

分布式储能系统在变电站中接入方式和控制方案的研究

储能系统安装于变电站，具有提高电能质量、实现负荷消峰填谷以及稳定新能源发电输出等多种运行模式，针对储能系统在变电站中不同的应用需求提出相适应的并网方式，并结合应用需求和并网方式提出相应的运行策略。

魏小淤¹ 张君俊² 袁智强¹/1.上海电力设计院有限公司 2.上海市电力公司松江供电公司



魏小淤/工程师

0 引言

电池储能系统根据不同应用场合及需要可设定有多种运行模式。控制系统根据预设的运行模式以及电池和电网侧的情况，决定PCS传递功率的方向与大小，同时产生有功和无功输出指令。

(1) 电能质量模式

在配电系统中，存在电压跌落、浪涌电压、电压谐波、电压闪变和供电中断等电能质量（Power Quality, PQ）问题，对敏感负荷用户往往造成不可避免的损失。根据美国电力公司（AEP）的统计，大约有90%以上的电能质量问题持续时间均不超过30 s，因此在发生短期电能质量问题时，利用电池储能系统为负荷提供脉冲功率来应对电能质量问题是切实可行的。目前部分电池储能技术（如NaS电池储能技术）具有优良的输出特性，在较短时间内可以输出5倍于额定功率的瞬时功率。

(2) 储能削峰模式

在电力需求逐年增加的情况下，城市电网负荷中心普遍存在负荷因子偏低的问题，如在一天当中，白天与夜晚之间的电力需求存在很大差异。靠新建能支持负荷用电峰值需要的发电厂和输电

系统，无论从成本上还是运行效率的角度上讲均不理想。利用高能量密度和高效率的电池储能系统（如NaS电池储能系统），可削减这种随时间变化的能量需求波动，从而提高电站的运行效率，减少运行成本以及实现能量储存。

通过控制储能系统的工作模式，使之能够像一座分布式发电站那样，在夜晚用电低谷时将电能吸收入电池内部，并在白天用电高峰时将电能释放，以减弱对电网的功率要求，应用于用户侧也可节省用户电费根据电池对负荷提供能量水平，这种运行模式称之为消峰填谷（Peak Shaving, PS）。

(3) 储能削峰+电能质量模式

同时实现削峰和电能质量（PS+PQ）控制模式的基本思想是：利用电池优良的输出特性，实现对配电网的削峰调节（即PS工作模式），同时处理出现的PQ问题。

(4) 储能系统在新能源发电中应用时的运行模式

研究开发风力发电、太阳能发电等新型清洁能源的有效利用具有十分重要的商业及社会价值。由于风能和太阳能的变化是随机的，当容量较大的此类发电装置直接并网运行时，会给现有电网带来稳定干扰等问题，利用电池储能装置与新能源发电装置联合运行，并对其进行稳定干预，可使随机变化输出的能量转换为稳定输出的能量，从而解决上述问题。

不同运行模式需要相适应的并网

关键词/Keywords

分布式·
储能系统·
变电站·
接入·
运行策略·

方式和运行策略支撑, 本文针对储能系统在变电站中不同的应用需求, 提出与之相适应的并网方式, 并结合应用需求和并网方式, 提出相应的运行策略。

1 分布式储能系统在变配电站的接入方式探讨

储能在变电站中有多种运行模式, 不同运行模式对储能系统接入电网方式有不同要求。现以110 (35) kV变电站为例, 研究储能系统在变电站的接入方式 (可参照接入10 kV配电站)。110 (35) kV变电站典型主接线如图1所示。

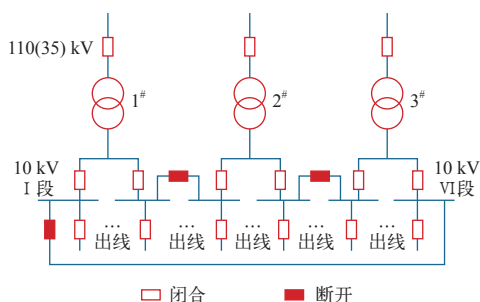


图1 110 (35) kV变电站主接线示意图

(1) 接在低压侧母线上

储能系统在变电站中并网方式如图2所示。图2a中, 储能系统直接接入变电站低压母线。该方式接线简单, 当储能系统容量不大时, 适用于PS运行模式; 若储能容量足够大, 且能满足整段母线

负荷紧急供电要求, 可采用PS、PQ或PS + PQ运行模式。

(2) 接在重要用户出线上

图2b中, 储能系统直接接在变电站10 kV出线上。该接线方式仅能对一条出线提供紧急供电, 储能系统容量不大, 且满足一条重要用户出线负荷, 可采用PS、PQ或PS + PQ运行模式, 确保该重要用户不间断供电, 同时实现变电站削峰填谷。

(3) 接在低压侧应急母线上

图2c中, 在变电站新增一条应急母线, 储能系统接在应急母线上。该接线方式可选择对两条及以上出线中的其中一条或多条线路应急供电, 适应性较强, 但需增加较多设备。可采用PS、PQ或PS + PQ运行模式, 确保该接入应急母线的重要用户不间断供电, 同时实现变电站削峰填谷。

2 分布式储能系统在变配电站中的运行策略探讨

2.1 电能质量模式

对于电能质量运行模式, 当监测到电网发生电能质量问题时, 储能控制系统将重要用户与电网隔离, 改由储能电池向重要用户供电, 确保用户敏感设备不受影响, 直至电网恢复正常供电或电池储能耗尽。

该模式可根据用户对电能质量的不同要求,

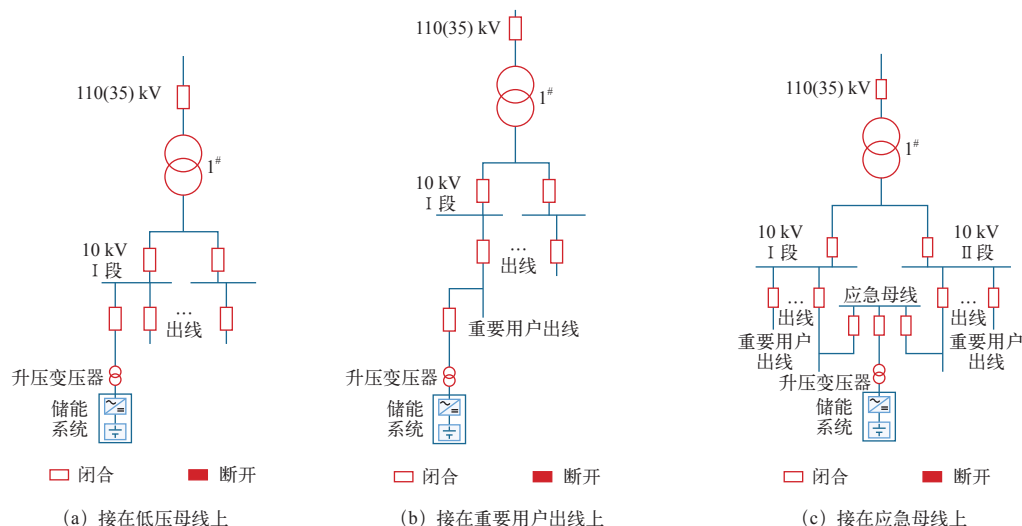


图2 储能系统在变电站中并网方式

设置不同的启动条件。若仅对供电连续性提出要求,则仅需在检测到变电站供电中断时启动储能系统;若还提出其他电能质量问题,可再增加设置。

2.2 削峰填谷模式

对于PS运行模式,当一定容量的储能系统安装于变电站后,其运行策略直接影响到储能系统的补偿效果。现提出三种运行方式,并分析各方式的适用情况。

(1) 实时负荷跟踪

该方式预先设定一个储能放电启动值和充电启动值,当检测到变电站负荷大于放电启动值时,储能系统输出差值功率(变电站负荷-储能输出启动值),使主变压器负荷不大于该启动值;当检测到负荷小于充电启动值时,开始为储能系统充电。此运行方式的补偿效果示意图如图3所示。

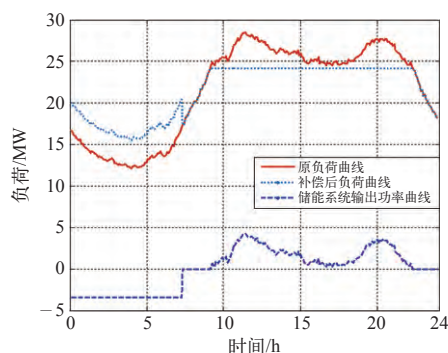


图3 负荷实施跟踪补偿效果示意图

该方式可保证变电站主变压器负荷不大于某一设定值,但需每天根据变电站负荷预测调整放电及充电启动值,对负荷预测准确度有较高要求,适用于储能系统容量较大,并有一定裕度的情况,若设定值不调整或调整不合理,储能系统可能由于设定值较高而无法启动,从而导致其利用率低。

(2) 定时恒功率投退

该方式储能系统固定在一个时段或多个用电高峰时段,以额定功率为输出,补偿高峰负荷。此运行方式的补偿效果示意图如图4所示。

该方式储能系统运行情况(如定时投退电容器组)适用于高峰负荷较为稳定的情况。若负荷波动较大,则补偿效果欠佳。

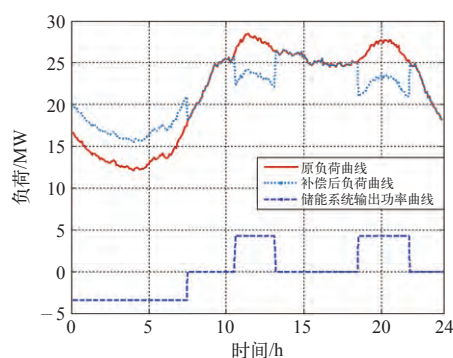


图4 定时恒功率投退补偿效果示意图

(3) 定时阶梯功率投退

变电站负荷变化与人们生产、生活习惯紧密相关,一般存在极强的规律性,因此提出根据负荷变化的一般规律,分时段设定储能输出功率大小的运行方式,以期达到较好的补偿效果。此运行方式的补偿效果示意图如图5所示。

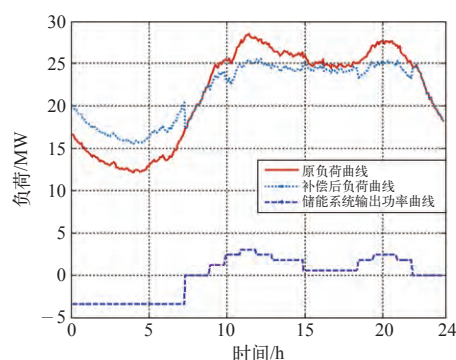


图5 定时阶梯功率投退补偿效果示意图

该运行方式分多个时段设置储能系统输出功率,略显复杂,适用于负荷变化规律较强的变电站。

3 结束语

本研究提出并分析了接入方式以及运行策略,归纳如下:

1) 储能系统可接在变电站低压侧母线、重要用户出线或应急母线上,可根据储能容量及不同应用选择合适的接入方式。

2) 储能系统运行策略可根据变电站负荷预测准确度、负荷波动水平等选择实时负荷跟踪模式、定时恒功率投退模式或定时阶梯功率投退模式。

(收稿日期:2015-02-10) EA