

黄河典型流域分布式水文过程模拟

郑红星^{1,2}, 刘昌明^{1,2}, 王中根², 吴险峰¹

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所陆地水循环与地表过程重点实验室, 北京 100101;

2. 北京师范大学环境科学研究所, 北京 100875)

摘要: 基于水循环物理过程的分布式水文模型的研究和应用已经成为当前水文学研究的热点之一。本文应用大尺度分布式水文模型 SVAT&HYCY, 选择黄河的主要支流洛河卢氏以上流域进行实例研究。根据 1990~1996 年的资料进行的模拟结果表明, 模型可以反映流域蒸散发的空间分布特征以及径流的形成过程。但是在模拟的径流值与实测值之间还有一些差异。这种差别一方面是因为实际径流包含了人类活动的影响, 另一方面, 空间插值方法是否准确反映模型的输入量 (特别是降水) 的空间分布特征也将影响模拟精度。

关键词: SVAT&HYCY 模型; DEM; 分布式; 卢氏流域

中图分类号: P344 **文章编号:** 1000-0585(2004)04-0447-08

流域水文循环过程受气候、下垫面等多种因素的影响, 在空间上表现出相当大的差异性。作为对自然界复杂的水文循环过程的模拟, 集总式水文模型 (Lumped Model) 忽略了水文影响因子空间上的异质性, 而以单一或集总的参数形式来表达流域的空间特征^[1]。从模型的应用过程看, 集总式一般都需要模型率定、验证等步骤。应用率定所得的参数进行水文模拟虽然可以达到一定的精度要求, 但是由于模型中参数本身物理意义不甚明确, 因此参数值的选择具有一定的盲目性, 很难推广使用。特别的, 对于无水文历史观测资料的地区, 集总式水文模型的率定和应用就变得更加困难。分布式水文模型 (Distributed Model) 的提出, 一方面是针对集总式水文模型中固有的缺陷, 考虑了水文过程空间上的异质性, 并根据流域各处地形、土壤、植被、土地利用和降水等的不同, 将流域划分为若干个水文模拟单元, 在每一个单元上用一组参数反映该部分的流域特性, 参数具有较为明确的物理意义, 可以通过特定的手段予以测定。另一方面, 在考虑气候变化与水文循环过程的相互作用的研究中, 建立与 GCM 耦合的陆地水文循环模型是其中一个重要内容。由于 GCM 模型是基于网格的且具有明确的物理机制, 因此, 建立相应的具有物理机制的分布式水文模型也就成为必然。

自 Freeze 和 Harlan 于 1969 年提出分布式水文模型的概念以来, 分布式水文模型有了广泛的研究和应用^[2]。在 20 世纪 70、80 年代, 由于受计算条件, 数据观测与采集手段的限制, 分布式水文模型发展比较缓慢, 远远落后于同时期的集总式模型。20 世纪 90 年代以后, 集总式模型由于自身的局限性, 几乎处于停滞状态^[3]。而随着计算机、信息和通讯技术的发展和普及, 获取和描述流域下垫面空间分布信息的技术日渐完善, 水文模拟技术发生了巨大的变革, 分布式水文模型也因此获得了长足发展, 出现了如 SHE、TOP-

收稿日期: 2003-10-15; 修订日期: 2004-02-03

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目“黄河流域水资源演化规律及其可再生性调控机理”(G19990436-01) 和第 32 届博士后资助金项目。

作者简介: 郑红星 (1973-), 男, 福建建春人, 博士。研究方向为水文水资源, E-mail: zhenghx@igsrr.ac.cn

MODEL 等一系列分布式水文模型。本文选择黄河流域内的典型流域——洛河卢氏以上流域,在 GIS 的支持下,以 SVAT&HYCY 模型为基础,模拟流域的水文循环过程。

1 SVAT&HYCY 模型

SVAT&HYCY 模型是由 Fukushima 和 Ma 等人提出的,模型已经应用于 Lena 河流域以及江西的九莲山等流域^[4]。它包括计算净雨量(Net Rainfall)的 SVAT 模块、坡面产流的 HYCY 模块以及流域汇流的 ROUTING 模块。模型的计算过程是在单元网格有效降雨以及坡面产流计算的基础上,进行流域汇流计算。从模型的结构上看,SVAT&HYCY 模型是属于松散耦合型大尺度的分布式水文模型。

在组成流域模型的三大模块中,SVAT 模块用于模拟单元内土壤~植被~大气(SVAT)系统中水的运动,其核心是基于能量平衡的单元流域蒸散发计算,计算公式采用 Penman-Montieth 公式(如表 1 中式 1)。其中冠层阻抗的估算是基于辐射干燥指数 RDI 。认为最小冠层阻抗 r_{min} 和 RDI 之间存在线性关系,不同的下垫面类型所对应的线性关系的斜率不一,即式中 d 取不同的值。由计算所得的单元网格的蒸散发,可计算出单元网格上的净雨量 P_n 。

在 SVAT 模块输出的基础上,HYCY 模块用以模拟流域产流过程中不同的径流成分。它将单元流域的径流组成概化为线性或非线性的水库(如图 1 所示)。在 HYCY 模块中,径流分为河道系统的直接径流、饱和区产生的地表径流以及地下基流 3 部分。

ROUTING 模块是流域汇流演算部分,它是在等流时线概念的基础上进行汇流计算的。其过程就是在确定各个单元到出口断面的汇流路径后,在给定流域平均流速的情况下,确定各个单元到出口断面的出流时间,以进行等流时线的分块叠加计算。

2 模型应用

本文选择洛河上游卢氏水文站以上流域进行实例研究。研究区地理坐标为 $109^{\circ}40'$ ~ $110^{\circ}10'E$, $33^{\circ}45'$ ~ $34^{\circ}30'N$ 。流域面积 4623km^2 ,河道长 196.3km 。该区为典型的石山林区,上游以石山为主,下游有一部分土石山。地势高峻,河沟密闭,坡陡石多,地形复杂,切割严重,土地贫瘠。大部分地区海拔高度在 $1200\sim 2000\text{m}$ 之间,沿河有许多面积较小的河谷平原,宽度 1000m 左右,海拔高度 $600\sim 1000\text{m}$ 。西、南山区及崤山主脉多为砾质石渣土、土薄石厚,土层仅有 $16\sim 20\text{cm}$,石渣比例大,透水性好。森林草坡以棕壤、褐土为主。天然植被较好,林木覆盖率为 34.2% ,郁闭度为 $0.5\sim 0.7$,草本植物种类繁多,覆盖度中等。研究区地处亚热带和暖温带的过渡地带,多年平均降水量为 720mm ,多年平均水面蒸发量为 966mm 。从降水的空间分布看,流域西北部较大,南部较小,而以洛河川最小。降水量年内分布不均,一般集中在 $6\sim 9$ 月,占全年降雨量的 $55\sim 65\%$,春秋次之,冬季最少,仅占 3.4% 。受江淮切变线的影响,区内夏秋常出现暴雨。

2.1 资料来源

应用 SVAT&HYCY 模型进行分布式水文过程模拟需要的数据包括气温(最高、最

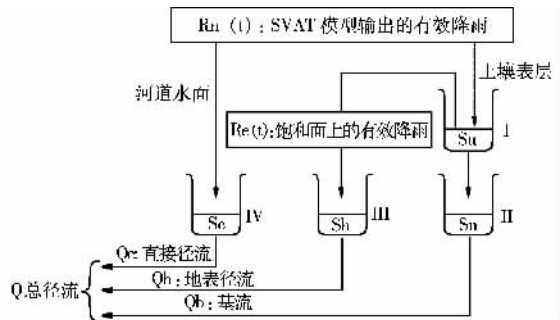


图 1 HYCY 模块的结构框图
Fig. 1 Structure of HYCY Model

表 1 SVAT&HYCY 模型的主要控制方程

Tab. 1 Principal equations of the SVAT & HYCY Model

模块	变量	单位	符号	计算公式	序号
S V A T	蒸散发	mm	E	$\lambda E = \frac{\Delta(R_n - G) + C_p P (e_s - e_d) / r_a}{\Delta + \gamma(1 + r_s / r_a)}$	1
	冠层阻抗	s/m	r_s	$r_s = r_{smin} e^{a(e_s - e_d)}$	2
	最小冠层阻抗	s/m	r_{smin}	$r_{smin} = d \cdot RDI$	3
	辐射干燥指数	—	RDI	$RDI = \Sigma R_n / \Sigma \lambda P$	4
	空气动力学阻抗	s/m	r_a	$r_a = \frac{1}{k^2 u} \left[\ln\left(\frac{z-d}{z_{oh}}\right) - \Psi_{sh} \right] \left[\ln\left(\frac{z-d}{z_{om}}\right) - \Psi_{sm} \right]$	5
	有效降雨	mm	P_n	$P_n = P - E$	6
H Y C Y	上层土壤蓄水量	mm	S_u	$S_u(t) = S_u(t-1) + P_n(t) - P_e(t) - Q_u(t)$	7
	地下水水量	mm	S_b	$S_b(t) = S_b(t-1) + Q_u(t) - Q_b(t)$	8
	地表水蓄量	mm	S_h	$S_h(t) = S_h(t-1) + P_e(t) - Q_h(t)$	
	河道蓄水量	mm	S_c	$S_c(t) = S_c(t-1) + P_e(t) - Q_c(t)$	10
	基流	mm/day	Q_b	$S_b = K_b Q_b^{0.1}$	11
	地表下渗	mm/day	Q_u	$S_u = K_u Q_u$	12
	地表径流	mm/day	Q_h	$S_h = K_h Q_h^{0.6}$	13
	河道直接径流	mm/day	Q_c	$S_c = K_c Q_c^{0.6}$	14
	总径流	mm/day	Q_t	$Q_t = (1-c)(Q_h + Q_b) + cQ_c$	15

注: 表中控制方程其它参数的说明及其取值见表 2, 进一步的说明可参见文献 [4]。

低和平均)、降水、气压、相对湿度、风速、水汽压、日照时数等气象数据。此外, 还必须有 DEM 和土地利用等资料。调查表明, 研究区域内现有 3 个常规气象观测站, 33 个雨量站以及 1 个水文测站, 即位于出口断面的卢氏水文站。流域内气象水文站的分布如图 4 所示。本次研究所用的资料即来源于上述气象水文站点的观测资料 (1990~1996)。此外, 还包括 1: 25 万 DEM 数据以及 1: 400 万土壤类型、1: 100 万土地利用数据。

2.2 单元划分

在传统集总式水文模型中, 往往忽略流域下垫面 (如地形、土壤、植被覆盖等) 的空间变异性, 而且几乎不考虑气象因素 (如降水、气温、辐射等) 的空间分布对流域水文循环的影响。在现代分布式水文模型中, 对流域下垫面和气象因素的空间变异性的响应, 一

般是通过将流域离散成若干子单元 (子单元也可进一步细分) 的方式进行。目前, 基于 DEM 的流域离散化主要方法有: 网格 (grid)、山坡 (hillslope)、子流域 (subwatershed)、典型单元面积 REA (Representative Elemental Area)、水文响应单元 HRU (Hydrological Response Unit)、分组响应单元 GRU (Grouped Response Unit)、聚集模拟单元 ASA (Aggregated Simulation Area) 以及水文相似单元 HSU (Hydrological

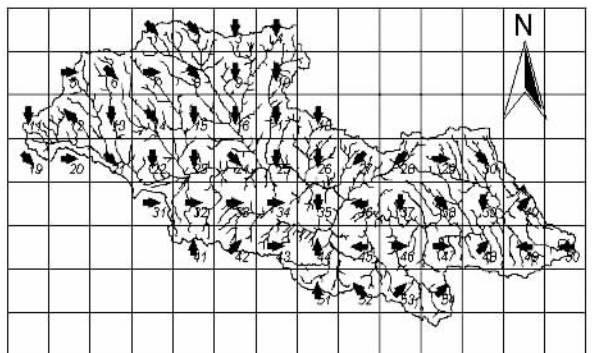


图 2 基于 DEN 单元网格汇流路径的确定

Fig. 2 Definition of flow routing based on DEM

Similar Unit) 等。除上述各种不同的水文单元划分方法外, 实际应用中的单元划分也可以不同方法的组合, 如子流域和网格相结合等。

SVAT&HYCY 模型是基于网格单元的大尺度分布式模型。在现有的应用中, 其网格的大小从 $1\text{km}\times 1\text{km}$ 到 $1^\circ\times 1^\circ$ 都有。在本文的研究中, 我们在 $100\text{m}\times 100\text{m}$ 的 DEM 基础上, 在相应的 GIS 工具的支持下, 通过重分析 (Regridding) 生成 $10\text{km}\times 10\text{km}$ 大小的网格, 研究流域共分成 54 个网格单元。具体如图 2 所示。

2.3 空间插值

如前所述, 分布式水文模型的重要特点在于考虑了水文参数空间上的差异。然而在应用这一类模型进行水文过程模拟时, 由于观测资料的限制, 通常不可能获得每个单元网格上所有的水文参数。因此, 利用现有的观测资料, 进行空间插值, 从而获得空间各单元上所需的模型驱动数据就成为分布式水文模型应用的一个重要步骤。目前, 降水、气温和辐射等气象要素的空间分布信息主要是通过各种空间插值模型获得的。

在本文的研究中, 就输入的气象信息看, 对气温、汽压、水汽压、风速、日照时数以及相对湿度等, 我们根据现有的 3 个气象站点的资料, 采用泰森多边形的方法, 对各单元网格进行设定。就降水而言, 则根据 33 个雨量站的资料用相同的方法进行插值。在模型参数方面, 则根据土地利用、土壤类型、植被覆盖和暴雨分布等信息, 将流域分为林地、草地和暴雨区 3 个单元类型。每个单元类型对应有一组不同的参数集。

2.4 汇流路径

应用等流时线的方法进行河网汇流计算, 一个重要的步骤就是求各个网格单元到出口断面的汇流路径长度。借助 GIS 的手段, 在 $100\text{m}\times 100\text{m}$ 的 DEM 的基础上, 我们可以提取研究流域的河网结构如图 2 所示。在所得到的河网结构图上叠加单元划分的图层, 就可以进一步判断每个单元网格的流向, 从而获得各个单元网格到出口断面的汇流路径及其长度。进行汇流计算的另一个重要参数是流域的平均流速。在 DEM 的基础上, 利用 GIS 手

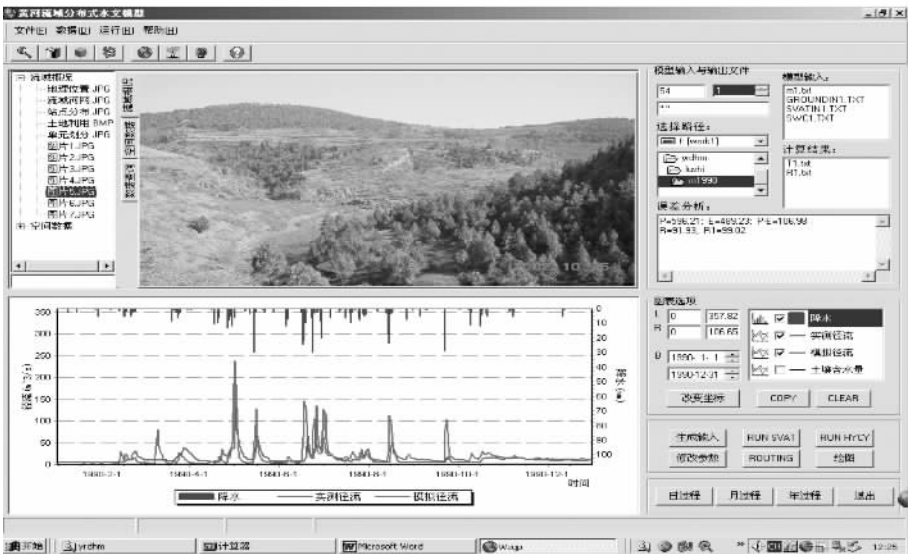


图 3 SVAT&HYCY 模型的图形用户界面

Fig. 3 Graphic User Interface of the SVAT&HYCY Model

段, 我们同样可以求得全流域的平均坡度, 从而推求流域的平均流速。

2.5 模型运行

在完成上述的前处理工作之后, 就可以开始应用 SVAT&HYCY 模型进行流域日水文过程模拟。由于原模型是基于 DOS 的运行程序, 为简化模型操作, 我们利用 C++ Builder6.0 编写了专门的图形用户界面 (GUI), 如图 3 所示。界面在嵌入 SVAT、HYCY 和 ROUTING 等 3 个模块的同时, 还创建了输入输出控制等功能。

3 结果讨论

根据现有的资料, 应用 SVAT&HYCY 模型, 我们对洛河卢氏以上流域的 1990~1996 年的水文过程逐年进行了模拟。模型输出结果的主要包括蒸散发和各个不同的径流成分。根据流域的下垫面特征 (土地利用、土壤等), 参考相关资料并结合模型调试, 给出模型中各参数的值如表 2。

表 2 模型主要参数及其取值

Tab. 2 Values of parameters in the SVAT&HYCY Model

参数	含义	参数值
c	水域面积占全流域面积的百分比	0.05
d	r_{min} 与 RDI 之间的相关系数	130(暴雨中心), 150(森林), 250(草地)
K_b	地下非线性水库出流系数	$687\text{mm}^{9/10}\text{hr}^{1/10}$
K_c	河道线性水库出流系数	$2\text{mm}^{2/5}\text{hr}^{3/5}$
K_h	上层土壤饱和区非线性出流系数	$10\text{mm}^{2/5}\text{hr}^{3/5}$
K_u	上层土壤非线性下渗系数	21.7hr

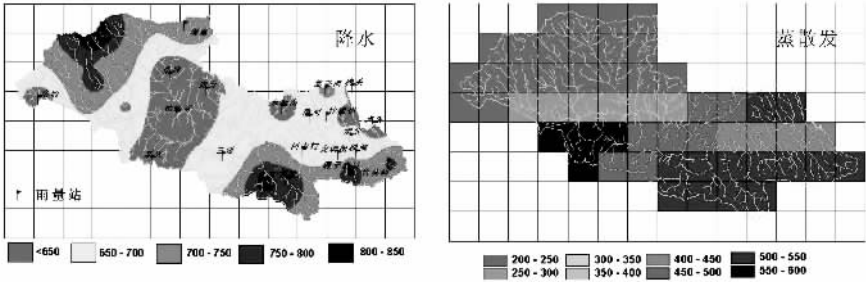


图 4 洛河卢氏以上流域多年平均降水与蒸散发空间分布 (1990~1996 年, mm)

Fig. 4 Spatial distribution of annual average precipitation and evapotranspiration in the Lushi basin (1990~1996, mm)

图 4 给出了 1990~1996 年多年平均年蒸散发的空间分布特征。图中表明, 流域的蒸散发变化于 200~600mm 之间。从空间分布上看, 表现出从东南向西北减少的趋势。比较降水和蒸散发的空间分布特征 (图 4), 可以看出两者空间上的分布并不完全一致, 即降水多的地方蒸散发并不一定特别强烈。这表明, 流域蒸散发并不完全取决于降水, 还受下垫面如地形、植被、土壤等多种因素的影响。

图 5 给出了流域出口断面 (卢氏水文站) 实测径流和模拟径流的比较。总体上看, 模拟径流和实测径流以及降水过程都有较好的对应关系。在一些年份 (如 1990、1992、1994、1995 和 1996 年) 模拟径流值与实测径流值较为接近。而在其它年份 (1991 和 1993 年) 两者之间的差别较大。特别是 1993 年, 模拟径流要大于实测径流。

模拟结果和实测结果之间的这种差别一方面反映了模型参数和模型结构上和实际水文过程的差距。由于缺乏相关的观测实验,模型参数值的确定主要参考国内外的研究经验加以确定,其取值带有一定的主观性。特别地,由于缺乏和水文资料相配套的实时的下垫面资料,模拟时段内所用的参数都取相同的值,这在一定程度上也影响了模拟的精度。因此,进一步分析模型参数与下垫面特征的关系,特别是通过遥感影像资料确定水文模型的参数将是提高模型精度的一个重要手段,也是分布式水文模型发展的一个重要方向。

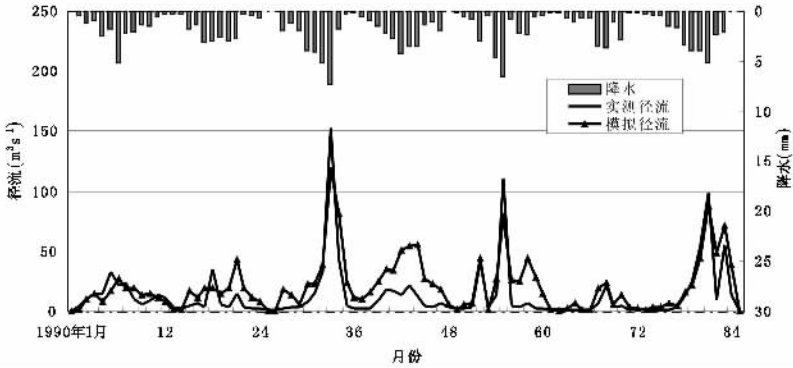


图5 出口断面模拟径流与实测径流比较(1990年1月~1996年12月)

Fig. 5 Comparison between calculated and observed runoff from January 1990 to December 1996

另一方面,模型输入信息的精度也是影响模拟结果的一个重要因素。在本文的研究中,常规气象站点仅有3个,在准确地表征研究区内气象信息的空间分布特征方面有一定的局限性。这在很大程度上影响水文过程的一个重要的方面——蒸散发的计算精度。此外,分布式水文模型对降水资料的要求也较高。输入的降水信息对结果有相当大的影响。因为降水总量是否准确直接关系到模拟的结果是否符合水量平衡的要求,而降水的空间分布则影响径流的过程和结构。因此,如何利用有限的观测站点的信息,通过空间插值的方法获得研究域内各单元网格的信息已经成为当前分布式水文模型研究和应用中的一个重点。而发展雷达测雨技术,直接获取降水的空间分布特征,进行分布式水文模拟则是当前水文模拟领域探讨的一个热点话题。

4 小结

基于水循环物理过程的分布式水文模型的研究和应用已经成为当前水文学研究的热点之一。本文应用大尺度分布式水文模型 SVAT&HYCY,选择黄河的主要支流洛河卢氏以上流域进行实例研究。应用 C++ Builder 编写了图形用户界面,把 SVAT&HYCY 中 SVAT、HYCY 和 ROUTING 等3个模块集成到了一个统一的操作平台上。在 GIS 的支持下,根据 1990~1996 年的资料进行的模拟。结果表明,模型可以反映流域蒸散发的空间分布特征以及径流的形成过程。但是在模拟的径流值与实测值之间还有一些差异。这种差别一方面是由于模型参数和模型结构方面的不足;另一方面,模型输入信息(特别是降水)的准确性也将影响模拟精度。

分布式水文模型经过近30年的发展,特别是近10年来取得了很大的进展。但是,从总体情况看,分布式水文模型还有待于进一步完善。首先,在模型真实性方面,由于水文现象的复杂性,受测量技术的限制,一些水文过程和边界条件并不确知。因此,分布式水

文模型都存在很多具有虚假性的假定, 导致模型并不能再现真实的水文过程。其次, 模型的尺度问题上, 由于参数值是在小尺度实验或观测的基础上确定的, 小尺度上的参数如何应用到大大尺度的模拟中, 即尺度转换的问题, 是分布式水文模型必须进一步考虑的。第三, 分布式水文模型对于驱动模型的水文气象资料提出了更高的要求。在现有站点观测的条件下, 为获得空间分布式的信息, 有必要加强水文气象要素空间分布规律的研究, 并探求科学合理的空间插值方法。

目前, 单纯地就模拟与预报结果而言, 分布式水文模型并不比传统的集总式水文模型有太多的优势。但是, 分布式水文模型所揭示的水文物理过程越来越接近实况。特别是随着 RS 和 GIS 技术进一步成熟与发展, 分布式水文模型的优势将日益明显。探索遥感信息与水文要素之间的关系, 或者说是遥感信息的水文解译, 从而建立基于遥感信息的分布式水文模型将是未来模型研究的一个重要方向。

致谢: 感谢日本人与自然研究所的福岛义宏教授、全球变化前沿研究系统的马夔铤博士在模型理论与应用方面的支持和帮助。

参考文献:

- [1] Singh V P. Computer Models of Watershed Hydrology. Water Resources Publications, USA, 1995
- [2] Freeze R A, Harlan R L. Blueprint of a physically-based digitally-simulated hydrological response model. Journal of Hydrology, 1969, (9): 237~258.
- [3] 王中根, 刘昌明, 等. 基于 DEM 的分布式水文模型构建方法. 地理科学进展, 2002, 21(5): 430~439.
- [4] Ma X, Fukushima Y H, *et al.* A macro-scale hydrological analysis of Lena River Basin. Hydrological Processes, 2000, 14: 639~651.
- [5] 左其亭, 王中根, 现代水文学. 郑州: 黄河水利出版社, 2002.
- [6] 黄平, 赵吉国. 流域分布型水文数学模型的研究及应用前景展望. 水文, 1997, (5): 5~10.
- [7] Beven K J, Kirkby M J. A physically based variable contributing model of basin hydrology. Hydrological Sciences Bulletin, 1979, 24(1): 43~69.
- [8] Beven K J. TOPMODEL. In: Singe V P. Computer Models of Watershed Hydrology. Littleton: Water Resources Publications, 1995.
- [9] Abbott M B, Bathurst J C, *et al.* An introduction to the European hydrological system-Systeme Hydrologique Europeen, SHE, 2. Structure of a physically-based distributed modeling system. Journal of Hydrology, 1986, 87: 61~77.
- [10] Bathurst J C, Wicks J M, OConnell P E. The SHE/SHESED basin scale water flow and sediment transport modeling system. In: Singe V P. Computer Models of Watershed Hydrology. Littleton: Water Resources Publications, 1995.
- [11] Calver A, Wood W L. The institute of hydrology distributed model. In: Singe V P. Computer Models of Watershed Hydrology. Littleton: Water Resources Publications, 1995.
- [12] Neitsch S L, Arnold J G, *et al.* Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation / Version 2000.
- [13] Yao Hand Michio H. A completely-formed distributed rainfall-runoff model for the catchment scale. IAHS Publ. , 2001, 270, 183~190.
- [14] Yang D, Herath S, Musiak K. Spatial resolution sensitivity of catchment geomorphologic properties and the effect on hydrological simulation. Hydrological Processes, 2001, 11: 2085~2099.
- [15] 郭生练, 等. 基于 DEM 的分布式流域水文物理模型. 武汉水利电力大学学报, 2000, 33(6): 1~5.
- [16] 芮孝芳. 流域水文模型研究中的若干问题. 水科学进展, 1997, (1): 94~98.
- [17] 任立良. 流域数字水文模型研究. 河海大学学报, 2000, 28(4): 1~7.
- [18] 李志林, 朱庆. 数字高程模型. 武汉: 武汉测绘大学出版社, 2000.
- [19] Tribe A. Automated recognition of valley lines and drainage networks from grid digital elevation models; a review

and a new method. *Journal of Hydrology*, 1992, **139**(1): 263~293.

- [20] Turcotte R, Fortin J P, *et al.* Determination of the drainage structure of a watershed using a digital elevation model and a digital river and lake network. *Journal of Hydrology*, 2001, **240**(3-4): 225~242.
- [21] 刘苏峡,等. 黄河流域水循环研究的进展和展望. *地理研究*, 2001, **20**(3): 257.
- [22] 程维明,等. 天山北麓前山带对平原区水文过程的影响. *地理研究*, 2001, **20**(4): 439.

Simulation of hydrological processes in Lushi Basin basing distributed hydrological model

ZHENG Hong-xing^{1,2}, LIU Chang-ming^{1,2}, WANG Zhong-gen¹, WU Xian-feng²

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research Key Lab Water
Cycle & Related Land Surface Processes, CAS, Beijing 100101, China;

2. Institute of Environmental Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: Nowadays, great efforts have been made on distributed hydrological modeling. It is believed that distributed hydrological model can describe the hydrological processes in more detail and more physically. On the other hand, the rapid development of computer and information technology has turned distributed hydrological model from scientific concepts to application reality. In this paper, we have applied the macro-scale distributed hydrological model SVAT&HYCY to Lushi Basin, which is located at the upstream of Luohe River. Firstly, we have established a graphic user interface integrated three major components including SVAT, HYCY and ROUTING. With the support of GIS, the basin has been divided into 54 10km×10km grids based on 100×100m DEM. Also, the Thissen method has been applied for spatial interpolation of meteorological data, such as precipitation, temperature, relative humidity, sunshine duration, atmospheric pressure, vapor pressure and wind speed. For the whole basin, data from three meteorological stations and 33 rain gauges have been used. From the model, we have obtained evapotranspiration of the basin. Comparing with precipitation patterns, we found that evapotranspiration is not only under the impact of precipitation but also influenced by terrain, land use and land cover, etc. Furthermore, comparing the simulated runoff with observed one from 1990 to 1996, we found that in some years (1990, 1992, 1994, 1995 and 1996), the simulated runoff is quite close to the observed one. However, in 1991 and 1993, the difference is quite significant. The differences implied that the structure and parameters of the model may not fit with the real hydrological processes exactly. On the other hand, the availability of model input, especially precipitation information, may also have great impact on the results. Though there is still deficit in the distributed hydrological model, it has a bright future. It is believed that with the development of GIS and RS, the distributed hydrological model will be improved widely.

Key words: SVAT&HYCY Model; DEM; Distributed Hydrological Model; Lushi Basin