

文章编号:1006 - 7639(2003) - 04 - 0027 - 05

甘肃 2002 年伏秋连旱的气候异常及成因诊断

刘德祥¹, 董安祥², 瞿 汶¹

(1. 兰州中心气象台, 甘肃 兰州 730020; 2. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃 兰州 730020)

摘要:针对甘肃 2002 年伏秋连旱的持续时间、范围和强度进行了对比分析, 干旱持续时间之长、范围之大为近 50a 所少见。伏秋连旱的成因主要是欧亚 500hPa 中高纬度西风环流比较强, 贝加尔湖脊强, 西北太平洋副热带高压强, 印度半岛南支槽浅, 亚洲大陆海平面气压场偏高, 厄尔尼诺事件和海表温度异常共同作用所致。这些结果对防灾减灾措施的制定和作为短期气候预测的气候背景都有重要的参考意义。

关键词:甘肃省; 伏秋连旱特征; 影响; 成因诊断

中图分类号: P458.1

文献标识码: A

引言

2002 年甘肃出现了近 50a 所少见的伏秋连旱。大范围、长时间的伏、秋连旱和持续气温偏高, 导致旱作农业区土壤水分蒸发加剧, 失墒加快, 耕作层墒情下降, 干土层增厚, 农作物所需水分严重不足, 影响秋作物的正常拔节孕穗和灌浆成熟及秋粮产量严重减产。复种作物萎焉枯死, 植株矮小, 长势极弱, 缺苗现象比较严重; 大秋作物大面积受旱, 根系处于干土层中, 对秋作物的正常生长、灌浆成熟不利, 正在成熟的部分玉米叶片干枯; 马铃薯薯块无法膨大, 影响秋粮产量。据不完全统计, 全省受旱面积 64 万 hm^2 , 重旱 19.3 万 hm^2 。导致水资源紧缺, 给人畜饮水也带来了严重困难, 引起有关方面的关注, 因此, 研究伏秋连旱的成因十分必要。

近几十年来对甘肃干旱成因有不少研究, 吴统文和钱正安^[1]对青藏高原东北侧地区干湿年夏季垂直环流差异及青藏高原的热力影响进行了研究, 白虎志等^[2]对 1997 年甘肃省特大干旱事件进行了诊断分析, 白虎志等^[3]对青藏高原季风变化与甘肃干旱进退进行了研究, 李耀辉等^[4]研究了 ENSO 对西北地区夏季气候异常的影响和秋季异常降水的影响, 上述研究对季节性干旱成因获得了有益的结果。但是, 目前很少看到对甘肃长时间伏秋(7~10 月)

持续干旱或多雨成因的动力诊断。我们利用 7~10 月北半球 500hPa 环流场、海平面气压场、海温场和风矢量场等物理量资料, 对伏秋连旱的成因进行动力诊断, 探讨伏秋连旱发生的异常物理机制, 为防灾减灾措施的制定和短期气候预测提供气候背景。

1 资料来源

北半球 500hPa 位势高度场、海平面气压场和海温场(SST)、矢量风场资料来自美国气候诊断中心(NCEP), 西太平洋副热带高压特征量、500hPa 环流指数等资料来自国家气候中心《年气候监测公报(2002 年)》, 甘肃省 80 个气象台站 1951~2002 年各月及旬降水量资料来自兰州中心气象台, 干旱面积根据甘肃省各县气象站上报的灾情资料统计得到。

2 伏秋连旱的气候特征

2002 年甘肃省出现了严重的伏秋连旱(旬降水距平百分率 $< -50\%$ 的时段), 伏秋连旱时段大都出现在 7 月上旬~10 月下旬, 有些地方结束在 11 月中、下旬, 为了分析方便, 我们把 7~10 月(以下同)确定为伏秋连旱时段。2002 年伏秋连旱是全省大范围的严重干旱, 7~10 月全省大部分地方降水比常

收稿日期:2003 - 06 - 18; 改回日期:2003 - 12 - 19

基金项目:甘肃省科技攻关项目(GS012 - A45 - 118)西北干旱成因及应用研究资助

作者简介:刘德祥(1948 -), 男, 甘肃甘谷人, 高级工程师, 长期从事干旱气候变化和影响研究。

年明显偏少。我们用 Z 指数表示干旱强度,其计算公式为^[5]:

$$Z_i = \frac{6}{C_s} \left(\frac{C_s}{2} X_i + 1 \right)^{1/3} - \frac{6}{C_s} + \frac{C_s}{6}$$

式中 X_i 为降水量的标准化变量, C_s 为偏态系数,其计算公式为:

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^3}{nS^3}$$

式中 S 为降水量的均方差,将 Z 指数划分为 7 个旱涝等级,其指标如表 1 所示^[5]。

表 1 以 Z 值为指标的旱涝等级

Tab. 1 The ranks of drought and waterlogging defined by Z

Z 值	等级	类型
$Z > 1.6485$	1	重涝
$1.0364 < Z < 1.6485$	2	大涝
$0.5244 < Z < 1.0364$	3	偏涝
$-0.5244 < Z < 0.5244$	4	正常
$-1.0364 < Z < -0.5244$	5	偏旱
$-1.6485 < Z < -1.0364$	6	大旱
$Z < -1.6485$	7	重旱

2002 年伏秋连旱区在河西走廊、陇中、陇东、陇南和甘南州北部等地(州、市),这些地方的降水量比常年偏少 2~6 成,河东基本是大旱或重旱区(图 1)。干旱范围之广,持续时间之长,是近 50a 所少见。

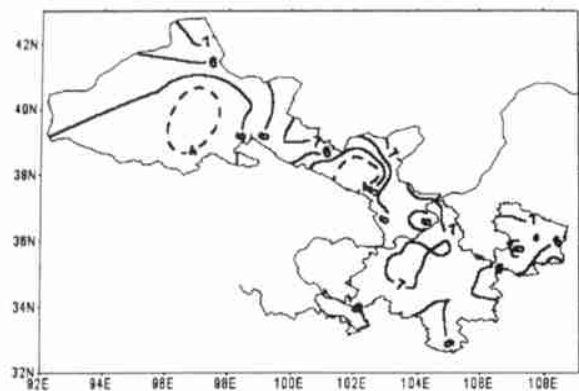


图 1 甘肃省 2002 年伏秋(7~10 月) Z 指数干旱等级
4 - 正常 5 - 偏旱 6 - 大旱 7 - 重旱

Fig. 1 The drought ranks of summer and autumn in 2002

(Jul - Oct) owe to Z

4 - normal 5 - gentle drought 6 - strong drought 7 - heavy drought

3 伏秋连旱的成因诊断

3.1 北半球 500hPa 环流异常特征

2002 年伏秋北半球 500hPa 平均高度场上,北极的极涡为负距平,其中心值为 -70 gpm,强度较

强,中高纬度平均环流为 3 波型(图略),冬性比较强,欧亚大陆中高纬度为两槽一脊。对应的高度距平场是,在白令海 - 鄂霍次克海北部 - 贝加尔湖 - 巴尔喀什湖 - 里海一带为正距平区。乌拉尔山附近的脊比较弱,负距平区中心值为 -70gpm;贝加尔湖和新疆脊强,对应正距平区中心值分别为 40gpm 和 50gpm;东亚大槽深,负距平区中心在堪察加半岛附近,其值为 -50gpm。欧亚大陆中高纬度气流比较平直,欧洲为北脊南槽,其强度都比较弱(图 2),这表明西风环流比较强。亚洲大陆中高纬度位势高度为正距平区,大陆沿岸为弱的负距平区,呈“西高东低”形势场和距平场上的“西正东负”,青藏高原为正距平,其值为 10~20gpm;低纬度印度半岛南支槽较常年较弱,由孟加拉湾向北输送的水汽比较少。西太平洋副热带高压面积逐月比常年偏大,强度逐月增强,脊线位置 7 月、9 月、10 月偏南,8 月偏北,西伸脊点位置 7 月偏东,8 月、9 月、10 月异常偏西。

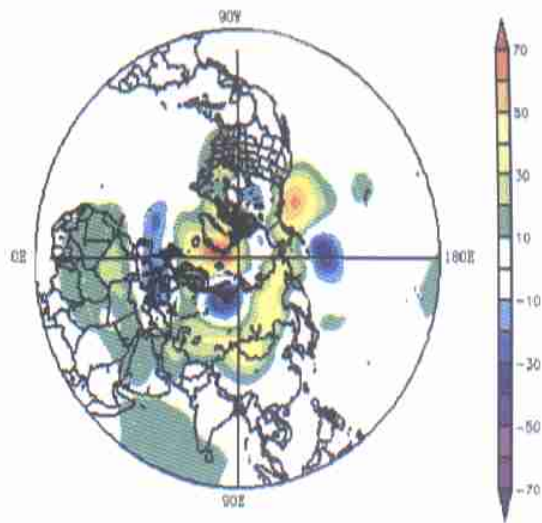


图 2 2002 年 7~10 月北半球 500hPa 高度距平场

Fig. 2 The height departure field of 500hPa in Jul - Oct of 2002 on Northern Hemisphere

我们选取 1972 年(达旱年标准的站数占总站数 98%,下同)、1991 年(96%)、1994 年(89%)、1997 年(95%)、1999 年(84%)共 5a 为甘肃的典型伏秋连旱年,经诊断上述 5a 北半球 500hPa 平均高度距平场的分布特征与上述非常相似,表明 2002 年伏秋连旱的环流特征具有普遍性。

在北半球 500hPa 高度场上,极涡浅、西风环流比较强,贝加尔湖脊强,西太平洋副热带高压强,印度半岛南支槽较常浅,偏南暖湿气流难以北上,水汽条件不足,是形成 2002 年伏秋连旱的重要原因。

3.2 海平面气压场异常特征

2002 年伏秋北半球海平面气压距平场上,极地为负距平,其中心值为 - 4hPa,北极极地低压强度较强;欧亚大陆呈西低东高,欧洲大陆大部分地区是负距平区,中心值为 - 3hPa,乌拉尔山附近是正距平区,中心值为 3hPa,亚洲大陆大部分地区是正距平区,从印度半岛 - 中国 - 贝加尔湖 - 东西伯利亚沿岸一线,为西南至东北向的正距平带,其中心在蒙古国中部(距平值为 4hPa),这一正距平带与 500hPa 高度场上的正距平带位置基本一致,表明这一正距平带比较深厚,它阻挡了由北极南下的冷空气;印度低压比较弱,中国大陆大部分地区被正距平控制(图 3),青藏高原为正距平,其值为 1 ~ 2hPa,地面在高气压控制下,甘肃处于干热下沉气流区,因而出现了伏秋高温和干旱气候。经诊断分析,上述 5 个典型伏秋旱年 7 ~ 10 月北半球欧亚大陆海平面气压距平场的分布特征与 2002 年非常相似,表明其具有普遍性。

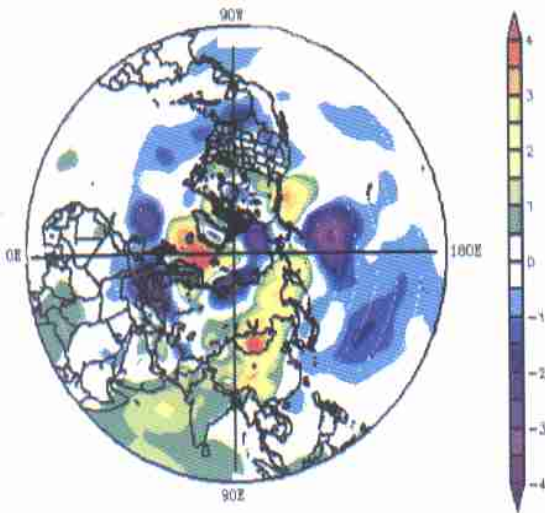


图 3 2002 年 7 ~ 10 月海平面气压距平场
Fig. 3 The air pressure departure field on sea surface in Jul - Oct of 2002

3.3 海温异常特征

海陆分布在气候形成中有巨大作用,海气相互作用是形成短期气候变化的一个重要因素。北太平洋上主要的洋流有黑潮,它是北太平洋上赤道洋流到台湾省东北部的一支供给大气能量最多的暖流,将巨量高温水带到我国近海和西北太平洋广大区域,对我国东部降水有着重要作用。研究表明,甘肃的干旱与海温场异常密切相关,厄尔尼诺(EI Nino)出现时甘肃易发生干旱^[2],谢金南认为,在西北地

区东部厄尔尼诺发生的当年降水偏少,次年降水偏多的相关是存在的^[7]。

2002 年伏秋在赤道(5°S ~ 5°N, 170°E ~ 120°W)区海表温度为带状正距平区,中心值偏高 2。从各月变化看,4 月以后赤道中太平洋海温正距平迅速向东扩展,暖中心也略向东移,5 月暖事件初步形成并继续增强,爆发了一次新的厄尔尼诺(EI Nino)事件,到 10 月赤道中太平洋海表温度一直维持 1.0 以上正距平,中心值偏高 2.5,这次暖事件对许多地区的气候产生了明显的影响。在 20 ~ 30°N, 150 ~ 120°W 海表温度为东西向的带状负距平区,中心值偏低 1。在 30 ~ 40°N, 140°E ~ 130°W 海表温度为正距平区,中心值偏高 2。台湾岛附近和黑潮区海表温度为正距平,中心值偏高 1 左右;西风漂流区海表温度为负距平,中心值偏高 - 2 左右。白令海为正距平区,中心值为 2 左右(图 4)。

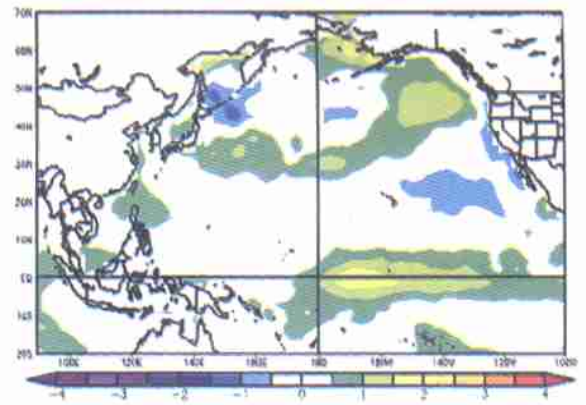


图 4 2002 年 7 ~ 10 月海表温度距平场
Fig. 4 The sea temperature departure field in Jul - Oct of 2002

经诊断分析上述 5 个典型伏秋旱年,海温距平场的分布特征与 2002 年非常相似,特别在北太平洋(170°E ~ 130°W)南北方向上海表温度距平分布呈 +、-、+ 的形式,海温距平场的分布特征对甘肃伏秋连旱的形成具有普遍性。

以前的研究表明,海 - 气之间的相互作用,通常在印度洋和太平洋低纬度地区存在两个纬向环流圈,一个位于西太平洋到东太平洋低纬度地区;另一个位于西太平洋到印度洋及孟加拉湾地区;同时在印度中北部及孟加拉湾到青藏高原中部地区为一个经向环流圈^[8]。东太平洋海温的异常升高导致当地上升气流加强,从而使西太平洋低纬度地区下沉气流加强,还同时增强了西太平洋低纬度地区到孟加拉湾的纬向环流,使得青藏高原南侧的季风经圈

环流和高原北部的上升气流及高原北侧的下沉气流均加强,从而对贝加尔湖正距平中心的南移和维持起到了正作用^[4]。甘肃省 2002 年的伏秋严重连旱,是由于赤道东太平洋海温持续异常偏高,5 月爆发的厄尔尼诺(EI Nino)事件,加强了上述纬向环流圈,导致海-气之间能量交换的异常,因而导致大气环流异常。

3.4 风矢量场异常特征

从 2002 年伏秋北半球 500 hPa 风矢量场看出,亚洲大陆为反气旋加强区,在白令海-鄂霍次克海北部-贝加尔湖-巴尔喀什湖-里海一线为反气旋加强区的西风风速高值带,西北区位于反气旋加强区南部,在强西风气流控制下,印度半岛的气旋比较弱,在日本以东北太平洋地区(35~40°N,130°E~160°W)为反气旋加强区(图 5)。这些分布特征与前述的 500hPa 高度距平场相对应,即在 500hPa 高度场上的正距平对应的是反气旋加强区,而负距平对应的是气旋加强区。

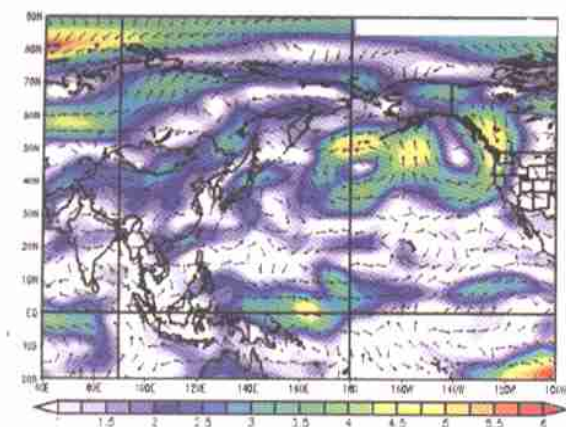


图 5 2002 年 7~10 月 500hPa 风矢量距平场

Fig. 5 The departure field of vector wind in Jul - Oct of 2002

4 结 论

4.1 2002 年伏秋旱持续时间之长,范围之广,强度之大都是近 50a 少有的。干旱给农业生产和人民生活造成严重影响,导致秋粮减产,水资源紧缺,给人

畜饮水也带来了严重困难。

4.2 北半球 500hPa 高度场上亚洲区极涡偏弱,中高纬度平均环流为 3 波型,冬性比较强,副热带高压强度偏强,低纬度印度半岛南支槽较常年偏浅,偏南暖湿气流难以北上,水汽条件不足,是形成伏秋干旱的重要原因。

4.3 亚洲大陆大部分地区海平面气压场是正距平区,印度低压比较弱,中国大陆大部分地区被正距平控制。在地面高压控制下,甘肃出现了伏秋高温和干旱气候。

4.4 北太平洋南北方向上海表温度距平分布呈 +、-、+ 的形式,4~10 月赤道中太平洋海表温度异常偏高,5 月爆发的厄尔尼诺(EI Nino)事件,导致海-气之间能量交换的异常,因而导致大气环流异常而形成甘肃 2002 年伏秋连干旱。

4.5 北半球 500 hPa 风矢量场分布特征与高度距平场相对应,即在 500 hPa 高度上的正距平对应的是反气旋加强区,而负距平对应的是气旋加强区。

参考文献:

- [1] 吴统文,钱正安. 青藏高原东北侧地区干湿年夏季垂直环流差异的对比分析及青藏高原的热力影响[J]. 气象学报,1996,54(4):558-568.
- [2] 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.
- [3] 白虎志,张存杰,王宝灵. 青藏高原季风变化与甘肃干旱[A]. 谢金南. 中国西北干旱气候变化与预测研究(第一卷)[C]. 北京:气象出版社,2000.332-336.
- [4] 李耀辉,李栋梁,赵庆云. ENSO 对中国西北地区秋季异常降水的影响[A]. 谢金南. 中国西北干旱气候变化与预测研究(第一卷)[C]. 北京:气象出版社,2000.280-286,288-294.
- [5] 张存杰,王宝灵,刘德祥,等. 西北地区旱涝指标的研究[J]. 高原气象,1998,17(4):381-388.
- [6] 李栋梁,刘德祥. 甘肃气候[M]. 北京:气象出版社,2000.21-36.
- [7] 谢金南,王素艳,马镜娴. 厄尔尼诺事件与西北干旱相关的稳定性问题[A]. 谢金南. 中国西北干旱气候变化与预测研究(第一卷)[C]. 北京:气象出版社,2000.250-258.
- [8] 钱正安,吴统文,梁潇云. 青藏高原及周围地区的平均垂直环流特征[J]. 大气科学,2001,25(3):444-454.

The Dynamic Diagnose on the Abnormity and Cause of Summer and Autumn Continuous arid of 2002 in Gansu Province

LIU De - xiang¹ , DONG An - xiang² , QU Wen¹

(1. Lanzhou Central Meteorological Observatory , Lanzhou 730020 ,China ;

2. Institute of Arid Meteorology ,CMA ,Lanzhou 730020 ,China)

Abstract :A study was carried out about the duration time , scope , and intension of the 2002 summer and autumn continuous drought in Gansu , which long duration time and heavy intension scarcely appeared in recent 50 years. The causes of continuous drought were mainly depended on that Westerly circumfluence , and the High ridge over Baikal and Northwestern Pacific very strong ;the trough over Southern Indian Peninsula weak ; the sea level pressure departure on the high side ; sea surface temperature anomaly and El Nino occurring. All those above together forced into continuous drought in Gansu Province. These results were significantly to establish the preventing and reducing calamities rules and valuably to short - term climate forecast.

KeyWords :Gansu province ;summer and autumn continuous arid ;influence ;dynamic diagnose