

中华人民共和国地质矿产部

---

# 土工试验规程

地质出版社

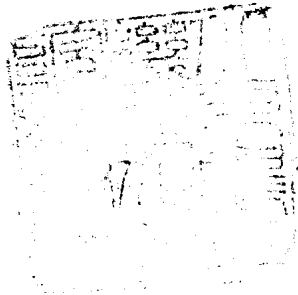
T-652.6  
DT-82

中华人民共和国地质矿产部

---

# 土工试验规程

DT-82



地质出版社

# 前 言

土工试验是工程地质工作的重要组成部分之一。它为工程设计和工程地质勘察中研究土体变形机理及工程地质性质提供土的物理、力学性质指标。建国以来，我部工程地质和土工试验工作得到了发展，并为国民经济建设做出了一定的贡献。长期以来，虽然各省、市、自治区地质矿产局(处)，地质院校及科研单位进行了大量的土工试验工作，但我部没有统一的土工试验规程。为了统一我部土工试验的方法，满足四化建设中水文地质工程地质工作的需要，决定编写我部统一的土工试验规程。

本规程的编写工作是按我部“地水科字(1981)058号”文及“地实字(1981)023号文”的要求进行的。1981年5月在南京召开的修订土工试验规程座谈会上，经协商确定了任务分工。编写组由我部水文地质工程地质研究所、天津市地质矿产局、江苏省地质矿产局、河南省地质矿产局、上海市地质矿产处等五个单位的人员组成。编出初稿后，经广泛征求意见，地质矿产部水文地质工程地质司于1982年7月在昆明召开了审查会议。会后，编写组根据审查意见进行了修改。最后，由地质矿产部水文地质工程地质司副总工程师戴广秀同志审定。本规程于1983年4月25日经地质矿产部批准，颁发执行。

本规程是在总结地质矿产部近三十年来积累的土工试验资料和试验经验的基础上，针对地质部门的工作特点，并借鉴了兄弟部门已有的规程进行编写的。

本规程共纳入34项试验，包括土的物理性质、水理性质、力学性质等方面的试验项目及可溶盐和有机质的测定等。特殊项目试验及野外原位试验未予列入。依据试验方法的成熟程度，分正式规程、试行规程及参考性方法。这些试验项目基本满足了地质

部门的工作需要。在规程中，还提出了我部土质分类方案，并统一了与其有关的试验方法及要求。

参加编写本规程的单位，除前述编写组外，还有河北地质学院、长春地质学院、武汉地质学院、成都地质学院、南京大学、宁夏回族自治区地质矿产局、广东省地质矿产局、江苏省地质矿产局第一水文地质工程地质队、四川省地质矿产局水文地质工程地质队、甘肃省地质矿产局第一水文地质工程地质队、河南省地质矿产局水文地质工程地质管理处、陕西省地质矿产局第一水文地质工程地质队、广西壮族自治区地质矿产局水文地质工程地质队、陕西省地质矿产局第二水文地质工程地质队、四川省地质矿产局南江水文地质工程地质队、浙江省地质矿产局水文地质工程地质队、云南省地质矿产局水文地质工程地质公司、辽宁省地质矿产局第一水文地质工程地质队、江西省地质矿产局水文地质工程地质队、湖北省地质矿产局水文地质工程地质队及中国人民解放军 00912 部队等。

本规程编写组成员有翟荣廷、雷颢韵、周金生、冯殿权、刘国强、陆祖立、沈维德、郑方玉、楼访梅等同志。翟荣廷、雷颢韵、周金生、李绍武同志负责审校。规程全文由翟荣廷同志负责统编统校。

对本规程的意见和建议，请函寄河北省正定县中国地质科学院水文地质工程地质研究所。

# 目 录

## 前 言

土工试验的一般技术要求	1
土质分类 (T-01)	4
含水量试验 (T-02)	18
容重试验 (T-03)	23
比重试验 (T-04)	31
粒度分析 (T-05)	42
相对密度试验 (T-06)	89
液限试验 (T-07)	97
塑限试验 (T-08)	100
液限、塑限联合试验 (试行, T-09)	103
天然稠度试验 (T-10)	107
膨胀力试验 (T-11)	109
自由膨胀率试验 (试行, T-12)	112
无荷载膨胀率试验 (T-13)	115
有荷载膨胀率试验 (试行, T-14)	118
扰动土收缩试验 (T-15)	121
原状土收缩试验 (T-16)	124
湿化试验 (T-17)	128
毛细水上升高度试验 (T-18)	132
渗透试验 (T-19)	138
最大分子吸水量试验 (T-20)	155
给水度试验 (试行, T-21)	161
压缩试验 (T-22)	167
黄土湿陷性试验 (T-23)	198

直接剪切试验 (T-24) .....	205
三轴剪切试验 (T-25) .....	218
无侧限抗压强度试验 (T-26) .....	243
击实试验 (T-27) .....	250
砂土天然坡角试验 (T-28) .....	261
可溶盐及有机质分析用土样的采集与试样的制备 (T-29) .....	264
可溶盐分析试样含水量的测定 (T-30) .....	265
易溶盐的测定 (T-31) .....	266
中溶盐的测定 (T-32) .....	308
难溶盐的测定 (T-33) .....	311
有机质的测定 (T-34) .....	314

## 附 录

附录 1 土工试验常用名词、术语、符号和单位 .....	317
附录 2 土的状态分类 .....	318
附录 3 土的常用物理性指标换算公式表 .....	321
附录 4 土工试验报告表 .....	323
附录 5 取样要求与管理 .....	329

# 土工试验的一般技术要求

土工试验工作应与地质、勘探、工程设计工作密切配合，选定合理的试验项目和方法，不断提高试验技术水平，准确、迅速地地完成各项试验任务。

一、土工试验人员应熟知试验规程和有关技术安全规定。

二、试验资料（包括原始记录、试验报告及图件等）的文字与数字，均应书写工整。改正时，应将错处划一横线，以示无效，再将正确文字或数字写在上方。不得用铅笔书写原始记录和试验报告。

试验资料（包括原始记录、试验报告、图表及有关的地质、勘探资料 and 设计要求），应以工程项目为单位，整理后装订成册归档。

三、试验仪器设备及器皿，应按规程有关项目中的规定期限进行校正；量测仪表应经国家计量部门检验。不得使用技术状态不良或未按规定期限校正、检验的仪器仪表及器皿。

四、地区性的经验公式和系数，可用于一般工程项目，但在试验前通知送样单位，并在试验报告中说明；用于重大工程项目时，应经地质及工程设计单位同意，方可采用。

五、某些工程需要的特殊试验项目或模拟试验，应进行试验设计。试验设计的内容包括：

1. 试验目的；
2. 试验的细则、方法及采用的技术标准；
3. 仪器的安装及试验程序；
4. 应提交的试验成果（包括文字、图表）及试验报告的内容；
5. 试验中应说明的事项；

6. 时间要求。

六、试验结果计算的有效位数及允许平行差值，见表 0-1。

表 0-1

试验项目	符 号	单 位	计算有效位数	允许平行差值
含水量	$w$	%	0.1	$w < 10\%$ 时为 0.5 $w = 10-30\%$ 时为 1 $w > 30\%$ 时为 2
容重	$\gamma$	$\mu/\text{cm}^3$	0.01	小于 0.03
比重	$G_s$	—	0.01	小于 0.02
干容重	$\gamma_d$	$\text{g}/\text{cm}^3$	0.01	
孔隙比	$e$		0.001	
孔隙度	$n$	%	0.1	
饱和度	$S_r$	%	0.1	
筛分析		%	0.1	总损失量小于 1%
比重计、移液管颗分			0.1	
相对密度	$D_r$	—	0.01	
液限	$w_L$	%	0.1	小于 2
塑限	$w_p$	%	0.1	小于 2
塑性指数	$I_p$	—	0.1	
液性指数	$I_L$	—	0.01	
胀膨力	$P_m$	$\text{kg}/\text{cm}^2$	0.01	
自由胀膨率	$F_e$	%	1	$F_e \geq 60\%$ 小于 8 $F_e < 60\%$ 小于 5
无荷载胀膨率	$V_H$	%	0.1	
不同荷载下胀膨率	$V_{HP}$	%	0.1	
体缩	$c_s$	%	0.1	小于 2
缩限	$w_s$	%	0.1	小于 1
收缩指数	$I_s$	—	0.1	
湿化崩解量	$A_t$	%	1	
毛细水上升高度 (直接观测法)		cm		读数准确至 0.5 厘米
毛细水上升高度 (负水头测定法渗)		cm		读数准确至 1 厘米
渗透系数	$K_T$	cm/sec	$0.01 \times 10^n$	$K_{10} = A \times 10^n$ 时, $A$ 值最大与最小值之差 小于 2



续表 0-1

试验项目	符 号	单 位	计算有 效位数	允许平行差值
最大分子吸水量 (吸水介质法、高柱法)	$W_m$	%	0.1	小于0.5
最大分子吸水量 (离心法)	$W_m$	%	0.1	同含水量
给水度	$\mu$		0.01	

# 土质分类(T-01)

本土质分类法适用于粒径小于200毫米土的分类定名和目测鉴别。

它采用粒度或塑性指数进行土的分类定名。根据需要，亦可用“统一土质分类（试行）”进行土的分类定名。

## 土的粒度分类

土的粒度分析，按本规程T-05规定进行。

### 一、粒组的划分

根据土的粒径大小按表1-1划分粒组。

表 1-1

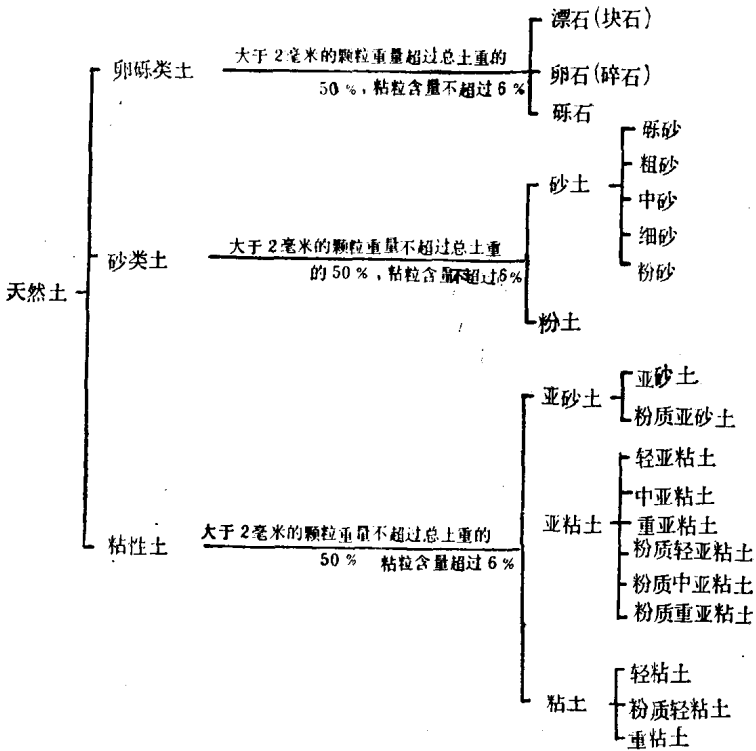
粒组名称		粒径范围 (mm)	粒组名称	粒径范围 (mm)	
漂石(磨圆状)		>200	砂粒	粗	2—0.5
块石(棱角状)				中	0.5—0.25
卵石(磨圆状)	200—20	细		0.25—0.10	
碎石(棱角状)		粉砂		0.10—0.05	
砾粒	粗	20—10	粉粒	粗	0.05—0.01
	中	10—5	粘粒	细	0.01—0.005
	细	5—2		胶粒	<0.005
					<0.002

### 二、分类体系

土的粒度分类体系如表1-2示。

### 三、土的定名

表 1-2



(一) 卵砾类土的定名

土中粒径大于 2 毫米的颗粒重量超过总土重的 50% 称卵砾类土。卵砾类土，根据颗粒级配及形状按表 1-3 定名。

当卵砾类土中粒径小于 2 毫米的颗粒含量小于 10% 时，土名前应冠以级配特征。当土的不均匀系数  $C_u \geq 5$  和曲率系数  $C_g = 1-3$  时，称良好级配；不能同时满足上述条件时，称不良级配。如良好级配砾石、不良级配砾石等。

当卵砾类土中粒径小于 0.1 毫米的细粒含量为 10—25% 时，称微含细粒的卵砾类土，如微含细粒的砾石等；当细粒含量为 25—

表 1-3

土 名	颗粒形状	颗粒的累积百分含量(%)				
		>200mm	>20mm	>10mm	>5mm	>2mm
漂石 石块	磨圆状 棱角状	>50				
卵石 碎石	磨圆状 棱角状		>50			
砾 石	粗砾			>50		
	中砾				>50	
	细砾					>50

① 定名时,应根据粒组由粗到细的顺序,以最先符合者定名。

② 砾石,根据需要可细分为粗砾、中砾、细砾。

50%时,称含细粒的卵砾类土,如含细粒的砾石等。

当卵砾类土中粒径为2—0.1毫米的砂粒含量为25—50%时,称含砂的卵砾类土,如含砂的砾石等。

### (二) 砂类土的定名

土中粒径大于2毫米的颗粒含量不超过总土重的50%;粘粒含量不超过总土重6%的土称砂类土。

当砂类土中粒径大于0.05毫米的砾、砂粒含量多于粒径小于0.05毫米的粉、粘粒含量时,称砂土;当砂类土中粉、粘粒含量多于砾、砂粒含量时,称粉土。砂类土,根据颗粒级配,按表1-4定名。

当砾砂、粗砂、中砂土中小于0.1毫米的细粒含量为10—25%时,称微含细粒的砂类土,如微含细粒的砾砂等;当细粒含量为25—50%时,称含细粒的砂类土,如含细粒的砾砂等。

### (三) 粘性土的定名

土中粒径大于2毫米的颗粒含量不超过总土重的50%,粘粒含量超过总土重6%的土称粘性土。粘性土,按图1-1定名。

当粘性土中粒径大于0.05毫米的砂粒含量为10—25% (其中大于2毫米的砾粒含量超过10%)时,应在土名前冠以“微含砂

表 1-4

土 名	颗粒的累积百分含量(%)			
	>2mm	>0.5mm	>0.25mm	>0.1mm
砾 砂	25—50			
粗 砂		>50		
中 砂			>50	
细 砂				>75
粉 砂				<75

定名时，应根据粒组由粗到细的顺序，以最先符合者定名。

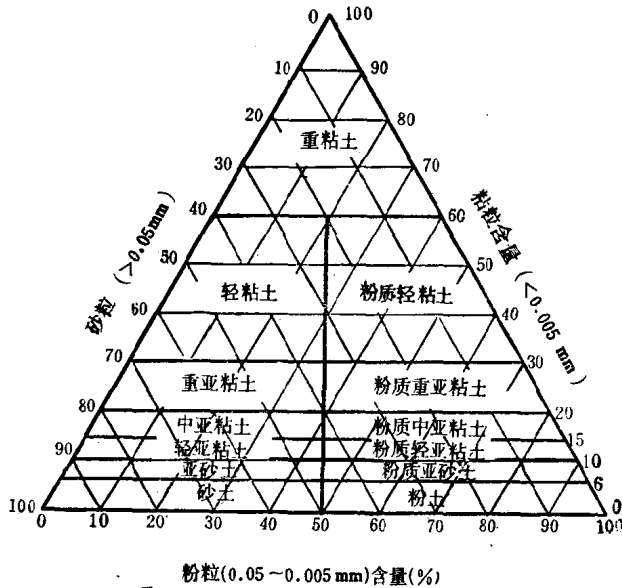


图 1-1 粘性土的分类

砾的”字样，如微含砂砾的中亚粘土等；当砂砾含量为25—50%时，冠以“含砂砾的”字样，如含砂砾的中亚粘土等。

## 土的塑性指数分类

土的液限、塑限试验，按本规程T-07和T-08进行。塑性指数 $I_p$ 大于3的土称粘性土。

粘性土，根据塑性指数按表1-5定名。当按粒度定名与塑性指数定名有矛盾时，以按粒度定名为准。

表 1-5

土 名		塑性指数 ( $I_p$ ) 范围
粘 土	重 粘 土	$I_p > 25$
	轻 粘 土	$17 < I_p \leq 25$
亚 粘 土	重 亚 粘 土	$13 < I_p \leq 17$
	中 亚 粘 土	$10 < I_p \leq 13$
	轻 亚 粘 土	$7 < I_p \leq 10$
亚 砂 土		$3 < I_p \leq 7$

## 统一土质分类(试行)

统一土质分类结果应给出土类符号和土的名称。

粒度分析和液限、塑限试验分别按本规程 T-05、T-07、T-08进行。

### 一、主要粒组划分

砾、砂粒组界限为2毫米。

粗、细粒组界限为0.1毫米。

### 二、分类定名中采用的文字符号

粗粒组成成分的符号：

G——砾；

$\overline{S}$ ——砾砂；

S——砂。

粗粒土级配特征的符号:

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} \text{ 土的不均匀系数,}$$

$$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \cdot d_{60}} \text{ 土的曲率系数,}$$

W——良好级配;

P——不良级配。

细粒组成成分的符号:

F——细粒土;

C——粘性土;

M——粉性土。

细粒土塑性特征的符号:

H——高液限;

I——中液限;

L——低液限。

有机质成分的符号:

Pt——高有机土;

O——有机质土。

### 三、分类符号的组合

#### (一) 两个符号组合

1. 前一个符号表示土的主要成分, 后一个符号表示土的级配或性质。如 GW——良好级配的砾石; ML——低液限粉性土。

2. 前一个符号表示土的主要成分, 后一个符号表示土的副成分。如: GC为含粘性土的砾石; S-M为微含粉性土的砂。

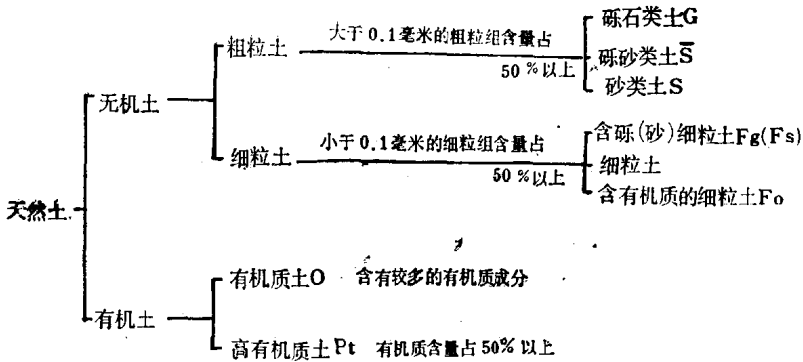
#### (二) 用三个符号表示土类

第一个符号表示主要成分, 第二个符号表示土的性质, 最后一个符号表示含砾或砂。如: CIg——中液限含砾的粘性土。

### 四、统一土质分类体系

根据有机质含量与粒度组成成分, 将天然土分为有机土和无

表 1-6



机土，分类体系如表1-6示。

### 五、土的定名

#### (一) 各类土的分类

按表1-7进行。

#### (二) 有机土的分类

有机土分为有机质土和高有机土。土中有机质含量超过50%，且无固定的粒径，完全由分解或部分分解的有机纤维物质组成的土称高有机土，如腐烂的树干、树根等。此类土在潮湿时呈褐色、深灰或黑色，有臭味，加热时更为明显。手触有海绵感。典型的高有机土称泥炭。当土中有机质含量超过10%时，一般称有机质土。此类土呈暗色，具特殊臭味，在塑性图中位于A线以下。当 $w_L$ 大于40%时，称高液限有机质土，记为OH；当 $w_L$ 介于28—40%之间时，称中液限有机质土，记为OI；当 $w_L$ 小于28%时，称低液限有机质土，记为OL。

#### (三) 无机土的分类

无机土，按土中粗、细粒含量分为粗粒土和细粒土。土中大于0.1毫米的颗粒含量超过50%时称粗粒土；土中小于0.1毫米的颗粒含量超过50%时称细粒土。



粗粒土中粒径大于2毫米的砾粒含量超过50%时称砾石类土；当砾粒含量为25—50%时称砾砂类土；当砾粒含量不超过25%时称砂类土。粗粒土按图1-2定名。

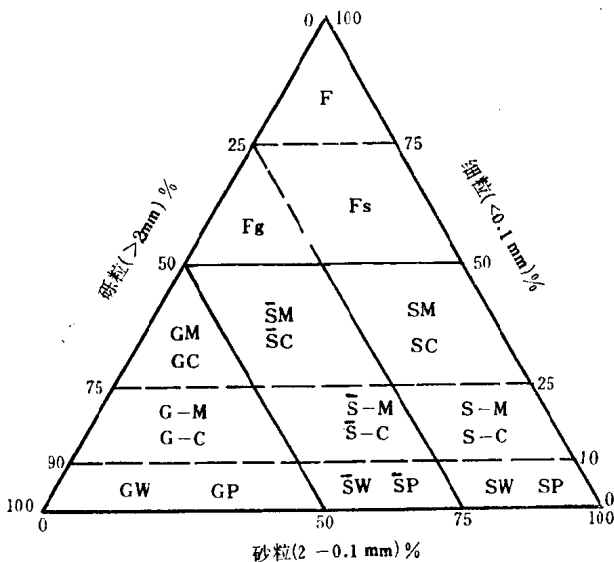


图 1-2 粗粒土分类

粗粒土中细粒含量为 0—10% 时，称基本不含细粒；细粒含量为 10—25% 时，称微含细粒；细粒含量为 25—50% 时，称含细粒。

基本不含细粒的砾石、砾砂、砂类土，土名前冠以级配特征。当土的不均匀系数  $C_u \geq 5$  和曲率系数  $C_g = 1-3$  时，称良好级配；不能同时满足上述条件时，称不良级配。如良好级配砾砂、不良级配砾砂等。

微含细粒和含细粒的粗粒土，应根据细粒土的塑性程度在塑性图上进行细分。

#### (四) 粗粒土分类

需要时可按表 1-8 定名。

#### (五) 细粒土的定名