

油气勘探向深层进军

■本报记者 李惠钰 崔雪芹

近日,国家能源局印发《2020 能源工作指导意见》(简称《意见》)。《意见》强调,要多措并举,增强油气安全保障能力。其中,“加大油气勘探开发力度”被列为任务之首。

“油价这么低,到国外买油就好了,为什么还要强调油气勘探?”面对社会上出现的种种质疑,中国科学院院士、页岩油气富集机理与有效开发国家重点实验室主任金之钧对《中国科学报》表示,油气同粮食、水一样,已经成为人类生活必需品,是涉及国家安全的战略物资。保障国家油气安全,不能光靠进口,立足国内加大勘探开发力度,将是国家战略层面的一项重要任务。

多位油气勘探专家的共识是,深层、深海和页岩油气将成为未来油气勘探的主要方向,坚持高效勘探和效益开发也是油气业可持续发展的必然选择。

油气勘探“由浅入深”

加大国内油气勘探开发力度,持续受到行业内外的高度关注。近年来,政策的不断加码以及勘探领域屡获进展,都为我国油气行业注入了一针“强心剂”。胜利油田等多个老油田产量的稳步提升,也积极地发挥了“压舱石”的作用。

“世界油气增长仍处于高峰期,我国油气储量增长同样处于高峰期,这一高峰期估计将延续到 2050 年。”中国工程院院士、石油地质学家康玉柱预计,2050 年我国原油产量有望达到 2.3 亿~2.5 亿吨,天然气产量高达 3500 亿~4000 亿立方米。

康玉柱在接受《中国科学报》采访时指出,从全球油气发展的趋势来看,未来我国油气勘探将从东部转向西部,从陆地转向海洋,从中浅层转向中深层和超深层。另外,随着勘探开发理论及技术进步,向更深、更古老层系寻找油气资源已成为油气公司的重要目标。

据记者了解,深层油气资源是近十年全球探明储量的增长主体,不断突破有效资源保持深度下限。2008~2018 年,全球在 4000 米以深地层新增油气探明储量 234 亿吨油当量,超过同期全球新增油气探明储量的 60%,油气钻探最大深度达到 12869 米。

深水也成为近期油气增储重点,重大发现主要集中在大西洋两侧、东非、地中海等被动陆缘盆地。2008~2018 年,全球海域油气探明储量 217 亿吨油当量,占全球新增油气探明储量 68%,其中深水一超深水占全球新增可采储量 40%以上。

■资讯

8725 米! 亚洲陆上最定向井钻探成功

本报讯 7 月 6 日,《中国科学报》从中国石化新闻办获悉,中国石化西北油田所属的顺北油气田再创纪录。6 月 30 日,顺北 55X 井完钻并深 8725 米,创亚洲陆上定向井最深纪录。采用超深水平井钻井技术已在顺北油气田成功钻探近 40 口 8000 米以上的超深井,标志着我国超深井钻井技术国际领先。

顺北油气田位于新疆阿克苏地区和库车地区交界,储层平均深度在 8000 米以上,经鉴定为亚洲陆上最深油气田,具有超深、超高压、超高温的特点。将地下 8000 米深的油气开采到地面,西北油田专注于超深井钻井技术。

据介绍,在 8000 米深度的定向井中,钻井“软得像面条”,钻井存在工具匮乏、井眼轨迹难控制等难点。中国石化西北油田经过反复试验与创新,形成了集降摩减阻工具研发、无线随钻测量工具改进、井眼轨迹精确控制和水平井安全延伸评估于一体的超深水平井钻井技术,相当于给钻头加装精准导航系统,实现在 8000 米深的地下三维空间中“指哪儿打哪儿,精确中靶”。

据了解,截至 6 月 30 日,顺北油气田累计生产原油 206.79 万吨,天然气 6.25 亿方,目前日产原油 2773.8 吨,天然气 96.43 万方。

(计红梅)



亚洲陆上最定向井——顺北 55X 井
于洋摄



立足国内加大油气勘探开发力度,是国家战略层面的一项重要任务。

金之钧表示,我国深层油气勘探已经从过去的 4000~5000 米扩展到 6000~8000 米。另外,3500 米以深的海相深层页岩气和陆相页岩油将是中国油气勘探的重点突破领域。

不过,勇闯深层勘探禁区,对于整个油气行业来说也是一场“极限挑战”。

攻克“卡脖子”技术

油气勘探的整个过程如同一场千军万马的协同作战,是个非常大的系统工程。而要想向地球深处进军,首先就要面对各种工程技术难题。

“深层油气分布规律与浅层是不一样的,随着埋藏深度的增加,岩石的致密性也在增加。而要想高产还需要一整套适用于深层油气勘探的钻井技术和压裂技术,这对我国来说,从装备到技术都面临挑战。”金之钧坦言,油气勘探最核心的旋转导向钻井系统就是我国亟待攻克“卡脖子”技术。

旋转导向钻井系统是一项尖端自动化钻井新技术,钻头能够像“贪吃蛇”一样在地下几千米坚硬的岩石里自由穿行,最终准确命中油气藏目标,而这项技术的要求甚至比导弹的制导技术更为严苛。

“导弹的介质是空气,计算好各种参数,就可以实现有效控制。而地下的介质随时都在发生变化,这对钻井技术的要求是极高的。”金之钧表示,目前国内大部分是租用国外的设备,这对油气勘探开发来说增加了成本,因此,下一步旋转导向钻井系统将是我国必须攻克的关键核心技术之一。

此外,对于页岩气勘探开发来说,中国科学院院士、中国石油大学(北京)教授高德利告诉《中国科学报》,以从式水平井为基本特征的“井工厂”是国内外页岩气高效开发的主流工程作业模式,而要创建大型“井工厂”,就必须挑战大位移水平井工程作业极限。

“在特定的主观和客观约束条件下,任何一口实际能够建成的大位移水平井,其井眼长度都有一个可允许的极限值,我们称之为大位移水平井延伸极限。”高德利指出,目前我国已建成许多小型“井工厂”(多为 4 井式或 6 井式),总计建成了数百口页岩气水平井,但还没有一口井是上述定义的大位移水平井,从而严重制约了大型“井工厂”的创建,亟须通过加强交叉学科研究寻求跨越式技术突破。

高德利指出,由于技术装备的复杂性、企业经营的经济性等诸多约束,目前我国工程作

柔性电池哪家强? 新指标来定夺

■本报见习记者 池涵

就柔性电子产业的发展而言,柔性电池是必不可少的部分。目前,显示屏、传感器等很多电子元件已经可以实现灵活弯曲甚至是折叠拉伸,但为其提供电源的电池却仍停留在刚性的设计阶段。

柔性电池的出现可摆脱现有金属箔刚性电池对于产品形状与结构等设计的限制,在与柔性可穿戴电子一体化后,发挥其任意形变的优势。

在大多数文献中,电池柔性主要以材料屈服时的曲率半径(r)作为评判标准。对此,香港理工大学纺织与服装学系教授郑子剑领导的课题组近日在《焦耳》发文给出了建设性评论,着重指出电池应变对于评价柔性的重要性,并首次提出以面积能量密度与曲率半径的比值(Ea/r)作为更好的评价柔性电池的性能因数。

锂电池的柔性看这个指标

目前常用的锂离子电池不能弯折,这是因为电池内的层状金属箔电极弯折后容易断裂。然而,要给柔性电子织物、可穿戴设备等供电,锂离子电池必须具有一定柔性。

郑子剑告诉《中国科学报》,他发现以常用的曲率半径评价柔性容易误解,因为材料弯折时的屈服不仅与曲率半径有关,还与材料的厚度(h)有关。即便同样的材料,更厚的箔片屈服时的曲率半径也要比薄一些的箔片大。

如采用材料外层拉伸应变($\epsilon = h/2r$)作为评判依据,就可以引入厚度,使评价更为公允。而且,郑子剑认为,电池的柔性也与电极结构相关,电极结构又决定了电池的能量密度。

“以往的文献把能量密度跟柔性分开独立比较,这是不公平的。”郑子剑说,“高密度曲率半径大的柔性电池的性能不一定比低能量密度曲率半径小(柔性更好)的差,反之亦然。”有些研究中为了增加柔性而选择用碳基材料替代金属箔,或将金属箔制成镂空网状,虽然柔性增加了,但是体积能量密度却降低了。于是,郑子剑将 ϵ 与体积能量密度相乘,得到 $1/2(Ea/r)$ 。

“这个面积能量密度 Ea 和 r 都是论文里可以得到的数据,而且没有太多计算上的‘水分’,误导性低。”郑子剑说,“再者,对于体积能量密度的计算,因为大家用的标准不一样,差别可以是十倍至上百倍。而 Ea 和 r 是不变的。”

因此,郑子剑在论文中提出用 Ea/r 用来作柔性电池的性能因数。一般某个研究领域会用一个数字指标作为性能因数,用于性能的比较和讨论,但柔性电池领域此前尚没有性能因数。



基于柔性织物复合电极制备的柔性锂电池在弯曲状态下仍能稳定供电。
香港理工大学郑子剑课题组供图

“性能因数更多是一个研究领域内的学术标准,但又可以与商用的电池做直接比较,因此非常有意义。”郑子剑说。

未来碳基柔性电池会取代金属箔

那么,应用此次提出的性能因数,目前哪类柔性电池性能更突出?

“虽然我们并没有特意去讨论哪种会更好,但我们发现,相对于金属网或碳基纸类柔性电池材料,碳基箔类柔性电池柔性更好,用其三维结构的基材做集流体组装电池,可以得到更高的性能因数。”郑子剑说,“我们觉得,未来柔性电池会慢慢改变目前基于金属箔作为集流体制备的现状。”

根据印制电路协会(IPC)的标准,柔性电子设备应能够承受至少 5% 的应变。

文章第一作者、南方科技大学前沿与交叉科学研究院助理教授常建告诉《中国科学报》,单从能量密度和应变两个关键参数来看,目前学术界开发的部分柔性电池已经达到 350 瓦时/升和 5%,符合柔性可穿戴电子设备的匹配需求。

但一般来说,金属材料的屈服应变都是小于 1% 的,所以 5% 的应变对于金属箔就会造成疲劳。

“金属箔很薄,这是过去整个电池行业几十年努力的成果,把体积做到了极致。目前碳材料还是厚,导致无效的体积大,未来应该会逐步改善。”郑子剑说。

文章第二作者、香港理工大学纺织与服装学系博士后黄琪瑶告诉《中国科学报》,目前郑子剑课题组关于柔性电池的研究主要集中在柔性集流体的开发与高能量密度柔性电池的研

能力和技术装备水平与国际领先水平相比仍存在较大差距。

低成本技术是关键

“没有技术进步,就不可能实现经济有效的开发。”金之钧强调,低成本技术将成为整个石油工业下一个科技进步的重要方向。

他表示,针对中低成熟、高黏度、低流动性页岩油,未来需要研究其富集和流动机理,建立一套低成本的地下原位改质技术,包括地下压裂技术、原位加热技术、防腐技术等。

金之钧同时指出,油价低位波动,势必推动行业从过去的“资源扩张型”技术进步转向“降本增效型”技术进步。在此过程中,信息技术和人工智能正在重塑油气工业格局。

“个人预计,人工智能、大数据、区块链技术为主体的新一代信息技术的应用,可以使石油工业的成本降低 20%~30%。”金之钧说。

康玉柱也表示,未来油气勘探需要新技术、新材料、智能信息化等跨界融合,同时需要加大海洋和深水油气勘探开发技术和装备的研发。我国应围绕 2020~2035 年国家油气勘探的需求,聚焦战略目标,突出攻关的重点,突破“卡脖子”技术,以跨界融合形成颠覆性的技术,从而掌握战略领域核心技术。

高德利则建议,国家应尽快建立一套先进的天然气开发利用安全监控与保障体系(包括技术标准、运行机制、监管体系及目标责任等),确保天然气在钻探、开采、长距离管道运输、储存、网络输配及终端使用等各环节的安全可靠性,尽可能减少或避免天然气重特大安全事故的发生。

而从国内外市场需求出发,高德利建议,国家通过政策引导甚至行政推动,以现有国家油气集团公司的相关技术和人力资源为基础,通过股份制重组等模式,并参考国际著名的油气工程技术服务公司在业务经营和组织管理等方面的成功经验,尽快建立并培育具有国际竞争力的油气工程技术服务公司,并允许有两个以上的独立法人企业同时存在,以保持油气技术市场的竞争活力。

“这样的专业技术服务公司,应具有技术研发与服务一体化及市场经营国际化的基本特征,应以国际一流的同类技术服务公司为目标,既能为我国油气公司(或投资主体)在国内外的石油天然气勘探开发投资项目提供强有力的技术支撑,又能获取巨额的技术服务收益,力求逐步形成良性循环。”高德利说。

完善煤炭应急机制 提升智能管理水平

■牛克洪

■视点

今年年初暴发的新冠肺炎疫情,几乎影响到所有行业的复工复产,而煤炭作为典型的劳动密集型行业,在处理好疫情防控和复工复产的问题上需求迫切、难度较大,情况也更为复杂。

尽管目前全国煤炭市场供应总体平稳,但我们依然可以从此次疫情中重新审视煤炭应急机制,发现其中需要完善和提升的空间,为产业提供更为有效的应急管理。

应急机制如何发挥作用

疫情导致部分地区煤炭供应趋紧的原因可归纳为两点:一是生产力不足;二是运输不畅。针对生产力不足,可适时发挥煤炭应急储备机制,在必要时解决部分地区下游用户的燃眉之急。运输方面,在做好公路、铁路、水路和管道等各种煤炭运输方式的科学布局、有效协调工作。

2008 年以来,中国应急处理问题日益受到社会的关注,其重要性被反复强调。应急处理是煤炭供应危机管理机制中的重要环节,在自然灾害、事故灾难发生时保证煤炭供应。

今年,国家发展改革委将秦皇岛、黄骅、舟山、武汉等 8 个港口和多家煤炭企业列为第一批国家煤炭处理成熟企业,之后又批准多个应急处理点,其中广州、珠海地区的多家电厂入选。

一般来说,应急处理运作取决于自然灾害和突发事件的范围,当区域性突发灾难发生时,各地政府有权根据各企业的煤炭库存、价格和供应情况,动用区域内的应急处理;当煤炭供应出现全国性短缺时,由中国煤炭处理管理部门确定应急方案,动用中央和地方煤炭处理,并根据各地实际情况,在区域间进行应急处理的调动。

在最短时间内实现补位

2 月 8 日,国家卫生健康委通报了一例“某电厂员工确诊新冠疫情”病例。针对疫情,电力企业立刻采取应对措施,其中一项是“对疫情严重地区周边的省市电源点做好备用机组紧急启动、为疫情区跨区域供电的预案”。

一旦疫情影响生产,周边备用电源能在最短的时间、以最短的距离实现电力供应,以减少风险。在最短时间内实现补位,也应是煤炭应急机制的重中之重。具体来看,以下两方面对于能否快速实现供给至关重要。

一是能够拿出多少,这涉及到调节煤炭现货储备、产能储备和资源储备的关系。其中,现货储备具有谨慎调动煤炭市场的作用,资源储备主要考虑的是煤炭长期、可持续供应能力的保障。如果当前疫情需要动用煤炭应急储备,最佳选择无疑是煤炭的现货储备。但是现货储备存在煤炭自燃等问题,要解决这些问题,就需要在技术上做出研究,减少现货储备的风险,根据不同地区资源供给等情况,加强煤炭现货储备。

二是在最短时间内能够运出多少,因为只有确保产得出、运得出去,才能最终实现煤炭供应到位。近年来,国家和企业采取多元化形式加大运输基础设施购置,构建煤炭铁路运输的链条。在我国已基本形成煤炭运输大通道网络,较好地解决了西电东送、北电南运的问题。

在此次疫情中,公路运输一度成为煤炭供应趋紧的症结所在。针对这一问题,未来需要做好公路、铁路、水路和管道各种煤炭运输方式的科学布局及有效协调工作。同时,做好铁路大通道网络建设的完善配套工作,以及铁路全国干线和区域支线(站)的衔接连通工作。此外,应广泛利用现代通信和信息技术,大力推进煤炭智能铁路、智慧物流“双智”建设,提高运输效率,扩大运输能力。

将“无人化”开采纳入应急机制

近年来,全球突发事件频发,并呈现出难以预测、情况复杂的趋势。尽管煤炭行业已建立了储备、安全等一系列应对机制,但无论是地震、冰灾等自然灾害,还是类似此次新冠肺炎疫情等突发事件,都或多或少地影响到煤炭供应安全。

回顾近年来突发事件的不利影响会发现,其影响的核心是“人”。例如,2008 年汶川大地震不仅威胁到矿工的生命,而且使工人无法下井工作。矿井在短期内不能正常生产,最终导致四川省 1118 处煤矿停产。在 2020 年新冠肺炎疫情中,由于存在“聚集性疫情”风险,下井开采等人员密集型工作被叫停或被大大精简用工数量。

要从根本上应对突发危机,首先要减少类似突发事件对人的影响。在此次疫情中,“无人化”产业的潜力凸显,无论是送餐、送药,还是测温、物流,机器应用能够做的事情已经远远超乎想象。随着煤矿智能化、智慧化程度的进一步提高,煤矿用人还会大幅减少,出现大批无人采矿工作面甚至煤矿井下无人作业的现象。

今后,可将煤炭“无人化”开采纳入应急机制中,推动数字化矿山、智能化矿山和智慧化矿山建设,使用智能采掘、井下智能运输、远程控制监控技术,建立安全监测监控系统,加大“互联网+”、大数据、云计算、物联网在煤炭企业的应用,实现机械化减人、自动化换人。这样做不仅能大幅提高煤矿生产力,也令突发事件对行业的影响进一步减小。

(作者系中国能源研究会高级研究员,本报记者李惠钰根据其在能源大讲堂的报告整理)