

文章编号: 1008 - 2786 - (2012) 6 - 675 - 06

# 气候变暖背景下祁连山西部山区水循环要素的变化

## ——以疏勒河干流上游山区为例

蓝永超<sup>1 2</sup> 胡兴林<sup>1 3</sup> 丁宏伟<sup>1 4</sup> 喇承芳<sup>5</sup> 宋洁<sup>5</sup>

(1. 中国科学院内陆河生态水文重点实验室,甘肃 兰州 730000; 2. 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所,甘肃 兰州 730000;  
3. 甘肃省水文水资源局,甘肃 兰州 730000; 4. 甘肃省地质矿产局水文地质工程地质勘察院 甘肃 张掖 734000;  
5. 黄河水利委员会上游水文水资源局,甘肃 兰州 730000)

**摘 要:** 根据祁连山区西部托勒气象站与疏勒河上游昌马堡水文站、鱼儿红雨量站的气温、降水、径流等观测数据,对近 50 年来疏勒河山区流域气温、降水、径流等水循环要素的变化特征与趋势进行了分析。结果表明,近 50 年来祁连西部山区年平均气温呈持续上升的态势,并在 1990 年代中期后出现一个突变,突变后气温上升速率较突变前明显加快。从气温的季节变化上看,冬季升温的幅度明显大于其他各季,从气温的区域变化来看,中低山地的气温升幅要大于中高山地。分析结果还显示,祁连山区西部年降水量总体上亦呈增长的态势,但年际波动比较剧烈。少雨年主要在 1990 年代以前,多雨年在近 20 a;从季节变化上看,夏季降水量变化比较稳定,增减趋势不明显,其他各季降水量均有明显的上升趋势,冬季降水量增幅明显。受降水与气温加速上升所带来的冰雪融水增加的影响,疏勒河出山径流的年平均与四季流量亦呈显著增加的态势。考虑到山区夏季降水并未增加,故占年径流量比重较大的夏季径流量的增加主要是冰雪融水的贡献。

**关键词:** 祁连山区;疏勒河流域;气候变化;出山径流

**中图分类号:** P343, P467

**文献标识码:** A

政府间气候变化专业委员会 (IPCC) 的系列报告表明,在 20 世纪的 100 a 中,全球地面气温平均上升了  $0.4^{\circ}\text{C} \sim 0.8^{\circ}\text{C}$ ,根据不同的气候情景模拟估计未来 100 a 中,全球平均温度将上升  $1.4^{\circ}\text{C} \sim 5.8^{\circ}\text{C}$  [1-4]。当前,气候变化是最重要的环境问题之一。20 世纪以来,西北干旱区区域气候波动十分显著,大部分时间表现为增暖变干,而从 20 世纪 80 年代末以后,从西北西部到中东部的大部分地区又出现的增暖变湿的迹象,而这种变化又具有时空分布的不均匀性和变化趋势的复杂性 [2]。由于西北内陆干旱地区的水资源主要来源于山区降水与冰川积雪融水,人类活动主要集中于山前绿洲带,因此,

流域的水资源量更直接地与山区气温、降水、径流等水循环要素相联系,并且其变化对山前中游平原绿洲的社会经济发展与下游荒漠地带的生态环境演变有至关重要的作用:当出山径流量较丰时,除了满足山前中游平原绿洲带的生产生活用水外,河流下游荒漠地带的地表与地下水资源也得到了一定的补充,河流下游来水的增加将有效地补充荒漠带的地下水资源量,有利于河流下游荒漠地带植被的生长,使这里的生态环境得到改善;而当出山径流量偏枯时,不但无法满足山前中游平原绿洲带人类活动正常生产生活用水,河流下游下泄的地表水量将大大减少甚至断流,由于荒漠地带地表与地下水资源量

收稿日期 (Received date): 2011 - 09 - 11; 改回日期 (Accepted): 2012 - 03 - 05。

基金项目 (Foundation item): 中国科学院内陆河流域生态水文院重点实验室开放基金、国家自然科学基金重点项目 (91125025) 资助。 [ Supported by the Open Foundation of Key Laboratory of Ecohydrology in Inland River Basin, Chinese Academy of Sciences and National Nature Science Foundation of China ( No. 9112502) . ]

作者简介 (Biography): 蓝永超 (1957 - ) 男,四川资阳人,研究员、博士生导师,主要从事气候变化、水文水资源等方面的研究工作。 [ Lan Yongchao, male, research professor, doctoral tutor, mainly engaged the research in hydrology, water and climate change. ] E-mail: lyc@lzb.ac.cn, Tel: 0931 - 4967161

的减少使得植被生长受到影响,从而导致生态环境的不断恶化<sup>[3]</sup>。西北内陆干旱区社会经济发展的最大制约因素是水,在全球气候变暖的大背景下,出山径流量的变化对山前地带社会经济发展和生态环境保护有着直接的、决定性的影响;内陆河山区流域气温、降水、径流等水循环要素的变化特征与趋势对山前中游绿洲经济发展带和下游荒漠带的影响,成为西北地区生态环境保护治理与水资源可持续利用研究中亟待回答的问题。

疏勒河流域是甘肃河西内陆区三大水系之一,同时也是其中流域面积最大、人口最少、水资源开发利用程度相对较低的一个区域<sup>[4]</sup>,与其他内陆河一样,其地表水资源主要形成于河流上游的祁连山区。近十余年来,随着社会经济的快速发展与人民生活对水资源需求量的急剧增大,该区域出现了地表水资源短缺及用于地下水资源的过度开采所导致的地下水位下降等一系列的生态和环境问题<sup>[5]</sup>,直接威胁着当地经济社会和生态环境可持续发展。目前,在疏勒河流域水资源研究中有不少成果,但主要集中于出山口以下的河流中、下游平原区的水资源评价、水资源规划等方面,因此,加强气候变暖情景下该流域山区气候变化与水文循环过程等方面的研究,对于决策部门制定适应与减缓气候变化带来的不利影响的对策,实现水资源的可持续开发利用均具有重要的意义。

## 1 研究区自然概况

疏勒河上游山区流域为疏勒河出山口以上,位于 $96.6^{\circ} \sim 99.0^{\circ}E$ , $38.2^{\circ} \sim 40.0^{\circ}N$ 间祁连山西段疏勒南山与托来南山之间的区域,流域面积 $11\,348.35\text{ km}^2$ ,行政上地跨青海省海西蒙古族自治州的天峻县和甘肃省酒泉市的肃北蒙古族自治县(图1)<sup>[6]</sup>。疏勒河发源于祁连山脉西段的沙果林那穆吉木岭,源头海拔 $4\,787\text{ m}$ ,现尾间为间歇性河道,消逝于甘新边境的盐沼之中。疏勒河横跨青海、甘肃和新疆三省区,是中国大陆上少有的一条自东向西流淌的内陆河。历史上,疏勒古河还穿过阿奇克垦谷地最终汇入新疆境内的罗布泊<sup>[7]</sup>。疏勒河干流由发源地至近期终端湖哈拉诺尔,干流全长 $670\text{ km}$ ,流域面积达 $4.13 \times 10^4\text{ km}^2$ 。其中昌马峡以上祁连山区中干流全长 $346\text{ km}$ ,流域面积 $1.33 \times 10^4\text{ km}^2$ 。出山径流控制站为昌马堡水文站,水文站控制流域面积 $1.16 \times 10^4\text{ km}^2$ 。河流上游祁连山区

降水较丰,现代冰川发育,冰川水资源较丰富。据统计,疏勒河流域共有冰川 $975$ 条;冰川面积约 $850\text{ km}^2$ ,冰储量 $457.36 \times 10^8\text{ m}^3$ ,相当于流域出山地表水资源量的 $27.4$ 倍;年冰川融水量 $49.4 \times 10^8\text{ m}^3$ ,占流域出山地表水资源量的 $29.6\%$ <sup>[8]</sup>。径流的变化受上游补给条件的影响和支配,疏勒河(昌马河)属季节性积雪、冰川融水和降雨混合补给为主的河流,径流的季节和年际变化较大,汛期(6—9月)的来水量占全年水量的 $65\%$ 以上<sup>[9]</sup>。

根据甘肃省水文水资源的最新观测数据统计,流域多年平均出山径流量 $16.3 \times 10^8\text{ m}^3/\text{a}$ 。其中以干流昌马河流量最大,多年平均(1953—2010年)径流量为 $10.04 \times 10^8\text{ m}^3$ (昌马堡站),占流域出山地表径流总量的 $61.8\%$ 。因此,疏勒河干流山区各水循环要素的变化基本上可以反映整个疏勒河山区流域的状况。

## 2 资料与分析方法

祁连山西段唯一的一个国家基本气象站托勒气象站(表1)位于疏勒河干流(以下简称疏勒河)河源附近,河流出山口设有国家基本水文站昌马堡水文站,河源与出山口之间甘肃省水文局设有鱼儿红雨量站观测站。因此,选用鱼儿红雨量站、昌马堡水文站与托勒气象站的水文气象观测数据作为疏勒河山区气候与出山径流变化分析的基本数据。为了保证分析成果的一致性与可靠性,径流、降水、气温等水

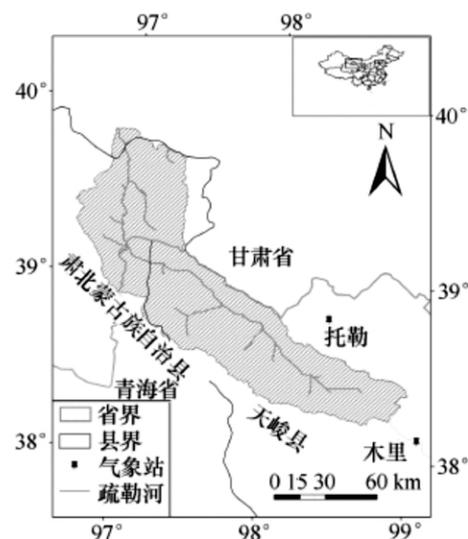


图1 研究区域地理位置

Fig. 1 Location of the study area

表 1 祁连山区西部疏勒河流域水文气象观测站基本状况

Table 1 Basic situation of hydrologic and meteorological stations in the mountainous region of the main stream of Shulehe river basin

站名	观测项目	地理位置		海拔 /m	多年平均降水量 /mm	多年平均气温 /°C	设站年份
		E	N				
托勒气象站	气温、降水等	98°25′	38°48′	3 367	322.6	-2.55	1 956
鱼儿红雨量站	降水	97°16′	39°04′	3 030	121.6		1 954
昌马堡水文站	降水、气温、径流	96°51′	39°49′	2 080	93.4	5.40	1 946

文气象数据均采用 1960—2010 年同步系列。上述基本数据由甘肃省水文水资源局提供。对疏勒河山区有关水文气象要素的分析计算主要采用了线性趋势分析、Man-Kendall 趋势分析与突变分析等方法<sup>[10]</sup>。

### 3 山区水循环要素的变化

#### 3.1 气温变化

受全球变暖的影响,疏勒河河源与出山口的年平均气温均呈显著的波动状上升的态势(图 2),其气候倾向率分别为 0.40 °C/(10 a) 和 0.34 °C/(10 a),均超过了全球与我国气温的平均升幅<sup>[1,11]</sup>,且代表浅山区的出山口气温要大于代表高山区的河源地带的气温升幅。

对托勒气象站气温变化的分析结果显示,疏勒河上游山区冬季气温升幅最大,其气候倾向率达到 0.93 °C/(10 a),春季气温升幅最小,为 0.39 °C/(10 a);秋、夏两季基本相同,分别为 0.43 °C/(10 a) 和 0.42 °C/(10 a)。从气温的年代际变化来看,各季与年平均气温的年代均值在 1990 年代前均为负距平;1990 年代开始气温迅速上升,均成为正距平。由于山区冬季气温均在 0°C 以下,气温的大幅上升对冰雪融化影响不大,但在一定程度上增大了山区流域的陆地蒸发量。而秋、夏两季气温的上升加速了高山积雪和冰川的融化,增加了冰雪融水对出山径流的补给。由于气温变化具有较好的一致性与相关性,通过分析托勒站气温的年代际变化便可了解整个疏勒河地表径流形成区的气温的年代际变化。从表 2 可以清楚地观察到疏勒河山区流域各季节与年平均气温的年代际变化的一些特征与规律,从 1960 年到 2000 年,山区流域各季节与年平均气温的年代际变化呈现一种线性的单调递增的状态,1960 年各季节与年平均气温最低,2000 年最高,且 1990 年以前各季节与年平均气温低于多年均值,从 1990 年起均超过多年均值。

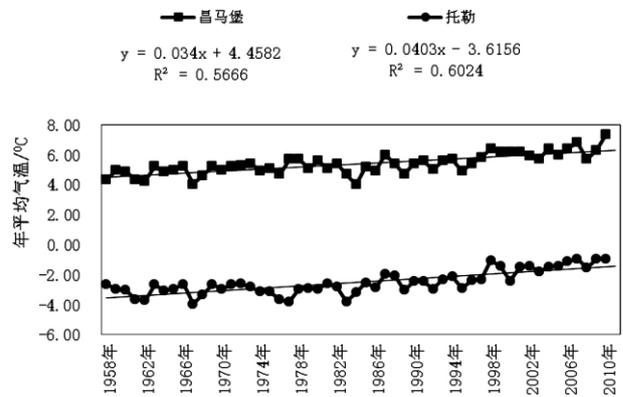


图 2 疏勒河山区年平均气温变化过程

Fig. 2 Variation processes of annual mean temperature in the mountainous region of the main stream of the Shulehe River basin

表 2 托勒气象站各季节与年平均气温的年代际变化

Table 2 Interdecadal variation of the seasonal and annual mean temperature at the Tuole station

时间	气温	春	夏	秋	冬	年
1960 年	平均气温/°C	-1.84	9.02	-3.54	-16.98	-3.23
	距平/°C	-0.56	-0.75	-0.71	-1.22	-0.59
1970 年	平均气温/°C	-1.70	9.14	-3.22	-16.42	-3.07
	距平/°C	-0.42	-0.63	-0.39	-0.66	-0.43
1980 年	平均气温/°C	-1.88	9.05	-2.58	-15.41	-2.74
	距平/°C	-0.60	-0.72	-0.65	-0.35	-0.10
1990 年	平均气温/°C	-0.84	9.79	-2.44	-14.84	-2.41
	距平/°C	0.44	0.02	0.39	0.92	0.23
2000 年	平均气温/°C	0.13	11.28	-1.50	-12.75	-1.36
	距平/°C	1.15	1.51	1.33	3.01	1.28
多年平均气温/°C		-1.28	9.77	-2.83	-15.76	-2.64

#### 3.2 降水变化

由于受地理环境的影响较大,山区降水量的变化较气温更为复杂。从疏勒河山区降水年际变化过程(图 3)上可以观察到:虽然降水量的年际波动均比较剧烈,但总体上均呈增长的态势,鱼儿红、昌马堡、托勒站年降水量的气候倾向率分别为 0.858 mm

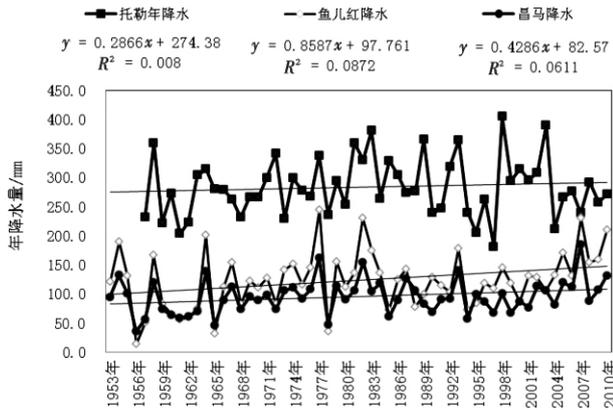


图3 疏勒河流域山区降水量年际变化过程

Fig. 3 Annual variation processes of precipitation in the mountain region of main stream of the Shulehe River basin

/(10 a)、0.428 mm/(10 a)和0.286 mm/(10 a)显示出中低山地带降水量的增幅更为显著。相关显著性的分析结果显示,鱼儿红、昌马堡与托勒站间的降水量变化存在显著的正相关关系,三站间年降水量变化的相关系数均 $>0.65$ ,表明出疏勒河山区不同海拔地带降水量的变化亦存在着较好的一致性。

对降水量年代际变化的分析结果(表4、图4)表明,中高山地带与中低山地带的降水变化存在着一定的区域性差异,如位于中低山区的鱼儿红、昌马堡站降水的年代际波动要大于高山区的托勒站,但除1970年代外,两者的降水年代际峰谷变化基本同步。

对于昌马堡站的降水观测记录的分析结果显示:占年降水量65.5%的夏季(6—8月)降水量呈不显著的减少态势,其距平的气候倾向率为 $-1.02\%/ (10\text{ a})$ ,而占年降水量12.0%的秋季(9—11月)、占年降水量4.4%的冬季(12—2月)及占年降水量18.1%的春季(3—5月)三季的降水量均呈增长的态势,其气候倾向率分别为 $17.6\%/ (10\text{ a})$ 、 $16.3\%/ (10\text{ a})$ 和 $11.8\%/ (10\text{ a})$ ,其中秋、冬季降水量增长较为显著。显然,疏勒河山区年降水量的增加主要是由于秋、冬、春三季降水量的增加,尤其是

秋季降水量的显著增加所致。

## 4 径流变化

受气候变化与补给来源的影响,疏勒河出山径流年及春、夏、秋、冬四季平均流量均呈持续增长的态势(图5),其气候倾向率分别为 $9.65\%/ (10\text{ a})$ 及 $9.72\%/ (10\text{ a})$ 、 $8.57\%/ (10\text{ a})$ 、 $11.3\%/ (10\text{ a})$ 、 $13.4\%/ (10\text{ a})$ 。虽然春、夏、秋、冬四季径流均在增加,但成因并不完全相同。与山区气温、降水变化的相对照,可以清楚地观察到,由于夏季山区降水量并未增加,该季径流量的增加主要是由于气温上升引起冰川融水量增加的贡献;春季气温升幅最小,而降水有所增加,故春季径流增加主要是该季降水量增加的贡献;秋、冬季山区气温、降水均有显著上升和增长,受降雨径流与融雪径流补给的增长,秋季径流增长较为显著;冬季降水总量较小,气温又在 $0^{\circ}\text{C}$ 以下,径流主要受地下水补给,而地下水又主要受前期地表径流的补给,冬季山区气温、降水的上升和增长对该季节径流变化影响不大,该季径流增长的增加主要是夏、秋两季地表径流补给量增加的贡献。

从径流的年际变化过程来看(图5),疏勒河干流出山径流自1953年有观测记录以来至2010年58 a间,共经历了3个枯水段和丰水段。其中1953—1970年、1973—1980年和1984—1997年为枯水段,3个枯水段的平均流量为 $28.8$ 、 $28.6$ 和 $28.28\text{ m}^3/\text{s}$ ,较正常水平分别偏枯 $17.8\%$ 、 $17.4\%$ 和 $19.0\%$ ;1971—1972年、1981—1983年及1998—2010年为丰水段,3个丰水水段的平均流量为 $41.0$ 、 $37.5$ 和 $43.3\text{ m}^3/\text{s}$ ,较正常水平分别偏丰 $17.8\%$ 、 $6.98\%$ 和 $24.4\%$ 。上述结果显示,近60年来,疏勒河出山径流总体上偏枯的时间长于偏丰的时间,且20世纪90年代后期之前出山径流总体上偏枯,而之后则持续偏丰。从趋势上看,1997年之前,出山径流虽然年际波动比较剧烈,但没有明显的增减趋势,1997年

表4 疏勒河山区流域降水量的年代际变化

Table 4 Interdecadal variation of precipitation in mountain region of main stream of the Shulehe River basin.

测站	1960年	1970年	1980年	1990年	2000年	多年平均
托勒降水量/mm	290.2	283.4	312.0	288.1	298.4	286.7
距平/%	1.22	-1.15	8.82	0.49	4.19	
鱼儿红降水量/mm	100.5	131	132.1	113	139.4	120.4
距平/%	-16.53	8.80	9.72	-6.15	15.8	
昌马堡/mm	83.1	99.9	101.4	88.7	101.1	93.4
距平/%	-11.0	6.96	8.57	-5.03	8.24	

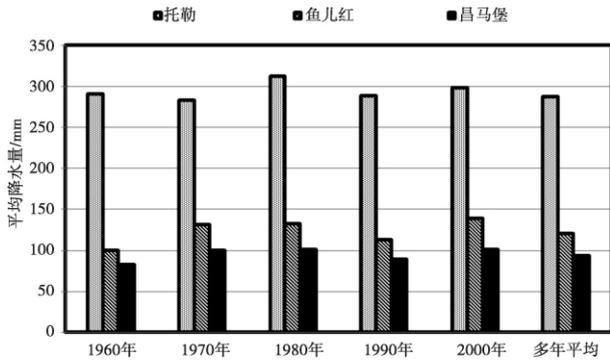


图 4 疏勒河流域山区降水量年代际变化过程

Fig. 4 Annual variation processes of precipitation in the mountain region of Shulehe River basin

后大幅度地持续增长,且各年径流量均在多年均值之上,至 2010 年达到有观测记录以来的最大值  $57.0 \text{ m}^3/\text{s}$ ,与有观测数据以来最枯年的 1956 年平均流量  $13.9 \text{ m}^3/\text{s}$  相比,前者是后者的 4.1 倍。如果从年代际时间尺度上分析,可以更清楚地观察到,从 1950 年代有观测记录以来,疏勒河干流出山径流的年代际平均值呈现出一种单调上升的态势,并在 2000 年到达有观测记录以来的最大值(图 6)。

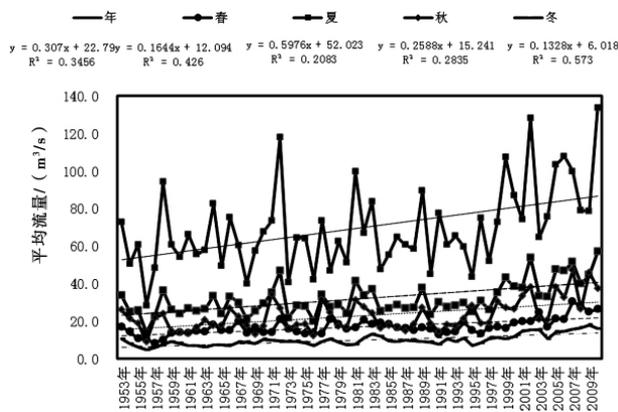


图 5 疏勒河干流出山径流年、各季平均流量变化过程

Fig. 5 Interdecadal variation processes of annual and seasonal mean discharge at the Changmabu station on the main stream of the Shulehe River basin

### 5 结语

1. 受全球变暖的大气候背景的影响,近 50 年来祁连山西部山区年平均气温呈持续上升的态势,并在 20 世纪 90 年代中期后出现一个突变,突变后气温上升速率较突变前明显加快。从气温的季节变化上看,冬季升温的幅度明显大于其他各季,从气温的区域变化来看,低海拔地带的气温升幅要大于高海拔地带。

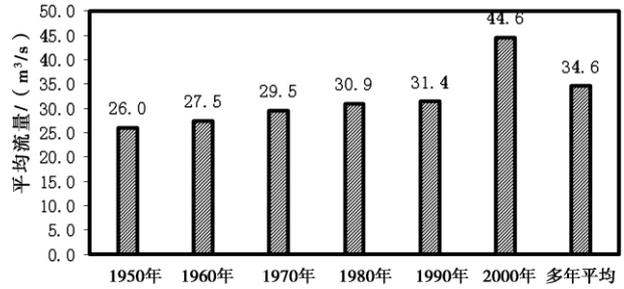


图 6 疏勒河干流出山径流的年代际变化

Fig. 6 Interdecadal variation of the mountain runoff of the Shulehe River basin

2. 近 50 年来祁连山西部年降水量总体上亦呈增长的态势,但中高山地带降水量变化与中低山地带存在着一定的差异:前者降水年际变化比较稳定,趋势不是十分显著,而后者波动较为剧烈,但增长趋势比较显著,且增幅大于前者。少雨年主要出现在 20 世纪 90 年代以前,多雨年主要出现在近 20 年;从季节变化上看,夏季降水量变化比较稳定,增减趋势不明显,其他各季降水量均有明显的上升趋势,冬季降水量增幅明显;在降水的季节变化中,除夏季降水量呈略微减少的态势外,其他各季降水均呈增加的态势,其中秋、冬季降水增加较为显著。

3. 受降水与冰雪融水补给增加的影响,疏勒河出山径流呈显著增加的态势。虽然各季节径流均在增加,但成因并不完全相同。春季径流增加主要是该季降水量增加的贡献,秋季径流增加受降雨与冰雪融水补给增加共同的影响,夏季径流量的增加主要是气温上升冰雪融水量增加的贡献,而冬季径流增长的增加主要是夏、秋两季地表径流补给量增加的贡献。

### 参考文献(References)

[1] IPCC. Summary for policymakers of climate change 2007: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [M]. Cambridge: Cambridge University Press 2007

[2] Shi Yafeng, Shen Yongping, Hu Ruji. Preliminary study on signal, impact and foreground of climatic shift from warm-dry to warm-humid in northwest China[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2002, 24(3): 219 - 226 [施雅风, 沈永平, 胡汝骥. 西北气候由暖干向暖湿转型的信号、影响和前景初步探讨[J]. 冰川冻土, 2002, 24(3): 219 - 226]

[3] Kang Ersi, Cheng Guodong, Dong Zhenchuan. Glacier-snow water resources and mountain runoff in the area of northwest China[M]. Beijing: Sciences Press, 2001: 218 - 230 [康尔泗, 程国栋, 董振川. 中国西北干旱区冰雪水资源与出山径流[M]. 北京: 科学出版社, 2001: 218 - 230]

- [4] Han Jinqiang. Study on water problems and countermeasures in inland river basin in Gansu Province [J]. *China Water Resource*, 2002, 158(2): 56-60 [韩金强. 甘肃内陆河流域水问题及对策研究. [J]. *中国水利*, 2002, 158(2): 56-60]
- [5] Ding Hongwei, Yin Zheng, Zhao Chunyan, et al. Features of the water resources and the problems in development and utilization in Shulehe River Basin [J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2002, 16(1): 45-54 [丁宏伟, 尹政, 李爱军, 等. 疏勒河流域水资源特征及开发利用存在的问题 [J]. *干旱区资源与环境*, 2002, 16(1): 45-54]
- [6] Sheng Yu, Li Jing, Wu Jichun, et al. Distribution patterns of permafrost in the upper area of Shule River with the application of GIS technique [J]. *Journal of China University of Mining and Technology*, 2010, 39(1): 32-39 [盛煜, 李静, 吴吉春, 等. 基于 GIS 的疏勒河流域上游多年冻土分布特征 [J]. *中国矿业大学学报*, 2010, 39(1): 32-39]
- [7] Zhang Jingping. Research on the Shule River's water system evolution in historical periods and related issues [J]. *Journal of Chinese Historical Geography*, 2010, 25(4): 15-30 [张景平. 历史时期疏勒河水系变迁及相关问题研究 [J]. *中国历史地理论坛*, 2010, 25(4): 15-30]
- [8] Gao Qianzhao, Yang Xinyuan. The Features of interior rivers and feeding of glacial meltwater in the Hexi Region, Gansu Province [C]// *Memoirs of Lanzhou Institute of Glaciology and Cryopedology Chinese Academy of Science (Glacier Variation and Utilizations in Qilian Mountains)*, No. 5. Beijing: Sciences Press, 1992: 131-141 [高前兆, 杨新源. 甘肃河西内陆河径流特征与冰川补给 [C]// *中国科学院兰州冰川冻土研究所集刊*, 第 5 号. 北京: 科学出版社, 1992: 131-141]
- [9] Guo Xiaoqin, Li Yanying, Cao ling, et al. Study on the impacts of climate changes on the runoff in Shule River Basin [J], *Journal of Anhui Agri. Sci.* 2009, 37(35): 17595-17598 [郭小芹, 李岩璞, 曹玲. 气候变化对疏勒河流域径流量影响研究 [J]. *安徽农业科学*, 2009, 37(35): 17595-17598]
- [10] Ma Kaiyu, Ding Yuguo. Method and elements of weather statistic [M]. Beijing: Meteorological Press, 1993: 315-348 [马开玉, 丁裕国. *气候统计原理与方法* [M]. 北京: 气象出版社, 1993: 315-348]
- [11] Ding Yihui, Ren Guoyu, Shi Guangyu, et al. National assessment report of climate change (I): climate change in China and its future trend [J]. *Advances in Climate Change Research* 2006, 2(1): 3-8 [丁一汇, 任国玉, 石广玉, 等. 气候变化国家评估报告 (I): 中国气候变化的历史和未来趋势 [J]. *气候变化研究进展*, 2006, 2(1): 3-8]

## Variation of Water Cycle Factors in the Western Qilian Mountain Area under Climate Warming

——Taking the Mountain Watershed of the Main Stream of Shule River Basin for Example

LAN Yongchao<sup>1,2</sup>, HU Xinglin<sup>1,3</sup>, DIN Hongwei<sup>1,4</sup>, LA Chengfang<sup>5</sup>, SONG Jie<sup>5</sup>

(1. Key Laboratory of Ecohydrology in Inland River Basin, CAS, Lanzhou 730000, China;

2. Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, CAS, Lanzhou 730000, China;

3. Hydrology and Water Resources Bureau of Gansu Province, Lanzhou 730000, China; 4. Institute of Hydrogeology and Engineering Geology Prospecting of Gansu Provincial Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Zhongye 734000, China;

5. Hydrology and Water Resources Bureau of the Upper Yellow River Headwater of the Yellow River Conservancy Committee, Lanzhou 730030, China)

**Abstract:** The change characteristics and variation trend of some main water cycle factors as air temperature, precipitation and runoff in the upper Shulehe River basin located in the western Qilian mountain area under climate warming are analyzed based the observational data at Tuole weather station, Changmabu hydrological station and Yuerhong precipitation stations in this paper. The results show that the climate in study area has become more and more wet and warm in the past 50 years because of the influence of global warming. The mean temperature of year and every season seasonal all have been presenting a rising and increasing trend in the area. The precipitation of year and every season except summer also all have been presenting an increasing trend in the area as a whole, and the annual fluctuation of precipitation variation is quite obvious, especially for the precipitation during flood season. The mountain runoff of the Shulehe River basin also has been presenting an increasing trend because the precipitation in the zones which elevation are below 3 000 m and Ice and snow melt-runoff in the high elevation zones above 3 000 m all obviously increase. The reason of summer runoff increase mainly is the increase of snow and ice melt water supply from the zones above 3 000 m because the summer precipitation did not increase.

**Key word:** the Qilian mountain area; the Shulehe River basin; climate change, mountain runoff