

文章编号:1673-8411(2017)04-0088-03

连州风力发电场防雷接地探讨

邓利科,邓福兴,宋月华

(广东省连州市气象局,广东 连州 513400)

摘要:对连州风力发电场机组的防雷接地方法进行分析,找出风电场接地存在的问题,提出了降低连州风力发电场机组防雷接地电阻的有效措施,为连州山地风力发电机组防雷接地设计提供参考。

关键词:风力发电;接地电阻;土壤电阻率;防雷装置

中图分类号:P427.32

文献标识码:A

Discussion on lightning protection and grounding of Lianzhou Wind Farm

Deng Like, Deng Fuxing, Song Yuehua

(Lianzhou Meteorological Bureau, Lianzhou Guangdong 513400)

Abstract: Affected by the special topography and the characteristics of the mountain climate, Lianzhou is a high thunderstorm area and wind turbines are vulnerable to lightning strikes. This paper analyzed the lightning protection grounding methods of Lianzhou Wind Farm Generator Unit, found out the existing problems in the grounding, and put forward the effective measures to reduce the grounding resistance, which provided references for the lightning protection grounding design of Lianzhou Wind Farm Generator Unit.

Key words: wind power generation, grounding resistance, soil resistivity, lightning protection device

近年来随着国家对新能源产业的政策扶持,风力发电产业迅猛发展。然而,随着越多风力发电场的建设,暴露出的问题也日益增多,其中防雷击是风电场面临的重要问题之一。

1 连州风力发电场遭受雷击背景及原因

连州市地处广东省西北部,同时位于南岭山脉南麓,境内山地地形为主,风能资源较丰富,是理想的山地风电场开发场所之一。但也因为特殊的地形地貌和山地气候特征,连州处于暖湿气流上升区,冷暖空气交汇活动频繁,气候复杂多变,导致雷电灾害极易发生。据统计,清远地区年平均地闪密度高达12.8次/km²^[1],而连州的年平均雷暴日为69.2d,属于

高雷暴区^[2]。连州的风力发电机组主要安装在高山空旷地带,而且风机塔筒高达70m,叶片长30m,发电机组和相关控制驱动设备均处于高空位置,并处于雷击多发区,是极易受到雷击的损害。根据连州风电场的运行情况,风电机组都不同程度的遭受过雷击的损坏,导致线路烧毁,最严重的还击坏风力发电机叶片。叶片在遭受雷击时损坏都比较严重,且不易修复,山区物资运输困难,维修人员开销巨大,造成了重大经济损失,因此叶片的雷害最引人关注。

从各方面调查和资料分析,雷电对风机的危害方式有直击雷、雷电感应和雷电波入侵。直击雷主要对风机的叶片造成危害,强大的电流无法释放导致叶片急剧升温膨胀而破裂。雷电感应和雷电波入侵,对风机塔筒内控制设备、通信等线路产生感应过电

压^[3]。风力发电机组的防雷问题归根结底是接地问题,强大的雷电流没有在极短时间内在大地释放,造成风电机组过电压损坏或反击,接地没有达到要求是造成雷击事故的根本原因^[4]。接地电阻是接地装置技术最基本的指标,主要由土壤电阻率及接地装置结构来决定^[5]。所以有必要对连州风力发电场接地技术进行探讨,对风力发电机防雷接地存在的问题提出具有针对性、可行性的解决建议,降低风力发电机接地电阻,减少雷击灾害。

2 连州风力发电场接地系统分析

目前,连州风力发电场机组的防雷设计主要参考国际电工委员会(IEC)推出的《风力发电机组的雷电保护》(IEC61400)^[6]和《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2012)^[7]进行施工和设计,对风机基地电阻设计值要求在 4Ω 以下。

2.1 连州风力发电机接地系统结构

连州风力发电场基础均为环形,风电机组常用防雷接地系统如图 1 所示,其中风机基础内有上下两层接地网,基础水平外侧有一圈环形接地网,中间有一圈接地网与箱变接地连接,最外一侧是沿着风机平台敷设的接地网,基础和水平三层接地网均相互连接在一起。风力发电机利用的辅助接地方式主要有三种:水平接地体和垂直接地体的组合接地体、环形接地体、水平环形接地体和垂直接地体的组合接地体。环形接地网在雷击流入地点处跨步电压分布比方形地网小,散流效果比方形地网好^[8],所以根据风机塔筒形状,连州风电场最常用的就是水平环形接地体和垂直接地体的组合接地体。

2.2 连州风力发电机接地方式和存在的问题分析

根据近几年连州风力发电场防雷装置检测报告以及实地勘察验证,对连州风电场机组采用的接地方式以及存在的问题进行分析。

2.2.1 水平接地中的问题分析

在风电场中,水平接地是降低接地电阻有效的方法,主要适用于区域电阻率不会随着深度的变化而变化的情况。连州风电场大部分处于山地,地表土壤厚度一般只有 20-30cm,土壤下层基本由各种岩石组成。因此为了施工方便,部分风机大量的采用水平接地,即以风力发电机为中心向四周辐射的方式来降低接地电阻,没有考虑水平接地体的长度。根据单个水平接地电阻 R_h 的计算公式: $R_h=(\rho/2\pi l)\ln(l^2/dh)$, l 为接地体的长度,可见水平接地电阻并不是随着接地体的长度呈线性变化。另外考虑雷电流流过较长的水平接地体时出现电感电容^[9],在高频冲击电流的作用下,远端接地体呈现的电感效应将阻止雷电流的泄放。当水平接地体长度增大时,电感的影响随之增大,从而使冲击系数增大,当接地体达到一定长度后,再增加其长度,冲击接地电阻也不再下降。因此接地体的长度受到一定限制,超出有效长度以外的接地体,对雷电流的泄流起来抑制作用或者贡献很小。所以在风电场的水平接地设计中应要考虑到接地体长度这一点,风电场的水平接地体长度并不是越长越好的。

2.2.2 垂直接地中的问题分析

一般情况下,当地下深处的土壤电阻率较低时,可采取深埋接地极来降低接地电阻值,这种方法对含砂土壤最有效果。许多风力发电场将角钢和

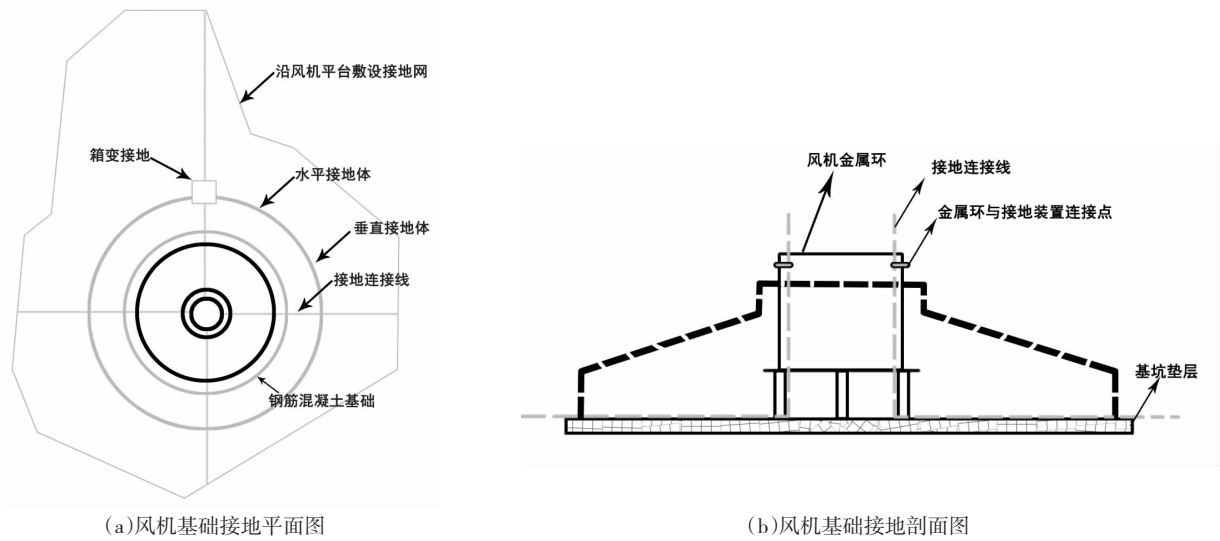


图 1 连州市风电机组常用防雷接地系统

圆钢等垂直接地体打入地下,以降低接地电阻,然而连州风电场大部分处于山地,一台风机独占一个小山头,土壤层浅薄,下层基本上由岩石组成,土壤电阻率极高,这种方法也是有局限性的。

另外发现部分风机打入大量的垂直接地体用于增大接地网电容来减小接地电阻。这种方法对于小型接地网中垂直接地体长度和接地网长、宽尺寸可比拟时,接地网由原来的近似于平板接地体趋近于一个半球接地体,根据电容比确实可以降低接地电阻。但是对于风力发电场这种大型接地网,其电容主要是由它的面积尺寸决定,附加于接地网上有限长度(2~3m)的垂直接地体,不足以改变决定电容大小的几何尺寸,因而电容增加不大,亦接地电阻减小不多。所以风力发电场接地网不应以增加垂直接地体作为减小接地电阻的主要方法,垂直接地体仅作为加强集中接地散泄雷电流之用。

2.2.3 接地中的其他的问题分析

为了降低土壤电阻率,风电场也有大规模使用降阻剂,降阻效果明显,但没有考虑到土壤酸碱度等各项指标,接地电阻也不同程度的出现了问题。近两三年检测结果表明,同一接地电阻值越来越大,或已经达不到设计值 4Ω 。经排查,主要原因是降阻剂出现问题以及射线部分水平接地体与主体地网断开,降阻剂和地网均受到不同程度的腐蚀。虽然降阻剂的降阻效果不容置疑,但在工程中要慎重使用^[10]。因此降阻剂不能盲目使用,要因地制宜。

另外接地系统的施工工艺也是影响接地电阻的主要因素。水平接地体和垂直接地体与主体地网连接处的焊接不符合要求、没有按要求回填土壤电阻率较低的土壤等,某部分的施工工艺出现问题都会直接影响接地电阻值。

3 风电场防雷接地建议和总结

防雷接地系统是风力发电场建设过程中的重要工程,关系到风力发电机组的长期安全运行。风力发电的防雷接地设计,要综合考虑连州的土壤结构、分析闪电数据、气候因素,不要一味的按照传统的设计方法。使用降阻剂一定要可靠有效,使用之前应该要实地勘察土质,不能盲目使用。防雷接地的施工要把握各个环节,不要忽略小的细节而导致电阻值不达标。

总之,接地电阻的设计与施工应根据当地原有运行经验、气候状况、地形地貌的特点和土壤电阻

率的高低等条件进行全面、综合分析,通过技术经济比较来确定,因地制宜地选择合理的方法,最终确定一个合理可行的防雷接地方案。

参考文献:

- [1] 刘三梅,吕海勇,陈绍东,等.广东省雷电风险区划分研究[J].资源科学,2014,36(11):2337-2344.
- [2] 阮楚雯,邓福兴,李少远.1954—2013 年连州市雷暴日数的统计特征[J].广东气象,2016,38(5):29-32.
- [3] 赵海翔,王晓蓉.风电机组的雷击过电压分析[J].电网技术,2006,28(4):27-28.
- [4] 曾勇,吴仕军,刘波,等.贵州山地风力发电机防雷接地技术研究[J].可再生能源,2016,34(6):889-893.
- [5] 孙云.风电场防雷接地系统的施工工艺分析[J].应用能源技术,2012,11:46-49.
- [6] 杨廷方,张航,陈智翔,等.圆环地网与方形地网冲击特性对比仿真[J].电磁避雷器,2013,256(6):65-70.
- [7] 李景禄.实用电力接地技术[M].北京:中国电力出版社,2002
- [8] 李景禄,郑瑞臣.关于接地工程中若干问题的分析和探讨[J].高电压技术,2012,32(6):122-124.
- [9] 潘军,钟一帆,蒙剑.雷电技术在现代建筑中的应用[J].气象研究与应用,2008,29(3):49-54.
- [10] 邹兴奋,刘志辉,李可娟.建筑物防雷接地装置结构探析[J].气象研究与应用,2010,(S2)
- [11] 黄剑钊.新型国家自动站现场总线 CAN 的研究及维护方法[J].气象研究与应用,2016,37(2):87-89.
- [12] 张娟,林卓宏,陈巧淑,等.自动气象站观测场防雷接地模式的技术分析[J].气象研究与应用,2012,33(4):69-71.
- [13] 姚家钊,陈华宣.基层气象台站防雷问题浅析及解决方法[J].气象研究与应用,2009,30(1):78-81.
- [14] 黄仁立,罗晓军,周开春.防城港天气雷达楼雷击防护等级及防护设计[J].气象研究与应用,2014,35(4):111-114.
- [15] 黎锦雷,韦菊,杨玉静.新型自动气象站故障分析与排除[J].气象研究与应用,2015,36(4):102-104.
- [16] 傅俊霖,黄君健,何肖珍.防雷装置接地电阻的认识和探讨[J].气象研究与应用,2008,29(2):68-69.
- [17] 韩建海,吴松.一次风电场雷灾的特点及原因分析[J].气象研究与应用,2016,37(1):121-123.
- [18] 罗天龙.电涌保护器的简易检测方法[J].气象研究与应用,2013,34(2):92-94.
- [19] 杨仲江,卢燕,曹书华.用于防雷工程的电涌保护器的测试研究[J].气象研究与应用,2007,28(4):54-57.
- [20] 谭惠冰,杜建德,梁伟汉,等.电涌保护器(SPD)在低压电气系统中的设计[J].气象研究与应用,2013,34(4):92-97.
- [21] 林政,黎梓华,唐雷.浅谈如何利用法拉第笼原理防护雷电电磁脉冲[J].气象研究与应用,2009,30(1):83-84.