

S
1582
75/2

401336

土壤肥力性状的测定方法

附土壤调查与制图

(林业专业试用)

广东农林学院林学系

林业基础教研组编

1975年12月

毛主席语录

阶级斗争、生产斗争和科学试验，是建设社会主义强大国家的三项伟大革命运动。

我们需要的是热烈而镇定的情绪，紧张而有秩序的工作。

要过细地做工作，要过细，粗枝大叶不行，粗枝大叶往往
是错。

目 录

一、土壤水分的测定方法和诊断指标

二、土壤通气性的测定方法和诊断指标

(一) 通气性测定

(二) 土壤总孔隙度计称

(三) 土壤容重测定

(四) 土壤毛管孔隙和非毛管孔隙的计称方法

三、土壤热量的测定方法和诊断指标

土壤热地的测定方法

四、土壤养分测定方法

(一) 水土部位的确定和分析样本的採集方法

(二) 土壤分析样本的处理和吸湿水含量的测定

(三) 土壤速效养分的测定

(四) 土壤养分常规分析方法

I 土壤有机质含量测定 (丘称法)

II 土壤全氮含量测定 (凱氏法)

III 酸性土壤速效磷的测定 (比色法)

VI 土壤pH值测定

V 土壤代换外基和代换性氢铝的测定及外基饱和度计称

IV 天然水和土壤水溶液外中钙、镁离子的测定

(EDTA— Na_2 容量法)

附录: (一) 土壤分析中有关计称和操作技术

(二) 分析所需药品及消耗量

土壤是林业生产的基础，对林木的生长和产量影响。土壤的肥力状况是否良好，通常是从土壤中的水分、养分、空气和热量几个因素是否充分和协调来衡量的，可见，研究土壤与林木生长的关系，实际上就是研究水分、养分、空气^和热量几个因素对林木生长的影响。“土壤肥力”这个概念可以理解为是水、肥、气、热等因素的矛盾统一物，它们之间互相促进又互相制约，就而土壤养分（N、P、K等）即使含量充足，如果土壤的水气热性能不良，或相互之间不够协调，则土壤养分也无法发挥应有的营养作用。可见，土壤的水气热性能不仅是林木生长必不可少的条件，同时也是调节土壤养分使其发挥营养作用的重要因素。所以在尚没有条件施肥的大面积林地中，合理地改善土壤的水气热条件便是发挥自然肥力，促进林木生长的重要措施。

水气热性质一般均可在野外测定，养分状况（肥）则需从野外取土作室内分析，现将水分、通气和热量的野外测定方法和诊断指标及土壤养分分析方法编辑如下：

一、土壤水分的测定方法和诊断指标：

测定土壤水分一般用两种方法，即酒精燃烧法和烘箱法，酒精燃烧方法简便，测定快速适合野外操作，但当水分含量少时则不易测定准确的数值，因此，测定干土中的吸湿水需用烘箱法，测定其他含水量较高的土壤水分时，即可采用酒精燃烧法（有条件的地方亦可用烘箱法）及介绍酒精燃烧法。（烘箱法测定与详细见养分分析部分）

（一）测定方法：称取10克湿土于已知重量的称盆内，加入酒精燃烧。（加入酒精的用量和次数见附表）第一次燃烧后待冷却，才加第二次酒精再烧，直至使土粒松散干燥为止。冷却后称重，燃烧次数与加酒精量可参放下表，根据水分含量的实际情况可增减或减少数量和次数。

不同质土壤加酒精量与连续酒精次数

土壤质地	水分大致含量	酒精次数与数量		
		第一次	第二次	第三次
砂质土	10 - 15%	5 ml	2 ml	2 ml
粘质土	15 - 20%	6 ml	2 ml	2 ml
粘质土	> 25%	8 ml	2 ml	2 ml

结果计算:

$$\text{土壤水分 \%} = \frac{\text{湿土重} - \text{干土重}}{\text{湿土重}} \times 100$$

按下表可直接查出水分含量:

土壤水分换算表

(以10克湿土计算)

烧干土重 (克)	水分 (%)	烧干土重 (克)	水分 (%)	烧干土重 (克)	水分 (%)	烧干土重 (克)	水分 (%)
9.95	0.50	9.05	9.50	8.15	18.5	7.25	27.5
9.90	1.00	9.00	10.0	8.10	19.0	7.20	28.0
9.85	1.50	8.95	10.5	8.05	19.5	7.15	28.5
9.80	2.00	8.90	11.0	8.00	20.0	7.10	28.0
9.75	2.50	8.85	11.5	7.95	20.5	7.05	28.5
9.70	3.00	8.80	12.0	7.90	21.0	7.00	29.0
9.65	3.50	8.75	12.5	7.85	21.5	6.95	30.5
9.60	4.00	8.70	13.0	7.80	22.0	6.90	31.0
9.55	4.50	8.65	13.5	7.75	22.5	6.85	31.5
9.50	5.00	8.60	14.0	7.70	23.0	6.80	32.0
9.45	5.50	8.55	14.5	7.65	23.5	6.75	32.5
9.40	6.00	8.50	15.0	7.60	24.0	6.70	33.0
9.35	6.50	8.45	15.5	7.55	24.5	6.65	33.5
9.30	7.00	8.40	16.0	7.50	25.0	6.60	34.0
9.25	7.50	8.35	16.5	7.45	25.5	6.55	34.5
9.20	8.00	8.30	17.0	7.40	26.0	6.50	35.0
9.15	8.50	8.25	17.5	7.35	26.5	6.45	35.5
9.10	9.00	8.20	18.0	7.30	27.0	6.40	36.0

代口设备、铝盒或水分测定皿，10 ml量筒，火柴、台秤，酒精。

(二) 诊断指标：

土壤的水分性质包括保持水分的性能和供应水分的性能，保持水分的性能取决于土壤毛细管的多少和毛细管排列形式，一般以最大持水量的数值和结构的良好与否来表示。供水性能则看当时的有效含水量和地下水水位的高低来决定。

(1) 土壤在自然状态下所含的水分，由于土粒表面分子的吸附力很大，土粒吸附的一部份水分不能供给植物利用，所以自然含水量不是植物全部能利用的水分。植物能利用的水分称土壤有效含水量。

$$\text{土壤有效含水量} \% = \text{自然含水量} \% - \text{凋萎系数}$$

(凋萎系数即当植物不能由土壤中取得水分而呈凋萎状况时的土壤含水量，称为凋萎系数)

$$\text{凋萎系数} = \text{吸湿水} \% \div 0.68$$

凋萎系数的数值因土壤质地不同而异

土壤质地	粘土	壤土	砂壤土	砂土
凋萎系数 %	12—8	8—3	3—1	<1

由上表可看出，不同质地的凋萎系数相差很大，如果粘土和砂壤土，二种质地不同的土壤，测得自然含水量都为20%这时粘土的有效水只有20—8=12%，而砂壤土的有效含水量为20—3=17%，如果自然含水量都减至10%这时在粘土上生长的林木就感水分不足开始凋萎，而在砂壤土上生长的则影响不大。

当地下水位很高，地下水层能够通过毛细管与上层土壤发生联系时，凋萎系数便不成为限制水分供给的条件，因地下水位在1—2米左右时，植物需水量的60—20%，来自地下水供应。

(2) 持水性能与土壤最大毛管持水量的关系：

持水性能	良好	适中	不良	极不良
最大毛管持水量	27~35	20~27	15~20	<15
结构状况	结构良好	结构一般	无结构	无结构

(土壤在自然状况下可容纳水量时带有最大持水量的 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$)

① 最大 毛管持水量测定方法如下:

用采土筒取土一筒, 将两端测平, 一端用滤纸或纱布包好, 再用橡皮圈扎起来, 放置垫有厚一至两厘米左右草纸或纸板的吸水容器中使之吸水, 容器中的水面保持和滤纸或纱布面水平位置, 水不足应及时添加。

筒内土壤毛细管不断吸水, 过约 24 小时后至吸水至毛管完全饱和时, 再取筒内土约 30 克, 按测定土壤水分的方法, (酒精燃烧法) 测其含水量。即为该土壤最大毛管持水量。

② 结果计算:

$$\text{毛管持水量 \%} = \frac{\text{吸水量}}{\text{土重}} \times 100$$

坛施有机肥、改良土壤结构, 松土与复盖, 都是提高土壤持水性和供水性的有效措施。

代口设备: 采土筒, 切土刀, 滤纸, 纱布, 吸水容器, 草纸

二、土壤透气性的测定方法和诊断指标

土壤的透气性是植物根部呼吸作用能够正常进行的重要条件。土壤空气存在于土壤孔隙中, 透气性包含气容量 (决定于总孔隙度的大小) 和流通程度 (决定于非毛管孔隙的多少) 两个方面, 其次由于土壤的总孔隙度是有一定限度的, 空气和水分又是同时存在于孔隙之中, 水多空气则少, 水少空气则多, 这种关系又经常在变化中, 故此, 总孔隙度, 毛管孔隙和非毛管孔隙的比例及土壤水分含量等都是衡量和影响透气性好坏的指标。

(一) 透气性的测定: 空气和水分都同时存在于孔隙中, 当测土壤总孔隙度和当时水分含量就可计算出空气含量。

$$a = p - w \times d$$

式中: a 为土壤透气性

p 为土壤总孔隙度

w 为采土时土壤水分含量百分数

D为土壤容重

(二) 土壤总孔隙度计算:

$$\text{总孔隙度}\% = \left(1 - \frac{\text{容重}}{\text{比重}}\right) \times 100$$

土壤的比重值一般比较稳定, 野外工作时可采用如下数据

土壤质地	砂壤土	轻壤土	中壤土	重壤土	粘土
土壤比重	2.60	2.65	2.70	2.75	2.75

根据测得容重值及上列比重数据, 查下表即可求得土壤总孔隙度。

土壤总孔隙度换算表

容重 比重	比重										
	2.75	2.70	2.65	2.60	2.55	2.50	2.45	2.40	2.35	2.30	
0.5	82	81	81	81	80	80	80	79	79	78	
0.6	78	78	78	77	76	76	75	75	74	74	
0.7	74	74	74	73	73	72	71	71	70	70	
0.8	71	70	70	69	69	68	67	67	66	65	
0.9	67	67	66	65	65	64	63	63	62	61	
1.0	63	63	62	62	61	60	59	58	57	57	
1.1	60	59	58	58	57	56	55	54	53	52	
1.2	56	56	55	54	53	52	51	50	49	48	
1.3	53	52	51	50	49	48	47	46	45	43	
1.4	49	48	47	46	45	44	43	42	40	39	
1.5	45	44	43	42	41	40	39	38	36	35	
1.6	42	41	40	38	37	36	35	33	32	30	
1.7	38	37	36	35	33	32	31	29	28	26	
1.8	34	33	32	31	29	28	26	25	23	22	

(三) 土壤容重的测定:

将土筒垂直放在紧土地面上, 加盖, 用木槌打土筒入土至筒内土柱达顶盖, (注意不破坏筒内土壤的自然结构), 然后称取

四周的泥土，铲去土屑，用小刀上下刮平，再称土体的重量。从土体中取土（或另用二分盒在取样部位同时取土）测定水分含量（方法同前）把全部土重换算成干土重。

$$\text{土壤容重} = \frac{\text{干土重}}{\text{土壤容积} \times \text{水的密度}} \quad (\text{单位: 克/厘米}^3)$$

$$\text{土壤容重} = h \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2$$

h —— 样土筒高

D —— 样土筒直径

注意：在测土壤容重时应反复多测几次，取其平均值。

土壤的总孔隙度与土壤容重密切相关，两者可反映土壤的松紧状况，其关系与最适值可参攷下表：

土壤总孔隙度的适应范围和与土壤容重的关系。

总孔隙度%	>60	60-50	50-52	52-50	<50
土壤容重 $\frac{\text{克}}{\text{厘米}^3}$	<1.0	1.0-1.14	1.14-1.26	1.26-1.30	>1.30
土壤松紧状况	最松	松	适合	稍紧	紧

即是说：总孔隙度 52—60% 为适宜范围

50—52% 为较差范围

50% 以下 为不良范围

土壤容重一般^以0.9—1.20（克/厘米³）较为适合。

仪器设备：采土筒，木槌，小锄，小铲，切土刀，台秤，

(四) 土壤非毛管孔隙和毛管孔隙的计算方法：

毛管孔隙度% = 最大持水量% × 土壤容重

非毛管孔隙度% = 总孔隙度% - 毛管孔隙度%

由上公式可知，非毛管孔隙（决定土壤空气流通的条件）的大小与总孔隙度的大小没有直接的关系，它取决于土壤的质地和结构状况，从生产实践的结果来看，土壤除了要具有适宜的总孔隙度之外，非毛管孔隙与毛管孔隙之间要有合理的比例关系，如：

毛管孔隙：非毛管孔隙 ≈ 1:1 为良好范围

毛管孔隙、非毛管孔隙 $\approx 1.5:1$ (或 $1:1.5$) 适合

毛管孔隙、非毛管孔隙 ≈ 2 以上 $:1$ (或 $1:2$ 以上) 不良

例如：当垂土土的容重为 1.10 克/厘米³时，可查表得总孔隙度 60% ，最大持水量若测定为 27% 。

则：毛管孔隙度 $= 27\% \times 1.10 = 29.7\%$

非毛管孔隙度 $= 60 - 29.7 = 30.3\%$

毛管孔隙^比非毛管孔隙 $= 29.7:30.3 \approx 1:1$

这种土壤的持水性能和通气性能都属良好。

三、土壤热量的测定方法和诊断指标

土壤热量是植物根系正常吸收、微生物分解活动和影响水分运动的主要因素，在苗圃和幼林地是土壤管理的一个重要内容，其影响表现两个方面，一是土层热量，二是地表辐射，尤其是地表辐射，在夏时常导致灼伤苗木引起猝倒病或导致幼林冠下黄化等现象。

土壤热的测定方法

取一组(5-10支)经过校正的温度计(100°C)，按需要分别插入土层的不同深度和地表以上的不同高度，如：

地表以上	20 公分
地表以上	10 公分
地表以上	5 公分
地表	0 公分
土层	5 公分
土层	10 公分
土层	20 公分

另在地表再安放最高温度^表和最低温度^表各一支，选择晴天，24小时内于上午8时，中午2时，下午6时观察记录温度，其平均值可代表当天平均温度，测得的热量数值，可作林地是否需要复盖的参考。

地表最高温度达到 45°C 应该复盖

超过 50°C 有灼伤作用

根层的日夜温差达到 $^{\circ}\text{C}$ 以上，对根系吸收不利，可以用
浇水或复盖来调节。

从以上测定水气蒸的变化中，都与土壤质地有直接的关系，
什么是土壤质地？怎样测定土壤质地？就是我们必须继续弄清的问题。
什么是土壤质地？简单地说是土体中泥沙颗粒的面积比例。

测定泥或砂粒的面积含量就可定出质地名称。我国目前划分
泥沙的标准还不一致，测定质地也有不同的方法，我们採用国际新
基础地分类标准测定方法，^况介绍比重计法和手测法。

土壤质地测定方法

按国际内质地划分标准，将 $< 0.01\text{mm}$ 的颗粒归为物理粘粒
(泥粒)， $> 0.01\text{mm}$ 的颗粒归为物理砂粒，只需测定其中一类颗
粒(如物理粘粒)就可按质地分类表查出质地名称。

(一) 方法原理

按司宾斯定律称云：球体(相当于土粒)在介质中(水中)
下沉的速度与球体半径平方成正比，与介质的粘滞系数成反比。
由此可知，土粒愈大，下沉愈快，土壤悬液的密度愈大则下沉愈
慢。用特制比重计，插入土壤悬液根据土粒沉降时间和速度就
可以测定各级土粒的含量。

(二) 测定步骤： 1. 比重计速测法

(1) 土粒的分散：^取取通过 1 毫米孔径筛子的干土 50
克(最好以烘干土作基液)、置于 $400 \sim 600\text{ml}$ 搪瓷杯中，
用量筒先取 0.5N NaOH 50 毫升(如在酸性土则改用 NaPO_3) 先
将小部份溶液注入盛有土壤的杯中，至土壤湿润成糊状，然后用
所有橡皮头的玻璃棒搅拌 30 分钟，也可用电动搅拌机搅拌 15
分钟以上使土团分散，然后将搪瓷杯中悬液倒入量筒中，再用软
水少量多次冲洗杯内土粒直至全部于量筒中，加软水至 1000 毫升
刻度即成。

(2) < 0.01毫米土粒含量的测定

先用特制搅拌棒上下搅动几次，放入温度计测量溶液温度，然后搅动1分钟，(每分钟约上下30次)搅拌时下至筒底，然后提至近液面，搅拌后马上开始记时间，按照原定的温度查表① < 0.01毫米粒子沉降所需要的时间，然后在所需时间前20秒(例如温度为20°C所需时间为26分则在26分前20秒)将比重计徐徐放入，至所达时间，立即读数。

(3) 结果计算和质地命名

$$\text{< 0.01 毫米土粒 \%} = \frac{\text{比重计读数} - \text{空白试验}}{50 (\text{烘干土重})} \times 100$$

空白试验校正值：取试验所用的水，加入与试验同样数量的氢氧化钠，加水至1000毫升于试验相同的温度条件下放入比重计读数即得，目的是消除比重计误差和温度水质分散剂对土粒沉降的影响。

根据计算结果查表(2)草原土一栏以确定土壤质地名称

附表2 根据机械组成的土壤分类表 (H.A. 瓦兹斯基)

物理粘粒 (小于 0.01 mm 的颗粒) 含量 (%)		土壤名称
土	壤	
灰化土类型	草原土类型 (红壤和黄壤)	
0 — 5	0 — 5	松砂土
5 — 10	5 — 10	紧砂土
10 — 20	10 — 20	砂壤土
20 — 30	20 — 30	轻壤土
30 — 40	30 — 45	中壤土
40 — 50	45 — 60	重壤土
50 — 65	60 — 75	轻粘土
65 — 80	75 — 85	中粘土
> 80	> 85	重粘土

仪器设备：信笺杯，橡皮头玻璃棒，搅拌机，1000 ml 量筒，
50 ml 量筒、温度计、电动搅拌机，0.5 N NaOH

表1 <0.01 毫米直径粒子下沉时所需之时间

温度 °C	分	秒	温度 °C	分	秒
4	43		22	25	
5	42		23	24	30
6	40		24	24	
7	38		25	23	
8	37		26	22	
9	36		27	21	30
10	35		28	21	
11	34		29	20	
12	33		30	19	
13	32		31	17	
14	31		32	17	
15	30		33	18	
16	29		34	18	30
17	28		35	18	
18	27	30	36	17	30
19	27		37	17	
20	26		38	17	
21	26				

(4) 土壤中当大于 3 毫米的颗粒达到一定数量时，则在质地名称的后面加上“轻砾质 x x 土”等字样，现将林业用石灰土坡分类表记载如下，它适用于亚热带和热带地区。

带


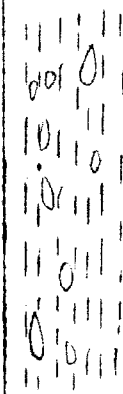
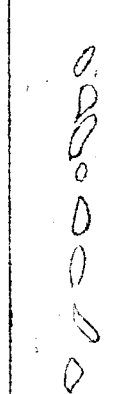
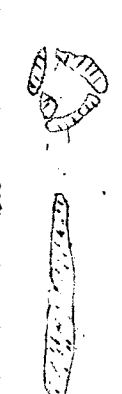
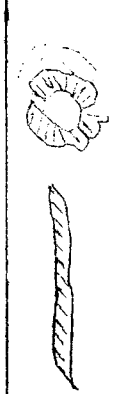

林业用石质土壤分类表

大于3毫米颗粒 的含量%	石 质 程 度	
	直径小于3厘米为主	直径大于3厘米为主的
10 — 30	轻砾质 x x 土	轻石质 x x 土
30 — 50	中砾质 x x 土	中石质 x x 土
> 50	重砾质 x x 土	重石质 x x 土

2 土壤质地手测法

质地手测法是野外判断质地的最简便方法，此法又分为干测法、湿测法两种，测时要同时应用，相互补充。干测时，取蚕豆大的干土块，用拇指和食指上下压榨，根据捏碎的难易及粉末粗细或手的感觉来确定，湿测时，取小土块放在手掌中，并捏成粉末，拣去杂物，用水将浸润调匀，直到土样还到刚好不粘手为止，（这一点很主要，否则得不到正确结论），然后用手搓，手捻，根据表现的特征，确定质地名称，要以精益求精的精神，反复摸测，力求准确。

（该表于后页）

质地名		砂土类		壤土类			粘土	石灰土
		砂土	砂壤土	轻壤土	中壤土	重壤土		
泥砂比例		砂占80%以上	砂占70-80%	砂占50-60%	泥占3-4成	泥占一半左右	泥占大部分	石灰质 ^过 50%
鉴别法		平时松散不成块状	松散成块，手触即散	稍捏即散	用力捏可碎，手摸有石粉	用很大力才能勉强捏碎	用很大力很难捏碎，有刺手感	
湿测	特征	不能捏成球	能捏成球，但捏不成土条。	捏成3mm直径的土条，有困难，余土条即断裂	捏成2mm直径的土条，作指环时会发生断裂	捏成2mm直径的土条，可作指环，裂纹发生，把环压扁，其外部发生裂纹	捏成1-2mm直径的土条，把环压扁，不发生裂纹	
	标本的图案							

四 土壤养分测定方法

前节主要是学习土壤肥力因素中水分、空气和热量的测定方法和诊断指标，这是了解土壤肥力的重要部份之一，为了对土壤肥力状况作进一步的了解，还需研究它的养分状况。研究养分状

既要从野外採土到室内处理后才进行分析，同时还需要有一定的仪器、药品等室内设备，在实际工作中需要根据林木生长的实际情况和要求，同时还要考虑当地的设备条件，来选择所需分析项目。

(一) 采土部位的确定和分析样本的采集方法：

要根据生产上需要解决的问题来确定采土的时间，地点，土层部位和制作混合样品的点数，这样才能较准确地代表分析对象的真实情况。

1、苗圃地：比较苗圃地的肥力条件时，可根据苗龄的大小，分析表层20至30公分内的各项肥力因子，先与片之间作比较时，可以每畦取一个点，畦与畦之间作比较时，可以每畦三个点，制成混合样品，测定物理取土点数可以相应减少。

2、幼林地：可按不同的造林方式采用不同的取土方法。

① 全垦造林地取土时，可按整地层和底土层分别取土和测定物理性质，整地层一般为20公分，如果整翻的土层较厚则可取50公分，带状林地可参照此方法，只要注意采土点在带中间，不偏内偏外。

② 穴垦造林或果树林地取土时，可按穴内和穴外分别采土和测定物理性质，穴内为改造过的土壤，穴外代表自然土壤。

③ 撩壕林地取土时，可在撩间选点取土，幼林取林冠边缘郁闭林取两株之间，自表土均匀取至撩壕的深度。

3、荒地和森林内取土方法可依调查目的的不同而定。为了造林设计和资源清查、与统一比较0—20公分和20—50公分的土层性质，若有机质较多也可比较有机质层与底土层的性质。

(二) 土壤分析样本的处理和吸湿水含量测定：

1. 土壤分析样本的处理

(1) 目的要求

野外采集的土壤样本，带回实验室后都要经过一定手续处理：如风干，在细，过筛，混合，保存等，制成土壤分析样本，以便从中称取各份称样进行各项分析。

处理的目：

① 便于保存、不致因微生物活动而变质。