

森林与水的关系

(资料集)

四川省林业科学研究所情报资料室编

森林与水的关系

(资料集)

目 录

前言.....	(1)
一、概述.....	(2)
1、地球上水的分布概况.....	(2)
2、自然界中水的循环.....	(2)
3、森林对水文的作用.....	(4)
4、关于森林与降水问题的论战.....	(5)
二、森林的水利作用.....	(7)
1、森林与降水之间的关系.....	(7)
2、森林对地表径流的影响.....	(11)
3、森林对地表水、地下水的作用.....	(17)
4、森林对河川水位消长的作用.....	(20)
三、森林和侵蚀与水土保持.....	(22)
1、森林和侵蚀.....	(22)
2、水土流失数量惊人.....	(24)
3、植树种草,保持水土.....	(29)
4、水土流失,灾害频繁.....	(34)
5、综合治理,蓄水保土.....	(36)

四、植树造林种草，防灾保产..... (41)

1、森林缺少，灾害严重..... (41)

2、森林的水利效益..... (44)

3、植树造林种草，防灾保产..... (46)

4、从大自然的惩罚中清醒过来..... (49)

前言

1981年7月中旬前后，四川遭受百年来罕见的特大洪灾，使不少地区城乡人民生命财产遭受重大损失。

洪灾之后，我所为了科学地对森林抗洪保安效益进行总结，先后分两批共四十五人次到灾区进行座谈、查勘，耳闻目睹，获得了许多生动、宝贵的资料，撰写成论文，呼吁社会对林业的重视，从而积极造林种草，护林护山，加速绿化祖国。

我室为了配合上述工作的顺利进行，特组织人员从大量图书资料文献中，搜集一些有关森林与水之间关系的材料，汇编为三集存所备查。这里所刊印的，是从三集中抽出的重要材料，汇成资料集供参考。由于搜集时间短促，所列材料不够全面，编排目次亦未臻完美，尚希读者指正。

四川省林业科学研究所情报资料室

1981年12月

一、概 述

1、地球上水的分布概况

世界上水分以液体（咸水和淡水）、固体（冰）、和水汽（水蒸气）状态存在。其总体积未确定，但接近15亿立方公里（美国习惯用 1.5×10^9 来表示）。估计各部分水量最容易的方法，是表示为地球总表面的单位面积上水的平均深度，地球总表面积为5.1亿平方公里。海洋——液态咸水——约占总水量的97%，当量深度（并非冰和雪的平均深度，而是折合为每单位地球表面的水深），在2,700—2,800米之间，大部分在南半球。余下的3%，四分之三是以固体状态固定在两极冰盖和冰川中，测定这部分相当困难，在估计中难免有出入。

冰和雪的当量深度可能接近120米，但在最近讨论会上，比较公认为50米。

另外，大量的液态淡水也同样不好确定，原估计地下水约为45米深，但以后又公认为大约15米。地面水主要在世界各大湖中，范围在0.4—1米。

大气中平均水汽含量一般为相当于0.03米深的液体。虽然它只占总量中极小部分，但是在计算上並不重要，然而大气中如无水分，就不会有天气；Leonardo da Vinci的名言：“水是自然界的动力”，单就气象领域来说，这点已经证实了。

水汽含量並不是任何地方都相等，因地理或因季节而异。在赤道及其附近含量最大。如将其空气中水挤干，可产生大约44毫米的雨量。在中纬度地区（比方说40—50°地区）夏季产生的约20毫米水，冬季产生约10毫米水，随地势和气候变化很大。在两极地区，冬季则产生2毫米水，夏季增多至8毫米水。

摘自美·G.E.赫钦逊等著，华北农业大学植物生理教研组译《生物圈。水循环》第41页。科学出版社1974年版。

2、自然界中水的循环

海、洋占据着大部分的地球表面。从海洋的表面，特别在热带，蒸发出大量的水分，蒸发的水分增加了空气的湿度。大洋表面的潮热的空气向上升腾，而当上升之时一接触到上面的较冷的气层便冷却了。在冷空气中包含有比同样容积的热空气为少的水蒸气，所以当它在上升冷却的时候，一部分蒸气便分化为形成云彩、乌云和雾的小滴和冰的结晶体。当小水滴或雪花到了不能在空气中支持的时候，它们便降落下来了。这样，一部分蒸发掉的水分又以雨（液体降水）或雪、雹（固体降水）的形状，回到了海洋。其他部分则被风吹向大陆。冬天陆地比海洋冷，因此由海洋吹向内陆的空气，很快便冷却了，以致促成降水的下降。

夏天陆地比海面热，吹向大陆的海面上的空气变热时，就成为比较干燥的空气，以致很难分离出降水来。但是，假如空气由热的南方吹向比较冷的北方，它就逐渐变冷，它的相对湿度增加了，这就促进了云彩和降水的形成。同样可以观察到：当低层空气在强烈的土地热力影响下变热和扩张的时候，变得很轻，因此被比较冷的气团排挤到上面去。云和降水大多数是在湿热的空气遇到冷空气的时候形成的。同时，较轻的热空气上升，会随着发生水分冷却和折离的现象。

部分的降水是从海、洋带来蒸气所形成的，一部分降水，沿着斜坡、谷地、凹地流到小溪，然后流到河川和海洋。

水分以水蒸气状态由海洋带向大陆，又还原为水分经过河流回到大海，这种现象称为水分的大循环。

但是，并不是所有以雨、雪状态降落到陆地表面上的水都回入河内。它的一部分停留在植物和土壤的表面，润泽土壤，并较快地蒸发而去，即回到空气中去。

其他部分的降水穿过土壤中的孔隙，并渗透到土壤里去，这种土壤水分对植物有特别重大的意义。植物的根将这种土壤水分和那些为自己发育所必需的营养物质一齐吸收进去，沿着干茎上升的土壤水分把营养物质带到叶内，而一部分土壤水分就在叶上蒸发。这种水分的散失称作蒸腾作用。没有蒸腾作用，地上的植物就不能发育。

植物从土壤中吸取水分，并将水分蒸发到大气中，促进了空气中水分的增加，因而促使降水的降落。

统计资料确定，在草原区和森林草原区的降水比由海洋带来的要多到4倍。这就意味着：由海、洋带到这些地带的水，平均每1立方公尺要蒸发出4倍之多，并重新以降水状态降落，然后再流入海中。

在夏天有很多水分由池塘、河、湖的表面蒸发掉。

降水的降落，降水从植物、土壤和蓄水池的表面蒸发（物理蒸发）和植物的蒸腾作用，云的形成和降水的重新降落，构成一个复杂的过程，叫做大陆内部的水分循环（小循环——译者），它对于陆地上的生物，有着非常重大的意义。

进入到土壤内的若干数量的水分，不能为植物所接受，而得以经过根层渗透到地下紧密的不透水层内。这里蓄积着水，并不溶于水的物质充满着地层，而形成地下水的界线。地下水慢慢的流着，在低地的表面、谷底或沿着河岸，甚至于在河底，每天都向外流着。地下水均匀地供给河川，并可确定冬天和夏天的，亦即平水期间的河川的水位。

在草原区及森林草原区，夏季期间内的水量，对于农业和国民经济的其他部门有着很大的意义。灌溉、航行、养鱼和利用水力发电等的可能性，在颇大程度内决定于地下水的供应。

在森林很少的森林草原和草原区，地下水的径流不大。雪被强风由高处吹向低地、谷地、小溪。没有雪的土壤强烈地冻结着，甚至不透水层也完全变得薄弱了。春天在开阔无林的地区积存下来的一部分雪很快地融化了，融化的水不可能渗入冻结的土壤中，便沿着土壤的表面，流成汹涌的奔流。

这样，雪的吹散引起了一些有害的后果：土壤强烈地冻结着，水分很少渗入到土壤中去，却很少沿着土表流着。浮流由土壤中带走了很多有价值的营养物质。浮流在一处冲坏了斜坡，带到他处便成为淤泥。在一种情况下，浮流冲刷着冬麦地；而在其他情况下，却给冬

麦地盖上了一层厚厚的冲积土。春天汹涌的洪流给国民经济带来了危害，这因为洪流加长和加深了谷地，缩小了耕作面积，破坏了道路和桥梁，带走了平原的肥沃土壤，用泥沙填满了蓄水池，以及在河川上形成了浅水处和浅水滩。

谷地的发展会使地下水易于露在地面，其结果地下水水位降低了，而水的蓄积也减少了。由上所述，可知大量的融化了的雪水的地表径流，会减少地下水的供应（水很少渗入土壤中），并且会增加地下水的流失（减少地下水的蓄积），换言之，在某种情况下会促成地方上的干旱。

在夏天，草原区和森林草原区的雨，常常以暴雨的形式下降。最常见的是靠该地区蒸发出的湿气所形成的乌云，在无林地区，以暴雨的形式降落的雨水，很快沿着地表流入谷地和河流。因此，在大雷雨的影响下，水分的总蓄积往往不会增加，反而会减少。并且，雷雨也和春天融化的水一样，会酿成很大的破坏和促成谷地的增长。

凡是在这样的地区，就是夏天的降水积存在土壤中并湿润土壤的地区，降水便具有极大的积极的水利意义。这些降水从地表和叶面蒸发，改良了农作物的生长条件，同时也吸收了许多热，降低了气温。在酷热期间的气温的降低，会增进降水的降落，即会加强大陆内部的水分循环。

.....

由此可见，土壤中和土地下的水的蓄积以及河川的径流，是以那些决定蒸发量的气候条件（降水和气温）为转移的。另一方面，土壤中水分的蓄积及其蒸发，是以河川的流量为转移的。因之空气的湿度和降水量，即水分状况会影响该地区的气候。

某一地区的气候还能影响邻区的气候。换言之，苏联各不同地区的气候和水分状况彼此最密切地联系着。只有那些面积不大、与邻区之间被高山峻岭所分隔着的地区，在这一方面才算例外。

摘自苏·В.И.卢特考夫斯基著，张建国译《森林的水利作用、自然界中水的循环》第1—6页，上海永洋印书馆1954年出版。

3、森林对水文的作用

水是人民生活和工农业生产一刻少不了的物质。水之有利是显而易见的，但是弄不好，水利也会转为水害。森林对水文的作用在于它能兴利除害。

考察这个问题，我们认为着眼点不应盯牢森林对河川总流量是增加还是减少的影响，更不宜以这种增减做为判明对水文有利或不利的根据，并引出“破坏森林反而在水文上产生了有利的因素”这种特殊的结论，诚然，对这问题是有不同看法的。在国外，美国的科学工作者以小集水区为实验对象进行测定，一再肯定砍伐森林通常能增加河流全年流量的结论；相反，苏联科学家以大流域为考察对象，计算不同森林覆盖率与河川全年流量的关系，却得出与上述相反的结论。在我国，地理学家和水文学家在长江与黄河流域同一课题进行调查研究。结果在黄河流域，流经林地的河水全年流量几乎无例外的少于无林地；长江则反过来，那里通常有林地的河川全年流量高于对照的无林地。都个问题是比较复杂的，不能简单对待。应就影响河川全年流量增减的因素，包括气候、下垫面和植被形成等，进行具体分析，问题可以研究，但沿着这个方向的探讨，显然并未触及森林兴利除害作用的实质。

因为在一个流域内，森林能起其它植被及工程措施代替不了的保水作用。它通过树冠、树干、枝叶截留相当比例的自然降水，缓和降水对地表的直接冲击，减少土沙流失；又因森林植被的残落物以及林内植物根系和动物的活动，使森林土壤的结构形成涵水能力很强的孔隙，落在林地的水分能迅速下渗存贮起来。据观测，森林土壤的根系空间达到一公尺深时，每公顷森林可贮水500—2000立方公尺。以500方计算，则每2000公顷森林的贮水量便相当一个百万方小型水库。人们就是在这个涵义上喻称森林为“绿色水库”的。其兴利除害作用表现在改变天然降水的分配比例和调整天然降水流出林区的时间两个方面。

.....

值得特别强调的是，森林在特大暴雨下也能起抑制洪峰、削弱洪峰从而消除险情的作用。举个例，1975年河南大水灾，人们还记忆犹新。那年驻马店地区的洪汝河、沙颍河、唐白河流域连降特大暴雨，三天内降水达800—1000毫米，使板桥、石漫滩水库大坝缺口，造成极大灾难；而同一条件下的薄山、东风两水库却经住洪峰冲击安然度险。据河南省有关单位事后调查，认为失事与否与水库上游的森林植被状况密切相关。原来被毁的两个水库上游和库区周围森林植物覆盖率仅20%；无恙的两水库上游和库区周围森林植物覆盖率达90%。平时，前两个水库库水经常是混浊的，下雨后泥沙俱下，每年淤积最高可达30—40厘米，库容日减，终于抵挡不住这次暴雨考验；而后两个水库平日库水常清，年淤积只有1.3厘米，下起雨来大水入库的速度和时间均低于和迟于前者。经历这场浩劫后的对比，很能说明森林在消除水患方面确有不忽视的重要性。.....

摘自汪振儒、黄伯璇《确切地认识森林的作用——与黄秉维先生商榷》一文。见《地理知识》1981年第8期第3页。

4、关于森林与降水问题的论战

关于森林与降水，本世纪四十年代，国外这方面的研究多倾向于认为两者无关。如1945年伯纳德（Bernard）研究，刚果盆地的森林边界与1600毫米等雨线一致这一事实，论断是雨量决定了森林的存在，而非相反。又如，赫尔就美国田纳西州柯柏盆地中森林、草地、裸地三个地带进行多年雨量观察研究，结果认为三者无大差异，不能证明森林的存在增加了降水，但是相反的，这一时期苏联科学家的研究却多倾向森林能增加降水的结论。

以后经过不断地科学探索，七十年代国外科学家中有些人对此有了新的观点。以美国麻省理工学院查尼（J.charney）和斯通（P.Sione）于1975年发表的关于大气环流模式的研究成果为例，他们依据植被覆盖率与辐射反射率的相关性，导出与降水增减的定量关系，该项研究以撒哈拉以南地区的情况为基础，测定出全部为草被覆盖的地面反射率为14%，裸地反射率增为35%。在七周的试验期内前者平均每天降水4.5毫米，后者仅为2.5毫米。这项研究确认植被能增加降水，指出过度放牧破坏植被将减少降水，并使植被质量下降导致恶性循环。著名气象学者鲍姆加特纳（A.Baumgartnar）也同一见解，认为大量砍伐森林会提高辐射反射率，影响大环流引起干旱后果，巴西的科学家研究亚马孙河流域的水分循环，指出该流域降水量的50%来自森林蒸发的水气，毁林或者改变林地的土地利用方式将使降水减少造成干旱。再有诺曼·迈诺斯（Norman Meyers）在其即将出版的新著中，描述大肆砍伐毁灭热带林的后果将是，“赤道区域降水减少，南北纬5—25度陆地降水增多，北纬40度以上

地带降水减少”。由于气候变异波及北温带的谷物生长，将“对世界供养自己的能力产生严重的反响”。

国内的学术界也有持同类看法的。气象学家朱炳海认为“川西南及滇西北的广大森林区上的蒸发过程，可能也是我国东部地区降水水气的一个来源。……对于降水量的增加有相当重要的影响（春夏季4—8月可占总量的27%—64%）。南京大学气象学教授付抱璞则认为，西北地区绿化后，下垫面的反射率可能比现在减少9%，……较湿润的夏季降水量可增加110毫米等等。中国科学院地理研究所刘昌明和北师大钟俊襄在他们关于黄土高原径流的研 究中，亦曾述及黄土高原设置的四个有林地无林地对照区中，前者降水记录全部高于后者。北京林学院从1956年到1963年在小兴安岭也做过这方面的对比研究。他们以五营代表有林地，鹤岗代表无林地，连续七年观察降水，证明消除了地势与风力的影响后，有林地比无林地增加降水量81.2毫米（+11.8%）。

森林致雨的机理比较复杂，在人类探索自然奥秘的长河中，是一个活跃的研究领域。四十至五十年代，争论的焦点是森林蒸腾能起多大的作用。这个分歧至今还存在。如上述巴西科学家对亚马孙河流域水分循环的研究，朱炳海先生对我国东部地区降水增加的分析，都肯定森林蒸腾增加降水的作用。反之，也有认为尽管伐尽全世界的森林，或者倍增全世界的森林，也不过增加或者减少地表向大气输送水分的1.3%，对于大气降水没有实际意义的看法。说明仅此一端，也还没有公认的定论，嗣后，有科学家从森林下垫面的粗糙度促进气流的垂直运动，研究森林与降水的关系。近年来，一些气象学家倾向从植被与辐射率的关系解释森林增加降水的机制。更有些学者认为森林产生一种微生物能增加大气降水的凝结核，云云。多种多样的学术见解，正反映科学研究的勃勃生机，因此，若冒然断言关于森林的大气候影响，“作为一般规律，早就为许多科学研究者所否定了”。似乎真理至此已经穷尽，这是不符合学术研究实际的。

摘自汪振儒、黄伯璇《确切地认识森林的作用——与黄秉维先生商榷》一文。见《地理知识》1981年第8期第2—3页。

二、森林的水利作用

1、森林与降水之间的关系

林冠层不断向森林上空蒸腾大量水气

森林象一个巨大的海洋，林冠层不断向森林上空蒸腾大量水气。据研究，一公顷阔叶林，一个生长季节能蒸腾二千四百吨到八千八百吨水分。通常林内空气比空旷地空气每立方米体积中含水气量多一到三克。林冠在蒸腾水气的同时，吸收大量热量，引起林冠上层气温下降。加之森林又是气流移动的障碍，平流的空气，遇到粗糙起伏的林冠阻碍，就会被迫上升，产生涡旋，加强空气的垂直交换运动。于是林冠表面的大量湿空气被迅速带到高空，随着高空气压和温度降低，湿空气冷却，水气凝结，形成降水，我们把它叫做垂直降水。另外，由于森林枝叶的总表面积很大，森林附近的空气湿度又大，温度又低，为水分凝结创造了条件，导致大量的水平降水——露、霜、雾、雨淞等。森林中的这种降水要比无林地多1.5—3倍。根据国外的实验，多林区的降水量比少林区多百分之8.6，林地平均每年降水量比无林地多17.4%。

摘自栗显才《森林与水》一文。见《中国林业》1980年第1期第21页。

采用两种形式发挥森林涵养水源和保持水土的作用。

森林具有很大的保水能力，起着涵养水源，减少、节制地面水的径流，防止土壤侵蚀和水土流失的作用。据日本调查，日本森林土壤中的贮水量每年约有二千三百亿吨，相当于日本琵琶湖满水时贮水量的八倍；森林防止土沙崩塌和水土流失的数量每年约达五十八亿立方米，相当于日本全国河流每年流出土石量的一百多倍。森林遭受破坏的地区的土沙流失量比具有良好的森林环境的地区多六至八倍，有时则达十倍。据测定，当森林覆盖率大于百分之七十时，保持水土的作用才显著；小于百分之三十，则会发生强烈的土壤侵蚀作用。

不少国家在发挥森林涵养水源和保持水土的作用方面，大体采用以下两种形式：一是利用速生树种营造水土保持林。这已成为少林国家进行水土保持行之有效的方法。如意大利南部山区营造了二万公顷的桉树林，在1971年3月份该地的降水量超过年平均降水量的百分之五十情况下，未发现过去经常发生的山崩和水土流失现象。二是从现有的森林中划定水土保持林。日本在1972年从现有的森林中划定一百六十四公顷为水土保持林，五百三十四万公顷为水源涵养林。苏联沿河两岸以及湖泊水库周围划定五千五百万公顷的禁伐林带。

摘自《森林对环境保护有哪些作用》一文。见《人民日报》1979年7月3日第6版

苏联大多数专家已承认森林的水源涵养作用。

森林与水，不是简单的问题。

“森林与水——兄弟姐妹”。这句名言形象地反映一种广泛的意见：森林对水源具有良好的影响。但是，能非常肯定地表明这种影响的程度和性质的科学资料尚不充足。

要把森林的水源涵养作用和水分调节作用区别开。水源涵养作用系指森林对河流水源数量的影响，不管这个数量在时间上是怎样分配的。而水分调节作用系指森林对河流水位变化的影响——高水位变成低水位，对洪水持续的时间和水位的影响。

总的说来，对第二个问题的研究比第一个问题充分些。在人民当中森林肯定被看作是水的保护者，但在专家中却就这一观点争论得很厉害。例如，在三十年代，苏联著名的土壤学家、水文学家T.H.维索莎基曾得出结论说：森林反而使平原干旱。

苏联科学院通讯院士A.A.莫尔恰诺夫在森林水文学领域进行过广泛的研究。他指出，T.H.维索莎基关于森林一般具有干旱影响的意见是不正确的，根据A.A.莫尔恰诺夫的资料，蒸发所消耗水分取决于林龄和林木组成，但与田野或草原相比，森林在这方面多少还是比较“节约”的。

在苏联，森林的水源涵养作用已得到大多数专家的承认。苏联的水利学家分析了河水流量依从于流域内森林复盖率的资料。例如，B.B.拉赫马诺夫通过统计证实，上伏尔加河流域的年流量随着森林复盖面积的增加而增加，当集水区全部为森林复盖时，年流量最大。我们实验室的水利组也证实，森林对流量的影响一般是良好的，但在不同的条件下，这种影响是不尽相同的。问题在于，森林与水利“相互关系”极为复杂。一方面，森林内有相当一部份降水滞留在树叶表面上，然后蒸发掉。另一方面，森林土壤吸收水分较好，从而大部份水分可渗入蓄水层和供给泉源。但是，树木以其发达的根系能强烈地“吸出”渗入土壤中的水分，并通过蒸发作用消耗掉。此外，还有许多难以统计的因素。

由于淡水不足，对森林水源涵养作用的要素不断增长。我们实验室对多林河流和少林河流的流量资料作了研究分析，首次提出了在我国欧洲部分的平原地区可据以确定对待森林和水的经济政策的材料。

现已查明，在绝大多数情况下（70—90%）林区河流的全年流量超过或等于流经无林地区河流的量。因此可以断定，假设苏联欧洲平原部分的森林复盖面积增加了，那么在多数情况下水资源（河流的地下流量和年流量）就不会遭受任何损失。

有时需要一起研究森林的水源涵养作用和水分调节作用。例如，树冠阻滞雨水对水源涵养是不利的，但是对水分调节却是有利的。水分总蒸发量减少如果导致河流地下水源增加是有益的，如果导致地表径流增加则是有害的。

摘自中国林科院科技情报研究所编《国外林业动态》1981年第27期。

森林能将地表径流转变为地下径流。

森林依仗其茂密的林冠枝叶能截留15—40%的降水。

据研究，当枯枝落叶完全饱和时，能保存相当于10—20毫米的降水，甚至更多。五年生的洋槐林，每公顷的枯枝落叶就能吸收4.5吨水分。同时，林内死地被物的渗透性强，每小时可以渗透数百毫米的水分。林内的表层土壤比较疏松，蚯蚓、蠕虫、鼠类等表层土壤里挖掘了许多孔道，这些孔道可以吸收很多的降水，而且不易使这些水分散失。因而，从林冠滴落或沿树干流到林地内地表的降水又有50%以上，积蓄在枯枝落叶和林内土层中，我们把这种蓄水叫做林下蓄水。根据国内外的实验资料分析，无林的坡地，土壤只能吸收56%的水分，如果同时有10米宽的林带，则能吸收84%的水分；有60米宽的林带，能吸收97%的水分；有80米宽的林带，便可以将地表径流完全转变为土壤径流和地下径流。

摘自《森林与水》一文。见《中国林业》1980年第1期第21页

森林的积水蓄水作用。

森林的积水蓄水的作用：大雨降到林地，雨水中的15—40%被林冠所截留，其余5—10%被林下枯枝落叶层（地被物）所吸收，50—80%可以渗入地下成为地下水，而沿地表流失形成径流的不过1%。这样，每亩林地比无林地最少要多蓄20立方。据5有关资料介绍，万亩森林的蓄水量相当于一座100万立方米的水库容量，平均每平方公里的森林可贮存5—20万吨水。特别值得提出的是森林蓄水，它既不受地形限制，而且它的保蓄水分和调节水分的作用又是动态而不是静态的，是任何水利工程所不可比拟的。

摘自杜洪作《生态平衡的核心是什么？》一文。西南农学院刊印。

山青水秀和穷山恶水。

为了说明山青水秀的好处和穷山恶水的害处，我们不妨从全国两个闻名的水库谈起。一个是位于东北第二松花江上的丰满水库，容量为一百零七亿立方米。建库二十七年，仅淤泥百分之一。按此速度计算，一千年后也只能淤泥百分之四十九。真可称得上，“千年不衰”造福子孙的典型。另一个是三门峡水库，容量为七十七亿立方米，从一九五八至一九七三年，仅十五年时间，就淤泥四十五亿立方米，照此下去，二十四年就将全部淤满，完全报废。两个水库为什么相差如此悬殊呢？根本原因在于：前者水库上游是长白山林区，那里复盖着茂密的原始森林。后者水库上游是水土流失严重的黄土高原，这个地区赤地千里，林木奇缺。

再有，一九七五年八月，河南省中部地区发生一场大暴雨。这个地区内有四座水库，有两座水库的库区和上游森林复盖为百分之二十，结果均被冲垮。而另外两座水库的库区和上游森林复盖率在百分之九十以上，这两座水库安全无恙。这个事例，再一次说明森林和水的关系多么重要。

摘自李昌鉴《山青水秀与穷山恶水小议》一文。见《中国林业》1980年第5期第12页

森林植被能够大大减弱地表径流。

森林由乔木和灌木所组成，林下还有杂草、枯枝落叶层和腐植质层等地被物。因此，下雨后，森林能阻留和涵蓄雨水，保持几天甚至更大的时间才慢慢流出，大大减弱了地表径流。一部分降水还会渗入地下，成为地下径流。地下径流的速度更慢，流的时间更长。所以在林区经常水不断流，旱季不致酿成旱灾，雨季一般较大雨量不致发生洪涝。如果是无林荒山地区，情况就大不相同了。一般大雨或暴雨一来，就急流挟带泥沙，毫无阻拦地从丘陵山地向低地倾泻，会淹没农田，淤塞河道、水库，造成洪涝灾害。例如1975年河南驻马店一带，三天集中降雨1000毫米，板桥、石漫滩水库，因上游森林复盖率只20%，不能涵蓄雨水以致洪水泛滥，水库大坝缺口，造成严重灾害。两个条件大体相同的薄山、东风水库，因森林复盖率高达90%，阻挡和涵蓄了很大一部分雨水，减小了地表径流，削弱了水势，安然渡过了险关。由此看来，森林蓄水拦洪的效果是十分明显的。由于森林能涵蓄雨水、调节河流流量，所以在少雨或无雨季节，又能起防旱抗旱作用。福建省闽清县的情况就是很好的例证。闽清县的多数社队，由于近几年森林过度砍伐，自然生态被破坏，去年夏季20天无雨就闹旱，但金沙公社因林业生产搞得好，荒山基本绿化，森林复盖率达93%，50天无雨不见旱，粮食持续增产，金沙溪畔十几个水电站正常供电，保证了县城工业用电和民用电。

摘自林业部付部长杨天放《进一步认识森林的多种效益》一文。见《中国林业》1981年第9期第9页

季节、气温和森林蓄水之间的相关性。

辽东栎林中枯枝落叶层的含水量在6月1日降水10.2毫米后,6月3日为76.34%,6月6日为30.00%;6月18日降水9.4毫米后,6月19日为170.97%;6月23日降水20.6毫米后,6月24日为118.53%;6月29日降水0.1毫米后,6月30日为54.55;7月1—4日降水52.6毫米后,7月5日为238.19%,以上数字表明,辽东栎林中A.的含水量随降水量的增加而增加,其最大含水量在自然状态下还高出实验室内测定的饱和含水量的1.2倍;但在两次降水之间,在下一次降水之前,含水量则逐渐降低,降低程度决定于季节与气温。A.含水量的这种变化,一方面从另一角度显示出了它对水分的调节作用,即保证在下次降水时充分吸收降水;另一方面又显示了它对周围空气湿度的调节作用。其他森林及采伐迹地不同期的A.含水量变化与降水量的关系,也可看出枯枝落叶层的这一特性。白羊草十大报苔草草甸的A.也具有这种特性,但由于量少,对周围空气湿度的调节作用则远低于森林。

摘自程积民《陕北黄龙山植被保持水土的研究》一文。见《水土保持通报》1981年第2期第41页

森林对降水起到了“整存零取”作用。

根据多年在北京市清水河流域次生林区和山西省天然醋柳坡上测定结果表明,林地表层稳渗速度都在8毫米以上。如按每分钟最大降雨强度为2毫米,即每小时120毫米计算,山坡及沟道有 $\frac{1}{3}$ 面积的林地,配置合适,即可控制全部降雨。祁连山林管局水源涵养林研究所1978年在云杉林中初步测定,按坡长500米换算,在苔藓和枯枝落叶层,降水流入沟道的时间是2小时;8—20厘米土层渗流入沟道的时间是3天;20—40厘米土层是4个月。从而森林对降水、尤其是对暴雨和融雪水起到了“整存零取”的作用,这也就是森林的水源涵养作用。

摘自关君蔚《巴比伦文明毁灭的悲剧不允许在中国重演》一文。见《中国林业》1981年第1期第13页

林地土壤比无林地透水性大。

再是林地的透水作用。降落在林地上的雨水,由于林地土壤结构良好,土质疏松,所以林地土壤比无林地透水性大,又因在根系分布层的土壤中有许多大大小小的树根和草根腐烂成的孔洞,形成了天然的进水孔,这就可以把降落在林地上的雨水蓄存起来。据统计,每亩林地比无林地最少多涵蓄水分二十立方米,五万亩森林所涵蓄的水量,就相当于一个容量为一百万立方米的小型水库。

森林这种蓄积水分、涵养水源、保持水土的性能,对发展水利建设,防旱防灾,促进和保障农业生产的发展,具有十分重要的作用。

摘自辽宁省林业科学研究所编《森林与农业生产》

森林能蓄水,水库保平安。

河南省薄山水库上游治理好,森林复盖率达90%以上,群山苍翠,流域面积575平方公里,三天降水896毫米,总降水量5亿立米。库内原存水0.8亿立米,共计5.8亿立米,三天泄洪0.4亿立米,尚余5.4亿立米。而最大库容为4.8亿立米,说明有1.1立米的雨水被森林就地拦蓄,保证了水库安全无恙。

摘自李昌哲《建议全国范围内营造水源涵养林》一文。见《水土保持通报》1981年第2期第62页。

森林翠绿，枯泉出水。

四川省盐亭县林山公社，森林发挥了涵养水源的作用。据测定，七、八年生的桉、柏混交林，林冠截留量达到21.4—32.2%，以年降雨量900毫米计算，在林木复盖下每平方公里地下水增多10—16万立方米。在造林后的第四年，山里枯竭的泉源出了水，并且新涌现出新泉源162处。1976年建立泉水池87口，打机井47眼，每眼机井一昼夜的出水量50—200立方米。1978年，在严重干旱面前，全公社粮食平均亩产仍保持在700斤以上。

森林调节了局部的小气候。1978年1月至4月，全县连续少雨，但这个公社与县境其他公社相比，雨量高出39%，较附近三个区高32%。由于气温稳定，地面蒸腾作用减缓，土壤含水量增高，这个公社的农田土壤水分含量较相近的没有森林庇护的公社高88.7%。

岷江上游森林减少，影响到水源涵养。

现在我们来具体分析一下岷江上游林区的情况。岷江上游五县（理县、松潘、黑水、汶川、茂汶），解放初森林覆被率为30%，经30年的采伐，已降至18.8%，森林蓄积量已开发利用了将近一半。岷江上游森林大面积采伐，削弱了林区涵养水源和保持水土的作用。主要表现在年降水量相同的情况下，流到河里的水量，即年河流径流量却增加了。雨季时的洪水量增加，旱季时的枯水量减少。这说明，河流里的水量在一年里分配更加不均匀了。五十年代就开始大规模采伐的杂谷脑河（川西森工局）最能说明这一点（具体数字从略）。这种变化在特大暴雨时无疑也会削弱整个地区的抗洪能力。

我们的观测还说明，河流的年径流输沙量与年采伐量成正比，河流输沙量的增加，主要是由于森林采伐时采用串坡集材，破坏了地表，造成了土壤流失。

摘自中国林业科学研究院生态研究室主任、付研究员蒋有绪《森林严重破坏是四川洪灾的重要原因》一文。见《人民日报》1981年10月4日第2版。

2、森林对地表径流的影响

我国河川径流总量居世界第三位。

在逐个计算各条直接入海河流、国际河流水量以及估算各区内陆河流水量以及估算各区内陆河流流量的基础上，分别推求了全国各大流域径流量，并汇总了全国河川径流总量。

由估算结果看出，我国径流资源很丰富，全国河川径流总量26341亿立方米，占世界河川径流总量的6.6%，为亚洲河川径流总量的16.9%，是欧洲河川径流总量的83.3%，与世界各国相比，仅次于巴西和苏联而大于美国，居世界第三位。我国径流系数为0.43，与世界径流系数最高的欧洲相同，比径流系数最低的非洲（0.23）几乎大一倍。由于我国面积辽阔，人口众多，虽然径流总量丰富，但我国平均径流深度并不高，只为274毫米，稍高于全球平均数，而低于亚洲、欧洲和拉丁美洲。按人口平均计，世界平均每人拥有河川径流量11000立方米，拉丁美洲最高，为52500立方米，而中国（按10亿人口计）约为2634立方米。可见，我国径流资源按单位面积和人口平均计算，又不是十分富裕的，在水资源的开发利用中，还要注意节约和合理利用。

我国径流资源虽然数量丰富，但地区分布很不均匀，大部分集中于东南部的的外流流域，其水量占全国总水量的95.7%，流域面积只及全国总面积的63.8%，西北广大内流流域，面积为全国总面积的36.2%，水量仅占全国总水量的4.3%。我国淮河以北，包括黄河、海河及

东北各河,以及内蒙古、西北内流区,约占全国总面积 $2/3$ 的广大地区,其径流总量仅为全国总水量的 $1/6$ (16.8%)强,其中尤以内蒙古内陆流域水量最少,其流域面积约为全国总面积的3%,径流量却为全国径流量的0.1%,平均径流深度仅为8厘米。

摘自中国科学院地理研究所程天文《中国径流资源的估算》一文。见1978年中国地理学会陆地水文学术会议文集》第20—21页。中国地理学会编辑,科学出版社1981年出版。

我国的水资源并不十分丰富。

自然界的水资源总共约145亿亿立米。但可供我们经常用的淡水资源并不多。

我国河川平均年径流总量约2.7万亿立米,占世界第五位。另外,地下水资源约有7,000亿立米。地下水与地表水有相互转化关系。两者之间有一部分重复量。我国按人口平均为2,700立米径流量,是世界平均值的四分之一。因此,不能笼统地说我国水资源十分丰富。

摘自袁子恭、祖玉亭《水资源的合理利用问题》一文。见《人民日报》1981年9月21日第5版。

四川地表径流及其分布。

地表径流资源是地表水资源的最主要组成部分。四川地表径流中包括了我国最大的两条干流——长江和黄河。但是,黄河只流经阿坝州西北部一小段边境,连同省内的几条小支流在内,年径流总量也不过占全省总量的百分之几。其余径流量均归长江水系。

长江水系中的金沙江、雅砻江、大渡河、嘉陵江、乌江等河流,年径流量都在400亿立米以上,至于数亿至数十亿立米的河流更是不胜枚举。各河汇入长江后,每年从三峡流走的水量即达4,400多亿立米。其数量之巨居全国第一。按水田和旱地平均每亩用水400立米计算,全省耕地所需水量也不过400亿立米,只占上述总水量的10%,足见其可利用潜力之大。

……西部的金沙江、雅砻江、大渡河等三条河流加上岷江上游的年径流量总量,约占全省的60%。但流域内的耕地只占全省的10%,故其水量大大有余。东部的不同地区径流量分布也不平衡。其中,盆周山地是地表径流的丰水区,每平方公里面积上的年径流量为140万立米,每亩耕地平均可摊得6,200立米(垦殖指数按15%计);而盆地丘陵每平方公里的地表径流量平均只有22—30万立米,每亩耕地仅能摊到360—500立米水(垦殖指数按40%计),况且这些水量不可能全部得到利用(目前多是白白流走),故缺水的矛盾十分突出。但上述径流量的分布状况,加上西高东低的地势特点,为实现西水东调提供了可能。

四川地表径流的补给,主要来源于大气降水、高山冰雪融水及地下水。其中,东部盆地区大气降水补给约占75%,地下水补给占25%;西部地区则以高山冰雪融水补给为主。由于大气降水和冰雪融水均以夏季最盛,冬季来源最少,从而造成了地表径流量在季节分配上的不平衡。……

过去,省内河流水质一般均较良好,不仅宜于农灌,而且适于饮用和鱼类繁殖生息。随着“三废”的不断污染,河流水质已普遍变差,虽对农灌尚无明显影响,却使水产资源大为减少,特别是有些城市、工矿区附近的局部河段,污染更为严重,对人民的健康造成了威胁,应引起各有关方面的高度重视。

四川各大河流都是源远流长,比降大,水流急,河谷深切,水低田高,虽给农灌提水、引水带来不便,却形成了丰富的水力资源。初步勘测,全省水能理论蕴藏量共达1.46亿千瓦,约占长江流域的60%。占全国四分之一,居各省区第一位。……

摘自《四川农业地理》第29—31页。中国科学院成都地理研究所编著。四川人民出版社

1980年出版。

森林对地表径流的影响。

春天雪融化的时候，大部分水都沿着地表流着。雪化的愈快，在同一时间内积到土表的水分愈多，水流也就愈大。为了阐明森林对形成地表径流的影响，必须首先说明森林对雪融化的影响。

快到春天的时候，在阔叶林和林中旷地内积雪要比开阔地上积蓄的多。如果冬天解冻，那么积雪的差异就特别大，因为天气解冻使积雪很快地从田野里消失，但对于森林内的积雪却很少影响。

晴天，雪的融化主要靠太阳光线使雪变热；而阴天主要靠热的南风。春天可能是温和的，或者是漫长的。在温和的春天，气温很快上升，雪也就强烈地融化着；在漫长的春天，当气温接近零度并且冷热交错的时候，雪即融化。

森林对雪的融化的各种不同影响是以春天的性质为转移的。研究森林对融雪的影响，可以确立如下的规律。

在漫长的春天时，林内和空旷地上融化的差异不大；在温和的春天时却相反，森林对雪的融化速度发生很大的影响。

在南方，特别是东南方，在伏尔加河左岸，春天通常是温和的，森林大大的延长了融雪的时间。在北方，春天在多数情况下具有漫长的性质，森林在这方面的意义也就不大。

林分的组成和郁闭度对雪的融化有很大的影响。根据在苏联欧洲部分各个地区的观察，林中旷地雪的融化平均比田野间要慢 $1/3$ 。松林和阔叶林（大的林地）在融雪期间可以延长到两倍，而云杉林可到二倍半到三倍。

在漫长的春天时，平均一天内在空旷地上融化可形成 2—3 毫米的水层，森林的影响并不大。在温和的春天时，由雪所形成的水层平均融化一天在云杉林内很少超过 5 毫米，在松林内——7 毫米，在阔叶林内——9 毫米，而在空旷地区，在这样的春天里所形成的水层可到 10 毫米以上。

森林对其邻近空旷地区雪的融化是有影响的，在林缘，由于形成了雪堆，还有树荫和微风之故，雪的融化比起远离森林的地区，常常要延长很多期间。

假若以田野上雪的融化同林冠下的融化来比较，那么一般认为森林会延长融雪期间到二周，当田野上的雪仅仅保留在凹地、谷地等地方的时候，林内还有在春天来到前所堆积的积雪的一半。

雪融化的时间延长了，森林就可以减少地表径流，因此也就可以减少河水氾滥。

但是，森林对于形成春天急流的影响，并非仅限于增长融雪期间。在森林中，雪的分布是均匀的，在这里，雪不会被风吹走，也比空旷地上集结得疏松些。松软的雪是最好的保暖设备（它放出的热甚至比吸进的少）所以，假若雪在很早的时间，在严寒前，即落在地上，那么土壤就不会冻结了。假若土壤从秋天起即行冻结，那么它通常到冬天在松软的雪层下便解冻了。但是，也有这样的冬天，就是森林内的土壤在很深的地方仍旧冻结着。

.....

根据这些调查可以得出如下的结论：

1、在同一种土壤上种植同一植物时，苏联欧洲部分西部地区土壤冻结，比东部地区要减少一半至五分之四。

2、沙土和粘土比较起来冻结得深得多。

3、在森林中，除少数例外，土壤的冻结都比耕地要少得多。

4、立木的成分对于土壤冻结的深度有很强烈的影响；空旷地带比较起来，云杉林减少冻结的最大深度约 $1/3$ ，松林和阔叶林减少 $1/2$ ；在林中旷地和狭窄的采伐迹地上，土壤冻结得最少——比田野少 $2/3$ 。

冬天土壤冻结的深度决定融化时期的土壤状况。在大多数情况下，田野中雪的融化是当土壤还冻着的时候进行的。有时在这种情况下土壤在雪消失后经过 2—3 周才解冻。这种现象大概在云杉林内也有。在林中旷地，采伐迹地和阔叶林内，土壤的解冻或在雪消失前，或二者同时，或稍晚些。

假若只照中等数字来判断，就会得出一个不正确的结论，即在云杉林内，耕地上和草地上，吸收融化水分的情况大致是一样的。但事实上，由于土表上雪的分配不平均，云杉林内土壤的冻结和解冻是很不平均的，苔类复盖，它的厚度也是不平均的，这样对土壤的冻结深度和解冻强度是有很大影响的。

森林内不平均的冻结和春天融化的空隙的存在，提高了土壤的渗透能力，显然，这就造成了云杉林内的地表径流比耕地上的径流少得多。

.....

土壤上层水分的饱和度对于吸收融水，从而对于形成地表径流，都有很大的影响。

除少数例外，开阔地区（耕地、草地）的土壤在冬天开始前，或在冬天解冻之时，或在春天融雪前的任何情况下，都充满着水分，以致对融化水分的继续吸收进行得很慢。在森林中，由于土壤在夏天的强烈干涸，秋雨不能润湿土壤。在冬天，由于雪的缓慢融化，森林内的土壤在解冻期间或者完全得不到融化的水分，或者得到的很少。因此，通常在春天以前，森林土壤（特别在森林草原区和草原区）的湿度不高，这就决定着土壤吸收大量融化水分的能力。

夏天林下的土壤干得愈强烈，秋天雨下得愈少，那么春天地表径流的水流也愈小。森林对于减少春天径流的作用究有多大，可以按照下面调查的结果来判断。

在列宁格勒省（托斯涅斯基区）四年的观察证明：生长在灰壤粘土上的森林内，在春天地表水分的流失要比荒芜地少到百分之六十。在莫斯科省（伊斯特林斯基区）三个春季的观察证明：在溶水的森林内，水流比耕地要少三分之二（中性灰壤土）。在沃龙涅什省（IIIyunoB林），林内的地面径流比开阔地带（耕地、草地）要少92—98%，可以这样说：在黄土形粘土上分布有退化黑土和深灰色森林土的中央森林草原区的条件下，林内径流甚至在春天也完全没有，或有也很少。

上面所引长期调查研究资料，可以得出一个结论：随着由北而南，由针叶林带到针阔叶混交林带、由森林草原带最后到草原带的转变，林内土壤所吸收的溶水愈多，在林内成为地表径流的也愈少。甚至在这样的春天，即土壤在冬天结冻很深、土表上部冻成冰壳的时候，在南方的森林中径流都不会出现。

这样，春天河川中的洪水，在南方地区几乎全部由田间和草地溶化的水的径流所形成，而在中央地区则大部分由这些径流形成。在这些地区森林愈多，则在春天对国民经济有害的地表径流也愈少。

.....