

柴达木盆地气候变化对荒漠化的影响

王发科, 苟日多杰, 祁贵明, 王胜仓, 李 兵, 郭晓宁

(青海省格尔木市气象局, 青海 格尔木 816000)

摘 要: 利用累积距平等方法对柴达木盆地近 46 a (1961 ~ 2006 年) 气温、降水资料进行了分析, 探讨了柴达木盆地气候变化对荒漠化的影响。结果显示: 柴达木盆地气候变暖趋势明显, 土地沙漠化面积扩大、植被退化、覆盖率减少和盐渍化程度加重。气候变暖、多大风、蒸发强是影响该区土地荒漠化的主要自然原因之一。

关键词: 柴达木盆地; 气候变化; 荒漠化

中图分类号: P468.0⁺21

文献标识码: A

引 言

柴达木盆地位于东经 35°00' ~ 39°20'、北纬 90°16' ~ 99°16' 之间, 海拔高度在 2 675 ~ 3 350 m 之间, 总面积约 275 000 km², 是我国著名的内陆山间盆地。受自然条件制约, 盆地大部分土地为砂砾戈壁、沙漠、盐土、盐沼和高寒山地。土壤有机质贫乏, 含盐量高, 自然肥力低, 土地资源的质量较差。加上长期干旱少雨、气候干燥与多风季节同步等气候因素的影响, 区域内荒漠化面积大, 生态环境极其脆弱。荒漠化问题严重制约着该区生态环境保护与建设及社会经济发展。特别是从 20 世纪 80 年代以来, 气候变化和人类活动等因素致使脆弱的生态环境日益恶化, 土地荒漠化问题变得更加严峻。探讨柴达木盆地气候变化对荒漠化的影响, 对合理开发利用气候资源, 防治土地荒漠化, 保护和改善生态环境, 促进地方经济可持续发展具有一定的参考和指导意义。

1 资料与方法

1.1 资料

利用 1961 ~ 2006 年柴达木盆地区域内的德令哈、格尔木、小灶火、茫崖、大柴旦、诺木洪、都兰、茶卡 8 个气象站点的气温和降水量资料进行气候变化分析。季节划分是以 3 ~ 5 月为春季、6 ~ 8 月为夏季、9 ~ 11 月为秋季、12 月 ~ 翌年 2 月为冬季。

1.2 方法

应用逐步回归、累积距平、*t* 检验等气象统计学方法。其中累积距平^[1]是一种常用的直观判断变化趋势的方法, 同时通过对累积距平曲线的观察, 也可以划分变化的阶段性。对一时间序列 X , 其某一时刻 t 的累积距平表示为:

$$X_t = \sum_{i=1}^t (X_i - \bar{X}) \quad (t = 1, 2, \dots, n),$$

$$\text{其中 } \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^t X_i$$

将 n 个时刻的累积距平值全部算出, 即可绘制累积距平曲线, 进行趋势分析。

2 柴达木盆地气候变化分析

2.1 气温变化特征

图 1a 为 1961 ~ 2006 年柴达木盆地逐年平均气温变化曲线。可以看出, 46 a 来柴达木盆地年平均气温呈增温趋势, 其增温倾向率达 0.55 °C/10 a, 其增加趋势的 *t* 检验达到 0.05 的显著性水平。年平均气温 20 世纪 60 年代最低, 70 年代起逐渐升高, 90 年代后升幅明显, 2000 年以来达到最高值。2000 年以来的年平均气温和 20 世纪 60 年代相比上升了 2.3 °C。累积距平显示 (图 1b) 柴达木盆地气温从 20 世纪 60 年代末至 80 年代中期呈下降趋势, 80 年代中后期开始上升, 一直持续到 2006 年。

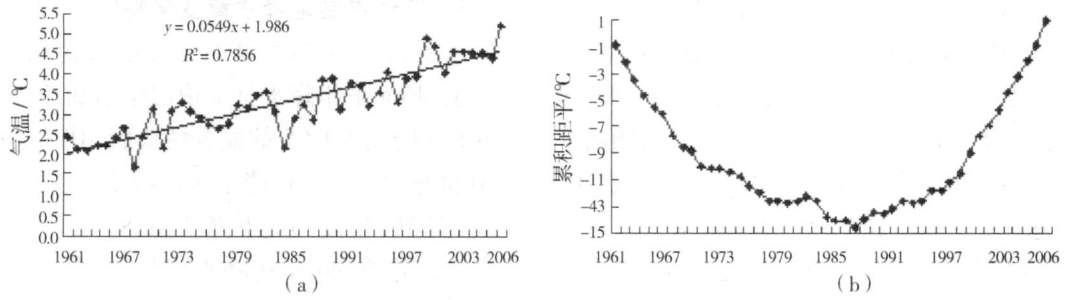


图 1 柴达木盆地历年平均气温 (a)和累积距平 (b)变化曲线

Fig 1 The mean annual temperture (a) and its cumulative departure (b) change curves in Qaidamu Basin during 1961 - 2006

表 1是柴达木盆地代表站的 4季和年平均气温的倾向率。可以看出,46 a来柴达木盆地各地气温也呈变暖趋势,但各站点气温变化存在明显的地域性差异。就整个区域而言,无论年平均气温倾向率,

还是 4季气温倾向率均由西向东递减,且东西部差异明显。全区气温升高的地区性差异说明不同的地形、地貌对气温升高具有较显著的影响。即荒漠干旱区增温幅度明显大于草甸半干旱区。

表 1 柴达木盆地代表站 4季和年平均气温的倾向率 (单位: /10 a)

Tab 1 The each season and annual mean temperature tendency rate of the representative stations in Qaidamu Basin

站名	年平均	冬季	春季	夏季	秋季
茫崖	0.92	1.04	0.74	0.94	1.00
小灶火	0.75	0.79	0.68	0.71	0.77
格尔木	0.65	1.04	0.42	0.40	0.77
大柴旦	0.53	1.07	0.28	0.25	0.52
诺木洪	0.43	0.62	0.20	0.36	0.44
德令哈	0.50	0.85	0.24	0.41	0.52
都兰	0.37	0.57	0.2	0.27	0.42
茶卡	0.32	0.52	0.18	0.19	0.34
全区	0.55	0.81	0.37	0.44	0.50

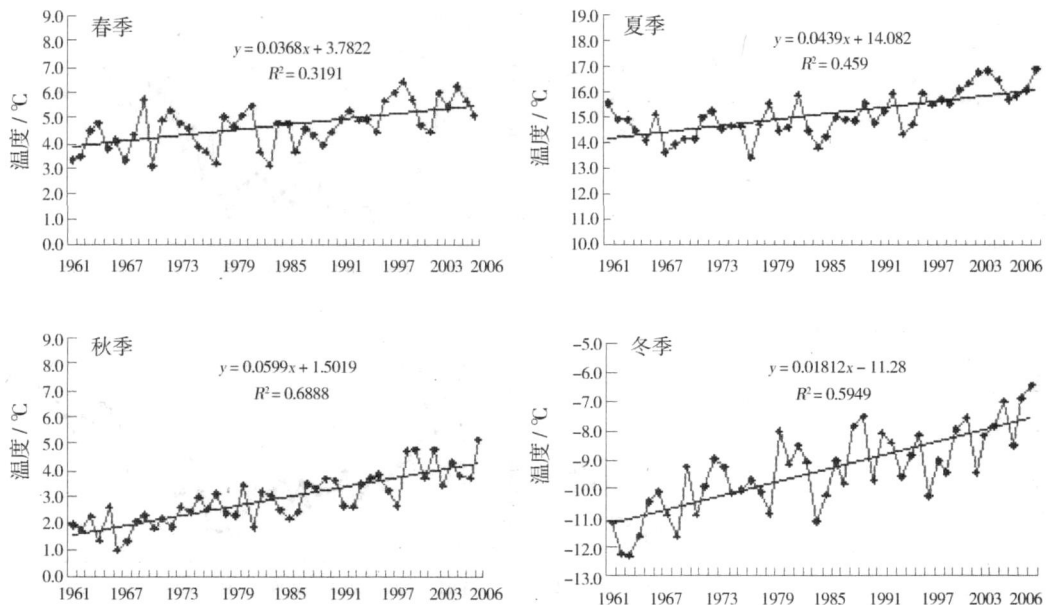


图 2 柴达木盆地 4季平均气温变化曲线

Fig 2 The seasonal mean temperature change in Qaidamu Basin

分析柴达木盆地气温的季节性变化(图2)可知,柴达木盆地4季气温都呈现上升趋势。其中春、夏季增温趋势较小,气温倾向率分别为0.37/10a和0.44/10a;秋、冬季增温较显著,气温倾向率分别为0.60/10a和0.81/10a,秋季达到0.01的显著水平,冬季达到0.05的显著水平。这说明柴达木盆地年平均气温上升主要是由秋、冬季增温引起的。

2.2 柴达木盆地降水量变化特征

图3a为柴达木盆地年降水量变化曲线。可以看出:46a来年降水量呈现出略增加趋势,但增幅不明显,未通过0.05的显著性检验,其相关性不显著。20世纪60、70年代降水量以偏少为主,累积距平曲线(图3b)呈波动式下降状态,80年代降水略偏多,呈上升趋势,90年代降水变化趋于平稳,2000年以后降水又呈现略偏多趋势。

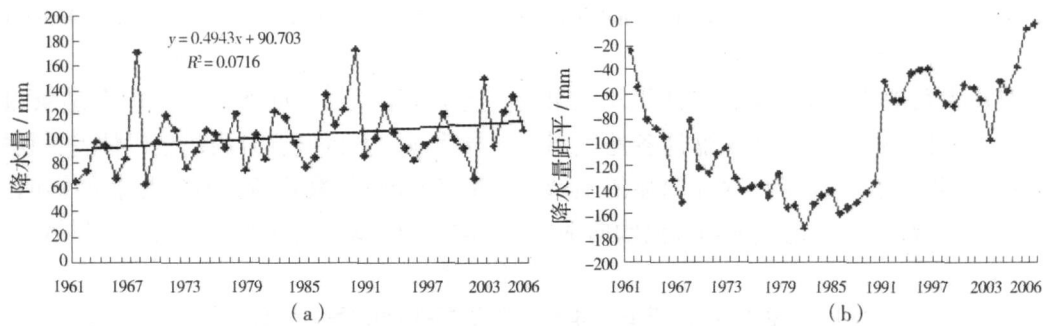


图3 柴达木盆地年降水量变化曲线

Fig 3 The annual precipitation change curve in Qaidamu Basin

分析年降水与4季降水累积距平变化,发现春、夏、冬3季略有增加,秋季减少。其中夏、冬季降水量累积距平变化与年降水量累积距平变化基本相似,年降水量与春、夏、冬3季的逐年累计距平曲线有2个同步上升阶段,第1个是1981~1990年之间,第2个是2003~2006年,其中第1个上升阶段

变化较明显,而此时秋季降水量没有明显的变化(图4)。由于柴达木盆地冬、春季降水较少,70%以上的降水主要集中在夏季,该时期正处于柴达木盆地的主汛期,因此,降水量略有增加趋势中夏季降水的增加贡献率较大。

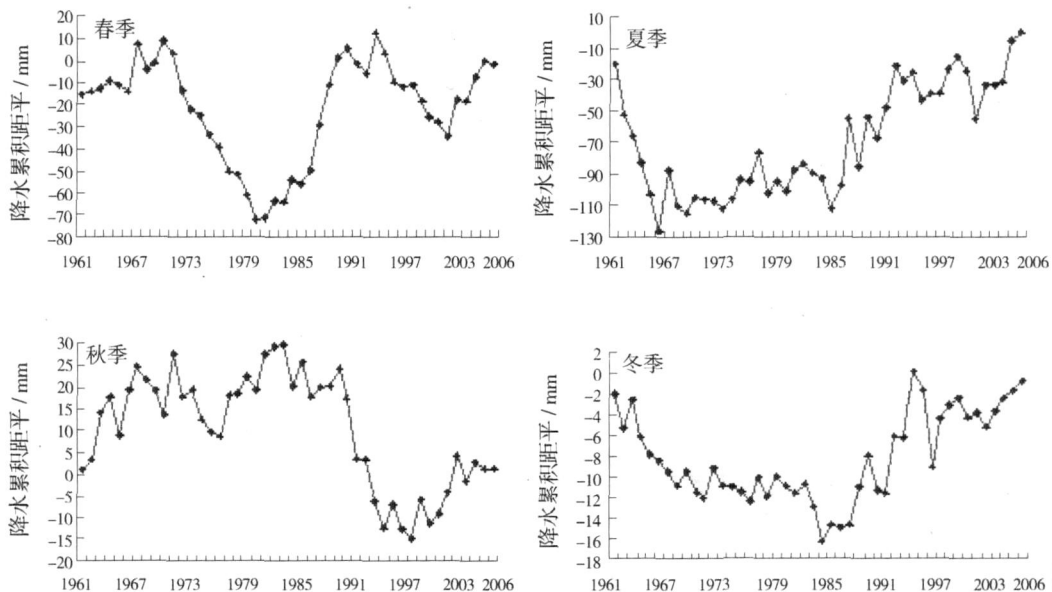


图4 柴达木盆地4季降水量累积距平变化曲线

Fig 4 The precipitation cumulative departure change for each season in Qaidamu Basin

柴达木盆地降水量由四周向盆地中心、盆地东南向西北递减,不同地区降水量相差较大,降水量最小为 6.7 mm,最大为 424.4 mm。进一步分析不同地区降水变化,年降水量和 4 季降水量变化各有特点:年降水量除格尔木无明显变化外,其余各地均呈增多趋势,其中大柴旦、都兰 2 地增多较明显,但未通过 0.05 的信度检验;冬、春季大柴旦呈现增多趋势,但增加幅度不大,其余各地变化不明显;夏季各地降水量变化与年降水量变化基本相似;秋季格尔木、都兰、茶卡呈明显减少趋势,其余各地降水变化不明显。

3 柴达木盆地土地荒漠化特征

荒漠化是指包括气候变化和人类活动在内的多种因素造成的干旱、半干旱和亚湿润干旱区的土地变化。气候干旱多变与荒漠化密切相关,是影响荒漠化发生发展的主要自然因素,人类活动频繁甚至过度增加也将直接影响到荒漠化的演变发展,起着加速加剧或延缓减弱的作用^[2]。

3.1 土地沙漠化面积大

柴达木盆地土地资源受自然和人为因素影响表现为:土地沙漠化面积大,沙化严重。全区共有各类沙漠面积 1 096.6 万 hm^2 ,占全省沙化土地面积的 91.6%。沙漠化土地面积 1959 年 580 万 hm^2 ,20 世纪 80 年代中期是 849.4 万 hm^2 ,90 年代中期增至 1 025.4 万 hm^2 。21 世纪初沙漠化土地面积为 1 096

6 万 hm^2 ,沙漠化土地每年以近 20 万 hm^2 的速度增加^[3-4]。

3.2 土地盐渍化程度重

柴达木盆地耕地总面积为 5.294 万 hm^2 ,净耕地面积为 3.74 万 hm^2 ,耕地受盐渍化影响,20 世纪 80 年代中期以来,柴达木盆地净耕地面积呈逐年减少趋势。农田盐渍化土壤主要分布于柴达木盆地的东部,在洪积冲积扇与湖积冲积平原过渡带的中下部,即细土带的中下部。在细土带上,随着地势的降低、地下水位上升和地下水矿化度升高,土壤盐分中氯化物含量升高,土壤的盐渍化程度逐渐加重^[5-6]。

3.3 植被退化严重,覆盖率低

3.3.1 草地资源

受自然因素、盲目开垦和草场超载放牧等人类活动的影响,柴达木盆地草地面积急剧缩小,草地退化严重。根据青海省海西州农业资源区划大队与农业区划办公室 2000 年调查资料,柴达木盆地天然草场总面积 722.22 万 hm^2 ,占土地总面积的 27.68%。草地可利用面积 512.52 万 hm^2 ,占草地总面积和土地总面积的 70.96% 和 19.64%,全区退化草场面积已达 233.3 万 hm^2 ,占可利用草场的 56.08%,其中重度退化草场高达 24.07 万 hm^2 。区域内植被稀少,覆盖率低,自东至西递减,东部最高覆盖率达 70%,至西部茫崖、冷湖一带下降为 10% 左右。随着植被覆盖度降低,产草量亦随之下降(表 2)^[7]。

表 2 柴达木地区植被覆盖度与产草量

Tab 2 The vegetation coverage and grass production in Qaidamu Basin

名称	东部	中部	西部
覆盖度 / %	10 ~ 70	20 ~ 40	10 ~ 20
产草量 / $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$	1 693.5	429.0 ~ 1 192.5	169.5 ~ 268.5

3.3.2 森林资源

柴达木盆地林业用地面积 542 161.7 hm^2 ,占全区土地总面积的 1.57%,其中灌木林地面积最大,为 268 017 hm^2 ,占林业用地面积的 49.43%;无林地次之,为 257 414.4 hm^2 (宜林荒山荒地 255 912 hm^2 ,宜林沙地 1 502.4 hm^2),占林业用地面积的 47.48%,有林地面积仅为 6 654.8 hm^2 (用材林 334.3 hm^2 ,防护林 6 127.5 hm^2 ,经济林 193 hm^2),占林业用地面积的 1.23%;未成林造林面积 216.3 hm^2 ,苗圃地面积 213.9 hm^2 ,均占林业用地面积的 0.04%。自 20 世纪 50 年代以来,柴达木盆地人工

林面积有了较大发展,至 2000 年林木从数百株发展到 6 033 hm^2 。人造林的发展不仅为绿洲农业区营造了良好的生态屏障,同时极大地改善了人们的生活和工作环境。但从整个森林资源面积来看,减少的面积远远大于人工营造林的面积,而且下降速度明显。森林资源面积由 1954 年的 62.40 万 hm^2 ,减少到 2000 年的 28.63 万 hm^2 (包括人工林),减少了 33.77 万 hm^2 ,下降幅度为 54.12%。其中乔木林面积减少了 6.4 万 hm^2 ,年均减少 1 391 hm^2 ;灌木林面积由 54.70 万 hm^2 减少到 26.80 万 hm^2 ,减少了 27.90 万 hm^2 ,年平均减少 5 652 hm^2 。全区森林覆

盖率为 0.84%,其中乔木林为 0.02%^[8]。

4 柴达木盆地气候变化对荒漠化的影响

4.1 气候变化对荒漠化的影响

气候变化是影响沙漠化进退的主要因子之一。当气候变干时,出现原有植被消退、土壤受侵蚀,长期积累的有机物质、养分和粘粒物质逐步降低,沙漠化就扩大;当气候变湿时,沙漠化土地逐步向生草化、成土作用过程发展,植被生长繁衍,使地表侵蚀速率降低以致消失,有机质、养分和粘粒物质逐步增

多,并形成积累,沙漠化土地逆转^[9]。近 46 a来柴达木盆地气温逐渐变暖,降水略增加,尤其上世纪 90年代后气候变暖趋势明显。由于区域内降水少、蒸发量大,年蒸发量达 2 000~3 000 mm,最大为 3 366.8 mm,所以区域内水分支出远远大于收入,湿润系数小(表 3),气候变暖一定程度上加重了旱情,使得各内陆河流量减少,湖泊、沼泽面积退缩,植被退化、种类减少及覆盖度减小等,从而加速了沙漠化的扩展。另一方面,大风在沙漠化的形成和发展中扮演着重要角色。起沙过程受到地表粗糙度的影响,在有植被覆盖的半固定沙丘上,2 m高起沙的临

表 3 柴达木盆地代表站各月湿润系数

Tab 3 The monthly moist coefficient in the representative stations of Qaidamu Basin

站名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
茫崖	0.03	0.02	0.01	0.02	0.03	0.09	0.08	0.03	0.03	0.00	0.01	0.02	0.04
小灶火	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01	0.03	0.04	0.04	0.03	0.01	0.03	0.01	0.02
格尔木	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	0.06	0.05	0.05	0.02	0.04	0.02	0.04
大柴旦	0.20	0.08	0.03	0.01	0.08	0.14	0.13	0.12	0.09	0.03	0.06	0.12	0.09
诺木洪	0.01	0.01	0.00	0.01	0.03	0.04	0.06	0.05	0.05	0.02	0.01	0.02	0.03
德令哈	0.17	0.11	0.04	0.02	0.09	0.22	0.27	0.29	0.19	0.17	0.05	0.15	0.17
都兰	0.17	0.20	0.10	0.07	0.16	0.24	0.27	0.24	0.17	0.14	0.14	0.16	0.19
茶卡	0.06	0.05	0.01	0.06	0.20	0.28	0.32	0.31	0.31	0.16	0.06	0.01	0.21

界风速为 6 m/s,而在流沙表面的临界风速仅为 4.5 m/s^[10]。柴达木盆地多大风天气,8级及以上大风全年平均达 22.1~113.9 d(表 4)。高空终年盛行西风,地面风由于受地形影响,西风环流在山地两侧转变为地方性山谷风环流,因而山地和盆地之间的

地方性环流很盛行。盆地年平均风速为 2~5 m/s,西部风速较东部大。一年中以春季风速最大,夏季次之,秋冬季最小。大风主要集中在 3~5月,占全年大风日数的 50%~70%。受到风力作用草场植被退化,粗糙度下降,造成沙漠化的发展。

表 4 柴达木盆地代表站各月大风日数(单位:d)

Tab 4 The heavy wind days in each month in the representative stations in Qaidamu Basin

站名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年	历年最多
茫崖	5.4	10.2	17.0	16.2	11.3	13.6	10.7	8.3	5.7	6.0	5.4	4.2	113.9	163
小灶火	0.4	1.6	2.9	5.4	7.4	6.9	6.9	4.4	2.0	1.1	0.9	0.4	40.3	73
格尔木	0.2	1.2	2.5	3.5	4.3	3.8	3.4	2.1	0.7	0.4	0.3	0.1	22.5	46
大柴旦	0.3	1.1	3.1	3.9	3.7	3.2	3.0	1.6	0.8	0.6	0.4	0.2	22.1	51
诺木洪	1.7	3.5	7.3	8.5	7.8	5.0	4.8	3.2	2.5	2.3	1.7	1.3	49.6	85
德令哈	0.9	2.0	5.1	4.8	5.9	5.4	3.6	2.8	0.9	1.1	0.9	0.4	33.8	65
都兰	0.6	2.0	4.1	5.3	4.5	2.9	2.4	1.6	1.1	0.6	0.7	0.6	26.4	107
茶卡	6.0	8.7	13.3	13.6	8.8	7.5	5.9	3.8	3.7	4.1	5.2	4.6	85.2	186

4.2 气候变化对盐渍化的影响

柴达木盆地属干旱半干旱荒漠区,降水少,蒸发强烈,气候极度干燥。一般情况下,气候越干旱,蒸发越强烈,土壤积盐也就越多。春季 3~5月,区域内地表裸露,蒸发量大,降水少,蒸发量约为 250.2

mm,而降水量约为 5.7 mm,蒸发量与降水量比高达 43.9,是春旱土壤返盐的高峰期。同时区域内春季大风天气多,最大风力可达 10级,由于干燥盐土表面松软不坚固,极易为大风所破坏,风力侵蚀和搬运对土壤盐碱化的发生也起到一定的促进作用。

4.3 气候变化对植被的影响

气候变化对草地的影响主要表现为:受气温升高、降水少、强烈蒸发的影响,地表土壤干燥程度明显增加,特别是进入 20 世纪 90 年代以来,气候变暖趋势明显,干旱程度加重,致使沼泽干涸、湖泊面积退缩,引起植被退化、植物种类减少及植被覆盖度减小等;区域内风沙天气多,风沙危害严重,尤其冬春季是风沙天气的多发季节,风沙对草地资源造成严重影响,加剧了草地退化;区域内气温年较差、日较差大,冷热变化剧烈,低温冷害、霜冻、高温干旱等不仅影响草地植被正常生长,甚至造成牧草无种子成熟,加之放牧过度等致使牧草再生能力和生产能力下降。

柴达木盆地春季干旱灾害发生频繁,造成树木生长不良,幼苗成活率低;整个林木生长季内受干旱、半干旱气候的影响,已经进入成熟龄或过熟龄的天然乔木林长势明显衰弱,树干腐朽率急剧上升,加之柴达木盆地多大风天气,很多林木受到风灾损失;气候变暖容易诱发病虫害发生,使林木遭受病虫害危害。

5 结 论

(1)柴达木盆地 46 a 来气温呈上升趋势,20 世纪 90 年代后升幅明显。增温幅度西部荒漠干旱区明显大于东部草甸半干旱区,秋、冬季增温显著。年平均气温秋、冬季增温贡献率较大。

(2)柴达木盆地降水量略有增加趋势,降水变

化地区间差异大。46 a 来降水量有 2 个增加阶段,其中第 1 个上升阶段为 1981 ~ 1990 年,夏季降水的增加贡献率较大。

(3)柴达木盆地土地沙化面积大,耕地盐渍化程度重,植被退化严重、覆盖率低。气候变暖、多大风、蒸发强烈是影响该区土地荒漠化的主要自然因素之一。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 秦大河. 气候变化对农业生态的影响 [M]. 北京:气象出版社, 2003.
- [3] 《青海省自然灾害》编纂委员会. 青海省自然灾害 [M]. 西宁:青海人民出版社, 2002.
- [4] 苏军红. 柴达木盆地荒漠化及生态保护与建设 [J]. 青海师范大学学报 (自然科学版), 2003 (2): 74 - 76.
- [5] 王秀红, 胡双熙. 柴达木盆地农田土壤盐渍化特征及其防治对策研究 [J]. 干旱资源与环境, 1998, 12 (4): 74 - 83.
- [6] 王秀红, 申元村. 柴达木盆地耕地荒漠化及其防治 [J]. 中国沙漠, 2001, 21 (增刊): 43 - 45.
- [7] 魏克家, 李海萍, 王学江, 等. 柴达木盆地草地资源分布与发展草原畜牧业的探讨 [J]. 四川草原, 2002 (1): 10 - 16.
- [8] 海西州农牧业区划大队, 海西州农牧业区划办公室. 青海省海西蒙古族藏族自治州农牧业自然资源综合区划 [M]. 北京:新华出版社, 1996.
- [9] 丁一汇, 王守荣. 中国西北地区气候与生态环境概论 [M]. 北京:气象出版社, 2001.
- [10] 王江山. 青海省生态环境监测系统 [M]. 北京:气象出版社, 2004. 216 - 217.

Effect of Climate Change on Desertification in Qaidamu Basin

WANG Fake, GOU Riduojie, QI Guiming, WANG Shengcang, LIBing, GUO Xiaoning

(Geemu Meteorological Bureau of Qinghai Province, Geemu 816000, China)

Abstract: Based on temperature and precipitation data during 1961 - 2006 of Qaidamu Basin, the influence of climate change on desertification was analyzed using the method of cumulative departure. Results show that climate warming trend there is obvious, and desertification area is increasing, vegetation degradation and soil salinity are severe. The warming climate, frequently heavy wind and ascending evaporation are major natural causes resulting in desertification of Qaidamu Basin.

Key words: Qaidamu Basin; climate change; desertification