

乌鲁木齐河流域气候变化的区域差异特征及突变分析^①

李瑞雪¹, 张明军^{1,2}, 金爽¹, 熊友云¹, 刘园园¹

(1 西北师范大学 地理与环境科学学院, 甘肃 兰州 730070; 2 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 利用乌鲁木齐河流域气象站的气温和降水资料, 运用一元回归分析法和 5 年趋势滑动, 进行了气候变化的趋势分析。结果表明: 乌鲁木齐河流域的年平均气温在 20 世纪 60—80 年代偏低, 90 年代以后偏高, 即 80 年代前呈下降趋势, 90 年代后呈上升趋势, 并且秋、冬季升温幅度较大; 60 年代降水量最少, 之后逐渐增多, 2000 年以来迅速增多; 气温变化在空间上表现出上游气温低于下游, 秋、冬季气候变暖明显早于春、夏季; 降水变化的空间差异也明显。在此基础上, 利用滑动 T 检验法、YAMAMOTO 检验信噪比 (SNR)、Mann-Kendall 法、Cramer 法和 Pettitt 法进行气候突变分析。结果表明: 乌鲁木齐河流域气温降水突变不明显, 不同方法检验的结果不太一致; 春、夏季气温可能在 1997 年发生突变, 而秋、冬季在 80 年代末 90 年代初发生突变。

关键词: 年际变化; 气候突变; 乌鲁木齐河流域

中图分类号: P467 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-6060(2010)02-0243-08(243~250)

2007 年 IPCC 第 4 次气候变化评估报告^[1]指出: 近 100 年 (1960—2005) 全球平均地表温度上升了 0.74 °C, 气候变暖现象得到了观测事实的确认。近百年来我国气候变化的趋势与全球气候变化的总趋势基本一致, 气温上升了 0.4~0.8 °C^[2-6]。我国年降水量表现出明显的区域性特征, 其中西部地区年降水量表现出普遍增加趋势^[7]。随着国家经济建设重心的逐渐西移以及西部大开发战略的实施, 对西北干旱气候和水资源的研究愈来愈受到关注。为了响应西部大开发战略的实施, 不少专家对西北地区的干旱气候^[8-11]进行了大量研究。

乌鲁木齐河流域位于天山北坡中段, 86°45'~87°56'E, 43°00'~44°07'N, 西接头屯河流域, 东为板房沟流域, 流域总面积 4 684 km²。乌鲁木齐河源于天山喀拉乌成山北坡, 天格尔二峰, 流向北东北, 出山口后, 至乌拉泊折向正北, 穿过乌鲁木齐市, 至米泉县西北消失, 总长 214.3 km^[12]。对乌鲁木齐河流域的气候特征分析特别是对该区山区气候分析和河源区气候变化研究较多, 张寅生等人的天山

乌鲁木齐河流域山区气候特征分析研究, 对整个流域的气候特征差异分析较少, 特别是用突变分析法对该流域气候进行详细的研究更少, 因此在前人工作的基础上, 对该流域近 50 年的气温降水资料整理分析, 以期对该流域气候认识向前推进一步。

1 资料与方法

1.1 资料来源

选用乌鲁木齐河流域的大西沟和乌鲁木齐市气象站 2000—2007 年逐月气温和降水量资料, 资料来源于天山站和国家气象信息中心。大西沟气象站代表该流域的上游, 乌鲁木齐气象站代表其下游。

1.2 研究方法

分别计算 2 个台站各年份的年及季节气温、降水量的平均值和距平值, 利用一元回归分析法和 5 年趋势滑动, 进行气温、降水的趋势分析, 然后利用滑动 T 检验法、YAMAMOTO 检验信噪比 (SNR)、

① 收稿日期: 2009-04-17 修订日期: 2009-07-22

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40701035 40631001; 40571033) 陇原青年创新人才扶持计划资助项目; 霍英东教育基金资助项目 (101019); 西北师范大学知识与科技创新工程科研骨干培育资助项目 (NWNU-KJXGC-03-45); 西北师范大学自然地理学省级重点学科资助项目

作者简介: 李瑞雪 (1982—), 女, 河北邯郸人, 西北师范大学在读硕士研究生, 主要从事全球环境变化方面的研究工作。

E-mail: luxuel2008@163.com

通讯作者: 张明军 (1975—), 男, 甘肃宁县人, 博士, 教授, 主要从事气候变化与冰川方面的研究。E-mail: mzhans2004@163.com

Cramer法、Mann—Kendall法和 Pettit法进行气候突变分析,通过对比分析来确定较为可靠的突变年份。运用滑动 T检验法、YAMAMOTO法和 Cramer法进行突变分析时,将所求出的 T 值绘成曲线,然后给定置信度水平,将超过临界线的波峰所对应的年份作为突变点。这类方法以直观、简便而著称,由于 M ($M=1, 2$) 的选择带有人为性,可能会使计算结果产生漂移,为了避免这种情况发生,适当地变化 M 重复计算会有所帮助,当然要确切地得到某点为突变点的产生,还的依赖于 Mann—Kendall法,它是一种非参数的检验方法,样本不必遵从某一特定的分布,同时也不受个别异常值的干扰,能够客观地表征样本序列的整体变化趋势^[13-14]。

2 气候年际变化的区域差异特征分析

2.1 气温年际变化的区域差异

2.1.1 气温年代际变化的特征 乌鲁木齐河流域从海拔 440.5~3 804 m,高差为 3 363.5 m,而年平均气温从 7.0~ -7.1 °C,相差 14 °C。这种差值,只有在高山,山区区域才可出现^[12]。海拔高度越高,气温越低,多年气温变化小。标准差也越小,说明在高山区气温的年际变化比平原地区平缓。

乌鲁木齐河流域的年平均气温在 20 世纪 60、70、80 年代偏低,90 年代后偏高,总体上说气温 80 年代前呈下降趋势,90 年代后呈上升趋势(表 1)。上游和下游年平均气温的年代际变化虽大体一致,但也存在一定的区域差异:上游和下游气温在 80 年代最低,上游在 80 年代平均温度为 -5.45 °C,而下游同期温度为 6.61 °C,温差幅度大。上游气温在 70、80 年代变化平稳,下游相比要大;90 年代以来,上游和下游气温变化趋势一致,但上游的增温幅度大于下游。气温的季节年代际变化也存在一定的区域差异:(1)春季上游和下游的气温 60 年代距平值为正值,气温开始回升,但回升幅度不大,到了 70、80 年代距平值又转为负值,说明气温开始下降,90 年代以来尤其是 2000—2007 年又出现较大幅度增温。气温的区域差异是 60 年代下游气温偏高,上游偏低。最低气温都出现在 80 年代。90 年代上游距平值仍为负值,而下游转为正值,说明 90 年代下游已开始升温,上游升温相对要滞后于下游;(2)夏季气温在 90 年代之前区域差异明显。上游气温在 70

年代最低,60 年代、80 年代略偏低。下游 80 年代最低,90 年代略偏低。下游气温在 60 年代和 70 年代偏高,这与上游相反;(3)秋季上游 70 年代气温是升高的而下游却是降低的,70 年代后变化一致;(4)冬季气温上游 70 年代是下降的,之后才开始上升,下游自 60 年代以来一直处于升温趋势。特别是 90 年代以来,乌鲁木齐河流域的年平均气温升高 0.45~0.67 °C,与有关学者研究的近 50 年西北地区升温明显的观点是一致的^[15]。季节的增温幅度是上游大于下游。下游夏季距平值为负说明下游是从 90 年代以后才开始增温,且增温幅度不大。

表 1 乌鲁木齐河流域年、季平均气温距平的年代际变化 /°C
Tab 1 Interdecadal variation of annual and seasonal mean temperature in Urumqi River Basin/°C

	年代	20世纪				2000—	1990—
		60年代	70年代	80年代	90年代	2007	2007
大西沟 (上游)	全年	-0.31	-0.37	-0.47	0.18	1.27	0.67
	春季	0.30	-0.31	-0.56	-0.30	1.25	0.39
	夏季	-0.21	-0.24	-0.21	0.05	0.85	0.41
	秋季	-0.89	-0.17	-0.65	0.56	1.56	1.00
	冬季	-0.42	-0.71	-0.43	0.44	1.46	0.89
乌鲁木齐 (下游)	全年	-0.08	-0.21	-0.52	0.26	0.67	0.45
	春季	0.78	-0.27	-0.94	0.23	0.82	0.24
	夏季	0.89	0.48	-0.85	-0.48	0.04	-0.29
	秋季	-0.14	-0.16	-0.70	0.32	0.85	0.55
	冬季	-1.86	-0.87	0.40	1.45	1.07	0.29

2.1.2 气温年际变化的趋势 乌鲁木齐河流域年平均气温的年际变化总体上呈上升趋势,但上游的升温趋势比下游明显,特别是 20 世纪 90 年代以来上游升温特别显著,而下游升温比较缓慢(图 1)。气温的季节年际变化总体上也呈上升趋势,但下游春季和夏季气温却呈下降趋势。具体的差异表现在:(1)春季气温上游与下游变化不一致,上游呈上升趋势,下游略呈下降趋势;(2)夏季气温上游呈上升趋势。下游呈下降趋势且在 80 年代前气温都在 0 度以上,80 年代后下降到 0 度以下,90 年代后呈上升趋势但幅度不大;(3)秋季气温区域差异很小,上游和下游自 60 年代以来均呈波状上升趋势;(4)冬季气温区域差异不明显,上游和下游均呈上升趋势,但上游在 70 年代出现下降趋势,之后开始上升。80 年代中期以来,上游和下游气温的变化趋势基本一致,均呈大幅度波状上升趋势;年平均气温在 90

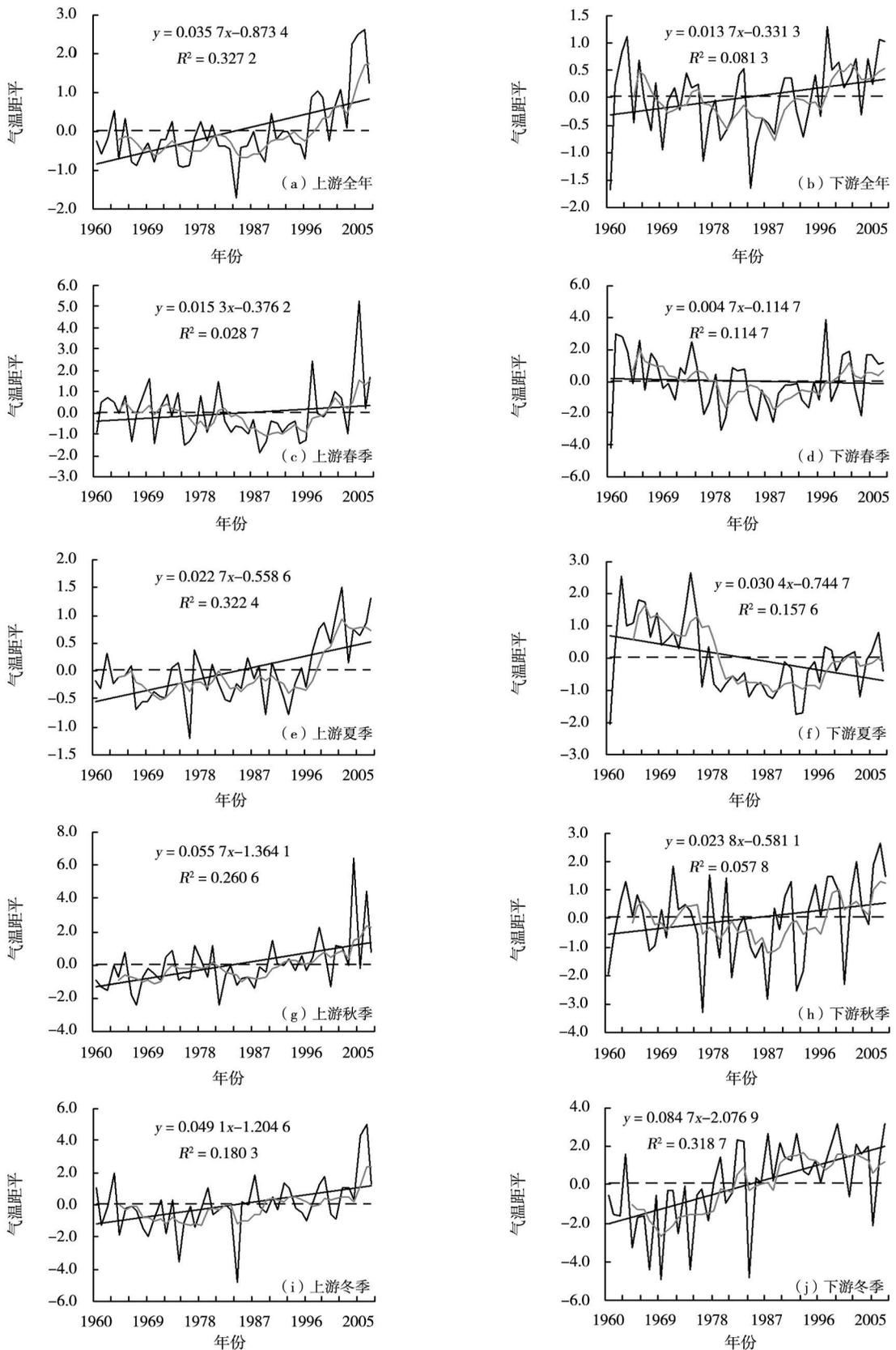


图 1 乌鲁木齐河流域年、季平均气温的年际变化趋势 (1960~2007)

(折线—气温距平, 曲线—5年滑动趋势, 斜线—多年趋势, 点线—0距平)

Fig 1 Interannual variation of annual and seasonal mean temperature in Urumqi River Basin

(break line: temperature departure, curve line: five years moving trend, slop line: trend, dot line: zero departure)

年代为正距平,表明气候明显变暖。上游春季和下游夏季气温在 2000—2007年为正距平,而秋、冬季在 80年代以后为正距平,表明秋、冬季气候变暖明显早于春、夏季。

上游和下游年平均气温的年际变化倾向率分别为 $0.36\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 和 $0.14\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,表明乌鲁木齐河流域的年平均气温呈上升趋势,并且气温与年份的相关系数分别为 0.57 、 0.29 ,气候变暖趋势显著。上游春、夏、秋、冬季气温的年际变化倾向率分别为 $0.15\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 、 $0.23\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 、 $0.56\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 、 $0.49\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,气温与年份的相关系数分别为 0.17 、 0.57 、 0.51 、 0.42 ,表明上游四季气温均呈上升趋势,且秋季增温幅度最大,冬季次之。春季升温不明显,其它季节升温都明显;下游四季的年际变化倾向率分别为 $-0.05\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 、 $-0.30\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 、 $0.24\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 、 $0.85\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,气温与年份的相关系数分别为 -0.04 、 -0.4 、 0.24 、 0.56 ,表明下游春季和夏季呈下降趋势,秋冬季呈上升趋势,冬季增温幅度最大,秋季次之。除春、夏季降低外,秋、冬季升温明显。

总之,上游秋季增温趋势最明显,下游冬季升温趋势最显著。

2.2 降水量年际变化的区域差异

乌鲁木齐河流域南北长达 200 km ,东西宽 $25\sim 50\text{ km}$,流域面积 $6\,358.3\text{ km}^2$ 。受地形,海拔高度,下垫面分布的影响,降水分布总趋势为南多北少,山区多于平原。

2.2.1 降水量年代际变化的特征

乌鲁木齐河流域年降水量的年代际变化起伏明显,大西沟站为高山区代表,48 a中(1960—2007年)年降水量为 498.5 mm 。乌鲁木齐站为平原区代表,48 a中(1960—2007年)年降水量为 262.8 mm ,最多年份 419.5 mm ,出现在 2007年,最少年份 131.3 mm ,出现在 1974年,最多年份为最少年份的 3.1倍。

上游和下游年降水量变化趋势虽基本一致,但也表现出一定的差异,上游从 20世纪 60—80年代持续减少,90年代后迅速增多。下游一直处于增长趋势且增长迅速(表 2)。降水量的季节年代际变化也存在一定的差异:(1)春季降水量不同,60年代上游偏多,下游偏少,70、80年代恰好相反。2000年以来上游比下游显著偏多;(2)夏季降水量区域差异最明显,80年代上游距平值为负,降水减少,下游距平值为正,降水增多;(3)秋季降水量上游和下游变

化趋势基本一致,但是 2000—2007年上游偏多,下游偏少;(4)冬季降水量区域差异也比较明显,上游降水量偏少,下游比上游多。下游自 60年代以来一直持续增加,上游 60年代到 80年代增加,90年代减少而后增加。

2000年以后该流域降水量普遍增多,年降水量增加幅度在 $58.4\sim 307.5\text{ mm}$ 之间,上游增加幅度大于下游,并且夏季年降水量增加贡献最大。就季节而言,春季降水量上游增加幅度大;夏季降水量增加最明显,上游增加幅度最大;冬季降水量增加幅度最小,下游增加幅度大于上游。

表 2 乌鲁木齐河流域年、季平均降水量距平的年代际变化 /mm

Tab 2 Interdecadal variation of annual and seasonal mean precipitation in Urumqi River Basin/mm

	年代	20世纪				2000—	1990—
		60年代	70年代	80年代	90年代	2007	2007
大西沟 (上游)	全年	-60.5	-69.9	-86.0	-7.1	307.5	375.0
	春季	-11.8	-13.5	-19.2	-1.8	56.8	24.2
	夏季	-24.7	-39.2	-56.2	22.8	118.7	65.4
	秋季	-23.5	-21.2	-16.1	-32.2	113.9	32.7
	冬季	-6.3	-1.8	-0.3	-1.7	12.3	4.6
乌鲁木齐 (下游)	全年	-44.2	-13.9	21.5	36.8	58.4	43.9
	春季	-15.9	-10.2	1.3	16.7	10.2	13.8
	夏季	-19.0	-21.2	0.9	16.6	28.3	21.8
	秋季	-14.9	-5.5	23.1	-3.0	0.3	-1.5
	冬季	-13.6	-4.9	-3.7	6.5	19.6	12.3

2.2.2 降水量年际变化的趋势

上游降水 20世纪 60~80年代呈下降趋势,此后,降水呈现出明显的增加趋势,特别是进入 21世纪以来增长迅速。下游降水始终处于上升趋势,且下游线性回归比上游好(图 2)。降水量的季节年代际变化与年降水量的变化趋势差异较大,且具有明显的区域差异:(1)春季降水量上游和下游变化趋势不一致。上游 80年代以前呈减少趋势,之后才开始增长,特别是 2000—2007年显著增加。下游自 60年代以来呈波状增加趋势,90年代达最大,之后减少;(2)夏季降水量上游 60~80年代呈下降趋势,下游 60~70年代呈下降趋势,之后两地都处于增长趋势,发现下游降水增加转折的时间要早于上游;(3)秋季降水量变化趋势基本一致,90年代之前增加,90年代减少,之后开始增长;(4)冬季降水量趋势基本相同,都是 60年代降水量最小,2000年以后降水量达最大。

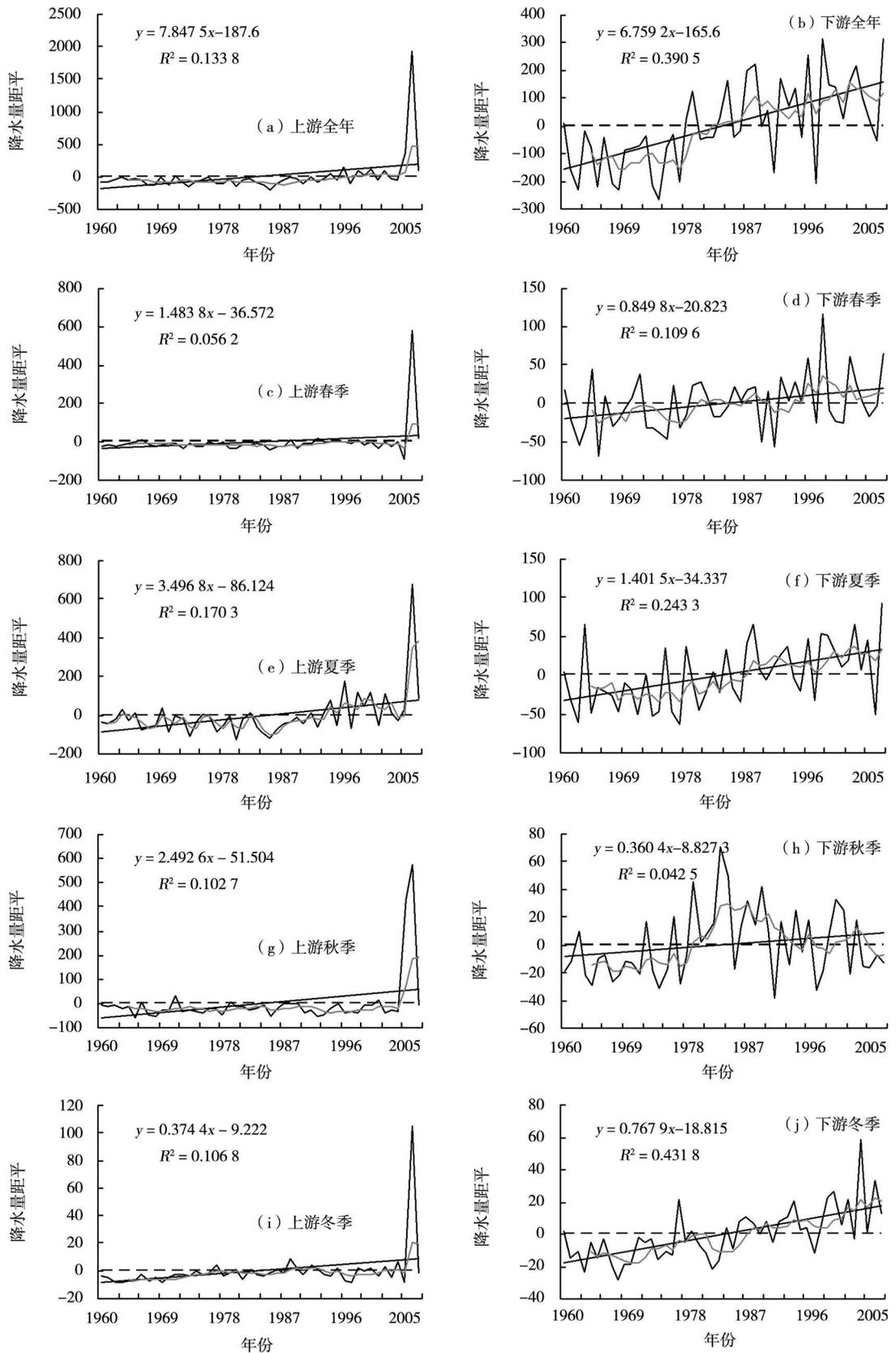


图 2 乌鲁木齐河流域年、季平均降水量的年际变化趋势 (1960—2007)

(折线—降水距平, 曲线—5年滑动趋势, 斜线—多年趋势, 点线—0距平)

Fig 2 Interannual variation of annual and seasonal mean precipitation in Urumqi River Basin

(break line: precipitation departure, curve line: five years moving trend, slope line: trend, dot line: zero departure)

上游和下游降水量的年际变化倾向率分别为 78.68 mm/10^a 并且降水量与年份的相关系数分别为 0.37、0.62 表明在全球变暖背景下, 乌鲁木齐河流域的年降水量呈增加趋势; 上游春、夏、秋、冬季降水量的年际变化倾向率分别为 15.35、25.3、7 mm/10^a 降水量与年份的相关系数分别为 0.24、0.41、0.32、0.33 下游四季的年际变化倾向率分别为 8.4、14.3、6.7、7.7 mm/10^a 与年份的相关系数分别为 0.33、0.49、0.21、0.66 表明上游和下游四季降水量都呈增加趋势, 其中夏季增加幅度最大, 并且下游冬季降水量增加趋势最明显。

研究表明^[16-17], 20世纪 80年代中期至 90年

代, 我国冬季西北地区西风偏弱, 南风偏强, 有利于源自印度洋及西太平洋的南方水汽向北输送, 有利于凝结降水, 特别是 80年代中期以来, 对流层中纬度西风有明显加强的趋势。因此, 该流域下游乌鲁木齐市冬季降水量增加显著, 可能是西风势力增强和来自印度洋及西太平洋的南方水汽增多的结果。

3 气候年际变化的突变分析

不同方法检验结果并非完全一致(表 3), 说明乌鲁木齐河流域气温和降水突变不明显, 但是它们还是存在一定的区域差异。

表 3 乌鲁木齐河流域年、季气候突变的年份分析

Tab 3 Annual and seasonal abrupt changes of climate in Urumqi River Basin

		气温突变			降水突变		
		滑动 T检验法	YAMAMOTO	M-K法	滑动 T检验法	M-K法	YAMAMOTO
上游	春季	1997***	1994*** (Pettit法)	1962** 1964** 2006**	1991** 1992**	1995* 2002*	1991*、1992*
	夏季	1998*** 1999***	1998***	1998***	1994**	1996** 1998**	1994*、1995*
	秋季	1991*	1991*	1991*** 1993***	—	2005*	2006*、2007* (Cramer法)
	冬季	1986* 1987*	1986*	1998*** 2001*** 2003***	1971*** 1972***	1972***	1971** 1972**
	全年	1998** 1999**	1997* 1998*	2002***	1994**	1996*** 1997*** 1999***	1994*、1995*
下游	春季	1996* 1997*	1997*** (Pettit法)	1964**	—	1981** 1984**	—
	夏季	1976*** 1979*** 1978**	1977*** 1979*** 1976*	1972***	1985*、1987*	1987***	2007*** (Cramer法)
	秋季	1995*	1987*、1995* (Cramer法)	1963** 1965** 2002**	1979** 1980**	1972** 1976**	1976*、1979* 1980*
	冬季	—	1976* (Cramer法)	1979*** 1981***	1987*	1987***	2007***
	全年	1996** 1998**	1996*、1998*	1964*** 2002*** 2004***	1979*** 1980***	1982***	1979** 1980**

注: *、**、*** 分别表示通过 0.05、0.01、0.001 置信度检验。

气温突变的区域差异: (1)春季上游和下游 M-K法检验的气温突变年份是 1964年, 而其它方法检验的突变年份是 1997年, 上游和下游的突变年份一致; (2)夏季上游检验到的突变年份比较一致, 在 1998年发生突变。下游突变不明显, 其突变年份发

生在 1979年左右, 比上游突变的年份要早; (3)秋季上游突变一致, 在 1991年发生突变。下游突变不明显, 在滑动 T检验法和 Cramer法下检验可能在 1995年发生突变; (4)冬季上游和下游突变都不明显, 在 M-K法检验下上下游发生突变年份在 1998—

2003年间, 下游却是 1979年和 1981年; 季节气温的变化对年平均气温变化有一定影响, 滑动 T检验法和 SNR法检验到 1998年为上游的突变点, 下游突变年份为 1996年和 1998年。M-K法检验到 2002年为上下游的突变年份。总之, 该流域春夏季气温可能在 1997年左右发生突变, 而秋冬季气温可能在 80年代末 90年代初发生突变, 秋冬季气温突变年份早于春夏季。

降水突变的区域差异: (1)春季上游突变发生在 90年代初中期, 突变年份可能是 1992年。下游突变更不明显, 推断在 80年代初发生突变; (2)夏季上游突变年份大概是 1994年, 下游可能是 1987年。总之, 春季和夏季降水突变上游晚于下游, 上游突变发生在 90年代, 下游发生在 80年代; (3)秋季下游突变比上游明显, 上游突变主要开始于 2005年, 下游早在 1976年左右就已经发生突变, 比上游早; (4)冬季上游突变几乎一致, 在 1972年发生突变。上游冬季是一年四季中突变最一致的季节。下游可能在 1987年发生突变; 全年上游和下游的突变不明显, 但通过突变检验比较可知上游突变开始的时间晚于下游。上游降水突变可能发生在 90年代, 下游降水可能发生在 70年代末 80年代初, 比上游要早十几年的时间。

4 结 论

(1) 乌鲁木齐河流域的年平均气温在 20世纪 60~80年代偏低, 90年代以后偏高, 即 80年代前呈下降趋势, 90年代后呈上升趋势, 与有关学者研究的近 50年西北地区升温明显的观点是一致的。

(2) 冬季上游和下游温差较小, 其它季节上游气温明显要比下游低, 这是由于海拔高度影响。上游和下游季节变化趋势基本一致, 上游四季升温明显, 下游除春、夏季降低外, 秋、冬季升温明显。上游秋季升温最显著, 下游冬季升温最显著。

(3) 乌鲁木齐河流域全年降水变化在空间上差异明显, 表现为上游多于下游, 山区多于平原。上游从 20世纪 60~80年代呈下降的趋势, 此后降水呈现为明显的增加趋势, 特别是进入 21世纪以来增长十分迅速。下游始终处于上升的趋势且线性回归比上游要好。

(4) 乌鲁木齐河流域气温降水的突变都不是太

明显。春夏季气温可能在 1997年左右发生突变, 而秋冬季气温可能在 80年代末 90年代初发生突变, 秋冬季气温突变年份早于春夏季。上游降水突变可能发生在 90年代。下游降水可能发生在 70年代末 80年代初, 比上游要早十几年的时间。

参考文献 (References)

- [1] The Report of IPCC Climate Change 2007 The Physical basis climate[M] Cambridge: Cambridge University Press 2007.
- [2] 丁一汇, 戴晓苏. 中国近百年来温度变化 [J]. 气象, 1994 20(12): 19-26 [Ding Yihui Dai Xiaosu. Temperature change during the recent 100 years over China [J]. Meteorological Monthly (in Chinese), 1994 20(12): 19-26.]
- [3] 陈隆勋, 周秀骥, 李维亮, 等. 中国近 80年来气候变化特征及其形成机制 [J]. 气象学, 2004 62(5): 634-646. [Chen Longxun Zhou Xiujie Li Weiliang et al. Characteristics of the climate change and its formation mechanism in China in last 80 years [J]. Acta Meteorologica Sinica 2004 62(5): 634-646.]
- [4] 唐国利, 任国玉. 百年中国地表气温变化趋势的再分析 [J]. 气候与环境研究, 2005 10(4): 791-798 [Tang Guoli Ren Guoyu. Reanalysis of surface air temperature change of the last 100 years over China [J]. Climatic and Environmental Research 2005 10(4): 791-798.]
- [5] 贾文雄, 何元庆, 李宗省, 等. 祁连山区气候变化的区域差异及突变分析 [J]. 地理学报, 2008 63(3): 257-269 [Jia Wenxiong He Yuanqing Li Zongsheng et al. The regional difference and catastrophe of climate change in Mountain Qilian [J]. Acta Geographica Sinica 2008 63(3): 257-269.]
- [6] 王遵娅, 丁一汇, 何金海, 等. 近 50年来中国气候变化特征的再分析 [J]. 气象学报, 2004 62(2): 228-236 [Wang Zunya Ding Yihui He Jinhai et al. An updating analysis of the climate change in China in recent 50 years [J]. Acta Meteorologica Sinica 2004 62(2): 228-236.]
- [7] 叶柏生, 李琳, 杨大庆, 等. 我国过去 50 年来降水变化趋势及其对水资源的影响 (I): 年系列 [J]. 冰川冻土, 2004 26(5): 587-594. [Ye Baisheng Li Lin Yang Daqing et al. Variation trend of precipitation and its impact on water resources in China during last 50 years (I): Annual variation [J]. Journal of Glaciology and Geocryology 2004 26(5): 587-594.]
- [8] 郭宇宏, 马禹, 高利军, 等. 天山北麓一次沙尘气污染过程剖析 [J]. 干旱区地理, 2006 29(3): 354-359. [Gou Yuhong Ma Yu Gao Lijun et al. Air pollution process of dust storm along the northern slope of Tianshan Mountains [J]. Arid Land Geography 2006 29(3): 354-359.]
- [9] 王晓冬. 陕甘宁地区气候变化及相关影响分析 [J]. 干旱区地理, 2004 27(1): 24-28 [Wang Xiaodong. Climate change in Shaan-Gan-Ning area and its impacts analysis [J]. Arid Land Geography 2004 27(1): 24-28.]
- [10] 杨金虎, 杨启国, 姚玉璧, 等. 中国西北近 45 年来夏季无雨日数的诊断分析 [J]. 干旱区地理, 2006 29(3): 348-353

- [Yang Jinhui Yang Qizhou Yao Yuhui et al. Diagnostic analysis of rainless days in summer in Northwest China in recent 45 a [J]. Arid Land Geography 2006 29 (3): 348—353]
- [11] 杨金虎, 江志红, 魏锋, 等. 近 45 年来中国西北年极端高、低温的变化及对区域性增暖的响应 [J]. 干旱区地理, 2006 29 (5): 625—631 [Yang Jinhui Jiang Zhihong Wei Feng et al. Variability of extreme high temperature and their response to regional warming in Northwest China in recent 45 a [J]. Arid Land Geography 2006 29(5): 625—631.]
- [12] 李江凤. 乌鲁木齐河流域水文气候资源与区划 [M]. 北京: 气象出版社, 2006 1—251. [Li Jiangfeng Hydrology and climate resources division of Urumqi River Basin [M]. Beijing: China Meteorological Press 2006 1—251.]
- [13] 符淙斌, 王强. 气候突变的定义和检测方法 [J]. 大气科学, 1992 16(4): 482—492. [Fu Congbin Wang Qiang. The definition and detection of the abrupt climate change [J]. Scientia Atmospherica Sinica 1992 16(4): 482—492.]
- [14] 魏凤英. 现代气候统计诊断预测技术 [M]. 北京: 气象出版社, 1999 69—72 [Wei Fengying Diagnostic and predictive technology in modern climatology statistics [M]. Beijing: China Meteorological Press 1999 69—72.]
- [15] 于淑秋, 林学椿, 徐祥德. 我国西北地区近 50 年降水和温度的变化 [J]. 气候与环境研究, 2003 8(1): 9—18 [Yu Shuqiu Lin Xuechun Xu Xiangde. The climatic change in Northwest China in recent 50 years [J]. Climatic and Environmental Research 2003 8(1): 9—18.]
- [16] 李栋梁, 魏丽, 蔡英, 等. 中国西北现代气候变化事实与未来趋势展望 [J]. 冰川冻土, 2003 25(2): 135—142 [Li Dongliang Wei Li Cai Ying et al. The present facts and the future tendency of the climate change in Northwest China [J]. Journal of Glaciology and Geocryology 2003 25(2): 135—142.]
- [17] 朱锦红, 王绍武, 张向东, 等. 全球气候变暖背景下的大气环流基本模态 [J]. 自然科学进展, 2003 13(4): 417—421. [Zhu Jinhong Wang Shaowu Zhang Xiangdong et al. Basic model of atmospheric braking under the background of global warming [J]. Advance of Natural Science 2003 13(4): 417—421.]

Regional difference and catastrophe of climate change over Urumqi River Basin

LIRui xue¹, ZHANG Ming-jun², JIN Shuang¹, XIONG You-yun¹, LU Yuan-yuan¹

(1 Geography and Environment College of Northwest Normal University Lanzhou 730070 Gansu China

2 Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute Lanzhou 730000 Gansu China)

Abstract: Based on climatic data of two stations in the Urumqi River Basin, methods of regression analysis and moving average were used to study the climatic changing trend of the study area under the background of global warming. Results showed that the temperature was relatively low in the 1960s, 1970s and 1980s and high in the 1990s, in other words the temperature was in a decreasing trend before the 1980s and in an ascending trend after the 1990s due to the rise of temperature in autumn and winter, the precipitation of upstream river basin showed a downward trend from the 1960s to the 1980s, then showed the increasing trend obviously. Since the beginning of the 21st century, the precipitation increasing has especially been rapid. The precipitation of the downstream in the 1960s was little, then increased gradually and quickly increased in 2000s. The temperature change in the lower reach area was more obvious than that in upper reach area. The warming trend in autumn and winter was more obvious than that in spring and summer. Also the precipitation in the upstream area was more than that in the downstream area, and the mountains area more than plains. What's more, methods of T test, YAMAMOTO (SNR), Mann—Kendall, Cramer and Pettitt were employed to analyze the climatic break, indicating that the abrupt changes of temperature and precipitation were not obvious in the study area, and different test methods had different results, however it showed that temperature in spring and summer had abrupt change in 1997. The temperature abrupt change in autumn and winter happened in the late 1980s and the early 1990s. The abrupt change of temperature in autumn and winter was earlier than that in spring and summer. The abrupt change of precipitation in the upstream area might occur in the 1990s, while the abrupt change of precipitation in the downstream area might occur in the late 1970s and the early 1980s, about 10 years earlier than that in the upstream area.

Key Words: inter-annual change; abrupt change of climate; the Urumqi River Basin