

# Study on the Climate Change and Its Effects to Water Resources in Xinjiang\*

DilinuerAji

School of Geographic Science and Tourism, Xinjiang Normal University, Urumqi  
Email: dilnuraji@gmail.com

Received: Jun. 25<sup>th</sup>, 2012; revised: Jul. 26<sup>th</sup>, 2012; accepted: Aug. 10<sup>th</sup>, 2012

**Abstract:** Through spatial analysis of average temperature, annual precipitation in recent 50 years in Xinjiang from the CRUTS2.0 data set and the quantitative analysis of the same climatic factor in recent 22 years from the observation data for 29 observation points in Xinjiang, and by studding the water area change of main lakes, the climate change and its effects to water resources in Xinjiang were presented in this paper. The result shows that the average temperature in Xinjiang has been increased at the speed of 0.6°C/10a since the end of 1980s, in northern Xinjiang increased at 0.4°C/10a, in southern Xinjiang at 1.5°C/10 a in it; In the same period, the annual precipitation has been increased 55%, in northern Xinjiang increased with a rate of 80.9 mm/10a, in southern Xinjiang with 54.2 mm/10a; In the spatial characteristic of the changes, there are a better coincidence with the increased area of the average temperature and annual precipitation; Analysis on the hydrological data of the same time shows that the warming and wetting climate in Xinjiang is the dominant factor that resulted the increasing tendency for water resources factor, as the water area of main lakes; By comparison the water area of Lake Aibi and the climatic data of Xinjiang, it shows that the water area of Lake Aibi is positively correlated with annual precipitation and average temperature in Xinjiang, the coefficient of the water area between annual precipitation and average temperature are  $R_p = 0.87$  and  $R_T = 0.57$  respectively.

**Keywords:** Xinjiang; Climate Change; Water Resources

## 新疆气候变化特征及其对湖泊水资源的影响效应\*

迪丽努尔·阿吉

新疆师范大学地理科学与旅游学院, 乌鲁木齐  
Email: dilnuraji@gmail.com

收稿日期: 2012年6月25日; 修回日期: 2012年7月26日; 录用日期: 2012年8月10日

**摘要:** 通过对 CRUTS2.0 数据集所示的新疆近 50 年平均气温、降水资料的空间化分析和新疆 29 个气象观测站观测的近 22 年的年平均气温、降水等气象要素的定量化统计分析, 以及对新疆典型湖泊水域面积变化等具有指示性意义的水资源要素指标进行研究, 揭示了新疆气候变化特征及其对湖泊水资源的影响效应。结果表明: 从变化趋势上看, 自 80 年代后期以来, 新疆的年平均气温表现出 0.6°C/10 年的增温趋势, 其中, 北疆地区年平均气温增幅为 0.4°C/10 年, 南疆地区则为 1.5°C/10 年; 在同一时期内, 新疆的年总降水量增加了 55%, 其中, 北疆地区年总降水量增幅为 80.9 mm/10 年, 南疆地区则为 54.2 mm/10 年; 从空间分布上看, 气温升高的区域和降水量增加的区域具有较好的吻合性; 在与新疆同期湖泊遥感水文资料的分析对比后发现, 暖湿化气候趋势是湖泊水域面积等水资源要素增加的主导因素; 通过艾比湖水域面积和同期新疆整体气象资料的分析, 艾比湖水域面积与当年新疆降水量呈显著正相关, 与新疆年均气温呈正相关, 水域面积与降水量、气温的相关系数分别为  $R_{降水} = 0.87$ 、 $R_{气温} = 0.57$ 。

\*资助信息: 新疆维吾尔自治区自然科学基金(2010211A18)项目资助。

**关键词：**新疆；气候变化；湖泊水资源效应

## 1. 引言

气候变化将改变全球水循环的现状，导致水资源时空分布的重新分配，并对降水、河流径流量、湖泊水域面积等造成直接影响<sup>[1]</sup>。近些年来，干旱、洪水等极端事件的发生在全世界范围内急剧增加<sup>[2]</sup>。在干旱半干旱地区，水资源对气候变化十分敏感，降水和温度较小的变化会引起湖泊水域等水资源要素较大幅度的变化<sup>[3-5]</sup>。内陆湖泊是气候变化敏感的指示器<sup>[6]</sup>，利用内陆湖泊变化研究其反映的气候问题已有许多研究，胡汝骥等利用天山湖泊变化分析其所指示的气候趋势<sup>[7]</sup>；施雅风利用青海湖和伊塞克湖水位变化等资料分析其所指示的气候干暖化趋势<sup>[8]</sup>；王树基研究了我国干旱区湖泊受人类活动的影响<sup>[9]</sup>；遥感技术由于不受时间和空间限制，是地域广大的西部干旱地区进行湖泊水资源要素动态变化研究的强而有力的工具<sup>[10]</sup>。早在 20 世纪 70 年代，美国 NESDIS 就利用 NOAA/AVHRR 可见光和红外图像监测五大湖湖冰的变化<sup>[11]</sup>，中国国家卫星气象中心气象卫星水情监测已形成业务产品<sup>[12]</sup>。本文利用 80 年代后期以来不同时期的 LANDSAT TM 和 LAND ETM+ 卫星遥感图像，分析研究了新疆典型湖泊水域面积等水资源要素与气候变化的关系，以论证气候变化对湖泊水资源的影响效应。

## 2. 资料与方法

气象资料选自新疆 28 个气象站从 1982 年~2003 年共 22 年的逐月平均气温和降水资料，为了定量地描述气象要素随时间变化的趋势，经过整理和计算，分别得到了 1982 年~2003 年新疆的年平均气温、年平均降水总量、1982 年~1992 年以及 1993 年~2003 年的年平均气温和年平均降水总量的算术平均值，用一元线性回归法分析气象要素序列的线性趋势，对气象要素趋势分析的结果，通过方差分析 F 统计量进行显著性检验，确定线性趋势是否显著，还是一种随机振荡。

本文中，对于艾比湖湖泊水域面积的变化和气象要素的线性关系的对比分析中，1983 年之后的数据来自气象站观测资料，而前的数据则来自 CRUTS2.0 数

据集。作为观测数据，新疆 28 个气象观测站获取的近 22 年的逐月平均气温和降水资料能够较准确的反映气象要素的变化趋势，但是时间序列较短；而 CRUTS2.0 数据集是根据气象观测资料经插补分析获取的栅格数据集，虽然存在一定的误差，但是其时间序列长，且在表现气象要素空间格局的变化方面具有独特的优势。本文中，将上述两种数据互补使用，各显其利；湖泊水域面积来自相应年份和季节的 MSS 遥感卫星数据、TM 遥感卫星数据和 ETM+ 遥感卫星数据的测算，其中，1942 年和 1966 年艾比湖的数据来自文献资料。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 气候变化特征

#### 3.1.1. 新疆降水量变化趋势

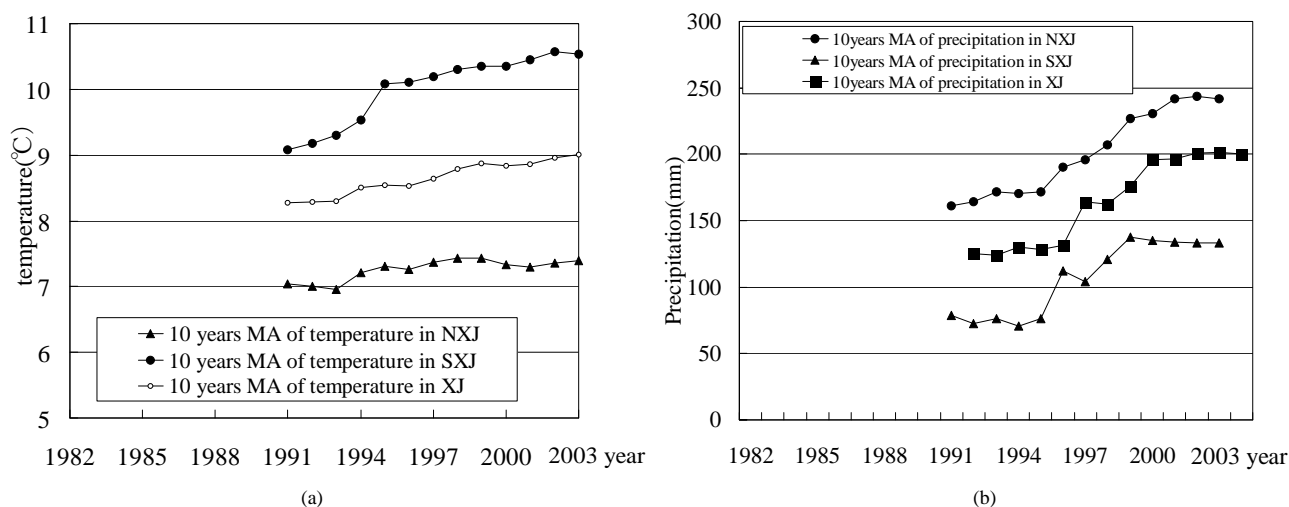
对观测资料进行了线性回归分析，气温和降水量的 10 年滑动平均曲线表明，自 80 年代后期以来，新疆年平均气温呈逐年缓慢上升趋势(图 1)，90 年代升温迅速，1993 年~2003 年与 1982 年~1992 年相比，年平均气温上升了约 0.6℃。其中，北疆地区年平均气温增幅为 0.4℃/10 年，南疆地区则更为显著，为 1.5℃/10 年(图 1)，明显高于全国年平均增温率 0.208℃/10 年及全球增温率 0.04℃/10 年~0.08℃/10 年的幅度。

#### 3.1.2. 新疆降水量变化趋势

在同一时期内，新疆的降水量呈增加态势(图 2)，进入 90 年代增加迅速，年平均降水量由 1982 年~1992 年的 126.7 mm 增加到 1993 年~2003 年的 196.6 mm，增加了约 55%，其中，北疆地区年总降水量增幅为 80.9 mm/10 年，南疆地区则为 54.2 mm/10 年(图 1)。在全球气候变暖的背景下，明显的表现出新疆气候向暖湿转型的特点。

### 3.2. 气候变化对湖泊水资源的影响

从新疆北、南、东和西北 4 个不同方向分别选择了乌伦古湖、博斯腾湖、艾丁湖和艾比湖等典型湖泊作为研究对象，对其湖泊水域面积的动态变化，展开了遥感监测与研究，由于水在整个反射红外波段相对



NXJ—北疆, SXJ—南疆, XJ—新疆。

Figure 1. Moving average of temperature (a) and precipitation (b) in Xinjiang  
图 1. 新疆气温和降水量 10 年滑动平均曲线

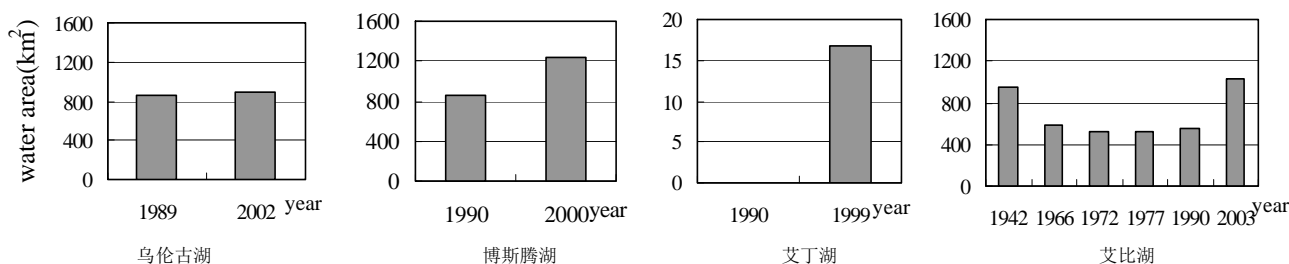


Figure 2. Comparison for water area of main lakes in different year in Xinjiang  
图 2. 新疆主要湖泊不同年份水域面积比较

与植物或土壤来说具有很突出的低反射特征<sup>[13]</sup>, 在通道 1 和通道 2 图像上, 水体的色调非常暗, 与周围陆地有很大差别, 这在通道 2 图像上尤其突出, 水陆界限十分明显, 很容易将其识别出来<sup>[12]</sup>, 监测结果表明, 自 80 年代后期以来, 新疆的湖泊水域面积呈现不同程度的扩大趋势, 乌伦古湖水域面积由 1989 年的 862.1 km<sup>2</sup> 扩大到 2002 年的 899.3 km<sup>2</sup>; 与 1990 年相比, 2000 年的博斯腾湖域面积增大了 369.9 km<sup>2</sup>; 1999 年的艾丁湖与 1990 年相比, 约有 16.7 km<sup>2</sup> 的新水域的生成; 艾比湖的水域面积在历史资料中有 1942 年、1966 年和 1972 年分别为 956.4 km<sup>2</sup>、578.8 km<sup>2</sup> 和 528.2 km<sup>2</sup> 的记载, 本文中, 遥感影像监测的数据显示, 其水域面积由 1977 年和 1990 年的 524.8 km<sup>2</sup> 和 547.6 km<sup>2</sup> 增加到 2003 年的 1029.2 km<sup>2</sup>(图 2), 艾比湖正在结束其水域面积趋向减少的一个时期而走向其水域面积恢复的阶段。

自 80 年代后期以来, 位于新疆不同方向的四大

湖泊均表现出面积逐年扩大的趋势, 湖泊水域面积的这种变化特点与新疆整体气温及降水量的变化规律有很好的 consistency, 这说明, 暖湿化气候趋势是导致新疆湖泊水域面积等水资源要素增加的主导因素。

### 3.3. 气候变化对艾比湖的影响机理

通过艾比湖水域面积和同期新疆气象资料的分析, 1942 年~1966 年间, 艾比湖水域面积由 956.4 km<sup>2</sup> 减少为 578.8 km<sup>2</sup> 时, 降水量减少了 30.3 mm; 水域面积由 1972 年的 528.8 km<sup>2</sup> 减少为 1977 年的 524.8 km<sup>2</sup> 时, 降水量呈现 3.9 mm 微弱的减少; 水域面积在 1977 年、1990 年和 2000 年分别为 524.8 km<sup>2</sup>、547.6 km<sup>2</sup> 和 1029.2 km<sup>2</sup> 的渐序扩大趋势时, 降水量相应呈现为 132.6 mm、142.4 mm 和 200.0 mm 的增大态势。同期, 新疆年均气温表现为有升有降规律的同时, 整体呈上升趋势。艾比湖水域面积与当年新疆降水量呈显著正相关, 和新疆年均气温呈正相关关系。水域面积与降

水量、气温的相关系数分别为  $R_{\text{降水}} = 0.87$ 、 $R_{\text{气温}} = 0.57$  (图3)。这说明艾比湖水域面积是随着新疆整体降水量的增加和气温的升高而呈扩大趋势,降水量的增加和气温升高对艾比湖水域面积的影响起着主导作用。

#### 4. 结论

通过对 CRUTS2.0 数据集所示的新疆近 50 年平均气温、降水资料的空间化分析和新疆 29 个气象观测站观测的近 22 年的年平均气温、降水等气象要素的定量化统计分析,以及对新疆典型湖泊水域面积变化和典型河流的径流量变化等具有指示性意义的水资源要素指标进行研究,揭示了新疆气候变化特征及其对水资源的影响效应,结论如下:

1) 自 80 年代后期以来,新疆的年平均气温表现出  $0.6^{\circ}\text{C}/10$  年的增温趋势,其中,北疆地区年平均气

温增幅为  $0.4^{\circ}\text{C}/10$  年,南疆地区则为  $1.5^{\circ}\text{C}/10$  年。在同一时期内,新疆的年总降水量增加了 55%,其中,北疆地区年总降水量增幅为  $80.9 \text{ mm}/10$  年,南疆地区则为  $54.2 \text{ mm}/10$  年。

2) 自 80 年代后期以来,分布与南北新疆的主要河流径流量呈增加态势的同时,位于新疆不同方向的四大湖泊均表现出面积逐年扩大的趋势,河流径流量和湖泊水域面积的这种变化特点与新疆整体气温及降水量的变化规律有很好的一致性,说明暖湿化气候趋势是导致新疆典型湖泊水域面积等水资源要素增加的主导因素。

3) 通过艾比湖水域面积和同期新疆整体气象资料的分析,艾比湖水域面积与当年新疆降水量呈显著正相关,和新疆年均气温呈正相关,水域面积与降水量、气温的相关系数分别为  $R_{\text{降水}} = 0.87$ 、 $R_{\text{气温}} = 0.57$ 。这说明艾比湖水域面积是随着新疆整体降水量的增加和气温的升高而呈扩大趋势,降水量的增加和气温升高对艾比湖水域面积的影响起着主导作用。

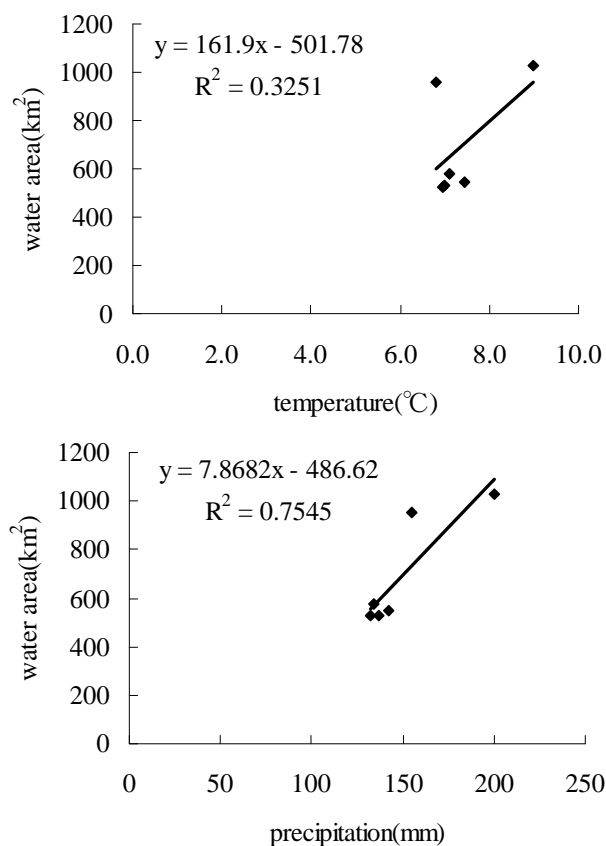


Figure 3. Relationship between the water area of Lake Aibi and the change of temperature and precipitation in Xinjiang  
图3. 艾比湖水域面积与新疆气温、降水量变化关系

#### 参考文献 (References)

- [1] 於凡, 张光辉, 柳玉梅. 全球气候变化对黄河流域水资源影响分析[J]. 水文, 2008, 25(5): 52.
- [2] 李卫红, 陈亚宁, 赫兴明. 新疆天山北坡河川径流对气候变化的响应研究[J]. 地球科学, 2006, S2: 36-39.
- [3] 陈仁升, 康尔泗, 张济世. 小波变换在河西地区水文和气候周期变化分析中的应用[J]. 地球科学进展, 2001, 16(3): 339-345.
- [4] 王栋, 朱元蚌. 基于 MEMI 谱分析的水文时间序列隐含周期特性研究[J]. 水文, 2002, 22(2): 19-23.
- [5] 龚原, 袁玉江, 何清. 气候变暖及人类活动队北疆中小河流降水-径流关系的影响[J]. 中国沙漠, 2003, 23(5): 569-572.
- [6] 郭锐, 张杰, 梁芸. 西北地区近年来内陆湖泊变化反映的气候问题[J]. 冰川冻土, 2003, 25(2): 211-214.
- [7] 胡汝骥, 杨川德, 马虹等. 天山冰川与湖泊变化所示的气候趋势[J]. 干旱区地理, 1994, 17(2): 1-7.
- [8] 施雅风. 山地冰川与湖泊萎缩所指示的亚洲中部气候变暖化趋势与未来展望[J]. 地理学报, 1990, 45(1): 1-11.
- [9] 王树基. 近四十年来人类活动对我国干旱湖泊的影响[J]. 干旱区地理, 1989, 12(1): 1-5.
- [10] Research Institute of Desert. Desert problem and desertification in Central Asia. Berlin: Springer, 2000.
- [11] 许健民等译. 气象卫星——系统、资料及其在环境中的应用[M]. 北京: 气象出版社, 1994: 368-374.
- [12] 董超华. 气象卫星业务产品释用手册[M]. 北京: 气象出版社, 1999: 129-138.
- [13] P. H. 斯韦恩, S. M. 戴维. 遥感定量方法[M]. 北京: 科学出版社, 1984: 160-163.