

技术驱动中国版“页岩革命”

■本报记者 李惠钰

在对中国资源禀赋的评价中,“富煤、贫油、少气”是一个比较流行的观点。然而,这并不代表中国的石油和天然气勘探开发就没有潜力可挖。

页岩气和页岩油是指蕴藏在页岩层岩缝里的天然气和原油,属于非传统能源。自今年以来,我国页岩油气田勘探开发就频频捷报——位于四川泸县的一口页岩气井,日产气超过137.9万立方米,足够近138万户居民的日常使用;中国石油大港油田新增亿吨页岩油储量,年底将实现5万吨页岩油产量……

页岩气和页岩油的技术突破统一被称为“页岩革命”。“页岩革命深刻改变了石油工业,显著增加了油气资源总量,也大大降低了能源被动转型的可能。”近日在2019全球能源转型高层论坛上,中国科学院院士、中国石油大学(华东)校长郝芳表示,“页岩里的资源可以再维持油气工业发展百年以上,这是一个重大进步。”

依据国际能源署的统计,中国的页岩油气可采储量接近50亿吨,占据全球页岩油气可采储量超过10%,仅次于美国和俄罗斯。但是,目前国内的勘探开发进度和页岩油气资源禀赋相比,仍显落后。

“‘页岩革命’实际上就是一场技术革命。”中国科学院院士、中国石油大学(北京)教授高德利表示,中国要想实现页岩油气勘探开发的更大突破,首先要加大创新驱动力度。

“北美模式”难以简单复制

页岩革命从北美发起,带来的结果是,美国超越俄罗斯成为天然气第一大生产国,超过沙特成为原油第一大生产国。

“页岩革命极大地影响了全球石油、天然气的价格,同时也使得美国这一曾经最大的油气进口国实现能源自给。”郝芳用“广阔的勘探领域、巨大的潜在储量”来形容页岩革命。

然而,美国“页岩革命”的奇迹难以被中国简单复制。相比于美国等地区,中国页岩油气地质条件更加复杂、储层类型更加多样,开采难度也更大。

“中国早期在四川盆地周边部署了一系列的钻井,最后只有很少的页岩油气能够实现商业开采,主要原因就是我国地质条件非常复杂。”郝芳举例说,“在美国,页岩核心区大于一千平方公里,而中国很多页岩气田只有连续的几百平方公里,这就是中美页岩油气的资源差别。”

不仅如此,我国陆相页岩油与北美海相页岩油相比,在地质条件和地面条件下均存在较大的差异,也不能照搬北美技术,实现工业化效益开发面临很多



美国“页岩革命”的奇迹难以被中国简单复制。

“页岩革命实际上就是一场技术革命。中国要想实现页岩油气勘探开发的更大突破,首先要加大创新驱动力度。”

重大挑战。“这也是为什么中国页岩油气发展任重而道远的一个根本原因。”

郝芳补充道。

高德利也指出,美国“页岩革命”有许多有利因素,例如美国具备良好的融资渠道,为企业家长期进行页岩钻采尝试提供了资金保障。美国还拥有良好的能源开发基础条件,如较完备的油气管网、地质数据等。而其法律体系也赋予土地业主地下开采权,从而给油气开发活动提供了极大便利。

“我们的技术、经济指标都与美国差得很远。”高德利直言,“我国油气发展面临更多的挑战,既要解决国内油气增产上产的许多难题,又要实施‘走出去’发展战略,原来以‘跟踪’为主的发展模式已经难以应对。”

“放眼全球,可供人类开发利用的油气资源仍十分丰富,但商业开采的油气时代已经结束。全球油气行业将长期面临油气开采难的问题,对工程科技创新与前沿技术突破的依赖度也将越来越大。”高德利表示,我国急需一场页岩革命的大爆发。

新型储能系统:把太阳能装进电池里

■本报见习记者 程唯勤

中国科学院长春应用化学研究所博士生张鹤独自坐在实验台前,通过观察电化学工作站数据的运行情况,不断手动调整装置的连接模式。这是他近段时间以来工作日常的缩影。

“有时候循环测试可能需要十几个小时,操作者必须寸步不离地守在实验装置前。”他告诉《中国科学报》。

最近,张鹤终于得以短暂地放松。在中国科学院院士董绍俊的指导下,他所在的团队通过构建基于水/氧循环的生物光电化学模型,成功实现了集成化体系下太阳能的连续转化与存储。相关成果日前发表于《美国化学会志》。

不间断的太阳能

地球自转,引起了自然界中白天与黑夜的交替变化,这导致了区域性的阳光照射是间歇的、非连续的。

对于传统光伏器件而言,要想获得源源不断的电力输出,连续不断的日照是装置正常运行的最基本条件。然而,受区域性光照间歇的影响,光伏器件中的能源转换(光能到电能)是一个非连续性过程。这在很大程度上限制了太阳能的直接利用,使其不能满足实际生产生活中日以继夜的电力需求。

为解决这一问题,科学家们提出了相应的能源储备策略,通过将光电化学体系与二次电池或液流电池体系连用,实现了太阳能的转化与存储。

“但是,多体系连用在系统复杂、成本较高、能量传输损耗严重等缺点。”论文第一作者张鹤分析,多体系连用一方面需要考虑体系与体系间的匹配问题,另一方面能量在传输转移过程中容易以热能形式出现不可避免的损耗。这

样一来,既增加了设备成本,也不利于存储能源的有效利用。

2018年,该团队通过将n-型半导体光阳极与多铜氧化酶生物阴极相匹配,成功构建了一个基于水/氧循环的生物光电化学池,实现在体系水/氧循环状态下从光能与化学能到电能的连续稳定转化。

不过,与传统光电化学体系相同,该体系的运行完全受控于外界光照情况,亟须进一步修正。

“我们团队在此前研究工作的基础上,通过引入储能模块(聚吡咯电容电极),建立起一个集成化的生物光电化学模型体系。在体系中水/氧自循环的状态下,实现了光照与暗场条件下源源不断的电力输出。”张鹤说。

把太阳能存储起来

针对电池体系的研究,该团队从考察单个电极的电化学行为入手,从单个电极到单个电池再到整个体系,由简及繁地对所构建模型体系的各个组分及整体性能进行考察。

首先遇到的难点就是储能模块的选择。

论文作者之一、中国科学院长春应用化学研究所博士生黄亮告诉《中国科学报》,为确保固态电容电极的正常蓄能,一方面其充/放电势窗需介于光生物燃料电池两电极电势之间;另一方面需确保该电极在中性光电化学体系中具备较高且稳定的电容量。“经过多方面优化选择与测试,我们选择聚吡咯电容电极作为储能模块。”

果不其然,聚吡咯电容电极扮演的双重角色实现了光电化学体系与电池体系的集成化连用。

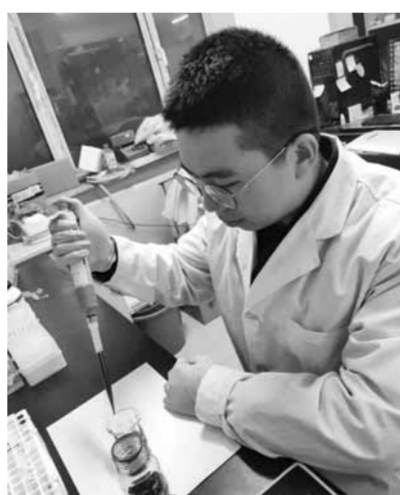
靠钻井技术突破工程作业极限

一种资源只有完成大规模工业化开发,才能形成革命性战略接替,而简单、小规模突破只能称之为阶段探索或局部发现。在业内专家看来,不断研发工程技术,探索出一条成熟的技术路线,才能完成页岩革命的历史使命。

在高德利看来,中国要想实现页岩油气勘探开发的更大突破,就需要采用地质、工程、市场一体化解决方案,加快建设大型丛式水平井高效开发模式及工程技术支撑体系。

“我国山区蕴藏着丰富的页岩气资源,但其地表环境和地质条件都比较复杂,使得这里的页岩气开发面临诸多挑战。”高德利称,“重庆涪陵页岩气开发,已经形成增储上产的良好发展势头,现已建成100亿方的年产能,以及约60亿方年产量,但仍然面临深层页岩气工程技术等挑战。”

而采用先进的井型技术大幅度提高油气田的单井产量及最终采收率,一直是复杂油气田高效开发追求的理想



张鹤在实验中。

光照条件下,在光电化学体系中,聚吡咯电容电极作为阴极接受来自阳极产生的光电子,并凭借自身的电容性能将其存储起来,实现光能到电能、化学能的转化;暗场条件下,在电池体系中聚吡咯电容电极又作为阳极将存储的光电子传输到生物阴极,实现化学能到电能的转化。

第二大难点在于体系蓄放过程中各个电极间电位的匹配问题。

“需要确定电容电极的充/放电电位。”论文作者之一、中国科学院长春应用化学研究所副研究员翟俊峰告诉《中国科学报》,在光电化学体系中,阳极光催化水氧化(OER)电位需要低于-0.1V才能有效地实现光生电荷在电容电极上的存储,因此二氧化钛电极可以作为合适的光催化材料应用在该体系中。

而在生物燃料电池体系中,阴极

目标。高德利表示,页岩气工程技术的创新,就是钻井技术的进步。定向钻井要求控制钻头定向破岩钻进并打中目标,是钻井主体技术之一,而大位移钻井是挑战定向钻井的前沿技术。

“在石油、天然气等地下矿产资源开发中,钻井是不可或缺的基本工程。通过科学研究与实践,人类会不断突破其工程作业极限,这也是页岩油气工程技术的创新之一。”为此,高德利建议,应该加快创建独具中国山区特色的大型丛式水平井高效开发模式及其工程技术支撑体系,以期实现页岩气的高效绿色开发。

郝芳称,未来相当长时间,油气仍然是一次能源的主体,也是影响中国国家安全的战略资源。就我国页岩油气革命而言,也将由资源主导变为技术主导。他表示,科技创新是第一生产力,智能钻井、纳米驱油、原位改质等新一代勘探开发智能化技术体系将助推推油气产量迈向新高度。

另外,高德利表示,随着信息、材料、人工智能等相关学科领域的科技进步,油气工程技术与装备还将向着信息化、智能化、自动化方向加速发展。

陆相页岩油气开发待突围

实际上,我国含油气盆地以陆相沉积为主,陆相页岩油气资源丰富。中石油科技管理部总经理匡立春表示,未来10~15年是中国陆相页岩油气革命的战略机遇期,将推动陆相页岩油气成为我国石油资源的重大战略接替。

北美以海相页岩油为主,面积大、有机质含量高、成熟度高、油气丰度高、可压裂性强、技术先进,开发成本低;而我国则以陆相页岩油为主,但存在面积相对小、有机质含量偏低、成熟度及油气丰度中等等一系列问题。

“与北美海相页岩储层相比,我国陆相页岩储层具有特殊性,多项理论问题尚未解决。”匡立春指出,特别是一些工程技术还不成熟,耐高温高压复合材料、芯片和软件等核心领域“卡脖子”问题待解。此外,陆相页岩油气开发纵向油层动用率低、单井产量低、井控储层低和采收率低,仍需要提质增效。

陆相页岩油开发之路还得中国人自己闯,创新是唯一出路。匡立春建议,要加快页岩油勘探理论研究,加大中成熟度页岩油产量规模,加快中低成熟度页岩油工业化试验,实现页岩油高效开发。

他还建议国家超前设立页岩油科技重大项目,研发有效适用技术,同时通过创新适用管理模式,在大数据、人工智能分析的基础上,通过提高单井产量和优化作业成本,实现页岩油低成本效益开发。

催化氧化还原电位需要高于0.3V才能有效地实现光生电荷在电容电极上的释放。因此,团队选择胆红素氧化酶作为合适的生物催化材料,应用在该体系中。

实验数据分析显示,该概念模型在光照与暗场条件下分别获得 0.34 ± 0.01 和 $0.19 \pm 0.02 \text{ mW cm}^{-2}$ 的最大功率密度输出,并且展现出稳定的太阳能蓄放循环性能。此外,通过改变储能模块(聚吡咯电容电极)的电容量,体系充/放电时间可得到有效调控。

助力绿色新能源发展

张鹤认为,该模型体系的建立有望实现太阳能蓄放体系向简单化、小型化与低成本化发展,并且为环境友好型绿色新能源的发展提供了一条新的研究思路。

“通过体系中简单的水/氧循环,太阳能便可以在这个集成化器件中得到连续转化、存储与释放,实现光照与暗场条件下源源不断的电力输出,避免了区域光照间歇性所带来的太阳能转化不连续问题。”张鹤介绍,这也是该研究的创新之处。

他相信,在相关工业技术支持下,该模型有望在新兴绿色能源器件商业化应用中得到发展。“比如,通过电池串联的方式,可以实现小型能源器件的商业化应用,来满足日常生活中手机充电设备、家用备用电源以及小功率路灯的使用。”

下一步,团队将以该研究工作为基础模型,针对实际生产生活中的一些具体问题,进行体系改进与优化,以扩大该模型的相关应用前景。

相关论文信息: <http://doi: 10.1021/jacs.9b08046>

本报讯(记者李惠钰)近日,由中国石油大学(北京)主办的“2019能源战略与创新高峰论坛”在京举行。本届论坛旨在探讨新时代全球能源战略、能源转型与经济高质量发展等重大问题。商务部研究院区域经济合作研究中心主任张建平作了题为“‘一带一路’建设进程中的能源合作机遇”的主题报告并强调,“一带一路”建设对我国经济结构转型升级、能源多元化供给渠道的巩固提升、能源技术创新发展意义重大。

张建平表示,“一带一路”是我国重大的国际发展和国际合作倡议,建立在共商、共建、共享的逻辑下,是一个多元、系统的合作工程。

在他看来,“一带一路”的建设过程中对于能源的需求是非常迫切的,不仅我国有大量的石油、天然气需求,很多“一带一路”沿线发展中国家同样对能源有巨大需求,例如在非洲、东南亚等一些发展中国家,甚至电力都无法保证。

“‘一带一路’地理沿线分布65个国家,拥有38%的全球面积、29%的生产总值、62%的总人口以及30%的缺水人口。”清华大学环境学院副教授鲁玺援引国际能源署的估算数据,未来“一带一路”沿线国家的电力需求将保持高速增长,预计到2020年,沿线国家的发电量将比2013年约51890亿千瓦时增长70%。

在鲁玺看来,“一带一路”地区有丰富的太阳能资源,太阳能发电潜力巨大。至少有13个“一带一路”沿线国家电力普及率不足100%。在这些电力短缺的国家中,太阳能光伏的年发电潜力超过其全国年电力需求的9倍到5270倍不等。

此外,“一带一路”地区太阳能总装机潜力为265.9亿千瓦,是2017年全球太阳能光伏装机容量的600余

百叶窗

看得见风景的太阳能窗户

最近,科学家们找到了一种简便的方法可以让太阳能面板由不透明变得透明。未来,我们办公室的玻璃窗可能很快就会被这种看得见风景的面板材料所取代。制备这种面板的诀窍就是在它们中间打上小孔。这些小孔离得很近,以至于我们可以清楚地看到它们。

韩国蔚山国立科技大学的Kwanyong Seo表示,透明的太阳能面板将对提升城市中利用太阳能的水平起到关键作用。

这是因为屋顶的空间相对固定,而窗户的面积则会随着建筑物的升高而增大。“如果我们在建筑物的窗户上安装透明的太阳能电池,它们每天就可以产生大量的电力。”Seo说。

截至目前,开发透明电池遇到的问题是,它们的能量转换效率往往比较低,也很容易给通过它们的光“点染”上红色或蓝色的色调。

为了克服这一问题,许多科学家正在寻找新的材料来制造透明的电池。然而,Seo和他的同事们想要用最常用的材料——单晶硅片中开发出透明的太阳能电池,而世界上90%的太阳能电池都含有单晶硅片。

他们将完全不透明的单晶硅片制备成1厘米见方的电池,然后在上面上打

倍,开发利用3.7%的最优光伏发电潜力即可满足整个地区2030年的电力需求。

张建平强调,“一带一路”能源合作与气候变化高度关联。我国在“一带一路”合作进程当中,要特别注重和这些国家一起推动减排目标的实现。如何通过我国经济结构转型升级、增加新能源的比重以及逐渐降低传统能源的比重,这是中国和“一带一路”所有合作伙伴在合作进程当中需要逐步探讨和解决的问题。

对于“一带一路”可再生能源开发及可持续发展,鲁玺也分享了诸多对策,例如建议以“产业+投资+运营”为抓手促进“一带一路”可再生能源国际合作,促进形成多形式的融资支持体系。另外,要以标准与认证国际合作为切入点,推动中国标准“走出去”,并以智能运维为突破口,促进“一带一路”可再生能源数字化能力的建设,同时还要发挥行业组织的积极作用,聚合国内外力量,协力推动“一带一路”可再生资源绿色发展。

中国石油大学(北京)校长张来斌也在致辞中指出,能源生产和消费革命是推动生态文明建设的关键环节,能源消费、供给、技术、体制革命意义重大。中国石油大学针对能源转型革命、服务“一带一路”建设,已成立新疆克拉玛依校区,优化学科布局,进行学院设置改革调整,在“双一流”建设上开启新征程。



不透明的太阳能电池现在可以变成透明的。

小孔,让光线通过。这些孔的直径为100微米,相当于人类头发丝粗细,可以让100%的光线通过,而不改变光线的颜色。

电池的固体部分仍然吸收所有的光照射到它表面,产生12%的能量转换效率。这大大优于此前透明电池所拥有的3%-4%的能量转化率,但仍低于目前市场上不透明太阳能电池所取得的20%的最好成绩。

未来几年,Seo和他的同事希望开发出一种效率至少达到15%的电池。此外,为了让产品更好地市场化,他们还需要开发出一种透明的电极。

(计红梅编译) 相关论文信息: <http://doi: 10.1016/j.joule.2019.11.008>

资讯

第二届“金风杯”能源创新挑战赛结果揭晓

本报讯 第二届“金风杯”能源创新挑战赛总决赛及颁奖典礼暨新能源专家论坛日前在清华大学举办。来自华北电力大学的参赛团队获得本次大赛特等奖。

本次挑战赛由新疆金风科技股份有限公司携手清华大学电机系、中国可再生能源学会风能专业委员会、中国农业机械工业协会风力机械分会共同主办。大赛历时近4个月,来自清华大学、北京大学、中国科学院大学等7所重点院校的85支团队报名参赛。选手们基于遴选自一线业务需求的“经营模式创新”和“技术创新”两大类别,15个选题,展开了探索性创新研究,最终13支队伍进入决赛。

在新能源专家论坛上,中国科学院院士徐建中表示:“能源转型过程中会遇到不小阻力,风电应当发挥出自身独具的特色,牢牢抓住能源技术革命的机遇。”(计红梅)

中石化境外工程项目首获“鲁班奖”

本报讯 近日,在中国建筑业科技创新暨2018-2019年度中国建设工程鲁班奖(国家优质工程)表彰大会上,由中国石化炼化工程集团承建的哈萨克斯坦阿特劳炼油厂石油深加工联合装置“交钥匙”建设工程项目荣获“鲁班奖”(境外工程)。这是中国石化首个获此奖项的境外工程项目。

该项目是哈国工业战略发展规划的重要工程之一,是哈政府为了提高原油加工深度,增加高辛烷值汽油、柴油及航煤的产量,并使汽柴油产品符合欧V标准要求而实施的关键项目。项目主要包括催化裂化、石脑油加氢精制、柴油加氢精制等共12套工艺装置及相关配套设施,共61个单元。项目全面建成后,可以生产符合欧IV、欧V排放标准的汽柴油,有效降低哈国高标准油品的进口需求,对推动哈国石化产业升级具有标志性意义,同时还带动6亿多美元的中国成套装备和材料出口,打造了中国炼化技术的国家“新名片”。该项目由中国石化炼化工程集团下属EPCC合同模式实施,由其下属洛阳工程公司、第十建设分公司具体执行,于2019年5月底顺利举行“交钥匙”仪式。

据了解,中国建设工程鲁班奖是国内建筑行业工程质量最高荣誉,“鲁班奖”将境外工程列入评选范围,旨在鼓励建筑业实施“走出去”战略,进一步提高质量管理水平,提升国际市场竞争能力。(计红梅)

「一带一路」能源合作迎来新机遇