

2010年12月刊 总第二期



# 中国储能

## China Energy Storage

封面文章：

新能源催生最具前景的三大储能电池技术

中国储能网：[www.escn.com.cn](http://www.escn.com.cn)

## 卷首语

储能行业的发展迫切需要一个专门为储能行业人士服务的专业媒体，向企业传达各项政府发展政策，向政府表达企业的呼声，反映产业发展过程中遇到的问题，提供解决问题的思想方法，指导储能行业的舆论方向。中国储能网正是在此背景下应运而生。

自中国储能网开办以来，我们一直在努力为关心大规模新兴储能产业发展的读者朋友提供及时、深度、全面的行业资讯，让更多的人了解储能，认识储能。

《中国储能》电子杂志是中国储能网向广大读者推出的又一免费信息共享平台，目的是让读者更方便、更快捷地了解储能行业的相关信息。

《中国储能》电子杂志属于那些关心储能产业发展的朋友们。2010年11月15日发布第一期后，受到广大读者的一致好评，热心读者更是给我们提出了各方面的建议和意见。

《中国储能》电子杂志每月一期，每月15日前后正式发布，是中国储能产业唯一一本专业电子类杂志。

《中国储能》的成长离不开广大读者的支持，我们欢迎广大读者投稿，稿件将在中国储能网或电子杂志上选择刊发。如果您有什么建议或意见，也请与我们联系，联系邮箱：[escn\\_edit@126.com](mailto:escn_edit@126.com)。

## 目 录

<b>【封面文章】</b> .....	<b>1</b>
新能源催生最具前景的三大储能电池技术 .....	1
<b>【产业观察】</b> .....	<b>5</b>
美报告强调：储能和电网技术是新能源并网必不可少环节 .....	5
储能电池行业发展趋势 .....	6
工程院院士杨裕生解读大规模储能技术 .....	9
中国飞轮储能：前景未可知 .....	11
铅酸蓄电池前景堪忧？ .....	15
<b>【政策视角】</b> .....	<b>20</b>
世界各国对储能产业的主要激励政策 .....	20
我国储能相关的产业政策 .....	21
深圳储能电站示范项目扶持计划 .....	23
<b>【储能技术】</b> .....	<b>26</b>
解读物理储能技术 .....	26
超级电容器与锂离子电池电极材料的电化学性能研究 .....	29
超级电容器最大优点：短时间高功率输出 .....	30
<b>【储能项目】</b> .....	<b>31</b>
涉及储能及相关领域的政府支持项目 .....	31
敦煌风光储储能示范项目协议签订 2011年4月开工 .....	34
<b>【市场财经】</b> .....	<b>35</b>
超级电容器产业链的投资策略 .....	35
电池材料行业 2011年投资策略 .....	36

## 【封面文章】

# 新能源催生最具前景的三大储能电池技术

随着新能源产业的逐渐展开，同属于电化学储能方式的三种电池系统脱颖而出。由于它们更适合可再生能源发电、分布式电源、智能小区等智能电网的新要求，前景被包括国家电网公司在内的国内和国外很多人所看好。它们是钠硫电池、液流电池和锂离子电池。

“我们关注的电池技术主要包括用于大规模风电、太阳能发电的兆瓦级以上电池，如液流电池和钠硫电池，和易调整容量大小、适用于各种范围应用的电池，包括锂电池、镍氢电池、铅酸电池等。我们认为最值得关注的是钠硫电池、液流电池和锂离子电池。其中，锂离子电池由于应用范围广、市场空间更大，人们更关注，投入的力量也更大，发展速度很快。另两种电池由于只适合大规模应用，研发投入力量较小，所以发展速度不如锂离子电池快。”中国电力科学研究院电工与新材料研究所副所长、超导研究所所长来小康介绍说，“随着人们对储能技术在科研、资金方面投入的大幅提升，其自身的进步也让人们看到了希望，使靠储能解决可再生能源并网等问题的梦想变得有实现可能。”

这一梦想已经在实现过程中。2009年9月，国家电网公司旗下的新源控股有限公司与河北张家口正式签订协议，将在张北、尚义两县风电场建设国内首个风光储能示范项目，总投资80亿元以上，其中包括建设化学储能7.5万kW。项目的一期工程已经获得河北省发改委的核准，储能为2万kW，根据规划，该环节所应用的锂电系统在未来的一两个月内将投产。

这对于三种电池在智能电网中的实际应用而言只是第一步。真正实现电池的大规模商业化应用还需要一个漫长的过程，来小康认为，至少需要5~10年。

## 钠硫电池

### 定义

钠硫电池是一种以金属钠为负极、硫为正极、陶瓷管为电解质隔膜的二次电池。在一定的工作温度下，钠离子透过电解质隔膜与硫之间发生可逆反应，形成能量的释放和储存。电池通常是由正极、负极、电解质、隔膜和外壳等几部分组成。

### 特点

- ◆ 比能量高——即电池单位质量或单位体积所具有的有效电能量高，可达到铅酸电池的3~4倍
- ◆ 可大电流、高功率放电
- ◆ 充放电效率高

由于采用固体电解质，所以没有采用液体电解质电池的那种自放电及副反应，充放电电流效率几乎100%。

目前看来，在全球，钠硫电池是最成熟、商业化时间最长和规模最大的电池，但只有日本NGK公司能够大规模生产，现在已经有超过300 MW的实际应用。

钠硫电池是美国福特公司于1967年首先发明公布的，已在世界上许多国家受到极大的重视和发展。其首先在不少国家被用作电动汽车用的动力电池，也曾取得了不少令人鼓舞的成果，但由于其在使用可提供的空间、电池本身的安全等方面均有一定的局限性。所以在20世纪80年代末和90年代初开始，国外重点发展钠硫电池作为固定场合下（如电站储能）应用，并越来越显示出优越性。日本东京电力公司和NGK公司合作开发钠硫电池作为储能电池，用于电力的削峰填谷、UPS应急电源及瞬间补偿电源等，并于2002年开始进入商品化实施阶段，同时开始向海外输出。

在我国，中科院上海硅酸盐所在国家“863”、中国科学院重大项目的支持下，研制成功了基于30 Ah单体电池的6 kW车载钠硫储能电池，并于2009年研制成功650 Ah大容量单体电池，实现了从单体电池到电池模块的跨越；建成年产2 MW钠硫电池中试线，实现了钠硫电池制备关键装备国产化；其还与上海电力公司在2007年共建了上海钠硫电池研制基地，从事大容量城网储能电池模块、电网接入系统和储能系统的研制。

钠硫电池由于具有非常优异的蓄能功能，即使输入的电流突然超过额定功率5~10倍也能泰然承受，被认为适合应用于风电、太阳能发电等可再生能源发电领域；其还被认为适合用于“削峰填谷”。有媒体算了这样一笔账，2008年，上海最高用电负荷持续小时数只有104.5 h，而为满足这短暂的高峰负荷，却需要投资200亿元。由此测算1 kW的储能电池可节省电网投资1.3万元。预计到2015年，上海电网峰谷差可达16000 MW，即使只将20%的“谷电”存储起来，用于高峰时段，其经济效益就超过70亿元——而建设储能电站的投资，仅需20亿元左右。

但其缺点也是显而易见的，它需要工作温度在300~350℃，这让有些人对此系统存在异议，认为如果一套电池系统在工作时还需要另外加装一套加热系统，那其储能效率将大打折扣。

## 液流电池

### 定义

液流电池一般称为氧化还原液流电池，是一种新型的大型电化学储能装置。正负极全使用钒盐溶液的称为全钒液流电池，简称钒电池，是目前发展势头强劲的优秀绿色环保蓄电池之一，也是应用最多的液流电池之一。

### 钒电池特点

- ◆ 寿命长——由于全钒液流电池正、负极活性物质均为钒，只是价态不同，可以避免正、负极活性物质通过离子交换膜扩散造成的元素交叉污染，使电池性能长时间保持
- ◆ 成本低——生产工艺简单，价格经济，成本与铅酸电池相近
- ◆ 大功率、支持频繁大电流充放电——可制备兆瓦级电池组，大功率长时间提供电能
- ◆ 绿色无污染——它的制造、使用及废弃过程均不产生有害物质

钒系的氧化还原电池是在1985年由澳大利亚新南威尔士大学的 Marria Kacos 提出的，发展至今，钒电池技术已经趋近成熟，在美国、加拿大、欧洲、日本、澳大利亚等地已经开始商业化应用。

经过这些国家的应用验证，钒电池被证明主要适合应用于再生能源并网发电、城市电网储能、远程供电、UPS 系统、海岛应用等领域。它最显著特点是规模化蓄电，在广泛利用可再生能源的呼声高涨形势下，可以预见，液流电池将迎来一个快速发展的时期。

在钒电池领域，参与企业并不多。普能公司（收购了世界知名储能公司——加拿大 VRB POWER 公司）和日本住友公司是这一领域的领头企业，分别在世界各地和日本本土拥有商业化业绩。

在我国，也有人在做钒电池系统的研究。1995年，中国工程物理研究院电子工程研究所首先在国内展开钒电池的研究，研制成功500W、1kW的样机，拥有电解质溶液制备、导电塑料成型等专利。2006年3月中国科学院大连化学物理研究所研发成功10kW试验电堆，并通过国家科技部验收，标志着我国的全钒液流电池系统取得阶段性进步。清华大学利用在膜分离功能材料制备、膜过程与设备设计等方面近20年的研究经验和技術积累，在电堆流道设计、电堆密封结构、锁紧方式方面取得研究成果，已经申报3项专利，并研发成功全钒液流电池测试平台。

除学术研究外，2010年5月更是有应用的消息传来。由攀钢集团有限公司和无锡尚德太阳能电力有限公司共同建设的两套2kW光伏发电—钒电池蓄电示范工程竣工。据称，攀钢集团有限公司是世界第二大和国内最大的钒产品生产企业，研究钒电池已达10年。北京金能燃料电池有限公司也表示，其生产的作为钒电池核心材料的全氟离子膜已批量生产，钒电池已开始销售，

已推出适用于光伏发电、风力发电、电网调峰、分布电站等诸多领域的钒电池产品。

值得注意的是，尽管钒电池的前景被很多人所看好，但钒电池普遍应用的条件尚不具备，其大部分应用还是试验示范式的，要实现大规模商业化实际应用还有许多问题尚需进行深入研究。

## 锂离子电池

### 定义

主要依靠锂离子在正极和负极之间移动工作的充电电池。

### 特点

- ◆ 比能量高
- ◆ 安全性能好
- ◆ 可快速充放电
- ◆ 工作温度范围宽

虽然锂离子电池目前在储能方面的应用还没有液流电池和钠硫电池多，但由于它容量可大可小，也就适用于智能电网的发、用两大环节，发展前景还是为很多业内专家所看好。

我国锂离子电池产业发展较快，全球锂离子电池市场已经形成中国、日本、韩国三足鼎立的局面。近几年，锂离子电池已经开始应用于电动自行车和电动工具。经过 10 余年的努力，我国已初步形成了从原料制备、设备制造、电池加工和出口贸易到下游产品开发的锂电池产业链。2008 年，全国锂离子电池产业总产值约达 200 亿元，但其在储能领域的应用还很少。

“由于市场需求引导，我国之前对锂离子电池的研究主要集中在应用于各类电动车的动力电池，对储能电池的研究相对比较少，这也许是对储能领域应用及需求状况的了解不够所致。”清华大学核能与新能源技术研究院新型能源与材料化学研究室副主任蒲薇华博士告诉记者，“两者应用背景不同，则其对电池性能的要求不同，除了满足比能量和循环寿命等基本性能外，动力电池更强调良好的功率性能，能大电流快速充放电。另外，需要电池的使用温度范围要宽，尤其是低温性能，仍然是目前亟待解决的问题。储能电池则主要强调容量效率和循环寿命。个人认为，从目前电池材料及电池制备技术的发展现状分析，如果市场逐渐明朗并有大量需求，储能电池的研究和应用势头有可能超过动力电池，有望在较短时间内实现技术突破和推广应用。”

据了解，电网公司一般要求应用在风电、太阳能等可再生能源发电领域的电池寿命为 15 年，按每天充放一次计算，大概需要 6000 次，考虑到恶劣的运行工况，至少达到 5000 次。而现在动力锂离子电池，以磷酸铁锂电池为例，在全充全放的情况下可以达到 2000 次充放循环。“如果充

放电深度要求低于 100% DOD，以及 1C 左右较低的充放电倍率，就目前的技术现状，磷酸铁锂电池超过 3000 次的循环寿命应该问题不是太大。但是要达到 5000~6000 次循环，还需要在关键电池材料性能改进、电池结构设计等方面进行技术研发。经过 2~3 年的研究，要达到 5000 次充放电循环的要求还是比较乐观的。当然，也要考虑成本，这也是影响锂离子电池在电网等储能领域应用的重要因素。”蒲薇华博士预测说。

除了单体电池的寿命和成本问题，影响锂离子储能电池的还有电池成组技术、与之配套的相关电源管理系统、国家政策以及电网的接受程度等。

近期，锂离子电池在储能领域的应用有了进展，据了解，按照计划，2010 年 6—7 月张北风光储能基地中的锂电储能系统将投产，其中 1 MW 的锂电池由比亚迪股份有限公司提供。对此，专家表示，电网公司也清楚知道目前没有锂电池能满足 15 年的寿命要求，要想未来有所应用就只能先试用，这是一种期望值和技术成熟度的妥协。

我国在锂离子电池上走在了全球的前列，比亚迪股份有限公司、深圳市比克电池有限公司、天津力神电池股份有限公司等都是这一行业的重量级企业，据了解，比亚迪股份有限公司先后建成了多条生产线，能够生产包括 0.2 MW、1 MW 和 1.2 MW 的产品。

长城证券有分析师预测，按照目前市场普遍预期的 2020 年风电发电装机容量达到 1.5 亿 kW 计算，以河北张家口项目为参考，相关的储能容量将超过 2000 万 kW，假设其中 50% 采用化学储能，市场需求将超过 1000 万 kW，按照锂电池可以占据 30% 左右的市场份额计算，则有 300 万 kW 的需求。

但未来的市场固然美好，也还需要经过示范项目的测试，在生产商、研究机构以及电网公司的共同推动下一步一步实现。大家普遍的认识是，这个市场未来会很大，但目前发展不会很快。

[\[返回\]](#)

## 【产业观察】

### 美报告强调：储能和电网技术是新能源并网必不可少环节

科学家表示是时候把可再生能源电力集中输送至国家远距离电网系统中了。

阳光，并不是时刻都在照耀；风，并不是每分钟都在吹。

但是，严峻的事实是，我们的国家正在面临化石能源短期带来的巨大挑战！

可再生能源发电场的输电环节面临瓶颈。除非国家集中发展储能技术和智能的现代化电网技术。只有如此才能实现包括新泽西州和另外 29 个州的可再生能源目标。比如到 2020 年实现 30% 的可再生能源电力比例。

美国物理学会最近刊出的一本 36 页的报告强调，政府部门应该开始采取措施增加可再生能源上网比例。

“我们必须更加快速的发展储能以让可再生能源实现平滑上网。实现到 2020 年，电网中可再生能源电力占比 20% 的目标。”美国能源部阿贡国家实验室研究太阳能电池方向的联合主席 George Crabtree 表示，通过全力研究，我们有信心解决这一问题。

该报告并未给出研发储能以调节电网的成本有多少，也没有计算把风能和太阳能资源丰富地区的绿色电力转移到用电量较高的经济发达地区的成本又有多少。

该报告的作者之一 Jim Misewich 表示：成本计算不是我们的研究范围。“我们并不是说一定要在下个十年解决所有问题，我们努力克服我们所遇到的每一个问题。

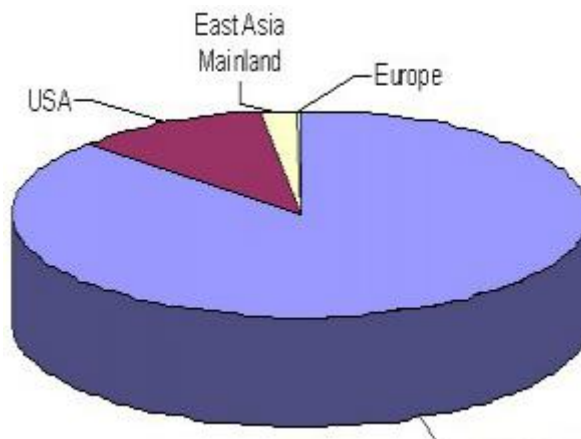
我们面临的挑战不仅仅来自于技术和资金，还包括整修以使国家电网得以统一。

虽然较小规模的可再生能源电力可以被当前的电网直接消化。但如果要实现可再生能源电力的预定目标，我们需要采取新的办法并重新整合电网。我们需要的是达到这一目标：将美国西部的大量新能源电力通过电网平稳输入东部地区。这就需要我们大力发展储能和电网整合技术。

[\[返回\]](#)

## 储能电池行业发展趋势

在全球高度重视气候变迁与节能减碳的趋势中，再生能源、电动车、以及智能电网之推动已成为国际趋势。同时也带动了各类大型储能与动力电池的市场需求。而日本挟着电池材料至 Cell 的技术优势，于大型储能发展相当积极。以 2009 年布建状况来说，近 90% 的储能均设置于日本境内。而在此次 Battery Japan 展会中，多家厂商亦展出各种大型储能电池。另外，除大型储能外，文中将一并提及其它新技术及产品应用趋势。



(图一)2009年全球大型储能各国占有率

### 大型储能用电池发展趋势

目前日本产业经济省对于大型储能相关的电池选项，主要为镍氢电池、钠硫电池、锂离子电池、超级电容等。目前于实际布建案例中，以钠硫电池所占比例最高，预估2010年，全球约占64%，近160MW的布建量。

此外，其它电池各有不同的特点，例如：有着价格优势的镍氢电池、高速充放电优势的超级电容等。而锂离子电池，则有可能在车用电池大量使用下，藉由规模经济拉低成本进入大型储能的应用市场。此外，在本次展会中，亦发现部分厂商开始应用锂离子电池于大型储能。整体来说，每种类型的电池各有自身的优缺点，必须就其特性找到适合的储能应用。

#### (一)新神戸电机(Shin-Kobe Electric Machinery Co.)

新神戸电机，系为日立制造所负责生产工业用锂电池的事业部。此次所展出的大型储能电池较为特别，如图三所示的LL-W型大型储能用铅酸电池。此模块除具备一般储能功能外，更可以用于缓和风力发电系统激活时，产生的系统不稳定状况。整体规格如图三所示，大小为437×799×500 mm、电压8V、电流可达1500Ah、电容量为12kWh，单价为40万日圆。以单支风力发电组约2MW的发电为基础，约需要1.3MWh的储电装置，故推算整体LL-W模块，约需432个。目前与黑潮(Kuroshio)风力公司合作，已实际设置于青森县五所川原市，以搭配16MW的风力发电总量。

另外，新神戸电机亦展出专责用于储存电能的电池模块-LL(可用于太阳能或风力)模块及LL-S(用于太阳能)模块，个别的规格如表一所示。不同于LL-W型模块的配置方式，以风力发电100kW或太阳能99kW的发电装置来说，将搭配584kWh的储能电池，换算成模块约需要292个LL1000，整体电池储能设备的建置，预算近6,000万日圆。

#### (二)ELLIY POWER

ELLIY POWER是日本国内，相当被看好的锂电池大型储能公司。最早系由日本庆应大学于2003年在一个ELiica的电动车项目中所发起，并陆续有近30家厂商加入此项目中。尔后在2009年，由Sharp、大和房屋工业等企业，集资101.6亿日圆成立，并公开上市。并于同年宣布确立锂电池技术，将用于家庭及工厂等大型储能需求。其中，将由住友大阪水泥(Sumitomo Osaka Cement Co., Ltd.)提供正极材料磷酸锂铁粉末。而住友大阪水泥，在看好磷酸锂铁的前景下，将大幅扩充产能，预计于2011年，将磷酸锂铁由原先的150万公吨，大幅增加至1,000~2,000万公吨。

图四为此次展场中 ELIYY POWER 所展示的大型储能相关系统。图四右边为主要的电池模块，内含四个锂电池 Cell。模块规格为  $192 \times 175 \times 128$  mm，重量约 2kg，能量密度为 91 Wh/kg。图四左边的 EPSS 8kWh 系统中需要 8 个模块。

ELIYY POWER 预计 2010 年，将生产 20 万个锂铁电池 Cell，主要用于大型储能。另外，此锂铁电池储能模块在实际设置方面，大多与地方政府合作，设置于学校、地方行政机构等，其它私人企业采用比率极低。

### (三) MAXWELL

MAXWELL 展出许多 3C 与手工具机相关的锂电池模块。

其中最受瞩目，当属应用于大型储能的超级电容模块。此 BMOD0063P125 模块，由于具有高速充放电的特性。有以下两种的应用状况。首先，一般大型风力发电及起重设备，此模块可以提供在发动的瞬间所需要的大电流。抑或是当大量发电电流产生时，此模块可成为后续储能设备的缓冲装置。

一般说来，单组 2MW 的风力发电设备，仅需要一个超级电容模块。以此模块为例，内含 18 个超级电容的 Cell，整体模块规格，如图六所示，尺寸为  $619 \times 425 \times 265$  mm，电压可达 750V，最大电流为 750A。但其单价也相当高，约为 40.5 万美元。

### 大型储能的电池选择，将走向复合式组合

一般说来，大型储能设备与再生能源的搭载相当密切。再生能源发电的运行中，对于储能设备，亦有着不同的功能需求。以风力发电来说，可以分为“激活瞬间”及“恒时储能”的需求，如图七所示。对“激活瞬间”的需求而言，重视的是储能设备的瞬间冲放电以及较高的安全性。而“恒时储能”的重点，则是稳定的储存能源及较低的安全性要求。

在展场相关的大型储能电池询价的过程中，可以发现整体单价的落差相当大。因此，可预期在未来大型储能于建置的过程中。将会是复合式的电池组合。

目前说来，瞬间冲放电的效率，超级电容还是首选，但近台币千万的单价。可能会使得在单一再生能源发电装置中，仅会搭载一个超级电容模块。另外，最近极具话题性的三元正极材料的车用锂电池，在其高效率表现下，也有可能应用于“激活瞬间”的需求。

最后，在“恒时储能”的方面，在设置的限制、要求以及电池的能量表现，不若车用锂电池苛刻。目前，可以发现，厂商倾向使用较便宜的电池种类，例如铅酸电池、镍氢电池等等。而锂铁电池，则希冀在车用锂电池带动的规模经济下，可将单价压低，以应用于大型储能。

[\[返回\]](#)

## 工程院院士杨裕生解读大规模储能技术

□中国工程院院士 杨裕生

### 一、化学法规规模蓄电的重要性

针对电网的“昼夜峰谷差”调节的需要，抽水储技术已很成熟而且难以替代，而且随着核能发电的发展，抽水储电站益显重要。太阳能发电，从总体上讲正好补充电网白天用电高峰之需，只是云层的影响引起短时间发电量的波动，要求以蓄电进行调节。（“太阳能白天发电，蓄电留着晚上用”的逆向“调谷”模式，难得经济效益，在路灯等局部有些使用价值，不宜规模推行。）风能发电受风速的影响更难捉摸，因而是规模蓄电的主要服务对象。但是几十万千瓦“整起整落”、响应缓慢的抽水储技术很难与之匹配，从而显出了化学法规规模蓄电在风能发电中应用的重要性。用电大户的蓄电和军用蓄电更应使用化学法规规模蓄电。

### 二、各种化学蓄电技术水平正在快速提高

各种用途对规模蓄电的要求各有侧重，应综合考虑需求目标和蓄电手段。高安全可靠是规模蓄电的首要要求，装置的工作温度范围、比能量、易维护性、环境友好性也应是考察的内容。

各种蓄电装置性能的比较是相对的，而且是随着各自的技术进步而变的，既不可过分强调某些性能以偏盖全，也不可“一眼看死”而认定它无出头之日。以铅酸电池为例，过去认为它循环寿命短，而国外70%DOD情况下循环寿命可达4500次（2005年）乃至6000次（2009年）。如果我国过去10年中有支持燃料电池的十分之一的力度来支持铅酸电池的研发，其循环寿命短的问题绝不会有今天如此大的差距。“运行和维护费用高等缺点”其实也渐成历史，现在我国已能大量生产密封胶体免维护铅酸储能电池了。至于“失效后的回收难题”，也要实事求是分析。垃圾箱里什么样的废电池都常见，唯独见不到废铅酸电池！哪儿去了？全都回收了。可见，铅酸电池的回收并不是难题，而且是最为完全彻底的。现在的问题是，“山寨”型作坊用土法从废铅酸电池中提取铅会造成环境污染，其根本原因是政府部门没有及早、认真对待。这一点，对比一下国外铅酸电池的回收、再生政策措施，情况就很清楚了。据了解，最近有关部门已开始重视，不失为亡羊补牢之举；一些有社会责任心的大型铅酸电池公司也在筹建环保型的铅再生厂，虽然他们明知这是亏本的买卖。希望政府部门能出台系统的政策、措施，下大决心把这件好事领导好、办到底。

综合衡量安全性、成熟性、经济效益等因素，铅酸电池占有较大优势。国外最大的铅酸电池蓄电站容量40兆瓦时，10年前就建成了；我国也已有了百千瓦级的装置。江苏双登集团表示愿意提供兆瓦级铅酸电池参与演示蓄电站的建设。

锂离子电池技术进步速度飞快，真可谓日新月异。有些前几年还存在的问题，到去年、今年就已解决或基本解决了。目前国家电网和南方电网正用锂离子电池分别建设演示性兆瓦级风电

场蓄电站和调峰蓄电站，是大规模应用的前奏。特别令人关心的电池安全性问题的解决也有很大进展，天津大学与天路公司合作研制成功的400安时钛酸锂—磷酸铁锂电池被称为“木头电池”，就是一例。

### 三、规模蓄电技术经济效益的判据

作为商业运行的规模蓄电，经济效益必须作为一个十分重要的问题加以考虑。应该有客观的判据来统一衡量各种不同类型蓄电装置的经济效益。我们将蓄电装置的初始投资、能量转换效率、充放电深度、循环寿命、维护成本五项性能与电能的“进价”、“出价”挂钩，推导出包含此七项指标的关系式，以计算规模蓄电装置的经济效益指数——YCC指数（如图所示）。（论文将发表在《电池》杂志上）。

$$YCC \text{ 指数} = \frac{\text{电价}_{\text{出}} - \frac{\text{电价}_{\text{进}}}{\text{能量转换效率}}}{\frac{\text{输出 1kWh 的初投资}}{\text{循环寿命} \times \text{充放电深度}} + \text{输出 1kWh 的运营成本}}$$

当计算出的YCC指数值 > 1时，表示蓄电企业盈利。

遗憾的是，按照目前收集的参数代入上式计算，除长寿命的铅酸电池和超级电容器外，锂离子电池、钠硫电池等大部分的化学电源在规模蓄电中尚不能取得经济效益。

### 四、赞成大力发展液流电池蓄电技术

规模蓄电就是一个典型的战略性新兴产业。正因为是新兴产业，其发展路径尚在探索中，技术更远未成熟。应该有选择地安排几种蓄电技术在竞争中发展，在发展中竞争，未来让市场作裁判。

液流电池体系繁多，笼统地说具有能量转换效率较高、循环寿命长、蓄电容量大、选址自由、可深度放电、系统设计灵活、安全、与环境隔绝而难形成污染、维护费用较低等优点，是发展前景很好的大规模高效蓄电技术之一。所以，我赞成发展液流电池蓄电技术，选择有优势的体系加紧研究，继续克服缺点，提高水平，将上述潜在的优势转化为现实的优势，全面地在同一个液流电池上发挥出来。

### 五、要一分为二评价全钒液流电池技术

现在，我国正在形成全钒液流电池的研发热潮，这与全钒液流电池基本具有上述液流电池的优点分不开，也因为我国有一定的钒资源。

但是要请注意，北京普能世纪科技有限公司以300万美元收购了加拿大VRB公司，经济危机只是VRB公司支撑不下去的客观因素；住友电工（SEI）作为日本钒电池的开发商和供应商，

前不久有人宣称，该公司从2006年起已停止生产新的全钒电池，停止生产的原因是在日本没有市场，并称其全钒液流电池系统的总能量转换效率仅60%左右。钒和离子交换膜成本高造成电池系统价格昂贵，也是此电池的一个弱点。维护费用主要取决于蓄电装置的复杂程度和稳定性，固态电极的电池似乎更占优势！

所以，我既赞成研发全钒液流电池技术，充分发挥其优势，又建议不要都去跟风、走“独木桥”。

## 六、要大力发展有自主知识产权的液流电池新技术

我不赞成将“国外有应用的实例”作为我国选择、支持研发蓄电技术（以及任何其他技术）的重要根据。要认清，这是一条扼杀自主创新的大棒！这种片面性的思维逻辑在我国科技界（尤其是我国的科技管理部门）有相当的普遍性，副作用不小，切切不可助长。张华民研究员在其作为首席科学家的“973”计划“大规模高效液流电池储能技术的基础研究”项目中，就特别安排了一个专题研究液流电池新体系。在此专题中，我们重点研究单液流电池新体系，其负极活性物质为流动的液态氧化还原电对，充电时活性物质在负极上沉积，放电时溶回电解液；正极活性物质为固态，与通常的电池类似。现在，碱性溶液的锌/镍单液流电池和酸性溶液的铜/铅单液流电池，在面容量高、寿命超长的正极制备技术、制止负极枝晶生长技术、内并—外串电池成组技术、旁路电流截止技术、单液流电池系统集成与控制技术等关键技术都已取得突破性进展，申请了若干专利，并已制成小型样机。这类有完全自主知识产权的单液流电池只有一个溶液，故不需昂贵的离子交换膜；电池结构简化，制作成本降低；活性物质价格低廉，显示出强劲的竞争力。相信它们在“十二五”期间将会得到大力支持，加快工程化研究，及早进入批量化生产技术开发，以满足急迫的规模蓄电需要。

[\[返回\]](#)

## 中国飞轮储能：前景未可知

飞轮储能技术作为未来大规模储能的应用方式之一进入国人的视野还是最近两年的事。

在我国，化学电池较为常见，抽水储能也应用较多，唯独飞轮储能这个名词颇为陌生。

在媒体对飞轮储能的报道中，北京航空航天大学教授房建成的一句话引用颇多：“目前，我国的飞轮储能技术还停留在实验室研究阶段，与国外技术水平差距在10年以上。”

然而，今年7月，英利集团高调宣布进军飞轮储能领域，称其技术国产化率达到了80%，并计划在“十二五”期间至少生产45万台。

那么，我国是否具有大批量生产飞轮储能的技术能力？国外的飞轮储能发展现状如何？飞轮储能是否能满足市场对储能技术的迫切需求？

带着这些疑问，记者来到我国少数几家研究飞轮储能的科研单位之一——清华大学工程物理系，采访了该系副研究员戴兴建。

## 市场潜力巨大

所谓飞轮储能，是利用高速旋转的飞轮将能量以动能的形式储存起来。需要能量时，飞轮减速运行，将存储的能量释放出来。我们小时候玩过的回力玩具汽车就是飞轮储能的简单应用。

不过，现在对飞轮储能的要求是将其应用于更大规模的储能。据戴兴建介绍，飞轮储能的技术优势是技术成熟度高、高功率密度、长寿命、环境特性友好。目前，国外产品经过不断地更新和提高性能，寿命已经达到15年、10万次以上。而化学电池一般只有几千次充放电的寿命，往往几年就需要更换。

戴兴建算了笔账：电池的运行需要空调作保证，因此需要额外的电费；两三年更换电池，又是一笔费用；同样容量的储能，飞轮储能的占地面积只有电池的1/3。综合起来，两者在寿命期内的竞争成本差不多。

不过，飞轮储能的劣势也很明显：能量密度不够高、自放电率高，如停止充电，能量在几到几十个小时内就会自行耗尽。

Active Power公司的飞轮储能系统单位模块输出250千瓦，待机损耗为2.5千瓦，因此有些数据称其效率为99%。“但这是有条件的。”戴兴建说，“只有在迅速用掉的情况下才有这么高的效率。如果自放电的话，效率大大降低。”

例如，几万转高速飞轮系统损耗在100瓦左右，1千瓦时的系统只能维持10小时的自放电。因此，戴兴建指出，飞轮储能最适合高功率、短时间放电或频繁充放电的储能需求。他认为，没有一种万能的储能技术能够满足所有的储能需求，飞轮储能根据其特点具体定位三块细分市场。

第一，高品质不间断电源。

有统计数据显示，美国95%以上的停电都由分秒级的电能质量差导致。电压突变在电网中很常见，但在一些高精密度产品的生产车间，电压突变会造成精密仪器的损坏。目前，国际市场上已经在用的基于飞轮储能的UPS有3000~4000套系统，以平均10万美元/台计算，现有市场已经达到3亿~4亿美元。这还不包括巨大的潜在市场。

第二，港口、地铁等特殊场合的电制动能量再生。

熟悉 F1 的人对动能回收系统（KERS）应该不会陌生。这是国际汽联为了顺应低碳这一国际形势而采取的重大举措。KERS 系统能将车身制动能量存储起来，并在赛车加速过程中作为辅助动力释放利用。现在已经面世的 KERS 系统就是采用飞轮回收。国际汽联主席莫斯利曾表示，锂电池适合于长期的能量储存，而飞轮则更适合吸收汽车大力制动下短时间内释放的巨大能量。

除了 F1 赛车，制动能量巨大的港口起重机、地铁列车等都可以配备类似的动能回收系统。据悉，国内的很多港口起重机的动能回收方式已经从早期的电池转变为飞轮。Vycon 公司更是将飞轮储能系统纳入港口起重机的制造，成为其中一个部件。这块市场也将会很大。

第三，用于可再生能源并网的分秒级储能电源。

风力发电的波动很大，为了稳定输出往往会为风机配备柴油机组，但柴油机并不适合频繁启动，而这恰恰是飞轮的强项。“国外现在采用的一种解决方案是同时配备飞轮储能系统用于分秒级的储能，减少柴油机启动次数。”戴兴建表示，跟 UPS 只有几百千瓦到几兆瓦的容量相比，风力发电的容量大、规模大，因此市场也更大。他建议百兆瓦级别的风电场配备供电容量 20%~50% 的飞轮储能。

不过，由于放电时间有限，戴兴建认为飞轮储能不一定是调节太阳能发电波动的最佳选择。

### 理论研究多 工程实践少

据了解，以美国为代表的西方国家对飞轮储能的研究开发持续了 50 多年，目前能够提供产品的公司有 10 多家，主要在 UPS、电制动能量再生、风力发电储能、高功率脉冲电源等方面获得了商业应用。其中，用于 UPS 电源是发展最迅速的市场。

最近，Beacon Power 公司承接了美国能源部的一个项目，为一座 20MW 的电厂储能调频，能做到 15 分钟的储能规模。而一般应用于 UPS 的飞轮储能时间都不超过 100 秒。

“因此可以说这是美国目前最先进的飞轮储能系统。”戴兴建说，“这也说明美国的很多项目还处在示范阶段。”

另外，日本在上世纪 90 年代做出来了小型几千瓦的飞轮储能系统，欧洲在上世纪 90 年代也尝试过用飞轮储能回收刹车动能再生，但都没有特别明显的市场收益，未能真正实现商业化。

我国的飞轮储能研究始于上世纪 80 年代，由中科院电工所开始。到上世纪 90 年代之后，清华大学、华北电力大学等开始投入。另外，北京航空航天大学正在研究磁悬浮飞轮。

戴兴建指出，国内能实现充放电的科研单位不多，总体来说，理论研究较多，工程实践和实验比较少；理论分析计算较为充分，实验研究不充分；装置开发滞后。和国外差距 10 年以上。尤其在飞轮的转速、电机功率、系统效率等方面差距很大。

据介绍，清华大学经过15年的研究，研制了3代飞轮储能实验原理样机：300Wh永磁一流体动压悬浮飞轮储能系统、500Wh飞轮储能UPS、300Wh电磁悬浮飞轮储能系统。在高储能密度复合材料飞轮、微损耗轴承、系统实验技术方面具有优势。

此外，近5年来也有一些国内技术公司在研发工程样机。但直到英利提出雄心勃勃的计划为止，国内企业并未获得明显突破。

戴兴建表示，飞轮储能的空载损耗大（自放电率高）是制约其进一步发展的决定因素。据公开数据显示，现在产业化的主流技术的放电时间基本在10~100秒，最长达到900秒。

而延长飞轮储能的时间只有两种方法：减小损耗和补充能量，后者显然不合适，因此减小损耗被视为提高飞轮储能性能的唯一方法，也成为世界性难题。

戴兴建指出，目前飞轮储能的研究主要着力于研发提高能量密度的复合材料技术和超导磁悬浮技术。其中超导磁悬浮是降低损耗的主要方法，而复合材料能够提高储能密度，降低系统体积和重量。另外，我国还没有100千瓦、1万转以上的飞轮储能电机，研发高功率高速电机也是一大方向。

### 技术突破还需产业力量

其实，美国企业对飞轮储能的研究也并不顺利。据戴兴建介绍，美国的飞轮储能产品在2000年前后推出，其后并没有迅速占领市场，一直到2005年才真正实现赢利。一些公司经历过多次股权转让，还有多个应用研发项目因为技术无法突破而终止。

实际上，美国政府曾经支持过两个飞轮储能的大项目，一个是上世纪70年代能源危机之后由美国能源部提出的“超级飞轮计划”，但经过10多年的研究并没有解决关键难题；另一个是上世纪80年代提出的“航天飞轮计划”，在2004年由于美国空间站预算的缩减停滞下来。

“这两个计划虽然失败了，但是为美国的大学和科研院所积累了技术经验，支持了美国很多小公司20多年的研发。”戴兴建说，“手机从砖头式的大哥大发展到人手一支的普及型手机只用了不到10年的时间，但飞轮储能显然不行。”

值得注意的是，美国商业界为支持飞轮储能的研发投入了巨额资金，如Active Power曾连续几年从其母公司获得高达1000万美元/年的研发经费。

而在我国，由于受支撑政策的限制，飞轮储能一直没有获得大展拳脚的机会。从上世纪80年代至今，飞轮储能只获得过两个“863”探索项目和一个“八五”攻关项目的支持，除国防领域外，公开的总共投入经费不足500万元。

据戴兴建介绍，清华大学的研究经费主要来自清华大学自主基金和自筹经费。由于缺乏经费，研究一直较难维持。

“这次本来都搞不下去了，又有公司找来合作，但是只能根据用户需求进行研究。”戴兴建说，目前，清华大学正与多家单位合作开展工程样机研制工作，应用目标瞄准UPS电源、风力发电储能、独立动力系统功率调峰等。

在15年的研究进程中，清华大学工程物理系也培养了一批飞轮储能相关方向的研究生，不过由于市场较小，只有一名毕业生继续从事飞轮储能的研发工作。

一位知情人士表示，有国家支持才能快速发展，但我国近年来对化学电池储能投入较多，而对超级电容器、飞轮、压缩气体储能等技术的研究支持很少，即使在当前的迫切需求之下，物理储能仍然很难进入国家重大规划层面。

戴兴建解释道，飞轮储能其中的单项技术国内基本都有了（但和国外差距在10年以上），难点在于根据不同的用途开发不同功能的新产品，因此飞轮储能电源是一种高技术产品但原始创新性并不足，这使得它较难获得国家的科研经费支持。

“美国除了两个大项目后面全靠产业界推动，最终实现突破。我国要想有所突破也只能依靠产业界的力量。”戴兴建希望5~8年内，我国能形成一定规模的工业应用。

一个利好消息是，随着英利大手笔的投入，国内产业界呈现出趋暖的态势，不过戴兴建提醒道：“如果不突破微损耗这个难关，使用飞轮储能的代价将会很高。”

[\[返回\]](#)

## 铅酸蓄电池前景堪忧？

### 被误读的铅酸蓄电池？

当锂电池因为电动汽车的潮流越来越变得风生水起的时候，它的“长辈”铅酸蓄电池却因为污染等原因遭到口诛笔伐。已有150岁高龄的铅酸蓄电池当真已经步入暮年了吗？真相或许与你所知的并不相同。

当东风汽车的相关高层走进戴经明的办公室时，已经和东风汽车打了多年交道的他却感到异常惊讶！

担任湖北骆驼蓄电池有限公司（以下简称“骆驼电池”）副总经理的戴经明和东风汽车的高层颇为相熟，而骆驼电池也是东风汽车长期的蓄电池供应商。然而戴经明的惊讶却别有缘由。东

风汽车此次前来拜访骆驼电池，只有一个原因：在电动汽车的开发过程中，东风汽车因为锂电池的诸多问题而感到头痛不已，于是他们想在铅酸蓄电池企业和专家那里找到些许启示。

东风高管的意图如同一枚钢针直接刺向戴经明心中的隐痛之处。很多年来，戴经明这个既做铅酸蓄电池公司经营者，又做电池技术研发专家的从业者一直在奔走呼吁，他想用自己的经历和所见所闻告诉那些已经沉浸在锂离子电动汽车迷局之中而不能自拔的人们：铅酸蓄电池并不是人们现在所认知的那样。然而他的说法不仅应者寥寥，甚至有时还会被嘲笑。

### 雄霸半壁江山

也许你从来没有见过铅酸蓄电池的模样，但假如你离开了铅酸蓄电池的话，你的生活将变得难以想象。没有铅酸蓄电池，中国2亿辆机动车将瘫痪在马路上，因为所有的汽车都需要铅酸蓄电池帮助启动；没有铅酸蓄电池，你手中的所有通信设备将变成一堆电路板和破塑料，因为所有的通信基站都在使用铅酸蓄电池；没有铅酸蓄电池，中国的大多数工厂将彻底停工，因为铅酸蓄电池在工厂里无处不在；没有铅酸蓄电池，航母和潜艇都可能要搁浅，因为军工领域的多数动力电池都是铅酸蓄电池……

尽管151年前，铅酸蓄电池就已经诞生，在他成长的岁月里，镍镉电池、镍氢电池、燃料电池、锂电池等一系列“晚辈”层出不穷，但是直到现在，还没有那一个“晚辈”能够威胁到铅酸蓄电池的市场地位。在国民经济近80%的领域里，铅酸蓄电池显得宝刀不老。

一个令人惋惜的事实是：目前中国动力电池领域的声音几乎一边倒地偏向锂电池，不管是国家政策还是公司战略，甚至于一些高校已经将原来的铅酸蓄电池专业变成了锂电池专业。这种现实使戴经明颇为不满。在他看来，锂电潮流更类似于一种盲目地跟风，“不能因为年岁大就认为铅酸蓄电池已经百无一用”。

在戴经明的心中，铅酸蓄电池是那个“虽老但能开二百担弓的廉颇”。在这一点上奥巴马似乎和他能够产生共鸣。奥巴马政府曾经制定了一个新能源发展规划，这个规划将投资24亿美元用于发展“下一代电池和电动车”生产的48个项目。奥巴马将其中的15亿美元毫不吝啬地划给了铅酸蓄电池。

据业内人士透露：尽管欧美是铅酸蓄电池的诞生和最初应用的地方，但是时至今日，美国依然是全球铅酸蓄电池使用量最高的国家，而中国则是铅酸蓄电池既大规模生产又大规模消费的国家之一。“铅酸蓄电池在中国的发展没有得到政府投入的一分钱，假如政府能将支持锂电池的十分之一的资金用于支持铅酸蓄电池，那么中国的铅酸蓄电池行业将会是另外一番景象”戴经明如是说。尽管没有得到政府的资金支持，但是中国的铅酸蓄电池行业不仅野蛮生长而且春意盎然。

每一辆机动车上都必须配备一台铅酸蓄电池，而中国特有的电动自行车行业更是为铅酸蓄电池锦上添花。中国每年生产2000万辆铅酸蓄电池电动自行车，目前保有量已经达到了1亿辆。这是一个令其他电池既羡慕又望尘莫及的数字，因为这样的销量可能只属于铅酸蓄电池。

“一切要用市场说话”。戴经明说到这里的时候，底气十足。目前的铅酸蓄电池既稳定又便宜，拥有着超高的性价比话语权。其他想要夺取铅酸蓄电池王者地位的电池们则“非幼即贵”——燃料电池价格高昂，大连一家研究所曾经做出一台燃料电动自行车的样车，并以35万

美元的高价被国外某企业购走，据国外机构统计，近20年来，世界各国现在燃料电池领域已经累计投资近80亿美元，但是收效甚微。而锂电池则可能依然处于幼年阶段。美国加州从1991年便开始研究如何成功在电动汽车上应用锂电，不幸的是这个项目至今没有实质性突破。

或许我们应该用市场来衡量科技的价值，而不是用实验室里得到的一系列数据。实际上任何一种新技术最终走向大规模的市场化至少需要10年的时间，个人电脑如此，数码相机亦如此。而在这个新技术走下价格神坛的时间差里，也许我们需要一种技术相对不先进的产品弥补空缺。CD机如此，当年流行的bp机亦如此。

即便是铅酸蓄电池只是会扮演这个转型期的弥补角色，但是并不能因此否认它已经进步的技术。戴经明经常遇到很多员工向自己抱怨：我们可能是入错行了，人们都说铅酸是一个夕阳产业。戴经明经常会严厉地驳斥这种观点。他说：恰恰相反，你们是赶上好时候了。铅酸蓄电池50年内都不会落后。

其实戴经明的话并不是空穴来风。

如今的铅酸蓄电池通过阀控技术和隔膜技术已经解决了原来的渗漏问题并实现了永久免维护，而现在被诸多企业看好的卷绕式铅酸蓄电池里几乎是没有液体的。戴经明曾经参观一个国外同行制造的卷绕式铅酸蓄电池，只有拇指粗的体积却能够放出比同等规格的任何电池都要高的电能，使用6个这样的小电池就可以启动一台汽车。这是不是可以打破你心目中铅酸蓄电池既笨重有体积大的旧印象呢！

过去的几年里，戴经明一直在关注这家企业生产卷绕电池的技术，但是苦于投师无门，直到有一天，他发现这家企业竟然将卷绕电池的生产录像公开放在官网上任人下载，在激动的同时，他意识到：这家企业肯定又推出了更新的产品。

果不其然，时隔数月，一种叫做超级电池的铅酸蓄电池浮出水面，并成为奥巴马重点支持的对象之一。戴经明估计这种超级电池在成倍提高放电量的同时还能将电池寿命延长4倍。现在中国的骆驼电池和其他几家蓄电池企业已经开始进行这方面的研究工作。

实际上，在为铅酸蓄电池“正名”的道路上，戴经明并不是一个人在战斗。中国工程院杨裕生院士曾经建议相关政府部门重视铅酸蓄电池的应用，但是得到答案是：我们不能这样做，因为会被人骂的。”他们的理由不仅仅是铅酸蓄电池太老的传统认识，还有一个铅酸蓄电池行业无法回避的旧债——污染问题。

## 污染之名

年仅4岁的小张敏痛苦地躺在病床上，因为一阵接着一阵的肠绞痛，他蜷起来的身体显得更加瘦小。他明显的变黑了，原本灵动的眼睛时常显得呆滞……他不知道自己到底出了什么问题，不痛的时候依然调皮找妈妈要零食吃，但是她的母亲却为他的未来一筹莫展，时常偷偷抹泪……小张敏是一个血铅中毒儿童。而这样的孩子近几年在中国各地层出不穷。

人们将这种极不负社会责任的行为归结到铅酸蓄电池身上。因为铅酸蓄电池行业每年消耗近50%的成品铅。“这很有可能是铅酸蓄电池行业所欠的旧债”。戴经明有点痛心疾首。

“传统的铅酸蓄电池进入门槛极低，因此在过去的那段岁月里，中国诞生了大大小小的铅酸蓄电池企业。由于当时没有行业的规范，大多数企业的生产过程颇为随意，对于废水的处理几乎没有做过考虑。”

但是这种粗放式的生产目前已经得到了很大程度的遏制。全国各地都在着力关停规模小生产资质差的铅酸蓄电池企业。仅蓄电池企业最为集中的浙江长兴一地，企业数量已经原来的近200家企业减少了50家。借助治污的力量，铅酸蓄电池行业正在进行资源整合，诸如天能、双登、环宇、骆驼等大规模企业的行业地位进一步得到巩固，而他们将是中国的铅酸蓄电池行业走出污染阴影的形象代言人。

据戴经明介绍，这些带头企业对于污染的治理已经到了细致入微的程度。双登在自己的厂区内修建了一座大型的蓄水池，所有流经厂区的水都要在这里集中，然后排放，将铅粉尘的溢出可能降到最低。而骆驼每天都要为员工更换新的工服，避免将生产过程中产生的铅粉尘带入社会。

但是让戴经明和他的同行们颇为委屈却又异常头痛的是，生产企业可以做到最大限度地控制污染，并能回收95%的废铅。但是他们却无法掌控那些小作坊式的铅回收企业。

戴经明曾经见过这样的情景：在一块空地上，几个工人用斧子将铅酸蓄电池劈开，随意丢弃其中的硫酸，而后将铅锭扔进熔炉，大火焚烧，黑灰弥漫，污染物质随风飘散……

一个产业链条上的污染不应只让其中的一个环节买单。戴经明特别期望国家能出台相关的措施杜绝小回收企业的存在。当前中国领军的各大蓄电池企业都建立了自己的回收厂，一方面能控制污染，另一方面能够完善自己的产业链条。

戴经明经常憧憬着一个完美的状态，那就是中国的铅酸蓄电池行业产业链条上的任何一家企业都能够严格执行相应的国家标准，假如这一点能够实现的话，铅酸蓄电池就能摆脱污染的恶名发挥出更大的效用。实际上，美国对于铅酸蓄电池企业的管理也许能为中国提供一个样本。在美国，铅污染最为严重的是航空业。据说，美国的环保部门已经计划将铅酸蓄电池制造剔除出铅污染的行业队次。

戴经明和他的同行们正在努力偿还过去中国铅酸蓄电池产业链上产生的环境负债，但是戴着这顶人见人厌的污染帽子。即便是铅酸蓄电池在目前火热的电动车领域的优势也被人们选择视而不见了！

### 电动汽车的中国困局

桂长青是戴经明的朋友也是他的战友。这个年近8旬，从事了一辈子铅酸蓄电池工作，并为此享受国家特殊津贴的老人同样因为业内对铅酸蓄电池的误解而愤愤不平。

桂长青曾经去参加一个某部委组织的专家会议，议题是讨论锂电池和铅酸电池的优劣。当时有一位专家这样说道：铅酸电池“充五放一”效率极低。这个论断和桂长青了解的事实大相径庭。（桂长青做的铅酸电池可以实现充多少放多少的功效）当他询问这位专家数据是怎样得到的时候。桂长青的得到的答案竟然是：“我从网上搜来的”桂长青当即感到很无语。

尽管想要在未来的电动汽车领域大淘其金的中国汽车企业从来没有把铅酸蓄电池放在眼里，但是当东风汽车找上门的那一刻，戴经明心中的高兴无以言表。“我仿佛有一种找到知音的感觉。”戴经明如是说。

实际上，诸多尝试锂电池纯电动汽车的企业都或多或少地遇到了窘境。戴经明曾经在一个车展上看到一汽展出的纯电动汽车，在被锂电池环绕的机舱内竟赫然屹立着一个铅酸蓄电池。厂商的解释是：使用纯锂电池的话，汽车将无法启动，必须要借助铅酸蓄电池来帮忙，

桂长青深谙其中的原因：锂电池的内阻很大，所以无法瞬时释放很大的能量，但是这一点正是铅酸蓄电池的强项。“当前的锂电池都是磷酸铁锂电池，这种材料的先天特点导致了这种问题，如果不能找到一种新的锂材料，问题还会层出不穷。”

据知情人士透露：当前的锂电池技术实际上并不能实现我们对未来纯电动汽车的憧憬。很多时候，一辆锂电池的展示车，后面要跟着很多辆载着技术人员的维修车，随时准备排除故障；在上海世博会上曾使用一批锂电池环保扫地车，因为试运行时间问题不断，最后都换成了铅酸电池。

人们所梦想的电动汽车是要具有燃油汽车高续航能力和高速行驶能力的。但是目前锂电池和铅酸蓄电池都不能实现这个目的。美国有一家公司使用镍氧电池做出了一款可以续航350公里的电动汽车，但是价格之高昂令普通汽车消费者咂舌。

世界上没有一家汽车公司不把锂电池当做奋斗目标的，但是这是他们的终极目标，在锂电池的技术尚没有取得跨越式突破的时候，他们还有各种阶段目标。通用汽车就将镍氢电池列为电动汽车的中期目标，而将锂电池作为终极目标。由此观之，中国的汽车企业是否显得有些急躁，太想一蹴而就了呢？

实际上，消费者的购买力才是检验一切的试金石。据说在王传福得到巴菲特青睐而股价飙升的时候，曾经一次性采购了近300吨磷酸铁锂，然而这些原料至今仍在库房搁置，因为他的电动车只卖出了不到50辆。

也许存在这样一种可能：从燃油汽车过渡到纯锂电电动车的路程既漫长又艰辛。在这个过程中会不会由混合动力汽车和低速电动汽车暂时弥补这个市场空白？毕竟拥堵是当下全球城市面临的同一问题。据权威机构调查：美国城市的平均车速为40KM/H，中国城市的平均车速为25KM/H。

一种新的材料的出现到变成大众化的产品至少需要20年左右的时间，而节能减排的趋势却是越走越近。也许在锂电池上的失败尝试会促使中国企业修改自己的电动汽车路线图。也许这也会导致中国修正电动汽车的发展路径。在没有成熟的锂电池出现的时候，假如在城市内采用低速电动车，在远程采用混合动力车的话，铅酸蓄电池就将发挥出难以撼动的先天优势。

当前一辆锂离子纯电动汽车的锂电池组要价8万元，而使用铅酸蓄电池则只需要不到3000元。据山东一些企业的实践，这种搭载铅酸蓄电池的电动车完全可以满足城市行驶的需要。

尽管有汽车厂家找上门来咨询在纯电动汽车里使用铅酸蓄电池的相关事宜。但是戴经明仍然不敢憧憬这会给铅酸蓄电池行业带来什么？“即便是电动汽车最终不选择铅酸蓄电池作为中转

阶段，目前已经长足进步的铅酸蓄电池技术也能在其他的领域继续发挥光热。”对于这一点戴经明非常自信。■

[\[返回\]](#)

## 【政策视角】

# 世界各国对储能产业的主要激励政策

## 日本

### 1.1 资金投入与对技术研发的支持

日本自二十世纪90年代以来，投入大量资金进行大容量储能技术的研究和开发，尤其是对钠硫电池不仅在前期研发上给予无偿资金支持，扶持大量示范性项目，还在其投入商业化运作后，继续进行补贴。

### 1.2 对资金、技术、市场、示范项目等方面的扶持

在NGK集团发展NAS电池的过程中，得到了TEPCO，NEDO等企业与机构的大力支持，提供包括资金、技术、市场、示范项目等方面的扶持，极大地促进了NAS电池的发展：

- NEDO资助NAS电池研发与应用：

Verification of Grid Stabilization with Large-scale PV Power Generation Systems，执行期2006-2010年，项目配置NAS电池1500KW-7.2h，06—2008年项目预算分别为6.7亿日元、35亿日元、35.8亿日元

Demonstrative Project of Regional Power Grids with Various New Energies，执行期2003-2007年，项目配置NAS电池500KW，2004—2007年预算为63.6亿日元、56.5亿日元、27.1亿日元、11.5亿日元。

## 美国

### 1.3 立法支持

2007年美国颁布的“能源独立与安全法”明确将电力储能技术作为“智能电网”的一部分作为重点支持与鼓励发展的对象，由国家财政拨款研究经费进行研发与验证项目的实施；

目前，有消息称美国奥巴马总统新颁布的新能源政策中要求所有新能源项目必须配备储能技术方案。

## 1.4 财政扶持与激励机制

- 2007年“储能技术促进法案”已经在众议院通过，每年由国家财政支出1.3亿美元用以支持能源存储项目；

- 美国加利福尼亚州通过了补贴新型储能技术的政策（SGIP），以刺激可再生能源和先进储能系统的发展；

- 2008年11月17日，钒电池在美国加州通过审核，获得新型储能系统资格（AES），加州政府出台奖励政策，对有AES认证的供应商提供每瓦2美元的补助；

### 各国主要储能激励政策对中国的启示与参考：

美日等国支持大容量储能技术研发和产业化应用的力度之大前所未有的。其中，美国政府已将大规模储能技术定位为支撑新能源发展的战略性技术，并在政策制订、资金扶持、补贴机制、投资税收抵扣等方面提供强有力的支持。日本政府则除直接支持前期研发外，还扶持了大量示范性项目以鼓励大容量储能技术的推广应用。

而我国近年在大容量储能技术成果和人才上有相当积累，甚至相关企业的产品在国外市场得到认可，但政府对大容量储能技术的研发投入非常少，示范项目的推进也相对迟缓。基于对国外主要储能政策的研究，国内产业发展面临的问题与政策借鉴主要体现在：

### 2.1 明确储能规划，并实现储能与新能源发展的同步进行

将电网规划与电源发展对接，储能规划与电网、电源发展的对接；在规划新能源发电与输送的同时，将与之相匹配的储能发展，纳入到整个规划当中。实现整个电力链条中，发、输、储的统一与融合

### 2.2 价格政策、投资回报机制等激励性政策的制订

形成并实施峰谷电价、储能电价，用以补偿储能所产生的巨大经济效益和社会效益。在满足储能建设和运行成本的基础上，进一步形成对储能行业的激励环境，促进储能产业的健康、蓬勃发展

### 2.3 技术标准、管理规则的配套与规范

建立相应的储能产业组织机构、管理机构、技术机构，对行业管理、市场规范、技术标准进行有效与正面的引导、扶持，实施对产业本身及其相关产业的深入研究，对行业的长期健康发展提供多方支持。

[\[返回\]](#)

## 我国储能相关的产业政策

### 1、新能源的发展促使对大容量储能的需求和发展成为一种必然

传统能源的日益匮乏和环境的日趋恶化，极大地促进了新能源的发展；国家的节能减排和能源结构调整的战略，进一步促进了一系列新能源政策的出台：

- |                  |       |
|------------------|-------|
| - 可再生能源法         | 2006年 |
| - 可再生能源中长期发展规划   | 2007年 |
| - 可再生能源配额制（RPS）  | 2007年 |
| - 可再生能源发展“十一五”规划 | 2008年 |
| - 可再生能源法（修正案）    | 2010年 |

根据国家关于新能源产业的规划，预计到2020年，国家将总投资三万亿元大力发展可再生能源，届时我国风电装机容量将达到一亿千瓦以上，太阳能发电则争取上千万千瓦。2050年之后，中国1/3的能源将来自于风能、太阳能等可再生能源。

由此可见，中国新能源大发展在即，但由于大部分新能源自身所固有的随机性、间歇性特征，决定了其大规模发展必须要有先进的储能技术作为支撑，进而奠定了对储能大规模需求的基础。国家对新能源产业长期、有力的政策导向，将推动储能行业稳定、快速与大规模的发展。

## 2、能源战略理念的六大转变将进一步推动储能行业的发展

2010年6月19日，国家能源局副局长吴吟在“中国能源战略与‘十二五’能源发展论坛”上透露，国家能源战略理念将发生六大转变。从偏重保障供给为主转变到科学调控能源生产和消费总量，以能源的消费调控来促进经济发展方式；从严重依赖煤炭资源向绿色、多元、低碳化能源发展；从过度依赖国内能源供应，要转向立足国内和加强国际合作；从生态环境保护滞后于能源发展，向生态环境保护和能源协调发展转变；从资源依赖型的发展模式，向科技创新驱动型的发展模式转变；从各能源品种独立发展向多种能源互补与系统的融合协调转变。

### 解读：

第一个转变突出了“科学调控”的主题思想，实质是指从保障供给到资源优化的发展过程。这将指导中国的主要能源资源要以生产导向转向生产、配给、使用过程中的资源优化，提高资源的使用效率，以消费促进发展，引导供给。

第二个转变实质上提出了“从煤到电”的发展思想。水、电、油、煤四大能源主体中，只有电力是可过通过其它资源再生的，而社会经济发展中，最终的能源多数都转化为电力能源，再生能源的发展核心是转化为电能应用。这将极大地促进中国电力的发展和应用。

第五个转变突出了“科技创新”，以能源领域内的科技领先获取更大的资源优势。如同“中国制造”到“中国技术”。这表明国家将对掌握能源领域核心技术的企业产生政策上的倾斜，更大力度的扶持拥有核心技术的能源企业发展，为掌握尖端技术的能源企业带来实质的支持。

第六个转变突出了能源品种从“独立发展”到“互补”、“系统”和“融合”的转变，这将使得能源的产业链条整合的更加紧密，各自发挥产业链中应有的作用。给与能源领域下游企业更大的生存空间和市场空间。

此次国家能源局提出的六大能源战略转变，必将对我国能源发展与改革产生长期深远的影响。而储能，作为电力运行六大环节中的一部分，不仅能对整个能源产业链条的整合提供有力的支持，更对电力生产、配给、使用过程中资源的优化、使用效率的提高，成为一种有效的解决方案。对于掌握尖端技术的储能企业，作为具备高科技含量的战略性新兴产业的主体，也将获得国家更大力度的扶持。

#### 结语：

在包括电力系统在内的多个领域中所具有的广泛用途、近年来世界范围内可再生能源的迅猛发展、电力工业的升级与重组、国家能源战略的发展与转变，都与储能产业的发展形成了良好的契合点，为储能行业的进一步稳定大规模发展带来了全新的发展机遇。根据美国能源研究机构的调查研究结果显示，“储能产品已经成为未来最值得投资与资金最富集的市场领域。”

[\[返回\]](#)

## 深圳储能电站示范项目扶持计划

根据《关于印发深圳新能源产业振兴发展规划（2009—2015年）的通知》（深府[2009]239号）和《关于印发深圳新能源产业振兴发展政策的通知》（深府[2009]240号），为加快推进我市储能产业发展，对储能电站示范项目给予资助。

### 一、支持范围

经市能源主管部门认定的储能电站示范工程项目。

### 二、资助对象、金额和方式

资助对象：深圳市储能设备生产企业

资助方式：无偿补助

资助金额：单个项目补助金额最高不超过储能电站关键设备（储能装置、逆变器、电源管理系统等）成本的50%且每瓦不超过7元。

### 三、申报条件

本资助计划由本市储能设备生产企业和项目建设单位联合申报。

（一）生产企业应符合以下条件：

- 1、在深圳市依法注册，具有独立法人资格的企业，企业注册资本金上2000万以上；
- 2、具有较好的经营管理水平，具备承担示范项目所需的技术开发能力和资金筹措、工程建设组织管理能力；
- 3、提供的项目产品应具有先进性、安全性及稳定性，能保障示范项目持续运行；

4、储能装置、逆变器、电源管理系统等关键设备必须通过国家批准认证机构的认证；

(二) 申报示范项目应符合以下条件：

- 1、单个项目装机容量 200KW 以上；
- 2、建设周期原则上不超过 1 年，运行期不少于 20 年；
- 3、示范项目应具有特色和典型性，在标准制定、关键技术和运营管理等方面能发挥示范作用；
- 4、满足电网接入相关技术标准和要求；
- 5、项目资金已落实，报批报建手续完备，具备开工建设条件。

#### 四、申请材料

(一) 《深圳市储能电站示范项目及项目单位基本情况表》

(二) 项目资金申请报告（一式十份，附提交文件目录，装订成册）。报告应包括如下内容：

##### 1、项目提出的背景与意义

包括国内外现状和技术发展趋势，项目对产业发展的作用与影响，产业关联度分析，市场分析。

##### 2、申报单位的基本情况，

包括企业所有制性质、规模、发展规划及战略、在行业内的地位、主营业务及主要产品市场占有率、近三年经营业绩（总资产、主营业务收入、利润总额、净利润、资产负债率等）、项目负责人及主要股东概况、已通过的有关企业质量体系认证、银行资信情况及近年来主要科研成果等；

##### 3、项目的技术基础

包括研发团队情况，成果来源及知识产权情况，已完成的研究开发工作及中试情况和鉴定年限，技术或工艺特点以及与现有技术或工艺比较所具有的优势，该项技术的突破对行业技术进步的重要意义和作用。

##### 4、项目建设方案

包括项目建设的主要内容、建设规模、建设地点、采用的工艺路线与技术特点、工程和主要设备选型及主要经济技术指标、电网接入方案、电能计量系统配置方案、拟采用的储能电站关键设备及成本核算清单、建设工期和进度安排、建设期管理及项目组织结构与人力资源配置等。

##### 5、项目示范特色及典型性分析

##### 6、各项建设条件落实情况

包括环境保护、资源综合利用、节能措施、原材料供应、安全生产、卫生防疫、消防及外部配套条件落实情况等；其中节能专篇章节按照《固定资产投资项目节能评估和审查暂行办法》（国家发展和改革委员会 2010 年第 6 号令）有关规定编写。

##### 7、投资估算及筹措

包括项目总投资规模，投资使用方案和资助资金的具体使用方案、资金筹措方案以及贷款偿还计划等。

#### 8、项目财务评价、经济效益及社会效益

包括内部收益率、投资利润率、投资回收期、贷款偿还期等指标的计算和评估，项目建成后的运营方案、管理模式、达产产值及利润、新增就业人员，项目风险分析。

#### 9、研究结论与建议

#### 10、申请补贴资金的主要理由和政策依据；

#### 11、资金申请报告附件

(1) 项目审批、核准或备案文件（在有效期内且未满两年，已开工项目还需提供投资完成、工程进度以及生产情况证明材料）；

(2) 电网并网意见；

(3) 规划、国土批复文件或产权（租赁）证明；

(4) 储能电站关键设备的检测认证报告；

(5) 关键设备的购销合同或协议以及成本核算清单；

(7) 项目资金落实证明材料；

(8) 申报单位营业执照副本、税务登记证和法定代表人身份证复印件；

(9) 申报单位对提交材料真实性负责的声明；

(10) 生产企业质量认证体系、环境管理体系认证；

(11) 其他需要提供的材料。

上述材料中，(1)–(9)条为必须提交的材料，其他材料企业可以依据实际情况补充提交。上述复印材料均需加盖本单位公章并验原件。

(三) 第(一)、(二)条中申报材料的电子版（光盘形式）。

### 五、项目实施与管理

1、项目资金申请报告通过审核批准后，市发展改革委下达50%的资助金额计划。项目竣工验收合格后，市发展改革委再下达其余资金计划。

2、申报单位依照有关规定负责项目的筹划、筹资、建设、运营等，并配合市有关部门做好对政府补助资金使用的稽察、检查和审计工作。

3、示范项目建设期实行季报制度，运营期实行年报制度。申报单位应在每季度第一个月五日前向市发展改革委提交上季度项目情况报告（包括项目进度情况、存在问题等内容），每年初前提交项目上年度情况报告。

4、示范项目申报单位应按照资金申请报告批复的建设目标组织实施。实施过程中，项目出现重大情况需调整的，应向市发展改革委报告。对不能完成总体目标的项目，示范项目业主单位应及时提出处理建议并向市发展改革委报告。

5、项目竣工投入运行后，申报单位应及时做好项目验收准备工作，并在一年内向市发展改革委提出项目验收申请。

6、项目申报单位对所提供的项目材料的真实性负责，不得转移、侵占或者挪用政府补助资金，不得擅自改变项目主要建设内容。一经发现，市发展改革委、市财政委将责令其限期整改，核减、停止拨付或收回政府补助资金，并可视情节轻重提请或移交有关机关依法追究有关责任人的行政或法律责任。

[\[返回\]](#)

## 【储能技术】

### 解读物理储能技术

储能技术	优势	劣势	功率型应用	能量型应用
抽水储能	高容量、低成本	地势特殊要求	●	●
压缩空气储能	高容量、低成本	需要特殊场地和气体燃料	×	●
飞轮储能	高功率	能量密度低	●	○
超导储能	高功率	制造成本高	●	●

注：●——完全可行，○——有可能偏实用性或经济性不强，×——不可能

在各种储能技术中，化学储能的发展速度一直领先于物理储能。但今年7月初，英利集团透露了下一个高投入、高风险和高产出项目——飞轮储能设备，预计今年年底将推出第一批样机，“十二五”期间将生产至少45万台。

除了飞轮储能，抽水储能一直以来被广泛应用，而另一种新的物理储能方法——压缩空气储能也受到越来越多的关注，同时，中科院电工研究所的科学家对超导储能的研发也取得进展。可以说，随着能源体系对储能技术需求的提升，一直以环境污染小，运行稳定性高著称的物理储能技术正在迅速升温，开始与化学储能竞争主角地位。

#### 飞轮储能：充放快捷、能量密度最大

早在上世纪50年代，瑞士欧瑞康公司就开发出飞轮储能巴士。但此后三四十年间，由于高速旋转飞轮驱动、飞轮轴承摩擦等问题都难以解决，飞轮储能技术发展非常缓慢。

飞轮储能系统由高速飞轮、轴承支撑系统、电动机、发电机、功率变换器、电子控制系统和真空泵、紧急备用轴承等附加设备组成。谷值负荷时，飞轮储能系统由工频电网提供电能，带动飞轮高速旋转，以动能的形式储存能量，完成电能到机械能的转换；出现峰值负荷时，高速旋转的飞轮作为原动机拖动电机发电，经功率变换器输出电流和电压，完成机械能到电能的转换。

与其他形式的储能技术相比，飞轮储能具有使用寿命长、储能密度高、不受充放电次数限制、安装维护方便、对环境危害小等优点。飞轮储能功率密度大于 5 kW/kg，能量密度超过 20 Wh/kg，效率在 90%以上，循环使用寿命长达 20 年，工作温区为 40℃~50℃，无噪声，无污染，维护简单，可连续工作，积木式组合后可以实现兆瓦级，输出持续时间较长，主要用于不间断电源（UPS）、应急电源（EPS）、电网调峰和频率控制。

目前，国外已有公司和研究机构尝试将飞轮储能引入风力发电。其中，德国琵乐公司（Piller）的飞轮储能具备在 15 秒内提供 1.65 兆瓦电力的能力；美国 Beacon power 公司（BCON）的 20 兆瓦飞轮储能系统已在纽约州史蒂芬镇开建，用来配合当地风场，建成后可以满足纽约州 10%的储能需要。

不过，飞轮储能还具有很大的局限性。对于电网来说，可根据时间长短将储能分为三大块：时间最长的是能源管理，包括抽水储能电站、压缩空气储能和蓄电池。时间稍短的是过渡能源，通常靠蓄电池解决。然而，时间最短的则是超级电容和飞轮。

据了解，飞轮储能需要电能的持续输入，以维持转子的转速恒定。一旦断电，飞轮储能通常只能维持一两分钟。这也意味着，飞轮储能优势不在于时间的长短，而是充放的快捷。

早在上世纪 80 年代初期，中国科学院电工研究所就开始了飞轮储能系统的探索，但之后国内没有开展实质性的研究工作。直到上世纪 90 年代中期，在国外技术进步的影响下，国内的飞轮储能技术研发才逐步兴起。但有专家认为与国外技术水平差距在 10 年以上。

不过，光伏巨头英利集团涉足飞轮储能消息的发布，与上述专家的观点形成了鲜明的对比，立即引起了业界极大的兴趣和关注。一向走在行业前沿、擅长“蛙跳”战术的英利此举，意味着中国的新能源企业正逐步走向行业最前沿的尖端领域。据《财新网》报道，其技术已经超过了欧美，国产化率达到了 80%。当前电机中飞轮转速达 6 万转/秒，将来会达到 14 万转/秒，而仅耗费所储能的 2%以下。

### **抽水储能：大容量储能技术**

技术成熟、低成本、循环水利用等优势，使得抽水储能广泛应用。

所谓抽水储能是间接储存电能的一种方式，其主要应用领域包括调峰填谷、调频、调相、紧急事故备用和提供系统的备用容量，还可以提高系统中火电站和核电站的运行效率，是电网运行管理的重要工具。

据《科学时报》了解，抽水储能利用下半夜过剩的电力驱动水泵，将水从下水库抽到上水库储存起来，然后在次日白天和前半夜将水放出发电，并流入下水库。在整个运作过程中，虽然部分能量会在转化间流失，但相比之下，使用抽水储能电站仍然比增建煤电发电设备来满足高峰用电而在低谷时压荷、停机这种情况来得便宜，效益更佳。

上世纪六七十年代，日本、美国、西欧等国家和地区进入抽水储能电站建设的高峰期。截至2008年，美国和西欧经济发达国家抽水储能机组容量占世界抽水储能电站总装机容量55%以上，其中：美国约占3%，日本则超过了10%，中国、韩国和泰国3个国家在建抽水储能电站17.53GW，加上日本后达到24.65GW。

虽然，抽水储能是目前唯一一种实现大规模应用的大容量储能技术，但由于建设抽水储能需要特殊的地理条件，同时，效率仅有70%左右，建设期长达8~10年等因素，它的发展也受到了一定制约。

在我国，抽水储能电站的设计规划已形成规范。机组由早期的四机、三机式机组发展为水泵水轮机和水电发电电动机组成的二机式可逆机组，极大地减小了土建和设备投资。

中国电力科学研究院张文亮在其论文《储能技术在电力系统中的应用》中认为，为进一步提高整体经济性，机组正向高水头、高转速、大容量方向发展，现已接近单级水泵水轮机和空气冷却发电电动机制造极限，今后的重点将立足于对振动、空蚀、变形、止水和磁特性的研究，着眼于运行的可靠性和稳定性，在水头变幅不大和供电质量要求较高的情况下使用连续调速机组，实现自动频率控制。同时，提高机电设备可靠性和自动化水平，建立统一调度机制以推广集中监控和无人化管理。

中国南车集团株洲电力机车研究所风电事业部技术总监郭知彼在接受媒体采访时坦言，尽管其他新兴储能方式正在不断取得发展，但短时间内，由于其他储能方式的污染和成本等问题，在大规模储能领域，抽水储能仍将是最主要的方式。

### 压缩空气储能：高效率储能技术

压缩空气储能电站（CAES）是一种用来调峰的燃气轮机发电厂，主要利用电网负荷低谷时的剩余电力压缩空气，并将其储藏在典型压力7.5 MPa的高压密封设施内，在用电高峰释放出来驱动燃气轮机发电。在燃气轮机发电过程中，燃料的2/3用于空气压缩，其燃料消耗可以减少1/3，所消耗的燃气要比常规燃气轮机少40%，同时可以降低投资费用、减少排放。

值得注意的是，压缩空气储能电站建设投资和发电成本均低于抽水储能电站，但其能量密度低，并受岩层等地形条件的限制。不过，压缩空气储能电站的优势也非常明显，其储气库漏气开裂可能性极小，安全系数高，寿命长，可以冷启动、黑启动，响应速度快，主要用于峰谷电能回收调节、平衡负荷、频率调制、分布式储能和发电系统备用。

尽管这种“压缩气体能源储备”的概念已经提出了30多年，但目前全世界仅有德国、美国两家压缩空气发电厂。

这两家发电厂分别创建于19世纪中后期和19世纪末。目前，两家压缩空气发电厂都运营正常。同时，美国艾奥瓦州正在建设全球第三家压缩空气发电厂，负责“艾奥瓦储备能源公园”(ISEP)项目设计工作的美国圣地亚国家实验室已经得到了来自美国能源部的资金支持，预计将于2012年投入运营。

据了解，艾奥瓦储备能源公园是一个压缩空气发电厂，该发电厂将充分利用艾奥瓦州丰富的风力资源作为发电厂的运行能源，存储容量可用于50小时发电。一旦该项目开始运营，其每年发电量将占艾奥瓦州用电量的20%左右，每年可以为艾奥瓦州节省大约500万美元的能源成本。

不过，建设压缩空气发电厂并非易事。建设的首要任务之一，就是必须找到一个支持空气压缩存储的地质空间，但这需要占用大面积土地，因此，选址也成为制约其发展的决定性因素之一。

尽管在压缩空气储能技术准备相关设施的时候产生很多费用，但是相关科学家还是认为这种形式的储存模式比制造电池便宜得多。另外，它的高容量和高效率已成为其区别于其他储能方式的决定性优势。

[\[返回\]](#)

## 超级电容器与锂离子电池电极材料的电化学性能研究

超级电容器作为一种新型储能器件，具有能量密度和功率密度高、比容量大等特点。它在电动汽车、移动通讯和国防等领域有巨大的市场前景。锂离子电池因为工作电压高、能量密度大、自放电率低、“绿色”环保等众多优点而倍受人们的关注，目前已广泛应用于小型用电器中，并正积极向空间技术、国防工业、电动汽车、UPS等领域发展。此外，超级电容器还可以和锂离子电池组合作为电动汽车的动力电源系统。目前在影响化学电池性能的所有因素中，电极材料的性能无疑起着最重要的作用。因此，本论文重点研究不同种类电极材料的电化学性能，研究掺杂碳纳米管对电极材料的充放电性能和循环寿命的影响。主要研究内容有：

(1) 利用化学沉淀法和溶胶凝胶法制备  $MnO_2$  电极材料并研究其电化学行为。借助 XRD 和 SEM 进行样品表征，通过对电极材料进行循环伏安、恒流充放电和交流阻抗性能测试，获得循环稳定性和比容量较高的储能器件。在  $50\text{mA/g}$  电流密度下得到  $60^\circ\text{C}$  恒温液相反应的产物比容量为  $257.9\text{F}\cdot\text{g}^{-1}$ ，其等效串联电阻小为  $2.5\Omega$ 、充放电效率高、功率特性也较好；溶胶-凝胶法制备的  $MnO_2$  粉末材料比容量高，但循环性能有待改善。

(2) 通过沉淀法制备了  $NiCO_3$  和  $Ni_xCO_{1-x}$  前驱体，并由热处理得到了  $NiO$  和  $Ni_xCO_{1-x}O$  粉体。恒流充放电测试得到  $NiO$  和  $Ni_xCO_{1-x}O$  电极材料  $50\text{mA/g}$  电流密度下的比容量分别为  $82.2\text{F}\cdot\text{g}^{-1}$  和  $91.7\text{F}\cdot\text{g}^{-1}$ ，等效串联电阻分别为  $26.9\Omega$  和  $11.4\Omega$ 。研究表明  $NiO$  掺  $Co$  能

提高电极材料的电化学活性，从而使比容量得到提高，内阻减小，并减缓了大电流充放电情况下比容量的衰减。

(3) 研究经硝酸回流处理的碳纳米管和热处理的碳纳米管电极材料的循环伏安特性和恒流充放电性能，表明碳纳米管具有理想的双电层特性。研究  $MnO_2 / CNTs$  复合电极材料的电容特性，复合电极的比容量在经 200 次循环之后保持率为 90.4%，充放电效率接近 100%。复合材料电化学性能的提高主要源于碳纳米管的贡献，掺杂有利于降低电极材料的内阻，提高其功率特性和循环稳定性。

(4) 碳纳米管的特殊结构可为锂离子提供更多可嵌入，嵌出的空间位置，利用碳纳米管的优良特性将其和钴酸锂、磷酸铁锂复合作为锂离子电池电极材料，

在  $1\text{mol/L LiPF}_6 \text{ EC / DMC / EMC}=1: 1: 1$  电解液中进行一系列电化学性能测试。采用球磨法对  $LiFePO_4$  进行掺碳纳米管改性，得到 10wt%  $CNTs$  含量的  $LiFePO_4 / CNTs$  电极具有较优良的充放电性能和阻抗特性。其极化小、稳定性强、充放电平台更平稳。0.1C 下首次充电和放电比容量分别为 133.5  $mAh/g$  和 128.5  $mAh/g$ ，库伦效率达到 96.3%，且循环稳定性高。

[\[返回\]](#)

## 超级电容器最大优点：短时间高功率输出

超级电容器是一种电化学元件，储能过程并不发生化学反应，且储能过程是可逆的，因此超级电容器反复充放电可以达到数十万次，且不会造成环境污染。另外，它具有非常高的功率密度，为电池的 10-100 倍，适用于短时间高功率输出，充电速度快、模式简单，可以采用大电流充电，能在几十秒到数分钟内完成充电过程，是真正意义上的快速充电。充放电过程中发生的电化学反应具有良好的可逆性，低温性能优越，超级电容器充放电过程中发生的电荷转移大部分都在电极活性物质表面进行，容量随温度的衰减非常小。

### 超级电容器的特性总结如下：

(1) 高功率密度。超级电容器的内阻很小，并且在电极/溶液界面和电极材料本体内均能够实现电荷的快速贮存和释放，因而它的输出功率密度高达数  $kW/kg$ ，是任何一个化学电源所无法比拟的，是一般蓄电池的数十倍。

(2) 充放电循环寿命很长。超级电容器在充放电过程中没有发生碘化学反应，因而其循环寿命可达数十万次以上，远比蓄电池的充放电循环寿命长。

(3) 充电时间短。超级电容器最短可在几十秒内充电完毕，最长充电不过十几分钟，远快于蓄电池的充电时间。

(4) 妥善解决了贮存设备高比功率和高比能量输出之间的矛盾。一般来说，比能量高的贮

能体系其比功率不高，而一个储能体系的比功率高，则其比能量就不一定很高，许多电池体系就是如此。超级电容器可以提供 1-5kW/kg 的高比功率的同时，其比能量可以达到 5-20Wh/kg。将它与蓄电池组合起来，可构成一个兼有高比能量和高比功率输出的储能系统。

(5) 贮存寿命长。超级电容器充电后，虽然也有微小的漏电流存在，但这种发生在电容器内部的离子或质子迁移运动是在电场的作用下产生的，并没有出现化学或电化学反应，没有产生新的物质，且所用的电极材料在相应的电解液中也是稳定的，因此超级电容器的贮存寿命几乎可以认为是无限的。

(6) 高可靠性。超级电容器工作过程中没有运动部件，维护工作少，

图表 1: 超级电容器与静电电容器、电池的性能参数比较

参数	超级电容器	静电电容器	电池
放电时间 (s)	(1, 30)	( $10^{-5}$ , $10^{-3}$ )	( $10^3$ , $10^4$ )
充电时间 (s)	(1, 30)	( $10^{-5}$ , $10^{-3}$ )	( $10^3$ , $10^4$ )
能量密度 (Wh/kg)	(1, 10)	<0.1	(20, 100)
功率密度 (W/kg)	(1000, 2000)	>10,000	(50, 200)
循环效率	(90%, 95%)	100%	(70%, 85%)
循环寿命	>100,000	无穷大	(500, 2000)

因此超级电容器的可靠性非常高。超级电容器的用途非常广泛，既可以应用于消费类电子产品领域，又可以应用于太阳能能源发电系统、智能电网系统、新能源汽车、工业节能系统、脉冲电源系统等领域。

## 【储能项目】

### 涉及储能及相关领域的政府支持项目

我国政府一直以来大力支持高新科技与新型产业的发展。国家每年以政府计划项目的方式直接投入到企业的科研、生产以及产业化的过程中去。国家发改委、科技部、财政部等部门每年均提供针对不同企业不同发展阶段的各种资助。其中涉及储能及相关领域的项目如下：

序号	主管部门	项目名称	支持范围	支持金额
1	发改委	国家高技术产业发展项目	1. 国家高技术产业发展项目 2. 国家重大技术装备研制和重大产业技术开发项目 3. 国家产业技术创新能力建设项目(包括国家工程实验室建设项目、国家工程研究中心建设项目、国家认定企业技术中心建设项目) 4. 国家高技术产业技术升级和结构调整项目 5. 其他国家高技术产业发展项目	1. 支持方式: 中央财政预算内资金投资补助和贷款贴息两种方式, 均为无偿拨款; 2. 申报企业自筹资金应不低于项目总投资额的30%; 3. 支持金额 国家高技术产业发展项目: 500万元-2亿元/项目; 国家重大技术装备研制项目: 300万元/项目; 国家级企业技术中心: 最高支持金额1000万元/每个。
2	发改委	资源节约和环境保护中央预算内投资项目	1. 围绕节水、节能、资源综合利用、循环经济试点、污染防治等方面; 2. 项目投资总额不低于5000万元; 年节水量不低于100万吨, 年节能量不低于1万吨标准煤。	投资补助, 给予项目总投资额西部地区8%、东部地区6%的支持。
3	发改委	节能技术改造国家财政奖励项目	燃煤工业锅炉(窑炉)改造; 余热余压利用; 节约和替代石油; 电机系统节能; 能量系统优化等5个方面。	资金按照节能量给予补助, 200元/吨标准煤(东部地区), 250元/吨标准煤(西部地区)。
4	科技部(牵头部)	国家重大科技专项	共16个重大专项, 其中: 民用9项: 核高基、集成电路装备、新一代宽带无线移动通讯网、数控机床、油气开发、水专项、重大新药创制、传染病防治、转基因等; 国防领域7项: 先进压水堆及高温气冷堆核电站、大型飞机设计与制造、高分辨率对地观测系统、载人航天与探月工程等。	中央财政拨款。  总投资金额达到1万亿元, 重大专项中最小的(重大新药创制)中央财政资金支持规模为68亿元。
5	科技部	国家重点基础研究发展计划(973计划)	农业、能源、信息、资源环境、人口与健康、材料、综合交叉与重要科学前沿等领域。	中央财政拨款。  项目资助分三类: A类: 3000万元以上; B类: 1500-3000万元; C类: 1000-1500万元。
6	科技部	国家高技术研究发展计划(863计划)	信息、生物与医药、新材料、先进制造、先进能源、资源环境、海洋、现代农业、现代交通、地球观测与导航等领域。	中央财政拨款。 探索导向类课题: 每个项目不超过100万元; 目标导向类课题: 每个项目不超过500万。

7	科技部	国家科技支撑计划 (原科技攻关计划)	能源、资源、环境、农业、制造业、材料、交通运输业、信息产业与现代服务业、人口与健康、城镇化与城市发展、公共安全等领域。	中央财政拨款。 1. 每个项目中央财政拨款金额不低于500万元; 2. 中央财政拨款金额拨款占项目总投资额的50%;
8	科技部	国家火炬计划	电子与信息、生物工程与新医药、新材料及应用、光机电一体化、新能源与高效节能、资源环境等领域。	中央财政拨款。 重点项目: 每个30-80万元; 重大项目: 每个300-500万元。
9	科技部	国家重点新产品计划	电子与信息、生物技术与医药、新材料、光机电一体化、新能源与高效节能、资源环境、航空航天、交通八个领域。	中央财政拨款。 采取企业税收(所得税)补贴方式; 每个项目20-100万元。
10	科技部	国家星火计划	新农村示范、农村科技服务、技术开发与应用、现代农业与区域特色优势产业开发等领域。	中央财政拨款。采取无偿资助、贷款贴息、后补助三种方式。
11	科技部 财政部	科技型中小企业 技术创新基金 (创新基金)	电子信息、生物医药、新材料、光机电一体化、资源于环境、新能源与高效节能、高技术服务七个领域。	中央财政拨款。无偿资助、贷款贴息。 项目分为: 一、直接资助项目 1. 创新项目(贷款贴息、无偿资助两种,分为A、B、C三档): (对初创期企业)创新项目: 50万元/项目, 地方支持金额不低于20万元, 西部减半; (对成长期企业)创新项目: 100万元/项目, 地方支持金额不低于30万元, 西部减半。 2. 重点创新项目(无偿资助): 100-200万元/项目, 地方支持金额不低于60万元, 西部减半; 3. 西部欠发达地区专项(西藏、青海、宁夏、新疆、贵州、广西、甘肃、云南、内蒙古; 海南省参照实行)。 二、间接资助项目 1. 中小企业公共技术服务

13	财政部 科技部 发改委	金太阳示范工程 (光伏发电技术在各类领域的示范应用及关键技术产业化)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 利用大型工矿、商业企业以及公益性事业单位现有条件建设的用户侧并网光伏发电示范项目;</li> <li>2. 提高偏远地区供电能力和解决无电人口用电问题的光伏、风光互补、水光互补发电示范项目;</li> <li>3. 在太阳能资源丰富地区建设的大型并网光伏发电示范项目;</li> <li>4. 光伏发电关键技术产业化示范项目(包括硅材料提纯、控制逆变器、并网运行等关键技术产业化);</li> <li>5. 光伏发电基础能力建设(包括太阳能资源评价、光伏发电产品及并网技术标准、规范制定和检测认证体系建设等)。</li> </ol>	<p>中央财政拨款, 无偿资助。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 上网光伏发电项目原则上按光伏发电系统及其配套输配电工程总投资的50%给予补助; 偏远无电地区独立光伏发电系统按总投资的70%给予补助;</li> <li>2. 光伏发电关键技术产业化和产业基础能力建设项目给予适当贴息或补助;</li> <li>3. 原则上每省市区(含计划单列市)示范工程总规模不超过20兆瓦;</li> <li>4. 资金首期下拨70%, 项目完工经过审核后, 根据</li> </ol>
14	科技部 发改委 财政部	国家自主创新产品	<p>范围(2009年6个高新技术领域):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 计算机及应用设备</li> <li>2. 通信产品</li> <li>3. 现代化办公设备</li> <li>4. 软件</li> <li>5. 新能源及装备</li> <li>6. 高效节能产品</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 编制公布《国家自主创新产品目录》;</li> <li>2. 经认定的国家自主创新产品将在政府采购、国家重大工程采购等政府财政性资金采购中优先购买;</li> <li>3. 在高新技术企业认定、促进成果转化及相关产业化政策中给予重点支持;</li> <li>4. 产品具备的条件:             <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 符合国家法律法规;</li> <li>(2) 具有自主知识产权(3) 具有自主品牌(4) 创新程度高(5) 技术先进(6) 质量可靠(7) 具有潜在的经济效益和较大的市场前景或能替代进口。</li> </ol> </li> <li>5. 财政部依据该目录编制《政府采购自主创新产品目录》。</li> </ol>

[\[返回\]](#)

## 敦煌风光储储能示范项目协议签订 2011年4月开工

中国储能网讯: 11月17日, 敦煌市与中海油、中广核、大唐新能源合作开发建设风光储示范项目正式签约, 敦煌市与这3家新能源公司分别签订了建设1000兆瓦风力发电、500兆瓦光伏发电示范项目和储能项目的战略合作协议, 计划投资总额达555亿元。

根据合作协议, 中海油新能源投资有限责任公司、中国广东核电集团有限公司和大唐新能源公司将按照风光互补、储能调峰的模式决定在敦煌市西湖800平方公里规划区内建设风光储示范项目, 3家公司分别投资85亿元建设1000兆瓦风力发电示范项目, 分别投资100亿元建设500兆瓦光伏发电示范项目, 并采用国内外最先进的储能设施投资建设储能项目。首期风电储示范项目力争2011年4月开工建设, 当年年底建成投产。

**编辑点评：**敦煌项目是国家自张北风光储能示范项目后又一个大型风光储能应用的示范项目，该项目将刺激国内储能产业的发展，有望引发新一波储能投资热潮。

[\[返回\]](#)

## 【市场财经】

### 超级电容器产业链的投资策略

超级电容器属于标准的全系列低碳经济核心产品。它的功率密度远高于锂电池，充放电循环次数可达 50 万次以上，寿命达 10 年以上，充电时间短，可大电流充放电；其中，它的最大优点是：短时间高功率输出。鉴于其特点，它能够广泛的应用于消费类电子产品领域，还能用于新能源发电系统、分布式储能系统、智能分布式电网系统领域，新能源汽车等交通领域，电磁炸弹等军用设备领域和运动控制领域等，涉及新能源发电、智能电网、新能源汽车、节能建筑、工业节能减排等各个行业，属于标准的全系列低碳经济核心产品。

超级电容器行业发展的关键驱动因素：电极材料技术的突破。它是一种与电池和传统的静电电容器均不同的新型储能器件，商业化应用开发已有 30 多年的历史。按照储能机理的不同，可以分为双电层电容器和电化学电容器。根据电极材料的不同，电化学电容器又可以细分为金属氧化物电容器和聚合物电容器。双电层电容器是目前应用最广泛的超级电容器，其电极材料主要是炭材料。它主要由集流体、电极、电解质和隔膜四个部分组成，其中电极材料是最核心的影响因素。其上下游产业情况如下：终端应用行业、超级电容器组系统、超级电容器电控系统、超级电容器、电极、电解质和隔膜。

预计超级电容器上下游产业发展将受到政府的强有力支持。它的用途决定了其战略价值，全球各主要国家均投入大量的人力物力来研发。我们预计，随着中国经济结构调整的深入，政府终将会发现其价值，并出台强有力的产业扶持政策以促进该战略性产品上下游产业链的发展。目前，在全球民用超级电容器市场中处于领先地位的有：美国 Maxwell 公司、日本 Panasonic 公司、韩国 Ness Cap 公司和法国 Bolloré 公司；

在国内处于领先地位的有：上海奥威科技、北京合众汇能、北京集星联合电子、哈尔滨巨容新能源和锦州凯美能源。

超级电容器产业链的投资策略如下：（1）超级电容器行业还处于起步阶段，但是未来的发展空间很大；（2）超级电容器的最主要应用领域将集中于交通领域和智能电网领域，其技术壁垒比较高，有望获得超额收益；（3）超级电容器在工业设备领域的应用具有一定空间，但其基本上是基于项目来的，受益的公司将以超级电容器电控系统细分领域为主。超级电容器上下游产

业的上市公司主要有：深圳惠程（002168）（超级电容器），新宙邦（300037）（超级电容器电解液），安凯客车（000868）、曙光股份（600303）、金龙汽车（600686）。

[\[返回\]](#)

## 电池材料行业 2011 年投资策略

### 投资要点:

目前国内的新能源汽车产业正处在从概念走向现实的初始阶段,虽然必然要面对较多的困难和质疑,但是方向已经基本明确!无论从能源、资源、环境、经济和国家发展战略的角度来看,我国都有发展新能源汽车产业的必要性。

政府对战略性新兴产业的发展基调是跨越式发展,由此可见高层意在“弯道超车”的急迫心情。因此要从战略的高度来认识新能源汽车的发展。

客观来看,我国的电池制造水平在自动化程度和一致性等方面和日、韩相比仍有一定差距。但是和其它国家相比,我国无疑走在前列。此外,我国还具有资源、市场、成本和转型负担小等诸多优势。因此,说我国已经基本具备发展新能源汽车的各种基本条件也是客观的。

目前国内小型锂电市场的容量大概在 200 亿元左右。但是根据《节能与新能源汽车发展规划(2011 年至 2020 年)》草案中披露出来的信息测算,到 2012、2015 和 2020 年,新能源汽车将给国内锂电池行业分别带来近 62、288 和 1920 亿元的市场容量。两相比较,锂动力电池给锂电行业带来的增长潜力无疑是巨大的。

从投资的角度看,电池材料板块已经到了从概念炒作为主作的阶段进入到深入挖掘价值和成长潜力的阶段,我们的观点是努力寻找那些真正具有核心竞争力,能伴着行业的成长而最可能有爆发性成长的公司。通过研究,我们认为杉杉股份、佛塑股份、江苏国泰和新宙邦等几个公司值得重点关注。

风险: 新能源汽车的发展前景虽然十分看好,但是由于产业仍处于培育期,发展过程必然不会一帆风顺。如果其发展的进程低于预期,相关上市公司的业绩可能低于预期。市场的系统性风险和整个中小板估值中枢下移的风险也值得关注。东北证券股份有限公司。

[\[返回\]](#)