

介绍《土工试验规程》1978年 修改稿中的土的分类法

王正宏

李生林

(华北水利水电学院) (南京大学地质系)

前 言

在水电部《土工试验规程》1978年修改稿中,对原有的土分类法作了修改,取消了以往按粒度划分的三角坐标法(包括一般粘性土和砾石土)和按塑性指数的分类法,提出了粗细粒土统一体系分类法。这样就弥补了过去长期存在的分类系统不统一、不完整的缺陷,使分类更符合当今对土性认识的科学水平。在修订过程中,得到全国许多单位和许多专家的帮助、指导,他们提供了大量的试验成果并提出建议。在对这些资料进行整理、分析的基础上,主要参考了美国材料试验学会(*ASTM*)制定的统一分类法(*D2487*与*D2488*),提出了新分类法。现将主要内容介绍如后。

一、新分类法的特点

主要特点可归纳如下:

1. 包括试验室分类与目测分类两套并列的系统,两系统中的细目又是一一对应的。在细粒土中,前者依据土的筛分和液、塑限试验,免去了比重计法的颗分试验;后者通过肉眼判定和简易测试鉴别,包括干强度、摇震及韧性试验等。

除了土类定名,还要求作土样描述。

2. 新分类法适用的最大粒径为60mm。超过该粒径时可根据需要另行定名。粒组界限规定如下:

砾: 2~60mm; 砂: 0.05~2mm; 粗粒组: $>0.1\text{mm}$; 细粒组: $<0.1\text{mm}$ 。

3. 粗粒土(砾类土与砂类土)按粒度分布及级配(指清洁的粗粒土)分类; 细粒土根据塑性图(塑性指数与液限组成的坐标图)分类。

4. 土类名称以符号表示。基本符号及其含义见表1。

土类符号由基本符号组合而成,组合方法见表2。

表1 土分类用符号及含义

符 号 土 类 特 征	粗 粒 土	细 粒 土	有 机 土
成 分	G 砾 S 砂 g (含有)砾	C 粘质土 M 粉质土 O 有机质土	Pt
级配及液限	W 良好级配 P 不良级配 $C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ 不均匀系数 $C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \times d_{60}}$ 曲率系数	H 高液限 I 中液限 L 低液限	

表2 土类符号的组合

组 合 方 式	第一个字母含义	第二个字母含义	第三个字母含义	举 例
二字母组合	主成分	土性或级配		GP—不良级配砾 MI—中液限粉质土
二字母组合	主成分	副成分		GM—含粉质土砾 S—C—微含粘质土砂
三字母组合	主成分	土性	含砾(g) 含砂(s)	CHg—含砾粘质土(高液限) MIS—含砂粉质土(中液限)

二、分 类 系 统

新分类法根据土料中是否含大量有机物质将土划分为有机土和无机土。对无机土,按粒组含量由粗到细进行划分。若为细粒土,再按其在塑性图中的位置确定其类属。划分的整个系统表示成方框图见图1。

塑性图见表3中的附图。位于图中A线[$I_p = 0.66(W_L - 20)$]及 $I_p = 4$ 的横线以上为粘质土,位于A线及横线以下为粉质土与有机土。B线($W_L = 42\%$)与C线($W_L = 26\%$)将土按液限划分为高、中、低液限三挡。

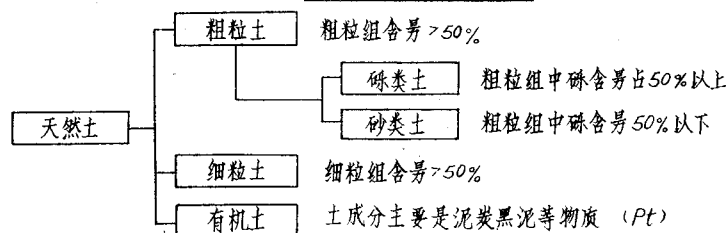
按新分类法,天然土可分为21类。其中,有机土为1类,粗粒土中的砾类土与砂类土各分6类,细粒土分为8类。

三、分 类 方 法

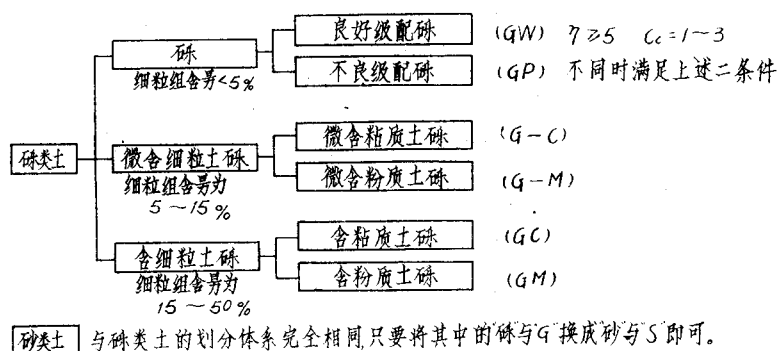
分类步骤基本上循“是非法”进行逻辑推论逐步确定土类,分类总表见表3。

1. 根据目测与嗅觉,确定土料是有机土还是无机土。如果土的成分大部分是泥炭、黑泥或其他纤维有机物质,则属有机土(Pt);否则为无机土。

1. 分类总体系



2 粗粒土分类体系



3. 细粒土分类体系

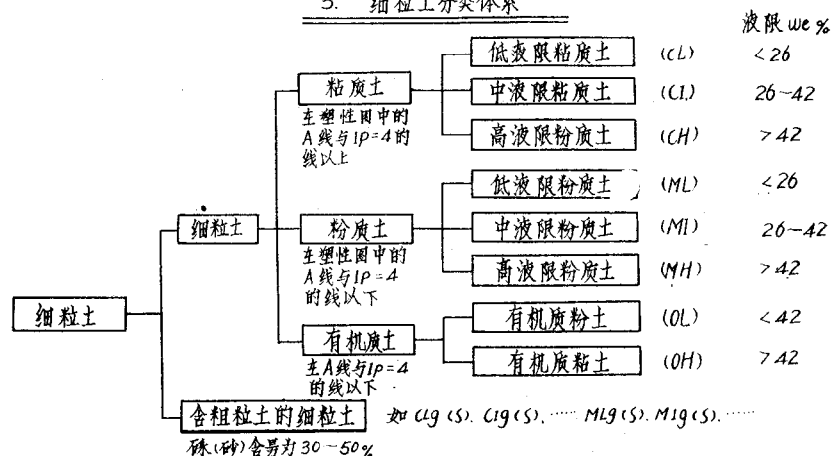


图 1 土分类体系方框图

2. 无机土首先按粒度划分。如果土料中的粗粒组占优势, 则属粗粒土, 否则为细粒土。
3. 对于粗粒土, 如果粗粒组中的砾组占优势, 则属砾类土, 否则为砂类土。
4. 对于砾类土, 按其中的细粒组含量百分数区分为:

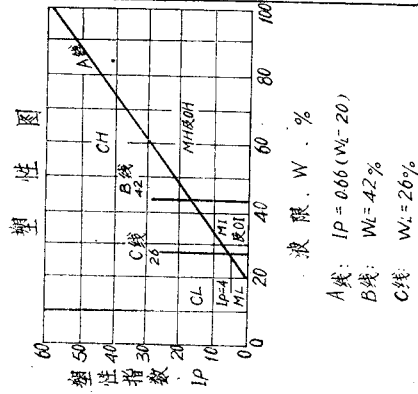
砾	细粒组包量 $<5\%$
微含细粒土砾($G-C$)或($G-M$)	细粒组含量 $5\sim 15\%$
含细粒土砾(GC)或(GM)	细粒组含量 $15\sim 50\%$

其中细粒土部分的定名见后。

表3 土分类总表

目测手试鉴别			符号	典型土名称	土料描述要求与举例	试验室分类准则
砂土 大于0.1mm的颗粒占50%以上	砾 (不含或基本不含细粒)	粒径范围广,有相当数量的中间粒径	GW	良好级配砾砂混合土	要说明典型土名称,大于0.1mm的颗粒,砾及砂的大致数量,最大颗粒名称,土类符号,写主符号号内等。	从颗粒曲线确定 砂与砂的舍旁百分数粗粒土划分 成以下各类型 5%: GW, GP SW, SP 细粒土 5~15%: GM, GC S-M, S-C 细粒土 15~50%: GM, GC SM, SC
		一种粒径占优势或缺某些中间粒径	GP	不良级配砾砂混合土	对原状土补充说明成层性,安实度,胶结性,含水状态,写排水性等。	
		细粒为粉质土,含旁5~15%	G-M	微粉质砾砂混合土	对原状土补充说明成层性,安实度,胶结性,含水状态,写排水性等。	
		细粒为粘质土,含旁5~15%	G-C	微粘质砾砂混合土	对原状土补充说明成层性,安实度,胶结性,含水状态,写排水性等。	
		细粒为粉质土,含旁15~50%	GM	粉质土砂混合土	对原状土补充说明成层性,安实度,胶结性,含水状态,写排水性等。	
	砂 (不含或基本不含细粒)	细粒为粘质土,含旁15~50%	GC	粘质土砂混合土	对原状土补充说明成层性,安实度,胶结性,含水状态,写排水性等。	
		细粒范围广,有相当数量的中间粒径	SW	良好级配砂混合土	对原状土补充说明成层性,安实度,胶结性,含水状态,写排水性等。	
		一种粒径占优势或缺某些中间粒径	SP	不良级配砂混合土	对原状土补充说明成层性,安实度,胶结性,含水状态,写排水性等。	
		细粒为粉质土,含旁5~15%	SM	微粉质砂混合土	对原状土补充说明成层性,安实度,胶结性,含水状态,写排水性等。	
		细粒为粘质土,含旁5~15%	S-C	微粘质砂混合土	对原状土补充说明成层性,安实度,胶结性,含水状态,写排水性等。	
粉土 小于0.1mm的颗粒占50%以上	用通过0.5mm筛的土料部分鉴别	干强度			要说明典型土名称,土料描述要求与举例	从颗粒曲线确定 砂与砂的舍旁百分数粗粒土划分 成以下各类型 5%: GW, GP SW, SP 细粒土 5~15%: GM, GC S-M, S-C 细粒土 15~50%: GM, GC SM, SC
		摇晃反应			要说明典型土名称,土料描述要求与举例	
		无—微			要说明典型土名称,土料描述要求与举例	
		中—高			要说明典型土名称,土料描述要求与举例	
		微—中			要说明典型土名称,土料描述要求与举例	
	塑性图	无—微	ML	粉质粘土(微塑性) 微砂	要说明典型土名称,土料描述要求与举例	从颗粒曲线确定 砂与砂的舍旁百分数粗粒土划分 成以下各类型 5%: GW, GP SW, SP 细粒土 5~15%: GM, GC S-M, S-C 细粒土 15~50%: GM, GC SM, SC
		中—高	CL	粘质粉土(微塑性) 微砂	要说明典型土名称,土料描述要求与举例	
		微—中	OL	粉质粘土(微塑性) 微砂	要说明典型土名称,土料描述要求与举例	
		无—微	MI	粘质粉土(微塑性) 微砂	要说明典型土名称,土料描述要求与举例	
		中—高	CI	粘质粉土(微塑性) 微砂	要说明典型土名称,土料描述要求与举例	
粘土 小于0.1mm的颗粒占50%以上	用通过0.5mm筛的土料部分鉴别	无—微			要说明典型土名称,土料描述要求与举例	从颗粒曲线确定 砂与砂的舍旁百分数粗粒土划分 成以下各类型 5%: GW, GP SW, SP 细粒土 5~15%: GM, GC S-M, S-C 细粒土 15~50%: GM, GC SM, SC
		中—高			要说明典型土名称,土料描述要求与举例	
		微—中			要说明典型土名称,土料描述要求与举例	
		无—微			要说明典型土名称,土料描述要求与举例	
		中—高			要说明典型土名称,土料描述要求与举例	
	塑性图	无—微	ML	粉质粘土(微塑性) 微砂	要说明典型土名称,土料描述要求与举例	从颗粒曲线确定 砂与砂的舍旁百分数粗粒土划分 成以下各类型 5%: GW, GP SW, SP 细粒土 5~15%: GM, GC S-M, S-C 细粒土 15~50%: GM, GC SM, SC
		中—高	CL	粘质粉土(微塑性) 微砂	要说明典型土名称,土料描述要求与举例	
		微—中	OL	粉质粘土(微塑性) 微砂	要说明典型土名称,土料描述要求与举例	
		无—微	MI	粘质粉土(微塑性) 微砂	要说明典型土名称,土料描述要求与举例	
		中—高	CI	粘质粉土(微塑性) 微砂	要说明典型土名称,土料描述要求与举例	
有机土(有机质含量高)	用通过0.5mm筛的土料部分鉴别	无—微			要说明典型土名称,土料描述要求与举例	从颗粒曲线确定 砂与砂的舍旁百分数粗粒土划分 成以下各类型 5%: GW, GP SW, SP 细粒土 5~15%: GM, GC S-M, S-C 细粒土 15~50%: GM, GC SM, SC
		中—高			要说明典型土名称,土料描述要求与举例	
		微—中			要说明典型土名称,土料描述要求与举例	
		无—微			要说明典型土名称,土料描述要求与举例	
		中—高			要说明典型土名称,土料描述要求与举例	
	塑性图	无—微	ML	粉质粘土(微塑性) 微砂	要说明典型土名称,土料描述要求与举例	从颗粒曲线确定 砂与砂的舍旁百分数粗粒土划分 成以下各类型 5%: GW, GP SW, SP 细粒土 5~15%: GM, GC S-M, S-C 细粒土 15~50%: GM, GC SM, SC
		中—高	CL	粘质粉土(微塑性) 微砂	要说明典型土名称,土料描述要求与举例	
		微—中	OL	粉质粘土(微塑性) 微砂	要说明典型土名称,土料描述要求与举例	
		无—微	MI	粘质粉土(微塑性) 微砂	要说明典型土名称,土料描述要求与举例	
		中—高	CI	粘质粉土(微塑性) 微砂	要说明典型土名称,土料描述要求与举例	

表3 土分类总表



砾又按不均匀系数 C_u 与曲率系数 C_c 区别如下:

良好级配砾(GW), $C_u \geq 5$, $C_c = 1 \sim 3$
不良级配砾(GP), 不同时满足以上二条件,

5. 砂类土的划分与砾类土的相仿, 因此可得相应的土类为: (SW)、(SP)、($S-C$)、($S-M$)、(Sc)及(SM)。

6. 土料确定为细粒土后, 按照它的液限与塑性指数, 借塑性图确定类属。

该图中包含有机质土 OH 及 OL 。有机质土借其暗色、特殊臭味及夹有动植物残骸等与无机土相区别。在分辨有怀疑时, 可将试样在 105°C 下烘烤一昼夜, 进行液限试验。若其液限降低到未烘烤前的 $3/4$ 以下, 该土为有机土。

7. 细粒土中若含有砾(或砂), 而其量达到 $30 \sim 50\%$ 时, 在细粒土类符号后加字母 g (或 s), 称含粗粒土的细粒土, 如 CHg —含砾的高液限粘土。

分类时如遇到搭界情况, 规程对土类名称的确定作了原则性规定。

目测分类法不仅可用于现场鉴定, 也用于试验室判别, 这样可使室内测定工作量大为减少。该方法是借用肉眼评估代替筛分析, 用下列简易方法评定土的塑性:

干强度试验: 用手指捏风干小土块, 根据能否捏碎及捏碎的难易程度, 定干强度为高、中、低三级。

摇震试验: 将含水量接近饱和的土块捏成小球, 放在手掌中水平摇晃, 用另一手震击该手掌, 土球中水将析至表面。用手捏球, 水分又析入。按水分析出与吸入的反应, 区分为快、慢、无三级。

韧性试验: 将含水量略高于塑限的土块, 在手掌中搓成直径约 3mm 的土条, 然后揉成土团, 再搓条。根据再次搓成条的可能性, 区分韧性为高、中、低三级。

由以上三种简易试验中的反应, 参考表3, 确定细粒土的类属。

需要指出: 按以上分类法确定的是土类名称和符号。事实是, 在同一土类中, 可以包括几种性质相近的土。例如 ML 可以代表无机粉土、极细砂、粉质细砂以及微有塑性的粘质细砂; CL 可以表示低塑性粘土、砾质粘土、砂质粘土以及贫粘土等。所以, 除确定土类名称外, 还要给以惯用名称或地质名称, 见表3。

四、参 考 内 容

在分类法说明书中, 还附有以下几方面的参考性内容:

1. 几种特殊土在塑性图中的位置(如图2)是根据全国各地部份典型资料统计而得。需强调说明: 它仅有参考意义, 不能作为确定特殊土的依据。要定特殊土, 还应该进行相应的判别试验。

2. 新旧分类土名称对照, 如表4。它仅表示粗略的对照关系。事实上, 它们之间的对应并不严格, 而有许多交错。

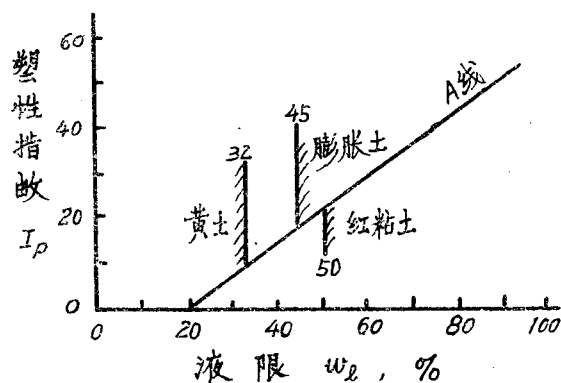


图2 几种特殊土的位置