

森林的蓄水保土作用

(资料集)



四川省林业科学研究所情报资料室编

森林的蓄水保土作用

(资料集)

目 录

前 言	(1)
-----	-----

一、概述

1、水和水的科学	(2)
2、土和森林土	(5)
3、水土保持的意义	(19)

二、土地利用与水土保持

1、土地利用	(26)
2、水土保持工作	(29)
3、土壤冲失与植被	(36)

三、森林和土壤侵蚀

1、土壤侵蚀	(38)
2、森林和侵蚀	(41)
3、防蚀措施	(45)

四、关于径流问题

1、径流	(52)
2、植被与径流	(55)
3、暴雨、径流、滑坡和泥石流	(59)

五、森林与自然灾害之间的关系

- 1、森林植被与水灾..... (65)
- 2、森林在减免灾害方面的作用..... (73)
- 3、森林在改善水土环境方面的效益..... (80)

六、培植森林，蓄水保土

- 1、保持水土中的生物措施..... (84)
- 2、营造水土保持林..... (86)
- 3、防风固沙林..... (104)
- 4、保持水土的林种随环境而异..... (108)

七、破坏森林，水土流失，后患无穷

- 1、森林被破坏，生态失调，环境恶化..... (125)
- 2、水土流失，肥力减退，影响生产..... (134)
- 3、水土流失是水利的障碍..... (137)

八、综合治理，保持水土，费省效宏

- 1、综合治理，易见效益..... (142)
- 2、防治水土流失的办法和经验..... (143)
- 3、防治水土流失，获得丰硕成果..... (148)

前 言

我国是世界上农业大国之一。耕地在我国十分珍贵。从岩石变成土壤的风化发育过程，极其缓慢，往往要经过几个世纪。可是，一遇暴雨，在很短的时间内，就会冲走大量而宝贵的土壤。据现有资料表明：目前，我国水土流失面积150万平方公里，每年水土流失总量已达50亿吨，流失的氮、磷、钾总量达4000万吨，超过全国一年的施肥总量。现在，每年泥沙仍以3.6%的连度淤积，年淤积损失库容144亿立米。假使加上因暴雨、风暴而造成的水灾、砂灾和泥石流等自然灾害，给人民的生命、财产造成的巨大损失，更难以数计。

去年七月，国务院制定、公布《水土保持工作条例》，《人民日报》也发表了《保持水土，造福万代》的社论，这对于防治水土流失，保护和合理利用水土资源，从根本上减少水旱灾害，促进农业和其它事业的发展，将具有重大的意义和深远的影响。

水土流失对人类生存环境的破坏，是毁灭性的和不可逆转的，它对人类社会构成了严重的威胁，我们不可掉以轻心。要振兴中华，农业是基础，而水和土却是人们赖以生产和生存一刻也不能离掉的。因此，搞好水土保持，应作为全党全民的共同事业。水土保持工作做好了，不仅直接关系到山区、丘陵地带的农业生产，同时亦为治理江河水害和水利打好基础。这项工作虽与全民有关，但其关系最紧密的莫过于农业、林业和水利事业，因此，在治理上必须密切配合，协同作战，扬长避短，发挥自己优势。凡是各执一端，强调本业，孤军作战，都会影响水土保持工作的胜利进行。

据各地多年经验证明：水土保持必须工程措施与生物措施相结合，才能费省效宏，立竿见影。又据古今中外大量事实说明，生物措施是水土保持的根本性措施。它的优点是花费少，效果好，收益高，而难处在于工作量大，涉及面广。但是，我们相信在党的领导下，因地制宜，因害设防，作好规划设计，加强领导，经年累月，定会收到很大成效的。

为了配合农业、水利工作，发挥林业在水土保持工作中的作用，我们特从图书、报刊中，摘录其中有关水土保持的资料，汇编成《森林的蓄水保土作用》资料集，供林业、农业、水利和水土保持工作者参考。由于时间短促，收集资料不够全面，编排亦未臻合理，缺点和错误在所难免，欢迎读者批评指正。

四川省林业科学研究所情报资料室

1983年7月

一、概 述

1、水和水的科学

地球上的水和陆地

地球的总面积约 510×10^6 平方公里，其中，海洋面积约为 361×10^6 平方公里，占全球面积的70.8%，陆地面积为 149×10^6 平方公里，仅占全球面积的29.2%。陆地大部分在北半球，占北半球面积的39.3%，而南半球陆地面积较少，只占南半球面积的19.1%。

海洋中水的总体积约为 1.3×10^9 立方公里，全球陆地上河流的蓄水量约1200立方公里，湖泊存储水量约为750,000立方公里。陆地表面的这些水量和海洋中水量相比较，其数量是微不足道的，但是对人类生活来说，这点水却是很重要的资源。

摘自《普通水文学》第9页。南京大学地理系、中山大学地理系编。人民教育出版社1978年出版。

水的总产量

关于森林和总的供水量的问题曾引起无数的争论。由于森林与湿润的气候有关联，后者有利于持续的水流，因此森林长期被设想为具有维持水流的价值。这种设想有助于使林业计划受到支持，尽管这种计划的本身对达到供水目标极少有关或根本无关，但研究过森林在水分循环中作用的林业工作者极少支持森林有助于增加水量的热心主张。

庄（Zon, 1927）曾说过“许多地区存在着这样一种印象，认为林业工作者主张林木覆被的集水区影响流到河里去的年泄水量，如森林遭到破坏，总泄水量或年平均泄水量不可避免地要减少。事实上，林业工作者从来没有这样主张过。相反的，首先是他们指出，有森林覆盖的集水区在某种条件下，譬如在半干旱地域，有可能比裸露的集水区或有少量植被的集水区消耗的水份多的多，这会减少全年流到河中去的总水量”。

庄强调需要把河的年总泄量与水流在一年中不同季节的状况严格加以区别。例如，年总泄水量可能不变，但水流的状况有变化，因而水流的效用要受到很大影响。

森林影响方面的老前辈巴特斯（Batas, 1934）赞同庄的看法，并对此作了详细的说明。

他写道：“林业工作者首先证明森林要用大量的水，其数量可能比除苜蓿之类深根多年生作物外的任何其他植被都大。森林工作者曾一再指出，缺少植被的集水区会比覆盖着森林的同一集水区产生总量较大的水，植被长的越茂密，集水区水的耗损也越大，这是生物现象，已无必要加以证实”。

巴斯特继续说道：“林业工作者一直主张的和人们从记不清的年代开始进行的普遍观察所证实的是，森林覆被在某些条件下能够平衡全年的径流，能够增加集水区的蓄水能力（特别是土层薄、土壤粘重和不透水的地方），能够减少土蚀。林业工作者曾进一

步指出，森林覆被的有益作用随气候的变化，降水的特征，特别是随土壤的特征而不同”。

但是并非所有科研工作者都相信森林植被对减少水产量起作用。可能会有这种情况，森林创造了有利于凝结的条件，凝结抵销了林木的用水。佩赖拉(Pereira, 1954)总结出象东非这样的热带国家，森林覆被在充满湿气的空气中比裸露地或草地提供更冷的凝结面。他还总结出蒸腾的水汽在密闭的森林里会转而凝结在叶子上。

在沿海的雾带和高耸入云的山上常常看到水从树叶上滴下来。大气中的小水滴在运动中碰到叶面，最后集聚成大的水滴落到地上。这个过程叫着雾滴、云滴、水平降水和锢囚凝结。到达地上的水量和它的水文学意义研究的不多，看来在不同的局部地区差异很大。

日本在北海道的东南沿海地区依靠森林防止海雾的入侵。查调的结果证明，被森林捕捉的雾滴比被空旷地捕捉住的大六到十倍。捕捉雾滴最有效的林型是比较稀疏的没有矮枝的针叶林。

在大西洋的加拿利群岛，用雨量器放在空旷地和桉树下进行一年的读数比较，树冠下的降水量比空旷地多三倍。这是由于林冠的凝结所致。据说产生凝结现象是由于加拿利群岛的气候条件与森林类型不一致的缘故。

基特雷格(1948)在总结试验结果的基础上得出这样的结论，雾滴量随着林冠离地面的高度、树叶占土地面积的比例以及叶面的垂直暴露面积增加而增长。雾滴在经常下雾和蒙蒙雾雨的地域增加到达地上的降水量比在空旷地上的降水量多两到三倍。

对来自森林的水产量和来自裸露地的水产量进行比较，没有什么实际意义，因为没有植物的地区是很少的。重要的是要知道各种林型(Forms)之间有多大区别以及各种林型与交互出现的植被类型有多大区别。森林的树种组成，密度，龄级和林冠的分布(均匀林冠，不均匀林冠、带状皆伐、择伐等)都是能够变化的。它们根据人们的需要可能被草本植物或灌木所代替，也可能森林代替了它们。在植被变化产生的影响方面，由于对变化过程了解的有限，由于做试验困难和经费有限，只做过很少数的细致试验。根据这些试验结果去判断不同气候、土壤和森林条件的结果需要十分谨慎。但这些试验是有价值的，因为它们指出了控制植被取得水产量的可能性，因为它们启发人们在思考植被在水份循环中的作用时采取更加谨慎、更加现实的态度。

摘自《森林的影响——生态林学入门》第70—73页。联合国粮食及农业组织1962年出版，1978年12月再版。

我国水循环的路径简述

我国水汽主要来自东南海洋(太平洋)，并向西北方向移动，首先在东南沿海地区形成较多的降水，越向西北，水汽量越少。来自西南方向的水汽输入也是我国水汽的重要来源。主要是由于印度洋的大量水汽随着西南季风进入我国西南，因而引起降水，但是由于高山峻岭阻隔，水汽不能深入内陆腹地。西北有些地区的水汽来源于西风环流带来的大西洋水汽。此外，北冰洋的水汽，借强盛的北风，经西北利亚、蒙古人民共和国，进入我国西北，风力大而稳定，但所含水汽量少，引起的降水量并不多。鄂霍次克海的水汽，随东北气流进入我国东北地区，对该区降水起着很大的作用。

综上所述,可知我国水汽来源主要从东南、南和西南三个方向输入,少部分水汽来自东北方向。水汽的输出口主要是东部沿海地区。输入水汽,在大陆上空凝结成雨,降落地面形成径流,流归海洋。我国河流流入海洋的外流流域约占全国总面积的64%,大致在北起大兴安岭西麓,沿东北—西南方向南下,经内蒙古高原南缘,阴山山脉,贺兰山、祁连山、日月山,巴颜喀喇山,念青唐古拉山和冈底斯山,而止于我国西部国境线。该线以东地区都属外流地区,其中流入太平洋的河流面积约占我国总面积的57%。流入印度洋的河流面积,约占全国总面积的6.5%。此外尚有少部分径流流入北冰洋流域,面积约占全国总面积的0.5%。

广大的外流地区,将由海洋输入我国上空的水汽所形成的降水,汇集输送到东部海洋,形成一水分循环的闭合系统。

摘自《普通水文学》第12—13页。南京大学地理系、中山大学地理系编。人民教育出版社1978年出版。

植物的吸水与蒸腾

植物根吸收的水分,只有1%成为植物细胞组织,99%经由植株,以水汽状态进物大气。这一过程,即所谓蒸腾,它不同于蒸发,是发生在活的组织上的过程,而且受植物生理的影响。栽培1公顷(15亩)生长着的植物一天可蒸腾94,000升(公斤)的水。若能找到抑制蒸腾的实际办法,那么干旱地区的水分需求就可大大减少。

摘自美国国家科学院编,唐登银等译《干旱地区集水保水技术》第59页。农业出版社1979年出版。

水文学研究的内容是什么

水文学是研究自然界各水体的运动、变化和分布规律的科学。水体是指以一定形态存在于自然界中水的总称,如大气中的水汽,在地面的江河、湖沼、冰川和海洋中的水,在地下的地下水。因此,水文学也是研究水分循环过程中大气圈、水圈、生物圈和岩石圈之间相互关系规律的科学。

摘自《普通水文学》第1页。南京大学地理系、中山大学地理系编。人民教育出版社1978年出版。

我国古代的水文观测

公元前316年蜀守李冰与他的儿子二郎在四川灌县修筑了导治岷江的灌溉工程——都江堰,在灌县城西门的宝瓶口设有石人测量水位,后改为石刻水测,用以测定水位,控制进水,防止洪水毁坏渠道。在与黄河河水的斗争中,古代劳动人民使用水势观测方法,其中有水位、泥沙、流量的观测。明朝的潘季驯(十六世纪)在《河防一览》书中写道:“黄河浑浊,以斗计之,沙居其六,若至夏秋,则水居其二矣,以二斗之水,载八斗之沙,非极汛溜,必致停滞。”清初陈潢有测量“水方”的方法,谓:“水流速,则如急行人,日可行二百里,水流徐,则如缓行人,日可行七八十里,即用水方法,以水纵横一丈,高一丈为一方,计此河能行水几方,然后受之,其余者,即以计宣泄之。”所谓水方即现代称为流量。

摘自《普通水文学》第5页。南京大学地理系、中山大学地理系编。人民教育出版社1978年出版。

中国古代的水文记载

四千年前已有黄河水灾的记载，迄今不辍，在四千多年中曾有过1,500多次水灾的记录。

中国最早的一本史书《书经》中的《禹贡》，曾详细记述了我国的版图、山岳、河道、土壤、物产、交通、赋税及人情风俗等，尤以记述大禹治水之经过为主。东汉时出版的范阳、酈道元注校的《水经》及经修正补充后的《水经注》是我国水象学方面的一本重要书籍，它系统地把黄河、淮河、长江三个水系的源流、干流及航运灌溉情况进行了描述，各县县志、地方志等都详细记载了水文情况。如清朝时付泽洪的《正续行水金鉴》，把历代水利经验加以综合，详述四渎分合、运道沿革、水利兴废的状况，概括了数千年间水道变迁的情况。

摘自《普通水文学》第5—6页。南京大学地理系、中山大学地理系编。人民教育出版社1978年出版。

我国的水文测站

解放前，我国只有残缺不全的水文测站三百多处，现在基本站已发展到一万六千多个。现有基本站都是经过统一的站网规划设置的，按统一的标准进行水文测验和整编刊印资料。除基本站网外，还设立了大量专用站和部分实验站。形成了一个以基本站为骨干，专用站为补充的水文站网。担负着全国水文资料的搜集工作。在测验技术和测验仪器方面，在大量实验研究的基础上，编制了水文测验规范，统一生产了测验仪器设备，大部分测站实现了缆道测流，部分测站已使用自动缆道测流。大大改变了解放前测验设备异常简陋，测验资料质量差的面貌。

摘自《普通水文学》第6页。南京大学地理系、中山大学地理系编。人民教育出版社1978年出版。

2、土和森林土

土壤的来历

坚硬的岩石可以变为土壤，疏松的土粒也可以固结为岩石。大地上的一切正是在这种矛盾斗争中，不断地发生、发展和变化。地球上所有的土壤，都是由岩石变来的。其中有的土壤是就地形成的，有的是经过水流或风力的搬运再堆积起来的。就地形成的土壤，只有在山区才能看到，土层一般都较薄，而广大河流冲积平原和黄土高原的土壤，却是再堆积起来的，土层都很深厚。我们知道，土壤所以能长庄稼，是因为它有肥力，岩石却是坚硬的固体，不透水，不透气，也不能积累供给植物所需要的水分和养分，就是说它没有肥力。……

一、岩石经过风化作用变成母质

自然界里，岩石变成土壤，需要经过很长的年代和复杂的变化，变化的第一步是岩石的风化。

岩石风化，是坚硬的岩石由大块变成细小颗粒的过程，也是岩石的成分和性质发生变化的过程。岩石的风化，一般要经过物理的破碎和化学的变化，而且生物也在其中起

了促进作用。

长年累月暴露在地表的岩石，经历着昼夜之间和四季之间的温度变化。白天岩石被太阳晒着，外层热得快，胀得大，内层和晒不着的部分热得慢，胀得小。到夜晚，外层冷得快，收缩大，而内层则冷得慢，收缩小。一冷一热，一缩一胀，岩石就产生了许多裂缝。同时，岩石中多种矿物成分，因热胀冷缩的快慢不同，在昼暖夜凉、寒来暑往的过程中，产生互相挤压和拉扯的力量，也会使岩石造成裂缝。当岩石出现了裂缝后，便能容纳雨水和空气，水遇冷结冰时体积增大，长期如此就会把岩石胀得更大，甚至把岩石胀为碎片。当生物出现以后，可加速岩石的风化，如植物根伸进裂缝，能加速岩石破碎，使岩石变为碎屑。这种破碎作用，就叫做物理风化。

水还可以和某些矿物化合，把无水矿物变成水化物，造成体积增大，使岩石更易风化。而溶化在水里的氧气和二氧化碳，随水流入岩石石缝后，便与岩石里面的矿物发生复杂的变化。例如，二氧化碳溶于水后生成的碳酸，能够增大矿物的溶解度，使溶解度小的矿物也能溶解于水。碳酸还能促进复杂的盐类变成简单的化合物，使岩石矿物的成分和性质发生改变。这种作用叫做化学风化。

岩石就是这样经过各种风化作用，获得了一些新的特性，有了一定的透水性和透气性，把原来包含在岩石中的矿质养分部分地释放出来，形成可溶性的物质，如钙、镁、钾、钠的碳酸盐、硫酸盐、硝酸盐等，还产生一些颗粒细小的次生矿物，并开始有了一些保持水分和养分的能力。但是，它还不具备土壤的基本特性——肥力，所以它还不是土壤，只能叫做成土母质。

二、母质经过生物作用才形成土壤

岩石变成母质，仅仅是土壤形成过程的第一步，只有在生物的积极作用下，成土母质才能变成具有肥力的土壤。成土母质中的营养元素是分散的，而且容易随水流失，汇入江河湖海，同时，植物最需要的氮素却一点也没有。只有当母质中出现了微生物和植物时，土壤的形成才真正开始。最初在母质上出现的生物，是一种不需要有机物质作养料，只要有了水分和矿物质养分便能生活的自生细菌，随后生长的是地衣、苔藓等低等植物，最后又被高等植物所更替。这样，生物的积累作用就愈来愈大，并导致以下的结果：首先，植物能够通过强大的根系，选择吸收它所需要的各种矿物质，把分散的可溶性养分集中起来，组成自己的“身体”，使养分以有机质的形态保存在土壤中；其次，植物很需要而母质中又没有的氮素养分，经过固氮微生物固定空气中游离氮素的作用，使母质中逐渐有了氮素；第三，等到这些生物死亡以后，它们的残体经过微生物的分解作用，一部分成为后来植物所需要的养分，一部分重新合成一种特殊的物质——腐植质。腐植质在形成肥力方面有很大的作用，一方面它能把养分保蓄起来，另一方面可以改变母质的物理性质，使母质变得有结构。因此，在生物的积极作用下，成土母质的性质就得到不断的改善，以致具备了肥力的特性，发展成为土壤。

但是，风化作用和生物作用并不是截然分开的，而往往是同时进行的，只有两者共同作用，土壤肥力才能形成和发展。

摘自《土壤知识》第43—44页。中国科学院南京土壤研究所《土壤知识》编写组编。上海人民出版社1976年出版。

为什么土层厚薄不一

在山地陡坡，侵蚀较剧烈的地方，往往土层浅薄，厚度常不及一米，而山地、丘陵的坡脚及河谷中，土层就比较深厚，这是由于水流冲刷和崩塌等作用，将山地上部的泥土带到下部的结果。在广阔的平原地区，如华北平原以及长江中、下游平原，土层都很深厚，达数十米至数百米，这是因为河流将上游的泥土带到这里长期淤积而成的。此外，西北黄土高原的深厚黄土层，据说是经过风力的搬运而在那里堆积起来的。

土层深厚的肥沃土壤，是作物获得稳产高产的重要保证。在土层瘠薄的山区，只要充分发挥人的因素，发扬……自力更生、艰苦奋斗的精神，也能通过垫土和培肥，迅速地创造土层深厚的肥沃土壤。

摘自《土壤知识》第47—48页。中国科学院南京土壤研究所《土壤知识》编写组编。上海人民出版社1976年出版。

土壤质地与土壤蓄水之间的关系

土壤是由固体颗粒、空气和水混合而成。经常一谈到土壤只考虑到颗粒，其实它只占土壤体积的40—50%，其它是充满空气或水的孔隙。土壤孔隙的大小、分布和存在的持续程度决定水分移动的速度以及可以贮存的数量。水在孔隙中的运动是由于重力或毛细管吸力造成的，或者两者兼有。在饱和土壤中，水在大孔隙中的运动主要靠重力作用。在不饱和土壤中的大孔隙中有无数的空气与水交界面，水的运动是靠毛细管吸力。最小的孔隙能抵抗重力把水保持住，最后被蒸发掉，或被植物根系吸走。这种被保持住的水对江河的水流或供应地下水不起什么作用，但高地植被所需水份几乎全靠它们供应。这种贮存方式叫着吸持贮存，以区别于大孔隙中的暂时性的滞留贮存。

吸持贮存的上限是田间持水量，即土壤在一特定条件下能够抵抗重力保持水份的最大量。实际上限是永远凋萎点，即低于此值根系不再吸水的含水量。吸持贮存总量因土壤而异，最少为0.2英寸/英尺（土壤），最多为3英寸/英尺（土壤）。

粗质地的土地蓄水量少，细质地的土壤蓄水量最多。土壤能够储蓄的总是决定于它的质地和深度。实际上的数量在任何时候都是透入的降水量减去蒸发蒸腾量。在休眠季节，趋势是充实贮存量，因为这个时期的蒸发蒸腾量低。土壤水份在生长旺季被迅速的蒸发蒸腾，原来湿润的土壤很快就干了。在强烈的辐射、高气温和植物生长活跃的时候，干燥率几乎完全受土壤中含水量的控制。当土壤干燥到永远凋萎点时，水份损失到几乎一点也没有了。

当小孔隙贮满后，水开始注入大孔隙。在下雨或融雪时，运动迅速的是大空隙里的水。粗质的土壤孔隙比细质地土壤多，如果其他方面一样，前者的水运动较快。可是，植物增加的有机质，土壤被根系的穿透和疏松以及动物的穿洞常常会改善细质地的土壤结构，大孔隙大大增加。大孔隙的容积主要取决于土壤结构——颗粒的搭配，较少地取决于土壤质地。

水能够迅速地以与坡度平行的方向运动和向下运动到大孔隙中。在下面的土层很致密的地方根系孔道可能是水分运动的主要通道。加瑟（Gaies, 1952）发现生长在粉砂土壤上的阔叶林，每英亩的垂直根系孔道在4,000条以上。这些孔道是在根系腐烂以后形成的。有的近乎是空的，有的里面有有机物，有的则被类似于A₁或A₂层的土壤注

满。许多侧向孔道是从中心辐射出去，里面也有非常容易渗透的物质。加瑟指出，在一代森林生长过程中，必须要形成几千条孔道。事实上，腐烂的根系是纵深盘结在一起的，这有利于水分更快地分布到较深的土壤中。

在山坡的不同高度挖坑，里面放上集水槽，可以看出坡地上水份在大孔隙中侧向运动的重要性。设每小时降雨量达1.6英寸的人工降雨历时15分钟，雨水的2.5%收集在地面集水槽里，但12.5%在表根里顺坡流下。亚表土径流是自然森林土壤总径流的重要组成部分。动植物在土壤表层造成的这些孔道使这一层比它们下面的土层更容易渗透，在下层土壤尚未完全湿润之前，水已通过这一层向下坡运动。

大孔隙除形成水份迅速运动的通道外，还为水份的暂时储存提供了机会。当水分进入土壤的速度大于它流到低层的速度时，水份贮存在根层之上的大孔隙中。水份只是暂时的住留，但这种贮存形式极为重要，因为它延长了时间，使水份在这个时间可以渗透运动到下层去。此外它还提供了应急水份贮存，否则原就会被迫从土壤表面上流走。一旦土壤已经湿到田间持水量时，滞留贮存是唯一能够存在的贮存形式。当它的容积足以容下暴风雨雪时，地面流动不会发生。但这些水份将会补充地下水，或以亚表土水流形式流入河道中去。滞留贮存这种帮助水份穿入土壤和减少地面水流的重要作用常为人们所忽略。而维持或改善这种贮存方式是植物覆盖的重要效能之一，并且是为了水份控制而进行的土地管理的首要目的。

摘自《森林的影响——生态学入门》第38—41页。联合国粮食及农业组织1962年出版，1978年12月再版。

我国纵横南北的山地森林土

我国是一个多山的国家。从北到南，从西到东，都有连绵不断的起伏山岭，其中有东西走向的喜马拉雅山、阿尔泰山、天山、昆仑山、祁连山、秦岭，也有南北走向的大兴安岭、小兴安岭、太行山、吕梁山和横断山脉，还有长白山、阴山山脉、南岭山脉、海南岛的五指山和台湾省的台湾山等。这些山地纵横南北，构成我国主要山脉。山地分布着各种各样的土壤，其上大多生长着种类繁多的林木，所以统称为山地森林土。

山地土壤大多是岩石直接风化而来，土层一般比较浅薄，并常混有岩石碎屑。在茂密的森林植被下，常年落到地表的枯枝落叶经腐解后，在表土中积累了较多的有机质，因此，山地土壤有机质含量较高，透水、保水性能以及养分状况也较好。但是，森林若遭破坏，却容易造成水土流失，必须引起注意。

山地森林土壤遍及全国各地，变化复杂，类型众多。由于我国南北生物气候条件的不同，因而南方和北方的山地森林土差异很大。北方山地的森林土壤，多在针叶林或针阔混交林下形成，如大兴安岭、小兴安岭、长白山主要是暗棕壤，其表土暗灰或棕灰色，含有较多的有机质（表层可高达5—15%）和养分，结构也较好，全土层呈微酸性反应，土壤肥力较高，一般生长由红松、落叶松、柞树、杨树、桦树等树种组成针阔叶混交林，以红松林为主的林木，构成浩瀚的林海，木材蓄积极为丰富。南方山地的森林土壤，是在常绿阔叶林下形成的。海南岛五指山的热带山地黄壤，有机质含量并不亚于东北的暗棕壤，表土为暗棕色，以下多为黄色，呈强酸性反应，土质较粘重，植物生长繁茂，林木四季长青，林内多攀援植物，还有板状根和老茎开花等特殊现象。

山地森林土壤不仅南北不同，而且同一山地从下到上，土壤也有差异，这是因为在不同的高度，气温和湿度有所不同，影响着土壤的形成。……

由此可见，我国的山地森林土壤多种多样，森林资源十分丰富。东北的大、小兴安岭和长白山，西南的横断山脉，鄂西的神农架山，闽赣边境的武夷山等，都是著名的林区。但在解放前，由于国民党反动派对森林资源的破坏，不仅造成了严重的水土流失，而且有些山地已成了荒山秃岭。解放后，山区人民积极响应毛主席关于“绿化祖国”的伟大号召，大力开展植树造林的群众运动，治山治水，绿化荒山，注意森林更新，使山地森林土壤的潜力日益得到发挥。

台湾山地也是我国著名的林区之一，但由于台湾仍被蒋帮盘踞，台湾的骨肉同胞处于水深火热之中，台湾山地的森林和土壤资源不断地遭受摧残和破坏。解放台湾，统一祖国，是全国人民的共同愿望和神圣职责。我们一定要解放我国神圣领土台湾省，台湾总有一天会回到祖国人民的怀抱，必将建设起一个美好的新台湾。

摘自《土壤知识》第19—21页。中国科学院南京土壤研究所《土壤知识》编写组编。上海人民出版社1976年出版。

四川盆地的紫色壤

四川盆地位于长江上游四川省境内，西为青藏高原，南为云贵高原，北为秦岭、大巴山，东为巫山，是一个为山岭所环抱的盆地，为全国四大盆地之一。除盆地西部有将近一万平方公里的成都平原，盆地东部（华莹山以东）有几列东北—西南走向的山岭外，大部分为紫色或紫红色砂岩、页岩构成的丘陵，土壤也呈紫色或紫红色，因此人们把四川盆地称为“紫色盆地”。这里有从青藏高原、云贵高原奔腾而来的长江，还有岷江、沱江和嘉陵江。江水滔滔终年不息，葱郁的山林，碧翠的田野，衬托着紫色的土壤，紫绿相映，分外妖娆。这里为我国重要粮仓之一。

紫色和紫红色土壤，通称紫色土。四川盆地是全国紫色土分布最集中的地方。这种土壤是由紫色或紫红色砂岩、页岩变来的，大都富含钙质（碳酸钙）和磷、钾等营养元素，十分肥沃。不过由于雨量多和地形起伏，容易造成水土流失。紫色土流失快，风化也快（主要是物理崩解作用）。有人做过简单的试验，把直径为20—40厘米大小的紫色页岩置于旷野中，经过两个多月（4月中旬到6月下旬）的日晒雨淋后，按其重量计算，有65—93%崩解为小于4厘米的碎屑。长期以来，这个地区的劳动人民通过修梯田、梯地，横坡耕作，多层间作套作，以及其他耕种、施肥、灌溉等措施，熟化紫色土（包括紫泥田），使其肥力不断提高。

紫色土地区也有黄壤分布。同一地区从自然植被看，生长柏树（侧柏）的一般是紫色土，而生长松树（马尾松）的一般是黄壤。不过川南有紫色土偏酸性，也生长松树，有人把它归到红壤。黄壤一般由花岗岩、普通砂页岩、千枚岩的风化物发育而成。但紫色砂页岩在潮湿气候和密茂植被的影响下，经过长久的淋溶和水化过程，紫色也会减退，并变成黄壤。

四川盆地某些地方的紫色土，由于旧社会不合理的耕垦，使土壤遭受侵蚀。解放后，土壤侵蚀问题已逐步得到防治。目前，川中丘陵区正在大造梯田，开发水源，在积极发展粮食生产（水稻、小麦等）的同时，结合发展棉花、烤烟、甘蔗、麻、桑、柑

桔、板栗等经济作物和果木。川中南丘陵区，则以发展粮食生产为主，大力改造冬水田（紫泥田等）。冬水田的改造一般是在冬季先种两年紫云英，再种两年油菜，而后种冬小麦，可使水稻产量迅速提高。位于盆地偏北部的剑阁县化林大队，是高丘陵地形，坡度大，土层薄，水源又缺乏，然而这个大队的贫下中农，通过治山治水，改田改土，农林牧渔全面发展，并大力抓了林业，近年来旱涝保收，年年高产，成了一个以林促农，以林促牧，以牧养林的……先进大队。化林大队农区造林的经验，正在四川全省推广。

摘自《土壤知识》第10—12页。中国科学院南京土壤研究所《土壤知识》编写组编。上海人民出版社1976年出版。

林地土壤渗透作用良好

林木每年可以形成大量的枯枝落叶，并且还有相当数量的细根死亡，能增加土壤中的有机质和营养物质。有机质经微生物分解，形成黑褐色的腐植质，与土壤结合而成团粒结构，可以减小土壤容重，增加土壤孔隙度，改善土壤理化性状。同时，林木根系的活活动，也使土壤变得疏松多孔。这样便大大提高了土壤的透水性能和蓄水性能。据测验，林地土壤的渗透性，比荒地高35.5%；土壤入渗率（单位时间渗入土壤的水量以毫米，/分钟计）为1.08—1.40毫米/分钟，较撂荒地0.94毫米/分钟，提高14.9—48.9%；平均初渗量（产生径流以前渗入土壤的降雨量，单位为毫米）为草坡的2—4倍，为农田的3—5倍。同时，林地土壤的蓄水能力也显著增强。据原陕西洛川水土保持试验站1961年测定，林地土壤的含水量可达51.8%，等于荒地土壤含水量18%的2.9倍。于是，大量的雨水渗入并蓄存于土内，变成地下水，大大减少了地表径流及其对土壤的冲刷。

在森林的覆盖下，地面径流状况发生了很大的变化。降雨的一部分（15—30%）首先为林冠所截留，另一部分（5—10%）从林内蒸发掉，而大部分（50—80%）被林地枯枝落叶层吸收和渗入土壤及其下层，变成地下径流，只有很少一部分（0—10%）形成地表径流。渗入土壤下层的水分常以泉水的形式流出地面，补充、调节着河川的水量，改善了河川的水文状况。因此，林区的河川流量在一年四季内基本上是均衡的。群众说“森林是看不见的水库”，“森林是天然的配水站”，就很形象地说明了森林的这种涵养水源的作用。

摘自陕西省水土保持局、西北水土保持生物土壤研究所合编《水土保持林草措施》第34—35页。农业出版社1978年出版。

林木根系有固结土壤的功能

林木具有强大的根系，能构成密集的根网，象钢筋一样固持土壤（土体），使之免遭径流侵蚀。例如，青杨属深根性树种，根系为扩展根系，不仅有明显粗壮的主根，而且有密集发达的侧根，其上又生长多量须根。根系分布深广；具有良好的保土效能。生长中等的18龄青杨，主根深达4.6米，粗14.3厘米；直径0.25厘米以上的大小侧根有40多条，一般长1.6米，粗1.5厘米，最长4.0米，粗1.5厘米；根际直径13.7厘米，根幅7.5×4.5米。一株湿根总重达22公斤；根干重量比为0.4，根叶重量比为4.0，地下部为地上部重量的37%，又如醋柳灌木丛内，在0.25米的表土层中，支毛根沿水平方向均匀四散，上面密生着须根和根瘤，并且生长出大量的萌蘖苗，迅速铺满地面，起着保土固

坡的作用。据甘肃天水水土保持试验站在水南市毛家庄生产大队簸箕湾酸刺坡所测，平茬后的三年生醋柳，其根系向水平方向延伸最长可达6.3米，新生根蘖苗95株，固土面积为4.8平方米。

这样密集发达的根系，大大增强了土体的抗冲防蚀能力。根系的这种机械固持土壤的作用在河流两岸和水库周围看得更为明显。在那里，往往可以看到一、两棵大树就防止了一段河岸的冲掏或库岸的崩塌。同时，庞大的根系从地下深处吸收水分，并通过枝叶的蒸腾可以排除深层土体的含水量，使土层内，特别是滑动面潜流减少，能够显著防止滑坡的产生。……

摘自陕西省水土保持局、西北水土保持生物土壤研究所合编《水土保持林草措施》第35—37页。农业出版社1978年出版。

流失作用对土层造成特殊后果

流失作用与冲刷作用显著不同的地方就是，这种作用在地表土层损失方面有着特殊表现，并具有与冲刷作用不同的特殊后果。

首先表土失去最富含氮和腐植质的微粒部分，会使流失土壤的结构和成分恶化，并引起流失土壤上正常的营养状况和水分状况的破坏，这种状况的破坏也改变了植物环境的条件。在流失土壤自然复生的地方，较之那些尚未遭受侵蚀的斜坡部分，植物具有完全另一性质，例如植物学家阿尔谢尼耶夫（АпсеHbeB）在诺沃西尔试验站所进行的流失土壤和劣地上植物区系的研究，确立了在流失土和劣地上常常分布有为贫瘠地所固有的植物。在50—60%的赤地上可以看到这样一些植物：如早熟禾（*Poa Compressa*）及部分匍匐冰草（*Agrophrum repens*）〔小麦（*Triticum*）属〕、匍匐三叶草（*T-rfolium repens*），这些植物在这里永远也没有充分发育的花序和种子。我们也看到了具有防止强烈蒸发设备和巨大根系的植物：六月禾（*Poa pratensis*）、白翦股颖（*Agrostis alba*）、紫羊茅（*Festuca rubra*），在豆科植物中有黄苜蓿（*Medicago falcata*）、白脉根（*Lotus corniculatus*）。此外，在这里也分布要求不太严格的植物，如苔藓，地衣和藻类的念珠藻，这些植物常常代表着流失地上植物的主要环境。

在冲刷时，为流水所带走的淤泥常常堆积在坡度很小的地段和具有任何减缓流速和促使淤泥沉淀的障碍物的地方。

在一般自然农作物环境下，流失土的沉积大多不是在陡峭的耕地向平缓的耕地过渡的地方看到，而是在耕地向复盖有草本或木本植物过渡的地方看到，虽然这些地段比之前者具有较陡的坡度，但这也并没有什么可奇怪的。最普遍的凸形和直线形斜坡上的流失地段主要是分布在被开垦的邻近水路网的斜坡地段，这些地段直接毗连水路网沿岸的上部边缘地，并且有5—8%的坡度。流失产物的沉积在这样情况下差不多都是在邻近有被复的或造林的水路网沿岸发生，这些沿岸较之上述邻近水路网斜坡部分具有较大的坡度（约25%或更大）。在这种情况下，初看之，似乎可得出某些怪论：在较平缓的地段发生流失，而在较陡的地段则发生流失产物的沉积（淤积）。这种现象是因为流失作用在这里仅仅发生于耕垦地段，而在下面较陡的而复盖有草类或林木的水路网地段则没有发生流失。在下一情况下，复盖有稠密的“乱状残余物层”（由茎和叶组成）的沿岸地

面则为悬浮于水中的土壤颗粒在沿岸地面上通过造成了巨大的障碍，并减缓了它的移动速度，因此土壤颗粒就沉积下来。假如这些地面上没有植物，而且被开垦，那末在这些地面上不可能沉积着任何冲积土，反而较之邻近水路网（不大陡的）斜坡地段发展着更为强烈的流失。

从耕垦斜坡上流失掉的淤泥在水路网沿岸的沉积强度首先决定于流失量；在其他条件相同的情况下，在冲积土沉积物最多的地方，流失最严重。但在水路网的各部分上，这些沉积物的分类决定于某些特殊条件，这些条件首先应该是斜坡的方位，而斜坡方位又影响到水路网沿岸冲积土沉积的强度。

其阴岸上，由于草本植物在其上更稠密地发展，放淤现象常常较之对面具有较弱的、植物常常在夏天被干死的阳岸更为强烈，特别是在干草原地带。

在具有陡峭的开垦斜坡的深切地区，流失产物的放淤现象在复盖的水路网沿岸有时达到这样的规模：在这些沿岸基部附近形成了雄厚的凸起伏的淤土（坡积层）沉积物，这种沉积物的表面在森林草原地区（富有雪的）为大片的小草丘所复盖。

同一类冲积土的“沿岸凸起物”常常向水路网底部的中央部分移动，缩小了水路网底部的水道，因而使底部受到冲刷。

按照沿岸下部凸起物的存在多多少少有把握来判断邻近开垦斜坡上强烈的流失作用的发展。

在那些水路网沿岸常为稠密的短促的杯状的侧部边冲沟所割切的地方，从边冲沟的周围斜坡上流失掉的土壤通常停留在它们的口部，形成了特殊的凸形阶地，好像沿岸沟壕中的冲积锥一样，但与后者不同的地方在于它是由复盖有草本植物的泥质的土体组成。

假如这些杯状边冲沟的顶部为沟头的沟壕或切沟所割切，那末河口的泥质阶地则由堆积在边冲沟集水区上当地复盖层和基岩的碎块（或碎石）组成的一般冲积锥所复盖。在大多数场合下，沟脑冲刷在这些杯状边冲沟中的发展是与底部冲刷的发展同时发生的，当时底部冲刷吸收了不论从沟脑切沟中带来的土壤，或从周围斜坡上流失掉的土壤。在这种情况下，不仅阻止了流失土上冲积土的沉积，而且也阻止了沿岸切沟中一般冲积锥的形成，那时已把所有这些侵蚀作用的产物带到杯状边冲沟范围以外深而窄的水沟中去。

从横越深凹地的道路上带来的泥质颗粒的沉积物具有奇特的形状。从深凹地两岸道路上流失掉的土壤在沿岸基部形成了厚度很大的突起的许多冲积锥；这些冲积锥常常互相连接在一起，并在深凹地中形成了高的横坝，流水常常被堵塞在横坝内，在这里好像形成了一个小湖。

这些洼地当时我们按照它与目前的底部塌陷的相同之点特称之为“虚假的塌陷”，底部塌陷在中央森林草原的喀斯特地区有着广泛的分布。

在深凹地底部分布有泥炭田的那些地方，耕垦斜坡上的土壤流失会引起这种泥炭田的漂失，并停止其进一步的成长。这些沼泽化的深凹地的现代淤积作用一般是少有的现象，因为大量的上层地下水（是泥炭田形成的主要因素）与强烈的流失作用是不相容的。在具有明显地形的地区，那里的水文地质条件对于地表水的吸收及其在邻近原生的

不透水的粘土上停留是有利的，由于流失作用的产物所造成的泥炭田的冲失已是比较普遍的现象。

在中央森林草原地带，在其基层中几乎完全是侏罗纪不透水粘土的奥卡河上游地区（奥廖尔以上）、具有侏罗白垩纪厚层粘土的奥尔洛夫省特鲁德河及柳博夫什河上游地区（接近维尔霍夫车站）、具有下石炭纪建造的广泛发育的粘土的顿河上游以及乌培河（希沃朗河及沙特河）支流的邻近集水区的广大地区，都可作为这方面的代表。

摘自 A·C 科兹缅科著，叶蒸、丁培榛译《水土保持原理》一书的《流失作用的后果》一节。见原书第 270—273 页。科学出版社 1958 年出版。

土壤流失决定于许多因素的结合

在基本因素——开垦地面的情况下，地面坡度在流失发展过程中起着首要的作用：坡度越大，流失作用越强。在自然条件下，流失作用发生于细流冲刷，并且到处与遭受小洼坑割切的地面有着密切的联系，所以流失作用和斜坡坡度的依赖关系是十分复杂的，特别是当地面为套行耕作法所割切时。

目前由于暂时缺乏可以确定在自然环境下坡度对流失作用的影响的足够的试验，只好以各个研究者的观察所获得的若干确定材料作为指导，这种观察揭示了有害的流失作用的发展对坡度大小的依赖关系。

在这方面，诺沃西尔试验站（苏联——编者）的经常观察和全苏农林土壤改良科学研究所以及其他机构的工作人员所进行的调查观察证明了，地面坡度的临界值平均为 5%（大约 3° ），在这种地面坡度下，有害的流失就开始了，它表现在斜坡浅凹地的发展以及腐植质层减少到 30—40%。

当然不能由此得出结论，在某些较小的坡度下，不可能发生多多少少具有显著形态的流失。在这种情况下，显著的流失的发展常常或者是有赖于某种力量很大的偶然因素，例如大暴雨或者有赖于雄厚的雪复盖层的强烈融化。这可能与引起斜坡地段强烈流失的特殊土地利用条件（经常采用顺坡耕作或在陡坡上栽培中耕作物等等）。

但是这里必须指出，上述坡度的临界值只有在一定长度和斜坡形态下才会影响有害的流失作用的发展，因为这些情况将决定沿坡流动的全部流水的总流量，并决定有具有临界坡度的地段从地面上带走的最肥沃的细土时流水的流量。

由此可见，流失作用的发展是与斜坡的形态、长度及纵断面互相紧密联系着的，同时也决定于坚软基岩的地层对比关系，以及与其有关的斜坡的不同地段上复盖层的厚度。

斜坡的形态不同对流失作用的发展的影响也不同。

土壤和底土的类型是耕地上流失发展的第二个重要的因素。

关于土壤物理和化学性质对于流失作用的影响方面，近年来进行了许多实验室的研究，以及在自然条件下并考虑到一定坡向的某一斜坡部分上所实验的土壤埋藏条件，进行同一过程的研究工作。

A·C·沃兹涅辛斯基（Вознесенский）教授研究了关于流失作用和土壤的物理—化学性质的关系的问题，他在整段标本进行了一系列关于具有一定的物理—化学性质

的红壤型的土壤流失的试验。他确立了这些物理—化学指标，例如分散率、团聚性、最大吸湿性、持水当量以及腐植质含量等，均与流失作用的强度有密切的关系。

Л·Г·韦林斯基 (Випенский) 教授对于测定土壤的抗蚀程度提出了一系列简单的仪器，这些仪器能够直接测定土壤团粒的渗透速度以及其在冲刷时的抗阻力。

.....

此外，不考虑某部分斜坡上土壤的埋藏条件而从事土壤标本的物理—化学性质的研究常常是不可能提出关于这类土壤对于流失作用的实际抗蚀性的正确概念。首先必须注意到，不是任何土壤，甚至分布在陡坡上的土壤，在自然环境中都会遭受流失。例如，分水岭上的土壤，不管它具有何种的物理—化学性质就很少被流失而只有分布在陡坡的下部的土壤才遭受很大的流失。

毫无疑问，在经常有大量的水从上面地段流下的斜坡下部，较之在没有这种水流的分水岭上，在形成土壤时，土壤的形成过程应该是完全另一情况。斜坡下部的土壤好像是适应于多余的流水在其上通过的条件的。根据这种见解，可以肯定说，是很难测定某种类型土壤的物理化学性质的，不管这种土壤是在什么地方，这种侵蚀指标主要是为流失最严重的地方的土壤所固有的，因为这种指标仅仅对于这种土壤才具有实际意义。一般可以这样说，流失作用是从富含腐植质的土壤——黑土到暗灰色和淡灰色森林土和粘壤质灰化土，以及到腐植质最贫乏和因而成为流失顺从性最强的土壤而逐渐加强起来的。

同样可以看出，埋藏在砂土底层上的土壤较之埋藏在复盖黄土或黄土状岩层上的土壤的流失程度为低。

.....

不仅土壤类型对于流失作用的发展具有巨大的意义，而且在地表径流时期土壤湿润状况对于流失作用的发展也具有巨大的意义。对山区侵蚀过程的观察早已明白，降落到本来就已十分湿润的土壤上的暴雨所引起的流失将比降落在干燥的土壤上的暴雨所引起的流失要大得多。

春雪融化和径流时期的土壤状况对于流失作用的发展具有更大的意义。

.....

因此，雪的沉积及其融化条件是一个主要的因素，它在减弱或加强流失方面能够大大地改变土壤易蚀性的主要物理化学指标。流失作用和雪分状况的依赖关系表现如下：

在春雪融化时，土壤流失随着斜坡上雪覆盖层的消失而加强起来。

径流时期的气温越高和最大的液体径流到来时期越晚，则流失越强烈；假如最大的液体径流到来的时期越早，则流失常常是很微弱。

土壤流失只有当土壤上没有雪时才开始。在冻结的土壤上，流失很微弱，而在表面已解冻的土壤上，流失常常是强烈的。在有太阳的天气，当土壤表面为太阳光线晒热时，流失则会加强起来。

根据这个原理，可以认为在同一地区，在不同方向的各个部分的斜坡上，流失作用的发展决定于与地形因素相适应的雪复盖层。

.....

诺沃西尔试验站的观察表明，在平均坡度 3 % 和 700—800 米长的耕垦斜坡上，下面