

# 高空风能发电地面设备的研究

Research on ground equipment for high-altitude wind power generation

魏心武 侯光鹏

Wei Xinwu, Hou Guangpeng

(华电福新能源发展有限公司山西分公司 030006)

Zheng Wei, Ningbo Maituo New Energy Technology Co., LTD

**摘要:** 高空风能发电地面设备是高空风能发电系统的重要组成部分,它承担着支撑、转换和保护风力发电机组的任务。本文介绍了高空风能发电地面设备的关键技术、性能测试方法和指标。关键技术包括性能评估地面设备的组成和功能、地面设备的结构和材料选择、地面设备的运行控制和安全保障。方法包括数据统计分析、趋势分析和对比分析等。通过对测试数据的分析和对比,可以评估地面设备的性能和可靠性,并提出改进措施和建议。最后,总结了高空风能发电地面设备的重要性,并强调了性能测试和评估对于提升设备性能和推动技术发展的重要性。

**Abstract:** High-altitude wind power generation ground equipment is an important part of the high-altitude wind power generation system, which undertakes the task of supporting, converting and protecting the wind turbine. This paper introduces the key technologies, performance test methods and indexes of ground equipment for high-altitude wind power generation. Key technologies include the performance evaluation of the composition and function of ground equipment, the structure and material selection of ground equipment, and the operation control and safety guarantee of ground equipment. Methods include data statistical analysis, trend analysis and comparative analysis. Through the analysis and comparison of test data, the performance and reliability of ground equipment can be evaluated, and improvement measures and suggestions can be proposed. Finally, the importance of ground equipment is summarized, and the importance of performance testing and evaluation to improving equipment performance and promoting technology development is emphasized.

**关键词:** 高空; 风能发电; 地面设备

**Key words:** high altitude; wind power generation; ground equipment

**引言:** 随着能源需求增长和环境保护意识提高,可再生能源成为研究热点。风能作为一种清洁、可持续能源,备受关注。高空风能发电技术应运而生,通过安装风力发电设备在高海拔位置,利用高速、稳定风能增加发电量。地面设备的设计与开发是关键,需要提供支撑和安全保障,具备高效的运行控制系统和性能评估手段。本研究探讨高空风能发电地面设备的技术问题,为该领域的发展提供参考和指导。

**Introduction:** With the growth of energy demand and the improvement of environmental protection awareness, renewable energy has become a research hotspot. Wind energy, as a clean and sustainable energy source, has attracted much attention. High-altitude wind power generation technology emerged at the historic moment. By installing wind power generation equipment at high altitude, using high-speed and stable wind energy to increase power generation. The design and development of ground equipment is the key, need to provide support and security guarantee, with efficient operation control system and performance evaluation means. This study discusses the technical problems of ground equipment for high-altitude wind power generation, and provides reference and guidance for the development of this field.

## 1 高空风能发电技术概述

### 1.1 高空风能发电的定义和原理

高空风能发电是一种利用高空大气中高速风能来产生电力的技术。它基于风力发电的原理,通过将风力发电机组安装在较高的海拔位置,利用高空稳定的风能资源来增加发电量。高空风能发电利用高空气流中的动能,通过风力发电机组将其转化为机械能,再经过发电机的转换,将机械能转化为电能。

### 1.2 高空风能发电的优势和挑战

高空风能发电具有许多优势。首先,高空风能资源丰富,风速较地面更高且更稳定,可以提高发电效率。其次,高空风能发电可以避免地形和建筑物对风能的阻挡,提供更广阔的发电空间。此外,高空风能发电还可以减少对土地的占用和环境的影响,具有较低的噪音和视觉污染。然而,高空风能发电也面临着一些挑战。首先,高空风能资源的获取需要克服高空中的气象条件和环境风险,如强风、雷电等。其次,高空风能发电技术的研发和应用需要解决风力发电机组的安全性、稳定性和可靠性等问题。此外,高空风能发电技术还需要克服运输、安装和维护等方面的挑战。

## 2 高空风能发电地面设备的关键技术

### 2.1 高空风能发电地面设备的组成和功能

高空风能发电地面设备是支撑和保障高空风能发电系统正常运行的重要组成部分。它主要包括基础支撑结构、电力转换设备、控制系统和安全保护系统等。基础支撑结构用于固定和支撑风力发电机组,保证其稳定运行。电力转换设备负责将机械能转化为电能,并进行适当的电力输送和分配。控制系统用于监控和控制风力发电机组的运行状态,包括风速、转速、温度等参数的监测和调节。安全保护系统则负责监测和保护风力发电机组的安全运行,如风力过大时的自动停机保护、雷电保护等功能。

### 2.2 高空风能发电地面设备的结构和材料选择

高空风能发电地面设备的结构设计需要考虑地面设备的承载能力、稳定性和抗风能力等因素。为了确保地面设备的稳定性,通常采用混凝土或钢结构作为基础支撑结构,并进行合理的加固和固定。对于较大规模的高空风能发电地面设备,还需要考虑模块化设计和安装技术,以方便运输和安装。材料选择方面,需要考虑地面设备的耐久性、抗腐蚀性和可维护性。常用的材料包括优质钢材和混凝土,具有良好的强度和耐候性能。此外,还需要考虑材料的环保性能,以减少对环境的影响。

### 2.3 高空风能发电地面设备的运行控制和安全保障

高空风能发电地面设备的运行控制和安全保障是确保风力发电系统正常运行的关键环节。运行控制系统需要实时监测和调节风力发电机组的运行状态,包括风速、转速、温度等参数的监测和控制。通过合理的控制策略和算法,可以实现风力发电机组的最佳运行,并提高发电效率。安全保障系统需要监测和保护风力发电机组的安全运行。其中,风力过大时的自动停机保护是一项重要功能,可以避免机组在恶劣天气条件下的损坏。此外,还需要考虑风力发电机组的防雷保护和灭火系统等安全设备,以提高系统的可靠性和安全性。

## 3 高空风能发电地面设备的性能测试与评估

### 3.1 性能测试的方法和指标

高空风能发电地面设备的性能测试是评估其运行状态和效果的重要手段。常用的性能测试方法包括实地测试和模拟测试。实地测试是在实际运行环境中对地面设备进行测试,通过监测和记录相关参数来评估其性能。模拟测试则是在实验室或模拟环境中进行的测试,通过模拟真实工作条件来评估地面设备的性能。性能测试的指标主要包括功率输

(下转第 81 页)

(上接第 75 页)

出、效率、稳定性和可靠性等。功率输出是指地面设备产生的电力功率,可以通过直接测量电流和电压来计算。效率是指地面设备将机械能转化为电能的比例,通常使用发电效率来衡量。稳定性是指地面设备在不同工作条件下的稳定性能,可以通过监测设备的输出波动和变化来评估。可靠性是指地面设备的故障率和维修保养的需求,可以通过故障率和维修记录来评估。

### 3.2 高空风能发电地面设备性能测试的关键步骤

高空风能发电地面设备性能测试的关键步骤包括筹备阶段、测试准备、实施测试和数据分析等。在筹备阶段,需要明确测试目的、确定测试指标和方法,并制定详细的测试计划。测试准备阶段,需要准备测试设备和工具,并进行现场布置和安装。实施测试阶段,需要按照测试计划进行测试操作,并记录测试数据。数据分析阶段,需要对测试数据进行整理和分析,评估地面设备的性能,并提出改进措施。在实施测试过程中,需要注意测试环境的稳定性和一致性,以确保测试结果的准确性和可靠性。同时,还需要遵守相关安全规范和操作规程,保障测试人员的安全。

### 3.3 性能评估的方法和结果分析

高空风能发电地面设备的性能评估主要通过对测试数据的分析和对比来进行。评估方法包括数据统计分析、趋势分析和对比分析等。数据统计分析是对测试数据进行整理和统计,计算出关键指标的平均值、最大值、最小值和标准差等,以评估地面设备的平均性能和稳定性。趋势分析是通过对测试数据的变化趋势进行分析,识别出设备性能的变化规律和趋势,以预测设备的长期性能和维护需求。对比分析是将测试数据与设计指标或同类设备进行对比,评估地面设备的实际表现和达到设

计要求的程度。通过性能评估的结果分析,可以确定地面设备的优势和不足之处,并提出改进措施和建议,以进一步提高地面设备的性能和可靠性。

## 4 结论

综上所述,高空风能发电地面设备是高空风能发电系统中不可或缺的组成部分。它通过基础支撑结构、电力转换设备、控制系统和安全保护系统等来支撑和保障风力发电机组的正常运行。地面设备的结构和材料选择需要考虑承载能力、稳定性和耐久性等因素,以确保设备的安全和可靠性。运行控制和安全保障系统则需要监测和调节风力发电机组的运行状态,并保护其安全运行。性能测试和评估对于了解地面设备的实际性能和运行情况至关重要,可以通过实地测试和模拟测试等方法来评估设备的功率输出、效率、稳定性和可靠性等指标。通过合理的测试计划和数据分析,可以评估地面设备的性能,并提出改进措施,以进一步提高高空风能发电地面设备的性能和可靠性,推动高空风能发电技术的发展。

### 参考文献:

- [1]杨燕,亢碧成.几种中高空风能发电技术可行性研究[J].电子世界,2018(18):1.
- [2]肖利坤.国内高空风力发电技术应用现状[J].农村电气化(7):66[2023-07-31].
- [3]吴鹏.科技时代背景下智慧电厂建设与智能发电技术的实践研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022(6):4.
- [4]高金兰,毋玉,李卓.高空风力发电飞行器类型研究[J].国外电子测量技术,2019,38(9):5.