

目 录

前言

第一节 水土流失危害大	1
一、水土为什么会流失	3
(一)自然因素	3
(二)人为因素	6
二、树木与水土保持	9
(一)树冠截留降雨的作用	10
(二)枯枝落叶层的吸水作用	12
(三)林地土壤的渗透作用	13
(四)树木根系固结土壤的作用	14
第二节 水土保持林的规划	16
一、什么是水土保持林	16
二、水土保持林的规划原则	17
(一)统筹安排,集中治理	17
(二)全面绿化与工程结合	17
(三)以短养长,长短结合	18
(四)确定林种,选择树种	18
(五)因地制宜,采用混交	19
第三节 水土保持林的配置	20
一、深山远山区	20
二、丘陵区	21
(一)梁冲分水岭防护林	21

(二)梁、崩、塍边防护林	24
(三)梁、崩坡防护林	27
(四)样田地坎防护林	36
(五)进水凹地防护林	43
(六)坡地果树防护林	44
三、沟壑地区	49
(一)沟头防护林	50
(二)沟岸防护林	55
(三)沟坡防护林	57
(四)沟底防冲林	63
(五)山坡护路林	74
(六)山坡护渠林	75
四、河川区	77
(一)护岸护滩林	77
(二)岸、堤防护林	93
五、防风固沙林	98
(一)选择树种	99
(二)造林方法	99
第四节 水土保持林的营造	109
一、精心整地	109
二、因地制宜	124
三、选好种苗	125
四、造林季节	127
五、造林密度	129
六、精心栽植	131
第五节 水土保持林的抚育管理	142
一、补植	143
二、除草松土	144
三、间苗	146

四、薹芽除藥	147
五、林粮间作	147
六、平茬复壯	148
七、割灌	149
八、修枝	149
九、适时间伐	152
十、封禁保护	153

第一节 水土流失危害大

解放后，我国的林业建设取得了一定的成就，治理水土流失的工作在有些地方也取得了一定成绩。但是，由于长期以来，没有根据山区的自然特点，片面执行“以粮为纲”方针，毁林开荒，使各地天然植被遭到不同程度的破坏，引起不同程度的水土流失。有些地方虽注意了水土保持，但只搞工程，不注意生物措施，因而效果不显著，甚至适得其反。总的来说，水土流失年复一年地有所加剧。据统计，解放初期全国水土流失面积为50万平方公里，目前已达到150万平方公里，占全国总面积的六分之一，30余年全国水土流失面积增加了100万平方公里，每年土壤流失50多亿吨，养分损失相当大。就黄土高原来说，年平均侵蚀模数^①为5000—15000吨/平方公里，最大侵蚀模数达到30000吨/平方公里，致使地力耗竭、水、旱、风、沙灾害时有发生，生产很难发展提高。

黄河流域面积75万平方公里，其中，中下游的黄土高原水土流失面积43万平方公里，每年土壤平均冲刷约为22亿吨，每年平均输入黄河三门峡的泥沙由解放初期的13亿吨已增加到目前的16亿吨，汛期泄入黄河的输沙量占全年的80%，几乎全部集中在8月份。如果把这些泥沙垒成高、宽1

^① 每年每平方公里冲刷的土壤，用吨/(平方公里·年)表示。

米的土壤，可绕地球 23 圈。据测定，这些表层熟化的土壤，每吨黄土中肥分含量是：N 0.8—1.5 公斤， P_2O_5 1.5 公斤， K_2O 20 公斤，也就是说每年冲走 128—240 万吨全氮，240 万吨五氧化二磷和 3200 万吨氧化钾。无怪乎美国巴尔尼博士应邀访问中国时惊呼：“黄河流的不是泥沙，而是中华民族的血液。平均每年泥沙流量高达 16 亿吨，这已不再是微血管破裂，而是主动脉出血。”有关资料记载，五十年代黄河流域多沙地区河水平均含沙量每立方米为 120 公斤，最大含沙量为 526 公斤；六十年代年均含沙量，每立方米为 133 公斤，最大含沙量为 549 公斤；七十年代年均含沙量，每立方米为 153 公斤，最大含沙量达到 898 公斤。黄河平均含沙量，每立方米为 37.6 公斤，汛期每立方米高达 70 多公斤。而世界各大河的平均含沙量，一般每立方米只有 1—2 公斤，有的不到 1 公斤。不难看出黄河流域水土流失的严重性。

大量事实证明，由于破坏森林，一遇暴雨，山洪暴发，造成人畜伤亡，人民与国家财富遭到损失。据历史记载，解放以前两千五百多年间，黄河决口 1593 次，其中较大的决口 973 次，改道 106 次，其中较大的改道 26 次，人民生命财产造成惨重损失。

人们从现实和历史的教训中认识到，发展林业是重整国土的根本大计，大力营造水土保持林是保持水土的根本手段。森林植被是最大的蓄水库，有林必有土，森林是土壤最大的保护者和培育者。在林、土、水三者相辅相成的辩证关系中，森林植被起主导作用。这一客观自然规律是不以人们的主观意志为转移的。因此，大力营造水土保持林，控制水土流失，已成为我国广大地区特别是黄河中下游和华北石质山地地区经济建设的重要环节。

一、水土为什么会流失

水土流失是植被破坏的必然产物，我们所见到的荒山秃岭、沟壑纵横、河水变浑等现象，都是水土流失的结果。但是，只有深入调查研究水土流失的形式及其发展的原因，才能提出解决的具体根据与措施。影响水土流失的因素，可分为自然因素和人为因素两个方面。而自然因素与人为因素之间，错综复杂，互相影响，现代水土流失，人为因素占主导地位，这是说，人类不合理的生产活动，是造成水土流失的主要原因。

（一）自然因素

1. 降水与水土流失的关系

降雨与降雪融化后都会产生地表径流，所谓“地表径流”，是指降水超过土壤的透水能力以后，不再下渗便沿着地表斜坡流动的水流。这种水流会切割地表，引起冲刷。一般来说，年降水多的地区，水土流失的强度就大。土壤侵蚀发展的强度，不仅取决于当地的年平均降水量，在很大程度上取决于降雨的强度（即单位时间内降水的多少）。黄河流域及西北黄土高原地区，降水的特点是暴雨集中，强度大，由于降水集中和雨点的冲击力，土壤来不及吸收、渗透和蒸发，就沿地表形成具有溶解、分离、悬移作用的地表径流，引起水土流失。

2. 地形与水土流失的关系

地形起伏显著是黄土丘陵区的特点，也是引起该区水土

流失的一个条件。地形因素包括坡度、坡长、坡形、坡位、小流域形状及侵蚀沟密度等。但直接影响土壤侵蚀的是坡度和坡长，坡度越大，流失越严重；坡面越长，流失量越大。

有关资料证实，坡度与土壤流失成正比，土壤流失随着坡度的加大而增加，但径流量在一定条件下随着坡度的加大有减少的趋势。据研究，坡度增加4倍，水流速度增加1倍；水流速度增加1倍，侵蚀强度增加4倍。当其它条件相同的情况下，水土流失视坡长而定，坡面越长，汇集的流量越大，水土流失量也越大。

黄河流域及西北高原的黄土丘陵沟壑地区，水土流失不但与坡度和坡长有关，同时与坡向也有很大关系。一般阳坡，太阳入射角度大，光照足，时间长，温度高，蒸发量大，含水率低，土壤干燥、肥力差，植物生长不好，水土流失就比较重，阴坡则正相反，一般地，腐殖质含量高，植物生长旺盛，土壤结构好，透水性能强，不易形成地表径流，水土流失就不容易发展。

还有，在沟壑密度大的地区，坡面常被割切成支离破碎，单位面积内陡坡面较大，水土流失也大。因此，在水土保持工作中采取适宜的措施，如改变地面坡度，缩短坡长，截短径流，利用坡向，改变小地形，对控制地表径流，阻拦泥沙等能起到更好的效果。

3. 土壤与水土流失的关系

土壤是被水侵蚀的对象。径流冲力大于土体的内力时，就会产生水土流失。因此，土壤结构好坏，关系很大。土壤结构好，土质疏松而有空隙，雨水容易渗入土层，径流就小，冲走的土也少。反之，土壤结构差，土质板实，雨水不

容易渗入土层，大部雨水又顺坡流，就会引起冲刷。象光秃的黄土，一见雨水就成泥浆，泥浆妨碍了继续渗水，就容易发生径流。所以植树种草，改良土壤结构，使雨水多变成土壤水和地下水，可以减少水土流失。

我国黄河流域和西北高原幅员广大，生物气候差异极大，基岩和土壤的种类繁多，它们的抗蚀性、抗冲性能不同，遭受侵蚀的情况也随之而异。一般的说，凡在土状沉积物及厚层土被、砂砾质堆积物、结晶岩及其变质岩上的深厚风化壳以及松软的风化岩层等四类地区的土壤。抗蚀、抗冲性能较弱。这是由于这几类地区的土壤胶结力弱，土粒在水中极易分散悬浮，土块遇水迅速崩解，所以都有一种或几种较为严重的水土侵蚀现象，而在坚硬致密基岩分布地区的薄层残积土被上，土壤侵蚀一般都轻微，很少有沟蚀发生。

4. 植被与水土流失的关系

植被是指覆盖在地球表面由绿色植物组成各种不同的植物群落。如森林、灌丛、草原、以及各种栽培植物群落等，具有覆盖地表、承接雨水、防止雨水对地表的直接打击，或减缓地表径流，分散流量等作用。所以，植被的盖度大小是影响水土流失的关键因素。在一定范围内，植被覆盖面积的多少与水土流失面积成正比。河北省怀安县陡坡公社陡坡大队的南沟是 40° — 50° 的沙棘坡，覆盖度80%，基本上没有了水土流失。陕西省吴旗县营造的沙棘护坡林，第四年开始串根，第五年结果，第六年高1.5—2.9米，地茎2.4—6.1厘米，已郁闭成林，全部控制了水土冲刷。在植被较好的条件下，即使容易受到侵蚀的地形和土壤以及强度降雨的情况下，也不容易引起水土流失。覆盖度较大的森林，特别是具

有多层结构的乔灌木混交林，保持水土效能更为显著。

5. 风蚀与水土流失的关系

在干旱的沙漠带或半草原半荒漠带，风蚀与水蚀有显著的不同。风蚀的方向不定，活动范围很广，不论是平原、高原、山地、丘陵终年均可发生，往往造成风剥沙压、淹没良田、流沙填井埋房、堵塞交通，破坏生态平衡，使环境恶化。据统计，我国沙漠及沙化面积仍在不断扩大，这已成为当前的严重问题。

我国东北西部和华北、西北一些地区，由于森林草原植被破坏，出现了大面积沙漠。陕北榆林地区在二三百年前，还是个森林茂密、水草丰富、牛羊成群的美丽富饶之乡，所以有“榆林”之称。清乾隆年间毁林滥垦，到解放时，榆林关外 30 公里已成为黄沙滚滚的沙漠，近百年内压埋农田达 100 万亩。榆林县城被风沙逼迫，曾三次南迁。河北省康保县兴隆村，解放以来曾三次被沙压埋没。陕北许多地方流传着这样一首民谣：“朝是田园夕是沙，不知何处是我家，无情黄沙是恶霸，淹没农田把房压。”内蒙古西部及河北省的坝上高原，历史上曾是“天苍苍，野茫茫，风吹草低见牛羊”的北国草原，千百年来开荒种地，破坏了生态平衡，仅河北省坝上地区解放以来，出现了特大沙暴 76 次。沙暴起处，飞沙走石，遮天盖日，丈远不见人。当地有首民谣：“风沙滚滚满天来，白天屋里点灯台，春天播种两三次，不是禾苗刮出土，就是庄稼沙里埋”。生动地描述了风蚀的危害。

（二）人为因素

人类的社会经济活动和不合理的利用水土资源，是引起

水土流失加速侵蚀的主要因素。我国古代北魏贾思勰曾经说过：“顺天时，量地利，则用力少而成功多。任情反道，劳而无获。”精辟地说明了合理利用土地的重要性，违反了自然规律，必然受到大自然的惩罚。

1. 破坏森林后患无穷

森林在保持水土上的重要地位，现在已越来越为实践所证实。森林覆盖度越大，水土流失越轻。森林一旦受到破坏，表土裸露，就会产生严重的水土流失，全国各地都有这方面的典型事例。四川省卧龙自然保护区地处岷江中游，左面山青水秀，右面支流上游的森林遭乱砍滥伐，植被严重破坏，水土流失加剧，河水浑浊，成了明显的对比，就是一个典型的事例。

1981年各国专家联合编写和公布的《世界自然资源保护大纲》中指出：“目前流域森林大面积被破坏，从而形成洪水泛滥所造成的损失，其代价是相当昂贵的。”并建议：“在流域内森林已经严重减少，淤泥及泛滥增加的地方，就应该努力再度造林来恢复生态系统，不应单从疏通河道和拦截水流着眼。”这一论述值得我们深思和借鉴。

2. 山上开荒，山下遭殃

由于不合理的开荒，使天然植被破坏，造成水土流失。目前有的地区仍在陡坡垦种，乱加开荒，从山麓直开到山顶，将林木砍光，陡坡裸露，生态遭到严重破坏，引起连锁反应和恶性循环。由于山坡失去了植被，挖松了土壤，每遇暴雨，冲刷严重，有人形容：“地在天上挂，雨来似刀刮，肥、水、土跑光，后代子孙骂！”

据黄河西峰水土保持试验站的调查，由于毁林开荒等，每年该地每平方公里多流失泥沙1137吨，相当于治理前侵蚀模数的16%。这类情况，我国南方也不少见。四川省绵阳地区调查，1981年洪水中，全区1325万亩耕地，都不同程度的发生表土流失，其中严重冲毁400万亩，有40万亩冲成大沟或成了光板。洪水冲失表土约3000多万立方米，相当于损失15万亩耕地。据该省林业部门调查，开垦21°—25°的坡地，每亩每年流失泥土60吨。这样开荒种地的结果，势必走向广种薄收，土地越种越瘦，产量越来越低，形成了“越垦越穷，越穷越垦”的恶性循环。河北省张家口地区坝下的群众说：“山上开荒，山下遭殃”“一年开，二年收，三年丢。”宁夏固原地区有“种一溜子，收一抱子，打一帽子”的说法，充分说明了大量开垦，广种薄收的恶果。

3. 不合理的开发利用

近些年来不少地区和部门违背自然规律，紧靠江河两侧任意设障，围河造田，建设厂房，挖沙取石等，打乱水系，抬高河床，缩小过洪断面，阻碍泄洪，加重了灾害。河北省怀安县东洋河河道弯曲，由于万全县在北岸修建1500米长的沿河大坝，同时又在上游顶冲河段加筑3条10米长的抢水坝，1974年7月一次山洪把对岸柴沟堡公社一个大队200米的石坝冲毁，并冲毁耕地234亩，刮走肥沃田土26.52万立方米，把河岸一直推到村边，迫使该大队重筑石坝1500米，第二年8月又被山洪冲垮，不得已再次重修。该队历经5年，修筑河坝共用人、车工3万多个，经费开支达5万多元。这种以邻为壑，人为造成的灾害，是一个严重的教训。这类事例各地都不少见，应该引起有关方面的注意。

4. 过度放牧

俗语说：“羊有四把镐，满山遍野刨”，过度放牧会使山坡植被遭到破坏，一经雨水冲刷，就造成水土流失。河北省怀安县渡口堡的北山，总面积 13 万亩，从清朝初期以来，一直是优良的天然牧场，由于过度放牧，草场超载，形成了严重的水土流失，到 1981 年已有 6 万亩变成岩石裸露的砂石坡，每逢大雨，大量泥沙流入洋河，抬高河床，淤积官厅水库，后果十分严重。

5. 乱排废渣

目前有不少矿山废石、矿渣、尾沙等有关部门不加妥善处理，任意倾倒在江河、湖泊、水库、沟道里，大量泥沙废渣下泄，淤塞河道，抬高河床，影响防洪、航运和水利设施的效益，加剧了灾害。陕西省宁强县 30 年来，修建道路移送土石 1422 万立方米，大部分被冲入河道，抬高了河床。商县 1979 年修建商柞公路将废石渣倾入南秦河，1980 年一场暴雨使南秦水库淤积废渣 15.5 万立方米，大大减少了水库的效益和寿命，这是值得重视的又一问题。

二、树木与水土保持

水土保持林具有涵养水源、控制地表径流、保持和改良土壤，影响小气候、改善环境条件、保护农田以及保护水利工程等功用。森林覆盖的山区，即或暴雨以后，仍是清水长流，不会造成洪水泛滥，也不会因干旱而使河川枯竭，俗话说得好“山上没有树，水土保不住；山上栽满树，等于修水

库，雨多它能存，雨少它能吐”。这就是森林能够涵养水源，保持水土的作用，而水土保持林最重要的功能之一，是对降雨分布起到调节作用[见图 1 (1)、(2)]。

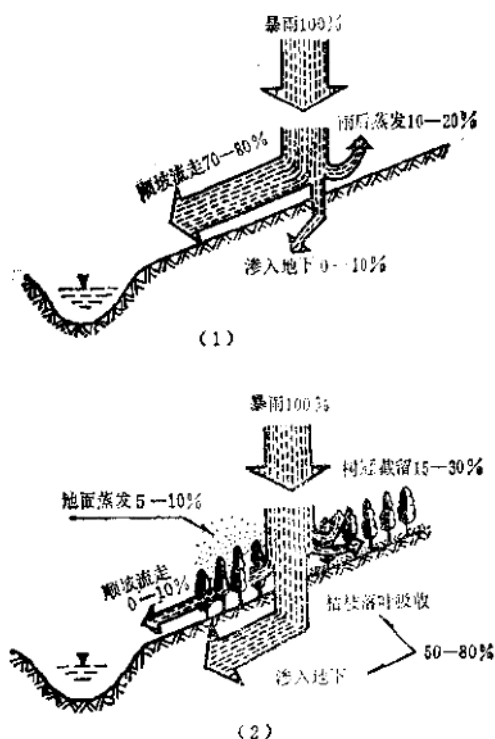


图 1 不同地面(裸露地、林地)承接降水情况示意图

(1) 裸露地 (2) 林地

(一) 树冠截留降雨的作用

在降雨过程中，雨滴落下的功能对土壤表现出直接的侵

蚀破坏作用。雨滴引起土壤溅蚀以后，雨水将土粒挟入水中流动，这是形成固体径流的基础。林木郁闭以后，枝叶重迭，树冠相接，好象一把张开的雨伞遮盖着地面，直接承接雨水，使林地土壤免受暴雨打击，从而削弱了降雨对土壤的溅击作用减少了土壤侵蚀，延长了产生地表径流的过程，保持了水土。

树冠截持雨量的多少，取决于森林树木的组成、结构、郁闭度和降雨量、降雨强度等因素。例如，多层林比单层林的树冠层次多，截雨量和截雨率都比单层林大。林分枝叶越密集，郁闭度越大，覆盖层越多，截持的雨量和截雨率就越多。针叶树枝叶密，层次多，而且成水平轮状重迭分布，枝叶总面积大，截留率就大；阔叶树较针叶树枝叶稀疏，层次少，枝叶总面积小，截雨率就小；硬阔叶树比软阔叶树枝更少，而且表面光滑，吸着水的性能差，截雨率又较软阔叶树小；灌木截雨率则居于针阔叶树之间。阴性树种树冠较密，比阳性树种截留雨水就多。另外，即便当树冠和树木的枝干为降雨充分浸润后，树林依然具有缓冲和调节降水下落的作用。一般树冠可以截留降雨的15—30%。据有关资料，在一定降雨强度情况下，云杉林的树冠截留雨量为40—60%，柞树为36.1%，刺槐为30.1%，白榆为23%，油松为22.4%，沙柳、落叶松、海棠、山杨次之，分别为18%、15%和13.1%，辽东栎较差为8.2%，同一树种，郁闭度不同，截留率也不相同。被树冠截留的雨水，除一小部分被蒸发掉，其余的穿过重迭密集的树叶，慢慢滴落或沿着枝干落下，降到地面上。这样一方面减少了林下的降雨量，也减少了降雨强度，使雨水打击地面土壤的能力大大减弱，同时也就减少了产生林下地表径流量或减缓地表径流的速度和时

间，从而也减免了暴雨对地面的直接打击和减轻径流对土壤的侵蚀。

（二）枯枝落叶层的吸水作用

树木每年都有很多树叶落到林地里形成枯枝落叶层，直接承受、涵蓄从林冠枝叶落下和沿树干流下来的雨水，大大减弱雨滴对地表的直接击溅，使地表粗糙、滞蓄径流和泥沙，保护地表免遭径流的侵蚀。

良好的枯枝落叶层具有相当大的水容量和透水性，这与它本身的理化特性有关。一般枯枝落叶层的上层覆盖尚未分解的枯枝落叶物，下层多处于半分解状态，最下层的是已经过良好分解，含有丰富的有机物质。这样的死被物结构疏松、通气良好，有很高的透水性和吸水能力。由于覆盖在地表，能减弱雨点对地表的直接打击，枯枝落叶纵横交错，使小股径流多次改变方向曲折前进，这就大大减低了流速并增加渗透，同时也使径流所携带的泥沙沉积下来。

枯枝落叶层吸水性能的大小，与积聚枯枝落叶层的厚度成正比，越厚，分解越好，吸水性能就越大，与形成枯枝落叶层的树种及树龄关系也很大。一般阔叶树的枯枝落叶层比针叶林厚度大，吸水性能强；混交林比纯林厚度大，吸水性能强；林龄大的枯枝落叶层比林龄小的厚度大，吸水性能强。中国科学院西北水土保持研究所，1980年和1981年在宁夏六盘山林区的测量，枯枝落叶层吸水量占降雨量的75%。即使在暴雨时，也将有三分之一的降水量立刻为森林中的枯枝落叶层所吸收，所以在林内若有1厘米以上厚度的枯枝落叶层，就能高度发挥森林土壤的透水和蓄水性能。

枯枝落叶层还能起到机械阻挡和分散水流的作用。在10°

的坡地上，15年生左右的阔叶林内，有枯枝落叶层覆盖的地表，径流量仅为裸露地上的三十分之一；在25°的山坡上，15年生左右的阔叶林，枯枝落叶层内的流速仅为裸露地上的四十分之一。由于枯枝落叶层的挡雨、吸水和缓流作用，就不致于形成强大的地表径流，从而避免水土流失或洪水灾害。

（三）林地土壤的渗透作用

森林有改良土壤结构的作用，一般森林里的土壤都具有很好的结构，团粒的百分数较大，土壤的孔隙度因非毛细管孔隙的增多而加大。这就给水分渗透作用创造了良好的条件。

森林枝叶繁茂，平均每公顷每年可堆积枯枝落叶2500公斤，同时，林木每年还有大量的毛根死去，也会增加土壤中的有机物质。所有这些有机物质经过分解，逐渐形成腐殖质。据分析，林木土壤中腐殖质含量，比无林地土壤高4—10%。由于腐殖质增多，有利于土壤团粒结构的形成和理化性质的改善，这就能使50—80%的地表径流渗透到土壤中贮存起来。所以森林土壤不但具有很强的透水性，而且也有很强的持水性，它比一般土壤含水率高5—20%。据陕西洛川水土保持试验站测定，林地的含水量可达51.8%，等于荒地土壤含水量18%的2.9倍。

另外，树木的根系不断发展活动，深深地穿入土层，加之森林土壤中昆虫的孔道，以及蚯蚓翻松土壤，使土壤变得疏松多孔，给地表水渗入深土层开劈了通道，使水能够很快地渗入地下水层。因此森林土壤又为垂直排水创造了很好的条件。也就大大增加了土壤的透水性能。据陕西省林业研究

所试验，林地土壤的透水性能等于草地和农田土壤的 3—10 倍。灌木林地产生径流前渗入土壤中的平均初渗降雨量可达 20.6 毫米，山杨林地为 10.1 毫米，油松林地为 7.0 毫米，草坡地为 3.17 毫米，农田为 2.5 毫米。这就是说灌木林地、山杨林地及油松林地的平均初渗量分别为草地的 3.4 倍、2.7 倍和 1.8 倍。一般情况下，森林可使降雨量的 50—80% 渗入土壤，涵养河川平时流量的 70%。所以每公顷林地能比无林地多蓄水 300 立方米，若有 5 万亩森林其所蓄的水分就相当一座 100 万立方米的水库。这就使大量的雨水渗入土壤中并贮存起来，转变为地下潜流，从而大大减轻地表径流对土壤的冲刷。

雨水落到森林土壤表层的初渗、稳渗和在土层内径流速度较快，而在土壤下层的速度却十分缓慢。据有关部门测定，生长正常的自然云杉林地的渗水速度按坡长 500 米计算，由分水线开始，经枯枝落叶层下渗流到沟里的时间是两小时左右；经过土壤表土层流入沟道的时间需要 3 天，而经过土壤下层流入沟道的时间则需要 4 个月。可以看出，林地的土壤对降雨尤其是暴雨起到了“整存零取”的作用。林区内的河川流量在一年四季内基本是均衡的就是这个原因。

（四）树木根系固结土壤的作用

水土保持林固结土壤的作用主要是通过强大的根系穿插、缠绕、网络、固结土壤，特别是自然形成的森林和混交林中，根系分布不同，有的垂直根系可伸入土中 10 米以下，以及扩展较广的侧根，构成密集的根网，能以相当大的根幅和深度固结土壤，使表土、心土、母质和基岩连成一体，增强固持土体的能力，保持土壤免遭径流的侵蚀。陕西省靖边