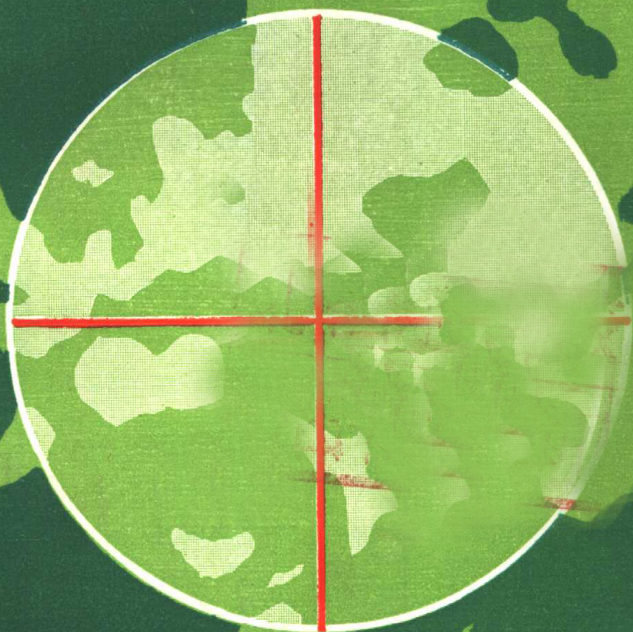


森林土壤定位 研究方法

张万儒 许本彤 编



中国林业出版社

森林土壤定位研究方法

张万儒 许本彤 编

封面设计：李 飙

森林土壤定位研究方法

张万儒 许本彤 编

中国林业出版社出版（北京朝内大街130号）
新华书店北京发行所发行 昌黎县印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 6.125印张 121千字

1986年1月第1版 1986年1月第1次印刷

印数 1—2,500册

统一书号 16046·1268 定价 1.20元

前 言

森林土壤是林业生产的基础，随着大规模造林绿化事业的发展，森林土壤的研究与管理，日益显得重要。

研究森林土壤，首先是涉及研究方法的问题，国内这方面的著作还很少。作者在六十年代初就开始研究森林土壤的研究方法，几十年来收集了许多资料，本书是在1963年中国林业科学研究院林业研究所森林土壤研究室的《森林土壤定位研究方法》（张万儒执笔）的基础上修改、补充、增订编写而成的。它系统地介绍了森林生态系统研究中森林土壤定位研究方法，内容包括：森林土壤、植物、水定位研究样品的采集与处理，森林土壤水分状况的定位研究方法，森林土壤温度状况的定位研究方法，森林土壤气体状况的定位研究方法，森林土壤有机物质状况的定位研究方法，森林土壤酸度及养分状况的定位研究方法，森林土壤水化学状况的定位研究方法。

本书的主要特点是书中所介绍的方法经过多年实践，都较简便、准确，适于在野外森林土壤定位试验站及林场、苗圃、种子园、自然保护区等地试验室工作时应用。因此森林土壤定位研究方法是一本研究方法与分析方法两方面都比较实用的工具书。

本书可供林场、苗圃、土壤站、自然保护区、各地林科所的科研工作者及农林院校有关专业师生参考。本书在编写过程中，得到了不少同志的大力支持与帮助，在此表示衷心感谢。

编 者

1984年10月

目 录

一、森林土壤、植物、水定位研究样品的采集与处理	(1)
(一) 森林土壤样品的采集与处理	(2)
(二) 森林植物样品的采集与处理	(12)
(三) 森林土壤水样的采集与保存	(13)
二、森林土壤水分状况的定位研究方法	(17)
(一) 森林土壤水分含量(湿度)的测定	(18)
(二) 森林土壤土水势的测定	(23)
(三) 森林土壤水分-物理性质的测定	(30)
(四) 森林土壤渗透性的测定	(37)
(五) 森林土壤水分状况定位研究中必要的附属观测项目	(45)
(六) 森林土壤水分状况定位研究中“土壤水量平衡”的 计算	(51)
三、森林土壤温度状况的定位研究方法	(56)
(一) 森林土壤温度日变化和年变化的测定	(56)
(二) 森林土壤热传导的测定	(60)

(三) 森林土壤热容量的测定	(61)
(四) 森林土壤冻结和解冻的测定	(64)
四、森林土壤气体状况的定位研究方法	(66)
(一) 土壤中CO ₂ 含量的测定	(68)
(二) 土壤溶液中O ₂ 含量的测定	(76)
五、森林土壤有机物质状况的定位研究方法	(81)
(一) 年凋落物量及其灰分元素组成的测定	(83)
(二) 枯枝落叶层贮量及其灰分元素组成、腐殖质组成、 水分-物理性质的测定	(84)
(三) 枯枝落叶层中有机物质年分解率的测定	(88)
(四) 森林植物根量及其灰分元素组成的测定	(89)
(五) 森林植物叶片中灰分元素组成的测定	(90)
(六) 森林植物叶片中淋洗出来的可溶性有机化合物(多 酚)的测定	(91)
(七) 森林土壤有机质库中能量的换算	(93)
六、森林土壤酸度及养分状况的定位研究方法	(94)
(一) 森林土壤pH值的测定	(95)
(二) 森林土壤水解氮的测定	(101)
(三) 森林土壤有效磷的测定	(104)
(四) 森林土壤速效钾的测定	(112)
(五) 森林土壤交换性钙、镁的测定	(117)
(六) 森林土壤水溶性硫的测定	(124)
(七) 森林土壤有效性亚铁、高铁的测定	(126)

(八) 森林土壤有效性养分库中可溶性物质的换算	(132)
-------------------------------	-------

七、森林土壤水化学状况的定位研究方法 (133)

(一) 森林土壤水样的采集	(134)
(二) 森林土壤水化学分析样品的脱色方法选择	(139)
(三) 森林土壤水化学分析结果的表示方法	(140)
(四) 森林土壤水化学分析结果的换算	(142)
(五) 烘干残渣总量及盐分总量的测定	(143)
(六) pH值的测定	(146)
(七) 总酸度(滴定酸度)的测定	(146)
(八) 有机碳的测定	(148)
(九) 水解氮的测定	(152)
(十) 磷酸根离子的测定	(153)
(十一) 二氧化硅的测定	(155)
(十二) 铁的测定	(158)
(十三) 铝的测定	(161)
(十四) 锰的测定	(165)
(十五) 钙、镁离子的测定	(167)
(十六) 钾、钠离子的测定	(169)
(十七) 总碱度(碳酸根、重碳酸根离子)的测定	(170)
(十八) 氯离子的测定	(172)
(十九) 硫酸根离子的测定	(174)

附录

一、配制 1 升各种当量浓度滴定溶液的试剂用量	(179)
二、配制酸及铵百分率溶液所需试剂用量	(180)

三、毫克数、毫克当量数、百万分数及每亩斤数换算表

..... (181)

主要参考资料 (183)

一、森林土壤、植物、水定位研究

样品的采集与处理

森林土壤一般受人为干扰影响比较小，土壤剖面保持比较完整，它的特点是：枯枝落叶层比较发达，剖面中根系和石砾含量多，依赖森林生存的土壤生物多。

分析森林土壤的目的是为了提供森林土壤管理的科学根据。森林土壤样品的采集是森林土壤分析工作中的一个重要环节，是关系到森林土壤分析结果和由此得出的土壤管理的结论是否正确的一个先决条件。因此，森林土壤样品的采集必须选择有代表性的地点和有代表性的土壤，并根据不同的采样目的及分析项目而使用不同的采样方法和处理方法。

森林土壤化学、物理分析误差的主要来源有下列几个方面：采样误差——同一层次不同样品间的差异；处理（分样）误差——同一样品分成几个测定样品（即分样）时所引起的差异；分析误差——同一样品重复测定时引起的差异。现在已经有较好的办法来减少由于分样及分析操作所引起的误差。因此，分析结果之间存在的差异主要来源是由于采样误差所造成的（据测定资料，采样误差比处理误差和分析误差要大3—6倍）。

森林土壤样品采集的容积概念对说明森林植物生物量是

有帮助的，因为森林土壤样品采集的土体是牵涉到采样的容积，而不是采样的面积，森林植物的根系是在一定的土壤容积中吸收养分和水分生长的，因而森林植物生物量也是在一定的土壤容积中产生的。因此，森林土壤分析结果应该以容积基础来作为表示单位，一般可以用每公顷一定深度的土体的公斤数或每亩一定深度的土体的斤数来表示。

表 1 森林土壤根层容积的重量

土 壤 质 地	容 重 (克/厘米 ³)	根 层 容 积 重 量	
		每公顷(20厘米厚)公斤数	每亩(20厘米厚)斤数
枯枝落叶层	0.2	0.4×10^6 (40万公斤)	0.53×10^5 (5.3万斤)
泥炭土、腐殖质土	0.3	0.6×10^6 (60万公斤)	0.80×10^5 (8万斤)
耕翻层土	1.0	2.0×10^6 (200万公斤)	2.66×10^5 (26.6万斤)
壤 土	1.3	2.6×10^6 (260万公斤)	3.46×10^5 (34.6万斤)
砂 土	1.6	3.2×10^6 (320万公斤)	4.26×10^5 (42.6万斤)
粘 土	1.8	3.6×10^6 (360万公斤)	4.80×10^5 (48万斤)

(一) 森林土壤样品的采集与处理

1. 森林土壤样品的采集

(1) 森林生态系统研究中定位研究样品的采集

①森林土壤季节性变化定位研究样品的采集：为了研究森林土壤生态系统的结构与功能，必须选择有代表性的森林类型和代表性的森林土壤类型进行定位观测森林土壤的季节性动态变化，这些观测需要与森林植物、森林水文、气象等的观测联系起来。研究土壤水分、养分、温度在森林土壤剖

面中的分布和变动时，不必按土壤发生层次进行采样，而只要求从地表起每10厘米或20厘米采集一个样品；森林土壤含水量样品的采集可按每10厘米采集一个样品，一般采到100厘米左右为止，可用土钻（湿润疏松土壤）或土铲（含石砾多或干燥、坚硬的土壤）取样，重复3—10次，然后将样品集中起来混合均匀放入铝盒（ $\phi 50 \times 40$ 毫米）内；森林土壤物理性质和水分-物理性质样品的采集可直接用环刀（ $\phi 100 \times 63.7$ 毫米——用于含石砾较多的土壤、 $\phi 70 \times 52$ 毫米——用于含石砾较少的土壤），在各土层中部采取原状土；森林土壤水稳性团聚体结构样品的采集要保留原状土壤，并将其放入铝盒（ $\phi 100 \times 50$ 毫米）中，使其不受挤压而变形；森林土壤温度用插入式温度计或地温计测定；森林土壤养分及可溶性物质样品的采集可按每20厘米采集一个样品，一般采到40厘米（根系分布层）左右。对主要根系分布较深的土壤可适当增加采样深度。采取土壤养分及可溶性物质样品可用土钻或土铲，重复3—10次，然后将样品集中起来混合均匀，放入铝盒（ $\phi 80 \times 40$ 毫米）内，带回实验室用湿土进行测定。测定森林土壤水质时，径流水在径流场采集（并记录径流量），渗滤水用排水采集器采集（并记录渗滤水量），河水、雨水、地下水直接用水样采集瓶采集（并记录月降水量及月流速、流量），水样的采集量为2公斤左右；森林土壤枯枝落叶层贮量用枯枝落叶贮量测定器（ $31.7 \text{厘米} \times 31.7 \text{厘米} = 0.1 \text{平方米}$ ）测定，同时分一部分枯枝落叶层样品装入铝盒内测定计算枯枝落叶层贮量的水分换算系数，并采集枯枝落叶层分析样品1公斤左右作为室内分析灰分元素用；

枯枝落叶层年分解率的测定可用软塑料窗纱袋（18厘米×18厘米），用弹簧秤直接在野外称量测定，同时采集一部分被测定的枯枝落叶层样品装入铝盒内测定枯枝落叶层年分解率的水分换算系数；年森林凋落物量用凋落物收集箱（100厘米×100厘米）采集；森林土壤根重（>1毫米、<1毫米）用挖坑道（50厘米×50厘米）的方法分土层进行采集；森林土壤微生物样品用消过毒的广口瓶（加消毒棉塞）采集，采回后立即进行培养鉴定；在森林土壤中栖息的小动物样品用挖坑道的方法分土层进行采集；森林土壤CO₂测定直接在野外试验林地上进行，森林土壤溶液中的O₂样品用埋设在土壤中的O₂含量取样装置进行采集；森林植物分析样品一般在植物生长停止前采集，采集的部位及对象应是植株的中上部向阳面当年生叶子；森林植物叶片中淋洗出来的可溶性有机化合物样品，一般在植物生长旺盛季节采集植物叶片或土壤进行测定。

②森林土壤世纪变化定位研究样品的采集：研究森林土壤世纪变化主要是为了阐明在一定的时期内土壤剖面性质所发生的总的质的变化和森林土壤发育阶段。森林土壤世纪变化主要反映在森林土壤水热状况类型的形成、森林土壤内有机化合物和无机化合物的含量及再分配上。因此，研究森林土壤世纪变化的样品，必须选择代表性地点、代表性土壤挖掘土壤剖面，按土壤发生层次自下而上逐层采集土壤分析样品和土壤纸盒标本，典型土壤还要采集土壤整段标本。

（2）森林土壤剖面分析样品的采集

森林土壤样品的采集方法根据分析目的不同而异，在森

林土壤资源调查、适地适树的调查规划等工作中需要分析土壤基本理化性质，必须按土壤剖面的发生层次采样。在选择好挖掘土壤剖面的位置后，先挖一个 1.0×1.5 平方米（或 1.0×2.0 平方米）的长方形土坑，长方形较窄的向阳一面作为观察面，观察面植被不能破坏，挖出的土壤应顺序放在土坑两侧，以便按原来层次填土，土坑的深度根据具体情况确定，一般达到母质或地下水即可，大多在 $1.0—1.5$ 米之间；然后根据土壤剖面的颜色、结构、质地、紧密度、湿度、植物根系分布等自上而下地划分土层，进行剖面特征的观察记载，作为土壤基本性质的资料及分析结果审查时的参考；最后自下而上逐层采集布袋装的土壤分析样品和纸盒标本，一般采样时只在各发生层次的中部采集，而不是在整个发生层都采，随后将所采样品放入布袋和纸盒内。布袋装土壤分析样品一般采集1公斤左右，在土袋内外均应附上土壤标签，写明剖面号数、采集地点、土层深度、采样深度、采样人和采样日期。如果土壤样品还很潮湿，则需要敞开袋口，直到土壤样品风干，才进行包装托运到实验室。

（3）森林土壤物理性质原状样品的采集

森林土壤水分-物理性质及部分土壤物理性质的测定，须采取原状样品。如测定土壤容重、孔隙度和持水量等物理性质和水分-物理性质，其样品可直接用环刀在各土层中部取样。对于研究土壤结构性的样品，采样时须注意土壤湿度，不宜过干或过湿，最好在不粘铲的情况下采集。此外，在采集过程中，须保持土块不受挤压，不能使样品变形，并须剥去土块外面直接与土铲接触而变形的部分，保留原状土样，然后

将样品置于铝盒 ($\phi 100 \times 50$ 毫米) 中保存, 带回室内进行处理。

(4) 苗圃与种子园、树木园土壤样品的采集

为研究苗木与种子园、树木园林木在生长期內土壤根层养分供求情况、合理施肥技术、营养丰缺等问题, 在采集土壤样品时一般不需挖土坑, 只需采取主要根系分布层的土壤 (一般在10—50厘米深度土层中采集), 对根系分布较深的土壤 (如种子园土壤), 可适当增加采样深度。为了正确反映土壤养分动态和植物生长之间的关系, 可根据试验区的面积确定采样点的多少, 通常为每公顷5—20个点, 可采用图1所示正确的蛇形取样法进行采样。采样方法是在确定的采样点上, 用小土钻 (湿润、不含石砾疏松的土壤) 采取混合样品, 或用小土铲 (含石砾或干燥而坚硬的土壤) 斜向下切取一片片的上下厚度相同的土壤样品 (图2), 然后将样品集中起来混合均匀。

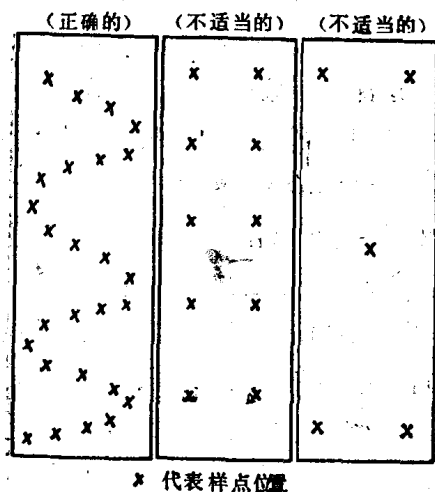


图1 土壤采样点的布置

品, 或用小土铲 (含石砾或干燥而坚硬的土壤) 斜向下切取一片片的上下厚度相同的土壤样品 (图2), 然后将样品集中起来混合均匀。

单株森林植物下的土壤采样方法: 森林植物根系分布的容积大体上为环绕植株基部的一个半球形, 因此采集单株植物下土壤分析样品

时，采取的范围可以局限在根系分布容积的中心部分。

(5) 森林土壤整段剖面标本的采集

森林土壤整段剖面标本对教学和研究工作都很有价值，它的采集可以在采取土壤剖面

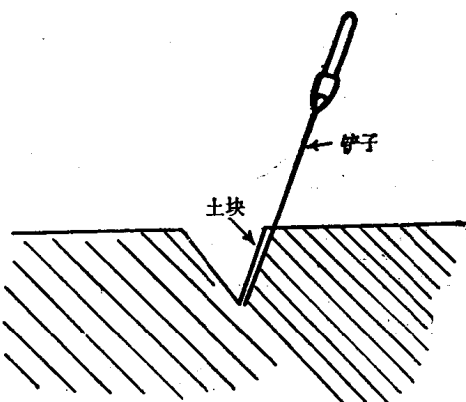


图2 土壤采样图

析样品的同一土坑中进行。为了减轻重量和少占陈列所占空间，整段标本应当稍薄一些，但为了要显露许多土壤类型的自然结构，整段标本的厚度最少要2—3厘米，剖面深约1米，因此装整段剖面标本的木箱内径大小应为 $20 \times 100 \times 5$ 立方厘米。采取土壤整段剖面标本的方法，因土壤石砾含量、土壤质地和紧密度的不同而有一些改变，一般采集方法有两种：

第一种：直接用土壤整段标本木箱采集 将土壤剖面采集面宽30—40厘米的土壤修成平面，把土壤整段标本木箱的正、背面木板取下，然后慢慢将整段标本木箱框压入土坑壁中，直到箱框盛满土壤为止，把木箱内土壤剖面表面修平后，即将框子的背板用螺丝拧紧在框子上，再沿框子的外壁两边把周围的土壤修去，然后沿整段标本的正面用土铲从上往下切割，使土壤整段标本与土坑壁分离，慢慢使土壤整段剖面标本倾斜然后慢慢放平，再用土壤刀将土壤整段剖面标本表面修平，最后把土壤整段剖面标本正面板用螺丝拧上；

写上采集地点、剖面编号、土壤名称、采样人和采样日期等，即可运回土壤标本室。

第二种：应用粘结剂处理采集土壤整段薄层剖面标本用粘结剂处理采集的土壤整段薄层剖面标本可以永久保持天然而潮湿状的外观。使用的粘结剂为两种试剂混合而成。溶液A：12%的乙烯基树脂，溶于丙酮中；溶液B：12%的乙烯基树脂，溶于甲基异丁基丙酮中。所用的乙烯基树脂系醋酸乙烯脂与乙烯基氯的共聚物，粉状。上述A、B两种溶液在临使用前按一定比例混合（对多数土壤来说，2/3溶液A和1/3溶液B的混合溶液是比较适合的；对于粘土，溶液B的比例最好提高一些）。采集时，首先将土壤剖面的采集面干燥到含水量最低限度，然后取1—2升乙烯基树脂混合溶液涂在20×100平方厘米的土壤面积上，取40×130平方厘米的纱布一块铺压在已处理好的土壤表面上，再加一些溶液将纱布弄湿。一般（特别是砂砾土）需要一块23×105平方厘米的木板抵住剖面，同时将纱布两端松散部分附牢在木板上，以防在取出整段薄层剖面标本时土层陷落。在溶剂已经晾干（30分钟左右）、粘结剂已经变硬（24小时左右）以后，将整段薄层剖面标本框子压入涂过粘结剂和蒙有纱布的土壤中，然后将土壤整段薄层剖面标本取出（剖面粘牢在板子上以前，将过多的纱布按剖面大小剪齐）。假如剖面某些地方显得有反光，则可用刷子沾一些纯异丁基丙酮，轻轻地刷拭表面，光亮即可除去；如果在整段薄层剖面标本表面涂上硝酸纤维，则可以更好地模拟土壤的自然湿润状态和色泽。