

做好预报 战胜霜冻

甘肃平凉地区气象台预报组

平凉地区处于六盘山、关山东西两侧的黄土高原上，地形复杂，山川塬都有，气候差异大，晚霜冻持续时间长，高寒山区个别年份在5月底和6月初还出现霜冻。晚霜冻对正在拔节、孕穗、抽穗的冬小麦和刚刚出苗的玉米等春播作物危害很大。因此，做好霜冻预报，开展群众性的防霜抗冻是气象工作为农业服务的一项重要任务。

一、掌握晚霜冻的气候概况

根据群众经验、作物生长发育期和气候特点，我们确定4月16日至5月15日，9月1日至10月10日为晚、早霜冻的必报期。

根据我们的分析，平凉站的温度资料对作全区霜冻预报，有一定的代表性。综合分析近年来各地冬小麦等作物的叶面、草面、地面温度与气温的对比观测和作物受冻程度，我们规定：地面最低温度出现在 $1.0-0.9^{\circ}\text{C}$ 时为轻霜冻， $-1.0--2.9^{\circ}\text{C}$ 为中霜冻， $\leq -3.0^{\circ}\text{C}$ 为强霜冻。从统计1961—1973年霜冻必报期间逐日出现霜冻的气候概率看出，有比较明显的峰值期，概率最大出现在4月18—20日，而4月22、29日、5月7、13、14日近13年未出现过晚霜冻，这可作为预报时参考。

二、分析晚霜冻与气象要素的关系

我区晚霜冻都是冷空气侵入、天气转晴后夜间的地面辐射降温所造成的平流辐射霜冻。而冷空气影响的强弱，必然会在气团属性的主要气象要素上表现出来。统计分析平凉站历史资料，可以看出

1. 阴雨天气多，霜冻日数少，反之，霜冻日数多。在13年的晚霜冻必报期中，共187个阴雨日，除一次因下雪温度降至 0°C 以下外，都没有出现过霜冻（表1）。因此，在冷空气影响之后，天空状况是预报霜冻时应优先考虑的条件。

表1 阴雨日数与霜冻日数的关系

阴雨日数	20	16—20	11—15	≤ 10
平均霜冻日数	1—2	3	5	7

2. 湿度过大，不易有霜冻；湿度小，易形成霜冻。春季湿度大小，往往与天空状况相联系。经统计，在晚霜冻必报期间，14时相对湿度 $\geq 90\%$ ，次日没有霜冻； $<60\%$ 时，次日有霜冻（机率54/58）。其中25次中强霜冻就有20次是出现在相对湿度 $<40\%$ 。在不

同相对湿度条件下，地面降温幅度（白天最高减夜间最低）如表2。由表2可见，湿度越小，降温越多，容易达到霜冻温度，造成群众称之为“黑霜杀”的干冻，对作物危害重；湿度越大，降温越少，不容易达到霜冻温度，即使出现了霜，群众称之为“水霜”，对作物的危害要比干燥条件的“黑霜”轻得多。

表2 14时相对湿度与降温幅度

相对湿度 (%)	0	11	21	31	41	51	61	71	81	91
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
平均降温幅度 ($^{\circ}\text{C}$)	43.3	39.1	36.1	33.9	30.5	25.7	23.5	16.4	15.8	11.5

3. 气温低，出现霜冻可能性大；气温较高，出现霜冻的可能性小。白天气温的高低直接反映了冷空气影响的强弱。在晚霜冻必报期内，前一天白天最高气温在 25°C 以上，都没有出现过霜冻，而25次中强霜冻中有21次白天最高温度在 20°C 以下。

根据1961—1967年、1969—1973年08时700毫巴气温资料统计，52次霜冻就有51次前一天08时700毫巴温度在 5°C 以下，其中22次中强霜冻有21次温度在 2°C 以下、有19次在 0°C 以下，可见，700毫巴温度与霜冻的关系更为密切。

4. 气压高有利夜间辐射降温形成霜冻。气压高表明冷空气强，有利于夜间辐射降温，产生霜冻。在晚霜冻必报期内的58次霜冻中，有56次是出现在前一天14时本站气压高于860毫巴，25次中强霜冻有21次气压高于865毫巴。

5. 霜冻与风向、风速有关。我区风的日变化具有白天多东南风、风速大，夜间多西北风、风速小的特点。若白天吹西北风，说明有冷空气影响，加之夜间辐射降温，容易造成霜冻。在霜冻必报期的58次霜冻中有39次前一天14时为偏北风，其中25次中强霜冻有18次吹偏北风。若偏南风速大于6米/秒，次日凌晨不会有霜冻。

三、建立晚霜冻短期预报工具

根据上述分析结果，建立了如下几种预报霜冻的指标和方法。

1. 无霜冻指标。凡满足如下条件之一者，次日凌晨无霜冻：

(1) 当夜间中低云量 ≥ 7 成，或有雨，或偏南风 > 6 米/秒；

(2) 白天最高气温 $> 25^{\circ}\text{C}$ 或08时700毫巴温

度高于5°C；

(3) 14时相对湿度大于90%。

2. 预报霜冻相关图。

根据1961—1962、1970—1973年本站08时700毫巴气温和14时相对湿度、风向，在不符合无霜冻指标条件下，制作霜冻预报相关点聚图（图1、2）。

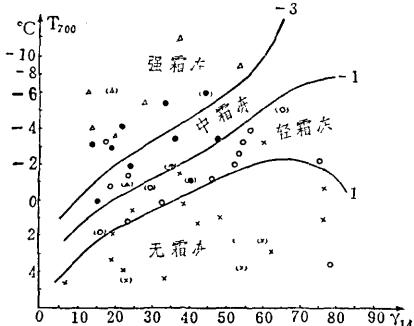


图1 霜冻预报相关点聚图(风向W-N-ENE)

- × 无霜冻, 最低温度>1°C;
- 轻霜冻最低温度1—-0.9°C
- 中霜冻, 最低温度-1—-2.9°C
- △ 强霜冻最低温度≤-3°C

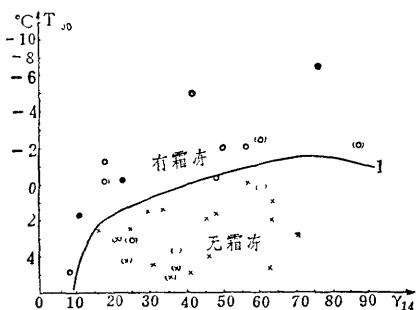


图2 霜冻预报相关点聚图(风向E-S-WSW)

3. 逐段回归预报方程。

根据霜冻与各种气象要素关系的分析，选出自白天最高气温(T_m)、14时相对湿度(r_{14})、14时本站气压(p_{14})、8时700毫巴温度(T_{700})，用逐段回归方法分别建立不考虑夜间云量、夜间少云(≤ 3 成)、夜间多云(≥ 4 成)条件的预报方程，来预报次日地面最低温度(T_m)。

(1) 不考虑夜间云况的预报方程：

$$T_m = 0.26 (T_m + T_{700}) + 0.08r_{14} - 6.45 \dots\dots (1)$$

(2) 夜间为少云条件的预报方程：

$$T_m' = 0.46 T_{700} + 0.06r_{14} - 1.13 \dots\dots (2)$$

(3) 夜间为多云条件的预报方程：

$$T_m'' = 26.8 - 0.42p_{14} + 0.08r_{14} \dots\dots (3) \text{ (计算时 } p_{14} \text{ 的百位数“8”省略)}$$

在实际预报中，优先考虑方程(1)，然后根据形势、各种要素反映，分析夜间云量变化的可能性，参考

方程(2)、(3)的计算值，结合指标和预报相关图表的综合分析作出预报。必要时，还可根据上述各种指标、方法、图表，用19时的要素重新分析，作出订正预报。

霜冻预报指标、图表、方程等方法建立后，在1974—1975年的两年应用过程中，共出现晚霜冻13次，都在前一天预报出来了，仅有一次空报。预报准确率为93%。

“夏雨少，冬雪多”的验证

西藏申扎县气象站 飞鹏

申扎位于西藏中部，全县面积约14万平方公里，幅员辽阔，水草丰富，以畜牧业生产为主。冬季雪灾，是危害畜牧业生产的重要灾害性天气之一。我们遵照毛主席关于“真正亲知的是天下实践着的人”的教导，向当地有看天经验的老牧民作了调查访问，收集到一些看天经验，其中的一条就是“夏雨少，冬雪多；夏雨多，冬雪少”。我们用本站1960—1975年共16年的气象资料，对这条看天经验进行了分析验证。

由于本站地处谷地，本站的降雪量比之广大牧区偏小很多，用本站降雪量资料来表示本县牧区有无雪灾，是困难的。但我们通过调查了解和资料分析发现，只要本站12月下旬的降雪量 ≥ 0.1 毫米，牧区就会出现程度不同的雪灾。因此，我们用本站12月下旬降雪量 ≥ 0.1 毫米，作为本县牧区有雪灾的指标。

在验证中发现，夏季整个降水量的多少与冬季整个降雪量的多少，并无明显的相关。我们用6月下旬降水量与12月下旬降雪量验证，得出较好的关系：6月下旬降水量 ≥ 15.1 毫米，当年12月下旬降雪量就 < 0.1 毫米，无雪灾，机率10/10，6月下旬降水量 < 15.1 毫米，当年12月下旬降雪量 ≥ 0.1 毫米，有雪灾，机率5/6。

我们还用 X^2 检验分析上述验证的可靠程度，将实际频数和理论频数代入 X^2 公式，计算得 $X^2 = 12.42$ 。查 X^2 分布表，自由度V=1、概率为0.001的 X^2 临界值，得 $X^2_{0.001} = 10.83$ ， $X^2 = 12.42 > X^2_{0.001} = 10.83$ 。通过检验，证明“夏雨多，冬雪少；冬雪多，夏雨少”这条经验的可靠性是显著的。

还必须指出，不能只看到“夏雨多，冬雪少”的量变之间的关系，而应看到夏雨与冬雪之间定性的(即质变)的关系，即需注意到部分或大部分区社雪灾轻重的问题。例如1973年11月2日本站降雪量为0.2毫米，但县内北部区社造成了中等以上的雪灾。因此，在验证这条群众经验的同时，还要进一步分析研究由这条群众经验所指示的未来天气系统对本县冬雪的影响程度，才能进一步提高天气预报为畜牧业生产服务的效果。