

文章编号: 1006-4354 (2012) 06-0044-03

风电场防雷技术初探

刘波

(陕西省防雷中心, 西安 710014)

摘要: 针对风力发电厂所处的地理位置及场地土壤电阻率高、雷击危害突出、防雷难度大等问题, 结合防雷工程实例, 参照 IEC 61400-24-2010《风力涡轮机·第 24 部分: 防雷保护》等行业规范, 在分析风力发电机的组成及划分风电场雷击区域的基础上, 从风力发电机的外部防雷、内部防雷及接地网等方面探讨了风电场防雷的基本技术和方法。

关键词: 风电场; 风电机组; 防雷

中图分类号: P429

文献标识码: B

风能作为一种清洁环保的可再生能源, 在我国拥有广阔的开发利用前景, 各地出现风电场建设高潮。风电场多处在环境相对孤立、没有遮挡的空旷地带, 多为高山和荒漠, 由于地面土壤电阻率较高, 极易遭受雷击, 风电场的防雷十分重要。在风力发电中, 为了更多地吸收风能, 风力发电机组的单机容量越来越大, 支撑发电机组的塔架越来越高, 叶轮直径不断增大, 雷击的风险也随之增加, 雷击成为直接危害风力发电机组安全运行最严重的自然灾害。因此, 在风电场建设中同步开展风电机组的防雷工程建设, 对于保障风电场安全运行, 具有极其重要的意义。

1 风电机组的组成和雷击区域的划分

1.1 风电机组的组成

风力发电机组由风轮叶片、机舱、支撑塔、底座以及附属变电箱等部分组成。风轮叶片扑捉自然风并将风力传到转子中心, 一般采用金属或碳纤维等材料制造。机舱是风力发电机组的核心部分, 由变速器、发电机、联轴器、电控系统、冷却器、偏航系统等设备组成, 也是维修人员工作的区域。支撑塔 80 多米高, 和底座一起将叶片和机舱稳固地举起。附属变压器将风机产生的低电压转变成可以传输的高压电。这些机械及电器设备都是由金属材料制成, 相互关联构成了整个风电机组。

1.2 风电机组不同部位的防雷区域划分

为了采取科学有效的防雷工程措施防御风电机组遭受雷击, 必须对风电机组进行防雷区域划分。根据 GB 50057—2010《建筑物防雷设计规范》中防雷区的划分要求, 将风电机组划分为①直击雷非防护区 (LPZ0A), 该区域电磁场没有衰减, 各类物体都可能遭到直接雷击, 属完全暴露的不设防区; ②直击雷防护区 (LPZ0B), 该区域电磁场没有衰减, 各类物体很少遭受直接雷击, 属充分暴露的直击雷防护区; ③第一防护区 (LPZ1), 由于建筑物的屏蔽措施, 该区域各类物体不可能遭受直接雷击, 流经各类导体的雷电流进一步减小, 电磁场得到了初步的衰减; ④第二防护区 (LPZ2), 为了进一步减小所导引的雷电流或电磁场而引入的后续防护区。

风电机组在金属塔架接地良好的前提下, 风机叶片、机舱外部、塔架外部、箱式变压器外部都是雷电形成电磁场没有衰减的部位, 应属于 LPZ0 区。机舱内部、塔架的内部由于受到金属外壳的保护, 流经设备的雷电流已经减少, 电磁场得到初步的衰减, 应属于 LPZ1 区。机舱内部和塔架内部的构件, 包括电缆、发电机、齿轮箱及塔架内电气柜中的设备, 自身所带的外壳又一次起到屏蔽作用, 使得雷电流和电磁场更进一步减少, 这些设备应属于 LPZ2 区。

收稿日期: 2012-06-19

作者简介: 刘波 (1974—), 男, 汉族, 陕西丹凤人, 硕士, 工程师, 主要从事防雷工程设计及施工。

2 风电机组的防雷

2.1 外部防雷

外部防雷主要是对 LPZ0 区域进行保护, 其防雷装置由接闪器、引下线和接地系统组成, 主要作用是防止雷电直接击中风电机组, 避免风电机组构件的损坏及火险的发生。

2.1.1 接闪器 风力发电机的雷击点一般是在风机最高端的叶片上, 雷击发电机叶片时, 雷电产生的冲击波造成叶片爆裂而损坏。因此, 接闪器应预先布置在叶片的预计雷击点处。为了以可控的方式传导雷电流入地, 叶片上的接闪器通过金属连接带连接到风机中轴上, 金属连接带可采用截面积不小于 50 mm^2 镀锌扁钢; 对于机舱内的滚珠轴承, 为了避免雷电在通过轴承时引起的焊接效应, 应将其两端通过碳刷或者放电间隙跨接起来; 对于位于机舱顶部的设施 (例如风速计), 采用将避雷针安装在机舱顶部的方式, 保护该设备不受直接雷击。

2.1.2 引下线 引下线起着将风机叶片上的雷电流引入大地的传导作用。风机的塔体一般都是金属材料, 可以直接将塔架作为引下线来使用。如果是混凝土塔体, 可采用内置专用的防雷引下线、截面积不小于 50 mm^2 镀锌扁钢, 或利用混凝土塔身内部钢筋作为防雷引下线。

2.1.3 接地装置 风力发电机组的塔基一般都有专门连接引下线的防雷接地, 主要起到散流的作用, 即把来自引下线的雷电流释放大地。塔基的基础接地体与附属变压器的基础接地极相连, 构成一个整体的接地体, 形成一个等电位连接区, 当雷击发生时可消除不同点的电位差。

2.2 内部防雷

内部防雷保护系统保护的是 LPZ0 以外的区域, 目的在于缩减雷电电磁脉冲对于区域内设备的影响。主要措施包括防雷击等电位连接、屏蔽措施和电涌保护。

2.2.1 防雷击等电位连接 防雷击等电位连接是内部防雷保护系统的重要组成部分。等电位连接可以有效抑制雷电引起的电位差。在防雷击等电位连接系统内, 所有导电的部件都相互连接, 以减小电位差。在设计等电位连接时, 应按照标准

确定其最小连接横截面积。一个完整的等电位连接网络包括金属管线和电源、信号线路的等电位连接, 这些线路应通过雷电流保护器与主接地汇流排相连。

风电机组的机舱、塔筒, 箱式变电站高压电器的底座和外壳; 配电、控制、保护用的屏、操作台等金属框架; 铠装控制电缆的外皮; 配电装置的金属构架, 钢筋混凝土构架, 以及靠近带电部分的金属围栏和金属门; 电力电缆接线盒, 终端盒的外壳, 电缆的外皮、穿线的钢管和电缆桥架; 转载配电线路杆塔上的开关设备、避雷器、跌落保险等电器设备均应全部作等电位连接并可靠地和接地体相连。

风轮与机舱、机舱与塔柱、尾舵与水平轴应分别通过铆接、焊接或螺栓连接等方法作可靠电气连接, 也可以用单独的多股塑铜线连接。各连接过度电阻尽可能小, 一般不大于 0.03Ω 。再将以上各部件连接为一个等电位体, 当遭受雷击时, 使它们之间不产生电位差, 而且能有一个快速通道将雷电流沿塔身引入接地装置。

2.2.2 电磁屏蔽 屏蔽装置可以减少电磁干扰。机舱外壳应采用钢板制成, 钢板厚度应大于 0.5 mm 。如果机舱外壳为复合材料时, 应在机舱外面敷设金属网格形成法拉第笼, 起到屏蔽的作用。相关的电气和电子器件都装在开关柜, 开关柜和控制柜的柜体应有良好的屏蔽效果。在塔基和机舱的不同设备之间的线缆应带有外部金属屏蔽层。只有线缆屏蔽的两端都连接到等电位连接带时, 屏蔽层对电磁干扰的抑制才是有效的。

电力和信息线路由机舱回到地面的并网柜、变流器、塔底控制柜处应采用屏蔽电缆, 还应穿入接地铁管, 使反击率降低。各电气柜采用金属薄板制作, 可以有效地防止电磁脉冲干扰, 在电源控制系统的输入端, 出于暂态过电压防护的目的, 采用压敏电阻或暂态抑制二极管等保护设备与屏蔽系统连接, 每个电控柜用多股塑铜线与接地端子连接。各回路应在柜内安装相应防雷装置, 综合利用 DBSGP (分流、搭接、屏蔽、接地、保护) 技术, 更为有效地减少电磁干扰。

2.2.3 电涌保护 除了使用屏蔽措施来抑制雷电

流辐射干扰源以外,对于防雷保护区边界处的传导性干扰也需要有相应的保护措施,这样才能让电气和电子设备可靠的工作。在防雷保护区从0区到1区的边界处必须使用防雷器,它可以导走大量的雷电流且不会损坏设备。这种防雷器也称之为雷电流保护器(I级防雷器),它们可以限制接地的金属设施和电源、信号线路之间由雷电引起的高电位差,将其限制在安全的范围之内。

在防雷保护区以及后续防雷区,仅有能量较小的脉冲电流存在,这类脉冲电流是由外部的感应过电压产生,或者是从系统内部产生的电涌。对于这一类脉冲电流的保护设备叫作电涌保护器(II级防雷器)。从能量协调的角度看,电涌保护器需安装在雷电流保护器的下游。

对发电机及其励磁系统,继电保护和控制系统、通信和信号以及计算机系统都应安装相应的过电压保护装置。数据处理系统安装电涌保护器与电源系统上安装的电涌保护器有所不同,需要特别注意电涌保护器与测控系统的兼容性以及测控系统本身的工作特性。这些保护器与数据线串联连接,而且必须将干扰水平限制在被保护设备的耐受能力以内。

2.3 接地网

接地对风电机组防御雷击是非常重要的,它是以上防雷保护措施的前提条件,它的好坏直接关系到能否将接闪来的雷电流导入地下。在有条件的情况下,最好将所有塔基地网连接在一起,形成一个闭合的大地网,而且要求接地电阻值达到一定要求,以防止其中某台风电机接闪后引起周围风电机组的地电位反击。每个机组底座接地网应设在混凝土基础的周围,要有足够大的散流面积,水平接地体要置于冻土层以下,每隔一定距离打入地下镀铜接地棒,水平接地体应连接到塔基的两侧相对位置,地面的控制器连接到其中连点之一。有的设计在环形接地体与塔基中间加上两个环形接地体,使跨步电压更加改善。如果风电机组是建设在高地电阻区域,要采取一系列的降阻措施,包括使用接地模块、增加降阻剂,甚至换土等方法保证地电阻达到规范要求。一个有效的接地系统,应保证雷电流入地,保护风电

机组不受损坏。

3 结论

3.1 风力发电厂地理位置多为空旷地带,场地土壤电阻率高,加之风电机组结构独特,导电性能较好,只有采用科学技术手段建设有效可靠的防雷保障工程,才能增强风电厂抗御雷击灾害的能力,提高风电厂的安全运行系数。

3.2 风力发电厂防雷是一项复杂的系统工程,对风电机组防雷区域的准确划分和分类,是建设有效可靠的防雷保障工程的前提条件;构建闭合的大面积接地网,在风电机组底座周围形成大面积等电位连接区,是加大、加快雷电流释放量,从根本上解决风力发电厂场地土壤电阻率高,提高防御雷击灾害能力的有效措施。风电机组内部防雷措施和外部防雷措施应有机结合,构建防雷击等电位连接和电磁屏蔽、电涌保护工程,建设风电机组完整的防雷装置系统,可有效防御和降低风电机组遭受雷击的可能性和破坏性,是提高防御雷击灾害能力的关键技术。

3.3 建立雷电监测和预警机制,在雷击发生前果断采取一些非工程措施,及时对过电压比较敏感的部分进行处置,必要时果断关闭风机发电设备,是防御和减少雷击灾害的必要的辅助手段。

3.4 虽然通过防雷工程和措施的综合运用,风电厂遭受雷击的可能性依然存在,只是减少了雷击的风险值,防御和减轻了雷击灾害的强度和损失。其防御和减轻雷击灾害的效果与实施防雷工程的技术含量呈正相关。

参考文献:

- [1] 张小青. 风电机组的防雷与接地 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2009.
- [2] 尹慧勇. 风电机组的防雷技术 [J]. 硅谷, 2011 (1): 7.
- [3] 霍慧峰, 张翠英, 肖占国, 等. 浅析风电机组的防雷设计 [J]. 城市建设理论研究, 2011 (19).
- [4] 邱传睿, 林毅龙, 李永毅. 风电机组的防雷和防雷标准 [J]. 风能, 2010 (5): 54-59.
- [5] 刘继. 风力发电装置的雷电防护与电磁兼容问题 [C] // 第三届中国防雷论坛文集. 深圳, 2004: 89-90.