

河南省 2002 - 01 - 12 雷暴成因探析

王 蕊, 苏爱芳, 李保生

(河南省气象台, 河南 郑州 450003)

摘 要: 利用实时资料, 分析了 2002 - 01 - 12 河南省雷暴产生前后的大气能量和动力条件, 揭示了雷暴的成因。

关键词: 雷暴; 影响系统; 热力条件; 动力条件

中图分类号: P446

文献标识码: B

文章编号: 1004 - 6372(2003)02 - 0010 - 02

2002 年 1 月 12 日(农历“三九”第 4 天)凌晨到上午, 河南省郑州、新乡、焦作、武陟、孟州、原阳、修武、汝阳等市县出现了雷雨天气。这次主要发生在豫中的雷暴将有历史记录以来我省的初雷暴日(1 月 26 日)提前了近半个月, 郑州市的初雷暴日(2 月 10 日)提早了近一个月。本文依据天气学原理, 分析了这次雷暴产生前后的天气形势及能量演变过程, 揭示了此次雷暴的成因。

1 天气系统分析

1.1 前期背景场分析

从 2001 年 12 月下旬开始, 大气环流形势一直较稳定, 东亚地区中高纬度以纬向环流为主, 无明显冷空气活动。中纬度地区新疆高压脊强大, 河南省高空受强西北气流控制, 地面以偏西风为主, 天气晴好, 气温偏高。以郑州站为例, 2002 年 1 月 7 ~ 11 日, 最高气温逐日升高, 到 11 日已升到 19.9℃, 超过了历史上 1 月中旬最高气温的极大值(16.9℃)。

1.2 影响系统

2002 年 1 月 11 日 20 时(北京时, 下同) 500 hPa 图上, 31°N、107°E 有一 564 位势什米的闭合低涡中心, 低涡南部的低槽位于 30 ~ 32°N、100 ~ 116°E 之间, 槽前 30°N、110°E 附近的西南气流达 22 ~ 28 m/s, < -20℃ 的冷中心位于槽后, 槽后冷空气在西北气流的引导下东移南下。700 hPa 图上, 304 位势什米的低涡中心位于 33°N、102°E, 低涡切变线位于 34 ~ 35°N、102 ~ 115°E 之间。涡前 30°N 附近的西南气流达 8 ~ 12 m/s。850 hPa 图上, 低压环流中心与 500 hPa 的低涡位置基本一致。锋区在 39 ~ 42°N、105 ~ 115°E 范围内, 强度为 8℃/3 纬距。陕南到河南省西部为 > 12℃ 的暖中心, 且暖高脊向东北方向伸展。

12 日 08 时, 受 500 hPa 引导气流影响, 700 hPa 低涡东北行, 中心移到山西南部, 同时 850 hPa 上从陕西北部有负变温区伸向河南西部。12 日凌晨到上午, 受冷空气影响, 700 hPa 低涡东南侧出现强对流, 河南有 8 县市出现雷雨天气。

收稿日期: 2002 - 02 - 03

作者简介: 王 蕊(1971 -), 女, 河南开封人, 学士, 工程师, 从事天气预报工作。

2 热力条件分析

2.1 能量分析

天气实践表明, 强对流天气发生前后, 大气能量有显著的变化。因此, 利用郑州探空资料, 计算出郑州单站 1 月 9 ~ 12 日各时次的总温度 T_o 、饱和能差(图 1)。

从图 1 中等能线 T_o 的变化可以看出, 1 月 9 日由于暖高压东移, 高空增温, 因此对流层高层高能等值线在高空下传; 同时, 随着低槽移来, 中空槽前出现深厚的偏南风, 高能线又向中空下传; 另外, 干暖盖下的低层高能线也随着偏南风输送带的上抬而逐日上传。到了 11 日夜间, 高低空的 32℃ 等能线在空中打通, 形成一个时空面的贯穿整个对流层的贯穿线, 很快就有雷雨发生。雷雨发生时, 32℃ 等能线近于铅直地贯穿对流层, 即出现深厚准等能层。由此可以看到, 中纬度中高层脊去槽来的过程, 即转偏南风的过程, 既启动了不稳定能量释放, 也通过强对流云把低层能量输送到高层。

饱和能差是饱和总温度和实际湿空气总温度之差, 因此可以把饱和总温度看成单位质量空气的贮能上限。饱和能差是空气温度和湿度的函数, 可用饱和能差来判断对流层低层空气的饱和程度。从天气系统来看, 1 月 9 日开始, 中高空高压脊控制河南并缓慢东移。从图 1 的饱和能差等值线可以看出, 边界层以上的空气变得越来越暖而干燥, 而 1 月 10 日以后, 饱和能差达到 12℃ 以上, 11 日 20 时出现 20℃ 以上的高值。说明河南上空的大气形成了一个干暖盖。11 日 20 时出现极高值后, 又剧烈减小, 此时距雷雨开始只有 12 h 左右。中低空干暖盖的存在, 使雷雨所需要的不稳定能量得以在局地积聚。

从图 1 还可看到, 11 日夜间干暖盖结束时, 850 hPa 的饱和能差从 21℃ 锐减到 6℃, 能量从 26℃ 剧增至 36℃。

根据能量天气学原理, 用 300 hPa 和 850 hPa 的露点和表示整个大气柱内的水汽。由于露点也是大气的能量, 我们称之为露点能。附表是 2002 年 1 月 9 ~ 13 日郑州的露点能及 24 h 露点能变量。从附表可看出, 1 月 11 日(雷暴发生前)和 12 日(雷暴发生时), 露点能的 24 h 变量 11 日和 12 日分别达到 13.8℃ 和 27.0℃, 说明在雷暴发生前, 整层大气柱内的水汽含量在剧烈增加。

河南气象 2003 年第 2 期

附表 郑州单站 08 时露点能及 24h 变化 $^{\circ}\text{C}$

日期	9 日	10 日	11 日	12 日	13 日
露点能	-68.1	-81.9	-78.1	-51.1	-59.7
24h 变量	3.2	-13.8	13.8	27.0	-8.6

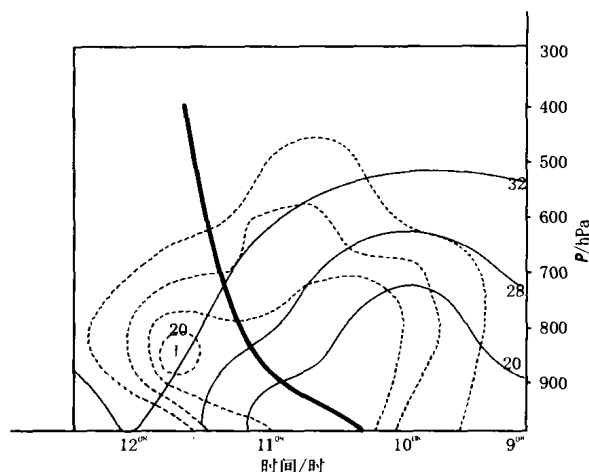


图 1 郑州 9~12 日 08 时铅直剖面能量分析图

细实线为等总温度线,虚线为等饱和能差线,粗实线为 240° 风向线

2.2 单站高空风分析

图 1 中的粗实线是 240° 风向线,箭头方向为偏南风区。 240° 线 11 日下午以后在地面到 900 hPa 出现,11 日夜间伴随着中空西南低涡的移近,偏南气流上爬到 500 hPa 以上。由于前期已处于高能不稳定层结之下,因此豫中部在次日凌晨到上午就发生了雷雨天气。

2.3 中低空气温场变化

对 11 日 08 时与 10 日 08 时 850 hPa、700 hPa 24 h 变温之和的分析发现,有一个 24 h 爆发性增温的暖舌由南伸向北,郑州处在暖舌中。郑州单站的 24 h 变温之和由 10 日 08 时的 0°C 猛增到 11 日 08 时的 7°C 。说明过程前约 24 h,中低层有爆发性的增温过程。

3 动力条件分析

3.1 涡度场

500 hPa 图上,10 日 20 时从云贵高原到四川盆地有明显的正涡度中心(图略),说明在西南地区有低值系统活动,并

且这种分布持续到 11 日。到 11 日 20 时,500、700、850 hPa 图上,在云贵高原到四川东部伸向河南南部,均为西南至东北向的正涡度区,正涡度中心位于四川东部,正中心值在 500 hPa 为 $+12 \times 10^{-6}/\text{s}$,与低涡位置配合较好。在天气图上,表现为 11 日 08 时到 12 日 08 时,500 和 700 hPa 四川的低涡一直东北行。

3.2 垂直速度场

图 2 是雷雨区上空垂直速度随高度分布图。由图 2 可看出:10 日 20 时(线 a)700 hPa 以上郑州垂直速度 <0 ,700 hPa 以下垂直速度 >0 ,表明郑州上空大气以下沉运动为主;11 日 20 时(线 b)高低层垂直速度均变为负值,最小值在 500~700 hPa,为 $-12 \times 10^{-3} \text{hPa/s}$,说明此时有强烈的上升运动;12 日 20 时(线 c),整层大气的上升运动被破坏,700 hPa 以上为下沉运动,雷雨天气结束。

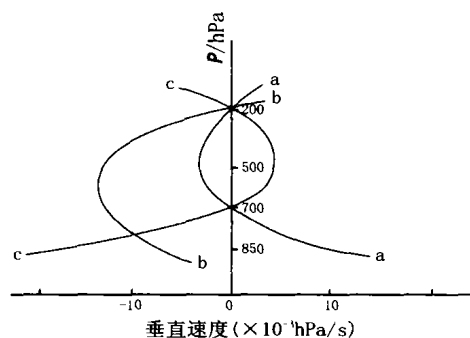


图 2 郑州 10~12 日垂直速度随高度分布

4 结 语

① 2002 年 1 月 12 日的雷暴天气是由于西南低涡的发生并东北行到河南省中部地区而产生的。说明在冬季,西南涡不仅可以造成河南的降雪,而且在前期日平均气温持续偏高,且最高气温突破历史同期的极大值、连续两天的日平均气温高于历史同期 10°C 以上时,应考虑发生雷暴的可能性。

② 冬季,在边界层顶附近有饱和能差 $>20^{\circ}\text{C}$ 的干暖盖出现和总温度 $>32^{\circ}\text{C}$ 的等能线打通,干暖盖结束时饱和能差和能量激增,转偏南风的垂直厚度达 3 km 以上,露点能 24 小时变量达到 10°C 以上,中低空有爆发性增温,可预示未来 12 到 24 h 预报区内可能有冬雷产生。

The Analysis on the Thunderstorm Cause in Henan on 12 January ,2002

WANG Rui, SU Ai-fang, LI Bao-sheng

(The Meteorological Observatory of Henan Province, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: Using real-time data, we have analyzed the thermal condition and the dynamic condition of the thunderstorm on 12 January, 2002, and revealed the cause of thunderstorm.

Key Words: Thunderstorm; Effect system; Thermal condition; Dynamic condition