

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。

中华人民共和国林业行业标准

森林土壤颗粒组成(机械组成)的测定

LY/T 1225—1999

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

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 $\frac{1}{2}$ 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 $\frac{1}{6}$ 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($\pm 0.1^{\circ}\text{C}$), 真空干燥器, 电热板, 电烘箱, 秒表等。

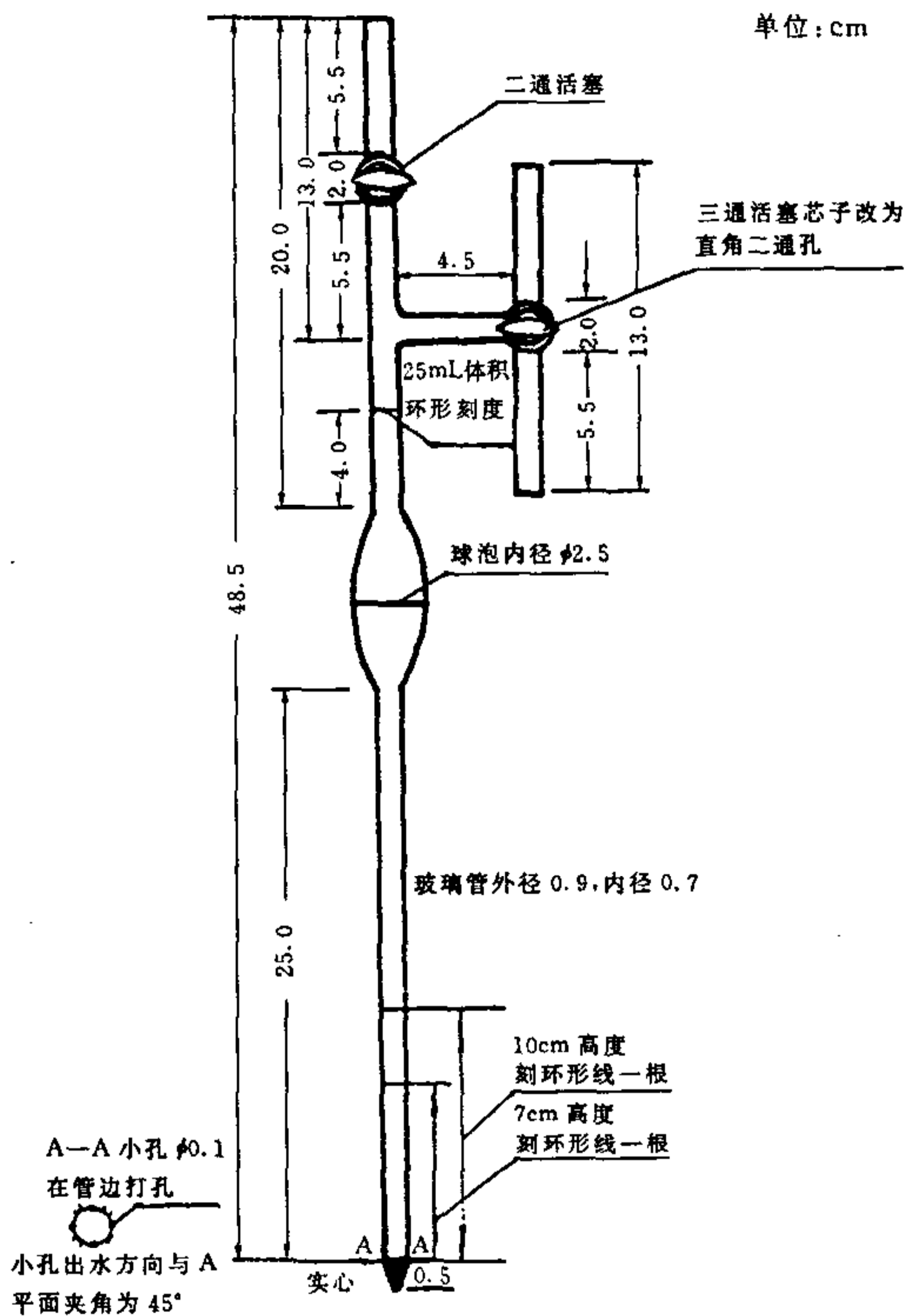


图 1 土壤颗粒分析吸管

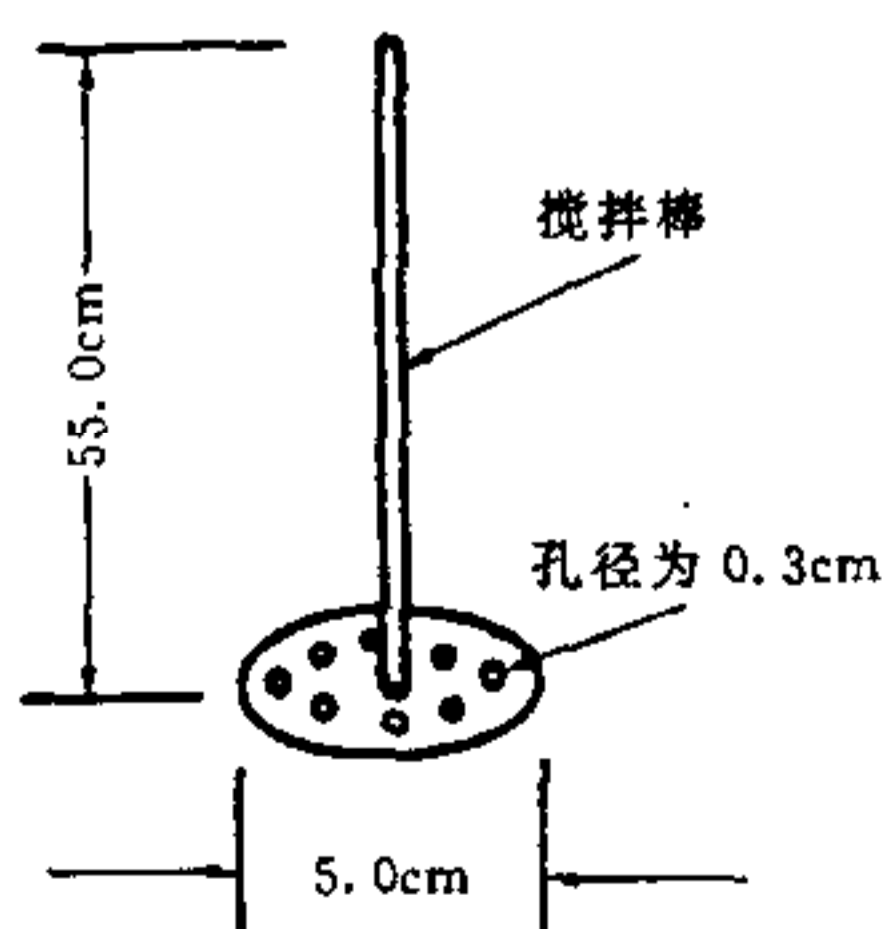


图 2 搅拌棒

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,并用玻璃棒常搅动,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,煮沸 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 $\frac{1}{2}$ 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 $\frac{1}{6}$ 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(°C),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

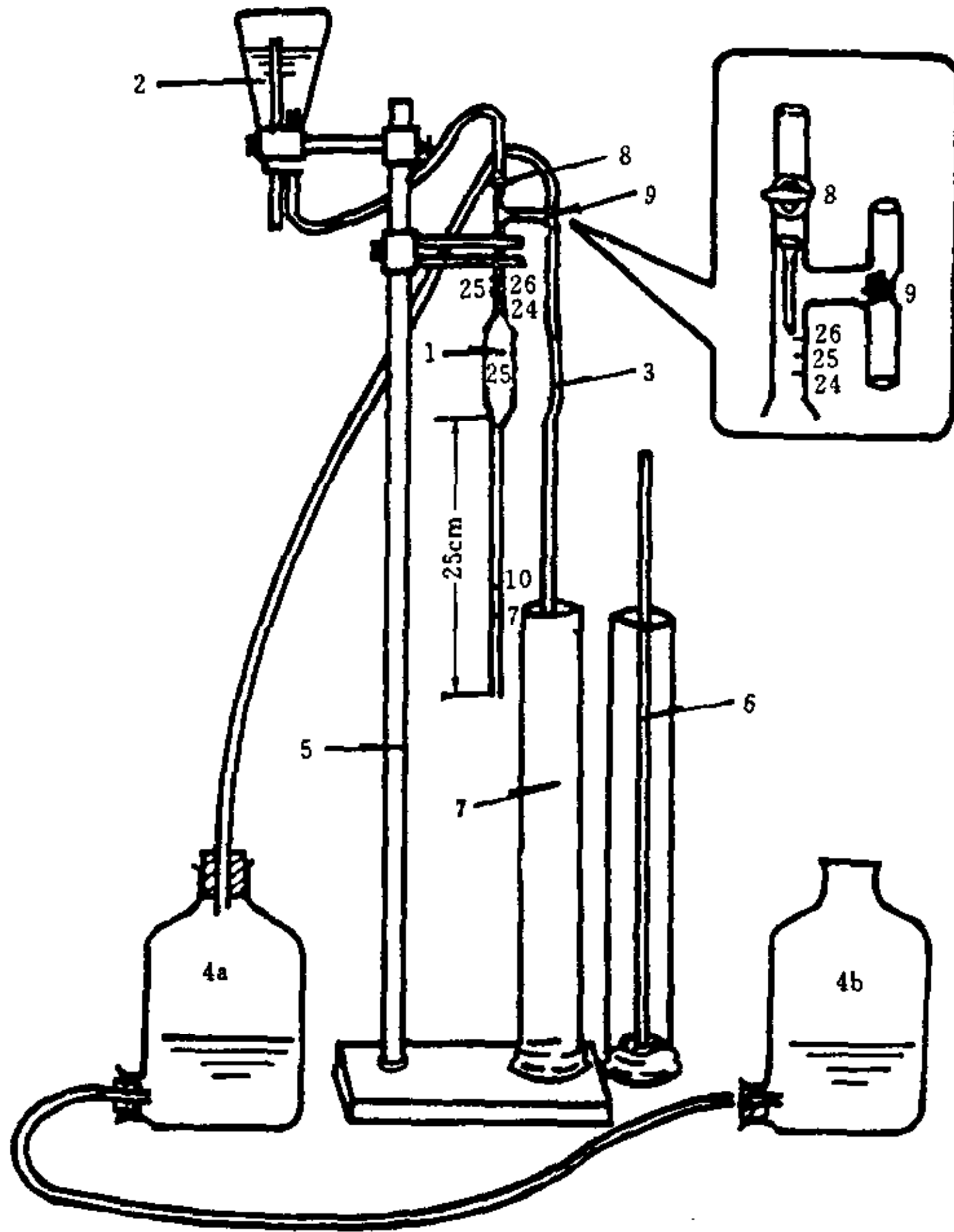
土壤密度	粒径 mm	吸液深度 cm	在不同温度下吸取悬液所需时间														
			10°C			12.5°C			15°C			17.5°C			20°C		
			h	min	s	h	min	s	h	min	s	h	min	s	h	min	s
2.40	0.05	25		2	51		2	39		2	29		2	20		2	12
	0.02	25		17	50		16	38		15	33		14	35		13	42
	0.002	8	9	31	15	8	53	7	8	17	42	7	47	1	7	18	27
2.45	0.05	25		2	15		2	34		2	24		2	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

表 2(完)

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,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、小于 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 土壤颗粒分析吸管仪示意图

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 0.25 mm 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。

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

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

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

式中: m'_2 ——洗失质量, g。

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

$$2.0 \sim 1.0 \text{ mm 粒级含量(g/kg)} = \frac{m'}{m} \times 1000 \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中: m' ——2.0~1.0 mm 粒级烘干土质量, g。

$$1.0 \sim 0.5 \text{ mm 粒级含量(g/kg)} = \frac{m''}{m} \times 1000 \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中: m'' ——1.0~0.5 mm 粒级烘干土质量, g。

$$0.5 \sim 0.25 \text{ mm 粒级含量(g/kg)} = \frac{m'''}{m} \times 1000 \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中: m''' ——0.5~0.25 mm 粒级烘干土质量, g。

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

式中: m_2 ——吸取悬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:

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

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

粉(砂)粒(0.05~0.02 mm)粒级含量(g/kg)

$$= \text{小于 } 0.05 \text{ mm 粒级含量(g/kg)} - \text{小于 } 0.02 \text{ mm 粒级含量(g/kg)} \quad \dots\dots\dots(10)$$

粉(砂)粒(0.02~0.002 mm)粒级含量(g/kg)

$$= \text{小于 } 0.02 \text{ mm 粒级含量(g/kg)} - \text{小于 } 0.002 \text{ mm 粒级含量(g/kg)} \quad \dots\dots\dots(11)$$

粘粒(小于0.002 mm)粒级含量(g/kg)

$$= \text{小于 } 0.002 \text{ mm 粒级含量(g/kg)} - A(\text{g/kg}) \quad \dots\dots\dots(12)$$

细砂+极细砂(0.25~0.05 mm)粒级含量(g/kg)

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

砂粒(2.0~0.05 mm)粒级含量(g/kg)

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

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

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)。

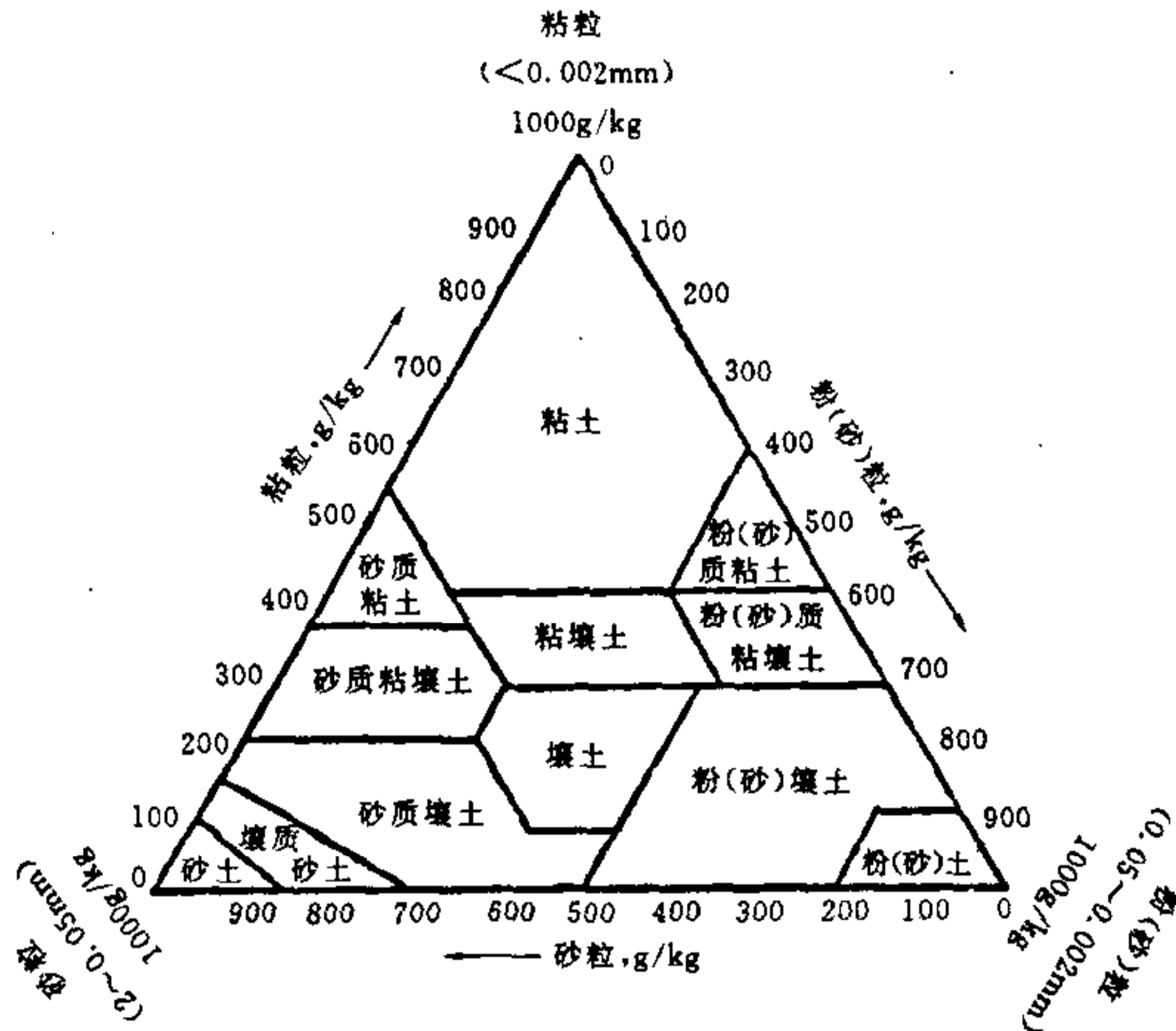


图4 土壤质地分类三角坐标图

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。

例：某砂壤土的砾石含量在 300~500 g/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 10 g/kg; 粉(砂)粒级小于 20 g/kg。

注

- 1 未分解、半分解及已分解的森林枯枝落叶层不做土壤颗粒组成的测定。
- 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 $[(\text{NaPO}_3)_x]$,化学纯]或六偏磷酸钠 $[(\text{NaPO}_3)_6]$,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 $(\text{NaH}_2\text{PO}_4)$,化学纯)放于大坩埚中,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 $(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4)$,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 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 2.0~1.0,1.0~0.5,0.5~0.25 mm 粒级含量(g/kg):同 2.5.2。

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

式中: m_1 ——小于某毫米粒级的土壤密度计校正后读数; m ——烘干土样质量,g。

3.5.3 分散剂占烘干土质量(g/kg)计算:

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

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