

新安江模型在资水流域的应用

吴德波

(黄河水利委员会水文局,河南 郑州 450004)

摘 要:选取资水流域新宁水文站以上集水面积为研究区域,基于空间分辨率为 30 s 的数字高程模型数据,构建数字流域水系,进行子流域划分,生成流域水系拓扑关系。在资水流域新宁站控制面积上,应用新安江模型,选取 1980~1985 年作为模型的率定期,2001~2003 年作为模型的验证期,进行日径流过程模拟;选取 12 场洪水作为率定场次洪水,6 场洪水作为验证场次洪水,进行次洪径流过程模拟。从实际模拟的总体效果看,该流域与新安江模型模拟效果较好。

关键词:资水流域;数字高程;新安江模型;洪水模拟;经济分析

中图分类号:TV131.65

文献标识码:B

文章编号:1008-486X(2012)02-0007-03

0 引言

数字高程模型(Digital Elevation Model,简称 DEM)的出现为数字水文学的发展和数字水文模型的诞生提供了坚实的技术基础^[1]。由 DEM 自动提取水系和子流域特征,代表着流域参数化方便而迅速的一种途径^[2]。本文利用 DEM 信息提取流域信息,构建分布式新安江水文模型,将之应用到资水流域,取得了较好的模拟效果。

1 流域概况

本文以资水水系的新宁站集水区为模型应用流域。资水水系范围覆盖 12 县境,支流山溪河流特性明显,属于中亚热季风湿润气候,多年平均降水量为 1 462 mm。新宁水文站位于资水的支流夫夷水上,位于湖南省新宁县金石镇观瀑村,集水面积 2 456 km²,距离河口 125 km。该区域内设 1 个水文站、9 个雨量站和 1 个蒸发站。

2 模型概述

2.1 数字高程水文模型

数字高程流域水系模型(Digital Elevation Drainage Network Model,简称 DEDNM)^[3],又称 TOPAZ(Topographic Parameterization)^[4],是一种基于栅格型 DEM 数据的集地形要素计算、河网水系识别、主流域分水线确定和子流域分割于一体的自动化数字地形分析工具。它能给出如下结果:栅格水流流向、流域分水线、自动生成的河网及子流域、河道与子流域的编码和河网结构拓扑关系^[5]。

2.2 新安江模型

新安江模型是河海大学赵人俊教授研制的概念性降雨径流模型^[6],适用于湿润地区与半湿润地区。新安江模型采用 3 层蒸发模型进行计算,基于蓄满产流机制进行产流计算。它引入线性水库,将产生的径流划分为三水源,坡地汇流采用无因次单位线模拟水体,单元出口到流域出口断面的河道洪水演算采用马斯京根法线性解^[7]。

3 模拟结果比较分析

3.1 构建数字流域水系

选取资水水系夫夷水流域新宁水文站以上集水面积,以空间分辨率为 30s 的栅格型 DEM 数据。该数据来自美国国家地球物理数据中心提供的全球陆地 1 km 基础高程 GLOBE(Global Land One-kilometer Base Elevation)。本研究流域最小水道给养面积阈值 CSA 和最小河长 MSCL 分别取 40 km² 和 6 km。研究流域被划分为 13 个子流域(如图 1 所示)。

3.2 模型参数的选取

本研究采用新安江模型对资水流域新宁站集水面积 1980~1985 年间共 18 场洪水进行模拟。其中,以 12 场洪水作为率定洪水场次,以 6 场洪水作为验证洪水场次。在率定洪水场次中,洪峰流量大于或等于 1 000 m³/s 的大洪水 3 场,洪峰流量小于 1 000 m³/s 大于 300 m³/s 的中等洪水 7 场,洪峰流量小于或等于 300 m³/s 的小洪水 2 场。在验证洪水场次中,洪峰流量大于或等于 1 000 m³/s 的大洪水 1 场,洪峰

收稿日期:2012-02-08

作者简介:吴德波(1982-),男,江苏赣榆人,工程师,主要从事水文水资源测报研究工作。

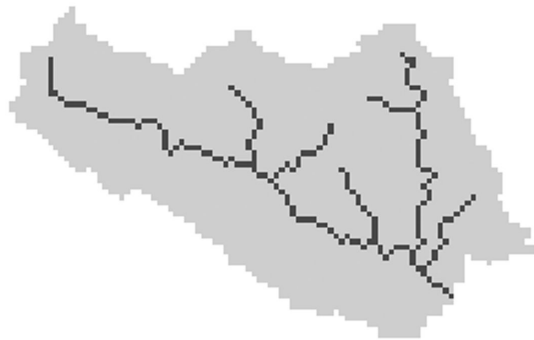


图 1 资水水系夫夷水流域新宁水文站以上流域水系生成图

Fig.1 Drainage system generation above Xinning hydrological station in Fuyishui river basin of Zishui river system

流量小于 1 000 m³/s 大于 300 m³/s 的中等洪水 2 场,洪峰流量小于等于 300 m³/s 的小洪水 3 场。在率定参数过程中,使用确定性系数^[8](式 1)、径流深相对误差^[8](式 2)、洪峰流量相对误差和洪现时差作为率定参数的目标函数。

$$DC=1-\frac{\sum_{i=1}^n(Q_{obs,i}-Q_{cal,i})^2}{\sum_{i=1}^n(Q_{obs,i}-\bar{Q}_{obs})^2} \tag{1}$$

$$BIAS=[\frac{\sum_{i=1}^n Q_{cal,i}-\sum_{i=1}^n Q_{obs,i}}{\sum_{i=1}^n Q_{obs,i}}]\times 100\% \tag{2}$$

3.3 模拟结果

表 1 为新安江模型模拟的次洪水结果。由表 1 可以看出,在率定场次洪水中,3 场大洪水,径流深误差都小于 20%;确定性系数有 1 场大于或等于 0.90,1 场小于 0.9、大于或等于 0.70,1 场小于 0.70、大于或等于 0.60;洪峰相对误差有 2 场小于 20%,1 场大于 20%;洪现时差都不合格。7 场中等洪水,径流深误差有 6 场小于 20%,1 场大于 20%;确定性系数有 4 场大于或等于 0.90,3 场小于 0.90、大于或等于 0.70;洪峰相对误差有 5 场小于 20%,2 场大于 20%;洪现时差仅 1 场合格。2 场小洪水,径流深相对误差都小于 20%;确定性系数都大于或等于 0.90;洪峰相对误差都小于 20%;洪现时差有 1 场合格。在验证洪水中,1 场大洪水径流深相对误差小于 20%;确定性系数大于或等于 0.90;洪峰相对误差大于 20%;洪现时差不合格。2 场中等洪水,径流深相对误差 1 场大于 20%,1 场小于 20%;确定性系数 1 场大于等于 0.90,1 场小于 0.90、大于等于 0.70;洪峰相对误差 1 场大于 20%,1 场小于 20%;洪现时差不合格。3 场小洪水,径流深相对误差有 1 场大于 20%,2 场小于 20%;确定性系数都大于或等于 0.70、小于 0.90;洪峰相对误差 2 场小于 20%,1 场大于 20%;洪现时差有 1 场合格。

表 1 新安江模型次洪模拟结果

Table 1 Simulation result of Xin'an river model sub-flood

洪水分类	洪水起始时间	历时/h	实测径流深/mm	径流深相对误差/%	实测洪峰流量/m ³ /s	洪峰流量相对误差/%	洪现时差/h	确定性系数
率定洪水	19830503T08	132	85.2	5.8	2050	44.2	5	0.64
	19840511T08	212	107.9	4.3	1740	17.7	3	0.81
	19810622T08	288	91.9	-1.4	1480	-17.1	0	0.96
	19800506T08	115	58.2	-13.2	941	-19.2	7	0.96
	19840416T08	180	50.1	-3.4	618	10.3	6	0.82
	19810601T08	215	58.9	-18.9	561	-28.5	-5	0.93
	19810424T08	369	72.3	-8.7	468	-16.0	-2	0.94
	19800612T08	204	30.6	-26.7	386	24.6	-5	0.84
	19810523T08	198	33.7	9.6	355	16.9	-5	0.90
	19830909T08	180	21.0	16.1	326	22.5	6	0.84
验证洪水	19820910T08	229	42.4	3.7	284	5.9	-12	0.99
	19820531T08	252	36.7	14.2	278	11.9	-4	0.94
	19850523T08	216	92.2	17.6	2040	-22.5	3	0.90
	19840610T08	276	60.4	-29.1	656	-6.5	6	0.88
	19850820T08	270	46.3	14.7	525	25.3	-9	0.91
	19850428T08	210	21.9	-5.7	235	5.7	-6	0.89
	19840722T08	249	16.2	16.1	234	7.0	3	0.89
	19850411T08	188	28.2	-32.5	201	21.0	-1	0.81

注:径流深相对误差和洪峰相对误差负值表示模拟的数值较实测的小,正值表示模拟的数值较实测的大;洪现时差负值表示模拟洪峰滞后,正值表示模拟洪峰提前。

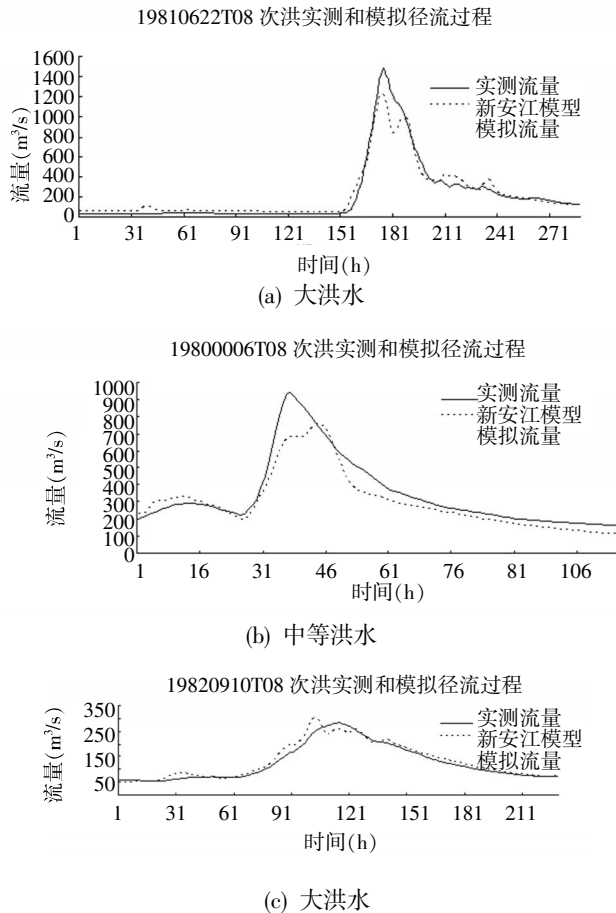


图2 NAM模型模拟洪水过程线、
新安江模型模拟洪水过程线与实测洪水过程线图
Fig.2 Simulation flood hydrograph of NAM model,
simulation and actual measurement flood hydrograph of
Xin'an river model

4 结语

综上所述,本文以构建的数字流域为平台,划分子流域,并用新安江模型与数字高程水系模型进行耦合,较好地模拟了资水流域新宁站的18场次洪水过程。从模拟结果看,确定性系数和相对径流深误差合格率较高。从模拟的总体效果来看,该流域相对新安江模型,模拟效果较好。

参考文献:

- [1] 任立良,刘新仁.数字时代水文模拟技术的变革[J].河海大学学报,2000,28(5):1-6.
- [2] 任立良,刘新仁.基于数字流域的水文过程模拟研究[J].自然灾害学报,2000,9(4):45-52.
- [3] Martz W. Garbrecht J. Numerical definition of drainage network and subcatchment areas from digital elevation models[J]. Compute & Geosciences,1992,18(6):747-761.
- [4] Garbrecht J,Campbell J. TOPAZ:an automated digital landscape analysis tool for topographic evaluation, drainage identification,watershed segmentation and subcatchment parameterization [M].TOPA User Manual, USDA-ARS,Oklahoma.1997.
- [5] 任立良.流域水文物理过程的数字模型研究[D].南京:河海大学博士论文,1999.
- [6] 赵人俊.流域水文模拟-新安江模型与陕北模型[M].北京:水利电力出版社,1984:1.
- [7] 赵人俊,王佩兰,胡凤彬.新安江模型的根据及模型参数与自然条件的关系[J].河海大学学报,1992,20(1):52-59.
- [8] SL250-2000,水文情报预报规范[S].

[责任编辑 杨明庆]

黄河水院刘国际院长率团访问台北城市科技大学和朝阳科技大学

2012年3月5日至11日,黄河水院院长刘国际教授率团访问了台湾台北城市科技大学和朝阳科技大学,受到了两校的热情接待。访问团成员由科研外事处处长张春满、人事处处长王建立、机电系主任胡修池、自动化系主任刘玉宾等5人组成。

此次访问是应台北城市科技大学和朝阳科技大学邀请,经河南省人民政府台湾事务办公室批准进行的。刘院长一行分别与两校负责人进行了会谈、互赠纪念品,参观了两校院系、实验室、图书馆和研究所,观摩了其校内实训教学,从中实地了解了台湾高等职业教育发展情况,包括高等职业教育的结构、层次,高校的管理、师资队伍建设和教学与科研、学生管理等方面。在与两所学校负责人的会谈中,黄河水院与两校探讨了交流与合作的具体途径,并与台北城市科技大学签订了《合作意向书》,初步达成了教师交流培训、互派学生的意向。

(春满)