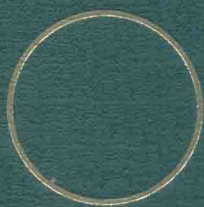




“十二五”国家重点图书出版规划项目
陕西出版集团资助项目



总主编 徐冠华 郑 度
陆大道 管华诗
主 编 李天杰

中国地学通鉴

土 壤 卷



陕西师范大学出版总社



“十二五”国家重点图书出版规划项目
陕西出版资金资助项目

中国地学通鉴

土壤卷

主 编 李天杰

副主编 赵 焯 张科利 杨胜天

陕西师范大学出版总社

图书代号:ZZ18N1624

图书在版编目(CIP)数据

中国地学通鉴. 土壤卷 / 徐冠华等主编; 李天杰等
分册主编. —西安: 陕西师范大学出版总社有限公司,
2018. 6

ISBN 978 - 7 - 5613 - 8347 - 6

I. ①中… II. ①徐… ②李… III. ①地理学—研究—
中国 ②土壤学—研究—中国 IV. ①K90 ②S15

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 029880 号

中国地学通鉴·土壤卷

ZHONGGUO DIXUE TONGJIAN TURANG JUAN

主编: 李天杰

出版统筹 刘东风
项目策划 郎根栋 卢文石
责任编辑 郎根栋
责任校对 卢文石 郎根栋
封面设计 龚心宇
出版发行 陕西师范大学出版总社
(西安市长安南路 199 号 邮编: 710062)
网 址 <http://www.sunpg.com>
印 刷 陕西金德佳印务有限公司
开 本 850mm × 1194mm 1/16
印 张 27.75
插 页 6
字 数 650 千
版 次 2018 年 6 月第 1 版
印 次 2018 年 6 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978 - 7 - 5613 - 8347 - 6
定 价 220.00 元



石英



长石



云母



角闪石



石膏



赤铁矿

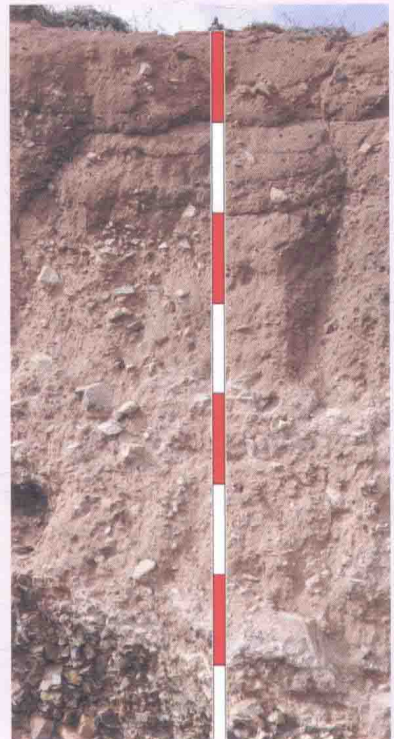
部分土壤原生矿物图片



广东赤壤剖面



广东水稻土剖面



乌兰巴托郊区的棕钙土剖面



青藏高原东北部白浆土剖面



高山草甸土剖面



南极长城站区冰沼土剖面



北京城市土壤剖面



北京城郊土壤剖面
(含埋藏土层)



陕西关中的土壤钙化过程



北京延庆的土壤钙化过程



陕西关中平原旱作人为土形成及其剖面图



海南岛砖红壤



东北地区黑土地



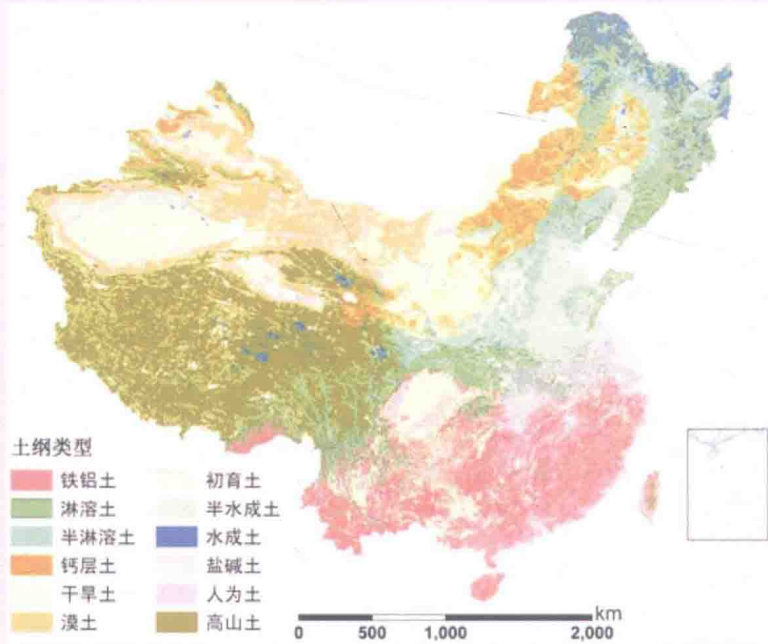
黄土高原坡耕地治理



土壤灌溉



李天杰教授等1960年参加中国科学院新疆治沙队考察



基于中国土壤发生分类的中国1:100万数字化土壤图(土纲)(来源:中国科学院南京土壤研究所)



本书作者研制的美国农业部土壤颗粒粒级参比沙盘

本书作者研制的美国农业部土壤质地类型参比沙盘

(图片由赵焯提供)

《中国地学通鉴》编委会

主 任 刘昌明

副 主 任 高经纬 刘东风

总 主 编 徐冠华 郑 度 陆大道 管华诗

编 委 (以姓氏笔画为序)

马林兵 王劲峰 王恩涌 方修琦 石 朋

卢文石 卢新卫 刘 康 刘东风 刘安国

刘昌明 齐清文 芮孝芳 李天杰 李凤棠

李家清 杨永春 杨守仁 杨胜天 杨景胜

吴启焰 吴晋峰 吴殿廷 吴德星 汪新庄

宋长青 张 臣 张 量 张安定 张远广

张治勋 张科利 陆大道 陈忠暖 罗 宏

岳冬菊 周尚意 郑 度 郑景云 郎根栋

孟 伟 封志明 赵 焯 赵 媛 郝志新

胡方荣 胡兆量 宫作民 姚 成 高经纬

索文清 党安荣 徐冠华 曹小曙 揭 毅

葛全胜 董玉祥 景才瑞 景高了 程顺有

傅伯杰 甄 峰 雷明德 蔡运龙 管华诗

樊 杰 颜廷真 薛东前

总序

地球科学是以地球系统(包括大气圈、水圈、岩石圈、生物圈和日地空间)的过程与变化及其相互作用为研究对象的基础学科,是研究地球内部和表面、地球与周围流体,以及与人类的相互关系等一类学科的总称。地球科学涵盖范围极其广泛,主要包括地质学、地理学、地球物理学、地球化学、大气科学、遥感科学、海洋科学和空间物理学以及新的交叉学科(地球系统科学、地球信息科学)等分支学科。地球科学的根本任务在于认识地球,合理开发利用自然资源,预防或减轻自然灾害,保护与改善人类生存环境,协调人与自然的的关系,为经济、社会发展服务。

中国古代地学知识萌芽很早,至春秋战国时代已在许多方面取得了杰出的成就。战国以后逐渐形成传统的“方舆之学”。明中叶以后,徐霞客等注重实地考察、探讨自然规律,开辟了中国地学研究的新方向。但是,中国近代地学是在西方近代地学传入后开始的,张相文、竺可桢、翁文灏等为中国传统地学向近代地学的转变和发展作出了贡献。

20世纪以来,地球科学发展突飞猛进,其研究成果和科学认识对人类生存、生活质量的提高和社会可持续发展至关重要,地球科学已成为人类社会发展的支柱科学之一。中国地球科学也得到长足发展,取得许多重大成就。从地域背景来看,中国具有的许多世界上独特的自然环境和资源有利于地球科学研究的发展,例如,有“世界屋脊”之称的青藏高原对全球自然环境及其变化产生了显著影响;独具特色的东部滨太平洋成矿带和绵亘东西的中亚成矿带的地质演化和成矿条件;黄土高原是世界上黄土分布最集中、覆盖厚度最大的区域,河流泥沙含量之高,举世闻名;覆盖面积约100万平方千米之广的喀斯特(或岩溶)区,其发育程度和类型堪称世界之最;中国还是地震断裂带十分活跃的国家,有丰富的历史地震资料;中国诸多时代的地层比较完整,埋藏着独特的古生物群,是进行古生物、古人类与古环境研究的优越场所;中国海岸线漫长、海域和陆架区辽阔,生态环境独特,矿产资源丰富,物理、化学、生物和地质过程复杂,为研究陆海相互作用和边缘海形成、演化及其动力学提供了理想场所;中国地域辽阔,气候、生物与生态环境的多样性,举世瞩目。所有这些,形成了具有显著特色和优势的中国地球科学研究事业,产生了众多在国际上具有重大影响的研究成果。中国老一辈地质学家创立并发展的“陆相生油”理论,打破了西方的“中国贫油论”,甩掉了中国贫油帽子;“黄土风成说”的确立,使中国黄土与海洋沉积、冰芯一起,成为全球环境变化国际对比的三大标准;叶笃正创立的大气长波能量频散理论,对动力气象学发展作出了重要贡献,“夏季高原为热源”和“大气环流有季节性变化”的理论已成为大气科学方面的经典;中国科学家对珠穆朗玛峰地区和青藏高原的综合科学考察,成为人类科学了解“地球第三极”自然环境的基础;云南澄江大批动物群化石的发现,揭示了生物进化的突发性,并将动物起源时间向前推进

5000 万年。经过长期不懈的努力,中国地球科学不仅在地理学、地质学、气象学等传统地球科学分支学科研究中不断深入,在一些交叉学科如地球物理、地球化学、海洋学等领域也都取得重要突破。并为国家宏观决策提供依据,对各类自然资源能源的普查勘探与开发、天气预报与气候预测、海洋开发、国土整治与规划、农业的可持续发展、环境保护与改善、自然灾害防治、重大工程建设、空间计划实施、国防建设以及人类对自然认识的提高等起到不可替代的重要作用。因此,系统全面地分析、研究、总结中国地学各领域科学研究工作取得的一系列成就和实践状况,对进一步推动中国的社会经济建设、地球科学及其他各项事业的发展具有重大的现实意义和深远的历史意义。

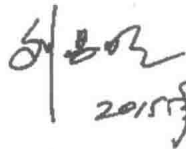
在全国数十所大学和科研单位的大力支持下,我们集多方之力编纂成《中国地学通鉴》这套大型地球科学研究志书。全书由地理卷、测绘与地理信息卷、地质卷、地球物理卷、地球化学卷、地貌卷、气候卷、水文卷、土壤卷、生物卷、海洋卷、灾害卷、资源卷、人口卷、民族卷、城市卷、文化地理卷、旅游卷、国土经济卷、环境卷、地理教育卷共 21 卷组成。各卷内容包括中国各地学要素的综合研究概况、各学科科学研究工作的进展及取得的成就、各地学要素的区域特征、科学研究的主要信息等 4 部分。翔实记载了中国地球科学领域发生的重大变化和在科学研究与实践等方面取得的巨大成就,系统介绍了中国各地学要素的形成、发展、分布规律与特征等方面的研究进展,全面反映了中国地球科学各领域的研究成果、现状和发展趋势。然而,地球科学范围非常广泛,分支学科纷繁复杂,取得的研究成果和成就更是数不胜数,不是 21 卷书所能穷尽的。我们这里仅选择了部分重点的学科加以总结,以期能够为推动中国地球科学发展和社会经济建设提供参考与借鉴。

《中国地学通鉴》是由全国 40 多所大学和科研院所 300 多位地学领域的专家和学者先后历时 5 年编纂而成,涵盖了地球科学的主要领域,以经济建设为轴线的指导思想明确,因此,可广泛服务于生产建设各个部门,是制定发展战略、规划、生产布局等方面必不可少的科学参考文献,并有助于提高其科学性、求实性和效益性。全书以其全面、权威的古今发展变化资料记载,为国家的国土资源及能源开发利用、经济社会与文化事业的发展、生态环境的综合治理、科学研究工作等提供详细、可靠的信息资料并发挥积极的推动作用和强有力的支持。

在《中国地学通鉴》付梓之际,仅对参加和支持本书编纂工作的各位专家、学者以及有关部门、科研院所、大专院校表示衷心感谢!对书中所引用的书籍、文献的作者表示由衷的谢意!

由于水平能力所限,书中难免存在一些疏漏和差谬,恳请广大地学工作者和读者不吝批评。

中国科学院院士



2015年10月

前 言

自然环境复杂多变,地壳新构造运动强烈,再加人类农耕历史悠久,故在辽阔的中华大地上孕育了丰富多样的土壤。作为人类生存发展的重要自然资源和自然环境的基本组成要素,人类对土壤的认识与剖析、利用与管护、改良与研究的历史悠久,如形成于商周之际的中国古代物质观——五行学说,认为金、木、水、火、土构成了宇宙中万事万物,并指出了土具长养、化生、承载的特征;中国古代劳动人民早就将中国疆域的土壤归并为五色土,并根据土壤颜色、质地、结构、孔隙、结聚、有机质、盐碱性等肥力因素,结合地形、水分、植被等自然条件,将九州的土壤分为 18 类。这些也奠定了朴素土壤学形成的基础。在近代中国土壤研究进程中,经过几代人的不懈努力,土壤科学研究取得了很大成就。在土壤形成与发育、土壤分类,以及古土壤形成环境等方面极大地丰富和推动世界土壤科学的发展。中国土壤学者在人为土壤和干旱土壤方面的研究成果,在世界土壤科学领域有着重要影响力。在 20 世纪中后期中国进行的两次全国土壤普查,既摸清了中国土壤资源家底,揭示了土壤地理分布规律,也丰富了世界土壤资源信息库。

从土壤作为资源环境集合体及其与人类生产生活的相互关系来看,土壤具有肥力/生产能力、生态服务和环境调节等三方面的功能。中国土壤科学研究经历了认识土壤这个历史自然综合体、分析土壤与成土环境之间的相互作用、剖析土壤物质组成、性状及其空间分布规律,土壤资源利用与管护措施、土壤退化防治对策等阶段,即上述土壤资源方面的研究在保障国家粮食安全方面发挥了巨大的作用。自 20 世纪后期以来,中国土壤科学界日益关注土壤污染防治技术、土壤在全球变化中作用的研究,使土壤的生态服务与环境调节功能成为研究的热点领域,这也充分跟踪了国际土壤科学的发展趋势,即联合国等确定的 2015 国际土壤年(2015 International Year of Soils),其主题为“健康的世界需要健康的土壤(The needs of healthy soils for a healthy world)”“健康的土壤是健康食品生产的基础(Healthy soils are the basis for healthy food production)”。回顾和总结中国土壤特征及中国土壤学家的研究成就,对合理利用土壤资源、促进农业发展,以及保证世界粮食安全都具有重要意义。同时,对促进中国土壤科学的进一步发展和正确把握未来土壤科学的发展方向也有重要的参考价值。

《中国地学通鉴·土壤卷》是在充分总结几十年中国土壤学者研究成果的基础上完成的。全

书分为四篇:第一篇为中国土壤概括,包括四章内容;第二篇为中国土壤土壤科学研究综述,包括九章内容;第三篇为中国土壤类型及其空间分布,包括四章内容;第四篇为中国土壤科学信息要览,包括六章内容。本书具体执笔人分别是:第一篇,第1章赵焯、李天杰,第2,3,4,5,6章,赵焯;第二篇,第1,2,3,4,5,7,8,9章,张科利;第6章由赵焯完成;第三篇由赵焯完成;第四篇,赵焯、张科利、杨胜天。全书由李天杰和赵焯统稿。本书写作过程中力求全面、系统和准确,但由于作者水平有限,难免存在挂一漏万,甚至错误在所难免。在此,恳请同行专家和读者批评指正。最后,对为本书完成和出版作出贡献的责任编辑郎根栋先生表示诚挚的感谢!

作者

2015.12.1 于北京

目 录

总序	001	前言	001
----------	-----	----------	-----

第一篇 中国土壤概况

第一章 土壤与土壤圈	002	第三章 中国土壤物质组成与性状	027
第一节 “土壤”名词的由来	002	第一节 中国土壤剖面及其形态	027
第二节 土壤的概念	003	第二节 中国土壤矿物组成	031
第三节 土壤—土地—国土	004	第三节 中国土壤有机质组成	037
第四节 土壤圈与全球变化	005	第四节 中国土壤溶液组成	041
第五节 土壤的生态环境功能	007	第五节 中国土壤空气组成	052
第六节 中国古代土壤分类	010	第六节 中国土壤生物组成	057
第二章 中国成土环境特征	014	第七节 中国土壤主要理化性质	063
第一节 道库恰耶夫成土因素学说	014	第四章 中国土壤资源及其可持续开发利用	078
第二节 中国土壤形成的气候因素	018	第一节 土壤资源及其特征	078
第三节 中国土壤形成的生物因素	020	第二节 中国土壤资源及其利用现状	079
第四节 中国土壤形成的地质地貌因素	022	第三节 中国土壤质量评价	085
第五节 中国土壤形成的时间因素	024	第四节 中国土壤资源可持续开发利用	092
第六节 中国土壤形成的人为因素			

第二篇 中国土壤科学研究综述

第一章 中国土壤科学的发展	097	第三章 中国土壤物理学研究	125
第一节 中国土壤科学的发展历程	097	第一节 中国土壤质地与结构研究	125
第二节 中国土壤科学体系	103	第二节 中国土壤水分运动研究	130
第三节 中国土壤科学主要研究成就及贡献	105	第三节 中国土壤溶质、热量与空气研究	137
第四节 中国土壤科学未来发展趋势	107	第四节 中国土壤物理主要代表著作	139
第二章 中国土壤化学研究	113	第四章 中国土壤地理学研究	143
第一节 中国土壤化学研究进展	113	第一节 土壤地理学的研究内容	143
第二节 中国土壤化学主要代表著作	122		

第二节 土壤地理学的研究方法	145
第三节 中国土壤地理学的发展	147
第四节 中国土壤地理学研究进展	153
第五节 中国土壤地理学的发展趋势	174
第五章 中国土壤生物学研究	178
第一节 土壤生物的主要类群及功能	178
第二节 中国土壤生物学的研究进展	178
第三节 中国土壤生物学研究展望	192
第六章 中国土壤环境学研究	196
第一节 中国土壤环境学概述	196
第二节 中国土壤环境学研究进展	200
第三节 中国土壤环境学发展展望	231
第七章 中国土壤侵蚀 - 水土流失及防治 对策研究	239

第一节 中国水土流失特点及原因	239
第二节 中国水土流失研究进程	242
第三节 中国土壤侵蚀与水土流失研究 进展	245
第五节 中国水土保持技术及成功 经验	265
第六节 中国土壤侵蚀和水土保持 主要代表著作	266
第七节 中国土壤侵蚀和水土保持研究 亟待解决的问题	268
第八章 中国风蚀沙化及其防治对策研究	272
第一节 中国土壤风蚀沙化的主要 研究进展	272
第二节 中国风蚀防治措施和策略	279
第三节 中国土壤风蚀沙化的未来 研究方向	280
第九章 中国土壤盐碱化及其防治对策	285

第三篇 中国土壤类型及其空间分布

第一章 中国土壤地理发生学分类	296
第一节 中国土壤发生分类的发展	296
第二节 土壤地理发生分类系统分类	297
第二章 中国土壤系统分类	300
第一节 诊断层和诊断特性	300
第二节 中国土壤系统分类体系	301
第三节 中国土壤系统分类命名与检索 方法	305
第四节 中国土壤发生分类和系统分类 的土壤参比	307

第三章 中国主要土纲特征	310
第一节 中国森林土纲系列	310
第二节 中国草原与荒漠土纲系列	321
第三节 中国水成型土壤系列	326
第四节 中国过渡土纲系列	333
第五节 中国岩成型土纲系列	337
第六节 中国人为土	339
第四章 中国主要土壤类型的空间分布规律	342
第一节 中国土壤分布规律	342
第二节 中国土被结构	354
第三节 中国土壤区划	357

第四篇 中国土壤科学信息要览

第一章 中国土壤科学研究单位	365
第二章 中国土壤科学学术期刊	374
第三章 中国普通高校土壤学专业	377

第四章 中国土壤科学研究专家	381
第五章 中国土壤科学大事记	405
第六章 中国土壤科学主要文献	417

第一篇

中国土壤概况

- 土壤与土壤圈
- 中国成土环境特征
- 中国土壤物质组成与状状
- 中国土壤资源及其可持续开发利用

第一章 土壤与土壤圈

第一节 “土壤”名词的由来

土壤是自然环境系统的基本组成要素和人类生存发展的重要自然资源,人类对土壤的认识与剖析、利用与管护的历史悠久。在古代中外哲人对世界万物构成本质的探讨过程中,均将土(土壤)作为物质世界的基本组分之一,如形成于商周之际的中国古代物质观——“五行学说”认为金、木、水、火、土构成了宇宙中万事万物,并论及“土爰稼穡”,所谓“稼穡”,植物播种谓之稼,收获庄稼谓之穡;古谓:“春种为稼,秋收为穡”;土有播种庄稼、收获五谷、化生万物的作用。进而引申为土有生长、承载、化生、孕育、长养的特征;早在 5000 年前的《周礼》中就指出“万物自生焉民则曰土,以人所耕而树艺焉则曰壤”,有土就有植物生长,有植物生长的地方,就有土壤之形成,这是中国古代劳动人民对土壤及其功能的基本认识。古代印度遮缚伽派学说亦认为,世界上一切生物和非生物都是由地、水、风、火 4 大元素构成的;古代希腊的泰勒斯(Thales, 640 ~ 546)提出了“万物始源于水”的一元论,而恩培多克勒(Empedocles, 490 ~ 435)在融合各派主张的基础上,提出了“世界万物是由水、火、土、气 4 种元素按不同比例组合而成的”多元论。古斯拉夫人视土壤为哺育儿女的“母亲”,在古罗马的许多诗歌中将土壤比拟为圣洁的“女神”。

在《周礼·大司徒》的“土宜之法”中就把“十二土”和“十二壤”并列在一起,两者的内涵显然有所区别。据郑玄(127 ~ 200)的解释:壤亦土也,变言耳;土是自然生成的自然土壤,壤则是土经过人类的耕作活动而培育形成的耕作土壤或农田土壤。在先秦及秦汉的古籍中,“壤”有时和“土”通用,并包含“肥美、和缓、柔软”等意思,以至作为代表一种优良的土壤类别,即“壤”源于“土”而优于“土”。这表明 2000 多年前中国古代人民已经知道自然土壤经过人工培育可熟化为肥沃土壤,这也是中国古代劳动人民对土壤及性状最早的朴素的解释。

有关土壤认识与改造利用方面,在战国时代的《尚书·禹贡》根据土壤肥力、颜色、质地、水分与植物生长状况将九州范围内的土壤划分为白壤、黑坟、赤埴坟、涂泥、青黎、黄壤、白坟、垆、埴等 9 种,并提出了用土、认土和改土的建议,这是世界上有关土壤分类和肥力评价的最早记载。在古希腊狄奥弗拉斯图(Theophrastus, 371 ~ 286)给予了土壤名词(Edaphos),其希腊语意为土地泥土,并将土壤与作为宇宙体的地(earth or terrae)区别开来,即土壤是一个层状系统,包含富含腐殖质的表层(Surface Stratum)、为灌丛与牧草供给养分的心土层(subsoil layer)、为树木根系提供溶液的底土层(Substratum),其下则为暗色的冥府(Tartarus)范围。古希腊时人们已注意到添加客土于石质土

之上是提高土地生产能力的重要途径。

土壤是一个复杂的物质与能量系统,土壤是由固体物质(包括矿物质、有机质和活性有机体)、液体(水分和溶液)、气体(空气)等多相物质和多土层组成的复杂并具有“活性”的物质与结构系统。在系统范围内多相物质、各土层之间不断地进行着物质与能量的迁移、转化与交换,以及土壤的自组织性,这是推动土壤发育与变化的内因和动力;土壤是一个复杂的开放系统,土壤系统是地球表层系统的重要组成部分,土壤系统与大气圈、水圈、岩石圈、生物圈和人类智能圈之间不断地进行物质迁移转化与能量交换,这是推动土壤形成和演变的外驱动力;同时土壤系统也是影响地球表层系统变化的重要原因;土壤是一个生态系统,土壤生态系统是指土壤与其他成土环境因子(包括生物因子和非生物因子)构成的复合整体系统。作为陆地生态系统中最活跃的生命层,土壤生态系统是相对独立的子系统,其中的物质与能量迁移转化过程,特别是生物地球化学过程,在全球物质与能量循环过程中占据着十分重要的位置。

土壤系统具有高度非线性和可变性特征,土壤是自然界最为复杂的系统之一。它包含着复杂多样的物理、化学和生物过程,这使得土壤系统永远不能处于静止的平衡状态。若要真正了解土壤,就必须以非线性理论为指导,从微观(原子、分子)水平上和宏观尺度上去认识和研究土壤。土壤系统界面具有2个特点:一是土壤系统在地表与大气圈、水圈、地上生物群落之间的界面比较清楚;二是在地表以下,土壤系统与非土壤系统的界面也即土壤与松散母质的界限是逐渐过渡的。因此,在研究土壤系统时,对其界面应给予仔细地界定。土壤系统的本质特性是土壤肥力和土壤自净性能。土壤肥力是指土壤为植物正常生长发育提供并协调营养和环境条件的能力;土壤自净性能表现在土壤保持生态系统生物的活性、多样性、调节水体和溶质的流动,土壤能够过滤、缓冲、降解、固定无机和有机化合物,土壤能够调节与控制全球物质能量循环以及全球环境变化。

第二节 土壤的概念

随着近代地质学、地理学、生物学、化学和物理学等自然科学的发展,至19世纪许多学科专家从各自学科背景与兴趣提出了不同学科起源的土壤名词,如地质学家直接从岩石类型角度提出了花岗岩土、石灰岩土、页岩土等;地貌学家则将地表土壤归结为高地土壤、河谷冲积土、崩积土、山地土壤、草原土壤、荒漠土壤等;植物学家从植物群落角度将土壤归结为栎林土、草原土壤、松林土壤、荒漠灌丛土、泰加林土等;化学家则将土壤划分为碱性土、碳酸盐土、盐基饱和土壤、酸性土等;农学家则将土壤归结为玉米土壤、小麦土壤、牧草土壤、肥沃土壤与贫瘠土壤等;公众则从机械性能方面将土壤归结为黏性土、泥质土、挤压性土、淤泥土、沙质土、石质土等。不同学科的专家对土壤与植物关系提出了各种假说。如范·海尔蒙特(Van Helmont, 1577~1644)认为土壤除供给植物水分之外,仅起着支撑物的作用;泰伊尔(A. D. Thaer, 1752~1828)提出“植物腐殖质营养系统”,认为除了水分以外,腐殖质是土壤中唯一能作为植物营养的物质。1840年德国化学家李比希(J. V. Liebig, 1803~1873)提出了有名的“矿质营养系统”,认为土壤的矿质养料是植物吸收的主要营养物质,由于植物长期吸收的结果,致使土壤矿质养料储量减少,必须通过施用化学肥料如数归还土壤,以保持土壤肥力的永续不变。德国地质学家法鲁(F. A. Fallow, 1774~1877)、李希霍芬(F. V. Richthofen, 1833~1905)等在19世纪下半叶用地质学观点来研究土壤和定义土壤,将土壤形成过