

DOI:10.3876/j.issn.1000-1980.2015.02.002

淮河上游大坡岭流域土地利用方式变化引起的流域滞时变化

周敏敏^{1,2}, 瞿思敏^{1,2}, 石朋^{1,2}, 王鸿杰³

(1. 河海大学水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 江苏 南京 210098;
2. 河海大学水文水资源学院, 江苏 南京 210098; 3. 河南省水文水资源局, 河南 郑州 450003)

摘要:以淮河上游大坡岭子流域(简称大坡岭流域)为研究区域,基于研究区域1965—2009年间的26场单峰洪水,计算流域平均滞时。以1985年为界,比较土地利用变化前后流域平均滞时的变化,并计算不同降雨量级的流域平均滞时,分析滞时与径流深和洪峰流量的相关关系。结果表明:土地利用变化引起的流域平均滞时变化很大;除了降雨形心到洪峰流量的时间 T_{LPC} 在土地利用变化之后减少外(从9.98 h减少为5.26 h),另外3种滞时,降雨形心到流量过程线形心的时间 T_{LC} 、降雨开始到洪峰流量的时间 T_{LP} 和最大降雨强度到洪峰流量的时间 T_{LPP} 均增大(分别从21.32 h、34.64 h、10.00 h增加到26.77 h、35.08 h、11.50 h)。大坡岭流域土地利用变化前后以及整个时期4种滞时和降雨量级存在一定联系,与径流深及洪峰流量无相关关系。

关键词:流域水文过程;流域平均滞时;降雨强度;径流深;洪峰流量;土地利用方式;淮河上游大坡岭流域

中图分类号:P338 文献标志码:A 文章编号:1000-1980(2015)02-0100-07

Response of basin lag time to land use change in Dapoling Basin in upper Huaihe River

ZHOU Minmin^{1,2}, QU Simin^{1,2}, SHI Peng^{1,2}, WANG Hongjie³

(1. State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China;
2. College of Hydrology and Water Resources, Hohai University, Nanjing 210098, China;
3. Hydrology and Water Resources Bureau of Henan Province, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: Based on 26 single-peak floods between 1965 and 2009 in the Dapoling sub-watershed (or Dapoling Basin) in the upper Huaihe River, the mean basin lag time was calculated. The observed data were delimited by the year 1985 according to the land use change to compare the variation of mean basin lag time, calculate the lag time for different rainfall depths, and analyze the respective relationship of lag time with runoff depth and peak discharge. The results show that the land use change caused a large variation of the mean basin lag time. The lag time from the centroid of the rainfall hydrograph to peak time T_{LPC} decreased from 9.98 h to 5.26 h after the land use change. The lag time from the centroid of the rainfall hydrograph to the centroid of the discharge hydrograph T_{LC} , the lag time from the beginning of a rainfall event to peak time T_{LP} , and the lag time from the peak rainfall intensity to peak discharge T_{LPP} increased after the land use change. The T_{LC} , T_{LP} , and T_{LPP} values increased from 21.32 h to 26.77 h, from 34.64 h to 35.08 h, and from 10.00 h to 11.50 h, respectively. During the periods before and after land use change and the entire period in the Dapoling Basin, there was a certain relationship between the four lag time variables and the rainfall depth, but no relationship was found between lag time and runoff depth or between lag time and peak discharge.

收稿日期: 2014-04-02

基金项目: 国家自然科学基金(41371048, 51190090, 40901015, 41001011, 51079038)

作者简介: 周敏敏(1991—), 女, 江苏启东人, 硕士研究生, 主要从事流域水文模拟及同位素研究。E-mail: minmin@hhu.edu.cn

Key words: basin hydrological process; mean basin lag time; rainfall intensity; runoff depth; peak discharge; land use; Dapoling Basin in the upper Huaihe River

随着人类活动的不断增加,全球范围内流域的土地利用和土地覆被格局发生剧烈的变化,由此带来的对环境可持续发展的影响受到了广泛的关注^[1-2]。

源于人类活动的土地利用变化是改变流域水文过程的主要影响因素,许多关注土地利用变化水文响应的研究表明,流域土地利用变化通过改变蒸散发^[3-4]、径流深^[5-6]、年平均径流量^[7-9]、积雪融量^[1,10]等要素来影响流域水文过程。对于河道水文过程,土地利用变化主要影响洪量^[1,4]、洪峰流量^[5,9]、洪水发生频率^[11]、洪峰流量速率^[12]等。

流域滞时指一场降雨与其所引起的对应流量过程线之间的时间差,是流域特性的一个基本描述符,它可以揭示关于水的存储、水流路径和水流来源各方面的信息,是水流路径空间变异性的一个综合指标,与流域的一些内在过程密切相关。从某种意义上说,滞时可以作为一个反映流域水文变量特征的指纹。显然,流域的下垫面条件如果发生改变,流域滞时也会发生改变^[13]。

目前关于滞时的研究较多,譬如:估计洪峰流量和流量过程线的形状^[14-15],比较山坡水流和河道水流的差异^[16],比较不同城市化程度对滞时的影响^[13,17-18],作为选择降雨径流模型特定洪水事件的依据^[19-20]等。淮河流域土地利用变化影响研究主要集中在产流^[21]、蒸散发^[22]、水量^[23]、降雨径流关系^[24]、产水特性^[24-25]、水质^[26]、产污特性^[27]和产沙特性^[28]等方面,但淮河流域土地利用变化对滞时的影响研究却并不多见。笔者选取淮河上游大坡岭子流域(以下简称大坡岭流域)为研究对象,对其1965—2009年间的26场单峰洪水的流域平均滞时进行计算,并以1985年为界^[29],比较土地利用变化前后流域平均滞时的变化,计算不同降雨量级的流域平均滞时,分析滞时与径流深和洪峰流量的相关关系。

1 研究概况

1.1 研究区域

淮河流域位于31°N~35°N、112°E~121°E,起源于河南省的桐柏山脉,流入长江,跨越4个省份,地处我国南北气候过渡带。淮河以北属暖温带、淮河以南属北亚热带,区域内气候温和,年平均气温为11~16℃。气温变化由北向南、由沿海向内陆递增。干流长度为1000 km,流域总面积为1.912×10⁵ km²,本文选择淮河上游大坡岭流域作为研究区域(大坡岭水文站位于息县以上),流域面积为1640 km²,干流长度为73 km,流域内有桐柏、月河店、黄岗、胡家湾、大坡岭、回龙寺、固庙、二道河、新集、吴城、潘庄、固县和毛集13个雨量站,见图1。大坡岭流域地处大别山山区,流域内以山区和丘陵为主,植被较好。流域主要覆盖山脉,河流流经多支流和坡度较大的山岭区,在旱季容易间歇性断流,水利工程不多。大坡岭水文站历年最高水位为104.86 m,最大流量为4200 m³/s,多年平均降雨量为918 mm(由1964—2005年数据计算得到),其中50%集中在汛期(6—9月),多年平均径流深为375 mm。流域内主要的土地利用方式为林地和旱地,水稻为主要作物。

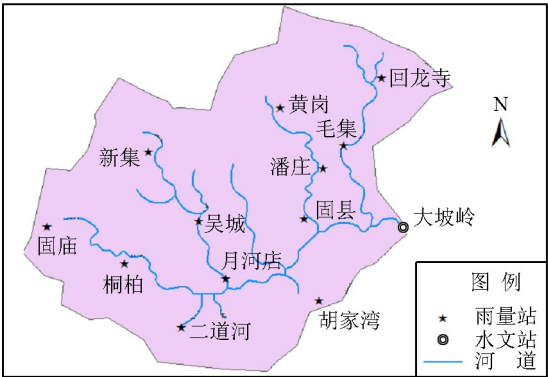


图1 大坡岭流域站点分布
Fig. 1 Distribution of stations in Dapoling Basin

表1 大坡岭流域3个时期土地利用变化
Table 1 Land use change in three periods in Dapoling Basin

时间	土地利用比例/%					
	水体	城乡用地	林地	水田	旱地	草地
20 世纪 80 年代	0.90	0.63	38.55	17.02	41.85	0.57
20 世纪 90 年代	0.78	0.51	40.69	27.23	30.38	0.06
21 世纪 00 年代	1.32	0.88	38.06	17.15	41.81	0.54

1.2 资料与处理

研究所需要的土地利用资料由中国科学院提供,经过分析^[29]得表1结果。表1表明流域主要的土地利用类型是旱地和林地,20世纪80年代、90年代和21世纪00年代之间主要的土地利用变化为旱地和水田之间的交叉。与20世纪90年代相比,21世纪00年代水田从27.23%减少到17.15%,旱地从30.38%增加到41.81%,和20世纪80年代的情形类似,表明从20世纪80年代到21世纪00年代之间,土地利用类型发生了较大变化。土地利用类型的其他变化(如水体从0.90%增加到1.32%,城乡用地从0.63%增加到0.88%)由于所占比例较小,所以这些变化不太重要。

论文选取大坡岭流域1965—2009年间洪峰流量大于1000 m³/s的26场单峰洪水进行计算。雨量资料为大坡岭流域13个雨量站的实测资料,统计时采用算术平均法计算流域面平均雨量;流量资料为大坡岭流域上大坡岭水文站的实测资料。降雨和流量均处理成Δt=1 h的时段数据。

2 研究方法

假设流域下垫面条件不变,则产汇流机制应当保持不变,流域平均滞时的分布不会出现剧烈波动。如果下垫面条件受到人类活动的剧烈影响,比如土地利用变化,则流域平均滞时将出现波动并且显示出一些变化趋势。因此考虑到流域上的土地利用变化,将计算时期分为土地利用变化前后2个时期(1965—1985年,1986—2009年)^[29],分别对每个时期的每场洪水计算4种类型滞时:降雨形心到洪峰流量的时间 T_{LPC} ,降雨形心到流量过程线形心的时间 T_{LC} ,降雨开始到洪峰流量的时间 T_{LP} 和最大降雨强度到洪峰流量的时间 T_{LPP} (图2),比较每种滞时在土地利用方式变化前后的变化。

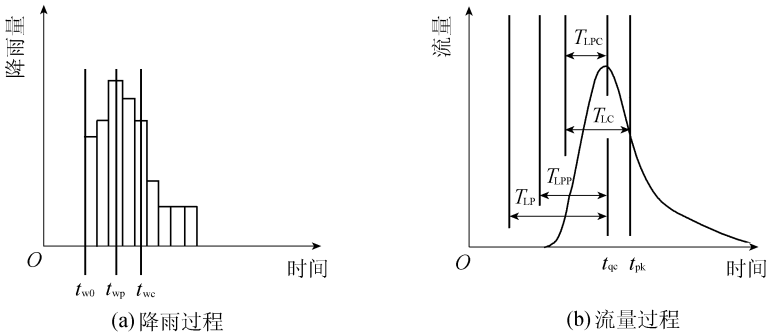


图2 描述流域水文变量特征的滞时定义

Fig. 2 Definition of lag time terms used to describe characteristics of basin hydrological variables

图2中 t_{w0} 表示降雨起始时间, t_{wp} 表示最大降雨出现的时间, t_{wc} 表示相应于降雨形心点的时间, t_{pk} 表示洪峰流量出现的时间, t_{qc} 表示相应于流量过程线形心点的时间,其余变量同前。

t_{wc} 可由式(1)计算:

$$t_{wc} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i t_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \tag{1}$$

式中: w_i ——时段*i*的降雨量,mm; t_i ——时段*i*的时间,h; n ——总时段数。

t_{qc} 可由式(2)计算:

$$t_{qc} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i t_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \tag{2}$$

式中: Q_i ——时段*i*的平均流量,m³/s。

均方差计算公式如下:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \tag{3}$$

式中: s ——均方差; x_i ——变量值; $\bar{x}$ ——变量平均值。

3 结果和讨论

土地利用变化前后 T_{LPC} 的计算结果见表 2 和图 3。表 2 数据显示土地利用变化后的滞时与变化前的相比发生了很大变化,土地利用变化前 T_{LPC} 平均值为变化后的 1.9 倍。可能是由于土地利用变化后流域上水体面积增加,流域蓄水能力增加导致。土地利用变化后有几场洪水的 T_{LPC} 为负值(图 3)。32050829 次洪水,降雨从 2005-08-29T02:00:00 开始,到 2005-09-05T15:00:00 结束,降雨形心出现在 2005-08-29T17:25:00,洪峰出现时间为 2005-08-29T16:00:00,为 -1.42 h;32960628 次洪水,降雨从 1996-06-28T09:00:00 开始,到 1996-07-03T08:00:00 结束,降雨形心出现在 1996-06-29T12:00:00,洪峰出现时间为 1996-06-29T01:00:00,为 -10.01 h。滞时出现负值主要是降雨开始时降雨强度较大,很快达到最大降雨强度,在最大降雨强度之后出现较长历时的低强度降雨,使降雨过程的形心偏右,而洪水过程在最大降雨强度之后很快上涨到洪峰流量^[17]。在计算的 4 种滞时中,只有 T_{LPC} 出现了负值。

表 2 大坡岭流域水文要素计算结果

Table 2 Calculated results of hydrological elements in Dapoling Basin

土地利用变化情况	统计量	P/mm	R/mm	$Q_m/(m^3 \cdot s^{-1})$	T_{LPC}/h	T_{LC}/h	T_{LP}/h	T_{LPP}/h
土地利用变化前 (1965—1985 年)	最大值	400.70	342.60	4 220	30.99	30.66	76.00	18.00
	最小值	75.80	60.30	1 100	0.34	13.40	13.00	5.00
	平均值	170.60	124.50	2 110	9.98	21.32	34.64	10.00
	均方差	88.15	85.05	898	8.34	5.02	21.54	3.16
土地利用变化后 (1985—2009 年)	最大值	264.30	152.30	3 520	33.63	68.61	134.00	28.00
	最小值	86.00	8.00	1 070	-15.70	2.44	10.00	6.00
	平均值	147.50	88.70	1 850	5.26	26.77	35.08	11.50
	均方差	52.35	32.78	801	11.75	17.67	40.20	5.47

注: P 为降雨量, R 为径流深, Q_m 为洪峰流量,其余符号意义同前。

土地利用变化引起的 T_{LC} 变化见表 2 和图 4,结果显示土地利用变化后的平均值为变化前的 1.25 倍(表 2),两者差异可能是流域上水体和旱地面积的变化导致土地利用变化后流域平均滞时有轻微变动引起的。分析土地利用变化前后的滞时分布(图 4),发现土地利用变化后的滞时波动范围明显比变化前大。土地利用变化前,变化范围为 13.40 ~ 30.66 h,变化幅度为 17.26 h,均方差为 5.02 h;土地利用变化后,变化范围为 2.44 ~ 68.61 h,变化幅度为 66.17 h,均方差为 17.67 h。

土地利用变化引起的 T_{LP} 变化见表 2 和图 5,可以看出,土地利用变化后的平均值为变化前的 1.01 倍(表 2),两者差异不明显,可能是流域上水体和旱地面积变化导致土地利用变化后流域平均滞时有轻微变动。分析土地利用变化前后的滞时分布(图 5),发现土地利用变化后的滞时波动范围比变化前大。土地利用变化前,变化范围为 13 ~ 76 h,变化幅度为 63 h,均方差为 21.54 h;土地利用变化后,变化范围为 10 ~ 134 h,变化幅度为 124 h,均方差为 40.20 h。

土地利用变化引起的 T_{LPP} 变化见表 2 和图 6,结果表明土地利用变化后的结果不同于变化前(表 2),土地利用变化后的平均值为变化前的 1.15 倍,可能是由于土地利用变化后旱地和草地增加的面积(11.91%)比林地减少的面积(2.63%)多,导致峰现时间推迟。分析土地利用变化前后的滞时分布(图 6),发现土地利用变化后的滞时波动范围比土地利用变化前大。土地利用变化前,变化范围为 5 ~ 18 h, T_{LPP} 变化幅度为 13 h,均方差为 3.16 h;土地利用变化后,变化范围为 6 ~ 28 h,变化幅度为 22 h,均方差为 5.47 h。

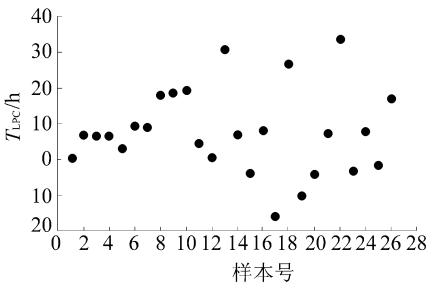


图 3 T_{LPC} 分布
Fig. 3 Distribution of T_{LPC}

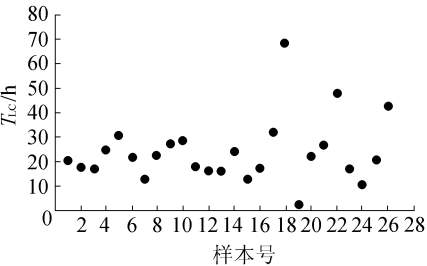


图 4 T_{LC} 分布
Fig. 4 Distribution of T_{LC}

表2结果还表明,不论是土地利用变化前还是土地利用变化后,大坡岭流域水文要素中, T_{LP} 变化幅度最大, T_{LPP} 变化幅度最小。

4种滞时和径流深与洪峰流量的相关关系如下:土地利用变化前(1965—1985年), T_{LPC} 、 T_{LC} 、 T_{LP} 、 T_{LPP} 与径流深的相关系数分别为0.07、0.04、0.45、0.66,与洪峰流量的相关系数分别为-0.18、-0.12、0.13、0.49;土地利用变化后(1985—2009年), T_{LPC} 、 T_{LC} 、 T_{LP} 、 T_{LPP} 与径流深的相关系数分别为0.29、0.10、0.24、0.02,与洪峰流量的相关系数分别为-0.12、-0.44、-0.21、-0.14;整个时期(1965—2009年), T_{LPC} 、 T_{LC} 、 T_{LP} 、 T_{LPP} 与径流深的相关系数分别为0.17、-0.01、0.27、0.25,与洪峰流量的相关系数分别为-0.11、-0.32、-0.07、0.05。以上结果表明,不论是土地利用变化前还是土地利用变化后,或是整个研究时期,4种滞时和径流深以及洪峰流量没有必然联系。Hood等^[17]在研究不同居民区模式时也发现滞时和径流深没有必然联系。

大坡岭流域土地利用变化前后不同降雨量级的流域平均滞时计算结果见表3。表3表明不同的降雨量等级影响流域平均滞时,当降雨深度小于200 mm时,土地利用变化前 T_{LPC} 和 T_{LP} 都大于土地利用变化后的值,土地利用变化前 T_{LC} 和 T_{LPP} 都小于土地利用变化后的值;当降雨深度大于200 mm时,土地利用变化前 T_{LPC} 大于土地利用变化后的值,土地利用变化前 T_{LC} 、 T_{LP} 和 T_{LPP} 则小于土地利用变化后的值。由于洪水样本的缺少,降雨深度大于300 mm时的流域平均滞时变化情况无法分析。这与Hood等^[17]在研究不同城市化发展方式时得出的结论略有不同,他们认为 T_{LP} 与降雨深度相关,而 T_{LPC} 、 T_{LC} 、 T_{LPP} 与降雨深度没有相关性,从而得出滞时和径流深没有必然联系的结论。

滞时作为流域的“指纹”,反映了流域上水文要素的特征,其变化可以很好地反映流域下垫面条件的改变。大坡岭流域2个时期平均滞时之间的差异源于流域上土地利用的变化,由表1可以看出,20世纪80年代、90年代和21世纪00年代,流域上土地利用发生了很大改变。另外流域上滞时分布的变化和突变则说明1985年后土地利用发生了很大变化,这与遥感得出的土地利用变化的结论是一致的。

表3 流域不同降雨量等级滞时计算结果平均值

Table 3 Average values of lag time for different rainfall depths in Dapoling Basin									h
降雨量/ mm	土地利用变化前(1965—1985年)				土地利用变化后(1986—2009年)				
	T_{LPC}	T_{LC}	T_{LP}	T_{LPP}	T_{LPC}	T_{LC}	T_{LP}	T_{LPP}	
<100	6.40	23.37	15.33	7.33	-4.17	27.02	13.67	10.67	
[100,200)	9.61	19.12	34.00	9.63	5.78	22.00	32.43	11.86	
[200,300)	19.38	28.49	48.00	10.00	17.61	43.07	76.50	11.50	
≥300	12.11	23.43	59.50	15.50					

4 结 语

人来活动对流域水文过程的影响是当前研究的一个热点。笔者通过计算淮河上游大坡岭流域1965—2009年间流量大于1000 m³/s的26场单峰洪水的滞时,将其变化过程与流域上土地利用变化进行比较,发现由于大坡岭流域在1985年土地利用发生变化,相应的流域滞时也发生了很大变化。4种流域滞时中,土地利用变化后 T_{LPC} 的平均值比土地利用变化前的小(从9.98 h减少为5.26 h),而土地利用变化后的 T_{LC} 、 T_{LP} 和 T_{LPP} 都比土地利用变化前的大(分别从21.32 h、34.64 h、10.00 h增加到26.77 h、35.08 h、11.50 h)。4种滞时中, T_{LPC} 出现了负值,其余3种未出现负值。流域上土地利用变化后4种滞时距离平均值的波动程度均比土地利用变化前的大。流域上土地利用变化前后以及整个时期4种滞时与降雨深度的量级存在一定的联系,而与径流深以及洪峰流量则没有相关关系。

由于可用数据的限制,本研究能够选用的大洪水资料较少,对于降雨量大于300 mm的洪水事件,由于土

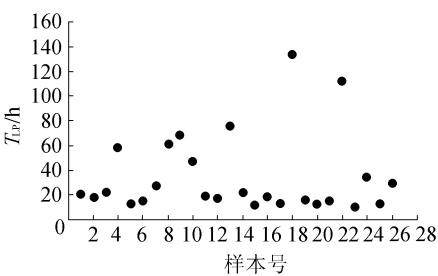


图5 T_{LP} 分布

Fig. 5 Distribution of T_{LP}

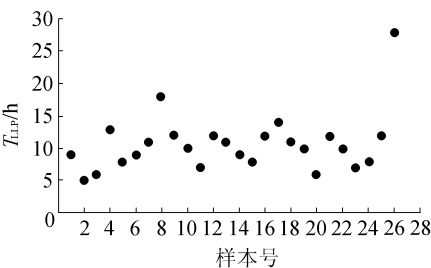


图6 T_{LPP} 分布

Fig. 6 Distribution of T_{LPP}

地利用方式变化引起的流域滞时变化不能很好地进行分析。在以后的研究中,应尽可能多搜集洪水事件资料,增加降雨量大于 300 mm 的洪水事件样本,研究降雨量大于 300 mm 情形下的流域平均滞时变化。

参考文献:

- [1] POTTER K W. Hydrologic impacts of changing land management practices in a moderate-sized agricultural catchment [J]. *Water Resources Research*, 1991, 27(5): 845-855.
- [2] VÖRÖSMARTY C J, GREEN P, SALISBURY J, et al. Global water resources: vulnerability from climate change and population growth [J]. *Science*, 2000, 289: 284-288.
- [3] LI K Y, COE M T, RAMANKUTTY N, et al. Modeling the hydrological impact of land-use change in West Africa [J]. *Journal of Hydrology*, 2007, 337(3): 258-268.
- [4] LIU Mingliang, TIAN Hanqin, CHEN Guangsheng, et al. Effects of land-use and land-cover change on evapotranspiration and water yield in China during 1900—2000 [J]. *Journal of the American Water Resources Association*, 2008, 44(5): 1193-1207.
- [5] YAN Hongxiang, EDWARDS F G. Effects of land use change on hydrologic response at a watershed scale, Arkansas [J]. *Journal of Hydrologic Engineering*, 2013, 18(12): 1779-1785.
- [6] 袁宏伟,刘慧,王少丽,等. 淮北地区降雨径流特性及影响因素 [J]. 河海大学学报:自然科学版,2011,39(1):5-8. (YUAN Hongwei, LIU Hui, WANG Shaoli, et al. Characteristics and influencing factors of rainfall runoff in Huaibei Region [J]. *Journal of Hohai University: Natural Sciences*, 2011, 39(1): 5-8. (in Chinese))
- [7] COSTA M H, BOTTA A, CARDILLE J A. Effects of large-scale changes in land cover on the discharge of the Tocantins River, Southeastern Amazonia [J]. *Journal of Hydrology*, 2003, 283(1): 206-217.
- [8] NAZARNEJAD H, SOLAIMANI K, SHAHEDI K, et al. Evaluating hydrological response to land use change using the AGWA-GIS based hydrologic modeling tools [J]. *International Journal of Agriculture: Research and Review*, 2012, 2(Special issue): 942-948.
- [9] WANG Genxu, ZHANG Yu, LIU Guimin, et al. Impact of land-use change on hydrological processes in the Maying River Basin, China [J]. *Science in China Series D: Earth Sciences*, 2006, 49(10): 1098-1110.
- [10] VANSCHAAR J R, HADDELAND I, LETTENMAIER D P. Effects of land-cover changes on the hydrological response of interior Columbia River Basin forested catchments [J]. *Hydrological Processes*, 2002, 16(13): 2499-2520.
- [11] BRATH A, MONTANARI A, MORETTI G. Assessing the effect on flood frequency of land use change via hydrological simulation (with uncertainty) [J]. *Journal of Hydrology*, 2006, 324(1): 141-153.
- [12] FOHRER N, HAVERKAMP S, ECKHARDT K, et al. Hydrologic response to land use changes on the catchment scale [J]. *Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere*, 2001, 26(7): 577-582.
- [13] LEOPOLD L. Lag time for small drainage basins [J]. *Catena*, 1991, 18(2): 157-171.
- [14] LOUKAS A, QUICK M C. Physically-based estimation of lag time for forested mountainous watersheds [J]. *Hydrological Sciences Journal*, 1996, 41(1): 1-19.
- [15] WATT W E, CHOW K C A. A general expression for basin lag time [J]. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 1985, 12(2): 294-300.
- [16] ELSENBEER H, VERTESSY R A. Stormflow generation and flowpath characteristics in an Amazonian rainforest catchment [J]. *Hydrological Processes*, 2000, 14(14): 2367-2381.
- [17] HOOD M J, CLAUSEN J C, WARNER G S. Comparison of stormwater lag times for low impact and traditional residential development [J]. *Journal of the American Water Resources Association*, 2007, 43(4): 1036-1046.
- [18] KANG I S, PARK J I, SINGH V P. Effect of urbanization on runoff characteristics of the On-Cheon Stream watershed in Pusan, Korea [J]. *Hydrological Processes*, 1998, 12(2): 351-363.
- [19] TALEI A, CHUA L H C, QUEK C. A novel application of a neuro-fuzzy computational technique in event-based rainfall-runoff modeling [J]. *Expert Systems with Applications*, 2010, 37(12): 7456-7468.
- [20] TALEI A, CHUA L H C. Influence of lag time on event-based rainfall—runoff modeling using the data driven approach [J]. *Journal of Hydrology*, 2012, 438(1): 223-233.
- [21] LI Mi, LI Qiongfang, CAI Tao, et al. Modeling the effects of land-use change on runoff generation in the upper Huaihe River Basin, China [C]//IEEE. *Geomatics for Integrated Water Resources Management (GIWRM). 2012 International Symposium on IEEE*. New York: Express Conference Publishing, 2012: 1-4.

[22] 陈竞文,朱永华. 土地利用与蒸散发的关系研究:以淮河流域五道沟地区为例[EB/OL]. [2011-03-10]. <http://www.paper.edu.cn>.

[23] LI Qiongfang, CAI Tao, YU Meixiu, et al. Investigation into the impacts of land-use change on runoff generation characteristics in the upper Huaihe River Basin, China [J]. Journal of Hydrologic Engineering, 2013, 18(11): 1464-1470.

[24] 温海燕,李琼芳,李鹏,等. 土地利用变化对流域产水特性的影响研究[J]. 水电能源科学,2013, 31(1): 12-14. (WEN Haiyan, LI Qiongfang, LI Peng, et al. Analysis of impact of land use change on runoff characteristics[J]. Water Resources and Power, 2013, 31(1): 12-14. (in Chinese))

[25] 蔡涛,李琼芳,宋秀民,等. 基于空间信息平台的土地利用方式变化径流响应模拟[J]. 河海大学学报:自然科学版, 2009,37(5):563-567. (CAI Tao, LI Qiongfang, SONG Xiumin, et al. Influence of land use change on runoff response simulation based on spatial information platform[J]. Journal of Hohai University: Natural Sciences, 2009, 37(5):563-567. (in Chinese))

[26] 董杰英,陈启慧,李琼芳,等. 信阳西部地区土地利用变化与地表水水质关系研究[J]. 水电能源科学,2010, 28(5): 29-32. (DONG Jieying, CHEN Qihui, LI Qiongfang, et al. Study on relationship between land use changes and surface water quality in western regions of Xinyang City [J]. Water Resources and Power, 2010,28(5):29-32. (in Chinese))

[27] 于岚岚,夏自强,李琼芳,等. 不同土地利用方式对流域非点源污染模拟的影响[J]. 水电能源科学,2012,30(4): 100-102. (YU Lanlan, XIA Ziqiang, LI Qiongfang, et al. Analysis of impact of land utilization change on non-point source pollution [J]. 2012,30(4):100-102. (in Chinese))

[28] CAI Tao, LI Qiongfang, YU Meixiu, et al. Investigation into the impacts of land-use change on sediment yield characteristics in the upper Huaihe River Basin, China [J]. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 2012, 53: 1-9.

[29] QU Simin, BAO Weimin, SHI Peng, et al. Evaluation of runoff responses to land use changes and land cover changes in the upper Huaihe River Basin, China[J]. Journal of Hydrologic Engineering, 2012, 17(7): 800-806.

+++++
· 简讯 ·

河海大学4位专家入选国务院学位委员会第七届学科评议组

国务院学位委员会第31次会议审议通过了第七届国务院学位委员会学科评议组成员名单,河海大学4位专家入选,其中工学3人,分别是:王超、高玉峰、顾冲时,理学1人:张玮。

国务院学位委员会学科评议组是国务院学位委员会领导下的专家组织,主要从事我国学位与研究生教育的咨询、研究、监督和审核工作。国务院学位委员会学科评议组成员由全国各高校推荐,由国务院学位委员会遴选产生,一般是在同行业中有较高的学术水平、有指导博士研究生的丰富经验并且在教学和科研第一线已取得显著成绩的专家学者。

(本刊编辑部供稿)