

分布式发电接入配电网的电压和网损影响分析

文/南京四方亿能电力自动化有限公司 吴家宏 刘 云

分布式发电 (distributed generation, DG) 的引入使得配电系统从传统的放射状无源网络变为分布电源的有源网络。随着负荷和分布式发电功率的变化,潮流有可能逆向传输,甚至倒送到上级系统,对配电网络静态电压、有功损耗、电压稳定性、暂态稳定性、电压跌落和短路电流等多个方面产生影响。

另一方面,分布式发电与现有电力系统结合,形成一个高效、灵活的电力系统,提高供电的稳定性、可靠性和电能质量。重负荷中心引入分布式电源可以减少进线的实际输送功率,从而提高稳定性。另外,可靠的分布式发电单元和储能装置的结合也是解决诸如电压脉冲、浪涌、电压跌落和瞬时供电中断等动态电能质量问题的有效途径之一。

分布式发电对配电网电压的影响

传统配电网一般呈辐射状,稳态运行情况下,沿馈线潮流方向电压逐渐降低。接入DG后,在稳态情况下(设负荷恒定不变),由于馈线上的传输功率减小以及DG输出的无功的支

持,使得沿馈线的各负荷节点处的电压被抬高。电压被抬高多少与接入DG的位置及总容量的大小有关。

图1为一个18节点的配电网。配网数据通过对33节点配电系统修改而成,去掉了部分支路,线路参数保持不变。系统母线电压取为1.02,功率基准值10 MV·A,电压基准值为10 kV。

当分布式发电接入位置不同时,分以下几种情况讨论:①没有分布式电源接入配电网②将单个分布式电源接入不同地点。

DG接入位置不同的电压分布曲线如图2。其中分布式电源的有功出力为50 kW,功率因数为0.9(滞后)。

由图2可以看出,未加入分布式电源时,配电网末端电压已经越下限运行。加入分布式发电后,线路电压有了明显提高。越接近线路末端的节点,电压变化越显著。而且分布式电源接入位

置不同,对各个节点电压的影响也不同。从图可以看出,DG安装越接近线路末端,对电压分布的改善作用越明显。

图3为3个不同容量的DG均分别接入同一节点9的电压分布曲线。由图3可以看出,DG出力越多,节点电压提升大。

分布式发电对配电网网损的影响

以配电网2节点简化模型分析DG对配网有功网损的影响。

如图4,设 $R+jX$ 为线路总阻抗, $k\%$ 为DG接入位置到送端的距离占线路的百分比。配电网网损可分为两部分:①送端母线到DG之间的线路有功损耗设为 $Loss_1$,DG到受端母线之间的线路有功损耗,设为 $Loss_2$ 。

$$Loss_1 = \left[\frac{(P_L - P_G)^2 + (Q_L - Q_G)^2}{U^2} \right] Rk\% \quad (1)$$

$$Loss_2 = \left[\frac{P_L^2 + Q_L^2}{U^2} \right] R(1-k\%) \quad (2)$$

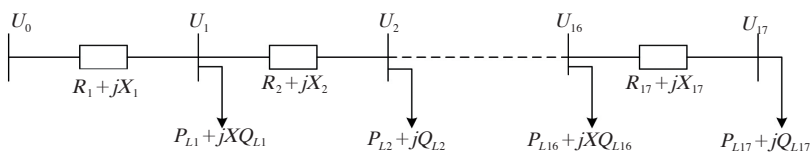


图1 18节点配电网

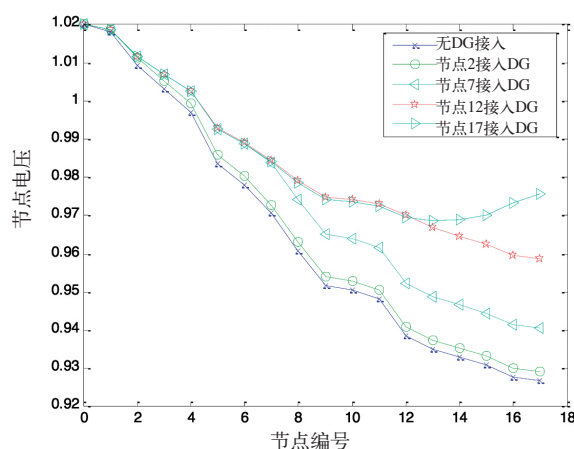


图2 DG接入位置不同的电压分布曲线

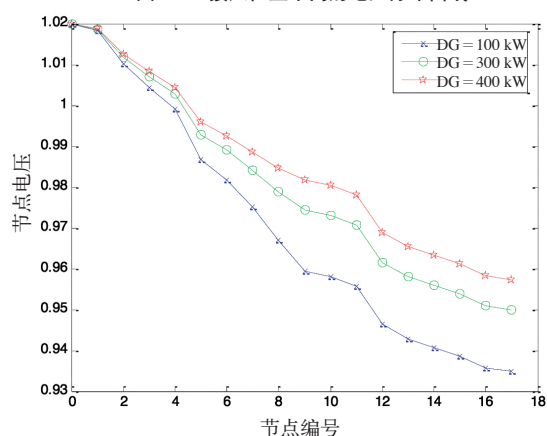


图3 DG接入容量不同的电压分布曲线

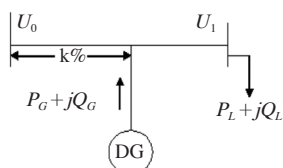


图4 含DG的两节点配电网

由公式 (1)、(2) 能得出：接入DG后，系统总的有功损耗 $Loss_{DG}$ 为

$$Loss_{DG} = Loss_1 + Loss_2$$

$$= \left[\frac{P_L^2 + Q_L^2}{U^2} \right] R + \left[\frac{P_G^2 + Q_G^2 - 2P_L P_G - 2Q_L Q_G}{U^2} \right] Rk\% \quad (3)$$

接入DG后相对于未接入DG的有功网损增量 $\Delta Loss$ 为

$$\Delta Loss = \left[\frac{P_G^2 + Q_G^2 - 2P_L P_G - 2Q_L Q_G}{U^2} \right] Rk\%$$

$$= \left[\frac{P_G(P_G - 2P_L) + Q_G(Q_G - 2Q_L)}{U^2} \right] Rk\% \quad (4)$$

由公式 (3) 可以看出，DG接入配网后，网损与DG的接入位置、

接入容量和功率因数有关。由公式 (4) 可知：当DG的有功和无功输出量均小于两倍的负荷量时，DG的接入使得配电网的有功网损减小；当DG的有功和无功输出量均等于两倍的负荷量时，DG接入前后网损不变，当DG的有功和无功输出量均大于两倍的负荷量时，网络潮

流逆向，此时DG的接入反而使得网损增加。

由此可见，分布式发电可能增大也可能减少系统损耗。网损的大小取决于分布式电源的位置，DG的接入容量以及网络的拓扑结构等因素。

DG对配电网网损的影响仍采用上文的18节点进行仿真。系统总的有功负荷为1 505 kW，无功负荷为740 kW，当系统未接入DG时，系统的网络损耗为75.7 kW。

设接入DG的功率因数为0.9。DG出力以1 500 kW为基准，分别计算DG出力为10%，20%，50%，100%时随接入位置变化时的有功网损曲线。

由图5可以看出，当分布式电源容量不同时，有功网损最小值对应的接入位置不同。引入小容量的DG时，网损的变化随接入点的位置大体上呈下降趋势。对于大容量的DG，DG的接入使得网损的变化随接入点的位置成U型变化趋势。由图5可以看出当DG接入

容量的增大到某一程度，DG的接入使得网络损耗开始增加，甚至有可能大于未接入DG时的网络损耗。

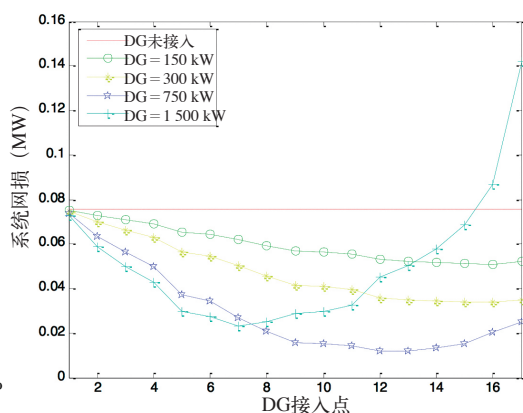


图5 DG接入系统的有功网损曲线

结束语

本文对分布式发电接入配电网的影响进行了研究。通过18节点的仿真算例说明

DG接入对配电网电压和网络有功损耗的影响。

分布式电源的接入提高了整个网络的电压水平。对于网络有功损耗，分布式电源的接入可能增大也可能减少系统损耗。网损的大小取决于分布式电源的位置，DG的接入容量以及网络的拓扑结构等因素。EA