

陕西伏旱气候特征及成因分析

方建刚^{1,2}, 白爱娟^{1,3}, 肖科丽², 田武文²

(1. 中国科学院地球环境研究所, 陕西 西安 710075; 2. 陕西省气候中心, 陕西 西安, 710014;
3. 陕西省气象台, 陕西 西安 710014)

摘 要: 利用陕西省 15 个气象观测站 1961~2006 年 7~8 月地面观测资料和美国环境预测中心/国家大气研究中心(NCEP/NCAR)再分析资料, 分析了陕西伏旱天气气候特征和典型伏旱期的天气环流特征。结果表明: 陕西伏旱具有气温高, 降水少, 持续时间长, 以及明显的年代际变化特征, 其中 1960、1970 和 1990 年代是伏旱多发时期。强伏旱年西太平洋副热带高压偏弱, 青藏高压发展加强并向东北方向移动, 与西风带长波脊或西太平洋副热带高压合并, 形成控制我国大部分地区的青藏高压或带状高压, 是陕西典型伏旱期天气环流的主要特征; 100 hPa 南亚高压、300 hPa 高压、500 hPa 的青藏高压中心位置基本一致, 且与对流层上下层的暖中心相对应, 是持续性异常伏旱期所具有近似正压结构的典型环流形势。

关键词: 伏旱; 气候特征; 环流形势

中图分类号: S423, S165+.25 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)02-0028-07

在全球气候变暖背景下, 各区域相应的气候变化比较复杂, 尤其是极端气候事件变率及其出现频率较之平均气候变率更为复杂^[1]。陕西地处青藏高原东北侧的中国大陆腹地, 地形狭长, 南北横跨大约 10 个纬度。中国气候的南北分界线秦岭位于陕西中部, 使南北之间气候差异较大。陕西降水分布不仅随纬度变化, 同时也受地形影响, 夏季降水呈南多北少, 山区多于平原, 降水随季节变化呈双峰型, 分别出现在 7 月上旬和 9 月上旬, 且雨量分布极为不均, 因此干旱、暴雨等极端天气气候事件频繁发生, 伏旱便是陕西夏季危害最为严重的灾害之一。伏旱天气不仅影响陕西省农业生产, 也影响城市水资源供应和人民的日常生活, 因此有关干旱, 特别是夏季干旱的事实、成因分析及预测受到广泛关注。叶笃正等^[2]分析近年中国旱涝气候变化并对未来几十年做出预测; 戴新刚等^[3]分析我国夏季风年代际变化特征, 研究华北汛期降水多尺度特征; 马柱国等^[4]指出华北存在明显的干旱化趋势; 李新周等研究表明^[5,6], 近年来中国干旱、半干旱地区干旱化严重。白虎志等^[7]对甘肃省 1997 年特大干旱事件进行诊断研究认为, 赤道东太平洋海温异常偏高, 贝加尔湖 500 hPa 正高度距平持续维持以及青藏高原冬季偏冷的共同作用是造成甘肃省特大干旱事件发生主要原因之一, 同时指出特大干旱发生时西太平洋

副高明显偏弱。芮景新^[8]对 2002 年四川盆地夏季高温干旱天气分析认为高温干旱天气主要是由稳定维持的青藏高压所造成, 而同期的副热带系统均较常年偏弱。近年西北地区东部和陕西盛夏降水异常的成因分析得到广泛重视, 发现了一些新的观测事实, 揭示了异常天气形成的天气动力学特征^[9~12]。本文主要应用常规观测数据和美国环境预测中心/国家大气研究中心(NCEP/NCAR)再分析资料, 对陕西夏季伏旱气候特征及成因进行分析研究, 将有助于提高陕西伏旱的气候分析和气候预测能力, 也为陕西省工农业生产、防灾减灾及进一步拓宽气象业务服务领域提供科学依据。

1 伏旱标准与分类

1.1 伏旱时段

选用宝鸡、陇县、彬县、武功、周至、西安、渭南、大荔、韩城、略阳、汉中、西乡、石泉、安康、商州 15 个代表站 1961~2006 年 7~8 月的逐日降水量, 计算区域降水强度指数 R_0

$$R_0 = \Delta R + \Delta R_z \tag{1}$$

式中, ΔR 为区域平均日降水量距平百分率; ΔR_z 为正距平站数占总站数的百分率; 区域降水强度指数 R_0 即为区域平均日降水量距平百分率与正距平站占总站数百分率的和。在夏季连续若干天小于 0 区

收稿日期: 2008-06-18
基金项目: 公益性行业(气象)科研专项(GYHY200706029); 国家重点基础研究发展规划项目(2004CB720208)
作者简介: 方建刚(1960—), 男, 陕西咸阳人, 高级工程师, 主要从事气象分析和研究。

域降水强度指数 R_0 的集合则构成了伏旱时段,在气候分析业务中规定盛夏连续 10 天以上区域降水强度指数小于 0,且时段内累计区域降水强度指数和 $\leq -800\%$,则认为有伏旱发生,称之为伏旱时段。当相邻两个伏旱时段累计区域降水强度指数和均 $\leq -1000\%$,且两个伏旱时段之间降水时段正累计区域降水强度指数和 $\leq 500\%$,则相邻两个伏旱时段可认为是同一伏旱时段。

伏旱开始日定义为区域降水强度指数稳定通过

小于 0 的伏旱时段开始日期,伏旱结束日定义为伏旱时段内区域降水强度指数稳定通过大于 0 的日期。伏旱开始日与伏旱结束日之间的天数为伏旱天数。根据上述定义确定了陕西 1961~2006 年伏旱的起始日和伏旱天数(表 1),表明陕西伏旱最早在 7 月初已形成干旱,多以春夏连旱出现,例如近期的 1994、1995 年,最晚出现在 8 月 14 日,平均开始日为 7 月 17 日。伏旱最长持续时间为 43 d(1986),其次为 41 d(1978),平均持续时间 25 d。

表 1 陕西 1961~2006 年伏旱起始日、伏旱天数及累计降水强度指数

Table 1 Initial date, total days and intensity index of cumulative precipitation during summer drought in Shaanxi Province from 1961~2006

年份 Year	起始日期 Initial date (M·d)	伏旱天数 Days of summer drought	累计降水强度指数 Intensity index of cumulative precipitation	年份 Year	起始日期 Initial date (M·d)	伏旱天数 Days of summer drought	累计降水强度指数 Intensity index of cumulative precipitation
1961	7.15	18	-1031	1984	7.26	18	-1001
1962	—	—	—	1985	7.12	36	-1591
1963	7.7	38	-2367	1986	7.11	43	-2752
1964	7.3	19	-996	1987	7.38	19	-1099
1965	7.22	24	-1650	1988	—	—	—
1966	7.23	38	-1603	1989	7.27	15	-1179
1967	7.21	21	-1375	1990	—	—	—
1968	7.4	31	-1573	1991	7.6	20	-1106
1969	7.25	16	-993	1992	7.17	26	-1413
1970	8.6	20	-1516	1993	7.1	12	-933
1971	7.10	22	-1516	1994	7.1	35	-2990
1972	7.24	34	-2606	1995	7.1	12	-1062
1973	8.2	28	-1946	1996	8.11	15	-1348
1974	7.1	26	-1319	1997	7.20	17	-1077
1975	7.27	35	-1368	1998	7.11	16	-887
1976	7.15	35	-1117	1999	7.7	40	-2729
1977	7.24	29	-899	2000	7.15	20	-1663
1978	7.16	41	-1927	2001	7.30	29	-1692
1979	8.15	14	-1048	2002	7.1	35	-2300
1980	7.4	23	-1659	2003	7.17	15	-1124
1981	7.16	23	-1511	2004	7.1	14	-977
1982	—	—	—	2005	—	—	—
1983	7.1	17	-978	2006	7.24	21	-1487
平均值 Average	7.17	25					

1.2 伏旱强度指数与分类

伏旱天数、降水强度指数大小直接影响着干旱的程度。建国以来最严重的伏旱,如 1965、1972、1986、1994 等均由于持续长时间的少雨或无雨造成的,因此伏旱强度指数为:

$$M=\frac{R_0}{2}+\frac{L}{R_0}$$

(2)

式中, M 为伏旱强度指数, R_0 、 L 分别为伏旱期累计降水强度指数和、伏旱天数, R 、 L 分别为多年伏旱期累计降水强度指数和的平均值、伏旱天数的平

均值。利用上式计算了 1961~2006 年历年伏旱强度指数,根据伏旱强度指数可划分伏旱等级,将陕西秦岭地区伏旱划分为无伏旱、轻伏旱、中伏旱和强伏旱(表 2),在过去 46 年中,无伏旱 5 年(占 11%),轻伏旱 8 年(占 17%),中伏旱 17 年(占 37%),强伏旱 16 年(占 35%)。即无伏旱和轻伏旱、中伏旱、强伏旱各占三分之一。与陕西自然灾害纪实中^[13]约

34%的年份出现强伏旱的结论是一致的,因此用伏旱强度指数来分析伏旱程度是比较合理,也是切合实际。强伏旱、中伏旱主要发生在 1960、1970 和 1990 年代,以 1970 年代最为集中,10 年当中有 5 年出现强伏旱,而 1980 年代仅有两年发生强伏旱,有 3 年未出现伏旱。但从伏旱指数(表 1)的时间变化中可以发现,1980 年后伏旱指数变化的幅度明显加大。

表 2 陕西 1961~2006 年伏旱强度等级
Table 2 Intensity grade during summer droughts in Shaanxi from 1961~2006

伏旱等级 Intensity grade	伏旱强度指数 Intensity index	年份 Year
无伏旱 No drought	$M=0$	1962、1982、1988、1990、2005
轻伏旱 Slight drought	$0<M<1.0$	1969、1979、1989、1993、1995、1998、2003、2004
中伏旱 Moderate drought	$0\leq M<1.5$	1961、1964、1967、1970、1971、1974、1977、1980、1981、1983、1984、1987、1991、1996、1997、2000、2006
强伏旱 Severe drought	$M\geq 1.5$	1963、1965、1966、1968、1972、1973、1975、1976、1978、1985、1986、1992、1994、1999、2001、2002

2 伏旱气候特征

1961~2006 年陕西伏旱期多年区域平均气温在 24℃~26℃。强伏旱降水量分布极为不均,渭北、秦巴山区多年平均降水量为 70~90 mm,渭河河谷地带不足 30 mm,区域平均大于等于 35℃的高温日数为 10 d,平均伏旱天数为 34 d;中伏旱降水量区域平均值为 26.1 mm,区域平均高温日数为 4.8 d,平均伏旱天数为 20 d;轻伏旱降水量区域平均值

为 25.7 mm,区域平均高温日数为 3.6 d,平均伏旱天数为 14 d。典型伏旱期蒸发总量(表 3)渭北、关中西部 240~340 mm,关中东部 270~400 mm,陕南西部 230~310 mm,陕南东部的 290~380 mm,大于常年 7 月或 8 月气候平均蒸发量。典型伏旱期平均蒸发总量比常年 7 月或 8 月气候平均蒸发量多 20%~70%,也远大于伏旱期降水总量,表明陕西伏旱期具有气温高,降水少,蒸发量大的特点。

表 3 典型伏旱期蒸发总量(mm)
Table 3 The total evaporation during the typical summer drought period

项目 Items	1963	1966	1978	1986	1999	平均 Average	7 月气候平均值 Average value of July	8 月气候平均值 Average value of August
安康 Ankang	288	375	332	364	379	347	198	203
宝鸡 Baoji	276	196	241	335	243	258	195	168
大荔 Dali	375	288	280	306	291	308	220	191
汉中 Hanzhong	235	185	243	252	288	240	159	163
略阳 Lueyang	258	175	245	306	219	241	161	161
彬县 Binxian	333	247	246	276	248	270	181	165
西安 Xi'an	354	271	313	326	294	312	209	187
渭南 Wei'nan	397	268	277	283	240	293	199	168
武功 Wugong	366	256	263	319	244	290	193	164
石泉 Shiquan	263	259	278	312	329	288	171	174
商县 Shangxian	294	290	310	386	326	321	206	188

进一步分析 15 个代表在伏旱期降水、高温日数的空间分布特征(表 4),秦岭北麓的渭河河谷地带伏旱期降水最少,高温日多。秦岭南麓汉江河谷安康盆地伏旱期,降水不多,但易出现高温天气。而渭

北原区、秦巴浅山丘陵区由于拔海高和山区地形影响,降水较平原地区多,高温日数较少,表明陕西伏旱有平原重于山区,河谷重于浅山丘陵的特点,并且渭河、汉江河谷地伏旱最为严重。

表 4 伏旱期 15 个代表站的降水、高温日数和平均气温

Table 4 The precipitation,the number of days with high temperature and the average temperature during summer drought in the 15 representative stations

项目 Items	强伏旱 Severe drought			中伏旱 Moderate drought			轻伏旱 Slight drought		
	降水量 Precipitation (mm)	高温日数 Days with high temperature (d)	平均气温 Average temperature (℃)	降水量 Precipitation (mm)	高温日数 Days with high temperature (d)	平均气温 Average temperature (℃)	降水量 Precipitation (mm)	高温日数 Days with high temperature (d)	平均气温 Average temperature (℃)
彬县 Binxian	55.2	3.4	22.9	27.8	2.2	23.9	13.7	2.2	24.2
陇县 Longxian	69.7	1.5	21.6	29.7	1.8	23	17.3	1.5	23.1
韩城 Hancheng	61	8.3	25.4	23.7	6.8	26.3	14.2	3.1	26.6
大荔 Dali	42.9	9.3	25.4	14.4	8	26.4	11.9	4.8	26.7
渭南 Weinan	42.8	11.5	25.4	19.3	7.8	26.5	7.7	5.7	27.2
西安 Xi'an	29.2	11	25.6	17	7.8	26.5	2	5.7	27.4
周至 Zhouzhi	30.8	7.5	25.2	9	6.5	26.3	13.6	4.7	27.1
武功 Wugong	28.7	6	24.7	12.8	5.8	26	5.4	3.6	26.7
宝鸡 Baoji	45.8	5.7	24.3	13.5	4.8	25.4	13.1	3.6	25.8
汉中 Hanzhong	52.4	3.1	24.6	29.4	0.8	25.2	21.9	1.1	25.4
略阳 Lueyang	93.1	3	22.8	45.3	0.9	23.4	34.5	2	23.5
西乡 Xixiang	49.2	8.6	25	36.3	3.8	25.4	18.6	3.1	25.7
石泉 Shiquan	60.8	10.6	25	41	4.5	25.2	15.5	4.8	25.7
安康 Ankang	59.3	14.8	26.5	40.2	8.1	26.8	18.3	5.6	26.9
商县 Shangxian	58.5	3.2	23.4	32.8	1.8	24.1	13	2.2	24.6

3 异常伏旱的成因分析

陕西夏季旱涝受副热带系统的活动影响很大,尤其是西太平洋副热带高压年际变化对陕西夏季降水的多寡更具有直接作用。由于陕西省位置较为偏西偏北,因此活动在青藏高原上空的南亚高压及其下部的青藏高压对陕西夏季降水也有举足轻重的作用。同时西风带系统的配置和冷空气活动等也直接影响陕西夏季旱涝分布,因此从以上几个方面讨论陕西省异常伏旱天气的成因。

3.1 西太平洋副热带高压

我国季风降水异常与西太平洋副热带高压强度和位置变化有密切联系^[14,15]。陕西夏季暴雨、大暴

雨以及多雨时段的形成与西太平洋副热带高压的北抬西伸有着密切关系^[16,17]。在陕西 16 个强伏旱年中,夏季 7~8 月西太平洋副热带高压面积指数较常年同期明显偏小(表 5)。强度指数较常年同期偏弱,而脊线位置、北界位置在 7 月较常年同期偏南,8 月较常年同期略偏北,西伸脊点在 7 月较常年同期偏东,8 月较常年同期偏西,表明陕西夏季严重伏旱时期,西太平洋副热带高压强度偏弱。通过对 16 个重伏旱年伏旱期影响陕西天气变化的大尺度主导系统的分析,发现初夏 7 月伏旱形成时,中高纬度西风带欧亚环流形势多为两槽一脊型,新疆高压脊偏强,东亚大槽偏深,孟加拉湾低槽偏弱,西太平洋副热带高压位置偏南偏东,陕西主要受新疆高压脊前西北

气流控制,天气晴朗少雨;盛夏伏旱期中纬度东亚多呈纬向西风气流,西风锋区偏北,冷空气活动路径和影响范围偏北。当青藏高原上有范围较大且稳定的暖高压(青藏高原高压)发展加强,并向东北方向移动时,可与西风带长波脊或西太平洋副热带高压合并,形成控制我国大部分地区的青藏高原高压或带状高压。在月平均场中表现为西太平洋副热带高压位置偏北偏西,我国北方大范围出现高温少雨天气,但这种情况下控制我国大部分地区的青藏高原高压动力和热力特征与西太平洋副热带高压有较大的差异。许力^[18]

等在分析我国夏季大范围多(少)雨型环流时认为,西太平洋副热带高压持续偏弱,夏季多处于青藏高原控制是我国夏季大范围少雨主要环流特征。芮景新^[8]通过对副热带系统、大陆高压、南亚高压等夏季主要环流系统进行分析,指出 2002 年四川盆地夏季高温干旱天气主要是由稳定维持的青藏高原高压所造成,而且同期副热带系统均较常年偏弱。白虎志^[7]对甘肃 1997 年特大干旱事件进行诊断分析,指出西太平洋副高与常年相比较持续偏弱是造成该地区夏旱重要原因之一,与本文的分析结果也相同。

表 5 强伏旱夏季 7~8 月副高特征量
Table 5 Eigenvalues of subtropical high during severe summer droughts

项目 Items	7 月 July		8 月 August	
	强伏旱年平均值 Average value of years with severe summer drought	多年平均值 Average value of many years	强伏旱年平均值 Average value of years with severe summer drought	多年平均值 Average value of many years
面积指数 Area index	18	22	19	22
强度指数 Intensity index	31	42	34	39
脊线位置 Position of ridge line	22	23	27	26
北界位置 Position of Northern border	27	28	32	31
西伸脊点 Point of western extended ridge	127	118	111	117

3.2 大气环流特征

大气环流反映了大气运动的基本状态,并孕育和制约着较小规模的气流运动,它是各种不同尺度天气系统发生、发展和移动的背景条件。大气环流异常影响西北地区降水、沙尘暴、暴雨、高温等灾害性天气的发生发展^[19],伏旱异常同样也是大气环流异常的产物。

由于青藏高原的热力作用,夏季在对流层上部 100 hPa,东半球大部地区被南亚高压控制,与南亚高压相匹配的暖中心在 300 hPa 上的季节变化明显。对流层中层 500 hPa 青藏高原的位置和强度直接影响高原东北侧夏季雨涝和干旱气候的形成与发展^[20,21]。就西北地区东部而言,南亚高压、青藏高原是影响该地区夏季气候异常的主要系统之一。夏季干旱异常不仅与 100 hPa 南亚高压位置有关,而且与 500 hPa 大尺度环流形势变化有关。由此着重分析异常伏旱时期 100 hPa、300 hPa、500 hPa 环流特征。

以伏旱持续时间长、旱灾严重的 1963、1966、1978、1986、1999 年强伏旱年作为典型伏旱年,其伏旱期大都在 40 d 左右(表 1),伏旱期大气环流异常

特征明显。首先对每个伏旱期 500 hPa、300 hPa、100 hPa 高度场、温度场进行平均,然后再对 5 年伏旱期进行平均,分析持续干旱异常大气环流特征。

在 500 hPa 高度场(图 1a)中纬度欧亚环流形势为两槽一脊型,长波脊脊线位于 105°E,青藏高原到亚洲东岸为一带状高压,西太平洋副热带高压强度较弱,588 位势什米的闭合中心位于 140°E 以东,同时在里海附近高压脊发展强盛,有 588 位势什米闭合高压中心。温度场上(图 1b),青藏高原上有中心值大于 0℃的暖中心与青藏高原相匹配。这种波长较长的高压脊与温度场配置,有利于天气系统持续和稳定。

300 hPa 高度场(图 1c)与 500 hPa 高度场的环流形势相似,从里海到中国大陆为一带状高压,高压位置较 500 hPa 偏南。温度场上(图 1d),从阿拉伯半岛至中国大陆东岸为一个大的暖中心,中心位于青藏高原中部,有大于-26℃的暖中心。

100 hPa 高度场(图 1e),南亚高压控制了亚洲上空,中心位于青藏高原西侧(31°N,70°E),表现为南亚高压西部型,这种流型预示着西北地区东部为晴热少雨天气。

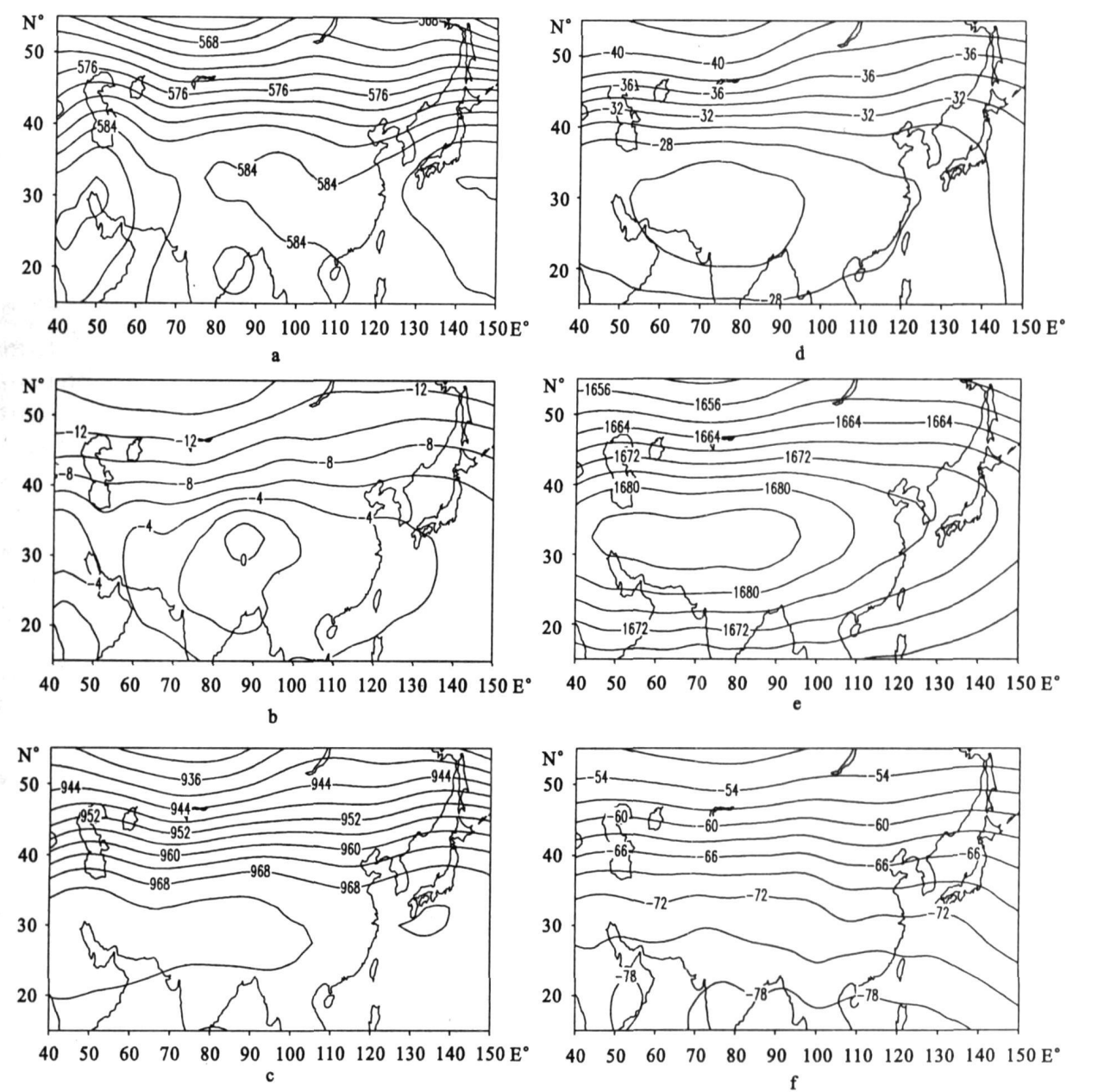


图 1 500 hPa(a,b) 、300 hPa(c,d) 、100 hPa(e,f)高度场(dagpm)和温度场(°C)

Fig. 1 The average geopotential height and temperature fields at 500 hPa(a,b), 300 hPa(c,d) and 100 hPa(e,f)

4 结 语

1) 陕西伏旱出现在初夏多雨段和秋季多雨段之间。气候上有伏旱的地方,年降水量呈双峰型,因而陕西大部分地区是伏旱的多发区。在过去 46 年中,陕西有 33 年陕西发生了中等强度以上的伏旱,因此干旱是陕西最为严重的气象灾害之一。气温高,降水少,持续时间长,蒸发量大是陕西伏旱的主要气候特征,且渭河和汉江河谷地带伏旱最为严重。

2) 伏旱具有明显年代际变化特征,1960、1970 和 1990 年代是伏旱多发时期。特别是 1980 年代后在全球变暖的气候背景下,1990 年代陕西伏旱有进

一步加剧的趋势。

3) 陕西伏旱发生发展与西太平洋副热带高压有密切关系。强伏旱年西太平洋副热带高压偏弱,初夏伏旱期位置偏南偏东,盛夏青藏高压发展加强并向东北方向移动时,与西风带长波脊或西太平洋副热带高压合并,形成控制我国大部分地区的青藏高压或带状高压,陕西和我国北方大范围出现高温少雨的伏旱天气。

4) 100 hPa 南亚高压、300 hPa 高压、500 hPa 青藏高压中心位置基本一致,且与对流层上下层暖中心相对应,是持续性异常伏旱期具有近似正压结构的典型环流特征。

参 考 文 献:

- [1] 程炳岩,丁裕国,何卷雄.全球变暖对区域极端气温出现概率的影响[J].热带气象学报,2003,19(14):430—435.
- [2] 叶笃正,黄荣辉.旱涝气候研究进展[M].北京:气象出版社,1990:1—156.
- [3] 戴新刚,汪 萍,丑纪范.华北汛期降水多尺度特征与夏季风年代际衰变[J].科学通报,2003,48(23):2483—2487.
- [4] 马柱国,魏和林,符淙斌.中国东部区域土壤湿度的变化及其与气候变率的关系[J].气象学报,2000,58(3):278—287.
- [5] 李新周,刘晓东,马柱国.近百年全球主要干旱区干旱化特征分析[J].干旱区研究,2004,21:97—103.
- [6] 李新周,马柱国,刘晓东.中国北方干旱化年代际特征与大气环流的关系[J].大气科学,2006,30(2):277—284.
- [7] 白虎志,谢金南,王宝灵,等.1997年甘肃省特大干旱事件的诊断分析[J].高原气象,1999,18(1):55—62.
- [8] 芮景新.四川省2002年伏旱成因分析[J].气象科技,2004,32(4):33—35.
- [9] 贺 皓,罗 慧,黄宝霞.陕西盛夏多雨年与少雨年的大气环流特征分析[J].中国沙漠,2007,27(2):342—346.
- [10] 李 平,候明全,董长林.陕西省干旱及其环流特征[J].气象,1997,23(4):39—42.
- [11] 赵庆云,张 武,王式功,等.西北地区东部干旱半干旱区极端降水事件的变化[J].中国沙漠,2005,25(6):904—909.
- [12] 赵庆云,赵红岩,刘新伟.西北东部极端降水事件及异常旱涝季节变化倾向[J].中国沙漠,2006,26(5):745—749.
- [13] 翟佑安.中国气象灾害大典陕西卷[M].北京:气象出版社,2005:5—42.
- [14] 章国材,毕宝贵,鲍媛媛,等.2003年淮河流域强降水大尺度环流特征及成因分析[J].地理研究,2004,23(6):795—804.
- [15] 谭桂容,孙照渤.西太平洋副高与华北旱涝的关系[J].热带气象学报,2004,20(2):206—211.
- [16] 赵兵科,姚秀萍,吴国雄.2003年夏季淮河流域梅雨期西太平洋副高结构和活动特征及动力机制分析[J].大气科学,2005,29(5):771—779.
- [16] 方建刚,白爱娟,陶建玲,等.2003年陕西秋季连阴雨降水特点及环流条件分析[J].应用气象学报,2005,16(4):509—517.
- [17] 李社宏,胡淑兰,王式功.西北东部一次雨天气过程的数值模拟研究[J].兰州大学学报:自然科学版,2006,42(6):33—39.
- [18] 许 力,赵振国,孙林海,等.全国大范围多(少)雨型的划分及环境场特点分析[J].应用气象学报,2005,16(Suppl):77—84.
- [19] 赵庆云,赵红岩,王 勇.甘肃省夏季异常高温及其环流特征分析[J].中国沙漠,2007,27(4):639—643.
- [20] 钱永甫,周宁芳,毕 云.高层大气温度和高度场异常对我国地面气温和降水的影响[J].高原气象,2004,23(4):417—428.
- [21] 许 利,毕 云,钱永甫.青藏、伊朗高原春夏季高层热力异常与我国夏季气温的关系[J].高原气象,2004,23(3):323—329.

Climatological characteristics of summer drought and its causes in Shaanxi Province

FANG Jian-gang^{1,2}, BAI Ai-juan^{1,3}, XIAO Ke-li², TIAN Wu-wen²

(1. Institute of Earth Environment, Chinese Academy of Sciences, Xi'an, Shaanxi 710075, China;

2. Shaanxi Climatic Centre, Xi'an, Shaanxi 710014, China;

3. Shaanxi Meteorological Observatory, Xi'an, Shaanxi 710014, China)

Abstract: Using the reanalyzed data of NCAR/NCEP and observation data from 15 stations in Shaanxi Province in summertime of June, July and August during the time from 1961 to 2006, climatological characteristics of summer droughts and their representative circulations are analyzed. The results show that high temperature, little precipitation and obvious decadal variations are the main features of summer drought in Shaanxi. Furthermore, most of summer droughts occur in the decades of 1960, 1970 and 1990. The atmospherical circulation of serious summer droughts of Shaanxi can be described as the followings. The weaker western Pacific subtropical high, the stronger northeast-moving Tibetan high, as well as the Tibetan high or the high belt based on the Tibetan high gets united with the long-wave ridge or the western Pacific subtropical high are the typical circulations of Shaanxi summer droughts. Additionally, the consist position of southern Asian high at the level of 100 hPa, the high at the 300 and the Tibetan high at 500 hPa, and its correspondence with the warm center in the whole troposphere, are the typical circulations of the persistent and abnormal summer droughts.

Key words: summer drought; climatological characteristics; atmospherical circulation