

发 展 中 国 家 的
土 壤 保 持



联合国粮食及农业组织

罗 马

粮农组织土壤学丛书

30

发展中国家的

土壤保持

土地和水利开发处

土壤资源管理和保持科

土壤保持顾问 I·康斯坦丁奈斯科

联合国粮食及农业组织

一九七六年 罗马

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 - 5 7

ISBN 92-5-500101-9

本书版权属于联合国粮农组织。如未得版权所有者书面许可，不得以任何方式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。地址：Via delle Terme di Caracalla-00100, Rome, ITALY

© 粮农组织

序 言

联合国粮农组织于一九四八年，即在建立三年以后，曾出版了《一项国际研究：土壤保护》（农学研究第四期），阐明土壤风蚀是个世界性问题。后来又陆续出版了一些有关土壤风蚀及其防治的书籍。其中有《农用土地的土壤风化及其防治》（一九六〇年农业发展丛书第七十一期）、《农用土地的土壤水蚀及其防治》（一九六五年农业发展丛书第八十一期）、《水土保持的六十项措施》（一九六六年土壤学丛书第四期），以及《土壤保持的法则》（一九七一年土壤学丛书第十五期）。

鉴于需要大量增加发展中国家传统农田的产量，粮农组织决定就轮种土地的土壤保持问题进行了一次专题研究，因轮种土地相当于世界可耕地面积的百分之三十，在非洲占可耕地面积的百分之四十。由粮农组织／瑞典国际开发署／尼日利亚农业研究中心联合举办的一次区域讨论会于一九七三年在尼日利亚就此重要问题进行了座谈，其成果发表在《轮种与非洲的土壤保持》一书之中（一九七四年土壤学丛书第二十四期）。

本书概述土壤风蚀问题并把重点放在防止风蚀的补救措施，尤其是发展中国家的传统农业形式种植的土地上。愿本书将有助于国家、国际和双边援助机构派在资源有限地方的实地人员的工作。

为了充分发挥作用，实地人员需要得到当地的土地利用及保持、技术、研究和行政部门的支持及帮助。所以，书内亦提到了这方面不可缺少的基本组织措施和法律措施。

因此，不仅实地人员而且发展中国家的研究和负责制定及执行土壤保持政策的国家工作人员，都可从本丛书获取裨益。

致 谢

作者为编写本书动用了下列各组织的资料，特此致谢。

英国农业工程研究所（联合王国 贝特福 锡尔索）。

B. T. Batsford, 伦敦。

英国海外发展部土地资源处。

美国农业部土壤保持处（华盛顿）。

瑞典乌普萨拉大学地理学系。

作者也向曾提供意见和邦助的有关人士致谢，特别是：

英国国立农业工程学校 N·胡特森教授及其同事，以及该校过渡性技术发展小组全体人员。

英国农业工程研究所 J·哈金斯、R·培尔、D·苏顿等教授；

英国海外发展部土地资源处 A·J·史密斯先生和全体人员；

罗马粮农组织土壤利用和保持小组 F·W·豪克博士和 F·I·马苏博士。

作者特别感谢美国农业部土壤保持处 O·约内斯先生，目前他虽在为粮农组织进行一项有关土壤退化的专题研究，仍向作者提出了建议并最后审核了手稿。

目 录

第一部分：土壤风蚀

	页 次
1. 前 言	1
2. 影响风蚀程度的各种因素	3
2.1 土壤风蚀的含义	3
2.2 土 质	4
2.3 土地的坡度	5
2.4 栽培措施	5
2.5 气 候	9
2.6 社会经济因素	16
3. 土壤风蚀的发展与后果	19
3.1 由水引起的风蚀	19
3.2 由风引起的风蚀	25
3.3 土壤退化	27
4. 轮垦问题	29
4.1 轮垦是什么?	29
4.2 需采用国际通用名词	29
4.3 人口增长与产量下降	31
4.4 增产的前景	32

第二部分：土壤保持

5. 国家一级的土壤保持行动	37
5.1 土壤保持的含义	37
5.2 一项全国土壤保持计划的目标	37
5.3 土壤保持部门	38
5.4 土壤调查	39
5.5 研究	41
5.6 法律	42
6. 土壤保持措施	45
6.1 总的原则	45
6.1.1 合理耕作	45
6.1.2 农艺和耕翻的作用	47
6.1.3 保护性工程	49
6.1.4 农户一级的土壤保持规划	50
6.2 复盖作物、混作和绿肥	51
6.3 作物残茬与复盖农作制	54
6.4 轮种	54
6.5 土壤保持翻耕制	56
6.5.1 免耕法	56
6.5.2 犁沟或垡壟	56
6.5.3 壟沟底或小横壟	56
6.5.4 深耕与中耕	65
6.6 等高条植	70
6.6.1 条田的轮作	70
6.6.2 条田与常年草地间作	73

6.6.3	沿等高线的条地	
6.7	分水道	77
6.8	毛渠	78
6.9	梯田	79
6.9.1	总的想法	79
6.9.2	条地	80
6.9.3	渠式梯地	88
6.10	冲刷沟的防治	89
6.11	流沙与沙丘的固定	91
	参考书籍	94

附表目录

编 号		页 次
1.	土壤质地国际分类法	4
2.	新加坡年和月平均降水量(毫米)	11
3.	孟买年和月平均降水量(毫米)	12
4.	土地使用分类表	40
5.	在中、高等强度的玉米种植下迳流和土壤流失的状况	45
6.	留在地表与翻入土内的残茬抗风蚀效果的比较	53
7.	条田的示意性宽度	76
8.	关于设计和建造间距一米的条形梯地的若干建议	87

附 图 目 录

编 号		页 次
1.	不加控制放牧山羊的后果 (美国 H. H. Bennett 摄)	7
2.	放牧牲畜常走同一条道所引起的沟蚀 (坦桑尼亚 H. M. Rut 摄)	8
3.	世界年平均降水量分布图	10
4.	世界雨水侵蚀分布图	10
5.	采伐集材和烧毁密林使土壤有机物迅速分解、营养物 被洗刷并受到雨水侵蚀 (苏门答腊: 粮农组织图片, H. Hull 摄)	12
6.	坦桑尼亚莫宁赛德气象站记录的月平均降水量、持续 时间和强度	13
7.	一个持续仅几个小时的暴雨冲走了这块地整个表层 50 毫米的土壤 (坦桑尼亚: 美国农业工程研究所提供)	14
8.	一滴雨点掉在裸露土壤上的作用 (美国农业部土壤保持处提供)	19
9.	大暴雨中许多雨点落在了一块裸露土壤上的后果 (美国农业部土壤保持处提供)	20
10.	在全伐不久的山地上开始沟蚀 (智利: 粮农组织, H. Hull 摄)	21
11.	由雨水和迳流影响造成的进一步风蚀情况 前面的青松是为抗御水蚀进一步破坏而种 (智利: 粮农组织图片, H. Hull 摄)	22
12.	在暴雨冲击伐过木的或放牧过度的山地以后, 河流带走了 数以千吨计的沉积物 (美国明尼苏达州: 美国农业部 土壤保持处提供)	23

13. 沉积物淤积在一块田的下侧, 作物是顺坡成行种植的
(美国衣阿华州: 美国农业部土壤保持处提供) 23
14. 小塌方及其泥浆(坦桑尼亚: 瑞典乌普萨拉大学地理
系提供, A. Rapp 摄) 24
15. 尘暴临近(美国科罗拉多: 美国农业部土壤保持处提供) 25
16. 风蚀的后果: 小沟被填、道路淹没、围栏被毁
美国爱达荷州: 美国农业部土壤保持处提供) 26
17. 土壤上层和地面对植物起有害作用的盐渍积累, 造成了
土壤的彻底退化(粮农组织图片) 28
18. 赞比亚的轮垦地: 休耕的初期(英国海外发展部土地资源
处提供) 30
19. 赞比亚的轮垦地: 休耕的后期(英国海外发展部土地资源
处提供) 30
20. 玉米的三种产量、土壤流失和坡度三者之间的对比 46
21. 园盘犁在耕作。犁沟和垄壟不平整, 更抗风雨侵蚀
(坦桑尼亚: I. Constantinesco) 48
22. 深翻耕作机在一块易受风蚀的干硬地上犁后来不平整
犁沟和垄壟(坦桑尼亚: I. Constantinesco) 48
23. 在剑麻行间的自然植被(坦桑尼亚:
I. Constantinesco) 52
24. 咖啡与香蕉间作。蕉树落叶铺地一厚层
(坦桑尼亚: I. Constantinesco) 52
25. 由两头牛拉的横木垄壟(坦桑尼亚 塔明:
I. Constantinesco 摄) 57

编 号		页 次
26.	乌干达纳穆朗格棉花研究站由劳力操作的开沟犁(31) (英国农业工程研究所提供)	58
27.	由拖拉机牵引的开沟机。英国农业工程研究所根据 乌干达棉花研究站法布拉泽的图样设计(32) (英国农业工程研究所提供)	59
28.	以拖拉机车轮转动为动力的另一种开沟垡壟机 (坦桑尼亚: R. Minto 摄)	59
29.	全套机械化的垡壟加小横壟的作业法。垡壟和小横壟一 次形成, 不需事先另翻地(英国农业工程研究所提供)	61
30.	乌干达棉花研究站使用相同设备在耕翻前季作物时所起 的壟(英国农业工程研究所提供)	61
31.	在坦桑尼亚种植试验中使用的、固定在培土器后的中耕 耙齿。请注意作壟机在后面(32)(33) (英国农业工程研究所提供)	62
32.	装在培土机后面的弹性齿耙中耕机。注意作壟器在最后 面(32)(澳大利亚昆士兰农业部提供)	63
33.	人工启动的平整小横壟犁(坦桑尼亚农业林业和 野生动物部提供)	64
34.	液压启动的平整小横壟犁(英国农业工程研究所提供)	64
35.	乌干达棉花研究站在一块已垡好壟和小横壟的田里播种。 收获后的玉米秸秆留在壟间作复盖用 (英国农业工程研究所提供)	65
36.	垡开壟前的土地深耕(乌干达: 英国农业工程研究所提供)	67
37.	装在双壁开沟犁上的深耕齿(坦桑尼亚农业与 野生动物部提供)	67

编 号

页 次

38. 尼日利亚重黑粘土上用尖形铁挺种植的高粱
(英国海外发展部土地资源处提供) 68
39. 适合于初次种植用的深耕齿耙, 安装在横梁木或双壁
开沟犁上(32)(英国农业工程研究所提供) 69
40. 重型弹性齿深耕犁(英国农业工程研究所提供) 69
41. 在横对坡度的条田上与天然草地间种的轮种作物
(坦桑尼亚北方省, I. Constantinesco 摄) 71
42. 牛拉犁翻耕一块横对缓坡的作物条田
(坦桑尼亚北方省, I. Constantinesco 摄) 71
43. 横对缓坡的高粱条田与草地轮作(坦桑尼亚
北方省 I. Constantinesco 摄) 72
44. 轮作的作物田与休耕地。在这两块田之间设法
筑上一条埂 73
45. 宽度统一的作物田与常年草地间种的概图 74
46. 在坡度为 23% 的坡地上, 沿等高线所筑的玉米和草地
条田(坦桑尼亚北方省, I. Constantinesco 摄) 75
47. 美国某农场玉米、小麦、燕麦和草本植物轮作的条田,
条地沿等高线而建并和梯田相结合 76
(森泊里 Pa. 美国农业部土壤保持处提供)
48. 与其它的土壤保持工程相联结的分水沟(植物根茬埂)
(坦桑尼亚: I. Constantinesco 摄) 78
49. 尼泊尔山谷坡地上的层层台地 81
(粮农组织图片, R. Vroom 摄)
50. 塞浦路斯特罗都斯山的梯田石堤 82
(粮农组织图片, J. Cignanovic 摄)

编 号		页 次
51.	坦桑尼亚种玉米的平面条地 (I. Constantinesco 摄)	82
52.	日本种植水稻的条式梯地 (I. Constantinesco 摄)	83
53.	印尼爪哇的梯田, 因设计不善, 管理不良而被毁 (粮农组织图片, H. Hull 摄)	84
54.	设置作物残留物屏障, 可初步形成条地	85
55.	缓坡条地剖面图	86
56.	宽底与狭底沟地剖面图	88
57.	在修整和播种前部分填平冲刷沟, 把它改为水道 (美国达科他州) (美国农业部土壤保持处提供)	90
58.	南斯拉夫冲刷沟内的永久性工程 (南斯拉夫: 粮农组织图片)	90
59.	在一片未加保护的农田里, 风蚀产生了流沙和沙丘 (美国科罗拉多) (美国农业部土壤保持处提供)	91
60.	供固定流沙和沙丘用的植物苗圃 (智利: 粮农组织图片, H. Hull 摄)	92
61.	在流沙地上种植 <i>Lupinus arboreus</i> (智利: 粮农组织图片, H. Hull 摄)	93
62.	固定沙丘 (智利: 粮农组织图片, H. Hull 摄)	93

土壤 食物 纤维 木材

人类要生存下去，就应保护土壤。土壤提供了人类所需的大部分食物、穿着的纤维以及木材等建筑材料。可是，在世界大部分地区，人们许多不合理的做法，严重地损害了土壤，致有些土壤至少在可予见的将来，不能再种植粮食和经济作物。滥用土地的做法引起了大片土地的风蚀，即植物生长最必要的表层土壤消失。这一层土壤的消失实际上是最难以挽回的。例如，在自然情况下，形成一英寸表层土壤，需历时三百至一千年，甚至还更长些，而七英寸厚度的表层则需二千至七千年(1)。

据历史记载，地中海流域东部在罗马时代有几百万公顷土地变成了沙漠。中国大片土地在风蚀后被遗弃。据一九三四年的记载，黄河带走的泥土相当于十四万五千公顷耕地一米深的表层土。在拉丁美洲人口稠密区，土壤遭到风蚀，肥沃程度衰退，致使该区域至少有三个国家，按食物卡路里计算，被列入世界上水平最低的国家之中。

近年来，有一些可与美国相比拟的先进国家，也受到了严重的土壤风蚀。三十年代时，估计约有四亿公顷土地，即超过半数的土地出现了某种程度的风蚀现象。人们在了解到这一情况后，积极从事探索，找出土壤风蚀的缘故（见第二、三章），并研究其后果及应采取的预防和补救措施。这些办法现在已为人们所知，而且过去造成的危害大部分亦已得到了补救，但费用是昂贵的。此外，要挽救那四千万公顷遭到严重侵害的可耕地，却已为时已迟。这一次取得的主要教训之一，就是土壤风蚀不只是自然现象。社会经济因素对可能发生风蚀及防止风蚀措施的效果有着显著的影响。当前，世界人口迅速增长，粮食短缺日趋严重，在此情况下，显然必须想尽设法保护土壤，增产更多的食物。必然的是要在传统农业生产地区大量增加生产。防止土壤风蚀在非洲、拉美、大洋洲和东南亚等国家尤为重要，因那里推行轮垦，而且轮垦面积几乎相当于世界可耕地的百分之三十（见第四章）。

由于风蚀问题是全国性的，因此要加以挽救，同样也须推行一项全国性的水利

土壤保持计划。然而，也需要农民本身在其耕作制度上采取必要的措施。为此，需提供他们多种多样的援助，方式是进行教育、作调查、提供机械服务、信贷并可能还给予补贴，因为即使是最简单的操作也需要知识、技术和物资，这些正是他们可能缺少的，而复杂的作业则更需要他们拥有超过他们正常资金能力所能获得的大功率设备和资金。因此，必须有个组织能通过专业服务形式——诸如土壤保持的服务，来提供指导和其它必要的操作援助。鉴于土壤保持是充分利用土地和合理耕种的基本组成部分；因此，这些部门应得到主管水利、农业、林业的国家机构的支持，而且最好这些部门与上述国家机构一样设在统一的部机关内。另外，知识的传播和有关实地问题的讨论和弥补措施，也应在农民与推广人员进行。所以，推广人员本身也需要受训，并具有与充分了解农业和土地使用知识相结合的专业知识（见第五章）。

政府的法律可以根据既定的优先顺序，对土壤保持及合理管理土地，给予鼓励或不鼓励。制定法律并不是一项容易的任务，因为存在着利害冲突，而且还必须协调短期的经济目标和保护土地的长远利益。这个问题对发展中国家尤为重要，因它们的经济主要是以农业为基础的。这些国家制定优先顺序是比较方便的，因为它们主要需从农产品着手来增加生产、提高人民的生活水平（见第五章）。

发展中国家可以从其它地方出现的错误中吸取教训，也可以根据世界各地的农民、实地工作人员和研究人员按特定条件制定的保护措施中吸取经验。这类措施、办法往往既简便，又花钱少，而且只要采用得当，效果也是很好的。这类办法是根据当地特定条件制定的，但也适宜于类似条件的其它地区采用（见第六章）。

2. 影响风蚀程度的各种因素

2.1 土壤风蚀的含义

2.1.1 正常的风蚀

风蚀是一个持续的过程，逐步造成土地表层的变化。发生侵蚀的原因是水、风、气候变化和生物的活动。侵蚀过程中没有人的因素影响，这就是正常的地质或自然风蚀。在土壤有着一层茂密的天然植被保护的地方，如草被、灌丛或树木，发生侵蚀认为亦是正常的，因为通常土壤以土壤剥蚀相同的速度得到更新。换句话说，土壤与植物处于一种平衡状态。

土壤的更新

2.1.2 迅速风蚀

土壤化和风蚀的平衡

保护性自然植被一旦遭到损坏（如种作物、放牧或烧垦），自然平衡受到破坏，土壤则受到两个主要风蚀因素——水与风的作用。这种情况下，土壤的消失可能比更新要快，结果造成土壤流失。这就是迅速风蚀，也就是通常土壤风蚀所指的含义。剥蚀下来的土壤往往在其他不需要的地方堆积起来或随水流进入湖、海洋。严重的风蚀往往会造成鲜明的后果，如出现深谷、岩层裸露以及河流和水库淤塞。在田野、牧场和森林中，风蚀造成的后果不那么显著，如降低植物单产、减少水源等。

上述含义的土壤风蚀，如在耕地上发生，其影响的程度则视一系列的因素而定，如土质、土地坡度、耕作制和气候，以及各种社会经济因素。