

# 独立储能电站安全技术与评价





**一、新型储能技术发展现状**

**二、锂电池储能安全现状与防控**

**三、锂电池储能电站安全评价**

**四、储能安全技术研究展望**

## 一、新型储能技术发展现状

### 1. 新型储能发展规模及趋势：2022年

#### ＞ 多种储能技术持续发展，储能复合技术成为必然

新型储能新增7.3GW/15.9GWh， 同比增长200%

锂电储能占据主导地位、装机新增7GW，大容量电芯成为主流；固态电池、钠离子电池商业化加快；

压缩空气储能快速发展趋势，首个100MW压缩空气储能电站并网；

飞轮等短时功率型储能需求增加；

液流电池技术路线多点开花，首个100MW钒液流储能电站并网；

其它技术层不断取得进展。 00MWh重力储能示范项目正在建设中。

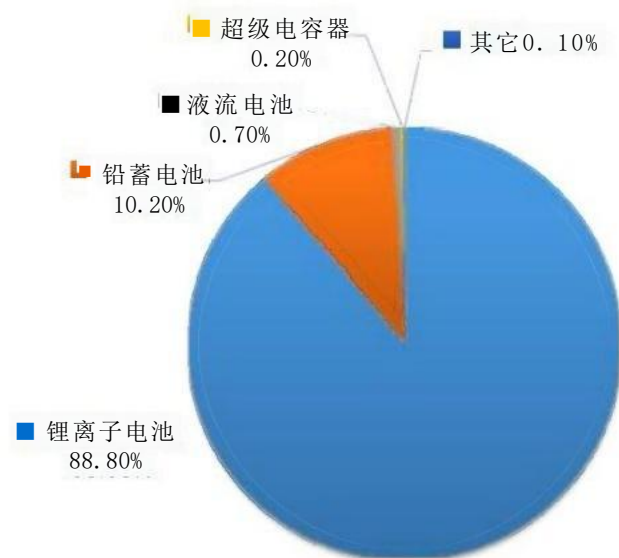
# 一、新型储能技术发展现状

## 1. 新型储能发展规模及趋势

＞ 锂电储能仍然占据主导地位，规模化和分散式应用广泛



中国新型储能市场累计装机规模 (2000-2021)



截至2021年底全国累计电化学储能电站  
装机规模占比 (单位：%)

# 一、新型储能技术发展现状

## 1. 新型储能发展规模及趋势



2021年中国新增新型储能项目接入位置&应用场景分布 (MW%)

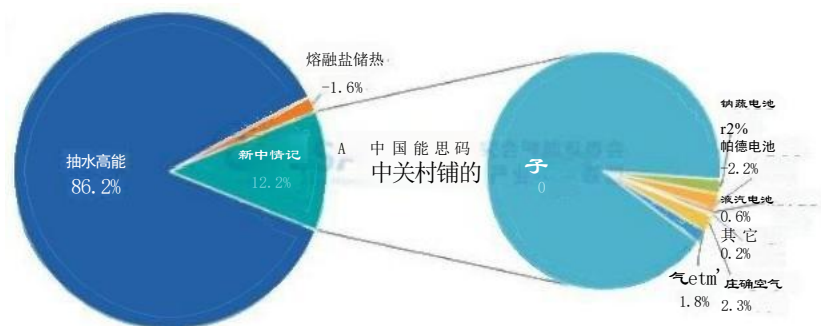
按照设备或项目接入位置，分为电源侧、电网侧及用户侧；从接入位置来看，**电源侧和电网侧**占据了市场主导；

按照储能项目应用场景：分为**独立储能、风储、光储、工商业储能**等30个场景；其中，独立储能、工商业储能这两类场景在去年迎来了大发展。

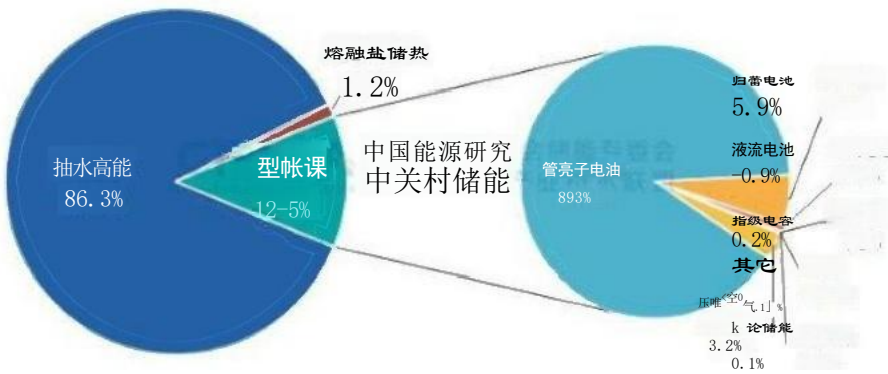
按照储能项目提供服务类型，可划分为：支持可再生能源并网、辅助服务等六大类。而从去年投运储能项目的实际作用来看，**可再生能源并网、辅助服务、用户能源管理服务**是储能项目提供最多的服务类型。

# 一、新型储能技术发展现状

## 1. 新型储能发展规模及趋势全：球市场规模



全球电力储能市场累计装机规模 (MW%, 2000-2021)



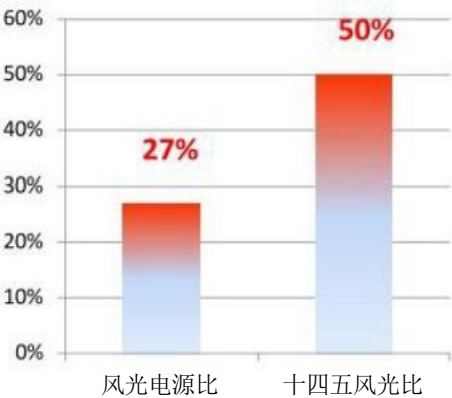
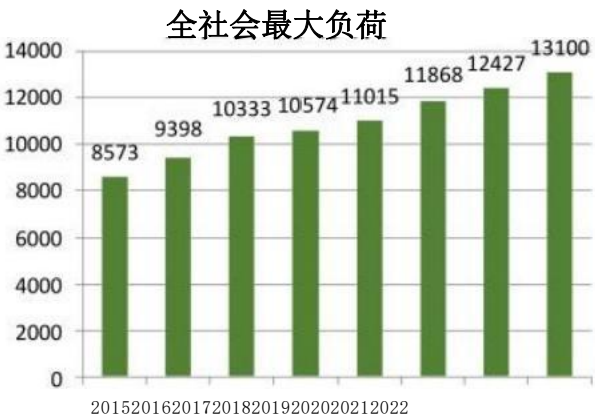
全中国电力储能市场累计装机规模 (2000-2021)



全球新型储能市场累计装机规模 ( MW%, 2000-2021)

一、新型储能技术发展现状

2. 新型储能应用



区外来电占比高



江苏省工业用电峰谷分时销售电价表

| 类别                 | 时段        |      | 翻   | 平R   | 低春 |
|--------------------|-----------|------|-----|------|----|
|                    | #         | 1a5e | 1   | 45#  |    |
| 大工业用电              | 8千e       | 4207 |     | 299  |    |
|                    | 8 - 1 + 下 |      | 191 | 30#  |    |
|                    | 1排千营      |      |     | 2    |    |
|                    | 2of       | 0920 |     | 021% |    |
| 0千代变 (千) 及 2上 1 在用 | 不第1千优     | II   | MI  | 02   |    |
|                    | L04a      |      | 414 | a    |    |
|                    | f g       | ?    | 4   |      |    |
|                    | 3541N千供以下 |      | 484 | 422  |    |

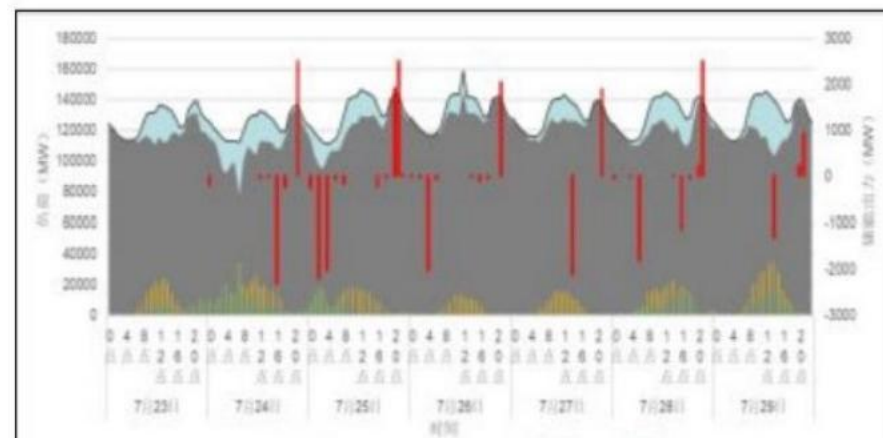
24月1\*1U8E84e68880\*1\*\*\*\*45\*x(0\*

# 一、新型储能技术发展现状

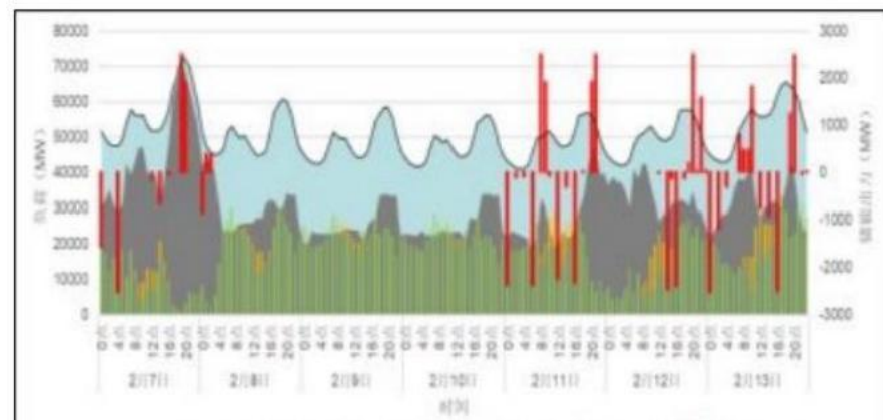
## 2. 新型储能应用

### 规模化储能运行：调峰

- >XX 电网负荷呈现明显的双峰特征，最大负荷周峰谷差明显。储能在负荷较低时充电，反之放电。
- >储能出力储能充放电功率大小与可再生能源出力和负荷大小同时相关，由于正午光伏出力，最大峰谷差周储能在晚高峰进行放电。
- >考虑新能源出力，系统净负荷峰谷差大时，储能动作起到削峰填谷的作用。储能灵活性好，可以根据联合系统可再生机组出力变化实现系统最优辅助调节。



最大负荷(峰谷差)周负荷结果



最小负荷周负荷结果

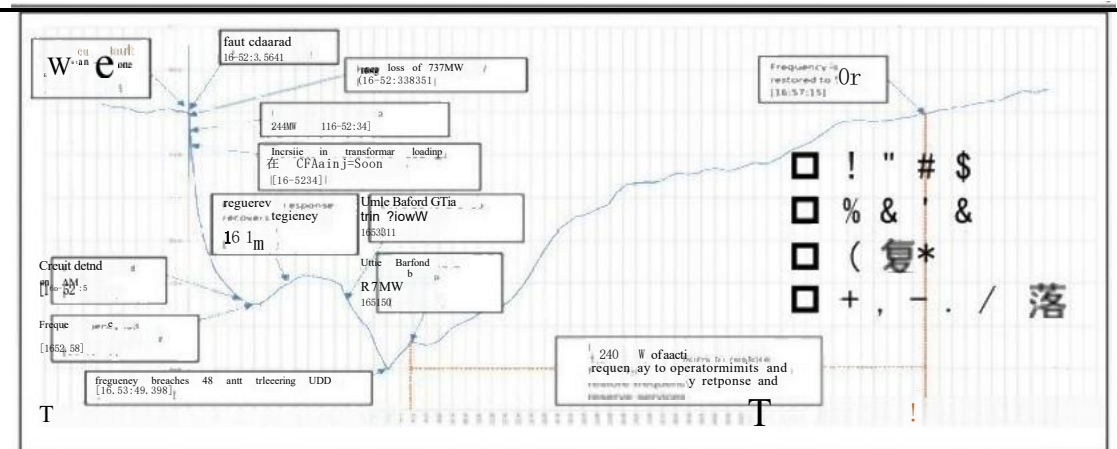
# 一、新型储能技术发展现状

## 2. 新型储能应用

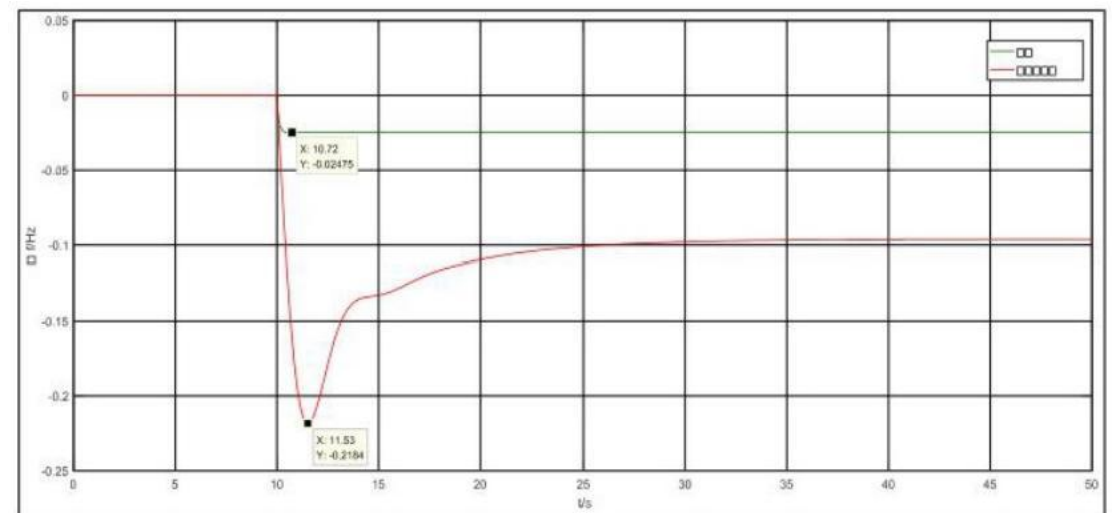
### 电力系统安全稳定运行：调频

- 高比例新能源、高比例区外来电、高比例电力电子设备广泛接入“三高”电网特征突出。
- 增加了电力系统的**频率稳定风险**、**电压稳定风险**和**宽频振荡风险**，可能引发电网事故连锁反应，扩大事故范围。

储能变流器虚拟惯性和一次调频**参数可定制**，可提供数十倍于常规机组的等价容量，有效保障高比例新能源电力系统安全可靠运行。



2019年8月英国大停电频率最低49.1Hz



# 一、新型储能技术发展现状

## 2. 新型储能应用

源网荷储多能互补



# 一、新型储能技术发展现状

## 2. 新型储能应用：商业模式

**共享储能**，以电网为纽带，将独立分散的电网侧、电源侧、用户侧储能电站资源进行全网的优化配置，交由电网进行统一协调，推动源网荷各端储能能力全面释放。共享储能的商业模式优点归纳成三点：

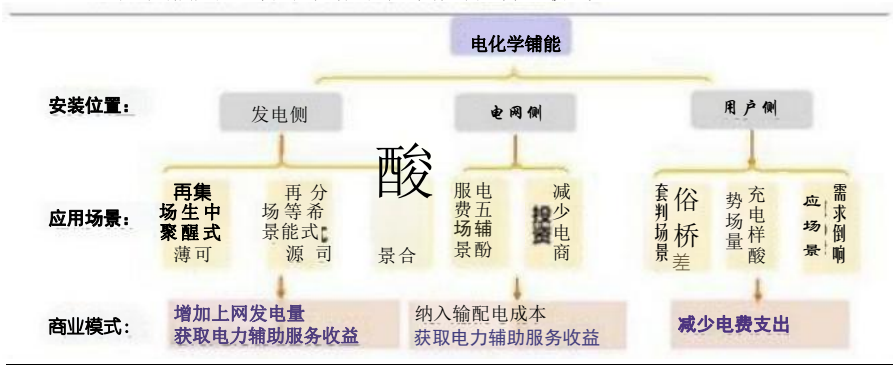
一、通过共享储能的模式，有利于促进新能源电量消纳；

二、共享储能有利于提高项目收益率，能够缩短投资回收周期；

三、有利于促进储能形成独立的辅助服务提供商身份。

电化学储能可以应用在电网的源-网-荷三大环节，实现功能多达10余种，但随着分布式电源、微电网的推广，源-网-荷的界限已经逐渐模糊。尽管储能的安装位置灵活，但归纳储能的商业模式，则主要分为如下三种：**新能源减少弃电、电力辅助服务、减少用电成本。**

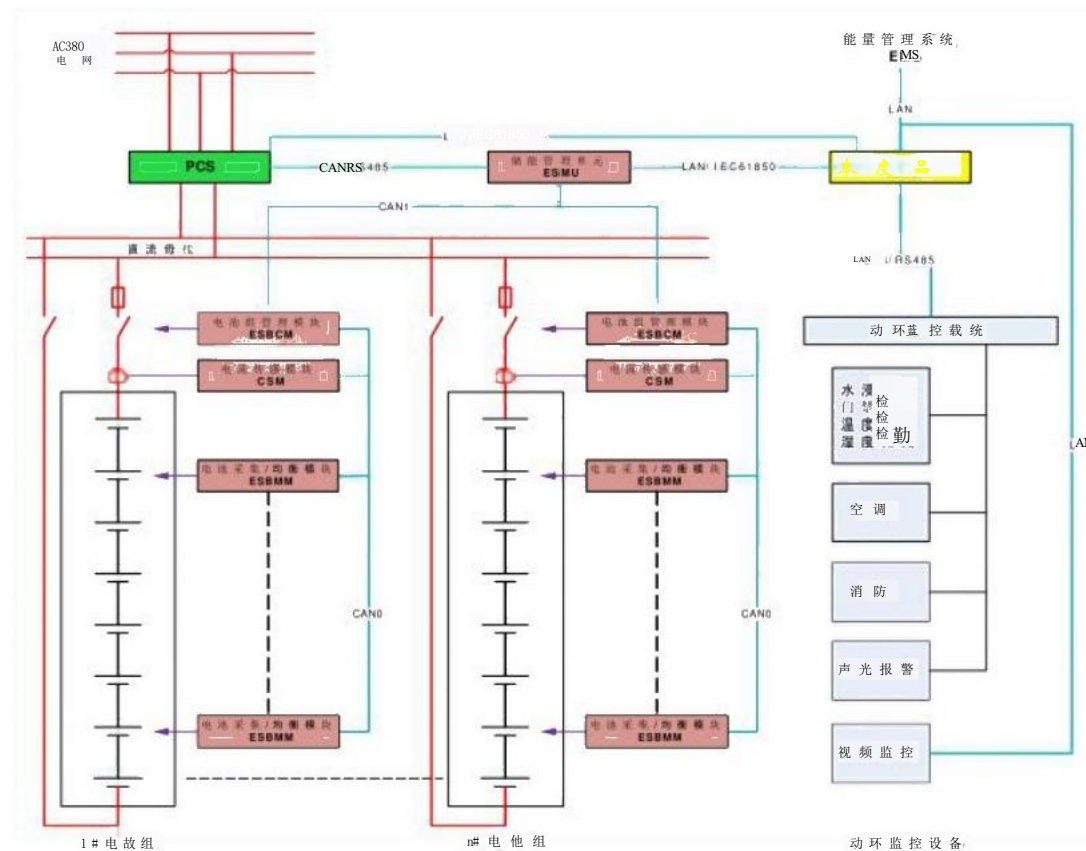
电化学储能在电力系统各环节均有对应商业模式



资料来源：中电联，兴业证券经济与金融研究院整理

# 一、新型储能技术发展现状

## 3. 新型储能技术：储能系统



# 一、新型储能技术发展现状

## 3. 新型储能技术：锂电池性能比较优势

| 性能指标             | 铅炭电池           | 锂离子电池                    | 钠离子电池         | 液流电池           |                | 钠硫电池              | 钠氯化镍电池         |    | 飞轮储能*                      |         |
|------------------|----------------|--------------------------|---------------|----------------|----------------|-------------------|----------------|----|----------------------------|---------|
|                  |                |                          |               | 全钒             | 锌溴             |                   | (固态电池)         |    |                            |         |
| 工作电压<br>(V)      | 2.1            | 3.3~3.7                  | 2.8~3.5       | 1.5            | 1.82           | 1.8~2             | 2~2.5          |    |                            | 480~750 |
| 能量密度<br>(Wh/kg)  | 35~50          | 130~260                  | 80~200        | 20~30          | 70~80          | 100~200           | 100~150        |    |                            | 20~80   |
| 循环寿命<br>(次)      | 2500~4000      | 2500~5000                | 2000~4000     | 8000~10000     | 4000~5000      | 3000~4000         | >3500          |    |                            | 105-106 |
| 系统成本<br>(元/kw)   | 1250~1800      | 1600~2500                | 1200~2200     | 4500~6000      | 2000~3500      | 2000~3000         | 2000~2500      |    | 2000~3000                  |         |
| 系统度电成本<br>(元/Wh) | 0.5~0.7        | 0.6~0.8                  | 0.40~0.6      | 0.7~1.0        | 0.8~1.2        | 0.9~1.2           | 0.9~1.2        |    | 3~8                        |         |
| 系统能量效率           | 75~80%         | 85~90%                   | 90~95%        | 70~75%         | 70~75%         | 70~85%            | 75~85%         |    | 85~90%                     |         |
| 工作温度             | 15~25℃<br>最佳   | 5~40℃                    | -20~45        | 5~40℃          | 10~40℃         | 300~350℃          | 270~320℃       | 钠硫 | -30~60℃                    |         |
| 安全性              | 高              | 存在燃烧或爆炸风险<br>(LPT相对安全性高) | 存在燃烧或爆炸风险     | 高              | 存在溴蒸汽泄漏风险      | 钠硫直接反应导致<br>燃烧风险  | 较高             |    | 较高，没有燃烧爆炸风险                |         |
| 优点               | 电池成本低、可回收性好    | 比能量高、度电成本低               | 比能量高、度电成本低    | 安全，循环寿命长       | 可深度放电、瞬间充电     | 系统维护简单、循环寿命较长     | 安全             |    | 系统维护简单、飞轮储能响应快，使用寿命长       |         |
| 缺点               | 比能量低，寿命短，铅污染风险 | 安全性和可回收性还需提高             | 安全性需提高、产业链需培育 | 维护复杂、能量密度低，成本高 | 对电池材料有腐蚀、自放电严重 | 安全隐患、工作温度高、能量效率偏低 | 功率密度低，循环寿命比电池低 |    | 飞轮储能单机的容量较小、成本高，政策及产业链需培育。 |         |

## 二、锂电池储能安全现状与防控

### 1. 锂电储能事故统计

>全球锂电池储能电站均存在热失控**致火燃爆**风险，储能**安全**问题日益突出

XX 扬中用户侧储能项目



2018.06.08

2019.04.09

2021.04

2021.07

2021.09

山西某电厂9MW 调频储能项目



澳洲特斯拉与法国Neoen 300MW/450MWh储能项目



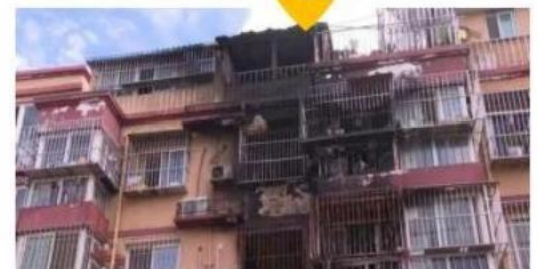
韩国灵岩风力发电厂 ESS 设备



美国亚利桑那州ASP公司 储能项目



北京直流光储充一体化 储能项目



北京通州幸福里电瓶车 火灾事故

## 二、锂电池储能安全现状与防控

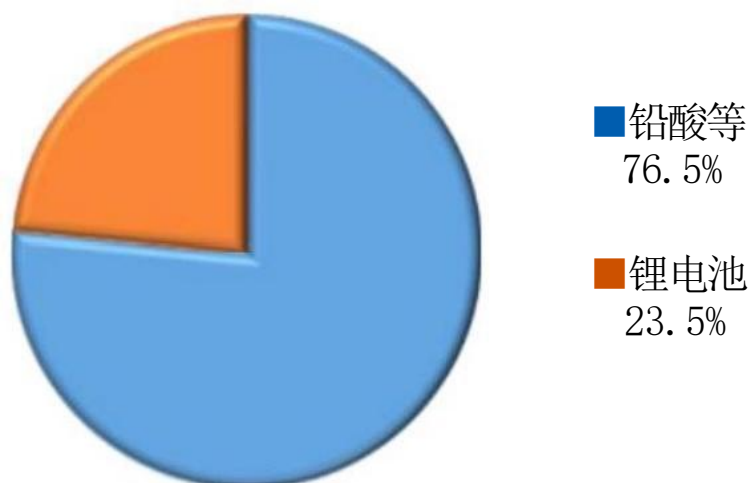
### 1. 锂电储能事故统计： 发

电动自行车事故频



#### > A 锂离子电池自行车事故频发

市场渗透率



2021年1月到7月，全国发生的电动自行车火灾事故已达6462起，平均每个月事故超过900起。80%的电动自行车火灾发生在**充电环节**，绝大部分事故由于锂电池燃爆引起。当下全国电动自行车保有量为3.2亿辆。

经统计21年：18000余起、亡57人。

估算火灾事故率：**>2次/!”#**

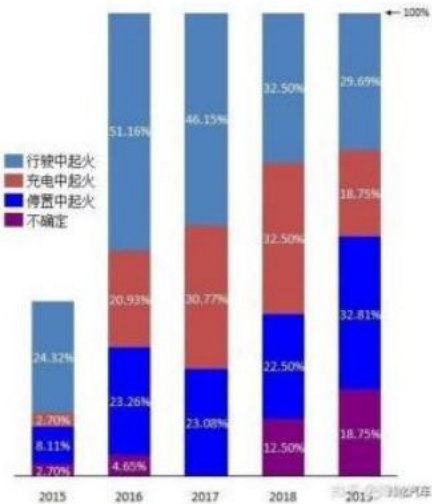
二、 锂电池储能安全现状与防

1. 锂电储能事故统

计： 新能源汽车事故激

地自

实际：2021年新能源汽车火  
灾3000 余起，年保有量784万  
辆。



估算火灾事故率：>3次/!\$”#

从起火原因看，电气故障瓶自燃是造成电动车火灾的主要原因，分别占电动车火灾总数的62.1%和23.5%;而**过充电、电池单体故障、电气线路短路**是导致电动车电气火灾的根本原因。



在已查明起火原因的车辆中，41%的车辆处于行驶状态、40%的车辆处于静止状态、19%的车辆处于充电状态

|           |      | 2025年                                                     | 2030年                                                   | 2035年                                                     |
|-----------|------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 总体目标      | 产业链  | 形成自主可控完整的新能源汽车产业链                                         | 进一步完善新能源汽车自主产业链                                         | 成熟、健康、绿色的新能源汽车自主产业                                        |
|           | 销量   | BEV和PHEV年销量占汽车总销量15%~25%<br>BEV占新能源销量的90%以上               | BEV和PHEV年销量占汽车总销量30%~40%<br>BEV占新能源销量的93%以上             | BEV和PHEV年销量占汽车总销量50%~60%<br>BEV占新能源销量的95%以上               |
|           | 安全   | 新能源汽车的起火事故率小于0.5次/万辆                                      | 新能源汽车的起火事故率小于0.1次/万辆                                    | 新能源汽车的起火事故率小于0.01次/万辆                                     |
|           | 责量   | 新能源新车购买一年内行业百车故障率平均值降至小于140个                              | 新能源新车购买一年内行业百车故障率平均值降至小于120个                            | 新能源新车购买一年内行业百车故障率平均值降至小于100个                              |
| 纯电动汽车     | 应用领域 | 在B级及以下乘用车的城市家庭用车、租赁服务、公务车实现大批量应用                          | 在乘用车和短途商用车上实现大批量应用                                      | 在新增乘用车和中短途商用车上实现大范围应用覆盖绝大多数的公交、物流、市内短途等场景                 |
|           | 关键指标 | 乘用车<br>技术领先的典型A级BEV综合工况电耗小于11kWh/100km (CLTC)             | 技术领先的典型A级BEV综合工况电耗小于10.5kWh/100km (CLTC)                | 技术领先的典型A级BEV综合工况电耗小于10kWh/100km (CLTC)                    |
|           | 公交车  | 技术领先的典型BEV客车(车长12米)综合工况电耗小于65kWh/100kmy (CHTC)            | 技术领先的典型BEV客车(车长12米)综合工况电耗小于60kWh/100km/ (CHTC)          | 技术领先的典型BEV客车(车长12米)综合工况电耗小于55kWh/100km/ (CHTC)            |
| 插电式混合动力汽车 | 应用领域 | 在A级私人乘用车、公务用车以及其他日均行程较短的细分市场实现批量应用                        | 在A级以上私人乘用车公务用车以及其他日均行程适中的领域实现批量应用                       | 在A级以上私人乘用车公务用车以及其他日均行程适中的领域实现大量应用                         |
|           | 关键指标 | 技术领先的典型A级PHEV车型在电量维持模式条件下油耗不超过4.3L/100km, 建议纯电续航里程不超过80km | 技术领先的典型A级PHEV车型在电量维持模式条件下油耗不超过4L/100km, 建议纯电续航里程不超过80km | 技术领先的典型A级PHEV车型在电量维持模式条件下油耗不超过3.8L/100km, 建议纯电续航里程不超过80km |
| 零部件技术     |      | 电池、电机等关键零部件达到国际领先水平，批量出口，ASIL-D安全水平                       |                                                         | 电池、电机等关键零部件引领国际前沿，占据主导地位，保持ASIL-D安全水平                     |

二、 锂电池储能安全现状与防

1. 锂电储能事故统计： 锂电储能事故不断

据中关村储能产业技术联盟和中国储能网不完全统计，2022年上半年全球已有17次储能火灾事件。（不包括家用储能事故）



2022年1-5月全球储能电站及系统起火案例

| 序号 | 时间    | 国别和地区 | 案例                                                                      |
|----|-------|-------|-------------------------------------------------------------------------|
|    | 1月12日 | 韩国    | 韩国蔚山南区SK能源公司电池储能大楼发生火文。                                                 |
| 2  | 1月12日 | 中国    | 京港澳高速上一辆满载储能系统的货车突然起火。                                                  |
| 3  | 1月17日 | 韩国    | 韩国庆尚北道军威郡牛宝郡新谷里太阳能发电站发生火灾，起火的设备为配套储能设施                                  |
| 4  | 1月21日 | 韩国    | 正板材料制造商EcoPro BM C@农生火灾                                                 |
| 5  | 1月23日 | 中国    | 巴斯夫杉杉电池材料有限公司长沙基地某实验室发生火灾                                               |
| 6  | 2月13日 | 美国    | 美国加州Moss Landing体前电站项目发生事故，这是继该项目于2021年9月4日发生过电池过热事故后，在不足半年的时间里发生的第二次事故 |
| 7  | 2月13日 | 澳大利亚  | 澳大利亚阿德莱德北部一个车库的家用电池储能系统发生火灾。                                            |
| 8  | 2月18日 | 中国    | 江西某储能项目发生起火。                                                            |
| 9  | 2月23日 | 尼日利亚  | 位于尼分利亚首都阿布贾中央商业区的联邦财政部大楼地下室的电池这疫照发生火灾并引起爆炸                              |
| 10 | 3月10F | 镇住    | 德国南部某家庭电池储能能发生爆炸                                                        |
| 11 | 3月13日 | 美国    | 美国东麦迪逊大道和Depew街拐角处的一户家庭发生火灾，火灾源自故障锂电池                                   |
| 12 | 3月31E | 中团合清  | 台湾台中市龙井区龙港路工研院龙井储能场站发生意外失火。                                             |
| 13 | 4月5日  | 美国    | 加州Valley Center的Terra-Gen电池储能项目发生了一场小火灾                                 |
| 14 | 4月18日 | 美国    | 美国亚利桑那州盐河变电站内储能设施发生火灾。                                                  |
| 15 | 4月25日 | 美国    | Salt River Project理离子电池储能系统发生火灾(10MW)                                   |
| 16 | 5月8日  | 国     | 德国卡尔夫区的Althengstett一个用户例光伏储能系统发生爆炸。                                     |
| 7  | 6月3日  | 法国    | 科西嘉岛Poggio-di-Nazza镇光伏发电场内锂电储能集装箱起火                                     |

制表：中国化学与物理电源行业协会储能应用分会产业政策研究中心

2017年8月-2019年6月韩国储能电站事故

| 中  | 地点    | 存 量 / M W - h | 家装位置  | 期         | 事故时间<br>(年-月) | 投         | 年故要型        |
|----|-------|---------------|-------|-----------|---------------|-----------|-------------|
|    | 个元高南  | 146           | 4     | 制和        | 2017. 08      |           | 安 装 中 ( 保 管 |
|    | 无北量山  |               |       | 智         | 201804        | 年0个月      | 核 理 检 查 中   |
|    | 全面英着  | 14            | 风 电   | 住 式面租     | 2018. 06      | 2 年 5 十 月 | 理检查中        |
|    | 全 南 配 | 1             | 太 低   | m 证 式 面   | 2018. 09      | 6个月       | 在 电 能 等 持 中 |
|    | 山西出   | 299           |       | III 式 面 想 | 2018. 07      | 下中川       | 毛 电 后 摩 特 中 |
|    | 全南困乱  | 9下            | 风 电   | m建式面      | 2018. 07      | 年7年月      | 克 电 前 等 件 中 |
|    |       | 1             | 需求响应  | 工 带       | 0187          |           | 要 暂 施 工     |
|    |       | 5. 989        | &     | ii 式      | 8P            | 8个月       | 车 电 后 等 待 中 |
|    | 患南每安  | 的             | 本     | 海         | 2018. 09      |           | 安 装 中 ( )   |
|    | 济 州   | 0. 18         | 国 钟   | 田 建 式 面 板 | 2018. 0       | 4 年       | 充 电 中       |
|    | 审画通   | 17. 7         | 四和    | 业地域       | 201810        | 年7个月      | 理 检 中       |
|    | 大北筑洲  | 1. 66         | 本 面   | 工广均均      | 20            | 1 十 月     | 在 电 前 等 持 中 |
|    | 表面天发  | 1. 22         | 太     | 且 建 式 面 板 | 20            | 1 中 小     | 在 电 局 等 待 单 |
|    |       | 4. 16         |       | 加飞面板      | PI            | 1 中       | 它 电 后 等 持 中 |
|    | 天南以匠  | 1. 331        | 太 R   | iliis     | 20181         |           | 在 电 码 等 待 中 |
|    | 忠共硬用  | 9. 316        | 国 来 响 | il u      | 2018. 12      |           | 在 电 后 等 待 中 |
|    |       | 2. 662        | 太田他   | u         | 26918. 12     | T         | 在 电 矿 等 待 中 |
|    | 庆南第山  | 1289          | 面求响应  | 工广地带      | 2019. 01      | 10个月      | 能 电 后 等 持 中 |
|    | 全南莞助  | 8. 22         | 东 国   | io构       | 2019. 01      | 年2个月      | 死 可         |
|    | 全 北 的 | 2. 496        |       | iiiie     | 201901        | 平川        | 在 电 后 等 待 特 |
|    | 山     | 46. F         | 需求响应  | 工广地带      | 2019. 01      | 7个月       | 在 电 后 等 待 中 |
| 22 | 北七将   | 1. 66         | 本     | 山 地       | 2019. 09      | 2 年 1 年 月 | 电 电 耐 等 待 中 |
| 23 | 全北机毒  | 1027          | 健     | liim      | 201908        |           | 充 电 日 故 电 中 |

## 二、 锂电池储能安全现状与防 控

### 1. 锂电储能事故统计： 锂电储能事故不断

#### > 锂离子储能电站事故统计模型

概率推演模型， 对一个百兆瓦级储能电站， 高质量电池电芯故障概率达到0.63次/年 , 而采用 一般电芯故障概率达到1-3次/年

| 组号 概率 | 储能电站规模   |         | 厂家电芯故障率(/万年) | 预测电站热失控概率 |         |         |
|-------|----------|---------|--------------|-----------|---------|---------|
|       | 储能容量     | 电芯数量(个) |              | 发生1起热失控   | 发生2起热失控 | 发生3起热失控 |
| 1     | 1MW仓级电站  | 5000    | 1            | 39.35%    | 9.02%   | 1.44%   |
|       | 10MW级电站  | 50000   |              | 99.33%    | 95.96%  | 87.54%  |
|       | 100MW级电站 | 500000  |              | 100.00%   | 100.00% | 100.00% |
| 2     | 1MW仓级电站  | 5000    | 0.2          | 9.52%     | 0.47%   | 0.02%   |
|       | 10MW级电站  | 50000   |              | 63.21%    | 26.42%  | 8.03%   |
|       | 100MW级电站 | 500000  |              | 100.00%   | 99.95%  | 99.72%  |
| 3     | 1MW仓级电站  | 5000    | 0.1          | 4.88%     | 0.1209% | 0.00%   |
|       | 10MW级电站  | 50000   |              | 39.35%    | 9.0203% | 1.44%   |
|       | 100MW级电站 | 500000  |              | 99.33%    | 95.96%  | 87.53%  |
| 4     | 1MW仓级电站  | 5000    | 0.02         | 1.00%     | 0.00%   | 0.00%   |
|       | 10MW级电站  | 50000   |              | 9.52%     | 0.47%   | 0.02%   |
|       | 100MW级电站 | 500000  |              | 63.21%    | 26.42%  | 8.03%   |

## 2. 储能产业制度建设

《电化学储能电站安全管理办法(征求意见稿)》 2021. 08

## 二余王线、五个机制

本办法编制过程中，坚持“安全为本利于发展”的理念，始终以电化学储能电站全链条安全管理为核心，坚持三条主线、建立五个机制，全面提升储能电站安全管理工作的规范化、科学化水平，促进行业健康发展：

以强化电站**本质安全管理**为主线，以建立健全电站**安全管理体系**为主线，以加强电站**消防应急管理**为主线；

建设单位主体责任机制、项目准入机制、质量管控机制、并网检测机制与政府协作共管机制。

## 二、锂电池储能安全现状与防 控

目前已发布电化学储能标准共96项、在编19项，其中国标18项、行标33项、团标44项、国网企标20项

### 2. 储能产业制度建

水储能电站建设、安全、设计体系不完善，现行标准技术指导性、针对性有待提升

＞ 国内尚无系统性电站级的电力储能安全方面行业标准、国家标准

妥协的结果

电化学储能电站标准列表（规划设计）

| 序号 | 标准号              | 标准名称                       |
|----|------------------|----------------------------|
| 1. | GB/T 36558-2018  | 电力系统电化学储能系统通用技术条件          |
| 2. | GB/T 51048-2014  | 电化学储能电站设计规范(正在修订)          |
| 3. | GB/T34131-2017   | 电化学储能电站用锂离子电池管理系统设计规范(已修订) |
| 4. | Q/GDW1886-2013   | 电池储能系统集成典型设计规范             |
| 4. | Q/GDW10769-2018  | 电化学储能电站技术导则                |
| 5. | Q/GDW 11265-2014 | 电池储能电站设计规程                 |
| 6. | Q/GDW 11376-2015 | 储能系统接入配电网设计规范              |
| 7. | DL 5027-2015     | 电力设备典型消防规程                 |
| 8. | CEC/T 373-2020   | 预制舱式磷酸铁锂电池储能电站消防技术规范(新立)   |

## 二、锂电池储能安全现状与防 控

### 2. 储能产业制度建 设

近几年发布

| 序 号                 | 标 准 号            | 标 准 名 称              |
|---------------------|------------------|----------------------|
| 1.                  | T/CNESA1002-20   | 电化学储能系统用电池管理系统技术规范   |
| 2.                  | T/CNESA10XX-20XX | 电网侧储能规划设计技术导则        |
| 3. T/CNESA10XX-20XX | 4.               | 电化学储能项目经济评价导则        |
|                     | CEC/T373-2020    | 预制舱式磷酸铁锂电池储能电站消防技术规范 |
| 5.                  | CEC/T5026-2020   | 电化学储能电站初步设计内容深度规定    |
| 6.                  | CEC/T 5024-2020  | 电化学储能电站施工图设计内容深度规定   |
| 7.                  | CEC/T5025-2020   | 电化学储能电站可行性研究报告内容深度规定 |
| 8.                  | T/CNESA1003-2019 | 电力储能系统用电池连接电缆        |
| 9.                  | T/CNESA1000-2019 | 电化学储能系统评价规范          |
| 10                  | Q/GDW11994-2019  | 电化学储能规划技术导则          |
| 11.                 | T/JFPA0008-2021  | 磷酸铁锂电池储能电站可燃气体探测器    |
| 12.                 | T/JFPA0007-2021  | 电化学储能电站消防安全评估        |

## 二、锂电池储能安全现状与防 控

《电化学储能电站设计  
规范》全面大修

## 2. 储能产业制度建设

### 《电化学储能电站设计标准》 (征求意见稿)正在征求意见

- 5 SOC估算精度应不大于8%,宜具有自标定功能,计算更新周期不大于3S;
- 6 应能在供电电源电压上限、下限时,持续运行1.00h,且状态参数测量精度满足要求;
- 7 应全面监测电池的运行状态,包括单体、模块和电池系统电压、电流、温度和电池荷电量等;
- 8 应具备过充电过放电保护、短路保护、过流保护、温度保护、漏电保护等功能;
- 9 宜配置软/硬布线出口,当保护动作时,发出报警和/或跳闸信号通知储能变流器及计算机监控系统;
- 10 电池管理系统的均衡功能直接电池特性合理配置;
- 11 宜支持正C61850、CAN2.0B、Modbus TCP-IP 或 DLT860 通信,配合储能变流器及站内监控系统完成储能单元的监控及保护;
- 12 锂离子电池管理系统技术要求应符合现行国家标准《电化学储能电站用锂离子电池管理系统技术规范》GB/T34131 的规定。

7.2.2 电池时技术要求应满足以下规定:

- 1 锂离子电池的技术要求应符合现行国家标准《电力储能用锂离子电池》GB/T36276 及现行行业标准《电化学储能电站用锂离子电池技术规范》NB/T42091-2016 的有关规定;
- 2 全钒液流电池的技术要求应符合现行国家标准《全钒液流电池通用技术条件》GB/T32509 的有关规定;
- 3 铅炭电池的技术要求应符合现行国家标准《电力储能用铅炭电池》GB/T 36280 的有关规定;
- 4 电池应具有安全防护设计。在充、放电过程中外部遇明火、撞击、雷电、短路、过充过放等各种意外因素时,不应发生爆炸;
- 5 在正常情况下,液流电池各承压部件不应发生渗漏,喷溅等液体渗出情况。

7.2.3 电池宜采用模块化设计。锂离子电池模块的额定电压宜选38.4V、48V、51.2V、64V、128V、153.6V、166.4V 等系列。铅酸(铅炭)电池模块额定电压宜选 2V、6V 和 12V 系列。

7.2.4 电池系统的成组方式及其连接拓扑应与储能变流器的拓扑结构相匹配,并宜减少电池并联个数

7.2.5 电池系统应配置直流断路器、隔离开关等开断、保护设备。

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。

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。

## 二、锂电池储能安全现状与防

### 《电化学储能电站设计规范》全面大修

## 2. 储能产业制度建设

### 《电化学储能电站设计标准》 (征求意见稿) 正在征求意见

寸水\山 J/ UU T∠VU ARJEUJH -T0

7.5.5 全户外布置储能单元可采用屋外电池预制舱设备，设备间距需应满足设备运输、检修的需求。锂离子电池、铅酸(铅炭)电池预制舱长边间距不宜小于3m，电池预制舱短边间距不宜小于3m。液流电池预制舱设备开门侧间距不宜小于3m。电池预制舱(柜)设备距离站内道路(路边)不应小于1m。

7.5.6 储能单元内设备布置应综合考虑线缆损耗、设备散热、运维操作空间、占地面积等因素。

7.5.7 锂离子电池预制舱堆叠不直超过两层。锂离子电池预制舱设备及辅助设施应整体设计，下部承重结构应根据上部自重和整体结构安全确定，应配置楼梯等疏散和运维通道。

7.5.8 户内布置的储能单元应设置防止凝露引起事故的安全措施。

7.5.9 全户内布置储能电池柜/架的高度宜根据运维的需求确定，电池柜架的高度不宜超过2400mm。

当采用框架式布置型式时，应具有电池的防尘设计。站内储能变流器尺寸宜保持一致，站内电池柜架尺寸官保持一致。储能单元布胃应满足下列要求：

4 建筑造型整体协调、适用美观。

9.2.2 锂离子电池厂房直独立布置，并宜采用敞开或半敞开式。

9.2.3 电池室的室内装修材料的燃烧性能等级应为A级。

9.2.4 建筑物的围护结构热工性能应满足当地气候条件及节能标准，外墙及屋面应根据电池和其他设备的温度特性、通风和采暖要求采取相应的保温隔热层。保温隔热层应采用燃烧性能为A级的保温材料。

9.2.5 电池室设计应有利于其室内通风顺畅，顶棚内表面应平整，不宜形成折形或凹槽表面，避免产生空气流通盲区，且顶棚不应设置吊顶。

9.2.6 电池室应防止太阳光直射室内，当设有采光窗时应采用遮光措施。

12.2.1 铅酸电池(铅炭电池)厂房、液流电池厂房火灾危险性类别为丁类，耐火等级不应低于二级，锂离子电池厂房耐火等级不应低于二级，储能电站内除电池厂房以外的配电建筑及辅助生产建筑火灾危险性类别及耐火等级应符合国家标准 GB 50229《火力发电厂与变电站设计防火标准》的相关规定，**屋外电池预制舱(柜)箱体外围护结构所采用的材料应为不燃材料。**

12.2.2 锂离子电池厂房不应设置于地下或半地下。锂离子电池厂房层数、高度、每个防火分区的最大允许建筑面积应符合表12.2.2的规定，储能电站内其它建筑的层数、面积应符合国家标准 GB 50016《建筑设计防火规范》、GB50229《火力发电厂与变电站设计防火标准》的相关规定。

表12.2.2 锂离子电池厂房层数、高度、每个防火分区的最大允许建筑面积

| 建、构筑物及设备名称 | 耐火等级  | 最多允许层数、高度 | 每个防火分区的最大允许建筑面积(m) |      |
|------------|-------|-----------|--------------------|------|
|            |       |           | 单层                 | 多层   |
| 锂离子电池厂房    | 一级、二级 | 6层、24米    | 4000               | 3000 |

## 二、锂电池储能安全现状与防 控

### 2. 储能产业制度建

设

《电力储能系统建设运行规范》（DB11/T1893-2021）

规范设计、施工、运行全过程管理

5.8.3.5 火灾危险性为甲、乙类的储能系统应设置固定式自动灭火系统，满足灭火、陶温、防复燃的要求。其他储能系统、区域需配置合理可靠的灭火系统。

5.8.3.6 储能系统应设置满足GB50116 要求的火灾自动报警系统。火灾危险性为甲、乙类的储能系统应具备火灾预警功能。储能电站的主控通信室、配电装置室、继电器室、电池室、PCS室、电缆夹层及电缆竖井应设置火灾探测装置。

5.8.3.7 火灾危险性为甲、乙类的储能系统应设置可燃气体探测器。

#### 5.8.4 建筑与设备防爆

5.8.4.1 火灾危险性为甲、乙类的储能系统应设置独立的事事故通风系统。事故排风量应按换气次数不少于12次/h 确 定 。当电池室空气中可燃气体浓度达到爆炸下限25%时，事故排风机应能自动开启。

5.8.4.2 火灾危险性为甲、乙类的储能系统电池室应采用防爆电气设备。有产生可燃气体安全风险的电池室内，不应安装易产生电弧或电火花的电气开关设备。

5.8.4.3 有爆炸危险的储能电站厂房或储能电站厂房内有爆炸危险的部位应设置泄压设施，并符合GB 50016 相关防爆要求。

全国第一个地方建设  
标准、十分严格

北京市地方标准

4.2.2 电力储能系统火灾危险性可参照表2划分。

表2 电力储能系统火灾危险性分类

| 储能系统          | 火灾危险性分类 |
|---------------|---------|
| 锂离子/钠离子电池储能系统 | 甲、乙     |

DB11/XXXXXX-XXXX

| 储能系统     | 火灾危险性分类 |
|----------|---------|
| 液流电池储能系统 | T       |
| 超级电容储能系统 | 乙       |
| 飞轮储能系统   | T       |
| 压缩空气储能系统 |         |

## 二、 锂电池储能安全现状与防 控

### 2. 储能产业制度建设

#### > 《电化学储能电站设计标准》 (征求意见稿)正在征求意见

规范尚未明确的几点:

1. 对电池单体/模组监测仍然存在模糊空间，  
厂家在监测布置上差异大；
2. 锂电池室火灾危险等级没有明确， 参考乙  
类。
3. 锂离子电池厂房不宜封闭室内布置；不应  
地下室或半地下室布置；
4. 电池室应配置可燃气体报警设备， 没有明  
确响应策略。仍然作为火灾报警信号。

#### 《电化学储能电站设计 规范》全面大修

注：1电抗器室如选用含油设备时，宜采用缆式线型感温探测器。

2火灾探测器应采用防爆型。

12.6.4 电 池 室 应配置可燃气体报警设备，可燃气体探测器应根据正常及事故工况下产生的气体类型选择，应采用防爆型设备。可燃气体探测器的设置应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 的 规 定 。

12.6.5 储能电站宜具备火灾早期预警功能，可通过计算机监控系统、电池管理系统、可燃气体探测设备、火灾报警系统等设备，实现电站的火贞监控预警。

12.6.6 有人值班的储能电站的火灾报警控制器设置于主控制室，主控制室的设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的规定；无人值班电化学储能电站的火灾报警控制器宜设置于警传室，并将火警信号传至集控中心。

## 2. 储能产业制度建设

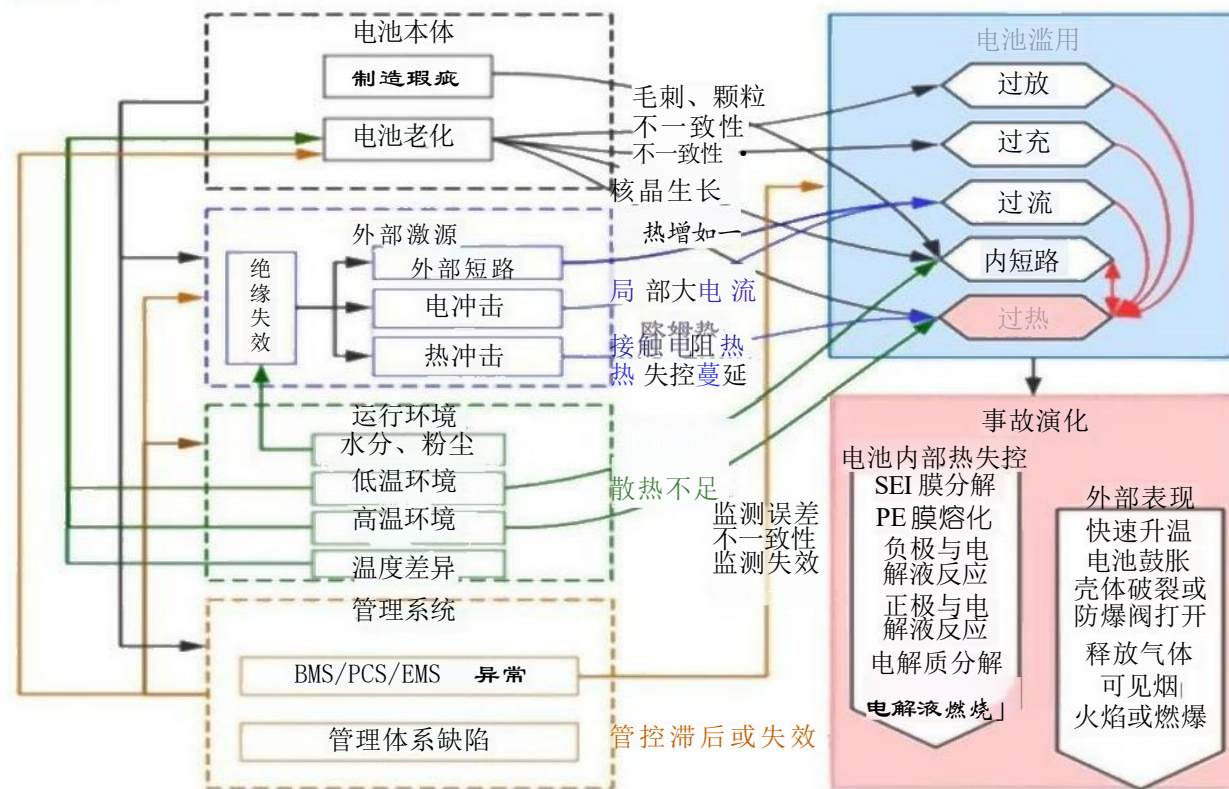
- ＞ 储能材料技术有待突破
- ＞ 储能监控及智能技术有待提升
- ＞ 建设监管机制有待完善

## 二、锂电池储能安全现状与防控

### 3. 锂离子储能电站安全防控技术

储能安全问题是系统性问题，事故的发生往往由多因素交互作用演化发展，最终导致电池滥用及热失控的发生。

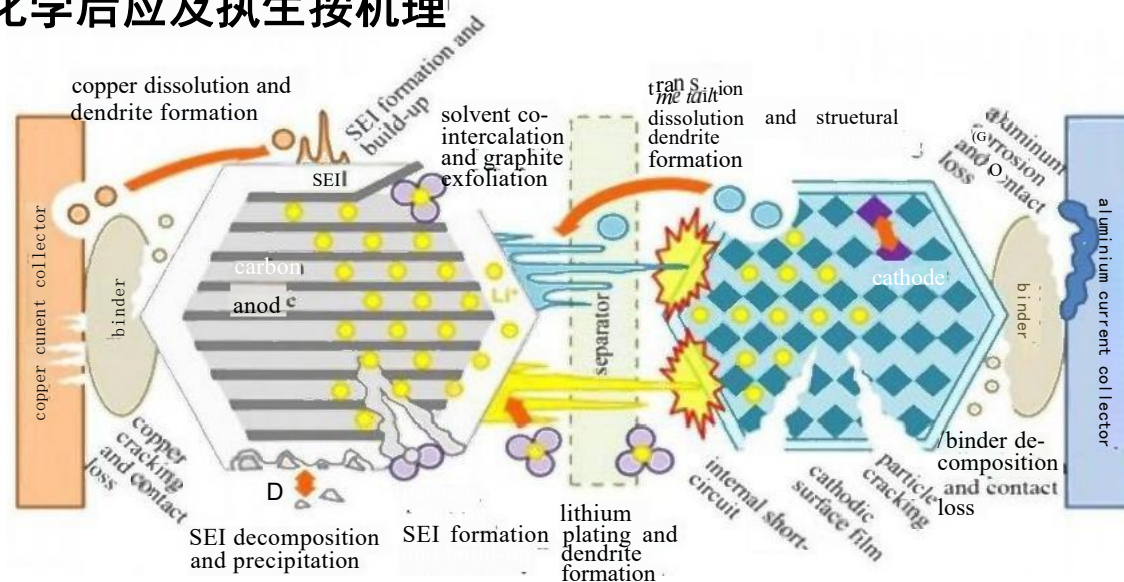
电池滥用：机械滥用、热滥用、电滥用



## 二、锂电池储能安全现状与防控

### 3.1 锂离子电池热失控防控技术

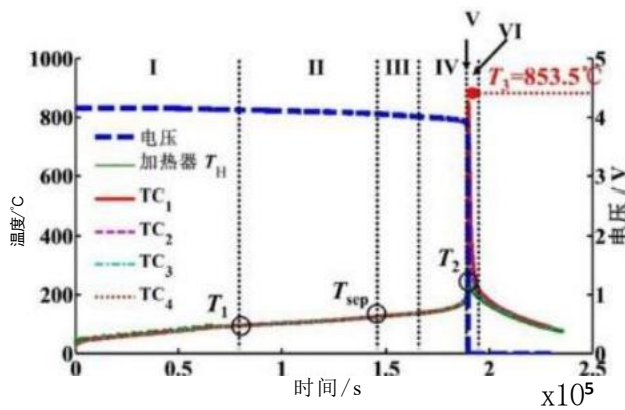
#### ＞ 锂离子电池电化学后应及失效机理



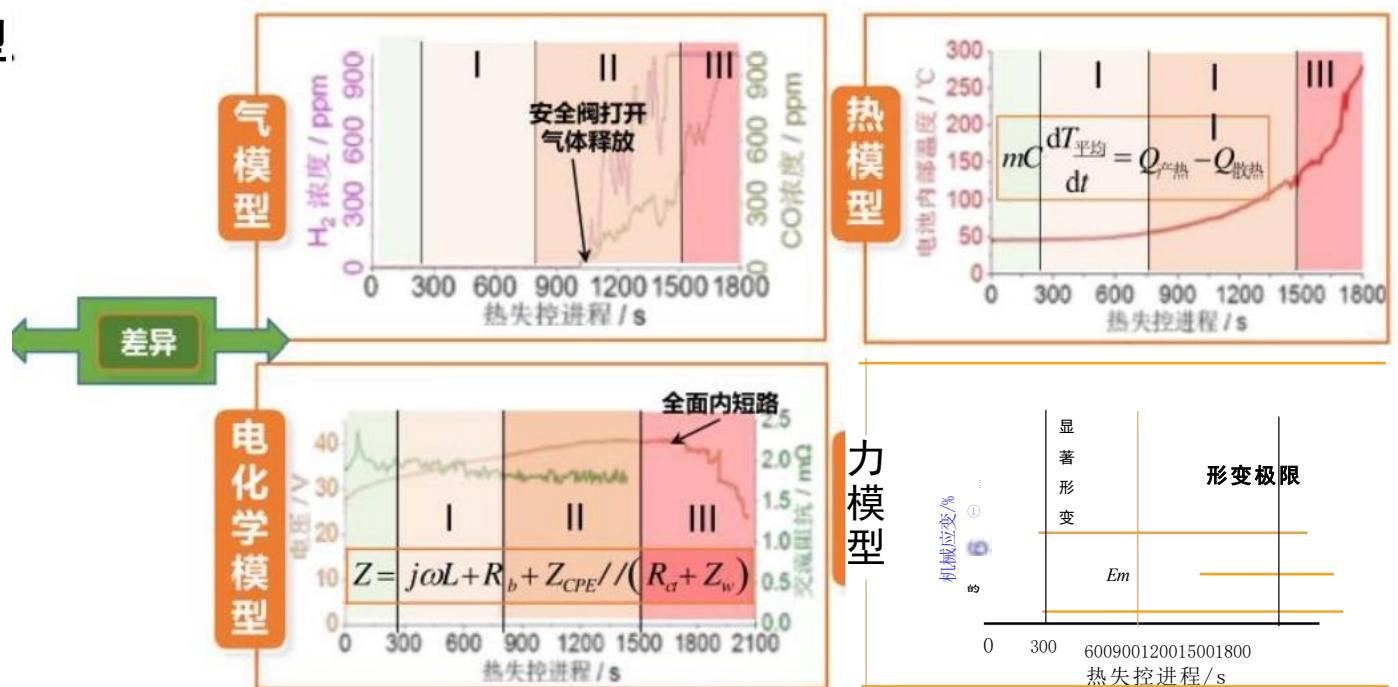
## 二、锂电池储能安全现状与防控

### 3.1 锂离子电池热失控防控技术

#### ＞ 锂离子电池热失控耦合模型



绝热热失控测试结果



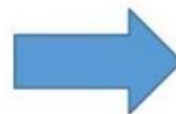
模组级真型实验结果

### 3.1 锂离子电池热失控防控技术

#### ＞ 锂离子电池热失控防控技术路线

热失控现象电压降+温升速率 $\geq 1^{\circ}\text{C}/\text{S}$ ;  
电池温度达到保护温度( $300^{\circ}\text{C}$ )+温升速率 $\geq 1^{\circ}\text{C}/\text{S}$ ;  
电池起火、爆炸;

过充、加热:  
电池终止电压1.5倍或时间达到1h, 不起火、不爆炸;  
电池温度按照温升速率 $=5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 达到 $130^{\circ}\text{C}$ 并保持30min  
, 电池不起火、不爆炸;



电池电压管理功能;  
电池热管理功能;  
电池充放管理功能;  
电池均衡管理功能;  
电池温度管理功能;

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/056134002054010124>