

山西省煤层气勘探开发进展

吉 霞 易雪斐 (长江大学地球科学学院, 湖北 武汉 430100)

摘要: 煤层气俗称瓦斯, 是一种赋存在煤层中的自生自储的清洁能源, 是我国重要的非常规油气资源之一。本文对山西省煤层气勘探开发现状进行分析, 认为: 山西省特殊的地质背景决定了其煤层气资源十分丰富, 以沁水盆地最为富集。煤层气储层多为中孔低渗, 垂向发育的构造裂隙可有效改善储层物性。煤层气的饱和度是随埋深的增加呈逐渐变缓的趋势增加。本文针对目前山西省煤层气开发的问题, 提出了一些促进煤层气产业可持续发展的对策建议。

关键词: 煤层气; 山西省; 资源量; 勘探开发; 对策

1 概况

非常规油气是指用传统技术无法获得自然工业产量、需用新技术改善储层渗透率或流体黏度等才能进行经济开采、连续或准连续型聚集的油气资源^[1]。致密岩油气、页岩油气、煤层气、油砂等都是常见的非常规油气资源, 其中煤层气在非常规油气资源中占有举足轻重的地位, 它既是一种高效清洁的能源, 也是优质的化工原料, 在各国非常规油气资源的开发利用中受到广泛关注。煤层气是指一种赋存在煤层中的气体, 主要由甲烷组成, 大部分吸附在煤基质颗粒表面, 部分游离在煤孔隙中或溶解在煤层水中。碳氢化合物成分主要是甲烷, 以及少量乙烷、丙烷和非碳氢化合物气体, 如 CO₂ 和 N₂^[2]。

根据我国自然资源部近 5 年的资料显示, 我国煤炭与煤层气探明储量总量持续增长, 但增速放缓。煤炭探明储量逐年稳步增长, 新增探明储量在 2017 年达到近五年的最高值; 煤层气的探明储量与新增探明储量在 2016 年达到近 5 年的最高值, 2016 年之后两者有不同程度下降。我国非常规天然气总资源量达 $1.9 \times 10^{14} \text{m}^3$, 其中煤层气 $3.7 \times 10^{13} \text{m}^3$, 在非常规油气中占 19.5%。据国家能源局 2020 年上半年公开数据显示, 全国天然气产量为 $9.4 \times 10^{10} \text{m}^3$, 其中常规天然气产量为 $8.23 \times 10^{10} \text{m}^3$, 占天然气总产量的 87.55%, 非常规天然气中煤层气产量为 $2.6 \times 10^9 \text{m}^3$, 占天然气总产量的 2.77%, 页岩气产量为 $9.1 \times 10^9 \text{m}^3$, 占天然气总产量的 9.68%。而在山西省内, 煤层气产量在 2020 年达 $7.7 \times 10^8 \text{m}^3$, 占全国总产量的 75.27% (表 1), 可见山西省在全国煤层气开发方面有举足轻重的地位。

山西省是华北断块区的重要组成部分, 在地质构造上处于两个东西向巨型构造带——天山—兴安岭和秦岭构造带之间。以山西省沁水煤田与宁武煤田为例, 沁水煤田位于晋东南的沁水盆地, 该盆地总体走向为北北东的复式向斜, 盆地中部地层发育的小型褶皱众多, 西部为汾渭裂隙盆地系, 东部为太行山隆起, 南部为向斜的

翘起端, 构造密度发育较高, 为煤以及煤层气聚集提供了有利场所; 宁武煤田发育在宁武——静乐向斜地块, 向斜保存了侏罗纪及石炭——二叠纪两套含煤地层, 两侧地层受断裂控制, 成为煤层出露的有利条件^[3]。

2 山西省煤层气资源情况

根据 2012 年“山西省煤层气资源潜力评价”结果: 山西省 2000m 以浅的煤层气资源量约为 $8.31 \times 10^{12} \text{m}^3$, 主要分布在沁水盆地、鄂尔多斯盆地东缘以及宁武盆地, 占全省资源总量的 95% 以上, 其中沁水盆地煤层气资源量约 $5.39 \times 10^{12} \text{m}^3$, 占全省总量的 64.9%。

表 1 2019-2020 年中国部分地区煤层气产量

省、区、市	中国部分地区煤层气产量 ($1 \times 10^8 \text{m}^3$)	
	2019 年	2020 年
山西省	64.1	77.0
内蒙古自治区	0.3	0.2
陕西省	0.0	0.3
贵州省	3.2	4.8
北京市	14.1	11.9

国家统计局数据显示 (表 1), 山西省煤层气产量占了国内煤层气产量的主体。山西省与其他煤炭储量丰富的省或地区相比, 煤炭储量丰富的地区, 煤层气产量不一定高, 如内蒙古自治区和陕西省, 煤炭储量丰富, 但煤层气产量不足 $0.5 \times 10^8 \text{m}^3$, 北京市与贵州省煤炭储量虽少于内蒙古自治区和陕西省, 但煤层气产量却高于内蒙古自治区和陕西省, 可见煤层气产量不仅与煤炭储量相关, 还与煤层气开采技术、政府政策等紧密联系。

随着沁水盆地、鄂尔多斯盆地东缘(鄂东)煤层气资源的规模开发,山西省内已建成沁水和鄂东两大煤层气产业基地,煤层气产量占全国总产量比例保持在90%以上^[4]。中国海油在2021年2月28日宣布,山西省临兴气田探明地质储量超 $10.1 \times 10^7 \text{m}^3$,可见国家对于山西省非常规油气的开采十分乐观,未来可能会在山西省非常规油气的开采给予更多技术支持与扶持政策。

3 山西省煤层气储层特征

煤层是一种双重孔隙介质,属孔隙-裂隙型储层。裂隙将煤分成若干基质块,其中含有大量的微小孔隙,是储气的主要空间,渗透性很低;裂隙是煤中的次要孔隙系统,但却是煤层中气体和水渗流的主要通道。根据孔隙-裂隙物理测试结果,将煤中孔隙的空间尺度划分如下表2。

表2 煤孔隙空间尺度划分

尺度	类型
$< 0.01\mu\text{m}$	微孔
$0.01\sim 0.1\mu\text{m}$	小孔
$0.1\sim 1\mu\text{m}$	中孔
$> 1\mu\text{m}$	大孔

根据沁水煤田东北部15号煤与宁武盆地南部煤层岩心压汞资料表明:两个区煤层孔隙度一般小于10%,多为中孔和微孔,渗透性一般低于 $1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,由于煤层的可压缩性极强,煤层对应力很敏感,通常情况下,煤层渗透性随埋深的加大而减小。通过两区的煤心观察,裂隙主力优势发育密度一般为3~5条/cm,裂隙次要发育密度一般为1~2条/cm沁水煤田裂隙相对发育,但裂隙多被矿物质和煤屑等充填,煤层渗透性差,渗透率较低。宁武煤田的构造裂隙多垂直煤层发育,发育方向不规则,裂隙未被填充,改善了煤储层性能^[5]。

4 山西煤层气开采存在的问题及建议

由于我国对煤炭的需求量与日俱增,山西省作为煤炭大省,开采煤炭的同时为了避免造成煤层气资源浪费的现象,就必须将煤层气与煤炭的共同开采重视起来。目前,煤层气的勘探技术、开采工艺等与国外存在一定差距,主要表现在以下方面:

4.1 采气困难

山西省存在复杂的地质条件,在开采浅层煤层气的同时,会导致深层煤层气的孔隙-裂隙结构、含气量等产生变化,这就大大增强了煤层气整体的开采难度。此外,低饱和度、低渗透率、低储层压力、高变质程度的

问题,简单的开采工艺无法实现煤层气高效开采。

4.2 单井产量低,矿权分歧严重

山西省在早年进行煤层气开发时,理论与技术不成熟,借鉴了许多常规油气的开采工艺,没有对煤层气这种非常规油气进行系统研发,产生了煤层气中低产井数比例较高,开采质量不高。山西省煤炭企业分布广泛,管理滞后,矿区与矿区之间由于采矿权的不同,合采时会发生矿权主导权分歧,矿权受到侵犯。

4.3 开采隐患大

煤层气的开采不等同于常规油气开采,必须要考虑到的就是煤炭的开采,不能单开发煤层气而破坏煤炭的开采结构,为煤炭开采造成隐患,也不能单考虑煤炭的开采,而使煤层气称为“废气”流失在大气中,这不仅会浪费大量资源,也会造成大气的严重污染。

4.4 建议

4.4.1 可加大创新投入,引进新技术

山西省煤矿众多,各个煤矿开采区的地质构造、煤储层物性特征、开发技术等存在显著差别,煤层气开发最关键的就是技术的进步。因此,要不断学习国外先进技术,结合山西省煤层气的特殊性,加强煤层气勘探开发理论基础,引进煤层气地质的高层次人才,逐步形成自身一套开发工艺,加大重大科技成果转化,为我国其他省份的煤层气开发提供借鉴意义。

4.4.2 加大政府扶持政策,解决好采矿权矛盾

政府的财政税收优惠政策是促进煤层气开发不可或缺的因素。因此,山西省政府应注重煤层气产业的发展,吸引社会投资,为煤层气的开发提供资金与人才支持。解决好采矿权的问题也迫在眉睫,建立健全相关的法律法规,督促相关部门实施,合采阻力小,煤层气将得到更高效的开采。

参考文献:

- [1] 邹才能,陶士振,白斌,杨智,朱如凯,侯连华,袁选俊,张国生,吴松涛,庞正炼,王岚.论非常规油气与常规油气的区别和联系[J].中国石油勘探,2015,20(01):1-16.
- [2] 徐成帅.浅谈煤层气开采原理及开发意义[J].中国井矿盐,2015,46(04):24-25+30.
- [3] 林中月,曹代勇.山西地区煤田构造特征及控煤构造样式[J].中州煤炭,2015(09):94-96.
- [4] 王坤,张国生,李志欣,梁坤,黄金亮.山西省煤层气勘探开发现状与发展趋势[J].中国煤层气,2020,17(06):39-43.
- [5] 田文广,汤达祯,孙斌,任源锋.宁武盆地南部煤层气富集的主控因素[J].天然气工业,2010,30(06):22-25+123.

通讯作者:

易雪斐(1986-),博士,湖北大悟人,研究方向:沉积学、非常规油气。