

盐穴地下储气库产业链增值增效技术思路

王文权

华北石油管理局有限公司江苏储气库分公司

摘要：目前中国盐穴地下储气库的建设一般都是通过“盐企—气企”以一种“先采盐、后储气”的方式合作进行的，产业模式单一，存在着低值低效等不足，如何利用建设和管理新技术实现盐穴地下储气库产业链的增值增效、优化产业发展模式是备受关注的难点问题。为此，通过分析中国盐穴地下储气库产业链的现状，剖析了当前产业模式低值低效的弊端及其原因，梳理了产业相关技术，提出了增值增效技术思路和新的协作模式，并对新模式的实施和发展提出了建议和展望。研究表明：①当前产业模式的低值低效问题主要体现在卤水处理效率低、垫底气长期被占压、大量废弃老腔闲置等方面；②“边采盐、边储气”“气—液往复复式互替”“气电联动调峰”等技术思路可以为盐穴地下储气库产业链增值增效提供支撑；③基于上述技术思路，提出了一种颇具优势的盐穴地下储气库产业链增值增效协作新模式。结论认为，新模式通过改进造腔方式、充分利用老腔、引入压缩空气储能技术等，使得不同储能之间形成联动关系，既可以盘活垫底气资源和剩余卤水资源，又能够提高建库效率，实现气、电联动调峰，可以实现盐穴地下储气库产业的增值增效。

关键词：盐穴地下储气库；产业链；增值增效；技术思路；卤水处理；垫底气利用；气—液往复复式互替；气、电联动调峰

DOI: 10.3787/j.issn.1000-0976.2021.03.015

Technical ideas of value and efficiency increase for salt-cavern underground gas storage industry chain

WANG Wenquan

(Jiangsu Gas Storage Branch, PetroChina Huabei Petroleum Administration Co. Ltd., Zhenjiang, Jiangsu 212004, China)

Natural Gas Industry, Vol.41, No.3, p.127-132, 3/25/2021. (ISSN 1000-0976; In Chinese)

Abstract: At present, the construction of salt-cavern underground gas storage in China is generally carried out through the cooperation of "salt enterprises and gas enterprises" in the pattern of "salt extraction first and then gas storage". This industry model is simple and has the disadvantages of low value and low efficiency. The difficulty concerned lies in how to make use of the new construction and management technologies to increase the value and efficiency of salt-cavern underground gas storage industry chain and optimize the industry development model. In this paper, the present situation of China's salt-cavern underground gas storage industry chain was analyzed, and the defects and causes of the low value and efficiency in the current industry model were dissected. Then, the related technologies were sorted out and technical ideas and a new cooperation mode for value and efficiency increase were put forward. Finally, the suggestions on and prospect of the implementation and development of the new mode were illustrated. And the following research results were obtained. First, the low value and low efficiency in the current industry model are mainly presented as the low efficiency of brine treatment, the long-term unavailability of cushion gas, the idle of a large number of abandoned cavities, etc. Second, the technical ideas of "salt extraction and gas storage at the same time", "gas-liquid reciprocating replacement" and "gas-electricity linkage peak shaving" can provide the support for the value and efficiency increase of salt-cavern underground gas storage industry chain. Third, an advantageous cooperation mode for the value and efficiency increase of salt-cavern underground gas storage industry chain is newly put forward based on the above technical ideas. In conclusion, in the new mode, different storage energies are linked by improving the solution mining method, making full use of old cavities and introducing the compressed air energy storage technology, which can not only revitalize cushion gas resources and remaining brine resources, but also improve gas storage construction efficiency and realize gas-electricity linkage peak shaving, so as to increase the value and efficiency of salt-cavern underground gas storage industry.

Keywords: Salt-cavern underground gas storage; Industry chain; Value and efficiency increase; Technical idea; Brine treatment; Utilization of cushion gas; Gas-liquid reciprocating replacement; Gas-electricity linkage peak shaving

基金项目：中国石油天然气股份有限公司科学研究与技术开发项目“地下储气库关键技术研究与应用”子课题“盐穴储气库加快建产工程试验研究”（编号：2015E-4008）。

作者简介：王文权，1987年生，工程师，硕士；主要从事盐穴地下储气库造腔设计及技术管理工作。地址：（212004）江苏省镇江市润州区南徐大道商务中心A区D座江苏储气库分公司。ORCID: 0000-0003-2122-126X。E-mail: wangwenquan@petrochina.com.cn

0 引言

盐穴地下储气库广泛分布于多个国家和地区。因其可以实现快速“吞吐”天然气,所以既能满足管道系统季节调峰的需要,也能满足日调峰甚至小时调峰的需要,灵活的调配能力受到业内青睐^[1]。世界上第一座盐穴地下储气库由美国于1961年建成,其后该项技术在北美及欧洲迅速推广,多年的经验和先进的技术使得盐穴储气库的产业发展模式趋近成熟^[2]。中国第一座盐穴地下储气库——金坛储气库于2007年正式投产运行,距今只有14年的历史,与欧美发达国家相比,中国盐穴地下储气库的建设和管理技术仍处于初期发展阶段^[3-5]。如何利用建设和管理新技术实现盐穴地下储气库产业链的增值增效、优化产业发展模式,此前鲜有报道。通过对中国盐穴地下储气库产业链现状分析,深入剖析了当前盐穴地下储气库产业链的低值低效问题,通过研究产业相关技术,从技术原理、技术可行性、技术优势等方面对盐穴地下储气库产业增值增效协作模式进行了分析和探讨,并提出了实施的建议和展望。

1 中国盐穴地下储气库产业链现状

盐穴储气库的建造方法主要是通过利用水溶法采矿的工艺技术,在地下层状盐层或盐丘内溶淋出可用于储存天然气的巨大洞穴^[6-10],由于我国盐矿资源主要掌握在盐化工企业,所以盐穴储气库的建设形成了一种“先采盐、后储气”的一体化产业链模式,由储气库专业公司负责按照储气标准进行采卤建库,盐化工企业负责接收浓卤水制盐销售,实现双赢^[11-13]。然而随着我国天然气消费能力的逐年攀升,储气能力的建设则显得相对滞后,深入剖析当前盐穴储气库的产业链模式,主要存在以下低值低效问题。

1.1 卤水处理效率低

盐穴储气库在造腔过程中会产生大量高浓卤水,而高浓卤水恰好是盐化工企业制盐的原材料。由于盐化工企业受市场波动影响,卤水的接收能力往往跟不上造腔的需求,而目前的工艺只能等腔体造腔结束后才能进行注气投产,这无疑制约了盐穴储气库的建库效率,延长了注采气投产的时间。例如,金坛储气库的最大排卤能力常年高于实际接收能力的3倍左右(图1),理论上一口 $25 \times 10^4 \text{ m}^3$ 的腔体只需2~3年即可建成投产,但受卤水处理能力的制约,往往一口腔体需要4~5年才能建成投产。

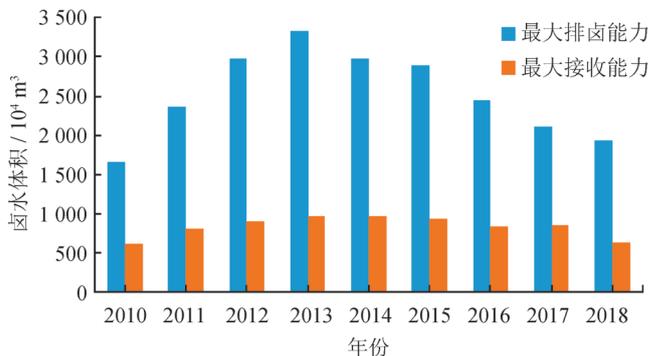


图1 金坛储气库卤水接收能力与排卤能力对比图

1.2 垫底气长期被占压

垫底气是为保持腔体稳定、防止腔体坍塌收缩而长期储存在腔体内的一部分气体。采气生产时,当采气压力降低至下限压力时,腔体内的剩余气量就是该腔体的垫底气。目前中国盐穴储气库的垫底气量约占总库容的40%,这部分天然气只有在腔体废弃后才能被采出,在腔体的整个生命周期内,都将长期储存在腔体内。以金坛储气库为例,按照每年投产4口腔体计算,垫底气量逐年增多,全部投产后最高可超过 $10 \times 10^8 \text{ m}^3$,一般腔体的设计使用寿命为30年,大量垫底气长期被占压在腔体内(图2)。



图2 金坛储气库垫底气量占压周期示意图

1.3 大量废弃老腔闲置

中国采盐制盐历史悠久,盐矿经过长期的开采,形成了大量的废弃老腔,例如,金坛盐化工企业每年新增地下空间约 $220 \times 10^4 \text{ m}^3$ ^[14]。由于盐化工企业的目的是最大限度地采盐和制盐,起初并未考虑储存气体,大部分老腔的形态没有得到有效控制,气体密封性无法保证,所以不能直接用于储存易燃易爆的天然气,已经形成的巨大地下空间和大量剩余饱和卤水不仅不能被利用,还需要花精力对废弃盐腔的安全进行监测。

综上所述，目前形成的“盐企—气企”合作下的产业模式，尽管开辟了中国盐穴储气库建设的道路，但随着建设经验的积累和技术的进步，发现该产业模式仍有改进空间，为进一步加快盐穴储气库的建设，亟需优化产业模式，激发产业活力，实现盐穴储气库全产业链的增值增效。

2 盐穴地下储气库产业链增值增效技术思路

2.1 “边采盐、边储气”技术思路

通过控制腔体形态，使腔体首先形成上大下小的“葫芦状”，并利用上部空间储存天然气，然后再通过控制气水界面的移动，完成后续造腔工程（图3）。该技术的特点是在“葫芦状”的上部空间形成气顶，这部分天然气可以直接参与调峰用气，同时可以作为后续造腔的阻溶剂，继续完成腔体的后续造腔工作，在不影响对盐化工企业的卤水供应情况下，实现了腔体内一定体积的提前投产，缩短了工作气的形成周期。

德国 Staßfurt S 106 井是一口以实现提前投产为目的的井，并于 1996 年利用该技术进行建设，该井在 1998 年形成 $38.3 \times 10^4 \text{ m}^3$ 腔体体积后提前进行了完井作业并投产，此后利用储存于腔顶的天然气参与调峰并进行阻溶造腔，后续新增腔体体积 $7 \times 10^4 \text{ m}^3$ ^[15-16]。目前我国还没有从一开始就利用该技术思路对腔体进行造腔设计，但金坛储气库于 2007 年利用该技术对一口已经投产的腔体进行了天然气阻溶造腔工程试验，实现了对该腔体形态的修复和体积的扩容，扩容约 $1.4 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，为该技术的推广应用积累了宝贵的经验^[17-18]。

2.2 “气—液往复互替”技术思路

通过控制压力和排量，使得腔体内的气体与液体实现往复互替，当腔体中的天然气需要被全部采出时，通过注入卤水将天然气顶替出来，反之，可通过注入天然气再将卤水顶替出来。该技术通过将注采卤管柱置于气水界面以下，注采气管柱置于气水界面以上，利用成熟的分布式光纤监测技术实时监控气液界面位置，实现“气—液往复互替”，再通过控制气液两端的注采压力和排量，可保证腔体内压力的基本恒定，消除注采交变应力对腔体及管柱产生的影响，同时可将原来用于保持腔体稳定、防止腔体坍塌收缩而长期储存在腔体内的垫底气利用起来，参与调峰，未来甚至可用于深层盐穴储气库建库。

该技术思路与盐穴储气库的“注气排卤”和“注卤排气”的过程类似^[19-20]，“注气排卤”技术在我国已经是一项成熟技术，完成造腔的井正是利用该技术才得以成功投产，尽管“注卤排气”技术没有被明确提出，但国外在腔体废弃时、天然气阻溶造腔时都利用了该技术，我国金坛储气库在进行天然气阻溶造腔试验时也积累了这项技术的经验。为确保长期频繁、高效安全的“气—液往复互替”，可将原来的单井完井方式改进为双井完井（图4），原来的单井完井方式在进行“注气排卤”或“注卤排气”时，液体通道大小只有 114.3 mm，气体通道则为 177.8 mm 管柱与 114.3 mm 管柱的环形空间，驱替效率低，金坛储气库的腔体完成注气排卤时长一般为 3~6 个月，改进后，液体通道大小可达 244.5 mm，气体通道大小可达 177.8 mm，可有效提高驱替效率。此外，为确保腔体内的盐岩不会再被溶解，如何寻找体量巨大的卤水和储存卤水的空间成了最大的难题，而盐

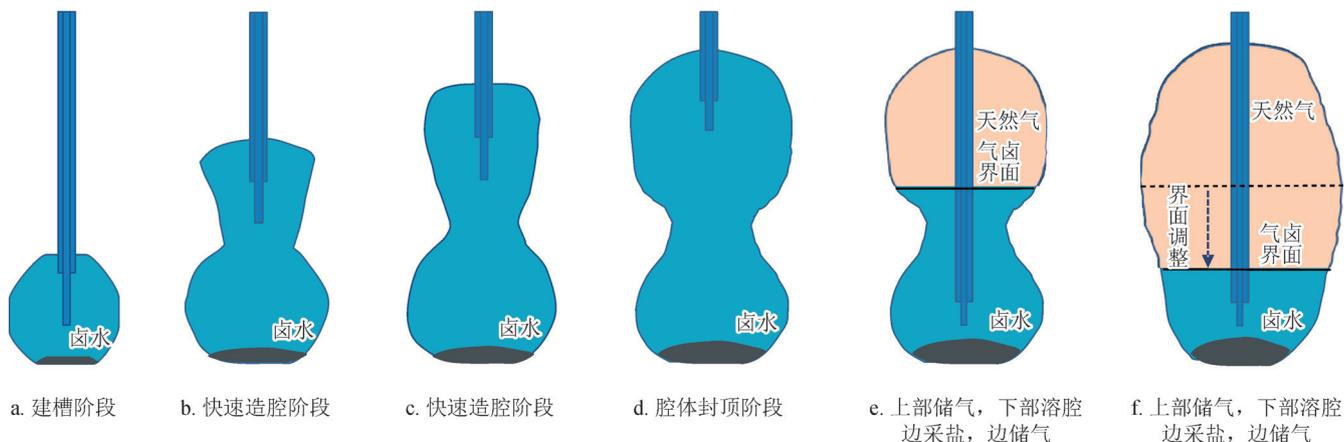


图3 “边采盐、边储气”技术思路示意图

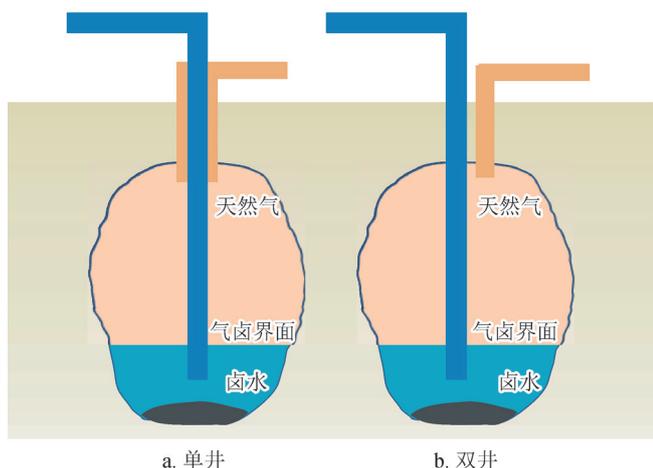


图 4 单井完井与双井完井“气—液往复互替”技术思路示意图

化工企业废弃的老腔以及老腔内的卤水恰好可以解决这个问题，确保了该技术思路的可行性。

2.3 “气电联动调峰”技术思路

压缩空气储能技术是通过利用低谷电、弃风电、弃光电等驱动压缩机将空气压缩至有限空间内储存起来，待需要时再将压缩空气释放并转化为电能。利用盐腔作为有限空间来储存压缩空气，与天然气的存储过程有诸多相似之处，“气电联动调峰”技术思路是通过利用一根联动管将天然气气腔和压缩空气储能腔相连通，用于腔体间气液互替过程中的液体介质流通通道，形成一种“气—液—气往复互替”工艺模式（图 5），当天然气需要被采出时，可首先通过利用空气压缩机将空气注入老腔腔体内，将老腔内的剩余卤水压至天然气气腔用于采出垫底气，此时老腔内形成一定量的压缩空气，然后再根据需要，可进一步压缩空气至老腔，实现压缩空气储能，反之压缩空气储能端则可用于发电。

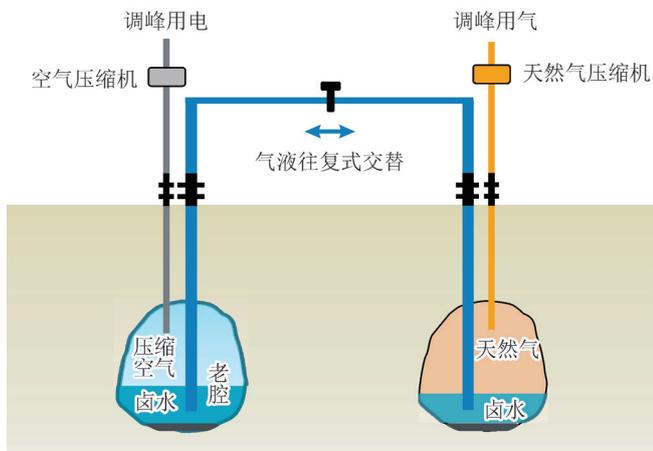


图 5 气电交替调峰技术思路示意图

压缩空气储能技术经过 40 多年的研究与实践，国外已经比较成熟，其中德国 Huntorf 电站和美国 McIntosh 电站都是利用地下盐腔作为储气空间的电站，目前均成功投入商业运营且运行良好，尽管我国还没有利用盐腔作为压缩空气储存空间的压缩空气储能电站投用，但目前正在江苏金坛规划建设，另外在山东肥城也已开展先期评价工作^[21-23]。通过将“压缩空气储能”技术与“气—液往复互替”技术思路相结合，充分利用盐化工企业的剩余老腔，形成一种新的“气电联动调峰”技术思路，可实现用气、用电的交替调峰。

3 盐穴地下储气库产业增值增效新模式

随着科技的进步，储能调峰行业已经形成多项特色技术，盐穴储气库作为其中的一种，也已有了长足的发展，通过对技术的集成分析，结合各盐穴储气库的自身特点，并从产业增值增效的角度出发，将原来单一的天然气调峰架构拓展形成新型的气电联调架构，进而形成一种新的盐穴储气库产业链增值增效协作模式（图 6）。新模式整合利用了 3 种增值增效技术思路，具有诸多优势：①“边采盐、边储气”技术思路是一种新的造腔方法，可在一定程度上缩短形成工作气的周期，提高储气库的投产效率，同时利用天然气替代柴油作为阻溶剂，避免了柴油的损耗和污染，增加了产业链价值和社会效益；②“气—液往复互替”技术思路不仅将盐化工企业的老腔“变废为宝”，提高地区资源利用效率，还可盘活垫底气资源，快速提高调峰工作气；③“气电联动调峰”技术思路整合了“压缩空气储能”技术与“气—液往复互替”技术思路，可实现用气、用电的交替调峰，进一步提高地区资源利用率。

4 结束语

盐穴地下储气库的产业链增值增效不仅仅依托于某一种资源或者某一种技术，企业往往只关注自身利益而缺乏对全局的考虑，为兼顾各方利益，建议由地方政府牵头组织成立相应的产业技术联盟，制订合理的运营方案和联动机制，将原来的“盐企—气企”合作模式升级为“电企—盐企—气企”合作模式，产业链上的企业互惠互利，变“双赢”为“共赢”，真正推动盐穴储气库产业链的重构和优化，早日实现“能源共储共调，产业增值增效”。

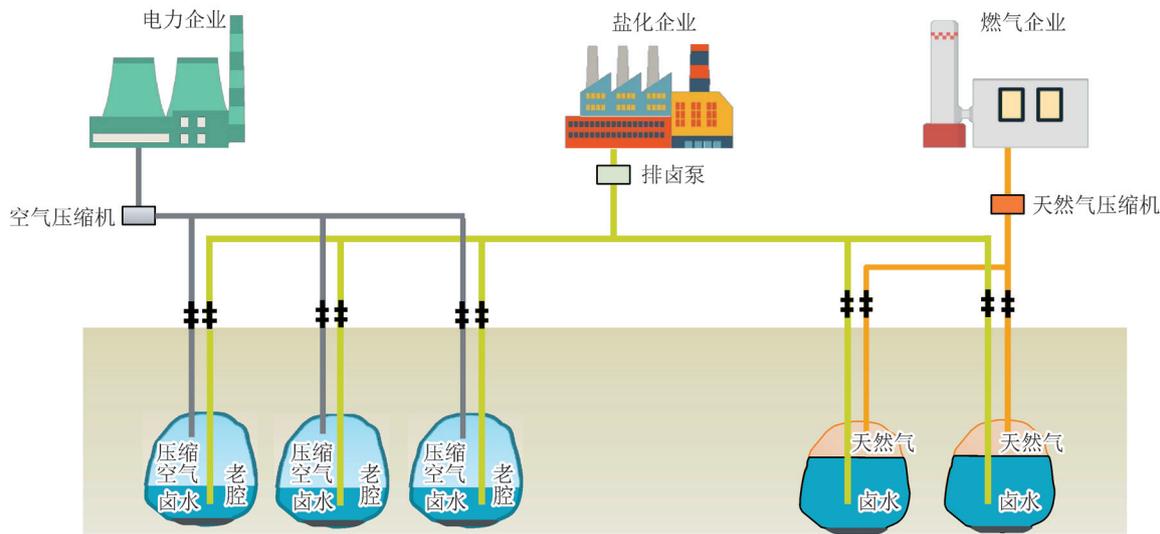


图6 盐穴储气库产业链增值增效新模式示意图

中国盐岩矿产资源丰富, 盐穴储气库发展前景广阔, 通过分析盐穴储气库产业链现状, 梳理产业相关技术, 提出“边采盐、边储气”“气—液往复交替”、“气电联动调峰”3种增值增效技术思路, 并基于上述技术思路提出新的协作模式, 新模式通过改进造腔方式、充分利用老腔、引入压缩空气储能技术等, 使得不同储能之间形成联动关系, 既可以盘活垫底气资源和剩余卤水资源, 又能提高建库效率, 实现气、电联动调峰, 以期全面提升盐穴储气库的产业链价值和效率。

参 考 文 献

- [1] 丁国生, 魏欢. 中国地下储气库建设20年回顾与展望[J]. 油气储运, 2020, 39(1): 25-31.
DING Guosheng, WEI Huan. Review on 20 years' UGS construction in China and the prospect[J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2020, 39(1): 25-31.
- [2] 郑雅丽, 完颜祺琪, 邱小松, 等. 盐穴地下储气库选址与评价新技术[J]. 天然气工业, 2019, 39(6): 123-130.
ZHENG Yali, WANYAN Qiqi, QIU Xiaosong, et al. New technologies for site selection and evaluation of salt-cavern underground gas storages[J]. Natural Gas Industry, 2019, 39(6): 123-130.
- [3] 杨海军, 李龙, 李建君. 盐穴储气库造腔工程[M]. 南京: 南京大学出版社, 2018.
YANG Haijun, LI Long, LI Jianjun. Leaching engineering of salt cavern gas storage[M]. Nanjing: Nanjing University Press, 2018.
- [4] 马新华, 丁国生. 中国天然气地下储气库[M]. 北京: 石油工业出版社, 2018.
MA Xinhua, DING Guosheng. China's underground gas storage[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2018.
- [5] 郑雅丽, 赵艳杰. 盐穴储气库国内外发展概况[J]. 油气储运, 2010, 29(9): 652-655.
ZHENG Yali, ZHAO Yanjie. General situation of salt cavern gas storage worldwide[J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2010, 29(9): 652-655.
- [6] 刘春, 高云杰, 何邦玉, 等. 盐穴储气库造腔设计与跟踪[J]. 油气储运, 2019, 38(2): 220-227.
LIU Chun, GAO Yunjie, HE Bangyu, et al. Solution mining design and tracking of salt cavern gas storages[J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2019, 38(2): 220-227.
- [7] 何俊, 赵岩, 井岗, 等. 盐穴储气库造腔巨厚隔层处理的新思路[J]. 油气储运, 2019, 38(6): 649-654.
HE Jun, ZHAO Yan, JING Gang, et al. An innovative method to deal with thick insoluble interlayers in the solution mining of salt-cavern gas storage[J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2019, 38(6): 649-654.
- [8] 薛雨, 王元刚, 张新悦. 盐穴地下储气库对流井老腔改造工艺技术[J]. 天然气工业, 2019, 39(6): 131-136.
XUE Yu, WANG Yuangang, ZHANG Xinyue. A technology of reconstructing salt cavern underground gas storages by use of the old chambers of those existing convection wells[J]. Natural Gas Industry, 2019, 39(6): 131-136.
- [9] 冉莉娜, 郑得文, 罗天宝, 等. 盐穴地下储气库的建设与运行特征[J]. 油气储运, 2019, 38(7): 778-781.
RAN Lina, ZHENG Dewen, LUO Tianbao, et al. Construction & operation characteristics of salt cavern underground gas storages[J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2019, 38(7): 778-781.
- [10] 何俊, 井岗, 陈加松, 等. 盐穴储气库天然气阻溶恒压运行技术[J]. 油气储运, 2020, 39(11): 1298-1303.
HE Jun, JING Gang, CHEN Jiasong, et al. Constant-pressure operation technology for salt cavern gas storage through solution mining under gas[J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2020, 39(11): 1298-1303.
- [11] 何爱国. 盐穴储气库建库技术[J]. 天然气工业, 2004, 24(9): 122-125.
HE Aiguo. Building technology of gas storages with salt caves[J]. Natural Gas Industry, 2004, 24(9): 122-125.
- [12] 魏东吼. 金坛盐穴地下储气库造腔工程技术研究[D]. 北京: 中国石油大学, 2008.
WEI Donghou. Engineering technology of cavity making in

Jintan salt caverns underground gas storage[D]. Beijing: China University of Petroleum, 2008.

[13] 赵志成, 朱维耀, 单文文, 等. 盐穴储气库水溶建腔机理研究[J]. 石油勘探与开发, 2003, 30(5): 107-109.
ZHAO Zhicheng, ZHU Weiyao, SHAN Wenwen, et al. Research on mechanism of solution mining for building underground gas storage in salt cavern[J]. Petroleum Exploration and Development, 2003, 30(5): 107-109.

[14] 王路. 赵集盐矿溶腔综合利用构想[J]. 中国井矿盐, 2019, 50(5): 20-23.
WANG Lu. Conception of comprehensive utilization of dissolving cavity in Zhaoji salt mine[J]. China Well and Rock Salt, 2019, 50(5): 20-23.

[15] Gatewood J W, Dussaud M, Chabannes C, et al.. Solution mining and storing natural gas simultaneously-operational experience[C]. SMRI Spring 1997 Meeting, May 11-14 1997, Cracow, Poland.

[16] STEFAN W. Releaching and solution mining under gas (SMUG) of existing caverns[C]. SMRI Spring 2007 Meeting, 29 April-2 May 2007, Basel, Switzerland.

[17] 刘继芹, 刘玉刚, 陈加松, 等. 盐穴储气库天然气阻溶造腔数值模拟[J]. 油气储运, 2017, 36(7): 825-831.
LIU Jiqin, LIU Yugang, CHEN Jiasong, et al. A numerical simulation for the solution mining under natural gas of salt-cavern gas storage[J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2017, 36(7): 825-831.

[18] 李建君, 陈加松, 刘继芹, 等. 盐穴储气库天然气阻溶回溶造腔工艺[J]. 油气储运, 2017, 36(7): 816-824.
LI Jianjun, CHEN Jiasong, LIU Jiqin, et al. Re-leaching solution mining technology under natural gas for salt-cavern gas storage[J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2017, 36(7): 816-824.

[19] 袁进平, 李根生, 庄晓谦, 等. 地下盐穴储气库注气排卤及注采完井技术[J]. 天然气工业, 2009, 29(2): 76-78.
YUAN Jinping, LI Gensheng, ZHUANG Xiaoqian, et al. Gas-injection production technology using underground gas-storage salt cavern to displace brine solution and contain injected gas[J]. Natural Gas Industry, 2009, 29(2): 76-78.

[20] 庄清泉. 注气排卤技术在盐穴造腔中的应用[J]. 油气田地面工程, 2010, 29(12): 65-66.
ZHUANG Qingquan. Application of gas injection and brine ejection technology in salt cavern[J]. Oil-Gasfield Surface Engineering, 2010, 29(12): 65-66.

[21] KIM Y M, FAVRAT D. Energy and exergy analysis of a micro-compressed air energy storage and air cycle heating and cooling system[J]. Energy, 2010, 35(1): 213-220.

[22] 梁银林, 刘庆, 钱勇, 等. 压缩空气储能系统研究概述[J]. 东方电气评论, 2020, 34(3): 82-88.
LIANG Yinlin, LIU Qing, QIAN Yong, et al. Overview of the research on compressed air energy storage system[J]. Dongfang Electric Review, 2020, 34(3): 82-88.

[23] 梅生伟, 薛小代, 陈来军. 压缩空气储能技术及其应用探讨[J]. 南方电网技术, 2016, 10(3): 11-15.
MEI Shengwei, XUE Xiaodai, CHEN Laijun. Discussion on compressed air energy storage technology and its application[J]. Southern Power System Technology, 2016, 10(3): 11-15.

(修改回稿日期 2021-01-18 编辑 何明)



中国石化西南油气分公司天然气产销量创新高

2021年,中国石化西南油气分公司持续提升天然气勘探开发力度,大力推进认识深化和技术攻关,加快培育天然气增储上产新阵地,持续增强老区稳产能力,积极开展关键技术攻关应用,大幅度增加天然气经济可采储量,力争实现老气田稳产、新区稳步建产、产量稳定增长,为全面实现“十四五”规划目标开好局、起好步。截至目前,该公司已生产天然气 $14.8 \times 10^8 \text{ m}^3$,销售天然气 $13.5 \times 10^8 \text{ m}^3$,同比分别增长27%、26%。

1) 老气井稳产增产有方。持续抓好元坝气田、川西陆相气藏稳产,加强老井精细维护,优化低压低产井、凝析油气井维护,探索试验智能加注泡排、深井排采工艺、单通道井配套采气工艺等,保障老井生产稳定。同时加大老井措施挖潜增产力度,严控老井产量递减,截至目前,实施老井挖潜5口,累计增产天然气 $83 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

2) 推进天然气规模增储上产。围绕产量目标,紧跟钻井压裂进度,坚持地质工程一体化设计、强化跟踪优化,攻关完善密切割高砂比体积压裂新工艺,抓好二期钻井一压裂一生产一体化优化,全面加快威荣页岩气田二期产建。精细刻画永川复杂构造区断缝,持续优化钻采工艺,加快永川南区深层页岩气开发建设。今年截至目前累计生产页岩气 $2.5 \times 10^8 \text{ m}^3$,同比增长275%,创历史新高。加快推进川西气田、河坝区块嘉二段、新场区块雷四段等重点产能建设工程,抓好全过程、全生命周期的整体优化,抢投新井,实现储量动用最大化。截至目前,投产新井20口,新增天然气产量 $100 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

3) 持续提速提效提产。扎实推进“四提”“五化”,加强一体化统筹和工程技术集成创新,加快川西气田长水平段井安全高效钻完井、常压页岩气低成本开发、致密气高效体积压裂等技术攻关,推广钻井提速、高效压裂等成熟技术及典型做法,坚持示范工程引领,在川西陆相、页岩气推广试点一体化集成装置,推动工厂化预制、模块化施工,力争实现现场安装周期缩短15%以上、征地减少30%。

(天工 摘编自中国石油信息资源网)

下载网址: <http://info.cnpc/xxzyw/gnxwsyxw/202103/a3e395556ea4470a951849fe49106e94.shtml>

下载日期: 2021-03-17