黄土高原地区 EPIC 模型数据库组建*

李 军[1,2], 邵明安[1,3,4], 张兴昌[1,3]

(1 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;
2 西北农林科技大学 农学院, 陕西 杨凌 712100; 3 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100;
4 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101)

[摘 要] 在简要介绍土壤侵蚀和生产力影响估算模型 EPIC 的结构和功能基础上, 重点论述了组建黄土高原 EPIC 模型逐日气象要素、土壤剖面理化性状和作物生长参数数据库的方法, 并简要介绍了 EPIC 模型中田间耕作措施参数、肥料特性参数和径流曲线代码的有关情况, 为 EPIC 模型在黄土高原地区的应用奠定了基础。

[关键词] EPIC 模型; 数据库; 组建; 黄土高原地区
[中图分类号] S126.1; S162.5 [文献标识码] A [文章编号] 1671-9387(2004)08-0021-06

1 EPIC 模型简介

土壤侵蚀和生产力影响估算模型 EPIC (Erosion-Productivity Impact Calculator) 是美国研制的定量评价"气候- 土壤- 作物- 管理"综合连续系统的动力学模型[1]。自 1984 年首次发表以来, EPIC 模型经过了多次修订和广泛验证, 能够以天为时间步长, 模拟气候变化、径流与蒸散、水蚀与风蚀、养分循环、农药迁移、植物生长、土壤管理、经济效益分析等过程与环节。EPIC 模型中作物生长模型是一个作物生长通用模型, 根据各种作物生理生态过程的共性研制模型的主体框架, 再结合作物的生长参数和田间管理参数分别进行各作物的生长模拟。作物与土壤管理模块能够对种植密度、播期、施肥、灌溉、土壤耕作等措施进行模拟与优化, 能够模拟作物混作和轮作, 可进行上百年的土壤侵蚀与作物生产力的模拟, 评价土地利用方式和种植方式对土壤侵蚀与作物生产力的影响。EPIC 模型已在美国和许多其他国家得到了较为广泛的应用, 并且以 EPIC 为核心, 开发出了土壤与水分评价工具 SWAT、流域土壤与水分资源管理模型 SWRRB 等, 广泛应用于水土资源利用规划与管理评价研究中, 社会效益与生态效益十分显著[1]。

在黄土高原地区应用 EPIC 模型, 首先需要建立黄土高原地区模型运行的数据库。EPIC 模型运行所需的数据库包括逐日气象要素序列数据库、土壤剖面理化性状数据库、作物生长参数数据库、田间耕作措施参数数据库、肥料特性参数数据库等。本研究所采用的 EPIC 版本为 V 5300。

2 EPIC 模型气象数据库组建

2.1 EPIC 模型的气象要素变量及其获取

EPIC 模型是在逐日气象要素变量的驱动下, 进行逐日作物生理生态过程、土壤剖面水肥动态和土壤侵蚀量的数值模拟。EPIC 模型运行所需的最基本(最少)一组逐日气象要素变量包括: 逐日太阳辐射量(MJ/m^2)、逐日最高气温(℃)、逐日最低气温(℃)和逐日降水量(mm)[2]。另外, 有些过程的计算(如采用彭曼公式计算潜在蒸散量)还需要逐日相对湿度(%)和逐日平均 10 m 高处风速(m/s)。如果进行风蚀过程模拟, 还需要输入逐月平均风速和标准差、逐月 16 种风向发生频率等气象资料。

EPIC 模型有 3 种气象数据获取方式: 一是模型从气象数据文件中直接读入实际观测的逐日气象要素数据序列, 进行实时模拟研究; 二是利用模型附带的 WXPARM 和 WXGEN 软件统计生成逐月气象要素统计参数, 再模拟生成逐日气象要素序列, 然后读入模型中进行预测模拟研究; 三是将逐月气象要素统计参数直接输入模拟控制文件中, 由模型自动生成逐日气象要素值来完成预测模拟研究。

* [收稿日期] 2003-07-09
[基金项目] 国家重点基础研究发展规划项目(G2000018605); 国家杰出青年科学基金资助项目(40025106); 国家自然科学基金项目(40371077); 陕西省自然科学研究计划项目(2001SM13)
[作者简介] 李 军(1964-), 男, 甘肃泾川人, 副教授, 博士, 主要从事旱区农业资源开发与区域发展、高效耕作制度、作物生产系统模拟与决策等研究。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.2 逐日太阳辐射量的计算方法

当采用实时逐日气象要素序列时,由于我国大多数气象台站并不实际观测逐日太阳辐射值,需要根据实测的逐日日照时数按照下式进行计算[1~3]:

$$RA = RAMX \times [a + b(n/N)], \quad (1)$$

式中,RA 是逐日太阳辐射量(MJ/m^2);$RAMX$ 是逐日晴天最大可能太阳辐射量(MJ/m^2),a,b 是与大气质量状况有关的参数;n 和 N 分别为逐日实际日照时数和逐日可照时数(h)。在黄土高原地区,根据实测资料计算的 a,b 的取值分别为 0.16~0.20 和 0.43~0.58[4,5],本研究分别取 0.18 和 0.55。$RAMX$ 可以用下式计算[1]:

$$RAMX_i = 30\{1.0 + 0.033\,5\sin[\frac{2\pi}{365}(i + 88.2)]\}$$
$$[XT\sin(\frac{2\pi}{360}LAT)\sin(SD) +$$
$$\cos(\frac{2\pi}{360}LAT)\cos(SD)\sin(XT)]\}, \quad (2)$$

式中,$RAMX_i$ 是该地第 i 天晴天最大可能太阳辐射量(MJ/m^2);LAT 是该地的纬度(度);SD 是太阳倾角(赤纬)(弧度);XT 是真太阳时时角(弧度);i 是该年第 i 天。XT 和 SD 采用下式计算:

$$T = \cos^{-1}[-\tan(\frac{2\pi}{360}LAT)\tan(SD)],\ 0 \le XT \le \pi \quad (3)$$

$$SD_i = 0.410\,2\sin[\frac{2\pi}{365}(i - 80.25)]。 \quad (4)$$

逐日可照时数 N 采用下式计算:

$$N_i = 7.64\cos^{-1}\left\{\frac{-\sin(\frac{2\pi}{360}LAT)\sin(SD)_i - 0.044}{\cos(\frac{2\pi}{360}LAT)\cos(SD)_i}\right\}。 \quad (5)$$

当逐日实际日照时数值未知时,可以采用前人已经计算的逐月太阳辐射量直接内插计算逐日太阳辐射量。考虑到阴雨天对太阳辐射值的影响,晴天和雨天的太阳辐射值可分别采用下式计算[1]:

$$RAD_k = \frac{(RA_k)(NDD_k)}{\Omega_R(NWD_k) + NDD_k}, \quad (6)$$

$$RAW_k = \Omega_R RAD_k。 \quad (7)$$

式中,RAD 是第 k 月晴天逐日平均太阳辐射量(MJ/m^2);RAW 是第 k 月雨天逐日平均太阳辐射量(MJ/m^2);RA 是第 k 月逐日平均太阳辐射量(MJ/m^2);ND 是第 k 月的天数;NWD 是第 k 月雨天天数;NDD 是第 k 月晴天天数;Ω_R 是取值为 0.0~1.0 的比例因子,通常 Ω_R 取 0.5 时结果较为满意。

另外,也可将多年逐月平均太阳辐射量值直接输入模拟控制文件中,由模型自动生成逐日太阳辐射量值来完成模拟。

2.3 逐月气象要素统计参数的计算

当采用逐月气象要素统计参数模拟生成逐日气象要素序列,供长时段(10~几百年)预测模拟研究时,需要获得各气象台站的逐月气象要素统计参数,可以借助 EPIC 模型中附带的 WXPARM 软件,利用 10 年以上实测的逐日气象要素序列统计计算[2,6,7]。这些参数包括逐月平均最高气温(℃)(T_{max})、逐月平均最低气温(℃)(T_{min})、逐月最高气温标准差(℃)(SDT_{max})、逐月最低气温标准差(℃)(SDT_{min})、平均逐月降水量(mm)($RAIN$)、逐月日降水量标准差(mm)($SDRF$)、逐月日降水量偏态分布系数(mm)($SKRF$)、逐月雨天之后为晴天的概率(PW/D)、逐月雨天之后为雨天的概率(PW/W)、逐月平均降雨日数($DAYP$)、逐月平均逐日太阳辐射量(MJ/m^2)($SRAD$)、逐月平均相对湿度(%)($RHUM$)、逐月平均风速(m/s)($WVEL$)、逐月平均风速标准差(m/s)($SDWVEL$)、逐月平均风速偏态分布系数($SKWVEL$)。现以长武站为例,利用 12 年实测逐日气象要素资料序列计算了逐月气象要素统计特征参数,结果列于表 1。

2.4 黄土高原 EPIC 模型气象数据库组建

本研究选择了黄土高原不同生态类型区的 16 个气象台站,包括高原沟壑区的长武、西峰、铜川、隰县,丘陵沟壑区的天水、临洮、兰州、固原、延安、安塞、朔州、太原,北部风沙区的盐池、榆林,甘青高原区的民和和西宁。长武和安塞站气象资料由中国科学院水土保持研究所长武生态试验站、安塞生态试验站实际观测而得,朔州站气象资料购自山西省气候资料中心,其余各站逐日气象资料均购自世界气象组织计算机网站。除长武和安塞站外,其余台站只包含逐日最高气温、逐日最低气温和逐日降水量,均缺少逐日太阳辐射量。按照 EPIC 模型对气象要素变量输入的格式要求,对 16 个台站气象资料进行了订正和计算,并输入计算机,生成各站逐日气象要素序列文件,各站资料年限 6~15 年不等。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1　长武站逐月气象要素统计参数

Table 1　Statistic parameters of monthly weather variables at Changwu station

月份 Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
T_{max}	1.2	4.3	9.1	17.1	22	26	27.6	26.2	22	15.3	9.4	3.1	℃
T_{min}	-10.1	-6.4	-0.7	4.3	8.7	13.7	16.8	16	11.2	4.7	-2.3	-7.8	℃
SDT_{max}	4.1	4.8	5.2	5.5	4.8	4.2	3.8	3.6	4.7	4.1	5	4.3	℃
SDT_{min}	4	5.1	3.7	3.9	3.5	3.1	2.4	2.8	3.6	4	3.9	3.9	℃
RAIN	5	9.7	26.4	35.9	49.5	59.3	103.7	99.5	55.3	46.6	17.9	7.3	mm
SDRF	1.38	2.45	4.21	6.41	7.55	6.56	14.44	14.13	8.83	6.25	3.84	2.93	mm
SKRF	1.413	1.522	1.646	2.106	2.438	0.869	2.566	2.927	2.361	2.001	1.153	1.488	mm
PW/D	0.059	0.1	0.127	0.157	0.206	0.214	0.259	0.242	0.211	0.176	0.103	0.058	
PW/W	0.429	0.408	0.543	0.5	0.363	0.429	0.407	0.466	0.411	0.479	0.36	0.333	
DAYP	2.9	4.1	6.8	7.2	7.6	8.2	9.4	9.7	7.9	7.8	4.2	2.5	
SRAD	288	303	416	480	582	620	582	549	387	348	273	261	MJ/m^2
RHUM	0.64	0.62	0.68	0.64	0.65	0.67	0.76	0.79	0.79	0.79	0.71	0.66	%
WVEL	1.61	1.69	1.84	2.13	2.09	1.67	1.41	1.32	1.26	1.35	1.42	1.28	m/s
SDWVEL	0.96	0.98	0.99	1.01	1	0.65	0.55	0.5	0.55	0.72	0.97	0.75	m/s
SKWVEL	2.707	2.069	1.703	1.562	2.169	1.103	0.728	1.704	1.869	1.664	2.198	2.67	

3　EPIC 模型土壤数据库组建

3.1　EPIC 模型所需土壤特性参数

EPIC 模型在模拟计算土壤水分和养分运转及可供植物吸收数量时, 需要代表坡面地形资料(包括坡度、坡向、坡长等)和典型土壤剖面各层次的理化性状数据。土壤剖面参数包括土壤剖面各土层的厚度(m)、容重(t/m^3)、凋萎湿度(m/m)、田间持水量(m/m)、沙粒含量(g/kg)、粉沙粒含量(g/kg)、有机氮浓度(g/t)、pH 值、离子总量(cmol/kg)、有机碳含量(g/kg)、$CaCO_3$ 含量(g/kg)、阳离子代换量(cmol/kg)、粗砾含量(g/kg)、硝态氮浓度(g/t)、速效磷浓度(g/t)、作物残茬量(t/hm^2)、容重(烘干重)(t/m^3)、磷素吸附率、饱和导水率(mm/h)、地下水平流运转时间(d)、有机磷浓度(g/kg)。此外还需要土壤反射率、可蚀性因子、径流曲线代码等数据[2]。上述一些土壤特性参数如果未知, 可以在模拟控制文件中预留空白, 让模型自动估算, 但大部分参数仍需要输入实测值, 否则模拟结果误差较大。EPIC 模型中已经包含有美国 737 种土壤特性参数数据库。

3.2　黄土高原土壤特性参数的收集与整理

在《中国土种志》和有关省(区)土壤普查资料中[8~10], 基本上包含了黄土高原地区各土种上述土壤剖面理化性状数据, 根据各土种平均剖面理化性状数据和对典型剖面的语言描述, 可以估算出土壤剖面绝大多数理化性状特性数据, 满足 EPIC 模型运行的基本要求。由于 EPIC 模型所采用的一些土壤理化性状参数及其单位与我国常用的参数有所不同, 需要对其进行适当转换。如用土壤重量含水量计算以 m/m 表示含水量的方法为: 水分含量(m/m) = 土壤重量含水量(t/t) × 土壤容重(t/m^3); 用土壤有机质含量计算土壤有机碳含量的方法为: 土壤有机碳(g/kg) = 有机质(g/kg)/1.724; 用土壤全氮含量计算土壤有机氮含量的方法为: 土壤有机氮(g/t) = 全氮(g/t) × 95。

为了较准确的定量确定有关土壤剖面理化性状数值, 本研究借助 DSSAT3[11, 12] 中的土壤剖面理化性状数据输入模块, 通过逐项数据输入与等级评价方式, 估算有关土壤剖面理化性状数据。然后, 将计算所得的有关土壤特性参数再输入 EPIC 模型用户输入数据文件 EPICFILE.DAT(模拟控制文件)。

根据研究地点的主要代表土种与土地利用方式, 选择黄土高原地区的主要农耕土种, 包括洛川粘黑垆、西峰黑垆土、坡绵善土、坡绵土、坡绵沙土、崇信坡绵土、湘黄土、软绵黄土、耕立黄土、定边紧沙土、神木流沙土、巴燕黑黄土等 13 个土种 6 个亚类的土壤, 基本上代表了黄土高原各生态类型区典型土壤的性质。

4　EPIC 模型作物数据库组建

4.1　EPIC 模型所需作物参数

EPIC 模型在模拟作物生长及其产量形成过程时, 通过作物参数控制作物生长发育进程, 描述阶段发育与形态发育状况, 计算作物对土壤水分、养分的吸收数量, 估算温度、水分、氮素和磷素对生物量积累和经济产量形成的胁迫。相关作物参数指标及意义如下: *CPNM* (FMIL), 作物名称; *WA* (35.0), 潜在生物量- 能量比率(t/(hm^2·MJ)) (通常取值 10~50); *HI* (0.35), 收获指数(通常取值 0.01~0.95); *TB* (25.0), 作物生长最适温度(℃) (通常取值 10~30); *TG* (8.0), 作物生长最低温度(℃) (通常取值 0~12); *DMLA* (6.0), 最大潜在叶面积系数

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

(通常取值 0.5～10);*DLAI*(0.85),播种至作物叶面积系数达到最大时占整个生长期的比率(通常取值 0.4～0.99);*DLAP*1(15.010),当达到作物整个生长季的 15%时,叶面积系数达到最大叶面积的 1.0%;*DLAP*2(50.950),当达到作物整个生长季的 50%时,叶面积系数达到最大叶面积的 95.0%;*RLAD*(1.00),叶面积系数下降参数,1.00 代表线性(通常取值 0～10);*RBMD*(1.00),生物量-能量比率下降速率参数,1.00 代表线性(通常取值 0～10);*ALT*(5.0),作物对铝离子的忍耐程度系数,1.0为敏感,5.0 为不敏感;*GSI*(0.012 0),最大气孔导度(m/s);*CAF*(0.75),土壤临界通气状况因子(通常取值 0.75～1.0);*SDW*(7.5),播种量(kg/hm^2);*HMX*(1.50),最大株高为 1.50 m;*RDMX*(1.50),最大根深为 1.50 m;*WAC*2(660.40),未来大气 CO_2 浓度达到 660 mL/L 时,*WA* 为 40;*CVM*(0.200),土壤水蚀方程中最小 *C* 值(通常取值 0.001～0.5);*CNY*(0.013 0),籽粒氮素含量为 0.013 0 g/g;*CPY*(0.006 0),籽粒磷素含量为 0.006 0 g/g;*WSYF*(0.100 0),最低收获指数(通常取值 0～0.2);*PST*(0.60),病虫草害对产量影响因子(通常取值 0.05～1.0);*COSD*(3.00),种子单价 3.00 $/kg;*PRY*(300.00),谷子单价 300.00 $/t;*WCY*(0.05),籽粒含水量;*BN*1(0.045 0),作物出苗期植株 N 素吸收参数(植株体含量 g/g,通常取值 0.04～0.06);*BN*2(0.030 0),作物生长中期植株 N 素吸收参数(植株体含量 g/g,通常取值 0.015～0.03);*BN*3(0.010 0),作物成熟期植株 N 素吸收参数(植株体含量 g/g,通常取值 0.01～0.27);*BP*1(0.006 0),作物出苗期植株 P 素吸收参数(植株体含量 g/g,通常取值 0.006～0.009);*BP*2(0.002 5),作物生长中期植株 P 素吸收参数(植株体含量 g/g,通常取值 0.002～0.005);*BP*3(0.001 5),作物成熟期植株 P 素吸收参数(植株体含量 g/g,通常取值 0.001 5～0.003 5);*BW*1(0.660),生长作物(直立)的风蚀因子(通常取值 0.4～3.5);*BW*2(0.700),死去作物(直立)的风蚀因子(通常取值 0.4～3.5);*BW*3(0.320),平铺残茬的风蚀因子(通常取值 0.2～3.5);*IDC*(4),作物类别代码,1 为一年生喜温豆类,2 为一年生喜凉豆类,3 为多年生豆类,4 为一年生喜温作物,5 为一年生喜凉作物,6 为多年生作物,7 为树木;*FRST*1(5.010),生物量遭受霜冻曲线参数,当温度达到零下 5 ℃时,作物生物量损失 1.0%;*FRST*2(15.050),生物量遭受霜冻曲线参数,当温度达到零下 15 ℃时,作物生物量损失 5.0%;*WAVP*(7.0),与水汽压差有关的光能利用效率参数(通常取值 6～8);*VPTH*(0.5),临界水汽压差(kPa);*VPD*2(4.80),当水汽压差达到 4 kPa 时,气孔导度为 0.80;*RWPC*1(0.400),出苗时根重系数;*RWPC*2(0.200),成熟时根重系数。

4.2 黄土高原作物参数数据库组建

EPIC 模型 U5300 的作物参数文件 USDACROP.DAT 中包含了 70 余种大田作物、园艺作物、草原牧草和树木的生长参数,这些参数值是对美国主要类型作物经过 20 多年的研究总结和模拟验证后确定的,具有较强的科学性和广泛的适用性。本研究以该文件参数值为主要依据,根据我国以及黄土高原地区作物科学研究成果和生产实践经验[13～21],通过不断重复模拟验证的方式逐步修订了各种作物的参数数值,生成了黄土高原作物参数文件 USERCRP1.DAT。在黄土高原作物参数文件中,修订了冬小麦、春小麦、春玉米、谷子、大豆、紫花苜蓿、苹果、松树等黄土高原主要作物与树木,以及天然草场的作物参数。另外,增添了黄土高原主要造林树种柠条和刺槐生长参数的成分(表 2)。

5 EPIC 模型耕作与肥料数据库简介

EPIC 模型的农作机械耕作参数文件 CLASTILL.DAT 中包含了 58 种机械耕作与管理措施,包括播种、移栽、施肥、喷药、除草、耙地、中耕、培土、起垄、开沟、翻耕、旋耕、凿耕、深松、收获、割晒、打捆、打包、秸秆砌碎、清理、杀死、焚烧、砍伐、放牧、修剪等 25 种不同的农作机械作业项目、管理措施及其复合配套作业[2]。每一项耕作作业采用设备(或措施)名称、作业成本($/hm^2)、作业混合效率、作业后的地表粗糙度(mm)、耕作深度(mm)、垄高(mm)、垄间距(m)、沟深(mm)、沟间距(m)、作业代码、收获效率、超额收获系数、作业时土壤被压紧比例等 13 个变量来描述其作业的特征与效果。在农田作物生产管理模拟研究中,可以根据需要选择耕作措施和作业时期完成相应的管理工作。

此外,在 EPIC 肥料数据库中,肥料参数文件 FERT5300.DAT 中包含了 17 种不同的家畜厩肥、家禽粪肥等有机肥,以及 15 种商品性无机化肥中矿质 N、矿质 P、有机 N、有机 P、氨态 N 等养分形态含量的参数,在模拟施肥时用来计算肥料中的有效养分含量。在作物生产管理模拟中,可以根据需要选择肥料种类、施肥数量和施肥时期完成施肥任务。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 2　黄土高原 EPIC 模型中有关作物参数

Table 2　EPIC model crop parameters on the loess plateau region

参数 Parameters	冬小麦 Winter wheat	春小麦 Spring wheat	春玉米 Spring maize	春大豆 Spring soybean	春谷子 Spring millet	紫花苜蓿 Alfalfa	苹果 Apple tree	松树 Pine tree	柠条 Peashrub tree	刺槐 Acacia tree	天然草场 Pasture
CPNM	WWHT	SWHT	CORN	SOYB	FMIL	ALFA	APPL	PINE	SHRB	ACAC	RNGE
WA	30.0	30.0	40.0	25.0	35.0	20.0	30.0	16.0	5.0	15.0	30.0
HI	0.40	0.40	0.50	0.30	0.35	0.01	0.10	0.75	0.75	0.70	0.01
TB	15.0	15.0	25.0	25.0	25.0	15.0	22.0	20.0	20.0	20.0	25.0
TG	0.0	0.0	8.0	10.0	5.0	1.0	6.0	2.0	5.0	5.0	3.0
DMLA	6.0	6.0	6.0	5.0	6.0	5.0	5.0	5.0	1.5	5.0	5.0
DLAI	0.90	0.80	0.80	0.90	0.85	0.90	0.99	0.15	0.99	0.99	0.99
DLAP1	25.15	15.01	15.05	15.10	15.01	15.01	10.15	10.50	5.05	5.05	15.010
DLAP2	85.95	50.95	50.95	50.95	50.95	50.95	50.75	25.99	40.95	40.95	50.950
RLAD	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0
RBMD	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
ALT	2.0	2.0	3.0	3.0	5.0	3.0	5.0	1.0	5.0	5.0	4.0
GSI	0.007 0	0.007 0	0.007 0	0.010 0	0.012 0	0.010 0	0.005 0	0.005 0	0.005 0	0.005 0	0.005 0
CAF	0.85	0.85	0.85	0.85	0.75	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
SDW	90.0	90.0	25.0	35.0	7.5	15.0	80.0	80.0	80.0	80.0	5.0
HMX	1.20	1.20	2.00	0.80	1.50	1.50	4.50	20.00	6.0	15.0	1.0
RDMX	3.00	2.00	3.00	2.00	2.00	6.00	8.00	10.00	6.00	8.00	3.00
WAC2	660.39	660.39	660.44	660.31	660.40	660.25	660.20	660.20	660.20	660.20	660.33
CVM	0.030	0.030	0.200	0.200	0.200	0.010	0.001	0.200	0.001	0.001	0.050
CNY	0.023 4	0.023 4	0.017 5	0.065 0	0.013 0	0.025 0	0.001 89	0.001 5	0.001 5	0.001 5	0.023 4
CPY	0.003 3	0.003 3	0.002 5	0.009 1	0.006 0	0.003 5	0.000 44	0.000 3	0.000 3	0.000 3	0.003 3
WSYF	0.200	0.200	0.300	0.220	0.100	0.010	0.050	0.750	0.750	0.700	0.010
PST	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.95	0.60
COSD	1.80	1.80	2.50	3.00	3.00	5.00	3.00	3.00	3.00	3.00	0.30
PRY	120.00	120.00	100.00	370.00	100.00	70.00	1 000.00	1 000.00	1 000.00	1 000.00	20.00
WCY	0.120	0.120	0.150	0.130	0.050	0.100	0.840	0.010	0.010	0.010	0.100
BN1	0.060 0	0.060 0	0.044 0	0.052 4	0.045 0	0.050 0	0.006 0	0.006 0	0.020 0	0.020 0	0.060 0
BN2	0.023 1	0.023 1	0.016 4	0.026 5	0.030 0	0.030 0	0.002 0	0.002 0	0.010 0	0.010 0	0.023 1
BN3	0.013 4	0.013 0	0.012 8	0.025 8	0.010 0	0.020 0	0.001 5	0.001 5	0.008 0	0.008 0	0.013 4
BP1	0.008 4	0.008 4	0.006 2	0.007 4	0.006 0	0.007 1	0.000 7	0.000 7	0.000 7	0.000 7	0.008 4
BP2	0.003 2	0.003 2	0.002 3	0.003 7	0.002 5	0.004 2	0.000 4	0.000 4	0.000 4	0.000 4	0.003 2
BP3	0.001 9	0.001 9	0.001 8	0.003 5	0.001 5	0.002 8	0.000 3	0.000 3	0.000 3	0.000 3	0.001 9
BW1	3.390	3.390	0.433	1.266	0.660	3.390	3.390	3.390	3.390	3.390	3.390
BW2	3.390	3.390	0.433	0.633	0.700	3.390	3.390	3.390	3.390	3.390	3.390
BW3	1.610	1.610	0.213	0.729	0.320	3.390	3.390	3.390	3.390	3.390	3.390
IDC	5	5	4	1	4	3	7	7	7	7	6
FRST1	15.20	10.050	5.010	5.010	5.010	5.010	15.010	15.001	15.010	15.010	5.010
FRST2	25.500	15.150	15.950	15.950	15.050	15.950	25.050	25.002	25.050	25.050	15.100
WAVP	6.0	6.0	8.0	5.0	7.0	4.0	3.0	3.0	8.0	8.0	6.0
VPTH	0.5	0.5	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	1.0	1.0	0.50
VPD2	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75
RWPC1	0.40	0.40	0.40	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
RWPC2	0.20	0.20	0.20	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200

6　EPIC 模型的径流曲线代码简介

在 EPIC 模型中采用 SCS 径流曲线方法估算径流, 用户必须输入径流曲线代码 CN2, 用以描述土壤特有的水文学特征(水文学分组)、与入渗有关的地表状况、影响水分入渗的作物类型和所用的水土保持措施等。在土壤水文学分组中, A 组为低径流潜力土壤, 在完全湿润下也具有高的入渗速率, 主要由排水性非常高的沙土和石砾组成, 具有高的水分传输速率; B 组土壤在完全湿润下具有中等的水分入渗速率, 主要由土层深厚、排水性良好、质地较粗的轻壤土组成, 具有中等的水分传输速率; C 组土壤在完全湿润下具有较慢的水分入渗速率, 主要由存在阻止水分下渗的障碍层的土壤或质地较细的重壤

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

土组成,具有较慢的水分传输速率;D 组为高径流潜力土壤,在完全湿润下具有非常慢的水分入渗速率,主要由高膨胀潜力的粘土、永久性高含水量土壤、在表层或近表层存在粘土层的土壤以及在不透水材料上的土层较浅的土壤组成,具有非常慢的水分传输速率[2]。在黄土高原地区,根据土壤质地的区域分布特征,北部风沙区土壤属于 A 组土壤,丘陵沟壑区土壤属于 B 组土壤,高原沟壑区土壤属于 B 组或 C 组土壤。根据土地利用方式、保护耕作措施和土壤水文学分组,可以在用户手册中查到相应的径流曲线代码 CN 2 的值。

[参考文献]

[1] Williams J R. The EPIC model[R]. Temple: USDA-ARS, grassland, soil and water research laboratory, 1997.

[2] Williams J R, Dyke P T, Fuchs W W, et al. EPIC-Erosion/Productivity impact caculator: 2. user manual[M]. USDA Agriculture Technical Bulletin, No. 1768, 1990.

[3] 中国科学院自然资源综合考察委员会. 中国农业气候资源图集[M]. 北京: 气象出版社, 1984.

[4] 中国科学院黄土高原综合考察队. 黄土高原地区农业气候资源图集[M]. 北京: 气象出版社, 1990.

[5] 康绍忠, 邵明安. 作物蒸发蒸腾量的计算方法研究[Z]. 陕西杨凌: 中国科学院水利部西北水土保持研究所集刊, 1991.

[6] Richardson C W. Data requirements for estimation of weather generation parameters[J]. Transaction of ASAE, 2000, 43(4): 877-882.

[7] Soltani A, Latifi N, Nasiri M. Evaluation of WGEN for generating long term weather data for crop simulations[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2000, 102: 1-12.

[8] 全国土壤普查办公室. 中国土种志(第四卷, 第五卷)[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.

[9] 陕西省土壤普查办公室. 陕西土壤[M]. 北京: 科学出版社, 1992.

[10] 中国科学院黄土高原综合考察队. 黄土高原地区土壤资源及其合理利用[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1991.

[11] 李 军, 邵明安, 樊廷录, 等. 黄土高原作物生长模型DSSAT3 数据库组建[J]. 干旱地区农业研究, 2001, 19(1): 120-126.

[12] Tsuji G Y. DSSAT3 user's guide, vol 1～3[M]. Honolulu, Hawaii: The University of Hawaii, 1994.

[13] 山 仑. 旱地农业的生理生态基础[M]. 北京: 科学出版社, 2000.

[14] 蒋定生. 黄土高原水土流失与治理模式[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1997.

[15] 吴钦孝, 杨文治. 黄土高原植被建设与持续发展[M]. 北京: 科学出版社, 1998.

[16] 肖文发, 徐德应. 森林能量利用与产量形成的生理生态基础[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999.

[17] 卢宗凡. 中国黄土高原生态农业[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1997.

[18] 刘昌明, 王会肖. 土壤-作物-大气界面水分过程与节水调控[M]. 北京: 科学出版社, 1999.

[19] 邵明安, 黄明斌. 土-根系统水动力学[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2000.

[20] 杨文治, 邵明安. 黄土高原土壤水分研究[M]. 北京: 科学出版社, 2000.

[21] 梁银丽, 党廷辉, 张成娥. 黄土区农田生态系统生产力研究[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2000.

Database construction for the EPIC model on the Loess Plateau region

LI Jun[1,2], SHAO Ming-an[1,3,4], ZHANG Xing-chang[1,3]

(1 *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, Shaanxi, Yangling* 712100, *China*; 2 *College of Agronomy, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Shaanxi, Yangling* 712100, *China*; 3 *College of Resources and Environmental Science, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Shaanxi, Yangling* 712100, *China*; 4 *Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing* 100101, *China*)

Abstract: Based on the introduction of structure and functions of the EPIC (Erosion-Productivity Impact Calculator) model, The construction methods of daily weather database, soil profile characteristic database and crop growth parameter database for EPIC model on the loess plateau region are discussed. And the field tillage operations, fertilizer parameters and runoff curve number of EPIC model are also introduced in the paper. This work has laid foundation for application of EPIC model on the Loess Plateau region.

Key words: EPIC model; database; construction; the Loess Plateau region

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net