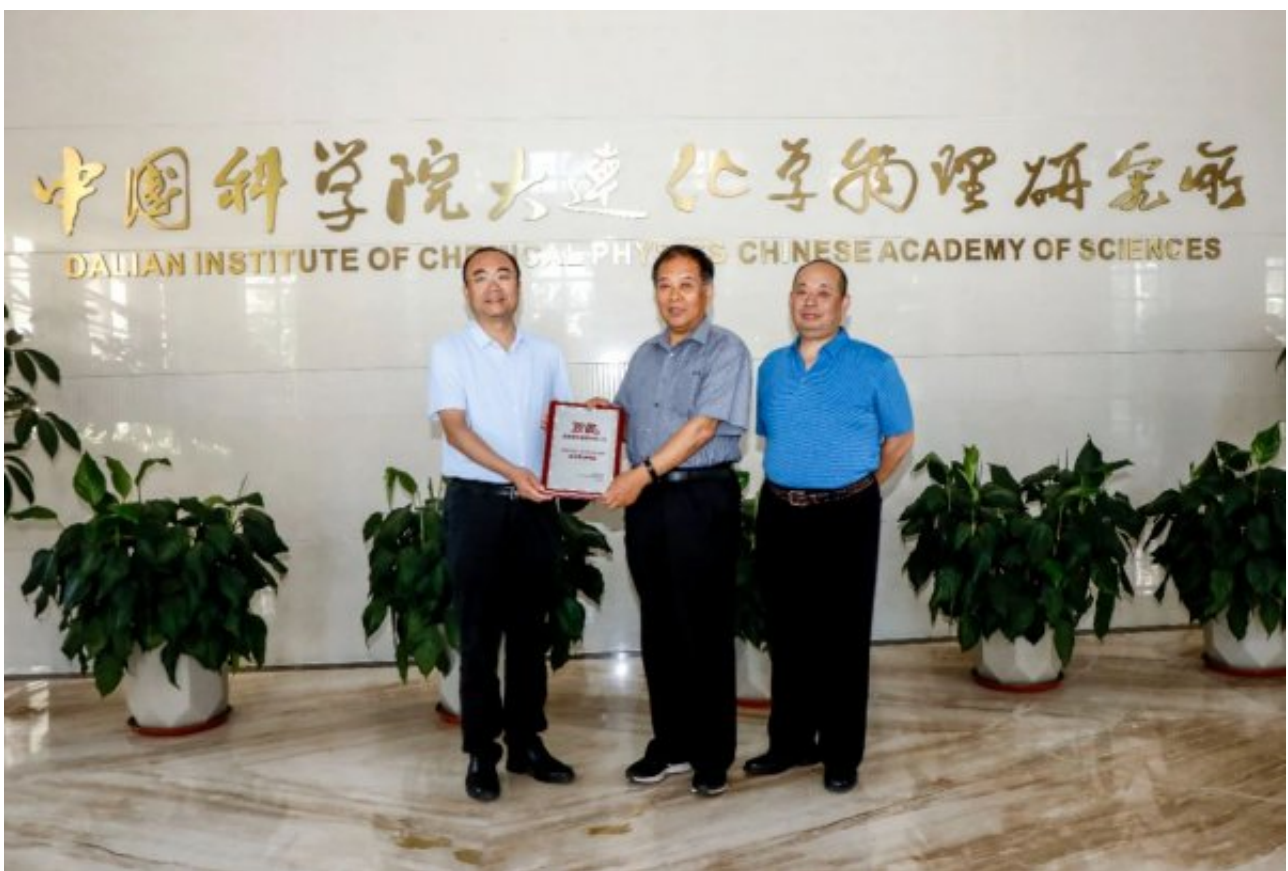


张华民：钒液流储能，我们世界领先

近年来，威海市凭借得天独厚的地理位置，成为同时拥有核电、风电、光伏、抽水蓄能等多元化新能源资源禀赋的城市，新能源产业发展已聚齐“核风光储”，在荣成核能、乳山海上风电装备、文登多元储能三大产业基地的带动下，资源优势持续转变为发展胜势，新能源产业已经成为推动全市高质量发展的新引擎。为聚集更多高端新能源人才关心威海、支持威海，丰富新能源创新生态系统，推动新能源产业集群发展，威海市半岛新能源技术研究院与威海晚报传媒共同策划实施“致敬威海籍新能源领军专家”采访活动，通过到外地走访威海籍新能源领域的高端领军人才，让家乡人民了解新能源领域的威海籍高端专家所做贡献的同时，积极开展产学研对接活动。

威海市半岛新能源技术研究院作为一家集科研资源、创新载体、产业需求于一体，全面以市场为导向，立足山东半岛、辐射全国的新能源“产、学、研、用”深度融合的新型研发机构，对储能领域十分关注，对接了大量国内外一线科研机构的储能领域前沿研究，近期还受邀参加了威海市发展改革委组织的威海新型储能三年行动方案规划编制研讨会。为进一步了解新型储能的技术未来，“致敬威海籍新能源领军专家”专访活动首个采访对象确定为国内钒液流储能领军专家、中国科学院大连化学物理研究所张华民首席研究员。



经威海晚报传媒的联系，原籍威海荣成的张华民首席研究员愉快地接受了来自家乡的采访。6月6日至7日，威海市半岛新能源技术研究院理事长王健和威海晚报记者一起赶赴中国科学院大连化学物理研究所对张华民首席研究员进行了专访，并赠送“致敬威海籍新能源领军专家”纪念牌。

在液流储能电池领域做出了重要贡献

当前，大规模利用可再生能源已成为世界各国能源安全和可持续发展的重要战略，但风能、太阳能发电不连续、不稳定，必须有相应的储能技术来进行配套，世界各国都在这一前沿领域进行了长期布局和研究。2022年10月30日，由中国科学院大连化学物理研究所张华民研究团队提供技术支撑的迄今全球功率最大、容量最大的百兆瓦级液流电池储能调峰电站正式并网发电。该电站由大连融科储能技术发展有限公司设计制造、大连恒流储能电站有限公司建设和运营，是国家能源局批准建设的首个国家级大型化学储能示范项目，受到国内外强烈关注。在该项目担任首席科学家的张华民对记者说：“在全钒液流电池这个领域，我们处在世界领先水平，是别人在追赶我们。”

张华民介绍说，该电站相当于城市的“电力银行”，在整个电力系统中起到“削峰填谷”的作用：在电网用电低谷时，利用风能、太阳能等可再生能源发电给电池充电，将电能转化为化学能储存于电池中；在电网用电高峰时，将储存于电池中的化学能转化为电能进行放电。极端环境下，储能电站还可以作为黑启动电源。启动停机的发电机组，帮助电网恢复运行。同时也可以作为备用电源，在电网出现故障时，为大连市区医院、应急救援等重要部门提供40万度电四小时左右的持续供电。

回想钒液流储能研究生涯的开端，张华民说，这要追溯到2000年。当年，怀揣着产业报国的梦想，他辞去了日本公司提供的80万元年薪的工作，来到了中国科学院大连化物所。张华民时任日本一家公司能源环境研究室主任，“当时我每年和德国的科学家有很多项目合作，接触到了可再生能源。那时候，我就意识到了可再生能源将逐步由辅助能源变为主导能源，大规模储能技术是可再生能源普及应用的瓶颈。”张华民说。

而大规模储能必须具备三个条件：安全性要高；生命周期的性价比要高，循环寿命要长；电池报废以后不能对环境造成恶劣的影响。张华民当时就坚定了要做本征安全、大容量、大规模、长时间的储能技术的信念。带着这份信念，他从日本回到大连，开始了储能领域的新探索。“当时我们国家，做储能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。”张华民说。

“考虑到安全性和容量可恢复性，我们想到了钒。”张华民说，所有的液流电池都要拥有一个正极电对和一个负极电对，而全钒电池两边是同等元素，未来的回收及维护就相对简单，即使长期运行正负极电解液中钒离子的价态失衡，也可以通过化学反应的方法将其修复。

然而，科学探索的道路不可能一帆风顺。日本住友电工和加拿大VRB钒液流储能公司当时在钒液流电池的研发技术上位居世界前列。2005年，已经在领域内深耕20余年的日本住友电工因为成本问题突然停止了研究开发。2008年，加拿大VRB钒液流储能公司又因为经济危机宣布破产。“作为世界上做的最早、最好的两家企业，一个停止研究一个破产，我们当时压力很大。”张华民告诉记者，当时对于团队来说，全钒液流电池的研究几乎是从“零”开始的项目，但为了国家能源的发展，整个团队坚定信念，向着目标进发。

经过20年的科研攻关，团队一代接一代的努力，先后解决了液流电池关键材料、高性能电堆和大规模储能系统集成等关键问题，从电池技术的基础研究开始，一直做到了产业化。在这一过程中，张华民对我国液流储能电池关键材料与系统集成方面做出了重要贡献。后来，团队又不断解决全钒液流电池产业化过程中存在的关键科学与技术问题，突破全钒液流电池储能关键核心技术，取得一系列国际领先的技术成果，在国内外开展了产业化推广，还实现了我国液流电池储能技术向发达国家的输出，体现了我国在该领域的国际领先地位。大连全钒液流电池储能电站成功并网，标志着全钒液流电池储能技术产业化的成功。



人民送我去留学，留学回国为人民

应记者要求，张华民分享了他的学习成长经历。张华民的父母都是威海荣成人，但都在烟台工作，他本人出生在烟台，一岁多时到荣成市崖头道南于家村的爷爷奶奶家生活，先后就读于道南于家小学和神道沟完小，14岁时才回到烟台读初中。不管在小学和初中他都是学校的第一名。上大学时，他选择了化学专业，在山东大学化学系一直是系里的前三名，考上研究生后，导师名下系里有两个名额公派出国留学，一个去日本，一个去比利时，他选择去了日本。作为首批国家公派留日研究生，在出国前他就立下“人民送我去留学、留学回国为人民”的志愿。

1982年到1988年，张华民在日本九州大学攻读工学硕士、工学博士，取得了优异成绩的同时，也深受日本教授严谨认真科研精神的影响。1989年至1992年，他回国到大连理工大学任教，先后担任副教授、教授，从事基础研究。“日本的应用研究都是在企业，应该到企业去！”1992年，张华民再次来到日本，先后在德国南方化学日本公司担任客座研究员、日本关西新技术研究所担任主任研究员、室主任。

在日本前后15年，学成之后的他初心不改。45岁时，他带全家毅然回国，当时孩子才9岁，也跟着回国读书。他认为：“我的人生在中国”。回国后来到中国科学院大连化物所，他把科研成果能够应用于国家产业发展作为目标，把实现“产业报国，造福中国”作为追求和理想，历任课题组长、室主任、所长助理、研究部部长、国家能源液流储能电池重点实验室主任、国家发改委液流电池工程中心主任，带领科研团队敢为人先、开拓进取，开发出国内首台燃料电池电动中巴车。在完成燃料电池科研项目的同时，他提前布局研究团队开发液流电池储能技术作为新的生长点，让产学研用紧密合作、推进产业发展，走出一条液流电池新型关键材料的发展道路。

张华民带领研究团队先后在液流电池关键材料、核心部件、储能系统设计集成、控制管理等方面都取得了国际领先的成果，在液流电池领域获得国家授权专利280余件，国际专利30余件，形成了完整的自主知识产权体系。2008年以技术入股创立融科储能，张华民兼任常务副总经理和首席科学家，在全球率先实施了全钒液流电池的产业化。多年来，大连化学物理研究所-融科储能合作团队，在电池材料，包括电解质溶液、非氟离子传导膜、碳塑复合双极板和电堆结构设计技术方面都取得了创新性的技术突破，开发出高导电性、高韧性碳塑复合双极板，高导电性、高离子选择性离子传导膜，同时，通过数值模拟和实验验证，掌握了高功率密度电堆的设计方法。2012年8月，由融科储能给金风科技公司亦庄微网系统提供的一套200kW/800kWh全钒液流电池储能系统已安全稳定运行了10年多。积累了大量的实际运行数据和工程建设、维护经验，充分验证了全钒液流电池储能技术的安全性、长寿命、可靠性和稳定性。

“标准助推创新发展，引领时代进步。”作为国际著名燃料电池和液流电池专家，为了推进液流电池产业的健康发展，依托在技术和产业上的领先优势，在2012年，张华民向国家能源局建议组建了目前还是国家能源行业液流电池标准化技术标准委员会，并担任了第一届、第二届标委会的主任委员、主持制定了多项液流电池国家标准和行业标准。为了发挥我国在国际钒液流电池产业的话语权，张华民又向国际电工委员会（IEC）建议制定液流电池国际标准，得到批准后，他担任了IEC国际液流电池标准联合工作组牵头人、钒储能专家委员会主任。他还担任过，科技部“大规模液流电池储能技术的基础研究”首席科学家，先后荣获了首届“全国创新争先奖”，国家技术发明二等奖，中国科学院杰出科技成就奖，中国电化学贡献奖等多种奖项。目前，从一线岗位退下来的张华民还经常受邀为所里的青年科研人员做科学家精神报告，带动青年科技工作者从科研职业生涯伊始就把“国家队”“国家人”“国家事”写在基因里，将个人的成败荣辱与祖国的前途命运牢牢系在一起，为实现国家高水平科技自立自强贡献力量。



储能产业的发展重点在“4小时以上的长时储能”

张华民告诉记者，原籍威海的他，工作时到访威海的机会并不多，仅在1999年随全日本在职中国博士联合会回国参访时，到访过威海。今年4月，退下来的他才有时间专程回荣成扫墓。

一直心系威海的张华民在听了记者关于威海新能源产业发展情况的介绍后非常高兴。张华民说，我国的风能、太阳能等可再生能源发电装备的制造技术和制造能力已经达到国际领先水平，新型储能技术将是瓶颈技术。如果要求可再生能源发电配置10%—20%的储能装备，产生的巨大储能市场、特别是长时储能市场将极大地推动储能产业的发展。

张华民说，目前已经实用化的大规模储能技术主要包括物理储能和电化学储能。物理储能技术主要是抽水储能技术，这在威海已有项目投入使用。电化学储能技术是指利用电化学反应实现化学能与电能之间的相互转换，实现电能的储存和释放。用于风能、太阳能发电的电化学储能技术主要包括锂离子电池技术、液流电池技术、铅碳电池技术、钠离子电池技术等。任何一种储能技术都不能包打天下，各种储能技术可根据自身的特点，选择其适用的应用领域。近年国内启动了许多大型储能项目的建设，绝大多数是持续时间放电较短的锂离子电池储能系统。

张华民介绍说，长时储能可能在未来几年迅速加速，一旦可再生能源发电量达到电力系统60%至70%的市场份额，长时储能系统将会成为“成本最低的灵活性解决方案”。

“新能源+储能”的新型电力系统需要什么样的储能技术？张华民介绍说，一要本征安全储能技术，不会发生着火

爆炸；二要大规模、大容量储能技术，额定功率下连续放电时间长；三要长寿命，使用年限在15年以上。全钒液流电池储能技术就是满足大型储能电站对储能技术的“大规模、大容量、高安全性、低成本、长寿命、长时放电及环境友好”的新型储能技术。

张华民说，20年前他的判断的正确性现在得到了实际验证。全钒液流电池近年越来越受到世界各国的重视，钒液流电池储能系统的研究开发、工程应用示范不断取得重要进展，技术越来越成熟，已进入了产业化推广应用阶段。

在回答威海市半岛新能源技术研究院理事长王健“储能电池相比动力电池，更关注造价而对能量密度不敏感，有没有可能推出用户侧的液流电池？液流电池的最终方向是什么”的问题时，张华民说，液流电池不大可能作为动力电池，在储能电池方面，目前从初次投资成本看，2小时储能还是锂离子电池储能系统最经济。由于技术的进步，全钒液流电池储能系统的成本正在大幅度下降。特别是当储能时长为4小时以后，系统成本由4小时分摊，储能系统的总价格是3000元/kWh。如果储能时长为8小时，储能系统的总价格是2250元/kWh。储能时长越长，价格越便宜。全钒液流电池储能系统报废后，具有很高的残值，而且回收利用简单。同时，技术自主可控，已形成完整自主知识产权体系，能主导制定国际标准，技术水平达到国际领先；资源自主可控，中国钒储量占全球35%，钒产量占全球48%；产业链自主可控，关键材料已实现国产化，装备制造产能全球最大。可以说，全钒液流储能是发展长时储能的最佳选择。

张华民介绍说，长时储能可凭借长周期、大容量特性，在更长的时间维度上调节新能源发电波动，在清洁能源过剩时避免电网拥堵，负荷高峰时增加清洁能源消纳。目前全国已有超20个省出台政策、要求风电光伏等新能源发电项目同步建设储能，去年11月以来有辽宁、河北、内蒙古、福建、山东枣庄等地区要求4小时长时储能。尤其今年3月，新疆对配建长时储能的企业、允许其按储能规模4倍以上配套建设风光项目。

对威海发展新能源产业的建议，张华民说，推进全钒液流电池储能技术的普及应用，还需要政、产、学、研、用共同努力，加大投入，不断创新，完善技术，大幅度提高储能系统的可靠性和稳定性，进一步降低成本。下一步，还需要开发新一代高性能、低成本的全钒液流电池关键材料技术，例如高稳定性、高浓度电解质溶液；高离子选择性、高导电性、高化学稳定性、低成本离子传导（交换）膜；高导电性、高韧性双极板；高反应活性、高稳定性、高厚度均匀性、低成本电极材料。目前全钒液流电池电堆的额定工作电流密度还较低，优化电堆的结构设计，提高电解质溶液的利用率，也是当前液流电池结构设计的重要研究方向，蕴含着大量的创新机遇和产业机会。

张华民表示，作为一个威海人，非常愿意为家乡新能源与储能产业的发展献计献策，提供力所能及的对接前沿科技团队和龙头企业方面的支持，祝愿威海在国家双碳战略中抢占新能源产业发展先机。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/205485.html>