

中华人民共和国行业标准

# 软土地区工程地质勘察规范

**JGJ 88—91**



**1 9 9 2 北 京**

中华人民共和国行业标准  
软土地区工程地质勘察规范

**JGJ 83—91**

主编单位： 中国建筑科学研究院

批准部门： 中华人民共和国建设部

施行日期： 1992年9月1日

## 关于发布行业标准《软土地区 工程地质勘察规范》的通知

建标〔1992〕79号

各省、自治区、直辖市建委（建设厅），计划单列市建委，国务院有关部门：

根据原城乡建设环境保护部（86）城科字 263 号文的要求，由中国建筑科学研究院主编的《软土地区工程地质勘察规范》，业经审查，现批准为行业标准，编号 JGJ83—91，自一九九二年九月一日起施行。

本标准由建设部勘察与岩土工程标准技术归口单位建设部综合勘察研究院归口管理，由中国建筑科学研究院负责解释，由建设部标准定额研究所组织出版。

中华人民共和国建设部

一九九二年二月二十日

## 目 次

### 主要符号

第一章 总则	1
第二章 软土及其工程地质特征	2
第三章 工程地质勘察的基本要求	3
第一节 一般规定	3
第二节 可行性研究勘察	4
第三节 初步勘察	5
第四节 详细勘察	7
第五节 施工勘察	10
第四章 调查、勘探和测试	11
第一节 工程地质调查和测绘	11
第二节 勘探和取样	12
第三节 室内试验	13
第四节 原位测试	15
第五节 监测	16
第五章 工程地质评价	19
第一节 建筑场地条件	19
第二节 地基承载力和变形	19
第三节 地基处理	21
第六章 地下水与基础施工	22
第一节 地下水评价	22
第二节 基坑勘测	23
第三节 施工降水	24
第七章 桩基工程勘察	26
第八章 强震区的场地和地基	29

附录一 中国软土主要分布地区的工程地质

区划略图及特征表 .....	31
附录二 勘察报告的基本内容和要求 .....	31
附录三 岩土物理力学性质指标统计的要求 .....	32
附录四 试样质量等级的选择 .....	33
附录五 土粒相对密度和泊松比的经验值 .....	34
附录六 单桩竖向承载力的经验公式 .....	35
附录七 规范用词说明 .....	40
附加说明 .....	41

## 主要符号

- $A_p$  —— 桩身的横截面面积  
 $\alpha$  —— 压缩系数  
 $b$  —— 基础底面宽度  
 $c$  —— 土的粘聚力  
 $C_c$  —— 土的压缩指数  
 $C_s$  —— 土的回弹指数  
 $C_u$  —— 土的不排水抗剪强度  
 $C_v$  —— 土的固结系数  
 $d$  —— 箱基或筏基的埋置深度  
 $E_o$  —— 土的变形模量  
 $E_s$  —— 土的压缩模量  
 $e$  —— 土的孔隙比  
 $f_t$  —— 用静力触探比贯入阻力估算的桩周土层的极限摩擦力  
 $I_L$  —— 土的液性指数  
 $I_p$  —— 土的塑性指数  
 $k$  —— 渗透系数  
 $L$  —— 桩长  
 $L_i$  —— 按土层划分的各段桩长  
 $m_e$  —— 与压缩层深度有关的经验系数  
 $P_o$  —— 上覆土层的自重压力  
 $P_c$  —— 土的先期固结压力  
 $pH$  —— 酸碱度  
 $P_s$  —— 比贯入阻力平均值  
 $P_{sb}$  —— 桩端附近的静力触探比贯入阻力平均值  
 $q_p$  —— 桩端土的承载力标准值

$q_s$  —— 桩周土的摩擦力标准值

$q_u$  —— 无侧限抗压强度

$R_k$  —— 单桩竖向承载力标准值

$s$  —— 沉降量

$S_r$  —— 土的饱和度

$S_t$  —— 土的灵敏度

$U_p$  —— 桩身周边长度

$\omega$  —— 土的含水量

$\omega_l$  —— 土的液限（碟式仪测定）

$\omega_L$  —— 土的液限（圆锥仪测定）

$\omega_p$  —— 土的塑限

$z$  —— 勘探孔深度

$\beta$  —— 折减系数

$\gamma$  —— 重力密度

$\rho$  —— 质量密度

$\nu$  —— 土的泊松比

$\varphi$  —— 土的内摩擦角

## 第一章 总 则

**第 1.0.1 条** 为使软土地区的工程建设做到技术先进、经济合理，保证建筑物的安全和正常使用，制定本规范。

**第 1.0.2 条** 本规范适用于软土地区的建筑场地和地基的工程地质勘察。

**第 1.0.3 条** 软土地区的工程地质勘察，必须针对工程和软土的特点，合理布置勘察工作，正确评价建筑场地和地基的工程地质条件。

对于重要的建筑物和有特殊要求的软土地基，或对环境有影响的场地，在施工及使用过程中，宜根据工程建设的需要进行监测。

**第 1.0.4 条** 软土地区工程地质勘察除执行本规范外，尚应符合国家现行的有关标准的规定。

## 第二章 软土及其工程地质特征

**第 2.0.1 条** 软土的判别应符合下列要求：

- 一、外观以灰色为主的细粒土；
- 二、天然含水量大于或等于液限；
- 三、天然孔隙比大于或等于 1.0。

**第 2.0.2 条** 软土的工程性质特点是高压缩性，低强度，高灵敏度和低透水性。在较大的地震力作用下易出现震陷。

**第 2.0.3 条** 软土层具有良好的层理，在互层中伴随有少数较密实的颗粒较粗的粉土或砂层，成为软土层中的变异土层。

**第 2.0.4 条** 我国软土的主要分布区，按工程性质结合自然地质地理环境，可划分为三个地区，即沿秦岭走向向东至连云港以北的海边一线，作为 I、II 地区的界线；沿苗岭、南岭走向向东至莆田的海边一线，作为 II、III 地区的界线（附录一）。这一分区可作为区划、规划和勘察的前期工作使用。

## 第三章 工程地质勘察的基本要求

### 第一节 一般规定

**第3.1.1条** 勘察阶段可分为初步勘察和详细勘察，必要时应进行施工勘察。对大型厂址、重点工程应分可行性研究勘察、初步勘察、详细勘察和施工勘察四个阶段勘察；对建筑性质和总平面位置已定的工程，也可仅进行详细勘察。

**第3.1.2条** 建筑场地，按其工程地质的复杂程度可划分为：

**简单场地：**地形平坦，地貌单元单一，无暗塘暗沟，互层简单，土质均一，无不良地质现象，地下水对地基基础无不良影响。

**中等复杂场地：**地形微起伏，地貌单元较单一，暗塘暗沟较少，交互层较复杂，土质变化较大，地基主要受力层内硬层和基岩面起伏较大，不良地质现象较发育，地下水对地基基础可能有不良影响。

**复杂场地：**地形较起伏，地貌单元较多，暗塘暗沟较多，交互层复杂，土质变化大，地基主要受力层内硬层和基岩面起伏大，不良地质现象发育，存在液化和震陷、地下水对地基基础有不良影响。

在具体进行场地划分时，如有类别的过渡，则须以主要方面综合分析判定。

**第3.1.3条** 当建筑场地工程地质条件复杂，且在平面上有显著差异时，应根据场地的稳定性、适宜性及工程地质条件的差异，结合地形地貌、地质构造、不良地质现象、土的性质及水文地质条件等因素，进行工程地质分区或分段。

**第 3.1.4 条** 建筑物因地基造成的破坏，按其后果的严重性，划分为三个安全等级，应符合表 3.1.4 的要求。

建 筑 物 等 级 表 3.1.4

安全等级	破坏后果	建 筑 类 型
一级	很严重	对国民经济有重大意义建设项目中的重要建筑物 14 层以上的高层建筑 吊车起重重量在 $\geq 300\text{kN}$ 的单层工业厂房对沉降有严格限制的建筑物
二级	严重	对国民经济有重大意义建设项目的一般建筑物 4 层 ~13 层的多层住宅建筑物 吊车起重重量在 $< 300\text{kN}$ 的单层工业厂房对沉降有一定要求的一般工业与民用建筑物
三级	不严重	3 层及 3 层以下的住宅建筑 次要的建筑如仓库，各类辅助车间等

**第 3.1.5 条** 工程地质各勘察阶段的调查、测绘、勘探、测试等原始记录和数据，以及搜集到的有关地质资料，必须在现场及时检查，整理并校核无误后，方可作为勘察成果的基本素材，工程地质勘察报告的一般内容及其数据整理的要求按附录二和附录三的要求。

**第 3.1.6 条** 勘探工作结束后，应及时做好钻孔的回填。

## 第二节 可行性研究勘察

**第 3.2.1 条** 可行性研究的勘察阶段，应对拟选场址的稳定性和适宜性以及技术经济效益作出工程地质评价：

一、搜集拟建地区及其附近的地形地貌、地质、水文地质、地震、冻土和工程地质资料，以及当地的建筑经验；

二、进行现场调查，了解场地的地貌、地层、构造、土质、地下水及不良地质现象等工程地质条件；

三、对已有资料的研究评价尚不符合确定建筑场地要求的，应根据需要进行工程地质调查或测绘、甚至进行必要的勘探工作。

**第 3.2.2 条** 可行性研究勘察要查明建筑场地的不利因素：

- 一、有无古河道、暗塘、暗浜和沟谷，地基土严重不均匀；
- 二、有无斜坡或起伏大的浅埋基岩，应分析存在滑坡的危险；
- 三、地震时能否发生地裂、地陷和液化；
- 四、有无洪水和海潮威胁或地下水的不良影响；
- 五、地下有无未开采的矿藏和文物。

### 第三节 初步勘察

**第 3.3.1 条** 初步勘察阶段，应对场地内各建筑地段的稳定性作出评价，并为确定建筑总平面布置，主要建筑物地基基础工程方案及对不良地质现象的防治工程提供工程地质资料和依据。

**第 3.3.2 条** 初步勘察前，应取得下列资料：

- 一、建筑场地范围的地形图；比例尺以 1 : 500~1 : 2000 为宜；
- 二、取得已有地质资料和建筑经验；
- 三、场地范围内地下管线的现状；
- 四、有关工程的性质、规模和规划布局的初步设想等。

**第 3.3.3 条** 初步勘察阶段，应进行下列工作：

- 一、初步查明场地的地层、成因、层理特征及其物理力学性质，地表硬壳层的分布与厚度以及下卧硬层和基岩的埋藏条件与起伏。寻找合适的持力层；
- 二、初步查明场地微地貌的形态、堆填土的分布范围和埋深；
- 三、初步查明场地水文地质条件及冻结深度；
- 四、初步查明场地不良地质现象如古河道、暗浜、暗沟、地下坑等穴的分布范围、对场地稳定性的影响程度及其发展趋势；
- 五、对地震烈度为 7 度及 7 度以上的建筑场地，应判定场地的地震效应；
- 六、初步查明环境地质对建筑场地的影响；
- 七、当建筑物的荷重较大时，应评议可能采用的地基处理或

**第 3.3.4 条** 初步勘察要在搜集分析已有资料或工程地质调查与测绘的基础上进行，勘探点、线、网的布置应符合下列要求：

一、勘探线应垂直地貌单元边界线、地层界线，在海边应垂直海岸线；

二、勘探点宜按勘探线布置，在每个地貌单元和地貌交接部位均应布置勘探点，在微地貌和地层变化较大地段应当加密；

三、在地形平坦地区，可按方格网布置勘探点；

四、按规划主要建筑物的设想布置勘探点、线。

**第 3.3.5 条** 初步勘察的勘探点间距，根据场地复杂程度应符合表 3.3.5 规定。

初步勘察勘探点的间距(m) 表 3.3.5

场地复杂程度	勘探点的间距
简单场地	150~200
中等复杂场地	100~150
复杂场地	50~100

**第 3.3.6 条** 初步勘察的勘探孔，分为一般性和控制性两种，其深度根据可能布置的建筑物等级和勘探孔种类确定，并应符合表 3.3.6 规定。

在预定深度内遇基岩，除部分控制性勘探孔应钻入基岩适当深度外，其他勘探孔达到基岩即可。

初步勘察勘探孔深度(m) 表 3.3.6

探孔种类 建筑物等级	勘探孔种类	
	一般性勘探孔	控制性勘探孔
一级建筑物	>30	>50
二级建筑物	>20	>30
三级建筑物	>10	>15

注：勘探孔包括钻孔、原位测试孔及探井。

控制性勘探孔，一般占勘探孔总数的 1/5 至 1/3，每个地貌单

元应有控制性勘探孔。每个主要建筑物地段必须有控制性勘探孔。

**第 3.3.7 条** 初步勘察时，原位测试和取试样的勘探点，在平面上应均匀分布。

取土试样和原位测试部位的竖向间距，应按地层特点和土的均匀性确定。各土层均应采取土试样和进行原位测试，数量不应少于 6 个（组）。

**第 3.3.8 条** 初步勘察时，水文地质工作应符合下列要求：

一、应调查地下水的类型与地表水的水力联系、补给和排泄条件，以及地下水水位的变化幅度；

二、需绘制地下水等水位线图的，应统一观测地下水位，采取有代表性的水试样进行侵蚀性分析，一般地区取样地点不应少于 2 处，在有污染源的地区宜多取样。

#### 第四节 详细勘察

**第 3.4.1 条** 详细勘察阶段，应对建筑地基作出工程地质评价，并为地基基础设计、地基处理提供岩土工程的参数、方案的论证和建议。

**第 3.4.2 条** 详细勘察前，应收集下列资料：

一、附有座标及地形的建筑总平面布置图；

二、场地初步勘察报告或邻近地质资料；

三、各建筑物的室内外地面设计标高，上部结构及地下设施现状等；

四、可能采取基础的形式、尺寸、埋置深度，单位荷载或总荷载，允许沉降量和差异沉降量，以及有特殊要求的地基基础设计，施工方案。

**第 3.4.3 条** 详细勘察阶段，在初步勘察的基础上，应进行下列工作：

一、查明建筑物范围内的地层结构及其物理力学性质，软土的固结历史，强度和变形特征，并对地基的稳定性及承载能力作

出评价；

二、查明地下水的埋藏条件、侵蚀性和地层的渗透性；

三、判定地基土及地下水在建筑物施工（开挖、回填、打桩等）和使用过程中可能产生的变化和影响，并提出防治方案和建议；

四、提供地基变形计算参数。必要时，应对基础沉降量、相邻基础沉降差或基础整体倾斜进行计算；

五、提供深基础开挖后边坡稳定性计算所需参数和支护方案，并对基坑开挖、井点降水对邻近建筑物的影响作出分析和评价；

**第 3.4.4 条** 详细勘察的勘探点布置，以建筑场地的复杂程度和建筑物等级确定：

一、复杂场地或一级建筑物，应按主要柱列线或建筑物的周边线或体形变化和应力集中的地段布置；

二、其他场地和建筑物等级，应按建筑物周边或建筑群布置；

三、对重大设备基础、应单独布置；

四、在复杂场地上，对面积小但荷重大或重心高的单独构筑物（如烟卤、水塔等），布置勘探点不得少于 2 个。

**第 3.4.5 条** 详细勘察的勘探点间距。应符合表 3.4.5 规定：

详细勘察勘探点间距(m)

表 3.4.5

建筑物等级 场地复杂程度	详细勘察勘探点间距(m)		
	一级建筑物	二级建筑物	三级建筑物
简单场地	30~50	40~60	50~70
中等复杂场地	15~30	25~40	35~50
复杂场地	<15	<25	<35

**第 3.4.6 条** 对建筑范围内的暗塘、暗浜等，应查明其工程性质和范围、深度、填埋时间和所填筑的材料。

**第 3.4.7 条** 详细勘察的勘探孔深度，应按地基计算类别确定；

一、对按承载力计算地基，确定勘探孔深度应以控制地基主要受力层作强度验算为原则。当基础短边长度不大于**5m**，勘探孔的深度，条形基础为**4b**、单独柱基为**2b**；

二、对除按承载力计算外，尚需进行变形验算的勘探孔深度，宜取地基压缩层计算厚度以下**1~2m**或符合表**3.4.7**规定。场地有大面积地面堆载或有更软弱下卧层时，应加深勘探孔深度；

三、箱形基础和筏板基础的控制性勘探孔的深度应超过压缩层的下限或在此范围内遇坚硬土层，其下又无软弱下卧层时终孔。一般性勘探孔的深度以控制主要受力层为原则。勘探孔深度可按公式**(3.4.7)**计算：

$$z = d + m_c b \quad (3.4.7)$$

式中  $z$ ——勘探孔深度 (m)；

$d$ ——箱基或筏基的埋置深度 (m)；

$b$ ——基础底面宽度 (m)，对圆形或环形基础按最大直径考虑；

$m_c$ ——与压缩层深度有关的经验系数，控制孔取**2.0**，一般孔取**1.0**。

详细勘察勘探孔深度(m)

表 3.4.7

基础宽度(m)	1	2	3	4	5
基础形式					
条形基础	8	12	14	—	—
单独基础	—	8	11	13	14

注1. 表内深度未考虑相邻基底荷载的影响；

2. 勘探孔深度系自基础底面算起。

四、在地震区有可液化土层时，勘探孔的深度，不应小于**15m**。

**第 3.4.8 条** 详细勘察时，取土试样和进行原位测试孔的数量，应按场地复杂程度，建筑物等级以及场地面积确定，不应少于勘探孔总数**1/2**。

**第 3.4.9 条** 详细勘察时，取土试样和进行原位测试部位的竖向间距，应按设计要求、地基土的均匀性和代表性确定。在

地基的主要受力层内每隔**1~2.0m**采取试样**1**个(组)并取得**1**个(组)原位测试数据,其下间距可适当放宽,在同一场地内每一主要土层参加统计的试样和原位测试数据不应少于**6**个,载荷试验数据不宜少于**3**个。

对厚度小于**1m**的夹层或透镜体,应视其对地基的影响程度决定是否采取试样。但在地基主要受力层内,厚度大于**50cm**的夹层或透镜体,应采取土试样。

### 第五节 施工勘察

**第3.5.1条** 遇下列情况之一时,应进行施工勘察。

- 一、基槽开挖后,地质条件有差异,并可能影响工程质量;
- 二、深基础施工设计及施工中需进行有关地基监测工作;
- 三、地基处理、加固时,需进行设计和检验工作;
- 四、对已埋的塘、浜、沟、谷等的位置,需进一步查明及处理;
- 五、预计施工时,对土坡稳定性需进行监测和处理。

## 第四章 调查、勘探和测试

### 第一节 工程地质调查和测绘

**第 4.1.1 条** 工程地质调查和测绘的内容：可行性研究勘察阶段，应调查、搜集、研究已有的地质资料，进行现场踏勘；初步勘察阶段，应调查和进行工程地质测绘；详细勘察阶段，应对某些工程地质问题作必要的详细调查和大比例尺测绘。

调查和测绘的成果，应作为编制勘察纲要、布置勘察工作的依据和工程地质评价的基本资料。

**第 4.1.2 条** 调查和测绘的一般内容应包括：

一、场地的地层特征、成因类型、分布范围、埋藏条件、应力历史等情况；

二、拟建场地的微地貌特征和不良地质现象、如古河道、暗浜、墓穴、水井、生物洞穴、地下管道、人工填土等；

三、地下水埋藏条件，水位变化幅度与地表径流及潮汐的水力联系，补给来源和地下水水质类型等。

四、地区的建筑经验和软土的地基和地下空间等的开发利用及改良加固的经验。

五、地区的地震烈度、震害和场地的地震效应。

**第 4.1.3 条** 调查工作要充分收集地区的地形地貌图、工程地质图、古地形图或历史河流图（暗浜图）等；充分搜集拟建场地附近已建建筑物的勘察、设计、施工和监测的资料。

**第 4.1.4 条** 工程地质调查和测绘的范围应包括场地以外有关联的地段。

测绘所用地形图的比例尺，在初步勘察阶段可选用 **1 : 2000**

~1 : 5000, 在详细勘察阶段可选用 1 : 500~1 : 1000。

对建筑地段的地质界线, 测绘精度在图上的误差不应超过 3mm, 其他地段不应超过 5mm。

## 第二节 勘探和取样

**第 4. 2. 1 条** 勘探工作必须根据工程特性以及场地工程地质条件、地层性质、选择合适的勘探手段。除钻探取样外, 对软土厚度较大或夹有粉质土、砂土时, 宜采用静力触探试验。饱和流塑粘性土应采用十字板剪切试验。

**第 4. 2. 2 条** 钻探应符合下列要求:

一、当采用空心螺纹提土器进行回转钻进时, 提土器上端应有排水孔, 下端应用排水活门, 以免提钻时造成真空缩孔;

二、钻进过程中, 宜连续施工, 有利防止缩孔或坍孔;

三、当成孔困难或需间歇施工时, 应采取护壁措施, 如套管护壁、清水护壁、泥浆护壁等;

四、钻进时必须准确测量尺寸, 软土回次进尺不宜大于 2m, 粉性土回次进尺 1. 5m, 或按地区经验确定, 但必须保证分层清楚, 提土率应大于 80%。当夹有大量粉质土或砂土, 不能满足提土率要求时, 应辅以标准贯入器采取土样作土层鉴别。

**第 4. 2. 3 条** 钻探编录应符合下列技术要求:

一、记录应按钻进回次逐段填写记录表各栏内容, 分层应另记, 不得将若干回次合并记录和事后追记;

二、量测精度应为  $\pm 0. 05\text{m}$ ;

三、编录内容除一般性要求外, 应着重描述软土的湿度、状态、有机质和腐植质含量、臭味、含砂量 (夹砂厚度), 包含物、结构特征、钻进难易程度、提土情况等;

四、对于重要的钻孔, 应详细素描土样结构或分段拍摄土芯照片, 并应保存土芯样。

**第 4. 2. 4 条** 采取软土试样的质量以及所使用取土器, 应根据工程要求、所需试样的质量等级选择确定。并应符合附录四

的要求。

**第 4. 2. 5 条** 在钻孔中采取 I~II 级土样，操作应符合下列要求：

一、孔底残留浮土厚度不得大于取土器上端废土段长度，下放取土器时严禁冲击孔底；

二、贯入取土器宜采用油压给进装置的静压法，当遇到硬土夹层人工压入困难时可采用重锤少击方式贯入。当深层取土时，可采用锤击法。

**第 4. 2. 6 条** 土试样封装、运输、储存应符合以下要求：

一、取土器提出地面之后，应小心地将土试样卸下，妥善密封，防止湿度变化。土样应直立安放，严禁倒放或平放，并应避免曝晒或冰冻；

二、土试样运输前应妥善装箱，充填缓冲材料，运输途中要求行驶平稳，避免颠簸。对易于扰动的土试样，有条件时应在现场进行试验工作；

三、土试样应储存在温度 10~30℃ 条件下，取后至试验前的储存时间不宜超过 10d，必要时应储存在恒温，恒湿条件下，储存时间可适当延长；

四、开土后如有析水或变形现象时，应降低土样质量等级或重新取土。

### 第三节 室内试验

**第 4. 3. 1 条** 室内试验一般包括土的物理性质指标测试，力学性质指标测试及化学分析。实际试验项目应根据工程性质、基础类型、设计要求和土质特性等因素综合确定，以满足设计和施工的需要。试验方法、技术标准及仪器设备，应按现行的《土工试验方法标准》(GBJ123) 执行，并应满足本节要求。

**第 4. 3. 2 条** 土粒相对密度，对一级建筑物应采用比重瓶法实测，对二、三级建筑物可按本地区经验值来确定。也可参照附录五附表 5. 1 采用。

**第 4.3.3 条** 液限含水量试验，应采用圆锥仪方法。工程需要时也可采用碟式仪方法。两种试验方法测得的液限之间的关系，应按各地区经验公式换算。

**第 4.3.4 条** 对圆锥入土后随时间持续下沉，塑限搓条又无法按规程要求操作的土，应进行颗粒分析，以颗粒组成定名。

**第 4.3.5 条** 土的渗透试验应同时测定土的垂直向和水平向的渗透系数。且应根据地下水的温度以  $K_{20}$  或  $K_{10}$  作为标准提供数据。

**第 4.3.6 条** 土的化学分析：应主要测定 pH 值，氯化物、硫酸盐和碳酸盐等成分的含量。用于评价对金属和混凝土腐蚀性及其防护。评价标准和防护措施，可按现行的《岩土工程勘察规范》有关规定执行。

**第 4.3.7 条** 常规固结试验对于一级建筑物其最后一级压力，可依建筑物的附加压力和土的自重压力来选定。对于二、三级建筑物其最后一级压力，不宜超过  $400\text{kPa}$ 。

试验报告中的压缩系数  $\alpha_{1-2}$  和压缩模量  $E_s$  为相应于垂直压力为  $100\sim 200\text{kPa}$  的值。

$\alpha_{1-2} \geq 0.5\text{Mpa}^{-1}$  时，属高压缩性；

$0.1 \leq \alpha_{1-2} < 0.5\text{Mpa}^{-1}$  时，属中压缩性；

$\alpha_{1-2} > 0.5\text{Mpa}^{-1}$  时，属低压缩性。

**第 4.3.8 条** 固结系数  $C_v$ ，先期固结压力  $P_c$  用于评价土的压缩性，地基变形、固结速度及基坑边坡稳定时，试验采用的最后一级垂直荷重，加荷级数及稳定标准等，应按土质特性，上覆压力和建筑物性质来确定。

固结系数应包括垂直向  $C_v$  和水平向  $C_h$  测定，压力范围可采用在土的自重压力至土的自重压力加附加压力之和的压力范围内进行选定。

当  $P_c/P_0 < 1$  时，属欠固结土；

$P_c/P_0 = 1$  时，属正常固结土；

$P_c/P_0 > 1$  时，属超固结土。

式中  $P_0$ ——土的自重压力。

**第 4.3.9 条** 软土的静弹性模量可在应力控制式三轴压缩仪上在侧压力  $\sigma_2 = \sigma_3$  条件下,用轴向反复加、卸荷的方法确定。其垂直压力的施加应模拟实际加、卸荷载的应力状态。

**第 4.3.10 条** 抗剪强度试验,对一级建筑应采用不固结不排水三轴剪切试验,对于其它等级建筑物可采用室内直接剪切试验。对加荷或减荷快的工程,应做快剪试验。对土体可能发生大应变的工程应测定残余抗剪强度。

固结快剪试验试样(厚 2cm)的固结时间不得少于 2h。当土质极软弱时,垂直荷重应适当减小,以试样在剪切盒内不发生加荷挤出为宜。

**第 4.3.11 条** 软土动力特性试验,施加动荷载的波形、频率、振幅、持续时间、试样的固结应力和破坏标准,以及操作方法和成果整理等,都必须先编制能满足工程需要的试验方案设计。

**第 4.3.12 条** 土的泊松比  $\nu$ ,对一级建筑物应通过试验求得。对其他等级建筑物可应用本地区的经验值或参照附录五附表 5.2 采用。

**第 4.3.13 条** 判定软土的结构性,应采用现场十字板剪切试验,也可采用无侧限抗压强度的试验方法,测定其灵敏度  $S_t$ ,按表 4.3.13 判定。

结 构 性 分 类 表 4.3.13

灵敏度 $S_t$	结构性分类
$2 < S_t \leq 4$	中灵敏性
$4 < S_t \leq 8$	高灵敏性
$8 < S_t \leq 16$	极灵敏性
$S_t > 16$	流 性

注:无侧限抗压强度试验土样,应用薄壁取土器取样。

**第 4.3.14 条** 有机质含量宜采用重铬酸钾容量法测定。

#### 第四节 原位测试

**第 4.4.1 条** 软土地区工程地质勘察应增加原位测试工作

量，其布置应与钻探、室内试验的配合和对比，以提高勘察质量。原位测试成果的使用应考虑地区性和经验性。

**第 4.4.2 条** 原位测试一般包括静力触探试验、十字板剪切试验，标准贯入试验、旁压试验、载荷试验及波速试验等。选用原位测试方法应以土层情况，设计参数的要求以及建筑物等级等因素确定。

**第 4.4.3 条** 采用静力触探方法评价土的强度和变形指标时，应结合本地区经验取值。

应用静力触探曲线分层时，应综合考虑土的类别，成因和地下水条件等因素。

**第 4.4.4 条** 十字板剪切试验适用于测定软土的抗剪强度。对重荷载的大型建筑，应测定其残余强度并计算其灵敏度。

**第 4.4.5 条** 标准贯入试验可用于评价土的均匀性和定性划分不同性质的土层。以及软土中夹砂层的密实度和承载力。

**第 4.4.6 条** 旁压试验宜采用自钻式旁压仪。依据仪器设备和土质条件，选择适当的钻头、转速、进速、泥浆压力和流量、刃口的距离等以确定最佳自钻方式。

**第 4.4.7 条** 用载荷试验确定地基承载力时，承压板面积不宜小于  $5000\text{cm}^2$ 。承载力基本值的选用，应根据压力和沉降、沉降与时间关系曲线的特征，结合地区经验取值。

**第 4.4.8 条** 场地土的动力参数可采用弹性波速单孔法测试，测点间距宜采用  $1\sim 1.5\text{m}$ 。当地层复杂时，宜采用跨孔法。跨孔法的两测孔间距宜采用  $4\sim 5\text{m}$ 。并应测量孔斜。

## 第五节 监 测

**第 4.5.1 条** 监测工作应贯穿于工程的勘察、设计、施工和使用的全过程。监测项目应根据软土特性和工程需要有针对性地确定。

**第 4.5.2 条** 施工期与使用期进行监测的建筑物应符合下列要求；

- 一、一级建筑物；
- 二、二、三级建筑物具有下列情况之一时；
  1. 工程地质条件复杂；
  2. 地基加固处理后需要检验；
  3. 对周围建筑物有影响；
  4. 对地基不均匀变形特别敏感。

**第 4. 5. 3 条** 施工期监测工作应着重下列内容：

- 一、基坑开挖引起的坑底土层的回弹；
- 二、基坑边坡稳定、土坡土体侧向位移的范围和速率；
- 三、施工降水时，对周围已有建筑物或地下管线等引起的附加沉降、位移、裂缝等情况；
- 四、建筑物每升高一层（或每增加一次荷载）所引起的沉降量；
- 五、打桩引起的地基土侧向位移、孔隙水压力变化及对相邻建筑物和周围环境的影响。

**第 4. 5. 4 条** 使用期监测工作应着重下列内容：

- 一、建筑物沉降；
- 二、建筑物倾斜和水平位移；
- 三、建筑物开裂。

**第 4. 5. 5 条** 在勘察中应观测钻孔中的静止水位。遇下列情况之一。还应在施工前和竣工后进行地下水动态观测：

- 一、地下水水位的变化对地基土的性质有较大影响时；
- 二、地下水水位的变化对建筑物基础或地下工程的防水、防湿和防腐有较大影响时。

**第 4. 5. 6 条** 地下水动态观测工作应符合下列要求：

- 一、每个场地的观测孔宜按三角形布置，孔数不得少于 3 个；
- 二、地下水水位变化较大的地段或上层滞水赋存地段，均应布置观测孔；
- 三、在临近地表水体的地段，应观测地下水与地表水的水力

联系；

四、地下水受污染地段，应定期进行水质变化的观测；

五、观测期限，以一个水文年为宜。

## 第五章 工程地质评价

### 第一节 建筑场地条件

**第 5.1.1 条** 当地表有硬壳层，建筑物应充分利用其作为天然地基的持力层。

**第 5.1.2 条** 当场地有暗塘、暗浜时，建筑物的布置应避免，当无法避开时，必须进行地基和场地处理。

**第 5.1.3 条** 当建筑物离池塘、河岸、边坡较近时，应判定软土侧向塑性挤出或滑移产生的危险程度。

**第 5.1.4 条** 当地基土受力范围内有基岩或硬土层，且表面起伏倾斜时，应判定其对地基产生滑移或不均匀变形的影响。

**第 5.1.5 条** 当地基主要受力层中，有薄的砂层或软土与砂土呈互层时，应根据其固结排水条件，判定其对地基变形的影响。

**第 5.1.6 条** 评定地下水位的变化幅度和承压水头等水文地质条件对软土地基稳定性和变形的影响。

**第 5.1.7 条** 对含有沼气的地基，应判定沼气逸出对地基稳定性和变形的影响。

**第 5.1.8 条** 当建筑场地位于强地震区时，应评定场地和地基的地震效应，作出震陷和液化等的稳定性分析。

### 第二节 地基承载力和变形

**第 5.2.1 条** 评定软土地基的承载力和变形，可根据软土的物理力学性质的参数，按承载力和变形的理论计算确定，但应

重视地区的建筑经验，对一、二级建筑物还应采取综合分析方法，按下列因素取值。

- 一、软土的物理力学性质及其取样技术、试验方法等；
- 二、软土的形成条件，成层特点、均匀性，应力历史，地下水及其变化条件；
- 三、上部建筑的结构类型、刚度、对不均匀沉降的敏感性、荷载性质、大小和分布特征；
- 四、基础类型、尺寸、埋深、刚度等；
- 五、施工方法和程序以及加荷速率对软土性质的影响。

**第 5.2.2 条** 软土的承载力应按下列方法之一或多种方法，结合建筑等级和场地复杂程度以变形控制的原则，作出综合评价。

一、根据软土的现场鉴别和物理力学试验的统计指标；可按现行《建筑地基基础设计规范》(GBJ7—89)的有关承载力的附表 5—5 确定；

二、利用软土的  $c$ 、 $\varphi$  值的统计指标，可按现行《建筑地基基础设计规范》的有关公式计算；

三、利用静力触探及其他原位试验资料，应结合本地区经验确定；

四、对于缺乏建筑经验的地区和一级建筑物地基，宜以较大面积压板的载荷试验确定；

五、应用地区建筑经验，采取工程地质类比法确定。

**第 5.2.3 条** 软土地基的最终沉降量采用分层总和法乘以经验修正系数求得，或结合地区的建筑经验参照有关公式计算。

**第 5.2.4 条** 一级建筑物可采用软土的应力历史（前期固结压力）的沉降计算方法。

**第 5.2.5 条** 当地基沉降计算深度范围内有软弱下卧层时。应验算下卧层的强度，计算方法按现行《建筑地基基础设计规范》(GBJ7—89)的有关规定执行。

**第 5.2.6 条** 当设计采用的承载力接近承载力设计值时，应提出建筑施工的加荷速率和限额，以避免局部的塑性变形，甚至

整体的剪切破坏。

**第 5. 2. 7 条** 荷重差异较大的建筑物，宜先建重、高部分，后建轻、低部分。

**第 5. 2. 8 条** 应考虑上部结构和地基的共同作用，采取必要的建筑 and 结构措施、减少地基的不均匀沉降、防止建筑物因过大差异沉降导致严重开裂和损坏。

### 第三节 地基处理

**第 5. 3. 1 条** 对暗塘、暗浜、暗沟、坑穴古河道等的处理，可采用基础加深，基础梁跨越、换土垫层或短桩等方法。

**第 5. 3. 2 条** 对表层和浅层不均匀地基，可采用机械碾压。

**第 5. 3. 3 条** 浅层软土地基可采用换土垫层等方法处理。

**第 5. 3. 4 条** 厚层软土地基可采取堆载预压的方法处理。

预压方法可采用砂井或袋装砂井或塑料板排水堆载预压，当缺乏可作为堆载材料时，可采用真空预压。预压荷载宜略大于设计荷载，预压时间、分级和速率应根据建筑物的要求和对周围建筑物的影响。以及软土的固结情况而决定。

**第 5. 3. 5 条** 软土地基也可采取砂桩、碎石桩、石灰桩、灰土桩和水泥土旋喷桩处理，但桩的设计参数宜通过试验确定。

**第 5. 3. 6 条** 对荷载大，沉降限制严格的建筑物，宜采用桩基，可有效的减小沉降量和差异沉降。

## 第六章 地下水与基础施工

### 第一节 地下水评价

**第 6. 1. 1 条** 在软土地区进行工程勘察，应查明地下水的情况，为设计施工提供有关的参数和指标，并应提出控制地下水不良影响的方案及措施。

**第 6. 1. 2 条** 地下水对各类工程影响的评价，应符合下列要求：

一、对于地下水位以下的各类工程结构物，应评价地下水对混凝土及金属材料的腐蚀性；

二、应考虑和评价地下水对箱型基础以及其它结构物可能产生的浮托作用。特别要预测水位变化最大幅度范围内其上浮的可能性，如地下水抽降停止以后的水位回升可能引起的附加浮托力等；

三、由于工程施工降水或大量抽取地下水，在地下水位下降的影响范围内，应评价可能引起土体变形或大面积地面沉降及其对工程的危害；

四、在施工过程中可能产生水头压差，并存在下列情况时，应评价产生潜蚀，流砂，涌土的影响。

(1) 软土地层中粉性土或粉砂层的厚度大于 **25cm**；

(2) 颗粒级配不均匀系数小于 **5**；

(3) 土的含水量大于 **30%**；

(4) 土的孔隙率大于 **43%**；

(5) 土的颗粒组成中，粘粒含量小于 **10%**，粉粒含量大于

**75%**。

五、当基坑下部有承压水层时，应评价基坑开挖引起承压水水头压力冲毁基坑底板造成突涌的危害；

六、工程需要验算边坡稳定时，应考虑和评价地下水及其动水压力对于边坡稳定的不利影响。

**第6.1.3条** 根据各类岩土工程中地下水作用效应，应按设计施工的需要提供相应的水文地质资料及有关的参数与指标。

一、提供地下水对混凝土或金属材料腐蚀性指标；

二、提供地下水位，地下水流向，流速及其变化规律等资料，必要时提供地下水长期观测资料。提供评价地下水力学效应所引起浮托作用、沉降作用、稳定性分析等参数和指标；

三、需要进行施工降水的工程应提供透水层的厚度、埋藏深度及其补给条件以及各土层渗透系数资料。

## 第二节 基坑勘测

**第6.2.1条** 在软土地区基坑勘测，应注意开挖区由于土体应力场的变化和软土具有流变性质，引起土体的位移。如基底土的回弹、土坡土体的侧向位移与沉降等不良现象，提出相应措施以及有关参数，为基坑开挖的施工设计提供资料。

**第6.2.2条** 基坑开挖前必须查明影响范围内已有建筑物、地下结构物以及管道等设施的位置。并预测对周围环境的影响，提出必要的预防控制和监测等有效措施。

**第6.2.3条** 基坑勘测除提供一般土的物理力学指标外，尚应提供以下参数与指标：

一、提供不固结不排水抗剪强度指标，或十字板原位测试指标，验算边坡稳定性；

二、提供土的颗粒组成、颗粒级配曲线、不均匀系数等，评价流砂的影响；

三、提供土的回弹系数，计算基底土的回弹影响；

四、提供深部承压水头和孔隙水压力，评价基础底板突涌影响。

### 第三节 施工降水

**第 6. 3. 1 条** 基坑开挖，应进行地下水的疏干或降压。

**第 6. 3. 2 条** 排除及控制软土中地下水，可采取重力排水或集水坑、井点和深井等降水方法：

一、按地层透水性和需要降低水位的深度根据表 6. 3. 2 确定。

各类井点适用条件 表 6. 3. 2

井点类型	土层渗透系灵敏 (cm/s) 达西	降低水位深度 (m)
电 渗 法	1. $0 \times 10^{-4} \sim 5. 0 \times 10^{-6}$	根据选用的井点确定
单(多)层轻型井点	1. $0 \times 10^{-4} \sim 5. 0 \times 10^{-2}$	3~6 (6~12)
喷射井点	1. $0 \times 10^{-4} \sim 5. 0 \times 10^{-2}$	3~20
深井井点	5. $0 \times 10^{-2} \sim 2. 5 \times 10^{-1}$	>15

二、按不同的支护方法和从基坑内或基坑外的降水要求确定；

三、按保证相邻建筑物的完整和开挖区侧壁和底面的稳定性要求确定。

**第 6. 3. 3 条** 施工降水必须查明地基土中透水层范围和结构特征，地下水位变化规律，透水层的颗粒级配及渗透系数等，并应符合下列要求：

一、集水坑（井）排水，应收集基坑周围地层，大气降水资料，并查明透水层与周围地表水体的水力联系；

二、井点降水，应收集已有的透水层的资料，地区的经验数据资料。在缺乏资料的情况下，应进行专门的勘察工作：

(1) 勘探深度应低于基坑底板 5~10m，一般每个基坑应有一个抽水试验孔。当基坑面积较大（大于 2500m<sup>2</sup>）或渗透系数变化较大时，不应少于 2 个抽水试验孔；

(2) 抽水试验应采用单孔或多孔观测的方法进行。

三、深（管）井降水，当需要降低地下水头压力时，尚应进

行下列工作：

(1) 勘探深度，应按设计要求与水文地质条件确定；

(2) 应查明各含水层厚度、分布、水位变化特征，地层间的水力联系，以及有关的水文地质计算参数；

(3) 勘探应在基坑周围（降落漏斗范围内）进行，按照近密远疏的原则，每  $2500\text{m}^2$  有一个勘探点，抽水试验孔 1~2 个，并设置观测孔；

(4) 应验算由深（管）井降水引起的地面沉降量。

**第 6. 3. 4 条** 降水工程勘察后，分析与评价应符合下列要求：

一、确定主要降水（压）透水层（段）的埋藏条件、厚度、颗粒组成及渗透系数。降水引起的水文地质条件变化，对工程及邻近建筑物的影响；

二、对水位降到设计标高时，排水量的评价应包括以下内容：

(1) 透水层水文地质参数的确定；

(2) 降水透水层（段）厚度的划分；

(3) 上、下透水层及地表水体补给量等。

三、提出降水方案，必要时进行降水设计；

四、降水工程效果预报：

(1) 预报水位降深曲线；

(2) 预报达到给定降落曲线所需时间；

(3) 在条件许可时，应作出因降水而引起的地面沉降与降水结束后地面回弹的预报。

五、降水开挖工程设计时必须防止深处承压水压力引起的隆起。不透水层顶板的孔隙水压力应小于总应力的 **70%**，对较窄的基坑可适当放宽这种要求。必要时可用辅助井的方法来降低基坑以下承压水层的水头。

## 第七章 桩基工程勘察

**第 7. 0. 1 条** 软土中的桩基应选择软土中的夹砂或硬塑粘性土层以及其下的基岩层作为持力层。当处理杂填土、暗浜、暗塘等浅层地基，桩须置于软土中时，以桩侧摩阻力支承，不考虑桩端阻力。

**第 7. 0. 2 条** 桩基勘察内容应符合下列要求：

- 一、软土的分布范围、厚度、成因类型，埋藏条件及其物理力学性质，必要时尚需查明土层的应力历史；
- 二、软土中夹砂及可塑至硬塑粘性土层的分布及变化规律；
- 三、可供选择的持力层和下卧层的埋藏深度、厚度及其变化规律，同时必须查明其抗剪强度和压缩性；
- 四、提供判别地下水对桩基材料腐蚀的有关水文地质条件。
- 五、提供沉桩及其对周围环境影响的桩基施工条件。

**第 7. 0. 3 条** 桩基勘察的工作量布置应符合下列要求：

一、初步勘察阶段可按方格网布置勘探点。间距按表 **3. 3. 5** 确定，详细勘察阶段应根据建筑物的平面位置，将勘探点布置在柱列线上，对群桩基础应布置在建筑物的中心，角点和周边位置上，间距不大于 **30m**；

二、当相邻勘探点揭露的持力层面高差大于 **2m**，或土层性质变化较大时，宜适当加密，必要时尚应查明持力层厚度的变化；

三、初步勘察阶段应有 **1/4** 至 **1/3** 控制性钻孔。详细勘察阶段应有 **1/2** 控制性勘探孔。控制性钻孔位置应布置在有代表性的地段或布置在拟建建筑物中心和主要的剖面线上，其深度应达到压缩层计算深度；

四、当到达预计深度仍为软弱土层时，应有控制性勘探点适当加深。在预计勘探深度内遇一定厚度的坚硬土层或基岩即可终

止勘探。

**第7.0.4条** 勘探手段的选择应符合下列要求：

一、必须以回转钻进提取鉴别土样，宜用薄壁取土器采用Ⅰ级原状土样进行室内物理、力学试验；

二、应有静力触探原位测试手段相配合，测试孔布置原则与钻探孔相同，可部分单独布置或与钻探孔并列布置；

三、软土中夹粉性土和砂土地层宜采用标准贯入原位测试手段，并采取Ⅲ级土样测定其组成；

四、对于极软弱的土层，难以取得原状土时，应进行十字板原位测试，测得土的抗剪强度。

**第7.0.5条** 桩基工程勘察除做一般物理力学试验外，尚应进行以下的试验项目：

一、对桩侧各层土以及桩尖以下压缩层范围内的粘性土应进行三轴不固结不排水剪切试验，提供 $C_u$ 值，或进行无侧限抗压强度试验，提供 $q_u$ 值。

二、需查明土层的应力历史，并进行固结沉降计算时，应进行高压固结试验，提供 $P_c$ 、 $C_c$ 、 $C_s$ 值；需测算沉降速率时，尚应进行固结系数的测定，提供 $C_v$ 和 $C_b$ 值。

**第7.0.6条** 单桩承载力应以桩载试验成果为主。当基础承受水平荷载控制时，尚应进行桩的水平载荷试验；当基础受上拔荷载时，尚应进行拔桩试验。单桩承载力标准值可根据地区经验按土的埋深和指标进行估算见附录六之一，一级建筑物应同时有静力触探测试参数进行计算，用静力触探测试参数作预估单桩承载力的计算时，应结合本地区的经验，当无本地区经验时，可参照附录六之二进行计算。有经验地区尚可应用标准贯入的测试参数和土的试验指标综合确定。

**第7.0.7条** 桩基勘察评价内容应符合下列要求：

一、提出桩周各土层摩阻力和桩端土承载力，提出桩的类型、规格和桩入土深度的要求，预测或计算单桩承载力，必要时提出试桩方案及要求；

二、提出沉降计算参数和指标，有条件时宜进行桩基沉降的测算；

三、提出沉桩可能性的分析意见；

四、评价桩基施工对周围环境影响，并提出预防措施和监测方案。

**第 7. 0. 8 条** 当桩侧土层为超固结比小于 1 的欠固结土或在抽取地下水且有大量地面沉降的场地，以及周围有大量堆载时应考虑桩的负摩阻力。

## 第八章 强震区的场地和地基

**第 8.0.1 条** 抗震设防烈度等于或大于 7 度的强震地区。其建筑场地和地基，应按工程重要性、地质条件和设计要求进行评价和预测其可能发生的各种震害。

**第 8.0.2 条** 一级建筑，应调查在场区内及其周围有无断裂通过，是否是活动断裂，并应评价其对建筑物产生的影响。必要时，应对断裂带进行专门的勘察工作。

**第 8.0.3 条** 对场地进行稳定性评价，应根据工程需要，综合考虑地震活动，地质、地貌、土质、地下水埋藏和场地地震效应等条件，并应划分出对建筑物抗震有利的地段，不利的地段及危险的地段：

一、有利地段：地形平坦或地貌单一的平缓坡地和地层较均一、地下水埋藏较深，下伏基岩面较平缓、无断裂带通过的地段；

二、不利地段：多种地貌交接部位，断层河谷交叉处，河岸或边坡边缘处；地基持力层在平面上分布有软弱不均地段（如古河道、暗塘暗浜、半挖半填地段等）；存在较厚的可液化土层；有较大基岩断层带通过地段；地下水埋藏很浅而具有承压性地段；

三、危险地段：活动基岩断裂或发震断裂带地段；地震时可能发生滑坡、崩塌、地裂和地陷等地段。

**第 8.0.4 条** 场地类别应根据场地土的剪切波速和覆盖土层厚度判定，并按现行的《建筑抗震设计规范》(GBJ11—89) 执行。

**第 8.0.5 条** 地基土有饱和砂土或饱和粉性土层时，应按现行的《建筑抗震设计规范》(GBJ11—89) 有关规定进行地震液化势的判别，并确定其等级和程度。

**第 8.0.6 条** 场区的基本烈度为 7 度或大于 7 度时，对于

采用天然地基的建筑物，符合下列条件时应对其地震震陷进行分析计算：

一、一级建筑物和对沉降有严格要求的二级建筑物应进行专门的震陷分析计算；

二、对沉降无特殊要求的二级建筑物和对沉降敏感的三级建筑物当无条件进行专门的分析计算时，可按表 8. 0. 6 的参考值或根据地区经验确定。

二、三级建筑物地震震陷估算参考值 表 8. 0. 6

		基本烈度		
		7	8	9
地基土条件	震陷估算值 ( mm)			
	地基主要受力层深度内软土厚度 > 3m 地基土承载力标准值 ≤ 70kPa;	≤ 30	150	> 350

三、当地基土实际条件与表 8. 0. 6 中两项条件相比，只要有一项不符合时，应按实际条件变化的大小和建筑物性质和结构类型，适当地减小震陷值，当条件都不相符时，可不考虑震陷对建筑物的影响。

**第 8. 0. 7 条** 天然地基土的抗震承载力不得提高。

**第 8. 0. 8 条** 对特殊重大工程应提供地面峰值加速度和场地的卓越周期以及抗震设计中所需要的其他动参数。

中国软土主要分布地区工程地质区划特征

附表 1.1

区 别	海 陆 别	沉 积 相	土层 埋深 m	物 理 力 学 指 标 (平 均 值)													抗剪强度 (固快)		无侧限 抗压强度 q <sub>u</sub> Mpa
				天然含水量 ω	重力密度 γ	孔隙比 e	饱和度 s <sub>r</sub>	液限 ω <sub>L</sub>	塑限 ω <sub>p</sub>	塑性指数 I <sub>p</sub>	液性指数 I <sub>L</sub>	有机质含量	压 缩 系 数 (0.1~0.2) α	渗透系数 垂直方向 k	内摩擦角 φ	粘聚力 c			
				%	kN/m <sup>3</sup>		%	%	%			%	MPa <sup>-1</sup>	cm/s	度	Mpa			
I 北部地区	沿海	滨海	0—34	45	1.78	1.23	93	42	22	19	1.25	7.5	0.87	1.5×10 <sup>-7</sup>	10	0.015	0.035		
		三角洲	5—9	40	1.79	1.11	97	35	19	16	1.35		0.67						
II 中部地区	沿海	滨海	2—32	52	1.71	1.41	98	46	24	24			1.04	3.7×10 <sup>-8</sup>	10	0.015	0.021		
		泻湖	1—35	51	1.67	1.61	98	47	25	24	1.34	6.5	1.58	7.5×10 <sup>-8</sup>	12	0.05	0.054		
		溺谷	1—25	58	1.63	1.74	95	52	31	26	1.90	11	1.63	2×10 <sup>-7</sup>	16	0.09	0.020		
	内陆	三角洲	2—19	43	1.76	1.24	98	40	23	17	1.11		0.98	1.3×10 <sup>-8</sup>	17	0.006	0.038		
		高原湖泊		77	1.54	1.93		70		28	1.28	18.4	1.60		6	0.012			
		平原湖泊		47	1.74	1.31		43	23	19		9.9		2×10 <sup>-7</sup>					
III 南方地区	沿海	滨海	0—9	61	1.63	1.65	95	53	27	26	1.94		1.30		11	0.010			
		三角洲	1—10	66	1.58	1.67		54	37	24			1.18						

## 附录二 勘察报告的基本内容和要求

### 一、文字部分：

1. 工程概况、任务要求、勘察阶段及勘察工作概况；
2. 场地位置、地形地貌、地质构造、不良地质现象、地层成层条件、岩土的物理力学性质及建筑经验等；
3. 场地的稳定性和适宜性、岩土的均匀性和标准承载力，地下水的影响，土的最大冻结深度，地震基本烈度以及由于工程建设可能引起的工程地质问题等等，有针对性的提出适宜的基础形式和有关的计算参数及施工中应注意的事项。

### 二、图表部分：

1. 勘探点平面布置图；
2. 综合工程地质图或工程地质分区图；
3. 工程地质剖面图；
4. 地质柱状图或综合地质柱状图；
5. 有关测试图表等。

注：对地质条件简单和勘察工作量小的工程，勘察报告可采用图表形式，并附必要的文字说明。

### 附录三 岩土物理力学性质指标统计的要求

岩土的物理力学性质指标，应按地貌单元、地层层位、成因类型和堆积时代作分区分层的统计，当同区同层土的指标差别很大时，应进一步划分土质单元进行统计，当土层较薄且与上下土层性质相似时，可合并进行统计。

一般情况下，在可行性勘察和初步勘察阶段，可采取除掉最大值和最小值的各**10%**后的范围值。在详细勘察和施工勘察阶段，可采取以下几种统计方法：

- 一、算术平均值或中值；
- 二、按指标性质不同可采取最大平均值（如含水量等）或最小平均值（如重力密度等）；
- 三、按使用和计算公式的具体要求进行概率统计。

## 附录四 试样质量等级的选择

### 一、根据土样被扰动程度进行质量分级

土样的质量分级 附表 4.1

质量级别	可供试验项目
I	土类定名、含水量、重力密度、强度参数、变形参数
II	土类定名、含水量、重力密度
III	土类定名、含水量
IV	土类定名

### 二、根据取样方法与工具对所取土样进行质量分级

取土的质量分级 附表 4.2

质量级别	取样方法与工具
I	薄壁土器
I~II	薄壁取土器及回转取土器
III~IV	厚壁取土器岩芯钻头
IV	标准贯入器空心螺纹提土器

### 三、为保证取土质量，宜采用薄壁取土器，其技术参数如下

薄壁取土器的技术参数 附表 4.3

技术参数			
面积比	≤10%	内间隙比	0.5~1.0
外间隙比	0	刃口角度	5°~10°
长度 (mm)	10~15 倍内径	外径 (mm)	75~100
内壁光洁度	Δ5~Δ6		

## 附录五 土粒相对密度和泊松比的经验值

土粒相对密度经验值

附表 5.1

塑性指数 $I_p$	土粒相对密度	塑性指数 $I_p$	土粒相对密度
$I_p < 6$	2.69	$I_p = 17.1 \sim 20$	2.73
$I_p = 6.1 \sim 10$	2.70	$I_p = 20.1 \sim 24$	2.74
$I_p = 10.1 \sim 14$	2.71	$I_p > 24$	2.75
$I_p = 14.1 \sim 17$	2.72		

注：本表不适用于有机质含量大于 10% 的土。

泊松比  $\nu$  值

附表 5.2

土类	$\nu$
粉土	0.3
粉质粘土	0.35
粘土	0.42

## 附录六 单桩竖向承载力的经验公式

一、按土的埋深和指标计算的经验公式

$$R_k = q_p A_p + U_p \sum q_s L_i$$

式中  $R_k$  —— 单桩的竖向承载力标准值 (kN);

$q_p$  —— 桩端土的承载力标准值 (kPa);

$A_p$  —— 桩身的横截面面积 (m<sup>2</sup>);

$U_p$  —— 桩身周边长度 (m);

$q_s$  —— 桩周土的摩擦力标准值 (kPa);

$L_i$  —— 按土层划分的各段桩长 (m)。

桩周土摩擦力标准值  $q_s$  及桩端土承载力标准值  $q_p$  见附表 6.1 和附表 6.2。

单桩竖向承载力经验公式中  $q_s$  与  $q_p$  值 附表 6.1

土层名称	土层埋深 (m)	土的物理状态	上海地区		天津地区	
			$q_s$ (kPa)	$q_s$ (kPa)	$q_s$ (kPa)	$q_s$ (kPa)
古河漫滩新近沉积土					按粘性土或粉土取 $q_s$ 后乘以 0.8 的折减系数	
淤泥					5~10	
褐黄色表土层	0~4		7			
淤泥质粘土 (或淤泥质粉质粘土)	4~15	$I_L > 1$	7~15	100~250	10~15	
	15~25		15~20	250~500		

续表

土 层 名 称	土层埋深 (m)	土的物理状态	上 海 地 区		天 津 地 区	
			$q_s$ (kPa)	$c_s$ (kPa)	$q_s$ (kPa)	$c_s$ (kPa)
粘性土	3~15	$I_L \geq 1$			12~17	200~300
		$0.75 < I_L < 1$			12~26	200~300
		$0.5 < I_L \leq 0.75$			18~36	500~1100
		$0.25 < I_L \leq 0.5$			27~42	700~2100
		$0 < I_L \leq 0.25$			33~44	1400~2400
	15~30	$\geq 1$	15~20	250~500	17~20	350~500
		$0.75 < I_L < 1$	17~30	500~1000	18~31	500~1000
		$0.5 < I_L \leq 0.75$	30~40	700~1300	26~41	800~1400
		$0.25 < I_L \leq 0.5$	30~50	900~1800	36~48	1100~2500
		$0 < I_L \leq 0.25$			42~49	2100~2900
30~55	$0.75 < I_L \leq 1$	27~35	1000~1500			
粉 土	3~15	$0.9 < e \leq 1.0$	10~20	250~500	13~20	250~600
		$0.8 < e \leq 0.9$	15~25	500~1000	17~24	500~1000
		$0.7 < e \leq 0.8$			23~32	900~1400
		$e \leq 0.7$			31~38	1200~1800
	15~30	$0.9 < e \leq 1.0$	17~25	500~1000	20~24	600~800
		$0.8 < e \leq 0.9$	20~30	1000~1500	24~30	1000~1300
		$0.7 < e \leq 0.8$	25~35	1000~1700	32~38	1400~1800
		$e \leq 0.7$			38~44	1800~2200
	30~45	$0.7 < e \leq 0.9$	35~50	2000~3000		
	粉 细 砂	3~15	稍 密	20~30	1000~1500	18~24
中 密					25~34	1100~1900
密 实						1300~2100

续表

土层名称	土层埋深 (m)	土的物理状态	上海地区		天津地区	
			$q_s$ (kPa)	$q_p$ (kPa)	$q_s$ (kPa)	$q_p$ (kPa)
粉、细砂	15~30	稍密	22~32	1200~1700	24~28	
		中密	32~40	1600~2300	34~40	1400~2300
		密实	35~45	1800~2600		1600~2600
	30~50	中密	40~50	2400~3000		
		密实	45~60	2800~4000		
中砂	3~15	中密			30~39	1800~2500
		密实				2100~2700
	15~30	中密			39~45	2500~3000
		密实				2700~3000
细、中、粗砂	70~100	密实	55~60	4000~5000		

注：本表适用于 7~60m 的钢筋混凝土预制桩。

灌注桩桩周土摩阻力  $q_s$  与桩端土承载力  $q_p$  值 附表 6.2

土层名称	土层埋深 (m)	$q_s$ (kPa)	$q_p$ (kPa)
褐黄色粘性土	0~4	7	
灰色粘质粘土	4~15	7~15	
灰色砂质粉土	4~15	12~20	300~400
灰色粉砂	4~15	15~22	350~450
灰色淤泥质粉质粘土	4~15	7~12	75~150
灰色粘质粉土	15~25	12~17	125~175
灰色砂质粉土	15~23	15~22	400~500
粉砂	23~32	17~27	500~600
灰色淤泥质粘土	15~35	15~20	125~275

续表

土层名称	土层埋深 (m)	$q_s$ (kPa)	$q_p$ (kPa)
灰色粘性土	20~35	17~22	175~325
灰色砂质粉土	20~35	20~25	600~750
灰色粉砂	20~35	30~40	750~1000
灰黑色粘性土	25~40	20~25	225~375
暗绿、褐黄色粘性土	22~26	25~30	375~500
	26~30	30~40	500~600
草黄色砂质粉土	30~45	30~40	750~1000
草黄、青灰色粉砂	35~50	35~45	1000~1500
灰色粉质粘土夹粉砂	40~55	25~30	500~750
灰色粉质粘土与粉砂互层	50~65	27~35	750~100
灰色细、中、粗砂	70~100	40~50	1250~1750

二、按静力触探  $P_{sb}$  值计算的经验公式

$$R_k = \frac{1}{k} (ab \cdot P_{sb} \cdot A_p U_p \sum f_i L_i)$$

式中  $ab$ —桩端阻力修正系数；

$P_{sb}$ ——桩端附近的静力触探比贯入阻力平均值 (kPa)；

$f_i$ ——用静力触探比贯入阻力估算的桩周各层土的极限摩阻力 (kPa)

其他符号同前。

桩端阻力修正系数  $ab$  值

附表 6.3

桩长 $L$ (m)	$L \leq 7$	$7 < L \leq 30$	$L > 30$
$ab$	2/3	5/6	1

1. 桩端附近的静力触探比贯入阻力平均值  $P_{sb}$  按下列公式计算：

$$\text{当 } P_{sb1} \leq P_{sb2} \text{ 时, } P_{sb} = \frac{P_{sb1} + P_{sb2} \cdot \beta}{2}$$

$$\text{当 } P_{sb1} > P_{sb2} \text{ 时, } P_{sb} = P_{sb2}$$

式中  $P_{sb1}$ ——桩端全断面以上 8 倍桩径范围内的比贯入阻力平均值 (kPa)；

$P_{sb2}$ ——桩端全断面以下 4 倍桩径范围内的比贯入阻力平均值 (kPa)。

折减系数  $\beta$  值

附表 6.4

$P_{sb2}/P_{sb1}$	<5	5~10	10~15	>15
$\beta$	1	5/6	2/3	1/2

2. 桩周各层土的极限摩阻力  $f_i$  的取值：

(1) 地表下 6m 范围内的浅层土，一般取  $f_i=15$  (kPa)

(2) 粘性土：当  $P_s \leq 1000\text{kPa}$  时， $f_i = \frac{P_s}{20}$  (kPa)

当  $P_s > 1000\text{kPa}$  时， $f_i = 0.025P_s + 25$  (kPa)

(3) 粉性土及砂性土： $f_i = \frac{P_s}{50}$  (kPa)

式中  $P_s$ ——桩身所穿越土层的比贯入阻力平均值 (kPa)。

3. 用静力触探资料估算的桩端极限阻力值不宜超过 8000kPa，桩侧极限摩阻力值不宜超过 100kPa。对于比贯入阻力 ( $P_s$ ) 值为 2500~6500kPa 浅层粉土及稍密的砂土，估算桩端阻力和桩侧摩阻力时应慎重。

## 附录七 规范用词说明

一、为便于在执行本规范条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1. 表示很严格，非这样作不可的用词：  
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作的用词：  
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作的用词：  
正面词采用“宜”或“可”；  
反面词采用“不宜”。

二、条文中指明必须按其他有关标准执行的写法为，“应按……执行”或“应符合……的要求（或规定）”。非必须按所指定的标准执行的写法为，“可参照……的要求（或规定）”。

## 附加说明 本规范主编单位、参加单位和 主要起草人名单

**主编单位：**中国建筑科学研究院

**参加单位：**上海勘察院

天津市规划设计管理局

天津市勘察院

**主要起草人：**翟礼生 莫群欢 翁鹿年 费仲良 邓红灯 陆莲美

杨石红 顾国荣 石曾传 焦景有 李姗林