

# 预抽瓦斯防突的实践与效果

六枝矿务局通风处 田儒家

**【摘要】**煤与瓦斯突出是突出矿井的主要灾害之一，对安全生产威胁很大。认真研究突出规律，择优选用防突技术措施是防突的基本任务。为此，本文对六枝矿区开展预抽瓦斯防突的实践与效果进行了分析和总结，得出了预抽瓦斯防突的考察有效性指标，使预抽瓦斯防突日趋科学化管理。与此同时，对在预抽瓦斯防突方面的若干技术性问题进行了深入探讨，更加明确了今后的努力方向。

矿井预抽煤层瓦斯，是防治煤与瓦斯突出，改善井下作业条件，保障安全生产的重要措施。六枝矿区由于认真坚持“安全第一、以抽防突”的方针，使矿井安全生产稳步发展。

## 一、矿区煤层概况

矿区内共有六个主要地质构造单元，地层以三迭系及二迭系分布最广，地层岩性主要以灰岩、页岩及泥岩为主。煤系为上二迭统龙潭组，主采煤层为7号和18号煤层，局部可采煤层为1号、3号、17号、19号和30号煤层。煤层顶板多为石灰岩，瓦斯赋存条件较好，煤层原始透气性差，矿区内所有煤层均为煤与瓦斯突出煤层，其中7号和18号煤层为主突煤层，7号煤层为严重突出危险煤层。截至1989年底止，矿区共发生煤与瓦斯突出345次，最大突出强度为2078t，最大涌出瓦斯量为1300 $\text{km}^3$ 。按煤层突出类别计，突出主要发生在7号和18号煤层中，分别突出256次和23次，占突出总次数的74.2%和6.67%，对矿井安全生产威胁最大。按巷道突出类别计，突出发生在平巷和上山的分别为186次和96次。占突出总次数的53.91%和27.83%，这是开展防突工作的

重点。

## 二、预抽瓦斯防突实践

为了解决采掘生产过程中瓦斯突出的威胁，自1975年以来，各矿先后建立了矿井抽放瓦斯系统。根据矿井开采条件，分别采用了开采解放层结合抽放瓦斯措施、水力冲孔结合抽放瓦斯措施、穿层钻孔预抽瓦斯措施、边掘边抽及边采边抽瓦斯措施。在突出煤层中凡经预抽过的区域，均有效地控制了突出事故的发生，实现了安全生产。

### 1、预抽瓦斯方法

六枝矿区各矿井都是采用钻孔法抽放突出煤层瓦斯，有穿层和顺层钻孔两种布孔方法。

(1) 在具有突出危险的7号和18号煤层之底板或顶板一定距离布置专用岩石抽放瓦斯巷道，且按15~25m走向间距向煤层方向布置岩石钻场，每个钻场设计6~15个穿层钻孔，呈上、中、下三排扇形状均匀布置。钻孔孔底走向间距为7~8m，钻孔直径为75mm，穿透煤层并进入顶（或底）板0.3m以上。由于钻孔与煤层层面垂直布置，使瓦斯易于沿层面流入钻孔，有利于提高抽放瓦斯效果。

(2) 对于具有严重突出危险的7号煤层,当底板或顶板穿层钻孔没有达到预抽瓦斯效果时,则分别在回风巷、一中巷、二中巷及机巷位置,按20~25m走向间距布置煤层钻场,每个钻场设计3~6个顺层钻孔,呈单排或双排扇形状均匀布置。钻孔孔底走向间距为5~7m,钻孔直径为75mm,钻孔深度为25~50m。在回风巷道布置下向顺层钻孔,在一中巷、二中巷及机巷布置上向顺层钻孔。由于钻孔顺层布置,采用下向钻孔易于瓦斯流动,有利于提高抽放瓦斯效果。

### 2、预抽瓦斯防突的应用条件

(1) 凡有解放层可采(上或下解放层)的矿井,必须首先开采解放层,然后结合区域性卸压预抽瓦斯措施以实现防突之目的。如六枝、地宗及凉水井矿便是。他们主要是开采1号及3号煤层解放7号煤层,开采16号及17号煤层解放18号煤层,均是采用上解放层开采。并在卸压的7号和18号煤层底板掘专用岩石抽放巷打穿层钻孔进行预抽突出煤层卸压瓦斯。

(2) 凡不具备开采解放层的矿井,在突出煤层掘进之前,必须先采在突出煤层的底板掘专用岩石抽放巷打穿层钻孔预抽突出煤层瓦斯以实现防突之目的。如四角田、化处及木岗矿便是。

### 3、预抽瓦斯防突的钻孔密度

由于预抽瓦斯的钻孔密度与抽放有效时间相关。二者成反比例函数关系,即

$$Q_{孔} = q_0 \frac{1}{\alpha} (1 - e^{-\alpha t})$$

式中

$Q_{孔}$ ——钻孔累计抽出瓦斯量,  $m^3$ ;  
 $q_0$ ——钻孔初始瓦斯涌出量,  $m^3/min$ ;  
 $\alpha$ ——瓦斯流量衰减系数,  $d^{-1}$ ;  
 $t$ ——预抽瓦斯时间,  $d$ 。

对于钻场流量而言

$$Q_{场} = n Q_{孔} \\ = n q_0 \frac{1}{\alpha} (1 - e^{-\alpha t})$$

式中

$Q_{场}$ ——钻场累计抽出瓦斯量,  $m^3$ ;  
 $n$ ——钻场内钻孔个数, 个。

从上述两式可知:

(1) 当钻孔密度低,即钻孔个数  $n$  很小时,  $Q_{场}$  很小,即使无限期延长预抽时间,也不可能达到预期的预抽率。

(2) 随预抽时间的增长,钻孔累计的抽放瓦斯量增加,并趋于某一极限值,但其增长率却呈下降趋势。这就证明了在一定条件下,若任意地延长预抽时间则意义不大。

(3) 为了使预抽时间  $t$  和预抽量  $Q_{场}$  最佳匹配,则在允许的抽放时间内,只有增加钻孔密度,也就是增加钻孔数  $n$ 。特别是对于单一厚煤层,因掘专用底(或顶)板岩石抽放巷的岩石工程量大,巷道掘进成本高,则必须提高抽放岩巷及钻场的使用效率。如果煤层原始透气性低,只有采取增加钻场内钻孔密度的措施才能达到预抽率之目的。

一般地,当预抽时间在一年左右,并能保持预抽率不小于25%的特定条件下,对穿层钻孔数目可取为:

①若原压抽放瓦斯,按上、中、下三排扇形状布孔,每排4~5个,则取  $n$  为12~15个;

②若卸压抽放瓦斯,按上、中、下三排扇形状布孔,每排2~4个,则取  $n$  为6~12个。

### 4、预抽瓦斯防突的考察指标

当采用预抽瓦斯措施后,是否达到防治煤与瓦斯突出的作用,这就必须进行严肃的科学性考察,为此,六枝矿区采用以

下综合考察指标, 经实践检验是有效和可靠的。其综合考察指标是:

- (1) 瓦斯预抽率  $Y \geq 25\%$ ;
- (2) 瓦斯压力  $P \leq 4 \text{at}$ ;
- (3) 煤体变形  $E \geq 0.6\%$ 。

在上述指标中, 我们主要采用最敏感性的瓦斯预抽率指标作为评判依据。

### 三、预抽瓦斯防突效果

六枝矿区经过多年的预抽瓦斯实践证明: 凡是达到预抽目的的突出危险煤层区域, 在采掘过程中均未发生煤与瓦斯突出, 其防突效果相当显著。现略举诸例加以论证。

例1, 大用矿预抽瓦斯防突效果。1982年在大用矿一水平中央采区东部背斜东侧挤压区带内第三小阶段的1175—2回采工作面进行了预抽瓦斯防突试验。该工作面是开采7号突出煤层, 地质构造复杂, 断层交错, 煤层走向褶曲甚多。煤层赋存变化大, 煤厚为5~10m, 平均煤厚为7.80m; 煤层倾角为31°左右。煤层含矸3~10层, 厚度为0.05~5m。工作面两

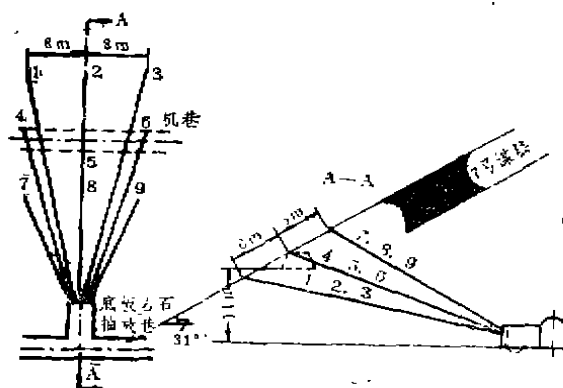


图 1

侧已回采, 应力相当集中, 测得瓦斯压力为  $18 \text{kg/cm}^2$ 。该工作面走向长为310m, 倾斜长为72m。利用1175—2底板岩石抽放巷打穿层钻孔预抽7号突出煤层瓦斯。钻孔布置如图1所示。

经过预抽瓦斯10个月后, 预抽率在26.5%以上, 该7号煤层的抽放瓦斯效果及防突效果相当显著, 在整个1175—2机巷的掘进和1175—2采面的回采过程中从未发生矿井瓦斯动力现象。实测有关基本参数如表1所示。

表 1

比 较	参 数						
	瓦斯压力 (MPa)	透气性系数 ( $\text{m}^2/\text{MPa}^2 \cdot \text{d}$ )	瓦斯涌出量 ( $\text{m}^3/\text{min}$ )	瓦斯含量 ( $\text{m}^3/\text{t}$ )	最大可解吸瓦斯量 ( $\text{m}^3/\text{t}$ )	预抽率 (%)	月平均掘进量 (m)
预抽前	1.8	$6.82 \times 10^{-2}$	4.17	21.99	13.24	0	25.00
预抽后	0.5	$847.6 \times 10^{-2}$	1.37	14.01	5.22	26.50	66.50
前后对比	-1.3	$+840.78 \times 10^{-2}$	-2.80	-7.98	-8.02	+26.50	+41.50

例2, 化处矿预抽瓦斯防突效果。1987~1989年在化处矿二水平一采区第一小阶段的2171和2172回采工作面进行了大面积预抽瓦斯防突试验。两个工作面都是开采7号突出煤层, 机巷标高为+1266m, 距地表垂深约350m, 上邻的1175和1176工作面均已回采结束。两工作面走向

长均为400m, 倾斜长均为100m, 煤层倾角平均为22度左右, 煤层厚度平均为4m。该区域地质构造复杂, 断层交错, 打钻过程中发生严重的喷孔现象。在7号煤层底板掘专用岩石抽放巷打穿层钻孔预抽7号突出煤层瓦斯。钻孔布置如图2。

经过预抽瓦斯近一年后, 7号煤层的

抽放瓦斯效果及防突效果相当显著, 预抽率平均在44.79%以上, 在整个2171和2172

机巷的掘进过程中从未发生矿井瓦斯动力现象。实测有关基本参数列于表2。

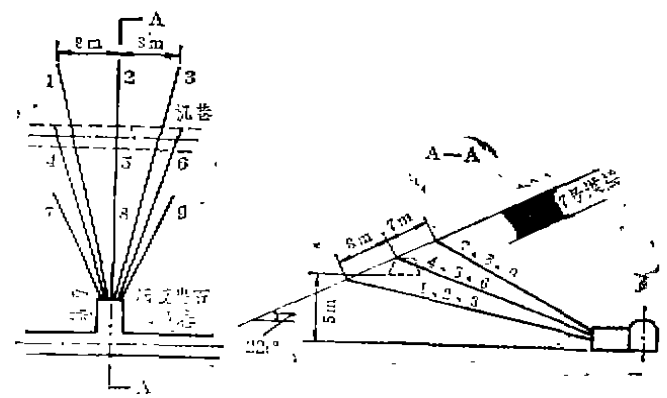


图 2

表 2

比 较	参 数						
	瓦斯压力 (MPa)	透 气 性 系 数 (m <sup>2</sup> /MPa <sup>2</sup> ·d)	瓦斯涌出量 (m <sup>3</sup> /min)	瓦斯含量 (m <sup>3</sup> /t)	最大可解 吸瓦斯量 (m <sup>3</sup> /t)	预 抽 率 (%)	月 平 均 掘 进 量 (m)
预 抽 前	1.97	1.78 × 10 <sup>-2</sup>	4.11	18.78	13.55	0	25.00
预 抽 后			1.15	10.37	5.14	44.79	70.00
前后对比			-2.96	-8.41	-8.41	+44.79	+45.00

例3, 六枝矿预抽瓦斯防突效果。六枝矿对未经预抽瓦斯的二水平西一采区7号突出煤层的开采情况与经预抽瓦斯的二水平西二采区7号突出煤层的开采情况进行了效果评价。得出的基本结论是: 预抽

煤层瓦斯不仅能够防突, 而且还能防治煤层自然发火, 提高单进单产, 合理回收煤炭资源。该矿对二水平西一和西二采区7号突出煤层的开采对比情况如表3所示。

表 3

采  区	项  目														
	预抽时间 (月)	预抽率 (%)	瓦斯含量 (m³/t)			瓦斯压力 (MPa)			月平均掘进速度 (米/月)	平均回采率 (%)	采面最大风量 m³/min	采面最大瓦斯浓度 (%)	安全状况改善		
			预抽前	预抽后	对比	预抽前	预抽后	对比					突出 (次)	发火 (次)	封闭采面 (个)
西一	0		13.28			1.2			40	32.5	800	0.9~1.5	3	5	1
西二	17	47.5	17.20	8.04	-9.16	2.0	0.28	-1.72	110	78	380	0.4~0.6	0	0	0

#### 四、今后设想

六枝矿区的抽放瓦斯前景是乐观的, 只要认真开展此项工作, 对于防突、防

燃、防爆、合理回收煤炭资源和变害为利都是切实可行的技术措施。为了适应矿井安全生产发展需要, 我们拟今后在如下几方面加强抽放瓦斯工作。

### 1、提高抽放瓦斯钻孔的施工质量

抽放瓦斯的关键是抽放钻孔的施工质量,因此,应切实加强钻孔的设计、竣工验收及封孔质量,做到“密钻孔、严封闭”,提高单孔瓦斯抽放量。

### 2、提高吨煤抽放瓦斯综合量

六枝矿区的吨煤抽放瓦斯钻孔量仅达0.04 m左右,百万吨煤抽放瓦斯纯量仅达4700~5000 k m<sup>3</sup>,难以保证抽放瓦斯量的大幅度增长。为此,今后应从改进钻具入手,提高打钻速度和效率,力争把吨煤抽放瓦斯钻孔量和百万吨煤抽放瓦斯纯量分别提高到0.1 m及8000 k m<sup>3</sup>以上,以保证瓦斯自煤体中尽可能多地渗出。

### 3、合理进行巷道布置以降低岩石抽放巷掘进率

在采区巷道布置和采掘头面比及专用岩石抽放巷道的布置上要尽可能合理,做到一巷多用,降低岩石抽放巷的掘进率。六枝矿区的百万吨煤掘专用岩石抽放巷率达2800~3000 m,千米突出煤层巷道掘专用岩石抽放巷率达630 m左右,使岩巷掘进成本高。今后力争将百万吨煤掘进岩石抽放巷率和千米突出煤层巷道掘进岩石抽放巷率分别降低到2500 m及500 m以下,不断提高矿井综合经济效益。

### 4、积极开展下向钻孔抽放瓦斯的工艺改革

六枝矿区在进行干式钻进风力排碴装置打下向钻孔的试验过程中,最大孔深已达46.1 m,今后应继续进行下向钻孔施工的工艺改革,力争孔深在50 m以上,这也是抽放瓦斯布孔的技术方向。

### 5、改善抽放瓦斯的构成比例

由于目前六枝矿区抽放瓦斯的构成百分比中,原压抽放占44%左右,邻近层抽放占0.42%左右,采空区抽放占0.4%左右,其比例关系很不协调,这也是影响抽

放量提高的因素之一。为此,今后应重点加强瓦斯来源的合理分布,提高邻近层和采空区这种区域性卸压抽放瓦斯能力,不断减小原压抽放瓦斯比重,有效地改善抽放瓦斯的构成比例。

### 6、加强抽放瓦斯的计量检测工作

对于抽放瓦斯泵房、主管、分管、支管及钻场的抽放瓦斯动态参数(包括瓦斯浓度、负压、流量及温度等)必须定期进行测定。为了准确地摸清单孔瓦斯流量的衰减性能,必须大力开展对钻场内单孔瓦斯抽放量的测定计量工作。由于孔板流量计加工复杂,安装后产生的涡流损失大,且不易更换和检修。为此,今后将主要采用皮托管进行测定计量。并且积极开展瓦斯泵房自动监测装置和管道内瓦斯流量自动检测的科研工作。

### 7、强化抽放瓦斯的效果考察工作

对实施预抽瓦斯的突出煤层在采掘之前,必须进行抽放瓦斯的效果考察工作。在掘进煤巷过程中,严格进行瓦斯预测预报,使防突工作更趋科学化。

### 8、正确使用抽放瓦斯真空泵

六枝矿区各抽放瓦斯系统均使用SZ—4型水环式真空泵,根据多年抽放瓦斯的实践经验,发现该种真空泵在抽放负压相对稳定的情况下,具有如下特性:

(1) 抽放瓦斯量与循环供水量成正比;

(2) 抽放瓦斯量与叶轮机侧盖间的间隙大小成反比。

为此,我们可根据水环式真空泵的上述特性,对水环式真空泵做到正确使用并加强维护,使之在保持抽放负压相对稳定的条件下和抽放钻孔、钻场、管路系统及设备装置不变的情况下提高抽放瓦斯量,尤其在采空区和卸压带抽放瓦斯时应在保持抽放负压的相对稳定防止煤层自然发火

的情况下,更好地应用真空泵的这种技术特性来提高抽放瓦斯量。

## 五、结束语

六枝矿区经过多年的抽放瓦斯实践证明,预抽瓦斯是实现综合防突的区域性技术措施之一,只要预抽率达25%及以上时,在突出煤层中采掘即能消除突出危险。因此,下列结论成立。

1、预抽瓦斯应作为区域性防突技术措施认真坚持,并不断加以完善。

2、凡具备解放层(特别是上解放层)开采条件的突出煤层,在采掘之前,若采用先解放后卸压预抽瓦斯措施,其抽放瓦斯效果最佳。

3、对于不具备解放层开采条件的突出煤层,在采掘之前,应优先采取原压预抽瓦斯措施以消除突出危险。

4、根据不同的矿井自然条件和技术条件,必须确定出适合于本矿井的预抽瓦斯效果考察有效性指标。以指导防突管理工作。将瓦斯预抽率取为25%及以上作为预抽瓦斯防突的有效性指标之一,经实践检验能够符合防突性能。

5、在抽放负压相对稳定和钻孔数、管路系统及设备装置不变的条件下,正确利用真空泵的技术特性来提高抽放瓦斯量,尤其在采空区和卸压带抽放瓦斯时效果更为显著。

(责任编辑 于忠仁)

~~~~~

(上接10页)

将式(15)代入式(16)得

$$\text{上行通风: } \frac{du_v'}{dt} = \frac{u' - u''}{u_g} g \sin \beta - g \sin^2 \beta \dots \dots (17)$$

$$\text{下行通风: } \frac{du_v'}{dt} = \frac{u' - u''}{u_g} g \sin \beta + g \sin^2 \beta \dots \dots (18)$$

由以上两式可知,下行通风向下的加速度比上行通风向上的加速度大 $2g \sin^2 \beta$ ,倾角愈大此值愈大。向上的加速度使煤尘悬浮,向下的加速度使煤尘沉降。因此,倾角愈大下行通风降尘效果愈好。

### (2) 风流与煤炭运输的相对速度

工作面上行通风时,工作面的刮板输送机与风流、机巷皮带输送机与风流都是反方向运动,即逆流通风,风流与煤炭的相对速度较大,容易扬起煤尘,增加空气中的含尘量。而下行通风时,风流与煤炭的相对速度较小,不易扬起煤尘。所以下行通风工作面的煤尘浓度低于上行通风。

### (3) 巷道积尘量

在扬尘风速测定中观察到,其他条件完全相同时,底板撒布的尘量不同,测出的煤尘浓度也不同。工作面上行通风时,机巷为进风巷,巷道中不但积尘较多,而且有许多转载点,因此机巷煤尘浓度较大,从而使得工作面进风口的煤尘浓度增加。下行通风时,上平巷为进风巷,巷道中积尘较少,煤尘浓度低,工作面进风口的煤尘浓度也低。根据平顶山六矿的实测结果,下行通风工作面进风口的煤尘浓度比上行通风进风口低72.6%。

上述三项,充分说明了下行通风能够降尘的机理。

## 参考文献

- [1] 石琴谱 魏平儒,下行通风降尘、降温考察,《煤炭工程师》1989, 3
- [2] 《矿业》(回采工作面下行通风专辑),焦作矿业学院,1988年
- [3] 李之光,《相似与模拟》,国防工业出版社

(责任编辑 于忠仁)