

并网光伏发电系统 对吐鲁番地区配电网影响的研究

胡仁祥¹, 王晓斌¹, 常喜强²

(1. 吐鲁番电业局 新疆 吐鲁番 838000; 2. 新疆电力公司 新疆 乌鲁木齐 830002)

摘要:通过对新疆吐鲁番地区电网中首座兆瓦级光伏电站并网发电后的运行数据进行分析研究,并结合现阶段的光伏并网发电的特点,分析光伏发电接入对该地区的电网调度、无功电压和继电保护等方面的影响。

关键词:光伏发电系统; 并网; 配电网; 影响

Abstract: Through the analysis on operation data of the first MW photovoltaic generating station in Xinjiang Turpan Power Grid, and incorporating with the characteristics of grid-connected photovoltaic power generation in the present stage, the effect of photovoltaic power generation connected to the local grid on grid dispatch, reactive voltage and relay protection are analyzed.

Key words: photovoltaic power generation system; grid integration; distribution network; effect

中图分类号: TM732 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2012)03-0027-03

随着世界能源危机和全球气候变暖等问题的日益突出,发展可再生能源已成迫切需要,其中太阳能光伏发电是再生能源利用的重要形式之一^[1]。目前人们对太阳能资源的利用非常重视,世界范围内的太阳能光伏发电技术和光伏产业发展迅速,光伏发电已从解决边远地区和游牧家庭的用电等零星发电,过渡到规模化兆瓦级甚至百万兆瓦级的光伏发电站,并且发展十分迅速。

从电网运行管理这个角度而言,光伏发电本身具有的特性异于常规发电方式(如火电、水电的可控性)这对电网的运行管理,特别是电能质量、可靠性以及安全性等方面提出了更高的要求。现阶段人们对光伏并网发电系统的特性(包括光伏发电系统自身、并网光伏发电系统对电网的影响以及电网对并网光伏发电系统的影响)认识还不够。所以研究实际的并网光伏发电系统对电网的影响就变得非常有实际意义。

下面以新疆吐鲁番地区 20 MW 光伏发电系统通过 35 kV 输电线路接入配网,现并网发电 4 MW。通过对实际运行的数据分析,并结合现阶段的光伏并网发电的特点,分析光伏发电接入对该地区配电网的电网调度、无功电压和继电保护等方面的影响。

1 并网光伏电站情况

永盛光伏电站是吐鲁番地区首座接入系统的光伏发电站,通过 35 kV 葡煤中电支线“T”在 35 kV 葡煤线上,再通过 110 kV 葡萄沟变电站与主系统联网,接入系统示意图如图 1 所示。本期规模为 20 MW,目前试并网的为 4 MW。站内采用 35 kV 单母线,由 20 台分列升压变压器分成 4 组升压集至 35 kV 母线,35 kV 母线接有一台 SVG(-3.2~3.2 Mvar)。

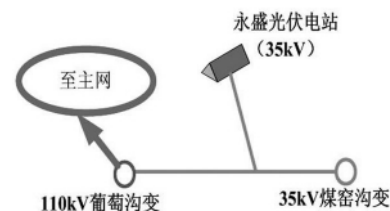


图 1 永盛光伏电站系统接线示意图

2 光伏并网发电特点

永盛光伏并网发电系统由光伏组件、直流检测配电箱、并网逆变器、计量装置以及上网配电系统组成。自然界的太阳能照射在光伏组件上转化为直流电能,再通过直流监测配电箱汇集至并网型逆变器,

将光伏组件上转化过来直流电在转化为与接入电网同频率、同相位的正弦波交流电。

光伏发电系统根据发电站容量不同,并网有两种形式^[1]:集中式并网和分散式并网。

集中式并网的特点是光伏电站所发的电能通过高电压等级输电线全部直接送大电网,由大电网集中统一调度,与电网的电能交换是单向的(上网模式)。如图 2 所示,特别适合于大中型光伏电站并网,如荒漠、戈壁光伏电站,离负荷中心点比较远。新疆吐鲁番七泉湖 20 MW 永盛光伏电站和鄯善 20 MW 光伏电站都是通过 35 kV 输电线路并网。

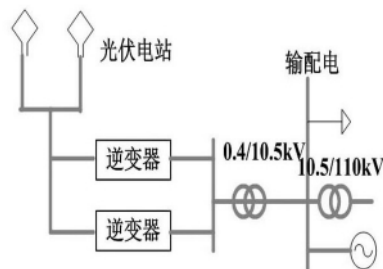


图 2 光伏发电系统集中式并网

分散式并网的特点是单个光伏发电板所发的电能直接用于用户的户载上消耗,有多余的电能或电能不足时,再通过连接大电网下网电量,这与大电网在能量交换上是双向的(可上、可下模式)。如图 3 所示,特别适合于建筑式光伏发电系统。

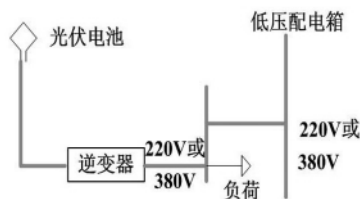


图 3 光伏发电系统分散式并网

3 对地区电网的影响

3.1 对电压的影响

由于文中的光伏电站接入等级为 35 kV 的电网中,该等级电网多为辐射状。在正常运行方式下,电压沿输电线潮流方向逐渐降低。而当接入光伏电站后,光伏发电使得输电线的传输功率下降,使得输电线上的负荷节点电压被抬高,从而导致某些节点的电压越上限,分析表明电压上升的幅度与接入光伏电站的位置和总量的大小密切相关。

对于上述电压越上限的问题,通常采取的措施是调节配电网中有载变压器的分接头、电压调节器和投退电抗器等设备。然而合理设置光伏电站的运行方式对于配电网中的电压调整也是至关重要的。如正午光伏发电出力最大时,线路若轻载,那么接入的电压降明显被抬高。此时接入点电压将可能越上限,这时就必须合理的设置光伏电站的运行方式。比如规定光伏电站必须参与电网的调压,吸收输电线路中多余的无功功率。在线路重负荷期间,光伏电站必须多发无功,以改善线路的电压质量。

光伏发电对电压的影响还表现在谐波、电压偏差、电压不平衡度、直流分量、电压波动和闪变等方面。光伏发电的出力受太阳的入射辐照度而变,可造成局部线路电压波动和闪变,若与负荷的波动叠加在一起,又将带来更大的电压波动和闪变。如图 3、4、5 所示为永盛光伏电站容量为 4 MW 的出力情况和对接入点电压的影响。

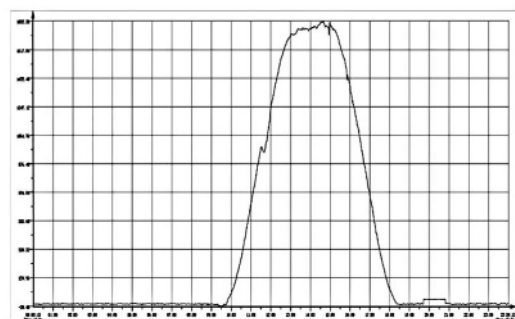


图 4 联络线光伏电站侧有功曲线(单位:kW)

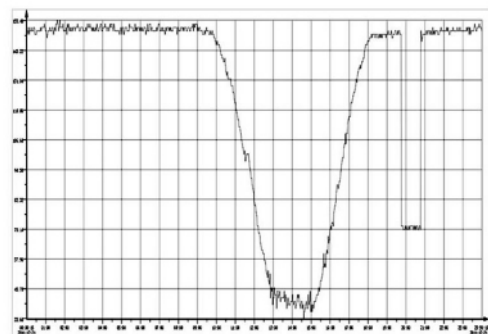


图 5 联络线光伏电站侧无功曲线(单位:kvar)

从图 3、4 可以看出,永盛光伏电站在 12:00—15:00 有功出力最大,几乎接近满发状态;同时光伏电站也能发出一部分无功功率,对电网电压有一定的支撑能力。从图 5 中可以看出电压受出力的影响,不停的来回波动,最高电压在 37.74 kV,最低电压在 36.67 kV,振幅达到 1.07 kV。

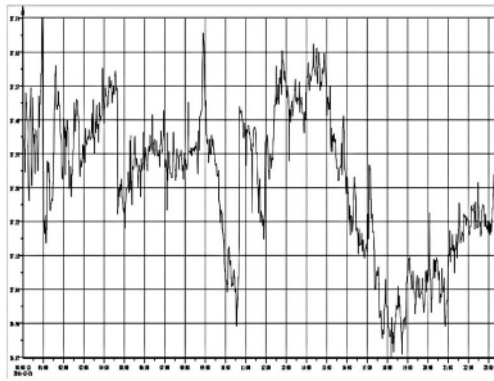


图6 接入点35 kV母线电压曲线(单位:kV)

3.2 对继电保护的影响

吐鲁番电网中的配电网保护主要是断路器的电流三段保护,主线上装设有自动重合闸,支路上为熔断器。永盛光伏电站接入配电网的末端,改变了原有的单侧电源和辐射型网络,使其变成了双断网络,从而改变了故障电流的方向、大小和持续时间。

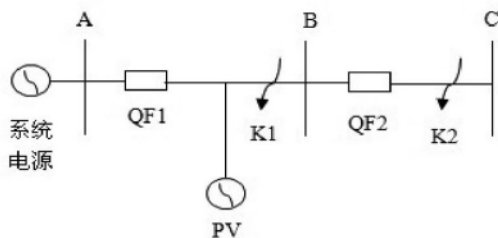


图7 光伏并网与配电网典型接线示意图

如图7所示,当线路AB段 K_1 点发生短路故障,依据选择性原则应由保护 QF_1 动作切除故障。故障点 K_1 的故障电流由系统电源和PV共同提供,此时的故障电流要大于PV接入前的故障电流,然后 QF_1 感受到的故障电流仅由电源侧提供,由于PV分流作用使得 QF_1 感受到的故障电流减小,影响了保护 QF_1 的灵敏性,若接入点PV的容量很大,保护 QF_1 可能会拒动。当 K_2 点故障,故障电流由系统电源和PV共同提供,由于PV的助增电流作用,使得保护 QF_2 的灵敏性增加。

光伏电站自身的故障也会对并网系统的运行和保护产生影响。另外,当光伏系统抗孤岛保护功能不能和自动重合闸装置协调配合时,也会引起非同期合闸等危害。

当配电网故障时,光伏并网发电系统可能采取解列运行方式,但解列后重新接入电网的同期过程中,应尽量减少对配电网产生的冲击,且应采取一定的控制策略和手段给予保证。

3.3 对调度运行的影响

光伏发电受光照变化的影响出力不受控制。永

盛光伏电站也不具有调度自动化功能,电网调度运行部门不能对其直接控制,所以不能参与电网电压的调整和电网的调频。这无疑会减少配电网中的可调度发电厂的容量,给配电网控制与调度运行带来更大的难度。

3.4 对短期负荷预测的影响

现行的电网发电计划,尤其是日负荷预测是当天上午预测第3天的负荷,主要依靠于对本地区电网负荷的准确预测。当光伏发电系统并网后,所发出的电能往往被当地的负荷消耗。由于光伏电站的发电量受气候影响,使得整个电网的负荷总量具有了更多的时变性和随机性,从而给电网的发电计划,尤其是日负荷预测的合理制定,带来了较大的难度。

3.5 对电能计量的影响

在永盛光伏电站接入配电网前,配电网中的潮流方向是单一的。并网后,配电网中个别区域内的潮流流向发生变化为双向。所以将原有的电能计量装置由单向表改为双向计量装置才能满足要求。

4 结论

光伏作为新能源发电的一种形式,越来越受到人们的青睐,其发展的步伐不可阻挡。然而大量的光伏并网发电运行,对传统的输配电网的安全稳定运行带来了新的挑战。

根据实际的永盛光伏电站运行数据的分析,指出光伏电站对配电网电压、短路电流、电网调度和日负荷预测等方面的影响。因此,有必要深入研究并网发电对配电网的影响,使接入光伏的配电网能够更加安全、稳定和经济的运行。

参考文献

- [1] 王厂贵. 并网光伏发电系统综述(上) [J]. 太阳能, 2008(2): 14-17.
- [2] 方廷, 韩郁, 张岚. 一种多逆变器太阳能光伏并网发电系统的组群控制方法 [J]. 电网与清洁能源, 2009, 25(7): 57-60.
- [3] 马胜红, 陆虎俞. 太阳能光伏发电技术储能蓄电池 [J]. 大众用电, 2006(4): 40-43.
- [4] 赵春江, 杨金焕, 陈中华, 等. 太阳能光伏发电应用的现状及发展 [J]. 节能技术, 2007, 25(5): 461-465.

作者简介:

胡仁祥(1987)男,硕士,从事电网调度运行。

(收稿日期:2012-03-20)