



电化学储能电站设计关键技术



目录



01

概述

02

电化学储能设计要点

03

案例分享

04

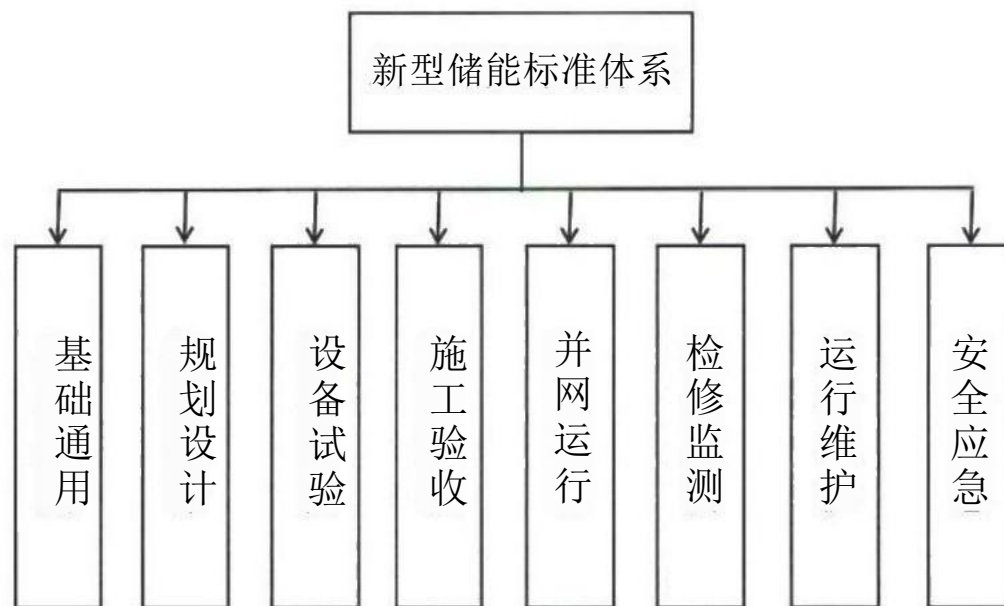
存在的问题及未来展望



概述

新型储能标准体系

规划设计类标准主要对新型储能电站规划研究，勘察设计、评估、工程建设和生产运行过程中技术管理以及对储能系统的建设条件、选型配置进行规定，从电站规划、电站勘测、系统集成、电站设计、电站节能与环保评估及各专业级关键设计技术监督、运行指标评价、后评价、监造、项目管理及技术经济等方面提出。



■ 遵循的国家及行业标准

GB 51048-2014 电化学储能电站设计规范

新版的《电化学储能电站设计标准》尚未发布，刚完成第一轮征求意见。

GB/T 36547-2018 电化学储能系统接入电网技术规定 （正在修编）

NB/T 42090-2016 电化学储能电站监控系统技术规范（完成国标报批）

行业标准《电化学储能电站可行性研究内容深度规定》 （2月18日获批）

行业标准《电化学储能电站初步设计内容深度规定》 （2月18日获批）

行业标准《电化学储能电站施工图内容深度规定》 （2月18日获批）



电化学储能设计技术要点



- 电池
- 变流器
- BMS
- 热管理

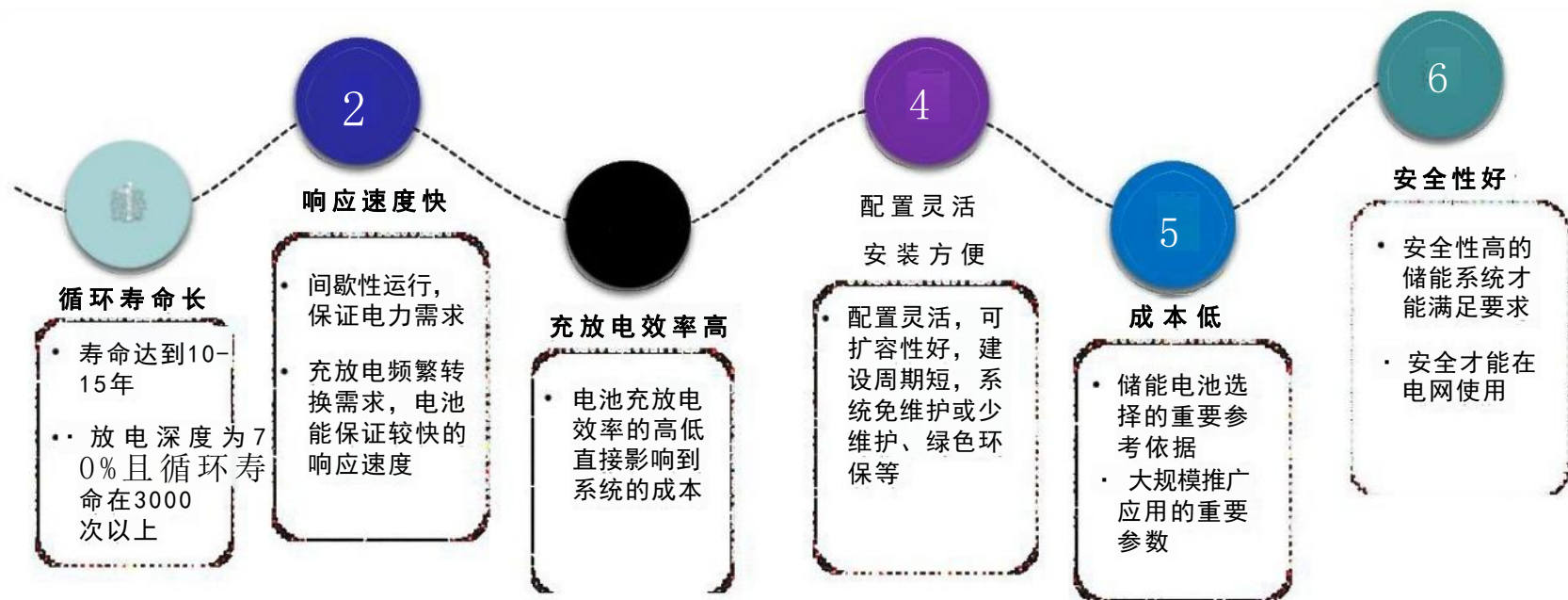


- 变压器
- 开关
- 站用变
- 补偿装置

国内目前占比较大的为磷酸铁锂电池，随着中长时储能需求的提高，液流电池技术也发展迅速。

应根据项目应用场景、商业模式、电池特性选取合适的电池。

性能指标		铅蓄电池		锂电池			全钒液流电池	镍氢电池	钠离子电池
		铅酸	铅碳	磷酸铁锂电池	钛酸锂电池	三元锂电池			
性能指标	单体工作电压(V)	2.0	2.0	3.2	2.3	3.7	1.4	1.2	3.2
	工作温度(C°)	-5~40	-5~40	-30~60	-30~60	-30~60	0~45	-40~60	-40C~80C°
	比能量(W.h./kg)	30~50	30~50	90~190	50~80	180~240	15~40	80~90	100~200
	比功率(W/kg)	75~300	75~300	150~315	150~315	150~315	120~150	160~230	
	充放电效率	70~85	88	90~95	90~95	90~95	75~85	55~65	90
	循环次数	200~800	2000~3000	5000~8000	>10000	3000~4000	>10000	500~2000	>3000
应用类型		能量型	能量型	能量型/功率型	功率型	能量型/功率型	能量型	能量型/功率型	能量型/功率型
成本指标(元/kwh)		500~1000	800~1200	1500~1800	5000~7500	1600~2000	3000~3500	1300~2500	500~700
度电成本(元/kWh)		0.7~1.2	0.68~0.71	0.4~0.9	0.7~1.0	1.0~1.5	0.5~0.8	0.8~1.1	0.7~1.5
安全指标		安全	安全	较安全	安全	过充、内部短路升温严重易起火爆炸	安全	安全	较安全
环保指标		有毒	有毒	无毒	无毒	镍、钴有毒	有毒	无毒	无毒
特点		安全性较为优越，循环寿命低，自放电率高，回收过程中可能产生环境污染	循环性能好；性价比高；一致性好；可回收性好；比能量低；对环境腐蚀性强；	充放电倍率不高；对BMS要求高；	充放电响应速度快；倍率特性好；寿命长；宽温性能好；平台电压低；能量密度低；易吸水、易胀气；	不环保；分解时产生氧气，安全性较差；循环寿命较短	高倍率的充放电特性，无环保隐患；安全性高无潜在爆炸危险	能量密度高，低温性能好；循环寿命高；无污染；耐过充过放；	安全性高；高低温性能优异；成本低廉



可靠分断：7.2.5 电池系统应配置直流断路器、隔离开关可控接触器、直流熔断器等开断等开断、保护设备。

根据需求考虑冗余：7.2.6 电池配置冗余度应根据电池的衰减特性、充放电特性和经济性、应用场景进行配置。

根据成组方式考虑直流侧电压：7.2.7 直流侧电压应根据电池特性、耐压水平、绝缘性能确定，不宜高于2kV。

锂离子电池作为性能最为均衡的储能技术路线，在各场景得到广泛应用，一方面需要进一步降低锂电池储能系统成本；另一方面应重点解决锂离子电池的缺陷和不足。



2022. 11-至今，碳酸锂价格降低30%

价格波动原因：

1、从2021年开始，电动汽车数量的快速增长打破了动力电池核心原料(锂)的供需平衡，碳酸锂的价格也从2021年1月的6.79万元/吨上涨到2022年11月的60万元/吨。

2、近期原材料价格回落原因分析：

1过去两年锂价涨势过猛，需求存在一定的虚高，岁末年初需求降温；

2政府监管频频出手，严查锂电产业上下游囤积居奇、哄抬价格等行为。

其他原材料：

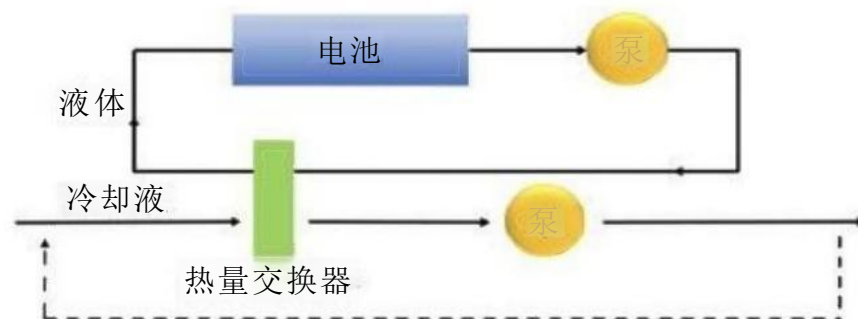
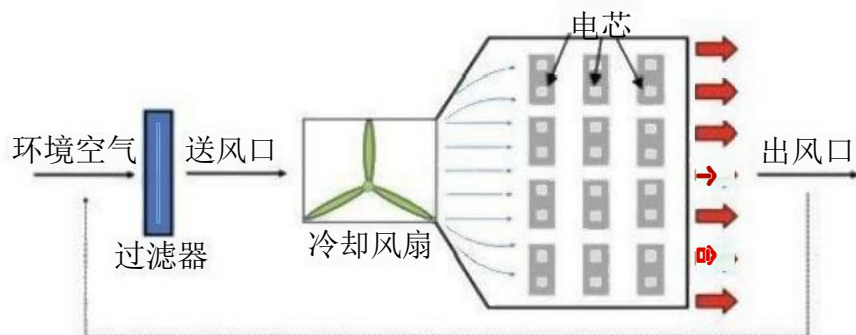
六氟磷酸锂跌5000元/吨，报17万元/吨；

废旧钴酸锂电池跌700元/吨，报6.7万元/吨；

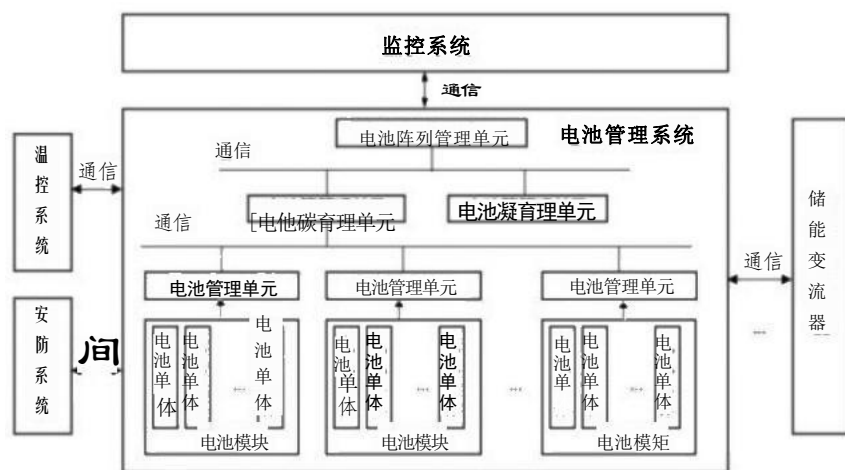
人造石墨跌250元/吨，报6.83万元/吨；

电解液(磷酸铁锂用)跌500元/吨，报4.30万元/吨。

- 锂离子**电池**在工作过程中所生成的大量的热量，通过**热传导、热对流、热辐射**这三种方式与周围环境进行**热交换**，同时环境温度等因素也会对电池产生影响。目前，电池热管理系统主要包括高温冷却和低温加热以及保温等，常见的电池冷却方案有空气冷却、液体冷却。
- 风冷**：风冷冷却结构简单、便于安装、成本较低。空气的比热容低，**导热系数也很低，较难满足电容量较大的储能系统散热，且进出口的电池组之间的温差偏大，即电池散热不均匀。**
- 液冷**：以液体为冷却介质，通过对流换热将电池产生的热量带走。可用作冷却介质的常见液体要求颇为严，**具有均温性好、散热效率高，便于运维等特点。**



(二) 电池管理系统：构架、功能、接口、联动策略



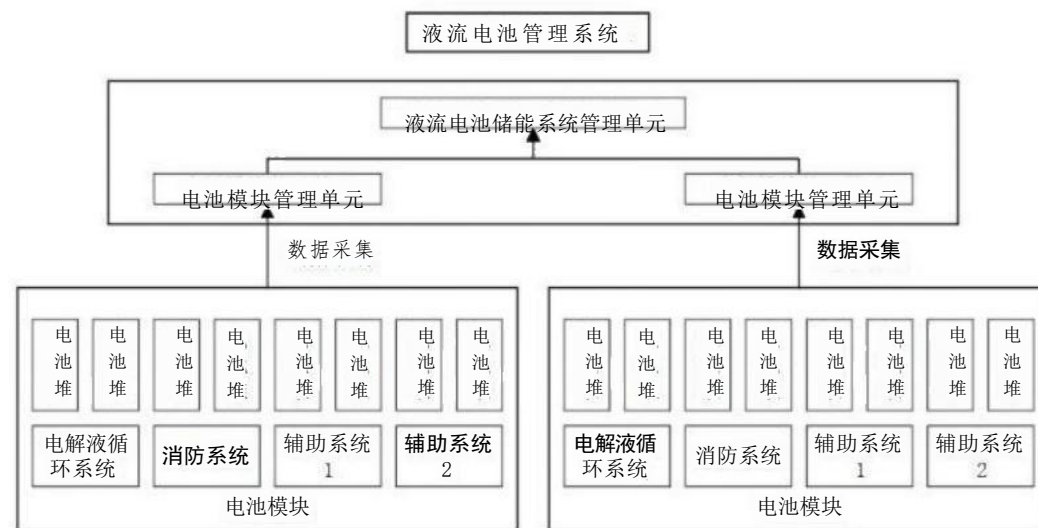
100MWh, 有十万多个电芯, 海量数据的监控管理

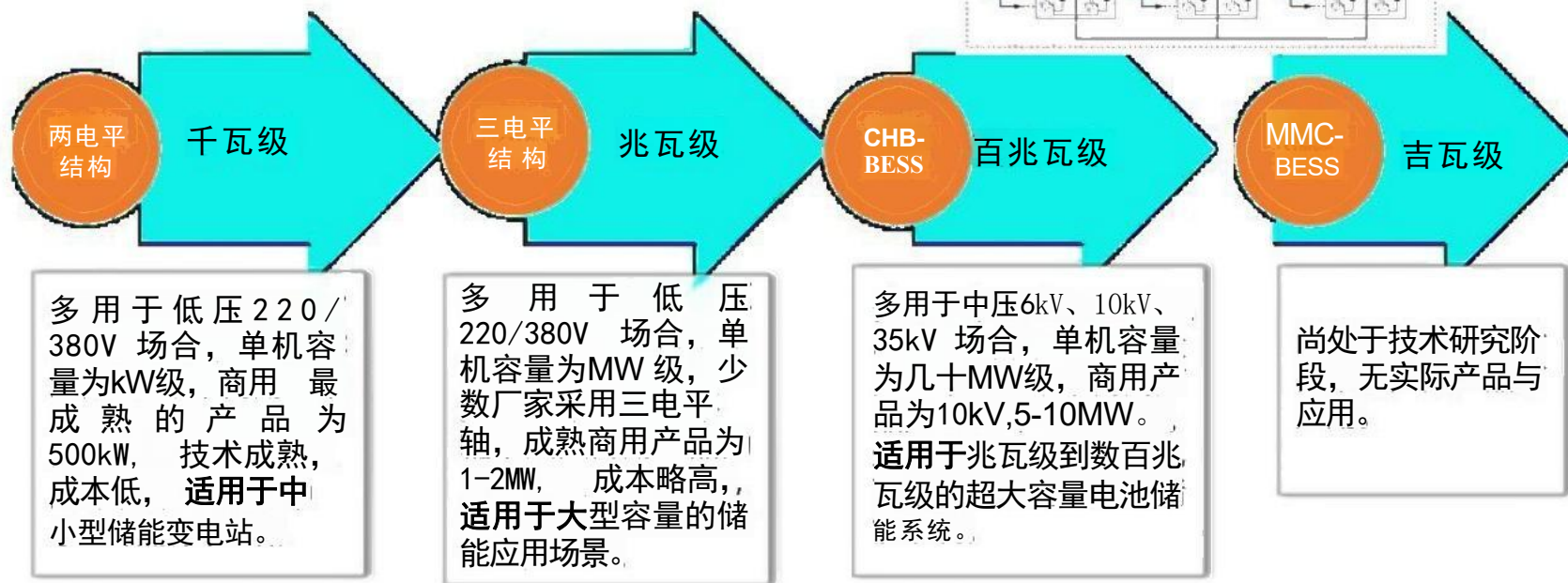
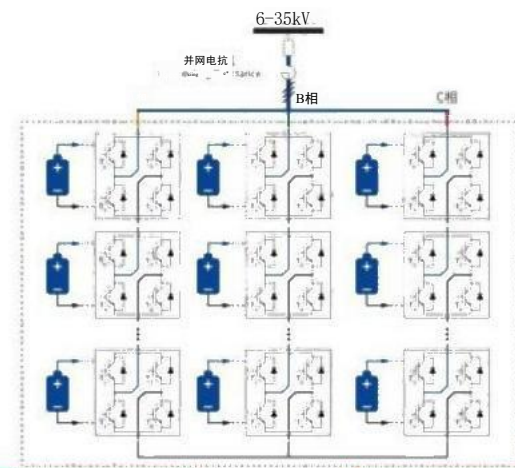
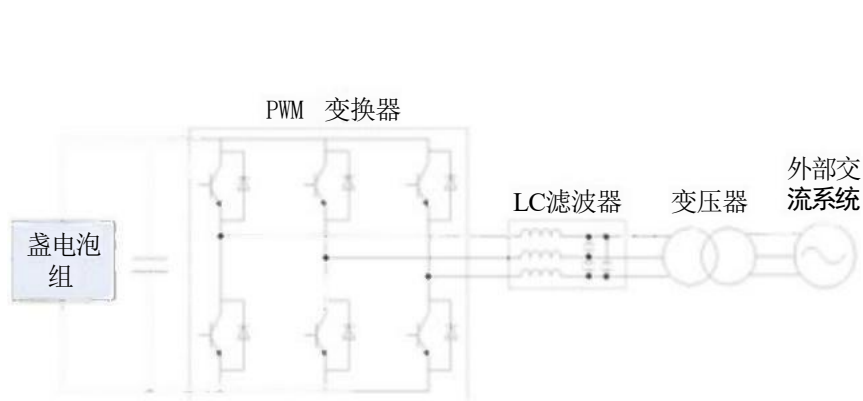
关键技术:

- 准确的估算电池组的剩余电量;
- 动态监测电池组的工作状态;
- 电池状态预警

设计时应重点做好的工作:

1. BMS 通信接口的统一(内部、外部))
2. 与其他系统的联动(温控、安防、变流器)
3. 海量数据的智能分析及预警方法(SOX 估算)



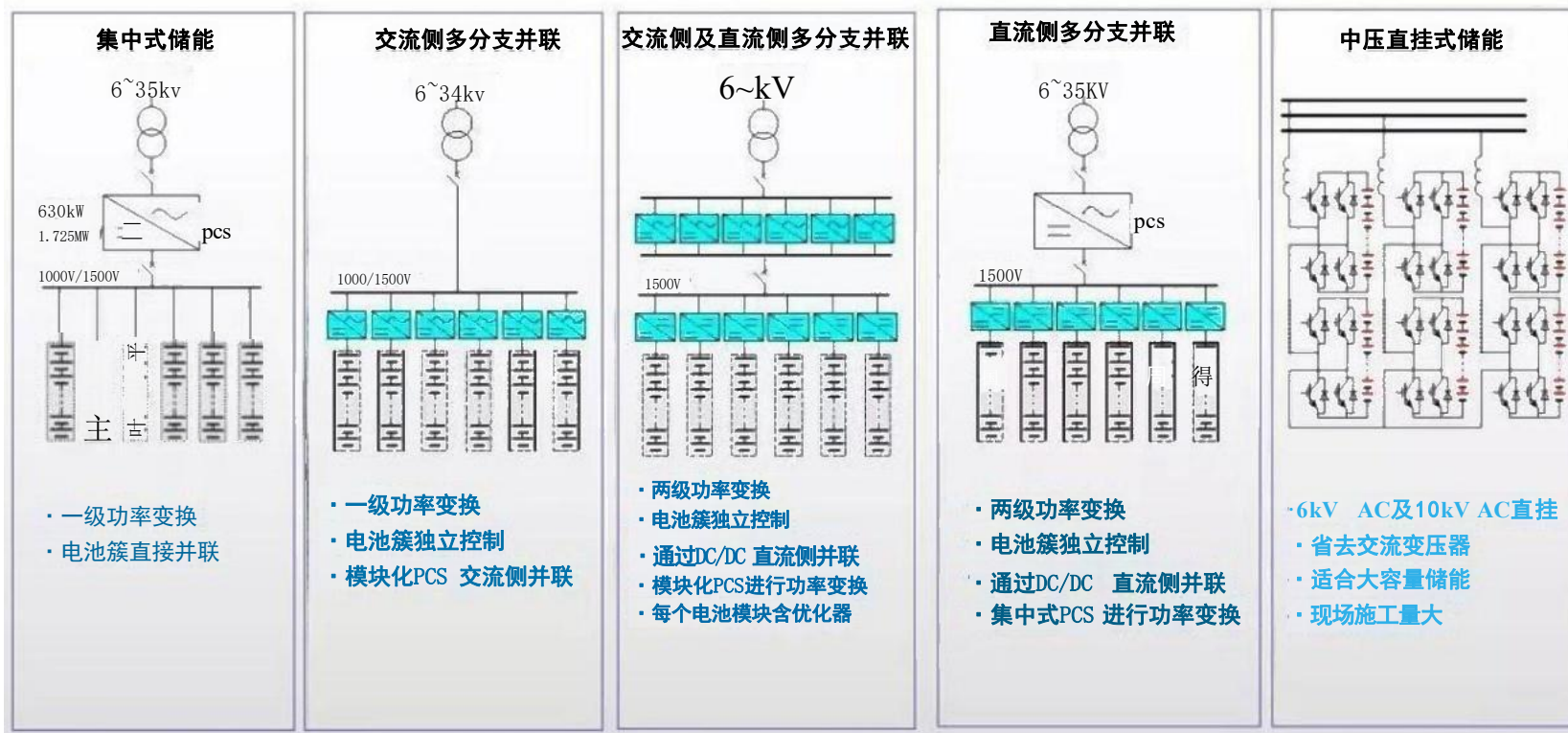


PCS 拓扑结构比对

拓扑型式	优点	缺点
单级式	谐波畸变率较低，结构简单，能耗低，效率较高	缺乏灵活性，大容量储能系统中易发生故障
双级式	结构简单，能耗低，效率较高，方便拓展	电站级协调控制复杂
H桥级联型	能量转化效率高，功率大，占地面积小，尤其适用大容量储能站	冗余控制算法、绝缘设计很重要
MMC 型	能量转化效率高，功率大，占地面积小 具备不平衡运行能力、故障恢复能力	未有案例，设计复杂，控制要求高，成本高等

1 电池的成组方式，应充分考虑串并联后的最高、最低电压及容量需与PCS直流侧电压范围及容量匹配；DC：500V、1000V、1500V 等；

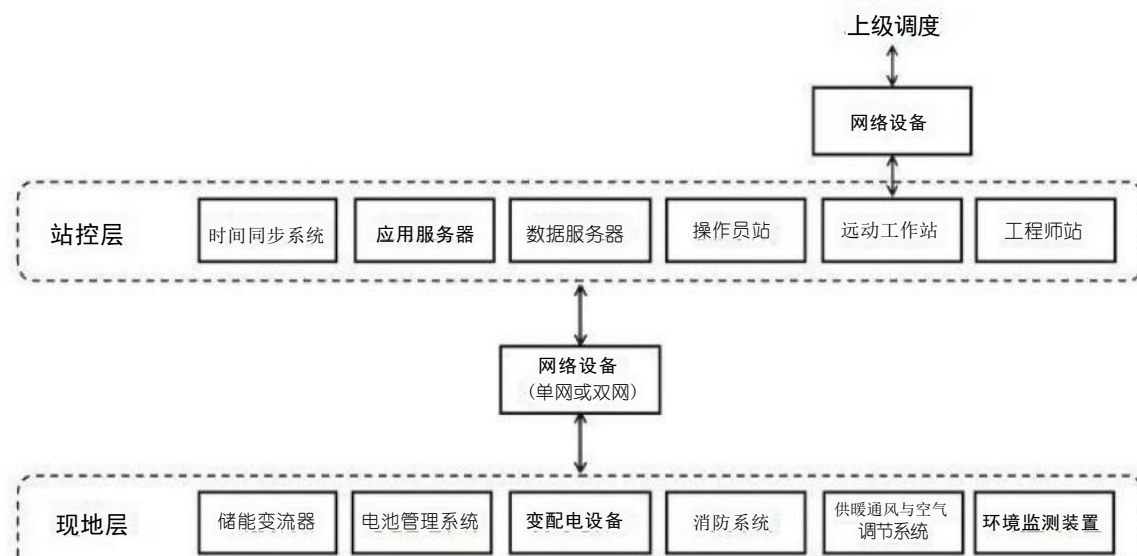
2 电池容量配置，需要考虑电池的一致性、放电深度和PCS 效率。，电池容量配置应在PCS 交流侧满足额定输出电量的基础上取1.1~1.2倍的裕度。



能量管理系统(EMS)：对储能站内电池管理系统、储能变流器、配电二次设备以及视频及环境监控设备等其他站内设备的信息采集、处理、监视、控制、运行管理等功能的计算机应用系统。

总体构架：由两大部分组成，分别是支撑平台、应用软件，能对区储能站电源、配电设备、负荷进行综合管理与调度。

控制策略：一般包含有功跟踪控制、无功跟踪控制，削峰填谷模式、计划曲线模式、调压模式、一次调频模式、二次调频模式、平抑波动模式、联络线功率控制、功率分配、运行控制、保护功能。



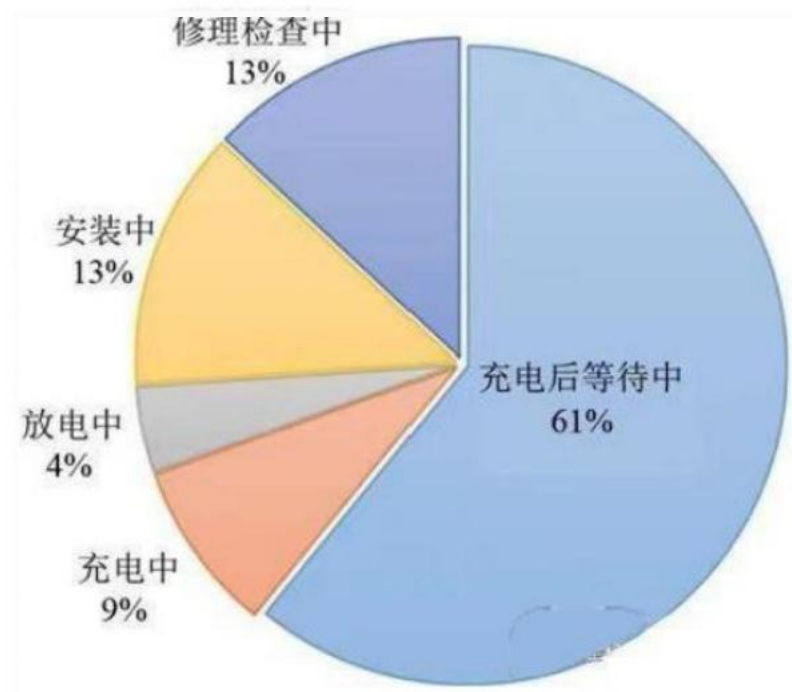
8.7.7 储能电站监控系统宜采用星型网络，大型储能电站宜采用双机双网冗余配置，中型储能电站可采用双机双网冗余配置，小型储能电站宜采用单机单网配置。

8.7.9 监控系统宜采用DL/T860规约进行建模和交互；

国内外电化学储能安全事故统计

2011-2022年，全球共发生了70起电化学储能电站安全事故，其中30起发生于2017年以后。从有限的公开资料显示，从事故类型看，三元锂离子电池安全事故率最高，达到25起；磷酸铁锂目前已知的两起事故都发生在中国。从发生地域看，韩国储能电站起火爆炸事故占32起（韩国企业以三元锂电池为主流产品）。从事故发生环节看，事故大多发生在充电后等待休止过程中。

2022年6月，国家能源局发布《防止电力生产事故的二十五项重点要求（2022年版）（征求意见稿）》，将三元锂电池、钠硫电池剔除中大型电化学储能电站。



2017.8-2019.6期间

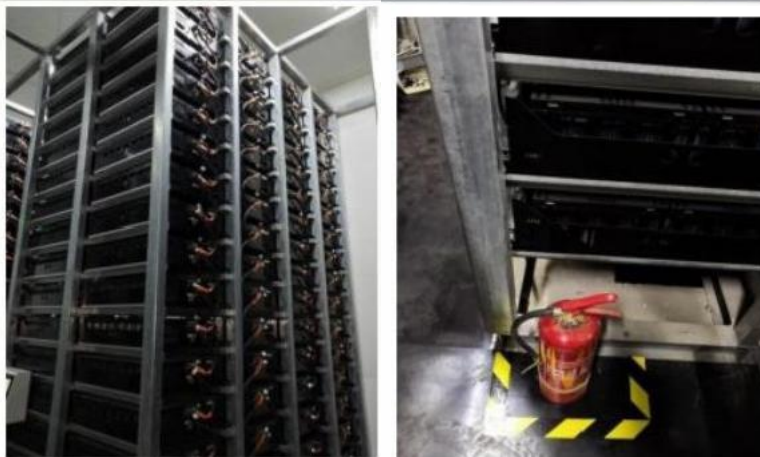
韩国锂电池储能电站事故统计分布图

2

电化学储能设计要点

防火设计-火灾事故现状

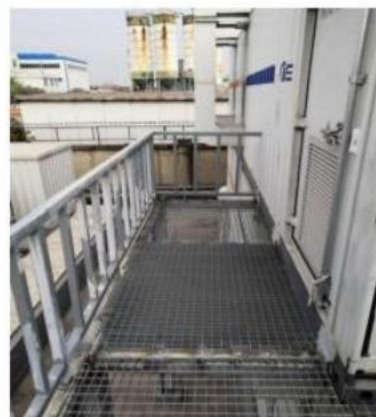
■ 现场存在问题



- 某25MWh 项目仅有灭火器，无其他灭火设施，墙面、地面无防火封堵，大量线缆穿入穿出



- 某2MW项目设置于某写字楼地下2层，灭火救援困难



- 某24MWh 项目与相邻的建筑贴邻，发生火灾容易扩大蔓延；集装箱箱体耐火性能差；

国内外电化学储能安全标准

近日，国内首部储能锂电池安全强制性国标《电能存储系统用锂蓄电池和电池组安全要求》（征求意见稿）进行了公示，此标准规定了使用锂蓄电池和电池组方面的安全要求及试验方法。

此外，国标GB/T42288-2022《电化学储能电站安全规程》也于近日发布，并将于2023年7月1日正式实施，此标准适用于锂离子电池、铅酸(炭)电池、液流电池、水解氢/燃料电池化学储能电站的运行、维护、检修及安全管理。在此之前，大部分国内标准都没有单独列出安全相关标准。

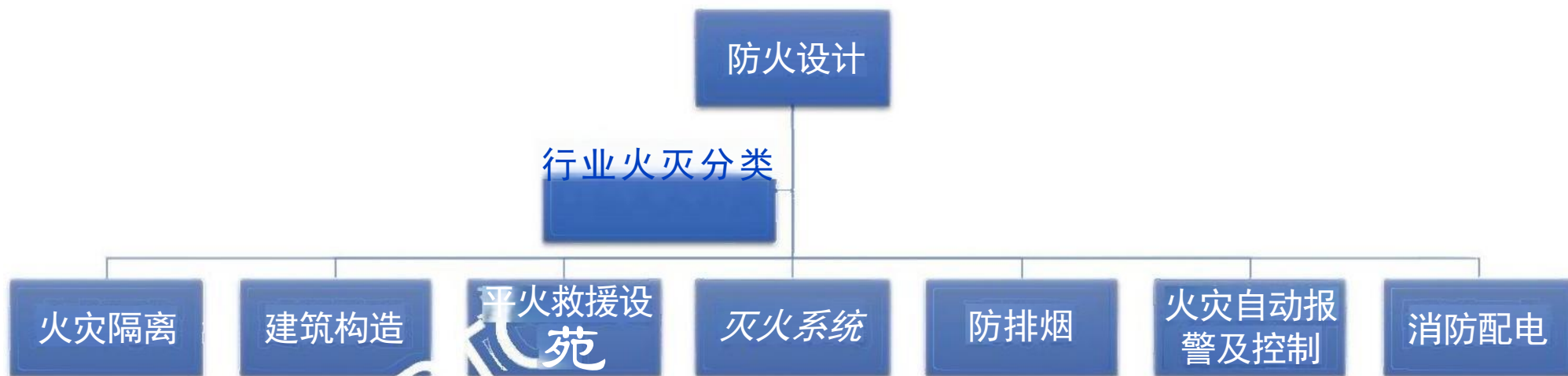
欧洲、北美在锂电储能标准制定方面处于主导地位，主导的 IEC、UL、UN 等安全标准应用比较广泛。

表 1 全球主要区域锂电储能安全性标准

国家和地区	锂电储能安全性标准号					
	电池安全	热安全	电气安全	功能安全	电磁兼容	运输安全
欧盟	IEC 62619		IEC/EN 62477-1; IEC/EN 62109-1/-2	IEC 61508; IEC 60730-1	EN 61000-6-4/2	UN 38.3 (全球通用)
美国	UL1973; UL1642	UL 9540; UL 9540A	UL1741	UL 1998; UL 991	FCC(第十五 部分甲类)	
日本	JISC8715-2		JISC8715-1			
中国	GB/T36276	GB/T 36276				

表2 国内外锂电储能安全标准内容概要

序号	标准号	标准名称	主要内容
1	IEC 62619:2017 ⁿ	包含碱性或者其他非酸性电解液的二次单体电芯和电池—工业设备用二次锂电池和电池组的安全要求	提出了针对电芯、电池和系统的使用安全 和环境适用性安全性测试
2	UL1642:2015	锂电池安全标准	全面考察电芯和电池在各种使用环境 下，包括故障条件、重压条件、燃烧条件 下的安全性
3	UL1973:2018 ^河	用于固定、车辆辅助电源和轻型电动轨道 (LER) 应用的电池	全面考察电芯和电池的电气、机械和环境 安全性
4	UL9540:2016	储能系统及设备安全标准	评估储能系统层面的电气、机械和环境 安全性
5	UL9540A:2018	评估电池储能系统电池热失控火焰传播的 试验方法	评估电池储能系统发生热失控的特性 通过测试数据选择合适的火灾和爆炸防护 机制
6	JISC8715-2:2012 ^{1 2}	工业应用的二次锂电芯和电池：第1部分 安全要求和测试	侧重于产品使用安全和环境适应性安全
7	GB/T 36276—2018	电力储能用锂离子电池	涵盖性能测试和安全性测试，安全性测 能要盐型成上的果续安全理面严



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/096134015054010124>