

文章编号:1673-8411 (2013) S2-0120-03

灾害性天气对风电场的影响与对策研究

杜树成¹, 何如², 苏志²

(1.防城港市气象局, 广西 防城港 538001; 2.广西区气候中心, 广西 南宁 530022)

摘要:通过对气候变化背景下热带气旋、雷暴、龙卷风、强沙尘暴、低温及积冰等灾害性天气的时空分布特点及其对风力发电机组的影响的分析,提出了防御气象灾害的相应对策。

关键词:灾害性天气;风电场;影响与对策;研究

我国北部和沿海以及部分高山风能资源丰富,但在气候变化背景下,全球气温升高,灾害性天气和极端天气气候事件发生的频率和强度呈增加趋势,热带气旋、雷暴、龙卷风、强沙尘暴、低温及积冰等灾害性天气给风电场的安全运行提出了一系列挑战,如果考虑不当,当灾害性天气袭击风电场时,风电设备就可能受到严重破坏。例如,2003年13号台风“杜鹃”9月2日袭击

汕尾风电场,25台风机中有13台受到不同程度损坏。2006年第8号超强台风“桑美”8月10日正面袭击温州苍南鹤顶山风电场,28台发电机组全部受损,其中5台倒塌,损失惨重。可见,灾害性天气是风电场安全稳定运行的制约因素之一。开展气候变化背景下灾害性天气对风电场的影响与对策研究,对促进风电场做好灾害性天气防御工作,保障风电场安全稳定运行有着积极的意义。

1 影响风电场安全的灾害性天气

风电场及输电线路普遍设置在空旷的大自然中,在恶劣的气象灾害面前具有一定的脆弱性^[1-3]。在开发利用风能资源时,不仅要对各地的资源分布情况进行科学评估,同时也要充分考虑相关气象灾害的影响,以趋利避害,使风电发展规划、风电场的建设布局更为合理,确保风电场在设计、施工和运行等方面得以正常进行。影响风电场安全的灾害性天气主要有热带气旋、低温、积冰、雷暴和沙尘暴。

1.1 热带气旋

热带气旋来势凶猛,常伴随狂风、暴雨等强烈天气,对风机叶轮机械构成很大威胁,对风电场造成很大危害。

我国平均每年有7个热带气旋登陆。从广西到

辽宁的12个沿海省(市、自治区)都遭受过

热带气旋的袭击,其中海南、广东、福建、浙江、台湾是热带气旋活动最为频繁、灾害也最为严重的省份,特别是广东省,袭击我国的热带气旋大约有三分之一在这里登陆。其次浙江也是热带气旋登陆较为频繁的省份。

热带气旋一般在5~12月份出现,但以7~9月最多,占全年的77%。

1.2 低温

我国约75%左右的风机装在“三北”(东北、华北、西北),三北地区风能资源非常丰富,但冬季却异常寒冷,会出现低于-30℃的低温天气,对风机危害很大。

日最低气温 $\leq -30^{\circ}\text{C}$ 的日数,大兴安岭50°N以北平均每年达50天以上,部分地区甚至达80d以上;张广才岭向南到长白山中部多为5~20d;新疆北部的阿勒泰地区和天山地区中部5~30d,天山中部达40d。青藏高原的念青唐古拉山和巴彦喀拉山一带及祁连山中部,每年有1~10d左右。

日最低气温 $\leq -30^{\circ}\text{C}$ 的天气一般出现在11月到翌年4月。

1.3 积冰

对风电场来说,积冰是不容忽视的灾害性天气。积冰(也称覆冰)是雨淞、雾淞及二者混合体或湿雪冻结在物体上形成的。我国大部地区都会出现积冰,但北方以雾淞居多,南方大部则以雨淞居多。贵州及云南东北部是全国雨淞最多的地区,平均每年有雨淞8~20d,其中威宁多达48d;其次为湖南、湖北、河南和河套南部平均每年2~5d,江西、安徽、辽宁、广西东北部、广东北部1d左右。雾淞主要分布在秦岭、淮河一线以北,平均年雾淞日数都在2d以上,新疆

天山以北可达 10d 以上, 雾凇日最多的蔡家湖达 68d。东北地区北部和中部 10~25d。内蒙古大兴安岭西侧 10~30d。青海南部 2~7d, 西藏东南边缘 10d 左右。值得一提的是, 我国积冰最为频繁和严重的地方是在高山上, 如四川峨眉山, 年雨凇日将近 140d。

雨凇和雾凇的季节变化比较一致, 一般秋季开始出现, 冬季最频繁也最为严重, 春季逐渐减少, 3、4 月相继结束。

1.4 雷暴

由于风机和输电线路多建在空旷地带, 相对于周围环境, 往往成为十分突出的目标, 很容易发生尖端放电而被雷击中, 因此雷暴对风电场的危害很严重。

我国雷暴是南方多北方少, 山地多平原少。地处我国南端的海南、广东、广西和云南南部以及四川西部是我国雷暴最多的地区, 平均年雷暴日数达 70d 以上, 局部达 100~120d。南岭向北到长江以南的大部地区及台湾中部一般为 40~70d, 四川盆地一般 30~50d, 江淮流域、黄淮流域及西北东部则不足 30d。华北北部到东北的大部地区可达 30~40d, 河北北部山区超过 40d。我国东部沿海一般仅 30d 左右。贺兰山以西的西北部是雷暴最少的地区, 除新疆西部达 20d 以上外, 其余大部地区仅 10d 左右。青藏高原年雷暴日数普遍在 50d 以上。

雷暴活动的季节性很强, 雷暴主要集中在 4~10 月, 尤以 6、7 月最为频繁。

1.5 沙尘暴

沙尘暴对风机的破坏很大。我国的沙尘暴是北方多南方少, 西部戈壁沙漠和青藏高原多, 东部湿润地区少。我国西北、青藏高原、华北北部和东北平原地区年沙尘暴日数普遍在 1d 以上, 是沙尘暴的主要影响区, 其中有 2 个多发区, 一个以南疆塔里木盆地为主体, 一个以内蒙古西部、河套地区和河西走廊为主体, 平均年沙尘暴日数在 10d 以上, 其中塔里木盆地、阿拉善高原的部分地区达 20d 以上, 局部接近或超过 30d。西藏东部和青海西部年沙尘暴日数可达 5~15d, 部分地区达 15~20d。

我国北方大部春季发生沙尘暴最多, 强度和范围也最大, 4~5 月达到高峰。青藏高原则是冬季沙尘暴最多, 2 月达到高峰。

2 灾害性天气对风力发电机组的影响

了解热带气旋、低温、积冰、雷暴、沙尘暴等灾害

性天气对风力发电机组的影响机理, 对改进风力发电机的性能, 提高风力发电机组防御灾害性天气的能力, 保障风电场安全运营具有重要的意义。

2.1 热带气旋的影响

热带气旋对风电场的影响有利有弊, 强度不太强的热带气旋, 可以给风电场带来良好的发电效益, 但强度较强的热带气旋会给风机的安全稳定运行带来极大的危害。台风对风机的破坏主要是对设备结构施加风压静载荷和动载荷^[8-9], 风压静载荷与风速的平方成正比, 台风的风速过大时, 极易超过设计载荷极限, 使风机设备遭到破坏; 风压动载荷主要由湍流引起, 湍流对设备结构形成周期性激荡, 如湍流产生的周期恰好与风机固有振动周期相同, 设备结构就产生横向的共振, 导致风机被毁。

2.2 低温的影响

低温环境下, 随着温度的降低, 空气密度将增大, 可使风机出现过发过载现象, 还会使风机出现低温疲劳问题, 特别是焊缝处容易脆断破裂^[1-2]; 当环境温度低于 -20℃, 风速超过额定值后, 风机在运行中会发生无规律的叶片瞬间振动, 极易导致叶片裂纹, 严重威胁叶片结构安全。此外, 风电机组所使用的润滑油受温度的影响也较大, 温度越低油的粘度越大, 使其流动性变差, 需要润滑的部位可能得不到充分的油量供应, 从而危及风机设备的安全。

2.3 积冰的影响

当风机叶片表面大量积冰时, 由于每个叶片上的冰载不相同, 使机组的不平衡荷载增大, 对机组造成较大危害; 由于积冰厚度不一, 使叶片原有的翼型改变, 造成风机的发电功率降低; 风机上的测风仪积冰后, 无法正常测量, 造成数据不准, 影响风机正常发电。

2.4 雷暴的影响

雷暴释放的巨大能量会损坏风机叶片、击穿发电机绝缘、烧毁控制元器件等。雷击事故发生几率因风机所处的地形位置不同而有所不同, 地处山区的风机其雷击事故率最高, 且雷击事故中, 大部分不是由于直击雷引起的, 而是非直击雷造成的损害。

2.5 沙尘暴的影响

沙尘暴对风电场的危害是多方面的, 首先, 沙尘暴都伴随 8 级以上甚至 12 级以上的大风, 对风机的破坏很大; 其次是大风夹带的沙粒会使风机叶片的表面受到严重磨损并出现凹凸不平的坑洞, 严重破坏叶片表面的强度和韧性; 另外, 沙尘暴向前移动

时,还驱动着下层的沙粒也随之一起前行,遇到迎风或隆起的地形,可对土壤造成不同程度的刮蚀,每次刮蚀可达1-10cm,遇到背风低洼的地形,随风而至的大量沙尘又会造成沙埋,严重的沙埋厚度可达1m以上。如果风电场建在迎风坡或地势较高的地区,沙尘暴对土地的刮蚀,会对塔基的牢固程度造成影响,在背风或地势低洼的地区,其沙埋作用又可使塔架的高度发生变化,影响测风数据的准确性。

3 应对措施

(1)为减少热带气旋的影响,可以采取以下措施:针对风机主梁与翼壳之间粘结强度不够的问题,采取对叶片后翼连接加设铆固装置等,对叶片局部构造加以改进。

(2)针对低温和积冰,可以采取以下方法:一是通过安装局部加热系统,保持局部环境温度,使电子器件正常工作;二是采取预热和焊后热处理改善焊缝、热影响区、熔合线部位的性能;三是在叶片内部

安装阻尼器和减振器来降低叶片的振动;四是在靠近叶片尖端部位安装传感器对叶片结冰情况进行监测,并采取相应措施来使冰融化等。

(3)为减少雷击,一是将风场内所有建筑工程基础和地桩间利用导电截面足够的金属导体连接为一体,形成可靠的具有低电阻接地网,使强大的雷电流迅速流到大地,保护设备不受强电流、高电压冲击;二是在风机电力电缆和通讯控制线线路上安装避雷器,保护设备不被击穿;三是在叶片上嵌置光导纤维,加上配套的软件,对叶片的载荷、潜在断裂、雷击等进行连续的监测,进而提供适时的预警或维修警告。

(4)针对沙尘暴,可以采取以下措施:一是遇到沙尘暴天气应停机,以减少沙尘对叶片和风机转动轴的磨损;二是风电场选址应避开起伏较大的地形,减少沙尘暴的刮蚀和沙埋破坏;三是沙尘暴过后,对风机进行沙尘清理,并检查塔基和塔架是否受到刮蚀和沙埋,以保证测风数据的准确可靠。

.....
(上接第115页)

发育期缩短。

3 气候变化对农业生产的影响

气候变暖、年降水不均和日趋减少的日照对农业生产及农作物生长有着明显的影响,这种影响表现在利弊两方面上。

(1)随着全球气候变暖,上林县近30a平均气温升高趋势明显,由于气温的不断上升,使农业生产中可利用的热量资源不断增多,为发展农业提供有利的条件,特别是冬季气温的明显上升,对发展反季节果菜生产有利;而温度升高、积温增加,使得有限生长习性的作物(如玉米)生育期缩短,从而减产;气候变暖,热量增加,干旱、病虫害发生的机率就会随之增大。气温越高,病虫害的越冬基数大、病虫发生趋势上升、范围扩大,防治难度也越大,田间杂草生长

过快,造成对农作物产量上的影响。

(2)近30年年际降水不均,正常年份可满足作物生长所需,偏少年份则影响农作物的生长。由于秋季降水减少,春季气候干旱,气温升高,地表水分蒸发加大,土壤含水量下降,给春种带来很大的影响。由于降水的减少,干旱频率增大,温度上升。高温天气增多,抑制作物生长发育,导致减产。

(3)由于气候变暖的原因,极端气候事件发生率越来越频繁,春旱、短时阶段性低温影响出苗率,增加复种面积;降水不均易产生局地干旱或洪涝;强对流天气易产生局地强降水和冰雹,这些异常天气现象都会影响农业生产质量,造成减产或绝产。应积极采取有效措施,如节约自然能源、改善生态环境、开展人工影响天气等方法,减轻或避免气象灾害给农业生产带来的威胁。