

风力资源评估与预测方法研究

Research on wind resource evaluation and prediction method

曹略

(湖北能源集团西北新能源发展有限公司 陕西省西安市 710000)

Cao slightly

Hubei Energy Group Northwest New Energy Development Co., LTD
Xi'an, Shaanxi Province 710000

摘要: 风力资源评估与预测是风能产业发展和风电场规划的重要基础。本文探讨了风力资源评估与预测的不同方法,并对其应用进行了综合分析。在风力资源评估方面,介绍了地面观测方法、卫星遥感方法和数值模拟方法,并对每种方法的优势和适用场景进行了讨论。此外,探讨了如何综合运用不同方法提高预测准确性。最后,展示了不同方法在实际风力资源评估与预测中的应用和效果。

abstract: Wind resource evaluation and prediction is an important basis for the development of wind energy industry and wind farm planning. This paper explores the different methods of wind resource assessment and prediction, and comprehensively analyzes their applications. In terms of wind resource assessment, ground observation, satellite remote sensing and numerical simulation methods are introduced, and the advantages and applicable scenarios of each method are discussed. In addition, it discusses how to use different methods to improve the prediction accuracy. Finally, the application and effects of different methods in the assessment and prediction of real wind resources are presented.

关键词: 风力资源评估; 风电场规划; 应用和效果

Key words: wind resource evaluation; wind farm planning; application and effect

引言

随着全球对可再生能源的需求不断增长,风能作为一种绿色清洁能源源源不断地吸引着人们的关注。风力资源评估与预测是风能产业发展和风电场规划的关键环节,对于提高风电场的发电效率和可靠性至关重要。准确的风力资源评估可以帮助投资者和工程师预测风电场的发电潜力,优化风机的布局和选型,降低投资风险。而可靠的风力资源预测能够帮助风电场合理制定发电计划,更好地融入电力系统,提高电网的稳定性。

一、风力资源评估方法

风力资源评估是风电项目成功实施的前提。准确的风力资源评估可帮助投资者和工程师预测风电场的发电潜力,优化风机选型和布局,降低投资风险,提高风电场的发电效率。本节将介绍两种主要的风力资源评估方法:地面观测方法和卫星遥感方法。

(一) 地面观测方法

地面观测方法是最传统、最常见的风力资源评估手段之一。通过在特定区域设置测风塔和测风杆,获取地面高度处的风速数据,并结合气象数据进行分析,以得出该地区的风能资源评估。

1. 测风塔观测

测风塔通常比较高,能够捕捉到较为真实的风能资源信息。测风塔设置在不同高度处,采集风速和风向数据,经过一段时间的观测后,可以得到相对准确的风力资源统计结果。测风塔观测可帮助评估不同高度处的风能资源分布情况,为风电场的布局和风机选型提供数据支持。

2. 测风杆观测

测风杆较矮,一般设置在风电场内部的不同位置,用于监测风场内部的风能分布情况。虽然测风杆高度较低,但对于风场内部的微气象研究和布局优化仍然有一定的参考价值。通过布置多个测风杆,可以获得风场内部的风速和风向分布数据,帮助优化风电场的布局和风机排列方式。

(二) 卫星遥感方法

卫星遥感技术在风力资源评估中日益得到应用。通过卫星传感器获取大范围的风速数据,为评估风电场选址提供重要参考。

1. SAR (合成孔径雷达) 遥感技术

SAR 技术利用雷达波束合成成像,可以在任何天气条件下获取地表的微波反射数据。通过解析 SAR 数据,可以获得地表风速信息,尤其适用于远洋或边远地区的风能资源评估。SAR 遥感技术具有广域覆盖和高分辨率的优势,能够提供大范围的风能资源分布情况,为风电场选址提供宝贵的数据支持。

2. LIDAR (光电探测与测距) 遥感技术

LIDAR 技术利用激光脉冲探测地表和大气层的散射信号,通过反射回波来测量风速和风向。LIDAR 遥感技术可以提供高分辨率、高精度的风场数据,对于风电场选址和风机布局具有重要意义。LIDAR 技术可以在不同高度处获取风速数据,帮助了解垂直风速分布情况,为风电场的

风机选型和布局提供更全面的数据支持。

可见,风力资源评估是风电项目成功实施的基础,而地面观测方法和卫星遥感方法是两种常用的评估手段。地面观测方法通过设置测风塔和测风杆,获得地面高度处的风速数据,而卫星遥感技术则利用卫星传感器获取大范围的风速数据。综合应用这两种方法,可以更全面、准确地评估风力资源,为风电场选址和风机布局提供科学依据。

(三) 数值模拟方法

数值模拟方法利用计算流体力学(CFD)和天气研究与预报(WRF)模型,通过数学计算模拟风场的风速分布和风向,对风能资源进行评估。

1. CFD (计算流体力学) 模拟 : CFD 模拟基于 Navier-Stokes 方程组,可以模拟风场内复杂的流动行为。通过建立三维风场模型,可以预测地表风速分布、湍流强度等参数,对风电场的风机布局和功率输出进行精确分析。

2. WRF (天气研究与预报) 模型 : WRF 模型是一种大气数值模式,广泛应用于天气预报和气候研究。通过 WRF 模拟,可以获得较大

度范围内的风场数据,对风电场选址和风能资源评估提供参考依据。

综合运用地面观测、卫星遥感和数值模拟方法,可以得出相对准确的风力资源评估结果,为风电场规划和建设提供科学依据。值得注意的是,不同的评估方法各有优劣,通常需要多种方法相结合,以获得更全面、可靠的风能资源评估数据。同时,评估过程中需充分考虑地理环境、气象条件等因素的影响,以确保评估结果的准确性和可靠性。

二、风力资源评估参数

风力资源评估参数是衡量风能资源丰富程度和风电场潜在发电能力的重要指标。以下将介绍风力资源评估中常用的参数:

(一) 风速频率分布

风速频率分布是描述某地区特定时间段内不同风速出现频率的概率分布函数。通过对风速历史数据进行统计和分析,可以得出在不同风速区间内出现的频率,从而了解该地区风能资源的风速分布特性。

(二) 风能密度

风能密度是指在特定点、特定时间段内单位面积或单位体积内的风能含量。它是评估风能资源丰富程度的关键参数,通常以每平方米或每立方米的单位来表示,用于风电场选址评估和风机布局的参考。

(三) 风功率密度

风功率密度是指在特定点、特定时间段内单位面积或单位体积内的风能转换成机械能或电能的数量。它是评估风电场发电潜力的重要指标,可以帮助确定风机的额定功率和发电量预期。

(四) 风能利用率

风能利用率是指风电机组实际发电量与理论最大发电量之间的比值。它反映了风电机组在实际运行中的发电效率,是评估风电场运营性能的关键指标。

(五) 风能贡献率

风能贡献率是指风电发电量在电力系统总发电量中所占的比例。随

着风电在能源结构中的重要性日益增加,风能贡献率成为评估风电在电力供应中的贡献程度的重要参数。

三、风力资源预测方法

风力资源预测是优化风电场运营和电力系统调度的关键技术。本节将介绍风力资源预测中常用的方法,包括统计方法、物理方法和混合方法。

(一) 统计方法

1. 时间序列分析

时间序列分析是一种基于历史风速数据的预测方法。通过对风速数据进行时间序列建模,可以揭示其内在的规律和趋势。根据历史数据的周期性和趋势性,建立数学模型来预测未来一段时间内的风速和风电发电量变化。时间序列分析可以用于短期和中期的风力资源预测,为风电场运营和电力系统调度提供重要参考。

2. 时间序列模型 (ARIMA、GARCH 等)

时间序列模型是时间序列分析的具体方法之一,常用的模型包括自回归移动平均模型 (ARIMA) 和广义自回归条件异方差模型 (GARCH) 等。ARIMA 模型适用于描述时间序列数据的趋势和季节性,可以预测未来的风速变化。GARCH 模型则适用于描述时间序列数据的波动性和方差变化,对于风速波动的预测具有一定优势。时间序列模型的优点在于简单易用,但在复杂情况下可能需要考虑其他因素的影响。

(二) 物理方法

1. 流场模拟预测

流场模拟预测是一种基于数值模拟的预测方法,通过建立数学模型模拟大气中风场的流动特性。该方法基于流体力学和热力学原理,结合地理环境和地形因素,预测风速和风向的时空分布。流场模拟预测适用于局部风场和特定地区的风力资源预测,尤其对于复杂地形和复杂气象条件下的风能资源评估具有较高的精度和准确性。

2. 大气动力学模型预测

大气动力学模型预测是基于大气动力学理论的预测方法,通过结合实测气象数据和气象学知识,建立气象模型进行风速预测。该方法适用于中长期的风力资源预测,可以预测未来几天或几周的风能资源情况。大气动力学模型预测可以考虑气象因素的变化和相互作用,对于风电场的长期规划和发电量预测具有重要意义。

(三) 混合方法

1. 统计与物理模型结合

将统计方法和物理方法相结合,综合利用历史风速数据和大气动力学模型,可以提高预测的准确性和可靠性。在这种方法中,可以首先通过统计方法对历史数据进行预处理和分析,找出其规律和趋势。然后,将统计分析结果作为物理模型的输入参数,结合大气动力学模型预测未来的风速变化。综合利用统计和物理模型的优势,可以更全面、准确地预测风力资源的变化,为风电场的运行和管理提供更可靠的依据。

2. 数据驱动与模型驱动结合

数据驱动的机器学习方法(如神经网络、支持向量机等)在风力资源预测中也得到广泛应用。通过利用大量实测数据进行训练和学习,机器学习模型可以预测未来的风速和风电发电量。与传统的物理模型相结合,可以进一步提高预测性能。数据驱动和模型驱动相结合的方法具有较高的灵活性和适应性,可以根据不同的风电场和气象条件进行调整和优化,提高预测的准确性和稳定性。

风力资源预测的准确性对风电场的经济性和电力系统的稳定性至关重要。综合运用不同的预测方法,结合实测数据和模型模拟,可以提高风力资源预测的准确度,最大限度地利用风能资源,推动风电产业的可持续发展。

四、数据采集与处理

(一) 数据采集系统的搭建

在风力资源评估中,数据采集系统的搭建至关重要,它是获取准确风能资源数据的基础。数据采集系统应包括风速风向传感器、温度湿度传感器等气象观测设备,以及数据存储与传输设施。搭建数据采集系统需要注意以下几个方面:

1. 传感器的选择与布局: 选择高质量、稳定可靠的风速风向传感器和气象传感器,合理布局在不同高度和位置,以捕捉不同条件下的风能数据。

2. 数据传输与存储: 建立高效的数据传输系统,确保实时传输数据到中心数据库。同时,要设置合理的数据存储策略,确保数据完整性和安全性。

(二) 数据质量控制

数据质量对风力资源评估结果的准确性和可靠性至关重要。数据质量控制是确保数据准确性的关键步骤,包括以下方面:

1. 数据校准: 定期对传感器进行校准,消除误差和漂移,保持数据的准确性。

2. 异常数据检测: 建立数据异常检测机制,排除因设备故障或恶劣气象条件导致的异常数据。

3. 数据缺失处理: 针对数据缺失情况,采用合理的插补方法填充缺失值,确保数据连续性和完整性。

(三) 数据插补与清洗

数据插补是在数据处理过程中常用的技术,用于填补缺失的数据点,使数据更具完整性和连续性。常用的数据插补方法包括线性插值、样条插值等。同时,在数据清洗过程中,除了处理缺失数据,还需要识别和处理异常数据,以保证评估结果的准确性。

五、风力资源评估与预测在风电场规划和运营中的应用

(一) 风电场选址评估

风力资源评估在风电场选址中起着决定性的作用。通过在潜在风电场区域搭建数据采集系统,收集相关气象数据,并经过数据质量控制和插补处理,可以获得可靠的风能资源评估数据。结合地理信息系统 (GIS) 技术,对不同风电场选址方案进行评估和对比,选择风能资源丰富、稳定性较高的区域,从而优化风电场选址。

(二) 风电场建设规划

在风电场建设规划阶段,风力资源评估数据为风机布局和风电场设计提供依据。根据风能资源评估结果,合理确定风机类型、数量和布局,最大程度地利用可再生的风能资源,提高风电场的发电效率。

(三) 风电场运营优化

风力资源评估不仅在风电场建设前起作用,在风电场运营期间也至关重要。根据实时风能资源数据,对风机进行调整和优化,提高风电场的发电效率和稳定性。此外,结合气象预测数据,可提前预判未来风能资源的变化,有针对性地调整风机的运行策略,降低风电场运营成本。

(四) 风电发电量预测

基于历史风能资源数据和气象预测数据,通过数学模型建立风电发电量预测模型,可对未来一段时间内风电场的发电量进行预测。风电发电量预测在电网调度和电力市场交易中具有重要作用,有助于提高风电场的经济效益和电力系统的稳定性。

结束语:

综上所述,风力资源评估与预测在风电场规划和运营中扮演着关键的角色。合理搭建数据采集系统、保证数据质量,结合先进的数据处理技术,能够为风电场的选址评估、建设规划、运营优化以及风电发电量预测提供科学可靠的数据支持,从而推动风电产业的健康发展。

参考文献:

[1] 史坤鹏,乔颖,赵伟,黄松岭,刘志君,郭雷.计及历史数据熵关联信息挖掘的短期风电功率预测[J].电力系统自动化,2017,第41卷,第3期

[2] 吕辉,陈国初.基于改进鸡群算法的风能资源评估[J].上海电机学院学报,2018,第21卷,第1期

[3] 靳晶新,叶林,吴丹曼,陈小雨,张亚丽,饶日晟.风能资源评估方法综述[J].电力建设,2017,第38卷,第4期

[4] 叶林,陈小雨,靳晶新,李稼辰,滕景竹.考虑风功率密度和风向特征的风能资源 MCP 评估方法[J].电力系统自动化,2019,第43卷,第3期

[5] 叶林,饶日晟,杨丹萍,靳晶新,张亚丽.基于波动互相关系数的风能资源评估组合模型[J].中国电机工程学报,2017,第37卷,第3期

[6] 张双益,胡非,王益群,张继立.利用 CFSR 数据开展海上风电场长年代风能资源评估[J].长江流域资源与环境,2017,第26卷,第11期

[7] 刘华.基于粒子群算法的多能协同优化研究[J].湖南工程学院学报(自然科学版),2022,第32卷,第3期

个人简历:曹略,1987年10月,男,汉,湖北罗田人,本科学历,助理工程师,研究方向:新能源项目投资开发,陆上风电、地面光伏、分布式光伏等新能源项目资源研究、分析、投资开发。