

ICS
B10

LY

中华人民共和国林业行业标准

LY/T 1225—1999

森林土壤颗粒组成(机械组成)的测定

Determination of forest soil particle-size composition (mechanical composition)

1999 - 07 - 15 发布

1999 - 11 - 01 实施

国家林业局 发布

前 言

本标准是对GB/T 7845-1987《森林土壤颗粒组成(机械组成)的测定》的修订。在修订中,对不符合国家法定计量单位标准的单位、不符合全国科学名词审定委员会公布的土壤学名词的名词予以修改;在编写上,按GB/T 1.1-1993的要求执行。

森林土壤颗粒组成(机械组成)的测定,目前常用的方法为吸管法和密度计法。吸管法操作比较复杂,但较精确;密度计法操作比较简单,适用于大批测定,精度略差,计算亦比较麻烦;因此,在选择测定方法时要考虑到测定要求。本标准采用美国制土壤颗粒分级标准。

自本标准实施之日起,原GB/T 7845-1987作废。

本标准由中国林业科学研究院林业研究所归口。

本标准起草单位:中国林业科学研究院林业研究所森林土壤研究室。

本标准主要起草人:张万儒、杨光滢、屠星南、张萍。

森林土壤颗粒组成(机械组成)的测定

1 范围

本标准规定了采用吸管法和密度计法测定森林土壤颗粒组成的方法。
本标准适用于森林土壤颗粒组成的测定。

2 吸管法

2.1 方法要点

本方法是由筛分及静水沉降结合进行的,通过2 mm筛孔的土样经化学及物理处理成悬浮液定容后,根据司笃克斯(Stokes)定律和土粒在静水中沉降的规律,大于0.25 mm的各级颗粒由一定孔径的筛子筛分,小于0.25 mm的粒级颗粒则用吸管从其中吸取一定量的各级颗粒(见表1),烘干称其质量,计算各级颗粒含量的百分数,确定土壤的颗粒组成及土壤质地名称。

表1 制土壤颗粒分级标准

颗粒直径, mm	颗粒分级命名	颗粒直径, mm	颗粒分级命名
>250	石块	0.25~0.1	细砂
250.0~2.0	石砾	0.1~0.05	极细砂
2.0~1.0	极粗砂	0.05~0.02, 0.02~0.002	粉(砂)粒
1.0~0.5	粗砂	<0.002	粘粒
0.5~0.25	中砂		

2.2 试剂

2.2.1 0.2 mol/L 盐酸溶液: 17 mL 浓盐酸(密度 1.18 g/mL, 化学纯), 用水定容到 1 L。

2.2.2 0.05 mol/L 盐酸溶液: 250 mL 0.2 mol/L 盐酸溶液, 加水 750 mL。

2.2.3 0.5 mol/L 氢氧化钠溶液: 20 g 氢氧化钠(化学纯), 加水溶解并定容到 1 L。

2.2.4 1: 1 氨水。

2.2.5 钙红(钙指示剂): 0.5 g 钙指示剂[2-羟基-1-(2-羟基-4-磺酸-1-萘偶氮苯)-3-苯甲酸]与 50 g 烘干的氯化钠共研至极细, 贮于密闭瓶中, 用毕塞紧。

2.2.6 1: 9 硝酸溶液: 10 mL 浓硝酸(化学纯)与 90 mL 水混合而成。

2.2.7 50 g/L 硝酸银溶液: 5 g 硝酸银(化学纯)溶于 100 mL 水中。

2.2.8 1: 4 过氧化氢溶液: 10 mL 浓过氧化氢(化学纯)与 40 mL 水混合而成。

2.2.9 1: 9 乙酸溶液: 10 mL 冰乙酸(化学纯)与 90 mL 水混合而成。

- 2.2.10 0.5 mol/L 1/2 甘草酸钠溶液：33.5 g 草酸钠(化学纯)，加水溶解，定容到 1 L。
- 2.2.11 0.5 mol/L 1/6 六偏磷酸钠溶液：51 g 六偏磷酸钠(化学纯)，加水溶解，定容到 1 L。
- 2.2.12 异戊醇[(CH₃)₂CHCH₂OH](化学纯)。

2.3 主要仪器

土壤颗粒分析吸管(图1)，搅拌棒(图2)，沉降筒(1 L平口量筒)，土壤筛(孔径分别为2, 1, 0.5 mm)，洗筛(直径6 cm，孔径0.25 mm)，硬质烧杯(50 mL)，温度计(±0.1℃)，真空干燥器，电热板，电烘箱，秒表等。

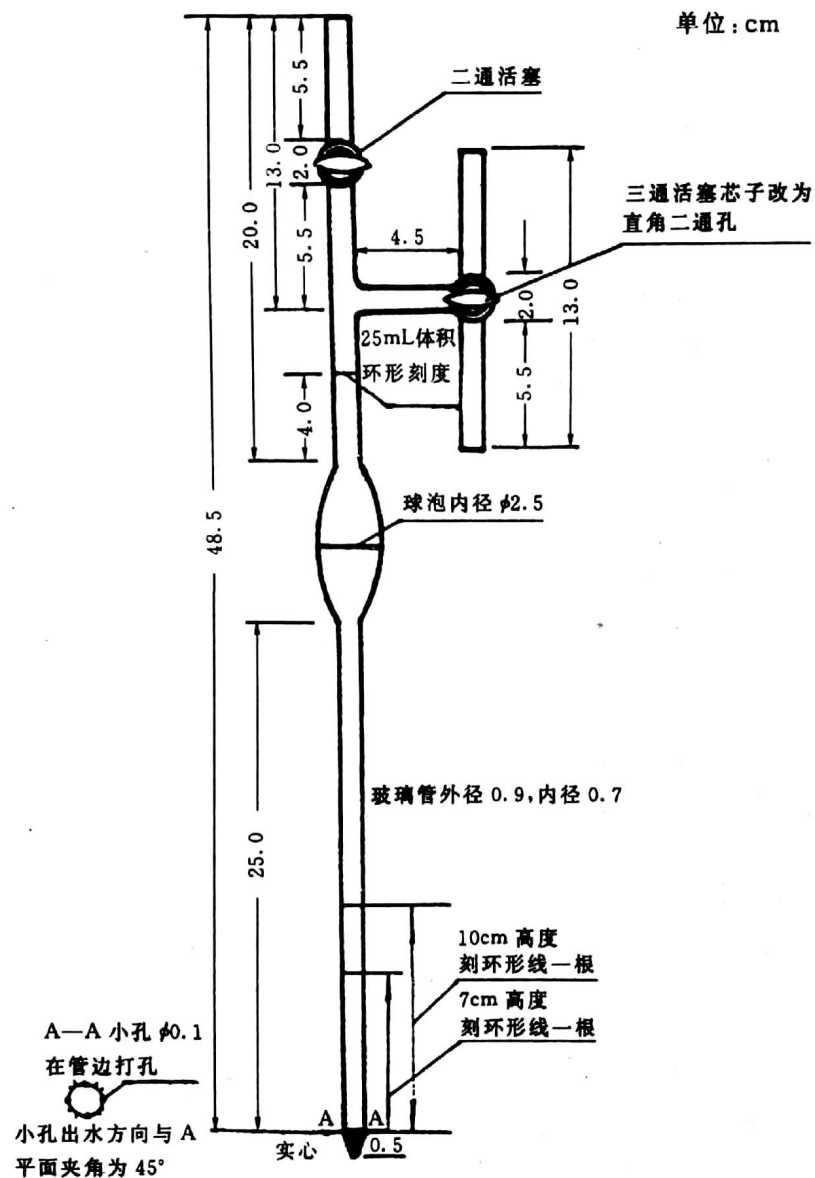


图 1 土壤颗粒分析吸管

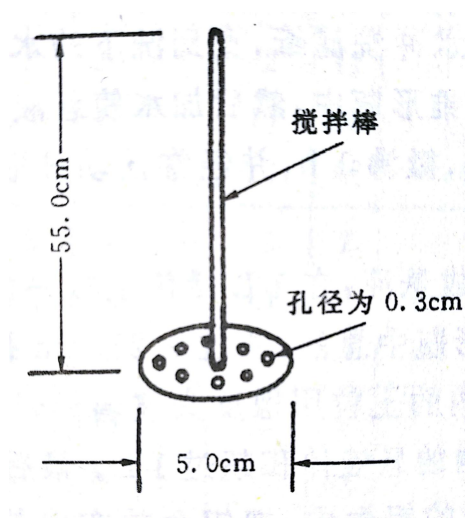


图2 搅拌棒

2.4 测定步骤

2.4.1 称样

称取通过2 mm筛孔的10.000 g风干土样(已全部去除粗有机质)三份, 其中一份放在已知质量的铝盒中作土壤水分换算系数的测定, 另两份分别放入50 mL烧杯中作测定盐酸洗失量、有机质洗失量及颗粒分析用。

2.4.2 土壤水分换算系数的测定

把已知质量的铝盒盛土样称量后, 放入烘箱内于105℃烘6 h后称量, 算出土壤水分换算系数(K_2)。

2.4.3 脱钙及盐酸洗失量的测定

用稀盐酸处理土样所失去的质量, 称为盐酸洗失量。含有碳酸盐的土壤, 先用0.2 mol/L盐酸洗, 无碳酸盐的土壤可直接用0.05 mol/L盐酸洗。在盛土样的烧杯中慢慢地加入0.2 mol/L盐酸10 mL, 用玻璃棒充分搅拌, 静置片刻, 让土粒沉降。于漏斗中放一已知质量的快速滤纸, 倒烧杯内上部清液入漏斗过滤, 再加10 mL 0.2 mol/L盐酸于烧杯中, 如前搅拌、静置、过滤, 如此反复多次, 直到土样中无二氧化碳气泡发生, 然后改用0.05 mol/L盐酸洗土样, 直到滤液中无钙离子存在然后再用水洗2~3次。除氯化物及盐酸, 直至无氯离子为止。

检查钙离子: 于白瓷比色板凹孔中接1~2滴滤液, 加1:1氨水1滴, 轻轻摇动比色板, 加钙指示剂少量(似绿豆大), 再轻摇比色板, 当滤液呈红色则表示还有钙离子存在, 蓝色表示钙离子已洗净。

检查氯离子: 用试管收集少量(约5 mL)滤液, 滴加1:9硝酸酸化滤液, 然后滴加50 g/L硝酸银溶液1~2滴, 若有白色沉淀物(氯化银)即显示尚有氯离子存在, 如无白色沉淀物, 则显示样品中已无氯离子。

用水将烧杯中测定洗失量的土样全部洗入漏斗中, 等漏斗内的土样滤干后连同滤纸一起移入已知质量的铝盒内, 放在烘箱中于105℃烘干至恒定质量(前后两次称量相差小于0.003 g为恒定质量), 计算盐酸洗失量。(样品如还需去除有机质, 其洗失量计算, 可到去尽有机质后, 一并进行。)

2.4.4 去除有机质

对于含有较多有机质需去除的样品，则将上述2份去除尽碳酸盐的样品，从漏斗中分别转移到250 mL高型烧杯中，加入10~20 mL 1:4过氧化氢溶液，并用玻棒常搅动，促进有机质氧化(当氧化强烈时，产生大量气泡，为避免样品逸出杯外，可滴加2~3滴异戊醇来消泡，也可将杯移到冷水盆中降温制止)。有时虽猛烈反应，但不是有机质氧化，可滴加1:9乙酸溶液来起缓冲作用。样品需用过氧化氢反复多次处理，直至土色变淡，有机质完全被氧化为止。过量的过氧化氢可用加热法排除。(如样品不需要去除碳酸盐，只需去除有机质，则称样倒入250 mL高型烧杯，加少量湿润后，直接去除有机质。)

将上述一份样品测定盐酸、过氧化氢洗失量。

2.4.5 悬液的制备

2.4.5.1 分散土样洗盐及去除有机质后的另一份测颗粒分析的土样用水洗入500 mL锥形瓶中，把滤纸移到蒸发皿内，用橡皮头玻璃棒及水冲洗滤纸，直到洗下的水透明为止，一并将洗下的水倒入锥形瓶中，加0.5 mol/L氢氧化钠10 mL于锥形瓶中，然后加水使悬液体积达250 mL左右、充分摇匀。锥形瓶上放一小漏斗，并放在电热板上加热，微沸1 h，并经常摇动锥形瓶，以防土粒沉积瓶底成硬块，使样品充分分散。

2.4.5.2 分离2~0.25 mm粒级与制成悬液：在1 L量筒上放一大漏斗，把孔径0.25 mm的洗筛放在大漏斗内，待悬液冷却后，充分摇动锥形瓶中悬液，通过0.25 mm孔径筛，用水洗入1 L量筒中。留在瓶内的土粒，用水全部洗入筛子内，筛子内的土粒用橡皮头玻璃棒轻轻地洗擦及用水冲洗，直到滤下的水不再混浊为止。同时应注意勿使量筒内的悬液体积超过1 L。最后将量筒内的悬液用水加到1 L标度。

把留在筛内的砂粒洗入已知质量的铝盒中，把铝盒放在电热板上蒸去水分，然后放入烘箱内于105℃烘6 h后称量。

对于不需去除碳酸盐及有机质的样品，在测定土壤水分换算系数的同时，则可直接称样放入于500 mL锥形瓶中，加250 mL水，充分浸泡(8 h以上)，然后，根据样品的pH值，加入不同的分散剂煮沸分散(中性加10 mL 0.5 mol/L 1/2草酸钠溶液，酸性加10 mL 0.5 mol/L 氢氧化钠溶液，对于石灰性土样加10 mL 0.5 mol/L 1/6六偏磷酸钠溶液)制备悬液。

2.4.6 测定悬液的温度：将摄氏温度计悬挂在存有水的1 L量筒中，并把它与待测液放在一起，记录水温(℃)，即代表悬液的温度。

2.4.7 吸取悬液样品将盛悬液的量筒放在温度变化小的平稳桌上，并避免阳光直接照射。根据悬液温度、土壤密度与颗粒直径，按美国制土壤颗粒分析吸管法吸取各粒级的时间表(表2)，吸取各级颗粒。

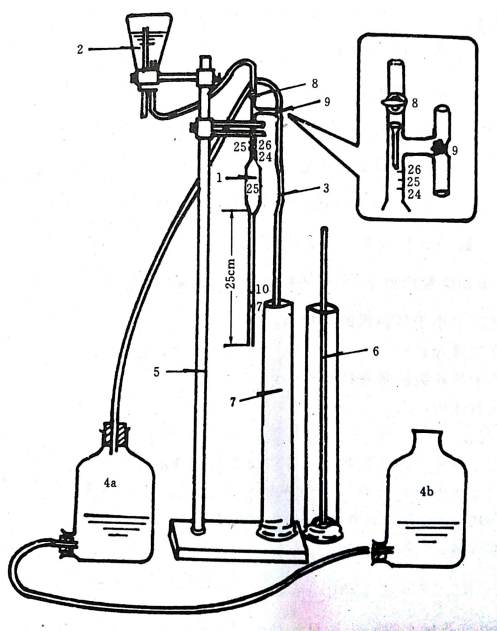
表2 制土壤颗粒分析吸管法吸取各粒及时间表

土壤密度	粒径 mm	吸液深度 cm	在不同温度下吸取悬液所需时间														
			10℃			12.5℃			15℃			17.5℃			20℃		
			h	min	s	h	min	s	h	min	s	h	min	s	h	min	s
2.40	0.05	25		2	51		2	39		2	29		2	20		2	12
	0.02	25		17	50		16	38		15	33		14	35		13	42
	0.002	8	9	31	15	8	53	7	8	17	42	7	47	1	7	18	27
2.45	0.05	25		2	15		2	34		2	24		2	15		2	7
	0.02	25		17	13		16	4		15	1		14	5		13	14
	0.002	8	9	11	39	8	34	24	8	0	29	7	30	54	7	3	25
2.50	0.05	25		2	39		2	28		2	19		2	11		2	3
	0.02	25		16	39		15	31		14	31		13	37		12	47
	0.002	8	8	53	7	8	17	17	7	44	34	7	15	55	6	49	18
2.55	0.05	25		2	34		2	24		2	15		2	7		1	59
	0.02	25		16	7		15	2		14	2		13	11		12	23
	0.002	8	8	36	2	8	1	16	7	29	34	7	1	52	6	36	6
2.60	0.05	25		2	29		2	19		2	10		2	2		1	55
	0.02	25		15	36		14	33		13	36		12	46		12	0
	0.002	8	8	19	54	7	46	13	7	15	32	6	48	42	6	23	44
2.65	0.05	25		2	25		2	15		2	7		1	59		1	52
	0.02	25		15	8		14	7		13	11		12	23		11	38
	0.002	8	8	4	45	7	32	5	7	2	21	6	36	19	6	12	8
2.70	0.05	25		2	20		2	11		2	3		1	55		1	45
	0.02	25		14	41		13	42		12	48		12	1		11	17
	0.002	8	7	50	31	7	18	48	6	49	56	6	24	40	6	1	11
2.75	0.05	25		2	16		2	7		1	59		1	52		1	49
	0.02	25		14	16		13	19		12	26		11	40		10	59
	0.002	8	7	37	4	7	6	16	6	38	13	6	13	41	5	50	55
2.80	0.05	25		2	13		2	4		1	56		1	49		1	43
	0.02	25		13	53		12	57		12	6		11	21		10	40
	0.002	8	7	24	22	6	54	26	6	27	10	6	3	19	5	46	9

土壤密度	粒径 mm	吸液深度 cm	在不同温度下吸取悬液所需时间														
			22.5℃			25℃			27.5℃			30℃			32.5℃		
			h	min	s	h	min	s	h	min	s	h	min	s	h	min	s
2.40	0.05	25		2	4		1	57		1	51		1	45		1	39
	0.02	25		12	55		12	11		11	32		10	55		10	20
	0.002	8	6	53	3	6	29	38	6	8	19	5	48	46	5	30	51
2.45	0.05	25		2	6		1	53		1	47		1	41		1	36
	0.02	25		12	28		11	46		11	8		10	32		9	59
	0.002	8	6	38	43	6	16	13	5	55	39	5	36	42	5	19	31
2.50	0.05	25		1	56		1	49		1	43		1	38		1	33
	0.02	25		12	3		11	22		10	45		10	11		9	39
	0.002	8	6	25	31	6	3	42	5	43	51	5	25	33	5	8	51
2.55	0.05	25		1	51		1	46		1	40		1	35		1	30
	0.02	25		11	40		11	0		10	25		9	52		9	20
	0.002	8	6	13	5	5	51	59	5	32	47	5	15	4	4	58	57
2.60	0.05	25		1	48		1	43		1	37		1	32		1	27
	0.02	25		11	18		10	40		10	5		9	33		9	3
	0.002	8	6	1	27	5	41	1	5	22	24	5	5	15	4	49	50
2.65	0.05	25		1	45		1	40		1	34		1	29		1	24
	0.02	25		10	57		10	20		9	47		9	16		8	44
	0.002	8	5	50	30	5	30	42	5	12	39	4	56	2	4	40	53
2.70	0.05	25		1	42		1	37		1	31		1	26		1	22
	0.02	25		10	38		10	2		9	30		9	0		8	31
	0.002	8	5	40	13	5	20	59	5	3	29	4	47	21	4	32	40
2.75	0.05	25		1	39		1	34		1	29		1	24		1	19
	0.02	25		10	20		9	45		9	13		8	44		8	17
	0.002	8	5	30	30	5	11	50	4	54	49	4	39	9	4	24	52
2.80	0.05	25		1	37		1	31		1	26		1	22		1	17
	0.02	25		10	3		9	29		8	58		8	30		8	3
	0.002	8	5	21	20	5	3	11	4	46	39	4	31	25	4	17	32

吸悬液的装置如图3，将三通活塞(9)放在上下流通位置。4a及4b两瓶内所装的水不超过一个瓶的总体积。两瓶的联接管用夹子夹住让4a放试验台上，而把4b放在地板上。

用搅拌棒垂直搅拌悬液1 min，上下各30次，搅拌棒的多孔片不要提出液面，以免产生泡沫(含有机质多，而对未经去除的样品，在搅拌时会引起气泡，影响吸管深度的刻度线的观察，可加1~2滴异戊醇消泡。)，搅拌完毕的时间即为开始沉降的时间，按规定时间静置后吸液，在吸液前10 s将吸管自悬液中央轻轻插至所需吸取悬液深度，随即打开4a与4b联接管上的夹子，这时4a内的水就流向4b，这样就使4a内的空气减压，然后把(9)转到吸液的位置，吸取悬液，当悬液上升到25 mL标度处，立刻(9)转回到上下流通的位置，停止吸液，吸液的时间尽可能控制在20 s内。把吸管从量筒中取出，转(9)到放液的位置，放悬液于已知质量的铝盒中。记录吸取悬液的体积。打开(8)塞，于用少量水冲洗吸管并放入铝盒中，关(8)塞。按照以上步骤，分别吸取小于0.05、小0.02、小于0.002 mm各粒级的悬液。



1—颗粒分析吸管；2—盛水锥形瓶(250 mL)；3—通气橡皮管；
 4—抽气装置，包括两个容量为1 L以上的下口瓶(4a及4b)；
 5—支架；6—搅拌棒；7—沉降筒(1 L量筒，直径约6 cm，
 高约45 cm)；8—活塞；9—三通活塞

图3 土壤颗粒分析吸管示意图

2.4.8 称各粒级质量：把盛有各粒级悬液的铝盒，放在电热板上烘干，然后移入烘箱中在 105℃ 烘 6 h 后称量。

2.4.9 各砂粒的分级并称量把 0.25mm 以上的砂粒，通过 1.0 及 0.5 mm 的筛孔，并分别称出它们的烘干质量。

2.5 结果计算

2.5.1 土壤水分换算系数 K_2 按式 (1) 计算：

$$K_2 = \frac{m}{m_1} \dots\dots\dots(1)$$

式中： m ——烘干土质量，g；

m_1 ——风干土质量，g。

$$\text{烘干土质量}(g) = \text{烘干土质量}(g) \times K_2 \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{流失量}(g/kg) = \frac{m'_2}{m} \times 1000 \dots\dots\dots(3)$$

$$m'_2 = \text{洗盐及去除有机质前烘干土质量}(g) + \text{铝盒质量}(g) + \text{滤纸质量}(g) \\ - (\text{铝盒} + \text{滤纸} + \text{洗盐及去除有机质前烘干土质量})(g) \dots\dots\dots(4)$$

式中： m'_2 ——流失质量，g；

2.5.2 2.0~1.0, 1.0~0.5, 0.5~0.25 mm 粒级含量(g/kg):

$$2.0 \sim 1.0\text{mm颗粒含量}(g/kg) = \frac{m'}{m} \dots\dots\dots(5)$$

式中： m' ——2.0~1.0 mm粒级烘干土质量，g。

$$1.0 \sim 0.5\text{mm颗粒含量}(g/kg) = \frac{m''}{m} \dots\dots\dots(6)$$

式中： m'' ——1.0~0.5 mm粒级烘干土质量，g。

$$0.5 \sim 0.25\text{mm颗粒含量}(g/kg) = \frac{m'''}{m} \dots\dots\dots(7)$$

式中： m''' ——0.5~0.25 mm粒级烘干土质量，g。

$$0.05 \text{ mm粒级以下, 小于某粒级含量}(g/kg) = \frac{m_2}{m} \times \frac{1000}{V} \times 1000 \dots\dots\dots(8)$$

式中： m_2 ——吸取悬浊液中小于某粒级的质量，g。

m ——烘干土质量，g；

V ——吸取小于某粒级的悬液体积，mL；

1000——悬液总总体积，mL。

2.5.3 分散剂质量校正

加入的分散剂在计算时必须予以校正。各粒级含量(g/kg)是由小于某粒级含量(g/kg)依次相减而得。由于小于某粒级含量中都包含着等量的分散剂，实际上在依次相减时已将分散剂量扣除，分散剂量(g/kg)只需在最后一级粘粒(小于0.002 mm)含量(g/kg)中减去。

分散剂占烘干土质量，按式(9)计算：

$$A(g/kg) = \frac{c \times V \times 0.040}{m} \times 1000 \dots\dots\dots(9)$$

式中： A ——分散剂氢氧化钠占烘干土质量，g/kg；

c ——分散剂氢氧化钠溶液的浓度，mol/L；

V ——分散剂氢氧化钠溶液的体积，mL；

m ——烘干土质量，g。

0.040——氢氧化钠分子的摩尔质量，g/mol。

2.5.4 各粒级含量(g/kg)的计算

$$\begin{aligned} & \text{粉(砂)粒}(0.05 \sim 0.02 \text{ mm})\text{粒级含量}(g/kg) \\ & = \text{小于}0.05 \text{ mm粒级含量}(g/kg) - \text{小于}0.02 \text{ mm粒级含量}(g/kg) \dots\dots\dots(10) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{粉(砂)粒}(0.02 \sim 0.002 \text{ mm})\text{粒级含量}(g/kg) \\ & = \text{小于}0.02 \text{ mm粒级含量}(g/kg) - \text{小于}0.002 \text{ mm粒级含量}(g/kg) \dots\dots\dots(11) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{粘粒(小于0.002 mm)粒级含量(g/kg)} \\ & = \text{小于0.002 mm粒级含量(g/kg)} - A(\text{g/kg}) \dots\dots\dots (12) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{细砂+极细砂(0.25~0.05 mm)粒级含量(g/kg)} \\ & = 100 - [\text{2.0~1.0 mm粒级含量(g/kg)} + \text{1.0~0.5 mm粒级含量(g/kg)} \\ & \quad + \text{0.5~0.25 mm粒级含量(g/kg)} + \text{0.05~0.02 mm粒级含量(g/kg)} \\ & \quad + \text{0.02~0.002 mm粒级含量(g/kg)} + \text{小于0.002 mm粒级含量(g/kg)} \\ & \quad + \text{盐酸洗失量(g/kg)} \dots\dots\dots (13) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{砂粒(2.0~0.05 mm)粒级含量(g/kg)} \\ & = \text{2.0~1.0mm粒级含量(g/kg)} + \text{1.0~0.5 mm粒级含量(g/kg)} \\ & \quad + \text{0.5~0.25田田粒级含量(g/kg)} + \text{0.25~0.05 mm粒级含量(g/kg)} \\ & \quad + \text{盐酸洗失量(g/kg)} \dots\dots\dots (14) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{粉(砂)粒(0.05~0.002 mm)粒级含量(g/kg)} \\ & = \text{0.05~0.02 mm粒级含量(g/kg)} + \text{0.02~0.002 mm粒级含量(g/kg)} \dots\dots\dots (15) \end{aligned}$$

2.6 确定土壤质地名称

2.6.1 根据砂粒(2.0~0.05 mm)、粉(砂)粒(0.05~0.002 mm)及粘粒(小于 0.002 mm)粒级含量(g/kg)，在美国制土壤质地分类三角坐标图上查得土壤质地名称(图 4)。

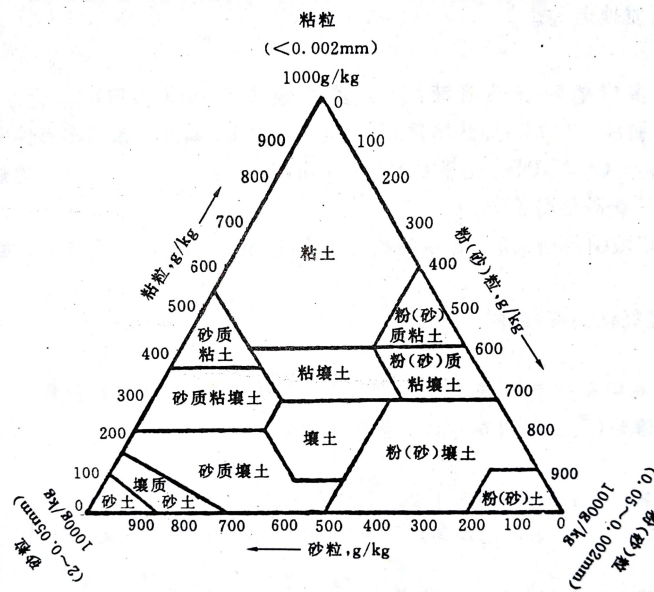


图 4 土壤质地分类三角坐标图

示例：某土壤含粘粒 150 g/kg，粉(砂)粒 200 g/kg，砂粒 650 g/kg，则此土样的质地名称为“砂质壤土”。

2.6.2 根据森林土壤含砾石较多的特点，在土壤质地命名时，应根据砾石含量及大小冠以“石”或“砾”字样(如表 3)，这部分砾石含量及大小应在野外土壤剖面调查时加以测定。

表 3 按砾石大小及含量的质地分级

砾石含量 g/kg	砾石大小, mm		
	20~75	75~250	>250

50~150	少砾	少砾石	少石
150~300	中砾	中砾石	中石
300~700	多砾	多砾石	多石
>700	全砾 ¹⁾	全砾石	全石
1) 不与质地分级连用			

示例：某砂壤土的砾石含量在 300~500g/kg，其中以大于 250 mm 的为主，则命名为多石砾壤土；如以 75~250 mm 的砾石为主时，则命名为多砾石砂壤土。

2.7 允许偏差

平行测定结果的允许绝对偏差粘粒级小于 10g/kg；粉(砂)粒级小于 20 g/kg。

注：

注 1：未分解、半分解及已分解的森林枯枝落叶层不做壤颗粒组成的测定。

注 2：土壤颗粒分析在处理土样时可不需除去有机质，因为有机质是土壤的重要组成部分，计算各粒级含量(g/kg)以烘干土为基数。土壤矿质颗粒分析在处理样品时要除去有机质，计算各粒级含量，以除去有机质及盐酸洗失量后的烘干矿质土为基数。

3 密度计法

3.1 方法要点

土样经化学及物理处理成悬液定容后，根据司笃克斯定律及土壤密度计浮泡在悬液中所处的平均有效深度，静置不同时间后，用土壤密度计直接读出每升悬液中所含各级颗粒的质量(g)，计算它们的含量(g/kg)，并定出土壤质地名称。

3.2 试剂

3.2.1 0.5 mol/L 多聚偏磷酸钠溶液：51 g 多聚偏磷酸钠[(NaPO₃)_x，化学纯]或六偏磷酸钠[(NaPO₃)₆，化学纯]，加水 400 mL，加热溶解，用水定容至 1 L。如没有市售多聚偏磷酸钠，可自己制备，方法如下把磷酸二氢钠(NaH₂PO₄，化学纯)放于大坩锅中，于马福炉中 650℃灼烧 15 min，使完全熔融。冷却后形成玻璃状非晶形的偏磷酸钠。

3.2.2 0.25 mol/L 草酸钠溶液：33.5 g 草酸钠(Na₂C₂O₄，化学纯)，加水 700 mL，加热使溶解，冷却，用水定容至 1 L。

3.2.3 0.5 mol/L 氢氧化钠溶液同 2.2.3。

3.3 主要仪器

土壤密度计(又称甲种密度计或鲍氏密度计，刻度为 0~60 g/L)，沉降筒(1 L 平口量筒)，洗筛(0.25 mm 筛孔)，土壤筛(孔径分别为 2.0，1.0，0.5 mm)。

3.4 测定步骤

3.4.1 土壤水分换算系数的测定同 2.4.2。

3.4.2 称样：称取通过 2 mm 筛孔的均匀风干土样 50 g (粘土或壤土 50 g，砂土 100 g) 于 500 mL 锥形瓶中。

3.4.3 分散土样：根据土壤 pH，分别选用下列分散剂：石灰性土样 50 g，加 0.5 mol/L 多聚偏磷酸钠 60 mL；中性土样 50 g，加 0.25 mol/L 草酸钠 50 mL 酸性土样 50 g，加 0.5 mol/L 氢氧化钠 50 mL。

于锥形瓶中加水 250 mL，加入分散剂，摇匀后静置 2 h。摇动锥形瓶，瓶口放一小漏斗，在电热板上加热，煮沸 1 h。在煮沸过程中要经常摇动锥形瓶，以防土粒沉积瓶底结成硬块。

3.4.4 分离 2~0.25 mm 粒级及制备悬液在 1 L 量筒上放置大漏斗，在其上放一孔径 0.25 mm 的洗筛。待悬液冷却后，充分摇动锥形瓶，使下沉的土粒分散于悬液中，将悬液通过 0.25 mm 洗筛流至 1 L 量筒中，留在锥形瓶内的土粒用水全部洗入筛内，筛内的土粒用橡皮头玻璃棒轻轻地洗擦及用水冲洗，直洗到筛内流下的水不再混浊为止。同时应注意切勿使量筒内的液体超过 1 L。最后向量筒内加水到 1 L 标度。

留在筛内的为 2~0.25 mm 的砂粒，用水把它洗入已知质量的铝盒中，把铝盒放在电热板上烘去水分，移入烘箱中在 105℃ 烘 6 h 后称量。再把 0.25 mm 以上的砂粒，通过 1.0 及 0.5 mm 筛孔，分别称出它们的烘干质量。

3.4.5 3 测定悬液温度同 2.4.6。

3.4.6 测定悬液的土壤密度计读数将盛有悬液的量筒放在温度变化小的平稳桌上，并避免阳光直接照射。测定小于 0.05 mm 粒级的密度计读数，在搅拌完毕静置 1 min 后放入土壤密度计；测定小于 0.02 mm 粒级，搅拌完毕静置 5 min 后放入土壤密度计；测定小于 0.002 mm 粒级，搅拌完毕静置 8 h 后放入土壤密度计。用搅拌棒搅动悬液 1 min，上下各 30 次。搅拌时，搅拌棒的多孔片不要提出液面，以免产生泡沫。搅拌结束的时间也是开始静置的时间(有机质含量较多的悬液，搅拌时会产生泡沫，影响密度计读数，因此放密度计之前，可在悬液面上加异戊醇数滴)，在选定的时间前 30 s，将土壤密度计轻轻放入悬液中央，尽量勿使其左右摇摆及上下浮沉，记下土壤密度计与弯液面相平的标度读数。查土壤密度计温度校正表(表 4)，得土壤密度计校正后读数，此值代表直径小于所选定粒径毫米数的颗粒累积含量(g)，按照上述步骤，分别测得小于 0.05、小于 0.01 及小于 0.002 mm 各粒级的土壤密度计读数。

表 4 土壤密度计校正表

温度,℃	校正值	温度,℃	校正值	温度,℃	校正值
6.0	-2.2	17.5	-0.7	25.0	+1.7
8.0	-2.1	18.0	-0.5	25.5	+1.9
10.0	-2.0	18.5	-0.4	26.0	+2.1
11.0	-1.9	19.0	-0.3	26.5	+2.3
11.5	-1.8	19.5	-0.1	27.0	+2.5
12.5	-1.7	20.0	0	27.5	+2.7
13.0	-1.6	20.5	+0.2	28.0	+2.9
13.5	-1.5	21.0	+0.3	28.5	+3.1
14.0	-1.4	21.5	+0.5	29.0	+3.3
14.5	-1.3	22.0	+0.6	29.5	+3.5
15.0	-1.2	22.5	+0.8	30.0	+3.7
15.5	-1.1	23.0	+0.9	30.5	+3.8
16.0	-1.0	23.5	+1.1	31.0	+4.0
16.5	-0.9	24.0	+1.3	31.5	+4.2
17.0	-0.8	24.5	+1.5	32.0	+4.6

3.5 结果计算

3.5.1 土壤水分换算系数 K_2 与烘干土质量计算：同 2.5.1。

3.5.2 2.0~1, 1.0~9.5 0.5~0.25mm 粒级含量 (g/kg)：同 2.5.2。

$$0.05\text{mm粒级以下, 小于某粒级含量 (g/kg)} = \frac{m_1}{m_2} \times 1000 \dots\dots (16)$$

式中： m_1 ——小于某粒级的土壤密度计校正后读数；

m_2 ——烘干土样质量，g。

3.5.3 分散剂占烘干土质量 (g/kg) 计算：

$$A(\text{g/kg}) = \frac{c \times V \times m_A}{m} \times 1000 \dots\dots (17)$$

式中： A ——分散剂占烘干土质量，g/kg；

c ——分散剂浓度，mol/L；

V ——分散剂体积，mL；

m_A ——分散剂的摩尔质量，g/mol；

m ——烘干土样质量，g。

0.5 mol/L 氢氧化钠溶液 50 mL 质量为 1 g ($0.5 \times 50 \times 0.04 = 1$)；0.25 mol/L 草酸钠溶液 50 mL 质量为 1.68 g ($0.25 \times 50 \times 0.134 = 1.68$)；0.5 mol/L 偏磷酸钠溶液 60 mL 质量为 3.06 g ($0.5 \times 60 \times 1.02 = 3.06$)。

3.5.4 各粒级含量 (g/kg) 的计算除不计算盐酸洗失量外，其他全同 2.5.4。

3.6 确定土壤质地名称同 2.6。