

# 晋城煤层气发展现状及展望

马 斌

(山西兰花煤层气有限公司)

**摘 要:**晋城市是全国煤层气地面开发最早的地方,目前完成了多个示范性开发项目,创新和完善了煤层气多套开发技术体系,为全国煤层气勘探与规模开发积累了丰富的经验,引领了国内煤层气开发前沿方向。晋城市位于沁水盆地南部,煤炭资源十分丰富,煤层气资源禀赋条件国内最好,经过近二十年的先导性开发,累计完成投资 360 亿元,累计产气 400 多亿方,预测地质储量 6100 多亿方,探明地质储量 3706 亿方,具备建设千亿级产业集群的发展前景。

**关键词:**晋城;煤层气;发展;技术

## 1 简述

煤层气俗称“煤矿瓦斯”,是一种产自煤层、以甲烷为主要成分的非常规天然气。煤层气多数以吸附态依附在煤炭中,少数以游离态存在于煤炭裂隙中。煤层气不仅容易引发煤矿瓦斯爆炸,如果将煤层气直接排放到大气中,其生的温室效应约为二氧化碳的 21 倍,对生态环境破坏性极强。2008 年煤层气被国家确定为独立矿种,上升为国家战略资源。21 世纪,中国能源供需矛盾与能源结构使得煤层气资源的开发势在必行。加快煤层气的开发利用,是保障煤矿安全生产的重要手段,也是增加清洁能源供应的有效途径,同时降低碳排放减少温室效应,保障国家能源安全的战略需求。据测算,每利用 1 亿

立方米煤层气,相当于节约标煤 12 万吨、减排 150 万吨二氧化碳。

## 2 我国煤层气产业概况

2021 年,全国天然气消费量 3690 亿立方米,增量 410 亿立方米,同比增长 12.5%。天然气占一次能源消费总量的比例升至 8.9%,较 2020 年提升 0.5 个百分点。今年上半年,国内天然气产量 1120 亿立方米,同比增长 7.9%;天然气进口量 741 亿立方米,同比下降 8.9%。预计 2022 年全国天然气产量约 2200 亿立方米,全国天然气增产有望超 100 亿立方米。煤层气作为非常规天然气,大力开发是对我国天然气供给的有力补充,在能源供给安全方面占有重要

地位。

中国埋深 2000m 以浅的煤层气资源总量约为  $36.81 \times 10^{12} \text{m}^3$ , 可采煤层气资源量为  $11.2 \times 10^{12} \text{m}^3$ , 占世界煤层气资源总量的 13.7%, 位居世界第 3 位。我国煤层气地面开采开始于 2002 年前后, 2006 年中石油华北油田在晋城樊庄区块整装气田的开发, 开启了我国煤层气地面规模开发的新起点。到目前全国共形成了四个重点开发区, 是沁水盆地、鄂尔多斯盆地东缘、川贵区和新疆地区。共累计钻井 2 万多口, 2021 年产气量已达 104.7 亿方, 2022 年 1-8 月全国煤层气产量为 75.6 亿立方米, 同比增长 10.3%。

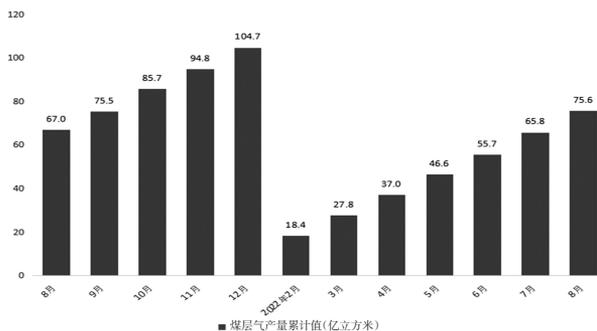


图1 2022年8月我国煤层气产量累计数据统计

中国晚古生代煤体在印支运动、燕山运动、喜马拉雅运动构造期间经历了抬升、隆起、剥蚀与断陷活动;燕山运动期间,岩浆与塑性物质入侵不仅破坏了煤层整体结构,而且促进了煤级演化和生烃活动,因此晚古生代煤层断层与裂隙发育,煤级高但含气浓度低、渗透率低、压力梯度低和气井产量低。煤层典型的“三低一高”赋存特征导致了96%以上的煤层气井依赖于压裂增产改造技术来沟通井筒与节理和天然裂隙,压裂增产改造技术已成为中国煤层气有效动用的关键技术。

### 3 山西省煤层气产业发展

山西省不仅是煤炭、煤层气资源大省、产业大省,同时还肩负着能源革命综合改革试点的国家使

命。近年来,山西一直在探索能源革命和能源改革的新路,先后出台了煤层气增储上产三年行动计划、矿业权规范管理、试采许可延期等,探寻煤层气产业取得重大“突破”的路径。山西省煤层气资源是全国煤层气资源最为丰富的地区之一,资源量估算 11.8 亿 约占全国的 1/3。而沁水盆地煤层气储量又占山西省的 2/3,大规模开发前景广阔,山西具有得天独厚的煤层气资源优势,已探明地质储量 6600 多亿立方米,约占全国的 89.83%。煤层气开发在山西形成两大集群,分别是以晋城为主的沁南盆地地区和以吕梁为主的鄂尔多斯盆地西部区域,截止 2021 年全省累计钻井 1.7 余万口,年产气量达到 63.2 亿方,占全国的 60%。“十四五”末,山西省年产气量要突破 200 亿方,真正成为我省的支柱产业,为能源综合改革实验率先蹚出一条新路。

### 4 晋城市煤层气产业快速发展

晋城市煤炭面积近 5000 平方公里,优质的无烟煤享誉世界,高丰度的煤层气是我市又一种宝贵的资源。晋城市位于山西省东南,沁水盆地南部。沁水盆地是一个典型的成煤期后大地构造运动形成的大型复式向斜构造盆地。含煤地层为石炭-二叠系,煤层气开采主力煤层为山西组 3 号煤层和太原组 15 号煤层及太原组 9 号煤层。煤层气资源主要集中分布在沁水县以及阳城县北部边界、高平市西部边界和泽州县北部边界。

沁水盆地南部煤层气资源丰度为 1.7~2.8 亿立方米/平方千米。据此预测,全市矿业权范围内煤层气地质资源总量约为 6141 亿立方米,占全省资源量的 7.39%。截止到 2021 年底,全市累计煤层气探明地质储量 3706.48 亿立方米,约占全省煤层气探明地质储量的 56.16%,约占全国煤层气探明地质储量的 39.02%。目前,我市的煤层气矿业权范围内的煤

层气资源探明程度已达 60.36%，远高于全省的煤层气探明程度 7.94%，更高于全国的 2.58% 煤层气资源探明程度。

截止 2021 年底，全市累计完成投资 358.76 亿元，累计施工钻井达 10595 口（直井 9005 口、水平井 1590 口），累计形成煤层气产能达到 91.77 亿立方米。2021 年，全市煤层气年产量达 42.67 亿立方米，约占全省煤层气产量的 69.62%，约占全国煤层气产量的 51.41%，煤层气产量、目标任务完成率位居全省第一。

晋城资源富集，是全国最大的煤层气生产基地，是国内勘探程度最高、开发潜力最好、商业利用最成熟的煤层气产业基地，预计“十四五”末全市煤层气产量达到 100 亿方，领先全国。晋城围绕煤层气全产业链发展，在资源开发、消纳利用、管网建设、储气调峰、装备制造等方面全面发力。“十四五”末，将煤层气管网总长达到 1710 公里，外输能力达到 150 亿方，储气能力达到 2.5 亿方，就地消纳利用量提升到 40 亿方以上，城乡居民气化率提高到 90%，加快打造高端化、智能化、集群化的煤层气煤机装备制造基地，建成千亿级产业集群。

2022 年是三年增储上产任务最后一年，晋城市进一步加大组织协调力度，巩固完善三年成果，在 1-8 月份煤层气抽采量 33.34 亿方，同比增加 18.18%，完成全年任务目标（50.5 亿方）的 66.02%；1-8 月份完成产值 114.26 亿元，同比去年同期增加 34.3%。

## 5 煤层气开发技术不断成熟

煤层气产业发展经历了近 20 多年，开采技术经过了不同的研究探索时期，地质认识也再不断加深。从最初的钻遇到煤层，然后压裂，最后排水降压，就一定有气产出，实现投资回收。这个模式是最早的煤层气开发中普遍的认知，认为单井产气稳定，

不需要太多的改造，比常规天然气开采技术要简单。在这种认识基础上，有了第一个开发小高潮，几家企业在沁南盆地短时间内打了几百口直井，但经过一阶段生产后，出现了大范围的无效、低效井，平均单井产气量不到 800 方，投资无法实现效益，煤层气开发陷入一个低谷期。

煤层气地质开发技术人员调整思路，确定攻关课题，从成煤机理开始分析，深度地质评价，寻找有利区域，分类分区开发，在地质认识上有了新的突破。工程技术团队不怕困难，与科研院校联合，成立多个研究中心，对煤层气开发领域的工程技术进行了大胆的探索，产生了一大批科技成果，使得工程技术有了大的进步，总结出多套技术体系。从直井丛式井到多分支水平井，又到单分支压裂井；从小排量控制压裂到大液量规模体积压裂，钻完井技术不断完善，各个企业形成不同的开发组合式特色，单井产量不断创出新高。兰花煤层气公司在 15# 薄煤层层实施的多分支水平井，创出了日产气 12 万方的业内最高单井产量，经合理控制后日产 8 万方的产量维持了 7 个月，到目前该井日产量仍保持在 5 万方以上，投产 3 年累计产气量 4500 万方，在 15 # 煤层开发中创造了奇迹。

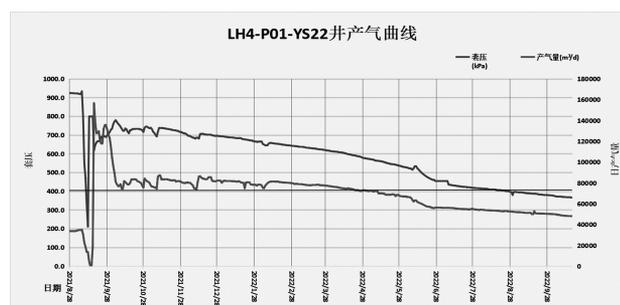


图2

目前各企业基本形成了以单分支压裂井为主，多分支水平井和丛式井为辅的开发模式，单井产气量普遍得到提升，平均水平井在 10000 方左右，直井平均达到 2000 方，产能到利用率有了大的提高，煤层气产业实现了效益开发，整体进入了一个良性稳定发展阶段。