

# 第四章 桩基础与深基础

## Pile foundation and deep foundation

§ 4.1 概述

§ 4.2 桩的分类与应用

§ 4.3 竖向承压桩的荷载传递

§ 4.4 竖向承压桩单桩承载力的确定

§ 4.5 桩的抗拔承载力与桩的负摩阻力

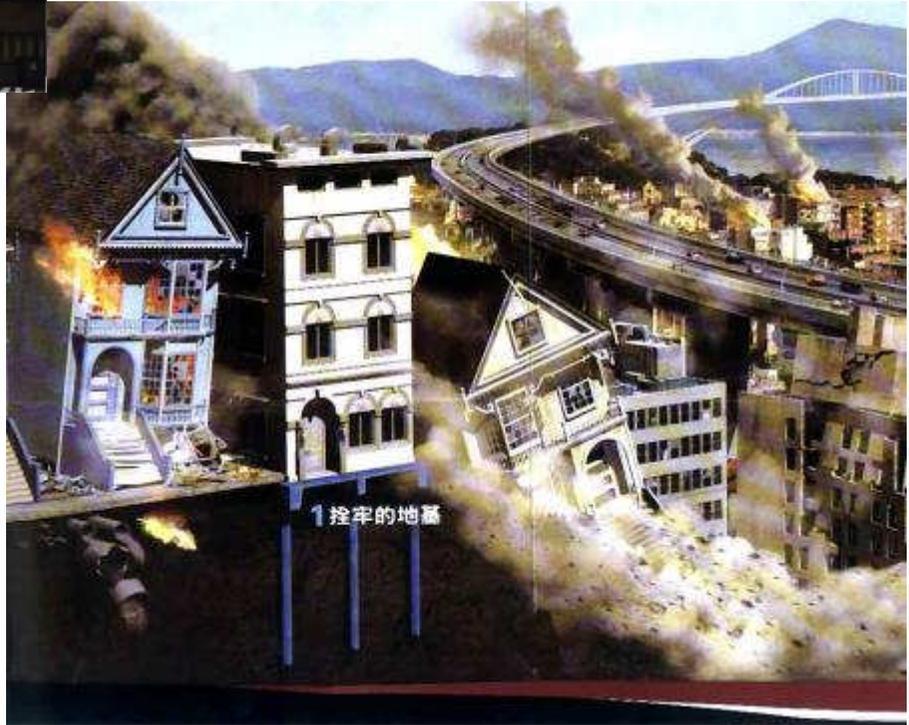
§ 4.6 桩在水平荷载下的性状及承载力的确定

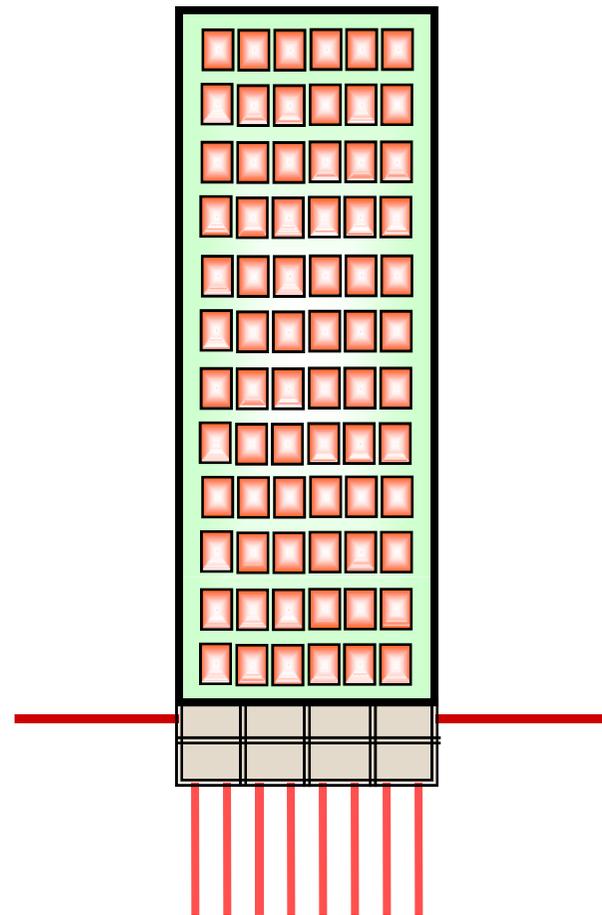
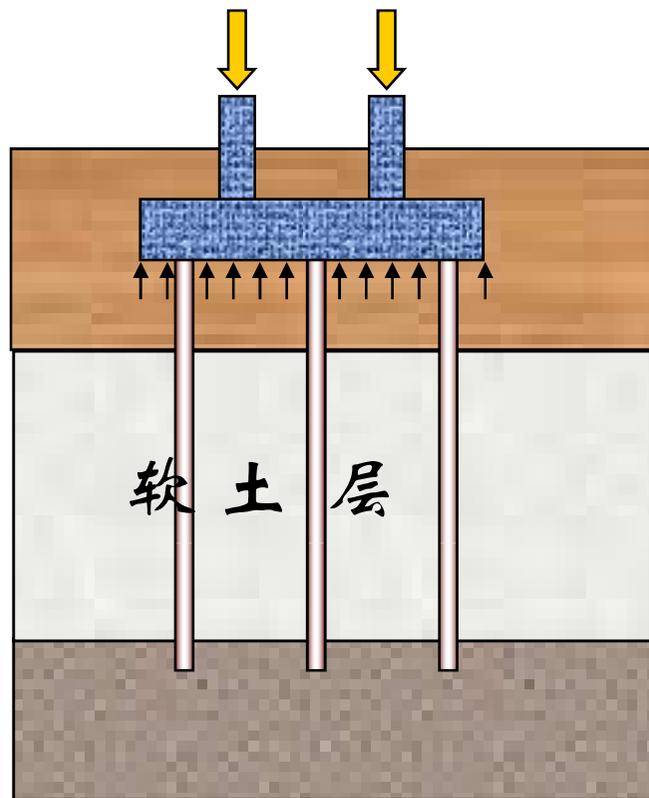
§ 4.7 桩基的沉降计算

§ 4.8 桩基础的设计

§ 4.9 桩基技术和理论的新发展

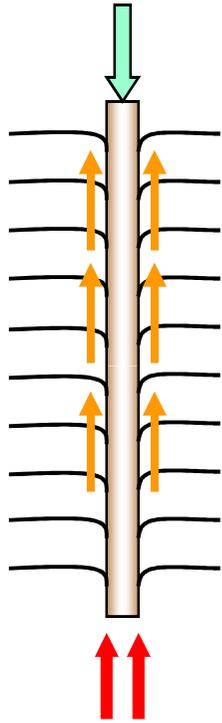
§ 4.10 墩基础 § 4.11 沉井基础





桩基础是向深部土层传递荷载的方式之一：  
桩基础、墩基础、沉井基础、地下连续墙

## § 4.1 概述



桩Pile：指垂直或者稍倾斜布置于地基中，其断面相对其长度较小的杆状构件。

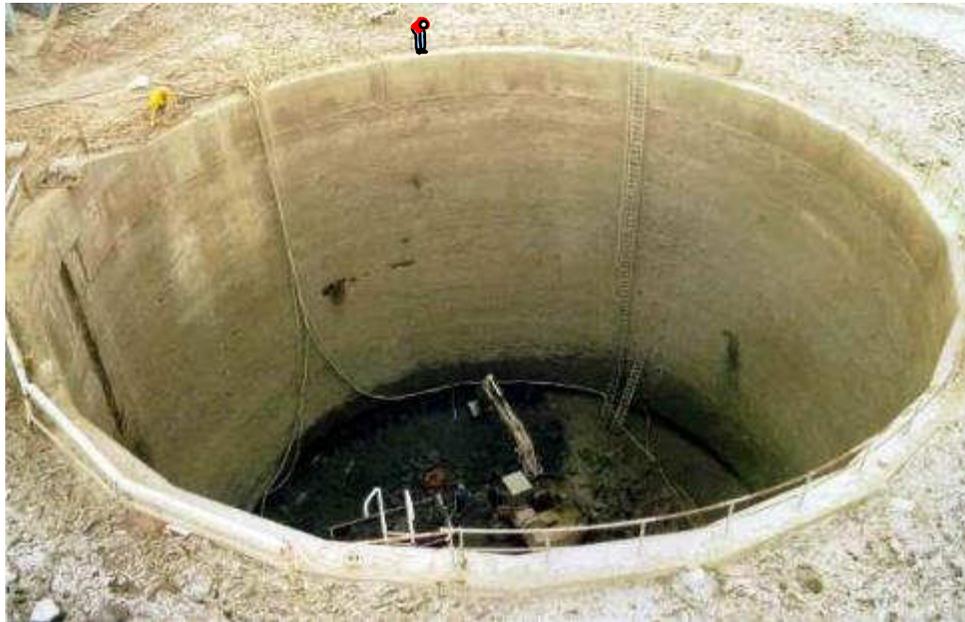
桩的功能：通过杆件的侧壁摩阻力和端阻力将上部结构的荷载传递到深处的地基上。

深基础

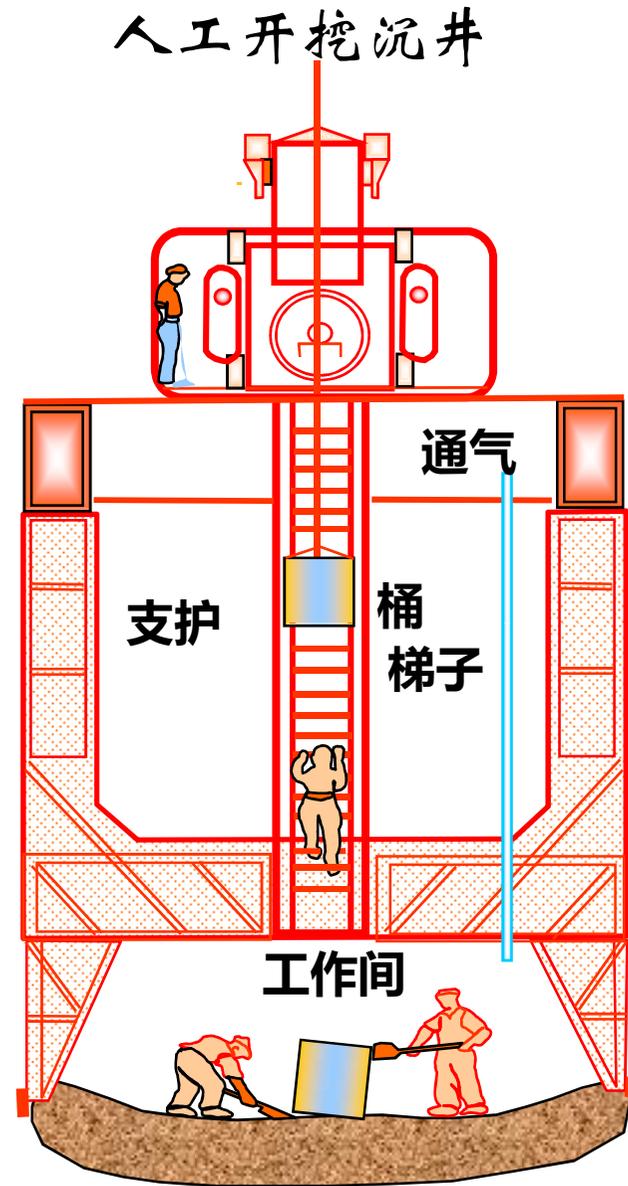
桩基础 Pile

沉井 Caisson

地下连续墙 Diaphragm



预制沉井



# 深基础

桩基础 Pile

沉井 Caisson

地下连续墙 Diaphragm



## 桩的历史

十九世纪以前，木桩

7000-8000年浙江河姆渡

3000-4000年前罗马

西安灞桥、隋唐塔

十九世纪材料动力进步

18世纪前 铸铁管桩

18世纪中叶 蒸汽动力

1824年波特兰水泥发明

十九世纪末

现场钻孔桩 (1897, Raymond)





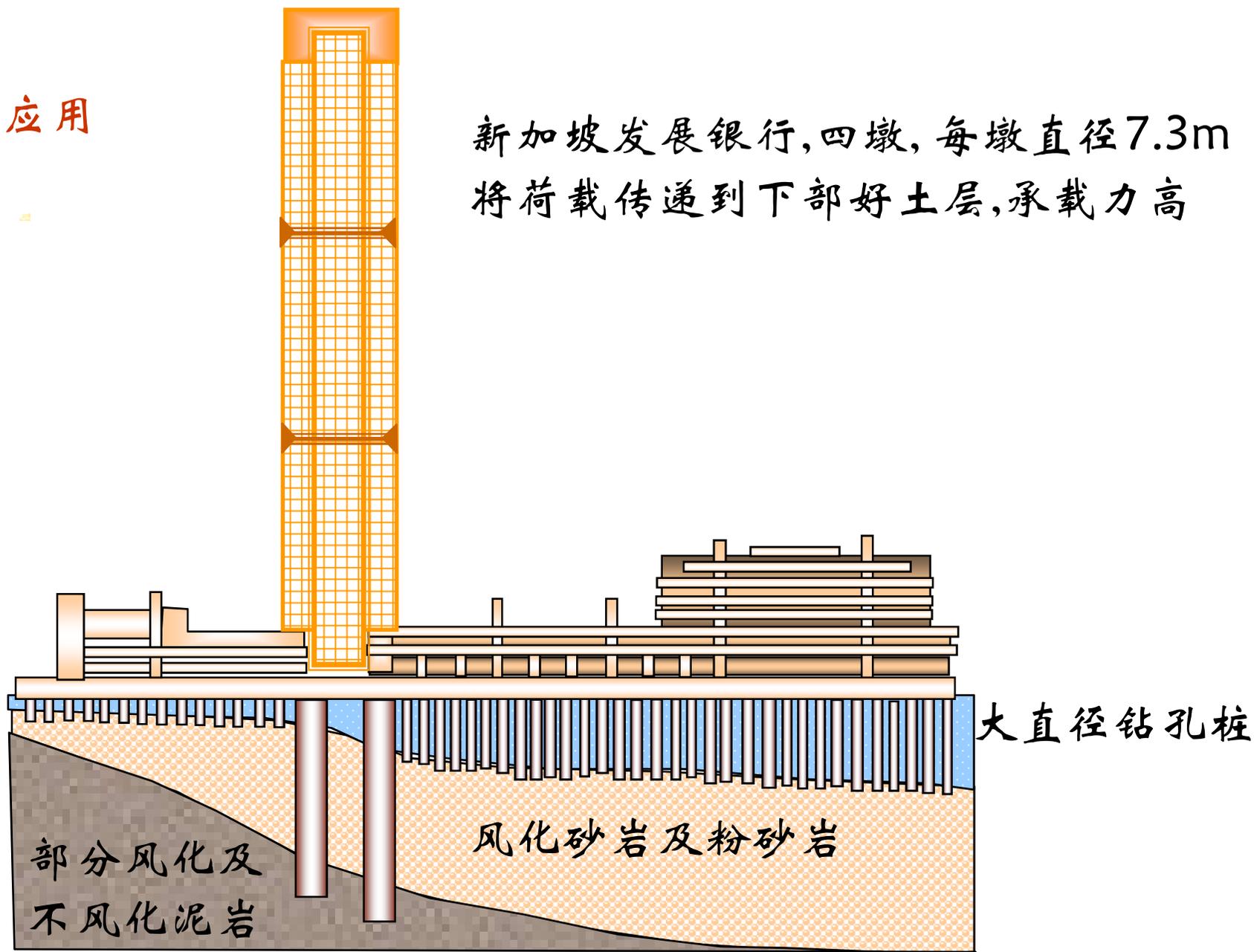
墨尔本王子港遗址~整齐排列的木桩



7000年前浙江河姆渡木桩

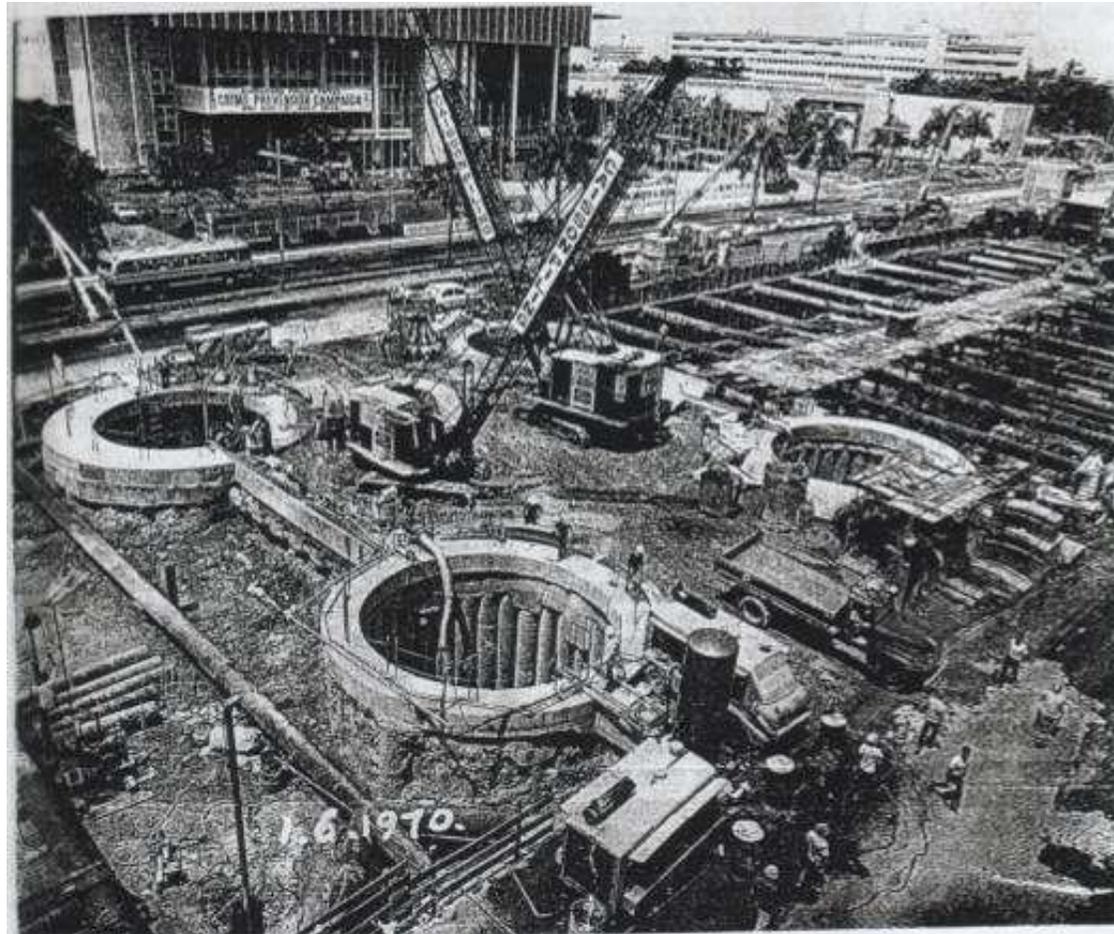
## 桩的应用

新加坡发展银行, 四墩, 每墩直径7.3m  
将荷载传递到下部好土层, 承载力高



## 桩的应用

新加坡发展银行, 四墩7.3m



# 现场灌注护坡桩 造价低





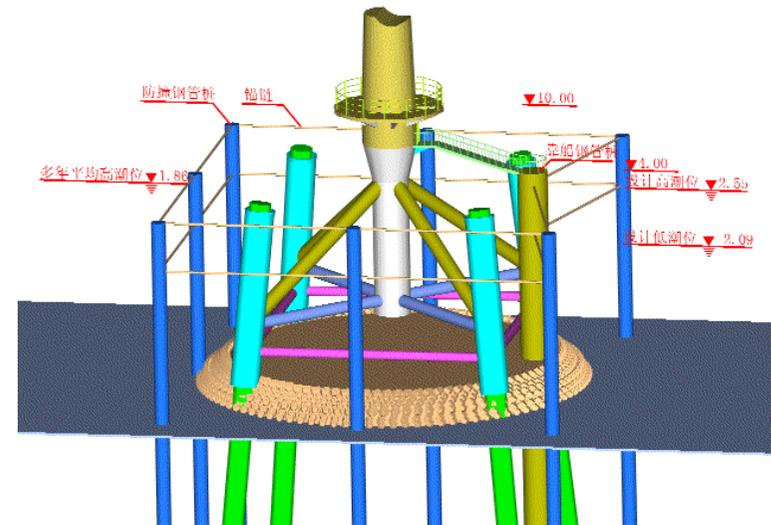
现场灌注护坡桩

## 适用条件

水上建筑物  
深持力层  
高地下水位  
抗震地基  
沉降敏感建筑（精密仪器）



## 海上风机 桩基础

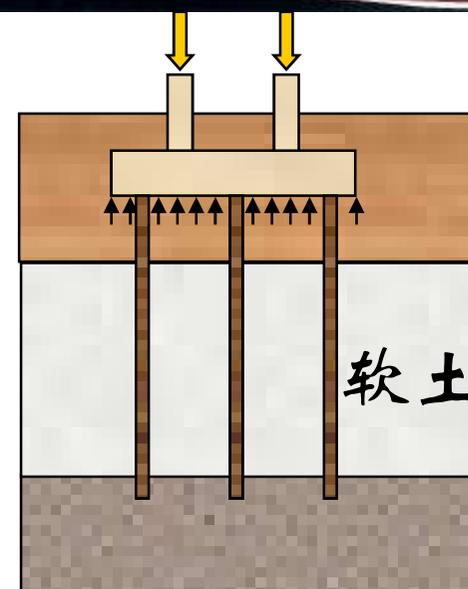
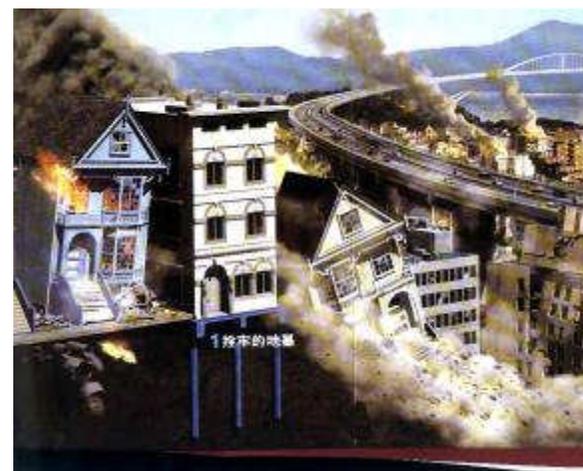


## 卫星地面接收站



## 桩的特点之优点

承载力高，传递荷载到好土层  
沉降量小，传递荷载到好土层  
抗震性能好，可以穿过液化层  
承受抗拔及横向力（如风载）  
与其它深基础比较，施工造价低



## 桩的特点之 缺点

比浅基础造价高  
施工环境影响大  
预制桩施工噪音大  
钻孔灌注桩泥浆污染  
地下室施工有干扰



本章重点掌握桩的荷载传递机理和桩基设计的基本原理及步骤。

**主要依据：**

建筑基础设计规范

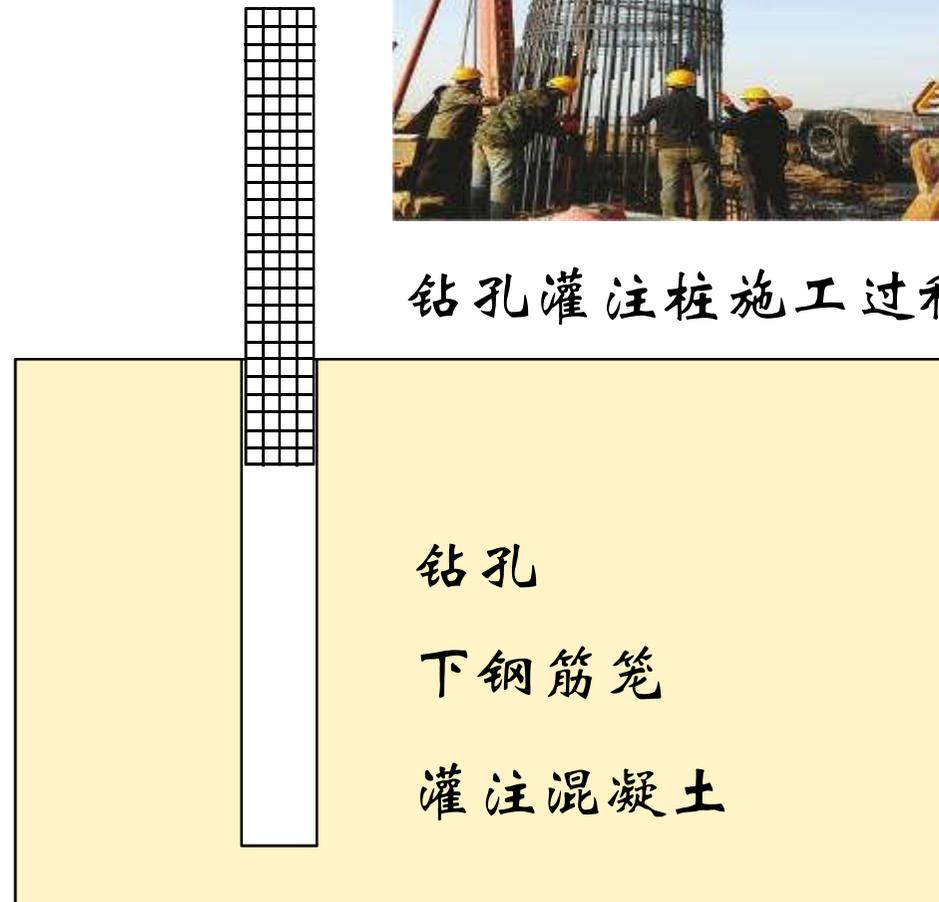
建筑桩基技术规范JGJ94-2008

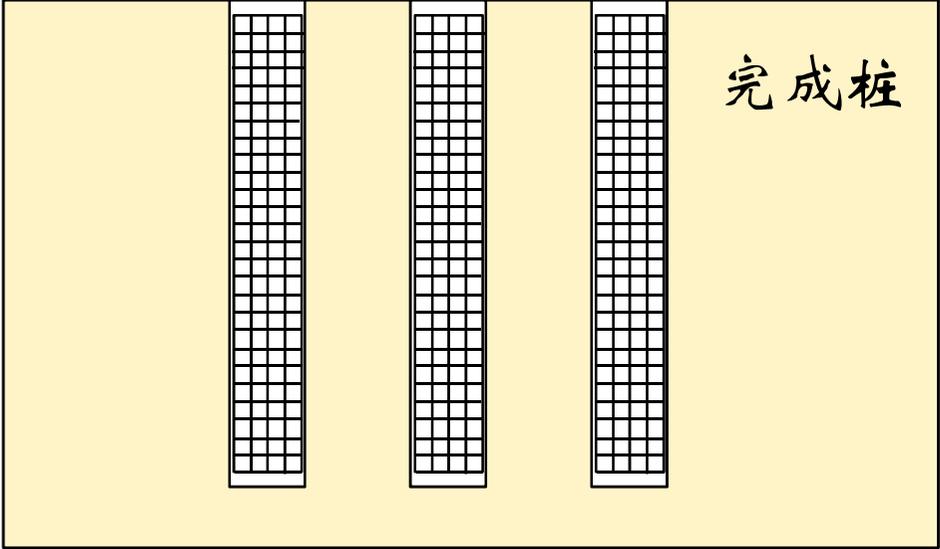
北京地区建筑地基基础勘察设计规范DBJ11-501-2009（2016版）

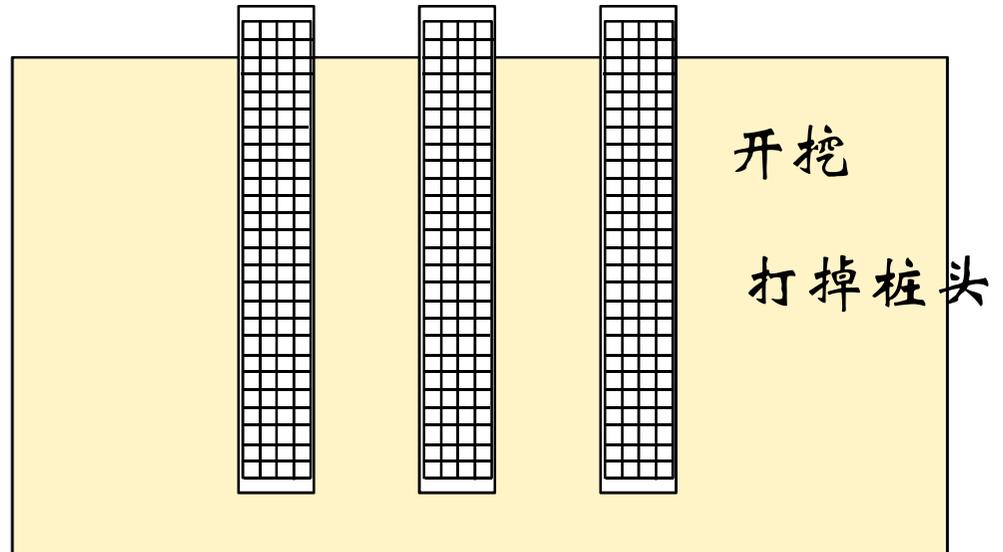
## § 4.2 桩的分类与选用

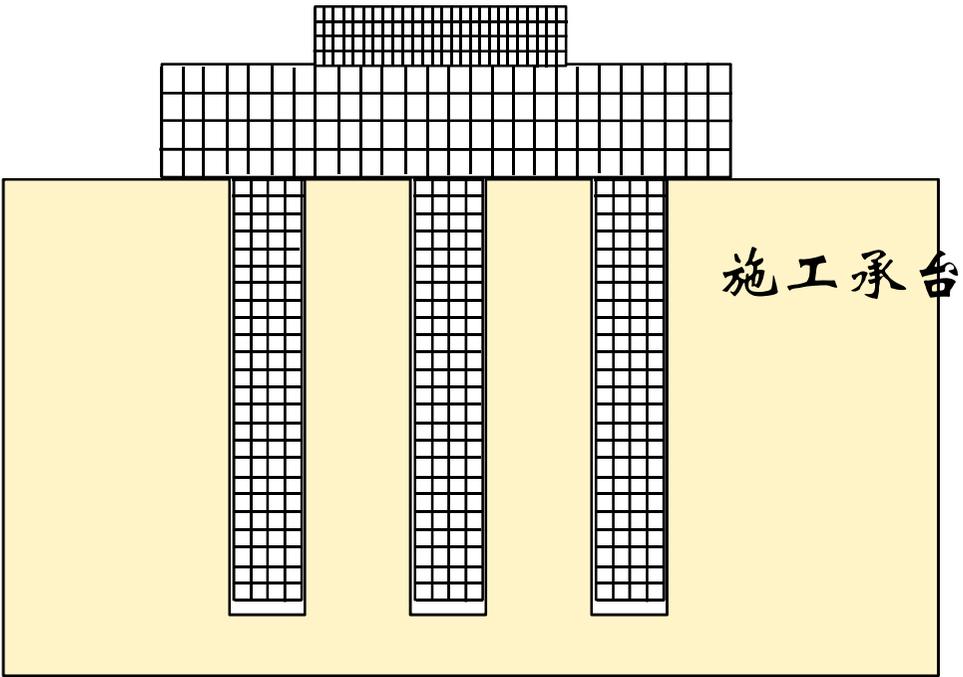


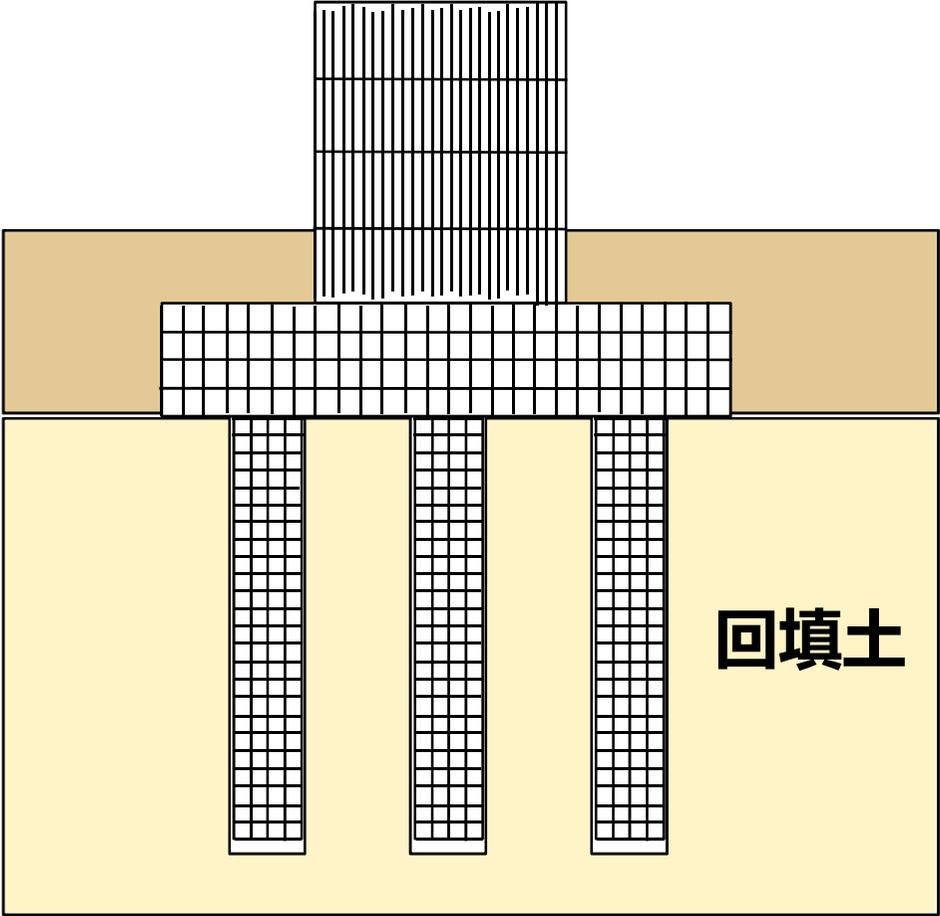
钻孔灌注桩施工过程











1 使用功能 2 承载性状 3 桩身材料 4 成桩方法 5 几何特性

## 4.2.1 桩的分类

### 1 按桩的使用功能分类

- (1) 竖向抗压桩
- (2) 竖向抗拔桩
- (3) 水平受荷桩
- (4) 复合受荷桩

D:\XWUBJ\TeachingHBU\FoundationEngineering\PPTsByWuFinal2021\Images

筏板基础抗浮失稳

WeChat\_20200827224212.mp4

1 使用功能 2 承载性状 3 桩身材料 4 成桩方法 5 几何特性

## 2 竖向抗压桩按承载性状分类

Penetration resistance(端承力),  
Shaft Skin friction(侧摩阻力)

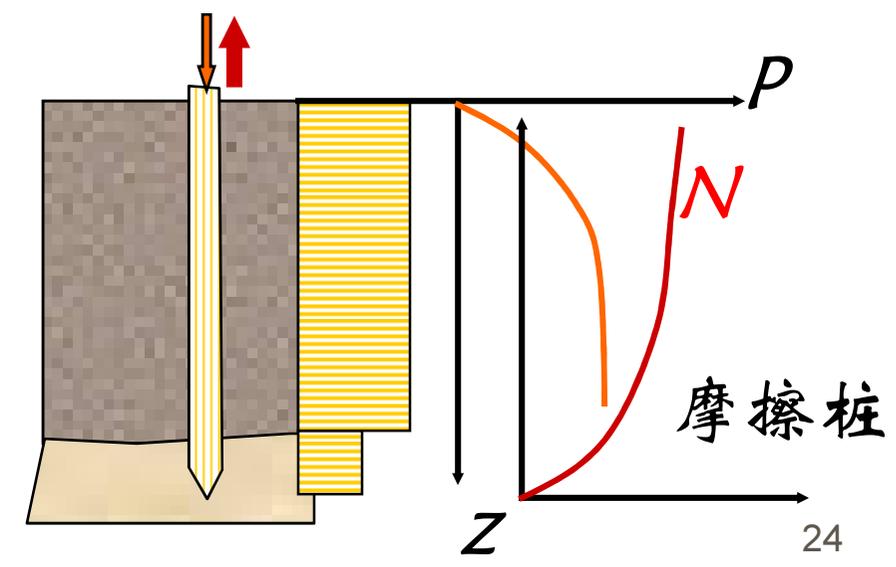
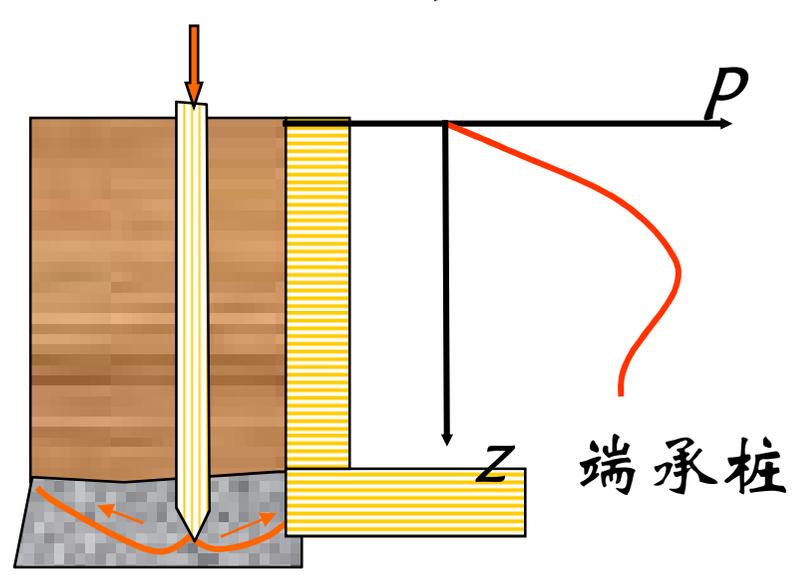
端承桩、摩擦桩、端承摩擦桩、摩擦端承桩

$$Q = Q_p + Q_s$$

重点

端承桩 主要由桩端承受极限荷载,桩不长,桩端土坚硬

摩擦桩 主要由桩侧壁与土的摩擦力承受极限荷载



1 使用功能 2 承载性状 3 桩身材料 4 成桩方法 5 几何特性

思考：长径比的概念

端阻分担荷载比会随着长径比（长细比）的变化如何变化

1 使用功能 2 承载性状 3 桩身材料 4 成桩方法 5 几何特性

### 3 按材料

木桩、混凝土、钢筋混凝土、  
钢管(型钢)桩、复合桩

钢筋混凝土：普通混凝土、  
预应力混凝土(离心预制)、  
高强混凝土



1 使用功能 2 承载性状 3 桩身材料 4 成桩方法 5 几何特性

4 按成桩方法分类

按施工方法

- 1) 挤土桩
- 2) 非挤土桩

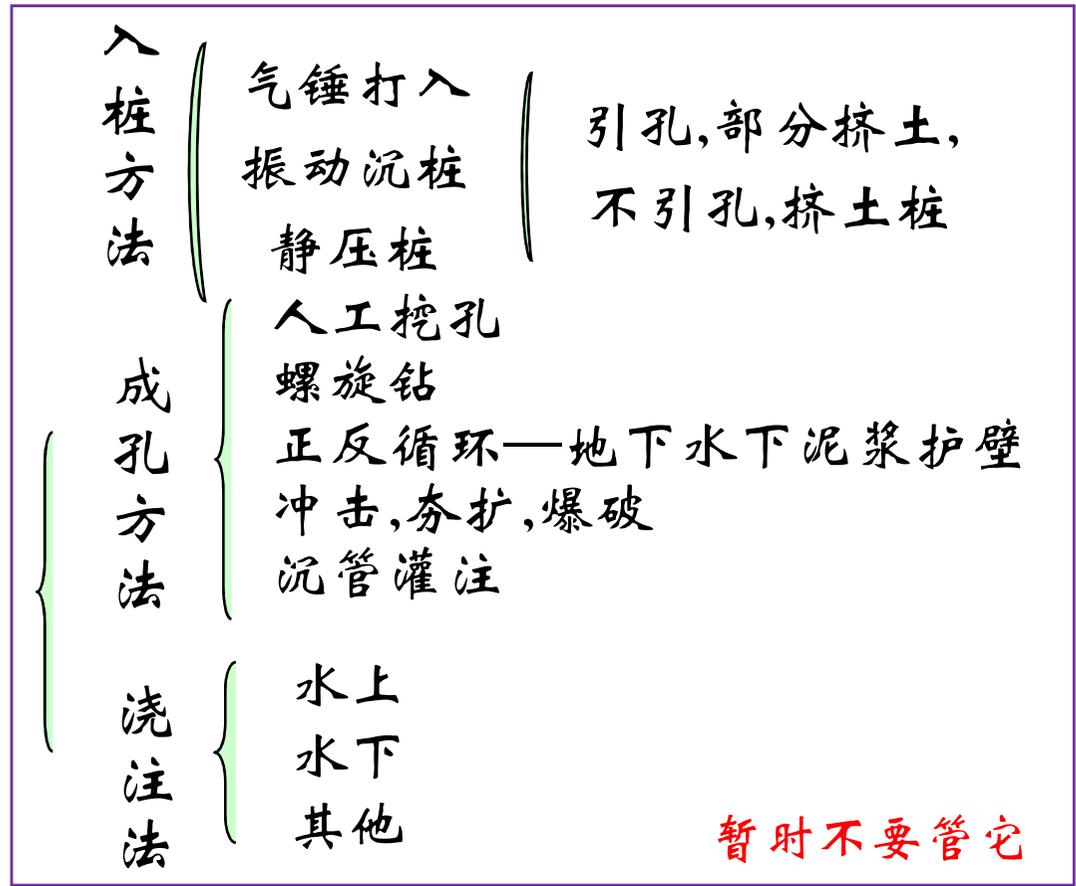


预制桩 Prefabricated pile  
现场灌注桩 Cast in place

预制桩  
离心, 预应力, 工厂

现场灌注桩

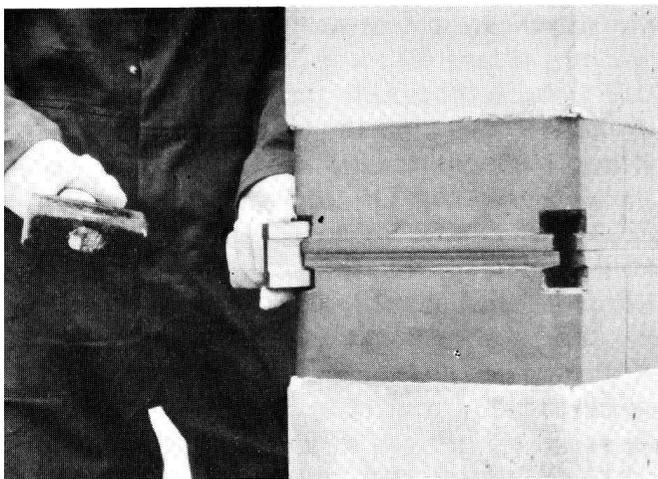
经济, 灵活  
泥皮, 虚土, 断桩



暂时不要管它

1 使用功能 2 承载性状 3 桩身材料 4 成桩方法 5 几何特性

1) 预制桩 挤土桩



接桩



振动沉桩 预制桩长1-13m

1 使用功能 2 承载性状 3 桩身材料 4 成桩方法 5 几何特性

1) 预制桩

离心预应力预制钢筋混凝土



1 使用功能 2 承载性状 3 桩身材料 4 成桩方法 5 几何特性

2) 现场灌注桩 Cast in place 非挤土桩



人工挖孔桩

1 使用功能 2 承载性状 3 桩身材料 4 成桩方法 5 几何特性

2) 现场灌注桩 Cast in place 非挤土桩

广州市亚洲大酒店人工挖孔桩



1 使用功能 2 承载性状 3 桩身材料 4 成桩方法 5 几何特性

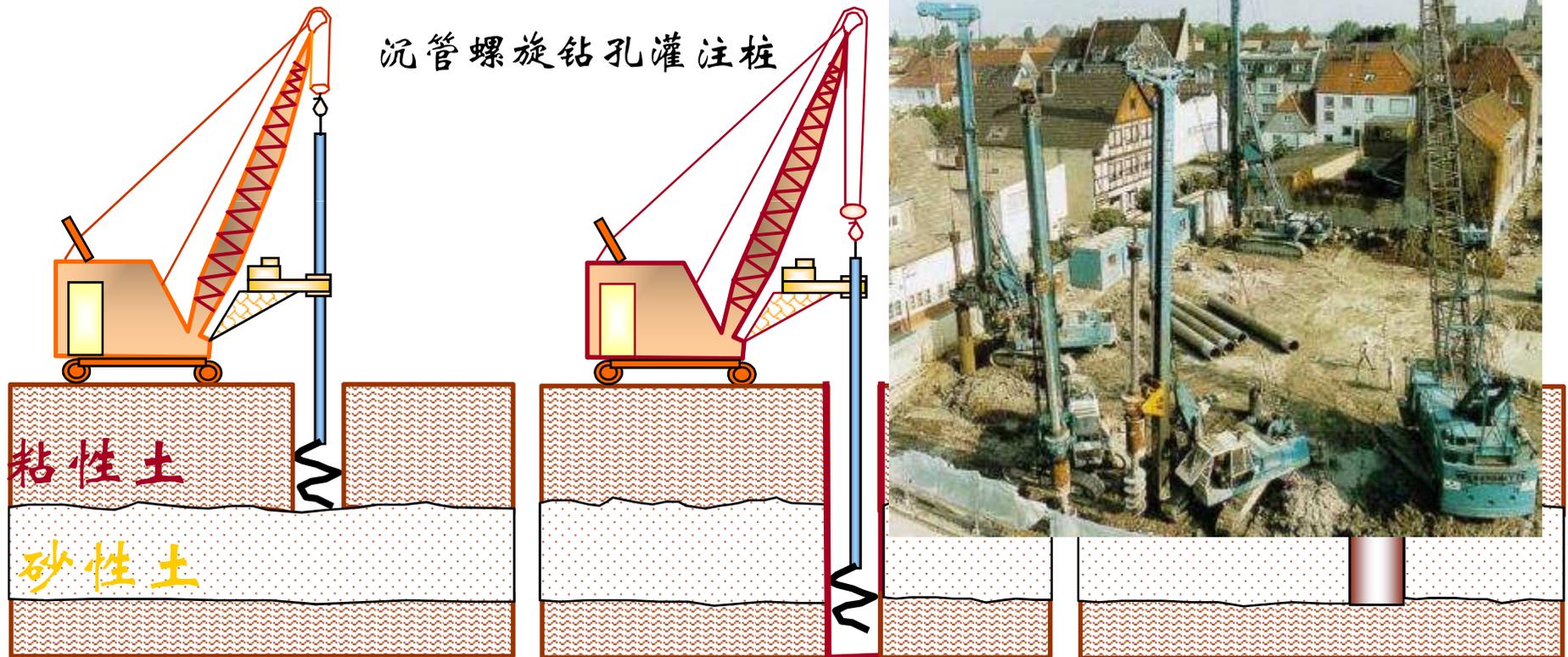
2) 现场灌注桩 Cast in place 非挤土桩

螺旋钻



1 使用功能 2 承载性状 3 桩身材料 4 成桩方法 5 几何特性

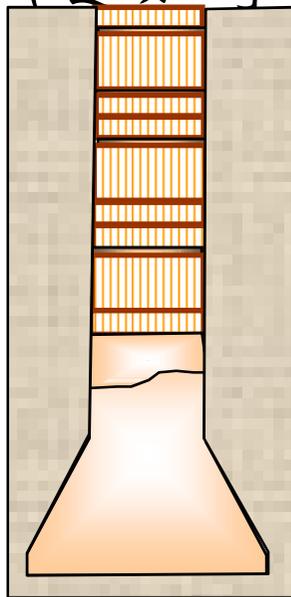
## 2) 现场灌注桩 Cast in place 非挤土桩



1 使用功能 2 承载性状 3 桩身材料 4 成桩方法 5 几何特性

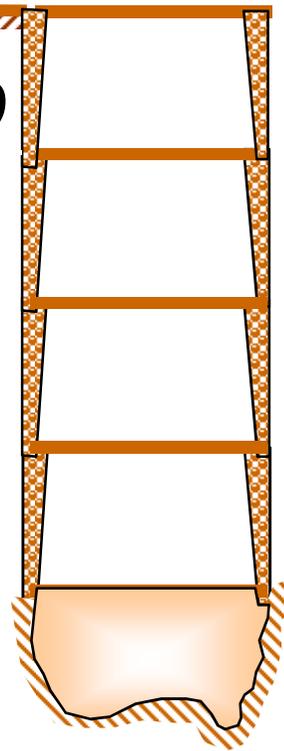
2) 现场灌注桩 Cast in place 非挤土桩

人工挖孔扩孔桩  
(芝加哥法)



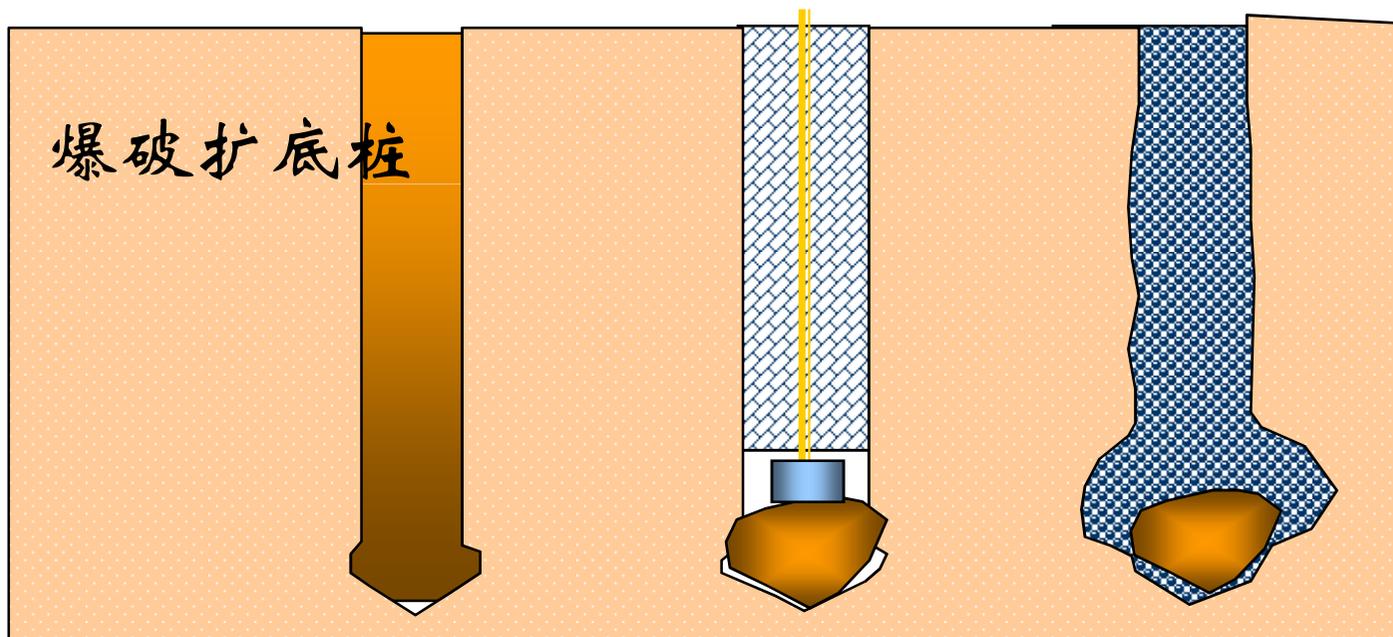
0.6-0.9  
m

英国



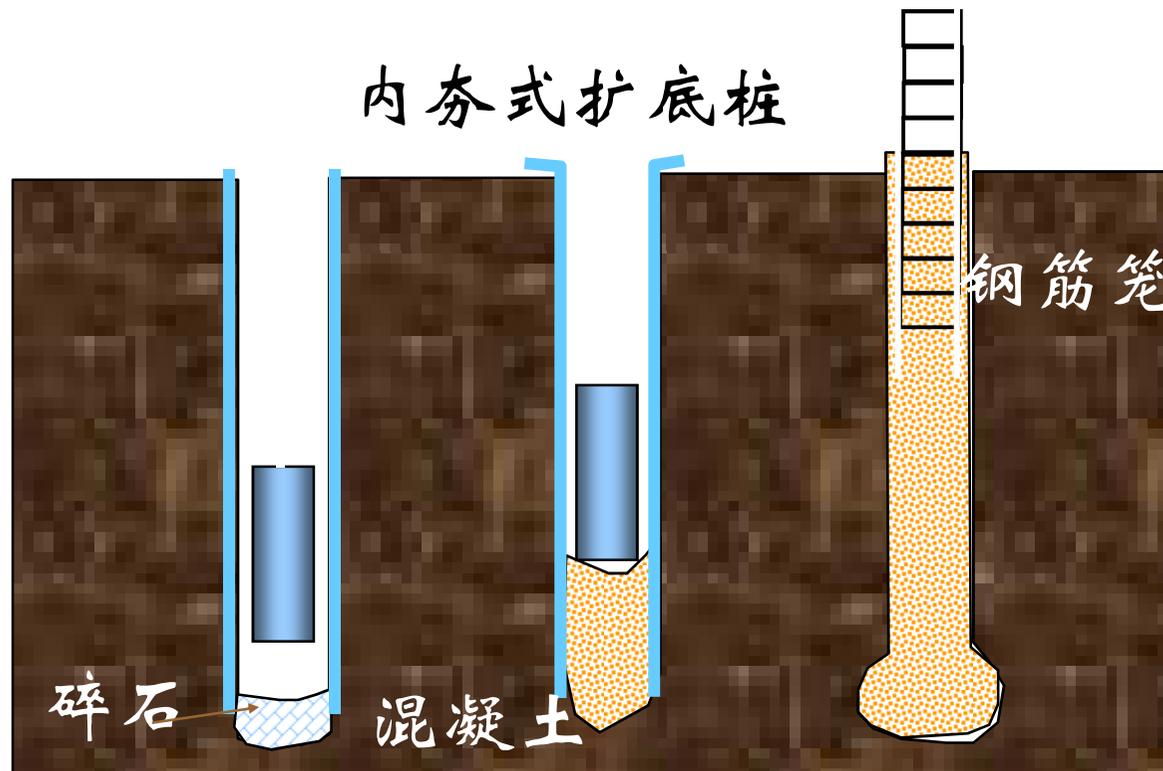
1 使用功能 2 承载性状 3 桩身材料 4 成桩方法 5 几何特性

## 2) 现场灌注桩 Cast in place



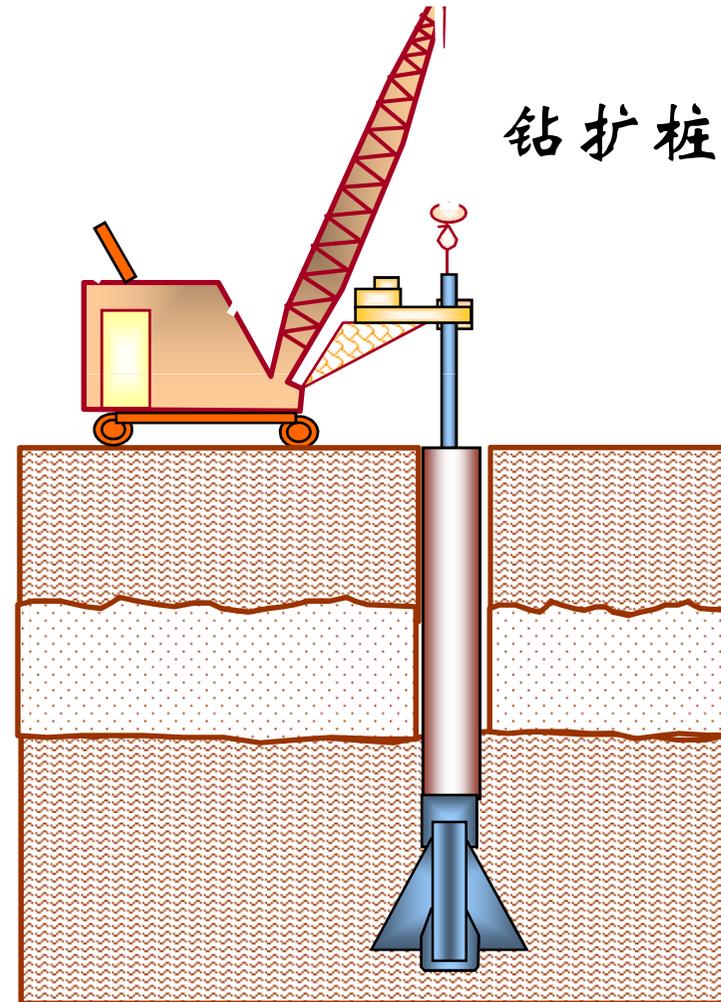
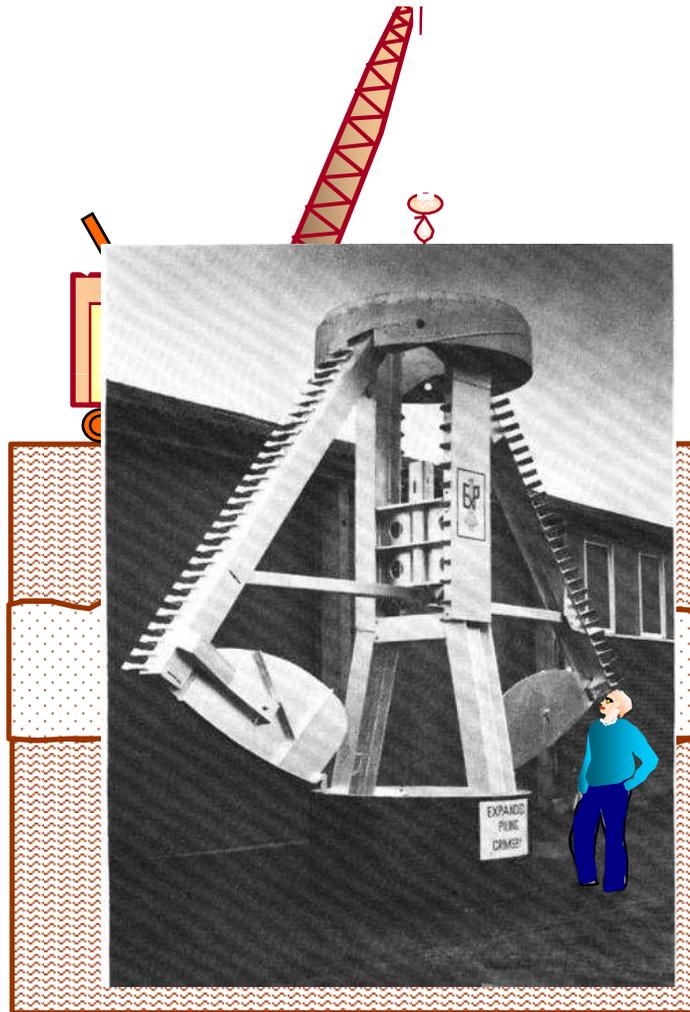
1 使用功能 2 承载性状 3 桩身材料 4 成桩方法 5 几何特性

## 2) 现场灌注桩 Cast in place

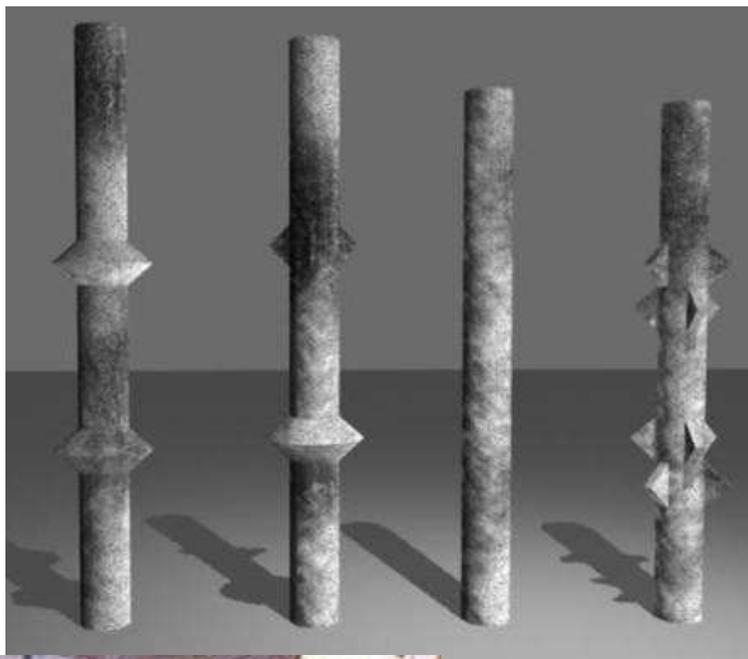


1 使用功能 2 承载性状 3 桩身材料 4 成桩方法 5 几何特性

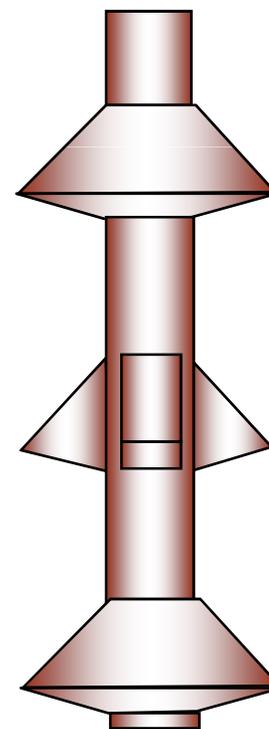
## 2) 现场灌注桩 Cast in place



1 使用功能 2 承载性状 3 桩身材料 4 成桩方法 5 几何特性



挤扩桩 (支盘桩)



1 使用功能 2 承载性状 3 桩身材料 4 成桩方法 5 几何特性

## 5 按桩的几何特性分类

### 1) 按桩径大小分类

按断面(直径)的大小:

$d > 800\text{mm}$  大直径;  $d < 250\text{mm}$  小直径

按长度

[  $l > 60\text{m}$  超长桩     $30\text{-}60\text{m}$  长桩     $l < 10\text{m}$  短桩

桩径小且长细比大的小直径桩亦称为微型桩 micropile

### 2) 按桩长或折算桩长分类

$$\alpha = \sqrt[5]{\frac{mb_0}{EI}}$$

$m$  地基土水平抗力系数

$b_0$  桩的计算宽度

P164

[  $\alpha l \geq 4$             弹性长桩

$2.5 < \alpha l < 4$     中长桩

$\alpha l \leq 2.5$         刚性短桩

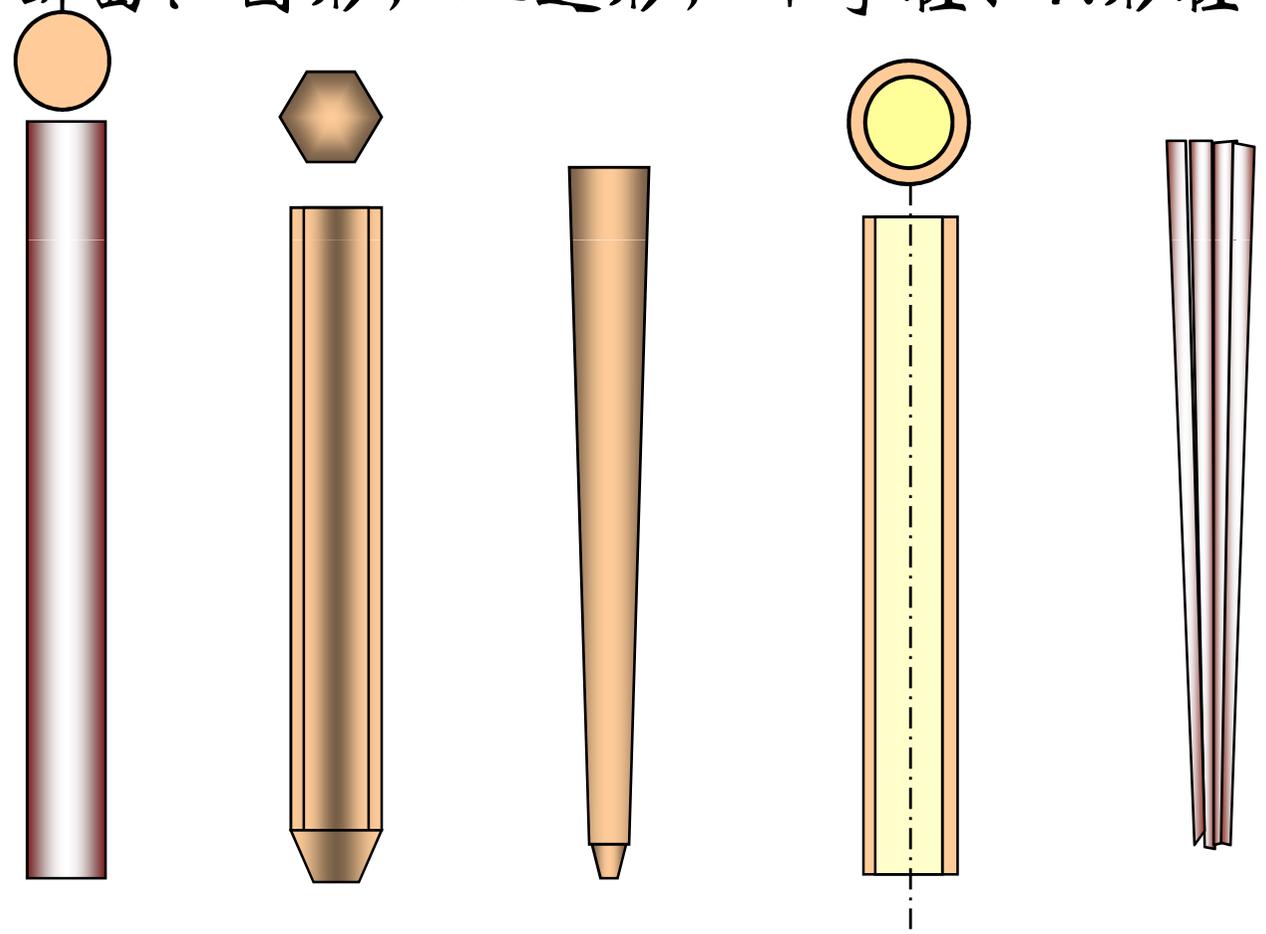
1 使用功能 2 承载性状 3 桩身材料 4 成桩方法 5 几何特性

5 按桩的几何特性分类

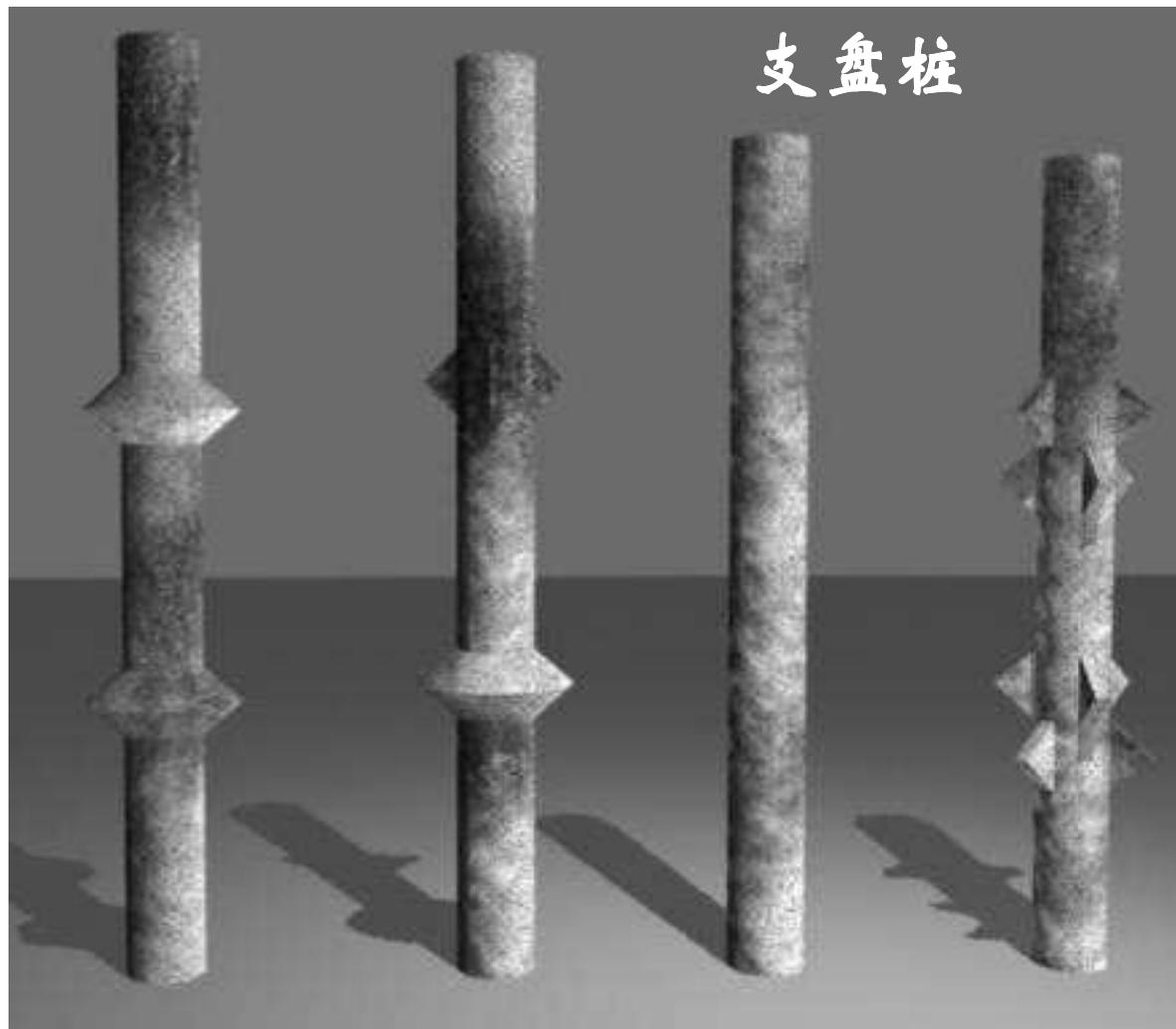
3) 按几何形状分类

⌘ 按纵断面：楔形、螺旋、多节(分叉)、扩底、支盘

⌘ 按横断面：圆形，八边形，十字桩、X形桩

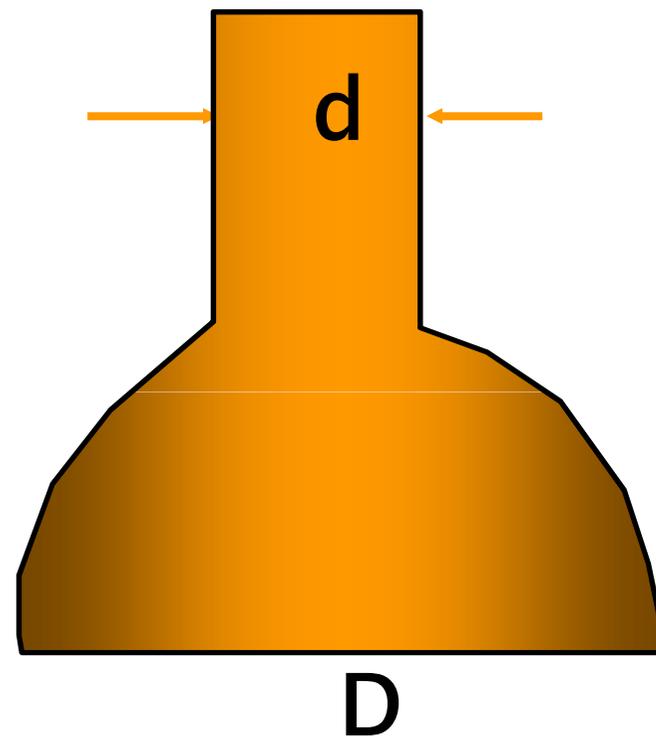
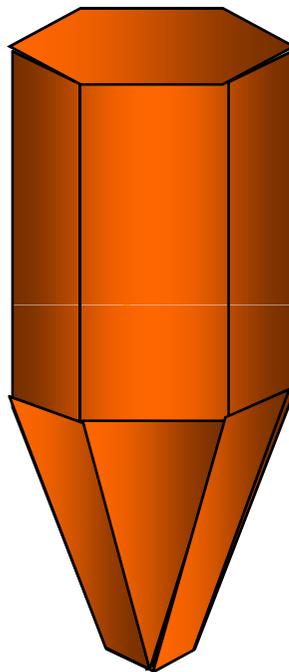
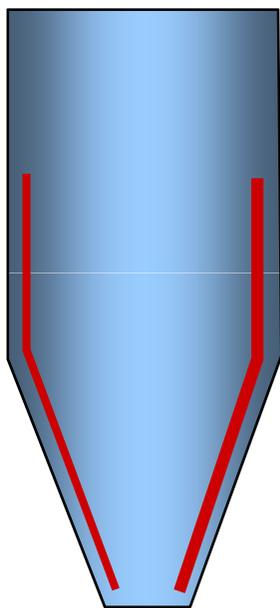


1 使用功能 2 承载性状 3 桩身材料 4 成桩方法 5 几何特性



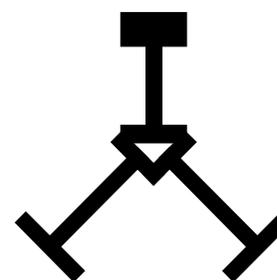
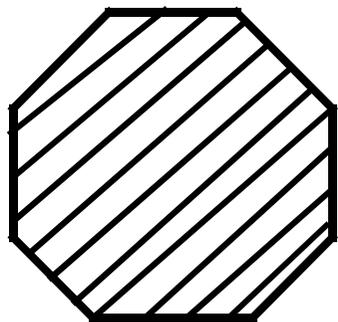
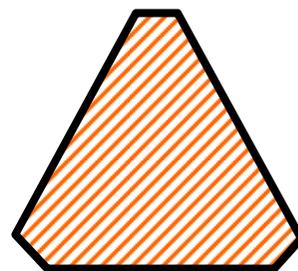
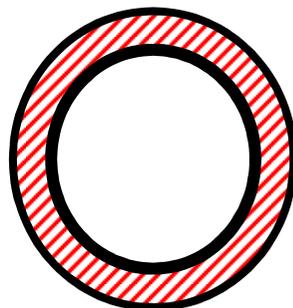
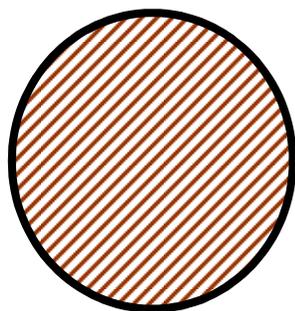
1 使用功能 2 承载性状 3 桩身材料 4 成桩方法 5 几何特性

桩端



1 使用功能 2 承载性状 3 桩身材料 4 成桩方法 5 几何特性

横断面





高铁墩柱 实心还是空心？



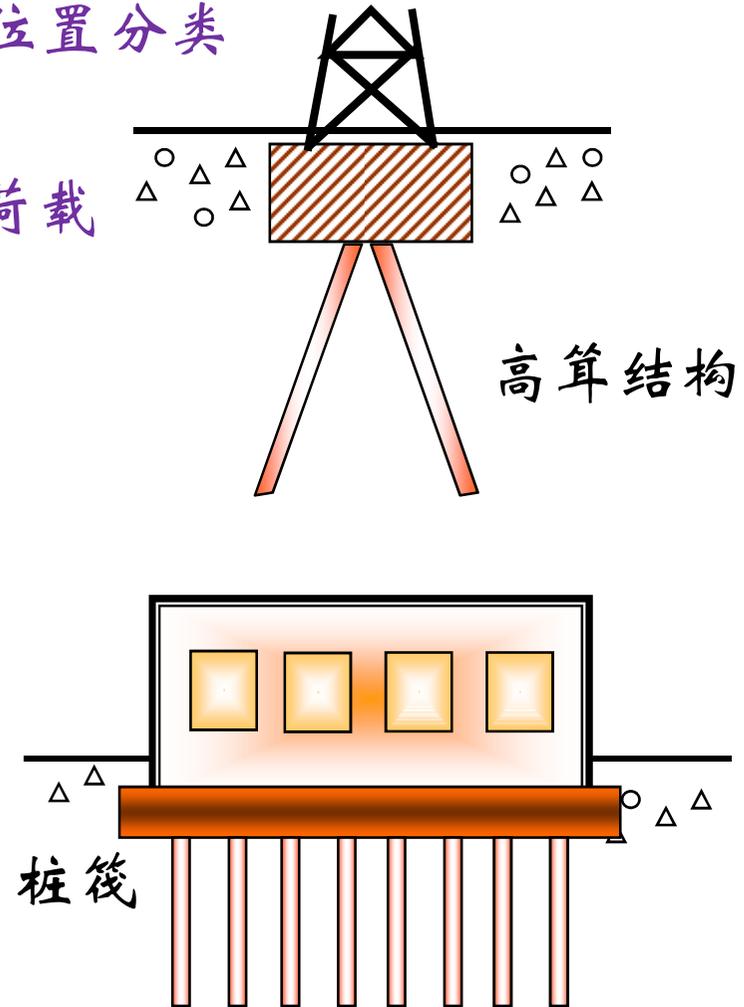
1 使用功能 2 承载性状 3 桩身材料 4 成桩方法 5 几何特性

## 4.2.1 桩的分类

6 按承台位置分类

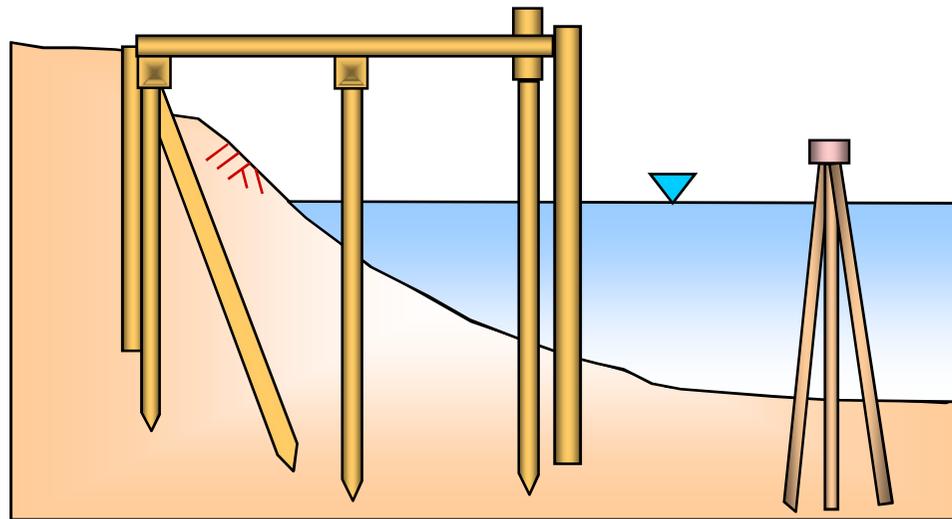
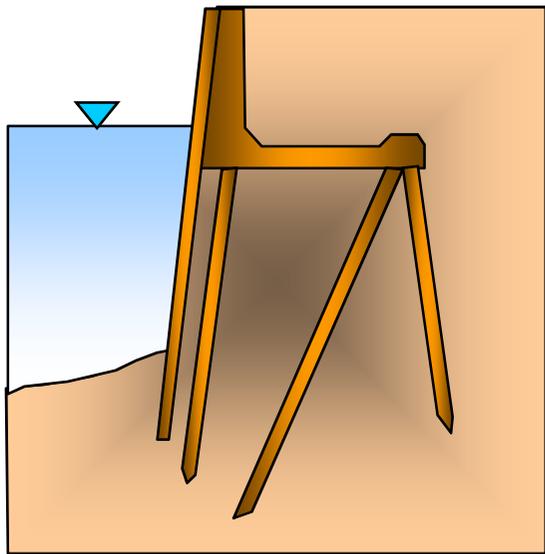
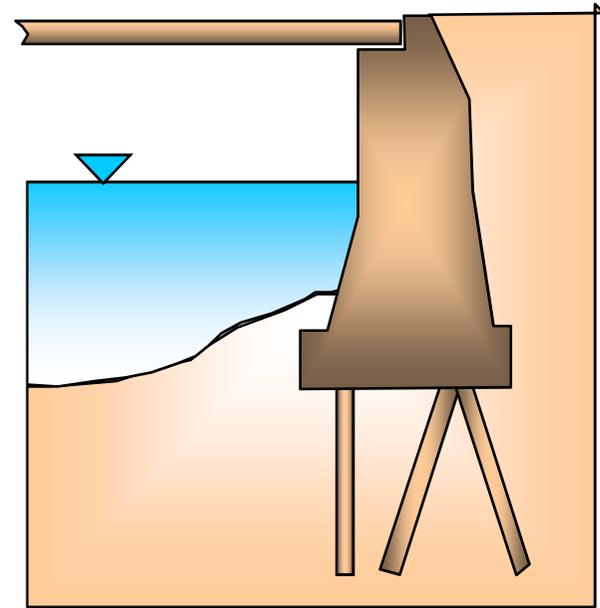
按承台 承台将单桩结合起来传递荷载

- 1) 低承台桩 承台在地面以下  
承台本身承担部分荷载



DEL

2) 高承台桩 承台在地面以上  
桥桩, 码头, 栈桥



## 4.2.2 桩型选用



建筑物类型、地层条件、施工条件进行选型

同一建筑单元内应避免采用不同类型的桩

P165 表4-1

# 第四章 桩基础与深基础

## Pile foundation and deep foundation

§ 4.1 概述

§ 4.2 桩的分类与应用

§ 4.3 竖向承压桩的荷载传递

§ 4.4 竖向承压桩单桩承载力的确定

§ 4.5 桩的抗拔承载力与桩的负摩阻力

§ 4.6 桩在水平荷载下的性状及承载力的确定

§ 4.7 桩基的沉降计算

§ 4.8 桩基础的设计

§ 4.9 桩基技术和理论的新发展

§ 4.10 墩基础 § 4.11 沉井基础

## § 4.3 竖向承压桩的荷载传递

桩基础的主要作用是将竖向荷载传递到下部土层，这种荷载传递是通过桩与桩周及桩下土之间的相互作用进行的。

## 4.3.1 承压的单桩竖向承载力的组成

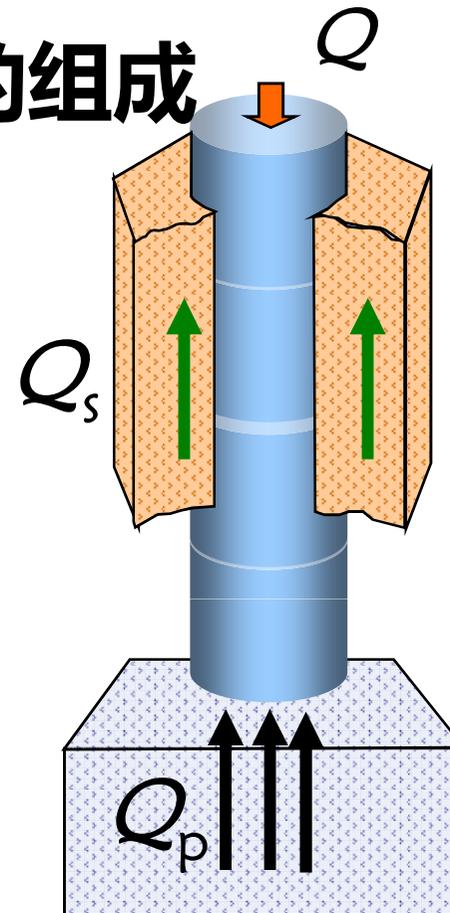
竖向承载力的组成

$$Q = Q_s + Q_p$$

$$Q_u = Q_{su} + Q_{pu}$$

$Q_s$  桩侧摩阻力 Shaft, **S**kin friction  
 $Q_p$  桩端阻力 Penetration, **P**oint, tip, end resistance

$Q_u$  为桩的极限荷载 ultimate



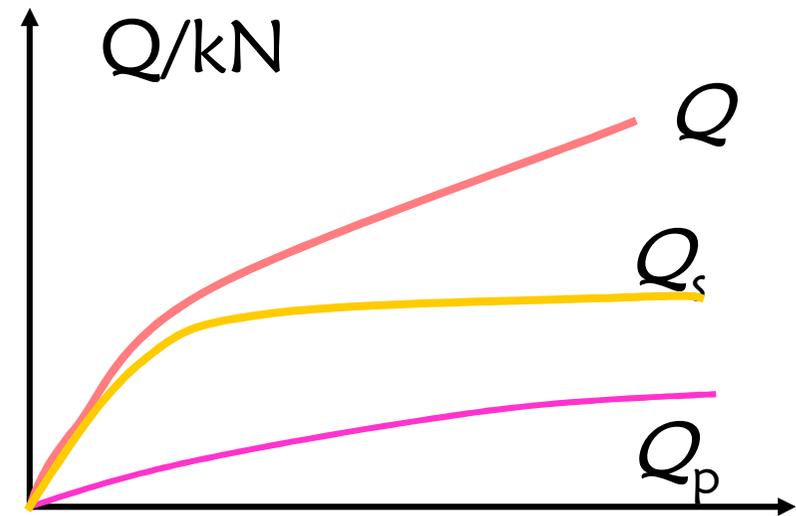
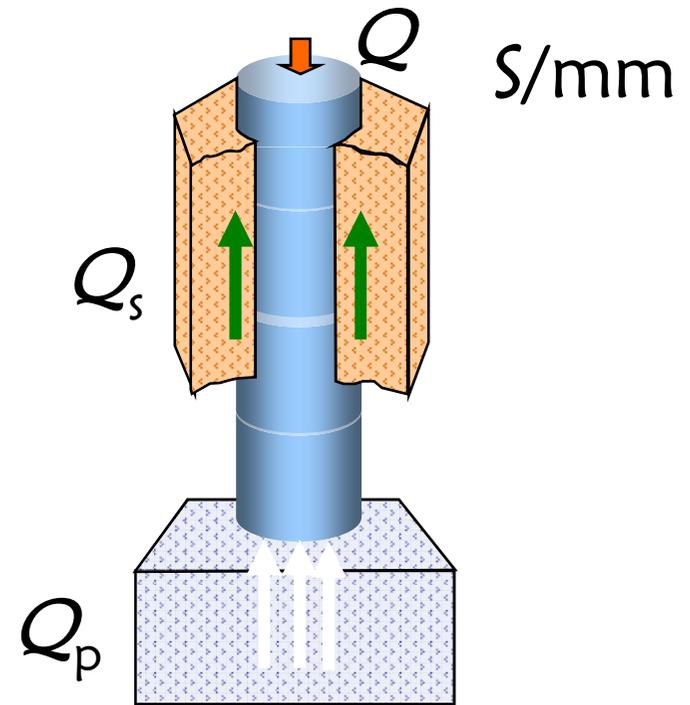


图4-5



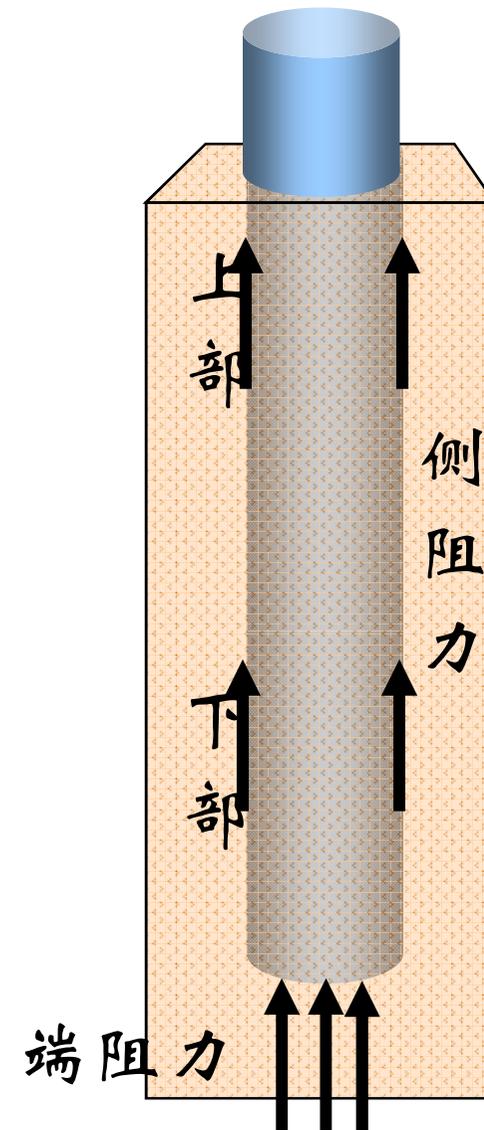
对于摩擦为主的桩

- 摩阻力所需位移很小
- 端阻力需要较大位移;
- 不同阶段二者分担比不同

## 竖向受压桩承载力机理

### 桩的竖向承载力发挥的特点

- ⌘ (1) 随着荷载增加，桩身上部侧阻力先于下部侧阻力的发挥
- ⌘ (2) 一般摩擦桩，侧阻力先于端阻力发挥
- ⌘ (3) 侧阻发挥的比例明显高于端阻
- ⌘ (4) 对于长桩，即使桩端土很好，工作荷载下端阻力也很难发挥。



## 4.3.2 桩侧摩阻力

### 1 侧阻力沿桩身的分布

单位侧摩阻力  $q_s$  的分布

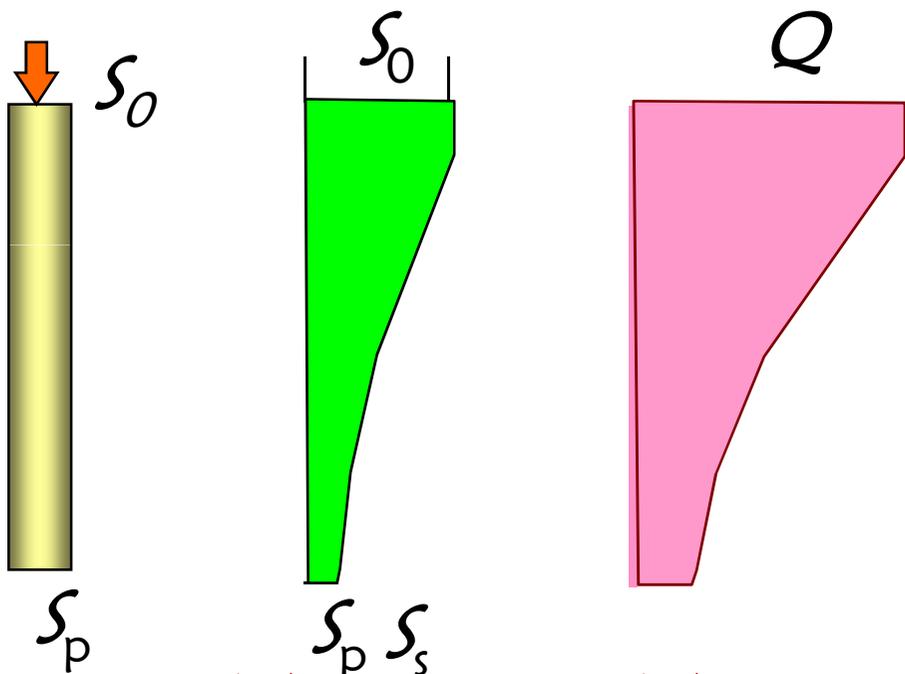
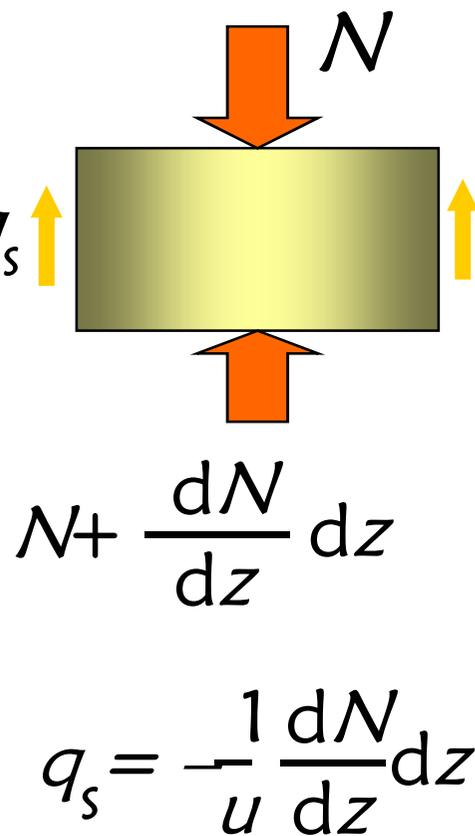


图4-7e  
各点位移

图4-7c  
轴向力N

图4-7d  
侧摩阻力  
u为桩的周长



P169式4-3

$$q_s = -\frac{1}{u} \frac{dN}{dz} dz$$

## 2 侧阻力 $q_s$ 的主要影响因素

土类、土性、成桩工艺

极限侧阻力的标准值  $q_{sk}$   
见表4-2 P170 下页PPT

★A) 砂土比粘土侧摩阻大，密实土比松散土摩阻大

表 4-2 桩的极限侧阻力标准值  $q_{sk}$  (选自《建筑桩基技术规范》)

kPa

土的名称	土的状态		混凝土预制桩	泥浆护壁钻 (冲)孔桩	干作业 钻孔桩
填土			22~30	20~28	20~28
淤泥			14~20	12~18	12~18
淤泥质土			22~30	20~28	20~28
黏性土	流塑	$I_L > 1$	24~40	21~38	21~38
	软塑	$0.75 < I_L \leq 1$	40~55	38~53	38~53
	可塑	$0.50 < I_L \leq 0.75$	55~70	53~68	53~66
	硬可塑	$0.25 < I_L \leq 0.50$	70~86	68~84	66~82
	硬塑	$0 < I_L \leq 0.25$	86~98	84~96	82~94
	坚硬	$I_L \leq 0$	98~105	96~102	94~104
红黏土	$0.7 < a_w \leq 1$		13~32	12~30	12~30
	$0.5 < a_w \leq 0.7$		32~74	30~70	30~70
粉土	稍密	$e > 0.9$	26~46	24~42	24~42
	中密	$0.75 \leq e < 0.9$	46~66	42~62	42~62
	密实	$e < 0.75$	66~88	62~82	62~82
粉细砂	稍密	$10 < N \leq 15$	24~48	22~46	22~46
	中密	$15 < N \leq 30$	48~66	46~64	46~64
	密实	$N > 30$	66~88	64~86	64~86
中砂	中密	$15 < N \leq 30$	54~74	53~72	53~72
	密实	$N > 30$	74~95	72~94	72~94
	中密	$15 < N \leq 30$	74~95	74~95	76~98

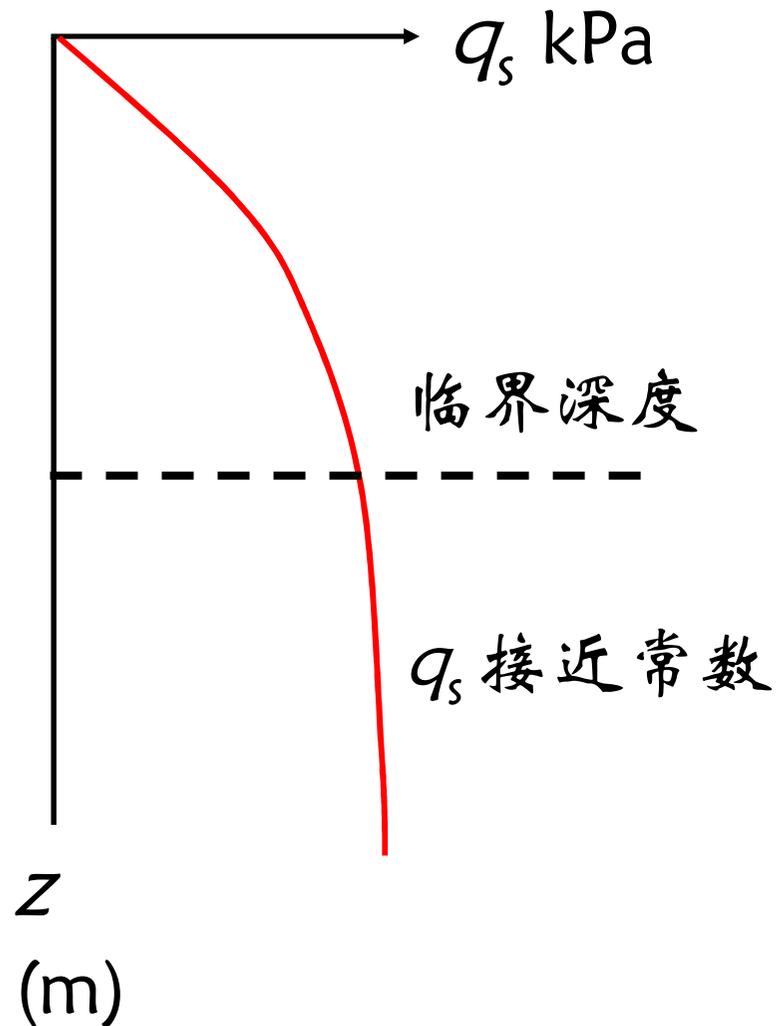
★ B)  $q_s$  随着深度增加, 砂土中存在临界深度

$$\sigma_n = K\gamma z \quad q_s = \sigma_n \operatorname{tg} \delta$$

$K$  土的侧压力系数, 随深度增加,  
砂土中存在临界深度

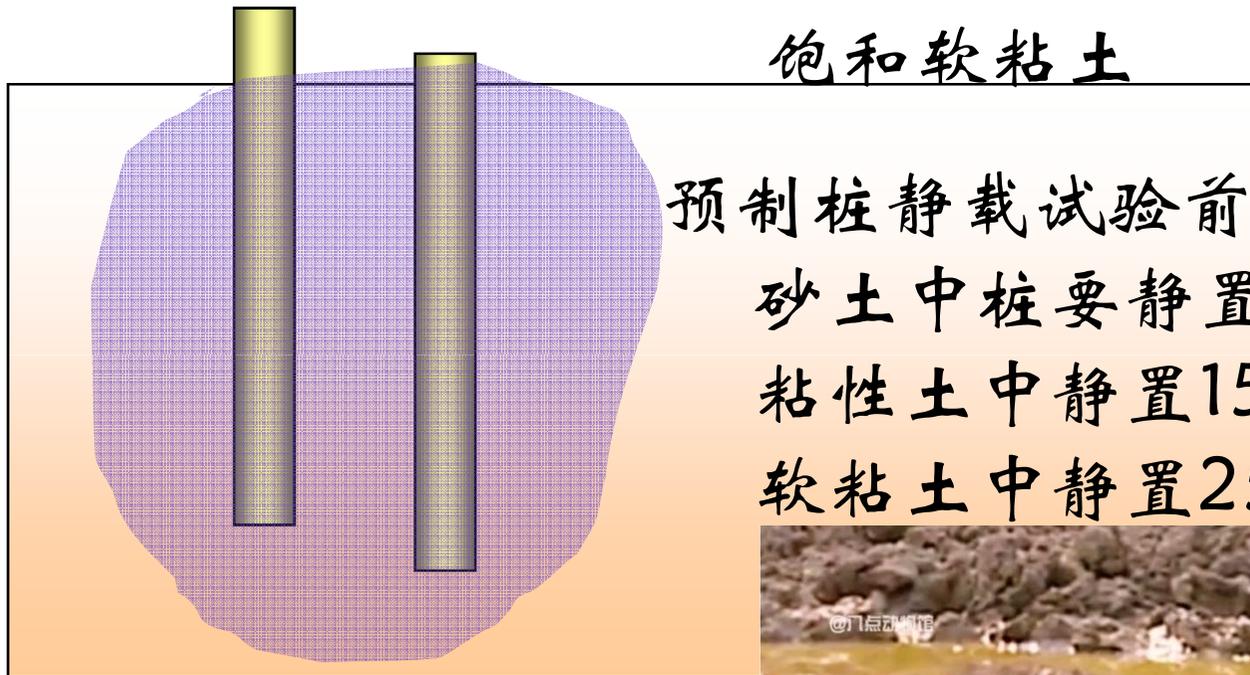
$\delta$  土与桩之间的摩擦角

机理上讲, 这实际是由于临界围压所致, 剪胀与剪缩 (犁地时两个相扑都是...)



★ C) 摩阻力的时效性 预制打入桩

超静孔隙水压力消散，土的触变性



饱和软粘土

预制桩静载试验前

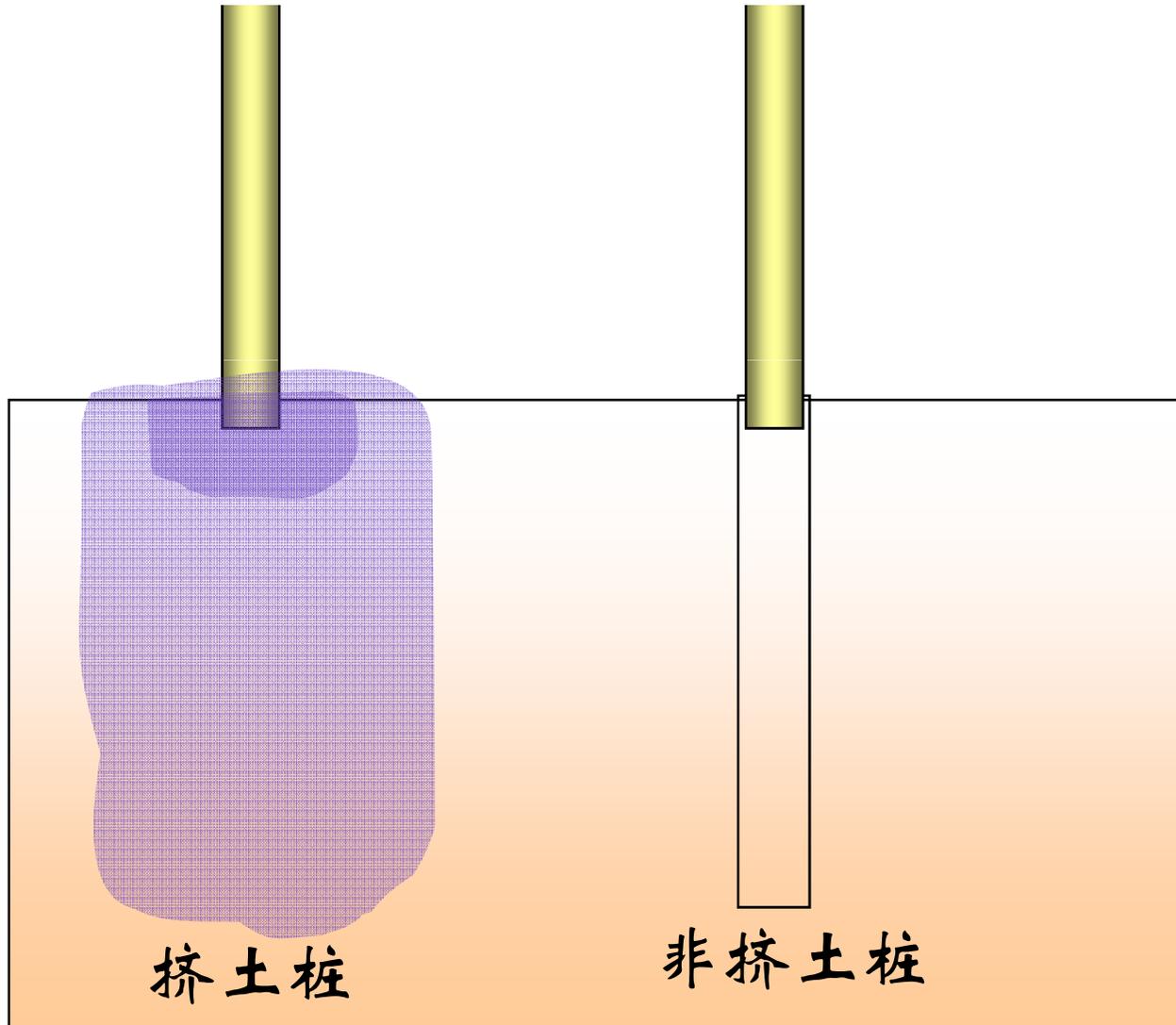
砂土中桩要静置7天

粘性土中静置15天

软粘土中静置25天



- ★ D) 挤土桩 (1) 挤密 (2) 残余应力 使 $q_s$ 增加  
非挤土桩 (1) 泥皮 (2) 应力松弛 导致 $q_s$ 减少  
(3) 水泥浆渗入土中使桩表面粗糙 使 $q_s$ 增加

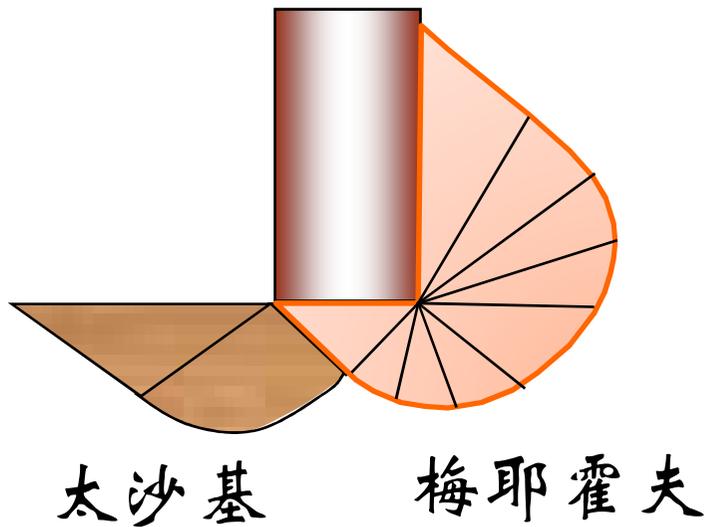


## 4.3.3 桩的端阻力

桩的端阻力是其承载力重要组成部分，它的大小受很多因素影响，其作用的发挥也与桩和土的各种条件有关。

### 1 经典理论计算法 看书

常作为基础承载力问题



很小

$$q_{pu} = \gamma b N_{\gamma} / 2 + c N_c + q N_q$$

$$q_{pu} = c N_c + q N_q$$

- (1) 很难达到整体破坏
- (2) 端承力与深度有关
- (3) 存在临界深度

的  $p-s$  曲线,它所代表的破坏形式,称为整体剪切破坏。但是它并不是地基破坏的唯一形式。在松、软的土层中,或者荷载板的埋置深度较大时,经常会出现图 8-3(a)中所示的 b 型和 c 型的  $p-s$  曲线。b 型曲线的特点是板底的压应力  $p$  与变形量  $s$  的关系,从一开始就呈现非线性变化,且随着  $p$  的增加,变形加速发展,但是直至地基破坏,仍然不会出现曲线 a 那样明显的沉降突然急剧增加的现象。相应于 b 型曲线,荷载板下土体的剪切破坏也是从基础边缘开始,且随着基底压应力  $p$  的增加,极限平衡区在相应扩大。但是荷载进一步增大,极限平衡区却限制在一定的范围内,不会形成延伸至地面的连续破裂面,如图 8-3(c)所示。地基破坏时,荷载板两侧地面只略为隆起,但沉降速率加大,总沉降量很大,说明地基也已破坏,这种破坏形式称为局部剪切破坏。局部剪切破坏的发展是渐进的,即破坏面上的抗剪强度未能同时发挥出来,所以地基承载的能力较低。b 型曲线由于没有明显的转折点,只能根据曲线上坡度变化比较强烈处,定为极限荷载  $p_u$ 。图 8-3(a)中的 c 型曲线表示地基的第三种破坏形式,它与 b 型曲线相类似,但是变形的发展速率更快。试验中,由于板下土体被压缩,荷载板几乎是垂直下切,两侧不发生土体隆起,地基土沿板侧发生垂直的剪切破坏面,这种破坏形式称为冲剪破坏,如图 8-3(d)所示。

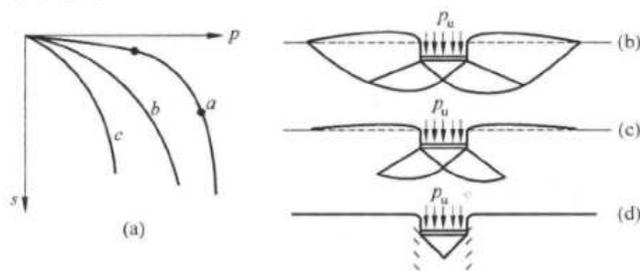


图 8-3 竖直荷载下地基的破坏形式

整体剪切破坏、局部剪切破坏和冲剪破坏是竖直荷载作用下地基失稳的三种破坏形式。实际产生哪种形式的破坏取决于许多因素,主要的是地基土的特性和基础的埋置深度。当土质比较坚硬、密实,基础埋深不大时,通常将出现整体剪切破坏。如地基土质松软则容易出现局部剪切破坏和冲剪破坏。随着基础埋深增加,局部剪切破坏和冲剪破坏变得更为常见。埋入砂土很深的基础,即使砂土很密实也不会出现整体剪切破坏现象。

### 8.3 地基的极限承载力

## 2 土的极限端阻力影响因素

★ A) 与土性有关

极限端阻力的标准值  $q_{pk}$   
见表4-3 P171 下页PPT

★ B) 与施工方法有关

桩端充填粉土

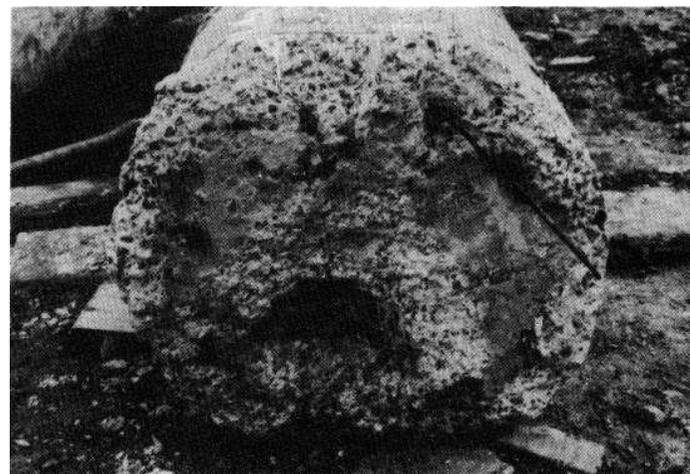


表 4-3 土的极限承载力标准值  $q_{sk}$  (摘自《建筑桩基技术规范》)

kPa

土名称	桩型 土的状态		混凝土预制桩桩长 $l/m$				钢管护壁钻(冲)孔桩桩长 $l/m$				水下作业钻孔桩桩长 $l/m$		
			$l \leq 9$	$9 < l \leq 15$	$15 < l \leq 30$	$l > 30$	$5 < l \leq 10$	$10 < l \leq 15$	$15 < l \leq 30$	$30 < l$	$5 < l \leq 10$	$10 < l \leq 15$	$15 < l$
黏性土	软塑	$0.75 < I_p < 1$	220~300	600~1400	1200~1800	1300~1900	150~250	150~300	300~450	300~450	200~400	400~700	700~950
	可塑	$0.70 < I_p < 0.75$	800~1700	1400~2200	1900~2800	2300~3600	350~450	450~600	600~750	750~800	500~700	800~1100	1000~1600
	硬可塑	$0.25 < I_p < 0.50$	1500~2300	2300~3300	2700~3900	3600~4400	600~900	900~1000	1000~1200	1200~1400	850~1100	1500~1700	1700~1900
	硬塑	$0 < I_p < 0.25$	2000~3800	3800~5200	5200~6200	6200~6800	1100~1200	1200~1400	1400~1600	1600~1800	1600~1800	1200~1600	2600~2800
粉土	中密	$0.75 < e < 0.9$	350~1700	1400~2100	1900~2700	2500~3400	350~500	500~650	650~750	750~850	800~1200	1200~1600	1400~1800
	密实	$e < 0.75$	1500~2600	2100~3000	2700~3900	3600~4400	600~800	750~850	900~1100	1100~1200	1200~1700	1400~1900	1600~2100
粉砂	稍密	$10 < N_{60} \leq 15$	1000~1400	1500~2300	1900~2700	2100~3000	350~500	450~600	600~700	650~750	500~850	1300~1600	1500~1700
	中密、密实	$N > 15$	1400~2300	2100~3000	3000~4200	3800~5500	600~750	750~900	900~1100	1100~1200	900~1000	1700~1900	1700~1900
细砂	中密、密实	$N > 15$	2200~4000	3400~5000	4800~6000	5200~7000	650~850	900~1200	1300~1500	1500~1600	1300~1600	2000~2400	2400~2700
中砂			4000~6000	5300~7000	6500~8000	7500~9000	850~1050	1300~1500	1600~1900	1900~2100	1800~2100	2800~3600	3600~4800
粗砂			7200~7500	7200~8200	8200~10000	9500~11000	1500~1800	2100~2400	2400~2600	2600~2800	2900~3000	4000~4500	4800~5200
砾砂	中密、密实	$N > 15$	6000~9000	8000~10500	1400~2000	2000~3200	3500~5000				3500~5000		
角砾、圆砾			$N_{60} > 10$	7000~10000	9500~11500	1800~2200	2300~3600	4000~5500			4000~5500		
碎石、卵石			$N_{60} > 10$	8000~11000	10500~11000	2000~3000	3000~4000	4500~6000			4500~6000		
全风化 软质岩		$10 < N_{60} \leq 30$	4000~6000			1000~1800			1200~2000				
全风化 硬岩岩		$10 < N_{60} \leq 30$	3000~5000			1200~2000			1400~2400				
强风化 软质岩		$N_{60} > 10$	6000~8000			1400~2200			1600~2600				
强风化 硬岩岩		$N_{60} > 10$	7000~11000			1800~2800			2000~3000				

注：1. 砂子和碎石类土中桩的极限承载力取值，应根据考虑土的密实度、桩埋入持力层的深度比  $A_p/d$ 、土质密实、 $A_p/d$  越大，取值越高；

2. 预制桩的岩石极限承载力应根据又次了中、强风化面岩类或进入强风化的岩、软质岩一定深度条件下极限承载力；

3. 全风化、强风化软质岩和全风化、强风化硬岩岩指其岩质分别为  $f_{ak} < 15\text{MPa}$ 、 $f_{ak} > 15\text{MPa}$  的岩石。

表 4-3 桩的极限端阻力标准值  $q_{pk}$  (

土名称	土的状态 \ 桩型		混凝土预制桩桩长 $l/m$			
			$l \leq 9$	$9 < l \leq 16$	$16 < l \leq 30$	$l > 30$
粘性土	软塑	$0.75 < I_L \leq 1$	210~850	650~1400	1200~1800	1300~1900
	可塑	$0.50 < I_L \leq 0.75$	850~1700	1400~2200	1900~2800	2300~3600
	硬可塑	$0.25 < I_L \leq 0.50$	1500~2300	2300~3300	2700~3600	3600~4400
	硬塑	$0 < I_L \leq 0.25$	2500~3800	3800~5500	5500~6000	6000~6800
粉土	中密	$0.75 \leq e \leq 0.9$	950~1700	1400~2100	1900~2700	2500~3400
	密实	$e < 0.75$	1500~2600	2100~3000	2700~3600	3600~4400
粉砂	稍密	$10 < N \leq 15$	1000~1600	1500~2300	1900~2700	2100~3000
	中密、密实	$N > 15$	1400~2200	2100~3000	3000~4500	3800~5500
细砂			2500~4000	3600~5000	4400~6000	5300~7000
中砂	中密、密实	$N > 15$	4000~6000	5500~7000	6500~9000	7500~9000

### 3 端阻力的深度效应

存在临界深度

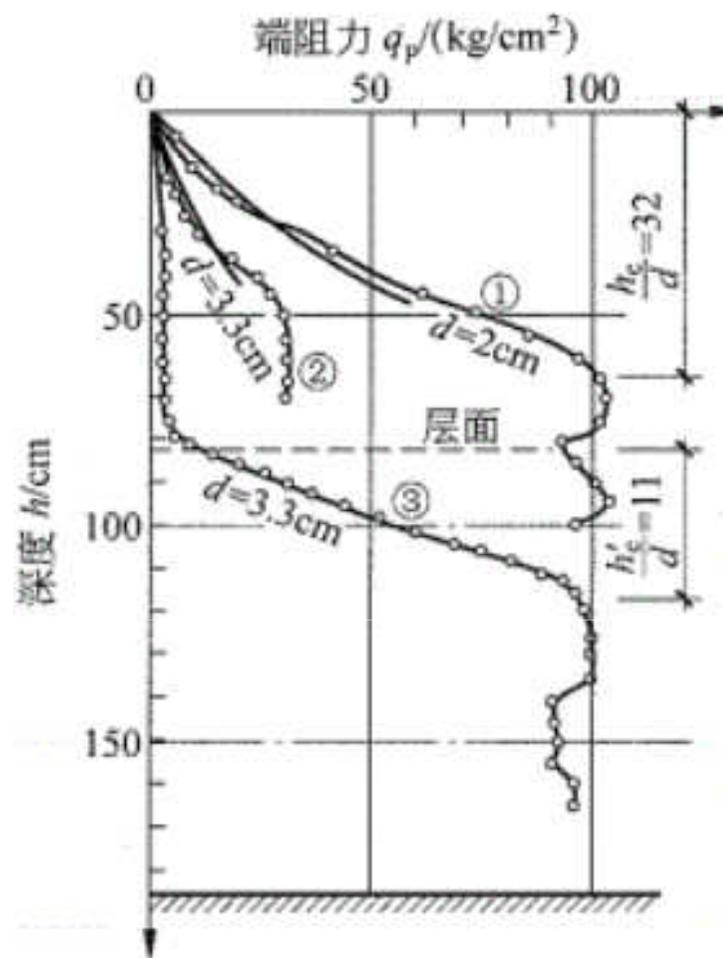


图 4-10 桩的端阻力试验与临界深度

①—均匀砂土  $D_r=0.7, q_p=10000\text{kPa}$ ;

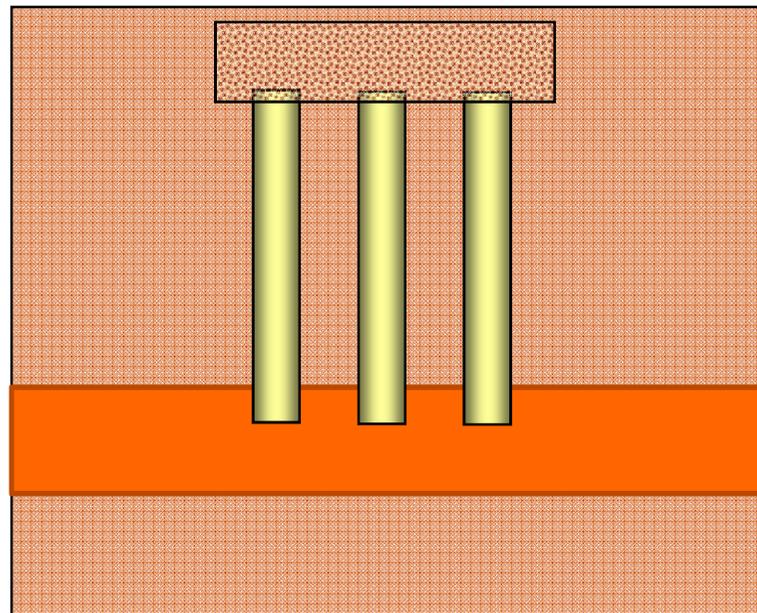
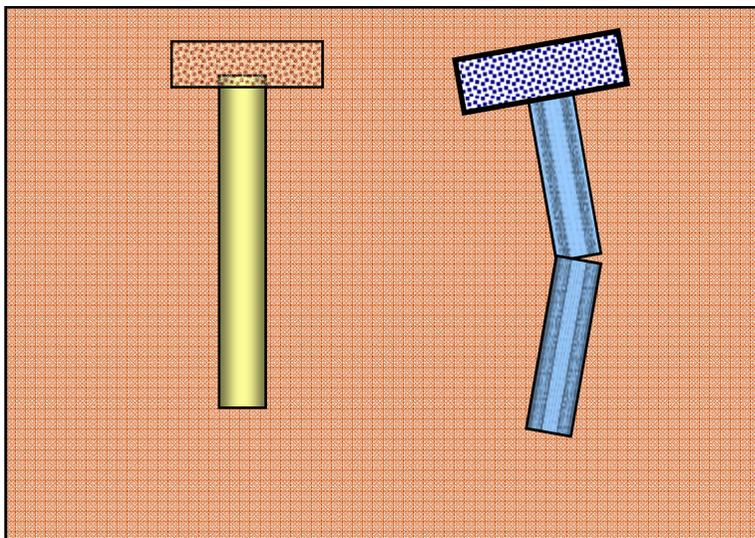
②—均匀砂土  $D_r=0.5, q_p=3000\text{kPa}$ ;

③—双层砂土  $D_{r上}=0.2, D_{r下}=0.7$

## § 4.4 竖向承压桩单桩承载力的确定

单桩承载力应该满足以下三个要求或破坏形式

- (1) 在荷载作用下，桩在地基中不丧失稳定性
- (2) 在荷载作用下，桩顶不产生过大的位移
- (3) 在荷载作用下，桩身材料不发生破坏



在建筑地基基础设计规范中规定：

设计中，按单桩承载力确定桩数时，传至承台底面上的作用应按正常使用极限状态下作用的标准组合；

相应的抗力采用单桩承载力特征值。

在长期的工程实践中，多种确定单桩承载力的方法：

1 静载荷试验（压桩试验） 4.4.1

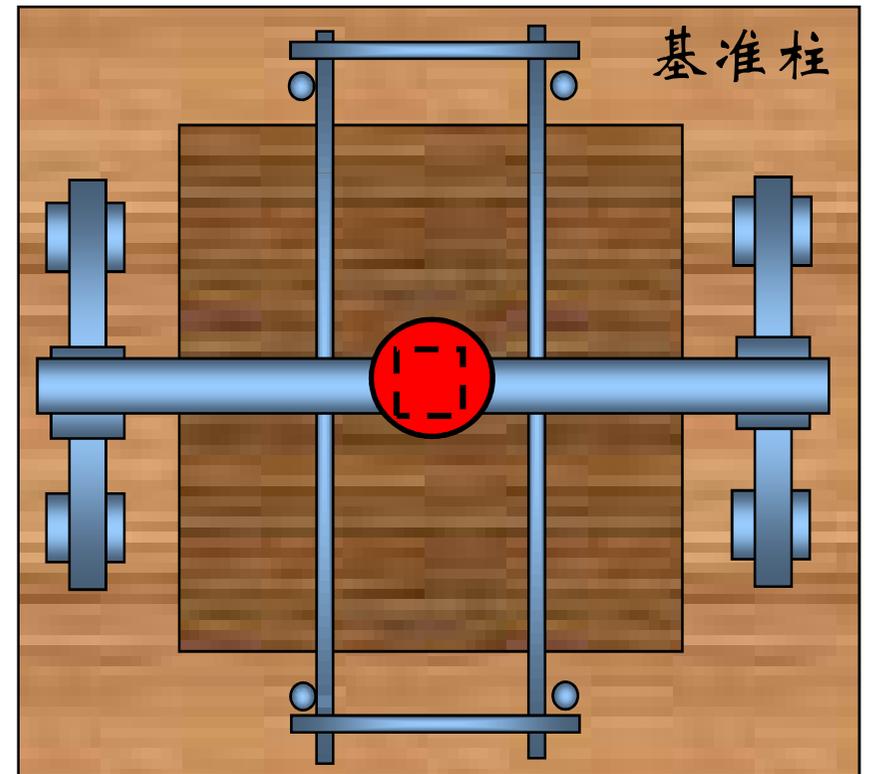
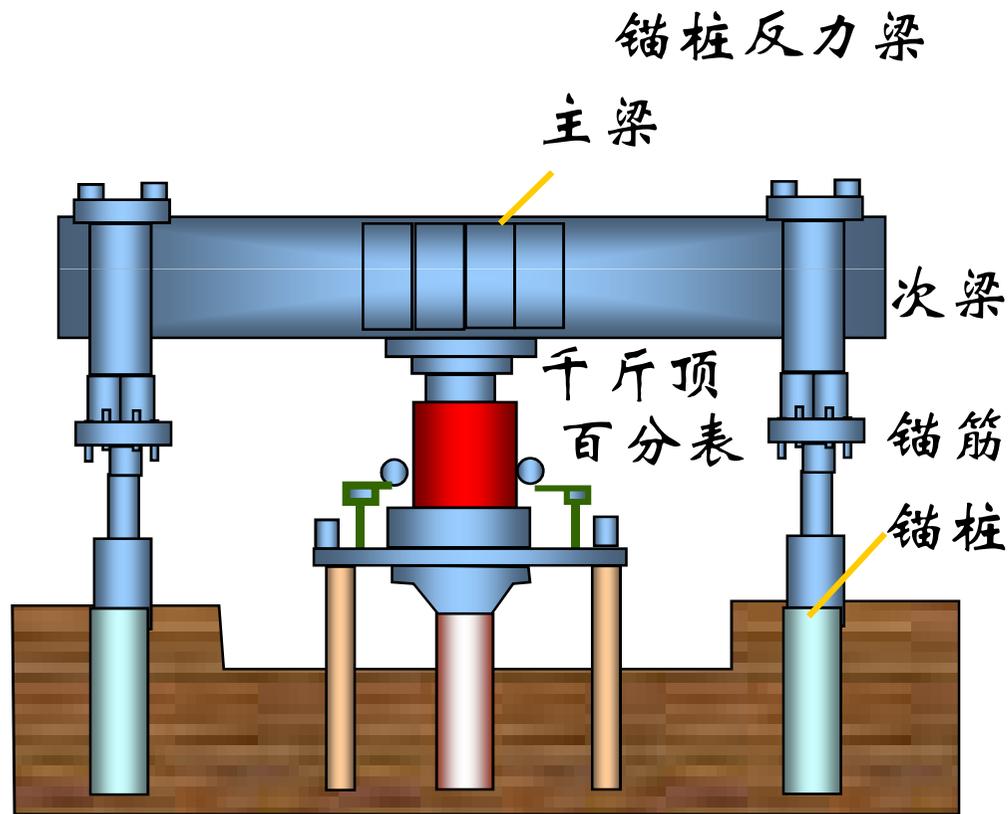
2 其它原位和模型试验方法 4.4.1

3 静力触探 4.4.2

4 经验方法 4.4.3

# 4.4.1 现场试验法

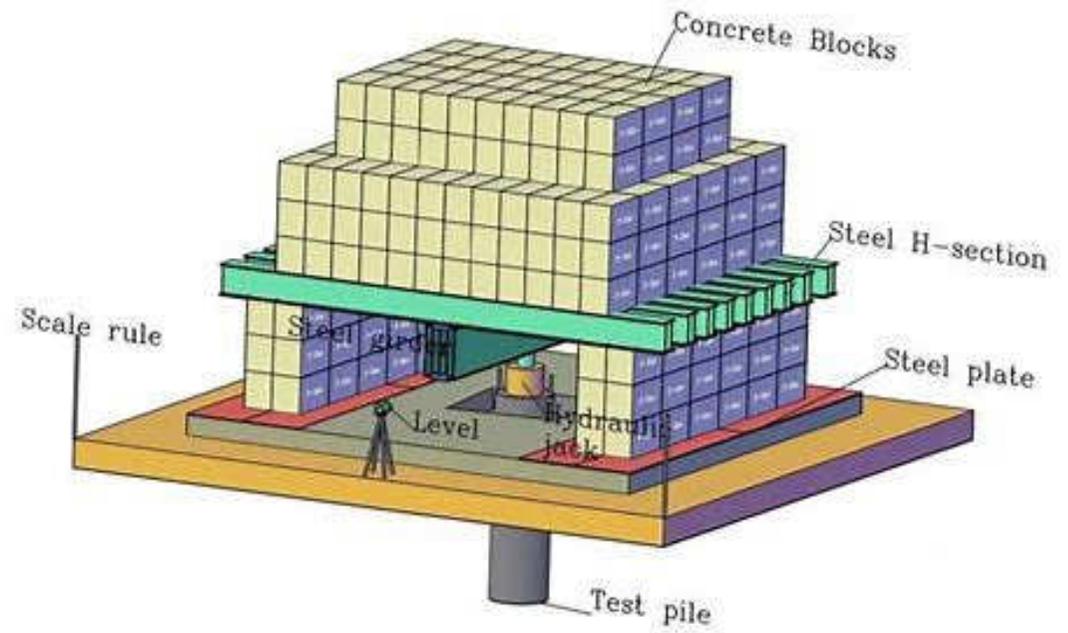
1 单桩竖向静载试验法 获得单桩承载力最可靠的方法





锚桩反力梁

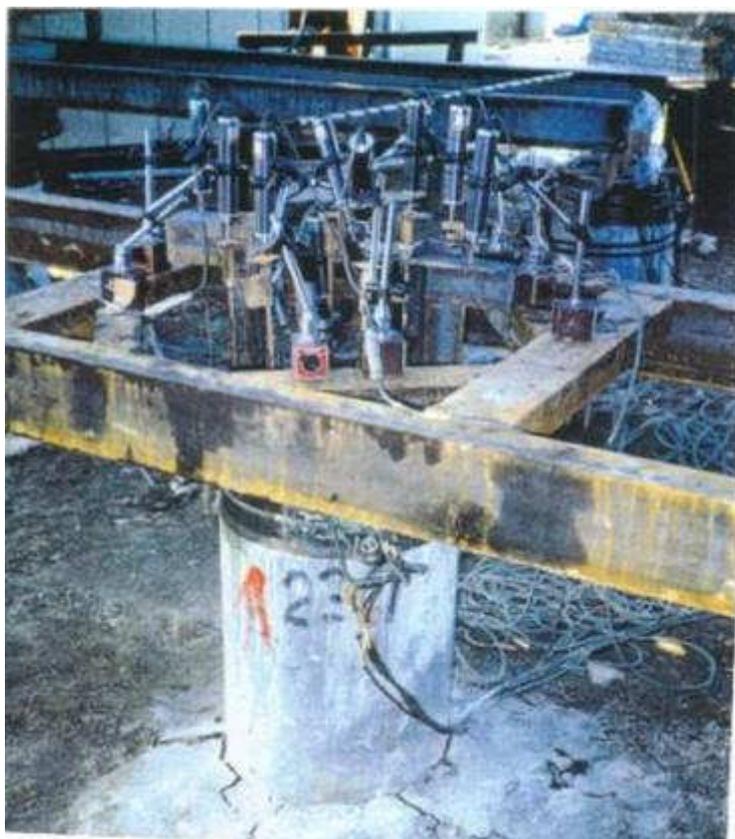
# 堆載法



锚桩 桁架法，提供更大荷载

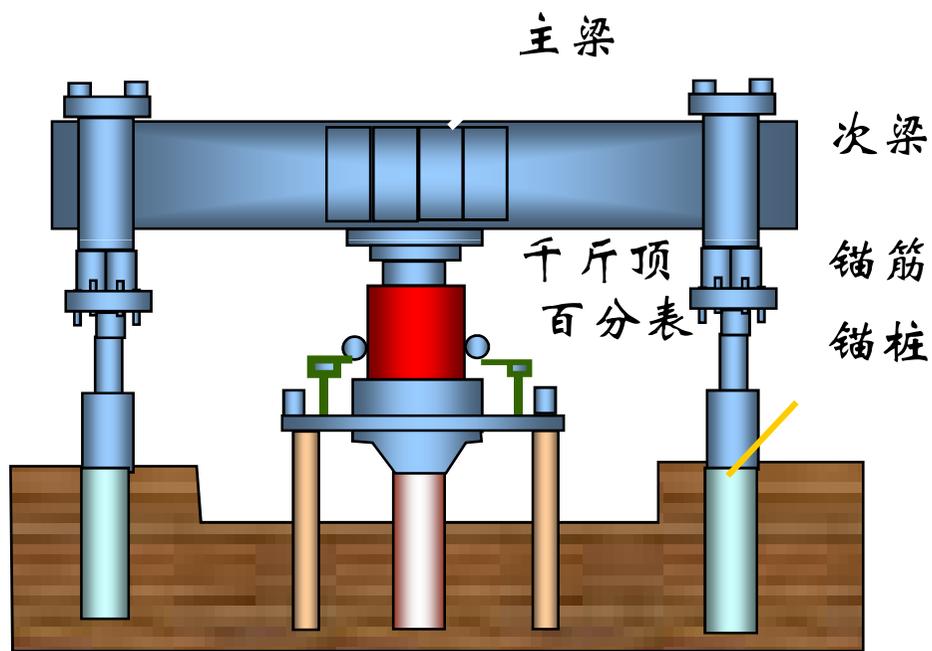
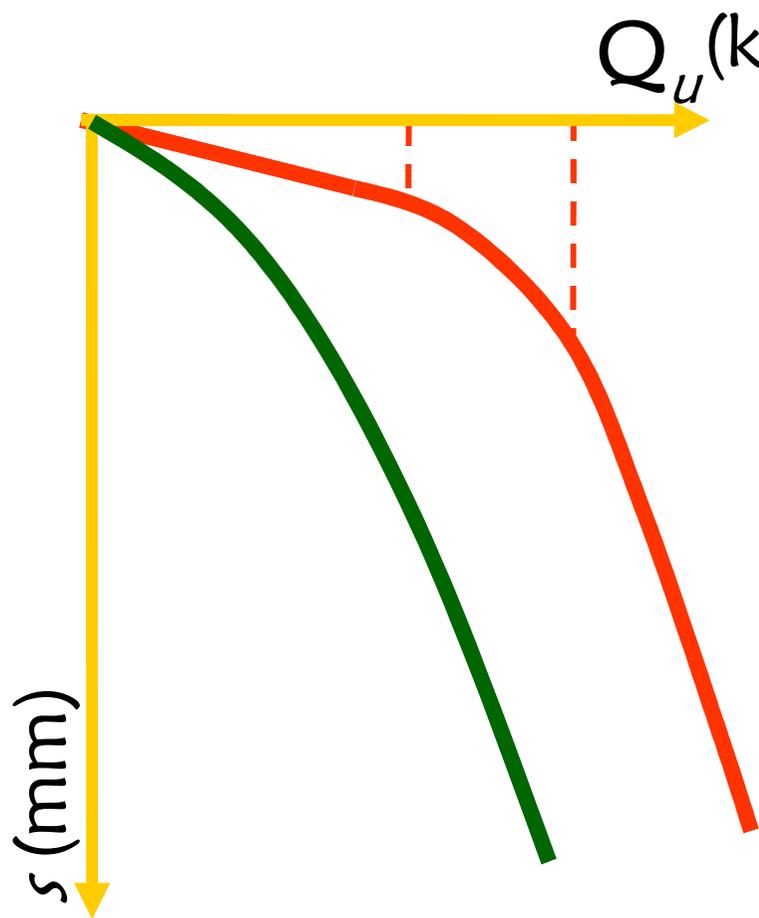


# 桩顶试验中



# 1 静载荷试验法

桩的荷载试验成果 - 荷载沉降曲线



载荷试验确定极限承载力  $Q_u$

⌘ 取陡降点对应的荷载为  $Q_u$

⌘ 缓变曲线取桩顶沉降  $s = 40 \text{ mm}$  对应荷载

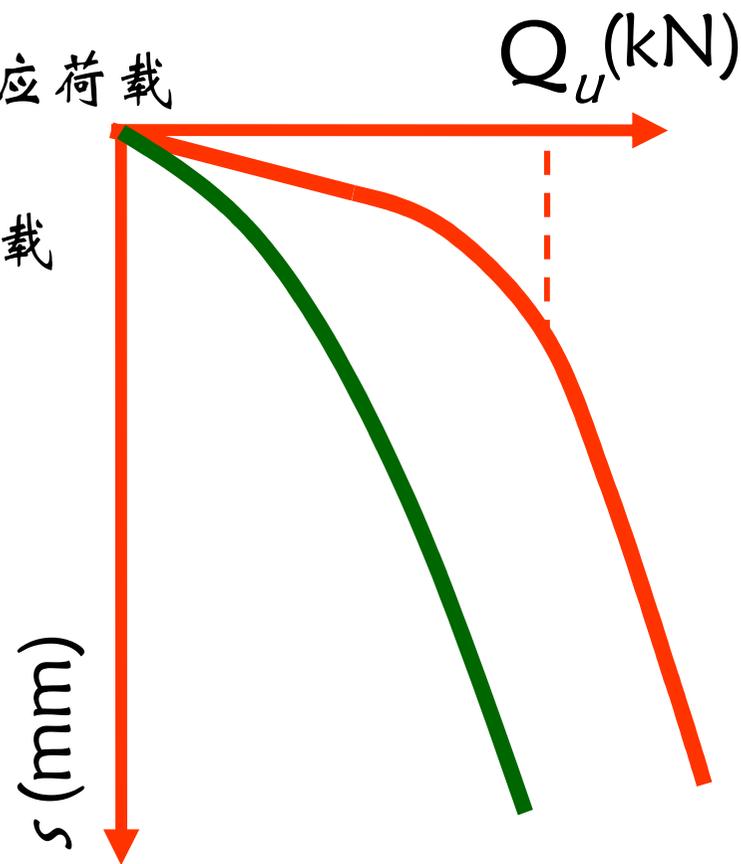
⌘  $\frac{\Delta S_{n+1}}{\Delta S_n} \geq 2$  24h 未稳定,  $S_n$  对应荷载

◎ 确定平均值

如离散太大, 增加试桩数

◎ 设计值  $R_a = \frac{Q_{uk}}{2}$

$K=2$  安全系数



# 基桩静载数据常规处理与可靠性分析软件 PileBetaG2.15



<https://bbs.yantuchina.com/read.php?tid=326036>  
今日头条中的软件演示视频 <https://m.toutiao.com/is/FM3h298/>

## PileBetaGR4.3.2: Geometric reliability analysis for piles !

Demo YouInput 3D 4D

Considering another random variable (dead load) ;  
The theory can be referred to <https://doi.org/10.1680/jgeen.20.00204>  
Developed by Dr xingzhengwu@163.com

Upload \*.qpss File which is composed by Q1 s1 Q2 s2 Q3 s3 for first stage (first row) the same for the 2nd row

Browse... 7215 Case CFAP Mihalik etal 2023 (1).txt

Upload complete

The follow only works with the BetaPlot option selected

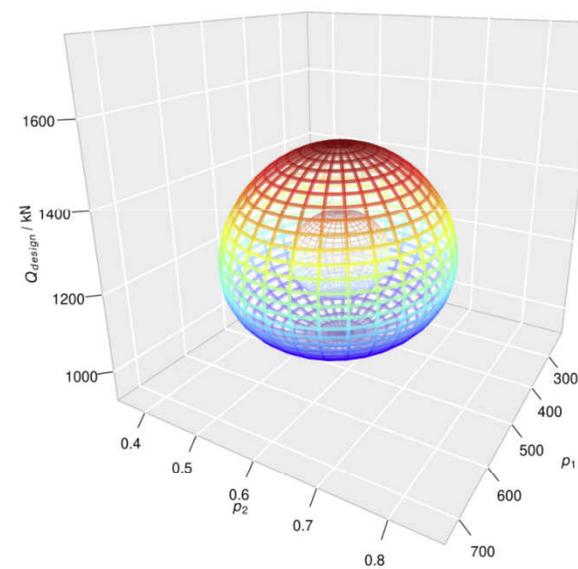
Length out:

Variable p1: norm

Variable p2: norm

Dead load: Qdead/Qmax = 0.5

QsCurve BetaPlot Summary



inner contour  $\beta = 1$   
outer contour  $\beta = 2.34$

design point

# Development of Environmental Contours from Site-Specific Regression Parameters of Load–Settlement Curves for Piles: The Global Database

Authors: Xing Zheng Wu   and He Liu | [AUTHOR AFFILIATIONS](#)

Publication: International Journal of Geomechanics • Volume 23, Issue 9 • <https://doi.org/10.1061/IJGNAL.GMENG-8372>

## 1 静载试验法

## 2 其它现场和模型试验方法

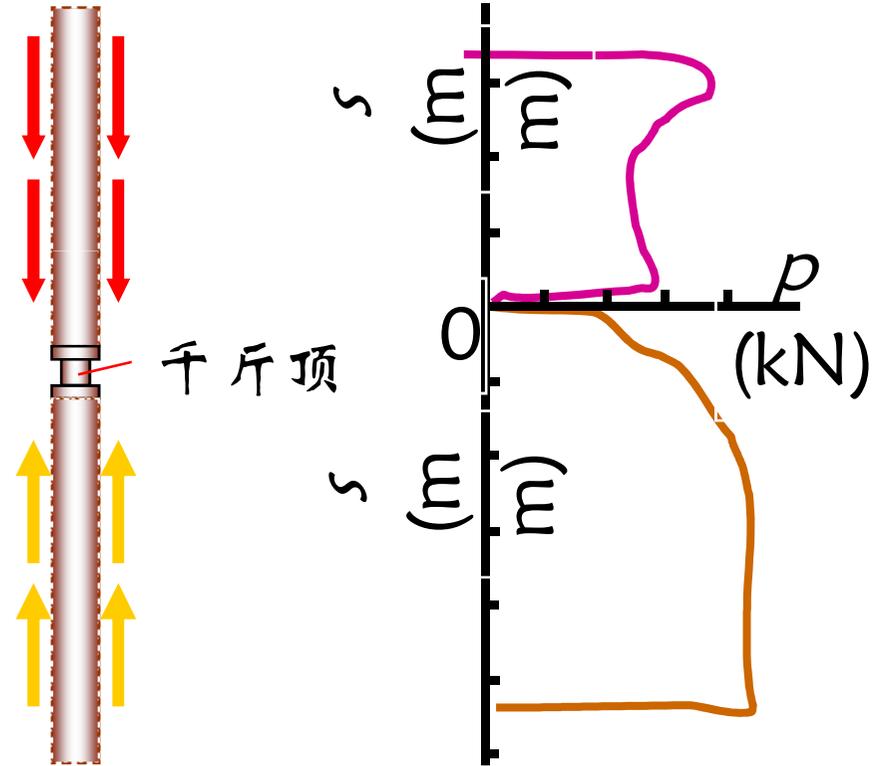
Osterberg法

动测桩法 高应变法

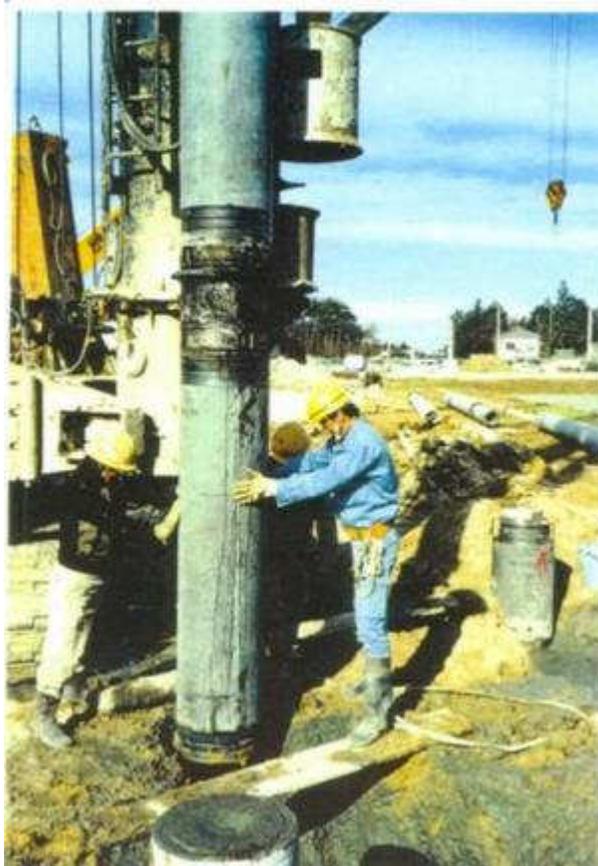
桩端深层平板载荷试验

离心模型试验

# Osterberg法



# Osterberg法



## Interpretation of Site-Specific Reliability Index for Piles Using Multiple Bidirectional Tests

CODEN: JTEVAB

### Abstract

The Osterberg cell test is an effective tool to evaluate the bearing behavior for piled foundations. Because of the significant intrinsic variabilities in material properties of piles, soil-pile intermediate, and soils, the responses of multiple piles under loading are uncertain. These uncertainties should be considered to evaluate the bearing characteristics of piles, in this work, a methodology for estimating the geometric reliability index of piles using the Osterberg cell testing is proposed. A dataset of load-displacement curves including 26 Osterberg cell-tested drilled shafts at the Los Angeles Memorial Coliseum site is used to illustrate the proposed method. Regression analyses with a two-parametric power law curve-fitting model are firstly used to construct the best-fit model for each load-displacement curve along an upward or downward direction individually. As a result, the regression parameters for this site are combined into a random vector. Statistical analyses are then performed on these regression variables, and the bivariate normal and non-normal models are developed. These bivariate models are used to predict the reliability index of these drilled shafts via the geometric reliability method. Such an interpretation of reliability index by analyzing the scatter in load test data can be helpful to design on pile foundations.

### Author Information

Wu, Xing Zheng  
College of Civil Engineering and Architecture, Hebei University, Baoding, Hebei, China

Chen, Xi

[ASTM License Agreement](#)

[Cite this Document](#)

### Reprints and Permission

Reprints and copyright permission requested through the Copyright Clearance Center [CC](#)

### Details

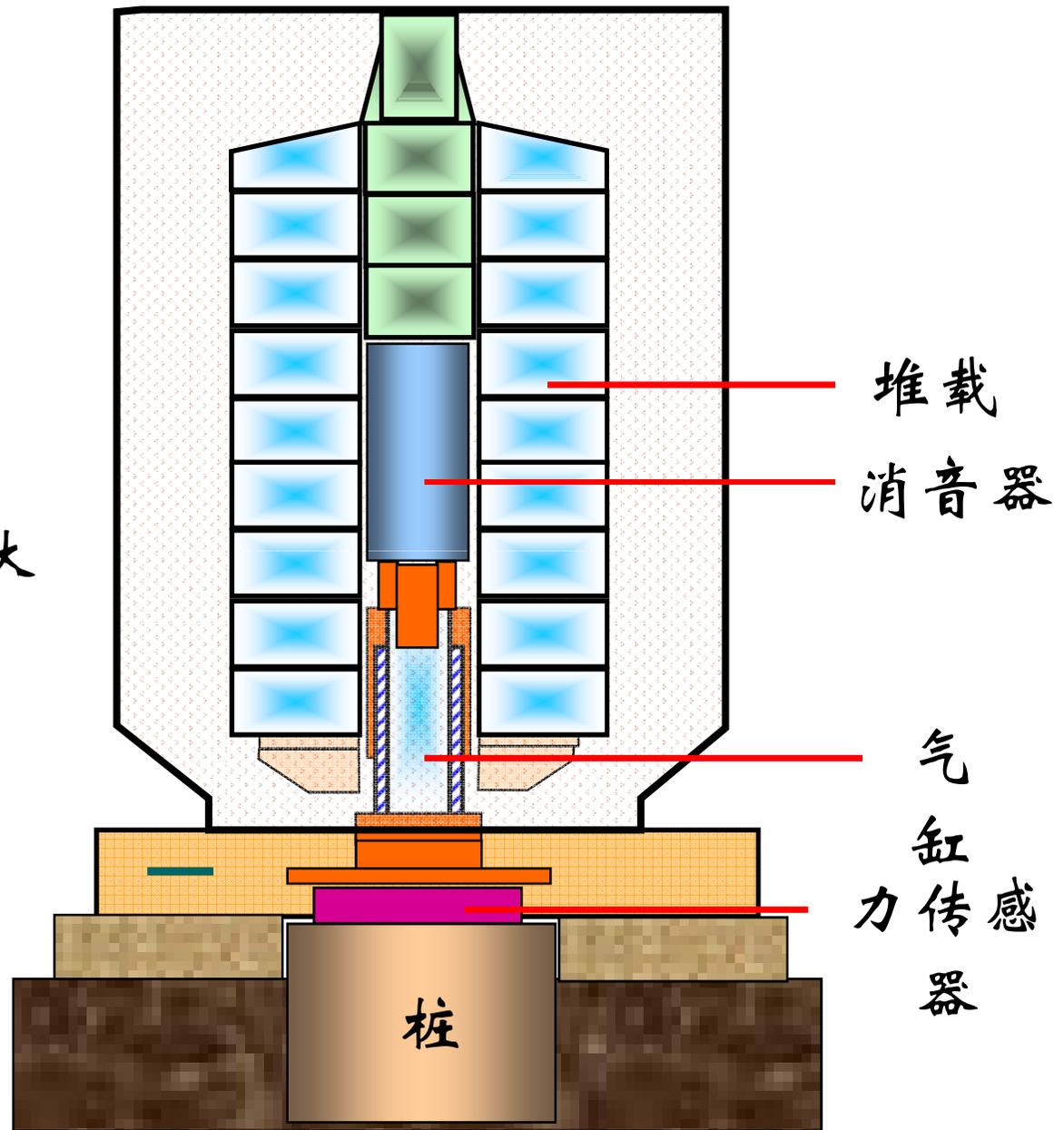
Stock #: JTE20220338  
ISSN: 0090-3973  
DOI: 10.1520/JTE20220338



安装

多功式

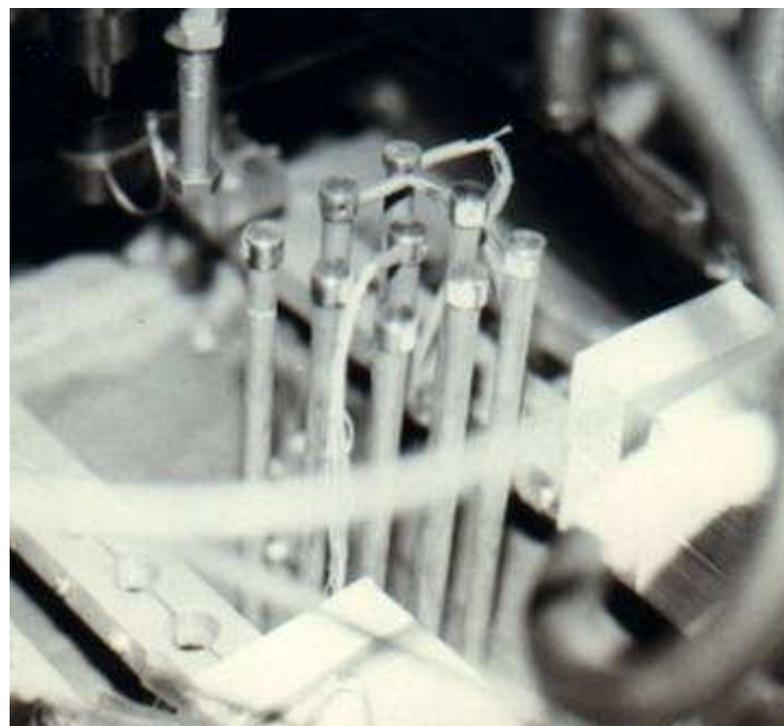
Statnamic大应变动测  
桩承载力方法—加拿大  
和荷兰



## 离心模型试验法



左:土工离心机



右:离心机中的模型桩

- 1 静载荷试验
- 2 其他现场试验方法
- 3 静力触探
- 4 经验公式

## 4.4.2 静力触探 Static Cone Penetration

地基基础设计为丙级的建筑物  
通过双桥探头得到贯入阻力  $q_s$   $q_p$   
单桩竖向极限承载力标准值为

$$Q_u = q_{pk} A_p + u \sum_{i=1}^n q_{sik} l_i$$

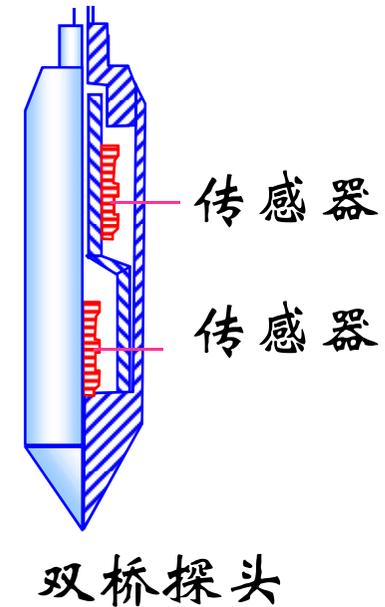
$q_{sik}$  极限桩侧阻力标准值

$q_{pk}$  极限桩端阻力标准值

$A_p$  桩底横截面面积

$u_p$  桩身周长

$l_i$  第  $i$  层土的厚度



## 北京地区建筑地基基础勘察设计规范 推荐

### 比贯入阻力 $p_s$ 值评价预制桩侧阻力标准值 $q_{sk}$ 与极限端阻力标准值 $q_{pk}$

表 4-4 用比贯入阻力  $p_s$  值评价预制桩极限桩侧阻力特征值  $q_{sk}$  与极限桩端阻力标准值  $q_{pk}$

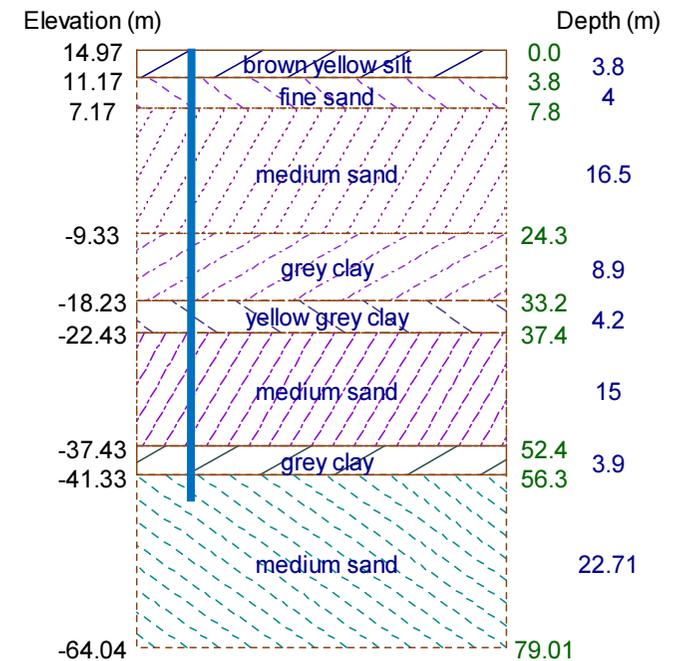
土的名称	$p_s$ /MPa	$q_{sk}$ /kPa	$q_{pk}$ /kPa
黏性土	0.5~1.0	30~40	—
	1.0~1.5	40~50	—
	1.5~2.0	50~60	—
	2.0~3.0	60~70	—
粉土	1.0~3.0	40~70	2000~3000
	3.0~6.0	70~90	3000~4000
砂土	5.0~15.0	40~60	3600~4400
	15.0~25.0	60~80	4400~6400
	25.0~30.0	80~90	6400~8400

注：静力触探试验探头规格为锥底面积 10cm<sup>2</sup>、锥角 60°、侧壁长度 7cm、贯入速度 0.8~1.4m/min。

## 4.4.3 经验公式法

$$Q_u = Q_{pu} + Q_{su}$$

$$Q_u = q_{pk} A_p + u \sum_{i=1}^n q_{sik} l_i$$



**Movie 静压**

**Movie 锚桩反力装置**

**地基承载力检测**

**Movie 标准触探试验**

D:\XWUBJ\TeachingHBU\UndergroundStructures\  
demos\TeachingMoive

**Movie 荷载板试验**

Y  
H  
e  
e  
n  
d

文件名格式：班级 学号 姓名 简略实验名称  
邮件标题同文件名

Any questions please 发送至

[xingzhengwu@163.com](mailto:xingzhengwu@163.com)

<http://www.xingzhengwu.com/CVInChinese/index.html>