

近60年来伊宁市气候变化特征分析

石启中¹, 穆振侠²

(1. 新疆伊犁河流域开发建设管理局, 乌鲁木齐 830000; 2. 新疆农业大学 水利与土木工程学院, 乌鲁木齐 830052)

摘要: 为较好的认识研究区的气候特征及其变化趋势, 更好应对与气候变化相关方面的工作, 利用伊宁站 1952-2011 年逐月平均气温与降水资料, 采用线性趋势分析法和差积曲线法分析了伊宁市气候的年际、年代际变化特性及突变特性。结果表明: 伊宁站平均气温表现为波动升高的趋势, 并以春季和冬季气温升高最为明显, 年平均气温的线性倾向率为每 10 年增加 0.43℃; 多年平均年降水量表现为波动增多的趋势, 其中以秋季和冬季增加较明显, 年平均降水量的线性倾向率为每 10 年增加 13.0 mm; 气温以 20 世纪 70 年代以后升高幅度较大, 降水各年代际间总体表现为先减少后增加的波动变化趋势, 其中 50-70 年代降水量呈减少趋势, 80 年代-21 世纪降水量呈增加趋势, 并以 21 世纪增加较明显; 基于差积曲线法研究区气候特征表现为由过去的暖干向现在的暖湿过渡, 这一趋势以 1997 年后较明显。

关键词: 降水; 气温; 变化特征; 突变

中图分类号: TV12

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2014)03-0180-05

Feature analysis of climate change in Yining for recent sixty years

SHI Qizhong¹, MU Zhenxia²

(1. Bureau of Yili River Basin Development Construction and Administration of Xinjiang, Urumqi 830000, China;

2. College of Water Conservancy and Civil Engineering, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China)

Abstract: In order to better know the climatic characteristics and trend of research area and cope with relevant work on climate change, the paper used the average monthly temperature and precipitation data at Yining station from 1952 to 2011, and took linear trend analysis and difference plot curve methods to analyze the inter-annual, inter-decadal variation characteristics and mutation characteristics. It is found that the average in Yili station shows the tendency of fluctuation increase. The temperature go up obviously in spring and winter. The linear trend rate of average temperature of is 0.43℃/10a; The annual average rainfall shows a trend of fluctuated growing which is obvious in autumn and winter. The linear trend of annual average precipitation is 13.0mm/10a; The temperature has increased greatly since 1970's. The precipitation shows the volatility trends of decrease first and then increase, there was a decreasing trend from 1950's to 1970's and increase trend. The precipitation shows an increasing trend from 1990's to 21st century and obviously increases in 21st century; Based on the difference plot curve method, the climate characteristics presented a transition trend from the last warm dry to warm wet now. The trend has been clear since 1997.

Key words: precipitation; temperature; variation feature; mutation

气候变化已经成为一个不争的事实, 由于其影响面广、涉及因素较多, 引起了越来越多人的关注^[1]。不同学者针对气候变化的诱因、气候变化对水文循环的影响、对水资源的影响及农业的影响等开展了大量的研究工作, 并取得了一定研究成果, 更好地指导了与气

候变化相关方面的工作^[2-6]。近年来, 与气候变化相关的极端及突发水文气象事件频发, 造成了极大的经济损失, 影响到区域社会经济的发展, 因此, 驱使不同的研究部门与政府部门投入大量的精力与财力开展气候变化影响方面的工作, 并对可能出现的与气候变化

收稿日期: 2013-11-20; 修回日期: 2014-01-01

基金项目: 国家自然科学基金项目(51209181); 新疆维吾尔自治区高等学校科研项目(XJEDU2011S17); 新疆维吾尔自治区公派出国留学成组配套项目(XJDF201307); 新疆水文学及水资源重点学科基金(xjswswzyzdxk20101202)

作者简介: 石启中(1976-), 男, 甘肃甘谷人, 工程师, 主要从事水文水资源研究。

通讯作者: 穆振侠(1980-), 男, 山东莒县人, 博士, 副教授, 主要从事水文水资源研究。

相关的自然灾害事件制定了相应的应对措施^[7]。地处干旱-半干旱地区的新疆,由于其特殊的地理位置、水汽来源、气候特征等,气候变化对其所在区域方方面面的影响更加剧烈^[8],不仅影响着区域社会经济的发展,而且还关系到社会稳定问题。因此,对于新疆所在区域的气候变化的研究,及其对水文循环、水资源、农业等方面的研究将具有更重要的意义。

新疆伊犁河谷为亚欧大陆干旱地带的一块“湿岛”,土地肥沃,水源充足,草原辽阔,物产丰富,享有“塞外江南”、“苹果之乡”以及“天马故乡”之美誉,降水量相对新疆其他地区较丰富。气候变化将可能影响到区域水资源的分布、水资源量、农业生产、畜牧业的发展等方面,为了较好地认识研究区的气候特征及其变化趋势,更好应对与气候变化相关方面的工作,并提出一个较好的应对气候变化的措施,本研究基于伊宁站建站到2011年气候要素数据,采用趋势分析法、差积曲线法对伊宁站气候要素的变化规律、年际、年代际的变化特征及气候要素的突变特征等方面开展了相应的研究。

1 资料来源及研究方法

选用伊宁站1952-2011年60年的逐月降水与气温要素数据采用趋势分析法与差积曲线法从不同角度对伊宁站气象要素变化特征进行分析,并对气候要素的突变特性进行分析,数据来源于中国气象科学数据共享服务网。

2 气候要素特性分析

基于伊宁站1952-2011年多年平均逐月降水与气温数据进行气候要素特性分析,如图1所示。从图中可以看出,伊宁站最高气温出现在7月,为22.9℃,最低气温出现在1月为-9.0℃;全年伊宁站降水量有明显的两个峰值,主要表现为两种不同形式的降水,即液态降水(降雨)与固态降水(降雪),最大降雨出现在5月,达29.5mm,最大降雪出现在11月份,达28.9mm,液态降水主要出现在3-10月,占全年降水量的68.2%,而降雪主要出现在气温相对较低的1-2月和11-12月,占全年降水量的31.8%,对当地水资源量及河流的径流补给起到了决定性的作用。

3 气候要素变化趋势分析

3.1 年际变化

分别对伊宁站气候要素按年际及四季采用线性

趋势分析法进行变化趋势分析,如图2和图3所示。从图2可以看出,伊宁站年平均气温与四季平均气温表现为波动升高的趋势,年际与四季平均气温的线性倾向率分别为每10年升高0.43、0.44、0.32、0.38和0.58℃,并且以春季和冬季气温升高最为明显,一方面,这将加剧研究区由于春季气温较高诱发山区积雪大量消融,引起春洪的可能性,及冬季由于气温较高引起山区积雪量的减少,进而影响到次年的水资源量及土壤含水量;另一方面,由于新疆大部分河流为融雪与降水补给为主的河流,春季气温较高大量积雪消融,且春季降水量少,进而影响到了水库的正常运行、兴利效益的发挥、工农业生产用水。从年际平均气温变化趋势可以看出,伊宁站年平均气温以1986年为界,1986年以前年际平均气温低于多年平均气温,呈缓慢波动升高的趋势,而1986年后年际平均气温高于多年平均气温,呈快速波动升高的趋势,其中1986年前后多年平均温度分别为8.4℃和9.7℃,升高了1.3℃,这也进一步说明了研究区气温升高的趋势与全球气温变化趋势是一致的,均表现为升温现象,由此而产生的一系列与气温升高相关的自然灾害相对于过去出现的频率也随之升高,这也加大了人们应对突发及极端自然灾害的困难。

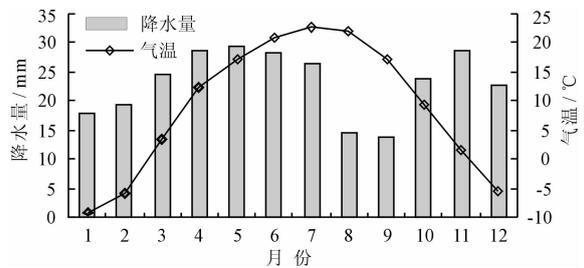


图1 伊宁站多年平均逐月降水量与气温变化

从图3可以看出,伊宁站多年平均年降水量与四季降水表现为波动增多的趋势,其中秋季和冬季增加较明显,而春季和夏季呈现出弱的增长趋势,年际与四季平均降水量的线性倾向率分别为每10年增加13.0、1.9、2.3、5.5和3.2mm。降水量年际变化较大,丰、枯水年相差较大,在分析的60年系列中,枯水年所占的比例达到55.0%,春季和夏季降水呈弱的增加趋势,有可能无法满足近年来持续增加的灌溉耕地的用水量,进一步加剧了所在区域灌溉季节农业的缺水量,进而影响到了部分水库的蓄水量,并影响到了兴利效益的发挥、旅游业与畜牧业的发展等,使得近年来水库在汛期未无法蓄到正常

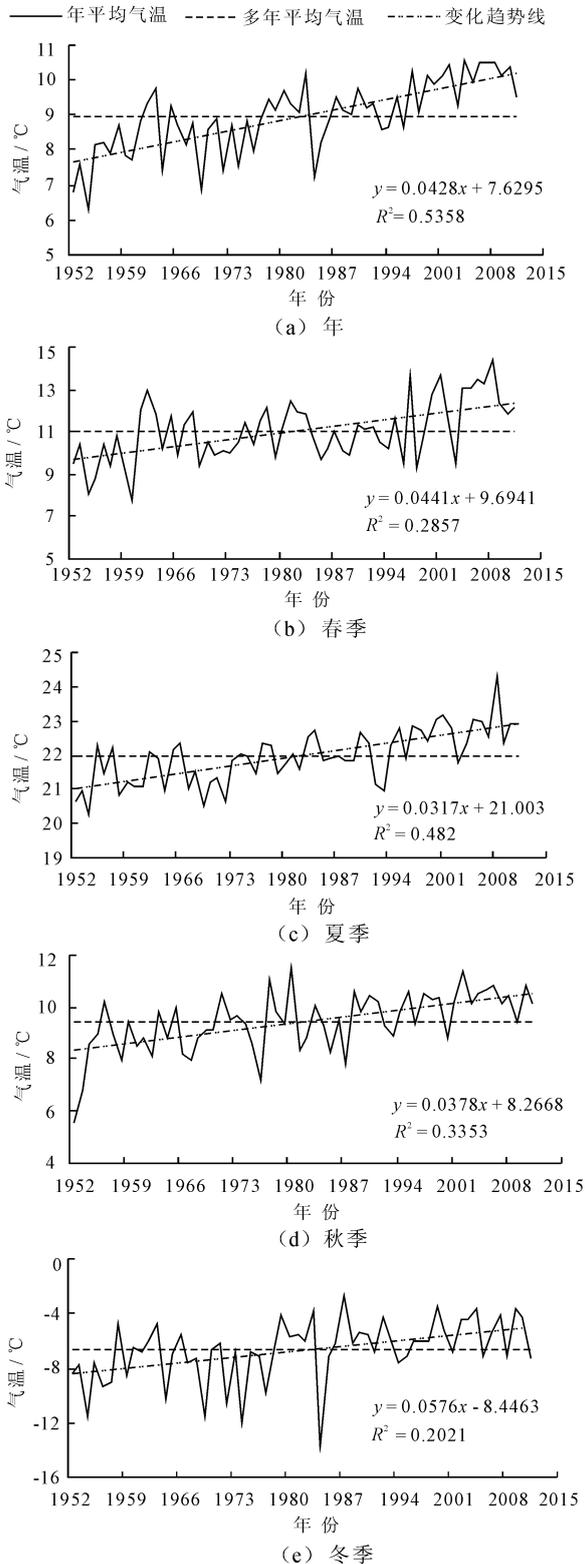


图2 伊宁站年际及四季气温的变化趋势

水位的现象频现,影响到了社会稳定与经济发展;而用水量较少的秋季,降水量的增加,加剧了当地发生洪涝灾害的可能;冬季降水量的增加利与弊共存,有利的一方面是较多的降水量增加了土壤含水量、土

壤保墒、增加水资源量和增加地温等,并且冬季降水量增加,入春后,融雪水将补给到河流中,与春季降水将结合,增加了当地可利用量水资源利用的水资源量;不利于温室大棚生产、畜牧业的发展和诱发与积雪相关的自然灾害。

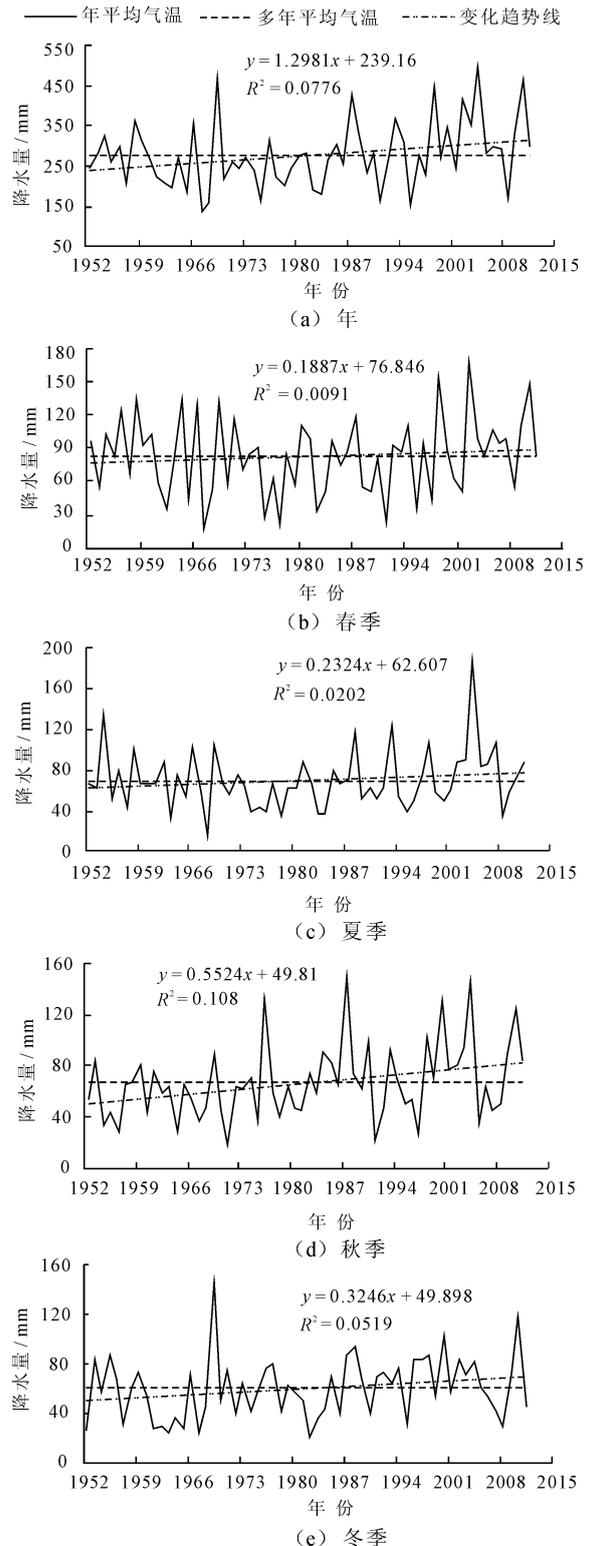


图3 伊宁站年际及四季降水的变化趋势

3.2 年代际变化

基于伊宁站 1952 - 2011 年气象数据,统计不同年代际间气候的变化趋势,其中以 1950 - 1959 年记为 50 年代,其他年代以此类推,并以两年年代际间的平均气象要素推求相应的增减幅度百分比。不同年代际平均气温与降水及其增幅如表 1 和表 2 所示,从表 1 和表 2 可以看出,伊宁站气温的增加幅度较大的时间段主要发生在 70 年代以后,以 90 年代 - 21 世纪最为明显,而 60 - 70 年代气温相关不大,增减幅度不明显,50 年代 - 21 世纪初各年代际年平均气温的升高幅度分别为 10.2%、0.5%、5.9%、3.2% 和 9.1%。四季中,春季以 90 年代 - 21 世纪初气温升高幅度最大,为 16.1%;夏季以 90 年代 - 21 世纪初气温升高幅度最大,为 2.9%;秋季以 60 - 70 年代气温升高幅度最大,为 6.9%;冬季以 70 - 80 年代气温升高幅度最大,为 18.8%,90 年代 - 21 世纪次之,为 11.9%。不同年代际的气温总体上表现为温度升高趋势,并以 21 世纪最明显,相比 50 年代,50 年代至 21 世纪多年平均气温与四季气温的升高幅度分别达到 32.2%、33.3%、7.6%、23.7% 和 37.5%,并以春季和冬季升高幅度最大,这也加剧了 21 世纪极端气候现象频现,并带来了巨大的经济损失。

从表 1、2 可以看出,伊宁站降水各年代际间总体表现为先减少后增加的波动变化趋势,总体上 20 世纪 70 年代降水量偏少,60 - 70 年代降水量减少幅度较大,以 21 世纪降水量偏多,90 年代 - 21 世纪降水量增加幅度较大。50 年代 - 21 世纪各年代际年降水量的增加幅度分别为 -13.3%、-3.7%、15.0%、0.9% 和 16.2%。四季中,春季以 70 - 80 年代和 90 年代 - 21 世纪降水增加幅度最大,分别为 15.0% 和 14.9%,以 50 - 60 年代降水减少幅度最大,为 17.1%;夏季以 70 - 80 年代和 90 年代 - 21 世纪降水增加幅度最大,为 23.6%,以 60 - 70 年代降水减少幅度最大,为 17.8%;秋季以 90 年代 - 21 世纪降水增加幅度最大,为 28.0%,以 80 - 90 年代降水减少幅度最大,为 15.4%;冬季以 60 - 70 年代降水增加幅度最大,为 22.5%,以 50 - 60 年代降水减少幅度最大,为 20.9%。由于 21 世纪偏多的降水量,加剧了研究区发生洪涝灾害、极端及突发水文事件、溃坝性洪水及泥石流等自然灾害的可能性,需人们付出更多的精力与财力应对自然灾害事件。

4 突变特性分析

随着全球气候的变化,一些区域气候特性存在正在或即将发生变化的可能性,不同学者通过研究

区长系列水文气象资料的分析研究已证实这一点,主要是暖湿与暖干之间的相互变化。为进一步确定研究区是否存在这一特征,基于伊宁站长系列气象资料采用差积曲线法进行分析研究。差积曲线法是分析气象与水文要素变化一种常用的方法。差积曲线是各要素与多年均值之差占均值百分数的累积随时间变化的过程^[9]。在分析水循环要素多年变化规律时,常使用差积曲线和模比系数差积曲线,本研究采用模比系数差积曲线法,如下式所示。

$$K_i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i}{\bar{x}} - 1 \right) \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

式中: K_i 为模比系数; x_i 为实测值; \bar{x} 为时段的平均值。

表 1 不同年代平均气温与降水 $^{\circ}\text{C}$, mm

要素 时段	50 年代	60 年代	70 年代	80 年代	90 年代	21 世纪
气温	春	9.6	10.9	10.6	10.9	11.0
	夏	21.2	21.5	21.7	22.0	22.2
	秋	8.3	8.8	9.4	9.4	10.0
	冬	-8.3	-7.3	-7.7	-6.2	-5.9
	年	7.7	8.5	8.5	9.0	9.3
降水	春	94.5	78.3	67.4	77.5	80.9
	夏	75.5	66.6	54.7	67.7	68.2
	秋	56.6	56.2	58.9	74.7	63.2
	冬	60.7	48.0	58.8	56.0	66.0
	年	287.3	249.0	239.8	275.9	278.3

表 2 不同年代平均气温与降水的增幅 %

要素 时段	年代际不同要素的增幅					
	50 - 60 年代	60 - 70 年代	70 - 80 年代	80 - 90 年代	90 年 - 21 世纪	
气温	春	14.3	-2.7	2.5	0.7	16.1
	夏	1.1	0.9	1.6	0.9	2.9
	秋	6.3	6.9	-0.4	6.2	2.9
	冬	12.3	-4.6	18.8	4.8	11.9
	年	10.2	0.5	5.9	3.2	9.1
降水	春	-17.1	-13.9	15.0	4.4	14.9
	夏	-11.8	-17.8	23.6	0.8	23.6
	秋	-0.8	4.9	26.9	-15.4	28.0
	冬	-20.9	22.5	-4.7	17.8	-1.3
	年	-13.3	-3.7	15.0	0.9	16.2

基于上述方法和伊宁站 1952 - 2011 年气候要素,对不同时期年降水量和年平均气温要素使用模比系数模比差积曲线进行分析,如图 4 所示。从图 4 可以看出,伊宁站 1952 - 2011 年降水表现为 3 个明显的变化阶段,气温表现为两个明显的变化阶段。

在整个分析期降水的变幅波动较大,降水年际分配不均,但总体趋势表现为3个阶段:1952-1960年降水表现为波动增加的趋势;1961-1984年呈快速波动减少阶段;1985-2011年降水呈波动增加阶段。其中1984、1986和1997年为降水相对极其偏少的年份,各阶段年均降水量为285.1、242.4和307.8 mm,并且1997年后降水呈快速增多的趋势,从降水量的波动变化可以看出,研究区呈现出由相对的干燥向湿润过渡,并以1997年后较明显。

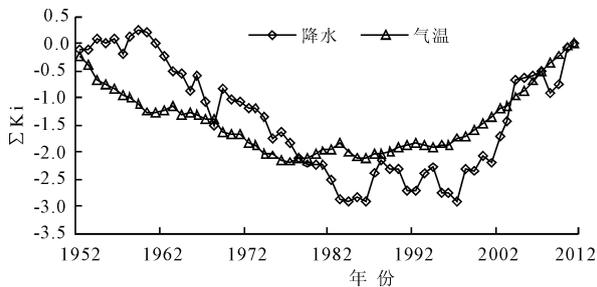


图4 伊宁站降水和气温模比系数差积曲线

从图4可以看出,1952-2011年伊宁站平均气温表现为2个明显的变化阶段,以1986年为界,分为波动降低和波动升高阶段,1996年后气温升高的速率明显加快。气温波动降低阶段的平均气温为8.4℃,波动升高阶段的平均气温为9.6℃,增幅为14.3%。说明研究区气温呈现出由相对的寒冷向温暖过渡。结合降水分析数据及月气温系列,可以看出,研究区气候特征表现为由过去的暖干向现在的暖湿过渡,这一趋势以1997年后较明显。

5 结 语

为对研究区气候变化特征有一个较好地认识,并且较好地指导与气候变化影响相关方面的工作,本研究基于伊宁站建站至2011年气候要素,在气候要素特性分析的基础上,采用趋势分析法、差积曲线法对研究区的降水、气温的年际、年代际变化特征及突变特性进行分析,可以看出:

(1)伊宁站最高气温出现在7月,为22.9℃,最低气温出现在1月为-9.0℃;全年伊宁站降水量有明显的两个峰值。

(2)采用线性趋势法可以看出,伊宁站年平均气温与四季平均气温表现为波动升高的趋势,并且以春季和冬季气温升高最为明显;多年平均年降水量与四季降水表现为波动增多的趋势,其中秋季和冬季增加较明显,而春季和夏季呈现出弱的增长趋势。

(3)从年代际变化可以看出,伊宁站气温的增加幅度较大的时间段主要发生在20世纪70年代以后;降水各年代际间总体表现为先减少后增加的波动变化趋势,其中50-70年代降水量呈减少趋势,80年代-21世纪降水量呈增加趋势,并以21世纪增加较明显。

(4)基于模比系数差积曲线可以看出研究区气候特征表现为由过去的暖干向现在的暖湿过渡,这一趋势以1997年后较明显。

参考文献:

- [1] 何建坤,刘滨,王宇. 全球应对气候变化对我国的挑战与对策[J]. 清华大学学报(哲学社会科学版),2007,22(5):75-83.
- [2] 张淑兰,于澎涛,张海军,等. 气候变化对干旱缺水地区中尺度流域水文过程的影响[J]. 干旱区资源与环境,2013,27(10):70-74.
- [3] 柯琳,叶茂,凌红波,等. 近48年区域气候变化对精河地表径流的影响分析[J]. 水资源与水工程学报,2013,24(1):54-59+63.
- [4] 林凯荣,何艳虎,陈晓宏. 气候变化及人类活动对东江流域径流影响的贡献分解研究[J]. 水利学报,2012,43(11):1312-1321.
- [5] 张强,邓振镛,赵映东,等. 全球气候变化对我国西北地区农业的影响[J]. 生态学报,2008,28(3):1210-1218.
- [6] 任国玉,姜彤,李维京,等. 气候变化对中国水资源情势影响综合分析[J]. 水科学进展,2008,19(6):772-779.
- [7] 苏志珠,卢琦,吴波,等. 气候变化和人类活动对我国荒漠化的可能影响[J]. 中国沙漠,2006,26(3):329-335.
- [8] 姜逢清,胡汝骥. 近50年来新疆气候变化与洪,旱灾害扩大化[J]. 中国沙漠,2004,24(1):35-40.
- [9] Crapper P F, Fleming P M, Kalma J D. Prediction of lake levels using water balance models[J]. Environmental Software,1996,11(4):251-258.