

水利电力出版社

土壤知识与土壤普查技术

王关禄 张国治 等 编 著



土壤知识与土壤普查技术

王 关 禄 张 国 治 等编著

水利电力出版社

内 容 提 要

这是一本比较通俗实用的土壤普查技术参考书。全书共分十一章，主要内容包括：土壤普查工作所必须掌握的土壤知识与地学知识；土壤普查各个环节的技术要求、工作方法与制图；土壤中各种养分的理化分析原理、操作步骤和计算方法等。

本书供农、林、牧业和水利部门广大土壤工作者及有关专业院校师生参考。

土壤知识与土壤普查技术

王关禄 张国治等 编著

水利电力出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

水利部万印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 10.25印张 226千字
1983年3月第一版 1983年3月北京第一次印刷
印数0001—9130册 定价1.05元
书号 15143·5090

序

土壤是农业生产的基础。土壤普查是农业自然资源调查和农业区划的一项重要内容，也是发展农业生产（农、林、牧以及多种种植业）的重要手段。

土壤本身是自然形成物。人们在从事农业生产，耕作、改良利用土壤和对土壤进行调查研究、试验的过程中，逐步认识并掌握了土壤内部物质运动的规律，从而不断克服其不利因素，发挥其有利因素，使不同性状的土壤得到改善，农业生产也相应地有所增长。但是，如不合理的利用土壤，将使土壤日趋衰退。经侵蚀、沙化、盐碱化、潜育化后的土壤，其生产能力大大降低，甚至形成不毛之地。因此，认识土壤是为了更好地合理利用土壤。

土壤裸露在地球陆地表面，必然受到大气干湿、冷热变化的影响，连同其中生物和微生物的活动，以及所在地形及岩石、母质等综合因素，便形成多种性状差别很大的土壤类型。由于性状的差异，土壤所适生的作物和植物种类，就有很大的差别。因此，以生产单位为单元的土壤调查制图，了解不同土壤的类型与性状，并做出评价，据以拟订改良利用方向，是发展生产的基础工作。

土壤科学的发展，使我们对土壤的宏观（土壤的发生、分类与分布）及微观（土壤的物理、化学及生物）特性，有了较深入系统的了解。不少国家已采用先进技术，进行土壤调查制图与分析化验，并把长期试验研究结果和历年生产记

录，以及土壤基层分类单元的各项成果，一并输入电子计算机，建立土壤信息系统，在贮存、运算的过程中，这些贮存资料，便能有效地应用于生产实际。但这些资料必须在统一的操作方法下取得，才可对比、交流和应用。

在我国农业现代化建设中，我们必须充分认识土壤调查制图与分析化验对发展生产的重要意义。按土壤基层分类单元，逐步积累资料，是进一步发展生产，因土制宜而达到均衡增产，并使农林牧副各业均有所发展的重要工作。所有参加土壤普查实践的人员，必须不断充实土壤科学知识，统一工作方法，以便保质保量地完成土壤普查任务。由于我国土壤技术力量薄弱，现有土壤科学技术队伍，远远不能满足这项面广量大的技术工作。各地从事土壤普查的人员，迫切要求对土壤基本知识与土壤普查有关的调查制图与分析化验技术，有所了解。为此，北京市农业科学院土壤肥料研究所的王关禄、沈汉、张国治、张有山、李淑筠等同志，在总结他们从事土壤调查和分析工作多年经验的基础上，并根据全国第二次土壤普查暂行规范，同时收集了各省、市、自治区开展土壤普查的资料，编写成《土壤知识与土壤普查技术》一书。该书以土壤普查技术与方法为重点，可供农、林、水利、牧业广大土壤工作人员学习和参考。希望各地土壤普查工作者们，在不断实践的过程中，充实和发展有关这一方面的资料，为发展土壤科学技术，为建立高产稳产、多种经营的农业生产体系，为早日实现我国农业现代化作出贡献。

席承藩

一九八二年

前 言

土壤是农业生产的基础。我国为实现农业现代化建设所制订的农业区划，农田基本建设规划和提高科学种田水平的措施等，均是以土壤为重要的依据。

自然界的土壤是复杂多变的，并具有不同的剖面性态特征和生产能力。为使土壤在农业生产中发挥更大的作用，需要清楚地掌握土壤资源的类型、分布规律和肥力状况，并绘制出土壤图及有关的土壤养分图。为获得这些土壤资料，需开展土壤普查工作，而土壤普查的质量，又与对土壤知识和土壤普查技术的了解程度有着极密切的关系。

为了促进土壤科学技术的普及，积极地配合全国土壤普查工作的开展，我们组织编写了这本书，供广大土壤工作者参考。本书由北京市农业科学院土肥所土壤室主编，天津农业科学院的两位同志共同参加编写。执笔的同志为：第一章王连第（天津）；第二、六章张国治；第三章张有山、蒋德勤（天津）；第四、七章沈汉；第五章王关禄、蒋德勤；第八、十一章张有山；第九章王关禄；第十章李淑筠。王曼春负责插图工作，张国治对全书进行了统稿。

本书承中国科学院南京土壤研究所席承藩先生撰序，周明枏、杜国华两同志对书稿曾提出宝贵意见，谨致以深切的谢意。

限于编者水平，书中不妥之处，请广大读者指正。

编者

一九八二年八月

目 录

序

前言

第一章 土壤知识	1
一、土壤在农业生产中的重要意义.....	1
二、土壤和土壤肥力.....	2
三、土壤的形成.....	3
四、土壤矿物质组成及其特性.....	9
五、土壤有机质.....	14
六、土壤水分、空气和温度.....	17
七、土壤孔隙性与结构性.....	24
八、土壤养分.....	30
九、土壤酸碱性.....	35
十、土壤的保肥和供肥性.....	36
第二章 地学知识	42
一、成土矿物.....	42
二、成土岩石.....	48
三、岩石风化与母质类型.....	60
四、地形.....	65
五、地下水.....	71
第三章 土壤普查的目的、要求和准备工作	75
一、土壤普查的目的.....	75
二、土壤普查的要求.....	77

三、土壤普查的准备工作·····	78
第四章 土壤分类的制定 ·····	85
一、土壤分类的基本原则·····	86
二、土壤分类的标准化和计量化·····	87
三、土壤分类系统的划分标准·····	88
四、土壤命名·····	95
五、群众土壤分类命名的分析和整理·····	96
六、土壤工作分类的制定·····	98
第五章 土壤野外调查 ·····	102
一、土壤剖面的类型、设置与挖掘·····	102
二、土壤剖面的观察与记载·····	110
三、土壤分析样品和土盒标本的采集·····	125
四、野外土壤界线的勾绘·····	131
第六章 航空照片在土壤普查中的应用 ·····	143
一、航空照片的基本知识·····	143
二、航空照片判读与制图的工作程序和方法·····	151
第七章 普查资料的整理与汇总 ·····	180
一、原始资料的初步整理·····	180
二、组织常规分析工作·····	183
三、土壤普查成果图的编制·····	187
四、成果图的面积量算与统计·····	220
第八章 土壤普查报告的编写 ·····	225
一、编写土壤普查报告的目的和要求·····	225
二、土壤普查报告的内容·····	225
第九章 土壤普查成果的验收与应用 ·····	231
一、土壤普查成果的验收·····	231
二、土壤普查成果的应用·····	232

第十章 土壤化学分析	244
一、土壤样品处理	244
二、土壤全氮的测定	245
三、土壤碱解氮的测定	249
四、土壤全磷的测定	251
五、土壤速效磷的测定	255
六、土壤全钾的测定(碳酸钠高温碱熔法)	259
七、土壤速效钾的测定	261
八、土壤有机质的测定(重铬酸钾法)	262
九、土壤pH值的测定	265
十、土壤碳酸盐的测定	272
十一、土壤阳离子交换量的测定	275
十二、交换性盐基及其组成的测定	281
十三、土壤交换性钠的测定	284
十四、土壤可溶性盐的分析	286
第十一章 土壤物理测定	295
一、土壤自然含水量的测定	295
二、土壤最大吸湿水的测定	298
三、土壤田间持水量的测定	299
四、土壤容重的测定	301
五、土壤比重的测定	303
六、土壤孔隙度的计算	304
七、土壤机械组成的测定	305
八、土壤结构的测定	310

第一章 土 壤 知 识

一、土壤在农业生产中的重要意义

土壤是农业生产的基本条件，是人类衣食住行的物质和能量的来源，同时也是物质和能量转化的场地。通过它使物质和能量循环无已，世代满足作物生长和人类生活的需要。马克思曾正确地指出：土地是世代人类的共同的永久财产，是人类永远不可缺少的生存条件。

苏联土壤学家威廉斯根据物质和能量的转化，研究了土壤在农业生产中的地位。他认为农业生产主要包括三个不可分割的环节，而这些环节都和土壤有密切的联系。第一个环节是植物生产。植物从土壤及大气空间吸取光和水、肥、气、热，生产人类必需的有机物质，供给人类生存所需要的能量。但是，人类只能直接利用植物的一部分。第二个环节是畜牧业生产。人类把利用后剩余的植物有机体做成饲料来喂养牲口，进一步为人类提供食品的一部分生产上所需要的畜力，但是，还有一部分动物残体和排泄物并不能直接利用。第三个环节是土壤的施肥、耕作管理。人类把植物体的剩余部分和动物残体以及人畜粪肥等，通过耕作、施肥，回到土壤中被微生物分解为植物的营养物质，使植物获得再生产的必需原料，并改良土壤性质，提高土壤肥力从而又进一步促进了植物生产和畜牧业生产的发展。

上述过程充分说明，土壤是农业生产的基础。同时也说明了植物是牲畜的粮食，植物和牲畜是人类的粮食，肥料是

植物的粮食。营养物质和能量只有通过土壤而不断循环，才能使农业生产延续不断。

土壤是农业自然资源中的重要组成部分。农业自然资源包括由地貌、土壤、植被等因素构成的土地资源；由地表水、地下水构成的水资源，由光、热、气和降水等因素构成的气候资源；由各种动植物和微生物构成的生物资源。这些资源是发展农业生产的物质基础。离开了这些资源，农业生产就无法进行。土壤是植物生长发育的自然基地，是农业生产的基本资料。而农业生产并不是简单地利用土壤，人类的生产活动，时刻在影响着土壤的发育，人的因素参与了新的成土过程。所以土壤既是农业生产不可代替的基本资料，也是劳动的产物。

人类开发利用自然的过程中，虽然积累了很多经验，但也有不少教训。总的来说，凡是遵循自然发展的客观规律，合理开发利用土地，便可以为人类生产出更多的财富。如果违反自然规律，自然界将对人类进行惩罚，这种事例很多：吉林科尔沁沙地百年以前还是水草丰美地区，由于清朝政府推行放荒招垦政策，大面积开垦沙草地，草原植被遭到破坏，流沙随风移动，现已沦为沙漠；五十年代末期，华北平原由于只蓄不泄、只灌不排，盲目进行大水漫灌，曾引起严重的次生盐碱化和沼泽化等等。

我们研究土壤的目的就在于认识土壤，揭示土壤运动的内在规律，以达到有目的的用土、改土，合理的利用土壤资源，发展农业生产。

二、土壤和土壤肥力

土壤是地球陆地表面分布最广的自然物质之一，除了河

流与湖泊及为冰雪所覆盖的极地与高山之外，几乎到处都有土壤的分布。所谓土壤，就是指地球陆地表面能够生长绿色植物的那层疏松的表层。

土壤不同于岩石和其它地质形成物的质的特征是具有肥力。所谓土壤肥力是指土壤为植物生长供应和协调水分、热量、空气、养料（即水、肥、气、热）的能力。

土壤肥力是土壤物理、化学和生物等性质的综合反映。土壤的各种基本性质都要通过直接或间接的途径影响植物生长。土壤中各种肥力因素不是孤立的，而是相互联系和相互制约的。良好的植物生长不仅要求诸肥力因素同时存在，而且必须处于相互协调状态。在植物的生长发育过程中，对所需要的水、热、气、肥诸因素能够供给和协调的好的土壤，即为土壤肥力高的土壤；相反，则为土壤肥力低的土壤。

土壤肥力又分为自然肥力和人为肥力。自然肥力是土壤在自然环境因素的综合作用下产生出来的，这只是未经开垦的土地上才能保持完整的自然肥力。自从人类对土壤进行耕作、施肥与土壤改良等经营措施以后，土壤中除了包含有原有部分自然肥力的基质外，又开始出现了人为肥力。因此，土壤又是人类劳动的产物和生产资料。

三、土壤的形成

坚硬的岩石经过风化可以逐渐变为土壤，疏松的土粒经过成岩化的地质作用也可以逐渐固结为岩石。自然界的一切正是在这种矛盾和统一的过程中不断地发生、发展和变化着。

地球上的日光、水分、空气和动植物有机体等各种不同

的自然因素，在经常地对岩石发生作用，致使坚硬的岩石逐渐崩溃，变为细碎的物质，为土壤的形成创造了条件。这个过程，就是岩石的风化过程，所产生的物质即为岩石的风化产物。

岩石的风化产物具有若干与土壤相类似的性质：具有一定的疏松性、蓄水性和一定量的可溶性养料。但是这些条件还远远不能满足高等植物的生长需要，因而只能称它为成土母质。

成土母质在自然界中要与其它自然因素相互接触和相互作用，如与大气、地表水和地下水等。这些接触和作用均表现有相互间的物质和能量的交换特征，如与大气进行热、光能、水和气体的交换，与植物进行灰分、有机质、气体和水分的交换，与水进行各种水溶性化合物的交换等。

根据这些物质在自然界的相互转化关系，在道库恰耶夫提出的“土壤是在五种成土因素综合影响下形成的历史自然体”的理论基础上，学者们认为土壤形成过程的概念应该是：土壤形成过程是自然界所进行的物质和能量总循环的一部分，这一部分循环是在风化壳中所进行的一切物质和能量转化与转移现象的总合。在这些现象中，最重要的是形成土壤的母质与植物之间的相互作用（物质与能量的交换）。在风化壳中所进行的物质和能量的转化和转移的结果，便形成和不断地发展了土壤肥力，同时形成了具有一定形态特征和理化、生物学性质的土壤。

土壤形成过程在不同的环境条件下，所进行的方式是不同的，影响土壤形成过程的速度、方向和程度的条件，称之为土壤形成因素，其中有生物（植物和动物）、母质、气候、地形和时间。前三者，彼此间有物质和能量的交换作

用；后二者，不参与物质和能量的交换作用，只对前三者间的物质和能量的交换发生影响。毫无疑问，人类的生产活动也是影响土壤形成的积极因素之一。

形成土壤的生物因素是基本因素，威廉斯认为：生物是形成土壤的主导因素。因为，在母质上没有出现生物之前，岩石的风化产物只进行分解和淋溶过程，植物所需要的营养元素都被淋洗，在生物出现以后，才开始了植物营养元素的生物移动和生物聚积过程，把植物营养元素吸收利用和保存在土壤中。

生物的生命活动除了在母质表层聚积植物营养元素之外，植物还合成了许多有机物质，以有机残留体的形式进入土壤中。这些有机物是转化后的光能，在有机体分解的时候把这种化学能释放出来，并在母质中引起了新的物质和能量的转化、转移过程。同时，使母质中不断地积累了氮素营养和土壤腐殖质。

气候因素可直接支配着陆地表面的水热状况，控制着植物和微生物类型及其生活条件，决定着有机物质的分解和积累的特点，对母质和土壤中的物质和能量的转化、转移过程有着极大的影响，因而在不同的气候条件下，可形成不同类型的土壤。

母质是构成土壤的原始材料，母质的化学和物理性质会加速和延缓土壤的发育过程，母质的许多性质也要留传给土壤。

地形也影响着水热状况的分布，在不同的海拔高度或相同海拔高度的不同坡向上，温度和水分状况是不同的，因而影响着植物类型的出现和有机物质的分解和累积的特点，同时也影响着母质和土壤中一切物质的转化和转移的特点，故

不同地形条件下可出现不同类型的土壤。

土壤形成过程的程度是以时间为转移的，随着所经历的时间不同，土壤中物质的淋溶和聚积的程度也有所差异。因此，土壤形成过程必然要受到成土年令，即时间因素的影响。

在成土过程中，由于不断地进行着有机物质的合成和分解，不断地进行着矿物质的转化和转移的过程，致使成土母质形成了具有一定剖面构造和形态特征的土壤。

土壤剖面即从地面向下成垂直方向挖的土层断面，土壤剖面通常是由枯枝落叶层、淋溶层、淀积层和母质层构成的，这些层次在自然状态下的规律排列状况即为土壤剖面构造。土壤剖面构造在不同的土类中是不同的，即构成土壤剖面的层次组成不同，它可以明显地反映出在不同成土条件下土壤形态的特点。

枯枝落叶层（或叫残落物层）一般存在于自然植被没有受到破坏的土壤表层，根据其分解程度可分为未分解的和半分解的枯枝落叶层，前者以 A_0 符号表示，后者以 A_0 表示。

淋溶层存在枯枝落叶层的下部，其中包括腐殖层、灰化层及向淀积层过渡的土壤层次。腐殖层以 A_1 表示，它是暗色、暗褐色或黑色的层次。灰化层以 A_2 表示，呈灰白色，是森林灰化土中所特有的层次，一般存在于 A_1 层或 A_0 层的下部，在 A_1 或 A_2 向淀积层的过渡层，以 A_1B 或 A_2B 表示。

淀积层或聚积层位于淋溶层的下部，以 B 表示，该层主要是由淋溶层淋洗下来的可溶性的成份及胶体颗粒等发生聚积而成。淀积层的颜色依聚积的物质类型不同而异，钙质淀积物呈灰白色，铁质淀积物显棕色或红棕色等。淀积层一般比较紧实，并具核状或柱状等结构。在淋溶和淀积作用不太

显著的地区，淀积层也表现有从A层向母质层过渡的特征，如棕壤便是。B层根据发育程度，还可以划分为 B_1 、 B_2 等亚层。由B层向母质的过渡层，以BC表示。

母质层位于B层的下部，以C表示，为岩石风化层或沉积层（如冲积母质）。在母质层的下部，于岩石山地即为基岩，为形成母质的岩石，以D表示。

在土层中若发现有潜育化的层次，以g表示，若为潜育层以G表示。若在B层有碳酸盐和硫酸盐聚积层，则分别以 B_{Ca} 和 B_s 表示。

自然界土壤剖面的构造是变化很大的，且多不典型，理想的剖面图式见图1-1。

根据土壤剖面的发育程度，土壤层次尚有以下两种：

A-D型 发育处在原始阶段的土壤类型

A-C型 发育处在幼年阶段的土壤类型

土壤剖面各层次的交界情况也各不相同，有的层次是明显的，有的是不明显的，有的是逐渐过渡的。同时交界线也有平直的、曲折的、袋状的和舌状等形态。

土壤经过长年的耕作之后，土壤剖面就会有所改变或变得不明显。耕作土壤的剖面构造一般可分四层。

（1）耕作层（表土层或熟土层） 是受人们的生产活动影响最深刻的层次，根系分布的最多，约占总根量的50%以上，土壤腐殖质较多，色深暗，土层较疏松。

（2）犁底层（亚表土层） 在耕层之下，层次较薄，与耕层的界线明显，较紧实，呈片状或层状结构。

（3）心土层 也称半熟土层，根系较耕层少，约占总根量的20~30%，心土层可有不同特征的淀积现象或表现的不明显。

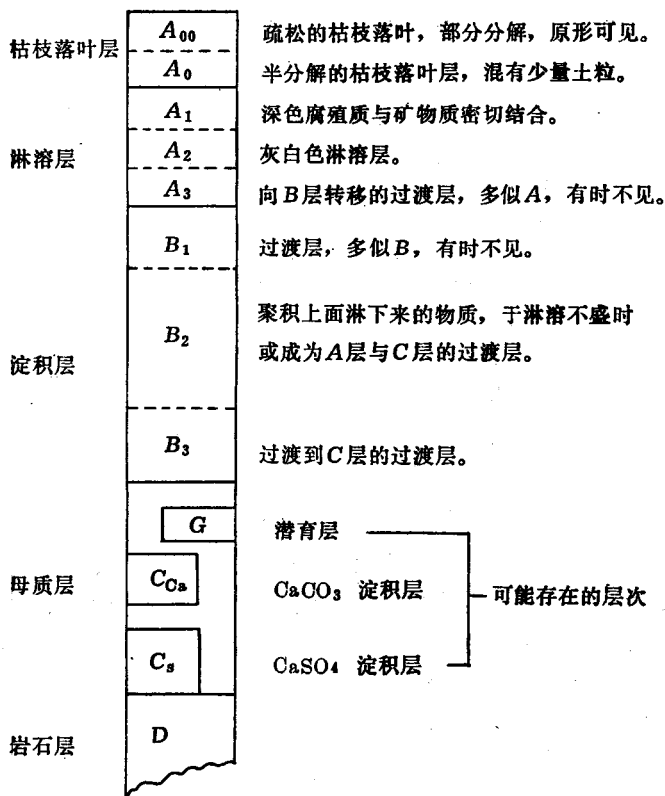


图 1-1 土壤剖面模式图

(4) 底土层(死土层) 不受耕作的直接影响，植物根难达此层或很稀少，一般保持母质的特点。

此外，土壤形态还包括：土壤颜色、结构、新生体、侵入体、坚实度、孔隙状况、机械组成等特征。