

# 湖南的森林与河川径流关系初探

## ——兼论森林对防洪、灌溉的作用

王 铁 生

(湖南省水利厅)

水与人类的物质和精神文明生活息息相关，它是生物赖以生存、社会赖以发展的必要条件。在驾驭自然、改造自然、恢复和建立新的生态平衡中，森林被人们称为“绿色水库”，它与水利工程措施相配合，是调节河川径流，减轻水、旱灾害的有效措施。

为分析森林对河川径流的影响，正确估价森林对防洪、灌溉的作用，本文将以我省历年来实际观验所获得的大量水文、气象资料为依据，试图从定量上探求森林与河川径流的关系，从而说明森林对防洪、灌溉的作用。

### 一、森林能拦蓄洪水与削减洪峰

河川径流是流域气候和下垫因素（包括流域土壤、植被等自然地理条件和人类活动影响）的综合产物。在一定的气候条件下，暴雨洪水流量的大小、洪水总量、洪水持续过程的变化均与该流域下垫因素有关。当流域内森林密布、植被良好时，则森林的树冠对降雨的截留作用是显著的。据我省溆浦县龙潭径流站、会同县肖溪山径流站1961—1964年期间的观测（图1、图2），树冠对降雨的截留能力与降雨强度、林地郁闭度、

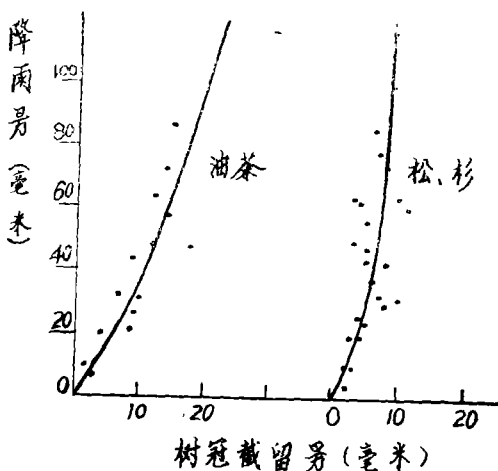


图1 龙潭站降雨与树冠截留量关系

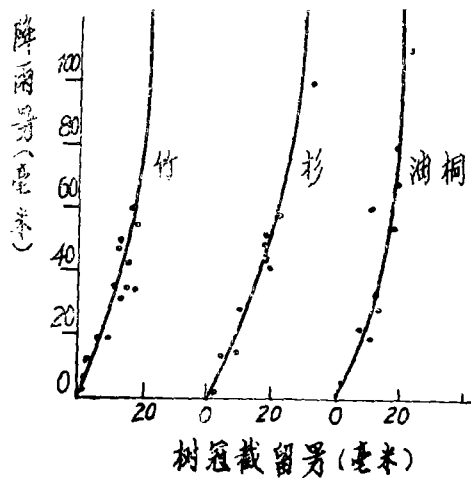


图2 肖溪山站降雨与树冠截留量关系

树种、树龄有关。一般说来，小雨的截留率（即截留雨量与降雨量之比值）高；阔叶树（如油茶树、油桐树等）高于针叶树（如松、杉、竹等）的截留能力。为估算森林截留降雨数量，若以阔叶、针叶树之均值计，则当一次降雨量为50毫米时，龙潭与肖溪山的森林树冠截留率分别为20.5%和33.0%，其中小雨和大雨的截留率则均趋于比较稳定（图3）。

由于树冠的截留作用，林地草甸及松散土层的贮水能力的加大，地表面粗糙，地面汇流速度减慢，故林地相对于无林地的洪水过程具有洪峰削减与滞后；洪水起涨缓慢，且涨率较小，洪水总历时延长；洪水总量有所减少等特征（图4）。

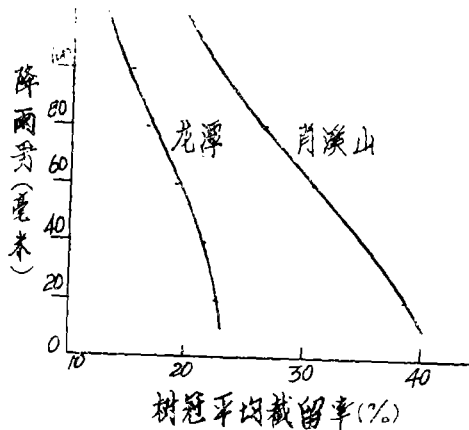


图3 降雨与树冠平均截留率

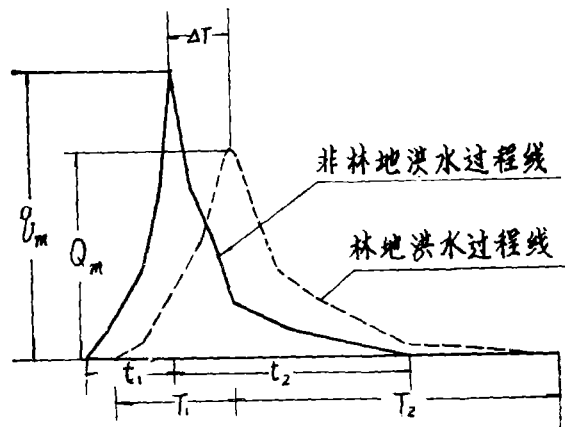


图4 林地与非林地的洪水过程线对比

据湘潭县粟塘径流站1961—1964年在地形条件相似的林地与非林地（长有茅草的荒山）试验小区的观测资料对比分析，森林地洪峰流量及洪峰水总量的削减率（即林地洪流量及洪水总量与非林地相应的洪峰流量及洪水总量的削减比值），随降雨的量级、雨型而变化（图5、图6）。一般说来，降雨量大而集中的大洪水的削减率小，降雨量小

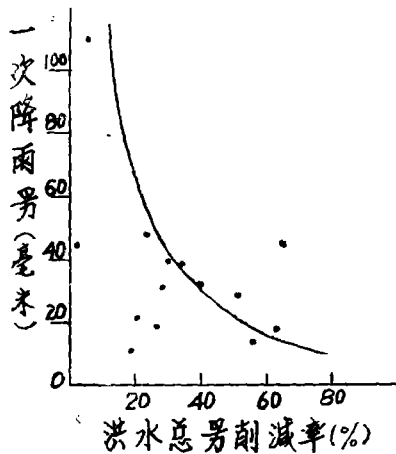


图5 小区林地削减洪水流量效果

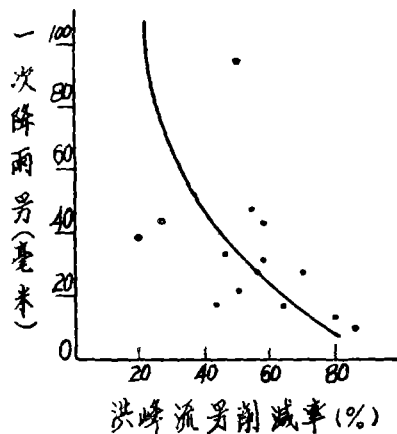


图6 小区林地削减洪峰流量效果

而均匀的小洪水的削减率大。经用浏阳县宝盖洞径流站的牛寨与芭蕉冲两条对比试验沟的6次实测洪水资料验证,也获得了上述相似的结论(表1)。

表1 芭蕉冲与牛寨实测洪水资料对比

测次	降雨量 (毫米)	芭蕉冲(少林区) F=1.22km <sup>2</sup>		牛寨(林区) F=0.96km <sup>2</sup>		单位洪峰模 量削减率 (%)	洪水总量削 减率 (%)
		实测最大洪峰 流量(秒立米)	推算单位洪峰 模量(秒立米)	实测最大洪峰 流量(秒立米)	推算单位洪峰 模量(秒立米)		
1	35.5	0.155	0.135	0.063	0.065	52.0	56.3
2	46.1	0.292	0.254	0.164	0.169	33.5	60.7
3	26.3	0.140	0.122	0.095	0.098	19.7	3.6
4	14.0	0.066	0.057	0.022	0.023	59.7	76.1
5	17.2	0.066	0.057	0.026	0.027	52.6	28.6
6	38.4	0.184	0.160	0.108	0.111	30.6	16.7

由此可见,森林的截留和林地的贮水作用,相当于水库蓄水库容的效能。据1960年7月25日一小时雨量85.9毫米的一次大洪水资料分析,林地的蓄洪能力,相当于提供了占洪水总量19.1%的滞洪库容。据此推算,当日降雨量在100毫米以上时,11万亩的良好林地的滞洪作用,约相当于一个库容为100万立米的专门防洪水库,这对于减轻洪水危害(尤其是山洪)是十分显著的。如湘乡县金菽公社,1963年全社的森林复盖率仅11%,一次降雨70.4毫米,三分之一的农田被洪水所淹;1977年森林复盖率达到42.3%,一次降雨146.1毫米,但山洪未成灾,泥沙未出沟,夺得了当年的大丰收。

但在上述的分析结论中,有两点是应该考虑的:

1、粟塘试验小区面积为2,562—2,622平方米,宝盖洞站的对比试验沟面积也仅为0.96—1.22平方公里。因此,小区的试验分析成果,只能较好地代表有森林的小沟壑、小区坡面的山洪削减作用,而与大范围流域面积的林区情况会有一些的差异。

2、对于连续多次降雨过程来说,相应小区产生的洪水是一种复峰型式的洪水过程。林地对第一次降雨的贮存量的溢出,在小区常可能与第二次降雨径流同时遭遇,故林地将有可能发生大于非林地的洪峰流量的现象出现。粟塘试验小区1960年7月25日及1964年6月的两次特大复峰洪水过程,亦属明显的例证。

## 二、森林能涵养水源与补充枯水流量

“青山常在,绿水常流”,这是林区的真实写照。湘乡县金菽公社由于森林植被的改善,1978年遇百日大旱,仍有37处已经断流多年的旱井又冒出了清泉,使人们看到了森林与水源的相互依存关系。

森林区枝叶密茂,草甸层厚实,土壤松散,贮水能力大。在汛期,水多能“吞”,汛后,水少能“吐”,土壤中的贮水源源不绝地外溢,补充枯水期的河川径流。据我省

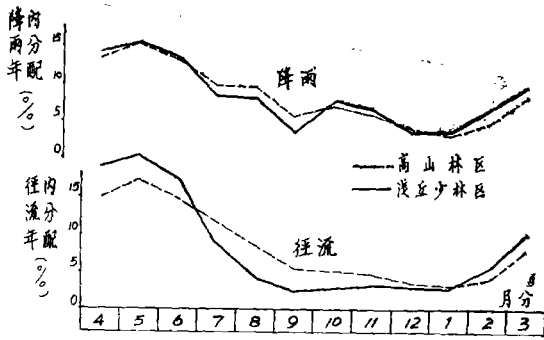


图7 高山林区和浅丘少林区的降雨、径流年内分配过程线

高山林区和浅丘少林区的河流1959—1972年实测水文资料分析(图7),森林对河川径流的年内分配的影响,有如下几点特征:

1、4—6月是我省山丘区河流的主要汛期,降雨量约占全年降雨量的40%以上。据肖溪山(流域面积 $F = 16.5\text{km}^2$ )、宝盖洞( $F = 22.1\text{km}^2$ )、龙潭( $F = 188\text{km}^2$ )等高山林区水文站及短陂桥( $F = 12.7\text{km}^2$ )、栗塘( $F = 42.4\text{km}^2$ )、井头江( $F = 179\text{km}^2$ )等浅丘少林(或无林)区水文站的多年平均降雨量的资料统计,4—6月的降雨量分别为42.2%和43.1%,两者十分接近;而同期的河川径流的年内分配率则显著不同,高山林区站比浅丘少林区站的河川地面径流量减少10%左右,从而为枯水期的河川径流贮存了水量。

2、7—10月是双季晚稻生育阶段。由于气候酷热,蒸发强烈,田间耗水量大,农田灌溉用水十分紧张,浅丘少林区的不少中小河流常河床干涸断流。然而,同期高山林区的河流,降雨的年内分配率不仅有所增加(可能是与受林区小气候影响有关),而河川径流因受前期4—6月的地下水补给(流域土壤贮水外溢)则显著增加,年内分配率达30.59%,比同期浅丘少林区河川径流年内分配率大80%。也就是说,在双季晚稻生育期内,高山林区的河川径流深平均多108.8毫米。

3、11月到翌年3月是我省河流的枯水期,由于降雨较少,林区土壤贮水已外溢殆尽,故高山林区与浅丘少林区的降雨及河川径流的年内分配率均比较接近。

4、由于森林区对径流的调蓄作用,河川径流的年际间变化及年内的变化均相对稳定(表2),年径流的变差系数 $C_v$ 值一般为0.25—0.35,而少林区河流则高达0.35—0.45。即在相似的气候条件和流域地形的情况下,林区河流比非林区河流的年径流更趋于稳定, $C_v$ 值约减少0.1,相应年径流总量变化减少3—17%。

据此分析与推算,遇设计保证率为90%的干旱年时,双季稻用水紧张的7—10月份

表2 湖南省小河径流特征值参考表

流域特征描述	多年平均径流系数 $\alpha$		年径流变差系数 $C_v$	备注
	流域面积5—50 $\text{km}^2$	流域面积小于5 $\text{km}^2$		
高山区,森林植被良好,地下水源丰富,人类活动影响很小	0.50—0.6	0.42—0.48	0.25—0.35	根据宝盖洞、肖溪山、龙潭等站资料分析
中山浅丘区,植被良好,地下水源补给一般,人类活动影响不十分显著	0.45—0.5	0.35—0.4	0.35—0.4	根据金陵、塔岭、井头江等站资料分析
低山浅丘区,植被较差,水田遍布,总耕地面积占流域面积40%以下	0.40—0.45	0.35—0.4	0.40—0.45	根据短陂桥、栗塘等站资料分析

内，高山林区比浅丘非林区的河川径流深多79毫米。换句话说，即良好的林地2万亩，在这一期间所能增加的河川径流量，相当于一个库容100万立方米的小型灌溉水库同期的供水能力。由此可见，保护水源林，在水土流失区造林绿化，对涵养水源，补充河川枯水流量的作用十分显著。但是，也应看到，因林区土壤含水量大，树冠的散发量和林地土壤蒸发量远大于无林地的土壤蒸发量这一点，故从地表年径流总量来看，在相同的气候和流域条件时，林区相对于无林区的地表年径流总量有可能减少的趋势（图8）。

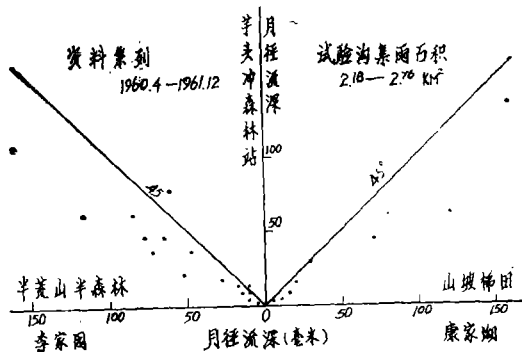


图8 肖溪山试验小沟月径流相关

### 三、结 语

水分在自然界中，由蒸发—降雨—径流—蒸发不停地循环着，森林也在不停地起着“吞吐”水量的调蓄作用。从防洪、灌溉的角度来看，森林有利于减轻洪水危害，增加河川枯水流量，提高工农业供水的可靠性；同时，由于森林区的植被良好，可抑制水土流失，减轻河道和水库的泥沙淤积，确保河道通畅，水库正常运行。从技术经济指标来看，植树造林是一项花工多，投资较少，见效慢（约20年），但效益大的一项长远事业。若以7—10月提供灌溉水源基本相同的营造2万亩用材林为例，它与一个库容为100万立方米的灌溉水库工程相比较（表3），据初步框算，水库与造林所需工日是1:5，国家资助集体（或个人）的经费是1:2.5，但二十年内的累积效益则也是1:2.5。

由此可见，在研究生态系统和水资源的合理开发利用过程中，必须着眼于长远，坚持山、水、田、林、路综合治理，以生物措施（种草、植树）和水利工程措施相结合，才能从根本上调节自然界水情动态变化，兴利除害，恢复和建立新的生态平衡，保护环境，美化环境，为工农业的全面持续发展创造良好的前景。

表3 修建水库与造林的经济指标对比

分 项	库容100 万立米的灌溉 水库	营造2 万亩用材林	比 较
所需工日（万个）	20	100	1 : 5
国家资助经费（万元）	12	30	1 : 2.5
二十年内	发电量 58.4万度	产用材 16万立方米	
累积效益	养鱼 12万斤	群众烧柴自给	
	灌溉增产粮食 1000万斤	灌溉增产粮食 400万斤	
	总 产 值（万元）58.3	总产值（不计烧柴）148.0	1 : 2.5