

JIANZHUDIJI JICHU SHEJI
JISUAN SHILI

建筑地基基础设计 计算实例

于景杰 俞宾辉 栾焕强 编著

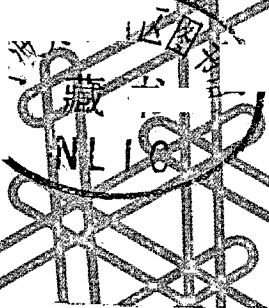
中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn
知识产权出版社
www.cnipr.com



JIANZHUDIJI JICHU SHEJI
JISUAN SHILI

建筑地基基础设计 计算实例

于景杰 俞宾辉 栾焕强 编著



NL1163

水利部南京水利科学研究所图书馆藏

NLIC2970376498

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



知识产权出版社
www.cnipr.com



内容提要

本书共分六章,包括地基工程,基础工程,地基处理,基坑支护,挡土墙,以及场地、地基和基础抗震等内容。书中附有地基基础设计计算实例共计 86 例。

本书理论联系实际,力求精选内容,简明扼要,简化推导。每章均附有各类计算例题,以加深对内容的理解和掌握,充分体现了“应用性、实用性、综合性、先进性”的原则,较全面、系统地介绍了地基基础工程设计的有关内容。

本书是广大建筑工程技术人员解决工程实际问题的工具书,可供从事建筑工程设计、施工、监理和质量监督等有关工程技术人员参考查阅;也可作为高等院校土木工程专业师生的教学用书以及学习和毕业设计参考书;还可作为注册岩土工程师、注册结构工程师的专业考试复习用书。

选题策划: 阳 森 张宝林 E-mail: yangsanshui@vip.sina.com; z_baolin@263.net

责任编辑: 阳 森 张宝林

文字编辑: 张 冰

图书在版编目(CIP)数据

建筑地基基础设计计算实例/于景杰,俞宾辉,栾焕强编著. —北京:中国水利水电出版社:知识产权出版社, 2008

ISBN 978-7-5084-5922-6

I. 建… II. ①于…②俞…③栾… III. ①地基—基础(工程)—建筑设计②地基—基础(工程)—工程计算 IV. TU47

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 150664 号

建筑地基基础设计计算实例

于景杰 俞宾辉 栾焕强 编著

中国水利水电出版社 出版发行(北京市西城区三里河路 6 号;电话:010-68367658)
知识产权出版社 北京市海淀区马甸南村 1 号;电话:010-82005070)

北京科水图书销售中心零售(电话:010-88383994、63202643)

全国各地新华书店和相关出版物销售网点经售

中国水利水电出版社微机排版中心排版

北京市兴怀印刷厂印刷

140mm×203mm 32 开本 12.375 印张 333 千字

2008 年 11 月第 1 版 2008 年 11 月第 1 次印刷

印数:0001—4000 册

定价:28.00 元

版权所有·侵权必究

如有印装质量问题,可由中国水利水电出版社营销中心调换
(邮政编码 100044,电子邮件:sales@waterpub.com.cn)

前言

地基基础工程是建筑工程的重要组成部分，工程技术复杂，难度大，工期长。建筑技术领域新技术、新材料和新工艺的不断发展，促使许多新的设计规范、技术规程及有关技术规定相继发布实施。为了能够在地基基础工程设计中更好地应用新规程、新规范，推广新技术，解决工程设计中的问题，提高设计和施工质量，作者编写了本书，以满足建筑工程设计与施工实践的需要。

本书根据《建筑地基基础设计规范》(GB50007—2002)、《建筑地基处理技术规范》(JGJ79—2002)、《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120—99)、《建筑边坡工程技术规范》(GB50330—2002)和《建筑抗震设计规范》(GB50011—2001)等规程、规范编写。

全书共分六章，包括地基工程，基础工程，地基处理，基坑支护，挡土墙，以及场地、地基和基础抗震等内容。书中附有地基基础设计计算实例共计 86 例：其中地基工程 18 例，基础工程 12 例，地基处理 27 例，基坑支护 15 例，挡土墙 7 例，场地、地基和基础抗震 7 例。

本书在编写过程中注重理论联系实际，力求精选内容，简明扼要，简化推导。每章均附有各

类计算例题，以加深对内容的理解和掌握，充分体现了“应用性、实用性、综合性、先进性”的原则，较全面、系统地介绍了地基基础工程设计的有关内容，是广大建筑工程技术人员解决工程实际问题的工具书。本书可供从事建筑工程设计、施工、监理和质量监督等有关工程技术人员参考查阅；也可作为高等院校土木工程专业师生的教学用书以及学习和毕业设计参考书；还可作为注册岩土工程师、注册结构工程师的专业考试复习用书。

本书第一章和第二章由俞宾辉编写；第三章、第四章和第六章由于景杰编写；第五章由栾焕强编写。

由于作者水平及能力所限，书中不足之处在所难免，恳请各位读者批评指正。

作者

2008年6月

目 录

前言

第一章 地基工程..... 1

第一节 基本规定 / 1

第二节 地基岩土的分类及工程特性指标 / 5

第三节 地基计算 / 15

第四节 软弱地基 / 74

第二章 基础工程 84

第一节 无筋扩展基础 / 84

第二节 扩展基础 / 91

第三节 钢筋混凝土梁板基础的简化计算 / 128

第四节 桩基础设计的内容和原则 / 133

第五节 桩基础的计算与构造 / 136

第三章 地基处理..... 166

第一节 基本规定 / 166

第二节 换填垫层法 / 169

第三节 预压法 / 179

第四节 强夯法和强夯置换法 / 193

第五节 振冲法 / 197

第六节 砂石桩法 / 202

第七节 水泥粉煤灰碎石桩法 / 208

第八节 夯实水泥土桩法 / 216

第九节 水泥土搅拌法 / 219

第十节	高压喷射注浆法 / 229	
第十一节	石灰桩法 / 232	
第十二节	灰土挤密桩法和土挤密桩法 / 234	
第十三节	柱锤冲扩桩法 / 239	
第四章	基坑支护	242
第一节	基本规定 / 242	
第二节	排桩、地下连续墙 / 254	
第三节	水泥土墙 / 283	
第四节	土钉墙 / 291	
第五节	地下水控制 / 299	
第五章	挡土墙	314
第一节	基本规定 / 314	
第二节	边坡支护结构上的侧向岩土压力 / 323	
第三节	重力式挡土墙 / 335	
第四节	悬臂式挡土墙 / 344	
第五节	扶壁式挡土墙 / 358	
第六章	场地、地基和基础抗震	365
第一节	抗震设计的基本要求 / 365	
第二节	场地、地基和基础 / 366	
参考文献		388

第一章 地基工程

第一节 基本规定

一、地基基础设计等级及相关规定

根据地基复杂程度、建筑物规模和功能特征以及由于地基问题可能造成建筑物破坏或影响正常使用的程度，可将地基基础设计分为三个设计等级，设计时应根据具体情况，按表 1-1 选用。

表 1-1 地基基础设计等级

设计等级	建筑 and 地基类型
甲级	(1) 重要的工业与民用建筑物。 (2) 30 层以上大的高层建筑。 (3) 体型复杂，层数相差超过 10 层的高低层连成一体建筑物。 (4) 大面积的多层地下建筑物（如地下车库、商场和运动场等）。 (5) 对地基变形有特殊要求的建筑物。 (6) 复杂地质条件下的坡上建筑物（包括高边坡）。 (7) 对原有工程影响较大的新建建筑物。 (8) 场地和地基条件复杂的一般建筑物。 (9) 位于复杂地质条件及软土地区的 2 层及 2 层以上地下室的基坑工程
乙级	除甲级、丙级以外的工业与民用建筑物
丙级	(1) 场地和地基条件简单、荷载分布均匀的 7 层及 7 层以下民用建筑及一般工业建筑物。 (2) 次要的轻型建筑物

根据建筑物地基基础设计等级及长期荷载作用下地基变形对上部结构的影响程度，地基基础设计应符合以下规定：

(1) 所有建筑物的地基计算均应满足承载力计算的有关规定。

(2) 设计等级为甲级、乙级的建筑物，均应按地基变形设计。

(3) 在表 1-2 所列范围内，设计等级为丙级的建筑物可不作变形验算，如有下列情况之一时，仍应作变形验算：

1) 地基承载力特征值小于 130kPa，且体型复杂的建筑。

2) 在基础上及其附近有地面堆载或相邻基础荷载差异较大，可能引起地基产生过大的不均匀沉降时。

表 1-2 可不作地基变形计算设计等级为丙级的建筑物范围

地基主要受力层情况	地基承载力特征值 f_{ak} (kPa)		$60 \leq f_{ak}$ < 80	$80 \leq f_{ak}$ < 100	$100 \leq f_{ak}$ < 130	$130 \leq f_{ak}$ < 160	$160 \leq f_{ak}$ < 200	$200 \leq f_{ak}$ < 300	
	各土层坡度 (%)		≤ 5	≤ 5	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	
建筑类型	砌体承重结构、框架结构 (层数)		≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 6	≤ 6	≤ 7	
	单层排架结构 (6m 柱距)	单跨	吊车额定起重量 (t)	5~10	10~15	15~20	20~30	30~50	50~100
			厂房跨度 (m)	≤ 12	≤ 18	≤ 24	≤ 30	≤ 30	≤ 30
		多跨	吊车额定起重量 (t)	3~5	5~10	10~15	15~20	20~30	30~75
			厂房跨度 (m)	≤ 12	≤ 18	≤ 24	≤ 30	≤ 30	≤ 30
	烟囱	高度 (m)	≤ 30	≤ 40	≤ 50	≤ 75		≤ 100	
	水塔	高度 (m)	≤ 15	≤ 20	≤ 30	≤ 30		≤ 30	
		容积 (m ³)	≤ 50	50~100	100~200	200~300	300~500	500~1000	

- 注 1. 地基主要受力层系指条形基础底面下深度为 $3b$ (b 为基础底面宽度)，独立基础下为 $1.5b$ ，且厚度均不小于 5m 的范围 (2 层以下一般的民用建筑除外)。
2. 地基主要受力层中如有承载力特征值小于 130kPa 的土层时，表中砌体承重结构的设计，应符合本章第四节的有关要求。
3. 表中砌体承重结构和框架结构均指民用建筑，对于工业建筑可按厂房高度、荷载情况折合成与其相当的民用建筑层数。
4. 表中吊车额定起重量、烟囱高度和水塔容积的数值系指最大值。

- 3) 软弱地基上的建筑物存在偏心荷载时。
- 4) 相邻建筑距离过近, 可能发生倾斜时。
- 5) 地基内有厚度较大或厚薄不均的填土, 其自重固结未完成时。

(4) 对经常受水平荷载作用的高层建筑、高耸结构和挡土墙等, 以及建造在斜坡上或边坡附近的建筑物和构筑物, 尚应验算其稳定性。

(5) 基坑工程应进行稳定性验算。

(6) 当地下水埋藏较浅, 建筑地下室或地下构筑物存在上浮问题时, 尚应进行抗浮验算。

二、岩土工程勘察的相关规定

地基基础设计前, 应进行岩土工程勘察, 并应符合以下规定:

(1) 岩土工程勘察报告应提供下列资料:

- 1) 有无影响建筑场地稳定性的不良地质条件及其危害程度。
- 2) 建筑物范围内的地层结构及其均匀性, 以及各岩土层的物理力学性质。

3) 地下水埋藏情况、类型和水位变化幅度及规律, 以及对建筑材料的腐蚀性。

4) 在抗震设防区应划分场地土类型和场地类别, 并对饱和砂土及粉土进行液化判别。

5) 对可供采用的地基基础设计方案进行论证分析, 提出经济合理的设计方案建议; 提供与设计要求相对应的地基承载力及变形计算参数, 并对设计与施工应注意的问题提出建议。

6) 当工程需要时, 尚应提供以下资料:

a. 深基坑开挖的边坡稳定计算和支护设计所需的岩土技术参数, 论证其对周围已有建筑物和地下设施的影响。

b. 基坑施工降水的有关技术参数及施工降水方法的建议。

c. 提供用于计算地下水浮力的设计水位。

(2) 地基评价宜采用钻探取样、室内土工试验、触探并结合

其他原位测试方法进行。设计等级为甲级的建筑物应提供载荷试验指标、抗剪强度指标、变形参数指标和触探资料；设计等级为乙级的建筑物应提供抗剪强度指标、变形参数指标和触探资料；设计等级为丙级的建筑物应提供触探及必要的钻探和土工试验资料。

(3) 建筑物地基均应进行施工验槽。如地基条件与原勘察报告不符，应进行施工勘察。

三、荷载效应最不利组合与相应的抗力限值的相关规定

地基基础设计时，所采用的荷载效应最不利组合与相应的抗力限值应符合以下规定：

(1) 按地基承载力确定基础底面积及埋置深度或按单桩承载力确定桩数时，传至基础或承台底面上的荷载效应应按正常使用极限状态下荷载效应的标准组合。相应的抗力应采用地基承载力特征值或单桩承载力特征值。

(2) 计算地基变形时，传至基础底面上的荷载效应应按正常使用极限状态下荷载效应的准永久组合，不应计入风荷载和地震作用。相应的限值应为地基变形允许值。

(3) 计算挡土墙土压力、地基或斜坡稳定及滑坡推力时，荷载效应应按承载能力极限状态下荷载效应的基本组合，但其分项系数均为 1.0。

(4) 在确定基础或桩台高度、支挡结构截面，计算基础或支挡结构内力，以及确定配筋和验算材料强度时，上部结构传来的荷载效应组合和相应的基底反力，应按承载能力极限状态下荷载效应的基本组合，采用相应的分项系数。

当需要验算基础裂缝宽度时，应按正常使用极限状态荷载效应标准组合。

(5) 基础设计安全等级、结构设计使用年限和结构重要性系数应按有关规范的规定采用，但结构重要性系数 γ_0 不应小于 1.0。

正常使用极限状态下，荷载效应的标准组合值 S_k 应用下式

表示:

$$S_k = S_{Gk} + S_{Q1k} + \psi_{c2} S_{Q2k} + \cdots + \psi_{cn} S_{Qnk} \quad (1-1)$$

式中: S_{Gk} 为按永久荷载标准值 G_k 计算的荷载效应值; S_{Qik} 为按可变荷载标准值 Q_{ik} 计算的荷载效应值; ψ_{ci} 为可变荷载 Q_i 的组合值系数, 按现行《建筑结构荷载规范》(GB50009—2001) 的规定取值。

荷载效应的准永久组合值 S_k 应用下式表示:

$$S_k = S_{Gk} + \psi_{q1} S_{Q1k} + \psi_{q2} S_{Q2k} + \cdots + \psi_{qn} S_{Qnk} \quad (1-2)$$

式中: ψ_{qi} 为准永久值系数, 按现行《建筑结构荷载规范》(GB50009—2001) 的规定取值。

承载力极限状态下, 由可变荷载效应控制的基本组合设计值 S , 应用下式表示:

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \gamma_{Q1} S_{Q1k} + \gamma_{Q2} \psi_{c2} S_{Q2k} + \cdots + \gamma_{Qn} \psi_{cn} S_{Qnk} \quad (1-3)$$

式中: γ_G 为永久荷载的分项系数, 按现行《建筑结构荷载规范》(GB50009—2001) 的规定取值; γ_{Qi} 为第 i 个可变荷载的分项系数, 按现行《建筑结构荷载规范》(GB50009—2001) 的规定取值。

对由永久荷载效应控制的基本组合, 也可采用简化规则, 荷载效应基本组合的设计值 S 按下式确定:

$$S = 1.35 S_k \leq R \quad (1-4)$$

式中: R 为结构构件抗力的设计值, 按有关建筑结构设计规范的规定确定; S_k 为荷载效应的标准组合值。

第二节 地基岩土的分类及工程特性指标

一、岩土的分类

作为建筑地基的岩土, 可分为岩石、碎石土、砂土、黏性土、粉土和人工填土。

(一) 岩石

岩石应为颗粒间牢固联结, 呈整体或具有节理裂隙的岩体。

作为建筑物地基，除应确定岩石的地质名称外，尚应按以下要求划分其坚硬程度和完整程度。

岩石的坚硬程度应根据岩块的饱和单轴抗压强度 f_{rk} 按表 1-3 分为坚硬岩、较硬岩、较软岩、软岩和极软岩。当缺乏饱和单轴抗压强度资料或不能进行该项试验时，可在现场通过观察定性划分。岩石坚硬程度的定性划分应符合表 1-4 的规定。岩石的风化程度可分为未风化、微风化、中风化、强风化和全风化。

表 1-3

岩石坚硬程度的划分

单位：MPa

坚硬程度类别	坚硬岩	较硬岩	较软岩	软岩	极软岩
饱和单轴抗压强度标准值 f_{rk}	$f_{rk} > 60$	$60 \geq f_{rk} > 30$	$30 \geq f_{rk} > 15$	$15 \geq f_{rk} > 5$	$f_{rk} \leq 5$

表 1-4

岩石坚硬程度的定性划分

名 称	定 性 鉴 定	代 表 性 岩 石
硬 质 岩	坚硬岩 锤击声清脆，有回弹，震手，难击碎； 基本无吸水反应	未风化～微风化的花岗岩、闪长岩、辉绿岩、玄武岩、安山岩、片麻岩、石英岩、硅质砾岩、石英砂岩和硅质石灰岩等
	较硬岩 锤击声较清脆，有轻微回弹，稍震手，较难击碎； 有轻微吸水反应	(1) 微风化的坚硬岩。 (2) 未风化～微风化的大理岩、板岩、石灰岩和钙质砂岩等
软 质 岩	较软岩 锤击声不清脆，无回弹，较易击碎； 指甲可刻出印痕	(1) 中风化的坚硬岩和较硬岩。 (2) 未风化～微风化的凝灰岩、千枚岩、砂质泥岩和泥灰岩等
	软岩 锤击声哑，无回弹，有凹痕易击碎； 浸水后可捏成团	(1) 强风化的坚硬岩和较硬岩。 (2) 中风化的较软岩。 (3) 未风化～微风化的泥质砂岩和泥岩等
极软岩	锤击声哑，无回弹，有较深凹痕，手可捏碎； 浸水后可捏成团	(1) 风化的软岩。 (2) 全风化的各种岩石。 (3) 各种半成岩

岩体完整程度应按表 1-5 划分为完整、较完整、较破碎、破碎和极破碎。当缺乏试验数据时，可按表 1-6 的规定执行。

表 1-5 岩体完整程度划分

完整程度等级	完整	较完整	较破碎	破碎	极破碎
完整性指数	>0.75	$0.75 \sim 0.55$	$0.55 \sim 0.35$	$0.35 \sim 0.15$	<0.15

注 完整性指数为岩体纵波波速与岩块纵波波速之比的平方。选定岩体、岩块测定波速时应有代表性。

表 1-6 缺乏试验数据时岩体完整程度的划分

完整程度等级	结构面组数	控制性结构面平均间距 (m)	代表性结构类型
完整	1~2	>1.0	整状结构
较完整	2~3	$0.4 \sim 1.0$	块状结构
较破碎	>3	$0.2 \sim 0.4$	镶嵌状结构
破碎	>3	<0.2	碎裂状结构
极破碎	无序	—	散体状结构

(二) 碎石土

碎石土为粒径大于 2mm 的颗粒含量超过全重 50% 的土。碎石土可按表 1-7 分为漂石、块石、卵石、碎石、圆砾和角砾。

表 1-7 碎石土的分类

土的名称	颗粒形状	粒 组 含 量
漂石	圆形及亚圆形为主	粒径大于 200mm 的颗粒含量超过 50%
块石	棱角形为主	
卵石	圆形及亚圆形为主	粒径大于 20mm 的颗粒含量超过 50%
碎石	棱角形为主	
圆砾	圆形及亚圆形为主	粒径大于 2mm 的颗粒含量超过 50%
角砾	棱角形为主	

注 分类时应根据粒组含量栏从上到下以最先符合者确定。

碎石土的密实度，可按表 1-8 分为松散、稍密、中密和密实。

表 1-8 碎石土的密实度

重型圆锥动力触探 锤击数 $N_{63.5}$	密实度	重型圆锥动力触探 锤击数 $N_{63.5}$	密实度
$N_{63.5} \leq 5$	松散	$10 < N_{63.5} \leq 20$	中密
$5 < N_{63.5} \leq 10$	稍密	$N_{63.5} > 20$	密实

注 1. 本表适用于平均粒径不大于 50mm 且最大粒径不超过 100mm 的卵石、碎石、圆砾和角砾。对于平均粒径大于 50mm 或最大粒径大于 100mm 的碎石土，可按表 1-9 鉴别其密实度。

2. 表内 $N_{63.5}$ 为经综合修正后的平均值。

表 1-9 碎石土密实度野外鉴别方法

密实度	骨架颗粒含量和排列	可挖性	可钻性
密实	骨架颗粒含量大于总重的 70%，呈交错排列，连续接触	锹镐挖掘困难，用撬棍方能松动，井壁一般较稳定	钻进极困难，冲击钻探时，钻杆、吊锤跳动剧烈，孔壁较稳定
中密	骨架颗粒含量等于总重的 60%~70%，呈交错排列，大部分接触	锹镐可挖掘，井壁有掉块现象，从井壁取出大颗粒处，能保持颗粒凹面形状	钻进较困难，冲击钻探时，钻杆、吊锤跳动不剧烈，孔壁有坍塌现象
稍密	骨架颗粒含量等于总重的 55%~60%，排列混乱，大部分不接触	锹可以挖掘，井壁易坍塌，从井壁取出大颗粒后，砂土立即坍落	钻进较容易，冲击钻探时，钻杆稍有跳动，孔壁易坍塌
松散	骨架颗粒含量小于总重的 55%，排列十分混乱，绝大部分不接触	锹易挖掘，井壁极易坍塌	钻进很容易，冲击钻探时，钻杆无跳动，孔壁极易坍塌

注 1. 骨架颗粒系指与表 1-7 相对应粒径的颗粒。

2. 碎石土的密实度应按表列各项要求综合确定。

(三) 砂土

砂土为粒径大于 2mm 的颗粒含量不超过全重 50%、粒径大于 0.075mm 的颗粒超过全重 50% 的土。砂土可按表 1-10 分为砾砂、粗砂、中砂、细砂和粉砂。

表 1-10 砂 土 的 分 类

土的名称	粒 组 含 量
砾 砂	粒径大于 2mm 的颗粒含量占全重 25%~50%
粗 砂	粒径大于 0.5mm 的颗粒含量超过全重 50%
中 砂	粒径大于 0.25mm 的颗粒含量超过全重 50%
细 砂	粒径大于 0.075mm 的颗粒含量超过全重 85%
粉 砂	粒径大于 0.075mm 的颗粒含量超过全重 50%

注 分类时应根据粒组含量栏从上到下以最先符合者确定。

砂土的密实度,可按表 1-11 分为松散、稍密、中密和密实。

表 1-11 砂 土 的 密 实 度

标准贯入试验锤击数 N	密实度	标准贯入试验锤击数 N	密实度
$N \leq 10$	松散	$15 < N \leq 30$	中密
$10 < N \leq 15$	稍密	$N > 30$	密实

注 当用静力触探头阻力判定砂土的密实度时,可根据当地经验确定。

(四) 黏性土

黏性土为塑性指数 $I_p > 10$ 的土,可按表 1-12 分为黏土、粉质黏土。

表 1-12 黏 性 土 的 分 类

塑性指数 I_p	土的名称
$I_p > 17$	黏土
$10 < I_p \leq 17$	粉质黏土

注 塑性指数由相应于 76g 圆锥体沉入土样中深度为 10mm 时测定的液限计算而得。

黏性土的状态，可按表 1-13 分为坚硬、硬塑、可塑、软塑和流塑。

表 1-13

黏性土的状态

液性指数 I_L	状态	液性指数 I_L	状态
$I_L \leq 0$	坚硬	$0.75 < I_L \leq 1$	软塑
$0 < I_L \leq 0.25$	硬塑	$I_L > 1$	流塑
$0.25 < I_L \leq 0.75$	可塑		

注 当用静力触探头阻力或标准贯入试验锤击数判定黏性土的状态时，可根据当地经验确定。

淤泥为在静水或缓慢的流水环境中沉积，并经生物化学作用形成，其天然含水量大于液限，天然孔隙比不小于 1.5 的黏性土。天然含水量大于液限而天然孔隙比小于 1.5 但不小于 1.0 的黏性土或粉土为淤泥质土。

红黏土为碳酸盐岩系的岩石经红土化作用形成的高塑性黏土，其液限一般大于 50。红黏土经再搬运后仍保留其基本特征，其液限大于 45 的土为次生红黏土。

膨胀土为土中黏粒成分主要由亲水性矿物组成，同时具有显著的吸水膨胀和失水收缩特性，其自由膨胀率不小于 40% 的黏性土。

湿陷性土为浸水后产生附加沉降，其湿陷系数不小于 0.015 的土。

(五) 粉土

粉土为介于砂土与黏性土之间，塑性指标 $I_p \leq 10$ 且粒径大于 0.075mm 的颗粒含量不超过全重 50% 的土。

(六) 人工填土

人工填土根据其组成和成因，可分为素填土、压实填土、杂填土和冲填土。

素填土为由碎石土、砂土、粉土和黏性土等组成的填土。经过压实或夯实的素填土为压实填土。杂填土为含有建筑垃圾、工