

文章编号:1673-8411 (2016) 01-0119-03

一次风电场雷灾的特点及原因分析

韩建海, 吴松

(桂林市气象局, 广西 桂林 541001)

摘 要:对某风电场 2013 年的雷灾实例进行分析,找出雷电事故的主要特点,分析造成雷电事故的主要原因;结合该次雷灾特点提出对应的防雷整改方案。

关键词:风电场;雷灾特点;原因分析;箱变;土壤电阻率

中图分类号: **文献标识码:**A

Analysis of wind farm lightning disaster characteristics and causes

Han Jianhai, Wu Song

(Guilin City Meteorological Bureau, GuangXi GuiLin 541001)

Abstract: analysis of a wind farm in 2013 the lightning disaster instance, identify the main characteristics of lightning accidents, makes an analysis of lightning accident the main reason; put forward corresponding lightning rectification scheme combined with the characteristic of lightning hazards.

Key words: wind farm; lightning characteristics; reason analysis; box type transformer; soil resistivity

1 引言

本文以发生在桂林某风电场的一次雷灾为实例,分析总结高山风电场的雷灾特点,同时结合高山风电场的地理位置、机组结构特点以及当地气象、地质条件揭示风电机组遭受雷击原因。为总结风电场的综合雷电防护措施做好基础。

雷击造成的损失包括直接损失和间接损失。一般的雷击事故统计通常只详细统计直接损失,比如风电场遭雷击后造成的设备损坏等;而间接损失虽然很难直接计算,但是损失是非常大,特别是叶片和发电机贵重部件遭受雷击,除了损失修复期间应该发电所得之外,还要负担受损部件的拆装和更新的巨大费用。

2 雷击实例

2013 年 3 月 13 日,桂林某高山上的风电场风机遭受了雷击。这次雷击事故击坏了 4 台风电机组的箱式变压器,直接经济损失达 91 万元,间接经济损失无法估计。

据雷电监测资料显示,2013 年 3 月 13 日,受 500hPa 南支槽东移,850hPa 切变线和地面冷空气南下影响,桂林市资源县大部出现强降水和雷电天气。该风电场区域上空 01 时至 05 时雷暴活动比较活跃,其中仅 04 时一小时发生就发生 157 次地闪,最强雷电流强度达 65.8KA。

收稿日期:

作者简介:韩建海,(1977-),男,本科,工程师,从事雷电防护业务工作。

3 雷灾特点

从雷灾事故发生的时段来看,以上雷灾实例显示,此次风电场的雷灾事故生在春雷时节,时间上与该区域雷暴高发时段吻合。据统计,每年的3~9月该区域雷灾事故最多,占到所有雷灾事故的大半以上。

按照受损坏的位置划分,风电场的各个部分都可能因雷击遭受损坏。其中监控系统是受损几率最高的部分,其次是叶片和箱式变压器。本次雷击事故主要是箱式变压器受损严重。

从雷击事故的风机位置分布来看,4台机组并不全是相邻的,雷击事故的发生有一定的随机性,表明该事故可能并非单次雷击造成的。

4 原因分析

根据防雷减灾部门提供的雷灾分析报告结合现场勘察情况可以得出。影响风电场遭雷击的因素包括客观因素(风电场的地理位置、地形地貌、海拔及机组高度、该地区雷暴活动规律以及土壤电阻率和接地系统布置)和主观因素导致的雷电防护水平不一。

4.1 雷暴活动规律

对照该风电场的雷灾实例与当地的雷暴活动规律可以发现,年雷暴日高的年份风电场的雷灾就相对严重。雷灾发生的月频率也跟雷暴日的月频率成正相关,一年中雷暴高发的月份风电场的雷灾就相对严重。

4.2 海拔和机组高度

风电机组大多安装在海拔比较高的山脊上,比如该风电场安装风机山头海拔高度为大概处于1800m左右。这么高的海拔,有时风电机组直接处在碎积云或积雨云中,加之尖端放电原理,风电机组遭受雷击的概率比较高。

风电机组越高,风电机组产生的正空间电荷越易吸引引导下行先导,从而增大闪击的定位性,其吸引半径公式为:

$$r=80\sqrt{h}[e^{-0.02h}-e^{-0.05h}]+400[1-e^{-0.0004h^2}]$$

式中 r 为吸引半径; h 为风电机组的高度。单位

均为 m 。

根据上式,可计算出,风电机组越高越有可能先行吸引雷击,同一位置的较低风电机组就相对安全点。

因此海拔高、同时机组高度越高的风电机组发生雷击的概率显著增加,对于高山风电场而言,遭受雷击的概率远高于其他类型的风电场。

4.3 接地系统

风电场接地电阻的大小直接影响风电机组在接闪后是否会造成地电位反击。雷击事故造成的设备损坏更多的发生在风电场土壤电阻率比较高的位置。由于高山风电场多为山地、丘陵地貌,为了最大限度的获得风能,风机多建在山石较多的山脊上,海拔高而且土壤电阻率也高,往往高达几千欧姆·米,大部分风电机组的接地电阻在 10Ω 以上,风力发电机组长期在高土壤电阻率和高接地电阻下运行,就可能产生地电位的飘移等问题。使雷击造成的设备损坏加重。另外,与风电机组做等电位连接的箱式变压器因土壤电阻率高。大地传导力慢又会引起地电位抬高而增加其雷击可能。

经实测,遭受雷击的机组接地电阻均比较高。

4.4 线路屏蔽、泄流保护

在该风电场中,箱式变压器位于风电塔边,距离二十米左右,风机塔通往箱式变压器埋地电缆无屏蔽保护,浪涌的保护没有按照防雷规范标准设计、安装。

同样是遭雷击,风塔内的设备线路屏蔽、保护做得比较完善,风电机组电气、控制系统基本没有损坏,而风塔外的接箱式变压器的电气设备、控制系统的受雷击损坏基本报废。

5 整改方案

针对上述雷击事故的原因分析,我们向业主提出对应的整改方案:

(1)每年定期进行防雷安全检查,尽可能发现安全隐患,防范于未然;

(2)增加地网面积,降低接地电阻,防止地电位反击;

(3)合理布线,加强屏蔽措施,更换浪涌保护器,

严格按照防雷规范标准设计、安装。

通过这次整改后,该风电场已安全运营近三年,未发生同类雷击事故,说明事故原因分析比较准确、整改效果比较显著。

6 总结

近年来,随着防雷技术的不断发展、提高,风电机组易受雷击发生故障的部位如风机叶片和风电机组的电气设备和控制系统等,其雷电防护水平已经比较高,遭受雷灾的概率比较低;而作为风电机组的配套设施的箱式变压器,原本的雷电防护水平是相对来说比较高的,但如果疏忽大意、不按相关规范严格设计安装,也会变成风电雷电防护的薄弱环节。

参考文献:

- [1] 倪穗燕, 聂长春. 南澳风电场雷灾特点及原因分析 [J]. 气象研究与应用, 2013, 34 (2): 87-89.
- [2] 陈青山, 林荣基. 风电机组防雷技术 [J]. 气象研究与应用, 2009, 30 (S2): 169-170.
- [3] 黄海平. 从一次雷击事故看管理工作的重要性 [J]. 气象研究与应用, 2006, 27 (S2): 16.
- [4] 杜树成, 何如, 苏志. 灾害性天气对风电场的影响与对策研究 [J]. 气象研究与应用, 2013, 34 (S2): 120-122.
- [5] 赵建吉, 韦丽英. 广西农村雷灾事故的原因分析及防御措施 [J]. 气象研究与应用, 2007, 28 (3): 70-72.
- [6] 杨召绪, 林为东, 阳宏声. 由一次雷灾事故引发对农村防雷的思考 [J]. 气象研究与应用, 2011, 32 (1): 74-75, 78.
- [7] 朱明, 潘杰丽, 黄仁升. 钦州市雷电灾害分析和防雷减灾对策 [J]. 气象研究与应用, 2007, 28 (3): 64-66.
- [8] 葛意活, 李垂军, 林敏, 等. 桂林市农村防雷现状及应对办法 [J]. 气象研究与应用, 2009, 30 (3): 78-80.
- [9] 于东海, 翟玉泰, 杜建德. 农村雷电灾害防御工作现状及对策 [J]. 广东气象, 2007, 29 (B12): 133-134.
- [10] 阮培元. 加油站的防雷接地与静电接地问题 [J]. 广东气象, 2001 增刊.
- [11] 吴荣深, 黄壮茂. 汕头新一代天气雷达配电柜跳闸原因分析 [J]. 广东气象, 2006, 28 (2): 64-65.
- [12] 叶树春, 莫贤清, 胡淑娟. 一次强雷暴过程分析 [J]. 气象研究与应用, 2012, 33 (1): 371-373.
- [13] 甘庆辉, 聂长春. 汕头市汕蓬加油站雷击分析 [J]. 广东气象, 2005, 27 (6): 112-113.
- [14] 洪展. 探讨农村防雷措施 [J]. 气象研究与应用, 2009, 30 (2): 185.
- [15] 周章洪. 2008-2009 年无锡雷电特征及雷灾分析 [J]. 气象研究与应用, 2010, 31 (3): 110-112.
- [12] 谢安. 浅谈加油站的综合防雷 [J]. 广东气象, 1999, 21 (2): 28.
- [13] 李远辉, 李建勇. 江门雷电活动特征及其对防雷减灾的意义 [J]. 气象研究与应用, 2010, 31 (S2): 188-190.