

电池家族正迎来一批新成员，它们真像电影中描述的那样神奇吗——

电池“变形记”

本报记者 王轶辰



自从纯电动汽车成为市场的焦点之后，关于超级电池的消息就不绝于耳。一次加注只需3分钟的氢氧燃料电池，一次充电续航里程高达1000公里的石墨烯电池，创新电池结构的半固态锂电池……似乎那些长期占据绝对市场份额的铅酸电池、锂离子电池等传统电池，分分钟就要被这些“家族新贵”革了命。

然而，事实真的如新闻里描述的那样么？从电池研发的历史上看，纵使电池行业发展了200多年，市场依然被技术经济性最成熟的铅酸电池和锂离子电池占据；特别是近20年，电池每年能量密度稳定提高3%至6%，已实属不易。一种适用电池的新材料从开发到产业化，周期十分漫长，一般需耗时18至20年。

纵观五花八门的“新型电池”，亮眼的实验室数据无法代表产业化能力，单一指标优势也不能以偏概全，虽然人们都盼望着能够尽快发生电池革命，但可能还需要经历更长时间的等待。

半固态锂电池：结构上的改变

日前，美国麻省理工学院的研究人员蒋业明与一家名为24M的衍生公司合作，提出一种制造锂离子电池的不同工艺：半固态锂离子电池。该发明人宣称不仅有显著降低生产成本，还能提高电池性能，使其更易于回收，这给纯电动汽车性能的提升带来了全新想象。消息一出，引发业界关注。

实际上，这种电池的原理并不复杂，与现有锂离子电池设计类似。电极单元是细小的锂化合物粒子与液体电解液、导电添加剂混合形成的泥浆，电池使用两种泥浆，一种带正电，一种带负电。两种泥浆分别通过铝集电器和铜集电器收集电子，正极室和负极室之间有一个能传递离子、防止电子传递的隔膜。电池的充放电原理和锂离子电池一样，通过锂离子在正极室与负极室穿梭通过隔膜，电子通过外电路传输完成。

“相较于蒋业明之前发明的半固态液流电池，半固态锂离子电池实际上更接近于锂离子电池的设计。”中国科学院物理研究所研究员、电池专家李泓接受《经济日报》记者专访时说，现有的锂离子电池采用多层薄膜电极设计，而这种电池采用厚电极，在结构设计上得到了简化，减少了集流体、隔膜所占的电池总重量的比例，在采用正负极材料相同的情况下，可以提高电池的能量密度，工艺成本有望降低。

半固态锂离子电池由于采用厚电极，单层隔膜，无法实现快速充放电，也意味着在动力上没有优势，这是制约其在电动汽车上大规模推广的一大缺陷。李泓建议说，并不是所有电池应用都对高功率有要求，如果能够找到合适的应用场景，并且在某些技术指标上确实有超越现有锂离子电池的地方，那就可以逐渐拓宽它的应用领域，比如静态储能领域。

但是任何电池的应用都需要综合技术指标满足实际应用的要求，目前，24M开发的半固态厚电极锂离子电池技术还需要进一步全面评价并与现有先进的锂离子电池技术作对比。这种电池目前推广仍存在不少困难，半固态锂离子电池的生产工艺与现有锂离子电池的工艺不完全兼容，生产线设计、品质控制、测试标准、量产工艺等都得从头摸索，防止内部短路的隔膜等关键材料还需突破。

“被市场所接受和在市场上做示范推广是不一样的，从目前的情况来看，该公司的这款电池在能量密度、功率密度、循环性、成本上都不占优势，真正走向市场还需要相当长时间。”李泓说。

全固态锂电池：可靠的安全卫士

电动汽车自燃、手机电池爆炸……随着锂离子电池的大规模民用，关于电池安全事故的新闻不绝于耳，电池使用的安全问题也广受各方关注。不久前，日本丰田汽车公司透露，计划在2020年实现全固态电池的商用化。该公司早在2010年就推出了更安全、寿命更长、功率输出更优的全固态电池原型器件，希望它能在未来取代现有锂离子电池。

细心的消费者会发现，所有的锂离子电池都标有详细的注意事项，乘坐飞机也有严格的携带限制，这是因为锂离



还有哪些地方没有使用电池？

- ➔ 未来社会的发展需要先进电池技术的支持
- ➔ 电池仍然有很多科学与技术问题等待研究
- ➔ 电池的开发十分挑战创造力、智慧、毅力

子电池内带有的有机溶剂具有可燃性，有一定安全隐患。如果要彻底保证电池安全，就要把可燃的有机溶剂用更安全的不能燃烧的固体电解质替换掉。

“固态锂电池有可能显著提高电芯的安全性，是未来电池技术的重要方向。”李泓告诉记者，现有的锂离子电池虽然安全性已经很高，但仍会不断出现安全事故。全固态锂电池没有电解液，不易燃烧和爆炸，不会产生液体泄漏和腐蚀，在高温下寿命不受影响，不易变形，电压允许范围更高。

“更重要的是，现有应用对电池能量密度要求越来越高，在现有技术下，通常电池容量越大越不安全。所以说，全固态电池是一种革命性技术，它可以在保证安全性的同时，提高电池能量密度。”李泓补充说。

不过，单纯强调安全性并不能把固态电池完全推向市场，性能的提升和成本的降低更加关键。“目前固态电池安全性能更高，但是在其他主要性能上，比如充放电速率上，低温特性上与采用液体电解质的现有锂离子电池有显著的差距。这主要是在固体电解质中离子传输的速度较慢，固体电解质和正负极材料界面的电阻很大，这些问题还没有很好解决，所以快充的特性暂时没有发挥出来。”李泓透露，全固态电池在快充时更安全，目前在日本学界的研究中表示其可以快充，但都还在实验室探索阶段，离应用较远。

丰田欧洲先进技术小组博士Chihiro Yada指出，全固态电池面临的技术障碍是功率密度不够高，原因在于电池阴极和固态电解质之间的转移电阻过高。因此，全固态电池开发过程中的主要任务就是提高它的功率密度。

固态金属锂电池的特性使其负极可以使用金属锂，金属锂的容量是目前锂

离子电池中石墨负极的10倍，如果能解决金属锂使用和加工过程的安全性问题，用金属锂作负极，用高能量密度材料作正极，电池能量密度会有1至3倍的提升，而提升能量密度又是降低成本的最有效的办法。“虽然固态电池的制造和设计与现有的方式不一样，到底采用哪种工艺和技术路线还没有确定，但可以肯定这是非常有竞争力的技术路线，固态金属锂电池大规模进入市场最快还需5至10年的时间。”李泓预计。

氢氧燃料电池：汽油的理想替代物

一次燃料加注仅3分钟，续航里程超过500公里，百公里加速10秒……随着丰田Mirai氢氧燃料电池车在今年上海车展亮相后，氢氧燃料电池技术一时成为人们热议的焦点，甚至被认为是汽油燃料的理想替代物。

事实上，日本丰田、本田公司在氢氧燃料电池领域已经研究了30多年，投入了大量资金。早在2014年11月18日，丰田公司就把氢氧燃料电池汽车推向了市场，标志该电池商业化走出了第一步。

氢氧燃料电池的充电方式其实就是加注氢，形式上和加油较为类似，不过氢氧燃料电池则要环保得多。该电池工作原理是氢气和氧气经过离子膜发生化学反应释放电子，产生电能，从而代替汽油发动机发电，最终驱动电动机马达带领车辆前进，而化学反应的产物只有水没有二氧化碳。

“丰田推出氢氧燃料电池汽车，是一个标志性、历史性事件，但并不代表它能够马上进入市场。从理论上说这是一条有竞争力的技术路线，最终不能

商业化还要看其技术的经济性。”李泓坦言，燃料电池加注速度快，一次加氢续航里程长，和汽油相当，且产物是水，从使用过程的环保角度考虑是汽油的理想替代物；但其成本高昂，氢的生产、运输、储存都要克服很大困难。

中国燃料电池领域唯一的工程院院士、中国电动汽车百人会学术委员会委员衣宝廉也表达了同样的观点，他认为，从国际上来看燃料电池汽车已经进入商业化的诱导期，燃料电池车用主要问题基本解决。限制燃料电池车大规模商业化的问题有两件事情，一个是加氢站的建设，一个是进一步提高燃料电池的可靠性和耐久性，同时降低贵金属铂的用量。

目前，汽油、天然气有现成的基础设施可以利用，锂离子电池建设充电桩也有成熟的电网可以利用，而氢氧燃料电池电动车需要重新建立一整套基础设施。以日本的情况来看，建设一个加氢站约需500万美元，大规模建设直接推高成本。此外，氢的扩散性很强，高浓度氢的传输需要铺设专门的管道，配备高压气罐储存，还需要大量电能维持在很低的温度。

“今后消费者选择燃料电池汽车还是锂离子电池驱动的纯电动汽车，需要综合考虑使用的便捷性和经济性，这两种技术可能会在未来展开竞争与合作，不断提高各自水平。”李泓说。

石墨烯电池：看上去很美

2014年底，一条爆炸性的消息让全球电动汽车行业震惊：西班牙Graphenano公司同西班牙科尔多瓦大学合作研究出了首例石墨烯聚合物材料电池。这种电池的寿命是传统氯化电池的4倍，是锂离子电池的2倍。用它来提供电力的电动车最多能行驶1000公里，而将它充满电只需要不到8分钟的时间。

“超级电池”的神奇效果的确惊人，但事实真的如此吗？在不久前举行的石墨烯储能、动力电池产业投资高峰论坛上，中国石墨烯产业技术创新战略联盟披露了一段2015年3月西班牙石墨烯会议期间，与Graphenano公司CEO Mario Celdran就其高容量快速充放电的石墨烯聚合物电池的现场交流视频。

面对中国专家的疑问，Mario Celdran表示，现在电池这块的实用发展阶段还是纽扣电池，利用石墨烯材料做出的纽扣电池在今年六、七月份上市，未来还会进一步应用推进到电动汽车动力电池。目前我们小的电池技术性能已经达标，进一步应用到汽车上时只需叠加起来，进行放大即可。

由此可见，此前网络上流传的关于“超级电池”的报道，与实际出入较大。“目前，通过石墨烯聚合物，做出高性能的纽扣电池是有可能的。但是把纽扣电池的性能直接导入到汽车电池的性能，最多只能是实验室数据，推断存在很大问题。”中国科学院宁波动力电池工程实验室主任刘兆平说。

虽然当前“石墨烯电池”这一名词关注度很高，实际上记者查询资料发现，国际锂电学术界和产业界居然完全没有“石墨烯电池”这个提法。“石墨烯电池的命名从学术的角度看是非常不严谨的，之前我们提到的几类电池在原理、设计上都很清楚，但石墨烯电池的概念目前无法界定，市场炒作成分太大。”李泓表示。

石墨烯有很大的比表面积，相对于石墨，理论上可以携带更多的锂离子，得到和失去锂离子的速度都很快，这种特性给锂离子电池增加容量，加快充放电速度提供了物理基础。但是在试验中，石墨烯直接做负极材料的综合效果并不好，这主要是因为在使用液体电解质的锂离子电池中，在石墨烯表面会发生严重的副反应，产生了不能储能的副产物，使其不能很好地可逆储锂。

“从原理上说，石墨烯用于导电添加剂可能会有更好的表现，但是制备高质量石墨烯的工艺复杂，且成本极高。”李泓直言，现在石墨烯达到量产能力的很少，石墨烯的制备方法很多，要制造真正达到电池级应用的石墨烯导电添加剂，成本下不来，现在和炭黑、碳纳米管相比没有明显优势。而且解决工业级别的石墨烯与现有电极材料的均匀分散非易事，碳纳米管在电池中应用的分散技术研究了近10年才取得了突破。

“石墨烯在锂离子电池中的应用还有许多具体技术难题需要突破。现在不能说石墨烯就没有用，但显然不能夸大其词，任何产品要应用应该考量综合技术指标，必须在产品量级上来讲对比优势才有意义。”李泓补充说。

冷涡：天空“美颜师”

今年夏天，北京的天气给人们带来诸多惊喜：清透的“北京蓝”屡屡再现，天空“颜值”直线上升。与蓝天白云相伴的是隔三差五的雷雨天气，给原本闷热的北京带来丝丝凉意。谁为今夏北京带来如此福利？

“出现蓝天我们要感谢冷涡。”国家气象中心气象服务室的正研级高工王维国说。“6月份是冷涡的活跃期，北京刚好处于东北冷涡的底部，东北冷涡带来的一般是偏北风或者是偏西北风，不容易出现静稳天气，有利于污染物的扩散。再者，冷涡在午后带来一场阵雨或雷阵雨天气，且雨量不大，又促进了污染物的沉降。两方面作用下，出现了北京的蓝天。”

我们要感谢的功臣“冷涡”究竟是何方神圣呢？冷涡实际上是中高纬度地区对流层中、上层的冷性闭合低压环流系统。顾名思义，“冷”，说明它是一个冷性气团，“涡”说明它在逆时针旋转，冷涡的中心附近的气温明显低于四周，故称其为高空冷性涡旋。东亚地区的高空冷涡常形成于贝加尔湖附近，然后经过蒙古国，中国内蒙古和东北地区缓慢东移，常根据其所处地理位置不同而称为蒙古冷涡、华北冷涡和东北冷涡等。

冷涡影响的地区往往带来雨水，天空被洗刷得一尘不染。6月11日至12日，北京连续2天PM2.5浓度为个位数，北京城六区PM2.5浓度一度只有5微克/立方米；6月28日北京开始新一轮降水，雨后空气清新，又现“北京蓝”。北京环境监测网显示，7月1日12时北京PM2.5浓度城六区仅为10微克/立方米，全市范围空气质量优。

冷涡在做天空“美颜师”的同时，也是造成京津冀夏季突发性强对流天气的重要天气系统，并且其影响范围较广，往往会持续数日，在其生成、发展成熟、消亡阶段均可伴随暴雨、大风、冰雹及龙卷风等强对流天气。气象专家指出，京津冀地区除短时强降雨外，其余的强天气一半以上是在冷涡背景下发生的。与冷涡有关的北京地区雷暴大风占到总雷暴大风天气的将近70%，而冷涡环流直接影响的占到42%。“冷涡也分好几种，6月影响我国的主要是冷涡中的东北冷涡。”王维国说。

东北冷涡是活动在我国东北及其附近的高空大型冷空气团，相当于一个冷空气的集散地，不断分裂的冷空气影响我国东北、华北以及江苏安徽两省北部等地，是一种能维持3至4天或更长时间的深厚天气系统。每年的五、六月活动频繁，三、四月及八月较少。东北冷涡所控制的地区，大气呈现上冷下暖的分布，因此，造成大气很不稳定并常常带来强烈的对流性天气。

气象专家指出，东北冷涡可不是冷空气，它是一个冷性气柱，在500百帕天气图上至少能分析出一条闭合等压线；这个冷性气柱呈逆时针方向且不断旋转，在它旋转的过程中，会有一股股冷空气甩出来，产生降水。东北冷涡一年四季都可能出现，但夏季出现的几率要明显大于冬季。它也是造成东北地区低温冷害、持续阴雨洪涝、冰雹和雷暴大风等突发性强对流天气的重要天气系统。

东北冷涡生在东北，缘何会影响北京呢？原来，东北冷涡体形硕大，是夏季冷空气的重要源头，它影响的地方不只东北。东北冷涡活跃时，会不断将冷空气甩进我国东部湿热的空气中。一般而言，干冷空气和暖湿空气交汇处有可能产生雷雨，东北冷涡是一个逆时针旋转的冷性气柱，它在旋转过程中就像下雨时“转雨伞”，雨伞甩出的“雨滴”，就是东北冷涡分裂出的冷空气。当这些冷空气抵达京城时，很容易形成对流性天气，产生强降雨。

7月之后，北京的天气似乎被灰色调占据，至7月7日，北京的天气因为湿度较大，风比较小，有间断性的雾霾天气。北京市民何时才能再见“北京蓝”呢？对于未来的一段时间，气象专家是这样预测的，9号到12号北京天气将转好，这段时间北京市民或可再次见到蓝天。

文/谷夏

军民融合技术装备最新科研成果亮相

本报讯 记者余惠敏摄影报道：由中国科学技术协会和中国兵器工业集团公司主办的中国(北京)军民融合技术装备博览会于7月7日至9日在北京举行。博览会以“推动军民融合协同创新、促进科技助力跨越发展”为主题，吸引近200家高新技术企业齐聚北京，分享国内顶尖的军民融合技术装备最新科研成果。指挥信息系统、单兵作战系统、网络信息安全、无人作战平台、北斗位置服务等高、尖、精的技术和产品在展会上——亮相，吸引了大批观众流连忘返。



左图 可穿戴太阳能电池户外充电不再为难。



下图 无人驾驶智能汽车，将驶向战场。

本版编辑 童娜 郎冰 徐达
美编 高妍
联系邮箱 jjrbxzh@163.com