

西江北江水流量与其上空水汽汇的时间变化关系*

秦晓昊^{1,2,3}, 简茂球¹, 乔云亭¹, 陈 岩⁴

(1. 中山大学季风与环境研究中心//大气科学系, 广东 广州 510275;

2. 中国科学院大气物理研究所大气科学和地球流体力学数值模拟国家重点实验室, 北京 100029;

3. 中国科学院研究生院, 北京 100049;

4. 广州市防汛防旱防风总指挥部, 广东 广州 510640)

摘 要: 分析 1958–2004 年四季珠江水系的西江流域高要站和北江流域石角站水流量与相应子流域上空大气水汽汇的关系。结果表明, 西江流域的水流量与大气水汽汇的年际年代际变化趋势在夏季是比较一致的, 位相配合较好, 其它季节稍微差一些; 北江流域两者的关系在夏季和秋季都比较一致, 春冬次之。

关键词: 西江流域; 北江流域; 水流量; 水汽汇; 时间变化

中图分类号: P338 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2008) 02-0136-04

珠江是我国第三大河流, 其支流主要流经华南地区, 在雨季容易发生洪水过程, 常给沿岸地区带来严重的经济和生命财产损失。近年来, 在旱季珠江水系枯水现象也时有发生, 造成居民的引用水源短缺。简茂球等^[1-2]曾利用逐日资料分析了高要、石角水文站的河水流量与对应的流域上空的逐日水汽汇的变化关系, 发现两者存在非常密切的联系。杨宁等^[3]利用北江流域面雨量分布特征与洪水组合特征进行了研究, 建立了面雨量与洪水水位预报系统。另外彭端等^[4]研究了西江流域夏季严重旱涝的气候背景和前兆强信号。游大伟等^[5]发现近 50 年西江实测径流量变化与气候变暖无直接关系, 与流域的降水量变化关系明显。但关于西江、北江的河水流量的年际、年代际变化与大气环流的变化联系的研究还较少见, 有关这方面的内容也亟待深入研究。因此本文从气候的角度来分析水汽汇与河流径流量的关系, 以期为江河的水流量的预测提供一些参考途径。

1 资料与方法

本文使用的资料是 1958–2004 年 NCEP/NCAR 再分析逐日资料, 包括风场各分量 u 、 v 、 ω 及比湿 q , 空间分辨率为 $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ 。本文分析所用的水汽汇资料由水汽方程倒算而得^[6], 公式为

$$Q_2 = -L \left[\frac{\partial q}{\partial t} + \mathbf{V} \cdot \nabla q + \omega \frac{\partial q}{\partial p} \right] \quad (1)$$

其中, q 为比湿, $\mathbf{V}$ 为水平风矢量, ω 为 p 坐标垂

直速度, L 为凝结潜热参数。每个季节平均水汽汇由各个季节逐日水汽汇资料进行季节平均而得。其中春、夏、秋和冬季分别指 3–5 月、6–8 月、9–11 月和 12–2 月。

水汽汇的垂直积分可表示为:

$$\langle Q_2 \rangle = \frac{1}{g} \int_{p_r}^{p_s} Q_2 dp \cong L(P - E) \quad (2)$$

其中, p_s 为地面气压, 由于 NCEP/NCAR 高空水汽资料只到 300 hPa, 故 $p_r = 300$ hPa, P 和 E 分别为降水率和地面蒸发率, g 为重力加速度。

本文选取了珠江最主要的两个水系: 西江和北江水系, 由于西江高要水文站(位于广东肇庆市)及北江石角水文站(位于广东清远市)基本分别位于西江和北江流域的最下游, 故分别以高要站和石角站的水流量为代表, 分析它们与各自流域上空水汽汇时间变化的关系。

2 高要站水流量与西江流域上空水汽汇的关系

西江水系主体大致位于 ($102^\circ - 112^\circ \text{E}$, $22^\circ - 26.5^\circ \text{N}$) 区域内(图略), 因此选择了对应该区域上空的 13 个格点(必要时进行了插值)水汽汇区域平均值来代表西江流域上空的水汽汇。为方便比较, 将高要站的水流量和西江流域上空水汽汇分各个季节进行距平曲线标准化, 如图 1 所示。四个季节中两者相关性最好的为夏季, 相关系数通过了 0.01 的显著性检验, 从年际年代际变化尺度看,

* 收稿日期: 2007–07–11

基金项目: 广东省自然科学基金项目 (05000339)

作者简介: 秦晓昊 (1983 年生), 女, 博士研究生; 通讯联系人: 简茂球; E-mail: eesjmq@mail.sysu.edu.cn

除了在20世纪50年代末至60年代初外,两者的变化趋势较为一致(图1b)。其次相关性较好的为春季和秋季,相关系数均通过了0.05的显著性检验。在春季,两者的年际变化在20世纪70年代后期至80年代后期配合得比较差,其余时段都还较为一致(图1a),另外两者也存在微弱的增加趋势。而在秋季,两者则是在20世纪70年代后期至

80年代中期趋势配合得相对差一些(图1c),与其它季节不同,秋季两者长期趋势变化呈现出较为明显的下降趋势。冬季两者的相关性较差,没有通过0.1的显著性检验,可以看出在大部分时候,两者年际变化趋势不太一致(图1d),但是长期变化却是相当一致的微弱增加趋势,两条直线几乎重合。

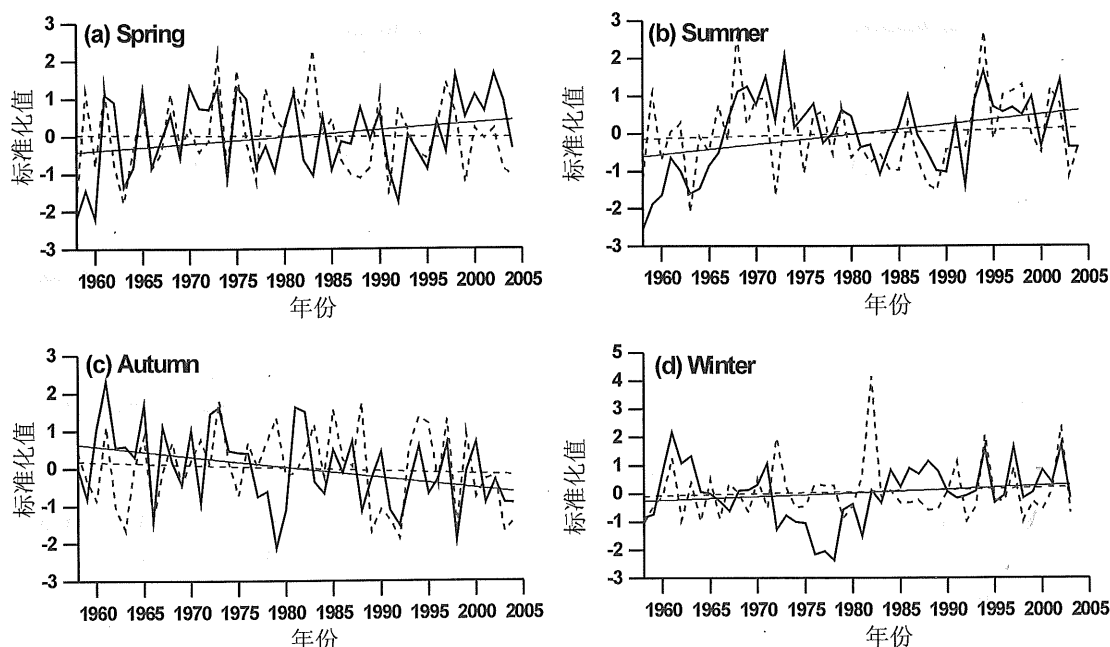


图1 高要站水流量与西江流域上空水汽汇标准化距平时间序列

实曲线和虚曲线分别代表水汽汇和水流量;实直线和虚直线分别代表水汽汇和水流量的线性回归直线

Fig. 1 Standardized time series of the river discharge at Gaoyao of the Xijiang River and the atmospheric moisture sink

3 石角站水流量与北江流域上空水汽汇的关系

北江水系主体大致位于(112.5° - 115°E, 22.5° - 25°N)区域内(图略),因此选择了对应该区域上空的4个格点(必要时进行了插值)水汽汇区域平均值来代表北江流域上空的水汽汇。同样地将石角站的水流量和北江流域上空水汽汇分各个季节进行据平序列标准化,如图2所示。在四个季节中,夏季和秋季水流量和水汽汇的相关性最好,相关系数都通过了0.01的显著性检验,且两者的年际年代际变化配合较好,从长期趋势可以看到,夏季两者都表现出上升的趋势,但水汽汇的增长要剧烈得多(图2b),而秋季两者则呈现下降趋势(图2c)。春季水流量和水汽汇的相关系数通过了0.05的显著性检验,从图2(a)可以看出,在20世纪80年代中至90年代初两条曲线的位相相反,在其它时段两者配合还是比较一致,并且两者

长期际变化趋势都表现为微弱的上升。冬季水流量和水汽汇的相关系数通过了0.1的显著性检验,虽然从20世纪70年代中期至80年代中期两条曲线的年际变化不太一致,但是在其它时段趋势还是较为一致的,另外两者的长期趋势变化都为微弱的上升。

4 讨论与结论

通过分析1958 - 2004年四季珠江水系主要流域西江高要站和北江石角站水流量与相应子流域上空大气水汽汇的关系,得到以下结论:

高要站水流量和西江流域上空的水汽汇的年际、年代际变化趋势在夏季最为一致,其它季节稍微差一些;石角站水流量和北江流域上空的水汽汇的时间变化在夏季和秋季都比较一致,春冬次之。在夏季,西江流域及北江流域的丰水(枯水)现象的发生与其流域上空大气水汽汇的偏多(偏少)紧密相联,这意味着存在这样一种可能性:如果能

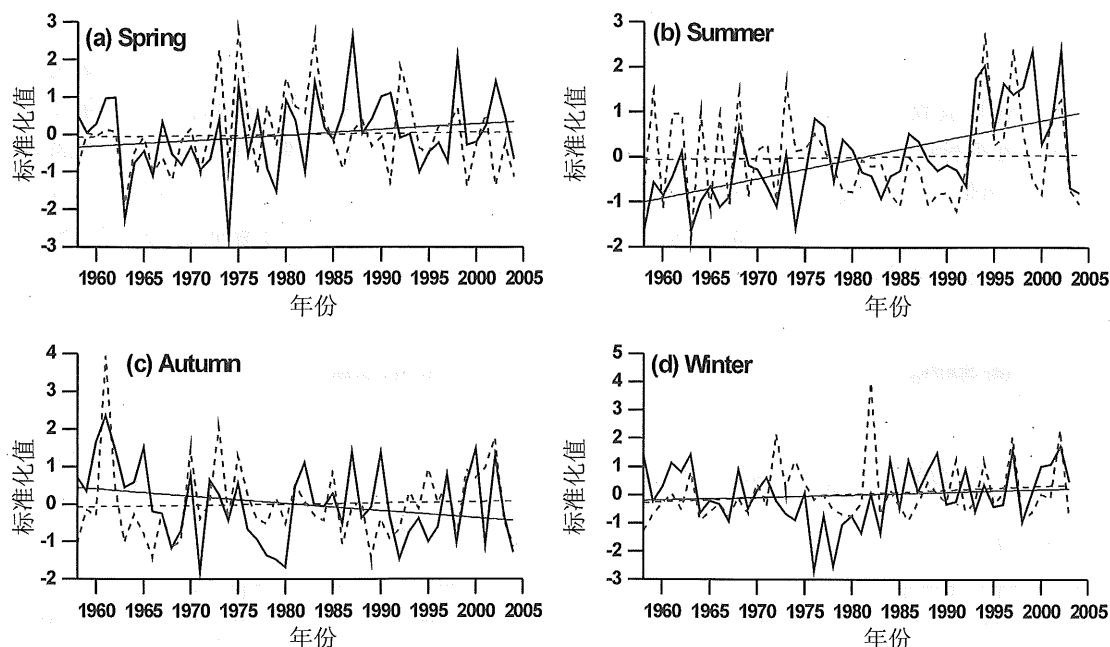


图2 石角站水流量与北江流域上空水汽汇标准化时间序列。其它同图1。

Fig. 2 The same as in Fig. 1, but for the standardized time series of the river discharge at Shijiao of Beijiang River and the atmospheric moisture sink.

利用气候模式较准确地预测夏季大气水汽汇量,就能较好地预测这些江河的水流量。

在以上的分析中,某些季节某些时段水汽汇和水流量两曲线存在反位相的情况。产生这种情况的原因可能有以下2个:一种可能是出现较多的较小尺度的天气降水过程,可引起江河水流量比水汽汇明显的大,因为本文的水汽汇反映的是大尺度的信息;另一种可能性是受江河沿岸的居民用水或通过水库放水等调节水资源过程的影响,也可造成江河水流量与水汽汇的变化有差异。这种现象主要出现在降水较少的季节(如春、秋、冬,但在降水较多的夏季很少出现这种情况)。另外,以上结果也显示出水汽汇的线性趋势变化比实际的水流量的线性趋势要明显一些,这可能与NCEP再分析资料存在夸大年代际变化(或趋势变化)幅度的缺点有关。水汽汇是由NCEP再分析资料算得,这也就使得水汽汇的线性趋势变化较实际水流量明显一些。

参考文献:

- [1] 简茂球,罗会邦,温之平. 4-9月西江洪水过程水汽汇与降水流量的关系[J]. 中山大学学报:自然科学版, 1997, 36(6): 97-101.
JIAN Mao-qiu, LUO Hui-bang, WEN Zhi-ping. Relationships between the moisture sink over Xijiang River area and the flood discharge in the down-reaches in flood season[J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni, 1997, 36(6): 97-101.

- [2] 简茂球,罗会邦. 前汛期北江洪水过程水汽汇与河水流量的关系[J]. 热带地理, 1996, 16(2): 130-135.
JIAN Mao-qiu, Luo Hui-bang. Relationship between the moisture sink over Beijiang River basin and the flood discharge of the river[J]. Tropical Geography, 1996, 16(2): 130-135.
- [3] 杨宁,蒋国华,王天龙. 北江流域清城洪水水位短期预报方法[J]. 广东气象, 2005, 27(2): 18-20.
YANG Ning, JIANG Guo-hua, WANG Tian-long, et al. A short-range forecast method of flood water level for Qingcheng in Beijiang River basin[J]. Guangdong Meteorology, 2005, 27(2): 18-20.
- [4] 彭端,温坚培,唐洁. 西江流域夏季严重旱涝的气候背景及前兆强信号[J]. 广东气象, 2006, 28(3): 27-30.
PENG Duan, WEN Jian-pei, TANG Jie. Climatic background of the summer drought of Xijiang River basin and the strong precursor signals[J]. Guangdong Meteorology, 2006, 28(3): 27-30.
- [5] 游大伟,汤超莲,邓松. 近50年西江径流量变化与气候变暖关系[J]. 广东气象, 2005, 27(4): 4-6.
YOU Da-wei, TANG Chao-lian, DENG Song. Preliminary analysis on the relationship between the climate warming and the discharge of Xijiang River in recent 50 years[J]. Guangdong Meteorology, 2005, 27(4): 4-6.
- [6] YANAI M, ESBENSEN S, CHU J H. Determination of bulk properties of tropical cloud clusters from large-scale heat and moisture budgets[J]. J Atmospheric Science, 1973, 30: 611-627.

Relationship between the Temporal Variations of the River Discharges in the Xijiang River and Beijiang River Basins and the Moisture Sinks

QIN Xiao-hao^{1,2,3}, JIAN Mao-qiu¹, QIAO Yun-ting¹, CHEN Yan⁴

(1. Center for Monsoon and Environment Research//Department of Atmospheric Sciences,
Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China;

2. State Key Laboratory of Numerical Modeling for Atmospheric Sciences and Geophysical Fluid Dynamics,
Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China;

3. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

4. Guangzhou General Headquarters of Flood Control, Typhoon and Droughts Defending, Guangzhou 510640, China)

Abstract: The relationship between the river discharge in the Xijiang River and Beijiang River basins and the atmospheric moisture sinks are analyzed for four seasons. The results show that the interdecadal and interannual variations of two aforementioned variables are well coupled in the Xijiang River basin in summer, but not well coupled in other seasons. In the Beijiang River basin, the river discharge and the moisture sink show a very good correlation on the interdecadal and interannual scales for summer and autumn, but not for some periods in spring and winter.

Key words: Xijiang River; Beijiang River; river discharge; moisture sinks; temporal variation

(上接第 130 页)

Removal of Nitrogen from Water Bodies by Canna Floating Bed in Different Seasons

SUN Lian-peng¹, LIU Yang², FENG Chen¹, WANG Zhuo-chao¹, JIN Hui¹

(1. School of Environmental Science and Engineering, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China

2. Huizhou Environmental Science Institute, Guangdong Guangzhou 516001, China)

Abstract: Canna was planted in the eutrophication water with the technology of soilless culture in a polymethyl flume, and nitrogen was removed by the effect of plants absorbing and sorption, cooperated with bacteria. The experimental results show that nitrogen can be removed more by the canna floating bed in spring than that in autumn. The removal rate of total nitrogen was about 58.4% within five days, and the removal rate of $\text{NH}_4^+\text{-N}$ was 100% within two days in spring. The removal rate of total nitrogen was about 50.4% within five days, and the removal rate of $\text{NH}_4^+\text{-N}$ was 100% within four days in autumn. The removal rule is the same for different seasons. The experimental result is important to the floating bed operating in the whole year.

Key words: ecological floating bed; removal of nitrogen; eutrophication; canna