

多能源储能系统（超级UPS）介绍

1.1 主要功能介绍

多能源储能系统（超级UPS）的架构如图 1- 1 所示。超级UPS采用了两种能源，包括常规电力和天然发电，这两种能源都具有独立的公共设施（电网和燃气管道），两种能源互为备份，提高系统供电的可靠性。同时，系统中包括了两种储能装置，包括储电装置锂电池和储氢装置燃料电池。多能源储能系统，通过多种能源、多种储能以及高可靠的电力电子装置显著提高不间断电源系统的可靠性。另外光伏电池的加入提高了系统的经济性。

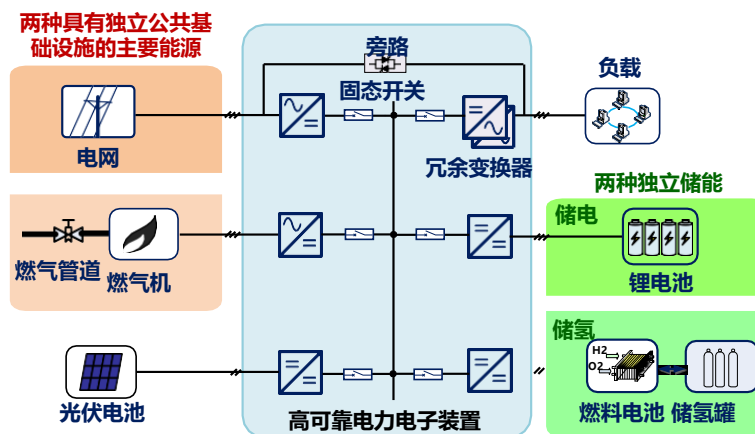


图 1-1 多能源储能系统架构

采用模块化设计思想对超级UPS的功率变换积木进行了标准化设计。采用两种尺寸相同的标准功率变换单元实现所有能源单元的接入。燃料电池、锂电池、光伏和超级电容采用标准的双向 DC/DC 单元接入。电网、燃气机和负载采用标准的 AC/DC 单元接入。模块化设计便于对系统进行冗余设计，提升系统的可靠性。同时，可以根据实际应用中的能源的种类、配置数量、容量以及其他需求，快速构建多能源储能系统的功率变换系统。模块化设计也提升了系统的可扩展性和易维护性。

1.2 整体构成

超级UPS包括功率变换装置、燃气机、锂电池、超级电容、光伏模拟器、燃料电池，功率变换装置可根据负载容量，可靠性，经济性来灵活配置，以负载额定容量为 100 kW 例，其功率变换装置如图 1-2 所示，由标准单元组成的多能源储能系统的电力电子变换装置包括五个机柜，一个是显示机柜、三个模块机柜和一个配电网柜。

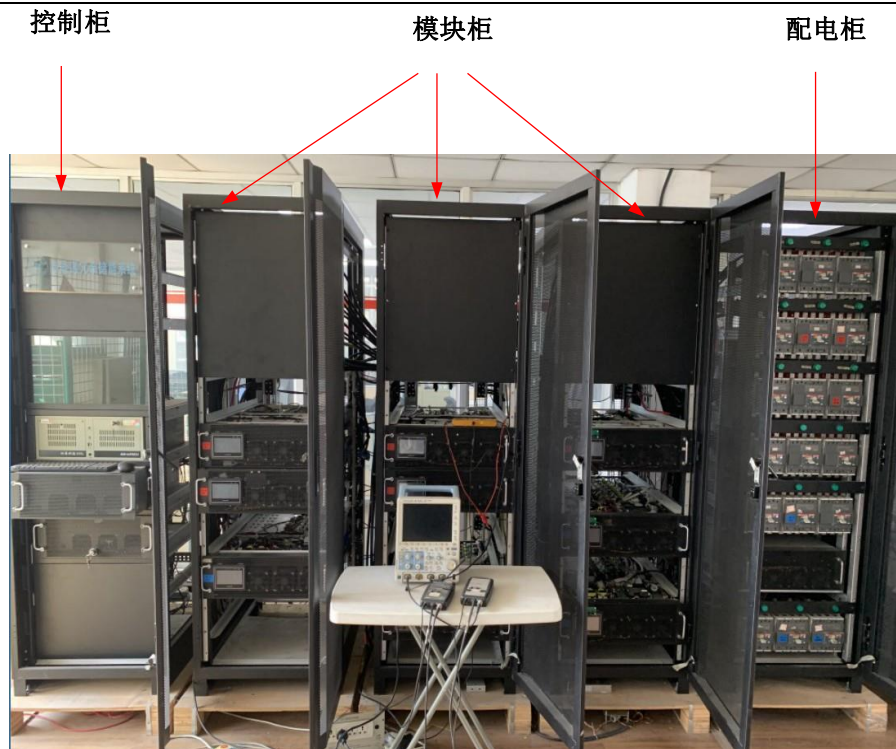


图 1-2 功率变换装置

1.2.1 发电单元、储能单元选型及主要参数

1) 锂离子电池

选配的锂离子电池为40 kWh，如图 1-3 所示。整个锂电池组包括四个机柜，每个均为 10kWh。每台的采用的电芯及配置如下表：

表 1-1 电池组配置

	电芯	电池模块	10KWh 系统
类型	LP2770120	16S3P	64S3P
规格	3.2V/15.5Ah	51.2V/46.5Ah	204.8V/46.5Ah(10 KWh)
10KWh 系统所包含数量	192	4	1

锂电池组的电气参数如下表：

表 1-2 电池组电气性能

1	额定能量	10 KWh
2	额定电压	204.8VDC
3	额定容量	46.5Ah
4	电压范围	160~233VDC
5	最大电流	45A
6	尺寸	约 2000*600*850 (高*宽*深)
7	重量	约 260kg
8	通信接口	CAN, Ethernet, RS485



图 1-3 40 kWh 锂电池、400 kJ 超级电容

2) 超级电容

400 kJ 超级电容储能平台如图 1-3 所示。超级电容由四个模块串联而成。每个模块的型号是 UCM196V10F，超级电容模块主要由 140 个 UCPY2.7V350F 超级电容单体按照 2 并 70 串连接方式串并联组成。该模块主要由超级电容单体、主动均压控制单元、内部连接端子和外壳构成。模块外壳为坚固的压制铝外壳。如下图所示。

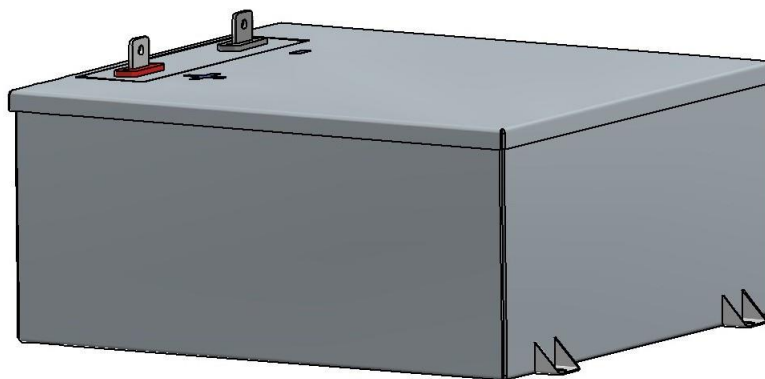


图 1-4 UCM196V10F 超级电容模块外形

超级电容模块的具体参数如下表：

表 1-3 UCM196V10F 超级电容技术参数表

项目	指标	备注
额定容量	10F	初始值
额定电压	196V (2.8V)	
推荐最高工作电压	182V	
内阻	≤120mΩ	初始值
浪涌电压	210V	
工作温度范围	-40℃~+65℃	
存储温度范围	-40℃~+70℃	
质量	≤22kg	
尺寸	560×458×258mm (长×宽×高)	

寿命	25℃ & 额定电压, 10 年后		
	容量变化	在初始值的-30%内	
	内阻变化	在初始值的+100%内	
	25℃ & 500,000 充放电循环后		
	容量变化	在初始值的-30%内	
	内阻变化	在初始值的+100%内	
正负极连接	正极孔 Φ8	负极孔 Φ8	

3) 光伏电池

光伏电池容量30kW。光伏发电单元具备两种工作模式：

1、最大功率跟踪模式：光伏发电单元最大功率输出小于系统给出的指令功率，光伏

单元输出自己在当前环境下所能输出的最大功率。

2、功率限定模式：当光伏发电单元最大功率输出大于系统给出的指令功率，光伏单

4) 燃气机

50 kW 燃气发电平台如图 1-6 所示。燃气发电机额定功率 50kW，具体的参数如下：

表 1-4 燃气发电机稳态特性指标

燃气机稳态特性	百分比	变换范围
稳态电压调整率	≤±1%	376Vac-384Vac
稳态频率波动率	≤±0.5%	49.75Hz-50.25Hz



图 1-6 50 kW 燃气发电机

5) 燃料电池

其中 30 kW 燃料电池平台如图 1- 7 所示。该系统额定输出功率为 30kW；电压输出范围为 300V~550V。30kW 燃料电池发电系统的技术参数列于下表：

表 1- 5 30kW 燃料电池发电系统技术参数

名称		技术特征
性能	额定功率	30kW（电压≥300V）
	额定工作温度	电堆冷却水出口 55℃~64℃
	最高电压	550V
	最低电压	300V
	额定电流	90A
	额定工况效率	≥40%
	常用工况最佳效率	45%~60%
	启动时间	室温≤6s
	噪声	≤85dB
氧化剂 (空气)	组成	>20.9% 氧
		<10ppm 碳氢化合物
		<5ppm CO
		<1% CO ₂
		<1ppm 臭氧
		<0.2ppm 硫化物
		<0.1ppm 硫化氢
		<0.05% 无机物
	气压（表压）	0~0.03 MPa
	化学计量比	2.5
利用率	40%	
燃料气 (氢气)	组成	≥99.99% 氢
		≤0.1ppm CO
		≤0.01ppm H ₂ S
	气压（表压）	0.05 MPa
温度	常温	

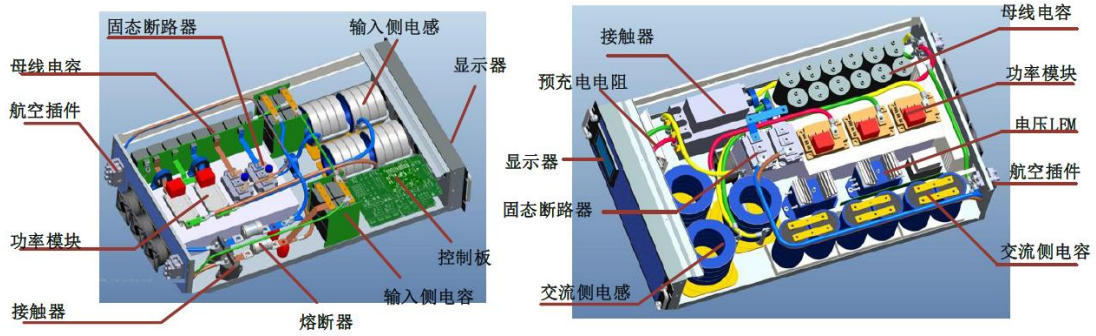
	利用率	$\geq 90\%$
	氢气外漏	$\leq 10\%LEL$
冷却液	组成	去离子水
	电导率	$\leq 10 \mu S/cm$
	流量	$\geq 4.0 m^3/h$
环境	温度	$(2\sim 35)^\circ C$
	相对湿度	10%~90%
	海拔高度	$\leq 1000m$
	绝缘性能	$\geq 60k\Omega$, 正负极输出端对外壳
物理性质	质量	300kg
	外观尺寸 (长×宽×高)	1540mm×1070mm×1300mm



图 1-7 30 kW 燃料电池

1.2.2 功率变换装置

功率变换装置分为标准的双向 DC/DC 单元和双向 DC/AC 单元，标准的双向 DC/DC 单元的结构如图 1-8 (a) 所示，包括了功率模块、输入电感、输入和母线电容、控制电路、直流固态断路器、接触器、航空插件和显示器等。双向 DC/AC 单元的结构如图 1-8 (b) 所示，同样包括了功率电路、控制电路及固态断路器等。两种单元的尺寸均为 85cm*49cm*17.7cm (3U)，标准单元的参数如表 1-6 所示。



(a) 标准双向 DC/DC 单元结构

(b) 标准双向 DC/AC 单元结构

图1-8 标准单元结构



表 1-6 标准单元参数

标准双向 AC/DC 单元		标准双向 DC/DC 单元	
项目	值	项目	值
额定功率	100 kW	额定功率	30 kW
输入电压	380 V	输入电压范围	200-400 V
输入电感	0.38 mH	输入电感	0.32 mH
输入电容	200 μ F	输入电容	400 μ F
输出电容	4400 μ F	输出电容	400 μ F
母线侧额定电压	\pm 375 V	母线侧额定电压	\pm 375 V
母线侧额定电流	133 A	母线侧额定电流	40 A

1.2.3 发电单元、储能与功率变换装置的连接关系

各个发电单元和储能单元通过电缆连接到功率变换装置的配电柜。配电柜中 9 所示，其中有 9 个已经使用。

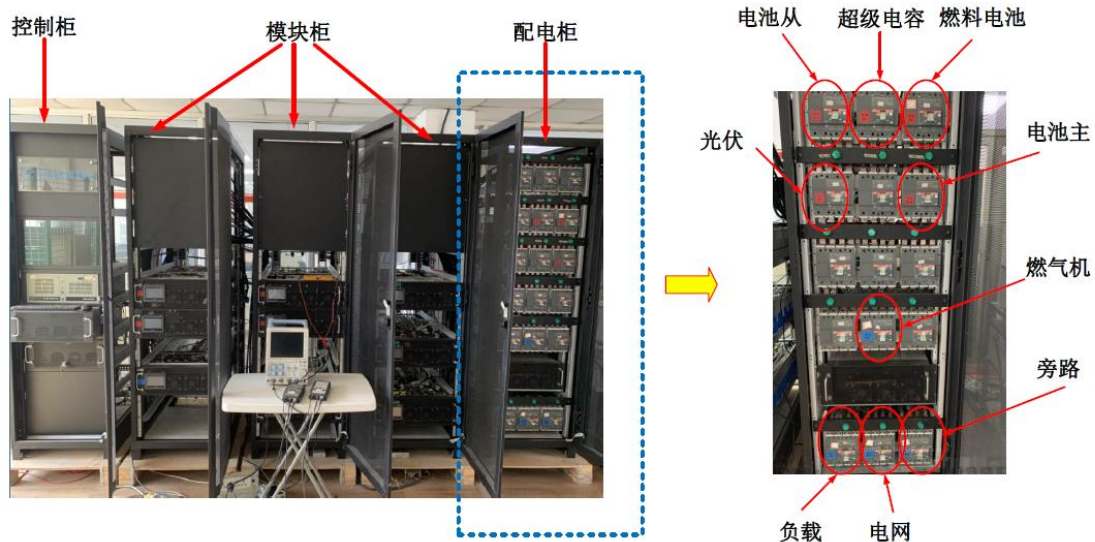


图 1-9 配电柜开关分配

每种源、储能装置、负载与配电柜的连接如图 1-10 所示。配电柜共有 18 个断路器，由下而上分别在图中标出 QF1-QF18。

表 1-7 接入源与断路器对应关系

断路器编号	接入的源
QF1	负载
QF2	电网
QF3	旁路
QF5	燃气机
QF10	光伏
QF12	主锂电池
QF13	从锂电池
QF14	超级电容
QF15	燃料电池

对应每个断路器，接入的位置在断路器下方的端口，上方的端口连接到模块。AC 源以 QF5 燃气机的接入为例，具体如图 1-11 (a) 所示。图中下方 2.4.6.8 端

口分别接 A, B, C 和 N。上方 1.3.5.7 接往模块。DC 源以 QF10 光伏电池的接入为例, 具体如 1-11 (b) 所示。图中下方 2.4.6 端口分别接正、负和 0。上方 1.3.5 接往模块。

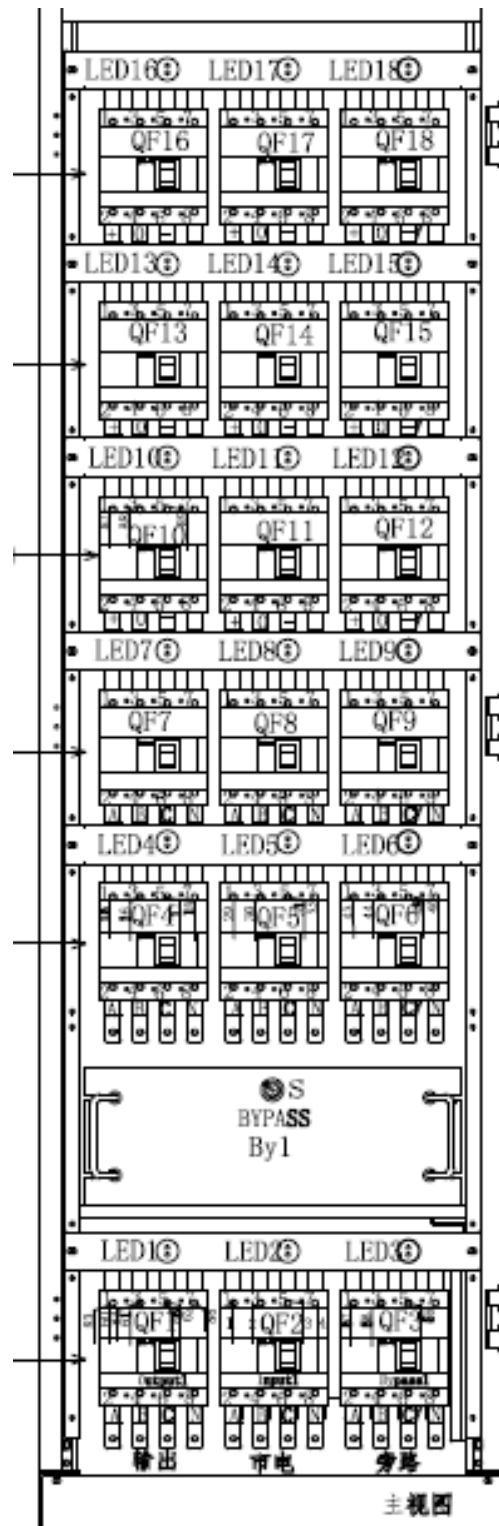


图 1-10 配电柜断路器标号

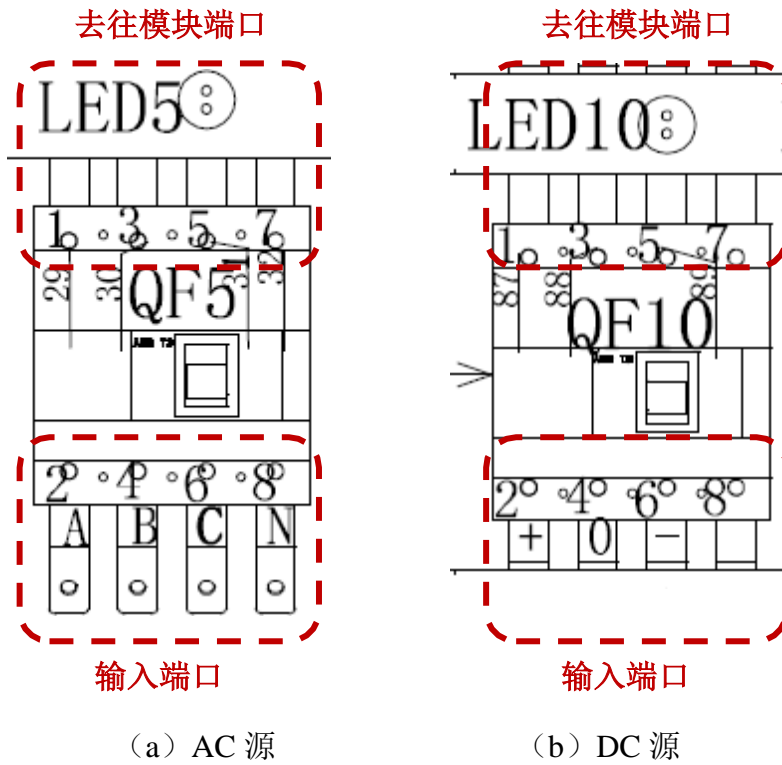


图 1-11 断路器接线示意

1.2.3 发电单元、储能单元分布及监控系统

根据超级UPS各个能源的特点，将不同发电、储能单元安装在不同位置。考虑到燃气发电机运行时具有很大噪声，将燃气发电机放置于较偏僻的燃气库房内。考虑到氢气安全性问题，将氢气钢瓶放置于院中通风良好的氢气库房内。将燃料电池安装于具有气体报警装置的燃料电池室中，由专人负责安全。光伏电池安装于大楼的屋顶。将锂电池、超级电容、光伏模拟器以及功率变换装置安装于主控室，多能源的分布如图 1-12所示。



图 1-12 多能源储能系统分布