

2005年湖南省特大冰冻灾害天气分析

王晓兰 李象玉 黎祖贤 李耨周 居晶琳

(湖南省气象台, 长沙 410007)

提 要: 通过对2005年2月湖南省冰冻天气过程进行分析发现, 此过程虽属轻冰冻过程, 但造成的冰冻灾害严重。其主要原因是: 逆温层底高度偏低, 逆温层顶气温偏高, 阴雨时间长, 在1000~925hPa(海拔1000m以下)之间形成较厚的过冷层, 与强冰冻区相吻合, 而地面冷空气偏弱, 致使地表冰冻不明显。

关键词: 冰冻灾害 成因 强度 预报

Analysis of Freezing-hazard Event in 2005 in Hunan Province

Wang Xiaolan Li Xiangyu Li Zuxian Li Nouzhou Ju Jinglin

(Hunan Meteorological Observatory, Changsha 410007)

Abstract: A freezing event in Hunan Province in February 2005 is analyzed. It is a light freezing, but it caused heavy hazard. The main reasons of the phenomena are as follows. The height of the bottom of the inversion layer is relatively low, the temperature at the top of the layer is relatively high and the wet weather remains long time. This situation led the air between 1000hPa and 925hPa to supercooled layer, which corresponds to the strong freezing region, while the cold air on the ground is a little weak. for the reasons, the surface freezing is not obvious.

Key Words: freezing hazard reason forecast

引言

冰冻是湖南省冬季的主要灾害性天气之一,中低层的逆温和地面冷空气是冰冻天气产生的必要条件。2005年2月湖南省的冰冻天气,虽属轻冰冻过程,但对电力行业来说是继1954年以来又一次严重的冰冻灾害,因此,本文对此次冰冻过程形成的原因作进一步分析。

1 冰冻天气灾害概况

2005年2月7~20日湖南省14个市(州)遭受冰冻灾害,其中怀化、岳阳、益阳、常德、湘西自治州、长沙等地区受灾严重。冰冻灾害不仅给农业、林业造成严重损失,而且使湖南省电网遭遇了1954年以来又一次最严重的威胁,位于常德、益阳、湘潭、娄底、长沙、岳阳、邵阳、怀化等地多条500千伏及220千伏输电线路严重覆冰,覆冰最厚处达70~80mm,多处电线杆塔出现险情。2月7日17点30分,500千伏江城直流第一次出现冰闪(因线路结冰而跳闸),首次冰冻险情出现在2月9日,常德岗云线174号塔由于结冰,使其发生严重倾斜,2月13日175和176号塔倒塌。此后,冰冻持续加剧,灾情逐渐升级,截至2月17日,湖南500千伏线路跳闸34条次(含直流),220千伏线路跳闸12条次;3条500千伏线路发生倒塌24基、变形2基,其中,压垮1座,拉垮16座,压、拉结合垮7座,倒塌3条线路,7条220千伏线路倒塌17基,造成500千伏通道多次出现断开情况,与华中电网相联的500千伏葛岗线、江复线也曾出现跳闸,致使湖南电网与华中电网短时间解列;湘西环网只剩下2条220千伏线路与外界联络;五强溪、凤滩、

柘溪、凌津滩等骨干水电厂送出通道受阻。

2 天气形势分析

2.1 500hPa 形势分析

2005年1月底高空500hPa乌山阻高崩溃后,2月1~2日,沿海为低槽区,3日低槽北缩,5日东亚中高纬度转为一宽广的低压区,中低纬度环流平直(见图1)。宽广的低压内不断有阶梯槽下滑,引导冷空气分股南下,低纬度稳定的西太平洋副高边缘暖湿气流活跃,冷暖气流在30°N附近汇合。14日环流开始调整,乌山南部高压脊发展,脊前低涡形成,南支低槽加深。18日低涡内下滑槽与南支低槽汇合东移,江南大部逐渐转受槽后西北气流控制。

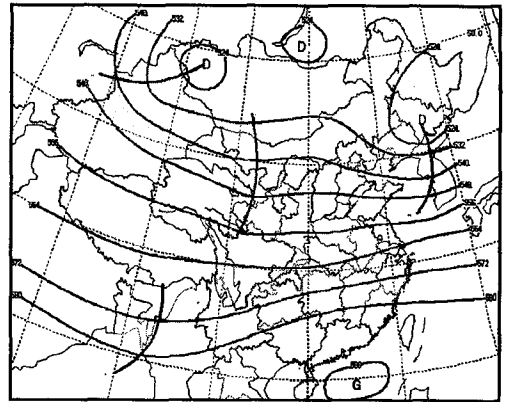


图1 2005年2月5日08时500hPa形势图

2.2 中低层形势分析

2005年2月6~17日700hPa一直为西南气流控制,急流在芷江到长沙一线,芷江站风速最大达 $28\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,长沙站达 $26\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,气温稳定维持在零摄氏度以上,直到18日,冷平流加强,切变线南压。

850hPa图上,从2005年2月6日起,

在湖南省境内建立起南北温差 $>6^{\circ}\text{C}$ 的锋区后，逐渐加强，9日最大锋区梯度达 11°C ，10日消失，11日又重建加强，一直维持到17日。在此期间最大锋区梯度达 16°C 。低层切变线从8日开始形成后，就在湘中一带南北摆动，14日偏南风加强切变线北抬，低层西南急流形成，15~17日切变线自北向南缓慢南压，18日低层冷空气入川，锋区切变迅速南下。

2.3 湖南探空测站地面至700hPa温度层结分析

表1为怀化探空测站2月6日08时~20日08时地面~700hPa各层的气温与降水量分布情况(长沙、郴州资料略)，6日开始湘西海拔200~1000m内已出现了冰冻层结，7日冰冻层结自西向东、向南迅速发展加强，9日湘南冰冻减弱，10日有冷空气补充，冰冻层结向南发展，维持到13日。从表1可以很清楚地看到，测站3000m上空(700hPa)为正温度区(融化层)，

表1 2005年2月6日08时~20日08时怀化探空测站地面~700hPa的气温($^{\circ}\text{C}$)与降水量(mm)

日期	T_{700}	T_{850}	T_{925}	T_{1000}	地面平均气温	降水量
6	5	7	-1	0	3	1.8
7	4	0	-4	0	1.5	2.5
8	2	0	-4	0	1.5	1.8
9	1	0	-4	0	1.4	9.1
10	0	-6	-5	0	3.1	3.3
11	2	-4	-3	0	1.6	1.7
12	1	-3	-4	1	1.3	2.4
13	2	-5	-4	0	1.4	5.0
14	3	5	-2	0	1.7	4.2
15	2	-2	-2	0	2.9	5.0
16	3	-3	-1	1	3.4	8.9
17	2	-4	-1	0	2.0	0.2
18	2	-6	-3	1	3.2	0.1
19	-2	-6	-2	3	2.9	0.0
20	-6	-6	-5	0	2.2	

1500m(850hPa)为正负温度交替层，1000m以下(925~1000hPa)为稳定的负温度层(过冷却冰冻层)，地面日平均气温低于 2°C 的时段不连续，没有零摄氏度以下的气温出现，很明显地反映冰冻区间在高于地面测站的山区。

从上分析可以看出：2005年的冰冻同历年冰冻天气一样，是受中低层逆温、近地面过冷层而产生的天气现象，只是地表冰冻不明显。

3 冰冻强度对比分析

3.1 地面测站分析

根据湖南省地面测站历年的资料统计分析(图2)，20世纪50~80年代冰冻出现的次数较多，强度较强，持续的时间相对较长，90年代以后，主要以轻冰冻为主，持续时间较短，分布面也窄，只有在1996年湘南的个别站出现过一次持续5~7天左右的冰冻(南岳高山站除外)，其中湘西北1992年以后就没有出现过冰冻，而且大部分较强冰冻出现的年份均与湖南冬季严寒期一起出现(严寒期标准：5天日平均气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$)。

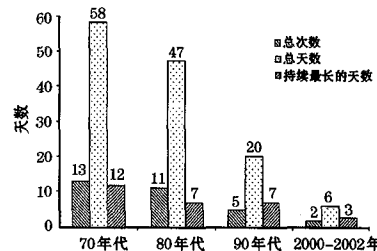


图2 湖南省20世纪冰冻年际趋势图

2005年2月平均气温为 4.2°C ，与常年比偏低 2.8°C (图3)，是1972年以来最冷

的 2 月, 但比 50、60 年代却明显偏高。三个代表站上的资料分析和普查全省各基本站, 都没有严寒期。很明显, 2005 年冰冻如 90 年代后的冰冻一样, 为轻冰冻年份。

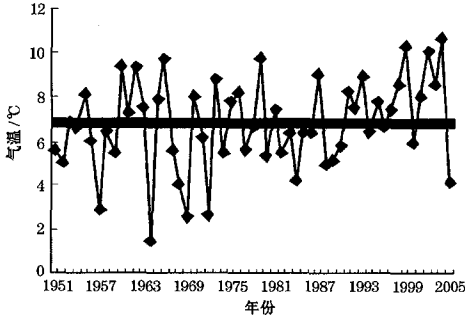


图 3 历年 2 月湖南平均气温 (°C)

3.2 2005 年冬季湖南各高程冰冻情况估算与历年高山站资料分析

根据理论分析和研究^[2], 近地面层 (小于 100m) 风随高度指数增长, 积冰随高度 (<30m) 也呈指数增长; 在地形风显著的第二突变层, 积冰亦随高度呈指数增长。在

两个突变层之间 (称之为积冰稳定层) 风速相对稳定, 风随高度变化为线性的, 积冰随高度变化也平缓得多。在湖南省以往所做的雪峰山区覆冰分析中, 700m 以下使用式 (1) 作不同海拔高度上标准冰厚订正, 在 700m 高度以上, 使用式 (2) 作不同海拔高度上标准冰厚订正。

$$bZ_1 = bZ_0 + 0.5(Z_1 - Z_0)/100 \quad (1)$$

$$b/b_0 = (Z/Z_0)^a \quad (2)$$

式中, Z_1 、 Z_0 为海拔高度, 这里 $Z_0 = 700\text{m}$, bZ_1 、 bZ_0 为 Z_1 、 Z_0 高度上的标准冰厚, 常数 $a=3.305$ 。已知标准冰厚 b , 电线直径 ϕ , 标准密度 ρ , 则实际冰重 P 可由下式求出:

$$P = \pi \rho \cdot b(b + \phi) \quad (3)$$

以 $\pi = 3.1415926$; $\rho = 0.9\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$; $\phi = 0.4\text{cm}$ 代入, 因 P 为 100cm 上冰重, 故有

$$P = 2.8274333b(b + 4) \quad (4)$$

式 (4) 中 b 的单位为 mm。

根据上述公式和方法, 可估算出湖南省各海拔高度上冰冻的发生情况 (见表 2)。

表 2 2005 年 2 月 13 日各海拔高度冰冻估算预测值与实测值

	200m		300m		400m		500m		600m	
	估算	实测	估算	实测	估算	实测	估算	实测	估算	实测
标准冰厚/mm	7.55	19.6	8.05	33.3	8.55	23.2	9.05	24.1	9.55	48.1
冰重/g	247	2319	274	5933	303	3465	334	6289	366	9937

从表 2 冰冻估算预测值与实测值对照情况中可以看出, 估算预测值明显低于实测值, 其主要原因是估算预测值是用当天的气象要素计算得出, 而实测值是连续冰冻 5 天后所测, 由此可见持续的冻雨天气是导致估算预测值与实测值相差明显的关键。当冰冻天气形势维持时, 估算预测值应加上前几天冰冻的估算预测值。

为了了解这次冰冻厚度与冰重随海拔高度的变化, 取南岳山 1954~2005 年的冰冻

资料分析对比发现: 2005 年高山上的雨淞天数为 57 天, 超过历年同期最高值 1954 年的 31 天; 标准冰厚极值为 71.2mm, 仅次于 1982 (88.2mm) 和 1990 年 (77.2mm); 冰重极值 6156g, 则超过了 20 世纪 80、90 年代的冰冻过程 (图略)。而从表 2 中就反映, 2005 年在 600m 时, 冰重已达 9937g, 远远超过了这次过程中海拔 1265.9m 高南岳山的冰重。对比历年冰冻年份还发现: 2005 年温度层结与历年冰冻过程的温度层

结有明显区别。以1982年和2005年冰冻期间(6~17日平均温度层结图4)为例,2005年冰冻过程的逆温层比1982年冰冻过程的逆温层偏低,逆温层顶的温度明显偏高,充分反映2005年南岳山的冰冻是纯过冷却水粘附在物体上而形成的冻雨。1982年应是液体降水和固体降水的混合体,冰层结构不同,因此冰重也不同,这就是2005年冰冻厚度不如1982年厚,而冰的重量要重的根本原因,也得出2005年2月的连续阴雨天气、低逆温层高度,导致了1000m以下的过冷层形成强冰冻危害。

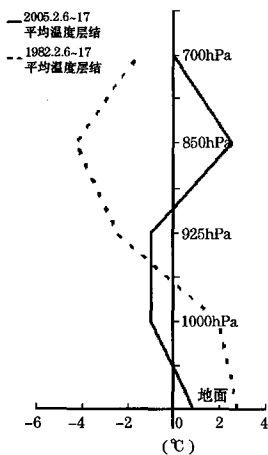


图4 2005年与1982年冰冻过程温度层结曲线对比

4 小结

(1) 2005年湖南省仍为轻冰冻年份。但相对于湖南省电网的高程(200~1000m),可定为自1954年以来湖南电网第八次冰冻严重危害年,其危害程度仅次于1954年。

(2) 2005年冰冻是连续的冻雨形成的,在预报冰冻强度、厚度时,预测估算值中应增加逆温层维持时间与连阴雨天气的影响量级。

(3) 为避免轻冰冻年份中出现强冰冻危害的情况,对不同高程、不同地形特点设置覆冰观测站,记录观测站覆冰情况,并根据各行业的不同要求,分层次制作冰冻预报,以便对应不同层次的强度采取相应的预防措施。

参考文献

- 1 程庚福,曾申江,张伯熙等. 湖南天气及其预报. 北京:气象出版社,1987:19~28,86~91.
- 2 胡毅,李萍,杨娃等. 应用气象. 北京:气象出版社,2005:251~255.
- 3 李军,禹伟,王晓兰等. 基于湖南省冰冻分布及气候特征的思考. 湖南电力,2004,(2):16~19.