



森林土壤： 性质和作用

[加拿大] K. A. 阿姆森 著

科学出版社

森林土壤：性质和作用

[加拿大] K. A. 阿姆森 著

林伯群 周重光 译

科学出版社

1984

内 容 简 介

本书内容丰富,紧密结合林业生产实际,主要包括森林土壤的物理性质(土壤质地、结构、孔隙、颜色、温度、通气性)、森林土壤有机质、土壤水分、土壤化学、土壤肥力、土壤分类及土壤调查等;后六章专题介绍与林业生产密切相关的土壤问题,讨论天然林及人工林的根系、火灾、水分和养分循环、森林发展等问题。书后附有土壤剖面描述及采样方法,英拉汉乔灌木名称对照表。

可供林业、园林、生态、野生生物以及农林院校有关师生参考。

K. A. ARMSON

FOREST SOILS: PROPERTIES AND PROCESSES

University of Toronto Press Toronto and Buffalo, 1977

森林土壤：性质和作用

〔加拿大〕K. A. 阿姆森 著

林伯群 周重光 译

责任编辑 陈培林

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1984年10月第一版 开本：787×1092 1/16

1984年10月第一次印刷 印张：16 插页：1

印数：0001—3,650 字数：357,000

统一书号：13031·2667

本社书号：3671·13—12

定价：2.70元

译 序

森林土壤学是介于林学和土壤学之间的、新兴的中间学科。它的形成和发展始终和林业生产紧密联系。关于这个学科在国外发展的始末,已在本书的概论中作了梗概的叙述;我国森林土壤学的兴起是建国以后的事。新中国成立以后,由于国家对发展林业生产和教育事业的关怀和促进,作为林业的一个重要基础学科——森林土壤学自五十年代以来迅速发展,在国内已形成一支颇具规模的科技干部队伍;召开过三次全国性学术交流会议(其中一次系地区会议扩大到全国);在中国林学会和中国土壤学会之下,分别设立了学科组织,进一步推动了我国森林土壤学科的发展。结合第二次全国土壤普查工作,森林土壤地理和分类发展尤为迅速。世界各国的森林土壤工作也有不同程度的开展,近年来北美的成就比较突出。

北美森林土壤学科为国际后起之秀,自1958年以来每五年召开一次北美森林土壤学术会议,交流成果,至今已召开过五次,参加国为美国和加拿大,除第四届在加拿大的魁北克外,余均在美国。每届会议均在会前拟好中心议题,如“北美森林-土壤的相互关系”(第二届,1963)、“树木生长和森林土壤”(第三届,1968)、“森林土壤和林地经营”(第四届,1973)、“森林土壤和土地利用”(第五届,1978)等。议题也是会后论文集的书名。从历届论文的数量和质量来看均有所发展与提高。体现了北美森林土壤科学繁荣昌盛的景象。

此外,北美还出版了多本森林土壤专著和教材。值得提出的是加拿大多伦多大学 K. A. Armson 教授编著的《森林土壤:性质和作用》(1977),即译者从事翻译的这一本书。本书既是一本适用的大学教材,又是一本不可多得的专著。关于各章的编排和作者著书的旨趣已由本人在书的开始——序言中作了交待,这里指出的是译者感受到的几个特点:

1. 紧密结合林业生产实际

1—10章虽然介绍的是土壤学各分支学科的基本内容,但由于紧密结合林业生产实际,读来使人兴味盎然,对于物理、化学、数学等有关的基础知识既不脱离林业生产的现状,追求深奥难解的公式或计算,也不引证那些与林业无关的内容。

2. 取材新颖,剪裁得当

本书系1977年出版,由于作者的努力,许多七十年代有关的资料亦列入书中;为了说明主题当然也引用了少量早期的经典名著,从书后所附参考书目,读者不难得出同样的结论。因剪裁得当,全书字数并不过多,二十余万字包括了这么丰富的内容,这对于我们处理教材内容来说,无疑是一个良好的借鉴。

3. 从动态的观点来处理土壤这个历史自然体

作者在序言中对这个主旨已有说明,无须赘述。但在译读的过程中,切身感受到作者对问题的阐述不作材料的堆砌,而是抓住主题中带有规律性的方面,从空间、时间的角度来说明土壤体中不断变化着的过程。

本书不只是北美的一本大学教材,也是北美森林土壤科学研究成果的综述。北美大陆和中国的自然条件有许多相似之处,不仅是结论,还有书中所引述的现地资料对中国的同行,尤其是对中国北半部的有关科技人员都是有参考价值的。引用为大学的教本或主要参考书是更为可取的。希望本书的出版能有助于我国森林土壤学科的发展和林业现代化的早日实现。

K. A. Armson 教授热情地为中译本书写了短序,在此表示深切的感谢。当我们将此中文译本奉献给我国广大读者的同时,我们深信由于中加两国科学技术文化的日益密切交流,此书的出版对于增进中加两国人民的友谊也是有裨益的。

翻译中发现原文有错漏之处,已一一作了订正,其中有必要向读者说明的,已用脚注的形式加以说明。由于译者均担负着行政或教学任务,此书基本上是业余完成的。限于时间和精力,更限于译者的水平,译文中定有缺点和错误,敬请读者不吝指正。

本书的 11—15 五章及附录 II 由周重光翻译,其余部分由林伯群翻译并承担总校工作,在此附带说明。

译者

1981 年 1 月于哈尔滨

中文版序

我的书被译成中文是一件愉快的事，我久信有关森林土壤的知识和原理会得到普遍的应用。

森林土壤的许多早期研究发源于欧洲，不仅是研究成果，而且许多原理和研究方法都经受了时间的考验。例如，关于森林土壤有机体、森林土壤水文和化学性质的研究，以及十九世纪晚期和二十世纪初期发展起来的森林土壤观念，在森林的集约利用正在进行下去的世界其他地方得到了应有的正确评价。

有着伟大历史的中国，拥有广泛分布的森林和土壤，从南方的热带雨林到山地森林和东北的针叶林。这样的条件范围连同森林的集约利用，以及对森林的保护和更新的关注，看来这些对贵国的林业工作者提出了激奋人心的挑战。我的书如果有助于他们的成就，我将感到十分满足。

K. A. 阿姆森

于多伦多，1979年10月

序

本书是为林业工作者、野生生物和园林管理人、生态学者及其他对森林土壤感兴趣的人而编写。这本教材内容的安排应当使它既适用于大学生的概论性的课又适用于更高级的课程。前十章论述基本的土壤知识,如物理的和化学的性质、土壤水分、有机质、土壤生物、肥力、土壤分类和调查,阐明这些性质的实例主要引自森林土壤。11至16章基本按照有关的变化过程研究森林土壤系统的组成成分,对树木的根系、林火、水分及养分的循环按其在原始林中的状况结合人类对这些因素的影响一起进行研究。讨论了森林土壤发展过程,还从历史的和生态的角度论述土壤作为不断变化着的景观的一部分的地位。

尽管写作一本既要用于大学本科学生的又要用于提高的学生的教本会使作者为难,但我相信由于要适合读者的广泛兴趣,重要的应是提供探讨的某一特定主题达到一定深度的机会,并且也适合两类学生和专业技术工作者作为参考书。我的经验是最有用的大学教本应是那些在特定课程学完以后还长期有参考价值的书。

每章开始有一段简明的叙述,尽量摆脱专业术语的约束来介绍主题,接着在学科的范围内作各个主题的详细论述。重点始终放到各种森林土壤和林木之间的相互关系和许多土壤性质的测定方法上,因为如果从土壤数据得出的结论要建立在正确的基础上,那么就必需有定量资料的可靠性知识。

并未试图保证全面完整的文献目录,宁愿引用反映和证实书中有关陈述的那些研究资料,这些资料大部分是比较容易得到的。难以避免地,根据对文献的注意和了解,作者的倾向性一定会表现出来。本书着重写北美森林土壤,然而,我并不犹豫把世界任何地方的研究成果包括进去,这样作似乎是适合的。

我希望向许多学生和学院的同事致谢,他们多年来一直激励我认识和了解森林土壤的许多方面,尤其感激 R. J. Fessenden 博士。我还感谢支持本书出版的多伦多大学林业及景观结构系和康明俄股份有限公司。David C. F. Fayle 博士十分卓越地为本书设计了许多插图。

K. A. 阿姆森

概 论

人类生存不能没有土壤,人类历史在很大的程度上是利用和滥用土地的记载。繁荣的文化总是以集约利用生产食物的土壤为基础。因而,有史以来关于土壤的知识和经验主要是与农业相联系。土壤在滋养自然森林方面的重要性已不言而喻地被理解了,但人类对森林的利用总的说来是掠夺式的。森林给人类提供隐庇之所,提供猎物、燃料、建筑和工业使用的木材。森林是轮垦循环中的一个必要组成部分,在水分循环、改善不良环境和旅游娱乐等方面的作用都是久已得到承认的。

对森林土壤的系统观察和研究始于十九世纪,特别与那个时期欧洲森林经营措施的发展有关,尤其在德国,如 **Gustav Heyer (1856)** 的《森林土壤学和气候学实用手册》(德文)*便是这方面早期记录的一个范例。这一时期重点大多放在土壤物理方面。该世纪的后半期, **Ebermayer (1878)** 等人集中注意研究森林凋落物及其对土壤化学性质方面的改善。由于大规模移除森林凋落物用于农家牲畜垫圈和过分砍伐树枝用作燃料,导致森林土壤肥力降低,从而推动了这方面的研究。1887年丹麦人 **P. E. Müller** 发表的《天然腐殖质类型及其对于植被和土壤的影响的研究》(德文),代表森林土壤在研究方法方面的一个重要变化,因为文中把天然腐殖质主要作为生物活性的一个区域来看待,给名词熟腐殖质 (**mull**) 和粗腐殖质 (**mor**) 下了定义,运用线条描绘土壤剖面,加上一套色卡,使此书成为森林土壤文献中的一本经典著作。这一世纪末的最后几十年中人们看到欧洲林业实践迅速发展,1893年 **Ramann** 的《森林土壤学和立地学》(德文)把有关森林土壤的物理性质、化学性质和生物性质的资料,用一种前所未有的方式结合在一起,并且论述了森林土壤知识在某些林业实践中的应用。此外,出现了一本普通的教材,即 **Henry (1908)** 的《森林土壤学》(法文),**Henry** 相当着重森林凋落物的成分和数量,并论述了土壤性质对造林实践的重要意义,他的书对土壤中水分和森林在水分循环中对某些部分的影响等问题的处理是值得注意的,**Henry** 还介绍了法国森林土壤的概况,书中还附有一些土壤的化学性质表。

人们或许以为上述这些工作会为扩大森林土壤科学研究领域提供基础,但情况并非如此!部分地由于工业革命技术发展和耕地的惊人扩大,尤其在北美,连同大量廉价运输原料的能力增强,引起了一场农业革命,导致加强重视农用土壤的研究。与此同时,由于要适应民用和工业需用木材的增长幅度,两半球的原始森林遭到开发。在那种情况下森林土壤的研究,特别像森林土壤与森林经营和造林实践有关的问题只好迟滞不前。一个例外是 **Bornebusch (1930)** 的森林土壤动物的研究,这项工作受到 **Carlsberg Fund** 经济上的支持,并且预示20—30年后土壤研究一个新的领域——土壤生物学——的发展。值得注意的是 **Bornebusch** 研究土壤生物不只是考查土壤中动物的数量和种群,而且根据他们的活动从生态意义和代谢功能两方面来论述。

第一次世界大战(1914—1918)后,进入萧条和匮乏的三十年代,人们重新对森林土壤发生了兴趣。例如在英国主要是与非常时期为国家提供木材发展人工造林有关系;

* 书的文种系译者所加,下同。——译者注

在北美则为修复因不合理的农耕毁坏的侵蚀地。积累的知识和经验主要在树种的适应性方面，并涉及人-土壤退化-灌木荒地和撩荒地的问题，这些土地从前曾几十年或几百年生长过森林，而现在几乎没有任何自然森林土壤的特征。森林土壤的研究缓慢地继续进行，研究重点显然不在天然林方面。

第二次世界大战（1939—1945）后，美国出版了两本森林土壤书籍。一本的作者 Wilde（1946）是促进大湖区森林土壤研究，并使土壤知识和造林生产相结合的学者。Lutz 和 Chandler 写的另一本（1946）为北美初次试图全面总结有关森林土壤知识的书。在两次大战之间，斯堪的纳维亚的一小批林业工作者继续进行森林土壤工作，如 Hesselman、Romell 和 Tamm 都是知名学者，Tamm（1940）的《Den nordsvenska skogsmarken》曾由 M. L. Anderson 译成英文《北方针叶林下的森林土壤》（1950）出版。1958 年 Wilde 出版《森林土壤，它们的性质和造林的关系》（1962 年又发行德文版《森林土壤》）。Aaltonen（1948）的《土壤和森林》（德文）一书，尽管基本论述斯堪的纳维亚的情况，也包含着许多有关的内容，但并未获得欧洲以外应有的注意。Duchaufour 的《土壤学概论》（法文）（1960）虽是一般的土壤学教本，但介绍了许多森林土壤方面的知识。

由于第二次世界大战引起的混乱，冲突的全球性，以及要求许多学科的科学家和专业人员提供新的知识，我们的理解，特别是对热带和亚热带的森林以及林下土壤的了解增加了。这类知识的扩充还由于新兴国家开始本国建设和开发自然资源得到进一步发展。大多从五十年代开始直到七十年代，由于以下几个原因需要对森林土壤更全面更深入的理解。

1. 在世界上天然林遭大规模采伐并对原木的需求又增多的情况下，为了生产木材，林业经营的集约程度日益提高，这种集约经营大多培育针叶树，造林的各项措施包括立地准备和随后的抚育管理。火、化学物质和耕作是这些措施中最常用的手段，这就需要了解这些措施在森林-土壤生态系统中的作用，不只是了解可能与短期的经营目标有关的问题，也了解这些措施对土壤可能的较长时期的影响。

2. 在许多高度发达的工业国家用于旅游和观赏的森林，常常涉及自然风景评价和野生生物种群。直至五十年代，除了一些例外，这类森林的经营粗放。但是由于这类用途已经增加，就需要对这些地区与营林有关的森林土壤性质有更多的理解。

3. 有森林的分水岭常常对许多城镇饮用水的供应非常重要，森林水文学与这类分水岭的土壤性质和森林-土壤之间的相互关系均有关联。经营分水岭水源林需要了解任何一种营林措施可能对水的流量和水的化学性质和生物性质的影响。

在世界的许多地方对净水的需求正在增加，连同有机废弃物处理的问题引起对有关的森林土壤性质作更多的了解。

4. 由于世界人口增长，还未遭到人类改变而残留的原始林很少，仅仅出于学术研究不考虑其他原因的话，原始林土壤的性质和自然过程也必须研究。它们能提供一种尺度或标准去探查人类改变类似的森林土壤的效果。

森林土壤的研究不仅以土壤科学为基础，也涉及林业、农业、地质、生物和其他方面的知识、理解和技术。反过来，除了林业工作者、野生生物或园林管理人在他们的专业活动中需要森林土壤知识外，其他如生态学家、景观设计师、人类学家和考古学家或多或少也会感到森林土壤知识对他是有裨益的。

目 录

译序.....	iii
中文版序.....	v
序.....	vii
概论.....	ix
1. 森林土壤：定义和描述.....	1
观察土壤.....	1
土壤的描述.....	2
2. 土壤的构造：质地、结构和孔隙度.....	5
土壤质地.....	5
土壤结构.....	8
土壤结持性.....	11
土壤孔隙度.....	11
3. 颜色、温度和通气性.....	14
土壤颜色.....	14
土壤温度.....	16
土壤通气性.....	20
4. 土壤水：土壤的血脉.....	22
水的能量关系.....	22
土壤中水分的运动.....	23
土壤水分的测定.....	27
土壤湿度状况.....	31
5. 土壤有机质.....	33
有机物质的种类和数量.....	33
林褥.....	42
6. 土壤生物学：有机体和作用.....	47
土壤动物.....	47
土壤微植物.....	52
根际.....	60
7. 土壤化学.....	62
土壤物质的风化.....	62
粘土矿物——风化作用的产物.....	64
阳离子交换量.....	66
土壤反应——pH.....	67
土壤元素.....	70
氧化-还原作用.....	77
8. 土壤肥力.....	78

必需的元素.....	78
土壤肥力的测定.....	79
诊断和预报技术.....	84
土壤肥力的综合研究.....	88
肥料及其使用.....	90
9. 土壤分类.....	92
历史.....	93
土壤的单位和分类.....	95
第七次草案和土壤分类——一种世界系统.....	97
加拿大土壤分类制.....	99
土科和土系.....	100
10. 土壤调查.....	102
土壤调查和景观.....	102
土壤调查举例.....	104
土壤调查成果的解释和运用.....	112
11. 根和土壤.....	115
根的类型和多度.....	115
根的生长和土壤性质.....	125
根的生态学和林学特性.....	127
12. 火和土壤.....	130
火对森林土壤性质的影响.....	130
生态的影响.....	136
13. 水分循环.....	139
水分循环.....	139
14. 养分循环.....	156
概述.....	157
养分输入和输出.....	157
森林和土壤内部的循环.....	161
养分循环对于生态和营林工作的关系.....	168
15. 森林土壤的发育.....	172
土壤发育的因素.....	172
土壤发育的过程.....	174
结论.....	183
16. 土壤和景观变迁及应用.....	185
土壤和景观.....	185
新森林——历史的情况.....	192
结束语.....	195
附录 I 土壤剖面的描述和采样的方法.....	196
附录 II 英拉汉乔灌木名称对照表.....	200
参考文献.....	203

1. 森林土壤：定义和描述

绿色植物利用太阳能，通过光合作用把二氧化碳和水转变为碳水化合物。土壤则为植物提供依托之所及其生长必需的许多原料——水分、养料和氧气。因此，土壤的科学定义是“地球表面作为陆地植物天然培养基的松散的矿物质”（美国土壤学会，1973）。通过引伸，森林土壤则应是那些培育森林植被的土壤。

土壤并不正好是植物所需原料的贮藏库；也不只是植物根系能够生长的空间，而且一大群其他的生物，植物和动物、大的和小的都能够在其中生活和死亡。原料的供应不是恒定的，而是随着季节、时间以及由土壤维持的植被的生长和发育而变化的。这些变化也通过土壤生物区系反映出来。所以土壤是动态的物体，的确，正是土壤的这种改变和接受改变的能力，使得土壤很适应于农业和林业的生产实践。如果对土壤的性质和发生在土壤中的自然过程有了认识和理解，那才有可能采取明智的、无害的生产措施，这比把土壤看作静止的无生命力的可任意利用或滥用的地球的一个部分要好。

当这个人口不断增长的世界的能量供应问题受到关注的时候，考虑森林土壤的能量关系是适宜的。土壤可以看作一个能量反应器，它养育利用日光能的植物，而土壤内部有机质的转化，无论是地表累积的叶片还是地下死亡的根系，都包含着能量的转化，土壤矿物质部分的化学的和物理的风化也包含着这样的变化。在自然土壤中，能量转换过程的速率和特性会季节性地并在长时期内变化着。植物凋落物降落的多少，随着森林发展变化而不同。土壤水分和温度状况全年内随季节而异，同时植物的活动能力也随着变化，所以土壤水热状况会影响生物活动能力和物理的、化学的风化作用。假如土壤或者其上的植被遭受人为的改变或控制，那么土壤的许多作用和能量转换的途径也会改变。如果对土壤的利用或改变是浅表的，那么自然土壤-植物系统通常容易恢复到原先的状态，但若过度开发或精细耕作，则土壤本身也将有所改变。森林的栽培-造林-表示通过人的努力去促成树木对日光能更加有效的利用，以便森林成为遮荫、供应木材或牧放牲畜等人所期望的形式。当这样作时，人控制森林，但也自觉或不自觉地向土壤发生或多或少的变化。

观 察 土 壤

土壤是三度空间的物体，具有深度和宽度，并遍布地球表面的一部分。观察土壤借助于露出的垂直断面，通常的作法是挖一个土坑，筑路或其他目的挖成的断面往往也可加以利用。当观察露出的横断面时，常常可看到一个或多个条带或层次，每一个层次的区分主要按颜色和形态的差异。层次常呈水平状（平行于地表）并称为土层（horizon）。对任何一个被观察的土层的垂直序列命名为土壤剖面（soil profile），土壤剖面的特征和性质构成多数土壤分类的基础。土壤野外描述是学员应当培养的最需要的技能之一。要求观察敏锐，判断客观。矛盾地是尽管一直强调土壤过程的动态特性的重要意义，而土壤剖面观察能够记载的却仅为这些过程可感触到的结果或副产物。例如表层有机质的数量和类

型多少能反映分解过程的特征；从土壤剖面深处碳酸钙积聚带的出现，则能推断出土壤中钙的风化和移动。实际上土壤对敏锐的观察者提供着暗示，于是使观察者，从曾经进行和正在进行的过程的明显证据中，去合理地给予说明。土壤实验室分析，能提供性质和过程两方面更详细的和数量的证据，甚至可能直接测量一些过程，如表层有机质年积累量、水分透过剖面的速率或者利用放射性示踪元素来观察化合物的移动，这些技术一般是复杂的，投资是昂贵的，而在野外必须基本依赖对土壤的显著特征的宏观考查。

土壤的描述

考查一个土壤剖面时(图 1.1)，通常土层显出厚度、颜色或其他性质方面的变化。同

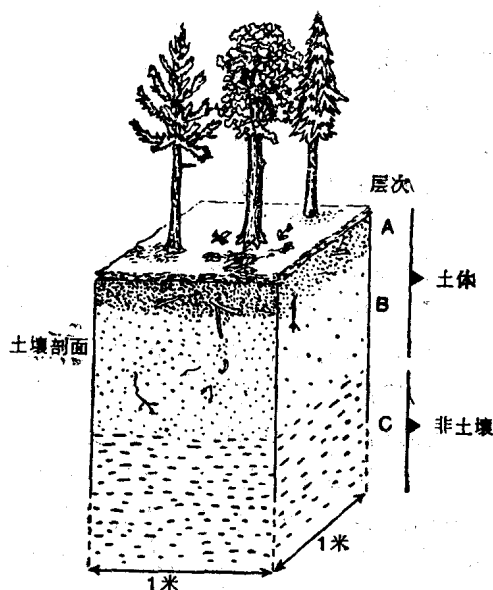


图 1.1 土壤剖面 and 单个土体示意图

样，土层之间也会显出差异。有些土层之间的边界线可能很难辨认，从一层至另一层，边界线混成一体或逐渐消失。图 1.2 是一些森林土壤剖面的实例。因此着手描述土壤剖面时，问题就出现了，所描述的土壤剖面适宜的宽度应是多少？土壤要考察到多深？回答这些问题只好带几分武断，因为各类土壤会有不同程度的变化，但土壤学家公认作为土壤剖面描述的土壤单位通常叫着单个土体 (pedon)，它的定义如下 (土壤调查署，1975)：

一个单个土体具有最小面积，对单个土体应当描述并采取能代表土壤各层的本性和排列的土样，以及在样品中保持其他性质的差异性。……单个土体是三度空间的，它的下限是土壤和下部非土壤之间有些模糊的界限，它的横向大到足够代表任何土

层的本性和可能出现的变异性。土层会在厚度上和成分上有变化，土层也可能是不连续的。单个土体的面积范围从 1 至 10 米²，随土壤变异性而定。

按惯例，任一单个土体的观察面最小宽度一米，也可大到三米半，垂直深度常常难以确定。有机质和活有机体有关的土壤风化作用的影响随深度变小。通常上部一带的物质可以称作土壤，而下面部分基本是地质物，最好称作非土壤。从前曾把地质物认作母质¹⁾。

位于地质物(非土壤)上的各个土层构成土体 (solum)，许多森林土壤中根系可能垂直下伸几米达土体以下，虽然土壤剖面垂直长度仍由土体总深度来限定，但应尽力对深根达到的范围和根系所在层物质的本性作描述并用数量表示。

当描述土壤剖面时，照例先确定包括非土壤在内的层次数目和总的顺序，再按照表 1.1 去鉴定各层。矿质土壤有四个主要层次：

1) 有机质总是土壤的组成成分，因为它决定或改变很多土壤性质，按理应把它叫着母质。有机质土壤例如泥炭土没有可以称为母质的早期的地质物。进一步说，许多土壤正逐渐明确，常发育于地表地质物中的上层表土，它的许多性质虽与下部的地质物相似，但它们有区别。因此，非土壤这个术语尽管有些不成熟，但比母质一词更确凿。

(1) 有机质表层。森林土壤中主要由叶、小枝和其他植物残体组成累积在地表,通常可分离成层,从上至下按分解程度上层最低,下层最高。在某些土壤中,由于分解迅速,几乎没有凋落物累积。

表示此层的符号:

L——微有分解的物质,来源容易鉴别。]

表 1.1 国际¹⁾、美国²⁾、加拿大³⁾土壤符号选编

国际	美国	加拿大	说 明
Ol	Oi	Of	指的是在排水不良或水分饱和状态下发育的有机质层;已排水的土壤中也能出现
Of	Oe	Om	
Oh	Oa	Oh	有机质层发育于好气性占优势的条件下
Olf	O1	L-F	
O1h	O	L-H	
Ofh	O2	F-H	
A	A	A	
Ah	A1	Ah	腐殖质累积
Ah-E	A1	Ahe	腐殖质累积和淋溶
Ap	Ap	Ap	耕作层,通常厚 15—18 厘米
E	A2	Ac	淋溶作用占优势
AB 或 EB	A3	AB	逐渐过渡层
BE 或 BA	B1	BA	逐渐过渡层
A/B	A 和 B	A 和 B	相互交错层
B	B	B	
Bt	B2t	Bt	粘粒累积层
Bfe	Bir	Bf	铁富积层,形态标准和铁的来源随标志系统而改变
Bfeh	B2hir	Bfh	铁和腐殖质富积层
Bhfe	B2hir	Bfh	腐殖质和铁富积层
Bgfc	B2gir	Bgf	此层中累积的铁的一部分或全部可能从亚铁衍生,与潜育化有关,由杂色斑纹证明
Bh	Bh 或 B2h	Bh	腐殖质累积层
Bna	B2(碱化)	Bn	具棱柱状结构和多量交换性钠层
Bs(维型的)	B2(维型的)	Bm	由于水解作用、氧化作用或溶解作用,或三者共同作用使颜色(和)结构方面改变后稍有改变的层次
Bg	Bg 或 B2g	Bg	此层呈现强还原状态,锈斑普遍
C	C	C	相对未变的松散的地质物
R	R	R	固结的基岩
常 用 的 后 缀			
b	b	b	埋藏层
	p	p	受犁耕或其他耕作方式改变过的层次
m	m	c	不可逆的胶结或硬化的层
Cn	Cn	CC	胶结的结核
g	g	g	具潜育特征的层
Ca	Ca	Ca	碳酸钙累积层
Sa	Sa	Sa	除石膏以外的盐分累积层(注意,加拿大包括石膏在内)
x	x	x	脆磐
—	f	z	永冻层

资料来源: 1) 国际土壤学会。国际土壤学会委员会 5, 工作组简报, 31 号, (1967)。

2) 土壤分类。第七次分类草案, 美国农业部, 土壤保持局, 土壤调查署, 1960。

3) 加拿大土壤分类系统。加拿大农业部, 1974。

F——部分分解的物质,来源有些难于识别。

H——通常呈无定形,来源不能辨认,下面的部分常与矿质土壤混合,在美国此层标示为O。

(2) 矿质土层。位于地表或邻近地表的矿质土层,其特征为具有某种程度的有机质累积,这些有机质通常来自呈无定形状态(腐殖质)的表层有机质,并有粘土、铁和铝的淋失。有机质积累和其他成分淋失的程度变化很大。这些层次均标记为A。森林土壤中特有的L、F、H(O)和A层,可反映火烧、风倒、伐木、洪水、耕种或放牧的干扰,或者遭受这些因素的严重干扰破坏。

(3) 矿质土层。此层紧靠着1层和(或)2层的底部,其特征为硅酸盐粘土、铁、铝或腐殖质的一种或多种的累积,此层还可具有由水解作用、还原作用或氧化作用形成的残留物的特征。这些特征足以将它与上层或下层区分开。这些层次标记为B。

(4) 矿质土层(基岩除外)。此层类似上层(土体)。尽管它们缺乏土体的特征也能累积碳酸钙和可溶性盐,呈现胶结或硬化,并显示永久的或暂时的水分饱和的痕迹,标记为C层。下面的坚硬基岩标记为R。

土壤风化的优势过程引起悬浮液中或溶液中物质的一系列移动的土层,被叫作淋溶(eluvial)层,亦即A层。通常B层是溶液中的沉淀物或悬浮液中的沉积物的累积层,称为淀积(illuvial)层。

土壤全部或部分时间被水饱和,这样的环境将使某些物质,特别是含铁物质进行还原作用。因此,土壤变成蓝灰色或者呈灰-黄-橙-红的杂色斑块,给这种状况叫作潜育(gley)。

通常给主要土层(A、B、C)附上后缀字母,用以指示此层的特殊变化形式。例如Ah指示具累积腐殖质的特征的一层,Bt表示粘粒累积层。剖面中岩性的不连续性用一罗马数字前缀于土层符号来表示,例如A层和B层均发育于风积砂上,但C层是水成砂,那么C层必须标记为IIC,数字I被理解为最上层的砂但不写出。

经常希望把土层分细,遂用阿拉伯数字表示,主要土层的符号后若用字母后缀者,则将阿拉伯数字置于后缀的字母之后。设Bt再分为两层,从最上层往下应表示为Bt1、Bt2。另一种标志符号系统中,主要土层以阿拉伯数字作后缀指示此层的特征,例如美国任何续分均使用第二个阿拉伯数字,如A2能被再分为两层,则须注明为A21和A22。美国还用字母后缀于阿拉伯数字之后,如B21ir、B22ir。表1.1介绍国际土壤学会建议全世界使用的以及美国和加拿大现用的土层符号。任何土壤剖面中,把一对或一组淋溶层(A)和淀积层(B)的序列称为粘粒聚积层(sequum),有时一个土壤剖面中也许具有两组,那么这种土壤就叫着双粘粒聚积层(bisequum)。

此外,关于土壤坑的准备、剖面的描述、所需工具以及对采样的建议等的意见和资料均在附录1中。

2. 土壤的构造：质地、结构和孔隙度

在野外观察土壤剖面时，最明显的特征是与固体粒子有关联的那些部分。当再仔细考查时，还会看到一些活着的组成成分，例如根系主要分布在固体颗粒之间的空隙中。在这些空隙中也存在着土壤水分和土壤空气。描述一种土壤的质地和结构时很像描述一幢房屋，要观察建筑材料的种类——木材、砖块、石头以及这些材料是怎样被组合在一起的，房屋有多大，楼有几层。换句话说土壤的质地和结构类似建筑材料或者说是构成土壤的基础物质。在建筑物中尽管建筑材料是重要的，但房屋内部空间的布置更为重要，土壤也是如此。从植物生长、土壤生物和绝大多数的土壤变化过程来看，土壤中的孔洞和空隙是极为重要的。由于在野外不可能完成土壤孔隙的测量和鉴定，我们只有依赖于土壤固相的数据，并从中推断出土壤空隙的可能状况。

矿物粒子的地质来源是值得注意的，因为土壤的许多物理的和化学的性质不仅直接与颗粒的矿物学特性有关，还与地质的风化作用和(或)运积类型有关。例如，曾被冰雪覆盖的一些地区，像北美、欧洲和亚洲，许多尚未固结的、由岩石和矿物碎片组成的地表沉积物由于冰盖前进或退却而成为冰碛物沉积下来。虽然这些沉积物很少或不具分选的特征，其颗粒具有尖锐的或接近圆形的边，但还是可以对前进的冰盖沉积物(比较紧实)和退却的冰盖沉积物(较松散、较圆、还可能通过各种大小的粒子看见分选出的当地的矿石)作出鉴别。而这两者又都与河流沉积物或湖泊沉积物有着明显的对比。后一类在水中沉积的物质通常会显示层面或粗细粒子相间，颗粒的大小与沉积当时水的流速及矿物岩石的密度有关。较大较重的颗粒比小而轻者应与较大的流速相结合。同一物理原理，即这种分选的本性，被应用到实验室内对土壤颗粒的大小作定量测定。

所以，在野外开始土壤描述之前收集该地区的地质资料，特别是土壤剖面所在地的地形和地表沉积物的特性的资料，是可能采取的最有用的步骤之一。用这些资料作基础就可能更有效的研究和了解土壤的物理性质。

土 壤 质 地

土壤质地，指的是不同大小粒子的相对比例(按重量)，规定不包括直径大于2毫米的颗粒，这并不意味着这些较大的粒子在土壤中不重要，而是因为小于2毫米的颗粒在很大的程度上决定更多的土壤性质，例如水分的保持和运动，通气性及土壤肥力的某些状况。

常用的有两种粒子分级制，一种是国际制，另一种是美国制，如表2.1所示。把每一分级单元称为一类土壤粒组(soil separate)，从表2.1可看出国际制的粒组比美国制少，尤其是粘粒部分，这是一个缺点，因为分在一起的土壤粒子的大小范围很宽，而且这种划分法更足以加重几分武断性。质地是土壤较稳定的性质之一，因为在比较长的时间内质地由耕作或其他措施引起的变化如果有的话，也是很少的。

表 2.1 土壤粒子大小分级,美国制及国际制(单位: 毫米)

美国制	2—1	1—0.5	0.5—0.25	0.25—0.1	0.1—0.05	0.05—0.002	<0.002
	极粗砂	粗砂	中砂	细砂	极细砂	粉砂	粘粒
国际制	2—0.2		0.2—0.02		0.02—0.002	<0.002	
	粗砂		细砂		粉砂	粘粒	

土壤质地的测定

在野外采用具有适当精度的“指感法”可以测定土壤质地。 鉴定标准各地可能不同, 表 2.2 列举适用于北美温带地区的包括野外识别特征在内的主要质地分级。

表 2.2 野外测定土壤质地的鉴别特征

质地级	特 征
砂 土	松散、单粒,能看到并感觉出单个粒子,干时手握不能成型,湿时可捏成型但一触即碎
砂壤土	含有足够的粉砂及粘土使其稍有粘性。砂粒容易见到和感觉到,干时捏成之型易碎,湿时捏成之型细心抚摸不致碎裂
壤 土	松软、微有砂砾感,湿时相当光滑并可塑,干时握成之块,轻触不碎,湿时握成之块随意抚摸不碎
粉砂壤土	干时可能呈现块状但易碎,研成粉末后感觉光滑似面粉状,湿时成泥浆。土壤无论干湿塑成的土块随意触摸不致破碎,土壤湿润后在指间搓不成条,但能形成薄片
粘壤土	干时形成硬团或块,湿润时能搓成细条,但仅能承受自身的重量,故易断。土壤湿润时具有塑性,易塑成型,反复抚弄不碎
粘 土	干时形成很硬的团聚体,湿时具塑性和粘着性。湿润粘土能在指间捏成一长而弯曲的条。但须注意有些粘土在所有水分状况下均易碎并缺乏塑性

为了进行详细的研究,在实验室内通过对土样粒子大小的分析以确定土壤质地,无论如何是必要的。所用方法主要取决于粒组的大小。筛分法除去大于 2 毫米的粒子,也可以用来筛分小至 0.05 毫米的部分。沉降法适用于测定直到粘粒的粒子 (<0.002 毫米)。粘粒粒组内的分离可用离心法。无论采用那种方法,制备土样时一般要先经过干燥,然后使土壤团聚体还原为原生粒子,这个步骤包括除去有机质和加分散剂处理,最后使絮凝物分散。

筛分法用干燥样品过筛,沉降法则必须在某种液体中测定粒子的沉降速度,一般使用水溶液。此法应用斯托克定律测定沉降速度: $V = g(P_2 - P_1) d^2 / 18n$, 式中 V 为粒子沉降速度(厘米/秒), g 为重力加速度 (980 厘米/秒²), P_2 为粒子密度(常假定为 2.65 克/厘米³), P_1 为液体密度,如为水则常定为 1 克/厘米³, n 为液体粘度,若为水,在 20°C 时为 0.01005 泊*, 以及 d 为假设每个土壤粒子约为球形时的平均直径(厘米)。这个公式须有几个条件方能成立。一是粒子须比液体分子大到足够使布朗运动不会影响粒子的沉降速度,这个假设并不符合土壤中较细的胶粒部分。另一个假设是土壤粒子为球形、表面光滑、密度均一,这对大多数土粒来说都难于适合。因此,当利用这个公式去测定土粒的大小时,比较恰当的是使用当量直径,或者提供粒子沉降速度的结果。

* 泊 (poises) 为粘度单位。——译者注