

干旱土地开发及抗荒漠化的 综 合 途 径

(苏) 格拉西莫夫 I.P. 主编

王广颖 潘科炎 译

中国环境科学出版社

1 9 9 1

(京)新登字 089 号

内 容 简 介

本书总结了苏联和世界各国综合开发干旱地区的经验,以及干旱地区社会-经济发展与荒漠化控制的综合途径。

本书共分 4 篇:第一篇介绍有关荒漠化过程的自然和社会-经济问题。第二篇总结了非洲、中东、南亚、北美、南美和中美洲一些国家控制荒漠化的经验。第三篇论述苏联根据地区综合发展规划开发其干旱和半干旱土地的典型经验。第四篇是结论,总结了制订干旱和半干旱地区综合经济开发计划的不同方案。每篇之后都列出了有关章节所引证的参考文献,为深入研究提供线索。

本书可供从事干旱土地研究和环境保护领域的科研人员及计划管理和决策人员参考。

GERASIMOV I.P.

ARID LAND DEVELOPMENT AND THE COMBAT
AGAINST DESERTIFICATION:
AN INTEGRATED APPROACH
CENTRE FOR INTERNATIONAL PROJECTS GKNT
MOSCOW 1986

干旱土地开发及抗荒漠化的综合途径

(苏) 格拉西莫夫 I.P. 主编

王广颖 潘科炎 译

责任编辑 丁枚

*

中国环境科学出版社出版

北京崇文区北岗子街 8 号

马池口印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

*

1991年12月 第 一 版 开本 787×1092 1/16

1991年12月 第一次印刷 印张 12 3/4

印数 1—2 000

字数 302千字

ISBN 7-80093-015-7/X·523

定价: 7.00元

目 录

第一篇 荒漠化的自然和社会-经济问题	(1)
第1章 荒漠化过程的范围和严重程度及其蔓延	H. E. Dregne (1)
第2章 荒漠化的人为因素	I. S. Zonn和N. S. Orlovsky (11)
第3章 干旱区域的土地利用和水资源	I. S. Zonn (20)
第4章 农业发展和荒漠化控制	V. A. Pulyarkin和A. N. Rakitnikov (37)
第5章 燃料和能源以及替代能源	S. Seyitkurbanov和I. P. Svintsov (44)
第6章 干旱土地的工业发展问题	G. N. Utkin (53)
第7章 基础结构在干旱地区综合开发中的作用	S. B. Shlikhter (59)
第8章 世界干旱和半干旱地区的人口问题	 S. I. Brook 和V. V. Pokshishevsky (66)
第二篇 抗荒漠化的世界经验	(79)
第9章 非洲荒漠化控制的科学途径	M. B. Gornung (79)
第10章 马格里布诸国的自然生态系统由于人为因素的影响 而造成的退化	 J. Dresch (82)
第11章 萨赫勒地带的荒漠化	H. G. Mensching (87)
第12章 坦桑尼亚开发干旱土地的经验	M. B. Darkoh (93)
第13章 中东的荒漠化	P. Beaumont (103)
第14章 南亚干旱土地的开发	H. S. Mann (110)
第15章 印度的荒漠化及地区综合开发问题	G. V. Sdasyuk (116)
第16章 拉丁美洲干旱土地的开发	Ya. G. Mashbits (124)
第17章 美国的荒漠化问题	D. A. Sheridan (130)
第18章 澳大利亚的荒漠化	J. A. Mabbutt (137)
第三篇 干旱土地的综合开发——苏联的专题研究	(152)
第19章 苏联的干旱土地及其生产力	A. G. Babaev (152)
第20章 苏联的典型干旱地区及其综合经济发展	(167)
A. 卡尔梅克的“黑土区”	S. V. Zonn (167)
B. 饥饿草原的开发	V. A. Dukhovny (171)
C. 卡拉库姆运河	M. K. Grave和L. M. Grave (174)
D. 塔吉克区域的生产单元	K. Sh. Djuraev (178)
第四篇 结论——干旱地区经济发展的综合途径	(183)
第21章 正确制定干旱地区的综合经济发展计划	 V. V. Vladimirov和S. A. Istomin (183)

第一篇 荒漠化的自然和社会-经济问题

第1章 荒漠化过程的范围和严重程度及其蔓延

H.E.Dregne(美国)

一、引言

荒漠化这一术语是指土地逐渐退化最后由原先的高产地变为生态荒漠的过程。在过去的一二千年内,荒漠化是人为因素造成的。在漫长的一段时间内,气候的变化使过去不是荒漠的地方产生了荒漠。撒哈拉沙漠就是这一现象的证明。

人为因素造成土地退化的前奏是由于放牧、种植、采矿、旅游以及其它一些导致自然环境破坏的人为活动,这些因素使植被减少或毁坏,继而,风蚀和水蚀加速了这一退化进程。最后自然条件进一步恶化,致使土地废弃。要使破坏后的土地复原,不管是自然恢复,还是在人为经营管理下恢复,要花费几年、几十年,甚至几个世纪的时间,恢复时间的长短取决于土地退化的严重程度以及这一地区的气候条件。在绝大多数情况下,土地再也不可能恢复其原来的生产力水平。

二、定义

法国植物学家兼生态学家奥布里维尔(Aubreville)教授是第一位在一本著作的书名中利用“荒漠化”术语的一位科学家(Aubreville, 1949)。在那本著作中,奥布里维尔虽没有明确地定义“荒漠化”,但他认为,荒漠化是由人为因素造成的,先是土壤遭侵蚀,继而土地被破坏,最后使高产地变成了荒地。在奥布里维尔教授曾经工作过的一些亚湿润热带和湿润热带地区,造成这些地区土地破坏的原因是在过去的100~150年间不断地刀耕火种和种植。

荒漠化的定义应内含这一概念,即荒漠化是一个由人类活动所引起的土地连续退化的过程,也就是从没有退化到严重退化的连续变化过程(Glantz和Orlousky, 1983)。本书采用的荒漠化定义如下:

“荒漠化是在人类活动的压力下陆地生态系统的贫瘠过程。这一陆地生态系统的破坏过程可以用下列几个方面来衡量:有用的植被生产力下降,各种微观和宏观动植物区系的生物量和品种的改变不合要求,土壤破坏加速以及人类活动造成的公害增加

(Dregne, 1978)*”。

荒漠化包括：植被退化，水蚀和风蚀，土壤板结，土壤紧实，土壤肥力损失，以及土壤盐渍和水渍等。

三、世界范围内的荒漠化

图 1 说明世界干旱地区荒漠化的范围和严重程度。这里将荒漠化分成四类，即轻微荒漠化、中等荒漠化、严重荒漠化和极严重荒漠化。表 1 列出了通常用来衡量荒漠化程度的标准。植被的破坏是牧场荒漠化的主要因素；土壤侵蚀是雨育农地荒漠化的主要因素；盐渍和水渍是灌溉土地荒漠化的重要原因。土壤侵蚀、板结和肥力损失对牧场荒漠化来说是第二位的因素，而土壤肥力损失、板结和压实对雨育农地的荒漠化来说是次要的。压实对采用重型农业机械的灌溉地来说是很重要的荒漠化因素。土地受到城市化、采矿和旅游压力的主要影响表现为植被的破坏和土地的侵蚀。

表 1 评定荒漠化程度的标准

荒漠化类型	植 被	侵 蚀	盐渍或水渍(灌溉地) ECc* × 10 ³ (mS)	作物产量
轻 微	放牧条件极好到好	无侵蚀到轻微侵蚀	<4	下降<10%
中 等	放牧条件较好	中等程度，片蚀、浅沟蚀，少数波状地	4~8	下降10~50%
严 重	放牧条件差	片蚀严重，沟蚀普遍，偶见吹蚀区	8~15	下降50~90%
极 严重	土地植被基本被剥光	有严重的沟蚀区或大量的风蚀区	厚盐层积在几乎不透水的土壤上	下降>90%

* 表中符号ECc——电导率。

图 1 中标出了超干旱（极端干旱）地区的范围，这些地区只有轻微荒漠化。因为这些地区的自然生产率接近于零，人类活动对已经十分低下的生产率几乎不会产生不利影响，因此将这类地区划为轻微荒漠化之列。

四、发展史

荒漠化决不是一个新问题，尽管人们在最近几年才把注意力集中到这个问题上。史料表明，早在几个世纪以前，就在大范围内出现过严重的土地破坏现象，破坏主要发生在下面三个地区：（1）地中海沿岸；（2）美索不达米亚流域；（3）中国的黄土高原。

（1）地中海地区 在地中海周围，最初或许是在地中海东部的腓尼基山坡砍伐森林，以便提供造船、寺庙教堂和矿山冶炼厂所需的木材，同时开垦土地耕作。黎巴嫩高大雪松的毁灭就是砍伐树木造成土地退化的典型实例（Mike-Sell, 1969）。早在公元前 2600 年，埃及就以其腓尼基森林而闻名于世了，他们利用腓尼基森林提供建造船只和寺院用的木材，此外还提供制造木乃伊用的树脂。那时对累范廷（Levantine）雪松、枞木

* 本书不同章节所采用的这些定义是各个作者的定义。

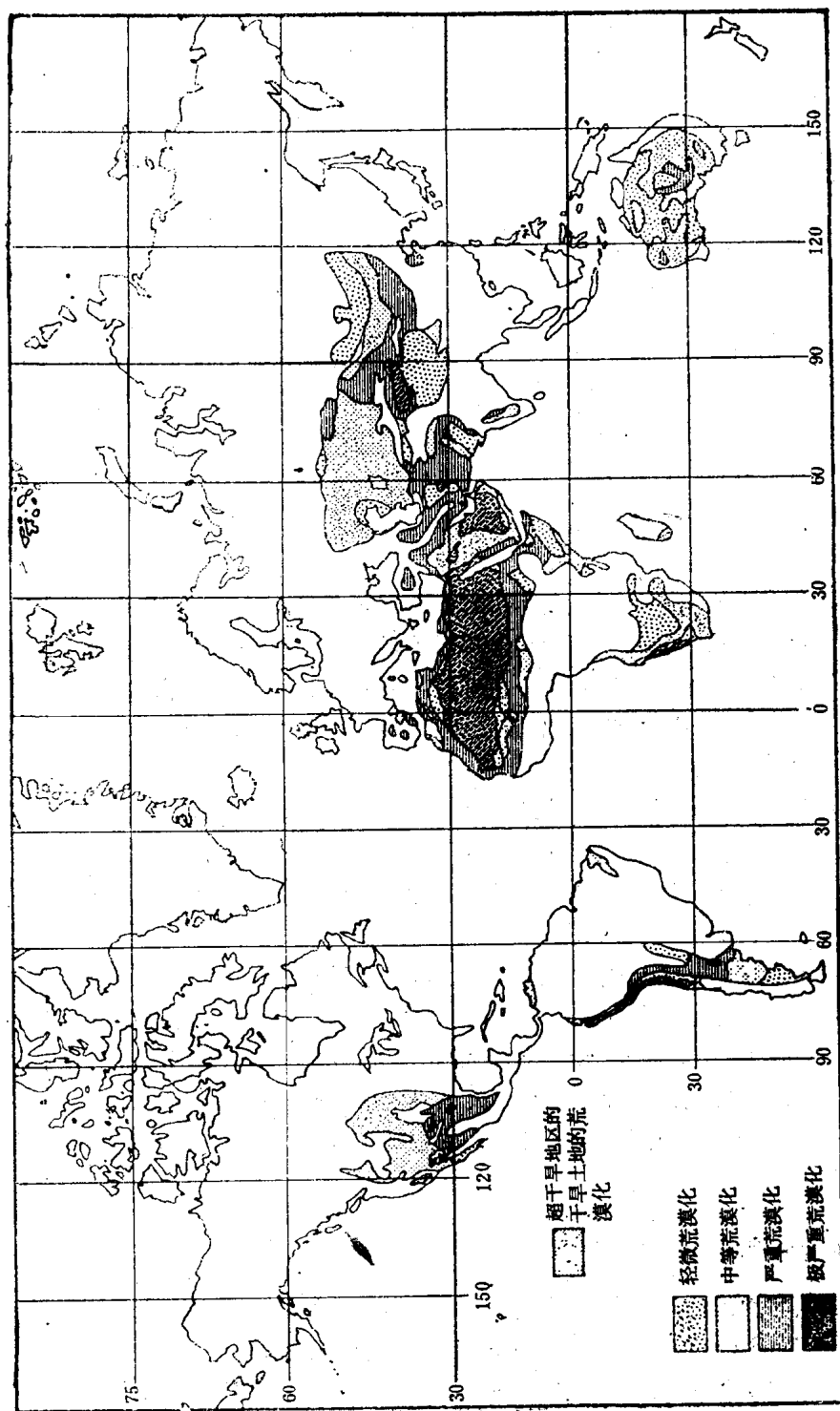


图 1 干旱地区的荒漠化 (H. Dregne, 1978)

和松木的需求量十分庞大，到马穆鲁克统治时代（公元1250~1517年），木材已被视为是一种珍贵的战略物质，木材的砍伐名义上置于苏丹的控制之下。到了18世纪，由于社会的动乱，使这一地区人口减少，这里一度曾出现过暂短的复苏，但在20世纪初又遭到了最后的打击，其时，最终残存下来的森林实际上也遭砍伐，或用作铁路枕木，或作为燃料。如今，只保留下极少数“神圣”的树木，这些往事至今人们仍记忆犹新。今天即使气候条件和雪松茂盛的时代一样，但只要人们仍须依靠树木作燃料，他们的羊群还要自由啃食正在萌芽中的绿色植物，恢复森林的可能性就甚微。

（2）美索不达米亚 在底格里斯河和幼发拉底河下游可以找到古代水渍和盐渍引起荒漠化的最典型实例。今日，伊拉克仍打算千方百计地在众所周知的美索不达米亚这一遭到破坏的废墟上重建其1500年前的家园。

雅格布森（Jacobsen）和阿达姆斯（Adams）（1958）著书中记载了美索不达米亚的灌溉史及其对作物生产影响的文明史。他们在该书中指出，大约在公元前2400年，土壤盐化问题首先成为伊拉克南部吉尔苏（Girsu）地区的严重问题，这一阶段至少延续到公元前1700年。随后，大约在3000年前，中部伊拉克也经历了一段程度较轻的盐化期。最后的一次重大的盐化破坏期是800年前在巴格达东部开始的。后来地下水位降低后，一些长期荒芜的田地得到复苏，而另一些土地，特别是南部地区，似乎再也没有能恢复到早先的生产条件。

除了盐化和水位问题外，美索不达米亚的灌溉系统也常遭到渠道淤积之害。大量沉积物变成了侵蚀高地，为此不得不经常疏通灌渠。由于在河流的积水区砍伐树木、过度放牧和耕作而形成的泥沙到底有多少，人们不得而知，但可以推测，其数量是惊人的。到公元700年前后，形成的沉积物太多，显然需要对300公里长的纳哈尔旺（Nabrwan）运河的抽水系统进行重大改造，最后由于淤泥太难清理，大量土地不得不废弃。

（3）中国黄土高原 黄土是风积土壤颗粒及泥沙和粘土的团聚体。它是世界上最高产的土壤之一。这类土壤在苏联南部、美国中部、阿根廷东部和中国华北均普遍存在。沉积物最厚的地区位于中国的半干旱地区，黄河河套及其周围地区。据说，有些地方的黄土层厚度超过100m（Barbour, 1926）。

虽然黄土本来是高产土壤，但这种土壤很易遭受水蚀。正是这种易蚀性使中国出现了世界上最严重的土地退化地区。有人估计，在60万km²的黄土总面积中，沟蚀面积占2.6万km²（Kuo, 1976）。在黄土地区的沟蚀和片蚀主要是由于黄河不断运移大量泥沙造成的，它对阶地侵蚀的严重程度简直令人难以置信，例如1934年索普（Thorp）曾在陕西省境内一个丘陵坡地观测了一块田地。在那里，整个一条10cm深的犁沟在一次暂短的降雨期间就被夷平。

五、最近一百年

非洲和其它地区的荒漠化早在1968~1973年干旱袭击非洲萨赫勒西部地区以前就开始了。斯蒂宾（Stebbing, 1937）不断敲起警钟要人们迅速在萨赫勒和苏丹植被地带重新植树造林。他认为西非土地退化的原因是由于森林破坏而导致土壤侵蚀的结果，最后使土地变为不毛之地（沙丘或岩石）。他断然否认“撒哈拉是一个象海水涨潮那样以巨大波浪向前推进的大沙场”这种观点。然而这一观点对研究荒漠化的大批学者却很有

吸引力，目前它代表了“荒漠化”这一研究课题的共同观点（Cloudsley-Thompson, 1974）。显然，关于“日益扩张的沙漠区正威胁着人类”的这一观念是十分骇人听闻的。

南非以及北美的其它学者也提出了与斯蒂宾等人针对萨赫勒荒漠化提出的类似警告。长期以来，许多国家已就发展放牧管理技术和水土保持技术进行了大量研究工作，以抵制荒漠化，并希望这一过程逆转。目前对土地保护的基本原则已有较清楚的认识。然而将这些原则具体应用到田地管理并付之实际行动还很不够，因而土地退化仍在继续破坏造福于人类的宏伟计划。

六、荒漠化的范围和严重程度

表2根据图1所标出的世界干旱地区荒漠化的范围和等级，列出了各类荒漠化土地的面积及其所占百分比。西班牙的干旱土地有30%是严重荒漠化的土地，北美有27%，南美有22%，亚洲有20%，非洲有18%，而澳大利亚只有8%的土地是严重荒漠化土地。属于中等荒漠化的土地其百分比从11%（非洲）到70%（西班牙）不等。

表 2 世界干旱土地的荒漠化程度

荒漠化等级	土地面积 (km ²)	干旱土地的比例 (%)
轻 微	24520000	52.1
中 等	13770000	29.3
严 重	8700000	18.5
极 严 重	73000	0.1
总 计	47063000	100.0

按照土地利用的主要方式来划分，放牧地和雨育农地遭受中等荒漠化到极严重荒漠化的土地百分比最大（见表3）。世界干旱地区的农业用地大约有80%已经遭到中等程度的荒漠化。

表 3 世界干旱地区各种农业用地遭受中等程度荒漠化到极严重荒漠化的百分比

土地利用类型	荒漠化百分比
灌 溉 地	21
雨 育 农 地	77
草 场	82

（1）非洲 从1968年延续到1973年的萨赫勒严重干旱使全世界的注意力都集中在导致土地退化的人为因素上。于是，1977年联合国召开了荒漠化会议。然而，干旱并不

是造成荒漠化的原因，人为因素才是荒漠化的根源。干旱只是对萨赫勒生态资源增加了压力。如果资源管理得当，由干旱造成的永久性破坏即使有，也甚微。但若资源管理不明智，干旱却往往会加重管理所产生的不利影响，从而加速土地的退化（Weaver和Albertson, 1940）。后一种情况就是在萨赫勒和其它地区普遍发生的悲剧。

荒漠化的各种常见形式在非洲大陆的干旱地区都能见到，其表现为造成局部性或地区性的严重问题。过牧实际上降低了北非、西非、东非和南非采采蝇地区以外的任何地区的牧场生产力。风蚀和水蚀破坏了耕作地区和大量放牧地的自然景观（Rapp, 1974）。由于采用改变耕作制的办法缩短休闲期的结果，撒哈拉南部植物的养分严重枯竭。灌溉地的盐化和水渍问题在尼罗河流域和北非最为严重，但别处也发生过同样的问题。凡是在采矿作业之处，地表均留下了大量陡岩坡。非洲环境的退化还在继续，丝毫没有放慢的迹象。

促使非洲干旱地区土地退化和荒漠化的因素很多，这些因素大体可分三大类：①人口和动物数目的增加；②公共卫生设施的改善；③土地利用技术的不慎。在亚洲和拉丁美洲，这些因素也有类似的影响。

随着定居人口密度的增加，对耕地的压力也随之加大，结果只有用改变耕作周期的办法来缩短土地的休闲期，最后迫使种植区扩大到更不稳定的干旱地区。由于人们更加向荒漠的边缘地带靠近，干旱地区土壤肥力不断下降，风蚀和水蚀加剧，作物收获量变得更不可靠，且更加捉摸不定。与此同时，由于耕作者的入侵，从游牧民族手中夺去了一些最好的放牧地（Delwaulle, 1977）。牧场面积不断缩小的同时，游牧者及他们的牲畜头数却不断增加，兽医服务设施不断完善，同时又缺少一个有生命力的市场系统，这就促使动物的头数迅速增长（Widstrand, 1975）。其结果是不可避免地造成过牧，最终加速了荒漠化进程。

由于要钻探更多的水井为牧畜常年提供饮水，无形中又加剧了过牧，这在萨赫勒地带尤为严重。从前间歇水源能保证饲料作物有一个休闲生长期，如今这个休闲区已不复存在；水井周围的饲料作物条件不断恶化，这里制约牲畜生存的因素已不是水，而是植被。地方当局以前不能，今后也不能在一年内或连续几年之间采用一种强有力的管理系统使饲料植物从严重过牧条件下复苏。

（2）亚洲 亚洲地区荒漠化的特征表现为：中东和中亚放牧草地的过牧；从中国东部到地中海耕作地的水蚀；伊拉克、巴基斯坦、中国和苏联的大范围盐渍化和水渍。此外，采矿（包括石油和天然气生产）也造成了土地的严重破坏，凡是在采矿作业进行之处土地退化都甚严重。

就印度、巴基斯坦和中国黄土高原的雨育耕地而言，水蚀是长期以来一直存在的问题，而过牧、土壤侵蚀以及灌溉地的盐化破坏，则是在中东和中亚长期存在的老问题，但这些问题在巴基斯坦和印度的印度河流域是最近才出现的。在各个受害国家已经采取了许多改良措施来延缓土地退化的进程，业已取得不同程度的成效。就受害面积和业已发生的退化程度而言，问题是十分严重的。

在过去二三十年内，放牧压力问题看来比以前变得更为严重。近来，从印度（Office of Environmental Planning and Coordination, 1977）到中东（Pearse, 1971），出现了人口和牲畜头数的“爆炸”现象。耕作区已经推进到放牧区，在那里钻探了许多水

井,使得牧场全年都可使用,加之运输设施不断改进,牲畜能放牧到边远地区,而在从前这些地区是没有牲畜足迹的。结果,在一些气候条件较为勉强的地区开垦土地从事种植业便具有极大的风险,尽管这些地区从前曾是最好的放牧地。同时,由于集中在较干旱土地上的牲畜密度增加,加剧了剩下来的放牧地上的过牧。生长在沙地上的植被破坏,导致风蚀蔓延,土壤肥力耗竭,最后不得不在中国、伊朗、沙特阿拉伯和其它地区实行广泛的侵蚀控制计划。

(3) 澳大利亚 从受害地区的角度来看,澳大利亚的土地退化是过牧造成的。风蚀和水蚀以及灌溉和非灌溉土地的盐渍化在局部地区很严重,这些主要是发生在澳大利亚本土南部的小范围内,但它们对经济的影响或许超过由于过牧造成的影响。在农场以及像在艾尔斯罗克(Ayers Rock)这类公众旅游区,土地退化现象很普遍。

过牧是50到100年前在干旱地区定居后才开始的,那时,人们缺乏关于牧场载畜量的信息,对气候的平均值和极值信息也了解甚少。在20世纪的头25年中,随着耕作向更干旱地区推进,引起了风蚀和水蚀,灌溉地的盐渍化和水渍,以及盐分向干旱地区渗漏等问题。到20世纪30年代和40年代,在协商一致的基础上,采取了一些补救措施,其时,各州都制定了土壤保护法,并建立了相应的机构,以纠正滥用土地现象,防止土地进一步恶化。目前,可以有把握地说:过牧问题较1940年以前已大为缓解,风蚀和水蚀虽仍发生,但程度较前要轻;在墨累河流域,灌溉地的盐渍程度不断增加,而半干旱土地和亚湿润土地的盐分渗漏正在稳定地扩大。

(4) 北美 过牧已经在北美干旱土地上留下了永久的痕迹,人们力图使土地恢复其原有的生产能力,但成效甚微。风蚀和水蚀比比皆是,土地的盐渍化和水渍问题几乎遍及所有灌溉盆地,尽管严重程度各地不一。目前,荒漠化进程或许已经稳定下来,在过去的30年间,牧场的植被覆盖已有所改善,侵蚀和水渍控制也已取得某些成效。但是,灌溉地的盐渍化仍不断发生,因而干旱土地的盐分渗出问题日趋严重。

过牧是在西班牙征服墨西哥后首先在墨西哥开始的,后来又扩展到了美国西南部,过牧毁坏或严重地改变了墨西哥和美国许多牧场的原始牧草覆盖(草被)。到了19世纪初叶,过牧在美国和墨西哥边界的两侧已是既成事实。铁路通车后,美国西南部牲畜数量迅速而急剧地增长,大大超过了牧场的载畜能力。这一情况一直延续到20世纪。19世纪末叶,在过牧草地上形成的沟壑(旱谷)大大增加,伴随而来的是牧场损坏,但当时人们并不清楚过牧是造成牧场损坏的原因(Cooke和Reeves,1976)。

风对干燥农地的侵蚀是造成大范围荒漠化的另一个重要过程。19世纪30年代在美国大平原地区遭受干旱引起的尘旋中心(Dust Bowl)的劫掠,这只不过是风蚀破坏的一个极端的例子。时至今日,在美国西南部大平原、太平洋沿岸西北部以及其它地区,风蚀仍连续不断,只不过现在不大引人注目罢了。自从干旱地区原始草皮被破坏以后,风蚀一直是耕作农地(不管是旱地,还是灌溉地)的主要灾害。风蚀是经常存在的一大威胁,在干旱期间其危害加剧,而在湿润期间则危害缓和,但每年美国的某些地方总要发生风蚀。

高速风蚀对太平洋西北部的帕洛斯(Palouse)地区和墨西哥高地的过牧草地及农地的危害特别严重。正常的地质侵蚀在南达科他的崎岖地以及怀俄明州、科罗拉多州、犹他州和新墨西哥州的页岩区域长期以来一直比较严重,而人们在放牧和耕作实践中经

营管理不善则使情况变得更坏。

虽然几乎在每个灌溉盆地都存在盐渍和水渍问题，但只是在加利福尼亚的圣华金流域，邻接英皮里尔河流域和墨西哥河流域以及格兰德河流域下游这些地区，上述问题才明显。在墨西哥流域的土地退化比与它毗邻的英皮里尔河流域更为严重，其原因是：①墨西哥河流域从科罗拉多河调运的灌溉水的盐度比英皮里尔河流域从科罗拉多河调运的灌溉水的盐度更大；②墨西哥河流域没有英皮里尔河流域那样的集中排水网。

在美国的蒙大拿州和南、北达科他州以及加拿大的曼尼托巴、萨斯喀彻温和艾伯塔草原诸省，普遍存在在非灌溉作物地上渗出盐分这一特殊问题（Vander Iouym, 1978）。

土壤紧实和土壤板结是中等质地土壤和细质土壤特有的问题。人为因素压实底土层是在细质地灌溉土壤上存在的普遍问题，在中等质地到中粗质地的旱地土壤上，这个问题尤为严重。在灌溉土壤、旱地土壤和草地土壤上常会发生表土板结问题。

早在19世纪末和20世纪初，一些研究机构就注意到了牧场破坏、侵蚀以及盐渍和水渍问题。那时，即已确定了许多控制荒漠化的基本原则。但是，直到20世纪40年代和50年代，这些原则还没有普遍应用。即使到目前，虽然已有了一些解决办法，但更多的事情还有待人们去实践（Glantz, 1981）。

（5）南美 过牧、在非宜农地上耕作，由于伐树造成土地退化，以及随之而来的水蚀问题，这些都是南美干旱地区长期存在的老问题。风蚀对阿根廷半干旱的南美大草原是一大威胁，在那里，流动着的沙丘毁坏了大量土地。盐渍和水渍对阿根廷西部非灌溉地区已构成危害，这在沿里奥萨拉多地区尤为严重，它对横贯秘鲁滨海平原的许多窄长灌溉流域也有不利影响。

16世纪和17世纪，西班牙人向南美洲西部殖民后，就大量砍伐树木，用作矿山木材和燃料。伴随而来的是在局部地区放牧过度，加上在附近山坡耕作，结果是不可避免地加速侵蚀。然而，直到19世纪和20世纪，安第斯山脉的山坡以及滨海牧场的土地才普遍退化。近几年来，在大多数南美国家中，由于人口增长，加上推行了现行的土地所有制，更加重了干旱地区的压力。

在半干旱的巴西东北部，由于地区性降雨毫无规律，目前荒漠化已经具有中等水平。人们会这样辩解：如果降雨更加可靠，并且不经常发生严重干旱，则土地破坏或许要比现在严重得多。原始的卡丁加群落植被是旱生植被，这类植被适合于在每年都要发生的常期干旱的地区生长（Banco do Nordeste do Brasil, 1964）。

秘鲁沿海岸地区横贯着许多河流，从安第斯山流到太平洋。在这里，许多灌溉盆地受到不同程度的盐渍和水渍。这些灌溉盆地仅是秘鲁海岸荒漠的一小部分，比起智利的荒漠来更是微不足道。然而，这类荒漠大多数没有开发，因而荒漠化程度甚微。

再往南，就是智利的半干旱海岸山脉，在这里，由于在山坡放牧过度，再加上种植，因而在人口集中的地区土地退化已十分严重。盲目伐树也是造成这一地区退化的一个重要消极因素。

在阿根廷，干旱土地比南美其它国家要多，这里，过度放牧破坏了从北部高原到南部巴塔哥尼亚冷漠的草原植被。风蚀既破坏了草原，也在毁掉耕地，这在阿根廷南部尤为突出。

（6）西班牙 西班牙所有干旱地区已遭受中等程度的荒漠化乃至严重荒漠化，其

荒漠化历史即使没有几百年，也有几十年。荒漠化破坏多半是由于严重放牧和伐树造成的，但是耕作地也普遍受到风蚀和水蚀。灌溉地的盐渍和水渍对西班牙南部的瓜达尔基维尔河谷地是一大威胁，这也是西班牙东北部埃布罗河流域部分地区的一个主要问题。天然植被被破坏，继之对坡地薄土产生风蚀，这对植物生长环境和土地的生产潜力是一个致命的打击。目前在地中海沿岸已形成了许多流动沙丘。

在过去几个世纪，由于在非耕地上放牧绵羊和山羊过度，结果毁坏了大量草本植被和木本植被 (Albareda, 1955)。由于植被被破坏，加上这一地区降雨猛烈，结果使过牧坡地严重水蚀。人们不断砍伐树木作为燃料和建筑用料，同时，旱地耕作又不断向放牧地扩展，伴随而来的是过牧。目前植被已变得寥寥无几，地表径流在不断增加。

在耕作区单一种植谷物使土壤肥力不断耗尽，土地更易遭受风蚀和水蚀。长期持续干旱加速了荒漠化的进程。在西班牙全国的坡地上水蚀也很严重。

西班牙全部耕地中，受盐渍和水渍影响的耕地比例不大，受害土壤的主要地区大部分发生在灌溉谷地。在西班牙东北部受盐渍的主要地区是萨拉戈萨省和莱里达省邻近的埃布罗河流域。从较高土地上渗漏出来的灌溉水已造成下游地区的水渍和盐渍 (Martinez, 1978)。

七、人类的影响

归根到底，荒漠化是人为因素造成的。据1980年统计资料，全世界生活在干旱土地上的人民有7.7亿，可以预料，其中至少有4.5亿人直接或间接地受到了荒漠化的影响。这种影响可能表现为：眼疾、胃病，牲畜虚弱，粮仓空空，谷物掺沙，水库积满沉积物，洪水泛滥成灾等。以干旱土地为例，按现行价格估计，仅就农业生产这一项的损失每年要超过260亿美元。荒漠化造成的全部直接损失更要大得多。

每年都有部分农地变为严重荒漠化土地，这些土地目前提供的收入决不能补偿其生产成本。但这类土地不可能完全废弃不用。即使人们尽量利用其它资源，荒漠化土地仍要继续象以前那样加以利用，或者降低其使用的集约程度。无论哪一种使用情况，从土地上获得的收入都要降低，依赖这些土地生存的人民其生活标准也要下降。

土地一旦变成荒漠，人们就会提出有关抗荒漠化并使荒漠化土地恢复其最高生产能力的价值问题，表4针对每一种荒漠化的主要农业利用土地，给出了使其恢复到最高生

表 4 荒漠化后的农业用地通过改良能取得肯定经济效益的土地百分比

土地 利 用 类 型	改良后能取得肯定经济效益的土地百分比 (%)
灌 溉 地	100
雨育农作物地	70
放 牧 地	25

产力所取得的经济效益能超过改良它所付出的经济代价的土地百分比估计值。从表中可知，只有25%的放牧地改良后肯定能取得经济效益，而荒漠化后的灌溉地几乎100%有改良价值。改良严重盐渍的灌溉地要付出很高的代价，但可能取得的潜在效益也高。另

一方面，改良放牧地的成本较低，但其经济效益也低。事实上，在大多数情况下，得益要比成本低得多。不能获得纯利润的雨育农地占其总数的30%，这些土地多半是气候条件十分勉强的土地，它们虽是放牧的良好场所，但却是贫瘠的作物种植地。劣质放牧地都处于较干旱的地区，它们已受到严重片蚀或沙丘入侵，以致很难生产饲料和使沙丘稳定。

表4提醒人们，有些荒漠化的农地在经济上有改良价值，而另一些土地则不值得改良。具有改良价值的土地首先应是具有最高生产潜力的土地，并且应是具有最有利的土壤、气候、水源和可接近性条件的土地。如果认为经济效益是土地改良的主要衡量标准，则勉强合格的土地应考虑放在最后去改良它。

这里应该指出，本文是根据花费在土地改良上的劳动力和其它资源的直接经济成本与通过改良土地后增产粮食和纤维所取得的直接经济效益对比来分析的。尽管预料有75%的放牧地不能回收改良它们所花费的成本，这是事实，然而为这些土地改良计划进行投资可能还有许多充分的社会原因。这些原因有，延缓农村转变为城市的客观需要，公平使用开发资金，防止一种自然资源进一步破坏，在一年的某些时期提供就业机会等。改良最差的雨育农地其理由未必是考虑将来要为生活在这些土地（即使它不再进一步退化）的人民提供满意的收入。如果退化被阻止，为后代保存自然资源乃是社会必须承担的一项义务。对保护自然资源的社会效益的认识深度是衡量一个国家公众良知的尺度。

第2章 荒漠化的人为因素

I.S.Zonn和N.S.Orlovsky (苏联)

今日之荒漠化是由自然和人类两种因素造成的。

地球上出现的天然荒漠主要是由北纬和南纬 15° 到 25° 之间的高压亚热带造成的，这一地带构成了大气环流的一部分。气团从亚热带迁移到赤道，这是一个复杂而持久的过程，最后形成了大气的稳定状态，其主要特征是降雨多变无常，且雨量偏低，干旱危及所有干旱地区，它进一步加剧了荒漠化进程。麦布特 (Mabbutt) 将干旱描绘成荒漠化的原动力，这是十分贴切的。然而，人为因素对荒漠化来说却是决定性的，而干旱气候只是促进荒漠化的一个适当的先决条件。

上篇论文中论述了荒漠化的明显影响，这些历史记载是人为因素造成荒漠化的有力佐证。尽管荒漠化过程复杂多变，但人们仍可认识到下列造成不同地区荒漠化的大多数人为因素 (Rozanov, 1977)：

- 1) 由于过牧造成植被破坏，进而引起土壤侵蚀；
- 2) 干旱土地的集约使用以及旱地农业经营不善使得土地侵蚀和吹蚀加剧，这种破坏几乎与现有土壤类型的特性无关；
- 3) 从事种植业和畜牧业的人们之间缺乏配合和合作；
- 4) 毁坏植被作为柴火；
- 5) 在筑路、工业建设、地质勘探、开矿、开辟和建立居民住宅区以及兴修水利工程等过程中破坏植被覆盖和土壤；
- 6) 机动车辆的运输破坏了荒漠地区脆弱的植被；
- 7) 牲畜饮水区布点不当，管理不善，致使植被和土壤被牲畜蹂躏、蹂躏；
- 8) 灌溉地及其周围土地的次生盐碱化和水渍；
- 9) 无出海口盆地的盐土荒漠的扩张。

如上所述，在许多发展中国家，牲畜放牧方法一直没有改变，至少在近1000年来一直沿用老办法。在极端恶劣的气候环境下，牧人从他们的畜群中获得的动物产品不得不全部用于他们自身的生活需要，实际上没有剩余产品留下作为商品出售。结果，在遭受干旱或牲畜瘟疫期间及随后的日子里，牧人完全无力购买食物，势必大批宰杀他们的牲畜。他们为了在接二连三的干旱过程中生存下来，不得不扩大他们的牲畜头数。由于牲畜头数不断增加，他们过分集中在少数的饮水点以及最近建立起来的定居点放牧，加剧了牧场的破坏。再则，由于耕作区不断向边缘地带扩大，加上修建水库，使牧区不断缩小，最后势必造成放牧畜群的生活条件更加恶化。

由于放牧率不断提高，对牧场的放牧压力也随之加大，使得牧区极易过牧。因此植被种类的组成及其比例，主导物种群体的年龄结构以及群丛和微群丛的结构，植物生物量的生产率，土壤覆盖的状况，以及地貌、地下水位和小气候等均发生更迭交替。

遭受不同放牧压力的牧场植被的上述变化几乎没有任何地方有沙质荒漠发生的这种变化这么明显。牲畜放牧对牧场产生压力的主要形式是放牧对植物和土壤覆盖的直接影响。而放牧对牧场植被覆盖的影响尤为明显。随着放牧强度的增大，牧场上有价值的饲料植物逐渐减少，最后全部消失，取而代之的是杂草和食用价值低的植物种群。牧场植被种群组成发生变化的同时，在这一放牧地带内的多年生植物逐渐让位于浅根系的一年生速生植物。

放牧对土壤和植物的影响与它对牧场植被的影响则大不相同。在沙质荒漠中，土壤松散和粉碎是诱发风蚀过程的主要原因。但是，由于放牧牲畜踏碎了土表的硬壳，改善了土壤的通气性并使种子与土壤亲合，放牧后适当地松散了土壤，这是可喜的现象(Nechaeva, 1954)。

牧场上牲畜饮水点的分散是造成过牧的主要事例。由于大量牲畜集中在附近水源饮水，这里的土壤遭到严重践踏，随之而来的是风沙。事实上，稀少的荒漠水井变成了初始荒漠化过程的中心。离开水井，人们可以发现土壤稳定状态的变化以及植被的变化过程，即以水井为中心形成了一簇同心放牧圈或同心放牧地带。英国生态学家兰格(Lange)称之为“脓圈”(pyosphere)，脓圈与牧场退化的各个不同阶段有关。初步确定，脓圈半径等于羊群每日移动的距离，即5~6km，在穆尔加布-阿姆河间地，两脓圈的距离一般为7~10km，脓圈的平均直径约2km(Kharin, Kalenov, 1978)。但是，脓圈周围荒漠化的范围取决于水井的产水量、饮水的强度和季节、地貌特征以及风蚀状态。1968~1973年哈萨克斯坦地区发生干旱之后，脓圈的半径扩大了几公里，脓圈的中心地区已成为荒芜的荒漠化沙滩。

由于过牧造成的草场破坏现象在荒漠地区表现得最为明显。在距水井4~6km的一些地区进行了观测(Nechaeva, 1979b; Antonova, 1979)，发现有土生植被，因为在这里放牧强度适中，且放牧地带分布比较均衡。但是，这种放牧带代表了牧场轻度退化，其特征是土壤紧实度中等，且有乔木、灌木和丰灌木存在。

牧场退化的第一阶段，沙地松散程度中等。虽然在有植物覆盖的西北畦坡和受风吹的波状地带夏季会出现风蚀区，但是在以后几年内，只要在有利的风吹状态下，这些风蚀地区就会长满植被。

离水井较近的地方(2~3.5km)，随着对牧场放牧压力的加大，出现了二次退化的放牧地带。这表明每年牧草要损失70%以上，从而使沙土表层松散度增加。风蚀带走了大量沙土，出现了大面积的风蚀，当地土生植被被消灭。在某些地方开始形成一个个新月形沙丘群。

乔木、灌木和牲畜适口的植物被毁坏后，物种的组成变得贫乏。重新构成的植物群落不合要求，另一方面，大多数普通的植物种群从地上消失，代之以使用价值较低的物种，这里地上生物量与地下生物量之比值逐渐减小。Nechaeva(1979b)认为，上述这些变化是牧场破坏的指示剂，因而也是荒漠化的迹象。

牧场退化的第三阶段是在离水井0.5~1.5km半径的同心圈地带产生的，这一阶段反映出对牧场放牧的压力极大。在风蚀中心，大量沙粒的运移使空间布满了流沙，形成了一种丘状新月形沙丘分布地形。随着多种灌木和半灌木以及大批牧草从植物群落中消失，重新组成的植被结构是蔓延型的。物种的组成变得更为单调，生物生产量锐减，牧

场上留下的只是一些食用价值低的植物种。

从水井处向外延伸到水井四周半公里的地带覆盖了新月形沙丘，这是植被覆盖被极度破坏的明证。其地形由大面积的平行新月形沙丘群组成。地面植被极为稀少，且集中在相邻沙丘之间低凹地上。这一地带的植物区系组成极为贫乏。

牧场出现特定程度的退化，其持续时间的长短取决于牧场的过牧程度。高强度的放牧，只要5~8年就可使牧场退化。若在二次退化地上采取保护措施，则可望在6年内恢复植被。据报道，三次退化的土地即使在采取保护后17年，植被也不会恢复，不论是乔木种子还是灌木种子决不会在三次退化地上萌发 (Nechaeva, 1979b; Antonova, 1979)。

过牧也会造成土壤紧实，由此使渗入土壤的雨水量降低，同时增加了地表径流。结果，土壤肥力下降，水蚀增加了新的活力，而植被却蒙受缺水之害。上述所有这些变化最终将导致牧场植被的旱地群落化 (xerophytization)。

土壤水蚀和土壤风蚀一样，也会造成牧场生产能力下降。牧场生产能力的这种下降是由于牧场面积缩减造成的，因为部分牧场已变得不适于放牧，过去曾经是多产的牧场已变为生产能力日益下降的土地。表5列举了牧场生态系统土壤受水蚀和风蚀后其组成单元的变化 (Dzhanpeisov和Dzhamalbekov, 1978)。

表 5 水蚀和风蚀对牧场的影响

牧场生态系统的组成单元	影 响	
	水 蚀	风 蚀
植 被 覆 盖	土层深度降低，土壤养分损失，植被覆盖旱地群落化和植被覆盖破坏；植被被径流水冲刷和埋葬	植被生长基地和土壤养分减少，所有物种旱地群落化；物种发展受抑制；植被被流沙埋葬或吹断
根 系	根系裸露，根系物质减少	根系裸露，根系物质减少
腐 殖 层	被冲走，地崩	被埋葬
地 层 上 部	片蚀和细沟侵蚀，石子数量增加	吹走，土质结构变粗，形成风成土地形
腐 殖 质 土	土层深度、有机质含量、氮和其它营养素下降	腐殖质土的数量降低，肥力下降
土壤的水文物理特征	水分含量、土壤透气性和土壤聚合强度降低	水分含量减少，土壤聚合体破坏
下 层 岩 石	剥蚀冲走	剥蚀
地 下 水	地下水位下降，地下水流减少	地下水位下降或增加

图2表示由于在牧场上放牧而引起的荒漠化过程的实质及其型式。

欧洲人利用半干旱草原的传统观念传到了非洲，其结果是，过去曾经代表了各种各

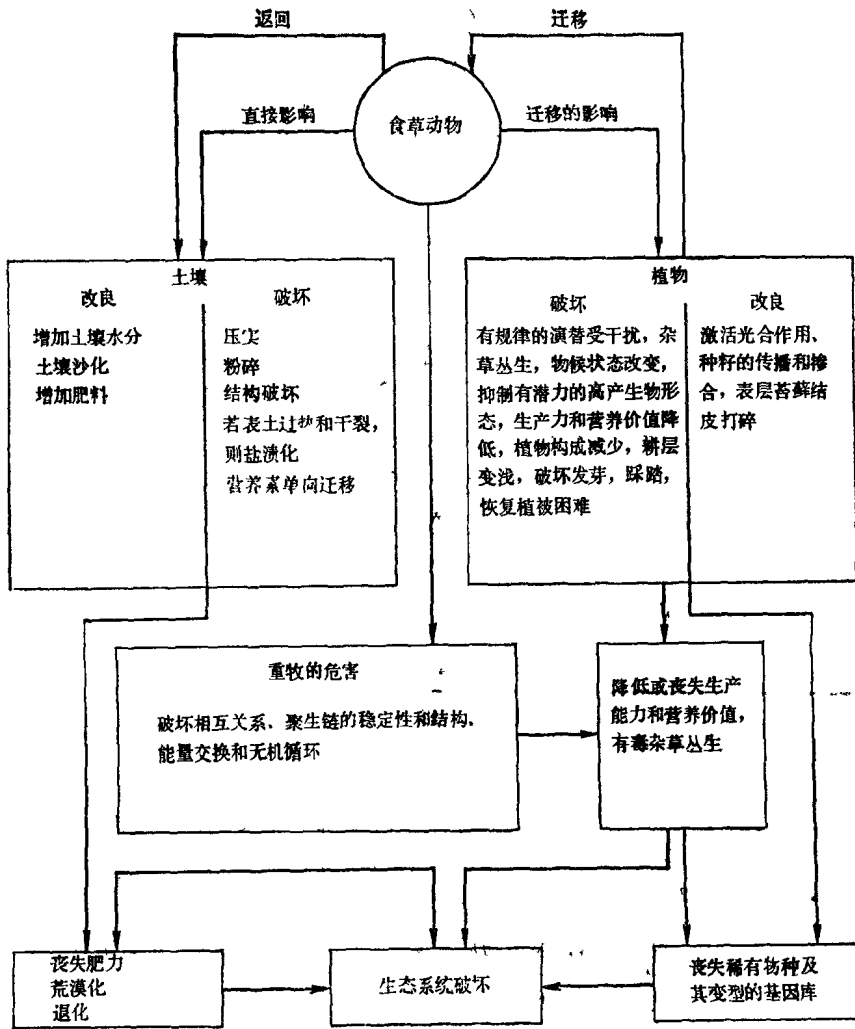


图 2 放牧对牧场生态系统的影响 (引自Kuroch-Kina, 1931)

样不同哺乳动物科目的野生动物物种在大范围内濒临灭绝，取而代之的是牛、绵羊和山羊，这些动物只能靠牧草和矮生植物作饲料，而不能利用当地大多数植物作为饲料。在短期内，许多地区的牲畜放牧量超过了原来可能的载畜量，致使植被覆盖被破坏，造成动物统统死亡，几千平方公里的牧场不能再用。过牧对以牧场作为栖息地的鸟类也有影响。因为植物覆盖层变薄后不再能保护鸟类免受食肉动物的袭击。

由于草原上还有野生食草动物，它们是作为整个牲畜群落的一个组成部分生存下来的，也可有选择地定期捕猎作为食肉，因此总产量将大于单独饲养乳牛、绵羊和山羊的生产量 (Ehrenfeld, 1973)。

过牧对生态系统的影响已完全研究清楚，但是有关按学科原则管理牧畜放牧的效果这方面的信息还不足，对它们也缺乏分析。通过妥善控制牲畜放牧的主要生态实施似应考虑以下几个方面：