

[风力发电]

双馈风力发电系统低电压穿越关键技术

文/朱智博
中油电能气电公司燃机检修中心

目前我国风电穿越技术的发展速度在不断加快，其中的低电压穿越技术也成为了当前电力行业所关注的一项重点基础技术。为了能够进一步促进发电系统的顺利运行，相关部门需要对低压穿越技术进行更为深入的了解。基于此，针对双馈风力发电系统低电压穿越关键技术的有关内容进行了简单阐述。

现阶段，我国风力发电的技术水平获得了显著提升，已成了我国电力行业中常见的一种技术类型，是我国电力行业发展的重点之一。风力发电的间歇性使电力系统的运行不稳定，为了更好地改善此类情况，需要对风力发电系统低电压穿越技术进行深入的研究，解决风力发电不够稳定的问题。

低电压穿越技术要求概述

低电压穿越技术要求主要概括为三点：

1) 故障期间不脱网。在电网发生故障后，风电场不能够出现脱网的情况。关于具体的区域节点以及时间限制，各个国家的要求有所不同。我国当前对于电网跌落深度的要求在85%左右，澳大利亚等国家对于这一要求达到了100%，100%意味着风电场需要具备零电压穿越的能力。关于脱网连续运行的时间，各个国家的标准也有所不同。我国对于电网跌落时不脱网连续运行的时间规定在525 ms，一些国家对于这一时间的规定在450 ms左右。

2) 故障期间可以实现动态无功要求。要求故障期间，除了电网跌落时，不能出现脱网的情况，同时机组需要在较短时间内，为电网注入无功电流来支撑电压的恢复。

3) 故障消除后迅速恢复。在对风电机组的情

况进行考量时，故障消除后是否可以快速恢复到最初的状态，是主要的考量标准之一。一般来说，对于没有出现脱网情况的风电场，还需要在故障消除后，迅速恢复到有功输出的状态。

双馈风力发电发展概述

风能的使用历史最早可以追溯到公元前3 000多年，而在当时，风能主要是用于灌溉等领域。随着时代的进步，大约在1 000多年之前，人们可以利用风能来驾驶帆船。在使用风能的过程中，把风能转化成为电能是一种最为常见的使用方式。即利用相应的设备收集风能，并将风能所产出的动能转化成为机械能，机械能可以带动发电机转为电能。相较于其他能量来说，风能本身的密度不高，存在着不稳定性。2001—2010年，风力发电获得了迅速的发展，装机容量快速增长。2009—2013年，这种上升趋势变得缓慢，但从宏观角度上看，在世界范围内，风电市场的规模大幅度增长。近几年我国风电产业获得了较为快速的发展，具有较大的发展潜力。但一些故障事故问题越来越突出。如果在电网运行的过程中发生故障，容易导致风力发电机组出现脱网运行的情况，原因大多在于其风力发电机组缺少故障穿越能力。基于此，低电压在运行的过

程中,可能会造成风力发电机脱网运行的情况,而在低电压故障问题解决之后,如果没有及时进行自动切换低电压无功补偿装置,那么无功功率的积累会越来越高,最终导致电压升高,从而可能诱发各类故障问题。为了更好地保障风电运行的安全性,对双馈风力发电系统低电压穿越技术进行深入研究显得尤为必要。

双馈风电机组低电压穿越技术必要性

对风电并网进行研究的过程中,需要立足于我国的实际情况。虽然我国的风能资源是非常丰富的,但分布不均匀,我国的陆地风能大多集中在陕北地区及一些东南沿海地区。我国的风电场早期大多建立在三北地区。我国的发达地区大多集中在东南沿海地区,导致了电网与负荷的中心距离较远。基于此,在发展风电的过程中,输送的稳定性市场受到一定程度的影响。为了能够确保电网的稳定运行,我国对于一些大型的风电场提出了符合安全运行的并网规范,比如对风电机组在低电压穿越时的运行能力以及波形畸变程度等作出了规定。双馈式风力发电机组的结构特殊,对于电网本身的变化比较敏感,更容易受到电网的影响,在电网故障时的穿越能力下降。因此,需要不断完善双馈风电机组低电压穿越技术,制定相应的标准,适应电网的快速变化。

双馈式风力发电系统穿越关键技术

1. 转子保护技术

转子保护技术是风电系统中最为常见的一种技术。在使用转子保护时工作人员还需要借助硬件电路,才能够确保该技术的顺利运行。详细来说,该技术使用的过程中,主要把保护转子的电路装置放置在发电机转子的一边,需要利用定向的方式来为转子这一方向的电路提供通道。在这一过程之中,如果工作人员发现电网出现了问题,甚至发生了电网跌落的情况,那么双馈感应的发电机也会产生一系列反应,比如常见的闭锁反应是为了很好地保护电力装置。另外,在励磁变流器中,由于电流以及转子的影响,能够产生一种良好的电压保护效果,使发电机完成不脱网运行的状态。在实际运行的过程中,双馈感应发电机利用了相关的技术原理以及

模式来确保整个电机运转的安全性。在设计双馈式风力发电系统的电路时主要有两种结构:一是基于混合桥型的Crowbar电路;二是基于IGBT型的混合桥型的Crowbar电路。这种电路最为主要的一个作用就是对变频器进行保护。在Crowbar运行的过程中,双馈发电机以及电网都能够在更为稳定与安全的状态下运行。

在发电机组处于并网运行时,相应的检测系统会依据所接入电网的实际需求,对电压的数值进行调整。利用额定电压的百分比,一般能够实现对于电压等级的定义处理。不过,从业人员还需注意,如果电网内的电压与设定的数值相比存在着较大的差距,则系统一般就会被判断为低压,相应的检测功能对低压可能产生的各类影响进行判断,避免脱网运行。

2. 改进优化控制策略

在风电机组成本控制时,为了能够进一步实现低电压穿越,可以利用下述几种优化方式来控制。

1) 在故障发生之后,如果电网本身无法及时对能量进行收取,那么工作人员可以对风电机的参考功率进行设置,当功率设置为零时,其风险隐患发生的可能性会有所降低。

2) 在故障正在发生时,工作人员需要对转子一侧进行较为集中的控制,主要是为了保证系统低电压穿越能力得到显著提升。

3) 需要利用控制器对直流电压的故障以及定子电压的故障进行检测,依据检测的结果发现当前问题的根源所在,确保各类故障能够及时得到解决。另外,在转子另一侧的控制器能够对有功异常以及无功异常进行检测,可以对转子电流的情况进行观测并完成信号的补偿。

4) 工作人员利用双馈感应发电机低电压穿越原理,借助各种技术手段对电流进行有效的控制,利用转子的电压来弱化负序分量作用等。另外,在一定条件下,工作人员也可以通过增加双馈感应发电机中的定子等来抵消转子的电流情况,使机组低电压穿越的能力得到有效提升。

从当前的实际情况来看,如果工作人员没有对电路进行假设,而是采取科学的控制策略,也能够对双馈风力发电系统的低电压穿越过程形成一定的保护。另外,工作人员也可以通过双馈风电系统本

身的特点，对风能进行更为高效的调节与处理。还需要注意，如果仅仅是依靠控制方式对整个过程进行调节，优势并不显著，一般这种控制的方式只适用于电压跌落不算严重的情况。工作人员在日常也可以积极开展双馈风力发电系统的维护工作，有效减少低电压情况的发生。

3. 健全技术标准

电力部门需要依据我国电网的实际运行情况，制定具有一定针对性的低电压穿越技术标准。相关设备的生产者以及生产制造者主动依据相关的规范，及时改进现有生产制造的不足。另外，还需要注意，如果在一个城市或者地区，电网的运行能力比较强，那么可以适当放宽该城市或地区的低电压穿越技术要求。针对一些存在弱电网的区域，则需要加强低电压穿越技术标准的制定力度，确保相应的设备都可以安全运行。为了尽量减少各类电压隐患，从业人员需要严格依据相应的治理标准，对低电压穿越问题进行统筹治理，科学部署工作。

结束语

随着我国风力发电技术以及风电并网技术快速发展，我国的风电电网规模进一步扩大。从业人员需要及时消除各类电网故障问题，尤其是对于双馈式风电系统，还需要及时通过适当的控制方式，保障风电系统在电网故障期间依旧可以安全运行，更好地满足人们的用电需求。**EA**

(收稿日期：2022-07-12)

参考文献

- [1] 李晨. 双馈风力发电系统低电压穿越控制策略的研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2021.
- [2] 明瑶. 双馈风力发电系统低电压穿越技术研究[D]. 株洲: 湖南工业大学, 2018.
- [3] 祝兴星. 双馈风力发电系统低电压穿越技术研究[D]. 株洲: 湖南工业大学, 2019.
- [4] 谭振龙, 张伶俐, 陈希, 等. 远海大容量机组海上风电集电系统技术经济研究[J]. 电气应用, 2021, 40(6): 64-71.

电气时代网

WWW.EAGE.COM.CN

紧抓行业热点，汇聚行业权威

欢迎加入电气时代网

依托《电气时代》《电气应用》主打内容原创

点击详情>>