

新兴技术或是储能材料产业化的关键

——专访国家“千人计划”专家、《储能科学与技术》杂志主编丁玉龙博士

文/本刊记者 魏晶晶

过去30年,我国经历了高速的经济发展,但也为此付出了沉重的环境代价,雾霾、气候变暖等问题正在侵蚀我们的生活。

能源体系的重构正颠覆着二次工业革命以来人们搭建的“能源魔方”,而我们想要回到“秋水共长天一色”的美景,新能源革命势在必行。吹响这场革命号角之一的是大规模有效利用风电、太阳能等清洁能源的关键技术之一——储能技术。为扶持储能行业发展,去年国务院出台《能源发展战略行动计划(2014~2020年)》,明确提出为提高可再生能源利用水平,将储能列为9个重点创新领域之一。目前,“十三五”储能产业规划也已启动,后续配套政策预计将陆续出台。储能的发展已聚焦众多眼球,但与其息息相关的还在于材料的革新,若脱离材料,绝大多数储能技术便是“无源之水,无本之木”。

石墨烯、碳纳米管、锰酸铁锂、钴酸锂以及磷酸铁锂等储能材料看似离我们很远,但锂电池、电容器等与我们的生活直接挂钩的产品并不陌生。能源转型升级的新形势下,储能材料及其产业的发展如何破冰前行?储能作为新能源革命的武器又该何去何从?新能源的



国家“千人计划”入选者丁玉龙

未来又会呈现怎样的图景?带着一系列的问题,本刊近期对话国家千人计划专家、《储能科学与技术》杂志主编丁玉龙博士,期望透过他的视野,为我国的储能材料及储能产业的发展建言献策。

储能助推我国能源产业结构升级

改革开放以来,我国经济发展的马车不断加快,可雾霾、气候变暖等环境问题日渐侵蚀着人们和大自然的健康,“晴空一鹤,万里碧霄”离我们愈来愈

远,一条清洁、安全、可持续的能源发展之路呼声不断,我国能源结构亟需向高效率、低排放、低污染转型。能源结构转型的关口,新能源的开发和利用是一大出路,能源互联网是以互联网思维与理念构建的新型信息+能源融合的“广域网”,真正实现能源的双向按需传输和动态平衡使用,因此可以最大限度的适应新能源的接入,实现新能源大规模有效地利用,促进能源结构地转型升级。

未来的能源互联网中,分布式能源、小型可再生能源发电系统等将广泛存在,可再生能源的就地采集、使用,除了依靠电网平衡外,更重要的是实现本地的系统稳定。储能系统可为分布式发电及微网系统提供调频、调压、稳定输出、能源备用等服务,实现局域电网能源生产与消费平衡,是分布式能源、微电网广泛应用的基础。此外,储能可帮助可再生能源的接入提供平滑输出以及削峰填谷等服务,是将间歇式能源转变为友好电源的关键支撑技术。随着储能技术的发展,使用储能技术存储富裕的可再生能源,将促进风能等清洁能源最大程度地利用。

国家“千人计划”专家丁玉龙博

士指出，我国对传统能源消耗较大，近年来每年耗能接近40亿吨标煤，其中煤炭消耗比重达65%左右，是环境污染最主要的源头之一，解决这个问题的办法包括：提高能源利用效率，增加可再生能源、核电和水电等比例，增加燃气的比例等。这里最根本的解决途径之一是可再生能源的利用。近十年来我国可再生能源发展迅速，3年前的装机容量就是世界第一，其中风电装机容量约占世界的25%。储能技术作为大规模电力存储和负荷调峰的手段，可保证风电的稳定性；储能技术也是促进可再生能源消纳、解决“弃风、弃光”的关键，帮助可再生能源的大规模有效利用，进而促进我国能源结构的转型升级。

对于能源互联网与储能产业的发展，丁玉龙博士坦言，能源互联网需要储能，并且对储能技术有着更高的要求。我国能源互联网的研究发展处于初期，需要中长期的努力，其大规模的应用任重而道远。而有些储能技术中短期就可以有规模化应用，所以储能技术的春天已经临近，这离不开国家政策的支持和驱动，也需要商业模式的创新和拉动。一方面充分发挥大型电力和能源企业的主力军作用，另一方面，基于新技术的中小微型创新储能企业充满活力，希望国家政策适度的向这些企业倾斜。让它们物尽其用，促进我国储能产业的发展，推进我国新能源革命的进程。

储能技术作为能源系统中的一个环节，在使用过程中存在着一定的损失，而弥补其损失的方法也在于与其他技术集成使用。例如，近年来趋于成熟的深冷（也称为液态空气）储能技术与“调峰”电站（特别是燃气发电站）“集成”，有可能将现有电站的调峰能力提高一倍左右；采用这种“集成”技术，新建调峰电站的额定功率可以减半，

储能技术作为大规模电力存储和负荷调峰的手段，可保证风电的稳定性；储能技术也是促进可再生能源消纳、解决“弃风、弃光”的关键，帮助可再生能源的大规模有效利用，进而促进我国能源结构的转型升级。

从而大大降低成本，并提高资产利用效率；同时在几乎不增加投资、不影响发电效率的情况下，它还可以把发电过程中产生的二氧化碳以干冰形式捕集。此外，基于储冷的储能技术还可与交通运输业（如食品储藏和运输）以及空调等系统集成，达到能效提升和运行成本降低的目的。

面对广阔的市场发展前景，丁玉龙博士认为，技术的不断创新、商业模式的不断探索、国家政策的不断调整将大大促进储能产业的发展，进而促成我国能源产业结构升级。

储能材料的基础研究是关键

新技术的发展往往与新材料的发展唇齿相依，绝大多数储能技术的创新离不开新材料的研发。丁玉龙博士指出，大多数储能技术的性能与先进材料的性能密不可分，这些储能技术的革新也建立在材料技术革新的基础上，如锂离子电池的电极材料、液流电池和纳硫电池的膜材料以及储热和储冷材料。需要指出的是这些材料的商业应用取决于其性价比，所以降低材料成本也是储能科学与技术研究的重要课题之一。

不同的储能技术需要不同的材料，

以储热技术为例，其材料可分为三类：第一类是显热储热材料，典型的例子包括水、砂石和土壤等，其储/释热过程是通过材料本身温度的变化来实现，因而在技术上比较简单，成本也较低，但存在储热密度低、体积和重量大、储热速度慢等缺陷。第二类是相变储热材料，这类材料是基于材料相变过程的热效应进行能量的储存与释放，因而具有储热密度高、储热过程温度可控等优点。第三类是储热密度最高的化学储热材料，基于化学储热材料的技术是利用可逆化学反应或吸收/吸附过程的热效应实现热能存储利用的一种储存技术，这类技术可实现长期的热量储存。

在关于这三种储热材料发展现状的概述中，丁玉龙博士提到，显热储热材料储热密度低，但其已有超过百年的工业应用，且具有技术成熟的优势。相变储能材料经过近几年的努力，已经开始应用于市场，亟待解决的是尽快建立大规模工业示范，扩大应用范畴。储热密度最大的化学储能材料研究还处于起步阶段，不仅需要解决材料的结构性能问题，而且需要解决化学反应以及传热和传质过程的调控。

国家发改委于2014年04月17日颁布“十三五规划”，助力早日实现“一代材料，一代器件，一代系统”的设计理想，储能材料的发展正一步步实现着这一构想。丁玉龙博士坦言，储能的发展包括从材料到器件、装置，再到系统集成过程，我们需要不断推出新一代的材料，新一代的器件，新一代的装置和新一代的系统，这样就可以在满足当前应用的情况下，为产品的升级换代打好基础，同时增强技术储备能力和国际竞争力。储能材料作为新材料中重要一员，通过技术创新，将材料转化为市场需求的产品，极大的促进新材料产业系

统的升级。

追本溯源，材料开发作为储能产业发展的上游阶段，对中游技术研发和下游的市场应用起着决定性作用，其产业化的进程也影响着储能产业链的建成。产业的发展离不开时代背景，丁玉龙博士指出，大规模计算（如云计算）技术可以加速材料研发进程，特别是初期配方筛选，工业4.0时代的先进智能化制造技术会成为储能材料产业化发展的一大要素。

相较于欧美等国家，我国储能技术的创新性研究还存有较大差距。丁玉龙博士表示，造成这些差距的原因之一是我国用于真正基础和应用研究的投入不足，缺乏良好的技术储备，储能关键领域的投入时机滞后于欧美；原因之二是与我国的基础和应用研究在研究前就设定考核目标有关，这种研究前设定目标有碍于创新；原因之三是有时急于求成，在基础研究尚未完成前进行规模化的商业示范。

储能产业需要建立起相关产业链和基础设施，“目前尚缺乏支撑储能技术发展的国家政策。”丁玉龙博士希望，国家可以从产业链的整体发展着手，出台的政策要针对解决制约储能技术发展和应用的关键问题；并希望国家有关部门不仅在基础和应用研究上加大投入，增加技术储备，而且在政策和资金上支持微小型创新型企业的发展，从而提升材料产业的整体发展水平，保护储能技术知识产权；同时制定明确的中长期产业发展规划，合理规划储能发展的路线。

丁玉龙博士认为，储能技术的应用前景非常广阔，在未来的10-20年，储能技术将把供能与用能从时间和空间上解耦，其规模化应用会使可再生清洁能源得以广泛、有效的利用，并且逐步使



储能的发展已聚焦众多眼球，但与其息息相关的还在于材料的革新，若脱离材料，绝大多数储能技术便是“无源之水，无本之木”。

产业的发展离不开时代背景，丁玉龙博士指出，大规模计算（如云计算）技术可以加速材料研发进程，特别是初期配方筛选，工业4.0时代的先进智能化制造技术会成为储能材料产业化发展的一大要素。

之成为经济上具有竞争力的能源，甚至成为人类的主导能源。

万丈高楼平地起，稳固的根基是储能产业做大做强先决条件。储能产业的初始化阶段，在政府政策引导下，社会积极响应，加强基础设施的建立和维护，打下扎实的基础，储能日后的发展才会势如破竹。待到产业化的中期，设

立示范工程项目，以点带面，形成群集效应。产业化的后期，可充分发挥市场的力量。

人行先矣，我方思之。当思者多多，当行者多多。我国储能产业的发展有待于形成完整的政策体系和价格机制，需要加快技术革新步伐，创新型人才的培养是不变命题。政策、资金、人才、技术准备就绪，新能源革命蓄势待发。