

电池材料信息参考

2016年8月第8期



长沙矿冶研究院有限责任公司
科技信息研究所

电池材料信息参考

2016年08月 第08期

出品：长沙矿冶研究院有限责任公司

科技信息研究所

地址：湖南省长沙市麓山南路966号

邮编：410012

首席专家：习小明

联系人：安洪涛 黄海花

电话：0731-88655587

0731-88657250

传真：0731-88657060

网址：<http://10.20.2.200>

E-mail: ant2887@163.com

出版日期：2016年08月31日

本期专家点评（2016.08）

行业信息方面，尽管英国连续水热法生产高性能磷酸铁锂取得了重大突破，但在这场正极材料的竞赛中，目前还是高能量密度的钴镍锰酸锂三元材料（280mAh/g）胜过磷酸铁锂（170mAh/g），成为国内外新能源汽车动力电池材料发展主流。插电式混合动力系统的考核标准逐步完善，考核标准中，综合工况纯电续航里程 $\geq 70\text{km}$ ；燃油消耗量（不含电能转化的燃料消耗量）较第四阶段油耗限值（GB 19578-2014）降低比例 $\geq 40\%$ ；就纯电动汽车能耗一项，一般车企都无法达标。电池材料市场方面，价格相对比较平稳，碳酸锂价格出现回落。燃料电池方面，日产公司推出首款固态氧化物燃料电池，续航里程与现款燃油汽车相媲美，具有一定的发展前景。

技术信息方面，当升科技通过在掺杂型钴酸锂前驱体表面进行共包覆方式，保证较高比容量同时，提高了材料的循环和热稳定性能。斯坦福大学 William E. Gent 等人实现了电极局部 SOC 的观测，发现降低充电电流和延长静置时间对改变三元材料 Li 分布不均匀性没有任何作用，只有通过改变二次颗粒形貌才能降低充电过程中应力和 Li 分布不均匀现象。Wi Tricity 磁共振技术可以实现远距离电力传输无线充电，无线充电渐行渐近。

目 录

行业信息.....	1
科技部 2017 年对新能源汽车部署 38 个重点研究任务.....	1
新加坡首辆纯电动公交巴士试运行.....	1
全球首款固态氧化物燃料电池车面世.....	2
锂电池隔膜市场潜力巨大 高端化产品成发展方向.....	3
董明珠自掏 10 亿造车 格力收购银隆方案出炉.....	4
东方精工拟 47.5 亿元并购普莱德 切入动力电池系统业务.....	5
世界第一条石墨烯基锂电池生产线落户泰州.....	6
新能源汽车爆发增长，三元锂电池渐成主流.....	6
企业信息.....	8
当升科技获一锂电池发明专利.....	8
国轩高科携手康盛股份投 30 亿建动力电池生产基地.....	9
中科电气：拟 4.9 亿收购星城石墨 97.6% 股权 进军新能源领域.....	9
李嘉诚重注押中国电动车市场 抢下第二张准入牌照.....	10
猛狮科技斥资 3000 万收购华戎能源 60% 股权.....	11
技术信息.....	11
锂电企业福音 NCM111 材料失效机理最新研究.....	11
重大突破 英国实现连续水热法生产高性能磷酸铁锂.....	13
真菌合成电池电极材料.....	14
美国开发糖类燃料电池 容量密度超锂电池 10 倍.....	15
无线充电渐行渐近.....	16
市场信息.....	17
碳酸锂市场开始降温 价格连续三周回调.....	17
电池市场一周汇总（8.13-8.19）.....	18
2016 年 8 月正极材料价格走势.....	23
外文题录.....	25
电池材料外文题录节选.....	25

行业信息

科技部 2017 年对新能源汽车部署 38 个重点研究任务

8 月 16 日国家科技管理信息系统公共服务平台发布了《关于对国家重点研发计划高新领域重点专项 2017 年度项目申报指南建议征求意见的通知》，其中包括了“新能源汽车”试点专项 2017 年度项目申报指南建议。

新能源汽车试点专项按照动力电池与电池管理系统、电机驱动与电力电子、电动汽车智能化、燃料电池动力系统、插电/增程式混合动力系统和纯电动动力系统 6 个创新链(技术方向)，共部署 38 个重点研究任务，专项实施周期为 5 年(2016-2020)。

其中，对于插电式混合动力系统的考核标准已经逐步完善，对新型高性价比乘用车混合动力总成开发与整车集成(重大共性关键技术类)的考核标准为：整车加速时间 0-100km/h \leq 5s，0-50km/h \leq 2.5s；综合工况纯电续航里程 \geq 70km；燃油消耗量(不含电能转化的燃料消耗量)较第四阶段油耗限值(GB 19578-2014)降低比例 \geq 40%；整车实现销售 \geq 5000 台。（信息来源：科技部 2016-08-18）

新加坡首辆纯电动公交巴士试运行

近日，从新加坡政府获悉，新加坡首辆纯电动公交巴士将启动试运营。此次试运营的纯电动公交巴士为 K9，由中国的比亚迪（002594）汽车工业公司提供。作为新加坡实施公交电动化试验计划的一部分，新加坡陆路交通管理局正与比亚迪、GoAhead 合作进行为期 6 个月的巴士试运营。

数据显示，新加坡各种各样的车队车辆，特别是公交领域的巴士和出

租车替换为纯电动车辆的潜力非常可观。目前，新加坡 1.8 万辆巴士仍为清一色的燃油车，这些巴士占有所有车辆的比例约为 2%，但每天运营的里程长达 227 公里，为所有车辆中日均运营里程第二长的车种，减排潜力巨大。

比亚迪 K9 巴士采用全球领先的磷酸铁锂电池，具有高安全、长寿命、无污染等诸多优势，综合工况下，比亚迪 K9 巴士在满电情况下单次续航里程可达 250 公里。目前，比亚迪已经向全球各地的客户交付数以万计的纯电动巴士。（信息来源：中国工业报 2016-08-23）

全球首款固态氧化物燃料电池车面世

8 月 4 日报道，日产公司推出 e-Bio Fuel-Cell 生物燃料电池概念车，成为世界首款固态氧化物燃料电池车，可以利用纯生物乙醇发电，不会产生任何污染。这款车是基于 e-NV200 MPV 改造的，使用 24 千瓦时的电池，600 公里的续航里程可与现款燃油汽车相媲美。它还可以利用乙醇混合溶液运行，使用这种溶液更加安全方便，还可以利用现有加油站的设备储存和管理。

据了解，我国在《能源技术革命创新行动计划(2016-2030 年)》、《能源技术革命重点创新行动路线图》以及《中国制造 2025》等规划均提到大力发展燃料电池技术，未来 5 年内燃料电池汽车补贴不退坡，凸显国家的战略决心。

东吴证券（601555）指出，目前燃料电池汽车处于产业化的前期，预计 2020 年进入快速爆发期。目前燃料电池的技术趋于成熟，燃料电池汽车普及的主要障碍来自于：燃料电池系统的成本比较高以及配套基础设施不足。考虑技术进步与规模效应提升，燃料电池系统成本将快速下降，预计到 2020 年燃料电池系统的成本将下降 60%，由当前的单车 3.6 万美元下降

到 1.5 万美元左右。同时，全球主要国家制定燃料电池发展的长期规划，加氢站的数量有望快速增长。预计 2020 年燃料电池汽车将进入快速发展的爆发点，2020/2030 年全球销量将达到 5 万/100 万辆，市场规模有望超过 2000 亿元。（信息来源：中国电池网 2016-08-08）

锂电池隔膜市场潜力巨大 高端化产品成发展方向

日前，特斯拉 CEO 伊隆·马斯克表示，特斯拉将在性能版 Model S 和 Model X SUV 中配备容量更大的升级版电池，从而延长续航里程，同时实现更快的加速性能。

锂电池隔膜是决定电池性能、安全性和成本的重要材料。在锂离子电池主要原材料中，除正负极材料以及电解质溶液外，隔膜也是非常重要的组成部分。隔膜的主要作用是使电池的正负极分隔开，防止正负极接触而发生短路。在四大锂离子电池材料中，隔膜的成本占比仅次于正极材料，约为 10%-15%，在一些高端电池中，隔膜成本占比更高。

从隔膜的性能指标要求来看，其厚度、孔隙率、抗拉强度、穿刺强度以及吸液性等基本参数都会影响到电池的性能，因此隔膜也成为锂电池四大材料中技术壁垒最高的材料。随着电动汽车对电池品质要求的不断提高，以及新能源汽车销售的放量，锂电池高端隔膜产业将拥有巨大的市场潜力。

我国新能源汽车市场的爆发式增长使得动力电池产业进入快速发展期，新产能的投放加快将带动锂电池隔膜等关键材料需求的增加。我国规划到 2020 年实现新能源汽车 200 万辆年产量和 500 万辆存量。去年我国新能源汽车销量 39 万辆左右，未来 5 年复合增速将达 40% 以上。机构预计，2016 年我国锂电池隔膜市场需求约为 10.8 亿平方米，而我国主流锂电隔膜企业

产能约 6.56 亿平方米，存在产能严重不足的情况，仍然要依赖进口。

受市场需求增长以及产业高毛利率的吸引，国内锂电池隔膜产能近几年急剧扩张。然而与国外知名巨头相比，我国锂电隔膜生产企业在产品研发、生产工艺控制、产品一致性、生产设备制造以及品牌知名度等方面，存在较大差距。目前，国产隔膜主要面对中低端市场，产能扩张以中低端产品为主。相反，在高端隔膜市场中，产业供应格局稳定，竞争压力较小，盈利能力有一定保障。走高端化将成为我国锂电池隔膜产业未来的发展方向，具备高端产品产能的企业有望率先受益。（信息来源：上海证券报 2016-08-25）

董明珠自掏 10 亿造车 格力收购银隆方案出炉

8 月 18 日晚间，格力宣布拟作价 130 亿元人民币收购珠海银隆 100% 股权。格力同时还增发 100 亿元人民币进行配套融资。而格力电器董事长董明珠更是自掏腰包近 10 亿元人民币参与了这场增发。在收购珠海银隆背后，格力于 8 月 18 日晚间发布的 2016 年中报，再次证明了空调营收增长的后继乏力。

为收购珠海银隆，格力进行了总额高达 230 亿元的定向增发。其中 130 亿元是为了收购珠海银隆的全部资产。这个价格可谓相当慷慨。公告显示，经过审计，珠海银隆的账面净资产约为 38.78 亿元。评估的增值率高达 234.37%。格力还将以同样价格，另外向 8 名特定投资者非公开发行股份募集不超过 100 亿元人民币。公告显示，这 100 亿元人民币的融资将全部用于珠海银隆的建设投资项目，其中包括河北银隆年产 14.62 亿安时锂电池生产线项目、石家庄中博汽车有限公司搬迁改造扩能项目（二期）、河北

银隆年产 200MWh 储能模组生产基地建设项目、河北广通年产 32000 辆纯电动专用车改装生产基地建设项目，珠海银隆总部研发中心升级建设项目。

3 月 7 日，格力电器公告称，拟发行股票收购珠海银隆。董明珠随后对外表示，“收购新能源企业，格力就是要造汽车。”

但从她在 2015 格力电器股东大会上的发言来看，收购银隆的真实意图在于获得银隆的电池技术。“它的股权结构复杂不复杂我不管，我就冲着电池技术来的。”董明珠当时说。她还曾表示，珠海银隆很可能成为珠海第二个千亿企业。（信息来源：华夏时报 2016-08-20）

东方精工拟 47.5 亿元并购普莱德 切入动力电池系统业务

于 3 月底停牌的东方精工今日披露重大资产重组预案。公司拟以 47.5 亿元购买普莱德 100% 股权；同时，公司拟配套募资不超过 29 亿元。本次交易完成后，公司将以此快速切入新能源汽车锂离子动力电池系统业务。

公告显示，普莱德设立于 2010 年 4 月，注册资本为 1 亿元，法定代表人为高力，从事新能源汽车动力电池系统 PACK 的设计、研发、生产、销售与服务，其产品为各种类型的动力电池系统，适用于各类新能源乘用车、商用车，同时生产部分储能电池。

据悉，交易对手承诺，普莱德在利润承诺期内（2016 年、2017 年、2018 年、2019 年）的扣非后净利润分别为 2.5 亿元、3.25 亿元、4.23 亿元、5 亿元。若未达到，则交易对手将按比例对公司进行补偿。

东方精工表示，通过并购普莱德，公司将实现向新能源汽车核心零部件动力电池系统业务的快速切入，进一步深化公司在高端装备核心零部件板块的业务布局，提升盈利能力及整体价值。（信息来源：中国电池网 2016-08-01）

世界第一条石墨烯基锂电池生产线落户泰州

2016年8月24日，东旭光电集团副总裁王忠辉专程赴泰州就新上全球首条石墨烯基锂电池生产线进行落地对接，这标志着该项目开始实质性启动。今年3月，东旭光电联合泰州新能源产业园共同设立1亿元的石墨烯产业发展引导基金，立足于挖掘整合东旭光电已有的产业资源和技术力量，努力在泰州打造集科研创新、孵化应用于一体的石墨烯全产业链。

7月上旬，世界首款石墨烯基锂离子电池产品“烯王”在京发布，该产品由东旭光电旗下的上海碳源汇谷公司推出，这标志着中国在石墨烯技术上领先全球。与此同时，东旭光电还与泰州海陵区正式“联姻”，决定投资5亿元在泰州新能源产业园建两条石墨烯基锂电池生产线。到目前，已有两条中试生产线在海陵区原有闲置厂房迅速进行安装调试，两三个月内即可小批量投产。

这次落户泰州新能源产业园的石墨烯基锂电池项目，投资主体上海碳源汇谷公司是国内唯一一家可实现高质量单层石墨烯规模化制备的企业，多项技术工艺均走在同行业前列。该项目总占地170亩，分两期建设，项目达产后预计年销售超10亿元。（信息来源：电池仓储在线 2016-08-25）

新能源汽车爆发增长，三元锂电池渐成主流

新能源汽车市场需求的持续扩张，带动了车用动力锂电池产能的释放，电池材料的选择越来越成为业界关注的话题。从锂电池材料及电芯方面看，正极材料是锂电池的核心材料。它既决定了锂电池的发展方向，也决定了电池的安全性能和能量密度大小。另外，正极材料在电池成本中所占的比例在40%以上，因此它也决定了锂电池成本的高低。

目前已经市场化的锂电池正极材料包括钴酸锂、锰酸锂、磷酸铁锂和三元材料等产品。国内新能源汽车所用的动力电池，主流的主要是磷酸铁锂和三元材料。由于三元材料在国内起步较晚，此前我国新能源汽车的动力锂电池主要采用磷酸铁锂技术，但是磷酸铁锂电池能量密度低，低温性能较差，导致新能源汽车续航能力差，因此磷酸铁锂电池的应用有一定的局限性。随着电动汽车对电池能量密度的要求越来越高，具有较高能量密度的三元材料锂电池开始走向主流，被认为是电池未来的发展趋势。事实上，特斯拉等外资车企则很早就开始使用三元锂电池。

盘点目前市场上新能源车型的电池类型，49 款车中有 33 款都采用三元材料锂电池。比如，北汽新能源的 EV200 和 EV300 采用是其与韩国 SK 合作生产的三元锂电池，上汽荣威 E50 采用 LG 化学生产的三元锂电池，知豆 D2 采用多氟多生产的三元锂电池等等。

比亚迪算是坚守磷酸铁锂电池的代表，比亚迪 E5、E6、秦 EV300、插电式混合动力版秦、唐、腾势 EV 都是采用磷酸铁锂电池。

有分析指出，我国锂矿、氧化铁磷酸盐储量丰富，制造磷酸铁锂电池有优势。但是我国缺乏钴矿，三元锂电池的制造必须采用钴元素，因此制造三元锂电池有些困难。所以，一些车企坚持发展磷酸铁锂电池。

不过，为了改善磷酸铁锂电池的缺点，比亚迪总裁王传福曾透露已通过向磷酸铁锂中加入锰元素以提高其能量密度，而比亚迪新车型元已经开始采用三元锂电池。

有研究报告显示，在电池容量上，磷酸铁锂电池的理论容量是 170mAh/g，而钴镍锰酸锂三元锂电池的理论容量可达 280mAh/g，后者比前

者多出 64%，意味着在其他条件相同的情况下，采用三元锂电池的新能源汽车理论上能比磷酸铁锂新能源汽车多跑 6 成的距离。

不过，由于三元锂电池也有弱点，因为三元锂电池需要用大量的单个电池组合起来，所以电池组的体积十分庞大，虽然在动力输出方面胜过磷酸铁锂电池，却不得不以损失车内空间为代价。而且，三元材料的价格也比磷酸铁锂贵出不少。

从目前的趋势来看，国内新能源车企更倾向于三元锂电池，他们似乎更看重三元锂电池更高的能量密度。足以见得，提高新能源汽车的续航里程是车企考虑的当务之急。（信息来源：锂电商圈 2016-08-01）

企业信息

当升科技获一锂电池发明专利

当升科技 8 月 2 日午间公告，公司申请的“一种锂离子电池正极材料及其制备方法”已于近日获得中华人民共和国国家知识产权局颁发的发明专利证书。

当升科技表示，本发明专利提供了一种锂离子电池正极材料及其制备方法，具体表现为一种改性钴酸锂材料及其制备方法。该材料对钴酸锂或掺杂型钴酸锂的前驱体进行合适的表面共包覆，在保持较高的比容量的同时，具有优异的循环性能和热稳定性，制备方法简单，易于工业化生产。目前，该项发明已应用于公司实际生产中。上述专利权的取得进一步巩固了公司在锂电材料领域的技术领先优势，提升了公司在锂电市场的核心竞争力。（信息来源：中国电池网 2016-08-02）

国轩高科携手康盛股份投 30 亿建动力电池生产基地

合肥国轩与康盛股份有限公司(下称“康盛股份”)及泸州市高新技术产业开发区管理委员会(下称“泸州高新区”)就在四川省泸州市投资建设动力电池基地项目达成合作协议，并于昨日签署了投资合作协议。

公告显示，合肥国轩、康盛股份将入驻泸州高新区投资建设生产和研发基地，预计总投资 30 亿元，总产能 10 亿安时，总占地面积 293 亩。项目分两期建设，其中一期投资 10 亿元，项目建成后，将达到年产动力电池 3 亿安时。

合肥国轩、康盛股份将在泸州高新区注册成立新公司作为投资协议所约定的投资项目的投资主体。合资公司注册资本为 2 亿元，其中，合肥国轩出资 1.3 亿元，占总股权比例为 65%;康盛股份出资 7000 万元，占总股权比例为 35%。

国轩高科表示，该投资及合作项目符合公司战略发展需要，将完善公司动力电池产业在西南地区的战略布局，延伸市场空间，进一步巩固公司新能源汽车动力锂电池的市场领先地位。

据悉，在日前工信部公布的第 287 批《道路机动车辆生产企业及产品公告》中，有超过 20 多款进入《公告》的车型搭载国轩高科的磷酸铁锂电池、锂离子电池。（信息来源：电车汇 2016-08-18）

中科电气：拟 4.9 亿收购星城石墨 97.6%股权 进军新能源领域

23 日早间，中科电气披露重大资产重组方案，公司拟以发行股份及支付现金的方式，向当升科技、曾麓山、深创投等 13 名交易对象购买星城石墨 97.6547%股权，交易作价 48,827.34 万元，其中以发行股份的方式支付

60.06%的整体交易对价，以现金方式支付 39.94%的整体交易对价。现金对价和本次交易相关的中介机构费用由上市公司以首次公开发行股票时的超募资金支付。本次发行股份购买资产的发行价格为 11.66 元/股，将发行 25,149,279 股。

星城石墨曾在股转系统挂牌，主营为锂电子电池负极材料、碳素产品、石墨矿产品、碳纤维材料、石墨稀材料、碳基复合材料。交易对方曾麓山、罗新华、皮涛、斯坦投资、黄越华和刘雅婷承诺星城石墨 2016 年、2017 年和 2018 年经审计的扣除非经常性损益后归属于母公司的净利润分别不低于 3,500.00 万元、4,500.00 万元和 5,500.00 万元，如出现利润承诺期当期期末累计实际净利润低于当期期末累计承诺净利润数额的，将按照《利润承诺与补偿协议》的约定向上市公司进行补偿。

本次通过拟收购星城石墨的股权，将公司业务板块延伸至新能源、新材料领域，星城石墨拥有较强的市场竞争优势，所处行业发展空间较大，具备良好的可持续盈利能力。（信息来源：中国电池网 2016-08-23）

李嘉诚重注押中国电动车市场 抢下第二张准入牌照

2016 年 5 月 17 日，杭州长江乘用车有限公司拿下中国第二张电动车生产企业和产品的准入牌照，是非汽车行业公司拿到的第一张新能源车生产牌照。第一张牌照方北汽新能源依托于北汽集团，其母公司本身已有牌照。

尤其是在工信部近期推出《新能源汽车生产企业及产品准入管理规定》的修订版征求意见稿，拟提升电动车生产企业的进入门槛的大背景之下，这张牌照就显得是如此之弥足珍贵。而根据中汽协有关领导的表述，这样的非车型准入牌照不会超过 10 张。（信息来源：新材料资源 2016-08-23）

猛狮科技斥资 3000 万收购华戎能源 60%股权

猛狮科技（002684）8月19日晚间发布公告，今日公司与姜荣军、唐芬签署了《关于厦门华戎能源科技有限公司之股权转让协议》（以下简称“本协议”），公司以自有资金 3,000 万元受让厦门华戎能源科技有限公司（以下简称“华戎能源”）60%股权，其中 2,400 万元受让姜荣军持有的华戎能源 48%股权，600 万元受让唐芬持有的华戎能源 12%股权。本次交易完成后，公司持有华戎能源 60%股权。

猛狮科技表示，公司收购华戎能源 60%股权后，通过利用华戎能源的行业优势、渠道优势和技术优势，并与公司现有业务结合，有助于公司高端电池业务和清洁电力业务迅速进入军品领域，从而将公司新能源业务融入军队现代化和国防现代化建设，符合公司在新能源领域的战略规划，有利于增强公司的品牌影响力和盈利能力，实现公司的可持续发展。（信息来源：中国电池网 2016-8-20）

技术信息

锂电企业福音 NCM111 材料失效机理最新研究

三元材料容量高，容易合成，是一种性能十分优异的正极材料。三元材料目前面临的最大的问题是如何在较高的容量发挥的前提下保证材料的良好循环寿命。

一般来说电池的充电状态 SOC 指的是整个电池的充电状态，而斯坦福大学的 William E. Gent 等人通过技术手段实现了电极局部 SOC 的观测，这对于研究电极内部的不均匀性具有十分重要的意义。

研究中发现，即使静置 170 小时，在 NCM 二次颗粒中仍然观察到了很

高的 Li⁺的不均匀性，在一个直径 1-3 μm 的二次颗粒内部 Li 的浓度差别可以达到 10%，这与我们所预想的状态有很大的出入。

William E. Gent 认为由于二次颗粒内部的一次颗粒随机排布，导致产生的应力有很大的各向异性，从而导致了 Li 浓度在颗粒内部的差异。这也导致了一个很大的问题，颗粒局部的 SOC 值过高，会导致局部过充，并加快该部分失效，从而导致材料整体的容量下降。

因此优化 NCM 材料二次颗粒的结构，有助于减少颗粒内部应力和 Li 分布不均匀性，从而提高材料的循环寿命。

试验中 William E. Gent 等人采用了共沉淀法合成了 NCM 材料的前躯体，研究发现该材料的二次颗粒的直径在 10-15 μm ，一次颗粒的直径在 500nm 左右。实验中采用了观察 Ni K 边缘吸收光谱的方式表征了 Li 在材料二次颗粒中的分散状态。研究显示，在原始颗粒和完全放电的颗粒中 Li 的分布是十分均匀的，但是在 SOC 值为 0.3 和 0.6 的时候，即便是经过了 10 个小时的搁置，二次颗粒中的 Li 分布仍然十分不均匀。

同时也发现，充电电流和静置时间对这种不均匀性并没太大的影响，充电电流从 1.1C 降低了 C/110，Li 分散的不均匀性并没有太大的改善，静置 170h 锂离子电池分散不均匀的现象并没有明显的改善。

William E. Gent 等人对此做出了假设，颗粒内部的应力和 Li 分布不均匀的产生，主要是由于二次颗粒的形貌造成，而和动力学特征无关，因此一些多孔结构和开放结构的材料展现出了更好的循环性能，这种结构能有效的吸收体积变化，降低充电过程中的应力和 Li 分布不均匀的现象。

该研究给了我们很大的启示，一般我们期望通过限制截止电压来提高

材料的循环寿命，但是通过研究发现，即使在较低的截止电压下，材料内部仍然会发生局部的过充现象，从而造成材料的失效加速。

因此提高 NCM 材料的寿命的方法更多的是依赖于 NCM 材料本身微观结构的改善，在降低局部的不均匀的同时，提高截止电压，从而达到在发挥材料较高的容量的基础上，改善材料的循环寿命。（信息来源：锂粉焙烧技术 2016-08-25）

重大突破 英国实现连续水热法生产高性能磷酸铁锂

近日，伦敦大学学院的 Ian D. Johnson 等人联合开发出一种连续水热法合成高性能磷酸铁锂材料的方法。为了改善磷酸铁锂材料在大倍率放电时的性能，Ian D. Johnson 等人采用了 Nb 元素掺杂的方法，并采用了连续水热法(CHFS)合成了高性能 Nb 掺杂磷酸铁锂材料。

该方法使用超临界水溶解水溶性的金属盐类，使得反应速度大大加快，其最大的优势是能够大量合成纳米材料，在实验室条件下可以达到每天数公斤的量级。

在倍率性能测试中发现，Nb 元素的加入显著改善了材料的倍率性能。例如 10C 倍率下，Nb 掺杂磷酸铁锂材料仍然可以获得 110mAh/g 的比容量，而此时纯的磷酸铁锂材料一般比容量 70-90mAh/g 左右，但是当 Nb 元素的掺杂量超过 1%后，这种改善效果就变得不明显，因此建议 Nb 元素的掺入量控制在 1%左右。

该方法在实验室条件下的产率可以达到 0.25kg/h，与传统的水热法相比，产率得到了极大的提高，并且实现了连续化生产，提高了设备利用率，具备极大的工业化应用潜力。（信息来源：锂粉焙烧技术 2016-08-16）

真菌合成电池电极材料

当面包上长出了霉菌，您也许就直接把它扔掉了。但中英科学家近日表示，这种霉菌在电池的电极材料生产方面有望发挥大作用。

由英国敦提大学教授杰弗里·加德领导、中国科研人员参与的团队在近期美国《当代生物学》杂志上报告说，俗称红色面包霉的粗糙脉孢菌是生物学研究中常用的一种模式生物，他们利用这种真菌合成的锰氧化物在用作锂离子电池的电极材料时表现出色。

在此前研究中，加德的团队发现真菌能通过生物矿化过程生成碳酸盐矿物，其中包括含有毒金属的碳酸盐矿物，而碳酸盐矿物加热后比较容易分解为金属氧化物。因此，他们开始研究能否利用真菌生物矿化过程来合成被广泛使用的电极材料——锰氧化物。此前锰氧化物大多利用非生物方法合成，还没有研究报告阐述真菌也能在这方面发挥作用。

在新研究中，加德团队的科研人员李倩玮等人在红色面包霉的培养基中加入一定量的尿素和氯化锰。经过一段时间培养后，真菌菌丝体上及培养基中产生了大量碳酸锰，将这些物质经过 300 摄氏度的高温加热处理，就会得到真菌与锰氧化物的混合物。这种混合物在用作锂离子电池的电极材料时，具有出色的“循环稳定性”：在充放电循环 200 次后，电池容量的保持率仍在 90% 以上。

加德说，与其他方法相比，这种电极材料合成方法更简单快捷，而且真菌菌丝体在生物矿化过程中可为金属沉积物提供支撑框架。与此同时，真菌菌丝的分支状结构能对化合物起到很好的分散作用，有助于氧化还原反应的发生。

对于下一步研究，加德表示，可能会集中在优化真菌培养条件方面，以便更好地提高所得电极材料的电化学性能，并研究利用其他真菌合成碳酸盐矿物的可能性。（信息来源：锂电商圈 2016-08-23）

美国开发糖类燃料电池 容量密度超锂电池 10 倍

美国弗吉尼亚理工大学(Virginia Tech)宣布，开发出了使用多糖类的燃料电池。这种电池的容量密度比锂离子充电电池高 10 倍以上，该大学表示，“3 年以内就能达到在手机及平板电脑等产品上使用的水平”。该电池是弗吉尼亚理工大学副教授张以恒等人开发的。

此次开发的电池利用由淀粉部分水解获得的麦芽糊精(Maltodextrin)等多糖类以及空气中的氧气来生成电力和水。使用人工合成的 13 种酶而非铂(Pt)作为催化剂，通过对糖做氧化处理来提取电子。

容量密度高据称是因为这些酶提取电子的效率非常高。具体来说，构成麦芽糊精的葡萄糖每个可提取 24 个电子。

目前，这种电池的输出功率密度为 $0.8\text{mW}/\text{cm}^2$ ，电流密度为 $6\text{mA}/\text{cm}^2$ 。使用浓度为 15% 的麦芽糊精时的容量密度为 $596\text{Ah}/\text{kg}$ ，能量密度为 $298\text{Wh}/\text{kg}$ 。据介绍，这些数值“要比锂充电电池的 $42\text{Ah}/\text{kg}$ 、 $150\text{Wh}/\text{kg}$ 高得多”。不过，这种电池的输出电压比锂充电电池的 3.6V 要低，为 0.5V 。

此次电池虽然容量密度及能量密度高，但由于酶的作用速度较慢，因此没有爆炸及起火的危险，这一点与使用氢气及甲醇的普通燃料电池不同。

（信息来源：锂电商圈 2016-08-02）

无线充电渐行渐近

据报道，最近特斯拉对超级充电站的电力传输容量进行了升级。目前加州一些超级充电站的输出电功率已经从 135KW 提升到了 145KW。个别车型在充电半小时后，行驶里程可以达到 273.6 公里，想想都觉得神奇。

这边是特斯拉的超级充电站升级，巩固了自己在电动车充电领域的领头地位。另一边则是 WiTricity 到处和 OEM 主机厂，零部件供应商结盟，力推自家的无线充电技术。

据外媒报道，使用 Wi Tricity 的无线充电技术，输出功率最高可达 11KW，并且充电效率达到了 94%。尽管相比特斯拉的 145KW 还有很大差距，但在大功率无线充电领域已经算是不错的成绩。

在无线充电领域的深耕和在其他领域的开放态度，是 Wi Tricity 得以迅速发展的原因。目前无线充电领域的三大充电标准 Power Mat、A4WP、Qi 都是采用电磁感应进行电力传输，这种技术对传输距离要求比较严格。不过 Wi Tricity 采用的磁共振技术可以实现远距离电力传输，并且可以同时为多台设备充电。值得一提的是，不同形状、尺寸，不同类型的汽车，从奔驰 Smart 到改装卡车，甚至工厂里常见的 AGV 小车都可以使用 Wi Tricity 的磁共振技术进行无线充电。

就在几天前，Wi Tricity 和德尔福签订授权许可协定，为汽车制造商提供商业无线充电技术。而今年初，电动汽车电池供应商 CTEK 和 Wi Tricity 也签订了类似的协议。（信息来源：中国电池联盟：2016-08-08）

市场信息

碳酸锂市场开始降温 价格连续三周回调

碳酸锂市场近期开始降温，价格连续三周出现回调。业内人士指出，下游新能源汽车市场增速放缓是主要原因。同时，全球碳酸锂供应加快释放，对碳酸锂价格形成打压。

8月15日-19日工业级碳酸锂和电池级碳酸锂价格分别下降5000元/吨和7000元/吨，成交价格分别为11.9万元/吨和13.8万元/吨。

西南证券研究报告指出，此前因碳酸锂供不应求及锂矿短缺，碳酸锂价格迅速提升，下游厂家提前备货增加库存以保证原材料供应，控制生产成本。随着碳酸锂价格企稳，下游厂家近期进入消耗库存状态，需求暂时出现小幅回落。另外，下半年锂矿供给将逐渐得到缓解，原有的锂矿核心供应厂商控制力减弱，锂盐价格出现松动。

下游新能源汽车市场销量增速下降也对碳酸锂价格形成打压。中汽协公布的数据显示，2016年前7个月，中国新能源汽车生产21.5万辆，销售20.7万辆，同比分别增长119.8%和122.8%。其中，纯电动汽车产销分别完成16.2万辆和15.3万辆，比上年同期分别增长156.4%和160.9%；插电式混合动力汽车产销分别比上年同期增长53.7%和57.6%。

新能源汽车销量尽管保持快速增长，但增速与去年相比下降明显。中汽协的数据显示，2015年新能源汽车产量达340471辆，销量331092辆，同比分别增长3.3倍和3.4倍。其中，纯电动车型产销量分别完成254633辆和24782辆，同比分别增长4.2倍和4.5倍；插电式混合动力车型产销量分别完成85838辆和83610辆，同比分别增长1.9倍和1.8倍。（信息来源：证券时报网 2016-08-23）

电池市场一周汇总（8.13-8.19）

锂电池

近日电芯市场仍不景气。受 G20 影响，自 8 月 20 日起，浙江地区快递基本停业，永康、金华等对倍率电池用量较多的地区影响较大，部分工厂直接歇业停工，这一情况将至少持续半个月。进口电芯方面，三星 2600 圆柱产品现价格维持在 10-10.5 元/颗，较前期有所下跌但幅度有限。车用动力电池方面，下游需求还未起来，业内人士表示，现在新能源车销量远低于预期，预计最近商用车补贴政策要出炉了，否则年初规划目标将难以完成。

本周五济南电动车展开幕，作为低速电动车行业最具影响力的展会，吸引了数百家企业布展。同比去年来看，今年布展的四轮低速电动车企业明显增多，而配备锂离子电池的产品也开始零星出现，不过仍然显得小众。目前来看低速电动车行业仍待规范，市场需求潜力足够，只看政策如何引导了。

正极材料

至周五，锰酸锂容量型产品主流价在 40000-42000 元/吨，动力型产品主流价在 50000-60000 元/吨，高端产品在 75000 元/吨，较前期下跌 2000-5000 元/吨。近期价格的走低，出货情况一般。目前由于新能源汽车补贴政策尚未明朗，因此下游的帐期又开始拉长，材料厂家回款速度较慢。不少不做帐期的厂家，宁愿价格放低。目前电动工具、平衡车等对锰酸锂的需求量较为稳定，其对应的锰酸锂价格一般在 50000-60000 元/吨之间，因此今年受原料价格的影响，不少锰酸锂厂家加大动力型锰酸锂的生产，提高产品利润率。

钴方面：经过前一轮的上调后，近期海外钴价开始趋于平稳，国内供需双方也暂时得以休整。截止本周五，电解钴主流价格为 205000-215000 元/吨，与上周持平。钴盐方面：由于杭州 G20 峰会即将召开，因此附近地区的生产和运输都受到不同程度的影响，主流三氧化二钴生产厂家报价上调，下游企业纷纷提早签单备货，以避后期断供，成交量较上周有所增加，至本周五，三氧化二钴价格在 138000-142000 元/吨之间，较上周末上涨 4000 元/吨，硫酸钴市场报价在 36000-37500 元/吨，上涨 500-1000 元/吨。

镍方面：本周美联储 12 家地区联储支持提高贴现率的家数由 6 月份的 6 家再提高至 8 家，尽管这并不能表明美联储 9 月加息有多大可能性，但也显示 2016 年至少有一次加息的可能性正在增强。加上内外盘基本金属的分化大幕正逐步拉开，本周镍市场震荡下跌，截止本周五，国内电解镍报价在 76200-77050 元/吨，较上周下跌 3000 元/左右。

碳酸锂方面：本周国内电池级碳酸锂市场报价暂无变化，但市场成交不积极，现市场电池级碳酸锂成交主流报价 130000 元/吨左右，电池级氢氧化锂报价维持在 157000-160000 元/吨左右。天齐江苏在 5 月按计划停产、技改检修之后，已达到 1200 吨/月的产量目标，有效产能(近 1.5 万吨/年)及产品品质得到提升，而射洪基地的优化升级也在持续推进之中；西澳泰利森方面，技术级锂精矿销售火热。另外，电池级氢氧化锂主要用于 NCA、NCM811 等高镍三元以及部分路径的磷酸铁锂正极材料，符合正极材料高镍、高能量密度的技术趋势。伴随全球新能源汽车的放量，2017-2025 松下、LG、BYD 等主流锂电企业对于氢氧化锂的需求量或超预期。

负极材料

本周负极材料市场持稳运行，随着行业旺季的即将来临各厂家出货量情况也开始有所好转，产品价格变动不大。现国内低端负极材料主流报 1.8-2.2 万元/吨，中端产品主流报 4-5.5 万元/吨，高端产品主流报 8-10 万元/吨。近年，随着国内中间相炭微球企业数量的增长，以及技术的不断提高，其产品价格逐年下滑。这在很大程度上提升了其在负极材料市场上的竞争力，目前 G10 在 7.2 万元/吨，价格较上年有明显的下滑。另外，负极材料的扩建热情依然不减。据悉，青岛科硕新材料科技有限公司原有负极材料产能 3000 吨，鉴于新能源汽车市场发展迅速，公司按计划扩建至年产负极材料 6000 吨，目前扩建工作已经完成，正在进行调试，预计 9 月份新增生产线完全投入使用。下游市场，据国家统计局数据统计，7 月新能源汽车产量下滑至 5.5 万辆，较之 6 月 6.6 万辆出现 1.1 万辆的减产。与去年同期相比，增幅达 61.8%；累计方面，1-7 月新能源汽车累计产量达 32.3 万辆，同比增长率达 94.6%。

原料市场，近期国内负极材料主要原料市场价格持稳。现国内大庆石化 1100 元/吨，抚顺二厂报 1200 元/吨，大港石化报 1400 元/吨。天然石墨市场低位持稳，现-195 主流报 2800-3200 元/吨。球化石墨主流报 14000-22000 元/吨，海关数据显示，6 月份国内球化石墨出口量 0.28 万吨，出口金额为 1088.03 万美元；进口量为 56.59 吨，进口金额为 68.64 万美元。针状焦，现国内针状焦价格在 3500-3800 元/吨，进口针状焦价格 450-550 美元/吨。

隔膜

本周锂电隔膜市场整体处于平稳向好的态势，2016 年中国锂电隔膜行

业处于快速扩张期，新增 10.05 亿平米锂电隔膜产能，其中 71%为湿法隔膜，至 2016 年底中国锂电隔膜产能将达 21.16 亿平米。目前隔膜市场整体价格平稳，干法单拉 2.5 元每平米，干法双拉 3.5 元-4.5 元，国产湿法 4.5-5.5 元，进口隔膜价格基本维持在 6-7 元。中材科技本周在某平台上表示，公司 2 亿平米锂电池隔膜生产线目前正在建设过程中，预计年底能安装完成。明年上半年调试试生产，公司隔膜产品主打中高端市场，主要应用于动力电池领域。对于目前隔膜市场情况，中材科技负责人表示锂电池隔膜处于供不应求的状态，短期内趋势不会改变。未来市场会分化，湿法锂电池隔膜产品性能优良，技术门槛高，目前市场为国外厂商垄断，未来会逐步实现国产替代，中长期内市场空间依然很大。对于中低端产品，产能过剩，竞争会加剧，价格大幅下跌。

电解液

本周电解液市场情况尚可，价格相对平稳。现电解液价格在 7-9 万元/吨。出货方面，据山东地区某电解液企业表示，前两个月公司出货量有所下滑，仅在 200 吨左右，进入八月份，公司出货量开始增长，月出货量开始预计在 350 吨左右。另外，对于接下来几个月公司的出货量基本是可以预见的，主要是公司原有客户产能的扩张释放，公司订单量同样开始增长。对于第四季度的市场存在一定的不定因素，尤其是六氟磷酸锂的价格走势，如果其价格飙升过高，势必影响公司电解液的产销量。原料市场，本周六氟磷酸锂价格持稳，现普遍报价在 38.5 万元/吨左右。溶剂市场，本周溶剂市场价格稳定。现溶剂价格为：DMC 为 5500 元/吨左右，DEC 为 13000 元/吨左右。

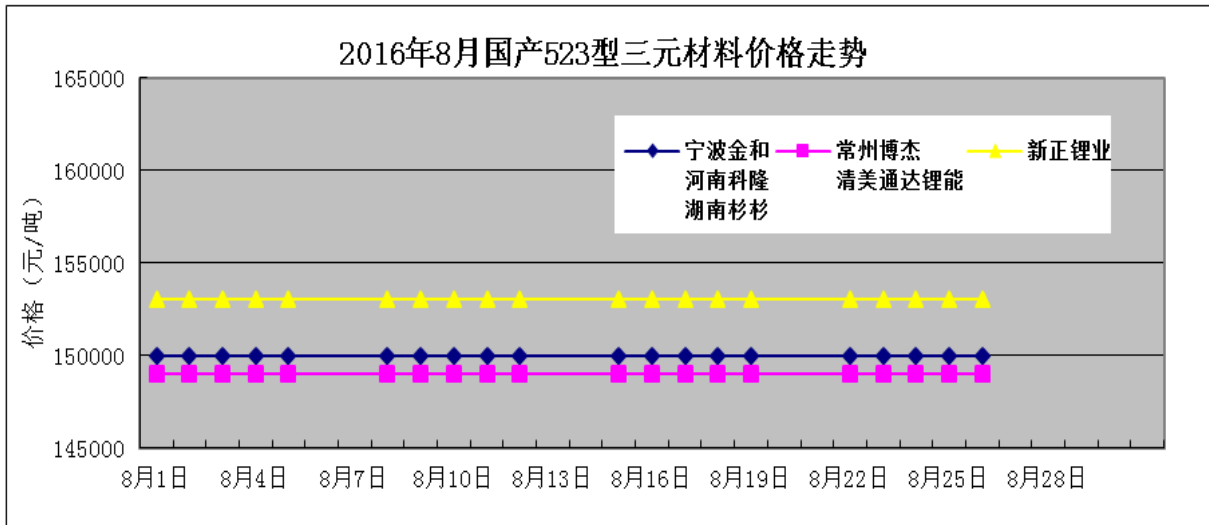
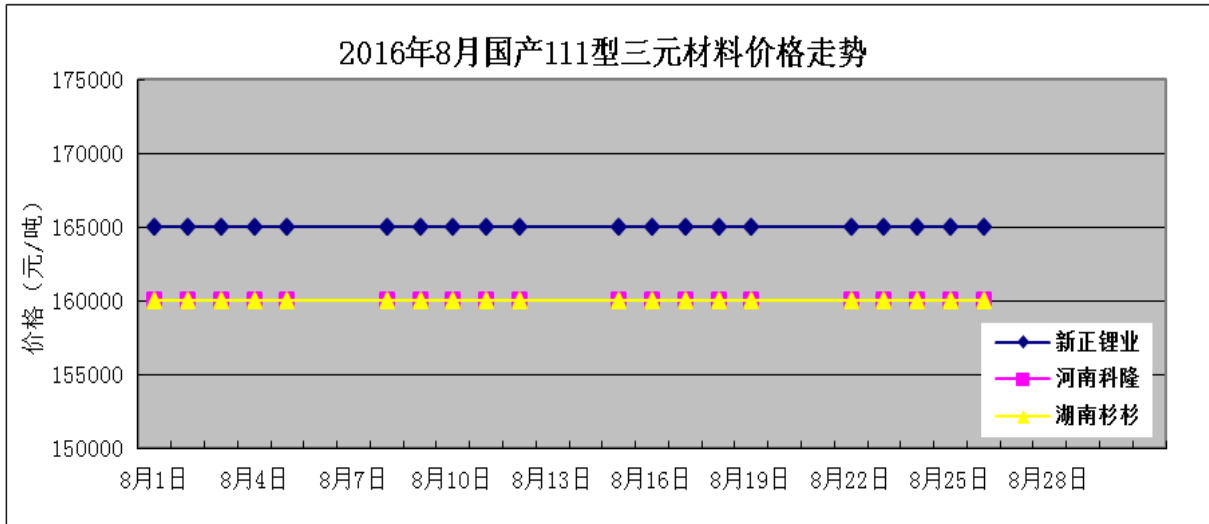
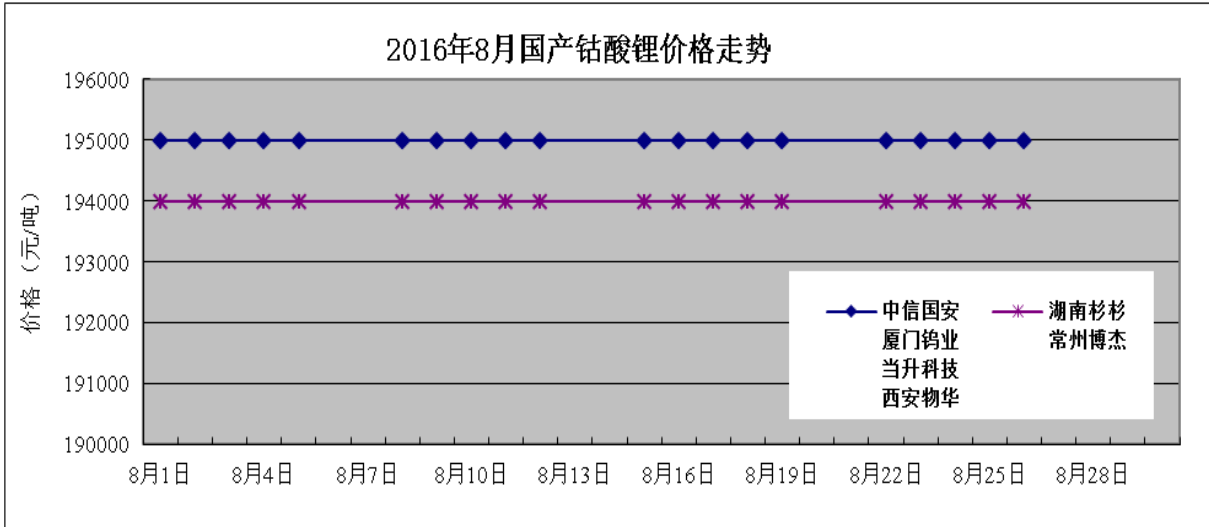
NMP

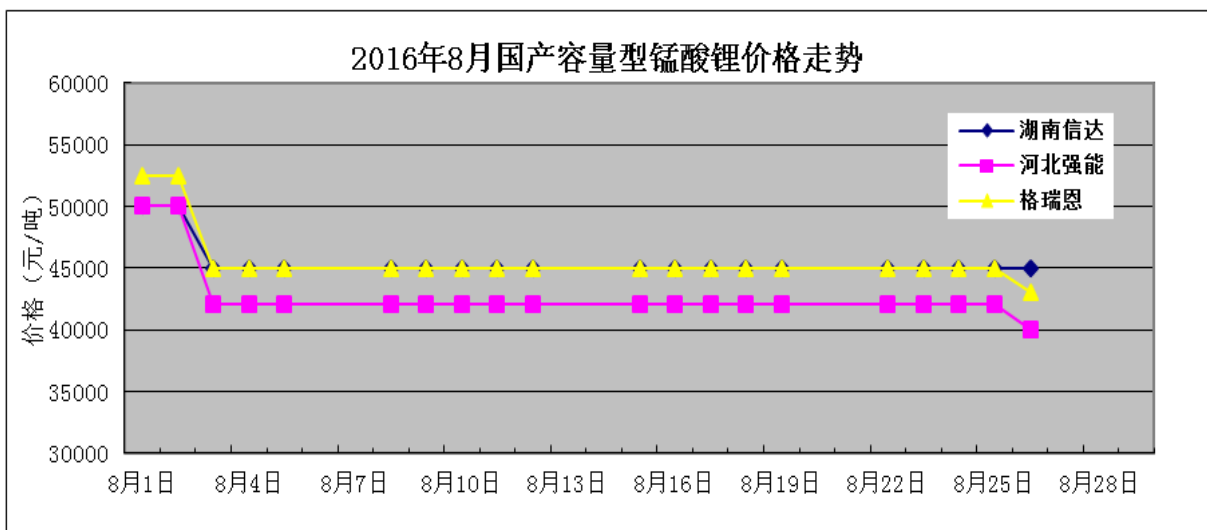
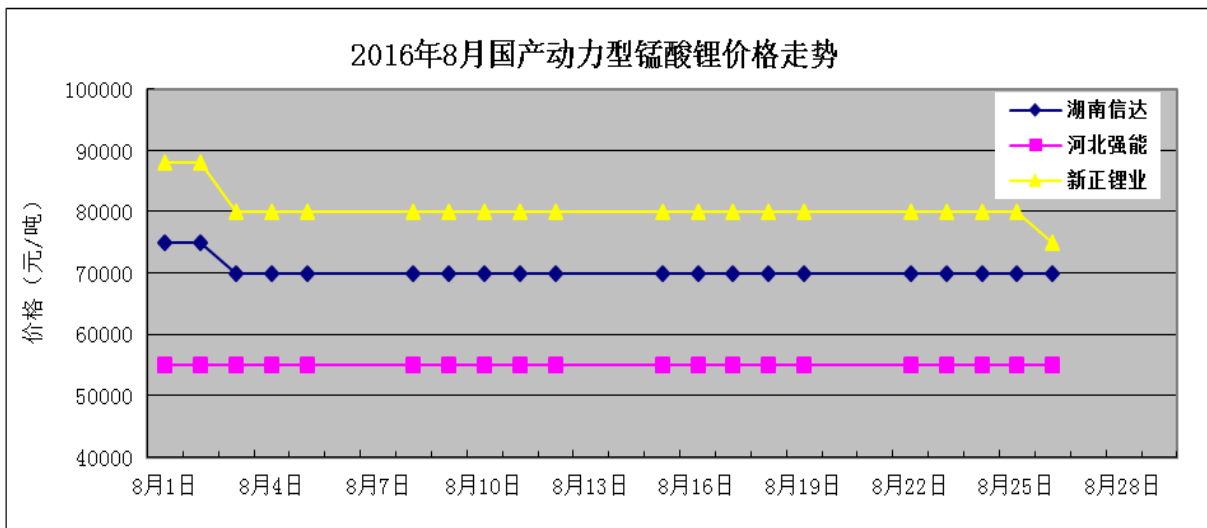
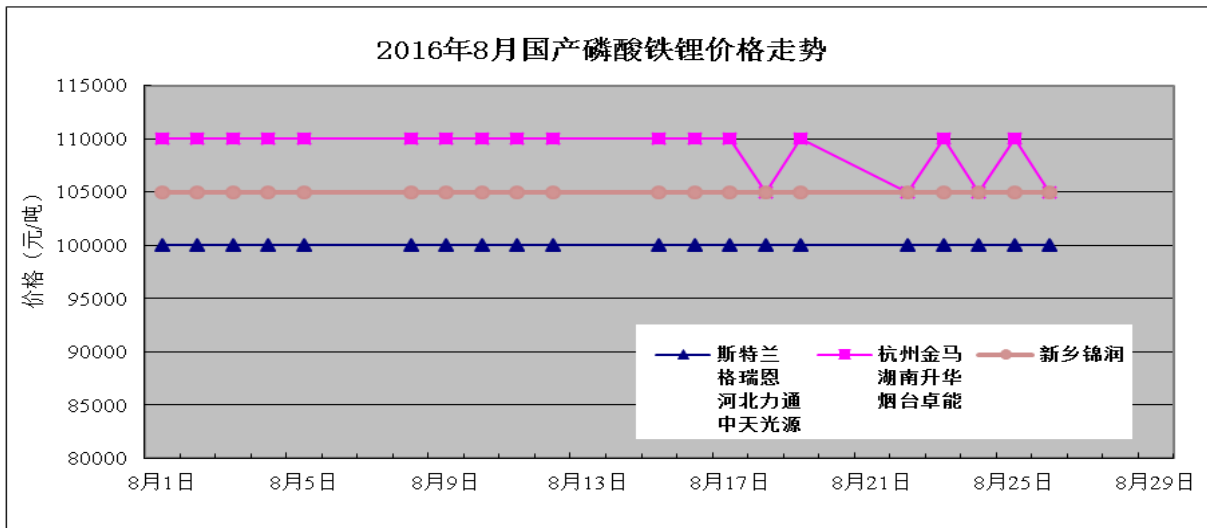
近期国内 N-甲基吡咯烷酮市场窄幅调涨，主要是原料市场供应出现阶段性短缺所致，个别厂家每吨调涨 500 元左右。现电池级 NMP 产品价格普遍在 1.45-1.7 万元/吨。据国内某主要生产商表示，目前国内 NMP 市场基本国产化，产品利润维持在 20%左右。在新能源汽车市场的刺激下，各厂家均有不同程度的扩建，据鑫椏资讯了解，扬中市南扬化工有限公司将在四川万寿建一个产能 4 万吨的 NMP 工厂，预计明年 2 月份左右可以正式投产。

总结

由于“骗补”稽查的结果还未公布，商用车补贴政策至今未出。不仅如此，甚至部分大巴车企业去年的补贴都仍未拿到，目前不管车企还是电池企业都保持观望态度，生产比较谨慎。受此影响，今年销量较为亮眼的反而是平时关注较少的物流车等特种车辆，另外储能市场也表现较好。电池企业表示，物流车市场和储能市场具有原生需求，就算国家不给补贴也有必要使用锂电池，所以在今年补贴政策不明朗的情况下反而表现不错。相对于铅酸电池等传统产品，锂离子电池不管是能量密度还是使用寿命都具有绝对的优势，现在限制其继续扩大“领土”的主要是价格暂时相对偏高，而根据我们测算，随着规模化效应继续显现，不少原材料有不小的降价空间，锂电池的成本有望继续下降，长期我们仍看好锂电的发展。（信息来源：鑫椏资讯 2016-08-20）

2016年8月正极材料价格走势





数据来源：中国化学与物理电源行业协会网站企业自主报价

外文题录

电池材料外文题录节选

1. Insight into cobalt-doping in $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$ cathode material for lithium-ion battery

锂离子电池用 $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$ 正极材料中掺钴研究

摘要：本研究提出了采用固态反应辅助回流工艺的掺钴 $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4/\text{C}$ （掺钴 LFS/C）复合材料的制备和电化学性能。与原 LFS/C 相比，掺钴 LFS/C 复合材料在 100 次循环后 3.0C 时提供了 142.5mAhg^{-1} 的较高放电容量。正电子湮灭寿命谱分析进一步表明，掺钴增加了 LFS 的缺陷浓度和电子导电性。（信息来源：《Journal of Power Sources》2015 年 274 卷 000 期）

2. Effect of outer layer thickness on full concentration gradient layers for lithium-ion batteries

外层厚度对锂离子电池全浓度梯度层状阴极材料的影响

摘要：通过一种专门开发的共沉淀法合成了具有不同外层厚度的全浓度梯度（FCG）层状正极材料 $\text{Li}[\text{Ni}_{0.6-x}\text{Co}_{0.15+x}\text{Mn}_{0.25}]\text{O}_2$ （ $x = 0, 0.01, \text{和 } 0.04$ ）。所有的 FCG 材料由于 FCG 阴极的独特微结构显示出比常规阴极 $\text{Li}[\text{Ni}_{0.58}\text{Co}_{0.17}\text{Mn}_{0.25}]\text{O}_2$ 优异的电化学和热性能。（信息来源：《Journal of Power Sources》2015 年 273 卷 000 期）

3. Study on electrochemical performance and mechanism of V-doped $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$ cathode material for Li-ion batteries

锂离子电池用掺钒 $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$ 正极材料的电化学性能及机理研究

摘要：通过一种回流辅助固相反应合成了一系列 $\text{Li}_2\text{Fe}_{1-x}\text{V}_x\text{SiO}_4/\text{C}$ （ x

=0.00, 0.03, 0.05 和 0.07) 复合材料。电化学测试表明, LFS/ C-5 V 提供了 220.4 mAh g^{-1} 的最高初始放电容量和 $1.60 \times 10^{-11} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ 的最大锂离子扩散系数。研究结果阐明了在 $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$ 中掺杂钒的性质, 证明了钒掺杂是提高 $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$ 电化学性能的一种有前途的方法。(信息来源:《Electrochimica Acta》2015 年 152 卷 000 期)

4. Budding willow branches shaped $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3/\text{C}$ nanofibers synthesized via an electrospinning technique and used as cathode material for sodium ion batteries

通过静电纺丝技术合成的萌芽柳枝状 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3/\text{C}$ 纳米纤维并用作钠离子电池正极材料

摘要: 用一种简单的静电纺丝技术成功合成了萌芽柳枝状 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3/\text{C}$ 纳米纤维。 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3/\text{C}$ 纳米纤维阴极在 0.2C 的电流密度下显示了 106.8 mAhg^{-1} 的初始比容量, 具有优良的循环稳定性, 125 次循环后仍稳定在 107.2 mAhg^{-1} 。简单的合成技术和优良的电化学性能表明, 具有特殊萌芽柳枝形状的这种材料是用于钠离子电池的一种有前途的正极材料。(信息来源:《Journal of Power Sources》2015 年 273 卷 000 期)

5. Li fast ion conductive $\text{La}_{0.56}\text{Li}_{0.33}\text{TiO}_3$ inlaid LiFePO_4/C microspheres with enhanced high-rate performance as cathode materials

用作正极材料具有增强的高速率性能的嵌入 LiFePO_4/C 的锂快离子导电 $\text{La}_{0.56}\text{Li}_{0.33}\text{TiO}_3$ 微球体

摘要: 用一种氨辅助水热法首次制备了具有不同 $\text{La}_{0.56}\text{Li}_{0.33}\text{TiO}_3$ 含量(从 0 wt.% 到 3 wt.%) 的嵌 LiFePO_4/C 单分散球形 $\text{La}_{0.56}\text{Li}_{0.33}\text{TiO}_3$ 复合材

料。充电/放电测试和电化学阻抗谱 (EIS) 测量表明, 嵌 LiFePO_4/C 的 $\text{La}_{0.56}\text{Li}_{0.33}\text{TiO}_3$ 的动力学比 LiFePO_4/C 的更好。嵌 LiFePO_4/C 的 $\text{La}_{0.56}\text{Li}_{0.33}\text{TiO}_3$ 复合材料电化学性能的提高可归因于减少电荷转移电阻, 提高锂离子和电子两者的传输动力学。(信息来源: 《Electrochimica Acta》2015 年 152 卷 000 期)

6. The effect of synthesis conditions on the morphology, cation disorder and electrochemical performance of $\text{Li}_{1+x}\text{Ni}_{0.5}\text{Mn}_{0.5}\text{O}_2$

合成条件对 $\text{Li}_{1+x}\text{Ni}_{0.5}\text{Mn}_{0.5}\text{O}_2$ 的形态、阳离子无序和电化学性能的影响

摘要: 用不同的中间合成步骤以及在相同的最终退火条件下从共沉淀 (Ni, Mn) 氢氧化物中合成了 $\text{Li}_{1+x}\text{Ni}_{0.5}\text{Mn}_{0.5}\text{O}_2$ ($x \leq 0.4$) 粉末。循环过程中 $\text{Li}_{1+x}\text{Ni}_{0.5}\text{Mn}_{0.5}\text{O}_2$ 电化学性能的退化可归因于层状 LiMeO_2 晶格中渐进的阳离子紊乱。(信息来源: 《Electrochimica Acta》2015 年 152 卷 000 期)

7. Improved Electrochemical Properties of Spinel $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ Cathode Materials by Surface Modification with RuO_2 Nanoparticles

通过 RuO_2 纳米粒子的表面改性提高尖晶石型 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ 正极材料的电化学性能

摘要: 用沉淀法成功制备了一系列 RuO_2 改性 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ 材料。

结果表明 RuO_2 改性减少了电极的极化, 防止了电极和电解质的副反应并提高了电极界面处的电荷转移反应, 所有这些都对 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ 的电化学性能有益。此外, 材料在 5 C 和 10 C 速率下分别提供了 104.5 mAh g^{-1} 和 66.1 mAh g^{-1} 的高放电容量, 显示了其优秀的倍率性能。(信息来源: 《Electrochimica Acta》2015 年 152 卷 000 期)

8. Micro-nano structure composite cathode material with high sulfur loading for advanced lithium-sulfur batteries

具有高硫负载用于先进锂硫电池的微-纳米结构复合正极材料

摘要：设计了一种基于聚多巴胺接枝的中空碳纳米纤维 - 硫复合物 (HCNF@ PDA-S) 的微-纳米结构用作锂硫电池正极材料来有效捕集电池所需硫和硫化物。与 HCNF-S 复合材料相比，具有大约 80 wt% 高硫含量的 HCNF@ PDA-S 复合材料显示了较好的电化学性能，提供了 800 mAh g^{-1} 的初始放电容量，0.5C 速率下 200 次循环后保持 530 mAh g^{-1} 。（信息来源：《Electrochimica Acta》2015 年 152 卷 000 期）

9. Influences of La doping on magnetic and electrochemical properties of $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3/\text{C}$ cathode materials for lithium-ion batteries

掺镧对锂离子电池 $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3/\text{C}$ 正极材料的磁性和电化学性能的影响

摘要：用一种溶胶 - 凝胶法成功合成了 $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3/\text{C}$ 正极材料。镧掺杂复合材料表现出比未掺杂材料更好的电化学性能， $\text{Li}_3\text{V}_{1.975}\text{La}_{0.025}(\text{PO}_4)_3/\text{C}$ 显示了最高的容量和最佳的循环稳定性。由于 La^{3+} 掺杂形成的快速锂离子扩散和高结构稳定性是掺镧 $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3/\text{C}$ 正极材料优良电化学性能的主要原因。（信息来源：《Electrochimica Acta》2015 年 151 卷 000 期）

10. Mesoporous Iron Trifluoride Microspheres as Cathode Materials for Li-ion Batteries

用作锂离子电池正极材料的中孔三氟化铁微球

摘要：用聚乙二醇、油酸和十二烷基三甲基氯化铵作表面活性剂通过简便的溶液方法分别制备了中孔 $\text{FeF}_3(\text{H}_2\text{O})_{0.33}$ 微球、六角柱和 $\beta\text{-FeF}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

平方微米棒。所制备的中孔 $\text{FeF}_3(\text{H}_2\text{O})_{0.33}$ 微球显示出增强的贮锂容量和优异的循环稳定性（100 次循环后 142 mA g^{-1} 时为 $159.2 \text{ mA h g}^{-1}$ ）。甚至在 474 mA g^{-1} 的高电流密度下，中孔 $\text{FeF}_3(\text{H}_2\text{O})_{0.33}$ 微球体在 100 次循环之后仍然提供了 95.9 mA h g^{-1} 的放电容量。（信息来源：《Electrochimica Acta》2015 年 151 卷 000 期）

11.Effects of equimolar Mg (II) and Si (IV) co-doping on the electrochemical properties of spinel $\text{LiMn}_{2-2x}\text{Mg}_x\text{Si}_x\text{O}_4$ prepared by citric acid assisted sol-gel method

等摩尔的 Mg (II) 和 Si (IV)共掺杂对用柠檬酸辅助溶胶-凝胶法制备的尖晶石型 $\text{LiMn}_{2-2x}\text{Mg}_x\text{Si}_x\text{O}_4$ 电化学性能的影响

摘要：用 $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{Mn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ and $\text{C}_8\text{H}_{20}\text{O}_4\text{Si}$ 做原材料用一种柠檬酸辅助溶胶 - 凝胶方法成功合成了尖晶石型 $\text{LiMn}_{2-2x}\text{Mg}_x\text{Si}_x\text{O}_4$ ($x = 0, 0.01, 0.03, 0.05$ 和 0.07)正极材料。通过恒电流充放电试验、循环伏安法 (CV) 和电化学阻抗谱 (EIS) 研究了等摩尔 Mg^{2+} 和 Si^{4+} 离子共掺杂对 $\text{LiMn}_{2-2x}\text{Mg}_x\text{Si}_x\text{O}_4$ 电化学性能的影响。结果表明，等摩尔 Mg^{2+} 和 Si^{4+} 离子共掺杂的 LiMn_2O_4 呈现出更好的循环保持和倍率性能。

（信息来源：《Electrochimica Acta》2015 年 151 卷 000 期）

12.High Electrochemical Performance of LiFePO_4 Cathode Material via In-Situ Microwave Exfoliated Graphene Oxide

通过原位微波剥离型石墨烯氧化物制备的 LiFePO_4 正极材料的高电化学性能研究

摘要：所制备的 $\text{LiFePO}_4/\text{MEGO}$ （微波剥离型石墨烯氧化物）比

LiFePO₄/TEGO（热剥离型石墨烯氧化物）具有绝对优势，尤其是在高倍率性能方面。即使在 10 C 和 20 C 的高速率下，LiFePO₄/MEGO 提供了 300.3 Wh · kg⁻¹ 和 229.7 Wh · kg⁻¹ 的优秀比能（分别具有 104.3 mAh · g⁻¹ 和 87.3 mAh · g⁻¹ 的相应比容量），比 LiFePO₄/TEGO 的更好。（信息来源：《Electrochimica Acta》2015 年 151 卷 000 期）

13.Enhance cycling performance of LiMn₂O₄ cathode by Sr²⁺ and Cr³⁺ doping

通过掺杂 Sr²⁺和 Cr³⁺提高 LiMn₂O₄ 正极的循环性能

摘要：用高温固相法合成了尖晶石型 LiSr_{0.1}Cr_{0.1}Mn_{1.8}O₄ 以提高电化学性能。循环伏安数据说明通过 Sr²⁺和 Cr³⁺的掺杂提高 LMO 的大电流充放电性能。在 1, 5, 10 和 20 C 时测量了 LSCMO 正极材料的恒电流充放电。结果表明 LSCMO 提高了容量保持率。（信息来源：《Materials Science and Technology》2015 年 31 卷 4 期）

14.Improving the Electrochemical Performance of LiMn₂O₄ by Amorphous Carbon Coating

通过非晶碳涂覆提高 LiMn₂O₄ 的电化学性能

摘要：用一种新颖的环己酮水热方法首次合成了 LiMn₂O₄，然后通过一种热后处理用碳涂覆进行改性。所制备的裸 LiMn₂O₄ 在 0.1C 时显示出 127.9 mAh g⁻¹ 的高初始放电容量，通过碳涂覆 0.1C 时比容量增加到 138.5 mAh g⁻¹。此外，它表现出更为优异的循环性能，100 次充放电循环后保持了其初始放电容量的 97.76%。（信息来源：《Fullerenes, Nanotubes & Carbon Nanostructures》2015 年 23 卷 8 期）

15.Effect of outer layer thickness on full concentration gradient layered cathode material for lithium-ion batteries

外层厚度对锂离子电池全浓度梯度层状正极材料的影响

摘要：经由一种专门开发的共沉淀法合成了具有不同外层厚度的全浓度梯度 (FCG) 层状正极材料 $\text{Li} [\text{Ni}_{0.6-x}\text{Co}_{0.15+x}\text{Mn}_{0.25}] \text{O}_2$ ($X = 0, 0.01, \text{和 } 0.04$)。与常规阴极 $\text{LiNi}_{0.58}\text{Co}_{0.17}\text{Mn}_{0.25}] \text{O}$ 相比，由于 FCG 阴极独特的微观结构，所有的 FCG 材料都显示出优秀的电化学和热性能。(信息来源: *Journal of Power Sources*, Volume 273, Issue 000, 2015, Pages 663-669)