

岩土工程勘测设计手册

张剑锋 童翊湘
陈继成 宋铭栋 编译

王正宏
罗家枢 校订

水利电力出版社

编译者的话

随着改革开放的深入发展,国际间的交流和合作也日益增多,八十年代初期我国的许多大型工程就开始与国外合作设计或是引进国外先进技术,土力学和基础工程的领域也不例外。

“岩土工程勘测设计手册”是根据美国海军装备工程指挥部颁布出版的《土力学与基础设计手册》(SOIL MECHANICS AND FOUNDATION DESIGN MANUALS, 1983)编译而成的。本手册突出的特点是着重服务于工程实用,因此,基本原理甚少阐述,而采用大量的图、表和计算实例,以方便读者随时翻阅查用。据国外同行介绍,在美国岩土工程工作者差不多人手一册,随身携带。而且这本手册也早已超越国界,深受各国同行青睐,为全世界的岩土工程技术人员服务。

原《土力学与基础设计手册》共分DM-7.1~7.3三册,本次编译集为一册,但仍保持其基本章节体系,改为三篇。原手册中有很多图中有表,表中有图或图、表中有大量叙述文字的现象,不便于排印,故在编译过程中,对图、表的编排作了较大的改动,图中有关叙述文字及计算实例都编入了相应章节的文字中,并对图、表都按篇、章进行了重新编号。译文中所有“计量单位”及“符号”均依循原稿而未作变动。

另外每篇都摘录了一些实用、新颖、先进的内容放于篇首的“本篇提要”,以飨读者。

参加编译人员:张剑锋(第一篇第一、五、六章);陈继成(第一篇第二章);胡遗宝(第一篇第三章);宋铭栋(第一篇第四章);顾群(第一篇第七章);周序源(第二篇第一、二、三章);童翊湘(第二篇第四、五章);张剑锋、杜坚、祝龙根(第三篇第一、二、三章)。本手册的总校订工作由华北水利水电学院王正宏和东北水利水电专科学校罗家枢担任,值此深表谢意。

编译者

1990年10月

(京)新登字115号

内 容 提 要

本手册系统地介绍了土力学、基础工程及结构设计、施工等方面的新理论、新技术、新方法,基本上反映了有关领域的当代水平和新成就。手册的内容全面,资料丰富,取材新颖,是当今国际岩土工程界很有影响的一部工具书。

该手册以图表为主,介绍了大量的有价值的技术资料、经验数据和计算方法,并附有很多计算实例,同时对基本理论和设计参数作了较深刻的阐述,有利于读者掌握设计理论及分析、计算方法。

本手册不仅是从事岩土工程、工程地质勘察、地基基础与建筑工程设计、施工等工程技术人员必备的重要工具书,同时也可作为大专院校、科研单位有关专业的教学参考书。

岩土工程勘测设计手册

张剑锋 董翔湘

陈继成 宋铭栋 编译

王正宏 罗家枢 校订

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 29.5印张 669千字

1992年2月第一版 1992年2月北京第一次印刷

印数 0001— 4552 册

ISBN 7-120-01938-6/TU·26

定价21.45元

目 录

第一篇 土 力 学

本篇提要	1
第一章 土和岩石的鉴别和分类	2
第一节 序言	2
第二节 土沉积物	2
第三节 土的鉴别	4
第四节 土的分类和特性	9
第五节 岩石分类和性质	12
第六节 特殊土	17
参考文献	23
第二章 现场勘探、试验及仪器设备	26
第一节 序言	26
第二节 已出版的土质和地质图	28
第三节 遥感信息法	29
第四节 地球物理方法	31
第五节 土层钻孔和探坑	33
第六节 取样	37
第七节 贯入阻力试验	42
第八节 地下水测量	46
第九节 土和岩石性质的原位测量	50
第十节 现场测试仪表	60
参考文献	62
第三章 试验室试验	64
第一节 序言	64
第二节 物理性指标试验	71
第三节 渗透性试验	72
第四节 固结试验	74
第五节 抗剪强度试验	79
第六节 动力学试验	83
第七节 压实土试验	85
第八节 岩石试验	85
参考文献	86
第四章 应力分布	89

第二节	土体中一点的应力状态	89
第三节	建筑物和填土下的应力	91
第四节	浅埋管道和涵管	107
第五节	深埋地下隧道	113
第六节	应力分析的数值方法	118
参考文献		118
第五章	沉降和体膨胀的分析计算	120
第一节	序言	120
第二节	应力条件分析	120
第三节	瞬时沉降	124
第四节	主固结沉降和次压密沉降	131
第五节	容许沉降和不均匀沉降	142
第六节	减小或加速沉降的方法	144
第七节	体膨胀分析	153
参考文献		156
第六章	渗流和排水	158
第一节	序言	158
第二节	渗流分析	158
第三节	截水墙控制渗流	161
第四节	排水垫层和滤层的设计	166
第五节	井点系统和深井	174
第六节	水库衬砌和污染控制设施	178
第七节	侵蚀控制	179
参考文献		189
第七章	边坡稳定和护坡	191
第一节	序言	191
第二节	破坏类型	191
第三节	分析的方法	194
第四节	土的参数和地下水对稳定性的影响	207
第五节	边坡加固	210
第六节	边坡的防护	216
参考文献		217
本篇参考书目		218
本篇术语		220
本篇符号		222

第二篇 地基与土工结构物

本篇提要	227
第一章 挖方	228

第一节	序言	228
第二节	明挖	228
第三节	挖槽	230
第四节	支撑挖方	234
第五节	岩石挖方	238
第六节	地下水控制	241
第七节	挖方的加固、监测和安全	244
参考文献		245
第二章 压实、土石方工程和水力冲填		247
第一节	序言	247
第二节	土堤截面的设计	248
第三节	压实的要求和方法	252
第四节	填方压实的控制	256
第五节	取土坑的开挖	258
第六节	水力冲填和水下填土	259
参考文献		260
第三章 挡墙和挡土结构的分析		261
第一节	序言	261
第二节	墙面压力的计算	261
第三节	刚性挡墙	281
第四节	柔性挡墙的设计	285
第五节	围堰	308
参考文献		313
第四章 浅基础		315
第一节	序言	315
第二节	承载力分析	315
第三节	独立基础设计条例	328
第四节	筏形基础和连续梁基础	330
第五节	工程填土上的基础	336
第六节	膨胀土上的基础	337
第七节	基础防水	339
第八节	上拔阻力	341
参考文献		345
第五章 深基础		347
第一节	序言	347
第二节	基础类型和设计准则	348
第三节	承载力和沉降	356
第四节	桩的设置和载荷试验	371
第五节	群桩上荷载的分布	383
第六节	岩石上的深基础	385

第七节 桩的侧向承载力	386
参考文献	392
本篇参考书目	395
本篇术语	396
本篇符号	397

第三篇 土动力学、深层加固和特殊岩土工程

本篇提要	399
第一章 动力和地震	400
第一节 序言	400
第二节 机器基础	400
第三节 地震问题	413
参考文献	419
第二章 深层加固和灌浆	422
第一节 序言	422
第二节 深层加固	423
第三节 灌浆加固	428
参考文献	433
第三章 特殊岩土工程	434
第一节 序言	434
第二节 隧道工程	434
第三节 挖泥工程	436
第四节 托换工程	438
第五节 近海平台基础	442
第六节 特殊性质的土	444
第七节 专门的岩土工程结构	449
参考文献	456
本篇参考书目	459
本篇术语	460
本篇符号	461

第一篇 土力学

本篇提要

1.《土的统一分类系统》内容新颖、实用，且符合于工程建设、设计的需要，还附有简单的目测手触分类标准，塑性图的实际应用，有机土的分类，风化程度的分类，岩石断裂的工程分类。

2.《简化岩石分类》根据 RQD 、波速、点荷载强度、单轴抗压强度及耐久性 等作工程分类。

3.一些特殊土（或具有特性的材料）如灵敏粘土、水力充填土、碎屑土、海底沉积土、热带雨林残积土、喀斯特岩溶及粘土等，按体变可能性分类。

4.新近发展的物探工程方法，包括地震法：折射，高分辨性反射，振动，跨孔，上孔等；电法：电阻，电位差，电测井；磁法；重力法。

5.各类新型取样器。

6.各类经验相关曲线：标贯击数与相对密度，标贯击数与无侧限抗压强度，标贯击数与剪切模量（极小应变下），粒径与渗透系数，液性指数与先期固结压力，液性指数与压缩系数，天然含水量与次固结系数，颗粒土的干单容、孔隙比、孔隙度与内摩擦角，初始剪应力比与超固结比，超固结比与下沉量比。

7.各类现场测试：旁压仪，渗透试验；现场密度测定；替代法、放射性法，测下沉量和膨胀量，测水平位移等。

8.半无限弹性地基的计算公式及诺模图，各类地基荷载的影响曲线。

9.地下洞穴及隧道的岩土压力分析。

10.细粒土的瞬时下沉计算（施默特曼法），各项下沉计算诺模图。

11.消除下沉所需的预压荷载量。

12.防护性滤层的设计准则。

13.排水沟渠的设计。

14.常用防冲蚀的工程措施。

15.各项土坡稳定分析用的诺模图及滑坡防治措施。

第一章 土和岩石的鉴别和分类

第一节 序 言

一、范围

本章提出了土和岩石的鉴别和分类的标准及工程物理性质资料。除讨论常见的土和岩石以外，也涉及特殊的土和岩石，例如海洋土和珊瑚土、残积土、红土、膨胀土和湿陷土、有溶洞的石灰岩、超灵敏粘土、永冻土和水力冲填土。

二、有关标准

土和岩石的鉴别和分类的其它标准可参阅以下手册：

名称	来源
路面.....	NAVFAC ^① DM-5.4
寒冷地区工程.....	NAVFAC DM-9
机场跑道.....	NAVFAC DM-21

第二节 土 沉 积 物

一、地质成因和形成模式

(1) 主要的土沉积物 表1-1-1列出了按成因(例如残积, 崩积等)和形成模式(例如河成的, 湖成的等)而划分的主要土沉积物。

(2) 重要性 地质描述有助于在几个场地之间建立相关经验, 一般说来, 在进行现场勘探(试验钻孔等)之前要预估地层分布情况。对成因和形成模式相似的土, 即使工程性质不同, 至少也是可比较的。而对于定量的地基分析来说, 地质描述是不够的, 还须作更专门的分类。有关美国的一般地质资料请参阅本篇第二章。在进行较大范围的地基勘探计划之前应先研究当地的地质参考文献。

(3) 土层 所有沉积和搬运形成的受到风化的土都能形成土层。A层包含大量有机质, 下卧的B层包含粘土, 氧化物和少量有机质, C层为部分风化的原土或母岩。而D层则为未起变化的原土和母岩。

① NAVFAC(Naval Facilities Engineering Command)为美国海军装备工程指挥部所编制的系列设计手册编号名称(缩写)——编者注。

表 1-1-1

主要的土沉积物

大 类	主要的土沉积物	有关工程特征
就地沉积的土壤 残积土 由下卧母岩或局部固化的物质风化形成	残积砂和砾石碎屑：由胶结物溶解和淋滤后留下的较坚实的颗粒，通常为石英 残积粘土：由硅酸盐类岩石的分解、页岩的风化和石灰岩中碳酸盐的溶解而形成。除少数例外，一般随深度而变得更密集、更坚硬、风化程度更轻。在过渡阶段可以反映出母岩的组成、结构和原理	一般为较适宜的地基 需要详细研究其性质的变化。除了在湿热气候条件下风化的深度和速度极大以外，这类沉积物一般是适宜的地基
有机土 由植物生长和随后腐烂而就地形成的富含有机质土	泥炭：颜色较深、有腐殖物气味、已腐烂和正在腐烂的植物的富含某些纤维素的颗粒 污泥：泥炭进一步分解，达到植物特征不明显程度	压缩性很高，完全不适于作为建筑物地基
经过搬运的土壤 冲积物 由流水搬运和沉积的土	洪积平原沉积物：在河流受到洪水泛滥影响的一部分河谷内所沉积的土 漫滩沉积：在较缓的河谷内侧或凸岸形成的隆脊和洼地地段(低地)的交替沉积物。隆脊沉积物主要由粉七和砂组成，洼地地段则为粘土沉积 牛轭湖沉积：由河流截弯取直而形成的废弃环状河曲内的沉积物，主要由粘土组成，但在上、下游两端也有粉土类和砂类土存在 沼泽低地沉积：在河流边缘的洪积盆地内由洪水沉积长期逐渐积累而成，一般由粘土组成，但在靠近河岸处粉土较多 冲积阶地沉积：较为狭窄，表面平坦，由河流下切和有关作用形成，并且残存于河流两侧的洪积平原沉积物 河口沉积：在河口开阔的河床内沉积的细粒和冲积物的混合沉积物，且受到沉积物所在水体的潮汐影响 冲积-湖泊沉积：由波推，水流和有机化学演化过程在湖泊内(与冰川作用无关)沉积的土。在湖泊中央部分的沉积物由不成层的有机粘土或一般粘土组成，而在边缘部分渐变为成层的粉土和砂 三角洲沉积：使岸线延伸的河口沉积物 山前沉积：在山丘脚下的冲积物。广阔的冲积平原或冲积扇 黄土：为钙质的不成层的粉土，砂质或粘土质粉土沉积物，有已腐烂的植物根在上内形成的管状网络 沙丘砂：均匀细砂所组成的山岭、山脊和山丘。特点是颗粒呈圆形	地基条件一般是好的，但是必须详细勘探不连续面的位置。沿河滩的泥流可能是一个问题，土的透水性是很强的 细粒土通常是可压缩的，局部可能是不均一的。粉土类土一般是适宜的地基 在水平方向是相当均匀的。通常粘土有季节性的体积变化 通常已经排水，受氧化。一般属好的地基条件 一般是细粒土，且是可压缩的。土的状态有许多局部变化 在水平方向通常十分均匀。细粒土一般是可压缩的 一般是细粒土，可压缩，土的状态有很多局部变化 一般为适宜的地基条件 相当均匀的沉积物，垂直开挖时也能站稳。结构易破坏。深风化或饱和会改变其性质 颗粒级配非常均匀，以相当松散的状态存在

续表

大 类	主要的土沉积物	有关工程特征
冰碛物 由冰川或者冰川融化的水搬运和沉积的土	冰碛土: 冰川底下在侧碛(侧碛)或冰川后端(端碛)沉积下来的碎屑堆积物。由冰川溶化而沉积在地面的不規則薄层称为冰碛 冰川-洪积物: 由冰川融化的水流所沉积的粗粒土和细粒土。沉积在冰川尾部地面的土称为冰川沉积平原。砾石形成的脊状带称为冰砾阜和蛇丘 冰川-前洪积物: 冰川溶化的水在湖泊内沉积的土。湖泊中央部分为粘土, 边缘区域为粉土质粘土或粉土和粘土(带状粘土)的互层	由漂石、砾石粘土各种尺寸的上以不同比例组成。不成层, 地基条件一般是好的, 但常常有急剧的变化 有许多局部变化, 一般良好的地基条件 水平方向很均匀
海洋沉积 在海岸和近海处由海浪和海浪搬运和沉积而成	海岸沉积: 沿海岸线由波浪的搬运、破坏和分选作用形成的砂和/或砾石沉积 海洋粘土: 有机和无机的细粒土沉积	相当均匀, 密度中到密实 成分一般十分均匀。可压缩, 通常对重塑十分敏感
崩积 由重力作用搬运和沉积而成	山麓堆积: 在陡崖底下逐渐堆积的未经分选的岩石碎块和泥石形成 坡脚冲积: 由粘土质砂, 砂质粉土或粘土组成的细粒崩积物 滑坡堆积: 大体积的土体或岩体从其原来的陡坡上滑下, 或多或少是成堆的	以前发生过的移动表明将来有可能发生麻烦。地基条件一般是不稳定的
热力作用沉积 由火山喷射, 并由重力, 风和气流搬运的物质	喷射物: 火山灰、火山砾和火山弹之类的松散堆积物 浮石: 常常和熔岩流和泥流一起产生, 也可能与非火山喷发的沉积物相混合	典型的粉土粒大小的薄壳状颗粒, 夹有较大的火山碎屑。经风化和再沉积形成高塑性和可压缩的粘土。是不常见或成问题的地基条件

第三节 土的鉴别

一、要求

为工程目的完整的土的鉴别包括: ①组成物分类, ②外观和结构特征的描述, ③确定原位密实度或稠度。

(一) 现场鉴别

按ASTM标准D2488《土的描述(目测-手触法)》, 以土的颗粒大小和塑性特征的种类用目测法鉴别其组成物质。

(1) 粗粒土 肉眼可见有一半以上的颗粒小于3英寸的土称为粗粒土。可以看出的最小颗粒大约相当于室内试验用的200号筛的筛孔, 完整的鉴别包括颗粒大小, 颜色和密

表 1-1-2

土 样 的 目 测 鉴 别

土的组成和颗粒的定义

1. 粒径

土	颗 粒	筛 子 规 格
漂 石		大于12 ^{1/2} "
卵 石		3 ^{1/8} "~12 ^{1/8} "
砾 石	粗	3/4 ^{1/8} "~3 ^{1/8} "
	细	4 号到3/4 ^{1/8} "
砂	粗	10号到4号
	中	40号到10号
	细	200号到40号
细粒土(粉土和粘土)		通过200号

2. 粗粒土和细粒土

含量描述词	所占百分比
微 含	1%~10%
稍 含	10%~20%
含	20%~85%
并 有	35%~50%

3. 细粒土

根据表1-1-3中所描述的塑性特征、干强度和韧性来鉴别。

	描 述 用 语	厚 度 (in)
成 层 土	交 互 层	
	厚	
	薄	
	有	
	夹 层	0~1/16
	薄 层	1/16~1/2
	层	1/2~12
	厚 层	大 于 12
	带状粘土	砂、粉土和粘土的交互层和薄层
	包裹体	小的散乱的沉积物, 通常小于1英尺
	透镜体	透镜状沉积物
	偶 见	每英尺厚度内只出现一次或更少
	常 见	每英尺厚度内超过一次

实度的估计。

1) 颜色。用最明显的颜色描述试样。如果有二种颜色, 就要描述二种; 如果有二种

以上的明显颜色，采用多色标志法。

- 2) 颗粒大小。根据表1-1-2中粗粒土，鉴别其成分和粒度。
- 3) 级配。根据表1-1-3中目测定量的补充规定鉴别土的级配良好或是级配不良。
- 4) 分类符号。根据统一分类法由表1-1-3确定分类符号。
- 5) 密实度。用某种贯入器或取样器（见本篇第二章）在原位测定贯入阻力，用以确定密实度。如为标准贯入试验，则测定用140磅落锤，30英寸落距，将外径2英寸、内径1½英寸的对开筒式取样器贯入1英尺的击数。此击数称为标准贯入阻力(N)。对开筒取样器通常击入18英寸，以最后12英寸的击数作为贯入阻力。

表 1-1-3 土 的 统 一 分 类 法

现场和室内鉴别的主要分类	分组符号	典型名称	室内分类标准		目测鉴别的补充规定	
粗粒土，小于3英寸而大于200号筛孔的颗粒占一半以上	净砾石（小于200号筛孔的颗粒小于5%）	GW	级配良好的砾、砾-砂的混合物，稍含或不含细粒土*	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ 大于4； $C_c = \frac{(D_{30})^3}{D_{10} \times D_{60}}$ 在1~3之间	颗粒尺寸的范围很大，且有大量中间尺寸的颗粒	
		GP	级配不良的砾、砾-砂的混合物，稍含或不含细粒土*	不满足有关GW的两项规定	某一尺寸的颗粒占优势（级配均匀）或颗粒尺寸在一个范围内，但其中缺少某些尺寸的颗粒（不连续级配）	
	含细粒土的砾（小于200号筛孔的颗粒超过12%）*	GM	粉土质砾、砾-砂-粉土混合物	阿太堡限度低于“A”线，或塑性指数小于4	阿太堡限度在“A”线之上，塑性指数PI在4~7之间为界限分归GM-GC	非塑性细粒土或低塑性细粒土
		GC	粘土质砾、砾-砂-粘土混合物	阿太堡限度在“A”线之上，且塑性指数PI大于7		塑性细粒土
砂土（粗颗粒中小于4号筛孔的占一半以上）	净砂（小于200号筛孔的颗粒小于5%）	SW	级配良好的砂、砾质砂，稍含或不含细粒土*	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ 大于6； $C_c = \frac{(D_{30})^3}{D_{10} \times D_{60}}$ 在1~3之间	颗粒尺寸的范围很大，且有大量中间尺寸的颗粒	
		SP	级配不良的砂和砾质砂，稍含或不含细粒土*	不满足有关SW的两项规定	某一尺寸的颗粒占优势（级配均匀）或颗粒尺寸在一个范围内，但缺少某些尺寸的颗粒（不连续级配）	
	含细粒土砂（小于200号筛孔的土粒超过12%）*	SM	粉土质砂、砂-粉土混合物	阿太堡限度低于“A”线或塑性指数PI小于4	阿太堡限度在“A”线之上，PI在4~7之间为界限分归SM-SC	无塑性细粒土或低塑性细粒土
		SC	粘土质砂、砂-粘土混合物	阿太堡限度在“A”线之上。PI小于7		塑性细粒土

续表

现场和室内鉴别的主要分类		分组符号	典型名称	室内分类标准	目测鉴别的补充规定			
细粒土 (小于200号筛孔的土粒超过一半), (目测:一半以上的土粒不能借肉眼看清)	粉土和粘土(液限小于50)	ML	无机粉土、极细砂、岩粉、粉土质或粘土质细砂	阿太堡限度在“A”线以上,或PI小于4	阿太堡限度在“A”线之上,PI在4~7之间为界限分组ML-CL	干强度	摇晃反应	接近塑限时的塑性
		CL	低到中塑性无机粘土: 砾质粘土、粉土质粘土、砂质粘土、瘦粘土	阿太堡限度在“A”线之上,PI小于7		小到中干强度	快到慢	无
		OL	有机粉土和低塑性有机粉土-粘土	阿太堡限度在“A”线之下		低到中	慢	低
	粉土和粘土(液限大于50)	MH	无机粉土、云母质或硅藻质细砂或粉土,有弹性的粉土	阿太堡限度在“A”线之下		低到中	提到无	低到中
		CH	高塑性无机粘土、膨粘土	阿太堡限度在“A”线之上		高到很高	无	高
		OIH	中到高塑性有机粘土	阿太堡限度在“A”线之下		中到高	无到很慢	低到中
	高有机质土	Pt	泥炭、泥泥和其它高有机质土	灼烧减量高,烘干后液限LL和塑性指数PI减小		具有有机质颜色和气味,有多孔感,常有纤维状结构		

* 小于200号筛的土颗粒为5%~12%时为界限分组,记为GW-GM, SW-SC等。

a. 描述用语: 描述砂的密实度见图1-1-1[参考文献1, 陆军和航空部著:《房屋和其它建筑物(水工建筑物除外)基础设计方法, 土和地质》]。图1-1-1适用于正常固结砂土。例: 砂在40英尺深处击数N为20, 地下水位深度为20英尺, 从图1-1-1查得密实度为中等。

b. 由静力触探贯入阻力 q_c 确定密实度: [参考文献2, 米切尔(Mitchell)和伦恩(Lunne)著:《圆锥贯入阻力量测砂土强度》]提供了与圆锥贯入阻力相关的估算相对密度的方法。如果在现场勘探时测定了 q_c 和N值, 就可作出 q_c 和N的关系式, 并用图1-1-1确定砂土密度。如果未测定N值, 而测定了 q_c 值, 那么对于砂土和细到中等的砾可用 $N = \frac{q_c}{4}$, 对于砂土可用 $N = \frac{q_c}{5}$, 然后用图1-1-1确定密实度。

6) 尽可能描述土的外观和结构。如棱角、胶结程度、外包层和颗粒硬度。

7) 土样描述举例。中密, 灰色, 粗到细砂, 微含粉粒, 微含细砾(SW)。干, 密实, 浅棕色, 粗到细砂, 含一些粉土(SM)。

(2) 细粒土 通过200号筛的土粒超过一半时定义为细粒土(作为现场鉴别标准, 这类土粒不能由肉眼识别)。对于细粒土不能凭肉眼辨别粉粒与粘粒, 但由其塑性特征和其它现场试验可以辨别。

1) 现场鉴别。按表1-1-3估计的特征进行鉴别。

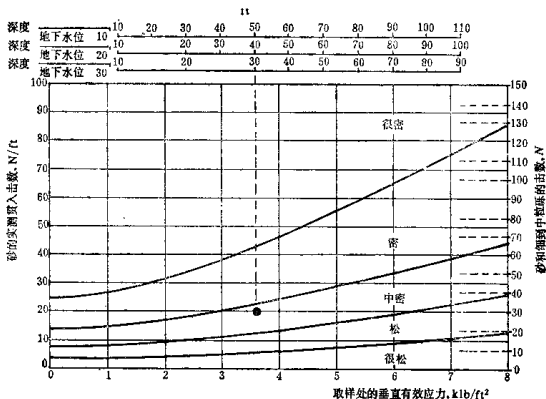


图 1-1-1 由标准贯入试验估计砂的密实度

2) 颜色。用最能说明土样的颜色, 如果有二种颜色, 就应描述二种。如果有二种以上颜色, 采用多色标志法。

3) 成层性。用表 1-1-2 中的方法鉴别。

4) 外观和结构。最好在取样时进行鉴别, 但是在现场往往不能对不扰动试样进行详细的描述, 特别是不扰动试样未经试验室检验和试验之前可能不易认出次生构造。在肉眼鉴别时要注意以下几点:

a. 一般外观: 例如颜色; 含水状态, 是处于干、湿状态还是处于饱和状态; 是否可见有机物。

b. 土粒排列: 是成层的、带状的, 还是杂乱无规律的; 透镜体和互层的一般倾向和厚度。

c. 次生构造: 例如破裂、裂隙、擦痕、大孔隙、胶结、以及裂隙或张缝内的沉积物。

5) 一般现场性状。

a. 粘土: 在干燥状态下小块粘土有很高的干强度, 搓滚到塑限状态时有很高的韧性, 放在手上摇动时水很少渗出或无水渗出。

b. 粉土: 粉土的干强度和韧性很低, 摇动时很快膨胀使水分在土样表面渗出。

c. 有机土: 有机土的特征是深色、有腐殖物气味、多孔或纤维状结构, 可见植物质的粒子。

6) 稠度。根据表 1-1-4 [参考文献 3, 太沙基 (Terzaghi) 和佩克 (Peck) 著: 《工程实用土力学》] 描述稠度, 使用袖珍贯入仪或别的剪切仪在现场检验稠度。

表 1-1-4

细 粒 土 的 稠 度

标准贯入试验贯入击数 (N/ft)	估 计 稠 度	估计的无侧限抗压强度范围 (t/ft ²)
<2	很软(挤压时从手指间挤出)	<0.25
2~4	软(手指轻压就能成形)	0.25~0.50
4~8	中等(手指用力压才能成形)	0.50~1.00
8~15	硬(拇指用力压才见压痕)	1.00~2.00
15~30	很硬(用拇指指甲压可见痕迹)	2.00~4.00
>30	坚硬(很难用拇指指甲压出痕迹)	>4.00

7) 确定分组符号。根据表1-1-3确定分组符号。

8) 土样描述举例。很硬的棕色粉土质粘土 (CL), 很湿。硬的棕色粘土质粉土 (ML), 湿。软的深棕色有机粘土 (OH), 很湿。

第四节 土 的 分 类 和 特 性

一、参考文献

本手册上的定名遵照 ASTM, D2487《工程用土的分类》统一分类法(请见表

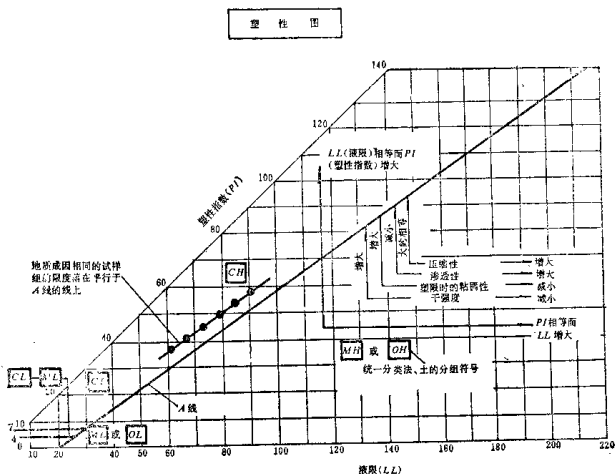


图 1-1-2 阿太堡塑性限度的应用

表 1-1-5

有机土的分类

分类	名 称	有机质含量 (%以重量计)	分组符号 (见表1-1-3)	肉眼鉴定时的识别特征	室内试验值范围
有机质	纤维状泥炭(木质、腐殖质等)	目测或推断的有机质含量为75%~100%	Pt	重量轻, 多孔, 在天然含水量 W_n 时常有弹性, 风干时大量收缩, 挤压试样有很多水分排出	$W_n=500\% \sim 1200\%$ $\gamma=60 \sim 70(\text{lb/ft}^3)$ $G=1.2 \sim 1.8$ $C_e/(1+e_s)=0.4^+$
	细粒状泥炭(杂乱的)			重量轻, 多孔, 但在天然含水量时常没有弹性, 风干时大量收缩, 挤压试样有很多水分排出。	$W_n=400\% \sim 800\%$ $LL=400\% \sim 800\%$ $PI=200 \sim 500$ $\gamma=60 \sim 70(\text{lb/ft}^3)$ $G=1.2 \sim 1.8$ $C_e/(1+e_s)=0.35 \sim 0.4^+$
高有机质土	粉土质泥炭	目测或推断的有机质含量为30%~75%	Pt	重量相对较轻, 多孔。接近塑限含水量时的土条通常软到多孔。风干时收缩; 干强度中等。一般易于从试样中挤出水——容收缩得很慢。	$W_n=250\% \sim 600\%$ $LL=250\% \sim 600\%$ $PI=150 \sim 350$ $\gamma=65 \sim 80(\text{lb/ft}^3)$ $G=1.8 \sim 2.3$ $C_e/(1+e_s)=0.3 \sim 0.4$
	砂质泥炭			肉眼可见砂粒。接近塑限含水量时土条松软易碎, 风干时收缩; 干强度较低, 一般易于从试样中挤出水——高收缩性——“多砂”感	$W_n=100\% \sim 400\%$ $LL=150\% \sim 300\%$ (点子在塑性图上“A”线之下) $PI=50 \sim 150$ $\gamma=70 \sim 100(\text{lb/ft}^3)$ $G=1.8 \sim 2.4$ $C_e/(1+e_s)=0.2 \sim 0.3$
有机土	粘土质有机粉土	目测或推断的有机质含量为5%~30%	OH	常有强烈的硫化氢(H_2S)气味, 土条可能有韧性, 取决于粘粒含量, 干强度中等, 收缩很慢	$W_n=65\% \sim 200\%$ $LL=65\% \sim 150\%$ (点子在“A”线上或接近“A”线) $PI=50 \sim 150$ $\gamma=70 \sim 100(\text{lb/ft}^3)$ $G=2.3 \sim 2.6$ $C_e/(1+e_s)=0.20 \sim 0.35$
	有机质砂或粉土		OL	塑性含水量时土条软弱易碎——或根本不能搓条。干强度低; 膨胀性中等或高	$W_n=30\% \sim 125\%$ $LL=30\% \sim 100\%$ (点子一般都在塑性图“A”线之下) PI —由无塑性到40 $\gamma=90 \sim 110(\text{lb/ft}^3)$ $G=2.4 \sim 2.6$ $C_e/(1+e_s)=0.1 \sim 0.25$
稍含有机质土	土中稍含有机质	目测和推断相结合, 有机质含量小于5%	取决于非有机土粒	取决于非有机质颗粒的特征	取决于非有机质土粒