

风力发电机组防雷技术研究

张成 何振源

国华(哈密)新能源有限公司

DOI:10.12238/etd.v4i4.6911

[摘要] 文章主要讨论了风力发电机组的防雷问题。随着新能源的发展,风电行业装机容量和年发电量逐渐增长,但同时也带来了风电机组安全运行的困难,尤其是由雷击引起的事故频发。因此,如何做好风力发电机组的整套防雷系统是保证其长期安全运行的关键。文章分析了雷电对风力发电机组的影响,包括物理损坏、电动机转子发电机组电缆护套的穿透和电气设备自动控制系统的损坏等。同时,文章还介绍了风力发电机组防雷通道检测技术和防雷设计方案,包括接地电阻的测量技术、避雷器的检测及测试分析研究、叶片的防雷设计等。最后,文章强调了风机整体防雷设计的科学性和合理化是保证风机长期、安全、高效运行的前提。

[关键词] 风力发电机组; 防雷问题; 防雷系统; 防雷通道检测技术; 叶片防雷设计

中图分类号: TU856 **文献标识码:** A

Research on lightning protection technology of wind turbine

Cheng Zhang Zhenyuan He

Guohua (Hami) New Energy Co., LTD

[Abstract] This paper mainly discusses the lightning protection problem of wind turbine. With the development of new energy, the installed capacity and annual power generation of the wind power industry have gradually increased, but at the same time, it has also brought difficulties in the safe operation of wind turbines, especially the frequent accidents caused by lightning strikes. Therefore, how to make a complete lightning protection system of wind turbine is the key to ensure its long-term safe operation. This paper analyzes the impact of lightning on wind turbine, including physical damage, the penetration of cable sheath of motor rotor generator set and the damage of automatic control system of electrical equipment. At the same time, the paper also introduces the lightning protection channel detection technology and lightning protection design scheme of wind turbine, including grounding resistance measurement technology, lightning arrester detection and test analysis research, blade lightning protection design. Finally, the paper emphasizes that the scientific research and rationalization of the overall lightning protection design of the fan is the premise of ensuring the long-term, safe and efficient operation of the fan.

[Key words] wind turbine; lightning protection problem; lightning protection system; lightning protection channel detection technology; blade lightning protection design

引言

随着我国能源结构的调整,和国家“双碳”目标的确定,新能源迎来了日新月异的发展。近年来,风力发电行业的装机增量和年发电量逐渐成正比增长,随之而来的风电机组安全运行难点更加突出。风电场安全事故的高发,造成了严重的财产损失,而在频发的事故中大部分是由雷击引起。因此,如何做好风力发电机组的整套防雷系统,是保证发电机长期安全运行的前提。随着当代科技和环保产业的飞速发展,单机版风电机组的相对高度和额定容量越大,会增加风电机组被雷击的风险。雷击也成为

自然界中风力发电机的最大威胁,会造成物理危害和安全运行危害。电力工程、塞贝克效应和雷击时释放的工业设备效应对风力发电机组叶片造成物理损坏、电动机转子发电机组电缆护套的穿透和电气设备自动控制系统的损坏。风力发电机大多位于广阔的平原或沿海平原,我国沿海城市地形地貌较为复杂,湿冷地区雷电日数较多。因此,必须高度重视雷电对风力发电机组的多方面影响。例如,红海湾风电场投产以来,已有多台风电机组被雷击。其中叶片被击中的概率为4%,击中电气设备和通讯部件的概率也高达20%。为了更好地减少雷电对风力发电机组的

损害, 需要综合考虑浪涌保护的成因、避雷区的划分和特点, 以及高压避雷器维护的基本原则, 根据风力发电机组防雷装置的规定, 我们对风力发电机组各控制模块的防雷和过电压维护设计方案进行科学研究, 进行有效的分析。

1 雷击所造成的电力危害以及雷击损坏的机理分析

1.1 雷击所造成的电力危害简要分析

雷击造成的损害是多方面的。电力工程领域的损害具体表现在以下几个方面, 即经济效益降低、机械设备损坏、事故及其对供电系统的影响。在降低经济效益方面, 关键是电力企业发展趋势的大局。雷击会对风力发电机组的安全生产领域造成损害。一旦发生雷击, 通常会导致人员的安全和机械设备的安全。这在一定程度上降低了电力行业的经济效益, 增加了风力发电机组的投入成本。机械设备损坏一般是指造成严重后果的损坏。一般雷击的工作电流只会对发电机组的外观造成损害, 但雷击量过大时, 会损坏风力发电机组的内部接线。在很大的程度上, 它阻碍了设备的正常运行, 也影响了供电系统的特性, 因此供电系统水平受到影响是不言而喻的。电磁能作为社会发展正常运行不可缺少的动力源之一, 是现代发展趋势中不可缺少的点。发电机组发生雷击会对电站的电磁能生产过程造成破坏, 对人们的日常生活产生影响, 同时也会影响经济电力行业的利好。风机分散架设在孤立旷野的山区、半山地区、丘陵、平原等地带, 风机塔筒高度一般为70m~80m, 加叶片风轮半径30m, 总高度可达100m以上, 极易遭受雷击。雷电造成的危害主要由直击雷、侧击雷、雷电感应等, 其释放的巨大能量会造成风电机组的叶片损坏、发电机绝缘击穿、控制元器件烧毁等, 造成严重的经济损失, 如图1-1所示。



图2-1 雷电危害图

1.2 雷击损坏的机理简要分析

如今, 随着我国经济社会的快速发展, 对电磁能的需求也越来越大。近年来, 风力发电的进步也非常迅速, 单机版风力发电机的体积也在不断增加, 因为风力发电机造价昂贵, 而且对其维护也很关键。目前, 风电场为了更好地消化吸收大量动能, 通常加大叶轮的直径, 并在更大的面积上建造风力发电机, 这导致风机受到雷击的影响而事故停运。部分叶片更容易被闪电击中, 雷击主要是带正电的雷云与负电导体之间以及带正电的雷云与

大地之间的放电过程。风力发电机被闪电击中的整个过程实质上是带电的雷云与风力发电机之间的放电。在整个闪电放电过程中, 雷云对大地的正负放电或大地对雷云的负放电都有很大的工作电流和动能, 因此风电机组被雷击毁坏的原理也与此密切相关。

2 风力发电机组防雷通道检测技术简要分析

2.1 风力发电机组防雷通道检测技术简要分析

2.1.1 接地电阻的测量技术分析

对于风力发电机的防雷检测, 首先能够准确测量接地电阻。其中, 每台风机接地网的接地电阻应小于4欧姆。此外, 还必须测试接地电阻值检测水平。对于风力发电机组接地电阻的检测, 可选择直线法、三角法等方法。在实际测量环节, 必须检测铺设必要电流幅值条的位置与地网边缘的距离, 标准值不应小于地网等效电路直径的两倍。关于风机接地电阻检测点, 主要针对基础服务平台的接地装置、通信转换器的接地装置、附属设备的连接地址等。该连接地址的精确测量点不能少于三个。所附设备中, 直梯电阻平均误差为3.19, 电梯电阻平均误差为3.19, 通信交流接地装置中R1取值为3.18, 此电阻测量符合要求, 因此是符合标准的。在实际接地电阻测量的整个过程中, 必须按规范执行, 符合要求方可交付使用, 这样减少了雷击事故的发生频率。

2.1.2 避雷器的检测及测试分析研究

在避雷器的检测层面, 首先要做的是观察电源避雷器, 然后在检查环节, 要求红色为劣质。一旦出现红色, 应立即拆除更换。翠绿色表示没有问题, 可以正常使用。另外, 必须拔掉传统的控制模块, 才能使用防雷电子器件测试仪进行测试。检测数据信号避雷器的关键一定是互联网路由测试仪。互联网路由测试仪可用于检测路径是否正常, 这也是为了保证风力发电机出厂, 防止损坏雷击关键检测技术。

3 风力发电机组防雷设计简要分析

3.1 风力发电机组一般性的防雷设计研究分析

对于风电机组的防雷装置, 这也是保证风电机组雷电不被积聚的关键步骤。合理保证风机全部正常运行, 也是提高电厂经济效益的关键。以下是风力发电机组防雷装置的研究。一般防雷装置的关键是接地和防雷。接地是确保风电机组遭受雷击时安全的先决条件。由于风电机组体积大, 同时需要风资源, 所以一般设置在比较大的区域, 总面积比较大。风电机组防雷装置的各级元件, 不能完全按照一般电气设备的接地方式进行设计和制造。根据以上风力发电机制造商的说法, 风力发电机根据不同的类别有不同的接地规定。接地电阻的大小必须根据风力发电机的类型从多方面加以明确。一般情况下使用的接地电阻为2-4欧以上。根据相对比较可以发现, 电阻越小, 接地电阻工程的建设成本越高。接地网的布置可在风机建设前完成, 根据多个接地网的接入可达到降低风电场接地电阻的实际效果, 同时降低风电场的风险雷电也可以减少。除了接地电阻之外, 配电变压器也需要做好防雷设计, 对于变压器的防雷设计能够有效的保护变压器, 防止变压器出现损坏, 同时也能够雷击发生时避免较大

的电流进入到发电机组的内部,从而很好的保护了风力发电机组。具体的防护措施主要是在变压器的两侧进行避雷器的安装,根据两端电压的高低,往往在高电压一端安装普通阀型避雷器,而在电压比较低的一端安装氧化锌避雷器,以上便是风力发电机组一般性防雷设计。

3. 2叶片的防雷设计简要分析

在风力发电机运行过程中,由于叶片位置很高,叶片通常会在大范围内受到雷击,因此叶片的防雷安装装置显得非常重要。当发电机组被雷击时,大量电流会释放出大量动能,使叶片温度迅速升高,导致叶片变形,更严重的,会继续导致刀片的熔化。目前,我国大部分风电机组叶片均未配备导电体。这会造成雷击的安全隐患。一旦叶片被闪电击中,就会造成破坏性的损坏。因此,我们将介绍刀片的详细信息和防雷装置对策。首先是叶片的选材。雷击造成的损坏与风机叶片的方式密切相关。由木头和其他绝缘体制成的叶片不能有效地进行防雷。因此,在选材层面没有太多接触。然而,这种绝缘材料可能会增加风力发电机叶片被闪电击中的机会。在后续的研究过程中,国外某公司对叶片雷击问题进行了科学研究,发现了一种防雷效果更好的叶片。刀片具有非常独特的结构。叶片的一部分安装了接闪带,主要用于捕捉闪电。可以按照里面的导线来传导电流,也可以把电流传导到地面,从而有效的发挥出维护叶片的实际效果。经过实际的研究操作也证明,该设计对于叶片的防雷有着很好的效果,是一种新兴的设计方式。

4 结语

文章内容对风力发电机的防雷检测技术进行了进一步的研究和分析,对风力发电机遭受雷击的因素进行了科学研究。同时,也阐述了其中一种防雷设计方案和系列对策。一般来说,风电机组的防雷检查是非常关键的,在运行过程中一定要注意,以降低风电机组遭受雷击的风险,保证风力发电正常运行的全过程。

风机整体防雷设计的科学性和合理化是保证风机长期、安全、高效运行的前提。风电机组防雷技术的探讨与应用,需要综合考虑雷电和浪涌保护的形成为与分类、防雷区域及特点、高压避雷器的种类及维护的基本原则,并根据机组的详细分析机组防雷设计方案规范和模块的防雷设计方案提高机组整体防雷设计方案的合理性,为各类风机的防雷设计方案提供参考。由于风力发电场地独特的地理环境,风机的雷击灾害是最关键的

原因,而且风力发电机组的部件相对昂贵,安装不便,中后期运维较复杂。因此,风力发电厂等特殊条件的防雷设备应注意采取与时俱进的措施。在设计和施工前,仔细考察各级自然条件和雷电主题活动的规律,以及各种型号规格风机的特点。这样来进行雷电灾害风险评估、防雷方案设计、防雷工程施工,这才是防雷工程经济、实效的有力保证。为风力发电机组做好雷电综合防护是保障风电场安全运行生产的重要条件,也是对整个风力发电行业乃至整个新能源产业安全生产运行的安全保障。

[参考文献]

- [1]刘蔚钊,丁猛,张中辉.永磁同步风力发电系统机侧PWM控制研究[J].机电信息,2020,20(27):1-3.
- [2]童飞.人工智能技术在风力发电领域的应用[J].低碳世界,2020,10(9):46-47.
- [3]《风力发电机组防雷装置检测技术规范》即将发布实施[J].现代建筑,2018,9(7):76.
- [4]施广全,张义军,陈绍东,等.风力发电机组防雷技术进展综述[J].电网技术,2019,43(7):2477-2487.
- [5]中国风能协会,中国风电产业现状及发展[N].中国能源报,2012-09-29.
- [6]张志英.风能及风力发电技术[M].北京:北京化学工业出版社,2010.
- [7]李德孚.2005年小型风力发电行业现状与发展[A].农业机械化与新农村建设——中国农业机械学会2006年学术年会论文集(上)[C].2006.
- [8]施鹏飞.中国风电场装机容量统计[A].21世纪太阳能新技术——2003年中国太阳能学会学术年会论文集[C].2003.
- [9]柏文王君.双馈式风力发电机结构原理及功率分析[J].教育科学博览,2001,(11):69.
- [10]林志远.风力发电机组的防雷问题[J].广东电力,2001,(10):63.
- [11]GB50343-2004,建筑物电子信息系统防雷技术规范[S].
- [12]GB50057-2010,建筑物防雷设计规范[S].
- [13]DL/T 621-1997,交流电气装置的接地[S].
- [14]GB/T 21698-2008,复合接地体技术条件[S].
- [15]GB/T 20319-2006,中国船级社CCS规范[S].