

气候变化与人类活动对共和盆地生态环境的影响

郭连云¹, 丁生祥², 汪青春³

(1. 青海省海南州气象局, 青海 共和 813000; 2. 青海省同德县气象局, 青海 同德 813201; 3. 青海省气候中心, 青海 西宁 810001)

摘 要: 利用共和盆地共和、贵南 2 个气象站 1961~2006 年 46 年逐月平均气温和降水量资料, 分析了年和四季的气候特征及气候变化趋势, 并对气候突变进行了检验。结果表明: 近 46 年来共和盆地表现出气温升高、降水量呈微弱增加、地表蒸发量增大的变化趋势, 并且在 20 世纪 90 年代后期变化趋势更加明显。这种气候变化趋势加速了共和盆地草地退化和沙化, 同时人类活动又加剧了共和盆地草地的退化和沙化趋势。

关键词: 共和盆地; 草地; 气候暖干化; 草地沙化

中图分类号: S161 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)01-0219-08

共和盆地位于青海共和县和贵南县境内, 是祁连山与昆仑山的过渡带, 位于青藏高原东北部, 在青海南山与巴颜喀拉山之间, 黄河在其腹部的半圆形流程达 400 km, 其流域面积占黄河发源地总面积的 10.5%。盆地东西长约 210 km, 南北 60 km, 总面积 13 800 km², 在气候类型上属于高寒干旱荒漠和半干旱草原过渡区域, 由于共和盆地处于黄河上游源区, 奠定了它成为黄河水源涵养和生态保护功能的特殊地位。它的保护和退化对于黄河上游地区的生态建设和环境保护, 以及区域社会经济的可持续发展都有着十分重要的影响。近几十年来, 由于自然环境的改变和人为因素的影响, 共和盆地的荒漠化发展迅速, 草原沙化、湿地萎缩和鼠害猖獗已经达到令人触目惊心的地步, 达赉海等小湖泊已经干涸。共和盆地的生态环境演变直接影响着青海湖及其区域畜牧业的可持续发展, 更大尺度上, 共和盆地气候的时空变化又是影响黄河中下游气候、水文循环和水土资源利用的重要因子之一^[1]。潘宏元等^[2]对共和盆地生态环境恶化原因进行了分析, 提出了治理措施; 杨世琦等^[3]对共和盆地土地沙漠化因素进行了定量研究; 孙建光等^[4]对共和盆地年平均温度的时空变化及其对气候的影响进行了分析, 但对共和盆地气候变化及其对草地退化等生态环境影响方面的研究尚不多见, 本文就这一问题进行了一些探讨。

1 资料与方法

1.1 资料选取

选取了共和、贵南两个气象站 1961~2006 的逐

月气温、降水量资料进行统计分析, 四季划分春季为 3~5 月, 夏季为 6~8 月, 秋季为 9~11 月, 冬季为 12 月到翌年 2 月。

1.2 方法

1.2.1 地表蒸发量(E)的计算公式为^[5]

$$E = \frac{3100R}{3100 + 1.8R^2 \exp(-\frac{34.4T}{235.0 + T})}$$

式中, E 为月蒸发量, R 为月降水量, T 为月平均气温。

利用 2 个气象站逐月气温和降水量求取共和盆地各月及年的地面蒸发量。高桥浩一郎的陆面蒸发公式^[5]考虑了两个主要影响实际蒸发的物理因子, 并有实际观测资料做依据, 反映出的蒸发特征与干旱半干旱区实际状况相吻合^[6], 因此, 适宜于在共和盆地计算蒸发时应用。

1.2.2 气候趋势系数

为研究气候要素在气候变化中升降的定量程度, 并对其进行统计检验, 计算了气候趋势系数(r_n)。其定义为 n 个时刻(年)的气候要素序列与自然数序列 1, 2, 3, …, n 的相关系数。

$$r_n = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(i - 1)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (i - 1)^2}}$$

式中: n 为年数, X_i 为第 i 年要素值; $\bar{X}$ 为要素平均值; $1 = (n+1)/2$ 。当 r_n 为正(负)时, 表示该要素在所计算的 n 年内有线性增(减)趋势。 r_n 符合自由度为 $n-2$ 的 t 分布, 从而可以检验气候要素的变化是一种有意义的趋势还是随机振荡^[7]。

1.2.3 趋势方程计算公式为：

$$\hat{y}(t) = b_0 + b_1t, \text{ 其中 } b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})(t_i - \bar{t})}{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}$$

式中： b_1 称为变化倾向率($^{\circ}\text{C}/\text{a}$ 或 mm/a)， $b_1 < 0$ 表示在计算时段内呈下降趋势， $b_1 > 0$ 表示呈上升趋势。 b_1 绝对值的大小表示其上升、下降的程度。

气候突变是普遍存在于气候变化中的一个重要现象，是气候预测与模拟要考虑的重要因素。用 2 站气象资料平均代表共和盆地内的气候特征及变化情况。气候突变检验采用 Yamamoto 和 Mana-Kendall 方法^[8]。其中 Yamamoto 法能够简单且直观地确定突变，Mann-Kendall 法则不仅可以明确指出突变点，又可避免使用 Yamamoto 等方法较难处理的突变点出现在序列开头和结尾几年的情况。Mann-Kendall 法是一种非参数统计检验方法，在气候序列平稳的前提下，对于具有 n 个样本量的时间序列 x ，构造一秩序列 $d_k = \sum_{i=1}^k r_i$ ， r_i 表示第 i 个样本， x_i 大于 x_j ($1 \leq k \leq n$)， r_i 第 i 个样本， x_i 大于 x_j ($1 \leq j \leq i$) 的累计值。

$$E[d_k] = \frac{k}{(k-1)^4}$$

$$Var[d_k] = \frac{k(k-1)(2k+5)}{72} \quad (2 \leq k \leq n)$$

在时间序列随机独立的假设下，定义统计量 $U_{FK} = \frac{d_k - E[d_k]}{\sqrt{Var[d_k]}}$ ($k=1, 2, \dots, n$) 给定显著性水平 (取 $\alpha=0.01$ ，则 $U_{0.01}=2.58$)，当 $|U_{F_k}| > U_{\alpha}$ 时，表明序列存在明显的增长或减少趋势。所有 U_{F_k} 将组成一条曲线 U_F 。把同样的方法引用到反序列中，得到另一条曲线 U_B 。如果 U_F 的值大于 0，则表明序列呈上升趋势，小于 0 则表明呈下降趋势。将统计量曲线 U_F 、 U_B 和置信度 $\alpha=0.05$ 两条直线均绘在同一张图上，当它们超过临界直线时，表明上升或下降趋势显著。超过临界线的范围确定为出现突变的时间区域。如果 U_F 和 U_B 两条曲线出现交点，且交点在临界线之间，那么交点对应的时刻便是突变开始的时间。该方法的优点是计算简便，而且可以明确突变开始的时间，并指出突变区域。

2 气候变化特征分析

2.1 气候特征

共和盆地由于所处经、纬度，海拔高度，以及东南部低洼闭塞和西北部高亢开口的地势，决定了本

地区气候总体为高寒干旱、半干旱气候。气温较低，冷热剧变，多年平均气温 $2.4 \sim 4.1^{\circ}\text{C}$ ， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的年活动积温达 1800°C 以上；降水少，变率大，降水量一般在 314.3 mm 左右，且盆地各处降水不均匀，降水主要集中在 $5 \sim 9$ 月，占年总量的 80% 以上；蒸发强烈，年蒸发量 $1378.5 \sim 1692.1 \text{ mm}$ ；年平均风速 $2.0 \sim 2.4 \text{ m/s}$ ，本区多大风，年大风日数 $17 \sim 38 \text{ d}$ ，最多可达 63 d 。平均每年霜期长达 250 d 以上，也可以说没有绝对无霜期。雨热同季，光照充足，冬长夏短。主要气象灾害有低温霜冻、干旱、风沙、冰雹、暴雨和雪灾等。

2.1.1 气温 图 1 给出了共和盆地春、夏、秋、冬以及年平均气温的逐年变化曲线、线性趋势以及多年平均值线。从图中可以看出，共和盆地春、夏、秋、冬四季以及年平均气温都有明显的上升趋势。1961~1986 年为相对较冷时段，26 年的平均气温为 2.7°C ，比 1961~2006 年多年平均值低 0.4°C ，26 年中温度偏低的年份有 13 年，占 50% ；1987~2006 年为较暖时段，20 年的年平均气温为 3.7°C ，比 1961~2006 年多年平均值高 0.6°C 。冷暖时段的温差高达 1.0°C ，这与施雅风等^[9]对西北气候转型的研究及刘德祥等对西北五省气候变化的分析结论相一致。

从表 1 可以看出，春、夏、秋、冬季气温的年际间波动相对平稳，变异系数在 0.2 左右，但秋季气温的年际间波动很大，变异系数达 0.27；春、夏、秋、冬和年平均气温的气候趋势系数为 $0.34 \sim 0.76$ ，均达到极显著程度，说明共和盆地的气温无论是四季还是年平均值均有着明显升高的趋势，气候趋势系数的大小为：年平均 $>$ 秋季 $>$ 冬季 $>$ 夏季 $>$ 春季；10 年气候倾向率为 $0.19 \sim 0.62^{\circ}\text{C}$ ，其中，春季最低 (0.19°C)，冬季最高 (0.62°C)，可见，共和盆地冬季气温升高十分明显，每 10 a 升高 0.62°C ，气候倾向率的大小为：冬季 $>$ 秋季 $>$ 年平均 $>$ 夏季 $>$ 春季。说明年平均气温的升高主要是由于冬、秋季平均气温的升高引起的，增温主要集中在 20 世纪 90 年代，且 90 年代中期以后上升更快，1998 年和 2006 年是近 46 年来的气温最高值。这种变化与全国或北半球气候的变化相一致^[11~13]。

2.1.2 降水 图 2 给出了共和盆地春、夏、秋、冬以及年降水量的逐年变化曲线、线性趋势以及多年平均值。可以看出，46 年来共和盆地春季、夏季、冬季和年降水量均略微上升，秋季降水量略有下降，但升降的幅度均不大，线性趋势并不明显。年降水量随时间变化呈相关性不强的二次曲线 $y = 0.0229x^2 - 1.0271x + 369.73$ (x 为年代序列， y 为年降水量值)；

一次项系数为负,说明降水量的变化大趋势上在减少;二次项系数为正,表明近期呈增加的变化趋势^[14]。

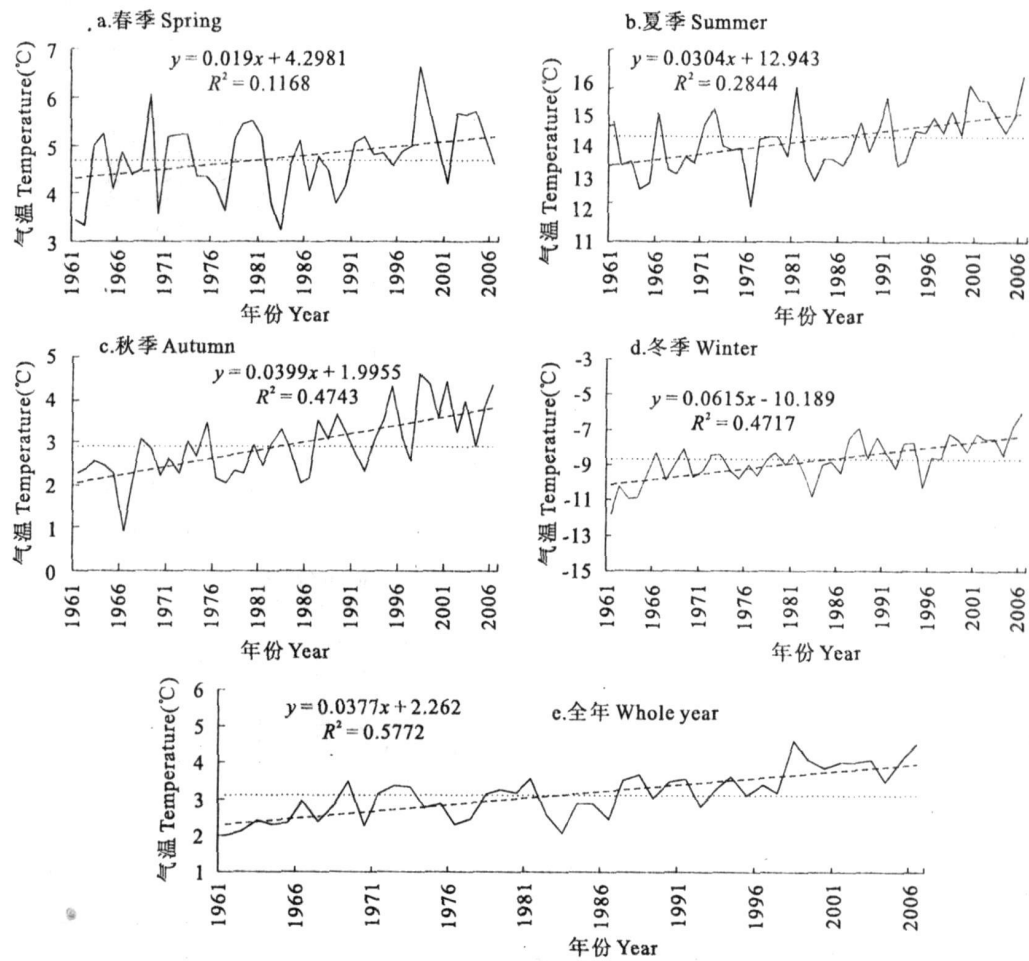


图 1 共和盆地四季和年气温变化

Fig.1 Interyear variation curves of seasonal and annual temperature in Gonghe Basin

表 1 共和盆地四季和年气温变化趋势

Table 1 Tendency of temperature variation in Gonghe Basin

项目 Items	年 Year	春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter
平均 Average(℃)	3.2	4.7	13.7	2.9	−8.7
最高 Highest(℃)	4.6	6.6	15.3	4.6	−6.1
最低 Lowest(℃)	2.0	3.2	11.9	0.9	−11.8
标准差 Standard deviation	0.7	0.7	0.8	0.8	1.2
变异系数 Coefficient of variation	0.21	0.16	0.06	0.27	−0.14
趋势系数 Coefficient of trend	0.76	0.34	0.52	0.69	0.69
10 a 倾向率 Tendency(℃)	0.38	0.19	0.30	0.40	0.62

从表 2 中可以看出,共和盆地年降水量和夏季降水量的年际间波动相对较小,变异系数分别为 0.19 和 0.24,而秋季、冬季和春季降水量年际间变化很大,变异系数在 0.34 以上,特别是冬季,变异系数高达 0.65;春、夏、秋、冬和年降水量的气候趋势系数都很小,均没有达到显著程度,说明共和盆地的

降水量没有明显的线性趋势。

2.1.3 地表蒸发量 地表蒸发量除秋季呈下降趋势外,年和春季、夏季、冬季都表现出上升趋势,年、夏季和春季的变化尤为突出,均通过了 $\alpha=0.05$ 显著性水平检验,其中全年地表蒸发量的线性变率达 5.0 mm/10a,表现出明显的增大趋势(图 3)。

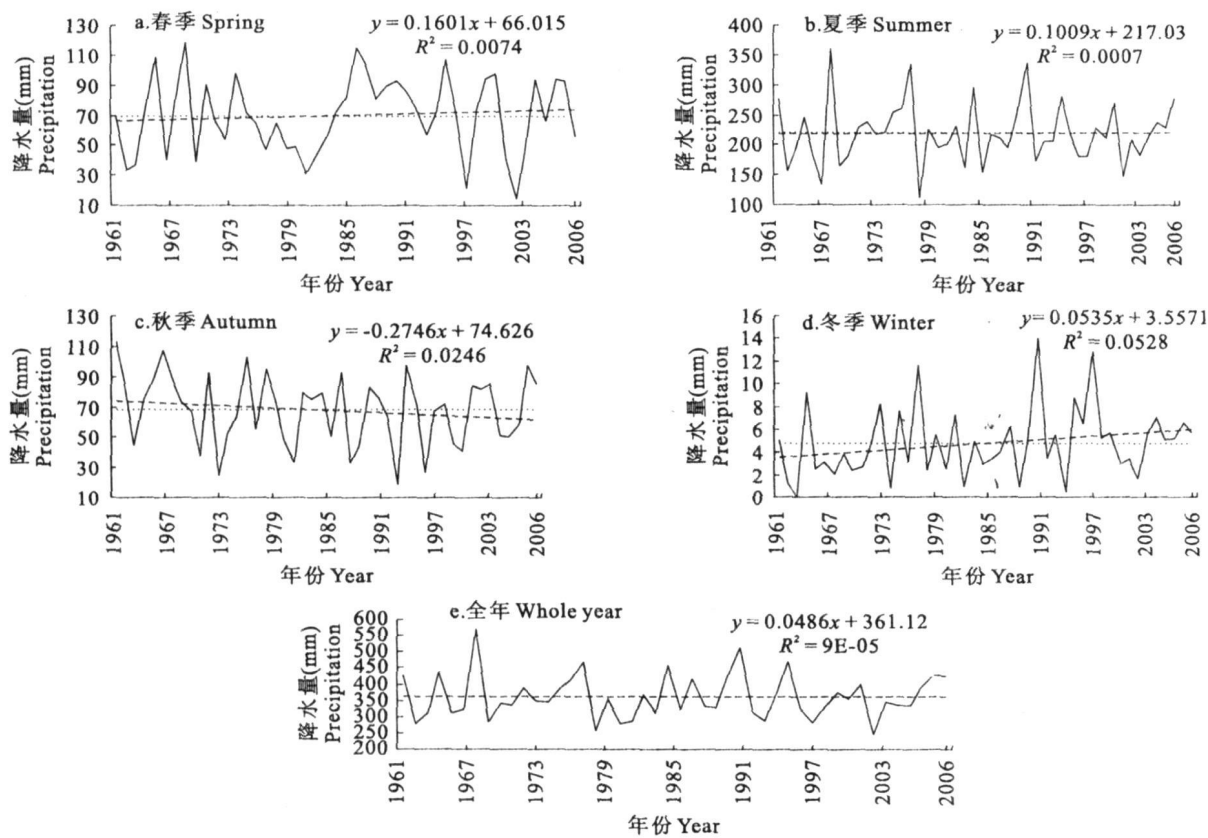


图 2 共和盆地四季和年降水量变化

Fig.2 Inter-year variation curves of precipitation in Gonghe Basin

表 2 共和盆地降水量变化趋势

Table 2 Tendency of precipitation variation in Gonghe basin

项目 Items	年 Year	春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter
平均 Average(mm)	362.3	69.9	219.4	68.2	4.8
最大 Highest (mm)	571.1	118.7	361.3	113.6	14.1
最小 Lowest (mm)	246.2	14.1	110.2	18.7	0.0
标准差 Standard deviation	69.1	25.8	52.3	23.5	3.1
变异系数 Coefficient of variation	0.19	0.37	0.24	0.34	0.65
趋势系数 Coefficient of trend	0.01	0.09	0.03	-0.16	0.23
10 a 倾向率 Tendency(mm)	0.49	1.60	1.01	-2.75	0.54

从表 3 可以看出,共和盆地年地表蒸发量和夏季蒸发量的年际间波动相对平稳,变异系数为 0.10,春季和秋季地表蒸发量的年际间波动相对较小,变异系数分别为 0.26 和 0.25,而冬季地表蒸发量年际间变化很大,变异系数达 0.61。夏季降水量占年降水量的比重最大,使得夏季蒸发量的增幅也在四季中最大,其信度达到了 $\alpha=0.01$ 的信度水平。

通过以上分析得出:共和盆地近 46 年来出现了气温逐步升高、降水量呈微弱增加、蒸发量增大的气

候变化趋势。其中,在冬季这种变化表现得最为明显;其次是年变化也表现出同样的趋势。总的来说,目前共和盆地的温度和蒸发量高于平均值,降水量则低于平均值。

2.1.4 气候突变 应用 Yamamoto 法检验时,经过试验,取两子序列长度 $n_1=n_2=5$,给定显著性水平 $\alpha=0.01$,找突变点。图 4 给出了共和盆地 1961~2006 年 46 年间年平均气温、年降水和年蒸发量的 Yamamoto 法和 Mann-kendall 法检验突变图。

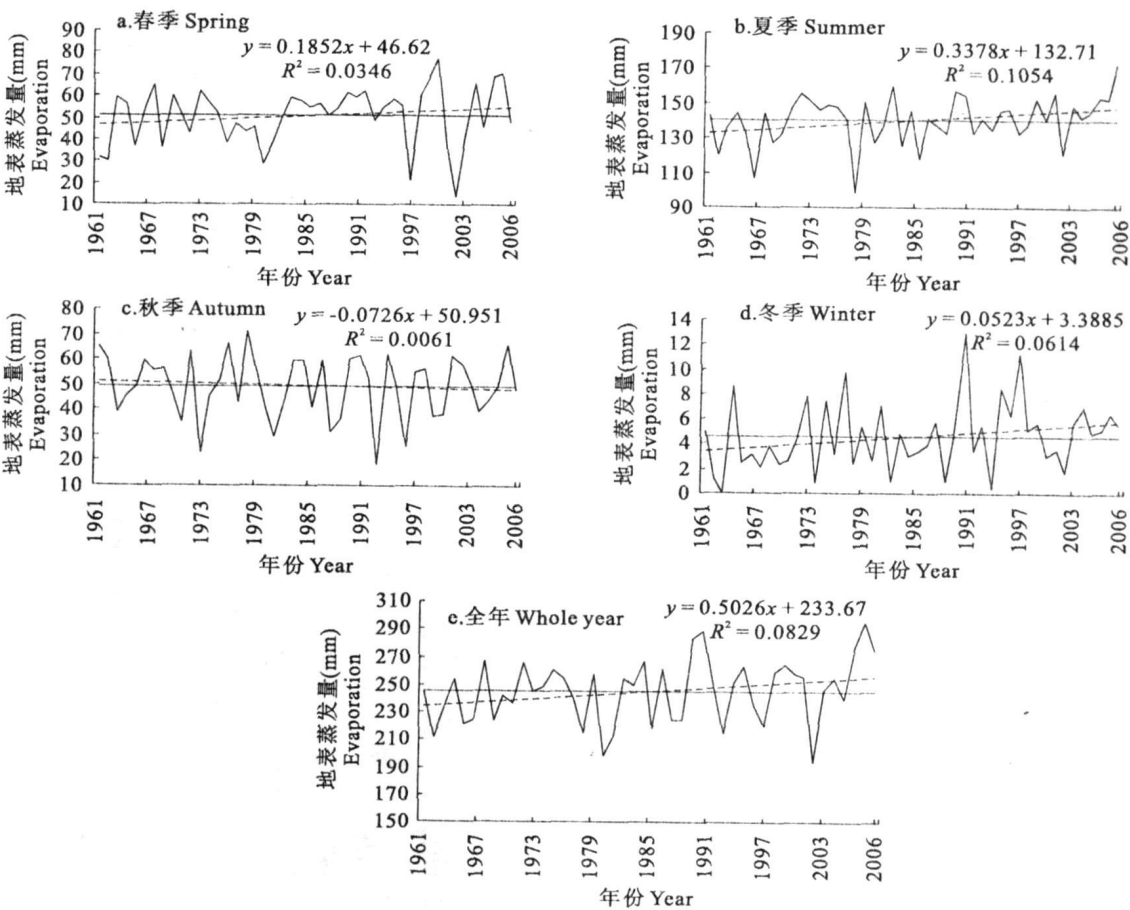


图 3 共和盆地四季和年蒸发量变化

Fig. 3 Inter-year variation curves of evaporation in Gonghe Basin

表 3 共和盆地地表蒸发量变化趋势

Table 3 Tendency of Evaporation variation in Gonghe basin

项目 Items	年 Year	春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter
平均 Average(mm)	245.5	51.0	140.6	49.2	4.6
最大 Highest(mm)	296.0	77.3	173.1	70.7	13.0
最小 Lowest(mm)	194.2	13.9	98.5	18.2	0.0
标准差 Standard deviation	23.4	13.4	14.0	12.5	2.8
变异系数 Coefficient of variation	0.10	0.26	0.10	0.25	0.61
趋势系数 Coefficient of trend	0.29	0.19	0.32	−0.08	0.25
10 a 倾向率 Tendency (mm)	5.0	1.85	3.38	−0.73	0.52

从图 4a 中可见,共和盆地的年平均气温明显上升中存在突变,气温在 1987 年发生了突变。此外,秋季平均气温突变趋势与年平均气温突变趋势相同,冬季的平均气温在 1984 年发生了突变,春季平均气温的突变点在 1971 年和 1991 年,夏季平均气温的突变点在 1991 年。因此,进一步证实了前面有

关年平均气温的变化主要体现在冬、秋两季的结论。共和盆地气温在 20 世纪 80 年代中期以前呈缓慢降低趋势,以后呈现出显著的升高趋势(两阶段年平均气温相差 0.8℃),特别在 90 年代以后升高趋势更加明显。

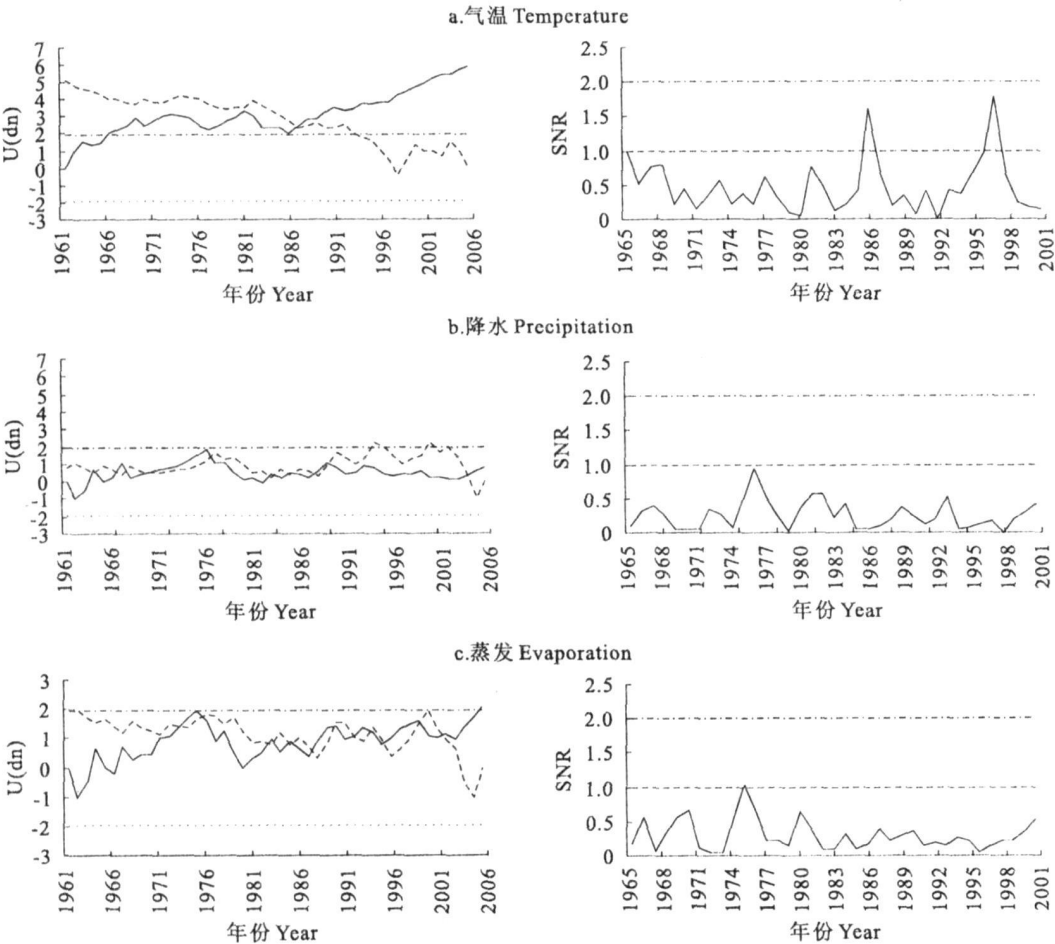


图 4 共和盆地气温(a)、降水(b)和蒸发(c)的 Mann—Kendall 法(左)和 Yamamoto 法(右)检验

Fig. 4 Mann—Kendall method(left) and Yamamoto method(right) verifications of air temperatures(a), precipitation(b) and evaporation(c) abrupt changes in Gonghe Basin

从图 4b 可见,共和盆地年降水量的突变如其变化趋势一样,并没有年平均气温显著。在 1961~1976 年和 1983~1989 年期间平均年降水量是 373.3 mm 和 401.1 mm,为正距平,1990~2003 年期间的平均年降水量是 341.6 mm,为负距平。此外,春季降水量在 1962 年发生了由少到多的突变,冬季降水量在 1982 年发生了由少到多的突变,夏、秋两季的降水量未产生突变,夏季降水量从 1976 年呈下降趋势,秋季降水量 1967 年开始呈下降趋势。

从图 4c 可见,共和盆地的地表年蒸发量在 1973 年发生由少到多的突变,1976 年后呈波动下降趋势,1983 年后又呈波动上升,在 2002 年又发生了由少到多的突变,最终导致年蒸发量总体上的增大趋势。四季蒸发量的检验中两种方法检验结果不尽一致,春季发生突变在 1984 年,夏季在 1971 年和 1999 年发生了由少到多的突变,秋季无突变,冬季在 1983 年发生了由少到多的突变。综合而言,共和盆地蒸发在 1975 年以前增加明显,1976 年到 20 世

纪 80 年代呈缓慢减少,1987 年后又呈现出显著的增加趋势。

共和盆地气温上升,特别是其突变年份与西北地区乃至整个北半球基本一致,显然是对北半球及全球气候变暖的区域性反应。进入 21 世纪以后,共和盆地的冬季气温增温加剧,年降水量又呈现增加趋势,春季降水量增加明显,主要原因是全球变暖并由此引起海洋蒸发和陆地蒸散加强,地气水分循环加快,空中水汽输送加强,导致了降水量的增加^[11]。

3 气候变化对共和盆地生态环境的影响分析

目前,全球气候变化对中国西北地区生态环境所带来的影响,有 3 种观点:一种认为,在全球气候转暖的大环境下,中国西北地区有向暖湿方向演化的趋势;另一种认为,随着气候的变暖,蒸发量相应增加,高山冰川融化,雪线上移,西北地区的气候将向干热方向演化,干旱程度将会加重;还有一种认

为,全球气候变化将导致中国西北地区气候频繁波动,自然灾害加重。气候变化对共和盆地的影响主要表现在以下几个方面:

3.1 气候变化对土地沙漠化的可能影响

共和盆地地处青藏高原,与同纬度地区相比,共和盆地的气候特征对荒漠化的发展有利;第一,太阳辐射强,日照时间长;第二,气温偏低,气温日较差大,地表物理风化强烈;第三,降水量差异大,年内降水集中在 5~9 月,约占全年降水的 80%左右;第四,大风时间长,风沙活动如风蚀、风沙流、沙丘移动与堆积等强烈。近几十年来,共和盆地沙漠化在全球环境变化的大格局下快速发展,许多研究表明,共和盆地的沙漠化是自然因素和人为因素作用相互叠加的结果。

3.2 气候变化对水资源的影响

施雅风等^[9]根据气候数值模拟推算了气温变化对径流量的影响:若降水不变,气温升高 4℃,则径流量可减少 15%左右。而降水量和蒸发量对流域径流量的影响则是:降水量越小、蒸发量越大,则径流量越小;反之,则相反。据观测,近年来,黄河源头地区水量比正常年份减少 23.2%,共计少来水量 227 亿 m³,龙羊峡水库多年达不到正常蓄水位,年少发电 24 亿 KW·h。黄河上游降水量年内分配发生明显变化,即冬春季降水增多,夏季降水略有增加,秋季降水呈减少趋势,冬春季降水不易形成径流,夏季蒸发量大,加之该地区气温升高,从而使黄河上游流量逐年减少。

3.3 气候变化对植被的影响

气候变化对草场植被的影响主要表现在三个方面:一是影响牧草的生长期;二是影响牧草产量;三是影响牧草的群体结构。共和盆地的年平均气温呈明显增高,年降水量呈波动微弱增加,地表蒸发量呈增大趋势,总体表现为暖干型的气候特征。有研究表明:只有合理的水热条件的配比才能满足植物生长的需要^[15]。温度变化对植被的影响在短期内主要表现在功能上的变化,在较长的时间尺度上,其影响不仅局限在功能上,而更重要的是在组成和格局上^[16]。近 46 年来共和盆地平均温度出现了一个显著上升的趋势,增温对土壤干燥化加剧的影响是深刻的,进而抑制了地表生物量的增长,由于地处高寒和长期干旱气候,使盆地地表长期处于干燥、疏松状态,加之冬春季频繁的风沙天气,尤其是从 20 世纪 80 年代以后,受气候暖干化的影响,共和盆地草地沙化程度不断加剧,且沙化速率受温度、蒸发增加影响更大,使得盆地内草地产草量下降,优质牧草比例

明显下降,草层高度大幅度降低,因此,总体使土壤荒漠化加剧。对荒漠草原来说,在其他气候条件一定时,在增温的条件下,植被生长要更多消耗贮存在土壤中的水分^[17]。降雨量是当地土壤水分的唯一来源,降水量差异大,年内降水集中在 5~9 月,约占全年降水的 80%左右,并且天然植被恢复与年降雨量之间有一个时间差,导致多年生抗逆性强的植物种成为当地地带性植被的建群种,呈现荒漠草原景观。共和盆地降雨量的波动变化,其年降水量值多数小于其多年平均值,加之人为过渡干扰及常年连续升温,导致共和盆地 20 世纪 80 年代生态环境极其恶劣,植被低矮稀疏,草原严重退化。气温升高还导致盆地内积雪过少、时间缩短,冻土层变薄,融冻时间提前等。气候变暖,气温升高,地表蒸发量增大,风蚀气候侵蚀力快速提高,地表土壤变干,抗蚀能力降低,加剧土地沙化的发展。近年来降水量的增加,有利于地表植被的生长与恢复,特别是对人工治理成效的巩固和提高起到了促进作用,但植被对气候变化有比较明显的滞后效应。

4 人类活动对生态环境的影响

在气候变化的背景下,人类活动对共和盆地生态环境的影响是不容忽视的。一方面,该地区人口增长过快,对资源需求量增大,盲目从事不合理的生产活动,对区域内生态环境造成破坏;另一方面,本区牲畜量增长太快,导致草场与畜牧关系严重失调,区域内草地长期处于超载过牧状态,且超载程度逐年加剧。在共和盆地,近半个世纪以来牲畜放牧总量一直在波动式增长。共和县 1949 年牲畜总头数为 50.5 万头(只),到 2006 年达 140.0 万头只,超载率超过 50%。畜均占有草场面积由 1949 年的 3 133 m² 下降到现在的 400 m²,牲畜所占的草场面积缩小后,牧草过度啃食,使牧草再生和更新缓慢,草种减少、植株变矮、覆盖度降低。

从 20 世纪 50 年代开始,人们违背自然规律,对天然草地滥垦,共和盆地先后兴建了巴仓、新哲、塘格木、哇玉香卡等一大批国营农场,草场被大面积开垦为农田后,地表原生植物和土层结构遭破坏,土地的水源涵养功能下降和丧失,地表风力加大,加快了土地沙漠化的速度。

5 结论与讨论

1) 共和盆地年与四季平均气温均呈现明显的上升趋势,尤其是冬、秋两季,20 世纪 90 年代中期以后上升更快,1998 年和 2006 年是近 46 年来的气

温最高值,年平均气温的气候倾向率高达 $0.38^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。春季、夏季、冬季和年降水量略呈上升趋势,秋季降水量略有下降,但升降的趋势均不明显。地表蒸发量除秋季呈下降趋势外,年和春季、夏季、冬季都表现出上升趋势,年、夏季和春季的变化尤为突出,其中全年地表蒸发量的线性变率达 $5.0\text{mm}/10\text{a}$,表现出明显的增大趋势。

2) 共和盆地的气温变化趋势同全球气候变暖的趋势一致,降水量在 2000 年以前呈下降趋势,进入 21 世纪才略有增加,地表蒸发量增大,这种暖干化气候趋势可能是导致共和盆地生态环境恶化,土地沙漠化的主要因素,加之人口数量激增,牲畜总量的直线增长,导致了牧草产量急剧下降。所以,气候变化和人类不合理的活动是共和盆地草原生态恶化的主要原因。

3) 随着全球气候的变暖,蒸发量相应增加,高山冰川融化,雪线上移,在降水量无明显增加的情况下共和盆地气候将向干热方向演化,干旱程度将会加重,同时将导致气候的频繁波动和自然灾害的加重。

参考文献:

- [1] 燕华云,贾绍凤.近 50a 来青海水文要素变化特征分析[J].冰川冻土,2003,25(2):193—198.
- [2] 潘宏元,赵 强.共和盆地生态环境治理的思路及对策[J].青海环境,2004,14(4):153—155.
- [3] 杨世琦,高旺盛,隋 鹏,等.共和盆地土地沙漠化因素定量研究[J].生态学报,2005,25(12):3181—3187.
- [4] 孙建光,李保国,卢 琦.青海共和盆地气温的时空动态及其效应分析[J].地理科学进展,2004,23(3):100—106.
- [5] 高桥浩一郎.月平均气温月降水量以及蒸发散量的推定方式[J].天气(日本),1979,26(12):759—763.
- [6] 李 林,李凤霞,郭安红.近 30 年来“三江源”地区气候变化趋势及其突变研究[J].自然资源学报,2006,21(1):79—85.
- [7] 赵燕宁,时兴合,秦宁生,等.青海南部地区 40 多年来气候变化的特征分析[J].中国沙漠,2005,25(4):529—534.
- [8] 魏凤英.现代气候统计诊断与预测技术[M].北京:气象出版社,1999:42—73.
- [9] 施雅凤,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.
- [10] 刘德祥,董安祥,陆登荣.中国西北地区近 43 年气候变化及其对农业生产的影响[J].干旱地区农业研究,2005,23(2):195—201.
- [11] 蔡 英,李栋梁,汤懋苍.青藏高原近 50 年来气温的年代际变化[J].高原气象,2003,22(5):464—470.
- [12] 李栋梁,钟海玲,吴青柏,等.青藏高原地表温度的变化分析[J].高原气象,2005,24(3):291—298.
- [13] 周宁芳,秦宁生,屠其璞,等.近 50 年青藏高原地面气温变化的区域特征分析[J].高原气象,2005,24(3):344—350.
- [14] 黄嘉佑.气候状态变化趋势与突变分析[J].气象,1995,21(7):54—57.
- [15] 李晓兵,陈云浩,张云霞,等.气候变化对中国北方荒漠草原植被的影响[J].地球科学进展,2002,17(2):254—261.
- [16] 齐 晔.北半球高纬度地区气候变化对植被的影响途径和机制[J].生态学报,1999,19(4):474—477.
- [17] 史培军,李晓兵,周武光.利用“3S”技术检验我国北方气候变化的植被响应[J].第四纪研究,2000,20(3):220—228.

Climate change and human activities of Gonghe Basin and its impact on eco-environment

GUO Lian-yun¹, DING Sheng-xiang², WANG Qing-chun³

(1. Hainan Prefectural Meteorological Bureau, Gonghe, Qinghai 813000, China;

2. Qinghai Province Tongde County Meteorological Bureau, Tongde, Qinghai, 813201, China;

3. Qinghai Provincial Climate Center, Xi'ning, Qinghai 810001, China)

Abstract: Gonghe Basin is located in the upper reach of the Yellow River and is the source of the River. In the recent several dozens of years, degeneration is serious in the area and the desertification development is extremely bad. The worsening of the local ecological environment is directly threatening the normal work of Longyang Xia reservoir, and it also causes the worsening of ecological environment of the Qinghai Lake. Statistical data of monthly average temperature and precipitation from 2 weather stations in Gonghe Basin and Guinan from 1961~2006 are used to analyze the annual and seasonal climate characteristics and the climatic change tendency, and examination is carried on to the climate sudden change. The results indicate that, in the nearly 46 years, there is a tendency of temperature ascension, slight precipitation increase and transpiration rate increases in the Gonghe Basins, and the tendency is more obvious in late 1990s. This kind of climatic change tendency has accelerated the degeneration and the desertification of the basin. At the same time, under climate warm desiccation background, the human's activities intensify such a tendency.

Key words: Gonghe Basin; grassland; climate warm desiccation; climatic change; grassland desertification
(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>