

【发现与进展】(Short communication)

doi: 10.12029/gc20230824001

# 山西省沁水盆地南部 4<sup>#</sup>煤薄煤层试采获得煤层气工业气流

贾慧敏<sup>1,2</sup>, 胡秋嘉<sup>1</sup>, 张聪<sup>1</sup>, 张建国<sup>1</sup>, 张文胜<sup>1</sup>, 吴定泉<sup>1</sup>, 刘春春<sup>1</sup>,  
马辉<sup>1</sup>, 张武昌<sup>1</sup>

(1. 中石油华北油田山西煤层气勘探开发分公司, 山西 长治 046000; 2. 中国矿业大学资源与地球科学学院, 江苏徐州 221116)

## Industrial gas flow obtained from the trial production of No.4 thin coal seam in southern Qinshui Basin, Shanxi Province

JIA Huimin<sup>1,2</sup>, HU Qiujia<sup>1</sup>, ZHANG Cong<sup>1</sup>, ZHANG Jianguo<sup>1</sup>, ZHANG Wensheng<sup>1</sup>, WU Dingquan<sup>1</sup>, LIU Chunchun<sup>1</sup>, MA Hui<sup>1</sup>, ZHANG Wuchang<sup>1</sup>  
(1. CBM Branch Company, Huabei Oilfield of Petrochina, Changzhi 046000, Shanxi, China; 2. School of Mineral Resource and Geoscience, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, Jiangsu, China)

## 1 研究目的(Objective)

沁水盆地是中国重要的煤层气生产基地之一, 位于山西省中南部。研究区位于沁水盆地南部寺头断层西侧, 行政区域隶属于晋城市沁水县、阳城县。研究区煤系地层厚度 63~145 m, 平均 92 m, 其中煤层厚度 4.1~17.4 m, 平均 7.9 m。研究区自上而下发育 1<sup>#</sup>~16<sup>#</sup>煤, 其中主力煤层气层为二叠系山西组 3<sup>#</sup>煤和石炭系—二叠系太原组 15<sup>#</sup>煤, 3<sup>#</sup>煤和 15<sup>#</sup>煤全区整体发育, 目前已实现了煤层气广泛开发; 而二叠系山西组 2<sup>#</sup>煤和 4<sup>#</sup>煤, 石炭系—二叠系太原组 5<sup>#</sup>煤、8-1<sup>#</sup>煤、8-2<sup>#</sup>煤、9<sup>#</sup>煤、11<sup>#</sup>煤、16<sup>#</sup>煤等薄煤层局部发育, 厚度一般小于 1 m 且非均质性极强, 此前均未发现煤层气工业气流。为了实现沁水盆地南部煤层气资源接替, 优选煤储层发育稳定性较好的 4<sup>#</sup>煤开展煤层气资源潜力评价。相关研究对于评价沁水盆地南部非主力煤层煤层气潜力、填补勘探空白具有重要意义。

## 2 研究方法(Methods)

根据研究区三维地震资料, 分析 4<sup>#</sup>煤埋深、构造等资料, 明确煤层气保存条件, 确定 4<sup>#</sup>煤含气量状况; 利用钻井测井资料, 统计 4<sup>#</sup>煤厚度、煤质、深

浅侧向电阻率、声波时差等储层参数, 明确 4<sup>#</sup>煤储层发育情况及储层特征, 进而圈定 4<sup>#</sup>煤有利区; 利用储层测井参数判断 4<sup>#</sup>煤煤体结构, 煤层及顶底板力学参数, 明确 4<sup>#</sup>煤可改造性, 确定最优的储层改造方案, 通过扩大有效改造体积弥补煤层薄、资源丰度低的缺点, 支撑单井稳产高产。

## 3 研究结果(Results)

研究区 4<sup>#</sup>煤埋深 434.6~758.9 m, 平均埋深 600 m 左右, 含气量为 6.2~23.7 m<sup>3</sup>/t, 平均 18.9 m<sup>3</sup>/t, 整体含气量较高, 厚度为 0.65~2.2 m, 平均 1.32 m, 厚度发育非均质性极强, 主要受沉积环境影响; 其 GR 值为 13.2~146.1 API, 平均 52.2 API, 整体煤质较好, 生烃能力较强; 其深侧向电阻率为 48.4~2558.9 Ω·m, 平均 826.7 Ω·m, 煤体结构差异较大。

4<sup>#</sup>煤显微主分以固定碳为主, 固定碳含量 62.5%~84.2%, 平均 73.7%; 其次为灰分, 灰分含量 7.88%~26.55%, 平均 16.9%; 挥发分 6.59%~9.75%, 平均 8.15%; 水分 1.22%~1.33%, 平均 1.27%。煤岩体积密度 1.28~1.75 kg/m<sup>3</sup>, 平均 1.49 kg/m<sup>3</sup>。

优选 4<sup>#</sup>煤厚度大于 1 m, 煤质较好的 Z1 井和 Z2 井, 开展 4<sup>#</sup>煤产气能力评价。Z1 井每轮次压裂液量 380 m<sup>3</sup>、天然石英砂 25 m<sup>3</sup>, 压裂排量 8 m<sup>3</sup>/min; Z2 井每轮次压裂液量 720 m<sup>3</sup>、天然石英砂 50 m<sup>3</sup>,

作者简介: 贾慧敏, 男, 1989 年生, 博士生, 高级工程师, 从事煤层气开发、增产措施及排采管理研究工作; E-mail: jiahuimin1108@sina.com。

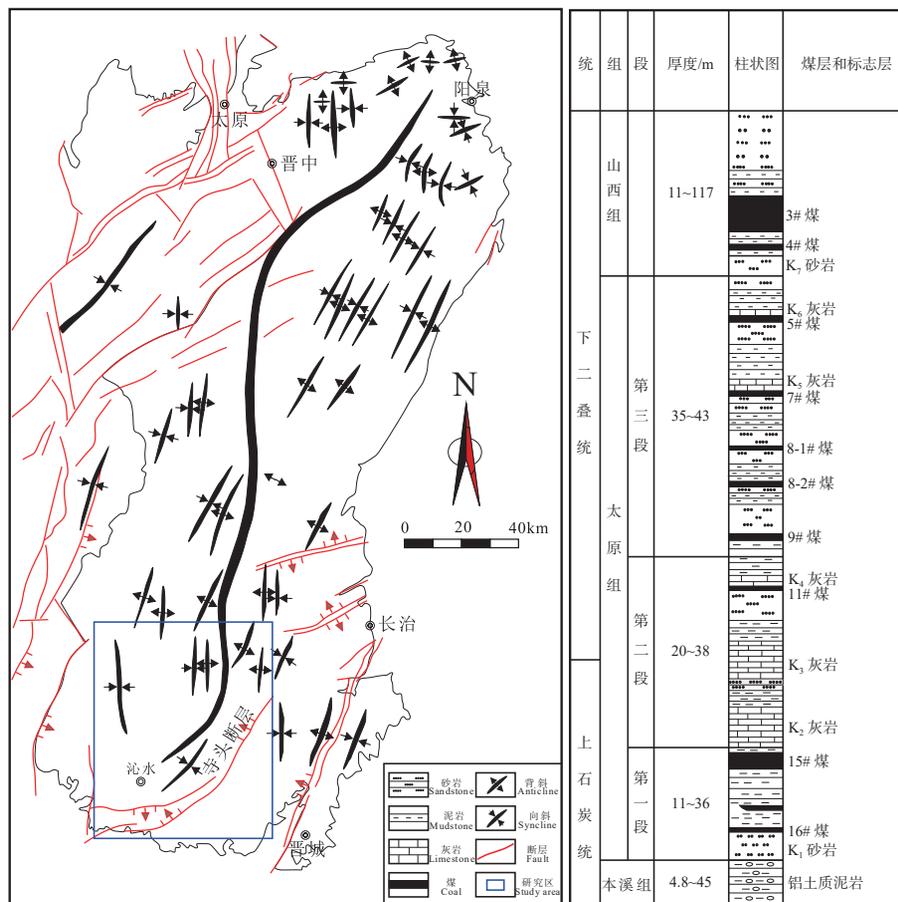


图1 沁水盆地构造纲要及研究区煤系地层柱状图

Fig.1 Structural outline of Qinshui Basin and column chart of coal measure strata in the study area

压裂排量 8 m<sup>3</sup>/min, 压裂液量和规模整体翻倍。Z1 井射孔段为 2.75 m, Z2 井射孔段为 2.6 m。

现场施工工艺采用封上压下工艺, 即用封隔器封隔正在开发的 3<sup>#</sup>煤层, 从油管注入压裂液压裂 4<sup>#</sup>煤, 压裂完成后压力降至闭合压力 10 MPa 后开始返排压裂液, 连续放喷, 以返排出最多压裂液为目标。待放喷完毕后, 冲砂至人工井底, 采用抽油机+抽油泵系统排采, 泵下入 4<sup>#</sup>煤层底板以下, 实施排水采气。

结果表明, Z1 井 4<sup>#</sup>煤日产气量达到 600 m<sup>3</sup>/d, 而 Z2 井 4<sup>#</sup>煤日产气量达到 1300 m<sup>3</sup>/d, 表明郑庄区块 4<sup>#</sup>煤虽然厚度非常薄, 但仍然可以获得工业气流, 具备较好的煤层气开发潜力。同时, 压裂规模越大, 4<sup>#</sup>煤产量越大。与 Z2 井相比, Z1 井压裂液规模和支撑剂规模增加 1 倍, 日产气量也增加 1 倍以上。

#### 4 结论(Conclusions)

(1) 研究区 4<sup>#</sup>煤局部发育, 平面非均质性强。平均埋深 600 m, 埋深相对较浅; 平均含气量 18.9

m<sup>3</sup>/t, 含气量整体较高; 厚度 0.65~2.2 m, 平均 1.32 m, 煤层发育整体较薄且不连续。4<sup>#</sup>煤显微主分以固定碳为主, 平均 73.7%, 其次为灰分、挥发分、水分。

(2) 研究区 4<sup>#</sup>煤虽然厚度较薄, 但具备较好的煤层气开发潜力, 可以作为主力煤层煤层气开发有效接替资源, 对拓展沁水盆地南部开发层系具有指导意义。

(3) 采用 2 轮次压裂工艺和封上压下施工工艺能够实现 4<sup>#</sup>煤高效压裂, 形成复杂缝网, 实现薄煤层高效开发; 同时压裂规模越大, 煤层气井产量越高, 为沁水盆地南部其他非主力煤层煤层气开发提供有益借鉴。

#### 5 基金项目(Fund support)

本文为中国石油华北油田科研项目“沁水老区提高采收率技术及低效井盘活技术研究”(2022-HB-M07)资助的成果。