

2009年5月12日

## 今天的“芝麻”，明天的“西瓜”

——新能源汽车动力电池行业深度研究

- **大力发展新能源汽车是我国节能减排、降低原油进口依赖的战略选择。**中国原油对外依存度高达 48%，原油消费中 60%是交通用油。同时我国又是世界第二大 CO<sub>2</sub> 排放国，占全球排放总量的 18.8%，而汽车尾气排放占 CO<sub>2</sub> 排放总量的 15.9%。奥巴马新能源政策的实施，哥本哈根谈判的临近，都使中国面临更大的碳减排压力。推广使用新能源汽车，是我国在碳减排压力下经济转型的必然选择。
- **动力电池是新能源汽车的核“心”。**所谓“新”，新在动力总成，新在动力电池。看好动力电池行业基于三点：第一，电池是技术和成本上的最大瓶颈，产业化初期，先进的动力电池厂商，必将成为汽车厂商争夺的焦点；第二，动力电池是新能源汽车产业链中技术最核心，利润最丰厚的一环，未来汽车厂商之间的竞争，将主要是动力电池性能的竞争，动力电池是技术核心的地位将长期存在，从而也将长久保持丰厚利润；第三，动力电池行业从无到有，市场容量从目前的十几亿到 2012 年的约 325 亿元，未来几年是十几倍的增长，而全球市场将是几千亿元的规模，今天的“芝麻”将是明天的“西瓜”。
- **补贴消除价差，经济性条件已基本具备。**经我们对国内四款车型的测算，财政补贴已基本弥补初始购置差价，略微超出的部分，最短 9 个月，最长 4.3 年即可通过节油来收回。从经济性来说，补贴使新能源汽车基本具备了和同级别汽油汽车在同一价格水平竞争的能力。大规模应用取决于充电网络的完善，电池技术的改进和成本的进一步降低。
- **后续政策空间依然很大。**我们以科技部部长万钢、工信部副部长苗圩的思路为主线，详细梳理了国家及地方政府后续可能出来的扶持政策，包括 100 亿元技改资金实施细则、针对消费者购新能源汽车补贴、针对新能源车的税费减免、新能源车基础设施建设规划、持续的研发支出投入等等。后续政策的持续推动将是板块继续超越市场的动力之一。
- **镍氢动力电池最先贡献利润，锂电池 3~5 年后前景广阔。**基于电池技术的成熟程度、国内配套设施的建设进度，以及国外新能源车的发展路径，我们认为未来 3~5 年，镍氢电池 HEV 仍将是新能源车的主流，HEV 将和 PHEV、EV 共存 10 年左右。而在 3~5 年之后，随着磷酸铁锂成品率提升带来电池成本的下降，以及全国充电站网络的逐步建立，以磷酸铁锂电池为主要动力的 PHEV、EV 将迎来广阔的发展前景。
- **镍氢产业链我们看好电池厂商，推荐科力远和中炬高新。**上游镍矿、稀土及正极材料氢氧化镍并不能因新能源汽车而充分受益。
- **锂电产业链我们看好磷酸铁锂正极材料、电解液、上游资源碳酸锂、隔膜和电池厂商，推荐中国宝安、杉杉股份、江苏国泰、西藏矿业；关注广州国光、佛塑股份、冀中能源的子公司天津金牛。**

分析师

王华

[wanghua@sw108.com](mailto:wanghua@sw108.com)

联系人

马宏毅

(8621)63295888x287

[mahongyi@sw108.com](mailto:mahongyi@sw108.com)

地址：上海市南京东路 99 号

电话：(8621) 63295888

上海申银万国证券研究所有限公司

<http://www.sw108.com>

# 投资案件

## 结论与投资建议

镍氢产业链我们看好电池厂商，推荐科力远和中炬高新。上游镍矿、稀土及正极材料氢氧化镍并不能因新能源汽车而充分受益。

锂电产业链我们看好磷酸铁锂正极材料、电解液、上游资源碳酸锂、隔膜和电池厂商，推荐中国宝安、杉杉股份、江苏国泰、西藏矿业；关注广州国光、佛塑股份、冀中能源的子公司天津金牛。

## 原因和逻辑

1. **必须从国家的发展战略高度来考虑和理解新能源汽车行业的市场空间。**我国是全球第二大 CO<sub>2</sub> 排放国，原油对外依存度高达 48%，原油消费中 60% 是交通用油，中国必须降低对进口原油的依赖，减少碳排放。奥巴马新能源政策的实施，将使“减排壁垒”成为欧美约束发展中国家的又一有力武器；哥本哈根谈判的临近，使中国碳减排压力极为迫切。推广使用新能源汽车，是我国经济转型的战略选择，是中国必须要走的发展路径，中国必将巨额投入来扶持行业的发展。

2. **电池是目前新能源汽车技术和成本上的最大瓶颈，拥有动力电池技术和核心原材料的企业将最先受益。**在产业化初期，先进的动力电池厂商，将成为汽车厂商争夺的焦点；

3. **动力电池是新能源汽车产业链中技术最核心，利润最丰厚的一环，而且丰厚利润将长期维持；**

4. **动力电池行业从无到有，市场容量从目前的十几亿到 2012 年的约 325 亿元，未来几年是十几倍的增长，巨大的增长空间使得相关公司有理由享受高估值。**

## 有别于大众的认识

1. **动力电池行业从无到有，未来 3~5 年，市场容量将是十几倍的增长。**按照科技部部长万钢的设想，希望到 2012 年，全国有 10% 新生产的车是新能源汽车，也就是 100 万辆。我们假设新能源车中，采用镍氢动力电池的占 70%，单价 2.5 万元/台，锂电池占 30%，单价 5 万元/台，以此大致计算，2012 年镍氢动力电池市场容量将达到 175 亿元，锂电池市场容量将达到 150 亿元。相比目前只有十几亿元的规模，国内市场是十几倍的增长，而全球市场将达到数千亿元的市场规模，今天的“芝麻”将变成明天的“西瓜”。

2. **动力电池作为汽车核心元件的地位将长期存在，丰厚利润将长期维持。**如同目前汽车的核心是发动机，空调的核心是压缩机一样，未来汽车厂商之间的竞争，也主要是所装配动力电池性能的竞争。从这一点来讲，动力电池是技术核心的地位将长期存在，这一环节也将长久保持丰厚的利润。

3. **补贴消除价差，经济性条件已基本具备。**财政补贴是迄今为止最直接、最有效的扶持政策。经我们对国内四款车型的测算，财政补贴已基本弥补初始购置差价，略微超出的部分，最短 9 个月，最长 4.3 年即可通过节油来收回。从经济性来说，补贴使新能

源汽车基本具备了和同级别汽油汽车在同一价格水平竞争的能力。大规模应用取决于充电网络的完善，电池技术的改进和成本的进一步降低。

4. **后续政策空间依然很大。**今年以来，持续的扶持政策推动了新能源汽车行业的上涨，后续政策的持续推动仍将是板块继续超越市场的动力之一。我们以科技部部长万钢、工信部副部长苗圩的思路为主线，详细梳理了国家及地方政府后续可能出来的扶持政策，包括 100 亿元技改资金实施细则、针对消费者购新能源汽车补贴、针对新能源车的税费减免、新能源车基础设施建设规划、持续的研发支出投入等等。未来政策空间依然值得期待，甚至可能远远超出我们的预期。

5. **镍氢动力电池最先贡献利润，锂电池 3~5 年后前景广阔。**基于电池技术的成熟程度、国内配套设施的建设进度，以及国外新能源车的发展路径，我们认为未来 3~5 年，镍氢电池 HEV 仍将是新能源车的主流，HEV 将和 PHEV、EV 共存 10 年左右。而在 3~5 年之后，随着磷酸铁锂成品率提升带来电池成本的下降，以及全国充电站网络的逐步建立，以磷酸铁锂电池为主要动力的 PHEV、EV 将迎来广阔的发展前景。

6. **不看好镍氢产业链的上游镍矿、稀土及正极材料氢氧化镍。**原因在于：第一，镍氢电池的总需求在逐步向锂电转移，长远来看需求有下滑趋势；第二，我国镍资源丰富，镍消费的 65%都是不锈钢，电池仅占 5%，镍氢动力电池对镍需求的拉动较小；第三，氢氧化镍受镍价波动影响成本变动较大，盈利能力极低，维持在 7~15%之间；第四，国内稀土资源分散，小稀土企业众多，行业提价能力很弱，且高毛利率的稀土加工环节还依赖于国外厂商，贮氢合金粉毛利率仅维持在 10~12%的较低水平。我们认为国家从战略上整合稀土资源还须等待时日。

# 目 录

<b>1. 新能源汽车是我国节能减排的战略选择.....</b>	<b>8</b>
1.1 新能源汽车是我国的战略选择.....	8
1.2 新能源汽车分类.....	10
<b>2. 动力电池是新能源汽车的核“心”.....</b>	<b>13</b>
2.1 镍氢电池.....	14
2.1.1 Ni-MH 电池材料构成.....	14
2.1.2 Ni-MH 电池工作原理.....	16
2.1.3 镍氢动力电池的不足.....	17
2.2 锂电池.....	17
2.2.1 锂离子电池工作原理.....	17
2.2.4 锂离子电池存在的问题.....	20
2.2.5 聚合物锂电池：未来的发展方向之一.....	24
2.3 燃料电池.....	25
2.3.1 材料构成及工作原理.....	25
2.3.2 燃料电池存在的问题.....	26
2.4 小结：镍氢最成熟，锂电是方向，燃料电池任重道远.....	27
<b>3. 政策力推行业前行，看好新能源汽车电池.....</b>	<b>29</b>
3.1 后续扶持政策空间依然很大.....	29
3.1.1 全球新能源政策密集出台.....	29
3.1.2 出台补贴政策，中国新能源“亮剑”.....	30
3.1.3 后续政策空间依然很大.....	32
3.2 新能源汽车产业化依赖于全社会力量.....	33
3.3 今天的“芝麻”，明天的“西瓜”——看好动力电池行业.....	35
3.3.1 跑马圈地，汽车厂商瓜分有限的电池厂商资源.....	35
3.3.2 动力电池是技术核心，利润丰厚.....	35
3.3.3 市场空间呈十几倍增长.....	36
3.3.4 镍氢动力电池最先贡献利润，锂电是未来方向.....	38
<b>4.镍氢产业链——看好镍氢动力电池厂商.....</b>	<b>38</b>
4.1 上游镍矿、稀土及正极材料并非真正受益.....	39
4.2 看好镍氢动力电池厂商.....	40
4.2.1 镍氢 HEV 是目前最成熟、最安全，商业化最成功的车型.....	40
4.2.2 国内拥有较为成熟的镍氢动力电池技术.....	41
4.2.3 镍氢产业链看好：科力远、中炬高新.....	44
<b>5. 锂电产业链——看好正极、电解液、碳酸锂 ..</b>	<b>45</b>
5.1 电池厂商关注广州国光.....	46
5.2 看好磷酸铁锂正极材料：中国宝安和杉杉股份.....	47

5.3 看好锂电池电解液及六氟磷酸锂：江苏国泰 .....	50
5.4 看好电池隔膜：关注佛塑股份 .....	53
5.5 看好上游资源碳酸锂：西藏矿业 .....	56

## 图表目录

图 1: 我国原油需求一半需要进口来满足.....	8
图 2: 我国原油对外依存度高达 48% .....	8
图 3: 汽车占 CO2 排放的 15.9% .....	9
图 4: 新能源车对碳减排的贡献曲线.....	9
图 5: PHEV 减排潜力 19%, 若用非煤发电, 减排潜力最高可达 49%10	
图 6: 新能源汽车发展趋势.....	10
图 7: HEV 工作原理 .....	11
图 8: 拟在 2010 年量产的通用 PHEV——volt .....	11
图 9: 纯电动汽车结构原理图.....	12
图 10: 燃料电池汽车结构原理图.....	12
图 11: 各类电池优劣势比较.....	14
图 12: HEV、PHEV 和 EV 电池的潜在性能 .....	14
图 13: 镍氢电池材料构成.....	15
图 14: Ni-MH 电池工作原理 .....	16
图 15: 锂离子电池工作原理.....	17
图 16: LiFePO4 电池基本结构 .....	17
图 17: 磷酸铁锂在各种放电率下电压平坦, 放电特性好.....	19
图 18: 比亚迪 F3DM 的锂电池充电系统.....	19
图 19: 在低温下, 锂电池放电性能锐减.....	22
图 20: 巴黎的充电站地图.....	23
图 21: Coulomb Technologies 建设的 smartlet 小巧充电站 ..	23
图 22: 加州太阳能充电站.....	23
图 23: 比亚迪充电站.....	23
图 24: 电解质不同, 是锂离子电池与聚合物锂电池的主要区别	25
图 25: 铂价走势.....	27
图 26: 燃料电池成本构成.....	27
图 27: 美国能源部关于新能源车的产业化蓝图.....	28
图 28: 电池企业的中期研发目标.....	28
图 29: 09 年以来新能源车扶持政策与重要事件 .....	30
图 30: 后续新能源汽车扶持政策空间依然很大.....	33
图 31: 国外各汽车厂商纷纷与先进电池厂商联姻.....	35
图 32: 各车型成本构成.....	36
图 33: 动力电池占 HEV 成本约 26%, 占 PHEV 成本约 39~51%..	36
图 34: 国内镍氢产业链相关上市公司.....	39
图 35: 电池仅占镍消费的 5%左右 .....	39
图 36: 中国镍产量占全球产量的 5% .....	39
图 37: 2007 年全球镍氢 HEV 销量近 45 万台 .....	40

图 38: 丰田至 07 年底 HEV 已销售 129.5 万台.....	40
图 39: 丰田 Prius 的能量显示器.....	41
图 40: 丰田 Prius 的镍氢动力电池, 168 节, 重 53.3Kg.....	41
图 41: 锂电产业链相关上市公司.....	47
图 42: 电解液材料组成.....	51
图 43: LiPF6 导电率高, 热稳定性好.....	51
图 44: 原料 LiPF6 产能分布.....	52
图 45: 全球锂电池电解液产能分布.....	52
图 46: 隔膜(separator)隔离电子、输送锂离子.....	54
图 47: 新型锂电池隔膜.....	54
图 48: 全球主要隔膜生产企业产能分布.....	54
图 49: 多层复合膜间隙率增大, 导电性能增强.....	54
图 50: 中国约占全球碳酸锂产量的 22%.....	56
图 51: 中国锂储量约占全球 13%.....	56
图 52: 锂需求增长主要来自电池, 占 27%.....	59

表 1: 我国 2050 年的电动车及其节约的石油资源情况预测 亿辆, 亿吨.....	9
表 2: 各式结构的混合动力汽车特点.....	11
表 3: 各式混合程度对应的节油率不同.....	11
表 4: 新能源车主要特点.....	12
表 5: HEV、PHEV 和 EV 对电池性能的要求.....	13
表 6: 各种蓄电池的比较.....	13
表 7: 实用的添加剂、导电剂和粘合剂.....	15
表 8: Ni-MH 电池负极材料.....	16
表 9: 锂离子电池四大主要材料构成.....	18
表 10: 不同正极材料锂电池性能比较.....	19
表 11: A123 和 Aleees 认为自己生产的磷酸铁锂有不同的分子结构, 不构成侵权.....	20
表 12: 在不同温度下锂电池的性能指数.....	21
表 13: 聚合物锂电池用电解质.....	24
表 14: 燃料电池构成及其性能.....	25
表 15: 燃料电池工作原理.....	26
表 16: 美国能源部的 FreedomCAR 协作计划关于燃料电池能量系统目标规划.....	27
表 17: 全球新能源汽车产业化预测.....	28
表 18: 各国新能源汽车支持政策.....	29
表 19: 13 个试点城市公共服务用乘用车和轻型商用车推广补助标准 万元/辆.....	31

表 20: 十米以上城市公交车示范推广补助标准 (单位: 万元/辆) .....	31
表 21: 国内混合动力汽车价格 .....	31
表 22: 财政补贴后, 新能源汽车的经济性大大提高 .....	32
表 23: 混合动力车辆技术领域排名前 16 名的发明专利申请人 .....	33
表 24: 混合动力车辆技术领域中国专利申请统计总表 .....	34
表 25: 国内主要新能源汽车一览 .....	36
表 26: 镍氢动力电池产业链价值分布 .....	38
表 27: 国内混合动力车情况 .....	41
表 28: 国外主要企业生产的镍氢电池 .....	42
表 29: 国内外各厂商 Ni-MH 电池组技术指标对比 .....	42
表 30: 国内主要企业生产的镍氢电池 .....	44
表 31: 全球锂离子电池投资计划 .....	45
表 32: 锂离子动力电池产业链利润构成 .....	46
表 33: 国内锂电池生产企业 .....	46
表 34: 高能量/中等功率型锂离子电池和电池组技术 .....	47
表 35: 国内锂离子电池正极材料生产企业 .....	48
表 36: 磷酸铁锂需求测算	万辆, 万吨 .....
表 37: 国内锂离子电池电解液生产企业 .....	52
表 38: LiPF <sub>6</sub> 主要生产企业 .....	53
表 39: 锂离子电池隔膜的主要生产企业 .....	55
表 40: 国内锂电池隔膜生产能力状况 .....	55
表 41: 世界金属锂产量、及盐湖锂储量分布 .....	57
表 42: 全球主要锂矿山资源分布	万吨 .....
表 43: 国外 08 年底碳酸锂实际产能	万吨 .....
表 44: 国内基础锂化合物产能中, 电池级约占 1/3	万吨 .....
表 45: 全球乘用车、客车及轻型商用车产量预测	万辆 .....
表 46: 全球碳酸锂需求预测	万辆, 万吨 .....
表 47: 全球碳酸锂需求测算 .....	60
表 48: 国内碳酸锂需求预测	万辆, 万吨 .....
表 49: 国内各盐湖主要元素化学成分	mg/L .....

# 1. 新能源汽车是我国节能减排的战略选择

## 1.1 新能源汽车是我国的战略选择

“新能源产业正孕育着新的经济增长点，也是新一轮国际竞争的战略制高点”。

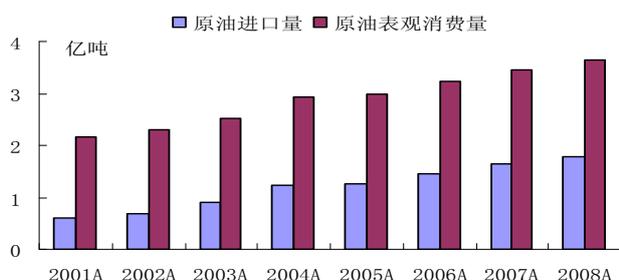
——李克强副总理，2009年4月

奥巴马新能源政策引领全球能源方向。奥巴马新能源政策着眼于两个大方向：**第一，降低美国对海外石油的依赖：**计划未来10年向清洁能源领域投资1500亿美元，以推动新能源的市场化；到2015年前，投入使用100万辆美国本土生产的充电式混合动力汽车；到2030年，美国的石油消费的绝对量要减少30%以上。**第二，重新拾起碳减排的责任：**到2012年，保证发电量的10%来自于可再生能源；到2025年，达到25%；实施“总量控制和碳排放交易”计划，到2020年，美国碳排放比2005年减少25%，到2050年，碳排放比2005年降低80%。我们认为，奥巴马提出的新能源政策，将成为未来20年影响世界发展的最重要政策之一，标志着美国这一全球最大新能源市场开始启动；美国有可能在新能源领域后来居上，“减排壁垒”未来将成为欧美约束发展中国家的又一有力武器。

“得新能源技术者，得汽车业的未来”。我国自“九五”计划首次提出可持续发展战略，“十一五规划”确立全国单位GDP能耗降低20%的目标。奥巴马新能源政策标志着美国开始承担起碳减排的责任，也意味着中国将面临越来越大的碳减排压力。中国也必须从降低石油依赖、减少碳排放两方面入手，大力发展清洁能源，鼓励发展新能源汽车。可以说，谁能将环保与低成本结合在一起，谁就将在未来汽车行业竞争中立于不败之地。

大力发展新能源车是降低我国原油进口依赖的战略性举措。我国原油进口量从2001年的6025万吨上升到2008年的1.78亿吨，年进口均速达16.8%，原油对外依存度由24%上升到48%。原油的表观消费量从2001年的2.17亿吨上升到3.65亿吨，年均增长7.7%。我国原油消费中，60%左右用于交通用油。如何降低交通用油量，大规模应用清洁能源汽车，是国家构建节能社会，减轻对原油进口依赖的战略举措。

图1：我国原油需求一半需要进口来满足



资料来源：石化协会，申万研究

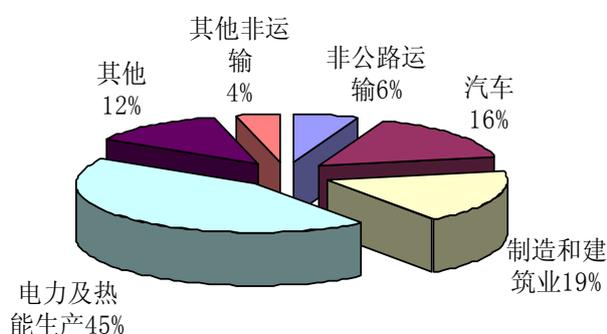
图2：我国原油对外依存度高达48%



资料来源：石化协会，申万研究

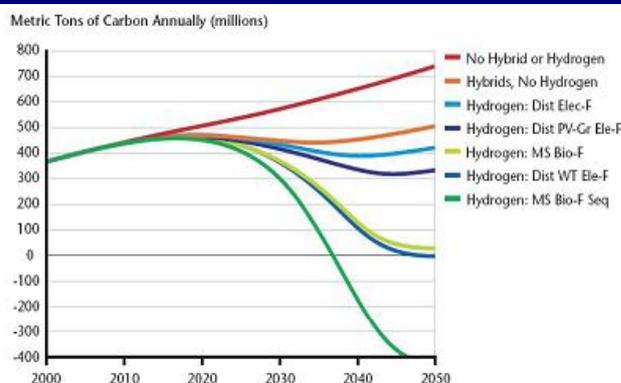
新能源车能够满足更加苛刻的环保要求，是碳减排的必然选择。中国已成为世界第二大 CO<sub>2</sub> 排放国，2006 年国内 CO<sub>2</sub> 排放量占全球总量的 18.8%，按照目前的发展速度，WWF 预测到 2010 年中国将成为全球第一大 CO<sub>2</sub> 排放国。从国际环境来看，《京都议定书》的减排协议将于 2012 年届满，各缔约国将于 2009 年年底在哥本哈根展开新的谈判，以决定 2012~2017 年的全球减排协议，中国面临越来越大的碳减排压力。从 OICA 的统计数据来看，汽车尾气排放已占据 CO<sub>2</sub> 排放总量的 15.9%，因此，推广使用清洁能源汽车，是国家节能减排，也是国家在碳减排压力下经济转型的必然选择。

图 3：汽车占 CO<sub>2</sub> 排放的 15.9%



资料来源：OICA，申万研究

图 4：新能源车对碳减排的贡献曲线



资料来源：《Meeting the challenges to sustainability, WBCSD,2004》，申万研究

据麦肯锡测算，中国可以通过在 2015 年以后大力采用电动汽车技术，将其 2030 年的汽油需求减少 70%，从而减少 30-40% 的石油进口，并将中国的石油自给率从 20% 提到到将近三分之一。同时，使用动力汽车还可以带来每年 1.65 亿吨二氧化碳的减排潜力。

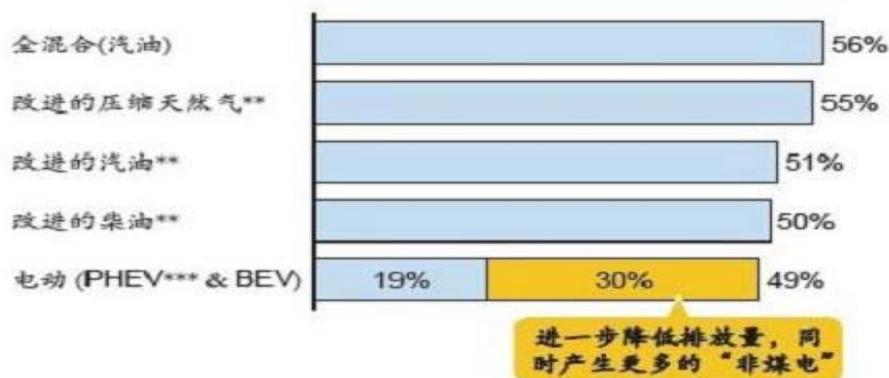
表 1：我国 2050 年的电动车及其节约的石油资源情况预测

亿辆，亿吨

项目	纯电动车		电动摩托车		混合动力车		节约的石油量合计
	拥有量	节约的石油量	拥有量	节约的石油量	拥有量	节约的石油量	
最高估计	1.16	1.08	0.5	0.15	1.25	0.35	1.58
中等估计	0.56	0.52	0.5	0.15	1.25	0.35	1.02
最低估计	0.24	0.22	0.5	0.15	0.96	0.27	0.64

资料来源：《绿色电源材料》，申万研究

图 5: PHEV 减排潜力 19%，若用非煤发电，减排潜力最高可达 49%

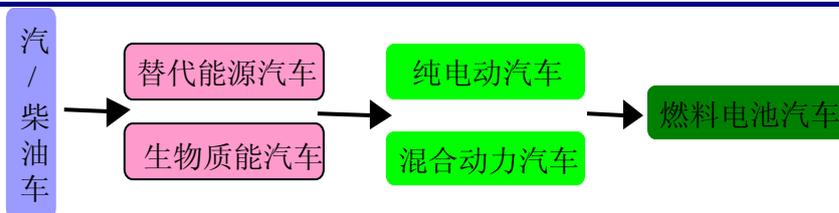


资料来源: 麦肯锡, 申万研究

## 1.2 新能源汽车分类

新能源汽车是指采用汽油、柴油之外的动力作为动力源的汽车的总称, 按动力源的不同, 主要有三种: 混合动力汽车 (Hybrid Electric Vehicle, HEV)、纯电动汽车 (Electric Vehicle, EV) 和燃料电池电动汽车 (Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV)。按照电池种类的不同, 又可以分为镍氢电池动力汽车、锂电池动力汽车和燃料电池动力汽车。

图 6: 新能源汽车发展趋势



资料来源: 申万研究

**混合动力汽车 (HEV)** 存在两个动力源: 内燃机和储能电池。汽车可由电动机或内燃机发动, 在刹车及下坡时, 电动机将动能转成电能为电池充电。按照是否依赖外部充电, 混合动力汽车又可分为普通 HEV 和插电式混合动力汽车 PHEV (Plug-in hybrid)。目前普通 HEV 电池主要采用镍氢动力电池, PHEV 电池主要采用锂离子电池或锂聚合物电池。

图7: HEV 工作原理



资料来源: 申万研究

图8: 拟在2010年量产的通用PHEV——volt



资料来源: 申万研究

按照驱动系统的配置结构关系, 混合动力汽车可分为串联式混合动力汽车 (Series Hybrid Electric Vehicle, SHEV)、并联式混合动力汽车 (Parallel Hybrid Electric Vehicle, PHEV) 和混联式混合动力汽车 (Split Hybrid Electric Vehicle, PSHEV) 三种。

表2: 各式结构的混合动力汽车特点

	控制系统	电池	能量传递效率	环境污染	适用车型
串联式	只用电动马达驱动行驶	容量大, 增加了电池和汽车重量以及成本	存在能量转换损失, 降低能量利用率	排放小	城市公交车
并联式	以发动机为主动动力, 电动马达作为辅助动力	总量较小, 对蓄电池峰值功率要求较低	中间环节少, 能量效率高	排放较大, 噪声大	小轿车, 如本田思域
混联式	在低速时只靠电动马达驱动行驶, 速度提高时发动机和电动马达相配合驱动	对电池依赖小, 不需要外置充电系统	高	介于串、并联之间	小轿车, 如丰田Prius

资料来源: 申万研究

按照对电能的依赖程度, 混合动力汽车又可分为三种: 弱混合 (Mild Hybrid)、中度混合和强混合 (Strong Hybrid 或 Full Hybrid), 节油率依次提升。

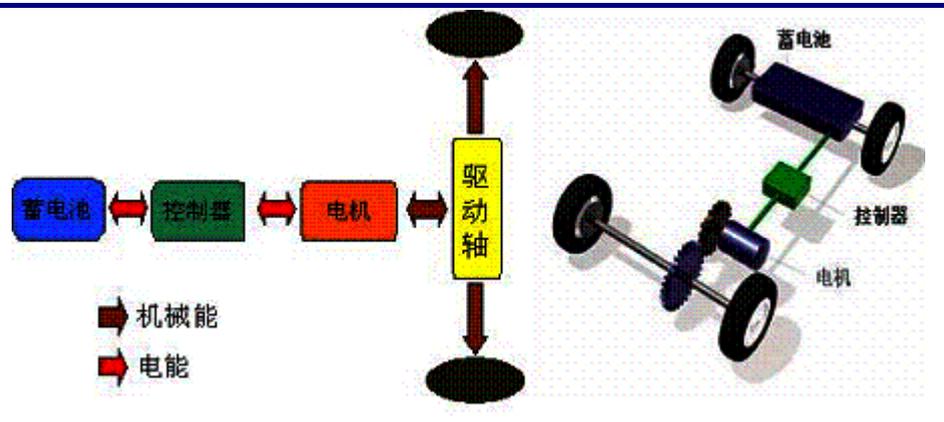
表3: 各式混合程度对应的节油率不同

	驱动技术	电机功率	节油率	代表车型
弱混合	BSG 皮带传送启动/发电技术	10KW	20%以下	奇瑞 A5—BSG
中度混合	ISG 内置曲轴启动/发电技术	15KW	20%~40%	别克君越 EcoHybrid
强混合	—	50KW	40%以上	丰田 Prius

资料来源: 申万研究

纯电动汽车（EV）取消了传统的内燃机，动力来源于自身携带的储能电池。储能电池依靠外界电源充电，在汽车启动时电池向电动机供电，由电动机直接向驱动轴输出扭矩，驱动车辆行驶。

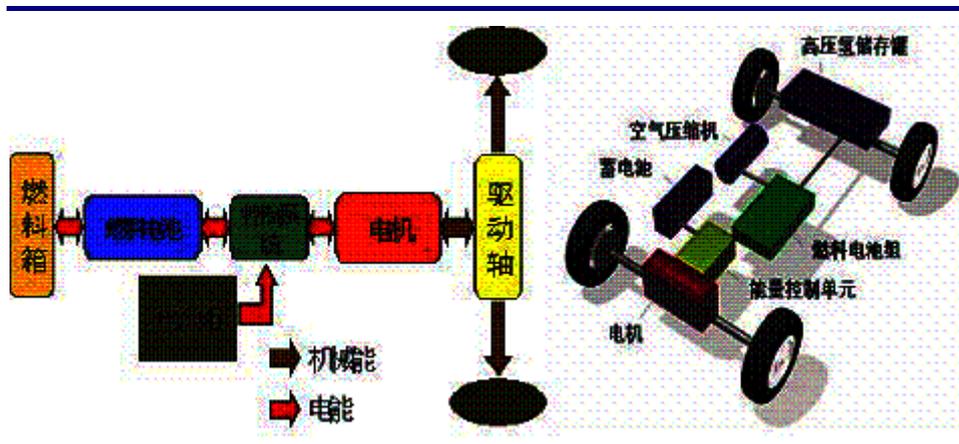
图 9：纯电动汽车结构原理图



资料来源：申万研究

燃料电池汽车（FCEV）既摒弃了内燃机，也不需要从外界充电，而是通过自身携带的液态氢和氧气在燃料电池中的化学反应发电，为电动机提供能量，进而为汽车驱动轴提供扭矩。

图 10：燃料电池汽车结构原理图



资料来源：申万研究

三种新能源汽车的主要特点见下表：

表 4：新能源车主要特点

	混合动力汽车	纯电动汽车	燃料电池汽车
驱动方式	内燃机+电机驱动	电机驱动	电机驱动
能量系统	内燃机,蓄电池	蓄电池	燃料电池
能源和基础设施	加油站/电网充电设备	电网充电设备	氢气
排放量	低排量	零排量	超低排量或零排量

主要特点	续航里程长/仍部分依赖汽柴油	续航里程短/初始成本高	能源效率高/续航里程长/成本高
商业化进程	已规模化量产	有销售,但未规模化	仍处于研发阶段
主要问题	蓄电池效率/电池管理系统	电池安全性及效率/充电网点	成本高昂/制氢技术有待突破

资料来源: 申万研究

## 2. 动力电池是新能源汽车的核“心”

动力电池的性能对新能源汽车的发展起着至关重要的作用。新能源车动力电池应具有比能量高、比功率大、自放电少、使用寿命长及安全性好等特性。目前技术最成熟、应用最广泛、商业化最成功的是镍氢动力电池,各国研发的重点是锂离子电池,燃料电池则因可以做到完全零排放,而被视作远期目标。

从下表我们可以看出,HEV 因为有汽油作为动力,因而更强调加速性能和爬坡能力,因此更注重电池的比功率(要求高达 800—1200w/kg)。而 EV 完全以电池作为动力,更强调充电后的续航能力,因而更关注电池的比能量(要求达到 100—160wh/kg)。

表 5: HEV、PHEV 和 EV 对电池性能的要求

EDV Type	Weight (max.kg)	Peak Power (min.kW)	Power Density (min.W/kg)	ES Capacity (min.kWh)	Energy Density (min.Wh/kg)
HEV	50	40-60	800-1200	1.5-3[0.7]	30-60
Plug-in HEV	120	65;50	540;400	6;12	50;75
EV	250	50;100	200;400	25;40	100;160

资料来源:《Status and Prospects for Zero Emissions Vehicle Technology》,申万研究

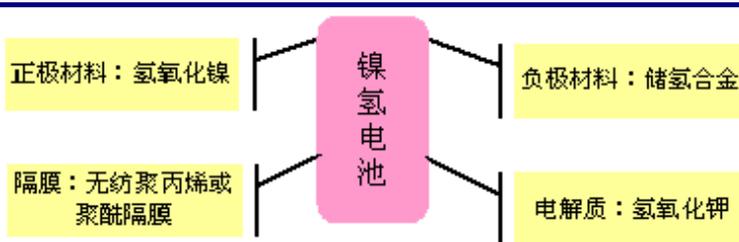
各种电池比较如下:

表 6: 各种蓄电池的比较

	铅酸电池	镍氢电池	锂离子电池		燃料电池
			液态锂离子电池	聚合物锂离子电池	
比能量 (wh/kg)	35-40	75-80	110	155	500
比功率 (w/kg)	50	160-230	300	315	100
体积比能 量 (wh/L)	80	100-200	200-280	>320	1000
电压 (v)	2	1.2	3.7	3.7	0.6-0.8
工作温度	-20~60℃	20~60℃	0~60℃	20~60℃	20~105℃
自放电率	4-5%	30-35%	<5%	<0.5%	极低



图 13: 镍氢电池材料构成



资料来源：申万研究

正极性能可通过添加制剂来改善。影响氢氧化镍电池正极性能的主要因素有：1) 稳定高比容量 ( $>500\text{mAh/cm}^3$ )  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  正极的制备；2) 宽温度（大电流）使用范围 ( $-20 \sim 50^\circ\text{C}$ ) 下电池性能的稳定性，特别是较高温度下，氢氧化镍正极上氧的过电位下降而引起充电过程内压过高，效率降低；3) 由于极片膨胀使隔膜电解液干涸，电解液内阻加大，引起电池性能衰退。针对这些因素，一般通过增加添加剂、导电剂、粘合剂等来改善其性能。

表 7: 实用的添加剂、导电剂和粘合剂

添加剂	Ca、Co、Zn 及某些稀土元素	在 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 制备期间和镍电极制备过程中加入相结合
导电剂	镍粉、乙炔黑、石墨	从大电流放电性能而言，羰基镍粉好
粘合剂	CMC、PVA、PTFE	

资料来源：《镍氢二次电池》，申万研究

贮氢合金是影响电池容量和充放电性能的关键材料，也是发展镍氢动力电池的主要技术瓶颈。电动车用 MH-Ni 电池要求贮氢合金必须具备高比容量、长寿命、高电压平台、良好的催化活性(包括构成电极后所形成的气、固、液三相催化层)及低成本等性能，技术门槛也体现在贮氢合金的配方、纯度、粒度、表面处理、活性催化、容量与寿命，以及充放电控制、温度控制等方面。目前已经商业化的 Ni-MH 电池负极材料有两种： $\text{AB}_5$  型混合稀土类和  $\text{AB}_2$  型锆基贮氢合金。 $\text{AB}_5$  型受其理论容量的限制，很难满足电动汽车对动力电池的要求，而  $\text{AB}_2$  型合金吸氢量大，电化学理论容量高，与氢反应速度快，活化容易，没有滞后反应，抗电解液的腐蚀氧化性强，电化学循环稳定性高，是镍氢动力电池最主要应用的新型贮氢材料。

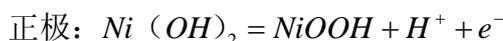
表 8: Ni-MH 电池负极材料

	组成成分	电化学理论容量	吸氢量
AB <sub>5</sub> 型混合稀土	富镧混合稀土和富铈混合稀土，这两种混合稀土的非稀土杂质主要是Fe、Si、S、P等	375mAh/kg	1.3%
AB <sub>2</sub> 型钴基储氢合金	ZrCr <sub>2</sub> 、ZrMn <sub>2</sub> 、ZrV <sub>2</sub> 及钛系储氢合金TiMn <sub>2</sub> 、TiCr <sub>2</sub> 等	482mAh/kg	1.8%

资料来源：《绿色电源材料》，申万研究

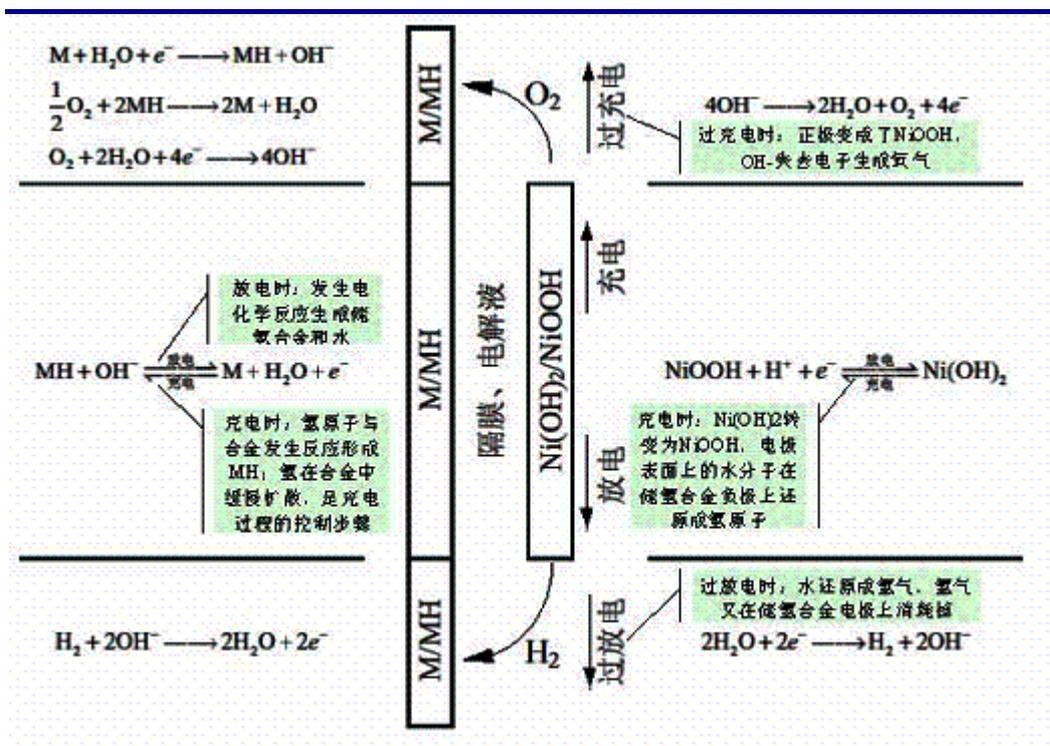
### 2.1.2 Ni-MH 电池工作原理

电池中的反应方程式是：



电池总反应： $Ni(OH)_2 + M = NiOOH + MH$ ，其中 M 为贮氢合金，MH 为吸附了氢原子的贮氢合金。

图 14: Ni-MH 电池工作原理



资料来源：申万研究

镍氢电池具有较强的耐过充放电性能。对密闭电池而言，通常电池设计负极容量比正极容量大，电池在过充电时，正极所产生的氧气能与负极贮氢合金中的氢结

合形成水： $MH_x + O_2 = MH_{x-4} + 2H_2O$ ，过放电产生的氢气又能被贮氢合金吸收，从而抑制了电池内压的上升，故镍氢电池有较好的耐过充、过放电性能。

### 2.1.3 镍氢动力电池的不足

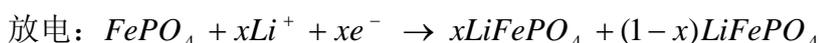
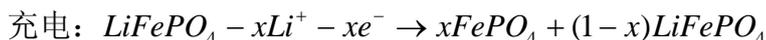
镍氢电池具有可大电流快速充放电、耐过充放电能力强、低温性能好、比功率高等优点，是目前技术最为成熟、应用最为广泛的动力电池。同时，镍氢电池也存在着以下不足：**自放电率高**，常温下30天不使用时，电池的放电容量只有额定容量的65~70%；**比能量较小**，极限值为80kw/kg，较小的比能量值使得镍氢动力电池续航能力较低，只能用在混合动力汽车上，电动汽车必须选用锂电等高比能量的材料。

## 2.2 锂电池

锂电池按照电解质形态不同可分为**液态锂离子电池**和**聚合物锂电池**。聚合物锂电池是指正极、负极和电解质中至少有一种是聚合物材质的锂电池。

### 2.2.1 锂离子电池工作原理

锂电池的充放电过程是锂离子在电池正负极中的脱出和嵌入实现的，以**磷酸铁液态锂离子电池**为例的反应方程式如下：



以**Li/PEO-LiClO<sub>4</sub>/Pan**聚合物锂离子电池为例的电极反应如下：

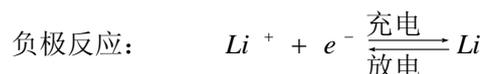
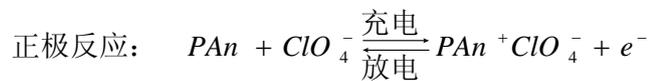
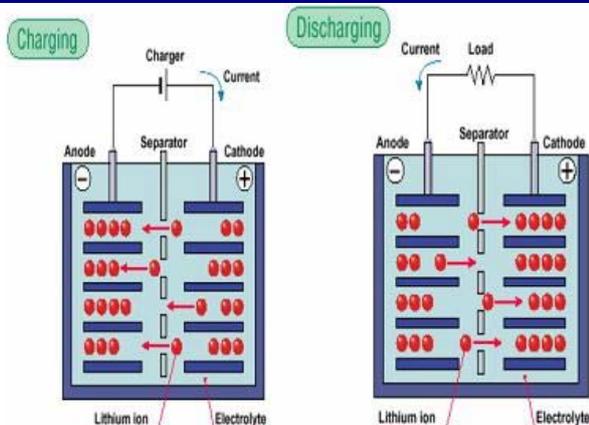
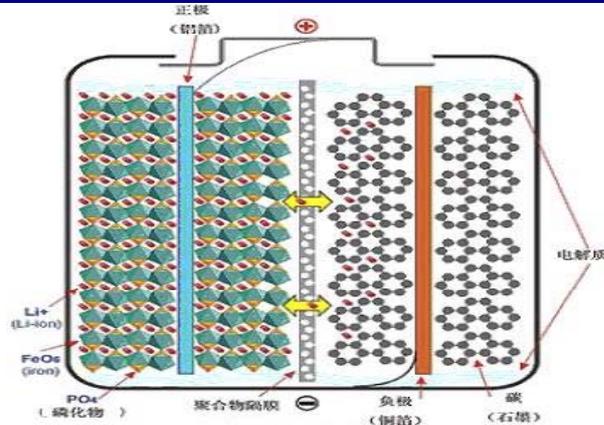


图 15: 锂离子电池工作原理



资料来源：今日电子，申万研究

图 16: LiFePO<sub>4</sub> 电池基本结构



资料来源：申万研究

锂离子电池反应是一种理想的可逆反应。锂离子电池是一个锂离子浓差电池，充电时锂离子从正极化合物中脱出经过电解质嵌入负极晶格，负极处于富锂态，正极处于贫锂态，同时电子的补偿电荷从外电路供给到负极，保证负极电荷平衡；放电时则相反，锂离子从负极脱出，经过电解质嵌入正极，正极处于富锂态。由于锂离子电池正负极材料都用层间化合物，所以在正常充放电时，锂离子在层状机构的碳材料和层状结构的氧化物的层间嵌入和脱出，只引起层间距的变化，不会引起晶体结构的破坏，所以伴随着充、放电的进行，正负极材料的化学结构基本不变，因此从充、放电反应的可逆性看，锂离子电池反应是一种理想的可逆反应，称之为“摇椅式”锂离子电池体系。

## 2.2.2 磷酸铁锂是最适合动力电池的正极材料

液态锂离子电池包括正极、负极、隔膜及电解液等四大材料。正极材料是锂离子电池中最为关键的原材料，直接决定了电池的安全性能和电池能否大型化，约占锂离子电池电芯材料成本的30%左右。目前常用的正极材料主要有钴酸锂、锰酸锂、三元材料和磷酸铁锂四种。

表 9：锂离子电池四大主要材料构成

组成部分	常用材料
正极	钴酸锂、锰酸锂、三元材料和磷酸铁锂
负极	石墨、石墨化碳材料、改性石墨、石墨化中间相碳微珠
隔膜	聚乙烯或聚丙烯微孔膜
电解液溶剂	碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）、碳酸二甲酯（DMC）、碳酸二乙酯（DEC）、二甲氧基乙烷（DME）
电解质	六氟磷酸锂（LiPF <sub>6</sub> ）

资料来源：《锂离子电池原理与关键技术》，申万研究

自1996年日本NTT首次揭露橄榄石结构的磷酸铁锂正极材料之后，1997年美国得克萨斯州立大学的John.B.Goodenough教授，也接着报道了LiFePO<sub>4</sub>的可逆性地嵌入脱出锂的特性，从此磷酸铁锂逐渐成为一种具有低成本、多元素、同时又对环境友好的正极材料之一。与传统的正极材料，尖晶石结构的LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>和层状结构的LiCoO<sub>2</sub>相比，橄榄石结构的LiMPO<sub>4</sub>结构极其稳定，与氧的键结很强，不会因为短路而产生爆炸，容量达到170mAh/g，原材料来源更广泛、价格更低廉。由于LiFePO<sub>4</sub>与FePO<sub>4</sub>结构相似，锂离子脱出/嵌入后，LiFePO<sub>4</sub>晶体结构几乎不发生重排，因此LiFePO<sub>4</sub>的循环性能更好，锂离子可以自由进出，可反复充放电达1000次以上，也有报道称通过材料改性，可使磷酸铁锂寿命达到1万次以上。

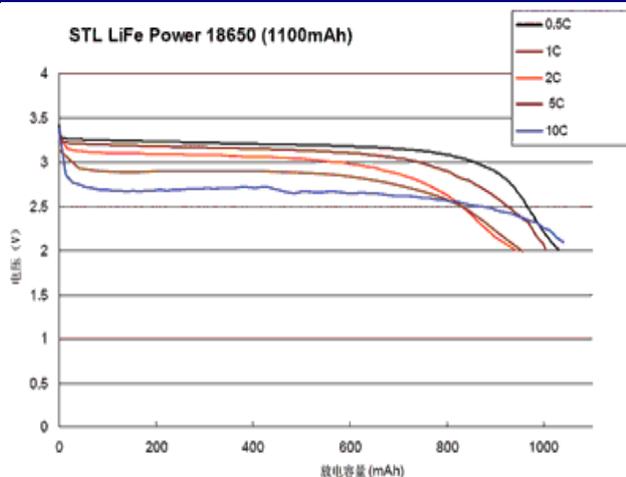
表 10: 不同正极材料锂电池性能比较

正极材料	钴酸锂 (LiCoO <sub>2</sub> )	锰酸锂 (LiMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	三元复合材料		磷酸铁锂 (LiFePO <sub>4</sub> )	
			Li(Ni <sub>0.85</sub> Co <sub>0.1</sub> Al <sub>0.05</sub> )O <sub>2</sub>	Li(Ni <sub>1/3</sub> Co <sub>1/3</sub> Mn <sub>1/3</sub> )O <sub>2</sub>		
正常电压	4.0V	4.05V	3.8V	3.85V	3.34V	
储存电容 (mAh/g)	145	100	160	120	150	
比能量 (Wh/kg)	602	480	742	588	549	
体积比能量(Wh/L)	3073	2065	3784	2912	1976	
循环寿命 (次)	>500	>500	>1000	>1000	>1000	
成本	(\$/kg)	30~40	8~10	28~30	22~25	16~20
	(\$/kWh)	57~75	20~25	50~55	30~55	25~35
安全性	低	好	好	优	优	
优点	工艺成熟	安全性好; 耐过充性好; 价格低	无过充和过放限制; 高温稳定性好;	优良的循环性、安全性和稳定性; 理论比容量高; 较高的振实密度; 成本低廉		
缺点	成本高; 存在安全隐患, 只适合小容量单体电池	充放电时容量衰减严重, 循环寿命低	充放电时结构欠稳定, 工艺条件苛刻	离子和电子传导率很低; Fe <sup>2+</sup> 极易被氧化, 合成工艺困难; 高倍率充放电性能较差; 电化性能差		

资料来源: Battery technology comparison, 电池工业, 申万研究

磷酸铁锂是目前最理想的正极材料。相比较而言, 钴酸锂最大的问题是安全性差 (150 度高温时易爆炸)、成本高 (钴价约 50 万元/吨, 含钴 60% 的钴酸锂超过 40 万元/吨)、循环寿命短; 锰酸锂安全性比钴酸锂好很多, 但高温环境的循环寿命更差 (500 次)。磷酸铁锂因为高放电功率、成本低 (约 18~30 万元/吨)、可快速充电且循环寿命长 (1000 次以上), 在高温高热环境下的稳定性高 (300 度高温以上才有安全隐患), 具有很好的安全性能, 因而是目前最理想的动力汽车用锂电正极材料。

图 17: 磷酸铁锂在各种放电率下电压平坦, 放电特性好



资料来源: 《新型磷酸铁锂动力电池》, 申万研究

图 18: 比亚迪 F3DM 的锂电池充电系统



资料来源: 申万研究

## 2.2.4 锂离子电池存在的问题

目前来看，磷酸铁锂电池在国内迅速发展，存在着几个问题，包括专利隐患、低导电率低电容、低温性能差以及最关键的成品率低等问题。

### 第一，专利隐患依赖于国内厂商的自主技术探索来解决

磷酸铁锂（LiFePO<sub>4</sub>）橄榄石结构诞生于德州大学，德州大学于1997年对磷酸铁锂的晶体结构与化学分子式申请了专利，后将专利授予加拿大自来水公司 Hydro-Quebec 及其下属公司 Phostech 使用。德州大学和 H-Q 声称，凡是使用 LiFePO<sub>4</sub> 正极材料的电池都侵犯了他们的晶体结构和化学分子式专利。目前 LFP 最上游的化合物制造专利被三家专业材料公司所掌握，分别是美国 A123 的 Li<sub>1-x</sub>MFePO<sub>4</sub>、加拿大 Phostech 的 LiMPO<sub>4</sub> 以及台湾立凯电能(Aleees) 的 LiFePO<sub>4</sub>·MO。

**表 11：A123 和 Aleees 认为自己生产的磷酸铁锂有不同的分子结构，不构成侵权**

	化合物分子式	专利日期	专利号	专利性质	技术
德州大学	LiMPO <sub>4</sub>	1997-4-23	WO 1997040541	电极材料	LiMPO <sub>4</sub> 橄榄石晶体结构
Hydro-Quebec	LiMPO <sub>4</sub>	2000-5-2	EP 1043787	电极材料	LiMPO <sub>4</sub> 橄榄石晶体结构
Phostech	LiMPO <sub>4</sub>	2004-12-22	WO 2005062404	电极材料	粉体颗粒表面以碳元素涂布，添加 Mn, Ni, Ti
A123	Li <sub>1-x</sub> MFePO <sub>4</sub>	2005-2-7	WO 2005076936	制作技术	纳米级粉末颗粒，添加金属元素
台湾 Aleees	LiFePO <sub>4</sub> ·MO			制作技术	以氧为共价键，与金属氧化物共晶的晶核技术

资料来源：DEWENT，申万研究

**专利权之争影响全球电动车行业发展。**2005年，全球最大电动工具厂商 Black & Decker(B&D)推出 1 款使用磷酸铁锂电池的无电线电动工具，在欧美超热卖。2006年9月，德州大学及加拿大 Phostech 对 B&D 及电池制造商 A123 提起诉讼，控告其未获授权制造与销售侵权商品。A123 认为自己的正极材料有不同的晶体结构和化学分子式，不存在专利侵权问题。目前案件仍在审理，但性质已从大学和企业的专利纠纷转变为跨国专利诉讼。由于通用汽车 2010 年上市的 Volt 电动车将采用 A123 提供的磷酸铁锂电池，若 A123 被判侵权则意味着通用也构成侵权。从更大的范围来讲，全球都将磷酸铁锂作为电动汽车电池的主要材料，因此判决结果将影响美国乃至全球电动车市场的发展格局。

美国 Valence 公司就德州大学持有的欧洲专利的授予问题，于 2005 年 7 月 27 日向欧洲专利局提起异议诉讼程序，认为该专利缺乏新颖性。2008 年 12 月 9 日欧洲专利局 (EPO) 裁决撤销了授予德州大学的有关 LiMPO<sub>4</sub> 的欧洲专利，也撤销了德州大学 Goodenough 等人的欧洲专利，也等于消除了下一代电动汽车电池在欧洲侵权的任何风险。目前 Goodenough 已经提起上诉。

**专利权之争短期内对中国国内销售无影响。**德州大学目前只申请了美、日、德、英、法、意、加七国的专利保护，按 20 年专利保护期计算，到 2017 年专利才会到

期。目前中国企业在国内研发、生产和销售磷酸铁锂电池都是合法的，中国短期内不会受到影响。由于德州大学在欧洲的专利拥有权被推翻，因此中国出口到欧洲也是安全的，但出口到美国有风险。

但是从长期来看，专利权是一个隐患。目前我国只有清华大学核能与新能源技术研究所拥有几项磷酸铁锂技术专利，国内大部分生产厂商只掌握磷酸铁锂技术和加工工艺，没有国际专利。如果德州大学获胜，将联合专利授权公司在全球范围内继续进行专利诉讼，迟早会来到中国；如果 A123 获胜，他们也可能联合起来，形成“专利池”（由专利权人组成的专利交易平台，对实施专利收费），迫使其他没有获得专利授权的企业交纳高额的专利许可费。1999 年，全球前后 12 家跨国企业宣布“DVD 专利联合许可声明”，每台 16~19 美元的专利取可费从此成为国内 DVD 生产企业头上的枷锁。国内生产磷酸铁锂的企业必须加强自主研发能力，尽早申请国内、国际专利，以消除产业发展隐患。

## 第二，导电率低、实际电容量低，低温下放电性能差，已有部分解决方案

磷酸铁锂缺点在于电导率很低、实际电容量较低。目前国内外厂商已通过纳米技术(A123)、碳元素涂布技术(Phostech)、金属氧化物共晶技术(Aleees)和金属掺杂氧空位技术(天津斯特兰)来改性磷酸铁锂，添加碳、银、铜、锰、镍、钛等元素以增加电容量与导电性。如天津斯特兰的改性磷酸铁锂，实验室电容量达到每克 160 毫安时（理论值是 170），且氧空位技术简化了工艺流程，也在一定程度上规避了国外专利风险。

为了提高  $\text{LiMPO}_4$  的利用效率，A123 与 Valence 尝试以镁、钛、锰、铅、锌等对铁原子或锂原子取代。以锌的取代为例，由于锌离子半径与铁离子半径相近，以锌原子取代之后， $\text{LiMPO}_4$  的结晶性有一定程度的提高，锂离子迁入和脱出的可逆性可以得到提升，并且也抑制了二价铁离子在脱出锂后变为三价铁时，晶格体积变小后产生往返路径变化的影响。

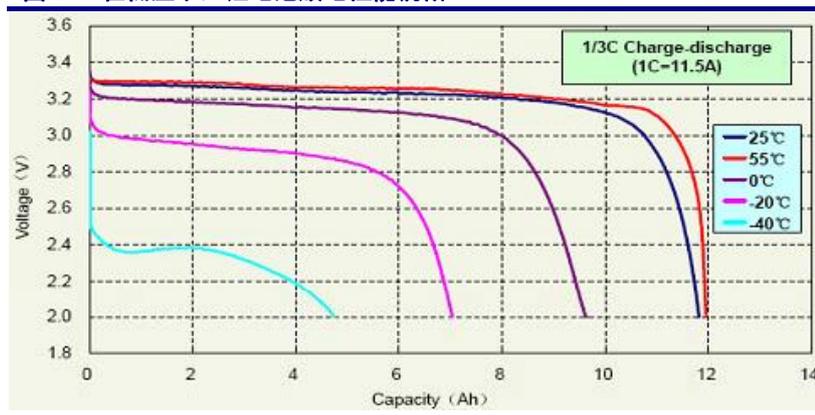
磷酸铁锂不怕高温，但低温下放电性能差，在零下  $20^\circ\text{C}$  只能保持 60—65% 能量，在零下  $40^\circ\text{C}$  电压会迅速衰减。目前技术上还没有很好解决办法，低温性能还有待进一步提高。

表 12：在不同温度下锂电池的性能指数

Temp.	25℃	55℃	0℃	-20℃	-40℃
Capacity (Ah)	11.818	11.954	9.623	7.238	4.746
nT/25℃ Capacity Percentage (%)	100.00	101.16	81.43	61.24	40.16%

资料来源：申万研究

图 19: 在低温下, 锂电池放电性能锐减



资料来源: 申万研究

### 第三, 成品率低、批次间稳定性差是制约成本下降的关键因素

在磷酸铁锂制备方式上, 目前国内外实现量产的合成方法均是高温固相法, 即将  $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Li}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  或  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  混合, 在氩气或氮气等惰性气氛保护下, 在  $350^\circ\text{C}$  加热 10 小时使混合物初步分解, 然后升温到  $600\sim 800^\circ\text{C}$ , 再加热 12 小时以上, 就可以得到橄榄石晶型的  $\text{LiFePO}_4$  材料。但在实际制备过程中产品成品率低, 产品批次间稳定性差。这是因为磷酸铁锂在高温制备过程中, 二价铁容易被氧化, 晶体的生长也较难控制。如何在热处理的过程中防止二价铁的氧化、提高成品率是合成的关键点。从目前来看, 国内外企业提高成品率是一个逐渐摸索的过程, 如果磷酸铁锂电池的成品率能够提高到 90%, 成本会降低 50% 左右, 成本下降将带来下游需求的迅速膨胀。

### 第四, 全国充电站网络建立至少需要 3~5 年, 限制了 PHEV 和 EV 的迅速普及

PHEV 和 EV 在国内迅速发展的先决条件是, 有方便的充电站网络, 或者有方便的可更换电池的网络。按目前的电池技术, 在专用充电站 15—20 分钟即可充电 70%, 在家用 220 伏电源约需 10 小时充满。国内建站成本约在 25 万~30 万元。

目前国外关于电池充电有两种方式: 一种是硅谷的 Coulomb Technologies 推出的电动车充电网络系统 ChargePoint, 以 RFID 技术刷卡计费进行充电。ChargePoint 系统包括 Smartlet 充电站和网络操作系统, 充电站体积比投币式停车计费器略大, 可安装于路灯柱或墙壁上, 成本约 3000 美元, 使用者可以选择每次付费或包月付费。另外一种是由美国 Project Better Place 主导推进的换电池项目, 计划筹集 2 亿多美元资金, 在以色列、丹麦、澳洲和美国旧金山建设充电站以及电池交换站。

图 20: 巴黎的充电站地图



资料来源: 申万研究

图 21: Coulomb Technologies 建设的 smartlet 小巧充电站



资料来源: 申万研究

充电站网络建设依赖于国家政策的推动。美国计划建设 800 万个充电站，以色列计划建设 50 万个充电站，东京计划 08 年建成 200 个以上，2011 年之前建成 1000 个以上充电站。我国也提出了 10 城千辆计划，在北京、上海、武汉等率先推动新能源汽车及能源供应基础设施的大规模示范。09 年 4 月 10 日，日产与工信部、武汉市政府分别签订合作协议，为工信部制定包括充电网络建设和维护，促进电动车大规模使用的综合规划。国家电网、南方电网也曾表示大力支持充电站建设，但进展缓慢。从电网角度来讲，充电站不仅是简单地设立快速充电柱，还涉及到改造城市电路、装配转换装置，甚至可能改造居民电表，因此在全国建立充电站网络，投入可能高达数百亿元。在国家没有出台具体政策之前，单凭工信部及汽车厂商，很难说服电网积极投入。汽车企业不具备独立参与电力投资的资质，在未来由汽车厂、电网公司、中石油、中石化、电池厂及投资公司共同组成的产业联合体，有可能解决充电站或电池交换站这一发展瓶颈。

图 22: 加州太阳能充电站



资料来源: 申万研究

图 23: 比亚迪充电站



资料来源: 申万研究

### 第五, 安全性仍有一定隐患, 聚合物锂电池是未来方向之一

虽然磷酸铁锂电池相对于钴酸锂、锰酸锂有更好的安全性, 但锂电池安全隐患仍未消除。锂离子电池使用易燃的有机溶剂作为电解液, 在电池遭到破坏后, 有机

溶剂及其蒸汽容易发生漏液、着火甚至爆炸，它是锂离子电池发生火灾或爆炸事故的主要原因之一。此外，锂离子电池的安全隐患还包括电极材料与电解液之间的热稳定性，即正常的充放电过程中、甚至在非正常的滥用条件下电池本身不被破坏的热稳定性能。

聚合物锂电池采用固体电解质，使安全性问题有一定程度解决。固体电解质可避免液态电解液漏液，还可把电池做成更薄(厚度仅为 0.1mm)、能量密度更高、体积更小的高能电池。破坏性实验表明固态锂离子电池使用安全性能很高，经钉穿、加热(200℃)、短路和过充(600%)等破坏性实验，除内温略有升高外(<20℃)一切正常，安全隐患的降低使得聚合物锂电池成为未来锂电池研发的重点。

### 2.2.5 聚合物锂电池：未来的发展方向之一

聚合物锂电池除了电解质采用纯固态或凝胶型聚合物电解质外，正、负极材料、原理和充放电过程与液体锂离子电池基本一致。聚合物锂电池特点包括：**塑型灵活，更稳定更安全不易燃烧，更长的循环寿命，更高的能量密度，体积利用率高**（比锂离子电池高 10—20%），**不必使用传统的隔膜材料，更易于大规模工业化生产。**

聚合物电解质是以聚合物为基体，由强极性聚合物和金属盐通过酸碱反应发生络合，形成的在固态下即具有离子导电性的功能高分子材料。纯固态电解质是将 LiPF<sub>6</sub>、LiClO<sub>4</sub>、LiBF<sub>4</sub> 等锂盐溶解在作为固体溶剂的高分子聚合物本体如 PEO 和 PPO 中。凝胶型电解质是通过将更大量的液体溶剂与聚合物本体混合，形成凝胶状态的电解质。由于电解质中没有可流动的电解液，因此不存在电池漏液问题，由此带来的**燃烧、易爆等问题也随之避免**。为降低电池厚度，聚合物锂电池通常采用厚度仅为 0.1mm 的铝塑膜包装，因而又比普通锂离子电池**具有更高的比容量**。

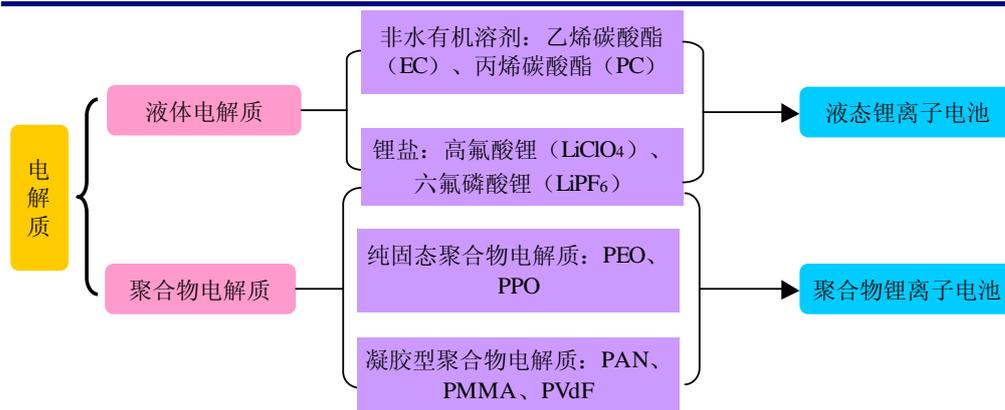
表 13：聚合物锂电池用电解质

高分子聚合物本体	电解质	
	纯固态聚合物电解质	凝胶型聚合物电解质
聚苯胺 (PAn)、聚吡咯 (PPY)、聚乙炔 (PA) 及聚对亚苯基 (PPP)	聚氧乙烯 (PEO) 基聚合物电解质、聚氧丙烯 (PPO) 基聚合物电解质	聚丙烯腈 (PAN) 基电解质、聚甲基丙烯酸酯 (PMMA) 基聚合物电解质、聚偏氟乙烯 (PVdF) 基聚合物电解质

资料来源：《聚合物锂离子电池》，申万研究

在目前商品化的充电电池中，聚合物锂电池的比能量密度最高，理论上可以承担电动车**更长的续航能力**；可以实现电池的薄形化，从而可以**降低电池重量和体积，更加节约能源**。从这些优点来讲，聚合物锂电池相比锂离子电池，在纯电动车上有更好的发展前景，是未来的发展方向之一。

图 24: 电解质不同, 是锂离子电池与聚合物锂电池的主要区别



资料来源:《锂离子电池原理与技术》、《聚合物锂离子电池》, 申万研究

## 2.3 燃料电池

### 2.3.1 材料构成及工作原理

燃料电池通过氧与氢或其他燃料结合成水和二氧化碳的简单电化学反应而发电。燃料电池正、负极之间是携带有充电电荷的固态或液态电解质, 在电极上的催化剂如白金用来加速电化学反应。按照电解质及电极材料的不同, 燃料电池可分为碱性、磷酸、熔融碳酸盐、固体氧化物及质子交换膜燃料电池。

表 14: 燃料电池构成及其性能

燃料电池类型	碱性燃料电池 (AFC)	磷酸燃料电池 (PAFC)	熔融碳酸盐燃料电池 (MCFC)	固体氧化物燃料电池 (SOFC)	质子交换膜燃料电池 (PEMFC)
比功率 (W/kg)	35~105	100~220	30~40	15~20	300~1000
单位面积功率 (W/cm <sup>2</sup> )	0.5	0.1	0.2	0.3	1~2
燃料电极的燃料种类	H <sub>2</sub>	天然气、甲醇、液化石油气	天然气、液化石油气	H <sub>2</sub> 、CO、HC	H <sub>2</sub>
氧电极的氧化物种类	O <sub>2</sub>	空气	空气	空气	空气
电解质	有腐蚀、液体氢氧化钾	有腐蚀、液体磷酸水溶液	有腐蚀、液体碳酸锂/碳酸钾	无腐蚀氧化锆系陶瓷系	无腐蚀、固体稳定氧化锆系
发电率 (%)	45~60	35~60	45~60	50~60	
启动时间	几分钟	2~4h	>10h	>10h	几分钟
电荷载体	OH <sup>-</sup>	H <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	O <sup>-</sup>	
反应温度 (°C)	50~200	180~220	600~700	750~1000	25~105
应用情况参考	用于宇宙飞船	应用广泛发展迅速	有可能用于大型发电厂	有可能用于大型发电厂	发展迅速可用于 FCEV

资料来源: 申万研究

工作原理见下表:

表 15: 燃料电池工作原理

燃料电池类型	工作原理	其他
质子交换膜燃料电池	阳极: $2H_2 \rightarrow 4H^+ + 4e^-$ 阴极: $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$ 总反应: $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O + \text{能量}$	电解质是一片薄的聚合物如聚全氟磺酸和质 Nafion 膜, 工作效率高, 制造成本高
直接醇类燃料电池	阳极: $CH_3OH + H_2O \rightarrow CO_2 + 6H^+ + 6e^-$ 阴极: $\frac{3}{2}O_2 + 6H^+ + 6e^- \rightarrow 3H_2O$ 总反应: $CH_3OH + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$	工作温度 120℃ 效率约 40%
熔融碳酸盐燃料电池	阳极: $CO_3^{2-} + H_2 \rightarrow H_2O + CO_2 + 2e^-$ 阴极: $CO_2 + \frac{1}{2}O_2 + 2e^- \rightarrow CO_3^{2-}$	工作温度 650℃ 效率高达 60% 其电解质的高温度和腐蚀特性对于家庭发电不太安全
固态氧化物燃料电池	阳极: $H_2 + O^{2-} \rightarrow H_2O + 2e^-$ $CO + O^{2-} \rightarrow CO_2 + 2e^-$ 阴极: $O_2 + 4e^- \rightarrow 2O^{2-}$	工作温度 800-1000℃ 效率为 60 左右 用来承受所产生高温的所需材料成本比较昂贵
碱性染料电池	阳极: $2H_2 + 4OH^- \rightarrow 4H_2O + 4e^-$ 阴极: $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$	工作温度约为 80℃ 是燃料电池中生产成本最低的一种电池
生物燃料电池	阳极: $C_6H_{12}O_6 + 6H_2O \rightarrow 6CO_2 + 24H^+ + 24e^-$ 阴极: $6O_2 + 24H^+ + 24e^- \rightarrow 12H_2O$	一般要求在近中性的常温、常压条件下工作, 燃料来源广泛
磷酸燃料电池	与质子交换膜燃料电池相同	工作温度 150-200℃左右 效率约为 40%
再生氢氧燃料电池	用氢和氧来生成电、热和水, 还可进行电解即逆反应, 生成的水再送回到以太阳能胃动力的电解池中, 在那里分解成氢和氧组分, 然后这种组分再送回到燃料电池	目前尚处于研发阶段

资料来源:《绿色电源材料》, 申万研究

### 2.3.2 燃料电池存在的问题

燃料电池能量密度极高, 接近于汽油和柴油的能量密度, 几乎是零污染, 号称“终极电池”, 代表着电动车未来的发展方向, 也是各国重点研究的领域之一。目前国内一辆轿车所用燃料电池的成本约在 100 万人民币左右, 北京市引进的三辆“零排放”燃料电池公交车, 每辆成本更是高达千万。由于成本太高, 燃料电池目前离产业化还有较长的距离要走, 我们预计在 2025 年才会大规模商业化。

目前高成本瓶颈表现在:

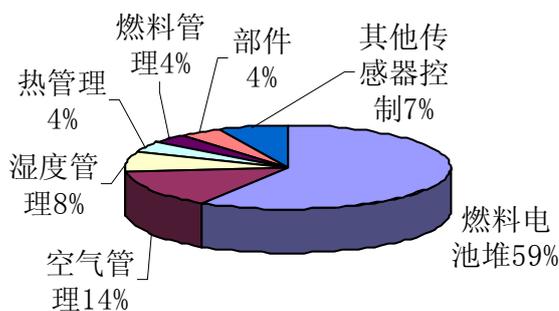
第一，燃料电池反应中需要使用贵金属铂作为催化剂，使得成本高居不下。目前铂价约在 47 美元/克，较 08 年 2 月高点 85 美元/克已下跌 44%，即便如此，目前铂价对应的燃料电池价格约为 47-235\$/kw（按 1-5 克铂/kw 耗量计），成本过于昂贵。

图 25: 铂价走势



资料来源: InfoMine.com, 申万研究

图 26: 燃料电池成本构成



资料来源: Status & Prospects for ZEV Technology, 申万研究

第二，在后续使用上，贮存和运输氢成本高昂。氢的贮存条件很严格，一般主要有高压气态、低温液态两种贮存方法，但这两种方法的单位能量所占体积都非常大，且设备昂贵，一个进口储氢罐要一千万美元一个，贮存设备的硕大体积和重量也给运输造成不便。

第三，加氢站等配套设施不够完善，如何提高氢站安全性也需高额的前期投入。

表 16: 美国能源部的 FreedomCAR 协作计划关于燃料电池能量系统目标规划

燃料电池动力系统参数	FreedomCAR 规划 2010/2015	目前进展	2015 年预测
寿命 (年)	15	2~3	10~13
峰值效率 (%)	60	50~60	60
质量比功率 (W/kg)	325	300~500	700~1100
体积比功率 (W/L)	220	-	-
成本 (\$/kW)	\$45 (2010) / \$30 (2015)	\$75~600	\$30~75

资料来源: ZEV Technology Review 2007, 申万研究

## 2.4 小结: 镍氢最成熟, 锂电是方向, 燃料电池任重道远

综上所述, 我们可以得出以下结论:

第一, 镍氢电池技术最成熟, 购置和使用成本较低, 且不改变人们的驾驶习惯, 是目前 HEV 市场的主流产品, 未来 3-5 年仍将是新能源车的主流, 将和 PHEV、EV

共存 10 年左右。由于镍氢电池自放电率高、比能量较小，只能用在 HEV 上，因而限制了镍氢在 PHEV 和 EV 上的应用。

第二，由于磷酸铁锂平衡了安全性与续航能力的考量，锂离子电池将在 PHEV、EV 上获得大规模应用，但有赖于磷酸铁锂成品率及产品间批次稳定性提升所带来的成本降低，以及全国范围的充电站网络的建立，3~5 年之后才会大规模商业化生产。

图 27：美国能源部关于新能源车的产业化蓝图

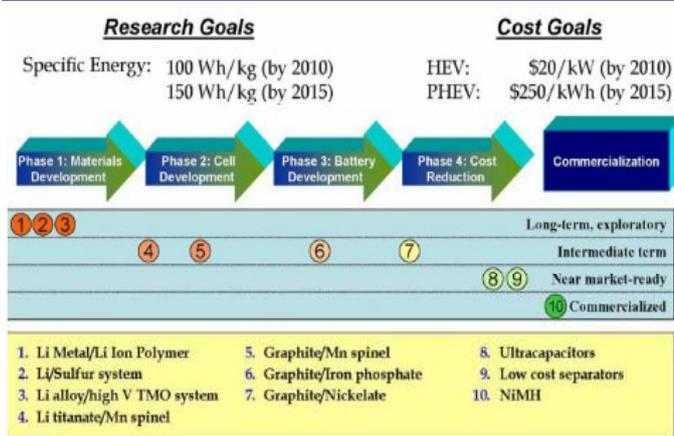


图 28：电池企业的中期研发目标



资料来源：Technology Development Roadmap, US Department of Energy, 申万研究

第三，聚合物锂电池比能量密度大，可以实现电池薄形化，更易大规模工业化生产，因而能够承载更长的续航能力、减少电池的重量和体积，有望在纯电动车时代担当重要角色，是未来发展方向之一。我们预计 2015 年开始，电动车步入早期商业化阶段。

第四，燃料电池受制于制氢、储氢技术的高额成本，在短期内没有商业化的可能。未来大规模应用有赖于低成本制氢技术的突破，预计在 2025 年左右才会大规模商业化生产。

表 17：全球新能源汽车产业化预测

车型	概念期 年产百辆	商业化之前 年产千辆以上	商业化早期 年产万辆以上	大规模商业化期 年产十万辆以上
混合动力汽车	1998 年	1999 年	2000 年	2004 年
插入式混合动力汽车	2008 年	2010 年	2012 年	2015 年
纯电动汽车	1996 年	2002 年	2015 年	2020 年
燃料电池汽车	2004 年	2009 年	2020 年	2025 年

资料来源：ZEV Technology Review 2007, 申万研究

## 3. 政策力推行业前行，看好新能源汽车电池

### 3.1 后续扶持政策空间依然很大

#### 3.1.1 全球新能源政策密集出台

早在上世纪90年代中后期开始，西方各国及日本就已意识到汽车带来的尾气排放是最严重的碳排放来源之一，纷纷立法对研发和使用新能源汽车提供资金支持、税收减免。自奥巴马上台提出新能源政策之后，各国又开始了新一轮“军备竞赛”，相继出台更大规模的一系列政策及资金扶持，以鼓励本国新能源汽车产业的发展，抢夺新能源的“制高点”。对新能源产业的扶持及大手笔的财政支出政策，不约而同成为各国应对金融危机的有力武器。

表 18：各国新能源汽车支持政策

经济体	新能源车支持政策内容
美国	<p>从06年起，对HEV按照油耗确定减税额度；至09年12月31日，购买轻混HEV抵税3400美元/台；购买重型HEV最高18000美元税收抵免；加州提供3年9000美元优惠贷款和10%税收优惠</p> <p>08年9月，国会将投资税收优惠延长至2016年，对购PHEV者2500~7500美元课税扣除</p> <p>08年2月能源部拨款2000万美元加强PHEV电池研发，6月拨款3000万美元资助研发HEV；09年5月5日，对NREL拨款1.93亿美元加大对新能源研究</p> <p>奥巴马8250亿美元经济刺激计划中：向动力电池研究提供20亿美元奖金与贷款；向电动车研究提供2亿美元奖金与贷款；3亿美元用于老式柴油引擎更新换代；4亿美元用于联邦及地方政府购置新能源车；10亿美元升级国家电网，以满足100万PHEV的充电需求</p>
日本	<p>税收优惠补贴平均20万日元/台，给予50%减税；按HEV和同级别传统车辆车价补贴，最高50%；减免1%的购置税，并给予与同级别传统车差价1/2的优惠补贴，并大幅下调燃油税</p>
英国	<p>07年修改汽车保有税制，按CO<sub>2</sub>排放量进行差别征税，低排放税率为零，高排放税率最高30%</p> <p>08年11月，对总额达2亿英镑的“低碳汽车公共-私人共同投资项目”又追加1亿英镑投资</p> <p>09年1月21日英国政府计划花费2.5亿英镑，以实施促进低碳汽车发展的一揽子计划</p> <p>09年4月23日政府发布道路交通CO<sub>2</sub>减排5年计划，购PHEV、EV者可获2000-5000英镑奖励</p>
法国	<p>1995年政府对每辆电动汽车补贴1.5万法郎；经销商每卖出5辆车，就必须卖出1辆新能源汽车；09年1月9日萨科齐宣布，将投入4亿欧元，用于研发和制造清洁能源汽车</p>
德国	<p>石油税收法规定，每年对新能源车实施税收优惠，到2010年税收优惠约30亿欧元/年，到2050年约50亿欧元/年；2008年为HEV研发提供5亿欧元补贴</p>
韩国	<p>2004-2011年投入23亿美元，包括新能源的科技研发，设备补助与差额补助等</p> <p>政府正在考虑拨款150亿韩元（约合1120万美元），补贴购买小型车和混合动力车</p>
欧盟	<p>09年1月欧洲议会通过议案，把汽车排放指标列入公共采购要求，即采购时要考虑对环境影响</p> <p>09年3月欧委会提供38亿欧元贷款，后续还将提供68亿欧元贷款，支持欧洲车企开发新能源车；在2013年之前投资1050亿欧元支持欧盟地区的“绿色经济”</p>

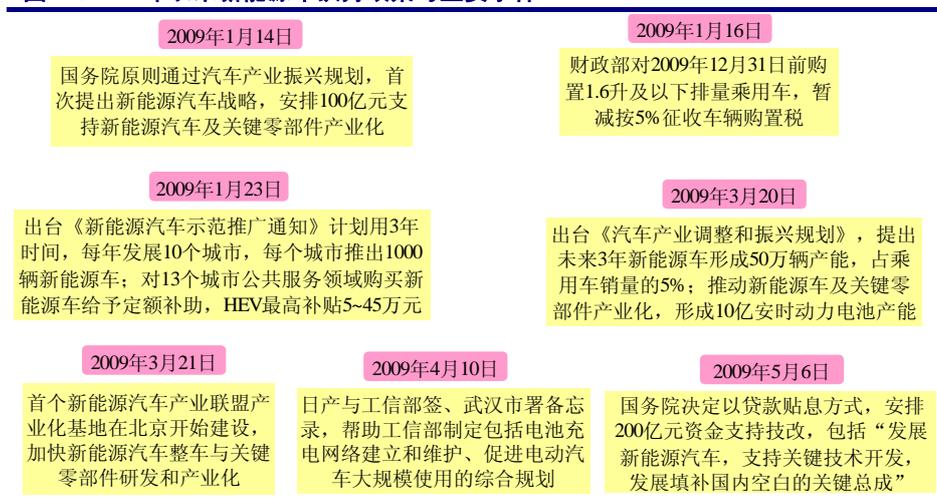
资料来源：申万研究

可以预见，当全球重要经济体都把注意力集中到新能源产业发展上，新能源汽车发展速度、力度和规模，将有可能超出我们的预期。正如二十世纪90年代美国“信息高速公路计划”一样，新能源的应用将改变我们的能源结构、产业结构、温度、气候乃至消费习惯，悄悄地改变着我们的生活。

### 3.1.2 出台补贴政策，中国新能源“亮剑”

**政策大力推动。**09年1月14日，国务院原则审议通过《汽车产业振兴规划》，首次提出发展新能源汽车战略，决定安排100亿元支持新能源汽车及关键零部件产业化。1月23日，财政部、科技部发出了《关于开展节能与新能源汽车示范推广试点工作的通知》，决定在北京、上海、重庆、长春、大连、杭州、济南、武汉、深圳、合肥、长沙、昆明、南昌共13个城市开展节能与新能源汽车示范推广工作。2月5日，财政部出台了补贴政策，对试点城市公共服务领域购买新能源汽车给予一次性定额补助，并要求地方财政重点对相关配套设施及维护保养给予补助。自此，国家相关支持政策不断细化出台，不断强化产业界、证券市场对新能源汽车战略执行力度、速度的预期。

图 29： 09 年以来新能源车扶持政策与重要事件



资料来源：申万研究

我们认为，补贴政策是目前为止最直接、最有效的政策。国家对新能源汽车的支持政策，从一纸空文，到有了直接、具体、可操作的补贴政策，不但刺激了汽车及关键零部件厂商加大、加快研发及产业化的进度，也直接刺激了市场终端购买力的释放。

表 19: 13 个试点城市公共服务用乘用车和轻型商用车推广补助标准 万元/辆

汽车类型	节油率	最大电功率比			
		BSG 车型	10%—20%	20%—30%	30%—100%
混合动力汽车	5%—10%	0.4			
	10%—20%		2.8	3.2	
	20%—30%		3.2	3.6	4.2
	30%—40%			4.2	4.5
	40%以上				5
纯电动汽车	100%				6
燃料电池汽车	100%				25

表 20: 十米以上城市公交车示范推广补助标准 (单位: 万元/辆)

汽车类型	节油率	使用铅 酸电池	使用镍氢\锂离子\超级电容混合汽车	
			功率比 20%-50%	功率比 50%以上
混合动力汽车	10%—20%	5	20	
	20%—30%	7	25	30
	30%—40%	8	30	36
	40%以上			42
纯电动汽车	100%			50
燃料电池汽车	100%			60

注: 最大电功率比 30% 以上混合动力汽车补助标准均含 plug-in

资料来源: 财政部, 申万研究

目前国内上市的主要混合动力汽车价格如下表:

表 21: 国内混合动力汽车价格

型号	价格 (万元)	排量	节油率	电池	耗油量 (L/100km)	可能补贴 (万元)	补贴后价格 (万元)
东风本田思域	23.98	1.3L	38%	镍氢电池	4.6	4.2	19.78
比亚迪 F3DM	14.98	1.0L	40%以上	45Ah 铁锂电池	4	5	9.98
一汽丰田普锐斯	25.98	1.5L	42%	6.5Ah 镍氢电池	4.7	4.2	21.78
别克君越 ECO-Hybrid	26.99	2.4L	15%	5Ah 镍氢电池	8.3	2.8	24.19
奇瑞 A5 BSG	7.48	1.3L	10%-15%	镍氢电池	5.2	0.4	7.08
长安杰勋 HEV	16	1.5L	25%	镍氢电池	6.8	3.2	12.8
奔腾 B70HEV	20	1.3L	42.8%	镍氢电池	6.0	4.2	15.8

资料来源: 新浪汽车, 申万研究

补贴基本消除价差, 经济性条件已基本具备。我们对目前几款国产新能源车, 按照年行驶里程 2.5 万公里、93#油价 6 元/升、电价 0.6 元/度, 对补贴前、后的经济性做了测算。在没有补贴之前, 一辆新能源汽车要比同级别的汽油车初始购置成本高出 2~7 万元, 通过节油来回收成本的时间, 少则 3 年, 长则超出车辆寿命周期仍然无法收回。而进行补贴之后, 已经基本弥补了初始购置差价, 略微超过的部分, 最短 9 个月, 最长 4.3 年即可通过节油来收回。从经济性来说, 财政补贴使新能源

车的初始购置成本大幅降低，新能源车不再是价格高企，而是基本具备了和汽油车在同一价格水平竞争的能力。考虑到新能源车在大规模量产后，成本还可以进一步降低、节油率还可以有较大提升空间，新能源车的使用成本优势将会逐渐显现。

表 22: 财政补贴后，新能源汽车的经济性大大提高

车型	奇瑞汽车			长安汽车			上海通用			比亚迪		
	同级汽油车	A5 BSG HEV		同级汽油车	杰勋 HEV		同级汽油车	君越 ECO-Hybrid		同级汽油车	F3DM	
		补贴前	补贴后		补贴前	补贴后		补贴前	补贴后		补贴前	补贴后
价格(万元)	6.98	7.48	7.08	13.98	16	12.8	24.98	26.99	24.19	7.98	14.98	9.98
价格差距(万元)		0.5	0.1		2.02	-1.18		2.01	-0.79		7	2
百公里油/电耗(L/度)	6.2	5.2		9	6.8		9.8	8.3		4.7	16	
93#油/电价(元/L, 度)		6			6			6			0.6	
百公里油/电费(元)	37.2	31.2		54	40.8		58.8	49.8		28.2	9.6	
年均行驶里程(公里)		25000			25000			25000			25000	
年均油/电成本差(元)		1500			3300			2250			4650	
节油收回成本时间(年)		3.3	0.7		6.1	-		8.9	-		15.1	4.3

资料来源：申万研究

尽管补贴目前只是针对 13 个试点地市应用于公共服务领域，我们相信，国家已将新能源产业作为国际竞争的制高点来考量，因此，后续针对普通消费者购买新能源汽车的补贴政策必将出台，从而刺激终端需求，规模效应又将进一步降低成本，步入良性循环。

### 3.1.3 后续政策空间依然很大

工信部副部长苗圩 09 年 4 月在上海车展表示：“今后我们将密切关注各项政策的实施效果，并根据市场情况适时调整，确保行业逐步、全面回暖。如果这一段需求释放后，接下来市场不景气，不排除再研究进一步的措施。”

科技部部长万钢和工信部副部长苗圩，是国内推动新能源汽车战略的主要推手。两人一个曾是研究新能源电池的专家学者，一个曾是大型汽车集团的掌门人，国内众多新能源汽车产业政策，都是在两人的主导、协调下出台。我们收集整理了两位部长在不同会议、场合发表的一些观点、言论，整理出了国家、各地方政府后续可能出台的产业政策（当然，时间节点不能确定）。

图 30： 后续新能源汽车扶持政策空间依然很大



资料来源：申万研究

我们相信，参照国外发达国家已经出台的各项产业政策，国内后续出台支持政策、细则的空间依然很大。新能源汽车产业也将在不断的政策刺激下，快速前行。

### 3.2 新能源汽车产业化依赖于全社会力量

只有经济性具有市场竞争力的产业，才能持续发展。我们认为，当前或可预计的时期内能够达到具有市场竞争力的经济性，是产业发展的基本条件。新产业发展初期，通过政府补贴来加速厂商研发进程、降低消费门槛是必须的。但若必须长期依靠政府补贴才能维持，产业必然被淘汰。只有经济性具有市场竞争力的产业，才能持续、健康发展。

目前国内企业和发达国家在新能源汽车的研制进程、专利保护数目、新品推出速度上并无太大差距。如果继续加大资金、科研及产业化进程上的投入，中国的确有可能凭借新能源汽车产业，登上新能源的制高点。

表 23：混合动力车辆技术领域排名前 16 名的发明专利申请人

排名	名称	国别	申请件数	初始年	2005 年后的比重
1	丰田自动车株式会社	日本	91	1998	80%
2	奇瑞汽车	中国	82	2003	99%
3	通用汽车	美国	60	2005	100%
4	福特全球技术公司	美国	26	2003	96%
5	比亚迪股份有限公司	中国	26	2004	88%
6	本田技研工业株式会社	日本	25	2001	44%
7	日产自动车株式会社	日本	23	2004	96%
8	清华大学	中国	19	2003	47%
9	第一汽车集团公司	中国	18	2002	83%

10	现代自动车株式会社	韩国	16	2002	88%
11	重庆大学	中国	16	2006	100%
12	长安汽车股份有限公司	中国	16	2006	100%
13	上海交通大学	中国	12	2004	92%
14	浙江大学	中国	11	2002	46%
15	吉林大学	中国	11	2004	63%
16	爱信艾达株式会社	日本	10	2005	100%
小计			462		

资料来源：《混合动力车辆技术领域中国专利申请状况的分析》，申万研究

表 24：混合动力车辆技术领域中国专利申请统计总表

类型	国内		国外		合计	
	数量（件）	占各类总量比重	数量（件）	占各类总量比重	数量（件）	占各类总量比重
发明	438	56%	344	44%	782	70%
实用新型	333	99.70%	1	0.03%	334	30%
合计	771		345		1116	

资料来源：《混合动力车辆技术领域中国专利申请状况的分析》，申万研究

与传统汽车产业不同，新能源汽车产业需要基础设施支撑，是一个宏大的系统工程，需要政府的统一规划和指导，需要各个领域共同协调努力。目前产业化进程中，亟待解决的问题包括：

1. **技术突破，推动更强大的动力电池研发。**包括更长的寿命（目前是 2000 次或 5 年，要达到 5000 次或 10 年）、更远的续航里程（目前是 150 公里，要达到 300~500 公里）、更快速的充电（目前是专业电站 15~20 分钟，要达到 1~3 分钟）、更轻的质量（目前 11 米 160kwh 纯电动公交车电池重 1.5 吨，1.0 升排量 PHEV 锂电池重 300 公斤，1.5 升排量 HEV 镍氢电池重 100 公斤，要达到 PHEV100 公斤以内，EV 客车 500 公斤）、更低的成本（目前锂电池成本约为 8~12 元/Ah，要降到 3 元/Ah 以内）、更完善的售后服务（保养、维修及产品召回制度），以及更安全的保障（包括先进的电池管理系统、安全的正、负极材料、电解液及隔膜）。

2. **国家大手笔投入，建设更便利的充电网络。**由汽车厂、电网公司、中石油、中石化、电池厂及投资公司共同组成产业联合体，在加油站、电力公司、政府部门、汽车经销商、商场、超市、停车场等区域大规模建立充电站或电池交换站，利用波谷充电（每天低谷约 9 亿多度电，可为 3000~4000 万辆锂电汽车充电）来解决充电瓶颈，改变消费者习惯。

3. **建立产业联盟和产业集聚地，加大产业化进程。**要建立汽车厂商、电池厂商、科研院校之间的产业联盟，集中力量解决关键技术突破（如电池管理系统必须要电池厂商和汽车厂商共同研究完成），实现关键总成的国产化和产业化。

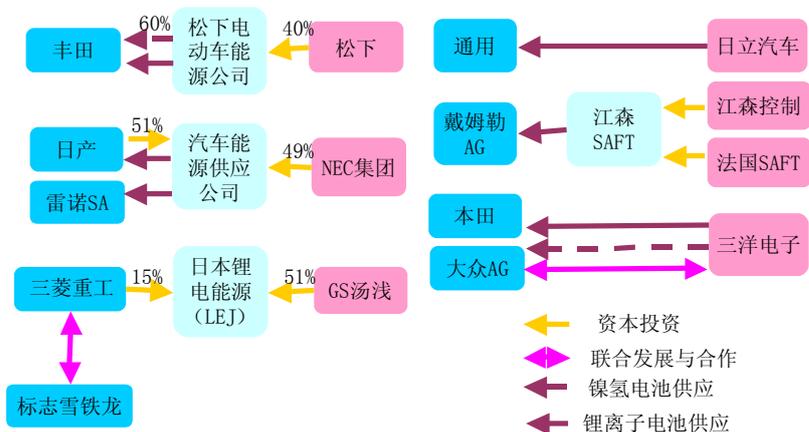
### 3.3 今天的“芝麻”，明天的“西瓜”——看好动力电池行业

新能源汽车“新”就“新”在动力总成系统，而动力总成的关键就是动力电池。我们看好动力电池行业基于三点原因：第一，在产业化初期，先进的动力电池厂商，必将成为汽车厂商争夺的焦点；第二，动力电池是新能源汽车产业链中技术最核心，产业链利润最丰厚的一环；第三，动力电池市场空间巨大，未来几年将保持十几倍的增长。

#### 3.3.1 跑马圈地，汽车厂商瓜分有限的电池厂商资源

从国外趋势来看，国外各汽车厂商纷纷和电池厂商联姻，或以资本投资，或以联合开发的方式，将有限的先进电池厂商圈入自己的配套体系。在产业化初期，电池是技术和成本上的最大瓶颈，我们可以预见，国内拥有动力电池制造技术或资源的电池厂商，必将成为各汽车厂商争夺的焦点。电池厂商也将因此而享受溢价。

图 31：国外各汽车厂商纷纷与先进电池厂商联姻



资料来源：申万研究

#### 3.3.2 动力电池是技术核心，利润丰厚

所有新能源车研发的焦点，主要集中在动力电池的材料、性能、参数上，正是电池技术的进步使新能源车有了转变能源需求的可能。就如同目前汽车的核心是发动机，空调的核心是压缩机一样，未来汽车厂商之间的竞争，也主要是所装配动力电池性能的竞争。从这一点来讲，动力电池是技术核心的地位将长期存在，从而这一环节也将长久保持丰厚的利润。

根据美国国家可再生能源实验室 NREL 在 08 年的统计数据，目前新能源车成本构成中，动力电池占 HEV 成本的 26%，略低于发动机；在 PHEV20（即充一次电可跑 20 公里）中，电池成本占 39%，而在 PHEV40 中，电池成本达到了汽车成本的 51%，都远远超过了发动机。可以想见，未来纯电动车的成本构成中，动力电池有可能高达 60%。目前国内动力电池厂商的毛利率至少在 35% 以上，锂电池正极

材料、电解液及隔膜毛利率也都在 40~70%之间，并且由于供需缺口巨大，高毛利率可以较长时间内维持。

图 32: 各车型成本构成

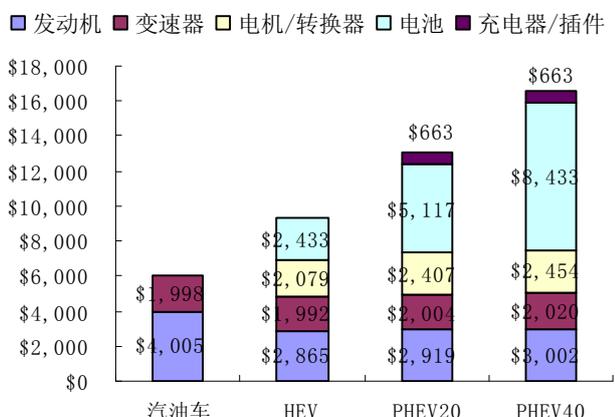
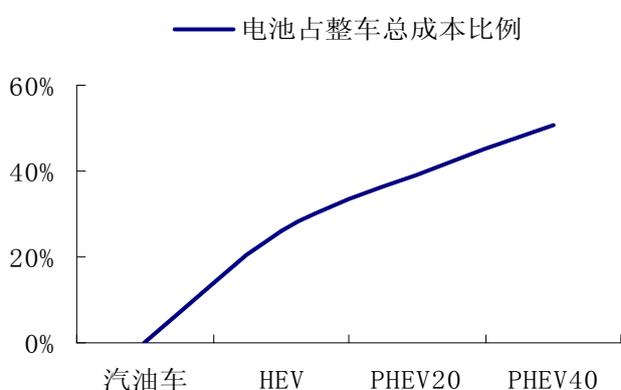


图 33: 动力电池占 HEV 成本约 26%, 占 PHEV 成本约 39~51%



资料来源: Plug-in Hybrid Vehicle Analysis, T.Market, NREL, 申万研究

### 3.3.3 市场空间呈十几倍增长

按照科技部部长万钢的设想，希望到 2012 年，全国有 10%新生产的车是新能源汽车，也就是 100 万辆。我们假设新能源车中，采用镍氢动力电池的占 70%，单价 2.5 万元/台，锂电池占 30%，单价 5 万元/台，以此大致计算，2012 年镍氢动力电池市场容量将达到 175 亿元，锂电池市场容量将达到 150 亿元。相比目前只有十几亿元的规模，国内市场是十几倍的增长，而全球市场将达到数千亿元的市场规模，今天的“芝麻”将变成明天的“西瓜”。

表 25: 国内主要新能源汽车一览

	车型		车用电池		
			型号	参数	生产公司
HEV 轿车	长安汽车	杰勋 HEVSC7152	40QNYD6 镍氢	288V	中炬森莱
			QNFT6-3 镍氢	288V	湖南神舟
	比亚迪	QCJ7100ADM	FADM07309 磷酸铁锂	330V/45Ah	比亚迪
	华晨汽车	尊驰 SY7181CSEBBB	3093210 镍氢		江苏百乐
北京现代	新胜达		锂离子		LG 化学
	Elantra 悦动 LPI		锂聚合物		LG 化学
	奇瑞	A5 SQR7130A217A	镍氢电池		中炬森莱
	通用	别克君越 SGM7240HAT	镍氢	单体 1.2V/8.5Ah	美国 Cobasys
	一汽	红旗 CA7130N	240QNYD6 镍氢	288V	中炬森莱或神舟

	奔腾 CA7130N	40QNYD6 镍氢	288V	中炬森莱或神舟
	上海大众 帕萨特 SVW7553FCV	锂离子电池	8Ah/376V	苏州星恒
纯电动轿车	吉利 熊猫电动车 LC-E	锂离子电池	340V	
	天津清源 Happy Messenger	锂离子电池		天津力神
	莲花 竞悦 EV	聚合物锂电池	400V	
	比亚迪 F3e	磷酸铁锂	310V/120Ah	比亚迪
	长城 欧拉	锂离子电池		
	众泰 2008EV 纯电动车	锂离子电池		
	奇瑞 S18 纯电动轿车	磷酸铁锂	336V/40Ah	
	长安汽车 SC6442H	QNYD6 镍氢	144V	中炬森莱
		QNFT6-3 镍氢	144V	湖南神舟
	五洲龙汽车 FDG6111HEVG	6FM150HD 铅酸	336V	深圳雄韬
	南车时代 TEG6128SHEV	DY360-60-C1 镍氢	360V/60Ah	江苏春兰研究院
	中通客车 LCK6110GHEV	镍氢	360V/40Ah	春兰研究院
	LCK6112GHEV	LP2770106AB 锂离子	320V	天津力神
HEV 城市客车	北汽福田 福田 BJ6123C6N4D 燃料电池混合动力	DY336-80 镍氢	336V	北京有色研究院或泰州春兰
	欧曼 BJ6113C7M4D	IMC6-48 锂离子	340V	美国伊顿
	BJ6113C7M4D	IMC6-48 锂离子	340V	美国伊顿
	一汽解放 CA6124SH8	DY336-40 镍氢	336V	江苏春兰
	京华客车 BK6129	DY336-40 镍氢	336V	江苏百乐
	安源客车 PK6112AGH	6DM90 铅酸	300V	北京远望
	安凯汽车 HFF6110GZ-3	5.5L 铅酸	12V/75Ah	美国 OPTIMA
		ZK6110HGZ	QNFG40 镍氢	单体 1.2V/40Ah
宇通客车	ZK6118HGZ	WX100-EV 磷酸铁锂	345V/100Ah	万向电动汽车
	ZK6126HGZ	QNFG60 镍氢	单体 1.2V/60Ah	泰州春兰
	ZK6126HGZ1	IMC6-48 锰基锂离子	单体 3.6V/5.5Ah	美国伊顿
厦门金旅 XML6112PHEV1	YTS-5.5L 铅酸	12V	美国 OPTIMA	
东风汽车	EQ6122HEV	280QFNG40-3 镍氢	336V/40Ah	湖南神舟
	EQ6122HEV1	280QFNG40FG 镍氢	336V/40Ah	春兰集团
吉江汽车 NE6111SHEV1	QNFG60 镍氢	336V	泰州春兰	
纯电动城市客车	中通博发 LCK6128EV	SPIM23300260 锂离子		中信盟固利
	江苏常隆 马可 YS6120DG	SPIM24300260 锂离子		中信盟固利
		ANX-1280-1 磷酸铁锂		北京安耐信
	京华客车 BK6122EV	SPIM23300260 锰酸锂	单体 3.6V	中信盟固利

	PUIFP46/153/287	磷酸铁锂	北大先行
上汽	南京依维柯	锂离子电池	90Ah
天津清源	QY6720EV	锂离子电池	天津力神
上海万象	象牌 SXC6120GD	ANX-1280-1 锂电	北京安耐信

资料来源：各汽车网站，申万研究

### 3.3.4 镍氢动力电池最先贡献利润，锂电是未来方向

基于电池技术的成熟程度、国内配套设施的建设进度，以及国外新能源车的发展路径，我们认为未来 3~5 年，镍氢电池 HEV 仍将是新能源车的主流，HEV 将和 PHEV、EV 共存 10 年左右。而在 3~5 年之后，随着磷酸铁锂成品率提升带来电池成本的下降，以及全国充电站网络的逐步建立，以磷酸铁锂电池为主要动力的 PHEV、EV 将迎来广阔的发展前景。我们对电池行业的投资价值分析，也从镍氢产业链和锂电池产业链两条线索来梳理。从发展趋势和速度来看，短期能够兑现业绩的只有镍氢动力电池，因此镍氢产业链更适用于用 PE 来估值；而在 3~5 年内，锂电池相关产业链都不会有实质性的业绩贡献，锂电产业链更适用于用期权的方法来定价。

## 4.镍氢产业链——看好镍氢动力电池厂商

镍氢产业链包括上游的镍矿资源、稀土资源、正极材料氢氧化镍、泡沫镍、负极材料贮氢合金粉以及镍氢动力电池。从整个产业链价值分布来讲，电池成本的 50%~60% 都是泡沫镍，13% 是氢氧化镍，22% 是贮氢合金粉。从盈利能力来讲，镍氢动力电池盈利能力最强，毛利率约 35% 左右；泡沫镍、氢氧化镍、贮氢合金粉毛利率较低，约 10~12% 之间。

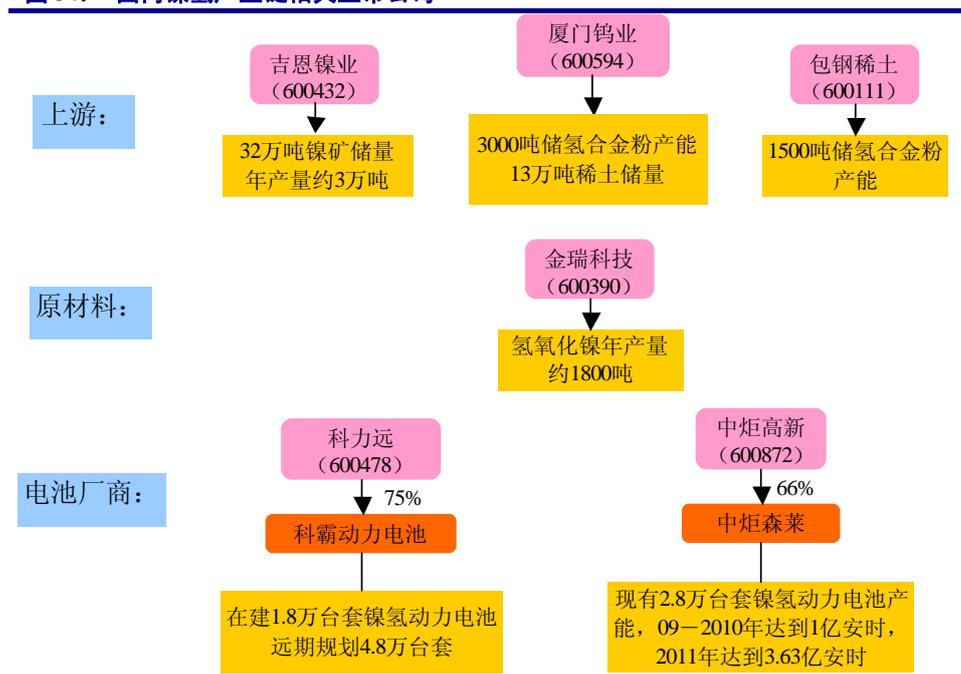
表 26：镍氢动力电池产业链价值分布

电池构成		价格（万元/吨）	成本占比	毛利率	主要上市公司	竞争状况
正极材料	氢氧化镍	7~12	13%	7~15%	科力远、金瑞科技	供需平衡
负极材料	贮氢合金粉	8~16	22%	10~12%	厦门钨业、包钢稀土	供需平衡
	泡沫镍	140 元/平米	50~60%	10%	科力远	供需平衡
镍氢动力电池				35%	科力远、中炬高新	供不应求

资料来源：申万研究

镍氢产业链的国内上市公司包括：

图 34: 国内镍氢产业链相关上市公司



资料来源：申万研究

#### 4.1 上游镍矿、稀土及正极材料并非真正受益

我国镍矿资源比较丰富，镍消费的65%都是不锈钢，电池仅占5%。我国金属镍储量占世界储量总和的2%，年产量约8万吨，占全球产量的5%左右。镍氢动力电池对镍需求的拉动较小，且镍价是全球定价，镍矿资源不会因此而充分受益。

图 35: 电池仅占镍消费的5%左右

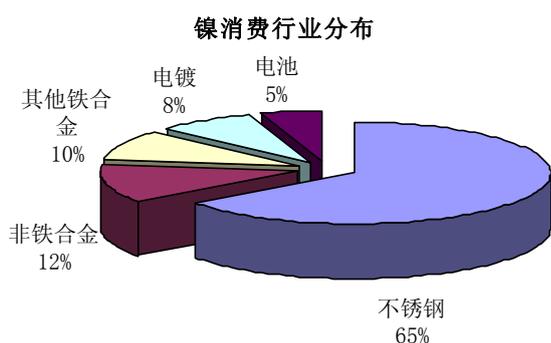
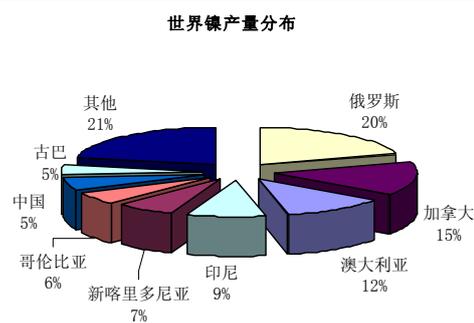


图 36: 中国镍产量占全球产量的5%



资料来源：申万研究

成本不可控，需求缓慢下滑，正极材料氢氧化镍也并非真正受益者。氢氧化镍下游主要用于电池正极材料制造。我们不看好氢氧化镍有两个原因：第一，氢氧化镍的上游原材料是金属镍，受镍价波动影响成本变动较大，作为下游加工的氢氧化镍盈利能力极低，维持在7~15%之间；第二，镍氢电池的总需求在逐步向锂电转

移，长远来看需求有逐渐下滑趋势。手机电池、玩具电池、电动工具电池逐渐由铅酸电池向镍氢电池，再向锂电池过渡，在产品升级的背景下，正极材料氢氧化镍需求也呈下降趋势。

同样的逻辑，我们也不看好镍氢产业链的稀土类公司。除了从长远看镍氢电池需求呈下降趋势外，还有两个原因：第一，国内稀土资源分散，小稀土企业众多，限制了稀土行业的提价能力；第二，高毛利率的稀土加工环节还依赖于国外厂商，造成毛利率维持在 10~12% 的较低水平。我们认为国家从战略上整合稀土资源还须等待时日。

## 4.2 看好镍氢动力电池厂商

镍氢产业链中我们看好镍氢动力电池厂商。

### 4.2.1 镍氢 HEV 是目前最成熟、最安全，商业化最成功的车型

全球镍氢 HEV 销量占新能源车销量的 99% 以上。全球 HEV 市场一枝独秀的当属丰田汽车。自 1997 年丰田推出全球第一款镍氢动力 HEV 轿车普锐斯 (PRIUS) 以来，其 HEV 销量至 07 年底已累计超过近 130 万辆。全球各种品牌的 HEV 至 07 年底累计销量约有 150 万辆，占全球所有新能源汽车销量的 99% 以上。长达 10 多年的成功商业化运行，已充分证明镍氢 HEV 是目前技术最成熟、使用最安全的车型。

图 37: 2007 年全球镍氢 HEV 销量近 45 万台

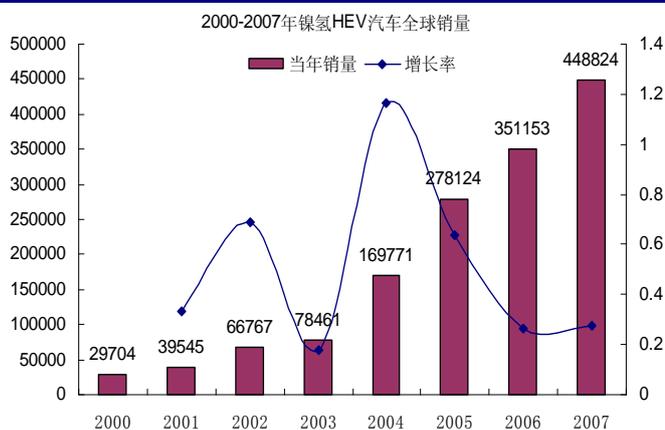
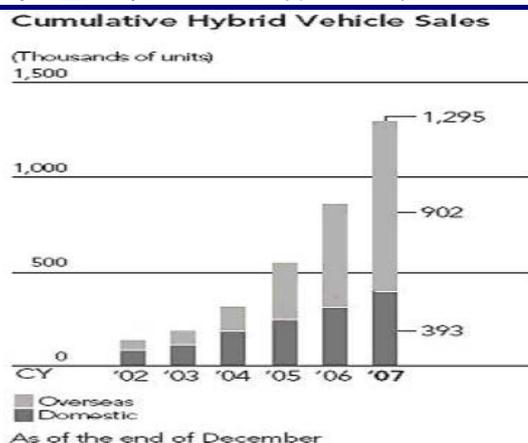


图 38: 丰田至 07 年底 HEV 已销售 129.5 万台



资料来源：丰田 2008 年报，申万研究

从国内新能源车产业化进程来讲，HEV 也是目前各轿车厂商最先产业化的车型，而客车厂商由于城市定点充电站较易实现，而倾向于用电动汽车。目前国内已经上市的主要混合动力轿车见下表。

表 27: 国内混合动力车情况

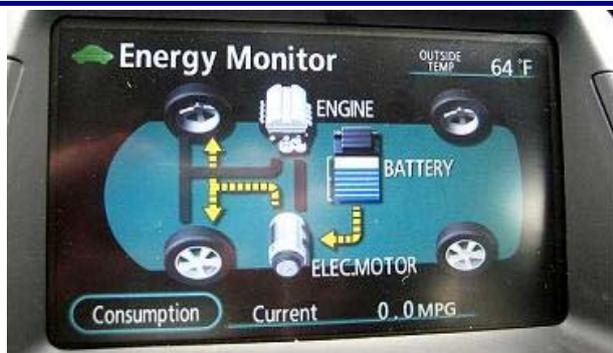
厂商	比亚迪	上海通用	长安汽车	丰田汽车	一汽股份	奇瑞汽车	华晨汽车
车型	F3DM	君越 ECO-Hybrid	杰勋	普锐斯	奔腾 HEV	奇瑞 A5 BSG	中华尊驰 HEV
价格	14.98 万元	26.99 万元	16 万元	24.98 万元	20 万元	7.48 万元	—
动力	PHEV	HEV	HEV	HEV	HEV	HEV	HEV
发动机及功率	1 升, 125kw	2.4 升, 125kw	1.5 升, 72kw	1.5 升, 57kw	1.3 升, 67kw	1.5 升, 59kw	1.8 升, 125kw
电动机功率	37kw	7kw	10kw	50kw	10kw	10kw	10kw
电池	45Ah 铁锂	36v17Ah 镍氢	镍氢电池	6.5Ah 镍氢	镍氢	镍氢	镍氢
补助	5 万元	2.8 万元	3.2 万元	4.2 万元	4.2 万元	4000 元	4.2 万元

资料来源: 申万研究

#### 4.2.2 国内拥有较为成熟的镍氢动力电池技术

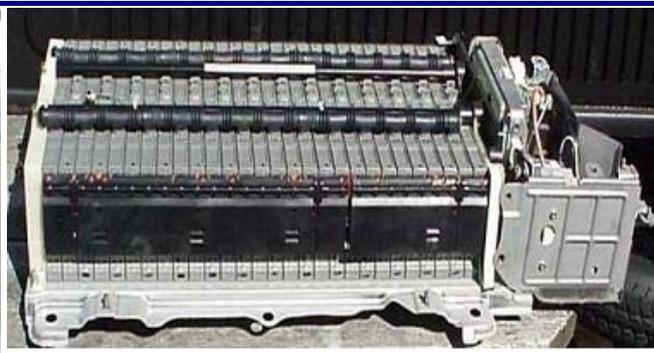
在镍氢动力电池技术上,日本和美国最为先进。安装在丰田油-电混合动力系统上的高输出镍氢蓄电池具有高输入输出密度和重量轻(53.3 公斤)、寿命长等特点,无需利用外界电源进行充电,也无需定期交换,电池寿命基本可以做到和车寿命等长,居世界最高水平。

图 39: 丰田 Prius 的能量显示器



资料来源: 申万研究

图 40: 丰田 Prius 的镍氢动力电池, 168 节, 重 53.3Kg



资料来源: 申万研究

目前全球知名的镍氢动力电池厂商包括日本松下和丰田的合资公司 PEVE、三洋、美国的 Cobasys、法国的 SAFT、德国的 Varta, 以及香港超霸、韩国现代。国外知名厂商领先于国内电池厂商表现在以下几个方面: 第一, 电池高性能材料的质量, 如氢氧化镍、贮氢合金粉的配方、纯度、粒度及表面处理、活性催化技术, 较国内有显著优势; 第二, 除性能参数要优于国内厂商之外, 电池组的一致性、稳定性相当好。动力电池是从单体电池 (cell) 做起, 再集成电池模块 (module), 然后再串、并联成电池组 (pack) 安装到汽车上, 使用中要求单个电池、各个电池模块及整个电池组的充、放电曲线要完全一致, 国内电池厂商尚不能有效控制品质的一致性;

表 28: 国外主要企业生产的镍氢电池

生产厂商		松下 PEVE	三洋	美国 Cobasys	江森 SAFT	德国 Varta	美国 Electro Energy
单体	类型	高功率型	高功率型	高功率型	高能量型	中等能量型	中等能量型
电池	容量(Ah)	6.5	6	8.8	100	40	30
	应用	HEV	HEV	HEV	HEV	PHEV	PHEV
	重量(kg)	1.2	1.14	2.4	18.6	35	130
	电压(V)	7.2	7.2	12	12	48	220
电池组	储存容量(Wh)	47	43	106	1200	1920	6500
	峰值功率(kW)	1.35	1.31	2.64	3.6	8.75	50
	比功率(W/kg)	1130	1150	1100	195	250	400
	比能量(Wh/kg)	39	37	43	65	57	50
	功率/能量比(1/h)	29	31	26	3	4.5	8
	循环寿命	-	-	-	>2000	>2000	>1000
配套整车厂商		丰田 Prius/ 本田 Civic/ Insight	Escape/本 田 Accord	开发 8.8Ah 的 SeriesI000 电 池模块		福特/BMW 上海通用/马 自达/本田	样车

资料来源: 全球电源网, ZEV Technology, 申万研究

第三, 借助自动化生产设备, 电池组生产已实现高度产业化。国内电池厂商依赖于自主改造的半自动生产线, 在不同批次电池的质量稳定性, 以及电池组内部的充放电曲线的一致性上尚有很大的差距, 部分厂商动力电池的生产停留在实验室阶段, 批量生产时的品质稳定性得不到保障; 第四, 在电池管理系统(BMS)的研发上与汽车整车厂紧密合作。国内电池厂商和整车厂商尚处在不断磨合过程中。

表 29: 国内外各厂商 Ni-MH 电池组技术指标对比

电池型号			电压 (V)	单元电 池个数	标称容 量(Ah)	质量比能 量(Wh/kg)	质量比功 率(W/kg)	体积比能 量(Wh/L)	尺寸 (mm)	质量 (kg)	
日本松下 (PEVE)			EV-95	12	10	95	65	200	145	116*388*175	18.7
			EV-28	12	10	28	53	300	105	75*388*110	6.5
			EV-6.5	7.2	6	6.5	44	1300		19.6*106*285	1.04
美国 GM Ovonic	电动车 (EV) 用电池	GM01	13-EV-90	13.2	11	90	70	220	485	409*102*179	17.8
		GM02	12-EV-100	12	10	100	78	260	625	388*102*175	16
			12-EV-120	12	10	120	80	200	550	384*103*175	19
	混合电动车 (HEV) 用电池	13-HEV-60	13.2	11	60	68	600	1400	388*102*119	12.2	
		7-HEV-28	7.2	6	28	50	550	1200	240*102*81	4.3	
		12-HEV-20	12	10	20	48	550	1300	340*74*91	5.2	
		12-HEV-12	12	10	12	48	500	800	167*102*125	3.2	
法国 SAFT				12	10	96	66	160	138	390*120*195	18.6
				24	20	96	66	160	138	760*120*195	37
香港超霸			10/GP90EVH	12	10	90	64	250	136	388*107*191	17.8
			10/GP60EVH	12	10	60	56	221	124	388*107*140	13.4

	10/GP45EVH	12	10	45	54	205	111	388*107*117	10.7
韩国现代	HM-80	13.2	11	80	66	195	152	414*100*168	16
	HM-90	13.2	11	90	64	195	161	414*100*178	18.5
	HM-105	12	10	105	67	195	172	420*100*173	18.6

资料来源：《镍氢二次电池》，申万研究

目前国内镍氢动力电池技术及产业化较为领先的厂商包括：春兰集团、湖南神舟、中炬森莱、科力远。其中春兰和神舟产业化进程较快，上市公司中中炬高新、科力远正在扩建产能，加快产业化步伐。

**春兰集团：** 下属江苏春兰清洁能源研究院有限公司，产品包括镍氢动力电池、储能电站用储能材料、10kw 级质子交换膜燃料电池电源、光伏太阳能电源。2002年起参与国家十五“863”计划电动汽车项目研发，镍氢电池获得专利 57 项，其中发明专利 7 项，开发出 8 至 500 安时高性能动力镍氢电池。2003 年 12 月，装配春兰镍氢动力电池的 HEV 客车，在武汉公交示范运行。在“十城千辆”新能源汽车的动力电池招标中，春兰占据了 70% 的招标份额。目前应用春兰镍氢动力电池的 HEV 客车数量已超过 100 辆，总行驶里程在 300 万公里以上。战略客户包括一汽、东风汽车、株洲客车、中通客车、宇通客车、京华客车等。目前产能可装配 1800 台新能源汽车，预计 2009 年底建成 60 万千瓦时镍氢动力电池产能。

**神舟科技：** 是湖南共创实业集团旗下控股公司。董事长杨毅夫博士，曾在英国南安普敦大学从事博士后研究，1996-1999 年在丰田汽车从事电动汽车电池研究。参与“九五”、“十五”863 计划，2003 年 11 月神舟配套的 HEV 公交车，在武汉示范运行。战略客户包括长安、一汽、东风、奇瑞、吉利、时代华通，是二汽和奇瑞 HEV 的电池配套供应商。按公司规划，计划投资 5.4 亿元，在 2008 年底建成 3000 万 Ah 镍氢动力电池一期，约配套 3 万辆 HEV；二期计划 2010 年底前完成 5000 万 Ah，约配套 5 万辆 HEV；三期规划于 2013 年底前完成 2 亿 Ah，约配套 20 万辆 HEV。

**中炬高新：** 控股 66% 的中炬森莱主要从事镍氢动力电池的研发和生产，是国家 863 镍氢动力电池产业化基地。2006 年起参与 863 计划，为长安、奇瑞、一汽、东风、北汽控股和夏利提供镍氢动力电池组，部分车辆运行里程达 10 万公里以上。主持修订国家标准 GB/T18332.2《动力道路车辆用金属氢化物蓄电池》，正在报国家审批。目前具有年产 2,000 万 Ah 镍氢动力电池产能，约配套 2.8 万台 HEV。公司规划拟总投资 13.15 亿元，建成 3.63 亿 Ah 总产能，其中一期在 2009~2010 年进行，投资 3.38 亿元，总产能达到 1 亿 Ah；二期在 2011 年进行，投资 6.17 亿元，总产能达到 3.63 亿 Ah，约配套 50 万辆 HEV。

**科力远：** 公司优势在于是国内最大的泡沫镍生产商，年产能 500 万平米，原材料优势明显。公司引进香港超霸动力电池技术，与香港超霸合资成立科霸电池公司，

公司持有75%股权。目前一期建设1.8万台套镍氢动力电池，预计09年5月产品下线；并拟定向增发筹资4.5亿元，形成年产4.8万台套镍氢动力电池产能。

表 30：国内主要企业生产的镍氢电池

企业	电池型号	电压 (V)	容量 (Ah)	比能量 (Wh/kg)	比功率 (W/kg)	循环寿命 (次)	重量 (kg)	备注
中炬森莱	240QNYD6	288	6			>1500		为一汽奔腾、红旗及长安杰勋提供电池
	6CP7PVS	7.2	6.5	40.5	1433	>1500	1.15	HEV 用
湖南科霸 (拟下线)	10CP80EVS	12	80	52	500	>1500	20	最大放电电流 650A, HEV 公交用
	10CP100EVH		100	60	260	>1500	21	纯电动小货车用
北京有色院	DY336-80	336	80	61	406			为福田客车配套
湖南神舟	“林宝”牌 11QNFT8	13.2	8	≥45	≥600	≥800	<2.9	为二汽、奇瑞、一汽、 长安配套
	方型 10QNFZ10	12	10	≥56	≥250	≥600	<2.5	
	10QNFZ80		80	≥65	≥300	≥800	<18	
春兰集团	高功率型 QNFG8	1.2	8		≥800	(80%DOD)	0.28	为一汽、东风、株客、 中通、福田客车配套
	QNFG90		90		≥600	≥1000	2.21	
	高能量型 QNF12	1.2	12		≥350	(80%DOD)	0.28	
	QNF100		100		≥800		2	

资料来源：各公司网页，申万研究

#### 4.2.3 镍氢产业链看好：科力远、中炬高新

供需缺口巨大。我们认为，在国家科技部主导下，国内从1997年开始逐渐加大对镍氢动力电池的研发，目前国内主要电池厂商已掌握镍氢动力电池的技术，已具备产业化基础。如果按照科技部部长万钢的设想，在2012年全国1000万辆汽车产量中，10%是新能源与节能汽车，按照其中80%是镍氢动力HEV来测算，预计80万辆HEV对镍氢动力电池需求约为8亿Ah，但是目前全国产能仅为5000万Ah，即使按现有扩产规划，到2011年，全国产能也仅为5亿Ah。我们预计在2012年之前，汽车厂商都将跑马圈地，争夺电池资源。

**产业化初期，电池厂商将保持较高盈利能力。**我们看好镍氢动力电池在未来3~5年的广阔发展前景，我们认为在供需缺口下镍氢动力电池厂商将有一定的议价能力，从而能够保持较高的盈利能力。电池厂商中我们推荐科力远（600478）和中炬高新（600872）。

**科力远：**核心优势在于公司具有国内最大的泡沫镍产能，泡沫镍占镍氢动力电池成本的50%左右，公司拥有产业链上的泡沫镍加工环节，成本优势突出，盈利能力有较强保证。公司和超霸合资的1.8万台套动力电池生产线将于09年5月产品下

线，考虑到道路里程试验及调试、国家强制性认证过程，我们预计实际利润贡献将在 2010 年以后。

**中炬高新：**核心优势在于公司是国家 863 产业化基地，是上市公司里最先产业化的电池厂商，电池已与一汽奔腾、一汽红旗、长安杰勋配套，且部分车辆已经过 10 万公里道路里程试验，因而技术较为成熟。公司目前具有 2000 万 Ah，约 2.8 万台 HEV 配套能力，计划 2010 年形成 1 亿 Ah、2011 年形成 3.63 亿 Ah 的电池产能。我们预计实际利润贡献将在 2010 年。

## 5. 锂电产业链——看好正极、电解液、碳酸锂

磷酸铁锂是公认最安全、产业化后成本最有可能为消费者接受的汽车动力电池。全球各电池厂商都在加大对锂电池的投资，以期迅速解决技术瓶颈，降低成本，在新源车上占领电池制高点。

表 31：全球锂离子电池投资计划

企业名称	投资额	下游客户	备注	投产日期
三洋/大众	800 亿日元	大众、福特	2008 年在 Tōshima 建新生产线	2009 年
日产/NEC	120 亿日元	日产	2008 年 5 月在神奈川建新生产线	09 年 1.3 万台，2011 年 6.5 万台 PHEV
松下 (PEVE)	200 亿日元	丰田、本田	丰田 08 年 6 月宣布生产 PHEV 锂电池	2009 投产, 远期 100 万台
美国 A123	18 亿美元	通用/上汽/克莱斯勒	500 万辆 HEV/50 万辆 PHEV	2013 年
博世/三星 SDI	5.2 亿美元		2008 年 6 月双方签署合资合同	2010 年
江森 SAFT	1500 万欧元	宝马、福特		
LG 化学	1 万亿韩元	通用	EV 用锂电池	2010 年下半年
美国 EnerDel	30 亿日元	挪威 Think Nordic		2009 年

资料来源：申万研究

锂电池产业链由三部分组成：上游锂矿资源、制作电芯的原材料（包括正极材料、隔膜、电解液、负极材料、粘结剂、导电剂、极耳、铝塑复合膜等等）以及电芯制造和 Pack 封装。

锂电池成本构成中，正极材料约占 33%，隔膜约占 25~30%，电解液约占 12%，负极材料约占 10%。各材料中，盈利能力最强的是隔膜，毛利率高达 70%；其次是正极材料，其中磷酸铁锂毛利率约 40~70%，锰酸锂毛利率约 25%，钴酸锂毛利率约 15%。

表 32: 锂离子动力电池产业链利润构成

电池构成		价格(万元/吨)	成本占比	毛利率	主要厂商	竞争状况
正极材料	磷酸铁锂	15~20	33%	15%~70%	湖南杉杉、深圳贝特瑞、 中信盟固利、天骄科技	LFP 供不应求, 其它供求平衡
	锰酸锂	9~15				
	钴酸锂	26~30				
负极材料	改性石墨	6~10	10%	25%~30%	上海杉杉、深圳贝特瑞	竞争格局稳定
电解液	六氟磷酸锂	40	12%	40%	江苏国泰、东莞杉杉、天津金牛、珠海赛纬	国内可满足, 核心原料依赖进口
	隔膜	8~25 元/平米	25%~30%	70%	深圳星源、佛山金辉高科	基本依靠进口
	铜箔	8~10	约 5%	20%~25%	中科英华	竞争格局稳定
铝箔、粘结剂、导电剂等			10%	20%	中南铝业	部分材料依赖进口

资料来源: 申万研究

## 5.1 电池厂商关注广州国光

按照各电池材料的稀缺性及盈利能力, 锂电产业链中我们依次看好: 正极材料、隔膜、电解液和上游矿产资源碳酸锂。电池厂商关注广州国光。

**电池厂商关注广州国光。**国内电池厂商中, 产业化做得最好的当属比亚迪、天津力神、深圳比克和被日本 TDK 全资收购的东莞新能源(ATL)。上市公司中与锂电池相关的包括中信盟固利、广州国光、咸阳偏转集团下属的咸阳威力克能源、万向钱潮大股东万向集团。我们认为广州国光所研发的聚合物锂电池代表着锂电池的发展方向, 我们密切关注广州国光的研发进展。

表 33: 国内锂电池生产企业

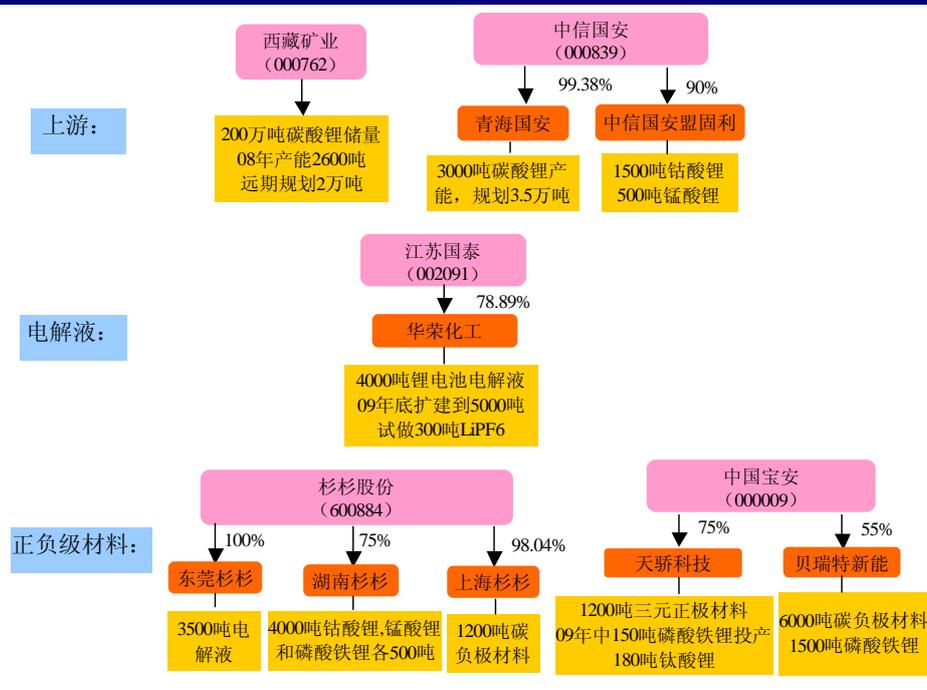
	公司	电池类型	电压(V)	容量(Ah)	比能量(Wh/kg)	比功率(W/kg)	重量(kg)	合作整车厂商
第一梯队	比亚迪	磷酸铁锂	3.7	1.8	144	98	0.046	自用
	天津力神	锂聚合物、磷酸铁锂	3.6	5.4	128	92	0.205	天津清源电动车
		磷酸铁锂	3.6	13	117	91	0.36	
	深圳比克	磷酸铁锂	3.7	1.8	123	100	0.054	—
	东莞 ATL	锂聚合物	3.6	120	150			印度 Reva 电动车, 大客车
第二梯队	咸阳威力克能源	锰酸锂、磷酸铁锂	25.6	110				奥运大巴、海马、吉利、东风日产
	中信盟固利	锰酸锂、钴酸锂	24	13	92	151	2.3	奥运纯电动公交车
		磷酸铁锂	48	100	120	134	3.2	
	深圳雷天	磷酸铁锂		100~400				一汽客车
第三梯队	苏州星恒	锰酸锂、磷酸铁锂	-	7.5	68	1800	0.44	上海牌汽车
		磷酸铁锂	-	10	100	200	0.37	

深圳聚能达	锰酸锂	3.7	60	123	82	1.8	电动自行车为主
广州国光	锂聚合物		150				广州公交

资料来源：申万研究

国内上市公司中，锂电产业链相关公司如下图：

图 41：锂电产业链相关上市公司



资料来源：申万研究

## 5.2 看好磷酸铁锂正极材料：中国宝安和杉杉股份

正极材料中最适合用于动力电池的是磷酸铁锂。因此，从中长期趋势来看，我们不看好钴酸锂、锰酸锂在汽车动力电池中的应用。在国外厂商中，美国 A123、Valence 一直在坚持磷酸铁锂的研制，而江森 SAFT、松下 PEVE、韩国 KOKAM 和法国 GAIA 以镍钴铝（锰）锂三元材料为主，但都在加紧对低成本的磷酸铁锂电池的研制。

表 34：高能量/中等功率型锂离子电池和电池组技术

生产厂商	江森 SAFT	松下 PEVE	日立 Hitachi	韩 KOKAM	法国 GAIA	美国 A123
型号	VL 7P		Gen 2	UHP	HP	MI26650
正极材料	Li(Ni <sub>0.85</sub> Co <sub>0.1</sub> Al <sub>0.05</sub> )O <sub>2</sub>	Li(Ni <sub>0.85</sub> Co <sub>0.1</sub> Al <sub>0.05</sub> )O <sub>2</sub>	-	Li(Ni <sub>1/3</sub> Co <sub>1/3</sub> Mn <sub>1/3</sub> )O <sub>2</sub>	Li(Ni <sub>0.85</sub> Co <sub>0.1</sub> Al <sub>0.05</sub> )O <sub>2</sub>	LiFePO <sub>4</sub>
电压 (V)	3.6	3.6	3.4	3.7	3.6	3.3
容量 (Ah)	7	7	5.5	7.2	7.5	2.3

比能量 (Wh/kg)	67	92	-	114	84	110
比功率 (W/kg)	1800	3400	-	2600	1500	2000
功率/能量比 (1/h)	27	37	-	23	18	20
体积比功率 (W/L)	3525	-	-	4900	3750	4000
循环寿命 (次/DOD)	-	(>1000)	-	3000/80	1000/60	7000/100
发展现状	小批量生产	-	-	小批量生产	小批量生产	商业化生产

应用	PHEV	丰田、戴姆勒、通用 PHEV	通用 PHEV	PHEV	PHEV	通用 EV、PHEV、挪威 Think EV
存储容量 (kWh)	2	3	1	2.6	2	-
峰值功率 (kW)	50	90	47	52	25	2.1
峰值比功率 (W/kg)	1110	2100	1900	1850	-	-
体积比功率 (W/L)	1110	-	2100	-	-	2200
比能量 (Wh/kg)	44	70	42	93	-	-
功率/能量比 (1/h)	25	30	45	20	12.5	-
重量 (kg)	45	43	22.5	28	-	-
发展现状	试生产	发展中	试生产	小批量生产	-	-

资料来源: ZEV Technology, 申万研究

磷酸铁锂全球供应商包括美国 A123、Valence, 加拿大 Phostech, 台湾长园能源、立凯电能、尚志精密和宏瀚科技。2008 年全球供应量 1500 吨左右, 其中最大供应商美国 A123 供应 750 吨, 国内厂商供应量 500 吨左右, 其中斯特兰几乎占一半份额。从公开资料统计来看, 全国磷酸铁锂厂商产能约 6400 吨, 但实际量产数远低于产能数, 不足产能的 1/10。国内领先厂商包括天津斯特兰、北大先行、湖南杉杉、深圳贝特瑞以及天骄科技。

表 35: 国内锂离子电池正极材料生产企业

	公司	产能 (吨)	扩产计划 (吨)	正极材料	备注	技术来源
第一梯队	天津斯特兰	500	2010 年达到 2000	磷酸铁锂	客户比亚迪	北京有色研究院
	深圳贝特瑞	1500		磷酸铁锂	客户天津力神; 中国宝安控股 55%	Valence
	北大先行	磷酸铁锂 500、钴酸锂 1500、三元 300		如产能	客户咸阳威力克	北京大学
	湖南杉杉	钴酸锂 4000、锰酸锂和磷酸铁锂各 500		如产能	杉杉股份控股 75%	中南大学
	天骄科技	800 吨三元材料	09 年 6 月 150 吨磷酸铁锂		中国宝安控股 75%	江南大学
	苏州威能/威泰	-	-	磷酸铁锂	美 valence 在华子公司, OEM 出口	Valence

	常州/镇江高博	—	—	磷酸铁锂	美 A123 在华子公司, OEM 出口	A123
	烟台卓能	200	计划扩产到 500	磷酸铁锂		中南大学
第二梯队	辽源雷天	1000	09 年底建成 10000 吨	磷酸铁锂	深圳雷天子公司	
	西安铁虎	200	2010 年底 1000 吨	磷酸铁锂		
	中信盟固利	钴酸锂 1500、锰酸锂 500		如产能	中信国安控股 90%	
	湖南瑞翔	5000		锰酸锂和钴酸锂、三元材料		
	苏州恒正	500		磷酸铁锂	国内市场供应	
	湖南浩润	500		磷酸铁锂		
	新乡格瑞恩	磷酸铁锂 500, 锰酸锂 1000		如产能		
	临沂杰能	磷酸铁锂 400, 锰酸锂 500		如产能		
	新乡中天光源	磷酸铁锂 200, 锰酸锂 600		如产能		
	新乡创佳	200		磷酸铁锂		
	新乡华鑫	100		磷酸铁锂、锰酸锂、三元材料		
	山西力之源	30		磷酸铁锂、锰酸锂、钴酸锂		
第三梯队	横店东磁	—		磷酸铁锂	中试	
	广州鹏辉	日产 100 公斤级		磷酸铁锂	小批量生产	
	青岛乾运	锰酸锂、钴酸锂 1000 吨;		如产能	镍钴酸锂完成中试, 磷酸铁锂试产	
	北京当升	—		锰酸锂、钴酸锂、多元材料		
	长远锂科	1500		钴酸锂		
	余姚金和	1600		钴酸锂	磷酸铁锂中试	
	西安荣华	400	2009 年 7 月产能达 1000	钴酸锂		

资料来源: 申万研究

**供需缺口巨大, 2015 年市场容量超百亿元。** 仅从国内需求来看, 我国 08 年生产轿车 504 万辆, 客车 140 万辆, 我们预计 2015 年以前轿车和客车的产量增速每年约 10% 和 15%, 2015-2020 年产量增速每年约 8% 和 10%。假设 PHEV 轿车、EV 轿车和 EV 客车单车消耗磷酸铁锂分别为 50 公斤、90 公斤和 800 公斤, 以此为基数测算, 到 2015 年国内电动车行业对磷酸铁锂需求约 6.2 万吨, 到 2020 年需求约 23 万

吨。如果按 15 万元/吨来计算，2015 年仅电动车带来的磷酸铁锂的市场容量约为 93 亿元，2020 年约 345 亿元。需求相对目前的产能是 10 倍的增长，未来 10 年正极材料厂商都将受益行业的高度景气。

表 36：磷酸铁锂需求测算

	磷酸铁锂 单耗(Kg)	万辆, 万吨					
		2015E			2020E		
		汽车产量	锂电车占比	磷酸铁锂耗量	汽车产量	锂电车占比	磷酸铁锂耗量
PHEV 轿车	50	982	3%	1.5	1443	6%	4.3
EV 轿车	90		2%	1.8		7%	9.1
PHEV 客车	800	372	1%	3.0	600	2%	9.6
小计				6.2			23.0

资料来源：申万研究

**大规模应用取决于成本的进一步降低。**目前国内磷酸铁锂价格维持在 15-20 万元/吨，国外进口价格约 35 万元/吨。由于在材料配方及粉体制备工艺等技术局限，国内磷酸铁锂的纯度、粒度、粒度分布、工艺重复性与国外同类产品相比仍有差距。我们在前述技术篇中已提到，目前磷酸铁锂产业化过程中成品率低，产品批次间稳定性差。如果磷酸铁锂电池的成品率能够提高到 90%，将会使它的成本降低到目前的 50% 左右，从而能够大规模商业化应用。

**正极材料厂商中我们看好具有磷酸铁锂产能的中国宝安（000009）和杉杉股份（600884）。**二者是上市公司中磷酸铁锂材料的最早研发并产业化者，都有潜力凭借先发优势分享磷酸铁锂百亿元的大蛋糕。

**中国宝安：**电池业务收入 1.89 亿元，占比 6.5%，毛利 0.69 亿元，占比约 6.5%。持股 55% 的深圳贝特瑞具有 1500 吨磷酸铁锂产能和 6000 吨碳负极材料（国内产能第一，全球第二），在国内已经拥有 40 多项锂电池正负极材料专利，是“深圳市新型储能材料工程研究中心”和“深圳市博士后创新实践基地”。持股 75% 的天骄科技具有三元材料产能 1000 吨，计划 09 年中试生产 150 吨磷酸铁锂。

**杉杉股份：**电池业务收入 10.62 亿元，占比 40%，净利润 3414 万元，利润贡献约 31%。是国内电池材料业务最完整，产业链分布最广的上市公司，持股 75% 的湖南杉杉磷酸铁锂产能 500 吨，持股 98.04% 的上海杉杉碳负极材料产能 1200 吨，全资子公司东莞杉杉电解液产能 3500 吨。公司正在着手研制磷酸铁锂电池，从而实现产业链的一体化。

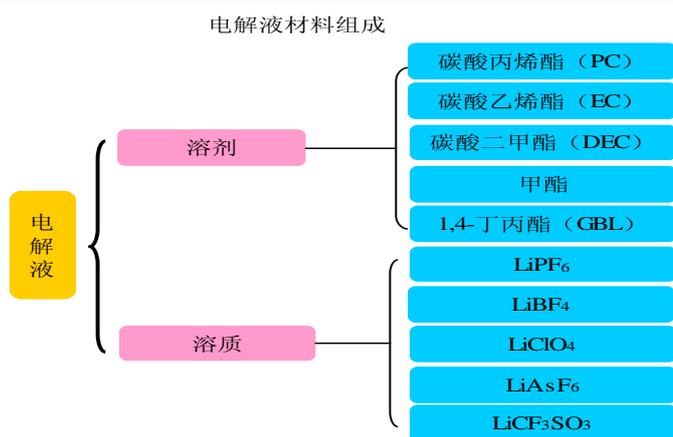
### 5.3 看好锂电池电解液及六氟磷酸锂：江苏国泰

由于锂离子电池负极的电位与锂接近，比较活泼，在水溶液体系中不稳定，需要使用非水、非质子性有机溶剂，和锂盐（有机溶剂导电性差，加入锂盐以提高离子导电率）组成**有机液体电解质**，在电池中正负极之间传导电子，其功能是**防止过**

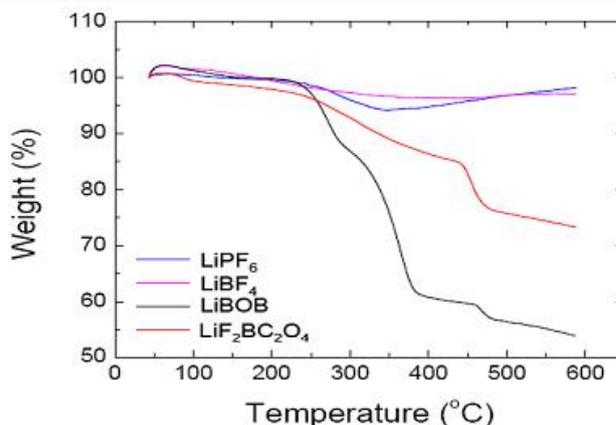
充电、阻燃性电解液、改善 SEI 膜、减少酸含量、增加电导率和改善低温性能。电解液对电池的放电倍率影响很大，适当的添加剂将大大提高电池的倍率放电容量和电压（最高能提高 60~90%），

电解液的研究尚未定型，仍在不断完善之中。传统的电解液使用碳酸酯作为溶剂，因为闪点较低，在较低的温度下即会闪燃，安全性较差。而氟代溶剂（包括氟代酯和氟代醚）具有较高的闪点甚至无闪点，有利于抑制电解液的燃烧，是解决电解液易燃问题最有希望的途径之一。氟代剂对电池性能损害较小，抑制电解液燃烧的效果明显，但是氟化物的使用将会大大增加锂离子电池的生产成本，产业化上面临成本压力；相对廉价的烷基磷酸酯虽具有一定的阻燃效果，但是严重恶化电池性能；而含氮化合物对电池性能影响不大，但是阻燃效率不高，而且毒性较大。化学界仍在不断探索成本低廉、安全性好、高温下不易分解、电化学性能稳定的电解液。目前商用锂离子电池以 EC2DMC 为溶剂，以  $\text{LiPF}_6$  为锂盐，具有较高的离子导电率与较好的电化学稳定性。

图 42: 电解液材料组成



资料来源:《聚合物锂离子电池》，申万研究

图 43:  $\text{LiPF}_6$  导电率高, 热稳定性好

资料来源:《聚合物锂离子电池》，申万研究

电解液约占锂电池成本 12%，毛利率约 40%，是锂电产业链中盈利能力较强的环节之一。目前全国产能约 1.8 万吨，供需基本平衡，但新能源车对电解液需求拉动较大。通常一辆 PHEV 需要电解液 40 公斤，按国内 2015 年汽车产量 982 万辆，5% 使用锂电来计算，约新增 1.96 万吨电解液需求，未来 3-5 年电解液行业需求较为旺盛。

目前国内电池生产商电解液配套已基本实现国产化，只有少部分使用进口电解液。国内定位高端的厂商主要有国泰荣华、珠海赛纬电子、天津金牛、东莞杉杉等等，可满足我国锂离子电池生产的需要，并有部分出口。

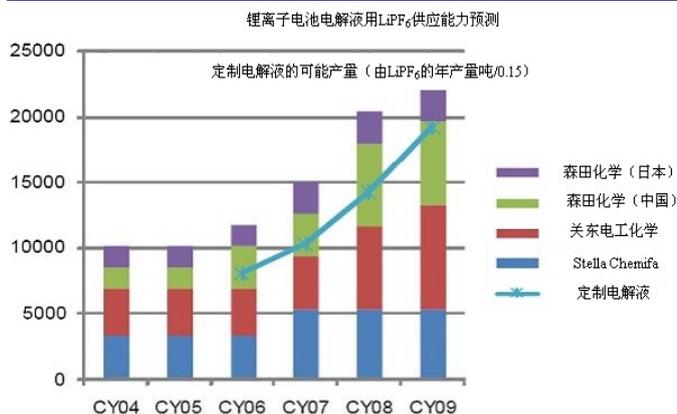
表 37: 国内锂离子电池电解液生产企业

企业名称	产能 (吨)	扩产计划 (吨)	备注
华荣化工	2500	09 年中期达到 5000	江苏国泰持股 78.89%
天津金牛	3000		邢台矿业控股, 为天津力神配套
东莞杉杉	1000	09 年扩产到 3500	杉杉股份全资子公司
珠海赛纬电子	1000		主要面向高端客户
苏州福禄	3500		Ferro 美资企业
广州天赐	2000		以中端产品为主
北京化学试剂研究所	2000		
深圳宙邦化工	1000		日资企业
北京创亚恒业	1500		年产负极材料 1500 吨
上海图尔实业	500		中科院物理研究所技术
小计	18000	约 28000	

资料来源:《锂离子电池电解液市场简析》, 申万研究

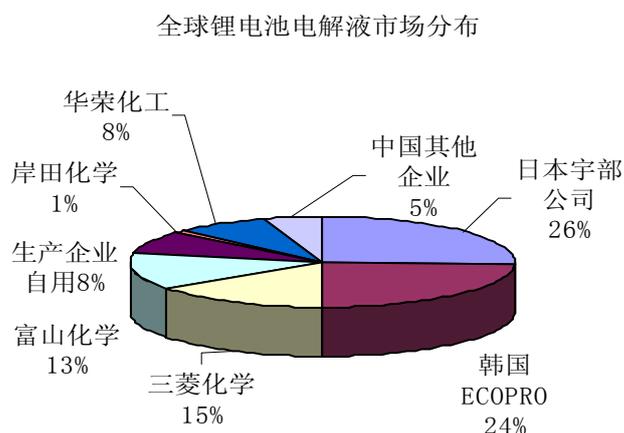
**核心原材料 LiPF<sub>6</sub> 亟待突破。**电解液主要原材料为六氟磷酸锂 (LiPF<sub>6</sub>)，占成本 50% 左右，售价超过 30 万元/吨，毛利率约 60%。由于生产技术难度非常高，目前被关东电化学工业、SUTERAKEMIFA、森田化学等几家日本企业垄断。其中，关东电化学工业每年生产 LiPF<sub>6</sub> 达到 950 吨 (主要用于宇部)，SUTERAKEMIFA 年产 800 吨 (主要用于 ECOPRO)，森田化学年产 960 吨 (主要用于三菱)，该公司在江苏扬子江化工园有年产 600 吨的生产线，其中 300 多吨供给森田。

图 44: 原料 LiPF<sub>6</sub> 产能分布



资料来源:《锂离子电池电解液市场简析》, 申万研究

图 45: 全球锂电池电解液产能分布



资料来源: 申万研究

国内电解液生产厂家所用 LiPF<sub>6</sub> 基本都从日本企业采购，只有天津金牛拥有 80 吨产能，全部自用。其他厂商如金光高科、天津化工设计研究院、山东肥城兴泰化工厂也较少产能，国泰亚源和河南多氟多化工已经开始试制 LiPF<sub>6</sub>。

表 38: LiPF<sub>6</sub> 主要生产企业

企业名称	产能（吨）	下游客户
森田化学	960	三菱
关东电工化学	950	宇部
SUTERAKEMIFA	800	韩国 ECOPRO
天津金牛	80	自用
国泰亚源	300	试制阶段
河南多氟多化工	200	试制阶段

资料来源：《锂离子电池电解液市场简析》，申万研究

电解液子行业我们看好江苏国泰（002091），关注冀中能源邢矿集团旗下的子公司天津金牛。

江苏国泰：08年电解液收入2.93亿元，收入占比9.37%，净利润0.48亿元，净利润率16%，利润贡献占比近30%。持股78.895%国泰华荣化工，现有电解液产能2500吨，是国内电解液龙头之一，预计2009年中扩产到5000吨；持股71.5%亚源高新，在试做300吨LiPF<sub>6</sub>，如试做成功，将打破日本垄断，产业链延伸带来盈利能力进一步提升。

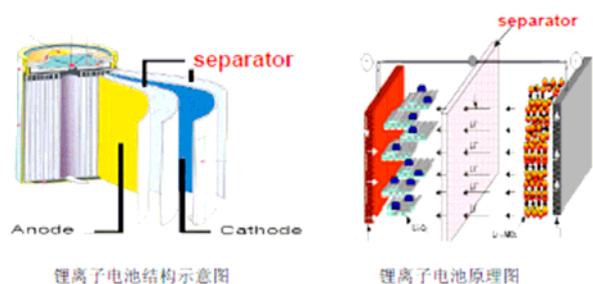
#### 5.4 看好电池隔膜：关注佛塑股份

锂电池成本中，隔膜约占25~30%，但毛利率却高达70%，是动力锂电池中盈利能力最强、但国内还没有产业化的电池材料，基本依赖进口。2007年进口隔膜约6080万平米，进口额约1.8亿美元，预计保持每年12%进口增速。目前国内10亿只数码电子产品，约需要隔膜5000万平米到1亿平米，估算10万辆EV电池（按50Ah粗算）将新增高品质隔膜需求约5000万平米左右，需求和质量要求远远超过目前国内产能和技术水平。

隔膜的重要功能是隔离正负极并阻止电子穿过，同时能够允许离子的通过，从而完成在充放电过程中锂离子在正负极之间的快速传输。隔膜性能的优劣直接影响着电池内阻、放电容量、循环使用寿命以及安全性能。隔膜越薄，孔隙率越高，电池内阻越小，高倍率放电性能越好，性能优异的隔膜对提高电池的综合性能具有重要的作用。

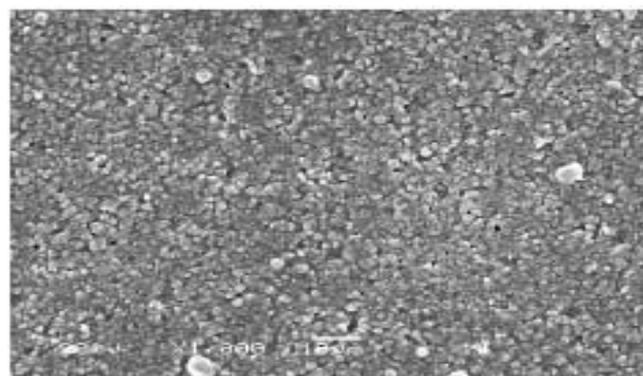
锂离子电池隔膜的要求包括：（1）具有电子绝缘性，保证正负极的机械隔离；（2）有一定的孔径和孔隙率，保证低的电阻和高的离子电导率，对锂离子有很好的透过性；（3）耐电解液腐蚀，电化学稳定性好；（4）对电解液的浸润性好并具有足够的吸液保湿能力；（5）具有足够的力学性能，包括穿刺强度、拉伸强度等，但厚度尽可能小；（6）空间稳定性和平整性好；（7）热稳定性和自动关断保护性能好。

图 46: 隔膜(separator)隔离电子、输送锂离子



- ✓ 在电池的正、负极之间起隔离作用。
- ✓ 为锂离子的传输提供良好的通道。

图 47: 新型锂电池隔膜



无机陶瓷隔膜SEM

资料来源:《锂离子电池隔膜材料市场简析》, 申万研究

资料来源: ,申万研究

目前市场化的锂离子电池隔膜主要是以聚乙烯、聚丙烯为主的聚烯烃隔膜, 包括单层 PE、单层 PP、三层 PP/PE/PP 复合膜。现有的聚烯烃隔膜生产工艺可按照干法和湿法分为两大类。干法双向拉伸工艺是美国、日本非常成熟的技术, 美国 Celgard 和日本 Ube 以此来生产单层聚丙烯 PE、PP 以及三层 PP/PE/PP 复合膜。受国外知识产权制约, 国内 2004 年才有这方面的专利, 目前在杭州已开始进行 PP 单层隔膜的生产销售。湿法双向拉伸工艺可使品质更加均匀平衡, 代表性公司有日本旭化成、东燃化学及美国 Entek 等。国内佛塑金辉高科在 2004 年建立了一条湿法双向拉伸 PE 隔膜生产线, 2005 年底开始有产品在市场上销售。

图 48: 全球主要隔膜生产企业产能分布

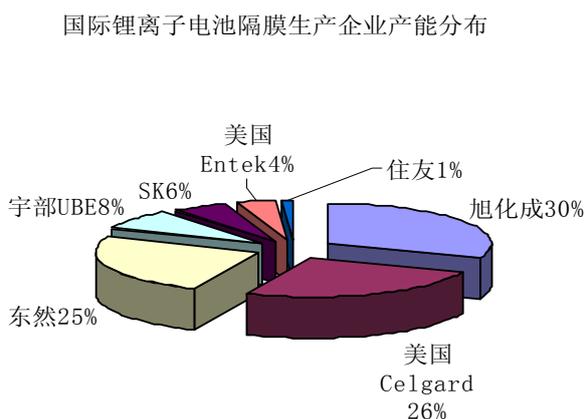
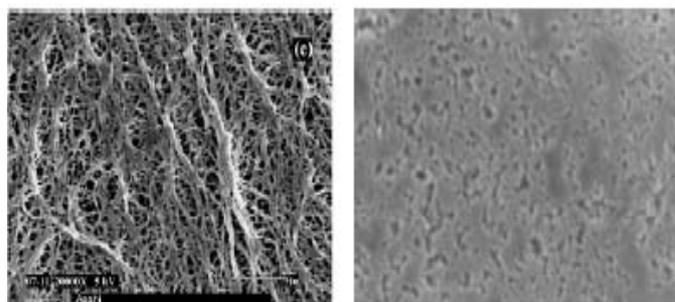


图 49: 多层复合膜间隙率增大, 导电性能增强



PP、PE三层膜

LF-P

复合前后隔膜SEM比较

资料来源:《锂离子电池隔膜材料市场简析》, 申万研究

资料来源: 动力锂电池系统, 申万研究

小型锂电池主要使用聚烯烃隔膜, 技术及市场都已经十分成熟。最大的供应商为 Asahi(旭化成工业)、美国 Celgard 及 Tonen(东燃化学)。旭化成 5 成以上的隔膜主

要供应给 Sanyo；而 Celgard 则是 MBI 和比亚迪的主要供应商；东燃化学是全球隔膜第三大供应商，供应给 Sony、SDI、LGC。

表 39：锂离子电池隔膜的主要生产企业

企业名称	产能 (Mm <sup>2</sup> )	隔膜结构	组成	工艺	下游客户
旭化成 Asahi	84	单层	PE	湿法	50%以上供应给三洋 Sanyo
美国 Celgard	70	单层 多层	PE PP/PE/PP	干法	MBI 和比亚迪
		PVDF 覆盖 PVDF、PP、PE、PP/PE/PP			
东燃化学 (Tonen)	68	单层	PE	湿法	Sony、SDI、LGC
日本宇部 UBE	22	多层	PP/PE/PP	干法	
SK	15	单层	PE	湿法	
美国 Entek	11	单层	PE	湿法	
日本住友 Sumitomo	3	单层	PE	湿法	
小计	约 280				

资料来源：《锂离子电池隔膜材料市场简析》，申万研究

由于当温度超过 PP 熔点会发生隔膜熔化，电动车用隔膜的方向是耐高温、多层隔膜（如厚度 40 μm）、复合化。Celgard 研发的 PP/PE 双层膜和 PP/PE/PP 三层隔膜，在电池内部温度（130℃左右）较高时 PE 熔化，而熔点较高的 PP（150℃左右）形成隔膜闭孔，使电池内部断路，大大提高了电池的安全性能。日本东燃推出的电动车用的锂电池隔膜，最大特点是 190℃时不融化。德国国德固赛(Degussa)公司的无机陶瓷隔膜，在 PET 纤维无纺布上涂敷复合 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 等无机物，在电池充放电过程中，即使有机底膜发生熔化，无机涂层仍然能够保持隔膜的完整性，从而防止大面积正/负极短路现象的出现，可在 200℃下不发生收缩和熔融现象，提高了动力电池的安全性。这种有机膜涂敷无机物以增强安全性的复合膜，有可能是动力电池隔膜的方向之一。

**我国高品质隔膜尚待突破。**目前国内佛塑金辉高科、东莞星源科技、河南新乡格瑞恩、中科来方等厂商已可提供小型锂电池用隔膜，价格只有进口隔膜的 1/3~1/2，采货周期也相对短些，但国产隔膜的厚度、强度、孔吸率不能得到整体兼顾，且量产批次均匀性、稳定性较差。

表 40：国内锂电池隔膜生产能力状况

	河南新乡格瑞恩	佛塑金辉高科	东莞星源科技	新时科技	山东正华	上海其他
产能(万平米)	1500	1200	3000	600	500	600
远期产能(万平米)		5000	5000			
规格(μm)		16~40	12~40			

注：后三者建设中

资料来源：锂离子电池隔膜材料市场简析，申万研究

从中长期趋势看，电池隔膜行业我们关注佛塑股份（000973）。

**关注佛塑股份：**公司与比亚迪的合资公司佛山金辉高科，生产常规锂电池用离子渗析微孔薄膜，是国内隔膜技术最为领先的厂商，公司持股 55%，08 年薄膜业务贡献净利润 3435 万元，单项业务 ROE 达 59%。目前来看，所产隔膜用于动力电池较少，但金辉高科是国家 863 新能源汽车项目的承担单位之一，主要任务是到 2010 年，把手机电池隔膜升级为汽车电池隔膜。我们将密切关注金辉高科在动力电池隔膜上的进展情况。

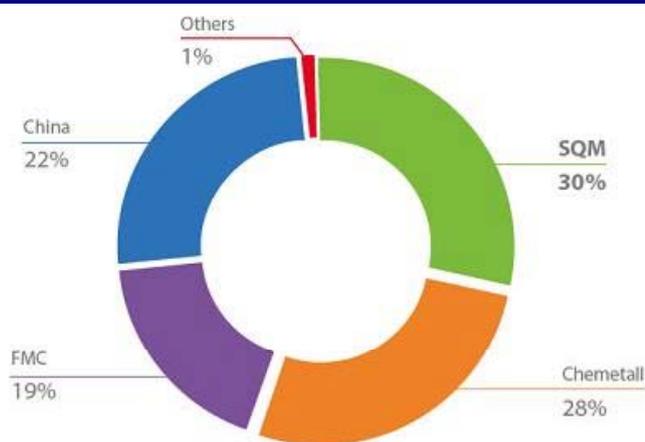
## 5.5 看好上游资源碳酸锂：西藏矿业

锂离子电池的上游是碳酸锂，在全球电动汽车以锂电池为主要应用方向的带动下，上游碳酸锂需求也将快速增长，从长远来看，碳酸锂行业也将分享新能源汽车的盛宴。

**资源垄断加技术垄断，铸就寡头垄断格局。**进入碳酸锂行业必须具备两大要素：第一，碳酸锂主要原料是盐湖卤水（矿石法由于成本高在全球产能很小），进入企业必须拥有锂资源丰富的盐湖资源，资源壁垒较高；第二，全球盐湖以高镁低锂型为主，提纯分离碳酸锂的工艺技术难度很大，这些技术掌握在少数国外公司手中，技术壁垒也较高。双要素垄断造就了碳酸锂行业的全球寡头垄断格局。

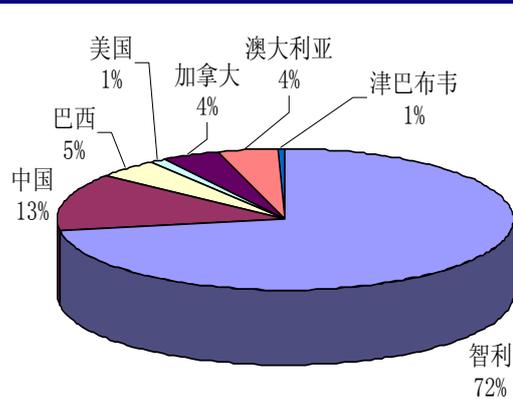
全球 2008 年碳酸锂产能约 12~15 万吨，产量约 9.2 万吨，比 2007 年增长 2%。目前全球产能集中在 SQM、Chemetal1 和 FMC 三大厂商手中，约占全球总产量的 77%。

图 50：中国约占全球碳酸锂产量的 22%



资料来源：SQM 2008 年报，申万研究

图 51：中国锂储量约占全球 13%



资料来源：Mineral Commodity Summaries 2009,申万研究

根据 2009 年 1 月出版的《USGS 矿产品概要》，2008 年全球盐湖已探明的金属锂储量基础为 1100 万吨（折碳酸锂约 5800 万吨），可采储量接近 660 万吨（折碳酸锂约 3500 万吨）。主要集中在智利、中国、巴西、加拿大和澳大利亚等国家，中国储量相对丰富，仅次于智利、阿根廷。

表 41：世界金属锂产量、及盐湖锂储量分布

国家或地区	2007年产量(吨)	2008年产量(吨)	储量(万吨)	储量基础(万吨)
玻利维亚	-	-	-	540
智利	11100	12000	300	300
阿根廷	3000	3200	250	-
中国	3010	3500	54	110
巴西	180	180	19	91
美国	23	40	3.8	41
加拿大	707	710	18	36
澳大利亚	6910	6900	17	22
葡萄牙	570	570	-	-
津巴布韦	300	300	2.3	2.7
<b>世界总计</b>	<b>25800</b>	<b>27400</b>	<b>660</b>	<b>1100</b>

资料来源：Mineral Commodity Summaries 2009，申万研究

全球已探明的矿石锂储量基础约为 760 万吨（折碳酸锂约 4000 万吨），可采储量为 84 万吨（折碳酸锂约 450 万吨）。盐湖锂和矿石锂储量加起来，全球锂可采储量约 744 万吨（折碳酸锂约 3950 万吨），锂储量基础约 1860 万吨（折碳酸锂约 9800 万吨）。

表 42：全球主要锂矿山资源分布

矿区名称	国家	锂储量基础	折合碳酸锂
北卡矿山	美国	260	1368
Manono	扎伊尔	230	1211
Greenbushes	澳洲	22	116
Koralpa	奥地利	10	53
Barraute	加拿大	9	47
Bikita	津巴布韦	6	32
俄罗斯矿山	俄罗斯	100	526
甲基卡（等）	中国	75	395
其他		48	253
合计		760	4000

资料来源：： US National Research Council，申万研究

按碳酸锂纯度不同，下游用途可大致分为：工业级 98~99%，医药级 98.5%，电池级 99.5%，高纯级 99.99~99.999%。国外三大巨头都可以做电池级碳酸锂，而国内厂商生产碳酸锂主要集中在工业级别，电池级产能约占总产能的 1/3。

表 43: 国外 08 年底碳酸锂实际产能

万吨

企业名称	08 产能	08 年产量	资源	工艺	级别
智利 SQM	4.00	2.76	智利 Atacama 盐湖	卤水提锂	医药/电池
美国 FMC	2.20	1.75	阿根廷 Hombre 盐湖	卤水提锂	医药/电池
德国 Chemetall	2.80	2.57	美国银峰盐湖、智利 Atacama 盐湖	卤水提锂	工业/电池
小计	9.00	7.08			

资料来源: 中国金属通报 2008, 申万研究

国内因提纯技术不足, 产能尚未放量。国内现有碳酸锂产能约 3.1 万吨, 远期规划约 11.6 万吨。国内拥有大型盐湖、具有卤水制锂条件的仅有青海国安、西藏矿业和青海锂业, 但由于提纯工艺还存在一定差距, 实际产能远未达到规划产能, 且以工业级碳酸锂为主。电池级碳酸锂则由天齐锂业、尼科国润、集祥锂业供应, 其中天齐锂业技术最成熟, 是行业标准制定者, 约占国内 60% 市场份额, 并且有部分出口。

表 44: 国内基础锂化合物产能中, 电池级约占 1/3

万吨

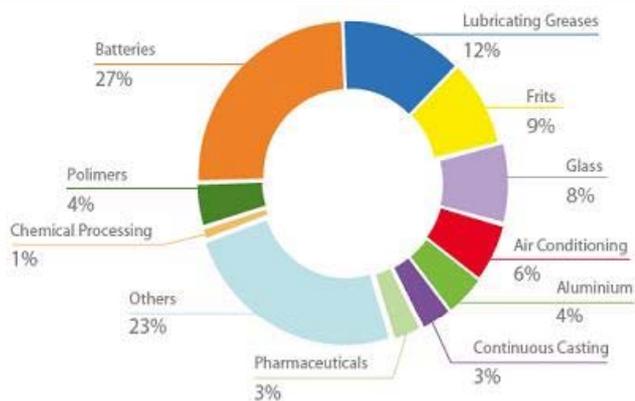
企业名称	现有产能	资源	远期产能规划	工艺	级别
中信青海国安	0.3	西、东台吉乃尔湖	3.5	卤水提锂	工业为主
西藏矿业	0.2	扎布耶盐湖	3.0	卤水提锂	工业为主
青海锂业	0.3	东台吉乃尔湖	2.0	卤水提锂	工业/电池
新疆锂盐厂	0.8	进口澳矿	-	锂矿提锂	工业/电池
四川天齐锂业	0.6	进口澳矿	-	锂矿提锂	工业/电池
四川尼科国润	0.3	四川马尔康	-	锂矿提锂	工业/电池
四川集祥锂业	0.3	进口澳矿和国内采购	-	锂矿提锂	电池
四川阿坝锂盐厂	0.3	四川金川	-	锂矿提锂	工业
小计	3.1		11.6		

资料来源: 中国金属通报 2008 年第 29 期, 申万研究

碳酸锂的需求分析, 我们主要集中在新能源车大规模应用带来的新增需求情况。由于碳酸锂是全球寡头垄断市场, 我们必须分析全球的供需情况, 才能对全球定价的碳酸锂价格走势做出判断。我们发现在新能源车的需求拉动下, 碳酸锂供需结构将从产能过剩逐渐转向供给缺口。

目前全球碳酸锂年需求约 10 万吨左右。下游应用领域包括电池、陶瓷和玻璃、润滑剂、医药和聚合物、空调、铝冶炼等等, 其中电池占比逐年提高, 已由 2002 年的 20% 提高到 2008 年的 27% 左右。

图 52: 锂需求增长主要来自电池, 占 27%



资料来源: SQM 2008 年报, 申万研究

全球 07 年车辆产量约 7315 万辆, 其中乘用车加轻型商用车 07 年产量约 6970 万辆, 预计 08 年产量约 7219 万辆, 我们以此为基数, 假设乘用车、客车和轻型商用车在 2015 年以前每年分别保持 4%、7%和 2%的产量增速, 从 2015-2020 年每年分别保持 2%、3%和 2%的产量增速。

表 45: 全球乘用车、客车及轻型商用车产量预测 万辆

	07A	08E	CAGR	2015E	CAGR	2020E
乘用车	5,305	5,517	4%	7,260	2%	8,016
客车	50	55	7%	88	3%	102
轻型商用车	1,614	1,647	2%	1,827	2%	2,018
小计	6,970	7,219		9,176		10,136

资料来源: OICA, 申万研究

磷酸铁锂中锂含量约为 4.4%, 碳酸锂中锂含量约为 18.9%, 考虑到生产损耗后, 生产 1 吨磷酸铁锂约需碳酸锂 0.3 吨。我们假设乘用车的 80%为轿车, PHEV 轿车单车消耗磷酸铁锂为 50 公斤、15 公斤碳酸锂, EV 轿车单耗分别为 90 公斤和 27 公斤, EV 客车单耗分别为 800 公斤和 240 公斤, 到 2015 年 PHEV 轿车、EV 轿车分别占全部轿车产量的 3%和 2%, 到 2020 年分别占全部轿车产量的 5%和 6%; PHEV 客车占全部客车占比为 1%和 2%。

按以上假设测算, 到 2015 年, 全球电动车新增碳酸锂需求约 6 万吨; 到 2025 年, 新增碳酸锂需求约 16 万吨。

表 46: 全球碳酸锂需求预测 万辆, 万吨

	磷酸铁锂 单耗(Kg)	碳酸锂 单耗(Kg)	2015E			2020E		
			汽车产量	锂电车占比	碳酸锂耗量	汽车产量	锂电车占比	碳酸锂耗量
PHEV 轿车	50	15	5,808	3%	3	6,413	5%	5
EV 轿车	90	27		2%	3		6%	10
PHEV 客车	800	240	88	1%	0	102	2%	0
合计					6			16

资料来源：申万研究

我们假设碳酸锂除锂电池以外的需求保持年均 2% 增长，则到 2015 年，非电池用碳酸锂需求约 9.5 万吨，到 2020 年需求约 10.5 万吨。到 2015 年，全球碳酸锂需求约 15 万吨，到 2020 年，全球碳酸锂需求约 26 万吨。

表 47：全球碳酸锂需求测算

	08A	CAGR	2015E	CAGR	2020E
非电池需求	8.3	2%	9.5	2%	10.5
电池需求	2.7	12%	6	21%	16
合计	10		15		26

资料来源：申万研究

**新能源车大规模应用后，会不会造成锂资源的严重短缺？** 我们会不会刚从旧枷锁逃出来，又套上了新枷锁？目前全球探明的碳酸锂可采储量约 3950 万吨，如果按照全球每年碳酸锂需求 30 万吨来计算，可供我们使用 132 年；若按全球碳酸锂储量基础 9800 万吨计算，可供我们使用 326 年。实际上，燃料电池取得突破后将部分取代锂电池的需求，并且海水中富含锂，每升海水约含锂 0.713 毫克，海洋中锂的储量估计有 2,400 亿吨。我们认为锂资源约束至少在 100 年之后，届时资源约束将会催生锂回收再生技术及海水提锂技术取得突破。

从国内需求来看，我国 08 年生产轿车 504 万辆，客车 140 万辆，我们预计 2015 年以前轿车和客车的产量增速每年约 10% 和 15%，2015-2020 年产量增速每年约 8% 和 10%。以此为基数测算，到 2015 年国内电动车行业对碳酸锂新增需求约 1.9 万吨，到 2020 年新增需求约 6.9 万吨。

表 48：国内碳酸锂需求预测

万辆，万吨

	磷酸铁锂 单耗(Kg)	碳酸锂 单耗(Kg)	2015E			2020E		
			汽车产量	锂电车占比	碳酸锂耗量	汽车产量	锂电车占比	碳酸锂耗量
PHEV 轿车	50	15	982	3%	0.4	1443	6%	1.3
EV 轿车	90	27		2%	0.5		7%	2.7
PHEV 客车	800	240	372	1%	0.9	600	2%	2.9
合计					1.9			6.9

资料来源：申万研究

**新能源车推动碳酸锂需求增长，产能过剩局面将在 2015 年后逐渐转向供给缺口。** 2008 年全球碳酸锂产能约 12~15 万吨，年产量约 9.2 万吨，年需求约 10 万吨。根据我们的测算，到 2015 年，全球碳酸锂需求约为 15 万吨，到 2020 年碳酸锂需求约为 26 万吨，需求随着电动车辆的普及在未来几年大幅增长，产能过剩的局面将在 2015 年以后逐步转向供给不足。从长期来看，锂电池产业链的最上游碳酸锂细分行业，将因资源增值而带来投资机会。

碳酸锂子行业从长期趋势看，我们看好西藏矿业（000762）。

西藏矿业：拥有锂储量全国第一、世界第三大的、低镁富锂的扎布耶盐湖 20 年开采权。扎布耶盐湖是世界上唯一以天然形式存在的碳酸锂盐湖，除湖岸以及湖底自然沉积的碳酸锂外，碳酸锂含量保守估计高达 200 万吨。扎布耶盐湖含镁量也远低于其它盐湖，镁锂比仅为 0.02，是全球唯一一个不需要综合开发而直接单独提锂，并以纯物理过程获得碳酸锂精矿的盐湖。公司现有碳酸锂产能 2000 吨，一期规划建设 5000 吨年产能，远期规划投资 10 亿建成 3 万吨产能。公司核心竞争力在于低镁富锂的锂湖资源带来的成本优势。公司一旦晒锂、提纯技术取得突破，是最可能提供低成本电池级的碳酸锂厂商。

表 49：国内各盐湖主要元素化学成分

	mg/L					
	Li <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Mg/Li 比	备注
一里坪湖	262	11019	374	24181	92	
扎布耶盐湖	878.8	26601	0.761	21	0.02	西藏矿业
东台吉乃尔湖	141	3786	433.7	5686	40	青海锂业
西台吉乃尔湖	202	6895	294.5	13650	67	青海国安
达不逊湖	256	8444	1989	15737	61	

资料来源：《四川有色金属》2004 第一期，申万研究

## 信息披露

### 分析师承诺

王华：中小型公司

实习生王善祥帮助搜集资料，核实数据，对文章亦有贡献，在此表示感谢。

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

### 与公司有关的信息披露

本公司在知晓范围内履行披露义务。客户可索取有关披露资料 [compliance@sw108.com](mailto:compliance@sw108.com)。

### 股票投资评级说明

证券的投资评级：

以报告日后的 6 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

- 买入 (Buy) : 相对强于市场表现 20% 以上；
- 增持 (outperform) : 相对强于市场表现 5%~20%；
- 中性 (Neutral) : 相对市场表现在 -5%~+5% 之间波动；
- 减持 (underperform) : 相对弱于市场表现 5% 以下。

行业的投资评级：

以报告日后的 6 个月内，行业相对于市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

- 看好 (overweight) : 行业超越整体市场表现;  
中性 (Neutral) : 行业与整体市场表现基本持平;  
看淡 (underweight) : 行业弱于整体市场表现。

我们在此提醒您,不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系,表示投资的相对比重建议;投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况,比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告,以获取比较完整的观点与信息,不应仅仅依靠投资评级来推断结论。申银万国使用自己的行业分类体系,如果您对我们的行业分类有兴趣,可以向我们的销售员索取。

本报告采用的基准指数 : 沪深300指数

## 法律声明

本报告仅供上海申银万国证券研究所有限公司(以下简称“本公司”)的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息,但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用,并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人作出邀请。

客户应当认识到有关本报告的短信提示、电话推荐等只是研究观点的简要沟通,需以本公司 <http://www.sw108.com> 网站刊载的完整报告为准,本公司并接受客户的后续问询。

本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断,本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期,本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突,不应视本报告为作出投资决策的惟一因素。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户,不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况,以及(若有必要)咨询独立投资顾问。

在任何情况下,本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下,本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

若本报告的接收人非本公司的客户,应在基于本报告作出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示,否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权,本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品,或再次分发给任何其他人,或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。