

# 探析风电场继电保护配置及安全自动装置设计

郝永清

(国电华北内蒙古新能源有限公司 内蒙古 呼和浩特 010060)

**【摘要】**电能已经成为我国国民日常工作生活中必不可少的主要能源之一，随着我国科学技术的进步与发展，人们对于电能的需求越来越大。我国土地辽阔，拥有丰富的风能资源，将风能转化为电能可以有效减少我国的供电压力，为广大群众提供源源不断的电能资源。本文主要分析风电场的保护作用，并探讨风电场继电保护的合理配置以及安全自动装置的设计问题。

**【关键词】**风电场；继电保护；电力系统

## 前言

随着我国电能需求的不断扩大，风电场的规模及容量也在不断扩大，风电场接入电网时，采用集中接入的方式，但是这种接入方式一旦遇到输电线路故障的情况，就会影响风电场对电能的供应。因此，在对风电场送出线路建设的过程中，要注意继电保护的配置以及安全自动装置的设计问题，来加强电能供应的稳定性。

### 1. 风电场的保护作用分析

#### 1.1 风电场对电缆、变压器及周边区域的保护

在电力系统中，风电场对电缆、变压器以及周边区域都具有保护作用，首先，在风力发电机组侧箱式变压器内装有断路器，断路器是指能够承载正常回路条件下的电流，并能在规定的时间内开关异常回路的电流的开关装置。断路器的主要作用就是在风电场电流异常时切断故障电路或在风电场的正常工作中切断和接通负荷电路，防止风电场出现电力安全事故，保证风电场的安全运行，它可以有效保护发电机以及下垂电缆。其次，在制作变压器时，相关工作人员会选择断路器和保险丝对其进行制作，并且从风力发电机变压器到风力发电机组的机柜都是由电缆来进行连接的<sup>[1]</sup>。在日常的工作当中，如果低压端发生故障就会导致传输电流过小，这时保险丝如果无法将其有效切除，可以使用分段开关对其进行切除。除了对变压器和电缆的保护外，风电场对周边区域也具有保护作用，工作人员可以通过分析变压器的激磁浪涌电流问题对变压器及周边环境进行保护。在发现故障问题后，工作人员要及时寻找到故障原因，并对故障部位进行处理，以免故障扩大影响整个风电场的运行，同时工作人员也要避免故障对周

边环境造成相应的不良影响。

#### 1.2 风电场可有效接地地进行故障保护

风电场主要靠风能转化为电能向电力系统输送电流，在建设风电场之前，相关的工作人员要选择场地较为开阔，且风力充足的地区进行建设，在设计风电场时要根据实际现场的风向合理设计风电场内各个装置的位置。由于风电场对于风能的要求相对比较高，容易受到资源环境的限制，选择场地极为不易，如果在运行过程中因为故障导致整体风电场瘫痪，会对电力企业造成不小的损失。因此，在建设风电场时，要注意风电场的故障保护，由于建设风电场的场地比较开阔，很容易在雷雨天气中受到雷电袭击，工作人员要根据这一特点做好风电场的接地保护，并不做好防雷的有效措施，保证风电场的正常、安全运行，通过接地保护加强风电场的风能转换工作。

### 2. 风电场并网对继电保护的影响

#### 2.1 对继电保护配置方案和安全自动装置的影响

大型的风力发电机都需要直接并入电网运行，这也是风力发电机集中安装在一个地方的原因，我国较大的是新疆的达坂城和甘肃的玉门等等，到2021年9月底，全国风电累计装机2.97亿千瓦，可见风电场对于我国电力系统的重要作用<sup>[2]</sup>。风电场并网势必会对继电保护造成一定的影响，具体来看，风电场并网会对继电保护配置方案和安全自动装置有所影响。在风电场并网之后，如果系统发生了故障，风电场在进行故障切除之前会为电力系统提供短路电流，提供的方式与异步电机的原理相似，这也就是说在风电场并网之后，风电场会对电力系统的故障切除保护起到一定的影响作用。一般来说，高压电网的联络线保护与风电场内部的继电保护是

有一定区别的,高压电网的联络线保护在继电保护的基础上会对风电场的整体接入所产生的影响进行充分的考虑,并会将风电场看作一个整体。在风电场对电力系统进行故障切除保护的过程中,还需要考虑到风电场的各个机组在类型和空间分布上有一定的区别,这些区别会对电力系统的继电保护产生一定的影响作用。除了对继电保护配置方案会产生影响之外,风电场并网还会对安全自动装置产生一定的影响。风电场接入电网后,其主变压器会对整个电力系统造成影响,它会造成零序网络的变化,同时降低系统联络线零序保护检测的灵敏度,增加自动重合闸功能的运行难度。随着我国电能需求的不断增加,风电场的整体规模也在不断扩大,如果这时出现类似在跳开动作后风机直接进入动态变化运行等系统联络线故障问题,就会使得检同期的成功率无法得到保证,导致同期重合闸的重合动作失败,进而导致风电场脱离电网。

## 2.2 对整体的影响

风电场在运行的过程中具有空隙性,且风电场的继电保护方式与传统的配电继电保护方式有所区别。风能是一种随机能源,是不可控制的随机变量,风速达到风力发电机组的启动风速时就会向电力系统运输电能,但是风能的速率是不稳定的,如果其风速存在波动,就会导致风电机组呈现频频的投切,这就会使得接触器受到损害。为了保证电机组可以在短时间内正常运行,防止类似的情况发生,会对系统的潮流方向进行改动,使其形成简单的维护设备。如果在风电场运行的过程当中,风能的速率相对比较稳定,但是风电场运行依旧存在故障,会导致电机的电流骤变,产生衰减,最终降为零<sup>[3]</sup>。目前,我国大部分风电场采用的是固定转速风电机,这种风机会影响感应器的电流初始值。如果在风电场的运行当中电流受到风电机的定子暂态影响,就会导致电流出现衰减变化,除了定子暂态外,转子转速也会对电流的频率造成一定的影响。当电机电压出现明显的降低时,异步发电机的励磁单元就不会单独存在,这会使风电场发电机在运行过程中出现严重的故障问题,并向电力系统输送短路电流。如果风电场已经出现严重的故障问题,异步发电机也可以向电力系统供给细小的电流,使电机的出口电压保持在0.68kV的低压系统。当电机的出口电压大于35kV时,风电场的风机和电缆可以被看作是两个较大的极限电抗,并阻止短路电流的输出。

## 3.风电场继电保护的合理配置

### 3.1 母线差动保护配置

母线是指以高导电率的铜、铝材料制成用于传输电能,大部分是采用的钢芯铝绞线,它是电力系统或变电站在输送电能时所使用的总导线,相关供电单位可以通过母线将发电机、变压器或整流器所输出的电能资源输送到各个用户家中或其他变电所,是电力系统中非常重要的输送部分。母线如果产生故障会给整个电力系统带来严重的后果,除故障母线上的元件外,所有与母线相连接的部件都会停电。因此,在进行风电场继电保护合理配置的工作时,要对母线差动保护进行配置,主要包括高压侧线母线差动保护和低压侧母线差动保护。在对母线进行继电保护的过程中,相关设备要保证电力系统运行稳定的前提下快速切除母线上的故障部位,避免其它电力系统设备在运行中受故障部位的影响进而造成瘫痪。在母线内外发生故障时,各回路电流与差电流之间有明显的变化规律,工作人员可以利用这一特性,将各回路电流的绝对值最大值减去与差电流绝对值成比例的数值作为制动量,以差电流绝对值成比例的数值作为动作量。在母线发生故障时,工作人员要利用制动量和动作量之间的比较确定电力系统的实际情况。在母线内部故障时,如果差电流的绝对值大于各回路电流绝对值中的最大值,制动量为0,这时具有较高的动作灵敏度,在母线外部故障时,如果差电流的绝对值远远小于各回路电流绝对值中的最大值,其制动量则很大。利用这一原理对风电场电力系统中的母线进行继电保护可以有效解决母线出现的故障问题以及故障问题所带来的连锁反应,并提高风电场的运行稳定性。

### 3.2 110kV线路保护配置

光纤线路是光信号的传输媒介,利用光纤线路可以将来自发送机的光信号以较小的衰减和脉冲展宽传输到接收机中。由于光纤传播的特殊性,在进行光纤线路的架设和测试时,工作人员要保证所传输的参数衰减和色散尽可能的小,并使线路具有一定的机械特性和环境特性。光纤差动保护主要适用于电力系统中的短线路保护,与传统工作中以辅助导线为导引线的纵差保护相比,光纤差动保护具有明显的优势,尤其体现在解决因辅助导引线所引起的过电压和低电位升高的问题上。从原理上来看,光纤差动保护与传统的纵联差动保护的原理基本一致,都是由保护装置计算出三相电流后,判断三相电流的向量及其是否为零来确定接下来是否进一步

动作的。当电流继电器中的电流达到了开启保护的定值时，继电器就会开启保护动作，同时跳开故障线路的开关。这也与微机保护装置的原理相同。一般情况下，光纤差动保护被应用于对15千米以内的短线路的保护当中，且不会受到电压等级的限制，在光纤差动保护与通信共用电缆时还可以大大减少相关装置的造价<sup>[4]</sup>。光纤差动保护具有交流输入及差动比较、选相及辅助选相、调制及解调以及远方跳闸等功能。光纤差动保护装置在实施交流输入及差动比较的功能时，只要比较相关的数值和相位就能够判断故障是否发生在区内，并对其进行动作。光纤差动保护的远方跳闸功能并不能用于直接跳闸，而是要在电力系统发生故障之后远方向其发出跳闸指令，风电场的相关设施就会使对侧出口跳闸，从而达到保护电力系统及风电场正常运行的作用。

### 3.3 变压器保护配置

变压器是输配电过程中需要使用到的基础设备，根据各种用途的不同，它被广泛应用于工业、农业、交通等各个领域，在风电场中所使用的主要是配电变压器，它主要是利用电磁感应原理来改变交流电压，使所输送的交流电的电压符合用户日常使用的电压数值，它的功能主要包括电压变换、电流变换等等。工作人员在进行变压器保护配置时，主要按照主后的方式进行配置，其中主保护与后备保护这两套保护装置的交流电主要来自于电流互感器的互相独立绕组。主保护主要由一套微机型差动保护和一套本体非电量保护构成，这两套装置可以保护主变压器的内部及套管之间的故障、接地故障以及匝间故障等等。在电力系统发生故障时，差动保护的瞬时动作可以将主保护切换为各侧断路器，而本体非电量保护可以根据主保护的及安全要求进行跳闸或发出信号。变压器保护配置的后备保护主要分为110kV侧备保护和35kV侧备保护。这两项不同的变压器保护配置还包含着多个保护动作，在110kV侧备保护当中，复合电压闭锁过流保护和零序过流保护都可以分为两段式，第一段主要带有方向，且方向可以按照电力系统的运行要求进行设定，第二段不带方向，但是可以保护动作跳开各侧断路器。按长延时整定的过流保护作为电力系统中解决各个电路故障的最后一道防线，它主要保护动作跳开各侧断路器。而中性点间隙零序过流保护和中性点零序过压保护则需要保护动作延时跳开各侧断路器。在电流判断元件接于三相CT组成的零序回路中，非全相保护可以帮助动作延时跳开110kV的侧

断路器。在35kV的侧后备保护中复合电压闭锁过流保护主要分为三个时限，第一个时限跳开分段断路器，第二个时限跳开本侧断路器，第三个时限跳开各侧断路器。其余的保护过程与110kV测后备保护相一致。值得注意的是，35kV线路的保护装置设有微机型时限电流速断和过流保护，来保护风电场的稳定运行。

### 4.安全自动装置设计

自动重合闸是电力系统安全运行的重要组成部分，它主要用于架空线路，而架空线路一般属于瞬时故障。工作人员在进行安全自动装置设计时可以使用单侧电源线路，并在电源侧采用三相一次的自动重合闸方式来满足电力系统的相关要求，并保证电力系统完成重合闸动作<sup>[5]</sup>。在实际的操作当中，工作人员要对电力系统的同步和无电压需求进行检测，查看安全自动装置是否满足了电力系统的以上需求。工作人员还可以利用110kV线路微机保护装置来实现电力系统中的重合闸功能，以此来运行安全自动装置。在操作的过程中，工作人员要根据相关要求对110kV线路的电流、主变各侧的三相电流、变压器110kV侧中性点零序电流、变压器110kV侧中性点间隙零序电流以及断路器合闸和跳闸的位置保护动作信号等进行记录。

### 5.结论

随着我国电力系统的不断发展，相关的供电技术正在逐步提升，但是继电保护装置的安全合理运行也需要被重视。风电场在接入电力系统是需要与电力系统并网，在这一过程中风电场的继电保护会受到影响。工作人员在实际工作当中要注意母线差动保护配置、110kV线路保护配置、变压器保护配置以及对安全自动装置的设计，从合理配置继电保护装置出发保证风电场的安全稳定运行。

### 参考文献：

- [1]韩枫.考虑频率偏移的风电场继电保护研究[D].山东科技大学,2020.
- [2]郭俊刚.风电场站内继电保护零序保护整定方案探讨[J].科学技术创新,2020(02):157-158.
- [3]杨源,程劲松,汪少勇,等.一种海上风电继电保护配置优化方案研究[J].南方能源建设,2019,6(01):36-41.
- [4]俞靖一.陆上风电场继电保护配置典型方案研究[J].能源与环境,2019(6):46,49.
- [5]钟华.论风电接入对电网继电保护的影响[J].中国高新区,2019(21):95.