

文章编号:1673-8411 (2017) 03-0041-04

影响广西沿海风电场的热带气旋特征分析

罗红磊^{1, 2}, 凌俐嘉³, 苏志^{1, 2}, 周绍毅^{1, 2}, 何如^{1, 2}

(1.广西区气象服务中心, 南宁 530022; 2. 广西气候中心, 南宁 530022; 3. 浙江水利水电学院, 浙江 杭州 310018)

摘要:对影响广西沿海钦州风电场场址区域热带气旋的频数分布、强度特征、影响分类以及湍流强度的变化特征和等级等进行分析。结果表明:65a 间进入钦州风电场影响区域的热带气旋共有 69 个, 平均每年 1.06 个, 多集中出现在 7~9 月; 进入影响区域时热带气旋的强度以热带低压的频数最多, 其次为强热带风暴和热带风暴, 没有超强台风出现; 其中有 78% 的热带气旋为效益型, 16% 的热带气旋为防御型, 6% 的热带气旋为破坏型。当热带气旋中心经过风电场附近时, 风向由北风转为南风, 风速急剧减小, 湍流强度出现突增现象; 热带气旋影响期间风电场的湍流强度大于 A 级, 建议风电场选择湍流强度为 A 级的风电机组。

关键词:广西沿海; 风电场; 热带气旋; 特征

中图分类号:P46 **文献标志码:**A

Characteristics of Tropical Cyclones Affecting the Coastal Wind Farms in Guangxi

Luo Hong-lei^{1,2}, Ling Li-Jia³, Su Zhi^{1,2}, Zhou Shao-yi^{1,2}, He Ru^{1,2}

(1. Guangxi Meteorological Service Center, Nanning 530022, China; 2. Guangxi Climate Center, Nanning 530022, China; 3. Zhejiang University of Water Resources and Electric Power)

Abstract: Based on the analysis on the frequency distribution, intensity characteristics, influence classification of the tropical cyclone and the characteristics and grades of turbulence intensity in wind farm of Qinzhou coastal region, the results showed that 69 tropical cyclones have entered the wind farm affected zone during the past 65 years, 1.06 per year and concentrated from July to September. The tropical depression was the most frequent, followed by strong tropical storm and tropical storm, no super typhoon. 78% of tropical cyclones entering the wind farm were benefit type, 16% were defensive type and 6% were destructive type. When the center of tropical cyclones passed wind farm, wind direction turned from north to south, the wind speed decreased rapidly and the turbulence intensity suddenly increased. The turbulence intensity of the wind farm was stronger than class A during tropical cyclone affecting period, so the wind turbine generator was recommended to select class A.

Key Words: costal of Guangxi; wind farm; tropical cyclone; characteristic

1 引言

热带气旋是地球物理环境中最具破坏性的天气系统之一。在完全发展的热带气旋内, 热带气旋风眼

中心的大气压力最低, 靠近热带气旋风眼中心周围的风力最强, 随着外围距离增大, 风速逐渐减小。热带气旋给风电场带来的影响既有利也有弊, 强度不太强(如热带风暴量级)的热带气旋能使风电场的风

收稿日期: 2017-03-30

基金项目: 广西自然科学基金青年基金项目(2015GXNSFBA139189)和广西气象科研计划项目(桂气科 2016M06)共同资助

作者简介: 罗红磊(1987-), 女, 壮族, 广西人, 工程师, 理学硕士, 主要从事气象资源开发和气候可行性论证工作。E-mail: luohongleilhl@126.com。

电机以满额的风速运转较长一段时间,风电场因此收获良好的发电效益,但是强度较强的热带气旋,如强度达到台风级或以上的,可能会对风电场造成不同程度的破坏,威胁风电机组的安全稳定运行^[1-2]。所以,热带气旋是影响到风电场安全稳定运行的重要因素之一。因此,为了促进风电场做好热带气旋灾害的防御工作,进一步保障风电场的安全稳定运行,深入开展研究影响风电场的热带气旋特征分析是十分有必要的。

广西沿海钦州地区,几乎每年受热带气旋的影响,历年来最大风速基本上都是热带气旋影响造成的,热带气旋对该地区的风电场的运营威胁较大^[3-6]。因此,本文对钦州风电场场址周边地区的热带气旋开展了详细的调查,对影响风电场场址区域热带气旋的频数分布、强度特征、影响分类等进行分析,并研究热带气旋影响期间湍流强度的变化特征和湍流强度等级,为风电场风机机型的选择和风机的运行维护提供科学依据。

2 资料与方法

2.1 资料来源

本文热带气旋资料统计年限为 1951–2015 年共 65a,测风塔测风数据资料来源于风电公司 2015 年 4 月至 2016 年 5 月在钦州风电场场址范围内设立的 4 座 80m 高测风塔实测资料,编号分别为 0001#、0002#、0003# 和 0004#。

2.2 研究方法

2.2.1 热带气旋强度划分

根据我国 2006 年颁发的新标准(《热带气旋等级》国家标准(GB/T 19201-2006))^[7],依据底层中心附近最大平均风速,将热带气旋分为 6 个等级:热带低压、热带风暴、强热带风暴、台风、强台风和超强台风。

2.2.2 影响区域热带气旋普查范围

本文主要是分析影响广西沿海钦州风电场的热带气旋特征,风电场位于沿海进内陆,距离海岸线约 70km,且影响广西的热带气旋大部分先在广东或海南登陆后继续向西活向北移动影响广西,强度被减弱,风力减小^[8-10],再者有研究显示热带气旋外围风速最大处在距风眼中心约 40~50 海里(约 100km)的地方^[11],因此为了更精准的掌握影响风电场的热带气旋数据,本文将热带气旋普查范围确定为:以风电场测风塔为中心,100km 半径范围作为热带气旋普

查区域(图 1),挑取进入此区域的热带气旋,建立影响风电场热带气旋的统计序列。

2.2.3 湍流强度的计算

湍流强度是表示风速随时间和空间变化的程

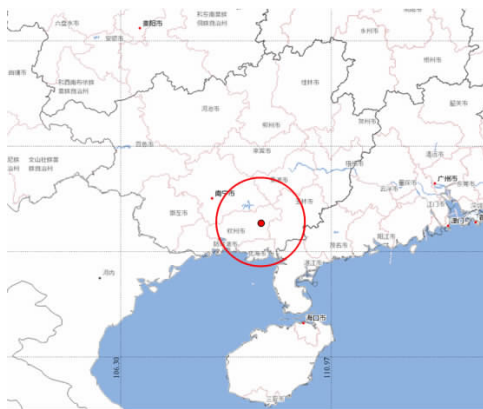


图 1 风电场热带气旋普查范围

度,反映脉动风速的相对强度,是描述大气湍流运动特性的特征量,其表达式为:

$$I = \frac{\sigma_v}{v}$$

v 式中,为 10min 平均风速(m/s), σ_v 为 10min 内瞬时风速相对平均风速的标准差。

3 影响风电场的热带气旋特征分析

3.1 热带气旋频数分布

1951–2015 年,进入影响区域 100km 普查范围的热带气旋共有 69 个,平均每年 1.06 个,最多 1 年出现 3 个(1993、1995、2001、2002 年),一些年份 0 个,65a 中有 20a 无热带气旋进入影响区域(图 2)。

图 3 为 1951–2015 年进入影响区域热带气旋逐月分布图。由图可见,影响区域热带气旋最早出现在 5 月份,最晚到 11 月份才结束,因此,每年 5~

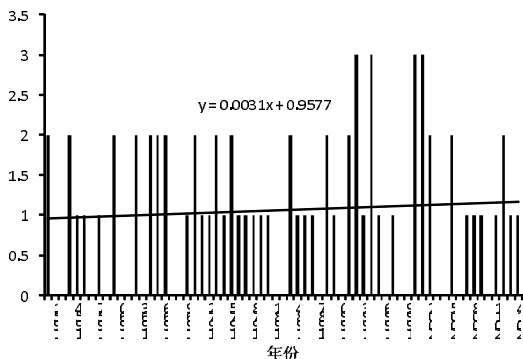


图 2 1951–2015 年进入影响区域的热带气旋频次分布

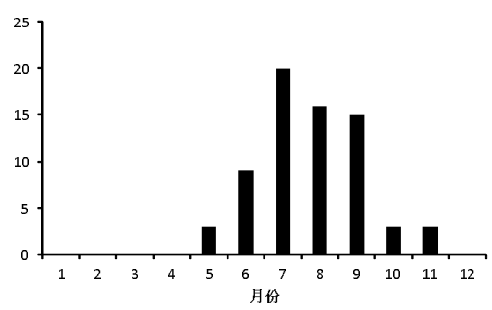


图3 1951~2015 年进入影响区域热带气旋的月分布

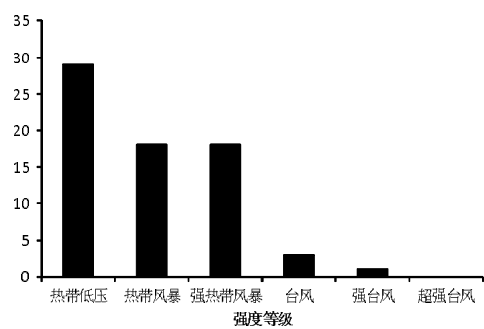


图4 1951~2015 年进入影响区域时热带气旋强度等级分布

11 月均有热带气旋进入影响区,但主要集中在 7~9 月,占总数的 73.9%,其中 7 月份最多,8、9 月份次之。

3.2 热带气旋强度等级分布特征

图 4 显示 65a 间进入影响区域时热带气旋强度等级分布特征。由图可见,进入影响区域的 69 个热带气旋,进入影响区域时的强度以热带低压的比例最多,达 29 个,占 42.0%,其次为强热带风暴和热带风暴,均为 18 个,各占 26.1%,台风和强台风分别为 3 个和 1 个,没有超强台风出现。进入影响区域时最强的热带气旋近中心最低气压为 945hPa,最大风速 50m.s⁻¹ (2014 年 09 号登陆广西防城港的超强台风威马逊)。

3.3 热带气旋影响分类

根据中国现行的热带气旋预报发布技术规定以及大型风力发电机的技术性能指标,就大型风电场的风力发电生产,可以将进入影响区的热带气旋划分为三类:效益型、防御型和破坏型^[2](表 1)。

1951 年以来进入影响区域的热带气旋中,有 78%的热带气旋为效益型,可以提高发电量给风电场带来效益;有 16%的热带气旋为防御型,在进行适当防御后不会造成损失;有 6%的热带气旋为破坏型,可能会对风电场造成较大的破坏。热带气旋

表 1 1951~2015 年进入影响区域的热带气旋效益分类

	最大风速 (m.s ⁻¹)	65 年总数 (个)	占总数比例 (%)
效益型	<24.5	54	78
防御型	24.5~32.6	11	16
破坏型	>32.6	4	6
总数		69	100

经过时,不仅产生强风,还通过湍流强度的突变、风向的剧烈变化影响风电机组的正常运行,另外还会对输电线路造成破坏,随之而来的大量降水可能引发次生灾害等^[12]。虽然对于单个风电场来说遭遇破坏型热带气旋正面袭击的几率较小,但一旦碰上,造成的损失是巨大的,仍需做好相应的防范工作。

4 登陆热带气旋近地层的湍流强度

4.1 热带气旋影响期间湍流强度变化特征

观测期间,只有 1 个台风“彩虹”对风电场的影响较大,台风路径与风电场位置见图 5。该台风影响期间,风电场 4 个测风塔观资料显示了台风登陆前后风速风向的变化。

随着台风向风电场靠近,10 月 4 日 16 点 30 分左右 0001# 测风塔 80m 高度最大风速达 27.9m.s⁻¹,台风经过之前,风速均在 18m.s⁻¹ 以上,湍流强度在 0.2 以下波动,台风中心经过风电场附近时,风电场附近的风向由北风转为南风(图 6a),此时风速急剧减小,80m 高度风速由 18.9m.s⁻¹ 突降到 7.6m.s⁻¹,湍流强度出现突增现象,80m 高度湍流强度由 0.21 增到 0.48(图 7a,见彩页),其他 3 个测风塔的湍流强度随时间的变化趋势基本一致(图 7,见彩页)。这种湍流强度的突增,若再加上维持大风状态,对风机的

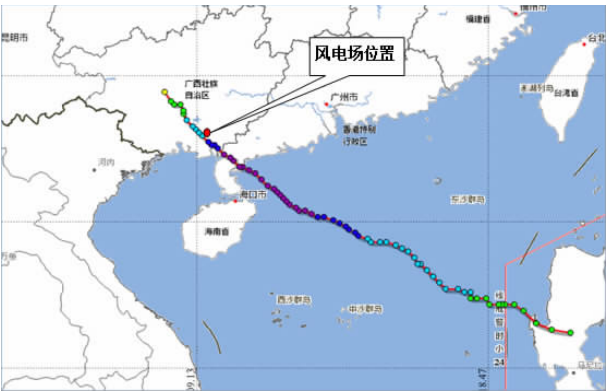


图5 “彩虹”经过影响区路径图

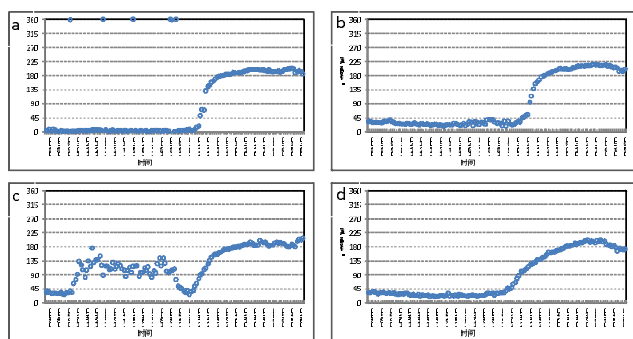


图6 “彩虹”影响期间4个测风塔风向随时间的变化
(a、0001#, b、0002#, c、0003#, d、0004#)

影响非常大。

4.2 热带气旋影响期间湍流强度等级

根据 IEC 给出的风机分类标准(2005 年发布的 IEC61400-1 第三版),湍流强度分为 A、B、C 三个等级^[13]。

热带气旋“彩虹”影响期间4个测风塔80m高度的湍流强度变化情况见图8(见彩页)。热带气旋影响期间各测风塔的湍流强度大于观测期间的湍流强度。在大风(风力 ≥ 8 级,风速 $\geq 17.2\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)情况下,0001#和0003#测风塔的湍流强度介于B-C级之间,0002#测风塔的湍流强度介于A-B级之间,0004#测风塔的湍流强度大于A级;在风速 $< 17.2\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时,0001#和0004#测风塔的湍流强度大于A级,0002#和0003#测风塔的湍流强度大于B级。

由此可见,热带气旋影响期间,风电场场址内的湍流强度大于A级,因此,为了最大限度地利用风电场的风能资源,并保证风力发电机组的安全可靠运行,建议风电场选择湍流强度为A级的风电机组。

5 结论

(1)1951–2015年进入风电场影响区域的热带气旋共有69个,平均每年1.06个,出现时间为5~11月,多集中在7~9月。

(2)65a间进入影响区域时热带气旋的强度,以热带低压的比例最多,占42.0%,其次为强热带风暴和热带风暴,各占26.1%,台风和强台风65年间分别出现3次和1次,没有超强台风出现。

(3)1951年以来进入影响区的热带气旋中,有78%的热带气旋为效益型,可提高发电量给风电场

带来效益;有16%的热带气旋为防御型,在进行适当防御后不会造成损失;有6%的热带气旋为破坏型,可能对风电场造成较大破坏。

(4)当台风中心靠近风电场时,在强烈的偏北风作用下,湍流强度在0.2以下波动,台风中心经过风电场附近时,风电场的风向由北风转为南风,此时风速急剧减小,湍流强度出现突增现象。热带气旋影响期间风电场场址内的湍流强度大于A级,为了最大限度地利用风电场的风能资源,并保证风力发电机组的安全可靠运行,建议风电场选择湍流强度为A级的风电机组。

参考文献:

- [1] 吴运东,陈胜军.风力发电机组的抗台风设计[J].风力发电,2005,(3):32–36.
- [2] 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.
- [3] 周惠文,陈冰廉,苏兆达,等.广西台风灾害性大风的气候特征[J].灾害学,2007,22(1):14–17.
- [4] 黄雪松,廖雪萍,覃卫坚.广西热带气旋特征变化与灾损变化态势[J].气象研究与应用,2014,35(1):1–6.
- [5] 李艳兰,欧艺,唐炳莉,等.近50年影响广西的热带气旋变化特征[J].气象研究与应用,2009,30(2):1–3.
- [6] 李菁,高安宁,吴毅杰.2006年广西热带气旋灾害评估[J].气象研究与应用,2007,28(1):45–48.
- [7] GB/T19201–2006,热带气旋等级[S].北京:中国气象局,2006.
- [8] 覃卫坚,李耀先,廖雪萍.广西热带气旋的暴雨统计分析及数值模拟[J].气象研究与应用,2013,34(1):1–6.
- [9] 覃卫坚,黄志,李耀先.基于海温、雪盖的影响广西热带气旋频数的气候预测模型研究[J].气象研究与应用,2013,34(3):1–5.
- [10] 李艳兰,欧艺,周绍毅,等.广西热带气旋灾害评估系统的开发与应用[J].气象研究与应用,2008,29(4):1–3.
- [11] 阎俊岳,陈乾金,张秀芝,等.中国近海气候[M].北京:科学出版社,1993.
- [12] 张秀芝,阎俊岳,杨校生,等.台风对我国风电开发的影响与对策[M].北京:气象出版社,2010.
- [13] International Electro-technical Commission (IEC). IEC 61400-1 Ed.3, Wind turbines –part 1:Design requirements, 2005.