

青藏高原气温降水变化的空间特征*

林振耀

(中国科学院地理研究所, 北京 100101)

赵昕奕

(北京大学城市与环境学系, 北京 100871)

摘要 利用青藏高原建站至 90 年代初期历年各月气温降水资料, 分析该区 50 年代至 90 年代初气温降水变化和趋势. 指出西藏、青海气温普遍呈上升趋势, 具有较强的空间一致性. 西藏东南部暖期开始最早. 可将全区划为 5 个气温和 9 个降水变化特征相异的小区. 全区温湿组合以增温减湿和增温增湿为主.

关键词 气温降水变化特征 青藏高原地区 50 年代至 90 年代初期

青藏高原气候状况与全球气候变化紧密相连^[1-3]. 因此研究青藏高原地区近 40 a 来的气候变化, 对于了解该地区气候背景状况及其与全球尺度的气候变化的联系, 预测未来气候变化形势和全球自然环境的变化, 都是十分必要的.

本文整理了西藏、青海和川西气象台站建站以来的历年各月气温降水资料, 最早记录为 1951 年, 最近为 1993 年. 选取其中 50 年代中期及其以前有记录且资料缺测年份、月份很少的 50 个台站作主要研究对象, 参考邻近台站采用空间插值, 并用同一台站资料建立自回归模型^[4]将各个气温降水序列补齐, 其余近百个台站的资料供辅助分析.

对各台站气温降水序列作直线拟合, 研究其变化的总趋势, 拟合直线的斜率之 10 倍称为气候倾向率, 分别代表每 10 a 气温、降水的变化值. 还计算了各年代的 10 a 平均气温和降水的差值, 揭示 10 a 平均气候要素的变化.

应用主成分分析对气温降水场进行分解, 研究它们变化的空间差异和联系. 主成分分析是气象要素场的时空特征研究的方法之一^[5]. 将各个台站气温(降水)相关系数矩阵 R 分解为: $R = V' \times A \times V$, V 为矩阵 R 的特征向量组成的矩阵; A 为矩阵 R 的特征值组成的对角矩阵.

荷载向量组成的矩阵: $Z = V \times A^{1/2}$. 旋转主成分分析有助于揭示气象要素变化的局地特征^[6]. 本文采用斜交转动的旋转主成分分析, 将在高原上分布较均匀的 28 个台站 1960~1989 年的气温、降水资料所构成的气温、降水场分解, 分别以荷载向量和主分量表示气温变化的空间和时间特征. 其结论与实际情况相符.

依据旋转主成分分析结果将气温变化场分为 5 个小区, 区内气温变化具有一致的特征, 区与区之间有明显差异, 5 个小区代表了研究地区气温变化的空间差异. 同样的方案将降水场划为 9 个代表不同降水变化特征的小区. 对各台站气温降水序列进行谱分析^[5], 参考得到的

主周期对序列作滑动平均低通滤波,以揭示气温降水的变化过程.为找出气温降水变化中的关键年份,本文还计算了各序列的突变指数^[7].

气候变化不仅体现为年平均要素值的变化,而且还有着强烈的季节差异,分别以1月和7月代表研究区的冬季和夏季,通过分析它们气温降水变化,探讨青藏高原地区气候变化的季节特征.

1 青藏高原气温变化特征

1.1 青藏高原 50 年代至 90 年代初期气温变化趋势

1.1.1 气温变化趋势及气温倾向率

青藏高原 50 年代到 80 年代末绝大部分地区气温呈上升趋势(图 1),尤其是西藏的帕里、拉萨、那曲、丁青,青海的沱沱河、五道梁、格尔木、共和至西宁一带更为明显,气温倾向率大于 $0.1^{\circ}\text{C}/10\text{a}$.仅在高原东部边缘气温倾向率是负的.90 年代初期(1990~1993 年)一个值得注意的现象是西藏西部的狮泉河和改则气温大幅度上升,是该站有观测记录以来的最为温暖时期.

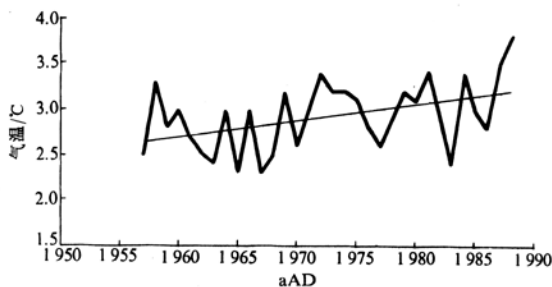


图 1 青藏高原平均气温变化及直线拟合趋势

1.1.2 50 年代至 80 年代 10 a 平均气温差值特征 经过低通滤波的气温变化曲线,以及气温突变指数显示出高原气温变化的共同特征是:50 年代较暖,60 年代气温普遍降低,是 50 年代至今最冷的时期,70 年代又较暖,但存在波动,70 年代末至 80 年代初以来各地先后进入气温较高时期,直至 80 年代结束,有相当一部分地区持续至 90 年代初期,而狮泉河、改则在 80 年代末至 90 年代初,气温才稳定高于多年平均值.青藏高原相当大的部分地区 80 年代 10 a 平均气温超过 50 年代 $0.1\sim 1.0^{\circ}\text{C}$.

1.1.3 气温倾向率及平均气温差值的季节特点 气温倾向率及 10 a 平均气温差值所反映的气温变化有着鲜明的季节差异.50 年代至 90 年代初气温升高表现为冬季气温显著上升,而夏季气温略有下降.

1.2 青藏高原气温变化的空间分异

青藏高原气温变化具有一致性,体现为气温场第一荷载向量全区同号.依据解释方差达 85% 以上的前 5 个旋转荷载分量,将整个研究区分为 5 个小区(图 2),其共同点为:气温呈上升趋势,80 年代为暖期.在这种背景下,各区气温变化特征各异,反映出气温变化的空间差异(表 1).

1.3 青藏高原最近一个暖期开始时间的区域差异

80 年代以来,青藏高原各地普遍出现一个气温显著偏高时期^[8],本文研究认为,进入这个暖期的时间及暖期持续情况有着区域差异.最早进入暖期的地区是藏东南的波密、林芝、察隅一带.其后雅鲁藏布江河谷及其周围地区进入暖期.西藏西部的狮泉河、改则最晚开始出现气温偏高现象,80 年代末至 90 年代初气温显著上升,目前仍维持这种状况.

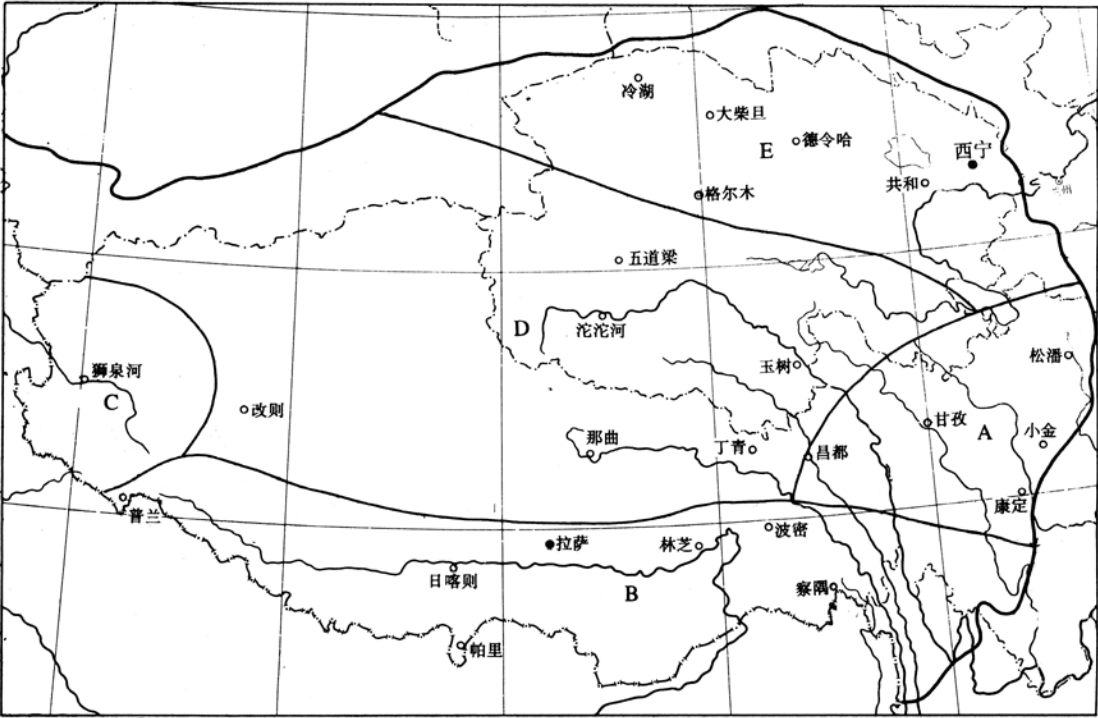


图 2 青藏高原气温变化空间分异

表 1 气温场分区及气温各区变化特征

	气温区	主周期/a	气温变化特征	突变指数较高年份
A	川西和昌都一带	6~9	60年代气温下降,中期后略有回升,70年代后期气温缓慢下降,80年代中期又有回升,但峰值低于50年代	70年代末 80年代初
B	西藏改则以东地区	3~5	60年代气温最低,70年代前期气温较高,80年代波动式上升,后期超过50年代,90年代前期持续高温	80年代初 至中期
C	西藏西部干旱区	3	60年代中后期为低温期,80年代中期稳定上升,90年代前期持续升温	1989年和 1990年
D	藏北高原沱沱河、五道梁,以及玉树等地	3±	50年代气温较高,60年代较低,70年代前期明显高于50年代,而后气温呈现波动,80年代末达到或超过70年代前期水平	80年代中 期
E	柴达木、祁连山、西宁等地	3± 9±	60年代中后期气温最低,70年代前期为高温期,80年代中期稳定高于平均值,后期超过70年代高温期	80年代中 期

2 青藏高原降水变化特征

2.1 青藏高原 50 年代至 90 年代初期降水变化趋势

降水趋势分析表明,青藏高原平均降水减少(图 3),降水呈减少趋势的地区主要是沿雅鲁

藏布江一带,还有丁青、昌都、沱沱河、五道梁、冷湖及川西高原地区,降水量倾向率为 $10\sim 40\text{ mm}/10\text{ a}$,夏季降水大幅度减少.而藏东南、藏南、藏北地势较高地区及青海北部降水增加,夏季增加较多而冬季增加较少甚至减少.

2.2 青藏高原降水变化的空间分异

降水变化空间分异明显,降水场第一荷载向量表现为西藏和川西与青海异号.依据前9个荷载向量(解释方差达85%以上)将降水场划为9个小区(图4),各小区年降水量具有不同的变化特征(表2).

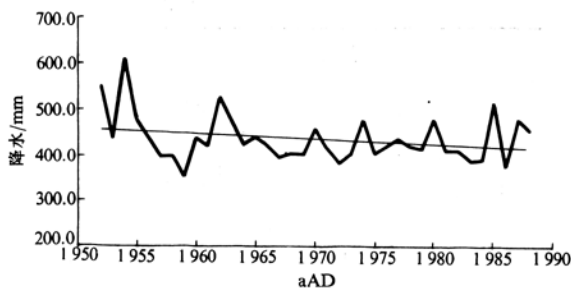


图3 青藏高原平均降水变化及直线拟合趋势

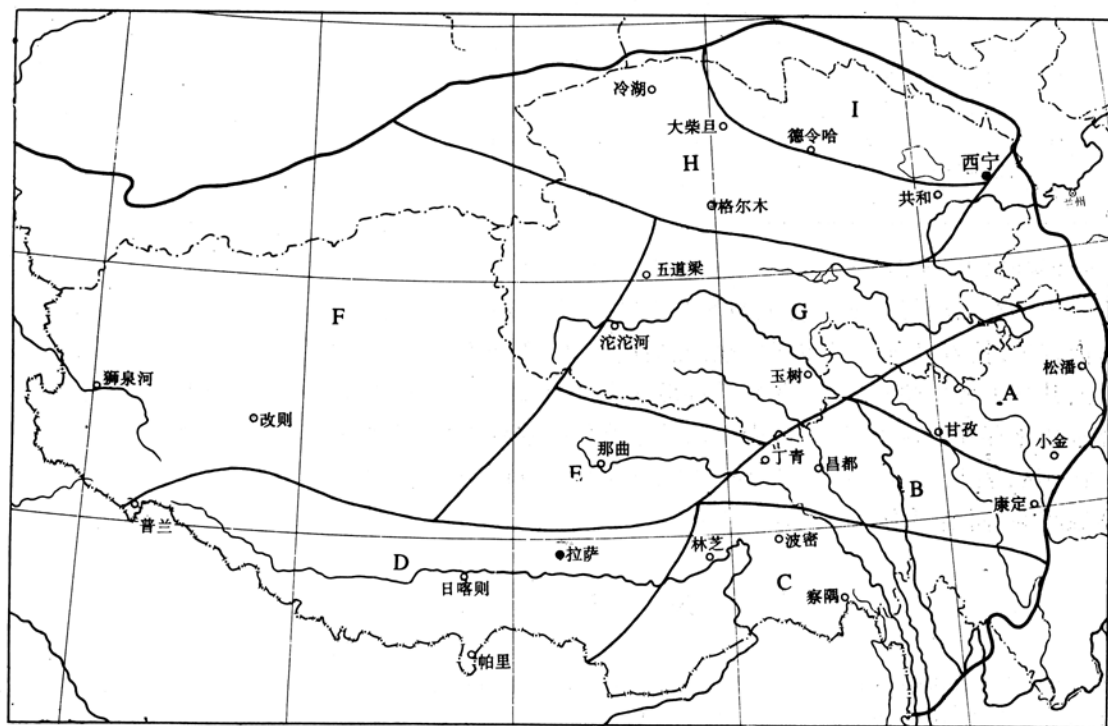


图4 青藏高原降水变化空间分异

3 青藏高原干湿变化特征

青藏高原不同气候条件的地区^[9],气候要素变化各具特征.50年代至80年代青藏高原气温、降水的变化总的特点是在增温同时或增湿或减湿.值得注意的是西藏和青海都有相当大范围的地区,气温显著升高的同时降水量却在大幅度减少,无疑将对其发展产生不利影响^[10].进入90年代初期,与80年代相比,出现新的干湿形势,有研究表明孟加拉湾暖湿气流的活动与西藏地区干湿变化有关^[11].

表 2 降水场分区及降水各区变化特征

	代 表 台 站	降 水 变 化 特 征
A	甘孜、松潘、小金	50 年代后期进入少雨期,持续至 70 年代中期,70 年代末 80 年代初降水较多,80 年代降水减少
B	康定、昌都、丁青	50 年代后期降水少,70 年代前期降水最少,80 年代仍为少雨期,末期降水有所增加
C	林芝	降水年际变化较小,60 年代前期,70 年代后期和 80 年代中期为多雨期
D	拉萨、日喀则	50、60 年代为多雨期,70 年代至 80 年代初降水较少,80 年代末降水有所增加,但少于 50 年代末
E	那曲	50、60 年代降水较多,70 年代初少雨,而后降水增加,80 年代末至 90 年代前期仍少雨
F	狮泉河	60 年代为少雨期,70 年代后期降水较多,80 年代中期降水较多,而后降水显著减少
G	沱沱河、五道梁、西宁	降水年际变化较缓,70 年代前期和 80 年代初为多雨期,进入 80 年代后降水减少
H	格尔木	降水年际变化小,60 年代前期和 80 年代前期为少雨期,80 年代中期降水增多
I	德令哈、大柴旦	60 年代后期降水较多,70 年代后期为少雨期,80 年代以来降水增多

根据以上研究得出如下结论:(1)50 年代至 90 年代初期青藏高原普遍升温,可将青藏高原原划为具有相近气温变化特征的 5 个小区. 青藏高原地区最近一个暖期开始时间有差异:藏东南较早,接着是雅鲁藏布江谷地,然后向东北、西南方向扩展,最后是青藏高原西部干旱区. 气温升高主要反映在冬季,夏季升温较小甚至降温;(2)50 年代至 90 年代初期青藏高原地区降水变化存在地域差异,高原中部以及东北部降水减少,其他地区降水增加. 整个高原可划为 9 个小区,表现出不同的降水特征;(3)50 年代至 90 年代初期青藏高原地区温湿特征,主要为增温减湿,而增温增湿区主要位于藏北.

参 考 文 献

- 1 Flohn H. Contributions to a meteorology of the tibetan highlands. Atmospheric Science Paper, 1968, 130:182~225
- 2 高由禧主编. 西藏气候. 北京:科学出版社, 1984
- 3 汤懋苍,李存强. 关于青藏高原是气候变化启动区的分析事实. 见:中国青藏高原研究会第一届学术讨论会论文选. 北京:科学出版社, 1992. 42~48
- 4 黄嘉佑. 北京地面气温可预报性及缺测资料恢复研究. 气象学报, 1995, 53(2):211~216
- 5 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法. 北京:气象出版社, 1990
- 6 章基嘉,吴洪宝,文丽坤. 平流层下部气温年际异常的旋转主成分分析. 应用气象学报, 1995, 6(2):265~271
- 7 魏凤英,曹鸿兴. 中国、北半球和全球的气温突变分析及其趋势预测研究. 大气科学, 1995, 19(2):140~148
- 8 林振耀. 80 年代西藏气候异常及其影响评价. 见:气候变化及其影响. 北京:气象出版社, 1993. 43~49
- 9 林振耀,吴祥定. 青藏高原气候区划. 地理学报, 1981, 36(1):22~32
- 10 Lin Zhenyao, Chen Xiaolin. Climate change and its impact on crop yield in tibet, China. J Agr Met, 1993, 48(5):615~618
- 11 王友恒,王素贤. 北印度洋热带风暴及其与西藏降水的关系. 气象, 1989, 15(11):38~42