[光伏]

光储系统中储能从电网吸电现象分析解决的方法研究

文/梁　磊
阳光新能源开发股份有限公司

并网储能光伏发电系统能够存储多余的发电量，提高自发自用比例。当太阳能功率小于负载功率时，系统由太阳能和电网一起供电；当太阳能功率大于负载功率时，太阳能一部分给负载供电，一部分通过控制器储存起来。但是此系统容易出现储能从电网超标准吸电现象，进而导致触发高额罚款，给业主带来损失。

理论分析

根据某光储系统的基本电气架构，主要就自用电模块（包含空调系统、消防系统及照明系统等用电设备）的用电阐述系统的供电逻辑，如图1所示。

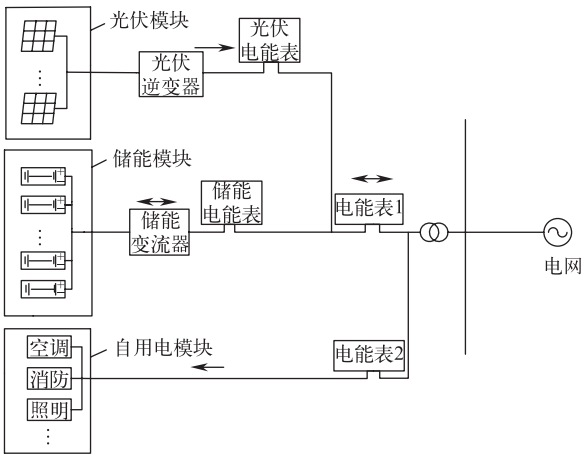

图1　某光储系统基本电气架构

1. 充电时段（10:00～16:00）

1）光伏模块首先满足自用电模块用电需求，其次才对储能模块进行充电，超配时光伏模块的余量上网。

2）当光伏模块不发电或发电功率已不足以满足自用电模块用电需求时，自用电模块用电取自电网。

2. 放电时段（16:00～次日10:00）

1）光伏模块首先满足自用电模块用电需求，其次光伏模块的余量上网。

2）当光伏模块不发电或发电功率已不足以满足自用电模块用电需求时，自用电模块用电取自储能模块。

3）当储能模块已放完电时，自用电模块用电取自电网。

基于以上分析：在充电时段（10:00～16:00），当系统处于光伏模块不发电或发电功率已不足以满足自用电模块用电需求时，若光伏发电功率突降，可能会因储能变流器（PCS）响应不及时，仍维持原充电功率指令，导致储能充电功率中光伏模块无法提供的部分将从电网获取，造成从电网吸电现象。

数据验证分析

此光储电站1月份实际的光伏发电功率曲线如图2所示，同等条件下将储能系统设置不同的工况，并实测系统取自电网的电量。

工况一：设置储能放电倍率为0.35 C，PCS响应光伏波动时间（即充电时段储能从电网吸电时间）为5 s，储能吸电时间扩大倍数为1。

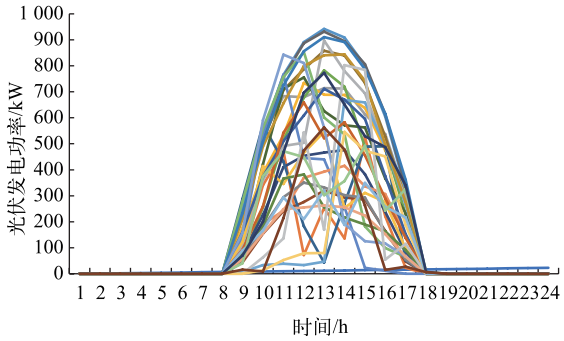

图2　1月份光伏发电曲线

工况二：设置储能放电倍率为0.2 C，PCS响应光伏波动时间（即充电时段储能从电网吸电时间）为5 s，储能吸电时间扩大倍数为50。

工况三：设置储能放电倍率为0.35 C，PCS响应光伏波动时间（即充电时段储能从电网吸电时间）为5 s，储能吸电时间扩大倍数为50。

不同工况下的数据见表1。

表1　不同工况下的数据　（单位：kW·h）

工况	工况一	工况二	工况三
月度从电网取电量	3 726.11	4 144.24	4 641.74
月度储能吸电量	8.61	426.74	421.78

从表1中可以看出：工况一系统从电网取电量较小，为3 726.11 kW·h，且储能从电网吸电量对从电网取电总量影响甚小；工况二和工况三系统从电网取电量较大，为4 100 kW·h以上，且储能从电网吸电量对从电网取电总量有一定影响。

上述结果从实际角度再次验证：在储能以较小功率进行放电时，系统从电网取电量是有可能超额导致被收取费用的，其中储能从电网吸电量对从电网取电总量超额有一定影响。

解决思路

基于上述结论，现提出一种针对储能吸电现象的解决办法。

1. 改进供电逻辑

对充电时段（10:00～16:00）的供电逻辑做如下改进。

1）光伏模块首先满足自用电模块用电需求，其次才对储能模块进行充电，充电功率值设置为：跟踪光伏充电百分比×光伏发电功率－自用电模块用电功率，超配时光伏模块的余量上网。当储能吸电现象发生时，（1－跟踪光伏充电百分比）×光伏发电功率用于弥补PCS充电功率的不足部分，避免或减少储能从电网吸电；当储能吸电现象不发生时，（1－跟踪光伏充电百分比）×光伏发电功率，作为光伏余量上网。

2）当光伏模块不发电或发电功率已不足以满足自用电模块用电需求时，自用电模块用电取自电网。

放电时段（16:00～次日10:00）供电逻辑不变。

根据上述充电逻辑，储能从电网吸电量将会降低，同时会减少系统从电网取电总量及降低超额次数，系统缴纳的电费也会减少；储能充电功率减小，部分原本给储能充电的电量将以光伏余量的形式进入电网，因为光伏补贴收益低于储能，所以系统整体收益也会减少。

2. 数据验证

鉴于工况二、工况三均出现了系统从电网取电量较大现象，故在这两种工况下设置跟踪光伏充电百分比为95%（韩国H&M公司推荐值），导入1月份的光伏发电功率数据，按照上述供电逻辑进行系统从电网取电量、储能吸电量及系统净收益的计算，见表2。

表2　系统从电网取电量及储能吸电量

（单位：kW·h）

工况	工况二	工况三
月度从电网取电量	3 768.95	3 274.81
月度储能吸电量	33.06	29.12

从表2中可以看出，工况二系统从电网取电量降为3 768.95 kW·h，且储能从电网吸电量对从电网取电总量影响甚小；工况三系统从电网取电量降为3 274.81 kW·h，且储能从电网吸电量对从电网取电总量影响甚小。工况二、工况三的数据结果表明：采用设置跟踪光伏充电百分比的方式，可以有效减少系统从电网取电总量及降低超额次数，符合预期。

设置跟踪光伏充电百分比从85%到100%变化，绘制工况二、工况三下的系统净收益变化曲线，如图3所示。曲线表明在工况二时，跟踪光伏充电百分比应设置为100%，此时系统净收益最大；在工况三时，跟踪光伏充电百分比应设置为99%，此时系统净收益最大。采用设置跟踪光伏充电百分比的方式，在极端工况（如工况三）下可以提升系统的净收益。

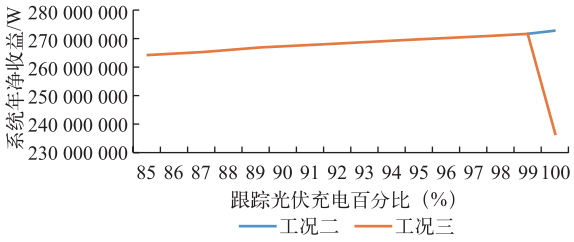

图3　系统净收益变化曲线

结束语

1）光储系统中储能充电时段（10:00～16:00）存在储能从电网吸取电量现象，原因是PCS响应光伏发电功率波动不及时，储能在光伏发电功率突降时从电网吸取了电量。

2）在储能以较小功率进行放电时，系统从电网取电量，有可能超额导致被收取附加费，其中储能从电网吸电量对从电网取电总量超额有一定影响。

3）采用设置跟踪光伏充电百分比的方式，可以有效减少系统从电网取电总量及降低超额次数，在极端工况下可以提升系统的净收益。EA

（收稿日期：2022-09-20）

参考文献

[1] 姚维平，鄂志君，张宁，等．光伏电力混合储能系统的能量管理策略研究，2021 (2)：264-269．

[2] 劳大实．探析园区多能互补智慧能源系统的设计及运行 2021 (6)：3-6．

（上接第56页）

构参数等内容进行综合考量，并在此基础上进行计算，得到具体的安全间距，并将其作为设计依据。通过计算可知，1 MW·h项目可采用46 m的安全距离，在事故发生时能有效降低事故危害。

2）技术人员应该注重对储能系统本身的设计，在设计过程中，尤其应注意对安全泄放装置的要求，尽量降低在运行过程中可能出现的泄放压力。

3）为了防止火灾及爆炸事故造成严重损伤，相关技术人员必须强化消防系统。首先，应合理布置火灾监测传感器，只有这样才能抓住源头。其次，应选择高效的灭火剂，这是有效阻止火灾进一步蔓延的核心要求。

4）在进行整体设计时应重视次生事故影响，即火灾可能导致的爆炸，技术人员需要综合储能系统危害及风向等多种要素，对现场布局进行综合优化。

5）引进新技术，如AI技术、大数据技术等，对安全管理系统进行全方位的技术升级，运用新技术提升电池本身安全性等。

结束语

在“双碳”大背景下，油气田分布式光伏发电系统储能安全问题已经成为困扰油气开采行业的重要问题之一，有效解决该问题，对于保障能源安全具有十分重要的价值与意义。对油气井储能风险情况进行了综合分析，推导出主要计算公式，并给出一定的安全管控建议以及设计要点。EA

（收稿日期：2023-01-05）

参考文献

[1] 钟坤炎．不同支架结构形式的屋顶分布式光伏发电系统太阳辐照度研究[J]．电气技术与经济，2022(5)：10-13．

[2] 吕晓洁．基于深度学习的分布式光伏发电系统电压稳定性评估[J]．电子设计工程，2022，30(17)：114-118．

[3] 李安乐，易志刚，彭星．基于模型预测控制的厨余垃圾处理厂分布式发电系统优化调度[J]．湖南电力，2022，42(4)：75-80．

[4] 王佳莉，韩肖清，姜文杰，等．复合储能系统在分布式光伏并网系统中优化方法研究[J]．电气应用，2020，39(6)：51-55．

[5] 姚俊伟，范李平，王海亮，等．基于物联网的分布式光伏发电系统故障监控技术研究[J]．电力学报，2022，37(4)：279-286．