

科技发展研究

第 3 期

(总第 510 期)

上海科技发展研究中心

2018 年 1 月 23 日

编者按：继上期，本期简报重点介绍 2017 年全球新能源技术领域的发展热点与态势，供参考。

2017 全球科技热点领域发展态势分析（二）

——新能源技术领域发展热点与态势

全球新能源技术发展及革新速度呈现加速之势，各国都在加大对新型清洁能源技术的开发和利用。以中国为代表的新兴经济体逐步成为新能源技术研发和应用的热点地区，并且在光伏、风电及核电技术等领域走在前列；欧美发达国家主要技术研发方向涉及生物质和储能等领域。此外，海洋能、氢能等领域也取得重要技术突破。

一、光伏技术有广阔空间

2010 年之前，受各国光伏补贴政策的影响，全球光伏市场规模迅速扩大，光伏发电技术快速发展。近年来，光伏尤其是光电市场渐

趋向饱和，各国转而大力研发新型光伏技术，基于太阳能的储能、制氢等新型技术获得重要突破，光伏技术的应用范围也随之扩大。作为地球上最主要的可再生清洁能源，光伏技术未来有广阔的发展空间。

1、发射极及背面钝化电池制造技术快速发展。发射极及背面钝化电池（PERC, Passivated Emitter Rear Cell）制造技术代表着晶体硅太阳能电池产业化的一个重要技术提升方向。2010年在瓦伦西亚召开的第二十五届欧洲光伏展会上，博世太阳能公司正式推出PERC，并于2011年在弗劳恩霍夫研究所进行的测试实验中取得19.6%的转换效率新纪录，PERC技术随即得到快速发展和应用。随着PERC电池产能的扩张，常规电池市场份额逐步下降。预计到2017年底，全球PERC电池产能将增长到20吉瓦，全年产量约为14吉瓦，到2026年PERC电池或将占据全球太阳能电池市场份额的50%左右。

2、太阳能热光伏电池使太阳能电池效率翻倍。美国麻省理工学院研究人员以热为基础的频谱成形途径提高太阳光电转换效率，将宽带的阳光转换成可为太阳光电电池（Hot Solar Cells）精确调谐的窄频热辐射，从而提高传统太阳光电电池的转换效率。该技术的关键在于先将太阳光转化成热能，然后将其重新变成光，并聚集在太阳能电池可以使用的光谱范围内。由于热比电更容易储存，因此该装置可以将多余的热量储存起来，在太阳不发光时用于产生电力。这项新设计可能会催生出在日落后依然可以工作的新一代太阳能发电技术，使太阳能电池效率翻倍。

3、太阳能制氢技术效率刷新世界纪录。德国伊尔梅瑙理工大学、亥姆霍兹柏林材料与能源研究中心、弗劳恩霍夫太阳能系统研究所与美国加州理工学院的研究人员组成的研究小组宣布，太阳能电解水分离氢的人工光合作用技术STH（Solar To Hydrogen）使太阳能转换为

氢气的能源转换效率达到 14%。经测算，若应用 **STH** 技术使得转换效率达到 15%，且耐久性达到 1000 小时，就有望以 4 美元/公斤以下的成本产生氢气，其效益可能胜过化石燃料制氢。美国能源部旗下的国家可再生能源实验室从本世纪初开始加速 **STH** 的研究开发，提出了 2020 年达到 20%、耐久性达到 2 年，2025 年达到 25%、耐久性达到 10 年的目标。

二、风电技术发展势头迅猛

风力发电最大的优势是成本低廉，尤其是世界各国采取竞拍机制之后，更加凸现风电的价格优势。风电发展势头强劲，累计风力发电量仅次于光伏发电，位居新能源领域第二位。目前，陆地风电技术较为成熟，而海洋风电还存在维护难、成本高等问题。近期，高空风力发电技术已测试成功，基于 3D 打印的风电材料制备技术也日趋成熟，超导风机的逐渐推广大幅度提高了风能的利用效率。

1、3D 打印技术有望大幅度降低风电成本。美国能源部旗下的先进制造办公室、风能与水能办公室、橡树岭实验室、桑迪亚国家实验室以及 TPI Composites 公司联合开发了新型环保风叶模具 3D 打印技术，大幅缩减风机叶片的开发成本。尽管目前的研究仅针对简化风机叶片的制造过程，但 3D 打印技术也有助于其他风电机组部件的生产，以便使风电的成本更低。美国能源部表示，其目标是到 2030 年将风电的成本降低 20%。

2、高空风力发电技术开创风力发电新领域。高空风力发电技术是指利用距地面 480-12000 米的高空风力来发电，该技术具有密度高、设备轻、年利用时间长、效益可观等优势。全球风能理事会甚至认为高空风能很有可能是改变世界的能源技术。在欧盟第七研发框架计划（FP7）资助下，来自葡萄牙、西班牙、丹麦、荷兰、挪威和克罗地

亚等国的 7 家新型风电设备创新企业联合科技界组成 HAWE 研发团队，专门从事高空风力发电技术的研发，现已成功开发出技术原型，正在进行 600 米高空现场实地测试，以期实现商业化试运营。我国也在加速推进高空风电技术研发和应用。《能源技术革命创新行动计划（2016-2030 年）》明确提出，未来将研究适用于 200-300 米高度的大型风电系统成套技术，开展大型高空风电机组关键技术研究；研发 100 米级及以上风电叶片，实现 200-300 米高空风力发电推广应用。《能源技术革命重点创新行动路线图》提出到 2020 年形成 200-300 米高空风力发电成套技术，并于 2030 年应用推广。

3、超导风机成为风电轻量化新选择。在风力发电机中用高温超导体来代替普通电机的铜线圈作为电机励磁绕组的电机，可以为风力发电提供轻量化选择，其低电阻甚至是零电阻的特点能够有效提高发电效率。对于相同容量的发电机，高温超导发电机的重量可以降低为常规电机的 1/2 至 1/3，以极大降低高空风电场的建设成本；如果保持发电机的体积重量不变，高温超导发电机的容量可提高数倍，有效降低风电场的发电成本。超导风机还有同步阻抗低、噪音低、谐波含量少、维护简单、励磁绕组不易产生热疲劳等优点。美国超导公司 Seatitan 风机发电机组的高温超导直驱发动机有望将目前最大的风力发电机输出功率增加一倍，使大功率高经济性的风电机组变为现实。

三、核电技术日趋成熟

我国已明确核电发展的技术路线和战略路线，近期发展压水堆，中期发展快中子堆，远期发展聚变堆。

1、“人造太阳”不再遥不可及。超高温长脉冲等离子放电是未来聚变堆的基本运行模式。此前，国际上只有欧盟和日本科学家曾获得最长为 60 秒的高参数偏滤器等离子体。2017 年初，中科院合肥物质

科学研究院“人造太阳”——全超导托卡马克核聚变实验装置 EAST 获重大突破，首次实现电子温度超过 5000 万千瓦时、持续时间达 102 秒的超高温长脉冲等离子体放电，成为目前国际托卡马克实验装置上电子温度达到 5000 万千瓦时持续时间最长的等离子体放电。EAST 旨在通过可控核聚变来提供源源不断的清洁能源，从根本上解决人类能源问题。EAST 既定科学目标是实现 1 亿千瓦时 1000 秒的等离子体放电，但实现该目标仍面临着众多科学和技术方面的挑战。

2、铅基堆冷却剂技术取得重大进展。2016 年 11 月，中科院核能安全技术研究所先进核能研究团队在“铅基堆冷却剂技术”方面取得重大突破，使得铅基堆冷却剂技术综合实验回路的实验能力和运行参数处于国际领先水平，实现核心技术自主化，对促进我国第四代核能铅基反应堆的工程化具有重要意义。中科院在铅基堆创新设计理论与方法体系、关键设备研制与工程验证、安全与许可证技术以及小型铅基堆产业化等方面实现的突破，为我国铅基堆商业化示范应用奠定坚实的基础。铅基堆被“第四代核能系统国际论坛”评定为首个有望实现工业示范和商业应用的第四代核裂变反应堆。

3、核聚变技术开始进入商用视野。2016 年 8 月，位于洛杉矶的能源公司 Tri Alpha Energy (TAE) 宣布研制出一台能让超高温的氢等离子体稳定存在 5 毫秒的设备，尽管持续时间很短，但它证明了核聚变领域当前研究方向的可行性。近期，TAE 在可控核聚变领域又取得新进展，能够让热等离子体在 1000 万摄氏度的温度下存在 11.5 毫秒，而 1000 万摄氏度的温度足以维持核聚变反应，这代表了热核聚变技术一个潜在的突破点。因此，TAE 获得高达 5 亿美元的投资，将用于改进设备以延长热等离子体在高温环境下的稳态时间。TAE 有望在 2027 年前推出世界上首台商用核聚变反应堆。

四、储能技术不断完善

储能技术呈现出多元化发展格局，但大多数技术都还处于完善阶段。寻求安全性高、寿命长、成本低、能效高的储能技术将是未来的发展方向。

1、超薄钙钛矿太阳能电池研发速度加快。钙钛矿太阳能电池技术被“世界经济论坛”评为 2016 年十大最有前景技术之一，被视为最有希望取代传统石化能源的新能源电池之一。2016 年底，由都灵理工大学、洛桑联邦理工学院、米兰理工大学和意大利技术研究院纳米科技中心组成的一个钙钛矿实验研究团队，在《Science》杂志上发表主题为“提高钙钛矿太阳能电池的效率和稳定性”研究论文，该项研究解决钙钛矿太阳能电池转换中的关键问题。上海交通大学材料科学与工程学院金属基复合材料国家重点实验室韩礼元教授团队开展的“无溶剂免真空条件下的大面积钙钛矿薄膜和高效太阳能电池模块制备”研究，采用更加经济安全的新方法制备出比蝉翼还薄数十倍的大面积钙钛矿薄膜，向实现大规模低成本太阳能发电的目标迈出重要一步。

2、新型半固态结构电池成本有望持续下降。新型半固态结构电池由麻省理工学院 MIT 和 24M 公司共同开发。该技术采用传统锂离子电池的磷酸铁锂正极材料和石墨负极材料，以悬浮浆液形式开发厚电极半固态电池。与传统锂离子电池卷绕式、层叠式结构相比，厚电极结构的设计极大地简化了电池制造工艺、降低电池的生产成本。24M 公司利用该项技术制造出 17Wh 电芯样品，在 C/4 倍率下充放电寿命可以达到 1000 周，循环效率达到 85%。24M 公司已经将该技术定位于车用和固定式储能领域，正以电池包成本 100 美元/千瓦时、循环寿命不少于 5000 周为目标进行技术改进，预计将于 2018 年实现

量产。

五、其他新能源技术取得显著进步

除光伏、风能、核能及储能技术外，其他能源领域技术同样取得显著进步。例如，针对波浪能的应用技术有望弥补海洋能发展的短板，改善海洋能发电行业发展停滞的局面；基于微生物技术的生物质能源和氢能开发技术带动微生物能源技术的应用范围不断扩大。

1、波浪能发电技术取得新进展。美国佐治亚理工学院研制的新型波浪能捕捉设备，能够在波浪频率较低时进行发电。该装置拥有两个发电机系统：电磁发生器（EMG）和摩擦纳米发电机（TENG）。摩擦纳米发电机具有高电压的输出优势，输出功率随着波浪频率线性缩放，能很好地捕获低频波浪能源。同时，EMG系统的输出功率和波浪频率的平方成正比，更适合吸收高频能源。两者结合使得海洋能的捕捉范围更广，也使得这款新的波浪能发电机比现有机型更加高效。

2、生物燃料微生物发酵技术有待完善。根据微生物植物光合作用仿生原理，在成功实现工程化遗传改性微生物生产氢气和碳氢化合物的基础上，欧盟“2020地平线”计划提供资金，支持由德国大众汽车制造公司领导研发团队，利用改性微生物和微藻生产线，通过太阳光线和可吸收大气中二氧化碳的藻类，直接自然合成生物柴油和汽油。该研发团队已在英国伦敦理工学院建立起实验室规模的生物柴油和汽油炼制厂原型，开展工业化应用前的中试示范项目。当前研发主要挑战来自如何保证改性微生物在高效提供生物燃油的同时仍然保持完好无损，使生物炼制厂连续不断地生产太阳能生物燃油。

3、低温微生物制氢技术应用潜力巨大。由我国工程院院士任南琪领衔的生物制氢科研团队，通过改进系统启动策略率先实现了低温

(4°C) 生物制氢，突破传统制氢技术的温度限制。低温产氢是继微生物电解池耦合发酵产氢技术和蛋白质底物产氢后，生物制氢领域的又一个里程碑，该项研究证实低温条件产生氢气的可行性，为寒冷地区生物制氢技术的开发应用提供崭新思路。

执 笔：冯海玮

整 理：龚 晨

责任编辑：汤天波 编 辑：张 虹 联系电话：64311988-471 传真：64315005
地 址：淮海中路 1634 号 412 室 邮政编码：200031 电子邮件：fzzx@stcsm.gov.cn