

Exploration of Coal Underground Gasification in Hebei, China

Zhiyong Pang

Hebei Province Coal Field Geological Exploration Institute (Hebei Province Unconventional Natural Gas Exploration and Research Center), Xingtai, Hebei, 054000, China

Abstract

Hebei Province, as a major coal producing province, is located in the central area of haze prevention and control in North China, and has an extremely urgent demand for clean energy. Underground coal gasification has the advantages of low long-term cost, high resource utilization, low pollution, and high safety. In addition, underground gasification gas can not only be used as gas for direct civilian use and power generation, but also for extracting pure hydrogen or as raw gas for separating or synthesizing natural gas, methanol, synthetic oil, dimethyl ether, and ammonia, with obvious advantages. The application of this technology can effectively and cleanly develop and utilize a large amount of coal resources, alleviating the tight supply of natural gas. Although Hebei Province has carried out relevant work in the early stage, there is a lack of systematic research and planning. On the basis of summarizing the overview and research process of underground coal gasification coal resources in Hebei Province, this paper proposes the implementation ideas of geological selection and strategic planning for underground coal gasification in Hebei Province in three stages, aiming to provide reference for the green development and clean utilization of coal resources in Hebei Province.

Keywords

Hebei Province; underground coal underground gasification; geological constituency

中国河北省煤炭地下气化地质选区思路探析

庞志勇

河北省煤田地质勘查院(河北省非常规天然气勘查研究中心), 中国·河北 邢台 054000

摘要

河北省作为煤炭大省,地处华北地区雾霾防治的中心地带,对清洁能源需求极为迫切。煤炭地下气化具有长期成本低、资源利用率高、污染少、安全性高等优点,且地下气化煤气不仅可作为燃气直接民用和发电,还可用于提取纯氢或作为分离或合成天然气、甲醇、合成油、二甲醚、氨的原料气,优势明显。该技术的应用可将大量煤炭资源进行有效清洁开发利用,缓解天然气供应紧张局面。河北省前期虽然开展了相关工作,但缺乏系统的研究和规划。论文在对河北省煤炭地下气化煤炭资源概况和研究历程进行简述的基础上,分3个阶段提出了河北省煤炭资源地下气化地质选区和战略规划的实施思路,旨在为河北省煤炭资源的绿色发展和清洁利用提供参考。

关键词

河北省;煤炭地下气化;地质选区

1 引言

全球能源系统目前正面临着消费需求不断增长和低碳化、绿色化发展的双重挑战,而中国作为世界上能源消费最大的国家^[1],2023年上半年油气对外依存度已分别达到72.8%和39.5%,煤炭消费比例略有下降,但是中国“富煤、贫油、少气”的资源禀赋特征决定了以煤炭为主体能源的结构在相当长时间内不会被动摇^[2]。传统利用煤炭的方式主要是将煤炭直接开采至地面后通过燃烧获取热量,这种利用方式效率低且污染严重,不符合中国绿色、低碳、环保、节能

的发展理念。煤炭地下气化技术就是将处于地下的煤炭进行有控制的燃烧,通过煤的热作用及化学作用产生可燃气体,被誉为第二代采煤方法^[3]。该技术集建井、采煤、采气为一体,具有井下无人、无设备的特点,能够避免因采煤导致的安全、环保问题,提高资源利用率^[1],同时可以回收矿井废弃煤炭资源,而且还可以用于开采井工难以开采或开采经济性、安全性较差的薄煤层、深部煤层、“三下”压煤和高硫、高灰、高瓦斯煤层;地下气化燃烧后的灰渣留在地下,减少了地表下沉,无固体物质排放,煤气可以集中净化,大大减少了煤炭开采和使用过程中对环境的破坏;地下气化煤气不仅可作为燃气直接民用和发电,而且还可用于提取纯氢或作为分离或合成天然气、甲醇、合成油、二甲醚、氨的原料气。

【作者简介】庞志勇(1981-),男,中国河北邢台人,硕士,高级工程师,从事地质工程研究。

中国河北省地理位置特殊,区位优势明显,但京津冀是华北地区雾霾防治的中心地带,对清洁能源需求极为迫切。随着京津冀协同发展、雄安新区建立、大气污染防治战略实施以及各地大力推进“煤改气”工程建设,迫使河北省必须加大清洁能源建设力度,煤炭地下气化的实施将有助于树立节约资源和保护环境的绿色导向,不断满足河北省经济社会发展对清洁能源的需求,扩大绿色清洁能源生产,推进现有产业绿色改造,为加快经济社会发展提供绿色新动能,增强可持续发展能力。

2 中国河北省煤炭资源概况

2.1 含煤地层

河北省含煤地层分布较为广泛,聚煤期多,持续时间长,自古生代石炭-二叠纪,包括晚石炭世本溪组、太原组(下段),早二叠世太原组(上段),山西组;中生代早侏罗世杏石口组、中侏罗世下花园组、早白垩世西瓜园组和青石砬组,以及新生代古近纪灵山组和渐新纪汉诺坝组均有煤层赋存^[4]。

2.2 煤炭资源分布

河北省是矿产资源大省,区内赋存的煤炭是在全国具有一定优势的矿产资源,含煤时代全、含煤面积广、煤类齐全、储量丰富、开采规模大,是我国东部地区主要产煤基地之一。

河北省煤炭资源特点:一是煤资源比较丰富,分布面积广且不平衡;二是河北平原区煤炭资源丰富,但埋藏深度大,勘探与开发滞后;三是煤类齐全,由褐煤到无烟煤均有分布,但以炼焦用煤为主。

在适宜的古构造、古地理、古气候和古植物条件下发育的聚煤盆地在聚煤期结束后,历经多次构造运动,含煤地层受其影响严重,聚煤盆地的形态和位置均发生了不同程度的变化,整个格局主要受印支运动、燕山运动和喜马拉雅三期构造运动影响,在经历了地质演化历程中地壳运动和构造—热作用的改造后,被分割为不同类型,不同面积的煤田或煤产地,含煤岩系发生不同程度变形~变质的作用。根据不同的地质背景、成因特点和煤炭资源赋存规律,按照含煤时代、构造特征、含煤盆地的地理分布、地质工作程度和分布条件,全省划分出冀北赋煤带、燕山山区赋煤带、燕山南麓赋煤带、太行山区赋煤带、太行山东麓赋煤带、河北平原赋煤带等六个赋煤带。

3 河北省煤炭地下气化工作开展历程

河北省煤炭地下气化工作始于1995年,刘庄煤矿由于地处唐山市中心,大部分煤层一旦采动将会对地面建筑造成影响,因此刘庄煤矿与台商张一熙合资的唐山汇源煤炭地下气化有限公司联合中国矿业大学余力团队展开煤炭地下气化技术攻关。1996年,唐山刘庄煤矿在矿井安全煤柱中构建两个气化炉,采用“长通道、大断面、两阶段”煤炭地下气化新工艺,辅以双炉交替运行、多点供风气化、反向供风

气化、压抽相结合等稳定气化工艺,形成了系统的煤炭地下气化工艺控制体系,保证了煤气的质量、产量及生产过程的连续,刘庄矿已实现稳定生产五年多,低热值煤气生产规模达到10~12万 $\text{m}^3/\text{日}$,中热煤气约2.5万 $\text{m}^3/\text{日}$ 。由于工艺技术和投资经济性的制约,煤炭地下气化工作进展缓慢。但在国内学者和企业的不懈研究和实践下,技术得到了发展,经验得到了丰富,并且随着安全、环保的要求越来越严,煤炭地下气化凭借其长期成本低、效率高、污染少、安全性高等优点逐渐被重视。河北省于近几年在河北省煤田地质局的积极努力下开展了相关研究。2016年3月,河北省煤田地质局完成了《河北省大城县大城勘查区煤炭地下气化试验可行性研究》项目,在分析煤炭地下气化技术进展及发展趋势、大城勘查区煤炭资源条件基础上,对大城勘查区地质条件进行了评价,并对试验工程进行了选址。通过市场调研,确定了大城勘查区煤炭地下气化产品方向和最小经济规模;通过大城勘查区相近煤种模型试验,获得了大城煤层地下气化模型试验与技术参数,确定了大城勘查区煤炭地下气化技术方案和大城勘查区煤炭地下气化现场试验实施方案;分析了试验区煤炭地下气化工程环境影响和大城勘查区煤炭地下气化试验工程经济性的经济性,认为大城勘查区可气化煤炭资源丰富,煤层地质条件满足地下气化的要求,试验工程建设条件可靠,煤炭地下气化技术可行。2016年10月,河北省煤田地质局完成了《河北省大城县大城勘查区煤炭地下气化过程污染物富集迁移规律及论证对策研究》项目,确定了大城勘查区煤炭地下气化污染物富集迁移规律及治理对策研究方法;基于大城煤大尺度热解和地下气化模型试验,揭示了大城煤种地下气化过程典型有机及无机污染物的析出规律,以及在气、液、固产物中的富集特征,查明地下残留特征污染物的种类、属性;揭示了典型污染物在气化区域内分布特征,建立煤炭地下气化地下水污染迁移扩散预测模型,明确典型污染物迁移速率和影响范围;建立了大城试验区地下气化过程污染物监测方法,提出了污染物控制及燃空区残留污染物治理对策;对地下气化过程煤气冷凝水及净化废水处理及利用方法进行了研究,并对大城煤炭地下气化现场试验工程进行了全生命周期评价。2021年11月,河北省煤田地质局完成了《河北省关闭矿井剩余煤炭资源林南仓煤矿地下气化可行性评价》项目,评价了林南仓煤矿主要可采煤层地下气化条件,获取了地下气化工艺参数,通过模拟计算评价了林南仓煤矿剩余煤炭资源地下气化的可行性。2021年12月,河北省煤田地质局完成了《蔚县矿区剩余煤炭资源地下气化地质资源调查评价》项目,评价了蔚县矿区主要区块可采煤层地下气化条件。

前人的研究成果主要集中在工业性试验和煤炭地下气化工程实施以及单点的可行性研究方面,缺乏对河北省全区的整体认识,难以指导河北省在煤炭地下气化领域进行整体规划和科学合理部署。因此,建议进行煤炭地下气化资源评

价选区与战略规划研究,为打破目前煤炭地下气化“难以产业化”僵局提供地质保障和科学指导。

4 河北省煤炭地下气化资源评价选区与战略规划思路探析

秦勇教授将煤炭地下气化划分为战略规划评价、UCG 炉勘查设计、UCG 作业过程、废弃炉后处理等 4 个阶段,并认为突破地质瓶颈,建立评价体系,形成战略规划是打破煤炭地下气化难以产业化僵局的关键^[5]。下面分 3 个阶段提出了河北省煤炭资源地下气化地质选区和战略规划的思路。

4.1 研究影响煤炭地下气化的地质条件及其可行性

广泛收集河北省煤田地质勘查资料、生产和闭坑矿井资料以及相应的研究成果,从地质构造、煤层空间展布特征、煤岩煤质特征、煤层顶底板条件及水文地质条件等 5 个主要因素着手,探究河北省煤炭地下气化的地质条件及其可行性。

4.2 建立河北省煤炭地下气化地质评价体系并进行地质选区

结合国内外地下气化地质选区的经验和评价指标,分析不同评价指标对煤炭地下气化的影响,建立河北省煤炭地下气化资源地质评价体系;确定河北省煤炭地下气化有利地质条件,提出潜在地质选区。

4.3 初步优选河北省煤炭地下气化资源区块

结合勘查区、生产矿井、闭坑矿井的地质条件初步确

定煤炭地下气化资源区块,编制相关资源评价图件。同时考虑当前煤炭地下气化技术条件及外部条件(社会经济、环境保护),提出可供分步实施的煤炭地下气化战略规划。

5 结论

①煤炭地下气化技术是清洁、高效开发利用煤炭资源的前沿技术,具有突出的环保优势和巨大的商业应用潜力,确保了天然气供应的战略性接续,开辟了我国天然气规模化生产的新途径。

②地质选区和战略规划是进行煤炭地下气化工程的关键和前提。建议在河北省含煤地层地质条件及其煤炭资源开发现状的基础上,结合国内外地下气化选区评价经验,建立河北省煤炭地下气化资源评价体系,完成河北省煤炭地下气化地质选区,同时考虑其对当前地下气化技术的适应性,进行河北省煤炭地下气化分类-分级区划,提出河北省煤炭地下气化战略规划,为河北省煤炭清洁化利用提供基础依据。

参考文献

- [1] 邹才能,陈艳鹏,孔令峰,等.煤炭地下气化及对中国天然气发展的战略意义[J].石油勘探与开发,2019,46(2):195-204.
- [2] 沈芳,梁新星,毛伟志,等.中国煤炭地下气化的近期研究与发展[J].能源工程,2008(1):5-10.
- [3] 余力.研究与开发煤炭地下气化技术[J].科技导报,1995(2):54-56.
- [4] 河北省煤田地质勘查院.河北省煤炭资源潜力评价报告[R].邢台:河北省煤田地质勘查院,2010.
- [5] 秦勇,王作棠,韩磊.煤炭地下气化中的地质问题[J].煤炭学报,2019,44(8):2516-2530.