

时间尺度对入库径流基流分割影响的初步研究

代俊峰¹, 韩培丽^{1,2}, 方荣杰¹, 郑玉林³, 关保多¹

(1. 桂林理工大学环境科学与工程学院, 广西 桂林 541004; 2. 北京新水源景科技有限公司, 北京 100070;
3. 桂林市青狮潭水库灌区管理站, 广西 桂林 541000)

摘 要: 以湖北省漳河灌区内非岩溶发育的杨树垵水库小流域和广西桂林市分布有岩溶发育的青狮潭水库流域为研究对象, 利用数字滤波技术对杨树垵水库的日径流、旬径流和月径流量, 以及青狮潭水库的月径流、季径流和年径流量进行基流分割。结果表明: 随着时间尺度的增大, 基流分割得出的基流指数呈逐渐增大的趋势。杨树垵水库小流域日径流的基流指数 Fr 比旬径流与月径流的 Fr 小, 青狮潭水库月径流的基流指数 Fr 比季径流与年径流的 Fr 小。杨树垵水库入库径流的基流指数小于青狮潭水库。

关键词: 入库径流; 基流; 数字滤波; 时间尺度

中图分类号: TV121

文献标识码: A

文章编号: 1000-0852(2014)04-0032-05

1 引言

径流成分是水文学研究的主要内容之一, 作为径流成分之一的基流(地下水的补给和排泄), 其特征对地下水资源的高效管理十分重要。流域径流分割是工程水文学中的一个基本问题, 它在流域水安全、非点源污染评价、水资源评价和调查等研究中具有重要的意义, 其分割结果对流域降雨径流关系分析、坡面汇流计算等影响较大^[1-2]。

数字滤波法是近年来国际上研究较多的基流分割方法, 并在基流分割和污染负荷分割中得到了较广泛的应用。例如, J.G. Arnold^[3]等详细介绍了基流自动分割和消退技术; 崔玉洁等^[4]在三峡库区的香溪河流域、董晓华等^[5]在三峡水库同时将数字滤波法与平滑最小值法用于基流分割, 结果表明数字滤波法优于平滑最小值法; 杨桂莲等^[6]和韩培丽^[7]以日流量实测资料为例, 分别对洛河流域卢氏水文站和湖北省漳河灌区内的杨树垵小流域进行基流分割; 黎坤^[8]等将数字滤波技术应用与月流量实测资料的点源和非点源污染负荷的分割研究。从目前的研究实例来看, 数字滤波法多用于日、月尺度径流的基流分割。

不同时间尺度下的径流流量过程线变化过程呈现不同的特征, 相应地, 根据总径流进行径流成分划分而

得到的基流也会受时间尺度的影响。目前, 国内外关于时间尺度对数字滤波技术基流分割的影响研究较少。鉴于此, 本文以湖北省漳河灌区内非岩溶发育的杨树垵水库小流域和广西壮族自治区桂林市分布有岩溶发育的青狮潭水库流域为研究对象, 基于杨树垵小流域2002~2006年日径流量和青狮潭水库流域1958~1990年月径流量资料, 运用数字滤波技术进行基流分割, 分析时间尺度对基流分割结果的影响。

2 水库流域概况

杨树垵水库和青狮潭水库示意图见图1。杨树垵水库小流域为湖北省漳河灌区内一个相对闭合的区域, 该流域面积约42.48 km²。该流域属于亚热带大陆性气候区, 气候温和, 无霜期长, 雨量充沛, 年平均气温17℃, 多年平均降雨量1 000 mm。该流域地质主要为厚层中砂岩、紫红色页岩与灰白色细砂岩互层。整个灌区分为丘陵和平原, 灌区大部分地区种植中稻、棉花、小麦和油菜等作物。土壤类型分为黄棕壤水稻土、粘性黄棕壤和紫色水稻土等。

青狮潭水库是一座以灌溉为主, 结合调水、供水、防洪、发电、养鱼、航运等综合利用的大型水库, 位于广西壮族自治区桂林市, 水库总库容6×10⁸ m³, 为多年调节水库。水库流域呈扇形, 流域内河道狭窄, 坡降陡, 山

收稿日期: 2013-02-28

基金项目: 国家自然科学基金(51009031); 水资源与水电工程科学国家重点实验室开放基金(2010B069); 广西自然科学基金(2013GXNSFB019228)

作者简介: 代俊峰(1980-), 男, 河南襄城人, 副教授, 博士, 从事节水及水文水资源研究。E-mail: whudjf@163.com

高林密, 植被良好, 属山区河流, 控制集雨面积 474km², 河床坡降 5‰。受亚热带季风气候影响, 水库年平均气温 18.6℃, 流域多年平均降雨量 2 400mm, 多年平均蒸发量 1 682mm, 多年平均径流量 8.4×10⁸m³, 但由于来水时空分布极不均匀, 丰水期来水约占全年的 70%~80%。青狮潭水库库区地层主要为奥陶系下统和泥盆系。库区的地下水主要包括孔隙裂隙水和裂隙岩溶水, 孔隙裂隙水分布于区内碎屑岩系组成的高山区, 裂隙岩溶水分布于公平乡田心——岩山村分水岭一线。该库区岩溶发育, 地下水蕴藏量丰富, 水位较高。

杨树挡水库和青狮潭水库集水区的主要特征见表 1。

3 数字滤波技术

数字滤波是近年来国内外在基流分割方面应用较

多的方法之一。传统的基流分割方法有图解法^[9]和析法^[10]。但是图解法随意性较强, 计算繁琐且精度难以保证^[11]; 而析法依赖迭代曲线拟合算法, 且参数较多, 难以确定其误差来源^[12]。数字滤波法正好克服了传统基流分割的缺点, 以其更加客观性、操作容易、执行速度快且参数较少的优点受到国内外学者的关注。Arnold 和 Allen^[13]在美国西部和东部选取 6 个代表流域对该方法进行了验证; 杨桂莲^[6]等将利用分布式 SWAT 模型模拟流域基流的结果与采用数字滤波法得到的结果进行对比分析, 结果显示拟合程度较高。

通常使用的递归的数字滤波由 Lyne-Hollick 于 1979 年^[14]提出, 其滤波方程为:

$$q_t = \beta q_{t-1} + (1 + \beta)(Q_t - Q_{t-1})/2 \tag{1}$$

式中: q_t 为 t 时段(1month)内过滤后的地表径流(快速响应流); Q 为实测入库总径流; β 为滤波参数。已知总径



图 1 杨树挡水库和青狮潭水库示意图
Fig.1 The Yangshudang reservoir and Qingshitian reservoir

表 1 杨树挡水库、青狮潭水库集水区主要特征对比
Table 1 Comparison of catchment characteristics between the Yangshudang reservoir and Qingshitian reservoir

	杨树挡水库	青狮潭水库
库区集雨面积	42.48km ²	474km ²
总库容	0.24×10 ⁸ m ³	6×10 ⁸ m ³
多年平均降雨量	1 000mm	2 400mm
主要地貌类型	非岩溶地貌	非岩溶地貌(80%), 半岩溶地貌(20%)
主要岩土组类型	厚层中砂岩、紫红色页岩与灰白色细砂岩互层	碎屑岩组, 不纯碳酸盐组
主要植被类型	中稻、棉花、小麦、油菜	林地、水稻
主要土壤类型	黄棕壤水稻土、粘性黄棕壤和紫色水稻土	红壤, 黄壤, 黄棕壤

流量 Q_t 和地表径流量(直接径流) q_t ,即可得出基流 b_t :

$$b_t=Q_t-q_t \tag{2}$$

Nathan 和 McMahon 及 Arnold 等采用三通道滤波器,将模拟结果与手工分割的结果进行对比研究,率定出 β 值,分别定为 0.90~0.95,0.925^[13,15]。

4 青狮潭水库和杨树挡水库基流分割

4.1 基流分割结果

利用数字滤波基流分割软件(Baseflow Filter Program)分别进行杨树挡水库小流域日、旬、月径流量和青狮潭水库流域月、季、年径流量的基流分割,其基流分割参数分别如表 2 和表 3 所示。

$$F_t=b_t/Q \tag{3}$$

$$a_{gw}=\ln(Q_{gw,0}/Q_{gw,N})/N \tag{4}$$

式中: b_t 为采用第一、二、三通道滤波时,所分割得到的基流量,单位: 10^4m^3 或 m^3/s ; Q 为总径流量,单位: 10^4m^3 或 m^3/s ; $Q_{gw,0}$ 和 $Q_{gw,N}$ 分别为退水计算时的始、末流量,单位: 10^4m^3 或 m^3/s 。

为了精确计算出 a_{gw} ,退水时间 N (从退水开始所需要的天数)一般不得少于 10 个计算时段。

由表 2 和表 3 的结果分析可知,(1)相同时间尺度下,三个通道滤波器得到的基流指数 F_t 差别较大。(2)不同的时间尺度对基流分割结果有一定影响,总的来说,随着时间尺度的增大,基流指数 F_t 有变大的趋势。(3)基流指数受气候条件、地形地貌、植被覆盖、土壤发育、灌溉等农业活动诸多因素的影响,而数字滤波技术主要是从信号学的角度对总径流进行基流分割,要使

基流分割结果具有较强的物理意义,需要综合考虑三个通道滤波器的基流指数,从中选取较合理的分割结果。以本文的杨树挡水库小流域和青狮潭水库流域为例,两个流域在同一通道滤波器下分割得到的基流系数,其可比性比较差,需从岩溶发育、灌溉活动、植被类型、降雨量等方面综合考虑,从三个滤波器通道中选取一个合理的基流指数 F_t ,作为杨树挡水库和青狮潭水库流域的基流分割结果。

根据对杨树挡水库流域的水文条件分析,参考当地的水库管理经验,并考虑长江流域地下水资源量占水资源总量 20.74%^[16]的情况,选取日径流量中的 F_{t3} 作为基流指数,并相应的得到基流分割值。根据对青狮潭水库流域的水文条件分析,并考虑到桂林至阳朔区间的地下径流量为 27%^[17],选取月径流量中的 F_{t1} (采用第一通道滤波时,所分割的基流占总径流的比例,为 34%)作为基流指数,并相应的得到基流分割值。

限于篇幅,本文列出了 2002 年杨树挡水库小流域日径流的基流分割(图 2)和 1958~1990 年青狮潭水库流域月径流的基流分割结果(图 3)。

4.2 结果分析

4.2.1 不同时间尺度下基流指数的变化

(1)杨树挡水库小流域基流分割结果显示,三个通道滤波的基流分割而得到的基流指数都表现出日尺度<旬尺度<月尺度的规律,说明随着时间尺度的增大,基流分割的结果逐渐增大。其中,三个通道滤波日尺度与旬尺度的基流指数相差 16.28%~21.74%,旬尺

表 2 杨树挡水库小流域滤波分割基流参数值

Table 2 The parameters of baseflow separation of inflow runoff in the Yangshudang reservoir

时间尺度	基流指数 F_{t1}	基流指数 F_{t2}	基流指数 F_{t3}	退水个数	a_{gw} 系数	基流天数
日	0.43	0.29	0.23	12	0.0678	14.7585
旬	0.50	0.35	0.28			
月	0.50	0.38	0.32			

表 3 青狮潭水库流域滤波分割基流参数值

Table 3 The parameters of baseflow separation of inflow runoff in the Qingshitian reservoir

时间尺度	基流指数 F_{t1}	基流指数 F_{t2}	基流指数 F_{t3}	退水个数	a_{gw} 系数	基流天数
月	0.34	0.20	0.15	15	0.1561	6.4066
季	0.33	0.22	0.17			
年	0.74	0.66	0.54			

注: F_{t1} 、 F_{t2} 、 F_{t3} 为各自采用第一、二、三通道滤波时,所分割的基流占总径流的比例。 a_{gw} 为基流消退常数。

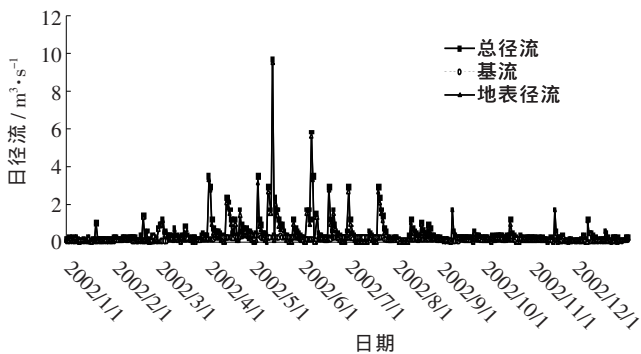


图2 2002年杨树挡水库小流域日径流分割结果

Fig.2 The baseflow separation of daily inflow runoff in the Yangshudang reservoir in 2002

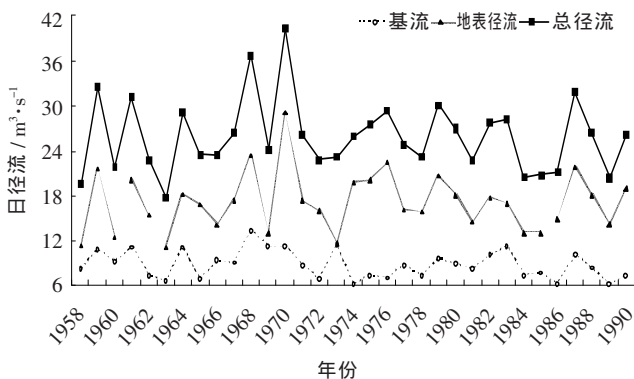


图3 1958~1990年青狮潭水库流域月径流分割结果

Fig.3 The baseflow separation of monthly inflow runoff in the Qingshitian reservoir from 1958 to 1990

度与月尺度的基流指数相差0~14.28%，由此可以看出，旬尺度、月尺度与日尺度的基流指数相差较大，而旬尺度与月尺度的分割结果较接近。

(2)青狮潭水库流域基流分割结果表明，除了第一个滤波通道分割出的季尺度的基流指数略小于月尺度外，其他通道滤波分割出的基流指数都表现出月尺度<季尺度<年尺度的规律。其中，三个通道滤波月尺度与季尺度的基流指数相差-2.94%~13.33%，季尺度与年尺度的基流指数相差124.24%~217.65%。计算结果显示，年尺度与季尺度、月尺度的基流指数相差较大，而季尺度与月尺度的分割结果比较接近。

4.2.2 时间尺度对基流指数影响的原因分析

数字滤波技术最初应用于数字信号分析与处理的领域中，它将高频信号从低频信号中分离出来。近些年来，数字滤波法也被用来进行地下径流的分割。数字滤波法将总径流直接划分为地表径流（直接径流）和基流两个部分，降落在地面的降水（灌溉水量）

扣除蒸发、渗入地下、填充洼地以后形成径流，其中，沿地面流动的水量形成地表径流，除地表径流以外的径流量称为基流。

从流量过程线的变化方面分析，地表径流涨落变化较大，而基流起伏不大，相对稳定。水库集水区的地表径流主要受降雨、灌溉的影响，地表径流的振幅随雨量、雨强、灌水量、灌水历时的变化而出现较大幅波动，其特征相当于数字信号中的高频部分。基流主要由地下水外渗而进入水系，受单次降雨、灌水影响较小，流量相对稳定，与数字信号中的低频部分类似。因此地表径流流出时间序列频率下的信号显然比基流出的信号要大得多，而基流分割的理论依据就是分离高低频信号。

杨树挡水库小流域连续的日径流分析中，反映了次降雨、灌溉水量产生的径流量，每一次的降雨、灌溉产生的地表径流都可能是高频信号。而在旬径流和月径流分割中，对日径流进行了加和计算，难以体现次降雨产生径流的涨落变化，从而使径流序列的整体波动性削弱，使得径流成分中的有些高频信号变成了低频信号。连续日径流量的高频信号比旬径流和月径流量的要多，在基流分割结果显示中就体现出连续日径流量的基流所占的比例 F_r 比旬径流和月径流量的 F_r 小。青狮潭水库流域月径流、季径流与年径流量的基流分割结果中，亦是同样的原理，反映出月径流量的基流所占的比例 F_r 比季径流与年径流量中的 F_r 小一些。

4.2.3 岩溶发育对基流的影响

(1)虽然青狮潭水库集雨面积(474km²)比杨树挡水库的集雨面积(42.48km²)大，但是由于青狮潭水库集水区内岩溶发育，分布着孔隙和裂隙，使得地表径流转化为地下径流的速度要快，青狮潭水库集水区的基流天数比杨树挡水库的基流天数小。 a_{gw} 与地质类型有关，尤其是含水层的透水性和持水度，基流消退常数 a_{gw} 与基流天数呈反比。 a_{gw} 的值越大，说明基流的消退过程越快，排水过程非常迅速，基流天数越小，反之则排水非常慢，基流天数则越大。

(2)青狮潭水库集水区的基流指数(0.34)大于杨树挡水库集水区的基流指数(0.23)。青狮潭水库处于岩溶发育地区，土地利用类型为林地、水稻、旱地、林草地和村庄等；杨树挡水库位于非岩溶地区，土地利用类型分为水稻、旱地、林草地、村庄和荒地等。通常情况下，岩溶地区的地表径流系数一般较小，这主要由于岩

溶地区存在着孔隙裂隙水和裂隙岩溶水,使得基流量增加。

5 结论与讨论

岩溶发育地区的青狮潭水库流域和非岩溶地区的杨树岗水库小流域的基流分割结果表明,随着时间尺度的增大,基流指数逐渐增大。获得尽可能详细、高精度的径流资料,可以获得较准确的基流量。在日、旬、季、月和年5个时间尺度下,年尺度的基流分割结果明显偏大,旬和月时间尺度的基流分割结果较接近,月和季时间尺度的基流分割结果较接近。气候条件、土地利用类型和水文地质条件的不同引起基流指数大小的不同,岩溶发育地区的基流量较大。

在对杨树岗水库小流域的旬径流、月径流和青狮潭水库流域的季径流、年径流进行基流分割时,可能是计算样本数、数据连续性的改变(杨树岗水库旬径流和月径流通过日径流量加和而得到,青狮潭水库季径流和年径流通过月径流量加和而得到)、数字滤波基流分割软件自身特性等原因,使得大时间尺度下基流分割的退水个数、基流消退常数 a_{gr} 和基流天数等参数计算结果没有显示出来,对于该问题作者将继续做深入研究。随着数字滤波技术受到越来越多的关注,数字滤波技术将会在水文水资源领域得到进一步的应用和发展。

参考文献:

- [1] 詹道江,叶守泽.工程水文学(第3版)[M].北京:中国水利电力出版社,2000. (ZHAN Daojiang, YE Shouze. Engineering Hydrology (3rd edition) [M]. Beijing: China WaterPower Press, 2000. (in Chinese))
- [2] 刘清华,史红亮,安书全.人工神经网络在地表径流预报中的应用[J]. 三峡大学学报(自然科学版),2007,29(4):292-294. (LIU Qinghua, SHI Hongliang, AN Shuquan. Application of artificial neural network to surface runoff prediction [J]. Journal of China Gorges University (Natural Sciences), 2007,29(4):292-294. (in Chinese))
- [3] J G Arnold, P M Allen, R Muttiah, et al. Automated baseflow separation and recession analysis Techniques [J]. Ground Water, 1995,33(6): 1009-1018.
- [4] 崔玉洁,刘德富,宋林旭,等. 数字滤波法在三峡库区香溪河流域基流分割中的应用[J].水文, 2011,31(6):18-23. (CUI Yujie, LIU Defu, SONG Linxu, et al. Application of digital filtering theory in base-flow separation in Xiangxi River watershed of Three Gorges reservoir area [J]. Journal of China Hydrology, 2011, 31 (6):18-23. (in Chinese))
- [5] 董晓华,邓霞,薄会娟,等. 平滑最小值法与数字滤波法在流域径流分割中的应用比较[J]. 三峡大学学报(自然科学版), 2010,32(2):1-4. (DONG Xiaohua, DENG Xia, BO Huijuan, et al. A comparison between smoothed minima and digital filtering methods applied to catchment baseflow separation [J]. Journal of China Gorges University (Natural Sciences), 2010,32(2):1-4. (in Chinese))
- [6] 杨桂莲,郝芳华,刘昌明,等. 基于 SWAT 模型的基流估算及评价——以洛河流域为例 [J]. 地理科学进展, 2003,22 (5):463-471. (YANG Guilian, HAO Fanghua, LIU Changming, et al. The study on base-flow estimation and assessment in SWAT: Luohe basin as an example [J]. Process in Geography, 2003,22(5):463-471. (in Chinese))
- [7] 韩培丽,代俊峰. 数字滤波在灌区小流域径流分割中的应用初探[J]. 人民长江, 2012,43(3):52-54.87. (HAN Peili, DAI Junfeng. Preliminary application of the digital filter technology in baseflow separation of the irrigated area small watershed [J]. Yangtze River, 2012,43(3):52-54. (in Chinese))
- [8] 黎坤,林凯荣,江涛,等. 数字滤波法在点源和非点源污染负荷分割中的应用 [J]. 环境科学研究, 2010,23 (3):298-303. (LI Kun, LIN Kairong, JIANG Tao, et al. Application of a digital filter in the difference of pollutant loads from point and non-point sources [J]. Research of Environmental Science, 2010,23 (3): 28-303. (in Chinese))
- [9] McNamara J P, Kane D L, Hinzman L D. Hydrograph separations in an Arctic watershed using mixing model and graphical techniques [J]. Water Resources Research, 1997, 33: 973-983.
- [10] Birtles A B. Identification and separation of major base flow components from a stream hydrograph [J].Water Resources Research, 1978, 14(5): 791-803.
- [11] 黄国如,陈永勤.枯水径流若干问题研究进展[J].水电能源科学, 2005,23 (4):61-65. (HUANG Guoru, CHEN Yongqin. Review of some problems about low runoff [J]. Water Resources and Power, 2005,23(4): 61-65. (in Chinese))
- [12] Furey P R, Gupta V K. A physically based filter for separating base flow from stream flow times series [J].Water Resources Research, 2001, 37(11): 2709-2722.
- [13] Arnold J G, Allen P M. Automated methods for estimating base-flow and ground water recharge from stream flow[J]. Journal of the American Water Resources Association, 1999, 35(2): 411-424.
- [14] Lyne V, Hollick M. Stochastic time-variable rainfall-runoff modeling [A]. Hydrology and Water Resources Symposium[C]. National Committee on Hydrology and Water Resources of the Institute of Engineering, Perth, Western Australia, Australia, 1979, 89-93.
- [15] Nathan, R.J, and T A McMahon. Evaluation of automated techniques for baseflow and recession analyses[J].Water Resources Research, 1990, 26:1465-1473.
- [16] 王政祥.2004 年长江流域水资源及开发利用状况分析[J].水资源研究, 2006,27(2):9-11. (WANG Zhengxiang. Analysis on the water resources and its utilization of Yangtze River watershed in 2004 [J]. Research of Water Resources, 2006,27(2): 9-11. (in Chinese))
- [17] 广西壮族自治区水文总站. 广西岩溶地区径流研究[R].1990,12. (Guangxi Hydrology Station. Research on runoff in Karst area in Guangxi province [R]. 1990,12. (in Chinese)) (下转第 49 页)

- Xiaodong, CHENG Qiangong, et al. Analysis of the radon survey of fault activity in the Wenquan reservoir dam location [J]. Earthquake Research in Plateau, 1996, 8(3): 22–29. (in Chinese))
- [14] 孟广魁, 何开明, 班铁, 等. 氡、汞测量用于断裂活动性和分段的研究 [J]. 中国地震, 1997, 13 (1): 43–51. (MENG Guangkui, HE Kaiming, BAN Tie, et al. Study on activity and segmentation of active fault using measurements of radon and mercury gases [J]. Earthquake Research in China, 1997, 13(1): 43–51. (in Chinese))
- [15] 黄戌辰. 断层气氡灵敏度“穴位”的试验研究[J]. 华北地震科学, 1997, 15 (4): 50–56. (HUANG Xuchen. A test study of sensitive ‘acupoint’ of fault gas radon [J]. North China Earthquake Sciences, 1997, 15(4): 50–56. (in Chinese))
- [16] 刘太平, 史良骥. 断层土壤氡观测方法的综合应用 [J]. 四川地震, 1998, (3): 59–64. (LIU Taiping, SHI Liangyi. Synthetic application of observation method of soil radon [J]. Earthquake Research in Sichuan, 1998, (3): 59–64. (in Chinese))
- [17] 高东东. “5.12”地震活动断裂水文地质特征及其对地下水系统划分的影响研究—以小鱼洞地区活动断层为例[D]. 成都: 成都理工大学, 2011. (GAO Dongdong. Hydrogeological Characteristics of Active Fault Caused by Wenchuan Earthquake and Its Impact on the Groundwater System Division with a Case Study of Xiaoyudong Area [D]. Chengdu: Chengdu University of Technology, 2011. (in Chinese))
- [18] 张军龙, 申旭辉, 徐岳仁, 等. 汶川 8 级大地震的地表破裂特征及分段[J]. 地震, 2009, 29(1): 149–163. (ZHANG Junlong, SHEN Xuhui, XU Yueren, et al. Surface rupture features and segmentation of the MS 8.0 Wenchuan earthquake [J]. Earthquake, 2009, 29 (1): 149–163. (in Chinese))
- [19] 王卫, 吴勇, 刘华军, 等. 测氡在滑坡研究中的应用[J]. 工程地质学报, 2003, 11 (3): 307–311. (WANG Wei, WU Yong, LIU Huajun, et al. Application of Radon measurement to study of landslide [J]. Journal of Engineering Geology, 2003, 11(3): 307–311. (in Chinese))

Abnormality of Rn in Active Fault Caused by Wenchuan Earthquake and Its Hydrogeological Meaning

GAO Dongdong, WU Yong, CHEN Meng

(State Key Laboratory of Geohazard Prevention and Geoenvironment Protection, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: Radon measurement, which is used to demarcate the fault (or fracture) and its opening degree, and to evaluate its hydrogeological characteristics, is an effective and quick way. RnA (daughter of Rn) concentrations were measured at three test sections in Xiaoyudong active fault. On the basis of a statistical analysis of the acquired radiometric data, background value and abnormal value of Rn gas were determined. The active fault was classified into different openings, and its hydrogeological meaning was discussed. This work can be used to delineate the location of groundwater resources in fractured-rock aquifers and to select the borehole sites for water supply purposes.

Key words: Radon measurement; active fault; hydrogeology; Xiaoyudong area; Wenchuan Earthquake

(上接第 36 页)

Influence of Time Scale on Baseflow Separation of Reservoir Inflow

DAI Junfeng¹, HAN Peili^{1,2}, FANG Rongjie¹, ZHENG Yulin³, GUAN Baoduo¹

(1. College of Environmental Science and Engineering, Guilin University of Technology, Guilin 541004, China;

2. Beijing Xinshuiyuanjing Technology Co., LTD, Beijing 100070, China;

3. Management Station of Qingshitan Reservoir Irrigation District, Guilin 541000, China)

Abstract: A small watershed, the catchment of the Yangshudang reservoir, in Zhanghe irrigation area located in Hubei Province and the catchment of the Qingshitan reservoir in Guangxi Zhuang Autonomous Region were selected as the study area. And the digital filter technology was used to the baseflow separation for the runoff based on the daily inflow runoff of the Yangshudang reservoir and the monthly inflow runoff of the Qingshitan reservoir. The results show that the baseflow index Fr increase along with the growing of the time scale. The baseflow index Fr of daily runoff is smaller than that of ten days and monthly runoff in catchment of the Yangshudang reservoir, and the baseflow index Fr of monthly runoff is smaller than that of seasonal and annual runoff in the Qingshitan reservoir. Also baseflow index Fr of inflow runoff in the Yangshudang reservoir, a non-karst area is smaller than that in the Qingshitan reservoir.

Key words: inflow runoff; baseflow; digital filter technology; time scale