

文章编号: 1006-4354 (2013) 01-0030-05

华山电线积冰日气象条件

吴素良, 王琦, 张文静

(陕西省气候中心, 西安 710014)

摘 要: 选用华山气象站 1980—2008 年电线积冰观测资料, 将其转换为标准冰厚, 并与每日 4 次温度、湿度、水汽压、风速、降水量等进行相关分析。结果表明: 华山标准冰厚为 0~20 mm。积冰主要为 5 mm 以下, 出现频率达 87.56%。风速为 2.1~8 m/s, 积冰出现频率达 75.72%。15 mm 以上积冰只出现在日平均风速为 1.1~16 m/s 时, 并以 4.1~8 m/s 出现频率最大, 为 0.45%, 占该厚度的 60%。出现积冰时的水汽压(日 4 次水汽压中的最大值)多为 3.1~7 hPa, 15 mm 以上积冰只出现在水汽压为 4.1~8 hPa 时。出现积冰的湿度多为 81%~100%; 15 mm 以上积冰也出现在该湿度范围内。当 20—08 时降水量为 5 mm 以下, 华山积冰出现频率达 91.03%; 15 mm 以上积冰出现在降水量为 0.1~20 mm 时, 并以 5.1~20 mm 频率最大。华山积冰时, 14 时气温主要为-9.9~5 °C, 积冰频率达 88.24%。15 mm 以上的积冰也出现在该温度范围内, 并以-4.9~0 °C 间频率最大, 为 0.45%。华山 14 时气温为-4.9~0 °C、日平均湿度为 90%~100% 时, 积冰出现频率最大, 为 25.41%, 大于四分之一, 其中出现 5 mm 以下积冰的频率为 21.19%。15 mm 以上积冰主要出现条件为-4.9~0 °C、湿度 90% 以上, 出现频率为 0.45%, 占该厚度的 66%。

关键词: 电线积冰; 积冰厚度; 气象条件

中图分类号: P426.33

文献标识码: A

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^[1]。电线积冰会造成严重的经济损失。2008 年 1 月中旬至 2 月中旬, 我国大部尤其南方地区发生了大范围持续性低温雨雪冰冻极端灾害天气, 受灾人口达 1 亿多人, 直接经济损失超过 1 500 亿元^[2]。其中, 电线积冰过载引起断线倒塔事故导致大范围停电、停产、电力机车停运等, 造成极大损失。由此引起电力、交通、气象等行业以及政府部门的重视, 加强了这方面的投入与研究。

电线积冰的研究主要集中在积冰观测^[1,3]、分析研究^[4-8]、积冰模拟^[9-12]等。电线积冰的应用研究主要集中在电力行业, 主要涉及积冰厚度及其与高度、线径、海拔、地形与小气候的关系, 涉及冰厚极值及其区划^[13-15]等。避免积冰灾害的措施通常为: 线路应尽量避免开重冰区; 选择合理设计标准、参数; 除冰与融冰等。

在陕西, 电线积冰主要集中在高海拔地区。华山站是陕西省积冰极值最大、积冰出现最多的台站。通过分析华山站积冰日的标准冰厚的气象条件, 计算各积冰厚度段出现频率, 进而给出不同气象条件下电线积冰厚度出现的频率, 可作为相关决策和积冰预报的参考依据。

1 资料与方法

1.1 电线积冰观测资料

气象站积冰观测通常在 2 m 高电线积冰架上进行。电线积冰架一般由两组支架组成, 一组呈南北向, 一组东西向。采用直径约 4 mm、长 100 cm 的铁(钢)丝作为导线。有电线积冰观测任务的气象站, 须视机测定每一次积冰过程的最大直径和厚度, 以 mm 为单位, 取整数。当所测单纯雾凇的直径达到 15 mm 以及雨淞、湿雪冻结物或包含雾凇的混合积冰直径达到 8 mm 时, 尚须测定一次积冰最大重量, 单位为 g/m, 并取整数^[1]。

收稿日期: 2012-11-05

作者简介: 吴素良 (1963—), 男, 安徽萧县人, 高工, 从事气候应用与大气环境影响评价。

华山站站号 57046，北纬 34.48°，东经 110.08°，海拔 2 065 m。华山站电线积冰资料选取时段为 1980—2008 年。

1.2 气象观测资料

选取华山气象站 1980—2008 年积冰观测当日 02、08、14、20 时 4 次气温、湿度、水汽压、降水量、风速资料，以及日最高、最低气温。

1.3 气象站标准积冰厚度

气象上标准冰厚的定义：把单位长度（1 m）电线上，实际积冰量相当于标准密度（常取 0.9 g/cm³）均匀覆裹于标准铁丝（8 号，直径 4 mm）上的冰层厚度称为标准冰厚。

根据上述定义，已知实际冰重 p （单位：g/m），电线直径 Φ （单位：mm），标准密度 ρ （单位：0.9 g/cm³），则标准冰厚 b （单位：mm）可由公式（1）求出

$$b = (p/\rho\pi + \Phi^2/4)^{0.5} - \Phi/2。$$
（1）

对于只有直径与厚度的积冰资料，可先用有积

冰重量、尺寸的资料计算不同类别积冰的平均密度，再根据积冰的类别取其平均密度，结合积冰的直径与厚度推算冰重，最后由（1）式求出标准冰厚。

1.4 方法

根据电线积冰的重量计算标准积冰厚度；通过统计分析不同气象条件下标准冰厚出现的频率，确定积冰日标准冰厚与气象条件的关系。

2 标准积冰厚度与气象条件的关系

2.1 风速

华山气象观测站是陕西省海拔最高的具有电线积冰观测项目的气象站。华山最大积冰厚度与日平均风速的关系见表 1。可以看出，积冰厚度主要在 5 mm 以下，出现频率达 87.56%。当日平均风速为 2.1~8 m/s，积冰出现频率达 75.72%。出现 15 mm 以上积冰的日平均风速为 1.1~16 m/s，并以风速为 4.1~8 m/s 时，出现频率最大，为 0.45%，占出现 15 mm 以上积冰的 60%。

表 1 华山最大积冰厚度与日平均风速的关系 %

积冰厚度/mm	风速/（m/s）							合计
	≤0.5	0.6~1	1.1~2	2.1~4	4.1~8	8.1~16	16.1~32	
[0, 5)	1.51	2.34	11.16	27.75	36.73	7.99	0.08	87.56
[5, 10)	0	0.15	0.15	3.17	4.90	0.53	0	8.90
[10, 15)	0	0.08	0.07	0.83	1.73	0.08	0	2.79
[15, 20)	0	0	0.08	0.15	0.45	0.07	0	0.75
合计	1.51	2.56	11.46	31.90	43.82	8.67	0.08	100

2.2 水汽压

华山日最大积冰厚度与日最大水汽压（日 4 次水汽压中的最大值）的关系见表 2。可以看出，出现积冰时的水汽压多为 3.1~7 hPa，出

现积冰频率达 82.96%。15 mm 以上积冰只出现在水汽压为 4.1~8 hPa 时，并以水汽压为 7.1~8 hPa 时的频率最大，为 0.30%，占 15 mm 以上积冰的 40%。

表 2 华山最大积冰厚度与日最大水汽压的关系 %

积冰厚度/mm	水汽压/hPa											合计
	1~2	2.1~3	3.1~4	4.1~5	5.1~6	6.1~7	7.1~8	8.1~9	9.1~10	10.1~11	11.1~12	
[0, 5)	0.08	3.92	14.56	24.28	20.51	13.95	6.71	2.19	0.98	0.15	0.08	87.56
[5, 10)	0	0.08	1.36	2.56	2.04	1.58	0.68	0.23	0.08	0.23	0	8.90
[10, 15)	0	0	0.23	0.60	0.45	0.83	0.45	0.08	0.08	0.08	0	2.79
[15, 20)	0	0	0	0.15	0.15	0.15	0.30	0	0	0	0	0.75
合计	0.08	4.00	16.14	27.60	23.15	16.52	8.14	2.49	1.13	0.45	0.08	100

2.3 温度

华山最大积冰厚度与 14 时气温的关系见表 3。积冰主要出现在 14 时气温为 $-9.9\sim 5\text{ }^{\circ}\text{C}$

时,出现频率达 88.24%。15 mm 以上的积冰也出现在该温度范围内,并以 $-4.9\sim 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 间频率最大,为 0.45%,占 15 mm 以上积冰的 60%。

表 3 华山最大积冰厚度与 14 时气温的关系 %

积冰厚度 /mm	温度/ $^{\circ}\text{C}$									合计
	$-25\sim -20$	$-19.9\sim -15$	$-14.9\sim -10$	$-9.9\sim -5$	$-4.9\sim 0$	$0.1\sim 5$	$5.1\sim 10$	$10.1\sim 15$	$15.1\sim 20$	
[0, 5)	0.08	1.06	6.56	27.53	36.80	12.97	2.49	0.08	0	87.56
[5, 10)	0	0.08	0.83	3.09	3.39	1.36	0.15	0	0	8.90
[10, 15)	0	0	0.38	0.75	1.28	0.30	0.08	0	0	2.79
[15, 20)	0	0	0	0.23	0.45	0.08	0	0	0	0.75
合计	0.08	1.13	7.77	31.60	41.93	14.71	2.71	0.08	0	100

2.4 相对湿度

华山最大积冰厚度与相对湿度的关系见表 4。可以看出,出现积冰的湿度范围多为 81%~

100%,出现频率达 76.17%。15 mm 以上积冰也出现在该湿度范围内,并以 91%~100% 频率最大,为 0.68%,占 15 mm 以上积冰的 91%。

表 4 华山最大积冰厚度与相对湿度的关系 %

积冰厚度/mm	相对湿度/%									合计
	10~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61~70	71~80	81~90	91~100	
[0, 5)	0.3	0.9	1.51	2.11	4.68	5.35	7.99	18.48	46.23	87.56
[5, 10)	0	0	0	0.08	0.08	0.08	0.45	0.90	7.32	8.90
[10, 15)	0	0	0	0	0	0.08	0.23	0.3	2.19	2.79
[15, 20)	0	0	0	0	0	0	0	0.08	0.68	0.75
合计	0.3	0.9	1.51	2.19	4.75	5.51	8.67	19.76	56.41	100

2.5 降水

华山最大积冰厚度与 20—08 时降水量的关系见表 5。积冰主要出现在降水量小于或等于 5 mm

时,出现频率达 91.03%。15 mm 以上积冰出现在降水量为 0.1~20 mm 时,并以 5.1~20 mm 频率最大,为 0.53%,占 15 mm 以上积冰的 71%。

表 5 华山最大积冰厚度与降水量的关系 %

积冰厚度/mm	降水量/mm						合计
	<0.1	0.1~1	1.1~5	5.1~10	10.1~20	20.1~50	
[0, 5)	43.59	21.64	16.59	3.54	1.89	0.30	87.56
[5, 10)	2.56	1.89	2.41	0.68	0.98	0.38	8.90
[10, 15)	0.60	0.68	0.83	0.45	0.23		2.79
[15, 20)		0.08	0.15	0.30	0.23		0.75
合计	46.76	24.28	19.98	4.98	3.32	0.68	100

2.6 温度和湿度

华山最大积冰厚度与日平均湿度、14 时气温的关系见表 6。当温度为 $-4.9\sim 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度

为 91%~100% 时,积冰出现频率最大,为 25.41%,大于四分之一,其中出现 5 mm 以下积冰的频率为 21.19%。出现 15 mm 以上积冰的主

表 6 华山最大积冰厚度与日平均湿度、14 时气温的关系

%

积冰厚度 /mm	温度/° C	相对湿度/%									合计
		10~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61~70	71~80	81~90	91~100	
[0, 5)	—25~—20	0	0	0	0	0	0	0	0.08	0	0.08
	—19.9~—15	0	0	0	0	0.08	0.15	0	0.45	0.38	1.06
	—14.9~—10	0.08	0	0	0.15	0.53	0.30	0.83	2.34	2.34	6.56
	—9.9~—5	0	0.23	0.23	0.83	1.51	1.51	2.71	6.71	13.80	27.53
	—4.9~0	0.15	0.30	0.83	0.75	1.73	2.71	2.87	6.26	21.19	36.80
	0.1~5	0	0.23	0.38	0.30	0.60	0.60	1.21	2.26	7.39	12.97
	5.1~10	0.08	0.15	0.08	0.08	0.23	0	0.38	0.38	1.13	2.49
[5, 10)	—19.9~—15	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08	0.08
	—14.9~—10	0	0	0	0	0	0	0.08	0.15	0.60	0.83
	—9.9~—5	0	0	0	0	0	0	0.15	0.30	2.64	3.09
	—4.9~0	0	0	0	0.08	0.08	0.08	0.08	0.30	2.79	3.39
	0.1~5	0	0	0	0	0	0	0.15	0.08	1.13	1.36
[10, 15)	—14.9~—10	0	0	0	0	0	0	0	0	0.38	0.38
	—9.9~—5	0	0	0	0	0	0.08	0.08	0.15	0.45	0.75
	—4.9~0	0	0	0	0	0	0	0.15	0.15	0.98	1.28
	0.1~5	0	0	0	0	0	0	0	0	0.30	0.30
[15, 20)	—9.9~—5	0	0	0	0	0	0	0	0.08	0.15	0.23
	—4.9~0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.45	0.45
合 计		0.30	0.90	1.51	2.19	4.75	5.51	8.67	19.76	56.41	100

要条件为—4.9~0° C、湿度≥90%，出现频率为0.45%，占15 mm以上积冰的66%。

3 结论

3.1 华山标准冰厚为0~20 mm。积冰主要为5 mm以下，出现频率达87.56%。风速为2.1~8 m/s，积冰出现频率达75.72%。15 mm以上积冰只出现在日平均风速为1.1~16 m/s时，并以4.1~8 m/s出现频率最大，为0.45%，占该厚度的60%。

3.2 出现积冰时的水汽压（日4次水汽压中的最大值）多为3.1~7 hPa，出现积冰频率达82.96%。15 mm以上积冰只出现在水汽压为4.1~8 hPa时，并以水汽压为7.1~8 hPa时的频率最大。出现积冰的湿度范围多为81%~100%，出现频率达76.17%；15 mm以上积冰也出现在该湿度范围内，并以91%~100%频率最大。当20—08时降水量为5 mm以下时，华山积冰出现频率达91.03%；5 mm以上积冰出现在降水量为0.1~20 mm，并以5.1~20 mm频率最大。

3.3 华山积冰时，14时气温主要为—9.9~5

° C，积冰频率达88.24%。15 mm以上的积冰也出现在该温度范围内，并以—4.9~0° C频率最大，为0.45%，占15 mm以上积冰的60%。

3.4 华山14时气温为—4.9~0° C、日平均相对湿度为90%~100%时，积冰出现频率最大，为25.41%，大于四分之一，其中出现5 mm以下积冰的频率为21.19%。15 mm以上积冰主要出现条件为—4.9~0° C、湿度90%以上，出现频率为0.45%，占该厚度的66%。

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，2003：96-100.

[2] 伍东亮, 蒋运志, 夏小曼. 2008年初我国南方低温雨雪冰冻灾害的回顾与反思 [J]. 农技服务, 2008, 25 (10): 159-160.

[3] 中国气象局. 地面气象观测数据文件和记录簿表格式 [M]. 北京：气象出版社，2005：18-31.

[4] 蒋兴良. 输电线路导线覆冰机理和三峡地区覆冰规律及影响因素研究 [D]. 重庆：重庆大学，1997.

文章编号: 1006-4354 (2013) 01-0034-03

基于省市气象骨干网络的带宽管理设计

燕 东 渭

(陕西省气象信息中心, 西安 710014)

摘 要: 针对陕西省省市气象骨干通信网络承载的多业务之间, 存在带宽争用、相互影响的现状, 对比多种不同带宽管理技术, 采用 CBWFQ/LLQ 队列, 制定出适于省市气象骨干网络的带宽管理策略。经过实地测试, 达到了预期的效果。

关键词: 气象; 骨干网; 带宽管理

中图分类号: TP303.07

文献标识码: B

借助“气象监测与灾害预警工程”专项, 全国省级气象部门省市之间骨干通信线路质量和网络设备性能都得到了明显提升。以陕西为例, 目前省局与各市局之间通信线路带宽基本都达到 6 Mbit/s, 网络设备也都更换为企业级路由器, 省、市设备的包转发率分别达 10 Mp/s 和 2 Mp/s。但这些仍然无法完全满足近年来气象业务飞速发展对网络通信系统的要求。因为网络上存在音视频、数据等多种不同的业务流, 不同业务通信考核的标准和要求也不尽相同, 在随机的网络流量出现

时, 不同业务间存在相互影响, 特别是视频与实时数据传输间的矛盾尤为突出。多种数据传输应用对网络带宽的需求往往是有限的带宽无法满足的。多种业务流共享同一条物理通信链路, 带宽的争用就无法避免。要使这种争用可控, 就必须引入一定的策略, 让不同业务按照既定的方案分享有限的网络带宽, 既要保障视频天气会商对带宽的大量占用, 又要保障自动站、雷达等实时考核数据上传对带宽的使用, 同时还应兼顾其他省市间数据共享等业务。

收稿日期: 2012-08-14

作者简介: 燕东渭 (1975—), 男, 陕西周至人, 硕士, 高工, 从事气象信息技术和网络业务管理等。

- [5] 罗宁, 文继芬, 赵彩, 等. 导线积冰的云雾特征观测研究[J]. 应用气象学报, 2008, 19(1): 91-95.
- [6] 吴素良, 蔡新玲, 何晓媛, 等. 陕西省电线积冰特征 [J]. 应用气象学报, 2009, 20 (2): 247-251.
- [7] 曾皓. 青藏高原东部边缘电线积冰的特征及天气成因 [J]. 四川气象, 2004, 24 (3): 4-5.
- [8] Farzaneh M. Ice accretion on high voltage conductors and insulators and related phenomena [J]. Philosophical Transactions of the Royal Society, 2000, 358 (1776): 2971-3005.
- [9] 刘和云, 周迪, 付俊萍, 等. 导线雨淞覆冰预测简单模型研究 [J]. 中国电机工程学报, 2001, 21 (4): 44-47.
- [10] 马明亮, 张国庆. 青海东部一次电线积冰过程的模拟研究 [J]. 青海气象, 2007 (1): 16-19.
- [11] Veal A, Skea A. Method of forecasting icing load by meteorology model [C] //11th International Workshop on Atmospheric Icing of Structures (IWAIS), Montreal, Canada, 2005.
- [12] Brostrom E, Soder L. Modelling of ice storms for power transmission reliability calculations [C] //15th Power Systems Computation Conference, Liege Belgium, 2005.
- [13] 魏其巍. 电线覆冰机理分析及在工程设计中的应用 [J]. 电力建设, 2007, 28 (3): 26-28.
- [14] 吴素良, 范建勋, 姜创业, 等. 兰州至关中电线积冰与导线线径及高度关系 [J]. 应用气象学报, 2010, 21 (1): 63-69.
- [15] 吴素良, 范建勋, 宋丽莉, 等. 陕西冰区划分 [J]. 电网技术, 2010, 34 (4): 152-157.