

冬季用气高峰即将来临

## 天然气“压舱石”地位待夯实

■本报记者 李惠钰

10月11日,中东方面曝出一则消息,伊朗国家石油公司旗下的油轮在沙特吉达港口附近发生爆炸起火,导致石油泄漏流入红海海域,国际油价随之飙升。

此前,9月14日凌晨,数架无人机袭击了沙特国家石油公司位于沙特北部的两处石油设施,导致这个世界第一大石油出口国的石油产量锐减了一半,也使得国际油价出现了几十年最大幅度的一次上涨。

供应中断、严重不足或价格暴涨,对于油气对外依存度不断攀升的我国来说,都有可能对国内能源安全的诸多方面造成影响甚至损害。

当前,我国油气供应安全整体形势不容乐观。中国石油企业协会发布的《中国油气产业发展分析与展望报告蓝皮书(2018—2019)》显示,我国油气对外依存度双创新高,其中石油对外依存度逼近70%,天然气对外依存度升至45.3%。

较之于石油,天然气对外依存度的过快增长无疑是火上浇油。特别是在冬季用气高峰期即将到来之际,天然气市场隐藏的“断供”风险更是不容忽视。

## 对外依存度偏高隐藏风险

当前,对清洁能源的渴求推动了我国天然气消费量的快速增长。由于国产天然气供不应求,大量天然气依赖于进口,导致我国已经超过日本成为全球第一大天然气进口国。

“国内天然气消费的速度高于生产的速度,这是天然气对外依存度偏高的主要原因。”中国科学院院士、中国石油勘探开发研究院副院长邹才能在接受《中国科学报》采访时说,产量增速远远不及消费量,使得国内天然气供应保障压力持续增大。

数据显示,2018年中国生产天然气量1610×10<sup>8</sup>立方米,同比增长7.5%;全年消费天然气量2803×10<sup>8</sup>立方米,同比增长18.1%。天然气消费量占一次能源总消费量的7.8%。

中国石油勘探开发研究院廊坊分院天然气开发所所长陆家亮表示,我国已发现的天然气资源量总体并不富裕,人均资源量较少,只相当于世界人均的七分之一。另外,新增天然气探明储量的80%以上都属于低渗透气藏和非常规气藏,开发难度非常大。

受上述天然气资源禀赋的影响,国内天然气的增长速度及幅度均十分有限。而按照我国目前的天然气消费趋势,专家预测,天然气对外依存度还将进一步提升。

中国石油西南油气田公司天然气经济研究所所长何润民向《中国科学报》提供的数据显示,预计到2020年,中国的天然气消费量将达3300×10<sup>8</sup>立方米,2025年进一步提升到



天然气传输管道

“较之于石油,天然气对外依存度的过快增长无疑是火上浇油。特别是在冬季用气高峰期即将到来之际,天然气市场隐藏的“断供”风险更是不容忽视。”

4500×10<sup>8</sup>立方米,2035年则预计达6000×10<sup>8</sup>立方米。

何润民称,预计到2025年,中国城市燃气用气量将占到总消费量的50%,达2250×10<sup>8</sup>立方米,此时对外依存度若超过50%,国内城市燃气的供应保障对民生和社会稳定具有重大的影响,我国燃气将处于极不安全的状态。

可以说,天然气供应能力的巨大缺口对于我国的能源安全形成了极大的挑战。在我国原油对外依存度已逼近70%的情况下,必须防止天然气步其后尘,成为新形势下影响我国能源安全的又一条“导火索”。

“我们希望控制天然气对外依存程度,但控制到什么程度比较好,还需要根据我国能源生产和需求的实际状况进行科学判断。”邹才能补充道。

## 开源节流需同时发力

为抑制天然气对外依存度的过快增长,就需要在供需两端同时发力,既要开源又

要节流。

邹才能表示,首先要加大国内天然气勘探开发力度,加快非常规天然气勘探开发进程。尽量提高产量,保证国内天然气的供应能力。

不久前,中国石化在四川新增天然气探明储量约921亿立方米,相当于一个千亿立方米气田的规模,可实现年产能20亿立方米,满足1000万个家庭的用气需求。新增的近千亿方探明储量,主要由元坝气田、中江气田和大邑气田等构成。其中,元坝气田新增探明储量约408亿立方米。中国石化西南油气分公司总经理甘振维表示,此次新增近千亿立方米探明储量,说明几大气田天然气资源丰富,勘探潜力巨大。

在陆家亮看来,加大天然气上游勘探开发力度是天然气行业供给侧结构性改革的主要发力点。目前我国大多数盆地的天然气勘探程度都较低,常规气资源探明率不到20%,页岩气和煤层气资源探明率不到2%,天然气勘探开发潜力非常大。

“要多气并举,提高国内天然气供应能力,

## ■资讯

## 我国自主百万吨芳烃装置在海南炼化投产

**本报讯** 近日,随着异构化装置一次投料成功,中国石化海南炼化2#芳烃项目实现一次开车成功,我国自主知识产权百万吨芳烃装置实现商业化运行。

据悉,该项目采用中国石化拥有完全自主知识产权的“高效环保芳烃成套技术”,该技术曾获国家科技进步奖一等奖。该装置生产能力为100万吨/年,2017年8月项目开工建设,总投资约为36.7亿元。随着项目的投产,海南炼化已拥有对二甲苯生产能力160万吨/年,成为中国石化最大的芳烃生产基地。

据介绍,芳烃是化学工业的重要根基,广泛用于三大合成材料以及医药、国防、农药、建材等领域。对二甲苯是用量最大的芳烃品种之一,与人们的生活息息相关。海南炼化2#芳烃项目集成了中国石化芳烃领域的最新科研成果,在1#芳烃项目各项技术指标领跑全球芳烃行业的基础上,积极推进“第二代高效环保芳烃成套技术开发与应用”,打造国产化芳烃2.0项目,实现了应用新型分子筛材料和新一代高效芳烃转化催化剂、首创变温模拟移动床吸附分离工艺、创新装置集成控制方法等核心技术创新,进一步提升了自主芳烃技术的核心竞争力。(计红梅)

## 山西发布能源革命综合改革举措

**本报讯** 记者日前从山西省政府新闻办举行的新闻发布会上获悉,山西确定能源革命综合改革试点的15项变革性、牵引性、标志性举措,以改革促转型,加快实现从“煤老大”到“排头兵”的历史性跨越,为全国能源革命探路。

据悉,15项举措包括:变革煤炭开采方式,向绿色智能时代迈进;创新煤炭利用方式,提升清洁高效利用水平;改革煤层气管理体制,促进非常规天然气增储上产;推动电网投资主体多元化,提高电力市场化水平;创新输配电价形成机制,拓展电力消费市场;变革新能源发展模式,抢占未来能源发展先机;推动能源全产业链发展,打造牵引转型升级新引擎;建设综合智慧能源系统,培育能源新业态新模式;推动能源消费方式变革,构建清洁低碳消费模式等。(程春生 邵丰)

## 航天旅行者的“充电宝”

■本报见习记者 池涵

今年年初嫦娥四号在中继星“鹊桥”的通信支持下,实现了人类首次月背着陆。在漆黑的月背,无法用太阳能电池供电,而燃料电池和储能设备也无法长期供能。在深空、深海、月背等恶劣环境下,只有核能才能为仪器设备供给能源。

同位素热/电源(RTG)即是利用放射性同位素衰变过程中释放的能量为仪器供热或供电的装置,具有寿命长、不需维护、性能稳定、可靠性高、适用范围广且不受外界环境影响等优点。

在日前举行的中国核学会2019年学术年会上,中国原子能科学研究院副总工程师兼同位素研究所所长罗志福报告了其目前同位素热/电源的研究热点及其在我国深空探测中应用的现状。

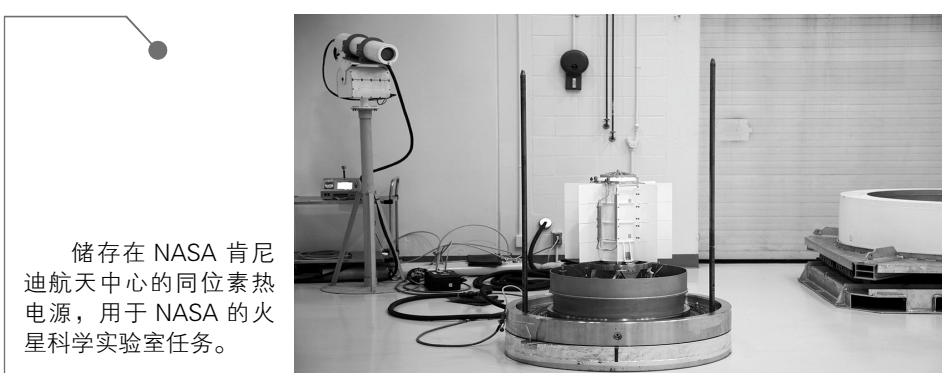
## 第三个使用同位素热/电源的国家

据介绍,同位素热/电源在航天领域的应用始于1961年,美国海军的一颗导航卫星携带一颗装有96克钷238的同位素电源,在轨道上稳定运行了15年以上,显示了同位素电源超长的寿命和强大的可靠性。

于是,在接下来的几十年中,美国为包括阿波罗11号登月飞船、伽利略号木星探测器、卡西尼号土星探测器在内的多个航天器,以及极地工作站、灯塔、深海装置等设施研制了多个型号的同位素热/电源,总热功率达到数万瓦。最多一次,伽利略号一口气携带了120个同位素热/电源,每个热功率为1瓦。寿命最长的如旅行者1号携带的同位素电源,已工作超过40年。

罗志福表示,苏联和俄罗斯在1965年首次使用钷210同位素电源作为军事卫星星载设备的电源以来,也开发了钷210、钷238、钷90等多个谱系的同位素热/电源,并于2012年、2018年为我国嫦娥三号、四号探测器研制了钷238热源,保证了探测器在月夜的使用寿命,并使我国成为了继美、俄之后第三个使用同位素热/电源的国家。

可以说,同位素热/电源已经成为了航天大户们在太空居家旅行的必备“暖手



储存在NASA肯尼迪航天中心同位素热电源,用于NASA的火星科学实验室任务。

宝”和“充电宝”。

## “透氧阻钷”

宝”和“充电宝”。

罗志福指出,同位素热/电源在设计上要兼顾大比功率、高安全性、高转换效率以及高可靠性等方面。

“比功率是同位素热/电源的关键参数。”罗志福说,比功率大意味着热源能量充沛。此前,美国工程应用电源最大比功率能达到5.23 W/g。为了实现大比功率,要选择合适的同位素。钷238的比功率比较大,半衰期也比较长,取得的成本也比较低,适合完成数年到数十年的任务。

然而,钷238的α衰变会产生氦气,引起源芯肿胀、碎裂,带来安全隐患。故其外壳要采用多孔材料排出氦气,而这样又可能释放出极毒放射性物质钷238。

因此,必须用整体气孔联通,而局部结构复杂,孔型、孔径、走向不一致的多孔材料在包裹实现“透氧阻钷”。研制时还需考虑气孔对颗粒的截流而导致透气功能丧失,技术实现极具挑战。

提高转换效率是研制同位素电源的又一个难题,更高的转换效率意味着更低的成本。罗志福介绍,目前使用SiGe的热电转换材料转换效率最高只有6.6%。这方面要求研究人员进一步探究热电材料规律,找到更高效且耐辐照的热电材料。

据了解,下一代采用方钴矿的热电转

变实现国内天然气“压舱石”地位。”陆家亮对《中国科学报》表示,要聚焦陆上深层、海洋深水 and 非常规天然气三大领域,加大勘探开发投入,并加强重大理论攻关和关键技术研发。

何润民也指出,要加大塔里木、四川、鄂尔多斯盆地等陆上富气盆地和渤海、东海等海域的天然气勘探开发力度,夯实天然气增产的储量基础,力争2018—2025年,年均新增探明天然气地质储量1.0×10<sup>12</sup>—1.2×10<sup>12</sup>立方米。另外,还要加强致密气的勘探开发,在3—5年增产天然气量200×10<sup>8</sup>—300×10<sup>8</sup>立方米。

多位专家还建议,要稳步推进煤层气产业的发展,加大页岩气的勘探开发力度,全面实现海相、陆相和海陆过渡相页岩气的有效开发。另外,煤制天然气作为“国家能源战略技术储备和产能储备”,在保障国家能源安全方面也意义重大。

## 设定消费预警“天花板”

有限的资源满足不了无限的消费需求,对于天然气的安全供应,邹才能认为,除了增加产能,还需要在需求侧厉行节约,控制不合理的消费,提高天然气利用效率。对此,他建议设定油气“安全消费峰值”预警天花板,以保障国家能源战略安全。

对于优化天然气的消费方向,陆家亮则建议加强全社会用气管理,优化配置天然气资源;优化负荷管理,促使天然气需求量在不同时序上合理分布,实现错峰填谷;优化能效管理,改变用户的用气行为,采用先进的节能技术提高终端用气效率;改变原来单纯增加能源供应量的传统观念,转向由供给和需求双向制约提供保障的观念;价格是市场经济中重要的调节供需的杠杆,应充分发挥其杠杆作用,抑制快速增长的天然气需求量。

除此之外,邹才能表示,为减少天然气的消费,还需要寻找有效的替代能源,比如加大煤炭的清洁化利用,以及加大对风能、太阳能等新能源的利用,降低对天然气等化石能源的需求量,从而在一定程度上减少对天然气能源的压力,抑制天然气对外依存度的过快增长。

何润民则建议促进国内天然气需求侧应急调峰能力建设,增强需求侧供应安全。首先要强力推进液化天然气(LNG)储备能力的建设,政府、供气企业、用气企业共同推进LNG夏储冬用模式。其次,为应对长期供应紧张的情形,除了开展传统的轻质油、清洁煤等替代燃料的长期储备建设之外,还应开展生物质燃料等新型替代燃料的储备潜能挖掘。

另外,他建议,为应对短期供应紧张的情形,加快建立小时、日调峰设施,逐步发展月度调峰、季节性调峰能力,推动实行工业燃料、供热部门、发电部门的替代燃料方案。

## ■百叶窗

## 新工艺让制氨更容易

近日,东京大学研究人员找到了一种更清洁且更低廉的氨气制造方法。他们借助现成的实验室设备、可回收利用的化学物质以及最少的能量损耗就完成了氨气的制造。这种钨催化氨气生产(SWAP)的工艺有望降低氨气的生产规模,并且改善农民获取氮肥的途径。相关研究发表在《自然》上。

之前,氮肥中氮来自于传统的哈布二氏法,尽管有人说它是有史以来最重大的成就之一,但也让我们付出了沉重的代价。

哈布二氏法制造工艺每个循环只转换10%的原料,所以需要运行多次才能全部耗尽。其中一种原料是来自化石燃料生产的氢气。化学反应是在大约400—600摄氏度高温和100—200个大气压的压力下进行的,生产过程消耗了大量的能源。东京大学系统创新系教授Yoshiaki Nishibayashi和他的团队希望通过他们的SWAP过程来改善这种情况。

Nishibayashi解释称:“哈布二氏法的生产过程消耗了所有天然气产量的3%—5%,大约占世界能源供应总量的1%—2%。相比之下,豆类植物具有共生的固氮细菌,它们能够在正常的大气温度和压力下产生氨。我们分离了这一机制,并对固氮酶进行了反向工程设计。”

多年来,Nishibayashi和他的团队使用实验室制造的催化剂,试图复制固氮酶的功能表现。其他研究人员也进行过尝试,但他们的催化剂在失效前只能产生几十到几百个氨分子。而Nishibayashi团队所采用的特殊钨催化剂在4小时内可产生4350个氨分子,然后才会失效。

“我们的SWAP工艺制造氨的速度是哈布二氏法的300—500倍,而且效率达到了90%。鉴于其生产过程以及原材料收集过程极大地节省了能源,因此这一工艺的好处显而易见。”Nishibayashi说。

任何拥有合适原材料的人都能借助化学实验设施进行SWAP生产,而哈布二氏法则需要规模巨大的工业设备。这一新工艺能够为缺乏昂贵设备投资能力的企业带来机会。从成本及能源角度来说,原材料本身也是巨大节省。

SWAP生产就像哈布二氏法一样从空气中提取氮气,但是特殊的钨基催化剂将氮气与水中的氢和二硫化钨的电子结合到一起。二硫化钨目前能够通过采矿获得,而且能够在SWAP过程中耗尽。二硫化钨可以通过电力补充失去的电子从而实现回收利用,而且研究人员计划未来将其替换成廉价的再生资源。

Nishibayashi称:“我们发现一些像水一样常见的化合物可以作为原材料。钨基催化剂通常不允许这样做,但我们的催化剂是特殊的。这是第一个反应速率接近自然界中固氮酶生成速率的人工固氮反应。和自然的过程一样,它也是被动的,因此对环境更有利。”(邱港)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41586-019-1134-2>

正在进行的SWAP过程,它能够以90%的高效率将原材料转变成氨。

## 休斯敦空气质量提升将有赖电动汽车

尽管美国休斯敦市在2019年美国肺脏研究协会发布的“空气状况报告”中排名靠后,但是康奈尔大学研究人员对休斯敦市空气质量的未来前景充满信心。

今年4月份发布的“空气状况报告”将休斯敦市列为美国臭氧污染最严重地区的第9名,微粒污染地区第17名。研究人员表示,到2040年,至少将休斯敦35%的汽油汽车和柴油卡车替换为电动汽车,从而减少污染,有望将空气质量提升50%。

康奈尔大学交通、环境和社区健康中心主任,《2040年电动汽车对大休斯敦地区空气质量对人体健康的潜在影响》报告的资深作者H. Oliver Gao说:“交通环境对我们日常生活和健康具有重要意义。”该研究报告发表在《大气环境》杂志上。

Gao指出,虽然交通为我们的生活提供了快捷便利,但是它们严重影响了环境和公共健康。我们在以非常高的代价享受这种交通便利性。

康奈尔大学土木与环境工程博士Shuai Pan和Gao教授等人组建一支研究小组,利用电动汽车的不同适应水平,对4种情景进行了建模分析,观察20年后休斯敦的空气质量与公共健康可能有怎样的反应。

Pan说:“预计2040年休斯敦人口将大幅增长,但是我们可以应用最新技术减少碳排放,改善空气质量,并考虑健康问题。”

在汽车排放的尾气中,汽油和柴油车辆尾气中释放一种氮氧化物。它是一种挥发性有机化合物,在阳光照射下会发生反应形成臭氧,以及有害的微小颗粒物,而这些颗粒物严重危害人类健康。

报告显示,如果人类活动不加以控制,预计到2040年,整个大休斯敦地区的臭氧和颗粒物指数将不容乐观,可能每年导致122人过早死亡。随着汽车和卡车电气化程度的不断提升,空气质量将有所好转,过早死亡人数会有所下降。

在完全转向电动汽车的情况下,休斯敦附近每年可避免246人过早死亡。Gao称,经济、公共健康领域的决策者必须提倡电气化,充分发挥创造性和创新性,以制定交通部门电气化进程的相关政策。

(刘奕洋)

相关论文信息:<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.03.022>