

# 黄土丘陵区人工草地盖度 季动态及其水保效益

张光辉 梁一民

(中国科学院西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)  
水利部

**摘要** 该文依据野外人工降雨试验结果,对2年生人工沙打旺、草木樨草地盖度季动态及其水土保持效益作了分析和探讨。结果表明,草地盖度季动态呈幂函数分布;盖度与产流开始时间、径流量、泥沙量之间均存在指数相关关系;人工沙打旺草地盖度峰值与黄土丘陵区多年降雨年内分布峰值出现的时间同步,加之盖度较大,具有良好的水土保持效益。

**关键词** 人工草地 盖度季动态 水保效益

## The Seasonal Change of Artificial Grassland Coverage and Its Soil and Water Conservation Benefit in loess Hilly Region

Zhang Guanghui Liang Yimin

(Northwestern Institute of Soil and water Conservation, Academia Sinica  
and ministry of water Resource, Yangling, Shaanxi, 712100)

**Abstract** Based on the experiment data of field simulative rainfall, the seasonal change of coverage of two years old artificial grassland of *Astragalus adsurgens* and *Melilotus albus* and their benefits of soil and water conservation were analysed and discussed in this paper. The results are showed as follow the seasonal change of coverage was power distribution; the correlation are exponent function between coverage and the time of runoff beginning, or runoff amount, or sediment yield seperately, the peak value of coverage of artificial grassland appeared at the same time as the peak value of yearly rainfall dtribution appeared. Meanwhile, because of high coverage, the benefit of soil and water conservation was very good

**Key words** artificial grassland the seasonal change of coverage benefit of soil and water conservation

林草措施作为水土保持三大措施之一,对于防止、控制水土流失的发生、发展具有很重要的作用。但是黄土丘陵区由于恶劣的自然条件,许多陡坡地不宜农作物和林木生长,因此,种草则显得十分重要。许多试验资料表明:植被盖度越高,地面直接遭受雨滴打击越小,减轻地面径流冲刷力的作用越大,坡面产沙越小<sup>[1]</sup>。但草地盖度具有明显的年动态和季动态,在生长年内盖度有其由小到大,达峰值后又逐渐减小的变化过程,而黄土高原的水土流失,主要由分布于7、8、9三个

月少数几场暴雨(雨强大于 0.75mm/min)引起的<sup>[2]</sup>。因此,研究草地盖度季动态、分析盖度季动态与降雨分布是否趋于同步,对于阐述、评价草地盖度的水土保持效益有重要的意义。

## 1 试验区概况

### 1.1 自然条件

试验在中国科学院安塞试验站完成。安塞站地处黄土高原中部,区内沟壑纵横,坡陡沟深,属典型的梁峁状丘陵沟壑区,海拔 1 068~1 309m,植被属暖温带森林草原区,天然森林植被破坏殆尽,呈现草原化森林草原景观。人工草地主要为沙打旺、草木樨、苜蓿等,土壤为黄绵土,年均气温 8.8℃,绝对最低温 -23.6℃,绝对最高温 38.6℃,全年≥10℃积温 3 119℃,无霜期159天。年日照时数 2 416h,年总辐射量 552 657.6J/cm<sup>2</sup><sup>[3]</sup>。

### 1.2 试验区多年降雨量年内分布

对安塞县真武洞镇(试验站所在地)1956~1990年降雨资料统计表明:多年平均降雨量 522.2mm,年最大和最小降雨量之比 867.0(1964年)/296.6(1974年)=2.92,年降雨量变差系数:Cv=0.24(计算值),Cv=0.27(适线值)。不同重现期年降雨量:20%(丰水年)640.9mm;50%(平水年)536mm;75%(偏枯年)427.4mm;95%(枯水年)302.3mm。各典型年降雨量年内分布见表 1,多年平均降雨量年内分布见图 1

表 1 典型年降雨量年内分配

频率 P%	典型年降雨量月分配 (%)													
	年份	降雨量(mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20	1959	640.9	1.9	0.0	8.7	2.3	3.6	21.1	16.1	36.3	3.0	4.5	1.8	0.0
50	1976	536.1	0.0	4.5	1.3	6.9	2.4	6.4	28.1	33.6	2.1	3.5	0.1	1.1
75	1957	427.4	2.1	0.7	1.2	11.77	17.0	13.8	32.1	10.7	6.4	0.0	4.3	0.0
95	1965	302.3	0.0	1.3	2.4	12.0	5.2	8.3	40.2	6.7	9.2	10.3	4.4	0.0

## 2 试验方法

### 2.1 试验地情况

试验地位于安塞站试验区沟缘线以上陡坡地,面向东南,坡度为 23°。试验地共计 6 块,每块面积 5m×2m,1993 年春季播种沙打旺和草木樨各 3 块,1994 年返青以后,用网格法均匀间苗,草地密度分别控制为:沙打旺——32 株/m<sup>2</sup>、16 株/m<sup>2</sup>、8 株/m<sup>2</sup>、草木樨——8 株/m<sup>2</sup>、4 株/m<sup>2</sup>、2 株/m<sup>2</sup>。每块试验小区用水泥板与周围隔开,草群生长良好。

### 2.2 盖度调查方法

试验过程中,曾先后采用过多种(目估、照像、点测)盖度调查方法,最后经相互对照校正后采用点测法。点测法是随着生态学的发展创造出新的调查方法,特别在英国和新西兰普遍作为草地盖度的调查方法,而且不断地改进着。点测法的调查原理是用一根根尖锐的铁针,由草冠上层垂直

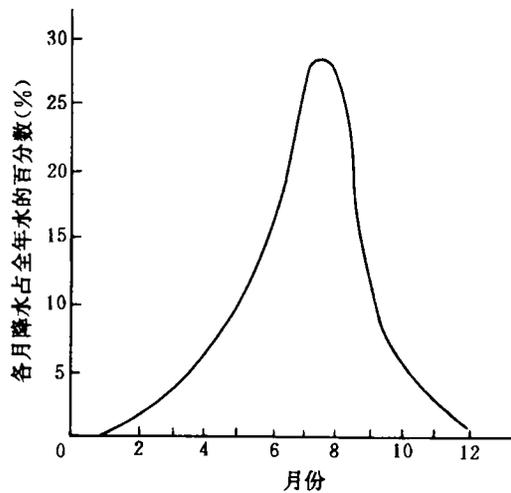


图 1 多年平均降雨量年内分布曲线

放下,记录针尖端所接触的植物枝叶,如无枝叶则作为裸地处理<sup>[4,5]</sup>。该试验中所用调查器的构造如图 2 所示,针与针间距离为 10cm,一排并列 10 根针,装在一木架上,木架长 110cm,每根针均能自由地上下移动。两边木架可以根据草高的需要用螺丝来调节调查器的高度,针长 105cm,直径 2mm。

草地于 4 月中旬开始生长,从 5 月 10 日开始,每隔 10 天测一次草地盖度,调查时将调查器木架放在草地地面,使木架呈水平状,将 10 根铁针从草冠上部一根根垂直放下,记录碰到草群枝、叶的针数,如有 6 根针碰到草群枝叶,盖度即为 0.6。每块试验地重复 12 次,取其平均值。

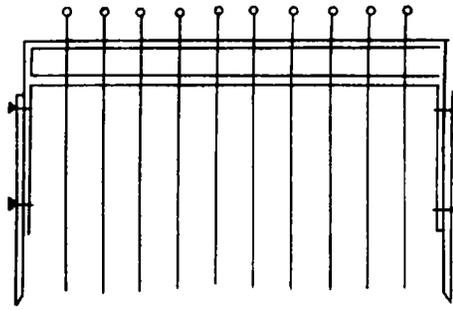


图 2 调查器结构示意图

### 2.3 人工降雨试验

为了探讨不同盖度草地水保效益而进行了人工降雨试验,试验时采用两个侧喷式喷头同时对喷,降雨高度 4.5m,降雨强度 0.84mm/min,降雨历时 11.33min,降雨量 9.52mm,压力表读数 3.0kg,孔板直径 7mm。为了减小风对降雨的影响,人工降雨试验一般在早晨 6h 进行,记录径流开始产生时间(RBT),径流产生以后每隔 2min 读一次径流桶上标尺读数,同时取一次水样,用来换算泥沙含量。从均匀分布于试验地内 9 个雨量筒接收雨量来看,降雨基本均匀。

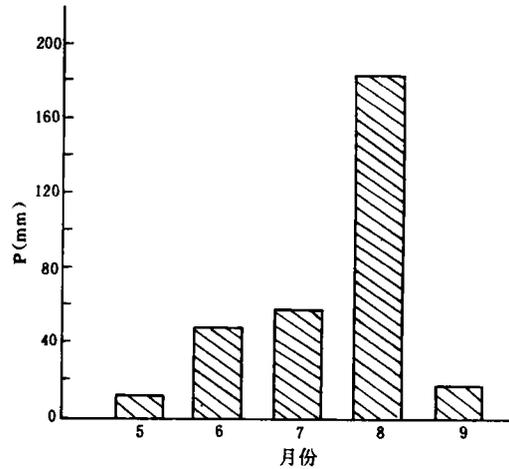


图 3 1994 年 5~9 月降雨量

## 3 试验结果

一般而言,草地盖度随着立地条件、草种密度、生长年限、年内降雨量多少和降雨量在年内分布的差异而有所不同。同一块草地,其盖度随生长季节、生长发育阶段的不同而变化。本试验在 1994 年特定降雨(1994 年 5 月至 9 月,月降雨量见图 3)和一定立地条件下观测了 2 年生沙打旺、草木樨人工草地盖度随着年内时间和不同密度的变化动态,观测结果见图 4 和图 5。对沙打旺和草木樨草地盖度随年内时间变化进行分析的结果表明:不同密度草地其盖度季动态均为时间幂函数,回归结果见表 2,分布曲线见图 6 和图 7。

表 2 不同密度人工草地季动态回归曲线参数表

处 理	参 数		回归系数
沙打旺 D=32	$\log a=2.922$	$b=0.2899$	$R=0.925$
沙打旺 D=16	$\log a=2.953$	$b=0.33779$	$R=0.908$
沙打旺 D=8	$\log a=2.105$	$b=0.3643$	$R=0.993$
草木樨 D=8	$\log a=1.706$	$b=0.5459$	$R=0.929$
草木樨 D=4	$\log a=1.259$	$b=0.5713$	$R=0.906$
草木樨 D=2	$\log a=1.458$	$b=0.4082$	$R=0.735$

注:回归方程表达式: $c=a * t^b$

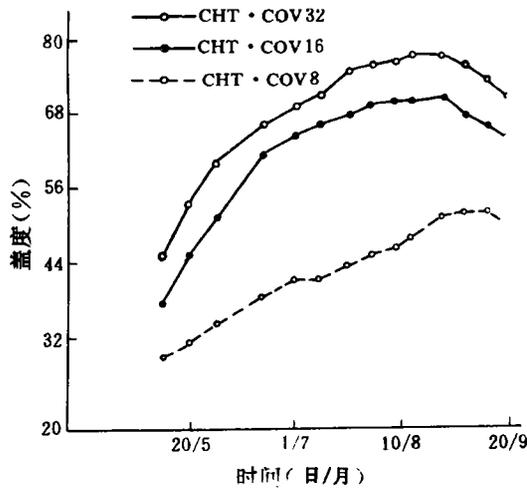


图 4 不同密度沙打旺盖度季动态

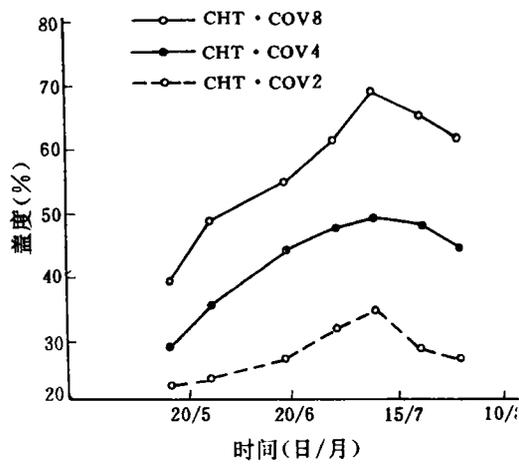


图 5 不同密度草木樨盖度季动态

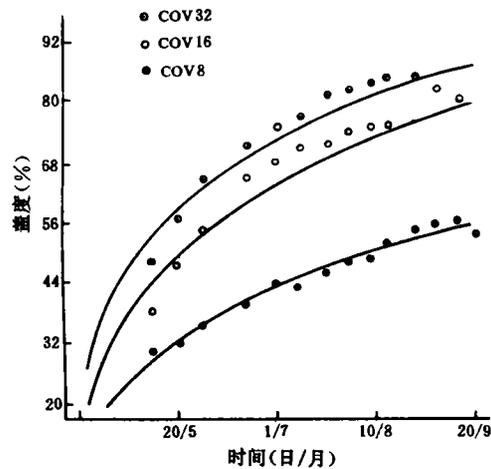


图 6 沙打旺盖度季动态回归曲线

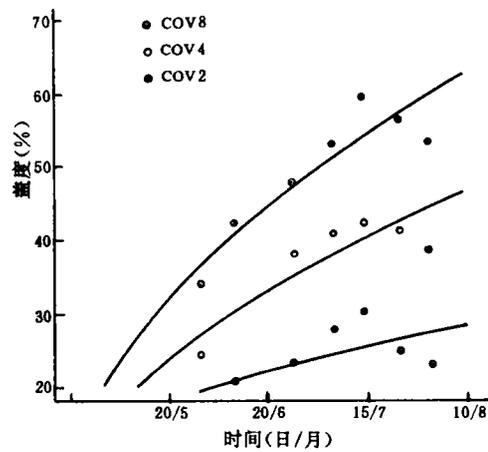


图 7 草木樨盖度季动态回归曲线

### 3.1 草木樨草地盖度季动态特征

从图 5 和图 7 可以看出,草木樨草地盖度季动态具有以下特征:第一,不同密度的草木樨草地具有相同的盖度变化趋势。即从 4 月 10 日前后开始生长,盖度逐渐增大,7 月上旬相继达到峰值,然后随着生长期的完成,盖度又开始减小,至 7 月下旬或 8 月初死亡。第二,密度在 8 株/m<sup>2</sup> 以下,盖度随密度变化显著,盖度与密度间存在正相关关系。从图 4 可明显看出,在同一时段,3 块不同密度的草地其盖度自始至终无相交的时候,而且密度大者其盖度也大,以峰值为例,密度为 8 株/m<sup>2</sup>、4 株/m<sup>2</sup>、2 株/m<sup>2</sup> 的草木樨草地其盖度峰值分别为:0.71、0.48、0.30。密度为 8 株/m<sup>2</sup> 的草地,自 5 月 20 日,盖度均在 0.5 以上,另外两种密度处理盖度均小于 0.48。第三,与多年降雨量年内分布相比,草木樨草地盖度峰值出现较降雨峰值为早,多年降雨量峰值在 7 月下旬至 8 月下旬,而草木樨草地盖度峰值出现在 7 月上旬,这种差异的存在可能会限制其水保功效的发挥。如在 6 月中、下旬至 7 月上旬发生暴雨,草木樨草地则具有较好的水土保持效益。

### 3.2 沙打旺草地盖度季动态特征

第一,与草木樨草地一样,不同密度沙打旺草地间也存在明显的相同变化趋势。从图 4 和图

6中可以看到,沙打旺草地4月上旬开始生长,8月中旬盖度达到峰值,随后减小,至10月中、下旬死亡。第二,密度在32株/m<sup>2</sup>以下的沙打旺草地,其密度和盖度间也存在正相关关系。不同密度的沙打旺草地其盖度差异随密度增加而减少,密度为32株/m<sup>2</sup>、16株/m<sup>2</sup>、8株/m<sup>2</sup>的沙打旺草地其盖度峰值分别为0.77、0.71、0.50。密度为16、32株/m<sup>2</sup>沙打旺草地,自5月20日后盖度均达0.5以上。第三,沙打旺草地盖度季动态与多年降雨量年内分布基本趋于同步,这一特点有利于防止水土流失的发生和发展。

表3 不同盖度草地人工降雨试验结果

处 理	盖 度 (%)	产流开始时间 (min)	人工降雨期间径流泥沙量	
			径流量(10 <sup>-2</sup> m <sup>3</sup> )	泥沙量(g)
草 D=2	20	1.33	3.40	59.84
草 D=8	36	2.04	2.70	54.00
沙 D=8	44	3.00	2.33	29.15
沙 D=16	55	4.00	1.93	23.16
沙 D=32	69	5.08	1.30	22.10
荒坡	0	0.92	1.53	64.24

### 3.3 草地不同盖度水保效益分析

对人工降雨结果进行统计分析得到,盖度(C)与产流开始时间[RBT(min)、径流量(Runoff Amounts)、泥沙量(Sediment yeild)间均存在着指数相关关系,从相关系数来看,相关显著。结果见表4和图8、图9、图10。

表4 草地不同盖度水保效益分析结果

因 变 量	自变量	参 数		相关系数
产流开始时间	盖度	a=-0.146	b=2.635	R=0.991
径 流 量	盖度	a=-2.943	b=-1.932	R=-0.988
泥 沙 量	盖度	a=4.322	b=-1.820	R=-0.913

注:回归方程表达式:Y=exp(a+bx)

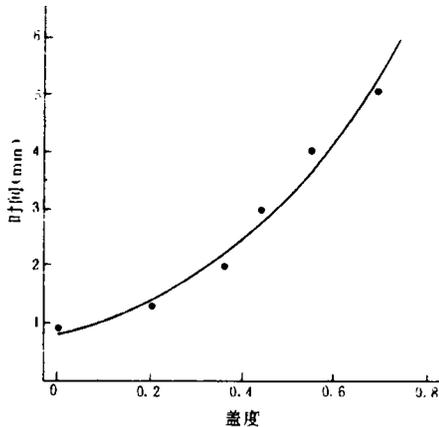


图8 盖度与产流开始时间回归曲线

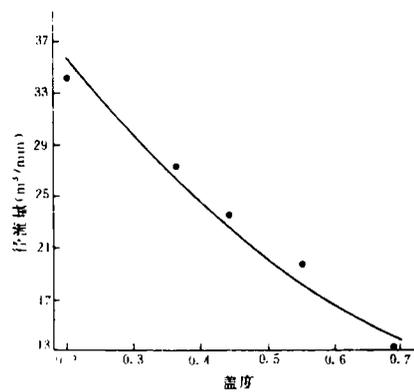


图9 盖度与径流量回归曲线

## 4 结语与讨论

我们对草木樨和沙打旺人工草地盖度季动态作了比较统计分析,发现两种草地在生长年内盖度均呈幂函数变化趋势,同时将其盖度季动态与本区多年平均降雨量年内分布作以比较,发现

草木樨草地盖度峰值出现较多年降雨量年内分布峰值和沙打旺草地盖度峰值为早;沙打旺草地盖度峰值与多年降雨量年内分布峰值出现时间趋于同步,故在该地区沙打旺草地水土保持效益比草木樨草地更好,对草地盖度的水土保持效益分析结果表明:草地盖度与开始产流时间、径流量以及泥沙量间均存在着指数相关关系。

任何草种其种群生长有一个最适宜的密度,超过该密度后,其生长发育随着密度增大而降低。本试验结果表明,2年生密度为8株/m<sup>2</sup>的草木樨草地,其盖度峰值可达0.70左右,在雨季来临时,可起到较好的水土保持作用。就水土保持效益而言,草木樨草地的密度不应低于8株/m<sup>2</sup>。沙打旺系多年生豆科牧草,据有关资料证明,一般第2至第4年生最旺盛。据对2年生沙打旺草地测定结果表明,为了提高沙打旺草地水保效益,在陡坡种植沙打旺,其密度应不小于16株/m<sup>2</sup>,这可使其较好地发挥水土保持功效。

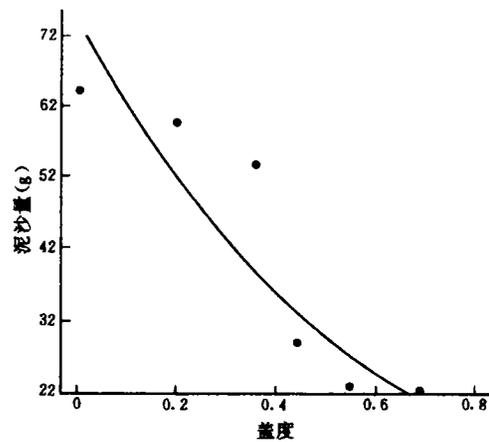


图10 盖度与泥沙回归曲线

#### 参 考 文 献

- [1] 王秋生. 植被控制土壤侵蚀的数学模型及其应用.《水土保持学报》,1991年,第4期
- [2] 石生新. 高强度人工降雨条件下影响入渗速率因素的试验研究.《水土保持通报》,1992年,第2期
- [3] 侯喜禄等. 陕北黄土丘陵沟壑区植被减沙效益研究.《水土保持通报》,1990年,第2期
- [4] 岩田悦行著. 草地生态学. 祝廷成等译,1981年
- [5] S. B. 查普曼等著. 植物生态学的方法. 北京:科学出版社,1980年