
全固态氟离子电池“涟漪”能否成“浪潮”？

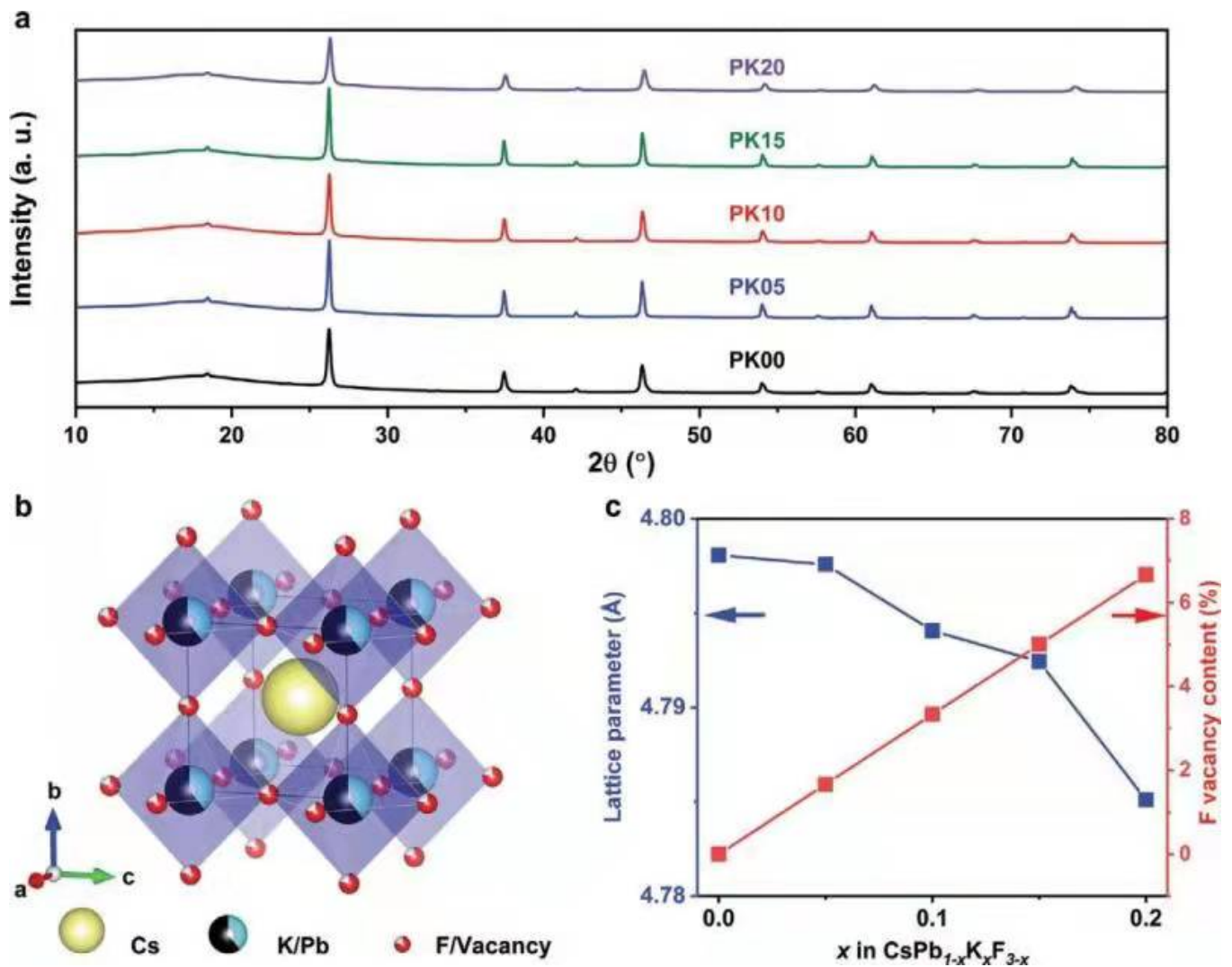
作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/16996.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

全固态氟离子电池“涟漪”能否成“浪潮”？。

随着固态电解质时代的到来，全固态锂电池将是电池领域主力，成为时代的宠儿。但全固态锂电池面临多重挑战，如能量密度有限，伴随锂枝晶的安全隐患，锂元素原料供应紧缺等。谁将是下一代电池的有力竞争者？中国科学技术大学马骋教授认为，全固态氟离子电池或许是一个很有希望、应用前景广阔的方向。



钙钛矿氟离子导体的晶体结构 图片来源：Small

最近，马骋教授团队设计了一种新型氟离子固态电解质——钙钛矿氟离子导体，首次实现室温下全固态氟离子电池的稳定长循环，在25 °C下持续充放电4581小时后，容量没有发生显著衰减。相关研究成果日前刊发于Small。这一成果创造了全固态氟离子电池领域循环时间最长、容量保持率最高的世界纪录，吸引了人们对全固态氟离子电池关注的目光，让人们看到未来电池多元化发展的希望。

将不可能变可能

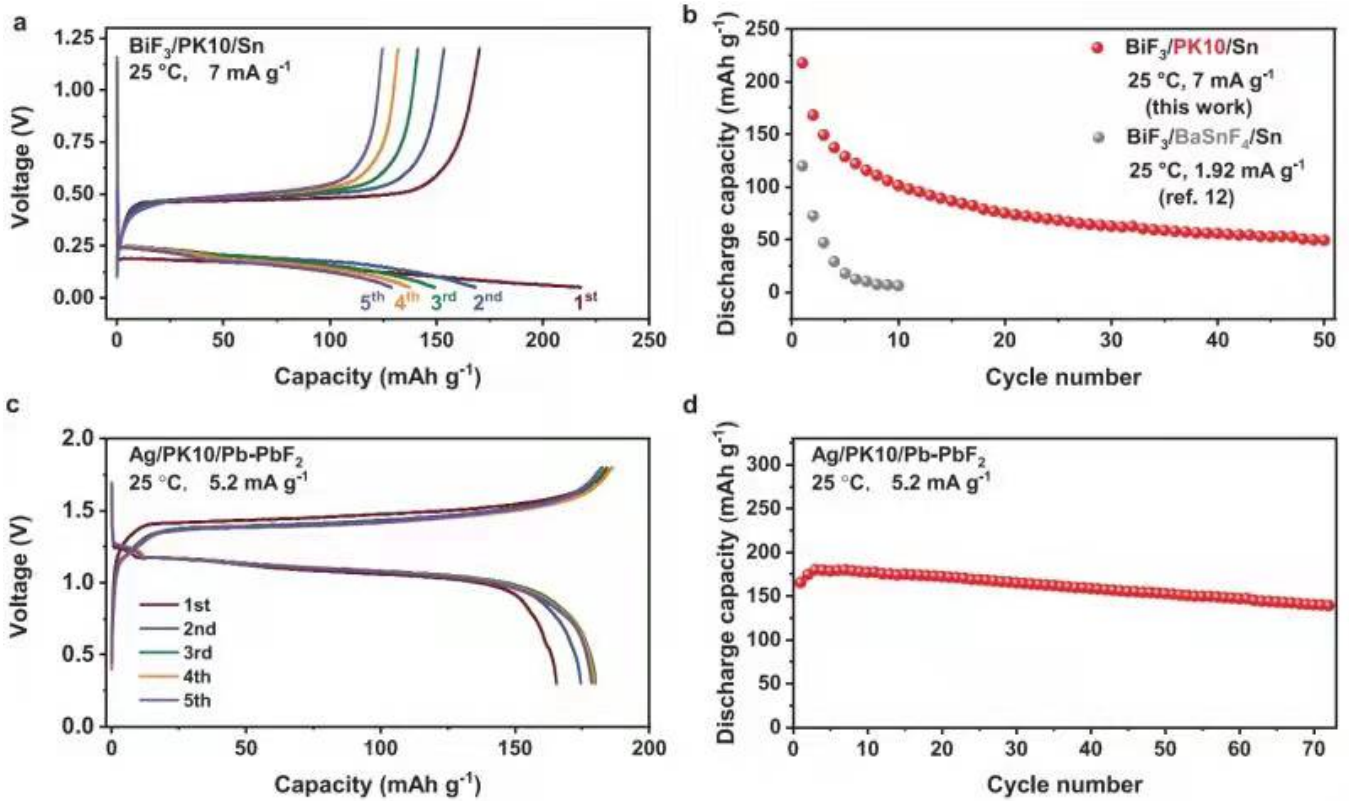
这一成果最重要的意义在于它是一种‘从0到1’的突破。马骋介绍，由于缺乏合适的电解质，氟离子电池在很长一段时间内并不被业界普遍看好，相关的研究也极其稀少，而新型固态电解质的发现则将不可能变成了可能。

3年前，《科学》曾报道一种可以传输氟离子的有机液态电解质，被誉为是氟离子电池里程碑式的工作。但由其组成的氟离子电池在室温下仅实现不到10个循环的稳定充放电，离实际应用存在巨大的差距。

马骋介绍，构筑可传输氟离子的液态电解质极其困难，而且即便成功，也存在安全隐患。相比之下，如果能使用不可燃的无机固态电解质构筑全固态电池，毫无疑问将更有实用价值。但是，这一技术路线也更具挑战：氟离子固态电解质的离子电导率大多偏低，只能在高温下工作；少数全固态氟离子电池虽然可在室温下充放电，但电化学窗口极窄，充放电不到10次容量就几乎衰减为0，没有实际应用价值。

在氟离子电池液态电解质存在死结的情况下，能否避开液态电解质直接探索固态电解质？固态电池时代的到来，坚定了马骋走固态电解质路线的决心。

离子越小、电荷越少，就越有可能在材料中快速迁移，从而成为合适的电池载流子。马骋说，作为固态电解质的载流子，锂离子是除了氢阳离子外半径最小、电荷最少的阳离子，氟离子则是除了氢阴离子以外半径最小、电荷最少的阴离子。在找不到比锂离子更好的阳离子的情况下，氟离子作为与锂离子最接近的阴离子，是一个值得尝试的方向。



以钙钛矿氟离子导体构筑的全固态氟离子电池的室温充放电性能 图片来源：Small

由于可借鉴的案例不多，马骋团队几乎从零起步。他们历时两年研发的新型氟离子固态电解质——钙钛矿氟离子导体，采用了特别有利于阴离子传输的钙钛矿结构，在具备高离子电导率的同时，也拥有较宽的电化学窗口，突破了过去高离子电导率与宽电化学窗口不能兼得的重大技术瓶颈，且对于潮气的稳定性远超全固态锂电池常用的硫化物和氯化物固态电解质。基于这一固态电解质的氟离子电池，在常温下实现超过4500小时的长时间充放电，容量仍然没有显著衰减，性能远远超过了《科学》报道的基于液态电解质的氟离子电池。业内人士认为，这是一个重要的科学突破，让人们看到了全固态氟离子电池实用化的可能。

这个领域有奔头

这是一个存在很多挑战，但同时前景也极为诱人的领域。谈起全固态氟离子电池的未来，马骋兴致盎然。在他看来，在研究中最能给自己带来乐趣的，就是克服这些看似不可能的挑战。氟离子电池固态电解质的重大突破，扫除了其走向实用的一大障碍，让这个长期并不被普遍看好的领域有了奔头。

在新能源电动汽车领域，全固态锂电池是行业的颠覆者。与采用液态电解质的锂离子电池相比，全固态锂电池能量密度和安全性能均有很大提升。目前，在动力电池技术研发及产业化方面，全固态锂电池的地位不可取代。但与全固态氟离子电池相比，其能量密度、安全性能、原料供应的上升空间仍相当有限。

马骋透露，全固态氟离子电池理论能量密度极高，最高可接近每升5000瓦时，约是目前商业化锂离子电池能量密度的8倍，也超过了正在研究开发的锂空气电池。2020年，丰田公司开始研究全固态氟离子电池，宣称一次充电可续航1000公里。

就安全性能而言，全固态锂电池虽然可以杜绝液态电解质带来的易燃易爆与漏液等问题，但锂枝晶生长一直是难以克服的瓶颈，容易造成短路从而构成安全隐患。氟是电负性最强的元素，极难转变为相应的单质，不易发生类似锂离子形成锂枝晶的反应，因此基于不可燃无机固态电解质的氟离子电池，安全性能无疑更好。

在原料供应方面，氟元素的地壳丰度远高于锂元素。相关统计数据显示，氟元素的地壳丰度是锂元素的50倍左右，氟离子电池在原材料供应方面的压力远低于锂离子电池。马骋告诉《中国科学报》，我国萤石（主要成分是氟化钙）资源在全球优势明显，如果氟离子电池能成功的话，就可以充分利用这个优势，对中国的发展具有独特意义。

小荷才露尖尖角

全固态氟离子电池‘小荷才露尖尖角’，如同是一个初生的婴儿。马骋坦言，这一技术虽然具有独特的优势和良好的应用前景，但未来发展仍面临很多挑战。

当前，关于全固态氟离子电池的研究，在全球范围内相对来说还非常少，研究团队寥寥无几。马骋分析说，为氟离子电池构筑液态电解质极其困难，且容易起火，安全风险大；固态电解质整体性能堪忧，过去业界一直不看好这一类型的电池，研究力量相当薄弱，只有更多的力量关注这个领域，才能促进相关瓶颈的解决。

全固态氟离子电池由固态电解质、正极材料、负极材料共同组成，而只有三者同时具备优异的性能，这种电池才有可能投入实际应用。马骋表示，他们此次报道的新材料克服了固态电解质的瓶颈，但目前仍然不存在性能令人满意的正极材料和负极材料。这也将成为课题组今后的重点攻关

方向。

全固态氟离子电池要想真正走进‘寻常百姓家’，不仅需要基础科学的突破，还需要综合考虑成本和可持续发展，因此很可能仍然要经历一个漫长的过程。马骋认为。但是，钙钛矿氟离子导体的发现为这些问题的解决带来了希望。一旦成功，全固态氟离子电池将以优异的安全性和极高的能量密度对新能源汽车、储能等重度依赖电池技术的领域造成颠覆性的改变。（来源：中国科学报桂运安）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1002/sml.202104508>

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。

作者：马骋等 来源：Small

更多科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发