

# 黄土塬区刺槐林地水分条件与生产力研究

李凯荣 王佑民

(西北林学院)

## 提 要

本文主要研究了黄土塬区刺槐林蒸腾耗水规律,分析了林地水分收支状况和供水、耗水关系,阐明了林地水分生产力。结果表明:刺槐林蒸腾耗水量欠水年占同期降雨的52.3%,丰水年仅占18.3%,水分有效利用率平均为28.2%。林地水分收支盈亏各月分配不均。阳坡林地供水、耗水矛盾尖锐,阴坡林地丰水年水分供需关系协调,欠水年水分供应不足。林地水分条件是反映生产力高低的重要标志,阴坡林地生物量及材积水分生产效率分别是阳坡林地1.9倍和1.6倍,木材蓄积量是阳坡刺槐林的1.3倍。营造刺槐林不仅能大大地减少水土流失,而且每年每公顷可生产2~3.5m<sup>3</sup>木材,是对荒坡土壤水分资源的合理利用。

关键词:生物量 蒸腾耗水量 刺槐林 林地水分

刺槐生长迅速,适应性强,耐干旱瘠薄,自19世纪从欧洲引入我国以后,栽培面积迅速扩大。黄土高原沟壑区,六十年代以来广泛栽植刺槐,面积达数百万亩,刺槐已成为本区主要的水土保持树种和造林当家树种。研究刺槐林蒸腾耗水规律,分析林地土壤水分收支状况及供水、耗水关系,阐明林地水分生产力,不仅对于经营好现有林分,提高其生产力有着非常重要的作用,而且可为黄土塬区沟坡治理提供科学依据。

## 一、研究方法

刺槐蒸腾强度的测定用离体快速称重法。在生长季节初、中、末期测定林分叶量,然后用蒸腾强度、叶量和蒸腾时数估算蒸腾耗水量。土壤湿度的测定用中子仪法。用各层土壤湿度、土层深度和土壤容重计算土壤贮水量。

刺槐林生产力包括木材蓄积量和生物量。木材蓄积量的测定是在有代表性的标准地内选平均标准木和各径阶标准木,采用Monsi的“分层切割法”,对伐倒木进行树干解析,求得总蓄积量和连年材积生长量。林分地上部分生物量包括树干、枝叶和林下草本植物干重。在对伐倒木分段切割时称重,乘以树干含水率得到树干生物量,再用测定年份材积占总材积的百分率乘上树干总干重求得测定年份树干的干重。枝条生物量的测定是先将枝条按粗细分级称重,乘以枝条含水率,然后合计得到枝条总干重。并求出各级样枝的平均断面生长率,乘上各级枝条的干重求得枝条各生长年份的干重。叶片生物量及林下草本植物生物量分别按标准枝叶片和收获法称重测定。

## 二、结果与分析

### (一) 刺槐林蒸腾耗水量与水分有效利用率

刺槐林分蒸腾耗水量是蒸腾强度、蒸腾时数及林分叶量的函数，在测定蒸腾强度的基础上，我们得出了估算刺槐林分蒸腾耗水量的数学模型，即：

$$E_w = \sum_{i=1}^n E_i \cdot W_i \cdot T_i \times 10^{-10}$$

式中：E<sub>w</sub>——某时期的蒸腾耗水量 (mm)； E<sub>i</sub>——日平均蒸腾强度 (mg/g·h)；  
 W<sub>i</sub>——每公顷林木的叶量 (g)； T<sub>i</sub>——日蒸腾时数 (降雨时数除外)；  
 n——该时期的蒸腾天数。

利用上式，计算出不同坡向及年龄的刺槐林分蒸腾耗水量 (见表1)。由表1可以看出，在蒸腾时数相同的情况下，林分蒸腾耗水量主要取决于叶量和蒸腾强度。据测定，在气候条件相同时 (晴天或阴天)，幼林蒸腾强度大于中龄林，阳坡>半阳坡>阴坡<sup>[1]</sup>。但因叶量差异悬殊太

表1 刺槐林蒸腾耗水量

测定年份	林龄 (年)	坡向	坡度 (°)	密度 (株/ha)	叶量 (kg/ha)	耗水量: mm						合计
						5月	6月	7月	8月	9月	10月	
1987年	4	西	5	2 066	1 247.85	16.59	17.34	22.18	15.98	15.32	14.55	101.96
	12	南西	28	2 300	5 241.65	47.67	55.96	58.83	42.57	32.38	22.92	260.33
	14	西北	27	1 750	6 056.41	20.85	26.42	54.60	33.17	22.83	18.81	176.68
	14	东	8	3 500	9 027.00	35.55	44.85	75.95	51.86	35.64	28.92	272.77
1988年	5	西	5	2 066	2 253.80	11.65	12.26	17.61	10.45	9.78	7.29	69.04
	13	南西	28	2 300	5 391.25	19.12	29.74	25.32	26.08	17.57	13.27	131.1
	15	西北	27	1 750	6 163.85	20.75	23.59	23.35	24.28	20.71	16.14	128.82
	15	东	7	3 500	8 987.40	30.46	37.75	36.88	40.74	35.19	30.16	211.18

大，导致中龄林蒸腾耗水量大于幼林，密度大、叶量多的半阳缓坡中龄林蒸腾耗水量大于阳、阴坡刺槐林。就不同月份而言，6、7、8三个月蒸腾耗水量较高，占总蒸腾耗水量的百分数幼龄林平均为56.4%，阳坡、半阳缓坡和阴坡中龄林分别为61.2%、58.9%和59.9%。据降雨资料可知，淳化县多年平均降雨量600.6mm，1987年502.3mm为欠水年，1988年822.9mm为丰水年，可见欠水年刺槐蒸腾耗水量大于丰水年。

幼龄刺槐林欠水年蒸腾耗水量为101.96mm，丰水年为69.04mm，分别占同期降雨的24.4%和9.7%。阳坡中龄林欠水年蒸腾耗水量260.33mm，丰水年131.1mm，各占同期降雨的62.4%和18.4%，阴坡中龄林欠水年蒸腾耗水量176.68mm，丰水年为128.82mm，占同期降雨的42.4%和18.1%，密度大的半阳缓坡中龄林欠水年蒸腾耗水量为272.77mm，丰水年为211.18mm，占同期降雨的65.3%和29.7%。由此可见，欠水年刺槐林蒸腾耗水量占同期降雨的比例较大，有代表性，阴阳坡平均达52.3%，丰水年所占比例则较小，阳阴坡平均只有18.3%。

刺槐林地总耗水量系指一年内土壤水分支出的总量。据测定，阳坡林地欠水年总耗水量为697.6mm，丰水年为806.4mm，平均752.0mm，半阳缓坡林地欠水年、丰水年总耗水量各为628.2mm和765.6mm，平均696.9mm，阴坡林地欠水年丰水年分别为684.9mm和686.2mm，平均为685.6mm。由此可知，刺槐林地总耗水量丰水年大于欠水年，阳坡林地>半阳坡林地>阴

坡林地。

在林地总耗水量各要素中, 林木蒸腾耗水量是对土壤水分的有效利用, 而地表径流、土壤蒸发等是对水分的无效消耗。因此, 我们把蒸腾耗水量占总耗水量的百分数称为水分有效利用率。计算结果表明, 幼龄林水分有效利用率欠水年为17.5%, 丰水年为8.6%, 平均为13.1%。阳坡中龄林欠水年水分有效利用率为37.3%, 丰水年为16.3%, 阴坡中龄林欠水年、丰水年分别为25.8%和18.8%, 半阳缓坡中龄林欠水年丰水年分别为43.4%和27.6%, 中龄林水分有效利用率平均为28.2%, 是幼龄林的2.1倍, 中龄林密度大的林分水分有效利用率高。欠水年水分有效利用率大于丰水年。

### (二) 刺槐林地水分平衡分析

林地水分平衡方程可用下式表示:

$$W_1 = W_f + P_x - E_b$$

式中,  $W_1$ ——某一时段末期土壤贮水量 (mm);  $W_f$ ——时段初期土壤贮水量 (mm);  
 $P_x$ ——该时段降雨量 (mm);  $E_b$ ——该时期林地耗水量 (mm)。

为了便于分析林地土壤水分收支状况, 将上式变换为:  $\Delta W = W_1 - W_f = P_x - E_b$ ,  $\Delta W$  代表土壤水分的增量, 其值为正表示土壤水分盈余, 其值为负表示该时段水分支出大于收入, 土壤水分亏损。

表2 刺槐林地年水分收支状况

林龄 (年)	坡向	坡度 (°)	密度 (株/ha)	1988年					1989年				
				$E_b$ (mm)	$P_x$ (mm)	$W_f$ (mm)	$W_1$ (mm)	$\Delta w$ (mm)	$E_b$ (mm)	$P_x$ (mm)	$W_f$ (mm)	$W_1$ (mm)	$\Delta W$ (mm)
6	西	5	2 066	726.9	840.5	593.4	707.0	+113.6	851.8	513.0	681.1	342.3	-338.8
14	西南	28	2 300	806.4	840.5	409.2	443.3	+34.1	697.6	513.0	657.4	472.8	-184.6
16	西北	27	1 750	686.2	840.5	621.1	775.4	+154.3	684.9	513.0	650.3	478.4	-171.9
16	东	8	3 500	378.2	840.5	528.1	990.4	+462.3	863.5	513.0	817.6	467.1	-350.5

就全年而言(表2), 丰水年(1988年)林地水分收入大于支出, 出现盈余, 半阳缓坡中龄林地水分盈余量最多, 达462.3mm, 阴坡中龄林次之为154.3mm, 其次为阳坡幼林地, 水分盈余量为113.6mm, 阳坡中龄林地最少, 只有34.1mm。欠水年林地耗水量大于降雨量, 土壤水分出现亏损, 亏损量的多少次序依次为, 密度大的半阳缓坡中龄林地(350.5mm), 阳坡幼林地(338.8mm), 阳坡中龄林地(184.6mm), 阴坡中龄林地(171.9mm)。中龄林亏损量平均为235.7mm。

但全年林地的水分收支状况掩盖了各月水分盈亏分配不均的矛盾(表3)。丰水年林木生长期中, 中幼龄林地5、6、9、11月土壤水分亏损, 其余月份水分盈余, 树木休眠期(1988年12月~1989年3月)土壤水分盈余。欠水年生长期, 阳坡幼林地8月份土壤水分盈余; 半阳缓坡中龄林地4月份, 阳坡中龄林地8月、10月, 阴坡中龄林地4、8、10月土壤水分盈余, 其余月份均出现亏损。可见生长季节丰水年水分盈余月份多, 欠水年亏损月份多。

### (三) 刺槐林地供水耗水分析

表3 刺槐林地月水分收支状况

林龄 (年)	坡向	坡度 (°)	密度 (株/ha)	1988年							
				5月 (mm)	6月 (mm)	7月 (mm)	8月 (mm)	9月 (mm)	10月 (mm)	11月 (mm)	12月 (mm)
6	西	5	2 066	-26.3	-24.6	+117.2	+26.0	-2.2	+21.7	-19.8	+5.3
14	西南	28	2 300	-40.6	-17.4	+88.1	+9.6	-24.9	+33.5	-14.2	+15.7
16	西北	27	2 300	-7.4	-39.8	+144.4	+15.7	-20.2	+57.8	-12.6	+3.9
16	东	8	3 500	-16.3	-24.2	+200.4	+67.0	-57.0	+91.6	-4.2	+19.2

续表

林龄 (年)	坡向	坡度 (°)	密度 (株/ha)	1989年									
				1月 (mm)	2月 (mm)	3月 (mm)	4月 (mm)	5月 (mm)	6月 (mm)	7月 (mm)	8月 (mm)	9月 (mm)	10月 (mm)
6	西	5	2 066	+1.4	+19.3	-3.5	-8.4	-15.1	-38.6	-13.0	+5.5	+6.3	-65.3
14	西南	28	2 300	+41.8	+8.8	+4.4	-21.5	-45.5	-31.2	-1.8	+17.7	-9.6	+16.9
16	西北	27	2 300	+39.4	+33.1	+18.7	+8.2	-30.2	-68.4	-12.6	+1.6	-11.7	+13.9
16	东	8	3 500	+11.8	+42.3	+18.3	+50.4	-49.4	-13.90	-89.2	-186.2	-11.4	-11.0

林地供水耗水关系是否协调,供水能否满足耗水之需要,对林木生长关系极大,它反映了林地水分生产力的高低。某一时期的土壤供水量系指这一时期初始土壤贮水量加上该时期的降雨量,就是没有水分消耗的土壤贮水量,它代表了土壤的供水能力。土壤耗水量指土壤水分的消耗。据对不同年龄及立地条件的刺槐林地供水、耗水量计算结果表明(表4),幼中龄林地各月初0~350cm土层的有效水加上当月降雨量除完全满足耗水需要外,还有剩余,幼林地丰水年平均剩余312.3mm,欠水年余302.3mm,阳坡中龄林地丰水年剩余85.2mm,欠水年余38.7mm,阴坡中龄林地丰水年、欠水年各剩余335.4mm和277.2mm,半阳缓坡中龄林地丰水年欠水年分别剩余322.9mm和298.3mm。幼林地、阳坡、半阳坡中龄林地土壤水分剩余量大,阳坡中龄林地水分余额则较小。

但是,以月初有效水加当月降雨量作为供水量并不能真实地反映林地水分供求关系,因为它掩盖了林地水分供需状况与林木生长的关系,有效水并不是都对植物同等有效,在阻滞持水量以下时,林木生长受到明显抑制。而大于阻滞持水量的水分(即中效、易效水)才能满足林木的正常生长。因此,以月初的中效、易效水加月降雨量作为土壤供水量更具有实际意义。

计算结果表明,幼林地供水量(月初的中效、易效水加降雨量)除丰水年雨季前(5、6月)及欠水年生长末期(10月)不足外,其余月份能满足耗水之需要。阳坡中龄林地供水量无论丰水年,还是欠水年均小于耗水量,阴坡中龄林地供水量丰水年除6月份不足外,其余月份均大于水分消耗,而欠水年除5月份能满足消耗外,6~10月耗水量大于供水量。半阳缓坡中龄林地丰水年雨季及欠水年生长初期(5~6月)供水量大于耗水量,而丰水年生长初期(5~6月)及欠水年7~10月供水不足。由此可知,阳坡中龄林地水分供需矛盾尖锐,刺槐生长在供水不足的水分生态条件中。阴坡、半阳坡林地丰水年水分供求关系协调,欠水年水分供需矛盾突出,刺槐生长

表4 刺槐林地供水与耗水状况

林龄 (年)	坡向	耗水供水量	1988年							1989年																																				
			5月	6月	7月	8月	9月	10月	平均	5月	6月	7月	8月	9月	10月	平均																														
			6	西	耗水量 (mm)	105.3	62.9	88.5	227.7	53.5	60.9	99.8	33.0	88.6	76.9	99.7	74.4	84.9	76.3	月初有效水+降雨量 (mm)	351.9	286.0	294.7	576.0	403.6	421.0	402.5	404.4	394.8	370.1	398.4	379.4	324.6	378.6	月初的中效易效水 +量雨降(mm)	60.0	-23.9	102.8	284.1	111.7	129.1	110.6	112.5	106.5	87.5	32.7
14	西南	耗水量 (mm)	119.6	55.7	117.6	244.1	76.2	49.1	110.4	64.4	81.2	65.7	81.5	90.3	27.0	68.4	耗水量 (mm)	185.8	69.1	242.4	335.3	162.6	158.5	195.6	138.7	101.5	84.5	134.0	127.3	56.6	107.1	月初有效水+降雨量 (mm)	-89.7	-206.4	-33.1	79.8	-112.9	-117.0	-79.9	-136.8	-174.0	-191.0	-141.5	-148.2	-218.9	-168.4
16	西北	耗水量 (mm)	86.4	78.1	61.3	238.0	71.5	24.8	93.4	48.1	118.4	76.5	103.6	92.4	15.7	75.8	耗水量 (mm)	383.1	300.8	428.7	622.3	404.9	439.1	429.8	520.2	367.5	313.9	344.5	322.6	249.5	353.0	月初有效水+降雨量 (mm)	106.1	23.8	151.7	345.3	127.9	162.1	152.8	243.2	90.5	36.9	67.5	45.6	-27.5	76.0
16	东	耗水量 (mm)	95.4	44.5	51.6	186.7	108.3	21.0	84.6	67.3	189.0	153.1	291.4	92.1	30.6	137.3	耗水量 (mm)	299.9	186.1	346.9	637.6	503.0	471.5	407.5	700.1	586.1	388.4	341.5	319.9	297.7	430.6	月初有效水+降雨量 (mm)	19.4	-94.4	66.4	357.1	222.5	191.0	127.0	419.6	305.6	107.9	61.0	39.4	-32.9	150.1

注：负值表示低于中效水的差额，土层深度0~350cm。

表5 刺槐林地生物量和材积水分生产效率

林龄 (年)	坡向	坡度 (°)	密度 株/ha	总耗 水量 (mm)	蒸 腾 耗水量 (mm)	生物量水分生产效率			材积水分生产效率				
						生物量 (kg/ha, a)	生产效率 (kg/ha·mm)	蒸腾系数 (mm/ha·t)	材 积 (m <sup>3</sup> /ha·a)	生产效率 (m <sup>3</sup> /ha·mm)	蒸腾系数 (mm/ha· m <sup>3</sup> )	降雨生产效率 (m <sup>3</sup> /ha·m)	耗雨系数 (mm/ha· m <sup>3</sup> )
6	西	5	2 066	726.9	85.5	3 791.8	5.22	22.5	0.869	0.0012	98.4	0.0014	705.1
14	西南	28	2 300	752.0	195.7	7 526.7	10.01	26.0	3.554	0.0047	55.1	0.0058	172.4
16	西北	27	2 300	685.6	200.8	12 746.6	18.59	15.8	5.206	0.0076	38.6	0.0085	117.7
16	西北	27	1 750	729.6	152.8	10 242.2	14.04	14.9	4.440	0.0061	34.4	0.0072	138.0
16	西北	27	1 250	727.4	209.1	7 273.6	10.00	15.0	2.685	0.0037	40.6	0.0044	228.2
16	东	8	3 500	696.7	242.0	14 888.6	21.37	16.3	7.359	0.0106	32.9	0.012	83.3

注: 表中数值为1987年、1988年、1989年测定平均值, 3年平均降雨量为612.7mm。

在水分供求关系协调与矛盾突出的水分生态环境中。毫无疑问由于水分条件的限制,阴坡刺槐林生产力不会太高,阳坡刺槐林生产力将会更低。

#### (四) 刺槐林地水分生产力分析

##### 1. 营造刺槐林是对荒坡水分的有效利用

据测定,荒坡草地年总耗水量为618.2mm,阳坡、阴坡、半阳缓坡刺槐林年耗水量分别为752.0mm,707.6mm和696.7mm,是荒草地的1.22倍、1.14倍和1.13倍。荒坡野生草本植物初级生产量为2075kg/ha·a,阳坡、阴坡、半阳缓坡刺槐林地上部分生物量各为7526.7kg/ha·a,12746.6kg/ha·a和14888.6kg/ha·a,分别是荒坡的3.63倍、6.14倍和7.18倍,并且刺槐林生物量中还包括有经济价值的木材2~3.5m<sup>3</sup>/ha·a。林地虽然比荒草地多消耗13%~22%的土壤水分,但每1mm耗水的生产效率由4.4kg/ha·a(荒草地)提高到16.7kg/ha·a,提高了3.8倍。可见营造刺槐林后,使荒坡生产力得到大幅度提高,使荒坡土壤水分资源得到有效利用,林地水分下降的实质是获得了木材和生产了干物质。

##### 2. 刺槐林地水分生产效率

林地水分生产效率分为生物量水分生产效率和材积水分生产效率。

生物量水分生产效率指单位面积(1ha)上林木和草本植物消耗1mm的水分所生产的干物质产量。测定结果表明(表5),密度(3500株/ha)大的半阳缓坡中龄林地水分生产效率最大,每1ha消耗1mm的水分能生产21.37kg干物质,阴坡中龄林地(2300株/ha)次之,水分生产效率为18.59kg/ha·mm,其次是阳坡中龄林地,水分生产效率为10.01kg/ha·mm,幼林地最少,仅为5.22kg/ha·mm。半阳坡、阴坡林地生物量和水分生产效率为阳坡林地的2.1倍和1.9倍,中龄林地平均水分生产效率是幼林地的3.2倍。并且阴坡密度为2300株/ha的林分生物量,水分生产效率是密度为1750株/ha和1250株/ha林分的1.3倍和1.9倍。

若以蒸腾系数分析,阴坡半阳坡中龄刺槐林每1ha生产1t干物重需蒸腾耗水15~16.3mm水,阳坡中龄林所需蒸腾耗水量较大,达26mm。

材积水分生产效率指每1ha林木消耗1mm的水分所生产的木材蓄积量。计算结果表明(表5),密度大的半阳缓坡中龄林材积水分生产效率最大,为0.0106m<sup>3</sup>/ha·mm,阴坡中龄林次之,为0.0076m<sup>3</sup>/ha·mm,其次为阳坡中龄林,材积水分生产效率为0.0047m<sup>3</sup>/ha·mm,幼龄林材积水分生产效率最低,只有0.0012m<sup>3</sup>/ha·mm。阴坡、半阳坡刺槐林材积水分生产效率分别为阳坡林分的1.6倍和2.3倍,中龄林是幼龄林6.4倍。此外,同一坡向,密度大的林分材积水分生产效率大,阴坡密度为2300株/ha的林分材积水分生产效率是1750株/ha、1250株/ha林分的1.2倍和2.1倍。若以水分生产效率的倒数即耗水系数表示可知,密度大的半阳缓坡中龄林每年每1ha生产1m<sup>3</sup>木材需消耗土壤水分94.3mm,阴坡刺槐林消耗131.6mm,阳坡刺槐林所消耗的土壤水分更多,达212.8mm,是阴坡、半阳缓坡刺槐林的1.6倍和2.3倍。

从材积蒸腾系数分析,幼龄林每年每1ha生产1m<sup>3</sup>的木材需蒸腾耗水98.4mm,高于中龄林,阳坡中龄林蒸腾系数为55.1mm/ha·m<sup>3</sup>,阴坡半阳缓坡中龄林分别为38.6和32.9mm/ha·m<sup>3</sup>。生产1m<sup>3</sup>木材,阳坡刺槐林蒸腾耗水量比阴坡、半阳缓坡刺槐林高出42.7%和67.5%。

耗雨系数指每1ha刺槐林每年生产1m<sup>3</sup>木材所消耗的雨量。计算结果表明(表5),幼龄刺槐林耗雨系数最大,达705.1mm/ha·m<sup>3</sup>,阳坡中龄林次之,为172.4mm/ha·m<sup>3</sup>,其次为阴坡中龄林,耗雨系数为117.7mm/ha·m<sup>3</sup>,密度大的半阳缓坡中龄林耗雨系数最低,只有83.3mm/ha·m<sup>3</sup>。刺槐林每年每1ha生产1m<sup>3</sup>的木材,幼龄林所需要的雨量是中龄林的5.6倍,阳坡

中龄林是阴坡、半阳缓坡刺槐林的1.5倍和2.1倍。

综上所述,刺槐在幼龄阶段,单位面积生产1t干物质和1m<sup>3</sup>的木材,蒸腾耗水、林地耗水和耗雨量大于中龄林,水分生产效率低于中龄林,阳坡中龄林蒸腾耗水、林地耗水和耗雨量也大于阴坡、半阳缓坡中龄林,但水分生产效率却明显低于二者。

### 3. 林地水分条件与生产力

黄土高原沟壑区沟坡林地土壤水分生态条件的优劣,是生产力高低的重要标志。通过对不同立地条件刺槐林地水分有效性(见笔者黄土塬区刺槐林地水分特征一文)和供水、耗水关系分析可知,阳坡林地不论丰水年还是欠水年,土壤水分均处于亏缺状态,水分供求矛盾尖锐。阴坡、半阳缓坡刺槐林地丰水年水分适宜,水分供需关系协调,欠水年土壤水分严重不足,供求矛盾突出,刺槐生长在适宜与亏缺交替变化的水分生态环境中。半阳缓坡、阴坡与阳坡差异明显的水分条件,决定了半阳缓坡、阴坡刺槐林生产力必然高于阳坡。刺槐林木材蓄积量测定结果充分证实了这一点(表6)。从表6可知,密度大的半阳缓坡刺槐林木材总蓄积量达56.39m<sup>3</sup>/ha,年平均为3.52m<sup>3</sup>/ha,阴坡刺槐林总材积为42.86m<sup>3</sup>/ha,年均值2.68m<sup>3</sup>/ha,阳坡刺槐林总材

6 刺槐林木材蓄积量

林龄 (年)	坡向	坡度 (°)	密度 (株/ha)	总材积 (m <sup>3</sup> /ha)	年平均 (m <sup>3</sup> /ha)	测定年份材积 (m <sup>3</sup> /ha·a)			
						1987年	1989年	1989年	平均
14	西南	28	2 300	33.36	2.38	2.18	4.60	3.90	3.56
16	西北	27	2 300	42.86	2.68	5.48	5.67	5.63	5.59
16	东	8	3 500	56.39	3.52	7.21	7.47	7.40	7.36

积33.36m<sup>3</sup>/ha,年均值2.38m<sup>3</sup>/ha。半阳缓坡、阴坡刺槐林总材积是阳坡林的1.7倍和1.3倍,材积连年平均生长量是阳坡的1.48倍和1.13倍。中龄林阶段,刺槐年平均材积增大,阳坡林为3.56m<sup>3</sup>/ha,阴坡、半阳缓坡为5.63和7.4m<sup>3</sup>/ha,分别是阳坡林的1.6倍和2.1倍。另外,刺槐中龄林阶段的年材积生长与降雨量密切相关,丰水年材积生长量大于欠水年。

总而言之,黄土塬区千沟万壑,大部分沟壑沟深坡陡,水分条件较差,与塬面相比,生产力低下,作为农业开发困难很大,营造水土保持林不仅可以减少水土流失,而且每1ha每年可生产2~3.5m<sup>3</sup>木材,花费代价很低,这种土地及水分资源的利用是完全合理的,在黄土高原沟壑区有广泛的代表性,应进一步加速推广。

(上接第70页)

而阳坡则处于严重亏缺状况。

5. 不同坡向的刺槐林生产力,耗水量与水分生产率均有差异。半阳坡比阻坡有较高的生产力,在利用上半阳坡、阳坡可作用材林经营,而阳坡则以水土保持为主,在不影响生态效益前提下,可利用早期速生特点,对阴坡中龄刺槐林皆伐萌蘖更新,获得一定的经济效益。