

文章编号: 1007-7588(2013)01-0173-09

江西省风电场气象风险及其特征分析

吴琼¹, 贺志明², 聂秋生¹, 桂保玉¹, 邹海波¹

(1. 江西省气象科学研究所, 南昌 330046; 2. 吉安市气象局, 吉安 343000)

摘要:为找出江西省风电场运营的气象灾害风险,保障其风电场的安全运营,本文利用江西省1959年-2009年87个气象站温度、雷暴、积冰、气象灾情、热带气旋等资料分析了江西省风电场的气象风险及其特征。研究表明:低温、台风对江西省风电场基本不构成危害;江西省风电场的主要气象风险是雷暴和积冰。江西省雷暴发生频率较高,年均雷暴日数由北向南逐渐增加,山地多平原少,沿江或沿湖地区较少,内陆较多。8月达到最高值,冬季最少;高山地区积冰日数、积冰直径、重量明显高于其它地区,庐山年均积冰日数为77天,极端最大积冰直径为175、266mm,最大积冰重量高达(3.4~5.4)kg/m。在影响风电场的诸多气象风险中,积冰是目前较难解决的问题。

关键词:气象风险;风电场;雷暴;积冰;江西省

1 引言

《江西省“十二五”新能源与可再生能源产业发展规划》显示,江西省“十二五、十三五”期间规划装机总容量1654 MW。“十二五”期间,江西省风能资源的开发主要以鄱阳湖陆地和高山为主,规划建成装机容量764 MW。“十三五”期间,继续开发陆地和高山风能资源并全面开发湖区浅滩风能资源,规划建成装机容量806MW,江西省风能资源开发稳步有序前行。

但是,风电场运营受气象条件影响较为明显,在雷击、低温、沙尘暴、台风、积冰等恶劣天气条件下,风电场运营会遭遇一定的风险。不同地区的气象风险有所不同:我国东南沿海地区是我国风能资源丰富的地区之一,而此地区正是以热带气旋(又称台风)影响最为严重地区,广东汕尾、广东南澳、温州苍南鹤顶山等沿海风电场多台风甚至全部风机受到损害;在我国东北、华北、西北地区,低温成为影响风电场安全运营的重要因素^[1];江西省上犹风打坳、双溪及泰和水槎等高山风场测风塔由于长时间凝冻天气,使积冰在下风向积累,造成了铁

塔的倒塌;多年以来德国风电场每100风机年的雷击数基本维持在10%左右;另外调查结果还表明在所有引发风电机组故障的因素中,外部因素如风暴、结冰、雷击以及电网故障等占16%以上,其中雷击事故约占4%^[2]。

关于风电场运营过程中低温、雷电、台风、积冰等气象因素的影响,有关学者开展了一些研究工作。张礼达等^[1-2]从理论上分析了热带气旋、低温及积冰、雷暴,强沙尘暴等气象灾害对风电机组的影响,并提出相应的措施。赵海翔等^[3]对风电机组的雷击过程、雷击损坏机理以及防雷措施进行了较全面的阐述。李谦等^[4]以海南东方风电场为例详细地分析了雷电对风电机组各部位所造成的影响。杨世刚等^[5]、易燕明等^[6]分析了雷电时空分布特征及雷电对经济、人员等造成的伤害。宋丽莉等^[7]分析发现,在登陆我国的热带气旋中,有55.5%可为风力发电带来良好效益,但也有3成的登陆热带气旋将对风电场造成破坏,强烈的湍流扰动可能是导致风力机断裂损坏的主要原因。张容焱等^[8-9]分析影响中国沿海地区热带气旋(TC)路径、强度、风力的气

收稿日期: 2012-05-18; 修订日期: 2012-10-19

基金项目: 中国气象局业务试点项目:“风电场选址和风电场保障业务系统”(项目批号:中气函[2006]79号文);江西省科技厅项目:“鄱阳湖区风能资源详查与特性研究”(编号:2009AE01800);国家发改委和中国气象局项目《江西省风能资源综合评估》(项目批号:气发[2008]297号);江西省气象科技创新基金(批复文号:赣气研发[2007]20号)。

作者简介: 吴琼,女,硕士,工程师,主要从事气候资源、中尺度模式研究。E-mail: zhanghen11111@163.com

2013年1月

成电力系统毁坏的情况,如2009年8月,庐山强雷电造成移动通讯基站损坏2台,供电变压器损坏2个。2006年6月东乡县共有6台变压器被雷击,王桥镇1个变电站被雷击损坏,通信设备微机5台损坏。在风电场和输电线路的选址、布局、规划设计中,必须充分考虑雷电可能造成的危害。

3.1.2 雷暴的分布特征 由图2可知,我省最南端年雷暴日数高达70~77天,赣南山地地区,年雷暴日数主要集中在63~70天左右,我省北部年雷暴日数较少,约为50天左右,鄱阳湖的北部年雷暴日数基本不超过40天,我省南昌县、上饶、鹰潭等部分地区年雷暴日数仅为20天左右。总体来说,我省雷暴出现日数由北向南逐渐增加,山地多平原少,沿江或沿湖地区较少,内陆较多。

由于目前我省风电场的开发主要集中在鄱阳湖地区,因此鄱阳湖地区的雷暴分布对我省风电场建设的影响最大。利用江西省地闪观测资料分析了2006年-2008年鄱阳湖地区雷电分布特征,得出:鄱阳湖地区雷电总数占全省雷电总数的31.81%,湖区一年中闪电主要出现在6月-8月份,一天内闪电次数主要集中在下午15时-18时。湖区出现闪电的概率比非湖区出现闪电的概率要大。鄱阳湖区的闪电分布情况整体呈西多东少,南多北少的特征,主要集中在湖体的南端及其东南部鄱阳湖东南岸附近地区,湖面、湖区东部及其以东地区出现雷电的次数特别的少,没有特别明显的高数值中心。

3.1.3 雷暴的季节变化 统计1959年-2009年江西省全省各气象站各月出现的年平均雷暴日数,得出:我省各气象站雷暴出现日数总和基本呈单峰型变化,夏季发生日数较多,8月发生日数达到全年中的最高值,约为1009天。冬季最少,11月、12月、1月发生日数均不足30天,其中12月最少,约为13天。这是因为,雷暴必定产生在强烈的积雨云中,夏季,由于太阳辐射的能量较大,使得大气高低层能量相较于其它季节更不平衡,大气层结较不稳定,且夏季西南暖湿气流所带来的水汽十分充沛,因此,相对于其它季节,夏季更容易产生强的对流



图2 1959年-2009年年均雷暴日数分布

Fig.2 50-years average thunderstorm days distribution from 1959 to 2009

性天气,从而使得雷暴产生机率远高于其它季节。

3.1.4 雷电对江西省风电场开发的影响 综上所述,江西省属于雷电发生频率较高的地区,近50年全省雷暴年均日数约为49~70天,山地多平原少,沿江或沿湖地区较少,内陆较多,但近几年来,鄱阳湖区雷电发生频次高于南部地区,雷电发生较频繁。在风电场的选址和可行性研究中,雷暴仍是我省危害风电场运行的一个重要因素。

3.2 积冰影响分析

积冰是雨淞、雾淞及二者混合体凝附或湿雪冻结在物体上形成的,积冰在增长过程中还可能有几种积冰交替积聚而形成混合积冰。

3.2.1 积冰的危害 对风电场来说,积冰是威胁风电场安全运行的重要因素。当风机叶片表面大量积冰时,会造成叶片负载增加,同时使粗糙度增大,从而降低翼型的气动性能,影响到机组的正常运行。另外,风力机常规测风仪中的风杯被冻结,可导致测风数据不准,影响风力机正常发电。风标被冻结则将影响风力机主动偏航^[1]。

积冰对输电线路也有很大的危害。电线积冰不仅增加了导线、杆塔等的荷载,而且扩大了线路的受风面积,使得风荷载增加,严重时会导致跳头、扭转甚至拉断或结构倒塌等事故。江西省发生了大量因积冰而导致电线、电杆倒塌的事件。因连续的雨雪冰冻天气,2008年2月,萍乡市倒塌电线杆2.12万余杆;永新县电力设施严重受损,10kV线路倒杆178根,覆冰断线150处,被树压倒线路426处;安福县线路倒断杆594基,线路断路2721处,停电配电台区833个,损坏配备变压器9台,超过50km的传输和电力线路受损。在风电场、输电线路规划设计中,积冰也是一个很重要的气象参数。

3.2.2 地理分布特征 由图3可知:积冰日数由北向南递减,高山积冰日数明显高于其它地区。赣南地区年均积冰日数较少,仅为5~10天,赣北年均积冰日数约为20~30天,其它大部分地区积冰日数为10~20天。其中,庐山(1164.5m)年均积冰日数约为77天,井冈山(海拔843m)年均积冰日数约为33天。

3.2.3 积冰的季节变化 统计1959年-2009年江西省19个有积冰观测的气象站各月出现的年平均积冰日数可知,我省积冰出现日数基本呈U型变化,一般从11月份开始出现,4月份基本结束。1月、2月份为积冰高发月份。1月发生日数达到全年中的最高值,全省各气象站年均结冰日数总和达到650天左右。

3.2.4 积冰直径的分布特征 统计1959年-2009年间有积冰直径记录的气象站的极端最大积冰直径,得出表1、表2、图4。图中年份和直径的数据中,左侧的数据代表东西向的极端最大积冰直径出现的年份和直径,右侧的数据代表南北向的极端最大积冰直径出现的年份和直径。由图4可知:除高山地区外,我省大部分地区极端最大积冰直径约为10~60mm,我省有记录的19个气象站中,极端最大积冰直径小于10mm的气象站有1个,直径为10~20mm的气象站有4个,直径为20~40mm的气象站有6个,直径为40~60mm的气象站有7个。高山地区极端最大积冰直径明显高于其它地区,庐山



图3 1959年-2009年年均积冰日数分布图

Fig.3 50-years average ice days distribution (from 1959 to 2009)

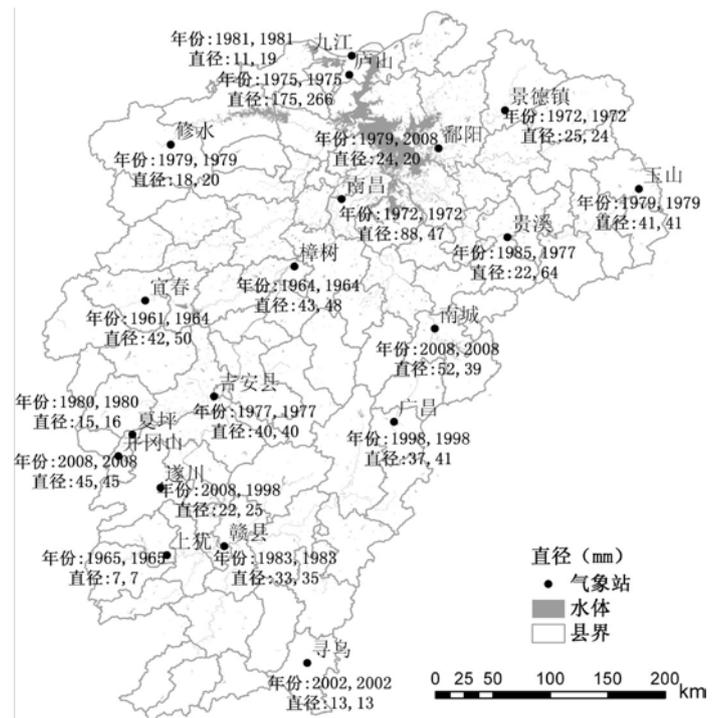


图4 1959年-2009年最大积冰直径及出现年份

Fig.4 The extreme maximum ice diameters and the year appear from 1959 to 2009

表1 1959年-2009年东西向月最大积冰直径分布

Table 1 The distribution of extreme maximum ice diameters of east-west direction from 1959 to 2009 (%)

| 气象站 直径(mm) | 0~5 | 5~10 | 10~20 | 20~40 | 40~70 | 70~110 | 110~150 | 150~200 | 200~250 | 250~300 |
|------------|------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 修水 | 25.0 | 62.5 | 12.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 宜春 | 28.6 | 47.6 | 0 | 19.0 | 4.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 吉安县 | 35.0 | 40 | 20 | 5.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 夏坪 | 25.0 | 66.7 | 8.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 井冈山 | 27.3 | 50 | 13.6 | 4.5 | 4.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 遂川 | 0 | 76.9 | 7.7 | 15.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 上犹 | 0 | 100.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 赣县 | 0 | 56.2 | 31.2 | 12.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 九江 | 28.6 | 57.1 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 庐山 | 3.0 | 19.1 | 35.7 | 25.7 | 12.6 | 3.0 | 0 | 0.9 | 0 | 0 |
| 鄱阳 | 22.2 | 50.0 | 22.2 | 5.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 景德镇 | 0 | 85.7 | 7.1 | 7.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 南昌 | 22.7 | 36.4 | 31.8 | 0 | 4.5 | 4.5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 樟树 | 5.6 | 55.6 | 27.8 | 5.6 | 5.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 贵溪 | 11.8 | 64.7 | 17.6 | 5.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 玉山 | 13.3 | 60 | 20 | 0 | 6.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 南城 | 23.5 | 35.3 | 17.6 | 17.6 | 5.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 广昌 | 10.5 | 42.1 | 36.8 | 10.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 寻乌 | 33.3 | 33.3 | 33.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表2 江西省1959年-2009年南北向月最大积冰直径分布

Table 2 The distribution of extreme maximum ice diameters of south-norht direction from 1959 to 2009 (%)

| 气象站 直径(mm) | 0~5 | 5~10 | 10~20 | 20~40 | 40~70 | 70~110 | 110~150 | 150~200 | 200~250 | 250~300 |
|------------|------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 修水 | 27.1 | 62.5 | 10.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 宜春 | 28.6 | 47.6 | 4.8 | 9.5 | 9.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 吉安县 | 30.0 | 50.0 | 10.0 | 10.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 夏坪 | 25.0 | 66.7 | 8.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 井冈山 | 27.3 | 50.0 | 13.6 | 4.5 | 4.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 遂川 | 0 | 69.2 | 15.4 | 15.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 上犹 | 0 | 100.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 赣县 | 0 | 64.7 | 23.5 | 11.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 九江 | 42.9 | 42.9 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 庐山 | 3.0 | 18.3 | 30.0 | 31.3 | 9.6 | 6.5 | 0.9 | 0 | 0 | 0.4 |
| 鄱阳 | 33.3 | 38.9 | 27.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 景德镇 | 0 | 85.7 | 7.1 | 7.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 南昌 | 30.0 | 45.0 | 15.0 | 5.0 | 5.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 樟树 | 5.3 | 63.2 | 15.8 | 10.5 | 5.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 贵溪 | 11.1 | 61.1 | 16.7 | 5.6 | 5.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 玉山 | 13.3 | 53.3 | 26.7 | 0 | 6.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 南城 | 22.2 | 38.9 | 27.8 | 11.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 广昌 | 10.5 | 47.4 | 31.6 | 5.3 | 5.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 寻乌 | 33.3 | 33.3 | 33.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

(海拔1164.5m)极端最大积冰直径为175、266mm。

3.2.5 积冰重量的分布特征 由图5可知:我省极端最大积冰重量各地区差异明显,全省极端最大积冰

重量最小的为8g/m(景德镇),最大的为5432g/m(庐山),庐山由于海拔较高,其积冰重量明显高于其它地区,1975年,庐山最大积冰重量高达(3.4~5.4kg)/

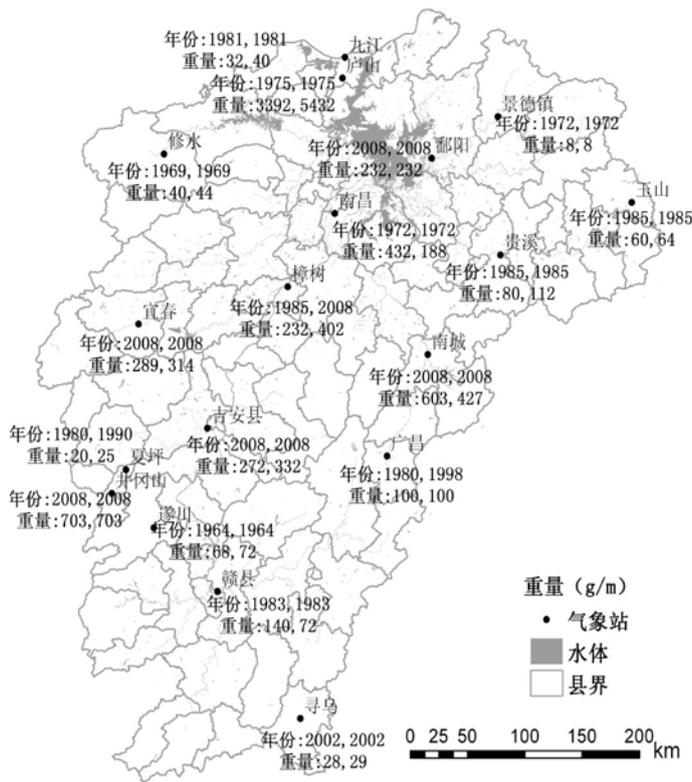


图5 1959年-2009年最大积冰重量及出现年份

Fig.5 The extreme maximum ice weights and the year appear from 1959 to 2009

m。井冈山最大积冰重量也较大,为703g/m。其它地区最大积冰重量主要集中在(100~500)g/m。

统计1959年-2009年间各气象站月最大积冰重量的分布情况,得出表3和表4。由表3和表4可知:除高山地区外,我省其它地区均未发生积冰重量大于650g/m的情况,积冰重量各个地区差异较大,但主要集中在(0~150)g/m,占了总数的55%以上,其中,修水、夏坪、遂川、赣县、九江、景德镇、玉山、广昌、寻乌、贵溪等10个气象站均未出现积冰重量大于150g/m的现象,鄱阳、吉安县、宜春、南昌、南城等5个气象站积冰重量为(0~150)g/m的次数占总数的80%以上,井冈山、庐山等高山站积冰重量为(0~150)g/m的次数也占总数的55%以上。庐山站积冰重量大于950g/m的现象较少,不超过总数的5.5%。

3.3 低温天气的影响

低温是影响风电场安全运营的重要因素。低温下发电机组的运行状况、零部件的性能、机组的可维护性等方面都将发生变化,在风机设计中,一般当环境温度低于 -30°C 时,风机将自动停机。有

些类型的风力发电机组在环境温度低于 -20°C ,风速超过额定值以后的正常运行中会产生无规律的、不可预测的叶片瞬间振动现象,影响机组正常发电,或者造成机组停机,并且极易导致叶片裂纹。另外,风电机组所使用的润滑油受温度影响也十分明显,油品在低温时其粘度越大,流动性变得很差,需要润滑的部位可能得不到充分的油量供应,致使机组难以运转,进而危及设备的安全运行^[4]。

江西省近50年最低气温约为 $-4\sim-19^{\circ}\text{C}$,我省北部近50年最低气温约为 $-14\sim-10^{\circ}\text{C}$,南部约为 $-6\sim-10^{\circ}\text{C}$ 。极端低温基本由北至南逐渐增加。其中彭泽在1969年达到50年来江西省最低气温 -19°C 。由于赣南地区气象站均位于县城,该区域气象站所测得的温度不足以代表赣南山地的温度,庐山气象站作为我省为数不多的高山站,观测场高度为1164.5m,近50年最低温度为 -17°C (图略)。由此可见,江西省近50年最低气温从未超过 -20°C 。低温对江西风电场的危害有限。

3.4 热带气旋对江西省风电场开发的影响

3.4.1 热带气旋的危害 热带气旋能量很大、常常伴随狂风、暴雨、风暴等强烈的天气,不少热带气旋都伴有12级以上的大风区。由于我省处于内陆地区,热带气旋登陆后,由于受到陆地摩擦力的影响,风力明显减弱,对我省风电场风机的危害较小。但其伴随的暴雨洪水常使建筑物、输电线路等地面设施遭受严重破坏。如2006年7月受5号台风“格美”外围影响,南康县电力通输电线路损坏153.2km;2005年9月受台风“泰利”影响,星子县电线杆974根受损。

3.4.2 热带气旋对江西省风能资源的影响 从1949年到2005年57年间,进入鄱阳湖区的“直接影响的热带气旋”共有67个,平均每年1.18个,每年影响个数差别很大,最多一年出现5个,有些年份则没有影响鄱阳湖区的热带气旋出现。影响鄱阳湖的热带气旋,从福建登陆的最多,达31个,其中5个为首次登陆,有26个是先登陆台湾,之后再次登陆福建;其次为台湾,有28个;登陆广东、浙江的分别均为19个和15个,登陆上海的仅有2个。从时间上看,影

表3 江西省1959年-2009年东西向月最大积冰重量分布

Table 3 The distrinution of extreme maximum ice weights of east-west direction from 1959 to 2009

(%)

| 重量(g/m) 气象站 | 0~10 | 10~20 | 20~40 | 40~70 | 70~150 | 150~ 350 | 350~ 650 | 650~ 950 | 950~ 1500 | 1500~ 2500 | 2500~ 4000 | 4000~ 6000 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| 修水 | 16.7 | 16.7 | 66.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 宜春 | 0 | 42.9 | 14.3 | 14.3 | 14.3 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 吉安县 | 11.1 | 22.2 | 22.2 | 11.1 | 22.2 | 11.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 夏坪 | 0 | 100.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 井冈山 | 12.5 | 0 | 12.5 | 25.0 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 遂川 | 12.5 | 37.5 | 12.5 | 37.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 赣县 | 30.0 | 10.0 | 40.0 | 10.0 | 10.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 九江 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 庐山 | 0 | 6.4 | 16.7 | 17.2 | 18.6 | 25.0 | 7.8 | 5.9 | 2.0 | 0 | 0.5 | 0 |
| 鄱阳 | 0 | 22.2 | 66.7 | 0 | 0 | 11.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 景德镇 | 100.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 南昌 | 16.7 | 0 | 16.7 | 16.7 | 33.3 | 8.3 | 8.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 樟树 | 0 | 0 | 28.6 | 0 | 28.6 | 42.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 贵溪 | 0 | 33.3 | 0 | 33.3 | 33.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 玉山 | 0 | 25.0 | 50 | 25.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 南城 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 0 | 20.0 | 0 | 20.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 广昌 | 15.4 | 23.1 | 30.8 | 7.7 | 23.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 寻乌 | 0 | 66.7 | 33.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表4 江西省1959年-2009年南北向月最大积冰重量分布

Table 4 The distrinution of extreme maximum ice weights of south-norht direction from 1959 to 2009

(%)

| 重量(g/m) 气象站 | 0~10 | 10~20 | 20~40 | 40~70 | 70~150 | 150~ 350 | 350~ 650 | 650~ 950 | 950~ 1500 | 1500~ 2500 | 2500~ 4000 | 4000~ 6000 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| 修水 | 16.7 | 33.3 | 33.3 | 16.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 宜春 | 14.3 | 28.6 | 14.3 | 14.3 | 0 | 28.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 吉安县 | 22.2 | 33.3 | 11.1 | 22.2 | 0 | 11.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 夏坪 | 0 | 66.7 | 33.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 井冈山 | 12.5 | 0 | 12.5 | 25.0 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 遂川 | 12.5 | 37.5 | 12.5 | 25.0 | 12.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 赣县 | 36.4 | 27.3 | 18.2 | 9.1 | 9.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 九江 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 庐山 | 0 | 5.9 | 15.8 | 15.8 | 17.2 | 26.6 | 8.9 | 3.9 | 4.9 | 0.5 | 0 | 0.5 |
| 鄱阳 | 0 | 42.9 | 14.3 | 28.6 | 0 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 景德镇 | 100.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 南昌 | 11.1 | 11.1 | 22.2 | 22.2 | 11.1 | 22.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 樟树 | 0 | 0 | 12.5 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 12.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 贵溪 | 0 | 50.0 | 0 | 25.0 | 25.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 玉山 | 0 | 20.0 | 40.0 | 40.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 南城 | 10.0 | 10.0 | 20.0 | 20.0 | 30.0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 广昌 | 23.1 | 23.1 | 23.1 | 23.1 | 7.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 寻乌 | 0 | 66.7 | 33.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

响鄱阳湖区的热带气旋一般最早的在5月,最迟的在11月,以7月-9月最多,占84.5%。

热带气旋进入江西省后,绝大多数减弱为热带风暴或热带低压,且以后者为主,占87.6%;减弱为热带风暴的只占8.3%;减弱为强热带风暴的更少,仅占4.1%;尚未发现进入江西省后中心附近风力仍有12级以上的台风。热带气旋登陆后中心气压升高极快,再加上沿海至鄱阳湖区山脉众多,台风进入鄱阳湖区后一般降低为热带低压,低层中心附近最大平均风速在(10.8~17.1)m/s之间,如果路径偏向比较多,鄱阳湖区的风速甚至更低。

统计2008年影响鄱阳湖区的台风影响期间沙岭风场100m测风铁塔的平均风速和风功率密度,50m高度的平均风速最大为8.1m/s,风功率密度最高为529.1W/m²,台风及其外围影响期间,湖区风能资源处在可以利用的区间。2005年影响我省的热带气旋共有6个,主要发生在7月-9月,没有出现中心区域通过鄱阳湖地区的热带气旋,鄱阳湖地区风电场主要受到台风外围的影响。2005年热带气旋发生期间,大岭风电场10m高度风速平均约为(7~12)m/s,最大风速为(12.2~21.9)m/s,50m高度风速平均约为(8~13)m/s,最大风速为(13.1~22.7)m/s。热带气旋影响的时间仅占全年时间的6.7%,但热带气旋所带来的风能资源相当可观,占全年风能密度的30.7%左右。

4 小结和建议

(1)江西省近50年最低气温从未超过-20°C;江西省作为内陆省份,热带气旋不仅不会对我省风电场风机造成较大危害,还会为我省带来了相当可观的风能资源。因此,低温、台风对我省风电场建设基本不够成危害。

(2)影响江西省风电场建设的主要气象因素是雷暴和积冰。我省属于雷暴发生频率较高的地区。从近50年平均来看,我省最南端年雷暴日数高达70~77天,赣南山地地区,年雷暴日数主要集中在63~70天左右,我省北部年雷暴日数较少,约为50天左右,鄱阳湖的北部年雷暴日数基本不超过40天,近几年来,鄱阳湖区雷电发生频次高于南部地区,雷电发生较频繁,鄱阳湖地区雷电总数占全省雷电总数的31.81%。

(3)积冰对我省风电场影响也较大,特别是对于高山风电场的建设。我省赣南地区年均积冰日数较少,仅为5~10天,赣北年均积冰日数约为20~30天,其它大部分地区积冰日数为10~20天。高山地区积冰日数、积冰直径、重量明显高于其它地区。其中,庐山(海拔1164.5m)年均积冰日数约为77天,井冈山(海拔843m)年均积冰日数约为33天,1975年,庐山东西向和南北向极端最大积冰直径分别为175mm、266mm,庐山最大积冰重量高达(3.4~5.4)kg/m。

(4)风电场建设和运营中,风机叶片结冰及输电线路结冰是目前较难解决的问题,在应对风电开发中的积冰风险时可从以下几个方面考虑:首先,在风电场建设之前,与气象部门相结合充分论证所在区域的最大可能结冰厚度;其次,风机选型时应充分考虑抗覆冰能力强的风机;最后,有针对性地研发除冰技术及制定应急预案。

(5)本文仅从气候的角度对江西省主要的气象因子时空分布规律进行了一些分析,找出我省风电运营的两大气象风险及其分布特征,但影响程度及风险规划还有待于进一步去分析和探索。

参考文献(References):

- [1] 张礼达,张彦南. 气象灾害对风电场的影响分析[J]. 电力科学与工程,2009,25(11): 28-30.
- [2] 张礼达,任腊春. 恶劣气候条件对风电机组的影响分析[J]. 水力发电,2007,33(10):67-69.
- [3] 赵海翔,王晓蓉. 风电机组的雷击机理与防雷技术[J]. 电网技术,2003,27(7):12-15.
- [4] 李谦,钟定珠,彭向阳,等. 海南东方风电场II期风力发电设备故障及雷害分析[J]. 风力发电,2002(3):22-27.
- [5] 杨世刚,赵桂香,潘森,等. 我国雷电灾害时空分布特征及预警[J]. 自然灾害学报,2010,19(6):153-159.
- [6] 易燕明,杨兆礼,万齐林. 广州市闪电密度特征分布[J]. 资源科学,2006,28(1):151-155.
- [7] 宋丽莉,毛慧琴,钱光明,等. 热带气旋对风力发电的影响分析[J]. 太阳能学报,2006,27(9): 961-965.
- [8] 张容焱,张秀芝,蔡连娃,等. 热带气旋对中国沿海风电开发的影响[J]. 气象,2009,35(12):88-95.
- [9] 张容焱,张秀芝,蔡连娃. 沿海风工程设计风速中泊松-耿贝尔法的应用[J]. 应用气象学报,2010,21(2): 237-242.

2013年1月

- [10] 陈佩燕,杨玉华,雷小途,等.我国台风灾害成因分析及灾情评估[J].自然灾害学报,2009,18(1):65-73.
- [11] 李早,韩涛,徐焯.2008年热带气旋对红海湾风电场发电量影响分析[J].太阳能,2008(9):32-34.
- [12] 龚强,汪宏宇,蔺娜,等.辽宁省电线积冰特征与电网冰区划分研究[J].冰川冻土,2010,32(3):549-556.
- [13] 陈柏,郜庆林,吴明江.金华近56年电线积冰气候特征及灾害防御[J].气象,2009,35(8):85-90.
- [14] 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.
- [15] 温华洋,田红,唐为安,等.安徽省电线积冰标准冰厚的气象估算模型[J].应用气象学报,2011,22(6):747-752.
- [16] 孙鹏,王峰,康智俊.低温对风力发电机组运行影响分析[J].内蒙古电力技术,2008,26(5):8-10.
- [17] 张健,刘志璋,岳建军.大湿度低温环境对风力发电场的影响[J].新源工程,2008(6):37-39.

Meteorological Risk and Characteristics of Wind Farms in Jiangxi

WU Qiong¹, HE Zhiming², NIE Qiusheng¹, GUI Baoyu¹, ZOU Haibo¹

(1. Jiangxi Provincial Meteorological Science Institute, Nanchang 330046, China;

2. Jian Bureau of Meteorology, Jian 343000, China)

Abstract: Based on temperature、thunderstorm、ice、meteorological disasters、tropical cyclone data and other data form 87 meteorological stations in Jiangxi province from 1959 to 2009, the meteorological risk of wind farms in Jiangxi was analyzed. The results show that in the past 50 years, the minimum temperature of Jiangxi province never exceeded -20 °C. Tropical cyclones not only cause great harm to wind turbine blades, they bring considerable energy resources to Jiangxi province. Dust has some influence on the 2 m high box-type transformer of wind farms in the Poyang Lake Area. The main meteorological risks for wind farms in Jiangxi are thunderstorms and ice; thunderstorms occur with a higher frequency. In the past 50 years, the average thunderstorm days increased gradually from north to south and the maximum appeared in August; the minimum appeared in winter. In southernmost Jiangxi, annual average thunderstorm days were as high as 70~77 days; in mountainous areas of southern Jiangxi the average was 63~70 days; in the northern area, the average number of thunderstorm days was 50; and in the northern part of Poyang Lake, the average was 40 days. Lightning occurs more around Poyang Lake than in southern areas. In the mountainous areas, the ice days, and ice thickness and weight are higher than other areas. The annual average number of ice days for Lushan Mountain (height 1165 m)is was 77 days, the extreme maximum ice diameter was 176 and 266 mm, and the maximum ice weight was (3.4~5.4) kg/m. This paper only analyzed the main meteorological factors for Jiangxi province and identified two meteorological risks for wind farms in the province. The degree of influence and risk planning require further analysis.

Key words: Meteorological risks; Wind farm; Thunderstorm; Ice; Jiangxi Province