



利用废弃地下空间建设战略原油储备库的构想

陈树旺¹, 崔少东², 梁久正², 公繁浩¹, 卞雄飞¹, 张庆森²

1. 中国地质调查局 沈阳地质调查中心, 辽宁 沈阳 110034;

2. 中国石油天然气管道工程有限公司, 河北 廊坊 065000

摘要: 当前各国原油储库主要分为地面储库、地下盐穴储库和地下水封洞窟 3 种类型。根据我国实际情况分析, 这 3 种类型储库均难以在我国推广。通过分析中国东北地区现有废弃矿山情况, 结合地下原油储库的工程技术条件, 提出了利用废弃矿山改造地下空间, 用以建设战略原油储库的构想。建议尽快开展东北地区废弃矿山地下空间综合调查工作, 启动相关地下油气储库封闭实验等测试研究工作。

关键词: 原油储库; 废弃矿山; 地下空间; 老工业基地; 东北地区

CONCEPTION OF CONSTRUCTING STRATEGIC CRUDE OIL STORAGE BY UTILIZATION OF ABANDONED UNDERGROUND SPACE

CHEN Shu-wang¹, CUI Shao-dong², LIANG Jiu-zheng², GONG Fan-hao¹, BIAN Xiong-fei¹, ZHANG Qing-sen²

1. Shenyang Center of China Geological Survey, Shenyang 110034, China;

2. China Petroleum Pipeline Engineering Co., Ltd., Langfang 065000, Hebei Province, China

Abstract: The present crude oil storage can be divided into three types: surface storage, underground salt cavern storage and groundwater-sealed cavern. However, it is difficult to popularize these three types of storage in China due to the actual situation. Through analysis of abandoned mines in Northeast China, combined with the engineering technical conditions of underground crude oil storage, the paper puts forward the conception of using abandoned mines to transform underground space for the construction of strategic crude oil storage. It is suggested that concerning department should carry out comprehensive investigation of underground space of abandoned mines in Northeast China, and start relevant test and research work such as sealing experiment of underground oil and gas storage as soon as possible.

Key words: crude oil storage; abandoned mine; underground space; old industrial base; Northeast China

石油是国家经济运行的血液, 是国家发展的战略性资源^[1-2], 加快石油储备库建设对于国家能源安全和

经济发展至关重要^[3]。我国现有 9 个国家石油储备基地, 相对欧美发达国家, 石油储备及保障能力仍显不

收稿日期: 2021-11-12; 修回日期: 2021-11-20。编辑: 黄欣、张哲。

基金项目: 国家重点研发计划课题“白垩纪中期松辽盆地及邻区陆相储集层与烃源岩研究”(2019YFC0605404)。

作者简介: 陈树旺(1964—), 男, 博士, 研究员, 从事油气基础地质调查工作, 通信地址 辽宁省沈阳市皇姑区黄河北大街 280 号, E-mail//sycswgeology@163.com

通信作者: 公繁浩(1981—), 男, 博士, 高级工程师, 从事油气基础地质调查工作, 通信地址 辽宁省沈阳市皇姑区黄河北大街 280 号, E-mail//gfh1004@163.com

足,石油储备库运行管理难度和安全风险不断增大^[4].因此,寻找安全可靠、经济便利的原油储备方式,对建立健全国家石油储备体系,提升我国石油储备能力具有重要意义.

1 全球原油储库主要类型

当前原油储库主要分为地面储库、地下盐穴储库和地下水封洞窟三种类型.

地面储存是将原油储存在地面钢罐中,优点是结构简单、造价低廉、输油便捷.缺点是占地面积大,在安全、保密、环保等方面隐患颇多.我国东部沿海地区有大量千万吨级的油罐区,周边石油化工企业聚集,具有较大安全隐患.

地下盐穴储库是利用盐岩与原油不发生反应、不溶解的原理,将原油存储在盐岩溶解后形成的较大空腔中,是一种较为理想的储油方式.但建设地下盐穴储油库对地质环境要求较高,我国符合条件的区域并不多.

地下水封洞窟也叫地下水封石洞油库,是在具有稳定地下水的岩石区域挖掘洞穴,在洞穴内储存原油.特点是体积大、储油量多,封闭性好,安全性高,但此方法对地理、地质和水文条件要求严苛,并非所有国家和地区都适合建造^[5-7].

2 我国原油储备难点

地面罐储占地面积大、效率低、防范风险能力弱,地下原油储库安全性高、占地面积小,因此目前世界上地质条件适宜的国家均趋向于建造地下储油洞库.我国后期原油储库均采用地下储库,但多在花岗岩中挖掘而成,工程浩大,施工周期长,成本高,且存储量有限.

3 利用废弃矿山地下空间构想

东北地区存在大量的废弃矿山,矿山内遍布矿坑矿洞.这些废弃矿山容易引发地质灾害,破坏生态环境.每年需投入大量资金进行矿山治理.若利用废弃矿山建设原油储备基地,既能经济高效解决我国原油储备库不足的难题,还能有效解决废弃矿坑带来的环境问题,对完善我国原油储备体系具有重要意义.

3.1 探索性

探索性改造废弃地下空间作为地下原油储库,具

有存储空间体量巨大、建设周期短、施工成本低等诸多优势.

东北地区作为老工业基地,实施了长期的金属和非金属矿产资源开发利用,留下了规模巨大的废弃地下空间.将这些地下空间变废为宝、改造为地下油库,不仅是对原油储库模式类型的新探索,而且是治理地面沉降等地质灾害的新尝试.

3.2 挑战性

改造废弃矿山存在以下挑战:一是采空区稳定性差,地下矿山由于在矿山挖掘过程中,围岩应力状态发生改变,原有的稳定状态遭受破坏,矿坑周边围岩区常常是地面沉降、塌陷等地质灾害多发区;二是未经治理的废弃地下空间多发育各种类型的破碎带和裂隙,其围岩也存在一定渗透性,处置不当有可能引起原油散逸,浪费资源、污染环境;三是大型矿山开发过程中的不规范开采以及闭坑后的地灾治理,造成其边界不清、物权属性不明,急需综合性调查研究,制定针对性的治理对策.

3.3 地域性

东北地区矿产资源类型多、数量大、勘探开发历史悠久,多年的矿产开发遗留了体量巨大且存在地灾隐患的废弃地下空间.另一方面,东北是不仅我国重要的原油产地和进口原油集散地,同时还是我国重要石油化工基地.因此,在东北地区开展废弃矿山地下空间调查,解决重大基础地质问题、开展关键技术攻关,实施试验示范区建设,将有助于建立相关调查规划和评价标准,为战略性原油储备探索一条高效便捷的道路.

3.4 阶段性

第一阶段,分析整理相关资料,开展废弃地下空间状况调查,明确区域应力场和围岩力学性质,优选试验场地,制定施工方案;第二阶段,进行水幕平衡与渗漏模拟等组合实验,开展10~100 m³的小规模储存实验;针对实验结果优化实验方案,实现500~1000 m³中等规模储存实验;第三阶段,建立废弃矿山原油储库改造的调查规范与评价标准,提交5 000~10 000 m³可利用地下空间,尝试建立废弃矿山改造示范区.

4 总结

紧密围绕我国原油战略储备迫切需求,充分利用近百年来矿产资源开发形成的亟待治理的巨大地下空

间,建设战略性原油储库,是当前复杂国际国内形势下保障我国能源资源安全的新课题.总体思路是:针对关键地质问题与技术难点,优选代表性区域;综合运用区域地质、工程地质、环境地质,以及油气储运方面理论技术,开展废弃地下空间状况调查;通过阶段性的野外现场小试、中试,建设地下原油储库示范区;总结可用于原油战略储备的废弃矿山调查规范与评价标准;为保障国家原油战略储备安全,提供可利用的后备地下空间,培育相关的人才队伍.

参考文献(References):

- [1]陈树旺,许光,杨建国,等.松辽盆地及外围油气资源基础地质调查——“十三五”阶段进展与未来工作展望[J].地质与资源,2021,30(3):221-231,248.
Chen S W, Xu G, Yang J G, et al. Foundational geological survey for oil and gas resources in Songliao Basin and its periphery areas: Progress and prospect [J]. Geology and Resources, 2021, 30(3): 221-231,248.
- [2]陈树旺,公繁浩,杨建国,等.松辽盆地外围油气基础地质调查工程进展与未来工作方向[J].中国地质调查,2016,3(6):1-9.
Chen S W, Gong F H, Yang J G, et al. Progress and orientation of the project about fundamental geological survey on oil and gas resources in the periphery area of Songliao Basin [J]. Geological Survey of China, 2016, 3(6): 1-9.
- [3]杨子健,李威.中国石油储备体系的发展现状与建议[J].国际石油经济,2015,23(9):69-77.
Yang Z J, Li W. Development situation and needs of China's petroleum reserve system [J]. International Petroleum Economics, 2015, 23(9): 69-77.
- [4]李玉忠,马伟平.中国石油储备库设计运行技术现状及发展建议[J].天然气与石油,2021,39(3):18-23.
Li Y Z, Ma W P. The status quo and development suggestions of design and operation of oil reserves storage depot in China [J]. Natural Gas and Oil, 2021, 39(3): 18-23.
- [5]崔少东,郭书太,代云清.砂岩地下水封洞库各向异性渗透系数确定方法及应用[J].现代隧道技术,2019,56(2):65-69.
Cui S D, Guo S T, Dai Y Q. Determination method of anisotropy permeability coefficient for underground water sealed cavern in sandstone area and its application [J]. Modern Tunneling Technology, 2019, 56(2): 65-69.
- [6]崔少东,郭书太,高剑锋.基于非饱和流的地下水封洞库涌水量研究[J].地下空间与工程学报,2017,13(S2):746-751.
Cui S D, Guo S T, Gao J F. Research on water inflow into underground water sealed cave based on unsaturated flow [J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2017, 13(S2): 746-751.
- [7]任文明,梁久正.大型地下洞库岩体力学参数取值及工程应用[J].石油工程建设,2012,38(1):14-17.
Ren W M, Liang J Z. Selection and engineering application of rock mechanical parameters for large underground rock cavern [J]. Petroleum Engineering Construction, 2012, 38(1): 14-17.
- [20]廖漓文,董震堃.红外碳硫仪测定土壤中碳含量的探讨[J].价值工程,2015,34(11):181-182.
Liao L W, Dong Z K. New application of high frequency infrared ray carbon sulphur analyser [J]. Value Engineering, 2015, 34(11): 181-182.
- [21]李建红,李熹.高频燃烧红外吸收法测定页岩中有机碳[J].煤炭与化工,2015,38(5):137-138,141.
Li J H, Li X. The application of high frequency combustion infrared absorption method in measuring organic carbon in shale [J]. Coal and Chemical Industry, 2015, 38(5): 137-138, 141.
- [22]钟其云,王启芳.碳硫分析专用复合催化剂的研制[J].分析实验室,1997,16(1):79-82.
Zhong Q Y, Wang Q F. Development of special complex catalyst for analysis of carbon and sulfur [J]. Chinese Journal of Analysis Laboratory, 1997, 16(1): 79-82.
- [23]Bielański A, Haber J. Oxygen in catalysis on transition metal oxides [J]. Catalysis Reviews, 1979, 19(1): 1-41.
- [24]叶青,李冬辉,程水源,等.铝柱撑蒙脱石负载 Au 和 Pt 催化剂的结构特点及其催化氧化 CO 性质[J].北京工业大学学报,2012,38(8):1269-1275.
Ye Q, Li D H, Cheng S Y, et al. Au or Pt supported on Al pillared montmorillonite: Characterization and catalytic activity for CO oxidation [J]. Journal of Beijing Polytechnic University, 2012, 38(8): 1269-1275.

(上接第 721 页/Continued from Page 721)