

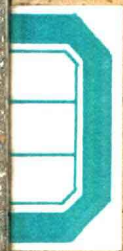
林业职业技术教育教材

(林业类)

土壤肥料学

山东省林业学校 主编

中国林业出版社



(林业类)

土壤肥料学

山东省林业学校 主编

中国农业出版社

林业职业技术教育教材

(林业类)

土壤肥料学

山东省林业学校 主编

中国林业出版社出版 (北京西城区刘海胡同7号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 8.5印张 169千字
1986年12月第1版 1986年12月北京第1次印刷

印数1—10,100册

统一书号 16046·1324 定价 1.40元

出版说明

为了适应我国林区、农村的林业中学（包括林业职业高中）对教材的迫切需要，进一步推动林业职业技术教育的发展，林业部与教育部于 1984 年共同组成了林业职业技术教育教材编审委员会。根据林区中等教育结构改革及林业职业技术教育的现状和前景预测，制订了林业类和土木建筑类两个专业的教学计划。同时，根据教学计划对各课程的具体要求，组织有关单位编写了两个专业共 20 门专业课（两套，每套各 10 门，包括选修课）的教材。

两个专业的教学计划，充分考虑了林业生产和职业技术教育的特点，在内容上不完全同于普通中等专业学校的林业专业和土建专业。为了体现专业教学计划要求的综合性强、实践性强和适应性强这一总体上的特色，教材编写上，在注意科学性、系统性的同时，强调实用性，注重理论联系实际，突出重点，说理清楚，简明通俗。为了增强对各地的适应性，在注意按照教学计划对各门课程的具体要求的前提下，遵照“少而精”的原则，给各地根据当地情况补充乡土教材留有一定的余地。为了便于教学，教材各章后编有复习思考题，书末附有必要的实验实习指导。

林业专业的 10 门课（包括 5 门选修课）教材内容，包括

了林业生产的基本技术基础理论知识以及造林育林等有关的专业知识知识和基本的实际操作方法。土木建筑专业的 10 门课（包括 3 门选修课）的教材内容，包括房屋建筑、木工制作和简易公路建设方面的基础知识及相应的基本专业技能和实际操作方法。这些教材除作林业中学（包括林业职业高中）的教学用书外，同时可供各地农业中学，各类农村职业学校的林业专修班（科）以及有关土木木工类职业班的教学参考使用，全国各地林区、农村中迅速发展的对青壮年农民、知识青年的单项技术培训也可选用参考。

加快发展林业职业技术教育是贯彻《中共中央关于教育体制改革的决定》，改革林业教育体制的重要内容，也是目前我国农业由自给半自给经济向较大规模的商品生产转化，由传统农业向着现代化农业转化这一深刻变革的历史时期对林业教育提出的一个十分紧迫的任务，而尽快编出适应林业职业技术教育的教材则是一个相应的重要步骤。编写出版这两套教材是一次尝试，是否适应林业职业技术教育的实际需要，尚有待验证。

由于缺乏经验，加之时间仓促，教材中缺点错误定然不少，在使用中会有不少问题，因此，请读者多提批评建议，以便修订，使之更加完善。

林业职业技术教育教材编审委员会

1986.3

前 言

本教材是按照1984年8月林业部、教育部在承德召开的林业职业技术教育会议的安排，并根据林业职业高中教材要不同于中专教材又不同于科普读物，要体现改革创新这一精神进行编写的。

教材根据本学科的要求，结合林业职业高中的特点，对土壤肥料的基本理论知识作了比较系统的介绍。其中我国主要土壤类型和肥料部分，各校可根据所在地区的具体情况选择讲授，对选用部分也可适当增添一些具体内容。

本教材由山东省林业学校贾象斌和陕西省农林学校黄自治编写。其中绪论、第一章、第四章及第五章第三节中的前12个土类由贾象斌编写，其他由黄自治编写。书稿写成后经辛业江同志审定，在此致谢。

由于编写水平有限，错误之处在所难免，敬请提出宝贵意见，以便修订时改正。

编 者

1985年10月

目 录

绪 论.....	(1)
第一章 形成土壤的岩石和母质.....	(5)
第一节 成土岩石	(5)
第二节 成土母质	(15)
第二章 土壤有机质.....	(22)
第一节 土壤微生物	(22)
第二节 土壤有机质	(27)
第三章 土壤物理、化学性质.....	(38)
第一节 土壤质地	(38)
第二节 土壤孔隙	(43)
第三节 土壤结构	(47)
第四节 土壤耕性	(57)
第五节 土壤胶体和离子代换作用	(60)
第六节 土壤酸碱反应	(69)
第四章 土壤的肥力因素	(79)
第一节 土壤水分	(79)
第二节 土壤空气	(93)
第三节 土壤温度	(97)
第四节 土壤养分	(102)
第五章 土壤形成与我国的土壤类型	(113)
第一节 土壤的形成过程	(113)

第二节	土壤分类和土壤地带性	(122)
第三节	我国主要的土壤类型	(127)
第四节	土壤野外观测	(162)
第六章	肥料	(170)
第一节	肥料概述	(170)
第二节	化学肥料	(174)
第三节	有机肥料	(189)
第四节	林业施肥	(202)
主要参考文献		(211)
附：实验实习		
实验一	主要造岩矿物的识别	(212)
实验二	主要岩石的识别	(216)
实验三	土壤有机质含量的测定	(223)
实验四	土壤质地的测定	(229)
实验五	土壤比重、容重的测定 和土壤孔隙度的计算	(235)
实验六	土壤酸碱度的测定	(239)
实验七	土壤含水量的测定	(242)
实验八	土壤田间持水量的测定	(244)
实验九	土壤有效氮、磷、钾速测	(245)
实验十	土壤剖面野外观察记载	(255)

绪 论

一、土壤肥料与林业生产的关系

林业生产以森林为主要经营对象。林木是森林资源的主体，它的生长状况的优劣，除与本身遗传特性有关外，主要决定于环境条件。林木直接生长在土壤上，土壤，就是其重要环境条件之一。

林木与其他绿色植物一样，它们所必需的生活因素是日光、热量、空气、水分和养料。其中光和热来自太阳，是林木生长的动力；空气（二氧化碳和氧）可取自大气；而水分、养料和地下部分（根）所需的空气和热量则取之于土壤。可以说，林木之能立足于自然界，是同土壤（获得机械支撑和必需生活因素）分不开的。

在多数情况下，上述生活因素常不能满足林木速生丰产的要求，须加人为调节和控制。但大规模控制大自然方面的生活因素，目前还是办不到的，但在掌握土壤性质的基础上，通过培肥措施，可能对土壤因子起一定经济有效的作用。肥料是为林木提供养料而施入土壤中的物质，并有改良土壤的作用。所以，包括施肥在内的土壤管理，是提高林木生长率的一种重要手段。

大面积荒山荒地造林，目前主要是凭借土壤的自然肥力

进行生产，对土壤有更大的依赖性；造林前必先查明土壤的宜林性质，切实做到适地适树。若选择树种不当，将树苗栽植在不适应的土壤上，即使成活，也会出现生长缓慢，以至逐年死亡，或未老先衰形成“小老树”等现象；从而造成人力、物力的损失；时间上也造成数年、数十年的浪费。

森林是森林植物与环境的辩证统一体。土壤能影响林木生长，而森林对土壤也有深刻影响。例如有些森林类型能改良土壤，有些则可恶化土壤，而另一些则又能改善已恶化了的土壤。可见，森林与土壤间存在着密切而复杂的关系。

二、土壤和土壤肥力的概念

土壤是指地球陆地上能生长绿色植物的疏松表层。土壤能生长植物的原因，是因为它具有肥力，肥力是土壤区别于陆地表面其他疏松物的本质特征。所谓肥力，是指土壤能为植物生长提供和协调水分、养分、空气、热量的能力。水、肥（养分）、气、热常称为四大肥力因素。它们之间并非孤立存在，而是相互联系、相互制约。肥沃的土壤，不仅表现在它们同时存在的数量，更重要的是反映在各肥力因素经常处于协调状态。

土壤肥力可分为自然肥力和人为肥力。自然肥力是在自然条件下形成的，在未开垦利用的土地上才保持着完整的自然肥力。自从人类对土壤进行耕作，施肥等经营措施之后，土壤除包含有自然肥力外，又出现了人为措施影响下形成的人为肥力。耕作土壤的肥力是自然肥力与人为肥力的综合表现，统称为经济肥力。经济肥力因受环境条件和耕作技术水

平的限制，其中只有一部分在生产上发挥出来，这部分肥力叫做有效肥力；其余暂时未显示出来的肥力叫做潜在肥力。但两者可相互转化，其间并无截然界限。

土壤肥力的高低，在林业上一般可以单位面积年平均木材的产量来衡量。不同的树种具有不同的生物学特性，所要求的生态条件也不相同。因此，土壤肥力是具有生态性质的，即肥力的高低是针对某种或某些生态要求相同的树种而言，而不能笼统于任何树种，这就是土壤肥力的生态相对性。造林必须做到适地适树，也就是根据造林地的肥力条件来选择适宜的树种，把造林树种对土壤的生态要求与土壤的具体条件吻合起来，达到两者的一致；或者根据既定造林树种的生态特性，对土壤加以调节或改造，使土壤具备林木所要求的生态条件，以达林木速生丰产的目的。

三、土壤肥料课的任务和内容

土壤肥料学是农林科学的重要组成部分，它在林业专业中是一门基础课。它涉及范围较广，牵涉其他自然学科很多。它是在数学、物理学、化学、植物、气象等课的基础上进行学习的。学好它就能为学习果树、林木栽培等专业课奠定基础。

土壤肥料的基本内容包括：成土的母岩与母质，土壤有机质，土壤的基本性质，肥力因素的运动规律，我国主要土壤类型的性态特征及其利用和改良以及各种肥料的性质和合理施用等。本课程的任务是把土壤当作一种林业资源，探讨其对林木、果树生长发育的关系；力求理论知识联系生产实

践，运用所学理论，能为果树、林木的正常生长和发育创造良好的土壤环境条件。

复 习 题

- 1.说明土壤肥料在林业生产上的重要性。
- 2.土壤的基本特征是什么？
- 3.什么是土壤肥力和土壤肥力的生态相对性？
- 4.说明学习本课程的目的任务。

第一章 形成土壤的岩石和母质

土壤是在岩石风化物（即母质）上发育起来的。岩石的成分、性质必然对土壤的理化性质产生深刻影响，不同种类的岩石，可以形成肥力差异很大的土壤。不难理解，岩石——母质——土壤之间存在着十分密切的关系。因此，学习土壤学须先了解形成土壤的岩石和母质。

第一节 成土岩石

一、造岩矿物及其对土壤性状的影响

（一）什么是矿物和造岩矿物 矿物是存在于地壳中具有一定化学成分和物理性质的自然产物。有些矿物由某种单一元素构成，但大多数是由几种元素组成的化合物。除极少数呈液态、气态者外，通常以固态存在于地壳中。矿物是组成岩石的基本单位。

按矿物的成因可分为原生矿物与次生矿物两大类。由岩浆直接冷凝形成的矿物称为原生矿物，如长石、云母等，它们是地壳中最先存在的原始矿物。暴露于地表的原生矿物，经风化或变质作用逐渐改变其形态、性质和成分而生成的新矿物称为次生矿物，如方解石、高岭石等。目前已知的矿物

约有 3000 余种,其中多是稀有矿物。构成岩石主要成分的矿物,叫做造岩矿物。造岩矿物只不过二、三十种。

(二) 主要的造岩矿物 有以下几种:

1. 石英 SiO_2 石英常含不同杂质而显多种颜色,质纯透明者称为水晶。在岩石空洞中可形成质纯的石英晶簇俗称“马牙石”。石英在岩石中多呈灰色透明颗粒状,硬度比其他造岩矿物都大,具玻璃或油脂光泽。

石英不易分解,硬度大,也不易机械破碎,岩石风化后便残留于土壤中,是土壤砂粒的重要来源。因石英不含植物养分,故含石英多的土壤养分贫乏。

2. 长石 按所含成分可分为正长石(钾长石) $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ 和斜长石 $\text{Na} [\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ —— $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ 两类。在岩石中两类长石皆呈粒状、柱状或板状,不透明,玻璃光泽,较难区分。但正长石一般显肉红色,并常与石英、云母相伴共存于岩石中;而斜长石为白或灰白色,常与角闪石、辉石伴生。

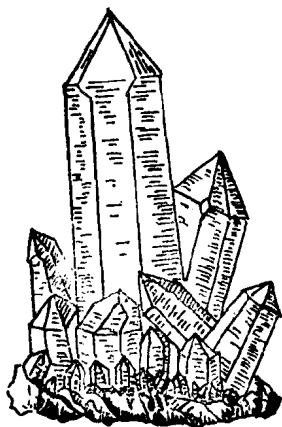


图 1—1 石英晶簇

长石类较石英易风化,风化后释放钾、钙等,并产生粘土细粒是土壤中粘粒的重要来源。

3. 云母 云母极易沿一定方向的平行面裂开,在岩石中

也呈鳞片状。其薄片透明、有弹性为重要鉴别特征。按其成分和颜色可分为白云母 $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ 、金云母 $\text{KMg}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ 和黑云母 $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ 三种。

白云母是不含铁的云母，风化困难，多呈鳞片状混杂于土壤中，逐渐风化可释放钾素。金云母是含镁的云母，金黄褐色，较白云母易风化。黑云母是含铁、镁的云母，黑至

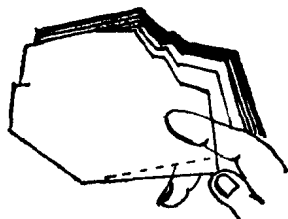


图 1—2 云母的透明薄片

黑褐色，容易风化分解释放钾、镁、铁等并产生粘土细粒。

4. 角闪石 $\text{Ca}_2\text{Na}(\text{Mg}, \text{Fe})_4(\text{Al}, \text{Fe})[(\text{SiAl})_4\text{O}_{11}]_2(\text{OH})_2$ 和辉石 $(\text{Ca}, \text{Na})(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$ 角闪石、辉石都是复杂的硅酸盐类矿物，皆为绿色至黑色，玻璃光泽，较难区别。但角闪石在岩石中多呈细长柱状或针状，多存在于中、酸性岩浆岩中，而辉石在岩石中多呈粒状或粒状集合体，且多存在于中、基性岩浆岩中。

角闪石、辉石都易风化，风化后可释放铁、钙、镁等和产生粘土细粒。

5. 方解石 CaCO_3 和白云石 $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$ 都是次生的碳酸盐类矿物，物理性质也很相似，如常为白色，玻璃光泽，硬度小，受敲击时能沿一定方向裂成菱面体等，两者较难区分。但方解石遇稀盐酸可剧烈起泡，而白云石不起泡，其粉末仅微微起泡。

方解石、白云石在纯水中难溶解，若水中含有 CO_2 时则

易生成重碳酸盐供植物所需的有效钙、镁。但在多雨地区易遭淋溶流失，而在干燥地区常在土壤下层积聚成碳酸钙结核（俗称砂姜）。

6. 赤铁矿 Fe_2O_3 和褐铁矿 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 赤铁矿可产于各种成因的岩石中，一般为紫红、钢灰至铁黑色，但其条痕（粉末的颜色）

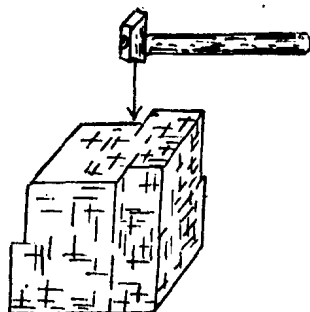


图 1—3 方解石的菱面体

呈樱红色为其重要鉴别特征。其他含铁矿物如角闪石、辉石风化后也可产生赤铁矿。土壤中的红色就是由赤铁矿引起的。

褐铁矿常为黄褐、黑褐至黑色，但其条痕为黄褐色，可与赤铁矿相区别。土壤中的黄色主要与它的存在有关。

7. 磷灰石 $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3[\text{F}, \text{Cl}]$ 有白、灰、褐、紫、绿、黄绿、棕绿等色，形状也很不一致，肉眼鉴别困难。通常多采用化学方法鉴别。即将饱和钼酸铵的硝酸溶液滴在矿石的新鲜面上，应有黄色沉淀出现。也可将磷灰石粉末放在火焰上焙烧，应出现绿色磷光。

磷灰石是组成岩石的次要矿物，但在各类岩石中均有分布。它是土壤中磷的主要来源。

8. 次生粘土矿物 次生粘土矿物和高岭石、蒙脱石、伊利石等是由硅酸盐类原生矿物如长石、云母、角闪石等在风化过程中产生的新矿物。由于它们的颗粒细微（ <0.002 毫米），故称作次生粘土矿物，是土壤中粘粒的主要组成部分。

一般都具有胀缩性、可塑性和带电性，对土壤的理化性质起重要作用。其中高岭石以我国景德镇附近高岭所产质量最佳而得名。

二、成土岩石及其对土壤性状的影响

矿物在地壳中很少单个存在，通常是由一种或多种矿物组合成各种各样的岩石。岩石是矿物的集合体。如大理岩是方解石的集合体，花岗岩则是正长石、石英、云母等多种矿物的集合体。岩石的种类很多，按其成因可分为岩浆岩、沉积岩和变质岩三大类。

(一) 岩浆岩 地球内部的岩浆上升侵入于地壳或喷出地表冷凝成的岩石叫岩浆岩。凡侵入于地壳深处冷凝成的岩石叫深成岩，它的特征是岩石中的矿物颗粒粗大（粒径 >1 毫米），肉眼可辨。侵入于地壳浅处冷凝成的岩石叫浅成岩，其特点是矿物颗粒细小（粒径 $0.1-1$ 毫米），肉眼难辨，并有粗大颗粒混杂其间形成斑点状。岩浆喷出地表冷凝成的岩石叫喷出岩，其特征是因岩浆冷凝迅速，矿物来不及结晶，岩石致密，放大镜下也看不出矿物的颗粒，但有部分矿物冷凝成粗大的斑晶，同时，由于岩浆在流动过程中冷凝，而且岩浆中的气体来不及逸散就凝结成岩石，故在岩面上还常见流纹和气孔。

若按岩浆岩中二氧化硅的含量，又可分为：

酸性岩 $\text{SiO}_2 > 60\%$ ，岩石中含石英；

中性岩 SiO_2 52—65%，岩石中不含或少含石英；

基性岩 SiO_2 40—52%，岩石中不含石英；