

[储能系统]

某科学社区项目电池储能系统设计探讨

文/华东建筑设计研究院有限公司 华东都市建筑设计研究总院 张琼芳

储能系统对缓解电网供电压力 and 提升供电可靠性有很大的作用，以某科学社区项目为例，对逐时用电量进行计算和分析，对储能电池模块、电池管理系统（BMS）、双向变流装置（PCS）和储能监控等系统设计进行探讨，同时也介绍了机房的相关设计。

在工业化时代，人类对于能源的需求量越来越大，储能系统的出现可以帮助人们在短期内或用电低谷时收集并储存能源，在用电高峰期或者能源紧缺时使用，可以缓解电网供电压力。在实行分时电价区域，储能系统亦可在电价较低时充电、电价较高时放电，起到降低整体用电成本的作用。同时，储能系统也可作为应急备用电源，在电网供电不足或电网故障时保证重要负荷持续正常工作，从而提升供电的可靠性。

项目概况

某科学社区项目占地面积约100 000 m²，总建筑面积约150 000 m²，包含国际会议中心及星级酒店两部分，其中国际会议中心地上建筑面积约40 000 m²，酒店地上建筑面积约60 000 m²，地下室面积约50 000 m²。

国际会议中心地上1~2层为会议迎宾大厅、主会场、宴会厅及中小会议室，建筑高度约23 m；酒店为五星级酒店，建筑高度120 m，地下室为设备用房及车库。

储能系统容量

1. 运营条件分析

酒店一年四季日运行时间明确，用电状况稳

定，储能系统利用率较高，具备设置储能系统的运营条件。

会议中心因运营具有不确定性，其一年四季的用电状况都不明确，储能系统的利用率较低，不具备设置储能系统的运营条件。

2. 24 h负荷曲线

根据负荷计算及设备开关时间（参考GB 50198—2015《公共建筑节能设计标准》附录B），得到酒店24 h负荷曲线如图1所示。

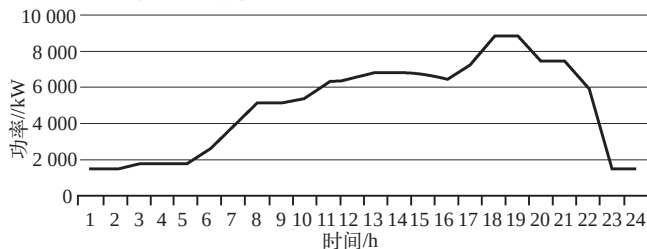


图1 酒店24 h负荷曲线图

3. 充电功率取值

根据负荷曲线，酒店晚上峰时段最大负荷值为8 779 kW，中午平时段最大负荷值为6 785 kW，两者差值为1 994 kW。凌晨谷时段最大负荷值为1 723 kW，上午峰时段最大负荷值为5 379 kW，两者差值为3 656 kW。两个差值最小值为1 994 kW，储能系统充电功率取值2 000 kW，这样取值充电时的变压器负荷不会超过原来的峰值负荷。

4. 充放电运行模式

电池充放电采用两充两放模式，两充两放各3 h，凌晨谷时段0：00～3：00时第一次充电，上午峰时段8：00～11：00时第一次放电，下午平时段11：00～18：00时第二次降功率长时间充电，晚上峰时段18：00～21：00时第二次放电。

储能系统设计

1. 电池储能系统组成

电池储能系统主要由储能电池组、BMS电池管理系统、储能双向变流装置（PCS）和储能监控系统等组成，如图2所示。

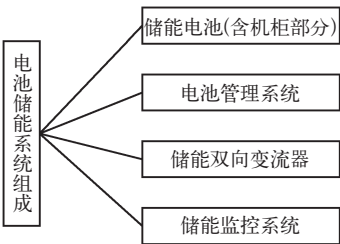


图2 电池储能系统组成

2. 储能电池模块选择

常用的电池有铅酸电池、铅炭电池、钠硫电池、液流电池和锂离子电池等。具体性能比对见表1所示。锂电池由于具有比能量高、更长的循环寿命、更大的充放电倍率和安全无污染等特点，在电网侧储能项目上应用最广。

表1 不同电池性能比较

电池	电池单 体能量 密度 (W·h/kg)	单体电 池功率 密度 (W/kg)	能量 效率 (%)	循环 寿命/次	成本 (元/kW·h)
钠硫 电池	150	100	80	>2 500	2 000
全钒液 流电池	25	100	70	>10 000	4 000
锂离子 电池	70~250	1 000	95	>5 000	3 000
铅酸 电池	50	500	75	>500	800

设计选用电池电芯3.2 V，105 A·h，以小于0.5 C充放电设计，采用2并16串设计方案，组装成一个电池插箱，每15个电池插箱构成一个电池簇，电池簇的设计参数如表2所示。

3. 储能双向交流装置（PCS）选择

功率变换系统（PCS）是储能系统中的重要组成部分，主要功能是在放电过程中，将储能电池放出的直流电逆变成交流电；在充电过程中，将

表2 电池簇技术参数

项目	参数
组成	电池机柜，电池插箱，BMS 高压箱
主要部分	15 个电池插箱+电气盒(BCU)
尺寸	943(W)mm×591(D)mm×2310(H)mm
防护等级	IP20
额定容量/(A·h)	210
额定能量/(kW·h)	161.28
额定电压/V	768
最佳使用温度/℃	10~40
BMS 通信方式	CAN

电网上的交流电整流成直流电，用来给储能电池充电。并在充放电过程中对电池进行管理。考虑功率变换系统功能、性能要求及与储能单元需求的匹配，设计选用额定功率为250 kW的功率变换系统（PCS）。

每6个电池组接入1台250 kW的PCS。每一个电池组通过一台电气盒（含BCU）控制电池功率的输入输出。通过对电芯的模块化配置封装，实现了对电芯的智能化管理和充分利用。

4. 电池管理系统（BMS）

电池管理系统包含电池主回路控制单元、整组电池之路控制单元和电池组监护单元三部分，具有对电池全面信息管理包括电池运行信息监测采集、自动充电、放电均衡管理、在线内阻测试和故障诊断等功能，并对电池组出现的异常进行报警和保护。

5. 能量管理系统

能量管理系统是储能系统的大脑，负责收集全部电池管理系统数据、储能变流器数据及配电柜数据，向各个部分发出控制指令，控制整个储能系统的运行，合理安排储能变流器工作；系统既可以按照预设的充放电时间、功率和运行模式自动运行，也可以接受操作员的即时指令运行。具有合理调度能量，实现电网峰谷平特点下微电网经济运行的作用。

6. 储能系统配置

根据电池簇及双向交流装置（PCS）的选择，储能系统容量配置如表3所示。

表3 储能系统配置方案

谷时充电功率/kW	2 000
储能放电时间/h	3（两冲两放各3 h）
储能PCS功率需求/kW	2 000
蓄电池需求容量/(kW·h)	6 000
设计标称能量/(kW·h)	8 000
设计PCS功率/kW	2 000
储能电系统效率(%)	85（可调）
DOD(%)	90（可调）
实际放出能量/(kW·h)	6 120

7. 储能系统电力接入

本工程储能系统容量2 MW/8 MW·h以400 V电压分别接入酒店的两个10 kV变电所低压配电室。全套储能系统由8套250 kW PCS、50个161.28 kW·h的电池组、4套三级BMS管理系统和1套EMS能量管理系统等组成。储能系统电力接入如图3所示。

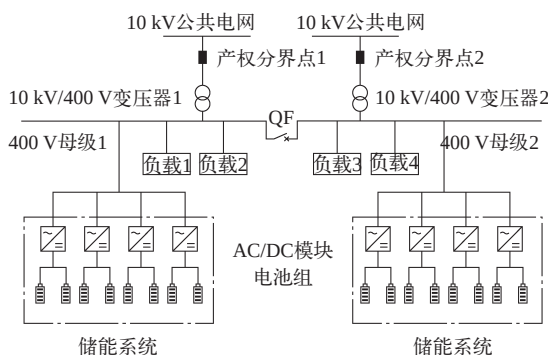


图3 酒店变电所储能系统电力接入图

机房设计

1. 机房布置

根据储能系统配置方案，本工程设置储能系统机房，线路分别引入酒店两个10 kV变电所，储能系统机房平面布置如图4所示。

2. 照明系统

储能系统机房内灯具采用防爆型，照度达到300 lx，灯具布置的位置与周围带电设备保持足够间距，且维护方便。机房内设置应急照明和疏散指示标志灯，应急时间大于3 h。

3. 消防系统

储能系统机房设置气体灭火系统，具有自动、手动两种控制方式。当保护区内任一感烟或感温探测器报警动作时，气体灭火控制器发出报警，提醒工作人员注意保护区现场情况，同时火灾报警信号送消防控制中心报警主机；当气体灭火保护区内感烟和感温两种探测器同时报警

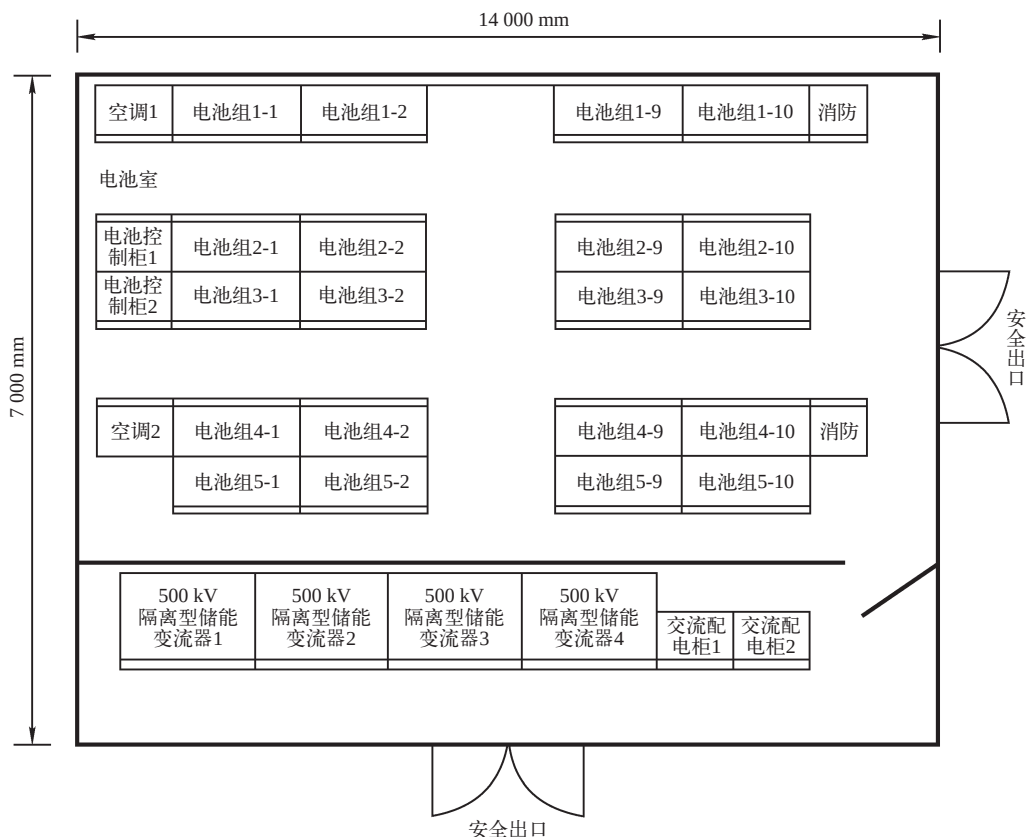


图4 酒店储能系统机房平面布置图

动作时，气体自动灭火控制器开始进行延时阶段（0~30 s可调），声光报警器报警和联动设备动作（关闭通风空调系统等），此阶段用于疏散人

员。延时过后，气体灭火系统喷放七氟丙烷灭火剂实施灭火，点亮气体喷放指示灯，同时气体喷放信号送消防控制中心报警主机。当报警控制器处于

(下转第64页)

3. PLC自控系统的控制方式

在新风空调PLC控制程序中控制的核心部分是PID控制。PID控制就是应用于温度、湿度和压力

等参数的过程控制的控制方式。
将控制对象保持为所设置的值的所需配置如图4所示。

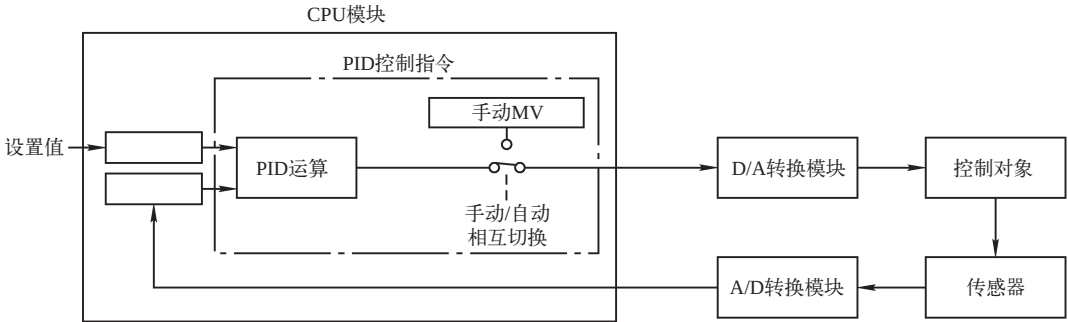


图4 PLC控制处理框图

传感器测量值PV与设置值SV经PID运算比较，输出调节用的操作值MV，经转换驱动控制对象，再经传感器循环转换信号为PV值，重新比较校正，以此减少并消除PV与SV的差值。

PID运算，将P（比例动作）、I（积分动作）和D（微分动作）组合，算出MV（操作值），再使PV（测量值）快速修正，不断趋近SV（设置值）。如此不断修正，实现PID的控制。

结束语

本文主要是对洁净厂房新风控制系统中PLC应用加以叙述，结合了PLC组成，洁净厂房新风系统控制原理、PLC硬件及软件的实际产品介绍，最后使PLC在新风控制系统中运用加以呈现。洁净厂房空调系统自控系统中PLC应用的不断深入，对于我国洁净厂房节能有着积极的现实意义。EA

（收稿日期：2020.06.02）

（编辑：朱金凤）

（上接第60页）

手动状态，报警控制器只发出报警信号，不输出动作信号，由值班人员确认火警后，按下报警控制面板上的应急启动按钮或保护区门口处的紧急启动按钮，即可启动系统喷放七氟丙烷灭火剂。

1. 温湿度监测系统

储能系统机房内部环境温湿度对设备正常运行有重要影响。因此在储能系统机房的设备走廊上方位置，分别安装一个温湿度传感器，实时监测储能机房内的温度和湿度值，一旦发现温度和湿度超过设定的数值将启动空调系统进行温湿度的控制。温度和湿度数值，可通过电池管理系统将数据上传至远程监控平台，进行温湿度的远程实时监控。

效益分析

1. 直接收益

本工程储能系统年均收益如表4所示。

表 储能系统年均收益表

系统名称	容量/(kW·h)	运行天数	峰谷差/(元/kW·h)	年均收益/万元
科学社区项目	8 000	365	1.037	231.6

2. 最终收益

运行后实际的投资收益，还需要考虑实际负荷功率大小、电池组的衰减、设备折旧、运维费用和管理费用等因素综合评估。

结束语

综上所述，电池储能系统的设计除上文提到的几个方面外，PCS并离网运行模式、机房防雷、接地及过电压保护等方面也需要设计师考虑。同时机房的散热通风及荷载要求，亦需要暖通工程师、结构工程师根据具体情况予以设计和思考。EA

（收稿日期：2020.03.18）

（编辑：朱金凤）