

2002年8月云南低温冷害天气的气候特征及其成因分析*

陶云¹, 刘瑜¹, 张万诚², 肖子牛³

(1. 云南省气象台, 云南昆明 650034; 2. 云南省气象科学研究所, 云南昆明 650034;

3. 国家气象中心, 北京 100080)

摘要: 2002年8月云南省的滇中及以北以东地区出现了一次范围大、持续时间长、危害较为严重的低温冷害天气, 初步分析发现, 这是1974年以来全省8月降温幅度最大、范围最广的一次低温冷害天气, 它是发生在一个暖背景下的一次异常事件; 其前期1~7月北半球100 hPa和500 hPa高度场均更相似于云南8月典型高温年的高度场, 为预测增加了难度. 在这次低温冷害天气期间, 中高层(200 hPa, 500 hPa)的中高纬度为明显的经向环流, 云南位于槽后脊前, 为明显的偏北气流控制; 在低层(700 hPa)云南省为偏南气流控制, 中高层与低层形成明显的风切变, 这种配置为低温阴雨天气提供有利的动力和水汽条件. 同时北方冷空气的维持和不断的补充是2002年8月低温冷害发生的一个重要条件.

关键词: 2002年8月; 云南低温冷害; 气候特征; 成因

中图分类号: P 461 **文献标识码:** A **文章编号:** 0258-7971(2005)02-0129-04

在云南省8月份是水稻、烤烟等大春作物对气温最为敏感的时期, 高温年一般意味着大春的丰收, 一旦出现8月低温冷害天气, 则非常容易造成大面积的大春作物减产^[1,2]. 2002年从7月下旬到8月中旬, 云南省的滇中及以北以东地区出现了进入20世纪80年代以来范围最大、持续时间最长、危害较为严重的一次低温冷害天气^[3], 危害最为严重的地区是滇东北的昭通市, 低温冷害天气持续时间长达12 d; 其次是滇东北的曲靖市, 持续时间长达5~8 d左右; 其它地区持续4~6 d. 本次低温冷害对我省大部分地区正处于抽穗扬花期的水稻有较大影响, 使水稻的扬花授粉率降低, 生理代谢受到抑制, 导致结实率和千粒重下降, 空瘪率增加, 造成大春作物产量明显下降.

为了较深入地了解这次低温冷害天气过程, 加强今后对云南8月低温冷害天气的预测能力, 我们利用1961~2002年8月云南全省气温资料分析了这次低温冷害天气的气候特征, 同时利用国家气象局提供的1961~2002年1~7月的100 hPa, 500

hPa高度场资料、2002年8月逐日常规高空资料以及NOAA NCEP CPC提供全球2002年8月1~31日逐日OLR资料, 对其成因进行了初步分析, 获得了一些有意义的结论.

1 2002年云南8月低温冷害天气的气候特征分析

1.1 云南8月气温的年际、年代际演变特征

图1是云南1961年~2002年8月全省的125个测站的平均气温 $T_8 = \frac{1}{125} \sum_{i=1}^{125} T_i$ 逐年演变图.

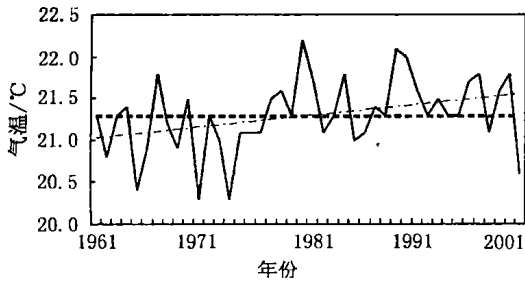
从图1可以清楚看出, 云南8月气温有着明显的年际变化和年代际变化特征. 1965年、1971年和1974年及2002年为云南8月份气温的相对低值年, 今年(2002年)8月份气温为1974年以来降温程度最大的一年. 1981年、1990年和1991年为云南8月份气温的相对高值年. 1961年到1980年云南8月份气温处于相对低值期, 20年中有11年8月份全省平均温度低于平均值(21.3℃), 只有5

* 收稿日期: 2004-05-18

基金项目: 云南重大气候灾害机理研究资助项目(2003D0014Z02).

作者简介: 陶云(1971-), 女, 云南人, 硕士, 工程师, 主要从事短期气候预测和研究工作, E-mail: cqkty@sina.com.

年 8 月份全省平均温度高于平均值; 进入 1981 年以后, 一直到现在, 云南 8 月份气温处于一个相对高值期, 22 年中有 12 年 8 月份全省平均温度高于平均值($21.3\text{ }^{\circ}\text{C}$), 其中有 6 年的平均气温偏高 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上, 只有 5 年 8 月全省平均温度低于平均值, 这也意味着云南进入 20 世纪 80 年代以后, 8 月低温冷害天气明显少于 20 世纪 60 年代到 70 年代. 这也说明 2002 年 8 月份云南大范围的低温冷害天气是暖背景下的又一次异常事件(1986 年 8 月滇中及滇东北出现了一次严重低温冷害天气), 并且是 20 世纪 80 年代以来全省降温幅度最大、范围最广的一次低温冷害天气.



折线: 逐年 8 月气温; 粗直虚线: 多年平均值; 细斜虚线: 趋势线

图 1 云南省 125 站逐年 8 月平均气温演变图

Fig. 1 The August mean temperature year by year of 125 stations in Yunnan (solid broken line for the August mean temperature year by year, dashed thick line for normals, dashed thin line for trend line)

1.2 2002 年云南 8 月中旬全省气温距平分布图

云南 2002 年的低温冷害天气主要出现在 8 月 9~22 日, 8 月中旬平均气温全省有 63 县(市)突破了历史最低值, 创下了 50 年以来的最低记录, 6 县(市)平了历史最低记录. 在突破历史最低记录的 63 县(市)中, 低于历史记录 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上的有 34 县(市), 降温幅度之大, 范围之广, 是 20 世纪 80 年代以来最为罕见的, 对大春作物将产生极大的影响. 图 2 是云南 2002 年 8 月中旬气温距平分布图.

从图中也可以清楚看出, 2002 年 8 月中旬云南的滇中及以北以东地区气温为偏低至特低, 其它地区气温为正常稍偏低, 全省基本为负的温度距平. 最大的负距平区在云南滇东北的昭通市, 气温距平值在 $-3.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上. 全省 8 月中旬气温距平值低于 $1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的县市占全省的 73.6%, 可见, 这次低温冷害天气

的影响范围之广, 强度之大, 其中云南滇东北的昭通市和曲靖市是受影响最为严重的地区.

2 大气环流特征分析

2.1 前期大气环流特征分析 根据图 1, 选择 1965 年、1971 年、1974 年为云南 8 月典型低温年, 1981 年、1990 年、1991 年为云南 8 月典型高温年, 分别对前期 1~7 月 100 hPa 和 500 hPa 北半球高度场进行合成. 将 2002 年 1~7 月 100 hPa 和 500 hPa 北半球高度场分别与云南 8 月典型低(高)温年形势场作比较(图略), 从图中清楚反映, 2002 年 1~7 月的 100 hPa 和 500 hPa 北半球高度场都比较接近云南 8 月典型高温年的形势, 与云南 8 月典型低温年差异较大. 为了进一步研究 2002 年 1~7 月 100 hPa 和 500 hPa 北半球高度场与云南 8 月典型低(高)温年形势场的关系, 我们又计算了它们 1~7 月的空间相关系数. 从空间相关系数图中可以清楚看出(图略), 无论是 100 hPa 还是 500 hPa 北半球高度场, 2002 年低温冷害天气出现的前期环流场都与典型 8 月低温冷害年的前期环流场相关较差, 甚至形成明显反相关; 相反 2002 年低温冷害天气出现的前期环流场与典型 8 月高温年的前期环流场相关较好, 特别是 100 hPa 的 4 月和 5 月相关系数高达 0.6 以上, 500 hPa 从 2 月到 6 月相关系数都在 0.55 以上, 这也进一步说明 2002 年的 8 月低温冷害天气是出现在暖气候背景下的异常现象, 也加大了短期预测的难度. 为此我们将利用 2002 年 8 月逐日常规高空风场资料对其成因作进一步分析.

2.2 2002 年 8 月 9~22 日平均环流特征分析

从 2002 年 8 月 9~22 日平均高(200 hPa)、中(500 hPa)、低(700 hPa)层的高度场(图略)的配置可以清楚看出, 低层 700 hPa 图上孟加拉湾附近有一中心值为 $3\ 060\text{ gpm}$ 的低涡, 我省大部地区位于低涡的东南侧, 为持续的低温阴雨天气提供了充沛的水汽; 同时在 500 hPa 图上, 中高纬以经向环流为主, 贝加尔湖附近及以东的广大地区即 $80^{\circ}\text{E}\sim 110^{\circ}\text{E}$, $25^{\circ}\text{N}\sim 50^{\circ}\text{N}$ 附近维持一深厚的高压脊, 形成一种阻塞高压的形势, 我省主要位于脊前, 有利于冷空气进入我省. 与低层相对应, 在孟加拉湾附近有一中心值为 $5\ 800\text{ gpm}$ 的低涡, 这一深厚的低涡系统为这次低温阴雨天气提供了能量和水汽. 另

外西太平洋副热带高压西伸至东经 110°W 附近, 从南海带来了充足的水汽; 高层 200 hPa 的形势与中层相似. 这种高中低的配置造成了我省 2002 年 8 月 9~ 22 日持续的低温阴雨天气.

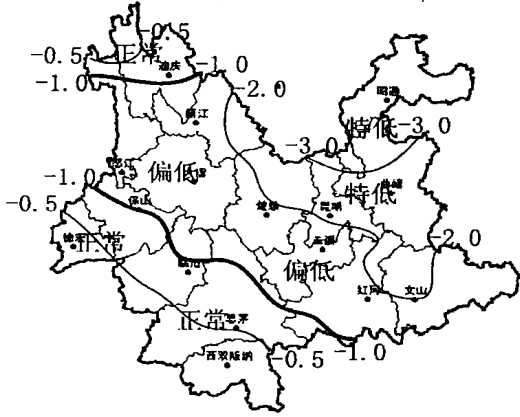


图 2 云南省 2002 年 8 月中旬气温距平分布图(单位: °C)

Fig. 2 The August Middle dekad temperature anomaly distribution of Yunnan in 2002(Unit: °C)

从相应的平均流场图(图略)可以看出流场和高度场相互对应. 高层 200 hPa 流场上, 我省位于反气旋性环流的东侧, 受到明显偏北气流控制; 在中层 500 hPa 流场上, 与高度场相匹配, 在 80°E~ 110°E, 25°N~ 50°N 附近维持深厚的反气旋, 我省位于此反气旋性环流的东侧, 受到明显偏北气流控制, 同时在 110°E~ 130°E, 20°N~ 30°N 附近也维持深厚的反气旋, 为我省境内带来了南海及太平洋上的水汽; 在低层 700 hPa 流场上, 在 80°E~ 90°E, 20°N~ 30°N 为气旋性环流, 我省大部位于此气旋性环流的东侧, 受到明显偏南气流控制; 另外在 101°E~ 105°E, 20°N~ 24°N 也有一气旋性环流, 控制我省的东南部, 同时在 110°E~ 130°E, 20°N~ 30°N 附近与中层 500 hPa 相应维持深厚的反气旋. 高中层与低层在云南省境内形成了明显的的风向切变, 为云南这次全省连续性阴雨低温天气提供了动力、水汽条件. 另外从地面图(略)和平均流场图都可以清楚看出影响这次低温冷害天气的冷空气的路径为典型的东北路径, 即冷空气由四川盆地进入云南, 从川南经昭通地区和贵州西部南下影响东川、曲靖、文山等地, 然后地面有冷空气补充和高空脊前的偏北气流引导下, 冷空气又西移影响滇中

和滇南地区, 这种路径所造成的影响和危害一般都较大^[1].

2.3 2002 年 8 月 9~ 22 日 500 hPa 沿 103°E 平均经向风演变图 造成云南 8 月份低温冷害的主要原因是盛夏较强冷空气的入侵和持续, 为此进一步分析云南 2002 年 8 月 9~ 22 日这次低温冷害天气间经向风的演变情况. 沿 103°E 作了相应时段的 500 hPa 平均经向风时间纬度剖面图(图 3). 从 8 月 9 日到 8 月 21 日, 在 28°N~ 37°N 一直维持 2~ 6 m/s 的北风, 致使我省北部地区, 特别是昭通市和曲靖市北部从 8 月 9 日到 8 月 21 日一直维持低温阴雨天气. 8 月 10 日到 15 日在 15°N~ 28°N 附近大部为 2~ 4 m/s 南风控制, 与不断侵入的北方冷空气配合, 造成了云南从东北向西南连续性的强降水过程, 强降温主要发生在我省北部地区. 8 月 15 日 20 时到 21 日在 15°N~ 35°N 附近大部皆被 4~ 10 m/s 的北风控制, 致使云南全省大部地区均有不同程度的降温, 其中滇中及以北以东地区造成了 20 世纪 80 年代以来最为明显的强降温天气, 同时伴随 2 次全省性强降水天气. 8 月 22 日北风北抬至 35°N 以北, 南风南退至 20°N 以南, 我省大部为弱南风速区, 温度开始回升, 天气逐渐转好, 低温阴雨天气结束.

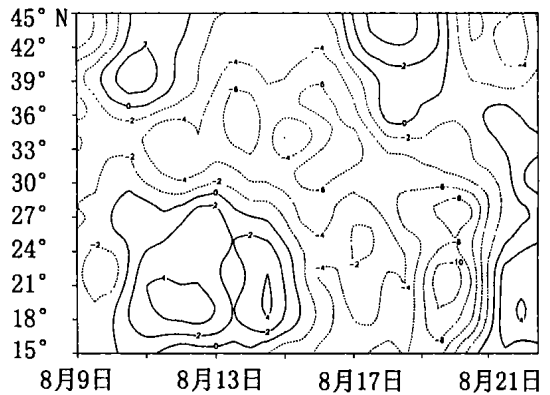


图 3 2002 年 8 月 9~ 22 日 500 hPa 上沿 103°E 平均经向风的时间~ 纬度剖面图(单位: m/s)

Fig. 3 The Time latitude cross section of 500 hPa meridional wind along 103°E on Agust 9—22 2002 (Unit: m/s)

另外, θ_{se} 能很好地反映干冷、暖湿气团的活动^[4-5], 为了分析这次低温冷害天气的热力状况, 利用 2002 年 8 月 9~ 22 日实时资料分析了 700

hPa 上平均 θ_{se} 沿 $103^\circ E$ 随时间的演变(图略). θ_{se} 等值线密集区在 8 月 9~17 日位于 $27^\circ N \sim 30^\circ N$ 附近, 云南的主要降温区与其相对应主要集中在北部地区, 特别是滇东北的昭通和沾益; 8 月 17~21 日, θ_{se} 等值线密集区明显南压到 $27^\circ N$ 以南, 致使云南大部地区有不同程度的明显降温, 其中滇中及以北以东地区造成了 20 世纪 80 年代以来最为明显的强降温天气, 8 月 21 日以后, θ_{se} 等值线密集区迅速北抬至 $30^\circ N$ 以北, 云南低温阴雨天气结束.

2.4 2002 年 8 月 9~22 日平均对流特征特征分析 OLR 场能够很好的反映对流活动分布情况, OLR 的高值区表示对流活动相对偏弱, OLR 的低值区表示对流活动相对偏强. 因此利用 NOAA NCEP CPC 提供全球 2002 年 8 月 1~31 日逐日 OLR 资料, 分析了 2002 年 8 月 9~22 日的平均 OLR 场分布特征(图 4).

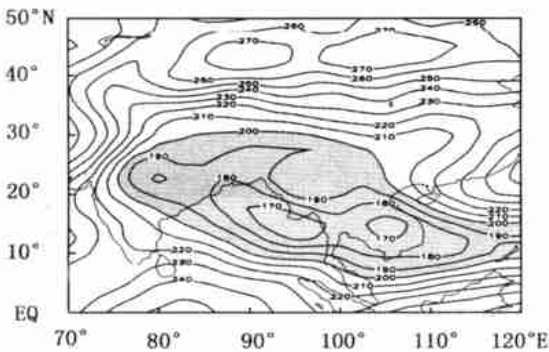


图 4 2002 年 8 月 9~22 日平均 OLR 场图(单位: W/m^2)

Fig. 4 The mean OLR field on August 9-22 2002 (Unit: W/m^2)

在 2002 年 8 月 9~22 日期间, 云南一直维持阴雨天气, 并伴随有 6 次全省性的强降水过程, 这种持续的强降水阴雨天气是造成云南 8 月低温冷害的一个主要原因. 从 2002 年 8 月 9~22 日平均 OLR 场图中可以清楚看出, $30^\circ N$ 以北和 $10^\circ N$ 以南为 OLR 高值带, 对流活动相对偏弱; 低于 $200 W/m^2$ 的对流活跃区主要位于高原东南侧到孟加拉湾北部及南海一带. 云南全省都处于这个相对偏强的对流活动带, 导致了云南在这段时间内多次强降水过程的产生和阴雨天气的维持.

3 结 论

(1) 云南 8 月气温存在明显的年际和年代际演变特征, 20 世纪 80 年代以来, 云南 8 月一直处于一个相对高温的时期. 2002 年 8 月云南大范围低温冷害天气是 1974 年以来降温幅度最大、影响范围最广的一次, 是暖背景下的一次异常事件.

(2) 通过相关分析发现, 2002 年 8 月低温冷害的前期北半球 500 hPa、100 hPa 高度场更相似于云南典型 8 月高温年的高度场形势, 这就加大了预测的难度.

(3) 在这次低温冷害天气期间, 中高层(200 hPa, 500 hPa)的中高纬度为明显的经向环流, 云南位于槽后脊前, 为明显的偏北气流控制; 在低层(700 hPa)我省为偏南气流控制, 中高层与低层形成明显的风切变, 这种配置为低温阴雨天气提供有利的热力、动力和水汽条件.

(4) 这次低温冷害天气的冷空气路径是典型的东北路径, 即冷空气由四川盆地进入云南, 从川南经昭通地区和贵州西部南下影响东川、曲靖、文山等地, 然后地面有冷空气补充和高空脊前的偏北气流引导下, 冷空气又西移影响滇中和滇南地区, 这种路径所造成的影响范围较大、危害较为严重. 持续强降水阴雨天气和冷空气在云南北部的维持、补充及其向南推进是造成低温冷害的一个重要的原因.

参考文献:

- [1] 秦 剑, 解明恩, 刘 瑜, 等. 云南气象灾害总论[M]. 北京: 气象出版社, 2000.
- [2] 秦 剑, 琚建华, 解明恩. 低纬高原天气气候[M]. 北京: 气象出版社, 1997.
- [3] 段 旭, 琚建华, 肖子牛, 等. 云南气候异常物理过程及预测信号的研究[M]. 北京: 气象出版社, 1997.
- [4] 丁一汇. 高等天气学[M]. 北京: 气象出版社, 1991.
- [5] 雷雨顺. 能量天气学[M]. 北京: 气象出版社, 1986.
- [6] 尤卫红, 傅抱濮, 林振山. 云南近百年气温变化与 8 月低温冷害天气[J]. 高原气象, 1997, 16(1): 63-72.
- [7] 段 旭, 严华生, 董谢琼. 云南月低温与春季气温的场典型相关分析[J]. 高原气象, 1999, 18(2): 192-198.
- [8] 赵红旭, 肖子牛, 何 华. 云南春季低温前期环流特征[J]. 高原气象, 2000, 19(3): 397-400.

Study on rainstorm from the storms over the bay of bengal in China lower latitude plateau

ZHANG Xir nian¹, DUAN Xu², GUO Shi-chan³

(1. Meteorological Observatory of Yunnan Province, Kunming 650034, China;

2. Meteorological Science Institute of Yunnan Province, Kunming 650091, China;

3. Department of Atmosphere, Yunnan University, Kunming 650091, China)

Abstract: By analyzing to the 8 storms over the Bay of Bengal and their precipitation in China lower latitude plateau, it has been found that the precipitation depended on the strength and positions of the storm, west Pacific horse latitude high and south trough in Bengal. And the mesoscale turbulence system had a important direct influence to the heavy rain.

Key words: storm over the Bay of Bengal; lower latitude plateau; rainstorm; mesoscale

* * * * *

(上接第 132 页)

The climatic characteristics and its causes of Yunnan chilling damage in August 2002

TAO Yun¹, LIU Yu¹, ZHANG Wang-cheng², XIAO Zi-niu³

(1. Meteorological Observatory of Yunnan Province, Kunming 650034, China;

2. Meteorological Science Institute of Yunnan Province, Kunming 650034, China;

3. National Meteorological Center, Beijing 100080, China)

Abstract: A severe chilling damage that was the widest range and the largest temperature decreasing rate since 1974 took place in the middle, north and east area of Yunnan. It belongs to abnormal event in warm climatic background. From January to July, northern Hemisphere 100 hPa and 500 hPa height fields warm were more similar those of leading to high temperature of Yunnan in August. As a result, the chilling damage in August was very difficultly predicted. During the chilling damage, the high and middle latitude on 100 hPa and 500 hPa were dominated by meridional circulation. Yunnan province located behind trough and before ridge and was controlled by northward wind. On 700 hPa, Yunnan province was controlled by southward wind. So there was obviously vertical wind shear between the upper level and the low-level, which provided dynamic and moisture condition for the chilling damage. At the same time, the maintenance and continuous complement of northern cold air were important conditions which cause the chilling damage in August 2002 take place.

Key words: August 2002; the chilling damage of Yunnan; climatic characteristics; causes