

风力发电系统短路故障特征分析及对保护的影响

王浩*

国电电力内蒙古新能源开发有限公司, 内蒙古 010040

摘要: 在环境保护和新能源开发与利用的大背景下, 可再生能源的重视程度再次被提上日程, 而可再生能源中, 风力发电被广泛应用。不过风力发电技术目前仍存有一些缺陷和短板, 本文主要探析风力发电系统短路故障的特征, 并对风电接入对保护的影响进行分析, 希望能够为风电行业的发展提供参考。

关键词: 风力发电; 系统短路; 故障分析; 保护影响

一、前言

风力发电在我国能源应用体系中有着重要意义, 对于缓解能源紧张问题有着突出贡献^[1]。在最初的风力发电中, 风电机组与配电网直接连接, 而当前风电场可以与超高压电网直接连接, 如果风电场出现故障, 那么整个电网系统也将会受到影响。所以, 对风力发电系统短路故障进行研究, 能够为电网稳定运行提供科学依据。

二、风力发电系统短路故障特征

(一) 双馈风力发电系统故障特征

将Crowbar保护应用于双馈风力发电机内, 能够提升发电机的保护性能。所以, 在发电系统障中, 故障类型为Crowbar保护故障, 发电机整体运转都会出现错误, 其故障表现形式有所差别, 针对性地提出系统故障诊断方式, 将系统短路对系统运行造成的影响降低, 能够保障发电系统的安全性^[2]。而不同类别的故障对于发电系统的影响也大不相同, 有必要进一步对其进行分析研究。因此, 本节主要对Crowbar保护动作以及不动作进行探析。

1. Crowbar保护不动作

在发电系统故障中, Crowbar保护不动作问题严重影响了发电系统的稳定性。例如在35 kV集电线路故障中, 故障相(以B、C两项为例)电流增大现象十分明显, 通过故障电流录波数值可知, 其相比与故障前增加了近一倍的数值, 但是非故障相(例如A相)电流变化特征为先减小、后增大, 增大会持续到与故障前数值相等为止。此外, 如果出现Crowbar保护不动作问题, 在对故障进行分析后可知, 其负序阻抗的数值低于正序阻抗数值, 负序相对较为稳定。不过, 正序阻抗会出现先增大后减小的变化形式。在Crowbar保护不动作故障中, 相电流频率变化的幅度基本可以忽略不计。

针对这种故障, 需要从故障原理入手, 通过对各项电流差进行分析, 改变各项输入电流的大小能够使故障得到解决, 如果故障长期存在得不到解决, 则需要对故障具体所在进行测定, 制定具体解决方案, 进而提升电能供给质量。此外, 风力发电系统的故障诊断还有助于解决发电性能的优化, 对于常见性故障诊断分析, 能够解决一般性故障, 提升整个发电系统稳定性。图1为风电双馈变流器用Crowbar保护装置

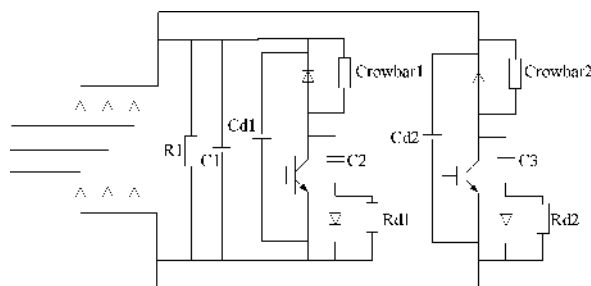


图1 风电双馈变流器用Crowbar保护装置

*通讯作者: 王浩, 1988年4月, 男, 汉族, 内蒙古人, 就职于国电电力内蒙古新能源开发有限公司, 中级工程师, 本科。研究方向: 新能源发电。

2. Crowbar保护动作

在发电系统故障中，Crowbar保护动作故障也会影响系统的稳定性。在330 kV联络线故障中，经过测算数据分析可知，系统侧相间（以B、C相为例）短路问题较为常见，这类问题在众多故障中的比例相对较大。在发生Crowbar保护动作故障时，故障相电流变化趋势为不断增大，通过对故障数据分析可知，其数值最大为故障前5倍，而且在发生这类故障时，B、C两相电流起始值高于A相电流，然后A相电流会增大，超过B、C相电流，达到最大数值。

此外，在Crowbar保护动作故障中，研究发现，其负序阻抗数值低于正序阻抗数值，负序一直处于稳定的状态，正序阻抗呈现出先增大后减小的变化趋势，其波动维持在一定范围内^[3]。而在故障中，相电流差频率未出现明显变化，整个风力发电系统受到的影响较大。

总之，在双馈风力发电系统中，不管是Crowbar保护动作还是不动作，在出现接地故障时，风场侧零序电流这类主要电流都会增大，集电线与联络线不对称故障出现会导致非故障相电流变大。图2为风机侧三项电流波形，根据故障影响可以分析发电系统故障差异，选择合适的发电机组，优化发电系统，提升发电性能^[4]。

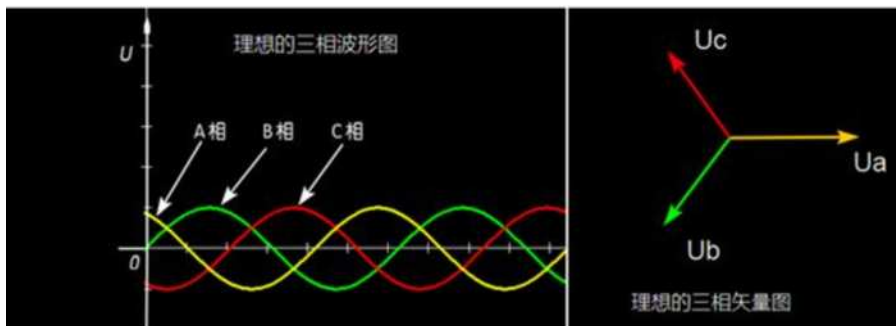


图2 风机侧三项电流

(二) 直驱风力发电系统故障特征

直驱风力发电机组出现短路故障时，分析十分困难，受到的影响因素也相对较多。发电系统在出现故障后，会导致风机相关部位电流出现变化，故障相（以B、C相为例）电流增大现象十分明显，可以借助于相关的仪器将电流测出。而风机负序阻抗相对较为稳定，未曾出现较为明显的变化。通过分析可知，在两个工频周期内，其正序阻抗高于负序阻抗。该类型发电系统故障有着典型的特征，对于故障分析工作而言，有着十分重要的意义。

1. 无Crowbar保护状态下的两种类型风机负序阻抗都较为稳定，其数值高于火电厂所用同容量发电机，这也是这两种风机在发生故障后较为明显的特征^[5]。

2. 等效电流在风场侧中正负序阻抗会出现差值，阻抗也会随着时间变化而出现波动。图3为阻抗仿真图。

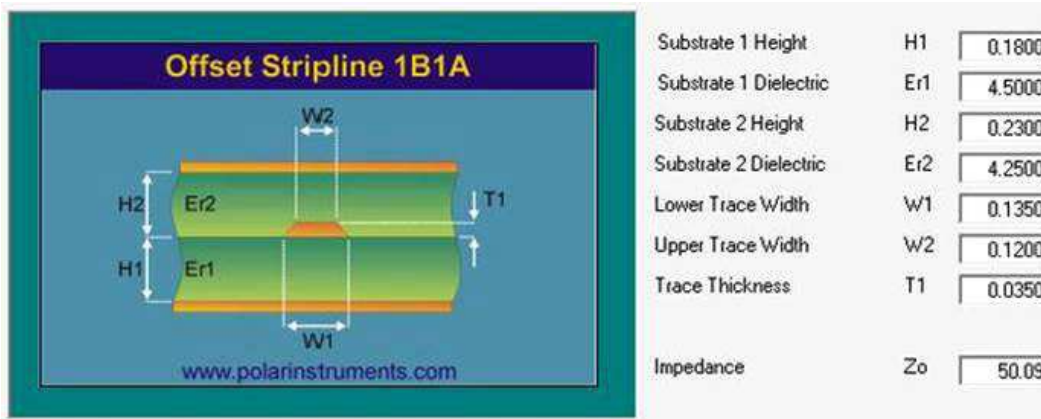


图3 阻抗仿真图

三、风力发电系统接入对保护的影响

在以上风机典型故障分析中可知，风机故障会直接影响现有的风机发电系统，有时会使得保护出现误动问题。

在风力发电系统中，分量距离元件与全量距离元件都属于重要组成部分，在进行风电接入过程中，全量距离元件

所受影响相对较低,分量距离元件受到影响相对较高。如果故障类型为区外故障,那么保护可能出现误动问题^[6]。除了影响距离元件,风电接入还会影响方向元件,调整元件方向可以使得故障问题得到解决。在进行风电接入时,方向元件受到的影响相对较小,不过由于背侧系统阻抗影响故障方向元件受影响程度较大。而在正向故障中,此时分量电压与电流会出现 $0^{\circ}\sim 180^{\circ}$ 之间的相角差,此时判断出的故障方向是反向,判断结果出现错误,改变电压与电流相角可以解决故障。在进行风电接入时,选相元件受到的影响相对较小。不过,因为背侧系统缺乏足够的稳定性,突变量选相元件受到的影响较大,所以其造成的影响也较大。

总之,风电接入对于整个发电系统的影响相对较大,不同类型的故障所产生的影响也不同,所以根据故障类型进行分析,能够帮助相关人员科学地解决发电系统中的故障问题,从而提出针对性地解决措施,帮助相关人员解决发电系统的不足,提升发电系统的稳定性,为风力发电系统的稳定发展打下良好基础,进一步推动发电领域进步。

四、结束语

总而言之,对风力发电系统故障分析有助于解决发电系统中的漏洞,使得发电系统能够正常运转下去。工作人员可以参照相关数据对风力发电系统不足进行改进,设计更多合理的方式解决系统运行故障,保障系统运行的稳定性。

参考文献:

- [1]茅靖峰,吴博文,吴爱华,张旭东,於锋.风力发电系统执行器故障诊断与MPPT滑模容错控制[J].太阳能学报,2020,41(10):301-310.
- [2]李强强.一起风力发电用变压器低压侧断路器接地跳闸故障的检查与处理及防范[J].电力设备管理,2020(08):135-137.
- [3]唐永刚.深度学习的风力发电系统故障在线诊断研究分析[J].电子测试,2019(24):88-89+38.
- [4]黎静,张建中.风力发电叶片实时监控故障预警系统研究[J].设备管理与维修,2019(20):25-27.
- [5]李华银.一种应用于双馈异步风力发电系统不对称低电压故障穿越的新型去磁控制方法[J].技术与市场,2019,26(09):5-9.
- [6]孙重亮,谢兵红.基于风力发电系统状态监测和故障诊断技术探究[J].电子测试,2019(17):106-107.