
泓绿中科258KWh磷酸 铁锂商业储能项目

编制单位：泓绿电气有限公司

2021年8月20日

目 录

1、前言.....	4
2、公司简介.....	5
3、概述.....	5
3.1 项目背景.....	5
3.2 项目概况.....	6
3.3 编制依据.....	6
4、站点现状.....	7
5、负荷分析.....	8
6、储能系统方案.....	8
6.1 系统整体要求.....	8
6.2 电站配置.....	10
6.3 系统结构.....	10
6.4 充放电策略.....	10
7、储能电池及BMS技术.....	11
7.1 电池系统.....	11
7.1.1 储能电池系统布局及组成.....	11
7.1.2 电池簇.....	11
7.2 BMS技术.....	14
7.2.1 BMS架构与功能.....	14
7.2.2 从控BMU.....	15
7.2.3 主控BCU.....	17
7.2.4 总控BAU.....	18
7.3 高压箱.....	20
7.4 汇流柜.....	21
7.5 集中控制屏.....	21
8、储能集装箱.....	22
8.1 尺寸.....	22
8.2 技术指标.....	22
8.3 结构.....	22
8.4 外观.....	25

8.5	防雷接地.....	25
8.6	照明.....	25
8.7	热管理.....	26
8.8	电源.....	26
8.9	消防.....	27
8.10	通讯及监控.....	28
8.11	板房线缆敷设及接口要求.....	29
8.12	接地及抗干扰要求.....	30
9	储能变流器 (PCS)	30
9.1	PCS总体功能.....	31
9.2	并网运行.....	31
9.3	离网运行.....	31
9.4	通讯情况.....	32
9.5	虚拟机同步.....	32
10	能量管理系统 (EMS)	33
10.1	EMS基本结构.....	33
10.2	EMS参数.....	34
10.3	EMS通讯口.....	34
10.4	计划曲线策略.....	35
10.5	防逆流策略.....	35
11	智能配电柜.....	35
12	设备主要清单.....	36
13	电缆清册.....	36
14	投资回报收益.....	38

1、前言

近年以来，随着我国经济和社会发展进入十三五阶段，面对能源革命的新要求，国务院、发改委、能源局针对我国能源结构调整、技术创新、装备制造、智能电网建设、可再生能源发展等领域出台了多项政策，指导我国能源工作的开展。相关政策的出台也将为储能在能源互联网、电力辅助服务、微网、多能互补等领域拓展应用市场注入一针强心剂。

作为安全清洁高效的现代能源技术，储能在《能源技术创新行动计划(2016-2030年)》、《国家创新驱动发展战略纲要》、《中国制造2025—能源装备实施方案》等多项政策中被重点提及。相关政策清晰描绘了储能技术的创新发展路线图，重点技术攻关、试验示范、推广应用的储能技术装备。

作为实现能源互联和智慧用能、提升可再生能源消纳能力、促进多种能源优化互补的重要支撑技术，储能的重要性和应用价值也在《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》中得到体现。

电池储能系统在电网中的作用主要体现在以下几个方面：

1)减小负荷峰谷差，提高系统效率和设备利用率。如果电力系统能够大规模地储存电能，即在晚间负荷低谷时段将电能储存起来，白天负荷高峰时段再将其释放出来，就能在一定程度上缓解负荷高峰期的缺电状况，提高系统效率和输配电设备的利用率，延缓新的发电机组和输电线路的建设，节约大量投资；

2)平滑间歇性电源功率波动。安装储能装置，能够提供快速的有功支撑，增强电网调频、调峰能力，大幅提高电网接纳可再生能源的能力，促进可再生能源的集约化开发和利用；

3)增加备用容量，提高电网安全性和供电质量。要保证供电安全，就要求系统具有足够的备用容量。在电力系统遇到大的扰动时，储能装置可以在瞬时吸收或释放能量，避免系统失稳，恢复正常运行。

大规模的储能电站项目建设一方面加快储能技术的不断发展，另一方面促进储能产业链上下游生成本的下降，为储能电站商业化运行带来新的利润增长点和经济可行性。

随着新一轮电改在促进清洁能源多发满发、输配电价改革、电力市场建设、售电侧改革、开展需求响应等方面持续推进，电力市场化程度的提升为打开储能

潜在市场、拓展储能商业模式、挖掘储能应用价值创造了巨大契机。特别是全国各地售电公司纷纷成立和输配电价改革政策相继落地，为构建灵活多样的电价机制、拓展储能在用户侧的应用创造了更为广阔的空间。

2021年，国家发改委、能源局联合发布《关于鼓励可再生能源发电企业自建或购买调峰能力增加并网规模的通知》，通知指出，鼓励发电企业通过自建或购买调峰储能能力的方式，增加可再生能源发电装机并网规模。超过电网企业保障性并网以外的规模初期按照功率15%的挂钩比例（时长4小时以上）配建调峰能力，按照20%以上挂钩比例进行配建的优先并网。

通知明确提出，实现碳达峰关键在促进可再生能源发展，促进可再生能源发展关键在于消纳，保障可再生能源消纳关键在于电网接入、调峰和储能。对按规定比例要求配建储能或调峰能力的可再生能源发电企业，电网企业按程序认定后，可安排相应装机并网。鼓励可再生能源发电企业与新增抽水蓄能和储能电站等签订新增消纳能力的协议或合同，明确市场化调峰资源的建设、运营等责任义务。签订储能或调峰能力合同的可再生能源发电企业，电网企业按程序认定后，可安排相应装机并网。

2021年上半年，在“碳达峰 碳中和”宏伟目标引领下，全国锂离子电池行业实现快速增长，产品质量和工艺技术不断提高，光储一体化趋势明显，投融资市场活跃，产业发展趋势整体向好。据行业协会、研究机构等测算，上半年全国锂离子电池产量超过110GWh，同比增长超过60%，产品出口大幅增长，据海关数据，上半年锂离子电池出口总额743亿元，同比增长接近70%。

可以看出，商业化电池储能电站，尤其是面向工商业用户的电池储能电站将是未来5-10年需求侧电改的一大重点。

2、公司简介

泓绿电气有限公司是一家泓绿电气X

3、概述

3.1 项目背景

泓绿电气股份有限公司拟在广州泓绿电气有限公司建储能系统项目，实现厂区削峰填谷功能，减小负荷峰谷差，平滑间歇性电源功率波动。同时测试协能科技电池PCC、BMS、PCS、EMS等产品。

3.2 项目概况

泓绿电气258kWh工商业储能项目（以下简称“XX储能项目”）建设地点位于广州泓绿电气有限公司（以下简称“XX公司”）厂区内。

泓绿电气有限公司位于广东省广州市白云区，厂区占地面积约 10000 平方米项目周边交通便利。厂区位于广东省广州市白云区富天路，道路宽阔，周边四通八达，项目厂区内道路平整，整体硬化到位，物资车辆出入较为便利。

图 3-1 广州 泓绿电气 有限公司地理位置图

本项目拟在XX公司建造60kW/258wWh 削峰填谷储能项目工程，项目配置 1 台储能集装箱，储能集装箱的 PCS 规格为 2 台 30kW，PCS 出线经配电柜接入至厂区 380V 低压配电室。该储系统具有集成度高、智能管理、安全可靠、系统可扩展、可在脱网情况下运行等优势。

3.3 编制依据

除本技术规范书特别规定外，卖方所提供的设备均应按下列标准和规定进行设计、制造、检验和安装。所用的标准必须是其最新版本。如果这些标准内容矛盾时，应按最高标准的条款执行或按双方商定的标准执行。如果卖方选用标书规定以外的标准时，需提交与这种替换标准相当的或优于标书规定标准的证明。主要引用标准如下：

- GB 50009 《建筑结构荷载规范》
- GB 50007 《建筑地基基础设计规范》
- GB 50010 《混凝土结构设计规范》GB
- 50011 《建筑抗震设计规范》
- GB 50017 《钢结构设计规范》
- DL/T 5457 《变电站建筑结构设计技术规程》
- GB 50052-2009 《供配电系统设计规范》
- GB 51048-2014 《电化学储能电站设计规范》
- GB 50057-2010 《建筑物防雷设计规范》
- GB 50065-2011 《交流电气装置的接地设计规范》
- DL/T 527-2002 《静态继电保护装置逆变电源技术条件》

GB/T14285-2006 《继电保护和安全自动装置技术规程》
GB14048.1-2006 《低压开关设备和控制设备第1部分：总则》
GB/T12325-2008 《电能质量供电压允许偏差》
GB/T15543-2008 《电能质量三相电压允许不平衡度》
GB/T12326-2008 《电能质量电压波动和闪变》 GB/T
14549-1993 《电能质量公用电网谐波》 GB50217-2018 《
电力工程电缆设计规范》 GB/T15945-1995 《电能质量电力
系统频率允许偏差》
GB 50054-2011 《低压配电设计规范》
GB/T 151531-1998 《运动设备及系统第2部分：工作条件第1篇：电源和电
磁兼容性》
GB/T1594-2008 《电能质量电力系统频率偏差》
GB/T1762630 《电磁兼容试验和测量技术电能质量测量方法》
GB/T34129-2017 《微电网接入电力系统技术规定》 T/CEC
173-2018 《分布式储能并网规范》 GB/T36276 《电力储能
用锂离子电池》 GB/T34120 《电化学储能系统储能变流器技
术规范》 GB/T17945 《消防应急照明和疏散指示系统》
GB/T50034 《建筑照明设计标准》 DL/T5390 《发电厂和
变电站照明设计技术规定》 DL/T5003 《电力系统调度自动
化设计技术规程》 DL/T5202 《电力通信运行管理规程》
DL/T544 《电力通信运行管理规程》

4、站点现状

项目所在的XX公司由厂区1#电房1#变压器供电，其容量分别为630kVA。

XX公司电房现有10kV进线一路回路，来自10kVXX线。

厂区配电房主接线见图4-1所示。

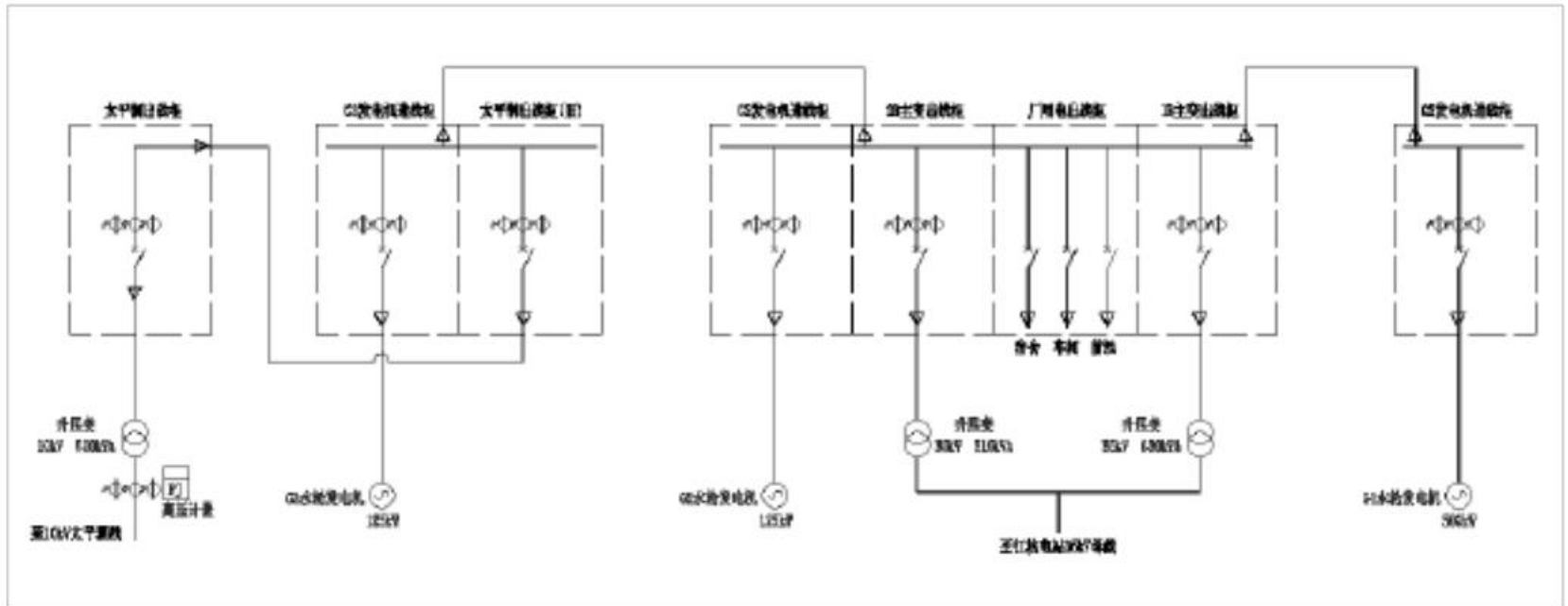


图4-1厂区配电房主接线图

5、负荷分析

泓绿电气提供了2020年厂区的负荷数据，暂定以2020年负荷数据为设计依据，具体如图5-1、5-2、5-3所示。

图5-1 负荷功率曲线（天/15min）

图5-2 月电量曲线

图5-3 最高日负荷

由数据分析可知，负荷平均功率为46.8kW。在午后和晚上，能达到70kW。测得的峰值瞬时负荷为120kW，预估最大年峰值负荷约150kW。

XX公司在电价高峰时段（9:00到12:00）耗电量大，在另一电价高峰时段（19:00到22:00）时逐时功率也大部分落在在55kW以上，在电价谷时段（0:00到8:00）功耗稳定在20到40kW之间，具有明显的峰谷特性。

XX公司用电负载具有较好的储能负载消纳能力，故可设置集装箱储能系统进行峰谷运行，具有较好的经济效益。

6、储能系统方案

6.1 系统整体要求

电化学储能系统主要由储能电池、电池管理系统（BMS）、储能变流器（PCS）、储能电站站端监控系统、视频监控装置及安防系统、温度控制系统、消防系统等设备和系统构成。系统示意图如下图6-1所示：

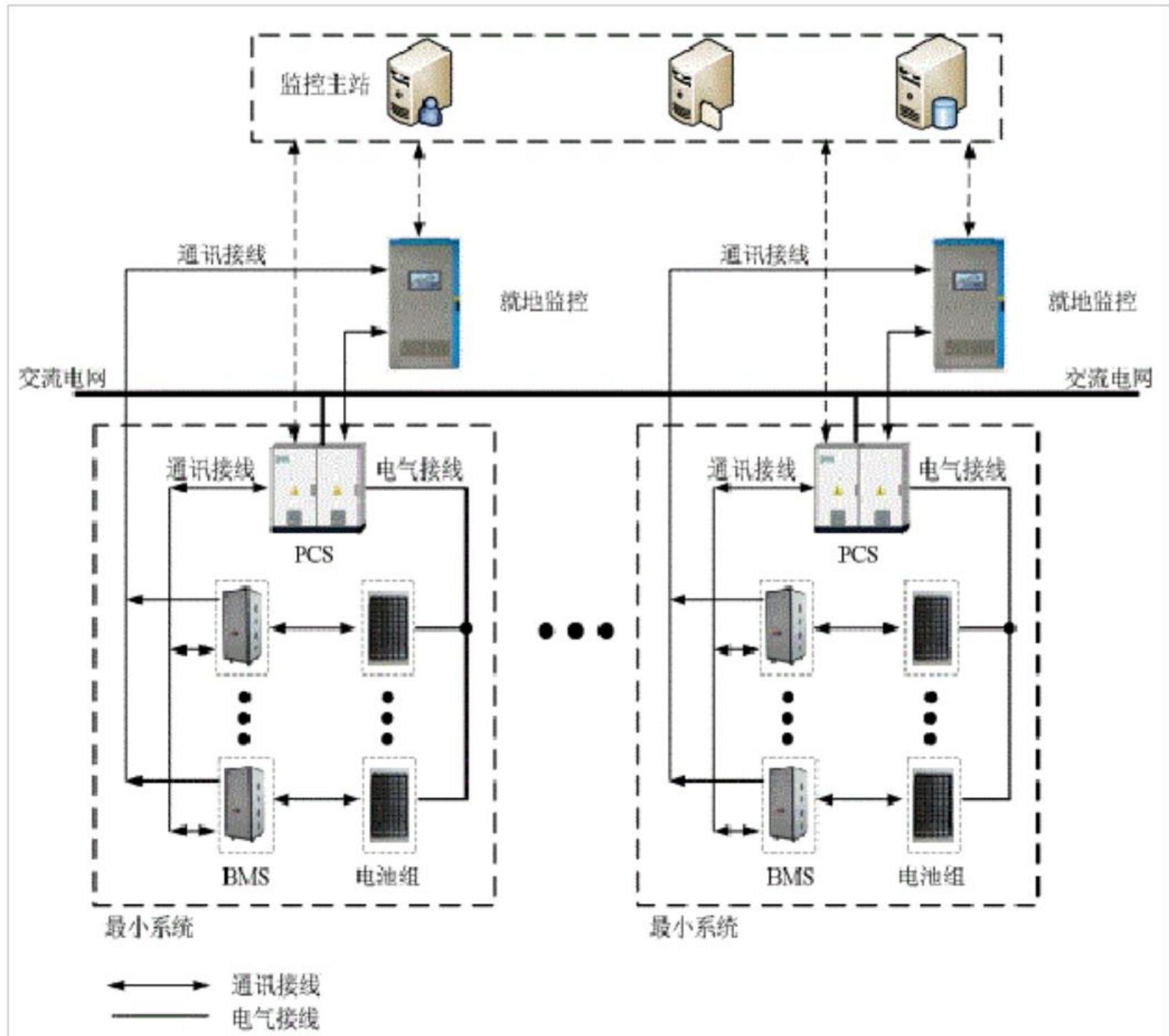


图6-1 储能系统示意图

储能电池是最基本的能量存储介质。电池管理系统对储能电池电压、温度、告警等信号进行在线监测，监测数据提供给PCS实施闭环控制。

PCS是储能系统的核心设备，用于实现储能电池与交流电网间的交直流变换和双向能量传递。PCS主要由DC/AC双向变流器、控制单元构成。国内形成了PCS产品体系，功率从10kW~1000kW均有成熟产品。大部分厂家生产的储能系统PCS可支持铅炭、锂离子电池、钠硫、液流电池等多种类型电池的接入和通讯。

EMS可实现实时监控、功率控制等功能。通过采集电池组、储能单元的实时数据，实现储能系统的实时监控和控制；通过控制PCS有功功率实现储能系统有

功控制，满足电网调峰调频需求；通过控制PCS无功率实现储能系统无功电压控制，满足电网安全稳定运行需要(预留)

6.2 电站配置

本工程设计258KWh储能系统，由2套130KWh储能系统，经2台30KWPCS变流后，并入配电箱预留间隔与电网相连，实现储能系统正常运行。储能系统由2套并列放置的电池堆和PCS放置在厂区板房内，总配置电量258KWh。

储能系统存储介质为高安全、高循环寿命的磷酸铁锂电池，每套储能系统的电池模组由24节电池以1并24串的形式构成，8个电池PACK串联为电池簇，2个电池簇最终并联接入PCS。电池簇设计电压范围为384~700.8V，满足PCS 直流侧200V~750V电压范围要求。

6.3 系统结构

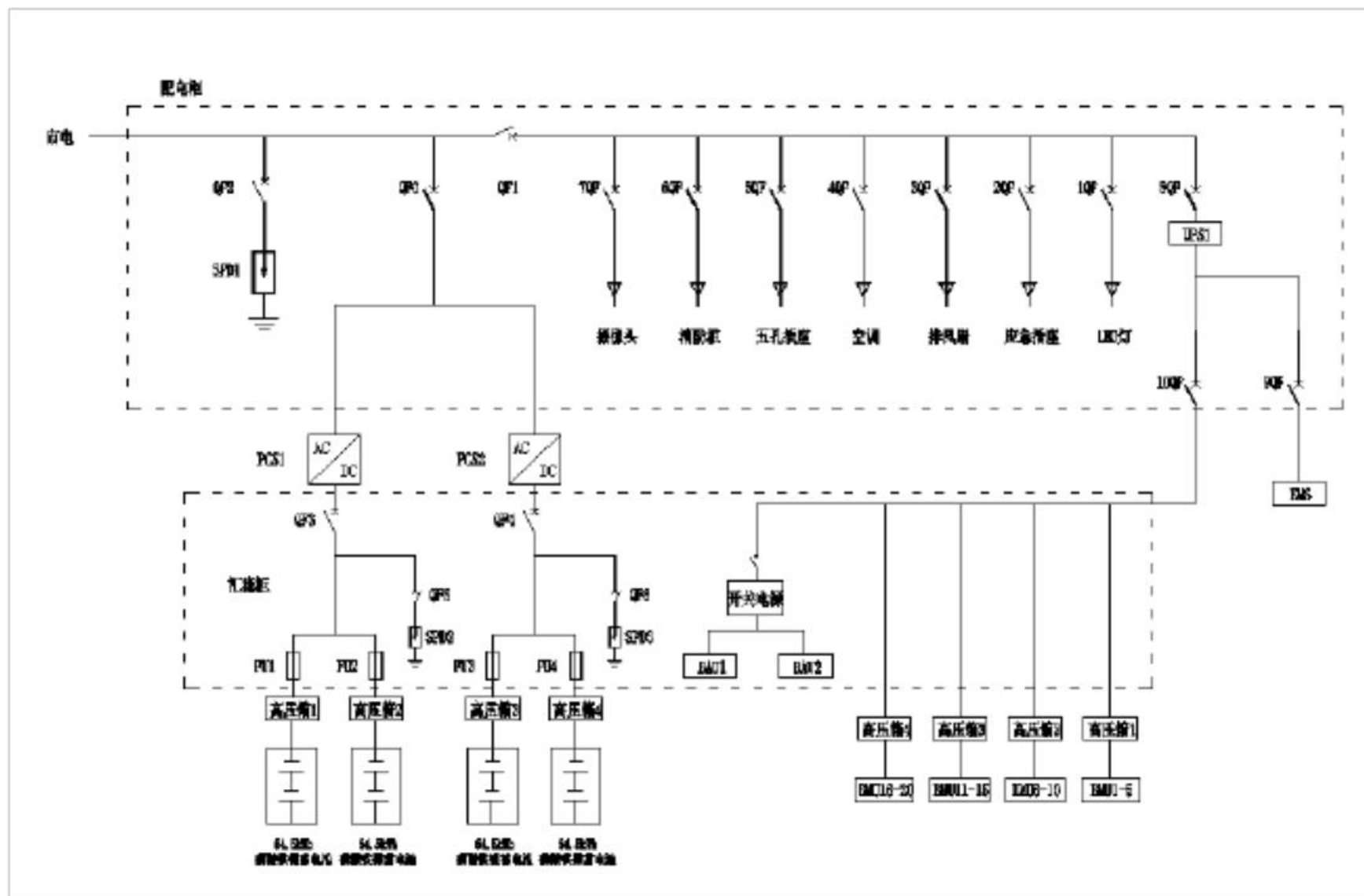


图6-2 系统结构图

6.4 充放电策略

广东省峰谷电信息，工业用电价表见表6-1。控制储能系统充电形式为每日一充二放，放电深度控制在10%SOC~90%SOC。充电时间为22:00-次日8:00，放电时间为9:00-11:00、19:00-22:00，共计6h。每日总放电量约为206kWh。

表6-1广东省峰谷电信息表

名称	时间段	时长
尖峰时段	19:00-21:00	2h
高峰时段	8:00-11:00	3h
	13:00-19:00	6h
	21:00-22:00	1h
低谷时段	11:00-13:00	2h
	22:00-次日8:00	10h

7、储能电池及BMS技术

7.1 电池系统

7.1.1 储能电池系统布局及组成

储能电池系统布局示意图如图7-1所示：



图7-1储能电池系统布局示意图

7.1.2 电池簇

电池簇采用电芯→电池模块→电池簇的多层级模块化设计思路。

(1) 电芯

本工程选用国轩高科3.2V/105ah磷酸铁锂电池，共用768个，总容量为258.048kWh。该电芯有循环寿命高、存储寿命高、环境适应能力强、安全性高等特点。电芯效果如图7-2，电芯参数如下表7-1：



图7-2电芯简图

表7-1电芯参数表

单体电	电池种类	单芯标称电压	单芯容量/Ah	放电截止电压
池	磷酸铁锂	3.2V	105	3.65V

(2) 电池模块

本工程电池模块应采用插箱形式，电池模块采用1P24S的连接方式。将24个电芯串接成一个电池PACK，同时配有协能科技BMU-30-004从控系统、8W风扇系统、采集线束等相关电气件和结构件，共计有16个电池模组。参数见表7-2：

表7-2电池模块参数表

电池模组	串并联情况	单芯容量/Ah	额定电压	放电截止电压	电量
	1P24S	105	76.8V	87.6V	8.064kWh

电池串并联铝排与单体正/负极耳应保证机械可靠性和导电性能。

模组应通过螺栓固定于电池模块结构件框架，并配置绝缘板，保证电池单体和底架的绝缘。

每个模块内需布置足够数量温度采集点，一旦电池模块温度过大或温升过快系统可快速响应作出相应的告警和保护动作。

出于系统安全考虑，每节单体电池应提供了单独的电压集和温度采集。

电池模块配置BMU以实现各单体电压、温度的采集和数据上传，模块之间使用菊花链的通讯方式。

电池模块对外输出采用快接插头，并采用前出线方式，方便工作人员检查维护。电池模块如图7-3。

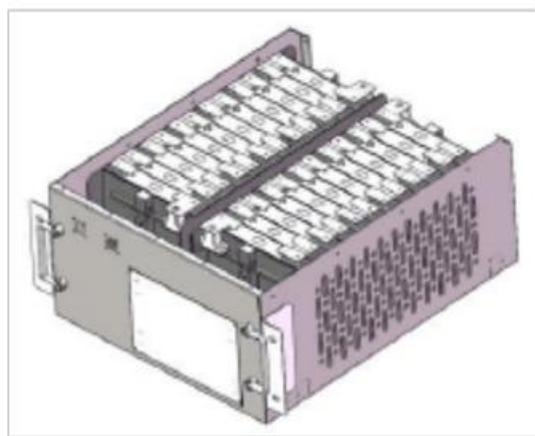


图7-3 电池模块

(3) 电池簇

本工程将8个电池模组串联成一个电池簇，共有4个电池簇，电池簇出线分别接入30kWPCS。

电池簇技术参数如表7-3所示：

表7-3 电池簇技术参数表

序号	性能指标	参数	备注
1	标称电压 (V)	614.4	
2	工作电压范围	最低电压 (V)	384
		最高电压 (V)	700.8
3	机构尺寸 (W×D×H/mm)	980×510×1500	
4	防护等级	IP20	
5	冷却方式	智能风冷	

电池簇采用框架式电池柜结构，电池模块和高压箱通过螺栓固定。每套电池簇由电池模块串联而成，基本规格参数见表7-1。电池簇安装在电池架上，通过动力电缆连接，经串联后汇聚到高压箱上。电池簇如图7-4所示。



图7-4电池簇图片

7.2 BMS技术

电池管理系统（BMS）核心的功能是根据使用环境对电池的充放电过程进行监测和控制，从而确保电池安全的前提下最大限度的利用电池存储的能量。

电池管理系统（BMS）包含BAU，BCU，BMU三个层级。

本工程共使用协能科技的2个BAU、4个BCU、16个BMU，将BCU放于高压箱内，共有4个1500V高压箱。1个BAU+2个BCU+8个BMU组成一个BMS系统，共有2个BMS系统。

7.2.1 BMS架构与功能

电池管理系统总体架构如图7-5所示：

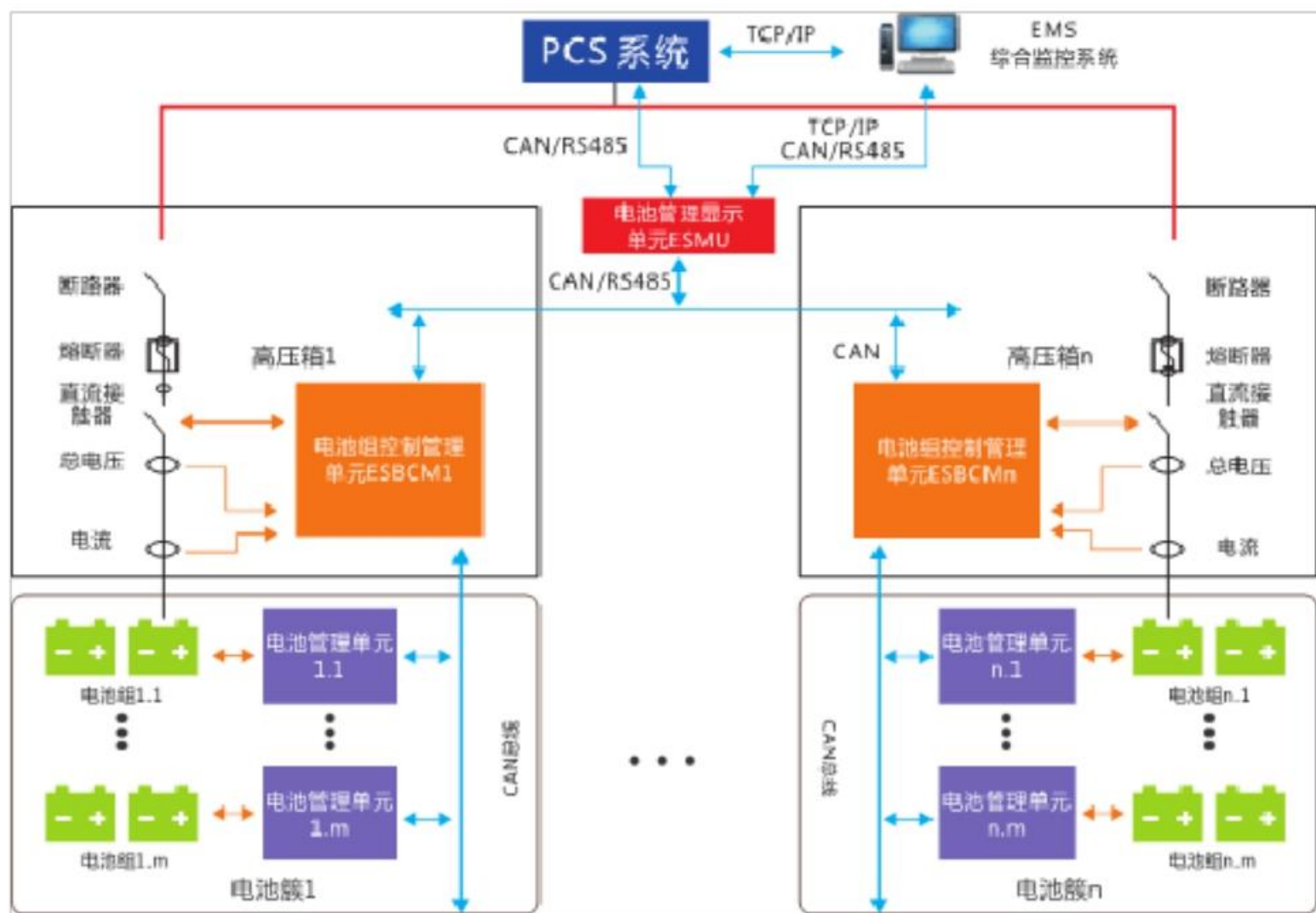


图7-5 电池管理系统总体架构

BMS具有以下功能：

- 1) 电池模拟量高精度监测功能
- 2) SOC估算
- 3) 电池系统报警以及保护功能
- 4) 充、放电管理
- 5) 均衡功能
- 6) 运行参数设定功能（接入调试上位机后可进行设定）
- 7) 故障运行模式
- 8) 环流控制模式
- 9) 本电池管理系统能够在本地对电池系统的各项运行状态进行显示包括（接入调试上位机后可进行设定）

7.2.2 从控 BMU

BMU通过高精度的电压、温度采集电路，配合数模转换电路，实现了准确的单体压、电池组串电压、电流、温度的采集功能。同时根据相应的均衡策略，可针对电池单体间的电量不一致进行均衡。所采集的信息通过通信接口上传至电池集中管理单元BCU，图片如7-6所示。

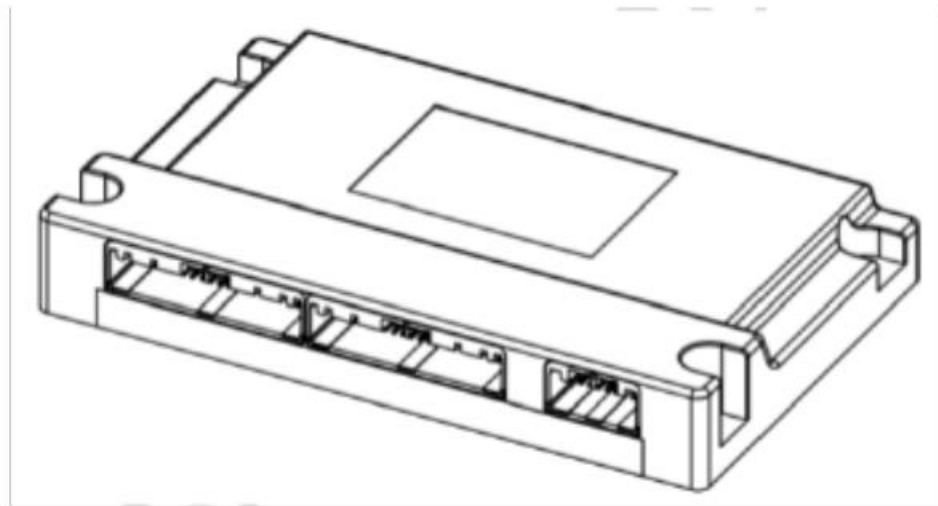


图 7-6 BMU 图片

BMU根据系统需要，具有如下特点：

- 1) 采集线束组成及接插件均标准化设计，方便更换。
- 2) 采用主流的电池管理系统高集成度电压采集集成电路，能够实现单体电压和温度的采集，采集稳定的周期小于100ms。
- 3) 电压采集考虑电池的回滞特性，在充放电过程中，对瞬时电流造成的电压波动进行滤波过滤，使得电池充放电电压曲线更真实反映电池的精确单体电压。
- 4) 温度采集范围为 -40°C 至 125°C 。
- 5) BMU可实现电池单体电压均衡。
- 6) BMU设计应满足相应的电气隔离安全要求。
- 7) 采用主动均衡技术，提高电池性能、安全性、可靠性、延长电池寿命。
- 8) 具体参数见表7-4

表 7-4 BMU参数表

类型	参数情况		备注
电池规格	磷酸铁锂		
温度检测	检测数量	28个	
	检测精度	$\pm 1^{\circ}\text{C}$	
	检测范围	$-40\sim 125^{\circ}\text{C}$	
电压检测	检测数量	24个电芯	
	检测精度	$\pm 3\text{mV}$	
	检测范围	$0\sim 5\text{V}$	
均衡类型	被动均衡		
均衡电流	100mA		

类型	参数情况	备注
通信接口	CAN/ISOSPI	
BMU供电	12/24VDC	

7.2.3 主控BCU

BCU测量电池簇电压、电池簇的充放电电流、电池簇的高压绝缘电阻。BCU将BMU的采集数据汇总，可进行电池簇容量估计、电池簇剩余电量（SOC）估计、电池簇故障诊断、均衡控制策略、安全控制策略等。通过CAN网络与电池堆管理系统（BAU）通讯，上传电池状态及电池报警等信息，图片如7-7所示。

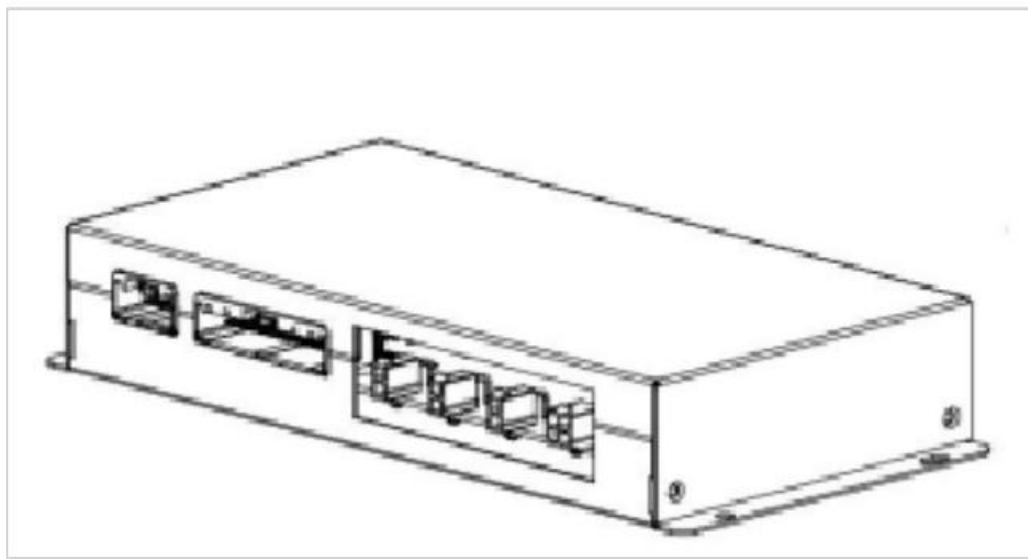


图7-7 BCU 图片

BCU根据所述功能需要，其设计特点是：

- 1) 实现高精度电流采集，要求测量范围双向300A，信号采集AD精度不小于16位，采集最小周期100ms且周期可调整，对电流传感器的零点漂移具有校准作用。
- 2) 高压绝缘电阻检测，要求对相关电路进行电气隔离，并充分考虑噪声影响，对采集数据进行多次采样求平均，得到更准确的采样值。
- 3) 高精度的SOC估算，要求误差在5%以内并动态校准。
- 4) 准确估算SOH，实时对SOH进行校准。
- 5) 充放电策略及均衡算法实现，充放电过程全程实时监控，发现异常立刻采取报警、保护动作，确保电池安全，在电池使用过程中，根据电池的电压、SOC等指标差异性，灵活安排均衡策略，消除电池组内、电池组间的差异性。
- 6) 电池管理系统包含故障保护功能，针对不同的告警会进行限功率、退出或停机等不同保护策略。

7) 具体参数如表7-5。

表7-5 BMU参数表

类型	具体参数	备注
电流采样范围	-600A~600A	
电流采样精度	±0.5%FSR	
总电压检测范围(V)	0V~1500V	
总电压检测精度(%)	±0.5%FSR	
SOC 精度(%)	5%	
绝缘检测	支持最高电压 1500V，检测误差小于 10%	
通信接口	3×CAN/2×485	
BCU 供电	24VDC	
BCU 功耗	≤2.5W（不包括继电器）	

7.2.4 总控 BAU

对BCU、BMU上传的电池实时数据进行数值计算、性能分析、报警处理及记录存储，此外，可实现与PCS主机、储能调度监控系统等进行联动控制，根据输出功率要求及各组电池的SOC优化负荷控制策略，保证所有电池组的总运行时间趋于一致。图片如7-8所示。

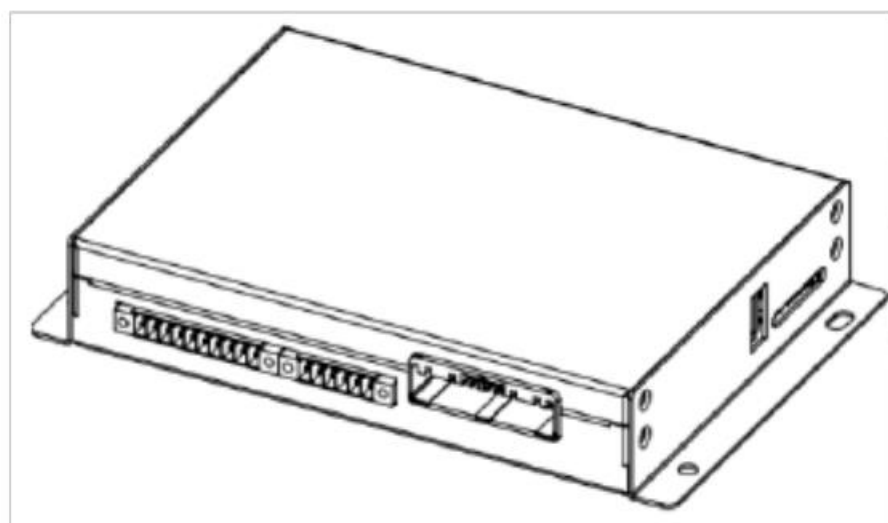


图7-8 BCU 图片

BAU根据所述功能需要，其设计特点是：

- 1) BAU与PCS通讯

BAU与PCS之间采用CAN、以太网或RS485通信接口，采用MODBUSTCP或MODBUSRTU通信协议。BAU将影响设备安全运行的信号汇总成一个急停信号，该急停信号通过干节点回路接入PCS。

2) 数据采集及保护功能

BAU可以采集预制室内辅助设备工作状态，如烟雾传感器、温度传感器、湿度传感器等安全设备，形成电气联锁，一旦检测到故障，将启动声光报警通过远程通信的方式通知用户，同时切断正在运行的储能设备。

3) 历史数据存储

BAU具备在线数据存储功能，储能系统运行过程中的参数设置动作、运行报警状态、保护动作过程、充放电开始 / 结束事件、电池容量及健康状况等信息都可以自动同步保存，时间记录可精确到秒，并掉电保持。

数据存储应采用标准的U盘，数据信息需长时间存储。具备完善的故障录波功能，能够对故障前后的状态量有效记录。

记录不少于100000条事件及不少于90天的历史数据。

4) 对时功能

BAU支持网络对时功能。

5) 人机界面（HMI）

人机界面可选7寸或10寸组态液晶屏，通过RS485与总控通信获取电池系统数据并显示，主要用于状态检测、数据显示、数据存储以及参数设置。

a) 运行状态管理功能

BAU具有储能设备运行状态管理的功能，能够根据制定的控制策略自动运行，也可以通过远方和就地实现手动控制运行。

b) 监测显示数据

对电池系统的各项运行状态可在就地显示设备（触摸屏）上显示，如系统状态，模拟量信息，报警和保护信息等。

c) 运行参数设置

支持电池组安装及运行参数的设置、网络通讯参数设置、接口协议参数设置、BCU参数设置。

d) 权限密码管理功能

BAU具有操作权限密码管理功能，任何改变运行方式和运行参数的操作均需要权限确认。

6) 具体参数见表7-6。

表7-6 BAU参数表

类型	具体参数		备注
使用环境	温度	-25℃~65℃	
	湿度	5~95%	
	海拔	≤3000m	
隔离 CAN	数量	3	
	速率	250k/500k	
隔离 485	数量	5	
	速率	57600	
以太网接口	数量	4	
干接点	数量	4	
	电压	32V	
	电流	500mA	

7.3 高压箱

高压箱集成接触器、断路器、熔丝、电流传感器、预充电阻、电池组管理单元、高压管理单元等。高压箱为电池簇接入后级电力电子设备直流端的保护和控制单元，具备电流检测、同步控制隔离输出、短路保护、过流保护、电芯过充过放保护、电芯过温保护、通信异常保护、高压检测、绝缘阻抗检测、电池组SOC计算等功能，同时也对电池模块进行监控、管理、诊断。

本工程共有4个高压箱，选用协能1500V标准高压箱。高压箱参数表如表7-7，外观如图7-9所示。

表7-7高压箱技术参数

序号	性能指标	规格参数	备注
1	最大电压 (Vdc)	1000	
2	最大电流 (A)	105	

序号	性能指标	规格参数	备注
3	通讯接口	CAN、RS485	
4	尺寸 (W*D*H, mm)		待定
5	重量 (kg)		待定

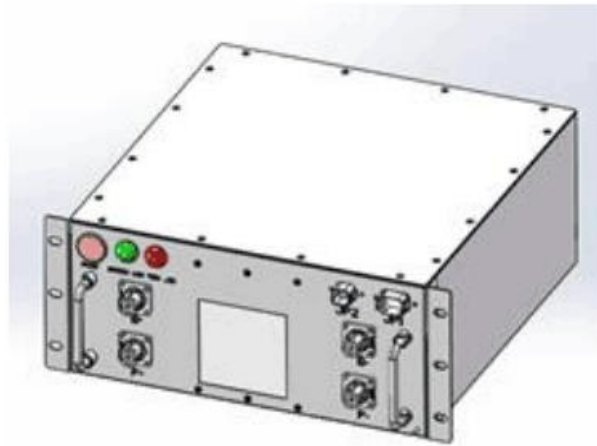


图7-9 高压箱图片

7.4 汇流柜

汇流柜内部集成SBAU、急停开关、断路器、显示屏、供电继电器及指示灯蜂鸣器等。组成系统主控，模块设计，利于系统集成。

具备蜂鸣器与指示灯，显示整个系统的工作状态。

7.5 集中控制屏

系统配置7~15寸工业触摸显示屏，用于数据监测，集成在汇流柜内部。可显示总电压、充放电电流，SOC，统计单体电压，详细单体电压，电池组温度、故障报警等；具有信息记录功能，能够记录三个月内所有报警信息及故障信息；

另外上位机具备工程模式，通过工程模式可以对系统进行参数设置，强制开启及关断继电器等。便于系统发生故障时对电池组进行充放电等。进入工程模式操作后，必须重启系统，才能恢复正常自动控制状态，界面如图7-10所示。



图7-10 集中控制屏界面

8、储能集装箱

8.1 尺寸

本工程采用20英尺集装箱，长为6058mm，宽为2438mm，高不宜超过2591mm。最终尺寸以厂家为准。室内预留配电网位置。集装箱外观如图8-1所示。



图8-1 储能集装箱图

8.2 技术指标

舱体主要技术指标应满足以下要求：

- 1) 舱体防护等级：IP55；
- 2) 舱体耐火极限：1.5h；
- 3) 舱体荷载能力：地面活载4kN/m²，不上人屋面荷载不低于0.5kN/m²，最大雪压应满足当地雪荷载数值；
- 4) 舱体防腐蚀要求：中性盐雾试验最少336小时后无金属基体腐蚀现象；
- 5) 舱体内部环境控制目标温度：15℃~35℃；
- 6) 室内相对湿度：不大于75%，任何情况下无凝露；
- 7) 单台空调噪音：设备 1m处小于65dB；
- 8) 舱体使用寿命：不小于25年；
- 9) 室内巡视通道宽度不小于1米。

8.3 结构

(1) 舱体的重要性系数应根据结构的安全等级设计，设计使用年限按25年考虑。

(2) 舱体宜采用钢结构板房。

(3) 钢结构舱体的主体框架宜采用轻钢框架结构，屋盖宜采用冷弯薄壁型钢檩条结构。

(4) 结构自重、检修集中荷载、屋面雪荷载和积灰荷载等，应按现行国家标准GB50009的规定采用，悬挂荷载应按实际情况取用。

(5) 舱体的风荷载标准值，应按GB51022的规定计算。

(6) 地震作用应符合现行国家标准GB50011的规定。设防烈度不高于7度(0.10g)地区，舱体应按照设防烈度7(0.10g)进行地震设计。舱体抗震性能按下列方法评估：

- a) 舱体抗震性能试验按照GB50258—2013中6.4抗震试验的方法进行。在设计的地震作用下，按规定方法试验后，舱体防护性能不降低、舱体外立面装饰构件不应脱落、室内辅控设备完好、舱门无损坏；
- b) 对于由于尺寸原因不具备试验条件的舱体，舱体框架本身的抗震性能可采用仿真分析验证。

(7) 钢结构舱体骨架应整体焊接，保证足够的强度与刚度。舱体在起吊、运输和安装时不应产生永久变形、开裂或覆盖件脱落。

(8) 对于舱体所有的门板铰链、螺栓、转轴采用不锈钢材质，并且方便日后进行拆卸维护。集装箱设备大门的铰链应采用耐候钢材，并做好防锈措施。

(9) 舱门设置应满足室内设备运输、巡视和逃生的要求，宜在舱体两侧各设一个舱门，应至少具备1个逃生门(开门方向朝外，不带锁具，一推即开)，采用甲级防火门，其余建筑构件燃烧性能和耐火极限应满足GB 50016—2014的规定。舱体不宜设窗户，采用风机及空调实现通风。高风沙地区板房入口处可配置防沙门斗。

(10) 舱体宜采用单坡屋顶结构，屋面坡度不小于5%，北方地区可适当增大屋面坡度，预防积水和积雪。

(11) 舱体屋面宜采用有组织排水，槽及落水管应明敷，与舱体配套供货，现场安装；对于寒冷地区可采用散排。空调排水管宜采用暗敷或槽盒暗敷方式。

(12) 舱顶部应设置泄压口，用于室内电池发生热失控或燃烧时泄压。

口的尺寸、压力等参数应满足消防要求。

(13) 舱底板可采用花纹钢板。舱底板与活动地板之间为线缆走线夹层，净高度宜为 200mm~250mm。室内地面（活动地板）标高与室外场坪之间高差宜为 450mm。

(14) 舱体与基础应牢固连接，宜焊接于基础预埋件上。舱体下场地应具备排水、防潮措施。舱体底部与基础应紧密贴合，不应有突出的柱脚。

(15) 舱底板上应沿每排电池柜（架）布置两根槽钢（#5 以上），与底板焊接作为电池柜（架）安装基础，电池柜（架）底盘通过地脚螺栓与槽钢固定。

(16) 舱体应采取有效的防腐蚀措施

GB/T 2423 系列标准给出了环境试验程序和试验严酷度方面的信息。

- a) 对于暴露的设备表面采用保护涂层来保证防止金属腐蚀；
- b) 中性盐雾试验最少336小时后无金属基体腐蚀现象；
- c) 涂层和油漆的特性为：附着力、老化（湿热）和抗脱落；
- d) 设备现场就位后，对漆面破损处，厂家应及时到现场处理。

(17) 集装箱采用壳体为两层钢板，中间填充材料必须为A级防火阻燃岩棉，需具备防水功能，天花板/侧墙填充厚度不小于50mm，地面填充厚度不小于100mm。舱墙体内应采用保温材料，在室内外温差大时（舱外温度低、室内温度高），室内不应产生凝露。舱底主材采用不低于Q235的热轧型钢。

(18) 舱体必须具备良好的防腐、防火、防水、防尘（防风沙）、防震、防紫外线等功能，必须保证箱体25年内不会因腐蚀、防火、防水、防尘和紫外线等因素出现故障。

- a) 防腐功能必须保证25年内板房的外观、机械强度、腐蚀程度等满足实际使用的要求；
- b) 防火功能必须保证板房外壳结构、隔热保温材料、内外部装饰材料等全部使用不燃材料；
- c) 防水功能必须保证箱体顶部不积水、不渗水、不漏水，箱体侧面不进雨，箱体底部不渗水；
- d) 防尘（防风沙）功能必须保证在储能板房的进、出风口和设备的进风口加装可方便更换的标准通风过滤网、迷宫式百叶窗，同时在遭遇大风

扬沙天气时可以有效阻止灰尘进入预制室内部；供货方必须保证板房防尘（防风沙）功能的长期有效性；

e) 防震功能必须保证运输和地震条件下板房及其内部设备的机械强度满足要求，不出现变形、功能异常、震动后不运行等故障；

f) 防紫外线功能必须保证预制室内外材料的性质不会因为紫外线的照射发生劣化、不会吸收紫外线的热量等。

8.4 外观

(1) 舱体外立面为白色，外立面勒脚宜设置为黑色带反光标示。排水槽及落水管采用白色。（最终颜色以业主确认为准）

(2) 舱体外立面正面喷写板房名称，板房名称按照功能命名，应居中标注在板房长度方向外墙舱底约总高2/3处，字体采用黑色、黑体字，字高500mm。厂家LOGO标注在板房宽度方向外墙下部白色区域左下角，高度不大于150mm。

(3) 舱体表面应平直光滑，不应有裂缝、结疤、分层、毛刺。

(4) 舱体名称、logo等喷涂应满足需方要求（最终颜色以业主确认为准）。

8.5 防雷接地

集装箱提供螺栓安装和焊接两种固定方式。螺栓固定点和焊接点与整个集装箱的非功能性导电导体（正常情况下不带电的集装箱金属外壳等）可靠联通，同时，集装箱以铜排的形式提供4个接地点（电阻 $\leq 4\Omega$ ），接地点与整个集装箱的非功能性导电导体形成可靠的等电位连接，接地点位于集装箱的对角线位置。

8.6 照明

(1) 本工程共安装4个10W日光灯，2个安装于电池仓和2个安装于PCS仓。

(2) 室内照明应满足GB 17945、GB 50034、GB 50054、DL/T 5390等相关规程规范的要求，室内0.75米水平面的照度不小于300lx。各照明开关应设置于门口处，方便控制。照明箱安装于门口处，底部距地面高度为1.3m。

(3) 室内照明系统由正常照明和应急照明组成，应明包括事故照明和疏散照明两部分。照明系统电源应符合如下要求：

a) 正常照明采用380/220V三相四线制（TN-C-S系统）；

b) 事故照明灯具宜由部分正常照明灯具兼顾，采用交直流两用的LED照明

灯，电源宜引自直流分屏，也可采用站内逆变电源、UPS电源或自带蓄电池（不小于120min）供电。当正常照明系统无法工作时，可切换至事故照明供电；

c) 疏散照明部分自带蓄电池，应急时间不小于90min，出口处设自带蓄电池的疏散指示标志。

(3) 照明灯可手动控制，应采用防爆型灯具和防爆型开关。

8.7 热管理

电池系统的热管理系统，采用智能主动式风冷，主要的热管理设备有空调、风道、风扇等。

本工程设有1台3kW空调、2KW轴流风机、每个电池PACK配有8W风扇。

系统通过合理的风道设置、高风量直流风扇、合理的风量分配，结合嵌入式风道设计方案，实现了系统的温度控制。在设计开发过程中，充分利用CFD仿真分析技术，结合样机试制，实现对整个储能系统的高效可靠热管理。使整个电池系统能够工作在 $-20^{\circ}\text{C}\sim+45^{\circ}\text{C}$ 温度范围内，集装箱内温度可以控制在温度范围 $+15^{\circ}\text{C}\sim+35^{\circ}\text{C}$ ，温差小于 5°C 。热管理系统主要参数指标如表8-1所示：

表8-1 热管理系统主要参数指标

序号	性能指标	参数	备注
1	系统内部环境温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）	$15^{\circ}\text{C}\sim35^{\circ}\text{C}$	
2	电芯平均温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）	$20^{\circ}\text{C}\sim45^{\circ}\text{C}$	
3	平均温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）	$\leq 5^{\circ}\text{C}$	
4	加热功能	具备	
5	是否具备除湿功能	具备	
6	冷却方式	主动风冷	
7	系统是否有风道	具备	
8	电池簇内是否有风道	具备	

8.8 电源

交流柜满足用电需求，具体如下：

1) 板房内部应预留二次电源接口，以便站内一体化电源的接入，为室内二次设备、照明、消防、安防等系统提供电源。

2) 板房内的电池管理系统、传感器等重要装置的交流供电主回路中应具备UPS供电能力，确保UPS在舱外输入电源失电后不间断供电10min以上。

3) 板房内应提供检修电源。

8.9 消防

本项目全自动七氟丙烷消防灭火系统设计。采用全淹没的灭火方式，保证电池在发生起火情况时，消防气体能够迅速充满整个区间，淹没起火点，提高灭火系统的针对性和可靠性。

(1) 消防系统设计方案

消防系统由火灾探测器、控制器、储存瓶组、喷头、泄压阀、声光报警、气体喷洒指示灯、紧急启停按钮、手动自动开关等组成。

消防系统采用七氟丙烷灭火剂，需具有自动、手和紧急启动/停止三种控制功能。系统响应速度更快；全自动设计，能够防止误动作事件的发生；气溶胶，无色无味无毒，不会对电池系统产生损伤。消防系统能够快速响应，响应时间不大于10s，保证消防系统的快速性与针对性；消防系统供电、控制、联网等所有电缆须独立布置，采用镀锌钢管或金属槽盒敷设；气体灭火系统启动前须联动控制切断空调通风电源和电池直流电源；预留细水雾接口，后期可根据实际需求增配细水雾消防系统。

(2) 工作模式

消防系统具有自动、手和紧急启动/停止三种控制功能。

消防系统在接收到火灾信号后，根据信号判断火灾位置，自动启动灭火动作或接受手动启动信号，启动灭火动作。手动启动功能优先于自动启动功能，并用文字和图形符号在显著位置标明操作方法，防止误启动。

无论装置处于任何状态，按下紧急启动按钮，都可启动灭火装置，释放灭火剂，实施灭火，同时控制器立即进入灭火报警状态。

(3) 工作流程

当温感检测到的温度大于65℃，且烟感检测到烟雾浓度大于特定值时，消防系统自动启动。消防控制器将火灾报警信号同时上传给BAU和储能电站级消防总控，储能电站级消防总控再将火灾信号传递给电厂级消防总控。消防系统流程如图7-7所示：

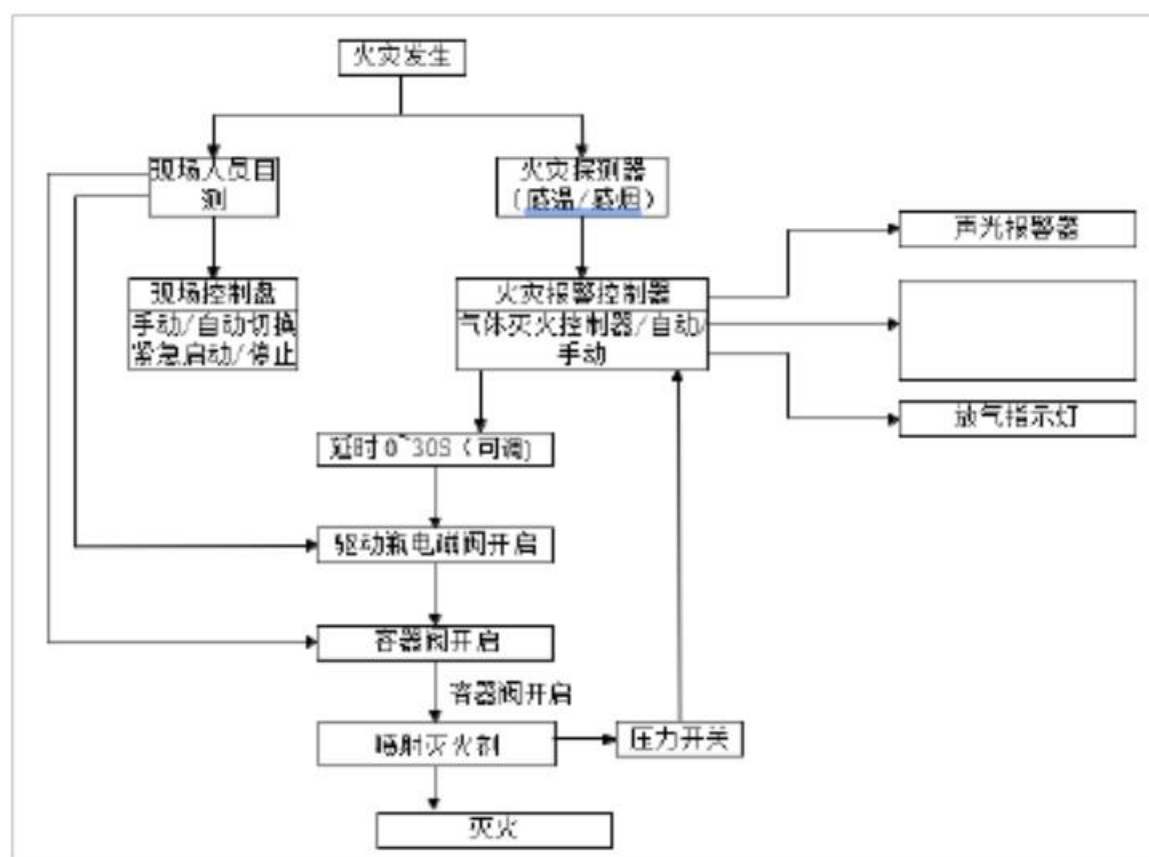


图8-2消防系统流程图

(4) 消防系统技术参数

表8-2消防系统技术参数

序号	性能指标	参数	备注
1	电源电压 (V)	AC220	
2	通讯方式	CAN、RS485、干结点	
3	工作温度(°C)	0~+50	
4	火灾检测方式	温度 烟雾	
5	灭火方式	全自动	
6	灭火剂种类	气溶胶	
7	药剂量(kg)	≥50	
8	设计浓度	≥9%	
9	启动方式	自动、手动和紧急启动/停止	
10	产品认证	3C、消防认证	
11	依据标准	GB 50116、GB 50370	

8.10 通讯及监控

(1) 本工在电池仓和PCS仓各设有1个温度传感器和1个烟雾传感器，将信息上传至智能辅助控制系统。

(2) 室内可设置智能环境控制单元，实现室内环境的监视、控制及报警功能。

(3) 安装室内的智辅设备：2个30W半球摄像头、2个温度传感器、2个烟雾报警器等。

(4) 室内应配置气体传感器，宜采用综合气体探测器，探测一氧化碳等可燃气体、有毒有害气体以及氧气浓度，相关数据接入BMS、智辅系统、消防系统。室内一氧化碳等可燃气体探测点不少于2个，一氧化碳采集精度应达到1ppm。

(5) 室内应配置便于电池安装就位和运维检修的转运小车。

8.11板房线缆敷设及接口要求

(1) 室内宜设置1~2个与站内电缆沟连通的线缆通道进出口，并满足易于防火封堵和防止小动物进入的要求。

(2) 室内选用的电缆导线截面积，应符合GB/T50479—2011中3.1.3条的规定。

(3) 夹层内通讯线缆、电缆应分隔敷设，通讯线缆宜设置走线槽盒，槽盒顶部设置可靠盖板。

(4) 当室内设备采用屏（柜）安装方式时，屏（柜）间、屏（柜）内线缆敷设应符合下列要求：

1) 屏（柜）间线缆通过室内走线槽布线，再从屏（柜）底进线孔，引至屏（柜）内装置或端子排；

2) 屏（柜）内光电缆走线宜左右分置，采用行线槽的配线方式。

(5) 室内应设置配电箱、开关面板、插座等，配电箱底部距地面高度为1.3m，开关面板采用嵌入式安装，面板底部距地面1.3m，侧边距门框0.2m，面板间距不小于0.02m，插座底边离地0.5m，其它应满足相关规程规范要求。

(6) 室内空调、照明、安防、消防、环境监控等设备线缆应采用暗敷方式。板房本体走线宜通过侧壁、舱顶采用暗排式布线。舱顶走线须通过走线槽或穿线管，舱体侧面走线需通过PVC管加以保护。

(7) 每套照明、工作插座、通风应分别设置空开，所有空开应集中在配电箱内，具备人身安全防护措施和误操作防护措施。

(8) 所有室内辅助设施应有明显标识。

(9) 室内的缆线宜在工厂内全部布置完成，出舱的缆线应按远期预留走线位置。

8.12 接地及抗干扰要求

- (1) 板房应采用屏蔽措施，满足室内二次设备及辅助设施的抗干扰要求。
- (2) 预制室内宜暗敷接地干线，每个板房在离活动地板300mm处宜设置临时接地端子，板房宜设置3个临时接地端子，连接点处应设置明显的一次接地标识。
- (3) 室内设备应符合GB/T50064的抗雷击及过电压保护要求，设备接口应装设雷电保护、过电压保护电路，电源防雷应满足GB/T50064的抗雷击及过电压保护要求。
- (4) 室内机柜及机柜内设备接地应满足DL/T 720—2013中4.12.1的规定。
- (5) 板房底部的非进出线区域应铺设绝缘电压不小于3kV，绝缘厚度不小于5mm的阻燃绝缘垫。

9、储能变流器（PCS）

9.1 PCS 选型

本工程设有2台盛弘股份30kW变流器，电池通过变流器后接入配电柜，T接并入电网，具体参数见表9-1。

储能双向变流器是整个储能系统接入平台的核心部件之一，是实现光储能系统接入平台高效、稳定、安全可靠运行和可再生能源最大化利用的重要工具和保障。

表9-1 变流器参数表

型 号	FWS2-30K-EX
交流输出	
额 定输出功 率 （KW）	30
接线方式	三 相 三 线+N+PE
输出过载 能力 （KW）	33
并网运行模式	
允 许 网电压（Vac）	400（-10%~10%）
允 许 电网频率（Hz）	50/60（-2.5~2.5）
总 电 流 谐 波 畸 变 率	≤ 3%
功率因数	-0.8~0.8
直 流 输 入	
最大直 流功 率 （KW）	33
直 流电压范 围 （Vdc）	200~750
最大输入电流（A）	90A
系统参数最大转	
换 效率	95.5%

尺寸（宽×深×高mm ₃ ）	440*550*173
重量（Kg）	30
噪声（dB）	<65
防护等级	IP20
允许环境温度	-20~60（45℃以上降额）
冷却方式	风冷
允许相对湿度	0~95%（无凝露）
允许海拔高度	4000（2000m以上降额）
显示和通讯	
显示	LCD 液晶屏
通讯接口	RS 485 和 Ethernet, Modbus 协议

9.2 PCS 总体功能

并网系统模式：储能系统连接在一个大容量公用电网中，与存在的电网频率同步，相对于电网是一个电流源（P/Q控制），有时还需通过无功控制为电网提供电压支持。该模式常用于负载整形、滤波、调峰和调节电能质量。

孤岛系统模式：储能系统与一个或多个发电系统并联形成一个局部的“微网”。在局部电网与大电网脱离，储能系统可以充当主电源，给“微网”提供电压和频率控制（V/f控制）。该模式常应用于平滑由可变电源或可变负载引起的功率波动，稳定电网、优化燃料的使用和调节电能质量。

混合系统模式：储能系统能在并网模式与孤岛模式之间进行切换。当储能系统作微网使用时，且微网与公共电网连接，此种工作状态下看作并网系统运行；若微网与公共电网脱离，储能系统将工作在孤岛模式，能为微网提供主电源，通常应用于滤波、稳定电网、调节电能质量和创造自愈网。

9.3 并网运行

储能双向变流器应具备并网运行功能，可实现对有功、无功功率的独立解耦控制；能够与监控系统配合时以实现电力的高级应用。

9.4 离网运行

微网离网运行时，储能双向变流器进行恒压恒频的V/F控制，为就地系统提供恒定幅值与频率的交流电压。可实现以下功能：

1) ★ 单机黑启动

储能双向变流器可按照设定的条件脱离电网，在容量范围内为负荷提供频率和电压稳定的电能。

2) 保护功能要求

储能双向变流器应具有完善的保护功能。保护过流保护、过欠压保护、浪涌保护、绝缘监测/漏电保护/接地保护、反极性保护等。

9.5 通讯情况

1) ★与监控与能量管理系统通信

储能双向变流器应具备RJ45（以太网）接口；支持MODBUS或RS485通讯规约，以方便接入监控系统和外部控制系统。

2) ★与BMS通讯

支持IEC61850/MODBUS规约。

3) ★储能系统通讯包括上行量和下行量。其中：

上行量：

a) 储能变流器的直流侧和交流侧的电压有效值、电流有效值、频率、有功功率和无功率；

b) 储能逆变器的工作状态：包括待机、启动、并网、离网、停机、故障等；

c) 储能变流器的孤岛检测信号；

d) 储能系统的SOC值、单体电池的最大电压、最小电压、最大SOC和最小SOC；

下行量：

a) 储能系统的启停指令；

b) 储能系统的有功和无功率的参考指令；

9.6 虚拟机同步

虚拟同步机以先进同步逆变技术和储能单元为基础，通过模拟同步发电机的有功调频以及无功调压等特性，使新能源发电设备从运行机制及外特性上可以与火电等传统同步发电机相比拟。虚拟同步机技术通过在电力电子设备控制环节模拟同步机转子运动方程与机电暂态方程、配置适当储能单元或利用新能源发电设备自身惯性，能够实时跟踪系统电压、频率变化，模拟同步发电机一次调频和自动电压调节AVR控制机制，实现有功、无功自动调节，自适应参与系统频率、电压调节、阻尼系统振荡的功能，达到提升区域电网的安全稳定运行水平的目的。

常规DC/AC模块响应速度快、几乎没有转动惯量、难以参与电网调节，这给配电网和储能系统的安全稳定运行带来了巨大挑战。基于传统的同步发电机具有高阻抗、大惯性、自同步特性，使得DC/AC从外特性和机理上都具有同步发电

机特性，即虚拟同步发电机（VSG）技术。根据系统的运行特性和电网强度，采用一种具有转动惯量和阻尼自趋优的超越虚拟同步发电机方法（VSG），通过自适应地改变其惯性和阻尼大小，进而提高DG系统并网稳定域，实现DC/AC模块的“电网友好型”特征和组网特性。

10、能量管理系统（EMS）

本工程选用盛弘股份EMS-47EMS系统，该EMS同时具备监测和控制等功能。EMS能量管理系统是整个储能的核心，是实现光储能系统高效、稳定、安全可靠运行和可再生能源最大化利用的重要工具和保障。该EMS同时具备监测和控制等功能。实体见图10-1。



图10-1 EMS柜图

10.1 EMS 基本结构

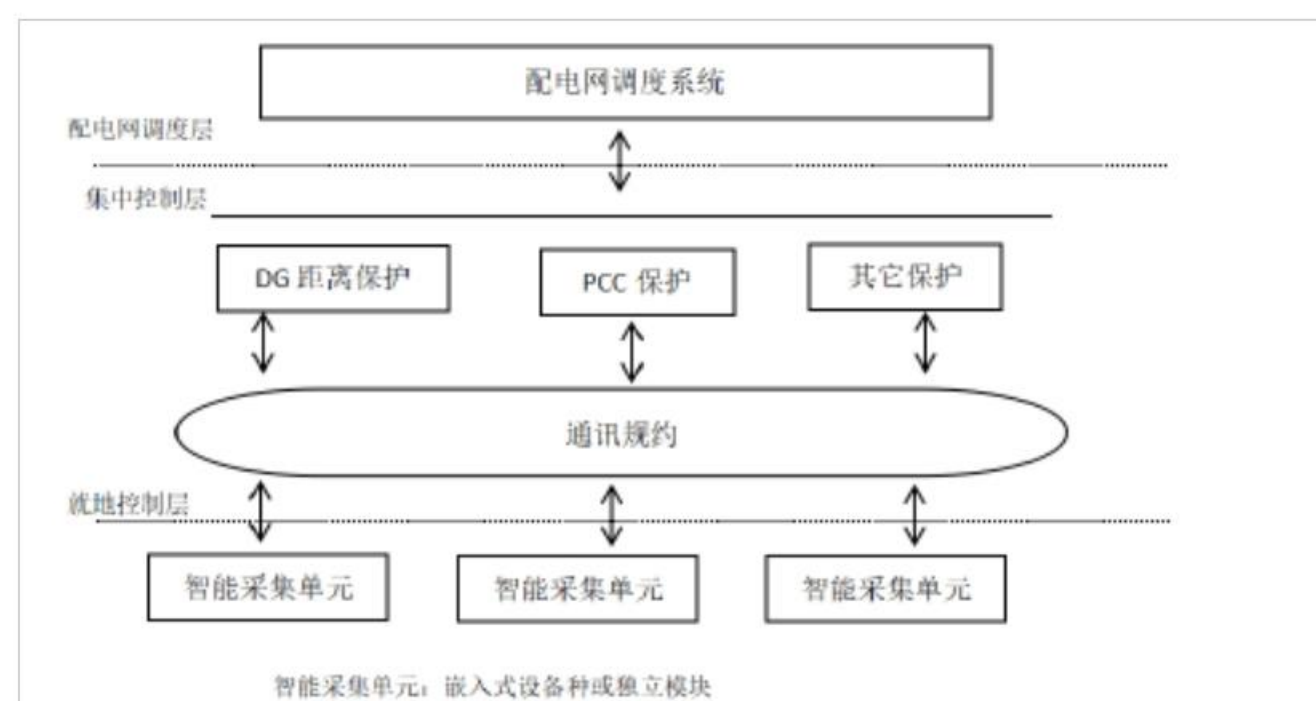


图10-1 EMS基本结构

10.2 EMS参数

EMS-A7控制器设备的硬件参数如表10-1所示。

表10-1 EMS硬件参数表

性能指标	参数情况	备注
CPU	ARM Cortex-A7, 528MHz	
内存	256MBDDR3	
硬盘	256MBDDR3	
RTC	内置实时钟	
以太网	1路100M+8路以太网交换机	
USB端口	1路	
CAN	2路	
485	4路	
IO端口	5路输入、5路输出	
输入电压	100~240VAC	
工作温度	-10~60℃	
存储温度	-40~85℃	
工作湿度	10~90%RH	
指示灯	电源指示灯:上电常亮 运行指示灯:正常运行常亮/故障闪烁	

10.3 EMS 通讯口

EMS-A7控制器设备的通讯参数表10-2所示。

表10-2 EMS通讯参数表

设备	连接方式	备注
PCS	485或ETH（可配置协议）	
BMS	485或ETH或CAN（可配置协议）	
PV	485或ETH（可配置协议）	

设备	连接方式	备注
智能电表	485或 ETH（可配置协议）	
空调	485或 ETH（可配置协议）	
消防	3路 I0输入（可选择 I0口）	
水位计	1路 I0输入（可选择 I0口）	
油机	1路控制输出（可选择 I0口）	

10.4 计划曲线策略

计划曲线是根据业主要求，制定全天充放电时段及充放电功率，储能系统根据计划充放电。

控制储能系统充电形式为每日一充二放，放电深度控制在 10%SOC~ 90%SOC。充电时间为 22:00-次日 8:00，放电时间为 9:00-11:00、19:00-22:00，共计 6h。每日总发电量约为 206kWh。

10.5 防逆流策略

防逆流指储能电站在放电时，始终保持并网点功率（电流）值 ≥ 0 ，防止储能电站的电进入电网。

防逆流主要通过两种方式解决：

（1）逆功率保护装置：通过检测功率（电流）值，当小于等于某个保护值时启动保护机制，在 2S（或更长时间）内，如果检测值一直没有上升，则跳开并网开关。

（2）柔性逆功率保护：并网点在功率接近阈值前，降低储能系统放电功率，确保并网点不出现负值。在具体项目中，设置并网点功率阈值（如 100kW），系统实时检测功率值，当接近此值时，由中央控制器通过通信方式下发命令给PCS降功率，降的步长可预先设置（如额定功率 $\times 80\%$ ），从而在并网点功率在临界点前实现柔性功率保护。

该工程采用方式（1），在并网点设有CT检测装置，当小于等于保护值，在 2S（或更长时间）内，如果检测值一直没有上升，则跳开并网开关。

11、智能配电柜

变流器PCS通过配电柜T接接入用户侧380V母线下端，同时配电柜为站内照明、摄像头等设备供电，配电柜设有过电压保护装置、断路器设备。



图11-1 智能配电柜

12、设备主要清单

该工程主要设备清单见表12-1。

表12-1 主要设备清单

序号	设备名称	规格及型号	数量	备注
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				

13、电缆清册

该工程主要电缆清单见表13-1。

表13-1 电缆清册

序号	电缆型号及规格	起点	终点	长度	备注
----	---------	----	----	----	----

1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					

14、投资回报收益

并网储能系统收益测算表：峰谷套利											
计算条件	年限	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
建设规模	千瓦时成本/（元/kWh）	1300									
	储能定增容量/（元/kWh）	258									
	储能定额输出功率/（kW）	60									
	初投资/元	335400									
峰谷套利情况	峰值电价/元	1.1636	1.1636	1.1636	1.1636	1.1636	1.1636	1.1636	1.1636	1.1636	1.1636
	平值电价/元	0.8656	0.8656	0.8656	0.8656	0.8656	0.8656	0.8656	0.8656	0.8656	0.8656
	低谷电价/元	0.3536	0.3536	0.3536	0.3536	0.3536	0.3536	0.3536	0.3536	0.3536	0.3536
	电池衰变%	0	3.5	3.5	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86
	电池容量%	100	96.5	93	91.14	89.28	87.42	85.56	83.7	81.84	79.98
	系统容量/kWh	258	248.97	239.94	235.14	230.34	225.54	220.74	215.95	211.15	206.35
	放电深度/%	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
	使用容量/kWh	206.4	199.18	191.95	188.11	184.27	180.43	176.6	172.76	168.92	165.08
	峰谷价差/元	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
	峰平价差/元	0.298	0.298	0.298	0.298	0.298	0.298	0.298	0.298	0.298	0.298
	储能效率(AC侧)%	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
	每年运行天数	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310
	每年峰谷转移电量	7774.1	8335.5	8033.2	7872.5	7711.9	7551.2	7390.5	7229.9	7069.2	6908.5
	每年度电峰谷套利/元	6297	6751.8	6506.9	6376.7	6246.6	6116.5	5986.3	5856.2	5726.1	5595.9
	每年峰平转移电量	47988	51454	49588	48596	47604	46612	45621	44629	43637	42645
每年度电峰平套利/元	14300	15333	14777	14482	14186	13890	13595	13299	13004	12708	

收益情况	年收益/(元/年)	20597	22085	21284	20858	20433	20007	19581	19156	18730	18304
	前10年总收益/元	201035.29									
	前10年均收益/(元/年)	20103.53									
	静态投资回收期/年	16.68									
	年均静态收益率	5.99%									