

驻马店地区冻雨天气特征 的分析和预报

陈天锡 陈贵发

穆晓涛

(驻马店地区气象局, 463000)

(河南省气象局科研所)

提 要

通过对 1991 年 3 月 7—8 日发生在驻马店地区冻雨过程的分析, 得出了该地区冻雨形成的天气条件及分布规律, 并建立了有关冻雨的专业气象预报方法, 经 1985—1991 年的应用, 效果较好。

关键词: 冻雨 天气特征 专业气象预报

引 言

冻雨天气是我地冬半年一种灾害性天气, 它对农业、林业、交通、输电、通讯及航空危害性较大。在专业气象预报工作中, 据电业和邮电部门反映, 1991 年 3 月 7—8 日的冻雨过程, 经测量凝聚在电线上的冻雨, 1m 长即会受到几 kg 的压力, 两根相距 25m 电杆的电线就要受到 100 多 kg 重的压力, 加上风吹引起震荡, 使电线压断、电杆倒折 300 余根, 造成通讯中断; 据公路部门反映, 这场强冻雨过程使公路中断了一周左右, 直接经济效益损失近 5000 余万元; 铁路部门反映, 1966 年 3 月上旬的一次冻雨过程, 曾使铁路一度中断……。因此, 了解当地冻雨天气的分布规律及冻雨形成的天气条件, 建立有关冻雨的专业气象预报方法, 确保电力、通讯线路和交通的安全, 对于推动专业气象服务的开展, 提高服务的针对性, 具有一定的现实意义。我们于 1985 年开始建立冻雨预报的专业预报方法, 并经 1985—1991 年的应用, 效果较好。

1 冻雨的分布规律

统计 1958—1991 年我地出现灾害性的冻雨共 113 次, 平均每年出现的概率为 3.23 次, 冻雨过程最长的 1 次为连续 7 天, 地域分布特点和冻雨日数的分析表明(图略), 我地南部、西南部、东南部和中部出现冻雨的日数较多, 北部、东北部次之。从月季变化的分布特点分析, 我区冻雨一般出现在 12 月—3 月间, 最早 11 月下旬开始, 最晚 4 月上旬结束, 集中出现以 1—2 月份最多, 其中 11—12 月份两个月冻雨日数占全年冻雨日数的 13.5%, 1—2 月份占全年冻雨日数的 76.6%, 3 月份占全年总数的 10.0%。

2 冻雨形成的天气条件和环流特征

2.1 天气条件

我地产生冻雨天气的过程分析表明, 产生冻雨的天气条件主要是: 近地面气温维持在零度以下, 有较强的偏东路冷空气活动, 并伴有液态降水过程; 大气中, 中低层有丰沛的水汽, 其锋面坡度较小, 易产生降水天气, 近地面层有强劲的偏北气流(尤以东北风最有利)。

2.2 环流特征

冻雨天气既是一种降水天气,它必须是具备降水天气的环流特征。因此,冻雨天气的产生与大尺度环流背景是密切相关的。通过500hPa急流锋区的分析发现,有利于豫南一带的冻雨过程,其环流形势主要有3种:

2.2.1 平直环流型 东欧至亚洲环流平直多小波动,当有小槽东移发展时,带动冷空气分股南下。此时南支有低槽配合东移,形成低冷中暖的冻雨层结。

2.2.2 两槽一脊型 贝加尔湖附近以北为高压脊或阻塞高压,两侧是低值区。锋区分为两支,北支较强冷空气从高压脊前进入我国东北地区;南支有小波动东传并带动东北地区的冷空气影响我地。此时西南气流较为活跃,为形成冻雨的有利条件。

2.2.3 乌拉尔山阻高型 乌拉尔山有阻塞高压建立,亚洲中高纬为东西向低压区,中纬度环流平直,贝加尔湖以西有横槽,并不断分裂小槽东移,带动冷空气扩散南下,西藏高原到孟加拉湾东部盛行西南气流,850—700hPa有暖舌北伸,并吹较强的西南风,促使冻雨形成并得以维持。

一般过程的前期24—48小时,我地重度冻雨均产生在“L”型的大气环流背景下,其特征为,乌拉尔山附近或东欧经乌拉尔山北侧至太梅尔半岛南部为高值系统,有阻塞高压或狭长的高脊。亚洲为一宽槽区,槽前环流平直,主要为一东西向低压带。在横槽形势下天气表现激烈,冷空气入侵后,河套出现锢囚锋(有时我地附近也有锢囚锋区),大气层结出现逆温等,伴随着降水天气,冻雨相应而生。

2.3 层结特征

一般冻雨的层结是冰晶、雪花和水汽在同一云体中。若水汽占优势,冰晶和雪花就会不断增大,而后降落,当降至较暖的层次时,就会融化为水滴,水滴可再经过冷层成为过冷水滴到达地面,冻雨就是过冷水滴降至地

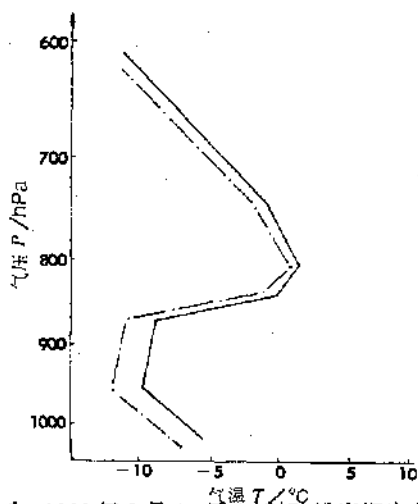


图1 1969年2月15日08时驻马店探空曲线图
实线为温度曲线;点划线为露点温度曲线

面与0°C以下的寒冷物体接触时撞冻而成的晶莹透明冰层。那么什么样的层结特征才有利于冻雨的形成呢?例如:1969年2月15日驻马店地区的重度冻雨(其大气层结特征见图1),大气中锋面逆温非常强烈,上层冷层($T \leq 0^\circ\text{C}$)在670hPa以上,低层冷层($T \leq 0^\circ\text{C}$)在950hPa以下,中层940—680hPa之间为暖层($T > 0^\circ\text{C}$)。当冰雪降到该层时易融化为水滴,同时锋区上空暖层空气是十分潮湿接近饱和,也易有水滴形成,当水滴下落到

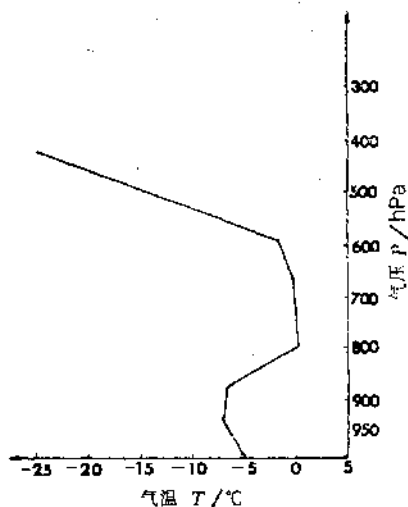


图2 冻雨天气铅直剖面平均状态层结图

低层 950hPa 以下到近地面冷空气层中时,最初并不立即凝固,而是呈过冷却的水滴,当它一经与地面的冷物体($T < 0^{\circ}\text{C}$ 以下)接触,便立即凝固并附着在地面物体上成为冻雨,这类过程较多。通过对 1—2 月 85 次冻雨铅直剖面平均状况的分析(见图 2),表明形成冻雨的主要层结特征有 2 个:a. 大气中低层存在逆温且在逆温层上存在 $> 0^{\circ}\text{C}$ 的暖层;b. 地面气温 $< 0^{\circ}\text{C}$ 。

另外,还有一部分冻雨的形成,是在没有融化阶段的情况下,雨滴在下降过程中穿过东风层时与外界进行热量交换变成过冷水滴,当其一接触到寒冷物体,便马上发生冻结,形成冻雨。此外,还有一种始终未经过冷却的雨滴,如小雨、毛毛雨,其雨滴直径很小,凝固点低,在地面温度 $< 0^{\circ}\text{C}$ 的情况下,过冷却雨滴直接撞到地面物体表面(迎风面),滴水成冰,形成了冻雨。

2.4 单站要素特征

在冻雨天气过程前,我地压、温、湿等气象要素反映异常,可归纳 2 种特征型:

2.4.1 强降压升温型 从 14 时驻马店压、温、湿曲线来看,过程前 72 小时内有不同程度的强降压和升温。如 1974 年 1 月 27—30 日冻雨天气过程。过程前的 1 月 26 日,本站 48 小时负变压达 -10.2hPa ,负距平达 -5.9hPa ,24 小时增温 5.4°C ,冻雨天气过后,气压猛升,气温急剧下降。

2.4.2 低压特征型 普查历史资料,符合此型的冻雨天气过程前 48 小时内 14 时单站气压都呈现最低值。如 1969 年 1 月 27—31 日的冻雨天气过程。过程前的 25—26 日,14 小时的气压 2 天均 $< 1004\text{hPa}$,冻雨影响时,常伴有较强的偏北风,强降压过程,一般是受前一次冷空气影响之后,我地受河套或江南强烈发展的倒槽影响而形成冻雨。

3 冻雨天气过程的预报

在分析了冻雨的分布规律和形成的天气

条件及有利于冻雨的环流特征、层结特征、单站气象要素特征的基础上,我们使用天气图资料和本站要素场资料,选择具有一定的物理意义且相关关系密切的预报因子,对冻雨天气作逐日预报。首先在过程预报的基础上,以驻马店台进行考察试验,用 3 个相关因子建立预报方程,具体预报步骤如下:

3.1 驻马店地区冻雨天气过程的预报

3.1.1 环流形势的预报

首先用 1965—1985 年的大气环流形势作冻雨天气过程背景预报。当高空纬向强锋区南压,有强冷空气从东路入侵我地时,位于高原的西南槽前的暖脊也东移,在黄淮之间的低层形成暖式切变或有低槽影响我地,河套附近有锢囚锋维持。800—750hPa 低层存在有高于 0°C 的暖层,700hPa 前两日在新疆、青海湖一带和前一日青海到陕西一带有正变温,新疆、青海、陕西地区平均温度都 $> 0^{\circ}\text{C}$,青海湖附近有 $> 4^{\circ}\text{C}$ 的暖脊或暖中心。满足以上天气条件,则为天气形势已进入预报冻雨天气过程的警戒日期。再用压、温、湿曲线将冻雨天气过程分为两种型式,进行有、无过程的定性预报,若符合两型之一者,可预报有冻雨过程开始,否则,可排除。

I 型:强降压升温型 当满足 14 时 $\Delta P_{48} < -10\text{hPa}$ 、距平 $< -4\text{hPa}$ 时且 ΔT_{24} 在 $5-9^{\circ}\text{C}$ 之间时,则预报 4 日内有冻雨过程,第一个水汽压正距平 $> 1\text{hPa}$ 时为起报日,预报未来 1—3 天有冻雨天气过程开始,几率为 95.3%。

II 型:低压特征型 当满足 14 时气压 $< 1004\text{hPa}$ 、且 $\Delta P_{48} < -5\text{hPa}$ 时,预报两日内有冻雨天气过程。当关键区 ($45-65^{\circ}\text{N}$ 、 $80-120^{\circ}\text{E}$) 有闭合等压线 $> 1045\text{hPa}$ 时,未来 1—2 天冻雨过程开始,几率为 89.0%。

上述环流形势加单站要素预报可概括驻马店地区冻雨过程的几率为 90.9%。在做出冻雨天气过程预报的同时,还必须做出逐日预报以提高预报质量,增强气象服务的针对

性。

3.1.2 驻马店冻雨逐日预报

为客观定性地做好冻雨日期的预报,我们在113次全区冻雨天气过程中,分析驻马店与冻雨形成有直接联系的降雨(包括雨夹雪)日数共有130天,均出现在冻雨过程后1—3天。降水的出现,促使冻雨产生、加强和持续。在选择预报因子时,应充分考虑天气学原理并结合单站气象条件后,选出了3个相关性较好的物理因子,通过 $\alpha=0.05$ 条件下的显著性检验,预报因子与预报对象的相关性是显著的,其预报因子为:

X_1 : 08时700hPa, 格尔木 $\Delta T_{24} > 1^\circ\text{C}$, 武都 $\Delta T_{24} \geq -1^\circ\text{C}$, 为利于形成冻雨的高空天气形势并满足有暖层存在的条件, 编码为“1”, 反之编码为“0”。

X_2 : 14时驻马店气温, 表示本站降水前温度条件。形成冻雨天气的前期适宜温度为 $0.0-10.5^\circ\text{C}$, 编码为“1”, 温度偏高偏低时, 都不易形成冻雨。温度 $T_{14} > 10.5^\circ\text{C}$ 或 $< 0.0^\circ\text{C}$, 编码为“0”。

X_3 : 降水日700hPa关键区($103-113^\circ\text{E}$, $25-50^\circ\text{N}$)有影响系统(低槽、横槽), 本地处于槽前偏南(或偏西)气流控制, 有利于降水天气的形成, 编码为“1”, 反之编码为“0”。

对预报因子 X_i 进行处理后, 利用回归原理, 计算:

$$b_1 = 0.292 \quad b_2 = 0.335 \quad b_3 = 0.373$$

建立冻雨的客观定性预报方程:

$$\hat{y} = 0.292X_1 + 0.335X_2 + 0.373X_3$$

当 $\hat{y} \geq 0.708$, 判断 $y=1$, 预报有冻雨日出现;

当 $\hat{y} < 0.708$, 判断 $y=0$, 预报为无冻雨日。

对冻雨的历史过程作回代检验, 其历史拟合率(正确100次, 空报7次, 漏报3次)为:

$$C_{SK} = 100/110 = 90.9\%$$

4 冻雨预报实例

现以1991年3月7—8日的冻雨为例, 介绍驻马店地区冻雨预报的制作过程。

4.1 冻雨天气过程的预报。

4.1.1 3月5日08时500hPa, 高空有冷空气从东路南下, 黄淮间低层(850hPa)有暖切变, 700hPa有低槽东移, 河套有锢囚锋。850—700hPa存在有高于 0°C 的暖层, 其暖层关键区新疆到陕西有正变温区, 且前二日平均温度为 3°C , 指标站青海湖附近有 $+7^\circ\text{C}$ 的暖中心, 已满足冻雨天气环流形势条件, 因此5日可作为预报未来3天内将有冻雨天气过程的警戒讯号日。

4.1.2 3月5日14时驻马店气压 $\Delta P_{18} = -8.2\text{hPa}$, 距平 $= -1\text{hPa}$, ΔT_{24} 为 2.3°C , 资料代入结果, 不符合I型强降压升温型标准, 可继续查对II型。

4.1.3 3月5日14时气压为1002.6hPa($< 1004\text{hPa}$), 且 $\Delta P_{18} = -8.2\text{hPa}$ ($< -5\text{hPa}$), 关键区 $45-65^\circ\text{N}$, $80-120^\circ\text{E}$ 有闭合等高线, 中心值为1057.5hPa($> 1045\text{hPa}$)。资料代入结果, 符合II型低压特征型过程指标; 5日为起报日预报6—8日有冻雨天气过程。

4.2 冻雨的逐日预报

在预报出冻雨过程的基础上, 再利用冻雨客观定性指标做出逐日的冻雨预报。将高空和单站资料分别代入预报方程。

5日预报6日的预报因子 X_1 、 X_2 、 X_3 为0, 方程 $\hat{y}=0$, 预报6日为无冻雨日, 实况无。

6日预报7日的预报因子, X_1 , 6日08时700hPa 格尔木 $\Delta T_{24} = 2^\circ\text{C}$, ($> 1^\circ\text{C}$), 武都 $\Delta T_{24} = -1^\circ\text{C}$ ($\geq -1^\circ\text{C}$), 符合指标条件, 编码为“1”。

X_2 , 14时驻马店 $T_{14} = 9.8^\circ\text{C}$ (温度指标在 $0-10.5^\circ\text{C}$ 内), 符合指标, 编码为“1”。

X_3 , 6日13点40分开始降水, 为降水

(下转第40页)

(上接第 36 页)

日, 700hPa 关键区 (103—113°E、25—50°N) 有低槽、切变, 本地受强偏南气流影响, 符合指标, 编码为“1”。

X_1 、 X_2 、 X_3 代入冻雨预报方程计算 $\hat{y} = 1.00$, $\hat{y} = 1.00 > y = 0.708$, 预报 7 日有冻雨, 实况是 7 日 9 时 05 分开始形成冻雨, 预报符合实况。

7 日预报 8 日, 采用同样方法, 其预报因子 X_1 、 X_2 、 $X_3 = 1$; 代入方程预报: $\hat{y} = 1.00$ 且大于 $y = 0.708$, 则继续报 8 日为冻雨日。实况是 8 日 8 时 50 分冻雨结束, 预报正确。

5 效果检验

本文分析了冻雨形成的分布规律、冻雨

形成的天气条件、3 种不同的环流特征型和垂直剖面的层结特征, 并根据这些特征规律建立了冻雨天气过程的预报指标和逐日客观定性预报方程, 并利用 1985—1991 年驻马店地区资料, 对上述预报指标和预报方程进行了检验。7 年中, 驻马店地区共出现冻雨天气 19 次, 提前预报出 18 次, 漏报 1 次, 另有 1 次空报, 成功率为:

$$C_{SK} = 91.0\%$$

由此可见, 冻雨预报的特征指标和预报结论, 还是行之有效的, 得到服务单位的好评。另外对豫南各地区, 也具有一定的参考和使用价值。

(参考文献略)