

# 利用峰谷电差价，投资储能系统降低用电成本

祝学海

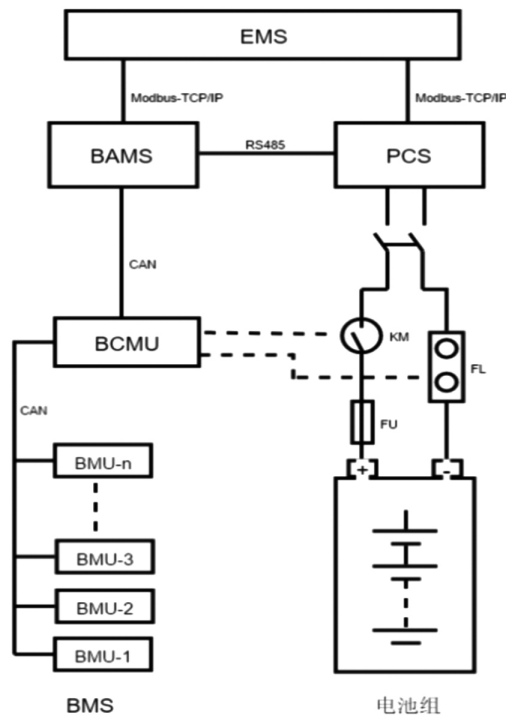
宁波富德能源有限公司 浙江 宁波 315200

**摘要：**借“双碳”战略的东风，国家及地方政府密集出台了300多项与储能相关的政策，储能产业迎来了前所未有的关注和炙手可热的投资高潮。与此同时，储能系统在传统火电调频辅助服务、电源侧调峰、新能源并网侧平滑功率输出及减少弃风弃光、用户侧削峰填谷及调整容需量等应用场景发挥的作用也越来越受到政府、企业以及用户层面的重视，储能的发展已进入快车道，步入井喷式发展阶段。

**关键词：**分时电价；储能系统；电池管理；升压变流；储能监控

## 1 电力储能系统技术简介，工作、收益原理

储能装置作为电能转换、存储装置，是智慧微电网降低需量和盈利渠道。储能系统由电池组、电池管理系统（BMS）、储能变流器（PCS）和能量管理系统（EMS）组成<sup>[1]</sup>。



储能系统是以磷酸铁锂电池为能量载体，通过储能变流器（PCS）进行充放电，实现与电力系统的能量交换。简单说就是选择在低谷时间段用低价电能对蓄电池进行充电，在尖峰时间段用蓄电池放电，减少尖峰时间段从电网进行购电数量，以达到节约电费的目的<sup>[2]</sup>。

电池组采用磷酸铁锂电池，电池配置时应考虑放电深度，例如为达到实际放电量1MWh的容量，放电深度按照90%计算，储能系统实际配置容量1.11MWh。电池

PACK采用模组化的设计，便于生产和维护。

2023年某公司电价情况如下：（价格为与售电公司合同价格，不包含输配电费、政府基金、线损分摊等）

电压等级	分时电价			最大需量费 元/kWh/月
	尖峰电价 (元)	高峰电价 (元)	低谷电价 (元)	
110kV	0.9975	0.7987	0.1192	40

尖峰与低谷电价相差0.8783元/kWh。

## 2 投资模式

目前市场上储能系统投资模式主要有下面几种，可根据实际情况选择：

2.1 业主自主投资，回报率高但风险较大；

2.2 厂家EPC，储能系统核心资产为蓄电池，后期维护、更换费用较大；

2.3 厂家长期投资运营，业主分成，公司提闲置土地供使用，可以长期获得稳定分成。

## 3 储能系统解决方案

### 3.1 电池配置

铁锂电池是在磷酸铁锂及相关材料的核心知识和技术积累的基础上开发的一款高容量、高安全性、长寿命的储能锂离子电池，具有高倍率循环寿命好、单体大容量、高安全性、高一一致性等特点，各方面性能指标达到国内先进水平。

### 3.2 电池管理系统

BMS系统是根据大规模储能电池阵列的特点设计的电池管理系统，本系统使用磷酸铁锂电池为储能单元的电子设备集合，包括：监测并传递磷酸铁锂电池、电池组及电池系统单元的运行状态信息，如电池电压、温度以及保护量等；评估电池组的荷电状态SOC、寿命健康状况SOH及电池累计处理能量等；保护电池安全等。

### 3.3 系统主要组成模块

BAMS储能系统管理单元,对BMS上传的电池实时数据进行计算、性能分析、报警处理及记录存储;BCMU电池组控制单元,主要是对整组电池的运行信息收集,采集整组电池的总电压和电流,对电池组出现的异常进行报警和保护,11BMU蓄电池组监护模块集电池运行信息监测采集、自动充电、放电均衡管理、故障诊断等功能于一体。

### 3.4 热管理功能

对电池箱的运行温度进行严格监控,如果温度高于或低于保护值将输出热管理启动信号,系统配备风机或保温储热装置来调整温度;若温度达到设定的危险值,电池管理系统自动与系统保护机制联动,及时切断电池回路,保证系统安全<sup>[9]</sup>。

### 3.5 专业的负荷联动控制及优化

电池管理系统具备相应的数字通讯接口及开放的通讯协议,以及必要的输入输出干节点,可灵活接口PCS、储能电站监控调度系统等,实现联动控制,提高储能电站效率,优化负荷控制和调度决策。

### 3.6 灵活的模块化设计

系统采用模块化设计思路,针对储能电站电池增长扩容的需要,可灵活增加BCMU模块配置,满足升级扩容要求;同时,针对储能电站用“智能一体化电池”的应用,可灵活配置BCMU模块在电池箱中,方便用户运行维护<sup>[1]</sup>。

储能用BMS系统采用三级式保护架构,分别是熔丝、接触器、保护开关共三级;系统有单体过压和欠压、组端过压和欠压、系统过流、短路、温度异常、SOC异常等,根据情况都会进入报警或保护状态;

(1)储能用BMS和PCS及后台都有数据通信,通信方式与PCS是以太网或RS485的方式,与后台监控是以太网的方式,确保当BMS和PCS间出现通信异常时,保证电池和BMS正常运行。(2)电池管理系统BMS与后台通信采用标准Modbus协议或IEC61850,具有高性能、高可靠性、实时性的通讯能力,具有多种错误检测方式,保证庞大数据量上传及指令下发的准确性和及时性。(3)BMS通过以太网(或RS485)和两路硬接点两种方式与PCS进行联系,保证在电池组出现严重故障时及时停运。

## 4 消防系统技术

为了保障电站的安全,在设备的选型设计中,遵循“预防为主、防消结合”、“自防自救”和“保证重点、兼顾一般、便于管理、经济实用”的原则。

4.1 针对具体情况,严格考虑防火间距、安全疏散通道、消防设备配置及对外通道。采用排烟、消防配电以

及自动报警等消防措施,积极采用先进的防火技术,做到保障安全、使用方便、经济合理;

4.2 为避免和减少火灾危害,电气设备的选型在满足技术经济合理的前提下,优先选用不燃或难燃的电气设备;

4.3 合理地配置消防供电电源、选择消防配用电设备,以提高消防供电可靠性;

4.4 按照“少人值守,集中控制”的运行管理要求进行消防监控自动报警系统设计。采用管网式消防,在电池机柜保护相对完善的前提下,烟雾传感器一旦检测到告警信号,系统自动触发消防喷淋灭火。

消防系统制策略:(1)当出现大量可见烟雾,可利用光电效应检测可见烟雾颗粒的存在;(2)在电池发生热失控中期、起火前的阶段环境温度变化较为缓慢,而电池内部温度却迅速升高,因此可根据BMS电池管理系统传输的电池内部温度异常数据结合烟雾传感给出高级别报警;(3)在火灾发生早期阶段就可发出报警,再通过手动或自动启动方式启动灭火装置。

## 5 暖通系统技术

考虑系统设备和电池在运行过程中损失的电能大部分会以热能的形式散发出来,因此,储能系统引用气体动力学和流体学的理论,设计独特的控温送风系统,确保储能系统各单元温度均匀,并保持最佳的运行环境,保障各单体储能电池的性能一致,降低电池年容量衰减率。

5.1 采用一体化空调,将室内、外机集成于一体的室内放置型产品。设备结构紧凑,减少安装成本。系统由循环内机、循环外机、压缩机、蒸发器、冷凝器、以及控制模块六部分组成。

5.2 空调系统采用触摸屏,提供触摸屏进行参数设置,具有良好的人机交互界面,用来显示温度、相对湿度、系统运作状况、设定值和警告。

5.3 控制系统具备远程控制、通讯能力。与上位机之间采用485、机组间采用CAN、具备电气硬接点(常开/常闭)提高控制系统的稳定可靠。

5.4 考虑集装箱电池模组布置跟空调系统性能,集装箱采用模组后端风道设计,保证模组间热量均衡,避免部分电芯模组温度不一致,影响电池一致性,保证集装箱模组温差控制在8°C之内,集装箱内部环境温度控制在15°C至35°C,保证电芯良好的充放电温度条件。

5.5 电池在充放电过程中,电池的充放电效率决定了电池的发热量大小,电池充放电效率越大,发热量就越小。

## 6 升压变流系统技术

采用1台额定容量2500kVA变压器和1台额定容量

2500kW储能变流器组成一个2.5MW标准储能功率单元,变压器和储能变流器均采用露天配置。

### 6.1 储能双向变流器成组方案

储能变流器除了双向逆变功能外,同时可以实现支撑电网,保证电网系统的稳定运行,提供抗短时冲击能力,平滑供电、储能、削峰填谷<sup>[4]</sup>。设备拓扑采用三电平设计,相比较于两电平拓扑,三电平拓扑提高了开关频率、转换效率和系统稳定性,降低了输出谐波、开关损耗和变流器体积。

### 6.2 储能双向变流器性能特点

支持双向功率流动功能;

模块化设计,易于功率扩展;

三电平拓扑,最大转化效率达99%。

### 6.3 升压变流系统性能特点

“逆”“变”一体化设计,方便运输、安装及运维;

集成本地控制器,实现统一控制调度及故障在线诊断;

集成高效的三电平拓扑储能变流器,最大效率达到99%;

强制风冷,110%长期过载能力,50°C环温不降容;

适用于削峰填谷,调峰调频,辅助新能源并网等多种储能应用场景;

支持高/低压穿越,频率穿越,快速功率调度,电网适应能力强;

集成蓄电池充放电管理,延长蓄电池使用寿命;

具备PQ、VF、VSG、SVG等功能,支持离网运行和“黑启动”。

## 7 储能监控系统 EMS 技术

EMS技术方案选用的EMS能量管理系统实现储能电站系统远程监控、集中管理、统一能量调度、负载功率控制、防逆流监测控制、实时数据库服务器、数据处理及历史服务器功能,高级控制策略功能,运维人员监控服务器上进行系统的日常监视、控制操作、报表浏览、打印以及维护、数据拷贝等操作。

## 8 方案设计

基于某公司的负荷特点,储能系统采用磷酸铁锂电池,0.5C充放电,配置体量15MW/30MWh,90%放电深度,接入按照两个并网点考虑,各配置7.5MW/15MWh。中压10kV接入,储能系统现场布置时,应尽量靠近交流侧接入点位置,以减少电缆阻抗导致的损耗和压降。在储能电站侧配置10kV高压柜、直流屏、UPS、储能变压器、站用电变压器(接入总降压变电所备用间隔)、站用电低压配电柜、电池系统、储能变流器及监控系统等。站用电

容量按照15MW/30MWh储能系统要求配置。储能系统部分设备配置在集装箱内,其中电池系统集中布置在12个40尺集装箱内,每个集装箱配置电池容量2.5MWh。10kV高压柜、站用电低压配电柜、直流屏、UPS、储能监控系统等配置在1个40尺集装箱内,储能变压器、储能变流器、站用电变压器等露天配置。在两个接入点所在的110kV进线及110/10kV主变压器10kV中压次总开关分别加装负荷跟踪系统/逆功率保护装置,通信至储能后台监控系统EMS,用于:(1)防止储能系统充电时,储能接入点110/10kV变压器过载;(2)防止储能系统充电时需量增加;(3)防止储能系统放电时,系统向电网倒送电<sup>[5]</sup>。

储能系统原则上的充放电控制策略为:

(1)“两充两放”,每天实现两次充放电;

(2)低谷22:00-8:00储能系统以3MW-15MW功率充电,直至电池充满;

(3)高峰8:00-9:00储能系统待机;

(4)尖峰9:00-11:00储能系统以15MW功率放电;

(5)低谷11:00-13:00储能系统以15MW充电;

(6)高峰13:00-15:00储能系统待机;

(7)尖峰15:00-17:00储能系统以15MW放电;

(8)高峰17:00-22:00储能系统待机。

## 9 投资规模、收益估算

根据某公司目前电网运行情况及空置土地规划,投资储能系统规模大约2\*15MWH,总投资约5000万元左右,每天充放电一到两次比较合适,按照年运行355天,业主分成按15%考虑,预计年收益在200万元以上。

结束语:储能技术在电力系统中具有重要的应用前景,为电力系统提供了更多的解决方案。未来随着大规模储能系统、微型和分布式储能系统及储能技术与新能源汽车、企业供电系统结合,电力系统供需平衡关系,清洁能源利用和电网稳定性等方面将得到进一步改善,对企业来说不仅稳定了供电系统,也达到节约电费的目的。

## 参考文献

- [1]彭思敏.电池储能系统及其在风-储孤网中的运行与控制[D].上海交通大学,2013
- [2]王荣华.浅谈电力储能系统在工厂节能中的应用与研究[J].工程技术研究,2019
- [3]郑重,袁昕.电力储能技术应用与展望[J].陕西电力,2014
- [4]杨友淑.新型电力系统中电力储能技术展望分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术
- [5]卓越,詹奕.新能源电力系统中储能技术的应用现状[J].2020