



林业科技知识丛书

森林土壤

福建省林业厅主编



福建科学技术出版社

森 林 土 壤

福建省林业厅 主编

福建科学技术出版社

一九八六年·福州

编写人员

曾亮忠 福建林学院

林业科技知识丛书

森林土壤

福建省林业厅主编

*

福建科学技术出版社出版

(福州得贵巷27号)

福建省新华书店发行

福建新华印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/32 4.875印张 103千字

1986年6月第1版

1986年6月第1次印刷

印数: 1—3,660

书号: 16211·112

定价: 0.78元

出版说明

森林除提供丰富的木材和林副产品外，还能保持水土、调节气候、维持生态平衡。对于发展国民经济和改善人民生活，林业正发挥着巨大的作用。福建自然条件优越，森林资源丰富，林业生产历史悠久，营林技术有独到之处，发展林业有广阔的前途。为了普及林业科技知识、促进林业生产的迅速发展，福建省林业厅组织有关部门共同编写了这套《林业科技知识丛书》。

本丛书共分《森林生态学基础知识》、《森林土壤》、《林木良种壮苗》、《造林与更新》、《福建省主要树种造林技术》、《林木病虫害防治》、《森林调查》、《林业经济昆虫》等八册，在系统阐述有关学科的基本理论知识的同时，紧密联系实际，介绍林业生产的先进经验和科技成果。书中文字通俗简明，叙述深入浅出，并配有相当数量的插图，知识性、实用性较强，既是广大林业干部、工人和林业专业户的优秀自学读物，又是林业职工培训、技术补课的适用教材，以及林业职业中学的学习参考书。

1985年8月

目 录

第一章 土壤与林业	(1)
第一节 土壤与林地生产力.....	(1)
第二节 土壤在林业上的重要性.....	(3)
第三节 森林土壤的研究方法.....	(5)
第二章 森林土壤的形成	(8)
第一节 矿物岩石和母质.....	(8)
第二节 土壤形成的实质.....	(22)
第三节 影响土壤形成的自然因素.....	(23)
第四节 森林土壤发育与土体构型.....	(26)
第三章 土壤的物质组成	(31)
第一节 土壤矿物质.....	(31)
第二节 土壤生物.....	(34)
第三节 土壤有机质.....	(41)
第四节 土壤水与土壤空气.....	(48)
第四章 森林土壤的基本性质	(56)
第一节 物理性质.....	(56)
第二节 化学性质.....	(64)
第五章 森林土壤的类型	(79)
第一节 土壤分类与土壤分布.....	(79)
第二节 我国重要的森林土壤.....	(82)
第六章 森林土壤的生产力评价与合理利用	(106)
第一节 影响林木生长的因素.....	(106)

第二节	森林土壤生产力的评价·····	(108)
第三节	森林土壤资源的合理利用·····	(122)
第七章	林木施肥·····	(128)
第一节	施肥依据·····	(128)
第二节	施肥方法·····	(132)
第八章	森林土壤调查·····	(136)
第一节	调查目的和任务·····	(136)
第二节	调查准备工作·····	(136)
第三节	外业工作·····	(137)
第四节	内业工作·····	(145)

第一章 土壤与林业

第一节 土壤与林地生产力

一、土壤的概念

土壤是母质、气候、生物、地形和时间（或包括人为活动）等因素综合作用下形成和发展的历史自然体。从农、林、畜牧业生产的角度看，所谓土壤，是指位于地球陆地表面能获得植物收获物的疏松层，它是天然植物或人工栽培作物的立地条件和生长发育基地，肥力是土壤的最本质的特征。根据植物条件或利用方式的不同，土壤还有森林土壤、草原土壤和耕作土壤（即农业土壤）等之分。对于人类干预较少的森林土壤和草原土壤，人们常称之为自然土壤。

森林土壤是指在近代森林植被的影响下形成的土壤，包括现在还在森林覆盖下和现在森林已被破坏的宜林荒山荒地的土壤。林业土壤是指营林范围所涉及的土壤，即林业用地土壤，包括森林土壤和原为长期农耕地而当前改作人工经济林地、种子园、用材林地的土壤以及苗圃土壤等。森林土壤是森林生态系统的重要组成部分。在森林生态系统中，森林植物与土壤及其它生态因子（主要是温度、降水、太阳辐射以及其它生物如动物、微生物等）之间存在着不断进行的物质和能量循环。土壤随森林生态系统的发展而演变，而土壤的变化又反过来为生态系统的演变打下基础。

今天，在林业经营集约化很高的地区，由于实行了10~20年短轮伐期的速生人工林的栽培方式，林地土壤频繁地受到耕作、施肥等而发生较大变化，已在某种程度上缩小了森林土壤与农业土壤的差别。

二、土壤肥力与林地生产力

林木的正常生长，除需光、温度和空气（二氧化碳和氧气）外，还需要通过根系从土壤中吸收其生命活动所需的养分、水分和土壤中的氧气，并且依靠土壤的机械支持使树干能够挺立于地面上空，进行各种生命活动。土壤对于水分、养分、酸、碱、盐和热量等物质和能量具有巨大的吸收容量和缓冲性能；土壤内的小气候是较稳定的，太阳辐射也基本透不进土层中去；土壤中各种物质的交换过程很缓慢。这些都为根系和微生物提供了适宜的生存条件。

土壤是一种固、液、气三相系统共存的统一体，在这个统一体中，养分、水分、空气和热量等肥力因素得到较好的协调，为植物生长提供了较优越的营养条件和环境条件。人们将土壤为植物生长供应和协调营养条件及环境条件的能力称为土壤肥力。土壤肥力是土壤物理、化学和生物等性质的综合反映。按产生肥力的原因，可以把土壤肥力分为自然肥力和人为肥力两种。没有人为干预的土壤只有自然肥力。土壤一旦被人类开垦利用，经过耕作、灌排水和施肥改土等人措施的影响，就不仅具有自然肥力，还包含有人为肥力。

土壤肥力的高低，通常是用植物的生长或产量来衡量。现实的某种植物产量反映了现实的土壤肥力，在一般情况下，土壤肥力高的，土壤生产力也高，这两者是基本一致的，但不是相等的。这是两个不同的概念。土壤生产力是由土壤本身的肥力属性和发挥肥力作用的外界条件所决定的。肥力是

生产力的基础，而不是生产力的全部。所谓发挥肥力作用的外界条件是指土壤所处的自然条件和社会经济条件。自然条件包括气候、地形、土壤排水情况、土壤有毒物质的存在及病虫害的发生威胁情形等；社会经济条件包括人为耕作、栽培技术等。

在评定林业用地好坏的时候，人们常用“立地质量”这个术语来表示一定林地相对稳定的综合自然因子（主要是土壤、地形和气候），促进林木生长的能力。林地生产力是立地质量与人类实施的经营水平的总和。在这当中，立地质量是较稳定的，林地生产力或土壤生产力是可变的，可以随树种和经营水平的不同而变化。例如，随着树种的合理选择和改良，更佳的造林方案的应用，经营集约度的提高等，林地生产力得到极大的发展。但就目前大多数地区的情况来看，林业生产主要还是凭借自然界现存的立地质量。因此，按同一树种的林分产量进行比较，现实的林地生产力与立地质量很接近，在实践上往往把这两者等同起来。这种现象说明现实林地还有潜在生产力未发挥出来。

第二节 土壤在林业上的重要性

一、土壤是林业生产的自然基地

林业生产的最基本任务是培育森林，获得各种林产品和其它多种森林效益。土壤是各种植物生长繁衍的场所，是林业生产必不可少的基地和条件。

在天然林中，森林的生长、森林的类型、森林的分布、森林的自然更替和森林的木材蓄积量等，都受到土壤因子的影响。在人工用材林地、森林苗圃、母树林、种子园、经济

林地及各类宜林地上，人们从事各种林事活动所付出的劳力、物资和所得到的成效，也受到土壤因子的极大限制。耕作、施肥、改土、灌溉等土壤管理措施是发掘林地生产潜力的重要手段，这些措施都是通过土壤而起作用的。

二、森林土壤是有再生作用的自然资源

在地球上有着种种与人类生存攸关的自然资源，如矿产资源、水资源、气候资源和土壤资源等。矿产资源经过开采利用，总有枯竭之时；土壤资源则能长期生产出人类社会生产和生活所需的各种动植物产品。土壤是可供人类长期利用的具有再生能力的基本生产资料。

森林植被保护较好的地区常分布着十分肥沃的森林土壤。森林采伐后及时造林更新，保持青山常在，土壤肥力稳定，也使后继森林发育良好。实现森林的“永续利用”，实质也是对森林土壤的再生能力的永续利用。滥伐不造，毁林开荒，烧山频繁，不合理的开路、采石等，都会造成严重的水土流失，土壤“退化”、“砂化”，使这些地区由于土壤再生能力缺乏而难于恢复森林植被，即使恢复了也生长不良。所以，在强调保护森林资源的同时，也就特别强调保护和合理利用森林土壤资源。

三、森林土壤科学是发展林业生产的重要条件

森林土壤学是研究森林土壤特性及其管理的一门科学，林业生产要发展，林地生产力要提高，很重要的一点是要有森林土壤科学作指导。

我们的祖先在长期的生产实践中已积累了丰富的识土、用土、改土的经验。如在造林植树方面，南方的群众有“当岗松，落窠杉”及“当阳茶，背阴木”等谚语，说明松、茶宜向阳的土壤，一般松类较耐瘠薄，可在山顶、山脊正常生

长，而杉木则要求环境荫蔽、土壤肥沃湿润的凹形山坡、山谷地带栽种，才能速生丰产。在当今世界上，森林土壤科学的发展十分迅速，并在林业生产中发挥着重要作用。为推进我国的林业现代化，不仅要有丰富的营林经验，还必须要有系统的森林土壤知识。

在实践上，一般按传统习惯，总把较好的土地用来经营农业，而把较差的土地留作林业利用，且林地目前还不可能进行象农业那样的耕作和施肥，多依赖土壤原有肥力以取得较好的林木生长效果，这就要求我们比农业更加重视土壤和肥料科学，充分认识土壤的复杂性和林木对土壤要求的多样性，否则就不可避免要陷入极大的盲目性。

在林业区划中，做好土壤普查和立地条件调查，掌握好林木生长与土壤、立地条件的关系，以充分的区域土壤知识和土壤区划为依据，进行林业区划，提出切合实际的各地区林业建设发展方向和相应的森林土壤利用及改良途径，是发展林业生产的重要条件之一。

第三节 森林土壤的研究方法

一、从生态系统的角度考察土壤与林木生长的关系

一个地区的林木生长是由当地各生态因子的综合作用所决定的，但在一定大区气候控制下的中等范围内（如一个县或地区），林木生长主要受土壤和地形的影响，其中地形是通过改变小气候和土壤性状而间接作用于林木。在分析林木生长与土壤条件的关系时，既要看到土壤对林木的独立作用，也要看到其它环境因子对林木的影响。

土壤对林木生长的影响是土壤物理、化学、生物等各种

性质的综合作用的结果。因此，在考察土壤对林木生长影响的过程中，除注意观察土壤各种性状的独立作用外，要特别注意土壤各性状之间可能存在的相互促进或相互制约的交互作用。

二、野外调查

要认识土壤及土壤与林木生长之间的关系，必须进行广泛的野外调查，包括点上的和面上的调查。点上的调查是根据一定目的进行的在一特定地点或几个点的详细土壤调查，包括挖土壤剖面，观察记录土壤特征。采集分析土样，调查当地的母岩母质、地形、植被、林木生长状况、土地利用方式及土壤侵蚀情况等。面上的调查是对一定范围内许多点的土壤调查的归纳，考察各区土壤类型、性状及生产性能的异同，摸清各类土壤的分布特点及其与林业生产的关系。

三、室内分析

室内分析可包括土壤的物理、化学和生物分析，植物组织的化学分析、以及野外调查和室内化验结果的统计。据此，可对土壤的宜林性质和生产力做出评价，对土壤或植物可能存在的养分缺乏和其它障碍因子做出诊断，探明林木生长与土壤条件的关系。

四、施肥试验

按照一定的试验目的所提出的设计要求，进行一系列的林地施肥试验、苗圃施肥试验和温室中的盆栽试验等。在试验中定期测定不同施肥水平的林木生长，在有条件的地方还兼作土壤和林木组织的化学测定，经过统计，查明土壤养分供应、植株营养水平与林木生长效果之间的关系。从而较深刻认识土壤与林木之间的养分供求关系和各种养分之间的平衡关系，确定土壤养分和林木组织营养指标，提出一定地区

内一定树种的经济施肥标准。

五、森林土壤的定位研究

要了解某特定地点在一定时间范围内的林木与土壤的动态变化情况，不能靠一次性调查，而必须从森林生态系统的角度进行森林土壤的定位观察研究。在所选定的一些地点比较长期地（一般要几十年）对林地上的上层林木、下木、灌木及草本等定期测定生物产量、枯枝落叶量及其元素组成；测定林地的降水量、地表径流量以及其中所含元素；测定地下的根量、土壤渗滤水量以及其中所含元素，土壤养分；附带测定气温、土温、地面水分蒸发量和地下水位等。通过定期定位测定，可弄清森林土壤生态系统中林木、土壤、大气降水等之间的关系及其物质和能量的输入和输出的动态过程，为合理利用森林土壤资源、林木的科学施肥、提高森林生产力和维持生态平衡提出正确的途径。

第二章 森林土壤的形成

第一节 矿物岩石和母质

一、矿物

矿物是地壳中的化学元素在各种地质作用下形成的自然产物。矿物可以是单一元素所组成的单质，也可以是几种元素组成的化合物。矿物的化学成分和内部构造都是比较一致的，因而具有一定的物理和化学性质，并以各种形态（固态、液态、气态）存在于自然界中。自然界的矿物绝大多数是固体的。

矿物依其成因可分为原生矿物及次生矿物两类。由地壳深处的岩浆冷凝而成的矿物，称为原生矿物，如长石、云母等；在地壳中或地面上，由原生矿物经过化学变化（如变质作用和风化作用）形成新的矿物，称为次生矿物，如方解石、高岭石、伊利石、蒙脱石、蛇纹石等。固态矿物依其内部构造不同，可分为晶质体矿物和非晶质体矿物两种。晶质体的内部质点均呈有规律的排列，矿物表面形成一定几何外形。非晶质体的内部质点排列无规则，无一定几何外形。

形成岩石的矿物称为造岩矿物。常见的主要造岩矿物约有一、二十种。掌握矿物主要的物理性质对于识别岩石中的矿物是很重要的。

（一）矿物的物理性质

矿物的物理性质是多方面的，其中最具有鉴定意义的有：颜色、条痕、光泽、解理、断口、硬度等。此外尚有透明度、弹性、比重等。

1. 颜色：颜色是矿物最明显的鉴定特征。根据颜色产生的原因，可分为以下三种：

(1) 自色：矿物本身所固有的颜色，与矿物的成分和构造有关，如磁铁矿的铁黑色，孔雀石的翠绿色等。

(2) 他色：由于矿物混入带色杂质或气泡而引起颜色的变化，与矿物本身的化学成分及构造无关，易变化而不稳定，如无色透明的水晶可被染成紫色、玫瑰色、黑色等。

(3) 假色：由于矿物内部解理面、表面氧化膜等引起的光线干涉所呈现的颜色，如方解石内部微细解理面呈现“晕色”，斑铜矿表面由氧化薄膜造成的蓝、紫色等。

2. 条痕：条痕就是矿物粉末的颜色。将矿物在毛瓷板上擦划所呈现的粉末色即为矿物的条痕。条痕色可以消去假色，减弱他色，保存自色，比矿物的颜色更为固定，因而在鉴定上更有意义。如黄铁矿是淡黄色的，条痕却是黑色；黄铜矿是铜黄色，条痕为绿黑色。鉴定条痕，只限于硬度比瓷板小的矿物，因硬度比瓷板大的矿物，刻划后所得之粉末则是瓷板的粉末了。

3. 光泽：光泽是矿物表面对光线反射所呈现的光亮。矿物光泽可分为金属光泽（如黄铁矿）、半金属光泽（如黑钨矿）、非金属光泽三种。非金属光泽又可分为金刚光泽（如金刚石）、玻璃光泽（如方解石）、脂肪光泽（如滑石）、珍珠光泽（如云母）、丝绢光泽（如纤维石膏）等。

4. 硬度：矿物抵抗外力摩擦或刻划的能力称为硬度。硬度的测定一般是以摩氏硬度计中的10种矿物为标准（表

2—1)。

在野外为了便于测定矿物硬度，可用指甲（2.5）、硬币（3.0）、小刀（5.5）、玻璃片（5.5）、钢锉（6.5）等作为测定硬度的代替工具。

表2—1 摩氏硬度

硬度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
矿物	滑石	石膏	方解石	萤石	磷灰石	正长石	石英	黄玉	刚玉	金刚石

5. 解理和断口：矿物受外力作用后沿着一定方向的平行面裂开，这种现象称为解理。裂开后形成的光滑平面称为解理面。矿物受外力作用后不沿一定方向裂开，而是破裂成不平坦、不规则的断面，称之为断口。

根据解理面的完善程度，可将解理分为极完全解理（如云母）、完全解理（如方解石）、中等解理（如辉石）、不完全解理（如磷灰石）、极不完全解理（如石英）。

断口可按形状分为：贝壳状（石英）、平坦状（蛇纹石）、参差状（磷灰石）、锯齿状（纤维石膏）、土状（高岭石）。

（二）主要造岩矿物及其特征

1. 石英（ SiO_2 ）：普通石英一般无色、乳白色，含杂质时呈淡红、紫、灰褐等色。晶面玻璃光泽，断口为油脂光泽。硬度7，无解理，断口贝壳状。

石英分布最广，在酸性岩浆岩、砂岩、石英岩等岩石中大量存在，是构成土壤非常重要的矿物之一，对土壤物理性质有很大影响。石英硬度大，化学性质稳定，难以风化。含石英多的岩石风化后，石英以石英砂粒状态存在于母质土壤

中。以石英砂粒为主组成的土壤养分贫乏，肥力低。

2. 正长石 (KAlSi_3O_8)：正长石又称钾长石，系钾的铝硅酸盐类。晶体呈短柱状。颜色肉红、浅黄红色。玻璃光泽。硬度6，解理完全，无断口。

正长石多存在于浅色岩浆岩，如花岗岩、正长岩。在片麻岩中也含有正长石。正长石在岩石中多呈晶粒，或呈较方形的结晶断面，显肉红色，伴生矿物主要是石英、云母和角闪石。正长石易于风化，风化后形成次生粘土矿物，并为土壤提供大量钾素养料。

3. 斜长石 [$\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8) \cdot \text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$]：斜长石系由钠长石与钙长石以不同比例组成。晶体呈板状或板柱状。其物理性质近似正长石的，但仍有区别。斜长石多呈白色或灰白色，风化后呈浅绿、浅蓝色。玻璃光泽。硬度6~6.5，解理中等。

斜长石主要存在于闪长岩、辉长岩中，在岩石中多呈晶粒形态，伴生矿物主要是角闪石和辉石。斜长石较正长石易风化，其风化产物主要是粘土矿物，并为土壤提供Na、Ca、Mg等矿质养料。

4. 黑云母 [$\text{KH}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{AlSi}_3\text{O}_{12}$]：深褐色或近于黑色。极完全解理，可以顺着解理剥成薄片，薄片具有弹性，硬度2.5~3.0。玻璃光泽或珍珠光泽。

黑云母主要分布于花岗岩、片麻岩、结晶片岩中。黑云母易风化，风化物多为碎片状，并可形成红褐色的粘土矿物，富含铁、镁、钾养分。

5. 白云母 ($\text{KH}_2\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}$)：也称钾云母，无色或浅色，有时带淡绿色。极完全解理，薄片富弹性，硬度2~3。珍珠光泽或玻璃光泽。