

中国土壤资源

■ 赵其国 龚子同

编著

■ 徐 琪 彭补拙

■ 南京大学出版社



前 言

土壤资源是农业生产的手段，也是人类赖以生存的环境。我国国土辽阔，土壤资源丰富，适于农林牧业的综合发展。“土壤资源”作为一门课程，不仅对土壤农化专业、农业专业，而且对自然资源管理专业都是非常重要的。因此，我系于1986年开始为自然资源管理专业开设这一课程，由我校兼职教授赵其国、中国科学院南京土壤研究所龚子同、徐琪研究员及我系彭补拙副教授讲授。经过四年的教学实践，不断补充修改，教材内容日臻完善，提高了教学质量，深受学生和校内外同行的欢迎。为了满足教学与科研的需要，现经补充修改后决定正式出版，以供更广泛的应用。

本教科书以生态学和物质循环观点来指导土壤资源的研究，密切结合中国实际，充分反映了我国土壤资源利用的成就和经验，并且还应用了系统分析、空间变异、土被结构、遥感技术和信息系统等新方法。因此，本书是一本体系、内容、观点和方法十分新颖的教材。

本书是一个集体创作。第一、四、六、八、九、十八、十九章由赵其国执笔，其中第一、十九两章与沈思渊合作，第六章与吴志东合作；第二、三、十一、十二、十四和十六章由龚子同执笔，其中第十一章与顾国安合作；第五、七、十、十三、二十二章由徐琪执笔，其中第七章与陆彦椿合作；第十五章由彭补拙执

笔；第二十、二十一章由沈思渊执笔；第十七、二十三和二十四章分别由史德明、周慧珍和骆国保执笔。吴志东在全书统稿工作中付出了大量的劳动。沈思渊同志作了许多编辑、组织工作。高以信、何园球和林杭生协助整理资料。书中插图均由中国科学院南京土壤研究所地理室绘图室及我系绘图室清绘。在此一并致谢。

由于编写过程比较仓促，不可避免地存在一些缺点，敬希批评指正。

南京大学大地海洋科学系

1989年11月

0801/11

目 录

前 言	1
第一章 土壤资源与研究	1
一、土壤资源	2
(一)土壤资源与土地资源	2
(二)土壤资源研究中的基本概念	3
(三)土壤资源的基本特点	5
二、土壤资源研究	7
(一)土壤资源研究的出发点	7
(二)土壤资源研究的理论基础与方法	10
三、中国土壤资源特点与开发利用方向	12
(一)土壤资源的特点	12
(二)土壤资源利用存在的问题	14
(三)土壤资源的合理利用与开发方向	16
第二章 中国土壤分类	20
一、土壤分类的发展	21
(一)我国古代土壤分类成就	21
(二)农民群众土壤分类命名的经验	22
(三)近代土壤分类的起步	23
(四)土壤地理发生分类的建树	23
(五)土壤系统分类的开始	27
二、土壤的诊断层和诊断特性	30
(一)诊断表层	31
(二)诊断表下层	31
(三)诊断特性	31
三、中国土壤系统分类	34
(一)土壤分类、命名原则	34

(二)高级分类级别系统.....	43
(三)土纲的检索.....	43
第三章 中国土壤地球化学概要	48
一、元素迁移.....	48
二、土壤地球化学类型.....	50
三、土壤地球化学分区.....	55
四、森林土壤地球化学.....	58
(一)杉木人工林和阔叶杂木林生长的养分消耗.....	58
(二)杉木人工林和阔叶杂木林凋落物的养分归还.....	60
(三)杉木人工林土壤侵蚀和林粮间作的养分消耗.....	61
(四)杉木人工林和阔叶杂木林土壤养分平衡状况的差异.....	62
五、生物土壤地球化学地方病.....	63
(一)大骨节病的分布及病区、非病区环境中的硒水平.....	65
(二)病区与非病区环境及人体含硒界线值.....	68
(三)水、粮供硒量与发硒含量的关系.....	69
(四)提高人体硒水平对预防大骨节病的效果.....	70
第四章 中国土壤的地理分布	72
一、我国土壤分布的地理背景.....	72
二、土壤的地带性分布规律.....	75
(一)土壤的水平分布规律.....	76
(二)土壤的垂直分布.....	81
(三)土壤的垂直与水平复合分布.....	88
三、土壤的中域与微域分布规律.....	92
(一)土壤中域分布.....	92
(二)土壤微域分布.....	98
第五章 中国土壤的肥力状况.....	101
一、我国土壤中养分状况	107
(一)土壤有机质与氮素含量的地理分布	101
(二)磷素的土壤地理分布规律	104
(三)土壤钾素分布规律	105
二、土壤肥力与植物生长	107

(一)自然植被与土壤同步演替	107
(二)作物生长与土壤条件	108
三、土壤肥力的培育与调节	112
(一)改善农田环境	112
(二)改造土体构型	113
(三)土壤养分的调节	114
第六章 热带、亚热带地区土壤特点与利用	116
一、我国热带、亚热带地区土壤的主要特点	116
(一)砖红壤、赤红壤和红壤	118
(二)砖黄壤、赤黄壤和黄壤	121
(三)其他土壤类型	124
二、本区土壤资源的区域利用特点	124
(一)土壤资源的数量及利用现状	124
(二)土壤的区域利用改良	126
三、红壤的利用改良	128
(一)红壤的肥力特性	128
(二)红壤利用改良的主要措施	131
(三)红壤的综合利用	134
四、热带土壤的开垦和橡胶种植	137
(一)开垦植胶的土壤管理与改良	138
(二)热带土地资源开发利用	141
第七章 长江中下游地区水稻土生态特点及其 高产土壤管理	145
一、水稻土发生演变	146
(一)修筑稻田	146
(二)水稻土的定向培育	148
(三)剖面发育	150
二、水稻土类型及其性质	153
(一)侧渗型水稻土	153
(二)滞水型水稻土	157
(三)潜育型水稻土	159

(四)潜育型水稻土	161
(五)沼泽型水稻土	164
(六)渗育型水稻土	164
三、高产水稻土的管理	168
(一)高产水稻土的环境条件	169
(二)肥沃水稻土的特性	170
(三)高产水稻土的管理	172
第八章 黄淮海平原土壤的开发利用和综合治理	177
一、自然条件和社会经济状况	177
(一)地理位置与气候条件	177
(二)地貌与水文特点	179
(三)土壤	181
(四)社会经济概况和农业生产	184
二、旱、涝、盐碱的发生和治理	185
(一)旱、涝、盐碱的发生及规律	185
(二)旱、涝、盐碱治理的主要经验	187
三、旱、涝、盐碱综合治理的示范基地及其效益	192
第九章 东北荒地资源及其开发利用	197
一、自然条件、利用现状及生产概况	197
(一)自然条件	197
(二)土地利用现状及生产概况	202
二、宜农荒地划分依据与分类评价	203
(一)宜农荒地划分依据	203
(二)荒地分类评价	204
三、荒地的分类与面积	207
四、荒地利用与农林牧用地布局调整	211
(一)荒地开发利用的有关问题	211
(二)搞好农林牧用地的布局调整	214
第十章 草原土壤的特点及其利用改良	216
一、草原土壤的特点	216
二、主要草原土壤类型及其基本性质	218

(一)黑钙土	218
(二)栗钙土	223
(三)棕钙土	228
三、草原土壤的合理利用	236
(一)利用现状及存在问题	236
(二)合理利用原则	237
(三)基本草牧场建设与草原土壤改良	239
四、土壤沙化及其防治	243
(一)土壤沙化	244
(二)土壤沙化成因分析	245
(三)土壤沙化的防治	247
第十一章 漠境地区土壤资源的开发利用	250
一、漠土的特点	251
(一)漠土的共性	251
(二)漠土的差异性	253
二、漠土的综合利用	256
三、漠土农牧用地的基本建设	259
四、漠土的改良和培肥	263
(一)防止侵蚀,客土改良	263
(二)合理耕作,克服干板	265
(三)用养结合,施肥轮作	267
第十二章 青藏高原土壤资源的开发利用	272
一、形成特点	272
(一)冻融的影响	272
(二)有机物质累积的特点	274
(三)土壤发育的幼年性和古土壤的残余性	275
二、土壤利用特点	278
(一)土壤类型多,利用各异	279
(二)农牧并重	281
(三)土壤差异明显	281
(四)土壤的生产潜力大	283

三、土壤的利用改良途径	283
(一)耕作土壤	283
(二)牧地土壤	289
第十三章 沼泽土资源及其利用改良	292
一、沼泽土形成特点与演变	292
(一)形成特点	292
(二)沼泽土的演变	294
二、沼泽土的主要亚类	298
(一)草甸沼泽土	299
(二)腐殖质沼泽土	300
(三)泥炭腐殖质沼泽土	301
(四)泥炭沼泽土	301
(五)泥炭土	302
三、沼泽土的利用改良	303
(一)连片沼泽土的改良	304
(二)腐殖质沼泽土的改良	305
(三)泥炭沼泽土的改良	306
(四)泥炭(草炭)资源的利用	311
第十四章 低产水稻土资源及其改良利用	314
一、资源特点	314
(一)分布广	314
(二)类型多	316
(三)潜力大	316
二、低产水稻土的类型	317
三、冷浸田的改良利用	318
(一)低产原因	319
(二)改土措施	322
四、粘结田的改良利用	325
(一)低产原因	325
(二)改土措施	326
五、沉板田的改良利用	329

(一)低产原因	330
(二)改土措施	331
六、反酸田的改良利用	334
(一)低产原因	334
(二)改土措施	336
第十五章 海涂资源的开发利用与滨海盐土治理	339
一、海涂资源及其主要特征	339
(一)海涂资源的概况	339
(二)海涂资源的主要特征	340
二、滨海土壤的分布	343
三、滨海盐土的治理与合理利用	346
(一)水利土壤改良	346
(二)种植水稻,改良土壤	347
(三)合理耕作和施肥	348
(四)植树造林与种植绿肥	348
四、海涂的综合利用	349
(一)海涂资源开发利用中存在的主要问题	350
(二)海涂资源开发利用的指导思想与战略目标	352
(三)海涂资源综合利用的基本原则	353
(四)海涂资源的综合开发利用	355
第十六章 石灰土、紫色土和火山灰土	361
一、石灰土的综合利用	361
(一)我国的石灰土资源	361
(二)石灰土的肥力特点	364
(三)石灰土的综合利用	367
二、紫色土的合理利用	369
(一)形成特点	369
(二)主要性状	372
(三)因土利用	374
三、火山灰土资源	376
(一)形成特点	376

(二)主要性状	378
(三)土壤利用	381
第十七章 中国土壤侵蚀与水土保持	382
一、侵蚀因素分析及评价	382
(一)自然因素	382
(二)人为因素	388
(三)评价	389
二、土壤侵蚀特点及发展过程	390
(一)侵蚀类型多	390
(二)侵蚀程度高	392
(三)区域性特点	393
(四)侵蚀发展过程	398
三、土壤侵蚀的危害及潜在危险	400
(一)破坏土壤和土地资源	400
(二)泥沙危害	401
(三)恶化生态系统	402
(四)侵蚀的潜在危险	402
四、土壤侵蚀防治策略	404
第十八章 中国土壤利用改良分区	409
一、分区的原则与依据	410
(一)土壤利用改良分区的原则	410
(二)土壤利用改良分区的依据	411
二、分区系统	413
三、分区概述	423
第十九章 土壤资源评价的原则和方法	434
一、土壤资源评价的原则和对象	434
(一)土壤资源评价原则	434
(二)评价对象	436
二、评价的方法和程序	437
三、评价项目的选取与标准的制定	439
(一)评价项目的选取	439

(二)评价标准的制定	441
四、综合评价指标的数学模型	443
五、土壤资源的数量统计和数据分析	447
第二十章 土壤资源研究中的系统分析与模型方法	452
一、系统分析与模型方法	452
二、土壤-作物-大气系统及其生产水平层次	454
三、作物生产系统的动态模型	457
(一)作物生长潜力模型	457
(二)蒸散作用模型	458
(三)土壤水平衡方程	459
(四)根-土壤营养物质交换模型	460
(五)作物生产系统的产量动态模型	461
四、农田空间变异的作物产量模型	461
五、土地生产力的宏观统计模型	464
第二十一章 土壤空间变异及其研究方法	470
一、土壤空间变异性	471
(一)系统变异与随机变异	471
(二)土壤空间变异的通性	473
二、土壤空间变异的研究方法	474
(一)采样观测方法	474
(二)概率统计方法	476
(三)多元统计方法	479
(四)地统计学方法	482
三、土壤空间变异的套合结构分析	486
(一)土壤空间变异的尺度因子和套合性	486
(二)套合采样与分析	488
(三)半方差函数的套合模型	489
(四)分数维(Fractals)概念的应用	490
第二十二章 土被结构特点与土壤资源合理利用	493
一、单元土区的概念及其特点	494
(一)单元土区的概念	494

(二)单元土区的特性	496
(三)单元土区在土壤组合中的地位	498
二、土壤组合类型及其特点	499
(一)土壤组合概念及其发展	500
(二)土壤组合特性解剖	504
(三)土壤组合分类及代表类型简介	510
三、土被结构与土壤资源的合理利用	514
(一)土壤地带性内涵	514
(二)土被研究与制图	515
(三)土被结构与土壤区划	515
(四)土被结构与农业区划	516
第二十三章 土壤资源制图	518
一、土壤图制图单元的概述	518
(一)简单制图单元	518
(二)复合制图单元	520
二、土相	521
(一)土相的特征	522
(二)土相的划分	522
三、遥感图像解译在土壤调查制图中的应用	524
(一)遥感图像解译土壤的特点和可行性	524
(二)遥感图像土壤制图的调查强度	525
(三)遥感图像目视解译方法和步骤	526
四、陆地卫星磁带的土壤解译	533
(一)计算机辅助土壤解译的现状	533
(二)土壤磁带解译的工作过程	534
五、利用地理信息系统处理土壤图	536
(一)两个基本概念	536
(二)ARC/INFO的数据模式	538
(三)完整的数字化土壤图的组成部分	540
六、土壤和土地资源评级制图	544
(一)制图单元	544
(二)土壤和土地资源评级制图方法	545

第二十四章 土地资源信息系统的发展与应用	547
一、土地资源信息系统的特点	547
(一)信息系统的产生	547
(二)空间信息的结构类型	548
二、土地资源信息系统的组成	549
(一)计算机硬件	550
(二)计算机模块	551
(三)系统的组织	554
三、土地资源信息系统的应用	555
(一)评价玉米种植的适宜性	555
(二)评估水土流失的影响	556
(三)评价建立经济作物加工厂的可行性	558
(四)其它的应用	558
四、土地资源信息系统的展望	560

第一章 土壤资源与研究

在目前的技术条件下，人类的食物还要依靠农业，而土壤是农业生产的重要资源。这一点早就为人们所认识，“万物土中生”形象而生动地体现了这种认识。

远在古代，土就被提到很高的认识角度。古希腊唯物主义哲学家艾姆别多克尔(公元前470—前410年)把所有各式各样的东西归结为四个“本原”：土、水、空气和火，可见这些都是人类生存的必需条件。无独有偶，我国古代哲学中的阴阳五行也把土归入其中。从上古时代的大禹治水到历代的治理，都是疏理水系，改良土壤。《禹贡》中将九州土壤分为三等九级，根据土性、地面植被与地下水、土宜和作物生长等情况评定。就连我国古代的土壤分类体制，也是从生产出发，以“土宜”为基础，根据土壤肥力划分的。到了现代，最优化的土壤管理更是解决粮食、环境质量乃至生活质量问题的关键，直接影响国家的繁荣昌盛。

自本世纪30年代以来，世界人口剧增，据联合国粮农组织(FAO)统计，1980年已达44.15亿人。预测，1980—1990年的增长率为1.8%，人口将达52.75亿人；1990—2000年的增长率为1.6%，2000年的人口总数将高至61.99亿人，而其中的48.74亿人，则是发展中国家的人口。显然，人多地少或土地生产力比较低的地区，粮食和其它生活资料将会感到日益不足，因此，人们不得不考虑世界土地承载力问题。一般认为，地球的生物性食品的生产能力，大致可以承载120亿人口。因此，充分发挥土壤资源的生产潜力，提高土地承载力，已是全世界面临的严峻挑战。联合国粮农组织(FAO)明确地将土壤资源研究列为重点项目。第12届国际土壤

学代表大会早已把80年代作为综合土壤管理的十年，是土壤—水—植物系统管理更完善的十年。

我国是世界上人口最多的国家，目前的11亿多人口已占全球人数的近1/4，预计2000年将达14亿甚至更多一些。而我国的土壤资源是有限的，特别是生产力高的土壤资源更加宝贵。因此，随着人口的急剧膨胀，人地矛盾日趋尖锐。在我国，了解土壤资源利用的现状、存在问题及其发展趋势，并为合理开发利用寻求最佳的途径和措施，是土壤资源工作者首要的、迫切的任务。

一、土壤资源

自然资源是自然界中能为人们所利用的物质和条件的总称。资源科学是一门研究人与自然界中能转化为生产、生存资料来源的物质与能源相互间关系的科学；研究自然资源的数量、质量、时空变化、发展及其合理开发利用、保护和管理的方法与途径。

那么，土壤资源的含义是什么？土壤资源在整个自然资源中所占的位置以及与其它自然资源关系如何？这是我们在研究中国土壤资源之前，必须清楚的概念内容。

（一）土壤资源与土地资源

一般认为，土壤是地球表层有生机的疏松层，可由单个土体和土样测出的性质来确定。所以，土壤资源是具有生产生物性产品能力的各种土壤类型的总称，包括土壤类型、组合及其性质特征、生产力与利用方向。即在把土壤视作有生长生物能力的可更新自然资源时，才能将作为历史自然体的土壤称为土壤资源。

土壤资源研究，是将土壤作为一种资源，对其品质——生产力进行分析、对比、评价，并统计其面积。即从土壤特性上去探讨和阐明各种土壤的质量和数量，并提出合理利用和改良措施。这

必然要涉及调节和培育土壤肥力、提高土壤生产力的各种生产条件。

因此，土壤资源与土地资源有相似之处，但两者又不同。土地是地表某一地段包括全部自然因素在内的综合体，甚至还包括过去和现代人类活动对自然环境的作用。它是地球表面的一个区域。土地特性包括这个区域上部、下部生物圈的所有较稳定的或可进行周期测定的性质。所以土地资源一词，含义广泛。它将自然界对人类生产活动，特别是对农业生产活动有关的一切自然资源或自然生产条件都包括了进去，如气候、地形、地质、水文地质、水文、土壤、植被等等；也包括人类在生产斗争中改造自然已经取得的成就，如梯田、圩田、沟渠、堤坝、道路等等。

利用土地资源，不仅限于农业。仅就农业而言，最为重要的土地资源内容有：① 气候；② 地形和地质；③ 土壤，包括土壤水文；④ 水，包括水文地质；⑤ 稳定性质的人为因素；⑥ 植被和有关的生物学特征。根据改变的难易程度，它们又可概括为很稳定的资源（气候、地形、地质形成物）、较稳定的资源（土壤和水，土地的一些人为因素）和较不稳定的资源（植被和有关的生物学特征）三类。可见土地包括土壤和非土壤，它的特性主要由土壤特性和其它与位置有关的较稳定或可预测的周期性表现出来。所谓稳定性，即人类在生产斗争中，对土地资源的某些不利方面，需要加以改造时的难易程度。

从自然地理学的观点看来，土壤仅是土地组成因素之一，亦即景观因素之一；但从土地资源利用角度上看，土壤资源不仅是土地资源的一个必不可少的部分，而且还是土地的主要成分。因此，不容置疑，研究土地资源，其关键仍然在于研究土壤资源。

（二）土壤资源研究中的基本概念

土壤资源与土地资源研究中的许多概念术语有异有同，有必要先明确一下。