



国瑞科技
Guorui Technology

成套电气事业部

200kW/1MWh集装箱式储能系统设计方案

01

概述

项目简介

120箱河海直达新能源混合推进集装箱船配置两台450kW的柴油发电机组和四组200kW的集装箱式移动电源（下称“箱式电源”），其主要应用工况如下：

◆近海航行

两台发电机作为主电源

◆内河航行

•入海口-黄浦江：两台发电机作为主电源，富裕电量给锂电池组充电；

•黄浦江-苏州工业园区码头：四组箱式电源作为主电源，实现零排放；

◆到达苏州工业园区码头进行换电，锂电池组在码头专门的充电区域进行充电；

◆箱式电源闲置情况下，作为微网储能系统连接至电网，通过电网峰、谷段电价差来获利。

根据本项目需求，开展集装箱式储能系统（以下简称储能系统）的设计研制工作。

环境条件

储能系统安装在开敞甲板，在下列环境条件下可正常工作：

- ◆环境温度： $-25^{\circ}\text{C}\sim+45^{\circ}\text{C}$ ；
- ◆风雨天气，有盐雾、油雾和霉菌等存在；
- ◆横摇： $\pm 22.5^{\circ}$ ；
- ◆纵摇： $\pm 10^{\circ}$ ；
- ◆横倾： $\pm 22.5^{\circ}$ ；
- ◆纵倾： $\pm 10^{\circ}$ ；
- ◆满足船舶正常营运中所产生的震动和冲击。



主要技术指标

◆ 直流端

- 电池总能量：983kWh；
- 额定电压/容量：DC614.4V/1600Ah；
- 电压范围：535V~700V
- 最大充放电电流：400A (0.25C)

◆ 交流端

- 额定电压：AC400V；
- 额定频率：50Hz；
- 额定功率：200kW

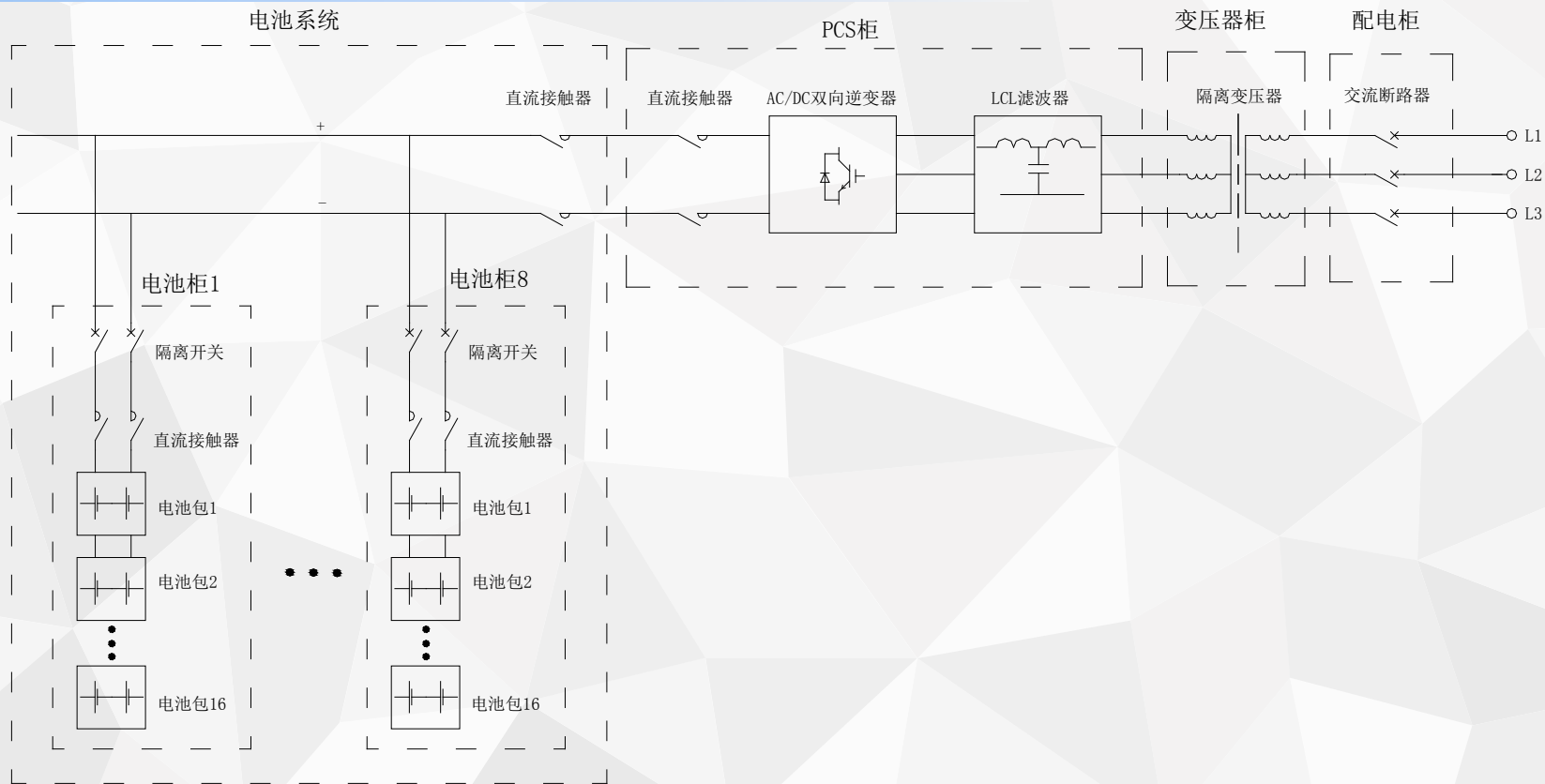
◆ 结构形式：标准20英尺集装箱

◆ 防护要求：风雨密

02

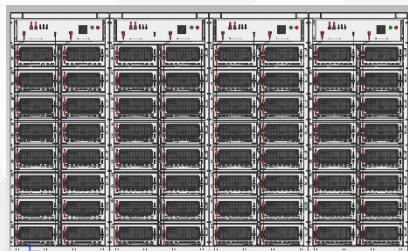
系统组成

主回路拓扑图

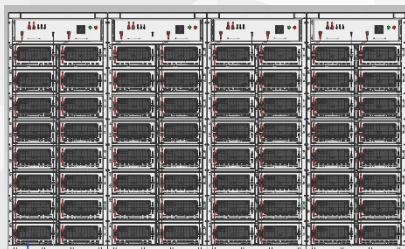


系统组成图

储能系统包含电池系统、PCS柜、变压器柜、配电柜、消防柜、空调、应急排风、照明等设备组成，所有设备布置于集装箱。



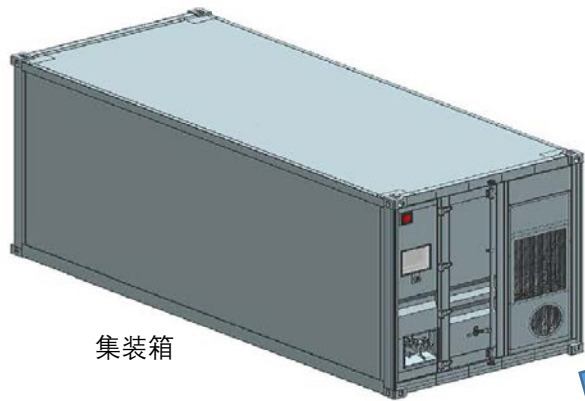
电池柜1-4



电池柜5-8



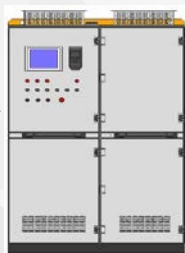
消防柜



集装箱



空调



PCS柜



变压器柜



配电柜



防爆应急排风机

03

技术方案

技术方案-电芯

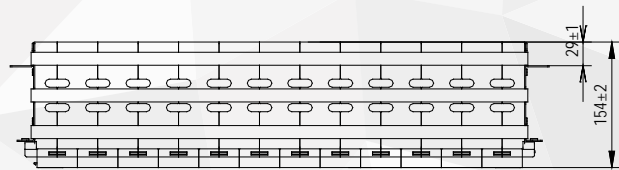
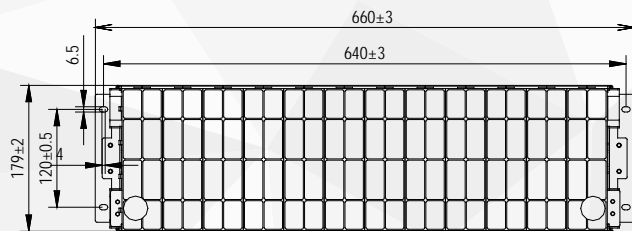
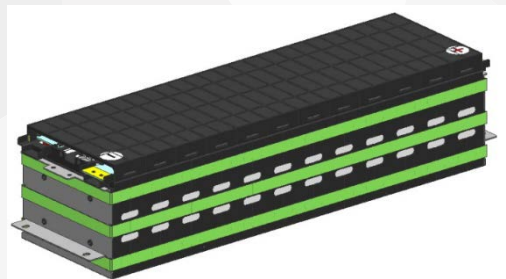
参数	规格	备注	
标称容量 (Ah)	100	1C放电电流 (25±2℃)	
标称电压 (V)	3.2	2.5V~3.65V (0℃~60℃)	
		2.0V~3.65V (-20℃~0℃)	
电池内阻 (1kHz) (mΩ)	≤0.4	新电池状态	
重量 (Kg)	≤2.3		
常温循环寿命	3000	剩余容量≥80%SOC; 25±2℃, 1.0C充放电	
自放电率	≤3.5%	每月	
充电	标准电流	50 (0.5C) 25±2℃	
	最大持续电流	100 (1C) 25±2℃	
	限制电压 (V)	3.65	
	截止电流 (A)	5 (0.05C)	
	绝对充电温度 (℃)	0~60	电芯温度超过绝对充电温度, 则停止充电。
放电	标准电流 (A)	50 (0.5C) 25±2℃	
	最大持续电流 (A)	100 (1C) 最大脉冲电流 (120s) 2C	
	截止电压 (V)	2.5	0℃~60℃
		2	-20℃~0℃
绝对放电温度 (℃)	-20~60	电芯温度超过绝对放电温度, 则停止放电	
尺寸 (长×宽×高) (mm)	173.9×48×132.6		



技术方案-电池模组

电池模组由2并6串电芯组成，用于温度监测的热敏电阻、高温保护的热敏电阻和电芯电压通过带接插件的线束引出。

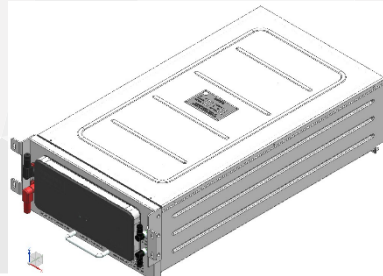
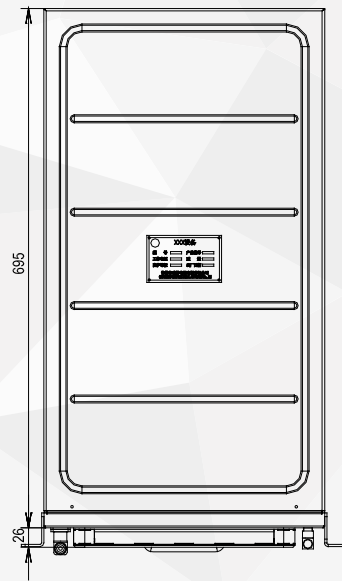
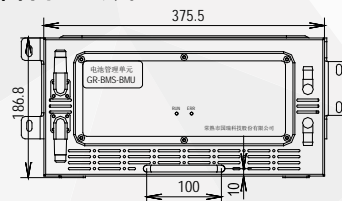
参数	规格	备注
额定电压 (V)	19.2	
额定容量 (Ah)	200	
成组方式	2并6串电芯	
总能量 (kWh)	3.84	
电压范围 (V)	15~21.9	0°C~60°C
持续放电最大电流 (A)	200 (1C)	
持续充电最大电流 (A)	200 (1C)	
充电工作温度 (°C)	0~55	
放电工作温度 (°C)	-20~60	
尺寸 (长×宽×高) (mm)	659.5×179×154	
重量 (kg)	约30	



技术方案-电池包

电池包主要由2个串联电池模组、电池管理单元BMU和接插件组成。

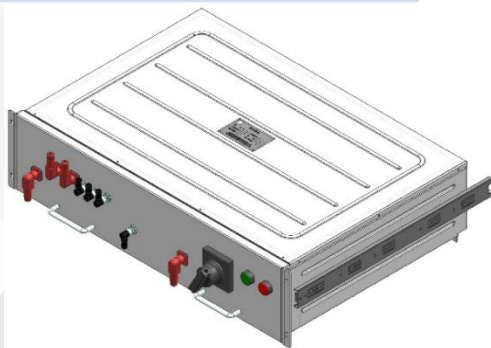
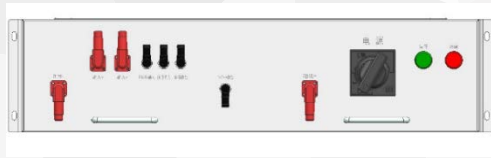
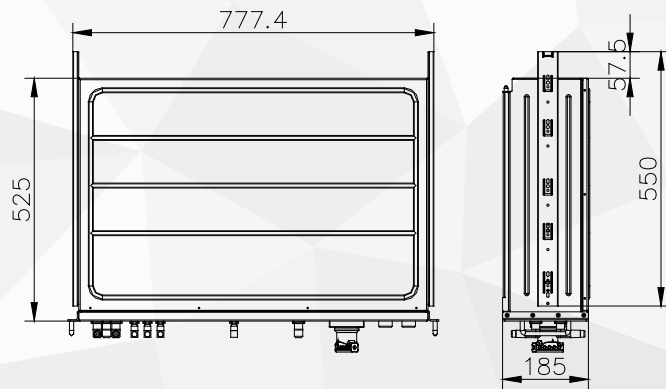
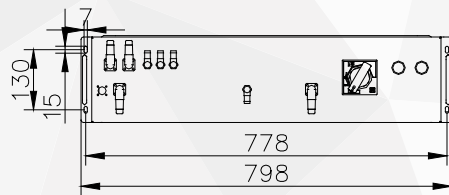
参数	规格	备注
额定电压 (V)	38.4	
额定容量 (Ah)	200	
成组方式	2并12串电芯	
总能量 (kWh)	7.68kWh	
电压范围 (V)	30~43.8	0°C~60°C
持续放电最大电流 (A)	80 (0.4C)	
持续充电最大电流 (A)	80 (0.4C)	
充电工作温度 (°C)	0~55	
放电工作温度 (°C)	-20~60	
箱体防护等级	IP23	
尺寸 (长×宽×高) (mm)	695×375.5×186.8	
重量 (kg)	约75	



技术方案-高压箱

高压箱主要由塑壳断路器、直流熔断器、直流接触器、电流传感器、电池簇管理单元BCU、运行和故障指示灯、接插件组成。

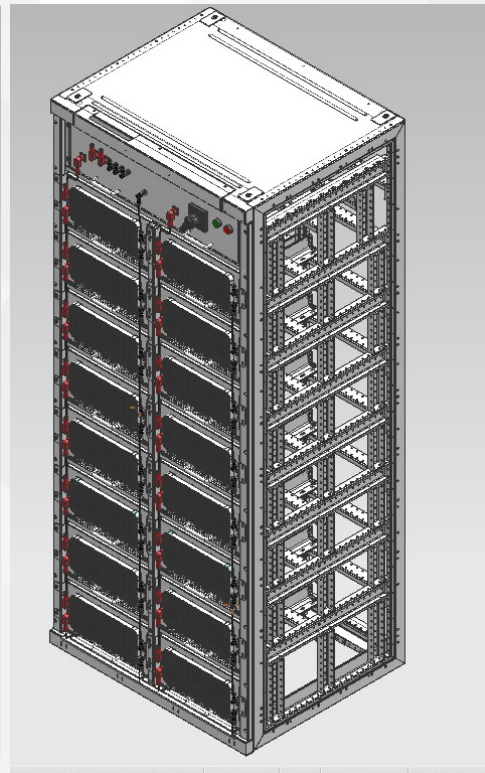
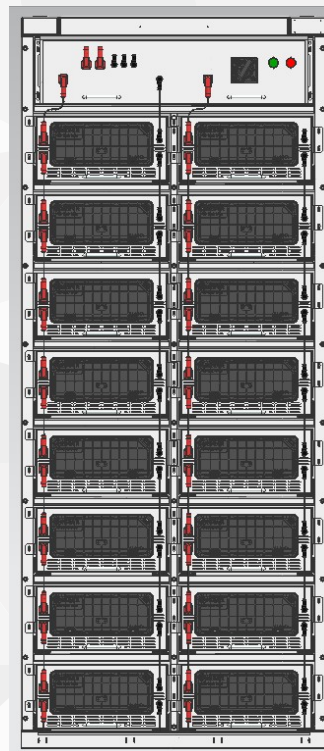
名称	功能
塑壳断路器	用于维修时一次回路的通断
直流熔断器	用于过载和短路情况下的保护
直流接触器	用于一次回路的通断管理
电流传感器	用于一次回路的电流检测
电池簇管理单元BCU	用于本电池簇的管理
运行和故障指示灯	指示本电池簇的运行和故障状态
接插件	用于与外部线路快速连接



技术方案-电池柜

电池柜由16个电池包和1个高压箱串联组成

参数	规格	备注
额定电压 (V)	614.4	
额定容量 (Ah)	200	
成组方式	2并192串电芯	由16个电池包串联
总能量 (kWh)	122.88	
电压范围 (V)	480~700	0°C~60°C
最大持续放电电流 (A)	75 (0.375C)	
最大持续充电电流 (A)	75 (0.375C)	
充电工作温度 (°C)	0~55	
放电工作温度 (°C)	-20~60	
箱体防护等级	IP20	
尺寸 (宽×高×深) (mm)	875×2105×741	
重量 (kg)	约1500	



技术方案-电池系统

电池系统由8个电池柜并联后汇集到PCS柜，每个电池柜由16个电池包串联并配1个高压箱组成，每个电池包由2个电池模组串联组成，每个电池模组由2并6串电芯组成。

名称	组成	额定电压/容量	总能量
电池模组	2并6串电芯	19. 2V/200Ah	3. 84kWh
电池箱	2串电池模组	38. 4V/200Ah	7. 68kWh
电池柜	16个电池包和1个高压箱	614. 4V/200Ah	122. 88kWh
电池堆	8并电池柜	614. 4V/1600Ah	983. 04kWh

技术方案-BMS

◆BMS主要由电池堆管理系统BAS 、 电池簇管理单元BCU 、 电池管理单元BMU 组成。

◆电池系统的BMS 系统分三级管理， 每级BMS主要功能如下：

•底层电池管理单元BMU用于监测单体电芯温度和电压， 并带有独立的过高温保护功能和均衡控制功能。

BMU 将电池包内的信息通过CAN 总线传递到电池簇管理单元BCU。

•中间层电池簇管理单元BCU监测整簇电池的总电压、总电流有效地对电池簇充、放电过程进行安全管理，对可能出现的故障进行报警和应急保护处理，保证电池安全、可靠、稳定的运行。向下收集电池管理单元BMU信息，并向上层电池堆管理系统BAS提供信息。

•最高层为电池堆管理系统BAS，可以完成对电池簇的智能充放电管理，保证各电池簇接入汇流排时电压的均衡性；对电池组的使用方式进行接收控制，如启动、停止信号、急停控制、报警输出等；对电池组以外的系统进行综合通讯，统一汇总传输所有电池簇的信息并接收整船系统的充放电逻辑控制。

技术方案-PCS柜

◆组成：PCS柜主要由控制单元、电压采样卡、光纤通讯卡、智能操作键盘及键盘座、交流上电缓冲组件、功率模块、LCL滤波组件、触摸屏、直流熔断器、直流接触器、直流上电缓冲组件、交流断路器、PLC、旋钮、按钮、蜂鸣器、指示灯、风扇等组成。

◆控制功能：可在本地柜体上及远程PMS控制充/放电模式切换、启动、停机、急停、复位、并网；可实现交流侧预充磁、直流侧预充电、禁止/允许孤岛模式、输出频率增减、输出电压升降功能；

◆保护功能：输入欠压、缺相、输出过压、IGBT过热、过温保护、短路限流保护等；

◆通信功能：

•提供Modbus TCP通讯协议/接口与PMS能量管理系统进行通讯交互；

•提供Modbus RTU通讯协议/接口与锂电池BMS进行通讯交互。

参数	规格	
额定功率	200kW	
交流侧	电压	三相三线制AC320V
	充电时电压范围	AC320V (-6%~+10%)
	充电时频率范围	50Hz (±5%)
	逆变时电压范围	AC320V (+2.5%)
	逆变时频率范围	50Hz (±1%)
	额定电流	575A
短路支撑电流	不小于1.6*IN@1s	
直流侧	充电模式	DC480~730V (充电交流电压为AC320V)
	逆变模式	DC520~730V
控制电源	交流电	AC220V (-6%~+10%) 50Hz (±5%)
	直流电	DC24V (±10%)

技术方案-配电柜

- ◆组成：配电柜主要由断路器、PAC模块、电池堆管理系统BAS、DC24V UPS、开关电源、熔断器、按钮、指示灯等组成。
- ◆功能：通过断路器控制主回路通断和提供过流保护，为集装箱内空调、风机、UPS、PCS柜、消防系统、预充回路、照明等提供电源和过流保护，通过PAC模块协调集装箱内各设备工作，内置UPS为消防系统、电池系统、PCS等提供后备电源。

技术方案-消防系统

◆消防系统采用通过CCS 型式认可的船用七氟丙烷灭火装置和火灾报警控制系统。

◆设计要求及水力计算：

•灭火设计浓度：根据《纯电池动力船舶检验指南》第6.3.2.1条规定：其容量按该处所总容量的9%进行设计，经计算七氟丙烷充装量20.19 kg。

•喷放时间：根据《气体灭火系统设计规范》第3.3.7条规定：在通讯机房和电子计算机房等防护区，设计喷放时间不应大于8s；在其它防护区，设计喷放时间不应大于10s；本系统喷放时间设计为10s。

•喷嘴的保护高度和保护半径：根据《气体灭火系统设计规范》第3.1.12条规定：喷头安装高度不小于1.5m时，保护半径不应大于7.5 m，本系统喷嘴安装高度2m左右。

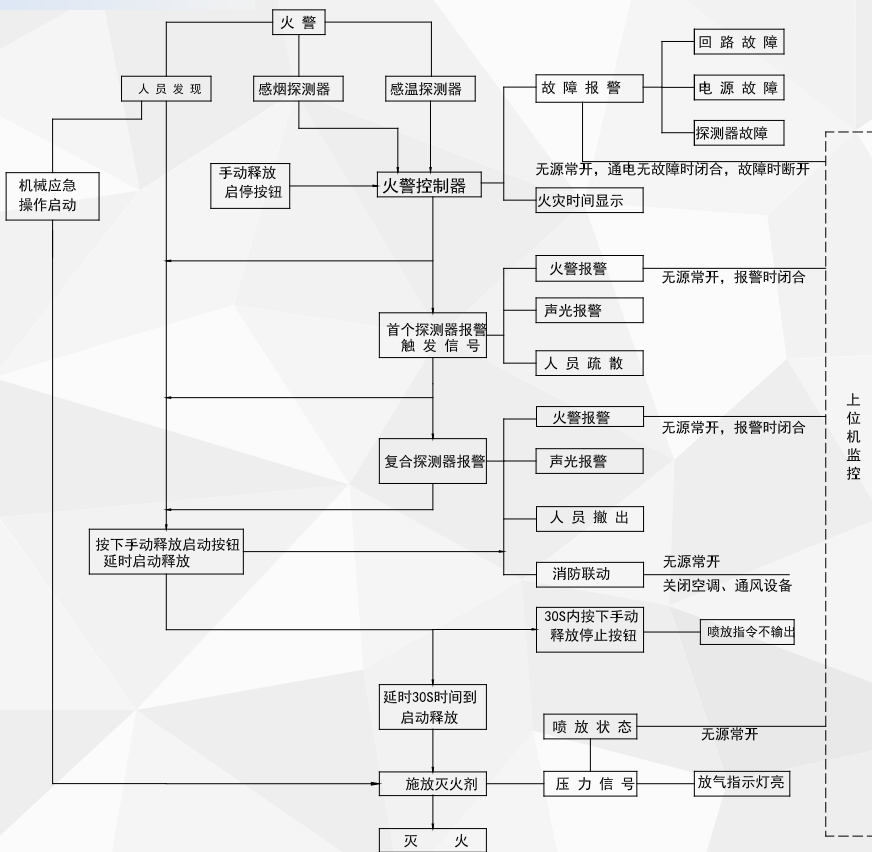
•电气舱、电池舱各配置一个喷嘴，经水力计算，喷嘴等效孔口面积不小于0.25cm²，本系统喷嘴孔口为0.50cm²。

详细水力计算见附件。

◆手动控制消防系统控制：手动控制和机械应急控制。

技术方案-消防系统

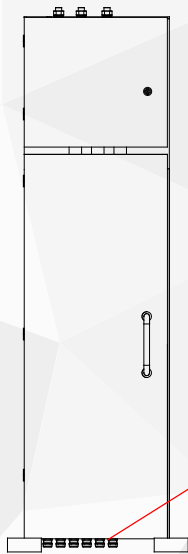
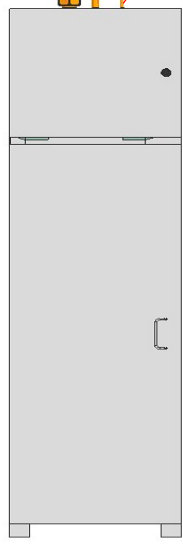
- 手动控制：**保护区分电气舱、电池舱两个保护区，各保护区均设二路独立探测回路，当监测到第一火灾信号时，发出警报，指示火灾发生的部位，提醒工作人员注意；当第二路探测器亦发出火灾信号后，发出联动指令（关闭通风、空调设备）。由值班人员确认火警后，按下火警控制器面板上的应急启动按钮或集装箱门口紧急释放按钮，进入灭火释放状态，自动延时30S（0-30S可调）启动气体瓶组进行灭火气体释放，且输出灭火释放反馈释放信号至火警控制器，喷放指示灯亮。当系统进入释放延时阶段后，在延时时间内发现有异常情况，不需启动灭火系统进行灭火时，可按下火警控制器面板上的紧急停止按钮或集装箱门口的停止按钮，可停止释放。
- 机械应急控制：**可以人为打开灭火瓶组启动气体的瓶头阀，立即进行灭火气体释放，且输出灭火释放反馈释放信号至火警控制器。



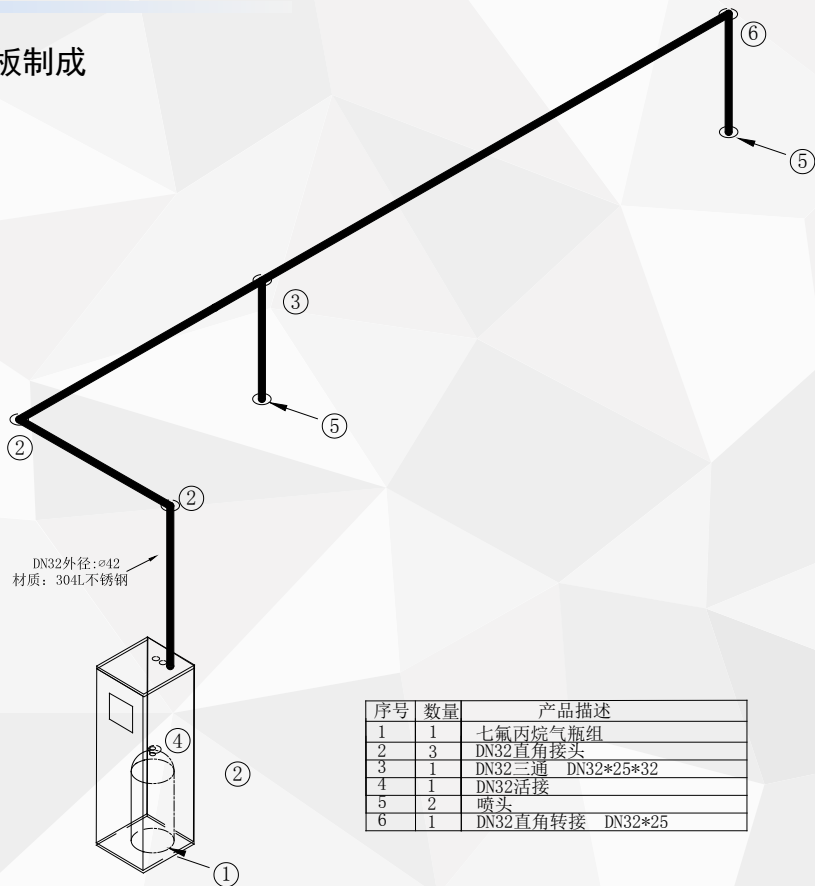
技术方案-消防系统

消防系统的七氟丙烷气体瓶组和火警控制器安装在由钢板制成的柜内，顶部留有对外气体管路接口，电缆通过底部进入。

释放管接头
吹管接头
洗管接头
泄放管接头



底部
填料函



序号	数量	产品描述
1	1	七氟丙烷气瓶组
2	3	DN32直角接头
3	1	DN32三通 DN32*25*32
4	1	DN32活接
5	2	喷头
6	1	DN32直角转接 DN32*25

技术方案-热管理及温控系统

根据集装箱内各设备工作温度、耐高温性和重要性不同，对变压器、电气元件、电池分级温度控制，达到节能目的。

◆变压器柜采用散热风机强制散热，当PCS柜工作时且采集变压器柜内温度超过最高工作环境时，启动散热风机。

◆电气舱、电池舱温度控制系统通过空调实现制冷和加热。集装箱内部电气舱配置一台空调，通过风管将两个舱室相连，BMS采集电气舱、电池舱内的温度和湿度信号，通过控制空调、进出口风机，确保电池舱内的电池设备工作于温度和湿度的最佳工况，电气舱内温度和湿度控制在合适的范围内。

技术方案-可燃气体探测及应急排风系统

◆可燃气体探测装置

- 电池舱内设置独立的可燃气体探测装置。
- 可燃气体探测装置能探测到舱内可燃气体浓度大于其爆炸下限（体积分数）的20%时，发出报警，同时启动应急排风机。
- 报警信号通过通信上传给PMS系统。

◆应急排风机系统

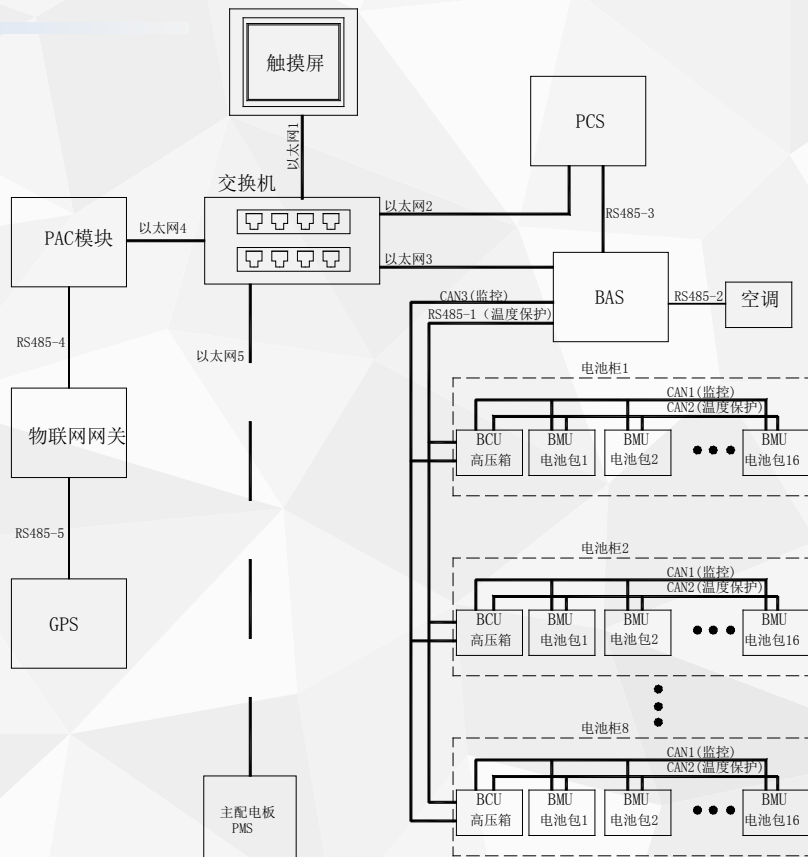
- 电池舱内设置有无火花型应急排风机，能及时排除电池热失控情况下产生的可燃气体。
- 应急排风机与可燃气体探测装置进行联锁，当探测到舱室内可燃气体浓度大于其爆炸下限（体积分数）的20%时，应急排风机会自动启动，将可燃气体排出集装箱。
- 应急排风机排风量不小于10次/h的换气次数。

技术方案-UPS供电

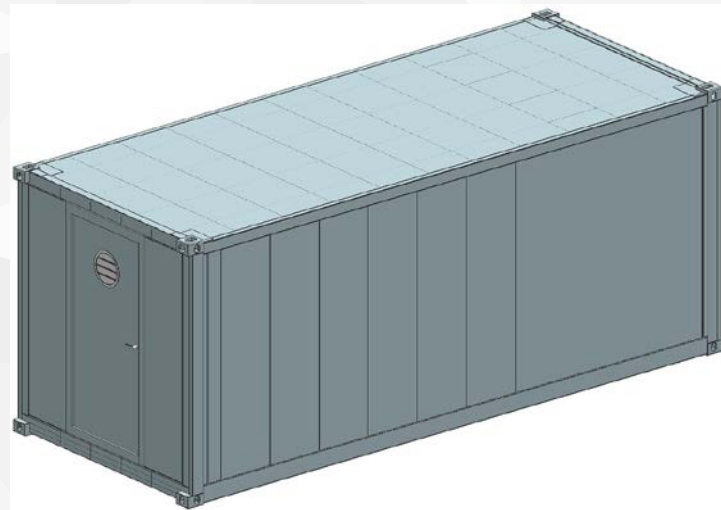
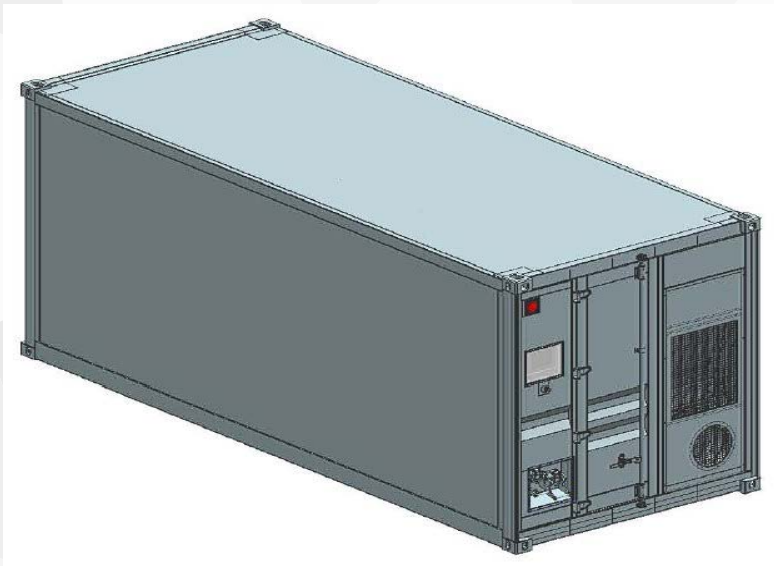
储能系统内部设有独立的UPS，用于交流电源未接入或断电时，向重要负载（消防系统、PCS、BMS、可燃气体探测器、集装箱管理模块）提供不间断DC24V电源。DC24V有两路电源供电：一路来自直流汇流排,具有三个月以上的超长后备工作时间；一路来自AC380V/DC24V UPS，用于储能系统的初次启动，后备工作时间不小于0.5h。

技术方案-通讯网络单线图

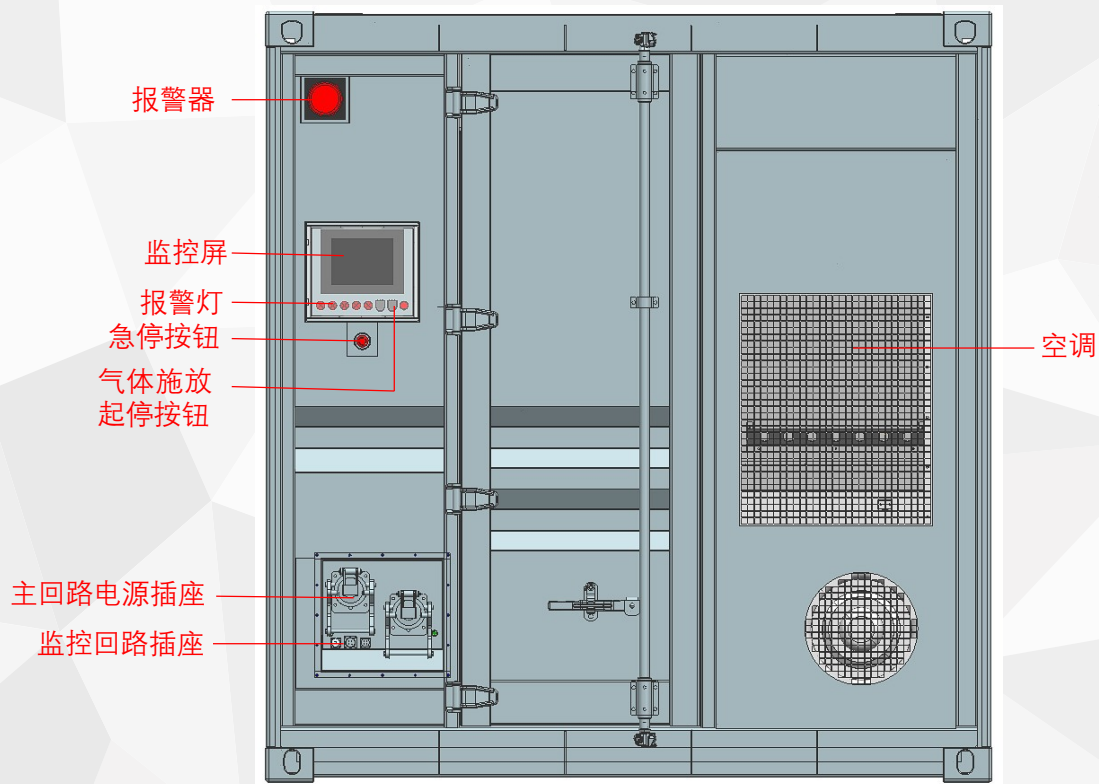
每个电池包配有电池管理单元BMU，有两路CAN通信：一路用于电池芯监控，另一路用于电池芯高温保护。BMU将采集到的信息上传至安装在高压箱的电池簇管理单元BCU，BCU再将电池芯监控信息集中处理后通过CAN通信，将电池芯高温保护信息集中处理后通过RS485通信上传至安装在配电柜的电池堆管理系统BAS，BAS与PCS、空调有RS485通信接口，PAC模块与BAS、触摸屏、PCS、外部主配电板PMS通过以太网进行信息交互。PAC模块与物联网网关、GPS有RS485通信接口。



技术方案-外部结构

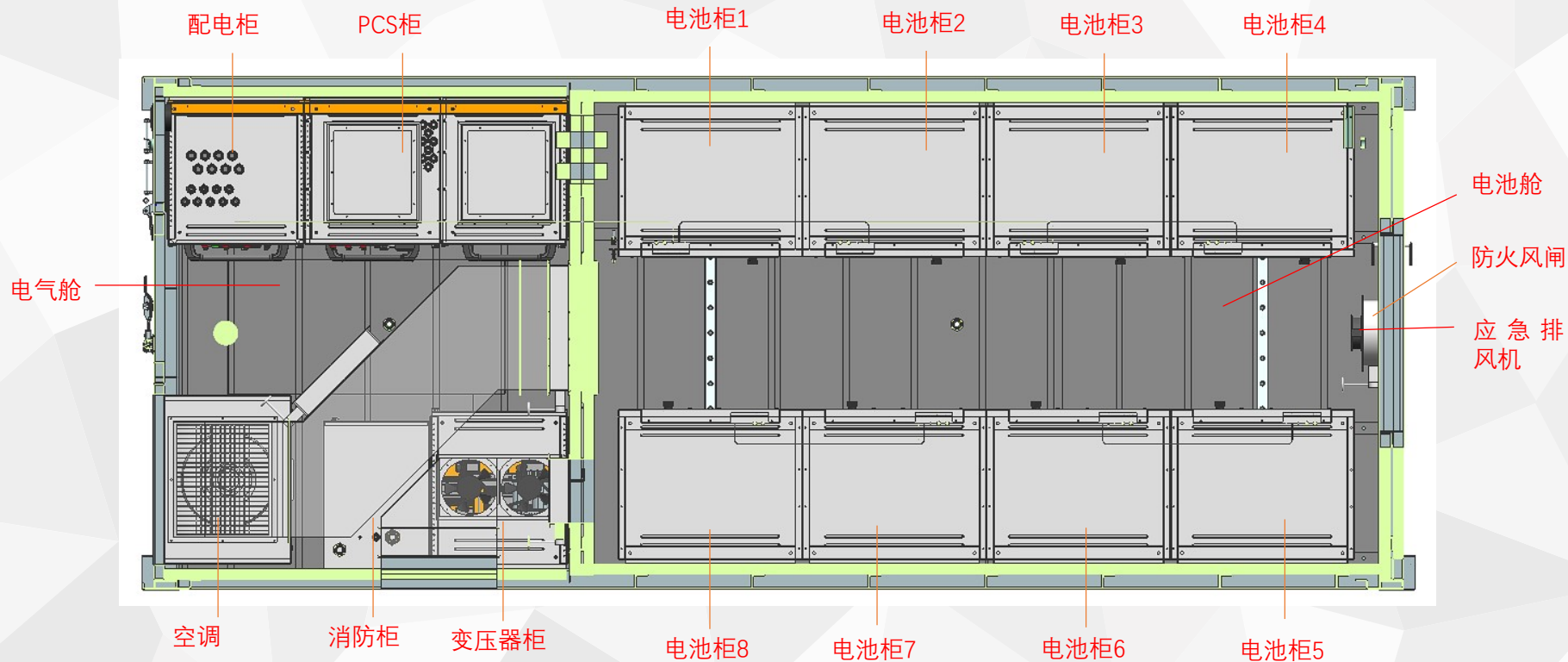


技术方案-外部结构

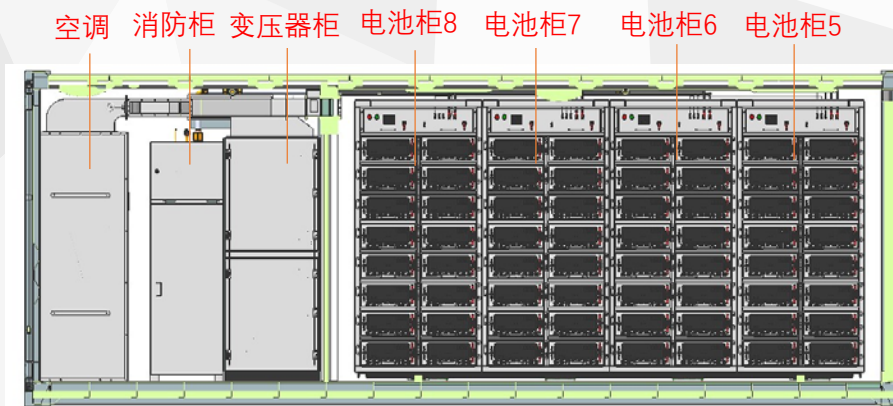
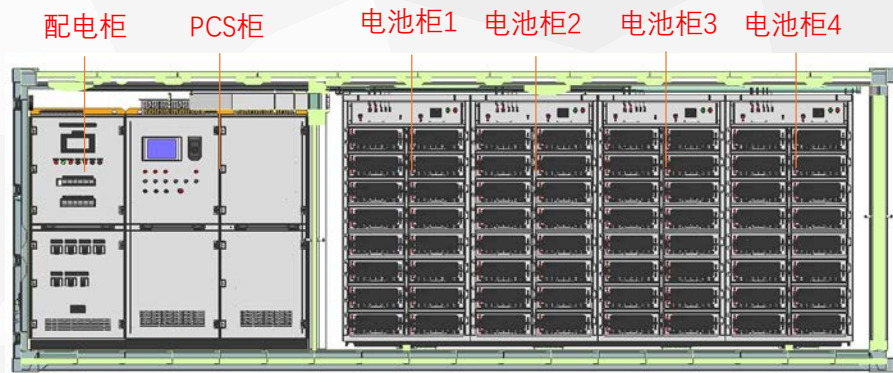


储能系统对外接口采用接插件，可实现快速连接。主回路电源插头插座采用CCS 型式认可的，带安全联锁功能，接触不良时自动切断电源；监控及报警设备安装于集装箱外壁，可在集装箱外部进行监控，方便人员操控；通信接口，方便远程进行监控。

技术方案-内部结构

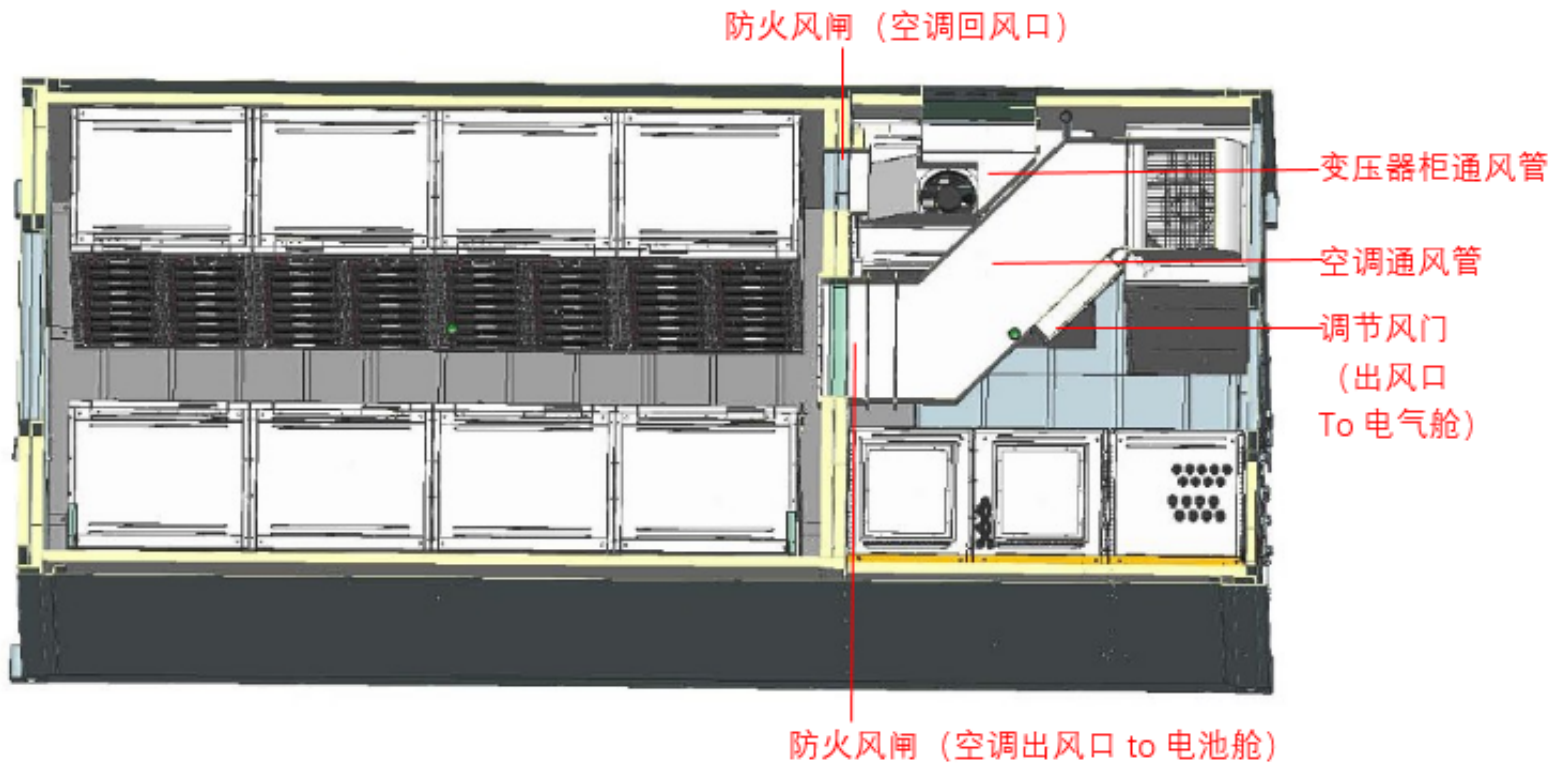


技术方案-内部结构



集装箱内部分隔为电气舱、电池舱，隔离处需增加钢制防火门。电气舱主要布置有配电柜、PCS柜、消防柜、空调、变压器柜，电池舱六个面都为A60级分隔，中间隔离材料使用阻燃为A60级的隔热保温材料。

技术方案-内部结构





国瑞科技
Guorui Technology

谢谢！