

华北地区大气水分气候变化及其对水资源的影响

曹丽青¹ 余锦华² 葛朝霞¹

(1.河海大学水资源环境学院 ,江苏 南京 210098 ; 2.南京信息工程大学资源环境与城乡规划系 ,江苏 南京 210044)

摘要 利用 NCEP/NCAR1948 ~ 2003 年分析格点资料 ,研究了华北地区大气水分气候的变化及其对水资源的影响 .结果表明 :华北地区大气中水汽含量自 20 世纪 60 年代初至 80 年代中期呈持续下降趋势 ,80 年代中期以后略有回升 ,但幅度不大 ,90 年代中期以后又呈下降趋势 ,在 21 世纪初期与历史最低水平接近 ,华北地区大气水汽含量与降水量及水资源总量的关系密切 ,大气水汽含量的减少趋势与降水量及水资源总量的变化一致 .

关键词 华北地区 ;水汽含量 ;气候变化 ;水资源

中图分类号 :P463 文献标识码 :A 文章编号 :1000-1980(2004)05-0504-04

近几十年来 ,由于气候变暖、人口增长、城市化和社会经济发展等因素 ,华北地区水资源短缺问题日益突出 .研究表明 ,水资源短缺与气候异常及气候变化有密切关系 ,而大气水分在气候系统中起着非常重要的作用 .大气中的水汽含量不仅与大气环流关系密切 ,而且作为能量和水分循环过程的重要因子 ,对区域水分平衡起着重要作用 .早在 20 世纪 50 年代末 ,李克让等^[1 2]学者就十分关注我国大气水分的研究 .在我国出版高空探测资料后 ,陆渝蓉等^[3 4]又对我国大气水分气候特征进行了进一步分析 .翟盘茂等^[5]选取我国 57 个探空测站的资料 ,计算分析了 1970 ~ 1990 年我国大气水分气候的特征及变化趋势 .本文使用美国 NCEP/NCAR 最新公布的 1948 ~ 2003 年的月平均再分析格点资料 ,研究了华北地区大气水汽含量近 56 年的变化趋势 ,并深入讨论了大气水分变化与降水量和水资源总量的关系 .

1 资料和计算方法

本文使用美国 NCEP/NCAR 公布的 1948 ~ 2003 年 56 年再分析格点(2.5° × 2.5°)资料 ,计算华北地区整层大气水汽含量 ,以及整个区域平均水汽含量 .华北地区范围为 34°N ~ 42°N ,110°E ~ 120°E ,全区共 36 个格点 .

大气中的水汽含量 Q_a 可用下式表示^[3] :

$$Q_a = - \frac{1}{g} \int_{p_s}^{p_t} q(p) dp$$

式中 : g ——重力加速度 ; p ——气压 ; $q(p)$ ——各等压面高度的比湿 ; p_s , p_t ——地面和大气顶部气压 .本文以地面到 300 hPa 的水汽含量代表整层大气水汽含量 .

2 华北地区大气水分气候特点

2.1 大气水汽含量的年变化特点

华北地区大气中水汽含量的时空分布受季节、纬度和地理因子的影响 ,具有明显的年内变化特点 .图 1 是华北地区全区平均大气水汽含量逐月变化图 .从图 1 可以了解到华北地区冬季大气水汽含量最小 ,平均为 6 mm ,其中 1 月份最低 ,只有 4.7 mm ;春季大气水汽含量有所增加 ,在 17 mm 左右 ;夏季大气水汽含量为 1 年中最大 ,平均为 30 mm ,其中 7 月最高达 36 mm ;秋季平均在 10 mm 左右 .

收稿日期 2004 - 05 - 14
基金项目 国家自然科学基金资助项目(50379007) ,国家科技部社会公益类资助项目(2002DIB20067)
作者简介 :曹丽青(1965 —) ,女 ,江苏南京人 ,讲师 ,硕士 ,主要从事水文气象研究 .

2.2 大气水汽含量的分布特点

分别以 1 月和 7 月代表冬季和夏季来分析华北地区大气水汽含量的分布特征. 冬季月份(图 2(a)),华北地区受西北气流控制,水汽主要来自大西洋和北冰洋,大气中水汽含量在 3~8 mm 之间,基本上随纬度的升高而减少. 夏季月份(图 2(b)),亚洲大陆为暖性气旋所控制,副热带高压加强北移. 华北地区大气中水汽来自 3 支气流,西北、西南及东南气流. 西南及东南气流水汽充沛,大气中水汽含量达 24~50 mm,其分布为从东南向西北减少.

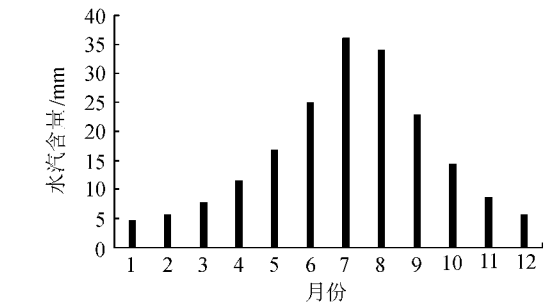
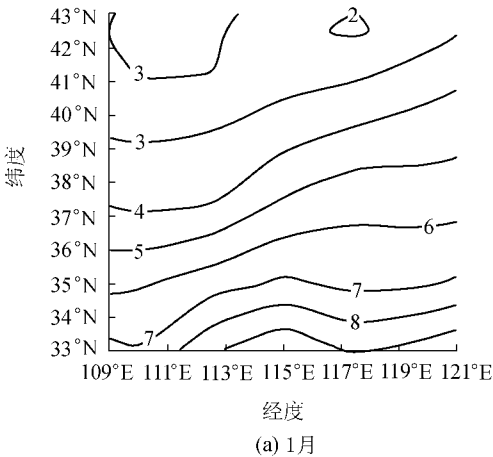


图 1 华北地区全区平均大气水汽含量逐月变化
Fig.1 Monthly variations of average water vapor content over North China

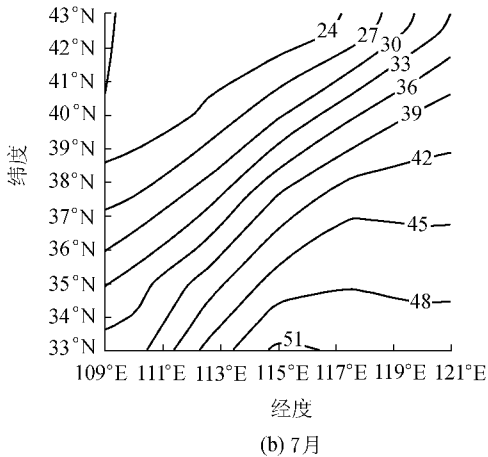
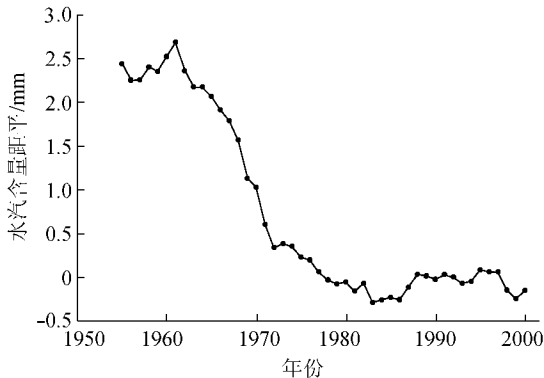
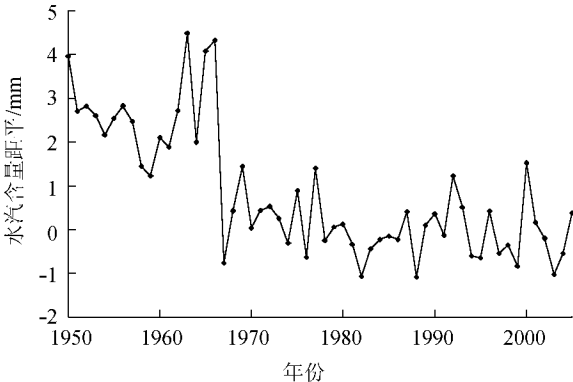


图 2 华北地区大气水汽含量分布(单位: mm)
Fig.2 Geographic distribution of water vapor content in the whole aerosphere over North China

3 华北地区大气水分气候变化特征

图 3(a)为 1948~2003 年华北全区平均逐年水汽含量距平. 华北地区年平均水汽含量在近 56 年变化非常明显. 高值期出现在 20 世纪 40 年代末期至 60 年代初期,在 60 年代初达最大. 20 世纪 60 年代中期至 21 世纪初为低值期. 图 3(b)是 1948~2003 年华北全区平均逐年水汽含量距平的 10 年滑动平均. 华北地区大气中水汽含量自 20 世纪 60 年代初至 80 年代中初期呈持续下降趋势,80 年代中初期以后略有回升,但幅度不大,90 年代中期以后又呈下降趋势.



(a) 平均逐年水汽含量距平 (b) 水汽含量距平的 10 年滑动平均

图 3 1948~2003 年华北全区平均逐年水汽含量距平及 10 年滑动平均

Fig.3 Anomaly of annual water vapor content over North China for 1948—2003

4 华北地区大气水分气候变化对降水的影响

分析华北地区 1948 ~ 2003 年全区平均年降水量变化趋势(图 4(a))发现,近 56 年降水的变化趋势与水汽含量的变化趋势几乎完全一致.华北地区降水量自 20 世纪 60 年代初期至 80 年代中期呈持续下降趋势,80 年代中期以后略有回升,但幅度不大,90 年代以后又呈下降趋势.进一步分析大气水汽含量与降水量的关系,发现华北地区年平均降水量与年平均水汽含量存在明显的正相关,相关系数为 0.89.因此,华北地区大气水分气候的异常会直接影响到降水.大气水汽减少是直接导致降水量减少的主要因子之一.

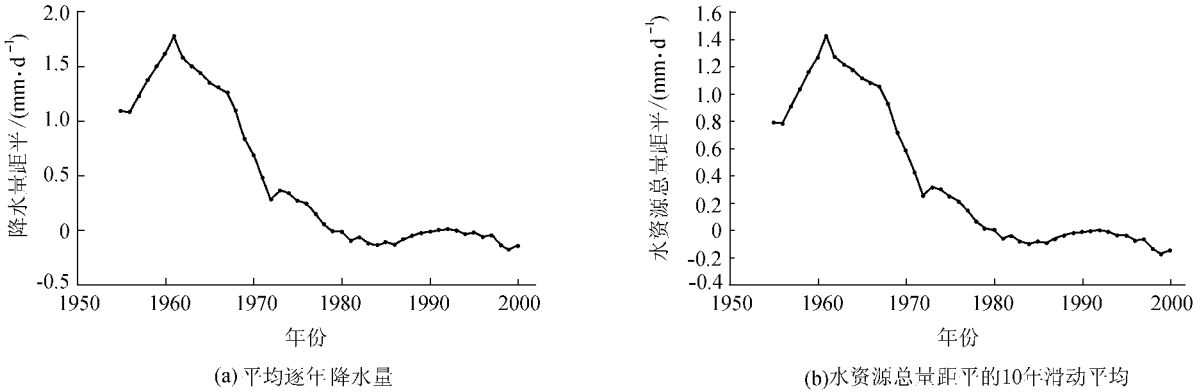


图 4 1948 ~ 2003 年华北全区平均逐年降水量及水资源总量距平的 10 年滑动平均
Fig.4 Anomaly of annual mean precipitation over North China for 1948 —2003

5 华北地区大气水分气候变化对水资源总量的影响

为考察华北地区大气水分气候变化对水资源的影响,计算了华北地区全区平均逐年水资源总量(定义为降水量与蒸发量之差^[4]).图 4(b)为 1948 ~ 2003 年华北地区逐年水资源总量距平的 10 年滑动平均.从图中可以看到,56 年中华北地区水资源总量呈减少趋势,自 20 世纪 70 年代中期以来基本处于 0 线以下,说明华北地区有明显变干趋势.对比图 3(b)可知,年平均水资源总量与年平均大气水汽含量有明显的正相关,其相关系数为 0.86.从以上分析可知,华北地区水资源总量的减少与大气水分的减少密切相关.大气水分气候变化对华北地区的水资源有着重要影响.

6 小 结

- a. 华北地区冬季大气水汽含量最小,平均为 6 mm,夏季大气水汽含量为 1 年中最大,平均达 30 mm.
- b. 华北地区大气中水汽含量自 20 世纪 60 年代初至 80 年代中初期呈持续下降趋势,80 年代中初期以后略有回升,但幅度不大,90 年代中期以后又呈下降趋势.
- c. 华北地区年平均降水量与年平均水汽含量存在明显的正相关,大气水分的减少是直接导致降水量减少的主要因子之一.
- d. 近 50 年中华北地区水资源总量呈减少趋势,水资源总量的减少与大气水分的减少密切相关.大气水分气候变化对华北地区的水资源有着重要影响.

参考文献:

[1] 李克让,徐淑英,郭其蕴.华北平原旱涝气候[M].北京:科学出版社,1990.40—48.
[2] 谢义炳,戴武杰.中国东部地区夏季水汽输送个例计算[J].气象学报,1959,30(2):173—185.
[3] 陆渝蓉,高国栋.我国大气中的水汽含量与水分平衡特征[J].气象学报,1984,42(3):301—310.
[4] 曹丽青,高国栋,翟盘茂,等.江淮流域大气水分特征与旱涝关系的诊断分析[J].气象科学,1993,13(2):164—173.
[5] 翟盘茂,周琴芳.大气水分气候变化研究[J].应用气象学报,1997,8(3):342—351.

Variation of atmospheric water vapor with climate and
its impact on water resources of North China

CAO Li-qing¹, YU Jing-hua², GE Zhao-xia¹

(1. College of Water Resources and Environment, Hohai Univ., Nanjing 210098, China;
2. Department of Resources, Environment, and Urban and Rural Planning, Nanjing University of
Information Science & Technology, Nanjing 210044, China)

Abstract :The study was performed based on the NCEP/NCAR global reanalysis grid data (2.5° × 2.5°Lat/Lon) for 66 years (1948—2003). The results show that the atmospheric water vapor content continuously decreased from the early 1960s to the middle of 1980s, then a little increase occurred after the middle of 1980s, however after the middle of 1990s, the atmospheric water vapor content again decreased and was close to the lowest level in the history at the early 21th century. It is also concluded that there are close relationships between the atmospheric water vapor content, the rainfall, and the total volume of water resources of North China, and that the decrease trend of water vapor content accords with the variation of rainfall and total volume of water resources.

Key words :North China; water vapor content; variation of climate; water resources

欢迎订阅《水电能源科学》(双月刊)

《水电能源科学》是由国家教育部主管、中国水力发电工程学会和华中科技大学共同主办的学术性刊物——中国水力发电工程学会会刊。刊物面向从事水、电、能源开发与研究的科研、教学、管理人员及大专院校师生,主要刊登有关水、电、能源及其相关学科的新理论、新技术、新方法以及工程应用的新成果。

《水电能源科学》大 16 开本,正文 88 页,每册定价 6.00 元,全年 36.00 元。
全国各地邮局均可订阅,邮发代号 38—111。
若有漏订者,也可直接汇款到编辑部函购。
编辑部地址:武汉华中科技大学主校区 邮编 430074
电话 (027)87542126 E-mail :sdny@x263.net