

# 黄土丘陵区人工油松林和山杨林 林冠截留作用的研究\*

刘向东 吴钦孝 赵鸿雁

(中国科学院西北水土保持研究所·陕西杨陵)  
水利部

## 提 要

本文研究了25年林龄的油松人工林和天然山杨林的林冠截留量及其变化。结果表明：油松人工林和山杨林林冠年截留量分别为95.2mm和73.4mm,占年降水量的19.6%和14.7%。其中对降雨的截留量分别为78.0mm和71.1mm,分别占降雨量的17.4%和15.5%；对降雪的截留量为17.2mm和2.3mm,分别占降雪量的45.1%和5.9%。林冠截留量也有季节变化,两林分夏季截留量51mm,占同期降水量的15.8%。油松林冬季截留量较小,但占同期降水量的比例高,山杨林两者均小。

林冠截留过程分为截留、透过、饱和三个阶段,其累积截留量与累积降水量呈 $I = ap^b$ 函数关系。

**关键词：**黄土丘陵区 人工油松林 山杨林 林冠截留量

## A Preliminary Study on Interceptive Function of the Canopy of *Pinus tabulaeformis* and *Populus davidiana* Stands in the hilly Areas on the Loess Plateau

Liu Xiangdong Wu Qinxiao Zhao Hongyan  
(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation,  
Academia Sinica and the Ministry of Water Conservancy)

## Abstract

The intercepted precipitation and its variation of the canopy of *Pinus tabulaeformis* and *Populus davidiana* of 25 years old have been studied. The conclusion shows that the intercepted precipitation of *Pinus tabulaeformis* and *Populus davidiana* are 95.2mm and 73.4mm, accounting for 19.6% and 14.7% of yearly total rainfall respectively; Intercepted rainfall is 78mm and 71.1mm, accounting for 17.4% and 15.5% of rainfall; Intercepted snow is 17.2mm and 2.3mm, accounting for 45.1% and 5.9% of snowfall. The intercepted amount of the canopy changes with different seasons. In summer, the intercepted amount is 51mm, 15.8% of the annual rainfall. In spring and winter, *Pinus tabulaeformis* intercepted amount is low, and intercepted rate is high. Also, both of them in *Populus davidiana* are

low. The interceptive process of the canopy is divided into three stages as intercepting, falling raindrop and saturating. The function between the accumulated interception and precipitation presents  $I = ap^b$ .

**Key Words:** the loess plateau pinus tabulaeformis populus davidiana  
Interception of rainfall amount in forest

## 一、试验区自然概况

试验区位于陕西北部的宜川县铁龙湾林场富曲营林区。该区地处黄龙山林区东缘,海拔900~1 000m,坡度20°~25°。年平均气温9.7℃,年平均降水量574.4mm。植被属落叶阔叶林,阳坡主要有狼牙刺、山桃等,覆盖度60%~90%;阴坡主要为山杨和六十年代营造的油松林,覆盖度80%~100%。

试验观测的油松人工林分布于阴坡和半阴坡中上部、25年生平均高8~10m,胸径9~11cm,初植密度440株/亩,1983年进行了抚育间伐,现每亩保留120~160株,郁闭度0.7~0.8。山杨林分布于阴坡中下部,中龄林平均高7~8m,胸径11~14cm,每亩110~140株,郁闭度0.7。

## 二、研究方法

选择典型林分,在林下树冠投影中央、中部、边缘和两树冠之间安置雨量筒10个,在林冠郁闭度适中之处,设置自记雨量计,在林外空地安置雨量筒和自记雨量计,以作对照。

## 三、结果与分析

落到林冠的降水( $p$ ),分为林冠截留量 $I$ ,林内降水量( $p_i$ ),树干径流量( $s$ )。林冠截留量可以表示为

$$I = p - p_i - s$$

据观测,树干径流量占同期降水量的2%,由于资料还不系统,本文暂忽略不计。这样林冠截留量可表示为

$$I = p - p_i$$

根据两年观测结果表明(表1),油林人工林(以下称油松林)林冠年截留量为95.20mm,占年降水雨量的19.6%;山杨林林冠截留73.4mm,占年降水量的14.7%。油松林的截留量比山杨林高4.9%。

降水分为降雨和降雪两部分,油松林对降雨的年截留量78.0mm,截留率为17.4%,对降雪的截留量为17.2mm,截留率为45.1%;山杨林对降雨的截留量为71.1mm,截留率为15.5%,对降雪的截留量为2.3mm,截留率为5.9%。油松林对降水和降雪的截留量均较山杨林高。

比较相似降水量的降雨、降雪表明(表2),油松林对降雪的截留量和截留率均较降雨高。因液态水流动性好,可以透过枝叶缝隙而进入林地,而固态水流动性差,落到林冠后,在枝叶上积聚起来,只能依靠自身重力或风力摇动树枝而掉入林地,其余则直接升华。

山杨林因冬季落叶,其有叶期的截留量与无叶期差异较大。有叶期的截留量为69.72mm,截留率为15.9%;无叶期的截留量为3.7mm,截留率为4.6%,其中雪的截留率为2.9%。

1. 林冠截留量的季节变化。众所周知,林冠截留量随降水量而变化,降水量有季节变化,

林冠截留量也有季节变化(表3)。由表3可知,夏季截留量较大,但占同期降水量比例较小,

表1 松林和山杨林林冠截留降水统计表

类 型	降水形式	P (mm)	P <sub>i</sub> (mm)	I (mm)	林冠截留率(f) (%)
油 松 林	降 雨	447.7	369.3	78.0	17.4
	降 雪	38.1	20.9	17.2	45.1
	小 计	485.8	390.2	95.2	19.6
山 杨 林	降 雨	459.3	388.2	71.1	15.5
	降 雪	38.8	36.5	2.3	5.9
	小 计	498.1	424.7	73.4	14.7

表2 油松林林冠对降雨和降雪截留量的比较

统计次数	降 雪				降 雨			
	P (mm)	P (mm)	I (mm)	f (%)	P (mm)	P <sub>i</sub> (mm)	I (mm)	f (%)
1	1.5	1.0	0.5	33.3	1.5	0.8	0.7	46.7
2	3.4	2.3	1.1	32.4	3.8	3.3	0.5	13.2
3	8.0	4.3	3.7	46.3	8.5	5.7	2.8	32.9
4	5.8	4.0	1.8	31.0	5.3	3.8	1.5	28.3
5	2.5	1.5	1.0	40.0	2.5	2.2	0.4	16.0
合计	21.2	13.1	8.1	38.2	21.6	15.8	5.9	27.3

表3 油松林和山杨林林冠截留量的季节变化

类 型	指 标	春	夏	秋	冬	全 年
油松林	林外降水(mm)	59.4	323.4	70.7	32.3	485.8
	林内降水(mm)	45.0	272.4	56.0	16.8	390.2
	截留量(mm)	14.1	51.0	14.7	15.5	95.2
	截留率(%)	23.7	15.8	20.8	48.0	19.6
山杨林	林外降水(mm)	60.5	330.2	74.7	32.8	498.2
	林内降水(mm)	53.0	278.3	62.6	30.9	424.8
	截留量(mm)	7.5	51.9	12.1	1.9	73.4
	截留率(%)	12.4	15.7	16.2	5.8	14.7

两林分均为15.8%左右，这是由于它们都处于旺盛生长期，有茂密的枝叶。在春、秋、冬季截留量较小，但所占同期降水量的比例有所不同。油松林所占比例较大，尤其是冬季，约占该季降水量的50%；山杨林在冬季所占比例较小，分别为12.4%和5.8%。这是由于油松林常年有茂密的枝叶，山杨林在冬春无叶所致。

油松林冬春季节降水量小，截留量大，尤其是干旱的5~6月，截留量约占20%，将加剧林地土壤水分亏缺，使油松林地土壤水分在0~600cm范围内，通常保持在10%左右。

2. 林冠截留量与降水量的关系。林冠截留量与降水量服从幂函数关系，即林冠截留量随降水量增加而增大，到枝叶吸水达饱和以后，截留量不再变化。据2年资料统计，油松林的林冠截留量符合  $I = 0.515p^{0.566}$ ,  $n = 60$ ,  $r = 0.89$ ；山杨林符合  $I = 0.415p^{0.567}$ ,  $n = 59$ ,  $r = 0.86$ 。

由图1可见，油松林的林冠截留量，在同一降水等级时，均较山杨林大，但差值均在1mm以内。

3. 油松林冠对一次降雨的截留过程(图2)。1989年，我们获得了一次连续22h的降雨过程。分析本次降雨的油松林截留过程，可以清楚地看出，其截留过程大致分为三个阶段：(1)截留阶段。此时段的降雨被全部截留，林内降水量为零。据观测，此时段的截留量受降雨特性影响，变化在0.4~0.9mm间，本次降雨为0.7mm。此时段的历时也因降雨强度而异，变化在1~2mm之间，本次降水为15mm。

(2)透过阶段。此时段部分降雨透过林冠枝叶进入林地，累积截留量随降雨量增加而增大，瞬时截留量逐渐减小，并趋于一定值。此时段历时在本次降水过程7~8h。

(3)饱和阶段。此时间林冠吸水达饱和(4.2mm)，截留量趋于零，林内外降水基本一致。

将本次降雨的资料分时段统计，获得各时段的累积截留量(I)和林内累积降雨量( $p_i$ )，分别用  $I = ap^b$  和  $p_i = a + bp$  拟合，得到如下方程

$$I = 0.779p^{0.514} \quad n = 43 \quad r = 0.97$$

$$p_i = 0.873p - 0.979 \quad n = 43 \quad r = 0.999$$

以上方程表明，较长降雨过程各时段的林冠累积截留量和林内累积降雨量与林外同期累积降雨量分别呈幂函数关系和直线关系。

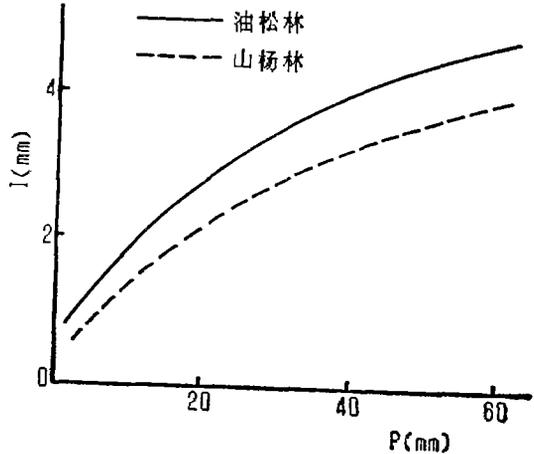


图1 油松林和山杨林林冠截留量与林外降水量的关系

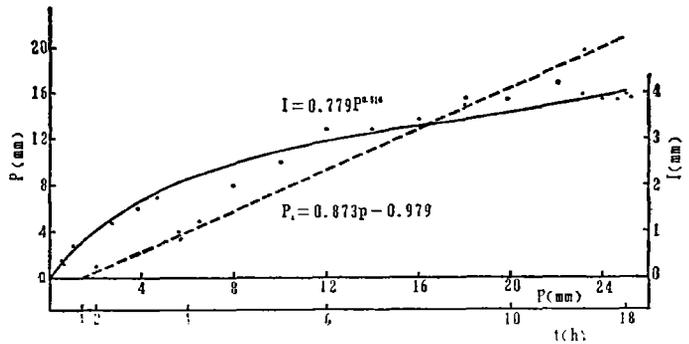


图2 一次降水的累积截留量和林内累积降雨量与林外累积降雨量的关系

家在水土保持方面没有权威执法机构来执行《条例》等法规。为此,建议政府委任水土保持监察员,统一颁发“水土保持检查证”,以便履行对矿山和其他有关部门的水土保持工作行使监督检查的职责。如兴国县水保办已设立监察股,负责对开矿、修路等易造成新的水土流失的生产建设进行监督检查。

**(四) 加强矿山水土保持科学研究,提高生态效益和经济效益** 矿山水土保持有其特殊性,这是因为矿山开挖面和弃土场的“土壤”,特别是尾砂与一般土壤相比,在机械组成、层次结构和元素含量等理化性质诸方面都有很大的不同,一般更松散,易流失,肥力低下,有的含有毒物质,给植被恢复带来一定的困难。为此,必须加强这方面的研究工作,探讨其改造途径,找出与之相适应的工程、植物措施,尽快复垦利用。如永平铜矿投资45万元,进行“露采终端岩石边坡和排土场植被工程试验研究”,先后试种了19种植物,面积160亩,边坡覆盖达50%~70%,并已通过部级鉴定。在研究矿山复垦利用时,特别要研究出既适应矿山流失区生长又能取得较大经济效益的草草品种,以提高矿山水土保持的生态效益和经济效益。

(上接第7页)

## 四、结 论

1. 油松林林冠年截留量为95.2mm,占年降水量的19.6%,其中春季占截留总量的14.8%,夏季占53.6%,秋季占15.4%,冬季占16.2%。按降水的形态分,对降雨的截留量为78.0mm,占降雨总量的17.4%,占截留总量的81.9%;对降雪的截留量为17.2mm,占降雪总量的45.1%,占截留总量的18.1%。山杨林林冠年截留量为73.4mm,占年降水量的14.7%,其中春季占总截留量的10.2%,夏季占70.7%,秋季占12.5%,冬季占3.6%。按降水形态分,对降雨的截留量71.1mm,占降雨量的15.5%,占总截留量的96.9%;对降雪的截留量为2.3mm,占降雪量的5.6%,占总截留量的3.1%。

2. 林冠截留过程分为截留、透过、饱和三个阶段。较长降雨过程各时段的累积截留量和林内累积降水量分别符合幂函数方程 $I = ap^b$ 和 $p_1 = a + bp$ 。

3. 25年生油松林的林冠截留量符合幂函数变化,即 $I_1 = 0.515p^{0.666}$ ;中令山杨林亦符合幂函数变化,即 $I_2 = 0.4149 p^{0.666}$ 。油松林的林冠截留量在同一降水等级时,均较山杨林大。