

UDC

中华人民共和国行业标准

JGJ

P

JGJ/T 396 - 2018

备案号 J 2527 - 2018

咬合式排桩技术标准

Technical standard for secant piles in row



资源下载QQ群：61754465

最新资源网盘：www.GuiFan5.com

2018 - 03 - 19 发布

2018 - 11 - 01 实施

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

咬合式排桩技术标准

Technical standard for secant piles in row

JGJ/T 396 - 2018

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 8 年 1 1 月 1 日

中国建筑工业出版社

2018 北 京

中华人民共和国行业标准

咬合式排桩技术标准

Technical standard for secant piles in row

JGJ/T 396 - 2018

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京海淀三里河路9号）

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：1 $\frac{3}{4}$ 字数：46 千字

2018 年 10 月第一版 2018 年 10 月第一次印刷

定价：**12.00 元**

统一书号：15112 · 32372

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

2018 第 2 号

住房城乡建设部关于发布行业标准 《咬合式排桩技术标准》的公告

现批准《咬合式排桩技术标准》为行业标准，编号为 JGJ/T 396-2018，自 2018 年 11 月 1 日起实施。

本标准在住房和城乡建设部门户网站（www.mohurd.gov.cn）公开，并由住房和城乡建设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
资源下载QQ群：61754465
2018 年 3 月 19 日

最新资源网盘：www.GuiFan5.com

前 言

根据住房和城乡建设部《2010 年工程建设标准制订、修订计划》（建标〔2010〕43 号）的要求，标准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，并在广泛征询意见的基础上，编制了本标准。

本标准的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语和符号；3. 基本规定；4. 设计；5. 施工；6. 质量检查与验收；7. 安全与环境保护。

本标准由住房和城乡建设部负责管理，由上海建工集团股份有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送上海建工集团股份有限公司（地址：上海市虹口区东大名路 666 号，邮编：200080）。

本标准主编单位：上海建工集团股份有限公司

上海建工二建集团有限公司

本标准参编单位：上海市工程设计研究总院（集团）有限公司

上海市基础工程集团有限公司

同济大学

浙江鼎业基础工程有限公司

上海建工七建集团有限公司

上海建工四建集团有限公司

上海市交通建设工程安全质量监督
总站

山西建筑工程（集团）总公司

中国建筑第八工程局有限公司

上海金泰工程机械有限公司

广东省基础工程公司
江苏省苏中建设集团股份有限公司
上海广联建设发展有限公司
浙江中成建工集团有限公司
昆明捷程桩工有限责任公司
中铁建设集团有限公司
华蓝设计（集团）有限公司

本标准主要起草人员：范庆国 姜向红 龙莉波 孙 巍
李耀良 徐 伟 丁义平 袁 芬
谢 明 吕凤悟 赵 琪 樊振宇
罗云峰 席永慧 张伟立 王 军
王福林 崔晓强 张 铭 徐振峰
郝玉柱 王 杰 林 坚 牛金龙
钟显奇 钱 红 娄荣祥 刘有才
刘富华 吴燕秋 吕科研

本标准主要审查人员：肖绪文 叶可明 龚 剑 杨 斌
王允恭 钱力航 施祖元 胡德均
杨 敏 杨国祥 梁志荣 顾国荣
王建华 王卫东

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	6
4.1	一般规定	6
4.2	计算	7
4.3	构造要求	10
5	施工	11
5.1	一般规定	11
5.2	导墙施工	12
5.3	成孔施工	12
5.4	钢筋笼施工	15
5.5	混凝土施工	16
6	质量检查与验收	18
7	安全与环境保护	21
	本标准用词说明	22
	引用标准名录	23
	附：条文说明	25

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	2
3	Basic Requirements	4
4	Design	6
4.1	General Requirements	6
4.2	Calculation	7
4.3	Detailing Requirements	10
5	Construction	11
5.1	General Requirements	11
5.2	Guide Wall Construction	12
5.3	Bored Pile Construction	12
5.4	Steel Construction	15
5.5	Concrete Construction	16
6	Quality Inspection and Acceptance	18
7	Safety and Environmental Protection	21
	Explanation of Wording in This Standard	22
	List of Quoted Standards	23
	Addition: Explanation of Provisions	25

1 总 则

1.0.1 为了在建设工程中合理应用咬合式排桩结构，规范咬合式排桩的设计和施工，做到技术先进、经济合理、安全适用、环境友好，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于基坑支护中咬合式排桩的设计、施工和质量验收。

1.0.3 咬合式排桩设计、施工和质量验收除应符合本标准外，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 咬合式排桩 secant piles in row

混凝土灌注桩相互咬合搭接形成的具有挡土和止水作用的连续桩墙。

2.1.2 I 序桩 primary pile

先行间隔施工的被咬合的混凝土灌注桩。

2.1.3 II 序桩 secondary pile

后续施工并与相邻 I 序桩咬合的混凝土灌注桩。

2.1.4 有筋桩 reinforced concrete pile

配置钢筋的混凝土桩。

2.1.5 无筋桩 concrete pile

不配置钢筋的混凝土桩。

2.1.6 硬切割 hard cutting

II 序桩在相邻 I 序桩混凝土终凝后对其切割成孔的施工方法。

2.1.7 软切割 soft cutting

II 序桩在相邻 I 序桩混凝土初凝前对其切割成孔的施工方法。

2.2 符 号

2.2.1 材料性能

τ_{ck} ——桩间剪切面处混凝土抗剪强度标准值。

2.2.2 作用和作用效应

M ——咬合桩等代连续墙体每延米上的墙身弯矩标准值；

M_1 ——I 序桩的桩身弯矩标准值；

M_2 ——Ⅱ序桩的桩身弯矩标准值；
 Q_k ——桩间剪切面处单位深度范围内的剪力标准值；
 q_k ——计算截面处的侧压力强度标准值；
 V ——咬合桩等代连续墙体每延米上的墙身剪力标准值；
 V_1 ——Ⅰ序桩的桩身剪力标准值；
 V_2 ——Ⅱ序桩的桩身剪力标准值；
 τ ——桩间剪切面处的剪应力设计值。

2.2.3 几何参数

a ——Ⅰ序桩与Ⅱ序桩的桩间纵向咬合宽度，即桩间咬合量；
 b_1 ——Ⅰ序桩的迎土面宽度；
 b_2 ——Ⅱ序桩的迎土面宽度；
 h_0 ——桩间剪切面处墙体的横向有效厚度；
 I_1 ——Ⅰ序桩的惯性矩；
 I_2 ——Ⅱ序桩的惯性矩；
 r_1 ——Ⅰ序桩的半径；
 r_2 ——Ⅱ序桩的半径。

2.2.4 计算系数

η_1 ——桩间剪切面处混凝土抗剪强度材料性能分项系数。

3 基本规定

3.0.1 作为基坑支护结构的咬合式排桩应符合国家现行标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 和《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 中的有关规定。

3.0.2 咬合式排桩设计和施工前应具备下列资料：

- 1 施工现场的地形、地质、水文、气象和地下障碍物等资料；
- 2 邻近建（构）筑物和地下管线等相关资料；
- 3 测量基线和水准点资料；
- 4 防洪、防汛、防台风和环境保护的有关规定及要求。

3.0.3 咬合式排桩设计和施工前应根据地质、水文条件地下障碍物情况及周边环境特点，选用硬切割或软切割工艺。

3.0.4 咬合式排桩施工应根据有关标准、设计文件和管理文件编制专项施工方案，审批通过后方可进行技术交底并施工。

3.0.5 施工材料及机械设备进场应符合下列规定：

- 1 原材料进场时，应具有产品合格证、出厂检验报告，并按有关规定进行材料验收和抽检，质量合格后方可使用；
- 2 施工前应做好施工设备进场、安装、调试等工作。

3.0.6 混凝土中粗骨料宜选用直径为 5mm~25mm 连续级配的碎石或卵石。粗骨料质量应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的有关规定，并应有产品合格证。

3.0.7 混凝土中掺合料、外加剂等应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的规定，并应有相应的产品合格证书，且应复验合格。

3.0.8 硬切割施工的桩和软切割施工的Ⅱ序桩在有水条件下应

采用普通水下混凝土，水下混凝土的坍落度宜为 $200\text{mm} \pm 20\text{mm}$ 。

3.0.9 软法切割施工 I 序桩应采用超缓凝混凝土，超缓凝混凝土的配制应符合下列规定：

1 超缓凝混凝土缓凝时间应在施工前经试验确定，且不应小于 60h；

2 缓凝外加剂的检测应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的规定；

3 干孔灌注时的坍落度宜为 $120\text{mm} \pm 20\text{mm}$ ，水下灌注时宜为 $180\text{mm} \pm 20\text{mm}$ ；

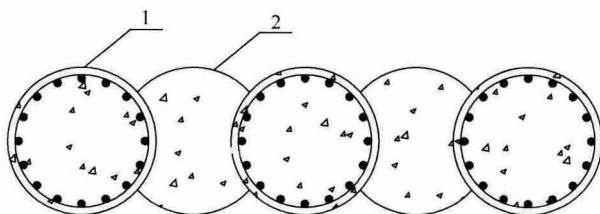
4 混凝土的 3d 强度值不应大于 3MPa，最终强度应满足设计要求。

4 设 计

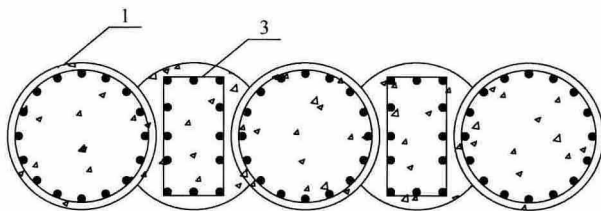
4.1 一 般 规 定

4.1.1 咬合式排桩选型应根据基坑几何尺寸、开挖深度、周边环境条件、场地工程地质和水文地质条件等因素，结合基坑支护体系综合确定。

4.1.2 咬合式排桩布置形式可分为有筋桩和无筋桩搭配 [图 4.1.2(a)]、有筋桩和有筋桩搭配 [图 4.1.2(b)]。有筋桩混凝土强度等级不应低于 C25，无筋桩混凝土强度等级宜与有筋桩相同，且不宜低于 C20。



(a) 有筋桩和无筋桩搭配的咬合式排桩



(b) 有筋桩和有筋桩搭配的咬合式排桩

图 4.1.2 咬合桩平面布置形式

1—钢筋圆形配置的有筋桩；2—无筋桩；3—钢筋矩形配置的有筋桩

4.1.3 咬合式排桩的桩径宜采用 800mm、1000mm、1200mm 三种规格。有筋桩与无筋桩搭配的咬合式排桩，有筋桩和无筋桩桩径宜相同；有筋桩与有筋桩搭配的咬合式排桩的桩径应相同。

4.1.4 咬合式排桩桩间设计咬合宽度不宜小于 200mm，考虑施工偏差后的桩底最小咬合宽度不应小于 50mm。

4.2 计 算

4.2.1 咬合式排桩作为基坑支护结构，其荷载作用、内力与变形计算和稳定性验算等应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定。

4.2.2 有筋桩和有筋桩搭配的排桩宜按等厚度的墙体进行内力与变形计算，采用平面杆系结构弹性支点法分析。

1 I 序桩与 II 序桩的桩身弯矩可按下列公式计算：

$$M_1 = \frac{2n}{n+1}(r_1 + r_2 - a)M \quad (4.2.2-1)$$

$$M_2 = \frac{2}{n+1}(r_1 + r_2 - a)M \quad (4.2.2-2)$$

$$n = \frac{I_1}{I_2} \quad (4.2.2-3)$$

式中： M ——咬合桩等代连续墙体每延米的墙身弯矩标准值（ $\text{kN} \cdot \text{m}/\text{m}$ ）；

M_1 ——I 序桩的桩身弯矩标准值（ $\text{kN} \cdot \text{m}$ ）；

M_2 ——II 序桩的桩身弯矩标准值（ $\text{kN} \cdot \text{m}$ ）；

r_1 ——I 序桩的半径（ m ）；

r_2 ——II 序桩的半径（ m ）；

a ——咬合宽度（ m ），见图 4.2.2；

I_1 ——I 序桩对 X 轴的惯性矩（ m^4 ）；

I_2 ——II 序桩对 X 轴的惯性矩（ m^4 ）；

n ——I 序桩、II 序桩对 X 轴的惯性矩之比。

2 I 序桩与 II 序桩的桩身剪力可按下列公式计算：

$$V_1 = \frac{2A_1}{A_1 + A_2}(r_1 + r_2 - a)V \quad (4.2.2-4)$$

$$V_2 = \frac{2A_2}{A_1 + A_2}(r_1 + r_2 - a)V \quad (4.2.2-5)$$

式中: V ——咬合桩等代连续墙体每延米的墙身剪力标准值 (kN/m);

V_1 ——I序桩的桩身剪力标准值 (kN);

V_2 ——II序桩的桩身剪力标准值 (kN);

A_1 ——I序桩的桩身截面面积 (m²);

A_2 ——II序桩的桩身截面面积 (m²)。

3 咬合式排桩等代墙体的厚度 h 可按下列公式计算:

$$h = \sqrt[3]{\frac{6(I_1 + I_2)}{(r_1 + r_2 - a)}} \quad (4.2.2-6)$$

$$I_1 = \frac{\pi r_1^4}{4} - r_1^4 \arcsin\left(\frac{y_1}{r_1}\right) + y_1 \sqrt{r_1^2 - y_1^2} \times (r_1^2 - 2y_1^2) + \frac{4y_1^3}{3}(2r_1 - a) \quad (4.2.2-7)$$

$$I_2 = \frac{1}{4} \pi r_2^4 \quad (4.2.2-8)$$

式中: y_1 ——咬合面处桩体厚度的一半 (m), 见图 4.2.2;

a ——咬合宽度 (m)。

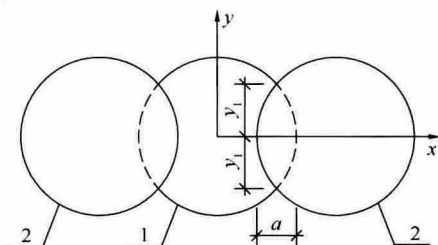


图 4.2.2 咬合式排桩等代墙体计算示意
1—I序桩; 2—II序桩

4.2.3 有筋桩和无筋桩搭配的排桩，宜仅计入有筋桩对咬合式排桩抗弯刚度的贡献，采用平面杆系结构弹性支点法分析计算。

4.2.4 有筋桩和无筋桩搭配的排桩，可按下列公式对桩身局部受剪承载力进行验算（图 4.2.4）。有筋桩和有筋桩搭配的排桩可不验算。

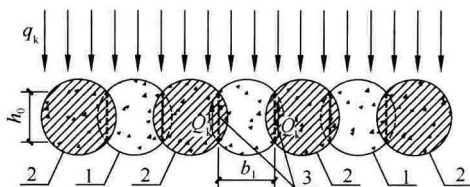


图 4.2.4 局部受剪承载力验算示意

1—I 序桩；2—II 序桩；3—桩间剪切面

$$\tau_1 \leq \tau \quad (4.2.4-1)$$

$$\tau_1 = 1.25\gamma_0 \frac{Q_k}{h_0} \quad (4.2.4-2)$$

$$Q_k = q_k b_1 / 2 \quad (4.2.4-3)$$

$$\tau = \tau_{ck} / \eta_1 \quad (4.2.4-4)$$

式中： τ_1 ——桩间剪切面处的错动剪应力设计值（N/mm²）；

Q_k ——桩间咬合面处单位深度范围内的错动剪力标准值（N/mm）；

q_k ——计算截面处的侧压力强度标准值（N/mm²）；

b_1 ——I 序桩的迎土面宽度（mm）；

h_0 ——桩间剪切面处桩体的厚度（mm）；

τ ——桩间剪切面处混凝土抗剪强度设计值（N/mm²）；

τ_{ck} ——桩间剪切面处混凝土抗剪强度标准值（N/mm²），按表 4.2.4 采用；

η_1 ——桩间剪切面处混凝土抗剪强度材料性能分项系数，可取 1.6；

γ_0 ——支护结构重要性系数，按现行行业标准《建筑基坑

支护技术规程》JGJ 120 取值。

表 4.2.4 桩间剪切面处混凝土抗剪强度标准值 τ_{ck} (N/mm^2)

混凝土强度等级 咬合方式	C15	C20	C25	C30	C35
软法咬合	0.67	0.81	0.93	1.05	1.15
硬法咬合	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42

4.3 构造要求

4.3.1 有筋桩主筋混凝土保护层厚度应根据钻机套管厚度、钢筋笼与套管间的施工间隙确定，且不应小于 50mm。

4.3.2 有筋桩的配筋应符合下列规定：

1 纵向受力钢筋宜采用 HRB400 或 HRB500 钢筋，直径不应小于 16mm，钢筋净距不应小于 60mm；Ⅱ序桩受力钢筋宜沿截面均匀对称、全断面布置；当Ⅰ序桩为有筋桩时，其受力钢筋宜沿受拉区和受压区周边局部均匀配置；受力钢筋可按内力分布沿桩身分段配置，应有一半以上通长配置，并应尽量减少钢筋接头；受力钢筋的接头不宜设置在受力较大处；

2 箍筋宜采用 HPB300 或 HRB400 钢筋，Ⅱ序桩宜按螺旋式配置，箍筋直径不应小于 6mm，间距应根据计算确定，且不应大于 300mm；

3 钢筋笼长度超过 4m 时，应每隔 2m 设一道直径不小于 12mm 的焊接加劲箍筋。

4.3.3 咬合式排桩垂直度的允许偏差应为 1/300。

5 施 工

5.1 一 般 规 定

5.1.1 咬合式排桩硬切割应采用全套管全回转钻机施工，软切割宜采用全套管钻机施工。当Ⅰ序桩采用塑性混凝土时，可采用冲孔钻机施工。

5.1.2 咬合式排桩施工前应编制专项施工方案。

5.1.3 咬合式排桩施工前应复核测量基准线、基准点，做好测量、放线工作。基准点应设在不受桩基施工影响的区域，并应妥善保护。

5.1.4 咬合式排桩施工前，应按成孔深度配备钢套管，并应进行钢套管顺直度的检查和校正，整根套管的顺直度应小于 $1/500$ 。

5.1.5 咬合式排桩硬切割施工的钢套管宜采用双壁钢套管，外侧钢板厚度不应小于15mm，内侧钢板厚度不应小于12mm。套管接头材料宜采用高强度材料。

5.1.6 咬合式排桩施工与邻近建（构）筑物应有足够的施工空间，其水平净距不宜小于1m。

5.1.7 咬合式排桩Ⅰ序桩和Ⅱ序桩应间隔布置。

5.1.8 钻机就位后应对钻管进行垂直度控制，垂直度应小于 $1/350$ 。

5.1.9 咬合式排桩应在成孔检测合格后安放钢筋笼，钢筋笼应位置正确、固定牢靠。

5.1.10 钢筋笼焊接接头和机械连接接头应分别符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18和《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的规定。

5.2 导墙施工

5.2.1 咬合式排桩施工前，应在桩顶上部沿咬合式排桩两侧先作钢筋混凝土导墙，导墙应采用现浇钢筋混凝土结构，混凝土强度不应低于 C20。

5.2.2 导墙结构形式应根据地质条件和施工荷载等情况确定，导墙应满足强度及稳定性的要求。导墙顶面宜高出地面 100mm。

5.2.3 导墙地基应坚实，并应能承受施工机械设备等附加荷载。导墙下部遇有不良地质或障碍物时，应作地基处理。

5.2.4 导墙上的定位孔直径 D 应比咬合桩直径 d 大 30mm，导墙厚度 h 宜为 300mm~500mm，导墙宽度 B 应大于 1m，导墙钢筋宜采用单层双向布置，钢筋级别不应低于 HRB400，直径不应小于 12mm，纵横间距宜采用 200mm（图 5.2.4）。

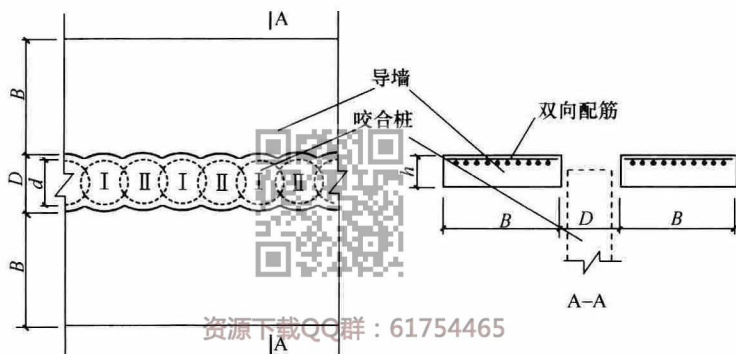


图 5.2.4 导墙示意

D —导墙定位孔直径； d —咬合桩直径； B —导墙宽度； h —导墙厚度

5.2.5 导墙混凝土达到设计强度前，重型机械设备不得在导墙附近作业或停留。

5.3 成孔施工

5.3.1 成孔工艺应根据工程特点和地质条件合理选用。成孔应连续施工，成孔完成至浇筑混凝土的间隔时间不宜大于 12h。

5.3.2 咬合式排桩施工前应进行试桩，试桩应符合下列规定：

1 试桩位置的工程地质条件应具有代表性；

2 试桩数量应根据工程规模和施工场地地层特点确定，且不应少于1组，每组不应少于3根，其中Ⅰ序桩不应少于2根，Ⅱ序桩不应少于1根；

3 试桩应能确定施工设备、工艺参数、成孔时间、取土面高度和混凝土的凝结时间等；

4 对软切割，应确定切割时间，当Ⅰ序桩采用塑性混凝土时尚应确定塑性混凝土强度。

5.3.3 钻机回转盘中心与设计桩位中心偏差不应大于10mm。

5.3.4 成孔直径不应小于设计桩径。钢套管直径应根据设计桩径、工程地质条件和成孔工艺合理选用，不应小于设计桩径。

5.3.5 软切割施工应符合下列规定：

1 Ⅱ序桩应待相邻Ⅰ序桩混凝土初凝前切割成孔，Ⅰ序桩应采用超缓凝混凝土，Ⅱ序桩采用普通混凝土；

2 超缓凝混凝土缓凝时间不应小于60h；超缓凝混凝土干孔灌注时的坍落度不宜大于140mm，水下灌注时的坍落度不宜大于180mm；

3 起始桩前应设置砂桩，并应在砂桩接缝处采取止水处理措施；

4 咬合式排桩的施工顺序为，先施工Ⅰ序桩，再在相邻两Ⅰ序桩间施工Ⅱ序桩，即Ⅰ1—Ⅰ2—Ⅱ1—Ⅰ3—Ⅱ2—Ⅰ4—Ⅱ3……（图5.3.5）；

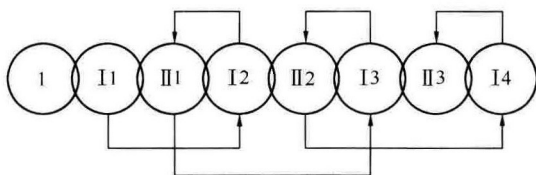


图 5.3.5 咬合式排桩施工顺序

1—砂桩

5 采用套管配合下的旋挖钻机施工时，应预钻套管导孔，导孔深度宜为 3m；

6 当Ⅱ1桩成孔施工中Ⅰ1桩混凝土产生早凝现象时，应增补一根砂桩。

5.3.6 硬切割施工应符合下列规定：

1 Ⅱ序桩应在相邻Ⅰ序桩混凝土终凝后切割成孔，Ⅰ序桩、Ⅱ序桩均应采用普通混凝土；

2 Ⅱ序桩切割的相邻两根Ⅰ序桩混凝土强度差值不宜大于 3MPa；

3 在承压含水层地层中进行施工时，应向套管内灌满水后方可进行后续施工。

5.3.7 Ⅰ序桩采用塑性混凝土冲孔钻机施工时应符合下列规定：

1 塑性混凝土原材料、配合比和性能指标应符合现行行业标准《现浇塑性混凝土防渗芯墙施工技术规程》JGJ/T 291 的规定；

2 泥浆制备应选用高塑性黏土或膨润土，应根据穿越土层特性进行配合比设计，泥浆液面应高于地下水位 1.0m 以上；清孔后应在距孔底 0.5m~1.0m 处泥浆取样测试，其相对密度应小于 1.25，含砂率不应大于 8%，黏度不应大于 28s；

3 在钻头锥顶和提升钢丝绳之间应设置保证钻头自动转向的装置，孔口护筒应大于钻头内径 200mm；

4 开孔时，在护筒底以下 3m 范围之内应低锤密击；冲孔过程中每一台班必须除渣，除渣时应保证孔内泥浆液面高于地下水位 1.5m 以上；进入基岩时，应采用大冲程、低频率冲击；清孔时，孔内液面应保证在地下水位 1.5m 以上。

5.3.8 钢套管护壁成孔时取土面高度控制应符合下列规定：

1 下压套管时，取土面应高于套管底口 3 倍套管直径，且不应小于 2.5m；

2 终孔时，取土面应高于套管底口 2 倍套管直径，且不应小于 1.5m；

3 取土时遇承压水或不良地层时，取土面高于套管底口土体高度尚应满足桩底土体稳定要求，或采取灌水措施；

4 接管时应保证垂直度，预留套管长度应高于地面 1.2m。

5.4 钢筋笼施工

5.4.1 钢筋笼制作应符合下列规定：

1 钢筋笼应整体制作，在整体制作无法吊装时可采用分段吊装，分段长度应根据钢筋笼的整体刚度、来料钢筋长度及起重设备的有效高度等因素确定；

2 钢筋笼主筋混凝土保护层允许偏差应为 $\pm 20\text{mm}$ 。钢筋笼上应设保护层垫块，每节钢筋笼不应少于 2 组，各组垫块之间的间距不宜大于 5m。每组垫块数量，圆形钢筋笼不得少于 3 块，矩形钢筋笼每面不得少于 1 块，且应均匀分布在同一截面的主筋上；

3 钢筋笼底部应焊接抗浮钢板，抗浮钢板厚度宜为 3mm~5mm，抗浮钢板应比钢筋笼直径小 100mm；当抗浮钢板直径超过 600mm 时，应在抗浮钢板中心开一圆孔，圆孔直径不应小于 200mm；

4 钢筋笼与钢套管之间的净距不应小于 50mm；

5 矩形钢筋笼应设置 PVC 管等安装定位装置，定位装置尺寸应根据孔径、钢筋笼截面、钢筋笼安装位置、邻桩搭接咬合量计算确定；

6 钢筋笼的顺直度应小于 1/300。钢筋笼底端应做收口。

5.4.2 成型的钢筋笼应平卧堆放在平整的地面上，堆放层数不应超过 2 层。

5.4.3 钢筋笼安放应符合下列规定：

1 钢筋笼在起吊、运输和安装中应防止变形；

2 钢筋笼安放时必须保证桩顶的设计标高，允许误差应为 $\pm 100\text{mm}$ ；

3 矩形钢筋笼安放时应对其平面位置进行检验，其转角允

许误差应为 $\pm 5^\circ$ ；

4 孔口对接钢筋笼完毕后应补足焊接部位的箍筋，并进行中间验收，钢筋笼验收合格后方可继续下笼进行下一节钢筋笼安装；

5 钢筋笼吊放安装时，采用不对称配筋时应严格按设定的方式放置；

6 钢筋笼全部安装入孔后应检查安装位置，确认符合要求后，对钢筋笼吊筋进行固定。

5.5 混凝土施工

5.5.1 单桩混凝土灌注应连续施工。混凝土灌注的充盈系数不得小于1。

5.5.2 孔内无水时应采用干孔灌注混凝土施工，并应采用串筒或导管，串筒或导管末端距孔底高度不应大于2m。桩顶4m内应采用插入式振捣器振实。

5.5.3 孔内有水时应采用导管法水下灌注混凝土施工，导管法水下混凝土施工应符合下列规定：

1 导管应提离孔底0.5m，混凝土初灌量应确保能埋住导管0.8m~1.3m；

2 导管埋入深度宜为4m~6m，最小埋入深度不得小于2m，浇灌混凝土时应连续浇捣，随浇随提，严禁将导管提出混凝土面或埋入过深，一次提拔导管不得超过6m；

3 导管提升应缓慢、平稳，避免出料冲击过大或钩带钢筋笼上浮。

5.5.4 拔套管施工应符合下列规定：

1 导管安置完毕后，应进行钢套管拔管检查；

2 混凝土浇筑应及时拔套管，起拔量不应超过100mm，保持混凝土高出套管底端2.5m；

3 混凝土浇筑过程中，套管应来回转动；

4 最后一节钢套管施拔时，应先拔套管，后拔导管。当套

管拔出后，应进行混凝土补灌。

5.5.5 水下混凝土实际灌注高度宜超灌 50cm 以上，设计桩顶接近地面时桩顶混凝土泛浆应充分，凿去浮浆后应确保桩顶混凝土满足强度要求。



资源下载QQ群：61754465

最新资源网盘：www.GuiFan5.com

6 质量检查与验收

6.0.1 咬合式排桩工程应进行桩位、桩长、桩径、垂直度和桩身质量的检验。

6.0.2 验收时应检查骨料、水泥、钢材等桩体原材料质量检测报告，并应符合有关标准的规定。

6.0.3 钢筋应按批号、规格分批验收，抽取试件作力学性能和重量偏差检验，并应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

6.0.4 咬合式排桩Ⅱ序桩切割成孔前，应对相邻Ⅰ序桩桩身混凝土强度进行检测，并应符合下列规定：

1 硬切割咬合式排桩Ⅰ序桩混凝土应具有一定强度，并应满足设计要求；

2 软切割咬合式排桩Ⅰ序桩混凝土应尚未初凝。

6.0.5 施工前应对桩位进行检验，桩位和导墙允许偏差应符合表 6.0.5 的要求。

表 6.0.5 桩位和导墙允许偏差

序号	项目	允许偏差 (mm)	检测方法
1	孔径	+10	尺量
2	孔位	+10	尺量
3	墙面平整度	+5	尺量
4	导墙平面位置	±10	尺量
5	导墙顶面标高	±20	水准仪

6.0.6 咬合式排桩施工过程中应进行下列检验：

1 混凝土拌制应对原材料质量与计量、混凝土配合比、混凝土强度等级等进行检查；

2 钢筋笼制作应对钢筋规格、焊条规格、品种、焊口规格、焊缝长度、焊缝外观和质量、主筋和箍筋的制作偏差等进行检查，钢筋笼制作允许偏差应符合表 6.0.6 的要求。

表 6.0.6 钢筋笼制作允许偏差

序号	检查项目	允许偏差 (mm)	检查方法
1	主筋间距	±10	用钢尺量
2	长度	±100	
3	箍筋间距	±20	
4	直径	-10	
5	矩形钢筋笼长边长度	±10	
6	矩形钢筋笼短边长度	-10	
7	钢筋连接方式	符合设计要求	观察
8	钢筋材质检验	符合设计要求	抽样送检
9	钢筋连接检验	符合设计要求	

6.0.7 咬合式排桩灌注混凝土前，应对已成孔的中心位置、孔深、孔径、垂直度、孔底沉渣厚度进行检验，成孔质量应符合表 6.0.7 的规定。

表 6.0.7 成孔允许偏差及检测方法

序号	项目	允许偏差	检测方法	检测频度
1	孔径	+30mm	检查套管直径	全数检查
2	垂直度	1/300	用测斜仪或超声波测井仪	
3	孔深	+300mm	核定钻头和钻杆高度或用测绳	
4	桩位	±10mm	对照轴线用钢尺检测	

6.0.8 混凝土试件的制作、养护和试验应符合下列规定：

1 试件数量：每灌注 50m³ 必须有 1 组试件；小于 50m³ 的桩，每根桩必须有 1 组试件，每组应有 3 个试件；

2 试件取样应取自实际灌注的混凝土；同组试件，应取自同车混凝土；

3 软切割咬合式排桩 I 序桩采用的超缓凝混凝土缓凝时间不应小于 60h。

6.0.9 钢筋笼安放平面位置允许偏差应为 $\pm 10\text{mm}$ ，标高位置允许偏差应为 $\pm 100\text{mm}$ ，矩形钢筋笼平面转角允许偏差应为 $\pm 5^\circ$ 。

6.0.10 混凝土施工中应进行坍落度检测。单桩检测次数应符合表 6.0.10 的规定。

表 6.0.10 单桩混凝土坍落度检测次数

序号	单桩混凝土量 (m^3)	次数	检测时间
1	≤ 30	2	灌注混凝土前、后阶段各一次
2	> 30	3	灌注混凝土前、后和中间阶段各一次

7 安全与环境保护

7.0.1 咬合式排桩施工应遵循节能、环保的原则，施工过程中的环境保护应符合国家现行标准《建筑工程绿色施工评价标准》GB/T 50640 及《建设工程施工现场环境与卫生标准》JGJ 146 的有关规定。

7.0.2 咬合式排桩施工废水应进行处理后排放。施工废土、渣土等应集中堆放，处置应符合施工当地有关部门的规定。

7.0.3 施工前应对周边建筑物、管线进行调查，并符合下列规定：

1 应绘制施工区域内外的建筑物、地下管线的分布示意图，对需要重点保护的建筑物、管线进行安全状态评估；

2 应制定保障建筑物、地下管线安全的保护技术措施，并委托监测单位进行监测，根据监测结果，调整施工次序和速度，减少对环境的影响。

7.0.4 咬合式排桩施工设备应符合现行国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523 的规定，并应采取下列措施控制噪声污染：

1 应用低噪声的机械，固定式机械应安装隔声罩；

2 应对机械设备进行维修保养，确保完好且处于正常工作状态。

7.0.5 施工现场出入口处应设置冲洗设施，应由专人对进出车辆进行清洗保洁。

7.0.6 夜间施工应办理相关手续，并应采取措施减少声、光不利影响。

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：

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”。



资源下载QQ群：61754465

最新资源网盘：www.GuiFan5.com

引用标准名录

- 1 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 2 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 3 《建筑工程绿色施工评价标准》GB/T 50640
- 4 《混凝土外加剂》GB 8076
- 5 《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523
- 6 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18
- 7 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52
- 8 《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107
- 9 《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120
- 10 《建设工程施工现场环境与卫生标准》JGJ 146
- 11 《现浇塑性混凝土防渗芯墙施工技术规程》JGJ/T 291

中华人民共和国行业标准

咬合式排桩技术标准

JGJ/T 396 - 2018

条文说明

编 制 说 明

《咬合式排桩技术标准》JGJ/T 396-2018，经住房和城乡建设部 2018 年 3 月 19 日以 2018 第 2 号公告批准、发布。

本标准编制过程中，编制组进行了充分的调查研究，总结了近年来国内外咬合式排桩技术应用实践经验和相关研究成果，参考了有关国内外先进工程案例和技术工艺，开展了专项研究，与国内相关标准规范进行协调，确定了相关技术工艺和指标参数。

为便于行业内广大施工、监理、生产、检测、设计、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，《咬合式排桩技术标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要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	28
2	术语和符号	29
2.1	术语	29
2.2	符号	29
3	基本规定	30
4	设计	33
4.1	一般规定	33
4.2	计算	34
4.3	构造要求	36
5	施工	38
5.1	一般规定	38
5.2	导墙施工	39
5.3	成孔施工	39
5.4	钢筋笼施工	43
5.5	混凝土施工	44
6	质量检查与验收	46
7	安全与环境保护	48

1 总 则

1.0.1 本标准是为了统一和规范咬合式排桩设计标准，完善施工流程，确保工程质量、安全、经济、环保等而制定。

1.0.2 本标准的适用范围为咬合式排桩基坑支护工程。

1.0.3 咬合式排桩设计、施工和质量验收除应符合本标准外，尚应符合国家现行《建筑桩基技术规范》JGJ 94、《建筑地基基础设计规范》GB 50007、《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 和《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 等规范的相关规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.6、2.1.7 终凝是指混凝土失去塑性，且具备机械强度的时刻。终凝后混凝土具备机械强度。

初凝是指混凝土失去塑性，但不具备机械强度的时刻。初凝前混凝土处于可塑状态。

2.2 符 号

2.2.3 以咬合式排桩的排列方向为纵向，垂直于咬合式排桩排列的方向为横向。

3 基本规定

3.0.2 咬合式排桩设计和施工前应收集的资料：

1 施工现场的地形、地质和水文条件、地下障碍物等是决定咬合式排桩选型、工艺等的重要依据；

2 基坑开挖卸载引起的沉降和水平位移会影响邻近建筑物、道路、管线及其他地下设备，因此掌握邻近建筑物的高度和结构形式、基础类型和刚度、基础下的土质及其现状等，对制定相应的施工措施和控制标准具有重要意义；掌握地下管线相对位置、埋深、管径、使用年限和功能等，并对其承受变形的能力进行分析，以便在施工中采取相应的措施；

3 测量基线与水准点是施工定位的依据，因此要按交接手续进行交接，并进行现场复核；资料交接不清或不全往往是导致工程事故的原因之一，在以往工程施工中有过类似事故；

4 掌握当地防洪、防汛和防台风的有关资料，并采取相应的防范措施，可以确保正在施工中的咬合式排桩结构和人员、设备的安全；了解当地的环保要求，可以合理安排泥浆排放和渣土弃运等，防止环境污染。

3.0.3 咬合式排桩硬切割施工工艺是指在Ⅰ序桩混凝土初凝后进行Ⅱ序桩成孔作业，在成孔的同时具有较好的清障效果，适用于硬质地下障碍物密集的复杂地质条件；软切割施工工艺是指在Ⅰ序桩混凝土初凝前再进行Ⅱ序桩成孔作业，Ⅰ序桩需要掺入超缓凝剂，相比硬切割工艺，清障能力有所不足，但经济性显著，适用于普通软土地质条件下的咬合式排桩施工。

3.0.4 咬合式排桩施工专项方案主要包括：编制总说明（工程概况、本工程范围及主要施工内容、编制依据、施工目标、工程难点特点及针对性措施）；施工部署（施工流程安排、施工现场平

面布置、总进度计划、机械设备配备计划、劳动力配备计划、施工临时用电、施工临时用水方案、消防方案、排污方案、挖土方案、测量方案、管线保护方案、施工协调措施)；咬合式排桩施工方案等。

3.0.6 本条对粗骨料最大粒径的规定，主要是考虑混凝土在浇筑中能顺畅地通过钢筋笼主筋间距，5mm~25mm 小粒径的连续粗骨料，骨料间空隙比较小，在同样条件下拌制的混凝土不易离析，可保证水下混凝土的大流动性、和易性，故推荐选用。

3.0.8 当采用水下混凝土施工时，其配合比必须强调两点，一是试件的混凝土强度比设计桩身强度提高一级，当设计未注明水下混凝土强度时，试配时应提高一级，注明水下混凝土强度时，按水下混凝土强度配制，不需提高；二是对混凝土初凝时间要求长，通常要求混凝土的初凝时间不应少于正常运输和灌注时间之和的 2 倍，且不少于 8h。

3.0.9 超缓凝混凝土的配制应符合下列规定：

软法切割施工中，超缓凝混凝土作用是延长Ⅰ序桩混凝土的初凝时间，Ⅰ序桩缓凝时间（初凝时间）不应小于 60h。Ⅱ序桩混凝土缓凝时间根据单桩成桩时间来确定，单桩成桩时间与地质条件、桩长、桩径和钻机能力等有直接联系。超缓凝混凝土缓凝时间一般通过如下方式确定：

测定单桩成桩所需时间 t ，确定Ⅰ序桩混凝土的缓凝时间，可根据下式计算：

$$T = 3t + K$$

式中： T ——Ⅰ序桩混凝土的缓凝时间（初凝时间）；

K ——储备时间，可取 12h；

t ——单桩成桩所需的时间，不宜小于 16h。

在Ⅱ序桩成孔过程中，由于Ⅰ序桩混凝土未凝固，还处于流动状态，若Ⅰ序桩超缓凝混凝土坍落度过大，Ⅰ序桩混凝土就有可能从Ⅰ序桩、Ⅱ序桩相交处涌入Ⅱ桩孔内，因此必须规定其坍落度以便降低混凝土的流动性。

必须在确保桩身混凝土强度的前提下，严格控制桩身混凝土的配合比，确保混凝土的缓凝时间，防止混凝土早凝后出现不能咬合或咬合困难的现象。咬合桩的施工工艺，要求Ⅱ序桩拔套管浇在Ⅰ序桩混凝土坍落度降为0时至初凝之间必须控制的时间，从而保证Ⅰ序桩的混凝土不管涌到Ⅱ序桩，同时保证Ⅰ序桩、Ⅱ序桩混凝土凝结为一整体及能顺利拔出钢套管。

超缓凝混凝土的配置，需满足分散性强，坍落度经时损失小，能有效降低混凝土的水化温升，且不影响混凝土的后期强度。超缓凝混凝土试配应确定缓凝减水剂的掺量，缓凝剂宜采用复合型的高效缓凝减水剂，要求其缓凝效果显著，兼有高效减水、保塑、保水等性能，这有利于混凝土具有超缓凝的性能，也有利于增强混凝土的后期强度，使之能达到设计要求。采用高效外加剂一方面可降低外加剂掺量，另一方面也可减少掺外加剂后给混凝土带来的不利影响。

缓凝剂的掺量应有一个极限，在试配超缓凝混凝土之前，必须清楚所选用的缓凝剂的掺量范围。当外加剂掺量达到极限时，即使再增大外加剂掺量，外加剂的作用也不会增大，反而会使混凝土的强度和工作性能受到损害。超缓凝混凝土缓凝剂的掺量宜在3.5%~6%之间，并应通过试验确定。

粉煤灰等矿物掺合料用量选用应在配比试验基础上进行，掺用的粉煤灰应选用Ⅰ、Ⅱ级灰，其质量符合现行国家标准《粉煤灰混凝土应用技术规范》GB/T 50146的有关规定。粉煤灰对混凝土凝结时间和强度（特别是后期强度）的影响是不可忽视的。合适的粉煤灰掺加到混凝土之中，对降低混凝土的水化热、延缓混凝土的凝结、降低混凝土的水胶比、提高混凝土的后期强度均极为有利。应在试配之前，综合平衡各种因素，定出合理的粉煤灰的掺量。

4 设 计

4.1 一 般 规 定

4.1.1 咬合式排桩的选型包括咬合桩的平面布置形式、桩径、桩间咬合宽度、桩长和施工方法等。咬合式排桩的设计在满足安全的前提下,应充分考虑到经济合理和方便施工。同一个基坑可以选择不同的支护结构设计方案,如选择大直径的有筋桩和无筋桩的搭配形式或是选择小直径的有筋桩和有筋桩的搭配形式;在有地下障碍物的地层条件下应优先选用硬法施工,并按照硬法进行设计、计算。

咬合式排桩在作为挡土和止水结构时,墙体仅承受水平向荷载。但在实际工程实践中,咬合式排桩支护结构可能需要承担栈桥等竖向荷载。当需要咬合式排桩承担以上各类的竖向荷载时,应根据现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定分别按照承载力极限状态和正常使用极限状态计算咬合桩的竖向承载力合沉降量。咬合式排桩的竖向承载力宜通过现场静载荷试验确定。目前咬合式排桩现场静载荷试验的数据还未有积累,因此在设计中应慎重起见。在无现场试验的情况下,可参考地下连续墙对于竖向承载力的估算方法,同时应满足现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 对于桩端注浆、钢筋构造等方面的要求。

4.1.2、4.1.3 根据对国内已实施的采用咬合式排桩的工程和现有成桩设备的调研成果,已实施的咬合桩所采用的桩径从400mm~1200mm不等。若采用具有清障功能的全回转套管钻机施工,其桩径最大可以达到2000mm,但目前广泛使用的为800mm、1000mm和1200mm三种桩径。

对于有筋桩和无筋桩搭配的咬合式排桩,当无筋桩仅起止水作用时,其直径可较有筋桩小,桩身强度等级可低于有筋桩,桩

身长度也可较有筋桩短，但需满足抗渗流和咬合面抗剪、防渗漏的计算要求。当采用硬法咬合时，无筋桩桩径不宜过小，避免切割桩体过程中桩身碎裂。基于施工便利性等因素的考虑，大部分工程都采用相同直径的咬合桩。目前也有部分工程对于仅起止水作用的无筋桩采用掺加膨润土的低强度塑性混凝土，其 28d 抗压强度一般 $\leq 5\text{MPa}$ ，但考虑到采用有筋桩和无筋桩搭配的咬合式排桩需要对其咬合面抗剪进行验算，因此无筋桩强度不宜过低，宜采用与有筋桩相同强度等级的混凝土。

4.1.4 咬合桩的桩间咬合宽度应满足桩身抗剪和防渗漏的要求，并应考虑桩身垂直度和桩位偏差对咬合宽度的影响，保证桩底最小咬合宽度。桩底最小咬合宽度是确保桩墙结构不产生渗漏的最低要求，当基坑深度较深，围护桩长较长时，为保证桩底的最小咬合宽度，其设计桩间咬合宽度也应随之加大。从已有的工程实践来看，桩间咬合宽度通常都 $\geq 200\text{mm}$ ，仅有两个工程的桩间咬合宽度为 175mm 和 150mm。目前对于咬合式排桩桩间咬合宽度的计算方法相关研究结论并未统一，但多数的研究结论认为对于桩长在 25m 以上的咬合式排桩，其咬合宽度应至少大于 170mm。

4.2 计 算

4.2.2 在得到 I 序桩、II 序桩的内力后，I 序桩可按简化矩形截面进行配筋计算，如图 1 所示。II 序桩按圆形截面进行配筋计算。

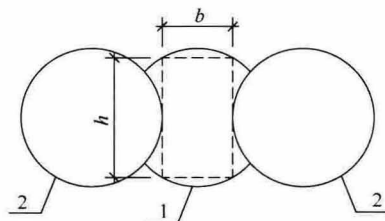


图 1 I 序桩按矩形截面计算配筋
1—I 序桩；2—II 序桩

4.2.3 有筋桩和无筋桩搭配的咬合式排桩，无筋桩的存在加大了受压区混凝土的面积，对咬合式排桩承载力的提高有一定作用。

考虑到桩间咬合面对结构承载力的弱化，按 T 形截面计算可能使设计偏于不安全。因此，本标准只计入有筋桩的承载力，把无筋桩对承载力的贡献作为结构的安全储备。

4.2.4 本条说明了咬合面受剪承载力的确定问题。

① 软法咬合时，有筋桩、无筋桩咬合面混凝土抗剪强度标准值 τ_{ck}

由于Ⅱ序桩浇筑时Ⅰ序桩尚未初凝，咬合面处的抗剪强度与Ⅰ序桩、Ⅱ序桩混凝土整体浇筑时的抗剪强度相近。

根据现行国家标准《铁路桥涵钢筋混凝土结构设计规范》TB 100092 的规定，C30 混凝土允许纯剪应力 $[\tau_c]$ 为 $1.1N/mm^2$ ，纯剪应力的安全系数为 2.0，C30 混凝土抗剪强度标准值为 $2.2N/mm^2$ 。

根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定，板类受弯构件受剪承载力设计值为 $V/bh_0 = 0.7f_t$ ；对于 C30 混凝土，为 $0.7 \times 1.43 = 1.0N/mm^2$ 。C30 混凝土的抗拉、压材料性能分项系数为 1.4，可得 C30 混凝土抗剪强度标准值为 $1.4N/mm^2$ 。

考虑到施工条件的差异性，咬合面的抗剪强度可能小于整体浇筑混凝土的抗剪强度。在以上各项之中取最小值的条件下，进一步折减得到本标准的取值。当咬合面两侧为不同强度等级的混凝土时，应按低等级混凝土进行取值。

② 硬法咬合时，有筋桩、无筋桩咬合面混凝土抗剪强度标准值 τ_{ck}

有筋桩和无筋桩搭配时的硬法咬合桩，由于Ⅱ序桩浇筑时Ⅰ序桩已经终凝，咬合面处的抗剪强度与叠合构件或其他类型的新、老混凝土结合面抗剪强度相近。

根据《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定，不配箍筋

的叠合板,当预制板表面为凹凸不小于 4mm 的人工粗糙面时,叠合面的抗剪强度设计值不大于 0.4N/mm^2 ,取材料性能分项系数为 1.45,可得混凝土抗剪强度标准值为 0.65N/mm^2 。叠合面的受剪承载力计算公式不与混凝土强度等级挂钩,这与国外规范的处理手法类似。

现行行业标准《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG D62 规定,对于不配置抗剪钢筋的组合式受弯板,当预制板表面为凹凸不小于 6mm 的人工粗糙面时,抗剪强度设计值不大于 0.45N/mm^2 ,取材料性能分项系数为 1.4,可得混凝土抗剪强度标准值为 0.63N/mm^2 。受剪承载力计算公式不与混凝土强度等级挂钩。

上海外滩通道采用硬法咬合式排桩 $\phi 1000\text{mm}$,咬合宽度 150mm 作为支护结构开挖 10.7m 深度基坑,通过反算可知硬法咬合桩界面抗剪承载力标准值不小于 0.31N/mm^2 。

考虑到硬法施工的咬合面与叠合构件及与地上结构的新、老混凝土结合面施工条件的差异性,硬法咬合面的抗剪强度可能小于地上结构的新、老混凝土结合面的抗剪强度。在以上各项之中取最小值的条件下,进一步折减得到条文取值。

4.3 构造要求

4.3.1 受力钢筋保护层厚度的确定需考虑钢套管厚度、箍筋直径,以及钢筋笼与钢套管间的适量空隙。钢套管壁厚均应计入桩的保护层厚度并根据实际施工机具进行确定,一般软法采用全套管钻机施工时,钢套管壁厚 $\geq 20\text{mm}$;硬法采用全套管全回转钻机施工时,钢套管壁厚 $\geq 50\text{mm}$ 。同时为保证钢筋笼在套管内顺利下放,避免套管拔除时钢筋笼上浮等影响,钢筋笼与钢套管间应留有适量间隙,间隙的大小应考虑钢筋笼制作误差、现场施工水平等因素,一般控制在 $3\text{cm}\sim 4\text{cm}$ 。对于采用旋挖钻机施工的咬合桩,无需钢套管,但需满足桩的最小保护层厚度。考虑到桩的保护层厚度与桩的配筋量密切相关,过厚的保护层会造成不必

要的浪费。因此，在施工水平允许的情况下应尽量缩小钢筋笼与套管间的间隙，减小桩的保护层厚度。

4.3.2 有筋桩受力钢筋可沿截面均匀对称布置，也可局部集中布置于受拉区及受压区。通过比较，主筋局部集中布置形式经济性不显著，且施工难度增加，因此推荐采用均匀对称布置形式。

5 施 工

5.1 一 般 规 定

5.1.1 硬切割施工所采用的全套管全回转钻机要求具备切削 C40 钢筋混凝土的能力。软切割施工所用全套管钻机按结构形式分为整体式和分体式两大类。整体式全套管钻孔机由主机、钻机、套管、锤式抓斗、钻架等组成。分体式全套管钻机是以压拔管机械作为一个独立系统，由起重机、锤式抓斗、导向口、套管、钻机等组成。钻机是整套机组中的工作机，由导向及纠偏机构、晃管装置、摆动臂和底架等组成。此外垂直度满足要求的，比如搓管机等也可用于软法切割施工。旋挖钻机可以施工于咬合桩，但必须在护筒驱动器或搓管机配合下施工。

5.1.2 编制专项施工方案时，应熟悉施工图和工程、水文地质资料，并踏勘施工现场。

5.1.4 首先检查和校正单节套管的顺直度，然后检查按桩长配置的全长套管的顺直度，并对各节套管编号，做好标记，按序拼装。检测方法：在地面上测放出两条相互平行的直线，将套管置于两条直线之间，然后用线锤和直尺进行检测。

5.1.5 钢套管管壁厚度应与扭矩相协调。双壁钢套管壁厚一般在 50mm，管径在 1800mm 以上的双壁钢套管管壁必须加厚。一般外侧钢板厚度不应小于 15mm，内侧钢板厚度不应小于 12mm，中间为空心充惰性气体。为防止钢套管在切割钻进时产生高温发热空气膨胀挤裂钢套管，钢套管的接头及管身钢板必须采用特殊高强度高韧性材料制作，宜采用 35CrMo 合金结构钢材料，满足 360°全回转套管机的高扭矩要求。目前的钢套管有 $\phi 1000\text{mm}$ 、 $\phi 1200\text{mm}$ 、 $\phi 1300\text{mm}$ 、 $\phi 1500\text{mm}$ 、 $\phi 1800\text{mm}$ 、 $\phi 2000\text{mm}$ 几种。

5.2 导墙施工

5.2.1 咬合式排桩施工前，为了提高钻孔咬合桩孔口的定位精度并提高就位效率，应在桩顶上部沿咬合桩两侧施作混凝土或钢筋混凝土导墙。

5.2.2 导墙顶面宜高出施工场地地面 100mm，以防止地表水流入孔内。

5.2.4 桩顶上部混凝土或钢筋混凝土导墙上定位孔的直径通常比设计桩径大 20mm~30mm，具体数值应按选定的孔口偏差来定，导墙厚度宜为 300mm~500mm。

5.3 成孔施工

5.3.2 有条件的可直接在施工工程围护桩中做成桩试验性施工，地质条件复杂的应专门找地方做成桩试验性施工，成桩试验性施工包括垂直度的检测、钻进参数检测等。取土面高度表示取土面与套管底口之间的距离。

5.3.3 为确保咬合式排桩桩底能满足最小咬合厚度的要求，应对其孔口定位偏差允许值并进行严格控制，孔口定位偏差控制的方法一般为：

1 首先利用定位导墙精确安放第一节套管。钻机就位后，将第一节钢套管插入定位孔并检查调整，应使套管与定位孔之间的空隙保持均匀。

2 成孔过程中，需对桩的垂直度进行监测和控制（图 2）。

1) 地面监测：在地面选择两个相互垂直的方向，设置经纬仪或垂球，监测地面以上套管的垂直度，发现偏差随时纠正。

2) 孔内检查：在每节套管压完后安装下一节套管之前，进行孔内垂直度检查。具体方法为先在套管顶部放一个钢筋十字架，放入线锤，吊入测量工人，沿十字钢筋两个方向，利用线锤上下分别量测，测出偏差值，

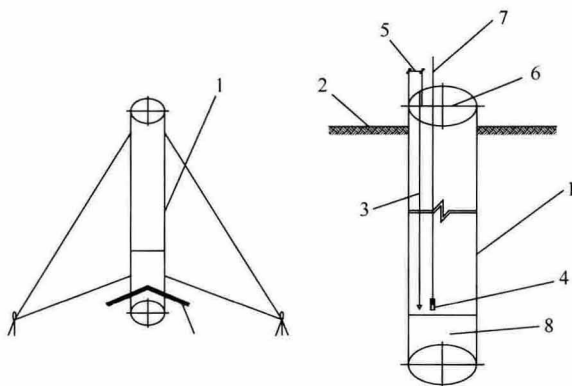


图 2 纠偏监测措施

- 1—套管；2—导墙面；3—线锤；4—人站在吊笼内量；5—用卷尺量；
6—钢筋十字架；7—钢丝绳与履带吊相连将工人下吊；8—未取土

做好记录。超偏差必须纠偏，合格后进行下一节套管施工。

如果偏差不大或套管入土深度 $\leq 5.0\text{m}$ ，可直接利用钻机的两个顶升油缸和两个推拉油缸调节套管的垂直度，否则采取如下措施纠偏：

- 1) I 序桩纠偏：如果 I 序桩偏差较大或套管埋入深度 $> 5.0\text{m}$ ，可先利用钻机油缸直接纠偏，如达不到要求，可向套管内灌砂或黏土，边灌边拔起套管，直至将套管提升到上一次检查合格的位置，然后调直套管，检查其垂直度再重新下压。
- 2) II 序桩的纠偏：如果 II 序桩偏差较大或套管入土深度 $> 5.0\text{m}$ ，可先利用钻机油缸直接纠偏，如达不到要求，可向套管内灌素混凝土，边灌边拔起套管，直至将套管提升到上一次检查合格的位置，然后调直套管，检查其垂直度再重新旋转下压。

5.3.5 I 序桩和 II 序桩可全部采用钢筋混凝土桩，此时，I 序桩配置方形（矩形）钢筋笼或型钢，II 序桩配置圆形钢筋笼；也

可采用素混凝土桩与钢筋混凝土桩相间布置。此时，Ⅰ序桩为素混凝土桩，Ⅱ序桩为钢筋混凝土桩。Ⅱ序桩施工时利用套管钻机的切割能力切割掉相邻Ⅰ序桩重叠部分的混凝土，使Ⅱ序桩嵌入Ⅰ序桩，且应在Ⅰ序桩混凝土初凝之前完成Ⅱ序桩切割成孔。

超缓凝混凝土其作用是延长Ⅰ序桩的初凝时间，Ⅰ序桩初凝时间不应小于60h。规定Ⅰ序桩混凝土的坍落度，是以便于降低混凝土的流动性，在Ⅱ序桩成孔过程中，Ⅰ序桩混凝土还未凝固，此时若Ⅰ序桩超缓凝混凝土坍落度过大，Ⅰ序桩混凝土就有可能从Ⅰ序桩、Ⅱ序桩相交处涌入Ⅱ序桩孔内。

在旋挖钻机就位以后，先预钻一个深3m左右的导孔，导孔的直径只要能顺利放入套管护筒即可。

其中当Ⅱ1桩成孔施工中Ⅰ1桩混凝土产生早凝现象时，宜立即在Ⅰ1桩右侧Ⅱ2桩位置施工砂桩预留出咬合企口，待调整完成后再继续后续桩施工（图3）。

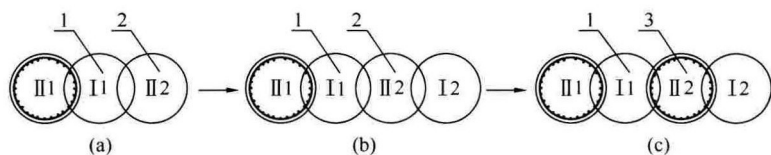


图3 预留咬合企口示意

1—早凝桩；2—砂桩；3—钢筋混凝土桩

当Ⅰ序桩超缓凝混凝土质量不稳定出现早凝现象或机械设备故障等，造成事故桩时，事故桩部位应采取防水、补强等措施。具体措施如下：

当Ⅱ序桩成孔施工，其一侧Ⅰ1桩已经凝固时，宜向Ⅰ2桩方向平移Ⅱ桩桩位，使套管钻机单侧切割Ⅰ2桩施工Ⅱ桩，并在Ⅰ1桩和Ⅱ桩外侧另加一根高压旋喷桩作为防水处理（图4），或者在Ⅰ1桩和Ⅱ桩外侧另加一根阀管双液注浆作为防水处理（图5）。

当Ⅱ1桩成孔施工，其两侧Ⅰ1桩、Ⅰ2桩的混凝土均已凝

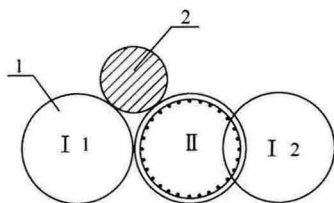


图 4 平移桩单侧咬合旋喷防水

1—早凝桩；2—高压旋喷桩

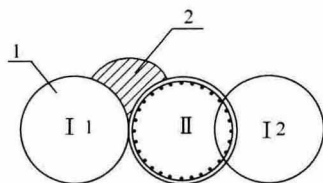


图 5 平移桩单侧咬合双液注浆防水

1—早凝桩；2—双液注浆

固时，应放弃 II 1 桩的施工，调整桩序继续后面桩墙施工，后续应在 II 1 桩外侧增加三根止水连续桩墙与 I 1 桩、I 2 桩相切，用旋喷止水（图 6），并应在基坑开挖过程中将 I 1 和 I 2 桩之间的夹土清除植筋喷射 C20 混凝土。

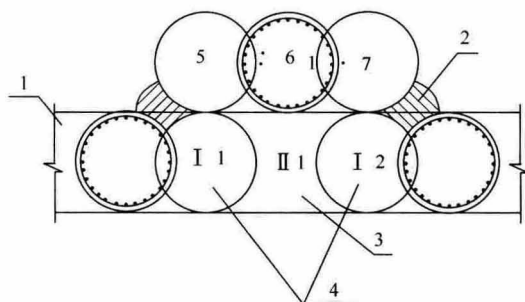


图 6 背桩补强示意

1—圈梁；2—旋喷止水；3—喷射 C20 早强混凝土；4—早凝桩；

5—补 I 1 桩；6—补 II 1 桩；7—补 I 2 桩

5.3.6 对相邻两根Ⅰ序桩混凝土强度差进行规定,是为防止出现相邻Ⅰ序桩强度差值过大,Ⅱ序桩切割的相邻两根Ⅰ序桩一根强度高,一根强度低,进而影响Ⅱ序桩成孔垂直度的问题。如出现相邻两根Ⅰ序桩混凝土强度差大于3MPa的情况,此时应减慢钻机速度,加强垂直度的监测控制。

5.3.7 在开孔阶段,冲孔进度不宜太快,提锤高度要小,冲击次数要多,这样产生的冲击力小,能使孔壁逐渐受水平力的挤压而密实。此时如果冲击过猛,进度太快,孔壁不能较好地形成,反而会引起坍孔。所以在开孔阶段要严格控制冲孔进度,以利于加强孔壁强度。在开孔深度,护筒底以下3m范围之内,要求尽可能把孔壁护得牢实一些,此后进入正常冲孔,就不容易产生坍孔。

在冲孔过程中被冲碎的石渣,大部分靠掏渣筒清除出外。在正常冲孔阶段,掏渣要及时,不然阻力太大,不利于冲击。一般每台班掏渣一次,但在掏渣的同时要注意及时向孔内补充浆液,保持孔内液面必须的高度,以免水压降低而坍孔。规定清孔时的孔内液面,同样是为保持孔内水压,以免发生坍孔事故。

5.3.8 磨桩下压套管,压入深度约为2.5m左右,然后用抓斗从套管内取土,一边抓土、一边继续下压套管,下套管时速度应缓慢,进入正常钻进后,可逐渐增大钻速,调整钻压,视钻进情况合理控制和调整钻进参数。钻进中若遇到故障或异常情况,如卡套管、钻机摇晃、偏斜或发生异常声响时,应立即停止作业,查明原因,采取相应措施后方可继续作业。在接近孔底时,取土应采取轻抓轻放。

第一节套管压入土中时,地面以上预留套管长度应 $\geq 1.2\text{m}$,以便于接管,检测垂直度,如不合格则进行纠偏调整,如合格则安装第二节套管继续下压取土,如此继续,直至达到设计孔底标高。

5.4 钢筋笼施工

5.4.1 对钢筋笼和套管的最小净距的规定,目的是避免在混凝

土灌注后起拔钢套管容易将钢筋笼带上，造成质量事故。矩形钢筋笼保护层一般宜采用强度较低的材料，如 PVC 管等，其安装形式如图 7 所示。

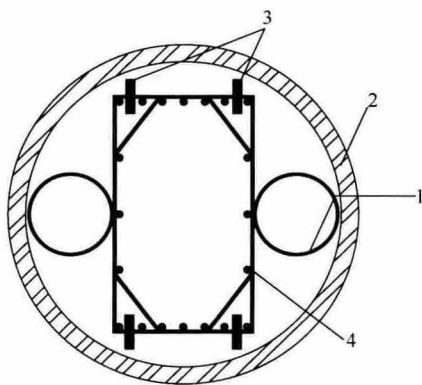


图 7 矩形钢筋笼定位装置安装

- 1—钢筋笼定位 PVC 管（每段长度 200mm~300mm）；2—咬合桩钢套管；
3—保护层垫块；4—咬合桩矩形钢筋笼

5.5 混凝土施工

5.5.3 当渗水量大于 6mm/min 时，应采取水下浇注混凝土等有效措施。导管选用应注意导管管径与桩径的匹配和导管壁厚要求。桩径小，管径过大，易造成顶管、钢筋笼上拱。桩径大，管径小，会延长混凝土浇筑时间。导管壁厚要求高可防止导管壁凹凸变形。

桩的灌注时间不宜过大，严禁导管提出混凝土面。导管应勤提勤拆，一次提管拆管不得超过 6m。浇筑混凝土时导管应随浇随提，导管的安装和拆卸应分段进行，其中心力求与钢筋笼中心重合。当出现堵塞情况时，可将导管少量上下升降排除故障，但不得左右摇晃移动，当混凝土浇至钢筋笼底部时，应放慢混凝土入管速度，减少混凝土上升顶力对钢筋笼的影响，避免钢筋笼上浮，作好混凝土灌注记录备查。在水下灌注混凝土，导管埋入深

浅对灌注能否顺利进行从而保证成桩质量至关重要。导管埋入过浅，会发生操作稍一疏忽将导管拔出混凝土面的情况；导管埋入过深，会发生混凝土出管上泛阻力大，上部混凝土长时间不动，导致流动度损失而造成灌注不畅等问题。另外，导管埋入深度的规定还应考虑施工的操作性。

5.5.4 混凝土浇筑过程中，套管始终进行来回转动。尽可能减少套管内混凝土与套管的黏结程度，避免对套管拔出时产生阻力。

6 质量检查与验收

6.0.1、6.0.2 咬合式排桩工程的质量检验应符合国家现行标准《建筑地基基础施工质量验收规范》GB 50202 和行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 的有关规定。

6.0.3 钢筋进场时，应检查产品合格证和出厂检验报告，并按相关标准的规定进行抽样检验。若有关标准中只有对产品出厂检验的规定，则在进场检验时，批量应按下列情况确定：

① 对同一厂家、同一牌号、同一规格的钢筋，当一次进场的数量大于该产品的出厂检验批量时，应划分为若干出厂检验批量，按出厂检验的抽样方案执行；

② 对同一厂家、同一牌号、同一规格的钢筋，当一次进场的数量小于或等于该产品的出厂检验批量时，应作为一个检验批量，然后按出厂检验的抽样方案执行；

③ 对不同时间进场的同批钢筋，当确有可靠依据时，可按一次进场的钢筋处理。

本条的检验方法中，产品合格证、出厂检验报告是对产品质量的证明材料，应列出产品的主要性能指标；当用户有特别要求时，还应列出某些专门检验数据。有时，产品合格证、出厂检验报告可以合并。进场复验报告是进场抽样检验的结果，并作为材料能否在工程中应用的判断依据。

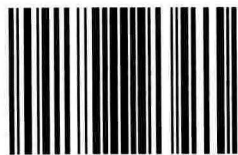
6.0.4 II 序桩切割成孔的时机是决定咬合式排桩成桩质量的关键。硬切割咬合式排桩应根据施工机械设备的切割能力、试成桩工艺参数及设计要求确定最佳的切割成孔时机。软切割咬合式排桩应使相邻 I 序桩混凝土保持初凝前的状态。

6.0.5~6.0.10 对于具体的检测项目，应根据监测目的、内容

和要求，结合各检测方法的适用范围和检测能力，考虑工程重要性、设计要求、地质条件、施工因素等情况选择检测方法和检测数量。

7 安全与环境保护

7.0.6 为减少夜间施工的声、光不利影响，可根据现场环境需求采取控制措施，例如设置隔音罩、限制车辆鸣笛、调整灯光辐射角度等。



1 5 1 1 2 3 2 3 7 2

统一书号: 15112 · 32372
定 价: 12.00 元