

ICS 93.020

CCS P 22

DB 13

河北省地方标准

DB 13/T 5822—2023

夯扩挤密桩技术规程

2023 - 10 - 25 发布

2023 - 11 - 25 实施

河北省市场监督管理局 发布

夯扩挤密桩技术规程

1 范围

本文件规定了夯扩挤密桩的设计、复合地基设计、施工与验收等内容。
本文件适用于河北省范围内建设工程中夯扩挤密桩的设计、施工以及验收。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
GB 50007 建筑地基基础设计规范
GB 50010 混凝土结构设计规范
GB 50202 建筑地基基础工程施工质量验收规范
GB 51004 建筑地基基础工程施工规范
JGJ 6 高层建筑筏形与箱型基础技术规范
JGJ 79 建筑地基处理技术规范
JGJ 94 建筑桩基技术规范
JGJ 106 建筑基桩检测技术规范
JGJ/T 135 载体桩技术标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

夯扩挤密桩 **rammed expansion and compaction pile**
由桩身和承载体构成的桩。

3.2

承载体 **bearing sphere**
桩身以下经夯实形成的承载体。

3.3

挤密土体 **compacted soil mass**
夯实填充料或无填充料夯实时桩端周围被挤密的地基土体。

3.4

承载体填充料 **bearing body filling material**
一定质量比的水泥与其它填料加入一定量水拌合的干硬性材料。

3.5

夯扩挤密桩桩长 **length of rammed expanded and compacted pile**
桩身与承载体高度之和。

注：当承载体为无填料承载体时，承载体高度取0。

3.6

被加固土层 **strengthened soil stratum**
承载体所在的土层。

3.7

夯扩挤密桩的持力层 **bearing layer of compacted and expanded pile**

承载体以下直接承受承载体传递荷载的土层。

3.8

三次累计贯入度 the total penetrations of three drives

夯实后，以锤径为355 mm、质量为3500 kg的柱锤，落距6.0 m，连续三次锤击的累计下沉量。

3.9

等效计算面积 equivalent area

达到三次贯入度要求后，计算夯扩挤密桩承载力特征值的承载体等效承载面积。

3.10

夯扩挤密桩复合地基 rammed expansion and compaction pile composite foundation

以夯扩挤密桩作为地基中的竖向增强体并与地基土共同承担荷载的人工地基。

4 符号

4.1 作用和作用效应

F ——相应于作用的准永久组合时作用于承台顶的竖向力；

F' ——相应于作用的准永久组合时作用于承台梁上单位长度的竖向力；

F_k ——相应于作用的标准组合时承台顶面的竖向力；

N ——相应于作用的基本组合时夯扩挤密桩单桩竖向力设计值；

N_k ——相应于作用的标准组合时竖向力作用下，夯扩挤密桩基桩的平均竖向力；

N_{Ek} ——相应于地震作用和荷载标准组合时夯扩挤密桩基桩的平均竖向力；

N_{Ekmax} ——相应于地震作用和荷载标准组合时夯扩挤密桩基桩的最大竖向力；

N_{kmax} ——相应于作用的标准组合时偏心竖向力作用下，夯扩挤密桩基桩的最大竖向力；

N_p ——相应于作用的基本组合时桩顶的拉力；

N_{pk} ——相应于作用的标准组合时桩顶的拉力；

P_0 ——相应于作用的准永久组合时桩端平面的附加压力；

σ_z ——相应于作用的标准组合时作用于软弱下卧层顶面的附加应力；

σ_{zd} ——相应于作用的标准组合时按等代实体计算的作用于夯扩挤密桩桩底的地基土平均附加应力。

4.2 抗力和材料性能

E_{s1} ——持力层的地基土压缩模量；

E_{s2} ——软弱下卧层地基土压缩模量；

E_{si} ——桩端平面下第*i*层土在自重压力至自重压力加附加压力作用段的压缩模量；

e ——土的孔隙比；

f_a ——经修正后的夯扩挤密桩持力土层承载力特征值；

f_{ak} ——天然地基承载力特征值；

f_{az} ——软弱下卧层顶面处经深度修正后地基承载力特征值；

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；

f_{rk} ——岩石单轴饱和抗压强度标准值；

f_{spk} ——夯扩挤密桩复合地基承载力特征值；

f'_y ——纵向主筋抗压强度设计值；

f_y ——纵向主筋抗拉强度设计值；

G_{sp} ——群桩基础所包围体积的桩土总自重除以总桩数的平均重量，地下水以下扣除浮力；

G_k ——夯扩挤密桩基承台和其上部土的自重标准值，对于稳定的地下水位以下部分应扣除水的浮力；

G'_k ——单位长度梁及其上土的自重标准值；

G_p ——基桩自重；

I_L ——土的液性指数；

Q_{uk} ——扩挤密桩单桩竖向受压极限承载力标准值；

Q_{sik} ——第*i*层土极限侧阻力标准值；

R_a ——夯扩挤密桩单桩竖向受压承载力特征值；

T_{gk} ——群桩呈整体破坏时基桩的受拔极限承载力标准值；
 T_{uk} ——群桩呈非整体破坏时基桩的受拔极限承载力标准值；
 γ ——承台底以上土的加权平均重度，地下水以下采用浮重度；
 γ_m ——软弱下卧层顶面以上土的加权平均重度，地下水以下采用浮重度；
 γ_n ——桩底以上地基土的加权平均重度；
 θ ——压力扩散角；
 ϕ ——桩身穿过土层的等效内摩擦角。

4.3 几何参数

A ——承台面积；
 A_e ——承载体等效计算面积；
 A_p ——桩身截面面积；
 A_s ——纵向主筋截面面积；
 B_0 ——桩群外缘矩形底面的短边边长；
 D ——抗拔承载力计算的等效直径；
 d ——混凝土桩身直径；
 d_0 ——承载体填充料换算成球体的等效直径；
 d_h ——承台埋深；
 L_0 ——桩群外缘矩形底面的长边边长；
 l ——直杆段混凝土桩身长度；
 l_i ——桩长范围内第*i*层土的厚度；
 s ——桩基最终沉降量；
 t ——承载体底面计算位置至软弱层顶面的距离；
 u_i ——桩身抗拔破坏面的周长；
 u_l ——群桩抗拔破坏时外缘矩形截面周长；
 z ——地面至软弱下卧层顶面的距离；
 z_d ——地面至夯扩挤密桩底的距离；
 $\Delta s'_i$ ——在计算深度范围内，第*i*层土的计算变形量；
 $\Delta s'_a$ ——由计算深度位置向上取厚度为 Δz_a 的土层计算变形量；
 ΔR ——扩散等效计算宽度；
 ΔS ——夯扩挤密桩受拔承载力计算时的计算半径增量。

4.4 计算系数

K ——安全系数；
 m ——夯扩挤密桩复合地基面积置换率；
 n ——桩端平面下压缩层范围所划分的土层总数；
 n_p ——承台下基桩桩数；
 α ——地基土承载力提高系数；
 $\bar{\alpha}$ ——桩端平面下土的平均附加应力系数；
 β ——考虑施工挤土后桩侧阻力的提高系数；
 λ_i ——侧阻力抗拔折减系数；
 λ_z ——复合地基单桩竖向承载力的发挥系数；
 λ_s ——桩间土承载力的发挥系数；
 ψ_c ——成桩工艺系数；
 ψ_p ——沉降计算经验系数；
 ψ_r ——折减系数。

5 总体要求

- 5.1 黏性土、粉土、砂土、碎石土、残积土、全风化岩、强风化岩及中风化岩可作为夯扩挤密桩的持力层。对淤泥、淤泥质土、有机等特殊土地基，应通过成桩试验、载荷试验确定其适用性。
- 5.2 黏性土、粉土、砂土、碎石土、残积土等土层可选作夯扩挤密桩的被加固土层。当选用软塑—可塑状态的黏性土、素填土、杂填土、湿陷性土作为被加固土层时应通过成桩试验、载荷试验确定其适用性。
- 5.3 应根据地质条件、上部荷载、施工工艺与设备及在类似条件下的工程经验等因素综合确定夯扩挤密桩设计参数。
- 5.4 施工前应确定承载体填料的配合比，且填充料中水泥和其它填充料的质量比不小于 1:3，拌合时加入适量的水，确保拌合物强度达到设计要求且便于施工。桩径为 300 mm~500 mm 的夯扩挤密桩，填料量不宜大于 0.8 m³、填料粒径应小于施工孔径的 1/3；桩径为 500 mm~800 mm 的夯扩挤密桩，填料量不宜大于 1.2 m³。当填料量超过限值时，应调整被加固土层。
- 5.5 夯扩挤密桩设计时应进行单桩和群桩承载力验算，群桩承载力可按等代实体基础进行验算。
- 5.6 桩身可采用现浇混凝土和混凝土预制构件，当地下水或土对混凝土或混凝土中的钢筋有腐蚀性时，桩身材料应满足抗腐蚀要求。
- 5.7 夯扩挤密桩施工可采用锤击跟管、振动沉管、静压、旋挖、液压锤、潜孔锤等成孔施工工艺。
- 5.8 夯扩挤密桩施工时，应控制相邻桩的上浮量。对于桩身混凝土已达到终凝的相邻桩，其上浮量不应大于 20 mm；对于桩身混凝土处于流动状态的相邻桩，其上浮量不应大于 50 mm。
- 5.9 在地下水位以下的砂土、卵石、砾石等渗透系数较大的土中施工夯扩挤密桩时，应注意采取封水措施。当桩端进入具有承压水的土层时，施工中应考虑承压水对施工的影响。
- 5.10 夯扩挤密桩施工采用全自动电脑控制施工时，施工前应根据地基土土质特性设定适宜的施工控制参数，并全程记录施工过程中各项控制指标。
- 5.11 对满堂布置的夯扩挤密桩施工，宜进行地基土水平和垂直方向位移的监测工作。
- 5.12 夯扩挤密桩施工后进行基坑开挖时，应认真做好基坑支护和开挖施工，并考虑基坑开挖时边坡土体的侧移及坑底隆起对工程桩的影响。

6 夯扩挤密桩设计

6.1 一般规定

- 6.1.1 夯扩挤密桩的设计等级应按 JGJ 94 执行。
- 6.1.2 夯扩挤密桩设计时所采用的作用组合和抗力限值应符合 GB 50007 的规定。
- 6.1.3 夯扩挤密桩桩间距不宜小于 3 倍桩身直径，当被加固土层为含水率大于 20% 的黏性土时，桩间距不宜小于 4 倍桩身直径；施工时不得影响相邻桩的施工质量；当被加固土层为粉土、砂土或碎石土时，桩间距不宜小于 1.6 m，当被加固土层为含水率大于 20 % 的黏性土时，桩间距不宜小于 2.0 m。

6.2 竖向受压承载力计算

- 6.2.1 夯扩挤密桩竖向受压承载力。

- 6.2.1.1 作用标准组合应符合下列规定：

- a) 轴心竖向力作用下应符合公式(1)的要求：

$$N_k \leq R_a \dots\dots\dots (1)$$

式中：

N_k ——相应于作用的标准组合时竖向力作用下，夯扩挤密桩基桩的平均竖向力(kN)；

R_a ——夯扩挤密桩单桩竖向受压承载力特征值(kN)。

- b) 偏心竖向力作用下除应满足公式(1)外，尚应满足公式(2)的要求：

$$N_{k\max} \leq 1.2R_a \dots\dots\dots (2)$$

式中:

N_{Ekmax} ——相应于作用的标准组合时偏心竖向力作用下, 夯扩挤密桩基桩的最大竖向力(kN)。

6.2.1.2 地震作用和荷载标准组合应符合下列规定:

a) 轴心竖向力作用下应符合公式(3)的要求:

$$N_{Ek} \leq 1.25R_a \dots\dots\dots (3)$$

式中:

N_{Ek} ——相应于地震作用和荷载标准组合时夯扩挤密桩基桩的平均竖向力(kN)。

c) 偏心竖向力作用下除应满足公式(3)外, 尚应满足公式(4)的要求:

$$N_{Ekmax} \leq 1.5R_a \dots\dots\dots (4)$$

式中:

N_{Ekmax} ——相应于地震作用和荷载标准组合时夯扩挤密桩基桩的最大竖向力(kN)。

6.2.2 夯扩挤密桩单桩竖向受压承载力特征值的确定。

6.2.2.1 桩基设计等级为甲级和地质条件复杂的乙级夯扩挤密桩基础, 应通过单桩竖向静载荷试验确定单桩竖向受压承载力特征值。同一条件下试验数量不应少于3根。

6.2.2.2 夯扩挤密桩单桩竖向受压承载力特征值应按公式(5)计算:

$$R_a = Q_{uk} / K \dots\dots\dots (5)$$

式中:

Q_{uk} ——夯扩挤密桩单桩竖向受压极限承载力标准值(kN);

K ——安全系数, 取 $K=2$ 。

6.2.3 对于桩长小于30m的夯扩挤密桩, 单桩竖向受压承载力特征值的计算。

6.2.3.1 桩身范围内无液化土层时, 可采用公式(6)估算:

$$R_a = f_a \cdot A_e \dots\dots\dots (6)$$

式中:

f_a ——经修正后的夯扩挤密桩持力土层承载力特征值(kPa), 承载力修正应按GB 50007执行, 其中宽度修正系数为零;

A_e ——夯扩体等效计算面积 m^2 (宜按河北省地区经验确定, 无地区经验且桩径为450mm~500mm时可按表1选取。当桩径为350mm~450mm时, 表中 A_e 值应乘以0.85~0.95, 当桩径为500mm~800mm时, 表中 A_e 值应乘以1.1~1.3, 桩径小时取小值, 桩径大时取大值)。

6.2.3.2 桩身范围内无液化土层时, 可采用公式(7)估算:

$$f_a = \psi_r f_{rk} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

f_{rk} ——岩石单轴饱和抗压强度标准值(kPa);

ψ_r ——折减系数, 根据地方经验确定。

6.2.3.3 当桩身穿过液化土层时, 应考虑液化对单桩承载力的影响, 计算应按JGJ 94执行。

表1 承载体等效计算面积

单位为厘米

被加固土层土性		三次贯入度 (cm)				
		<10	10	20	30	>30
黏性土	$0.75 < I_L \leq 1.00$	—	2.2~2.5	1.8~2.2	1.5~1.8	<1.5
	$0.25 < I_L \leq 0.75$	—	2.5~2.8	2.2~2.5	1.9~2.2	<1.9
	$0.00 < I_L \leq 0.25$	3.2~3.6	2.8~3.2	2.4~2.8	2.1~2.4	<2.1
杂填土		2.6~3.0	2.3~2.6	2.0~2.3	1.7~2.0	<1.7

表1 承载体等效计算面积(续) 单位为厘米

被加固土层土性		三次贯入度 (cm)				
		<10	10	20	30	>30
粉土	$e>0.8$	2.6~2.9	2.3~2.6	2.0~2.3	1.7~2.0	<1.7
	$0.7<e\leq 0.8$	3.0~3.3	2.7~3.0	2.4~2.7	2.1~2.4	<2.1
粉土	$e\leq 0.7$	3.3~3.7	2.9~3.3	2.5~2.9	2.2~2.5	<2.2
粉砂、 细砂	松散-稍密	3.2~3.6	2.8~3.2	2.4~2.8	2.1~2.4	<2.1
	中密-密实	3.7~4.2	3.2~3.7	2.7~3.2	2.3~2.7	<2.3
中砂、 粗砂	松散-稍密	3.6~4.1	3.1~3.6	2.6~3.1	2.2~2.6	<2.2
	中密-密实	4.3~4.8	3.8~4.3	3.3~3.8	2.8~3.3	—
碎石土	松散-稍密	3.9~4.5	3.4~3.9	2.9~3.4	—	—
	中密-密实	4.6~5.2	4.0~4.6	3.4~4.0	—	—
残积土		3.8~4.2	3.4~3.8	3.0~3.4	—	—
全风化岩		4.0~4.4	3.6~4.0	3.2~3.6	—	—
强风化岩		4.4~4.9	4.0~4.4	—	—	—
注：表中 e 为土的孔隙比； I_L 为土的液性指数。						

6.2.4 夯扩挤密桩单桩承载力除应按 5.2.3 估算外，尚应进行正截面受压承载力的验算。
6.2.4.1 当桩顶以下 5 倍桩身直径范围内的螺旋式箍筋间距不大于 100 mm 时，应符合公式（8）要求：

$$N \leq \psi_c f_c A_p + 0.9 f_y' A_s \dots\dots\dots (8)$$

式中：
 N ——相应于作用基本组合时夯扩挤密桩单桩桩顶竖向力设计值（kN）；
 f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值（kPa），应符合GB 50010的规定；
 f_y' ——纵向主筋抗压强度设计值（kPa）；
 A_s ——纵向主筋截面面积（m²）；
 A_p ——桩身截面面积（m²）；
 ψ_c ——成桩工艺系数，桩身为预制混凝土构件时取0.85，现场灌注时取0.75~0.90，桩身挤土效应明显时取低值，挤土效应不明显时取高值，桩身外侧有水泥土桩时取高值。

6.2.4.2 当桩顶以下 5 倍桩身直径范围内的螺旋式箍筋间距大于 100 mm 时，应符合公式（9）要求：

$$N \leq \psi_c f_c A_p \dots\dots\dots (9)$$

6.2.5 当桩间距小于 6 倍桩身直径，夯扩挤密桩群桩基础持力层下受力范围内存在软弱下卧层时，应按公式（10）、（11）进行软弱下卧层承载力验算：

$$\sigma_z + \gamma_m z \leq f_{az} \dots\dots\dots (10)$$

$$\sigma_z = \frac{F_k + G_k - \gamma A d_h - \frac{3}{2}(L_0 + B_0) \sum q_{sik} l_i}{(L_0 + 2\Delta R + 2t \cdot \tan \theta)(B_0 + 2\Delta R + 2t \cdot \tan \theta)} \dots\dots\dots (11)$$

式中：

σ_z ——相应于作用的标准组合时软弱下卧层顶面的附加应力（kPa）；

γ ——承台底以上土的加权平均重度（kN/m³）地下水以下采用浮重度；

z ——地面至软弱下卧层顶面的距离（m）；

d_h ——承台埋深（m）；

A ——承台面积（m²）；

γ_m ——软弱下卧层顶面以上土的加权平均重度，地下水以下采用浮重度（kN/m³）；

q_{sik} ——第*i*层土极限侧阻力标准值（kPa），根据经验确定或按JGJ 94 执行；

l_i ——桩长范围内第*i*层土的厚度（m）；

t ——承载体底面计算位置至软弱层顶面的距离（m）；

f_{az} ——软弱下卧层顶面处经深度修正后地基承载力特征值（kPa）；

F_k ——相应于作用的标准组合时承台顶面的竖向力（kN）；

G_k ——夯扩挤密桩基承台和其上部土自重标准值，对于稳定的地下水位以下部分应扣除水的浮力（kN）；

L_0 、 B_0 ——桩群外缘矩形底面的长、短边边长（m）（图1）；

ΔR ——扩散等效计算宽度（m），可取0.6 m~1.0 m，当 A_e 值较小时，取小值；当 A_e 值较大时，取大值；

θ ——压力扩散角（°），可按表2取值。

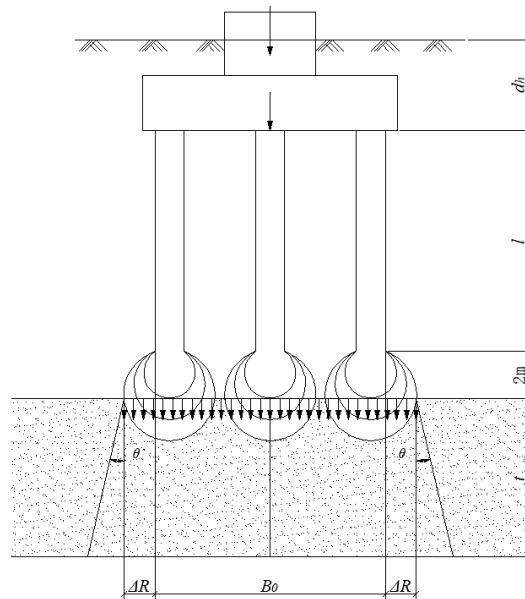


图1 软弱下卧层计算示意（ l —直杆段混凝土桩身长度）

表2 地基压力扩散角

E_{s1}/E_{s2}	t/B_e	
	0.25	0.50
1	4°	12°

表2 地基压力扩散角 (续)

E_{s1}/E_{s2}	t/B_k	
	0.25	0.25
3	6°	23°
5	10°	25°
10	20°	30°
注 1: $B_k=B_0+2 \Delta R$; 注 2: E_{s1} 、 E_{s2} 分别为持力层和软弱下卧层的地基土压缩模量; 注 3: t/B_k 小于 0.25 时取 0°, 大于 0.25 且小于 0.5 时按内插取值, 大于 0.50 时取 0.50 对应的扩散角。		

6.2.6 对于独立柱基和满堂布桩的基础, 应按公式 (12)、公式 (13) 进行群桩整体基础承载力验算:

$$\sigma_{zd} + \gamma_n z_d \leq f_a \dots\dots\dots (12)$$

$$\sigma_{zd} = \frac{F_k + G_k - \gamma A d_h - \frac{3}{2}(L_0 + B_0) \sum q_{sik} l_i}{(L_0 + 2\Delta R)(B_0 + 2\Delta R)} \dots\dots\dots (13)$$

式中:
 σ_{zd} ——相应于作用的标准组合时按等代实体计算的作用于夯扩挤密桩桩底的地基土平均附加应力 (kPa)
 γ_n ——桩底以上地基土的加权平均重度 (kN/m³);
 z_d ——地面至夯扩挤密桩底的距离 (m)。

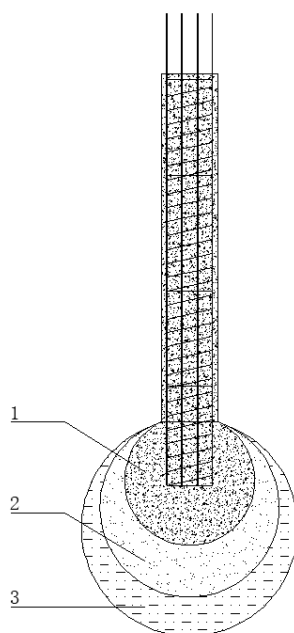
6.3 受拔承载力计算

6.3.1 抗拔夯扩挤密桩应将钢筋笼 (锚杆) 嵌入承载体内部 (图 2), 并按公式 (14)、公式 (15) 验算群桩基础呈整体破坏和呈非整体破坏时基桩的受拔承载力:

$$N_{pk} \leq \frac{T_{gk}}{2} + G_{gp} \dots\dots\dots (14)$$

$$N_{pk} \leq \frac{T_{uk}}{2} + G_p \dots\dots\dots (15)$$

式中:
 N_{pk} ——相应于作用的标准组合时桩顶的拉力 (kN);
 T_{gk} ——群桩呈整体破坏时基桩的受拔极限承载力标准值 (kN), 可按 5.3.2 确定;
 T_{uk} ——群桩呈非整体破坏时基桩的受拔极限承载力标准值 (kN), 可按 5.3.2 确定;
 G_{gp} ——群桩基础所包围体积的桩土总自重除以总桩数的平均重量 (kN), 地下水以下扣除水的浮力;
 G_p ——基桩自重 (kN), 地下水位以下扣除水的浮力。



标引序号说明：

- 1——承载体填充料；
- 2——挤密土体；
- 3——影响土体。

图2 抗拔夯扩挤密桩的构造

6.3.2 夯扩挤密桩基桩及群桩的受拔极限承载力的确定。

6.3.2.1 对于设计等级为甲级和乙级的夯扩挤密桩基，基桩的受拔极限承载力应通过现场单桩抗拔静载荷试验确定。单桩抗拔静载荷试验方法及受拔极限承载力标准值取值可按 JGJ 106 执行。

6.3.2.2 如无当地经验，群桩基础及设计等级为丙级的建筑桩基，基桩的受拔极限承载力计算时，计算位置应从纵向钢筋底开始，并可按下列规定确定：

- a) 群桩呈非整体破坏时，基桩的受拔极限承载力标准值可按公式（16）计算：

$$T_{uk} = \sum \beta \lambda_i q_{sik} u_i l_i \dots\dots\dots (16)$$

式中：

u_i ——桩身抗拔破坏面的周长（m），按表3取值（图3）；

λ_i ——侧阻力抗拔折减系数，砂土取0.55~0.75，黏性土和粉土取0.75~0.85；

β ——考虑施工挤土后桩侧阻力的提高系数，宜取1.05~1.15。

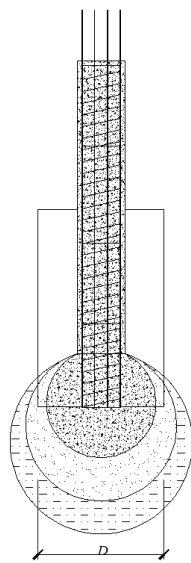


图3 抗拔夯扩挤密桩计算简图

表3 夯扩挤密桩抗拔破坏面周长取值

自纵向钢筋底以上的计算深度	$\leq (4\sim 10) d$	$> (4\sim 10) d$
u_i	πD	πd
注 1: 表中计算深度对于软土取低值, 对于卵石、砾石取高值。 注 2: D 为受拔承载力计算的等效直径 (m)。 $D=d_0+2 \Delta S$ 。 其中, d_0 为承载体填充料换算成球体的等效直径 (m); ΔS 为夯扩挤密桩受拔承载力计算时的计算半径增量 (m)。 ΔS 取值为 0.3 m~0.5 m, 填料多、三次贯入度小时取大值, 填料少、三次贯入度大时取小值。		

b) 群桩呈整体破坏时，夯扩挤密桩基桩的受拔极限承载力标准值可按公式（17）计算：

$$T_{gk} = \frac{1}{n_p} \beta u_i \sum \lambda_i q_{sik} l_i \cdots \cdots \cdots (17)$$

式中：
 u_i ——群桩抗拔破坏时外缘矩形截面周长（m）；
 n_p ——承台下基桩桩数。

6.3.3 抗拔夯扩挤密桩正截面受拉承载力应按公式（18）进行验算：

$$N_p \leq f_y A_s \cdots \cdots \cdots (18)$$

式中：
 N_p ——相应于作用的基本组合时桩顶拉力（kN）；
 f_y ——纵向主筋抗拉强度设计值（kPa）；
 A_s ——纵向主筋截面面积（mm²）。

6.4 沉降计算

6.4.1 对于下列情况的夯扩挤密桩基应进行沉降计算：

- a) 设计等级为甲级的夯扩挤密桩基；
- b) 设计等级为乙级的体型复杂、荷载分布显著不均匀或桩端平面以下存在高压缩性土层的夯扩挤密桩基；
- c) 地基条件复杂、对沉降要求严格的其他夯扩挤密桩基。

6.4.2 夯扩挤密桩基沉降变形计算值不应大于建筑桩基沉降变形允许值，桩基沉降变形允许值应符合 JGJ 94 的规定。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/096233013231010054>