

低电压穿越控制原理

一、 概念

低电压穿越 (Low Voltage Ride Through, LVRT), 指在风力发电机并网点电压跌落的时候, 风机能够保持并网, 甚至向电网提供一定的无功功率, 支持电网恢复, 直到电网恢复正常, 从而“穿越”这个低电压时间(区域)。LVRT 是对并网风机在电网出现电压跌落时仍保持并网的一种特定的运行功能要求。只有当电网电压跌落低于规定曲线以后才允许风力发电机脱网, 当电压在凹陷部分时, 发电机应提供无功功率。如图 3-1 所示为双馈感应风机并网运行电路。

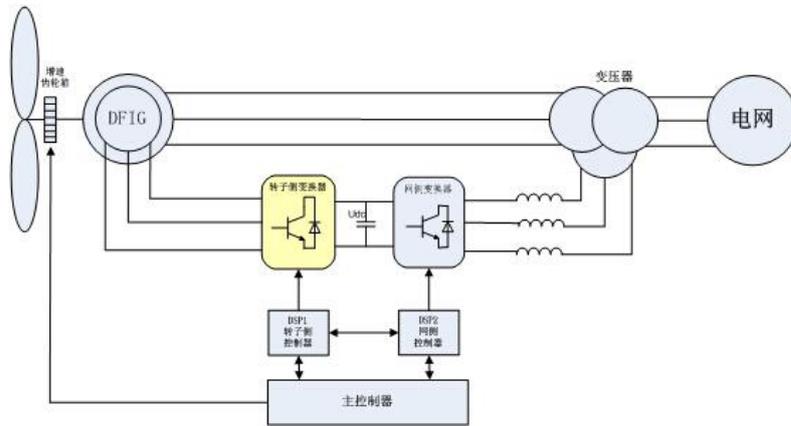


图 1 双馈感应风机并网运行电路

二、 低电压穿越能力要求

国家标准 GB 392-2009《风电场接入电网技术规定》中, 风电场低电压穿越能力要求如下。图 2 为对风电场的低电压穿越要求。

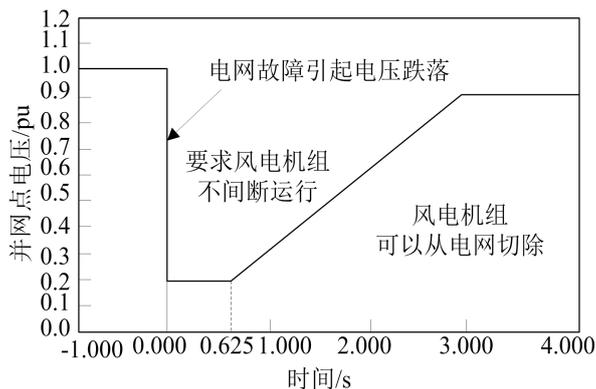


图 2 风电机组低电压穿越的国家标准

- a) 风电场内的风电机组具有在并网点电压跌至 20%额定电压时能够保证不脱网连续运行 625ms 的能力;
- b) 风电场并网点电压在发生跌落 2s 内能够恢复到额定电压的 90%时, 风电场内的风电机组能够保证不脱网连续运行。

三、 低电压穿越作用

具有低电压穿越能力可保证风、光发电系统故障电压降低的情况下，尽可能与电网连接，保持发电运行能力，减少电网波动。一般 230 kV 或更高电压等级线路的故障，在 6 个周波(120 ms)内被切除，电压恢复到正常水平的 15 % 需要 100 ms，恢复到正常水平的 75 %或者更高水平则需要 1 s，LVRT 功能是要风电机组在故障电压短时间消失期间，保持持续运行的能力，如此后电压仍处在低压，风电机组将被低压保护装置切除。

四、 低电压穿越常见的实现方式

目前实现低电压穿越能力的方案一般有两种：

- 1) 采用了 Crowbar 电路转子短路保护技术；
- 2) 采用合理的励磁控制算法。

a) 当主网故障，电压跌落程度不小于 0.9pu 时，属于系统电压正常波动范围，不需要低电压穿越控制，并网系统正常运行；

b) 当主网故障，电压跌落到 0.4pu-0.8pu 时，系统通过励磁调节，控制励磁电流的变化，增加发出的无功功率，抬升并网点电压，辅助主网实现低电压穿越；

c) 当主网故障，电压跌落到 0.2-0.3pu 时，闭锁双馈感应发电机励磁变流器，同时投入转子回路的旁路（释能电阻）保护装置，达到限制通过励磁变流器的电流和转子绕组过电压的作用，以此来维持发电机不脱网运行。

d) 当主网故障，电压跌落小于等于 0.1pu 时，如果保护装置检测到并网点电压后动作成功，风机推出运行；如果保护装置检测到并网点电压后动作失败，发电机定子电流增加，快速增加的定子电流会导致转子电流急剧上升，另外由于发生故障时风轮吸收的风能不会明显减少，而风电机组由于机端电压降低，不能正常向电网输送有功功率，即有一部分能量无法输入电网，这些不平衡能量将导致风电机组出现直流环节电容充电、直流电压快速上升、风电机组加速、烧毁等一系列问题。