

唐恩贤. 矿井瓦斯与油型气共生灾害防治技术在黄陵矿区的探索与实践[J]. 矿业安全与环保, 2016, 43(1): 81-84.  
文章编号: 1008-4495(2016)01-0081-04

# 矿井瓦斯与油型气共生灾害防治技术在黄陵矿区的探索与实践

唐恩贤

(陕西陕煤黄陵矿业有限公司 陕西 黄陵 727307)

**摘要:** 介绍了国内外瓦斯与油型气灾害防治技术的研究现状。针对黄陵矿区煤油气共生的实际情况,采用掘前定向长钻孔区域预抽、掘进工作面边掘边抽、采前预抽、顶板走向高位裂隙抽放、上隅角抽放、采空区泄压抽放等综合措施,对矿井瓦斯进行了治理,并介绍了油型气灾害防治技术及方法。实践结果表明:采用措施后,黄陵矿一、二号矿井再没有发生过瓦斯与油型气的异常涌出情况,两矿井连续4年实现瓦斯零超限,防治效果良好。

**关键词:** 煤油气共生矿井; 油型气; 瓦斯; 灾害防治; 一通三防

中图分类号: TD712<sup>+</sup>.6 文献标志码: C 网络出版时间: 2016-02-02 23:12

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1062.TD.20160202.2312.028.html>

## Exploration and Practice of Prevention and Control Technology for Mine Gas and Oil-type Gas Disasters in Huangling Coal Mining Area

TANG Enxian

(Shaanxi Shanmei Huangling Mining Co., Ltd., Huangling 727307, China)

**Abstract:** This paper described the research status of the prevention and control technologies for mine gas and oil-type gas disasters both at home and abroad. To counter to the actual situation of coal-oil-gas association in Huangling Coal Mining Area, comprehensive gas control measures were taken, including regional gas pre-drainage by directional long holes before driving, gas drainage in the heading face while driving, gas pre-drainage before mining, gas drainage by high-located fractures along the roof, gas drainage from the upper corner angle, pressure-released gas drainage from gob and so on, the prevention and control technologies and methods for oil-type gas disasters were also described. The practice results showed that after the measures were taken, the abnormal gas and oil-type gas emissions did not occur in No. 1 and 2 mines in Huangling Mining Area, gas overrun did not happen in four years, and better gas prevention and control effect was achieved.

**Keywords:** coal-oil-gas association mine; oil-type gas; gas; disaster prevention; mine ventilation and prevention of mine fire, gas and dust

煤炭工业是我国国民经济的基础产业,但我国煤矿高瓦斯和突出矿井比例大约占总数的44%。在每年的重特大煤矿事故中,瓦斯事故死亡人数占其总死亡人数的比例最高,仅2014年发生的瓦斯事故就达47起、死亡266人,煤矿瓦斯防治形势依然严峻。

黄陵矿区是国家“八五”重点建设项目,属于煤油气共生矿区。随着矿井开采活动的进行,矿井瓦

斯涌出量逐年增大,同时,出现了围岩油气异常涌出现象,其中底板油型气涌出尤为严重,且具有突发性、隐蔽性(异常涌出前无明显征兆)和涌出量大等特点,成为影响矿井安全高效开采新的致灾因素。笔者将基于黄陵矿区自身特点,对瓦斯防治技术进行探索和应用。

### 1 瓦斯与油型气灾害防治国内外研究现状

#### 1.1 瓦斯防治技术研究现状

国外煤矿瓦斯抽采较早,其中代表性的有美国黑勇士盆地采用的基于地面钻井的煤体预抽和采空

收稿日期: 2015-09-23; 2015-12-20 修订

作者简介: 唐恩贤(1962—),男,陕西蓝田人,1986年毕业于西安矿业学院,采矿高级工程师,副总经理、总工程师,主要从事企业技术管理工作。

区抽放技术,前苏联采用的交叉钻孔煤层瓦斯预抽技术等。在工艺和设备方面,美国研制出 DGS 定向传输系统,提高了单孔瓦斯抽采量<sup>[1]</sup>。国内技术应用研究的快速发展主要在 2000 年以后,逐渐形成了以淮南、重庆、铁法、阳泉和晋城等区域集团公司为代表的多种瓦斯抽采技术,主要有:穿层网格式布孔大面积煤层瓦斯抽放,钻孔抽采上邻近层和采空区瓦斯,多区段集中抽采上邻近层和采空区瓦斯,交叉钻孔抽采本煤层瓦斯,高抽巷抽采邻近层卸压瓦斯和采空区瓦斯、本煤层瓦斯和采空区瓦斯的综合立体抽放技术。

## 1.2 油型气防治技术研究现状

国内外对油型气相关技术的研究主要集中在油型气识别和防治技术两方面。油型气包括湿气(石油伴生气)、凝析气和裂解气。国外学者主要以气体组分作为鉴定指标,并在同位素研究方面进行了许多有效的研究,取得了许多重要成果;国内学者则将天然气与油、源岩作为有机整体来研究<sup>[2-5]</sup>,提高了鉴别的可靠性和准确度。煤矿油型气防治技术方面,从 20 世纪 70 年代开始,我国围绕“煤油气共生条件下能否采煤、安全生产有无保障”等问题开展了相应的研究<sup>[6-9]</sup>。其中在陕西省焦坪矿区,由陕西省煤炭工业局、西安矿业学院等单位共同进行了煤、油共生条件下煤炭安全开采的科学研究工作,主要从焦坪矿区油气赋存情况、石油对煤氧化自燃性能的影响、油气浓度变化影响因素的初步分析等方面展开了研究。

总体而言,国内外在瓦斯抽采技术方面,有不少成功的经验可以借鉴,但在油型气防治方面的研究文献较少,且研究成果主要针对的是铜川矿区的瓦斯与火灾相关治理,对油型气本身的治理研究较少。随着近几年煤矿开采与瓦斯防治技术与能力的不断变化,急需一套适应当前矿井技术发展形势的综合性防治技术方案。

## 2 黄陵矿区瓦斯与油型气赋存状况

### 2.1 瓦斯赋存状况

黄陵矿区延安组各煤层均属低变质程度的气煤或气肥煤。根据不同煤岩组分热模拟生烃实验结果,气煤的总生气量在 48~122 m<sup>3</sup>/t,肥煤的总生气量为 65~170 m<sup>3</sup>/t。该阶段煤属“少生中储”类型,即生气量小于最大吸附容量,吸附能力中等。其次,黄陵矿区所在的黄陵煤田为中生代鄂尔多斯聚煤盆地的一部分,为稳定地台陆相成煤,地质构造稳定、煤层保存完整,且煤层受构造作用改造相对较弱,煤

及其伴生瓦斯具有相对较好的地质赋存背景。

通过勘探查明,黄陵矿区瓦斯赋存不均衡,瓦斯主要来源于工作面煤层和采空区。掘进期间最大瓦斯涌出量达 9.2 m<sup>3</sup>/min;采煤工作面回采期间绝对瓦斯涌出量最高达 45.0 m<sup>3</sup>/min,相对瓦斯涌出量达 8.5 m<sup>3</sup>/t。通过煤样分析可知,煤层为可抽采煤层。

### 2.2 油型气赋存状况

目前,黄陵公司一、二号煤矿均发生过油型气涌出情况,虽未掌握其赋存规律,但根据经验初步绘出了油型气可能的赋存区域。在实际生产过程中,二号煤矿大部分区域煤层顶底板有油型气涌出现象,从 2011 年至今二号煤矿共计有 3 个盘区发生 5 次油型气涌出,最大一次涌出量 35 万 m<sup>3</sup>,给矿井生产造成巨大威胁。

实践表明,黄陵矿区油型气赋存极不均衡。掘进期间单元内最大油型气涌出量达到 35 万 m<sup>3</sup>;采煤工作面回采期间发生的油型气涌出量最高达到 6 万 m<sup>3</sup>。井下部分涌出区域测得油型气压力最大为 1.02 MPa;储集层孔隙度为 2.73%~2.91%;储集层渗透率为(0.38~0.62)×10<sup>-4</sup> μm<sup>2</sup>。根据这 3 个数据分析,该储集层为低孔致密储集层。采用油型气压力反演,可以得出测点附近油型气的含量较大,孔隙度的数据说明了储集层的联通性较差,而渗透率极小,反映了油型气的透气性较差,后期治理较为困难。

油型气涌出灾害发生突然,无预兆,且每次涌出量大,容易导致瓦斯超限,采掘停滞,增加监测难度,危及工人生命安全,给矿井的安全生产带来极大威胁。

## 3 黄陵矿区瓦斯与油型气防治技术

### 3.1 瓦斯防治技术

#### 3.1.1 掘前定向长钻孔区域预抽

定向长钻孔区域瓦斯预抽工艺,不仅可以提高钻孔的抽放量和抽放效率,而且可以降低抽放成本,是抽放技术的发展方向。

黄陵矿区经过近几年科技攻关,研究获得了适合于黄陵矿区高瓦斯中厚煤层实际条件的定向长钻孔间距、钻孔直径、抽放负压、抽放半径、预抽期、封孔工艺等布置与抽放参数,为类似矿区定向长钻孔的布置提供了依据;并且得到适合于黄陵矿区实际地质条件的定向长钻孔施工工艺,成功实现中厚煤层中施工千米定向长钻孔,单孔最深达到 1 114 m,并通过钻机优化,钻孔施工进度最高达到 284 m/d;提出了适合黄陵矿区实际条件的定向长钻孔区域预抽煤层瓦斯技术。采用了两种区域预抽方式:①利用千米定向钻机在大巷内向未开采区域定向钻孔抽

放;②从综采工作面辅运巷向相邻未开采区域(相邻工作面)定向钻孔抽放。

### 3.1.2 掘进工作面边掘边抽

为了解决掘进工作面瓦斯涌出量大的问题,严格以“边探边抽、边掘边抽”的方式进行瓦斯抽放。边掘边抽主要针对煤巷和半煤巷瓦斯涌出异常区和构造区,主要采用两种方式:双巷掘进时的边掘边抽和单巷掘进时的边掘边抽。在掘进巷道两侧施工钻场,在钻场内向工作面及前方施工钻孔抽放。钻场间距60 m一组,每个钻场6~7个钻孔。其中,朝向工作面前方的钻孔为边掘边抽孔,朝向工作面的扇形孔为煤层预抽孔。

### 3.1.3 采前预抽

本煤层采前预抽主要采用两种方式:扇形孔预

抽和平行孔预抽。施工备采面倾向顺层预抽钻孔,钻孔沿采煤工作面两巷方向打煤层钻孔,钻孔平行布置,仰角 $3^{\circ}$ ,钻孔间距6 m,钻孔直径93 mm,钻孔深度200~230 m。

### 3.1.4 顶板走向高位裂隙抽放

高位裂隙抽放主要分两种方式:①在工作面回风巷每50 m布置1组抽放钻场,每组呈扇形布置9个钻孔,终孔位置位于采空区距离巷道顶板不低于5 m的位置,孔深120 m,孔径113 mm(或153 mm),如图1所示。②在相邻巷道进行高位裂隙钻孔抽放,即在与本工作面回风巷相邻的下一个工作面的进风巷向本工作面施工高位钻孔,抽放采空区裂隙带瓦斯,钻场间距40 m,每个钻场布置7~9个孔,如图2所示。

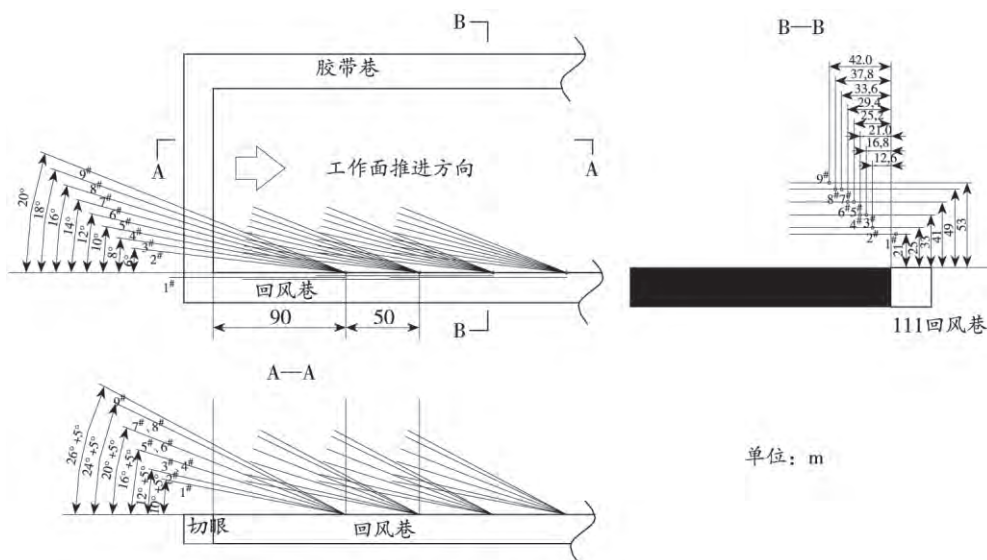


图1 方式①高位裂隙瓦斯抽放示意图

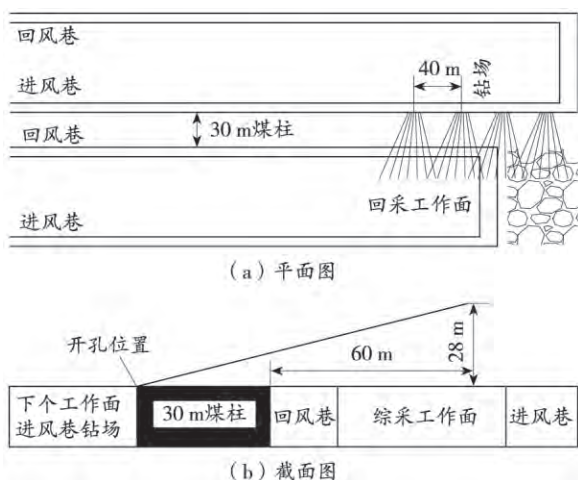


图2 方式②高位裂隙瓦斯抽放示意图

### 3.1.5 上隅角抽放

高位钻孔能有效拦截邻近层向采空区涌入的大部分瓦斯,但仍有一部分瓦斯进入到采空区内。同

时,煤柱、遗煤等也不断地向采空区涌入瓦斯。上隅角作为整个工作面采空区的漏风汇集区,容易形成瓦斯积聚,引起瓦斯超限。为了避免上隅角瓦斯超限,除了采用顶板走向高位钻孔抽放瓦斯外,还采用了工作面上隅角瓦斯抽放。

上隅角埋管抽放采用 $\phi 225$  mm PVC管路伸入上隅角采空区,迈步式安设抽放立管,间距30 m。对采空区瓦斯含量较小的上隅角,采用插管的方式。

### 3.1.6 采空区泄压抽放

采空区瓦斯压力较大时,从相邻工作面巷道向采空区的瓦斯涌出带和瓦斯过渡带分别钻孔抽放,并随着工作面推进进行钻孔抽放,如图3所示。

### 3.2 油型气防治技术

在掘进工作面分别向煤层及煤层顶底板施工超前探孔,探孔参数如下:孔数6个(顶板1个、煤层2个、底板3个),超前孔长30 m,探测覆盖顶板高度

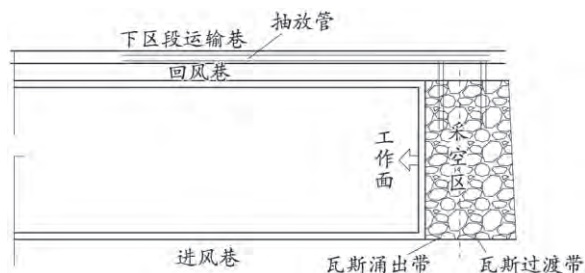


图 3 从相邻工作面巷道向采空内直接施工泄压抽放钻孔布置示意图

50 m、底板垂深 20 m、巷道两帮 26 m 范围。探孔超前工作面安全距离 10 m, 循环进行。掘进工作面探测到油型气后, 在巷道两侧钻场进行底板超前抽放, 如图 4 所示, 各钻孔参数见表 1。

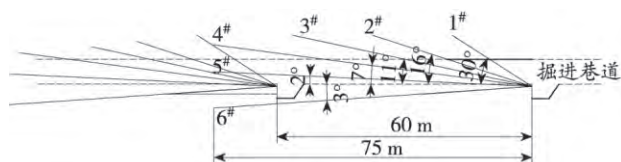


图 4 掘进工作面底板油型气抽放钻孔布置示意图

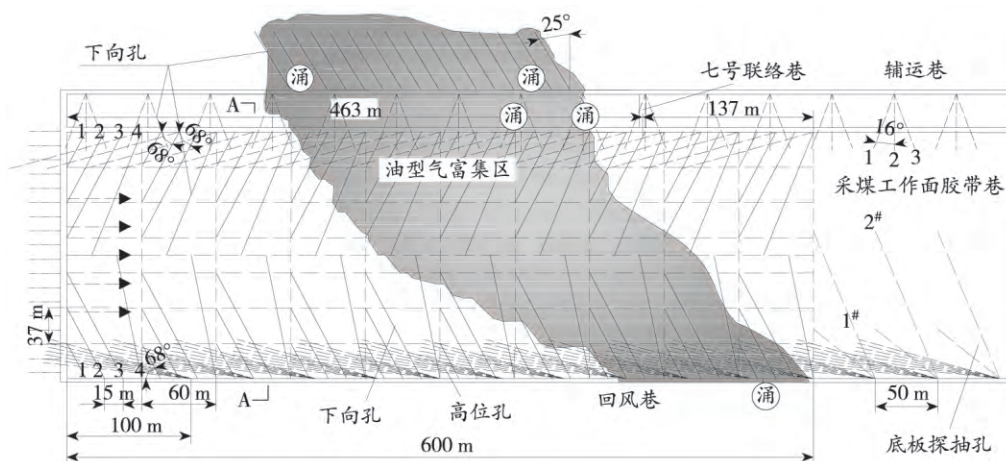


图 5 采煤工作面底板油型气治理钻孔布置示意图

通过采用以上瓦斯抽放方法, 有效地解决了本煤层、底板、顶板各含气层的瓦斯治理问题, 保证了瓦斯抽放效果。

### 3.3 瓦斯与油型气防治效果

随着多项科研成果的不断实践应用及相关综合防治措施的坚决贯彻执行, 在生产准备期间超前进行瓦斯与油型气灾害治理, 至回采时, 煤层及顶底板区域全部经过了超过 1 a 的探放。同时开展了瓦斯基础参数测定与瓦斯抽放效果评价工作, 所有工作面回采前都进行抽放效果评价, 保证预抽煤层瓦斯含量小于  $2.5 \text{ m}^3/\text{t}$ , 且瓦斯压力小于  $0.4 \text{ MPa}$ 。掘进工作面风排瓦斯量小于  $3 \text{ m}^3/\text{min}$ , 回采工作面风排瓦斯量小于  $5 \text{ m}^3/\text{min}$ , 黄陵公司一、二号煤矿再没有

表 1 掘进工作面底板钻孔参数

孔号	夹角/(°)	倾角/(°)	垂深/m	斜长/m	备注
1#	30	25	10	27	
2#	16	15	10	42	夹角以巷道
3#	11	10	10	61	中心线为基
4#	7	8	10	76	准, 顺时针
5#	2	8	10	76	旋转
6#	-3	8	10	76	

采煤工作面中部沿推进方向向底板施工的超前探孔 8 个, 钻孔水平投影长 30 m, 每次推采 20 m, 留 10 m 安全距离, 探孔垂深距底板 22 m, 循环进行。

采掘工作面探到有油型气时, 工作面停止生产, 抽放至气体涌出量为  $1 \text{ m}^3/\text{min}$  以下时恢复生产。回采工作面主要通过施工底板抽放钻孔, 进行油型气治理, 从回风巷和胶带巷同时施工底板钻孔抽放, 同时在工作面施工探测钻孔, 工作面安设应急抽放管路, 上隅角埋管等多种方式, 保证回采工作面安全生产。两巷底板抽放钻孔布置见图 5。

发生过瓦斯与油型气的异常涌出情况, 两矿井连续 4 年实现瓦斯零超限。

## 4 下一步工作方向

依据黄陵矿区瓦斯与油型气防治技术现状及存在的问题, 未来防治技术的发展规划如下:

1) 大力依托瓦斯实验室, 对公司几对矿井开展瓦斯抽放精细化工作, 尤其是建立瓦斯信息基础数据库, 增加数据测定的频率, 提高数据测定的精度, 完善数据测定的种类, 使得瓦斯防治多基于定量数据, 更加科学准确。

2) 一方面积极进行油型气地质工作, 探索油型

(下转第 88 页)

根据国家相关检测检验中心对四棵树煤矿七号平硐使用的三级煤矿许用乳化炸药的检验结果可知,对炸药进行的所有检测项目都符合国家标准,炸药爆炸后有毒气体含量为 20 L/kg,炸药产生的 CO 量为 42.82 m<sup>3</sup>。

### 3.4 A<sub>5</sub>04 工作面 CO 主要来源判定

根据监测数据计算出 2014 年 3 月 11 日至 6 月 2 日 CO 总涌出量为 353.42 m<sup>3</sup>。根据超前深孔预裂爆破钻孔布置,炸药产生的 CO 量为 42.82 m<sup>3</sup>。炸药产生的 CO 量占 CO 涌出总量的 12%,剩余 88% 的 CO 为采空区遗煤氧化产生的。因此,A<sub>5</sub>04 工作面 CO 主要来自采空区遗煤氧化产生的 CO。

## 4 结语

1) 通过分析工作面位置关系及监测数据,排除了 CO 来源于地表露天矿、本煤层邻近采空区的可能性。

2) 通过对超前预裂爆破产物和采空区遗煤氧化影响条件的分析,确定了 A<sub>5</sub>04 综放工作面 CO 来源于本煤层超前预裂爆破和采空区遗煤氧化。

3) 通过统计分析大量 CO 监控数据,计算出了 2014 年 3 月 11 日至 6 月 2 日期间综放工作面 CO 总

涌出量为 353.42 m<sup>3</sup>。

4) 统计分析 3 个月期间超前预裂钻孔布置组数、炸药使用量,结合炸药年检报告,计算出炸药爆破后产生的 CO 量为 42.82 m<sup>3</sup>。

5) 通过对 CO 涌出总量和炸药爆破后产生的 CO 量的分析,综合判断出 A<sub>5</sub>04 综放工作面 CO 主要来源于采空区遗煤氧化。

## 参考文献:

- [1] 王新宇,邬剑明,吴玉国.神东矿区工作面 CO 来源分析及超限控制措施[J].煤矿安全,2013(8):132-134.
- [2] 张德鹏,王志刚,孙勇,等.我国煤矿 CO 超限研究现状及趋势[J].煤矿安全,2013(4):183-185.
- [3] 刘佩,黄汉富,曾金元.司马矿综放工作面 CO 来源分析及自燃预测预报体系的建立[J].矿业安全与环保,2009,36(6):61-63.
- [4] 杨广文,艾兴.大雁二矿 250 综采工作面 CO 来源的分析及治理[J].煤矿安全,2013(10):41-43.
- [5] 李俊成.综放工作面 CO 超限原因分析及治理[J].煤矿开采,2012(5):91-94.
- [6] 陈明河.五虎山煤矿 1201 工作面 CO 浓度超限原因分析及治理[J].矿业安全与环保,2014,41(3):105-108.

(责任编辑:陈玉涛)

(上接第 84 页)

气赋存规律,使瓦斯防治措施能更加有的放矢,精确高效;另一方面大力推广液态二氧化碳相变致裂高效增透等技术,使防治技术更加安全高效。

## 5 结语

经过近几年的不断摸索和总结,黄陵矿区在瓦斯防治和油型气治理的关键技术方面已有所突破,形成了区域治理和局部治理相结合的瓦斯油型气综合治理措施体系。并与业内科研院所、高校展开了广泛的合作研究,取得了积极成果。随着科研成果的不断应用,黄陵矿区对瓦斯油型气防治措施将不断完善,最终形成一套适合于黄陵矿区油气共生矿井的瓦斯及油型气综合防治技术体系。该技术体系适用于黄陵煤田或国内其他煤油气共生条件下的矿井瓦斯综合防治工作,具有较高的指导借鉴意义和推广应用前景。

## 参考文献:

- [1] 梁建民,韩关桥,谭建军.煤矿瓦斯抽采技术的应用对比

[J].煤炭与化工,2014,37(9):4-10.

- [2] 秦玉金.地勘期间煤层瓦斯含量测定方法存在问题及对策分析[J].煤矿安全,2011,42(8):144-146.
- [3] 任怀强,杨勇,单素红.煤成气与油型气的地球化学识别方法评述[J].西部探矿工程,2005(9):64-66.
- [4] 宋岩,柳少波,洪峰,等.中国煤层气地球化学特征及成因[J].石油学报,2012,33(S1):99-106.
- [5] 戴金星.天然气碳氢同位素特征和各类天然气鉴别[J].天然气地球科学,1993(21):1-40.
- [6] 封华,徐永亮,任万兴.焦坪矿区油气伴生特性及其对瓦斯爆炸极限的影响[J].矿业快报,2007,23(7):53-55.
- [7] 焦坪矿区油气赋存情况调查分析《煤、油共生安全问题研究课题》材料之一[J].陕西煤炭,1982(1):2-7.
- [8] 煤、油共生矿井中光学瓦斯检定器的应用及安全指标的确定《煤、油共生安全问题研究课题》材料之二[J].陕西煤炭,1982(1):7-10.
- [9] 石油对煤氧化自燃性能的影响《煤、油共生安全问题研究课题》材料之三[J].陕西煤炭,1983(1):1-5.

(责任编辑:陈玉涛)