

# 土壤学与生活 (原书第十四版)

The Nature and Properties of Soils (Fourteenth Edition)

[美] 尼尔·布雷迪 (Nyle C. Brady) 雷·韦尔 (Ray R. Weil) 著  
李保国 徐建明 等译





# 土壤学与生活 (原书第十四版)

The Nature and Properties of Soils (Fourteenth Edition)

[美] 尼尔·布雷迪 (Nyle C. Brady) 雷·韦尔 (Ray R. Weil) 著

李保国 徐建明 等 译

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书是国际著名经典土壤学著作 *The Nature and Properties of Soils* (第十四版) 的中文译本。主要内容包括土壤——人类生活之本、土壤母质、土壤分类、土壤物理性状、土壤水及其水文循环、土壤通气性与温度、土壤胶体、土壤酸碱度、土壤有机质、土壤中氮磷钾硫等主要元素行为、土壤养分管理技术、土壤侵蚀及其防治、土壤化学污染、土壤地理信息、土壤质量等共 20 章内容。

本书可作为从事农业、资源环境、生态、地理、相关工程等学科专业教学科研决策推广人员的重要参考书目, 也可作为土壤学的本科和研究生的教材和重要参考书, 也是一本具备高中知识以上所有想了解土壤学知识、保护大自然人士的案头之作与重要读物。

Authorized translation from the English language edition, entitled **THE NATURE AND PROPERTIES OF SOILS, 14E, 9780132279383** by **BRADY, NYLE C.; WEIL, RAYMOND**, published by Pearson Education, Inc., Copyright © 2008 Pearson Education Inc.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

CHINESE SIMPLIFIED language edition published by CHINA SCIENCE PUBLISHING & MEDIA LTD. (SCIENCE PRESS), Copyright © 2019.

本书中文简体字版由 Pearson Education (培生教育出版集团) 授权中国科技出版传媒股份有限公司 (科学出版社) 在中华人民共和国境内 (不包括香港特别行政区、澳门特别行政区及台湾地区) 独家出版发行。未经出版者书面许可, 不得以任何方式抄袭、复制或节录本书中的任何部分。

本书封面贴有 Pearson Education (培生教育出版集团) 激光防伪标签, 无标签者不得销售。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

土壤学与生活: 原书第十四版 / (美) 尼尔·布雷迪 (Nyle C. Brady), (美) 雷·韦尔 (Ray R. Weil) 著; 李保国等译. — 北京: 科学出版社, 2019.2

书名原文: *The Nature and Properties of Soils*

ISBN 978-7-03-060490-3

I. ①土…… II. 尼…②雷…③李… III. ①土壤学 IV. ①S15

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第019377号

责任编辑: 文 杨 / 责任校对: 何艳萍

责任印制: 师艳茹 / 封面设计: 迷底书装

**科学出版社** 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

**天津新科印刷有限公司** 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2019年2月第 一 版 开本: 890 × 1240 1/16

2019年2月第一次印刷 印张: 57 插页10

字数: 1 628 000

定价: **298.00元**

(如有印装质量问题, 我社负责调换)



# 序一

土壤作为一种资源，对于中国经济的持续增长和中国人民的繁荣具有至关重要的作用。值此国际土壤年之际，正是一个特别合适的时机将这本经典的土壤学教科书翻译成中文。中国经济已成指数增长，而与此同时，中国社会也面临着管理自然资源的新挑战。希望本书能够引起更多年轻人的关注，促使他们了解土壤，积极参与环境和农业科学活动，以确保中国乃至整个亚洲未来的繁荣和健康。要在改善环境质量的同时，实现可持续经济的平衡增长，就必须对土壤有深刻的认识，包括其性质、功能、生态作用和管理。

这一理解必须超越粮食生产的迫切需要，包括对土壤提供的许多其他生态系统服务的了解。这本教科书尝试以宽广的视野看待环境中的土壤以及与人类社会的关系，它关注了土壤至少六个主要的生态作用。土壤为植物提供生长介质（可用于人类食物、动物饲料、生物能源、衣物或建筑材料），同时也对地球的大气层有重大的影响，因此对未来气候变化也会产生影响。其次，如果利用好土壤的再循环功能，可以帮助社会节约和重复利用宝贵的有限资源。土壤中也蕴藏着很大一部分地球生物多样性，通过现代生物技术，土壤可作为一种多目的利用的资源，此外，几乎所有的水都流经土壤或渗透穿过土壤，然后到达河流、湖泊和水库。因此，土壤是决定各种用途水的水量和质量的关键因素。水和土壤一样，将会成为中国乃至整个亚洲未来重要的资源。最后，了解土壤物理性质和行为，以及对不同土壤在景观中相互关系的理解，将会对旨在高效和安全的土地开发工程项目能够成功和稳定的实施具有至关重要的作用。

基于以上认识，对下一代中国科学家、商界人士、教师和其他专业人士来说，学习足够的土壤知识，了解它们的重要性，并在项目开发中充分考虑将是必不可少的。我诚挚地希望，这本书能为许多代土壤专业学生和科学家服务，并能在未来继续如此。译成中文将给成千上万的未来中国人民和领导人带来同样的机会，让他们能够对这片承载我们所有人的土壤获得一个正确的认识。

自从和 Nyle C. Brady 在 1993 年成为 *The Nature and Properties of Soils* 的合著者后，我一直努力完善和发展他的工作，将这本来自北美的经典教科书推向全世界，中国土壤学家的工作对土壤学和这本教科书的编辑做出了很大贡献，其中一些是中国古代传统的产物，如：中国复杂的传统养分循环方案（图 16.22）和古老的中国土壤分类体系（在专栏 3.1 中简要描述）。此外，中国对当前土壤学前沿的许多贡献都非常具有特色，例如，有研究表明，在非常小的空间尺度内，或者由于锌等微量元素复杂的相互作用以及新的稻田水分管理方法等（专栏 15.1），植物根系都会对土壤 pH 产生影响（图 9.13）。

我非常欣慰和感激李保国博士以及中国许多其他专职教授的共同努力，他们竭力把这本书从英语翻译成中文。我认为保证语言的科学准确性，以及写作的可读性和质量都需要引起足够的重视。我希望未来新一代土壤学家能从这一中文版教科书中所提倡的全球生态学的土壤观点中获益。我期待着 *The Nature and Properties of Soils* 的中文版，使中国的学生和专业人士可以成为这本书所触及的世界各地的广泛读者和土壤学会的一员。

Ray R. Weil

2015 年 6 月

于美国马里兰大学帕克分校



## 序二

传说中，人类由泥土而来，而现实中人类在地球上的生存生活确实依赖于土壤生产的产品。

“民以食为天，食以土为本”。老祖宗告诉我们土壤是农业的基础，是最基本的农业生产资料。在过去、今天和未来，主要的农业生产依然离不开土壤，没有充足和肥沃的土壤资源作为支撑，人类很难养活自己。因此，我们无论怎么强调土壤的重要性，永远都不为过。

土壤资源是农业可持续发展的基础。随着生物技术的不断进步，粮食新品种不断出现，粮食单产也不断提高，对土壤肥力的要求也越来越高。而品种再好，如果没有充足的土壤养分和水分，粮食产量也不可能持续提高。所以，要保证粮食产量的不断提高，满足日益增加的世界人口需要，必须以充足的土壤资源和不断提高的土壤质量为基础，促进农业的可持续发展。

土壤是资源环境的重要组成部分，是地球生态系统物质和能量转化枢纽。生态学家认为土壤是地球表层系统中，生物多样性最丰富，生物地球化学的能量交换、物质循环(转化)最活跃的生命层。环境学家认为，土壤是重要的环境因素，是环境污染物的缓冲带和过滤器。工程专家则把土壤看作是承受高强度压力的基地或工程材料的来源。不管从哪个角度看，土壤都是人类不可出让的宝贵自然资源，马克思曾这么评价土壤。

土壤不仅是人类粮食的生产基地，也是未来能源的重要供应基地。随着煤炭、石油等化石能源的枯竭，通过绿色植物来提取能源是解决人类能源供应的重要途径之一，如玉米通过发酵可以生产酒精、乙烷代替汽油，秸秆通过沼气发酵可以生产沼气，代替天然气取暖或发电。目前以生物质能源为代表的生物质经济已经引起了各国的重视，并投入大量的资金进行开发。因此，土壤在不远的将来将成为人类能源的生产基地。

我们脚下的土壤正在发生着悄然的变化，并导致全球气候和资源环境的深刻变化。土壤是陆地的表层物质，而陆地的面积是有限的。我国的土壤资源十分短缺，耕地总量仅占世界耕地面积的 7.8%，却要养活占世界 22% 的人口，而且适宜开垦的土壤后备资源十分有限，我国土壤资源的有限性已成为制约经济、社会可持续发展的重要因素，未来有限的土壤资源供应能力与人类对土壤(地)总需求之间的矛盾将日趋尖锐。在破坏性自然营力作用下，或在人类不合理开发利用过程中，土壤肥力将逐渐下降和破坏，这就是土壤质量的退化。从全球范围看，普遍存在着土壤资源非农占用、破坏、土壤风蚀、土壤水蚀、土壤污染、土壤肥力退化等现象。在我国，由于人口的压力，因不合理开发利用造成的土壤资源的荒漠化、水土流失、土壤污染等问题非常严峻。

地球是人类的家园，而人类的生存与土壤圈的功能密不可分。在地球表层系统中，土壤圈具有特殊的地位和功能。它对各圈层的能量、物质流动及信息传递起着维持和调节作用。各种土壤类型、特征和性质都是过去和现在大气圈、生物圈、岩石圈和水圈相互作用的反映。它的任何变化都会影响各圈层的演化和发展，乃至对全球变化产生冲击作用。所以土壤圈被视为地球表层系统中最活跃，最富有生命力的圈层。近年来土壤圈研究获得了极大的重视和发展，特别是 1990 年 Arnold 对土壤圈的定义、结构、功能以及其在地球系统中的地位做了全面的概述和发展，促进了土壤科学参与全球问题的研究与解决。从整个地球的尺度和圈层的角度来研究全球土壤的结构、成因和演化规律，以达了解土壤在地球系统的作用、土壤变化对全球变化的影响以及对人类和自然环境的未来影响，解决全球面临的人口—资源—生态环境的重大问题和挑战，依然是目前土壤科学面临的亟待解决的问题之一。

土壤与人类的健康息息相关，土壤质量的好坏影响人类的生活质量和发展状态。土壤是生态系统中最活跃的生命层次，不论是农田、森林或湿地生态系统中，小到一个庭院，大到整个草原乃至整个地球，都是生态系统，土壤在这些生态系统中都起着关键的作用。我们经常沾沾自喜，自以为能很轻松地战胜自然。



人折磨人是一种同类相食的行为，而当人类采用掠夺的方式征服自然的时候，这无疑也是一种同类相食，因为人是自然的一部分。如果人类想存活，他必须学会如同胞一样与自然和谐共处。如果他不懂得这个道理，就会遭到自然反击而消亡。

我国有 5000 年精耕细作的历史传统，具有灿烂的农业文化。我国夏代《尚书》的禹贡篇，距今约有四千多年的历史，其中概述了九州土壤的地理分布及肥力等级等特征，是世界上最早的土壤专门论著。从古到今，我们的祖先对故土有强烈的依恋，死后叶落归根是每个中国游子的夙愿。他们对土地始终充满了敬畏和神圣感，任何时候不敢轻易“动土”，而对土壤始终进行细致的照料，从而使中国人到今天仍然有大面积肥沃的农田可以耕作。《四千年的农夫》一书的作者、美国著名土壤学家富兰克林·H. 金 (F.H.King) 在 1909 年对中国的考察时曾对中国先人保育土壤的技术发出了由衷的赞叹。

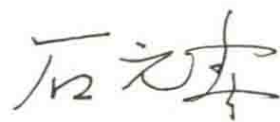
然而，土壤学作为一门独立学科的形成、发展，是近 150 年来的事情，而现代土壤科学则真正开始于第二次世界大战后。这个太平盛世既带来了机会也带来了挑战。人口的迅速膨胀带来了粮食危机。由于农业投入不足，发展中国家的土地退化，生态破坏十分迅速，而发达国家的富裕影响了生态功能和土地资源质量。这些变化对整个社会和土壤科学界提出了新的需求。后者导致产生了土壤学新的分支，如土壤质量、土壤退化、土壤荒漠化、土壤生物地球化学、土壤污染评价与监测等。随着人们对土壤生态系统的认识和研究加深，国际上提出了土壤健康的概念，以前土壤科学的研究主要侧重于土壤生产能力的研究，如今越来越重视土壤对生态、环境的净化、修复能力以及土壤对动物和人类健康的影响。土壤质量的变化直接影响到全球气候的变化、生态环境的变化、物种的消失等，因此，土壤质量（健康）的研究已成为土壤科学研究的热点。

《土壤学与生活》（英文原著名为：*The Nature and Properties of Soils*）一书作为世界上著名的土壤学教材，已经连续出版 14 版，通常每隔数年就有内容更新，以反映土壤科学的发展和时代的要求，可以说是目前最与时俱进的教科书，因此被世界很多国家当作土壤学教学参考书。全书共分 20 章，以土壤基本组成和特性为框架，分别对土壤的物理、化学、生物和土壤资源利用进行了详细而系统的介绍，其内容资料丰富，配有很多典型的插图，具有很高的学习参考价值。该书可作为资源与环境、农学、林学、园艺、植保以及农业气象、环境保护、生态、土地资源等专业本科生的专业基础课的参考教材，也可供从事农业、林业、水利、生态环境保护等科学研究与技术推广的科技人员参考。

该书由长江学者李保国教授和徐建明教授组织翻译，参加翻译工作的人员主要是中国农业大学、浙江大学、华中农业大学、湖南农业大学、西安理工大学和新疆农业大学当前从事土壤学教学与研究的教师。这是一件好事，把国外的优秀教材翻译过来，可以直接提高国内土壤学的教学水平，丰富土壤学的教学资源，同时也可以扩大该教材的读者群体，使更多的人能够从这本世界优秀的土壤学教材中获得良好的知识和教益。也为普及土壤科普知识，提高公众尊重土壤、珍惜土壤、保护土壤的意识发挥作用。在当下中国，能组织这么多优秀教师不辞劳苦，兢兢业业翻译国外名著，是一件值得肯定和赞扬的好事。

预祝该书顺利在中国出版，也预祝中国的土壤学研究取得更大的成绩，使祖国的山川变得日益秀美和健康。

中国科学院院士  
中国工程院院士



2017 年 1 月



# 前言

土壤是陆地生态系统的核心所在，所以，认识土壤系统是人类力争对土地利用取得成功且达到与环境和谐共处的关键。企业和政府官员、科学团体和以土地为生的人越来越认识到土壤和土壤系统的重要性。但由于当今社会精通掌握土壤学的科学家和管理者不足，使得这方面人才的需求越来越迫切。

编写这本书的目的，是想通过引人入胜和深入思考的内容，来帮助你学习土壤知识。你从书中每页中获取的知识，对帮助你应对 21 世纪自然资源的挑战将会有重要的实践价值。只有拥有扎实的生物学、化学、物理学、地质学和其他学科的原理，你才能深入理解和认识土壤系统。

本书的最新版，其内容论述了你所想要了解的土壤学的基本原理，强调土壤作为自然资源和生态系统的本质和特性，重点论述土壤与森林、牧场、农业、湿地和人工生态系统等其他组分间的众多相互作用原理。本书适用面广，可以作为一本查找土壤学知识的检索书籍，也可以作为综合土壤学教育的教科书。它既是一本关于土壤世界通俗易懂的导论，又是一本准确可靠、综合性和专业性的参考书。

根据最新的进展、概念和应用，每一章内容都进行了彻底的更新，增加了几百篇新的重要参考文献。本书中增加的新内容几乎涉及当前土壤学领域关注的所有热点问题，包括：土壤圈的概念、水下土壤、民族土壤学、食土癖、土壤与人类健康、有机农业、土壤的工程学性质、非硅酸盐胶体、内外层复合体、核污染、放射性废物贮存、有效阳离子代换量、土壤酸度的质子平衡法、阳离子饱和度、硫酸盐土壤、酸雨、干旱区土壤、灌溉技术、生物分子联结、土壤食物网生态学、抑制病害土壤、古土壤、森林养分管理、磷生境指数、铅污染、土壤质量指示物、土壤生态系统服务、生物炭和黑炭土（Terra Preta）、生物燃料的植物生产、全球气候变化等。

最近版本中，专栏内容的形式很受欢迎，本版中继续顺应此潮流，增加了更多的新专栏，来表述一些生动的实例和应用或技术细节和计算案例。这些专栏的内容特色鲜明、自成体系，便于阅读。应用专栏例子包括：引起卡特里娜飓风大坝溃坝的原因分析、湿地硒污染的治理、核废物处理的毛管栅栏，以及硝酸盐毒性的争论。新的专栏内容也提供了一些计算过程，包括：土壤水含量、剖面田间持水量、土壤热容量、阳离子代换量、以及许多数值计算的案例。

书中附精美高质量插图页，把土壤表现的灵活生动，另外在许多页面的边缘上给出了相关内容链接的互联网地址。这些网页内容由全世界科研院所和机构开发，是印刷书中不可能论述的相关专题内容的扩展和深化。上述这些扩充后的内容在新的合作伙伴网站上 ([www.prenhall.com/brady](http://www.prenhall.com/brady)) 也很容易方便获取，在那里，你可以看到书中大部分黑白图的精美彩色版，也可轻轻点击链接书中边缘所列出相关内容的数百个网站。这个网站也提供了对每一章的交互式练习测验题。通过这些测验题，可以检验你对专题内容及其各专题内容间相互联系的掌握程度，从而可使你在学习过程中从容迎接挑战、树立信心。

Nyle C. Brady 博士从 1952 年开始就编写本书，他现已退休多年，这次没有过问也没有直接参与此版本的编写。然而，由于全书处处还都浸透了他的聪明、才智和远见，为了尊重这样一个事实，本书的第一作者理应还是他。虽然第 14 版的编写由我一个人独自完成，但如果没有来自全世界土壤学家、教师和大学生们许多有价值的建议，就不可能对原有的版本进行现有的改进。同先前的版本一样，很多人也为第 14 版做出了重要贡献。在此我们可以分享如此多的大学生、教师和从事土壤学的工作者永无止境地追求所具有的专业奉献精神及其友情。

特别要感谢 Amy Kremen 出色的编辑工作和研究上的帮助。我也要感谢我的同行，是他们抽出宝贵的时间，仔细审阅了部分章节，提出了很有价值的修改建议。列出如下：Michéli Erika（匈牙利农业大学，



Univ. Agricultural Science, Hungary); Duane Wolf (阿肯色大学, University of Arkansas); Tom Pigford (加州大学伯克利分校, University of California, Berkeley); Chip Appel (加州理工州立大学, California Polytechnic State University, San Luis Obispo); Thomas Ruehr (加州理工州立大学, California Polytechnic State University); J. Kenneth Torrence (卡尔顿大学, Carleton University); Jessica Davis (科罗拉多州立大学, Colorado State University); Pedro Sanchez and Cheryl Palm (哥伦比亚大学, Columbia University); Cristian P. Schulthess (康涅狄格大学, University of Connecticut); Harold van Es, Susan Riha, Martin Alexander (康奈尔大学, Cornell University); Dan Richter (杜克大学, Duke University); Owen Plank (乔治亚大学, University of Georgia); Robert Darmody, Colin Thorn and Michelle Wander (伊利诺伊大学, University of Illinois); Roland Buresh (国际水稻研究所, International Rice Research Institute); Lee Burras (爱荷华州立大学, 名誉退休教授, Iowa State University, Emeritus); Daniel Hillel (马萨诸塞大学, University of Massachusetts, Emeritus); Lyle Nelson (密西西比州立大学, 名誉退休教授, Mississippi State University, Emeritus); Jimmie Richardson (北达科他州立大学, North Dakota State University); Rattan Lal (俄亥俄州立大学, Ohio State University); David Munn (俄亥俄州立农业研究所, Ohio State ATI); Elizabeth Sultzman (俄勒冈州立大学, Oregon State University); Darrell Schultze (普度大学, Purdue University); Ross Spackman (南爱达荷学院, College of Southern Idaho); Joel Gruver (西伊利诺伊大学, Western Illinois University); Ivan Fernandez (缅因大学, University of Maine); Mark Carroll, Delvin Fanning, Robert Hill, Bruce James, Brian Needelman, Martin Rabenhorst, Patricia Steinhilber (马里兰大学, University of Maryland); Martha Mamo (内布拉斯加大学, University of Nebraska); Jose Amador (罗德岛大学, University of Rhode Island); Russell Briggs (纽约州立大学, State University of New York); Murray Milford (得克萨斯理工大学, Texas A & M University); Mike Swift (联合国热带生物规划局, UN Tropical Biology Program); Allen Franzluebbbers, Jeff Herrick, Scott Lesch, and Jim Rhoades (美国农业部农业研究机构, USDA/Agricultural Research Service); Bob Ahrens, Mary Ellen Cook, Susan Davis, Bob Engel, Hari Eswaran, Paul Reich, and Sharon Waltman (美国农业部自然资源保护局, USDA/Natural Resources Conservation Service); Fred Magdoff and Wendy Sue Harper (佛蒙特大学, University of Vermont); W. Lee Daniels, S. K. de Datta, Lucian Zelazny (弗吉尼亚理工大学, Virginia Tech); Peter Abrahams (威尔士大学, University of Wales); Luther Carter (Washington, DC); Clay Robinson (西得克萨斯理工大学, West Texas A & M University); Larry Munn (怀俄明大学, University of Wyoming); Tom Siccama (耶鲁大学, Yale University)。

最后, 我还是要对我的妻子和精神伙伴 Trish 表示衷心的感谢, 没有她的幽默感 (她喜欢把此书叫作“我知道的泥土”)、理解和鼓励, 我也不可能完成我所喜爱的这项工作。

Ray R. Weil



序一

序二

前言

<b>第 1 章 土壤——人类生活之本</b> .....	<b>1</b>
1.1 人类生态系统中土壤的功能 .....	2
1.2 植物生长的介质 .....	3
1.3 水供给的调节器 .....	7
1.4 原材料的再循环器 .....	8
1.5 大气的调理器 .....	8
1.6 土壤生物的栖息地 .....	8
1.7 工程介质 .....	9
1.8 土壤圈——环境的界面 .....	10
1.9 土壤为一自然体 .....	12
1.10 土壤剖面和它的层次 .....	12
1.11 表土和心土 .....	15
1.12 土壤：空气、矿物、水和生命的界面 .....	16
1.13 土壤的矿物（无机）组分 .....	18
1.14 土壤有机质 .....	20
1.15 土壤水：不断变化的溶液 .....	22
1.16 土壤空气：变化的气体混合物 .....	23
1.17 供给植物营养四个组分间的相互作用 .....	24
1.18 植物根系对养分的吸收 .....	25
1.19 土壤质量及其退化与恢复力 .....	27
1.20 结论 .....	28
思考题 .....	29
参考文献 .....	29
<b>第 2 章 母质到土壤的形成过程</b> .....	<b>30</b>
2.1 岩石和矿物的风化 .....	31
2.2 土壤形成的影响因素 .....	38
2.3 母质 .....	38
2.4 气候 .....	50
2.5 生物区系：生物 .....	53
2.6 地形 .....	57



2.7	时间	58
2.8	土壤形成的四个基本过程	61
2.9	土壤剖面	65
2.10	结论	70
	思考题	70
	参考文献	70
<b>第3章</b>	<b>土壤分类</b>	<b>72</b>
3.1	土壤个体的概念	73
3.2	土壤系统分类：一种综合的分类系统	74
3.3	土壤系统分类的类别与命名法	80
3.4	土纲	82
3.5	Entisols：新成土（几乎没有剖面发育）	86
3.6	Inceptisols：始成土（几乎没有诊断特征：B层的开始）	87
3.7	Andisols：火山灰土	88
3.8	Gelisols：冻土（永久冻土和冻融）	90
3.9	Histosols：有机土（非永冻地带的有机质土壤）	92
3.10	Aridisols：干旱土（干旱的土壤）	95
3.11	Vertisols：变性土（深色的、膨胀开裂的黏土）	97
3.12	Mollisols：软土（深色柔软的草地土壤）	99
3.13	Alfisol：淋溶土（具有黏化层或碱化层，适度淋洗）	102
3.14	Ultisols：老成土（淀积黏化层、高度淋洗）	103
3.15	Spodosols：灰土（高度淋洗、酸性、含砂的森林土）	105
3.16	Oxisols：氧化土（氧化层、高度风化）	106
3.17	土壤分类学中的低级分类单元	107
3.18	结论	112
	思考题	114
	参考文献	114
<b>第4章</b>	<b>土壤结构与物理性状</b>	<b>115</b>
4.1	土壤颜色	116
4.2	土壤质地（土壤颗粒的粒级分布）	117
4.3	土壤质地分类	121
4.4	矿质土壤的结构	126
4.5	土壤团聚体的形成及稳定性	130
4.6	耕作与土壤结构管理	137
4.7	土壤密度	142
4.8	矿质土壤的孔隙空间	151
4.9	与工程应用相关的土壤性状	156
4.10	结论	161
	思考题	163
	参考文献	164
<b>第5章</b>	<b>土壤水特征及其行为</b>	<b>166</b>
5.1	水的结构及其相关特性	167
5.2	毛管原理及土壤水	169



5.3	土壤水能量概念	172
5.4	土壤含水量与水势	176
5.5	液态水在土壤中流动	183
5.6	入渗和渗透	188
5.7	水蒸气在土壤中的运动	192
5.8	土壤湿度的定性描述	193
5.9	影响作物有效水分的因素	196
5.10	作物吸水机理	200
5.11	结论	203
	思考题	204
	参考文献	205
<b>第 6 章</b>	<b>土壤和水文循环</b>	<b>207</b>
6.1	全球水文循环	208
6.2	降水和灌溉水的去向	210
6.3	土壤-植物-大气连续体 (SPAC)	217
6.4	蒸散的控制	221
6.5	土壤中的液态水损失	226
6.6	渗漏和地下水	228
6.7	促进土壤排水	232
6.8	化粪池排水场	239
6.9	灌溉原理和实践	243
6.10	结论	249
	思考题	250
	参考文献	251
<b>第 7 章</b>	<b>土壤通气性与温度</b>	<b>253</b>
7.1	土壤通气性——过程	254
7.2	土壤通气性特征的代表方法	256
7.3	氧化还原电位	257
7.4	影响土壤通气性和 $E_h$ 的因素	260
7.5	土壤通气性的生态效应	264
7.6	土壤和植物管理中的通风措施	267
7.7	湿地及其通气不良土壤	269
7.8	土壤温度影响的过程	274
7.9	太阳能量的吸收与损失	280
7.10	土壤的热性质	282
7.11	土壤温度控制	286
7.12	结论	289
	思考题	290
	参考文献	290
<b>第 8 章</b>	<b>胶体组分：土壤化学和物理活动的根本</b>	<b>293</b>
8.1	土壤胶体的基本性质和种类	294
8.2	层状硅酸盐黏土结构的构造特征	298
8.3	硅酸盐黏土的矿物组成	301



8.4	非硅酸盐胶体的结构性质	307
8.5	土壤胶体的起源和地理分布	309
8.6	土壤胶体的电荷来源	312
8.7	阴阳离子吸附	315
8.8	阳离子交换反应	317
8.9	阳离子交换量	321
8.10	土壤中的交换性阳离子	327
8.11	阴离子交换	328
8.12	地下水污染物和农药的吸附	330
8.13	生物大分子与黏土矿物、腐殖质的结合	331
8.14	膨胀性黏土物理负面效应	334
8.15	结论	337
	思考题	338
	参考文献	338
<b>第 9 章</b>	<b>土壤酸度</b>	<b>340</b>
9.1	土壤酸化过程	341
9.2	铝在土壤酸化中的作用	345
9.3	土壤酸度	346
9.4	土壤 pH 的缓冲性能	350
9.5	土壤 pH 的测定方法	353
9.6	土壤酸化的人为影响因素	356
9.7	土壤 pH 的生物效应	363
9.8	施用石灰提高土壤 pH	369
9.9	其他改良土壤酸度的方法	375
9.10	降低土壤 pH	377
9.11	结论	379
	思考题	380
	参考文献	380
<b>第 10 章</b>	<b>干旱区土壤：碱度、盐度和钠化度</b>	<b>382</b>
10.1	干旱区土壤的特征和问题	383
10.2	碱度的原因：土壤 pH 高	390
10.3	盐渍化土壤的发育	392
10.4	盐度和钠化度的测定	395
10.5	盐渍化土壤的分类	398
10.6	钠质化学条件导致的土壤物理退化	400
10.7	盐渍化土壤上植物的生长	404
10.8	灌溉水质问题	408
10.9	盐质土的改良	410
10.10	盐化 - 钠质土和钠质土的改良	415
10.11	改良后土壤的管理	419
10.12	结论	419
	思考题	420
	参考文献	420



<b>第 11 章 土壤生物与生态</b>	<b>422</b>
11.1 土壤生物多样性	423
11.2 土壤生物在行动	425
11.3 生物的丰富度、生物量和活性	430
11.4 蚯蚓	432
11.5 蚂蚁和白蚁	436
11.6 土壤微动物	439
11.7 植物根	443
11.8 土壤藻类	445
11.9 土壤真菌	445
11.10 土壤原核生物：细菌和古菌	452
11.11 影响土壤微生物生长的条件	455
11.12 土壤生物对植物群落的有益影响	457
11.13 土壤生物及其对高等植物的侵害	459
11.14 土壤生物间的生态作用	463
11.15 结论	466
思考题	467
参考文献	467
<b>第 12 章 土壤有机质</b>	<b>470</b>
12.1 全球碳循环	470
12.2 土壤中的分解过程	474
12.3 控制分解和矿化速率的因素	478
12.4 土壤有机质和腐殖质的发生和性质	484
12.5 有机质对植物生长和土壤的影响	487
12.6 土壤有机质的数量和质量	491
12.7 土壤 - 植物 - 大气系统中的碳平衡	493
12.8 影响土壤有机质水平的主要因素和田间措施	496
12.9 温室效应：土壤和气候变化	502
12.10 堆肥和堆肥过程	507
12.11 结论	510
思考题	511
参考文献	511
<b>第 13 章 土壤中氮和硫的高效利用</b>	<b>514</b>
13.1 氮素对植物生长和发育的影响	515
13.2 氮的分布与氮循环	517
13.3 氮素的同化与矿化	517
13.4 可溶性有机氮 (SON)	519
13.5 黏土矿物对铵的固定	521
13.6 氨的挥发	521
13.7 硝化作用	522
13.8 硝酸盐的淋失问题	524
13.9 反硝化作用导致氮的气态损失	528
13.10 生物固氮	533



13.11	与豆科植物共生固氮	535
13.12	非豆科植物的共生固氮	538
13.13	非共生固氮	540
13.14	大气氮沉降	540
13.15	土壤氮素管理实践	542
13.16	硫元素的重要性	547
13.17	硫在自然中的来源	549
13.18	硫的循环	552
13.19	硫化合物在土壤中的行为	553
13.20	硫的氧化与还原	554
13.21	硫的保持与交换	555
13.22	硫与土壤肥力保持	557
13.23	结论	557
	思考题	558
	参考文献	558
<b>第 14 章 土壤中的磷和钾</b>		<b>561</b>
14.1	磷在植物营养和土壤肥力中的作用	562
14.2	磷对环境的影响	564
14.3	磷循环	568
14.4	土壤中的有机磷	571
14.5	土壤中的无机磷	574
14.6	酸性土壤中无机磷的溶解性	576
14.7	高 pH 条件下无机磷的有效性	580
14.8	土壤对磷的固定能力	581
14.9	土壤中磷的调控措施	584
14.10	钾：性质和生态作用	587
14.11	钾与动植物营养	587
14.12	钾循环	588
14.13	土壤肥力中的钾问题	591
14.14	土壤中钾的形态和有效性	593
14.15	土壤中钾固定的影响因素	595
14.16	钾的田间管理	596
14.17	结论	598
	思考题	598
	参考文献	599
<b>第 15 章 钙、镁和微量元素</b>		<b>602</b>
15.1	钙是必需营养元素	603
15.2	植物营养元素镁	607
15.3	缺素与致毒	608
15.4	植物中微量营养元素的作用	609
15.5	微量营养元素的形态	613
15.6	导致微量元素缺失 / 毒性的一般条件	615
15.7	影响微量元素阳离子有效性的因素	616
15.8	有机化合物作为螯合物	621



15.9 微量元素阴离子有效性的影响因素 .....	624
15.10 养分平衡需要 .....	628
15.11 土壤管理和微量元素需要 .....	629
15.12 结论 .....	634
思考题 .....	635
参考文献 .....	636
<b>第 16 章 养分管理技术 .....</b>	<b>638</b>
16.1 养分管理的目标 .....	638
16.2 环境质量 .....	641
16.3 养分资源和循环 .....	649
16.4 流经养殖业的循环养分 .....	652
16.5 工业和城市副产品 .....	657
16.6 有机养分资源的利用实践 .....	660
16.7 无机的商品肥料 .....	663
16.8 施肥方法 .....	668
16.9 施肥时期 .....	671
16.10 诊断方式和方法 .....	672
16.11 土壤测试 .....	675
16.12 磷管理的区域分级 .....	680
16.13 与肥料施用有关的其他问题 .....	684
16.14 结论 .....	686
思考题 .....	687
参考文献 .....	687
<b>第 17 章 土壤侵蚀及其防治 .....</b>	<b>690</b>
17.1 土壤侵蚀和土地退化的重要性 .....	691
17.2 加速侵蚀对当地及周边的影响 .....	695
17.3 水力侵蚀机理 .....	699
17.4 水力侵蚀强度预测模型 .....	701
17.5 细沟间和细沟侵蚀的影响因素 .....	703
17.6 保护性耕作 .....	710
17.7 植物篱 .....	715
17.8 沟蚀和崩落的防治 .....	716
17.9 牧场和林地加速侵蚀的防治 .....	718
17.10 施工场地的侵蚀和泥沙防治 .....	720
17.11 风力侵蚀：重要性和影响因素 .....	724
17.12 风力侵蚀的预测与防治 .....	726
17.13 土地保育的土地地力分类指南 .....	729
17.14 土壤保育的进展 .....	732
17.15 结论 .....	734
思考题 .....	735
参考文献 .....	735
<b>第 18 章 土壤及其化学污染 .....</b>	<b>738</b>
18.1 有毒有机化学物质 .....	739



18.2	有机污染物的类型	742
18.3	有机化学物质在土壤中的行为	744
18.4	农药对土壤生物的影响	750
18.5	有机化学物质污染的土壤修复	751
18.6	毒性无机物污染	759
18.7	污泥中化学物质的潜在危害	762
18.8	土壤中无机污染物的反应	764
18.9	无机化学污染物防治和消除	767
18.10	垃圾填埋区	768
18.11	土壤中的放射性元素	773
18.12	来自土壤的氦气	775
18.13	结论	778
	思考题	778
	参考文献	779
<b>第 19 章</b>	<b>土壤地理信息</b>	<b>782</b>
19.1	田间土壤空间变异性	782
19.2	土壤制图技术与工具	786
19.3	现代土壤调查技术	790
19.4	土壤调查中的遥感工具	793
19.5	航空照片	794
19.6	卫星影像	797
19.7	实施土壤调查	799
19.8	土壤调查的应用	801
19.9	地理信息系统	804
19.10	GIS、GPS 以及定位农业	807
19.11	结论	809
	思考题	809
	参考文献	810
<b>第 20 章</b>	<b>人类活动与全球土壤质量</b>	<b>811</b>
20.1	土壤质量和土壤健康的概念	812
20.2	土壤的抗性和恢复力	818
20.3	土壤和全球生态系统服务	819
20.4	维持人口数量	821
20.5	集约型农业——绿色革命	822
20.6	集约化农业对土壤质量的影响	823
20.7	急剧增加的人地比率的影响	826
20.8	发达国家的可持续农业	829
20.9	有机农业系统	833
20.10	资源匮乏农民的可持续农业	835
20.11	改善亚洲和拉丁美洲的土壤质量	843
20.12	结论	845
	思考题	845
	参考文献	846



附录 A 世界参比基础及加拿大、澳大利亚和中国的土壤分类系统.....	849
附录 B 国际单位制,各单位转换系数,元素周期表和植物名录.....	854
土壤科学术语汇编.....	861
译后记	
图版	