

马晓刚, 曲晓波, 李月安, 等. 冻雨落区基本概念模型的研究与建立[J]. 气象, 2010, 36(9): 68-73.

冻雨落区基本概念模型的研究与建立^{*1}

马晓刚¹ 曲晓波² 李月安² 魏 涛³ 李 辑⁴

1 辽宁省阜新市气象局, 阜新 123000

2 国家气象中心, 北京 100081

3 贵州省气象台, 贵阳 550002

4 东北区域气候中心, 沈阳 110016

提 要: 利用 MICAPS 实时探空资料, 将单站大气逆温转换成逆温水平分布区, 实现了大气逆温水平分布的自动诊断分析; 通过对大气逆温水平分布与冻雨落区关系的研究, 提出了由大气逆温水平分布区、高空湿区、地面气温 0℃ 线、逆温层极值点 0℃ 线构成的冻雨落区的基本概念模型; 根据基本概念模型研制出了冻雨落区的自动诊断分析方法。在对 2008 年初我国南方冰冻天气的检验中表现出较强的诊断分析能力, 有较好的业务应用前景。

关键词: 冻雨落区, 概念模型, 诊断分析

Research and Establishment of the Basic Conceptual Model of Freezing Rain Falling Zone

MA Xiaogang¹ QU Xiaobo² LI Yue'an² WEI Tao³ LI Ji⁴

1 Fuxin Meteorological Office of Liaoning Province, Fuxin 123000

2 National Meteorological Center, Beijing 100081

3 Guizhou Meteorological Observatory, Guiyang 550002

4 Northeast Regional Climate Center, Shenyang 110016

Abstract: Using MICAPS real-time sounding data, the atmospheric inversion layers of single stations were converted into atmospheric horizontal inversion zone and the automatic diagnostic analysis of the latter was achieved, by researching the relationship of atmospheric horizontal inversion zone and freezing rain falling zone. Afterwards, the atmospheric horizontal inversion zone, high-altitude wet areas, the ground air 0℃ line, and the 0℃ line of extreme temperature of inversion layer, were used to constitute the basic conceptual model of freezing rain falling zone; furthermore, on the basic conceptual model, the automatic diagnostic analysis method of freezing rain falling zone was developed and was tested in the severely freezing weather in southern China early 2008. The method shows the strong diagnostic analysis ability and has good prospects for operational applications.

Key words: freezing rain falling zone, conceptual model, diagnostic analysis

引 言

随着社会经济的飞速发展, 极端和重大天气在我们国家的一些地区表现出多发、大范围、灾情严重等特点, 并对社会经济和人民的生命财产造成的损

失和影响也表现得愈来愈显著。如: 2008 年初发生在中国南方的百年不遇的低温冰冻雨雪灾害性天气就是一个与逆温有密切关系的典型实例。据统计, 这次冰冻灾害给我国南方大部地区的交通运输、电力电讯、工农业生产造成了严重损失, 给百姓日常生活带来了严重的影响。据统计, 受灾人口达 1 亿多

* 中国气象局新技术推广项目“气候变暖对东北重大气候灾害影响及预测研究”(CMAtg2008m18)

2009 年 10 月 26 日收稿; 2010 年 3 月 26 日收修定稿

第一作者: 马晓刚, 主要从事重大灾害性天气落区模型与自动诊断分析技术工作. Email: xiaoyuansf2008@sina.com

人,直接经济损失达 1500 多亿元^[1-2]。因此,加强对极端和重大灾害性天气落区概念模型的研究有助于为防灾减灾提供更科学、更准确的定点、定时、定量的预报和服务依据。本文主要阐述冻雨落区基本概念模型的提出、研究与建立及如何实现自动诊断及业务化。

1 逆温的转换

逆温是冻雨天气发生最主要的大气层结条件之一^[1],也是构成冻雨落区基本概念模型的重要因子。在日常业务中,用单站探空去了解逆温分布是一件很繁琐又很不全面的工作;如果用两层气温之差来求逆温又很不准确。所以,为了便于分析和应用,有必要将单站探空逆温转换成水平方向分布的逆温区域图,并实现自动分析。一般情况下,大气中低层温度是随高度的增加而降低的。当某些层次中气温随高度的增加而升高时,称这种现象为逆温。在水平方向,多个测站连续而广泛的出现逆温,称这种现象为大气逆温水平分布。所以,首先要求出各探空测站的逆温强度。在一定高度内,将探空站 08 时或 20 时最强逆温极值点温度与地面气温之差作为逆温强度(图 1、图 2)。利用这种方法计算逆温强度比固定层与层之间温度之差更优越,因为这种方法不受地形影响,不会造成最强逆温点的遗漏,可以选择适合冻雨天气发生高度上的温度来计算逆温。设定差值大于 0℃时,为绝对逆温,说明逆温层极值点温度高于地面温度;设定差值小于 0℃时,为相对逆

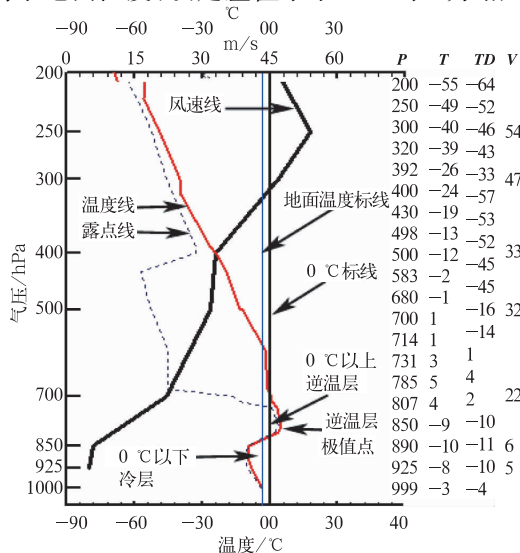


图 1 2008 年 1 月 25 日 08 时 57749 (怀化)站探空站逆温示意图

Fig. 1 The sounding inversion analysis at station 57749 (Huaihua) at 0800 BT 25 January 2008

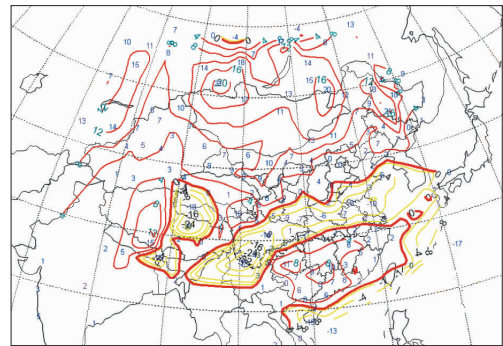


图 2 2008 年 1 月 26 日 08 时大气逆温水平分布图(单位:℃)
(红线区域为大气逆温水平分布区,黄色区域为非逆温区)

Fig. 2 The atmospheric level inversion zone at 0800 BT 26 January 2008 (unit: °C)
(The red line zones are atmospheric horizontal inversion zone, and the yellow line zones are non-inversion zone)

温,说明,逆温层极值点温度低于地面温度。当一探空站出现 2 个或以上逆温层时,要选择逆温层极值点温度最高的参加计算。有逆温的测站都要算出逆温强度,没有的则视为无逆温强度值。所有探空测站的逆温强度求出后,由应用程序绘制出全国或某一范围的大气逆温水平分布图(图 4a₁, 4b₁)。

按逆温形成的原因划分,主要有辐射逆温、平流逆温、湍流逆温、下沉逆温、锋面逆温^[3]。逆温又分湿逆温、干逆温。低层湿度较大的逆温常与冻雨、大雾等天气有关;湿度相对较小逆温常与霾、空气污染等天气有关^[5]。而平流逆温形成的逆温层高度和强度更有利于冻雨产生。如:2008 年初发生在我国南方大部地区的冰冻天气,就是典型的平流逆温天气的代表。

2 冻雨形成的物理机制

逆温是冻雨天气发生的必要条件^[1,6-11]。冻雨形成过程当中非常关键的一点就是冻雨产生之前的降水是液态的。逆温的主要作用是确保上层降下来的固态降水(雪花或冰晶)通过逆温层后变成液态降水或在逆温层中直接产生液态降水。这样,液态降水从逆温层下降过程中,经过 0℃以下的冷层逐渐变成过冷却雨滴,当过冷却雨滴降落到 0℃以下的地面或其他物体表面时,产生凝结现象,从而形成冻雨。以 2008 年 1 月 25 日 08:00 怀化站探空逆温为例,大约在 850 hPa 至 700 hPa 的大气层中存在高于 0℃的逆温层,逆温层上、下大气温度均低于 0℃。在单站探空分析图上(图 1),冻雨形成的逆温表现形式为,700~807 hPa 为逆温层,平均温度

为 2.8 °C, 厚度约 1858 m, 逆温层极点温度是 5 °C, 逆温极点高度为 785 hPa; 850~999 hPa 为低空冷层, 厚度约为 1253 m, 平均温度为 -7.5 °C, 地面气温 -3 °C, 冷层最低温度为 -10 °C。这些条件都利于冻雨的产生。

雨滴从逆温层经过的过程中与暖空气层进行了热量交换, 当进入下面冷空气层后还要进行热量交换, 在整个交换过程中, 雨滴本身温度随着环境温度变化而改变。为了更好地了解雨滴下降过程温度变化及过冷却雨滴形成的过程, 下面以单一雨滴为例, 对雨滴进入下面冷空气层后的自身温度变化情况进行初步分析。由于雨滴与环境空气的热量交换是极为复杂的, 因素也较多, 为便于分析总体趋势, 假设雨滴在一封闭的空气柱中自由下落, 雨滴起始温度设为 t_1 , 冷层空气柱平均温度设为 t_2 , 雨滴下降一段高度经过与冷层空气柱充分进行热量交换后的温度是 t , 雨滴的体积 v_1 , 质量为 M_1 , 冷空气柱的体积 v_2 , 质量为 M_2 ; 假设雨滴以球体形式在冷空气柱中下降, 雨滴直径 $R=0.001$ m, 冷空气柱直径与雨滴相同, 高度为 $R \times n$ (n : 代表雨滴下降 n 个雨滴厚度, 雨滴下降净高度为 $R \times n$), 那么雨滴的质量为 $M_1 = \rho_1 v_1 = \rho_1 [4/3\pi(R/2)^3]$, 冷空气柱的质量为 $M_2 = \rho_2 v_2 = \rho_2 [\pi(R/2)^2 R_n]$, 水的密度 $\rho_1 = 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, 空气密度 $\rho_2 = 1.29 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$; 水的比热 $c_1 = 4.2 \times 10^3 \text{ J} \cdot (\text{kg} \cdot \text{K})^{-1}$, 空气的比热 $c_2 = 1.006 \times 10^3 \text{ J} \cdot (\text{kg} \cdot \text{K})^{-1}$

由于雨滴温度比冷空气柱温度高, 所以, 冷空气柱要吸收雨滴的热量 Q_2 ; 同时, 雨滴要放出热量

Q_1 , 那么, 根据热力学原理:

$$Q_2 = c_2 M_2 (t - t_2)$$

$$Q_1 = c_1 M_1 (t_1 - t)$$

当雨滴与冷空气柱热量达到平衡时, $Q_1 = Q_2$

$$c_1 M_1 (t_1 - t) = c_2 M_2 (t - t_2)$$

$$\begin{aligned} t &= (c_1 M_1 t_1 + c_2 M_2 t_2) / (c_1 M_1 + c_2 M_2) \\ &= \{c_1 \rho_1 [4/3\pi(R/2)^3] t_1 + c_2 \rho_2 [\pi(R/2)^2 R_n] t_2\} / \\ &\quad \{c_1 \rho_1 [4/3\pi(R/2)^3] + c_2 \rho_2 [\pi(R/2)^2 R_n]\} \\ &= (2/3c_1 \rho_1 t_1 + c_2 \rho_2 n t_2) / (2/3c_1 \rho_1 + c_2 \rho_2 n) \end{aligned}$$

从表 1 数据可以看出雨滴进入冷层后, 下降十几米高度以内, 很快降到 0 °C 以下形成过冷却雨滴。以逆温层平均温度代表雨滴初始温度。当雨滴初始温度一定时, 冷层温度越低雨滴降到 0 °C 以下的速度越快; 当冷层温度一定时, 雨滴初始温度越高, 降到 0 °C 以下的速度越慢; 如一个 2 °C 的雨滴进入平均温度为 -1 °C 的冷层, 需下降 4.3 m 以上才能达到 0 °C, 而一个 5 °C 的雨滴需下降 10.7 m 以上才能达到 0 °C。又如, 一个 5 °C 的雨滴进入平均温度为 -1 °C 的冷层, 需下降 430 m 才能接近 -1 °C, 而一个 5 °C 的雨滴进入平均温度为 -5 °C 的冷层, 需下降 2156 m 以上才能接近 -5 °C。当暖层温度不是较高, 冷层温度又过低, 厚度过厚时, 过冷却雨滴极易在到达地面之前先形成冰粒。所以, 当有液态降水从逆温层向 0 °C 以下的冷层下落时, 逆温层的温度、冷层的温度及厚度对雨滴落地之前自身的温度影响很大。

表 1 雨滴变成过冷却雨滴过程中的温度和高度

Table 1 Temperature and height in the process of the raindrops turning into supercooled raindrops

逆温层平均 温度/°C	逆温层下方冷空气层平均温度/°C													
	-1		-2		-3		-4		-5		-6		-7	
	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2
1	2.1	430	1.1	645	0.7	861	0.5	1076	0.4	1292	0.3	1508	0.3	1724
2	4.3	645	2.1	861	1.4	1076	1.0	1292	0.8	1508	0.7	1724	0.6	1940
3	6.5	861	3.2	1076	2.1	1292	1.6	1508	1.2	1724	1.1	1940	0.9	2156
4	8.6	1076	4.3	1292	2.8	1508	2.1	1724	1.7	1940	1.4	2156	1.2	2371
5	10.7	1292	5.3	1508	3.6	1724	2.7	1940	2.1	2156	1.8	2371	1.5	2587

注: H_1 : 雨滴达到 0 °C 时下降净高度; H_2 : 接近冷层平均温度时的下降净高度(单位: m)

3 冻雨落区基本概念模型的建立

任何天气的落区都是几个或多个气象要素或物理量组合或叠加而形成的^[12]。根据冻雨形成的气象条件及物理机制, 我们首先建立冻雨落区的基本概念模型, 为下一步建立冻雨落区的日常自动化诊断分析方法提供理论依据。下面分析资料均为 MI-CAPS 实时资料。首先, 冻雨的形成应具备降水条

件, 那么可以用 850 hPa $t - t_d \leq 6$ °C 的湿区代表; 其二是 0 °C 以上的逆温水平分布区, 以满足固态降水形成液态降水的条件或直接形成液态降水的条件, 这个因子可用逆温层极值点 0 °C 线表示, 0 °C 线以南表示逆温层温度在 0 °C 以上; 第三是地面气温 0 °C 线, 0 °C 线以北表示地面气温在 0 °C 以下, 这个条件的作用是让过冷却雨滴降落到地面或物体上后形成冻雨。所以, 大气逆温水平分布区、850 hPa $t - t_d \leq 6$ °C 湿区的重叠区与地面 0 °C 线、逆温层极点

温度 0 °C 线包围区域所组成的共同重叠区构成了冻雨落区的基本概念模型(图 3)。

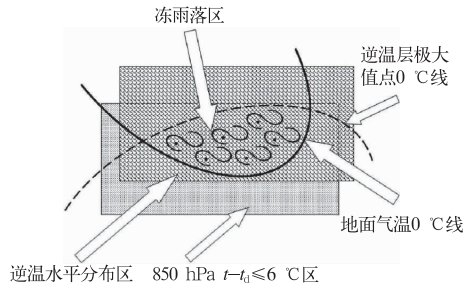


图 3 冻雨落区基本概念模型
Fig. 3 Model of the basic concepts of freezing rain falling zone

4 冻雨落区基本概念模型的业务应用

为了使冻雨落区基本概念模型投入业务应用,我们利用 VB 语言和 NCAR 绘图软件编制了应用程序,调用 MICAPS 中每日 08:00、20:00(北京时)实时探空站文件中各探空测站相关资料,由应用程序自动绘制全国范围或某一区域的冻雨落区自动诊断分析图形产品。除自动诊断冻雨落区外,应用程序还提供了对冻雨天气现象实况等气象要素的实时监测和其他很多诊断分析产品,可随时对冻雨诊断落区进行验证(图 4a₂, 4b₂)。

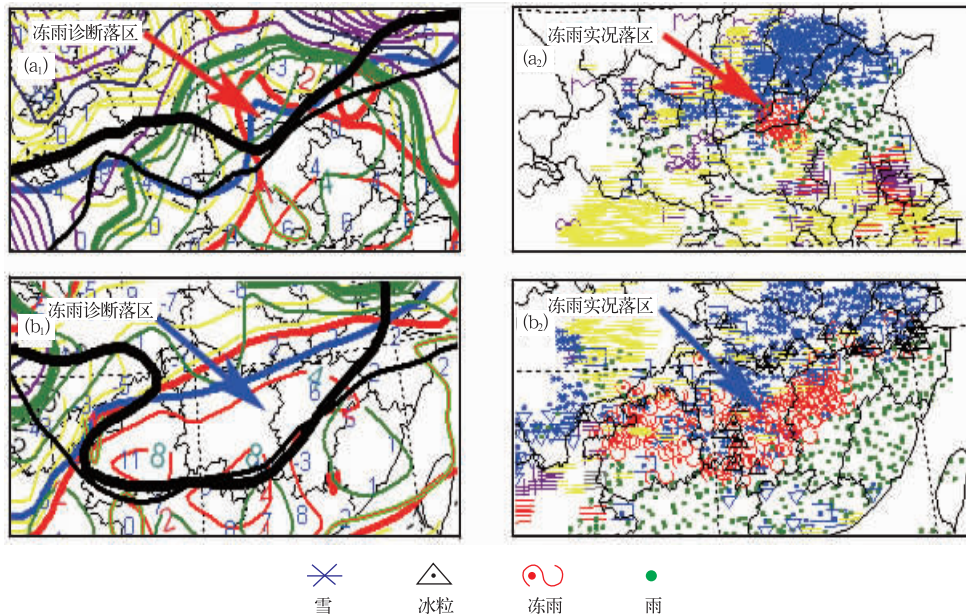


图 4 2008 年 1 月 10 日 20 时(a₁, a₂)和 1 月 26 日 08 时(b₁, b₂)冻雨诊断落区及冻雨实况落区图
图 4a₁, b₁ 中红线区域为大气逆温水平分布区,黄色区域为非逆温区;绿色区域为高空湿区(850 hPa $t-t_d \leq 6$ °C),褐色区域为 850 hPa $t-t_d \geq 6$ °C 区;蓝色线为逆温层极大值点 0 °C 线,以南表明逆温层温度在 0 °C 以上;黑色粗线为地面气温 0 °C 线,以北为地面气温 ≤ 0 °C 区;细黑色线为 850 hPa 温度 0 °C 线,以北温度 ≤ 0 °C 区

Fig. 4 Diagnosis of freezing rain falling zone and freezing rain real-time zone at 0800 BT 10 January 2008 and at 0800 BT 26 January 2008
The red line region is the atmospheric horizontal inversion zone, the yellow region is non-inversion zone; the green region is high-altitude wet area ($t-t_d=6$ °C at 850 hPa), the brown region is $t-t_d \geq 6$ °C zone at 850 hPa; the blue line is the extreme point temperature in 0 °C inversion line, the inversion layer temperature is above 0 °C in south of it; the black thick lines is 0 °C line of surface air temperature, the ground air temperature is under 0 °C in north of it; the thin black line is 0 °C line of 850 hPa temperature, the temperature is under 0 °C in north of it

在冻雨天气多发地区和频发季节,针对冻雨天气的预报,利用冻雨落区自动诊断分析系统可以马上将与冻雨有关的主要信号因子集中在一张图上。通过各个时次的动态及落区的演变,并结合数值预报形势,可以较准确地预报冻雨发生的落区、强度、范围。地面气温 0 °C 线是冻雨天气可能发生的标志线。在日常业务中,首先要时刻关注强冷空气从低层的入侵及地面气温 0 °C 线的位置和动向。同时还要关注西南暖湿气流的影响和地形的作用。贵州省气象台杜小玲等研究发现^[4],贵州冻雨区主要集中在本省的西

北部,表明冻雨多发区与地形有直接关系。

2008 年初发生在我国南方大部地区百年不遇的冰冻灾害性天气就是一个极典型的与逆温有密切关系的重要天气现象(图 4)。从图 4a₂、4b₂ 看出,2008 年 1 月 26 日 08 时冻雨诊断落区在贵州、湖南、江西大部,而实况冻雨落区也在这些地区发生,冻雨诊断区域与实况落区耦合得很好。冻雨落区中的逆温强度在 6~11 °C 之间(图 4a₂)。地面 0 °C 线是冻雨和雨的分界线,冻雨在北,雨在南;逆温层极大值点 0 °C 线是冻雨与冰粒或雪的分界线,冻雨在南,

冰粒或雪在北(图 4a₂、4b₂)。当冰粒和雪同时存在时冰粒在雪的南侧(图 4),由于逆温垂直结构的原因,有时没有冰粒发生。从北至南降水天气现象排列顺序是:雪、冰粒、冻雨、雨^[6]或雪、冻雨、雨。以 2008 年初发生在我国南方的冻雨天气为例,由于暖空气在南,冷空气在北,暖空气在地形的作用下沿低层冷空气向北向上移动,所以形成了从南向北能量锋区^[13]由低向高的走势,在地面气温 0℃线以南的锋区高度较低、坡度较小^[1,6],且处于有逆温层的暖气团控制,地面至锋区温度在 0℃以上,所以这个区域产生的降水是液态降水;在地面 0℃线以北与逆温层极值点 0℃温度线之间,锋区在 700 hPa 左右,大约在 700~850 hPa 之间存在着 0℃以上的逆温区,在逆温区以下至地面的温度在 0℃以下,经过逆温区的固态或液态降水在进入下方冷层之前均以液态形式出现,再进入近地面冷空气层,变成过冷却水滴,降落到 0℃以下的地面、树木、电线或其他物体上便形成了冻雨^[14]。在逆温层极值点 0℃温度线以北,锋区抬高,逆温层消失,从地面到高空大气温度均在 0℃以下,所以,在这区域产生的降水是雪。其中在逆温层极值点 0℃温度线以南附近,如果 0℃以上逆温层较薄,而其下方冷层较厚,在这种情况下易产生冰粒。

5 冻雨落区的检验

利用冻雨落区概念模型及其自动诊断分析方法对 2008 年初发生在中国南方大部地区的冻雨灾害天气进行了检验。从 2008 年 1 月 11 日一直到 2 月 15 日,对每日 08 时冻雨诊断定性检验拟合率达 97.2%。冻雨面积指数与冻雨出现的站点数相关系数为 0.843(图 5、表 2)(面积指数=诊断落区面积/一个指数面积,一个指数面积=5426.6 km²)。受北方强冷空气的入侵影响,2009 年 11 月 11 日 08 时至 20 时,河南省境内有多个站出现冻雨现象。冻雨发生前的 10 日 08 时,北部的河北省有降雪,河南省境内有小雨,河南省大部地区处于逆温层控制,地面气温 0℃线已移动到了河北省和河南省的交界处,并继续向南移动;11 日 08 时地面气温 0℃线移到河南中部,产生冻雨的各种气象条件均已具备,于是,从河南省的西南到东北方向有 22 个站出现了冻雨。冻雨落区自动诊断分析系统对这两时次冻雨过程的前期信号和实时落区均作出了正确的判断。2009 年 11 日 08 时冻雨落区诊断分析的形势与 2008 年 1 月 10 日 20 时诊断分析的形势极为相似,

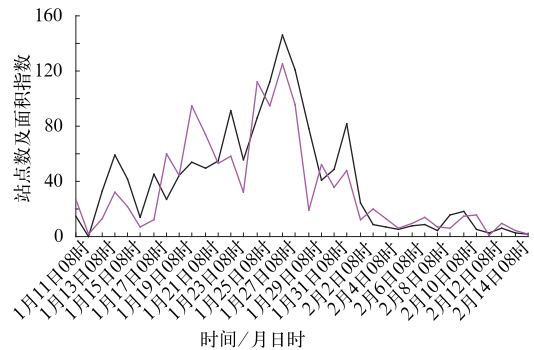


图 5 2008 年 1 月 11 日 08 时至 2 月 15 日 08 时冻雨诊断分析面积指数和冻雨实况站数曲线(深色线:冻雨诊断分析面积指数,浅色线:冻雨实况站数)
Fig. 5 The curve of the freezing rain diagnosis analysis area index and the number of freezing rain real-time stations
(dark line: the area index of freezing rain diagnostic analysis, the light line: the number of freezing rain real-time stations at 0800 BT 11 January 2008 to at 0800 BT 15 February 2008)

冻雨实况落区也十分相近(图 4a₁、4a₂)。又如,2010 年 2 月 24 日午后至 25 日凌晨,辽宁大部地区遭遇了极为罕见的冻雨天气。2 月 23 日 08 时辽宁大部出现冻雨落区信号,24 日 08 时信号明显加强。2 月 24 日午后,从西到东逐渐产生冻雨天气,树枝和电线上都形成了冰凌,路面、铁道和机场跑道上形成了冰盖,辽宁多条高速公路封闭,列车晚点,多架航班不能正常起降,冻雨天气给市民出行、道路交通、电力输送等造成了严重影响。

6 冻雨落区基本概念模型的意义与应用前景

检验表明,冻雨落区基本概念模型及自动诊断分析方法对区域性、系统性的冻雨落区具有较强的诊断分析能力,可极大促进冻雨天气监测、预报、预警能力和水平的提高,并具有重大的现实意义与较好的业务应用前景。

(1) 冻雨落区基本概念模型为冻雨落区自动诊断分析方法提供了重要理论依据。

(2) 冻雨落区自动诊断分析方法为冻雨天气分析预报提供了新的方法;不仅可提前捕捉冻雨发生信号,并可提高预报、预警时效;又可对冻雨天气的强度,移动方向,落区范围等进行实时监测。

(3) 利用 850 hPa 0℃线与地面气温 0℃线相对位置变化可以预测冷空气强度变化及冻雨天气未来落区的移动方向和发展趋势。

(4) 冻雨落区自动诊断分析方法有利于对站点稀少地区冻雨灾害的评估,为防灾减灾提供科学依据。

表2 2008年1月11日至2月15日

08时冻雨诊断分析统计结果

Table 2 The result of freezing rain diagnosis statistics at 08:00 BT 11 January 2008 to 0800 BT 15 February 2008

序号	时间	冻雨定性诊断分析 (Y:代表有,N代表无)			冻雨定量诊断分析	
		定性 诊断	冻雨 实况	面积 指数	冻雨实 况站数	诊断面积=面积 指数×5426.6 km ²
1	1月11日08时	Y	Y	15	27	81399.0
2	1月12日08时	N	Y	0	2	0
3	1月13日08时	Y	Y	33	13	179077.8
4	1月14日08时	Y	Y	59	32	320169.4
5	1月15日08时	Y	Y	42	22	227917.2
6	1月16日08时	Y	Y	14	7	75972.4
7	1月17日08时	Y	Y	45	12	244197.0
8	1月18日08时	Y	Y	27	60	146518.2
9	1月19日08时	Y	Y	44	44	238770.4
10	1月20日08时	Y	Y	54	95	293036.4
11	1月21日08时	Y	Y	50	74	27133.0
12	1月22日08时	Y	Y	55	53	298463.0
13	1月23日08时	Y	Y	91	58	493820.6
14	1月24日08时	Y	Y	56	32	303889.6
15	1月25日08时	Y	Y	86	112	466687.6
16	1月26日08时	Y	Y	112	95	607779.2
17	1月27日08时	Y	Y	146	125	792283.6
18	1月28日08时	Y	Y	121	96	656618.6
19	1月29日08时	Y	Y	78	19	423274.8
20	1月30日08时	Y	Y	41	52	222490.6
21	1月31日08时	Y	Y	49	36	265903.4
22	2月1日08时	Y	Y	82	48	444981.2
23	2月2日08时	Y	Y	24	12	130238.4
24	2月3日08时	Y	Y	9	20	48839.4
25	2月4日08时	Y	Y	7	13	37986.2
26	2月5日08时	Y	Y	5	6	27133.0
27	2月6日08时	Y	Y	8	10	43412.8
28	2月7日08时	Y	Y	9	14	48839.4
29	2月8日08时	Y	Y	4	7	21706.4
30	2月9日08时	Y	Y	16	6	86825.6
31	2月10日08时	Y	Y	18	15	97678.8
32	2月11日08时	Y	Y	5	16	27133.0
33	2月12日08时	Y	Y	3	1	16279.9
34	2月13日08时	Y	Y	6	10	32559.6
35	2月14日08时	Y	Y	3	4	16279.9
36	2月15日08时	Y	Y	2	2	10853.2

(5) 随着数值预报技术的不断发展和完善,将大气逆温水平分布区和冻雨落区的概念模型应用在数值预报产品上,可以更加提高大气逆温水平分布区和冻雨落区的预报时效和能力。

(6) 大气单站逆温向逆温水平分布图的自动转换及冻雨落区的概念模型的建立与自动诊断分析为逆温天气的诊断分析与预报业务提供了新的方法。

7 结 论

大气逆温的水平分布区、高空湿区、地面气温0℃线、逆温层极值点温度0℃线构成了冻雨落区的基本概念模型;利用应用程序处理MICAPS系统中的实时高空气象资料,在计算机上实现了冻雨落区基本概念模型成果的业务化。诊断分析范围为每日08时或20时国内外不同国家和地区。在对2008年初中国南方百年不遇的严重冻雨天气的检验中,冻雨落区的定性诊断和定量诊断均表现出了较高的水平。冻雨落区基本概念模型符合冻雨产生的物理机制,其应用软件系统又是基于MICAPS通用数据基础上的编制的,所以,冻雨落区基本概念模型和应用软件系统便于在各级台站应用,这将有助于促进冻雨天气落区诊断分析能力和预报能力的提高,为防灾减灾提供更科学依据。

参考文献

- [1] 矫海燕,曲晓波. 2008年初中国南方持续性低温雨雪冰冻灾害天气分析[M]. 北京:气象出版社,2008:55-67.
- [2] 赵琳娜,马清云,杨贵名. 2008年初我国低温雨雪冰冻对重点行业的影响及致灾成因分析[J]. 气候与环境研究,2008,13(4):556-556.
- [3] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文. 天气学原理与方法[M]. 北京:气象出版社,1983:453-454.
- [4] 叶茵,杜小玲,严小冬. 贵州冻雨时空分布及对对应临近环流特征分析[J]. 贵州气象,2007,31(06):11-13.
- [5] 吴兑. 霾与雾的区别和灰霾天气预警建议[J]. 广东气象,2004,(4):1-4.
- [6] 马晓刚. 2008年初我国南方罕见冰冻灾害性天气的诊断分析[J]. 气象与环境学报,2009,25(1):23-26.
- [7] 王凌,高歌,张强. 2008年1月我国大范围低温雨雪冰冻灾害分析 I [J]:气候特征与评估. 气象,2008,34(4):95-100.
- [8] 樊志超,高继林. 湖南特大冰冻灾害的云物理特征与人工影响技术探讨[J]. 气象,2009,35(11):84-92.
- [9] 李崇银,杨辉,顾薇. 中国南方雨雪冰冻异常天气原因的分析[J]. 气候与环境研究,2008,13(2):113-122.
- [10] 杜小玲,彭芳,武文辉. 贵州冻雨频发地带分布特征及成因分析[J]. 气象,2010,36(5):94-99.
- [11] 饶纲伟,徐穗珊,李江南. 不同云微物理方案对粤北冻雨的敏感性试验[J]. 广东气象,2008,(6):20-23.
- [12] 田生春,杜长萱. 暴雨落区预报的进一步研究[J]. 大气科学,1985,(4):59-70.
- [13] 雷雨顺. 能量天气学[M]. 北京:气象出版社,1986:99-100.
- [14] Lamb H H. Climate:Present,Past and Future[M]. Methuen & Coltd,1972:375-376.