



面向21世纪课程教材

土壤侵蚀原理

张洪江 主编

中国林业出版社

面向 21 世纪课程教材

土壤侵蚀原理

张洪江 主编

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

土壤侵蚀原理/张洪江主编. —北京: 中国林业出版社, 1999. 10
面向 21 世纪课程教材
ISBN 7-5038-2380-1

I. 土… I. 张… III. 土壤侵蚀-基本知识 IV. S157

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 61911 号

土壤侵蚀原理

出版 中国林业出版社 (北京西城区刘海胡同 7 号) 邮编 100009
印刷 三河市富华印刷包装有限公司
发行 新华书店北京发行所发行
版次 2000 年 1 月第 1 版 2000 年 1 月第 1 次印刷
开本 787mm×960mm 1/16 印张: 15.75
字数 260 千字
印数 1~2000 册

定价 18.00 元

主 编 张洪江

副主编 (以姓氏笔画为序)

吴发启 胡春元

编 委 (以姓氏笔画为序)

王玉杰 史明昌 刘俊民 严宝文 吴发启

张洪江 李凯荣 罗 晶 姚云峰 胡春元

赵晓光 秦富仓 高甲荣

主审人 朱金兆

内 容 简 介

本教材从认知土壤侵蚀类型与形式入手,着重探讨土壤侵蚀的基本理论、土壤侵蚀发展规律,并使学生掌握调查和监测水土资源及土壤侵蚀的基本技能,为进行独立土壤侵蚀科学研究和生产实践的管理等工作奠定基础。主要内容包括土壤侵蚀基本概念、土壤侵蚀类型及土壤侵蚀形式、水力侵蚀、风力侵蚀、重力侵蚀、混合侵蚀、冻融侵蚀与冰川侵蚀、化学侵蚀、我国土壤侵蚀类型分区、土壤侵蚀调查与评价、土壤侵蚀监测预报等。较系统地介绍了土壤侵蚀研究的主要内容,国内外发展水平、发展现状与发展趋势。

本教材主要用于“水土保持与荒漠化防治专业”本科生教学,同时可供森林资源管理类和环境科学类有关专业本科生作为教学用书,也可作为从事水土保持与荒漠化防治、土地利用、国土整治、环境保护等方面从事科学研究、教学、管理和生产实践人员的参考书。

Introduction

The textbook, started from the recognition to soil erosion types and forms, puts emphasis on the basic principles and laws of soil erosion in order to make students acquire the basic skills of investigation and monitoring of water and soil resources and soil erosion. It includes the basic concept of soil erosion, erosion type and form, water erosion, wind erosion, gravity erosion, mixed erosion, freezing-thawing erosion, glacier erosion, chemical erosion, zonation of soil erosion types, investigation and assessment of soil erosion, monitoring and prediction of soil erosion. The main and the latest achievement of soil erosion research, the present development situation and tendency at home and abroad were introduced systematically.

This textbook is mainly used for undergraduates students majoring in soil and water conservation and desertification combating, but also for students who major in forest resource management and environmental sciences. Research fellows, technicians, teachers and project managers in the area of soil and water conservation, and desertification combating, land use and environmental protection could also find it useful in their career.

前 言

根据教育部新颁布的本科专业目录，将原两个专业即水土保持专业和沙漠治理专业合并为水土保持与荒漠化防治专业。在此背景下，由教育部确定实施，由北京林业大学王礼先教授、张启翔教授和浙江大学朱荫渭教授主持的高等农林教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划项目“高等农林院校生态环境类本科人才培养方案及教学内容和课程体系改革的研究与实践”（项目编号 03—8），认真研究面向 21 世纪本科人才培养和教学改革的指导思想，结合我国水土保持与荒漠化防治发展水平和生产实际、学科特点和对本科人才培养要求，确定了新的专业人才培养方案、教学内容和课程体系，将《土壤侵蚀原理》列为主要的核心专业基础课程，确定其为面向 21 世纪课程教材。在《水土保持原理》等相关教材基础上，组织国内具有良好基础的院校教师进行了编写。

本教材主要内容包括土壤侵蚀类型、水力侵蚀、风力侵蚀、重力侵蚀、混合侵蚀、冻融侵蚀与冰川侵蚀、化学侵蚀、我国土壤侵蚀类型分区、土壤侵蚀调查与评价、土壤侵蚀监测预报。本教材较系统地介绍了土壤侵蚀研究的主要内容、国内外发展水平、现状与趋势。根据国务院颁布的“全国生态环境建设规划”总体要求，适应面向 21 世纪教学改革和人才培养的需要，在内容上贯彻“厚基础、宽口径”和加强实践能力的原则，有利于提高人才素质的培养。本书主要是作为水土保持与荒漠化防治专业“土壤侵蚀原理”课程教材而编写的，可作为高等农林院校环境生态类其他相关专业的参考教材，也可供有关的生产、科研和管理部门参考。

本教材由北京林业大学水土保持学院张洪江副教授主编。由北京林业大学、西北林学院、内蒙古林学院、西北农业大学四所院校的 13 名教师编写。第 1 章、第 2 章的第 1 节～第 3 节、第 3 章的第 1 节和第 2 节由北京林业大学张洪江副教授编写；第 2 章的第 4 节、第 5 节由内蒙古林学院姚云峰教授编写；第 3 章的第 3 节和第 4 节由西北林学院赵晓光副教授编写；第 3 章的第 6 节和第 4 章由内蒙古林学院胡春元副教授编写；第 5 章由北京林业大学

王玉杰副教授编写；第6章由西北林学院吴发启教授编写；第7章由北京林业大学罗晶副教授、高甲荣副教授编写；第8章由西北农业大学刘俊民副教授、严宝文副教授编写；第9章由西北林学院李凯荣副教授编写；第3章的第5节、第10章的第1节~第9节由内蒙古林学院秦富仓副教授编写；第10章的第10节、第11节和第11章由北京林业大学史明昌副教授编写。各章统稿人分别为：第1章、第2章由张洪江副教授统稿，第3章、第6章、第9章由吴发启教授统稿，第4章、第10章由胡春元副教授统稿，第5章由王玉杰副教授统稿，第7章由罗晶副教授统稿，第8章由刘俊民副教授统稿，第11章由史明昌副教授统稿。北京林业大学水土保持学院硕士研究生盛前丽对插图进行了整理，全书由张洪江副教授统稿，并经北京林业大学副校长朱金兆教授主审。

值此机会，谨向关心和支持本教材出版的北京林业大学水土保持学院王礼先教授、北京林业大学教务处处长周新澄教授、北京林业大学水土保持学院院长孙保平教授，以及提供基础资料、在各方面给予帮助和支持的前辈及同行们表示感谢。

在本教材编写过程中，引用了大量科技成果、论文、专著和相关教材，因篇幅所限未能一一在参考文献中列出，谨向文献的作者们致以深切的谢意。限于我们的知识水平和实践经验，缺点、错误难免，热切地希望读者提出批评意见，以便本教材再版中改正。

编者于北京

1999年8月

PREFACE

According to undergraduate specialty category issued by State Ministry Education recently, the former soil and water conservation specialty and desertification combating specialty were united into soil and water conservation and desertification control specialty. Based on this background, the programme entitled "the study and practice of undergraduate training and teaching content as well as course system reform towards the 21st century at agriculture and forestry universities and colleges", which was approved by State Ministry of Education and charged by professor Wang Lixian, professor Zhang Qixiang of Beijing Forestry University, and professor Zhu Yinmei at Zhejiang University, listed *Principles of Soil Erosion* as key professional textbook towards 21st century. On the basis of principle of water and soil conservation and other relevant textbooks, some well-experienced teachers were organized to compile this textbook.

The main contents of the textbook include: the basic concepts of soil erosion, types and forms of soil erosion, water erosion, wind erosion, gravity erosion, mixed erosion, freezing-thawing erosion, glacier erosion, chemical erosion, zonality of soil erosion types, investigation and assessment of soil erosion, monitoring and prediction of soil erosion etc.. The textbook systematically introduces the main contents of soil erosion research level, the present situation and future tendency at home and abroad. According to overall requirement of our national eco-environment construction planning enacted by the State Council, adapting to requisition to teaching and studying reform and training in the coming 21st century, the writing of the textbook followed the principle of solid basic knowledge, wide knowledge and practical skills for students. The book is mainly used for educating undergraduates majoring in soil and water conservation and desertification combating as well

as students who major in forest resource management and environmental sciences. It can also be used as reference book for scientists and professionals interested in scientific research, training and studying, practitioner and management personal in the field of soil and water conservation and desertification combating, land use and management, and environmental protection.

The Compiler in chief of this textbook is associate professor Zhang Hongjiang, College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University. 13 teachers from Beijing Forestry University, Inner Mongolia Forestry College, Northwest Forestry College, and Northwest Agriculture University co-compiled this textbook. Chapter 1, sections 1~3 of chapter 2, and sections 1~2 of chapter 3 are completed by associate professor Zhang Hongjiang; sections 4~5 of chapter 2 by professor Yao Yunfeng of Inner Mongolia Forestry College; sections 3~4 of chapter 3 by associate professor Zhao Xiaoguang of Northwest Forestry College; section 6 of chapter 3 and chapter 4 by associate professor Hu Chunyuan of Inner Mongolia Forestry College; chapter 5 by associate professor Wang Yujie of Beijing Forestry University; chapter 6 by professor Wu Faqi of Northwest Forestry College; chapter 7 by associate professors Luo Jing and Gao Jiarong of Beijing Forestry University; chapter 8 by associate professors Liu Junmin, Yan Baowen of Northwest Agriculture University; chapter 9 by associate professor Li Kairong of Northwest Forestry College; section 5 of chapter 3 and sections 1~9 of chapter 10 by associate professor Qin Fucang of Inner Mongolia Forestry College; sections 10~11 of chapter 10 and chapter 11 by associate professor Shi Mingchang of Beijing Forestry University. Chapters 1~2 are revised by associate professor Zhang Hongjiang; chapter 3, chapter 6 and chapter 9 by Wu Faqi; chapter 4 and chapter 10 by associate professor Hu Chunyuan; chapter 5 by associate professor Wang Yujie; chapter 7 by associate professor Luo Jing; chapter 8 by associate professor Liu Junmin; chapter 11 by associate professor Shi Mingchang. Graduate student Sheng Qianli of Beijing Forestry University reproduces the figures. The whole textbook is unified finally by associate professor Zhang Hongjiang, and revised by professor Zhu Jinzhao, vice president of Beijing Forestry University.

We would like to acknowledge professor Wang Lixian, professor Zhou

Xincheng, and professor Sun Baoping at Beijing Forestry University for their warm-hearted support to the textbook publication. Sincere thanks also go to older experts and fellow persons for providing basic information and other assistance.

A lot of scientific and technical literatures quoted in this textbook can't be listed in bibliography due to page limitation. We express our deeply gratitude to their authors. By limitation to our knowledge and practice, mistakes and fault may exist. We wish readers would give critical suggestion in order to revise it in second edition.

Compilers

August, 1999, Beijing

目 录

前 言

第1章 绪 论	(1)
1.1 课程性质及使用对象	(1)
1.2 课程涉及范围及与其他课程关系	(1)
1.2.1 课程涉及范围	(1)
1.2.2 与其他课程关系	(2)
1.3 土壤侵蚀及其危害	(3)
1.3.1 我国土壤侵蚀概况	(3)
1.3.2 土壤侵蚀危害	(4)
1.4 土壤侵蚀原理研究历史与现状	(7)
1.4.1 国际上研究历史与现状	(7)
1.4.2 国内研究历史与现状.....	(10)
第2章 土壤侵蚀类型	(12)
2.1 土壤侵蚀及其与水土流失关系.....	(12)
2.1.1 土壤侵蚀.....	(12)
2.1.2 水土流失与土壤侵蚀.....	(12)
2.1.3 水土保持与土壤侵蚀.....	(13)
2.2 导致土壤侵蚀的营力.....	(13)
2.2.1 内营力作用.....	(14)
2.2.2 外营力作用.....	(16)
2.3 土壤侵蚀类型及类型划分.....	(19)
2.3.1 按导致土壤侵蚀的外营力种类划分.....	(19)
2.3.2 按土壤侵蚀发生的时间划分.....	(20)
2.3.3 按土壤侵蚀发生的速率划分.....	(21)
2.4 土壤侵蚀形式.....	(21)
2.4.1 水力侵蚀形式.....	(22)

2.4.2	风力侵蚀	(26)
2.4.3	重力侵蚀	(29)
2.4.4	混合侵蚀	(31)
2.4.5	冻融侵蚀	(32)
2.4.6	冰川侵蚀	(32)
2.4.7	化学侵蚀	(33)
2.5	土壤侵蚀程度及强度	(34)
2.5.1	土壤侵蚀量与土壤流失量	(34)
2.5.2	土壤侵蚀程度	(35)
2.5.3	土壤侵蚀强度	(35)
2.5.4	允许土壤流失量	(35)
第3章	水力侵蚀	(36)
3.1	水流作用	(36)
3.1.1	水流剥蚀作用	(36)
3.1.2	水流搬运作用	(37)
3.1.3	泥沙的堆积	(39)
3.2	溅蚀	(39)
3.2.1	雨滴特性	(39)
3.2.2	溅蚀过程及溅蚀量	(42)
3.2.3	影响溅蚀因素	(44)
3.3	面蚀	(45)
3.3.1	坡面径流形成	(45)
3.3.2	坡面径流能量分析	(46)
3.3.3	坡面侵蚀过程	(48)
3.3.4	影响因素	(48)
3.4	沟蚀	(54)
3.4.1	侵蚀沟的形成	(54)
3.4.2	侵蚀沟的发育	(54)
3.4.3	影响沟谷发育的自然因素	(56)
3.5	山洪侵蚀	(58)
3.5.1	山区洪水类型	(58)
3.5.2	山洪时空分布	(58)
3.5.3	影响山洪的因素	(59)
3.5.4	山洪侵蚀特征	(61)

3.5.5	山洪沉积物特征·····	(61)
3.6	海岸、湖岸及库岸浪蚀·····	(61)
3.6.1	海岸带划分·····	(62)
3.6.2	海浪、湖浪及库浪形成·····	(62)
3.6.3	波浪在浅水区的变形·····	(63)
3.6.4	海浪、湖流及库流·····	(64)
3.6.5	影响海岸侵蚀作用的因素·····	(64)
第4章	风力侵蚀 ·····	(66)
4.1	风沙运动·····	(66)
4.1.1	近地层风的性质·····	(66)
4.1.2	沙粒的运动·····	(69)
4.1.3	风沙流及其结构特征·····	(72)
4.2	风蚀与风积作用·····	(75)
4.2.1	风蚀与风积作用的概念·····	(75)
4.2.2	风沙蚀积作用与沙丘的运动·····	(77)
4.3	沙漠化的类型及其影响因素·····	(79)
4.3.1	沙漠化的有关概念·····	(79)
4.3.2	沙漠化的影响因素·····	(80)
4.4	沙尘暴·····	(82)
4.4.1	沙尘暴的概念·····	(83)
4.4.2	沙尘暴的形成因素·····	(83)
第5章	重力侵蚀 ·····	(86)
5.1	重力侵蚀作用分析·····	(86)
5.1.1	坡面重力侵蚀作用·····	(86)
5.1.2	坡面重力侵蚀应力·····	(87)
5.2	崩塌·····	(90)
5.2.1	崩塌作用方式·····	(90)
5.2.2	崩塌分类·····	(90)
5.2.3	崩塌形成的条件·····	(91)
5.3	滑坡·····	(92)
5.3.1	滑坡的地貌特征·····	(93)
5.3.2	滑坡的力学机制及滑坡形成条件·····	(95)
5.3.3	滑坡类型及其发展阶段·····	(96)
5.3.4	影响滑坡因素的分析·····	(98)

5.4	错落	(98)
5.4.1	错落的特征	(98)
5.4.2	发生的条件和原因	(99)
5.5	蠕动	(99)
5.5.1	蠕动特征	(99)
5.5.2	松散层蠕动(土屑或岩屑蠕动)	(100)
5.5.3	基岩岩层蠕动	(101)
5.6	陷穴与泻溜	(102)
5.6.1	陷穴形成机制、分布与类型	(102)
5.6.2	泻溜及其形成过程	(103)
第6章	混合侵蚀	(104)
6.1	泥石流的形成、分布及分类	(104)
6.1.1	泥石流的形成	(104)
6.1.2	我国泥石流的分布	(106)
6.1.3	泥石流的分类	(108)
6.2	泥石流的物质组成	(109)
6.2.1	容重及粒度组成	(109)
6.2.2	粘土矿物与泥石流的关系	(111)
6.3	泥石流特征	(112)
6.3.1	发生特征	(112)
6.3.2	泥石流流态特征	(113)
6.3.3	泥石流的搬运特征	(114)
6.3.4	泥石流堆积物宏观特征	(114)
6.4	泥石流的输移和冲淤变化	(115)
6.4.1	泥石流的输移特性	(115)
6.4.2	泥石流的冲淤方式及冲淤变化	(117)
第7章	冻融侵蚀与冰川侵蚀	(121)
7.1	冻融侵蚀	(121)
7.1.1	冻土作用机制	(121)
7.1.2	冻土层中地下冰和地下水	(123)
7.1.3	冻土地表类型	(126)
7.1.4	热融作用	(131)
7.2	冰川侵蚀	(132)
7.2.1	冰川的分布与类型	(132)

7.2.2	冰川运动	(134)
7.2.3	冰川侵蚀过程	(136)
第8章	化学侵蚀	(138)
8.1	水的化学性质	(138)
8.1.1	水分子构成	(138)
8.1.2	水中的溶解物质	(138)
8.1.3	影响水溶解能力的因素	(139)
8.2	岩溶作用的基本条件	(141)
8.2.1	岩石的可溶性	(141)
8.2.2	岩石的透水性	(142)
8.2.3	水的溶蚀力	(144)
8.2.4	水的流动性	(145)
8.3	淋溶侵蚀与土地次生盐渍化	(146)
8.3.1	土壤的透水性	(147)
8.3.2	水分垂直运动对土壤可溶性物质的影响	(149)
8.3.3	土壤钙积层及其对土地生产力的影响	(150)
8.3.4	土地次生盐渍化	(151)
第9章	我国土壤侵蚀类型分区	(154)
9.1	土壤侵蚀类型分区	(155)
9.1.1	目的意义与任务	(155)
9.1.2	分区原则	(155)
9.1.3	土壤侵蚀分区	(155)
9.2	以水力侵蚀为主的类型区 (Ⅱ)	(157)
9.2.1	西北黄土高原 (Ⅱ ₁)	(157)
9.2.2	东北低山丘陵和漫岗丘陵区 (Ⅱ ₂)	(166)
9.2.3	北方山地丘陵区 (Ⅱ ₃)	(168)
9.2.4	南方山地丘陵区 (Ⅱ ₄)	(169)
9.2.5	四川盆地及周围山地丘陵区 (Ⅱ ₅)	(172)
9.2.6	云贵高原及其山地丘陵区 (Ⅱ ₆)	(173)
9.3	以风力侵蚀为主的类型区 (Ⅰ)	(175)
9.3.1	半湿润地带沙漠化土地零星风蚀区 (Ⅰ ₁)	(176)
9.3.2	半干旱草原地带及荒漠草原地带风蚀沙漠化发展区 (Ⅰ ₂)	(177)
9.3.3	干旱荒漠地带流沙入侵及固定半固定风蚀沙丘区 (Ⅰ ₃)	

.....	(177)
9.4 以冻融及冰川侵蚀为主的类型区 (Ⅱ)	(177)
9.4.1 冰川侵蚀区 (Ⅱ ₁)	(177)
9.4.2 冻土侵蚀区 (Ⅱ ₂)	(178)
第 10 章 土壤侵蚀调查与评价	(180)
10.1 土壤侵蚀调查目的及手段	(180)
10.1.1 调查目的	(180)
10.1.2 调查手段	(181)
10.2 土壤侵蚀调查步骤	(181)
10.2.1 准备工作	(181)
10.2.2 资料收集与整理	(181)
10.3 水力侵蚀调查	(183)
10.3.1 面蚀	(183)
10.3.2 沟蚀程度调查与强度判定	(186)
10.3.3 山洪侵蚀调查	(186)
10.4 风力侵蚀调查	(187)
10.4.1 输沙量及风沙流结构调查	(187)
10.4.2 沙丘移动状况	(188)
10.4.3 风蚀成因调查	(188)
10.5 重力侵蚀调查	(188)
10.5.1 重力侵蚀形式及程度	(188)
10.5.2 重力侵蚀发生发展强度	(189)
10.6 混合侵蚀调查	(189)
10.6.1 混合侵蚀发生条件	(189)
10.6.2 混合侵蚀发生发展趋势判定	(189)
10.7 冻融侵蚀与冰川侵蚀调查	(189)
10.7.1 冻融侵蚀调查	(189)
10.7.2 冰川侵蚀调查	(190)
10.8 化学侵蚀调查	(190)
10.8.1 岩溶侵蚀	(190)
10.8.2 淋溶侵蚀	(190)
10.8.3 土壤次生盐渍化	(191)
10.9 土壤侵蚀的综合分析与评价	(191)
10.9.1 土壤侵蚀调查报告	(192)

10.9.2 图面资料整理	(192)
10.10 土壤侵蚀图的制备	(192)
10.10.1 GIS 功能	(193)
10.10.2 专题图制备	(195)
10.10.3 土壤侵蚀制图	(196)
10.11 调查结果分析	(197)
10.11.1 信息源评价	(197)
10.11.2 调查手段评价	(198)
10.11.3 调查误差分析	(199)
第 11 章 土壤侵蚀监测预报	(201)
11.1 土壤侵蚀监测预报概述	(201)
11.1.1 监测预报的原则	(201)
11.1.2 监测预报分类	(201)
11.1.3 监测预报的指标体系	(202)
11.1.4 监测预报成果	(203)
11.1.5 监测预报网络系统	(204)
11.1.6 监测预报技术标准	(206)
11.2 监测预报方法与程序	(207)
11.2.1 资料准备与野外作业	(207)
11.2.2 数据处理	(208)
11.2.3 专题指标提取	(209)
11.2.4 模型建立与结果生成	(210)
11.3 土壤侵蚀预报模型	(210)
11.3.1 经验模型	(211)
11.3.2 数理模型	(212)
11.3.3 随机模型	(217)
11.3.4 混合模型	(218)
11.3.5 专家打分模型	(218)
11.3.6 逻辑判别模型	(219)
参考文献	(220)