



中国科学院研究生教学丛书



土壤资源概论

赵其国 史学正 等 编著



科学出版社
www.sciencep.com

中国科学院研究生教学丛书

土壤资源概论

赵其国 史学正 等 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书总结了我国近年来土壤资源领域的最新研究成果,系统地介绍了土壤分类及其参比、土壤空间变异与遥感信息、土壤资源的多目标评价、障碍土壤的退化机理与恢复重建以及土壤碳库与全球变化等诸多方面的最新进展,全面阐述了近年来土壤资源研究的新领域、新理论和新方法。

全书共分16章。第一章重点论述了我国土壤资源概况及合理利用途径;第二至五章介绍了国内外的土壤分类及其参比的最新发展;第六至八章系统介绍了土壤空间变异及其研究方法、土壤资源遥感、土壤信息系统与中国土壤信息系统(SISChina)的建设;第九至十一章系统阐述了如何从土壤资源、土壤多样性和土壤地球化学的角度评价土壤资源;第十二至十五章重点讨论了障碍土壤的退化机理和恢复重建理论以及研究新方法;为了适应全球变化的研究需要,本书最后一章介绍了土壤碳库与全球变化研究的最新进展。

本书可作为农业科学、地理学、环境科学和土地资源管理等专业研究生基础课教材,也可供土壤、地理、生物、生态、资源与环境等专业的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

土壤资源概论/赵其国等编著. —北京:科学出版社,2007

(中国科学院研究生教学丛书)

ISBN 978-7-03-019911-9

I. 中… II. 赵… III. 土壤学-中国-研究生教材 IV. S15

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第138072号

责任编辑:赵 峰/责任校对:赵桂芬

责任印制:钱玉芬/封面设计:陈 敬

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>

新 华 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

2007年9月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2007年9月第一次印刷 印张:33 1/2 插页:2

印数:1—2 000 字数:794 000

定价:78.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

《中国科学院研究生教学丛书》总编委会

主 任：白春礼

副主任：何 岩 师昌绪 杨 乐 汪尔康 沈允钢

黄荣辉 叶朝辉

委 员：朱清时 叶大年 王 水 施蕴渝 余翔林

冯克勤 冯玉琳 高 文 洪友士 王东进

龚 立 吕晓澎 林 鹏

《中国科学院研究生教学丛书》地学学科编委会

主 编：黄荣辉

副主编：叶大年

编 委：章 申 秦大河 石耀霖 丁仲礼 蔡运龙

《土壤资源概论》编辑委员会

领导小组

组 长：杨林章

成 员：赵其国 史学正

编辑委员会

主 编：赵其国 史学正

副主编：张甘霖 杨劲松 黄 标 孙 波 陈 杰

编 委：（按姓氏笔画为序）

于东升 史学正 史德明 庄舜尧 孙 波

杨 浩 杨劲松 宋 歌 张甘霖 张学雷

陈 杰 陈志诚 周生路 赵文君 赵其国

黄 标 龚子同 梁 音 潘贤章

《中国科学院研究生教学丛书》序

在 21 世纪曙光初露，中国科技、教育面临重大改革和蓬勃发展之际，《中国科学院研究生教学丛书》——这套凝聚了中国科学院新老科学家、研究生导师们多年心血的研究生教材面世了。相信这套丛书的出版，会在一定程度上缓解研究生教材不足的困难，对提高研究生教育质量将起到积极的推动作用。

21 世纪将是科学技术日新月异、迅猛发展的新世纪，科学技术将成为经济发展的最重要的资源和不竭的动力，成为经济和社会发展的首要推动力量。世界各国之间综合国力的竞争，实质上是科技实力的竞争。而一个国家科技实力的决定因素是它所拥有的科技人才的数量和质量。我国要想在 21 世纪顺利地实施“科教兴国”和“可持续发展”战略，实现邓小平同志规划的第三步战略目标——把我国建设成中等发达国家，关键在于培养造就一支数量宏大、素质优良、结构合理、有能力参与国际竞争与合作的科技大军。这是摆在我国高等教育面前的一项十分繁重而光荣的战略任务。

中国科学院作为我国自然科学与高新技术的综合研究与发展中心，在建院之初就明确了出成果出人才并举的办院宗旨，长期坚持走科研与教育相结合的道路，发挥了高级科技专家多、科研条件好、科研水平高的优势，结合科研工作，积极培养研究生；在出成果的同时，为国家培养了数以万计的研究生。当前，中国科学院正在按照江泽民同志关于中国科学院要努力建设好“三个基地”的指示，在建设具有国际先进水平的科学研究基地和促进高新技术产业发展基地的同时，加强研究生教育，努力建设好高级人才培养基地，在肩负起发展我国科学技术及促进高新技术产业发展重任的同时，为国家源源不断地培养输送大批高级科技人才。

质量是研究生教育的生命，全面提高研究生培养质量是当前我国研究生教育的首要任务，而研究生教材建设则是提高研究生培养质量的一项重要基础性工作。由于各种原因，目前我国研究生教材的建设滞后于研究生教育的发展。为了改变这种情况，中国科学院组织了一批在科学前沿工作，同时又具有相当教学经验的科学家撰写研究生教材，并以专项资金资助优秀的研究生教材的出版。希望通过数年努力，出版一套面向 21 世纪科技发展、体

现中国科学院特色的高水平的研究生教学丛书。本丛书内容力求具有科学性、系统性和基础性，同时也兼顾前沿性，使阅读者不仅能获得相关学科的比较系统的科学基础知识，也能被引导进入当代科学研究的前沿。这套研究生教学丛书，不仅适合于在校研究生学习使用，也可以作为高校教师和专业研究人员工作和学习的参考书。

“桃李不言，下自成蹊。”我相信，通过中国科学院一批科学家的辛勤耕耘，《中国科学院研究生教学丛书》将成为我国研究生教育园地的一丛鲜花，也将似润物春雨，滋养莘莘学子的心田，把他们引向科学的殿堂，不仅为科学院，也为全国研究生教育的发展做出重要贡献。

饶秉祥

前 言

土壤资源是人类赖以生存和发展的物质基础，我国是世界上人口最多的农业大国，也是土壤资源严重制约型国家。虽然我国国土辽阔，土壤资源总量丰富，适合农林牧业的综合发展，但人均占有量少，远低于世界平均水平。为了满足我国 13 亿人口的粮食需求，就必须解决高强度利用、高强度投入等强烈人为作用下高水平土壤生产力的维持和土壤资源可持续利用问题，同时又要有效防治土壤资源高强度利用过程中产生的生态环境问题，这就需要发展土壤资源领域的新理论和新技术，并把所取得的新成果和新进展及时传授给年轻一代，这是编写本书的宗旨所在。“土壤资源概论”作为一门研究生课程，不仅对农学专业，而且对地理学、环境科学和土地资源管理等专业都非常重要，为此编写一本能体现土壤资源领域学科前沿的教学与研究参考用书已成为当务之急。

本书编写的指导思想是：不仅要让学生掌握土壤资源领域相关的理论和方法，而且重点强调把该领域的最新研究成果及时地传授给学生，使学生掌握最新的理论和方法。为了贯彻这一指导思想，本书体现了三个特点：①综合而全面地阐述土壤资源研究的新领域、新理论和新方法，从土壤分类及其参比、土壤空间变异与遥感信息、土壤资源的多目标评价、障碍土壤的退化机理与恢复重建以及土壤碳库与全球变化等诸多方面进行介绍；②各章的内容安排上从介绍国内外的研究趋势入手，然后对近几年所取得的研究成果进行综合集成和系统介绍；所介绍的内容多数是近几年发表、正在发表以及还没有发表的最新研究成果，这就充分体现了本书的前沿性；③本书主要作者都是在土壤资源领域耕耘了 20 多年、奋斗在科研第一线的中青年科学家，他们都是或曾经是中国科学院南京土壤研究所的科研骨干，本书多数内容都是作者们研究成果的第一手资料，通过系统集成而首次编著出版。

中国科学院南京土壤研究所在 20 世纪 80 年代就认识到，需要把最新的研究成果及时传授给年轻一代，由于当时南京土壤研究所的研究生数量有限，所以就与南京大学合作，由南京土壤研究所的赵其国院士、龚子同研究员、徐琪研究员与南京大学的彭补拙教授联合从 1986 年起在南京大学地理系讲授“中国土壤资源”课，并于 1991 年出版了《中国土壤资源》教材。随着南京土壤研究所研究生数量的增加，从 1994 年起南京土壤研究所开设了“土壤资源学”研究生学位课程，之后由赵其国院士、龚子同研究员、史

德明研究员、周慧珍研究员、徐彬彬研究员和张甘霖研究员于1999年底编写了《中国土壤资源学》讲义，作为研究生“土壤资源学”学位课程的教材。该讲义共分10章，主要是介绍国内外土壤资源领域理论与方法。近几年国外土壤资源领域取得了长足的进展，国内自从2000年后，特别是2001年南京土壤研究所进入中国科学院的创新工程后，土壤资源领域研究进展迅速。为了把土壤资源领域的前沿研究成果及时传授给学生，很有必要把原先讲义中讲授的范围扩大，补充各章节的最新研究成果，并正式出版，使之成为研究生学位课程正式参考用书。2002年底中国科学院研究生院组织中国科学院各研究所的相关专家编写研究生学位课程大纲，这一工作促进了本书的编写进度，当研究生学位课程大纲完成后，就着手准备编写本书。为了加快编写进度，2005年底南京土壤研究所成立了本书编写领导小组，杨林章副所长任组长，赵其国院士和史学正所长助理任副组长。在领导小组的安排下，成立了编辑委员会，经过多次讨论，确定了本书名称为《土壤资源概论》，并落实了编写任务。赵其国为第一章和第十五章主笔，张甘霖为第二至四章主笔，史学正为第五章和第八章主笔，孙波为第六章主笔，潘贤章为第七章主笔，陈杰为第九章主笔，张学雷为第十章主笔，黄标为第十一章主笔，杨劲松为第十二章主笔，梁音为第十三章主笔，杨浩为第十四章主笔，于东升为第十六章主笔。除上述作者外，龚子同、史德明、陈志诚、周生路、赵文君、庄舜尧和宋歌参加了部分章节的编写。全书由赵其国院士和史学正研究员全面负责和统稿。

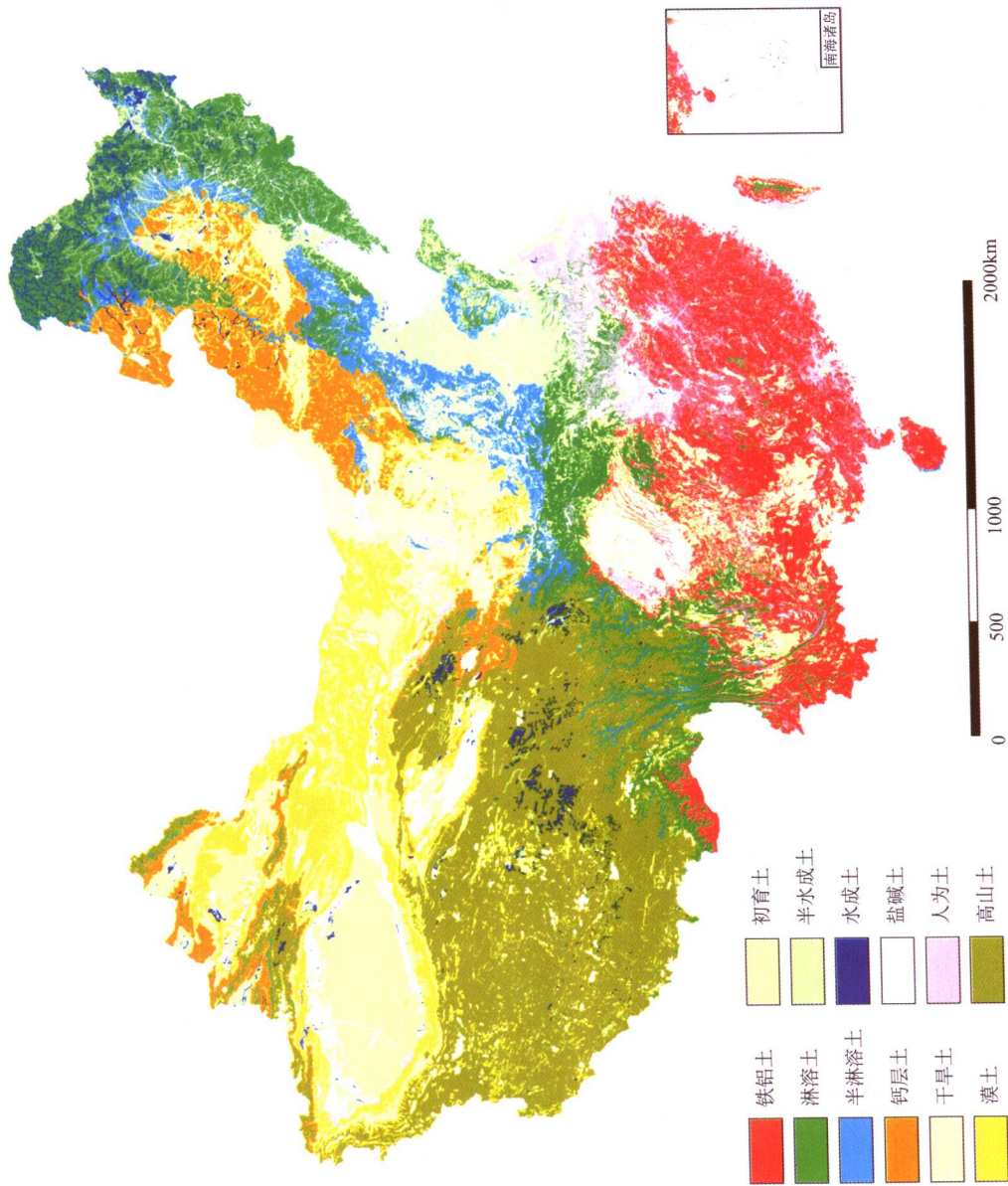
本书是中国科学院南京土壤研究所编写的第一本研究生学位课程教学参考用书，南京土壤研究所的领导特别重视，在本书编写和出版过程中始终得到了他们的大力支持，在所经费非常困难的情况下拨出专款给予资助，使作者甚感欣慰。

本书由南京土壤研究所刘良梧研究员和浙江大学厉仁安教授审阅，由周德智编辑进行文字和格式编辑，吴雪华高工负责出版联系工作，在此一并致谢。

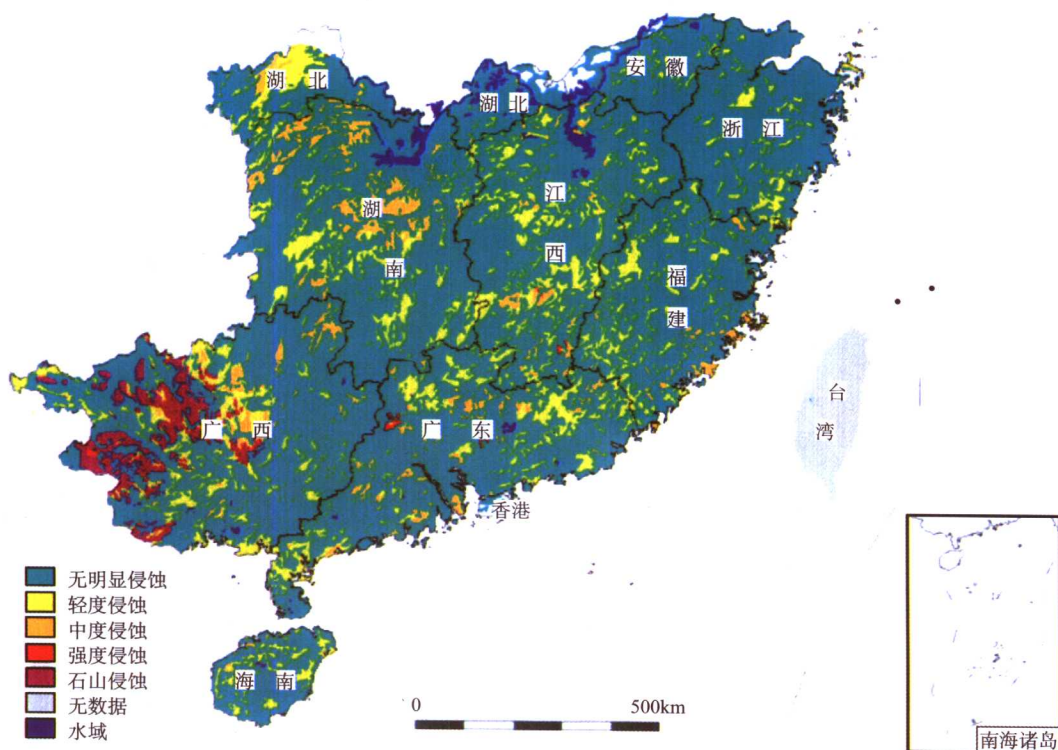
本书由专业研究所的科研骨干编写，是一次有益尝试。希望通过本书的出版能唤起更多专业研究所及相关院校的科研骨干投入到这项工作，以惠及我们的下一代，但由于作者认识和能力所限，书中仍有可能存在瑕疵或问题，恳请读者批评指正。

赵其国 史学正

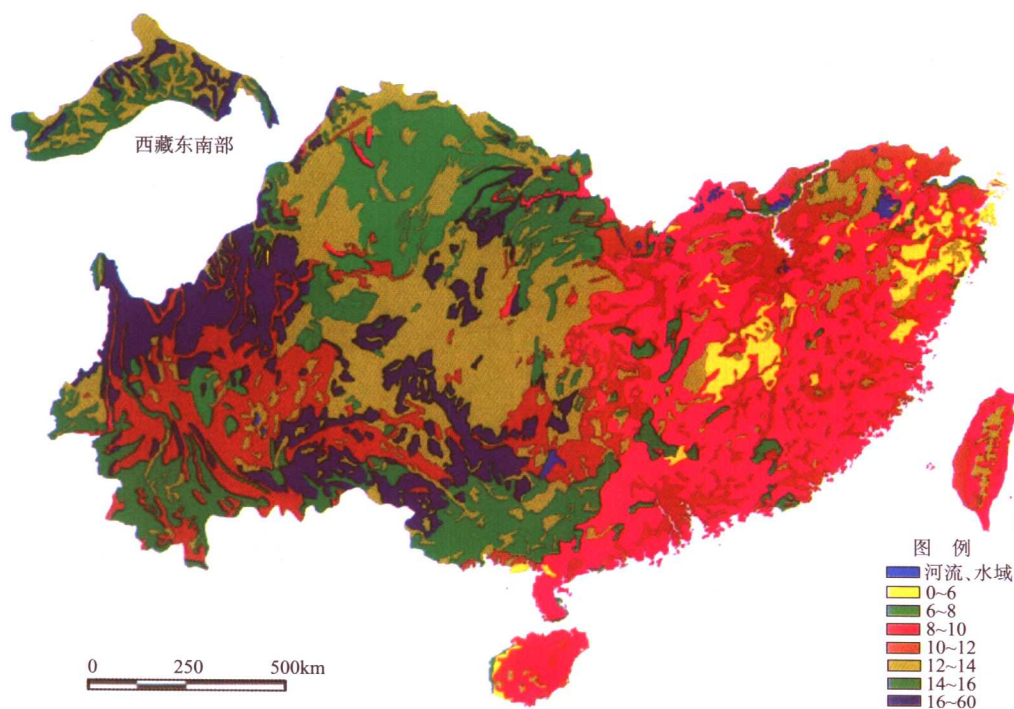
2007年5月8日于南京



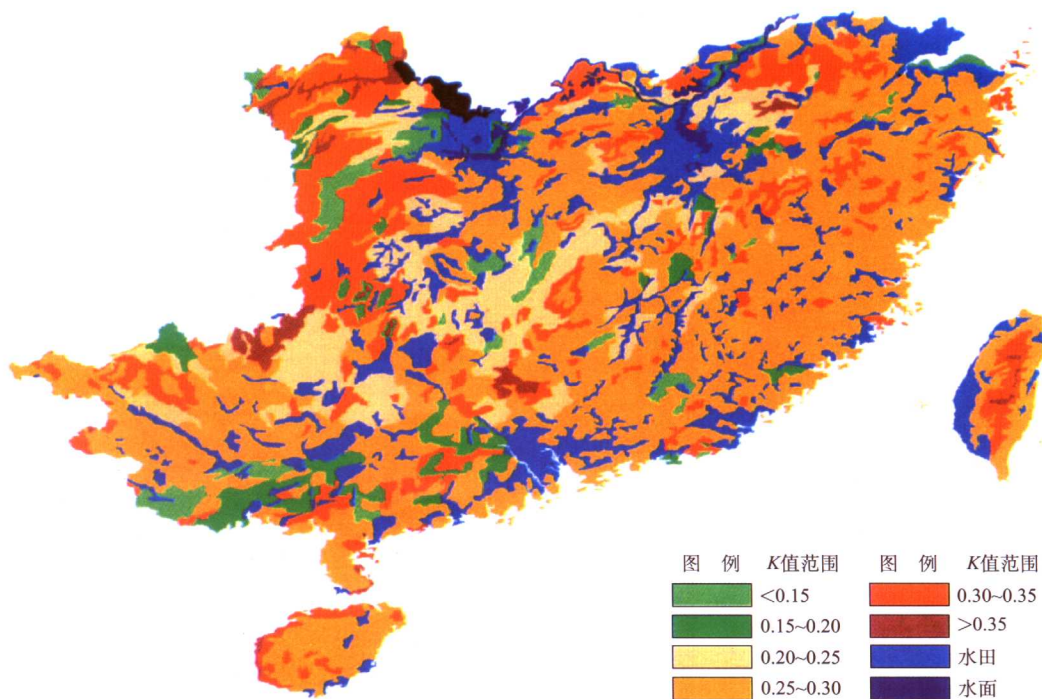
彩图 1 中国 1:100 万数字化土壤图中的土壤图例



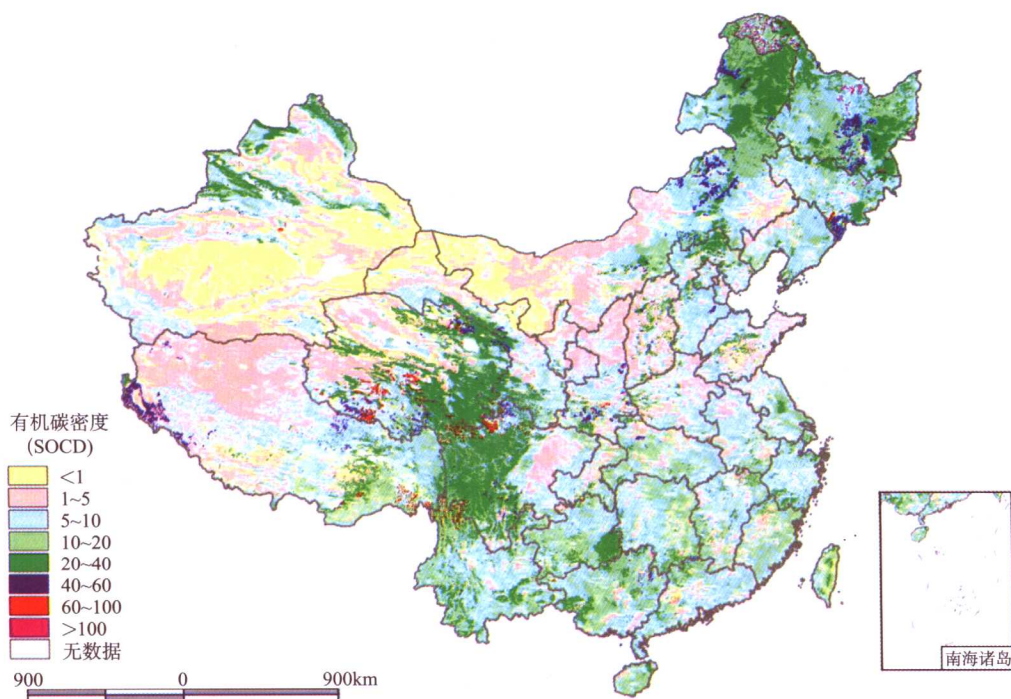
彩图 2 东南丘陵区土壤侵蚀图



彩图 3 中国东南地区土壤 0~100cm 有机碳密度(kg/m^2)分布图



彩图 4 南方东部丘陵区土壤可蚀性 K 值分布图



彩图 5 中国土壤有机碳密度(kg/m^2)分布

目 录

《中国科学院研究生教学丛书》序

前言

第一章 土壤资源概况及合理利用途径	1
第一节 土壤资源研究概述	1
一、土壤学与土壤资源	1
二、土壤资源的含义	6
三、土壤资源研究	9
第二节 土地与土壤资源概况	11
一、土地资源概况	11
二、中国土地利用区划	13
三、我国土壤资源的特点与存在的问题	16
第三节 土壤退化及恢复重建	18
一、土壤退化的含义	18
二、土壤退化的类型	19
三、土壤退化与人为活动	20
四、土壤退化的防治与恢复重建	21
第四节 土壤资源的合理利用途径	22
一、不同区域土壤资源的合理利用方向	22
二、土壤资源的合理利用与保护途径	23
第五节 土壤资源与环境	25
参考文献	26
第二章 土壤形成过程与分类	27
第一节 土壤形成因素	27
一、成土因素学说	27
二、成土因素与土壤发生过程	28
第二节 土壤形成的物质基础	31
一、土壤矿物质	31
二、土壤有机和生命物质对土壤形成的影响	36
第三节 土壤发生过程	39
第四节 主要土壤形成过程	40
一、自然土壤形成过程	40
二、人为土壤形成过程	47
第五节 土壤形成过程与土壤分类	53

一、低活性富铁层发生过程和特征	53
二、干旱表层的发生过程和特征	58
三、土壤形成过程与土壤类型的关系	63
参考文献	64
第三章 美国土壤系统分类和世界土壤资源参比基础	66
第一节 美国土壤系统分类	66
一、美国土壤系统分类建立的背景和指导原则	66
二、美国土壤系统分类的诊断层和诊断特性	67
三、其他诊断特征	70
四、土壤水分和温度状况	71
五、土纲到土系的辨识	72
六、命名系统	74
七、土纲检索	75
第二节 世界土壤参比基础 (WRB)	79
一、背景	79
二、WRB 的特点	80
三、诊断层、诊断特性和诊断物质	82
四、参比土壤类型	85
五、二级参比单元	87
参考文献	92
第四章 中国的土壤分类	93
第一节 我国近代土壤分类	93
一、马伯特土壤分类	93
二、土壤地理发生分类	94
三、土壤系统分类	97
第二节 基于土壤发生的土壤分类系统	98
一、分类原则	98
二、土壤类型的划分和土纲简介	98
第三节 中国土壤系统分类的建立	101
一、建立中国土壤系统分类的背景	101
二、中国土壤系统分类的主要阶段	102
三、中国土壤系统分类的理论基础和特点	103
四、中国土壤系统分类的诊断体系	105
五、中国土壤系统分类的结构和检索体系	106
第四节 中国土壤系统分类土纲	107
一、富含有机物质的土壤——有机土 (Histosols)	107
二、人为作用下形成的土壤——人为土 (Anthrosols)	108
三、灰化过程的产物——灰土 (Spodosols)	109
四、具有火山灰特性的土壤——火山灰土 (Andosols)	109

五、高度富铁铝化土壤——铁铝土 (Ferralosols)	110
六、胀缩性强的黏土——变性土 (Vertosols)	111
七、具干旱表层的土壤——干旱土 (Aridosols)	111
八、盐积和碱积土壤——盐成土 (Halosols)	112
九、强还原作用的土壤——潜育土 (Gleyosols)	113
十、腐殖质均匀分布的土壤——均腐土 (Isohumosols)	114
十一、低活性黏粒富铁土壤——富铁土 (Ferrosols)	114
十二、高活性黏化土壤——淋溶土 (Argosols)	115
十三、有风化 B 层的土壤——雏形土 (Cambosols)	115
十四、新近形成的土壤——新成土 (Primosols)	116
参考文献	117
第五章 中国土壤参比及其查询系统	120
第一节 引言	120
一、研究的意义	120
二、土壤参比研究的进展	121
三、土壤参比研究的方法	123
第二节 中国土壤发生分类与其他土壤分类系统的参比	125
一、中国土壤发生分类的演变	125
二、单个土体的参比	126
三、土壤类型参比	128
第三节 中国土壤参比基准研究的基础数据	131
第四节 中国土壤发生分类与美国土壤系统分类的参比基准	133
一、GSCC 土纲与 ST 土纲的参比基准	133
二、GSCC 土类与 ST 土纲的参比基准	135
第五节 中国土壤发生分类与中国土壤系统分类的参比基准	138
一、最大参比度 > 90% 的土类	138
二、最大参比度 60% ~ 90% 的土类	140
三、最大参比度 < 60% 的土类	141
第六节 中国土壤参比查询系统	142
一、建立土壤参比查询系统的基础数据	142
二、参比查询系统的设计	144
三、全国尺度的参比查询	145
四、区域尺度参比查询	147
五、单个土体尺度参比查询	148
第七节 土壤分类专家系统的检索查询	149
一、专家知识与经验的表示方法	149
二、推理过程	150
三、GIS 与土壤分类专家系统的结合	150
四、数据流程图结构	151

参考文献	152
第六章 土壤空间变异及其研究方法	154
第一节 引言	154
一、概念与意义	154
二、土壤空间变异研究进展	155
第二节 土壤空间变异研究方法	157
一、反距离加权插值法	158
二、全局多项式插值法	159
三、局部多项式插值法	160
四、径向基函数插值法	160
五、三角网插值法	161
六、克里格插值法	161
第三节 地统计学研究方法	162
一、地统计学概述	162
二、区域化变量理论	163
三、克里格插值方法	173
第四节 土壤空间变异研究实例	180
一、研究方法	181
二、结果与讨论	182
三、结论	189
参考文献	190
第七章 土壤资源遥感	193
第一节 引言	193
一、遥感基本概念	193
二、遥感电磁波谱和地物波谱特征	193
三、土壤资源遥感研究的意义	195
第二节 土壤资源遥感发展状况	196
一、航空摄影发展的阶段	196
二、航天发展的阶段	197
三、我国遥感技术的发展状况	198
四、土壤资源遥感发展概况	199
第三节 遥感图像解译方法	200
一、遥感图像目视解译方法	200
二、数字图像处理方法概述	202
三、计算机辅助目视解译方法	206
第四节 土壤资源遥感研究	207
一、土壤光谱研究	207
二、土壤物理信息遥感定量反演	211
三、土壤遥感调查与制图	213

四、土地利用和土地覆盖变化研究·····	216
五、遥感高光谱技术在精准农业中的应用·····	218
参考文献·····	219
第八章 土壤信息系统 ·····	222
第一节 土壤信息系统建设的意义和发展·····	222
一、土壤信息系统建设的意义·····	222
二、土壤信息系统的发展·····	222
三、国际上土壤信息系统的发展概况·····	224
四、我国土壤信息系统的研究概况·····	227
第二节 土壤信息系统及其构成·····	228
一、土壤信息系统的基本概念·····	228
二、土壤信息系统的构成·····	230
第三节 土壤信息系统的建立与功能·····	232
一、空间数据获取与处理·····	232
二、空间数据与属性数据的管理·····	233
三、空间分析·····	236
四、土壤制图·····	238
五、土壤空间分布相关的数字地形模型·····	238
第四节 中国土壤信息系统·····	238
一、中国 1:100 万土壤数据库的空间数据源·····	238
二、中国 1:100 万数字化土壤图·····	239
三、中国 1:100 万土壤数据库的属性数据·····	240
四、中国 1:100 万土壤数据库属性数据与空间数据的集成·····	241
第五节 土壤信息系统在土壤资源研究中的应用·····	241
一、土壤质量评价·····	242
二、土壤肥力质量评价·····	242
三、土壤环境质量评价·····	244
四、土壤健康质量评价·····	246
参考文献·····	249
第九章 土地资源评价 ·····	251
第一节 引言·····	251
一、土地资源·····	251
二、土地资源评价·····	251
三、土地资源评价的必要性·····	251
四、土地资源评价的逻辑基础·····	252
五、土地资源评价的目的·····	253
六、土地资源评价的基本方法·····	253
第二节 联合国 FAO 土地资源评价纲要·····	254
一、基本背景·····	254