
电池也“怕冷”？他们破解钠金属电池的“低温焦虑”

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/30066.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！

电池也“怕冷”？他们破解钠金属电池的“低温焦虑”。寒潮将至，你有没有这样的烦恼：气温降低，很多电池不光充不进电，续航能力还会大打折扣，甚至冻到关机。

近日，中国科学院苏州纳米所研究员吴晓东、河海大学教授许晶晶与中国科学院物理所研究员李泓等合作，发现在低温和快速充电条件下，一种新型电解液能让钠金属电池展现出优异性能。该研究成果发表于《先进功能材料》。

该成果也得到了评审高度认可，该工作报告了一系列具有不同氟代位点的乙酸乙酯基电解液，并将其应用于超低温快充钠金属电池中。我认为该工作的重要性与创新性达到该领域的前5%，工作整体评分可达该领域的前15%。

电池也想冬眠

一到冬天，不少人都会觉得，好好的电池怎么不禁用了？不管是手机还是电动汽车，充电慢、掉电快，成了普遍的问题。

原来，这和电池的构造有关。除了正负极外，电解液也发挥着重要作用，就像是电池的血液，让导电离子能顺畅地在正负极之间往返穿梭，存储或释放电能。同时，在电池充放电过程中，电解液还能在电极表面分解并形成一层保护膜，即SEI层（固体电解质界面）防止电极与电解液间持续的副反应发生，从而延长电池寿命。

目前，钠金属电池由于原料丰富、成本低廉、能量密度高，成为电化学储能领域代替锂电池的理想选择之一。论文通讯作者吴晓东告诉《中国科学报》，然而低温会明显影响钠金属电池的表现，我们认为目前影响钠金属电池低温性能的关键因素还是电解液。

简单来说，钠金属电池中，钠离子通过在正负极间的迁移来实现电能的存储和释放，其在电解液中的传输就像一场接力赛：如果把钠离子看做接力棒，电解液中溶剂分子间相互作用形成的溶剂化结构就是交接棒的运动员，钠离子通过溶剂化结构快速传输。这场接力赛的终点是电极，钠离子要摆脱电解液，穿过守门的SEI层，才能抵达钠电极界面，并均匀地沉积，这对电池的充放电至关重要。

目前常用的商业电解液大多为碳酸酯基电解液，这些电解液存在低温易凝固、离子传输动力学缓

慢、脱溶势垒高以及界面稳定性差等问题，严重影响了钠离子的迁移以及电池的低温性能。吴晓东告诉记者，如果能找到一种新型电解液，促进钠离子在负极侧实现稳定的剥离和沉积，也许能更快速高效地实现钠金属电池的产业化。

钠金属电池新思路

2011年，瞄准先进电池的广阔前景，苏州纳米所组建了储能材料与器件课题组（锂电工程应用中心），专注于先进电池关键材料及应用研究和开发。

2018年，吴晓东带领团队开始了锂钠金属电池新型电解液的研究。一个新电池体系要想被应用，满足应用场景要求是关键。在吴晓东看来，金属电池的低温性能一直未得到足够重视，他们决定分三步走，尝试解决这一问题。

首先要调控钠离子溶剂化结构，降低钠离子的脱溶剂化势垒，也就是得锻炼交接棒的运动员，更快地传递钠离子的接力棒，让其高效地从溶剂化状态转变为自由状态；其次，还得保证电解液在低温下拥有足够的盐溶解度，保持良好的电导率；最后，要构建稳定的电极界面，促进负极侧钠离子的快速沉积。

我们通过引入具有强电负性的氟原子来改善电池低温性能。吴晓东告诉记者，氟原子具有强吸电子效应，会降低电解液溶剂分子周围的电子云密度，削弱氟代后的溶剂分子与钠离子之间的相互作用，从而降低钠离子从溶剂分子中脱离的难度，其在电极表面的沉积速度会相应加快。

吴晓东团队先通过理论计算分析了溶剂分子的物化性质，确定了溶剂化结构，再用X-射线光电子能谱、飞行时间-二次离子质谱和电化学性能等测试手段，详细分析了几种不同位点所进行的氟代分子的调控行为，最终找到了一种新型电解液——2,2-二氟乙酸乙酯（DFEA），能实现最低的钠离子结合能。

使用该电解液组装的钠金属对称电池在低温-20 °C下实现了超1500h的稳定循环，同时全电池可以在-40 °C下稳定循环150圈，具有良好的低温性能。吴晓东解释道，我们的工作为进一步推进钠电池的应用提供了新思路。

走出弯曲的直线

我们在前期的研究中走了许多弯路。说起研究中的波澜，吴晓东无奈地笑了笑，幸运的是，这些弯路都不算白走。

由于钠金属电池是个很新的方向，业内对钠金属电池的认识也比较粗浅，吴晓东团队只能摸着石头过河，先从锂电池入手，积累经验。

研究之初，我们做的电解液研究主要集中于锂电池相关方向，希望从中获取经验。但我们很快发现二者之间存在着很多差异，包括钠盐与锂盐的溶解度、不同金属的反应性差异、相同溶剂在锂/钠电体系中的反应环境差异、电池隔膜选择等多方面。吴晓东说，为了应对这些问题，吴晓东团队阅读了大量文献，并反复进行实验验证，这段看似曲折的弯路实际给后续打下了坚实的基础。

选准方向，坚持不懈。当被问及这段科研的心路历程时，吴晓东没有犹豫，简洁明了地概括成八

个字。



吴晓东（左四）及团队（受访者供图）

这也是吴晓东带领团队身体力行的准则。虽然研究取得了一定进展，但我认为还有不足需要完善。吴晓东告诉记者，目前我们还未能实现更大电流密度下的高效长循环，后续还将朝着实现更稳定的钠金属循环而努力。其次，从应用的角度，电池需具备较宽的工作温度，尽管本研究实现了超低温下的有效循环，但在60 °C高温下的循环表现尚不理想，还得进一步攻关以满足实际应用的需求。（来源：中国科学报 赵宇彤）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1002/adfm.202414652>

作者：吴晓东等 来源：《先进功能材料》

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