

Wasi Dizhi Yu Wasi Fangzhi

瓦斯地质与瓦斯防治

王兆丰 宋党育 张明杰 主编

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

瓦斯地质与瓦斯防治

王兆丰 宋党育 张明杰 主编

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书收录了瓦斯地质基础研究和瓦斯灾害防治技术与工程应用方面的论文 50 余篇,其中部分论文在 2014 年和 2015 年中国煤炭学会瓦斯地质学术年会上进行宣读或交流,是近几年来瓦斯地质基础研究和瓦斯灾害防治技术与应用方面的成果总结,同时也反映出我国在瓦斯地质基础理论与应用方面的最新进展与发展方向。

本书可供从事瓦斯地质、煤层气地质、矿井地质、通风安全、采矿工程等专业的现场技术人员和高校相关专业本科生和研究生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

瓦斯地质与瓦斯防治技术/王兆丰,宋党育,张明杰主编.
—徐州:中国矿业大学出版社,2015.8

ISBN 978 - 7 - 5646 - 2765 - 2

I. ①瓦… II. ①王… ②宋… ③张… III. ①瓦斯
煤层—地质学②瓦斯爆炸—防治 IV. ①TD712

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 168823 号

书 名 瓦斯地质与瓦斯防治
主 编 王兆丰 宋党育 张明杰
责任编辑 王美柱 潘俊成
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)
营销热线 (0516)83885307 83884995
出版服务 (0516)83885767 83884920
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司
开 本 787×1092 1/16 印张 20 字数 512 千字
版次印次 2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月第 1 次印刷
定 价 58.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

瓦斯地质是 20 世纪 70 年代以来逐渐形成的一门新兴交叉学科。1985 年中国煤炭学会瓦斯地质专业委员会成立后,一直组织与瓦斯地质相关的学术交流、煤矿生产企业现场服务和与矿井瓦斯防治相关的技术推广工作。

自 2001 年以来,瓦斯地质专业委员会每年都组织召开瓦斯地质学术年会,全国与瓦斯地质研究相关的高校、科研单位和煤炭生产企业的科研与技术人员积极参会并进行学术交流与技术推广。在总结瓦斯地质研究与应用成果的基础上,历年来分别出版了《瓦斯地质新进展》、《瓦斯地质研究与应用》、《瓦斯地质理论与实践》、《瓦斯地质与瓦斯防治进展》、《基于瓦斯地质的煤矿瓦斯防治技术》、《瓦斯地质基础与应用研究》和《瓦斯地质研究进展》等学术文集。这些学术著作对瓦斯地质基础理论与瓦斯防治技术成果分阶段进行了总结,对瓦斯地质基础理论的丰富与完善以及瓦斯防治技术的进步和推广起到了积极作用。

按照中国煤炭学会第五届瓦斯地质专业委员会的工作计划,2015 年将召开第五届瓦斯地质专业委员会第二次全国瓦斯地质学术年会。瓦斯地质专业委员会从 2014 年和 2015 年全国各高校、科研单位及煤炭生产企业的科研与技术人员提交的参会论文中精选出 55 篇学术论文,编辑出版了《瓦斯地质与瓦斯防治》文集。本书中的论文涵盖瓦斯地质基础、瓦斯抽采技术、瓦斯防治技术和瓦斯预测预警四部分,可供从事瓦斯地质、煤层气地质、矿井地质、安全工程、采矿工程等专业的科研、教学及生产现场技术人员参考。

《瓦斯地质与瓦斯防治》由王兆丰、宋党育、张明杰主编,河南理工大学对本书的出版给予了大力支持与资助,在此深表感谢。

由于出版时间仓促,书中不足之处敬请读者批评指正。

中国煤炭学会
瓦斯地质专业委员会

2015 年 6 月

目次

瓦斯地质规律

- 阜康矿区 H_2S 异常煤矿地质控制因素分析 傅雪海, 刘小辉, 葛燕燕, 等(3)
- 平顶山矿区地形曲率对煤层瓦斯赋存的影响 张建国, 王满(7)
- 铁箕山煤矿 II 煤层瓦斯赋存规律 黄渊跃, 赵鹏涛(12)
- 华北上古生界煤田煤层瓦斯赋存与水文地球化学条件
关系 葛晓光, 杨柳, 叶永康, 等(17)
- 基于低温氮气吸附实验的无烟煤吸附孔隙结构表征 赵迪斐, 郭英海, 钱福常, 等(26)
- 基于压汞法探究裴沟矿二₁ 煤层的孔隙发育特征 宋播艺, 宋党育, 李春辉, 等(34)
- 南太行山东麓煤田岩浆热作用对瓦斯突出的影响 娄巍, 张明杰(41)
- 不同类型煤基活性炭结构特性与吸附行为研究 张小兵, 郇璇, 杨胜如(49)
- 深部煤层纯 CH_4 及三元混合气体吸附特征研究 翁红波, 刘高峰, 宋志敏(58)
- 谢桥矿瓦斯地质规律 王璐明, 崔洪庆(63)
- 赵庄矿 3# 煤层瓦斯赋存影响因素分析 刘毅, 芦海广, 李宏(68)
- 陈家山煤矿地质构造对瓦斯赋存规律影响的探讨 雷益龙, 刘新利(74)
- 福建省龙永煤田瓦斯地质规律分析 邓华元(80)
- 顾北煤矿井下钻探控制 F92 断层的经验与教训 齐鹏(85)
- 赵官矿单一低透薄煤层瓦斯分布规律及现场应用 聂凤祥, 赵延湘, 李明鑫, 等(90)
- 富瓦斯采空区探放水安全技术研究 庞贵智, 李存清, 刘佳, 等(97)
- 祁东煤矿瓦斯地质规律及区域突出危险性预测 洪荒(101)
- 煤中孔隙/裂隙的测定方法 余少凯, 宋播艺(107)
- 临汾地区煤储层孔隙结构特征及构造控制作用 王琳琳, 姜波(113)
- 地质构造对塘冲煤矿瓦斯赋存的影响 李曙光(120)

瓦斯抽采技术

- L 型井采空区瓦斯抽采技术与应用 柯昌友, 温俊三, 李海贵, 等(127)
- 基于定向钻进技术的高位长钻孔瓦斯抽采方法研究 尹志民, 李瑞敬(132)
- 大直径钻孔预抽煤层瓦斯技术在孟津煤矿的应用 李国旗, 潘峰, 吕保民(139)
- 顺层钻孔全程下筛管抽采瓦斯技术在新义矿的应用 李国旗, 潘峰, 陈旅(145)
- 贵州某矿井 C₀ 煤层上覆岩层三带分布及高抽钻孔抽采技术研究 汪东生(152)
- “高、低负压分源立体式”瓦斯抽采技术应用与实践 王勇, 朱焕然, 王旺旺(157)

低压力、低含量煤层水力压裂技术····· 汪有清,潘滔(166)
打钻视频监控系统在瓦斯抽采中的应用····· 汪有清,冯磊,潘滔(171)

瓦斯防治技术

晋煤集团瓦斯治理新技术试验研究····· 李海贵,韩德虎,刘毅,等(177)
林华煤矿9号煤层突出构造控制及防突技术····· 龙祖根,张鹏翔(182)
薛湖煤矿二₂煤层瓦斯膨胀能分布规律及突出预测指标临界值研究····· 常兴民(188)
高突低渗煤层复合水力化增透技术及应用研究····· 张连飞,武贵生,邱德才,等(196)
洪峰煤矿局部瓦斯涌出异常的防治····· 许建东(202)
新型胶囊封孔工艺在立井井筒揭煤中的应用····· 许堃(205)
神东煤炭集团保德煤矿瓦斯防治技术····· 张永福(210)
瓦斯抽采钻孔新型封孔方法····· 童碧,方有向,石德洲(216)
利用瓦斯地质规律的微生物治理矿井瓦斯初探····· 耿志光(220)
郑煤集团公司防治煤与瓦斯突出方法····· 原晓红(226)
强突出煤层地面钻井掏煤预抽防突技术研究····· 贾少平(230)
矿井深水平瓦斯参数测定技术与应用····· 秦立伦,王传聪,高敏峰(236)
天池煤矿瓦斯综合防治技术研究与应用····· 王振平,郭英,王永军,等(240)
华恒煤矿瓦斯危险性分析及治理技术····· 高敏峰,秦立伦,王传聪(247)
矿山救护队井下排放瓦斯安全技术措施····· 庞冲(252)
瓦斯矿井强化局部瓦斯治理安全防范措施····· 陈龙灵(257)
新锚网栅栏应用效果分析····· 陈建兴(260)
福建省瓦斯矿井中瓦斯积聚的管理对策····· 林炎阳(263)

瓦斯预测预警

统计类比法分析采掘工作面瓦斯涌出规律····· 翟华(269)
基于多元线性回归的矿井瓦斯含量预测研究
——以铁法盆地晓明矿7#煤层为例····· 何保,徐威,张莹(274)
鹤壁九矿二₁煤层瓦斯涌出量预测····· 陈守民,薛景予,宋志敏(280)
基于地形地貌引起的埋深变化对煤层突出危险性影响分析····· 牛浩,魏国营,李辉(286)
多源信息融合矿井瓦斯涌出量预测····· 肖丹,张庆华,邸志强(292)
围岩瓦斯赋存异常区探测与防治····· 焦先军,杨冬生,修中标(296)
东庞矿瓦斯异常区域煤巷掘进动态监测预警技术研究····· 张斌,刘文波(300)
永春煤矿瓦斯涌出规律与瓦斯防治····· 吴联文(305)
漳平煤业公司烟煤矿区瓦斯来源分析及防治对策····· 林朝传(310)

瓦斯地质规律

阜康矿区 H₂S 异常煤矿地质控制因素分析*

傅雪海^{1,2}, 刘小辉¹, 葛燕燕¹, 地里夏提·买买提¹

(1. 新疆大学地质与矿业工程学院, 新疆乌鲁木齐, 830047;

2. 中国矿业大学资源与地球科学学院, 江苏徐州, 221116)

摘要:为了揭示阜康矿区 H₂S 异常煤矿的地质控制因素, 利用煤田地质勘探和矿井开拓资料, 通过对比分析矿区内 H₂S 异常煤矿与正常煤矿在地质构造、煤体结构、埋深、煤火区及水文地质条件等方面的差异, 认为瓦斯中 H₂S 异常煤矿分布于研究区中部逆冲推覆体凸出的弧形部位和强烈构造煤发育区; 煤火区产生热化学成因、微生物硫酸盐还原成因 H₂S 溶于水, 向煤层下倾方向缓慢径流运移导致煤矿瓦斯中 H₂S 含量随煤层埋深增加呈现减少的趋势。

关键词: 瓦斯; H₂S 异常; 地质构造; 地下水; 阜康矿区

1 引言

H₂S 是一种剧毒、无色、带有臭鸡蛋味的有害性气体, 当达到一定浓度时会对人体造成致命危害。为确保人身安全, 我国《煤矿安全规程》第 100 条规定, 井下 H₂S 气体不得超过 6.6 ppm(即 0.000 66%)^[1]。在煤矿开采过程中, 某些特殊区域的采煤工作面或掘进巷道会出现 H₂S 异常, 煤层中、采空区、废弃巷道、煤层涌水等都有可能出现 H₂S 气体涌出, 局部区域超过安全规程规定值。我国新疆、内蒙古、山西、陕西、河南、湖南、山东、四川、甘肃等地有 30 多个煤矿出现了 H₂S 异常, 自 2004 年起, 已造成十多起 H₂S 中毒身亡事故^[2]。前期煤矿 H₂S 异常研究主要集中在成因和治理方面^[3,4], 对于煤矿瓦斯中 H₂S 异常形成过程的地质控制作用研究涉及的较少。开展瓦斯中 H₂S 异常煤矿地质控制研究, 对煤矿瓦斯中 H₂S 异常区的预测及治理有实际价值, 对煤层气(瓦斯)抽采、运输、利用也有指导作用。

2 瓦斯地质背景

阜康矿区位于新疆乌鲁木齐市东北 60 km 的阜康市南部, 夹持于阜康逆冲断裂和妖魔山逆冲断裂之间, 总体上为一南北窄、沿东西向展布的不规则状长条形区域。矿区东以二工河倒转向斜闭合端为界, 西至水磨河, 北界为煤层露头、南界为妖魔山逆冲断裂(图 1)。东西长 57 km, 南北宽 3~15 km, 总面积约 307.92 km²。矿区内现取得采矿证的矿井有 28 座, 其中突出矿井 4 座, 高瓦斯矿井 9 座。

* 国家自然科学基金面上基金(41272177)和新疆维吾尔自治区首批引进高层次人才及“天山学者”启动基金(11100213)资助。

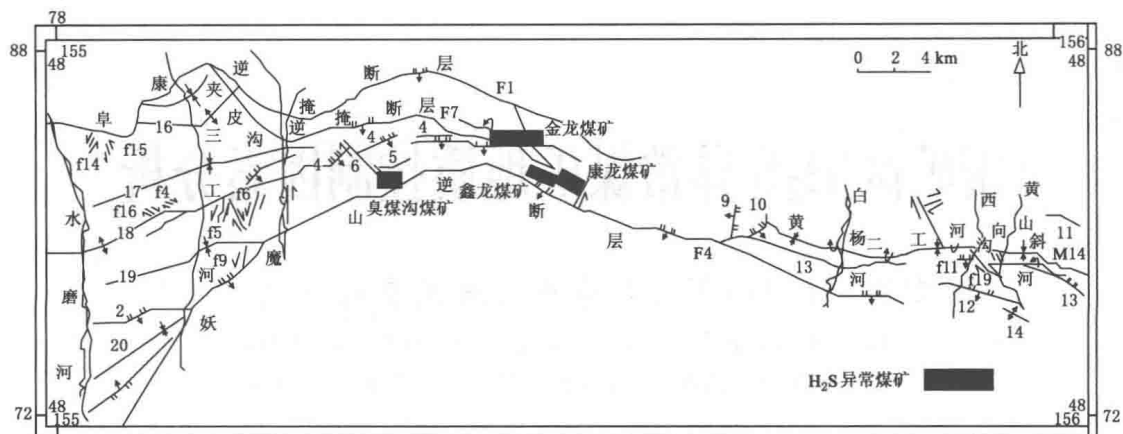


图1 阜康矿区构造纲要图

- 1——F3白杨沟逆断层;2——F9五家泉逆断层;3——F6池钢逆断层;4——F5南池钢逆断层;5——臭煤沟逆断层;
 6——五工沟断层;7——F8小龙口逆断层;8——F9中沟逆断层;9——F10洪沟正断层;10——F13西沟逆断层;
 11——F14蛇腰子沟逆断层;12——F1大黄山逆断层;13——白杨河逆断层;14——黄山河背斜;
 15——M8丁家湾向斜;16——M2阜康背斜;17——M3阜康向斜;18——M4南阜康背斜;
 19——M5南阜康向斜;20——八道湾向斜

陆相含煤地层八道湾组(J_1b)和西山窑组(J_2x)在矿区广泛出露。八道湾组平均厚1 015.92 m,含煤27层,煤层平均总厚68.48 m,含煤系数为6.7%;西山窑组仅分布在矿区西部八道湾向斜、阜康向斜和南阜康背斜两翼,平均厚度724.95 m,含煤29层,煤层平均总厚70.32 m,含煤系数为9.7%。煤中镜质组最大反射率平均值介于0.506%~0.819%之间,以长焰煤、气煤为主。

3 地质控制因素

新疆阜康矿区有28对矿井,而瓦斯中 H_2S 异常煤矿只出现在臭煤沟、鑫龙、金龙、康龙四个煤矿,下面从地质构造、煤体结构、煤火区、水文地质条件、埋深等方面来分析其地质控制因素。

3.1 地质构造与煤体结构

阜康矿区处在博格达山逆冲推覆体前锋褶皱带中,位于阜康断裂和妖魔山断裂之间,总体呈现向北凸出的弧形,以中生界组成的断裂褶皱为主体,西部为阜康向斜(M3)、七道湾背斜(M6)和八道湾向斜(M7)等相对宽缓的褶皱,东部为二工河倒转向斜(M14),瓦斯中 H_2S 异常煤矿分布于中部逆冲推覆体凸出的弧形部位(图1),为紧闭倒转背斜构造;井下观察煤体结构破碎,主要为Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ类煤,煤层抬升过程中瓦斯遭逸散,为后期吸附 H_2S 准备了空间(吸附后期地下水运移来的 H_2S);周围被F5南池钢逆断层、臭煤沟逆断层、甘河子逆断层、五工沟断层和F8小龙口逆断层所围限,后期吸附 H_2S 被封闭,造成煤矿瓦斯中 H_2S 异常。

3.2 煤火区与水文地质条件

煤火区为热化学成因(包括热化学分解TDS、硫酸盐热化学还原TSR^[5]) H_2S 创造了条件,当煤系中的硫酸盐和气态烃接触时,发生氧化还原反应,即硫酸盐被还原和气态烃被氧

化,产生 H₂S 气体,即:



有机质碳与煤系中的硫酸盐反应,生成 H₂S,即:

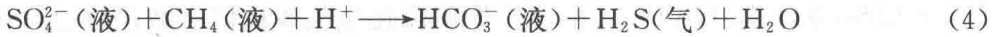


研究区浅部为煤火区,深部煤层具自燃倾向,在大气降水或冰雪融水作用下形成大量硫酸根离子。此外,沿臭煤沟、鑫龙、金龙、康龙四个煤矿煤层露头的老窑采空区或老巷的地下水中也富含硫酸根离子,在硫酸盐还原菌、有机质的参与下硫酸根离子被还原,发生脱硫化作用,即产生微生物硫酸盐还原成因 H₂S(BSR^[5]),其反应式为:



脱硫酸还原菌可在-5~80℃、pH 值 5~9 的条件下生存,煤田勘探测井取得的井温为正常地温梯度,一般在 2℃左右/100 m,pH 值介于 7.63~8.44 之间,完全满足硫酸还原菌的生存条件。

另外,SO₄²⁻也可能与早期水溶甲烷发生反应生成 H₂S^[6],即:



H₂S 的溶解度相对较高,生成的 H₂S 大多溶于水,随烧变岩裂隙水、煤层下倾方向缓慢径流运移,被瓦斯遭逸散的煤层重新吸附,造成了煤矿瓦斯中 H₂S 异常。

3.3 煤层埋深

在煤田勘探范围内(埋深浅于 600 m),实测 H₂S 含量随煤层埋深的增加呈现减少的趋势(图 2)。

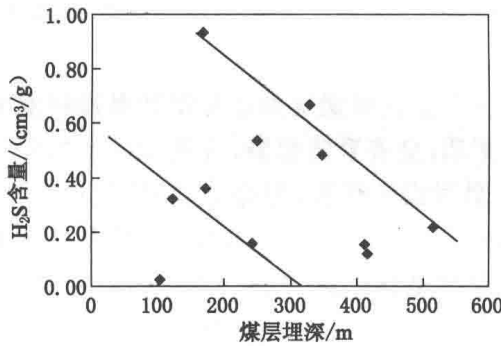


图 2 实测 H₂S 含量与煤层埋深的关系

通过对井下+745 m 水平轨道石门实地观测,在通风情况下,硫化物探头显示浓度为 5 ppm,在煤层顶板含水层中有少量裂隙水流出,同时伴随硫化物逸出现象,经硫化物便携式实测硫化物浓度最大达 38 ppm。+745 m 水平涌出浓度明显要低于+880 m 水平,即硫化物赋存浓度规律为下部水平低于上部水平,与上述实测 H₂S 含量随煤层埋深的增加呈现减少的趋势一致(图 2),也具备含 H₂S 的地下水沿煤层下倾方向缓慢径流运移的特征。

4 结论

(1) 阜康矿区瓦斯中 H₂S 异常煤矿分布于研究区中部逆冲推覆体凸出的弧形部位和强烈构造煤发育区。

(2) 煤火区产生热化学成因、微生物硫酸盐还原成因 H₂S,H₂S 溶于水,向煤层下倾方

向缓慢径流运移,被瓦斯遭逸散的煤层重新吸附,造成煤矿瓦斯中 H_2S 异常。

(3) 煤矿瓦斯中 H_2S 含量随煤层埋深的增加呈现减少的趋势,浅部煤矿异常,往深部将有所好转。

参考文献

- [1] 国家安全生产监督管理总局,国家煤矿安全监察局. 煤矿安全规程[M]. 北京:煤炭工业出版社,2011.
- [2] 焦春林,傅雪海,葛燕燕,等. 我国煤矿瓦斯中 H_2S 异常矿井的分布特征[J]. 黑龙江科技学院学报,2013,23(4):375-377.
- [3] 崔中杰,傅雪海,刘文平,等. 煤矿瓦斯中 H_2S 的成因、危害与防治[J]. 煤矿安全,2006,37(9):45-47.
- [4] 彭本信,酆宗元,张建华,等. 乌达矿内硫化氢综合防治技术[J]. 煤炭科学技术,1992,20(9):23-27.
- [5] 刘明举,李国旗, HANI Mitri, 等. 煤矿硫化氢气体成因类型探讨[J]. 煤炭学报,2011(6):978-983.
- [6] VAN VOAST W A. Geochemical signature of formation waters associated with coal-bed methane[J]. AAPG Bulletin,2003,87(4):667-676.

作者简介:傅雪海(1965—),男,湖南衡阳人,副院长,教授,博士生导师,1987年毕业于中国矿业学院煤田地质与勘探专业,现从事能源地质教学与科研工作。

平顶山矿区地形曲率对煤层瓦斯赋存的影响

张建国,王 满

(中国平煤神马集团,河南平顶山,467000)

摘 要:煤层瓦斯赋存是瓦斯防治的重要依据。通过分析平顶山矿区地形曲率分布特征,并结合己组煤层瓦斯含量等值线图,研究了矿区地形曲率与己组煤层瓦斯含量的关系。结果表明,平顶山矿区地形曲率变化复杂区域己组煤层瓦斯含量变化范围也较大,正、负地形曲率转变地区易出现高瓦斯煤层,可为煤矿煤与瓦斯突出的预防提供参考。

关键词:平顶山矿区;构造;地形曲率;曲率半径;瓦斯赋存

煤层瓦斯赋存是构造运动的影响,构造运动所形成的裂隙既可以是瓦斯大量逸散的通道,又可以是瓦斯吸附储存的空间。平顶山矿区位于秦岭造山带后陆逆冲断裂褶皱带,多次受秦岭造山带由南向北的挤压、剪切作用,同时又受华北板块构造运动的控制,主要发育 NWW 向和 NNE 向构造,区内主体构造为一宽缓的李口向斜(复式向斜),形成了以郟县正断层、襄郟正断层、鲁叶正断层为界的四周拗陷带。构造块体在东西方向的位移占主导,南北方向位移较弱。

在晚海西期、早印支期秦岭板块与华北板块碰撞拼接之前属于华北型的沉积,沉积了一套完整的石炭二叠纪煤系,厚度 800 m 左右,煤层发育齐全,厚度大,煤层层数多达 60 余层,煤层总厚度最厚 30 余米,其中可采煤层 10 余层,可采煤层厚度 15~18 m。镜质组反射率为 0.85%~1.64%,煤种主要为气煤、肥煤、焦煤,瘦煤,该阶段煤气发生率为 65~170 m³/t,并且有油气、重烃气兼生并存的特点。煤岩组分特征镜质组含量 46.15%~79.6%,平均 60%;半镜质组 3.94%~10.6%;壳质组 0.36%~16.45%,壳质组含量高,它是生气能力最强的煤岩组分。由等温吸附实验可知煤的吸附瓦斯能力多在 30~40 m³/t 之间,最高的可达 63.21 m³/t;在目前开采深度内,测定的煤层瓦斯含量多在 10 m³/t 以上,高者为 27.2 m³/t^[1-3]。

地形曲率可以反映复杂地质体的构造特征。二维地形曲率可以很好地反映背斜、向斜及地层褶皱的程度。本文通过分析平顶山矿区地形曲率分布特征,结合煤层瓦斯地质资料,初步探讨了地形曲率对瓦斯赋存的影响,可以为煤矿煤与瓦斯突出的预防提供一些参考^[4-6]。

1 平顶山矿区地形特征

在 1:5 万地形图上提取数字高程模型(DEM)特征,重新组织和处理后形成三维虚拟现实(图 1)。从图中可以看出全区中部凸起,四周拗陷,俯视呈“N”字形地貌,可见其在地质构造历史时期构造活动强烈,具备发生煤与瓦斯突出等矿井动力灾害的动力环境。矿区地

形是经历历次构造运动演化作用的结果。而每次地质构造运动产生的不同构造应力场作用和板块构造的碰撞,区域构造应力的挤压或拉伸引起的地层隆起或拗陷,以及形成的一系列不同级别的断裂、褶皱,均控制着区域地质环境及其不同矿区、矿井、采区的煤层、围岩发生不同程度的变形破坏,并同时引起水文、地应力的变化,从而控制着煤层瓦斯赋存。

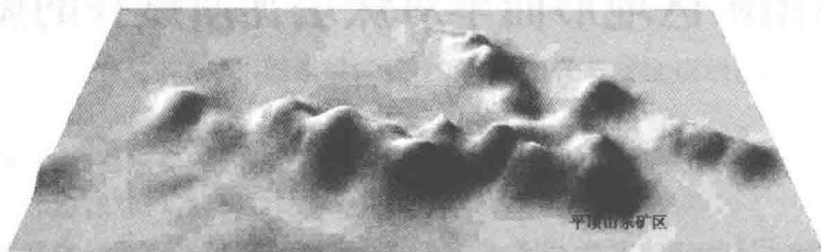


图1 平顶山矿区三维地形图

2 平顶山矿区地形曲率

地形曲率(K)是构造活动的一种外在表现形式,可以反映局部地质构造活动的强弱。垂直方向上的地面曲率即剖面曲率反映了地面任意一点地表坡度的变化率,用高程变化的二次导数计算。地形曲率值的大小反映变形程度;曲率值的正负描述的则是地形的凹凸,当 $K > 0$ 时对应下凹, $K < 0$ 时对应上凸。拐点对应 $K = 0$,并且该点前后曲率正负异性。曲率值的分布和变化可以衡量地形的弯曲程度,间接评价煤层在构造作用下的裂隙发育情况:曲率值越高,地形受力变形越严重,其下部地层破裂程度可能越大。曲率的绝对值越大、变化越频繁的区域越容易形成瓦斯的富集、储存和流动空间。

在地质动力区划划分活动断裂研究基础之上,利用1:5万地形图的高程点、等高线等已知信息,采用纵剖面曲率算法,对平顶山矿区曲率值进行计算,结果如图2所示。可以看到平顶山矿区地形曲率值变化较大,矿区外围区域地形曲率值变化差异小,地形曲率值接近于0;矿区区域地形曲率值变化较大,其中曲率最大值为 $K = 3.5 \times 10^{-4}$;曲率最小值为 $K = -4.5 \times 10^{-4}$ 。

从图2中可以得知,以主井井口位置为参考对象,平顶山矿区13对矿井中,其中十二矿、十矿、八矿、六矿、四矿、一矿处于曲率最大值区域内,曲率值区间 $K = [5.98 \times 10^{-5} \sim 12.8 \times 10^{-5}]$;十三矿、十一矿、九矿、七矿、五矿、三矿和二矿的井口位置处于曲率值变化较小的区域内,曲率值区间 $K = [5.34 \times 10^{-11} \sim 1.08 \times 10^{-10}]$,但是随着开采范围的扩大,深度的增加,井田内相应区域必将受其地形曲率变化的影响。

根据图中地形曲率分布情况,将平顶山矿区以一矿井田为界,可以划分为矿区西半部、矿区东半部两个地形曲率变化单元,西半部主要包括一矿西部、二矿、三矿、四矿、五矿、六矿、七矿、九矿、十一矿;东半部主要包括一矿东部、八矿、十矿、十二矿和十三矿。西部矿区地形变化较稳定,东部矿区地形变化剧烈。

3 地形曲率对瓦斯赋存的影响

3.1 地形曲率与瓦斯赋存

收集上述13对矿井的瓦斯含量、瓦斯压力、瓦斯涌出量和煤与瓦斯突出等瓦斯地质资

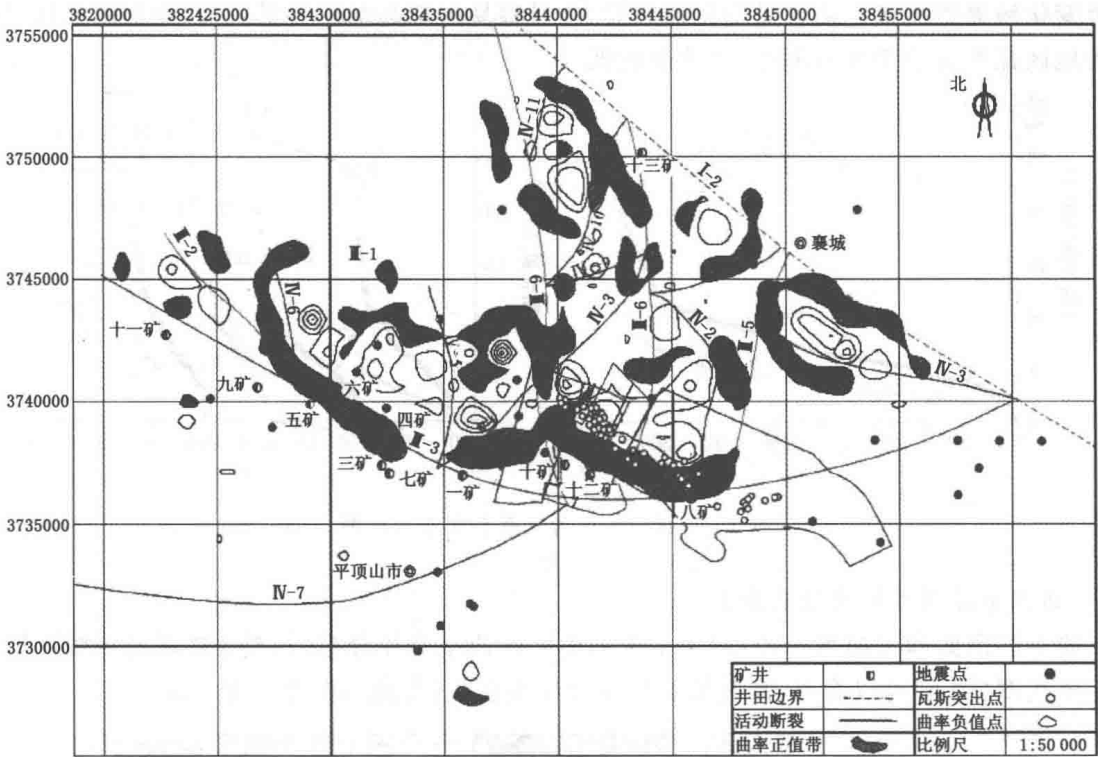


图2 平顶山矿区地形曲率变化图

料,分析地形曲率对瓦斯赋存的影响。分别对上文中所划分的东、西部矿区瓦斯赋存规律进行描述。

(1) 矿区西半部

一矿和二矿开采同一区块不同煤层,一矿戊组实测煤层最大瓦斯含量为 $5.5 \text{ m}^3/\text{t}$,实测最高瓦斯压力 1.76 MPa ,二矿开采的己组预测最大含量为 $16 \text{ m}^3/\text{t}$ 。四矿丁₅₋₆煤层实测最大瓦斯含量 $4.78 \text{ m}^3/\text{t}$,实测最大瓦斯压力 2.4 MPa ,己₁₆₋₁₇煤层实测最大瓦斯含量 $11.88 \text{ m}^3/\text{t}$,实测最大瓦斯压力 2.6 MPa 。五矿和六矿开采同一区块不同煤层,五矿己₁₆₋₁₇煤层锅底山下盘最大反推瓦斯含量为 $19.58 \text{ m}^3/\text{t}$,对应瓦斯压力为 2.7 MPa ,煤层瓦斯含量梯度为 $2.4 \text{ m}^3/(\text{t} \cdot 100 \text{ m})$,己组实测最大瓦斯含量为 $14.03 \text{ m}^3/\text{t}$,最大瓦斯压力 1.7 MPa ;六矿丁组煤层实测最大瓦斯含量 $7.93 \text{ m}^3/\text{t}$,对应最大瓦斯压力为 2.1 MPa ;九矿和十一矿实测己组瓦斯含量最大值依次为 $10.48 \text{ m}^3/\text{t}$ 和 $9.24 \text{ m}^3/\text{t}$ 。随着开采水平的延深,一矿、二矿、四矿、五矿、六矿已过渡到煤与瓦斯突出矿井,但突出严重程度相对较弱。

(2) 矿区东半部

该区域煤与瓦斯突出严重,发生煤与瓦斯突出 122 次,占总突出次数的 79.7%。八矿戊、己组煤层已发生煤与瓦斯突出 40 次,占东半部突出总次数的 32.8%,己₁₅煤层实测最大瓦斯含量 $21.4 \text{ m}^3/\text{t}$,最大瓦斯压力 2.5 MPa ;十矿己₁₅₋₁₆煤层实测最大瓦斯含量 $27.2 \text{ m}^3/\text{t}$,最大瓦斯压力 3.5 MPa ,十二矿己₁₅煤层实测最大瓦斯含量 $25.64 \text{ m}^3/\text{t}$,最大瓦斯压力 2.85 MPa ;十三矿实测己组最大瓦斯含量 $18.71 \text{ m}^3/\text{t}$,瓦斯压力 3.6 MPa ,预测井田范围内深部最大瓦斯含量约 $20 \text{ m}^3/\text{t}$,该区煤层瓦斯含量较高。

通过分析矿区 671 个实测瓦斯含量(图 3),地形曲率与瓦斯赋存有如下规律:地形曲率

正负变化频繁的区域瓦斯含量变化范围较大,且容易出现高瓦斯含量区;而地形曲率相对稳定的地区瓦斯含量变化范围小,且普遍较低。

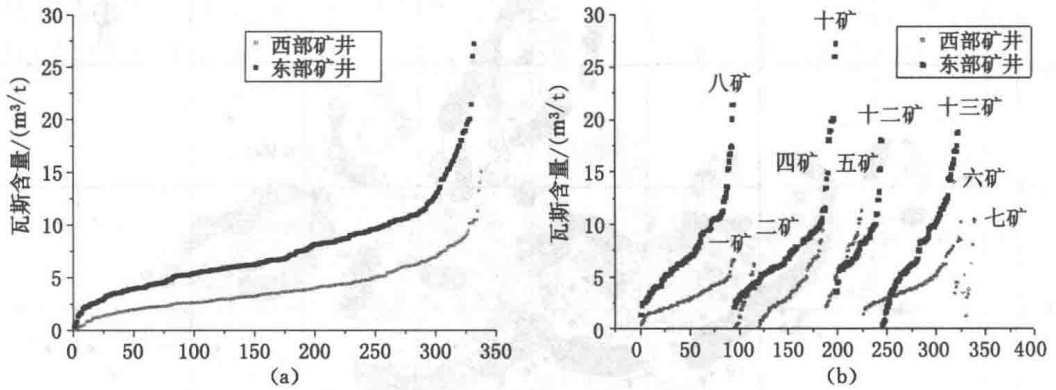


图3 平顶山矿区各矿瓦斯含量对比图

3.2 曲率半径对瓦斯含量的影响

曲率的倒数即为曲率半径,图4是平顶山矿区曲率半径分布图,对比矿区已组煤瓦斯含量等值线图(图5)可以看出,高瓦斯煤层主要出现在正、负地形曲率转变区域。

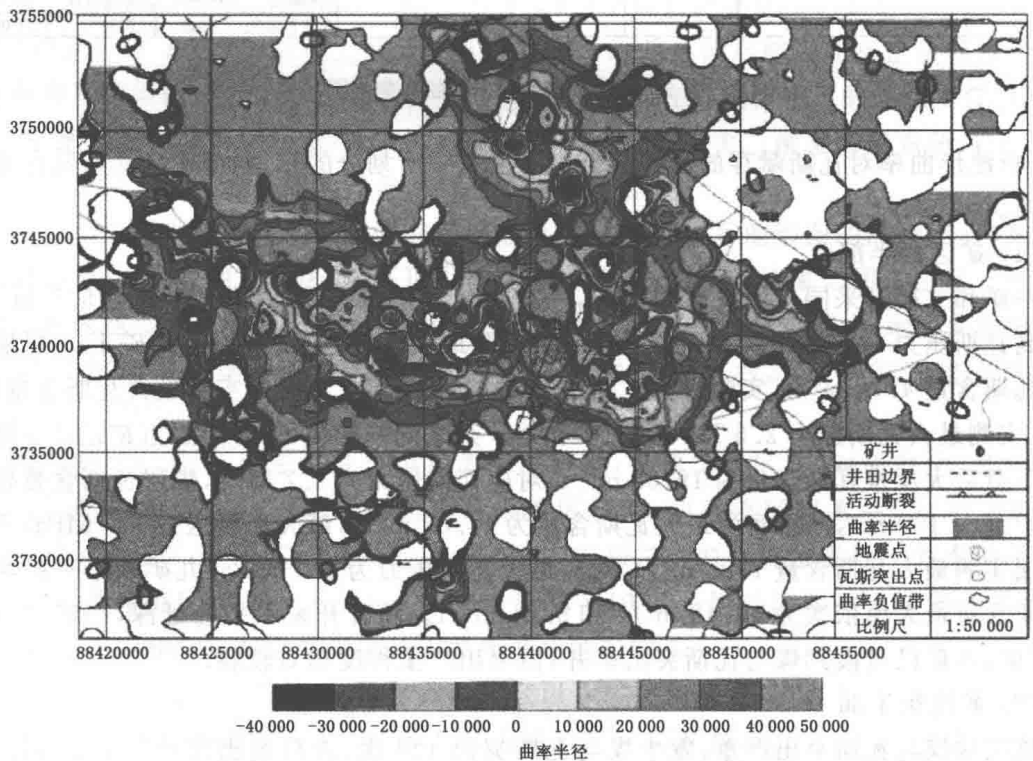


图4 平顶山矿区地形曲率半径分布图

4 结论

(1) 根据矿区地形曲率值的分布,可以将矿区分为东、西两部分:矿区西部地形曲率值变化小,矿区东部地形曲率变化大。

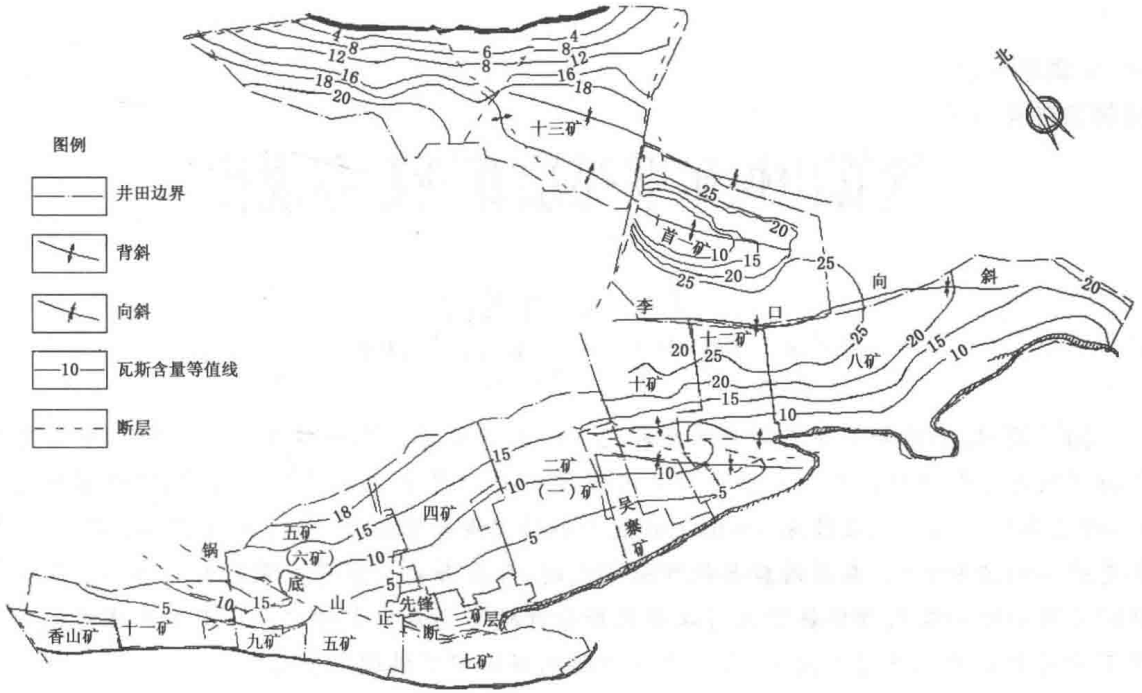


图5 平顶山矿区已组瓦斯含量等值线图

(2) 矿区地形曲率变化大的东部区域瓦斯含量变化范围大,存在高瓦斯区;地形曲率值变化小的西部区域瓦斯含量变化范围小,瓦斯含量普遍较低。

(3) 正、负地形曲率转变区域易出现高瓦斯煤层。

参考文献

[1] 程浴淇. 中国区域地质概论[M]. 北京:地质出版社,1994.

[2] 万天丰. 中国东部中、新生代板内变形构造应力场及其应用[M]. 北京:地质出版社,1993.

[3] 张国伟,张本仁,袁学诚,等. 秦岭造山带与大陆动力学[M]. 北京:科学出版社,2001.

[4] 张宏伟. 地质动力区划方法在煤与瓦斯突出区域预测中的应用[J]. 岩石力学与工程学报,2003,22(4):621-624.

[5] 张宏伟,张建国. 矿井动力现象区域预测研究[J]. 煤炭学报,1999,24(4):383-387.

[6] 张铁岗. 平顶山矿区煤与瓦斯突出的预测及防治[J]. 煤炭学报,2001,26(2):172-177.

作者简介:张建国(1965—),男,河南滑县人,教授级高级工程师,从事煤矿技术管理及煤矿通风安全技术研究,现任中国平煤神马能源化工集团总工程师。E-mail:2787361@163.com。