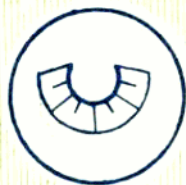


初级水利技术培训教材



水土保持

韩文林 胡维泰 编

85

吉林科学技术出版社

前 言

“水利是农业的命脉”。建国以来，在各级党委的领导下，依靠群众，民办公助，修建了成千上万处小型农田水利工程，它们在防洪除涝、发展灌溉、养鱼、发电、人畜饮水、多种经营、水土保持等方面都发挥了很大作用。

为了进一步加强农田水利建设和管理，提高基层水利技术人员的业务素质，以适应当前农村联产承包责任制的新形势，满足农业发展的需要，开创农田水利工作的新局面，我们受吉林省水利厅委托组织一批省内外水利科技、教学、科研工作者，编写了这套《初级水利技术培训教材》（共十四种），使其既可供基层水利工作的领导干部和具有初中以上文化程度的水利技术人员阅读参考，又可作为乡镇水利人员培训教材。

这套教材在编写中力求理论联系实际，深入浅出，简明扼要，通俗易懂，学以致用。为了把书编好，不少作者深入实际，调查研究，总结经验，几易其稿，在提高书籍质量上下了不少功夫。尽管如此，我们深感经验不足，时间仓促，难免存在缺点和错误，热忱希望读者提出宝贵意见，以便再版时加以修改。

本书在编写过程中得到省内外许多专家和学者们的指导与帮助，谨致谢意。

吉林省水利科技情报中心站

一九八七年四月

目 录

第一章 水土流失的基础知识	1
第一节 土壤侵蚀	1
一、土壤侵蚀的概念	1
二、正常侵蚀与加速侵蚀	1
三、土壤侵蚀的类型与特征	3
第二节 影响水土流失的因素	10
一、影响水土流失的自然因素	10
二、影响水土流失的人为因素	12
第三节 水土流失的危害	15
一、流失土壤,降低土壤肥力	15
二、切断交通,影响物资交流	16
三、淤塞河道,削减抗洪能力	16
四、沙压农田,危害农业生产	16
五、淤积水库,缩短工程寿命	17
六、吞没村庄,威胁正常生活	17
第二章 防治水土流失的措施	19
第一节 水土保持的农业技术措施	19
一、轮作	19
二、间作、套种和混种	20
三、带状间作	20
四、等高耕作	21
五、收割留茬、少耕和免耕法	22

第二节 水土保持的田间工程	22
一、梯田及梯田的效益	23
二、梯田的规划	27
三、梯田的设计与施工	29
四、梯田的排水与管理	45
五、其它田间治理措施	47
第三节 坡面蓄水工程	50
一、蓄水池	50
二、水平截水沟	54
三、鱼鳞坑	57
第四节 沟壑及山区小河的治理工程	59
一、沟头防护	60
二、谷坊工程	63
三、塘坝工程	73
四、山区小河的治理	87
第五节 水土保持林业措施	102
一、森林调节地表径流的作用	102
二、森林的固土防风作用	103
三、森林调节气候的作用	104
四、水土保持林体系与营造	105
五、育苗与造林	112
第六节 水土保持牧草措施	118
一、牧草对保持水土及发展生产的作用	118
二、保持水土的草种及其种植	122
第三章 防风固沙	125
第一节 风沙的移动规律	125

一、沙地	125
二、风沙流	126
三、沙丘地形的形成	127
四、沙丘的移动	129
第二节 植物治沙措施	130
一、主要固沙植物及其特性	130
二、沙地造林	132
三、固沙林的配置	134
第三节 农田防护林	136
一、农田防护林的布设要求与配置	136
二、农田防护林的树种	138
第四章 小流域的治理规划	139
第一节 水土保持规划的目的和意义	139
第二节 规划的原则	139
第三节 规划的内容与资料的收集	140
复习思考题	145

第一章 水土流失的基础知识

第一节 土壤侵蚀

一、土壤侵蚀的概念

土壤侵蚀又叫水土流失，可解释为：“在风和水的作用下，地表土壤被侵蚀、运搬和沉积的过程。”还有的认为：

“土壤侵蚀应包括风力和水流，以各种形式对土壤及其疏松母质的破坏和损失。”等等。

水土保持工作者的主要任务，研究土壤在侵蚀过程中发生的规律和所带来的影响，以便提出防治土壤侵蚀的科学依据，确定有效的防治措施和主要治理对象和范围。

我国水蚀面积范围很广，特别是在雨量集中的黄土地带、缺少植被的山区和丘陵区，以及雨量充沛且多暴雨的南方，水蚀现象都较为严重。风蚀多发生在内陆的西北部和北部的干旱地区，范围虽较狭窄，但持续时间长，所以危害也较严重。

二、正常侵蚀与加速侵蚀

土壤侵蚀可分为古代侵蚀和现代侵蚀两大类，又因侵蚀强度的不同，在每个类别当中，又分为正常侵蚀和加速侵蚀两种。

(一) 古代土壤侵蚀

古代土壤侵蚀分为古代正常侵蚀和古代加速侵蚀。古代正常侵蚀是在维持自然平衡的环境下进行的。例如，未经人类践踏的地面，是由森林和草类所覆盖，则侵蚀的速度是非常缓慢的。这种侵蚀要比岩石及其破碎物的风化所形成土壤的速度要慢。象这样，靠自然缓慢地正常侵蚀，如由河流所形成的冲积平原和三角洲，就是这种侵蚀的产物。因而古代正常侵蚀不是人力所造成的，而我们现在研究的问题是加速侵蚀。地球在造山运动的作用下，地球表面处于起伏变化之中，地形在每次发生剧烈变动期间，历时相当悠久，在这相当悠久的岁月中，因地势高低相差悬殊，水流把高处的土壤冲刷下来，风把松散的沙土吹扬起来（侵蚀作用），带到低处或远处（运搬作用）沉积（淤淀作用）起来。如每经一次变动之后，到下次再发生变动之前，称为“地质侵蚀轮回的周期。”在一个地质侵蚀轮回的周期开始时，地形发生剧变，植被也随之发生毁坏，则加速侵蚀也随着发生。这种现象，我们把它叫做古代加速侵蚀。在相邻两次古代加速侵蚀中间所发生的土壤侵蚀，就是古代正常侵蚀。

(二) 现代土壤侵蚀

现代土壤侵蚀也分为现代正常土壤侵蚀与现代加速土壤侵蚀。现代加速土壤侵蚀，主要是由于人类活动的影响，破坏了土壤形成和运搬之间的正常自然平衡而发生土壤的移动现象。如陡坡开荒、滥伐森林、过度放牧和不合理利用水土资源所造成的土壤侵蚀。现代正常土壤侵蚀和古代正常侵蚀一样，不断地在各种自然因素的影响下进行的，由于进行比较缓慢，恢复的机会多，所以从事水土保持工作人员，

不但要预防现代正常土壤侵蚀，同时更要采取有效的综合治理措施，迅速地控制现代加速土壤侵蚀的发生。

三、土壤侵蚀的类型与特征

(一) 面蚀

根据面蚀的表现形态，可分为三类：

1. 层状面蚀 坡耕地或裸露的坡地，在降雨时土壤表层受到雨滴的溅击和径流的浸润，使土壤中的水分达到饱和，地面便形成泥沙浑浊的薄层水流，顺坡面往下流动，这种面蚀现象，叫做层状面蚀。

2. 细沟状面蚀 在暴雨和融雪之后，经常地在坡耕地或裸露的坡地上发生冲刷现象。开始时，出现了许多细密的小股水流，彼此连接，进而形成分散的股流，最后地面被冲刷出大小不一的细沟，其宽度和深度，一般不超过20厘米，犁后经过平整即可平复，这是一种普遍存在的面蚀状态，把它叫做细沟状面蚀。

3. 鳞片状面蚀 主要发生在弃耕的坡地上，或由于过度放牧而使植被遭到破坏，当植被率小于0.3时，特别是在小丛草混杂的裸露地面，所发生的分布不均匀的水土流失现象，称为鳞片状面蚀。

在防治水土流失的过程中，控制面蚀的发生和发展，是非常重要的。因一切径流都产生于坡面，如坡面径流得不到及时控制，进而发展为沟蚀，到那时再治理，就要增加很多困难，所以治沟须先治坡的道理就不言而喻了。

(二) 沟蚀

在面蚀的发展过程中，要产生较多的细沟，由细沟进一

步汇合而成股流。随着径流的增加，则冲刷力也随之加大，并使细沟逐渐冲深加宽，发展到耕犁不能通过的侵蚀沟，转入以侵蚀沟发育为主的沟蚀阶段。

1. 侵蚀沟的各部组成如图1所示：

- (1) 侵蚀沟顶（沟头）；
- (2) 侵蚀沟沿；
- (3) 侵蚀沟底；
- (4) 侵蚀沟坡；
- (5) 侵蚀沟口；
- (6) 冲积扇；
- (7) 水路。

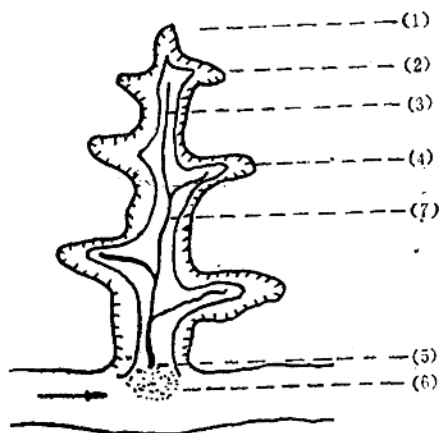


图1 侵蚀沟的组成

2. 侵蚀沟根据发展程度可分为以下三类：

- (1) 细沟 当发生暴雨或融雪后，在裸露的或植被稀

少的坡面上，形成错综复杂的网状许多小沟，其深度由数厘米至20厘米左右，宽度约10~20厘米，犁耕以后即可平复。这种现象，多不被农民所注意，可是它分布面广，能将大量可资耕作的表土冲走，直接造成地力的减退，所以其潜在的危害性极大。

(2) 浅沟 浅沟是由细沟进一步发展而成，由于逐渐冲深加宽，深度一般为0.5~1.0米，宽度在1.0米左右，不能通犁，且将完整地块切割成支离破碎的许多小块，影响生产，减少耕地面积，危害更大。

(3) 切沟 浅沟如不及时治理，即可发展成切沟。沟道下切深度超过1.0米，较大的切沟深度可达20米以上，其宽度并不断扩大，危害极为严重。

(4) 冲沟 切沟进一步发展，径流更加集中，下切深度越来越深，沟的纵剖面出现多级跌水，沟床有碎屑沉积物，同时，沟谷两侧侧蚀加强，淘蚀谷坡下部，使其上部失去平衡，引起沟岸坍塌、滑坡，沟壁不断扩张，沟道不断加宽。这种侵蚀沟叫做冲沟。冲沟的深度和宽度可达数十米。

沟蚀除沟谷下切和侧蚀之外，另一种侵蚀形式是沟头溯源侵蚀。溯源侵蚀是指沟头不断向上方伸展和移动，使沟谷不断增长，有的则接近分水岭。所以溯源侵蚀也是一种非常严重的侵蚀现象。

沟头溯源侵蚀方式有二：其一是由于沟头上方陷穴的崩塌，沟头呈半圆形推进；其二是由于水流从沟头流入沟中，沟头作楔形推进。沟头推进的速度受集水面积、坡度和坡长的大小影响，也就是说，汇入沟头的水量多、流速快，则溯源侵蚀的速度就快。

(三) 重力侵蚀及泥石流

1. 重力侵蚀 重力侵蚀是土壤侵蚀类型中的另一种表现形式，它是指山坡、陡崖上的岩石或土体，在其重力的作用下产生移动的现象，具体表现为泻溜、崩塌、滑塌和滑坡等不同类型的。

(1) 泻溜 泻溜是疏松的表土或岩屑在超过某一定坡度的谷坡上，向下缓慢移动的一种现象。

泻溜的发生，主要由于土壤质地粘重，加之受到干湿、冷热、冰冻和融解等影响，产生胀缩变化，致使土体表层剥落，碎屑顺坡而下，便形成了泻溜。同时，坡面上疏松的物质受风的吹动和雨水的袭击，均可助长泻溜的程度。

(2) 崩塌与滑塌 当雨水或融雪水渗入土中，如遇到不透水层，便在交界面上积聚起来，使土体的内摩擦阻力减小，在重力影响下，土体就沿着不透水层下滑。这种现象叫做滑塌。如果下滑的土体保持原来的层次整个下滑，只是相对位置发生变化，这种滑塌称为坐滑。

当沟头和沟壁的土壤及有形成自然倾斜角时，因受地下水浸、地表径流的影响和坡底淘刷，使土体失去平衡造成的坍塌现象，叫做崩塌。崩塌不但土体的位置发生变化，同时也打乱了土体内部的层次。

(3) 滑坡 在比较缓的坡面上的岩体或泥沙堆积物，被地下水或地表水浸润后，沿着两个不同层面之间整体的缓慢下滑现象，称为滑坡。滑坡体可达数百立方米，甚至更多。滑坡的类型，根据目前的许多观测资料，按滑坡的移动量和时间之间的关系，大致可分为三种类型。

① 减速型滑坡：当滑坡发生后移动的速度虽然很大，但

由于时间的增长，则移动的速度就逐渐地变慢，当达到某一时期以后，移动就停止了。若在一个固定的滑坡观测地点长期观测，就能发现移动和停止在不断地反复出现。

②正常型滑坡：滑坡发生的初期，移动虽较活跃，之后移动就逐渐变缓，但仍照样地连续长时间不停地移动。

③崩塌型滑坡：当滑坡发生后，移动的速度逐渐增加，随之而来的便出现了崩塌。

大规模的滑坡危害性极大，它可以埋没村镇和厂矿，也能堵塞江河、中断交通、毁灭农田和破坏森林等，给各项建设和人类生产生活方面都会带来严重损失。滑坡在我国不论是南方还是北方，不论是沿海还是内地，分布较广，活动频繁。1933年8月，在四川省境内岷江中游的迭溪，发生了地震，出现滑坡，将岷江堵塞两处，形成了两个天然湖泊（当地叫海子），堆积成的天然坝，高约100多米，蓄水量达一亿多立方米，压埋了迭溪居民200多户，760多口人。又如吉林省延边朝鲜族自治州龙井县东盛乡太平村，滑坡严重，1963年春沟岸距屯边的房屋约有50米，但经过夏季几次降雨之后，由于滑坡使岸边移动距房屋不到20米，把一亩多的自留地滑到河里去了。

2. 泥石流 泥石流是含有大量固体物质的洪流，它是坡面风化物经雨水和径流的强烈浸润，使其达到超饱和状态，在重力的作用下，顺坡流动的泥石浆。它多发生在植被缺少的山区、土石山区和地势陡峭的漏斗形地带。泥石流具有突发性、流动快、破坏力大的特点。流经之处的农田、村庄或其它建筑物等多被压埋或毁坏，是一种较为严重的自然灾害。

泥石流发生的条件：

- (1)大量的地表径流迅速集中；
- (2)地表径流流经的地区具有大量的土、沙和石砾等；
- (3)大量的土、沙和石砾等物质达到饱和或超饱和状态，且形成固体径流；

(4)缺乏植被的陡峻坡地，岩石风化强烈，有充分的前期降雨，接着又遇到暴雨，在这种情况下，多发生泥石流。

泥石流的运搬能力。泥石流有比水流大10倍，甚至几百倍的运搬能力，能顷刻间把数万或数十万立方米的固体物质，输送到很远的地方去。在日本的手取川发生泥石流时，把3000吨重的巨石，冲到下游数千米的地方。奥地利在1818年发生洪水时，运搬岩石块的体积约有800立方米，重量达2000吨。我国云南省的东川，甘肃省的武都、礼县，辽宁省的辽东等地，也经常发生严重的泥石流。

泥石流的破坏力。因泥石流粘稠度较大，比水有更大的猛冲性，对河道弯曲段的外测堤防，有跨越的直进性。在河道的直段上，泥石流所经过的路线若有障碍物时，也可把它推走，或者把它跨越过去。泥石流对经过的河流两岸及河床的侵蚀力，也是非常大的，具体表现为冲击和淘刷。尤其是对森林地带的树木，能把它连干带根拔出，一推而下，并给下游地区带来极为严重的灾难。

(四) 风蚀

1. 风蚀的概念 以风为主要动力，对土沙运搬、聚集及破坏其母质的现象和过程，叫做风对土壤的侵蚀，简称为风蚀。风蚀多发生于内陆干旱地区。风蚀不仅能吹走表土、

刮走种子和肥料，而且常常打坏禾苗、拔掉植物、吞没耕地、压埋作物、堵塞交通和堵塞渠道等，给人类生产、生活和经济建设，都会带来很大的损失。

2. 风蚀的特点

(1) 风蚀现象不论是平原、山地、丘陵都可发生，而水蚀在平地上不能发生。

(2) 风蚀的发生，在季节上可以说是固定的。特别是在我国北方的平原干旱地区，地被物稀少，土壤干燥，春季风大，所以春季风蚀比其它季节严重。

(3) 风速变化大，即或是在很短的时间里，所发生的变化也是非常显著的，因此风积物的机械组成也很复杂。

(4) 风运搬土沙的颗粒不如水蚀运搬颗粒那么大，但风蚀持续的时间长，波及范围广。因此，在风蚀地区的风蚀量要比水蚀量大得多。

3. 风蚀的种类及运搬形式

风对土壤及其母质的破坏，可分为吹扬、磨蚀和互磨三种类型。

吹扬是指风将地面的微细土(沙)粒吹扬腾空而起的现象。

磨蚀是被风吹起的或吹在地面上滚动的沙粒，对地面的磨蚀，或者对坚硬岩石和建筑物的磨光作用。

互磨是指被风吹动或吹起的沙粒，在运动过程中，互相撞击磨擦，使沙粒由于磨擦的作用，不断变小、变圆和变光滑。

风对土沙的运搬，由于颗粒大小和风力的强弱不同，则运搬土沙的形式也有所不同。大体上可以分为三种运搬形式，即悬浮、滚动和跃移。

悬浮，是指一些微细的粉沙或土粒，其直径一般都小于

0.2毫米，由于风力作用，而使其长时期在空中飘浮，上升高度可达5000米以上，飘移的距离可达5000公里。

滚动，当风速超过5米/秒时，地面上的较小沙粒开始移动。所以，一般把每秒5米的风速，叫做起沙临界风速。风速处于起沙临界风速时，地面上的大部分沙粒，由于地面摩擦的原因，而沿着地面随风的方向向前滚动。

跃移，当风速超过起沙临界风速时，则滚动前进的沙粒旋转的速度也在增加，这时沙粒的运动能量也随之显著增大，遇到障碍物时，常沿着大致垂直于地面方向腾空跃起，其高度多在20厘米左右，但有少数沙粒跃起可超过2米，然后在自身的重力作用下，呈抛物线以 $5^{\circ}\sim 12^{\circ}$ 的倾斜角向地面坠落，打击其它沙粒，使更多的沙粒发生移动。如是反复进行，地表大量土沙被风移动。这种挟带泥沙滚动和跃移的气流，称做风沙流。风沙流的形成，标志着土壤的风蚀程度已进入了严重的阶段。

土沙的堆积，随着风速的减小，风沙流的土沙随之逐渐堆积起来，先停止运动的是较大的沙粒，也就是滚动的沙粒，其次是跃移的沙粒，最后才是飘浮的细粒。这种作用叫做风的分选作用。风沙流的运动时间越长，次数越多，则分选作用也越明显。由于这种作用，常形成颗粒均匀的沙堆，即一般所说的沙丘。沙丘由于植被的分布不同，有舌状沙丘、新月形沙丘、垄状沙丘和念珠状沙丘等风积地貌。

第二节 影响水土流失的因素

一、影响水土流失的自然因素

自然因素主要有气候、植被、地形和土壤。自然因素对水土流失的影响，一般起着正常影响作用，侵蚀速度是比较缓慢的。

影响土壤侵蚀的气候条件，主要是降水和风。吉林省多年平均降水量在400~900毫米之间。长白山山脉走向与太平洋季风运行方向，基本成垂直，因而前来的湿热气流受阻，被迫上升，冷却致雨。所以在集安的岭南和通化地区的南部，年降水量可达900毫米以上，而长白山西北部的吉林、长春和四平等地的年降水量为600毫米左右，在白城地区，有的地方不足400毫米。年降水量在省内分布不均，自东南向西北递减。夏季由于陆地增温形成低压系统，同南来的潮湿海洋气团相遇，凝结成雨，因而夏季雨量极为丰富。在吉林、四平和长春等地，仅7、8、9三个月的雨量，占全年降水量的65%左右，白城地区可达67%，且多为雨量大、历时短的暴雨。由于降水量在时空分布上不均，这就给我省的水土流失提供了动力。

另外，吉林省处在大气环流盛行西风带范围内，高空波动连续通过这里，促使天气发生明显变化，西伯利亚贝加尔湖区的低气压系统，在4、5月份，向东南移动经过我省，常引起春季大风。大风天气多年平均，每年出现大于或等于8级大风日数为2~6天，大于或等于6级风沙日数为15~31天。这又给我省西部干旱地区的风蚀，提供了动力。

植被能有效地防止水蚀和风蚀的产生，它是治理水土流失，长期发挥作用的基本措施。吉林省现有森林面积为752万公顷，占全省总面积的40%，森林覆被率为35.9%。我省森林分布很不均匀，东部覆被率为68.3%，中部为33.7%；

西部仅为5.5%。由于森林覆盖不均,地表得不到全面和充分的保护,所以全省各地水土流失的轻重程度也有较大差异。

地形是产生水蚀的条件。全省山区面积为704.6万公顷,占全省总面积的37.6%,海拔多在800~1000米之间,相对高差多在500米以上。低山区面积为421.6万公顷,占全省总面积的22.5%,海拔为400~500米,相对高差多为200米。丘陵岗地面积为279.2万公顷,占全省总面积的15%,海拔为180~240米,相对高差多在10~50米之间。沙丘覆盖的冲积平原面积为468.5万公顷,占全省总面积的24.9%,海拔为110~160米,相对高差为20米左右。全省山丘面积约占总面积的75%,这就给发生水蚀提供了地形条件。全省有四分之一的面积为沙丘覆盖的冲积平原,森林覆被率低,草原退化沙化,这又为发生风蚀提供物质和创造了条件。

土壤是水蚀和风蚀的对象。吉林省各种土壤分布、面积、特征及抗蚀能力等情况,详见表1。

总之,自然因素对土壤侵蚀是正常的侵蚀,一般说来,它的侵蚀速度比较缓慢。

二、影响水土流失的人为因素

影响水土流失的人为因素,主要表现在对土地资源的不合理利用上。首先是乱砍滥伐、破坏森林和放火烧山等。使森林失掉或减低蓄水保土能力,造成地表裸露,直接遭受雨滴溅击、风的吹扬和地表径流的冲刷,结果助长土壤加速侵蚀。1950~1979年全省共发生森林火灾一万多起,烧毁有林地24.8万公顷,烧毁幼树约3亿株。多年来,我省森林被集中过量采伐,生产处于超负荷运行状态,使森林抚育跟不上