

2024年3月25日

每周一出版  
责任编辑:李紫函 电话:59964339  
邮箱:qinzh@sinopet.com  
审校:张晋徽 版式设计:赵博

## 加大勘探开发力度 增强油气供给能力

阅读提示

当前,我国能源结构加速调整,但化石能源仍然是能源供应的主体,在保障能源安全中发挥着核心支撑作用。我国油气田企业勇担能源保供“顶梁柱”责任使命,持续加大勘探开发力度,大力实施高效勘探,强化规模增储和效益开发,取得一批重大成果。

日前,中国石油经济技术研究院发布《2023年国内外油气行业发展报告》。报告指出,2023年我国油气勘探开发投资约3900亿元,勘探、开发投资均创历史新高;石油新增探明地质储量约13亿吨,天然气新增探明地质储量近万亿立方米;原油产量2.09亿吨,天然气产量2353亿立方米;油气勘探开发理论、技术、装备的进步,支撑深水、深层油气勘探开发取得重大突破。本版选取《2023年国内外油气行业发展报告》部分内容,解读我国油气勘探开发现状与趋势,敬请关注。

## 我国油气勘探形势与勘探发现

## 油气新增探明地质储量保持高位

2023年,塔里木、准噶尔、四川等盆地新区带、新类型、新层系获得重大勘探突破,开辟资源接替新领域。我国新增石油探明地质储量约13亿吨,主要来自鄂尔多斯盆地、准噶尔盆地、塔里木盆地和渤海湾盆地(含海域);新增天然气探明地质储量近万亿立方米,主要来自四川盆地、鄂尔多斯盆地和塔里木盆地;新增煤层气探明地质储量超2200亿立方米。

## 深层、深水、非常规油气勘探屡获佳绩

深层超深层已成为油气勘探的重要阵地。塔里木盆地富满、顺北等大型油气田取得重大突破,发现规模优质储量,勘探8000米以深超深井104口,有力支撑了油气增储上产。勘探1井在6000米以深井段测试获高产油气流,取得上寒武统白云岩海相油气勘探首次发现。勘探1井在下丘里塔格组5600米以深取得寒武系盆山相油藏突破。顺北84斜井垂直钻井深度突破8937米,是目前亚洲陆地垂直深度最深的千吨井。国内首口万米科探井——深地塔科1井设计井深11000米,2024年3月钻探深度突破10000米。万米科探井工程



## 专家视点

打造“三位一体”  
能源矿产勘探开发新模式

油气与新能源、非油气矿产协同发展

□罗佐县 赵玉欣

地球就是个矿产宝库,油气勘探开发深度越深、领域越广,钻井钻遇的各类矿产就会越多,油气与非油气矿产协同开发已成为时代命题。

经济学上的范围经济是指厂商同时生产两种产品的费用低于分别生产每种产品所需成本的总和时,自然会选择同时生产两种产品以争取利益最大化,此时所存在的经济形态就被称为范围经济。换言之,要是把两种或更多的产品合并在一起生产比分开来的成本低,就会存在范围经济。理论上讲,若能将油气田运营与上述油气共生或伴生的矿产实现一体化开发,将实现范围经济。

我国含油气盆地内多种矿产资源同盆共生、资源丰富,极具开发潜力。按其成因、品位及空间分布特征,油气区矿产可分为油气同体共生、油气异体共生和油气伴生矿产。按其特点和用途,通常可以分为能源矿产和非能源矿产两大类,其中非能源矿产又包括金属矿产和非金属矿产,总之,类型多样、储量丰富、综合开发利用前景广阔。目前已发现的油气伴生矿产资源主要有砂岩型铀矿、油田地热、固体盐岩、富钾卤水、铅锌矿、金银汞矿、硫化氢、二氧化碳、氯气、天然气中赋存的汞、原油和沥青等衍生物中赋存的多种伴生元素。

油气与非油气矿产协同开发并不是一个新课题。《国土资源“十三五”科技创新发展规划》曾提出加强多能源矿产成矿规律及综合勘查研究,提出构建砂岩型铀矿理论体系、煤铀兼探与油铀兼探理论体系,提倡建立多能源矿产综合评价方法与指标体系。但产业协同实践的效果并不是很理想。

协同发展具有重要意义。通过油气矿产与非油气矿产协同开发可以在一定程度上发现更多战略矿产资源,解国家矿产需求燃眉之急。以硫化氢为例,我国在四川、鄂尔多斯、塔里木及渤海湾等盆地的油气勘探开发中发现了高含硫化氢或含硫化氢天然气藏,储量在万亿立方米以上。普光气田天然气组分中的硫化氢含量占比在15%左右。为有效利用这些硫化氢资源,油气田建设了专业天然气净化厂,年生产硫200万吨,这一供应有效降低了我国硫黄的对外依存度。油气伴生钾矿、锂矿和氯气战略价值同样不可小觑。钾盐被自然资源部列为鼓励开发的战略矿种之一,钾肥对农业发展具有重要影响,关系国家粮食安全;我国交通电气化发展对锂电池需求攀升,锂资源需求快速增长,国际市场锂金属价格大幅攀升,降低锂资源对外依存度迫在眉睫;氯气作为稀有气体,在芯片制造等领域大有可为。我国油田深层富钾卤水资源分布广泛,四川、江汉、柴达木和塔里木等盆地卤水资源储量非常可观,是矿产品的载体。这些深层卤水中不仅富钾,还含有锂、锶、铷、铯、碘等多种可利用元素,多数达到了工业综合利用水平,具有较好的开发利用前景。四川盆地的威远气田目前是国内唯一实现氯气工业化开采的天然气田,年产能氯气3万~7万立方米。

应鼓励和提倡油气企业发现非油气伴生矿产之后与非油气企业合作开采非油气矿产,加强跨行业的数据共享、技术联合攻关。我国油气企业在鄂尔多斯盆地油气勘探过程中就发现了很多的铀矿,基本分布在盆地周缘。为此,油、核企业携手,在鄂尔多斯盆地东北部杭锦旗地区开展了卓有成效的铀矿勘查与评价,并落实了一个中型砂岩型铀矿床。

当前,油气行业与新能源的融合已经起航,随着我国新一轮找矿战略突破行动加快推进,有必要加大油气与非油气矿产行业的战略合作力度,积极打造油气与新能源、非油气矿产协同发展的“三位一体”发展新模式。

(作者单位:中国石化经济技术研究院)

## 油气上游技术新进展

## 勘探开发理论与技术创新发展

勘探理论与技术方面,塔里木盆地立足整体研究,创新了叠合复合盆地超深层油气地质认识,助推实现战略性发现;准噶尔盆地突破传统湖相泥质烃源岩认识、传统油气成藏下限研究思路和传统“由源岩到圈闭”的找油思路,形成常规—非常规有序共生的全油气系统成藏模式,为全油气系统概念提供了勘探证实;琼东南盆地创新建立强活动被动陆缘盆地“陆缘转换斜坡控圈—低位长期活动断裂控运—晚期多期强充注—高位弱活动断裂控聚”的油气富集成藏模式,实现了南海深水深层勘探历史性突破。

开发技术创新主要集中在开采方式和井下工具。火驱+烟道气共驱开发技术,可在火驱大幅提高采收率基础上进一步实现注烟道气产油和碳埋存,实现整体协同高效绿色开发。稠油油田电热熔盐储热注汽技术,实现“以电代气”为核心的清洁替代能源。井下油水分离注采工艺技术可在井下进行油水高效分离,实现同井注采。压裂工艺技术方面,形成以“限流射孔+小簇距布缝+堵堵转向”等为核心的体积压裂工艺2.0,推动高性能可重复利用的滑溜水体系、电驱压裂装备、可溶桥塞规模化应用。

## 工程技术与装备创新发展

物探技术创新主要集中在陆上复杂区带地震数据采集与成像、海洋节点装备开发、

大型软件研发等方面。海洋地震勘探生产信息管理系统研发成功,海上拖缆地震采集系统首次完成超深水海域地震勘探作业、海底节点装备投入使用,进一步完善了我国自主可控的海洋油气勘探装备体系。国产物探软件研发应用取得新进展,有效助推油气勘探开发突破。

测井技术创新主要集中在成像测井、解释软件、射孔、数字化等方面。新的成像测井仪器允许在水平井并过钻具的情况下进行成像测量,配套的成像测井解释软件打破了国外技术垄断,实现了国产化替代;新型射孔器顺利通过美国石油学会的现场检测,平均穿孔深度达到25936毫米,打破了世界纪录;测井大数据平台开始推广运行,采用统一的数据标准便于今后开展机器学习等人工智能方面的进一步开发。

钻井技术创新主要集中在深井超深井钻井、水平井钻井、深水超深水钻井和钻井数智化领域。12000米特深井自动化钻机成为我国万米级超深层油气勘探开发不可缺少的尖兵利器。高温高造斜智能旋转导向钻井系统,耐温能力达到175摄氏度,造斜能力达到15度/130米,填补了我国在该领域的技术空白。“经纬领航”旋转地质导向钻井系统耐165摄氏度高温,140兆帕高压、20倍重力加速度,实现规模应用。数智化钻井技术方面,形成了以“数据”驱动现场作业的新体系。

海上装备突破国际技术封锁,实现燃气轮机、FPSO(浮式生产储油装置)单点滑环与系泊缆两项关键“卡脖子”技术突破。

## 未来我国油气勘探开发趋势

亿立方米,保障国家油气核心需求。

我国将引领未来深地油气产业发展,在深层超深层油气勘探开发理论与重大工程技术装备方面取得进步,推动深层超深层油气成为增储上产重要领域。

油气行业将探索形成多能互补、融合发展新模式,加快油气勘探开发与新能源融合发展,形成油气上游领域与新能源产业融合、多能互补的发展新格局。在稳油增气、提升油气资源供给能力的基础上,加快推进绿色低碳转型,助推实现“双碳”目标。

(摘自《2023年国内外油气行业发展报告》)

## 我国油气开发与生产形势

## 油气产量当量连续7年保持千万吨级增长

2023年,我国油气产量约4亿吨油当量,近7年年均增长1170万吨油当量,形成新的产量增长高峰期。原油产量2.09亿吨,其中,海洋原油产量突破6200万吨、页岩油产量突破400万吨、海上深层超深层产量1180万吨。天然气产量2353亿立方米(含页岩气、煤层气和煤制气),连续7年增产超百亿立方米。非常规天然气产量突破960亿立方米,占天然气总产量的43%,成为天然气增储上产重要增长极,其中,致密气产量超600亿立方米、页岩气产量250亿立方米、煤层气产量超110亿立方米。

## 深层超深层成为油气产量增长新阵地

我国高效建成多个深层大油气田,已成为全球陆上6000米以深超深层油气领域引领者。富满油田持续深化油藏富集

规律认识,加快推进集中建产、规模上产,2023年油气产量快速增至400万吨油当量。顺北油田锚定富油气区集中部署,2023年油、气产量分别为127万吨、22亿立方米。博孜-大北超深层天然气田加快建产节奏,库车地区超深层天然气产量达180亿立方米,标志着塔里木盆地新的万亿立方米级大气区迈入规模开发新阶段。

## 页岩油产量再创新高

页岩油勘探开发稳步推进,2023年产量突破400万吨,再创新高。新疆吉木萨尔、大庆古龙、胜利3个国家级示范区加快建设,页岩油产量分别为79.4万吨、17万吨、30万吨。鄂尔多斯盆地页岩油开发示范基地建成我国目前规模最大的页岩油整装油田,年产量252万吨;大港油田页岩油效益开发示范平台——沧东凹陷5号平台形成10万吨/年产能,已建成投产;苏北溱潼凹陷多井型试验取得商业突破。一系列陆相页岩油开发成果展现了我国非常规石油发展良好前景。

我国高效建成多个深层大油气田,已成为全球陆上6000米以深超深层油气领域引领者。富满油田持续深化油藏富集