



中国科学院大连化学物理研究所
DALIAN INSTITUTE OF CHEMICAL PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

电话: 0411-84379217

E-mail: hwsh@dicp.ac.cn

化物生活

Life at DICP

2022年04月15日 星期五

2022第07期 (总第963期)

A1 >>>

我们的事业 能源的未来 ——储能技术研究团队工作侧记

储能技术是可再生能源普及应用的关键核心技术，是推动我国能源革命、优化能源结构、建立“清洁、低碳、安全、高效”能源体系，保障“碳达峰、碳中和”目标的重要支撑。中国科学院大连化学物理研究所（大连化物所）储能技术研究团队面向国家战略重大需求，深耕储能技术特别是液流电池领域20余年，坚持产学研用深度融合，实现了基础研究到关键技术攻关，再到系统集成和示范应用的成功跨越，承建了全球最大200MW/800MWh液

流电池国家储能示范电站，取得了系列重大创新和突破，引领全球液流电池技术发展，推动了液流电池全球产业化进程，促进了储能技术的可持续发展。团队先后获得2021年中国科学院科学促进发展奖、2015年国家技术发明二等奖、2014年中国科学院杰出科技成就奖，并入选中国科学院“十二五”重大标志性进展成果等。

侠之大者, 为国为民

2000年，怀揣着产业报国的梦想，张华民放弃了国外优厚条件，毅然回到大连化物所。



储能技术研究团队

凭借着对可再生能源前景的敏锐判断，他将研究方向定位于大规模储能技术的研发。“当时我们国家的研究现状是，做电池和电池系统的没有，做电堆的研究很少，主要是做点材料研究。而国外已经做成了百千瓦甚至兆瓦的示范项目。”大连化物所储能技术研究部学术指导张华民说。

基于可再生能源逐渐由辅助能源转为主导能源的认识，张华民带领团队选准了液流电池储能技术的研究，怀着一颗“甘作冷板凳”的赤子心，“肯下苦功夫”的进取心，坚持将基础研究理论与工程应用紧密联系，攻坚克难，勇往直前，带领团队从无到有，并逐渐发展壮大。带领团队实现了从最小的单电池、30kW大功率电堆组装、250kWh储能模块集成、到当时全球最大5MW/10MWh储能系统示范应用，让全钒液流电池技术从实验室走进了市场，在国际上率先实现了产业化，开创了我国液流电池战略新兴产业。

产业发展，标准先行。“在液流电池迈入商业化进程中，对标准的需求尤其迫切”，张华民说。为了提高我国液流电池技术在国际上的话语权，张华民在标准制定方面做了大量的开创性工作。通过行业召集，在中国电器工业协会的支持下，2012年推动成立了国家能源行业液流电池标准化委员会（标委会）。在张华民的带领下，标委会率先开展了液流电池国家和行业标准研制工作，制定并发布了国内首批液流电池核心标准，为我国液流电池产业化推进提供了有力保障。张华民凭着一股不服输的韧劲和敢于克服困难的决心，攻克多个国际沟通难关，作为主要建议者和德国、日本等专家联盟提出了液流电池国际标准框架，并成功获得国际电工委员会的认可。2014年，国

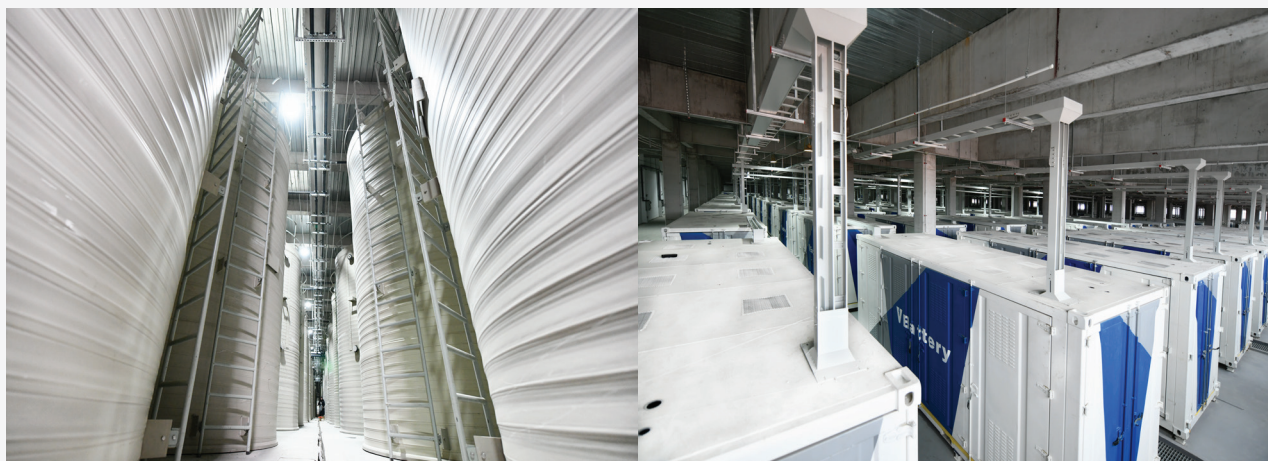
际电工协会确定成立液流电池联合工作组集中制定液流电池国际标准。历时近6年，于2020年2月以我国牵头制定的首项液流电池国际标准获正式颁布，标志着我国液流电池技术水平得到了国际同行认可，提高了我国液流电池国际领先地位。

夯实基础,突破瓶颈

2009年，从比利时学成归来的李先锋加入到了这支储能技术研究团队，担起了液流电池关键材料离子传导膜研发的重任。“离子传导膜作为液流电池的核心部件之一，起着阻隔正负极钒离子，传递质子形成电池回路的作用，其成本比重约为系统的40%。”大连化物所副所长、储能技术研究部部长李先锋说。

当时液流电池使用的隔膜基本为商业化全氟磺酸离子交换膜（Nafion），但是其价格昂贵、长期依赖进口，严重阻碍了液流电池的产业化。针对此，李先锋瞄准高性能、低成本、国产化隔膜这一关键瓶颈技术开展了十余年的基础和应用研究。从工程化中挖掘基础关键科学与技术问题，夯实理论基础研究，服务于解决工程化瓶颈难题，理论基础研究与工程化应用密切融合。正是基于这一研究思路，李先锋找到了可国产化非氟离子交换膜应用的难点：离子交换基团带来的低稳定性。基于对离子交换膜降解机理的认识，李先锋带领团队打破了传统离子交换膜“离子交换传导机理”的束缚，原创性的提出了不含离子交换基团的“离子筛分传导机理”，将多孔离子传导膜引入液流电池，为国产化隔膜开发奠定了理论基础。

但离子选择性和质子传导性之间的矛盾成为阻碍非氟多孔离子传导膜工程化的难题。李先锋带领团队通过反复科学尝试、工程放大验证，经历无数个通宵达旦，通过技术创新，终



全球最大100MW/400MWh液流电池储能示范项目

于设计制备出可以有效解决这一矛盾的复合多孔离子传导膜。随后，团队乘胜追击，在所开发的复合多孔离子传导膜上引入“激光焊接”技术，大幅提高了隔膜和电堆的可靠性和经济性。为高性能、低成本国产化隔膜的工程化提供了条件。

基于研究团队在关键材料规模化方面的长期积累，李先锋带领团队很快建成了多孔离子传导膜的规模化生产线，年产量超过50000m²，成本低于100元/m²，仅为国外商业化Nafion 115成本的2%，实现了关键材料隔膜的国产化批量化生产。采用自主研发的隔膜，李先锋带领团队成功开发出新一代30kW全钒液流电池激光焊接电堆。电堆总成本降低50%。新一代液流电池已成功出口欧洲，并应用于多项储能示范中。这为推进液流电池在大规模储能领域中的普及应用提供了坚实的技术支撑。

接续奋斗，百花齐放

在全钒液流电池长期积累的过程中，团队同时孕育了多种新型储能技术，培养了一批年轻肯干、踏实进取的年轻人，以推进液流电池的可持续发展。如张洪章负责的适用于特殊环境的锂基电池、袁治章负责的低成本高比能锌基液流电池，郑琼负责的资源丰富型钠离子电池等。

正是在这样一个凝聚力极强、积极向上、温暖和谐的大团队影响下，近年来，各种新型储能技术纷纷取得重大突破，呈现出百花齐放的新兴局面。在李先锋的带领下，团队先后开发出国内首套10kW级碱性锌铁液流电池、30kWh锌溴液流电池系统、48V/10Ah级磷酸盐基钠离子电池储能系统等，为用户侧储能、中低速电动车和电网储能提供了新的解决方案。开发的比能量为940Wh/kg的锂/氟化碳一次电池，-40℃比能量为161Wh/kg的低温锂离子电池，均为当时最高水平，为军民等特殊应用提供了技术保障。

物换星移，在“碳达峰、碳中和”背景下，储能技术研究事业迎来发展高峰，研究方向不断拓宽，研究团队不断壮大，从十几人的研究组变成了近百人的研究部；高层次人才不断涌入，高水平的国家级、省市级储能平台不断建成，国家项目、企业横向合作不断立项推进；研究团队呈现出欣欣向荣、百花齐放的阳光面貌。在党的领导下，我们相信，新一代研究人员必将继承和发扬储能传统和精神，秉持“不忘初心，砥砺前行”，坚守“我们的事业，能源的未来”，谱写出更加辉煌的新型储能事业新篇章。

(作者系DNL17党支部 郑琼)

追忆“老实人科学家”

——缅怀韩克利研究员

2022年3月17日，突然听说中国科学院大连化物所韩克利研究员因病逝世，感到万分悲痛。韩克利是1963年生人，今年才59岁，学术生涯正处于高峰，怎么就突然离开我们而去呢？又一位不满60岁的科学家去世，不仅使我们失去了一位老实人同事，更是使我国科技事业失去了一位杰出的科学家。

我认识韩克利在1985年，当时我们都在星海二站所区02楼工作，他在一楼最东面的实验室，我在一楼最西面的实验室，每天早上乘坐所里南山发往星海二站的班车，通常我们都是坐在班车的最后一排，我一般去的早，他一般都是比较晚到，每天坐班车大约要有半个多小时车程，在车上，我们要说山东的人和事的缺点，韩克利都要非常认真地反驳（韩克利是山东人），同时对我们的地域人物也要评价一番，那时的他就处处体现出纯真、老实的品质。

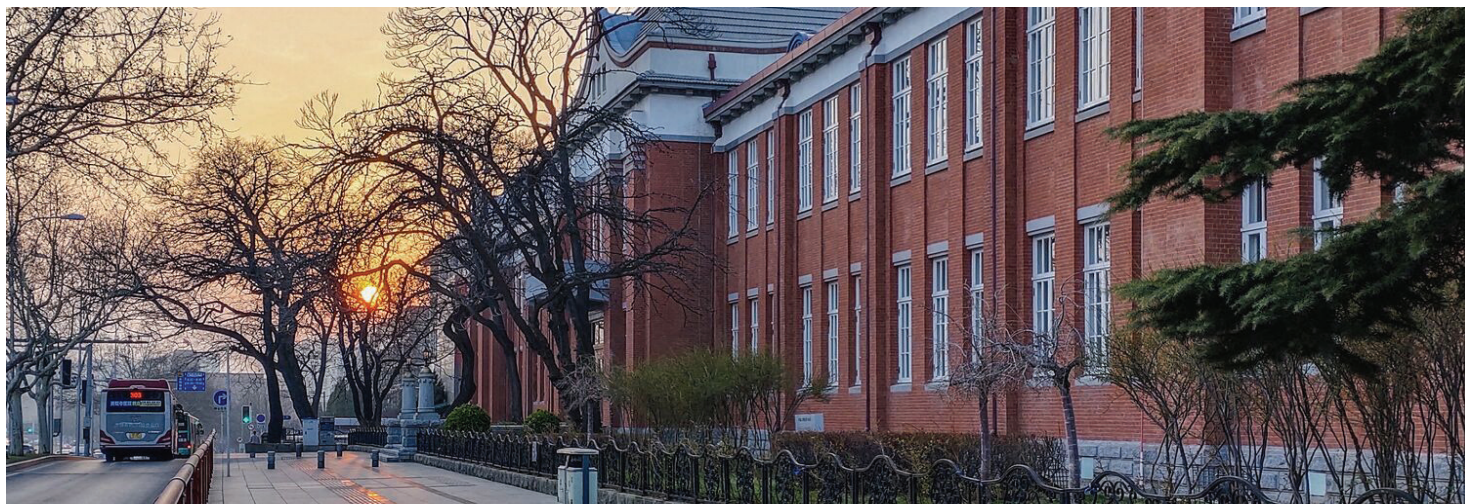
1995年，32岁的韩克利由于学业和科研工作上取得的成绩，就成为了中国科学院大连化物所的研究员，随后去美国加州大学访学，1998年35岁时获得国家自然科学基金杰出青年基金。他一生中主要从事复杂分子反应动力学理论与实验研究，在金属有机超分子、有机-无机杂化钙钛矿、全无机钙钛矿以及非铅钙钛矿等材料的激发态动力学和发光动力学机理方面的研究以及在含硒/碲氧化还原荧光探针方面做出了开创

性工作，在开展上述科研工作的同时还自主研发计算软件和实验仪器，在学术刊物上发表多篇论文，先后培养了200多名研究生和博士后，在中国科技界的同行中得到公认，是一名高产的科学家，同时他也是一名严谨的科学家，在科学研究上得到同行广泛认可，2015年被Thomson Reuters选为全球高被引科学家名录。他先后获得过中国科学院自然科学一等奖，中国化学会青年化学奖，中国科学院沈阳分院突出贡献青年科技专家等多项荣誉称号。

在我记忆中，韩克利是典型的老实人，在他所培养的学生和研究生和科研合作者中，许多人成为了院士、杰青、优青、教授、研究员，他们对于韩克利的为人都给予认可。记得有一年，所工作会议表彰先进工作者，韩克利名列其中，会前被通知准备上台领奖，但当时由于行文出现失误，宣布名单时，把他的名字漏掉了，结果领奖人座位席中就他没上台，表彰结束后，韩克利没有任何怨言。在所里，我知道的他很少去争名和利，他对这些很不在意，他也很少接受社会采访和非学术活动，一门心思做他的科学研究，他是一个纯纯粹粹的“老实人”。

这样一个老实人的离世，让我们倍感惋惜！让我们永远怀念他！

（作者系榆林创新院和中科榆林公司联合党支部 卢振举）



一二九街园区（作者系离退休 刘伟成）