

光伏发电和蓄电池储能 混合发电系统的经济性分析

Cost Analyses for Hybrid PV-BESS Systems

摘要: 对我国台湾省南部一电力公司为用户安装的光伏发电和蓄电池储能(PV-BESS)混合发电系统进行成本分析, 其中考虑的因素包括: 负荷特性、系统使用费用(如高峰、低谷时的充电费用)、PV-BESS参数及投资和运行成本等。给出成本分析计算公式, 并对经济灵敏度分析方法做了介绍。

关键词: 光伏发电; 蓄电池储能系统; 经济分析

Abstract: Cost analyses of a hybrid photovoltaic and battery energy storage system (PV-BESS) are shown in this paper. Factors considered in the economic analyses involve the load profile, utility rate, capability and performance of the PV-BESS, and O&M costs. The formulas for the analyses and the analytical method for PV-BESS economic sensitivity are also given here.

Key words: photovoltaic; battery energy storage system; economic analysis

中图分类号: TM914 文献标识码: B 文章编号: 1006-9186(2004)04-0034-03

我国台湾省地处热带以北地区, 各季节太阳能充足。利用光伏发电(PV)系统有利于缓解夏季日用电高峰所带来的压力。将PV系统与蓄电池储能系统(BESS)联合应用, 可获得更大的经济价值。BESS系统能够将系统的日用电需求从高峰转到低谷。此外, BESS系统尤其适用于电力系统动态特性的各种快速响应要求。根据需要, BESS可以在有功功率和无功功率控制及谐波补偿条件下运行。对能源效益的全面评估发现, BESS的应用可有效地减缓用电需求的增长和日用电高峰的压力。正是基于上述优点, 台湾南部一电力公司设计安装了1套PV-BESS混合发电系统, 用以进行实验和研究。

1 系统结构

PV-BESS系统电路布置如图1所示。该系统包括1套PV系统、1个具有最大功率点跟踪功能的快速斩波器、蓄电池组和1个双向交/直流转换器。在PV系统内, 使用太阳能电池组在每天太阳能充足时收集太阳能, 使用蓄电池组来存储能量, 以便转移午夜时的过剩电能, 补偿每天用电高峰时的需求。该混合系统的运行程序如下:

(1) BESS在午夜时充电; (2) PV和BESS在每天高峰用电时(接近中午)满负荷运行; (3) PV系统大约从早上9:00至下午4:00运行; (4) 在白天用电低谷时段内, PV-BESS系统起着不间断电源(UPS)、有源滤波器或稳压器的作用, 充当备用电源, 改善系统性能。同时, 在此期间, PV系统还可以给BESS充电。

PV系统的实际功率和额定功率之间的差值决定着发电设施的效率。两者之间的失配可能是由于日照

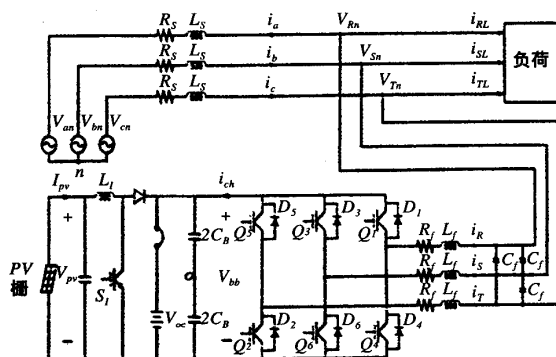


图1 PV-BESS系统

等级较低和电池温度较高所致。以前曾提出过有关最大功率点跟踪的几种方法。其中一种有效的方法是首先通过测量系统的开路电压,获得相关的系统温度和日照等级,然后将参考电压调至开路电压的一个固定比率。

2 成本分析

成本分析的目的是研究PV-BESS系统的经济价值。为研究经济效益,可讨论3种PV-BESS投资方案:(1)单独运行BESS系统;(2)将配有蓄电池组的PV系统用作事故电源;(3)评估整套PV-BESS系统。

分析PV-BESS系统成本需考虑的因素有5类,包括负荷特性、PV-BESS参数、投资和运行成本、使用收费及价格自动调整系数。负荷特性、使用收费和价格自动调整系数可由电力公司或用户提供,而PV-BESS参数和投资和运行成本可通过商业设备供货商获得。

(1) 负荷特性,包括PV系统的每月充电-放电周期、峰荷削减值(kW)、每次放电量(kW·h)、实际放电时间(h)、初始功率因数及补偿后的功率因数。

(2) 系统使用费用,包括高/低峰时充电费用和高/中/低峰时充电费用。

(3) PV-BESS参数,涉及最大削峰量、PV系统容量、PV最大输出与平均输出、蓄电池容量、最小充电时间、蓄电池折旧值、单回换流器效率、蓄电池效率及整个系统电能效率。

(4) 投资和运行成本,计及PV系统成本、蓄电池成本、换流器成本、平衡成本、运行与维修成本及辅助功率需求成本。

通过下述公式可计算出安装PV-BESS后节省的用电费用(DCS: demand cost saving)和电能费用(ECS: energy charge saving):

$$DCS = \sum_{m=1}^{12} [\text{削减的峰值}_m \times (\text{峰荷电费}_m - \text{低谷电费}_m)] \times \text{调节系数} \times \text{容量因子} \quad (1)$$

$$ESS = \sum_{m=1}^{12} [\text{每次放电量}_m \times \text{每月充放次数}_m \times (\text{峰荷电能费用}_m - \text{低谷电能费用}_m) \div \text{充放电系数}] \times \text{调节系数} \times \text{容量因子} \quad (2)$$

其中m代表月。通过计算,可以得出净收入,从资金成本(PV系统成本、蓄电池成本、转换器成本和辅机成本的总和)中扣除这些净收入后,就可以得出每年的净现金流量,进而估算PV-BESS系统投资回收期。

3 案例研究

台湾省南部一公司安装了1套PV-BESS,容量为555.5 kVA,其中200 kVA用于照明,225 kVA用于空调,130.5 kVA用于电动机。另外,还配有1台150 kVA的事故发电机和1台50 kVA的UPS(不间断电源)。合同容量为400 kW。图2为该试验现场的系统单线图,图3为1周内每天平均需求曲线。公共事业公司1年的总收费为180万新台币(35新台币=1美元)。为保证可靠性,有必要采用1台50 kW的

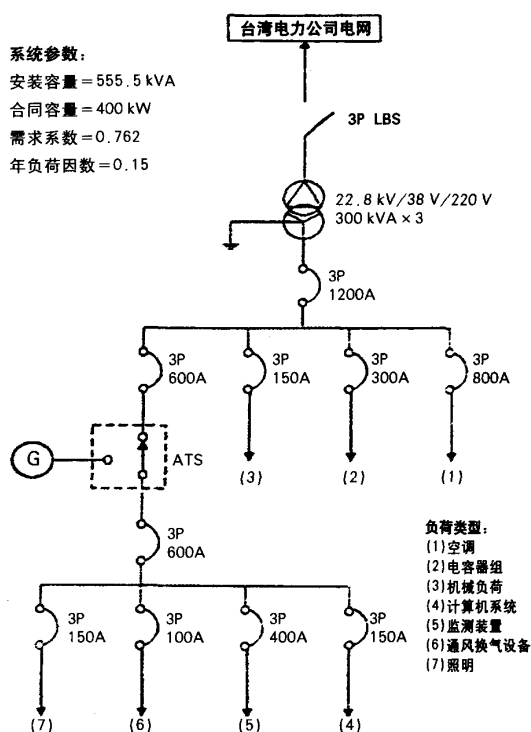


图2 PV-BESS实际系统接线

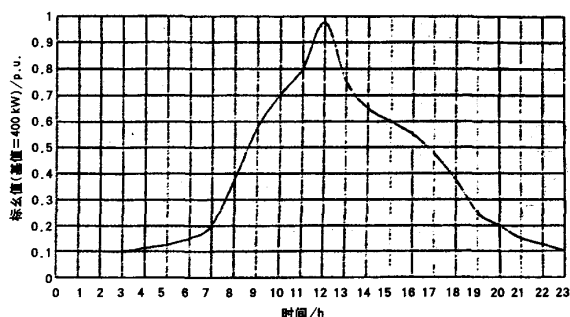


图3 用户需求特性曲线

UPS作为备用电源,并配有1组30 kW·h的蓄电池,便可维持15 min的供电。50 kVA的UPS大约需80万新台币。

现根据图3所示曲线,可考虑安装1台50 kW(ac)/100 kW·h(dc) BESS系统,分析结果显示税前内部回收率为6.7%,投资回收期为14.3年。如果回收率定为10%,则此类投资将不经济。

若安装1台50 kW(ac)/80 kW(dc) PV-BESS系统,分析结果显示税前内部回收率为0.5%,投资回收无限期。

若考虑用100 kW(ac)/100 kW(dc)/80 kW(dc) PV-BESS系统,分析结果显示,税前内部回收率为1.3%,投资回收期22年。

4 经济敏感度分析

上述评估可进一步用来进行经济敏感度分析,以了解各种可变参数对投资回收的影响。例如可分析蓄电池寿命为2 000次充放电时的经济敏感度,其中涉及的参数分为3个方面:电力系统、财务要素和PV-BESS系统。

敏感度分析可以帮助了解电力系统参数变化对投资决策的影响。同时值得注意的是,PV-BESS的经济性也将受到世界经济或能源政策的影响。

敏感度分析的结果显示,关键设备的成本是PV系统成本和蓄电池成本。非设备因素成本是公用设施需

求收费及O&M(运行和维修)成本的增长。

5 结论

对需求侧PV-BESS混合发电系统的成本分析可阐明PV-BESS的经济价值,并由此预算出PV-BESS的可投资容量和可达到的性能指标。根据成本分析,可得出以下结论:

(1) PV-BESS的可得性尤其受到安装地点的制约,取决于负荷特性曲线、电价、系统规模及应用方案的综合效应;

(2) 主要设备成本包括PV系统和蓄电池成本,而非设备因素包括电费和运行与维修成本的增长;

(3) 对于需要安装UPS的用户,将UPS扩建为PV-BESS的方案颇具吸引力;

(4) 只有将PV系统的成本降至800美元/kW,在经济上才具有吸引力。

参考文献:

- [1] Hnang S-J, Su W F, Lin C E. Economic analysis for demand-side hybrid photovoltaic and battery energy storage system[J]. IEEE Transactions on Industry Applications, 2001, 37(1):171-176.

收稿日期:2003-10-11

作者:

张干周(编译)

——杭州师范学院钱江学院

简讯

地中海地区将耗资10亿美元 建设世界上最大的多国互联电力系统

位于美国马里兰州的Newton-Evans研究机构在一份最新报告中透露了其承担的地中海环网项目的现状及发展的主要情况。

该项目最初的设想始于20世纪60年代,目的是为地中海地区各国提供互联输电网络,提高地区能源供应的安全性,以较低成本提供更高效率的电力,减少新建电厂的需求,并满足地中海东、南地区迅速增长的电力需求。

环网路径为从西班牙通过马格里布国家(包括北非和西阿拉伯)到摩洛哥,再到埃及和Mashreq国家(东阿拉伯),再到土耳其。从土耳其通过希腊或新的东欧国家互联电网再回到欧洲,构成地中海环网。

欧盟国家在帮助该项目建设中起主导作用,以使其与欧洲电网同步。项目的目标是提高参与国的能源安全

性;通过国家间的电力进出口交易推迟或避免建设新电厂;平衡跨区域间的电力需求;减少该地区各国的备用容量。

由于该地中海环网项目涉及各区域间不同的运行方式和技术特点,所以各种标准化组织、区域电气协会、甚至欧盟都有必要参与项目的开发。对该环网的高标准要求是因为要与现有的西欧电网相联,必须要保证其稳定性。现有的欧洲电网是联系非常紧密的网格状结构,用户密度大并为可预测性负荷类型。而南地中海地区是典型的低压网,且没有冗余,供电负荷少,仅集中在市中心,郊区也是低压供电。

Newton-Evans研究机构已与北美的几家制造商讨论了杆塔、线路、变电站、变压器、开关装置及相关保护设备的供应问题。

光伏发电和蓄电池储能混合发电系统的经济性分析

作者: [张干周](#)
作者单位: [杭州师范学院钱江学院](#)
刊名: [国际电力](#)
英文刊名: [INTERNATIONAL ELECTRIC POWER FOR CHINA](#)
年, 卷(期): 2004, 8(4)
被引用次数: 1次

参考文献(1条)

1. Hnang S-J, Su W F, Lin C E [Economic analysis for demand-side hybrid photovoltaic and battery energy storage system](#) 2001(01)

相似文献(1条)

1. 会议论文 余宏武, 林桦, 段善旭 离网式分布式发电系统中的铅酸蓄电池储能技术研究 2007

采用光伏发电或风力发电等新能源的离网式分布式发电系统通常需要储能单元以满足用户对供电稳定性的要求. 本文对铅酸蓄电池储能系统在分布式发电系统中的应用特点进行了介绍, 对分布式发电系统中的蓄电池的选择、使用及管理等方面的关键问题进行了探讨.

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_gjdl200404010.aspx

授权使用: 东南大学图书馆(wfdndx), 授权号: a5c5e6a5-f90a-47f4-a7a5-9e99015825b9

下载时间: 2011年3月1日