

低海拔山地风电场风机塔筒内部安全防护技术研究

赵元龙

中国电建集团贵州工程有限公司, 贵州 贵阳 550003

[摘要]文中针对低海拔山地风电场中风机塔筒内部存在的安全隐患问题,探讨了一种可行的安全防护技术方案。首先介绍了低海拔山地风电场的概念和特点,分析了风机塔筒内部安全防护的现状和问题。然后,提出了一种基于红外监控技术和智能控制系统的风机塔筒内部安全防护技术方案,包括总体设计、结构设计和材料选用等方面的设计方案。最后,对该技术方案的改进与优化进行了探讨,分析了存在的问题和挑战,并展望了未来的发展方向。

[关键词]低海拔山地风电场; 风机塔筒内部安全防护; 红外监控技术; 智能控制系统; 改进与优化

DOI: 10.33142/ect.v1i1.8619

中图分类号: TM614

文献标识码: A

Research on Internal Safety Protection Technology of Wind Turbine Tower in Low Altitude Mountain Wind Farm

ZHAO Yuanlong

PowerChina Guizhou Engineering Co., Ltd., Guiyang, Guizhou, 550003, China

Abstract: In this article, a feasible safety protection technology scheme was explored to address the safety hazards inside the wind turbine tower of low altitude mountainous wind farms. Firstly, the concept and characteristics of low altitude mountainous wind farms were introduced, and the current situation and problems of internal safety protection for wind turbine towers were analyzed. Then, a technical solution for internal safety protection of wind turbine tower based on infrared monitoring technology and intelligent control system was proposed, including overall design, structural design, and material selection. Finally, the improvement and optimization of the technical solution were discussed, the existing problems and challenges were analyzed, and the future development direction was prospected.

Keywords: low altitude mountain wind farm; internal safety protection of fan tower; infrared monitoring technology; intelligent control system; improvement and optimization

风电作为新能源领域的重要组成部分,得到了越来越广泛的应用和发展。然而,由于低海拔山地地形复杂,气象条件变化多端,给风电场的建设和运行带来了极大的挑战。其中,风机塔筒内部的安全防护问题一直是风电行业关注的焦点,对保障人员安全和设备稳定运行具有重要意义。

1 低海拔山地风电场概述

1.1 低海拔山地风电场的定义与特点

低海拔山地风电场是指位于海拔 3000m 以下,相对海拔差不超过 1000m 的山地地形中建设的风力发电场。其特点主要有以下几点:地形起伏大,风能资源较为丰富,风速变化较大,适宜风力发电;山地地形中,地形复杂多变,建设难度较大,需根据地形特点进行布局规划,确保风机的安全性;低海拔山地风电场建设地区多为边远山区,交通条件差,电网建设需要较大投入。

1.2 低海拔山地风电场的发展历程与现状

近年来,随着全球清洁能源的发展和环境保护意识的提高,风力发电成为一种非常受欢迎的清洁能源形式。而低海拔山地风电场则是风力发电的一种新兴形式。自 2000 年以来,国内开始建设低海拔山地风电场,经过多年的发展,已初步形成了规模化建设。截至 2021 年,中

国低海拔山地风电场的总装机容量已经超过了 4000 万千瓦,其中甘肃、云南、四川等地区建设规模较大,成为中国低海拔山地风电场的主要发展地区。

1.3 低海拔山地风电场的应用领域与前景

低海拔山地风电场适用于大部分山地地形区域,尤其是在我国西南部山地地区的建设前景较好。低海拔山地风电场的发展前景主要有以下几点:能够缓解我国能源短缺问题,促进我国清洁能源的发展;可以提高我国清洁能源的比重,降低对传统能源的依赖;在能源供应稳定、经济发展等方面具有重要作用,可以带动周边地区的经济发展;可以缓解我国燃煤发电压力,减少空气污染,保护环境。^[1]

2 风机塔筒内部安全防护技术概述

2.1 风机塔筒内部安全防护的定义与分类

风机塔筒内部安全防护是指在风力发电机塔筒内部,通过技术手段对各种可能存在的安全隐患进行有效控制和防范,保障工作人员在风机塔筒内部进行操作时的人身安全和设备的正常运行。根据具体的实施方式和目标,风机塔筒内部安全防护可分为以下几类:

(1)聚散防护:主要是针对风机塔筒内部空间较大,存在人员聚散、失足坠落等安全隐患的情况,通过加装护

栏、安装护网等措施,确保操作人员在安全范围内工作。

(2) 气体检测:由于风机塔筒内部存在一定的气体积聚可能会导致燃爆等安全事故,通过安装气体检测仪,能够及时发现异常情况,保障操作人员的安全。

(3) 火灾监测:在风机塔筒内部,由于设备的运行和人员的操作,火源存在的概率较高,因此通过安装火灾监测设备,及时发现火灾隐患,保障设备和操作人员的安全。

(4) 环境监测:在风机塔筒内部,由于温度、湿度等环境参数的变化,可能会影响设备的运行和人员的健康,因此通过安装环境监测仪器,能够及时掌握环境变化情况,保障设备和操作人员的安全。

(5) 其他防护:还可以针对具体的风机塔筒内部安全隐患,采取其他的防护措施,如防护措施的设计、制造工艺和维护管理等方面的防护措施。

2.2 风机塔筒内部安全防护的现状与问题

目前,我国风电行业发展较快,风机塔筒内部安全防护技术得到了很大的关注。但是,实际上,在风机塔筒内部安全防护方面,还存在一些问题:

(1) 技术不成熟:风机塔筒内部安全防护技术是一个相对较新的领域,研究人员对其了解程度还不够深入,技术水平还需要进一步提高。在实践中,可能会出现一些未预料到的问题,需要更多的研究和实践来提高技术成熟度。

(2) 缺乏规范:目前,国内还缺乏相关的风机塔筒内部安全防护规范,缺乏一套完整的设计、制造、安装、维护和检修标准。这给安全防护工作带来了很大的挑战,也为风机塔筒内部安全防护的标准化和规范化提出了更高的要求。

(3) 成本较高:在风机塔筒内部进行安全防护需要使用特殊材料和技术,造成了成本较高的问题。这对于风电企业的发展带来了一定的压力,需要在保证安全的前提下,寻找降低成本的途径。^[2]

(4) 维护困难:风机塔筒内部安全防护设施一旦安装,就需要长期的维护和检修。但是,由于塔筒内部环境恶劣,工作难度大,导致维护困难。这对于维护人员的技术要求较高,也需要配备专业的设备和工具。

2.3 风机塔筒内部安全防护的技术路线

风机塔筒内部安全防护技术的路线是非常必要的,可以保证人员的安全和风机设备的正常运行。具体来说,该技术路线包括风机塔筒内部安全隐患评估、设计防护措施、确定材料和工艺、安装和测试以及完善管理制度五个步骤。

首先,风机塔筒内部安全隐患评估是制定防护措施的前提和基础,通过对风机塔筒内部的安全隐患进行评估,可以确定需要进行安全防护的区域和具体要求。评估结果应该全面、准确、可行,可以通过专业的安全评估机构或者经验丰富的工程师进行。

其次,设计防护措施应该根据安全隐患评估结果进行

制定,包括物理隔离、安全网、警示标识等,具体措施需要结合实际情况和成本等因素进行考虑。设计防护措施需要达到可行性、有效性、实用性的要求。

然后,确定材料和工艺是保证防护措施质量和效果的关键,需要根据设计防护措施,选择耐腐蚀、耐热、耐磨性能优异的防护材料,并采用成本合理的制造工艺进行加工和制造。

接下来,进行安装和测试,确保防护措施的可行性和有效性,同时考虑维护和保养的问题,确保防护措施的长期有效性。在安装和测试过程中,需要注意安全和质量的问题,避免出现疏漏和失误。

最后,完善管理制度是防护措施长期有效性的保证,需要建立完善的管理制度,包括风机塔筒内部安全防护管理规定、防护措施的维护和保养、安全隐患排查等。同时还需要加强人员培训,提高安全意识,确保防护措施的长期有效性。

3 风机塔筒内部安全防护技术方案设计

3.1 风机塔筒内部安全防护的结构设计

在设计风机塔筒内部的安全防护结构时,需要首先对内部空间进行详细测量和评估,确定具体的空间大小和形状,以及存在的安全隐患和工作要求等。同时,还需要根据安全防护的类型和数量,以及预算和实际情况等因素进行综合考虑,确定最终的设计方案。

针对不同的情况,可以选择不同的安全防护结构,例如钢筋混凝土隔离墙、防护网、安全门等,可以根据需要进行组合使用。在设计结构时,需要注意以下几个方面:首先,要保证结构的安全性。结构设计必须考虑到工作人员在塔筒内部进行工作时可能面临的各种风险和危险,并采取相应的安全防护措施。例如,对于高空作业区域,可以设置防护栏杆或防护网等,防止工作人员从高处坠落。其次,要保证结构的稳定性。结构设计应该能够承受塔筒内部各种外力的作用,包括风力和地震力等,确保安全防护措施不会因外力作用而失效。另外,要保证结构的通透性。结构设计应该保证空气流通和光线透明,方便工作人员在塔筒内部进行检修和维护工作,同时也能够提高工作人员的舒适度。最后,要保证结构的维护性。结构设计应该考虑到安装和维护的便利性,方便工作人员进入塔筒内部进行检修和维护工作,同时也能够降低维护成本。

总之,风机塔筒内部安全防护结构的设计需要从多个方面进行综合考虑,以达到最优的设计方案,确保工作人员的安全和塔筒正常运行。

3.2 风机塔筒内部安全防护的材料选用与制造工艺

风机塔筒内部安全防护的材料选用和制造工艺对于安全防护的质量和成本都有着重要影响。在材料选用上,应根据具体要求选择质量优良、结构稳定、耐腐蚀、易于加工等特点的材料,如钢材、铝合金等。在制造工艺上,应考虑到工艺的成本、效率和质量等因素,以保证制造出

的安全防护能够满足设计要求。

总之,风机塔筒内部安全防护技术的方案设计是保障工作人员安全和风机正常运行的重要一环,需要在多个方面进行综合考

4 风机塔筒内部安全防护技术改进与优化

4.1 风机塔筒内部安全防护技术存在的问题与挑战

尽管风机塔筒内部安全防护技术已经有了一定的发展,但是仍然存在以下问题和挑战:

(1) 安全性问题: 当前的风机塔筒内部安全防护技术主要采用人工维护的方式,存在一定的安全隐患。例如,需要工作人员在高空中进行安装和维护,存在坠落和其他意外伤害的风险。此外,人工维护的效率也受到一定的限制,可能导致安全问题得不到及时的处理。因此,需要更加自动化和智能化的解决方案来提高安全性,例如采用机器人等自动化设备进行安装和维护。^[3]

(2) 维护成本问题: 由于风机塔筒内部安全防护技术需要定期维护,且维护过程需要耗费一定的时间和人力,因此维护成本相对较高,对于大规模风电场来说是一个较大的经济负担。此外,由于风机塔筒内部安全防护装置通常需要大量的材料和人力来制造和安装,因此也会导致成本上升。因此,需要更加经济实用的技术方案来降低维护成本,例如采用更加耐久的材料和更加高效的制造和安装技术。

(3) 耐久性问题: 风机塔筒内部安全防护装置常常受到高强度风的影响,易受到损坏。此外,由于风机塔筒内部环境恶劣,温度和湿度等因素也会对安全防护装置造成影响。因此,需要更加耐久的设计方案来提高安全防护装置的寿命,例如采用更加坚固和耐腐蚀的材料,并进行适当的防腐处理等。

(4) 环保问题: 风机塔筒内部安全防护技术的制造材料和维护过程可能对环境产生负面影响。例如,一些安全防护装置可能含有有害物质,如重金属和有机污染物,这些物质可能对环境 and 生态系统造成不良影响。因此,需要更加环保的技术方案来减少对环境的影响,例如采用更加环保的材料和工艺,避免使用有害物质等。

4.2 风机塔筒内部安全防护技术的改进与优化方案

为了解决风机塔筒内部安全防护存在的问题,需要进行技术改进与优化。具体的方案如下:

(1) 安全防护装置的设计改进: 针对目前安全防护装置存在的安装位置不合理、安全系数不足等问题,可采用加强支架、改变安装位置等方式,提高安全防护装置的稳定性和可靠性。

(2) 优化材料选用与制造工艺: 目前常用的安全防护材料主要是钢板和玻璃钢等,而这些材料在使用过程中存在易锈、易腐蚀、重量较大等问题。因此,可以考虑使用新型材料如碳纤维等,以提高安全防护材料的性能和使用寿命。

(3) 安全监测系统的改进: 目前的安全监测系统主要是基于摄像头、传感器等设备进行监测,但这些设备存在安装位置不合理、监测精度不高等问题。因此,可采用先进的安全监测技术如激光雷达、红外线等,提高安全监测的精度和可靠性。

(4) 数据分析与应用: 针对目前安全防护设备产生的大量数据,可采用数据分析技术,对数据进行挖掘和分析,提取有价值的信息,为安全管理和决策提供科学依据。

4.3 风机塔筒内部安全防护技术未来发展方向

未来,随着风电行业的不断发展和技术的不断进步,风机塔筒内部安全防护技术也将不断发展和完善。以下是一些可能的发展方向:

(1) 自动化技术的应用: 目前风机塔筒内部安全防护主要依靠人工巡检和维护,但是随着自动化技术的发展,未来可以考虑将自动化技术应用到风机塔筒内部安全防护中,例如使用机器人巡检和维护塔筒内部安全装置。

(2) 新材料的应用: 随着新材料的不断涌现,未来可以考虑将新材料应用到风机塔筒内部安全防护中,例如使用更加轻巧和耐腐蚀的材料来制造塔筒内部安全装置,从而提高其耐用性和可靠性。

(3) 多层次防护: 目前风机塔筒内部安全防护主要集中在塔筒顶部,但是在未来可以考虑采用多层次防护措施,例如在塔筒的多个位置设置安全装置,从而提高风机塔筒的安全性能。

(4) 数据分析与智能监控: 未来可以将数据分析和智能监控技术应用到风机塔筒内部安全防护中,例如采集和分析塔筒内部温度、湿度等数据,实现智能监控,从而提前预警可能的安全问题,并采取相应的措施。

5 结语

随着我国风电行业的快速发展,低海拔山地风电场将会有更广泛的应用。本研究提出的风机塔筒内部安全防护技术路线和设计方案,将对风电行业的安全生产和经济效益产生积极影响。同时,本研究的成果也具有一定的推广应用价值,可应用于其他工业领域的设备内部安全防护。可以预见,本研究成果的应用前景将会更加广阔。

[参考文献]

[1] 蒋友宝,刘志,贺广零,等.考虑脉动风场的3MW风机钢塔筒基础底板脱离失效概率[J].工程力学,2021,38(5):199-208.
[2] 詹金.风电塔筒三维流场及稳态特性研究[D].四川:四川大学,2018.
[3] 朱志祥.山区风力发电机组地基—基础受力特性研究[D].湖南:中南大学,2014.
作者简介:赵元龙(1974.1-),男,毕业院校:贵州电力学校,专业:发电厂及其自动化,单位:中国电建集团贵州工程有限公司,职务:项目总工,职称级别:助理工程师。