

# 青藏高原最高、最低气温的非对称变化\*

杜 军

(拉萨市气象局, 拉萨 850001)

## 摘 要

利用中国青藏高原 25 个台站 1971 ~ 2000 年月平均最高气温 ( $T_{\max}$ )、最低气温 ( $T_{\min}$ ) 及气温日较差 ( $\Delta T$ ), 分析了青藏高原最高、最低气温的非对称变化。结果发现, 青藏高原普遍存在非对称变化现象, 以  $T_{\max}$ 、 $T_{\min}$  显著上升, 但  $T_{\min}$  上升幅度大于  $T_{\max}$  为主要类型。 $T_{\max}$  上升主要表现在夏季,  $T_{\min}$  增暖以秋季最为明显,  $\Delta T$  显著变小主要是由于  $T_{\min}$  明显增暖引起的。 $T_{\min}$  的上升幅度随海拔高度的上升而增加,  $T_{\max}$  在 3000 ~ 4000 m 地区增温最大, 而  $\Delta T$  在 4000 m 以上呈显著的减小趋势。

关键词: 最高气温 最低气温 非对称变化 青藏高原

## 引 言

由于全球“温室效应”的加剧, 近百年全球气温有明显的上升趋势。近年来的研究表明, 全球变暖主要发生在夜间, 即最低气温增加远比最高气温增加得快。对 1951 ~ 1990 年陆地气温研究表明, 北半球大部分陆地日最低气温上升的幅度是日最高气温的 3 倍。现在北半球夜间平均增暖  $0.84\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 而白天平均增暖仅  $0.28\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 且在所有陆地和所有季节看都有这种趋势<sup>[1]</sup>。

对中国 44 个站的 1951 ~ 1988 年温度资料统计研究表明, 冬季和夏季气温日较差分别下降了  $3.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  和  $2.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 全年减少了  $2.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ <sup>[1, 2]</sup>, 这也证明了这种最高和最低气温的非对称变化在中国也是存在的。1999 年马晓波<sup>[3]</sup>也发现中国西北地区最高、最低气温普遍存在非对称现象, 气温日较差的变化幅度比华北地区大 1 ~ 4 倍, 也大于北半球的变化幅度。

由于青藏高原的巨大地形和抬高的热源作用, 它对临近地区乃至全球气候变化都有明显的影响, 它的热状况一直是气象界关心的问题。张顺利<sup>[4]</sup>用西藏 18 个站 1961 ~ 1990 年月平均气温资料, 分析了西藏 30 年温度变化的气候特征, 发现西藏各地年平均气温 20 世纪 60 年代最低, 80 年代最高。周顺武等<sup>[5]</sup>利用 1957 ~ 1998 年西藏自治区雅鲁藏布江中游 4 个测站 6 ~ 8 月的月平均气温, 通过线性趋势估计和多项式函数拟合等方法, 发现在过去 42 年里, 该流域夏季气温有明显的上升趋势, 1980 年突变增暖非常明显。1961 ~ 2000 年西藏大部分地区的年平均气温呈升温趋势, 拉萨市、山南地区大部、那曲地区中西部、阿里地区西部增温最为明显, 升温率每 10 年在  $0.20\text{ }^{\circ}\text{C}$  以上; 青藏高原年平均气温以每 10 年  $0.26\text{ }^{\circ}\text{C}$  的增长率上升, 明显高于全国和全球气温的增长率<sup>[6, 7]</sup>。

\* 2002-03-06 收到, 2002-06-10 收到修改稿。

为了进一步揭示西藏高原气温的变化特征,本文选取西藏 25 个站点 1971~2000 年 30 年的月平均最高、最低气温资料,运用气候学统计分析方法,以证明在气候变暖的背景下,西藏高原存在最高、最低气温的非对称变化现象。

## 1 资料和分析方法

西藏高原地势高亢,地形较为复杂,气象观测站点稀少,大部分站点观测年限较短,为了全面分析西藏高原近 30 年最高、最低气温的变化趋势,选择了 25 个站 1971~2000 年月平均最高气温、最低气温及气温日较差资料,按 12 月至翌年 2 月为冬季,3~5 月为春季,6~8 月为夏季,9~11 月为秋季生成逐季序列。

最高、最低气温和气温日较差的气候变化趋势用下式进行估计:

$$T_i = a_0 + a_1 t_i$$

其中  $T_i$  为气象要素,  $t_i$  为时间(本文为 1971~2000 年),  $a_1$  为线性趋势项,把  $a_1 \times 10$  年作为气候变化趋势,单位为:  $^{\circ}\text{C}/10 \text{ a}$ 。

## 2 分析结果

### 2.1 近 30 年 $T_{\max}$ 、 $T_{\min}$ 和 $\Delta T$ 的气候变化趋势的空间分布

#### 2.1.1 $T_{\max}$ 的气候变化趋势的空间分布

在年平均情况下(图 1a),大部分台站的  $T_{\max}$  为普遍增暖,在雅鲁藏布江上中游、阿里地区、波密表现为每 10 年  $0.10 \sim 0.36 \text{ }^{\circ}\text{C}$  的明显增温趋势,以拉萨、泽当、日喀则增温最大,每 10 年在  $0.30 \text{ }^{\circ}\text{C}$  以上,且达到 0.01 以上的信度水平;安多、帕里呈现为显著的降温趋势,每 10 年分别降温  $0.17 \text{ }^{\circ}\text{C}$  和  $0.20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,索县、当雄、察隅为弱的降温,其它各地增温幅度不大,为每 10 年  $0.01 \sim 0.10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

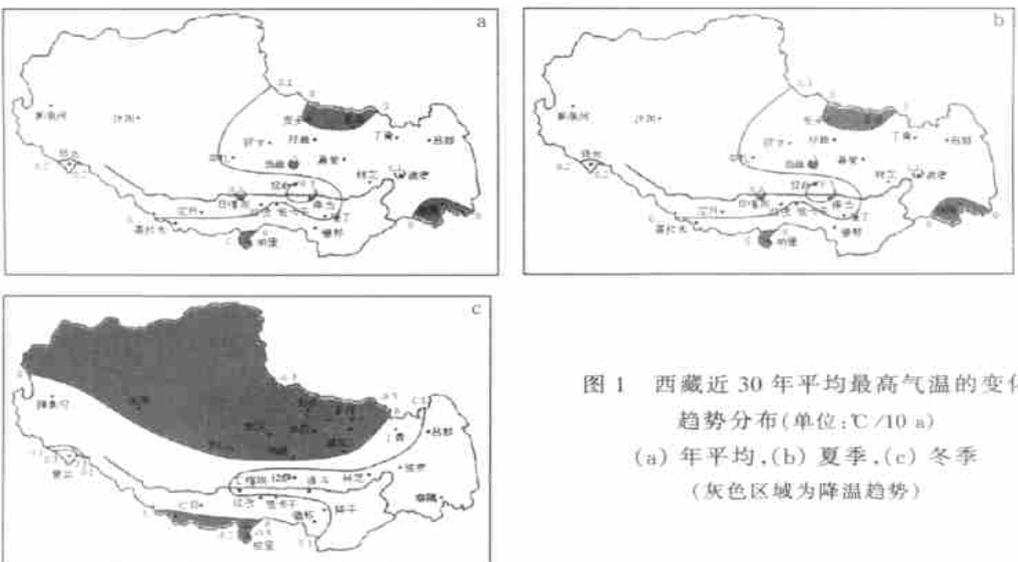


图 1 西藏近 30 年平均最高气温的变化趋势分布(单位:  $^{\circ}\text{C}/10 \text{ a}$ )  
(a) 年平均, (b) 夏季, (c) 冬季  
(灰色区域为降温趋势)

从  $T_{\max}$  变化趋势的季节分布来看, 春季(图略)大部分地区表现为增温趋势, 增幅为每 10 年  $0.10 \sim 0.55 \text{ } ^\circ\text{C}$ , 尤其在拉萨、日喀则增温最为明显, 达到了 0.001 的极显著水平; 察隅、帕里表现为降温趋势, 平均每 10 年降温  $0.2 \text{ } ^\circ\text{C}$  左右。夏季(图 1b)增温区位于雅鲁藏布江中游、那曲地区、阿里地区, 增幅为每 10 年  $0.10 \sim 0.40 \text{ } ^\circ\text{C}$ , 以拉萨和索县增暖最为显著; 昌都地区北部、林芝地区大部、帕里为降温趋势, 降温幅度每 10 年  $0.05 \sim 0.25 \text{ } ^\circ\text{C}$ , 以林芝最为明显。秋季(图略)那曲地区西部、昌都地区北部、帕里、察隅表现为降温趋势, 降温幅度为每 10 年  $0.02 \sim 0.20 \text{ } ^\circ\text{C}$ , 以安多最为明显; 其它各地表现为一致的增温趋势, 增幅为每 10 年  $0.10 \sim 0.36 \text{ } ^\circ\text{C}$ , 以拉萨、泽当、日喀则增暖最为显著, 增幅每 10 年在  $0.30 \text{ } ^\circ\text{C}$  以上。冬季(图 1c)那曲地区、帕里、聂拉木、当雄、改则为降温趋势, 幅度为每 10 年  $0.05 \sim 0.50 \text{ } ^\circ\text{C}$ , 以安多、索县、帕里降温最为明显, 降温每 10 年在  $0.40 \text{ } ^\circ\text{C}$  以上; 其它各地表现为增温趋势, 增幅为每 10 年  $0.03 \sim 0.35 \text{ } ^\circ\text{C}$ , 其中普兰、日喀则增温较大, 每 10 年在  $0.30 \text{ } ^\circ\text{C}$  以上。

### 2.1.2 $T_{\min}$ 的气候变化趋势的空间分布

在年平均情况下(图 2a),  $T_{\min}$  在青藏高原绝大部分地区呈增温趋势, 在增温幅度上高原中西部较大, 东部较小。那曲中西部、阿里地区大部、拉萨、泽当表现为每 10 年  $0.45 \sim 0.86 \text{ } ^\circ\text{C}$  的极显著增温趋势(达到 0.001 以上的信度水平); 其它各地增温幅度为每 10 年  $0.08 \sim 0.44 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。

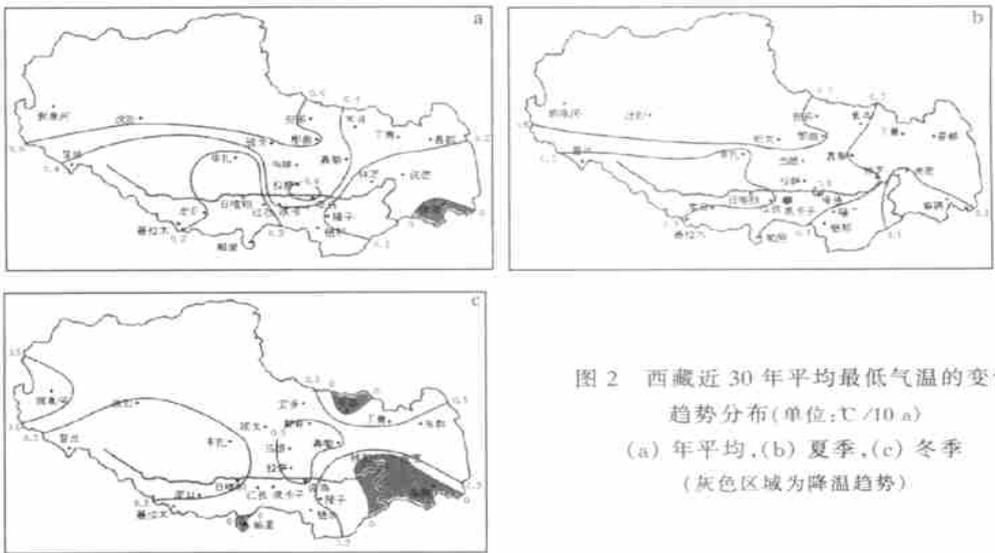


图 2 西藏近 30 年平均最低气温的变化趋势分布(单位:  $^\circ\text{C}/10 \text{ a}$ )  
(a) 年平均, (b) 夏季, (c) 冬季  
(灰色区域为降温趋势)

从  $T_{\min}$  变化趋势的季节分布来看, 春季(图略)除察隅为降温(每 10 年为  $-0.09 \text{ } ^\circ\text{C}$ )外, 其它各地均表现为一致的增温趋势, 增温幅度为每 10 年  $0.18 \sim 0.83 \text{ } ^\circ\text{C}$ , 其中那曲地区、阿里地区、拉萨、泽当最为显著, 增幅在  $0.45 \text{ } ^\circ\text{C}$  以上。夏季(图 2b)绝大多数地区呈增温趋势, 增幅为每 10 年  $0.12 \sim 0.80 \text{ } ^\circ\text{C}$ , 其中泽当、狮泉河、那曲、安多增温最大, 每 10 年为  $0.60 \text{ } ^\circ\text{C}$  以上。秋季(图略)整个青藏高原表现为一致的增温趋势, 增幅为每 10 年  $0.02 \sim 1.61 \text{ } ^\circ\text{C}$ , 其中狮泉河、改则增温每 10 年在  $1.0 \text{ } ^\circ\text{C}$  以上, 那曲、泽当增温每 10 年  $0.77$

℃。在冬季(图 2c),林芝地区、帕里、索县表现为降温趋势,降温幅度为每 10 年 0.01 ~ 0.18 ℃,以林芝最为明显;其它各地每 10 年以 0.10 ~ 0.80 ℃ 的趋势增暖,其中那曲每 10 年增温 0.90 ℃,拉萨每 10 年以 0.80 ℃ 的速率增暖。

### 2.1.3 $\Delta T$ 的气候变化趋势的空间分布

从图 3a 中可以看出,年平均情况下西藏大部分台站表现为一致的  $\Delta T$  变小的趋势,减幅为每 10 年 0.01 ~ 0.72 ℃,其中那曲中西部、阿里地区大部以每 10 年 0.46 ~ 0.72 ℃ 的趋势显著减小,均达到 0.05 以上信度的水平。林芝地区东南部、隆子、日喀则、江孜、普兰呈增大趋势。

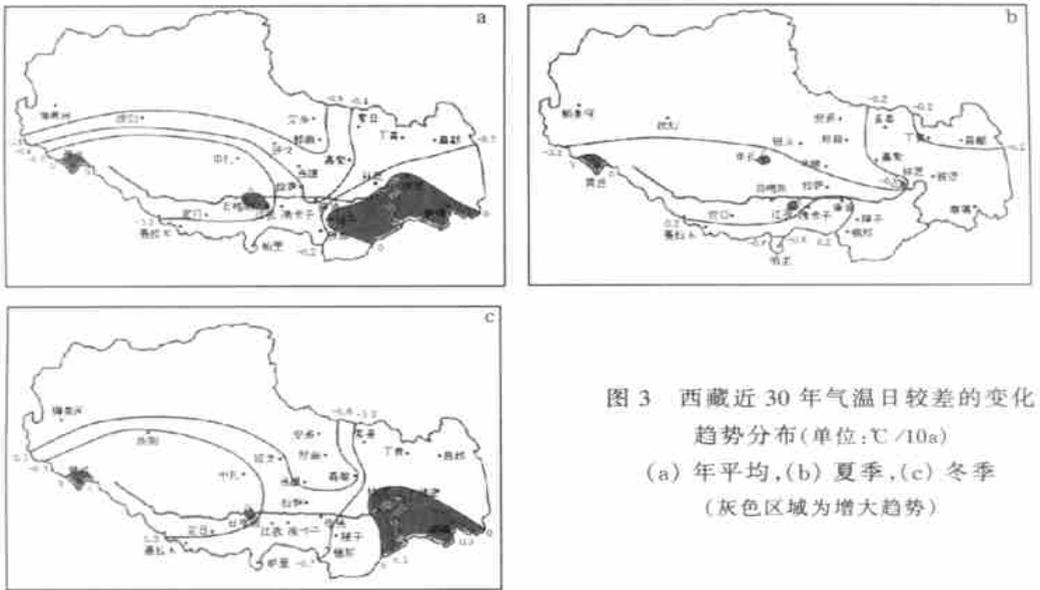


图 3 西藏近 30 年气温日较差的变化趋势分布(单位:℃/10a)  
(a) 年平均,(b) 夏季,(c) 冬季  
(灰色区域为增大趋势)

从  $\Delta T$  变化趋势的季节分布来看,春季(图略)绝大部分地区的  $\Delta T$  为减小趋势,其中阿里地区大部、那曲地区大部、泽当、浪卡子、帕里的减幅每 10 年为 0.30 ~ 0.75 ℃,以阿里地区最为明显。夏季(图 3b)的  $\Delta T$  在绝大部分地区为减小趋势,以林芝、帕里最为显著,平均每 10 年减少 0.60 ℃,其他各站减幅为 0.07 ~ 0.60 ℃。在秋季(图略),普兰、日喀则、隆子、波密的  $\Delta T$  表现为弱的增大趋势,增幅为每 10 年 0.03 ~ 0.19 ℃,其他各地的  $\Delta T$  呈一致的减小趋势,以阿里地区大部、那曲地区中西部最为显著,减幅为每 10 年 0.50 ~ 1.37 ℃,达到了 0.01 以上信度的检验水平。冬季(图 3c)林芝地区、日喀则、普兰的  $\Delta T$  却呈增大趋势,增幅为每 10 年 0.14 ~ 0.44 ℃,尤其波密、察隅、日喀则最为明显;其他各地表现为一致的减小趋势,减幅为每 10 年 0.12 ~ 1.03 ℃,其中当雄、那曲分别以每 10 年 0.98 ℃ 和 1.03 ℃ 的趋势减小。

对比  $T_{\max}$  和  $T_{\min}$  变化趋势的空间分布可发现,大部分地区  $\Delta T$  变小趋势是以  $T_{\min}$  变暖明显高于  $T_{\max}$  变暖为特点。

综上所述,在气候变暖的背景下,青藏高原普遍存在非对称变化现象,即  $T_{\max}$ 、 $T_{\min}$  变化趋势不一致甚至相反,而大部分台站的  $\Delta T$  却呈一致较为显著减小的特点。这表明非对称变化在中国是一个普遍现象,但青藏高原在年平均状况下又有其地域特点:(1)

$T_{\max}$  显著上升,  $T_{\min}$  也显著上升, 但  $T_{\max}$  上升幅度小于  $T_{\min}$ , 大部分台站属于这类; (2)  $T_{\max}$  显著上升,  $T_{\min}$  也显著上升, 但  $T_{\max}$  上升幅度大于  $T_{\min}$ , 以日喀则为代表; (3)  $T_{\max}$  明显下降,  $T_{\min}$  显著上升, 以安多、帕里为代表; (4)  $T_{\max}$  和  $T_{\min}$  上升幅度均较小, 以波密、江孜为代表; (5)  $T_{\max}$  和  $T_{\min}$  均表现为降温趋势, 以察隅为代表。

## 2.2 $T_{\max}$ 、 $T_{\min}$ 和 $\Delta T$ 变化趋势与海拔高度的关系

表 1 列出了西藏高原近 30 年海拔高度 4000 m 以上的 15 个站 3000 ~ 4000 m 7 个站和 3000 m 以下 3 个站平均的  $T_{\max}$ 、 $T_{\min}$  和  $\Delta T$  变化趋势。从表 1 可看出:

表 1 西藏近 30 年来不同海拔高度上的  $T_{\max}$ 、 $T_{\min}$  和  $\Delta T$  变化趋势 (°C/10 a)

气象要素	海拔高度/m	春季	夏季	秋季	冬季	年
$T_{\max}$	≤3000	-0.02	-0.06	0.05	0.22	0.00
	3000~4000	0.24	0.11	0.15	0.14	0.17*
	≥4000	0.17	0.15	0.08	-0.13	0.06
$T_{\min}$	≤3000	0.11	0.20**	0.13	-0.01	0.09
	3000~4000	0.39***	0.34***	0.35***	0.37***	0.36***
	≥4000	0.49***	0.38***	0.52***	0.35*	0.43***
$\Delta T$	≤3000	-0.11	-0.30*	-0.09***	0.31*	-0.05
	3000~4000	-0.15	-0.21	-0.19	-0.22*	-0.20**
	≥4000	-0.31**	-0.23*	-0.43***	-0.47***	-0.36***

\* ——通过 0.1 信度, \*\* ——通过 0.05 信度, \*\*\* ——通过 0.01 信度。

(1) 春、秋季海拔 3000 ~ 4000 m 地区  $T_{\max}$  增温明显比高、低海拔地区强; 夏季  $T_{\max}$  在 3000 m 以上地区呈增温趋势, 3000 m 以下地区却表现为弱的降温; 冬季  $T_{\max}$  在 4000 m 以上地区表现为每 10 年 0.13 °C 的降温趋势, 4000 m 以下地区呈较为明显的上升趋势。

(2)  $T_{\min}$  的变化总趋势是随着海拔高度的增加,  $T_{\min}$  的增暖程度也在增加, 以春、秋季最为明显。

(3)  $\Delta T$  的变化趋势, 春、秋季随着海拔高度的增加,  $\Delta T$  随之减小; 夏季各海拔高度上的  $\Delta T$  均呈减小趋势, 以 3000 m 以下地区减小幅度最大; 冬季 3000 m 以下地区  $\Delta T$  表现为增大的趋势, 而 3000 m 以上地区  $\Delta T$  呈减小的趋势, 其中 4000 m 以上地区最为显著, 每 10 年达到 -0.47 °C。

此外, 通过对  $T_{\max}$ 、 $T_{\min}$ 、 $\Delta T$  的变化趋势与海拔高度的线性回归分析(回归方程式见表 2), 结果表明:

(1) 四季、年  $T_{\min}$  的变化趋势与海拔高度呈较显著的正相关, 海拔每升高 100 m,  $T_{\min}$  增加 0.013 ~ 0.022 °C, 以春、秋季最为显著。

(2) 夏季  $T_{\max}$  的变化趋势与海拔高度呈显著的正相关, 海拔每升高 100 m,  $T_{\max}$  增加 0.013 °C; 冬季  $T_{\max}$  的变化趋势与海拔高度呈极显著的负相关, 海拔每升高 100 m,  $T_{\max}$  降低 0.025 °C。

(3) 春季  $\Delta T$  的变化趋势与海拔高度呈较显著的负相关, 海拔每升高 100 m,  $\Delta T$  减小 0.016 °C。秋、冬季和年  $\Delta T$  的变化趋势与海拔高度呈极显著的负相关, 海拔每升高 100 m,  $\Delta T$  分别减小 0.026 °C、0.042 °C 和 0.021 °C。

表 2  $T_{\max}$ 、 $T_{\min}$ 、 $\Delta T$  的变化趋势与海拔高度的线性回归分析

气象要素	季节	方程式	相关系数
$T_{\max}$	春季	$T_{\max} = -0.062 + 0.0058 h$	0.186
	夏季	$T_{\max} = -0.381 + 0.0125 h$	0.448**
	秋季	$T_{\max} = 0.237 - 0.0035 h$	-0.138
	冬季	$T_{\max} = 0.980 - 0.0249 h$	-0.646***
	年	$T_{\max} = 0.190 - 0.0025 h$	-0.109
$T_{\min}$	春季	$T_{\min} = -0.438 + 0.0214 h$	0.526***
	夏季	$T_{\min} = -0.176 + 0.0131 h$	0.395**
	秋季	$T_{\min} = -0.453 + 0.0220 h$	0.364*
	冬季	$T_{\min} = -0.387 + 0.0172 h$	0.359*
	年	$T_{\min} = -0.367 + 0.0185 h$	0.479**
$\Delta T$	春季	$\Delta T = 0.376 - 0.0157 h$	-0.374*
	夏季	$\Delta T = -0.212 + 0.0046 h$	-0.014
	秋季	$\Delta T = 0.688 - 0.0255 h$	-0.445**
	冬季	$\Delta T = 1.366 - 0.0421 h$	-0.667***
	年	$\Delta T = 0.557 - 0.0210 h$	-0.527***

注: \* ——通过 0.1 信度, \*\* ——通过 0.05 信度, \*\*\* ——通过 0.01 信度,  $h$  ——海拔高度(100 m)。

## 2.3 $T_{\max}$ 、 $T_{\min}$ 和 $\Delta T$ 变化趋势与纬度的关系

### 2.3.1 $T_{\max}$ 变化趋势与纬度的关系

通过对  $T_{\max}$  的变化趋势与纬度的回归分析,发现仅夏季  $T_{\max}$  的变化趋势和纬度呈较显著的正相关,其关系式为:

$$T_{\max} = -1.185 + 0.043 \varphi \quad (r = 0.364 > r_{0.10} = 0.337) \quad (1)$$

式(1)中  $\varphi$  为纬度,  $r$  为单相关系数,随着纬度的增加,  $T_{\max}$  增暖程度在增加,纬度每增加  $1^\circ$ ,夏季  $T_{\max}$  的增暖幅度增加  $0.043^\circ\text{C}$ 。

### 2.3.2 $T_{\min}$ 变化趋势与纬度的关系

经对  $T_{\min}$  的变化趋势与纬度的回归分析,春、夏、秋季和年  $T_{\min}$  的变化趋势与纬度存在着较显著的正相关,其关系式为:

$$\text{春季: } T_{\min} = -2.360 + 0.0922 \varphi \quad (r = 0.533 > r_{0.01} = 0.505) \quad (2)$$

$$\text{夏季: } T_{\min} = -1.380 + 0.0573 \varphi \quad (r = 0.407 > r_{0.05} = 0.396) \quad (3)$$

$$\text{秋季: } T_{\min} = -3.911 + 0.144 \varphi \quad (r = 0.562 > r_{0.01} = 0.505) \quad (4)$$

$$\text{年: } T_{\min} = -2.131 + 0.0832 \varphi \quad (r = 0.507 > r_{0.01} = 0.505) \quad (5)$$

式(2)~(5)中,均达到 0.05 以上的信度水平,从中可看出,随着纬度的增加,春、夏、秋季和年  $T_{\min}$  的增暖程度也在增加,纬度每增加  $1^\circ$ ,  $T_{\min}$  的增暖程度增加  $0.057 \sim 0.14^\circ\text{C}$ ,以秋季表现的最为明显。

### 2.3.3 $\Delta T$ 变化趋势与纬度的关系

通过对  $\Delta T$  的变化趋势与纬度的回归分析,春、秋季和年  $\Delta T$  的变化趋势与纬度呈显著的负相关,其回归方程为:

$$\text{春季: } \Delta T = 2.487 - 0.0909 \varphi \quad (r = 0.512 > r_{0.01} = 0.505) \quad (6)$$

$$\text{秋季: } \Delta T = 4.512 - 0.161 \varphi \quad (r = 0.661 > r_{0.01} = 0.505) \quad (7)$$

$$\text{年: } \Delta T = 2.366 - 0.0879 \varphi \quad (r = 0.520 > r_{0.01} = 0.505) \quad (8)$$

式(6)~(8)中, $r$ 均通过0.01极显著的信度检验,从中可知,随着纬度的增加,春、秋季和年 $\Delta T$ 的变化趋势在减小,纬度每增加 $1^\circ$ , $\Delta T$ 的变化趋势减小 $0.087\sim 0.16^\circ\text{C}$ ,秋季最为显著。

### 3 结 论

(1) 在气候变暖的背景下,青藏高原普遍存在非对称变化现象,①  $T_{\max}$ 显著上升, $T_{\min}$ 也显著上升,但  $T_{\max}$ 上升幅度小于  $T_{\min}$ ,大部分台站属于这类;②  $T_{\max}$ 显著上升, $T_{\min}$ 也显著上升,但  $T_{\max}$ 上升幅度大于  $T_{\min}$ ,以日喀则为代表;③  $T_{\max}$ 明显下降, $T_{\min}$ 显著上升,以安多、帕里为代表;④  $T_{\max}$ 和  $T_{\min}$ 上升幅度均较小,以波密、江孜为代表;⑤  $T_{\max}$ 和  $T_{\min}$ 均表现为降温趋势,以察隅为代表。

(2) 西藏在过去的30年中, $T_{\min}$ 在春季、秋季、冬季3个季节中明显增加,增加幅度均高于全国,其中以秋季最为显著。 $T_{\min}$ 在夏季和年平均情况下增暖较为显著。绝大部分地区一年四季的 $\Delta T$ 都表现为显著的变小趋势,以秋、冬季最为明显。在西藏,年平均日较差的显著变小主要是由于 $T_{\min}$ 的明显增暖引起。

(3) 春、秋季海拔3000~4000 m地区  $T_{\max}$ 增温明显比高、低海拔地区强;冬季  $T_{\max}$ 在4000 m以上地区表现为降温趋势,4000 m以下地区呈较为明显的上升趋势。随着海拔高度的增加, $T_{\min}$ 的增暖程度也在增加,以春、秋季最为明显。 $\Delta T$ 在春、秋季随着海拔高度的增加而减小;夏季各海拔高度上的 $\Delta T$ 均呈减小趋势,以3000 m以下地区减小幅度最大;在冬季,3000 m以下地区 $\Delta T$ 表现为增大的趋势,3000 m以上地区 $\Delta T$ 呈减小的趋势。

(4) 随着纬度的增加,夏季  $T_{\max}$ 的上升幅度随之增加;春、夏、秋季和年  $T_{\min}$ 的增暖程度也随之增加;而春、秋季和年 $\Delta T$ 的变化趋势却随之减小。

### 参 考 文 献

- 1 Karl T R, et al. Asymmetric trends of daily maximum and minimum temperature. *Bulletin of American Meteorological Society*, 1993, 74(6): 1007~1023.
- 2 IPCC. Climate Change 1992, the supplementary report to IPCC scientific assessment. Cambridge University Press, 1992, 200pp, 142~152.
- 3 马晓波. 中国西北地区最高、最低气温的非对称变化. *气象学报*, 1999, 57(5): 613~620.
- 4 张顺利. 西藏30年温度变化的气候特征. *气象*, 1997, 23(2): 21~24.
- 5 周顺武, 假拉, 杜军. 近42年青藏高原雅鲁藏布江中游夏季气候趋势和突变分析. *高原气象*, 2001, 20(1): 71~75.
- 6 杜军. 西藏高原近40年的气温变化. *地理学报*, 2001, 56(6): 682~690.
- 7 杜军. 西藏近40年气温变化的气候特征分析. *应用气象学报*, 2000, 11(2): 221~227.

ASYMMETRIC CHANGE OF MAXIMUM AND MINIMUM  
TEMPERATURE IN TIBETAN PLATEAU  
FROM 1971 TO 2000

Du Jun

( Meteorological Bureau of Lhasa , Lhasa 850001 )

**Abstract**

Monthly mean maximum ( $T_{\max}$ ), minimum temperature ( $T_{\min}$ ) and daily temperature differences ( $\Delta T$ ) at 25 stations over Tibet from 1971 to 2000 are used to analyze the asymmetric change of maximum and minimum temperature in the Tibetan Plateau. The results show: The asymmetry is detectable in the whole Tibetan Plateau, and the typical pattern of asymmetry is the increase of  $T_{\max}$  and  $T_{\min}$  ( $T_{\min}$  increase is bigger than that of  $T_{\max}$ ). The increase of  $T_{\max}$  occurs mainly in summer and that of  $T_{\min}$  in autumn and  $\Delta T$  decrease because of obviously increasing  $T_{\min}$ . In addition,  $T_{\min}$  increases with increasing altitude; increase is the strongest in the region of 3000 to 4000 m, and  $\Delta T$  tends to decrease over 4000 m.

**Key words:** Maximum and minimum temperature Asymmetry change Tibetan Plateau.