

水土流失与水土保持

求



贵州人民出版社

水土流失与水土保持

朱安国 编著

内 容 提 要

本书介绍了土壤侵蚀的发生及其影响因素、贵州水土流失概况、水土保持规划、水土保持的农业措施、水土保持的田间工程措施、水土保持的林业措施、侵蚀沟的防治、山塘水库、风蚀的防治以及土壤侵蚀的研究方法等。

本书系作者根据多年实地考察资料，并结合自己的教学经验编写而成。可供研究水土流失和水土保持的有关专业人员阅读参考。

前 言

我国山地面积占总面积的70%，耕地有一半处于山区、半山区。水土流失面积占总面积的六分之一。

水土流失影响到农业、工业、交通运输等国民经济各部门的发展，并严重威胁着人民生命财产的安全。

贵州气候温和，雨水充沛，自然条件优越。但是，大多数地区山大、坡陡、土层薄，跑水、跑土、跑肥的“三跑”田土面广量多，水土流失较为严重。水土流失是阻碍山区经济迅速发展的重要因素。因此，积极开展水土保持，防止水土流失，保护水土资源，对改善农业生产条件，加快农业发展速度，尤其对发展山区经济，提高人民生活水平具有重要的战略意义。

水土流失因营力不同，可以分为水蚀、风蚀和重力侵蚀等。限于篇幅，本书就不一一加以详述。根据我国南方尤其是贵州实际，本书主要介绍水蚀发生发展规律及防治措施的基本知识，以作为开展山区水土保持和农田基本建设的参考。

水土保持发展成为一门新兴的独立学科，在国内外都还是近年的事，理论性和实践性都有待进一步充实提高。由于作者水平有限，经验不足，书中错误难免，恳请广大读者批评指正。

编 著 者

目 录

一、概述	(1)
(一) 什么是水土流失与水土保持?	(1)
(二) 水土流失的危害	(3)
(三) 做好水土保持的重要意义	(9)
二、土壤侵蚀的发生及其影响因素	(15)
(一) 土壤侵蚀的发生及分类	(15)
(二) 影响土壤侵蚀的因素	(36)
三、贵州省水土流失概况	(56)
(一) 贵州省的基本自然情况	(56)
(二) 水土流失概况	(60)
(三) 水土流失规律及影响因素的分析	(64)
四、水土保持规划	(72)
(一) 规划的意义	(72)
(二) 规划的原则	(72)
(三) 规划的内容	(75)
(四) 土壤侵蚀的预测和预报	(80)
五、水土保持的农业措施	(82)
(一) 作物经营	(82)
(二) 水土保持耕作法	(85)
(三) 改变不合理的耕作习惯	(92)
六、水土保持的田间工程措施	(93)

(一) 田间工程措施的意义·····	(93)
(二) 有关测量和水文的基本知识·····	(93)
(三) 沟埂的修筑·····	(99)
(四) 梯田·····	(105)
七、水土保持的林业措施·····	(119)
(一) 水土保持林的意义·····	(119)
(二) 水土保持林的配置·····	(121)
(三) 水土保持林的营造·····	(126)
(四) 封山育林育草·····	(138)
(五) 经济林的水土保持·····	(140)
(六) 种草·····	(147)
(七) 几种常用的水土保持树种和草种·····	(150)
八、侵蚀沟的防治·····	(167)
(一) 防治侵蚀沟的意义·····	(167)
(二) 治理侵蚀沟的原则和措施·····	(168)
(三) 谷坊·····	(173)
(四) 河岸侵蚀和道路侵蚀的防治·····	(181)
九、山塘水库·····	(184)
(一) 修建山塘水库的意义·····	(184)
(二) 山塘水库的构成·····	(185)
(三) 山塘水库坝址的选定·····	(187)
(四) 山塘水库的规格·····	(188)
(五) 山塘水库的施工·····	(189)
(六) 山塘水库的养护·····	(194)
十、风蚀的防治·····	(195)
(一) 防治风蚀的基本原则·····	(195)

(二) 防治风蚀的基本措施.....	(195)
十一、土壤侵蚀的研究方法.....	(198)
(一) 实验室研究.....	(198)
(二) 小区研究.....	(198)
(三) 流域研究.....	(200)
(四) 野外调查估算土壤侵蚀量的方法.....	(200)
(五) 侵蚀沟的研究.....	(202)
(六) 人工降雨 (降雨模拟装置)	(202)

一、概 述

(一) 什么是水土流失与水土保持？

要了解什么是水土保持，首先，必须要弄清楚什么是水土流失。

水土流失又叫土壤侵蚀、土壤冲刷。在日常生活中经常看到，一场暴雨过后，山上的泥土随水而下，流进溪沟，流进江河，流进大海；或者泥土从山上被冲下来，就在山脚低洼处沉积，埋没农田，群众称之为“水打沙壅”；一阵暴风吹来，尘土飞扬，飞沙走石，等等，这些现象都会造成水土流失。现在，就可以给水土流失下一个比较科学的定义了。水土流失即是：地表的土壤或母质在各种外营力（主要是水力、风力和重力）和人为因素的影响下，所发生的各种破坏、转移和沉积的过程。

水土保持就是研究水土流失发生发展的规律和综合治理措施的一门科学，是保护水土资源，减免自然灾害，改善生态环境，促进国民经济高速度持续发展的一门独立的、新兴的自然科学。它是一项艰巨的改造大自然的工作，是山区经济建设、农、林、牧业全面发展的基础，是治理江河水害和发展河流水利的一项重要措施，是加速我国“四化”步伐的一项必不可少的内容，在社会主义建设中具有极为重要的意义。

“水土保持”一词，是三十年代我国农学界人士提出的。我国古代人们称这项工作为“平治水土”。在国外则多称为“土壤保持”、“土壤保护”，也有称“水土保持”的。

水土保持在我国具有悠久的历史，我国广大劳动人民在与水土流失的长期斗争中，积累了丰富的经验，提出了许多科学的措施，至今还广泛为人们所应用，且在生产实践中发挥着巨大的作用。梯田就是突出的一个例子。但是，水土保持成为一门独立的新兴自然科学，尤其是成为一门定量科学，还只是最近几十年的事。

土壤侵蚀的第一个科学试验，是德国土壤学家沃伦（Wollny）于1877~1895年完成的。他采用小区试验，观察了植被对防止降雨侵蚀和防止土壤结构恶化的一般界限，以及土壤类型、坡度对径流和冲刷的影响。本世纪四十年代，埃利森（Ellison）研究了雨滴对土壤的机械作用，最先了解到雨滴本身就是一个完全的侵蚀营力，但当地面为大量植物覆盖保护时，则只出现轻微的侵蚀或不出现侵蚀。他指出，植物的保护作用是由于它使降落的雨滴降低了动能。他的这一发现，为后来的土壤侵蚀科学研究开辟了一个新的领域。

概括地说，土壤侵蚀作为一门独立学科进行研究，至今还不到一百年的时间，而绝大多数的应用研究或田间研究，则是在近四五十年期间进行的；分析研究还要更晚一些，侵蚀机理的实验室研究则为数更少。可以看出，水土流失现象虽然和地球一样古老，但是，对水土流失发生发展规律的认识，以及对它如何采取措施加以预防和控制，直到近二三十年才逐渐有了比较系统的了解，陆续有了一些著述。但还有

许多新的问题未被人们认识，有待于进一步深入研究。

我国是一个古老的农业国，很早以前人们就已深刻认识到“有土斯有粮”、“土之不存，人将安附”的基本道理。

《管子·立政篇》更是把一个国家的土地状况如何紧密地与国家的盛衰、人民的富贫联系在一起，其中写道：“地者政之本也，辨于土而民可富”、“五谷不宜其地，国之贫也”。但是，与水土流失进行全民性的斗争，还只是解放后才得以开展的。1957年12月全国水土保持工作会议指出：“开展水土保持工作，控制和防止水土流失，是根治我国水旱灾害，迅速发展农业生产的一项有决定意义的措施。”在我国社会主义社会制度中，广泛开展水土保持具有雄厚的群众基础。解放以来，全国人民在党和政府的正确领导下，进行植树造林、改造坡地、治山治水等一系列措施，有效地控制了水土流失的发展，为夺取农业增产、减少中下游地区灾害起到了显著的作用。

（二）水土流失的危害

近些年来，由于滥垦滥伐和无节制地放牧，打乱了自然生态平衡，造成水土流失，以致洪水泛滥，风暴肆虐，沙漠扩大，耕地减少，世界土地资源遭到严重破坏，引起了许多国家的关注。

美国大平原地区和西部、西南部各州水土流失相当严重，全国每年因土壤侵蚀所产生的泥沙量约36亿吨，其中有12亿吨淤积在水库和湖泊中，每年库容损失的价值达一亿美元。美国自1830年开采东部各州山地原始森林后，很大一部

分地区已变成不能从事农耕的侵蚀山地。1934年5月，从土地破坏最严重的西部刮起一阵暴风，横扫美国大陆的三分之二地区，把大平原的三亿多吨地表沃土卷入海中，当年减产冬小麦51亿公斤。1935年，美国的7.06亿公顷（每公顷等于15亩）耕地中又有4.76亿公顷遭受侵蚀。到目前为止，美国已经失去了原有陆地表土的三分之一。

在苏联，五十年代在哈萨克、西伯利亚、乌拉尔、伏尔加河沿岸和北高加索地区滥伐森林，盲目开荒，引起了多次黑风暴（即狂风卷起了地表黑土，使天空呈一片黑色）。1960年3、4月间，黑风暴使新垦地区耕地受灾的面积达4000多万公顷；中亚地区受风蚀的耕地面积达4500万公顷，比苏联欧洲部分的全部耕地面积还大。1963年，黑风暴又使哈萨克共和国2000万公顷耕地遭到破坏。1969年1月，在克拉斯诺达尔等地，又有82万公顷冬小麦毁于黑风暴。

在拉美的哥伦比亚，过去一百五十年砍伐了1500万公顷的森林，结果使200万公顷土地变成了荒漠，水土流失面积达2000万公顷，每年约有21万公顷耕地颗粒无收。

在非洲，由于来自利比亚沙漠区的流沙向南移动，苏丹北部地区将近100公里内的耕地受到流沙的侵蚀。此外，由于撒哈拉沙漠地带的扩大，流沙每年向南伸展150万公顷，向北吞噬10万公顷农田，每年因沙漠侵蚀土地而造成的粮食损失达2000万吨。但据考古发现，现在面积已达920万平方公里的撒哈拉沙漠，在6500年前还是一片绿洲。据1977年联合国召开的国际沙漠化会议材料报道，目前，全世界无雨区沙漠面积为600万平方公里，如不进行有效的治理，不久的将来，就会扩大到900万平方公里。

我国山丘面积占总面积的70%左右，水土流失面积据统计达150万平方公里，等于我国大陆面积的六分之一稍弱。其中黄土地区约为43万平方公里，红、黄壤地区约为30万平方公里。另外，还有沙漠面积109万平方公里。每年有几千万亩耕地遭受水灾，有几千万亩到一亿亩耕地遭受旱灾，从根本上说，都是水土流失所造成的。

黄河中上游地区由于植被稀少，土壤疏松，暴雨集中等因素的影响，成为全国水土流失最严重的地区。黄河成为世界上含沙量最大的一条河流，平均泥沙含量为37.6公斤/吨，最高达590公斤/吨，名为水流，实为泥流。黄河年平均输沙量为16亿吨，其中有4亿吨淤积在下游，河床每年抬高1~10厘米。目前，黄河河床平均高出地面4~10米，成为一条著名的悬河（地上河）。在解放前的二千多年中黄河缺口1500多次，改道26次，给黄河中下游地区广大人民带来了深重的灾难。

目前，全国很多地区都受到水土流失的严重危害。洞庭湖原是我国第一大湖，洞庭鱼米香，它是我国的一个重要粮食基地。但是由于长江中上游水土流失的迅速加剧，每年入湖泥沙达1亿吨，天然湖泊面积由1949年的4350平方公里减为1977年的2740平方公里，减少37%。陕西省因泥沙淤积而每年损失的库容达8000万立方米，占每年新建库容的三分之一。1981年7、8月间，四川盆地腹心地区，相继发生两次暴雨，山洪暴发，江水陡然暴涨，一泻千里，势不可挡，造成历史上罕见的洪灾。全省135个县、市，1180多万人口的广大地区受灾，1250多万亩农作物受淹，房屋倒塌160万间，14000多处渠堰、海坝工程被洪水冲毁。大量泥沙随着地表径

流滚滚而下，不少地方泥石流、滑坡和山崩相继发生，许多受灾地区洪水退后淤泥达33.3~66.7厘米之深，直接经济损失达20多亿元。四川省境内经长江流向下流的泥沙，每年有6.4亿多吨，这意味着相当于500万亩耕地上的16.7厘米表层沃土全部被水冲走。据重庆封滩水文站测定，1981年7月中旬洪峰到达重庆时，长江流量高达8万多立方米/秒，含沙量达7%，据此计算，一天就要流走泥沙4800多万吨，这是相当惊人的数据。

水土流失是多种自然灾害发生发展的根源，给国民经济特别是农业发展带来了莫大的危害，是人们生产、生活上的一个凶恶敌人。水土流失既表现于直接降低农业生产力，如土层减薄，肥力衰退，水冲沙压，毁坏农田，产量降低等，又表现于侵蚀后果的危害，是环境污染的一个重要部分，对工矿、交通、城镇以及人民生命财产的安全带来严重威胁。据统计，全国每年损失土壤约50亿吨，养分流失量相当于4000~5000万吨化肥；草原也因滥垦滥牧，产草量比十年前减少1/3~1/2，沙漠面积不断扩大。过去内蒙古草原是：“天苍苍，野茫茫，风吹草低见牛羊。”而现在，一些地方却是“黄沙滚滚半天来，一半草场沙里埋。”由于泥沙淤积，使塘、库、湖面减小，河流航运缩短。贵州省河道通航里程，解放初期为1700多公里，1960年曾发展到3500多公里，后来，由于泥沙淤塞及闸坝等原因，通航里程现又降为1700多公里，每年用于抢修公路水毁塌方费用达二三百万元。

以上所述，仅是易于为人们察觉和统计的水土流失造成的恶果，而不易察觉和统计的潜在危害，如气候的恶化，环

境的污染以及水旱灾害的加剧等等，具有更为严重的破坏性。解放初期，贵州省较大旱灾平均三、五年一遇，但自1972年以来，平均两年就有一次。全省作物年均遭受水旱灾害的面积，1970年以前为651万亩，而1971~1978年则扩大为903万亩，自然灾害的频率增大。这除了大气环流的天然因素以外，生态环境遭到破坏，水土流失日益加剧，则是另一重要因素。

环境污染是水土流失造成的严重恶果。从1900~1975年的七十五年期间，因水土流失全世界河流入海的水量减少二万亿立方米，淤积在水库、河道的泥沙在六千亿吨以上，累积各种盐类四亿多吨。从农耕地上冲刷下来的土壤并不是都能变成水库中的淤泥或河流中的泥沙，这些土壤一部分首先被田间水土保持措施所拦截，未被拦截的部分又可能被洼地或池塘所截留，可见，能够到达河道或水库的土壤颗粒仅是侵蚀土壤中很小的一部分。通常所谈的总侵蚀量，是指流域内土壤移动的总量。河流中所挟带的泥沙量与从原位移动的土壤总量的比率叫做传递率。一般来说，传递率在 $1/3 \sim 1/4$ 之间。譬如某个流域河流年输入量为100万吨，而实际上该流域内每年从原位移动的总侵蚀量则为200~400万吨。

侵蚀土壤中的养分几乎总是比留在土壤中的养分浓度高，这是因为侵蚀总是先从表土开始，而一般表土中养分含量高，尤其是磷素养分，往往被吸附在土壤细粒的表面被冲走。通常情况下，养分的总流失量，随着固体物质流失量的增加而增加。可溶性的植物营养物质如硝酸盐，主要与径流有关，而磷酸盐则主要与流失的固体物质有关。

所有农药都是因为它们对某些生物具有毒害作用才被使

用，但它们对其他生物也同样具有影响。由于土壤被侵蚀，农药在径流和流失的土壤中都有保留。残效期长的农药在土壤中，在天然水中，在野生动物和家畜体中，以至在人体中都在不断地积累。农药污染值得注意的一个特点是，处于无害浓度下的残余化学物质，能够通过食物链循环而不断地进行积累，特别是有一些化学物质，如DDT，可以牢固地保存在人体组织中。梅兰比 (Mellanby, K) 1967年曾列举这样一个例子：在美国的一个湖中，DDD (与DDT亲缘很近) 的含量为0.015ppm，而在食物链的连续阶段中，其浓度是10ppm；大鱼体中为100ppm；食鱼鸟类的体中竟达1600ppm，严重威胁到生命的安全。

残余农药一般说来不太容易溶解，其转移机制多以悬移方式移动，流失的土壤所挟带的农药要比径流所挟带的农药为高。对农药的危害要作综合的评价，农药的危害性主要与它的稳定性相关。分解迅速的化学物质，很少有污染问题发生，而那些几乎不分解的化学物质，在其使用过程中及其向河流、湖泊的移动过程中，就可能成为污染的来源。因此，通过控制农药的使用，减少土壤中稳固性农药残余物，再有效地控制水土流失，则是治理污染问题的根本措施。

我国水土流失是严重的，南方山区水土流失尤其令人不安。五十年代长江流域水土流失面积为36万平方公里。而近年来，仅四川省的水土流失面积就达38万平方公里；湖南武水的含沙量比黄河还高，达40公斤/立方米。鉴于此，美国《公元2000年全球情况调查报告》主编巴尔尼博士1981年7月来华访问时说：“在环境问题中，空气和水的污染固然十分重要，但第一位的问题却是土壤侵蚀或称水土流失，这对

45
2190

发展中国家更为迫切。这是因为土地是人类赖以生存的基础，只有土地才能满足人类的最基本需要，而土壤的形成又是非常缓慢的，几个世纪才能形成一时表土层，一旦流失，岩石裸露，就难以恢复。撒哈拉大沙漠就是人类活动带来的灾难性后果，再没有比保护土壤更重要的事情了，土壤侵蚀威胁着人类生存的环境。巴拿马运河两岸集水区内有70%森林遭受破坏，土壤侵蚀十分严重，河床淤积，逐年抬高，估计到本世纪末，巴拿马运河就要完了。这次访问中国，看到了黄河的泥沙。我认为，黄河流的不是泥沙，而是中华民族的血液，这已不再是微血管破裂，而是主动脉出血。对于中国这样一个地多人的国家来说，更没有权利再失去自己的农田了。国家应设立机构，制定法律，保护每一寸土地。对中国来讲，除人口问题外，土壤问题也是国家安全的一个重要保障。中华民族是伟大的民族，历史上能修筑万里长城，今天也一定能使黄河变清。这样，中国就会有一个繁荣光明的未来。”

(三) 做好水土保持的重要意义

人类生活在一个庞大而复杂的生态系统环境之中，在这个环境里，各类生物因素和光、热、水、气等非生物因素，通过长期的矛盾斗争，形成了一个相互联系，相互制约，既斗争又统一的协调平衡的综合体。这种平衡一旦遭到严重破坏，就将引起一系列连锁反应和恶性循环，给人类带来灾难。

目前，世界有45亿人口，增长速度相当惊人。据历史资

料记载，1830年世界人口仅有10亿，就是说，经过近300万年的演变，人口才累积了10亿；但从1830~1930年这100年间，世界人口却增加了10亿，变成20亿，翻了一番；又过30年，也就是到1960年，世界人口又增加了10亿，变成30亿；再过15年，到1975年时，人口增加到了40亿。当前，世界人口每天净增12万人，每分钟内就要生下200名婴儿。照这个速度增长，预计到本世纪末，世界人口将增为60亿。目前，全世界每年要消耗12亿吨谷物，相当于一条宽17米、厚1.83米绕地球赤道一周的粮带，而这条粮带每年还要延长1000公里，才能满足人口增长对粮食的需要。我国情况表现得尤为突出。据史料记载，公元前一世纪的汉代，长江流域中上游地区（包括珠江流域的一部分）100多万平方公里的面积内，每平方公里只有8人，湘、桂、黔、滇的一些丘陵山区甚至还不足1人，到清嘉庆二十五年（公元1820年），长江中上游地区人口密度达到80人每平方公里，1977年则剧增至190人每平方公里，川中丘陵地区达400多人每平方公里。人口的急速增长，就要求通过扩大耕地面积，或者通过提高单位面积产量来满足人们对粮食的需要。

据联合国粮农组织统计，世界耕地总面积15亿公顷（223亿多亩），人均占有耕地4.8亩。各国人均耕地（亩）的情况见表1-1。全世界还有475亿多亩可供垦殖利用的荒地。除了努力增加单产以外，每年还要新增耕地2亿亩才能满足新增人口的需要。但是，如果土地退化得不到制止，这2亿亩新垦地则只能弥补损失的土地数量。世界每年因森林砍伐导致侵蚀的土地面积达6亿亩，发达国家每年有4500万亩农地被建筑和修路所占用。