

简论风力发电机组防雷性能改善的内容和方法

孙宇 胡爽 王斌 邹晓婷

华能新能源股份有限公司辽宁分公司 辽宁 沈阳 110004

摘要: 对于风力发电厂而言, 风力发电机组是保障电力系统安全稳定运行的重要结构。由于雷电的发生会对风力发电机组的正常运行带来不利影响, 因而发电厂应从生产规划制定时做好防雷设计, 通过内外部情况的分析保障发电机组控制器防雷结构设计的科学性, 通过运行环境的优化保障风力发电机组的运行安全, 从而降低雷电事故发生率, 加快事故处理效率, 维持稳定的生产经营秩序, 提高发电厂经营收益。

关键词: 风力发电机组; 防雷性能; 改善方法

引言: 随着社会主义市场经济的发展, 对新能源—风能利用资源的合理开发与利用, 也日益引起了社会各界的广泛关注, 而风机发电机组性能问题是一项综合性的系统工程, 直接关乎着风机在大雷雨天气时是否顺利工作, 以及保证风机内的所有装置不受损害。

1 风力发电机运行特征

太阳能是当今最典型的可再生能源之一, 是我国目前最重要的石化资源代替者。近年来, 随着中国风电技术发展水平的提高以及有关风电设施的进一步完善, 国内外的风能发电机项目不断涌现, 且风能发电机组的数量也在不断扩大。由于面临着日渐扩大的风能发电机组范围与数量, 各类事故的发生概率也将相应提高, 使得风电场机组的维护费用也在日益增加。经有关数据计算和分析可知, 许多风力发电厂的机组维护成本都达到了总成本的五分之一以上。所以, 为了更好的实现风力发电机组的稳定、安全、经济, 对风力发电机的特点加以研究也就势在必行了^[1]。从风电场的生产运行来说, 其从开始的生产运营以来自怀中最主要的经营成本费用, 包含了机器设备的固定资产折旧、人工费用、银行利息、设备大修费用等。其中又以设备大修收费较为明显, 同时也是比较容易掌握的项目。

2 防雷技术的重要性

风能机组设备部件装配精密且费用高昂, 因此风能机组的总体价格要超过风能建设投入比的一零点五以上, 但因为风能机自身通电特性, 因此造成雷击的机率也日益增加, 当风能机发生雷击以后, 不仅要对电路板元器件进行维护, 同时也要对叶片进行维修, 造维护的费用上也要花费一大笔资金, 才能保证风电设备的顺利工作。当叶子受到雷击时, 如果雷击点在叶尖, 即可完成尖部的修补工作, 而要击穿叶子的中心体, 则必须换上完整的叶子, 因此在维修时往往花费相当高昂。在设

备的维修中, 也必须提高维护人员的技术标准, 以防止由于维护人员的疏忽或作业, 而导致设备经过维修的再次损坏, 以免因改变了元件的特性而无法有效应用。

3 风力发电机组故障特征

就一个风力发电厂的电力设备而言, 每一个机组每年都要产生不少于二十种的常发事故。通常, 风力发电机组的内部问题并不能直接对从属设备构成威胁, 但由于此类内部问题现象的发生对整个设备的安全影响并不大, 所以只能在负荷率非常低的状态下才能进行检查, 而很多设备厂家的明文规定只能在设备停止工作的情况下才能对这种问题进行检查。所以, 风力机组的问题主要是内部结构故障的情况下降引起的, 特别是传动系统的问题更易于恶化和扩展。

4 雷击所造成的电力危害以及雷击损坏的机理

4.1 雷击所造成的电力危害

通讯设施对所造的危害性影响是多种多样的, 其对供电方面的影响主要表现在如下几个方面, 分别为减少效益、损害设施和影响供电质量等方面。至于降低经济效益方面, 主要从目前电力行业发展的总体情况来看, 雷击会给风力机组造成安全生产方面的危险, 如果出现了雷击, 则往往会导致人力安全以及机械设备安全生产方面的问题, 这也在一定程度上大大降低了电力公司的效益, 提高了风能发电的成本。破坏设备通常指的是严重性的破坏, 因为一般当雷击的电压较小时只会对发电机组的表面产生伤害, 而当雷击电压过大时便会伤害到风力发电机组的内部线路连接设备, 这也就在极大程度上妨碍了发电机组的正常工作, 也损害了整个电力系统的稳定性。在电力方面就显而易见了, 电力成为了正常运转过程中至关重要的资源之一, 是社会主义建设进程中所不能缺的一点^[2]。但是, 雷击的出现对发电厂的设备产生损害就会影响到发电厂电能的使用质量, 也就会对

市民的正常生活造成危害，同时还会影响到电力公司的经济效益。

4.2 雷击损坏的机理

现阶段风电场为了可以吸取更多的电能，通常都会加大叶轮的孔径，使风力发电机位于更为宽广的地方，这也使得风机暴露在了通信设施的威胁下，风力发电机组的叶片部分也最易被闪电命中。闪电现象，一般指带异性电荷雷云间和带电荷雷允的大地间的放电现象，而风力机组受到闪电的过程实质上就是带电雷允和风电机组之间的放电现象。在地面通信系统电池放电的形式过程中，雷允对于大地的正极性放电或者大地对雷允的负极性放电，都产生了很大的电压和功率。风力强度发电机组受到通讯系统伤害的原因可能和这些有关。

5 风力发电机组综合防雷技术措施

5.1 直击雷防护技术

直击雷防护技术是防护直击雷雷击的措施，可用于各类建筑防雷，特别是容易起火、爆炸等隐患的建筑，以及很容易也可以发生雷击的建筑。这种防护技术的实现主要是对风机设计接闪技术，以此把闪电引入地下，达到防雷的作用。通常接闪的是风力发电机组的桨叶和风机机舱，首先在桨叶的外表装上金属圆盘，然后再在桨叶内辐射金属电流，以成为接闪导线，使桨叶外表的金属圆盘与桨叶的根部更有效地连结。如果闪电击中桨叶，闪电的电压就会沿着桨叶表面的金属圆盘流到风机的自身金属结构，然后经由接地装置把输出电压释放^[3]。在桨叶的表面安上金属网也是一项防雷技术，其技术原理也和上述方法一样。在风力发电机组的机舱外都有金属皮肤，而这些皮肤的厚度很大，能够与桨叶表面金属圆盘和金属网构成法拉第笼结构，这个构造满足了等电位接地条件即可，也能够提供不错的雷击抵御效果。而风速风向仪的防雷技术一般都是安装在避雷针，主要是将避雷针装在风速风向杆上，将风速风向杆和风机的机舱底板连接，以起到雷击电流传输的效果。

5.2 主动避让雷电

加强对闪电的预防工作，在雨云进入风电场时，风机及时停车工作，要将风机桨叶停在最不易接闪的地方，即相对水平处，这将能够极大降低桨叶被闪电命中的机会。特别是当暴雨来临，其运行速率更快。因此运行中的风机，第一易于接闪，当第二叶片和机舱都保持在旋转状态时，不易导流，而第三风机的静止情况与在高速运转状态时因闪电撞击而所损坏的情况差异也很大，当桨叶在高速运行时，其动力和惯性也较大，遇到闪电等强烈的机械冲击和热力效应时，有可能使风叶完

全损坏，但风叶若在静态情况下接闪时，则导致的损伤通常较小，且维修比较方便，花费也较少^[4]。此外，当风机在受到闪电时，也有效地断开了电器接线，它还可以避免因雷电所产生的过电压经由线路到达相邻风电机组，使其发生破坏。

5.3 接地技术

接地技术是一种常用的防雷技术，这个技术主要是在系统与某电位基准之间形成低电流通路，其与相同接地之间的连接为地线。接地技术主要使用在电气设备能起到良好的防雷击效果，一般雷电流接地期间会造成地电位瞬间升高，这时会造成电气设备故障。接地的电阻较大时，避雷针容易被破坏，所以要高度关注接地技术。风力发电机组采用接地技术预防雷击时，要关注电气行业和建筑行业的防雷设计，要保证设计各项指标符合规范要求与标准，以各种技术要求选定接地电阻值的范围。接地技术应用中，要综合考虑电感与电容等方面分布，避免电感与电容不足而造成防雷效果降低。一般的闪电电流频率都相当大，在风力发电机组防雷设计中，注意利用接地系统的暂态响应功能，把该方法用作辅助手段，以提高接地设备的防雷作用。当风力发电机组接地设备组装完成后可能会出现土壤电离的问题，致使相关装置的电器特性复杂度明显增强，这时利用电磁分布的仿真模拟技术就能有效地克服，由于这个技术能够直接仿真所在区域的电磁场分布，因此可为风电机组防雷设计提供了参照依据，并可确保各种设施设备的成功安装^[5]。接地电阻不能满足设计条件时，可通过减阻剂法对接地电阻作出合理的改变，给水平接地极附近使用了适当的减阻剂，降低其电阻系数，使突然电阻有效降低。如果地质条件良好，

5.4 内部过电压保护技术

雷电会产生雷电效应，这种效应所引起的过电压将严重破坏风力机组内的电力网络，甚至损坏终端设备等，应高度重视风力机组的内部过电压防护。通常可以采用在输电线路路上安装避雷针的方式，或使输电杆塔的接地电流显著减小^[1]等。以闪电命中的风力机组现象为对象，通过建立模型研究风机塔筒的电路状态，获得风机塔筒中的感应电厂与磁场分布，从而对风力发电机组设施设备的安装部位进行指导和优化，把敏感度高的电气设备与元件装在雷电电场、磁场弱的地方，降低雷击对其造成的影响和破坏。

5.5 机舱防雷设计

其新设计的直雷防护对机舱直雷保护也很有作用。并在此基础上，在机舱尾部设置了避雷针，避雷针与机

架严密衔接,防雷性能良好。若叶片间不采用相应的防雷措施或将防雷装置破坏时,可在机舱二端加装避雷针。但目前,发电机室仍主要由金属构成。建议在机房内部连接中低速轴承座和发电机轴承座,以获得良好的防雷效应。因为机房外面的自然环境往往十分严酷,被雷电命中的几率也非常高。所以,机房外部的传感器也应该具备防雷功能。按照感应器的距离设置不同长度的避雷针,铜芯线接在舱内的电位母线上。

5.6 外部防雷保护系统

外部防雷装置的主要功能就是把雷电中的高雷电流泄的空气进入到较低,从而防止了雷电直接给风电设备所造成的损害影响。事实上,如果是风电设备遇到了闪电的袭击时,会通过二种途径将雷电流引入大地。其中一种途径就是通过叶片顶部的接收器对整个雷电流进行收集,并通过引下线将其引入到叶片根部,而最后则会达到轮毂顶部,而如果是由轮毂和电机直接的相连,则电机部分也会进入雷电流,然后再由三个主轴的防雷碳刷作为介质,将全部雷电流送到主机架上;第二条路线则会先从在风速风向仪支架上布设的避雷针上检测闪电中的雷流,随后便会经过外部连接线,将雷电流流动到机舱罩内部再流入到避雷系统中,对主机架造成损害^[2]。当雷电流被输送至主机架上时,将会通过三个偏航式防雷碳刷在塔筒中引入雷流,最后再将其泄放进入地面,以此保护风力机组免受雷击。

5.7 加强雷电电磁脉冲防护

为确保风力机组中没有雷电或电磁脉冲的进入,可在屏蔽体反射机理基础上融合了电磁脉冲的引入机理,使用金属机舱以及由金属或水泥材料制造而成的塔筒中的钢筋直径完成了法拉第笼的构造,以达到对舱内及塔筒内人员的有效防护。且要完全密封机内装置的金属外壳,在出入口处设置了设备信号接收器和电源电路之间的屏蔽层,并做好了金属外壳上的电气接线,从而提高了屏蔽效率。另外,还需要针对风电机组防护区中的线缆进行屏蔽层设置,于电缆两侧及其经过的机组防雷界面部位进行接地设置^[3]。若存在较为明显的低频干扰,可

利用双层屏蔽电缆,或是将金属管套在屏蔽电缆外侧,均可起到良好的雷电电磁脉冲防护效果。

5.8 电子信息系统防护

采用的电子网络系统保护方法,主要是对防雷系统保护级别进行判断,要求政府在对其进行建设过程中根据不同的建设阶段电子网络系统的性质、位置、雷电运动规则、系统的雷电防御区,以及对雷电脉冲的抗扰度、对雷击事故受损范围、对系统设置的保护来加以判断,并全面规划。首先是为使电磁干扰的感应作用得到消除而选择的遮蔽设施在风机的运行区外加以安装,或联合采取适当的方式进行电缆铺设与屏蔽的方法。然后是针对驾驶舱内部各种计轴装置的防护,通过在机房操作室和塔底操作室之间的UPS进线端口上设置电源避雷器等的手段,针对塔底设备柜的保护^[4]。也就是对各系统采取了三级SPD保护的雷电波保护方法。

结束语

风力发电机组不同于一般建筑物,其防雷测试是一个专业性强、技术含量高、现场环境因素复杂繁琐的试验项目。测试人员必须充分掌握有关防雷的标准规范,在了解风力发电机组内各装置的特点与功能,并熟悉装置归属原理和拓扑构造后,方可由点到面,全方位检测对防雷器品与设备的检测,以确保风力发电机组的防雷安全性。

参考文献

- [1]王敏.简论风力发电机组防雷性能改善的内容和方法[J].建筑工程技术与设计,2018,000(002):2119.
- [2]张亮,李丛茂.论风力发电机组防雷性能改善的内容和方法[J].建筑工程技术与设计,2018,000(028):2793.
- [3]熊芳瑜,叶平,郑立新.简论风力发电机组防雷性能改善的内容和方法[J].价值工程,2018,37(1):141-143.
- [4]周歧斌,王振兴,边晓燕,赵洋.风电场内集电线路雷击过电压的研究与防护[J].电瓷避雷器,2019,0(6):31-36.
- [5]王健.风力发电机组雷电防护工程案例[J].气象研究与应用,2018,34(z1):164-165.