

青藏高原地面加热场强度与东亚环流及西北初夏旱的关系

李栋梁 陈丽萍

(兰州干旱气象研究所)

提 要

利用青藏高原60个站25年地-气温差资料计算的高原地面加热场强度,经 EOF 进行分解,选用载荷量最大的玉树和日喀则作为代表站,计算了1958—1987年两站地面加热场强度的历年各月平均距平指标,用以代表青藏高原地面加热场强度。本文根据此指标对青藏高原地面加热场强度自身的演变规律及其与东亚环流、西北初夏旱的关系,从天气气候学的角度作了统计分析,结论可用于西北初夏旱的长期预报。

一、引 言

青藏高原对西北地区干旱气候形成的作用,徐国昌^[1]将其归为三个方面:即屏障作用,侧边界动力作用和热力作用。关于前两种的研究较多^[2-3],结论也比较清楚。而青藏高原的热力作用对西北地区干旱气候形成的影响,相对来说研究得较少。叶笃正等的研究^[4]认为,由于夏季青藏高原的热力作用,在高原主体与外围形成强迫的上升与下沉气流,造成西北地区干旱。陈烈庭等^[5]通过分析青藏高原冬季积雪异常影响环流异常,引起后期天气异常。徐国昌等用高原温度距平指数^[6]来表示高原的冷热状况。研究表明,高原温度与南亚高压脊线位置有好的周期相关,即高原温度高,南亚高压偏北,高原温度低,南亚高压偏南。高原温度与500hPa 超长波振幅在冬季有较好的负相关,即冬季高原温度低,则东亚槽深,新疆脊强,东亚中纬北风强,反之亦然。以上研究大多分析了对当时场的影响,而且温度距平指数仅代表青藏高原近地面空气冷暖状况,不能反映青藏高原下垫面对大气的加热作用。为此我们用青藏高原地面加热场强度距平指标^[7]来代表青藏高原地面加热场强度。分析其自身的演变规律及其与东亚环流、西北初夏旱的关系,是高原热力作用对西北干旱气候形成的进一步研究。

二、资料和方法

文献[7]利用青藏高原60个站25年地-气温差资料计算的高原地面加热场强度,经

EOF 进行分解,选用载荷量最大的玉树和日喀则作为代表站,计算了1961—1985年两站地面加热场强度的历年各月平均距平指标,用以代表青藏高原地面加热场强度,本文在原25年序列基础上又增补5年资料,并给出具体计算公式如下:

$$\Delta(B-H)_y = A + B(T_s - T_a)_日 + C(T_s - T_a)_玉 - \bar{M}$$

式中 $(T_s - T_a)_日$ 和 $(T_s - T_a)_玉$ 分别为日喀则和玉树月平均地面(0cm)温度与百叶箱温度之差,单位 $^{\circ}\text{C}$, $\Delta(B-H)_y$ 即为青藏高原地面加热场强度距平指标(简称指标)千瓦小时/米 2 ·日, A 、 B 、 C 为系数, \bar{M} 为两站地面加热场强度气候平均值,现列于表1。

表1 系数 A、B、C 及两站地面加热场强度气候平均值 \bar{M}

项 目 \ 月	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
\bar{M}	1.474	2.107	2.560	2.884	2.880	2.780	2.571	1.411	0.650	0.125	0.253	0.426
A	0.440		0.955		1.661		0.486		0.382		0.275	
B	0.164		0.146		0.081		0.168		0.053			
C	0.177						0.182		0.120		0.098	

用上式计算所得的指标(见附表)进行青藏高原地面加热场强度的持续性、周期性等自身演变规律的分析,用指标与500hPa 网格点高度场等环流特征量及西北(陕、甘、宁、青四省区)57个站月降水量资料从天气气候学的角度进行相关统计分析。

三、青藏高原地面加热场强度的一般特性

1. 高原地面加热场强度的持续性

将青藏高原地面加热场强度作为长期天气预报的影响因子,分析它在时间上的后延持续性是有必要的。本文计算了指标后延一个月、二个月、三个月的相关系数(见表2)。可以看出,落后一个月相关系数全年各月均为正值,除6—7、8—9、9—10月较差外,其它各月相关均在0.4以上,显著性水平超过0.05。特别是在冬季,这种持续性是非常好的。如12月与1月、2月、3月的相关系数分别为0.802、0.585、0.575。

夏季的持续性不如冬季。青藏高原的雨季主要集中在夏季,特别是在雨季开始和结束的6月和9月,持续性最差。说明高原地面加热场强度雨季与干季有所不同。值得注意的是从滞后二个月,三个月来看8月、9月与11月,12月的相关系数为负值,说明高原地面加热场强度也在秋季(9—10月)发生转换。高原温度的转换期在8—9月,前者稍落后一点,与西太平洋副热带高压^[8]以及20°N 超长波二波振幅^[1]秋季和春末到初夏的转换期基本一致。

表2 青藏高原地面加热场强度距平指标落后自相关系数表

滞后月份 时段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
一个月	** 0.513	** 0.628	** 0.596	** 0.437	** 0.629	0.247	* 0.430	0.333	0.290	* 0.393	** 0.839	** 0.802
二个月	** 0.621	* 0.419	0.191	0.243	0.082	0.108	0.002	0.001	-0.105	0.314	** 0.744	** 0.585
三个月	0.175	0.305	0.097	-0.152	0.187	0.219	0.026	-0.200	-0.093	0.344	* 0.450	** 0.575

* 信度0.05

** 信度0.01

2. 高原地面加热场强度的年际变化

从青藏高原地面加热场强度距平指标历年各月的变化曲线(图1)可以看出,它的年际变化振幅比较大(图1a),它反映了高原地面加热场强度随时间变化的波动性。由累积标准化变量曲线(图1b)看出,这种振动是很有规律的,1958—1960年期间基本保持平衡,1961—1968年偏强,1969—1981年偏弱,1982年以后又开始偏强。

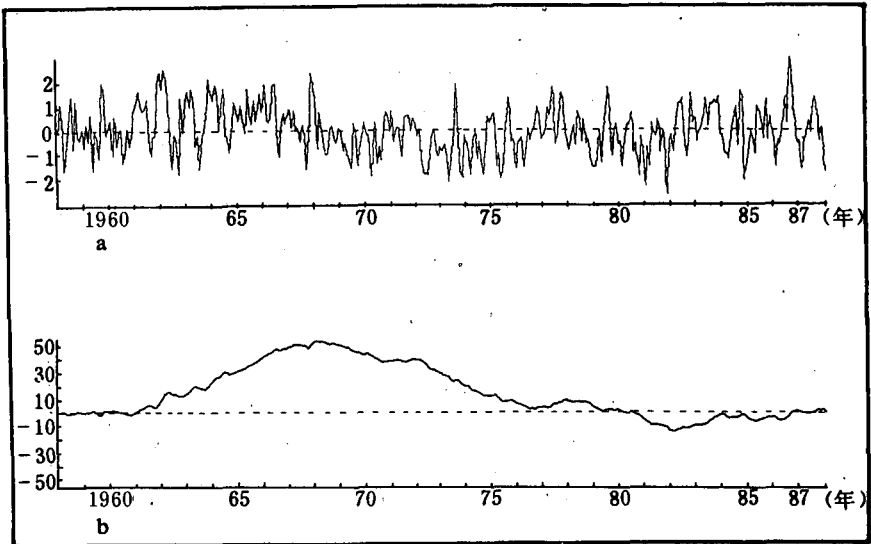


图1 1958—1987年历年各月青藏高原地面加热场强度距平指标变化曲线
(a)标准化变量曲线 (b)累积标准化变量曲线

3. 高原地面加热场强度的周期性

利用附表所给指标对青藏高原地面加热场强度进行季时间序列的周期分析,结果表明,青藏高原地面加热场强度具有明显的3年(12个季)、5.5年(22个季)和12年(48个季)的周期,这三个周期的信度水平都达到 $F_{0.01}$ (图2)。前一个周期与西北地区降水量的准三年周期完全一致⁽¹⁾。高原温度场也具有准三年(32个月)和准5年(58个月)的周期,十二年周期也与我国西部降水量的第二个显著周期,即十至十三年周期相吻合。这就说明青藏高原

地面加热场强度与西北降水有着必然的联系。

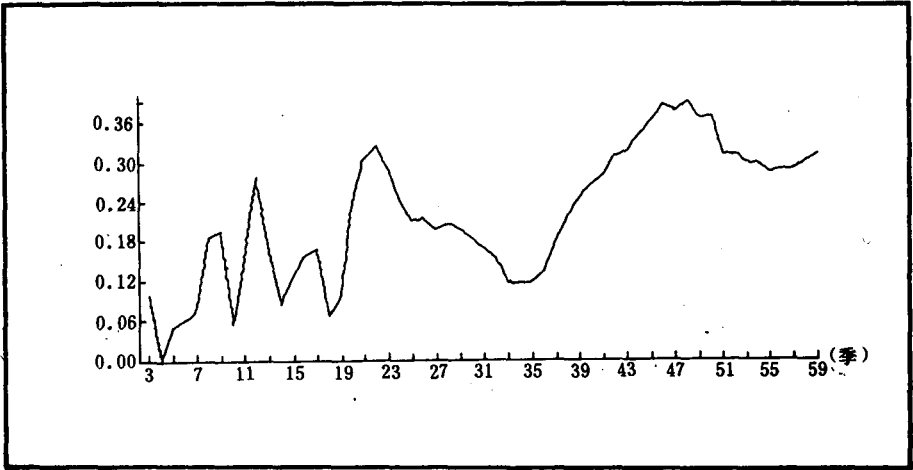


图2 青藏高原地面加热场强度距平指标周期(季)图

四、冬季高原地面加热场强度与春季东亚环流

由于青藏高原海拔很高,地面加热场强度可直接影响到对流层中部大气,500hPa 高度场反映的最为明显。图3是冬季(1月)青藏高原地面加热场强度距平指标与春季(4月)500hPa 高度场的相关。可以看出,当冬季高原地面加热场强度偏强时,新疆脊偏弱,东亚

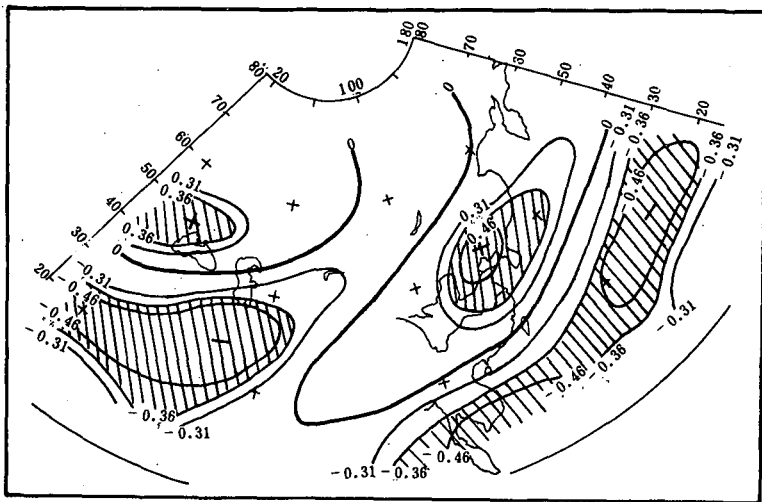


图3 1月青藏高原地面加热场强度距平指标与4月500hPa 高度相关系数(斜线区为信度0.05以上区域,下同)

大槽也偏浅,即青藏高原地面加热场强度与位于新疆脊后,地中海槽前500hPa 高度场成负相关,相关系数达 -0.74 (超过信度 0.001),而与东亚大槽位置的高度成正相关,相关系数 0.48 (超过 0.01),东亚中部经向环流减弱,纬向环流加强,春旱较轻。反之,当青藏高原地面加热场强度偏弱时,新疆脊强,东亚大槽加深,偏北气流加强,发生春旱。冬季高原地面加热场强度与春季东亚环流之间的对应关系,还可通过指标与 40°N 、 60°N 三波振幅,东亚北风指数以及西太平洋副热带高压面积指数的相关系数的计算看得更清楚一些。它们的相关系数分为 -0.51^{**} 、 -0.45^{*} 、 -0.51^{**} 、 -0.52^{**} 。换句话说,当冬季(1月)高原地面加热场强度偏强时,春季(4月)北半球长波振幅偏小,东亚北风指数偏小,西太平洋副热带高压面积指数偏小,这意味着新疆脊偏弱东亚大槽填塞,有利春季降水(图略)。

五、青藏高原地面加热场强度与西北初夏旱

初夏旱主要指6月的干旱,西北地区初夏正逢农作物生长季节,干旱对农业有很大影响,特别是6月降水的多少可直接关系到甘肃中部、青海东部等地当年夏粮的收成。青藏高原地面加热场强度与6月西北降水的关系,现分为秋季转折前后两个阶段⁽¹⁾进行讨论。

1. 8月指标与西北6月降水量的关系

用前一年8月代表秋季转折前,图4为前一年8月指标与当年6月降水量的相关系数。除青海部分地方及陕南呈微弱的负相关外,其余大部均为正相关。大的相关中心主要有两

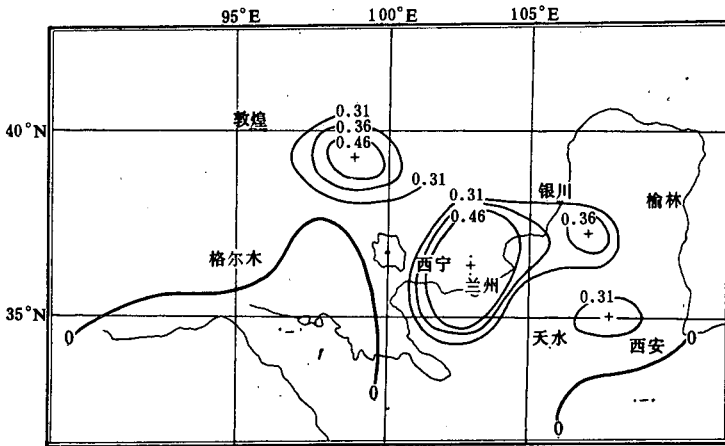


图4 8月青藏高原地面加热场强度距平
指标与次年6月降水量相关系数

个:一个在河西走廊;另一个包括青海东部、甘肃、宁夏中部,中心相关系数在 0.6 以上。这就是说,当前一年8月的高原地面加热场偏强时,次年6月上述地区降水偏多,无初夏旱,反之当前一年8月高原地面加热场偏弱时,次年6月上述地区降水偏少,多发生初夏旱。这一

* 信度 0.05 , ** 信度 0.01

关系还可通过图5来进一步反映。图中实线为6月张掖、武威、兰州、靖远、临洮、临夏(兰州中心气象台划分春末初夏旱标准的6个代表站),平均降水距平百分率,虚线为前一年8月高原地面加热场强度距平指标。可以看出二者非常一致。进一步验证了“立秋地发烧,春里雨来浇”的谚语。此指标可作为“8月规则”^[1]之一。

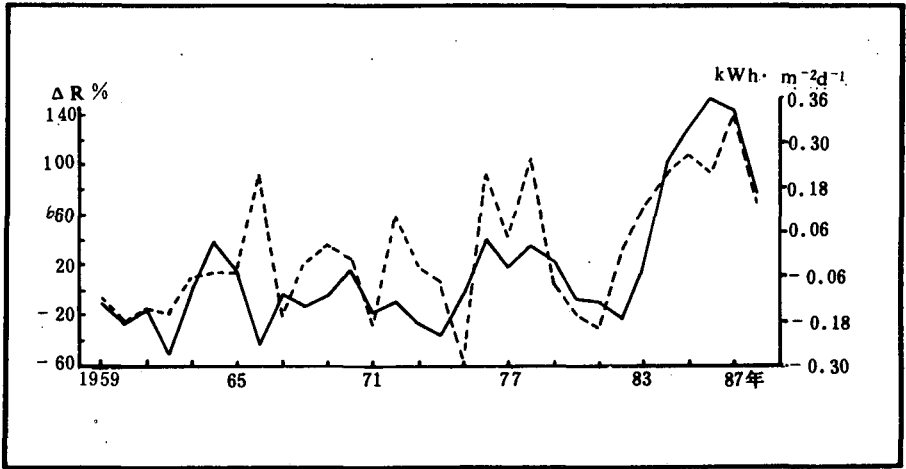


图5 6月六站平均降水距平百分率(实线)与前一年8月高原地面加热场强度距平指标(虚线)

2. 1月指标与6月降水量的关系

我们用1月代表秋季转折后,同时1月又是冬季的代表月份。计算了1月高原地面加热场与6月西北降水的相关(图略)。得到陕、甘、宁、青呈一致的负相关。有三个大值中心,一

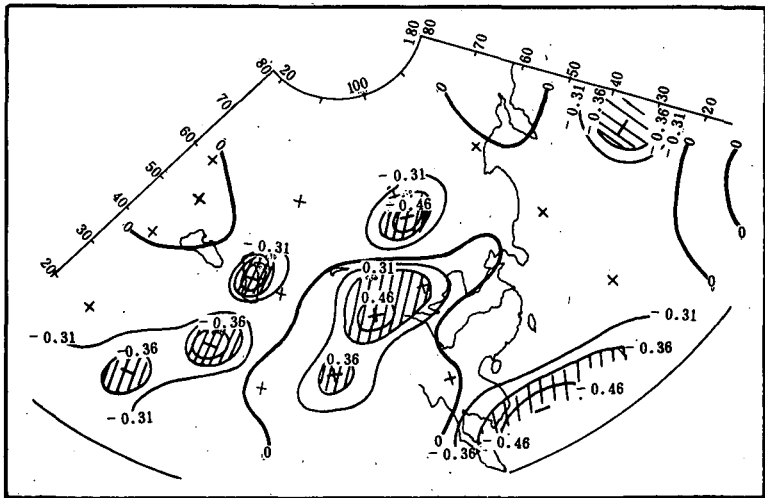


图6 1月青藏高原地面加热场强度距平指标与6月500hPa高度相关系数

个在海北—河西;一个在海东—宁南;另一个在陕北榆林。当1月高原地面加热场偏强时,西北6月降水偏少,多出现干旱,否则降水偏多。

图6为1月指标与6月500hPa的相关系数,在青藏高原及新疆为正相关区,中心相关系数在0.46以上,而高原外围地区呈负相关。主要有四个大的负相关中心,一个在苏丹—阿拉伯;一个在里海;一个在贝加尔湖;另一个在中国南海。当1月高原地面加热场偏强时,6月东亚地区即有“南正北负”(零线在 50°N),北风弱西风强,同时又有“西正东负”(零线在 100°E),东亚槽深,新疆脊强,成为典型的干旱环流特征。反之,当1月高原地面加热场偏弱时,6月东亚地区中北部西风弱,同时东亚中南部由于东亚槽浅,新疆脊弱,气流平直,成为典型的“东正西负”的多雨环流形势^[1]。

6月西北中部代表站平均降水距平百分率与同期500hPa高度相关系数(图略),在东亚中纬度主要有两个相关中心:一个在新疆脊的位置,有 -0.5 以上的负中心;一个在东亚大槽的位置,有 $+0.31$ 以上的正中心。当西北6月降水偏多时,500hPa高度距平场表现为“东正西负”,东亚大槽浅,新疆脊弱。相反,当西北6月降水偏少时,500hPa高度距平场表现为“西正东负”,东亚大槽深,新疆脊强。

六、小 结

1. 我们应用 EOF 将青藏高原60个站地-气温差计算的高原地面加热场强度进行分解,选用载荷量最大的玉树和日喀则为代表站,计算的1958—1987年历年各月距平指标,可以粗略地代表青藏高原地面加热场强度。

2. 青藏高原地面加热场强度存在非常好的持续性,特别是在冬季,其持续性达三个月以上。另外还具有明显的3年、5.5年和12年周期。

3. 8月青藏高原地面加热场强度与次年6月西北降水有很好的正相关,此可作为“八月规则”之一。冬季(1月)加热场强度偏强时,春季(4月)东亚经向环流弱,西风强,副高面积缩小,有利于降水。当冬季加热场强度偏强时,初夏干旱,否则降水偏多。由于冬季高原地面加热场强度的持续性,其距平指标作为西北初夏干旱的长期预报因子是有意义的。

致谢:徐国昌同志提出宝贵意见,特表谢意。

附表 青藏高原地表加热场强度距平指数

 $\Delta(B-H)_p$ (单位:千瓦时/米²·日)

月 指 年 数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
1958	-0.023	0.128	-0.008	-0.347	-0.114	0.118	0.304	-0.115	0.175	-0.032	-0.124	0.018	-0.002
1959	-0.111	0.019	-0.100	0.151	-0.345	0.013	-0.025	-0.178	0.259	0.368	-0.073	0.012	-0.001
1960	0.052	-0.141	0.154	-0.126	-0.022	0.041	-0.206	-0.145	0.026	-0.106	-0.017	0.160	-0.028
1961	0.161	0.187	0.251	0.192	0.183	0.310	-0.028	-0.161	-0.012	-0.023	0.569	0.453	0.174
1962	0.253	0.302	0.541	0.215	-0.185	-0.306	-0.006	-0.063	-0.196	0.305	-0.013	0.233	0.090
1963	0.226	0.119	0.426	0.296	-0.130	-0.033	-0.252	-0.049	0.014	0.228	0.605	0.307	0.146
1964	0.189	0.216	0.376	0.015	0.251	0.386	-0.006	-0.054	-0.092	-0.087	0.319	0.153	0.153
1965	0.049	0.110	0.097	-0.011	0.351	0.212	0.098	0.213	0.081	0.200	0.418	0.159	0.165
1966	0.261	0.044	0.087	0.117	0.393	0.442	0.006	-0.171	0.037	0.169	0.074	0.097	0.130
1967	0.117	-0.002	0.201	-0.011	0.022	-0.072	0.081	-0.029	-0.173	-0.037	0.653	0.321	0.089
1968	0.192	-0.117	0.182	-0.011	-0.135	-0.191	-0.142	0.022	0.039	-0.057	-0.176	0.008	-0.013
1969	-0.041	-0.124	-0.142	-0.218	-0.297	-0.309	0.088	-0.013	-0.157	-0.110	-0.054	0.050	-0.111
1970	-0.045	-0.053	-0.447	-0.281	0.068	-0.268	-0.108	-0.195	0.015	0.170	0.146	-0.018	-0.085
1971	0.100	-0.080	0.012	0.020	-0.163	-0.209	0.133	0.103	0.093	0.008	0.118	0.033	0.014
1972	-0.054	-0.033	-0.288	-0.398	-0.382	-0.386	-0.168	-0.034	0.012	-0.208	-0.331	-0.150	-0.202
1973	-0.158	-0.097	-0.277	-0.472	-0.256	-0.010	0.386	-0.077	-0.188	-0.395	-0.117	-0.105	-0.147
1974	-0.113	-0.246	-0.138	-0.016	-0.241	-0.119	-0.213	-0.287	-0.003	0.130	0.073	0.125	-0.087
1975	0.071	-0.021	-0.254	-0.450	-0.372	-0.047	0.136	0.210	-0.044	-0.074	-0.462	-0.146	-0.121
1976	-0.103	-0.063	-0.362	-0.230	-0.007	-0.073	0.017	0.042	0.129	0.166	-0.135	-0.066	-0.064
1977	-0.024	0.095	0.147	0.385	-0.013	-0.098	0.069	0.256	0.187	0.099	-0.138	-0.167	0.067
1978	-0.067	0.001	-0.139	0.166	0.050	-0.072	0.104	-0.087	-0.029	-0.236	-0.462	-0.298	-0.089
1979	-0.244	-0.030	-0.318	-0.075	0.179	0.406	0.046	-0.164	0.016	0.057	-0.177	-0.108	-0.034
1980	-0.242	-0.085	0.063	0.056	0.133	-0.186	-0.073	-0.198	-0.204	-0.071	-0.311	-0.442	-0.130
1981	-0.146	-0.193	0.043	-0.056	-0.061	0.100	-0.142	0.007	-0.044	-0.540	-0.195	-0.062	-0.107
1982	-0.156	0.040	0.261	0.244	0.276	-0.081	-0.158	0.125	0.201	0.102	0.143	-0.080	0.076
1983	-0.019	-0.009	0.187	0.295	0.050	0.265	0.234	0.212	0.155	0.309	-0.083	-0.049	0.129
1984	-0.165	-0.141	-0.280	0.017	0.116	0.214	-0.081	0.264	0.184	-0.411	-0.431	-0.197	-0.076
1985	-0.043	-0.057	-0.228	0.213	0.171	0.125	-0.024	0.215	-0.022	0.135	-0.030	-0.051	0.034
1986	-0.237	-0.079	-0.145	0.071	0.255	0.106	0.590	0.370	0.095	0.148	-0.172	-0.103	0.075
1987	-0.246	-0.072	-0.061	0.076	-0.002	0.270	0.287	0.131	-0.028	0.047	-0.232	-0.324	-0.014

参 考 文 献

- [1] 白肇焯、徐国昌等,中国西北天气,气象出版社,152—200,1988年.
- [2] 徐国昌,青藏高原东北侧干旱的天气气候特征,长期天气预报文集,气象出版社,1981年.
- [3] 徐国昌、张志银,青藏高原对西北干旱气候形成的作用,高原气象,2,2,1983.
- [4] 叶笃正等,东亚和太平洋上空平均垂直环流(一)夏季,大气科学,3,1,1979.
- [5] 陈烈庭等,青藏高原冬春季节异常雪盖影响初夏季风的统计分析,中长期水文气象预报文集,第二集,1981年.
- [6] 徐国昌、李梅芳,青藏高原温度与东亚环流,高原气象,4,2,1985.
- [7] 徐国昌、李栋梁、陈丽萍,青藏高原地面加热场强度的气候特征,高原气象,9,1,1990.
- [8] 陈兴芳,副高秋季转换的初步讨论,大气科学,4,3,1980.

THE RELATION OF SURFACE HEATING FIELDS OVER THE QINGHAI-XIZANG PLATEAU TO THE EAST ASIAN CIRCULATION AND THE EARLY SUMMER DROUGHT IN NORTHWEST OF CHINA

Li Dongliang Chen Liping

(Lanzhou Institute of Arid Meteorology)

Abstract

Using the earth—atmosphere temperature difference data set of 60 observation stations over the Qinghai—Xizang plateau for 25 years, the strength of the plateau surface heating fields is calculated. Maximum load values derived from EOF are selected from Yushu and Rikaze stations, which are used to roughly represent the characteristics of the whole plateau. Monthly mean departure indices of surface heating strength for the two stations over the years of 1958—1987 are calculated. According to the indices, the evolution of surface heating field and its relation to the East Asian circulation and Northwest early summer drought are estimated statistically. The conclusion can be used for a long—range weather forecasting of the early summer drought in northwest of China.