

尹宪志,任余龙,杨子和,等. 华家岭2008年电线积冰的变化特征与气象条件分析[J]. 干旱气象, 2013, 31(3): 530-534, doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2013)-03-0530

华家岭2008年电线积冰的变化特征与气象条件分析

尹宪志^{1,2}, 任余龙², 杨子和², 杨文月², 黄成秀²

(1. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃 兰州 730020; 2. 甘肃省临夏州气象局, 甘肃 临夏 731100)

摘要:利用华家岭气象站不同高度、不同方向、不同导线直径的电线积冰观测资料,分析了电线积冰在不同高度、不同方向、不同导线的变化特征,以及与气温、水汽压、风速等气象要素的关系。分析表明,电线积冰量随高度增加而增加,随电线直径增大而增大;在相同高度、相同导线上,不同方向的积冰量与风向有关。电线积冰量与水汽压、风速分别呈正相关和反相关。在一定阈值内,电线积冰量和气温存在较好的相关性。

关键词:电线积冰;气象条件;雨淞雾凇

文章编号:1006-7639(2013)-03-0530-05 doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2013)-03-0530

中图分类号:P429

文献标识码:A

引言

雨淞、雾凇凝附在导线上或湿雪冻结在导线上的现象,称为电线积冰。积冰直径是指垂直于导线的切面上冰层积结的最大数值线,包括导线直径在内;积冰厚度是指在导线切面上垂直于积冰直径方向上冰层积结的最大数值线,厚度一般小于直径,最多与直径相等^[1]。《地面气象观测规范》规定:从积冰架上的导线开始形成积冰起,至积冰消失止,称为一次积冰过程。电线积冰观测须择机测定每一次积冰过程的最大直径和厚度,单位为mm,取整数。积冰重量是指1m长导线上冰层的重量。因单纯的雾凇造成的电线积冰直径达到15mm,或者因雨淞、湿雪冻结物或包括雾凇在内的混合积冰直径达到8mm时,须测定一次积冰最大重量,单位为g/m,取整数。

雨淞、雾凇和冰冻雨雪产生的电线积冰,往往造成电力和通信线路断线倒杆、树木折断等严重气象灾害。2008年低温冰冻雨雪灾害,21个省、市、自治区受灾,107人死亡,8人失踪,直接经济损失1111亿元。京广线局部断电,80万旅客滞留在广州火车站,3万辆车在京珠高速上滞留。与此同时,铁路和公路的阻塞反过来影响了电煤的运输,导致电煤供

应紧张,20个省停电限电,大量物资不能及时运输到达,限制了抢修的进行^[2]。

不少研究对电线积冰的致灾原因、电线积冰的临界条件、单个导线电线积冰与气象条件的关系以及形成规律进行了分析^[3-21]。王凌等^[3]对2008年1月我国大范围低温雨雪冰冻灾害进行了分析并与历史同期进行了比较;黄小玉等^[4]对2008年湖南极冰端冰冻特大灾害天气成因进行了分析,认为大环流背景有利于低温冰冻天气的维持;王兴菊等^[5]对比了2008年和2011年贵州2次低温雨淞冻害,分析了可能成因及其影响,认为2次冰冻灾害都受拉尼娜事件的影响。

电线积冰具有离散型和间断性,每年不一定都能出现;同一个站点的冰冻季节,也不一定每天都出现。本文利用2007年10月至2008年1月我国大雨雪冰冻灾害发生时段华家岭气象站观测的雨淞和雾凇资料,该时段的资料反映了该站雨淞和雾凇多年的极端情况,是一个完整的冰冻季节资料,该时段之外的季节再未出现电线积冰记录。同时,利用同期对应的2m、5m、10m高度不同方向的电线积冰观测资料,分析了电线积冰在不同电线直径、不同架设高度的变化特征,以及电线积冰与气象条件的关系。

收稿日期:2013-03-25;改回日期:2013-06-13

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划重点项目(2008BAC40B04)、半干旱区土壤热通量观测方法改进及其对地表能量平衡的影响研究(41175011)及2011中国气象局预报员专项共同资助

作者简介:尹宪志(1964-),男,甘肃徽县人,硕士,主要从事大气探测、应用气象研究。E-mail:gsqxjywcyz@163.com

1 资料来源

华家岭气象站位于陇中黄土高原华家岭山巅,境内沟谷纵横,岭梁交错,属二阴温寒山区,海拔2450 m,年平均气温3.4℃,年平均降雨量500 mm,年平均风速4.9 m/s。选用华家岭气象站2007年10月至2008年1月的电线积冰观测资料 and 同期的气象要素资料。2007年10月至2008年1月,适逢我国大范围的雨雪冰冻灾害发生时段,期间观测的电线积冰资料具有重要的参考意义。另外,该站位于中国干旱的陇中地区,电线积冰与气象要素的关系具有代表性。

电线积冰架由2组支架组成,一组成南北向,一组成东西向,2组之间距离以互不影响、方便操作为宜。每一组支架,包括2根支柱和2根导线。在气象站观测场内约1.5 m高度,采用直径约4 mm的铁丝作为导线,观测近地面不同方向的电线积冰;在

观测场外2 m、5 m、10 m高度分别采用直径27 mm(L400型号)、19 mm(L185型号)的绞股钢丝线,用于观测不同高度、不同方向、不同导线的积冰情况。

2 电线积冰量随时间和高度的变化

统计2种不同直径导线、不同高度每天4个观测时次2个方向电线积冰的平均值(表1)。表1中无论是L185型电线还是L400型电线,20时的电线积冰重量没有1次达到观测积冰重量的条件;一日中电线积冰的直径最大值和重量最大值都一致的出现在14时,次大值出现在08时,最小值出现在02时。这表明,随着入夜后温度下降,电线积冰开始形成,随着温度不断下降和相对湿度的不断增大,电线积冰的直径和重量也不断增大,至14时前电线积冰量达到最大值。此后,温度达到最高,相对湿度趋于减小,电线积冰量开始减少。

表1 L185和L400型号电线的积冰量随时间、方向和高度的变化

Tab. 1 Variations of wire icing of L185 and L400 wire with time, direction and height

电线型号	观测时间	观测高度	南北直径 /mm	南北厚度 /mm	南北重量 /(g/m)	东西直径 /mm	东西厚度 /mm	东西重量 /(g/m)
L185	02:00	10 m	27	22	7	27	22	15
		5 m	24	21	5	24	21	5
		2 m	22	20	1	22	20	1
	08:00	10 m	31	25	24	33	26	32
		5 m	28	23	24	29	24	25
		2 m	25	21	14	24	21	14
	14:00	10 m	39	26	88	39	26	96
		5 m	31	23	52	30	23	38
		2 m	21	20	4	21	20	4
	20:00	10 m	20	19	/	21	19	/
		5 m	20	19	/	20	19	/
		2 m	19	19	/	19	19	/
L400	02:00	10 m	32	28	9	33	29	16
		5 m	30	28	5	31	28	9
		2 m	28	27	1	29	27	1
	08:00	10 m	40	32	57	45	35	72
		5 m	34	29	34	35	30	38
		2 m	31	28	18	31	28	20
	14:00	10 m	41	32	101	43	34	154
		5 m	34	29	43	35	30	61
		2 m	29	28	6	30	28	4
20:00	10 m	29	27	/	29	27	/	
	5 m	28	27	/	28	27	/	
	2 m	27	27	/	27	27	/	

对 L185 和 L400 2 种型号电线南北和东西 2 个方向的平均积冰量分析表明,高度越高、积冰的直径、厚度和重量越大。如 L185 型号 02:00,10 m、5 m、2 m 高度上南北直径分别为 27、24 和 22 mm,东西直径分别为 27、24 和 22 mm,依高度的减小直径依次减小;其后的观测时段也有这种变化特征。不同方向的电线积冰比较发现,东西的直径、厚度和重量比南北方向的略大,在 08:00 差别较明显。分析观测期间的风向发现,东南风出现的频率最大,这表明与风向的夹角越大,越有利于电线结冰,同时东南风中水汽含量较大,也有利于电线结冰。比较各时段的电线积冰量表明,10 m 的电线积冰量东西和南北方向在 14:00 都达到最大;5 m 的南北方向在 14:00 最大,东西方向的在 08:00 最大,而 20:00 南北和东西方向电线积冰量都最小。对比 2 种不同直径的电线积冰观测资料发现,L400 的电线积冰量比 L185 的要大,表明电线的直径越大,越容易出现积冰。

3 电线积冰量的极值分布

2008 年 1 月 19 日,该站出现了整个冰冻季节的电线积冰极值(表 2)。L185 型电线在 10 m 高度、南北方向的积冰重量达到 160 g/m,东西方向的

积冰重量达到 172 g/m。L400 型电线在 10 m 高度、南北方向的积冰重量达到 268 g/m,东西方向的积冰重量达到 280 g/m。L185 型电线积冰的 6 项指标在 10 m 处的最大值分别为 64、36、160、60、34、172;5 m 处的最大值分别为 40、29、92、44、29、68;2 m 处的最大值分别为 31、25、40、32、27、44。10 m 处与 5 m 处的各项指标的差值分别为 24、5、68、16、5、104,南北厚度与东西厚度的差值一致;5 m 处与 2 m 处的各项指标的差值分别为 9、4、52、12、2、24,其差值小于 10 m 与 5 m 的差值;可见随着高度的增加,越容易出现电线积冰。

在 L400 型电线积冰中,6 项指标的值都大于 L185 型的,6 项指标在 10 m 处的最大值分别为 70、41、268、71、43、280,与 L185 型的差值分别为 6、5、108、11、9、108,南北重量和东西重量之间的差值相同,南北厚度和东西厚度的差值也相差不大;6 项指标在 5 m 处的最大值分别为 44、34、106、48、35、110,与 L185 型的差值分别为 4、5、14、4、6、42,除最后一项外其余各项差值基本一致;在 2 m 处的 6 项指标的最大值分别为 37、32、56、37、32、60,与 L185 型的差值分别为 6、7、16、5、5、16,各项指标的差值基本一致;表明在一定范围内,电线直径越粗,越有利于电线积冰。

表 2 L185 和 L400 型电线积冰量极值分布

Tab. 2 Extreme value of wire icing for L185 and L400 types

电线型号	观测高度	南北直径 /mm	南北厚度 /mm	南北重量 /(g/m)	东西直径 /mm	东西厚度 /mm	东西重量 /(g/m)
L185	10 m	64	36	160	60	34	172
	5 m	40	29	92	44	29	68
	2 m	31	25	40	32	27	44
L400	10 m	70	41	268	71	43	280
	5 m	44	34	106	48	35	110
	2 m	37	32	56	37	32	60

4 电线积冰量与气象要素的关系

4.1 1.5 m 处电线积冰与各气象要素关系

在气象站观测场内约 1.5 m 高度,采用直径约 4 mm 的铁丝(8 号铁丝)作为导线,观测近地面不同方向的电线积冰。为了分析积冰量与气象要素的关系,我们对直接影响电线积冰的气温、水汽压、风速 3 个气象要素,进行了相关系数的统计(表 3)。

研究 4 mm 直径电线在 1.5 m 处的积冰和气温、水汽压、风速相关系数表明(表 3),南北直径、南北重量、东西直径及东西重量与气温及水汽压

的相关系数较高,达到 0.3 以上,其中电线积冰量的南北、东西重量和气温的相关性最好,相关系数都在 0.5 左右,通过了 $\alpha = 0.01$ 水平的显著性检验;其次南北(东西)直径、南北(东西)厚度和风速为反相关,相关系数达到 -0.4 ,也通过了 $\alpha = 0.05$ 水平的显著性检验;而水汽压和南北、东西的直径及重量相关性较好,相关系数在 0.3 以上,通过了 $\alpha = 0.05$ 水平的显著性检验;与厚度相关性较差,相关系数为 0.12。比较南北和东西重量与气象要素的相关系数发现,南北重量的相关系数比东西重量的略大。

表3 1.5 m 高度电线积冰与气温、气压及风速的相关系数

Tab.3 Correlation coefficients between wire icing and temperature, pressure and wind speed at 1.5 m height

气象要素	南北直径 /mm	南北厚度 /mm	南北重量 /(g/m)	东西直径 /mm	东西厚度 /mm	东西重量 /(g/m)
气温	0.30	0.12	0.50	0.30	0.11	0.48
水气压	0.34	0.12	0.40	0.35	0.11	0.38
风速	-0.40	-0.42	-0.12	-0.40	-0.40	-0.12

4.2 2 m 处电线积冰与各气象要素关系

研究 L185 电线在 2 m 处的电线积冰与气温、水气压及风速相关系数表明(表 4), 气温与重量相关系数都在 0.4 以上, 通过了 $\alpha = 0.05$ 水平的显著性检验, 与南北重量的关系比东西的略大; 而气温与厚度的相关系数为反相关, 其中与南北厚度的相关系数为 -0.11 , 与东西厚度相关系数很小, 为 -0.03 ; 由相关研究可知^[10,16], 雨淞、雾淞形成的气象条件为 $-5 \sim 0^{\circ}\text{C}$ 之间, 湿度 $> 70\%$ 的微风或静风天气。在此气温阈值内, 气温与电线结冰关系密切, 存在较好的相关关系。水汽压和南北、东西重量的相关系数都达到 0.45, 相关性较好外, 与直径和厚度的相关系数都较小, 相关性弱。风速与直径、厚度、重量的相关系数都比较好, 与直径的相关系数都在 -0.45 以上, 通过了 $\alpha = 0.01$ 水平的显著性检验; 与厚度的相关系数略低, 为 -0.40 , 通过了 $\alpha = 0.05$ 水平的显著性检验; 与重量的相关系数最低, 也在 -0.20 以上。这表明, 风速与直径、厚度、重量为反相关, 当风速越大, 则电线积冰的直径、厚度和重量都越小, 越不利于电线的积冰。L400 型电线的积冰与气温、气压和风速的关系与 L185 具有相似的特征。

4.3 5 m 处电线积冰与各气象要素关系

研究 5 m 高度电线积冰和气温、水气压、风速相关系数表明(表 5), 气温与南北和东西重量相关性最高, 相关系数达到 0.46; 与南北、东西直径相关性较差, 相关系数为 0.11 左右; 与南北和东西厚度为反相关。水汽压和气温相似, 与重量的相关性最好,

相关系数在 0.50 左右, 通过了 $\alpha = 0.01$ 水平的显著性检验; 其次与直径间的相关系数较好, 相关系数在 0.20 以上; 但与厚度直径为弱反相关。风速与直径、厚度及重量间为反相关, 其中与厚度的相关性最好, 其与南北、东西厚度的相关系数分别达到 -0.42 和 -0.43 , 通过了 $\alpha = 0.05$ 水平的显著性检验; 与直径的相关系数略低, 南北、东西的相关系数分别达到 -0.38 和 -0.41 , 通过了 $\alpha = 0.05$ 水平的显著性检验; 与重量的相关系数最小, 南北、东西相关系数分别为 -0.21 、 -0.19 。

4.4 10 m 处电线积冰与各气象要素关系

分析 10 m 高度电线积冰和气温、水气压、风速相关系数表明(表 6), 气温与南北和东西重量的相关性最好, 相关系数分别达到 0.48 和 0.46, 通过了 $\alpha = 0.05$ 水平的显著性检验; 其次为南北直径, 相关系数为 0.25, 与东西直径的相关系数为 0.17; 气温与南北和东西厚度间为反相关, 东西厚度的相关性好于南北厚度, 相关系数为 -0.20 。水汽压与南北和东西重量直接的相关性最好, 相关系数都为 0.52, 通过了 $\alpha = 0.01$ 水平的显著性检验; 与南北、东西直径之间的相关系数为 0.31 和 0.24, 相关性较好; 与南北和东西厚度都为反相关, 相关系数都为 -0.12 。风速与直径、厚度及重量都为反相关, 与厚度的相关性最好, 南北和东西分别达到 -0.37 和 -0.51 (通过了 $\alpha = 0.01$ 水平的显著性检验); 次之为南北和东西直径, 相关系数分别为 -0.28 和 -0.30 ; 与南北和东西重量的相关性较小, 相关系数也分别达到 -0.17 和 -0.25 。

表4 L185 型电线 2 m 高度电线积冰与气温、气压及风速的相关系数

Tab.4 Correlation coefficients between wire icing and temperature, pressure and wind speed at 2 m height (Type L185)

气象要素	南北直径 /mm	南北厚度 /mm	南北重量 /(g/m)	东西直径 /mm	东西厚度 /mm	东西重量 /(g/m)
气温	0.05	-0.11	0.42	0.02	-0.03	0.41
水气压	0.09	-0.06	0.45	0.08	0.04	0.45
风速	-0.45	-0.40	-0.20	-0.47	-0.40	-0.21

表 5 L185 型电线 5 m 高度电线积冰与气温、气压和风速的相关系数

Tab. 5 Correlation coefficients between wire icing and temperature, pressure and wind speed at 5 m height (Type L185)

气象要素	南北直径 /mm	南北厚度 /mm	南北重量 /(g/m)	东西直径 /mm	东西厚度 /mm	东西重量 /(g/m)
气温	0.11	-0.07	0.46	0.14	-0.15	0.46
水气压	0.20	-0.01	0.53	0.24	-0.08	0.49
风速	-0.38	-0.42	-0.21	-0.41	-0.43	-0.19

表 6 L185 型电线 10 m 高度电线积冰与气温、气压和风速相关系数

Tab. 6 Correlation coefficients between wire icing and temperature, pressure and wind speed at 10 m height (Type L185)

气象要素	南北直径 /mm	南北厚度 /mm	南北重量 /(g/m)	东西直径 /mm	东西厚度 /mm	东西重量 /(g/m)
气温	0.25	-0.15	0.48	0.17	-0.20	0.46
水气压	0.31	-0.12	0.52	0.24	-0.12	0.52
风速	-0.28	-0.37	-0.17	-0.30	-0.51	-0.25

5 小 结

利用华家岭气象站电线积冰的观测资料分析表明,电线积冰量随高度增加而增加,随电线直径增大而增大;在相同高度、相同导线上,不同方向的积冰量与风向有关。电线积冰量与水气压、风速分别呈正相关和反相关。在一定阈值内,电线积冰量和气温存在较好的相关性。对于积冰量与气象要素的回归方程,有待进一步研究建立。

参考文献:

- [1] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京:气象出版社,2003, 92-95.
- [2] 风雪启示录. <http://blog.cctv.com/html/77/825277-37323.html>
- [3] 王凌,高歌,张强,等. 2008年1月我国大范围低温雨雪冰冻灾害分析. I:气候特征与影响评估[J]. 气象,2008,34(4):95-100.
- [4] 黄小玉,黎祖贤,李超,等. 2008年湖南极端冰冻特大灾害天气成因分析[J]. 气象,2008,34(11):47-53.
- [5] 王兴菊,白慧,陈贞宏. 2008年和2011年年初贵州低温雨凇分析[J]. 干旱气象,2012,30(2):237-243.
- [6] 汪学军. 安徽九华山山区雾的气候特征与形成机理[J]. 干旱气象,2012,30(3):374-378.
- [7] 张国庆,张加昆,祁栋林,等. 青海东部电线积冰的初步观测分析[J]. 应用气象学报,2006,17(4):508-510.
- [8] 王守礼,李家垣. 云南高海拔地区电线覆冰问题研究[M]. 昆明:云南科技出版社,1993,101-103.
- [9] 阎同喜. 导线覆冰气象参数的分析研究[J]. 机械管理开发,2006(5):51-52.
- [10] 蒋兴良,孙才新,顾乐观,等. 三峡地区导线覆冰的特性及雾凇覆冰模型[J]. 重庆大学学报(自然科学版),1998,21(2):16-19.
- [11] 尹宪志,张强,胡文超,等. 自动气象站风传感器雨雾凇冻害研究[J]. 高原气象,2011,30(1):837-838.
- [12] 杨军,谢真珍. 电线积冰物理过程与数值模拟研究进展[J]. 气象,2011,37(9):1158-1162.
- [13] 宗志平,马杰. 2008年初冻雨强度变化以及与逆温层特征之间的关系[J]. 气象,2011,37(2):159-160.
- [14] 李登文,杨静,吴兴洋. 2008年低温冰冻雨雪灾害天气过程中贵州电线积冰气象条件分析[J]. 气象,2011,37(2):161-169.
- [15] 袁佰顺,尹宪志,徐启运,等. 自动气象站风传感器防冻控制电路设计[J]. 干旱气象,2009,27(1):88-91.
- [16] 孙才新,蒋兴良,熊启新,等. 导线覆冰及其干湿增长临界条件分析[J]. 中国电机工程学报,2003,23(3):42-44.
- [17] 吴爱敏. 2008年1月陇东黄土高原阴雪低温异常天气分析[J]. 干旱气象,2011,29(4):478-479.
- [18] 王文,蔡晓军. 二郎山电线覆冰厚度序列的重建[J]. 干旱气象,2010,28(1):25-29.
- [19] 刘维成,陶健红,邵爱梅. 甘肃和广东2008~2011年闪电特征对比[J]. 干旱气象,2012,30(4):588-590.
- [20] 贾小琴,尹宪志,任余龙,等. 甘肃临夏地区近43a来的气候特征[J]. 干旱气象,2012,30(2):249-253.
- [21] 王清川,寿绍文,许敏,等. 河北省廊坊市初冬雨雪相变特征及预报指标初探[J]. 干旱气象,2012,30(2):276-279.

(下转至 549 页)

Diagnostic Analysis on the Short – term Cloudburst in Qingyang of Gansu Province on July 21, 2012

LU Yaqi^{1,2}, WANG Jian², JIAO Meiling²

(1. Lanzhou Institute of Arid Meteorology, CMA, Key Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing
Disaster of Gansu Province, Key Open Laboratory of Arid Climatic Change and Disaster Reduction,
CMA, Lanzhou 730020, China; 2. Qingyang Meteorological Bureau of Gansu Province, Qingyang 745000, China)

Abstract: The regional cloudburst in Qingyang on July 21, 2012 was the most severe rainfall event since the meteorological station of Huanxian County was established in 1957, which resulted in a significant property loss and people casualty. Thus, based on the conventional data from the automatic station and the historical similar cases of cloudburst, detailed analysis and investigation were carried out in this paper. The results are as follows: accompanied with the surface cold front moving eastward, the speed of the upper – level trough blocked by the west Pacific subtropical high was slowed down, and the cold air over Lake Baikal was abundantly accumulated at between two high pressures, which established the foundation for the severe rainstorm process. Before the typhoon “Vicente” landing, due to the presence of the strong pressure gradient between typhoon depression and subtropical high, the southward low – level jet leading to Qingyang area was established and enhanced, which provided a plenty of water vapor for the cloudburst. Under the influence of positive vorticity advection in front of the upper trough, there was obvious subtropical convergence in the middle and lower troposphere, which consequently formed violent ascending motion. The ascending motion of warm and humid air from the low – level triggered the explosion of unsteady energy at the convection, and further formed local severe convection and heavy rain. At last, the mesoscale convective systems that caused the regional cloudburst in Qingyang originated from the development of lower – level vortex in Hetao. When the mesoscale vortex moved to the east and northeast, its scale was distinctly enlarged and the lower – level of the whole system exhibited obvious cyclonic shear and cyclonic vorticity. Consequently, the eastern moving and enhancement of the entire mesoscale convective systems caused the regional cloudburst in Qingyang under suitable environment.

Key words: cloudburst; low – level jet stream; meso – microscale systems; long distance influence of the typhoon; Qingyang

=====

(上接第 534 页)

The Variation of Wire Icing in Huajialing in 2008 and Analysis of Its Meteorological Conditions

YIN Xianzhi^{1,2}, REN Yulong², YANG Zihe², YANG Wenyue², HUANG Chengxiu²

(1. Lanzhou Institute of Arid Meteorology, CMA, Lanzhou 730020, China;
2. Linxia Meteorology Bureau of Gansu Province, Linxia 731100, China)

Abstract: Wire icing is a serious meteorological disaster, which has attracted increasing public attentions since 2008. In this paper, the variations of wire icing for different heights, directions and wire diameter were analyzed by employing the observational data of wire icing at the weather station of Huajialing in Gansu Province from October 2007 to January 2008, when snow rainfall disaster occurred in South – China. Combined the meteorological data, the relationship between wire icing and some meteorological elements, such as temperature, vapor pressure and wind speed, was established. The results show that the amount of wire icing increased with the heights and diameters of the wire. As for the wire at a given height, it was related to the wind directions. In addition, the amount of wire icing showed a positive correlation with vapor pressure, and a negative correlation for wind velocity. In a certain threshold, there was a good correlation between icing and temperature.

Key words: wire icing; weather conditions; glaze rime