

# 新时期新能源风力发电相关技术研究

朱慧彤

华能新能源蒙东分公司 内蒙古通辽市 028000

**摘要:** 风能与太阳能是目前开发利用相对最多的能源, 风能的新能源存在很大部分的不确定性因素, 大容量风电并网会给电网带来巨大冲击, 威胁电网的安全稳定运行, 储能设备可以快速跟踪负荷功率变化, 及时调节自身的工作状态和功率大小, 使火电机组在恒定的功率点稳定运行, 调峰调频的效果明显。未来的储能设备必然向高储能密度、大容量、使用周期长的方向发展, 可有效缓解新能源并网给电网造成的冲击, 使系统安全稳定运行。本文对新时期新能源风力发电相关技术进行研究。

**关键词:** 风力发电技术; 发展现状; 存在问题

## 一、新时期新能源风力发电技术的应用价值

### 1. 经济性价值明显

人们对风能的使用可追溯至古时候, 随着近年来人们对风能重视程度的提高, 风能利用技术得到了快速的发展并在发电领域得到了较好的应用。目前我国一些风能密度较大的地区, 风力发电的容量已经接近于传统火力发电的成本, 因而其经济性得到了显著的提高, 并且随着风力发电能力的提高, 其建设与运行成本还将进一步的降低。

### 2. 建设周期短, 独立性好

相较于其他发电技术的应用, 风力发电系统建设周期短, 可在较短的时间内实现区域供电。随着风力发电技术的快速发展, 风力发电系统的组建已经逐渐趋于标准化, 一般风力发电站的建设可在较短时间内建设完成并投入使用。此外, 在我国一些偏远山区, 风力发电技术的应用可有效满足当地分散性的电力需求。

### 3. 环保性好

风能是一种可再生的清洁能源, 通过加大风能利用技术的研发力度来提高风能的利用率, 可以减少化石能源的使用量, 进而改善传统能源使用造成的环境污染问题。随着近年来国家大力推广风能利用技术的应用, 并从宏观政策层面降低煤炭资源的使用量, 我国环境情况得到了显著的改善<sup>[1]</sup>。

**作者简介:** 朱慧彤, 男, 1994年2月出生于内蒙古通辽市, 内蒙古工业大学本科毕业, 目前就业于华能新能源蒙东分公司, 任职助理工程师。主要研究方向是电气工程及其自动化。

## 二、风力发电相关技术分析

### 1. 风功率预测技术

风电功率预测技术的应用是为了通过预测风力发电系统输出功率的大小, 进而合理安排资源调度计划, 根据预测周期与预测模型的差异, 相应的预测方法也存在一定的不同, 如表1所示。

表1 预测方法分类

按预测周期分类	超短期	短期	中长期
按预测方法分类	未来几小时 物理法 物理预测模型	未来1-3d 统计法 依托函数关系	未来3d以上 组合模型 多种预测方法结合

#### (1) 按预测周期分类

根据预测周期的差异, 风功率预测方法包括超短期预测、短期预测与中长期预测。在应用方面, 超短期预测主要用于风电实时调度; 短期预测一般用于机组组合与备用资源调度; 中长期预测通常用于系统维护与风能资源评估。

#### (2) 按预测模型分类

根据预测模型的差异, 风电功率预测方法包括物理法、统计法与组合模型法。其中, 物理法是通过相关设施模拟风电场附近区域天气情况, 得到风电场附近的风向、风速、气压以及空气密度等参数, 创建风电功率模型, 进而实现风电功率的预测; 统计法则是通过相关的数学函数公式, 得到现有数据和预测数据之间的数学关系, 通过对两者之间的相关性分析, 进行结果预测, 统计法在实际应用中依托的数学工具主要有时间序列算法和机械学习算法; 组合模型法并不是一种专门的预测方法, 它是将其他功率预测方法进行了整理与融合, 从而创建出更加接近实际的预测模型, 结合各种预测方法的

优点, 得到更加准确的结果<sup>[2]</sup>。

## 2. 风电机组功率调节技术

在某种程度上, 当风能密度足够的时候, 风力发电机的功率大小直接影响到风力发电系统的供电能力。因此, 功率调节技术在风力发电系统中的应用尤为重要。风力发电机组的作用是将风能转化成机械能, 然后将机械能转化为电能。当发电机组所处的环境内风力大小较小时, 需要尽量提高风力发电机组捕获风的能力, 进而提高风电机组的发电功率; 当风电机组附近风力过大时, 需要考虑风电机组整体结构强度与发电容量的限制, 避免出现机组过载的问题, 通过降低机组捕获风能的能力来保证机组的安全和发电功率的稳定。风电机组的功率调节技术主要包括以下两种。

### (1) 定桨距失速控制技术

该技术的应用是把螺距风机叶片和轮毂固定在具有足够刚度的基础上, 然后通过焊接的方式连接在一起。应用定桨距失速控制技术能够简化系统结构, 保持风电机组的运行的稳定, 该技术的应用优势在于, 涡轮机的输出功率可以随着环境中风速变化的情况相应的发生变化。但是, 由于风机叶片被焊死因而不能根据实际中风速的变化进行动态的调整, 且应用该技术很难实现较高的风能利用率<sup>[3]</sup>。

### (2) 变桨距控制技术

变桨距控制技术指的是通过调节桨距角度, 实现风电机组输出功率的调节。在实际应用中, 当风力发电系统的输出功率低于额定功率时, 桨距角始终维持在零度位置, 输出功率主要由外界环境风力大小决定; 当风电机组所处的环境风力较大风电机组输出功率超过机组额定功率时, 系统会根据实际输出功率的大小自动调节桨距角, 从而控制机组输出功率不会超过额定功率, 以此来防止系统过载而损坏。变桨距控制技术是一种主动型控制技术, 它能够实现系统的闭环控制, 在防止桨距失速方面具有重要的作用。此外, 变桨距控制技术还能够保证风轮旋转后在较大正桨距角的情况下产生足够的启动力矩, 并且在停机时保证桨距角处于 $90^\circ$ 位置, 从而可以尽可能的降低风轮空转速度。

## 3. 无功电压自动控制技术

无功电压自动控制技术的应用主要包括无功电压自动控制子系统与附属监控系统。自动控制子系统可以作为一个单独的功能单元独立运行, 也可以集成在监控系统中, 它的主要作用是监测风电场内的无功电压情况, 并通过通信系统传递相关无功电压的调节指令。子系统

的运行与状态控制可通过人工设置来完成, 风电场内的相关控制设备也可以实现人工的解锁与闭锁, 系统通过自动控制完成设备投退。当风力发电系统处于稳定运行状态时, 子系统能够体现出较好的无功调节能力, 达到维持电压稳定的效果; 如果机组无法有效完成无功功率的调节, 可由动态无功补偿设备进行无功补偿。此外, 子站还能完成风电机组以及无功补偿状态的自动调节, 进而保证无功功率得到充分的补偿。

## 4. 风力发电并网技术

### (1) 同步并网技术

理论上来说, 如果能够使得同步发电机机组与风力发电机组处于相同步调, 则能够实现最好的风电并网效果。然而, 就实际情况来看, 风力发电的过程并不是稳定不变的, 不同风速、风力、风向等, 都会对发电产生相应的影响, 这也使得发电转子会表现出一定幅度的摇摆性, 这也导致风电并网调速, 难以真正完全匹配同步发电机精度, 出现失步的状态是大概率时间。所以, 如何才能真正实现风力发电同步并网, 一直以来都是该领域的重要课题。当前这方面虽然尚未获得完美解决方案, 但是研究也取得了一定的成果<sup>[4]</sup>。

### (2) 异步并网技术

异步并网技术就是首先将异步发电动力机组与风力发电机组结合, 再使之依据统一步调运转。该技术相对同步并网技术, 所受的限制要小很多, 必须保证风力发电并网调速精准性, 只要发电转子运转时风力发电并网调速一部发电机转速保持一定程度的协调即可。采用异步发电机方式, 能够有效防止系统中设置过于复杂的问题, 同时, 并网过程中也不会出现无振荡或失步问题, 所以整体的状态能够保持较高的平稳性。但是, 就当前的实际状况来看, 采用异步并网技术的不足是显著的。异步并网容易导致并网中因为冲击电流过大、电压降低等原因, 使得整个发电机组的稳定性受到较大影响, 特别是不稳定系统频率值大幅下降, 使得异步发电机电流显著升高。所以, 选择异步并网技术, 一方面要做好相关准备工作; 另一方面, 要妥善维持异步风力发电机组的稳定性。

## 三、风电并网运转运行实验

### 1. 动态无功抵偿设备公用特性测试实验

动态无功抵偿设备公用特性测试实验是当前的风电并网运转实验中非常重要的一个实验, 其目的是要验证电容抵偿投切的相关流程以及具体动作的合理合规性。该实验就操作来看并不复杂, 只是需要在运转机组并网

时,正对性地改变发电机输出功率,并且对机组的负载状态相应地作出改变。此外,在整个试验过程中,要尽量避免其他的相关因素可能对结果造成的影响。该实验最好选择工况相对较差、风速稳定性不高的时间点展开试验,这种发电状态能够让结果尽可能准确。

#### 2. 风电场电能质量测试实验

在针对风电并网展开风电场电能质量测试实验之前,首先要保证风电场风机停运,而且还只能对全部并网点展开全方位的检测,从而确认各自谐波电压的稳定性,同时,要确定电压总谐波有无异常。如果这样的状态下风电场运转正常,需要就功率区间、谐波电压等展开有效检测,这样才能够得出风电场谐波电流究竟是不是满足相关要求。

### 四、风电并网对电能的影响

#### 1. 谐波影响

就当前风力发电并网的实际情况来看,谐波影响是首要面对的问题。风电并网产生的谐波影响,对于整个电网状态造成了一定的影响。分析谐波产生的原因,主要来自以下两个方面。一方面是因为并网过程中逆变器产生的谐波。另一方面是风力电源接通后的运行,造成了谐波的产生。谐波进入电网后,会对整个供电系统的电能质量造成明显的影响。当前我国风电并网应用较多的为软并网技术,这种技术在并网冲容易出现大冲击电流,这样外界风速超过了切出风速,就会导致风机并不能维持在额定状态下运行,这同样造成了电网电能质量下降的问题。

#### 2. 电压波与闪变

随着可持续发展理念的深入人心,风力发电作为一种新能源发电形式,表现出了较强的成长性,所以近年来风电容量保持较高的增长速度。但是,风电容量的增加,使得并网对电网电压的影响越来越大,具体来说,就是电压波动与闪变。风力发电并网过程中,假如连接位置与配电变压器之间的距离过小,这种状态下风电并网尽管电压闪变的影响相对不大,但是,却会让电流影响变大,进而导致馈线附近电压便显出剧烈的变动,这种变化可能会直接损坏发电机组的设备。另外,风力发电并网后,会使电网电压升高,特别是当前风电并网绝大部分采用异步电机。异步电机的持续运转,构建旋转磁场必然会导致很多的无功功率白白损失。再加上功率分布方式对电网电压会造成干扰,导致并网以后一些无功功率被一定程度的消耗,所以电网压降迅速提升,导致电能质量受到较大影响<sup>[5]</sup>。

### 五、风力发电并网电能控制措施

#### 1. 并网谐波控制

为了更有效地避免风电并网造成的电能质量下降,要针对性地采取相应的措施尽量控制电能质量,而当前的主要方法就是抑制谐波。具体来说,就是通过向系统增加静止无功补偿设备,然后,根据无功功率有无发生变化作为判断标准,对无功功率的展开有效的跟踪。这样的一种方式不但具有很高的准确率,而且还有很快的反应速度。此外,通过增加静止无功补偿设备,还可以对电压的稳定性起到有效的控制效果。比如,当风速波动不稳的时候,电压就会出现电压稳定性的波动,这样就能够达到消除谐波的目的,从而最大程度地降低风力发电并网对电网质量的影响。

#### 2. 电压波动与闪变控制

在风力发电并网中,控制电压波动与闪变主要通过以下两方面达到控制的效果。一方面,增设有缘电力滤波设备。这是当前风电并网技术中较为常用的一种控制闪变的措施,具体来说,就是在负载电流出现波动之前,主动针对负荷变化的无功电流实施相应的补偿,从而达到补偿负荷电流的效果。对于整个风力发电系统来说,将可关断电子设备应用于有源电力滤波设备,这样就能够以电子设备发挥系统电源的效应,从而实现畸变电流向电压符合输送,并且电流均保持为系统正弦基波电流。另一方面,是增设优良补偿设备。通过这种措施能够在一定程度上对电压波动实施有效抑制,从而避免其出现,同时采用增设动态恢复设备的方式。这样一来,增加的补偿装置,因为其自身具备可存储能量单元,所以能够在提供无功功率的同时对其予以有效的补偿,这样就能够最大程度地防止电压波动引发的问题,使电网中的电能质量处于较高的水平。

### 六、未来风力发电技术的发展方向

#### 1. 大容量风电系统

随着社会对风力发电技术关注度的提高,近年来投入使用的风力发电系统规模越来越大,结构也越来越复杂。但是,现阶段我国在大容量风力发电系统的开发和应用方面还存在较多的不足,目前仍有许多技术难题未能有效攻克。同时,现代风力发电机组单机装机容量的不断加大,也导致风力发电系统结构设计以及控制系统的设计变得更加困难。未来,随着各种新材料的出现以及加工工艺的创新,大容量、高可靠性和高性能等要求都可以在风力发电系统中实现。此外,大容量的直驱式永磁同步发电机也将是未来风力发电技术的发展方向之一。

## 2. 并网技术与最大风能捕获技术

并网型风力发电系统主要包括风力发电并网技术与发电机转速控制技术两个层次的内容。通过全功率电力变换器进行系统控制，能够有效的保证风力发电系统的可靠性要求，并网开关可实现并网控制功能。在实际应用中，通常采用调节变桨距和发电机组功率转速的方式来尽可能的捕获风能，风力发电机组输出功率的调节需要综合考虑风力发电系统的经济性与可靠性，因此未来风力发电系统并网技术与风能捕获技术的创新优化也是未来风力发电技术的重要发展方向<sup>[6]</sup>。

## 3. 变桨距调节技术和变速运行技术的优化

通过变桨距调节能够保证系统始终保持在最优设置下运行，因而可以实现较高的可靠性。当实际风速低于额定风速时，能够有效提高风能的利用率；当实际风速大于额定风速时，通过系统调节，保证输出功率的恒定。同时，变速运行能够在保证最大风能捕捉量的前提下显著提高系统运行的稳定性。因此，变桨距调节技术与变速运行技术未来还需要进一步的优化，以实现更好的效果。

## 4. 海上风电场技术

相较于陆地，海上风能更加丰富且风向较为稳定，因此可以在海上建设单机容量更大的风力发电站。但是，目前海上风电场电力输送困难、海上风电场前期建设复

杂、资金投入高、海上风电技术起步较晚以及海上风电场协调性控制等相关问题还没有得到很好的解决。未来，在科技不断发展的背景下，彻底解决这些瓶颈问题后海上风电场技术将得到快速的发展。

## 七、结束语

综上所述，作为新时期新能源的典型代表之一，风能的利用成为当前的热门课题。近几年风电技术得到了较快的发展并取得了一定的成果，尤其是在偏远山区实现了较好的社会效益。未来，还需要进一步加大相关风电技术的研究投入，克服限制风电技术发展和应用的因素，推动我国风电事业的健康发展。

## 参考文献：

- [1]周利鹏.风力发电并网技术及电能质量控制措施探讨[J].科技创新导报, 2018, 15(36): 70-71.
- [2]刘卫阳.风力发电并网技术及电能控制分析[J].南方农机, 2019, 50(06): 139+168.
- [3]辛博然.风力发电并网技术及电能质量控制措施[J].电子技术与软件工程, 2019(11): 228.
- [4]张玉林.探究风力发电并网技术及电能质量控制措施[J].工程建设与设计, 2019(22): 55-56+62.
- [5]魏巍, 关乃夫, 徐冰.风力发电并网技术及电能质量控制[J].吉林电力, 2014, 42(05): 24-26.