

氟离子电池距离应用有多远

作为“下一代电池”的潜在竞争者，氟离子电池研发日益受到关注。日本丰田和本田公司、德国亥姆霍兹-乌尔姆研究所、美国航天局喷气推进实验室等机构和中国一些高校已启动相关研究。

专家认为，氟离子电池研发目前仍处于“极其初级的阶段”，进入应用还需要攻克许多难题。但氟离子电池潜力大，未来有可能取代锂离子电池成为主流蓄电池，尤其是室温全固态氟离子电池，一旦技术成熟很可能全面取代锂离子电池。

1 四大优势

在“下一代电池”的诸多方向中，氟离子电池因近年来取得一系列研究突破而备受关注。其工作原理类似于目前广泛应用的锂离子电池，即利用氟离子在正负极之间穿梭进行储能。专家认为，相比于锂离子电池，氟离子电池在能量密度、安全性、原料供应和成本四个方面有显著优势。

追求更高能量密度是可充放电电池研发的重要目标，因为这意味着更强的蓄电能力。文献资料显示，全固态氟离子电池的理论能量密度可接近每升 5000 瓦时，是锂离子电池理论极限的 8 倍。

中国科学技术大学材料科学与工程系教授马骋日前接受新华社记者采访时介绍，氟离子电池使用氟化铜、氟化钙等化合物作为电极材料，其特定质量的电

极活性物质可提供电荷数量是锂离子电池的若干倍，因此能量密度远超过锂离子电池。

在安全性方面，锂枝晶生长是影响锂离子电池安全性的主要原因之一，而氟离子极难被氧化成氟单质，可以避免类似于锂枝晶生长的问题。

在原料方面，氟元素地壳丰度远高于锂元素，目前全球氟的年产量要比锂高出约两个数量级。此外，开采锂矿需要大量水，相比之下开采氟矿对环境影响要小得多。

在成本方面，日本大金工业公司精细化学部公布资料显示，锂电池中常用的原材料钴价格昂贵，而氟离子电池中除了银，其他正负极材料成本较低，理论上氟离子电池每瓦时成本只有锂离子电池的 20% 至 25%。

2 三条路线

早在 20 世纪 70 年代，已有科学家开始研究氟离子电池，但一直未有实质性进展。2011 年，德国科学家率先开发出利用氟化钡镧作为电解质的全固态氟离子电池，氟离子电池研发才获得更多关注的目光。

目前，氟离子电池研发的主要技术路线大致包括室温液态氟离子电池、高温全固态氟离子电池和室温全固态氟离子电池三种。其中，室温液态氟离子电池使用易燃且含氟的有机溶液作为电解液，有安全和环境隐患；而高温全固态氟离子电池需要在高温下运行，仅可能在储能或其他特定场景应用。

室温全固态氟离子电池被认为是最有价值的技术路线。理论上，室温全固态氟离子电池可用于目前锂离子电池的所有应用场景，一旦技术成熟很可能全面取代锂离子电池。

日本非常重视氟离子电池研发，近年来取得一系列重要进展。2018 年 12 月，日本本田研究所、美国航天

局喷气推进实验室、加州理工学院等机构合作在美国《科学》杂志发表论文说，该团队首次制备出采用液体电解质、可在室温下可逆充放电的氟离子电池。

2020 年，日本京都大学和丰田公司宣布试制成功一种原型全固态氟离子电池。日本媒体当时报道说，在同样尺寸或重量下，氟离子电池可提供比锂离子电池更长的续航时间，电动汽车一次充电续航 1000 公里将是“伸手可以触及的未来”。

马骋教授课题组从事室温全固态氟离子电池研究。2021 年 11 月，课题组在德国《斯莫尔》杂志上发表论文宣布设计并合成一种新型氟离子固态电解质，在国际上首次实现室温下全固态氟离子电池的稳定长循环，在 25 摄氏度下持续充放电 4581 小时后，电池容量未发生显著衰减。在此之前，文献中报道的室温全固态氟离子电池充放电循环次数不超过 20 次，被普遍认为是一种难以实现的技术路线。

3 前景和挑战

马骋表示，要使电动汽车一次充电续航 1000 公里以上，锂离子电池也有可能实现，但如果想要通过电池让大型货车、船舶、飞机等更大功率的交通工具达到令人满意的续航里程，就需要寻找能量密度远高于锂离子电池的储能技术，而氟离子电池就是这类技术中一个很有前景的方向。

“氟离子电池研发目前还处于极其初级的阶段。研究者仍在摸索适合的材料体系，具有实用价值和商业

价值的体系尚未出现。”马骋强调，氟离子电池的基础研究阶段仍面临诸多挑战，包括研究者尚未找到具备足够优异循环性能的正负极材料，以及兼具商业化价值和优异性能的电解质等。

马骋认为，要想使氟离子电池技术尽快体现出应用价值，目前仍需增加基础研究投入，解决电极材料、电解质材料等一系列与基础研究有关的难题。

(新华社东京 12 月 25 日电)

摇一摇，“晶体婴儿”也会长得快

新华社东京 12 月 24 日电 轻轻摇晃或搅拌食盐浓溶液，细小的食盐晶体就会出现。古人制盐时就注意到了这种现象，日本研究人员借助现代科技解释了其中原理，即摇一摇这样的机械刺激如何加速食盐“晶体婴儿”生长。

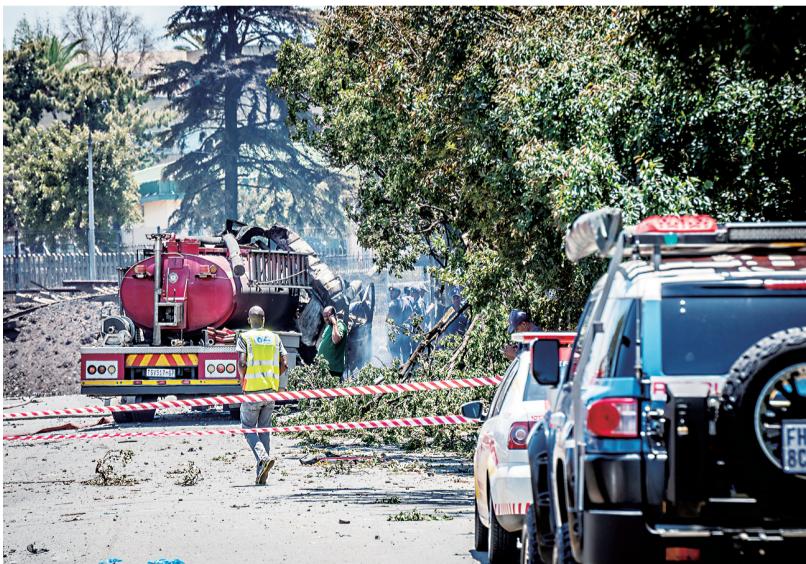
日本东京大学研究人员日前在学术期刊《美国化学协会·核心科学》上发表论文说，他们使用能看清单个原子的高速、高分辨率电子显微镜，成功将食盐晶体在机械刺激下加速生长的现象影像化。

据介绍，晶体形成分为两个阶段，第一阶段生成晶核，研究人员称之为“晶体婴儿”，第二阶段晶体生长。研究团队已于去年使用电子显微镜捕捉到了“晶体婴儿”诞生的场景，今年他们使用的电子显微镜拍摄速率与去年相比快了 10 倍，以 1

秒钟 300 帧的高速影像记录了“晶体婴儿”在缓缓振动的容器中成长的样子。

对这些影像分析结果显示，食盐溶液中的氯化钠分子在被吸收进晶体之前，会聚集到一起形成一种在溶液中漂浮的中间体，研究人员称之为“浮岛”。它会随着容器的振动而移动，如果落在晶核已有的晶体层上，就会产生一层新的晶体层，晶体由此生长。通常“浮岛”形成的速度不快，但如果轻微振动容器或搅拌溶液，“浮岛”形成和变化的速度会加快，“晶体婴儿”成长为较大晶体的速度也随之加快。

研究人员说，同样的方法可用于在分子层面观察其他晶体形成的过程，这有助于药物研发、材料制造等领域开发高效生成高品质晶体的方法。



南非一油罐车爆炸致 10 人死亡

这是 12 月 24 日在南非豪腾省博克斯堡镇拍摄的爆炸现场。南非东北部豪腾省埃库尔胡莱尼市紧急管理部门 24 日表示，一辆油罐车当天在博克斯堡镇发生爆炸，造成 10 人当场死亡、约 50 人受伤。

新华社发