

平宝公司瓦斯地质特征及瓦斯防治措施研究

张友谊^{1,2} 梁跃强¹ 李永占³ 刘庆军³

(1. 中国矿业大学(北京) 资源与安全工程学院, 北京 100083; 2. 中国平煤神马能源化工集团有限责任公司, 河南 平顶山 467000;
3. 河南平宝煤业有限公司, 河南 许昌 461714)

摘要: 针对平宝公司煤层瓦斯含量高、瓦斯压力大的问题, 分析了平宝公司煤层瓦斯赋存规律, 并从构造物理环境角度探讨了煤与瓦斯突出原因。结果表明: 煤层埋深、顶底板岩性、地质构造及水文地质条件是影响煤层瓦斯赋存的主要地质因素, 煤与瓦斯突出构造物理环境多因素的综合作用控制煤与瓦斯突出。提出了针对平宝公司的瓦斯综合防治措施: 加强瓦斯地质研究, 保护层开采, 煤层瓦斯高效抽采及建立可靠的煤与瓦斯突出预警系统, 为矿井安全生产提供技术保障。

关键词: 构造物理环境; 瓦斯地质; 煤与瓦斯突出; 瓦斯抽采

中图分类号: TD712 文献标志码: A 文章编号: 0253-2336(2014)04-0050-04

Study on Gas Geology Characteristics and Gas Control Countermeasures in Pingbao Company

ZHANG You-yi^{1,2}, LIANG Yue-qiang¹, LI Yong-zhan³, LIU Qing-jun³

(1. School of Resources and Safety Engineering, China University of Mining and Technology (Beijing), Beijing 100083, China; 2. China Pingmei Shenma Group Energy and Chemical Industry Co., Ltd., Pingdingshan 467000, China; 3. Henan Pingbao Coal Corporation Ltd., Xuchang 461714, China)

Abstract: According to the problem of high gas content and pressure in coal seam of Pingbao company, the laws of gas occurrence in Pingbao company were analyzed, and the causes of coal and gas outburst were discussed from the point of outburst-prone tectonophysics environment. The results showed that the coal seam depth, roof and floor lithology, geological structure and hydrogeological had mainly effect on the coal seam gas occurrence, and the synthetic action of multi factors of the outburst-prone tectonophysics environment controlled coal and gas outburst. The countermeasures for gas were proposed in Pingbao company, including strengthening gas geology study, protective seam mining, efficient coal seam pre-drainage and establishing the reliable early-warning system of coal and gas outburst, which could provide technical support for mining safety.

Key words: tectonophysics environment; gas geology; coal and gas outburst; gas drainage

0 引言

煤与瓦斯突出是影响煤矿安全生产的主要灾害, 煤与瓦斯突出防治离不开瓦斯地质研究^[1-2]。瓦斯地质研究^[3-6]表明, 地质条件影响煤层瓦斯赋存并对煤与瓦斯突出起控制作用, 不同地质构造、地质构造的不同部位突出危险性不同。随着开采深度的不断增加, 河南平宝煤业有限公司(以下简称“平宝公司”)煤层瓦斯压力及地应力不断增大,

煤层的突出危险性也更加严重, 瓦斯问题严重制约着矿井的安全高效生产。因此, 笔者在矿井瓦斯地质规律研究基础上, 从煤与瓦斯突出的构造物理环境角度深入分析了平宝公司煤与瓦斯突出特征及影响因素, 提出了有针对性的煤与瓦斯突出防治措施。

1 矿井概况

平宝公司井田面积 26.9279 km², 可采储量 3.1

收稿日期: 2013-12-21; 责任编辑: 王晓珍 DOI: 10.13199/j.cnki.est.2014.04.014

基金项目: 教育部科学技术研究重大资助项目(311022); 教育部博士点基金资助项目(20110023110016)

作者简介: 张友谊(1962—), 男, 河南鲁山人, 高级工程师, 博士研究生。E-mail: zpnhzyy@163.com

引用格式: 张友谊, 梁跃强, 李永占, 等. 平宝公司瓦斯地质特征及瓦斯防治措施研究[J]. 煤炭科学技术, 2014, 42(4): 50-53.

ZHANG You-yi, LIANG Yue-qiang, LI Yong-zhan, et al. Study on Gas Geology Characteristics and Gas Control Countermeasures in Pingbao Company [J]. Coal Science and Technology, 2014, 42(4): 50-53.

亿t,位于平顶山矿区李口向斜北翼东段,井田主体构造为一轴向320°的白石山背斜,其南、北翼分别为李口向斜北翼和灵武山向斜南翼,地层走向290°—320°,倾角北东翼稍陡,南西翼较缓,一般在8°~20°变化。矿井设计生产能力240万t/a,2008年6月被鉴定为煤与瓦斯突出矿井,矿井绝对瓦斯涌出量23.78 m³/min,相对瓦斯涌出量14.27 m³/t。矿井主采的戊₉₋₁₀煤层、己₁₅₋₁₇煤层(局部分叉为己₁₅、己₁₆₋₁₇煤层)均具有煤与瓦斯突出危险性,其中戊₉₋₁₀煤层瓦斯含量11.42 m³/t,瓦斯压力5.91 MPa;己₁₆₋₁₇煤层瓦斯含量10.46 m³/t,瓦斯压力1.38 MPa。矿井主采煤层均具有煤尘爆炸性,鉴于戊组煤层瓦斯压力大,开采受煤与瓦斯突出威胁严重,不具备安全开采条件,暂未开发,目前开采煤层为己组煤层。矿井分-600和-760 m两个水平开拓,采用走向长壁后退式开采,中央分列式通风方式。矿井水文地质条件为简单及简单偏中等类型,正常涌水量为405.34 m³/h,最大涌水量为486.41 m³/h。

2 煤层瓦斯赋存影响因素

2.1 煤层埋深

煤层埋深可决定煤层瓦斯含量大小,而瓦斯含量又与瓦斯压力正相关^[7]。因此通过考察煤层瓦斯压力随煤层埋深的变化可以得知煤层埋深对煤层瓦斯赋存规律的影响。以平宝公司戊₉₋₁₀煤层为例,对煤层原始瓦斯压力数据进行统计,得出煤层瓦斯压力与埋深关系如图1所示。

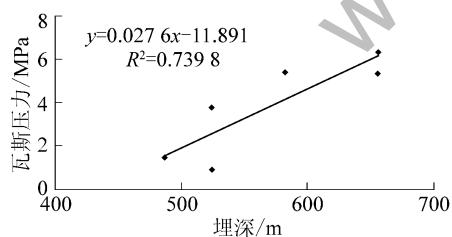


图1 煤层瓦斯压力与埋深关系

由图1可以看出,瓦斯压力随着煤层埋深的增加呈现增大的趋势。

2.2 顶底板岩性

平宝公司己₁₅₋₁₇、戊₈及戊₉₋₁₀煤层直接顶板均以砂质泥岩、泥岩为主,偶见细粒砂岩、粉砂岩;底板以泥岩为主,局部为细粒砂岩,偶见炭质泥岩伪底。顶底板同是泥岩的情况下,泥岩厚度对瓦斯赋存也存在较大影响,平宝公司煤层底板泥岩平均厚度越

大,煤层瓦斯含量越高(表1)。

表1 平宝公司煤层泥岩厚度及瓦斯含量

煤层	底板泥岩平均厚度/m	瓦斯含量/(m ³ ·t ⁻¹)
己 ₁₅₋₁₇	3.43	10.46
戊 ₉₋₁₀	6.51	11.42
戊 ₈	8.22	15.07

2.3 地质构造

1) 褶曲。褶曲的分布及展布形态决定了井田煤层瓦斯的赋存状况^[8],白石山背斜轴部中和面以下表现为明显的应力集中,为高应力区,有利于瓦斯赋存,以其轴部为界向两翼随埋深增大而增加,其中己₁₅、己₁₆₋₁₇煤层最为明显。同时,背斜轴部逸散条件亦不均一,封闭性好的地段煤层瓦斯含量明显增大,如地勘4916和5002孔附近的己₁₅、己₁₆₋₁₇和戊₉₋₁₀煤层瓦斯含量明显增高。同一地段的不同煤层,受保存条件的影响,煤层瓦斯含量变化趋势也不相同,己₁₅、己₁₆₋₁₇煤层封闭性差,煤层瓦斯含量低,戊₉₋₁₀煤层封闭性好,煤层瓦斯含量则较高。可见,平宝公司井田范围内背斜轴部煤层瓦斯含量低,向斜轴部煤层瓦斯含量高。

2) 断层。平宝公司井田内已探明断层14条(正断层13条,逆断层1条),大部分位于井田西部沟李封断层(F14)旁侧,为北北东和北东东向2组正断层,共11条,落差7~45 m,雁形排列,具有平移性质;其余地段断层稀少,仅在井田东部白石山背斜轴部附近发育1条正断层和1条逆断层。在沟李封断层下盘及其附近小断层发育区形成明显的煤层瓦斯风化带,易于瓦斯释放,煤层瓦斯含量较低。

2.4 水文地质条件

水对瓦斯有一定的溶解能力,地下水与瓦斯共存于含煤岩系及围岩之中,两者的赋存和运移相互影响,地下水的活动有利于瓦斯的逸散。含水层富水性好的地带,如白石山背斜轴部构造裂隙发育,含水层的富水性普遍强于两翼,尤其是灰岩含水层,轴部富水性弱~中等,两翼弱~极弱,有利于瓦斯逸散,煤层瓦斯含量较低;沟李封正断层及其东侧落差小于30 m的断层较为发育,断层沟通了己₁₆₋₁₇煤层直接充水含水层和间接充水含水层的水力联系,地下水交换活动活跃,水溶解后从煤层带走了大量瓦斯,煤层瓦斯含量较低。因此,平宝公司井田内含水层富水性好的地带煤层瓦斯含量较低。

3 煤与瓦斯突出特征及原因

3.1 煤与瓦斯突出特征

平宝公司为煤与瓦斯突出矿井,煤层埋深680~712 m,地应力和瓦斯压力大。截至目前,矿井共发生瓦斯动力现象2次,均发生在石门揭煤工作面(-600 m轨道石门揭穿 戊_{9-10} 煤层和 己_{15-17} 煤层)揭煤期间,其他地区未发生过瓦斯动力现象。平宝公司煤与瓦斯突出动力现象统计见表2。

表2 平宝公司煤与瓦斯突出动力现象统计

煤层	至副井中心距离/m	水平标高/m	抛煤量/t	瓦斯量/ m^3
戊_{9-10}	392.5	-600	75	6 000
己_{16-17}	1 256.0	-600	50	3 000

注:突出类型均为压出。

平宝公司煤与瓦斯突出具有以下特征:①煤与瓦斯突出发生前均有预兆,如煤炮声、瓦斯浓度异常;②除地应力和瓦斯压力潜能外,外力作用也是促使煤与瓦斯突出的必要条件;③石门揭煤过程中容易诱发大型煤与瓦斯突出事故,平宝公司2次煤与瓦斯突出都发生在石门揭煤期间;④煤与瓦斯突出分布不均匀,且主要发生在地质构造带,并与煤层倾角有关。

3.2 煤与瓦斯突出原因

地质因素通过影响煤层瓦斯赋存规律控制煤与瓦斯突出的分区分带,平宝公司2次煤与瓦斯突出均发生在地质构造带,煤与瓦斯突出构造物理环境多因素的综合作用控制地质构造带煤与瓦斯突出^[6 9-10]。从构造物理环境角度对影响平宝公司煤与瓦斯突出的主要因素进行分析,包括:构造组合、构造应力场、构造煤及构造带瓦斯。

1) 构造组合。构造组合是地质构造不同表现形式的组合,通过对地质构造组合特征的大量研究发现,构造体系的复合部位、不同断层构造中的尖灭端、旋转构造的收敛部位,以及各种不同构造体系的交汇处等部位的煤与瓦斯突出危险性相对较大。平宝公司 己_{16-17} 煤层-600 m轨道石门、距副井中心392.5 m的煤与瓦斯突出点位于灵武山向斜和多条小断层形成的构造体系的复合部位,构造组合特征明显,应力较集中,煤层赋存很不稳定,容易诱发煤与瓦斯突出。

2) 构造应力场。地质构造的形成取决于构造应力场和岩层条件,其中构造应力场起控制作用

用^[11-12]。平宝公司 己_{16-17} 煤层-600 m轨道石门、距副井中心1 256.0 m处发生煤与瓦斯突出动力现象,突出点位于白石山背斜轴部小断层附近,构造应力使煤系地层发生变形、破坏、强度降低,造成煤与瓦斯突出危险性增大。构造应力造成了地应力和瓦斯压力的不均匀分布,形成了有利于突出的地质条件。可见,构造应力场是控制平宝公司煤与瓦斯突出的主要地质因素。

3) 构造煤。构造煤对煤与瓦斯突出的控制作用主要表现在构造煤孔隙度大、渗透率低,有利于瓦斯的保存,形成较高的瓦斯压力;煤体抗压强度低、抵御突出的阻力变小,突出时所需能量低^[9]。平宝公司 戊_{9-10} 煤层-600 m轨道石门、距副井中心392.5 m的煤与瓦斯突出动力现象,突出点附近有地质构造,煤层受到层间滑动和层内剪切的破坏,煤体受到强烈破坏,煤的普氏系数f一般在0.2~0.4,瓦斯放散初速度 $\Delta p > 10$,煤层层理不清,形成了Ⅲ类煤(强烈破坏煤),构造煤参数见表3。同时加上瓦斯的润滑作用,中和面位置很容易发生流变而形成软分层,软分层厚度变化较大。这些因素形成了有利于煤与瓦斯突出的地质条件。

表3 平宝公司 戊_{9-10} 煤层部分构造煤参数测定

取样地点	f	Δp
11080 运输巷底抽巷回风口里 144 m	0.26	16.04
11080 运输巷底抽巷回风口里 154 m	0.34	15.57
11080 运输巷底抽巷回风口里 140 m -380 m 北回风石门 D5 点以里 50 m	0.31	15.25
戊一抽采泵站风门以外 10 m 左帮	0.29	14.24
戊一抽采泵站风门以外 10 m 右帮	0.36	13.48
	0.40	16.01

4) 构造带瓦斯。煤层瓦斯含量是控制煤与瓦斯突出的主要因素之一,其值的大小反映了瓦斯内能的大小。发生瓦斯动力现象的 戊_{9-10} 煤层瓦斯含量 $11.42 \text{ m}^3/\text{t}$ 、瓦斯压力5.91 MPa, 己_{16-17} 煤层瓦斯含量 $10.46 \text{ m}^3/\text{t}$ 、瓦斯压力1.38 MPa,均超过《防治煤与瓦斯防突规定》的临界值。 己_{16-17} 煤层瓦斯动力现象点附近瓦斯含量高达 $16.5 \text{ m}^3/\text{t}$,随着开采深度的增加,瓦斯含量和瓦斯压力增大,煤与瓦斯突出危险程度增加。

4 瓦斯综合防治措施

地质条件是影响平宝公司煤层瓦斯赋存的主要

因素,而煤与瓦斯突出多发生在地质条件复杂的地
质构造带,结合构造物理环境方法对平宝公司煤与
瓦斯突出原因进行分析,在此基础上提出了有针对
性的瓦斯综合防治措施。

1) 加强瓦斯地质研究。瓦斯地质规律揭示的
是瓦斯与地质因素之间的内在关系,反映的是煤层
瓦斯的生成条件、储存条件和运移规律^[4]。通过研
究矿井构造变形特征及复杂程度,构造挤压、构造应
力场的演化历史,煤层结构破坏及构造煤发育程度
等地质因素对瓦斯赋存的控制,掌握平宝公司煤与
瓦斯突出危险性与构造物理环境的关系,并对重点
突出危险性区域进行科学划分。鉴于平宝公司2次
瓦斯动力现象都发生在地质构造带附近,应加强瓦
斯地质研究。

2) 保护层开采。开采保护层后,被保护层的煤
体得到卸压且产生大量裂隙,增加了煤层透气性,提
高了抽采效果,从而大幅降低了被保护煤层的煤与
瓦斯突出危险性。平宝公司己₁₆₋₁₇煤层瓦斯含量高
达10.46 m³/t。目前开采的己₁₅、己₁₆₋₁₇煤层的层间
距为5~50 m,可考虑把己₁₅煤层作为己₁₆₋₁₇煤层的
上保护层先开采,同时抽采被保护层的瓦斯,防治大
量瓦斯通过层间裂隙涌向保护层的开采空间引起瓦
斯超限。这样不仅保障了己₁₅煤层的安全生产,而且
降低了己₁₆₋₁₇煤层的突出危险性。

3) 煤层瓦斯高效抽采。平宝公司己₁₆₋₁₇煤层
透气性系数0.8705 m²/(MPa²·d),属于可以抽
采煤层。综合考虑煤层瓦斯赋存、巷道布置、抽采
瓦斯的要求等因素,确定平宝公司采用井下底抽
巷穿层钻孔预抽及煤巷顺层钻孔预抽为主,结合
地面压裂井预抽煤层瓦斯的抽采方式,利用一切可
能的空间和条件充分抽采煤层瓦斯。由于平宝公
司瓦斯含量和瓦斯压力大,矿井应加强钻孔封
孔工艺、水力冲孔工艺及深孔聚能爆破等卸压增
透方法的研究,进一步强化煤层瓦斯抽采,提高瓦
斯抽采效率。

4) 建立可靠的煤与瓦斯突出预警系统。煤与
瓦斯突出预警是在煤与瓦斯突出预测理论与技术研
究基础上进行的^[13]。煤与瓦斯突出预警技术综合
运用地理信息系统技术、虚拟现实技术、计算机网络
技术等科学技术和方法,根据煤与瓦斯突出的衍变
规律和破坏规律,提出煤与瓦斯突出预警方法,再结
合平宝公司现有的KJ90型工业以太环网数字安全
监测监控系统以及GIS技术,建立煤与瓦斯突出预

警系统。可以实现对工作面煤与瓦斯突出危险性的
动态预警,提高预测的效率及决策的科学性,保证煤
矿生产的安全、高效、健康发展。

5 结 论

1) 煤层埋深、顶底板岩性、地质构造及水文地
质条件是影响瓦斯赋存的主要地质因素。

2) 综合分析矿井煤与瓦斯突出特征及原因可
知,构造组合、构造应力、构造煤及构造带瓦斯是影
响平宝公司煤与瓦斯突出的主要因素,构造物理环
境多因素的综合作用控制平宝公司的煤与瓦斯
突出。

3) 结合平宝公司煤层瓦斯压力大的特点,提出
加强瓦斯地质研究、保护层开采、煤层瓦斯高效抽
采、建立可靠的煤与瓦斯突出预警系统等瓦斯综合
防治措施,保障了矿井安全生产。

参考文献:

- [1] 国家煤矿安全监察局.防治煤与瓦斯突出规定[M].北京:煤炭工业出版社2009.
- [2] 于不凡.煤矿瓦斯灾害防治及利用手册[M].修订版.北京:煤炭工业出版社2005.
- [3] 张铁岗.矿井瓦斯综合治理技术[M].北京:煤炭工业出版社,2001.
- [4] 彭立世,袁崇孚.瓦斯地质与瓦斯突出预测[M].北京:中国科
学技术出版社2009.
- [5] 袁崇孚.我国瓦斯地质的发展与应用[J].煤炭学报,1997,22
(6):566~570.
- [6] 郭德勇,韩德馨,王新义.煤与瓦斯突出的构造物理环境及其
应用[J].北京科技大学学报,2002,26(6):581~584.
- [7] 张国辉,韩军,宋卫华.地质构造形式对瓦斯赋存状态的影
响分析[J].辽宁工程技术大学学报:自然科学版,2005,24
(1):56~59.
- [8] 朱兴珊,徐凤银.论构造应力场及其演化对煤和瓦斯突出的主
控作用[J].煤炭学报,1994,19(3):304~314.
- [9] 邵强,王恩营,王红卫等.构造煤分布规律对煤与瓦斯突出
的控制[J].煤炭学报,2010,35(2):250~254.
- [10] CAO Yun-xing, HE Ding-dong, Cglick D. Coal and Gas Outburst in Footwalls of Reverse Faults [J]. International Journal of
Coal Geology, 2001, 46(1): 47~51.
- [11] LI Huo-yin. Major and Minor Structural Features of a Bedding
Shear Zone Along a Coal Seam and Related Gas Outburst Ping-
dingshan Coal Field, Northern China [J]. International Journal of
Coal Geology, 2001, 47(2): 101~113.
- [12] 郭德勇,韩德馨.地质构造控制煤和瓦斯突出作用类型研究
[J].煤炭学报,1998,23(4):337~341.
- [13] 文光才,宁小亮,赵旭生.矿井煤与瓦斯突出预警技术及其应
用[J].煤炭科学技术,2011,39(2):55~58.