

层层传“热”：海水淡化效率倍增

■本报见习记者 韩扬眉

海水三千,取之一瓢,化其为淡,可解全球用水短缺之难。

海洋面积占地球表面的71%,可供人类饮用的淡水面积却只占2.5%。联合国新发布的《世界水发展报告》指出,目前仍有超过1/4的人口生活在水资源严重短缺的地区。

海水淡化技术被认为是缓解淡水紧缺的途径之一,有效解决了沙漠、海岛及沿海发达地区的“干渴”问题。然而,诸多技术需要完备基建支撑、集中式安装和大量能源供应,这些都成为制约其广泛应用的重要因素。

近日,上海交通大学制冷与低温工程研究所教授王如竹和副教授徐震原等人组成的ITEWA(能源—空气—水)创新团队与美国麻省理工学院(MIT)团队合作,设计出局部加热型多级太阳能蒸馏技术,创纪录地实现了385%的太阳能蒸发效率和5.78/L(m²·h)的产率,比此前的效率纪录高约两倍,为实现超高效的被动式太阳能海水淡化提供了全新思路 and 理论框架。相关研究论文已发表于《能源与环境科学》杂志。

常见系统热量损失效率高

全被动式的太阳能海水淡化被认为是解决海水淡化适应性的有效技术之一。

“被动式太阳能蒸馏器通过太阳能加热产生蒸汽,并依靠冷凝收集淡水,具有运行简单可靠和适用范围广等优势,对偏远地区和基建落后地区尤为重要。”论文第一作者、上海交通大学机械与动力工程学院副教授徐震原告诉《中国科学报》。

在被动式太阳能海水淡化中,最常见的系统为单级盘式太阳能蒸馏,其理论效率约为60%,但实际运行效率却只有约35%。低效率也导致该系统产水成本高且面积需求大,严重限制了其广泛应用。

近年来,已有研究表明,界面局部加热的太阳能蒸发通过将太阳能光热转换置于气液蒸发界面,大幅度提升了太阳能蒸发效率,最高可达到94%。这使得界面局部加热的太阳能蒸发研究成为了能源科学、材料科学和热科学关注的焦点。

但徐震原和团队成员查阅文献时发现,文献中所提到的“界面蒸发”在真正应用于海水淡化实验时,效率并不高。他们分析,其中的原因就在于没有对冷凝热加以利用。



系统正在 MIT 进行测试。

当气体凝结为液体时,释放出的热量便被称为冷凝热。在传统的界面太阳能蒸汽冷凝过程中,其蒸汽焓被释放到环境中。

“回收蒸汽焓是进一步提升能量转换效率的关键。”徐震原解释说,尽管太阳能界面蒸发效率很高,但如果对蒸汽焓不加以利用,太阳能—蒸汽转化效率上限仅为100%。

全局热传递达到超高效

“全局传热传质优化是达到超高效太阳能海水淡化的关键。”论文通讯作者王如竹表示。

通俗来讲,全局传热传质就是将每一阶段海水冷凝过程中丢失的热量作为驱动下一阶段蒸馏过程的热源,让每一阶段都充分利用前一阶段所释放的热量。

那么,技术上如何实现?研究人员猜想,如果把太阳能界面蒸发和多级冷凝热回收结合起来,肯定能有效。但如何在小型系统装置里实现二者的有效结合,是个难题。

经过反复讨论和改良实验,研究人员最终设计出一个局部加热型多级太阳能蒸馏系统。第

一层装置将吸收的太阳能高效转换为热能,并用海水蒸发,蒸发过程产生的水蒸汽在冷凝薄板上凝结为淡水。而在后续多级装置中,前一级冷凝过程释放的热量作为热源传至下一层级,驱动蒸馏过程并获得淡水,其中最后一级冷凝产生的热能(冷凝热)将排放到海水中。

与传统冷凝装置系统不同,这一多级太阳能蒸馏设置因在太阳能吸收层两侧增加气凝胶和吸液芯,可防止吸收层的热量通过辐射、对流和导热形式向外泄露,同时保证海水连续蒸发。

“这一新方法意义重大。”美国劳伦斯伯克利国家实验室副主任、加州大学伯克利分校机械工程系教授拉维·普拉希尔表示,太阳能蒸馏海水淡化面临的挑战之一,是由于冷凝过程中大量能量的损失,导致海水淡化效率低下。而通过有效地收集冷凝热,太阳能蒸汽的整体效率可大幅提高。

“由于该结构在‘太阳能—蒸汽转换’和‘蒸汽—水转换’环节提升系统效率,且二者对系统性能的提升是相乘关系,因此,太阳能海水淡化整体效率可以得到显著提升。”徐震原说。

值得一提的是,模型显示增加级数对于整

体效率的提升始终有效,但该效果随着级数的增加迅速衰减。研究人员综合考虑高效率、抗污染性、经济性和可携带性等多方面因素,最终将局部加热型多级太阳能蒸馏系统设置制成为一个10级结构、蒸发—冷凝间距为5毫米的系统。

便携小型“随处可用”

研究人员希望缺乏基础设施建设或电网供应,且淡水资源短缺的沿海区域的人们,也可以享受到海水淡化技术的福利。

徐震原的愿景是,“只要有太阳能和海水,随时随地都能用”。

为此,局部加热型多级太阳能蒸馏系统示范装置在设计时注重便携化和小型化,由现成的廉价材料所搭建,包括玻璃盖板、铝片、纸巾和尼龙框架等。比如,将纸巾作为毛细多孔蒸发器,其成本低,还具有丰富的纤维素、纤维微孔结构。

“以往其他的被动式太阳能海水淡化系统,太阳能吸收器和吸水器件都是独立的部件,它们的材料既专业化又昂贵。”王如竹表示,在这一系统中,将光热转换、绝热和毛细补水功能分层实现,在实现高效太阳能蒸发的同时降低了蒸发器多性能耦合的要求,提升了材料选取的灵活性,并降低成本。

“我们设计的装置适用于各种材料,可根据实际情况和条件进一步优化。”王如竹对记者说。

对于太阳能海水淡化技术产业化,徐震原表示,应当根据集中式或分散式的应用分别考虑。目前用于集中式海水淡化的技术已经比较成熟且效率较高。而对于分散式海水淡化,当地的基础能力并不强,或者需要频繁移动,需要考虑的便是便携性和纯被动运行,原有的高效技术无法应用,需要更便携的海水淡化技术。

根据预测,局部加热型多级太阳能蒸馏系统可将被动式太阳能海水淡化的效率提高至700%或800%。

但在徐震原看来,在追求更效率的同时,如何实现长期稳定运行是将其成果推向实用化的瓶颈。其中,结盐和结垢是在海水淡化中影响蒸发器长效稳定的重要因素。“探索兼具太阳能高效蒸发和长期防结盐的新设计也在我们的研究计划中。”他说。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1039/c9ee04122b>

氢经济「魔咒」或被打破

预计到2030年氢能成本将降低50%

■王斯成

本报道到日前为止,氢能面临的最大的挑战就是其“价格标签”。与其它能源相比,较高的使用成本往往使氢能遥不可及。但世界经济论坛(又称“达沃斯论坛”)认为,这一状况即将得到改变。日前,由达沃斯氢能理事会的最新报告《氢能竞争力之路:成本视角》显示,通过大规模扩大氢能生产、分销、设备和部件制造,预计到2030年,“氢能解决方案”的成本将在广泛应用中降低50%,氢能将成为具有竞争力的替代能源。

根据该报告,在不同的场景中,氢能成本预计都会显著降低,其中,在长途和重型运输、工业加热、重工业原料领域尤为明显。数据显示,这三大领域的能源消耗占全球约15%,由此,“氢路线”作为“脱碳”的重要路径,将面临巨大机遇。

报告指出,随着规模的扩大,氢能三个环节的成本将大幅下降:第一,生产“绿氢”的制氢成本大幅下降;第二,由于负利率和基础设施规模效应的提升,储运和加氢成本大幅下降;第三,随着制造业规模的扩大,终端设备成本大幅下降。

世界经济论坛表示,该报告打破了氢能无法实现经济性的“魔咒”,并声称,由氢能扮演“主角”的清洁能源的未来将比预期更早地到来。

“为了抓住氢能发展的机遇,政策制定者需要提供良好的市场条件。”世界经济论坛指出,未来10年,“关键地区”的政府需要出台配套政策,同时,还需要约700亿美元的投资支持,以扩大氢能发展规模,实现其成本竞争力。数据显示,目前全球每年的能源支出高达1.85万亿美元,而仅在2019年,德国向可再生能源提供的补贴总计就达到约300亿美元。

世界经济论坛表示,去年以来,氢能行业国际合作的势头开始涌现,例如2019年日本G20峰会明确将发展氢能列为议题,诸多行业领袖和投资界成员参与其中。

根据报告,2020年将开启清洁能源发展新纪元。如果加大对氢能技术的投资力度,并成功地制定出正确的政策框架,使其成为全球能源体系中的主要组成部分,氢能就可以在帮助降低碳排放的同时,显著提高能源安全和恢复能力。(李惠钰)

建言能源“十四五”系列谈④

光伏将成全球最主要电力来源

■王斯成

国际能源署、国际可再生能源署、美国风能/太阳能行业协会、欧盟委员会等国际研究机构的研究报告都不约而同地指出,未来的能源和电力结构是高比例可再生能源,甚至是100%可再生能源结构。

而在高比例可再生能源结构中,光伏的占比是最高的。业界普遍认为,光伏装机将超过全球总装机的50%。自2006年《中国可再生能源法》实施以来,我国光伏产业的发展取得了举世瞩目的成就,光伏也将成为全球最主要的电力来源。

中国光伏全球领先

从光伏产业规模看,自2007年起,中国连续多年位居世界第一,中国产量的全球平均占比超过70%。当前,我国光伏组件的产能大约为150吉瓦,该产业的就业人数达250万,全产业链年产值高达5000亿元人民币,出口超200亿美元。

从成本下降幅度看,10年内光伏组件价格和系统成本均下降了90%以上。2008年,中国光伏组件价格每瓦25元,系统造价50元/瓦,光伏上网电价4元/千瓦时。2019年底,高效光伏组件的平均售价低于每瓦2.0元,系统平均造价低于4.0元/瓦,国家公布的光伏上网电价0.4~0.55元/千瓦时,为光伏发电在中国乃至世界实现平价上网作出了重要贡献。

从技术水平看,我国光伏产业化技术处于全球领先水平,天合、隆基、晶科、汉能等领军企业多次在光伏组件效率上打破世界纪录,各种高效电池技术均已在我国实现大规模产业化。制造装备的国产化率超过95%,少量国外生产的高端设备也属于共有知识产权,全产业链不存在技术障碍。

从市场开发看,自2013年开始,我国光伏发电新增装机连续7年全球第一。自2015年开始,累计装机规模连续5年居世界首位,2019年当年装机30.1吉瓦,占全球装机的四分之一。到2019年底,中国光伏累计装机达到205吉瓦,占全国电力装机的10.2%,发电量达到2240亿千瓦时,占全国总发电量的3.1%,在我国能源转型的道路上迈出了坚实的一步。

产业发展仍存障碍

就中国而言,迫于能源供给和温室气体减排的压力,能源转型势在必行。如何推动能源和电力转型是中国电力改革最终要解决的问题。我国的目的是:2020年非化石能源占一次

能源消费比重达到15%,2030年达到20%;到2030年左右,使二氧化碳排放达到峰值,并争取尽早实现。

国家可再生能源中心依据国家能源转型要求,2018年发布了研究报告《中国可再生能源展望2018》,提出到2050年,中国可再生能源在一次能源消费中的占比达到60%以上,在电力消费的比重达到90%;电力在一次能源消费中的比例从现在不到30%提高到60%以上。报告中提出的保守目标为,光伏装机需要从现在的9.2%上升到2050年的38.3%,发电量从现在的2.5%上升到19.3%。光伏装机到2050年将超过20亿千瓦,即2021~2050年平均每年光伏装机6000万千瓦。

中国光伏的发展有成本优势。2021年,光伏发电在中国西部一类资源区可以作到0.25元/千瓦时以下,东部三类资源区可以作到0.35元/千瓦时以下,与常规火电相比较,具有很强的竞争优势;未来10年之内,一类资源区光伏成本将降到0.1元/千瓦时,三类资源区将降到0.2元/千瓦时,2030年之后光伏将成为世界上最便宜的电力。

但是,光伏也具有不连续、不稳定的特点,对此,可以用集中式光伏电站方式、分布式光伏两种方案来解决。

凡接入10千伏及以上公共电网、所发电量全部卖给电网的均属于集中式光伏电站。当电网接入高比例集中式光伏电站时,要求电网具有很强的调节能力,用于应对光伏的波动性和间歇性。

另外,对于火电机组由基荷电力向调节电力的转变,还缺乏相应的电价体系和激励机制;国内对于互补电源结构还没有统一规划和部署;电网侧储能和光伏电站站内储能目前仅有零星示范。

分布式发电系统是在负荷侧安装的发电系统。从2021年开始,对于全国所有用电户来说,用光伏的电都要比用电网的电便宜,分布式光伏的规模化发展具有显而易见的商业驱动力。

与分布式光伏相结合的分布式储能市场潜力巨大。一方面是因为分布式光伏的成本大大低于电网的零售电价,价差足以支持安装储



世界最大的龙羊峡1000兆瓦光伏电站电站

能;另一方面,安装储能之后,分布式光伏系统不但具备了很强的调节能力,可以实现100%渗透率,而且通过与电网互动,削峰填谷,还能够实现收益最大化。

目前的问题是,我国尚未全面放开分布式光伏项目的建设规模,也还没有像日本“净零能耗建筑”和德国“智能家居”那样类似的政府计划;配电网经营权尚未开放,电力交易市场和实时电价体系尚未建立,不利于光伏微电网项目的开展,也不利于分布式储能市场的启动。总之,分布式光伏的规模化发展不存在技术障碍,更多的是管理和利益平衡的问题。

进一步放开现有政策

“十四五”是光伏和风电全面进入平价时代的开局5年,是承前启后、继往开来的5年,非常关键。建议“十四五”期间新增电力装机均为清洁能源,燃煤电厂的存量装机需要让出发电量,逐步向调节机组过渡,以保证清洁能源电力的优先、满发。

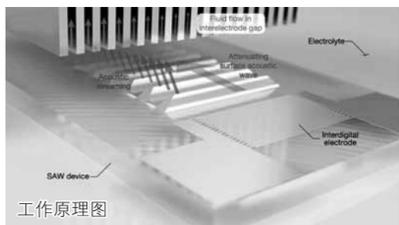
其二,对于集中式光伏电站,逐步建立全国统一的电力市场,使我国超高压电网真正发挥作用,为在我国西部建设高比例可再生能源发电基地扫清障碍。

其三,加快电价改革和实时电价体系的建设,要有利于燃煤电厂由基荷电力向调节电力过渡,要有利于激励光伏系统提高自身调节能力,加速集中光伏电站站内储能和分布式储能市场的发展。

其四,进一步放开现有政策,如对于集中式光伏电站,放开光伏系统“光伏—逆变器容配比”,提高光伏电站的“保障性收购小时数”,使得光伏发电成本快速下降;对于分布式光伏,要放开规模限制,不得以“消纳能力有限”为由拒绝分布式光伏项目立项。开放配电网的经营权,做到“输配分离”(现在已经做到“厂网分离”),加强“净零能耗建筑”“智能家居”和光伏“微电网”的示范和推广。

(作者系国家发展改革委能源研究所研究员,本报记者崔雪芹采访整理)

百叶窗



工作原理图

近日,美国加州大学圣地亚哥分校教授詹姆斯·弗兰德开发了一种表面超声波装置,可利用超声波驱使电解液流动,提高离子分布的均匀性,从而实现快速充电并提高电池的循环寿命。相关论文发表于《先进功能材料》。

从电网储能、智能机器人到电动汽车,可充电电池是推动其发展的关键。目前最好的锂离子电池的能量密度(240瓦小时/千克)仅为铅酸电池能量密度(40瓦小时/千克)的六倍,其安全性、可充电性、比容量和循环寿命都需要继续改进。

以金属锂为负极的锂金属电池拥有超过500瓦小时/千克的能量密度,是当下最好的锂离子电池的两倍,但锂金属在循环过程中会有枝晶产生,导致一系列安全问题,这也阻碍了锂金属电池的商业化发展。

此次研究,弗兰德期待解决阻碍锂电池50多年来发展进步的两个根本问题,即充电时间长和循环寿命短。尤其是要解决较为严重的锂枝晶问题,因为枝晶的形成进一步消耗了解液和锂负极。

在之前的研究中,有人提出对锂金属电池施加外部磁力通过磁流体动力学来抑制枝晶的连续生长,但此方法能耗高且性能受限。与此同时,在传统的化学气相沉积过程中,超声波被用来驱动电解液流动,提高离子分布的均匀性。然而,超声波设备体积庞大、低效且电学不兼容,不适合实际应用。

相比之下,只有指甲大小的表面超声波装置能够提供优异的功率密度,产生108~1010米/秒的局部极端加速度,驱动流体流动速度高达1米/秒,常常被用于生物传感器和微流体中的粒子收集等方面。标准的紫外光刻蚀和加工过程可廉价地生产表面超声波装置,在低损耗的单晶压电的铌酸盐衬底上沉积交错金属电极。

为此,弗兰德开发了一种表面超声波装置,以此来克服锂电池中长期存在的问题。该装置通过驱使电解液在电极间隙之间充分流动,尽可能地防止枝晶的产生和电解液的耗尽。

由表面超声波装置内部产生的声波(流体)驱动的流动,显著降低了电解液中锂离子的浓度梯度,即使在快速充电的情况下,也能够实现均匀的锂沉积。此外,表面超声波装置的功耗约为10毫瓦时/平方厘米,与充电本身相比,相对较小。在锂金属电池放电过程中,枝晶不易形成。

该文设计了一种与化学物质无关的方法,以避免电解液中离子耗尽和枝晶生长。采用小型高频超声波装置能够有效驱使电解液在电极间隙内产生均匀的离子通量分布,使枝晶生长的潜在位置在超声源的特定距离内保持稳定。这种简单的技术将有助于提高电池的效率和、效用和可持续性,可用于当前和未来的可充电电池中。(李惠钰)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1002/adma.201907516>

资讯

上海石化研发成功 聚丙烯熔喷无纺布专用料

本报道2月23日,《中国科学报》记者获悉,上海石化紧急研发转产的熔喷无纺布专用料试产成功,每天可生产6吨,将助力新增一次性医用口罩近600万片/天。

熔喷布,俗称口罩的“心脏”,是口罩中间的过滤层,能过滤细菌,阻止病菌传播,其纤维直径只有头发丝的三分之一。尽管原料都是聚丙烯,但熔喷布专用料与其他无纺布原料在生产工艺和性能上存在较大差异。

了解到熔喷布仍是口罩生产的制约因素后,上海石化发挥聚丙烯产能、技术、团队以及产业链优势,启动紧急技术攻关,联合地方政府和有资质的厂家,加快熔喷布专用料的研发。

“熔喷布专用料就是高熔融指数的聚丙烯。”上海石化金昌公司生产部经理陆军介绍说,聚丙烯的熔融指数越高,熔喷出的纤维就越细,制作成的熔喷布过滤性也就越好。

为解决高熔融指数难题,上海石化抽调力量组建了研发团队开展配方研究、测试分析和放大试验等工作,克服设备、技术等种种困难,终于成功攻克高熔融指数聚丙烯改性生产难题。

据悉,通过工艺优化,上海石化有望短期内每天再增产约2吨,实现日产8吨熔喷布专用料。

(计红梅)



熔喷无纺布专用料试产成功。