

煤与瓦斯突出矿井安全煤量研究

王海锋¹, 程远平¹, 俞启香¹, 周宗勇², 周红星¹, 刘洪永¹

(1. 中国矿业大学 煤矿瓦斯治理国家工程研究中心, 江苏 徐州 221008;

2. 淮北矿业集团 祁南煤矿, 安徽 宿州 234115)

摘要: 针对我国煤与瓦斯突出矿井采掘接替紧张的现状和煤矿安全监察工作的需要, 提出了煤与瓦斯突出矿井安全煤量概念, 研究探讨了安全煤量与“三量”之间的相互关系, 结果表明: 安全煤量属于准备煤量的一部分, 它是指煤与瓦斯突出矿井准备煤量范围内已无突出危险的煤量, 安全煤量必须有足够的可采期. 为确保回采安全, 回采煤量必须是安全煤量. 突出矿井采取保护层开采结合被保护层卸压瓦斯抽采技术和预抽煤层瓦斯技术获得足够的安全煤量. 通过对淮北祁南煤矿“三量”和安全煤量的分析得出, 祁南煤矿的安全煤量占到准备煤量的五分之四, 为回采煤量的 2.3 倍, 准备煤量、安全煤量和回采煤量可采期分别为 16.6, 13.3, 5.9 个月. 矿井的生产实践表明, 祁南煤矿安全煤量可以满足矿井的正常接替和安全生产需要.

关键词: 煤与瓦斯突出矿井; 安全煤量; 三量; 区域性瓦斯治理; 工程方法

中图分类号: TD 712⁺.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1964(2008)02-0236-05

Research on the Amount of Safely Mineable Coal in Mines Susceptible to Coal and Gas Outburst

WANG Hai-feng¹, CHENG Yuan-ping¹, YU Qi-xiang¹,
ZHOU Zong-yong², ZHOU Hong-xing¹, LIU Hong-yong¹

(1. National Engineering Research Center for Coal & Gas control, China University of Mining & Technology, Xuzhou, Jiangsu 221008, China; 2. Qinan mine, Huaibei Coal Co. Ltd, Suzhou, Anhui 234115, China)

Abstract: The concept of the amount of safely mineable coal was proposed to help with safety supervision during excavation in mines susceptible to coal and gas outburst. Relationships between the amount of safely mineable coal and “three coal reserves” were studied. The results show that the amount of safely mineable coal is the non-outburst coal quantity in preparatory coal quantity and that it must have enough of a production period. For safe mining the quantity of mined coal must be less than the amount of safely mineable coal. This safely mineable coal includes about four fifths of the preparatory coal quantity and 2.3 times the mining coal quantity. The mineable periods of preparatory coal quantity, safety coal quantity and mining coal quantity are 16.6, 13.3 and 5.9 months, respectively. The practice at the Qinan mine is such that the amount of safely removable coal meets the requirements for normal relay and mining safety.

Key words: coal and gas outburst coal mine; safety coal quantity; “three coal reserves”; regional gas control; the engineering method

收稿日期: 2007 - 05 - 11

基金项目: 国家重点基础研究计划(973)项目(2005CB221503), 国家自然科学基金重点项目(70533050); 国家自然科学基金项目(50674089); 国家“十五”科技攻关项目(2005BA813B-3-06)

作者简介: 王海锋(1979-), 男, 山西省高平市人, 博士研究生, 从事煤矿瓦斯治理方面研究.

E-mail: baizhizhuang@163.com Tel: 13913474114

我国很多煤矿经过几十年的开采,开采水平逐渐向深部延深。2004年,全国大中型煤矿平均开采深度456 m,采深超过800 m的有15处,超过1 km的煤矿有8处,且全国煤矿以每年约10~20 m(最快近50 m)的速度向深部延深^{*}。随着矿井开采深度的增加,煤层瓦斯压力和瓦斯含量也在逐年加大,一些矿井由低瓦斯矿井逐渐转变为高瓦斯矿井或是煤与瓦斯突出矿井,我国已成为世界上煤与瓦斯突出灾害最严重的国家。2005年对45户重点监控国有煤矿企业进行的安全会诊结果表明,这些煤矿企业的415处矿井中高瓦斯及煤与瓦斯突出矿井234对、占56.4%,其中煤与瓦斯突出矿井142对、占34.2%。

为保持矿井正常接替、避免矿井采掘接替紧张,1961年,煤炭工业部发布了《关于矿井和露天矿井开拓煤量、准备煤量和回采煤量划分范围的规定》(以下简称“三量”规定)^[1]。但随着矿井从非突出矿井向煤与瓦斯突出矿井的升级,国家制定的为保证矿井顺利接替的“三量”规定已逐渐不能适应煤与瓦斯突出矿井接替的需要。许多煤与瓦斯突出矿井,在实际“三量”及“三量”可采期远大于规定值的情况下仍出现采掘接替紧张现象,究其原因,主要是因为“三量”中的准备煤量和回采煤量中有部分煤量具有突出危险性,需通过区域性瓦斯治理消除突出危险后才能进行采掘作业。而瓦斯治理需要时间和空间,若矿井没有预留足够的瓦斯治理时间和空间就会导致矿井接替紧张。许多煤矿企业也开始意识到这个问题,采取保护层开采或是预抽煤层瓦斯等区域性措施治理煤层瓦斯,保证矿井的顺利接替和安全开采。目前煤与瓦斯突出矿井中的准备煤量和回采煤量已不能真实反映矿井的接替情况。因此,为了解决这个问题本文提出了安全煤量及安全煤量合理可采期2个概念。

安全煤量是指煤与瓦斯突出矿井准备煤量范围内已无突出危险的那部分煤量,属于准备煤量的一部分。工作面回采必须保证安全,回采煤量属于安全煤量的一部分。为做到矿井“抽、掘、采”平衡,保证矿井的顺利接替和安全采掘,在抽采设计和工程安排上,要做好与煤炭生产组织的协调,使安全煤量与矿井“三量”相协调。准备煤量要建立在形成完善的瓦斯抽采系统或具备开采保护层条件的基础上,保证煤炭安全开采的正常接替。安全煤量要建立在煤层瓦斯经过充分抽采的基础上,达到《煤

矿瓦斯抽采基本指标》要求、满足安全开采条件的基础上^{***}。

1 安全煤量的提出

针对我国煤与瓦斯突出矿井采掘接替紧张的现状和煤矿安全监察工作的需要,提出了煤与瓦斯突出矿井安全煤量概念。安全煤量是指煤与瓦斯突出矿井准备煤量范围内已无突出危险的那部分煤量,采掘作业可直接在安全煤量内进行,安全煤量构成见图1。煤与瓦斯突出矿井一般包括突出煤层和非突出煤层,则准备煤量也相应包括突出煤层中的准备煤量和非突出煤层中的准备煤量。非突出煤层中的准备煤量没有突出危险,可直接在准备煤量内进行采掘作业,这部分准备煤量属于安全煤量。突出煤层的准备煤量根据规定需要进行突出区域划分,将其划分为无突出危险区、突出威胁区和突出危险区。无突出危险区的煤量,没有突出危险,可以直接进行采掘作业,属于安全煤量。突出危险区的准备煤量有突出危险,需要采取区域性的瓦斯治理措施消除突出危险,经无突出危险评价和措施效果检验后认为已消除突出危险,便属于安全煤量。若经评价和措施效果检验后还具有突出危险性,则需进一步采取措施消除突出危险性,而后需要再次进行评价和效果检验,如果评价和检验通过则这部分煤量就为安全煤量,反之,需再采取措施进行治疗,直到消除突出为止。对突出威胁区的煤量需要进行检验性预测,若预测无突出,则这部分煤量属于安全煤量,反之,突出威胁区就要升级为突出危险区,需要采取突出危险区的处理办法,将这部分煤量转变为安全煤量。安全煤量是煤与瓦斯突出矿井采掘接替顺利的必要保证,因此煤与瓦斯突出矿井必须准备充足的安全煤量。

安全煤量的可采时间即为安全煤量可采期。安全煤量的合理可采期指的是煤与瓦斯突出矿井安全煤量可供开采的合理时间,安全煤量过少就会造成矿井采掘接替紧张。

安全煤量的准备以保护层开采结合被保护层的卸压瓦斯抽采和预抽煤层瓦斯等区域性瓦斯治理技术为主,辅以“四位一体”等局部性瓦斯治理技术,保证安全煤量能够满足突出矿井采掘接替的需要。在开采煤层群时,优先采用保护层开采结合被保护层的卸压瓦斯抽采技术;在不具备开采保护层

* 中华人民共和国国家发展和改革委员会,煤矿瓦斯治理与利用总体方案[R]. 2005年6月。

** 国家煤矿安全监察局,煤矿安全技术“专家会诊”资料汇编[R]. 2005年10月。

*** 赵铁锤,在全国煤矿瓦斯先抽后采经验交流会上的总结讲话[R]. 2007年4月。

的情况下采用预抽煤层瓦斯治理技术.

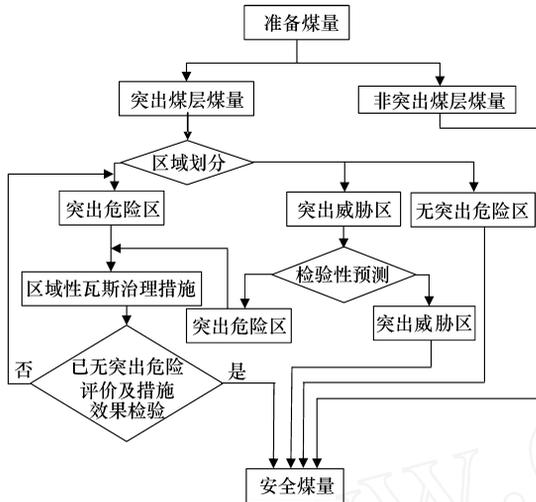


图 1 安全煤量构成
Fig. 1 Safety coal quantity composition

2 安全煤量与“三量”的关系

《“三量”规定》是在 1961 年颁布的,当时的矿井开采深度较浅,煤与瓦斯突出矿井少,突出煤层少,煤层的突出危险性小,回采巷道大都可直接在准备煤量中掘进.但是随着矿井向突出矿井的升级,开采煤层由非突出煤层转变为突出煤层,准备煤量中包含了部分具有突出危险的煤量,这就对回采煤量的准备造成一定程度的影响.突出矿井开拓煤量、准备煤量和回采煤量与安全煤量的关系见图 2.

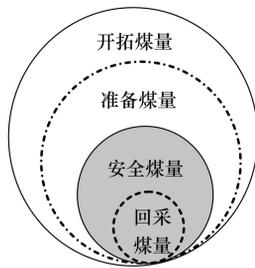


图 2 安全煤量与“三量”的关系
Fig. 2 Relations between safety coal quantity and “three coal reserves”

根据安全煤量的定义,在一定时期内,安全煤量属于准备煤量的一部分,是准备煤量内无突出危险的那部分煤量.在采区内掘进出必要的巷道,如采区上、下山、采区车场等,矿井的准备煤量即可形成^[1].在一定时期内安全煤量只占准备煤量的一部分.安全煤量包括 4 个部分: 1) 非突出煤层中的准备煤量; 2) 突出煤层中无突出危险区的准备煤量; 3) 突出威胁区经检验性预测为无突出危险的准备煤量; 4) 突出危险区经区域性瓦斯治理后效果检验为无突出危险的准备煤量.这样便可保证在

安全煤量内掘进巷道形成的回采煤量即为煤与瓦斯突出矿井可供安全开采的煤量,回采煤量属于安全煤量的一部分.

3 安全煤量获取的工程方法

为了保证矿井顺利接替和安全开采,必须遵循“先抽后采”的瓦斯治理原则,对具有突出危险的准备煤量采取区域性瓦斯治理措施抽采煤层瓦斯,降低煤层瓦斯含量和压力,使准备煤量达到《煤矿瓦斯抽采基本指标》规定要求,实现准备煤量向安全煤量的转变.目前常用的区域性瓦斯治理措施包括保护层开采结合被保护层卸压瓦斯抽采技术和预抽煤层瓦斯技术^[2-5].为确保矿井足够的安全煤量,矿井必须提前 3~5 a 制定瓦斯抽采规划,每年年底编制下年度的抽采瓦斯计划,做到“抽、掘、采”平衡^[6].

3.1 保护层开采结合被保护煤层的卸压瓦斯抽采技术

在煤层群开采条件下,优先选择保护层开采结合被保护层卸压瓦斯抽采技术.当保护层开采过后,被保护层发生膨胀变形,产生裂隙,煤层透气性增大,形成瓦斯卸压流动条件,同时采用穿层钻孔或是地面钻井等方法抽采被保护层的卸压瓦斯,将高瓦斯突出危险区域转变为低瓦斯无突出危险区域,实现准备煤量向安全煤量的转变.淮南潘一矿开采 B11 煤层作为保护层,保护层开采的同时抽采被保护层 C13 煤层的卸压瓦斯,C13 煤层瓦斯抽采率达 60% 以上,降低了煤层瓦斯含量,全面消除了 C13 煤层的煤与瓦斯突出危险性,确保了矿井的顺利接替和主采煤层的安全高效回采^[7-10].

3.2 预抽煤层瓦斯技术

在单一煤层开采的条件下,采用钻孔预抽煤层瓦斯技术降低煤层瓦斯含量,消除煤层的突出危险性,将具有突出危险的准备煤量转变为安全煤量,预抽煤层瓦斯技术必须保证足够的预抽时间.根据钻孔的布置形式,预抽煤层瓦斯技术主要包括以下 3 种方式.第 1 种方式是全部采用底板穿层钻孔大面积预抽瓦斯,待消除工作面煤体的突出危险后,再进行巷道掘进和回采工作面.淮北芦岭煤矿二水平 8 煤层瓦斯治理就采用该方式.第 2 种方式是采用底板穿层钻孔预抽煤巷掘进区域瓦斯,掩护煤巷安全掘进后,再从煤巷中施工顺层钻孔抽采工作面煤体瓦斯,进而保证工作面的安全开采,淮北祁南煤矿 81 采区 7₂ 煤层的瓦斯治理采用该方式.第 3 种为下向顺层长钻孔递进掩护区域性瓦斯抽采方

式,该方式适用于地质构造简单、赋存稳定、倾角小、硬度大的煤层,其在淮北祁南煤矿 3₂ 煤层中应用效果较好。

4 工程实例分析

4.1 矿井概况

淮北祁南煤矿为煤与瓦斯突出矿井,主采煤层为 3₂、7₂ 和 10 煤层,其中 3₂ 和 7₂ 煤层为突出煤层,10 煤层为非突出煤层。截止 2006 年 12 月底,矿井共有 101、81、82 和 34 这 4 个活动采区,1 个准备采区(84 采区),1 个开拓采区(31 采区)。

表 1 祁南煤矿“三量”构成

三量	10 煤层		7 ₁ 、7 ₂ 煤层		3 ₂ 煤层		合计
	101 采区	81 采区	82 采区	84 采区	31 采区	34 采区	
开拓煤量	586.6	639.9	778	1 640.6	801	1 608.8	6 054.7
准备煤量	50.3	110.0	43.7	-	-	62	266.0
回采煤量	8.4	-	24.1	-	-	62	94.5

由于矿井采场地质条件复杂,煤层赋存不稳定,3₂ 煤层主力综采工作面推进速度快准备周期长,及矿井产量提升幅度大等原因,造成开拓煤量相应较大;准备煤量、回采煤量可采期较为合理,能满足矿井生产需要。

4.3 安全煤量统计分析

从开采煤层、所在采区、对应工作面名称、工作面突出危险性、瓦斯治理措施等几个方面对祁南煤矿的安全煤量进行了统计,见表 2。10 煤层为非突出煤层,则 10 煤层的准备煤量都属于安全煤量,包括 1011 和 1013 工作面的煤量。81 采区的准备煤量为 713 和 714 工作面的煤量,714 工作面采用预抽煤层瓦斯措施,已消除工作面的突出危险,该部分煤量属于安全煤量,713 工作面正在进行瓦斯治理,713 工作面煤量还不属于安全煤量。82 采区的准备煤量为 721 和 7122 工作面的煤量,这 2 个工作面都处于无突出危险区,这部分准备煤量属于安全煤量。34 采区的准备煤量为 3410 工作面的煤量,3410 工作面处于突出威胁区,经检验性预测后认为该工作面具有突出危险性,采用顺层长钻孔预抽煤层瓦斯技术抽采工作面瓦斯,现已消除突出危险,3410 工作面煤量属于安全煤量。截止 2006 年 12 月底,矿井安全煤量为 214.0 万 t,安全煤量可采期为 13.3 个月,占到准备煤量的五分之四,是回采煤量的 2.3 倍。

祁南煤矿“三量”与安全煤量的构成及关系见表 3。从表中可以看出,安全煤量属于准备煤量的一部分,回采煤量属于安全煤量的一部分。

经突出区域划分,对于 3₂ 煤层,露头至 - 550 m 为无突出危险区, - 550 ~ - 650 m 为突出威胁区, - 650 m 以下为突出危险区;对于 7₂ 煤层,露头至 - 435 m 为无突出危险区, - 435 ~ - 460 m 为突出威胁区, - 460 m 以下为突出危险区。

4.2 “三量”统计分析

截止到 2006 年 12 月底,矿井的开拓煤量为 6 054.7 万 t,准备煤量为 266.0 万 t,回采煤量为 94.5 万 t,“三量”可采期分别为 30.3 a,16.6 个月,5.9 个月,“三量”及“三量”可采期满足《“三量”规定》的要求。矿井“三量”的构成情况见表 1。

表 2 祁南煤矿安全煤量构成

煤层和采区	10 煤层	7 ₁ 、7 ₂ 煤层		3 ₂ 煤层
	101 采区	81 采区	82 采区	34 采区
工作面	1011,1013	714	721,7122	3410
工作面突出危险性	非突出煤层	突出危险区	无突出危险区	突出威胁区
瓦斯治理措施	-	预抽煤层瓦斯	-	顺层长钻孔预抽煤层瓦斯
安全煤量/万 t	50.3	58	43.7	62
总计/万 t	214.0			

表 3 “三量”及安全煤量的关系

煤量	10 煤层	7 ₁ 、7 ₂ 煤层	3 ₂ 煤层
开拓煤量	101 采区	81,82,84 采区	31,34 采区
准备煤量	1011,1013 工作面	721,7122,713,714 工作面	3410 工作面
安全煤量	1011,1013 工作面	721,7122,714 工作面	3410 工作面
回采煤量	1011 工作面	721 工作面	3410 工作面

4.4 矿井安全状况分析

祁南煤矿通过近 3 a 的调整,实现了“区域性治理措施为主、局部治理措施为辅”的瓦斯灾害综合治理战略,矿井采场空间布置和时间安排,贯彻“三综一炮”高(突出)低瓦斯区域 4 条线交替接替,为瓦斯灾害分区治理提供了“时空”保障。这些措施的实施为祁南煤矿形成了充足的安全煤量,实现了矿井的“抽、掘、采”平衡,矿井采掘关系协调,矿井的安全状况显著提高,矿井近 3 a 未发生安全事故。近 5 a 矿井的瓦斯浓度超限次数见图 3,2006

年生产原煤 216 万 t, 矿井瓦斯浓度超限次数下降到 5 次。

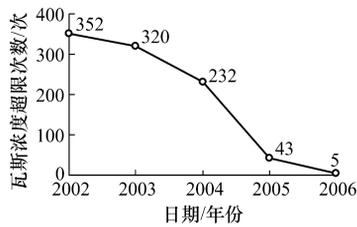


图 3 矿井近 5 a 来的瓦斯浓度超限次数

Fig. 3 Over-level times of gas concentration of Qinan mine in 5 years

5 结 论

1) 提出了煤与瓦斯突出矿井安全煤量概念, 它是指煤与瓦斯突出矿井准备煤量范围内已无突出危险的那部分煤量。

2) 安全煤量包括非突出煤层的准备煤量、突出煤层中无突出危险区的准备煤量、突出威胁区经检验性预测为无突出危险的准备煤量和突出危险区经区域性瓦斯治理后效果检验为无突出危险的准备煤量 4 个部分。

3) 获取安全煤量的工程方法包括保护层开采结合被保护层卸压瓦斯抽采技术和预抽煤层瓦斯技术。

4) 祁南煤矿的安全煤量占到准备煤量的五分之四, 为回采煤量的 2.3 倍, 准备煤量、安全煤量和回采煤量可采期分别为 16.6, 13.3, 5.9 个月, 能够满足矿井的正常接替和安全生产需要。

参考文献:

[1] 煤炭工业部. 关于矿井和露天矿井开拓煤量、准备煤量和回采煤量划分范围的规定[M]. 北京: 中国工业出版社, 1961:10-15.

[2] 煤炭工业部. 防治煤与瓦斯突出细则[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1995:25-30.

[3] 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, 2007:113-119.

[4] 俞启香. 矿井瓦斯防治[M]. 徐州: 中国矿业大学出

版社, 1992:95-108.

- [5] 程远平, 俞启香, 周红星, 等. 煤矿瓦斯治理“先抽后采”的实践与作用[J]. 采矿与安全工程学报, 2006, 23(4): 389-392.
- CHENG Yuan-ping, YU Qi-xiang, ZHOU Hong-xing, et al. Practice and effectiveness of “draining gas before coal mining” to prevent gas from bursting[J]. Journal of Mining & Safety Engineering, 2006, 23(4): 389-392.
- [6] AQ 1026-2006, 煤矿瓦斯抽采基本指标[S]. 2006.
- [7] 俞启香, 程远平, 蒋承林, 等. 高瓦斯特厚煤层煤与卸压瓦斯共采原理及实践[J]. 中国矿业大学学报, 2004, 33(2):127-131.
- YU Qi-xiang, CHENG Yuan-ping, JIANG Cheng-lin, et al. Principles and applications of exploitation of coal and pressure relief gas in thick and high-gas seams[J]. Journal of China University of Mining & Technology, 2004, 33(2): 127-131.
- [8] 程远平, 俞启香, 袁亮, 等. 煤与远程卸压瓦斯安全高效共采试验研究[J]. 中国矿业大学学报, 2004, 33(2): 132-136.
- Cheng Yuan-ping, Yu Qi-xiang, Yuan Liang. Experimental research of safe and highly efficient exploitation of coal and pressure relief gas in long distance[J]. Journal of China University of Mining & Technology, 2004, 33(2): 132-136.
- [9] 张吉雄, 缪协兴. 煤矿矸石井下处理的研究[J]. 中国矿业大学学报, 2006, 35(2): 197-200.
- ZHANG Ji-xiong, MIAO Xie-xing. Underground disposal of waste in coal mine[J]. Journal of China University of Mining & Technology, 2006, 35(2): 197-200.
- [10] 程远平, 俞启香. 煤层群煤与瓦斯安全高效共采体系及应用[J]. 中国矿业大学学报, 2003, 32(5): 471-475.
- CHENG Yuan-ping, YU Qi-xiang. Application of safe and high-efficient exploitation system of coal and gas in coal seams[J]. Journal of China University of Mining & Technology, 2003, 32(5): 471-475.

(责任编辑 王继红)