六盘水地区的导线覆冰

许金义

（贵州省六盘水供电局）

覆冰是危害输电线路安全运行的主要自然灾害之一。贵州省六盘水地区冰害十分严重，1967年1月—1984年2月共出现10次较严重的覆冰，尤其是1984年1—2月出现的特大覆冰，给工农业建设和人民的生活带来了严重的损失。为了与冰害作斗争，有必要了解与探讨覆冰的规律。

一、六盘水地区的气候概况

六盘水地区位于贵州的西部，拔海高度一般在2000米左右，最低在900米，最高在2400米以上。这里山势陡峻、起伏急剧，有“苍山纵横、重峦叠嶂”之称。

贵州属亚热带湿润季风气候，冬无严寒，夏无酷暑，阴雨天多，四季不分明。“一山有四季，十里不同天”。而到冬季，“浓雾似海，一冷便成冰”。

冬季（主要指12月—2月）来自北方的西伯利亚冷气流与南来的东南暖气流势均力敌，加上高山阻挡，常形成不易移动的静止锋，滞留在六盘水地区上空。据气象部门分析，结冰时的云层薄，约100—200米，且只有一层，云层离地面约300—500米。这种云层能使高寒山区出现连续降温（一般为5℃）和连续雾、毛毛雨天气，造成结冰的有利条件，出现稀有的严重冰凌。每逢冰期，冰雪封山，树枝折断，犹如北国（图1，本文图见封二）。

二、导线覆冰的形成及六盘水地区覆冰情况

六盘水地区是全国有名的高海拔重冰区，其覆冰机率之高、覆冰之严重程度是全国罕见的。为了了解导线覆冰规律，我局曾在110千伏水盘线覆冰严重的八大山设立观冰站，并在每次覆冰时，克服行车困难，到现场观测，获得了具有一定参考价值的覆冰照片及参数。

覆冰是大自然的随机变量。导线的覆冰量是导线半径、过冷却水滴直径、含水率、风向、风速、气温及覆冰时间的函数，覆冰过程相当复杂。通过多次观察发现，导线（包括地线）覆冰有其特殊的规律，在连续的降温和雾雨过程中，自然飞落和被风吹到导线上的过冷却水滴冻结成冰，由于导线的回转、摆动、振动等因素的影响，在导线的周围聚集成圆形或椭圆形的冰凌。

（一）冰的形状

六盘水地区导线及杆塔上覆冰的形状基本上有

两种。观测发现，它们的形成与风速和气温等有关。

1.架设在杆塔上的导线由于可以回转的原因，其覆冰形状是圆形或椭圆形，近似于“鸡毛掸”状，“鸡毛”尖迎着风的来向。出现圆形覆冰（图2）时，风速一般较小（约0—4米/秒）。当风速在3—4级时，导线上多数为椭圆形覆冰（图3）。当气温不稳定时，过冷却水滴直径也随之变化，在风垭口处，易出现不规则的混合凇（图4）。

2.当风速约为5—6级时，在不活动的杆塔或拉线上，将出现散射状的覆冰，近似于梳齿状，其“梳齿”迎着风的来向（见图5、6）。

（二）冰的种类

观测发现，覆冰的种类与过冷却水滴直径、风速、气温及附着物（如导线）是否带电等有关。覆冰的种类基本上有四种。

1.雪凇：当雪片接触到导线时，雪片表面上的水膜因降温而冻结在导线上。其形成条件是风速在0—3米/秒、气温在－2℃左右。雪凇质轻而松散，易脱落，比重较小（0.1克/厘米^{3}左右）。雪凇出现的机会较少，对输电线路的危害不大（图7）。

2.雾凇：又称树霜，由较小的过冷却水滴冻结而成。呈乳白色、不透明、近似三角形的小颗粒。形成时风速较小（约5米/秒）、气温低（约－8℃）。因为颗粒间结合不紧密，附着力较差，极易脱落。比重一般在0.2—0.5克/厘米^{3}左右。雾凇出现的机率最高，如持续时间长，对输电线路危害较大。

3.雨凇：又称雨冰，由较大颗粒的过冷却水滴冻结而成。雨凇白色透明而坚硬，有时用木棒敲打也难以脱落，比重较大（约0.9克/厘米^3）。形成时风速较大（约15米/秒），气温一般为－3℃左右。出现机率较少，但对输电线路危害最大。

4.混合凇：又称粗冰，主要是雾、雨混合凇。由于形成雾凇和雨凇的条件交替出现而形成。形成混合凇的过程比较复杂，有时内为雾凇外为雨凇，附着力较差，一打就脱落。也有时雾、雨凇交替结合。比重一般为0.5—0.6克/厘米^3。出现的机率也较少，对输电线路的危害亦很大。

1984年2月29日，六盘水地区又出现了冰凌。当时去水盘线69号观察覆冰情况，发现导线为雾凇，而地线和拉线为雨凇。当时，水盘线已输电，看来冰凌种类与导线是否带电有关。

（三）覆冰资料

1967年1月—1984年2月，共出现10次较大的覆冰，观测得到的覆冰情况列于附表。

三、小　结

1.1967年1月—1984年2月，六盘水地区出现了10次较严重的覆冰期，出现的机率较高（为0.59次/年），是全国覆冰最严重的地区之一。10次中又以1967年1月、1968年2月、1971年1月和1984年1—2月四次覆冰最严重。在这四次覆冰中，1984年1—2月的一次覆冰属特大覆冰。通过较详细的折算，这四次覆冰的冰厚（折算到比重0.9克/厘米^3）在40—60毫米之间。

2.六盘水地区导线的覆冰形状基本上有两种：一是圆形或椭圆形；二是散射形。导线的覆冰种类有四种：一是雪凇；二是雾凇；三是雨凇；四是混合凇。其中雾凇出现的机率较高，占80%左右。

3.六盘水地区实测圆形雾凇最大直径为400毫米；椭圆形雾凇最大长直径为450毫米。实测雾凇比重为0.34克/厘米^{3}和0.5克/厘米^3。实测冰重为10公斤/米、13公斤/米和15公斤/米。

附表　六盘水地区10次覆冰资料

覆冰时间	地点	手段	覆冰形状、类别、比重等
1967.1.2—2.16	六水线227*—228*导线上	目测	圆形雾凇，直径约300毫米，个别地段亦有雨凇
1968.2.3—25	水盘线338*导线上	目测	圆形雾凇，直径约300毫米
1970.12.31—1971.2.8	水盘线193*导线上	实测	椭圆形雾凇，长直径380毫米，比重0.34克/厘米^3
1973.1.3—14	水盘线276*导线上	实测	圆形雾凇，冰重13公斤/米
1974.12.31—1975.1.3	水盘线八大山观冰站模拟线上	实测	圆形雾凇，直径240毫米，最大冰厚680毫米，冰重15公斤/米，冰比重0.5克/厘米^3
1975.12.13—1976.2.3	水盘线276*导线上	目测	圆形雾凇，直径200毫米
1977.1.27—2.9	水盘线69*导线上	目测	圆形雾凇，直径180毫米
1980.2.2—17	水盘线69*导线上	目测	圆形雾凇，直径230毫米，个别地段有雪凇
1983.1	六水线171*导线上	目测	圆形雾凇，直径200毫米
1984.1—2	六盘水地区所有线路	实测	见图2—7，拉线上冰重10公斤/米。推算导线上冰重15公斤/米

《六盘水地区的覆冰》附图

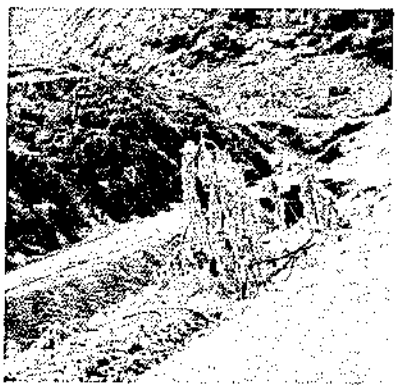


图 1　道路埋没，树枝折断

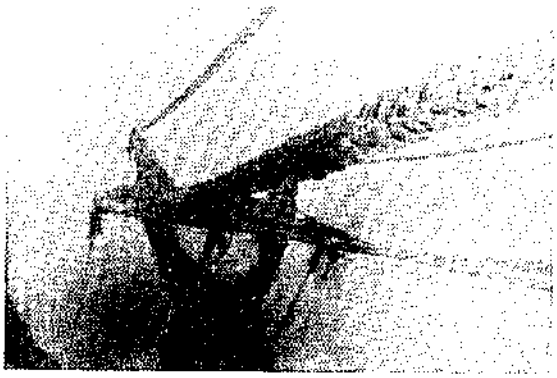


图 2　导线上鸡毛掸状雾凇（直径400毫米）

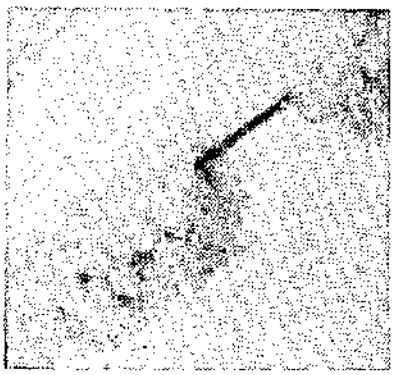


图 3　拉线上椭圆雾
（周长890毫米
长直径400毫米。
因覆冰拉线松弛
严重）



图 4　导线上不规则混合凇（最大长直径450毫米）



图 6　10千伏线路拉线
的散射状雾凇
厚220毫米）

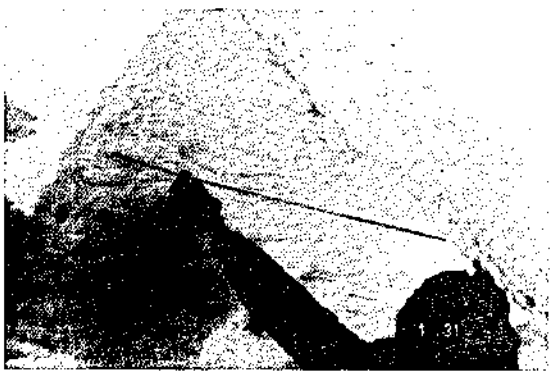


图 5　塔体上的散射状雾凇（冰厚1200毫米）

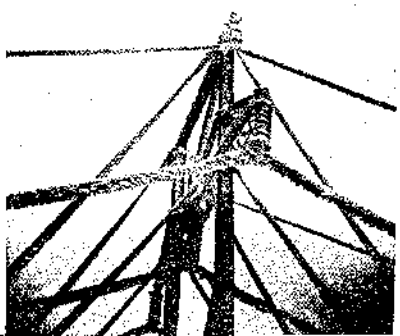


图 7　水盘线上的雪凇