

新疆气候由暖干向暖湿转型的信号及影响

胡汝骥 姜逢清 陈 曦 王亚俊

(中国科学院新疆生态与地理研究所,新疆乌鲁木齐 830011)

摘 要 目前的全球气候变暖导致了水循环加快,尤其是干旱区水循环加快更加明显,降水和蒸发都明显增加。自 19 世纪末小冰期结束以来,新疆呈现出了与全球一致的变暖趋势,气候环境基本处于暖干状态之下。1987 年起新疆出现了气候转向暖湿的信号,尤以天山西部地区为强劲。降水量、雪冰消融量和河川径流量连续增加至今日,导致平原湖泊水位持续上升,面积逐年扩大,早已干涸的湖盆也出现生机。与此同时,洪水灾害连年发生,而且越来越凶猛,不断出现百年以至千年的洪峰。此间,植被环境改善,绿洲春色盎然,沙漠化止步,沙尘暴锐减。这种气候转变前景如何,应该引起人们高度重视。这个问题直接关系到新疆以至大西北的经济发展、水利建设、洪旱灾害的减灾、生态环境保护以及人民生活改善等,因而必须加强监测与研究,尽早做出正确预测,为国民经济长远规划提出科学依据。

关键词 新疆;气候转变;信号;前景

1 前 言

在 1989 年开始的中国科学院与前苏联科学院国际科技合作交流项目“亚洲中部地区人类活动对资源与环境影响”和“天山雪冰水资源及其利用可能性”的执行过程中,我们与前苏联中亚同行一起观察、调查了亚洲中部水资源,尤其是湖泊水资源和雪冰水资源。在工作过程中发现自 20 世纪 80 年代中期起,亚洲中部水资源出现增长的趋势(加帕尔·买合皮尔、图尔苏诺夫 1998;多斯塔耶夫、图尔苏诺夫 1997)。全球气候变暖导致了蒸发加大和降水增加,水循环加快,尤其是干旱区的局地水循环加快,河川径流量增大,洪水灾害频频发生,而且不断出现历史峰值(胡汝骥等 2002b)。降水量增加使得荒漠植被生态环境改善,绿洲化扩大,沙尘暴减少(胡汝骥等 2001)。2001 年 1 月 11 日新疆维吾尔自治区专家顾问团在自治区气象局召开了有气象、水文、生态与环境、地理、植物、古气候等方面学者参加的会议,讨论新疆近期气候变化对生态与环境的影响问题。与会人员一致认为,近 15 年来新疆降水量增加,河川径流量增大,平原湖泊面积扩大(艾比湖、艾丁湖)、水位上升(博斯腾湖),干涸多年的玛纳斯湖也有进水迹象,整个新疆的生态与环境出现了好转(罗格平等 2002;胡汝骥等 2002a, 2003),农业有了大的发展。但是,下一个 10 年、15 年怎么样,这是一个需要切实深入探讨和研究的问题。

2 新疆气候由暖干向暖湿转变的信号

2.1 小冰期后的暖干气候情景

自 19 世纪末小冰期结束以来,新疆地区呈现出了与全球一致的变暖趋势,气候环境基

本处于波动性暖干状态之下。据估计,在 100 年左右的时间里,暖干化所致的气温升高达 1°C 以上,远高于同期全球 $0.4\sim 0.8^{\circ}\text{C}$ 的平均升温值。与此同时,区域降水量有所减少,如乌鲁木齐河源冰川区 20 世纪 70 年代,比小冰期末降水量减少了约有 50 mm;树木年轮分析结果表明,新疆 1920~1978 年间北部地区降水负距平年数达 11.8% (袁玉江等 1991)。近 50 年的实测记录分析结果显示,新疆气候存在明显变暖的趋势。特别是 20 世纪 90 年代是新疆 50 年中最暖的时期。变暖的季节主要是在冬季,北疆升温达 1.6°C ,是新疆变暖最为显著的地区(表 1;见杨青 1998)。21 世纪新疆气温继续攀升,2002 年上半年乌鲁木齐气温比前两年同期升高 0.5°C 。另外,从图 1 可知,近 50 年中国西部以 $0.2^{\circ}\text{C}\cdot(10\text{ a})^{-1}$ 的趋势升温,特别是 20 世纪 80 年代~90 年代升温迅速(王绍武等 2002)。1951~1989 年新疆降水呈现减少趋势(杨青 1998;陈隆勋等 1991),平原湖泊呈现出大幅萎缩状况(灌溉用水的增加也是原因之一;见杨云良等 1996),从另一个方面反映了暖干趋势。

表 1 新疆各年代平均气温表

地 区	季 节	20 世纪各年代平均气温				多年平均值 (1961~1990 年)	90 年代与多 年平均差值
		60 年代	70 年代	80 年代	90 年代		
北 疆	冬	-13.6	-13.3	-12.0	-11.4	-13.0	1.6
	春	8.5	7.6	8.1	8.5	8.0	0.5
	夏	22.1	22.3	22.2	22.2	22.2	0.0
	秋	6.1	6.8	6.7	7.1	6.5	0.6
	年	5.8	5.9	6.3	6.6	6.0	0.6
南 疆	冬	-6.1	-6.2	-4.9	-4.5	-5.7	1.2
	春	13.6	13.6	13.6	13.8	13.6	0.2
	夏	24.3	24.5	24.6	24.5	24.4	0.1
	秋	10.0	10.6	10.4	10.7	10.3	0.4
	年	10.4	10.7	10.9	11.1	10.7	0.4
天山山区	冬	-13.0	-13.2	-12.6	-12.0	-12.9	0.9
	春	2.4	1.9	1.9	2.3	2.1	0.2
	夏	13.1	13.2	13.4	13.6	13.2	0.4
	秋	1.2	2.1	1.5	2.4	1.6	0.8
	年	0.9	1.0	1.0	1.6	1.0	0.6

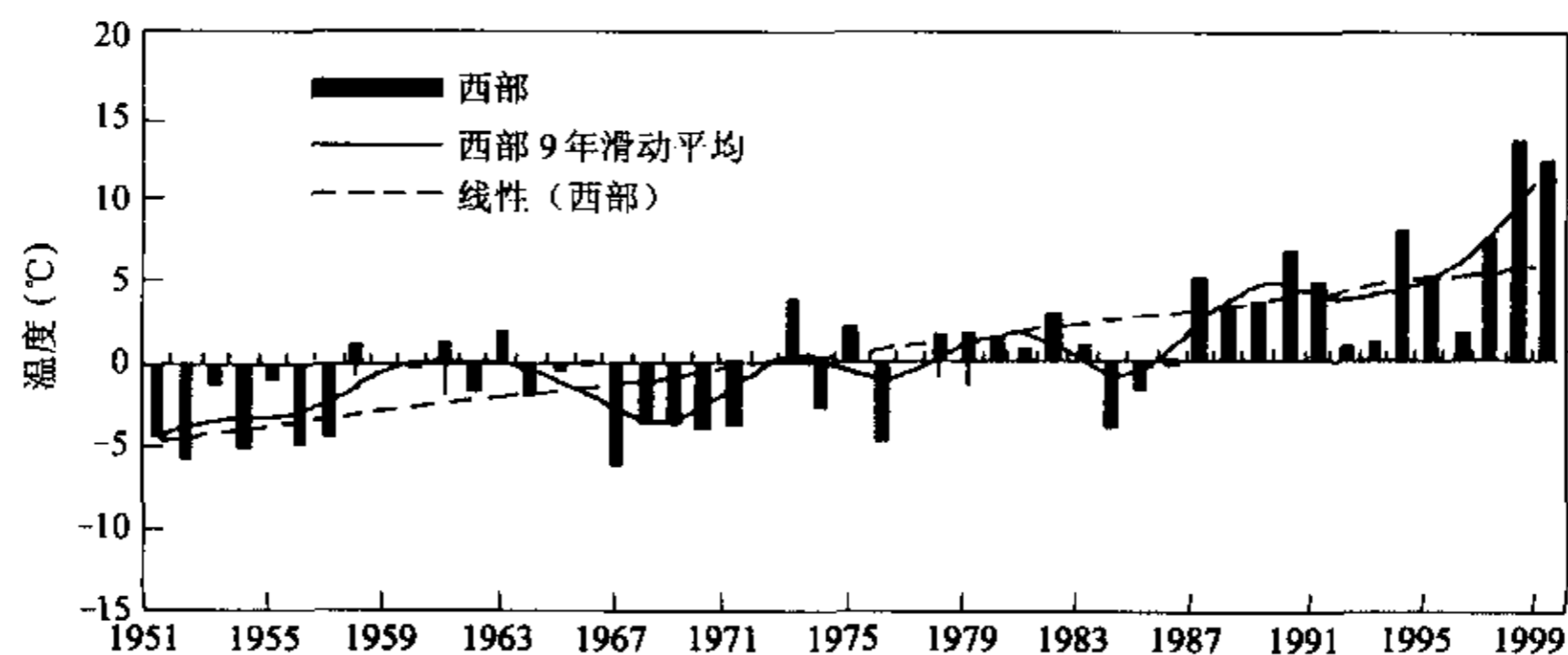


图 1 中国西部 1951~1999 年升温趋势

2.2 20 世纪 80 年代中期出现的暖湿信号

20 世纪 80 年代中期以来,新疆出现了气候由暖干向暖湿转变的记录(图 1)。近 40 多年来,新疆无论南北疆,还是天山与昆仑山区,降水都存在逐步增多的趋势。气象资料的统计表明,在过去的 40 年里,北疆地区 90 年代年降水量平均为 192.7 mm,与 80 年代的 191.6 mm 相当,与 60 年代和 70 年代相比,偏多 17.4%~18.0%,与 30 年平均值 173.0 mm 相比,年平均降水量增加了近 20 mm,偏多 11.4%;南疆地区 90 年代年降水量平均为 69.4 mm,与 60 年代相比,偏多了 43.4%,与 30 年平均值为 55.5 mm 相比,年平均降水量偏多 25.2%。由于天山山区气象站稀少,而且多在海拔 2 000 m 以下,其代表性差,据现有的 8 个站统计,90 年代年降水量平均为 448.4 mm,比 70 年代偏多 9.2%。与 30 年平均值 419.4 mm 相比,年平均降水量偏多 7.0%。王绍武等(2003)也证明,近 40 年是西部地区降水在 400 年中最多的时期。

21 世纪新疆降水量普遍呈增加趋势,2002 年上半年,新疆降水格外地多,伊犁河谷持续 20 多天中到大雨,降水量达 101.5~142.1 mm,为正常年份年降雨量的 60%。持续时间和降雨量均突破历史极值,为 50 年来第一次。乌鲁木齐 2002 年上半年降水量达 231 mm,比往年同期多近 1 倍。4 月份降水达 90 mm;2003 年 6 月份的降水量为历年同月的 2 倍多,达到 68.4 mm,为历史罕见。天山山区巴音布鲁克 2003 年 10 月份的降雪达到历史最高纪录。

随着新疆气候由暖干向暖湿转变,新疆主要河流径流量也出现了增加的趋势。塔里木河的主要源流——阿克苏河,20 世纪 60 年代~80 年代年平均径流量为 71.7 亿~73.3 亿 m^3 ,90 年代增加到 84.42 亿 m^3 ,其中 1998 年达到 101.54 亿 m^3 (图略)。

从 1996 年到 2000 年开都河年径流量均超过多年平均值 26 亿 m^3 ,其中 1996 年年径流量为 36 亿 m^3 ,1998 年上升到 37.4 亿 m^3 ,2000 年达到 50.04 亿 m^3 的历史峰值。北疆天山西部的河川径流变化情况与南疆天山西部一样,90 年代呈持续上升趋势,其中尤以玛纳斯河最为突出,2000 年年径流量超过多年平均径流量的 60% 以上(图 2)。总体上看,受天气、气候变化的影响,20 世纪 80 年代后期以来,新疆地表径流量呈现出上升趋势,1999 年新疆地表径流量高达 1 050 亿 m^3 ,为有记录以来的第二高峰值(胡汝骥等 2002b)。截至 2002 年 7 月底新疆有 20 条河流水位超过防汛警戒线,预计 2002 年新疆地表径流量会接近 1 100 亿 m^3 。

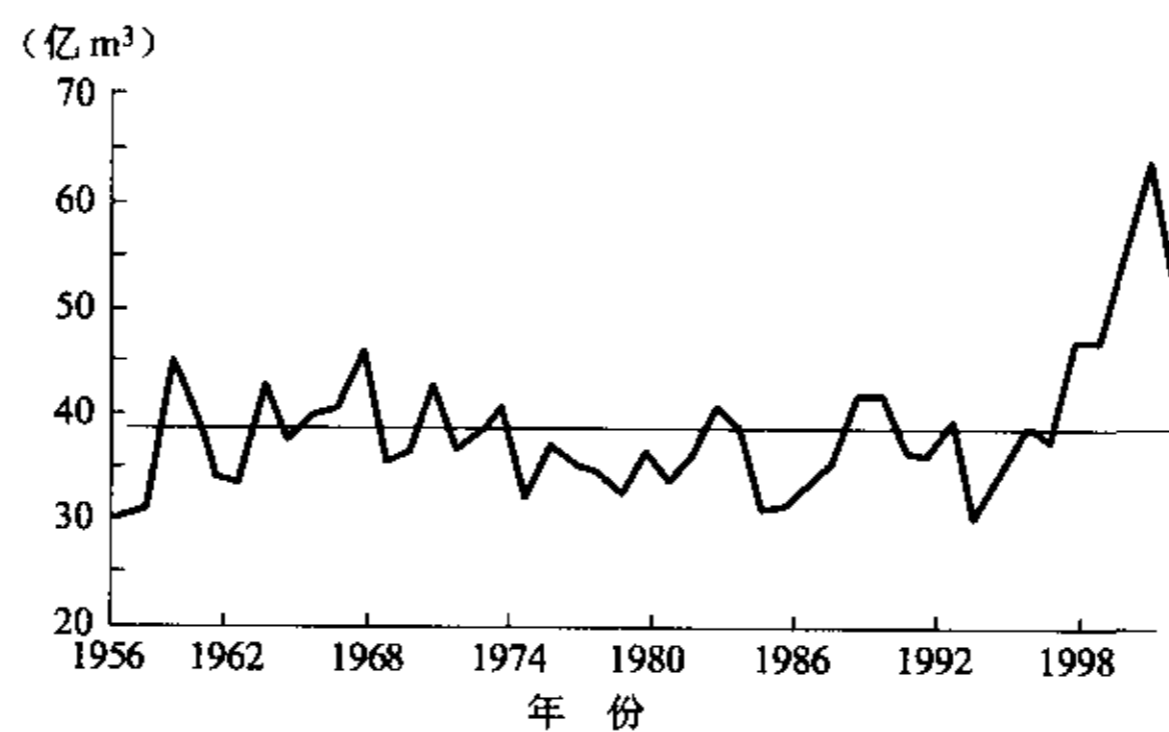


图 2 玛纳斯河径流量年际变化图(胡汝骥等 2002b)

在山区径流量大幅度增加的情况下,由于平原湖泊的入湖水量超过同期人工引用水量,和因蒸发增加所消耗的水量,一些多年萎缩的湖泊转为湖水位上升与湖面扩大(胡汝骥等 2002c)。博斯腾湖自 1987 年以来,湖水位持续上升,至 2001 年湖水位已恢复到 1956 年的 1 049 m 水平(图 3),而且持续到 2003 年的上半年。近 3 年还调水超过 8 亿 m^3 来拯救塔里木河下游“绿色走廊”。

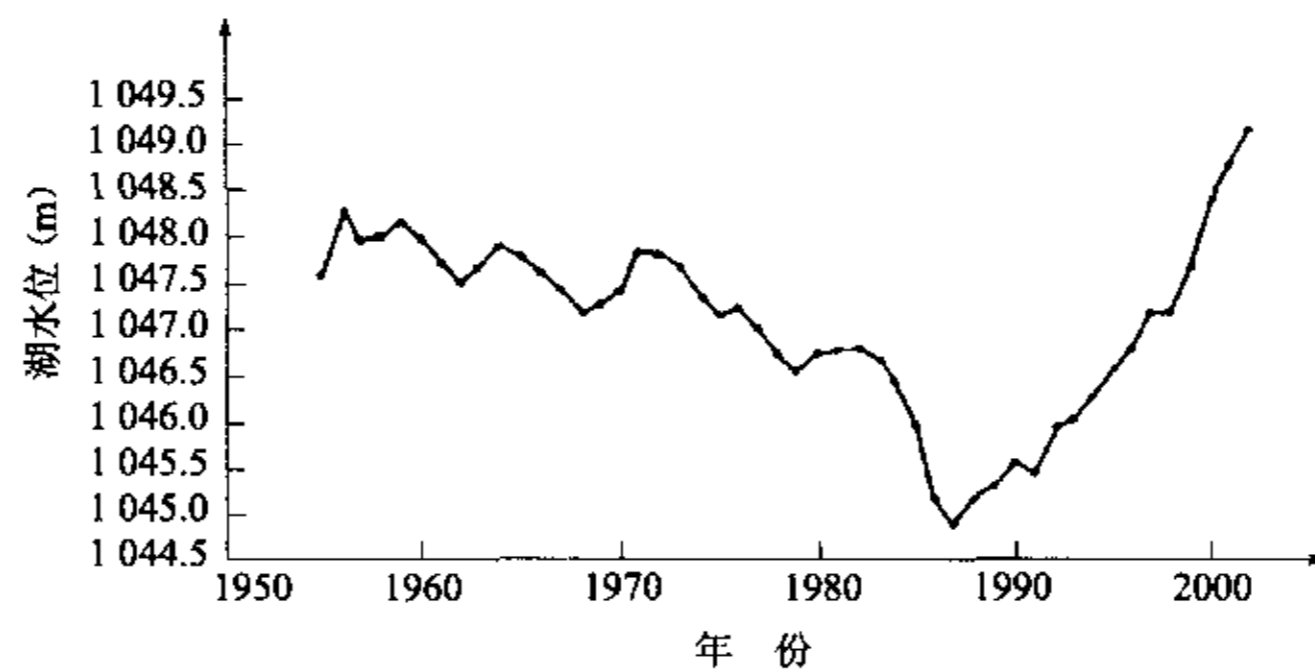


图 3 新疆中天山博斯腾湖水位变化

位于天山西段北麓的艾比湖在 1957~1987 年间,由于奎屯河断流,湖泊面积自 1 070 km^2 萎缩到 499 km^2 ,其后由于径流补给量(博尔塔拉河和精河)增加,到 2002 年 6 月湖水面积扩大到 1 064 km^2 。位于西天山的赛里木高山湖水位 20 世纪 90 年代以来,每年平均上升 3~5 cm。2002 年 7 月 25 日笔者量测到一年来湖水位上升 30 cm。其余如吐鲁番盆地的艾丁湖也有不同程度的扩大,干枯了多年的玛纳斯湖和台特玛湖也有洪水注入(胡汝骥等 2002c)。

内陆湖泊的水位变化是降水量、径流量与蒸发量平衡的结果。20 世纪 50 年代以来,新疆平原湖泊干涸的原因,虽然与气候变干有密切的关系,但是更大更主要的原因是人口骤增,耕地面积扩大,农田灌溉用水激增,减少了入湖水量。1987 年以来,连续十多年降水量增加,河川径流量增大,农田灌溉用水略减,致使入湖水量增加。上述事实充分说明新疆气候已从暖干向暖湿转变。

综合上述,可以得到这样一个认识,即新疆气候已经发生了由暖干向暖湿的转变,这种转变首先出现在受西风环流带影响的新疆地区,并且以中国境内天山西部最为强劲。

2.3 气候由暖干向暖湿转变的影响

气候由暖干向暖湿转变既有利于干旱区植被的恢复和扩大、生态与环境的改善,也有助于绿洲农牧业生产力的提高。笔者最近实地观察了北疆铁路沿线和博尔塔拉州及库尔勒部分地方,发现北疆铁路、公路沿线植被覆盖度普遍提高,沿线草被一片葱绿,尤其是过去起沙的北疆铁路蘑菇滩段草被、灌丛生长繁茂,昔日黄沙恶浪不见了,危害铁路交通的事件没有了,当地的生产 and 人民生活安定了,生态与环境得到很大程度的改善。马明国等(2002)利用卫星照片比较分析的结果表明,天山西部、伊犁河流域,新疆北部地区近 10 年来植被覆盖明显增加。天然植被状况的好转从另一个侧面证实了新疆气候环境在转变。

沙尘暴是冷空气入侵形成的大风吹蚀裸露地表沙尘物质(细土、细沙)的产物。植被状况的改善,湖泊水体面积的扩大,直接遏制了沙尘暴的发生。北疆精河 1991~1997 年沙尘

暴、扬沙的日数远小于前30年(表2)。

表2 1961年~1997年精河地区10年平均风沙日数($d \cdot a^{-1}$)

天气类型	1961~1970	1971~1980	1981~1990	1991~1997
扬沙	8.2	24.1	7.4	1.9
沙尘暴	3.5	7.3	7.1	0.4

资料来源:李遐龄主编,艾比湖生态演变趋势和综合治理的对策研究(新疆专家顾问团、新疆博尔塔拉州专家顾问团专题报告)。

由于降水量的增加和植被状况的好转,南疆和田地区的沙尘天气也明显减少。在20世纪的前4个十年里,和田地区的沙尘天气分别为36.1 d,32.5 d,31 d和26 d,而到90年代降为15.6 d(胡汝骥等2001)。丁一汇、王守荣(2001)也有相同的研究结果。李红军(2003)也表明,该地区沙尘天气到2002年一直呈下降趋势。

降水量突然增加形成洪水灾害是新疆气候由暖干向暖湿转变的另一重要标志。从图4可直观地看出在气候转变的1987年受灾面积较前几十年猛增了10倍左右。洪灾损失较大的1996年达到了48.28亿元(姜逢清等2002)。该年乌鲁木齐河水冲垮多处道路桥梁,并导致滑坡、泥石流发生。1999年7~8月伊犁河、玛纳斯河和塔里木水系主要河流相继发生洪水,25条河流出现了有实测资料以来的最大洪水。叶尔羌河出现了十多年来未遇的冰湖溃决大洪水,卡群站洪峰流量达 $6\,070\text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 。据报道,2002年春,伊犁河先期出现大洪水,到7月21~23日新疆除吐鲁番、哈密和库尔勒三地外,全疆大部分地区都接受了一场雨水的洗礼,特克斯县降水量达到68.4 mm,伊犁地区的特克斯河、喀什河和巩乃斯河水量均超过历史新高,达到50年一遇峰值。北疆的额敏、吉木乃,南疆的皮山、民丰、拜城、库车、和田和阿克苏也受到这场降雨的格外“关照”。拜城县5条河流水量全部超过历史最高水位,拜城县“身陷”洪水。渭干河流域最大进库洪峰流量达 $3\,540\text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$,24 h流量达 $2.15 \times 10^8\text{ m}^3$ 。在35 h内,克孜尔水库水位上升了6.07 m,洪水超过百年一遇。库车、沙雅与新和三县告急。7月23日吉木乃县城道路多处冲断,县城一片汪洋,居民院子里积水水深超过1 m,交通通讯中断,人民财产损失惨重。

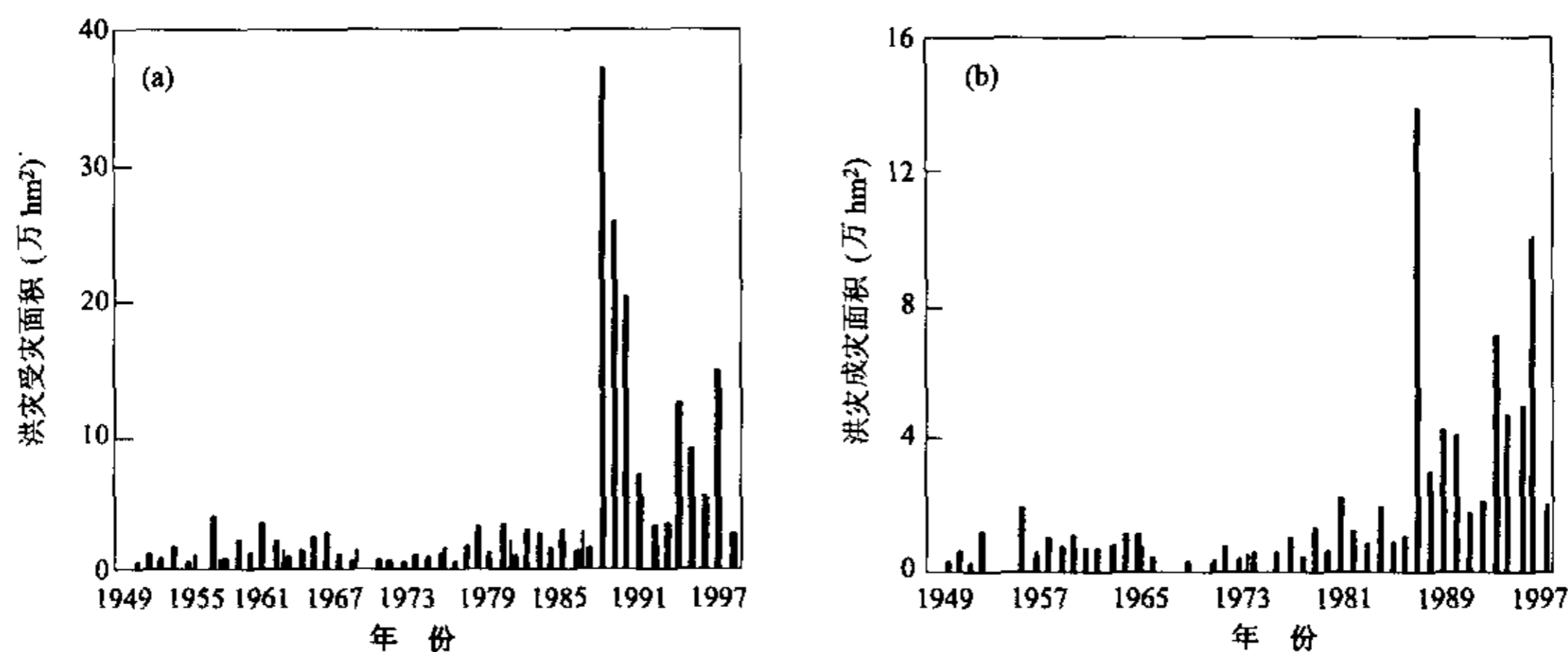


图4 新疆1950~1997年农田洪水灾害受灾面积(a)和成灾面积(b)

据最新统计,截至2002年7月31日,全疆共计13个地区(州)的64个县(市)的276个乡镇(镇)遭受洪涝灾害,受灾人口达92.5万人,有38人死亡,8人失踪;9.9万间房屋倒塌。农作物受灾面积总计达10.04万 hm^2 ,死亡牲畜15.4万头,毁坏公路606 km,共计直接经济损失13.5亿元。由于缺乏山区枢纽工程,宝贵的水资源白白流失,实在可惜。

3 讨论与结论

综上所述,气候转型在对新疆的生态与环境产生积极影响的同时,也给新疆带来了比较严重的洪涝灾害。新疆气候由暖干向暖湿转型是基于20世纪气候大幅度变暖的背景下,80年代中期以前暖干气候景情而言。以下是对问题的探讨。

3.1 区域气候模式的综合预测

汤懋苍等(2002)主要依据太阳黑子周期的变化,综合预测新疆、甘肃、青海等省区气温与降水变化(表3)。由表3可知,所预测的新疆未来气候状况为变暖和降水增加。

表3 综合预测新疆、甘肃、青海等省区气温与降水变化(赵宗慈等2002)

	年 代	新 疆	青 海	甘 肃
气温变化($^{\circ}\text{C}$)	2010	-0.1~0.3	-0.3~0.1	-0.1~0.3
	2030	0.8~1.2	0.8~1.2	0.9~1.3
	2050	1.9~2.3	2.2~2.6	1.9~2.3
降水变化(%)	2010	1~21	13~22	3~13
	2030	8~18	9~19	11~21
	2050	4~34	6~15	29~38

赵宗慈等(2002)引用过高学杰等中国区域气候模式模拟 CO_2 倍增下,中国西北升温 $2.5\sim 3.0^{\circ}\text{C}$,降水增加20%以上的预测结果。

上述模拟中,气温模拟的可信度较高,而降水模拟的不确定性很大。刘春蓁等(2002)学者认为,如果未来10~50年西北地区气温升高 2.1°C ,降水量增加14%~27%,未来西北地区径流量呈增加趋势,增幅为几到十几个百分点。但是,如果降水量仅增加几个百分点,径流将减少。赵宗慈等(2002)利用IPCC 2001报告的7个全球模式,预测21世纪末西北地区气温可能上升 $2.0\sim 8.5^{\circ}\text{C}$,变暖幅度将大大超过20世纪。

3.2 古气候相似支持气候向暖湿转变

许多古气候变化研究的结果表明,在历史上和史前时期(2000年前、6000年前和1万年前),亚洲中部包括我国青藏高原、西北、华北等地区曾出现过气温大幅度变暖,气候由暖干向暖湿转变的过程。与此相应,区域环境也呈现出了湖泊面积扩大、水量增多、生态与环境向良性方向发展的现象。这几次气候相对湿润期分别历时千年之久。

Shi等(1999)指出,古里雅冰芯和敦德冰芯分别具有接近2000年和400年达到10年分辨率的温度(以 $\delta^{18}\text{O}$ 代表)和降水(以积累量代表)记录,由其冷暖与干湿组合情况来看,

10 年际变化以冷湿和暖干占优势,百年际变化,多数是暖湿与冷干组合,少数是冷湿与暖干搭配。联系到孢粉、湖泊沉积、黄土与古土壤、古文献等记录千年际的变化,大体都是暖期降水多于冷期。古里雅冰芯记录中足以和 20 世纪温暖期相比的只出现在公元 270 年以前的汉朝(公元前 206~公元 220),但相应的高降水阶段则延后至 4 世纪,转入了低温阶段才结束。与 20 世纪变暖、21 世纪继续大幅度升温、促进水循环相当的相似古气候有 3 个阶段,即距今 2 700~1 700 年、距今 6 000~7 200 年和距今 30 000~40 000 年。

气候变化问题是一个非常复杂的科学问题。以上仅就目前出现的典型环境变化现象与事实,论述了新疆气候暖湿化转变的问题。鉴于这个问题在新疆的经济发展、水利建设、洪旱灾害预防、生态与环境保护、人民生活改善中的重要性,因而很有必要尽早加强对气候、水文、水资源、湖泊、冰川、生态和古气候等方面的监测与综合分析研究,为新疆长远社会经济与环境规划提供科学依据。

参 考 文 献

- 陈隆勋,邵永宁,张清芬. 1991. 近四十年我国气候变化初步分析[J]. 应用气象学报, 2(2): 164~174
- 丁一汇,王守荣. 2001. 中国西北地区气候与生态环境概论[M]. 北京:气象出版社
- 多斯塔耶夫 Ж, 图尔苏诺夫 А А. 1997. 伊犁—巴尔喀什地区自然资源的合理开发途径[A]. 见:加帕尔·买合皮尔, 谢维尔斯基 И В 主编. 人类活动对亚洲中部水资源和环境的影响及天山积雪资源评价[C], 35~42. 新疆乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社(K)
- 胡汝骥,樊自立,王亚俊等. 2001. 近 50 年新疆气候变化对环境影响的评估[J]. 干旱区地理, 24(2): 97~103
- 胡汝骥,姜逢清,王亚俊. 2003. 新疆雪冰水资源的环境评估[J]. 干旱区研究, 20(3): 187~191
- 胡汝骥,姜逢清,王亚俊等. 2002a. 新疆气候由暖干向暖湿转变的信号及影响[J]. 干旱区地理, 25(3): 194~200
- 胡汝骥,马虹,樊自立等. 2002b. 新疆水资源对气候变化的响应[J]. 自然资源学报, 17(1): 22~27
- 胡汝骥,马虹,樊自立等. 2002c. 近期新疆湖泊变化所示的气候趋势[J]. 干旱区资源与环境, 16(1): 20~27
- 加帕尔·买合皮尔,图尔苏诺夫 А А. 1998. 亚洲中部湖泊水生态学概论[M]. 新疆乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社(K)
- 姜逢清,朱诚,穆桂金等. 2002. 当代新疆洪旱灾害扩大化,人类活动的影响分析[J]. 地理学报, 57(1): 7~66
- 李红军. 2003. 艾比湖地区的输沙势分析[J]. 干旱区研究, 20(4): 321~325
- 刘春燕,施雅风,汤奇成等. 2002. 水文水资源变化预测[A]. 见:丁一汇主编. 中国西部环境演变评估(第二卷): 中国西部环境变化的预测, 47~93. 秦大河总主编. 北京:科学出版社
- 罗格平,陈曦,周可法等. 2002. 三江河流域绿洲时空变异及其稳定性研究[J]. 中国科学(D辑), 32(6): 521~528
- 马明国,角媛梅,程国栋. 2002. 利用 NOAA-CHAIN 监测近 10 年来中国西北土地覆盖的变化[J]. 冰川冻土, 24(1): 68~72
- 汤懋苍,柳艳香,冯松. 2002. 一个新的十年暖期可能已经来临. 高原气象, 21(2): 128~131
- 王绍武,蔡静宁,朱锦红等. 2003. 中国西部降水量增加了吗[J]. 气候变化通讯, 2(5): 8~9
- 王绍武,董光荣等. 2002. 中国西部环境演变评估(第一卷): 中国西部环境特征及其演变[A]. 秦大河总主编. 北京:科学出版社
- 杨青. 1998. 近 10 年新疆气候变化特征[J]. 新疆气象, 21(2): 9~12
- 杨云良,阎顺,贾宝全等. 1996. 艾比湖流域生态环境演变与人类活动关系初探[J]. 生态学杂志, 15(6): 43~49
- 袁玉江,李江凤,由希尧等. 1991. 北疆 500 年干湿变化特征[J]. 冰川冻土, 13(4): 315~322
- 赵宗慈,高学杰,汤懋苍等. 2002. 气候变化预测[A]. 见:丁一汇主编. 中国西部环境演变评估(第二卷): 中国西部环境变化的预测, 16~46. 秦大河总主编. 北京:科学出版社
- Shi Yafeng, Yao Tandong, Yang Bao. 1999. Decadal climatic variations recorded in Guliya ice core and comparison with historical documentary data from East China during the last 2000 years [J]. *Science in China (Series D)*, 42(Suppl.): 91~100