

# 西北干旱区气候变化对水资源影响关系探讨

张清杉<sup>1</sup>, 张宽地<sup>2</sup>

(1.杨凌职业技术学院 生态与环境保护分院,陕西 杨凌 712100;2.西北农林科技大学 水利与建筑工程学院,陕西 杨凌 712100)

**摘要:**西北干旱区是对全球变化响应最敏感地区之一,由于气候变化问题导致的水文、水资源问题越来越突出.研究分析全球变暖背景下的西北干旱区水资源问题,对应对和适应未来气候变化带来的影响具有重要意义.通过对西北干旱地区气候变化特征分析,探讨气候变化对水资源的影响,提出关于西北干旱区水文模型的建立与改进的建议,以期为后期关于制定西北地区经济发展战略提供地理方面参考.图2,参13.

**关键词:**干旱区域;地理因素;气候变化;水文资源

**中图分类号:**P467      **文献标识码:**A

气候变化是全球关注的焦点,也是也是人类赖以生存不需思考的话题.随着这些年全球经济的发展及工业化的进步,各类废气的任意排放使得大气中二氧化碳浓度逐渐升高,最终将导致气温逐步升高,对整个社会的生态环境及社会经济造成较为严重影响.如全球气候的改变必然引起全球水资源循环发生变化,导致全球水资源在空间及时间上重新分布,必然会对区域水环境产生较为严重影响.研究气候变化对水资源影响关系的问题对更好实现对水资源合理开发利用具有重要意义.我国西北地域辽阔,地势平坦,对于经济开发利用具有较好条件.西北干旱区地处中纬度地带的欧亚大陆腹地,是对全球气候变化响应最敏感的地区之一<sup>[1-2]</sup>,由于缺水,干旱问题一直是人们关注焦点.因此,研究全球气候变暖对西北干旱区域水资源影响分析就目前形势具有重要意义.

## 1 关于气候变化对水资源影响的国内外研究进展分析

早在70年代,美国已经开始研究气候变化对水文水资源之间关系的影响,但直到80年代,关于气

候变化对水资源关系的影响才逐渐得到国际社会的关注与重视.如1985年国际气象组织加大了在关于水文水资源影响的研究,并提出了一些具有实用性的检修方法及措施,并出版了关于水文水资源变化对气候影响的敏感性分析报告.次年,国际大地测量学会与地球物理联合会举办了关于气候变化对水文影响的专题会议,对其内部联系及变化情况进行了较为全面的讨论.同时为了推进该方面研究进展,深化研究力度,1988年,国际气象组织及联合国共同组建了政府气象变化专门委员会,专门负责对全球气候变化问题的调研及评估,以便于通过科学的手段研究气候变化与水资源之间的影响关系及变化趋势<sup>[3]</sup>.之后几年中,美国、维也纳、里约热内卢、日本等地也相继召开了关于气候变化对水资源影响的会议,使得气候变化对水资源影响的研究问题逐步引起了国际社会广泛关注.在上述国外关于气候变化对水文资源影响研究历程中,由联合国牵头组建的政府间气候变化联合委员会(IPCC)相继对其进行了四次全面的评估报告,为各国认识和了解气候变化问题提出了较为提供科学的依据<sup>[4]</sup>.而同时,由于全球气候变暖问题已逐步成为各国研究的焦点.

收稿日期:2016-09-08

基金项目:国家自然科学基金项目资助(编号:51579214);杨凌职业技术学院基金资助(编号:GJ1414)

作者简介:张清杉(1966-),男,陕西靖边人,副教授,研究方向:中长期林业气象预报及林业气候.

在国内,关于气候变化对水文水资源影响的研究较晚,直到80年代末,国家相关部门才逐渐重视这一问题并开展了相应的研究部署.如在1988年,国家自然科学基金委员会批准“气候变化对海面变化及其趋势和影响研究”等项目标志着我国已认识到关注气候变化对国家发展及生态保护的重要性<sup>[5]</sup>.与此同时,我国科技委在国家重点项目规划中将“气候变化对我国水资源影响的评估模型”作为重点项目进行了研究;而且还同时参加了亚洲季风区实验项目.而在近几年,随着我国科学技术进步及各类远程监控设施的完善,关于对气候问题的研究已取得较大的突破,而针对我国特殊地理环境,气候变暖对北方干旱地区水文水资源的影响已引起国家高度的重视,已被列入国家重点项目加以研究.

## 2 西北干旱区域气候变化特征分析与讨论

我国西北地区涉及新疆、甘肃、内蒙古、陕西、青海等地,其地域面积约占我国总面积的25%,而人口及水资源含量仅占到全国的1.7%及3.2%,水资源量明显偏少,已成为影响我国西北区域经济发展的大问题<sup>[6]</sup>.但结合我国西北地域特点分析,其六大山系如昆仑山、祁连山等山脉对空气气流进行了有效拦截,使得降水量较为充足,孕育了较大的河流,同时由于西北高山的负温条件使得高山常年结冰,储存了大量水资源,为西北区域人类发展提供了可靠的水资源保障.而前面提到,全球气候变化将对水资源造成较大影响.而基于西北特殊地理环境,由于其气候变暖就会使山体冰川发生融化,必然导致区域水资源发生大的变化,甚至造成对全国的水土资源产生较为严重影响<sup>[7]</sup>.结合分析,我国西北气候具有以下特征.

### 2.1 西北干旱区域气候变化特征分析

据统计,我国西北干旱区在近50年的平均气温为8.0℃,其最低气温出现在1968年及1986年,年平均气温仅为6.5℃;而最高气温为出现在2007年,全年平均气温达到了9℃.上述统计结果说明,西北近50年的气温变化较大.出现这种情况,主要由于西北区域主要位于高纬度区域,而这几年最新的科研成果说明纬度越高,其气温升高越快<sup>[8]</sup>;鉴于这种情况,更加说明了西北区域特殊的地理性.

通过近50年对西北干旱区域降水量统计,西北干旱区域年降水量仅有180mm;但由于其地域的特殊性,年降水量差异较大,如1997~1998年的降水量要比1985~1986年的高出80mm,如图1所示.

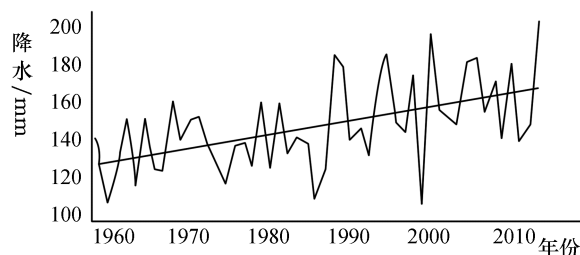


图1 我国西北干旱区近50年平均降水量变化  
Fig. 1 Changes of average precipitation in arid area of Northwest China in recent 50 years

同时结合近30年的气温及降水综合分析可以得出一个结论,即气温升高一般会使得降水量增加;近50年我国西北干旱平均气温分布如图2所示.

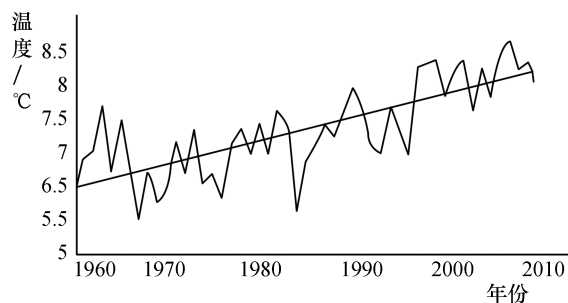


图2 我国西北干旱区近50年平均气温变化  
Fig. 2 Changes of average temperature in arid area of Northwest China in recent 50 years

### 2.2 西北地区冬季温度升高问题较为严重

这些年,特别是西北地区,暖冬问题逐渐变得频繁,冬季温度升高问题已越来越频繁.而前面提到,在全球变暖的大环境下,纬度越高,气温升高越快.同时经大量实验数据统计得出,我国冬季气温升高要比其他季节相对较快.例如,我国西北干旱区在近50年来,其局部极端最低温度升高了约4℃左右;由于极端温度的升高带动了冬季平均气温的升高.

由于温度的升高,特别是冬季将会使得山体冰川融化速度加快及退缩,在一定程度上对西北地区的水资源构成造成较大的影响<sup>[9]</sup>.而从长远来讲,随着气温的升高,这些融化的冰川雪水汇入主河流,会使局部时间内河流水位发生变化;但同时,由于冰川的融化而使得储水量减少,容易造成冰川消融拐点,其最终结果将会使得夏季水量发生变化,地表水资源含量降低,造成夏季降水量减少,导致干旱灾害发生,给人们造成较大损失.

### 2.3 西北干旱区蒸发情况发生变化

蒸发量是衡量大气蒸发潜力的重要指标,对于检测气候及水循环具有重要意义.西北干旱地区的蒸发潜力较高<sup>[1]</sup>,而在对近50年的蒸发潜力观测中可以发现,我国西北部干旱区域在1993年逐渐由下降趋势变为上升趋势<sup>[10]</sup>.对于这种情况,由于温度变化致使蒸发潜力的上升将会使干旱区的生态环境造成严重影响,使得土壤水分丧失过快,会导致一些依靠地下水生存的植物由于缺水而死亡,同时也会使得物种由于缺水而灭绝,植被覆盖率很大程度降低等.

而对于在西北干旱地区进行土壤蒸发量测定较为困难,加之目前缺乏对其长期的观测,因此,通过确定蒸发量来评定西北干旱地区气候问题还存在不足之处.但气候变暖问题对西北干旱地区生态影响的副作用已经越来越明显,但对于如何影响,其影响程度如何仍是目前急需研究和解决的主要问题.

## 3 西北干旱区关于气候变化对水文水资源的影响及模型改进

我国西北干旱区域水资源形成、分布及水源补给等具有较为明显的区域特点,在全球领域内均具有一定的代表性.如我国西北地区的河流基本发源于山区,如玛纳斯河流域、塔里木河流域等,水源的主要来源于高山冰雪融化及森林降水及基岩裂隙水等,如祁连山脉、天山等.在这种形式下,西北干旱区域在多年的生态发展中已经基本达到平衡.但这些年由于全球气候变暖,使得山体冰川融化加快,增加了很多不确定性因素使得水资源不确定性也明显加大.

### 3.1 水汽弱汇作用下的水资源变化分析

西北干旱区域在水汽弱汇作用下将会对流域水资源形成及变化发生较大变化.通常,西北干旱区域水系统薄弱,气候变暖会加大极端气候水文发生变化的强度及规律,加大了内陆河流域水文环境的波动.据目前最新研究发现,我国西北区域水资源主要存在以下三个变化:其一为径流出现突变型增加;其二为径流量在汛期增加,如由于冰川的融化使得对一些河流进行补给,使得汛期流量增加.其三为径流丰水期及枯水期变化明显加剧.

综合分析上述变化可知,西北干旱区水资源循环控制受到气候变化影响显著.如水资源构成复杂、径流等弹性大<sup>[1]</sup>;如气候变化导致降水及温度发生变化会引起地表径流较大程度发生变化,即会对干旱区域生态水文发生较大影响<sup>[11]</sup>.同时,由于气候变化也加大了水系统的不稳定性,使得水资源系统变得较为脆弱,对区域自然水循环系统造成较大影响.

### 3.2 冰川消融拐点出现会使河流水文过程越加复杂

我国西北地区具有干旱少雨的气候特点,因此,河流对冰川积雪的依赖性较强.前面提到,随着气候变暖,冰川水资源的变化将越来越复杂.如受到冰川雪水补给的河流会在较长的时间内保持较大的流量,而对于冰川区域较少的流域,由于温度上升而出现,会使冰川水资源量减少而出现拐点,导致冰川调剂工程下降,气候出现降水异常.如祁连山脉中断的黑河流域,冰川消融面积缩小比例占到了30%,而近50年,该流域分支径流减少了100多条.而石羊河流域,其河流水文变化过程将更加复杂.再如新疆塔里木河、疏勒河等,由于这些年的气温变化使得山区冰川融化,这几年,该流域来自山区的水量增加的近30%.

### 3.3 气候变化会使干旱区水资源安全受到影响

气候变化在未来会带来一系列如河流来水问题、供水问题等发生变化.因此,相关人员应结合气候变暖情况,加大对西北干旱地区来水、供水及需水等方面的研究,并实施有效手段辨别关键工程及中间环节,对干旱区水资源水系统进行评估,从机理上认识气候变化对水资源影响的关系,研制适合

于西北区域使用的反应模型<sup>[12]</sup>；“来水—供水—需水”的动力学模型，提出生态与社会经济发展的综合策略，预测气候变化对未来社会经济的关系，从而提出可保障水资源安全实施调控的措施。

### 3.4 关于西北干旱区水文模型的建立与改进

基于我国西北区域对气候变暖影响的敏感性，构建合适于该区域的水文地理模型用于实现对水资源分布、及生态变化具有重要的作用。关于模型的建立，LUO等提出了模拟冰川面积变化的动态概念，实现对冰川渐变、融化等过程的模拟；其结果证明可实现较好的效果<sup>[13]</sup>。但在对西北干旱区流域水文模拟中还存在一个难点就是如何实现水文气象资料稀缺地区的径流模拟<sup>[1]</sup>。随着SWAT水文模型的建立，目前已基本实现了上述难题，使其总体的偏差可以控制在5%以内。

## 4 结 论

水资源是制约我国西北干旱地区经济发展的主要因素，而气候问题是对西北干旱地区水资源分布及调配将产生较大影响。基于我国基本国情及水资源分布情况，如何节约水资源及提高水资源利用率是我国实现可持续发展战略的根本。通过对近50年我国西北干旱区域气候及降水因素的调查与分析得出，由于气候变暖使得我国水资源变化较大，使得生态环境与经济发展的问题越来越突出。而由于冰川消融速度的加快在增加水流量的同时也为局部区域带来了干旱的灾难。因此，采用合适手段实施对水资源的合理管理，积极应对由于气候变化对其带来的影响是保持西北地区可持续发展的基本策略。

### 参考文献：

- [1] 陈亚宁,李 稚,范煜婷,王怀军,方功焕.西北干旱区气候变化对水文水资源影响研究进展[J].地理学报, 2014,09:1 295-1 304.  
Chen Ya-ning, Li Zhi, Fan Yu-ting, Wang Huaijun, Fang Gonghuan. Research Progress on the effects of climate change on hydrology and water resources in arid area of Northwest China [J]. Journal of Geography, 2014, 09: 1295-1304.
- [2] 张艳娇.基于HIMS模型的湟水流域径流变化情景模拟[D].青海师范大学,2013.

- Zhang Yan-jiao. Change of runoff in Huangshui River basin simulation based on HIMS model [D]. Qinghai Normal University, 2013: 327-329.
- [3] 张宏芳,陈海山.21个气候模式对东亚夏季环流模拟的评估 I:气候态[J].气象科学.2011(02):123-124.  
Zhang Hong-fang, Chen Hai-shan. Evaluation of 21 climate models for the simulation of the summer circulation in East Asia [J]. Meteorological Science. 2011(02): 178-181.
- [4] 王圣杰,张明军,李忠勤,等.1960年以来中国天山冰川面积及气候变化(英文)[J].Journal of Geographical Sciences.2011(02):167-168.  
Wang Sheng-jie, Zhang Ming-jun, Li Zhong-qin, et al. Glacier area and climate change in the Tianshan Mountains of China since 1960 (English) [J]. Journal of Geographical Sciences. 2011(02): 321-323.
- [5] SANCHEZ E, DOMINGUEZ M, ROMERA R, et al. Regional modeling of dry spells over the Iberian Peninsula for present climate and climate change conditions (J). Climatic Change. 2011.
- [6] 顾 问,陈葆德,杨玉华,等. IPCC-AR4 全球气候模式在华东区域气候变化的预估能力评价与不确定性分析[J].地理科学进展.2010(07):45-47.  
Gu Wen, Chen Bao-de, Yang Yu-hua, et al. Evaluation and uncertainty analysis of IPCC-AR4 global climate model in East China regional climate change [J]. Progress in Geographical Science. 2010(07): 47-49.
- [7] 张雪芹,孙 杨,毛炜峰,等.中国干旱区气温变化对全球变暖的区域响应[J].干旱区研究.2010(04):117.  
Zhang Xue-qin, Sun Yang, Mao Wei-yi, et al. IPCC-AR4 global climate model in East China regional climate change assessment and uncertainty analysis of the evaluation of [J]. geographical science progress. 2010(04): 167-169.
- [8] BROHAN P. Uncertainty estimates in regional and global observed temperature changes: A new data set from 1850 (J). Journal of Geophysical Research-Atmospheres. 2006: 239-242.
- [9] ROY T, BOPP L, GEHLEN M, et al. Regional impacts of climate change and atmospheric CO2 on future ocean carbon uptake: a multi-model linear feedback analysis (J). Journal of Climatology. 2011: 138-140.
- [10] 江 滢,罗 勇,赵宗慈.全球气候模式对未来中国风速变化预估[J].大气科学.2010(02):137.  
Jiang Ying, Luo Yong, Zhao Zong-ci. Global climate model to predict the future of China's wind speed change [J]. atmospheric science. 2010(02): 309-312.
- [11] 马丽娟,赵景峰,张宏俊,等.气候变化背景下冰川积雪融水对博斯腾湖水位变化的影响[J].干旱区地理.

- 2010(02):108-109.
- Ma Li-juan, Zhao Jing-feng, Zhang Hong-jun, et al. Influence of climate change under the background of glaciers and snow meltwater changes on the water level of Bosten Lake[J]. Geography of arid area. 2010(02):78-81.
- [12] 李博,周天军,吴春强,等.大气环流模式和耦合模式模拟的降水-海温关系之比较[J].大气科学.2009(05):142-143.
- Li Bo, Zhou Tian-jun, Wu Chun-qiang, et al. Comparison of the simulated precipitation and sea surface temperature in the atmospheric general circulation model and the coupled model[J]. Atmospheric Sciences. 2009(05):231-234.
- [13] SUN F, Roderick M L, Farquhar G D, et al. Partitioning the variance between space and time (J). Geophysical Research Letters. 2010:105-107.

## Influence of Climate Change on Water Resources in Arid Area of Northwest China

ZHANG Qing-shan<sup>1</sup>, ZHANG Kuan-di<sup>2</sup>

(1.Branch of ecological and environmental protection of Yangling Vocational and Technical College, Yangling 712100, China; 2.College of water conservancy and architectural engineering, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling 712100, China)

**Abstract:** The northwest arid region is one of the most sensitive areas to the global change response, and the problems of hydrology and water resources caused by climate change are becoming more and more serious. The research and analysis of water resources in the northwest arid area under the background of global warming is of great significance to the future climate change. Through the analysis of the characteristics of climate change in the region of drought in Northwest China, the impact of climate change on water resources was explored and the advice was proposed to establish and improve the hydrological model in arid area of Northwest China, in order to provide further geographic reference for making a strategy of economic development in Northwest China. 2figs., 13refs.

**Keywords:** arid area; geographical factors; climate change; hydrological resources

**Biography:** ZHANG Qing-shan, male, born in 1966, assistant professor, medium and long term forestry meteorological forecast and forest climate.