

页岩气勘探开发挺进深层“粮仓”

■本报记者 梁沛然

自然资源部近日发布的《中国矿产资源报告 2022》显示，我国页岩气等勘查再获新进展，其中四川盆地集中评价泸州区块页岩气，新增探明地质储量 5138 亿立方米、预测地质储量 7695 亿立方米，形成国内首个万亿立方米深层页岩气储量区。

资源前景被看好的四川地区也是国内大型油气公司页岩气勘探开发的主战场。

据中国石油发展规划，川南页岩气 3500 米以深资源量占 86%，具有巨大勘探开发潜力，资源丰富的深层页岩气区块将成为“十四五”页岩气上产主力区。该公司于 2019 年专门设立了《深层页岩气有效开采关键技术攻关与试验》重大现场试验项目，支撑深层页岩气有效开采。

一位长期从事页岩气勘探开发的资深人士表示，未来全国埋深 3500 米以浅页岩气能否继续稳产上产、埋深超过 3500 米深层页岩气的开发潜力如何，既是评价和判断未来中国页岩气资源开发潜力和发展前景的前提，也是决定能否在川渝地区建成“天然气大庆”的关键。

“目前来看，3500 米以浅的页岩气勘探开发较为成功。未来我们要向深层、超深层进军，机遇和挑战并存，相信非常规气会有‘非常规发展’。”该人士表示。

中浅层是产业“压舱石”

近年来，我国陆上、海上常规油气和非常规油气勘探均有突破。其中，非常规油气具有资源潜力和勘探开发前景，实现规模效益开发对保障国家能源安全具有重要的战略意义。

自 2006 年起，中国石油积极寻找并研究页岩气富集区，经过十余年探索实践，于

2020 年在川南地区建成我国首个万亿储量、百亿产量页岩气区。

截至目前，中国石油在长宁、威远、昭通、泸州等川南地区累产页岩气 529 亿立方米，可替代 7021 万吨标煤，折算减排二氧化碳 6996 万吨，减少粉尘排放 4769 万吨，无害化处理含油岩屑近百万吨，川南页岩气基地也成为我国目前最大的页岩气生产基地。

中国石油非常规油气团队的研究数据显示，预计到 2025 年，中国天然气年产量 2270 亿立方米，与 2019 年相比增长 29%，其中页岩气年产量将达到 300 亿立方米，与 2019 年的相比增长 146 亿立方米。2030 年，中国天然气产量有望达到 2500 亿立方米，与 2019 年相比增长 42%。

据记者了解，按照稳产 20 年的目标，目前国内埋深介于 2500—3500 米的海相页岩气已基本完成产能建设，未来以稳产开发为主考虑建产期和递减期的生产情况，其资源量可建年规模 200 亿立方米稳产 20 年以上。在目前的技术条件下，中浅层海相页岩气勘探开发方面技术逐渐成熟，实现稳产开发，是未来中国天然气产量增长的重要组成部分和“压舱石”。

“地下珠峰”掘“蓝金”

作为页岩气勘探开发的主战场，四川盆地深层页岩气资源潜力巨大，是“气大庆”和“双碳”目标建设的重点领域。

多位业内人士向记者表示，四川盆地页岩气深层资源比较可观，4500 米以浅页岩气埋藏面积、4500—5000 米深的页岩气埋藏面积均达到万平方公里级。

值得注意的是，深层海相页岩埋深接近或超过 4000 米，与涪陵页岩气藏约 2500 米

的埋深相比，具有高温、高压、高应力等“三高”症状。如果说中浅层页岩气气压裂是将“羊肠小道”扩建成“高速公路”，那么深层页岩气压裂就是在“青藏高原”上开山架桥，修建纵横交错的“盘山公路”体系，难度极大。

“中浅层都打过了，深层页岩气资源量占探区页岩气资源的 70%以上，勘探深层是必然选择。”中国石化勘探分公司党委书记胡东风曾指出。

在深层页岩气领域，中国石化在四川盆地矿区内拥有深层页岩气资源量 6.3 万亿立方米。在新的地质认识指导下，2019 年，中国石化在四川盆地首口埋深超过 4200 米的深层页岩气井——东页深 1 井喜获日产 31.18 万方立方米高产页岩气流，取得深层页岩气勘探突破性突破，今年还将实现 4200 米深层页岩气攻关新突破。其中，济阳深层且页岩油项目位于中国石化胜利油田，埋藏深度在 3000—4000 米，局部可达 5500 米。初步估算，该区域页岩油资源量潜力较大，区域深度是当前国内页岩油领域之最。

中国石油则锁定了下步需要攻关的技术难题及其对应的主攻方向：摸清川南复杂构造背景下页岩气富集规律，把控开发动用规律与提高采收率技术，掌握深层页岩气产能主控因素，深入数据集成应用平台与智慧动态分析等。

未来，中国石油将以川南深层为重点，进一步完善页岩气富集区地质评价技术体系，为川南页岩气产能建设部署、提升开发效益提供科技支撑。

产量提升还需“利剑”

深层页岩气建产区地质构造复杂，在

开发技术政策优化、钻井和压裂等方面面临诸多难题。

“比如，水平井产能差异大，深层地应力高、温度高，水平应力差大，裂缝发育使得深层页岩气资源规模上产面临深层次难题；深层页岩气单井成本进一步下降空间难度增大，经济效益开发面临挑战；复杂构造条件下，页岩气富集规律与多尺度流动空间及全生命周期多场耦合演化规律，决定了页岩气赋存特征和开发动用规律难以把握；页岩气开发政策与提高采收率技术需要创新发展，数字化转型下页岩气大数据应用需持续探索……这些都是未来需要攻克的难题。”某石油企业非常规研究领域相关负责人表示。

“整个川南地区地质结构复杂，随着埋层深度不断增加，水平井要想打在最好的储层里，还需要依赖国外的进口高温旋导装备，设备的工作能力决定了建井质量。如果质量不好且产量低，效益就上不去，无法覆盖成本，导致经济效益跟不上，无法形成规模上产。”上述相关负责人指出。

中国工程院院士赵文智指出，页岩气立足 3500 米以浅规模建产和 3500 米以深持续攻关，深钻并重，可发挥我国天然气增产的主力军作用。“十四五”期间，应强化 3500 米以深页岩气与常规页岩气甜点富集规律研究和工程技术集成攻关试验，并延续相关税费扶持政策，页岩气产量有望实现持续规模增长。

受访人士均表示，页岩气产量再上新台阶，未来还需要在地质认知、关键技术和设备国产化三个方面下功夫。未来，需因地制宜攻破深层地质结构认知并给予更全面完善的地质资料，加强勘探，攻克卡脖子技术，取得更多进展。



调峰担大任 保供蓄“底气”

图片新闻

截至 10 月 8 日，华北油田苏桥储气库本周期累计注气突破 10 亿立方米，比去年同期增注 15.5%，保障今冬明春京津冀地区天然气供应。

苏桥储气库是目前世界上最深的由枯竭型天然气藏改造的储气库，主要担负着保障京津冀地区城市用气和季节调峰两大重任。今冬明春用气高峰期，苏桥储气库可形成每天 1400 万立方米的供气规模，可满足 1400 余万户家庭的生活用气需求。图为工作人员在储气库流程区排查设备。

姜浩然 高亚珍/图文

数字化技术 守护燃气管网安全

■本报记者 卢奇秀

地下管线是城市运转的“生命线”，天然气、自来水等均通过地下管线输送至千家万户。各种管线在地下纵横交错，复杂程度堪比“迷宫”。

燃气管道输送的是易燃易爆的天然气，以往的燃气安全事故大部分由第三方施工造成燃气管道损坏所致。长达数千里、蜿蜒于地下的燃气管道究竟埋在哪些区域？管道是否存在安全隐患？如何实现城市燃气管网立体化、直观化与数字化，让看不见的管网一目了然？

应对安全挑战刻不容缓

截至 2021 年，全国燃气管网长度 105.489 万公里，其中天然气管网长度达

103.680 万公里。近年来，随着城市燃气快速发展，燃气管道长度和用气量逐年增长，伴随而来的燃气安全形势愈发严峻。中国城市燃气协会披露的数据显示，2021 年全年共发生燃气事故 1140 起（不含港澳台），其中管网事故 339 起，占比近 30%。

佛燃能源业务总监兼佛燃科技副总经理冯少广认为，国内早期投运的低压管网运行年限很多已超过 20 年，钢管老旧腐蚀严重，已接近或达到寿命终点，导致管网系统腐蚀穿孔事故频发。

“随着城市建设步伐加快，城市道路、轨道交通及旧城改造等市政施工愈加频繁，加之通信电缆、电力、自来水、电网等改造工程，给燃气管线安全运行带来较大挑战。尤其是，因管道位置不明或施工不规范，相当一部分燃气事故起因就是第三方施工造成燃气管道损坏、挖断。”冯少广表示。

“我国每年因地下管线事故造成的直接经济损失高达数十亿元，造成巨大的资源浪费。”业内专家指出，城市燃气管网管理战线长面广，涉及监管部门多达十几个，综合协调工作繁琐，存在权责错位、职责交叉、监管空白等问题，管道泄漏已成为城市公共安全亟待解决的课题。

管理难度高投入大

国务院办公厅今年 6 月印发的《城市燃气管道等老化更新改造实施方案（2022—2025 年）》提出，彻底消除安全隐患，今年抓紧启动实施一批城市燃气管道老化更新改造项目。2025 年底前，基本完成城市燃气管道老化更新改造任务。

哪些燃气管道需要更新改造？小修小补还是全部换新？这有必要在摸清“家底”的基础上分步骤进行。据记者了解，从上游气田开采的天然气净化后经国家主干管网输送，进入城市门站交接给下游城市燃气

企业，最后像毛细血管一样输送至终端用户，过程环节众多，管理难度颇高。

“数据收集一直是困扰行业的一大难题。”冯少广坦言，国内部分燃气公司早期投建的老旧管道本身智慧化水平不高，近年投建的管道施工过程中存在赶工期、控制成本等情况，管网数据不全，甚至连管道位置信息都不大掌握。

佛燃科技内检测业务总监赵晓明介绍，此前管网管理模式是哪里泄漏去哪里抢修，现在已转变管理思路，通过定期检测，将隐患消除在萌芽状态，并建立起数据收集、检测分析、现场修复一整套管道完整性管理流程。

“管道也要定期体检。”冯少广介绍，管道本体检测主要有外检和内检两大类技术，外检就像拍 X 光，即人在地面上，通过技术手段了解地下管道情况；内检就像肠胃镜检查，将检测装置放到管道内部运行，检测管道内部及本体特征。我国油气管道，包括长输管道、集输管道以及城市燃气管网，综合内检测领域还未完全解决“卡脖子”难题，先进技术多依赖国外厂商。近年来，以国家管网、中国特检院、沈阳工业大学、佛燃能源等为代表的科研院所和企业正致力于国产化技术替代，同时着眼各种特殊应用场景开展专用检测装备研发。

做好安全“检测员”

在冯少广看来，燃气管道安全事故在一定程度上是可以预防的。“在建设初期，建设方严把质量关，严格按照国家法规以及技术要求施工，从源头上减少隐患因素。投产运行后，建立健全的管网定检与巡检体系，把安全隐患扼杀在萌芽状态。要建立应急预案，出现突发情况立即处理避免事故发生。其中，数字化建设是工作的重中之重。”

近年来，佛燃能源在数字化浪潮下，在

已有的管道阴极保护智能采集与远传系统、燃气管网地理信息系统（GIS）、燃气管网监测系统（SCADA）的基础之上，开发了基于检测的信息管理系统（LIMS），进而实现所有检测数据的有效管理与充分利用，还将建立全面的管网大数据平台，囊括管道建设到运营期完整的施工及运营资料、历次管道内外检测数据，实时监控用气量、送气峰值调度，构建城市燃气管网的完整性管理体系。

作为燃气管网安全的重要“检测员”，佛燃能源在管道综合内检测方面已实现多类型检测器设计与加工、管道现场内检测作业、检测数据分析与完整性管理等全流程管控。比如，研发了短距离牵引式和长距离自动方式管道高精度测绘内检测器，能准确定位埋地管道位置并提供管道内部图像、变形数据，相当于给管道做了一张可视化的“身份证”，大大减少了第三方施工损坏管道的概率。

在管道外检测方面，佛燃能源掌握了大理深管道探测技术、过河管道综合检测与评价技术、复杂环境下防腐层精确判别技术等“绝技”。佛燃能源外检测业务经理曹光贵介绍，团队完成过 10 多条穿越珠江管道综合检测，完成过 20 多条穿越西江等支流河道的管道检测任务。这些穿越河流部位的管道埋深较大，河面水流急涌，通行船舶较多，要准确测出管道位置与埋深信息，技术人员必须抓住设备数值变动的瞬间，才能得到较为精确的结果。

“城市燃气管道错综复杂，针对不同环节，要采用不同技术对管道进行多维度检测，全方位提高管网安全水平。”曹光贵介绍，早在 20 年前，佛燃能源就组建了属于自己的管道外检测与物探团队，并自主研发专用检测设备与检测技术，培养了一批专注于检测工作的专业人才，确保燃气管网长久安全运行。

关注

四季度铁路煤炭运输能力进一步增强

本报讯 国铁集团日前发布消息称，10 月 11 日零时起，全国铁路将实行第四季度列车运行图。调图后，全路开行旅客列车 5286 对，较现图增加 21 对；开行货物列车 10829 对，较现图增加 41.5 对，铁路客货运输能力进一步提升，为国民经济平稳运行提供有力运输保障。

具体到煤炭运输方面，围绕四季度人民群众温暖过冬带来的电煤运输需求，全国铁路将增加煤炭运输能力。其中，用好乌北至将军庙铁路东线电气化改造成果，增开煤运列车 38 对，提高新疆准东矿区煤炭运输能力；优化临河至哈密铁路、兰新铁路列车开行结构，新增煤运列车 12 对，提高煤炭出疆运输能力；优化浩勒报吉至吉安、瓦塘至日照、唐山至包头等煤运通道列车开行结构，增加万吨重载列车比例，增开煤运列车 3 对，提高这些煤运大干线的整体运输能力；围绕巩固经济恢复运行需要和客运淡季、货运旺季的市场需求，优化京广、京沪、襄渝等普速铁路列车开行结构，动态调整客货列车开行，增开货物列车 20 对。增加呼和浩特南至曹妃甸西、连云港至舞钢等跨铁路局集团公司大宗直达货物列车运行线 13 条，提高矿石等大宗物资运输能力。

此次调图将充分发挥重载铁路和煤运大通道作用，保通保畅和能源保供能力进一步增强。（郭铁）

贵州计划四季度生产原煤 3500 万吨左右

本报讯 贵州省人民政府日前下发的关于印发贵州省推动复工复产促进经济恢复提振行动方案的通知（以下简称“通知”）提到，充分发挥特色优势产业支撑作用，加快发展新能源电池及材料等新兴产业，推动工业全面发力。

通知提出，在确保安全生产的前提下，推动 22 处煤矿复工复产，12 处煤矿建成投产，11 月底前鑫达、渝南 2 个露天煤矿建设出煤，年底前硫磺坡露天煤矿实质性开工，建成投产改扩建煤矿 40 处。四季度原煤产量 3500 万吨左右，确保煤炭产业增加值扭负为正。

此外，深入实施煤电机组改造升级高质量发展行动方案，加快推动煤电机组“三改联动”。开工建设金元织金“上大压小”、中能建大湾低热值煤发电、盘江普定燃煤发电 3 个项目。核准 1 个以上抽水蓄能电站项目。在保证省内用电的前提下，协调推动电力多发多送。四季度发电量 520 亿千瓦时以上，电力行业增加值增长 6% 左右。

另外，贵州将出台支持新能源电池及材料等重点产业项目建设的政策措施，建立重点产业及产业配套基础设施项目库，统筹贵州省工业和信息化发展专项资金、专项债券等支持重点园区完善配套基础设施，引导省新型工业化发展基金、省新动能产业发展基金加大对重点项目支持力度。同时，建成投产瓮安雅友年产 30 万吨电池级磷酸铁一体化、比亚迪动力电池高新区一期 15 吉瓦时等项目并推动释放产能。四季度新能源电池及材料产值增长 80% 以上。（安宁）

青海贵南县清洁供暖示范项目开栓供热

本报讯 10 月 10 日 18 时，青海省贵南县清洁供暖源网储一体化项目实现首台电锅炉带电运行，提前 5 天开栓供热，实现了黄河上游水电开发有限责任公司清洁供暖领域新一轮技术革新，成功打造青海省“清洁供暖示范县”标杆。

贵南县清洁供暖源网储一体化试点项目由黄河上游水电开发有限责任公司青南分公司建设，是青海省海南州重点民生工程，其中青南分公司负责建设的 3×8.5 兆瓦电锅炉是国内海拔地区单体容量最大的固体蓄热式电锅炉。

据了解，该项目使用电锅炉取代传统燃煤锅炉，有效降低常规能源消耗，经 2021 年至 2022 年度供暖季燃煤量测算，每年可节约标准煤 14906 吨，减少二氧化碳排放 37267 吨，减少二氧化硫排放 280 吨，减少粉尘排放 89.44 吨。

青海省生态环境厅今年 7 月发布的信息显示，青海省加快推进清洁供暖工程，扩大清洁供暖示范县建设范围。其中，推进玛多县、兴海县、共和县、同德县、贵南县、河南县清洁供暖示范县建设，在总结既有经验的基础上，统筹电网容量、项目用地、资金支持等条件，扩大清洁供暖示范县建设范围，完成 200 万平方米以上改造任务。青海省还推进共和县地热供暖改造示范项目，完成改造 4.98 万平方米。（安宁）