

乙醇汽油已来,甲醇汽车又到?

■本报记者 张晶晶

3月初,山西宣布将在京津冀大气污染传输通道涉及山西省的太原、阳泉、长治、晋城等市先期进行试点,积极稳妥推广使用车用乙醇汽油。按照“试点先行、全面推广”思路,2019年1月到12月分别进入设施建设和改造阶段以及试点推广阶段。2020年1月起,进入全面推广阶段,山西省全面推广使用车用乙醇汽油。所有加油站禁止向终端用户销售非车用乙醇汽油(军队特需、国家和特种储备用油除外),一律改售车用乙醇汽油。

距离2017年9月15日各部委联合提出《关于扩大生物燃料乙醇生产和推广使用车用乙醇汽油的实施方案》已经过去了一年半的时间,那么,到2020年将在全国范围内推广使用车用乙醇汽油、基本实现全覆盖的目标能够实现吗?

而就在乙醇汽油呼声渐涨的同时,国家又布局了甲醇汽车的应用。那么,乙醇汽油与甲醇汽油能否“联手”占领清洁能源市场?

清洁低碳,减轻对石油依赖

乙醇汽油是将燃料乙醇以一定比例添加到汽油中,形成车用乙醇汽油。生物燃料乙醇属于生物质能,是通过生物质原料进行加工转化而产生的一种生物液体燃料。生物燃料乙醇不含硫,无灰分且具有良好的环保性。同时,生物燃料乙醇还具有可再生性。上述特征使其在当前石化能源资源日益短缺、石油安全形势日益严峻和全球碳排放压力不断加大的背景下,成为各国为实现传统交通燃料向清洁化和低碳化转型的优先选择。

以国标乙醇汽油E10为例,是普通汽油与10%的燃料乙醇调和而成。根据交通部汽车运输行业能源利用监测中心的测试结果,使用E10乙醇汽油后,排放的尾气中一氧化碳减少了19.7%,碳氢化合物减少了16.4%。对于常规排放污染物,研究发现,掺混比为10%的乙醇汽油可使汽车尾气中苯污染的排放减少25%。

除了清洁低碳,从能源安全角度看,发展乙醇汽油有重要战略意义。中科院大连化物所所长、中国工程院院士刘中民表示:“我国采用乙醇汽油,可以减少原油消耗,从而减轻对石油的依赖。”

江苏大学生物物质能源研究所副研究员常福祥在接受《中国科学报》采访时介绍说,目前国际上推行乙醇汽油比较成功的案例有美国和巴西。其中,美国是全球最大的生物燃料乙醇生产国和消费国。20世纪70年代,由于石



“今年3月,国家八部委联合下发《关于在部分地区开展甲醇汽车应用的指导意见》,提到加快推动甲醇汽车应用,实现车用燃料多元化,保障能源安全。但同为醇类汽油,甲醇汽油的推广从整体上看并没有乙醇汽油顺利。”

油价格的不断上涨和对进口石油的依赖,美国下定决心发展包括生物燃料乙醇在内的新型能源,以优化本国的能源结构,保障自身能源安全。为此,美国联邦政府颁布了一系列政策措施来推动生物燃料乙醇产业发展。经过多年的发展,如今已建立了完善的生物燃料乙醇产业链和政府管理体系,为美国生物燃料乙醇的持续发展提供了保障。美国也由此成为全球生物燃料乙醇产量最多的国家,2017年生物燃料乙醇产量高达4720万吨,约占全球总产量的58%。

巴西对于燃料乙醇的使用早在上世纪20年代就开始了,1931年,更是以法令形式在全国强制实施汽油中添加2%~5%的无水乙醇。上世纪70年代遭受石油危机打击之后,为实现能源自给,巴西开始加速实施以生物燃料乙醇为重点的能源替代战略,并于1975年启动了“国家乙醇计划”,通过授权巴西石油公司在汽油中按一定比例添加乙醇来加速普及生物燃料乙醇与汽油的混合应用。该计划的实施保障了燃料乙醇产业的发展,使巴西的燃料乙醇工业跃居全球领先地位。2017年巴西生物燃料乙醇的产量达到2109万吨,约占全

球总产量的26%。同一年巴西新增注册使用的汽车总量达到200万辆,其中“灵活燃料”汽车193万辆,电动汽车3296辆,汽油车68900辆,新增使用乙醇汽油的车辆占新增车辆的96.5%。

原料成了问题

燃料乙醇来源可分为生物与非生物两大类。常福祥介绍说,生物燃料乙醇主要有两种来源,分别是富含淀粉糖类,以玉米、小麦等粮食作物为原料的粮食乙醇(称为“I代”);和富含纤维素,以玉米芯、玉米秸秆等纤维素物质为原料的农作物秸秆乙醇(称为“II代”)。以木薯、甘蔗、甜高粱茎秆等经济作物为原料的第1.5代非粮乙醇。此外,还存在非生物燃料乙醇。

刘中民告诉《中国科学报》,推广乙醇汽油受困的一个重要原因是燃料乙醇供应不足。“不与人争粮”是我国发展燃料乙醇的基本方针,《关于扩大生物燃料乙醇生产和推广使用车用乙醇汽油的实施方案》中强调,扩大生物燃料乙醇生产,要着力处理超期超粮粮食。我国目前存储期超过3年的陈化玉米超过5000万吨,主要集中在东北

地区。按照目前3.5吨玉米生产1吨乙醇计算,约可生产1400万吨乙醇。若在全国推行乙醇汽油,现有超期陈化粮库存消化后,燃料乙醇生产原料接续将成为问题。

常福祥告诉《中国科学报》,从生产工艺上看,我国燃料乙醇生产技术有待提高。“以玉米生产燃料乙醇,我们目前生产1吨乙醇需要消耗3吨以上的玉米,美国只需2.8吨,而且废水量大大降低。进口美国生产的燃料乙醇到我国的到岸完税价格,比我国出厂要低几百元。”

II代纤维素乙醇使用纤维素物质为原料,经预处理后通过高转化率的纤维素酶,将原料中的纤维素转化为可发酵的糖类物质,然后经特殊的发酵法制造燃料乙醇,在技术上与粮食乙醇完全不同。通过利用玉米芯、玉米秸秆等农林废弃物,充分发掘生物质资源的价值,目前是燃料乙醇的新兴研究方向,且已有国内企业规模化量产。

常福祥介绍说,II代纤维素乙醇目前提得比较多,但同样面临很多问题。“瓶颈很多,比如秸秆等原料收集的问题,超过100公里成本就非常高了。不像美国农业机械化程度高,原料回收成本会相对降低。再有,原料的预处理能耗目前也比较高,占一半以上的费用,将燃料乙醇的生产成本带上去。”

甲醇汽车来了

关于汽油,今年3月,国家八部委联合下发《关于在部分地区开展甲醇汽车应用的指导意见》,提到加快推动甲醇汽车应用,实现车用燃料多元化,保障能源安全。其中指出,在山西、陕西、贵州、甘肃等资源禀赋条件较好且具有甲醇汽车运行经验的地区,加快M100甲醇汽车的应用。

同为醇类汽油,甲醇汽油的推广从整体上看并没有乙醇汽油顺利。美国、日本、德国等国先后尝试过推广甲醇汽油,但因出现机油恶化、轴衬腐蚀、油耗增加、低温启动困难等问题,导致甲醇汽油被限制或者禁止使用。

刘中民指出,作为有毒物质,与在工业领域使用不同,甲醇进入民用领域存在风险。常福祥解释说,从能源结构看,我国煤炭资源相对丰富,并且其中40%以上是高硫煤,不适宜直接作为发电或工业燃料,但却可用于生产甲醇。2017年我国甲醇产能已达8351万吨,资源充足,生产技术成熟。从能源多元化角度考虑,推广甲醇汽车不难理解;考虑到甲醇汽车此前的推广进程并不顺利,消费者对于甲醇汽车及汽油仍存在不小抵触,后期甲醇汽车的应用或进一步扩大,推广难度不可小觑。

百叶窗

新燃料电池或能“上天入海”

交通运输业是美国经济中最大的能源消耗行业之一,如何使其更加清洁高效,一直备受关注。即便越来越多的人使用电动汽车,但由于动力和能源的需求,设计电动飞机、轮船和潜艇要困难得多。

最近,美国圣路易斯华盛顿大学麦凯维工程学院的研究小组开发出了一类大功率燃料电池,并推动了这一领域的技术进步。由Roma B.、Raymond H.和Vijay Ramani组成的研究小组开发出了一类直接硼氢化物燃料电池,其工作电压是当今商用燃料电池的两倍。相关文章发表在《自然能源》杂志上。

文章称,使用这种独特的pH梯度微级双极界面(PMBI)这一先进技术,能够以更低的成本为多种运输模式提供动力,包括无人水下飞行器、无人机,甚至电动飞机等。

“pH梯度微级双极界面是这项技术的核心。”化学工程教授Ramani说,“它允许我们在水下用液体反应物和产物来运行燃料电池,中性浮力在潜水器上起重要作用,同时我们也可以将其应用于无人机飞行等大功率设备。”

华盛顿大学开发的燃料电池是在一个电极上使用酸性电解质,另一

个电极上使用碱性电解质。一般来说,酸和碱相互接触时,反应速度很快。Ramani说,比一根头发还细的pH梯度微级双极界面是重要的技术突破。利用McKelvey工程学院开发的膜技术,PMBI可以阻止酸和碱的混合,形成明显的pH梯度,从而使得该系统成功运行。

Ramani研究小组的科学家Shrihari Sankarabramanian说:“以前的尝试是要实现这种酸碱分离,但未能合成并充分表征PMBI上的pH梯度。”“应用一种结合电分析技术的新型电极设计,我们能够清晰地看到酸和碱仍然是保持分离的状态。”

Ramani实验室的博士生、第一作者Zhongyang Wang补充道:“当我们的新型薄膜合成的PMBI被证明是有效的,我们就对燃料电池装置进行了优化,并确定了最佳的操作条件,以实现高性能燃料电池。”这是一个巨大的挑战,同时也为开发新的离子交换膜提供了有益的途径,从而使pH梯度微级双极界面得以实现。

“这是一项非常具有前景的技术,我们现在准备把它扩大到潜水器和无人机上。”Ramani说。(刘建文)

相关论文信息:DOI:10.1038/s41560-019-0330-5

化学反应中竟有电子运动

目前,研究人员使用激光脉冲和超级计算机模拟方法,首次实时观察到电子运动状况。近期发表在《科学》杂志的一篇文章指出,德国帕德伯恩大学和弗里茨哈伯研究所研究人员展示了他们观察化学反应中的电子运动能力,研究人员长期以来一直在研究控制化学反应的原子级过程,但之前从未观察到电子运动状况。

电子存在于最小尺度等级,直径小于千万亿分之一米,以飞秒(一千万亿分之一秒)的速度环绕原子旋转运行。研究人员对激光脉冲与电子相互作用非常感兴趣,他们可以通过分析被激光激发出的探测器的电子性质,来计算电子的能量和动量。

研究人员面临的巨大挑战是记录飞秒尺度上发生的变化,他们必须首先用激光脉冲激活一个系统,然后观察接下来几飞秒内发生的事情。随后,他们发送第二束激光脉冲,时间延迟只有几飞秒,要达到这样的分辨率是非常困难的,因为飞秒非常短暂,光在一秒内可传播30万公里,但是一飞秒只能传播300纳米。

在第一束激光脉冲被激活之后,原子的价电子——原子外部电子,它们将有助于重新排列形成新的化学键,从而形成新的分子。然而,由于这些电子相互作用的速度和规模,研究人员只能

假设这种重新排列是怎样发生的。

为了更好地理解化学反应中电子的行为,帕德伯恩大学的博士Wolf Gero和同事使用斯图加特高性能计算中心(HLRIS)的超级计算资源模拟该现象,他说:“弗里茨哈伯研究所的实验组找我们进行这项研究,我们实际上已进行了模拟,在该情况下,理论领先于实验,因此我们作了一个预测,并且实验进行了证实。”

近期,研究小组希望利用之前对钨丝的研究成果,在更基本的层面上研究化学反应,跟踪构成电子在被激光脉冲激发之后的行为。Wolf Gero说:“2017年,我们在《自然》杂志上发表一篇文章,展示了该尺度上测量原子运动的方法,我们能够展示原子在化学反应中是如何运动的,甚至能够在反应发生时监控电子行为。”

打个比方,从化学角度上,电子是将原子结合在一起的关键。然而,激光脉冲会轰击出一个电子,形成研究人员所说的“光穴”(photohole)。这些光穴仅持续几飞秒时间,但可能会导致化学键断开并形成新的化学键。当银纳米线被激光脉冲冲击时,系统会形成一个金属键,从而解释其相变成为电导体的原因。(杨艳)

相关论文信息:DOI:10.1126/science.aar4183

速览

木质纤维素变身航空燃料

木质纤维素作为一种可再生碳资源,将其转化为运输用液体燃料对保证我国能源安全和我国的二氧化碳减排均非常重要。

近日,中国科学院大连化学物理研究所航天催化与新材料研究室研究员李宁、中科院院士张涛团队,与大连化物所生物能源研究所研究员路芳团队、天津大学化工学院教授邹吉军团队合作,在长期从事生物质转化研究基础上,首次报道了将纤维素两步法转化为高密度液体燃料。相关工作发表在《焦耳》上。

在该工作中,科研人员首次报道了一种将不可食用的纤维素转化为高密度航空煤油的方法:首先,采用

高CO₂耐受工业产油微藻诞生

工业微藻能够将阳光和烟道气直接转化为生物柴油,被认为是应对全球气候变暖的重要举措之一。然而烟道气中高浓度的CO₂及其导致的酸性培养条件,往往抑制了微藻的生长,因此提高CO₂耐受性是设计与构建超级光合固碳细胞工厂的关键瓶颈之一。近期,中国科学院青岛生物能源与过程研究所单细胞中心通过逆转进化时钟的研究思路,率先阐明了工业微藻应对高浓度CO₂的机制,并开发出高CO₂耐受的工业产油微藻细胞工厂。该成果于3月21日在线发表于《Metabolic Engineering》。

青岛能源所单细胞中心魏力等研究人员,提出其利用和耐受CO₂均与碳浓缩机制有关的科学假设。首先,运用系统生物学思路,结合微藻定位等研究手段,挖掘到与高CO₂应激相关的一个特殊的碳酸酐酶(Carbonic anhydrase,CA2)。与CO₂浓度为5%培养

氢解反应高选择性地纤维素转化为2,5-己二酮,并通过反应分离的方法,最终获得71.4%的2,5-己二酮分离收率;随后,采用一个双床层催化系统通过羟醛缩合-加氢-加氢脱氧反应,将2,5-己二酮转化为具有支链结构的C₁₂和C₁₈的多环烷烃燃料,收率为74.6%。该过程获得的多环烷烃具有高密度(0.88g/mL)和低温点(225K)的特性。在实际应用中,该产物可作为高密度先进航空燃料单独使用;亦可以作为燃料添加剂,提高航空煤油的体积热值。

相关论文信息:DOI:https://doi.org/10.1016/j.joule.2019.02.005

地热开采:怎么“钻”有讲究

■本报记者 李惠钰

地热能,一种来自地球深处的可再生能源,虽然“小众”但其发展潜力却备受期待。经过多年研究,地热开采技术不断取得突破,干热岩、增强型地热系统、超临界流体等非传统地热技术逐渐走入大众视野,吸引投资者的目光。

不久前,美国大型研究机构R&M发布了《2018年地热能分析》报告,报告指出,目前多种勘探、获取地热能的研发活动正在活跃建设中,对一些地热资源丰富国家来说,该技术有望满足未来几代人的能源供给需求。

报告也肯定了地热是一种简单、安全的化石燃料替代方法。但为了可持续利用地热能,减少地热利用带来的灾害,地热开采怎么“钻”至关重要。

钻井提速是追求目标

目前,学术界一般将地热能分为浅层地热和中深层地热两种地热资源。中深层地热包括地下深度200~3000米的地热能以及地下深度3000米以上的干热岩所具有的热能。

中国石油大学油气资源与探测国家重点实验室教授宋先知给出的数据显示,我国浅层地热能约95亿吨标准煤,中深层地热能约1.37万亿吨标准煤,干热岩储量约860万亿吨标准煤。由此可见,中深层地热及干热岩开采前景可期。

就像水电开发一样,基于地热越深,资源量越大,开发难度也就越大,在宋先知看来,钻井、完井与开采技术是地热资源经济高效开发的关键,而钻井提速则一直是钻井界不懈追求的目标。

在近日召开的第八届中深层地热资源高效开发与利用国际会议上,宋先知介绍了多种钻井提速技术,其中,自振空化射流提高钻井速度就极具可行性。

据介绍,空化(汽蚀)危害巨大,流体局部压力低于饱和蒸汽压产生空泡,空泡溃灭时冲击压力可达上千兆帕,破坏力极强。空化射流则能实现变害为利,国内外提出将空化极强破坏力引入水射流,可不提高地面泵压的同时大幅度提高射流破岩效率。而风琴管谐振原理调制自震空化射流方法,射流破岩能力可提高1.3~2.3倍,射流压力脉动增强24%~37%。

“在胜利、辽河等十多个油田试验的1700多只自振空化射流钻头,在相同条件下,钻速提高12.1%~23.1%。”宋先知表示,“相比油田钻井,地热钻井井压低、温度高,更加有利于空化发生。”

除此之外,钻井液脉冲射流加高频震动冲击联合破岩,诱发岩石共振,在交变应力的作用下,也可进一步提高破岩效率。

不过,除了提高钻速,钻井的过程中需要克服的挑战还有很多,业内专家表示,为确保钻井的结构和质量,还要谨慎考察地层的条件以及钻孔方位,选择合适的钻头,这样不仅能确保工程的顺利进行,还能提升工作效率,降低工程成本。

科学计算回灌井间距

随着地热开发利用的不断发展,地热的数量和抽水量都逐年增加,有的地方已达到甚至超过资源评价所限定的抽水量极限。只抽不灌,不但不利于保护地热资源,同时也将含有某些有害成分的地表水体渗透到地下,造成不同程度的环境污染。

当前,回灌开采在内的新型地热开采方法逐渐被采用并获得良好的效果,特别是由开采井和回灌井组成的增强型地热系统,在实践中得到广泛应用。中国地质大学能源学院教授李志



平表示,增强型地热系统通过对地下水的抽取和回灌,完成热量交换过程,由于回灌井与地下含水层初始温度存在差异,如果抽水井和回灌井之间距离较近,在短时间内回灌行为就会影响到抽水井水温,出现热贯通现象,且抽水井水温也很难达到用户要求。

李志平指出,抽水井与回灌井距离过大,过小都有利弊。如果距离大,回灌水在储层中可以充分加热,保持储层热稳定性的稳定性,这样采出的水的温度也是恒定的;但与此同时,如果储层渗透率低,回灌井远,可能需要增加灌注泵,从而增加了成本。而如果抽水井和回灌井距离小,虽然可以降低灌注成本,但由于距离近流速快,回灌水在储层很可能形成大的通道,造成采出水温度不达标。

因此,在李志平看来,通过科学的计算方法,合理确定回灌井间距非常重要。回灌井间距确定要遵循多项原则,

包括尽量降低回灌的成本,不增加回灌泵;回灌造成的井底压力不能破坏储层,把储层压裂;回灌流体要在储层中充分加热,避免井距太近,造成回灌水很快流到采出井底,使得水温降低。

为此,李志平提出了诸多确定回灌井间距的计算方法,包括管流-渗流协调法,即根据采出井口压力和地层渗透性能确定回灌井间距;地层破裂压力法,即回灌井流入储层不能产生裂缝,以不产生裂缝的距离为合理井距;地层热分析法,即回灌井注入储层后,流体到采出井时,加热到原来流体的温度时,人为距离是合理的。另外,同时满足以上三个方法的井距也是合理井距。

地热回灌是一项非常复杂的技术,在业内专家看来,在大规模回灌之前仍然需要进行回灌试验,示踪试验是回灌试验中非常重要的一种手段,对于研究回灌引起地温场冷却的可能性具有重要的意义。