

---

# 美国马里兰大学实现水系电解液新突破

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/17328.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！

## 美国马里兰大学实现水系电解液新突破。

北京时间2022年2月8日0时，美国马里兰大学王春生教授研究团队在Nature Energy上发表题为Aqueous electrolyte design for super-stable 2.5 V LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> / Li<sub>4</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>12</sub> pouch cells的新研究。

课题组通过三元共晶的电解液设计，在4.5 m (mol/kg) LiTFSI低浓度下实现优于传统高浓度 (≥ 21m) 盐包水电解液的电化学稳定窗口，使得LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> / Li<sub>4</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>12</sub>软包电池能在实际应用的条件下稳定工作。

论文通讯作者是王春生教授，第一作者是徐吉健、吉晓。

水系电池的盐包水电解质 (WISE) 和非水系电池的超浓电解质极大地扩展了这些电池体系的电化学窗口以及能量密度。这是因为电解液中的大量盐聚集体 (AGG) 使得盐优先于溶剂分解，在电极上形成稳定的界面层，从而提高了它们在宽电压范围内的稳定性。对于水系电解液，大量工作通过将盐浓度增加到 27.7 m 熔融水合物电解液、28 m 双盐包水电解液、40 m 混合阳离子电解液、55.5 m 锂盐一水合物电解液、63 m 离子液体电解液来减少锂离子溶剂化鞘中的水分子，从而进一步扩大电解液的电化学稳定性窗口。然而，即使不计成本将盐浓度提高到63 m，WISE 的阴极电位也仅到 1.75 V，总的电化学稳定窗口 < 3.25 V。虽然盐浓度的增加降低了水分子的溶剂化数，却没有抑制水的还原。如果SEI的强度不足以使水从锂离子中脱溶剂化，则锂离子溶剂化水将被还原并冲刷掉形成的SEI。添加有机溶剂、凝胶聚合物也是能够大量减少电解液中水含量的简单策略。然而，这些有机溶剂、凝胶聚合物是易燃的，其引入有损水系电解液的安全性。

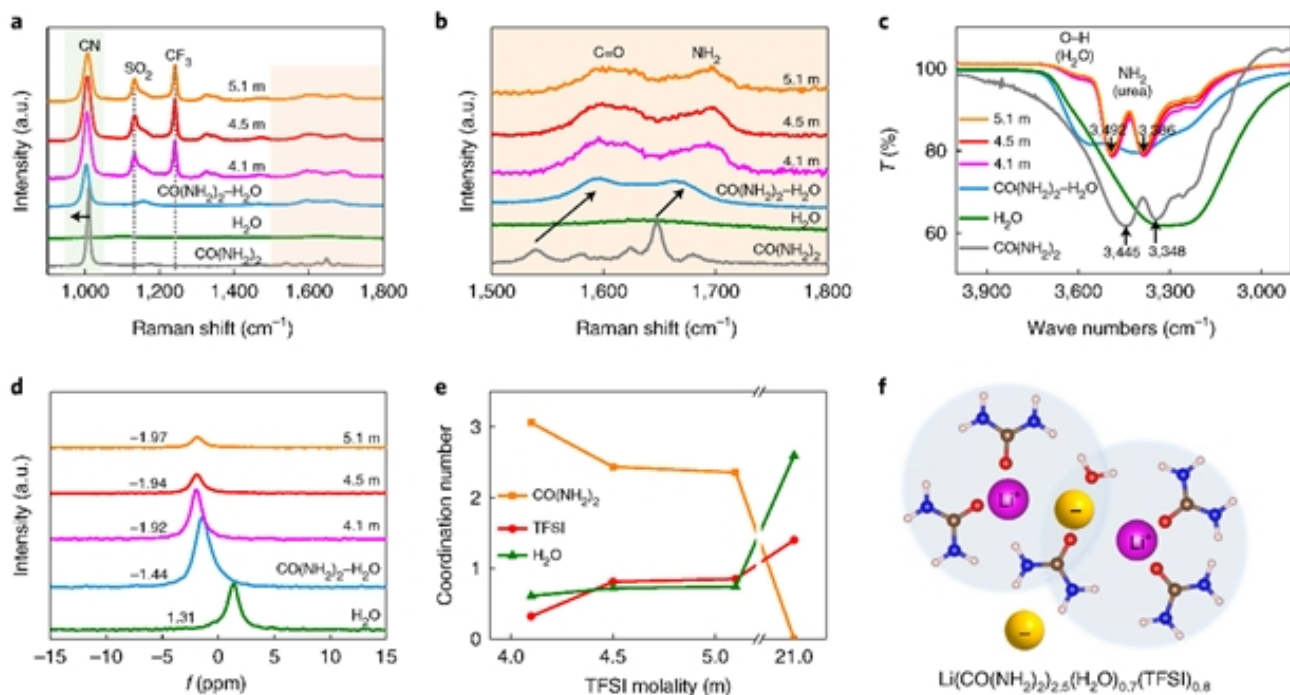


图1：分子间作用力的研究

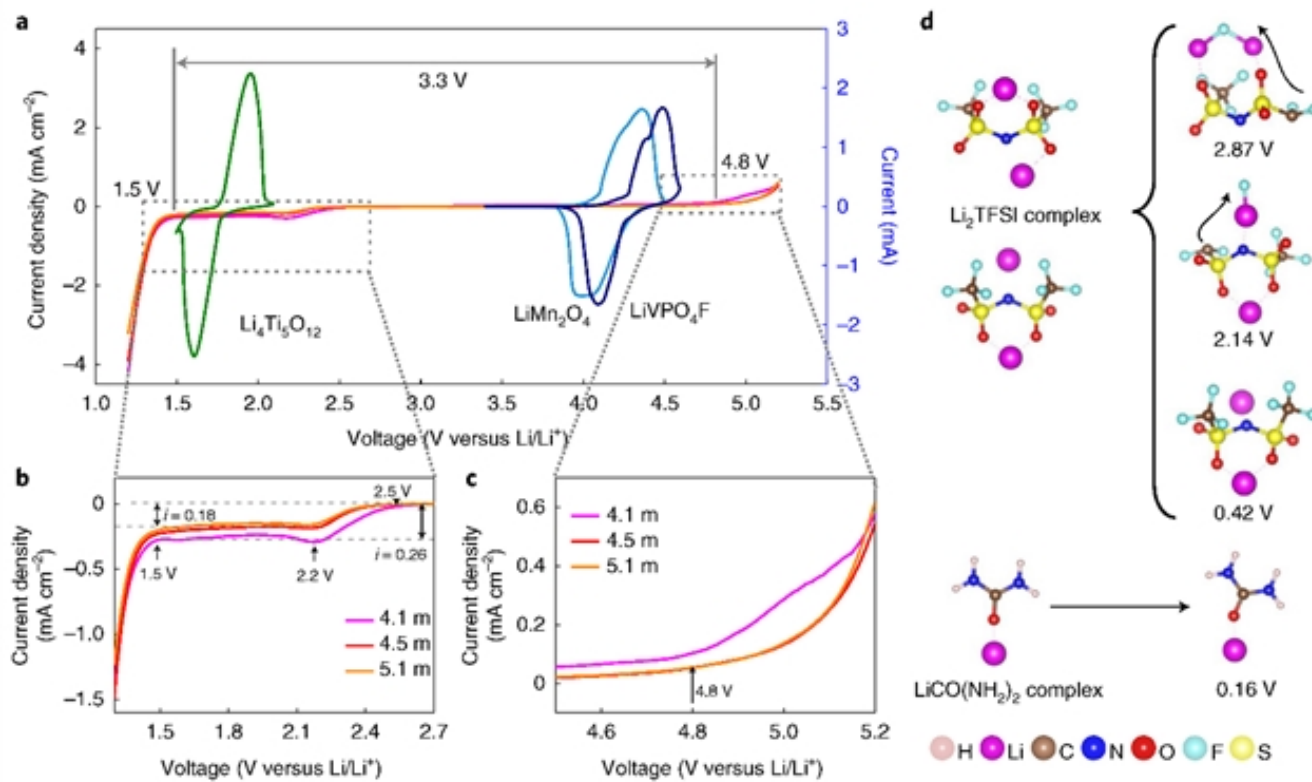


图2：水系电解液的电化学稳定窗口

美国马里兰大学王春生教授研究团队通过三元共晶的电解液设计，其中以 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 为例，在4.5 m LiTFSI低浓度下将水系电解液电化学稳定性窗口扩大到3.3 V，其中阴极极限电位为1.5 V。电解液中锂离子溶剂化鞘中的水分子数从盐包水电解质（WISE）的2.6降低至0.7，在KOH催化下 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 和LiTFSI还原形成稳定的LiF/高分子双层SEI。该电解液使得 $\text{LiMn}_2\text{O}_4$   $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 软包电池能在贫电解液（3 g/Ah）、厚电极（面容量2.5 mAh/cm<sup>2</sup>）、低正/负极容量比（1.14）等实际应用条件下稳定工作。

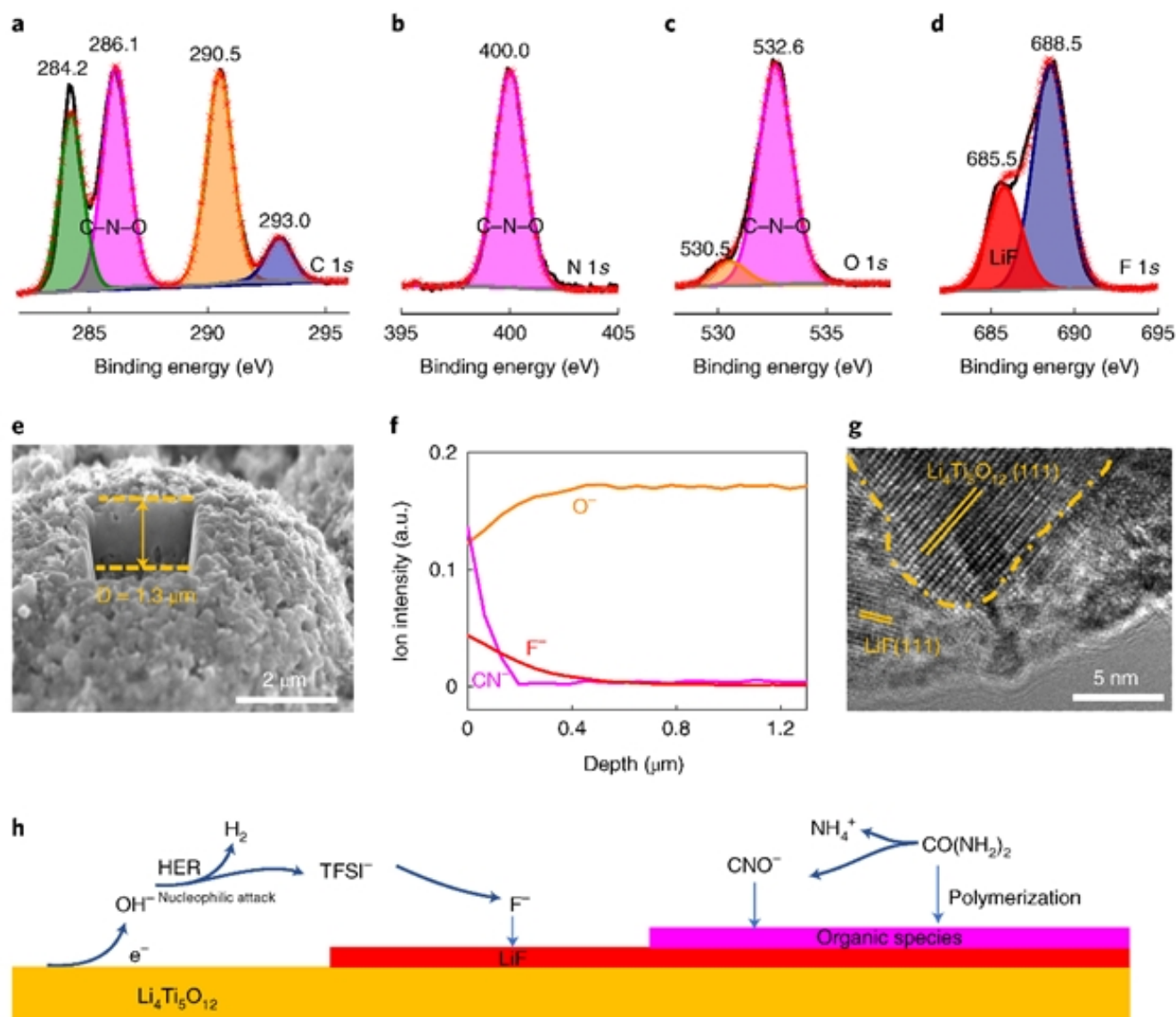


图3：SEI成分分析和形成机理

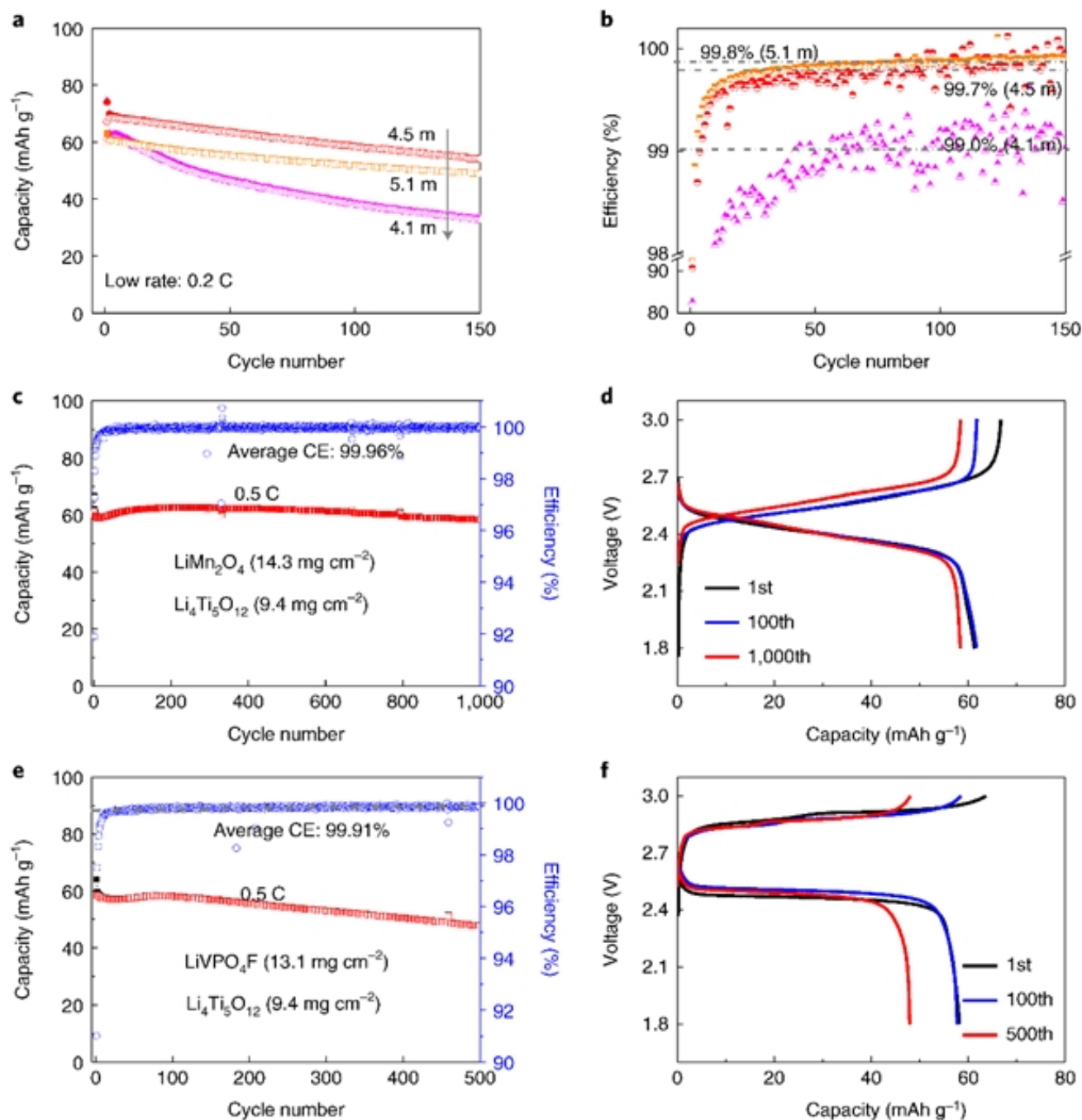


图4：2.5 V  $\text{LiMn}_2\text{O}_4/\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 和2.6 V  $\text{LiVPO}_4\text{F}/\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 全电池在面容量为1.5  $\text{mAh}/\text{cm}^2$ 时的电化学性能

该电解液设计思路还可应用于具有相似分子结构的胺类，如甲基乙酰胺、乙酰胺等。 $\text{LiMn}_2\text{O}_4/\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 全电池仍表现出优异的稳定性和容量保持率（450次循环后为90%）。

此外，研究团队进一步引入富锂 $\text{Li}_{1.5}\text{Mn}_2\text{O}_4$ 作为正极，在充电过程中释放锂离子以补偿负极中的Li损失，同时将自身转化为 $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ 。从而在不引入非活性材料的情况下提高了循环稳定性（92%，470次循环）。

经过对成本、能量/功率密度和市场等多个因素进行综合分析后认为，4.5m水系LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/Li<sub>4</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>12</sub>电池与镍氢电池和铅酸电池相比具有很强的竞争力。

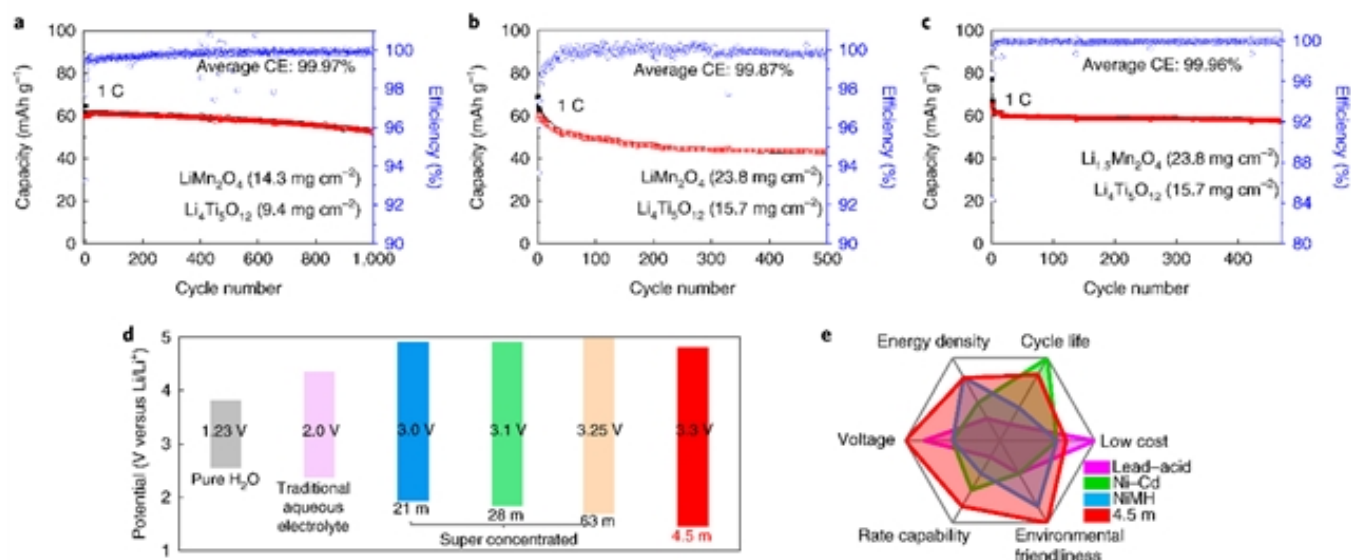


图5：实际应用条件下2.5 V LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/Li<sub>4</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>12</sub>软包电池（面容量2.5 mAh/cm<sup>2</sup>）的电化学性能以及和其它水系电池的性能对比

（来源：科学网）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41560-021-00977-5>

作者：王春生等 来源：《自然-能源》

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