

致密气储量大,稳产有底气

■ 本报记者 梁沛然

2024年,我国致密气产量超600亿立方米,占非常规天然气总产量的60%以上,跃居世界第一,成为国内天然气增产上产的核心增长极。

从“难动用”到效益开发,再到规模开发,我国致密气经过20多年艰苦发展,产量跃居世界首位,并建成国内产量规模最大的苏里格气田,单个气田年产量突破300亿立方米,同时形成致密气藏低成本开发技术系列,成就巨大。

致密气发展势头正足,未来该如何打造资源接替新阵地?还有哪些技术难点亟待突破?作为致密气上产稳产的“答题人”,中国石油勘探开发研究院首席专家、长庆油田特聘首席专家贾爱林给出自己的答案。

■ 天然气稳产上产的“压舱石”

作为非常规天然气的重要类型之一,致密气广泛分布于世界各大油气盆地。其中,美国是全球致密气工业发展最早、开发利用最成功的国家,其致密气藏具有气层厚度大、丰度高且多含凝析油的特点,气井最终累积产气量高、开发效益较好。“美国致密气地质条件与我们不同,他们打一口井的产量是我们的10倍,我们的气藏条件更复杂也更难开采。”贾爱林坦言。

虽然开采难度不小且总体比煤层气开发晚,但与煤层气及页岩气相比,我国致密气资源储量大、勘探开发潜力较大,分布于鄂尔多斯盆地、四川盆地、松辽盆地、渤海湾和塔里木、吐哈和准噶尔盆地的致密气资源,全国占比为93%。

“以前因缺乏对致密气开发的认识和储层改造的手段,主要借鉴低渗透气藏的开发技术对策,仅在天然裂缝较为发育的井区获得少量工业产量。后来我们发现,此前对于致密气藏的认知和勘探开发方式都更接近常规天然气藏。随着地质理

论认识和开发技术不断更新迭代,当时的认知和技术与致密气藏实际开采方式已不匹配。”贾爱林说,“经过20多年开发,储层改造技术突破与开发成本持续下降,助推致密气的规模化与工业化开发,产量持续上升。”

2024年,中国石油长庆油田苏里格气田连续三年产量稳定在300亿立方米以上,并助力长庆油田天然气产量在500亿立方米以上稳定生产;西南油气田天府气田致密气年产量再创新高,同比提升23%,产量规模达到45亿立方米,未来具备建成100亿立方米的资源潜力。

“致密气是加快天然气上产的最现实领域,也是近年保持我国天然气对外依存度基本无大幅度波动的主要力量。可以说,致密气储量大是一个‘大块头’,在多个盆地产量‘开花’情况下,对天然气稳产上产发挥‘压舱石’作用,未来具备进一步加快开发的资源基础与技术条件。”贾爱林告诉《中国能源报》记者。

■ 不少技术问题待解

致密气开发具有“三低一快一长”,即产量低、EUR(评估的最终可采储量)低、采收率低,还有递减快、开采时间长的特点。经过20多年持续攻关,我国不仅实现致密气规模效益开发,形成系列关键开发技术,而且创建了典型的“苏里格模式”。贾爱林表示,目前我国致密气开采技术已处于国际领先水平,3000—3500米的直井单井综合投资控制在800万元以下。

但贾爱林也表示,当前致密气开发已由“肥区块”转向“瘦区块”,“从‘难动用’到效益开发,再到规模开发、长时间稳产,还有不少技术问题待解。”

例如,鄂尔多斯盆地东部储量丰度进一步降低,盆地西部含水明显上升,造成致密气低压低产井和高产水气井占比增加,递减控制与综合治理难度在不断加

大,同时给效益开发带来新挑战。

“致密气开发不同阶段追求的目标不完全相同,早期阶段以实现效益开发为目标,中后期阶段则是在确保目标收益率的基础上尽量提高采收率。”贾爱林说,“比如随着苏里格气田开发的深入,储量动用区的范围逐渐扩大,对已开发区进行剩余气分布规律研究并提高采收率是气田未来开发的重点。受储层地质情况、井型井网、工艺改造等因素的综合影响,气田剩余气分布极为复杂,精准预测缺乏有效手段。”

如何把老井的气“吃干榨尽”,也对后期管理提出更高要求。

“未来,我们的目标是采收率在目前30%多一点的基础上能达到50%,不能把气‘丢’在地下。随着技术进步,在控制成本的同时,如何以更合理的开采方式提高采收率、延长气田开发寿命尤为重要,这是下一阶段要攻克的技术之一。”贾爱林说,“当前,随着AI与油气联手,如何让人工智能赋能新资源发现、采收率极限提高

和生产管理,为致密气开发注入‘智慧动能’,也是需要不断学习的课题。”

■ 致密气仍有较大上产潜力

根据中国石油第四次资源评价结果,我国致密气探明率处于偏低水平,与成熟探区50%左右的探明率相比,具有进一步提升空间。

贾爱林认为,我国致密气仍具有较大的上产潜力与发展前景,未动用探明储量的接续动用、已动用探明储量挖潜、新增探明储量有效开发,是保障致密气中长期发展的三个重要方面。其中,已动用探明储量挖潜、未动用探明储量开发可支撑我国致密气年产量峰值700亿—800亿立方米,达峰时间介于2030—2035年,稳产超过10年。新增探明储量的开发将进一步支撑我国致密气产量稳产至2050—2060年。

在贾爱林看来,致密气开发区应充分利用已有的大量井资料,建立更加详实可

靠的储层地质模型,采用与之适宜的“差异化”开发井网以实现储量的充分动用。比如,主体开发区以提高采收率为目标,大力采取剩余气精细表征、井间加密等措施;新区新层系以提产、提效、降本为目标,采用大井丛、工厂化、多层系、多井立体开发模式,做好新工艺新技术推广应用,加快建产节奏。

此外,还应多管齐下落实高效开发对策:一是勘探开发一体化,深入开展低品位复杂致密气藏富集规律和气水分布预测,攻关复杂含水致密气藏有效开发关键技术,实现复杂含水致密气藏效益开发和规模建产;二是地质工程一体化,攻关高含水致密气藏提高单井产量技术,迭代提升差异化压裂工艺,提高储量动用程度和进一步提高单井EUR;三是地下地面一体化,统筹协调开发生产,有效延长开采寿命,提高气田开发效果;四是积极转变思路,探索进攻性注气补能等提高采收率新技术,为致密气田高效开发提供新动能。

西南油气田首次发布社会责任报告

2024年天然气产量再创新高,实现两个“800亿”历史突破



图为西南油气田泸203H6平台。

本报讯 记者吴莉报道 4月18日,中国石油西南油气田公司在成都发布首份社会责任报告(以下简称“报告”),报告分服务国家战略、科技自立自强、推动绿色发展、增进民生福祉、共筑美好家园五个方面,全面展现能源央企服务国家战略、守护民生福祉的坚定行动。

在服务国家战略、保障能源供应方面,作为全国第二大天然气田,西南油气田公司2024年紧跟国家能源需求步伐,页岩气、常规气、致密油气三大领域齐头并进,四大百亿气田强势出圈,新增天然气三级地质储量超4000亿立方米,万米深地科探工程稳步推进,陆相原油勘探开发一体化推进,油气勘探开发取得显著进展。

报告显示,西南油气田公司2024年天然气产量再创新高,达447亿立方米,位列全国第二,相当于1.2亿家庭年用气量,页岩气产量130.5亿立方米,占全国“半壁江山”,更以世界第二大页岩气产区的技术优势,主导制定全球首个页岩气领域国际标准,持续巩固中国在非常规能源领域国际话语权。全年天然气产量增量26.7亿立方米,居全国第一,筑牢能源安全的“压舱石”。

值得注意的是,2024年,西南油气田公司实现两个“800亿”的历史性突破:1月8日,国内最大海相碳酸盐岩整装气藏——龙王庙气藏累计产气量突破800亿立方米,相当于8个三峡电站同期发电量所产生的热量;6月28日,国内最大页岩气生产基地——川南页岩气田累计产气量已达800亿立方米,够2.1亿户家庭用一年(按每户日均用气1立方米计算)。

在科技创新方面,西南油气田公司坚持“自主创新+开放共享”双轮驱动,持续完善科技创新管理体系,加强各层级项目匹配,不断提升科技创新能力,加快科技成果转化,高质量支撑主营业务发展。面对四川盆地复杂的地质结构和极高的勘探开发难度,公司通过长期探索,已形成“两大理论、五大工程核心技术、六大勘探开发技术”为代表的特色技术体系,形成12个专业方向、939项成熟技术,主体技术处于“整体国际先进、部分国际领先”水平。

2024年,西南油气田公司研发共计投入10.39

亿元,较上年增长5.91%,系统梳理制约页岩气、海相碳酸盐岩产业发展的生产问题及其蕴含的技术问题,加大关键领域科技攻关力度。报告期内,公司实现科技创新成果创造效益9.57亿元,知识产权转化创收金额达3.87亿元,新增专利授权176件。

伴随数字经济快速发展的趋势,2024年,西南油气田公司以建设“数智西油”为目标,聚焦数字化转型和智能化发展,加大智能气田、智能储气库、智能工厂等示范工程的深化应用和推广力度。打造建设的中国石油首个特高含硫智能气田铁山坡智能气田通过验收并正式上线,中国石油首个智能天然气净化厂试点——天然气净化总厂大竹智能净化厂建设成功,双“首智”的成功问世为智能气田建设的优化迭代,以及在行业内复制推广提供了基础依据和宝贵经验。

在能源转型和绿色发展大背景下,西南油气田公司大力发展以天然气为主的清洁能源,统筹天然气勘探开发与新能源协同发展,打造“天然气+风光电、余压发电、伴生资源、氢能、CCUS/CCS”的绿色西南发展模式,助力地方产业转型升级。

2024年,西南油气田公司积极开展绿色矿山建设,持续加大绿色投入,累计完成28个矿权的绿色矿山入库,占川渝地区绿色矿山总数80%以上。公司持续关注温室气体自愿减排交易市场,温室气体减排量43.2万吨,提前两年完成中国石油下达的“十四五”甲烷减排目标。

报告称,近年来,西南油气田公司除做好能源保供,还充分利用资金、人才、资源等优势,推进基础设施、文化、教育、卫生、旅游等领域70余个帮扶项目建设,购买帮扶产品超1亿元,带动10万群众脱贫致富,助推当地产业高质量发展。2024年,公司累计投入1085万元支持地方产业建设,购买帮扶产品超3000万元。

2025年是“十四五”规划的收官之年,西南油气田公司已全面启动“高质量上产500亿”的新征程,致力于让中国石油的绿色能量惠及更多领域,为保障国家能源安全、推动成渝地区双城经济圈建设注入强劲动力。

中共中央、国务院近日印发的《加快建设农业强国规划(2024—2035年)》指出,推进乡村基础设施提档升级,加强农村交通运输网、供水设施、能源体系和新型基础设施建设。业内人士认为,加强农村能源体系建设,通过推动农村分布式可再生能源开发利用,提升农村电力保障水平,不仅关乎农村生产生活的能源供应,更是实现农业强国建设目标、推动乡村全面振兴、迈向农业农村现代化进程中的关键一环,将对我国农村地区能源结构优化和可持续发展产生深远影响。

■ 转型成效初显

近年来,我国农村能源消费呈现清洁化、电气化趋势。

华北电力大学能源互联网研究中心副主任王永利告诉《中国能源报》记者,目前我国农村能源消费结构正经历从传统能源向新能源的转型,部分地区新能源占比已超过传统能源占比。但整体上看,农村地区能源消费仍以传统化石能源为主,碳排放水平仍较高。

“不过,近几年我国农村能源消费结构呈现加速优化升级态势,煤炭、秸秆薪柴、液化石油气等传统能源消费占比显著降低。”王永利表示,农村地区依托丰富的太阳能、风能及生物质能等可再生能源禀赋优势,逐步构建起以“太阳能为主,空气能和电能为辅”的能源结构形式。“在此过程中,通过技术创新与应用场景拓展,农村新能源综合利用效率实现持续提升。”

“依据最新能源统计年鉴数据,2022年乡村生活用能结构中,电能占比达28.6%,非商品能源占比为4.1%。近年来农村地区分布式光伏呈爆发式增长势头。截至2024年,国家电网经营区域内分布式光伏装机已达3.29亿千瓦,且主要分布于广大农村地区。”国网能源研究院新能源所专家闫湖告诉《中国能源报》记者。

与此同时,国家相继出台一系列政策推进农村能源低碳转型,如农村能源革命试点、千乡万村驭风行动、千家万户沐光行动等。

“以农村能源革命试点县为例,可再生能源在一次能源消费总量中的占比达30%,在一次能源消费增量中的占比更是高达60%,部分试点县可再生能源在一次能源消费总量中的占比过半,在增量中的占比甚至超90%。”闫湖表示。

■ 面临多重制约

“我国农村能源体系面临的重大挑战是基础设施薄弱与新能源高速增长的双重制约。”王永利表示,许多偏远地区电网架构老化,供电可靠性不高,尤其在极端天气条件下容易发生断电事故。“随着分布式光伏占比不断提升,农村配电网供电的波动性与随机性不断增大,弃电和缺电现象时常同时出现,能源供应稳定性问题显著。”

同时,在能源利用效率方面,我国农村仍有较大

农村能源体系加速清洁化

■ 本报记者 林水静

提升空间。“农村传统的燃煤炉、柴灶等设备热效率普遍不高,远低于城市地区的燃气锅炉效率。同时,农村电网在能源输配环节较高的线损率,也是造成能源浪费的重要因素。”王永利说。

推进农村能源体系建设,离不开技术、资金等方面的支持。闫湖表示,相较于城市,农村地区在成本可负担能力上更为薄弱。新型能源利用技术能否在农村得到有效推广,以及农民是否会持续使用,关键在于能否切实降低用能成本。“价格需比居民生活与农业生产的目录电价更低,才具备替代传统能源的必要性。对企业而言,农村人口空心化问题以及乡村产业的存续周期,都对项目经济性产生较大影响,进而削弱其投资积极性。”

“为提升农村电力保障水平,在电力调度和储能技术策略方面,可构建县域微电网分层调度机制,引导新能源优先就地消纳;配置用户锂电池或村级压缩空气储能,实施分时电价引导负荷错峰,保障电力供需平衡。在电力调度和储能技术规划方面,以经济成本、碳排放为规划目标,可配备具有源网荷储协同理念的县级能源体系架构,并对储能设备实施差异化补贴,推动分布式可再生能源开发利用。”王永利指出。

■ 未来趋势向好

从长远看,完善农村能源体系建设对我国农业生产方式转变、农村生态环境改善具有长远影响。

王永利表示,清洁能源的普及将推动农业机械化、智能化转型,光伏大棚、电动农机、智能灌溉等技术的应用可大幅降低生产成本,同时提升产出效率。在生态环境方面,可再生能源替代散煤和秸秆焚烧,可减少农村地区碳排放,配合沼气工程和有机肥生产,形成“能源—农业—生态”循环体系,显著改善土壤质量和水体环境。

对于未来农村能源体系发展趋势,王永利认为应实现三个关键转变:一是能源结构从“传统主导”转向“清洁为主”,可再生能源成为主要的能源供给方式,形成光伏、风电、生物质能多元互补的供能格局;二是用能方式从“粗放消耗”转向“高效智能”,通过微电网和数字化管理实现能源精准调度,用能安全和用能效率提升至城市水平;三是能源功能从“单一供能”转向“综合服务”,能源基础设施与现代农业、乡村旅游等产业深度融合,成为乡村全面振兴的重要支撑。

闫湖表示,我国正全力加快农业强国建设步伐。在此进程中,逐步把永久基本农田建成高标准农田,家庭农场、农业合作社、龙头企业等新型农业经营主体也将迎来更迅猛的发展态势。与此同时,农业农村现代化建设的推进速度不断加快,农村新型能源体系正朝着绿色化、多元化、智能化的方向稳步迈进,城乡能源基础设施也将逐步实现普惠均等化发展。农村能源不仅会成为驱动农业农村现代化的坚实动力基础,农村能源产业还将成长为农村经济的重要支柱产业,全面覆盖从开发利用到运行维护的完整产业链。