

# 单站能量在寒潮预报中的试用

符长锋 陈世银

寒潮爆发过程是多样的。冷空气强度、路径、伴随的雨雪天气以及在不同的地形条件下引起的降温等往往有较大差异。几股冷空气接连入侵，又会使降温过程变得复杂，所以寒潮标准不易规定得十分确切和适当。我们根据本地服务需要，把受冷空气影响，日平均气温24小时降低8℃以上（或2—6天内降低10℃以上、7天以上降低12℃以上），且最低气温为5℃以下时，称为一次寒潮过程。按照以上标准，1951—1976年冬季（11—2月）共有53个个例，平均每年约为2个。降温过程持续日数一般为2—6天（占全部个例85%）。当有几股冷空气接连入侵，降温过程可达7—9天（11%）。

我们试图用能量方法对冬季稳定性和不稳定性天气进行预报。初步分析表明，这个方法是适用的并取得了一定效果。但由于分析较粗，个例也不够多，寻得的规律和指标难免有片面性和局限性。

## 一、单站地面能量的应用

在寒潮预报中，我们将地面和高空能量结合使用，地面采用“能压曲线图”，气压为日平均气压，能量用相当温度 $T_e$ （简称能温）。

$$T = T_e + \frac{L}{c_p} q = T + 0.622 \frac{L}{c_p} \frac{e}{p}$$

普查1951—1976年冬季的能压曲线图，发现寒潮爆发基本上可归纳为两种类型。

1. 能量渐增型 本型是亚洲纬向环流向经向环流过渡的一种类型。是当经向环流建立时，冷空气增强并向南爆发的天气形势下，单站的反映。寒潮爆发前，在纬向环流下，先有高空浅槽引导一股冷空气南下。由于冷空气主力偏东，南下势力不强，因此单站升压不多，单站能量有一波浪式地逐渐聚积过程，此弱冷空气活动和后期寒潮爆发相互联系。据统计，在强冷空气（使气压累计上升20mb以上）活动之后，如果不接着出现能量剧升，就不会有寒潮爆发，而在弱冷空气活动之后则不然。因此，我们定寒潮前的这种弱冷空气活动为指示过程，称为“先导过程”。先导过程开始时的能温脊，一般不得低于14℃，过程中的累计升压必须小于20mb。先导过程之后，环流向经向转变，西来高空槽前暖平流造成较明显的升能降压，这是预示寒潮即将爆发的前兆，我们称为“引发过程”。引发日出现后，当能温升到17℃以上，气压降至1013mb以下时，定为起报日，未来48小时内有寒潮过程出现（概括率25/53，准确率25/28）。1970年12月12日的寒潮过程是一个例子（图1）。

2. 能量剧增型 本型有两种形势，一种是亚洲

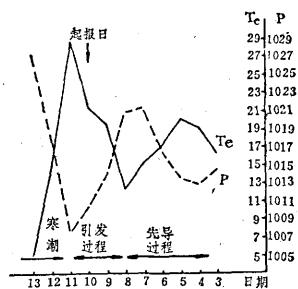


图1 1970年12月12日能压曲线图（能量渐增型）

经向环流更替，当原来的经向环流减弱崩溃、新的经向环流建立时，伴随发生的寒潮过程。地面图上，蒙古到河西走廊一带，一般有暖低压发展并东移，本站急剧增能降压，随之寒潮爆发，如1970年11月21日的寒潮过程。另一种是在乌拉尔山阻塞形势下，伴随锋区南压引起的寒潮过程。随着巴尔喀什湖、新疆一带的切断低压（或低槽）东南移，低压前部暖平流向东输送，促使地面暖低压发展，本站能温连日剧升，气压连日猛降。当本站气压连续下降15mb以上，气压值降至1011mb以下，能温上升大于10℃，能温值升到14℃以上时，定为起报日，未来24或48小时内有寒潮侵袭（概括率23/53，准确率23/25）。

上述两种类型所得指标，概括了冬季53个寒潮个例中的48个，并且可以剔除所有未达寒潮标准的157次冷空气活动。

## 二、单站空间能量的应用

1. 三种剖面图 寒潮是空间能量交换、转化的一种表现形式，因而探讨能量的空间结构及演变，是了解寒潮天气的重要途径之一。为此，我们用明港站的探空资料，制作时空能量剖面图（称 $T_t$ 图）、24小时变能图（ $\Delta T_{t+24}$ 图）和层结稳定度剖面图（ $\Delta T_s$ 图）等三种。

(1)  $T_t$ 图上填绘总能温、温度、风和锋面等（见图2）。在寒潮爆发前空间能量都有个聚积时段，与地面能压曲线的先导过程和引发过程相对应。寒潮爆发后，低空有明显的等总能温线密集带，或称“能量锋”，它与锋面近于平行。能量锋的强度一般可作为干冷空气和暖湿空气相对活跃的标志，两者活跃，正环流明显，有利于锋面附近垂直运动的发展。

另外，空间能量的增减与降水关系密切。能量增加， $T_t$ 图上等总能温线向下倾斜。据统计，寒潮过程中，一般总能温35℃线降到600mb以下，预示降水即

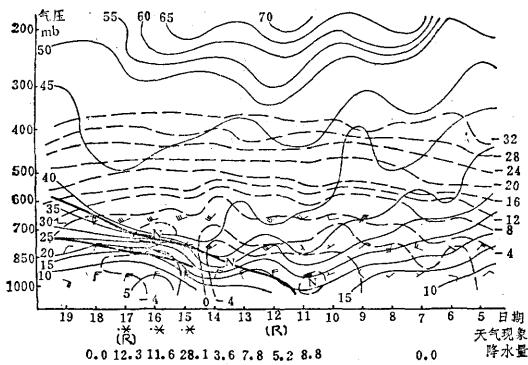


图 2 1976年2月12日T<sub>t</sub>图 实线为T<sub>t</sub>, 虚线为温度, 粗实线为锋区

将开始; 当35°C线再度升到600mb以上, 阴雨往往结束。此外, 在降水过程中, 1000mb总能温降至15°C以下时, 降雨将转为降雪。

(2) ΔT<sub>t24</sub>图上填绘各等压面上的24小时总能温变化值(图略)。在寒潮冷锋影响后, 再次出现整层增能现象, 往往指示空中暖湿平流增强, 未来24小时内降水将增大。

(3) ΔT<sub>z</sub>图上填绘两相邻等压面间的层结稳定度(见图3)。稳定度是以等压面间平均每10mb的能量差表示, 每隔0.4°C/10mb分析一条等值线, 中心值可加绘0.2°C/10mb线。0.2°C/10mb包围的小值区面积越大、中心值越小, 降水就越明显。寒潮过程的大气中层(700—500mb)的稳定度通常由小变大, 降水则逐渐减小、停止。

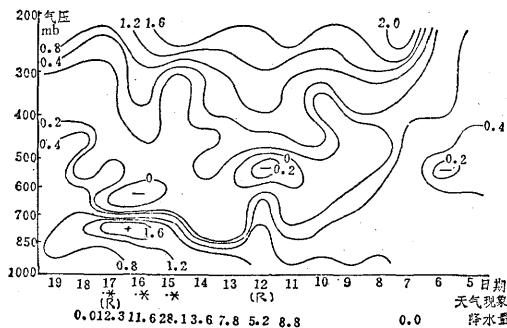


图 3 ΔT<sub>z</sub>图

通过上述三种图表分析得知, 冬季寒潮降水与上空能、稳定性关系密切, 于是我们采用了中空平均能量( $\bar{T}_t$ )和中空层结稳定性( $\Delta\bar{T}_z$ )两个预报判据:

$$\bar{T}_t = \frac{1}{3} (T_{t500mb} + T_{t600mb} + T_{t700mb})$$

$$\Delta\bar{T}_z = T_{t500mb} - T_{t600mb}$$

在寒潮降温时段,  $\bar{T}_t \geq 40.0^{\circ}\text{C}$ , 未来24小时内均有降水,  $\bar{T}_t \leq 33.0^{\circ}\text{C}$ , 未来24小时内均无降水。当 $\Delta\bar{T}_z <$

$12.0^{\circ}\text{C}$ , 有利于降水。

2. “雷打雪”形势分析 冬季雷暴不多见, 降雪伴有雷暴的“雷打雪”现象更稀遇。1951—1976年冬季仅出现雷暴14次, 其中雷打雪7次。我们分析了1965年后的9次雷暴, 可归纳为两类。一类是整层大气处于暖湿空气中, 低层湿不稳定活跃, 在高空扰动激发下产生雷暴, 这种仅1974年2月18日一例。另一类是处在冷空气影响之后, 低空存在着锋面或辐射逆温的稳定层次, 雷暴的湿不稳定是在稳定层之上发展起来的, 我们称其为“冷垫雷暴”, 此类包括8个例子, 看来这是冬季产生雷暴的主要形势。

我们普查了上述8例的 $\Delta T_z$ 和 $\Delta T_{t24}$ 图, 对雷暴出现前一天的各层稳定性、变能温数据取外包值, 得到以下“冷垫雷暴”的特征。

①600mb以下存在着 $\Delta T_z \geq 1.0^{\circ}\text{C}/10\text{mb}$ 的稳定层;

②850—500mb间必定有一个 $\Delta T_z \leq 0.0^{\circ}\text{C}/10\text{mb}$ 的不稳定层;

③500—400mb间 $\Delta T_z < 0.6^{\circ}\text{C}/10\text{mb}$ , 400—300mb间 $\Delta T_z < 1.0^{\circ}\text{C}/10\text{mb}$ , 300—200mb间 $\Delta T_z < 1.9^{\circ}\text{C}/10\text{mb}$ ;

④700—500mb平均能量 $\bar{T}_t > 40.0^{\circ}\text{C}$ ;

⑤400、300、200mb三层的 $\Delta T_{t24}$ 相加值 $\geq -0.5^{\circ}\text{C}$ 。

从上述5条特征看出, ①是区分是否存在“冷垫”的指标; ④、⑤表明产生雷暴的大气中高层是暖湿的; ②、③表明在暖湿空气的底部有湿不稳定能量贮存, 且中、上部的稳定性也不很大, 不致于遏制湿不稳定能量向500mb以上伸展。⑤规定中高层不能出现明显的降能。这对指示雷暴能否继续发生是很重要的。雷暴出现时, 大气总是高能和不稳定, 若中层升能, 高层又明显降能, 则极利于不稳定发展, 这就会使中、低层贮存的湿不稳定能迅速释放殆尽, 次日就不会再有雷暴了。试用表明, 用上述特征作冬季“冷垫雷暴”预报指标, 尚有一定的信度。

### 三、使用情况

1977—1978年冬季, 信阳仅出现一次寒潮。即1978年1月15日。1月12日, 西伯利亚低槽不强且锋区偏北, 有偏北东移的可能, 当天邻近各台站都预报短中期为好天。从我们的能压曲线图上(图略)看到, 空间能量已有明显上升, 3天以来气压猛降17.7mb, 已达前冬剧降型指标, 能温累计上升8.9°C, 仅差1.2°C, 未达到指标。这时地面图上, 河套有大片降压升温区, 我们认为未来本站将继续维持升能降压, 预计可以满足指标, 于13日晨, 我们预报15日将有寒潮入侵。13日天气图上, 贝加尔湖低槽加深, 能压曲线图上, 累计降压19.8mb, 升能10.4°C, 完全满足指标, 预报寒潮更有把握。实况是, 信阳48小时降温10.2°C, 最低气温由2.0°C降至-6.1°C, 与预报相符。过程中14日满足降水指标, 15日降水明显, 以后 $\bar{T}_t$ 下降至33°C以下, 降水停止。