

风电场风电机组接地技术及运用探究

王龙

新疆龙源风力发电有限公司

[摘要]为了全面提升风电场风电机组的应用水平,减少其他因素对风电机组运行效能产生的影响,要基于传统接地网应用控制模式,打造更加合理可控的外接地线设计方式,从而实现风电场风电机组协同控制的目标。本文分析了雷电对风电场风电机组产生的影响,并对接地设计和技术应用措施展开讨论。

[关键词]风电场;风电机组;接地技术

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.10.794

在出现异性带电中心空气电场被击穿问题时,放电现象会对整个风电场风电机组的运行安全产生影响,因此,要整合具体的接地技术模式,维持良好的应用效能,促进经济效益和安全效益的和谐统一。

一、雷电对风电场风电机组产生的影响

一方面,雷电产生的直接影响。在风电机组出现雷击问题后,雷电流就会形成较为固定的热量源,此时风电机组的运行温度骤然升高,一旦温度超出金属结构的熔点限制,必然会使得金属出现熔化现象,造成其运行故障。需要注意的是,雷电流的作用时间较短,因此,会出现瞬时高温现象,被雷电击中的金属物体出现小区域熔化,对金属造成的影响也有限,并且,雷电流经化合物会产生较大的电磁力,形成感应过电压,严重影响控制系统或者是电子元件设备的安全性。

另一方面,雷电产生的间接影响。雷击出现后,风电机组和地表会形成相对零电势电平状态,若是将雷电流导入地下,雷击物体则会造成短暂点位抬高,使得风电机组内部电位数值超出地表电位数值,影响电机的使用性能^[1]。

综上所述,完成系统化风电场风电机组接地设计处理十分必要。

二、风电场风电机组接地技术设计

本文以某风电场为例,高程为2800m到3300m,场址位置配置30台1500kW风机,每台风机都配置对应的箱式变压器。并且,风机和箱变共同使用统一接地网,依据风机和箱变接地网建立独立的设计方案。在进行地质资料分析后可知,风电场场地第四系覆盖层厚度为0.3m到22.1m,不同风电场各个机位电阻率差异参数相差较大,为了保证相应的工序内容都能依据标准落实到位,就要整合具体参数关系,在判定结构和力学性质的基础上,有效提升风机机组控制水平,确保相应接地设计效果最优化。主要区间分布见表1。

表1 风机机位电阻率数值

序号	电阻率区间	风机机位设备数量
1	0-200 Ω m	0
2	200 Ω m-500 Ω m	8台
3	500 Ω m-1000 Ω m	1台
4	>1000 Ω m	24台

(一) 风机接地网设计

风电机接地装置主要是将风机作为圆心,设置满足实用要求的环形水平接地体,在距离基础地网结构边沿位置时,

要设置接地均压环,并且保证每间隔10m位置设置一根厚壁钢管,尺寸为Φ50、数量为10。并且,从风机塔内部接地装置位置引出接地线和接地均压环,并完成具体的连接工作。

(二) 接地电阻计算

主要是按照 $R_0 = 0.5 \frac{\rho}{\sqrt{S}}$ 进行风机接地网接地电阻的计算,其中, R_0 表示的是地网接地电阻数值、 S 表示的是区域地网的实际面积、 ρ 表示的是土壤的电阻率。在计算后对相关数值进行分析,若是接地电阻数值在4Ω以下,则满足整体设计要求。若是接地电阻数值在4Ω以上,则利用外引接地线配合电解接地极敷设方案,并开展后续作业内容,从根本上避免接地电阻较大对整个系统安全性造成影响^[2]。

(三) 电解接地极的计算

为了保证风电场风电机组接地工作的合理性和规范性,要对接地极予以设计计算和处理,尤其是对高土壤电阻率的风机基础要落实匹配设计模块,设计向外辐射接地线和埋设离子地极方式,就能合理性降低对应的接地电阻数值。之所以采取这种设计处理模式,就是借助电解地级的电解质向地表深层和四周泄放,最大程度上降低区域性土壤电阻率参数,确保接地电阻数值得以合理控制在有效参数范围内。另外,电解地级也能向周围或者是纵深方向逐渐渗透相应的电解质,并且替代降阻剂,合理性控制土壤电阻率参数,减少降阻剂产生的腐蚀作用,从而最大程度上提高水源安全性。

第一,计算外引接地线长度,依据等效半球体接地电阻

计算方式,按照 $R = \frac{\rho}{2\pi r}$ 计算半球半径, r 表示的是等效接地半径、 R 表示的是接地电阻目标值、 ρ 表示的是土壤电阻率。在进行计算分析的同时,外引接地线的敷设长度要大于等效接地半径^[3]。

第二,电解接地极敷设数量,按照 $N = \frac{0.08 \times \rho}{k \times R} (1 - \frac{R^2}{R_0^2})$

进行计算,其中, R 表示的是地网设计接地低阻, ρ 表示的是土壤电阻率, k 表示的是系数,具体参数选择见表2。

表2 不同取值下k系数

序号	ρ 取值区间	k取值
1	<200 Ω m	3
2	200 Ω m-500 Ω m	4
3	500 Ω m-1000 Ω m	4.5
4	>1000 Ω m	5

（四）具体竣工方案

采取外沿接地网并敷设接地极的模式，依据电场实际地形情况，确保能按照标准化流程和要求完成相应设计工作，最大程度上提高应用效果和安全性。本文选取的是外接地线并敷设电解接地极方式，完成风机处理工作。在按照设计方案实现竣工后，实际测量的电阻数值优于目标数值^[4]。

三、风电场风电机组接地技术应用措施

为了提升风电场风电机组接地引用控制的合理性和规范性，就要按照标准化流程开展相应的应用方案，连接接地电位的基础上，设置屏蔽层、过电压保护等，确保接地处理结构能贴合风电机组应用要求，从而维持接地效果。

（一）连接接地电位

对于风电场风电机组而言，规范化的接地模式能大大提升运行效率，减少运行隐患等问题造成的影响。因此，风电场风电机组要与接地点位进行合理化连接控制，并且形成完整的环形接地网，从而确保风电场风电机组中的电位风速设备、避雷针等都能按照接地电位予以合理化控制，并实现机舱模块、控制柜等结构的实时性连接，维持接地电位的合理性。

除此之外，要将金属构件和电气连接的方式予以控制，形成统一整体后，保证风电场风电机组具备良好的等电位体，避免雷电问题对风电场风电机组运行安全产生的影响，实现可控化管理^[5]。

（二）设置屏蔽层

风电场风电机组接地技术体系中，屏蔽层是维持整体应用控制合理性的基础，能减少元件和元件之间的相互作用，并且，合理化设置规范屏蔽层，就能边电磁耦合问题对整体控制效果产生的影响。

第一，针对一些容易受到雷电感应过电压损害的部分进行处理，确保屏蔽装置设置的合理性和规范性，并且发挥屏蔽层的应用优势，减少参数对运行安全产生的影响，维持良好的整体性应用控制效果，避免电磁干扰造成的影响。

第二，针对风电场风电机组结构进行控制工作，在塔底和机舱柜不同设备之间设置控制电缆，并在金属外部设置对应的屏蔽层，将屏蔽层的两端利用等电位法予以连接处理，控制整体结构的应用效果。

第三，在机舱中的通信电缆，要依据环境要求和标准完成设置，配合光纤传输处理模式，就能维持应用效能。利用4mm以上的钢板制作控制柜，并且形成良好的应用系统，按照标准化流程控制相应元件的工作内容，维持接地处理的合理性^[6]。

第四，对机舱外部进入机舱内部的过程，要严格控制风速风向等信号系统，并且利用屏蔽层导线处理模式，应用隔离变压器的方式完成全方位隔离处理控制工作，提升应用效果，并且最大程度上发挥屏蔽层的应用优势。

（三）过电压保护

在风电场风电机组接地技术应用过程中，利用过电压保护的方式有效降低雷电故障产生的损害具有重要的应用价

值。在电压超出额定电压数值极限的情况下，断开电源，并且能有效对电气设备予以保护处理。所以，会将过电压保护直接设置在避雷器、击穿保护器以及接地装置中，维持其应用效果。

一方面，过电压保护就是借助放电间隙为氧化锌阀片分压予以控制，有效减少雷电冲击，并且为残压保护工作的有序开展进行处理，为过电压保护工作的全面落实提供良好的保障。

另一方面，风电场风电机组过电压保护安装在电缆保护区中高级防护结构中，使得相连区域控制效果满足要求^[7]。

（四）接地防雷保护

对于风电场风电机组接地处理工作而言，接地防雷设计环节和保护效果至关重要，是维持其应用效果和控制效率的关键，因此，借助电缆和风机外部环桩接地电极的连接处理，有效匹配外部环境进行接地电极的连接控制，就能维持安全性。若是土壤电阻数值较高，就要利用铜导线完成接地电极的处理，有效降低风电机组接地电阻参数。而且，在土壤电阻率较高的环境下，要搭配深井接地、多层接地等方式，确保补偿方式处理的接地模块应用效能最优化。

除此之外，若是岩石体位置进行风电机组安装工作，则要结合风电机组接地防雷的基本需求，采取回填土掺入降阻剂的方式配合接地网扩大处理模式，最大程度上减少接地电阻，维持良好的应用效果^[8]。

结束语

总而言之，风电场风电机组接地工作中，统筹分析相关内容，并全面分析应用要求，发挥技术大规模开发和可再生特性，落实更加科学合理的技术放啊，减少雷电等问题对风电场风电机组产生的制约作用，并结合接地技术提升防雷性能效果，减少维护成本的同时，为风电场可持续健康发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1]李嵩.风电场风电机组接地技术探讨[J].华东科技(综合),2019(11):0366.
- [2]张晶,叶杨,张晓梅,等.风电场风电机组接地技术[J].云南电力技术,2018,43(z1):109-110.
- [3]常雪剑,吕昶.基于预应力混凝土钢组合塔架技术风电机组防雷接地设计[J].大科技,2018(27):65-67.
- [4]潘文庆.风电场零序保护及其场内单相接地故障测距技术研究[D].山东:山东大学,2018.
- [5]刘建伟,赵学如.双馈式风电机组接地方式改造浅析[J].科技与创新,2018(24):69.
- [6]周蜜,樊亚东,郑钟楠,等.潮间带海上风电机组重力式基础接地特性[J].电网技术,2018(11):3320-3326.
- [7]王强.一种风电机组接地电阻的测试方法及故障分析[J].仪器仪表与分析监测,2021(4):31-33.
- [8]宋景博,潘文霞,普珍,等.考虑接触电压的风电机组接地网优化设计[J].电瓷避雷器,2018(6):56-60.