

DOI :10.3876/j.issn.1000-1980.2009.03.008

1951 ~ 2006 年新疆地区气候变化特征及其与水资源的关系

曹丽青^{1,2},葛朝霞²,薛 梅²

(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)

摘要:利用北疆 5 个气象站、南疆 7 个气象站 1951 ~ 2006 年月平均气温及月降水总量资料,用高桥浩一郎公式计算了新疆区域月平均蒸发量及可利用降水量,并在此基础上分析了 1951 ~ 2006 年新疆地区气候变化及水资源变化趋势,以及气候变化对水资源的影响.结果表明:(a)新疆地区气温从 20 世纪 50 年代以来基本上都是呈上升趋势,90 年代以来的气温明显高于平均值,为正距平;60 年代中期至 80 年代末期,降水比平均值偏少,90 年代以后,降水持续增加;(b)新疆地区可利用降水量 20 世纪 50 年代中期至 80 年代初期呈持续下降趋势,80 年代初期至今呈增加趋势,90 年代初期至今为高值期;(c)新疆地区降水与可利用降水量之间存在明显正相关.在此基础上建立了新疆地区降水变化对可利用降水量影响的统计评估模型.

关键词:气候变化;水资源;可利用降水量;评估模式;新疆地区

中图分类号:P463.1 文献标识码:A 文章编号:1000-1980(2009)03-0281-03

新疆地处欧亚大陆腹地,远离水汽源地,降水稀少且时空分布不均,气候干燥且蒸发强烈,属典型的干旱、半干旱地区,水资源严重短缺,水资源供需矛盾十分突出^[1].随着气候变暖、经济发展对水资源需求的不断增加,普遍存在水资源过度开发利用的现象,水资源不足已成为制约新疆社会经济发展的主要瓶颈之一^[2].正确评估气候变化对新疆水资源量的影响,有助于合理地利用水资源,为新疆经济的迅速发展提供可靠的科学依据,对新疆水资源的可持续利用和良性的生态环境发展具有十分重要的作用和意义.

笔者对北疆气候变化及其与水资源的关系做了分析研究^[3],本文在文献[3]的基础上,利用北疆 5 个气象站、南疆 7 个气象站 1951 ~ 2006 年逐月降水和温度资料,研究了新疆地区气候变化对水资源的影响,并建立了新疆地区降水变化对可利用降水量影响的统计评估模型.

1 研究资料和方法

选用北疆 5 个气象站(阿勒泰、塔城、乌苏、伊宁、乌鲁木齐)、南疆 7 个气象站(吐鲁番、库车、喀什、和田、且末、若羌、哈密)1951 ~ 2006 年逐月降水和气温资料作为研究资料.所选的气象站较均匀地分布在新疆北部和南部地区,其算术平均可以代表新疆地区降水和气温的平均状况.

蒸发测量在大气科学中至今还是一个难题,高桥浩一郎用月平均降水量和月平均气温对蒸发进行估算,方法比较简便^[4].宋正山等^[5]详细分析了高桥浩一郎提出的蒸发公式在半湿润半干旱的华北地区的实用性;施雅风等^[6]曾用高桥方法估算实际蒸发,建立了伊犁河流域月水量平衡模型,并取得了较好的结果.本文利用高桥浩一郎公式计算了新疆地区区域平均蒸发量及可利用降水量.高桥浩一郎公式^[6]为

$$E = \frac{3100P}{3100 + 1.8P^2 \exp\left(-\frac{34.4T}{235.0 + T}\right)} \quad (1)$$

式中: P ——月降水量,mm; T ——地面月平均气温, $^{\circ}\text{C}$; E ——月蒸发量,mm.可利用降水量为

$$W = P - E \quad (2)$$

参考有关资料^[7-12],利用相关分析的方法,分析了气候变化对可利用降水量的影响,并建立了降水变化

对可利用降水量影响的统计评估模型.

2 1951~2006 年新疆地区气候变化及水资源变化趋势

2.1 新疆地区气候变化特征分析

图 1 为 1951~2006 年新疆地区逐年气温距平(相对于 1970~2000 年)及 11 a 滑动平均曲线.由图 1 可看出,新疆地区气温从 20 世纪 50 年代以来基本上都是呈上升趋势,50~80 年代末期,气温低于平均值,为负距平,90 年代以来的气温明显高于平均值,为正距平,且增温剧烈,为各年代之首.

图 2 为 1951~2006 年新疆地区逐年降水距平(相对于 1970~2000 年)及 11 a 滑动平均曲线.由图 2 可以看出,新疆地区 20 世纪 60 年代中期至 80 年代末期,降水比平均值偏少,90 年代以后,降水持续增加,并且高于平均值,为正距平.

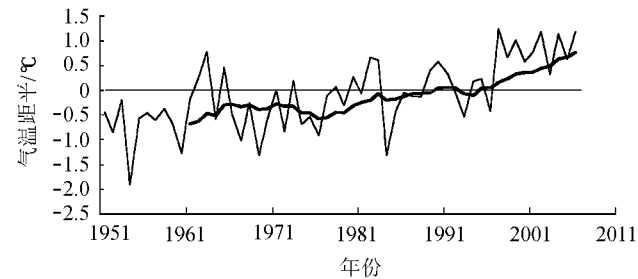


图 1 1951~2006 年新疆地区逐年气温距平及 11 a 滑动平均
Fig. 1 Anomaly of annual temperature and its 11-year sliding mean values in Xinjiang Uygur Autonomous Region from 1951 to 2006

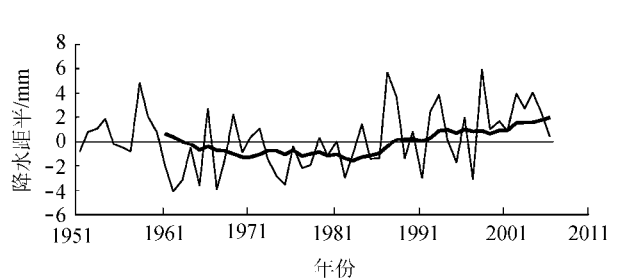


图 2 1951~2006 年新疆地区逐年降水距平及 11 a 滑动平均
Fig. 2 Anomaly of annual precipitation and its 11-year sliding mean values in Xinjiang Uygur Autonomous Region from 1951 to 2006

2.2 新疆地区可利用降水量特征及变化趋势分析

图 3 为 1951~2006 年新疆地区逐年可利用降水量距平(相对于 1970~2000 年)及 11 年滑动平均曲线.从图 3 可清楚看到,新疆地区可利用降水量变化非常明显,20 世纪 50 年代中期至 80 年代初期呈持续下降趋势,80 年代初期至今呈增加趋势,可利用降水量高值期出现在 90 年代末至 21 世纪初期,20 世纪 90 年代初期至今,可利用降水量距平基本处于 0 线以上,为高值期.

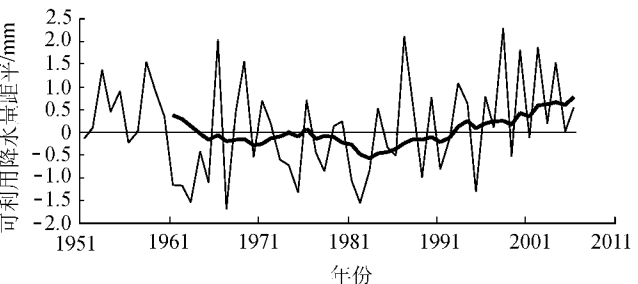


图 3 1951~2006 年新疆地区逐年
可利用降水量距平及 11 a 滑动平均
Fig. 3 Anomaly of annual utilizable precipitation and its 11-year sliding mean values in Xinjiang Uygur Autonomous Region from 1951 to 2006

3 新疆地区气候变化对水资源的影响及评估模式

根据新疆地区历年区域平均水资源总量以及同期气温、降水进行相关性分析,发现降水与可利用降水量之间存在明显正相关关系.北疆降水与可利用降水量的相关系数为 0.87,南疆降水与可利用降水量的相关系数为 0.57,并且通过了 0.01 的置信度检验.温度与可利用降水量的相关性较差.

降水变化对可利用降水量有重要影响,但在水资源计划和管理过程中,需要定量地了解降水对可利用降水量的影响,因此根据 1951~2006 年的资料,建立北疆和南疆可利用降水量与降水关系的线性统计模型:

北疆
$$W_n = -3.68 + 0.41 P_n \quad (3)$$

南疆
$$W_n = -0.08 + 0.06 P_n \quad (4)$$

式中: P_n ——年平均降水量,mm; W_n ——年平均可利用降水量.模型相关性较高,通过了置信度为 0.01 的 F 检验,具有较高的显著性.

由模型可以计算出北疆和南疆年降水量变化所引起的可利用降水量的变化,表 1 给出了降水变化所引起的可利用降水量的变化.由表 1

表 1 新疆地区年降水量变化所引起的可利用降水量变化		
Table 1 Change of utilizable precipitation induced by change of precipitation in Uygur Autonomous Region		
降水变化	可利用降水量变化	
	北疆	南疆
1	1.84	1.67
5	9.20	8.35
10	18.40	16.70
15	27.60	25.05
20	36.80	33.40

可以看出,较小的降水变化往往会引起比较大的可利用降水量的变化,北疆 1% 的年降水量变化一般可导致 1.84% 的可利用降水量的变化,南疆 1% 的年降水量变化则可导致 1.67% 的可利用降水量的变化.因此,该模型可以用来进行新疆地区可利用大气降水资源的评估.

4 结 论

- a. 新疆地区气温从 20 世纪 50 年代以来基本上都呈上升趋势,90 年代以来的气温明显高于平均值,为正距平.20 世纪 60 年代中期至 80 年代末期,降水比平均值偏少,90 年代以后,降水持续增加,并且高于平均值.
- b. 新疆地区可利用降水量 20 世纪 50 年代中期至 80 年代初期呈持续下降趋势,80 年代初期至今呈增加趋势,90 代初期至今为高值期.
- c. 降水与可利用降水量之间存在明显正相关关系.在此基础上建立了降水变化对可利用降水量影响的统计评估模型.较小的降水变化往往会引起比较大的可利用降水量的变化,北疆 1% 的年降水量变化一般可导致 1.84% 的可利用降水量的变化,南疆 1% 的年降水量变化则可导致 1.67% 的可利用降水量的变化.

参考文献:

[1] 丁一汇, 守荣. 中国西北地区气候与生态环境概论[M]. 北京: 气象出版社, 2001: 1-13.

[2] 任立良, 张炜, 李春红, 等. 中国北方地区人类活动对地表水资源的影响研究[J]. 河海大学学报: 自然科学版, 2001, 29(4): 13-18.

[3] 曹丽青, 林振山, 葛朝霞. 新疆北部地区气候变化及其对水资源的影响分析[J]. 水资源保护, 2008, 24(6): 28-30.

[4] 高桥浩一郎. 用月平均气温、月降水量估算蒸发量的经验公式[J]. 天气, 1979, 26(12): 29-32.

[5] 宋正山, 杨辉, 张庆云. 华北地区水资源各分量的时空变化特征[J]. 高原气象, 1999, 18(4): 552-566.

[6] 施雅风. 中国气候与海面变化及其趋势和影响① 气候变化对西北华北水资源的影响[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1995.

[7] 文敏, 陈创买. 珠海市近 50 年水资源变化特征及评估[J]. 中山大学学报: 自然科学版, 2005, 44(2): 271-275.

[8] 张庆云. 1880 年以来华北降水及水资源的变化[J]. 高原气象, 1999, 18: 486-495.

[9] 芮孝芳. 中国的主要水问题及水文学的机遇[J]. 水利水电科技进展, 1999, 19(3): 18-21.

[10] 谢新民, 颜勇. 浅析西北地区地表水与地下水的相互转化关系[J]. 水利水电科技进展, 2003, 23(1): 8-10.

[11] 曹丽青. 华北地区大气水分气候变化及其对水资源的影响[J]. 河海大学学报: 自然科学版, 2004, 33(5): 504-507.

[12] 周连童, 黄荣辉. 华北地区降水、蒸发和降水蒸发差的时空变化特征[J]. 气候与环境研究, 2006, 25(2): 280-295.

Climate change and its relationship with water resources in Xinjiang Uygur Autonomous Region from 1951 to 2006

CAO Li-qing^{1, 2}, GE Zhao-xia², XUE Mei²

(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)

Abstract : Based on the mean monthly temperature and precipitation of five meteorological stations in the north and seven meteorological stations in the south of Xinjiang Uygur Autonomous Region from 1951 to 2006, the mean monthly evaporation and the utilizable precipitation (the precipitation minus the evaporation) of Xinjiang Uygur Autonomous Region were computed using Takahashi 's equation. The climate change and the trend of water resources change as well as the impact of climate change on the water resources in Xinjiang Uygur Autonomous Region from 1951 to 2006 were analyzed. The results show the following : (1) The temperature in Xinjiang Uygur Autonomous Region has been increasing since the early 1950s, and it has been higher than the mean value since the 1990s, which is a positive anomaly. The precipitation was lower than the mean value from the middle of 1960s to the late 1980s, and it has been continuously increasing from the early 1990s. (2) The utilizable precipitation decreased from the middle of the 1950s to the early 1980s and has been increasing since the early 1980s, and the period with largest value of precipitation has been occurring since the 1990s. (3) There has been a positive correlation between the precipitation and the utilizable precipitation. Finally, a statistical assessment model for the impact of the precipitation on the utilizable precipitation is established.

Key words : climate change ; water resources ; utilizable precipitation ; assessment model ; Xinjiang Uygur Autonomous Region