

高瓦斯矿井井筒揭煤突出危险性预测研究

田富超¹,田坤云²,元建兵³,陈建忠¹,马合意¹

(1.河南理工大学 安全科学与工程学院,河南 焦作 454003;2.河南工程学院 安全工程系,河南 郑州 451191;
3.山西阳城小西煤业有限责任公司,山西 阳城 048000)

[摘要] 分析了高瓦斯矿井井巷揭煤前进行突出危险性评价的必要性,以瓦斯压力、瓦斯放散初速度、坚固性系数等实测参数和建井资料为依据,利用单项指标法和综合指标法成功的对小西煤业有限公司回风立井揭3号煤层进行了突出危险性预测,结果表明:揭煤地点无突出危险性,为揭煤工作的顺利开展提供了科学依据。

[关键词] 井筒揭煤;瓦斯压力;突出危险性预测

[中图分类号] TD713 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1672-9943(2009)04-0025-03

0 引言

煤与瓦斯突出是煤矿开采过程中发生的一种复杂的有煤、岩和瓦斯参与的动力现象,是制约我国煤矿安全生产的主要因素之一,在我国发生的70次特大型煤与瓦斯突出中,约80%发生在岩石井巷揭煤工作面^[1]。基建矿井在井巷揭煤过程中普遍存在发生动力现象的潜在危险性,尤其是对于高瓦斯矿井而言,在井巷揭煤前必须测定揭煤地点的瓦斯压力、瓦斯放散初速度、煤的坚固性系数等评价参数,对其进行突出危险性预测,以确保揭煤过程的顺利进行。小西煤业有限公司回风立井是继主斜井、副立井后第三个揭穿3号煤层的井筒,由于揭煤地点煤层埋藏深度大,瓦斯含量高,本文以实测参数和矿井地质资料为依据,利用单项指标法和综合指标法对回风立井揭3号煤层进行了突出危险性预测。

1 井田概况

基建中的小西煤业有限公司位于山西省阳城县,设计生产能力60万t/a,井田内3号煤层倾角 $4^{\circ} \sim 8^{\circ}$,平均煤厚4.05 m,坚固性系数0.78~1.64,煤层透气性系数 $84.34 \sim 118.39 \text{ m}^2/\text{MPa}^2 \cdot \text{d}$ 。直接顶为泥岩,厚3.75 m;底板为泥岩,厚3.55 m。井田位于沁水块拗的南部,沁水复式背斜的南端,地层受一组轴向北东的宽缓褶曲控制,走向北西或近东西向,倾向北北东,地质构造简单,井田内3号煤层埋深292.73~563.58 m。矿井采用中央并列抽出式通风,为高瓦斯矿井,前期拟采用主斜井-副立井-回风立井方式单水平开拓3号煤层。

2 突出危险性预测参数测定

2004年10月,经河南理工大学预测^[2],无论是生产初期、中期还是后期,小西煤业都属于高瓦斯矿井,矿井瓦斯涌出量预测结果如表1所示。

表1 小西煤业矿井瓦斯涌出量预测结果

生产时期	生产区域	平均产量 ($\text{t} \cdot \text{d}^{-1}$)	瓦斯涌出量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$)		绝对涌出量合计/ ($\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$)	相对涌出量合计/ ($\text{m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$)
			生产采区	已采采区		
初期	东一采区	2 250	26.93	0	26.93	17.24
中期	东二采区	2 945	29.58	2.96	32.54	20.83
后期	西二采区	2 390	25.81	3.87	29.68	19.00

2.1 煤层瓦斯压力测定

回风立井揭煤地点3号煤层埋深为385 m,井筒在预计距3号煤层8 m(垂距)处停掘,先后施工了2个下向测压钻孔,进行瓦斯压力测定,钻孔布置如图1所示。开孔 $\varphi 150 \text{ mm}$,深度2 m,开孔段采用 $\varphi 108 \text{ mm}$ 钢管作为套管并用水泥砂浆固孔,之后采用 $\varphi 89 \text{ mm}$ 钻头钻进。

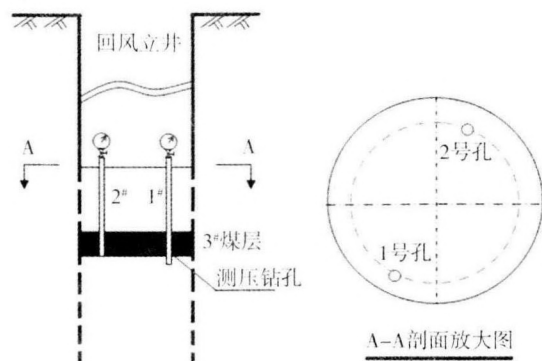


图1 回风立井预计揭煤点测压钻孔布置示意图

1号测压钻孔孔深13.9 m, 穿透煤层(煤厚5.5 m)底板后停钻, 钻孔涌水量比较大; 2号测压钻孔孔深13.4 m, 钻孔未穿透煤层底板, 钻孔内没有出现大量涌水。1号孔和2号孔皆采用水泥砂浆封孔, 封孔长度分别为7.3 m和7.6 m, 图2为测压钻孔压力恢复曲线示意图, 从压力恢复速度、压力恢复曲线形态和最终稳定压力值(表压)等情况来看: ①1号孔的压力在封孔后不到11 h时间, 就从0上升到1.05 MPa, 之后7 d基本保持不变, 其压力恢复曲线属于典型的水压力恢复曲线形态, 因此, 可以判断最终稳定压力表值是含水层水压力, 不是瓦斯压力; ②2号孔的压力在封孔后先缓慢升高, 3 d后升高较快, 5 d后压力在增幅变缓, 之后逐渐稳定在0.82 MPa, 其压力恢复曲线属于典型的煤层瓦斯压力恢复曲线形态, 可以判断最终稳定压力表值是瓦斯压力^[3]。

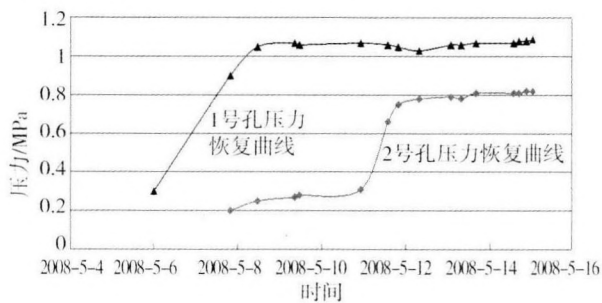


图2 1号和2号测压孔实测压力(表压)恢复曲线

因此, 确定回风立井揭煤地点3号煤层原始瓦斯压力(绝对压力)为0.92 MPa(绝对压力等于稳定表压力加上0.1 MPa), 压力测定结果如表2所示。

表2 回风立井3号煤层瓦斯压力测定结果

测压孔编号	钻孔参数		稳定表压力/MPa	稳定绝对压力/MPa	备注
	倾角/ $^{\circ}$	长度/m			
1号	-90	14.25	1.09	1.19	水压力, 测值不可靠
2号	-90	13.1	0.82	0.92	瓦斯压力, 测值可靠

2.2 煤的坚固性系数和瓦斯放散初速度

对回风立井施工1号和2号测压钻孔时所取煤芯在实验室进行坚固性系数和瓦斯放散初速度测定, 测定结果如表3所示。

表3 揭煤地点 f 值和 ΔP 测定结果

取样地点	煤的坚固性系数 f 值	瓦斯放散初速度 ΔP
1号测压孔煤芯	0.74	14.3
2号测压孔煤芯	0.76	14.5

2.3 煤的破坏类型

通过对测压钻孔采集获得的回风立井揭煤地

点3号煤层试样的观测, 3号煤光泽明亮、节理和次生节理发育, 节理平整, 断口参差多角、煤质硬度中等, 用手易剥成小块, 按煤破坏类型分类标准, 属于II类破坏煤。

3 回风立井揭煤点瓦斯突出危险性预测

3.1 预测方法及临界值选用

3.1.1 单项指标法

该方法包括煤破坏类型、瓦斯放散初速度(ΔP)、煤层坚固性系数(f)和煤层原始瓦斯压力(P)四个单项指标。表4为《防治煤与瓦斯突出细则》提供的单项指标法预测井筒揭煤地点瓦斯突出危险性的临界值, 只有当全部四个单项指标都满足时, 即: 煤的破坏类型III类以上、 $\Delta P > 10$ 、 $f < 0.5$ 、 $P > 0.74$ MPa同时成立, 井筒揭煤点才具有瓦斯突出危险性。

表4 预测突出危险性单项指标法临界值

煤层突出危险性	煤的破坏类型	瓦斯放散初速度 ΔP	煤的坚固性系数 f	煤层瓦斯压力 P /MPa
突出危险	III、IV、V	10	0.5	0.74

3.1.2 综合指标法

该方法包括 D 、 K 两个预测指标, 表5为《防治煤与瓦斯突出细则》提供的综合指标法预测井筒揭煤点突出危险性的临界值, 只有当 D 、 K 值同时达到或超过临界值时, 煤层才具有突出危险性, 否则为无突出危险性。

D 、 K 值的计算公式:

$$D = (0.0075H/f - 3)(P - 0.74) \quad (1)$$

$$K = \Delta P/f \quad (2)$$

式中 D —煤层突出危险性综合指标;

K —煤层突出危险性综合指标;

H —揭煤地点煤层埋藏深度, m;

P —揭煤地点实测煤层瓦斯压力最大值, MPa;

ΔP —揭煤地点实测煤层瓦斯放散初速度最大值;

f —揭煤地点实测煤层坚固性系数最小值。

表5 综合指标法预测瓦斯突出危险性的 D 、 K 临界值

煤层突出危险性综合指标 D	煤的突出危险性综合指标 K	
	无烟煤	其它煤种
0.25	20	15

3.2 回风立井揭煤点瓦斯突出危险性预测结果

按照前述预测方法、预测参数测定结果和预

测指标的临界值,得到的回风立井揭煤点3号煤层瓦斯突出危险性预测结果如表6、7所示。

表6 回风立井揭煤点瓦斯突出危险性单项指标法预测结果

煤破坏类型	瓦斯放散初速度 ΔP	煤的坚固性系数 f	煤层瓦斯压力 P/MPa	预测结论
II	14.5	0.74	0.92	无突出危险性

表7 回风立井揭煤点瓦斯突出危险性综合指标法预测结果

采深 H/m	瓦斯压力 P/MPa	瓦斯放散初速度 ΔP	坚固性系数 f	综合预测指标		预测结论
				D	K	
385	0.92	14.5	0.74	0.16	19.59	无突出危险性

对比表4、5与表6、7,可以得出:①按照单项指标法,回风立井揭3号煤层地点只有瓦斯压力、瓦斯放散初速度超过预测临界值,预测揭煤地点无瓦斯突出危险性;②按照综合指标法,回风立井揭3号煤层地点虽然 K 值接近预测临界值,但 D 值小于预测临界值0.25,预测揭煤地点无瓦斯突出危险性;③回风立井揭3号煤层地点没有发生瓦斯突出的危险性,属于无突出危险性井筒揭煤。

4 结论

(1)阐述了高瓦斯矿井井筒揭煤前进行突出危险性预测的必要性,分析了1号孔和2号孔的瓦斯压力恢复曲线,确定了揭煤地点的瓦斯压力为0.92 MPa(绝对压力);

(2)通过对测压钻孔采集获得的回风立井揭煤地点3号煤层试样的观测,3号煤光泽明亮、节理和次生节理发育,节理平整,断口参差多角、煤质硬度中等,用手易剥成小块,按煤破坏类型分类标准,属于II类破坏煤;

(3)利用钻孔采集的煤芯,实验室测得回风立井揭煤地点3号煤层瓦斯放散初速度为14.5,坚固性系数为0.74, $M_{ad} = 0.66\%$, $A_f = 11.43\%$, $V_{daf} = 6.42\%$;

(4)根据煤与瓦斯突出危险性预测参数实测数据,采用单项指标法和综合指标法,依据《煤矿安全规程》分别对回风立井揭煤点3号煤层的瓦斯突出危险性进行了预测,预测结果均表明:回风立井揭3号煤层地点没有发生瓦斯突出的危险性,属于无突出危险性井筒揭煤。

[参考文献]

- [1] 俞启香. 矿井瓦斯防治[M]. 北京:煤炭工业出版社, 1992.
- [2] 王兆丰,等. 小西沟煤矿3号煤层瓦斯涌出量预测[Z]. 焦作:河南理工大学,2004.
- [3] 田富超,等. 阳城县小西煤业有限公司回风立井揭3号煤层瓦斯突出危险性预测[Z]. 焦作:河南理工大学,2008.

[作者简介]

田富超(1984-),男,河南项城人,硕士研究生,主要从事瓦斯灾害治理及瓦斯地质方向的研究工作,多次参与瓦斯治理攻关课题的研究。 [收稿日期:2009-04-23]

(上接第24页)选后,在产品的品种、灰分、硫分满足用户要求的前提下是较好的气化原料。

6 结语

17₁煤层赋存于龙潭组中段,为三角洲沉积环境,厚度较稳定,资源量较丰富,其原煤具有较高的灰分、较低的硫分,较高的热值。经洗选后,精煤为低灰低硫高热值煤,具有较好的利用前景,可作为电力、钢铁、化工等行业用煤,产生较好的经济效益。

[参考文献]

- [1] 徐彬彬,何明德,等. 贵州煤田地质[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,2003.
- [2] 贵州省西能煤炭勘查开发有限公司. 贵州省盘县老厂煤炭详查地质报告[R],2007.

[作者简介]

何光强(1978-),男,工程师,毕业于河南理工大学地质矿产勘查专业,中国矿业大学工程硕士,现工作于贵州省西能煤炭勘查开发有限公司。

[收稿日期:2009-05-27]

定,启动电流约为额定电流的4~8倍,能满足生产需要。

4.3 技术参数测试

电压:输入电压9.8~10 kV,输出电压3.3~3.45 kV,变压器置于额定档;

负载电流:一次侧电流363.7 A,二次侧电流1 054 A;

最大起动电流约780 A,运输机为TTT软启,且煤机与运输机不同时启动;

壳体温度85℃,铁心顶部温度(断电后测量)140℃;

移动变电站基本可以保证巷道转弯半径的需要。

4.4 试验结果

经过三个多月时间的使用,KBSCZY-6300/10/3.45矿用隔爆型移动变电站具有较好的技术性能和可靠性,可满足大装机容量的综采工作面供电要求,主要表现在以下几个方面:

该机型的外观、体积、运输难易度基本适应井下作业环境;

操作、检修方便快捷,易损件更换起来较为容易;

主机及各部件质量可靠,故障率低,具有优良的结构性能和使用效果;

变压器承载能力强,可经受电机起动时瞬间过电流的冲击;

变压器运行噪声较小;

开关数字化显示,操作简单,并有故障记忆功能;

移动变电站与采煤机、刮板机连接方便快捷。

5 产品鉴定

2008年12月21日,由中国煤炭机械工业协会、煤矿与煤炭城市发展工作委员会组织专家对江苏中联电气股份有限公司和中国神华神东煤炭分公司联合研制的KBSCZY-6300/10/3.45移动变电站进行会议鉴定。与会专家听取了产品研制工作报告、工业性试验报告,进行井下现场考察,对有关资料及文件进行了审查。经认真讨论,鉴定委员会认为:

KBSCZY-6300/10/3.45大容量移动变电站总

体设计先进合理,隔爆壳体采用上盖开启式结构,其内腔设有吸湿装置,整机采用C级绝缘系统,能在220℃温度下长时间运行,性能可靠;研发出箱体顶部瓦楞散热结构和铁心旁柱多压钉对称压紧等多项专利技术,解决了特大容量隔爆变压器温升高、运行噪音大的技术难题;线圈与铁心采用了双重散热通道,散热均匀;高压线圈线饼增设轴向气道,低压线圈采用新型圆筒式,212换位,减小了线圈的不完全换位损耗和涡流损耗;线圈两次VPI真空压力浸漆,提高了线圈的机械强度和电气强度;变压器壳体中部采用双排螺栓错位紧固和多道立体加强,减小了壳体的变形;采用凸缘铸钢滚轮移动,在变压器箱底中间部位增设一辅助滚动轴装置,使三对滚轮同时着地,减轻变压器对轨道工字钢的压力,移动方便;运用了先进的可编程序控制器(PLC)和人机屏(GOT)系统,具有RS485通讯功能,能够实时检测和传送数字化信息、运行状态及故障指示。

该设备在神东榆家梁矿进行工业性试验表明,设备运行可靠,性能良好,满足了矿井对大容量变压器需求和安全生产的需要。鉴定委员会认为,该产品技术文件完整,符合科技成果鉴定的要求。设计合理,符合煤矿井下安全要求,达到国际同类产品先进水平,填补了国内空白,实现了替代进口。一致同意通过鉴定,可以批量生产,推广应用。

6 结 语

该产品的成功研制,适应了大型综合采掘设备的供电需要,进一步降低了矿区井下综采工作面移动变电站的使用数量,降低了设备搬迁工作量,开创了国产大容量移动变电站使用新纪元,大容量移变不再依赖进口,带动了国内隔爆变压器行业整体向前发展,具有较好的社会效益和经济效益。该产品会在综采工作面特别是大采高重型工作面得到广泛应用。

[作者简介]

苏成勇(1969-),男,江苏盐城人,现任江苏中联电气股份有限公司技术负责人,长期从事变压器的研发工作。

[收稿日期:2009-08-04]