



荒漠化防治工程学

面向21世纪课程教材

荒漠化防治工程学

孙保平 主编

中国林业出版社

中国林业出版社

面向 21 世纪课程教材

荒漠化防治工程学

孙保平 主编

中国林业出版社

内 容 简 介

《荒漠化防治工程学》是水土保持与荒漠化防治专业的必修专业课程,也是经教育部审定的“高等教育面向 21 世纪课程教材”,同时是“普通高等教育‘九五’国家级重点教材”。它是在治沙造林学、治沙原理与技术、风沙物理学、荒漠化监测与评价、水土保持学等课程的基础上,重新整合构建的一门新课程。其主要内容包括荒漠化概况,荒漠化防治原理,荒漠化地区植被建设技术、工程防治技术和生态农业建设技术,荒漠化地区水资源合理利用及可替代能源的开发,荒漠化防治工程规划设计及效益分析,荒漠化监测与评价等。

本教材除可作为高等农林院校环境生态类专业本科生、研究生、函授生的必修课教材外,也可作为从事农、林、牧、水利以及环境保护的科学研究者、工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

荒漠化防治工程学/孙保平主编. —北京:中国林业出版社, 2000. 8

ISBN 7-5038-2514-6

面向 21 世纪课程教材

I. 荒… II. 孙… III. 沙漠化-防治-教材 IV. S288

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 391 号

荒漠化防治工程学

出版 中国林业出版社 (北京市西城区刘海胡同 7 号)

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

版次 2000 年 7 月第 1 版 2000 年 7 月第 1 次印刷

开本 787mm×960mm 1/16

印张 28

字数 504 千字

印数 1~3000 册

定价 32.50 元

主 编	孙保平				
副主编	丁国栋	姚云峰	关文彬	赵廷宁	薛智德
编 委	(以姓氏笔画为序)				
	丁国栋	王 贤	关文彬	孙保平	张克斌
	周金星	岳德鹏	杨晓辉	赵廷宁	赵晓光
	姚云峰	高 永	高国雄	董 智	薛智德
主 审	王礼先				

前言

荒漠化是全球极为关注的重大环境问题,《21 世纪议程》把荒漠化列为世界各国优先采取行动的领域,1994 年联合国在巴黎召开会议并签署“联合国防治荒漠化公约”。这充分体现了人类社会可持续发展的新思想,反映了在环境与发展领域合作的全球共识和最高级别的承诺。我国是世界上荒漠化危害最为严重的国家之一,目前荒漠化仍呈加速扩展的趋势。荒漠化缩小了人类生存和发展的空间,导致了土地生产力的严重衰退,加剧了整个生态环境的恶化,是造成社会贫困的重要根源。荒漠化已成为中华民族发展的心腹大患。特别是随着我国经济发展战略向中西部的转移,荒漠化态势将日趋严峻,荒漠化防治已迫在眉睫。

为适应 21 世纪人才培养的需要,教育部于 1998 年 7 月颁布了新的《普通高等学校本科专业目录》。该专业目录中,将原来的水土保持专业与沙漠化治理专业合并,拓宽为水土保持与荒漠化防治专业,归属农学门类的环境生态类。“高等农林院校环境生态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”(编号:03—8)项目组,根据新的专业规范,制定了《水土保持与荒漠化防治专业教学计划》,将“荒漠化防治工程学”确定为必修专业课,并组织有关学校的教师编写新教材。该课程是在治沙造林学、治沙原理与技术、风沙物理学、荒漠化监测与评价等课程的基础上,重新整合构建而成。基于教学大纲的要求,同时考虑国际上关于荒漠化的最新定义以及我国荒漠化防治行业管理的实际状况,新编的《荒漠化防治工程学》共分 11 章,包括绪论、荒漠化概况、荒漠化防治原理、荒漠化地区植被建设技术、荒漠化工程防治技术、荒漠化地区生态农业建设技术、荒漠化地区水资源合理利用技术、荒漠化地区可替代能源开发技术、荒漠化防治工程规划设计、荒漠化监测与评价、荒漠化防治工程的效益评价等内容。

本教材可作为水土保持与荒漠化防治专业本科生、函授生的必修课教材,也可作为农学门类环境生态类其他专业学生的选修课教材,同时还可作为从事水土保持与荒漠化防治、生态环境建设的科学研究者和工程技术人员的参

考书。

本教材由北京林业大学水土保持学院孙保平教授主编，丁国栋、姚云峰、关文彬、赵廷宁、薛智德任副主编。参加编写的有北京林业大学、内蒙古林学院、西北农林科技大学等院校 15 人。各章编写分工如下：

第一章，孙保平；第二章，姚云峰、董智、高永；第三章，高国雄、孙保平；第四章，王贤；第五章，高永、孙保平、姚云峰；第六章，关文彬、王贤；第七章，赵晓光、杨晓晖；第八章，高永、王贤；第九章，张克斌、杨晓晖、关文彬；第十章，丁国栋、赵廷宁、岳德鹏；第十一章，薛智德、赵廷宁、周金星。全书由王礼先教授担任主审。书中插图由丁国栋绘制。

本教材编写过程中，引用了大量相关研究成果与资料（各章末所列参考文献），在此谨向文献的作者们表示诚挚的感谢！

限于我们的水平，书中难免有不妥与错误之处，恳请读者批评指正。

编 者

1999. 12. 16

PREFACE

Desertification, a serious global environmental problem, is being taken into consideration to combat priority by all nations stated by 《Agenda 21》. “UN Convention to Combat Desertification”, signed in Paris, 1994, which is full of sustainability of social development, this new thoughts reflected the global understanding and promise of the highest level in the field of environment and development. China is one of seriously desertified countries in the world, today, the trend of desertification still expands, which decreases the space of human living and developing, causes degradation of soil productivity seriously, and destroys whole eco-environment, it is source of our social poverty. Now desertification has become the obstacle of China's development, especially when China turn its economic development strategic focus into middle-west parts, the desertification combating should be taken into consideration immediately.

In order to meet the requirement of qualified professionals in the Century 21, the Ministry of Education issued a new 《Professional Catalogue for Undergraduate in Colleges and Universities》, in July, 1998, which combined old two majors (Soil & Water Conservation, Desertification Control) into one, Major of Soil & Water Conservation and Desertification Combating, belongs to catalogue of Environment & Ecology of Agronomy. The research section of “Undergraduate Training Plan for Environment & Ecology in Agronomy and Forestry Colleges and its Study and Reform on Subjects” (code: 03-8), made out the “Teaching Plan for Soil & Water Conservation and Desertification Combating”, which made “Desertification Combating Engineering” as a required course and organized related persons to compile the new textbook. This new textbook is based on the contents of “Sand dune fixing and tree planting” “Principle and technology of sand dune fixing”

“Physics of wind and sand ” and “Monitoring and assessment of desertification”, to renew and form the new one. To considerate the international concept of Desertification and our country’s practice, the newly compiled textbook included 11 chapters: Preamble, General situations of desertification, Principles of desertification combating, Vegetation construction techniques in desertified areas, and technologies Engineering for desertification combating, Technologies of eco-agricultural construction in desertified areas, Rational utilization of water resources in desertified areas, Technologies of exploiting replaceable resources in desertified areas, Programme and design of desertification combating engineerings, Monitoring of desertification and benefits evaluation.

This textbook can be used as required course for both undergraduates and correspondence students , and also as selected course for other majors of related environment and ecology fields, it can be referred by researchers and engineering staff in this field.

This textbook was compiled chiefly by Prof. Sun Baoping, assisted by Ding Guodong, Yao Yunfeng, Guan Wenbin, Zhao Tingning and Xue Zhide. Other 15 authors distributed respectively in Beijing Forestry University, Inner Mongolia Forestry College and North—West Agricultural University. Their cooperation is as follows:

Chapter 1, Sun Baoping; Chapter 2, Yao Yunfeng, Dong Zhi, Gao Yong; Chapter 3, Gao Guoxiong, Sun Baoping; Chapter 4, Wang Xian; Chapter 5, Gao Yong, Sun Baoping, Yao Yunfeng; Chapter 6, Guan Wenbin, Wang Xian; Chapter 7, Zhao Xiaoguang, Yang Xiaohui; Chapter 8, Gao Yong, Wang Xian; Chapter 9, Zhang Kebin, Yang Xiaohui, Guan Wenbin; Chapter 10, Ding Guodong, Zhao Tingning, Yue Depeng; Chapter 11, Xue Zhide, Zhao Tingning, Zhou Jinxing. Revising by Prof. Wang Lixian. Illustrations drawing by Ding Guodong.

Thanks a lot to those authors whose articles or books were referred by this textbook (see References). If there are any mistake in this textbook, please kindly corrected.

Compilers

16, Dec. 1999

目 录

前 言

第一章 绪 论	(1)
第一节 关于荒漠化概念的认识	(1)
一、国际上对荒漠化 (desertification) 概念认识的演变	(1)
二、我国关于荒漠化概念的理解	(4)
第二节 荒漠化防治工程学及其与其他学科的关系	(4)
一、荒漠化防治工程概念及其意义	(4)
二、荒漠化防治工程的任务	(7)
三、荒漠化防治工程学与其他学科的关系	(9)
第三节 我国荒漠化防治的科技对策	(10)
参考文献	(14)
第二章 荒漠化概况	(16)
第一节 世界荒漠化概况	(16)
一、世界荒漠化现状	(16)
二、非洲的荒漠化现状及其成因	(17)
第二节 中国荒漠化地区概况	(19)
一、荒漠化地区气候	(20)
二、荒漠化地区的地貌	(22)
三、荒漠化地区的土壤	(23)
四、荒漠化地区的水文状况	(25)
五、荒漠化地区植被	(26)
第三节 中国土地荒漠化成因	(28)
一、人为活动	(28)
二、自然成因	(29)
第四节 中国土地荒漠化类型、面积及分布	(30)
一、风蚀荒漠化	(30)
二、水蚀荒漠化	(32)

三、冻融荒漠化	(33)
四、盐渍荒漠化	(33)
五、其他因素形成的荒漠化	(34)
第五节 荒漠化危害	(34)
参考文献	(37)
第三章 荒漠化防治原理	(38)
第一节 风蚀荒漠化防治的风沙物理学原理	(38)
一、风力侵蚀作用	(38)
二、风沙运动规律	(47)
三、风蚀与沙质荒漠化	(52)
四、风蚀荒漠化防治的基本原理	(54)
第二节 风蚀荒漠化防治的生态学原理	(55)
一、植物对流沙环境的适应性原理	(55)
二、植物对流沙环境的作用原理	(58)
第三节 水蚀荒漠化的防治原理	(60)
一、水力侵蚀作用	(60)
二、土壤侵蚀规律	(64)
三、影响土壤水蚀的因素	(69)
第四节 盐渍荒漠的防治原理	(72)
一、盐渍土的形成与分布	(72)
二、水肥盐运动规律	(75)
三、土壤次生盐渍化的成因及特点	(76)
四、土壤盐渍化的防治原理	(78)
参考文献	(78)
第四章 荒漠化地区植被建设技术	(80)
第一节 封沙育林育草恢复天然植被	(81)
第二节 飞机播种造林种草固沙	(84)
一、飞播必须解决的技术问题	(84)
二、飞播作业	(87)
第三节 植物固沙技术措施	(88)
一、直播固沙	(89)
二、植苗固沙	(90)
三、扦插造林固沙	(92)
第四节 沙结皮固沙	(93)

第五节 风沙区防护林体系	(95)
一、干旱区绿洲防护体系	(95)
二、沙地农田防护林	(97)
三、沙区牧场防护林	(98)
四、沙区铁路防护林	(100)
第六节 沙地立地条件类型的划分	(104)
第七节 沙地造林方法及樟子松造林技术	(107)
一、干旱区、半干旱区沙地育苗技术	(107)
二、沙(丘)地造林方法	(109)
第八节 沙地造林密度、混交与配置	(116)
一、沙地造林密度	(116)
二、固沙林的混交与配置	(117)
第九节 我国风沙区固沙造林(防护林)树种选择	(118)
一、梭梭 (<i>Haloxyylon ammodendron</i>)	(118)
二、白梭梭 (<i>Haloxyylon persicum</i>)	(119)
三、怪柳 (<i>Tamarix</i> sp.)	(119)
四、胡杨 (<i>Populus diversifolia</i>)	(119)
五、沙枣 (<i>Elaeagnus angustifolia</i>)	(119)
六、沙拐枣 (<i>Calligonum</i> sp.)	(120)
七、花棒 (<i>Hedysarum scoparium</i>)	(120)
八、杨柴 (<i>Hedysarum mongolicum</i>)	(120)
九、柠条 (<i>Caragana</i> sp.)	(121)
十、沙蒿 (<i>Artemisia</i> sp.)	(121)
十一、黄柳 (<i>Salix flavida</i>)	(122)
十二、沙柳 (<i>Salix psammophila</i>)	(122)
十三、刺槐 (<i>Robina pseudoacacia</i>)	(122)
十四、紫穗槐 (<i>Amorpha fruticosa</i>)	(122)
十五、沙打旺 (<i>Astragalus adsurgens</i>)	(123)
十六、樟子松 (<i>Pinus sylvestris</i> var. <i>mongolica</i>)	(123)
十七、黑松 (<i>Pinus thunbergii</i>)	(123)
十八、木麻黄 (<i>Casuarina eguisetifolia</i>)	(124)
十九、单叶蔓荆 (<i>Vitex trifolia</i> var. <i>simplicifolici</i>)	(124)
二十、小冠花 (<i>Coronilla varia</i>)	(124)
二十一、鹰嘴紫云英 (<i>Astraglus cicer</i>)	(125)
二十二、火炬树 (<i>Phus typhina</i>)	(125)

二十三、榕树 (<i>Albizia julibrissin</i>)	(125)
二十四、槐树 (<i>Sophora japonica</i>)	(126)
第十节 水蚀荒漠化地区植被建设技术	(126)
一、概况与危害	(126)
二、林草的水土保持作用	(127)
三、水土保持林(草)及其体系	(132)
四、水土保持林(草)的配置与营造技术	(134)
第十一节 盐渍荒漠化土地的植被建设技术	(139)
一、盐碱对植物的危害	(139)
二、盐碱地的植被恢复与建设	(140)
参考文献	(143)
第五章 荒漠化工程防治技术	(144)
第一节 风蚀工程防治技术	(144)
一、机械沙障固沙	(144)
二、化学固沙	(148)
三、风力治沙	(152)
四、水力治沙	(156)
第二节 水蚀工程防治技术	(162)
一、概述	(162)
二、山坡防护工程	(163)
三、田间工程	(164)
四、沟床固定工程	(167)
五、山洪排导工程	(175)
六、小型蓄水用水工程	(176)
第三节 盐渍荒漠化的工程防治技术	(179)
一、盐渍荒漠化防治原则	(179)
二、盐渍荒漠化的主要防治措施	(180)
第四节 道路矿区荒漠化防治技术	(190)
一、道路、矿区荒漠化概述	(190)
二、铁路荒漠化防治技术	(192)
三、公路荒漠化防治技术	(196)
四、矿区荒漠化防治技术	(198)
参考文献	(202)
第六章 荒漠化地区生态农业建设技术	(203)
第一节 中国生态农业产生与发展的客观必然性	(203)

一、生态农业的内涵与特点	(203)
二、我国生态农业产生与发展的必然性	(204)
三、我国生态农业发展的历史回顾与成就	(205)
第二节 生态农业基本原理	(206)
一、农业生态系统结构原理	(207)
二、农业生态系统功能	(213)
第三节 农业生态系统的设计、调控与优化	(217)
一、设计原理	(217)
二、农业生态系统的调控机制	(220)
三、农业生态系统优化	(224)
第四节 生态农业技术模式	(230)
一、生态农业技术	(230)
二、荒漠化地区生态农业模式	(232)
参考文献	(234)
第七章 荒漠化地区水资源合理利用技术	(235)
第一节 水资源分类及特征	(235)
一、地表水	(235)
二、地下水	(241)
三、大气降水及特征	(243)
第二节 节水技术	(244)
一、水资源合理调配	(245)
二、喷灌	(246)
三、滴灌	(252)
四、渗灌	(257)
五、雨水收集利用	(258)
第三节 水资源开发利用中的环境问题	(264)
一、湖水及地表径流矿化度升高	(264)
二、上中游不合理开发地表水, 引发下游地区环境危机	(265)
三、远距离调水对环境的影响	(266)
参考文献	(267)
第八章 荒漠化地区可替代能源开发技术	(268)
第一节 能源问题与土地荒漠化	(268)
第二节 发展薪炭林 普及节柴灶	(269)
一、能源林开发地位	(269)
二、荒漠化地区能源现状	(269)

三、薪炭林发展前景	(270)
四、薪炭林经营类型	(270)
五、薪炭林营造技术	(271)
六、发展薪炭林途径	(272)
第三节 太阳能的利用	(273)
一、太阳能的特点	(273)
二、我国太阳能资源	(274)
三、太阳能的利用	(274)
第四节 风能开发利用	(278)
一、概述	(278)
二、风能资源	(279)
三、风能利用	(280)
四、风能开发利用	(281)
第五节 发展沼气	(283)
一、概述	(283)
二、沼气是什么	(283)
三、发展沼气的作用	(284)
四、沼气发生原理	(284)
五、沼气产生的条件	(285)
六、沼气池的建设与管理	(286)
七、沼气应用	(287)
参考文献	(289)
第九章 荒漠化防治工程规划设计	(290)
第一节 荒漠化调查	(290)
一、荒漠化调查目的、意义及要求	(290)
二、荒漠化调查程序	(291)
第二节 荒漠化防治工程规划设计	(294)
一、荒漠化防治工程规划设计程序	(294)
二、荒漠化防治工程规划	(297)
三、荒漠化防治工程规划方案论证	(311)
四、规划成果资料编制和方案实施	(312)
第三节 荒漠化防治模式	(312)
一、亚湿润地区防治模式	(312)
二、半干旱地区荒漠化治理模式	(315)
三、干旱地区荒漠化治理模式	(317)

参考文献	(319)
第十章 荒漠化监测与评价	(326)
第一节 荒漠化监测	(326)
一、荒漠化监测的概念及目的	(326)
二、荒漠化监测的对象、范围及内容	(326)
三、荒漠化监测的理论与技术基础	(327)
四、荒漠化监测的方法	(337)
五、荒漠化监测技术体系	(357)
第二节 荒漠化评价	(358)
一、荒漠化评价的概念及内容	(358)
二、荒漠化评价指标体系	(359)
三、荒漠化土地类型的划分	(368)
四、荒漠化评价的基本问题讨论	(374)
参考文献	(376)
第十一章 荒漠化防治工程的效益评价	(378)
第一节 荒漠化防治工程的生态效益	(378)
一、生态效益的系统分析	(378)
二、生态效益定量评估	(384)
第二节 荒漠化防治工程经济效益计量	(393)
第三节 荒漠化防治工程的综合效益评价	(396)
一、综合效益的基本内涵	(396)
二、综合效益评价的基础理论	(397)
三、综合效益评价	(403)
参考文献	(423)

CONTENTS

Preface

Chapter 1 Preamble	(1)
1.1 Understanding of the concept of desertification	(1)
1.1.1 Understanding the processes of desertification in global	(1)
1.1.2 Understanding of the concept of desertification in china	(4)
1.2 Desertification combating engineering and its relationship with other course	(4)
1.2.1 What is and for what is desertification combating engineering	(4)
1.2.2 The tasks of desertification combating engineering ...	(7)
1.2.3 Relationship between desertification combating engineering and other courses	(9)
1.3 Scientific countermeasures to combat desertification in China	(10)
References	(14)
Chapter 2 General situation of desertification	(16)
2.1 General situation of world desertification	(16)
2.1.1 Present situation of desertification in the world	(16)
2.1.2 Present situation and the formation for desertification in Africa	(17)
2.2 General situation of desertified regions in China	(19)
2.2.1 Climates	(20)
2.2.2 Land forms	(22)
2.2.3 Soil	(23)
2.2.4 Hydrology	(25)

2. 2. 5	Vegetation	(26)
2. 3	Genesis of the desertified lands in China	(28)
2. 3. 1	Artificial activities	(28)
2. 3. 2	Natural factors	(29)
2. 4	Types, areas and distribution patterns for the desertified lands in China	(30)
2. 4. 1	Desertification by wind erosion	(30)
2. 4. 2	Desertification by water erosion	(32)
2. 4. 3	Desertification by frozing and thawing	(33)
2. 4. 4	Desertification by salinization	(33)
2. 4. 5	Caused by other factors	(34)
2. 5	Damages from desertification	(34)
	References	(37)
Chapter 3	Principles of desertification combating	(38)
3. 1	Aeolian physics for combating desertification	(38)
3. 1. 1	Wind erosion	(38)
3. 1. 2	Laws of blown sand by wind	(47)
3. 1. 3	Wind erosion and sand desertification	(52)
3. 1. 4	Basic principles for combating desertification by wind erosion	(54)
3. 2	Ecology for combating desertification	(55)
3. 2. 1	Adaptation of plants to drifting—sand environment	(55)
3. 2. 2	Function of plants to drifting—sand environment	(58)
3. 3	Principles for combating desertification by water erosion	(60)
3. 3. 1	Water erosion processes	(60)
3. 3. 2	Laws of soil erosion	(64)
3. 3. 3	Factors affecting water erosion	(69)
3. 4	Principles for combating desertification by salinization	(72)
3. 4. 1	Formation and distribution of salinized soils	(72)
3. 4. 2	Movements of water, fertilizer and salt in soil	(75)
3. 4. 3	Genesis and characteristics of secondary salinization	(76)
3. 4. 4	Principles for combating salinization	(78)