

北京市密云集水区半城子水库近 17 年降水量与径流量协同响应研究

朱丽^{1,2}, 秦富仓^{1*}, 姚云峰¹

(1. 内蒙古农业大学生态环境学院, 内蒙古呼和浩特 010019; 2. 包头师范学院资源与环境学院, 内蒙古包头 014030)

摘要 收集北京市密云集水区半城子水库 1990~2006 年降水量和径流量, 发现近年来径流量变化较大。采用 Excel 软件进行降水量和径流量的数据统计, SPSS 软件进行降水量与径流量的相关分析, Excel 软件进行回归分析, 研究降水量与径流量的协同响应关系。结果表明, 研究区降水量与径流量的相关性并不十分显著, 径流量不仅受到降水量的影响, 还受到其他因素的影响。

关键词 径流量; 降水量; 协同响应; 密云集水区; 北京市
中图分类号 X524 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)01-00266-02

Study on the Cooperative Response of Precipitation and Runoff in Banchengzi Reservoir of Miyun in Beijing Since 17 Years
ZHU Li et al (College of Ecological and Environmental, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot, Inner Mongolia 010019)

Abstract The precipitation and runoff in Banchengzi reservoir of Miyun in Beijing during 1990~2006 were collected, and it was discovered that the change of runoff was big. Using Excel to count and using SPSS to make correlation analysis, and using Excel to make regression analysis, the cooperative response of precipitation and runoff was researched. The results showed that the correlation between precipitation and runoff was not significant in the area. The change of runoff was not only influenced by precipitation but also the other factors.

Key words Runoff; Precipitation; Cooperative response; Miyun; Beijing City

北京市属于华北土石山区, 水源短缺问题十分严重^[1-2], 密云集水区是该市用水的主要来源。收集密云集水区半城子水库近 17 年径流量资料, 发现径流量逐月变化十分显著。一般来讲, 降水是径流的主要来源。为此, 笔者对密云集水区的半城子水库降水量和径流量进行研究, 旨在发现二者之间的协同响应关系, 从而判断影响研究区径流量变化的主要因素。

1 研究区概况

半城子流域位于密云水库北部的忙牛河流域上游半城子水库周边, 地理位置为 40°36'49"~40°42'24" E, 116°55'18"~117°02'03" N, 属于密云水库二级保护区。研究区位于华北平原北部燕山山脉小型环山地带, 地貌为低山丘陵类型, 海拔在 250~500 m, 山体起伏变化较大, 平均坡度 25°~30°。基岩以花岗岩为主, 属于酸性岩类, 极易物理风化, 形成松散的沙质堆积物, 多为粗骨土, 脚阶地有少量的黄土堆积物, 沟谷为沙质冲积物。土层厚度 10~30 cm, 土壤类型为山地褐土, pH 值呈中性至微酸性。该区属暖温带半湿润大陆性季风型气候, 年平均气温 10.5℃, 最低气温 -18.5℃, 最高气温 38℃, 年温差较大。温度变化较小的是夏季(15%)和冬季(8%), 而春季和秋季变化剧烈(50%以上)。年无霜期 176 d, 年日照总数 2 801.8 h, 年均降雨量 691 mm, 主要集中在 6、7、8 月份, 占全年降雨量的 75%^[1]。

研究区人工林种为水源保护林, 树种以侧柏纯林和油松纯林为主。油松分布在海拔 500 m 以下的阴坡、半阴坡。侧柏纯林分布较广。流域内自然植被偏重于旱生次生植被, 以荆条群系为主, 伴生灌木为荆条、薄皮木、多花胡枝子等, 草本以丛生引子草、细叶苔草、白草、卷柏为主, 其次有三亚绣线菊、花棒等。

2 研究方法

选用北京半城子流域 1990~2006 年的定位观测降水和

径流资料。

2.1 降水量分析 采用北京市半城子水库气象站 1990~2006 年的逐日降水数据。该数据来自半城子水库气象站自记雨量计, 记录每次降水过程, 并设立 1 个口径为 20cm 的标准雨量筒, 收集和测定每次降水以作校正, 每次降雨后 10~30 min 观测并记录。

2.2 径流量分析 采用北京市密云县半城子水库自 1990 年到 2006 年逐日径流量数据。逐日径流量采用水库洪水断面的方法进行测量。

采用 Excel 软件进行降水量和径流量的数据统计。

采用 SPSS 软件进行降水量与径流量的相关分析, Excel 软件进行回归分析。

3 结果与分析

3.1 研究区降水量与径流量统计分析 从图 1 可以看出, 研究区 1990~2006 年降水量总体呈现缓慢减少的趋势。1990~1998 年, 年降水量较多, 且降水量年际变化相对较大, 1994 年降水量达到最大值, 为 985.7 mm; 1998~2006 年, 降水量较少, 且降水量年际变化相对较小, 2002 年达到最小值, 为 344.4 mm。

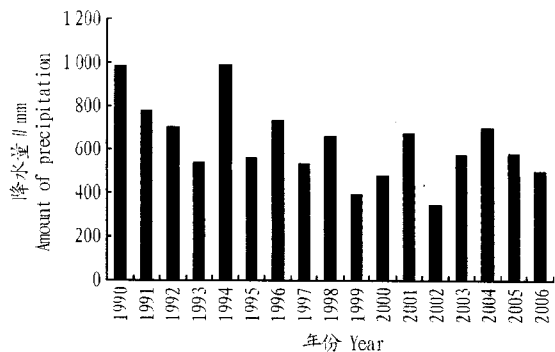


图 1 研究区 1990~2006 年降水量年际变化

Fig.1 The inter annual change of precipitation in Banchengzi reservoir between 1990 and 2006

从图 2 可以看出, 研究区 1990~2006 年多年平均降水量年内变化呈典型的正态分布。7 月降水量达到最多, 平均为

基金项目 国家“十一五”林业科技计划课题(2006BAD03A0201)。
作者简介 朱丽(1978-), 女, 山西汾阳人, 在读博士, 讲师, 从事水土保持与土地资源研究工作。* 通讯作者, 博士, 教授。
收稿日期 2008-10-27

198.57 mm;1 月降水量最少,平均为 2.16 mm。汛期(5~9 月)降水量达到年降水总量的 87.34%。

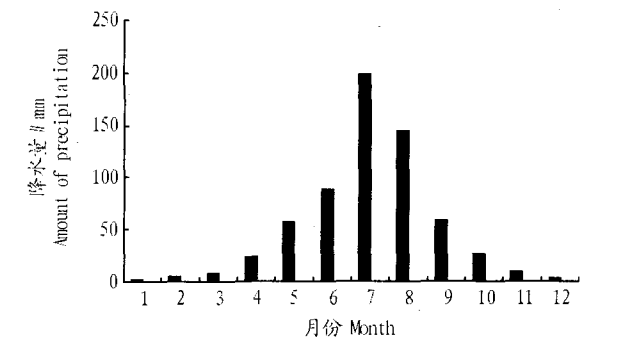


图 2 研究区 1990~2006 年平均降水量年内变化
Fig.2 The monthly average precipitation in Banchengzi reservoir between 1990 and 2006

从图 3 可以看出,研究区 1990~2006 年径流量年际变化非常明显。总体上,1990~1996 年径流量较大,1994 年达到最大值,为 1 817.34 万 m³;1997~2006 年径流量相对较少,2002 年达到最小值,为 62.42 万 m³。

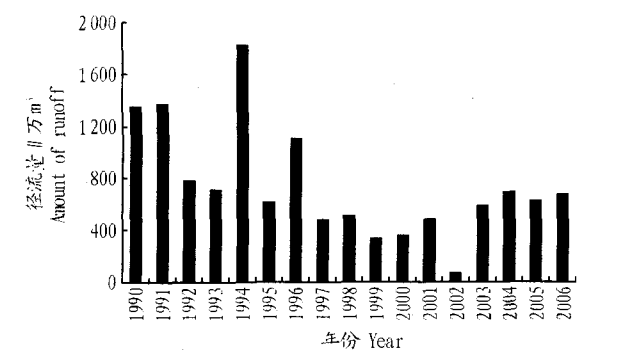


图 3 研究区 1990~2006 年径流量年际变化
Fig.3 The inter annual change of runoff in Banchengzi reservoir between 1990 and 2006

从图 4 可以看出,研究区 1990~2006 年平均径流量年内变化基本呈正态分布。8 月径流量达到最大值,为 172.82 万 m³,1、2 月为 0,10、12 月径流量较少,分别为 13.65 万、8.77 万 m³。

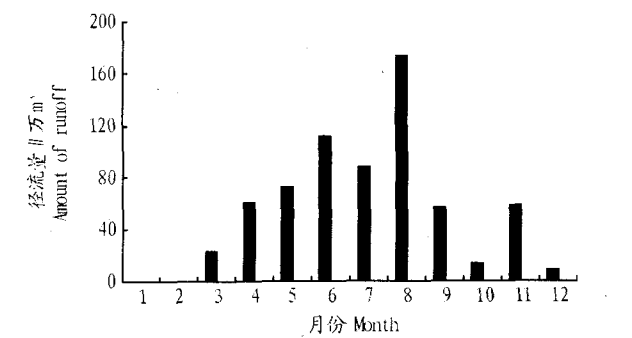


图 4 研究区 1990~2006 年平均径流量年内变化
Fig.4 The monthly average runoff in Banchengzi reservoir between 1990 and 2006

3.2 降水量与径流量的相关分析

3.2.1 降水量与径流量的特征值。从表 1 可以看出,降水量与径流量的样本数各为 204 个,降水量的平均值为 52.30 mm,而径流量的平均值为 55.56 万 m³,降水量的标准差为

76.52 mm,径流量的标准差为 166.87 万 m³。

表 1 降水量与径流量的特征值

Table 1 The eigenvalue of precipitation and runoff

指标	平均值	标准差	样本数//个
Index	Mean	Standard deviation	Quantity of samples
降水量	52.30	76.52	204
Amount of precipitation			
径流量	55.56	166.87	204
Amount of runoff			

注:降水量的平均值及标准差的单位为 mm;径流量的平均值及标准差的单位为万 m³。

Note:The unit of mean and standard deviation of precipitation is mm; the unit of mean and standard deviation of runoff is 10,000 m³.

3.2.2 降水量与径流量的相关性分析。

表 2 降水量与径流量的相关分析结果

Table 2 The results of correlation analysis between precipitation and runoff

指标	参数	降水量	径流量
Index	Item	Amount of precipitation	Amount of runoff
降水量	皮尔逊相关系数	1	0.522
Amount of precipitation	显著性		0
	样本数//个	204	204
径流量	皮尔逊相关系数	0.522	1
Amount of runoff	显著性	0	
	样本数//个	204	204

从表 2 可以看出,降水量与径流量在 0.01 的置信水平下,皮尔逊相关系数为 0.522,也就是说不具有较显著的相关性,径流量在受到降水量影响的同时还受到其他因素的影响。

3.3 降水量与径流量的回归分析 根据降水量与径流量的关系,以降水量为 x 轴,以径流量为 y 轴,用 Excel 软件制作散点图,并添加趋势线。为了对比不同的曲线对降水量与径流量的回归分析效果,分别拟合了一元回归曲线和二元回归曲线,见图 5、6。

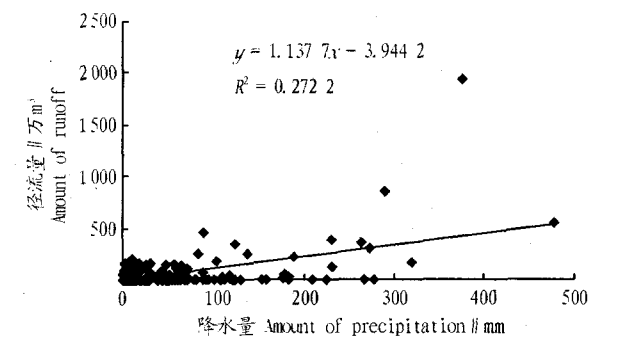


图 5 降水量与径流量一元回归分析
Fig.5 The univariate regression analysis between precipitation and runoff

从图 5、6 可知,一元回归曲线,即线性方程: $y = 1.1377x - 3.9442$,其相关系数为 0.2722;二元回归曲线,即曲线方程: $y = 0.0053x^2 - 0.3957x + 30.77$,其相关系数为 0.3797。也就是说二元曲线拟合地更好。

4 结论与讨论

通过对研究区降水量与径流量相关性的分析可以发现, (下转第 273 页)

制度与水价改革,激励企业降低工业万元产值耗水量,推动区域产业结构与用水结构的调整;另一方面,通过经济补偿的方式促进农业节水技术的推广和使用,采取优惠政策鼓励粮食主产区增强节水灌溉能力,充分利用虚拟水贸易机制,加大出口和生产低耗水高效益水资源产品比例,进口高耗水低效益水资源产品,使水资源由低效益的丰水区流向高效益的贫水区,以市场机制杜绝农业种植结构与水资源条件不相适应的浪费水资源、破坏水生态系统现象的发生,从而缩小农业与非农业用水效益的差距,实现 AWR 系统的生态、经济、社会效益的最优化。

(4)重视人为因素对 SUAWR 的影响,协调“人水关系”。SUAWR 由中部地区向西北和东南递减的分布格局符合评价区 AWR 系统实际情况,受 AWR 系统各子系统的多种因素共同制约,取决于降水资源与水资源总量的时空分异、水土配置时空分异、水资源利用效益地域差别,前二者是该区 SUAWR 的天然制约因素。然而,人水矛盾根源于人类对天然水资源的过度干扰,应主动约束并规范自己的行为^[16],建立节水型社会经济系统,实现 AWR 系统“人水关系”的协调。在节流方面,通过科学管理、规划、配置水资源,建立以节水灌溉为主的节水农业生产体系,提高农业用水效益;在开源方面,应因地制宜地加强水资源方面的工业反哺农业的对策措施研究,如沿海地区,应通过法律、税收等手段,在万元产值用水定额、水价等方面进一步拉开工农业用水的差距,促使工业用水加强循环利用、污水回用,增大工业冷却用水中的海水比例,通过工业产业结构调整减少区域工业用水量,从而缓冲工业用水效益远高于农业用水效益所导致“水资源农转非”的拉动力。

5 结语

水资源既是天然生态系统的基础资源,也是社会经济系统的经济资源。SUAWR 是农业可持续发展的基础。泉州是我国东部沿海地区典型的水资源紧缺区,在分析相关文献已有高频指标基础上,针对泉州水资源利用概况,构建了泉州 SUAWR 现状评价 AWR 的应用表明,泉州中部地区 SUAWR 能力强于东南部沿海地区和北部地区。相关分析表

明,这种分异格局的主导指标是反映需水公平的人均农业用水量,反映社会经济技术保育水资源能力的万元 GDP 用水量,反映非农业需水可持续满足度的单方用水工业产值、环境用水比例、人均生活用水量,反映水资源禀赋的耕地公顷均降水量,及反映农业用水效益的单方用水农业产值。说明必须重视水资源保育和环境用水需求,更要强调人为因素对 SUAWR 的影响,协调 AWR 系统“人水关系”,即提高泉州市 SUAWR 能力在于加大水利投入,通过工程和管理措施改变水土资源配置与供需水分布的不协调格局,通过调整产业结构,并在全区建立节水高效的现代农业,缩小农业用水效益区域差异,整体提高全市农业用水效益。

参考文献

- [1] QADIR M, BOERS T M, SCHUBERT S. Agricultural water management in water-starved countries: Challenges and opportunities[J]. *Agricultural Water Management*, 2003(62): 165-185.
- [2] 潘家铮, 张泽祯. 中国北方地区水资源的合理配置和南水北调问题(中国可持续发展水资源战略研究报告集第 8 卷)[R]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001.
- [3] 福建省水利厅. 福建省水资源管理的现状、问题和对策[EB/OL]. <http://www.chinawater.net.cn/cwsnews/newshtm/gwp-f-16.htm>.
- [4] ROBERT E, PAMELA L. Sustaining water: Population and the future of renewable water supplies[EB/OL]. <http://www.cnre.org/pop/pai/h2o-toc.html>.
- [5] 泉州市水利局. 2004 年泉州水资源公报[R]. 2004.
- [6] 方红远. 区域水资源合理配置中的水量调控理论[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2004: 205.
- [7] 刘清丽, 陈友飞, 王国杰. 福建省土地利用格局及其影响因子[J]. *福建地理*, 2004, 19(4): 6-10.
- [8] 中华人民共和国水利部水资源司. 水资源评价导则(SL/T238-1999)[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 1999.
- [9] 黄初龙, 章光新, 杨建锋. 我国水资源可持续利用评价指标体系研究进展[J]. *资源科学*, 2006, 28(2): 33-40.
- [10] 黄初龙, 邓伟, 杨建锋. 农业水资源可持续利用评价指标体系构建及其应用[J]. *农业现代化研究*, 2005, 26(6): 422-425, 430.
- [11] 黄初龙, 邓伟. 农业水资源可持续利用评价指标体系构建与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008: 29-39.
- [12] 牛文元. 可持续发展: 21 世纪中国发展战略的必然选择[J]. *生态经济*, 2000(1): 1-3.
- [13] 朱颜明, 何岩. 环境地理学导论(中国科学院研究生教学丛书)[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [14] 沈珍瑶, 杨志峰, 刘昌明. 黄河流域水资源可再生性评价指标体系与评价方法[J]. *自然资源学报*, 2002, 17(2): 188-197.
- [15] 蔡小伟, 赵鹏. 落实科学发展观福建篇: 水资源大省怎样止渴[EB/OL]. (2005-08-11) 人民网: <http://politics.people.com.cn/GB/14562/3607569.html>.
- [16] 陈家琦. 自然·水·人[J]. *自然资源学报*, 2004, 19(6): 689-693.

(上接第 267 页)

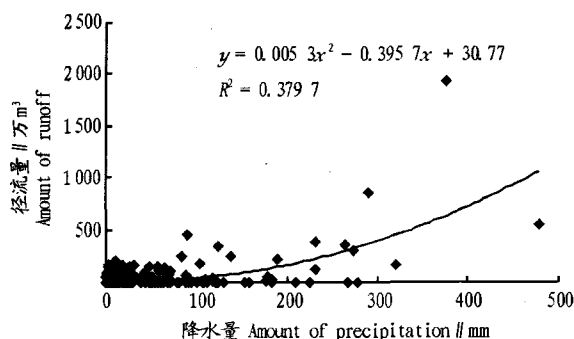


图 6 降水量与径流量二元回归分析

Fig.6 The dualistic regression analysis between precipitation and runoff

二者的联系并不是很紧密,也就是说二者的相关系数不具有显著性。当降水量发生变化时,径流量一般也发生相应的变化,但是该变化不仅仅是因为降水量的影响,还受到多种因素的影响,如地形条件、植被条件、水库蓄水量、用水量等。在这些影响因素中,降水量可能并不是对径流量影响最大的因素,哪些因素对径流量的影响最大,还需要进一步研究。

参考文献

- [1] 王海龙. 华北土石山区防护林体系稳定林分结构定向调控基础研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2007.
- [2] 刘世海, 余新晓, 胡春宏, 等. 密云水库北京集水区人工水源保护林降水化学性质研究[J]. *水土保持学报*, 2002, 16(1): 100-103.