

葛泉煤矿南翼瓦斯地质特征

刘国林^{1,2}, 潘 懋¹, 谢 宏^{1,2}, 苏建国³

(1. 北京大学地球与空间科学学院, 北京 100871; 2. 华北科技学院, 北京 101601;
3. 河北冀中能源有限责任公司, 河北 邢台 054021)

摘 要：揭示了葛泉煤矿褶皱构造、断裂构造发育，且其南翼比北翼更为复杂的地质构造特征；指出了影响该矿南翼瓦斯涌出异常的主要地质因素是地质构造；研究了该矿南翼瓦斯地质特征，并提出了用地质构造特征预测瓦斯涌出异常区的建议和技术措施。这对该矿安全生产有重要意义。

关键词：葛泉煤矿；地质构造；瓦斯；瓦斯地质

中图分类号：P618.11

文献标识码：A

0 引言

葛泉煤矿位于河北省邢台市西南 18 km，该井田主要含煤地层为上石炭统太原组及下二叠统山西组，目前开采 2[#] 煤层。在其北翼开采时瓦斯涌出正常，从未发生过瓦斯动力现象、爆炸及燃烧事故，历年矿井瓦斯等级鉴定结果均属低瓦斯矿井；但在开采南翼 2[#] 煤层时出现了瓦斯涌出局部异常现象，尤其南翼集中巷施工时发生了瓦斯动力现象，在工作面下巷施工中也出现了瓦斯涌出异常现象。如：南翼轨道上山掘进超过坡头 100 m 时，底板水冒泡，水面瓦斯浓度达 2% 左右；右翼回风巷距南翼 - 180 m 交叉以里 20 m 处顶板裂隙涌出瓦斯达 4% 左右，且探巷掘进过程中顶板不断出现响炮声等等。为此，本文对葛泉煤矿南翼瓦斯地质特征进行了专题研究，通过全面收集分析现场资料、实地观测分析等，总结该矿南翼瓦斯地质特征，对影响瓦斯涌出异常现象的主要地质因素进行分析，为预防瓦斯事故的发生提供了决策依据。

1 葛泉煤矿地质构造特征

葛泉煤矿褶皱和断裂构造发育，总体表现为被纵向正断层强列切割的 NE 向复向斜构造（见图 1）。褶皱构造主要是 NE 向的葛泉复向斜，井田北翼为下解向斜，南翼为大油村向斜，两个向斜中间为曹章背斜。井田断裂构造发育，主要表现为 NE 向阶梯状不对称地堑。相对而言，井田北部地层产状比较稳定；井田南部断层破坏强烈，地层产状变化较大。

该井田构造发育规律主要表现为：

收稿日期：2009-04-03

作者简介：刘国林（1963-），男，北京大学博士后，教授，主要从事地质工程及安全工程科研和教学工作。E-mail：

lgl@ncist.edu.cn

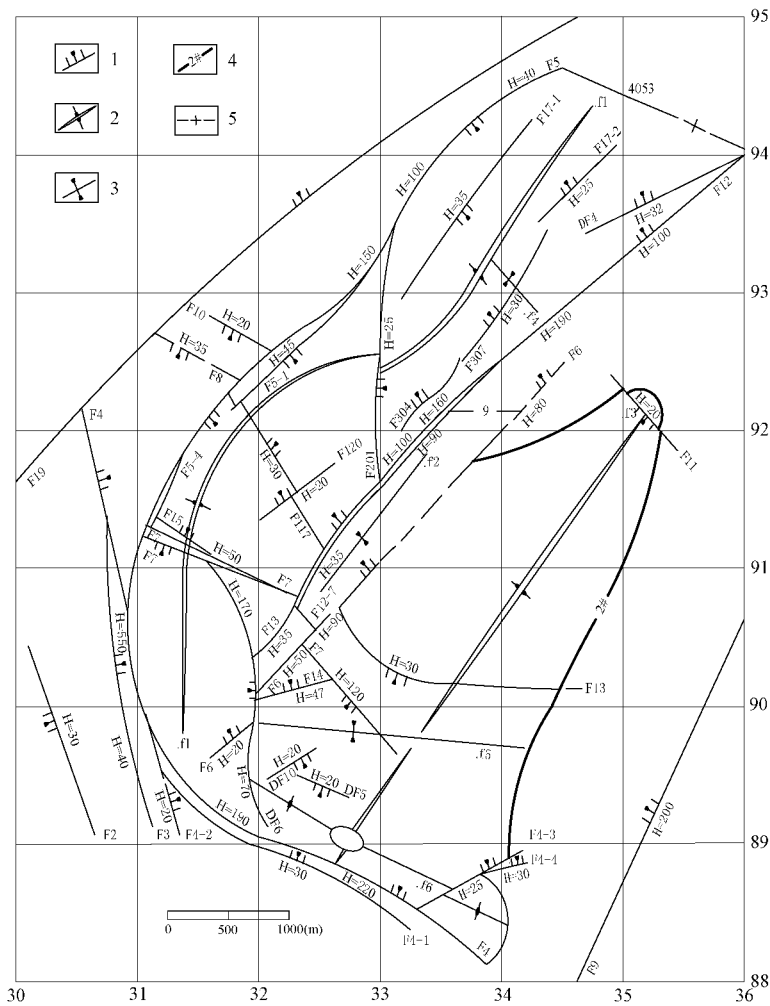


图 1 葛泉煤矿构造纲要图

Fig.1 Structural sketch of Gequan coal mine

1—正断层；2—向斜；3—背斜；4—煤层露头；5—矿井边界

f1—下解向斜；f2—曹章背斜；f3—大油村向斜

- ① 井田内褶皱构造发育，出现 NE 向与 NWW 向两组褶皱，其中 NE 向褶皱为主。NE 向褶皱有下解向斜（f1）、曹章背斜（f2）及大油村向斜（f3），它们构成井田褶皱构造的主体（即葛泉复向斜）；NWW 向褶皱仅在井田南部有所显示，属井田内次要褶皱构造，而且表现为向斜宽缓开阔、延伸较远，背斜紧闭。
- ② 井田内断裂构造发育，按断层走向可分为 NE 向、NW 向、近 SN 向及近 EW 向 4 组，其中 NE 向断层构成井田断裂构造的基本格架，即呈阶梯状不对称的地堑、地垒式组合形式，如 F9 正断层和 F5 正断层组即分别构成葛泉阶梯式不对称的地堑的东南和西北边界，而 F5 正断层组则是由 5 条倾向相同的正断层的阶梯状组合；按断层性质井田内断层绝大多数均为正断层。
- ③ 井田内断裂构造发育程度在平面上表现出明显的不均匀性，即井田的西部较东部断裂发育强烈，南部较北部断裂发育强烈。东北部大中型断层以 NE—NNE 向纵断层为主，西

南部以 NW、NE 相互交切的正断层为主，地层产状也表现出东北部稳定，而西南部断层破坏强烈，地层产状变化较大。

④ 规模较大的断层常表现为几条断层组成的断层带，而且常平行展布，规模较大断层的旁侧及尖灭处小断层密集发育，如 F5、F12、F17 正断层组等。

⑤ 断层发育具有选择层位的特点，如在硬岩层中表现为高角度正断层，而在较软岩层（尤其是煤层）中表现为低角度正断层，仅发育于煤层中的断层也时有遇见。

2 葛泉煤矿南翼瓦斯地质特征

瓦斯分布的不均衡是普遍现象，不同煤田、不同井田、不同采区、不同煤层，甚至同一采区或同一煤层的不同部位，其瓦斯的分布均有差异。这种差异主要表现在煤层瓦斯含量和瓦斯涌出量的不同，瓦斯分布的不均衡既受各种地质因素的控制^[1]，又受采掘生产活动等人为因素的影响。葛泉煤矿南翼瓦斯地质特征主要表现在以下方面：

2.1 瓦斯分布现状

从太行山东麓煤田煤层瓦斯的分布情况看，邢台矿区绝大部分为低瓦斯矿井，但勘探资料就表明显德旺煤矿（尤其是向深部发展）、葛泉煤矿和邢东区的部分矿井（如邢北煤矿、隆尧煤矿等）或矿井的部分区段煤层瓦斯含量较高（见表 1），而且这种情况已为矿井生产实践所验证。

表 1 太行山东麓部分矿区煤层瓦斯含量表					
Table 1 Coal gas continents in several coal mines in east side of the Taihang Mountains					
矿区名称	钻孔位置	煤层层位	煤层埋深/m	甲烷含量/（mL·g ⁻¹ ）	甲烷占气组成的比例/%
邢台	显德旺	C—P	600	13.17	88.47
	邢东	C—P	400~1000	1.40~6.76	58.12
	尧山	C—P	500	0.01	1.18
	葛泉	C—P	900	4.10	76.34
	临城	C—P	1000	2.94	73.60
峰峰	梧东	C—P	1000	2.02	95.93
	羊东	C—P	1200	10.81	93.35
	大淑村	C—P	1000	8.05	85.25
蓟玉	下仓	C—P	1000	0.63	39.85
开滦	东欢坨	C—P	1000	2.79	72.60
	林、赵深部	C—P	1500	11.06	91.94

2.2 瓦斯分布与煤层埋深的关系

自该井田的北部向南部，随着煤层埋藏深度增大，煤的变质程度增高明显，煤层的甲烷含量总体显现出明显的增高规律，预测煤层埋深最大的部位，甲烷含量可能接近 5 mL/g 可燃物，该部位煤层瓦斯含量、矿井瓦斯涌出量以及煤层瓦斯压力均可能出现较高情况，如以纵向切割整个井田的 F₅ 断层为分界线，可把该井田的 2[#] 煤层分为两个构造单元，葛 68、葛 77 钻孔处于东西部构造单元，葛 68 钻孔 204.99 m 见到 2[#] 煤层，取煤层瓦斯煤样分析甲烷含量为 0.04 mL/g，而葛 77 钻孔 276.46 m 见到 2[#] 煤层，取煤层瓦斯煤样分析甲烷含量为 4.10 mL/g。

2.3 瓦斯分布与地质构造的关系

葛泉煤矿南翼 2[#] 煤层瓦斯含量及瓦斯涌出量大小主要与地质构造因素有关, 受地质构造因素的影响, 在局部地质构造复杂的地点, 煤的变质程度变化较大, 瓦斯含量和可解吸瓦斯量也明显增大, 甚至出现瓦斯动力现象。

如从褶皱构造看, 该井田南翼的大油村向斜内发育有更次一级的褶曲构造, 南翼 1525 运输巷就过一个次级向斜轴部, 该次级向斜轴部煤层埋深大、局部应力集中且小构造发育, 从而导致局部煤层瓦斯含量及可解吸瓦斯量明显增大 (在该处采煤样测试, 试验编号为 2005-7[#]、2005-8[#] 的煤样瓦斯放散初速度即 ΔP 测得值分别为 27 和 25), 甚至局部出现了瓦斯动力现象。

从断裂构造看, 该井田大多为正断层, 而且落差小于 20 m 的正断层十分发育; 断层多呈阶梯状、地堑、地垒的组合型式, 正断层成群、成带发育规律明显; 该井田北翼主要发育 NE 向的正断层, 把煤层切割成 NE 向条带, 而南翼不同方向的正断层均较发育, 把煤系切割成大小不同的断块。落差大于 20 m 的正断层, 垂向及水平方向切割和延伸远, 主要表现为张性, 有利于煤层瓦斯的逸散, 这类断层附近煤层瓦斯含量及瓦斯涌出量较低。而从断层组合型式看, 地堑式组合型式中, 同煤层在地堑内的标高相对变低, 而该井田煤层瓦斯含量随煤层埋深的变化又比较明显, 则地堑内煤层瓦斯含量及瓦斯涌出量相对略高, 如该区邢台煤矿 30 多年来的开采实践表明, 瓦斯涌出量和瓦斯含量随着煤层埋深的增加而加大。同位于断层下盘的邢-2 号测点和邢-4 号测点, 二者相比埋深相差 33 m, 基岩厚度相差 67 m, 煤层瓦斯含量后者大于前者 $0.53 \text{ m}^3/\text{t}$, 后者为前者的 2.1 倍; 同位于断层上盘的邢-3 测点和邢-5 测点, 二者相比埋深相差 28 m, 基岩厚度相差 69 m, 煤层瓦斯含量后者大于前者 $1.66 \text{ m}^3/\text{t}$, 后者为前者的 1.9 倍。主要发育于煤层中的层滑断层, 由于其主要局限在煤层中, 且上盘煤层略厚, 这种断层对煤层顶底板的切割破坏较弱, 则这种断层附近煤层瓦斯含量及瓦斯涌出量较高; 一条断层表现为几条分支断层, 而且其展布又表现为阶梯状时, 断裂带内煤层瓦斯含量及瓦斯涌出量并不高, 而主断层两侧一定部位煤层瓦斯含量及瓦斯涌出量反而略高。

2.4 瓦斯分布与煤变质程度的关系

根据矿井勘探资料, 葛泉井田内已施工的井巷工程及钻孔虽然没有发现火成岩侵入体, 但在该井田南部的一些钻孔中却发现了岩浆热液形成的石英岩脉、碳酸盐类以及天然焦, 而且河北地质二队勘探资料^①表明, 该井田南部以西葛泉村为中心, 有一较大闪长岩侵入体侵入奥陶系石灰岩中, 并有铁矿形成, 侵入层位较高, 距地表浅, 向东北呈倾伏状态潜伏于煤系基底的奥陶系石灰岩中。从葛泉井田煤变质规律看, 自东北向西南, 变质程度依次增高, 从焦煤变为无烟煤, 而且煤层瓦斯含量也有类似的变化规律性, 这说明该火成岩侵入体对该井田的煤层变质、煤层瓦斯含量还是有明显影响的, 也可以利用煤层变质规律来预测这一因素对煤层瓦斯含量影响的情况。

3 防治瓦斯事故的建议及技术措施

葛泉煤矿瓦斯地质特征分析表明, 该矿总体上具有低瓦斯矿井的基本瓦斯赋存特征, 但

① 河北煤田地质局二队. 葛泉井田精查勘探地质报告. 1979.

在该矿南翼的局部地质构造复杂部位，煤层瓦斯含量和瓦斯涌出量明显增大，甚至出现瓦斯动力现象，对此必须予以高度重视，并采取相应的处理措施。

3.1 开展瓦斯地质基础工作

瓦斯地质是把瓦斯作为一个地质体，用地质学的方法，研究煤体中瓦斯的形成、赋存和分布规律，并运用这些规律为煤矿安全生产服务^[2~4]。瓦斯地质工作的理论基础是瓦斯作为地质体，明显地受到地质条件的控制；瓦斯地质工作的主要目的就是搞清瓦斯地质规律，指导煤矿安全生产。瓦斯地质工作研究的主要内容是煤体中瓦斯的形成、赋存和分布规律，具体包括：瓦斯成分和性质的研究，瓦斯在煤层中赋存状态的研究，瓦斯运移和分带的研究，瓦斯动力现象特征及影响因素的研究，瓦斯预测、预报和预防的研究等等。开展瓦斯地质工作，要注意如下问题：

- ① 组建瓦斯地质工作机构或配备瓦斯地质工作人员；
- ② 开展瓦斯地质基础工作，研究探索瓦斯地质规律；
- ③ 编制矿井瓦斯地质图，指导煤矿安全生产。

3.2 按瓦斯危险程度进行分级管理

煤层瓦斯分布以及突出煤层的突出点和突出区分布都是不均匀的，所以，对矿井瓦斯实行分级管理不仅是必要的，而且在技术上是可能的。分级的依据是矿井实际揭露的瓦斯情况和矿井自然条件，分级的目的是对不同瓦斯危险程度的区域采取相应的技术措施、管理措施和仪器设备，在保证安全生产的前提下改善矿井的技术经济指标，创造更好的经济效益和社会效益。从煤矿安全生产实践看，高瓦斯矿井（如淮南、平顶山等矿区）在矿井瓦斯综合治理时均采用了瓦斯分级管理的理念和方法，而且取得了明显效果。

按瓦斯危险程度进行分级管理的关键是分级标准的确定。根据葛泉矿实际情况，结合井下实测数据分析，确定分级标准如表 2 所示。

表 2 葛泉煤矿瓦斯分级标准
Table 2 Gas classification criteria for Gequan coal mine

瓦斯级别	分级依据	瓦斯管理方式
瓦斯正常区域	采面瓦斯涌出量少于 5 m ³ /min 或掘进面瓦斯涌出量小于 3 m ³ /min；或者采面相对瓦斯涌出量小时 10 m ³ /t，爆炸作业后回风流中瓦斯浓度小于 1.5%，瓦斯涌出正常	按低瓦斯矿井管理
瓦斯异常区域	具备下列条件之一，即属瓦斯异常区域：采面瓦斯涌出量大于 5 m ³ /min 或掘进面瓦斯涌出量大于 3 m ³ /min；采面相对涌出量大于 10 m ³ /t；爆破作业后回风流中瓦斯浓度达到 1.5%	参照高瓦斯矿井管理
瓦斯动力现象区域	具备下列条件之一，即为动力现象区域：响炮炮、支架断裂、打钻喷粉；瓦斯涌出忽大忽小、气温异常、煤尘量增大、打钻喷瓦斯；煤层厚度剧变、煤质暗淡无光、强度降低、煤层层理紊乱；出现明显的构造煤	参照突出矿井管理

瓦斯异常区域，掘进工作面考虑瓦斯治理时，一定要注意爆破参数的合理选择，对炮眼、装药量要进行有效限制；要避免平行作业，选择交替作业；可以尝试钻孔释放瓦斯。采煤工作面考虑瓦斯治理时，要注意控制机组运行速度；注意合理选择截割参数；也可以尝试钻孔释放瓦斯。

瓦斯动力现象区域，考虑瓦斯治理时，要注意“四位一体”防突综合措施的运用，即突出危险性预测、防治突出措施、防治突出措施的效果检验、安全防护措施。

4 认识与结论

葛泉井田褶皱和断裂构造发育，总体表现为 NE 向的葛泉复向斜，该复向斜由下解向斜、曹章背斜及大油村向斜组成；井田断裂构造发育，发育走向 NE、NW、近 SN 及近 EW 向四组断层，主要发育走向为 NE 向正断层，并呈阶梯状及不对称地堑组合形式；井田内断层发育程度在平面上表现出明显的不均匀性，井田北部地层产状比较稳定；井田南部断层破坏强烈，地层产状变化较大。

影响葛泉井田瓦斯分布的地质因素有煤层埋深、地质构造及煤变质程度等，但影响葛泉井田南翼瓦斯涌出异常的主要地质因素是地质构造，如次级向斜的核部、小断层密集区及地层产状变化大的部位瓦斯涌出异常，甚至局部出现瓦斯动力现象。

建议在该井田南翼生产过程中，强化瓦斯地质基础工作，研究探索地质因素对瓦斯分布的影响规律，用这些规律去指导瓦斯涌出异常区的预测工作，并尝试瓦斯分级管理措施的运用。

参 考 文 献

[1] 张子敏. 瓦斯地质基础 [M]. 北京：煤炭工业出版社，2008.
ZHANG Zi-min. The foundation of gas geology [M]. Beijing：China Coal Industry Publishing House，2008.

[2] 焦作工学院瓦斯地质研究室. 瓦斯地质概论 [M]. 北京：煤炭工业出版社，1990.
The Research of Gas Geology, Jiaozuo Engineering Institute. The summary of gas geology [M]. Beijing：China Coal Industry Publishing House，1990.

[3] 王兆丰，张子戌，张子敏. 瓦斯地质研究与应用 [M]. 北京：煤炭工业出版社，2003.
WANG Zhao-feng, ZHANG Zi-xu, ZHANG Zi-min. The research and application of gas geology [M]. Beijing：China Coal Industry Publishing House，2003.

[4] 张子敏，张子戌，王兆丰. 瓦斯地质理论与实践 [M]. 长春：吉林科学技术出版社，2005.
ZHANG Zi-min, ZHANG Zi-xu, WANG Zhao-feng. The theory and practice of gas geology [M]. Changchun：Jilin Press of Science and Technology.

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF GAS
ON SOUTH LIMB OF GEQUAN COAL MINE

LIU Guo-lin^{1,2}, PAN Mao¹, XIE Hong^{1,2}, SU Jian-guo³

- (1. College of Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing 100871, China；
- 2. North China Institute of Science and Technology, Beijing 101601, China；
- 3. Hebei Jizhong Energy Co. Ltd., Xingtai 054021, China)

Abstract：In the Gequan coal mine, such geological structures as folds and faults are extensively developed, and the geological structures are more complex on its south limb than on its north limb. A study of gas geology on the south limb indicates that the geological structures are leading factors bringing about the abnormality in gas effusing. Some suggestions and measures are given for forecasting the abnormal gas effusing.

Key words：Gequan coal mine；geological structure；gas；gas geology