

# 储能产业研究白皮书

## 2015

### (摘要版)

中关村储能产业技术联盟  
China Energy Storage Alliance

电话: (8610)65667066 传真: (8610)65666983

网址: [www.cnesa.org](http://www.cnesa.org)



## 目 录

前 言 .....	1
<b>第一章 政策金融支持下的分布式光储发电发展模式 .....</b>	<b>3</b>
一、 政策金融支持下的美国分布式光储发电发展模式分析 .....	3
1. 美国分布式光储发电的发展现状 .....	3
2. 美国分布式光储发电的政策金融支持 .....	3
3. 美国分布式光储发电代表性厂商及其商业模式介绍 .....	4
4. 分布式光储发电在美国的发展趋势 .....	5
二、 中国分布式光储发电政策金融支持模式探讨 .....	5
1. 中国分布式光储发电的发展现状 .....	5
2. 中国分布式光储发电的政策金融支持 .....	5
3. 适合中国推广的分布式光储发电发展模式探讨 .....	5
三、 其他国家分布式光储发电市场介绍 .....	6
1. 澳大利亚分布式光储发电市场介绍 .....	6
2. 日本分布式光储发电市场介绍 .....	7
3. 德国分布式光储发电市场更新 .....	7
<b>第二章 储能在新新能源汽车产业发展中的机遇 .....</b>	<b>8</b>
一、 中国新能源汽车产业发展现状 .....	8
二、 中国新能源汽车产业政策分析 .....	8
1. 中国新能源汽车产业政策梳理 .....	8
2. 地方新能源汽车产业政策分析 .....	10
三、 新能源汽车产业发展对储能产业的带动作用 .....	10
1. 新能源汽车的推广应用带动储能电池生产规模增长 .....	10
2. 充换电服务为储能拓展应用领域 .....	11
3. 动力电池梯次利用降低储能电池应用成本 .....	11
<b>第三章 能源互联网概述及储能的发展机遇 .....</b>	<b>12</b>
一、 能源互联网的概念及组成 .....	12

1. 能源互联网的概念.....	12
2. 能源互联网的组成.....	12
3. 能源互联网与智能电网的区别.....	12
二、 能源互联网的研究现状.....	13
三、 能源互联网发展前景及储能的机遇.....	13
1. 电力体制改革分析.....	14
2. 能源互联网发展前景.....	14
3. 储能在能源互联网中的发展机遇.....	15
<b>第四章 储能市场展望.....</b>	<b>15</b>
一、 全球储能市场展望.....	15
1. 全球储能市场发展现状.....	15
2. 全球储能市场发展展望.....	16
二、 中国储能市场展望.....	17
1. 中国储能市场发展现状.....	17
2. 中国储能市场发展展望.....	17
<b>第五章 储能技术发展动态.....</b>	<b>17</b>
一、 氢能产业简述.....	18
1. 氢能产业链概述.....	18
2. 氢能和燃料电池的应用领域.....	18
3. 中国氢能产业发展状况及支持政策.....	19
二、 天然气存储简述.....	20
1. 天然气存储技术简介.....	20
2. 天然气储气库的重要性.....	20
3. 天然气储气库的技术.....	21
4. 中国天然气储气库现状及规划.....	21
5. 中国天然气储气库存在的问题.....	22
三、 钠系电池研究进展.....	22
1. 钠离子电池.....	22
2. 水性钠离子电池.....	24

3. 中低温钠硫电池.....	24
4. ZEBRA 电池（Na-Beta 电池）.....	25
5. 钠系电池综合比较.....	25
四、 其他储能技术研究进展.....	25
五、 储能技术标准及中关村储能产业技术联盟标准检测平台介绍.....	26
1. 国内外储能技术标准化工作总结.....	26
2. 具体应用场景下储能技术标准.....	27
3. 中关村储能产业技术联盟标准检测平台介绍.....	27
鸣    谢 .....	29

## 前 言

### 微风渐起——盘点 2014，展望 2020

2014 年，中国经济持续低迷，石油、煤、电等基础能源价格一路下行，市场哀声一片。与此同时，中国能源领域的“改革”、“创新”成为新常态，中国启动了新一轮的能源市场改革。2015 年，能源交易成为新一轮的创业热点；“需求侧管理”，“分布式光伏”，“光伏扶贫”，“光伏金融”，正在推动着分布式光伏相关的微网系统的发展。作为分布式电力和微网体系的核心支柱技术，储能正在孕育着火山爆发的力量。

2014 年，全球储能行业的革命进一步深化，加州 AB2514 法案带来的南加州 Edison 电力公司的 261MW 电力储能采购订单，SGIP 支持的每年 8300 万美金的补贴延期到 2019 年，特斯拉“Power Wall”产品的发布与短短几周 8 亿美金订单引起的网上热议，德国 80 万户用储能市场的兴起，韩国发布 500MW 的电站调频项目，日本氢能 MURI 家用车的发布和氢能国家战略，每一步都在实践着“储能是未来电力的必要组成部分，储能行业的制高点代表着未来的国家能源产业的竞争力”。

2014 年，中国新能源行业面临的挑战依然艰巨，经济持续下行，风电价格调整，补贴落实滞后，产业链现金流短缺，分布式光伏发展迟滞，诸多因素导致 2014 年 8GW 的分布式光伏安装目标仅实现了 2.52GW。唯有电动汽车和锂电产业一支独秀，开启了中国的“电动汽车元年”。

2014 年，电力辅助服务的市场机制还未形成，政策短板仍然存在，前瞻性研究依然稀缺，企业作为创新主体，在重负下摸索前行，举步维艰。

破冰需要时间，然而微风已起。2014 年，储能首次作为一个独立的行业，参与了电力市场服务付费机制的讨论。中国开始出现了包括可再生能源协会在内的并网专业委员会、化学与物理电源协会的储能应用分会等多个社团组织，与中关村储能产业技术联盟精诚合作，推进储能产业发展已经成为行业共识。中国电改正在不断前行，跨领域、跨地区的协同发展，新的顶层设计和区域规划将不断破除传统体制机制的束缚。

储能联盟对中国市场的规模发展依然乐观，根据预测，到 2020 年中国储能市场容量达 67GW（含 35GW 的抽水储能）。微风已起，储能产业的井喷近在眼前。我们坚信储能产业最艰苦的阶段即将过去，未来三年，我们必将迎来行业发展的“储能元年”。

本着“开放、平等、协作、分享”的“互联网精神”宗旨，储能联盟 2010 年启动了对产业的探索与系统性研究，这项工作已持续 5 年。研究覆盖了多种储能技术的发展路线，储能传统电力系统的各类应用，美、日、欧和中国不同的市场环境、政策以及储能机遇，中国新型城镇化下的储能发展模式等。白皮书 2011、2012、2013、2014 的研究成果得到了普遍的认可。

2014 年到 2015 年间，我们可喜的看到在中国市场，四个与新能源相关的重要领域：分布式发电与微网、辅助服务、用户侧需求响应和电动汽车车电互联系统开始涌现出一些市场机会和创新模式，个别领域还出现了商业示范项目。因此，从 2014 年年初开始，我们启动了对储能的商业模式的探讨，并依托联盟合作的金融机构，共同开始了光储充电示范、多能

互补的产业园区、调频电站建设等前沿领域的探索。

通过白皮书和各类示范试点项目，我们向产业各参与方分享研究成果，并欣喜地看到储能在国家层面已经得到了足够的重视。虽然储能的市场化机制政策出台依然困难重重，围绕具体应用的经济性分析难以支撑电价政策，但区域的能源先行先试政策，分布式光伏带动的微网储能将会成为储能政策的破冰点。未来5年，“质量、成本、信用”将成为储能产业发展的关键要素与关键突破点，各类储能的技术创新及创业将会在解决储能技术可靠性，经济性和建立储能金融模式的发展中互相促进，带动储能产业的发展。

2015版白皮书，通过剖析现有国外同行的经验，特别是在特斯拉电动车基础上发展起来的光储充电基础设施及新能源产业金融生态系统，分析了以光伏+储能为特征的微网发展模式，电动汽车产业发展给储能带来的产业机会和发展方向。同时围绕风电场、分布式发电、电力需求侧管理和调频辅助服务中储能的应用，我们对能源互联网的体系和发展模式进行了初步探讨。中国能源结构调整和环境的压力正在加速形成支持新能源并网接入的政策环境与电价机制。困扰依然集中在储能的经济性研究上，但随着投运项目数量的增加及能源互联推动的项目运行数据的分享，我们相信将进一步推进储能应用经济性研究的进展。

另外，新型城镇化下的区域生态系统和“一带一路”建设将会给中国储能带来前所未有的发展机遇。2015年我们更加相信这一机遇将会围绕以电动汽车和微网相关的能源互联网、区域协同发展的能源互联网而展开。能源互联网的新商业模式将会与储能相关的分布式发电、需求响应、智能建筑、电力调频、车电互联等应用相整合。有别于传统智能电网和瞬时的发电用电的功率平衡管理，能源互联网的核心将会构建在数字化的基础上，全面实现能量的管理；这一过程中，储能将扮演着能源芯片的关键角色，支撑未来的数字化能量管理系统的构建，互联网革命中的去中心化、分布式将会同样改变能源产业的产业格局。伴随电力市场改革的推进，已经进行中的基于可视化的能源大数据系统、基于分布式的多能互补网络、能源类的资产证券化等创新模式将挑战传统的能源发展模式，并将逐渐向数字化的能源互联网过渡，带动新的经济增长。

与白皮书编写工作并行，2015年我们开展了基于需求侧管理的储能在线平台、结合光伏储能和储能调频的联盟标准研究，并选取试点金融机构探索金融创新模式。在研究过程中，我们会定期分享我们的实践经验和研究成果，希望能得到同行和专家的指正。也希望与大家一道，为解决行业发展遇到的共性问题尽我们的微薄之力。

中关村储能产业技术联盟理事长

俞振华



## 第一章 政策金融支持下的分布式光储发电发展模式

目前，在不同的国家，分布式光储发电的应用重点各不相同，美国加州在商业领域的分布式项目居多，澳大利亚和德国市场的重点在户用储能领域，中国的光储市场则主要集中在海岛和偏远微网。从各国家的发展现状来看：

- 美国的创新商业模式、投融资模式最为活跃；
- 德国拥有大量户用光伏系统，并出台了储能补贴计划，但由于补贴机制设计的过于繁琐，导致将近一半的光储项目不愿申请补贴；
- 澳洲户用光储市场潜力较大，但目前也仅处于项目试验/示范阶段，一无补贴，二无成型的商业模式；
- 中国已投运较多的分布式光储发电项目，但大部分都是示范或具有特殊目的（如解决无电人口）的项目，没有成型的商业模式，也没有公开的储能/光储补贴。

由于美国的政策金融支持模式相对成熟，本部分将重点分析在美国现有政策、补贴等的支持下，参与者如何利用金融手段发展分布式光储发电，并以此为基础探讨中国分布式光储发电的发展模式。

而对于没有成型商业模式的国家，例如澳大利亚，本部分将根据相关市场和政策条件，分析发展现状，判断市场发展趋势，以期为致力于推动分布式光储发电发展的企业提供参考，为中国的分布式光储发电提供借鉴。

### 一、政策金融支持下的美国分布式光储发电发展模式分析

#### 1. 美国分布式光储发电的发展现状

美国是全球安装分布式光储项目最多的国家，从 SGIP 统计数据来看，截止到 2014 年底，在 SGIP 的激励下开展的储能项目（包括规划、审批、在建、投运的）数量达到 1118 个，容量已经达到了 75MW，总资助额达到 1 亿 4 千万美元，约占安装储能系统成本的 52%，大力的促动了储能系统在加州的发展。

在申请 SGIP 补贴的 1118 个储能项目中，有 511 个项目配套了光伏系统，约占总量的 45.7%。从装机容量来看，由于光储系统的成本较高，光储项目的装机规模还较小，约为 8.4MW，而没有配备光伏的储能项目的装机容量则达到了 67.1MW。

从 SGIP 发布的季度更新数据来看，在 2015 年 1~4 月期间，储能项目的推进明显加快。截止到 2015 年 4 月 20 日，完全投运并已经获得 SGIP 的资助，或者开始进入绩效考核阶段，并根据绩效考核获得 SGIP 的资助的储能项目上升到了 103 个，其中光储模式的项目 13 个，增长的 8 个光储项目全部来自 Tesla。

#### 2. 美国分布式光储发电的政策金融支持

##### （1）支持分布式光储发电的优惠政策

**影响光伏的政策：**美国联邦和各州的光伏扶持政策众多，其中影响最大的两项政策都是

联邦政策，且与税有关，即投资税收抵减（Investment Tax Credit 或 ITC）和五年期加速折旧（Modified Accelerated Cost Recovery System 或 MACRS）。州政府的补贴政策则包括投资现金返还、度电补贴、税收减免、绿色电力牌照等。

**影响储能的政策：**2001 年启动的 SGIP，是美国历时最长且最成功的分布式发电激励政策之一，自 2011 年起，储能被纳入 SGIP 的支持范围。SGIP 由加州公共事业单位负责实施，每年为储能分配合计约\$8300 万的补贴预算，一直持续到 2019 年。针对 1MW 以下的储能系统，SGIP 的补贴标准为\$1.46/W。

## （2）支持分布式光储发电的投融资模式

支持分布式光储发电的投融资模式主要有合同现金流货币化模式，以及光伏债券模式。

**合同现金流货币化模式：**基于政府给予的补贴以及用户刚性的电费账单，通过设计特定的项目公司股权结构和合同结构，开发商能够将光伏系统带来的 ITC 和 MACRS 政策转移给税务投资人。在合同现金流货币化模式下，光伏发电商和基金投资之间形成了三种主要的投资结构：合资模式、转租模式和售后回租模式。

**发行光伏债券（Solar Bonds）：**除了创建创新的基金投资构架与模式，吸引谷歌、美国合众银行等大型投资者，光伏生产企业，例如 SolarCity 还通过发行太阳能债券的方式向散户投资者进行公开募资。

## 3. 美国分布式光储发电代表性厂商及其商业模式介绍

Tesla 和 Solarcity 是美国分布式光储发电市场上最为活跃、最具代表性的企业，两者建立的良好合作关系，很好的推动了分布式光储发电在美国市场的发展。

### （1）Tesla 储能业务简介

尽管截止到 2014 年底，SGIP 资助投运的储能项目中并没有 Tesla 的身影，但就 2015 年 1~4 月 SGIP 支付的最新情况来看，Tesla 的储能业务即将爆发，无论在光储模式还是非光储模式的项目中，从申请 SGIP 资助的储能项目容量（包含规划、审批、在建、投运）来看，Tesla 都将占据最大的份额。

而另一方面，Tesla 公司在 4 月 30 日公布了其家用电池及大型公用事业电池计划。其中家用电池的推出有望储存太阳能或混合能源，在非用电高峰期存储较为廉价的电能可以帮助电网保持平衡，并为部分消费者节约 20%-30% 的电费。SGIP 的数据和这一计划的公布无不预示着 Tesla 在未来光储市场的巨大潜力和主力军作用。

### （2）Solarcity 储能业务简介

SolarCity 于 2013 年开始在其服务产品中添加储能类别，并在加州推出储能试应用计划。在光储领域，SolarCity 和 Tesla 建立了紧密的合作关系。截至 2014 年 6 月，SolarCity 公司的用户数累计超过 14 万，公司累计光伏装机 756MW，在 300 个拥有光伏板的家庭中配套安装了储能设备。

针对不同的用户，Solarcity 推出了不同的储能产品类型，如能够帮助商业户用解决高需量电费的 DemandLogic 系统，帮助学校和军事基地提供稳定、安全的电力供应的 GridLogic 系统，以及即将推出的、能提供电力备用的户用储能系统。



### (3) Tesla 和 Solarcity 在分布式光储发电中的商业模式

Tesla 在光储领域中的运作主要是通过与其 SolarCity 的合作来实现,而 Solarcity 通过与 Tesla 的合作,成功在其光伏发电系统中引入储能环节,进入储能领域,二者共同实现的分布式光储发电商业模式主要有以下几个要点:

- 锁定最具商机的商业和民用领域;
- 通过 B2C 模式拓展家庭用户;
- 为用户提供多种合同支付形式,促进分布式光储发电模式的应用。

## 4. 分布式光储发电在美国的发展趋势

### (1) 分布式光储发电系统成本不断下降

目前,加州的光伏安装成本每年以平均 7%的速率下降,光伏系统因配备储能而增加的成本每年也以平均 11%的速度下降。截止到 2014 年,因配备储能而增加的分布式光储系统成本约为\$1400/KW。

### (2) 分布式光储发电系统带来“负荷脱网”的趋势

光储系统的成本足够低时,将促使大多数电力用户选择自发电,造成负荷脱网。根据落基山研究所(RMI)的 CohnReznick 与 HOMER Energy 发布的《负荷脱网的经济性分析》报告,在电价较高的夏威夷地区,光伏+储能+电网的模式已经比单纯依靠电网更为经济,在未来 10-15 年里,包括加州、纽约州和得克萨斯在内的另外 3 个地区也将达到这一水平。这种情况下,会有越来越多的消费者放弃传统的公用事业供电,而转向自发电的存储能源,即所谓的“负荷脱网”。

## 二、 中国分布式光储发电政策金融支持模式探讨

### 1. 中国分布式光储发电的发展现状

截至 2014 年底,中国分布式光储发电项目共有 41 个,总装机 42.1MW。其中工业领域的装机容量最大,但主要是 BYD 在自家厂区建设的 20MW 的分布式光储项目所导致,其他项目的容量不大,海岛项目和偏远地区项目数量最多,代表了目前中国储能应用的主要领域。

### 2. 中国分布式光储发电的政策金融支持

从政策补贴来看,我国在分布式光伏领域的扶持政策仍以直接补贴为主,就地消纳部分电力除了双方结算电费,中央财政按照发电量给予发电方额外 0.42 元/kWh 的补贴,上网部分电力则与电网公司按照标杆上网电价+0.42 元/kWh 结算。

在税收方面,对光伏发电给予即征即退 50%增值税的优惠政策。各地方政府为了扶持新能源投资,在中央政策基础上又出台了一些额外补贴,具体可见《储能产业研究白皮书 2014》。

### 3. 适合中国推广的分布式光储发电发展模式探讨

目前,我国分布式光伏市场主要由政府牵头组织,制定发展规模、补贴政策等,主要安装场所为商业或工业屋顶,商业模式仍然延续地面电站开发的模式,项目业主依托自有资本

金+银行融资的模式，收入来源于政府补贴和电力出售。

储能方面，我国主要是电网公司和发电集团牵头开展分布式储能的示范工作，项目资金主要来源于企业自有资金+银行融资+科技项目支持，收入来源主要是电力出售，经济性不能保证，尚无成型的商业模式推动其商业化。

中国分布式光伏正面临融资困难，投资回收期长，储能则面临技术不成熟、成本太高等问题，要推动分布式光储发电的规模化发展，必须一方面解决光伏商业模式问题，一方面解决储能技术经济性问题。借鉴美国市场的经验，可以从以下方面促进中国分布式光储发电的发展。

### (1) 为分布式光伏创造新的商业模式

- 解决分布式光伏领域的投融资难题，化解目前融资难，对长期贷款过于依赖的局面；
- 主管部门出台更高效、完善的补贴政策，建议能源和税务等主管部门制定更多样化的鼓励政策引导社会资金、社保基金、保险（放心保）资金介入分布式光伏的建设期投资；
- 完善分布式项目“余量上网”的补贴政策，在限制上网电力比例的基础上提高分布式光伏系统上网电价，提高投资积极性；
- 制定出台光伏系统评价标准，为行业树立的质量标杆，使投资人可获得对光伏系统独立的评价报告，提高投资机构介入的积极性；
- 鼓励核心企业探索新商业模式，给予全方位的政策、金融支持；
- 围绕“政策变现”和“长期协议”开展金融支持。

### (2) 对储能系统给予补贴

由于目前储能成本较高，在分布式光伏商业化的同时，如果不对储能给予补贴，则较难推进更多领域应用分布式光储系统。参考国外储能补贴政策，中国也应在储能激励计划中，针对以下五个方面制定详细的方案与策略：

- 满足申请需要达到的技术指标；
- 补贴资金规模与奖励标准；
- 技术与项目的评价体系；
- 基于绩效的奖励机制与结构；
- 项目信息库的建立与管理。

## 三、其他国家分布式光储发电市场介绍

### 1. 澳大利亚分布式光储发电市场介绍

根据美国 DOE 储能数据库和 CNESA 储能数据库，截至 2015 年 4 月底，澳大利亚投产的储能项目有 10 个（其中 1 个正在维修），在建的项目 2 个，签订合同的项目 1 个，退役的项目有 6 个。这其中，大部分运行的储能项目处于试验阶段，主要集中在可再生能源并网、海

岛、矿产区供用电系统中。分布式光储发电在澳大利亚市场中还处于非常早期的阶段，尚未有成型的商业模式。

但通过分析澳大利亚光伏的成本及市场发展趋势、电力市场的电价水平及未来变化、FIT 水平、储能的成本及其能够提供的价值等因素，未来澳大利亚最有可能在应用于账单管理的户用市场、以及离网市场中开启分布式光储发电市场。

目前，澳大利亚的储能方案供应商，主要包括 BYD（与 SolarBalance 合作），RedFlow，Bosch，Sony，Alpha Energy Storage Solution Co., Ltd. (Alpha-ESS)，Samsung，以及 LG Chem。其他本地的市场参与者包括 Magellan Power，Kaco & Selectronics，Enphase，Ecoult 以及 360Storage。

## 2. 日本分布式光储发电市场介绍

在 2011 年 3 月的海啸和核电站事件之后，日本意识到电力供应稳定性和安全的重要性。光储系统在电力中断和紧急情况时给用户发电、储电和供电的能力，受到日本居民的欢迎。

在 FIT、储能系统激励项目、分时电价机制等因素的综合刺激下，2014 年，日本与德国一起主导了户用光储市场，两国光储系统的安装量占 2014 年光储系统安装总量的 70%。2015 年，澳大利亚和英国的光储项目发展也将开始发展，尽管日本和德国仍将占据户用市场的主导地位，但市场份额预计将低于 60%。

目前，日本国内主要的 PV 制造商，如 Panasonic，Kyocera 和 Sharp，都开始提供带锂电池储能的户用光伏系统，并创造了户用储能租赁模式、光伏屋顶空间租赁模式等商业模式，以满足用户的需求。这些公司的目标是走出光伏圈，将业务扩展至家庭能源管理领域。

## 3. 德国分布式光储发电市场更新

由于在《储能产业白皮书 2014》中已经详细分析过德国电力市场、FIT、以及储能补贴等，本版白皮书将在之前的基础上更新德国储能在 2015 年的最新市场变化。

在德国零售价高于 FIT 售电电价、家庭用户专业知识丰富、20 年强制并网和补贴的期限逐渐过期、德国银行存款利率为 0 等多重因素的共同推动下，德国的分布式光储发电发展的已比较成熟。2014 年，德国约售出 10,000 套储能系统，即每 5 个售出的光伏系统中就有 1 个包含储能。2015 年售出 13,000 个储能系统，即每 3 个售出的光伏系统中都会有 1 个包含储能。预计 2017 年将达到 60000 台左右。

目前，除 30-40 个储能系统提供商外，德国大约有 70% 的光伏安装商正在提供储能产品，另外，公共事业单位也开始提供光储系统和储能产品，许多提供商开始以低于成本的价格抢占市场份额，但大多数公司不为客户提供财务测算和投资回报率的分析，大多数的储能系统也没有很好的被打包成整套服务。

## 第二章 储能在新新能源汽车产业发展中的机遇

### 一、 中国新能源汽车产业发展现状

新能源汽车代表着未来汽车产业的发展方向，在国务院、发改委、工信部、财政部、科技部等部委相关政策的扶持和激励下，我国新能源汽车产业得到快速发展。中国新能源汽车的政策发展历程主要分为起步阶段、示范试点阶段和推广应用阶段等三个阶段。

- 起步阶段（2001年-2009年）：新能源汽车研发力度持续加大，制度规范逐渐建立；
- 示范试点阶段（2009年-2013年）：节能与新能源汽车示范推广试点工作启动，新能源汽车成入国家战略性新兴产业，发展目标、技术路线、产业布局逐渐明晰；
- 推广应用阶段（2013年至今）：重点依托大城市和城市群推广应用新能源汽车，采用市场主导和政府扶持相结合的方式，培育和壮大新能源汽车市场。

2014年，在国务院及有关部门多项新能源汽车发展措施的激励下，新能源汽车市场发展呈现了快速增长的良好势头，新能源汽车开始走进普通家庭。从国际上新能源汽车技术和产业化水平的比较来看，我国新能源客车技术产业化规模居世界第一位，新能源乘用车产业化规模居世界第二位，涵盖了插电式、增程式、纯电动等多种技术路线，以及慢充、快充、电池更换、在线充电、双源快充等多种能源补给方式。

作为新能源汽车使用中的重要环节，充电基础设施、加氢设施网络的建设运营是决定电动汽车普及程度的关键因素。2014年7月国务院颁布的《关于加快新能源汽车推广应用的指导意见》首次对加快充电设施建设提出了具体全面的路线规划，目前正在城市、郊区、高速公路构建充电设施服务体系。另外，在市场准入、资金补贴、用电价格、充电服务费等方面，国家和部分地方政府均出台了一些政策、措施，来促进和推广新能源汽车的使用。

### 二、 中国新能源汽车产业政策分析

#### 1. 中国新能源汽车产业政策梳理

截至2014年底，国务院、发改委、工信部、科技部、财政部等部委先后专门针对新能源汽车发布了20余项意见、通知和公告，涉及生产准入、财政补贴、税费减免、示范推广、科技创新、基础设施建设等多个方面。此外，新能源汽车作为节能减排、大气污染防治、产业结构调整、能源结构优化等工作的重要着力点，也多次被相关发展规划和行动计划提及。以下总结了与新能源汽车产业发展目标、技术研发支持、财政补贴和税费减免相关的主要政策。

##### （1）发展目标

2012年国务院发布《节能与新能源汽车产业发展规划（2012-2020年）》，提出了2015年和2020年我国新能源汽车的产销量目标，此后又有多项文件先后对动力电池性能、车辆性能、充电设施建设规模和公共服务领域推广应用规模等提出了明确的发展目标，自此我国新能源汽车产业的发展有了明确的时间表和路线图，逐渐形成了方向确定、目标明晰的发展态势。



表 1：与中国新能源汽车发展目标有关的政策

政策名称	发布单位	发布时间
节能与新能源汽车产业发展规划（2012~2020 年）	国务院	2012-06
“十二五”国家战略性新兴产业发展规划	国务院	2012-07
关于继续开展新能源汽车推广应用工作的通知	财政部、科技部、工信部、 发改委	2013-09
关于印发政府机关及公共机构购买新能源汽车实施方案的通知	国管局、财政部、科技部、 工信部	2014-06
交通运输部关于征求加快新能源汽车推广应用的实施意见	交通部	2015-03

资料来源：CNESA

### （2）研发支持

为抓住新能源汽车研发和工业化的战略机遇期，国务院、科技部等部委先后出台多项政策，在基础科学问题、共性核心技术、动力系统技术、集成开发与示范等四个层次上，搭建自主知识产权的电动汽车动力系统技术研发平台，构成关键零部件的配套研发体系，推动新能源汽车的科技创新，如表 2 所示。

表 2：与中国新能源汽车研发支持有关的政策

政策名称	发布单位	发布时间
电动汽车科技发展“十二五”专项规划	科技部	2012-03
节能与新能源汽车产业发展规划（2012~2020 年）	国务院	2012-06
关于组织开展新能源汽车产业技术创新工程的通知	财政部、工信部、科技部	2012-09
国家重点研发计划新能源汽车重点专项实施方案（征求意见稿）	科技部	2015-02

资料来源：CNESA

### （3）财政补贴和税费减免

目前中国新能源汽车产业仍然处在产业导入期，其发展在很大程度上依靠国家政策的引导和强化。为推动全社会购买和使用新能源汽车，我国在购车补贴和税费减免两方面双管齐下，利用经济手段降低用户的购车成本，加快新能源汽车在公共服务领域和普通消费者中的普及。与财政补贴有关的主要政策如表 3 所示。

表 3：与中国新能源汽车财政补贴有关的政策

政策名称	发布单位	发布时间
关于开展节能与新能源汽车示范推广试点工作的通知/ 节能与新能源汽车示范推广财政资金管理暂行办法	财政部、科技部	2009-01
关于扩大公共服务领域节能与新能源汽车示范推广有 关工作的通知	财政部、科技部、工信部、发改委	2010-05
关于开展私人购买新能源汽车补贴试点的通知	财政部、工信部、科技部、发改委	2010-06
关于继续开展新能源汽车推广应用工作的通知	财政部、科技部、工信部、发改委	2013-09
关于进一步做好新能源汽车推广应用工作的通知	财政部、科技部、工信部、发改委	2014-02
关于 2016-2020 年新能源汽车推广应用财政支持政策的 通知（征求意见稿）	财政部、工信部、科技部、发改委	2014-12

资料来源：CNESA

除了财政补贴，税收优惠政策也对新能源汽车市场的发展起到了积极的推动作用。伴随着私人消费市场的逐步打开，在消费终端的税费减免，更能够起到引导消费的作用。2014年下半年，减免新能源汽车购置税的推出对新能源汽车市场起到极大的刺激和提振作用。

表 4：我国新能源汽车税收减免项目

税费项目	政策名称	税费减免措施	发布时间
车船税	关于节约能源、使用新能源车船车船税政策的通知	自 2012 年 1 月 1 日起,对使用新能源的车船,免征车船税	2012-03
车辆购置税	关于免征新能源汽车车辆购置税的公告	自 2014 年 9 月 1 日至 2017 年 12 月 31 日,对新能源汽车免征车辆购置税	2014-08

资料来源：CNESA

## 2. 地方新能源汽车产业政策分析

2013 年 9 月，财政部、科技部、工业和信息化部、发展改革委发布《关于继续开展新能源汽车推广应用工作的通知》。根据各地新能源汽车推广应用方案申报情况，四部委分别于 2013 年 11 月、2014 年 1 月发布了两批新能源汽车推广应用城市（群）名单，共 39 个城市（群）88 个城市列入新能源汽车推广应用城市（群）。在此之后相关省市分别制定了新能源汽车推广应用实施方案，制定了新能源汽车及基础设施的推广目标。

为加快新能源汽车的推广应用，特别激活私人购买市场和新能源汽车租赁市场，各地也制定了差异化的优惠政策。不仅降低了新能源汽车的运营和维护成本，而且提高了新能源汽车使用的便利性。包括：

- 差异化的交通管理措施；
- 减免车辆运营维护费用；
- 充电设施安装和充电费用补贴；
- 新能源汽车租赁运营补贴。

## 三、 新能源汽车产业发展对储能产业的带动作用

### 1. 新能源汽车的推广应用带动储能电池生产规模增长

受到中国新能源汽车市场积极发展前景的鼓舞，一方面国际电池厂商看好中国市场，加大在华投资设厂的力度，例如，2014 年三星 SDI、LG 化学、SK 集团等国际巨头纷纷追加数亿美元投资增设动力锂电池工厂、抢占中国市场。另一方面国内汽车厂商与电池厂商也加大了在动力电池领域的布局力度，纷纷推出了扩张产能的计划，例如，比亚迪、天津力神、深圳比克、万向钱潮、瑞恒集团等纷纷投入大量资金以求在快速增长的动力锂电市场中抢占更大的市场份额。

动力锂离子电池也是电力储能领域的主要技术。根据 CNESA 的统计，在各种储能技术中，锂离子电池占到国内储能市场 85% 以上的份额。受新能源汽车产业带动，各大电池厂商近期一系列投资设厂、扩大产能的计划也将会使储能产业发展从中受益。



## 2. 充换电服务为储能拓展应用领域

电动汽车的充换电服务中，光储式充换电站、快速充电站以及需求响应充电都将为储能拓展应用领域。

### (1) 储能在光储式充换电站中的应用

光储式电动汽车充换电站由光伏发电系统、蓄电池储能系统、电动汽车充换电装置及分布式微网控制系统组成，优先利用清洁的光伏发电为电动汽车提供电力供给。光储式电动汽车充换电站在低电价时段和光照充足时段向蓄电池充电，不仅满足高峰充电需求，而且可以通过需求响应服务、向电网售电等方式获得收益。

目前全球已经有多个光储式充换电站投入运营，例如，美国 CODA Energy 公司 Eco Station 光储式电动汽车快速充电站项目、Nissan 美国田纳西州 Smyrna 工厂光储式充电站项目。

### (2) 储能在快速充电站中的应用

车辆快速高效充电，是电动汽车大规模普及应用的前提，建设高功率快速充电站是目前普遍采用的解决思路，然而多台高功率直流快速充电机同时运行必将会对电网负荷和功率造成强烈的冲击。储能系统可以有效应对高强度的充电负荷，缓冲集中快速充电所引起的负荷剧烈波动，减轻对电网的冲击等，可以在快速充电站中发挥重要作用。

目前，全球正在开展的快速充电站项目中，已有部分开始引入储能系统，例如德国 charge@work 快速充电站项目、美国 Lancaster 艺术与历史博物馆电动汽车快速充电站项目。

### (3) 储能在需求响应充电中的应用

需求响应充电是指在智能能源管理系统的统一调度之下，借助一定的财政鼓励政策改变电动汽车车主的充电行为，使车辆优先选择在电网负荷低、新能源发电量高的时段实施充电。

电动汽车大规模的推广和应用必将会对用电需求和高峰负荷带来明显的冲击和影响，因此开展需求响应充电项目，调研电动汽车充电站和个体用户的充电行为模式、研究负荷高峰时段电动汽车充电行为对电网的潜在影响、评估电动汽车充电需求增长对配电网升级扩容的需求，对于公用事业公司应对未来电动汽车大规模的推广应用具有重要意义。

目前，一些研究机构、汽车企业、公共事业公司已经开始开展需求响应充电的相关研究项目，例如，“GreenStation”储能-电动汽车智能充电项目、美国 BMW-PG&E 需求响应充电示范项目。

## 3. 动力电池梯次利用降低储能电池应用成本

通常，当电池容量下降到额定容量的 70% 以下就不宜在电动汽车上继续使用，如果直接将电池淘汰，必将造成资源的严重浪费。动力电池的二次利用是降低电池总体成本的一种有效方式，未来随着新能源汽车市场的蓬勃发展，估计 2030 年仅中国的可用二次电池量就可达到 50GWh。

目前，美国、德国、日本等国家已经开展了多个动力电池梯次利用项目，电池生产商、电池回收公司、整车厂、电力公司、汽车使用者、第三方公司等多方单位参与其中。但需要指出的是，若要实现电动汽车动力电池在储能领域的梯次利用，在技术、经济性、管理制度等方面还存有许多问题亟待解决，因此动力电池的二次利用的全面实现还需各方共同努力。

## 第三章 能源互联网概述及储能的发展机遇

### 一、 能源互联网的概念及组成

#### 1. 能源互联网的概念

美国著名学者杰里米·里夫金在其著作《第三次工业革命》中，首次提出了能源互联网（Internet of Energy）的愿景，可再生能源、分布式发电、氢能及其他存储技术、能源的互联互通共享以及电气化交通是愿景中提出的五个主要部分。

里夫金提出愿景后，多个国家的研究机构开始从事能源互联网方面的研究，但截止到目前，能源互联网的具体定义仍不明晰。本版白皮书结合里夫金的愿景，以及多个研究机构的研究结果，将能源互联网定义为：

以电力网络为基础，以可再生能源为主要能源利用形式，电力网络与气、热、交通等网络密切耦合，各网络与网络通信技术紧密融合，含有大量分布式元件、信息组件、储能设备的，可实现能量和信息双向流动的复杂多网流、共享网络。

#### 2. 能源互联网的组成

从组成部门来看，能源互联网由电力系统、交通系统、天然气系统组成的能源网络与信息网络紧密耦合而成：

- 电力系统是能源互联网的核心，大量分布式单元存在，可再生能源是最主要的一次能源，电网结构“扁平化”；
- 交通系统、天然气系统以电力系统为能源转换枢纽，包含于能源互联网之中；
- 信息网络是能源互联网的神经系统，保障能源互联网安全、有效运行。

#### 3. 能源互联网与智能电网的区别

关于智能电网，有多种定义，例如，美国能源部将智能电网定义为“一种自愈型、消费者可积极参与、可抵御攻击和自然灾害的电网。该电网能够使资产的使用和运行效率最优化，能够为数字经济提供高质量电能，能够容纳各种发电形式以及储能设备，允许引入新技术、新服务以及新的市场模式”；欧洲智能电网技术平台对智能电网的理解为“一种可以将发电厂和消费者智能结合起来的电力网络，从而高效的提供持续的、经济的、安全的电能”。

从以上定义可以看出，能源互联网与智能电网在自愈、消费者积极参与、整个系统的运行效率最优化、允许引入多种发电形式以及储能等新技术/新服务/新的市场模式等方面存在很多相似之处，但能源互联网与智能电网又存在较大的区别，主要表现在：

- 智能电网只涉及电力系统，能源互联网不仅包含电力系统，还涵盖了交通系统、天然气系统、供热系统等多个能源系统；
- 智能电网中，能源的传输与利用形式为电能，能源互联网中，能源可以以电能、热能、化学能多种形式传输，能源可以在多种形式的能源形式间转化、使用；

- 相比于智能电网，可再生能源将是能源互联网中最主要的一次能源利用形式；
- 分布式能源在能源互联网中将广泛存在，除了智能电网中强调的本地消纳外，在广域内互联共享将重点体现；
- 能源互联网中，能源用户将具备能源消费、能源生产的双重身份；
- 智能电网主要依靠传统的工业控制系统进行整个电力系统的管理、协调运行，而能源互联网，将依靠互联网技术，实现能源生产、消费的分析、协调、管理，互联网等开放式信息网络将发挥更大作用。

因此，从某种意义上说，智能电网位于目前的传统电网和能源互联网之间，能源互联网是智能电网的进一步发展。

## 二、 能源互联网的研究现状

目前，美国、德国、瑞士、日本等多个国家已经开始进行能源互联网方面的研发，涉及网络构架、关键技术设备、示范试点项目等多个方面，但与里夫金提出的愿景相比，目前的研究主要集中在信息和通信技术与电网的融合，例如如何利用信息和通信技术提高电力系统使用效率以及提高可再生能源的利用率等，多网融合目前还不是研究重点。

在信息和通信技术与电网融合方面，各国的研究也各有侧重点，例如：

- 美国的 FREEDM 研究项目，从配电网分布式供能的角度提出了能源互联网的概念。借鉴互联网开放对等的理念和体系架构，主要研发融合信息和通信系统的分布式能源结构，实现能源的供给平衡；
- 德国 E-Energy 计划从信息和通信技术优化电力系统运行的角度，提出了能源互联网的概念。借助互联网收集能源信息，指导能源网络的运行调度，优化源发输配用的各个环节，信息网络本质为能源网络的支持决策网络；
- 瑞士未来能源网络远景项目与能源互联，与里夫金提出的多网融合概念最为接近，侧重于不同能源形式的融合，最终实现电能、热能、化学能联合输送和使用；
- 日本着重于发展数字电网体制，形成互联网技术和能源网络深度融合、结构上难以区分能源网络和信息网络的个性能源互联网。通过数字电网路由器的研发，实现能源和信息的双向通信，统筹管理发电设备及用电设备，实现能量调配，最大限度利用可再生能源；
- 中国的能源互联网研究还处于起步阶段，目前概念逐渐被各方接受，未来有可能在分布式能源、微网、需求侧管理、合同能源管理、基于数据的服务等方面实现能源与互联网的初步融合。

## 三、 能源互联网发展前景及储能的机遇

能源互联网的发展，一方面与信息通信技术、互联网技术的发展和普及等密切相关，另一方面，灵活开放的市场环境也是能源互联网未来能得到发展的关键因素之一。本部分内容将在技术可行性以外，从中国当前的电力市场化改革的大背景出发，探讨能源互联网的发展潜力以及储能面临的机遇。

## 1. 电力体制改革分析

2015年3月开始，中国相继出台多个文件，沉寂多年的电力体制改革再次启动，中国电力行业将在发电、售电、用电等多个环节进行改革，这些文件如表5所示。

表 5：最新电力市场化改革政策

政策名称	发布单位	发布时间
中共中央国务院关于进一步深化电力体制改革的若干意见	国务院	2015-03-15
关于改善电力运行调节促进清洁能源多发满发的指导意见	国家发改委、国家能源局	2015-03-20
关于完善电力应急机制做好电力需求侧管理城市综合试点工作的通知	国家发改委	2015-04-07
关于贯彻中发[2015]9号文件精神 加快推进输配电价改革的通知	国家发改委	2015-04-13
关于建立可再生能源保障性收购长效机制的指导意见	内蒙古自治区政府办公厅	2015-03-13
关于做好可再生能源电力配额考核准备工作的通知	湖北省能源局、湖北省发改委	2015-03-31

资料来源：CNESA

这些政策为我们勾勒出了较为清晰的电力改革蓝图，未来以下方面的改革，将会对我国电力市场的运营产生深远的影响：

- 输配电价单独核定，电网运营模式变革；
- 电价形成机制变革，市场化交易机制形成；
- 发、售电侧竞争加强，多元化售电主体形成；
- 电力辅助服务价值体现，电力辅助服务市场开启；
- 需求侧管理重要性体现，多种性质的电力服务商形成；
- 化石能源逐步向可再生能源转变，分布式电源市场开启。

## 2. 能源互联网发展前景

尽管能源互联网在这次电改中并没有被提及，但能源互联网目前已经成为中国能源界的热点话题。2015年4月17日，国家能源局首次召开互联网工作会议，研究制定国家能源互联网行动计划，计划将着重在分布式能源、微网、需求侧管理、合同能源管理、基于数据的服务等商业模式上，这些都与电改的很多方面不谋而合：

- 可再生能源、分布式能源为能源互联网发展提供基础条件；
- 售电侧改革为能源互联网的发展培育广阔的市场空间；
- 用户侧能源消费革命，是能源互联网的重要元素。

随着电力改革的不断深入，我国能源市场将为能源互联网的发展创造越来越多的发展条件，同时，互联网与能源市场的不断融合，也将进一步促进能源生产和消费革命，能源互联网在我国具有非常广阔的发展空间。



### 3. 储能在能源互联网中的发展机遇

储能是能源互联网中的重要组成部分，直接关系到能源互联网是否能实现。

#### (1) 储能是可再生能源大比例使用的关键支撑技术

能源互联网中可再生能源将成为最主要的一次能源，储能可为可再生能源的接入和利用提供平滑输出、削峰填谷等服务，是将间歇式能源转变为友好电源的关键支撑技术。另外，随着氢能存储技术等大规模储能技术的发展，使用储能技术存储富裕的可再生能源，将促进风能等可再生能源的最大程度的利用。

#### (2) 储能是实现分布式能源、微电网广泛应用的基础

未来的能源互联网中，分布式能源、小型可再生能源发电系统等将广泛存在，可再生能源的就地采集、就地使用，除了依靠电网平衡外，更重要的是实现本地的平衡稳定。储能系统可为分布式发电及微网系统提供调频、调压、稳定输出、能源备用等服务，实现局域电网能源生产与消费平衡，是分布式能源、微电网广泛应用的基础。

#### (3) 储能打破了电力系统发输配用必须实时平衡的瓶颈，是能源实现互联共享的前提

储能的出现，打破了电力系统发输配用必须实时平衡的瓶颈，大大提高了电力系统的灵活性。另外，如同互联网中的信息资源通过存储设施的存储，从而被需要使用的用户随时访问使用一样，分布式能源必须通过存储，才能实现能源互联共享，方便的被需要的联网用户实时取用。

#### (4) 储能是多网融合的连接纽带

里夫金提出的多网融合能否最终实现，也由储能所决定。电气化交通，储能和电动汽车共同作用，与电网相连；储氢技术的发展将天然气系统、供热系统与电网相连等。储能作为关键连接点，将电力系统与各个系统连接，是多网融合的连接纽带。

储能将在能源互联网的各个环节上发挥重要的作用，随着能源互联网研究的逐渐推进，其应用的价值将不断体现，应用的范围也将不断扩张，是能源互联网中极具发展前景的技术。

## 第四章 储能市场展望

### 一、全球储能市场展望

#### 1. 全球储能市场发展现状

2014 年，全球储能市场继续稳步向前发展，据 CNESA 项目库不完全统计，截至 2014 年底，全球应用在电力系统的储能项目（不含抽蓄、压缩空气及储热）累计装机规模为 845.3MW，2014 年新增装机 111.6MW，年增长率 15%，较去年增幅提升 2 个百分点。其中，中国储能累计装机规模达 84.4MW，占全球储能装机的 10%。

从地域分布上看，无论在项目数量还是装机规模上，美国均占据最大比重。截至 2014 年底，美国已投运储能项目 95 个，装机规模超过 357MW。日本在装机规模上位居第二，接近 310MW，中国在项目数量上紧随美国之后，有 63 个项目。2014 年，美国的新增装机规

模最大，为 34.4MW，中国和欧洲分列二、三位，装机规模分别为 31MW 和 27.7MW。

**从技术分布上看**，钠硫电池的装机比重最大，为 40%，其次是锂离子电池和铅蓄电池，分别占 33%和 11%。2014 年，储能技术新增装机中，锂离子电池的占比最大，为 71%，其次是飞轮，占 20%。

**从应用分布上看**，储能项目主要集中在可再生能源并网、辅助服务、电力输配和分布式微网等领域。其中，可再生能源并网领域的占比最大，为 45%，装机规模约 379MW。2014 年，应用领域新增装机中，用户侧领域占比最大，为 43%，其次是辅助服务和电力输配领域，分别为 28%和 19%。

**从厂商格局上看**，装机规模居前的储能技术产商包括 NGK、A123、Xtrem Power、BYD、Beacon Power、CALMAC 等，技术涵盖钠硫电池、锂离子电池、铅蓄电池、高速飞轮、全钒液流电池和冰蓄冷技术。这其中，NGK 公司在全球的累计装机量最大，超过 330MW。BYD 则是国内装机规模最大的厂商，约有 55MW。

**从市场投资动态上看**，据 CNESA 信息库不完全统计，2014 年，共有包括 Stem、Aquion Energy、美能等在内的 12 家公司，通过融资、股票、贷款等形式，获得资金总额超过 4 亿美元。技术创新型和商业模式创新型的企业则更受投资方青睐。

**从项目新模式上看**，通过 CNESA 对行业信息的持续追踪，总结出近两年出现的三类新项目模式：融资租赁模式、零售模式、电动汽车充电模式。

## 2. 全球储能市场发展展望

CNESA 研究部通过对过去一年产业动态的跟踪，总结了几家国外知名研究公司/机构对未来储能市场的预测，按照领域的不同，将各类预测总结如表 6 所示。

表 6：国外知名研究公司/机构对未来储能市场的预测，2014

领域	研究公司/机构	预测
储能市场	IHS	2022 年，全球并网储能市场规模将超过 40GW
	Navigant Research	2023 年，全球先进电池市场达规模 465 亿美元； 2024 年，全球电网储能、社区储能、住宅储能和商用储能市场的收益达 210 亿美元； 2024 年，全球储能技术可实现收入达 210 亿美元
可再生能源领域 <sup>1</sup>	IRENA	2030 年，全球储能规模达到 400-600GW，其中 325GW 来自抽水蓄能
分布式储能市场	Navigant Research	2018 年，全球储能装机达 2400MW； 2024 年，全球储能装机达 12000MW； 2024 年，全球分布式储能收入达 165 亿美元
微网储能市场	Navigant Research	2024 年，全球储能市场规模达到 420 亿美元 2024 年，全球社区弹性微网储能收入达到 14 亿美元
工业储能市场	IHS CERA	2017 年，全球储能市场规模达到 190 亿美元
电网及辅助服务收入	Navigant Research	2024 年，全球储能装机达到 20.8GW，收入达到 685 亿美元

<sup>1</sup>可再生能源领域，分布式可再生能源的自我消纳与回馈电网，以及集中式光伏电站和风电场的并网。



工/商业需求响应市场	Navigant Research	2023 年，全球储能收入达到 380 亿美元
电动汽车	Navigant Research	2023 年，全球插电式电动汽车充电服务收入达到 29 亿美元
		2024 年，全球车电集成服务达到 2070 万美元
北美市场	IHS	2018 年，“光伏+储能”系统中的储能装机达 700MW
	GTM Research	2014-2020 年间，美国将部署 720MW 的分布式储能项目； 2015 年，美国储能装机达到 220MW

资料来源：CNESA

## 二、 中国储能市场展望

### 1. 中国储能市场发展现状

据 CNESA 项目库不完全统计，截至 2014 年底，中国应用在电力系统的储能项目（不含抽蓄、压缩空气和储热）累计装机规模为 84.4MW，新增装机 31MW，年增长率 58%，较上一年提升 14 个百分点，增幅明显。

从技术上看，锂离子电池的装机占比最大，为 74%，其次是铅蓄电池和液流电池，分别为 14%和 10%，这三种技术几乎占据了整个中国市场，装机份额达到 98%。

从应用上看，用户侧领域的装机占比最大，为 50%，项目比较集中在海岛、偏远地区、工业园区、低碳城镇等领域，可再生能源并网和电动汽车分列二、三位，分别达到 27%和 13%，前者主要集中在风电场储能领域，后者集中在光储式电动汽车充换电站、V2G 应用、需求响应充电以及动力电池的二次利用上。

### 2. 中国储能市场发展展望

虽然储能产业在我国还处于初期发展阶段，仍处在“技术推应用、应用推政策”的艰难倒逼发展模式下，但随着近两年，特别是 2014 年国家出台的一系列政策，都为未来储能在我国的规模化应用创造了一定的机遇。其中，最值得关注的四个领域分别为：

- “光伏+储能”模式；
- 需求侧管理；
- 调频辅助服务；
- 电动汽车。

## 第五章 储能技术发展动态

《储能产业研究白皮书》从第一版开始，持续保持着对新兴、热门技术的跟踪与分析。本版白皮书挑选了氢能产业、天然气存储、钠系电池为大家详细介绍。

另外，随着储能技术的实际应用越来越多，其相关标准，特别是一定应用场景下储能的应用标准，对储能的推广意义重大。《储能产业研究白皮书 2012》对国内外储能的标准化工作做了详细的分析，本版白皮书将就这一部分内容进行更新，并对中关村储能产业技术联盟在储能应用标准方面做得努力进行总结。

## 一、 氢能产业简述

在 2014 版白皮书的技术分册中，我们曾对氢能产业的定义、特点、发展历程、全球格局以及主要的制氢、储氢、输氢、用氢技术进行过介绍。本部分将在 2014 版白皮书的基础上全面梳理氢能产业链、讨论氢能和燃料电池的主要应用领域、分析中国氢能产业的发展状况及支持政策。

### 1. 氢能产业链概述

氢能产业链涉及制氢、储氢、输氢和用氢等多个环节，经过多年发展，目前呈现出以下主要特点：

- 氢能领域的企业主要集中于制氢和燃料电池领域，且除传统大型工业气体生产企业，氢能领域的公司多成立于最近 10 年；
- 在制氢和氢气供应方面，天然气重整制氢是大型工业气体公司生产供应氢气的主要方式，电解水制氢是分布式现场制氢的主要技术；
- 在氢气的运输和存储方面，氢气的储存方式决定其输送方式。高压储罐、以气体方式进行储存和运输，是目前运用最多的方式，管道输氢项目开展较少，固态储氢技术大多处于研发阶段。另外，专门开展储氢、输氢业务的公司很少；
- 在用氢方面，燃料电池是氢能利用的主要方式，化工领域是氢气的最大消耗部门，但氢气仅作为化工原料使用，并不属于氢能的范畴；
- 在氢气-天然气综合利用方面，注入燃气管网（Power-to-Gas）和加氢天然气燃料两种方式探索可再生能源大规模制氢之后氢气长距离输送和就地消纳的有效尝试。

成本和寿命是氢能产业链各环节发展面临的共同问题。未来随着可再生能源的大规模接入和制氢技术的发展，利用清洁的风能、太阳能，高效、安全、大规模地制取氢气将成为可能，氢气有望扮演起能源储存媒介的角色，以氢气为基础的能源体系将获得更大的发展空间。

### 2. 氢能和燃料电池的应用领域

燃料电池已经成为氢能清洁利用的最主要方式，在 2014 版白皮书中，我们曾分析了燃料电池的三大应用领域，便携式应用、固定式应用和交通运输应用。本部分我们将详细介绍各种应用的市场发展状况。

#### （1）燃料电池的固定式应用

燃料电池固定式应用是指燃料电池作为发电设备为数据中心、商业楼宇、工业企业、居民住宅建筑以及大型发电站提供清洁、可靠的电力和热力能源供应。主要有燃料电池备用电源、燃料电池微型热电联产系统、分布式燃料电池热电联产电站三种形式。

固定式应用是全球燃料电池装机规模最大、增长速度最快的领域。根据 DOE《2013 燃料电池技术市场报告》（《2013 Fuel Cell Technologies Market Report》）的统计数据，截至 2013 年，燃料电池固定式应用的装机规模已经超过 150MW，占到燃料电池总装机规模的近 90%。

#### （2）燃料电池交通运输应用

在交通运输领域，燃料电池有广泛的应用，主要包括乘用车、公交车、物料搬运设备、冷藏车、机场牵引车和摆渡车、小型飞机船舶的辅助动力装置（APU）等。其中，以燃料电池为动力的物料搬运设备已经实现了商业化；2014年12月，丰田率先推出了世界首个燃料电池汽车车型“Mirai”；全球其他大型汽车制造商，例如现代等，也正在加快燃料电池乘用车商业化推广的步伐。

目前，充分配套的加氢设施和政府支持补贴政策仍然是决定燃料电池汽车市场化水平和时间的关键因素。

### （3）燃料电池便携式应用

燃料电池便携式应用是利用燃料电池为小型移动及便携式设备提供电能，应用领域包括燃料电池盒、军用野战设备电源、小型燃料电池充电器、电子设备电源、燃料电池玩具、远程遥控设备电源、工业辅助动力单元（APU）等。

质子交换膜燃料电池（PEMFC）和直接甲醇燃料电池（DMFC）是目前燃料电池便携式应用的主要技术解决方案，其面临的主要竞争对手为锂离子电池、铅酸电池、镍氢电池等储能电池。

由于尚未找到明确的市场定位和商业模式，在与锂离子电池、铅酸电池等的竞争中不具优势，燃料电池便携式应用的发展十分缓慢，目前商业化产品和市场规模仍然有限。

## 3. 中国氢能产业发展状况及支持政策

### （1）中国氢能产业政策

中国政府尚未出台专门针对氢能产业的支持政策与发展规划。2014年国务院发布《能源发展战略行动计划（2014-2020年）》，首次将氢能纳入能源政策体系，氢能和燃料电池被列为20个重点创新方向之一。

目前，与氢能和燃料电池有关的政府政策主要集中在科研支持计划和新能源汽车推广两个方面。

### （2）中国氢能产业发展状况

近两年，受国际氢能产业发展趋势的带动和可再生能源大规模接入的影响，我国氢能产业的发展方向和应用渠道也逐渐多样化，与燃料电池备用电源、可再生能源制氢、氢能天然气综合利用有关的示范项目纷纷启动。具体而言，我国氢能产业发展呈现出以下特点：

- 中国煤制氢及提纯技术走在世界最前列；
- 以国际合作项目和重大赛事为契机，开展过一系列燃料电池汽车示范运行项目；
- 移动基站备用电源市场率先发展，安装规模逐年增加；
- 开展风电制氢综合利用示范项目，探索利用氢能解决可再生能源的消纳问题；
- 以HCNG作为汽车代用燃料，中国在氢气天然气综合利用方面另辟蹊径。

### （3）中国氢能产业发展存在的问题

虽然我国在氢能领域的研发和示范都取得了一定进展，但是氢能尚未成为一种被公众广

泛接受的清洁能源，如何把制氢、储氢、输氢、用氢等产业链上下游联系起来，如何把氢能可与可再生能源、交通、电力、天然气等结合起来，尚没有明确的实施路径。就我国而言，目前氢能产业发展中遇到的困难和障碍主要表现在以下几个方面：

- 中国氢能发展缺乏顶层设计；
- 石化行业仍然是中国最大的用氢部门，需要结合本国国情开拓氢能市场；
- 大功率质子交换膜燃料电池技术仍然落后于国际先进水平；
- 系统成本高、产业链不完善、无法完全国产化和量产化等问题阻碍了燃料电池的商业化；
- 氢能及燃料电池的规范和标准化体系不完善，无法跟上市场化进程；
- 中国车企氢燃料电池汽车的开发布局落后于世界著名车企。

## 二、 天然气存储简述

### 1. 天然气存储技术简介

按存储方式的不同，天然气存储可分为气态存储、液态存储和固态存储。其中，气态存储主要包括地下储气库存储、储气罐存储、管道存储、压缩天然气（CNG）存储、吸附天然气（ANG）存储和近临界流体存储等；液态存储主要指采用液化天然气（LNG）方式存储；固态存储主要指采用天然气水合物（NGH）的形式存储。目前天然气储存的主要方式还是气态存储，其他存储方式应用的较少。

而气态存储方式中，相比于其他储气技术，地下储气库具有库容大、安全性好、造价和运行费用较低、持久耐用等优点，是当今世界上主要的天然气储存方式和手段，也是城市最主要和最经济的供气调峰方式。本部分内容将主要对地下储气库存储技术的重要性、技术、发展规划、存在问题等进行梳理与介绍。

### 2. 天然气储气库的重要性

地下储气库多建在靠近天然气用户城市的附近，能很好地满足用户的调峰需求。许多天然气生产和消费大国都把地下储气库的建设作为天然气上下游一体化工程的一个重要组成部分进行总体规划，其主要作用和功能包括：

- 协调供求关系与调峰；
- 实施战略储备，保证供气的可靠性和连续性；
- 有助于生产系统和输气管网运行的优化；
- 影响气价，实现价格套利；
- 提供应急服务；
- 为其它国家提供储气商业服务。



### 3. 天然气储气库的技术

按照地质结构划分，地下储气库主要有四种类型：枯竭油气田型储气库、含水多孔地层型储气库、盐穴型储气库、废弃煤矿井型储气库。

**枯竭油气田**，是目前全球使用最广泛、运行最久的一种储气库，也是中国首选的储气库类型。它通过油气田原有的生产井和建库时增加的气井向枯竭的油气层注入或采出天然气，具有储气量大、可靠性好的特性。另外，原有油气井的一些设备也都可以投入使用，因此可以缩短建库周期、节省一定的投资和运行费用。

**含水多孔地层型储气库**，选择有足够面积和厚度、其上有良好不渗透覆盖层的砂岩或砂层（含水多孔地层），人为地将天然气注入，水被排出，天然气充满空隙而形成的一种人工气藏。这类储气库的储量巨大，可以存储几十亿立方米的天然气，每年循环 1 次，但气-水界面较难控制、建设周期长、投资和运行费用高、风险较大。

**盐穴型储气库**，是目前重点研究的一类储气库。利用地下较厚的盐层或盐丘，采用人工方式在盐层或盐丘中制造洞穴形成储存空间来存储天然气。盐穴型储气库的垫层气利用率高（必要时，垫层气可完全回收），工作气量注采率高，年注采循环为 4-6 次，可以拆分为若干期建造，较快地投入使用。缺点是投资和运行费用高、储气容量较小、技术难度大。

**废弃煤矿井型储气库**，利用废弃煤矿等遗留的洞穴来储存天然气。这类储气库的建设费用低，但存在严重缺陷，例如，采出储存气体的质量会发生变化，热值有所降低；密封性差，存在气体向地面泄露的危险。

不同的储气库技术有不同的特点及用途，不同地理条件及需求的地区可因地制宜发展不同类型的储气库。目前，中国主要采用的储气库技术主要有枯竭油气田型储气库和盐穴型储气库，含水多孔地层型储气库和废弃煤矿井型储气库则应用的较少。

### 4. 中国天然气储气库现状及规划

#### （1）中国天然气储气库现状及规划

中国从 1999 年开始，先后建设了大港储气库群、京 58 储气库群和刘庄储气库。2012 年的数据显示，中国储气库的实际工作气量为 30 亿立方米，天然气表观消费量为 1471 亿立方米，储气库工作气量仅占天然气消费量的 2%，远低于美国的 14.2%和世界平均水平 11.3%。

2013 年，随着华北苏桥、新疆呼图壁、重庆相国寺、辽河双 6 等储气库的投产，当年新增设计工作气量 116 亿立方米，截止到 2013 年底，中国储气库（含中国石化的中原油田文 96 储气库）的设计工作气量达到 164.92 亿立方米，以油气藏型储气库为主，主要分布在气源所在地、天然气消费中心以及大型骨干管网附近。

但考虑到储气库从投产到达到设计工作气量的时间长，而季节调峰气需求逐年迅速增长等因素，目前中国储气能力建设仍严重滞后，急需根据全国天然气管网布局，加快建设储气设施。

根据规划，“十二五”期间将新增储气库工作气量约 220 亿立方米，约占 2015 年天然气消费总量的 9%，城市应急和调峰储气能力达到 15 亿立方米。未来，预计中国将形成四大区域性联网协调的储气库群：东北储气库群、华北储气库群、长江中下游储气库群和珠江三角洲储气库群。

## (2) 中国储气库运营管理及价格机制

中国天然气产业仍然是上中下游一体化的运营模式，天然气生产、运输、储存及销售主要是由中国石油、中国石化等国有大型石油公司运营管理。储气库与欧美国家的早期运营模式一样，作为管道的辅助设施，与管道捆绑在一起，没有成为天然气产业链中的独立环节。虽然 2010 年以后出现了国家投资的储气库，但是储气库的运营模式没有发生根本性的变化。目前，中国储气库的主要作用还是协调供求和调峰、优化生产和管网运行以及应急与战略储备等方面。

经过 2011 年和 2013 年两次天然气价格改革之后，中国的天然气定价方法由成本加成法转变为市场净回值定价法，价格管理由出厂环节调整到门站环节，国家发改委规定各省门站价格的最高上限，同时建立了天然气价格与可替代能源价格的动态挂钩机制。

目前，中国储气库一直是管道的辅助设施，没有单独定价，储气环节发生的投资、成本费用都是与管道的经济效益测算捆绑在一起，相应的储转费计入到管输费中，与管输费一并收取，没有在天然气价格体系中单独设立“储气费”科目。例如，2003 年国家发改委发布的西气东输管道的全线管道平均运价（包含储气费用）为 0.79 元/立方米。

### 5. 中国天然气储气库存在的问题

目前地下储气库仍然是主要的调峰方式，将国内地下储气库建设、运营与市场面临的各种挑战与问题梳理清楚，并提出相应的政策建议，通过完善政策机制引导有效市场的建立，是目前天然气存储所亟需的。中国天然气储气库发展面临的主要问题有：

- 储气责任界定不明确；
- 储气库建设标准缺失，运营安全隐患大；
- 监管不到位且无法可依；
- 价格不透明，不利于市场进行有效竞争；
- 盈利模式缺乏，各类资本投资积极性不高。

## 三、 钠系电池研究进展

随着电动汽车的大规模推广和应用，锂离子电池的快速发展和应用必然会导致锂资源紧缺和成本上升，从而影响它的应用经济性和大规模持续供给。考虑到钠和锂具有相似的物理化学性质，并且钠资源丰富、成本低廉，近年来钠系电池得到日益广泛的研究和重视，未来在大规模储能应用中将有很大发展潜力。

钠系电池通过钠离子在正负极之间的传导和得失电子，实现电能和化学能的转换。目前已经得到研究和应用的钠系电池包括钠离子电池、水性钠离子电池、钠硫电池、ZEBRA 电池（钠镍电池）等。对于规模化储能应用来说，大容量配置、场地不受限制等特点决定了其对能量密度的要求相对较低，因此低成本、高安全性的钠系电池更适合规模化地应用于储能领域。本节将介绍各类钠系电池的工作原理、性能特性以及研发进展，分析其发展特点和趋势。

### 1. 钠离子电池

钠离子电池与锂离子电池结构和原理相似，正负极材料均采用钠离子容易嵌入/脱嵌的



活性材料，电解质是溶解有钠离子的有机溶剂或采用盐类掺杂的固态聚合物。钠离子电池原材料价格低廉、储量丰富，已成为近期储能领域研究的热点方向之一。

通过借鉴锂离子电池材料研究经验，钠离子电池材料研究近年来进展较多、技术发展较快。钠离子电池研发的关键在于材料的开发，开发长寿命电池的关键是开发出具备可逆脱/嵌钠离子特性的材料，包括正极材料、负极材料和电解质。一些典型的钠离子电池正负极材料、电解质材料如表 7 所示。

表 7：钠离子电池关键材料

	细分类别	说明
负极材料	碳基储钠负极材料	各种非石墨结构的碳材料，石油焦炭( $\text{NaC}_{30}$ )、炭黑( $\text{NaC}_{15}$ )、沥青结构碳纤维( $\text{NaC}_{26}$ )和分子聚合物( $\text{Na}_{0.46}(\text{C}_6\text{H}_4)$ )等，表现出相对较好的钠离子可逆脱嵌性能； 硬碳材料稳定性最好，是目前最接近实用的钠离子电池碳基负极材料。
	合金类储钠负极材料	主要集中在 Sn 和 Sb 的研究； 采用合适的制备方法或引入惰性物质作为结构支撑手段以缓解其在充放电过程中的体积变化是合金材料的发展重点。
	过渡金属氧化物	由于过渡金属氧化物大多嵌钠电位较高，从而使其作为负极材料的可选择对象不多。 $\text{Na}_2\text{Ti}_3\text{O}_7$ 、 $\text{Sb}_2\text{O}_4$ 是目前已报道的比容量最高的一类钠离子电池负极材料； 锂离子电池负极材料 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 不仅可以储锂，而且具有很好的储钠性能。
正极材料	层状 $\text{Na}_x\text{MO}_2$ (M=Co, Ni, Fe, Mn, V) 正极材料	钠基的层状过渡金属氧化物是研究的首选材料； 由于钠离子比锂离子大，使得钠离子在层状过渡金属氧化物材料的脱嵌相对困难，改善材料以提高其动力学性能有利于提高钠离子电池的电化学性能。
	聚阴离子型正极材料	包括橄榄石型 $\text{NaMPO}_4$ 材料、NASICON 类 $\text{Na}_x\text{M}_2(\text{PO}_4)_3$ 材料、过渡金属氟化磷酸钠盐 $\text{NaMPO}_4\text{F}$ 材料等； 如果可以提高其可逆容量和倍率性能将会大幅改善其作为钠离子电池正极材料的电化学性能。
	其他正极材料体系	抛弃锂离子正极材料体系的束缚，针对钠离子自身的特点开发不含贵金属元素的正极材料体系是钠离子电池正极材料研发的主要方向； 正在研究的材料包括普鲁士蓝、 $\text{Na}_2\text{Mn}^{\text{II}}[\text{Mn}^{\text{II}}(\text{CN})_6]$ 、 $\text{Na}_2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 等。
	电解质	关于钠离子电池电解质材料的研究较少； 最常用的电解液是以 $\text{NaPF}_6$ 或 $\text{NaClO}_4$ 作钠盐，碳酸酯作溶剂的电解液； 目前有机电解液体系和固态聚合物电解质体系是研究较多的方向。

资料来源：CNESA

钠离子电池的发展表现特点和趋势：

- 将锂离子电池电极材料直接类比应用到钠离子电池中是开发钠离子电池体系的捷径和首选思路；
- 由于钠离子与锂离子在离子半径、化学活性等自身特性方面有所不同，使得钠离子电池虽可以在一定程度上借鉴锂离子电池材料的化学组成，但还需要针对钠离子的物理化学性质、电极材料的晶体结构和反应机理独立地开发和设计新型钠离子电池体系；

- 由于碱性离子（锂离子、钠离子、钾离子等）之间具有相似的化学性质，在锂离子电池电极材料的基础上开发可以实现多种碱性离子共嵌入的正负极材料也是钠离子电池电极材料开发的一个方向，以此可以大幅提高材料的储能容量和应用范围。

## 2. 水性钠离子电池

水性钠离子电池使用水作为电解液，与使用液态有机电解液的电池相比，在成本和安全性方面具有明显优势。由于部分钠离子电池电极材料的氧化还原电位处于水稳定电压窗口内，因此钠离子电池具备应用水性电解液的条件，水性钠离子电池也成为钠系电池不同与锂系电池的重要方面。钠离子和水溶液体系自身的化学性质是影响水性钠离子电池电极的材料体系开发应用的最主要因素。目前所报道的全电池体系大致可以分为以下两类：

### （1）非对称电容型水性钠离子电池

在“电容负极/嵌入正极”型水性钠离子电池中，负极采用高比表面活性炭材料，反应原理为钠离子在表面的吸附/脱附反应；正极则采用高电势嵌钠化合物，反应过程为钠离子的嵌入脱出机理。因此，这类电池又称为混合型水系钠离子电容电池。

由于反应原理简单、原料丰富且价格低廉，这类材料体系非常适合诸如电网调峰、分布式储电等应用。美国 Aquion Energy 公司已将这种电池进行产业化开发。

### （2）嵌入型水性钠离子电池

“嵌入负极/嵌入正极”水性钠离子电池的反应原理与锂离子电池的“扶摇椅式”反应体系相似，即充电过程表现为钠离子从正极富钠晶格中脱嵌出来进入溶液，同时溶液中钠离子嵌入负极晶格；放电过程正好与之相反。

目前 Alveo Energy 公司正基于这种材料体系开发新型低成本水性电池。

## 3. 中低温钠硫电池

在《储能产业研究白皮书 2011》中，我们曾对钠硫电池做过详细介绍，目前储能领域应用的钠硫电池通常需要较高的运行温度(300~400℃)，由于运行温度很高，对材料的性能、生产工艺、电池的结构设计和系统的安全管理都提出了很高的要求，为此中低温钠硫电池成为研究的主要方向。

### （1）中温钠硫电池

最近，美国西南太平洋国家实验室（PNNL）对中温 Na-S 电池进行了研究，设计了平板式的钠硫电池结构并取得了较好的结果。该结构采用厚度为 600 μm 的 β-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 陶瓷片作为固体电解质，NaI 的四乙二醇二甲醚溶液作为阴极溶剂，在 150℃ 下具有较好的电化学性能。

### （2）室温钠硫电池

目前对室温 Na-S 电池的研究借鉴了 Li-S 电池的概念，因此存在着与锂硫电池类似的问题。受限于硫正极电化学活性低、放电中间产物易溶于电解液等缺点，室温钠硫电池存在正极活性物质利用率低、循环性能差等问题，严重影响了其性能发挥和实际应用。2014 年中科院化学所郭玉国研究团队开创性地将小硫分子正极应用于钠硫电池中，并配合钠负极和碳酸酯电解液组装出室温下即可工作的原型电池。实验显示，该电池可实现良好的倍率性能，循环寿命超过 200 周，是已报道室温钠硫电池体系中最高的。

#### 4. ZEBRA 电池（Na-Beta 电池）

ZEBRA 电池是 1978 年由南非 Zebra Power Systems 公司的 Coetzer 发明的一种基于 Beta-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 陶瓷电解质的二次电池，又称 Na-Beta 电池。ZEBRA 电池包括液态的钠负极、金属氯化物材料（NiCl<sub>2</sub> 和少量 FeCl<sub>2</sub>）的正极以及钠离子导体 β-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 陶瓷电解质。

在放电过程中金属钠负极被氧化产生的钠离子通过钠离子导体 β-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 固态钠电解质以及由氯化钠和三氯化铝混合熔液组成的次级电解液到达 NiCl<sub>2</sub> 正极，充电过程则相反。

与钠硫电池类似，降低运行温度、降低系统成本是 Na-Beta 电池的主要研发方向，美国西北太平洋国家实验室在这方面取得了一系列的研究成果。目前美国 GE 公司成功的开发了 Durathon 钠盐电池技术，初步实现了 ZEBRA 电池的实用化。

#### 5. 钠系电池综合比较

上述四类电池的综合比较如表 8 所示。

表 8：钠系电池发展状况比较

储能技术	优势	劣势	应用阶段	发展趋势
钠离子电池	材料成本低、能量密度高	循环寿命低、运行稳定性差	基础研发	针对钠离子特性开发具有高循环寿命、高倍率性能的材料体系
水性钠离子电池	安全性好、成本低	能量密度低	应用初期	开发新型电极材料提高循环寿命
钠硫电池	材料成本低、比能量高	高温体系、安全性差	大规模应用	借鉴锂硫电池经验，开发室温钠硫电池体系
ZEBRA 电池	安全性好、循环寿命长、耐过充过放性能好	制造成本高、功率密度低	应用初期	降低电池运行温度和阻抗，提高电池放电速率

资料来源：CNESA

尽管各种钠系电池技术在性能特点和发展程度上有所差异，但大规模、高安全性、低成本、高能量和功率密度、长寿命是今后各种钠系电池一致的发展方向。目前钠系电池的研发还需要进一步对电池关键材料和关键反应界面进行研究和评价，以增强电池的电化学性能和安全可靠。由于钠系电池自身特点更加适合储能领域应用，未来在提升电池性能的同时还需要在钠系电池产业化的道路上继续探索，为钠系电池寻找合适的应用场景，使钠系电池在降低储能系统成本、提升储能系统功效方面发挥更大作用。

### 四、 其他储能技术研究进展

2014 年储能技术保持快速发展，除了上节重点介绍的钠系电池体系，锂离子电池（含锂硫电池和锂空气电池）和液流电池仍然是储能技术研发的重点领域。此外，液态金属电池、液化空气电池新型储能技术不断涌现并投入示范运行，也成为 2014 年储能技术研发的一大亮点。2014 年储能技术研发特点如下：

- 开发新型电解液体系是液流电池研发的主要方向；
- 开发新型电解质体系，匹配硅、金属锂等负极材料是提高锂离子电池的能量密度和循环寿命的重要途径；

- 锂硫电池是高比能量储能电池技术研发的重点方向；
- 锂空气电池的研发持续推进，距离实际应用尚有一定距离。

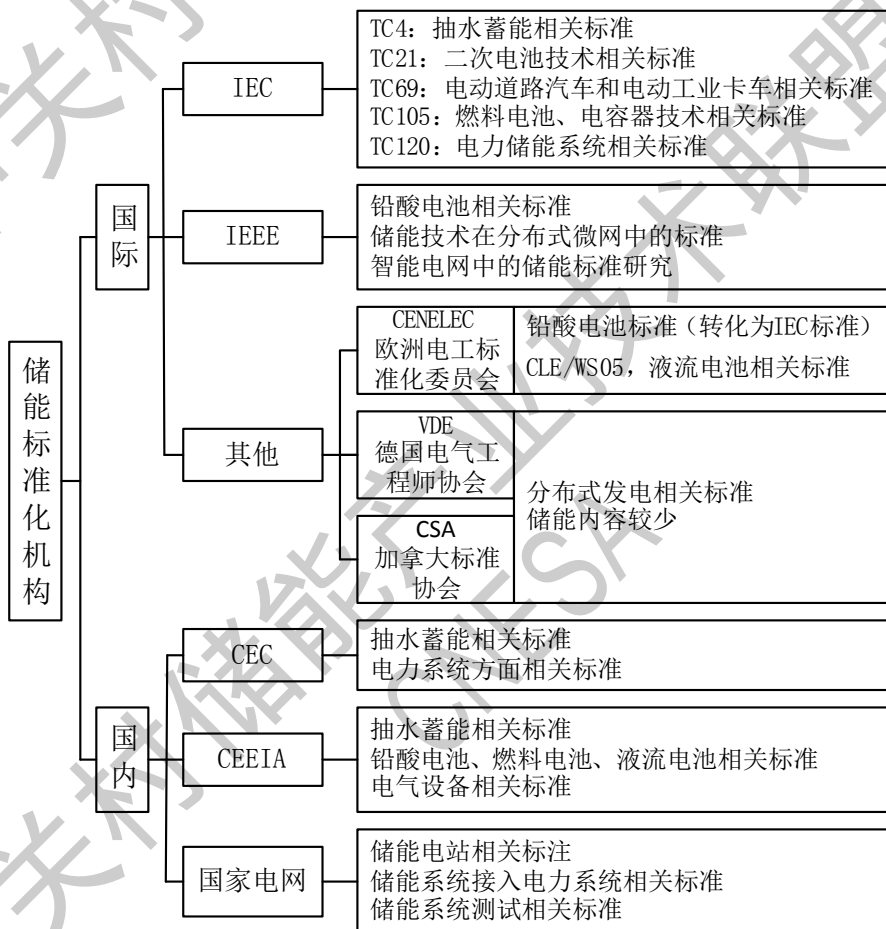
## 五、 储能技术标准及中关村储能产业技术联盟标准检测平台介绍

为了推动储能技术的应用，中关村储能产业联盟从 2014 年起开始启动储能标准及检测平台的建设。《储能产业研究白皮书 2012》中，对储能的标准制定情况做了详细的介绍，本部分将更新相关内容，为读者详细介绍中关村储能产业技术联盟的标准检测平台的建设思路，以期收获广大读者的宝贵建议，更好的推动此项工作的开展。

### 1. 国内外储能技术标准工作总结

目前，国内外已经有多家组织/机构在从事储能技术标准化工作，其中，最具权威性的组织/机构，国际上主要有：国际电工委员会（IEC）、电气和电子工程师协会（IEEE）；国内主要有中国电力企业联合会（CEC）、中国电器工业协会（CEEIA）、国家电网等。这些机构目前在储能标准、以及与储能相关性较大的应用领域（例如分布式发电）方面取得的成果如图 1 所示。

图 1：储能标准国内外制定情况



资料来源：CNESA



## 2. 具体应用场景下储能技术标准

目前，国内外标准机构针对储能技术在具体应用场景下的标准研究尚属早期，除了技术上相对成熟的抽水蓄能、铅酸电池技术，与其他化学储能技术应用场景相关的标准还处在术语描述、接入标准、建设标准等起步阶段，具体如下：

- 铅酸电池在具体应用场景下的标准化研究工作，相对于其他技术，最为全面，例如 IEEE 制定了铅酸电池在偏远环境、可再生能源并网、静态场景下应用时的相关标准；
- 与电动汽车相关的储能电池相关标准制定较多，但多局限于动力电池、电动汽车充电领域，电动汽车作为储能元件应用于电力系统，相关标准还很欠缺；
- 储能应用于分布式微网相关标准的制定近期也进行了较多的工作，但仍属于起步阶段，只在部分标准中零星涉及储能的一些描述；
- 除具体应用场景外，储能与电力系统相连方面，国内外也都做了相关研究，例如 IEEE 智能电网标准中的 P2030.2™（《与电力基础设施整合的储能系统互操作性指南》）、IEEE P2030.3（《电力系统应用的电力储备设备和系统的测试流程标准》）以及国内一些相关标准。但这些标准基本上局限于系统安装、测试等方面，具体的储能技术相关要求并没制定。

尽管目前已出台或正在制定的具体应用场景下的储能技术标准还很缺乏，但在国外一些政府支持项目、企业招标项目中，例如加州自发电激励计划、美国能源部 SHINES 计划、Con Edison 需求管理项目、PJM 调频市场等，针对具体应用，已经出现了对于储能技术性能的具体要求。这些或可为推广储能应用、制定相关标准所借鉴。

## 3. 中关村储能产业技术联盟标准检测平台介绍

中关村储能产业技术联盟从 2014 年起，开始启动储能标准化研究工作，依托北京市科委的锂离子共性平台项目，从储能用锂离子技术为研究切入点，联合中国北方车辆研究所、北京鉴衡认证中心、机械工业北京电工技术经济研究所，共同搭建储能用锂离子共性技术平台。联盟希望以此平台的搭建为切入点，通过对储能用锂离子技术的标准研究，逐步建立起完整的标准体系，推动产业有序发展。

### （1）平台服务框架

储能用锂离子共性技术平台的搭建将主要为智能电网、分布式能源并网、分布式电源领域的锂离子电池制造商、锂离子电池系统集成商、储能电站运营商、政府相关部门、投资商提供以下三类服务：

#### 检测评价与认证

在完整的指标体系和标准体系的指导下，对储能用锂离子电池准入、标志备案及体系认证、设计开发试验验证。

#### 咨询

以指标体系和标准体系为蓝本，为战略投资、招标采购、电站安全、政策制定提供咨询。

#### 培训



依托已建成的指标体系和标准体系，为平台的服务对象提供标准的宣贯、质保体系、安全体系的培训。

## (2) 平台建设及预期目标

以锂电厂商为主导，以市场需求及产业发展为导向，多方参与、优势互补、强强联合，共同实施平台建设。

### 建设模式

平台承担单位已有的工作基础好、互补性强、覆盖范围广，通过强强联合、优势互补，降低平台建设成本，缩短平台提供服务的周期，加速促进储能用锂离子电池产业升级以及产业化进程。

### 建设内容

平台面向储能用锂离子电池生产企业、上游客户及政府相关部门，提供集“信息、标准、检测、科研（技术）”四位一体的服务。

### 建设效果

填补储能用锂离子电池测试评价公共技术服务平台、指标体系和标准体系以及市场准入认证的空白。

通过平台的建设，将实现以下预期目标：

- 完善锂离子电池包括从原材料生产过程、质量监控，到运输全过程标准体系；
- 建立以市场、以需求为导向的联盟标准，以此标准指导锂电的研发、生产及销售，进而建立起合理的准入门槛；
- 开展储能用锂离子电池准入认证并建立储能用锂离子电池综合性能数据库，为行业主管部门了解我国目前储能锂离子电池技术发展水平、制定技术发展路线等产业政策提供数据支撑；
- 为上游用户及政府主管部门严把准入门槛，为储能锂电池生产厂商提供权威、公正的测试评价服务；
- 使真正有技术优势的储能锂电池企业通过测试评价及对比脱颖而出，促进储能用锂离子产业升级和健康、有序、快速发展，并在电力行业削峰填谷、新能源并网、分布式能源领域获得大规模应用；
- 带动整个储能产业的健康有序发展。

## 鸣 谢

### 审核委员会名单（排名不分先后）

国家能源局	李冶
防化研究院第一研究所	杨裕生
国家能源局	史立山
清华大学	吴宗鑫
中国电力科学研究院	胡学浩
中国电力科学研究院	来小康
中国电力科学研究院	吴福保
中国电力科学研究院	惠东
国网能源研究院	蒋丽萍
国网能源研究院	李琼慧
中国科学院物理所	李泓
中国科学院工程热物理研究所	陈海生
清华大学	曾嵘
华北电力大学	曾鸣
上海电力设计院	郭家宝
上海交通大学	马紫峰

特此感谢以下赞助商对储能国际峰会 **2015** 的大力支持！