

文章编号: 1003 - 7578(2009)12 - 066 - 05

# 祁连山东部近 50 年气候特征变化分析\*

屈鹏, 郭东林

(中国科学院寒区旱区环境与工程研究所冰冻圈科学国家重点实验室 兰州 730000)

**提 要:** 利用祁连山脉东南段乌鞘岭气象站,及其南、北坡的兰州和武威气象站 1951~2000 年气象资料,分析该地区近五十年来气温、地温、降水等气象要素的变化趋势。结果表明:该地区近五十年中,气温处于上升趋势,上升幅度为兰州 >武威 >乌鞘岭;这三个气象站均表现为年平均最低气温升温幅度 >平均气温 >平均最低气温。武威、乌鞘岭和兰州的平均气温除 60 年代均表现为下降,其余年代都表现为上升,90 年代升温幅度最大。0cm 地温在武威和兰州站没有明显上升趋势,乌鞘岭地温以  $0.57^{\circ}\text{C}/10\text{a}$  (1978~2000 年)速率上升。降水量在这三个站的年际变化较大,但近 50 年没有非常明显的变化趋势。

**关键词:** 气候变化;气温;地温;降水

**中图分类号:** P467

**文献标识码:** A

气候是地球系统的重要组成部分,与人类的生活,经济的发展有密切的关系。气候变化深刻地影响着人类的生产,生活。气候变化,特别是全球变暖越来越受到社会的关注,也是当今科学研究的热点。近百年来全球平均气温和降水量都呈现上升趋势,分别为  $0.5^{\circ}\text{C}/100\text{a}$  和  $21\text{mm}/100\text{a}$ <sup>[1]</sup>。中国的气候变化与全球气候变化具有一定的一致性,温度上升  $0.5\sim 0.8^{\circ}\text{C}/100\text{a}$ <sup>[2]</sup>,但也有地域和时间的差异。在气候模式预估的中国气候在 21 世纪中,温度还会持续上升,降水也以增加为主,但有区域差异<sup>[3]</sup>。中国西北大部分地区处于干旱、半干旱的生态脆弱区域<sup>[4]</sup>,对气候变化更加敏感。主要对中国西北甘肃祁连山脉东南段乌鞘岭及南北坡地区 1951~2000 年 50 年间的气候变化进行了分析。

## 1 研究区概况

祁连山脉东南段的乌鞘岭,藏语称哈香日,东西长约 17km,南北宽约 10km,为陇中高原和河西走廊的天然分界,是半干旱区向干旱区过渡的分界线,东亚季风到达的最西端,也是太平洋水系内陆河和河西走廊外流河的分水岭的一段。在全球变暖的大背景下,施雅风<sup>[5]</sup>认为西北气候由暖干向暖湿转型的过程中,武威和兰州以乌鞘岭为界分别处在轻度转型区和未转型区。因此,有必要对该特殊区域的气候特征进行分析研究,来了解在气候变化背景下,该区域的过去、现在和未来的气候状况。处在乌鞘岭北坡的武威市属于温带大陆性干旱气候区,乌鞘岭则属于高寒地区,乌鞘岭南坡的兰州具有典型的温带半干旱大陆性季风气候。图 1 为美国地质勘探局 (United States Geological Survey USGS)制作的  $10^{\circ}\times 10^{\circ}$  (经度  $\times$  纬度)地形资料。

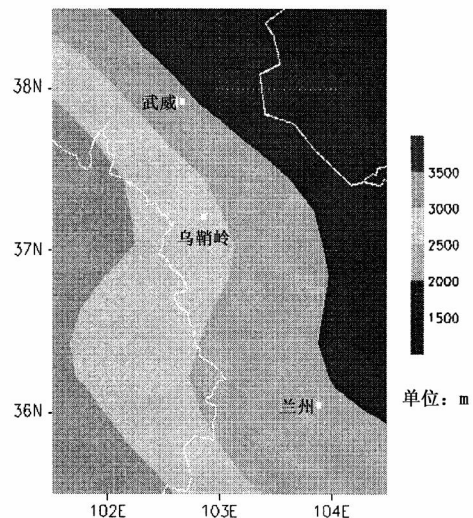


图 1 研究区域的地形高程图

Fig 1 Terrain of the research area

\* 收稿日期: 2008 - 10 - 16。

基金项目: 中国科学院“百人计划”项目 (290827B11)、国家重点基础研究发展规划 (973)项目 (2005CB422004)资助。

作者简介: 屈鹏 (1983 - ),男,硕士,主要从事气候变化和数值模拟。Email: qupeng@lzb.ac.cn

表 1 武威、乌鞘岭和兰州气象站的基本信息

Tab 1 Basic information of Wuwei, Wushao ling and Lanzhou meteorological stations

站 点	经 度	纬 度	海 拔	年平均气温	年平均最高气温	年平均最低气温	年降水量
武 威	102.40 E	37.55 N	1531m	7.82	15.48	1.24	163.60mm
乌鞘岭	102.52 E	37.12 N	3045m	-0.76	5.78	-4.56	409.13mm
兰 州	103.53 E	36.03 N	1517m	9.48	16.59	4.00	319.57mm

## 2 研究资料

利用 1951~2000 年乌鞘岭气象站及其南北坡兰州和武威三个气象站的数据,主要对年平均气温、最高气温、最低气温、地温、降水、湿度、风速等气象要素进行了分析,表 1 为三个气象站基本信息。在气温资料中武威站 1951 年 1 月 1 日、4 月 1 日和 5 月 1 日平均温度、1951 年的最高温度;乌鞘岭站 1951 年 1 月 1 日平均温度;兰州站 1951 年 1 月 1 日平均温度无观测数据。地温数据的缺测年份武威为 1951、1952、1953、1954 年,乌鞘岭为 1951~1977 年,兰州为 1951、1952、1953 年。降水量在 1951~2000 年无缺测数据。

## 3 研究区域的气候变化

### 3.1 气温变化分析

由图 (2) 可知,武威、乌鞘岭、兰州三个气象站所测的年平均气温,年平均最高气温和年平均最低气温除乌鞘岭站的年平均最高气温在 1951~2000 年间基本持平外,都呈上升趋势。这三个站均为年平均最低气温上升趋势最大,这可能与冬季升温较快有关<sup>[6]</sup>,年平均气温次之,年最高气温最小,最高、最低气温升温趋势与西北地区一致<sup>[7]</sup>。其中兰州站的年平均气温,最低气温,最高气温的上升幅度最大,分别为 0.36 /10a, 0.53 /10a, 0.18 /10a;武威站次之,分别为 0.19 /10a, 0.21 /10a, 0.06 /10a;乌鞘岭站的变化最小,年平均温度上升 0.14 /10a,最低温度为 0.18 /10a,而年最高气温在过去的 50 年间基本无变化。1998 年在三个站中都表现为近 50 年中最暖的一年。就各年代而言,武威、乌鞘岭和兰州在 50 年代平均气温处于上升趋势,其中武威在 50 年代的升幅最大,为 1.36 /10a;在 60 年代三个气象站都出现了气温下降的趋势,乌鞘岭的降幅最大,达到 -0.52 /10a;70~90 年代,武

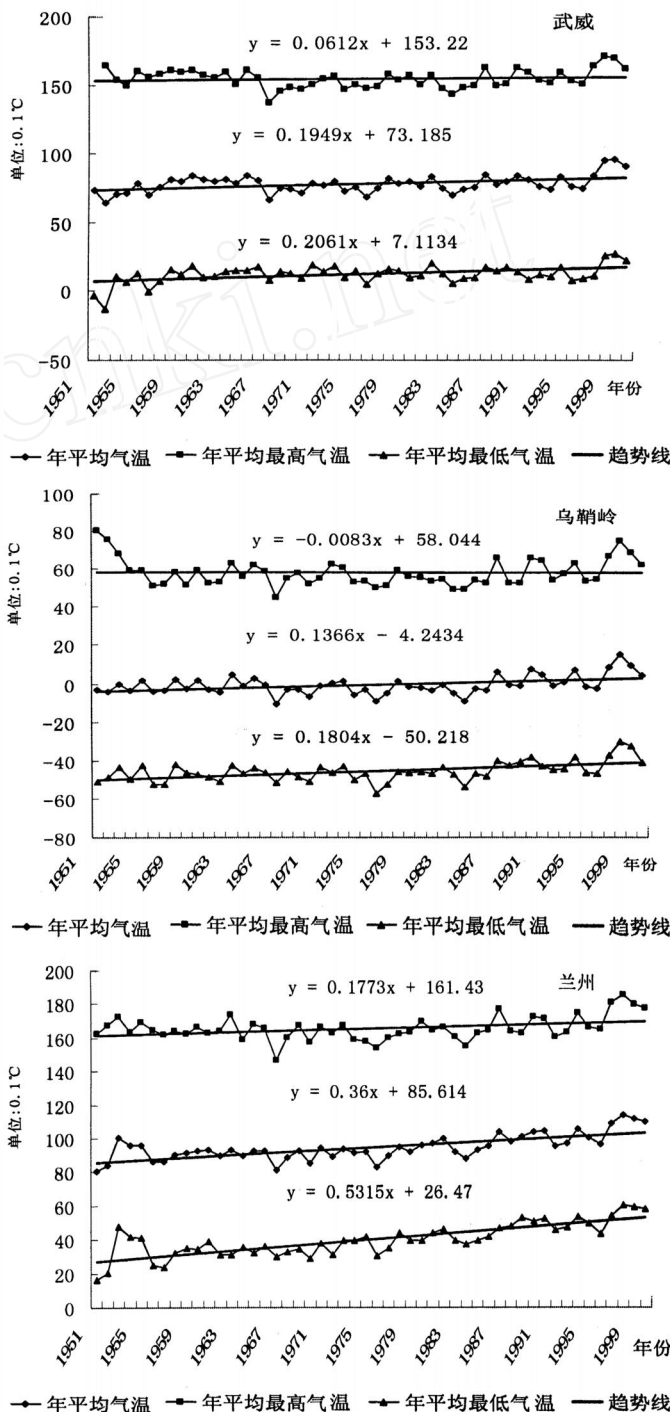


图 2 武威、乌鞘岭和兰州气象站年平均气温、最高气温和最低气温变化趋势图

Fig 2 The trends of annual average temperature, the highest and lowest temperatures in Wuwei, Wushao ling and Lanzhou

威、乌鞘岭和兰州均为气温上升的年代,乌鞘岭和兰州从 80年代开始升温幅度明显增大,90年代是这三地区在过去 50年中升温幅度最大的年代,武威的升温高达 1.45 /10a,乌鞘岭和兰州分别为 0.52 /10a、1.19 /10a。近 50年中,兰州的平均气温升温率最高,为 0.36 /10a;武威次之 0.19 /10a,武威也是河西走廊升温幅度最大的地区<sup>[8]</sup>;乌鞘岭最低 0.14 /10a(表 2)。

### 3.2 地温变化分析

气候变化可引起地温的变化,而地温的变化对气候变化又具有反馈作用。地温对降水、水文以及感热和潜热通量等都有直接或者间接的影响。武威、乌鞘岭和兰州的年平均 0cm 地温分别为 11.35、1.84、11.62 (图 3)。武威、乌鞘岭和兰州的年平均气温在过去的 50年中都呈现上升趋势,而武威、乌鞘岭和兰州三个气象站的 0cm 地面温度中只有乌鞘岭的地温出现了较大幅度的上升,在自有记录的 1978年到 2000年间升温幅度高达 0.57 /10a,武威和兰州的地温与过去的年份基本持平,略有轻微的上升趋势。乌鞘岭的海拔在 2400~3600m,属于高寒地区,地温大幅度的上升将会造成该区域冻土的退化,引起生态问题。武威和兰州的地温上升幅度为 0.05 /10a和 0.19 /10a,都小于年平均气温的上升幅度,和年平均最高气温的上升幅度相仿。

### 3.3 降水变化分析

武威、乌鞘岭和兰州 50年的年平均降水量分别为 163.60mm、409.13mm 和 319.57mm。武威降水量最小,这可能与处在乌鞘岭北坡,对于南来的暖湿气流而言属于背风坡而产生焚风作用有关。钱莉<sup>[9]</sup>指出该地区降水量与地形的关系:北坡的降水梯度为 16.1mm/100m,南坡为 7.5mm/100m。从而也说明该地区地形对降水产生了很大影响。总体趋势而言,武威、乌鞘岭和兰州的降水量在 50年间没有非常明显的变化趋势,只有武威的降水量略有上升趋势(图 4)。降水的年际变化比较复杂,武威在 50年代和 60年代初降水偏少,60年代中后期降水偏多,70年代基本呈现为旱涝交替的现象,80年代中后期和 90年代中除 1991年降水偏少外,降水量接近或者高于平均降水量,1993年为近 50年降水最多的年份,为 251.3mm。乌鞘岭在 50年代降水是 50年中降水最丰沛的时期,1961年为乌鞘岭降水量最大的一年,而接下来的 5年 1962~1966则为最干旱的时期,1962也是最干旱的一年,降水量仅为 231.3mm,为年平均降水量的 57%,从 70年代开始,年际降水量变化表现的比较平稳。兰州降水量的年际变化要小于武

表 2 武威、乌鞘岭和兰州年平均气温增率的年代变化(单位: /10a)

Tab 2 Ratios of annual temperature change of various ages in Wuwei, Wushaoling and Lanzhou (unit: /10a)

地区	50年代	60年代	70年代	80年代	90年代	近 50年
武威	1.36	-1.20	0.32	0.14	1.45	0.19
乌鞘岭	0.21	-0.52	0.07	0.45	0.52	0.14
兰州	0.34	-0.44	0.21	0.54	1.19	0.36

注:50年代为 1951~1959年,90年代为 1990~2000年

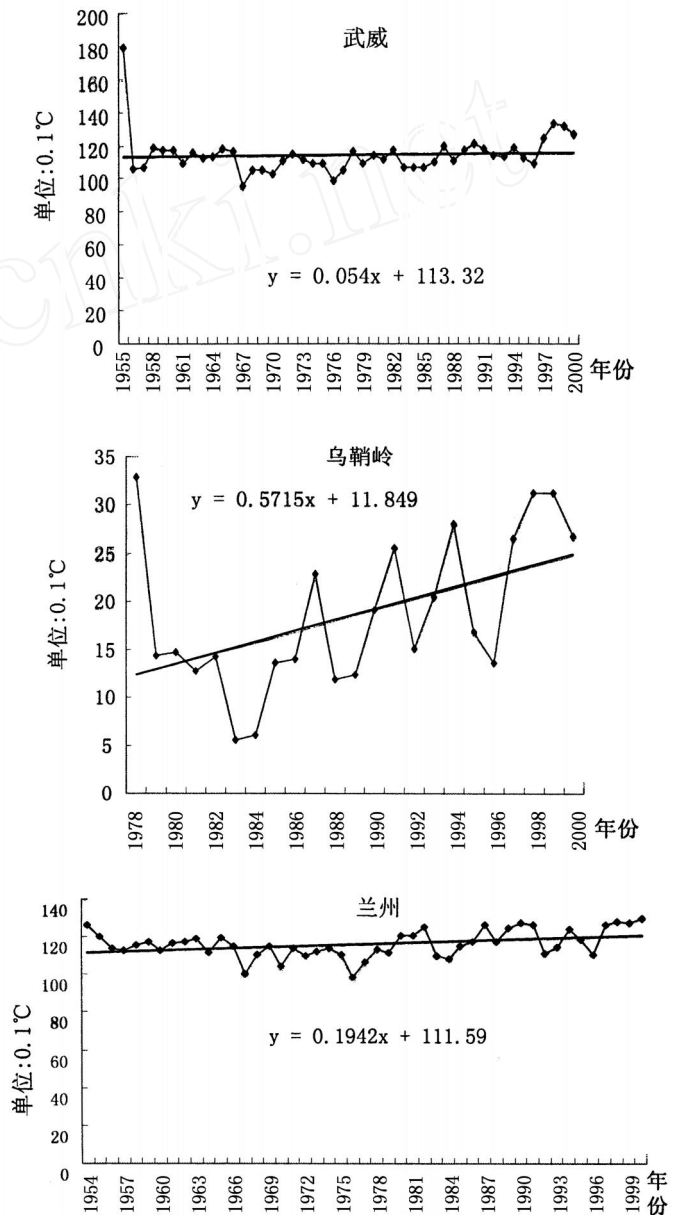


图 3 武威、乌鞘岭和兰州地温变化趋势图

Fig 3 The trends of surface temperature change in Wuwei, Wushaoling and Lanzhou

威和乌鞘岭,特别是进入 80 年代中期,降水量的年际变化很小,1978 年为兰州降水最多的年份,高于平均降水量 200 多 mm,在 1953 ~ 1957 和 1980 ~ 1984 年间兰州降水连续低于平均降水。

### 4 气候变化对研究区域的影响

当前全球变暖日益显著,气候变化对地球系统已经产生了很大影响。我国西北地区也面临着冰川退化,土地荒漠化和地下水位下降等很多生态环境问题。研究的区域可以说是西北地区生态环境脆弱的一个缩影。武威是一个位于河西走廊绿洲中具有庞大农业人口的城市,其所处石羊河流域的下游,面临巴丹吉林和腾格里沙漠的扩张,上游祁连山区冰川平衡线上升,整个流域地下水位严重下降,对以农业为主的经济生产方式产生具有无法估量的影响。乌鞘岭属于高寒地区,为气候变化的敏感地区,相对而言,由于人口稀少,受人类活动的影响较小,其高大地形对周边地区气候有巨大影响。乌鞘岭的地温从 1978 年以来,出现了大幅度的上升,对其高寒植被环境以及水文过程产生的生态环境效应,无疑会波及南北两坡的武威和兰州。乌鞘岭有相当丰富的风力资源<sup>[10]</sup>,在 50 年中平均风速达 4.8 m/s,并有上升的趋势(图略)。兰州是研究区域中人口最多、经济最发达的地区。对于兰州,更多关注是城市污染与治理问题<sup>[11~12]</sup>,而这些问题无一不与气候环境的变化相关。因此,在气候变化的背景下,对于此生态脆弱,但具有大量人口的特殊气候区域,应该给予更多的关注。

### 5 结论

(1)武威、乌鞘岭和兰州三个气象站资料表明:在过去 50 年(1951 ~ 2000)中,武威、乌鞘岭和兰州的年平均气温、年平均最高和最低气温都呈现上升趋势(除乌鞘岭站的年平均最高气温基本持平),这三个站都为年平均最低气温升幅 > 年平均气温 > 年平均最低气温,年平均最低温度升温最快,说明冬季升温大于其他季节。就年平均气温而言,武威、乌鞘岭和兰州的升温幅度分别为 0.19 /10a、0.14 /10a、0.36 /10a。就各年代而言,武威、乌鞘岭和兰州的平均气温除 60 年代均表现为下降,其余年代都表现为上升,90 年代升温幅度最大。

(2)武威和兰州的 0cm 地温没有明显的变化趋势,乌鞘岭地温从有记录的 1978 年到 2000 年,以 0.57 /10a 升温。

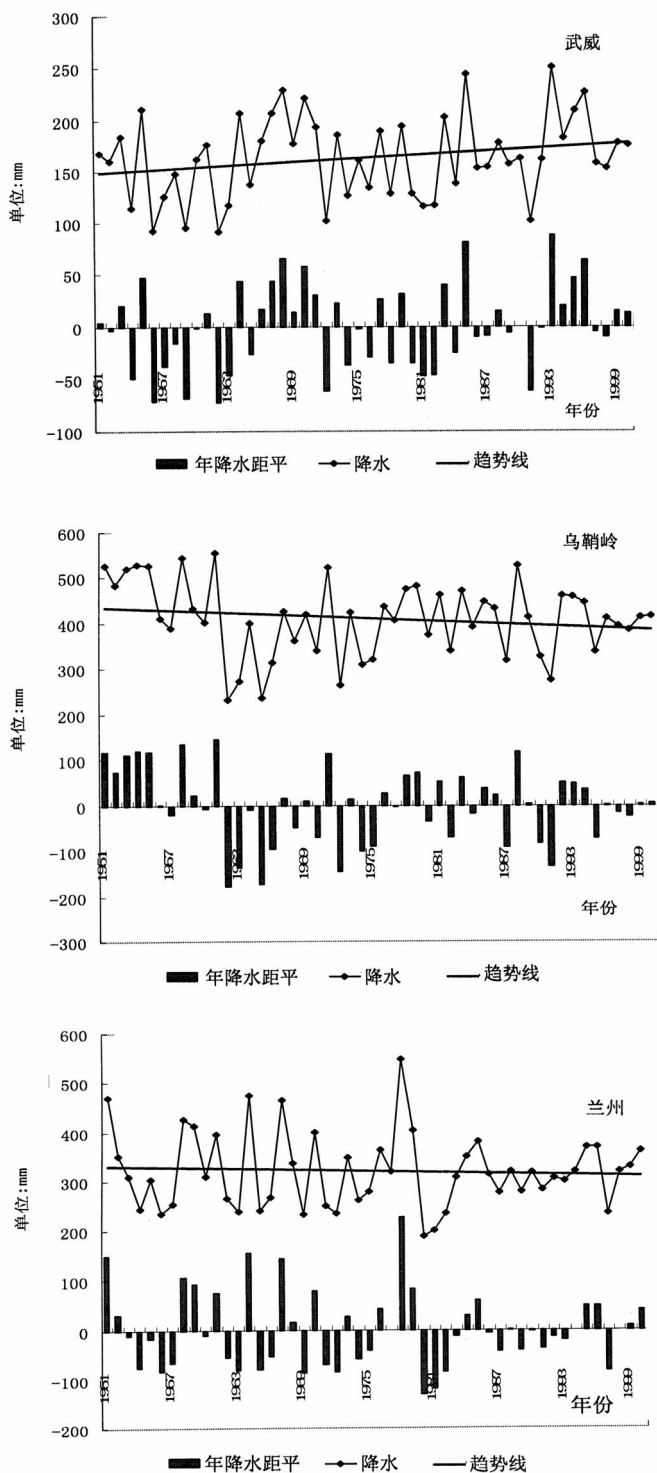


图 4 武威、乌鞘岭和兰州年降水变化和年降水距平图

Fig 4 The changes of annual precipitation in Wuwei, Wushaoling and Lanzhou

(3)武威、乌鞘岭和兰州三个气象站降水量在过去 50 年间都没有非常明显地增加或者减少的趋势,只有武威的降水略有增加。三个站降水的年际变化比较复杂,武威站处在干旱地区降水量最小,年际变化最大;乌鞘岭站在 50 年代降水偏多,60 年代降水偏少,从 70 年代开始,年际降水量变化表现的比较平稳;兰州降水量的年际变化最小,1953~1957 和 1980~1984 年间兰州降水连续低于平均降水。

(4)研究区域为气候分界的特殊区域,也是生态脆弱区域,却承载着大量人口,因此在气候变化的背景下,应该更加关注该区域的气候与生态环境。

### 参考文献

- [1] 王绍武. 近百年气候变化与变率的诊断研究 [J]. 气象学报, 1994, 52 (3): 261 ~ 273.
- [2] 丁一汇, 任国玉, 石广玉, 等. 气候变化国家评估报告 ( ): 中国气候变化的历史和未来趋势 [J]. 气候变化研究进展, 2006, 2 (1): 3 ~ 9.
- [3] 秦大河, 主编. 中国气候与环境演变 (上卷): 气候与环境的演变及预测 [M]. 北京: 科学出版社, 2005: 515 ~ 531.
- [4] 赵跃龙. 中国脆弱生态环境类型分布及其综合治理 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1999: 1 ~ 105.
- [5] 施雅风, 主编. 中国西北气候由暖干向暖湿转型的问题评估 [M]. 北京: 气象出版社, 2003: 60 ~ 63.
- [6] 丁文魁, 杨晓玲, 刘开福, 等. 河西走廊东部近 44 年局地气候变化特征分析 [J]. 地球科学进展, 2007, 22 (增): 186 ~ 191.
- [7] 马鹏里, 王若升, 王宝灵, 等. 我国西北地区地面最高和最低气温变化及分布的特征 [J]. 高原气象, 2002, 21 (5): 509 ~ 513.
- [8] 郭良才, 王璉, 白虎志, 等. 河西走廊近 55 年气候变化空间分布特征对比分析 [J]. 地球科学进展, 2007, 22 (增): 192 ~ 197.
- [9] 钱莉, 张峰, 杨永龙, 等. 祁连山东部地形对云和降水的影响 [J]. 地球科学进展, 2007, 22 (增): 217 ~ 224.
- [10] 刘静, 俞炳丰, 姜盈霓. 乌鞘岭地区风速数据分析及风能密度计算 [J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21 (5): 10 ~ 13.
- [11] 张志斌, 李夏. 兰州市环境污染变化及防治对策 [J]. 干旱区资源与环境, 2005, 19 (6): 181 ~ 185.
- [12] 王冠, 夏敦胜, 刘秀铭, 等. 兰州市城市街道尘埃磁学特征时空变化规律 [J]. 科学通报, 2008, 53 (4): 446 ~ 455.

## The characteristics of temperature and precipitation in southeast of Qilian Mountain

QU Peng, GUO Donglin

(State Key Laboratory of Cryospheric Science, Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, CAS, Lanzhou, 730000 Gansu, P. R. China)

**Abstract:** The purpose of this research is to analyse climatic characteristics of Wushaoling region between 1951 and 2000, by utilizing the meteorological data of Wushaoling, Wuwei and Lanzhou, which are respectively located in north and south of Wushaoling slopes. The results showed the annual average temperatures of Wuwei, Wushaoling and Lanzhou respectively increased by 0.19 /10a, 0.14 /10a and 0.36 /10a, Whereas the annual average temperatures in three stations decreased in 1960s. The annual average lowest temperature increased more than annual average temperature and annual average highest temperature in each station. For the surface temperatures, Wuwei and Lanzhou meteorological stations did not increase obviously, but was dramatically warming at rate 0.57 /10a in Wushaoling since 1978 recorded. Precipitation changes in the three stations demonstrated nearly unchangeable trends, only slightly increase in Wuwei during the past 50 years. However, the annual changes in each station were complex. This region are very sensitive to climate change, due to its vulnerable ecology but carrying large agricultural population.

**Key words:** climatic change; temperature; surface temperature; precipitation