

---

# 新技术让锂金属电池从“偏科”变“全能”

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/35126.html>

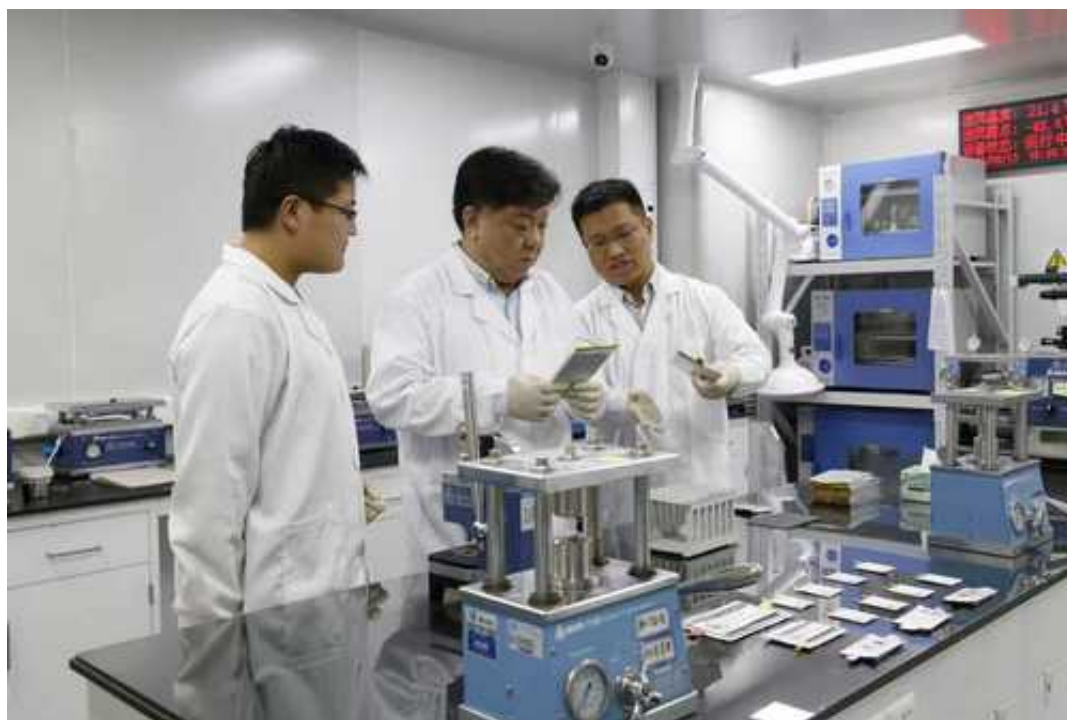
本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

## 新技术让锂金属电池从“偏科”变“全能”

。生活中，几乎每个人都曾因为手机电量行将耗尽而焦急不已。此时，相信人们的心中都会涌起一声感叹——如果手机的电池容量能再大点儿该多好！

“手机电池只是可充放电池的一个很小应用。如今，随着电动交通、人工智能等技术的发展，人们对高能量、长续航可充放电池的需求正变得日益迫切。”天津大学材料学院教授胡文彬告诉《中国科学报》，单位电池中可容纳的电量多少被称为能量密度，如何在重量更轻、体积更小的情况下，提高电池的能量密度，这已成为电池领域需要攻克的重大技术挑战。

不久前，胡文彬领导团队与合作者联合攻关，在国际上首次提出锂金属电池电解液“离域化”设计理念，并研制出能量密度超过600瓦时/公斤的软包电芯和480瓦时/公斤的模组电池，比传统锂电池的能量密度和续航能力直接提高了2~3倍。相关成果已经在《自然》在线发表。



胡文彬（中）与团队成员 受访者供图

?

---

## “偏科”的锂金属电池

当前，可充放电池的“主流”是锂电池，这几乎是一件众所周知的事情。但很多人不知道的是，锂电池还有一个全名——锂离子电池。

“锂离子电池的结构并不复杂，主要由某些氧化物材料构成的正极、石墨材料构成的负极，以及夹杂着锂离子的电解液构成。”胡文彬团队成员、天津大学材料科学与工程学院教授韩晓鹏说，锂离子电池的充放电过程，其实就是锂离子在正负极之间不断嵌入和脱嵌的过程——充电时，锂离子从正极脱嵌，经过电解质嵌入负极，负极处于富锂状态；放电时则相反。

不难看出，决定锂离子电池能量密度的重要因素，在于电池的正负极能够容纳多少锂离子，而目前锂离子电池能量密度不高的主要症结就在于此。

韩晓鹏告诉记者，目前用来制作锂离子电池负极的材料主要是石墨。这种材料有其优点，比如造价低廉、性能稳定且十分安全，但它的缺点也十分明显——对锂离子的容纳能力不足。这直接导致电池能够“充入”的电量不多，从而显著影响电池的续航能力。

对此，目前科研人员已经研发出新的替代方案——锂金属电池。

“相较于锂离子电池，锂金属电池最大的变化便是将负极的制作材料由石墨变为纯金属锂。”胡文彬说，这一改变大幅度提升了负极对于锂离子的容纳能力，但同时也带来了一系列新问题。

比如，锂金属的造价要比石墨高很多，且锂元素的性质十分活跃，极易与周围环境发生反应。“更重要是的，科研人员还要解决锂负极与正极以及电解液之间的适配问题。”胡文彬说。

在这个问题上，目前传统的电解液设计主要依赖溶剂主导或阴离子主导的溶剂化结构，很难同时兼顾电池能量输出和循环寿命的提升要求。

“简单来说，就是目前的电解液设计往往只能集中于电池的一种特性，即要么集中于提升电池容量，要么集中于提升电池的耐久度……总之，不能实现性能的全面兼顾。”韩晓鹏解释说，这就好比是一个严重偏科的学生，只能有一科成绩优秀，其他学科则十分平庸。

胡文彬团队的目的就是想让锂金属电池这名“偏科生”能够“全面发展”。

显著提升的电池性能

研究中，该团队提出了一种全新的“离域电解液”设计理念，其核心思路是通过引入多样化的电解液微环境，增加溶剂化环境的无序性，优化整体电解液性能。

“离域电解液主要由多种锂盐和溶剂组成，为了突破传统电解液系统的局限，就要实现在溶剂化结构分布上的点、线、面的跨越，使锂离子能在多个局部环境中协调，从而提高锂离子的扩散性，提升电池整体性能。”韩晓鹏说。

为实现这一目的，研究人员借助人工智能，对近300种溶剂和100种锂盐的分子结构进行了计算和评估，根据评估结果对溶剂和盐进行分类。通过分析，他们选取了表现最佳的类别，并将其用于离域电解液的设计。

---

为验证离域电解液设计的有效性，研究团队用这种电解液组装了多款高能锂金属电池。在一系列测试中，电池成功实现了超过600瓦时/公斤的能量密度，这已经是目前世界范围内能量密度最高的锂金属软包电池，且经过100次循环后，电池的能量密度仍未出现明显衰减。

“这足以证明了离域电解液显著提升了电池性能，特别是在能量密度和循环稳定性方面的优越性。”韩晓鹏说。

在安全性方面，研究人员进行了一系列的热失控和机械冲击测试，结果表明，采用离域电解液的电池在热和机械稳定性方面表现出更高的性能，且气体释放显著少于现有的锂金属电池，显示出更好的安全性。

用电池为产业发展“松绑”

为进一步验证离域电解液在大规模应用方面的潜力，研究团队已经组装了一台3.9千瓦时的锂金属电池组。该电池组的能量密度达到了480.9瓦时/公斤，并在25次循环后保持稳定性能。

受访时，胡文彬表示，一旦这种大规模应用成为现实，将在很多方面为相关产业的发展“松绑”。

“目前，电池能量密度过度，续航力差的问题束缚着很多产业的发展。”他以手机为例解释说，对于消费者而言，电池能量密度低导致很多手机最长也要一天充一次电，否则难以保证正常使用。但如果能将手机电池的能量密度提升，“一周两充”将不再是奢望。

这还不是最重要的，因为电池能量密度还直接制约了手机屏幕的扩大以及相关程序的安装量，毕竟过大的屏幕以及过多的程序会消耗更多电量。“但是，如果手机电池的电量可以提升两到三倍，手机的未来发展将会得到比现在大得多的空间。”胡文彬说。

此外，伴随着我国低空经济产业的发展，无人飞行器的电量问题也将变得越来越明显。“电量直接制约无人机的飞行里程，甚至引发‘里程焦虑’。”他说，类似情况也会出现在我们对于深海乃至太空的探索过程中，而解决这些“焦虑”的最主要途径，就是在保持电池体积大体不变的前提下，大幅提升其能量密度。

“总之，随着相关技术产业的快速发展，人们对于高能量电池的需求将会日益增加，而我们的高能锂电池技术有望在这些领域提供更高效率的能源解决方案，这也是我们未来将继续努力的方向。”胡文彬说。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41586-025-09382-4>

---

作者：陈彬,刘晓艳 来源：中国科学报

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