

CAOYE YU SHENGTAI HUANJING JIANSHE CONGSHU

草业与生态环境建设丛书

沙地植被恢复 与利用技术

孙启忠 韩建国 卫智军 等编著



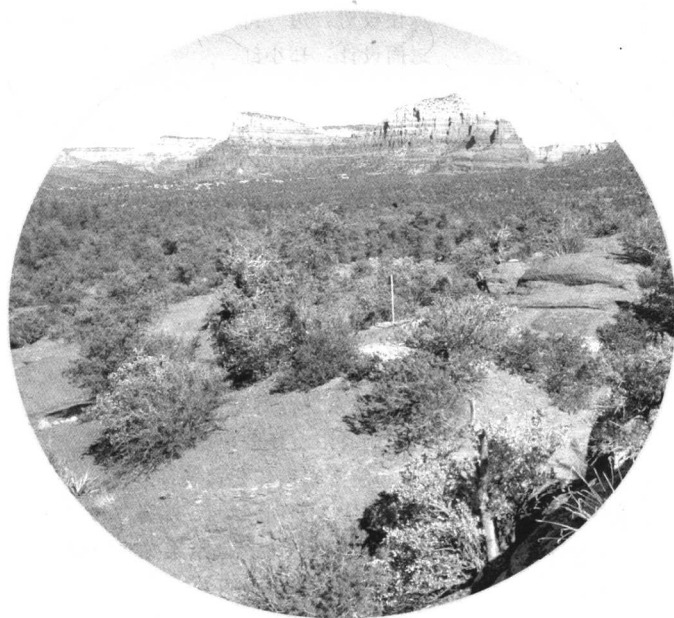
化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

CAOYE YU SHENGTAI HUANJING JIANSHE CONGSHU

草业与生态环境建设丛书

沙地植被恢复 与利用技术

孙启忠 韩建国 卫智军 等编著



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

沙地植被恢复与利用技术/孙启忠, 韩建国, 卫智军等编著. —北京: 化学工业出版社, 2005. 12

(草业与生态环境建设丛书)

ISBN 7-5025-8148-0

I. 沙… II. ①孙…②韩…③卫… III. 固沙造林-研究 IV. S727.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 157961 号

草业与生态环境建设丛书

沙地植被恢复与利用技术

孙启忠 韩建国 卫智军 等编著

责任编辑: 侯玉周

文字编辑: 李锦侠

责任校对: 边 涛

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社 出版发行
环境科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市万龙印装有限责任公司装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 21¼ 字数 369 千字

2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8148-0

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

内 容 提 要

本书是《草业与生态环境建设丛书》中的一本。

土地沙化及其生态环境的日趋恶化,对我国的生态安全和社会、经济持续发展构成严重威胁。防沙治漠,恢复植被,促进生态-经济协调发展刻不容缓。本书在介绍我国沙地的分布、现状、发展趋势以及沙地形成因素、沙地植被特征、沙地草场资源、沙地土壤微生物学的基础上,详细阐述了沙地植被恢复原理,并提出了沙地植被恢复改良技术、沙地人工草地建植与草田轮作技术、沙地灌丛建植技术、沙地苜蓿、沙打旺草地建植技术、沙障固沙技术、沙地鼠害防治措施、沙地生态草业发展技术和沙地草地合理利用技术等。

本书可作为从事水土保持与荒漠化防治、草业科学和农牧业等科研、教学、生产人员的参考书及工具书,也可作为技术培训和技术推广的教材。

《草业与生态环境建设丛书》

编委会

顾问：洪绂曾 任继周

编委会主任：云锦凤 韩建国

副主任：周 禾 王 堃

编委：(按姓氏笔画排序)

马春晖	马鹤林	王 堃	王明玖	云锦凤	玉 柱
戎郁萍	米福贵	孙启忠	孙洪仁	杨青川	苏加楷
张卫国	张秀芬	张英俊	张蕴薇	周 禾	赵萌莉
贺春贵	耿华珠	袁庆华	贾玉山	徐 柱	韩国栋
韩建国	董宽虎				

《沙地植被恢复与利用技术》

参编人员名单（按姓氏笔画排序）

卫智军	马志广	王育青	王宗礼
邢 成	刘雅学	孙启忠	吴 全
张志如	周延林	赵 吉	赵淑芬
阎德仁	韩建国		

序

科学家预言：21 世纪将是生物学的世纪，生命科学将成为一切研究的轴心。生命科学是一个非常宽泛的概念，它既包含了生命本身，也涵盖了与生命有关的环境，而现代生命科学更多关注的是生物与环境的持续稳定发展问题。目前，世界范围内的人口、粮食、环境、能源和交通问题愈来愈突出，特别是由于世界经济一体化，使得人类的物质和文化生活水平不断提高，食物结构在悄然发生着变化，这种变化的结果促使整个农业生产发生了变革。基于上述原因，现代农业遇到了难以逾越的障碍，而且更为严重的是由于土地的不合理耕种和滥用化肥、农药，致使土地肥力下降、荒漠化加剧，农业的生态环境问题愈加突出。就是在这种背景下，草业在 20 世纪末期迅速崛起，逐渐发展成为一个独具魅力的朝阳产业，而且正在迅猛发展！

草业是个知识密集型产业，这是在 20 世纪 80 年代由我国著名科学家钱学森总结、提升出来的，它是集牧草生产、加工、销售、转化乃至畜产品营销为一体的系统工程，目前已基本形成以草地畜牧业、草产品加工业、牧草种子生产业、城市绿地草坪业、景观旅游业以及生态保护与治理为总体框架的行业体系；草业又是一个绿色产业，它在为人类提供畜产品的同时，也在施予人类一种无法替代的生态需求。草业本身具有生产和生态双重功能。因此，世界上较发达的国家都非常重视草地畜牧业的发展，如新西兰、美国、英国、法国等国家的草业都占相当大的比例，远远超过了农业种植业，成为一个真正的农业支柱产业。

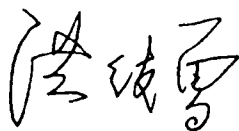
我国拥有 4 亿公顷草地，占国土面积的 41.7%，比林地和农田面积的总和还大，是真正的第一大陆地生态系统，也使我国成为世界第二草地资源大国。但是我国草业整体发展水平并不高，单位面积的产值仅相当于世界上发达国家的几十分之一，主要原因是由于我国的草地资源没有得到科学合理的利用，草地畜牧业生产力水平较低，管理水平落后，草产品的加工能力不足及市场运作不规范，而且最为重要的是草业发展的科学技术支撑不足。特别是近几十年来，由于人口的迅速增长，大面积天然草地被盲目开垦、超载过牧，草地

的生产力水平下降，生态环境恶化。进而导致沙尘暴频发，水土流失严重及荒漠化面积扩大等一系列生态问题，已严重制约了我国农牧业经济的可持续发展。如何进行农业产业结构调整，尽快恢复受损的生态环境，再造一个西部秀美山川，真正营造一个人与自然协调发展的健康持续的生态环境，是摆在我们面前的重任。

目前，我国的西部开发战略和农业结构调整工作都已进入了攻坚阶段，国家对西部地区生态环境治理的力度逐年加大，退耕还林还草、防沙治沙、京津风沙源治理及江河源头生态保护等重大项目相继启动。在这些项目中，草业都占据着十分重要的位置。但是科学宣传方面却明显滞后，国内有关这方面的书籍数量非常有限，更缺乏一定的科学理论体系，在某种意义上讲，影响了草业的发展。出版一套《草业与生态环境建设丛书》，一方面，可以直接服务于农牧业生产实践；另一方面，对提高人民的生态环境意识、促进我国农牧业的可持续发展具有重要意义。

化学工业出版社与中国草学会合作，组织草学界不同学术领域的一批具有较深学术造诣的专家、学者，其中绝大多数是中青年科学家、学术界的中流砥柱，集中智慧，共同努力，编纂出版了这套《草业与生态环境建设丛书》，这是一件非常有意义的事情，也是草业科学界的一大喜事，它将对推动我国草业科学和草产业的快速健康发展起到十分重要的作用。

相信并期望本套丛书能够受到广大读者的欢迎！

A handwritten signature in black ink, appearing to read '梁启中' (Liang Qizhong), written in a cursive style.

2004.1.8 于北京

前 言

生态恶化和人们对资源利用的矛盾使人们对生态保护的重要性认识进一步加深。土地沙化是我国最为严重的生态问题之一，对我国经济的可持续性发展构成严重的威胁，受到了全社会的广泛关注，加速沙地植被恢复与合理利用已刻不容缓。改善沙区生态状况，核心是恢复建设草地植被。草地作为生态系统中的主体，具有防止土壤侵蚀、调节气候、防风固沙、改善土壤肥力状况、吸收和调节多种污染物质、保护生物多样性等多种生态功能；同时，草地也具有很高的经济服务功能，可为人们提供大量的肉、奶、皮、毛等畜产品和旅游产品等，以改善人们的生活水平和生存环境。因此，沙区草地在维护区域乃至全国生态平衡和促进区域经济发展方面具有不可替代的作用。

我国沙地主要分布在干旱、半干旱地区，自然环境恶劣，水肥资源不足，草地承载力较低。特别是近几十年来，随着气候趋于干旱，人畜活动过度干扰，使沙质草地植被遭受了极大的破坏，引发了一系列的生态问题，给草地畜牧业的发展和人们的生活造成严重危害。许多研究和实践证明，草地是干旱、半干旱地区最稳定的植被类型。因此，决定了草地在我国沙地植被恢复重建中的主导地位，只有恢复建设好沙质草地植被，才能使沙区乃至全国生态状况得到改善，生态才能进入良性循环，生态-经济才能协调发展，农牧民的生产、生活水平才能得到提高。

为了适应我国防治沙漠化工作发展和草业生产需要，满足各类生态治理工程和草业建设中对技术的要求，推进我国沙地草业发展，我们总结了20余年的草地科学研究成果，并查阅了大量文献，特编写了《沙地植被恢复与利用技术》一书。该书的主要内容是以我们20余年的研究成果为基础，通过集成、整合精炼而成。参编本书的作者（中国农业科学院草原研究所王宗礼、孙启忠、刘雅学、王育青、马志广、张志如，中国农业大学韩建国，内蒙古农业大学卫智军，内蒙古大学周延林、赵吉，内蒙古林业

科学院阎德仁，内蒙古土地整理中心吴全，内蒙古林西县草原工作站赵淑芬，内蒙古乌兰察布市农牧业局邢成）曾先后承担和完成国家“948”项目“退化草地综合改良与草地建植配套技术（202099）”，国家科技攻关课题“草地植被恢复重建关键技术研究及示范（2004BA528B01）”、“优质苜蓿高效生产关键技术研究、集成配套及产业化开发（2002BA518A03）”、“华北农牧交错带草地畜牧业高效发展技术（960160104）”、“鄂尔多斯高原沙质灌木草地绒山羊试验区研究（85-011-03）”，农业部“七五”项目“退化草地改良技术试验”，内蒙古自治区“十五”重点攻关项目“不同类型天然放牧地合理利用研究（20010607）”及中国农业科学院院长基金项目“沙打旺草地衰退规律及其恢复技术”。

本书着重介绍了我国沙地的分布、植被特征与微生物生态特性、沙地植被恢复原理与改良技术、人工草地建植与草田轮作技术、灌丛草地建植技术、苜蓿与沙打旺草地建植技术、沙障固沙技术、鼠害防治技术、沙地生态草业发展技术及沙质草地合理利用技术等。

本书可作为从事水土保持与荒漠化防治、草业科学和农牧业等科研、教学、生产人员的参考书及工具书，也可作为技术培训和推广的教材。

作 者

2005 年 12 月

目 录

第一章 沙地分布与形成	1
第一节 沙地分布与概况	1
一、沙地分布	1
二、我国主要沙地及其概况	2
第二节 沙漠化现状和趋势	29
一、土地沙漠化现状	29
二、沙漠化扩展趋势	32
第三节 沙漠化土地形成的自然因素	33
一、沙地形成的古地理学过程	33
二、气候变化的影响	35
第四节 人为因素对土地沙化的影响	38
一、人口增加	38
二、盲目开荒	39
三、超载过牧	41
四、滥樵乱采	42
五、其他因素	44
参考文献	46
第二章 沙地植被特征	47
第一节 沙地生态状况	47
一、热量	47
二、降水	47
三、温差	47
四、土壤	48
五、水资源	49
六、风沙	50
第二节 沙地植物的特征	50

一、沙地植物外部特性	50
二、沙地植物的适应性	51
第三节 沙地植物的生理生态特征	51
一、气孔的适应性	51
二、根系状况	52
三、植物的短命性	52
四、肉质化适应	53
五、非肉质化适应	53
六、细胞的适应	53
七、代谢的适宜	54
八、对光的适应	54
第四节 沙地植物与植被	54
一、沙生植物	54
二、沙地植被	57
第五节 沙地草场资源	59
一、草甸草原带沙地亚类	59
二、典型草原带沙地亚类	60
三、荒漠草原带沙地亚类	62
参考文献	63
第三章 沙地微生物生态	65
第一节 土壤微生物生态学基础	65
一、土壤微生物的研究内容	65
二、土壤中的微生物	66
三、土壤中微生物的类群和作用	68
四、沙地和草原土壤微生物的生态分布	71
第二节 沙地植被恢复过程中的微生物生态	77
一、固定沙地结皮层理化成分	77
二、固定沙地结皮层的微生物区系	77
三、半干旱地区的土壤微生物生态	82
四、沙地人工草地的土壤微生物及其活性	84
第三节 人为因素对草原土壤微生物活性的影响	85
一、退化草原的土壤微生物活性效应	85
二、放牧退化演替的土壤微生物及其活性	88
三、土壤微生物生物量与肥力指标的关系	89

四、微生物在生态系统中的作用	90
第四节 沙地土壤生物学质量评价方法	93
一、沙地土壤微生物的生态功能与作用	94
二、沙地土壤微生物生态学研究方法	95
三、沙地土壤微生物的测定方法	99
四、沙地和草原土壤生物学质量的评价指标	103
五、沙地土壤生物学质量的评价方法	107
参考文献	108
第四章 沙地植被恢复原理	111
第一节 植物治沙历史回顾	111
一、世界各国治沙史简述	111
二、中国治沙历史	113
第二节 恢复沙地植被的重要性	115
一、沙地植物具有广泛的产业利用前景	115
二、沙地植物具有多种效益	116
第三节 植物治沙的基本原理	116
一、风沙流结构	117
二、沙丘输沙量的变化	118
三、风沙运动中的质量守恒定理	119
四、植物对流沙环境的生物适应性原理	119
五、沙漠治理技术原理	123
第四节 沙地植被恢复原则	123
一、植物地带性分布原则	124
二、区域水分平衡原则	125
三、植物多样性原则	126
四、天然恢复为主原则	126
五、景观生态学原则	126
第五节 沙地植被健康管理	130
一、沙地植被病虫害防治	130
二、人工植被管理	131
三、抚育管理要求	132
四、天然植被管理	133
五、沙地生态系统管理	141
参考文献	142

第五章 沙地植被恢复与改良技术	143
第一节 退耕沙地植被的自然恢复	143
一、植被自然恢复的生态学基础	143
二、退耕沙地植被的自然恢复过程	144
第二节 沙质退化草地改良	148
一、退化草地围封改良	148
二、补播改良	149
三、牧草移栽和扦插改良	150
第三节 沙地飞播	151
一、飞播区立地条件的选择	152
二、飞播草种的选择及适应性	152
三、飞播技术	155
四、飞播成功实例	159
参考文献	161
第六章 沙地人工草地建植与草田轮作技术	162
第一节 牧草播种地的准备	162
一、地段选择	162
二、初垦技术	163
第二节 种子准备及播前处理	164
一、牧草品种的选择	164
二、种子清选、晒种	164
三、种子检验	165
四、种子处理	165
第三节 播种方法与技术	167
一、播种方法	167
二、播种技术	169
第四节 草地管理与合理利用	170
一、草地管理	170
二、人工草地合理利用	173
第五节 草田轮作技术	174
一、草田轮作的作用	174
二、草田轮作技术	175
三、轮作计划	177
参考文献	179

第七章 沙地灌丛草地建植技术	180
第一节 灌木植物的选择	180
一、灌木植物生态生物学特性	180
二、灌木植物的选择	182
第二节 干旱区沙地灌丛草地建植技术	183
一、沙漠绿洲柽柳林的营造	183
二、流动沙地沙拐枣防风固沙林的营造	184
三、灌木混交林建植技术	184
四、沙拐枣种子直播技术	184
五、常绿灌木沙冬青引种驯化	184
第三节 半干旱区沙地灌丛草地建植技术	185
一、半灌木沙蒿草地建植	185
二、灌木沙柳建植	186
三、灌木-草本混交草地建植	186
第四节 半湿润区沙地灌丛草地建植技术	187
一、灌木的选择	187
二、沙地灌木草地建植	188
参考文献	189
第八章 沙地苜蓿、沙打旺草地建植技术	191
第一节 苜蓿、沙打旺的播种	191
一、紫花苜蓿生长需要的适宜条件	191
二、不同生态区沙地苜蓿品种的筛选	192
三、沙质草地播种及人工草地建植	195
第二节 沙地苜蓿冻害及其防御技术	203
一、苜蓿品种间根颈特性	204
二、苜蓿冻害原因及症状	205
三、苜蓿冻害防御技术	206
第三节 沙打旺草地生长与衰退	209
一、播种期对沙打旺生长发育的影响	209
二、不同生长年限沙打旺个体发育及草地产量变化	211
三、施肥对沙打旺草地发育的影响	213
四、沙打旺草地衰退规律	215
第四节 衰退沙打旺草地恢复技术	217
一、杂草防除技术	217

二、沙打旺草地根腐病防治·····	218
三、沙打旺其他病虫害防治·····	218
四、衰退沙打旺草地施肥·····	220
五、喷施稀土、增产菌·····	221
参考文献·····	222
第九章 沙障固沙技术 ·····	223
第一节 机械沙障·····	223
一、沙面覆盖·····	223
二、草方格铺设·····	224
三、高立式沙障设置·····	225
四、化学固沙·····	226
第二节 生物沙障·····	229
一、造林固沙·····	229
二、防沙林带营造·····	231
三、护田林网营造·····	232
第三节 生物地毯式沙障·····	233
参考文献·····	235
第十章 沙地鼠害 ·····	236
第一节 沙地鼠类简介·····	236
一、沙地鼠类的经济意义·····	236
二、我国沙地中的主要鼠类简介·····	237
第二节 害鼠对沙地植被的危害·····	243
一、啃食植物·····	243
二、挖掘破坏·····	244
三、引起水土流失与土壤肥力下降·····	244
四、引起沙地植被演替与加剧沙地草场退化·····	245
五、破坏种草植树固沙工作·····	245
第三节 沙地鼠害发生的主要原因·····	246
一、生态系统平衡失调·····	246
二、生态系统的演替导致鼠类群落的演替·····	247
三、鼠类种群的内部调节机制与外部影响因素·····	247
四、捕食鼠类的天敌动物减少·····	248
第四节 对我国沙地鼠害问题及其防治工作的回顾·····	248
一、沙地鼠害问题的回顾·····	248

二、沙地鼠害防治工作的回顾·····	249
三、沙地鼠害问题的生态学审视·····	251
第五节 沙地鼠害的治理措施·····	253
一、加强沙地管理,树立沙地生态系统的整体效益观·····	254
二、坚持连续多年的长期鼠情监测,搞好预测预报·····	254
三、实行综合治理·····	255
四、加强政府在沙地鼠害综合治理中的组织领导职能·····	257
五、举办“农牧民田间学校”,提高农牧民素质·····	257
六、加快沙地鼠害管理信息系统的研制和应用·····	258
七、加强基层科技队伍的建设·····	259
参考文献·····	259
第十一章 沙地生态草业发展技术 ·····	260
第一节 发展沙地生态草业的意义·····	260
一、生态草业是土地沙漠化地区生态-经济发展的关键·····	260
二、生态草业可实现沙地一性生产到二性生产的高效耦合·····	260
三、生态草业是沙区生态安全的保障·····	261
第二节 发展沙地生态草业风险分析·····	262
一、生态安全性评价·····	262
二、经济可行性分析·····	263
三、草产品市场分析·····	265
四、产业发展的可行性分析·····	266
五、与其他行业的关联度·····	267
第三节 沙地高效生态草业建设技术选择·····	267
一、高效人工草地建植及持续利用技术·····	267
二、优质牧草种子高效生产技术·····	273
三、牧草收获与加工技术·····	277
四、牧草青贮及防腐技术·····	279
第四节 沙地生态草业技术实践·····	281
一、大力引进和推广多年生牧草新品种·····	282
二、积极扩大青绿多汁饲料作物新品种种植面积·····	288
三、优化退耕还草技术·····	290
四、河滩盐碱地建植混播牧草地·····	293
五、积极推行牧草与饲料作物加工利用·····	294
六、优化种植业结构改善土壤肥力·····	296