



医药学院 610212062301

理经验五十条

与瓦斯事故防治

*Meikuangwasixhilitijingyanwushitiao
yuwasishigufangzhi*

国家安全生产监督管理总局政策法规司 编写



人民日报出版社



医药学院 610212062301

煤矿瓦斯治理经验五十条 与瓦斯事故防治

国家安全生产监督管理总局政策法规司 编写

(四)



人民卫生出版社

第九章 瓦斯煤尘爆炸防治

《煤矿瓦斯治理经验五十条》:

瓦斯综合治理的基本思想是,贯彻“先抽后采、监测监控、以风定产”的瓦斯治理工作方针,树立“瓦斯事故是可以预防和避免的”意识,以完善通风系统为前提,以瓦斯抽采和防突为重点,以监测监控为保障,区域治理与局部治理并重,以抽定产,以风定产,地质保障,掘进先行,技术突破,装备升级,管理创新,落实责任,实现煤与瓦斯共采,建设安全、高效、环保矿区。

(四十五)保证井下局部通风的连续供电。局扇高低压供电实现双电源;采区变电所电源从地面变电所或井下中央变电所直供,且做到至少两个电源;采区变电所分段运行;每一局扇都设有备用局扇,并做到主备局扇自动切换;主备局扇供电来自不同的电源。

(四十六)井下局扇供电线路、设备实行强制性停电检修,局扇视同地面主扇进行管理。

矿井瓦斯爆炸是煤矿特有的极其严重的一种灾害,爆炸事故产生的高温高压气体使爆炸源附近的气体以极高的速度向外冲击,同时产生大量有害气体,降低空气中氧气含量。其后果不仅能造成大量人员伤亡,而且会严重摧毁井下设施,中断生产;有时还会引起瓦斯连续多次爆炸、煤尘爆炸和井下火灾,从而加重灾害程度,扩大灾害面积,使生产难以在短期内

恢复。瓦斯爆炸事故给人民生命和国家财产带来极大损失,因此,研究和采用先进的瓦斯和煤尘爆炸防治技术对煤矿安全具有十分重要的意义。

第一节 上隅角瓦斯治理技术

一、高压水射流风机引排上隅角瓦斯

高压水射流风机是处理上隅角瓦斯积聚的有效措施。最新研制的 GSF 型高压水射流风机性能优良、结构简单、用水量极少,可直接由高压乳液提供动力,不需配备泵站。

1. GSF 型高压水射流风机结构及其工作原理

GSF 型高压水射流风机主要由集流器、引风器、风筒、泵站、高压胶管和吸水管等组成(见图 9-1-1)。

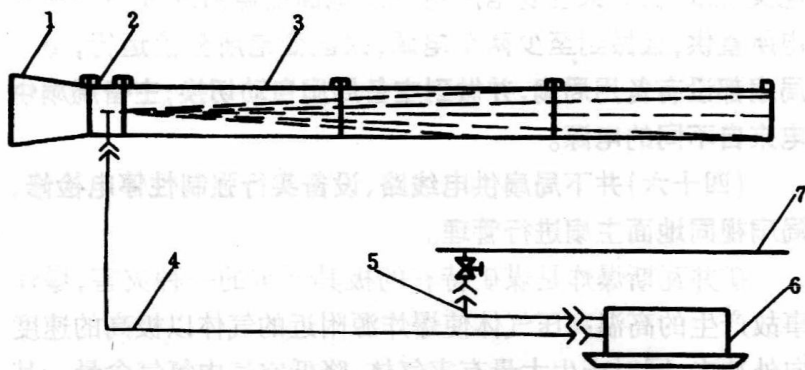


图 9-1-1 水射流风机结构原理图

1-集流器;2-引风器;3-风筒;4-高压胶管;

5-吸水器;6-泵站;7-防尘供水管路

本风机的原理是,高压水通过固定引风器内的特制喷头(见图 9-1-2)形成旋转雾化射流,高速雾粒与空气的动量交换和高压水射流的卷吸作用,带动气流前进形成风流,在进风口处产生负压,把含有瓦斯或粉尘的空气吸入风机,从而达到通风或降尘的目的。在处理采煤工作面上隅角积聚的瓦斯时,高压水射流风机利用高压水作动力形成引射风流,可将积聚在上隅角的瓦斯抽放或吹散到回风巷,使其与主流流混合从而达到解决瓦斯积聚的目的。

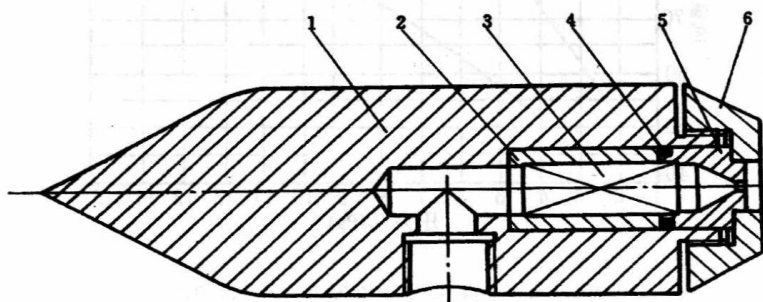


图 9-1-2 喷射组件结构图

1-流线体;2-衬套;3-螺旋体;4-密封圈;5-喷头;6-喷头盖

2. GSF 性高压水射流风机的性能特点

GSF 性高压水射流风机的性能如图 9-1-3 所示,其主要技术参数如表 9-1-1 所示。

表 9-1-1 GSF 型高压水射流风机的性能参数(配 1.5mm 喷嘴)

指 标	参 数
额定风量(m^3/min)	80
额定水压(MPa)	10
风机最小长度(m)	4.6

续表

指 标	参 数
额定水量(L/min)	12
风筒直径(mm)	320

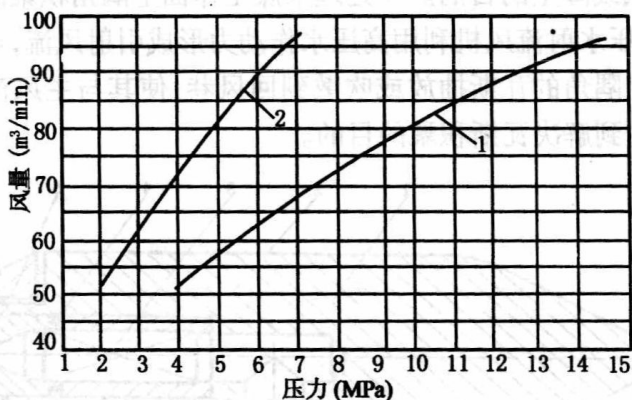


图 9-1-3 高压水射流风机性能曲线图

1 - 配 1.5mm 喷嘴; 2 - 配 2.5mm 喷嘴

本风机的性能特点:

(1) 本风机利用高压水通过喷嘴形成的射流动力引射风量, 风机本身无机械运动部件, 没有产生火花的隐患, 特别适合各种含有瓦斯及其他有害气体的作业环境通风除尘。

(2) 用水量极少, 井下使用可省掉水循环系统。

(3) 本风机既可引射通风, 又可除尘。

(4) 结构简单, 安装、移动方便。

(5) 风量大小可调, 改变水压即可调节风量。

(6) 在采面上隅角处使用时, 可直接由高压乳液提供动力, 不需配备泵站。

3. 布置和使用方式

按图 9-1-1 所示的顺序,用 M10×45 螺栓联接进风口、引风器和风筒,将其用两圆环链吊挂于顶梁上;用 $\phi 10\text{mm}$ 高压胶管联接泵站与引射器,用 $\phi 13\text{mm}$ 吸水管联接泵站与供水管路;用控制容量大于 4kW 的磁力起动器(自备)控制泵站的开停,掘进机使用时,可直接由掘进机控制箱联锁控制。

风机在上隅角可采取三种布置方式:

(1)按图 9-1-4(a)安装,风机顺采面布置,出风口对准上隅角吹散瓦斯。

(2)按图 9-1-4(b)安装,风机顺回风巷布置,吸风口对准上隅角抽排瓦斯,吸风段可装一段骨架风筒,使排风口避开回风巷设备。

(3)按图 9-1-4(c)安装,风机顺回风巷布置,出风口对准上隅角吹散瓦斯。

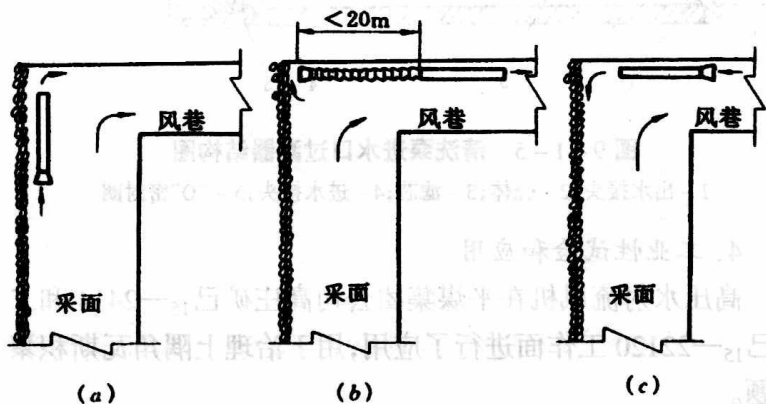


图 9-1-4 风机布置方式

在实际使用过程中,可根据上隅角具体情况选择上述任

意一种布置方式。调整风机吸风口(或出风口)位置,使其与上隅角瓦斯聚积区保持最佳位置,使之有较好的排放效果。在处理上隅角瓦斯时,可直接采用采面乳化液泵站供液,利用节流阀改变供液压力,可调节风量;用于除尘时,风机出风口处增加一段风水分离风筒,用直径 $\phi 25\text{mm}$ 橡胶软管(自备)把废水引出。泵站出厂调整压力为 10MPa ,此时风机风量约 $80\text{m}^3/\text{min}$ 。改变泵站输出水压大小,可改变风机风量。风机长时间工作时,泵站工作压力应不大于 12MPa 。每班清洗泵进水口过滤器(见图 9-1-5)一次。具体操作时,用管钳拧下进水接头 4,去掉滤芯 3,清洗干净后复位装好。

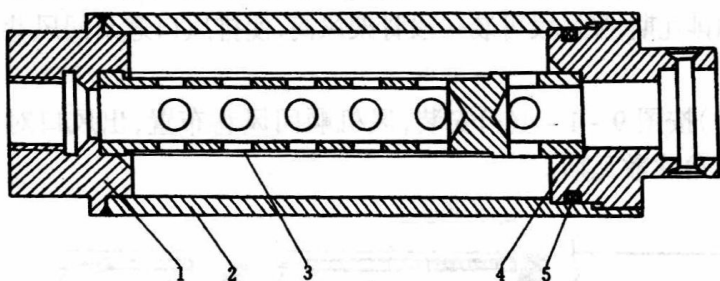


图 9-1-5 清洗泵进水口过滤器结构图

1-出水接头;2-壳体;3-滤芯;4-进水接头;5-“O”密封圈

4. 工业性试验和应用

高压水射流风机在平煤集团公司高庄矿已₁₅-2414 和二矿已₁₅-22120 工作面进行了应用,用于治理上隅角瓦斯积聚问题。

(1)工作面概况。二矿已₁₅-22120 采面位于二矿二采区下部,走向长 792m ,倾斜宽 147m ,煤层厚度 1.3m ,煤层倾角 $6^\circ \sim 12^\circ$,下部有已₁₆₋₁₇煤层,层间距 2.3m 。工作面相对瓦斯

涌出量 $3.7\text{m}^3/\text{t}$, 绝对瓦斯涌出量 $1.07\text{m}^3/\text{min}$, 该工作面炮采期间未出现瓦斯异常。采用高档普采后瓦斯涌出量增大, 上隅角瓦斯超限, 工作面供风量由原来的 $450\text{m}^3/\text{min}$ 提高到 $650\text{m}^3/\text{min}$, 并使用由平顶山金属科贸公司研制的 GSF 型高压水射流风机处理上隅角瓦斯。(2) 使用情况及效果。GSF 型高压水射流风机布置在采煤工作面采煤机机尾以下 5m 处, 风筒二节: 风机出风口朝向上隅角, 以吹散上隅角移聚瓦斯, 实测风机工作风量 $67\text{m}^3/\text{min}$, 每班坚持间隙开机, 试验两种供水方式: 采面液压泵站出水, 旁侧高压管路供水和回风巷防尘洒水管路供水。前者使用效果较好, 水压大, 风量充足, 又减少了水射流风机辅助设备(水泵)的安装, 便于日常管理。后者水压小, 出风量为 $40\text{m}^3/\text{min}$ 左右。同时在工作面设风障, 使主风流的一部分风向风机供风。

该采面在未使用水射流风机前, 采煤机开机后, 短时间内上隅角瓦斯浓度便大于 3%, 常常因为处理瓦斯而造成停产, 每班都需要两小时左右来处理。使用水射流风机后, 采煤机由原来割一趟煤提高到一趟半煤, 每天多出煤 375t, 每天增加产值 6 万元, 月增产值 150 万元, 扣除成本, 年增效益 450 万元。该风机治理了上隅角瓦斯、消除了事故隐患、保证了安全生产。

二、无火花风机引排上隅角瓦斯技术和装置

回采工作面上隅角瓦斯积聚是回采工作面瓦斯积聚现象中经常出现而又难以处理的问题。我国在“八五”期间研制成功的 FSD 系列塑料叶轮气动抽压风机和 FSWZ 系列塑料叶轮气动抽压风机在我国煤矿得到应用, 其效果显著。但在使

用过程中也发现了很多问题,例如:设备不配套,缺少与各类抽压风机相匹配的适合综采面快速推进的负压风筒,缺少防止瓦斯超限的高浓度瓦斯进入风筒的装置;对直接引排上隅角瓦斯的技术更是缺乏系统研究,如使用条件、使用方法、有关参数、吸风口位置和吸风量对采空区瓦斯运移及自然发火的影响等。针对这些问题,我们研究了无火花风机引排上隅角瓦斯技术及其配套装置,整套系统具有自动检测、报警、数据处理、数字显示、自动调控等功能,试验表明,该系统性能稳定可靠,适于在煤矿广泛应用。

1. 上隅角瓦斯引排技术

(1) 上隅角瓦斯引排系统布置

在工作面 U 型通风系统条件下,采空区瓦斯由于受风流传传播和扩散的双重作用,在工作面上隅角区域较集中地涌出高浓度瓦斯。工作面风流在上隅角处突然改向,流速改变,风流流向的外侧产生涡流流态,致使从采空区涌出的高浓度瓦斯在此区域积聚。采用无火花风机引排上隅角积聚瓦斯是治理上隅角瓦斯的有效措施之一。上隅角瓦斯引排系统布置示意图如图 9-1-6 所示。

(2) 引排工艺参数

①引排负压风筒段长度。引排负压风筒长度与引排风量、瓦斯涌出量、风机抽排负压等因素密切相关。引排风筒越长,风筒阻力越大,漏风量越大,引排风量越小;风机负压越高,对风筒质量要求越高,同时阻力越大,漏风越严重。在实践中,引排负压风筒段一般应小于 150m。

②吸风口的合理位置。引排系统吸风口的合理吸风量应大于在上隅角处从采空区涌出的风量,从而才能形成工作面

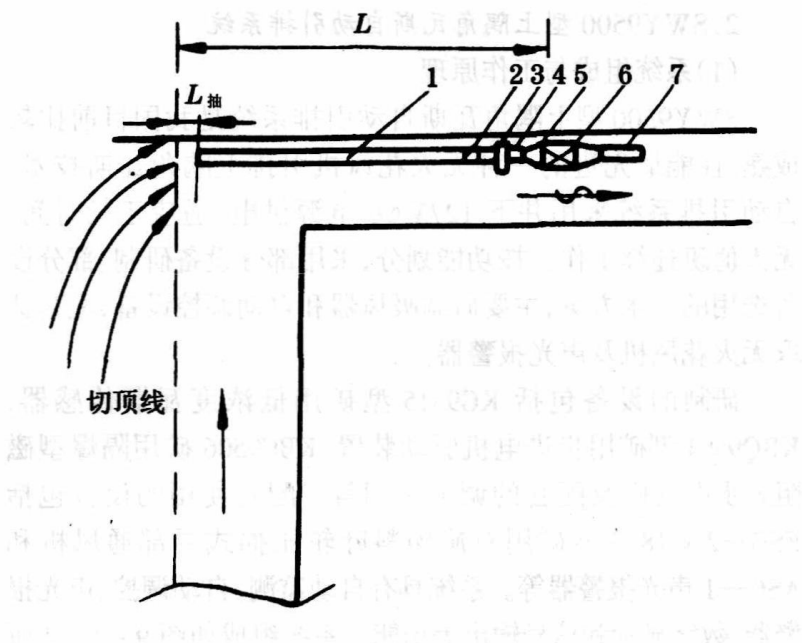


图 9-1-6 上隅角瓦斯引排系统试验布置示意图

1—负压风筒;2—过滤铁丝网;3—钢质风筒;

4—瓦斯浓度自动控制装置;5—过渡风筒;6—无火花抽出式通风机;

7—正压风筒; L —风机至切顶线的距离; $L_{抽}$ —负压风筒端口至切顶线的距离

空间流向上隅角的风流流线,使采空区涌出的高浓度瓦斯流入风筒,避免在风筒吸风口产生新的涡流区而重新积聚瓦斯。

③吸风口与切顶线的合理距离。吸风口距切顶线的距离对引排效果影响很大。距离太大不但不能将隅角瓦斯全部抽走,而且在风筒端口至切顶线的距离吸风口处的微小负压还会诱导隅角积聚瓦斯向外流动,从而造成上隅角瓦斯大面积超限。吸风口应紧靠回风巷外侧,与切顶线距离一般在 0.2~0.6m 为宜。

2. SWY9500 型上隅角瓦斯自动引排系统

(1) 系统组成与工作原理

SWY9500 型上隅角瓦斯自动引排系统是我国目前比较成熟、性能最先进的一种无火花风机引排上隅角瓦斯技术。自动引排系统采用井下 127VAC 电源供电,适应于长时间、无人值班连续工作。按功能划分,采用部分设备研制、部分设备选用的技术方案,主要研制吸风器和自动调控设备,配套选取无火花风机及声光报警器。

研制的设备包括 KG9515 型矿用低浓度瓦斯传感器、KBQ9501 型矿用步进电机驱动装置、KBC9506 矿用隔爆型磁阻式步进电机及配套的调节风门等。配套使用的设备包括 FSD—2×18.5 型矿用对旋塑料叶轮压抽式局部通风机和 ASG—1 声光报警器等。系统具有自动监测、自动调控、声光报警器、数字显示和信号输出等功能。系统组成如图 9-1-7 所示。

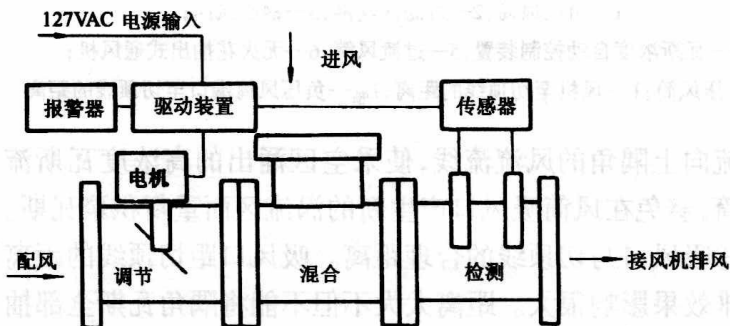


图 9-1-7 系统组成示意图

井下 127VAC 电源供给步进电机驱动装置,被测含瓦斯气流经双路瓦斯探头检测后由传感器输出控制信号,驱动装置将

控制信号转变为功率脉冲,驱动步进电机,以调节风门位置。同时,驱动装置还提供两路电源输出,其中一路供声光报警器,一路供传感器。

报警器驱动电源 + 12VDC/300mA

步进电机驱动电源 + 18VDC/4A

防爆形式 dIbI(+150℃)

(2)使用环境条件

环境温度 0 ~ +40℃

相对湿度 ≤95%(+25℃时)

环境气压 80 ~ 106kPa

(3)系统电气设备

①KG515型矿用低浓度瓦斯传感器。传感器结构示意图如图9-1-8所示:在传感器的试制过程中,发现原设计中部分电路单元划分太细,虽然便于电路调试,但对整机的可靠性有一定影响。将多块电路板改为二块后,连线大为减少,从而提高了仪器的可靠性。经性能测试和检验表明,传感器的机械结构设计合理,性能稳定可靠,达到了设计要求。

传感器的工作原理如图9-1-9所示。由探头检测的瓦斯浓度信号进入数据处理单元,经单片计算机系统进行处理后送显示单元的LED数码管显示。输出驱动单元输出步进电机驱动的数字编码信号。电源电路为整机供电。

为了提高传感器工作的可靠性,采用了双探头工作方式。正常工作时单片机自动选择输出信号大的探头的测量值为调节步进电机的依据;当发生故障时,单片机自动选择输出信号正常范围的探头的测量值为调节步进电机的依据。该工作方式的采用提高了传感器的安全可靠性能。

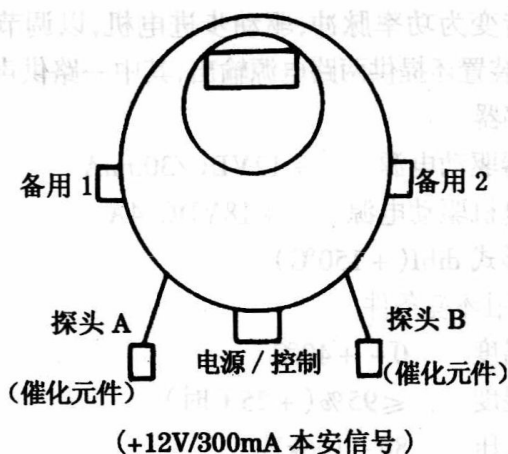


图 9-1-8 传感器结构图

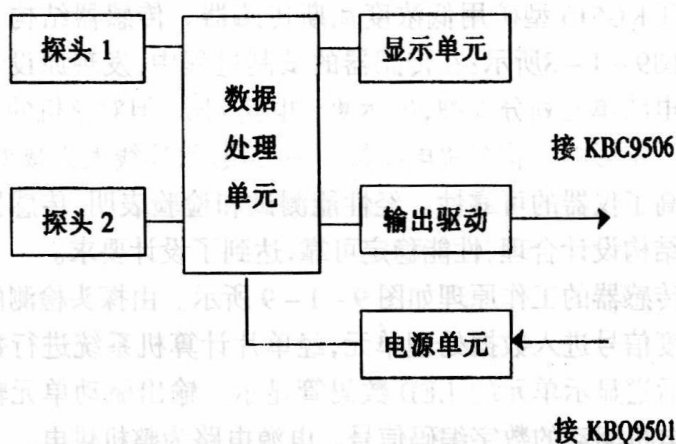


图 9-1-9 传感器电原理框图

传感器的主要技术指标如下：

测量范围	0 ~ 4%
测量精度	5%

显示方式	6 位 LED 数字显示
输出方式	数字编码
防爆型式	矿用本质安全型,防爆标志为 dibI(+150℃)
供电电源	由 KBQ9501 型矿用步进电机驱动装置 (+12V/300A 本安输出供电)

②KBQ9501 型矿用步进电机驱动装置。驱动装置工作原理如图 9-1-10 所示。井下 127VAC 电源经变流滤波电路输出 4 路独立电源。其中一路供报警器,接 ASG—1 型声光报警器;一路供传感器,接 KG9515 型矿用低浓度瓦斯传感器;一路供电机,接 KBC9506 矿用隔爆型磁阻式步进电机;一路供电机驱动电路。由传感器送来的信号控制电机驱动电源输出功率脉冲,传递到步进电机,使其按控制信号正转或反转。由传感器送来的信号控制报警器电源电路的开关。

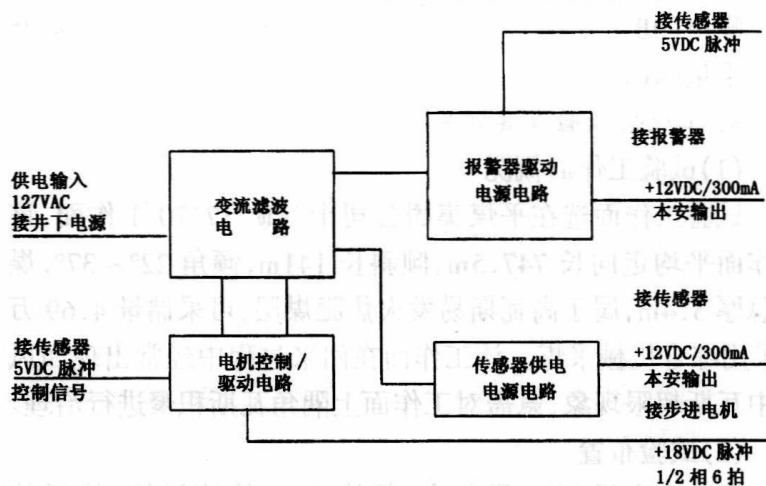


图 9-1-10 驱动装置工作原理图

③KBC9506 矿用隔爆型磁阻式步进电机。研制的步进电机为三相磁阻式,相序分配为 1~2 相 6 拍。工作电压为 +18VDC,工作电流 < 4A/相。由传感器送来的驱动脉冲控制步进电机正转或反转,每步为 0.750。

该电机的主要技术指标如下:

绕组直流电阻(Q)	$4.4 \pm 10\%$
绝缘介电强度(V/min)	300
常态绝缘电阻(M Ω)	≥ 100
空载起动频率(Hz)	≥ 100
空载运行频率(Hz)	≥ 150
最大静转矩(Nm)	≥ 30
静态温升(K)	975
动态温升(K)	≥ 75
噪声(dB)	≤ 75
重量(kg)	≤ 45

3. 工业性试验及其效果

(1) 试验工作面概况

试验工作面选在平煤集团公司十二矿 17170 工作面,该工作面平均走向长 747.5m,倾斜长 141m,倾角 $22^\circ \sim 37^\circ$,煤层总厚 3.4m,属于高瓦斯易发火焦肥煤层,可采储量 4.69 万 t,采用综合机械采煤。该工作面在回采过程中经常出现回风流中瓦斯超限现象,急需对工作面上隅角瓦斯积聚进行治理。

(2) 试验布置

吸风头安设于下隅角内,紧接 30m 伸缩风筒,然后接 70m 长($\phi 400$ mm)铁质风筒连接调节风门。调节风门后 10m 处接测试段,测试段后 10m 处接 FSDA—2 $\times$ 18.5 型抽排瓦

斯局部通风机。风机后接 800m 长(600mm)胶质风筒,胶质风筒连接到采区专用回风巷。

所有风筒均吊挂在棚架上,KG9515 型矿用低浓度瓦斯传感器吊挂在测试段下方,KBQ9501 型矿用步进电机驱动装置和 KBC9506 矿用隔燃割磁阻式步进电机安设于调节风门上,ASG—1 声光报警器吊挂于液压泵站上。

在调节风门前 10m 处 $\phi 400$ mm 风筒上设置测点 A,调节风门后 10m 处测试段(600m)上设置测点 B。

(3) 试验效果

利用 SWY9500 型上隅角瓦斯自动引排系统处理上隅角瓦斯积聚问题,使工作面回风中瓦斯浓度比试验前平均降低 20%,且抽排后记录数据无超限情况。研制的调控系统能够确保进入通风机和压入端风筒的瓦斯浓度不超过 3%,瓦斯抽排量可达 $8\text{m}^3/\text{min}$,满足了治理上隅角瓦斯积聚的需要。试验前后 17170 采煤工作面回风流中瓦斯浓度对比如表 9-1-2 所示。

表 9-1-2 试验前后采面回风瓦斯浓度对比

序号	时间 (时:分)	试验前瓦斯浓度(%)		试验后瓦斯浓度(%)	
		09:08	09:06	09:08	09:06
1	00:25	0.843	0.882	0.627	0.666
2	01:25	0.823	0.705	0.627	0.647
3	02:25	0.823	0.745	0.784	0.666
4	03:25	0.963	0.803	0.764	0.549
5	04:25	1.137	0.843	0.647	0.549
6	05:25	0.705	0.941	0.832	0.568
7	06:25	0.803	0.901	0.529	0.588
8	07:25	1.235	0.822	0.411	0.568
9	08:25	0.901	0.745	0.509	0.568
10	09:25	0.764	0.627	0.901	0.470

注:①瓦斯传感器 09:08、09:06 分别位于回风巷里口、外口。

②试验数据由 KJ4 系统采集,为每小时测得的平均值。