2 扩底承载体填料量应根据试验确定。基坑设计阶段，钢管直径小于 500 mm 时，扩底承载体填料量不宜大于 1.5 m^3 ；钢管直径为 500 mm~800 mm 时，扩底承载体填料量不宜大于 2.0 m^3 ；当填料量超过限值时，应调整工艺参数或扩底岩(土)体层。

4.3.3 斜支撑的布置、钢管长度、直径、壁厚及钢管内混凝土的选用应根据扩底岩(土)体层、持力层、基坑挖深、冠梁(围檩)标高、工程桩等综合确定。

4.3.4 钢管混凝土构件或连接件的承载能力极限状态设计,应符合下列公式要求:

$$\gamma_0 S_{d1} \leq R_d \quad (4.3.4-1)$$

式中:

γ_0 ——支护结构重要性系数,对安全等级为一级、二级、三级的支护结构,其结构重要性系数分别不应小于 1.1、1.0、0.9;

S_{d1} ——作用基本组合的效应(轴力、弯矩等)设计值;

R_d ——结构构件的抗力设计值。

对临时性支护结构,作用基本组合的效应设计值应按下列公式确定:

$$S_{d1} = \gamma_F S_k \quad (4.3.4-2)$$

式中:

γ_F ——作用基本组合的综合分项系数,按承载能力极限状态设计时,不应小于 1.25;

S_k ——作用标准组合的效应。

4.3.5 由支护结构水平位移、基坑周边建筑物或地面沉降等控制的正常使用极限状态设计,应符合下列公式要求:

$$S_{d2} \leq C \quad (4.3.5)$$

式中:

S_{d2} ——作用标准组合的效应(位移、沉降等)设计值;

C ——支护结构水平位移、基坑周边建筑物或地面沉降的限值。

4.3.6 钢管混凝土构件的截面刚度应按下列公式计算:

$$EA = E_s A_s + E_c A_c \quad (4.3.6-1)$$

$$EI = E_s I_s + E_c I_c \quad (4.3.6-2)$$

$$GA = G_s A_s + G_c A_c \quad (4.3.6-3)$$

式中：

EA —— 钢管混凝土支撑的组合轴压刚度($\text{N}/\text{mm}^2 \cdot \text{mm}^2$)；

EI —— 钢管混凝土支撑的组合抗弯刚度($\text{N}/\text{mm}^2 \cdot \text{mm}^4$)；

GA —— 钢管混凝土支撑的组合剪切刚度($\text{N}/\text{mm}^2 \cdot \text{mm}^2$)；

E_c —— 钢管内混凝土的弹性模量(N/mm^2)；

E_s —— 钢管的弹性模量(N/mm^2)；

G_c —— 钢管内混凝土的剪切模量(N/mm^2)；

G_s —— 钢管的剪切模量(N/mm^2)；

A_c —— 钢管内混凝土的截面面积(mm^2)；

A_s —— 钢管的截面面积(mm^2)；

I_c —— 钢管内混凝土的截面惯性矩(mm^4)；

I_s —— 钢管的截面惯性矩(mm^4)。

4.3.7 阻挡结构的支点刚度系数宜通过对斜支撑结构进行分析得出的支点力与位移的关系确定。

4.3.8 钢管混凝土构件的轴心受压承载力设计值应按下列公式计算：

$$N_u = A_{sc} f_{sc} \quad (4.3.8)$$

式中：

N_u —— 钢管混凝土斜支撑的轴心受压承载力设计值(kN)；

A_{sc} —— 钢管混凝土斜支撑的截面面积，等于钢管和管内混凝土面积之和(m^2)；

f_{sc} —— 钢管混凝土的抗压强度设计值(kPa)，按《钢管混凝土结构技术规范》GB 50936 相关规定取值；

4.3.9 钢管混凝土构件的受弯承载力设计值应按下列公式计算：

$$M_u = \gamma_m W_{sc} f_{sc} \quad (4.3.9)$$

式中：

M_u —— 钢管混凝土斜支撑的抗弯承载力设计值($\text{kN} \cdot \text{m}$)；

γ_m —— 塑性发展系数，取 1.0；

W_{sc} —— 受弯构件的截面模量(m^3)。

4.3.10 钢管混凝土构件的受剪承载力设计值应按下列公式计算：

$$V_u = 0.71 f_{sv} A_{sc} \quad (4.3.10-1)$$

$$f_{sv} = 1.547 f \frac{\alpha_{sc}}{1 + \alpha_{sc}} \quad (4.3.10-2)$$

式中:

V_u ——钢管混凝土斜支撑的抗剪承载力设计值(kN);

f_{sv} ——钢管混凝土受剪强度设计值(kPa),按《钢管混凝土结构技术规范》GB 50936 相关规定取值;

f ——钢材的抗压强度设计值(kPa);

α_{sc} ——钢管混凝土斜支撑的含钢率。

4.3.11 钢管混凝土构件的长细比及稳定性验算应符合《钢管混凝土结构技术规范》GB 50936 的规定。

4.3.12 扩底承载体斜支撑方向受压承载力计算符合下列规定:

1 斜支撑方向中心受荷时应满足下列公式要求:

$$N_k \leq R_a \quad (4.3.12-1)$$

2 斜支撑方向偏心受荷时应满足下列公式要求:

$$N_{kmax} \leq 1.2 R_a \quad (4.3.12-2)$$

式中:

N_k ——相应于作用的标准组合时,中心受荷时斜支撑轴向力(kN);

N_{kmax} ——相应于作用的标准组合时,偏心受荷时斜支撑最大轴向力(kN);

R_a ——扩底承载体斜支撑方向受压承载力特征值(kN)。

4.3.13 扩底承载体斜支撑方向受压承载力特征值应按下列公式计算:

$$R_a = Q_{uk} / K \quad (4.3.13)$$

式中:

Q_{uk} ——扩底承载体斜支撑方向受压极限承载力标准值(kN),应通过现场试验确定;

K ——安全系数,对安全等级为一级、二级、三级的支护结构,安全系数分别不应小于 1.8、1.6、1.4。

4.3.14 扩底承载体斜支撑方向受压极限承载力标准值应按照《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 通过现场试验确定。基坑设计阶段,可采用下列公式进行计算:

$$Q_{uk}=2f_a\eta_s\eta_pA_0 \tag{4.3.14}$$

式中:

- f_a ——经修正后的扩底承载体持力层承载力特征值(kPa),应按《建筑地基基础设计规范》GB 50007 进行修正,其中宽度修正系数为零;
- η_s ——岩(土)体状态修正系数,宜按地区经验确定,无地区经验时,可按照表 4.3.14-1 选取;
- η_p ——三击贯入度修正系数,宜按地区经验确定,无地区经验时,可按照表 4.3.14-2 选取;
- A_0 ——扩底承载体等效面积基准值,宜按地区经验确定,无地区经验时,可取 $2.5\text{ m}^2\sim 2.8\text{ m}^2$;当斜支撑直径大于 500 mm 时, A_0 值应乘以 1.1~1.3。

表 4.3.14-1 岩(土)体状态修正系数

扩底岩(土)体状态		η_s
黏性土	$0.75 < I_L \leq 1.00$	0.85
	$0.25 < I_L \leq 0.75$	1.00
	$0.00 < I_L \leq 0.25$	1.15
粉土	$e > 0.8$	1.05
	$0.7 < e \leq 0.8$	1.10
	$e \leq 0.7$	1.15
粉砂细砂	松散~稍密	1.15
	中密~密实	1.30
中砂粗砂	松散~稍密	1.25
	中密~密实	1.50
碎石土	松散~稍密	1.35
	中密~密实	1.65
残积土		1.35
全风化岩		1.45
强风化岩		1.60

注:表中 I_L 为土的液性指数; e 为土的孔隙比。

表 4.3.14-2 岩(土)体三击贯入度修正系数

三击贯入度 T_d (cm)	<10	10	20	30
η_p	1.15	1.00	0.85	0.75

注：该表可进行线性内插。

4.3.15 当扩底承载体持力层为中风化岩层,承载力计算中等效面积应取钢管混凝土横截面面积, f_a 应根据载荷试验或由下列公式确定:

$$f_a = \psi_r f_{rk} \quad (4.3.15)$$

式中:

ψ_r ——岩石饱和单轴抗压强度折减系数,按《建筑地基基础设计规范》GB 50007 并结合地方经验确定;

f_{rk} ——岩石饱和单轴抗压强度标准值(kPa)。

4.3.16 当扩底承载体持力层下受力范围内存在软弱下卧层时,应按照《建筑地基基础设计规范》GB 50007 进行软弱下卧层承载力验算。

4.3.17 斜支撑设计应满足基坑抗倾覆稳定性、整体稳定性验算要求。

4.3.18 斜支撑与顶部冠梁(围檩)连接处受压、受弯及受剪验算应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

4.4 构造要求

4.4.1 斜支撑位置应避让工程桩、梁、柱等主要受力构件,减少对工程桩和主体结构的影响。

4.4.2 钢管混凝土斜支撑在基坑底面以下的钢管埋置长度不宜小于 2.0 m。

4.4.3 斜支撑钢管直径不宜小于 377 mm,有效壁厚不宜小于 5 mm。

4.4.4 斜支撑与水平面夹角宜优先选取 45°设计。

4.4.5 采用混凝土冠梁(围檩)时,应根据斜支撑与冠梁(围檩)间

实际尺寸,设置钢筋混凝土支撑牛腿。斜支撑端部应伸入钢筋混凝土牛腿,必要时可设置钢管抗滑键或支撑钢托板。

4.4.6 采用型钢冠梁(围檩)时,围护体、冠梁(围檩)、斜支撑之间可采用焊接、铆接等连接方式。

4.4.7 围护体采用型钢水泥土搅拌墙时,型钢与冠梁(围檩)之间应设置抗滑移构造措施。

4.4.8 当斜支撑穿过主体结构底板、地下室外墙结构时,应在与底板及外墙交会处采取用于止水的技术措施。

4.4.9 扩底承载式钢管混凝土斜支撑的标记方法可参照附录 B;常用钢管混凝土斜支撑力学指标统计可参照附录 C。

5 施 工

5.1 一 般 规 定

5.1.1 扩底承载式钢管混凝土斜支撑施工步骤应包括施工准备、斜支撑钢管施工、扩底承载体施工、钢管内混凝土浇筑施工、斜支撑与围护体连接施工、斜支撑拆除等。

5.1.2 基坑工程专项施工方案应包括扩底承载式钢管混凝土斜支撑施工的内容。

5.1.3 扩底承载体填充材料数量、三击贯入度等工艺参数应在正式施工前通过试验确定。

5.1.4 应做好扩底承载式钢管混凝土斜支撑施工记录,记录表可参照附录 D。

5.1.5 斜支撑结构在换撑完成并达到设计要求后方可拆除,拆除后的钢管、连接件及废弃混凝土宜进行回收利用。

5.2 施 工 准 备

5.2.1 施工前应收集下列资料:

1 岩土工程勘察报告、建筑物平面布置图、基坑设计图纸及技术要求;

2 钢管、混凝土等原材料的产品合格证书及抽样送检报告;

3 试验性施工资料;

4 平面及高程引测点资料。

5.2.2 施工前应查明施工场地外临近区域的原有建(构)筑物、管线分布情况,并对相关设施采取有效的保护措施。

5.2.3 施工前应查明施工场地内地下障碍物分布情况,应对影响钢管打设施工的地下障碍物进行清理。

5.2.4 施工场地内的地表平整度和承载力应满足机械设备行走和

斜支撑开槽施工的要求。

5.2.5 施工场地内应做好明排水措施,避免积水流入钢管口。

5.2.6 施工作业区域应设置安全警戒线,非作业人员严禁入内,施工过程中应安排专人指挥。

5.2.7 施工机械作业人员应具备相关的设备操作证书,施工前应进行安全技术交底。

5.2.8 施工前应检查主要施工机械及其配套设备的工作性能和运行安全。

5.3 施 工 设 备

5.3.1 施工设备选型应根据钢管长度、土层地质情况、周边环境,以及施工工艺要求综合确定;施工设备应满足斜支撑引孔、斜支撑钢管施工、扩底承载体施工、钢管内混凝土浇筑施工、斜支撑与围护体连接施工等技术要求。

5.3.2 斜支撑引孔施工可采用斜向钻机、高压旋喷桩机、振动打拔机等。

5.3.3 斜支撑钢管施工可采用振动打拔机、静压桩机等。

5.3.4 扩底承载体施工应采用斜向落锤式夯扩打桩机,性能应满足以下要求:

- 1 具备坚固底盘、行走系统、斜向夯击系统;
- 2 具备快速定位及调平功能;
- 3 具备数据采集及传输需要。

5.3.5 普通斜向锤体宜采用质量为 3.5 t、直径为 355 mm 的标准锤;特殊斜向锤体应根据实际施工参数进行专项设计。

5.3.6 斜支撑施工还应包括吊装、焊接、混凝土浇筑等辅助设备。

5.4 斜支撑钢管施工

5.4.1 应结合施工现场条件、场地运输要求、机械施工能力确定钢管制作工艺,应优先选择整节钢管制作,钢管的单节长度不宜超过 18m;如选择多节钢管制作时,焊接后的钢管加工质量应满足设计

要求。

5.4.2 钢管的运输及吊装满足以下要求：

1 运输及吊装过程中应设置合理的支点和吊点，控制吊装过程，钢管的变形，不得歪扭、快起和急停操作，严禁吊装过程中碰撞其他设施；

2 钢管吊装就位后应同步进行位置校正，并应采取临时固定措施，中保证施工安全。

5.4.3 斜支撑钢管施工前应根据设计要求对斜支撑的位置测量定位，确定入土点及入土角度。

5.4.4 斜支撑钢管施工过程中，钢管底端应采取闭口钢桩尖等有效的临时封堵技术措施，临时封堵措施应能防止岩（土）体及地下水进入钢管内，并应满足后续扩底承载体的施工要求。

5.4.5 斜支撑钢管可采用振动、锤击、液压等施工方式。

5.4.6 斜支撑钢管施工困难时可采用钻孔、高压旋喷等辅助引孔措施，引孔长度不宜超过钢管设计长度。

5.4.7 斜支撑钢管施工过程中，应严格控制施工质量，对管口定位、角度偏差应进行动态测量。管口定位、角度偏差应符合表 5.4.7 的规定。

表 5.4.7 钢管斜支撑允许偏差

项目	容许偏差
管口定位偏差	±50 mm
角度偏差	±5°

5.4.8 斜支撑钢管施工过程中，当钢管施工长度与设计不符、沉管压力出现异常变化时，应结合勘察报告等资料进行复核。

5.4.9 斜支撑钢管施工完成后，应对管口顶部及时进行临时封闭，防止杂物落入钢管内。

5.5 扩底承载体施工

5.5.1 斜向落锤式夯扩打桩机通过底盘下部行走系统对设备的

纵、横向行进以及转弯过程进行控制,实现设备合理运行至需要的位置。

5.5.2 斜向落锤式夯扩打桩机通过底盘端部液压支座以及斜向导槽下部液压杆件的伸缩控制过程,实现斜向夯击系统与钢管的角度对中。

5.5.3 斜向落锤式夯扩打桩机通过可伸缩导槽与斜向钢管对齐,实现锤体在导槽及钢管内往复顺畅运行,无卡顿。

5.5.4 斜向落锤式夯扩打桩机通过卷扬机控制落锤在滚动滑轮导槽内的运动,实现锤体的夯落及提升施工。

5.5.5 斜向落锤式夯扩打桩机通过向钢管内添加夯填材料及锤体扩底的施工循环,实现钢管底端形成密实的扩底承载体。

5.5.6 扩底承载体填充材料单次添加量不宜超过 0.1 m^3 ,填充完成后应及时采用锤体将填充材料夯击出钢管底面。

5.5.7 扩底承载体的夯实挤密效果通过测量锤体的三击贯入度值进行检验。当三击贯入度不满足设计要求时,继续添加夯填材料及锤体扩底的施工;当三击贯入度满足设计要求时,移机至下一个扩底承载体施工。

5.5.8 锤体的提升高度、贯入深度和最终三击贯入度可采用自动化信息系统进行控制。

5.5.9 扩底承载体施工时,可在斜向导槽内设置滚动滑轮等措施,减小锤体和钢管之间的摩擦。

5.5.10 当扩底承载体所在土层为透水层时,夯扩过程中锤体底面宜在钢管内。

5.5.11 当扩底承载体所在土层为黏性土时,锤体底面出钢管的距离不宜超过 50 mm 。

5.5.12 在地下水较为丰富或扩底岩(土)体层为黏性土时,可采用水泥、碎石、卵石,或利用碎砖、碎混凝土块进行预填充。

5.5.13 扩底承载体施工过程中,应经常检查机械设备及防护设施的运转情况,当设备发生异响、吊索具破损、紧固螺栓松动、液压系统漏油以及配电异常情况,应立即停机检查,排除故障。

5.5.14 投料扩底过程中,投料人员应远离钢管孔口位置,防止飞溅物伤人。

5.5.15 施工期间应控制噪声,合理安排施工时间,减少对周边环境的影响。

5.6 钢管内混凝土浇筑施工

5.6.1 钢管内的混凝土浇筑,应符合《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定。管内混凝土可采用从管顶向下的浇筑方法。

5.6.2 钢管内混凝土浇筑满足下列要求:

1 混凝土浇筑工作面的条件,应能保证混凝土浇筑充填到钢管底部扩底承载体部位;

2 混凝土输送管端内径或斗容器下料口内径应小于钢管内径;

3 应控制混凝土下料量及浇筑速度,使混凝土均匀从底向上浇筑至设计标高;

4 可采用插入式振动棒进行振捣,振捣应能使钢管内各部位混凝土密实、均匀,不应漏振、欠振、过振。

5.6.3 当混凝土浇筑接近钢管顶部时,应根据设计标高要求控制混凝土浇筑面位置,便于斜支撑与冠梁(围檩)连接的后期施工。

5.6.4 混凝土浇筑完毕后,应核对钢管内混凝土填料量。

5.6.5 当钢管自身强度满足斜支撑承载力要求时,钢管内的混凝土浇筑高度可根据计算结果降低至主体结构基础底板顶面。

5.7 斜支撑与围护体连接施工

5.7.1 斜支撑与冠梁(围檩)连接施工前,节点与主体结构之间的距离应满足主体结构的施工要求。

5.7.2 斜支撑与冠梁(围檩)连接施工前,应清除残留在斜支撑钢管顶端的混凝土残留物。

5.7.3 采用钢筋混凝土牛腿连接时,受力钢筋及构造分布钢筋应均匀布置,并采用定位件固定钢筋的位置。

5.7.4 采用钢管抗滑键或支撑托板时,钢管抗滑键或支撑托板宜与钢筋混凝土牛腿一次浇筑成型。

5.7.5 采用钢围檩时,应在钢围檩上、下侧设置抗剪及承托构造措施。

5.8 验 收

5.8.1 基坑开挖前,应组织包括扩底承载式钢管混凝土斜支撑在内的验收。

5.8.2 基坑工程中,斜支撑的验收至少包括以下资料:

- 1 材料出厂质量合格证书或检验报告;
- 2 相关设计文件,包括斜支撑设计方案;
- 3 斜支撑施工记录;
- 4 斜支撑承载力检测报告、钢管内混凝土试块检测报告等。

6 检测与监测

6.1 一般规定

- 6.1.1** 应对斜支撑原材料、施工质量等主要内容进行检测。
- 6.1.2** 开挖过程中应对斜支撑的轴力及与冠梁(围檩)连接节点处位移等进行监测。

6.2 检测

- 6.2.1** 钢管进场应进行验收,钢管制作容许偏差应符合表 6.2.1 的规定。

表 6.2.1 钢管制作容许偏差

项目	容许偏差(mm)
端头直径偏差	± 3
椭圆度	≤ 1.5
长度偏差	± 50
钢管扭曲	$\leq 1^{\circ}$
弯曲矢高(L 为构件长度)	$\leq L/1\ 200$ 且 ≤ 8

- 6.2.2** 钢管内混凝土强度检测的试件应在施工现场随机抽取。每连续浇筑 12 h 或每浇筑 50 m³ 必须至少留置 1 组混凝土强度试件。
- 6.2.3** 施工过程中应对钢管施工长度、管口定位及角度偏差、扩底承载体填充材料用量、三击贯入度进行检查、测量。
- 6.2.4** 钢管内混凝土的浇筑质量,可采用核对钢管内混凝土填料量的方法进行检查,填料量不宜小于计算体积的 95%。
- 6.2.5** 扩底承载体斜支撑方向受压极限承载力检测可采用静载荷试验,检验数量不应少于同条件下支撑总数的 1%,且不应少于 3

根;当总数小于 50 根时,检测数量不应少于 2 根。

6.3 监 测

6.3.1 基坑开挖过程中应对斜支撑轴力、冠梁(围檩)连接节点处竖向及水平位移进行监测,监测的数量及频率应满足《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497 要求。

6.3.2 斜支撑轴力、冠梁(围檩)连接节点处竖向及水平位移的监测预警值应根据基坑设计安全等级、工程地质条件、设计计算结果及当地工程经验等因素确定。

6.3.3 在支护结构施工、基坑开挖期间及支护结构使用期内,应对斜支撑、冠梁(围檩)及周边环境等状况进行定期巡查。

6.3.4 监测数据、现场巡查结果应及时整理和反馈。

附录 A

扩底承载式钢管混凝土斜支撑结构简图

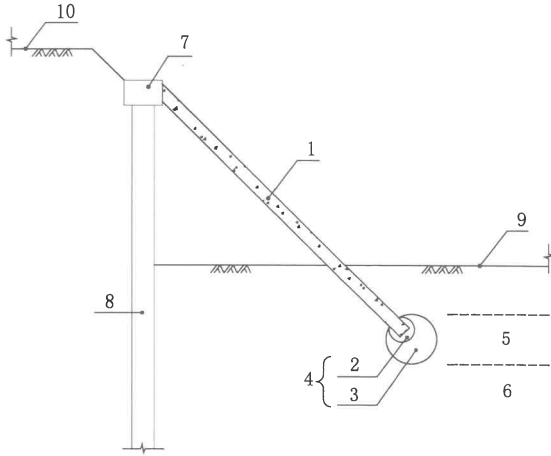


图 A 扩底承载式钢管混凝土斜支撑结构简图

1—钢管混凝土斜支撑；2—扩底填充材料；3—夯实挤密岩(土)体；
4—扩底承载体；5—扩底岩(土)体层；6—持力层；7—冠梁(围檩)；
8—围护体；9—基坑开挖面；10—原地面

附录 B

扩底承载式钢管混凝土斜支撑标记方法

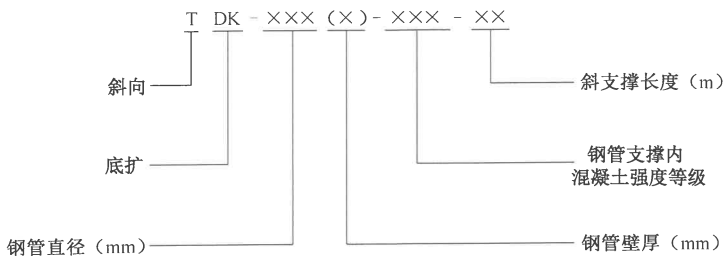


图 B 扩底承载式钢管混凝土斜支撑标记方法

示例 1: 扩底承载式钢管混凝土斜支撑, 采用钢管直径 426 mm、钢管壁厚 8 mm、钢管内混凝土强度等级 C30、钢管长度 14 m, 标记为 TDK-426(8)-C30-14。

示例 2: 扩底承载式钢管混凝土斜支撑, 采用钢管直径 500 mm、钢管壁厚 10 mm、钢管内混凝土强度等级 C40、钢管长度 20.5 m, 标记为 TDK-500(10)-C40-20.5。

附录 C

常用钢管混凝土斜支撑力学指标统计表

表 C 常用钢管混凝土斜支撑力学指标统计表

钢材	混凝土 强度 等级	钢管外 径 D (mm)	钢管壁 厚 t (mm)	轴心受压 承载力设 计值 N_u (kN)	受弯承载 力设计值 M_u (kN·m)	受剪承载 力设计值 V_u (kN)	钢管理 论重量 (kg/m)
Q235	C30	377	5	3 382	191	1 380	45.9
			8	4 225	239	2 190	72.8
		426	5	4 109	263	1 562	51.9
			8	5 068	324	2 481	82.5
			10	5 694	364	3 086	102.6
			12	6 306	403	3 686	122.5
		500	5	5 330	400	1 836	61.0
			8	6 463	485	2 920	97.1
			10	7 207	541	3 635	120.8
			12	7 939	595	4 344	144.4
Q345	C40	377	5	4 712	266	1 958	45.9
			8	5 889	333	3 107	72.8
		426	5	5 717	365	2 215	51.9
			8	7 070	452	3 519	82.5
			10	7 923	506	4 378	102.6
			12	8 731	558	5 229	122.5
		500	5	7 399	555	2 605	61.0
			8	9 018	676	4 142	97.1
			10	10 051	754	5 157	120.8
			12	11 043	828	6 163	144.4
			14	11 989	899	7 161	167.8

扩底承载式钢管混凝土斜支撑施工记录表

工程名称:

[illegible]

监理工程师:

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

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

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应满足……要求”。

引用标准名录

- 1 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 2 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 3 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 4 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202
- 5 《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205
- 6 《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497
- 7 《钢结构焊接规范》GB 50661
- 8 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
- 9 《钢结构工程施工规范》GB 50755
- 10 《钢管混凝土结构技术规范》GB 50936
- 11 《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106
- 12 《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120

团 体 标 准

扩底承载式钢管混凝土斜支撑技术规程

T/CSRME 042—2024

条 文 说 明

目 次

1	总则	29
2	术语和符号	30
2.1	术语	30
3	基本规定	31
4	设计	32
4.1	一般规定	32
4.2	材料	32
4.3	结构设计与计算	32
4.4	构造要求	36
5	施工	37
5.1	一般规定	37
5.2	施工准备	38
5.3	施工设备	38
5.4	斜支撑钢管施工	39
5.5	扩底承载体施工	40
5.6	钢管内混凝土浇筑施工	40
5.7	斜支撑与围护体连接施工	40
5.8	验收	40
6	检测与监测	41
6.1	一般规定	41
6.2	检测	41
6.3	监测	42

Contents

1	General provisions	29
2	Terms and symbols	30
2.1	Terms	30
3	Basic requirements	31
4	Design	32
4.1	General requirements	32
4.2	Materials	32
4.3	Structural design and calculation	32
4.4	Structural details	36
5	Construction	37
5.1	General requirements	37
5.2	Preparation	38
5.3	Construction equipment	38
5.4	Driving steel tube	39
5.5	Construction of belled bearing base	40
5.6	Filling concrete	40
5.7	Connection joint	40
5.8	Acceptance	40
6	Testing and monitoring	41
6.1	General requirements	41
6.2	Testing	41
6.3	Monitoring	42

1 总 则

1.0.1 制定本规程的目的是保证施工过程中基坑及其周边环境安全,提高基坑支护技术水平,控制施工质量,同时减少材料用量、合理降低工程造价。

1.0.2 本条明确了本规程的使用范围。随着扩底承载式钢管混凝土斜支撑技术的运用,对于高度不超过 15 m 的边坡工程可参照使用,尚应满足《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 的相关要求。

1.0.3 基坑支护技术涉及岩土工程、结构工程等多门学科,对结构工程领域的混凝土结构、钢结构等,需同时采用相应规范。因此,扩底承载式钢管混凝土斜支撑技术除满足本规程要求外,尚应根据具体的问题,符合其他现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 要提高钢管混凝土斜支撑的支撑能力,其端点下部经夯实形成的扩底承载体至关重要。斜支撑荷载经过扩底承载体由内而外的逐级应力扩散,最终传递到扩底承载体下的持力层。扩底填充材料作为扩底承载体的核心,其抗压强度需满足设计要求,从而有效提高钢管混凝土斜支撑的支撑能力。

2.1.3 标准三击贯入度是采用锤径为 355 mm、质量为 3.5 t 的锤体、沿斜支撑方向(与水平面夹角 45°)行程为 8.5 m、连续三次锤击的累计贯入量。为保证扩底承载体的施工质量,可采取滚动滑轮等措施,减小钢管内壁与锤体的摩擦力;通过调整锤体的行程、增加锤重等方式,确保夯击能量与标准三击贯入度的冲击能相同。

2.1.4 等效面积是在计算扩底承载体受压极限承载力标准值时引入的概念,不同于扩底填充材料沿斜支撑轴向的投影面积,需考虑扩底填充材料及周边被夯实挤密岩(土)体的影响。

3 基本规定

3.0.1 扩底承载式钢管混凝土斜支撑作为一种斜向的基坑支护结构构件,为主体结构地下部分施工而采用的临时构件。地下结构施工完成,斜支撑也完成其用途,因此扩底承载式钢管混凝土的设计使用期限与支护结构相同,同时不应少于 1 年。若使用时间较长或作为永久构件时,应与工程使用期限一致,并做好防锈蚀等保护措施。

3.0.4 本条提出了扩底承载式钢管混凝土斜支撑技术的基本要求,基坑底面以下存在合适的(岩)土层是本技术能否使用的首要条件。可参照附录 A 进行设计。

3.0.7 工程实践表明,扩底承载体及持力层设置在 3.0.4 所列的岩(土)体中是合适的;对于缺乏设计及施工经验的地质条件应通过试验确定其适用性,只要经过工程试验和载荷试验确定承载力满足设计要求,也可作为持力层。中风化岩层虽扩底效果不理想,但也可作为持力层。

4 设 计

4.1 一 般 规 定

4.1.2 在基坑设计阶段,合适的扩底承载体及持力层是本规程应用的前提条件,需要首先进行选定。

4.2 材 料

4.2.2、4.2.4 扩底填充材料一般采用干硬性混凝土,符合条件的水泥砂拌合物、再生骨料混凝土、海砂混凝土等也可酌情使用。扩底填充材料配合比及粒径需满足锤体在钢管内顺畅、无卡顿运行的要求。

4.3 结构设计 with 计算

4.3.2 扩底填充材料的填料量应根据不同的地层变化进行动态调整,通过这种调整,达到各个支撑点的支撑力既满足设计要求,又相对均衡,减小各支撑内力的差异,控制支护结构总体的变形量。需要注意的是,扩底承载体的承载能力不会随着填料量的增加一直增加下去,同时过多的填料会影响周边已施工的工程桩等,对填料量按照经验给定了范围值。当填料量超过限值或三击贯入度不满足设计要求时,应对设计与施工进行动态调整和反分析,如通过调整扩底岩(土)体层或工艺参数等,指导后续的设计与施工。

4.3.4 本条极限状态设计方法的通用表达式依据国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 而定。标准中明确提出可采用单一安全系数法。

4.3.6 结构整体弹性分析中,钢管混凝土的截面弹性刚度一般采用钢管和钢管内混凝土弹性刚度之和。

4.3.7 扩底承载式钢管混凝土斜支撑是将冠梁(围檩)的压力通过

斜支撑传递给扩底承载体及下部(岩)土体。支点处的位移要考虑钢管混凝土杆件、扩底承载体及下部(岩)土体的压缩变形,宜通过实测支点力与位移的关系复核支点刚度系数。表 1 为部分扩底承载式钢管混凝土斜支撑的统计。

表 1 部分扩底承载式钢管混凝土斜支撑的统计

编号	工程名称	斜支撑 长度 (m)	斜支撑 间距 (m)	持力层		三击贯 入度 (cm)	斜支撑 轴力值 (kN)	斜支撑 顶部水 平位移 (mm)
				土性	承载力 特征值 (kPa)			
1	昆山巴城新澄路项目	16	5	粉砂	180	<10	610	10
2	金融小镇 C 地块	22	4.5	碎石土	260	<10	450	8
3	南京百家湖 G51 地块	12	6	粉质黏土	160	15	520	11
4	苏州维力二期项目	10	4	粉土	150	<10	380	9
5	苏国土 2022-WG-1 号地块	19	5	粉砂	180	10	750	12
6	南京 NO.2023 G08 地块项目	20	6	黏土	220	15	580	14
7	苏州雅斯印染项目	10	6	粉质黏土	150	10	670	7
8	苏地 2022-WG-23 号地块	8	6	黏土	220	<10	460	8

4.3.8 按照《钢管混凝土结构技术规范》GB 50936—2014,实心钢管混凝土抗压强度设计值应考虑截面形状及套箍效应的影响。本规程中钢管混凝土构件承载力的计算采用了“钢管混凝土统一理论”中的统一设计公式。统一理论把钢管混凝土看作是一种组合材料,研究它的组合工作性能。它的工作性能具有统一性、连续性

和相关性。

4.3.9、4.3.10 钢管混凝土支撑受弯、受剪承载力按照《钢管混凝土结构技术规范》GB 50936—2014 计算。为方便查阅,常用的钢管混凝土斜支撑力学指标统计表参见附录 C。

4.3.11 由工程经验及附录 C 可知,钢管混凝土斜支撑轴心抗压承载力高于扩底承载体的承载能力,斜支撑的承载能力由扩底承载体的承载能力控制。当基坑较深、斜支撑较长、荷载较大,或长细比超过《钢管混凝土结构技术规范》GB 50936 的规定时,可通过设置竖向立柱及水平向连杆等方式,控制斜支撑的长细比。

4.3.13 确定扩底承载体斜支撑方向受压承载力最可靠的方法是载荷试验。在设计之前为设计提供依据时,应按照《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 通过载荷试验确定扩底承载体受压承载力。当有相近工程资料参考时可根据其进行试算。

4.3.14 根据已实施的斜支撑基坑案例,随着基坑深度的增加,按照《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011 中公式 5.2.4 进行深度修正后的地基承载力特征值与实测值偏差逐步增大,基础埋置深度从原地面标高起算得到的承载力值与实测值更为接近。基坑设计时,承载力都是现有地质条件和经验参数的预估,当试验所得与预估有差异时,应以试验为准,对原设计计算中选取的参数进行调整。

扩底承载体等效面积取决于岩(土)体的类别(黏性土、砂性土、碎石土等)、性状(黏性土的状态、砂性土的密实度等)以及填料夯击后的密实效果(三击贯入度)。以可塑状黏性土为基准,通过引入状态修正系数 η_s 及三击贯入度修正系数 η_p 分别对岩(土)体的类别、性状及填料夯击后的密实效果进行修正。

另外,当钢管混凝土斜支撑在基坑开挖底面以下的埋置长度超过 $10D$ (D 为钢管外径)时,可计入钢管侧摩阻力的影响。

为说明本规程 4.3 中钢管混凝土构件及扩底承载体的受压承载力计算过程,以苏州雅斯印染项目为例,叙述如下。

1 基坑工程概况:

基坑挖深 6.4 m,围护体采用型钢水泥土搅拌墙,基坑内设置

扩底承载式钢管混凝土斜支撑。扩底承载体持力层为位于原地表下 9.5 m 的粉质黏土层,孔隙比 e 为 0.83,液性指数 I_L 为 0.69,承载力特征值 f_{ak} 为 150 kPa。采用直径 426 mm、壁厚 8 mm 钢管混凝土斜支撑,斜支撑水平间距为 6 m,与水平面夹角为 45° 。基坑安全等级为二级,重要性系数 γ_0 为 1.0。

2 剖面内力计算:

由剖面计算可知,围护体计算宽度内的支点水平反力最大值为 108.6 kN/m,斜支撑水平间距为 6 m,根据力的分解得:

$$S_k = \frac{108.6}{\cos 45^\circ} \times 6 = 921.4 \text{ kN};$$

$$\begin{aligned} S_{d1} &= \gamma_F S_k \\ &= 1.25 \times 921.4 \\ &= 1151.8 \text{ kN}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \gamma_0 S_{d1} &= 1.0 \times 1151.8 \\ &= 1151.8 \text{ kN} \end{aligned}$$

3 钢管混凝土构件受压承载力计算:

查本规程附录表 C 可知, $N_u = 5068 \text{ kN}$;

$\gamma_0 S_{d1} < N_u$, 满足要求。

4 扩底承载体受压承载力计算:

根据《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011 中式 5.2.4,对扩底承载体持力层承载力特征值 f_{ak} 进行深度修正:

根据地勘资料,持力层以上土的加权平均重度 γ_m 为 9.3 kN/m^3 ;孔隙比 e 为 0.83,液性指数 I_L 为 0.69,查表 5.2.4 可知, η_d 为 1.6:

$$\begin{aligned} f_a &= f_{ak} + \eta_d \gamma_m (d - 0.5) \\ &= 150 + 1.6 \times 9.3 \times (9.5 - 0.5) \\ &= 283.9 \text{ kPa} \end{aligned}$$

持力层为粉质黏土层,液性指数 I_L 为 0.69,查本规程表 4.3.14-1 可知,岩(土)体状态修正系数 η_s 为 1.00;查本规程表 4.3.14-2 可知,三击贯入度为 10 cm 时,三击贯入度修正系数 η_p 为 1.0;查本规程 4.3.14 可知,扩底承载体等效面积基准值 A_0 取 2.7 m^2 ,可得:

$$\begin{aligned}
 Q_{uk} &= 2f_a \eta_s \eta_p A_0 \\
 &= 2 \times 283.9 \times 1.00 \times 1.00 \times 2.7 \\
 &= 1\,533.1 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

基坑安全等级为二级,查本规程 4.3.13 可知,安全系数 K 为 1.6,可得:

$$\begin{aligned}
 R_a &= Q_{uk} / K \\
 &= \frac{1\,533.1}{1.6} \\
 &= 958.2 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$S_k < R_a$, 满足要求。

4.4 构造要求

4.4.1 扩底承载体的夯实挤密效果由内而外逐级降低。由工程经验及 4.3.2 可知,当扩底承载体填料量不大于 1.5 m^3 时,扩底填充材料的投影直径不超过 1.4 m;当扩底承载体填料量不大于 2.0 m^3 时,扩底填充材料的投影直径不超过 1.6 m。

4.4.2 为防止开挖过程中挖机等对钢管混凝土斜支撑的触碰、挤压、超挖等,钢管在基坑开挖底面以下需保证一定的埋置长度。

4.4.3 钢管直径过小,落锤无法在钢管内夯击作业;钢管壁厚过薄易扭曲变形。

4.4.4 考虑到机械设备、周边环境等因素,钢管混凝土斜支撑与水平面夹角可按 $40^\circ \sim 55^\circ$ 进行设计,优先按 45° 设计,这既考虑到支护结构水平荷载的有效传导,也兼顾斜向落锤的夯击效果。当斜支撑因实施条件或避让基坑内工程桩而进行位置或角度调整时,应征得基坑设计单位的同意。

4.4.7 采用型钢水泥土搅拌墙时,型钢和钢筋混凝土冠梁间一般会设置隔离材料,这样做方便型钢拔除,但降低了型钢和冠梁之间的摩擦力,因此在冠梁与型钢之间需考虑抗滑移构造措施。在开挖深度较深、岩(土)体较为软弱、周边超载较大时,需验算型钢和搅拌桩之间的抗拔承载力。

5 施 工

5.1 一 般 规 定

5.1.1 扩底承载式钢管混凝土斜支撑工艺主要分为斜支撑钢管施工、扩底承载体施工、钢管内混凝土浇筑施工、斜支撑与围护体连接施工等主要步骤,施工工艺如图 1 所示。

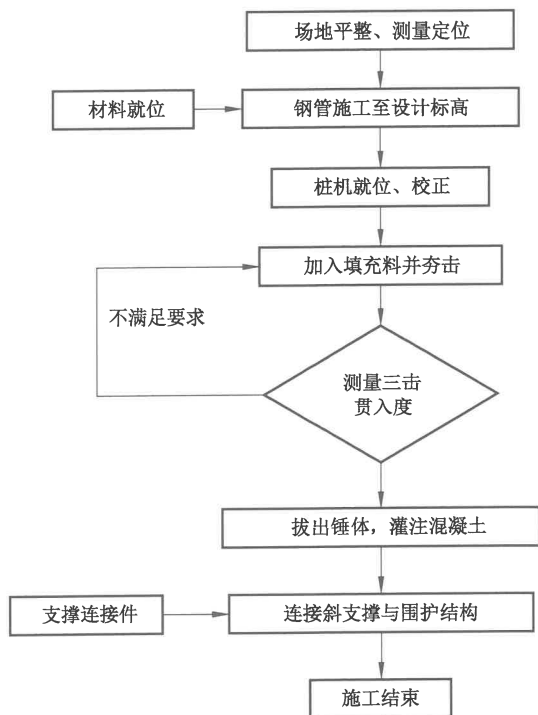


图 1 扩底承载式钢管混凝土斜支撑施工工艺

当采用钢板桩作为支护结构时,可先施工斜支撑,再施工钢围檩及钢板桩。

5.1.2 扩底承载式钢管混凝土斜支撑作为基坑专项施工方案的一部分进行编制。对于超过一定规模的危险性较大的基坑工程,施工单位应当组织召开专家论证会对基坑专项施工方案进行论证。

5.1.3 扩底承载体钢管混凝土斜支撑施工参数主要为钢管的平面定位、角度、长度、填料种类数量、三击贯入度、持力层等要求。当斜支撑按设计文件施工但未达到或已穿透持力层时,可及时调整斜支撑长度等施工参数。

5.1.5 施工经验表明,在支护结构换撑未达到设计强度时,盲目地抢工期,提前拆除易造成基坑风险。拆除条件要与设计工况核对一致,部分基坑是地下室基坑侧壁回填后才对斜支撑进行拆除。

5.2 施 工 准 备

5.2.1 很多基坑周边环境较为复杂,有必要对斜支撑施工范围内的地下及地上管线、周边建(构)筑物、架空线、临时围挡等进行详尽地调查,确定斜支撑的实施条件。

5.2.2 工程经验表明,钢管的作业条件决定了斜支撑的适用性:只要钢管能够斜向施工,后续扩底承载体等施工都可以完成。

5.3 施 工 设 备

5.3.5、5.3.6 扩底承载式钢管混凝土斜支撑技术的核心施工设备为斜向落锤式夯扩打桩机,由底盘及行走系统、定位及调平系统、斜向夯击系统、数据采集及传输系统等组成,斜向锤体的质量、直径也是重要的设备参数。图 2 为斜向落锤式夯扩打桩机示意图。

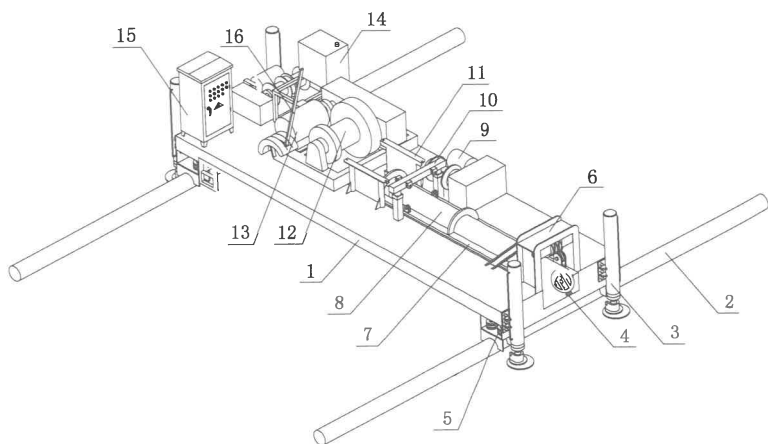


图 2 斜向落锤式夯扩打桩机示意图

- 1—底盘；2—走管；3—液压支腿；4—液压支座；5—定向滑轮组；
6—龙门架；7—带滚动滑轮的可伸缩导槽；8—锤体；9—小卷扬机；
10—提升机；11—备用支架；12—主卷扬机；13—主电机；
14—液压控制柜；15—电力控制柜；16—操作手柄

5.3.7 扩底承载体的施工需采用斜向落锤式夯扩打桩机，配套引孔设备、钢管施工设备、焊接设备等可根据工程特点进行配置。

5.4 斜支撑钢管施工

5.4.2 吊点位置应经计算确定，当采用吊绳时，可采取添加卡环等措施防止吊绳沿钢管滑脱。

5.4.3 为减小对已施工工程桩的影响，钢管施工过程中强调对钢管的定位、倾向、倾角进行动态复核。

5.4.4 通过大量的工程试验，岩(土)体及地下水进入钢管内会减弱锤体的夯击能，同时造成扩底填充材料的溅出，故钢管底端需要采取有效的封堵及预填充措施。可采用钢桩尖、钢筋混凝土桩尖、素混凝土桩尖等将钢管底端进行临时封闭。

5.4.6 在条件允许的情况下，优先选择引孔等辅助措施，可提前避让地下障碍物并减小对已施工工程桩的影响。

5.5 扩底承载体施工

5.5.7 扩底承载体的最终密实度是施工成功与否的关键。通过控制每次夯击时锤体的提升高度、贯入深度提供稳定的夯击能,将扩底土体逐步挤密。密实度通过最终三击贯入度控制。一般而言,在最终的三击贯入度检测时,后一次锤击测得的贯入度不应大于前一次锤击的贯入度,若发现不符合此规律,说明土体密实度不够,在查明原因后重新夯实并进行测量。

5.5.12 经工程实践,在地下水较为丰富、扩底岩(土)体层较为软弱的地区,采用碎砖、碎混凝土块、水泥、碎石、卵石、矿渣等进行预填充,可有效控制地下水及软弱土向管内的流动,防止出现“橡皮土”现象。

5.6 钢管内混凝土浇筑施工

5.6.1、5.6.2 采用普通混凝土浇筑时边浇筑边振捣密实;采用自密实混凝土浇筑,无需振捣,施工方便简捷,节省时间。

5.6.5 钢管内混凝土浇筑分为整体浇筑、局部浇筑两种。采用整体浇筑时,混凝土浇筑至冠梁(围檩)底面;采用局部浇筑时,混凝土浇筑至底板顶面。

5.7 斜支撑与围护体连接施工

5.7.1 为保证后续主体结构正常施工,斜支撑与围护体的连接节点应与主体结构之间保持合理的作业间隙,避免连接节点影响地下室外墙施工。

5.7.5 钢围檩是连接斜支撑与围护体之间的纽带,除自身重量外,需考虑斜支撑轴向力的影响,防止围檩沿围护体向上滑移。

5.8 验 收

5.8.1 扩底承载式钢管混凝土斜支撑作为基坑工程的一部分,在开挖前应按照要求进行验收,验收不合格不得进入下一道施工工序。

6 检测与监测

6.1 一般规定

6.1.1 扩底承载式钢管混凝土斜支撑强调从施工前的原材料、施工过程中的质量控制、施工完成后的承载力等进行全过程的检测。检测不合格不得进入下一道施工工序。

6.1.2 以扩底承载式钢管混凝土斜支撑为主要支撑受力构件的支护结构,对安全等级为一级、二级的支护结构,支撑轴力为应测;对安全等级为三级的支护结构,支撑轴力为宜测。当斜支撑为非主要受力构件或仅为构造性设置时,支撑轴力为选测。

6.2 检测

6.2.1 钢管进场使用前按要求提供完善的原材料及制作加工检测资料,符合《钢结构工程施工规范》GB 50755 和《钢结构焊接规范》GB 50661 的规定。

6.2.2、6.2.3 钢管内混凝土强度检测的试件应有代表性。用于扩底承载体施工的干硬性混凝土需对单根用量、三击贯入度进行检查,其配合比一般与钢管内浇筑的混凝土相同,不再留置试块。

6.2.5 斜支撑静载荷试验加载反力装置可根据现场条件,选择锚桩反力装置、压重平台反力装置、锚桩压重联合反力装置、地锚反力装置、支护结构反力装置等。

当静载荷试验条件困难时,可采用高应变法检测斜支撑承载力。

普通静载荷试验必须有一定的休止时间,主要是确保扰动土的恢复和桩身混凝土的强度满足设计要求。由于本规程的斜支撑承载力主要源于端部的扩底承载体,钢管外侧部分提供比例较少,因此可采用快硬水泥施工端部扩底承载体,用高标号混凝土填充

钢管进行试验,缩短工期。

6.3 监 测

6.3.3、6.3.4 基坑监测数据、现场巡查结果具有及时性、准确性、动态性的特点。当斜支撑内力突然增大、基坑支护结构变形过大、变形不收敛、地面下沉、基坑出现失稳征兆等情况时,及时停止开挖并立即回填是防止事故发生和扩大的有效措施。

中国岩石力学与工程学会
团 体 标 准
扩底承载式钢管混凝土斜支撑技术规程
T/CSRME 042—2024

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)
网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/32 印张 1.75 字数 34 千字
2024年3月第一版 2024年3月第一次印刷

*

书号: 155066 • 5-7236 定价 49.00 元



T/CSRME 042-2024

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107