

中国坡面水蚀预报模型研究

江忠善, 郑粉莉*, 武 敏

(中国科学院水利部水土保持研究所 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 陕西 杨凌 712100;
西北农林科技大学, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 基于我国坡面水蚀预报模型研究成果, 考虑浅沟侵蚀对坡面侵蚀产沙的重要影响, 建立了我国坡面水蚀预报模型, 给出了模型参数降雨侵蚀力、坡度与坡长、浅沟侵蚀影响因子的算法和采用数值。指出今后应加强土壤可蚀性因子、覆盖) 管理因子和水土保持措施因子的研究与集成。利用自然坡面径流小区实测资料对模型进行验证, 表明模型具有较高的预报精度, 在有浅沟和无浅沟的坡面上, 预报精度达 88% 以上。

关键词: 水蚀; 预报模型; 模型参数计算; 坡面

中图分类号: S157 **文献标识码:** A **文章编号:** 0468-155X(2005) 04-0002-06

自 20 世纪 60 年代通用土壤流失方程(USLE) Universal Soil Loss Equation) 研发以来, 坡面土壤侵蚀定量研究进入新的里程, 世界各国借鉴 USLE 的成功经验相继开展了土壤侵蚀预报模型研究。我国坡面侵蚀定量评价和预报模型研究始于 20 世纪 50 年代。20 世纪 80 年代以来, 在 USLE 的推动下, 我国土壤流失预报模型研究进入了新的发展阶段。许多研究者以 USLE 为蓝本, 根据各自研究地区的实际情况进行修正, 建立了地区性的坡面土壤流失预报方程^[1-6]。但至今尚未建立一个较为完善的适用于全国范围的坡面预报模型, 致使土壤侵蚀调查缺乏有力的科学支撑。本文基于作者多年研究成果及对我国坡面水蚀预报模型研究成果的综合分析, 提出了适用于中国侵蚀环境的坡面水蚀预报模型, 并确定了预报模型中各因子的计算方法或研究途径, 以期最终建立适用于全国性的坡面土壤流失预报模型提供基础。

1 坡面土壤流失预报模型的基本形式

根据国内外建立坡面土壤侵蚀预报模型的成功经验, 考虑浅沟侵蚀对坡面土壤侵蚀有重要贡献的特点, 构建的坡面土壤流失预报模型为

$$A = RKLSGCP \quad (1)$$

式中 A 为年平均土壤流失量($tP(hm^2\#a)$); R 为降雨侵蚀力因子($MJ\#mmP(hm^2\#hr\#a)$); K 为土壤可蚀性因子($t\#hm^2\#hrP(hm^2\#MJ\#mm)$); LS 为无量纲的坡长坡度因子; G 为无量纲的浅沟侵蚀影响因子; C 为无量纲的覆盖与管理因子; P 为无量纲的水土保持措施因子。

2 模型参数计算

2.1 我国标准径流小区的拟定

所谓标准小区, 是指对小区实测资料进行坡长坡度因子和土壤可蚀性因子对比分析时所规定的基准平台。美国 USLE 的基本公式是在缓坡试验资料基础上建立起来的, 标准小区规定为坡度 9%, 坡长

收稿日期: 2004-12-25

基金项目: 中国科学院知识创新重要方向项目(KZCX3-SW-422); 国家自然科学基金重点项目(40335050); 中国科学院安塞水土保持科学试验站项目

作者简介: 江忠善(1934-), 男, 江苏人, 研究员, 主要从事土壤侵蚀和水土保持研究。

* 通讯作者: flzh@hs.iswc.ac.cn

为 2211 m, 连续保持清耕裸露休闲状态, 且实行顺坡耕作的小区。我国是一个多丘陵山地的国家, 复杂的地形条件(尤其是坡陡)和长期人为陡坡垦殖活动的强烈影响, 不能直接引用 USLE 中所规定的标准小区条件。根据我国农耕地地形条件和现有小区试验坡度陡的具体实际, 并考虑到目前国家在生态环境整治中实施的/退耕还林(草)0 指导方针, 作者建议全国统一的标准小区坡度为 10°, 坡长为 20 m(投影长度), 宽为 5 m, 连续清耕裸露休闲, 在观测期内植被覆盖度应小于 5%。

212 降雨侵蚀力因子 R

从 20 世纪 80 年代以来, 我国学者开展了由降雨能量 E 和其降雨某一时段最大雨强 I_t 的优化组合降雨侵蚀力指标的研究, 并取得了重要进展(表 1)。王万忠等^[11]全面分析了我国不同水蚀区降雨侵蚀力的研究成果, 确定了次雨量 10 mm 的降雨为侵蚀性降雨标准, 选用 $R = EI_{30}$ 为计算中国降雨侵蚀力的统一指标, 提出了计算年降雨侵蚀力的计算公式。即

$$R_c = 01164(P_c I_{60} P100)^{0.953} \quad (2)$$

式中 R_c 为某年降雨侵蚀力 [$MJ \cdot mm \cdot (hm^2 \cdot hr \cdot a)$]; P_c 为同年次降雨量 ≥ 10 mm 的年降雨量(mm); I_{60} 为同年最大 60 min 的降雨量(mmPhr)。

由于此计算公式兼顾了我国绝大多数地区的降雨特性, 而且预报效果较好。因此采用王万忠提出的公式计算年降雨侵蚀力。

表 1 不同地区的降雨侵蚀力指标的研究结果

Table 1 Rainfall erosivity index in different areas

研究地区	径流小区所在地	土壤	所用 R 指标	研究者
东北	黑龙江宾县和克山	黑土	$E_{60} I_{30}$	张宪奎 ^[4]
黄土高原	陕西子洲和绥德	黄绵土	EI_{10} 或 $E_{60} I_{10}$	王万忠 ^[7]
	山西离石	黄绵土	EI_{10}	贾志军 ^[8]
	甘肃西峰和陕西西安寨	黄绵土	EI_{30}	江忠善 ^[2, 9]
华东	安徽岳西	红壤	EI_{60} 或 $2.455 E_{60} I_{60}$	吴素业 ^[10]
	福建安溪和南安	红壤	EI_{60}	周伏建 ^[5]
西南	云南昭通和东川	黄壤	$E_{60} I_{30}$	杨子生 ^[6]

注: 单位: E_{60} 、 E (Pm^2); I_{10} 、 I_{30} 、 I_{60} (cnPhr 或 mmPhr)

213 土壤可蚀性因子 K

土壤可蚀性因子是指在其它条件相同时, 由于土壤性质不同所引起的侵蚀量的差异。它以单位降雨侵蚀力在标准小区上引起的土壤流失量来衡量^[12]。我国学者在不同地区开展了土壤可蚀性 K 值的研究^[1, 3, 4, 6, 13, 14]。但由于采用的标准小区规格不统一, 导致很难进行不同类型土壤可蚀性大小的比较; 再者, K 值计算中采用的降雨侵蚀力 R 值的计算不统一, 也给可蚀性指标的使用带来困难; 又加上在应用公式计算时, 缺乏实测资料的验证, 使计算结果可信度较差。尽管如此, 这些研究工作仍为我国不同地区土壤可蚀性因子 K 值的研究奠定了一定基础。建议今后我国土壤可蚀性因子 K 值的研究, 以本文提出的标准径流小区为基准, 以现有各地小区资料分析为主, 补充必要的天然或人工降雨试验, 研究主要土壤亚类的土壤可蚀性 K 值与土壤机械组成、水稳性团粒结构、有机质含量、土壤入渗和土层厚度的关系, 绘制诺谟图, 用于查算我国土壤亚类的土壤可蚀性 K 值。

214 坡度坡长因子 LS

地形 LS 因子采用幂函数形式来描述, 在拟定的标准小区条件下, 坡长坡度 LS 因子的计算公式

$$LS = \left(\frac{K}{20}\right)^m \left(\frac{H}{10}\right)^n \quad (3)$$

式中 K 为坡长(m); H 为坡度(b); m 为坡长指数; n 为坡度指数。

我国学者根据各自的试验区观测资料及所拟定的标准小区, 建立了坡长坡度因子 LS 的计算公式(表 2)。

从表 2 可以看出, 全国各地区坡长指数 m 值变化于 0.114~ 0.146 次方之间, 变化范围相对较大, 存在着坡长指数随坡度增加而增大的变化趋势。此结果与美国通用土壤流失方程 (USLE) 和修正通用土壤流失方程 (RUSLE) 中采用的坡长指数 m 值随着坡度增加而增大的结论相一致 (见图 1), 但我国学者得到的可变坡长指数 m 值, 普遍低于在相同坡度级别条件下美国所采用的数值^[17~19]。

表 2 不同地区地形因子的研究结果
Table 2 Topographic factors in different areas

研究者	公式	地区或站	备注	
			坡长小区	坡度小区
牟金泽 ^[1]	$LS = (K20)^{0.20}(HP5107b)^{1.13}$	甘肃天水站	915b, 10~ 40 m, 农地	4b~ 18b, 20 m, 农地
江忠善 ^[2]	$LS = (K20)^{0.28}(HP10b)^{1.45}$	天水、绥德、子洲站	915b~ 2b, 10~ 60 m, 农地	5b~ 281 b, 20 m, 农地
张宪奎 ^[4]	$LS = (K20)^{0.18}(S_0P8175)^{1.13}$	黑龙江宾县和克山站	7b, 20~ 300 m	2b~ 12b, 农地
江忠善 ^[9]	$LS = (K20)^{0.14}(HP10b)^{1.13}$	陕西安塞站	30b, 10~ 40 m, 休闲裸露地	5b~ 28b, 20 m, 休闲裸露地
金争平 ^[3]	$LS = (K20)^{0.13}(HP6b)^{1.16}$	内蒙皇甫川站	坡长指数为引用值	6b~ 57b, 修正为裸露地
赵晓光 ^{[15], [1]}	$LS = (K20)^{0.14}(S_0P9)^{1.12}$	陕西淳化	6b, 20~ 60 m, 农地	4b~ 15b, 20 m, 农地
杨子生 ^[6]	$LS = (K20)^{0.24}(HP3b)^{1.32}$	云南滇东北	15b, 5~ 35 m, 休闲裸露地	5b~ 45b, 休闲裸露地
刘宝元 ^[16]	$L = (KP2211)^{0.44}$	子洲站	22b, 20~ 60 m, 农地	
刘宝元 ^[16]	$L = (KP2211)^{0.46}$	绥德站	22b, 10~ 60 m, 农地	

注: H 为坡度 10^2 , S_0 为坡度 (%), K 为坡长(m); 1) 据原文公式转换而得。

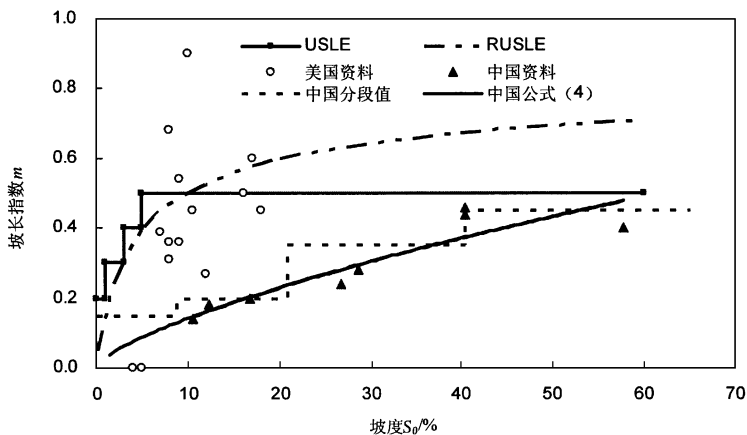


图 1 坡长指数 m 值与坡度 S_0 的关系

Fig. 1 Relation between slope length exponent(m) and slope(S_0)

综合分析国内研究成果, 推荐全国统一采用的坡长因子 m 值随坡度变化的取值范围: 当 $H \in [5b, m = 0.115]$; 当 $5b < H \in [12b, m = 0.12]$; 当 $12b < H \in [22b, m = 0.135]$; 当 $22b < H \in [35b, m = 0.145]$ 。也可采用下列公式进行计算

$$m = 0.1029S_0^{0.69} \quad (4)$$

表 2 还表明, 在坡度因子方面, 全国坡度指数 n 值的变化为 1.12~ 1.16, 并主要集中在 1.13~ 1.145 之间, 表明我国试验所得的坡度指数的变化幅度较小。诚然, 表 2 中坡度因子算式所依据的标准小区坡度大小与其采用量纲的不同, 对指数值的大小有影响, 但经对坡度为 $5b$ 与 $10b$ 的验算, 结果仅相差 3%~ 4%, 影响甚小。我国试验坡度指数与美国通用土壤流失方程中采用的坡度因子计算式^[17]

$$S = 6514\sin^2 H + 4156\sin H + 010654 \quad (5)$$

有较大的差异。例如, 当选取坡度 H 范围为 $5b \sim 25b$, 将每隔 $5b$ 的坡度值代入 (5) 式计算 S 值, 并将计算结果用幂函数方程进行拟合, 则坡度指数值为 1.165; 再如, 当选取坡度 H 范围为 $1b \sim 15b$ 时, 坡度指数降为 1.128。

为了进一步分析坡度的影响和与 USLE^[17]、RUSLE^[18] 的对比, 利用黄土高原天水、安塞和绥德站天然径流小区观测资料, 以美国的 9% 坡度为标准小区坡度, 分析得到了坡度因子 S 与坡度 H(b) 的关系式

$$S = 0.11031H^{1.37} \quad (6)$$

将式(6)与 USLE 和 RUSLE 中的坡度因子 S 计算式的分析比较(图 2), 发现在小于 15b 坡度的缓坡条件下, 根据黄土高原资料分析得到的坡度因子 S 值与美国 USLE 中采用的坡度因子值基本上是一致的; 而在大于 15b 坡度的陡坡条件下, 两者随着坡度的增加其差值愈大。显然 USLE 中采用的坡度因子值是显著偏高的, 而黄土高原坡度因子值与 RUSLE 中采用的数值是较接近的。

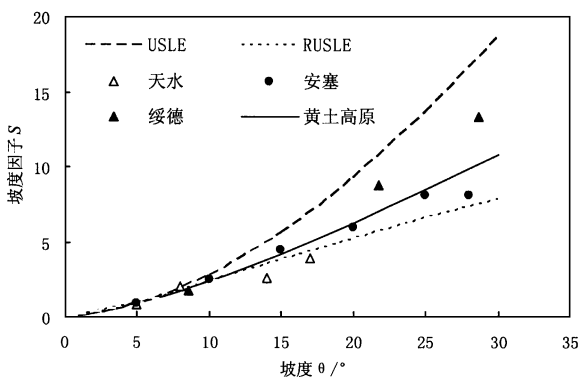


图 2 坡度因子 S 与坡度 H 的关系

Fig. 2 Relation between slope factor(S) and slope gradient(H)

综上所述, 推荐全国统一采用的坡度指数 n 值为 113~114, 可取 113.5。

2.1.5 浅沟侵蚀影响因子 G

浅沟侵蚀是坡地中下部土壤侵蚀的主要方式之一, 尤其在黄土高原坡面土壤侵蚀中占有重要地位和作用。浅沟侵蚀影响因子的计算公式为

$$G = 1 + B \quad (7)$$

式中, B 为浅沟侵蚀影响因子校正系数, 主要受降雨、汇流强度、坡度坡长和土壤性质的影响。当坡面无浅沟侵蚀时, B=0。

根据陕北黄土丘陵区安塞站试验坡度为 30b 的有无浅沟对比小区的 8 年降雨侵蚀观测资料进行回归分析, 分别得到了如下关系式

$$M_h = 71376(E P d c_0)^{11682} \quad R^2 = 0.1937 \quad (8)$$

$$M_n = 21337(E P d c_0)^{11849} \quad R^2 = 0.1957 \quad (9)$$

式中 M_h 、 M_n 分别是有浅沟和无浅沟坡面的年侵蚀模数 (t/km^2); P_c 为一年内某一次降雨量大于 10 mm 的雨量 (mm); I_{c_0} 为该次降雨过程中 30 min 时段的最大降雨强度 (mm/min), 且 30 min 雨量大于 3 mm 的降雨参加计算; $E P d c_0$ 为各次 $P d c_0$ 乘积之和。

将式(8)除以式(9)得

$$G_0 = 31156(E P d c_0)^{-0.1167} \quad (10)$$

在无植被覆盖的黄土陡坡条件下, 浅沟侵蚀影响因子修正系数 B 主要受降雨因素和地面坡度的影响, 是一个动态参数。取浅沟侵蚀发生的临界坡度 H_c 为 15b^[20], 得到当地面坡度大于 15b 的浅沟侵蚀影响因子的计算公式为

$$G = 1 + \left[\frac{H - 15}{15} \right] [31156(E P d c_0)^{-0.1167} - 1] \quad (11)$$

另外, 若无降雨资料时, 可采用下列简易公式估算年平均 G 值, 即

$$G = 1 + 1160 \sin(H - 15) \quad (12)$$

再之, 根据黄土高原塬区淳化试区塬面缓坡地的调查资料分析, 得到了缓坡地长坡面发生浅沟侵蚀的浅沟密度与地形因子指标关系式^[21]

$$Q = 6155 \log(JK) - 8196 \quad (13)$$

式中 Q 为浅沟发育密度 (km^2/km^2); J 为坡度比值 (小数); K 为坡长 (m)。

在式(13)中, 当浅沟发育密度 Q=0 时, 得到的地形因子指标 JK=2313m, 即为浅沟发育的地形因子临界值。

利用该塬区 5b 缓坡农地浅沟侵蚀调查资料^[21], 得出缓坡地长坡面有浅沟时的 G 值的计算公式为

$$G = 1 + 1120(\sin H)^{0.15} \quad (14)$$

216 覆盖) 管理因子 C 和水土保持措施因子 P

我国学者利用自然小区实测法和人工模拟降雨试验法对 C、P 值进行研究,取得了一些研究成果^[3,4,6,21]。其中,在黄土高原的研究较多。例如,根据安塞站的观测资料分析^[22],得出不同作物荞麦、马铃薯、大豆及谷子在各个生长期的 C 值,年均 C 值分别为 0174、0147、0151、0153。又如江忠善^[20]根据林草地小区与对照裸露小区的观测资料分析建立的林草地植被 C 值计算公式为

$$\text{人工草地:} \quad \text{当 } V \leq 5\% \text{ 时, } C_g = 110; \text{ 当 } V > 5\% \text{ 时, } C_g = e^{-0.0418(V-5)} \quad (15)$$

$$\text{人工林地:} \quad \text{当 } V \leq 5\% \text{ 时, } C_l = 110; \text{ 当 } V > 5\% \text{ 时, } C_l = e^{-0.0085(V-5)^{1.15}} \quad (16)$$

式中 V 为植被覆盖度(%);e 为自然对数底值。

我国现有的研究成果虽为建立全国 C、P 值数据库奠定了良好基础。但缺乏对其过程及影响因素的深入全面研究,而且各研究者所选择对照区条件的不统一,造成各地同一种覆盖与水保措施因子值研究结果难以进行比较。此外,由于许多径流观测区缺乏标准对照区土壤流失量实测资料,也为估算 C、P 值带来了困难。今后,用建立的标准对照区对这些 C、P 值进行修正,确立全国主要水蚀区降雨侵蚀力与作物不同生长期的关系图表,并建立标准化的数据库,以便不同地区的 C、P 值可以互相比较和引用。

3 模型验证

利用黄土高原富县裸露休闲自然坡面径流区的 1991~1998 年实测资料对模型进行验证,结果表明无论是在有浅沟的坡面上还是在无浅沟的坡面上,模型预报土壤流失量的精度均可达 88% 以上(图 3),年相对误差率的 8 年平均值在 10% 以下,有浅沟坡面误差为 91.8%,无浅沟坡面误差为 91.0%。表明该模型具有较高的预报精度。

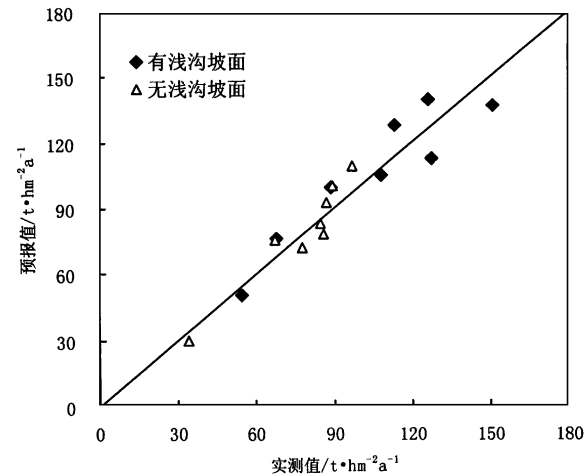


图 3 有无浅沟坡面土壤流失量
预报值与实测值的比较

Fig. 3 Comparison of predicted value and observed value with and without shallow gully hillslope

4 结论

(1) 根据我国陡坡侵蚀的特点,提出了包括浅沟侵蚀影响的坡面水蚀预报模型的基本形式为

$$A = RKLSGCP$$

(2) 选用次降雨量 10 mm 的降雨为侵蚀性降雨标准,并以 $R = EI_{30}$ 指标作为全国统一的降雨侵蚀力指标,年降雨侵蚀力的计算公式为 $R_c = 01164(P_c I_{60} P 100)^{0.953}$ 。

(3) 在拟定的标准径流小区条件下,地形坡度坡长因子计算公式为 $LS = \left(\frac{K}{20}\right)^m \left(\frac{H}{10}\right)^n$ 。推荐全国统一采用的坡长因子 m 值为:当 $H \leq 5b$, $m = 0115$; 当 $5b < H \leq 12b$, $m = 012$; 当 $12b < H \leq 22b$, $m = 0135$; 当 $22b < H \leq 35b$, $m = 0145$; 或采用 $m = 01029S_0^{0.09}$ 公式计算。坡度因子 n 值为 113~114,可取 113.5。

(4) 浅沟侵蚀影响因子的计算公式为 $G = 1 + B$ 建立了黄土高原丘陵区陡坡地和塬区缓坡地长坡面的计算公式。其中黄土丘陵区陡坡地的 G 值计算式为

$$G = 1 + \left[\frac{H-15}{15} \right] [31156(E Pd_{60})^{-0.167} - 1]$$

(5) 利用黄土高原有浅沟侵蚀和无浅沟侵蚀径流小区的实测资料对模型进行验证,发现模型预报精度较高,模型预报精度均可达 88% 以上。

(6) 加强我国主要土壤亚类土壤可蚀性 K 值和覆盖) 管理因子 C 值和水土保持措施因子 P 值的综

参考文献:

- [1] 牟金泽, 孟庆枚. 降雨侵蚀土壤流失预报方程的初步研究[J]. 中国水土保持, 1983, (6): 23- 27.
- [2] 江忠善, 李秀英. 黄土高原土壤流失预报方程中降雨侵蚀力和地形因子的研究[R]. 中国科学院西北水土保持研究所集刊, 1988, (7): 40- 45.
- [3] 金争平, 史培军. 黄河皇甫川流域土壤侵蚀系统模型和治理模式[M]. 北京: 海洋出版社, 1992.
- [4] 张宪奎, 许靖华, 卢秀琴, 等. 黑龙江省土壤流失方程的研究[J]. 水土保持通报, 1992, 12 (4): 1- 9.
- [5] 周伏建, 陈明华, 等. 福建省水土流失预报研究[J]. 水土保持学报, 1995, 9 (1): 25- 30, 36.
- [6] 杨子生. 滇东北山区坡耕地土壤流失方程研究[J]. 水土保持通报, 1999, 19 (1): 1- 9.
- [7] 王万忠. 黄土地区降雨特性与土壤流失关系的研究(\bar{N})、(\bar{O}) [J]. 水土保持通报, 1983, (4) 和 1984, (2).
- [8] 贾志军. 晋西黄土丘陵降雨侵蚀力 R 指标的确定[J]. 中国水土保持, 1987, (6) : 18- 20.
- [9] 江忠善, 贾志伟, 刘志. 降雨和地形因素与坡地水土流失关系的研究[M]. 黄土高原小流域综合治理与发展. 北京: 科学技术文献出版社, 1992, 300- 309.
- [10] 吴素业. 安徽大别山区降雨侵蚀力指标的研究[J]. 中国水土保持, 1992, (2).
- [11] 王万忠, 焦菊英, 等. 中国降雨侵蚀 R 值的计算与分布(1)[J]. 水土保持学报, 1995, 9 (4) : 5- 18.
- [12] Olson, T. C. and Wischmeier W. H. Soil erodibility evaluations for soils on the runoff and erosion stations[J]. Soil Science Society of American Proceedings, 1963, 27(5) : 590- 592.
- [13] 史学正, 等. 用人工模拟降雨仪研究我国亚热带土壤的可蚀性[J]. 水土保持学报, 1995, 9 (3): 399- 405.
- [14] 陈明华, 周伏建, 黄炎和, 等. 土壤可蚀性因子的研究[J]. 水土保持学报, 1995, 9 (1): 19- 24.
- [15] Zhao Xiaoguang, Wu Faqi and Liu Bingzheng. Analysis of runoff and soil loss on the gentle fallow slope land in gully region of loess plateau. Proceedings of International Symposium of Floods and Droughts. October 1999. 733- 739.
- [16] Liu B. Y., Nearing, M. A. et al. Slope length effects on soil loss for steep slopes [J]. Soil Soc. Am. J. 2000, 64 (5) : 1759 - 1763.
- [17] Wischmeier W. H. and Smith D. D. Predicting rainfall erosion losses a guide to conservation planning. Agriculture Handbook 537. U. S. Department of Agriculture, Washington, D. C. 58. 1978.
- [18] Renard K. G. , G. R. Foster, G. A. Weesies et al. Predicting soil erosion by water. A guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE) . U. S. Dep. Agric. , Agric. Handbook. No. 703, 1997.
- [19] Wischmeier, W. H. , Smith D. D. , and Uhand. R. E. Evaluation of factors in the soil loss equation. Agric. Eng. 1958. 39: 458- 462.
- [20] 江忠善, 等. 黄土丘陵区小流域土壤侵蚀空间变化定量研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1996, 2 (1): 1- 9.
- [21] 吴发启, 赵晓光, 刘秉正. 缓坡耕地侵蚀环境及动力机制分析[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2001, 43, 135.
- [22] 张岩, 刘宝元, 史培军, 等. 黄土高原土壤侵蚀作物覆盖因子计算[J]. 生态学报, 2001, 21(7): 1050- 1056.

Prediction model of water erosion on hillslopes

JIANG Zhongshan, ZHENG Fer2li, WU Min

(The State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on Loess Plateau, Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling Shaanxi 712100, China; Northwestern Sci2Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling Shaanxi 712100, China)

Abstract: Based on the research progresses on water erosion prediction at hillslope scale and the great contribution of ephemeral gully erosion to hillslope erosion and sediment yield, the water erosion prediction model at hillslope scale was established. Calculating formulas for model parameters, such as rainfall erosivity, slope gradient and slope length, and shallow gully erosion factors were given. More study on soil erodibility, crop cover2management and conservation measure is needed. The validation showed the model had a good ability to simulate the water erosion in natural runoff plots and the predicting precision on hillslopes with and without ephemeral gully reached 88% or so.

Key words: Water erosion; prediction model; model parameter calculation; Hillslope