

干旱和半干旱地区的

水土保持



联合国粮食及农业组织 罗马

59
457
1869

干旱和半干旱地区的

水土保持

林业司 森林资源处

森林保护及野生动物科

联合国粮食及农业组织

罗马 一九七六年

本书中所用名称及其材料的编写方式不意味着联合国粮农组织对于任何国家、领土、城市或地区或其当局的法律地位或对于其边界的划分，表示任何意见。

M-57

ISBN 92-5-500130-2

本书版权属于联合国粮农组织。如未得版权所有者的书面许可，不得以任何方法或程序全部或部分复制本书。申请这种许可，应按下列地址写信给联合国粮农组织出版处长，并说明复印的目的和份数。Via delle Terme di Caracalla
-00100 Rome ITALY

©粮农组织 一九七六年

提 要

本书收集的文章来自世界各地九个国家的水土保持专家，他们从森林和牧地管理（着重在发展中国家）的观点出发，回顾了干旱和半干旱地区的一些保护方法。

本书还介绍了沙漠化的现象，包括风、牧场退化、水土流失、缺水、风吹积成的沙丘等问题。还举例说明如何解决这些问题，诸如：调查侵蚀与退化的方法、固沙造林方法、建造防护林带的指导方针、恢复退化牧场的办法、牧地管理指南、雨水集收法、植被管理计划以及造梯田和其它处理坡地的方法。

沙漠化是威胁着当代世界上少雨地区唯一的最大的危害。次撒哈拉、沙特阿拉伯、巴基斯坦、伊朗的广大地区被日益扩大中的沙漠所淹没，使土地荒芜。此外，许多干旱国家的边缘地带本来可以成为为人们提供需要的富饶地方而现在由于人类的开发活动而成荒地。要纠正这些问题，自然环境保护论者一方面面临着开垦荒地的技术问题，另一方面又面临着教育和推广的社会问题。这些问题不是互不联系的。最好通过示范成功的技术解决办法来建立可信性。

当前干旱地带最迫切的需要技术解决办法有以下那些问题：(1)放牧地的管理；(2)建立防护林；(3)固定沙丘和(4)增加水的供应。本书的目的是在解决这些问题方面提出一些实用可行的技术，尤其从管理那些通常不用于精耕细作农业的土地的观点出发来介绍一些技术。本文件还研究了管理少雨地区的想法。

解决干旱地区问题的办法尚不完善。为此目的，在许多章节中都提到进行研究的需要，以满足那些负责管理和恢复土地的人的日益增长的要求。特别需要对固定沙丘及建造防护林的原理和技术进行评价，其目的是使它们能适用于发展中国家的干旱地区。同时还需要较好确定环境因数的数量和一个选择有用植物品种的计划。

对许多作者化费大量的时间和精力为这一系列文件作出了贡献而表示特别的谢意。我们对所联系的许多组织和机构在提供材料、照片、咨询或允许他们的工作人员协助我们工作等方面进行了密切的合作表示同样的感谢。

粮农组织森林资源处的S·H孔克尔是本项目的协调人，布拉希姆·本·塞勒姆在本报告的育林方面提出了意见。

粮农组织林业司尤其感谢亚利桑那大学的可更新资源学校，感谢他们派J·L·太晤士顾问协助进行本书的校订工作及作了一定的技术贡献。

H·斯坦林

罗马 粮农组织林业司森林资源处处长

序 言

《粮农组织水土保持手册》是阅读丛书中的一本，它提供了世界各地资源保护和土壤保护方面的一些实际例子和情况调查。书丛的重点是保护森林、营林区、陡坡地带、能从土地利用中获利极为有限的其它地区、有退化问题的地区或资源保护是（或应该是）一个主要目标的地区。本书主要的重点放在对发展中国家有用的技术上面。

《粮农组织水土保持手册》共有：

第一册“分水岭的管理——指导方针和例子”。本册内的文章研究了分水岭管理和水土保持的想法以及阐明了进行下述工作的实际方法：即：流失和退化的调查；流失的予告；沟的改进；用于分水岭管理的遥感技术；保持森林道路不受侵蚀；环境影响调查；修筑梯地；陡坡的修复；防止塌方。

第二册：“上游水土保持的水文技术”这些文章研究了森林水文学和其它基本上与水土保持工作有关的上游水文学的一些方面。举的一些例子有：田间径流的估计；洪流的控制；渗透量的估计；山上雪的水分调查；山地退化的评价；森林废水循环；小溪水质评价；蒸腾；以及水库中沉积物的调查。

第三手册：“干旱和半干旱地区的水土保持”。这些文章研究了沙漠化问题和举了一些关于建立防护林、沙丘营林、流失的评价、山坡梯级营林、恢复放牧地、雨量情况，以及管理植被技术的例子。

第四手册：“水土保持技术的专门读物”这些文章是一批比较专门的或是着重于研究的读物。这些文章涉及的题目有防止森林火灾的指导方针；高山上管理雪的概念；用于土壤复原所需复盖物的实例调查；估价土壤温度的研究技术。

这四本“粮农组织水土保持手册”由罗马粮农组织森林水文学家S·H·孔克尔以及粮农组织顾问、亚利桑那大学的J·L·太晤士编辑和校订。B·本·塞勒姆是干旱地区和育林方面的技术顾问。

	页 次
前 言	xi
序 言	xii
一、沙漠扩大能够阻止吗?	1 - 21
作者: H. N. 勒霍埃罗, 埃塞俄比亚 非洲国际畜牧中心	
二、防护林带——作用和用途	22 - 36
作者: C. P. 比玛亚 (印度)	
三、干旱地带营造和管理防护林带的例子	37 - 51
作者: 粮农组织 E. 科斯特 (也门人民共和国)	
四、退化集水区和受侵蚀草原的管理和恢复,	52 - 77
尤其提到放牧地的重新播种问题	
作者: K. 菲茨杰拉德 (澳大利亚)	
五、干旱地区表面径流和非常流河川径流的集水方法	78 - 92
作者: J. 梅迪纳 (墨西哥)	
六、增加半干旱地区出水量的植被管理方针:	93 - 107
亚利桑那的实例研究	
作者: 亚利桑那大学 M. M. 福格尔	
七、研究沙丘造林的一些方法	108 - 119
作者: M. 詹森 (丹麦)	
八、鉴定流域危急状况的直观方法	120 - 129
罗马 粮农组织森林资源处	
九、退化坡地的恢复和保护	130 - 155
作者: 粮农组织 L. 玻茨塔诺努 (阿富汗)	

各 章 的 插 图

第一章 (勒霍埃罗)

1. 一棵种在流沙地区的树令十九年的枝树 10
2. 约旦在梯田上种了橄榄树、葡萄树和果树 11

第二章 (比玛亚)

1. 越过防护林带的气流 23
2. 林带的密度与风的对比 24
3. 风汇集通过林带缺口后的散开情况 26
4. 防护林带在公路、小道、灌溉渠道等地出现的缺口 26
5. 风速减弱区与开旷田野风的百分比 29
6. 三角形五行防护林带的典型横剖面图 30
7. 风力减弱区, 人工屏障下风处与旷野风的百分比 31
8. 下风一面的防风距离与屏障高度成正比例 32
9. 防护林带网的实地分布 33
10. 防风林下风一面农田作物产量剖面图 33

第三章 (科斯廷)

1. 被沙埋没的灌溉渠道 38
2. 幼树防护林带阻住了沙丘的移动 38
3. 单行不透风的宽叶锥果木防风林 39
4. 赤桉透风防护林 41
5. 为保护一个轧花厂而建立的三行防护林带 41
6. 树令二年的柚木对沙地的影响 41

第四章 (菲茨杰拉德)

1. 调查组绘制的植被和侵蚀情况图 57
2. 光秃、退化和侵蚀的地区 58

3. 金伯利东部受侵蚀地区示意图	60
4. 项目地区的深整	62
5. 设置了挡牛篱笆, 实行分区轮牧保护载畜量	63
6. 把摇晃的树干用铅丝联结起来	64
7. 采用分段的条耕方法	65
8. 对置的圆盘犁	66
9. 长满了茂密的蒺藜草属	67
10. (1)用对置的圆盘犁操作	68
10. (2)用对置的圆盘犁操作	69
11. 对置的圆盘犁在草地上操作	70
12. 重型带齿滚筒	71
13. 大面积耕作的空中摄影图	72
14. 胶轮拖拉机	73
15. 多年生植被沿着条行生长	74
16. 茂密的木棉灌木	75
17. 在围篱地区内更新牧场	76
第五章 (梅迪纳)	
1. 不透水的表层可用作低费用的集水表层	79
2. 水泥面表层具有很高的使用寿命	81
3. 草纤维或聚丙烯编织席可用作集水区表层	82
4. 澳大利亚使用“道路型的集水区”	83
5. 浮架在蓄水池上的聚苯乙烯盖可减少蒸发量	84
6. 尼龙蓄水套可制止蒸发	84
7. 小集水面的草图和断面图	86
8. 利用一系列的阶地在沙漠条种	87
9. 挡住径流进行条种	87

10. 人造集水区需有栅栏和细砂坑	88
11. 土坝分水系统草图	89
第六章 (福格尔)	
1. 栎树地区平均年降水量分布情况	98
2. 混交针叶树林集水区出水量的增加	101
3. 美国黄松集水区出水量的增加	102
4. 栎植被集水区出水量的增加	104
5. 处理过和未处理过的集水区假定的可靠水流量	106
第七章 (詹森)	
1. 用围篱的方法来固沙	111
2. 新造的芦苇篱笆	111
3. 三种不同沙丘上生长的对比图	113
4. 在贫瘠沙土上深栽技术	113
5. 用土钻挖穴深栽	116
6. 怪柳在沙丘深栽后的长插条	116
第八章 (粮农组织)	
1. 侵蚀与柱脚	122
2. 侵蚀与柱脚上留下的小石块	123
3. 土壤残留物的形成	124
4. 南部非洲过度放牧的地区	126
5. 田野中的宽沟	129
第九章 (玻茨塔诺努)	
1. 在村庄上端造梯田	131
2. 活枝条可用作压条	134
3. 沟里挖小穴种草丛和根插条	135
4. 在坡地上筑挡土墙	136

5. 削平沟墙	137
6. 不同的排水沟形	138
7. 山坡地下渠道的拦水坝	139
8. 修建坡尖堤	140
9. 以嫩枝条、枝条捆和石头筑堤	141
10. 在受侵蚀山坡上的篱笆	143
11. 受侵蚀的缓坡可采用等高耕翻法	144
12. 短梯田、较长梯田和月牙形梯田	146
13. 逐层渠道梯田	147
14. 不同的梯田修建法	148
15. 梯田面积的图介	150
16. A形支架测量仪	153

沙漠扩大能够阻止吗？

作者：H. N. 勒霍埃罗¹

非洲国际畜牧中心

编者说明：H. N. 勒霍埃罗的这篇文章扼要介绍了沙漠扩大和沙漠化的特点和过程，然后讲到对解决这些问题已经做了哪些工作和可以做哪些工作。除了他自己的工作外，作者还概要地谈了文献上的主要研究结果。这里列出了一些参考材料；但是，读者还可能会对作者提供的相当详尽的一九七三年文献目录发生兴趣(对这个问题提供了一千四百三十七份参考书目)。本篇文章还有法文版。

¹ 作者不久前是粮农组织植物生态学家，现在是非洲国际畜牧中心环境科学部主任，邮政地址：埃塞俄比亚的斯亚贝巴5689号信箱。本篇文章最初是在一九七三年十二月毛里塔尼亚努瓦克肖特举行的国际沙漠扩大问题讨论会上提出的。

1. 题 目

沙漠扩大是一些因素合到一起，使植被逐渐减少，原来没有沙漠征状的土地出现沙漠状况，（参考材料24），特点是形成砾漠、戈壁和沙丘（参考材料32）。

这个定义的限制程度超过许多作者使用的“沙漠化”的概念，沙漠化一般是指干旱、半干旱甚至半潮湿气候条件下的植被退化。例如，我们认为热带干林退化成希树草原或是热带希树草原退化成“希荆棘林”和地中海的常绿矮灌木地区退化成无树草原一样，都不是沙漠扩大过程；后一个过程叫做“草原化”（参考材料27）。

按照上述的定义，沙漠扩大主要发生在沙漠边缘或降雨量在一百毫米和二百毫米（特殊情况下至三百毫米）之间的地区。

我们对“沙漠”下的定义是指撒哈拉南部和近东的一些地带，在那里砾漠或土壤希少的缓坡上的植被干缩（参考材料34），降雨量基本上低于一百毫米（参考材料48、49、5、25、55和56）。

干旱地带的定义是降雨量在一百毫米至四百毫米的地区，相当于北非地中海沿岸草原地区到近东的伊朗——都兰地区（参考材料26、55、56）和撒哈拉南面的萨赫勒（参考材料16、53、54和35）。在这里不考虑萨赫勒——苏丹地区（降雨量四百至六百毫米）和地中海沿岸的半干旱地区（降雨量四百至六百毫米）。

2. 沙漠扩大的原因

虽然没有证据，但已经讲了许多关于自从有史时期开始以来假设气候系统的干燥过程。撒哈拉是在公元前三千年到五百年之间变成干旱地区，此事早经证实，并为人们普遍接受，但是各种专业的大多数专家现在不同意有史时期中气候越来越干燥的论点（参考材料9、10、11、5、36、46、47、48、49、25、24、26、13、50、2、7、4、6、12等）。现在我们拥有过去一百三十五年中北非的雨量资料（康斯坦丁气象站自一九三八年起的开始工作，阿尔吉斯气象站自一八四三年起的开始工作）

和一百一十五年中近东的雨水量资料（耶路撒冷，一八六〇年）。

对资料的统计分析表明没有发生系统性的变化，只有“旱”年和“雨”年发生的先后顺序。正如死海海面变化的研究一样（参考材料19），树木年代研究证实了这一点（参考材料12）。

除了达喀尔和圣路易斯（一八八七年和一八五五年）以外，撒哈拉以南地区的观察资料没有这么早，如德尔瓦莱（参考材料6）谈到除了降雨量与太阳活动之间虽没有任何的联系，但有一些对应关系以外，那些资料不说明问题，布德特（参考材料4）认为这两者的变化不是同时发生的。我们看到的是旱年和雨年的交替顺序（参考材料2、52），如撒哈拉北面的情况。另外，关于萨赫勒的宝贵的历史文件使我们能够得出这样一个结论：植被非常明显地退化（参考材料17、7）。显然地我们现在正处于早期。例如，特黎波里（利比亚）的雨量比率如下：

$$\frac{1957-71}{1892-71} = 0.77 \text{ (格夫里制订)}$$

同样，在阿加德兹连续四年降雨量低于一百毫米（一九六九、七〇、七一、七二年）的可能性仅是二千四百分之一（参考材料31）。佩雷德法布雷格和里普斯坦（参考文件45）注意到萨赫勒目前的早期是从一九五四——五五年开始的。

因此，气候确实对定期出现的一连几年干旱有一些影响，在这些旱年期间人和家畜对自然资源的压力突然增加。

但是，观察家们一致认为，这样的干旱在各个时代都出现过，不足以解释我们现在目睹的速度加快的沙漠扩大，特别是自第二次世界大战以来的沙漠扩大（参考材料48、10、11、36、24、6等）。

沙漠扩大较为根本的原因是，由于人口激增，人和家畜的活动对土地的影响比以往任何时候都大。在撒哈拉地区的边缘，造成沙漠的是人，气候仅是一个辅助因素，本作者的观察结果也是这样（参考材料23）。

人口增长率每年约百分之二点五至百分之三，有时甚至达到百分之三点五；这就是说每二十年至二十八年人口增长一倍，视各个地区的情况而定。人口压力不断

增加的后果是：

- (1) 在撒哈拉南部和北部以及近东耕地大量扩大，并越来越伸进干旱地带，不是通过提高单产而是通过扩大作物种植面积和逐渐减少休耕地来获得所需越来越多的谷物（参考材料22）。
- (2) 放牧过度；随着家畜和家禽增多，它们与人口增长的趋势一样，几乎需要定期地进行大屠宰（参考材料42、21、24和44）。
- (3) 毁坏木本植物用作薪炭材和其它家庭用途，这个情况非常显著，尤其是在北非和近东；每年毁坏的干草原达几万公顷（参考材料41、43、44、24、14、31）。同样，萨赫勒地区的剪枝打枝过多也是滥伐的一个重要部分。
- (4) 打井越来越多和设置出水量很大的供水点，但没有有组织地管理牧场（参考材料3、45和4）。供水量大的供水点吸引了大群家畜集中到它们周围，于是毁坏了周围五至十五公里以内的牧场。

总而言之，在许多情况下干旱地带的人口和牲畜密度超过了自然资源的承受能力。结果是这些资源逐渐减少，戈壁和沙丘开始扩大。

3. 为防止沙漠扩大已经做了哪些事情和可以做哪些事情？

提出的解决办法很多，但遗憾的是有效的行动很少，而且仅限于北非和近东。

3.1 种植喜旱的饲料作物

可能除了在苏联和澳大利亚的干旱地带以外，在年降雨量不到三百至四百毫米的草地上重新播种草子一般都失败了。但是营造了一些大面积的饲料树和灌木林，主要是在突尼斯。

粮农组织和世界粮食计划署在突尼斯的干旱地带合办了一个项目，在五年中种植了五万多公顷的无刺仙人掌，现在继续每年种植一万多公顷。突尼斯每年还种植

一千多公顷澳大利亚的耐旱无刺金合欢属植物（兰叶相思树、Acacia、Ligulata、柳相思树、无脉相思树、Acacia、Victorias）。滨藜属植物（主要是Atriplex、numularia和地中海滨藜）也是这个情况，营造技术已加以完善（参考材料23、25），每年每公顷生产约一千至三千公斤干饲料，等于二至十公顷当地草原的产量。甚至在年降雨量不到一百五十毫米，径流提供补充水分的低洼地带和厚沙土层上，这些树林也营造成功了。以色列内格夫北部（金合欢属和滨藜属）和伊朗（滨藜属）虽然在较小的规模上采用了这样的方法，但也成功了。在萨赫勒地区，尤其是在塞内加尔和尼日尔（粮农组织与达劳尔——毛里合办的项目）正在营造Acacia albida林，或是‘Gao’，萨赫勒的“奇迹树”。但是，所有这些树林需要绝对全面保护至少二至五年，然后仔细地利用，防止它们由于过度放牧而减少和消失。

问题是需要建立适当的机构、良好的组织和技术控制。这些就是这种方法的薄弱环节。

3.2 妥善地管理牧场和控制灌木火灾

在一些地方按照这些方针试验搞了一些妥善的管理，受益的作用得到了普遍的承认，就象防火障的作用一样。所要做的是使放牧率适合草原的承受能力，实行轮流放牧或推迟放牧以便使植被能够在雨季期间得到恢复。突尼斯和阿尔及利亚把几百万公顷牧场置于这样的保护性管理之下。叙利亚现在对四十万至五十万公顷的干草原实行有控制的管理。萨赫勒地区有几个牧场把几百万公顷的土地置于一项管理计划之下，具体来说是在尼日尔（埃克拉范，图库诺斯等）、乍得（瓦迪里米）和塞内加尔（多利，达赫拉）。

粮农组织用世界粮食计划署的援助在索马里搞了一个项目，因而有可能在几万公顷土地上建立牧场保留地。由于建立了得到政府和世界粮食计划署支持的牲畜饲养者协会，牧场保留地不久将扩大到几十万公顷。

这方面的限制因素不是技术性的，而是社会和政治性的，这是组织和政府的问题。牧民不一定抵制这样的革新，通过向他们提供短期的补偿，例如世界粮食计划署的援助，可以获得他们的支持。

所要做的就是通过鼓励 and 规定相结合来指导和动员他们，以及帮助他们组织起来。这是社会学家和政治家的任务。

另一个限制因素是缺少干部。经过训练的人员和推广工作者。几乎所有干旱的发展中国家都很缺乏改良牧场方面的专家。我们将在后面再谈这个问题。

3·3 把季节性多余的植被晒成干草

经常有人宣传翻晒干草，有时也这样做了，如粮农组织使用免于饥饿运动资助的经举办的一个小项目在塞内加尔北部和东北部就翻晒干草（参考材料38）。有人要求把这种方法推广到其它地方去，特别是再次利用世界粮食计划署的援助，通过联合国与粮农组织合办改善牧民生活条件的项目特别把这种办法推广到（尼日尔）埃及哈扎尔·达加德斯去（参考材料33）。这里还是人员培训和组织问题。

3·4 保护措施

所有技术人员都认为牧场保留地是有益的，牲畜饲养者自己也经常这样认为的。过去有些传统的牲畜饲养法实行这样的保护，如《古兰经》中提到的北非干草原的‘GDAL’和近东的‘HEMA’方法。

叙利亚的例子说明鼓励采用改进牲畜和草原管理的办法是可行的（如果这项工作与贝督因人的传统联系起来的话）。

在莫诺德（参考材料33）、内格特（参考材料37）和亚当（参考材料1）的发起下，用联合国教科文组织的援助在毛里塔尼亚建立起来的试验性牧场保留地取得了显著的效果，可惜的是后来这些保护地区被放弃了。