

近 44 年来我国西北地区干湿特征分析^{* 1}

王鹏祥¹⁾²⁾ 何金海²⁾ 郑有飞²⁾ 张强¹⁾

¹⁾(中国气象局兰州干旱气象研究所 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室
中国气象局干旱变化与减灾重点开放实验室, 兰州 730020)

²⁾(南京信息工程大学, 南京 210044)

摘 要

利用我国西北地区 1960—2003 年 131 个测站降水和小型蒸发皿蒸发量资料,综合考虑降水和蒸发这两个水分平衡最关键的分量构造了降水蒸发均一化干湿指数,进而研究了西北地区干湿的时空演变特征。结果表明:一致性异常是西北地区近 44 年干湿特征的最主要空间分布模态;西北地区干湿异常特征主要分为西风带气候区型,高原气候区型和季风气候区型;整个西北地区及其西风带气候区、高原气候区年干湿特征呈较为显著的变湿趋势,大约在 20 世纪 70 年代中期均发生了由干向湿的突变,而季风气候区表现为变干趋势,并且在 90 年代前期发生了由湿向干的突变;整个西北地区及各分区近 44 年来主要以年代际周期振荡为主。

关键词: 西北地区; 干湿特征; 时空演变

引 言

我国西北地区地处青藏高原北部和东北部,远离海洋,是全球同纬度最干旱的地区之一^[1],同时这里受西风带气候、高原季风和东亚季风气候影响,降水变率大,干旱频率高,是我国气候变化的敏感区和生态脆弱区^[2]。当前全球变暖日益显著,而全球变暖驱动复杂的水循环变化,可能导致近十几年来西北大部分地区气候环境发生变化,出现降水与径流增加,冰川消融加速,湖泊水位上升,大风与沙尘暴日数减少,极端天气气候事件增多等现象^[3-6]。研究表明:西北气候可能正在由暖干向暖湿转型,但还有待综合考虑其他气候要素来做深入分析^[7-10]。干湿气候是否转型根本上取决于水循环的变化状况,蒸发是水循环中重要组成部分,它和降水、径流一起决定着一个地区的水分平衡。全球变暖可能会导致陆地上水体蒸发量上升,势必引起水循环的一系列变化。但目前分析蒸发皿观测的蒸发量时,却发现有些区域平均的蒸发皿观测的蒸发量存在稳定的下降趋势^[11-14]。王鹏祥等^[15]分析表明,近 44 年来西

北地区水面蒸发量表现为显著的减少趋势,且在 1976 年左右发生了减少突变,整个西北地区平均地面风速减少、日照时数减少、平均日较差减少、相对湿度增加及平均低云量增加可能是水面蒸发量减少的重要原因。

以前关于西北地区干湿特征的研究,主要是针对降水量而进行的^[7-9,16-19],很少有人综合考虑降水和蒸发两个水分平衡的重要分量来分析西北地区的干湿演变特征。降水量与蒸发量是代表一个地区水分平衡的两个方面,因此综合考虑降水和蒸发这两方面水分收支情况来研究该地区的干湿气候转型是可行的,这对我国西部生态环境与社会经济诸多方面均具有重大的现实意义和深远的战略意义。

1 资料及方法

本文选用我国西北地区(陕、甘、宁、青、新、内蒙古西部)1960—2003 年 131 个台站降水和小型蒸发皿观测的蒸发量资料,通过降水量与蒸发量的标准化距平之差定义了降水蒸发均一化干湿指数(以下简称均一化干湿指数)如下:

* 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX3-SW-229)、中国气象局气候变化专项“气候变化对祁连山区冰雪水资源影响的研究”(CCSF2007-26)和西部开发科技行动重大项目“祁连山空中云水资源开发利用研究”(2004BA901A16)共同资助。

2007-04-03 收到,2007-09-09 收到再改稿。

$$I = \frac{\Delta R}{\sigma_R} - \frac{\Delta E}{\sigma_E} \quad (1)$$

式(1)中, $\Delta R, \Delta E, \sigma_R, \sigma_E$ 分别为降水量和蒸发量的距平和均方差。从式(1)可以看出降水蒸发均一化干湿指数正负值分别对应湿和干两种异常状态。由于本干湿指数既考虑了降水和蒸发两个分量, 是表示水分平衡的一种综合指标, 它反映的信息要比降水更丰富^[20]。

利用降水量和蒸发量构建的各站均一化干湿指数序列的基础上, 运用 EOF 和 REOF、趋势分析^[21]、M-K 突变检测^[22]、Morlet 小波分析^[23] 等气候诊断方法, 进而对我国西北地区近 44 年来的干湿演变特征

进行分析。

2 西北地区年干湿指数异常空间分布特征

2.1 空间分布特征

对西北地区 131 个测站年降水蒸发均一化干湿指数场进行 EOF 分析, 其第 h 个特征向量的方差拟合率 ρ_h 及前 h 个特征向量的方差贡献率 P_h 见表 1。由表 1 可见, 前 3 个特征向量拟合了西北地区年干湿指数总方差的 55.3%。因此, 前 3 个特征向量基本可以反映出西北地区年干湿指数的空间分布特征。

表 1 EOF 分析的前 10 个特征向量的方差贡献率(单位: %)

Table 1 The contribute percentage of filed variance first ten PC (unit: %)

序号(h)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
方差贡献(ρ_h)	31.39	15.56	8.35	5.93	5.64	3.88	2.67	2.27	2.00	1.79
方差累积贡献(P_h)	31.39	46.95	55.30	61.23	66.87	70.75	74.63	76.90	78.90	80.69

图 1 是前 3 个载荷向量的空间分布图。第 1 载荷向量场(VL1)除青海南部极小部分地区外, 几乎整个西北地区表现为一致的正值, 载荷量最大值在河套一带, 表明整个西北地区一般受大尺度气候系统的影响, 表现为一致的干旱或湿润, 该模态占总方差的 31.39%。第 2 载荷向量场(VL2)表现为西北与东南部反向变化特征, 具体来说, 位于青海东南部、甘肃河东、宁夏南部及整个陕西的西北东南部为负值区, 而西北地区西北部为一致的正值区, 这主要是由于西北地区东南部属季风影响区, 而其西北部属西风带影响区, 所以造成其干旱的位相变化不一致, 该模态占总方差的 15.56%。第 3 载荷向量场(VL3)表现为西南

与东北部反向变化特征, 具体来说, 位于新疆东北部、甘肃中部及陇东地区、宁夏、陕北及 111°E 以西的内蒙古地区为正值区, 而其他区域为负值区, 这种分布可能与影响西北地区的北方系统有关, 由于高原等高大大山脉的阻挡, 北方下滑的冷空气容易使新疆东北部、甘肃中部及陇东、宁夏、陕北及 111°E 以西的内蒙古地区形成降水。该模态占总方差的 8.35%。由于前 3 个载荷向量占总方差的 55.20%, 所以可以认为它们是西北地区年干湿分布最主要的分布模态。将以上 3 个模态同西北地区年降水的 EOF 分解所得到的前 3 个模态比较发现, 它们之间存在明显的差异, 所以降水蒸发均一化干湿指数是值得研究的。

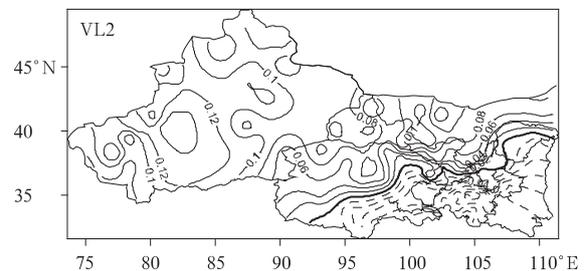
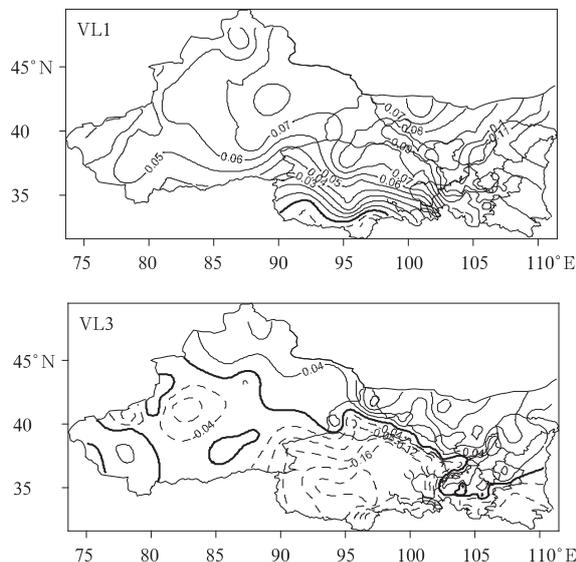
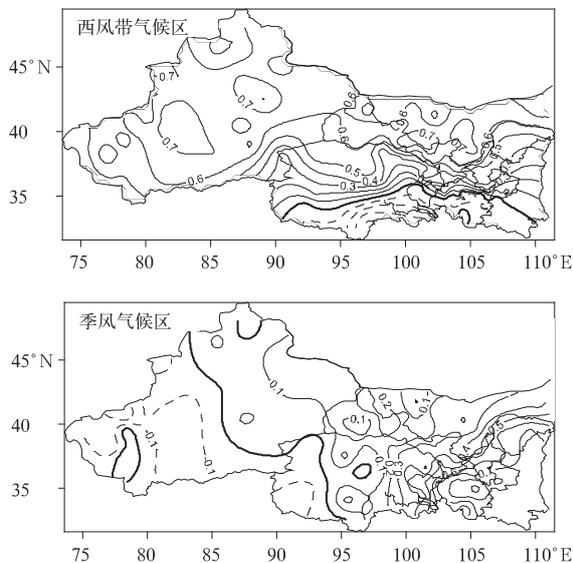


图 1 前 3 个载荷向量的空间结构分布图

Fig. 1 The space patterns of the first three loading vectors from EOF analysis

2.2 气候分区

以上讨论了西北地区年干湿指数的总体空间异常分布特征,可以看出既有一致的方面,也存在明显的地域差异,为了进一步说明西北地区年干湿特征的地域特点,在主成分分析的基础上,取前几个载荷向量及对应的主成分参加旋转。通过对比前几个载荷向量方差贡献率发现,第 3 个特征向量同第 4 个特征向量贡献率之差仅为 2.42,而第 4 个同第 5 个之差为 0.29,根据 Screen 法则^[24]选取前 3 个特征向量进行旋转比较合理,所以本研究只选取前 3 个特征向量进行旋转进而得到年降水蒸发均一化干湿指数场的 3 个主要空间异常气候区(图 2)。西北地区降水的地区差异比较明显,所以以往众多专家^[16]将整个西北分成 5 个或 6 个分区。这也说明利用降水量和蒸发量构造的降水蒸发均一化干湿指数比较理想地反映



出西北地区近年来干湿变化的一致性特征。

第一分区:西风带气候区。旋转载荷量 RVL1 大值区位于新疆、甘肃黄河以西及 111°E 以西的内蒙古黄河以北地区,其中载荷值最大的 4 个站分别是新疆的吐鲁番 0.81、拜城 0.76 和内蒙古的阿拉善右旗 0.79、巴音毛道 0.77。

第二分区:高原气候区。旋转载荷量 RVL2 大值区位于青海高原上,其中载荷值最大的 4 个站分别是青海的伍道梁 -0.76、诺木洪 -0.69、恰卜恰 -0.67 和清水河 -0.66。

第三分区:季风气候区。旋转载荷量 RVL3 大值区位于甘肃黄河以东、宁夏、陕西及位于 111°E 以西的内蒙古黄河以南地区,其中载荷值最大的 4 个站分别是甘肃的秦安 0.91、静宁 0.91、华家岭 0.91 和通渭 0.90。

图 2 REOF 前 3 个载荷向量场的空间结构分布

Fig. 2 Distribution of REOF-given the first three loading vector fields

综合以上分析发现,西北地区干湿异常可以分为西风带气候区、高原气候区和东亚季风气候区,简称西风区、高原区和季风区。这同施雅风等^[7-9]提出的西北地区 3 个干湿转型特点不同的区域完全吻合。

3 西北地区及各分区年降水蒸发均一化干湿指数时间演变特征

3.1 年际、年代际变化及趋势分析

为了搞清楚西北地区及各分区年干湿特征的年际、年代际演变特征,图 3 给出了西北地区及各分区年降水蒸发均一化干湿指数 EOF 分解的第 1 特征

向量时间系数序列及其线性(实线)和六阶(虚线)拟合曲线。从图 3a 可以看出,西北地区从 20 世纪 60 年代到 90 年代初时间系数在波动变化中缓慢增加,90 年代前期到中后期呈明显减小,而在近几年来又明显的增加。从线性变化趋势看,近 44 年来 EOF 分解的第 1 特征向量时间系数呈明显的增加趋势,转折点发生在 1982 年,在其之前的 22 年中有 9 年为正,而且其中有 7 年的正值较小,在 1982 年之后的 22 年中只有 8 年为负,且负值的绝对值明显小于 70 年代以前,结合 EOF 第 1 模态空间特征来看,西北地区近 44 年来呈变湿趋势。

图 3b 是西风区干湿指数 EOF 第 1 特征向量时间系数序列时间演变图,从六阶时间趋势反映出该

区 44 年来时间系数在波动中一直增大,特别在最近几年增大趋势更明显,在 1982 年之前的 22 年中只有 3 年为正值,而在 1982 年之后的 22 年中只有 6 年为负,特别在 80 年代末期以后的 3 个负值绝对

值很小,从线性趋势变化来看,44 年来表现为很明显的增大趋势,结合西风区 EOF 第 1 模态(略)空间分布可以看出,该区 44 年来表现为显著的变湿趋势。

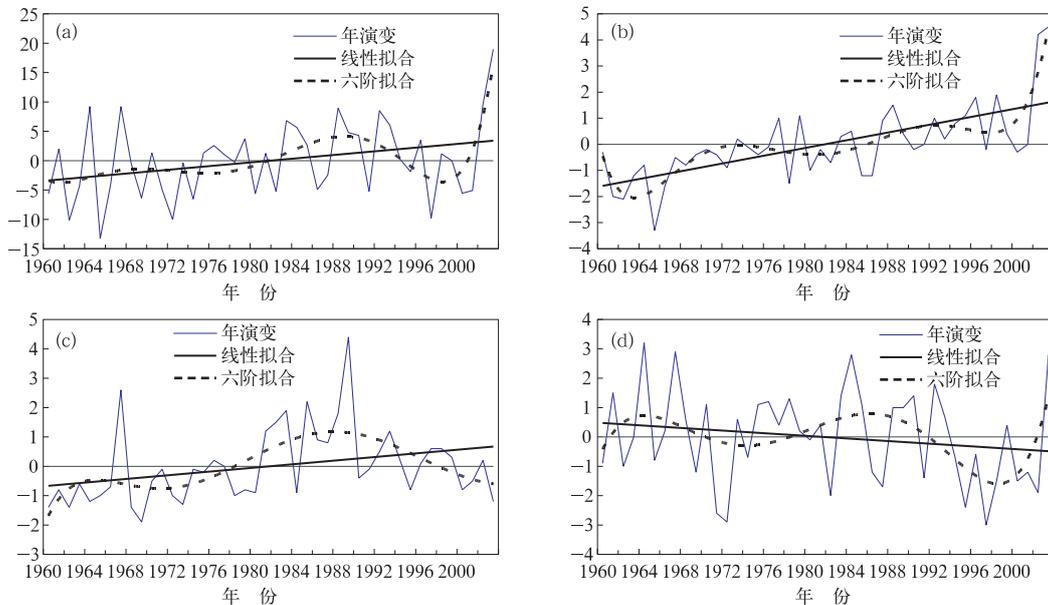


图 3 西北地区及各分区年干湿特征的时间演变及线性和六阶拟合曲线

(a) 西北地区, (b) 西风区, (c) 高原区, (d) 季风区

Fig. 3 Temporally-varying and linear, six step fitting curve of arid and moist change in Northwest China and every sub-region

(a) Northwest China, (b) westerly belt region, (c) plateau region, (d) monsoon region

从高原区干湿指数 EOF 第 1 特征向量时间系数序列时间演变(图 3c)可以看出,从 20 世纪 60 年代初到 80 年代后期时间系数在波动中增大,从 90 年代开始又呈明显的下降趋势,在 1982 年之前的 22 年中只有 2 年为正,而在之后的 22 年中只有 7 年为负值,特别在 80 年代普遍为正值,且绝对值很大,而近几年来以负为主,结合该区 EOF 第一模态空间分布(略)可以看出,该区从 60 年代初到 80 年代末期呈变湿趋势,而 80 年代末期以来呈变干趋势。

图 3d 为季风区 EOF 第 1 特征向量时间系数序列干湿指数时间演变图,从六阶时间趋势拟合线可以看出,20 世纪 60 年代和 80 年代时间系数为正值,而 70 年代和 90 年代干湿指数表现为负值,但是 80 年代以来的波动振幅明显强于 60 和 70 年代,而从线性趋势拟合线可以看出,近 44 年来季风区时间系数呈减小趋势,结合该区 EOF 第 1 模态空间分布(略)可以看出,季风区近 44 年来有变干的趋势。

为了进一步了解整个西北地区以及 3 个分区年

干湿特征长期变化的趋势程度,分别求出了相应时间系数序列的气候趋势系数(表 2)。从整个西北地区来看,近 44 年来的趋势系数为 0.32,该值通过了 0.05 的显著性检验,也就是说近 44 年来整个西北区表现出了显著的变湿趋势;西风区的趋势系数高达 0.67,该值已通过了 0.001 的显著性检验,所以西风区近 44 年来的变湿趋势是相当显著的;高原区的趋势系数同整个西北区的完全一致,所以该区近 44 年来也表现出了显著的变湿趋势;而季风区 44 年来的趋势系数为 -0.18,该值没有通过 0.05 的显著性检验,所以可以说季风区 44 年来表现为弱的变干趋势。

表 2 西北地区及各分区年干湿变化的趋势系数
Table 2 Tendency coefficient of arid and moist change in Northwest China and every sub-region

分区	西北地区	西风区	高原区	季风区
趋势系数	0.32	0.67	0.32	-0.18

3.2 突变检测

通过对西北地区及 3 个分区 EOF 分解所得的第

1 模态时间系数进行 M-K 检测,结合各区第 1 模态空间分布发现,西北地区(图 4a)从 20 世纪 70 年代初表现为明显的变湿趋势,在 90 年代初期这种趋势更为显著,在 1974 年发生了由干向湿的突变;西风区(图 4b)从 60 年代初就表现出了明显的变湿趋势,并且在 70 年代初期至今这种趋势非常显著,大约在 1976 年

发生了由干向湿的突变现象;高原区(图 4c)从 60 年代后期开始表现出变湿趋势,而 80 年代初期至今这种趋势表现得更为显著,突变大约发生在 1973 年;季风区(图 4d)在 70 年代后期到 90 年代初期干湿特征表现为波动变化,而之后表现出了明显的变干趋势,大约在 1994 年发生了由湿向干的突变。

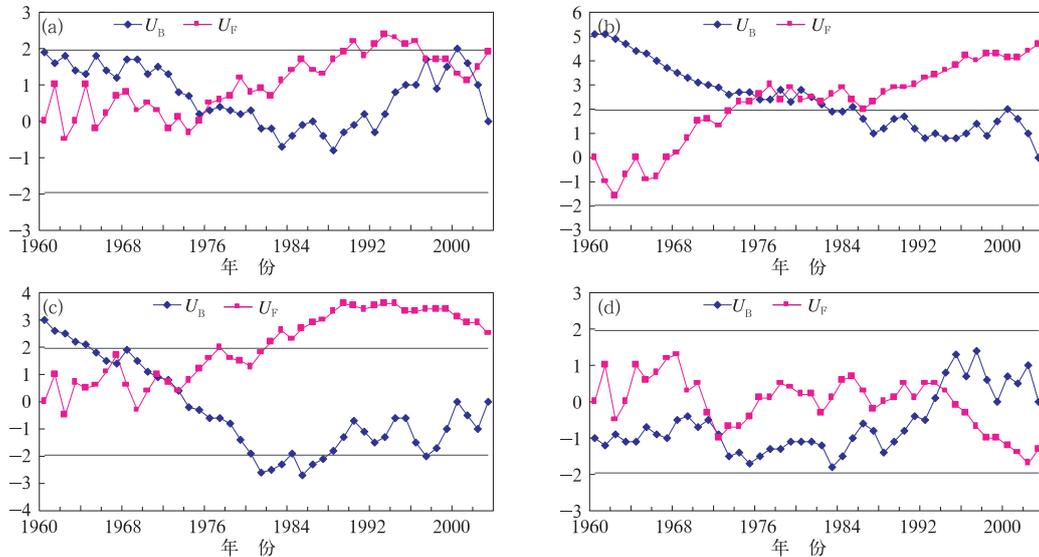


图 4 西北地区及各分区年干湿变化的 M-K 检测曲线

(a) 西北地区, (b) 西风区, (c) 高原区, (d) 季风区

(图中两直线为 $\alpha = 0.05$ 显著性水平临界值, U_F, U_B 为 Mann-Kendall 统计量)

Fig. 4 M-K check curve of arid and moist in Northwest China and every sub-region
(a) Northwest China, (b) westerly belt region, (c) plateau region, (d) monsoon region
(two lines are for 0.05 significance level critical value; U_F, U_B are M-K statistics)

从以上的分析发现西风区同高原区近 44 年来发生了由干向湿的突变现象,并且突变点大约在 20 世纪 70 年代中期,而季风区在 90 年代前期发生了由湿向干的突变现象,从整个西北地区来讲,其干湿特征大约在 70 年代中期发生了从干向湿的突变现象,这同施雅风提出的西北气候可能正在由暖干向暖湿转型的科学推断是相吻合的。以夏季为例,王鹏祥等^[10,25]通过对夏季北极涛动和东亚夏季风与西北地区夏季降水及干湿指数年代际关系的分析表明,西北地区干湿状况东南部与西北部空间变化的这种不一致性与 1976 年前后大气环流调整、北半球中纬度西风带加强和夏季风减弱有关。

3.3 周期分析

为了解西北地区年干湿特征的周期变化特征,本文对西北地区及各分区年降水蒸发均一化干湿指数进行 EOF 分解所得的第 1 模态时间系数序列进

行小波分析,从 Morlet 小波变换系数(实部)等值线图(图略)可以发现,西北区年干湿特征在近 44 年来一直存在准 13 年和准 9 年的周期振荡。相比较,准 13 年的周期振荡振幅较强,另外在 20 世纪 60 年代到 70 年代中期还存在准 3 年周期振荡,80 年代至今也存在准 5 年的周期振荡,但振幅较弱。西风区近 44 年来一直存在准 15 年周期振荡,另外在 90 年代中期之前也存在准 11 年的周期振荡,但振幅明显偏弱,准 5 年和准 7 年的周期在 80 年代中期以后也有所反映。高原区在 44 年来一直存在准 8 年和准 11 年的周期振荡,但振幅强度偏弱,80 年代之前存在的准 18 年周期在 80 年代以后逐渐变为准 20 年的周期,另外 60 年代和 80 年代中期到 90 年代中期还存在准 4 年的周期振荡。季风区近 44 年来一直存在准 13 年的周期振荡,而且振幅强度较强,60 年代中期到 90 年代中期准 8 年的周期振荡也表现

得较为清楚,另外70年代以来还存在准5年的周期振荡,还有70年代中期以前也存在准3年周期振荡,不过准3年和准5年的年周期振荡振幅偏弱。

通过以上的分析可以看出,不论是整个西北地区还是各个分区,其干湿特征主要以8年以上的年代际振荡为主,而3~5年的年际振荡各区均有所反映,但振幅强度偏弱。

4 结 论

1) 一致性异常是我国西北地区年干湿特征的最主要空间分布模态,西北地区西北部同东南部以及东北部和西南部呈反相变化特征也是西北地区年干湿特征异常的两个重要模态。

2) 我国西北地区年干湿异常特征可以分为西风带气候区、高原气候区、季风气候区3个关键区域。

3) 近44年来整个西北地区、西风带气候区、高原气候区年干湿特征表现为显著的变湿趋势,大约在20世纪70年代中期均发生了从干向湿的突变现象,其中以西风带气候区的变湿趋势最为显著,高原气候区次之。而西北地区东南部的季风气候区干湿状况有变干趋势,大约在90年代前期发生了从湿向干的突变现象。

4) 尽管整个西北地区以及3个关键区全年干湿特征的周期变化不完全一致,但其主要以8年以上的年代际振荡为主,而3~5年的年际振荡各区均有所反映,但振幅强度偏弱。

参 考 文 献

- [1] 张强,胡隐樵,曹晓彦,等.论西北干旱气候的若干问题.中国沙漠,2000,20(4):357-362.
- [2] 谢金南,李栋梁,董安祥,等.甘肃省干旱气候变化及其对西部大开发的影响.气候与环境研究,2002,7(3):359-369.
- [3] 丁永建,叶伯生,刘时银.祁连山中部地区40 a来气候变化及其对径流的影响.冰川冻土,2000,22(3):193-198.
- [4] 董安祥,王鹏祥,林彬,等.中国气象灾害大典(甘肃卷).北京:气象出版社,2005:76-82.
- [5] 王鹏祥,王宝鉴,黄玉霞,等.青海高原近43年夏季空中水汽分布及演变特征.高原气象,2006,26(1):60-65.
- [6] 王鹏祥,杨金虎.中国西北近45 a来极端高温事件及其对区域性增暖的响应.中国沙漠,2007,27(4):649-665.
- [7] 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.冰川冻土,2002,24(3):219-226.
- [8] 施雅风,沈永平,李栋梁,等.中国西北部气候由暖干向暖湿转型的特征和趋势探讨.第四纪研究,2003,23(2):152-164.
- [9] 施雅风.中国西北气候由暖干向暖湿转型问题评估.北京:气象出版社,2003.
- [10] 王鹏祥,何金海,郑有飞,等.夏季北极涛动和东亚夏季风对西北夏季降水南北差异的影响.地球科学进展,2007,22(增刊):168-173.
- [11] Ohmura A, Wild M. Is the hydrological cycle accelerating? *Science*, 2002, 298: 1345-1346.
- [12] Peterson T C, Golubev V S, Groisman P Y. Evaporation losing its strength. *Nature*, 1995, 377: 687-688.
- [13] 邱新法,刘昌明,曾燕.黄河流域近40 a蒸发量的气候变化特征.自然资源学报,2003,18(4):437-441.
- [14] Thomas A. Spatial and temporal characteristics of potential evapotranspiration trends over China. *International Journal of Climatology*, 2000, 20(4): 381-396.
- [15] 王鹏祥,杨金虎,张强,等.近半个世纪来中国西北地面气候变化基本特征.地球科学进展,2007,22(6):649-656.
- [16] 李栋梁,谢金南,王文.中国西北夏季降水特征及其异常分析.大气科学,1997,21(3):331-340.
- [17] 谢金南.甘肃省干旱气候变化及其对西部大开发的影响.气候与环境研究,2002,7(3):359-369.
- [18] 李栋梁,陈丽平.青藏高原地面加热场强度与东亚环流及西北初夏旱的关系.应用气象学报,1999,10(4):383-391.
- [19] 湛芸,李强,李泽椿.青藏高原东北部强降水天气过程的气候特征分析.应用气象学报,2006(增刊):98-103.
- [20] 刘恒,钟华平,顾颖.西北干旱内陆河区水资源利用与绿洲演变规律研究——以石羊河流域下游民勤盆地为例.水科学进展,2001,9(3):378-384.
- [21] 施能.气象科研与预报中的多元分析方法.北京:气象出版社,2002:120-122;143-146.
- [22] 符淙斌,王强.气候突变的定义和检测方法.大气科学,1992,16(4):482-493.
- [23] 林振山,邓自旺.子波气候诊断技术的研究.北京:气象出版社,1999.
- [24] Cattell R B. The screen test for the number of factor. *Multivar Res*, 1996, 1:245-276.
- [25] 王鹏祥,何金海,郑有飞,等.夏季北极涛动与西北夏季干湿特征的年代际关系.中国沙漠,2007,27(5):883-889.

Aridity-wetness Characteristics over Northwest China in Recent 44 Years

Wang Pengxiang¹⁾²⁾ He Jinhai²⁾ Zheng Youfei²⁾ Zhang Qiang¹⁾

¹⁾ (*Lanzhou Institute of Arid Meteorology of CMA, Key Laboratory of Arid Climate Change and Reducing Disaster of Gansu Province, Key Laboratory of Arid Climate Change and Disaster Reduction of CMA, Lanzhou 730020*)

²⁾ (*Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044*)

Abstract

Northwest (NW) China covers Xinjiang, Qinghai, Ningxia, Shaanxi and the western part of Inner Mongolia; it is located to the north and northeast of the Qinghai-Tibetan Plateau, far away from oceans. This extensive region is one of the aridest areas in the world and also a principal arid and semi-arid expanse in China, including totally 85% of such land in China. This region is under the impacts of westerly, plateau and monsoon climates so that rainfall undergoes great variability and there is a high frequency of drought, serving as a zone sensitive to climate change and ecologically vulnerable. The inference is presented by Shi Yafeng that the NW climate is changing from a dry, warm one to a moist, warm stage one, which is awaited for further studies with more climate elements. Whether climate pattern changes or not depends completely on the change in hydrological cycle whose critical ingredient is evaporation, by which, in combination with rainfall and runoff, a regional hydrological equilibrium is determined. Rainfall is focused on by previous studies on NW China climate change and the pattern conversion and it is considered by few researchers whether the climate is changing from a warm, dry one to a warm, moist pattern by means of rainfall and evaporation in combination, which are two no negligible aspects of water equilibrium on a regional basis. It is apparent that drought is led to by deficient precipitation and evaporation would increase such that it is feasible to take into account the budget of rainfall and precipitation in the study on transformation of arid-moist climate for the NW China, which is of far-reaching strategic and practical significance to NW China socio-economic development. Based on 1960—2003 rainfall and small-sized evaporation pan measurements from 131 stations in NW China, an aridity-wetness homogenized index of rainfall and evaporation is proposed as the crucial components of hydrological equilibrium, with EOF, REOF, tendency analysis, M-K sudden change check and Morlet wavelet analysis, the aridity-wetness evolution characteristic is analyzed over northwest China in recent 44 years. Results show that a regional consistent anomaly serves as the paramount mode of the 1960—2003 yearly dry and wet features, as well as the opposite feature in the NW (NE) to the SE (SW) which is also the important mode for the annual dry and wet abnormality. The space patterns for the arid and moist anomaly include the westerly, tableland and monsoon climates. The annual arid and wet features display greatly humidification trends in the whole NW, westerly and tableland climate zones, with the westerly climate humidification stronger than the trend of the tableland sub-zone, their abrupt change is from arid to moist in the mid-1970s. While the area on the fringe of monsoon climate in the southeast of NW China shows a trend of turning aridity, their abrupt change is from moist to arid in the early 1990s. In spite of the period surge which is not the same as in NW and three key climate zones, inter-decadal oscillation of over 8-year is a main period in all regions, 3—5-year inter-annual surge is also shown in all regions, but the intensity of amplitude is weak.

Key words: Northwest China; drought and moist characteristics; temporal and spatial evolution