

---

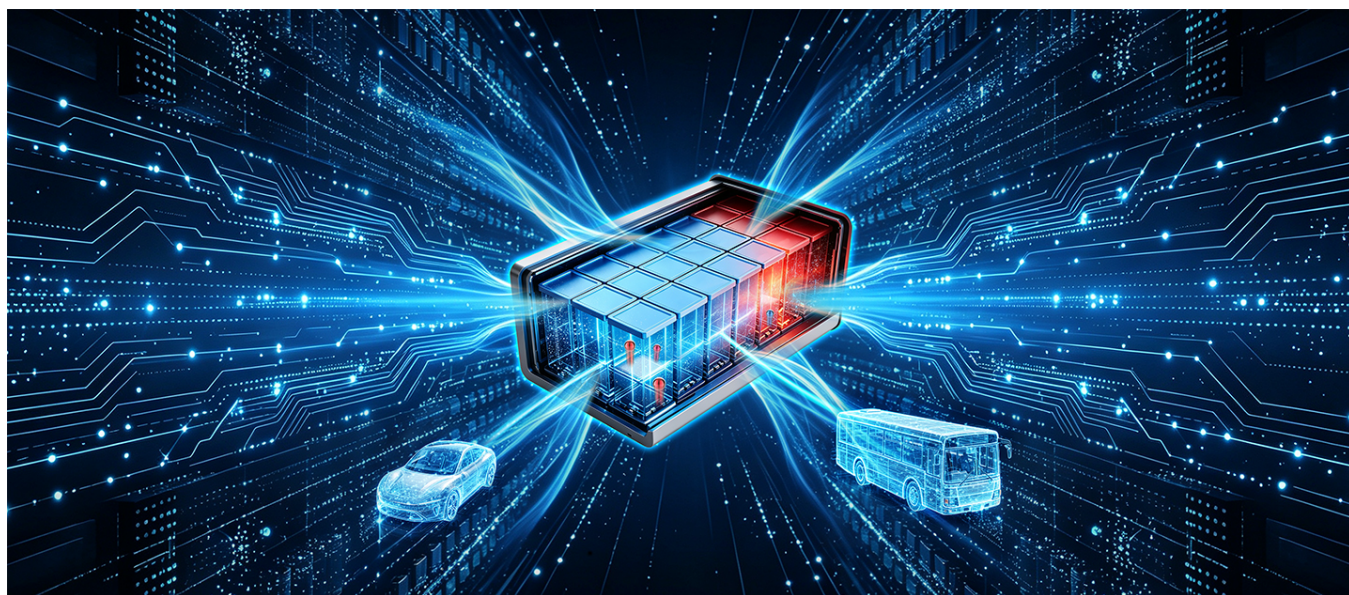
# 研究揭示电动汽车电池包性能和资源利用的制约因素

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/41707.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！*

**研究揭示电动汽车电池包性能和资源利用的制约因素。**近日，中国科学院大连化学物理研究所研究员陈忠伟团队，联合瑞典查尔姆斯理工大学教授邹长福团队、北京理工大学和极氪科技欧洲公司的相关研究团队，在电动汽车动力电池真实运行退化与资源利用研究方面取得新进展。合作团队基于长期实车运行数据，建立了面向车队尺度的电池单体老化诊断与整包性能评估框架，系统定量揭示了单体不一致性对电池包健康状态、可用电量、寿命、功率能力和全寿命能量资源利用率的影响。研究发现，受性能最弱单体的制约，电池包寿命可缩短约18%至23%，约19%至27%的潜在能量资源未能得到充分利用。该工作为提高电动汽车电池系统利用效率、延长服役寿命和优化电池管理策略提供了数据依据与量化评价工具。相关成果发表在《自然—能源》。



电动汽车电池包示意图。大连化物所供图

电动汽车动力电池包通常由数十甚至上百个单体电池集成。受原材料、制造工艺、成组匹配、局部温度分布及实际运行工况等因素影响，即使位于同一电池包内，不同单体在长期运行中会逐渐表现出不同的老化速度。串联电池包因而呈现典型的木桶效应：充电时，容量较小的单体最先达

---

到电压上限；放电和大功率运行时，内阻较大的单体率先触及安全边界；当老化最快的单体达到退役阈值时，整个电池包往往需要提前退出使用。此前的相关研究大多基于实验室测试数据，单体不一致性在真实道路和长期运行条件下对系统性能和资源损失的影响程度，仍缺乏长周期、系统性的量化研究。

针对上述问题，研究团队构建了面向车队尺度的电池单体老化诊断与系统性能评估框架。研究数据覆盖装载三元锂电池的电动乘用车和装载磷酸铁锂电池的电动公交车，车辆运行时间超过三年，单车累计里程最高达30万公里。团队基于车辆日常采集的电压、电流、温度和荷电状态等信号，结合电池模型识别不同单体的容量和内阻随里程的老化轨迹。随后，他们利用神经网络将不同温度、荷电状态和运行条件下获得的估计结果映射至统一参照工况，以降低季节变化和使用条件差异对老化比较的干扰。在此基础上，团队建立了涵盖单体健康状态离散度、电池包健康利用率、寿命利用率、荷电状态利用率、功率能力利用率和能量资源利用率的六项评价指标，系统刻画了单体不一致性对电池包长期服役性能的影响。

研究结果显示，在该乘用车队中，较低里程阶段的单体健康差异总体较小；当累计里程超过约17万公里后，不少车辆中的个别单体开始进入加速老化阶段，单体间差异随之明显扩大，但其出现时间和严重程度因车辆而异。按照统一退役阈值进行评估，单体不一致性使电动乘用车和公交车电池包的可用健康状态分别降低6.2%和7.5%；相对于包内所有单体的平均寿命，整包寿命分别缩短17.7%和22.8%；由内阻差异造成的功率能力损失分别达到12.9%和15.1%。相比之下，在所研究车辆的充电与均衡策略下，荷电状态不一致对单次可用充电量的影响通常低于2%。综合提前退役和荷电状态不一致造成的影响，电动乘用车和公交车电池包的全寿命能量资源利用率分别仅为80.7%和72.9%。

两类车队的对比进一步显示，均衡策略与单体不一致性的长期演化密切相关。提高动力电池利用效率需要从电池制造、成组筛选和运行管理等多个环节协同控制单体差异。一方面，降低初始单体差异、优化电池成组策略，有助于抑制服役过程中不一致性的放大；另一方面，先进均衡控制、热管理和可重构电池系统等技术，有望缓解最弱单体对整包性能的限制。

研究提出的量化指标和实车分析框架，可为电池制造与成组优化、电池管理系统设计、车队健康监测、退役评估和梯次利用决策提供参考，并帮助评估不同一致性改善技术所能带来的系统级收益。（来源：中国科学报 孙丹宁）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41560-026-02131-5>

作者：陈忠伟等 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