

UDC

中华人民共和国行业标准

JGJ

JGJ/T 344-2014

备案号 J 1970-2015

P

随钻跟管桩技术规程

Technical specification for drilling with prestressed
high strength concrete pipe cased pile

2014-12-17 发布

2015-08-01 实施



统一书号: 15112 · 26404
定 价: 10.00 元



1 5 1 1 2 2 6 4 0 4

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

中华人民共和国行业标准

随钻跟管桩技术规程

Technical specification for drilling with prestressed
high strength concrete pipe cased pile

JGJ/T 344-2014

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2015年8月1日

中国建筑工业出版社

2014 北京

中华人民共和国行业标准
随钻跟管桩技术规程

Technical specification for drilling with prestressed
high strength concrete pipe cased pile
JGJ/T 344 - 2014

*

中国建筑工程出版社出版、发行（北京西郊百万庄）
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
环球印刷（北京）有限公司印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：2 字数：51 千字
2015 年 5 月第一版 2015 年 5 月第一次印刷

定价：10.00 元

统一书号：15112·26404

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

中华人民共和国住房和城乡建设部
公 告

第 679 号

住房城乡建设部关于发布行业标准
《随钻跟管桩技术规程》的公告

现批准《随钻跟管桩技术规程》为行业标准，编号为 JGJ/T 344 - 2014，自 2015 年 8 月 1 日起实施。

本规程由我部标准定额研究所组织中国建筑工程出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2014 年 12 月 17 日

本规程主要审查人员：杨 敏 刘金砺 徐天平 张 雁
袁内镇 王卫东 张季超 肖 兵
魏宜龄

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2009 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标[2009] 88 号)的要求,规程编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,编制本规程。

本规程的主要技术内容是:1. 总则;2. 术语和符号;3. 基本规定;4. 设计;5. 施工;6. 质量检验。

本规程由住房和城乡建设部负责管理,由广州市建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。本规程执行过程中如有意见或建议,请寄送广州市建筑科学研究院有限公司(地址:广州市白云大道北 833 号建研大厦,邮编:510440)。

本 规 程 主 编 单 位:广州市建筑科学研究院有限公司
广州建筑股份有限公司

本 规 程 参 编 单 位:中国建筑科学研究院
山河智能装备股份有限公司
华南理工大学建筑设计研究院
广东省建筑设计研究院
广州市设计院
江门裕大管桩有限公司
广州市建筑科学研究院新技术开发中心有限公司
广州市地下铁道总公司

本规程主要起草人员:唐孟雄 高俊岳 高文生 胡贺松
朱建新 黄秋伟 单葆岩 陈乔松
方小丹 韩建强 邓汉荣 周治国
邹扬帆 吴新荣

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	5
4 设计	7
4.1 一般规定	7
4.2 桩顶作用效应计算	8
4.3 单桩承载力与变形计算	9
4.4 构造设计	13
5 施工	16
5.1 一般规定	16
5.2 施工准备	17
5.3 施工设备	17
5.4 成桩工艺	18
6 质量检验	23
6.1 质量检查	23
6.2 单桩桩身完整性及承载力检验	24
附录 A 随钻跟管桩构造	25
附录 B 桩靴构造	27
附录 C 随钻跟管桩施工记录表	28
本规程用词说明	29
引用标准名录	30
附：条文说明	31

Contents

1 General Provisions	1
2 Terms and Symbols	2
2.1 Terms	2
2.2 Symbols	2
3 Basic Requirements	5
4 Design	7
4.1 General Requirements	7
4.2 Calculation of Force on the Pile Top	8
4.3 Calculation of Bearing Capacity and Deformation of Single Pile	9
4.4 Structure Design	13
5 Construction	16
5.1 General Requirements	16
5.2 Construction Preparation	17
5.3 Construction Equipment	17
5.4 Piling Technology	18
6 Inspection of Quality	23
6.1 Inspection of Piling Quality	23
6.2 Inspection of Bearing and Integrity of Single Pile	24
AppendixA Drilling with Prestressed High Strength Concrete Pipe Cased Pile Structure	25
AppendixB Pile Shoe Structure	27
AppendixC Construction Record Sheet of Drilling	

with Prestressed High Strength Concrete	
Pipe Cased Pile	28
Explanation of Wording in This Specification	29
List of Quoted Standards	30
Addition: Explanation of Provisions	31

1 总 则

1.0.1 为了在随钻跟管桩设计、施工及质量检验中做到安全适用、技术先进、经济合理、保证质量、保护环境,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于随钻跟管桩的设计、施工及质量检验。

1.0.3 随钻跟管桩的设计与施工,应综合考虑地质条件、上部结构类型、使用功能、荷载特征、施工技术条件与周边环境等,并应强化施工质量控制和管理。

1.0.4 随钻跟管桩的设计、施工及质量检验,除应符合本规程外,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 随钻跟管桩 drilling with prestressed high strength concrete pipe cased pile

在钻进成孔的同时将预应力高强混凝土管桩沉至孔底，桩端可以旋喷注浆或灌注混凝土封闭成桩，管壁外侧可以灌注水泥浆或水泥砂浆以提高桩的承载力。

2.1.2 成孔直径 diameter of drilling hole

钻头在正常开启工作状态下，钻孔的直径。

2.1.3 桩径 pile diameter

随钻跟管桩施工放置到钻孔中的预应力高强混凝土管桩的外径。

2.1.4 桩靴 pile shoe

与持力层接触最下部一节管桩的底端焊接或机械连接的桩端结构。

2.1.5 控桩器 control of pile position device

随钻跟管桩施工时，用于调整管桩的垂直度，并可对管桩进行夹持、跟进速度控制及起拔的装置。

2.2 符 号

2.2.1 作用和作用效应

F_k ——相应于荷载效应标准组合时，上部结构传到承台顶面的竖向力；

G_k ——桩基承台和承台上土自重标准值；

H_k ——相应于荷载效应标准组合时，作用于承台底面的水平力；

H_{ik} ——相应于荷载效应标准组合时，作用于基桩 i 桩的水平力；

M_{xk} 、 M_{yk} ——相应于荷载效应标准组合时，作用于承台底面，通过桩群形心的 x 、 y 主轴的力矩；

N ——相应于荷载效应基本组合时，作用于基桩某位置的竖向压力设计值；

N_{ik} ——相应于荷载效应标准组合时，偏心竖向力作用于承台顶时第 i 基桩桩顶所受的竖向力；

N_k ——相应于荷载效应标准组合时，轴心竖向力作用下任一单桩的竖向力；

N_{lmax} ——相应于荷载效应标准组合时，偏心竖向力作用于承台顶时桩顶所受的最大竖向力；

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，基桩的最大竖向力。

2.2.2 抗力和材料性能

f_{cl} ——管桩混凝土轴心抗压强度设计值；

f_{c2} ——管桩空心部分灌注的混凝土轴心抗压强度设计值；

f_n ——填芯混凝土与管桩内壁的粘结强度设计值；

f_{rk} ——岩石饱和单轴抗压强度标准值；

f_y ——钢筋的抗拉强度设计值；

N' ——实测标准贯入试验击数；

q_{pk} ——基桩极限端阻力标准值；

q_{sik} ——基桩穿过的第 i 层土的极限侧阻力标准值；

Q_t ——相应于荷载效应基本组合时，单桩竖向抗拔承载力设计值；

T_{uk} ——单桩抗拔极限承载力标准值；

Q_{uk} ——单桩竖向极限承载力标准值；

Q_{sk} ——嵌岩桩桩周土层的总极限侧阻力标准值；

Q_{rk} ——嵌岩桩嵌岩段总极限阻力标准值；

R_a ——单桩竖向承载力特征值；

R_{ha} ——单桩水平承载力特征值。

2.2.3 几何参数

A_{p1} ——管桩壁在桩端的投影面积；

A_{p2} ——管桩空心部分在桩端的投影面积；

A_s ——管桩内孔连接钢筋总公称截面面积；

D ——随钻跟管桩直径，管桩直径；

D_h ——随钻跟管钻机成孔直径；

H ——施工现场地面标高与桩顶设计标高的距离；

l_i ——基桩穿过的第 i 层土层厚度；

L ——桩长；

L_a ——桩顶填芯混凝土深度；

t ——管桩壁厚；

u ——随钻跟管桩周长；

U_{pn} ——管桩内孔圆周长；

x_i 、 x_j 、 y_i 、 y_j ——第 i 、 j 根桩至 y 、 x 轴的距离。

2.2.4 计算系数

K ——安全系数；

k_c ——充盈系数；

ψ ——成桩工艺系数；

ζ_r ——桩嵌岩段侧阻和端阻综合系数；

δ ——桩芯灌注混凝土强度的折减系数；

λ_i ——抗拔系数。

3 基本规定

3.0.1 随钻跟管桩宜用于素填土、淤泥、黏性土、粉土、砂土、强风化、中风化、微风化软质岩及强风化、中风化硬质岩等地层。

3.0.2 对无相近地质条件下成桩试验资料的随钻跟管桩设计和施工，应进行成桩试验和承载力试验确定设计及施工参数。

3.0.3 随钻跟管桩设计为端承型桩时，其最小中心距不应小于 $2.5D$ ；其他情况时，其最小中心距不应小于 $3.0D$ 。

3.0.4 随钻跟管桩施工用的管桩应采用预应力高强混凝土管桩。

3.0.5 随钻跟管桩的构造应符合本规程附录 A 的规定。

3.0.6 管桩桩芯通长灌注混凝土提高桩身强度时，灌注的混凝土强度等级不宜低于 C40。

3.0.7 随钻跟管桩使用的管桩按外径可分为 800mm、1000mm、1200mm、1300mm、1400mm 等，单节桩长不宜大于 12m；按混凝土有效预应力值可分为 A 型、AB 型、B 型和 C 型，且其抗弯性能必须达到现行国家标准《先张法预应力混凝土管桩》GB 13476 的有关规定。管桩的基本尺寸应符合表 3.0.7 的规定。

表 3.0.7 管桩的基本尺寸

外径 D (mm)	型号	壁厚 t (mm)	单节桩长 l (m)	外径 D (mm)	型号	壁厚 t (mm)	单节桩长 l (m)
800	A	110	≤ 12	1000	A	130	≤ 12
	AB				AB		
	B				B		
	C				C		
1200	A	150	≤ 12	1300、 1400	A	150	≤ 12
	AB				AB		
	B				B		
	C				C		

注：当管桩桩芯通长灌注混凝土以提高桩身强度时，外径为 1000mm 的管桩壁厚可取 110mm，外径为 1200mm、1300mm、1400mm 的管桩壁厚可取 130mm。

3.0.8 随钻跟管桩桩侧不要求注浆时,管桩桩身外壁可不设置半圆槽。随钻跟管桩桩侧要求注浆时,管桩桩身外壁宜按下列规定设置半圆槽:

1 外径 800mm、1000mm 的管桩桩身外壁对称设置 2 个直径为 30mm 的半圆槽 (图 3.0.8a);

2 外径 1200mm、1300mm 的管桩桩身外壁对称设置 3 个直径为 30mm 的半圆槽 (图 3.0.8b);

3 外径 1400mm 及以上的管桩桩身外壁对称设置 4 个直径为 30mm 的半圆槽 (图 3.0.8c)。

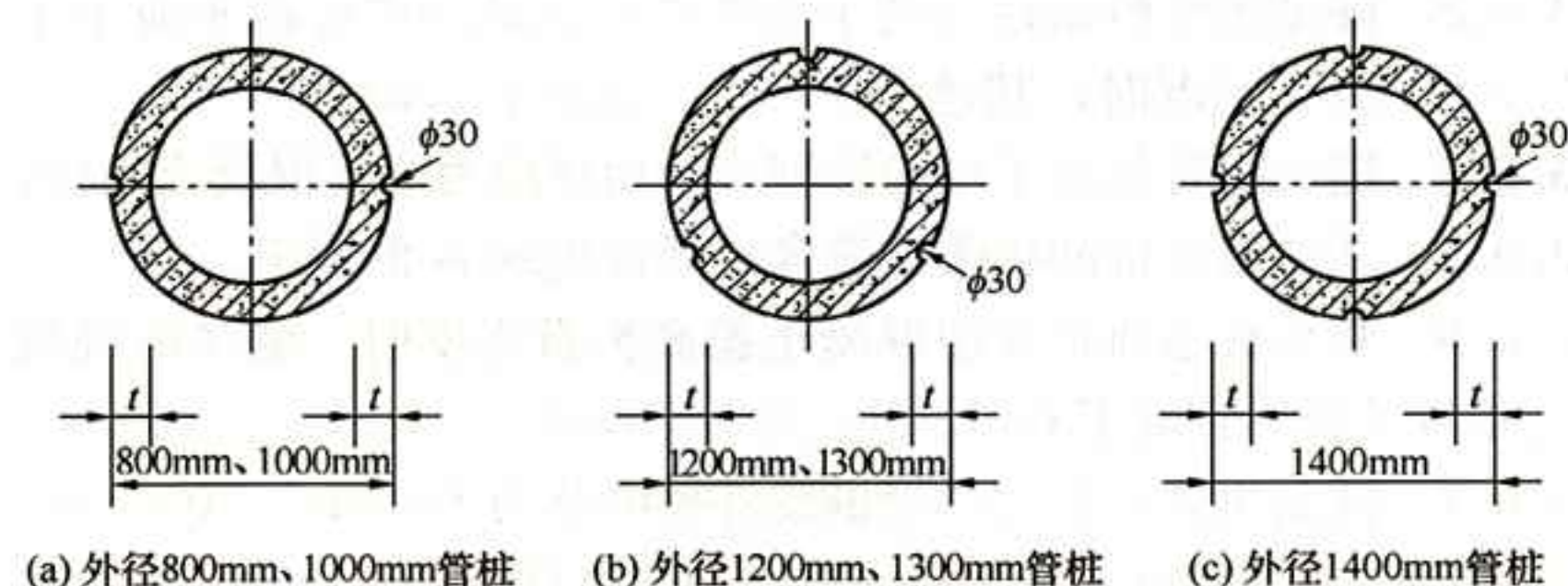


图 3.0.8 管桩截面示意
t——管桩壁厚

3.0.9 管桩内表面浮浆应清理干净,且厚度不得大于 2mm。

4 设 计

4.1 一 般 规 定

4.1.1 随钻跟管桩的竖向承载力计算应符合下列规定:

1 荷载效应标准组合
轴心竖向力作用下:

$$N_k \leq R_a \quad (4.1.1-1)$$

偏心竖向力作用下,除应符合公式 (4.1.1-1) 外,尚应符合下式规定:

$$N_{kmax} \leq 1.2R_a \quad (4.1.1-2)$$

式中: N_k ——相应于荷载效应标准组合时,轴心竖向力作用下任一单桩的竖向力(kN);

R_a ——单桩竖向承载力特征值(kN);

N_{kmax} ——相应于荷载效应标准组合时,偏心竖向力作用于承台顶时桩顶所受的最大竖向力(kN)。

2 地震作用效应和荷载效应标准组合

轴心竖向力作用下:

$$N_{Ek} \leq 1.25R_a \quad (4.1.1-3)$$

偏心竖向力作用下,除应符合公式 (4.1.1-3) 外,尚应符合下式的规定:

$$N_{Ekmax} \leq 1.5R_a \quad (4.1.1-4)$$

式中: N_{Ek} ——地震作用效应和荷载效应标准组合下,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,基桩的最大竖向力(kN)。

4.1.2 水平力作用下,随钻跟管桩单桩水平承载力应符合下式规定:

$$H_{ik} \leq R_{ha} \quad (4.1.2)$$

式中: H_{ik} ——相应于荷载效应标准组合时, 作用于基桩 i 桩的水平力 (kN);

R_{ha} ——单桩水平承载力特征值 (kN)。

4.1.3 承台的设计应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定执行。

4.2 桩顶作用效应计算

4.2.1 对于一般建筑物和受水平力较小的高层建筑群桩基础, 应按下列公式计算群桩中随钻跟管桩的桩顶作用效应:

1 竖向力

轴心竖向力作用下:

$$N_k = \frac{F_k + G_k}{n} \quad (4.2.1-1)$$

偏心竖向力作用下:

$$N_{ik} = \frac{F_k + G_k}{n} \pm \frac{M_{xk} y_i}{\sum y_j^2} \pm \frac{M_{yk} x_i}{\sum x_j^2} \quad (4.2.1-2)$$

式中: N_{ik} ——相应于荷载效应标准组合时, 偏心竖向力作用于承台顶时第 i 基桩桩顶所受的竖向力 (kN);

F_k ——相应于荷载效应标准组合时, 上部结构传到承台顶面的竖向力 (kN);

G_k ——桩基承台和承台上土自重标准值, 对于地下水以下部分应扣除水的浮力 (kN);

M_{xk} 、 M_{yk} ——相应于荷载效应标准组合时, 作用于承台底面, 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 根桩至 y 、 x 轴的距离 (m);

n ——桩基中的桩数。

2 水平力

$$H_{ik} = \frac{H_k}{n} \quad (4.2.1-3)$$

式中: H_k ——相应于荷载效应标准组合时, 作用于承台底面的水平力 (kN)。

4.3 单桩承载力与变形计算

4.3.1 单桩竖向承载力特征值的确定应符合下列规定:

1 对于设计等级为甲级和乙级的建筑, 设计前应通过单桩竖向静载荷试验确定单桩竖向承载力特征值。在同一条件下, 试桩数量不应少于 3 根。设计等级为丙级的建筑物, 也可按相近地质条件下的试桩资料确定。

2 单桩竖向承载力特征值应按下列公式计算:

$$R_a = Q_{uk} / K \quad (4.3.1)$$

式中: Q_{uk} ——单桩竖向极限承载力标准值;

K ——安全系数, 一般取 $K=2$ 。

4.3.2 初步设计时, 随钻跟管桩单桩竖向抗压极限承载力标准值可采用下列公式估算:

$$Q_{uk} = u \sum q_{sik} l_i + q_{pk} (A_{p1} + A_{p2}) \quad (4.3.2)$$

式中: u ——按随钻跟管桩所用管桩外径计算的周长 (m);

q_{sik} ——基桩穿过的第 i 层土的极限侧阻力标准值 (kPa), 当桩侧注浆且无当地经验时, 可按表 4.3.2-1 取值; 当桩侧不注浆且无当地经验时, 可按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 推荐的泥浆护壁钻(冲)孔桩的极限侧阻力标准值取值;

q_{pk} ——基桩极限端阻力标准值 (kPa), 无当地经验时, 可按表 4.3.2-2 取值;

l_i ——基桩穿过的第 i 层土层厚度 (m);

A_{p1} ——管桩壁在桩端的投影面积 (m²);

A_{p2} ——管桩空心部分在桩端的投影面积 (m²), 当桩芯全长灌注混凝土或灌注混凝土高度使得管壁内侧摩阻

力大于桩芯投影面积产生的端阻力时取值, 否则 A_{p2} 取值为 0。

表 4.3.2-1 随钻跟管桩的极限侧阻力标准值 (kPa)

土的名称	土的状态	随钻跟管桩
填土	—	17~28
淤泥	—	8~18
淤泥质土	—	17~28
黏性土	$I_L > 1$	17~36
	$0.75 < I_L \leq 1$	30~50
	$0.25 < I_L \leq 0.75$	44~82
	$0 < I_L \leq 0.25$	70~90
	$I_L \leq 0$	79~100
红黏土	$0.7 < a_w \leq 1$	11~32
	$0.5 < a_w \leq 0.7$	28~74
粉土	稍密	22~44
	中密	44~64
	密实	55~86
粉细砂	稍密	22~42
	中密	35~64
	密实	55~86
中砂	中密	46~74
	密实	63~94
粗砂	中密	63~94
	密实	79~116
砾砂	中密、密实	101~138
全风化软质岩	—	88~110
全风化硬质岩	—	132~154
强风化软质岩	—	132~240
强风化硬质岩	—	176~264

注: 1 对于尚未完成自重固结的土类, 不计算侧阻力;

2 a_w 为含水比, $a_w = \omega / \omega_l$, ω 为土的天然含水量, ω_l 为土的液限。

表 4.3.2-2 随钻跟管桩的极限端阻力标准值 (kPa)

土层名称	土的状态	桩入土深度 (m)	
		≤ 15	> 15
黏性土	$0.25 < I_L \leq 0.50$	700~900	900~1000
	$I_L \leq 0.25$	1000~1400	1400~1600
粉土	稍密	300~660	660~860
	中密、密实	660~1000	860~1000
粉砂	稍密	360~600	600~700
	中密、密实	700~900	900~1200
细砂	中密、密实	1000~1400	1400~2200
中砂		1500~2000	2000~3200
粗砂		2400~3400	2600~4000
砾砂	中密、密实	1400~3000	2600~4400
角砾、圆砾		2000~3200	3000~4800
碎石、卵石		2400~3600	3200~5600
全风化软质岩	$30 \leq N' < 50$	800~1400	1200~1800
全风化硬质岩	$30 \leq N' < 50$	1000~1600	1400~2000
强风化软质岩	$N' \geq 50$	1200~1800	1600~2400
强风化硬质岩	$N' \geq 50$	1600~2400	2000~3200

注: N' 为实测标准贯入试验击数。

4.3.3 桩端进入中、微风化岩层的嵌岩随钻跟管桩, 单桩竖向抗压极限承载力标准值应由桩周土总极限侧阻力和嵌岩段总极限阻力组成。当根据岩石单轴抗压强度确定单桩竖向极限承载力标准值时, 可按下列公式计算:

$$Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{rk} \quad (4.3.3-1)$$

$$Q_{sk} = u \sum q_{sik} l_i \quad (4.3.3-2)$$

$$Q_{rk} = \zeta_r f_{rk} (A_{p1} + A_{p2}) \quad (4.3.3-3)$$

式中: Q_{sk} 、 Q_{rk} ——分别为土的总极限侧阻力标准值、嵌岩段总极限阻力标准值 (kN);

f_{rk} ——岩石饱和单轴抗压强度标准值 (kPa), 黏土岩取天然湿度单轴抗压强度标准值;

ζ_r ——桩嵌岩段侧阻和端阻综合系数, 与嵌岩深径比 h_r/D 、岩石软硬程度和成桩工艺有关, 可按表 4.3.3 取值。

表 4.3.3 桩嵌岩段侧阻和端阻综合系数 ζ_r

嵌岩深径比 h_r/D	0	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
极软岩、软岩	0.72	0.96	1.14	1.42	1.62	1.78	1.88	1.96	1.99	2.04
较硬岩、坚硬岩	0.54	0.78	0.97	1.08	1.20	1.25	—	—	—	—

注: 1 极软岩、软岩指 f_{rk} 小于等于 15MPa, 较硬岩、坚硬岩指 f_{rk} 大于 30MPa, 介于二者之间可内插取值。

2 h_r 为桩身嵌岩深度, 当岩面倾斜时, 以坡下方嵌岩深度为准; 当 h_r/D 为非表列值时, ζ_r 可内插取值。

4.3.4 随钻跟管桩的桩身混凝土强度应满足承载力要求, 桩身强度应按下式验算:

$$N \leq \psi [f_{cl} A_{pl} + \delta f_{c2} A_{p2}] \quad (4.3.4)$$

式中: N ——相应于荷载效应基本组合时, 作用于基桩某位置的竖向压力设计值 (kN);

f_{cl} ——管桩混凝土轴心抗压强度设计值 (kPa);

f_{c2} ——管桩空心部分灌注的混凝土轴心抗压强度设计值 (kPa);

ψ ——成桩工艺系数, 可取 0.80~0.85, 管桩桩芯通长灌注混凝土时取低值;

δ ——桩芯灌注混凝土强度的折减系数, 可取 0.75~0.85, 灌注混凝土强度高时取高值。

4.3.5 随钻跟管桩单桩竖向抗拔极限承载力的确定应符合下列规定:

1 甲级和乙级建筑桩基, 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行业标准《建筑桩基检测技术规范》JGJ 106 的有关规定执行。

2 丙级建筑桩基, 基桩的抗拔极限承载力取值可按下式计算:

$$T_{uk} = \lambda_i q_{sik} u l_i \quad (4.3.5)$$

式中: T_{uk} ——单桩抗拔极限承载力标准值 (kN);

q_{sik} ——基桩穿过的第 i 层土的极限侧阻力标准值 (kPa), 当桩侧注浆且无当地经验时, 可按本规程表 4.3.2-1 取值; 当桩侧不注浆且无当地经验时, 可按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 推荐的泥浆护壁钻 (冲) 孔桩的极限侧阻力标准值取值;

λ_i ——抗拔系数, 可按表 4.3.5 取值。

表 4.3.5 抗拔系数

土类	λ_i 值
砂土	0.50~0.70
黏性土、粉土	0.70~0.80

注: 桩长 L 与桩径 D 之比小于 20 时, λ_i 取小值。

4.3.6 当随钻跟管桩基础持力层下存在软弱下卧层时, 软弱下卧层承载力的验算应按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的有关规定执行。

4.3.7 随钻跟管桩单桩水平承载力特征值的确定应按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的有关规定执行。

4.3.8 随钻跟管桩的沉降变形计算应按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的有关规定执行。

4.4 构造设计

4.4.1 当随钻跟管桩桩芯通长灌注混凝土时, 桩与承台的连接

构造应符合下列规定：

1 桩嵌入承台内的长度不宜小于 100mm；

2 桩顶纵向主筋应锚入承台内，其锚入长度不宜小于 35 倍纵向主筋直径。对于抗拔桩，桩顶纵向主筋的锚固长度应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 确定。

4.4.2 当随钻跟管桩上部与承台连接部分为空心时，桩与承台的连接应采用桩顶填芯混凝土中埋设连接钢筋的连接方式，并应符合下列规定：

1 填芯混凝土强度等级不得低于 C30。填芯混凝土长度：承压桩不得低于 2D 且不得小于 2.0m；抗拔桩应按本规程第 4.4.3 条的规定计算确定，且不得小于 2.0m。

2 连接钢筋数量不宜小于 4 根。当采用 4 根连接钢筋时，埋入填芯混凝土部分的箍筋应为 $\phi 6@200$ ；当连接钢筋多于 4 根时，埋入填芯混凝土部分的箍筋应为 $\phi 8@200$ 。

3 埋入桩顶填芯混凝土中的连接钢筋长度应与桩顶填芯混凝土深度相同。

4 连接钢筋锚入承台内的长度：承压桩不宜小于 35 倍钢筋直径；抗拔桩不得小于 40 倍钢筋直径。

4.4.3 当随钻跟管桩为抗拔桩时，桩顶填芯部分的管桩内壁应清理干净。桩顶填芯混凝土深度和连接钢筋总公称截面面积应按下列公式计算：

$$L_a = \frac{Q_t}{f_n U_{pn}} \quad (4.4.3-1)$$

$$A_s \geq \frac{Q_t}{f_y} \quad (4.4.3-2)$$

式中： L_a ——桩顶填芯混凝土深度 (m)，不应小于 2.0m；

A_s ——管桩内孔连接钢筋总公称截面面积 (m^2)；

Q_t ——相应于荷载效应基本组合时的单桩竖向抗拔承载力设计值 (kN)；

f_n ——填芯混凝土与管桩内壁的粘结强度设计值 (kPa)，

宜由现场试验确定；

U_{pn} ——管桩内孔圆周长 (m)；

f_y ——钢筋的抗拉强度设计值 (kN/m^2)。

4.4.4 随钻跟管桩桩靴可利用 Q235 及以上等级的钢材焊接，钢板厚度不宜小于 10mm。桩靴的竖向抗压承载力不应小于桩端阻力特征值的 2 倍。桩靴构造应符合本规程附录 B 的规定。

5 施 工

5.1 一 般 规 定

5.1.1 随钻跟管桩施工的允许偏差应符合表 5.1.1 的规定。

表 5.1.1 随钻跟管桩施工允许偏差

成桩方法		孔径允许偏差 (mm)	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
随钻跟管桩	$D \leq 1000\text{mm}$	0, +50	<0.5	$D/6$, 且不大于 100	$D/4$, 且不大于 150
	$D > 1000\text{mm}$	0, +50	<0.5	$100+0.01H$	$150+0.01H$

注: H 为施工现场地面标高与桩顶设计标高的距离; D 为管桩的外径。

5.1.2 管桩桩芯插入的钢筋笼制作、安装质量应符合下列规定:

1 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 5.1.2 的规定。

表 5.1.2 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, +5
钢筋笼长度	± 100

2 钢筋笼采用后置式安装、搬运和吊装时, 应防止变形。钢筋笼的制作应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验

收规范》GB 50204、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18、《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关规定。

5.2 施 工 准 备

5.2.1 随钻跟管桩施工应具备下列资料:

- 1 建筑场地岩土工程勘察报告;
- 2 经审查批准的施工图设计文件及图纸会审纪要;
- 3 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;
- 4 主要施工机械及其配套设备的技术性能资料;
- 5 经审查批准的施工组织设计或施工方案, 及向作业人员进行的安全、技术交底;
- 6 水泥、砂、石、钢筋等原材料及其制品的质检报告;
- 7 管桩结构配筋图、管桩产品说明书、产品合格证及现场验收资料;
- 8 有关荷载、施工工艺的试验参考资料;
- 9 建设项目取得有关主管部门颁发的施工许可证件。

5.2.2 随钻跟管桩施工用的供水、供电、道路、排水、临时房屋等临时设施, 必须在开工前准备就绪, 施工场地的主要场地宜进行硬化处理, 保证施工机械正常作业。

5.2.3 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, 经复核后应妥善保护, 施工中应经常复测。

5.2.4 应根据桩径、成桩深度、土层情况综合确定施工机械、钻杆、钻头及施工参数。

5.2.5 施工机械必须经鉴定合格, 不得使用不合格机械。

5.2.6 随钻跟管桩施工设备就位后, 必须平整、稳固, 各种操作系统和仪表应稳定可靠, 在成桩过程中不得发生倾斜和偏移。

5.3 施 工 设 备

5.3.1 随钻跟管钻机的平均接地比压、爬坡能力、动力头输出

扭矩、驱动器压桩力、控桩器拔桩起拔力、主卷扬提升能力、动力头钻进加压力、动力头上下往复行程、钻头收缩直径及扩孔直径等技术指标应满足施工要求。

5.3.2 随钻跟管钻机整机应具有自行行走和随钻跟管沉桩跟进驱动功能。钻机转台可 360° 自行回转，转台回转应具有自动对桩复位功能。

5.3.3 随钻跟管钻机的桩架在设备的前后方向 $\pm 5^\circ$ 及左右方向 $\pm 3^\circ$ 范围内应具有自动调垂功能。

5.3.4 随钻跟管桩钻头的成孔直径及入土岩的能力应满足施工要求；当为扩孔钻头时，扩孔机构应能可靠收拢。

5.3.5 钻头、钻杆螺旋叶片外径制作允许公差应控制在 $0\text{mm} \sim -5\text{mm}$ 范围内。

5.3.6 当管桩采用高压旋喷封底时，应根据管桩内径选择高压旋喷设备。高压旋喷钻机动力头应能 360° 回转，钻机给进行程不宜小于 3m 。高压注浆泵的额定注浆压力不应小于 20MPa ，流量不宜小于 85L/min 。

5.3.7 当采用钻杆灌注混凝土时，混凝土泵及钻杆型号应根据管桩内径选择。混凝土输送泵管布置宜减少弯道，混凝土泵与钻机的距离不宜大于 60m 。

5.3.8 随钻跟管桩桩侧注浆设备应能输送含有 3mm 以下固体颗粒的水泥浆及砂浆。额定工作压力不宜小于 4MPa ，水平输送距离不宜小于 100m ，流量不宜小于 60L/min 。

5.4 成桩工艺

5.4.1 随钻跟管桩施工应包括下列步骤：

- 1 测量确定桩位；
- 2 管桩与桩靴焊接或机械连接；
- 3 钻机及控桩器定位；
- 4 钻杆连接钻头，并穿过首节带桩靴的管桩，与钻机连接，定位、调平；

5 复检桩位；

6 在管桩桩侧预留凹槽中，安装注浆管；

7 随钻跟管钻进；

8 接钻杆、管桩；

9 接注浆管；

10 钻至设计标高后，多次反复清桩底渣土，停止钻进，反钻钻杆，收缩钻头；

11 利用钻机激振器向下振动管桩，使管桩稳固地坐落在持力层上；

12 通过钻机钻杆及钻头向桩底灌注混凝土封底；或利用单管或双管高压旋喷设备通过管桩桩芯，从随钻跟管桩桩端以下 0.5m 持力层中由下至上喷射水泥浆进行封底；封底深度不宜小于 $2D$ ，且不应小于 1.5m ；

13 拆卸钻杆，钻机及控桩器移位；

14 封底混凝土或水泥浆达到初凝强度要求后，利用管桩桩侧安装的注浆管对桩侧灌注水泥浆或水泥砂浆；

15 当管桩桩芯需要通长灌注混凝土时，应按灌注水下混凝土的相关要求执行；

16 当随钻跟管桩作为仅承受水平力的围护桩时，可通过依次进行上述步骤第 1~5、7、8、10、11 项成桩；当随钻跟管桩作为不需桩侧注浆的承受竖向力的基桩时，可通过依次进行上述步骤第 1~5、7、8、10~12 项成桩。

5.4.2 随钻跟管桩施工钻头的成孔直径应符合下列规定：

1 当随钻跟管桩桩端持力层为土层且桩侧不要求注浆时，钻头的成孔直径不宜大于管桩的外径；

2 当随钻跟管桩桩端持力层进入岩层且桩侧要求注浆时，钻头的成孔直径宜大于管桩外径 40mm 以上；

3 当随钻跟管桩作为支护桩且桩侧不要求注浆时，钻头的成孔直径可根据场地的地质条件进行选择，且不宜大于管桩外径 20mm 。

5.4.3 第一节管桩就位后,应将钻机桅杆调整到垂直状态。桩位偏差不得大于本规程表 5.1.1 的规定,校正后的垂直度偏差不得大于 0.5%。随钻跟管桩施工过程中,应保持钻杆和管桩的中心线在同一条直线上,并随时检查桩身的垂直度。当桩身垂直度偏差超过 0.5%时,应找出原因并纠正。

5.4.4 接桩时,上下节桩身应对准,错位不应大于 2mm,管桩中心应与钻杆中心重合;当桩侧需注浆时,桩身预留的凹槽应对准,错位不应大于 2mm,接桩完成后,应同步安装桩侧注浆管。

5.4.5 管桩连接应采用焊接或机械连接。焊接接桩和桩靴的焊接所采用的焊机、焊条、电流、工艺、质量等要求除应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定外,其现场施工尚应符合下列规定:

1 上下节桩接头端板表面应用钢丝刷清刷干净并应保持干燥,坡口处应刷至露出金属光泽;

2 接桩时,上节桩身应与下节桩身保持顺直,两端面应紧密贴合;不得在接头处出现间隙,严禁在接头间隙中填塞焊条头、铁片、铁丝等杂物;

3 施焊应逐层对称进行,层数不得少于 2 层;内层焊渣应清理干净后,再施焊外一层,焊缝应连续饱满;

4 当采用手工电弧焊时,焊条宜采用 E4303 或 E4316,其质量应满足现行国家标准《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117 的规定;

5 手工电弧焊的接头自然冷却时间不应少于 8min;二氧化碳气体保护焊的接头自然冷却时间不应少于 3min;

6 桩靴的焊接应按本条第 3~5 款的有关要求,重要工程宜在工厂内焊接;当在工地焊接时,宜在管桩堆放现场先焊好桩靴外圈的上半圈及内圈的下半圈,再将管桩轴向转动 180°后施焊剩下的桩靴外圈及内圈的半圈。

5.4.6 随钻跟管钻机钻进过程中,遇到卡钻、钻机摇晃、偏斜

或发生异常时,应立即停钻,查明原因,采取相应措施后方可继续作业。

5.4.7 管桩跟进速度应与钻机成孔同步,钻杆及钻头入土深度和管桩入土深度应一致。

5.4.8 随钻跟管桩施工应连续进行,管桩跟进间歇时间不宜超过 8h。单根桩未钻进到设计标高时不得停钻。

5.4.9 利用高压旋喷设备通过随钻跟管桩桩芯喷射水泥浆进行封底时,喷射压力不宜低于 20MPa,水灰比宜为 0.5~0.7,桩底原位喷浆停留时间不宜小于 3min,提升速度宜通过试验确定,水泥浆宜掺入高效减水剂或早强剂。

5.4.10 高压旋喷设备喷射清水清洗管桩内壁及桩底的岩土渣时,喷射压力及提升速度宜根据管桩内径及岩土渣性状通过试验确定。

5.4.11 桩侧注浆压力宜为 0.5MPa~4.0MPa,水灰比宜为 0.45~0.55,水泥浆宜掺入高效减水剂或早强剂。注浆量可按下列式计算:

$$Q \geq k_c \pi (D_h^2 - D^2) L / 4 \quad (5.4.11)$$

式中: Q ——实际注浆量 (m^3);

k_c ——充盈系数,与钻孔周围土层孔隙率有关, $k_c \geq 1.1$;

D_h ——随钻跟管钻机成孔直径 (m);

D ——管桩直径 (m);

L ——随钻跟管桩总长度 (m)。

5.4.12 桩侧注浆时,当满足下列条件之一时可终止注浆:

1 注浆总量和注浆压力均达到设计要求;

2 注浆总量已达到设计值的 90%,且注浆压力超过设计值,地面返浆。

5.4.13 应根据桩芯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 180mm~220mm;水泥用量不应少于 360kg/ m^3 。水下混凝土的砂率宜为 40%~50%,并宜选用

中粗砂；粗骨料粒径不得大于钢筋间最小净距的 1/3，并不得大于 40mm。

5.4.14 随钻跟管桩施工时应由专职施工技术人员及时填写施工记录。施工记录可按本规程附录 C 的规定填写。

6 质量检验

6.1 质量检查

6.1.1 施工单位应提供施工过程中与桩身质量有关的资料，包括管桩的出厂合格证，原材料的力学性能检验报告，钢筋笼制作质量检查报告，试件留置数量及制作养护方法、混凝土抗压强度试验报告，封底混凝土量或旋喷压力、提升速度、水灰比、喷浆量、封底深度，桩侧注浆水灰比、注浆压力、注浆时间及注浆量。

6.1.2 管桩外径、内径、壁厚、外壁预留凹槽的尺寸偏差与检查方法应符合表 6.1.2 的规定。管桩其他部位的尺寸允许偏差与检查方法应符合现行国家标准《先张法预应力混凝土管桩》GB 13476 的有关规定。

表 6.1.2 管桩的尺寸允许偏差与检查方法

序号	项目		允许偏差值 (mm)	检查工具与检查方法	测量工具分度值 (mm)
1	外径 D		-2, +7	用卡尺或钢直尺在同一断面测定相互垂直的两直径，取其平均值，精确至 1mm	1.0
	内径 d		-6, +3		
2	壁厚 t		0, +5	用钢直尺在同一断面相互垂直的两直径上测定四处壁厚，取其平均值，精确至 1mm	0.5
3	外壁预留凹槽	位置	1	用钢卷尺测量通过 2 个凹槽中心的连线与管桩中心的垂直距离，精确至 1mm	0.5
		深度	-2, +2	用游标卡尺测量凹槽深度，精确至 0.5mm	0.5

6.1.3 成桩质量检查应包括：成桩的中心位置、桩长、垂直度和管桩周围土体返浆情况等。

6.1.4 管桩焊接接头质量检查应包括：焊条的质量和直径；电焊坡口的尺寸；记录并监控焊接所用的时间；检查焊缝的质量；监控焊完后的停歇时间等。

6.2 单桩桩身完整性及承载力检验

6.2.1 桩身完整性检验，可采用低应变法。试验桩应全部检测，工程桩检测数量可按现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 的有关规定执行。

6.2.2 随钻跟管桩封底混凝土或封底水泥浆的质量可采用钻芯法检验。单位工程检测桩数不应少于总桩数的 5%，且不应少于 3 根。钻芯孔应及时用水泥浆回灌。

6.2.3 随钻跟管桩桩芯通长灌注混凝土时，填芯混凝土的质量可采用钻芯法检验。单位工程检测桩数不应少于填芯混凝土总桩数的 10%，且不应少于 10 根。

6.2.4 为提供设计参数的静载荷试验应采用慢速维持荷载法，在有成熟检验经验地区的工程桩检验可采用快速维持荷载法。为设计提供设计参数的试桩检测数量可根据试桩方案确定。

6.2.5 工程桩竖向抗压承载力检验可采用高应变法或静载荷试验，检测方法 & 检测数量可按现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 执行。

附录 A 随钻跟管桩构造

A.0.1 随钻跟管桩所用管桩桩身强度满足设计要求时，可采用水泥浆体或混凝土封底的构造（图 A.0.1）。

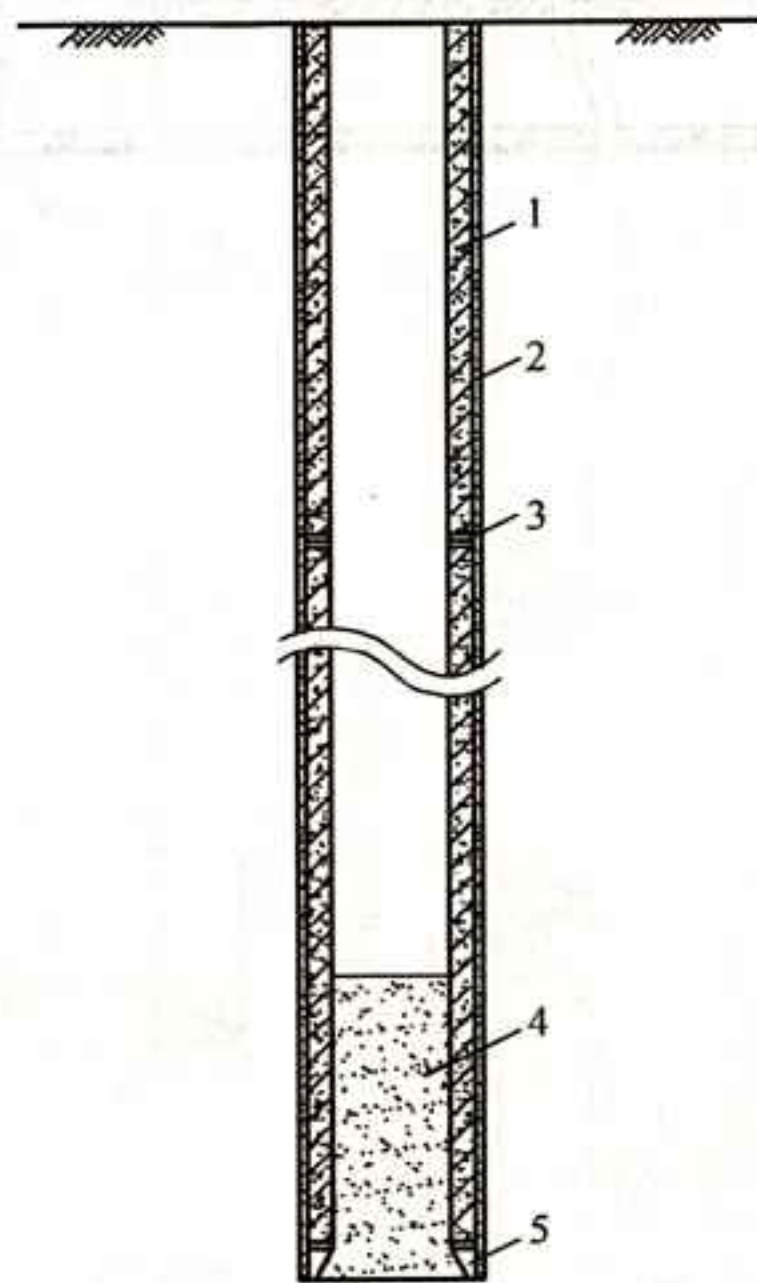


图 A.0.1 水泥浆体或混凝土封底的随钻跟管桩构造
1—预应力高强混凝土管桩；2—桩侧注浆体；3—管桩端头板；
4—桩底部封底水泥浆体或混凝土；5—桩靴

A.0.2 随钻跟管桩所用管桩桩身强度达不到设计要求时，可在管桩桩芯通长灌注混凝土提高桩身强度（图 A.0.2）。

A.0.3 随钻跟管桩桩底持力层承载力达不到设计要求时，可采用桩底持力层扩底加固、水泥浆体或混凝土封底的构造（图 A.0.3）。

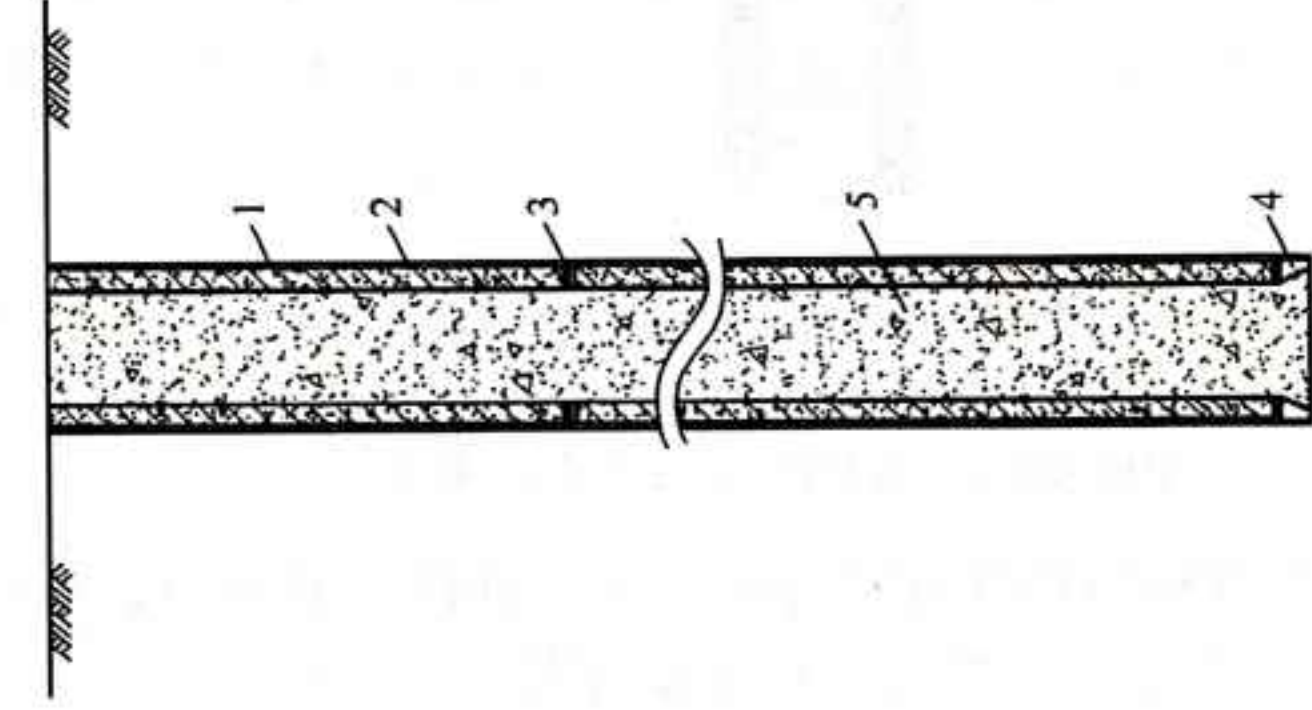


图 A.0.2 管桩桩芯通长灌注混凝土的随钻跟管桩构造

1—预应力高强混凝土管桩；2—桩侧注浆体；3—管桩端头板；4—桩靴；5—桩芯灌注的混凝土

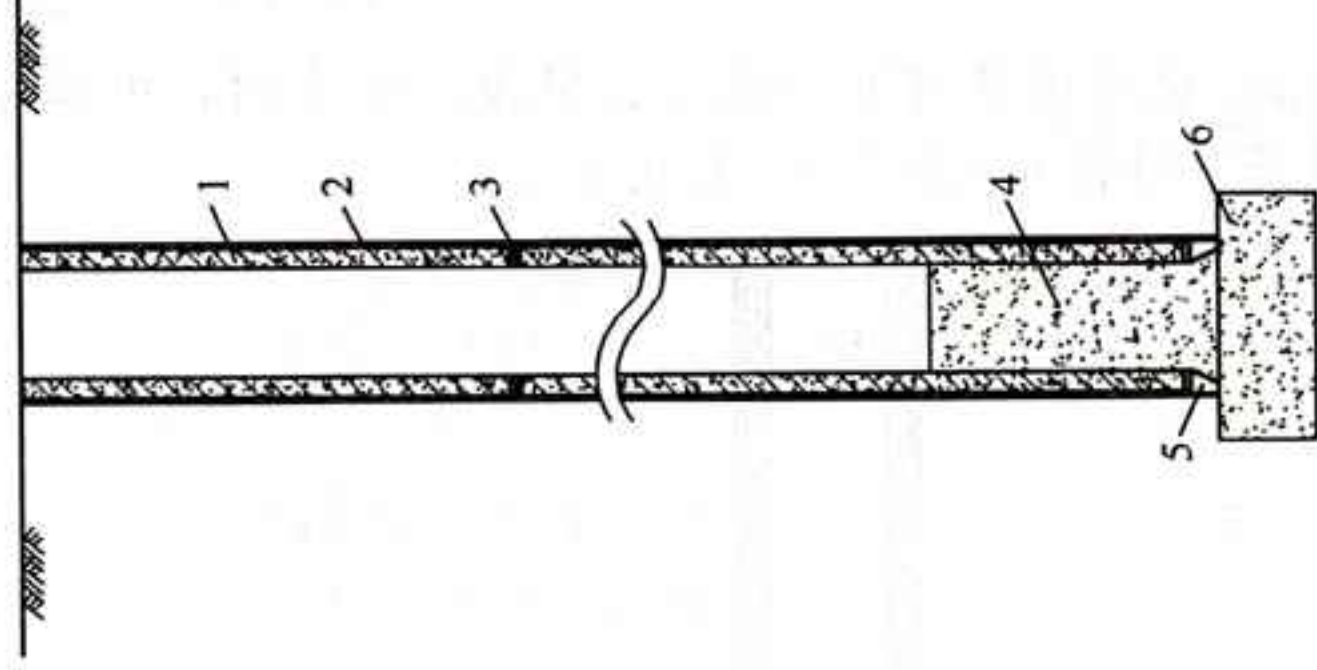


图 A.0.3 桩端持力层扩底加固、水泥浆体或混凝土封底的随钻跟管桩构造

1—预应力高强混凝土管桩；2—桩侧注浆体；3—管桩端头板；4—桩底部封底水泥浆体或混凝土；5—桩靴；6—桩端持力层扩大加固段

附录 B 桩靴构造

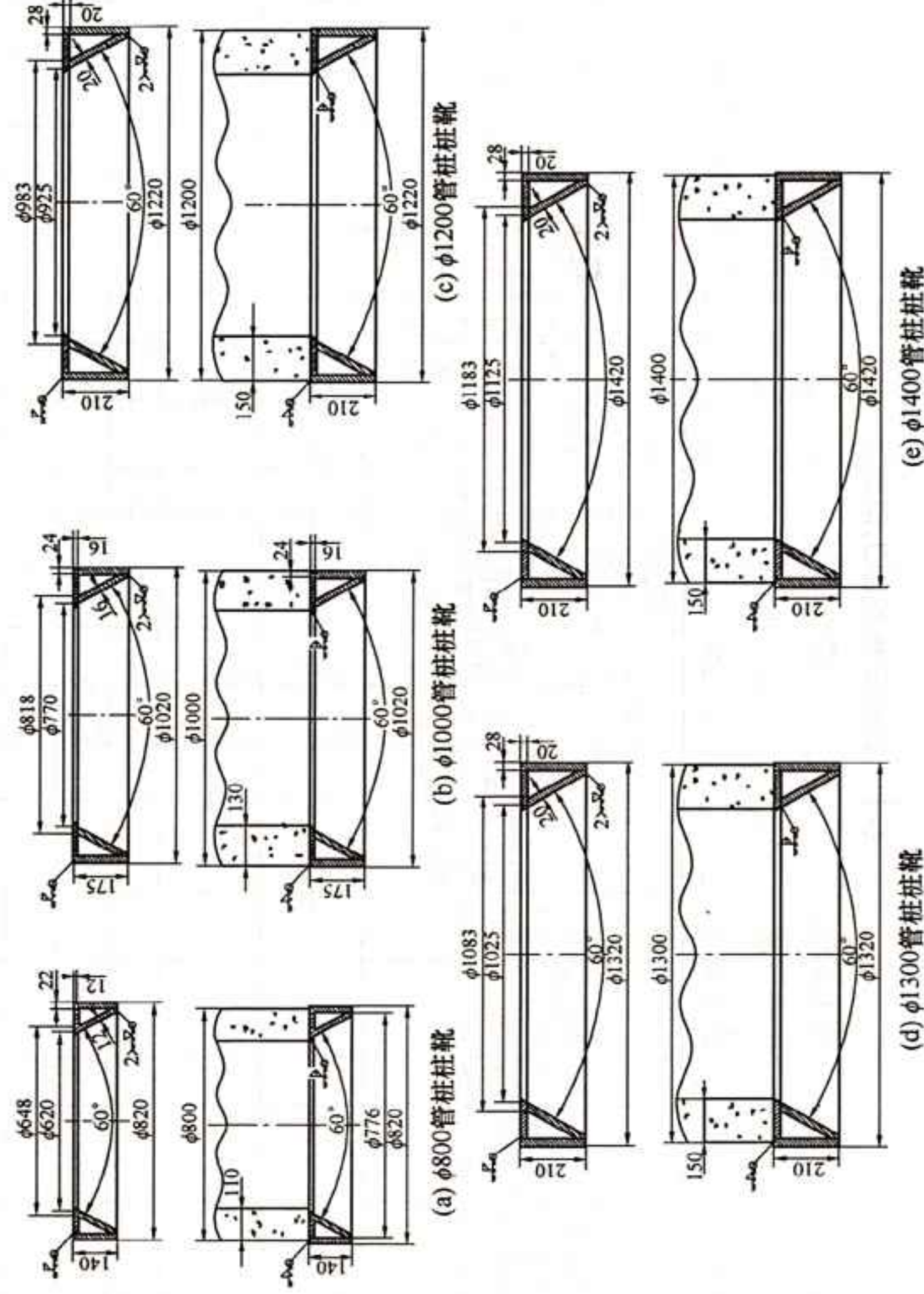


图 B 桩靴构造

表 C 随钻跟管桩施工记录表

工程名称: _____ 施工单位: _____ 总包单位: _____
桩型及规格: _____ 生产厂家: _____ 桩顶设计标高: _____ 自然地面标高: _____
桩底设计标高: _____ 桩机型号: _____ 桩号: _____ 设计承载力特征值: _____

[illegible]

记录员:

技术负责人:

工程负责人:

监理工程师:

建设单位代表:

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“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 2 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 3 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 4 《钢结构焊接规范》GB 50661
- 5 《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117
- 6 《先张法预应力混凝土管桩》GB 13476
- 7 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18
- 8 《建筑桩基技术规范》JGJ 94
- 9 《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106
- 10 《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107

中华人民共和国行业标准

随钻跟管桩技术规程

JGJ/T 344 - 2014

条文说明

制 订 说 明

《随钻跟管桩技术规程》JGJ/T 344-2014，经住房和城乡建设部 2014 年 12 月 17 日以第 679 号公告批准、发布。

本规程编制过程中，编制组进行了广泛而深入的调查研究，总结了随钻跟管桩实践经验，同时参考了国外技术法规、技术标准，通过试验取得了编制本规程所必要的重要技术参数。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《随钻跟管桩技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行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规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目 次

1 总则	34
2 术语和符号	35
2.1 术语	35
3 基本规定	36
4 设计	38
4.1 一般规定	38
4.2 桩顶作用效应计算	38
4.3 单桩承载力与变形计算	38
4.4 构造设计	40
5 施工	42
5.1 一般规定	42
5.2 施工准备	42
5.3 施工设备	43
5.4 成桩工艺	45
6 质量检验	53
6.1 质量检查	53
6.2 单桩桩身完整性及承载力检验	53

1 总 则

1.0.1~1.0.4 随钻跟管桩具有绿色环保、适应地层广、单桩承载力高、造价低等特点，但由于该桩型的施工属于一种新型的施工技术，本规程编写的目的是为确保在设计、施工中安全适用，保证工程质量。

随钻跟管桩设计与施工要实现安全适用、技术先进、经济合理、保证质量、节能环保等目标，应综合考虑工程与水文地质条件、上部结构类型和荷载特征、施工技术及环境条件等因素，把握相关技术要点。

本规程适用于建筑工程领域随钻跟管桩的设计、施工及质量验收，对于其他行业采用随钻跟管桩的工程，本规程可使用，但同时应符合相应行业标准规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 随钻跟管桩可用作承受竖向作用力的端承型桩、摩擦桩及承受水平向作用力的围护桩等。当作为端承型桩时，其综合了预应力高强混凝土管桩桩身强度高、桩身生产质量容易控制及钻（冲）孔灌注桩可嵌入中（微）风化岩层的优点，利用特定的成桩设备，在成孔的同时将管桩带入孔中，可使管桩嵌入中（微）风化岩层中，充分发挥管桩桩身强度高的优点，单桩承载力高。当需进一步提高随钻跟管桩的桩身强度时，也可在管桩内通长灌注混凝土。该桩型施工过程中不需要泥浆护壁，还可避免桩孔塌孔，成桩质量易于保证。

2.1.4 在随钻跟管桩施工过程中，岩土渣一部分通过钻杆的螺旋叶片排出，一部分挤入管桩外壁与钻孔孔壁之间。设置桩靴的目的是为了阻止岩土渣挤满管桩外壁与钻孔孔壁之间的空隙，减小随钻跟管桩钻进时的侧摩阻力，使管桩可跟随钻头和钻杆正常沉入孔中。

2.1.5 控桩器可调整管桩的姿态，有利于控制随钻跟管桩的垂直度。随钻跟管桩钻进过程中，可以通过控桩器控制管桩的跟进速度、固定管桩不跟进等；随钻跟管桩钻进至一定深度后，遇到钻进困难、钻杆或钻头损坏等事故时，也可以通过控桩器配合吊机拔出管桩。

3 基本规定

3.0.1 本条提出的随钻跟管桩的适用岩层，其岩石的饱和单轴抗压强度标准值不宜大于 30MPa。根据目前国内现有施工设备和工程经验，随钻跟管桩在素填土、淤泥、黏性土、粉土、砂土、风化岩层中能成孔，而在碎石土、砾石土等其他岩土层中成桩可能有困难，宜通过试验确定其适应性，故本规程中规定随钻跟管桩可应用于这些岩土层中。

3.0.2 由于随钻跟管桩是一种新的桩型，不同地区的岩土性质相差较大，其施工情况可能有显著差别。因此，对于没有使用经验的地区，在进行施工图设计和工程桩正式施工前应进行成桩试验验证其技术的可行性，并应进行试桩承载力试验，根据承载力试验结果调整设计参数。

3.0.3 随钻跟管桩的最小中心距基于成桩工艺和有效发挥桩的承载力两个因素确定。随钻跟管桩排列和布置原则与现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 一致。

3.0.4 随钻跟管桩作为端承型桩时，应优选混凝土强度等级高的管桩，当管桩混凝土强度满足基桩桩身强度设计要求时，则无须在桩芯中通长灌注混凝土，减少了施工流程，提高了施工效率。

3.0.6 规定管桩桩芯混凝土强度等级不宜低于 C40，是为了尽量减少桩芯灌注混凝土强度与管桩桩身混凝土强度的差异，达到二者变形协调和共同承受竖向抗压承载力的目的。

3.0.7 为满足建（构）筑物工程对管桩承载力的要求，根据现行国家标准《先张法预应力混凝土管桩》GB 13476，并考虑沉桩工艺特点和沉桩机械能力，规定随钻跟管桩使用管桩的规格和基本尺寸。

当管桩桩芯为空芯时，管桩的壁厚按表 3.0.7 的规定取值。当管桩桩芯通长灌注混凝土以提高桩身强度时，直径为 1000mm 及以上的管桩壁厚可分别取 110mm、130mm，减小管桩壁厚是为了降低管桩的自重，方便施工。

3.0.8 当随钻跟管桩成孔直径大于管桩桩径时，需在桩侧灌注水泥浆或水泥砂浆，以有效提高随钻跟管桩的桩侧摩阻力。根据管桩外径大小在其外壁设置若干半圆槽，可满足桩侧注浆操作要求。

3.0.9 随钻跟管桩施工时，钻杆需从管桩桩芯穿过。钻杆直径略小于管桩内径，当管桩内表面浮浆厚度过大时，会导致钻杆不能穿过桩芯，无法进行成桩施工。

4 设 计

4.1 一 般 规 定

4.1.1 竖向荷载作用下,柱、剪力墙等承重构件底部截面有轴力,也常有弯矩、剪力。提高偏心竖向力(同时存在轴力、弯矩)作用下桩的承载力,相当于降低桩的安全度储备,因为竖向荷载引起的弯矩和轴力一样长期存在。考虑到常规结构在重力荷载作用下竖向构件底端的弯矩较小,为方便布桩,允许小幅度(不超过10%)提高桩的竖向承载力。

4.2 桩顶作用效应计算

4.2.1 桩顶竖向力和水平力的计算,应是在上部结构分析将荷载凝聚于柱、墙底部的基础上进行。对于柱下独立桩基,按承台为刚性板和反力呈线性分布的假定,得到计算各基桩或复合基桩的桩顶竖向力和水平力公式(4.2.1-1)、公式(4.2.1-2)、公式(4.2.1-3)。对于桩筏、桩箱基础,则按各柱、剪力墙、核心筒底部荷载分别按上述公式进行桩顶竖向力和水平力的计算。

4.3 单桩承载力与变形计算

4.3.2 随钻跟管桩的承载力主要受桩径、桩长、管桩桩身强度、管桩桩芯是否通长灌注混凝土、灌注混凝土强度等级、桩侧是否注浆、桩侧及桩端地基土性状等因素影响。当管桩桩芯不通长灌注混凝土,采用在桩底灌水泥浆或混凝土封底、桩侧注浆的施工方法时,随钻跟管桩的桩端阻力估算不考虑桩芯部分的端阻力,这是因为随钻跟管桩桩顶承受的竖向抗压承载力,主要由桩侧摩阻力及管桩壁厚范围内的端阻力分担。端阻力会通过管桩内壁与管桩桩芯水泥浆体或混凝土之间的摩阻力传递一部分至管桩桩芯

水泥浆体或混凝土,但因管桩内壁与管桩桩芯水泥浆体或混凝土之间的摩阻力与施工质量有较大关系,存在较大的差异,为工程安全起见,不考虑该部分端阻力。

为合理确定随钻跟管桩的单桩竖向极限承载力,则需要确定随钻跟管桩在不同岩土层中的极限侧阻力和极限端阻力标准值。但随钻跟管桩利用管桩作为桩体,目前国内外测试管桩桩身应力的方法较为有限,常用的有:(1)在制作管桩时桩身预埋应变计或应力计;(2)在管桩外壁粘贴应变计或应力计;(3)高应变法估算分层土桩侧阻力等方法。因随钻跟管桩施工单节桩长有限,往往需要接桩,且施工时桩芯有长螺旋钻杆,这样利用方法(1)、(2)测试桩身应力的方法就不可行了,采用高应变法结合静载试验的方法较为可行。因此,本规程推荐对于无当地经验的地区,可在采用表4.3.2-1、表4.3.2-2的参数估算随钻跟管桩单桩竖向承载力标准值的基础上,施工试验桩,通过高应变法结合静载试验的方法科学确定设计参数取值。

当在软土地区使用随钻跟管桩时,随钻跟管桩可以设计为摩擦桩,施工时钻头成孔直径可以略小于管桩内径,依靠管桩的自重辅助钻机的激振力进行下桩,此时随钻跟管桩为部分挤土桩,其桩侧摩阻力大于钻(冲)孔灌注桩,小于静压或锤击预应力混凝土管桩。因这种桩型目前国内应用范围有限,其侧摩阻力值测试少,为安全起见,初步设计时,本规程推荐其侧摩阻力按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94推荐的泥浆护壁钻(冲)孔桩的极限侧阻力标准值取值。

4.3.4 为保证桩身混凝土强度满足使用要求,现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94对混凝土预制桩、预应力混凝土空心桩成桩工艺系数取0.85,泥浆护壁和套管护壁非挤土灌注桩、部分挤土灌注桩、挤土灌注桩成桩工艺系数取0.70~0.80。由于随钻跟管桩施工不同于静压或锤击方法施工预应力混凝土管桩,其施工时对桩身影响小,桩身质量易于保证,成桩工艺系数可适当提高,当管桩桩芯不需通长灌注混凝土时,成桩工艺系数

可取 0.85, 当管桩桩芯通长灌注混凝土时, 成桩工艺系数可取 0.80。

随钻跟管桩使用时, 常通过管桩桩芯灌注混凝土的方法提高桩身强度, 但因灌注混凝土的强度往往低于管桩桩身强度, 因此填芯混凝土强度与管桩桩身混凝土强度不能简单相加, 填芯混凝土强度应乘以折减系数 δ 。根据广州市建筑科学研究院有限公司进行的填芯管桩抗压强度试验结果, 本规程推荐 δ 取 0.75~0.85, 灌注混凝土强度达 C50 以上时, δ 可取 0.85。

4.3.5 本条规定了随钻跟管桩单桩竖向抗拔极限承载力的确定方法。群桩抗拔极限承载力的确定应按照现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的有关规定执行。

4.3.7 单桩水平承载力和位移与桩身截面抗弯刚度、材料强度、桩侧土质条件、桩的入土深度、桩顶约束条件等诸多因素有关, 单桩水平承载力特征值应通过现场单桩水平承载力试验确定。对于初设阶段可依据现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94, 按桩身承载力控制和按桩顶水平位移控制两种方法分别进行计算, 最后通过静载试验确定单桩水平承载力特征值。

4.4 构造设计

4.4.1 随钻跟管桩桩芯通长灌注混凝土时, 嵌入承台的深度参照混凝土灌注桩的实际工程经验确定。如果桩嵌入承台深度过大, 会降低承台的有效高度, 使受力不利。

随钻跟管桩的桩顶纵向主筋锚入承台内的长度一般情况下为 35 倍纵向主筋直径, 此处桩顶纵向主筋是指管桩桩芯插入钢筋笼的主筋。对于专用抗拔桩, 桩顶纵向主筋的型号、规格及锚固长度应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的受拉钢筋锚固长度确定。

4.4.2 本条针对管桩桩芯不通长灌注混凝土时, 管桩顶部与承台之间连接构造作出的一系列规定, 既适用于承压桩, 又适用于抗拔桩。管桩桩顶的填芯混凝土, 主要是用于插筋的锚固和传

力, 有利于桩和承台连接的简化, 同时从整体上改善桩顶部桩身的抗扭、抗破损能力。

桩顶填芯混凝土深度与连接钢筋的长度相同, 一般的做法是用 2mm~3mm 厚的钢板做成一个圆形的托盘, 托盘的作用是挡住填芯混凝土不下落到桩底, 托盘的直径应比管桩内径小 20mm 左右 (以能放入管桩内孔为准), 然后将连接钢筋的钢筋笼垂直焊在托盘上。施工作业时, 先将管桩顶部内孔清洗干净, 将钢筋笼连同托盘小心地放入管桩内孔, 放入深度应根据承压桩和抗拔桩的设计深度而定, 然后临时固定钢筋笼, 再灌入填芯混凝土至管桩顶面, 用混凝土振动棒振捣密实。

4.4.3 填芯混凝土与管桩内壁之间的粘结强度由于管桩内壁或多或少存在着一层浮浆层而离散性较大, 加上填芯混凝土施工环境差, 质量稳定性也差, 故填芯混凝土与管桩内壁的粘结强度设计值, 宜由现场试验确定。当缺乏试验资料时, C30 掺微膨胀剂的填芯混凝土 f_n 可取 0.30MPa~0.35 MPa, 以上建议值是通过一些抗拔试验资料反算出来的, 留有一定的安全储备。当然, 若填芯混凝土的施工质量较差, 取 $f_n=0.30\text{MPa}\sim 0.35\text{MPa}$ 也会有问题, 所以关键是填芯混凝土的质量要达到设计要求。

4.4.4 本规程提供了管桩直径分别为 800mm、1000mm、1200mm、1300mm、1400mm 的桩靴结构供设计单位选用。设计单位也可因地制宜, 设计合适的桩靴, 但要保证桩靴与管桩的连接牢固、可靠, 要严格控制生产质量, 桩靴的竖向抗压承载力不应小于桩端阻力特征值的 2 倍。桩靴的耐久性应满足随钻跟管桩的正常使用年限要求。

5 施 工

5.1 一 般 规 定

5.1.1 随钻跟管桩的实质是钻孔成桩，因此其桩位允许偏差与现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 中泥浆护壁钻、挖、冲孔桩的允许偏差一致。但当随钻跟管桩的垂直度偏差过大时，则会导致钻杆及钻头难以从桩芯中拔出，因此随钻跟管桩的垂直度偏差要求较为严格。其孔径允许偏差为 $(0, +50)$ mm，是因为若其孔径小于管桩桩靴外径，就有可能因管桩外壁与桩周土的侧摩阻力较大，无法下桩，而导致成桩失败。

5.1.2 随钻跟管桩桩芯插入的钢筋笼制作、安装质量的要求与现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 中灌注桩钢筋笼制作、安装的要求一致。为避免钢筋笼直径偏差过大时，钢筋笼难以放到管桩桩芯中，因此钢筋笼直径的正允许偏差定为 $+5$ mm。

5.2 施 工 准 备

5.2.1 由于地质资料不详或对邻近建筑物和设施没有充分重视而造成的基础工程质量事故或邻近建筑物、公共设施的破坏事故屡有发生。随钻跟管桩施工前，必须查明建筑场地和邻近区域内的地质管线、地下构筑物、危房、精密仪器车间等情况，在编制施工方案时应提出有针对性的切实可行的保护措施。

5.2.4 施工单位应根据经审查批准的施工图设计文件及图纸会审纪要、建筑场地岩土工程勘察报告等资料，科学设计管桩配桩方案，合理选用钻机、钻具及钻头的型号、规格，以达到科学施工的目的。

5.2.5 随钻跟管钻机质量大、桩架高，接桩及接钻杆时需工人坐吊篮至较高位置，因此，施工设备必须经过验收且符合国家相关规定；施工人员应进行相关安全培训，操作符合国家安全生产标准，避免出现安全事故。

5.2.6 随钻跟管钻机作业时，其平整及稳固水平对成桩的质量具有重要影响，直接决定成桩的垂直度和桩位偏差大小，因此必须保证钻机就位后平整、稳固。随钻跟管钻机的工作状态可通过仪表显示，为使技术人员准确判断钻机的工作状态，如钻机压力、扭矩、油温、桩架垂直度等，必须确保仪表稳定可靠。

5.3 施 工 设 备

5.3.1 因成桩直径、成桩长度、入土及岩要求等不同时，对随钻跟管桩的技术指标要求也不相同，因此本条仅提出了随钻跟管钻机的技术指标应满足施工要求的原则性规定，施工单位应根据施工场地工程地质条件、成桩直径、成桩长度等因素选择合适型号的钻机设备。例如施工桩长 50m、桩径 800mm、桩端嵌入中风化硬质岩的随钻跟管桩时，随钻跟管钻机应至少满足如下技术条件：

- 1 平均接地比压 ≤ 120 kPa；
- 2 爬坡能力 $\geq 15^\circ$ ；
- 3 动力头输出扭矩 ≥ 220 kN·m；
- 4 驱动器压桩力 ≥ 800 kN；
- 5 控桩器拔桩起拔力 ≥ 500 kN；
- 6 主卷扬提升能力 ≥ 420 kN；
- 7 动力头钻进加压力 ≥ 420 kN；
- 8 动力头上下往复行程 ≥ 13.5 m；
- 9 钻头收缩后直径 ≤ 540 mm，钻头钻进扩孔直径 ≥ 840 mm。

为保证施工安全，便于运输，随钻跟管钻机还应具有如下

功能:

- 1 桩架竖架操作时, 其他操作全部限制;
- 2 平台回转、移位作业的操作与正常钻孔沉桩作业操作互锁;
- 3 驾驶室必须装有落物防护结构, 并应符合现行国家标准《土方机械 落物保护结构 试验室试验和性能要求》GB/T 17771 的规定;
- 4 钻机运输状态外形参数应满足铁路及公路运营法规要求。

5.3.2 随钻跟管钻机质量大、桩架高, 利用外力对其移位较为困难, 也不安全, 因此具有自行行走功能和转台 360° 自行回转功能是必要的。

随钻跟管桩施工过程中, 需要先拆掉与动力头连接的钻杆, 转台旋转一定角度, 才能接桩及接钻杆, 钻机转台回转具有自动对桩复位功能, 可提高接桩及接钻杆的效率。

5.3.3 桩架在设备的前后方向 $\pm 5^\circ$ 及左右方向 $\pm 3^\circ$ 范围内具有自动调垂功能, 可提高施工效率, 保证成桩的垂直度。

5.3.4 随钻跟管桩的优点之一便是可把管桩直接嵌入中风化、微风化软质岩和中风化硬质岩, 以充分发挥管桩桩身强度高的优势, 而能否使管桩嵌入到相应岩层, 核心是钻头的人岩能力。对于基岩埋深大, 无需选择基岩作为持力层的, 钻头可不要求具备入岩能力。

钻头能否可靠张开和收拢是决定成桩成败的关键因素, 当钻头不能可靠张开时, 会导致成孔直径小, 管桩无法随钻进入孔中; 当钻至设计标高后, 如果钻头不能可靠收拢, 则会导致钻头、钻杆无法从管桩桩芯拔出, 导致成桩事故。因此要求钻头的扩孔机构应能可靠收拢。扩孔钻头可按图 1 所示的构造制作。

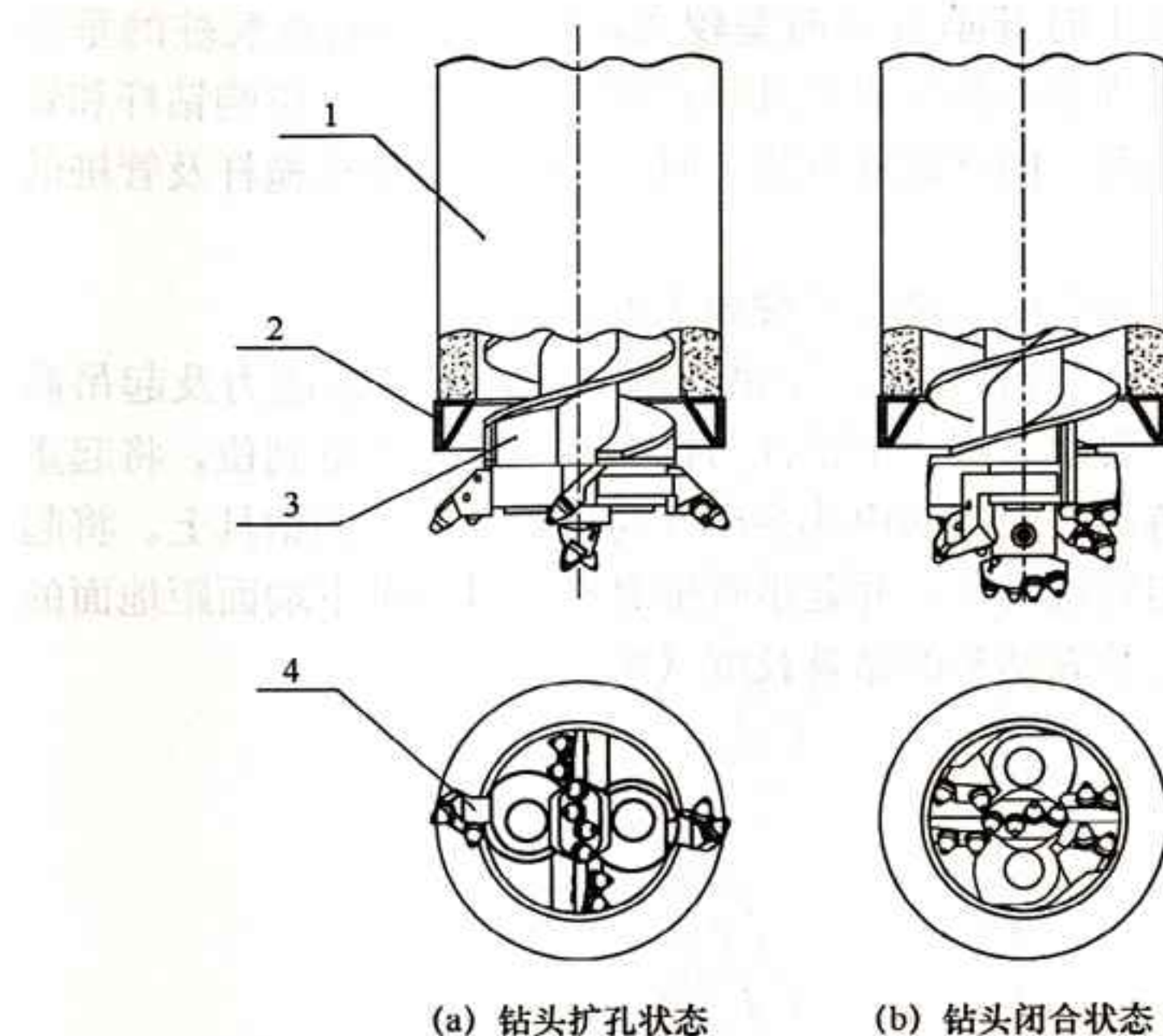


图 1 扩孔钻头构造示意

1—预应力高强混凝土管桩; 2—桩靴; 3—扩孔钻头; 4—扩孔板

5.4 成桩工艺

5.4.1 本条对随钻跟管桩的施工步骤作了说明。施工单位可根据随钻跟管桩的设计要求, 合理安排施工流程。

随钻跟管桩桩侧灌注水泥浆或水泥砂浆一般利用桩侧预埋的注浆管进行。当桩侧预埋的注浆管破坏或者注浆不能达到设计要求时, 可利用工程钻机在随钻跟管桩侧钻孔注浆的方法进行处理。

管桩外侧埋设的注浆管要牢固, 防止上移。应每隔 1m~2m 在注浆管上预打若干出浆孔, 并用纱布等缠绕封闭, 保证出浆孔的畅通。

5.4.3 随钻跟管桩施工不同于静压管桩或锤击管桩施工, 若第

一节管桩施工时其垂直度偏差较大,则直接影响整根桩的垂直度,施工过程中,较难再对其垂直度进行调整,且影响钻杆和钻头上拔。因此,随钻跟管桩施工时,必须严控钻机桅杆及管桩的垂直度。

随钻跟管桩施工操作可按如下方式进行:

1 配置一台具备主、副吊钩的吊机,且吊装能力及起吊高度符合施工要求。将一节钻杆与钻头在地面上装备到位,将起重机副钩从待吊装管桩的内孔穿出并勾挂到需安装的钻具上。将起重机主钩与管桩勾挂,并起吊管桩悬空,且管桩下端距地面的距离大于已装有钻头的钻具长度(图2)。

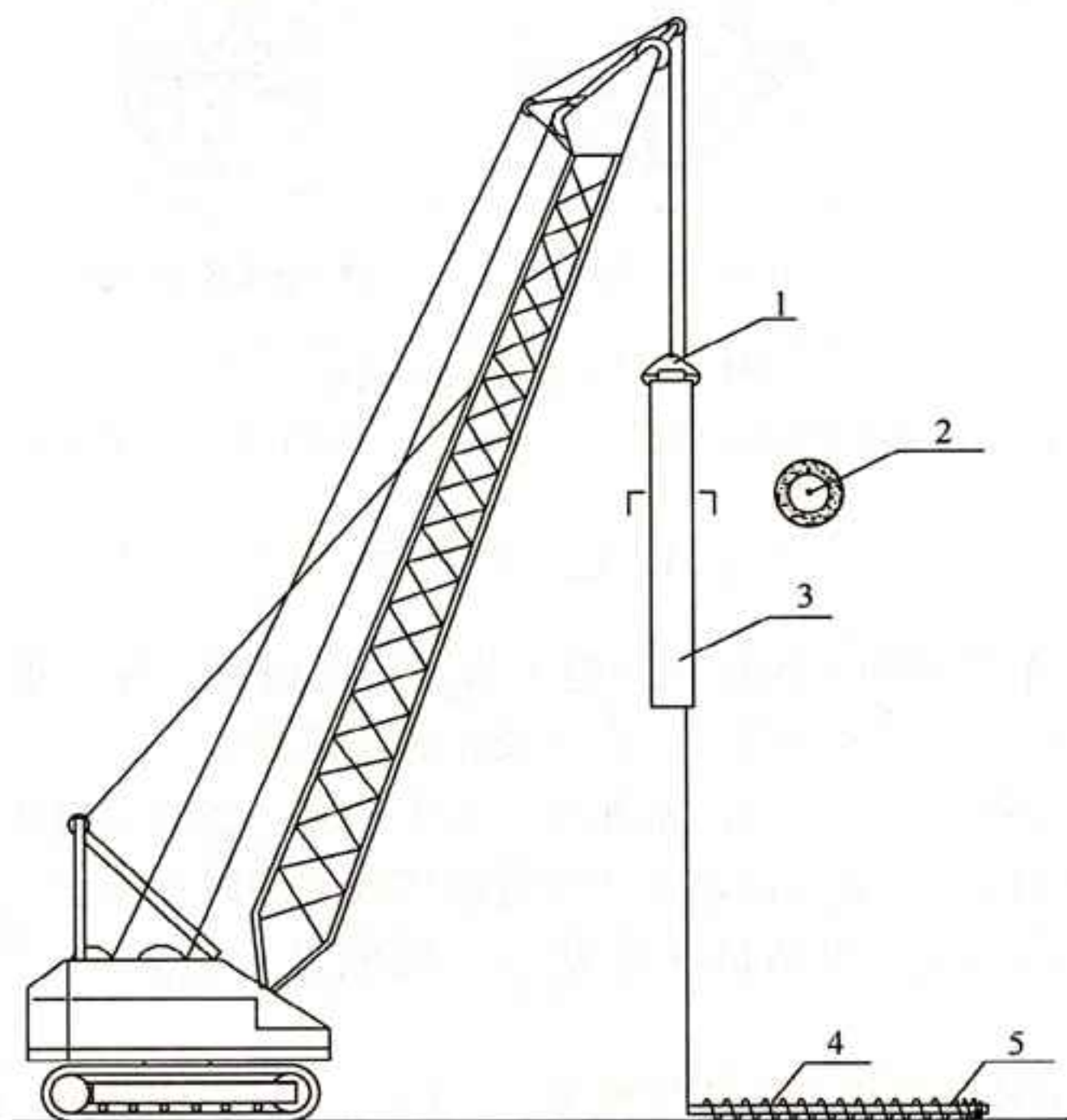


图2 管桩起吊

1—主钩; 2—副钩钢丝绳; 3—预应力高强混凝土管桩;
4—钻杆; 5—扩孔钻头

2 启动副吊钩,使钻具穿进管桩内孔(图3)。

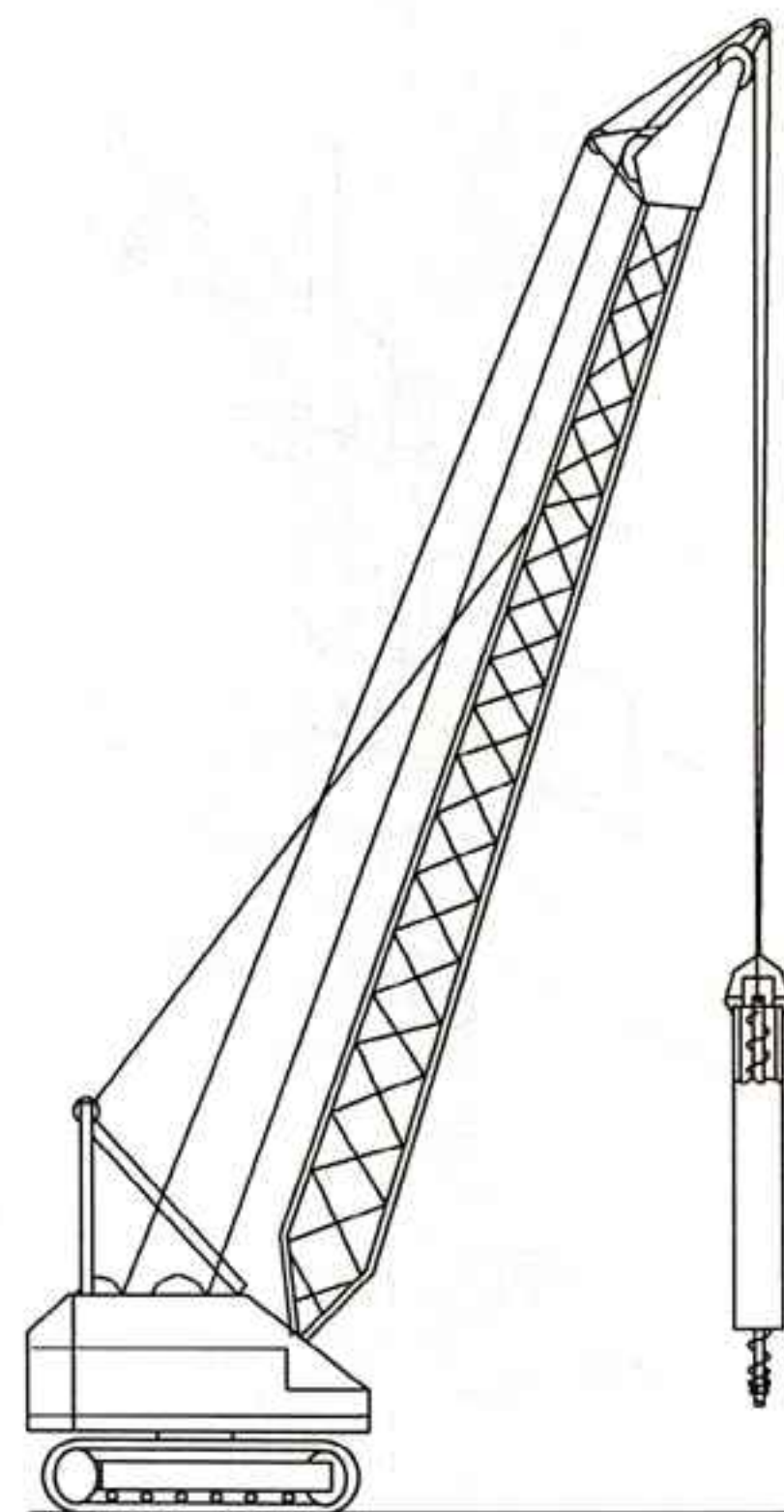


图3 钻杆起吊

3 转台转动,让开控桩器上方空域。起重机将管桩、钻具放入控桩器桩夹内,控桩器夹紧随钻跟管桩。放松吊绳、摆开吊臂,转台复位使动力头轴线与钻具轴线重合。施工人员乘坐吊篮拆除起重机主副钢丝绳。下放动力头将钻具与动力头连接到位。适当伸长调节油缸、升起控桩器桩夹,使随钻跟管桩上端面与激振器桩帽接触到位,夹持油缸钳口抱住管桩(图4)。

4 控桩器夹持油缸夹紧随钻跟管桩。调节控桩器,当随钻跟管桩垂直度达到要求后,即可沉桩施工(图5)。

5 当第一节管桩施工到位后需要连接后续管桩、钻杆继续

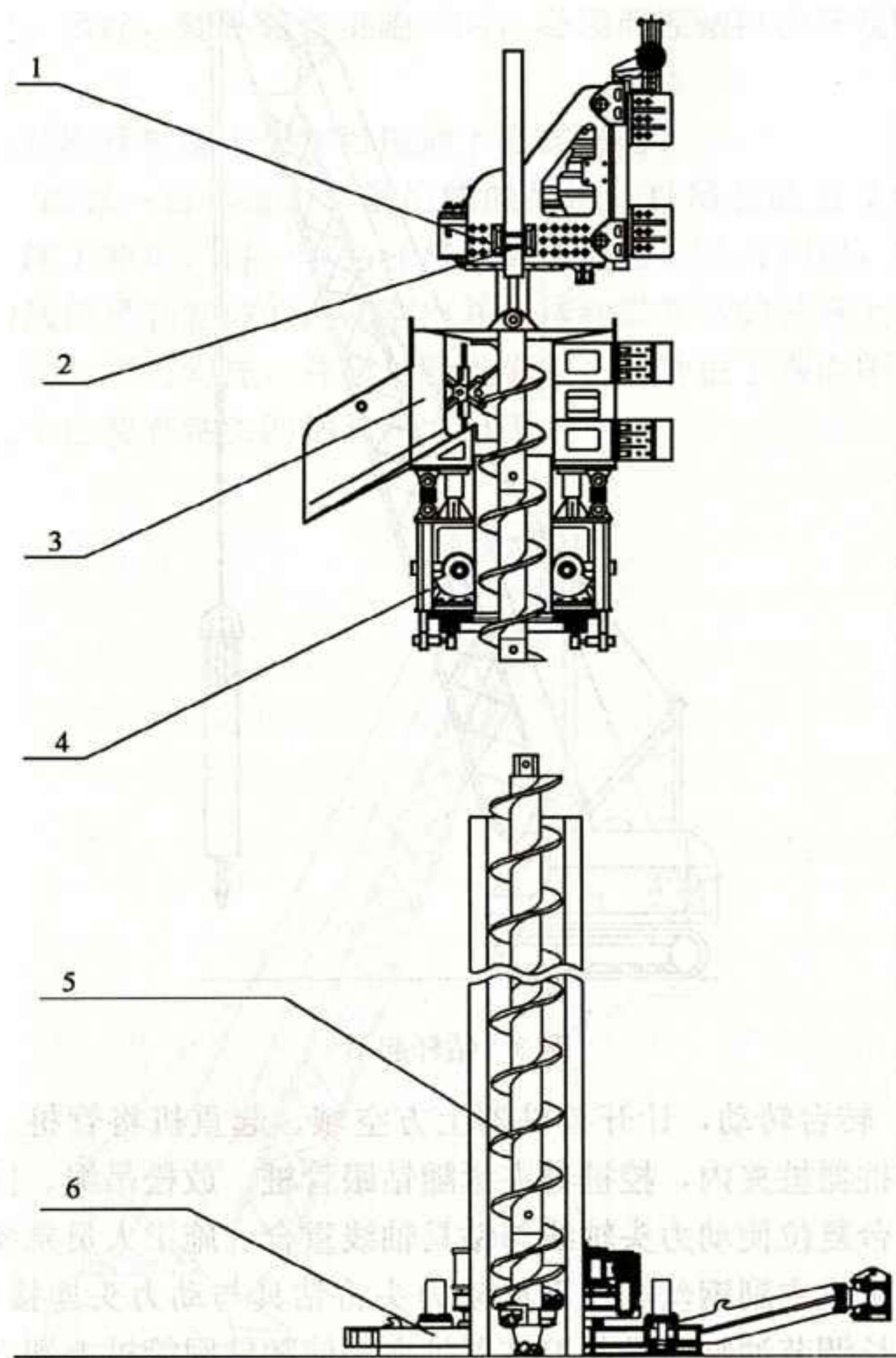


图4 钻杆连接

1—动力头；2—调节油缸；3—排土箱；4—激振器；
5—预应力高强混凝土管桩、钻杆；6—控桩器

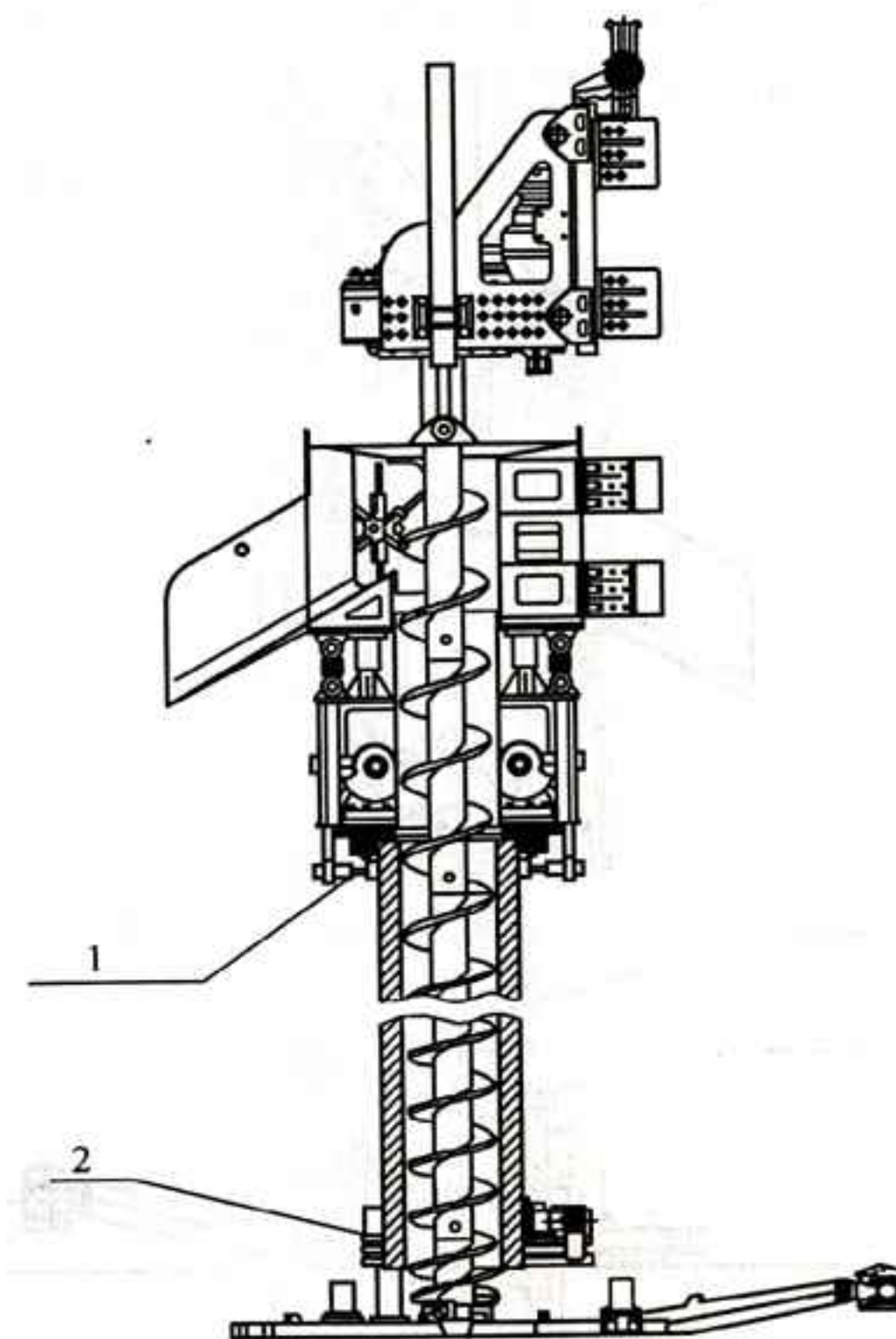


图5 控桩器夹紧管桩

1—夹持油缸；2—桩夹

施工时，连接后续管桩的操作步骤可参考以下方式操作。

- 1) 采用前述方法，利用起重机将待接的管桩及与管桩等长的钻杆吊装到位。施工人员用控桩器将已下桩的管桩夹紧，用卡杆钳垫卡在钻杆叶片下端，防止钻杆坠落，将钻杆与主机的连接拆除，转台旋转，让出接桩位上方空域（图6）。
- 2) 起重机将吊起的管桩及钻具吊装至已下桩的管桩上方，先缓慢下放钻杆，施工人员在地面将两根钻杆连接到位，之后起重机下放管桩至卡杆钳上，放松主副吊钩

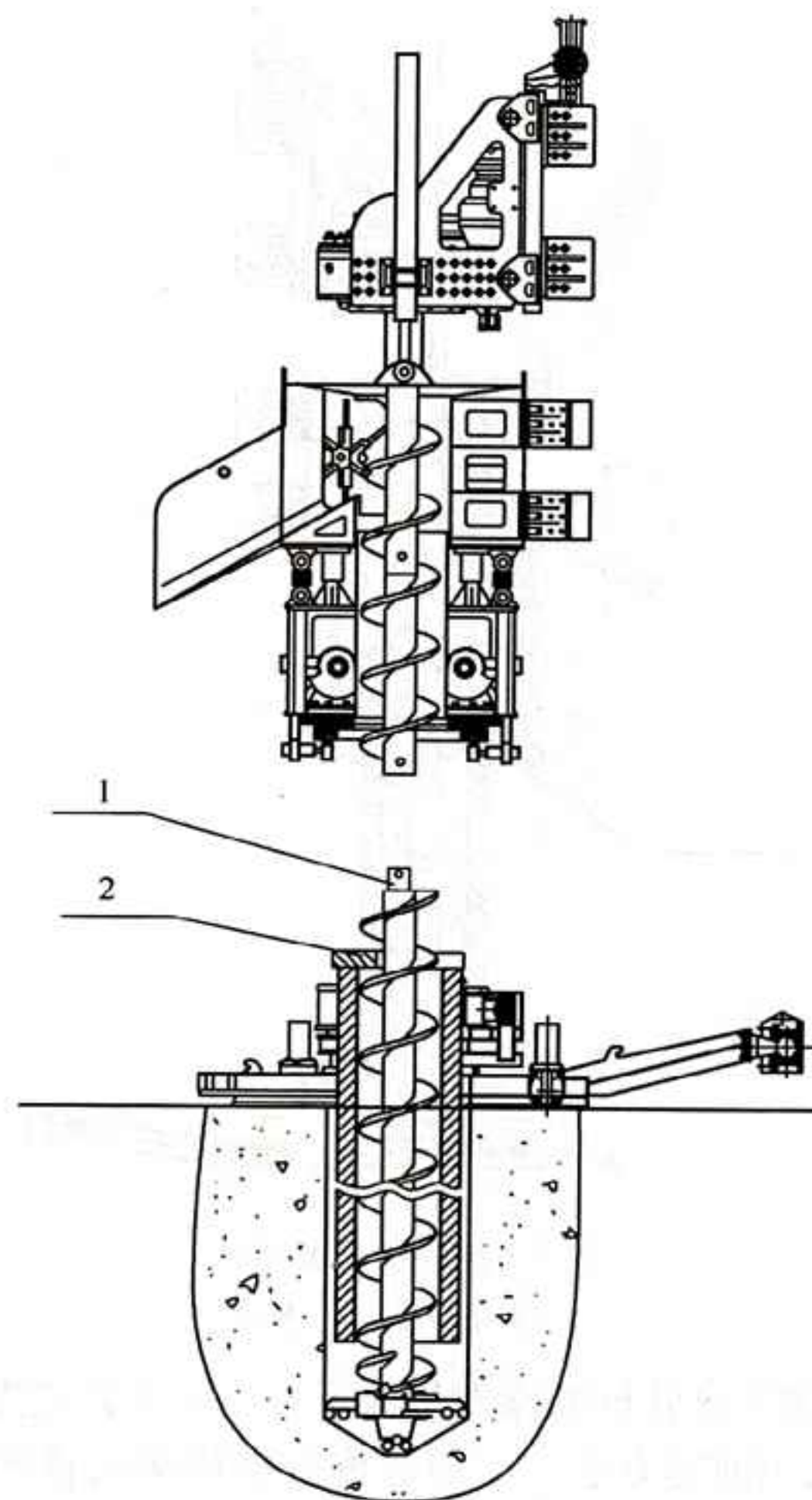


图6 钻杆连接

1—钻杆；2—卡杆钳

钢丝绳，吊臂摆走。转台回转复位，使动力头轴线与钻杆轴线重合，施工人员乘坐吊篮将动力头与新接钻杆连接到位，下放激振器与管桩接触，夹持油缸抱紧管桩。施工人员取掉主副吊钩，稍微提升动力头，地

面施工人员将卡杆钳取走。下放动力头，使新接管桩下端与已钻入的管桩上端面密实接触，并保证两节管桩轴心错位不大于2mm（图7）。

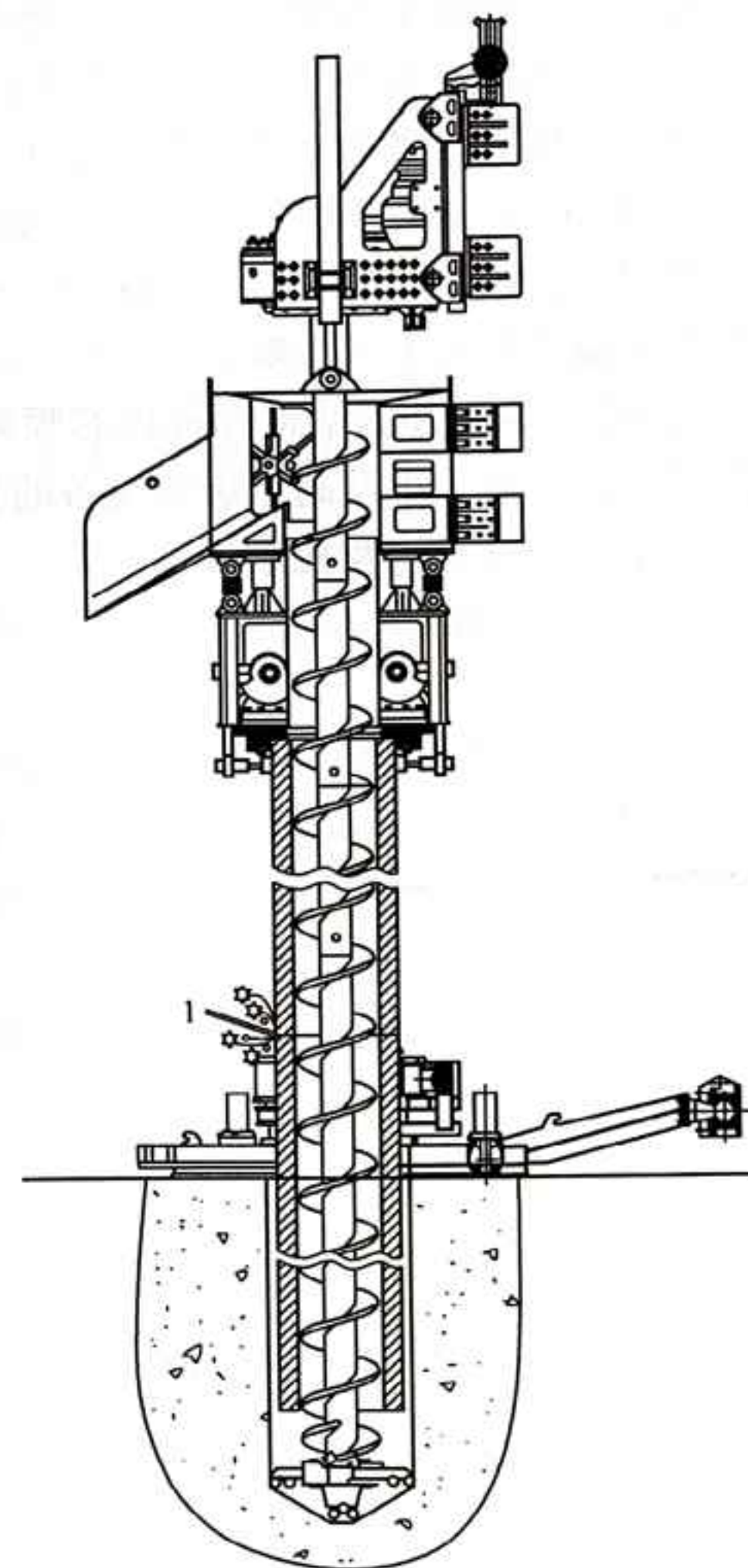


图7 管桩连接

1—焊接

5.4.7 随钻跟管钻机钻杆下钻和管桩进尺速度若不同步,当钻杆下钻速度大于管桩进尺速度时,会导致管桩底部悬空,影响成桩质量;当钻杆下钻速度小于管桩进尺速度时,可能会导致管桩坐落在钻头扩孔板上,造成排土不畅、扩孔板变形等问题。钻进至设计标高时,需量测钻杆及钻头入土深度和管桩入土深度,使其保持一致,以确保管桩直接坐落在孔底持力层上。

5.4.8 随钻跟管桩施工时,因桩周土层自稳时间短,若单根桩施工时间过长,桩周土变形后会对管桩外壁产生一定侧摩阻力,会对后续随钻跟管桩施工造成不利影响。

5.4.9 利用高压旋喷设备通过随钻跟管桩桩芯喷射水泥浆进行封底时,应根据管桩内径的大小及高压旋喷设备的技术参数,合理选用高压旋喷设备、旋喷工艺及技术参数。

6 质量检验

6.1 质量检查

6.1.1 随钻跟管桩当采用灌注混凝土的方式封底时,应检查桩底灌注混凝土的数量;当采用旋喷水泥浆封底时,应检查旋喷压力、提升速度、水灰比、喷浆量、封底深度等。

6.2 单桩桩身完整性及承载力检验

6.2.1~6.2.3 随钻跟管桩单桩桩身完整性检验可采用低应变法,当桩芯通长灌注混凝土时,桩芯灌注混凝土质量可采用钻芯法检测。

封底混凝土或封底水泥浆的质量可采用钻芯法检测。检测完成后,钻芯孔应及时用水泥浆回灌,避免桩底持力层长期浸水。除用钻芯检测外,桩侧注浆时也可通过桩芯内是否返浆判断封底混凝土或封底水泥浆的质量,因此把单位工程检验桩数规定为不应少于总桩数的5%,且不应少于3根。