

# 阿坝高原近 47 年气温变化特征分析

刘翠霞,邓海明 (四川省阿坝州气象局,四川阿坝州 624000)

**摘要** 利用阿坝地区三大区域(干旱河谷区、丘状高原区和高山峡谷区)所辖 13 个国家气象站 1967~2013 年气温资料,采用一元线性回归方法、距平、方差等统计方法对阿坝州及 3 个区域温度变化趋势进行对比分析,初步揭示出阿坝州气温变化趋势。结果表明,近 47 年阿坝州平均气温总体呈上升趋势,上升倾向率为 0.228℃/10a,且从 1998 年开始气温上升趋势明显,进入明显增暖期;平均最低气温方差为 0.24,对阿坝地区气温上升贡献较大;冬季气温线性增幅最大,为 0.320℃/10a,夏季增幅最小,为 0.232℃/10a,气候变暖最大的贡献者是冬季,夏季气温适宜,冬季气温较低但不寒冷。

**关键词** 阿坝地区;气温;特征分析

**中图分类号** S161.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)01-153-04

**Analysis of Variation Characteristics of Temperature in Aba Plateau in Recent 47 Years**  
**LIU Cui-xia, DENG Hai-ming** (Aba Prefecture Meteorological Bureau, Aba, Sichuan 624000)

**Abstract** Using temperature data of 13 national weather stations (1967–2013) in 3 regions (arid valley region, hilly plateau region, alpine valley region) of Aba area, adopting a linear regression method, anomaly and variance, the variation trend of temperature were comparatively analyzed. The results showed that the overall trend of average temperature in Aba area in recent 47 years is rising, with the tendency rate of 0.228℃/10a, the rising trend is obvious since 1998; the average minimum temperature variance is 0.24, with a great contribution to the temperature rise; the linear increase of temperature in winter is the largest of 0.320℃/10a, and smallest in summer of 0.232℃/10a, the contribution of climate warming is largest to winter, summer air temperature is appropriate, the winter temperature is low but not cold.

**Key words** Aba area; Temperature; Characteristic analysis

全球气候变化引起了各国政府和社会各界的高度关注,气候变化已成为大气科学的热点问题。IPCC 第三次气候变化评价报告指出全球平均地表温度自 1861 年以来一直在增高,20 世纪增加了  $0.4 \pm 0.8\text{ }^{\circ}\text{C}^{[1]}$ 。由于气候变化的原因非常复杂,不同地区所发生的气候变化情形也是不一样的,与平均结果有着千差万别。同样是在全球气候变化背景下,近百年来我国气温上升了  $0.4 \sim 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}^{[2]}$ 。针对上述情况,我国许多学者围绕气温变化开展了诸多研究工作,如王绍武利用我国气温等级资料研究了近 100 年我国气温变化规律,表明我国的气温变化在与全球有相同趋势的同时,却并不总是一致的<sup>[3]</sup>;李川等研究指出川西高原大部分区域气温升高,气候在变暖,但其变暖幅度比拉萨弱,比成都强;且海拔越高,变暖趋势越明显;川西高原气候变暖最明显的是最低气温,其升温幅度及趋势比年平均温度明显<sup>[4]</sup>。笔者以阿坝地区 13 个气象观测站历史数据为基础,以年、季、月和年代为不同时间尺度,采用一元线性回归方法、方差、距平等统计分析方法对阿坝高原不同区域不同海拔气温变化特征进行详细分析,初步揭示出阿坝州气温变化趋势。

## 1 资料与方法

**1.1 阿坝地区地理概况** 四川省阿坝藏族羌族自治州位于青藏高原东南缘,四川省西北部,地貌以高原和高山峡谷为主。地形复杂,地域海拔差异较大,气候条件各不相同,这种明显的立体气候特征造成了气候类型的多样化,根据其独特的地形地貌分为干旱河谷地区、丘状高原地区、高山峡谷区,在此将对阿坝高原不同区域不同海拔气温变化特征进行详细分析。阿坝州所辖 13 县根据地理位置及海拔高度分为

3 个区域(表 1)。

**1.2 资料与方法** 资料取自四川阿坝高原地区 13 个气象国家观测站(红原、阿坝、若尔盖、壤塘、松潘、马尔康、黑水、汶川、理县、茂县、九寨沟、金川、小金)1967~2013 年气温资料,以年、季、月和年代为不同时间尺度,采用一元线性回归方法、方差、距平等统计分析方法对阿坝高原不同区域不同海拔(表 1)气温变化特征进行详细分析,初步揭示出阿坝州气温变化趋势。将冬季(12 月~次年 2 月)分为暖冬、冷冬和正常冬 3 种,其中暖冬按照高出常年冬季平均气温  $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  确定,冷冬按照低于常年冬季平均气温  $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  确定,正常冬气温在常年冬季平均气温  $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  及以内。同样方法确定炎夏、凉夏和正常夏。

表 1 阿坝州 13 县分区及海拔高度

| 区域     | 站名  | 海拔      | 区域     | 站名  | 海拔      | 区域     | 站名  | 海拔      |
|--------|-----|---------|--------|-----|---------|--------|-----|---------|
|        |     | m       |        |     | m       |        |     | m       |
| 干旱河谷地区 | 汶川  | 1 326.6 | 丘状高原地区 | 阿坝  | 3 276.6 | 高山峡谷地区 | 马尔康 | 2 665.9 |
|        | 理县  | 1 885.7 |        | 红原  | 3 441.1 |        | 黑水  | 2 400.5 |
|        | 茂县  | 1 591.6 |        | 若尔盖 | 3 492.7 |        |     |         |
|        | 金川  | 2 107.7 |        | 壤塘  | 3 286.6 |        |     |         |
|        | 小金  | 2 368.6 |        |     | 2 852.1 |        |     |         |
|        | 九寨沟 | 1 407.1 |        | 松潘  |         |        |     |         |

## 2 结果与分析

### 2.1 阿坝地区气温变化特征分析

**2.1.1 年平均气温年内变化特征。**阿坝州年平均气温为  $8.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,年平均最高气温  $16.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,年平均最低气温  $3.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,冷热分明。由图 1 可见,阿坝州近 47 年平均气温总体呈上升趋势,上升倾向率为  $0.228\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ,阿坝州地区整体年平均气温最高值出现在 2006 年,为  $9.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,最低值出现在 1976 年,为  $7.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。分阶段来看,1967~1997 年年平均气温除 1987 和 1994 年距平为  $0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$  外,均为负距平,有 29 年占 94%,峰

**作者简介** 刘翠霞(1974-),女,黑龙江伊春人,工程师,从事农业气象研究。

**收稿日期** 2014-11-19

值出现在 1976 年,距平为  $-0.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;1998~2013 年除 2000 年为  $-0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$  距平外,均为正距平,有 16 年占 94%,峰值出现在 2006 年,距平为  $1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;年平均气温年际之间距平变化幅度最大值为  $1.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;47 年来年平均气温距平超过  $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  只有 10 年(占 21%),说明阿坝地区气温异常年份少<sup>[5]</sup>。阿坝地区 1967~1997 年年平均气温为  $8.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,1998~2013 年年平均温度为  $8.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,近 17 年增加了  $0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,说明阿坝地区 20 世纪 60 年代中期开始到 80 年代后期,气温明显偏低,从 1998 年开始气温上升趋势明显,进入明显增暖期。

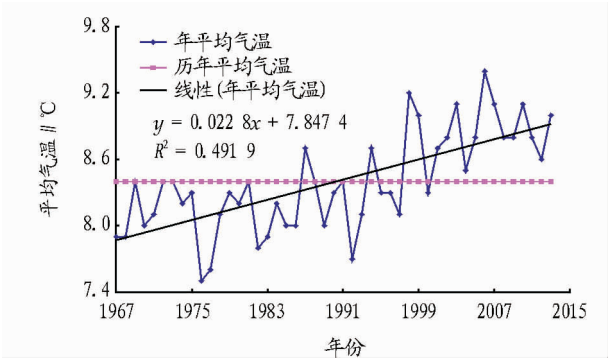
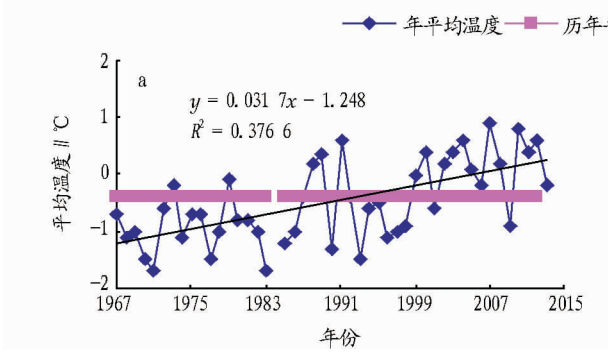


图1 1967~2013 年阿坝州年平均气温变化



2.1.2 年平均气温的年代变化。比较各年代平均值与历年平均值(表 2)发现,阿坝地区 20 世纪 60 年代、70 年代偏低  $0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,80 年代偏低  $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,90 年代正常,21 世纪初偏高  $0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,2010~2013 年偏高  $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,表明近 14 年增温明显,增温主要贡献是阿坝州西北部海拔  $3\text{ }000\text{ m}$  以上的丘状高原地区。这与李川等研究指出川西高原大部分区域气温升高,气候在变暖,且海拔越高、变暖趋势越明显的结论<sup>[4]</sup>是相同的。

| 表 2 1967~2013 年阿坝州各年代平均气温距平值 $^{\circ}\text{C}$ |        |        |        |        |
|-------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| 时间段                                             | 整个阿坝地区 | 干旱河谷地区 | 丘状高原地区 | 高山峡谷地区 |
| 1967~1969                                       | -0.3   | -0.7   | -0.3   | -0.1   |
| 1970~1979                                       | -0.3   | -0.3   | -0.3   | 0      |
| 1980~1989                                       | -0.2   | -0.3   | 0      | -0.1   |
| 1990~1999                                       | 0      | 0      | 0.1    | -0.1   |
| 2000~2009                                       | 0.4    | 0.5    | 0.5    | 0.3    |
| 2010~2013                                       | 0.5    | 0.3    | 0.8    | 0.3    |

2.1.3 平均气温季节变化。经统计,近 47 年阿坝地区暖冬共有 11 年、冷冬共 16 年、正常冬有 20 年,炎夏 5 年、凉夏 9 年、正常夏 33 年。分析春、夏、秋、冬四季气温变化及线性拟合趋势发现,冬季气温线性增幅最大,为  $0.317\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ,夏季

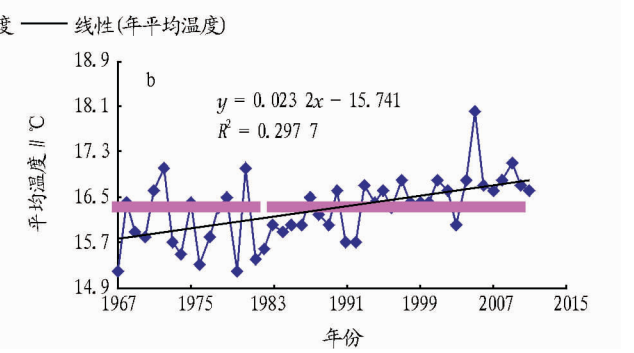


图2 1967~2013 年阿坝地区冬季(a)和夏季(b)平均温度变化

增幅最小,为  $0.232\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ (图 2),春季和秋季气温增长率介于冬夏之间,分别为  $0.301$  和  $0.254\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。可见,气候变暖最大的贡献者是冬季变暖。夏季气温适宜,冬季气温较低,但不寒冷。各季节平均气温增温趋势基本一致。

2.1.4 平均气温月际变化。由图 3 和表 3 可见,阿坝高原由于冬季高原太阳辐射较强,昼夜温差大,日照充足,所以冬季气温变幅较大,其中 12 月气温变幅最大,表明气温变化在冬季有着非常明显的波动。1 月是最冷月,平均气温  $-1.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,最冷月平均气温最高出现在 2006 年( $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ),最低出现在 1993 年( $-3.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ )。夏天受西南暖湿气流的影响,降水量大,虽然日照强,但蒸发量也大,耗热多,气温并不是很高。最热月是 7 月,7 月变幅最小,平均温度仅  $17.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,最热月平均气温最高  $19.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,出现在 2006 年,最低  $16.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  出现在 1992 年。最冷月和最热月相差  $18.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。阿坝州丘状高原地区历年月平均气温最低为 1 月  $-6.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,月最高为 7 月  $12.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;干旱河谷地区历年月平均气温最低为 1 月  $2.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,月最高为 7 月  $21.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;高山峡谷地区历年月平均气温最低为 1

月  $-0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,月最高为 7 月  $16.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。变幅大小趋势也同整体一致,丘状高原变幅大小对阿坝高原整体影响最大。阿坝地

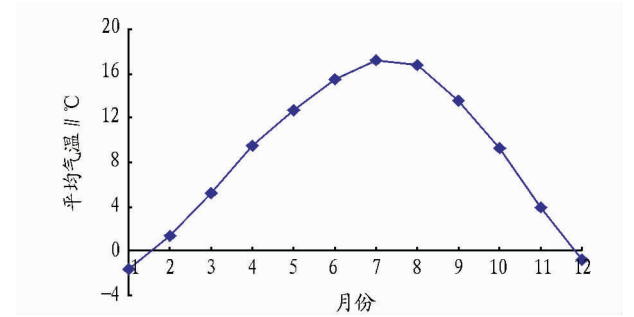


图3 1967~2013 年阿坝高原历年各月平均气温变化

区最冷月出现在 1 月份有 32 年,出现在 12 月有 10 年,出现在 2 月仅有 5 年;最热月主要出现在 7 月有 36 年,出现在 8 月有 11 年。从月平均的年代际资料统计看出阿坝地区 20 年代初至今气温明显升高。

2.1.5 年平均最高气温和平均最低气温变化特征。由表 4 可见,近 47 年阿坝地区平均最高气温的方差最小,表明最高

气温的变化最靠近平均值;而平均最低气温的方差最大,表明最低气温的变化离开平均值较远。近 47 年阿坝地区年平均最高气温总体呈上升趋势,但上升率仅为 0.201℃/10a,年平均最低气温上升幅度明显大于年平均气温,为 0.332℃/10a,说明年平均最低气温对阿坝地区气温变化贡献较

大。年平均最高、最低气温干旱河谷地区分别为 19.0 和 7.8℃,出现在金川县;高山峡谷地区分别为 18.0 和 3.2℃,出现在马尔康县;丘状高原地区分别为 12.3 和 -2.5℃,平均最高气温出现在松潘县,平均最低气温出现在红原县。

表 3 1967~2013 年阿坝州月平均气温变幅及年代变化

| 月份 | 平均气温<br>℃ | 变幅<br>% | 平均气温/℃    |           |           |           |           |           |
|----|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|    |           |         | 1967~1969 | 1970~1979 | 1980~1989 | 1990~1999 | 2000~2009 | 2010~2013 |
| 1  | -1.6      | 260     | -2.0      | -2.0      | -1.9      | -1.9      | -0.9      | -1.2      |
| 2  | 1.3       | 310     | 0.5       | 0.6       | 0.8       | 1.3       | 1.9       | 2.4       |
| 3  | 5.3       | 83      | 4.9       | 5.1       | 4.9       | 5.4       | 5.8       | 5.9       |
| 4  | 9.4       | 46      | 9.2       | 9.3       | 8.8       | 9.6       | 9.9       | 9.4       |
| 5  | 12.7      | 18      | 12.5      | 12.3      | 12.8      | 12.4      | 12.8      | 13.5      |
| 6  | 15.4      | 22      | 15.3      | 15.4      | 15.2      | 15.4      | 15.4      | 15.7      |
| 7  | 17.2      | 12      | 17.1      | 17.2      | 17.2      | 17.0      | 17.7      | 18.1      |
| 8  | 16.8      | 21      | 16.1      | 16.2      | 16.1      | 17.0      | 17.3      | 18.0      |
| 9  | 13.6      | 29      | 12.9      | 13.0      | 12.9      | 13.8      | 14.2      | 14.1      |
| 10 | 9.2       | 30      | 8.7       | 8.9       | 9.1       | 9.0       | 9.8       | 9.8       |
| 11 | 3.9       | 72      | 3.6       | 3.6       | 3.5       | 4.4       | 4.1       | 4.2       |
| 12 | -0.8      | 390     | -1.0      | -1.1      | -1.2      | -0.8      | -0.3      | -0.6      |

表 4 1967~2013 年阿坝地区平均最高最低气温方差

| 气温     | 温度值/℃ | 方差   |
|--------|-------|------|
| 平均气温   | 8.4   | 0.18 |
| 平均最高气温 | 16.3  | 0.16 |
| 平均最低气温 | 3.1   | 0.24 |

2.2 阿坝地区 3 个区域年平均气温变化比较及随海拔高度变化 分析阿坝州 1967~2013 年平均气温变化趋势发现,干旱河谷地带、丘状高原地带高山峡谷地气候变化倾向率分别为 0.245、0.297、0.118℃/10a,阿坝地区气温自东南向西北并随海拔由低到高而相应降低。其中西北部的丘状高原地区冬季严寒漫长,夏季凉爽湿润,年平均气温 0.1~7.3℃;干旱河谷地带夏季温凉,冬春寒冷,干湿季明显,年平均气温 10.3~15.1℃;高山峡谷地带年平均气温 7.7~9.6℃。整个阿坝地区随着海拔高度变化,气候从亚热带到温带、寒温带、寒带,呈明显的垂直性差异。阿坝州年均气温与纬度、经度、海拔高度的关系密切,数值模拟方程为  $T = 153.81 - 0.98 \times \text{经度} - 0.97 \times \text{纬度} - 0.006 \times \text{海拔高度}$ ,该方程复相关系数为 0.98。

由阿坝州不同海拔高度各区域气温特征(图 4)可见,干旱河谷地区年平均气温为 12.3℃,最高值出现在 2006 年(13.3℃),最低值出现在 1969 年(11.2℃),1967~1996 年 30 年中年平均气温负距平有 26 年,占 87%,峰值在 1969 年,为 -1.1℃;1997~2013 年 18 年中正距平有 16 年,占 89%,峰值出现在 2006 年,距平值为 1.0℃;年际平均气温距平变化幅度最大值为 2.1℃,说明干旱河谷地区从 1997 年进入明显增暖期,气温上升趋势非常明显。丘状高原地区地势平坦,气温受地形地貌影响小,但因海拔高度在 3 000 m 左右,所以气温整体较低,但异常年份少,年平均气温为 3.5℃,最高值出现在 2006 年(4.7℃),最低值出现在 1977 年(2.5

℃);1967~1997 年负距平有 23 年,占 74%;1998~2013 年除 2000 年为 -0.1℃距平外,均为正距平,有 16 年,占 94%,峰值出现在 2006 年,距平为 1.2℃。丘状高原地区也是从 1997 年开始进入明显增暖期,气温特征反映与阿坝州整体相同。高山峡谷地区在阿坝州中部,由于地形原因,局地性气候表现明显,气温年际变化较大。47 年中负距平有 21 年,占 47%,正距平 25 年,占 53%,最低峰值出现在 1992 年(8.1℃),最高峰值出现在 2003、2006 年(9.6℃),距平超过 ±0.5℃有 11 年,占 23%,异常年份少;年平均气温年际之间距平变化幅度最大值为 1.5℃。高山峡谷地区年平均气温虽阶段性变化趋势不明显,但年平均气温年际变化较大,整体仍呈缓慢上升趋势。且这 3 个地区不同海拔冬季平均气温总体上呈明显增温趋势,其增温幅度明显高于年平均增温,在同一区域内,不同海拔的冬季平均气温年际和年代际变化具有一定的相似性;不同区域不同海拔夏季平均气温近 47 年也呈一致的升温趋势,升温幅度明显小于冬季和年平均气温的增幅;春、秋季气温增幅随海拔变化较小。

2.3 阿坝地区气温特征与农牧业的关系 阿坝州地域广阔、海拔高度跨度较大,气候垂直分布差异大,丘状高原区海拔 3 000 m 以上年均温度在 7℃以下,气候寒冷,最热月平均温度在 15℃以下,热量条件差,灾害较多,土壤温度过低,对根系冻害严重,除个别小气候条件稍好的地区可发展农业外,主要以发展牧林为宜。高山峡谷地区海拔 2 300~3 000 m,气候温凉年均温度为 7~10℃,最热月平均温度为 15~23℃,地形主要为山原地形,光照丰富,既可发展牧林也应适当发展农业,以发展蔬菜、特色水果种植为宜。干旱河谷地区海拔 1 300~2 200 m,年均温度在 14℃以上,年最高平均气温为 19℃,最热月平均温度在 23℃以上,以发展亚热带特色水果种植、粮油作物、饲养业为主。就总体情况

来看,阿坝地区农业人口大部集中在干旱河谷和中部高山峡谷地区,气候特点是日照丰富、气候干燥,无霜期 200 ~ 250 d、昼夜温差大、气候垂直分布差异大,这一地区主要耕地为退耕还林还草区,主要种植玉米、胡豆、洋芋、青稞等经济效益差的作物,大力发展中药材和小杂粮、优质豆类、优质饲草、花椒等种植业。

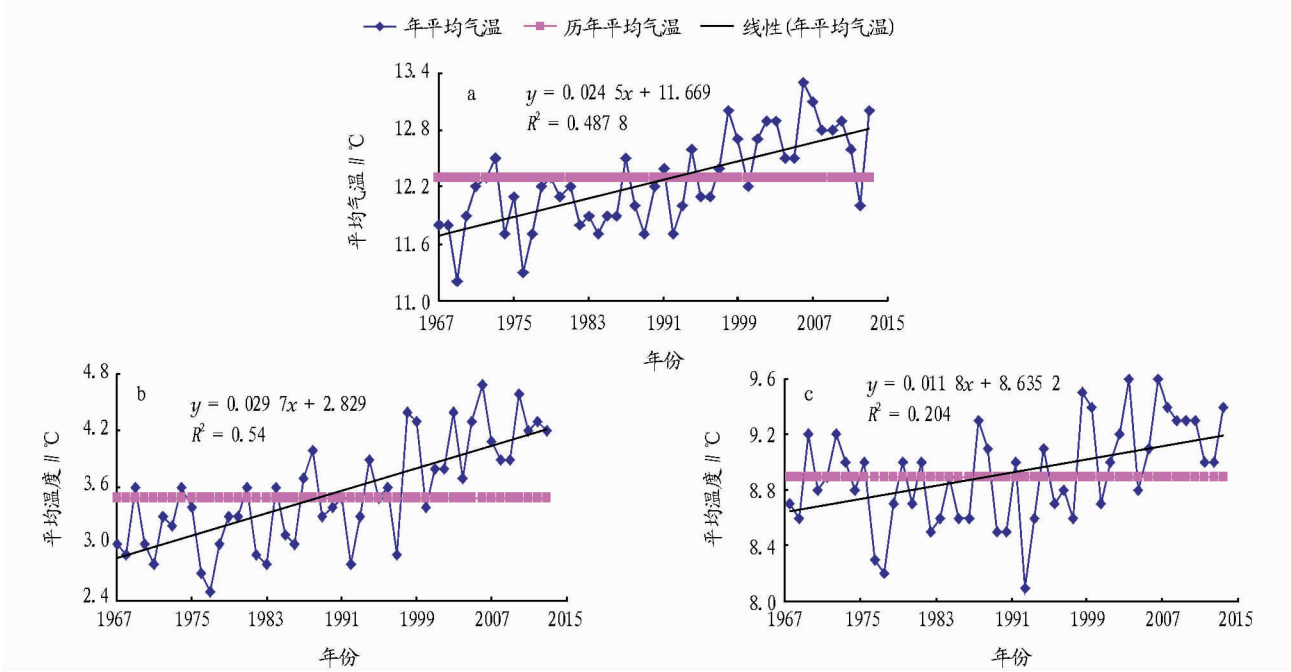


图4 1967~2013年干旱河谷地区(a)、丘状高原地区(b)、高山峡谷地区(c)年平均气温变化

3 结论

(1)阿坝州近47年平均气温总体呈上升趋势,上升倾向率为0.228℃/10a,且从1998年开始气温上升趋势明显,最近17年平均气温比前30年平均值偏高0.7℃,进入明显增暖期。其中干旱河谷地带气候变化倾向率为0.245℃/10a、丘状高原地带为0.297℃/10a、高山峡谷地区为0.118℃/10a。从年平均气温年代际资料统计看出,阿坝地区20世纪60年代、70年代偏低0.3℃,80年代偏低0.2℃,90年代正常,21世纪初偏高0.4℃,2010~2013年偏高0.5℃,表明近14年增温明显,增温主要贡献是阿坝州西北部海拔3000 m以上的丘状高原地区。

(2)阿坝地区年平均最低气温的方差最大,表明最低气温的变化离开平均值较远,对阿坝地区气温上升贡献较大。

(3)近47年阿坝地区冬季气温线性增幅最大(0.317℃/10a),夏季增幅最小(0.232℃/10a),而春季和秋季气温

增长率介于冬夏之间,气候变暖最大的贡献者是冬季变暖。

(4)近47年阿坝地区冬季气温变幅较大,其中12月气温变幅最大,表明气温变化在冬季有着非常明显的波动。阿坝地区3个区域气温变幅大小趋势也与整体一致,其中丘状高原变幅大小对阿坝高原整体影响最大。

(5)阿坝地区年平均气温自东南向西北随海拔由低到高而相应降低,不同海拔平均气温总体上呈明显增温趋势,海拔越高,变暖趋势越明显。

参考文献

[1] 孙成权,高峰,曲建升. 全球气候变化的新认识[J]. 自然杂志,2001,4(2):114-122.

[2] 宋连春,邓振镛,董安祥. 干旱[M]. 北京:气象出版社,2003:54-55.

[3] 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.

[4] 李川,陈静,朱燕君. 川西高原近五十年气候变化的初步研究[J]. 高原气象,2003,22(S1):138-144.

[5] 周幼祥,苏钰林,王盛繁,等. 贵港市半个世纪气温变化特征分析[J]. 气象研究与应用,2011,32(S2):107-108.

[6] 侯建忠,王川,鲁渊平,等. 台风活动与陕西极端暴雨的相关及动力特征分析[J]. 热带气象学报,2005,25(2):203-207.

[7] 侯建忠,许新田,张小玲,等. 热带气旋活动对陕西2007年两次暴雨影响的综合分析[J]. 成都信息工程学院学报,2007,23(5):537-542.

[8] 李明,高维英,杜继稳,等. 远距离台风影响下的陕西大暴雨分析[J]. 干旱区研究,2011,28(3):515-517.

[9] 杜继稳,侯明全,梁生俊,等. 陕西省短期天气预报技术手册[M]. 北京:气象出版社,2007:65-69.

[10] 侯建忠,张弘,杜继稳,等. 台风与高原东、北侧冷锋暴雨的环境场及云图特征[C]//青藏高原东、北侧突发性暴雨分析研究与应用. 北京:气象出版社,2005:92-98.

(上接第148页)

参考文献