

# 黑龙江省土壤流失方程的研究

张宪奎 许靖华 卢秀琴 邓育江 高德武

(黑龙江省水土保持科学研究所·黑龙江省宾县·150400)

## 提 要

通过对7年大量试验数据的统计分析,建立了黑龙江省土壤流失方程(简称方程) $A = RKLSCP$ 。并确定了方程中诸因子的求算方法和数值及黑龙江省土壤允许流失量,为方程的应用提供了必要的技术数据;还进行了方程的验证,其方程计算值与实测值准确率在90%以上,证明方程在实际应用中具有较大的可靠性。该方程的建立,为监测预报水土流失及制定水土保持规划提供了一整套的科学方法和依据。

关键词: 土壤流失方程 降雨侵蚀力 R指标 土壤允许流失量

## A Study on the Soil Loss Equation in Heilongjiang Province

Zhang Xiankui Xu Linghua Lu Xiuqin Deng Yujiang Gao Dewu  
(Institute of Soil and Water Conservation of Heilongjiang Province, Bin  
County, Heilongjiang, 150400)

## Abstract

By means of the statistical analysis of a large amount experimental data over 7 years, the soil loss equation in Heilongjiang province has been developed as follows:  $A = RKLSCP$ . The algorithm and data for every factor in the equation as well as the capacity for permitable loss of soil in Heilongjiang province have been determined, which provided the necessary technological data for furture use of the equation. At the same time, the authors have made a test to the equation. The results indicate that the data accuracy by calcultaing exceeds 90% when compared with the practical data, and which proved that the equation may has a higher reliablity in furture application. The development of the equation may provide a series of scientific methods and base for monitoring and predicting soil and water loss, and for working out programmes of soil and water conservation.

**Key word** soil loss equation rainfall erosive force index of R the apacity for permitable loss of soil

## 一、研究方法

从1985年开始,我们在全省遭受侵蚀的3种主要土壤黑土、白浆土、暗棕壤修建31个径流试验区,利用天然降雨、人工模拟降雨和收集有关资料等方法,观测土壤流失量,记录降雨资料及摘录全省20个气象台(站)的有关降雨资料,对方程中诸因子进行研究分析,确定适用于全省方程中各因子的指标。

## 二、试验设计

该项试验共修建了31个径流试验区。其中:R和K因子在克山县(黑土)、宾县(白浆土)和牡丹江市(暗棕壤)共设10个径流区。克山县和宾县每个试验重复4次,试验区面积分别为 $20\text{m} \times 2\text{m}$ 与 $5\text{m} \times 2\text{m}$ ;牡丹江每个试验重复2次,试验区面积为 $20\text{m} \times 5\text{m}$ ,坡度15.8%,试验区均为无植被和无水土保持措施的裸露区。

C因子试验区设在克山县黑土区,共21个试验区,面积均为 $5\text{m} \times 2\text{m}$ ,坡度9%。分别种植玉米、高粱、谷子、大豆,小麦。其中,小麦为平播,单设1个对照区,其它4种作物为垅作,共设1个对照区。各试验区均为3次重复。田间管理同当地大田作物。

P因子是收集全省实验站、实验场、科研网点的试验研究资料,进行整理分析,计算出有关水土保持措施的P值。

LS因子是利用各地的试验资料,进行统计分析,推导出其计算公式。

我们把坡长为20m,宽为2m,坡度为9%,无植被,无水土保持措施,径流区作为全省的标准径流区。

## 三、研究结果与分析

### (一) 降雨侵蚀力R指标的确定与R值的计算

1. 降雨侵蚀力R指标最佳组合结构的确定。降雨侵蚀力是降雨引起土壤侵蚀的潜在能力,通称R指标,它是降雨动能和雨强的函数。我们把克山县和宾县径流小区的实测土壤流失量和降雨资料,进行降雨侵蚀力与土壤流失量的相关分析,并根据全省侵蚀降雨特征等方面的研究,确定黑龙江省降雨侵蚀力R的最佳指标。其中克山县为4年资料,分析样本29个,宾县为5年资料,分析样本68个。根据国内外的研究结果,R指标的基本组合结构形式是降雨动能E与降雨强度I的乘积,在这EI结构中,理想的R指标值主要取决于E和I的参数值。为此,我们选定10min、20min、30min、60min 4个降雨时段,将不同时段降雨动能 $E_t$ 与不同时段降雨强度 $I_t$ ,组成14个组合结构形式,求出各结构参数与土壤流失量的相关分析结果(表1)。暴雨动能的计算采用维斯奇迈尔的经验公式:

$$E = E_1 P \quad (1)$$

$$E_1 = 210.3 + 89 \lg I \quad (2)$$

式中:  $E$ —一次降雨中某时段降雨量产生的动能( $\text{J}/\text{m}^2$ );  $P$ —某时段降雨量(mm);

$E_1$ —某时段降雨单位面积上每毫米降雨产生的动能( $\text{J}/\text{m}^2$ );  $I$ —某时段降雨强度( $\text{cm}/\text{h}$ )。

从表1看出, $E_t I_t$ 各种组合结构形式与土壤流失量的相关程度以 $E_{30} I_{30}$ 最高,这与维斯奇迈尔的研究结果( $\sum E I_{30}$ )不同。分析其原因,主要是由于引起全省侵蚀降雨特征所决定的:

(1) 引起全省土壤侵蚀的降雨类型主要是短历时、高强度的暴雨。这类暴雨持续的时间一般在1h左右,峰顶雨强一般不超过1h,但土壤侵蚀很强烈(表2)。而在短历时、高强度的降雨后期,有一段时间较长低强度间歇降雨,一般不会引起土壤侵蚀,但有一定的雨量,按动能计算公

表1  $E_{i_0}$  土壤流失量相关分析结果

地点	$E_{10}I_{10}$	$E_{20}I_{20}$	$E_{30}I_{30}$	$E_{60}I_{60}$	$E_{20}I_{20}$	$E_{30}I_{30}$	$E_{60}I_{60}$
宾 县	0.530	0.656	0.639	0.672	0.708	0.711	0.700
克山县	0.590	0.704	0.725	0.672	0.607	0.623	0.569
平均	0.560	0.680	0.680	0.672	0.658	0.667	0.635

续表1

地点	$E_{30}I_{30}$	$E_{60}I_{60}$	$E_{60}I_{60}$	$\Sigma EI_{10}$	$\Sigma EI_{20}$	$\Sigma EI_{30}$	$\Sigma EI_{60}$
宾 县	0.692	0.749	0.680	0.503	0.575	0.557	0.536
克山县	0.667	0.814	0.520	0.601	0.628	0.638	0.583
平均	0.679	0.782	0.600	0.552	0.602	0.598	0.560

表2 宾县不同侵蚀类型降雨动能与土壤流失量比较表

降雨类型	降雨时间 (年.月.日)	降雨量 (mm)	历时 (min)	雨 强 (mm/min)	动能 $\Sigma E$ ( $J/m^2$ )	动能 $E_{60}$ ( $J/m^2$ )	侵蚀量 (t/ha)
短历时	1987 08 12	34.5	75	0.46	916.29	797.49	11.75
	1988 07 03	31.1	80	0.39	840.17	795.10	6.98
高强度	1988 09 17	34.4	20	1.72	1 039.86	1 039.86	8.78
长历时	1985 08 13	18.9	600	0.03	332.55	173.90	1.09
	1985 08 20	29.9	470	0.06	604.28	261.23	0.55
低强度	1986 08 31	26.7	1 600	0.02	560.76	112.17	0.47

式(1)计算结果,增加了这部分雨量的动能。采用 $E_{60}$ 舍去这部分无侵蚀降雨能量,从而提高了与土壤流失量的相关程度。同时,若把这部分动能也用来作为计算R值,势必增大了R值,这与实际情况不符;(2)引起全省土壤侵蚀的另一种降雨类型是长历时低强度的降雨,对土壤侵蚀很小(表2),但雨量大,计算出的动能也大(主要是因公式(1)中P的影响)。采用 $E_{60}$ 舍掉侵蚀量很小,动能却较大的能量,计算出的R值更符合实际情况。

综合上述研究分析,适合全省的最佳R指标是 $E_{60}I_{30}$ ,而不是 $\Sigma EI_{30}$ ,且计算程序比 $\Sigma EI_{30}$ 简便易行,所以,确定 $E_{60}I_{30}$ 作为全省的R指标。即:

$$R = E_{60}I_{30} \quad (3)$$

式中:R——一次降雨的侵蚀力( $J/m^2$ ); $E_{60}$ ——一次降雨60min最大降雨产生的动能( $J/m^2$ ); $I_{30}$ ——一次降雨30min最大降雨强度( $cm/h$ )。

2. 降雨侵蚀力R值的计算。应用各地自记纸的降雨资料,运用 $R = E_{60}I_{30}$ 的公式计算出全省各地一次侵蚀降雨的R值,将1年内各次侵蚀性降雨的R值累加得到1年的R值,将多年的R值累加除以年份,即得到本地区多年平均R值,亦即方程中R值。

要计算全省各地R值,必须首先确定侵蚀性降雨标准。其方法:利用宾县、克山县标准径流区的土壤流失量和侵蚀性降雨资料进行统计分析,分别求得侵蚀性降雨的基本雨量标准、一般雨量标准、瞬时雨率标准和暴雨标准。再根据侵蚀性降雨的基本雨量标准(9.8mm)和瞬时雨率标准(10min为2.0mm、20min为3.1mm、30min为3.8mm、60min为4.9mm)摘录了全省20个有代表性气象站自记雨量纸的降雨资料计算出(15~35年)20个气象站的年均R值(结果见表3)。

表3 黑龙江省降雨侵蚀力R值计算结果

气象站名	资料年限	计算年数(年)	降雨次数(次)	平均降雨侵蚀力R值(J/m <sup>2</sup> )						
				5月	6月	7月	8月	9月	10月	年值
齐齐哈尔	1956~1985年	30	374	0.967	9.730	35.546	20.293	2.643		69.179
安达	1955~1985年	31	406	1.369	10.763	53.141	46.813	6.929		119.014
富锦	1959~1985年	30	392	1.247	16.399	32.122	30.254	7.268	0.007	87.297
鸡西	1958~1985年	30	408	1.314	12.386	32.428	22.938	2.498	0.032	71.596
佳木斯	1961~1988年	28	479	2.129	12.188	35.092	26.578	4.332	0.023	80.342
牡丹江	1953~1989年(无1984年1986年)	35	519	1.075	10.768	16.751	19.477	6.823	0.009	57.138
宝清	1958~1985年(无1961年)	27	429	1.567	15.853	30.870	30.704	5.498	0.153	84.645
伊春	1956~1985年	30	647	1.590	13.478	48.526	32.716	8.439	0.016	104.765
克山	1957~1989年	33	546	1.504	16.155	70.751	29.549	7.483		125.442
宾县	1959~1989年	32	563	2.469	11.936	61.773	31.228	5.921		113.327
海伦	1956~1985年	30	520	2.855	19.139	39.977	30.561	9.700		102.232
石灰窑	1962~1988年	25	331	0.040	17.003	43.854	26.491	3.612		91.000
二道盘查	1963~1981年(无1971年1972年1973年1980年)	15	161		9.096	17.577	7.153	2.412		36.238
伐木场	1971~1989年(无1972年1973年1975年1976年)	15	215		8.675	27.536	21.484	5.902		63.597
东风	1964~1988年(无1972年1973年)	23	312	0.024	17.937	23.429	29.504	4.361		75.255
绥化	1957~1985年	29	497	2.733	23.720	57.020	37.517	6.004	0.025	127.019
吴家堡	1957~1988(无1961年1961年)	24	312	0.097	10.767	21.720	15.084	12.392		60.061
江桥	1962年1966—1971年	27	351	1.108	11.139	40.943	27.671	3.613		84.474
毕拉叶	1962~1988年	18	285		18.127	21.444	33.444	6.985		80.000
呼玛	1964~1988年(无1965年1971年)	30	439	0.264	9.585	23.124	21.988	3.478		58.439
呼玛	1959~1985年	542	8186	22.322	274.545	733.159	540.447	116.104	0.265	1698.501
Σ		27.15	409.3	1.601	13.742	36.681	27.072	5.815	0.013	84.925
$\bar{x}$				1.89	16.18	43.19	31.88	6.85	0.01	100
占年(%)										

上述R值的计算必须依赖于详细的自记雨量纸的摘录资料,工作量很大,费工,又耗费资金。因此,我们分析了R值的简捷计算方法,经统计分析发现,频率为50%的6h的降雨量[H(mm)]与R值关系密切,是计算R值较好的降雨指标。有以下关系式:

$$R = 0.025H^{2.114} \quad (4)$$

经过验证,此公式计算的R值准确度较高,特别是对缺少自记雨量记录地区更有它的适用价值。我们用此公式计算出80多个地区的R值,为绘制全省R值等值线图提供了大量数据,为R值的直接使用提供了更方便的条件。

(二)土壤可蚀性因子K值的求算 土壤可蚀性因子是反映在其它影响侵蚀因子不变时,由

于土壤本身性质不同所引起土壤侵蚀的差异。它等于标准径流区单位降雨侵蚀力的土壤流失量。

黑龙江省共有12种类型土壤，其中，水蚀以黑土、白浆土和暗棕壤最为严重。所以，我们对上述3种土壤进行了K值的研究。它的求算采用实测法、诺模图法和经验公式法。3种方法以实测法为准。

1. 实测法。以克山县、宾县和牡丹江市实测的3种土壤流失量除以相应的R值即可求得3种土壤的K值（表4）。

表4 不同类型土壤的k值

年度 (年)	白浆土			黑土			暗棕壤		
	试区侵蚀量 (t/ha·a)	年R值 (J/m <sup>2</sup> )	k值 (t/ha)	试区侵蚀量 (t/ha·a)	年R值 (J/m <sup>2</sup> )	k值 (t/ha)	试区侵蚀量 (t/ha·a)	年R值 (J/m <sup>2</sup> )	k值 (t/ha)
1985	59.14	132.37		31.70	132.60				
1986	13.70	24.05		38.00	84.42				
1987	52.63	175.85		18.44	43.41				
1988	72.18	326.63		6.23	96.62		19.66	27.59	
1989	19.95	45.51					34.89	61.47	
1990	14.40	54.80		24.04	102.29		31.30	51.89	
均值	38.69	126.54	0.31	23.68	91.88	0.26	28.62	46.98	0.28

注：暗棕壤试区为非标准小区、L=20m、S=15.8%。

计算公式：

$$\text{黑土、白浆土 } K = \frac{A}{R} \quad (\text{标准小区}) \quad (5)$$

$$\text{暗棕壤 } K = \frac{A}{RLS} \quad (\text{非标准小区}) \quad (6)$$

式中：K—土壤侵蚀率 (t/ha)；A—多年平均单位面积土壤流失量 (t/ha)；R—降雨侵蚀力；L—坡长因子；S—坡度因子。

2. 诺模图法。根据土壤机械组成、有机质含量、结构和渗透性由诺模图查算不同土壤K值（表5）。

表5 3种方法求得3种土壤的k值

土 类	粉砂+极 细砂(%)	砂 (%)	有机质 (g/kg)	土壤结构	土壤渗透性	实测法	查图法	经验公式法
黑 土	48.72	2.05	2.7	3	3	0.26	0.18	0.18
白 浆 土	57.80	2.14	1.3	2	3	0.31	0.25	0.24
暗 棕 壤	36.00	42.92	1.9	3	3	0.28	0.22	0.22

3. 经验公式法。对于粉砂和极细砂含量小于70%的土壤, 诺模图可求解于下列方程:

$$100R = 2.1M^{1.14}(10^{-4})(12-a) + 3.25(b-2) + 2.5(c-3) \quad (7)$$

式中:  $M$ —土壤颗粒级配参数;  $M = (\text{粉砂} + \text{极细砂百分数})(100 - \text{粘土百分数})$ ;  $a$ —土壤有机质百分数;  $b$ —土壤结构编号;  $c$ —土壤剖面渗透性等级。

由表5看出, 查图法和公式法求得的 $K$ 值比实测法小30%左右。用这两种方法求得的 $K$ 值必须增加30%, 才是某种土壤实际的 $K$ 值。此法可代替实测法, 这为全省其它各种土壤 $K$ 值的求得提供了简便易行的方法。

(三) 坡长坡度因子(地形)  $LS$ 值的求算 坡长是 $L$ 在其它条件相同情况下, 特定坡长的土壤流失量与坡长为20m的土壤流失量的比。坡度是在其它条件相同情况下, 特定坡度的土壤流失量与坡度为9%的土壤流失量的比。 $LS$ 因子也称地形因子, 在实际工作中把两者结合起来作为一个复合因子进行综合计算更为方便。它是在其它条件相同情况下特定坡面的土壤流失量与标准径流区土壤流失量的比率。

将宾县和克山县试验区的有关资料进行研究, 其坡度( $2^\circ \sim 12^\circ$ )指数在1.0~2.3之间, 坡长(20~300m)指数在0.17~0.19之间。根据坡度、坡长与土壤流失量的统计分析, 推导出全省 $LS$ 因子的计算公式:

$$LS = \left(\frac{L}{20}\right)^{0.18} \left(\frac{S}{8.75}\right)^{1.3} \quad (8)$$

$$\text{或 } LS = 0.07197L^{0.18}\theta^{1.3}$$

式中:  $L$ ——坡长(m);  $S$ ——坡度(%);  $\theta$ ——坡度( $^\circ$ )。

#### (四) 植被与经营管理因子 $C$ 的求算

1. 农作物 $C$ 值的求算。作物 $C$ 值表示在其它条件相同情况下, 某种农作物地土壤流失量与无草、犁耕休闲地土壤流失量之比值。我们将玉米、高粱、谷子、大豆、小麦5种作物划分4个生育期, 求出每个时期的 $C$ 值( $C_n$ 值)(表6)。将每个时期的 $C_n$ 值乘以相对应每个时期的 $R$ 值, 占全年 $R$ 值的百分数即得到每个时期的 $C_n$ 值(表6), 将4个时期的 $C_n$ 值相加即得到每年的 $C$ 值。将几年的 $C$ 值总计除以年份所得值即为各种作物的 $C$ 值(表6)。

计算公式如下:

$$C_n = \frac{A_1}{A_2} \quad (9)$$

式中:  $A_1$ ——农作物地土壤流失量;  $A_2$ ——休闲地土壤流失量。

$$C = C_1R_1 + C_2R_2 + C_3R_3 + C_4R_4 \quad (10)$$

式中:  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ 、 $C_4$ ——农作物每个时期的 $C_n$ 值;  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ ——农作物每个时期 $R$ 值占全年 $R$ 值的百分数(%)

2. 草原、森林 $C$ 值的计算。直接借用国外的数据。草地 $C = 0.01 \sim 0.45$ , 森林 $C = 0.001 \sim 0.10$ 。但由于覆盖率不同, 其 $C$ 值也不相同(表7)。在实际应用中可直接查表使用。

$P$ 因子是在其它条件相同情况下, 实行某种保土措施, 农地土壤流失量与顺坡耕作农地土壤流失量之比值。全省各种水土保持措施因子的 $P$ 值如表8

表6 5种作物的C值

作物	年度 (年)	Cn				Rn*				各生长期C值				C值	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
玉米	1986	0.3630	0.2691	0.4117	0.1807										
	1987	0.2522	0.2251	0.0574	0.1926										
	1988	—	0.3361	0.2712	—										
	1989	0.4124	0.3817	0.1086	0.4078										
	$\bar{x}$	0.3425	0.3030	0.2122	0.2604	10.3	34.8	53.8	1.1	0.0353	0.1054	0.1142	0.0029	0.2578	
高粱	1986	0.5240	0.4829	0.3716	0.2736										
	1987	0.5273	0.3157	0.1657	0.2564										
	1988	0.4087	0.6508	0.3006	—										
	1989	0.3279	0.2583	0.1399	0.3043										
	$\bar{x}$	0.4470	0.4269	0.2449	0.2781	10.3	34.8	53.8	1.1	0.0460	0.1486	0.1318	0.0031	0.3295	
谷子	1986	0.4854	0.5528	0.1366	0.3360										
	1987	0.1643	0.2684	0.4828	0.0545										
	1988	0.4449	—	—	0.5120										
	1989	0.3124	0.1646	0.0687	0.0528										
	$\bar{x}$	0.3518	0.3304	0.2294	0.2388	10.3	34.8	53.8	1.1	0.0362	0.1150	0.1234	0.0026	0.2772	
大豆	1986	0.8829	0.4194	0.0743	0.1260										
	1987	0.2502	0.1478	0.1367	0.4563										
	1988	—	—	—	—										
	1989	0.3209	0.6948	0.1463	0.0259										
	$\bar{x}$	0.4847	0.4207	0.1191	0.2027	10.3	34.8	53.8	1.1	0.0499	0.1464	0.0641	0.0022	0.2626	
小麦	1986	0.4775	0.0135	0.0222	0.0227										
	1987	0.3172	0.3643	0.0697	0.1231										
	1988	0.5045	—	0.0287	0.2060										
	1989	0.3906	0.0272	0.0393	0.0200										
	$\bar{x}$	0.4225	0.1350	0.0400	0.0930	0.5	9.8	53.5	36.2	0.0021	0.0132	0.0241	0.0337	0.0704	

※Rn为各时期R值，占全年R值百分数。Rn均值为宾县（31年）、克山县（33年）和牡丹江市（35年）3个气象站多年均值。

表7 林、草不同覆盖度的C值

种类	覆盖度(%)					
	0	20	40	60	80	100
草原	0.45	0.24	0.15	0.09	0.043	0.011
灌木	0.40	0.22	0.14	0.085	0.04	0.011
乔灌木	0.39	0.20	0.11	0.06	0.027	0.007
森林	0.10	0.08	0.06	0.02	0.004	0.001

表8 各种水土保持措施因子的p值

水保措施	地 点	土壤侵蚀量 (t/ha)		p值
		保土措施	顺坡耕作	
水平梯田	克山、拜泉、青	0.30	10.51	0.029
地 埂	岗、海伦、北安	1.63	11.24	0.145
等高垄作		3.28	9.33	0.352
生物防冲带		2.18	5.87	0.372

#### 四、土壤流失方程的验证

我们用省水保所实验场南、北两侧集水区1983年、1984年、1985年3年实测土壤流失量与方程计算土壤流失进行比较(表9、表10)。集水区面积分别为11.80ha和12.08ha。南侧以林地为主,北侧以农地为主。

由表9和表10计算出南、北两侧集水区实测与方程计算土壤流失量的误差分别为6.69%和7.84%。即准确率高达90%以上,足以证明方程在实际应用中具有很大的可靠性。

表9 实验场南侧集水区实测与方程计算的土壤流失量

地 号	植被与保土措施 (C、F)	坡 长 (m)	坡 度 (°)	面 积 (ha)	土 壤 流 失 量				方 程 计 算 值		
					实 测 值 (t/a)				方 程 计 算 值		
					1983年	1984年	1985年	年均值 $\bar{W}$ 实	单位面积 侵蚀量 (t/ha·a)	年均值 $\bar{W}$ 计 (t/)	
I	乔灌混交林 C=0.007, P=1	61	9.9	※11.5					1.04		
I	C=0.007, P=1	52	10.2						1.05	12.08	
II	1983年	234	4.4	0.3	1983年	1984年	1985年	年均值 $\bar{W}$ 实	6.00	1.80	
	1984年										1984年
	1985年										1985年
	大豆 玉米 玉米										
	等高垄作 P=0.352										
Σ					24.67	12.08	2.28	13.01		13.88	

注: R = 161.60, K = 0.31。※指全部林地面积,而非 I、I号地面积。

表10 实验场北侧集水区实测与方程计算的土壤流失量

地号	植被与保土措施 (C,P)			坡长 (m)	坡度 (°)	面积 (ha)	土壤流失量					
							实测值 (t/ha·a)				方程计算值	
	1983年	1984年	1985年				1983年	1984年	1985年	年均值 $\bar{w}$ (t/ha·a)	单位面积 侵蚀量 (t/ha·a)	年均值 $\bar{W}$ 计 (t/ha·a)
I	大豆	玉米	高粱	160	2.4	3.92					7.95	31.16
	顺坡耕作 P=1											
II	大豆	玉米	谷子	101	5.7	2.58					7.44	19.20
	等高垄作 P=0.35											
III	高粱	大豆	玉米	201	5.2	2.08					7.96	16.56
	等高垄作 P=0.352											
IV	大豆	玉米	谷子	68	8.4	1.00					32.58	32.58
	顺垄耕作 P=1											
V	荒草地, 覆盖度为 40%, C=0.15			65	12.1	2.50					29.31	73.28
Σ							163.69	258.16	58.83	160.22		172.78

注:  $R = 161.60$ ,  $K = 0.31$ 。

## 五、土壤允许流失量的确定

土壤允许流失量是土壤流失方程应用中必不可少的重要技术指标。根据水利电力部土壤侵蚀强度分级指标的规定和黑龙江省土层较薄、透水性差、侵蚀程度较严重及耕作水平等特点, 经有关部门共同研究, 把允许土壤流失量定为  $3 \sim 5 \text{ t}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ 。

## 六、结 语

1. 黑龙江省土壤流失方程的定型模式为  $A = RKLSCP$ 。式中  $A$ ——单位面积多年平均土壤流失量 ( $\text{t}/\text{ha} \cdot \text{a}$ );  $R$ ——降雨侵蚀力因子 ( $\text{J}/\text{m}^2$ );  $K$ ——土壤可蚀性因子 ( $\text{t}/\text{ha}$ );  $LS$ ——地形因子 [ $L$ ——坡长 ( $\text{m}$ ),  $S$ ——坡度 ( $\%$ )] ;  $C$ ——植被与经营管理因子;  $P$ ——水土保持措施因子。

2. 黑龙江省降雨侵蚀力最佳指标为  $R = E_{80}I_{30}$ 。

3. 黑龙江省基本雨量标准为  $9.8 \text{ mm}$ , 瞬时雨率标准:  $10 \text{ min}$  为  $2.0 \text{ mm}$ ,  $20 \text{ min}$  为  $3.1 \text{ mm}$ ,  $30 \text{ min}$  为  $3.8 \text{ mm}$ ,  $60 \text{ min}$  为  $4.9 \text{ mm}$ 。

4. 黑龙江省土壤流失方程各因子值是: (1) 多年平均  $R$  值为  $84.925 \text{ J}/\text{m}^2$ , 但年际变化幅度很大, 最高年可达  $617.455 \text{ J}/\text{m}^2$ , 最低年只有  $3.489 \text{ J}/\text{m}^2$ 。其年内分布全部集中在 5 至 1 月份, 且以 6、7、8 三个月为最高, 占全年  $R$  值的  $91.25\%$ 。各地  $R$  值在  $36.238 \sim 127.019 \text{ J}/\text{m}^2$  之间; (2)  $K$  值: 黑土 =  $0.26$ , 暗棕壤 =  $0.28$ , 白浆土 =  $0.31$ ; (3)  $C$  值: 小麦 =  $0.0704$ , 玉米 =  $0.2578$ , 大豆 =  $0.2626$ , 谷子 =  $0.2772$ , 高粱 =  $0.3295$ ; (4)  $P$  值: 水平梯田 =

(下转第18页)

(5) 社会效益。在4年种植制度改革试验中,我们始终坚持了以点带面,试验与示范推广相结合的工作方法,以户带村、以村带村,取得了良好的社会效益,并已引起固原地委、行署和彭阳县委、县政府以及孟塬乡政府各级领导的重视。1989年8月固原地委书记惠连杰来点检查工作后,深有感触的说:洞子硷旱农经验“有普遍意义”,值得学习和大力推广。1986年彭阳县委用正式文件发至全县17个乡镇推广“农田种植改革方案”,在1988年至1989年曾组织全县各科、各乡的干部,大队、生产队干部几百人来点参观。同时在1989年和1990年两届县人大代表会上决定,推广洞子硷旱农经验,到1989年推广面积达80万亩,平均每亩增产15%以上,全县总计增产粮食1200万kg,增加纯收入625万元。并协助彭阳县北部山区举办旱农技术培训班,讲课25次,约15000人参加学习,来点参观人数达3000多人(次),对外推广作物优良品种3万多kg。《中国科学报》、《宁夏日报》、《固原报》等公开报道介绍了洞子硷旱农经验,认为该成果“为旱农增产探索出一条新路子”。

#### 四、结 语

宁南山区农业生产存在的问题很多,而种植制度不合理,栽培技术落后尤为严重,因而很难抗御自然灾害的威胁,也难以改变土壤瘠薄现状,造成粮食生产低而不稳。为了解决这一问题,我们在综考区划制定农田改制方案的基础上,于1985年在自然气候、生产条件上具有代表性而又有较大生产潜力的洞子硷作为旱农改制试点。经过4年实践,取得了一定的进展和较好的效益,实现了丰年大增产,旱年少减产或不减产的目标,并对当地及周围县乡以及毗邻省部分县起到了示范带动作用,为宁南山区旱农生产探索了一条可行的路子,这条路子可简单概括为:化肥是动力,豆类作补充,农田改制是关键,良性循环为目标。

本项试验在中科院、水利部西北水保所山仑研究员指导下完成,彭阳县科委、农业局给予大力支持和配合,并先后有3名技术人员参加了该项研究工作。

(上接第9页)

.029,地埂=0.145,等高垄作=0.352,生物防冲带=0.372;(5)在标准状况下

$$LS = \left(\frac{L}{20}\right)^{0.18} \left(\frac{S}{8.75}\right)^{1.3} \quad \text{或} \quad LS = 0.07197L^{0.18}S^{1.3}$$

5. 诺模图和经验公式法求K值是可行的。通过野外观测和室内化验分析,得到(粉砂+极细砂)百分数、0.1~2.0mm粗砂百分数、有机质百分数、土壤结构和土壤剖面渗透性5个参数,经过查图或公式计算求得K的近似值,再增加30%即得到某种土壤实际K值。

6. 黑龙江省允许土壤流失量为3~5t/(ha·a)

7. 方程经过验证检验,准确率在90%以上,说明实用性是可靠的,可在全省推广应用。

#### 参 考 文 献

1. 高博文. 介绍土壤流失方程R值和C值的计算方法. 《中水土保持》, 1982年, 第4期
2. 王万忠. 黄土地区降雨侵蚀力R指标的研究. 《中国水土保持》, 1987年, 第12期
3. 美国农业部科学与教育管理委员会主编. 《降雨侵蚀流失预报——水土保持规划指南》. 美国农业部农业手册, 第537号, 1978年