

3/

# 煤矿粉尘防治技术专题资料

# 煤矿粉尘防治技术专题资料

## 目录

关于我国煤矿粉尘防治问题的探讨	1
中深孔低阻煤体注水防尘技术在不稳定煤层中的应用	11
浅层煤层注水防尘的适应性	14
可采工作面煤层注水防尘	19
水温对洒水灭尘效果的影响	24
磁化水除尘的机理探讨	27
煤矿井下消防与洒水管路系统设计计算	31
浅谈煤矿的危害性及煤层注水防尘	44
煤矿防尘洒水设计的探讨	51
煤矿井下防尘供水设计	60
生产性粉尘中全尘与呼吸性粉尘之间的关系	64
井下呼吸性粉尘危害性抽样鉴定方法的标准化准则	68
单管旋流(除尘)器的研制	76
SIMSLIN-II 呼吸性粉尘监测仪	81
国内三种呼吸性粉尘采样器(仪)性能的比较	83
双鸭山煤田呼吸性粉尘的研究	87
掘进工作面的粉尘瓦斯状况和吸尘参数	96
机械化掘进工作面综合防尘技术	101
太平洋煤矿掘进的防尘措施	102
抽吸式装置对空气中粉尘的抑制	105
CZK-I 型钻机孔口除尘装置的研制	114
应用雾化降尘剂降低采掘工作面粉尘浓度	118
PSCF型水射流降尘风机的研制	120
抽出式湿式降尘风机的使用和安全措施	126
隔爆型光电喷雾装置的推广应用	129
光电喷雾消尘	131
矿用除尘器自动检测装置	134
水力混合计量泵在煤矿化学降尘中的应用	140
化学降尘剂在综掘综采工作面的应用	141
化学降尘在我局试验简介	147
浅谈煤矿测尘技术	150
FC-1降尘剂的研制及其应用	156
煤矿井下隔离粉尘源法防尘	161

抑制器在煤局的研制与使用	184
煤矿井下洒水降尘自动控制电路	187
浅汲煤矿粉尘的防治	171
西德煤矿的除尘技术及其设备	175
长壁式工作面的防尘对策	181
矿井沉积煤矿简易测定	189
矿井风巷内粉尘扩散的实验研究	192
崔家沟开新隧防尘系统设计技术经济分析概述	197

# 关于我国煤矿粉尘防治问题的探讨

丘 民

## 摘 要

文中除对我国煤矿粉尘防治技术现阶段的基本情况和水平进行分析评述外,还提出了我国当前粉尘防治技术值得注意的几个问题以及解决的办法和意见。

在采矿工业中,粉尘的危害是众所周知的,而煤矿粉尘与其它矿山粉尘相比,其危害性就更大。这是因为,煤矿粉尘不仅会导致采掘工人发生尘肺病,而且有时还会产生爆炸造成事故,严重的会导致矿毁人亡。因此,我们说煤矿粉尘具有双重危害性。

## 一、煤矿粉尘及其“防”与“治”的基本内容

1. 煤矿粉尘:所谓煤矿粉尘,是指在煤矿各项生产过程中所产生的并能在空气中悬浮一定时间的固体物质的微粒。一般把岩尘和煤尘总称为煤矿粉尘。尘粒粒径在5微米以下的称为呼吸性粉尘。

2. 煤矿粉尘防与治的基本内容:就整个煤矿粉尘防治技术而言,主要包括以下几方面的内容:

(1) 煤矿各项生产作业(采、掘、装、运)过程中,如何防止产生粉尘;

(2) 各作业场所产生粉尘后,如何消除粉尘;

(3) 如何防止悬浮在空气中煤尘爆炸和隔绝爆炸;

(4) 为防治粉尘服务的粉尘检测和粉尘管理工作。

根据上述内容,我认为治理煤矿粉尘危害的技术和措施,基本可划分为“防”和“治”两大类。

所谓防尘,就是防止生产过程中粉尘的

产生。

所谓治尘,包括消除作业场所中已产生的粉尘和消除粉尘对人体的危害(如个体防护)。

我国目前所使用的粉尘防治方法是综合防治法。如果按上述“防尘”与“治尘”两大类来划分,属于防尘的技术措施有:煤层注水(采空区灌水)、湿式打眼、水炮泥(水封爆破)。属于治尘的技术措施有:喷雾洒水、除尘器除尘、通风除尘以及粉尘防隔爆技术。

## 二、我国现阶段煤矿粉尘“防”与“治”的技术水平

近十年来,为解决煤矿粉尘危害问题,有关科研机构和生产建设单位,在国家及有关部、委、院的统一组织与领导下,在总结以往经验的基础上,从各个方面开展了多层次的防治粉尘科研试验工作,取得了一批新的科研成果,并用于生产实际,取得了良好的防降尘效果。现在,我国已形成一套方法较齐全、工艺较先进、设备较配套的以水为主,以风为辅,水风结合,多种方法同时并用的综合防治法。有一套较为完整的防治技术措施和手段,而且在某些方面的技术(如煤层注水、防隔爆技术)已经达到或接近国外主要产煤国家的先进水平。与此同时,我国还开展了粉尘检测技术的研究,研制成功较先进的粉尘仪表快速测尘仪和粉尘采样器,并制订和颁发了部标准——《粉尘浓度和分散度的测定方法》,使我国煤矿粉尘检测技术也前进了一大步。

### (一) 防尘技术

在采掘过程中,防止粉尘的产生是煤矿粉尘防治的最关键的一环,也是整个矿井防治粉尘的根本。我国目前所使用的防止粉尘产生的技术主要有三种:煤层注水、湿式打

眼、水炮泥封孔。

1. 煤层注水：我国煤层注水防尘技术，早在50年代中期就开始进行试验。这一方法经过长期的实践，已经摸索出一套适合我国各种不同煤层赋存条件的注水方式和注水工艺，并研制出适合我国煤层开采条件的注水专用设备。

就注水方式而言，我国可以进行短孔注水、深孔注水、长钻孔注水和采空区灌水等

预先湿润煤体的技术。

就注水工艺而言，我国通过试验，已取得了一套适合我国煤矿不同条件的打钻、封孔和注水技术及其有关参数。

就注水设备而言，我国已研制出各种型号的煤层注水专用泵、封孔器、等量分流器和水表。其中，煤层注水的主要设备——注水泵已有八种型号正式生产，形成我国自己设计和制造的注水泵系列(表1)。

表1 国产各种煤层注水泵主要技术特征表

型号	工作压力 (兆帕)	额定流量 (米 <sup>3</sup> /时)	柱塞个数 (个)	柱塞直径 (毫米)	电机功率 (千瓦)	外形尺寸 (毫米)	整机重量 (公斤)
5BD-2.5/45	4.5	2.5	5	25	5.5	420×260×310	80
5BZ-1.5/80	8	1.5	5	25	5.5	110×320×550	230
5D-2/150	15	2	5	25	13	1400×200×600	350
5BG-2/160	16	2	5	25	13	1370×330×640	350
7BZ-3/100	10	3	7	25	13	660×330×400	194
7BG-3.6/160	16	3.6	7	25	22	1500×460×650	440
7BG-4.5/160	16	4.5	7	25	30	680×560×460	260
KBZ-100/150	15	6		35	30	1600×760×775	

我国煤层注水防尘经过多年的努力，已经发展成为在全国普遍应用的比较成熟的防尘技术。其防尘效果一般都在60%以上，有的煤层可达90%。

2. 湿式打眼：使用这种方法防止在钻孔作业的过程中产生粉尘，早已在我国煤矿岩巷掘进中普遍应用。但煤层中湿式打眼长期以来虽进行过多次试验，由于煤电钻侧式

供水的密封技术问题未解决而未能实现。近几年来，密封技术已有所突破。煤科总院上海分院、煤科总院南京所和平顶山矿务局等单位，已研制出密封性能良好、密封寿命可达200小时以上的中心供水装置或侧式供水装置，研制出多种型号的湿式煤电钻(表2)，从而为实现煤层湿式打眼创造了条件。

3. 水炮泥防尘：所谓“水炮泥”，就是一

表2 国产湿式煤电钻的主要技术特征

型号	功率(千瓦)	电压(伏)	主轴转速 (转/分)	钻孔直径 (毫米)	重量(公斤)
SMZ 12A	1.2	127	470	38~45	16.3
SMZ 12B			640		16.8
MSZ 12S	1.2	127	630	36~45	13.5
MZ 12S			600		15.3
MSZ 12P	1.2	127	630	36~45	14

种不燃塑料薄膜，经热合机压制而成的水袋，作爆破作业时填塞炮眼用。这一方法已普遍用于统配煤矿的炮采、炮掘工作面，一般可减少粉尘50~70%，高的可达80%。

以上三种防尘技术，近几年在全国337个统配煤矿的使用情况，如表3、4、5所示。

表3 近几年煤层注水变化情况表

年份	回采工作面 总数(个)	注水工作面	
		数目(个)	占总数的 百分比(%)
1984	1992.41	455.4	22.9
1987	2288	655	29.1
1988 (上半年)	2167	625	29.0

表4 使用水炮泥防尘变化情况表

年份	回采工作面			掘进工作面		
	工作面总数 (个)	使用水炮泥工作面		工作面总数 (个)	用水炮泥工作面	
		数目(个)	占总数的 百分比(%)		数目(个)	占总数的 百分比(%)
1984	1992.4	1762	88.4	5582.56	3108	55.7
1987	2288	1825	79.8	6340	4284	67.6
1988 (上半年)	2167	1549	71.5	5372.5	3835	71.4

表5 湿式打眼防尘变化情况表

年份	岩 巷			全煤、半煤岩巷		
	工作面总数 (个)	湿式打眼工作面		工作面总数 (个)	湿式打眼工作面	
		数目(个)	占总数的 百分比(%)		数目(个)	占总数的 百分比(%)
1984	2015.75	1538.01	76.3	3566.81	699	19.5
1987	2209	1928.45	87.3	4131	1640	39.7
1988 (上半年)	1627	1545.65	95.0	3745.5	1508	42.2

高压喷雾洒水试验，并获得成功。

## 2. 除尘器和通风除尘

在除尘器和通风除尘的研究方面，我国

## (二) 降尘、除尘技术

### 1. 喷雾洒水降尘

(1) 煤科总院上海分院已研制成功采煤机喷雾降尘用的设备和器具，如PXT型增压泵站，PZ、PA、PS、PG和PU系列喷嘴和喷雾器，在生产中实际应用取得了良好的降尘效果，降尘率可达79.7~86.6%。

(2) 煤科总院重庆分院研制成功适用于采煤机、掘进机、炮掘工作面、转载点和净化风流等用的Y、K、Q、S、B、D、G等七个系列151种喷嘴和喷雾器，经初步试验降尘效果都比较好，如G系列高压喷雾系统在炮掘工作面的降尘率达96%左右。在喷雾方式上近十年来也有很大变化和发展，改变了过去单一的方式，如自动喷雾(光电式、机械式)，有的局矿还进行了水风混合喷雾和

近几年也取得了可喜的进展。如煤科总院重庆分院研制的KGC-1型掘进机除尘器，与通风除尘相配套的SCF系列湿式除尘风机，

KSS-600系列和ZSD-150-600型伸缩风筒,快速联接软管、JTC-1型除尘器、VXC-1型矿用捕尘器以及用于凿喷作业降尘的MLC-1型混凝土喷射机除尘器。抚顺矿务局还研制成一种干式捕尘器,适用于岩巷掘进的捕尘。上述这些除尘(捕尘)器的除尘率都在85%以上。个体防护的研究,也取得一些成果,研制成功了AFK型送风口罩、AF型防尘安全帽和AYH型压风呼吸器。

此外,“六五”、“七五”期间,我国还研究了掘进工作面的通风除尘技术,改传统的压入式通风为抽出式通风。用这种通风方式与除尘风机相配套,收到了良好的降尘效果,为我国掘进通风防尘提供了一条新的途径。

### (三) 防止和隔绝煤尘爆炸技术

我国过去对防止和隔绝煤尘爆炸技术研究得比较少。过去所使用的防隔爆措施主要是清扫煤尘和刷浆粘结煤尘、设置岩粉棚和撒布岩粉等。70年代末期,国家在原煤科院重庆所建成了一条全长896米(包括配巷)的“瓦斯煤尘爆炸试验巷道”。

已研制出适合我国煤矿巷道条件的GS40-3A型、GS40-4A型、GG80-4A型改性聚氯乙烯水槽。并试验研究了用这些水槽构成的被动式水槽棚子隔绝煤尘爆炸的有效性,制订了在煤矿井下安设水槽棚子的技术原则。目前已在许多统配煤矿安设了水槽棚作为隔爆措施。

此外,还研制了适用于小断面巷道的、价廉、运输不易损坏的GBSD型柔性材质水袋作为隔爆装置,并应用于实际。

与此同时,还开展了自动隔爆装置的研究试验工作。

### (四) 粉尘检测技术

粉尘检测技术,包括粉尘浓度测定、粉尘粒径组成测定和粉尘中 $\text{SiO}_2$ 的测定,以及与此相关的测定方法和仪器。本文仅就粉尘浓度测定和它所使用的的方法和仪器作一简要叙述。

70年代以来,先后研制出几种粉尘采样器和快速测尘仪。煤科总院重庆分院研制成功的AFC型粉尘采样器,是以薄膜泵为抽气动力的长时连续采样器,可以测定一个作业环境的全尘平均浓度。同时,还研制成功另一种用于短时采样的AFCC型粉尘采样器。以上这两种采样器除测定全尘浓度外,加上前级分离器还可以测定呼吸性粉尘浓度。

此外,还研制成功几种光电原理的快速测尘仪,即ACG-1型光电测尘仪、ACH-1型呼吸性粉尘测定仪和ACS-1型水泥粉尘测定仪。据统计,我国目前已通过鉴定和正式生产的粉尘采样器和测尘仪已近10种,而目前用于我国矿山的测尘仪器种类就更多,其主要技术性能如表4所示。

### 三、我国当前煤矿粉尘防治技术的若干问题

从整个煤矿粉尘防治来看,笔者认为还有以下一些问题值得注意和研究:

#### (一) 煤矿粉尘检测技术问题

粉尘检测的基本内容是:一是粉尘浓度粒径、 $\text{SiO}_2$ 的测定及其标准;二是测尘方法和测尘仪器。现仅就这两方面的问题对我国当前的测尘技术进行一些探讨。

我国现行粉尘浓度标准的确定是以 $\text{SiO}_2$ 的含量多少为依据。《煤矿安全规程》规定,粉尘中 $\text{SiO}_2$ 含量 $<10\%$ 的,最大允许粉尘浓度为10毫克/米<sup>3</sup>;粉尘中 $\text{SiO}_2$ 含量 $>10\%$ 的,最大允许粉尘浓度为2毫克/米<sup>3</sup>。而且所测的粉尘浓度为全尘浓度,并按重量计算,即重量法。

在测尘方法和仪器方面,我国解放初期用计数法测尘。1963年卫生部 and 全国总工会对测尘方法作了统一的规定,即用集尘管测量法,1965年又改为滤膜重量法;测尘方法是短时定点采样法,使用的仪器是集尘管和滤膜采样器。70年代开始研制快速测尘仪,并应用于生产。

国外主要产煤国家的粉尘浓度标准和测

尘仪器的概况, 如表5~7。

从表5~7可以看出, 国外主要产煤国家绝大多数都以测定呼吸性粉尘为主, 并且明确规定了呼吸性粉尘的浓度标准。在测尘仪表方面, 除继续使用和研制各类粉尘采样器外, 随着微电子技术的发展, 还研制出多种快速自动显示的及带微机的、可连续检测的

新型测尘仪器。与此同时, 美、英、日等国为了进行卫生学评价, 便于了解工人在一个作业班内实际接触粉尘的浓度及呼吸性粉尘浓度, 还研制了各种个体采样器, 如小型头灯式个体采样器。

根据上述情况提出以下看法:

1. 应尽快制定出我国的测定呼吸性粉

表4 国内矿用测尘仪器的型号及技术参数

序号	仪器名称型号	原理	外形尺寸, 长×宽×高(毫米)	重量(公斤)	测量范围(毫克/米 <sup>3</sup> )	精度(%)	采样时间(分)	流量(升/分)	研制单位
1	ACG-1型煤尘测定仪	光电	190×115×85	1.9	0~1000 0~2000	±25	<2		重庆煤研所
2	ACH-1型呼吸性粉尘测定仪	红外	230×83×180	2.9	0~10 0~50	±25	<2.5		重庆煤研所
3	KBC型矿用隔爆兼安全火花型采样仪	滤膜					自选	25~30	开滦矿防所 承德仪表厂
4	AFQ-20A型矿用粉尘采样器	滤膜	230×150×80	2.0	全尘、呼吸粉尘			20	江苏煤研所常 熟电子仪器厂
5	DCH型轻便式电动测尘仪(原74型)	滤膜	182×106×170	4.0		±1	5~10	25~50	承德仪表厂
6	武安-75.76型测尘仪	滤膜		<8			不定	0~35	北京安仪厂
7	DK-66型测尘仪	滤膜	420×150×390	8.0		±2.5	不定	0~80	上海探矿仪器厂
8	XFC-1型测尘仪	射流	39×20×11.5	4.5			50		徐州通风仪表厂
9	WCG-301型煤尘测定仪	光电	280×140×210	5.5	0~120	±20	1		沈阳综合仪器厂
10	敬芳D-4型煤尘测定仪	滤膜	240×160×170	3.5	300~450	±2	30	10~50	沈阳热工仪表厂
11	ACD-1型袖珍粉尘采样器	滤膜	180×105×60	1	全尘	±10	1,2,5	2	江苏煤研所
12	CC-1型个体粉尘采样器	滤膜	170×95×45	0.72			连续采样 8小时	0~1	江苏卫生防疫站
13	GTF.C型个体粉尘采样器	滤膜	95×65×175	1.5				25~30	上海宏伟仪表厂

尘的浓度标准及相应的测尘法规

我国目前所使用的测尘方法主要是用重量法测定全尘浓度。这一方法忽视了从卫生学角度去考虑粉尘对工人的危害。

2. 加强测尘仪器的研究

目前我国测尘仪表, 从总体来说, 还存

在品种不多、性能不够先进、测量误差大等问题, 特别是缺少呼吸性粉尘测定仪, 没有标准的测尘仪器。因此, 今后测尘仪的研制工作除继续研制各种目前国际上公认的标准测定器具——粉尘采样器外, 还应着重研制具有体积小、重量轻、携带方便、可直读、可



表5 国外主要产煤国矿山  
全尘浓度标准

国别	全尘浓度(毫克/米 <sup>3</sup> )
美国	非结晶二氧化硅为 $\frac{30}{\text{游离二氧化硅含量}(\%)+3}$ 或 6
苏联	含游离二氧化硅10~70%的煤尘和岩尘为 2
	含游离二氧化硅 2~10%的煤尘和岩尘为 4
	二氧化硅含量低于2%的煤尘为10 石灰岩尘和白云岩尘为 6 游离二氧化硅含量>70%的硅岩尘等为 1 页岩尘为 4
波兰	游离SiO <sub>2</sub> 含量<2%时为10 游离SiO <sub>2</sub> 含量2~10%时为4 游离SiO <sub>2</sub> 含量10~70%时为2 游离SiO <sub>2</sub> 含量>70%时为 1

进行连续监测、自动控制等优点的快速测定仪。尤其需要研制出一种既能测全尘又能测呼吸性粉尘的标准粉尘采样器。

(二)提高现有防治措施的防降尘效果

当前煤矿粉尘防治工作除了应继续加强科学研究,不断寻求新技术外,还应着眼于提高现有防治措施的防降尘效果。众所周知,采掘工作面是矿井的主要产尘源(占80%以上),防治采掘工作面的粉尘是全矿井防治粉尘的核心。根据有关局矿实测资料,采掘工作面各种措施的防降尘效果如表8所示。

从上表可以看出,现有防尘技术措施,除个别项目外,大部分的防降尘效果都不理想,降尘率都不高。因此,如何提高现有技术措施的防降尘效果,乃是当前煤矿粉尘防治的又一课题。根据我国实践经验和外国资料,可采取以下方法来提高防降尘效果。

1. 提高煤层注水防尘效果

(1)推广应用深孔注水法。据试验所测的结果,长钻孔注水降尘率一般为60~90%,短钻孔注水一般为40~90%,而深钻孔注水

可达92%。

(2)研究和试验使用物理化学方法,如脉

表6 国外主要产煤国矿山  
呼吸性粉尘浓度标准

国别	呼吸性粉尘浓度			
美国	二氧化硅含量<5%时,为2毫克/米 <sup>3</sup>			
	二氧化硅含量>5%时,为 $\frac{10}{\text{游离二氧化硅含量}(\%)+2}$ 毫克/米 <sup>3</sup> 天然砂岩尘为1.5毫克/米 <sup>3</sup> 非结晶二氧化硅尘为3毫克/米 <sup>3</sup> 不含纤维粉尘为2毫克/米 <sup>3</sup> 含纤维粉尘为2根/厘米 <sup>3</sup>			
波兰	游离SiO <sub>2</sub> 含量<2%: —			
	游离SiO <sub>2</sub> 含量2~10%: 2毫克/米 <sup>3</sup>			
	游离SiO <sub>2</sub> 含量10~70%: 1毫克/米 <sup>3</sup> 游离SiO <sub>2</sub> 含量>70%: 0.3毫克/米 <sup>3</sup>			
德国	含尘级	石英含量 <5% (毫克/米 <sup>3</sup> )	石英含量>5% (毫克/米 <sup>3</sup> )	含尘级 系数
	0	≤2.5	≤0.125	0.8
	I	2.5~5.0	0.125~0.25	1
	II	5.0~7.5	0.25~0.375	2
	III	7.5~9.5	0.375~0.475	3
英国	长壁工作面: 5毫克/米 <sup>3</sup> 掘进工作面: 3毫克/米 <sup>3</sup> 进风巷: 3毫克/米 <sup>3</sup> 矿柱、矿房及其它作业点: 4毫克/米 <sup>3</sup>			
	捷克	游离SiO <sub>2</sub> 含量<10%: 700颗/厘米 <sup>3</sup>		
游离SiO <sub>2</sub> 含量10~20%: 600颗/厘米 <sup>3</sup>				
游离SiO <sub>2</sub> 含量20~30%: 500颗/厘米 <sup>3</sup>				
游离SiO <sub>2</sub> 含量30~40%: 400颗/厘米 <sup>3</sup>				
游离SiO <sub>2</sub> 含量40~50%: 300颗/厘米 <sup>3</sup> 游离SiO <sub>2</sub> 含量>50%: 200颗/厘米 <sup>3</sup>				
捷克	岩尘或煤尘为5毫克/米 <sup>3</sup>			
	褐煤尘为8毫克/米 <sup>3</sup>			
	其它纤维的粉尘按SiO <sub>2</sub> 含量分: 低于10%者为5毫克/米 <sup>3</sup> 10~70%者为2毫克/米 <sup>3</sup> 70%以上者为1毫克/米 <sup>3</sup>			

表7 国外主要测尘仪器型号及技术特征

国别	仪器名称及型号	原理	规格及主要参数				备注		
			测量范围 (毫克/米 <sup>3</sup> )	精度 (%)	外形尺寸 (毫米)	重量 (公斤)		分装装置	流量 (升/分)
英	MRE113A型计算机采样器	过滤	1~21	±10	230×120×175	4.2	水平淘析器	2.5	
	辛姆派斯粉尘采样器	过滤				0.8	旋流淘析器	1.85	
	西姆布林I型连续测尘仪	光散射	0~10.19 0~199.9	±20	410×110×150	7.0			仪器有解码 仪及记录仪
国	112A型测尘仪	热沉积式		±2.5%	190×146×150	4.31			
	MSA测尘仪	过滤			50.8×101×127	0.74	旋流分离器	2.0	
	AP-3型便携式尘埃指示器	光散射	0~500						
国	RDM-101型测尘仪	β射线	10~200 1~50 0.2~8	±25		3.0			
	ЛПВ-1型便携式测尘仪	滤膜取样 光度测定	0~3000 0~600 0~300 0~60 0~30	主要误差 ±10	220×90×65	2.3			可测全尘及 呼吸性粉尘
	ПНО-1型粉尘采样器	过滤			340×140×190	5.5			
联	ПН型个体粉尘采样器	过滤			65×50×234	3.1(带头灯)	旋流器		安装在头上
	П-101型自动测尘仪	滤膜取样 光度测定	1~10	0±10	测量部分: 330×564×453 取样部分: 164×270	35			
			10~100 100~100						

续表7

国别	仪器名称及型号	原理	规格及主要技术		重量 (公斤)	参 数	备 注
			测量范围 (毫克/米 <sup>3</sup> )	外形尺寸 (毫米)			
日 本	光源型测尘仪	光 电		82×50×145	2.4		
	反射率型测尘仪	光 电	0~10	203×126×240			
	51-1111型测尘仪	压电晶体	0~10				
法 国	CPM-3粉尘采样器	过 滤		42×85×125	3.0	过滤器: 尼龙共 甲酰胺滤袋	30
	PH-62A型	β射 线	0.005~11				
	CIP10型粉尘采样器	过 滤		170×70×25	0.3	聚四氟乙烯滤器 滤过器(双层)	10 CPM-3的改进 型, 为抽气式个 体采样器
波 兰	巴尔巴拉3型采样器	过 滤	0.5~1000		5.8		
西 德	TM型数码显示丁达尔红 外测尘仪	红 外	0~9.99 0~99.9	250×200×65	2.5		

... ..

表 8

采掘工作面防尘技术措施的防降尘效果

技术措施	使用地点	降尘率(%)	技术措施	使用地点	降尘率(%)
煤层注水	采煤面	60~80	机组内外喷雾	机采面	55~78
湿式打眼	掘进	65~70	装矸(煤)洒水	炮采、炮掘	60
外喷雾洒水	炮采、掘进	50~70	除尘器(捕尘器)	掘进	90
水炮泥	炮采、掘进	60~80	抽尘式通风	掘进	88

冲注水法、超声振动法和在水中添加湿润剂。根据我国目前情况,可先试验应用在水中添加湿润剂。

### 2. 提高喷雾洒水的降尘效果

(1) 研制耗水量小、效率高、雾粒分布均匀、喷射张角大、不易堵塞的喷嘴;

(2) 保证水质良好,研制和使用管道过滤器防止堵塞喷嘴;

(3) 研究试验推广应用高压喷雾和压气洒水。国外已在这方面取得了成功的经验,并广泛应用于采掘工作面,均取得良好效果,其降尘率可达93~98%,比一般方法提高30~40个百分点,而且对降低呼吸性粉尘尤为有效。我国已开始这方面的研究试验工作,并取得了一定成绩,但没有全面推广和普及应用于采掘工作面。

### (三) 关于防止和隔绝煤尘爆炸技术问题

我国煤矿防止和隔绝煤尘爆炸技术的研究和应用,在过去较长一段时间基本处于停顿状态,是煤矿粉尘防治技术中最薄弱的部

分。近十年来,进行大量试验研究工作,取得了很大进展,尤其是试验成功了各种规格的水槽棚和水袋,并被许多统配煤矿所采用。全国统配煤矿已经开始重视煤尘的防隔爆工作,从最近对58个统配煤矿的调查表明,设置各种隔爆措施的局矿逐年增加,其发展情况见表9。

虽然近几年各统配矿设置隔爆措施有较

表 9 58个统配煤矿设置隔爆措施的发展情况表

年 份	应设隔爆设施(处)	实设隔爆设施	
		数目(处)	占应设总数的百分比(%)
1984	1073	60	5.59
1985	1092	85	7.78
1986	1182	142	12.54
1987	1841	614	33.35
1988 (上半年)	2117	1256	59.33

表10

58个统配煤矿所使用的隔爆设施和变化情况

隔 爆 设 施		1984年	1985年	1986年	1987年	1988年 (上半年)
水 槽 ( 袋 ) 棚	应 设(处)	336	906	988	1699	1894
	实 设 数 量(处)	42	66	131	576	1173
	占应设比例(%)	12.5	7.28	13.25	33.9	61.93
岩 粉 棚	应 设(处)	22	28	26	30	39
	实 设 数 量(处)	9	8	0	0	0
	占应设比例(%)	40.9	28.57	0	0	0

大发展,但如果从目前所采用的隔爆手段进行比较,我们可以发现一些带倾向性的问题。表10是58个统配煤矿所使用的隔爆设施和变化情况。

从表10可以看出,近几年水槽棚、水袋作为隔爆设施发展很快,而岩粉棚则急剧下降,而且至1986年以后,58个统配矿已经没有一个矿设置岩粉棚了。

笔者认为,用水作为隔爆措施具有许多优点,它不仅来源容易,使用方便,而且一般说来,水比岩粉的隔爆效果好,因而推广用水作为隔爆措施是对的。但是,作为煤矿井下的隔爆措施不能只使用一种方法,而应因地制宜,采用多种方法同时并用的综合防隔爆方法。在设置水槽棚和水袋的同时,还

应设置必要的岩粉棚,以及采取其它措施如清扫、粘结煤尘、撒布岩粉等来防止和隔绝煤尘爆炸。

#### (四)关于粉尘防治的管理工作问题

我国煤矿防尘管理工作近几年来已有所加强,不仅逐步健全了防尘管理机构,建立了专业防尘队伍,制订和健全防尘管理制度,而且有的生产局矿(如双鸭山矿务局)还开展了防尘管理的研究试验工作,建立起用“综合指标法”和“标准比率法”等来评定矿井粉尘等级。这对提高矿井防尘管理水平具有重要作用。

笔者认为,煤矿粉尘防治的管理不仅要厉行政手段,而且应该用科学的方法,即行政与科学并用的方法来提高管理水平。应该

表11 苏联煤矿粉尘分类及其相应措施

粉尘等级		单位产生量范围, (克/吨)	建议采用的防尘措施
类别	级别		
粉尘量小的	I	<50	洒水、压气洒水、水空气引射器
	II	50~100	预注水结合泡沫除尘, 预注水结合压气洒水或水空气引射器
中等粉尘量的	III	100~150	预注水和高效喷雾(内喷雾)
	IV	150~250	预注水结合泡沫除尘或高压洒水, 预注水结合压气洒水(或水风引射器)
粉尘量大的	V	250~400	预注水、洒水和捕尘
	VI	400~600	预注水、压气洒水和捕尘
粉尘量很大的	VII	600~1000	除了使用除尘措施外, 还必须规定人员不得停留在产尘量很高的地点
	VIII	>1000	除了使用除尘措施外, 还必须规定人员不得停留在产尘量很高的地点

像管理矿井瓦斯那样,来管理矿井粉尘。瓦斯矿井已按其瓦斯涌出量来划分矿井瓦斯等级,粉尘也可按其矿岩产生量及空气中的粉尘浓度来划分矿井粉尘等级,并制订出相应的管理办法。

苏联为了加强防尘管理和指导各矿井的防尘工作,对全国所有开采煤层进行了鉴定,确定了其粉尘等级。然后将其分为四类八级,并对不同等级的煤层采取不同的防治措施(详见表11)。这种方法,可供我国参考。

# 中深孔低压煤体注水防尘技术 在不稳定煤层中的应用

南京钟山煤矿 沈 影

从上顺槽沿煤层打深孔对煤体进行高压注水是降低回采工作面煤尘的有效措施。但是，这种方法对开采诸如南京钟山煤矿的不稳定煤层来说在技术上却存在许多困难。一是不稳定煤层煤厚不稳定、倾角和走向变化大，煤层中的断层多，局部地区有火成岩侵入，因此在打深孔时往往不能达到预期的效果；二是开采不稳定煤层的中小型矿井，上下顺槽的断面较小（ $\leq 4\text{m}^2$ ），而且矿压较大，巷道变形严重，要在这种条件下安装功率较大的深孔钻机在技术上有困难。根据上述条件以及我矿回采工作面长度一般不超过100m，煤质松软透水性好的特点，我们从1986年末在我矿试用了中孔低压煤体注水防尘技术，经过实践证明效果良好。

## 一、注水工艺

### 1. 打眼

采用功率为1.2kW的普通煤电钻，除头部有一段长约10cm和尾部有一段长约20cm采用麻花钻杆以便安装钻头和配合煤电钻以外，中间部分均采用直径为19mm的镀锌钢管。为了适应在上顺槽小断面巷道内施工，钻杆长度为每根1m，用丝扣接头联接。用这种工具打眼，一般可以沿煤层打10m左右深的钻孔。

用普通煤电钻向下打较深的钻孔必须严格掌握以下两个关键环节。

(1) 正确掌握好钻眼的角度，使之基本上和该处煤层倾角相吻合，防止钻孔进入顶底板内。为此打眼前要根据地质资料进行计算，施工时用半圆仪标定好钻杆的实际

斜角。

(2) 解决好煤沫的排除方法，这是不能顺利地打深孔的关键。钟山煤矿在试验中采用了压风排煤沫和压力水排煤沫两种方法，实践表明，前者的效果比后者的效果好，钻杆受到的阻力小。为了防止排出的煤尘威胁矿井的安全，在打眼位置的下风口设置1个净化水幕，把悬浮在空中的煤尘迅速湿润并降落下来。

### 2. 封孔

当把钻孔内的煤粉排完后，在孔内安装内径为19mm的硬塑料管为导水管，其伸入孔内长度不小于4m，并且在导水管前部3m处用纱布扎一道挡浆圈，用于限制封孔砂浆。导水管、挡浆圈和封孔砂浆的布置方式见图1。封孔两天后即可进行注水。

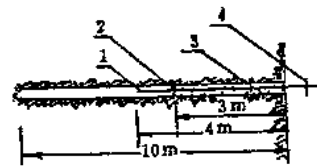


图 1

1—导水管；2—挡浆圈；3—封孔砂浆（水泥砂浆），  
4—闸阀

注水水源为矿井防尘系统中的防尘水，从地而或井筒引入地表，但其注水压力必须保持在1MPa左右。各钻孔导水管和总水管采用并联布置（图2），总水管和导水管之间均有阀门控制，以便在必要时关闭某一个阀门而不影响其它钻孔的正常注水。

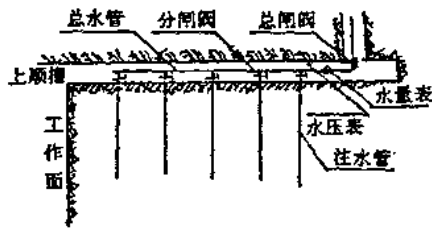


图 2

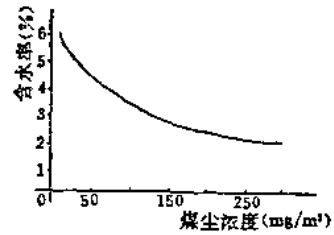


图 3

## 二、注水效果及其参数的确定

南京钟山煤矿自1987年初到1988年5月先后在4个回采工作面进行了试验和应用,从煤层中的含水率和回采工作面空气中的含尘量来看其效果是明显的。

### 1. 注水效果

(1) 煤层含水率。增加煤层含水率是防尘的主要措施。图3是煤层中不同含水率与空气中煤尘浓度对比测定结果,从图3中可以看出当含水率达到3.6%时空气中的煤尘浓度可下降70%以上。我们对西三采区回采工作面注水前后煤层中的含水率进行了测定,其结果见表1。

表 1

注 水 前			注 水 后		
测定日期	测定地点	含水率 (%)	测定日期	测定地点	含水率 (%)
1987年 8月上旬	西三采区 341-1 工作面	2.5	1987年 8月下旬	西三采区 341-1 工作面	3.5
1987年 12月上旬	西三采区 341-2 工作面	2.5	1987年 12月下旬	西三采区 341-2 工作面	6

(2) 回采工作面煤尘浓度。工作面注水前后实测煤尘浓度对比见表2,从表中可以看出,中深孔低压煤体注水技术虽然不能使空气中的煤尘浓度降到 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 以下,但其降尘效果是非常显著的。

表 2

注 水 前			注 水 后		
测定日期	测定地点	煤尘浓度 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	测定日期	测定地点	煤尘浓度 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )
1987年 8月上旬	西三采区341-1采煤面	270	1987年 8月下旬	西三采区341-1采煤面	95
	西三采区341-1上顺槽	140		西三采区341-1上顺槽	40
1987年 12月上旬	西三采区341-2采煤面	345	1987年 12月下旬	西三采区341-2采煤面	47
	西三采区341-2上顺槽	215		西三采区341-2上顺槽	30

### 2. 注水参数

(1) 钻孔深度。在技术条件允许的情况下,注水孔愈深注水效果愈好。但采用普通煤电钻在煤层倾角大于 $40^\circ$ 的回采工作面由上向下钻进达到10m左右深就比较理想了。

(2) 孔间距。试验表明防尘水在大倾角条件下向下渗透的速度比横向大得多,在煤厚 $1.8\text{m}$ 以上、没有断层的条件下,15天左右下顺槽局部地点可以见到煤层含水率增

加的现象,其中比较明显的地点为钻孔底部向下20m范围内,而横向范围只有5~6m。因此钻孔间距确定5m是适宜的。

(3) 封孔长度。巷道受压变形后围岩产生破碎,周围形成裂隙带,如果沙浆封孔长度不够时压力水容易从裂隙中反流到上顺槽巷道中来,从而降低注水压力,影响防尘效果。实践证明,封孔长度不宜小于3m。

(4) 最低注水时间。钟山煤矿回采工作面实测得单孔平均注水强度为 $17\text{kg}/\text{h}$ 。为

了使两注水孔之间的煤层含水率由原来的2.5%增加到3.6%，则每孔平均需要注入的总水量由下式确定，即

$$q = Q(\gamma_2 - \gamma_1)$$

式中  $q$ ——平均每孔注入水量；

$\gamma_1, \gamma_2$ ——注水前后煤层中的含水率；

$Q$ ——两孔之间煤体的可采贮量，

$Q = L \times H \times h \times \gamma$ ， $L$ 为工作面斜长、 $H$ 为两孔间距、 $h$ 为工作面采高、 $\gamma$ 为煤层容重。

根据  $q$  和单孔平均注水强度  $B$ ，按下式可确定最低注水时间  $T$  为

$$T = q/B$$

根据钟山矿的实践，煤层含水率必须由2.5%增加到3.6%时才能收到较好的降尘效果，在单孔注水强度为17kg/h、孔间距为5m、工作面长度为50m、采高为1.4m时，按上式计算出最低注水时间不得少于15天。

### 三、注水中常遇到的几个问题

1. 钻孔打不到预定的深度就遇到顶板或底板

造成这种现象的原因有：

(1) 钻孔倾角和煤层倾角不一致；

(2) 煤层有褶曲或小断层。

遇到以上情况时，孔深超过4m可封孔注水；小于4m钻孔作废，用沙浆把孔封满。

2. 孔壁周围跑水

造成这种现象的原因是封孔质量差或围岩的裂隙带超过封孔深度。封孔深度不够对这种孔则必须采用间歇注水的方法。

3. 打眼时夹钻杆

当钻孔深度超过5m以后，会发生钻杆被夹住不能转动的情况，有时不得不丢失部分钻杆。造成这种现象的原因有：

(1) 在打眼过程中钻头出水孔被堵塞；

(2) 水压水量太小，钻孔速度过快，煤沫不能及时排除。防止措施是：

(1) 先开水后打眼，打眼时不准停水；

(2) 发现不出水时立即停钻，进行检查。

4. 注水效果不好

试验过程中常有少数钻孔注水效果不好，原因有：

(1) 钻孔质量差，跑水，注水压力低；

(2) 钻孔打入夹矸层或顶、底板；

(3) 经常停水，或阀门被关闭；

(4) 煤层变薄或遇有断层，渗水能力很小。

防止上述现象的措施除提高打眼、封孔质量外，要增加注水时间，加强供水管理。

### 四、几点结论

(1) 利用普通煤电钻和矿井防尘水进行中孔低压煤体注水技术工艺简单，对煤层赋存条件适应性强，不需增加工程及扩大巷道断面。

(2) 中孔低压煤体注水技术虽然不能使回采工作面煤尘浓度下降到10mg/m<sup>3</sup>以下，但与注水前比较，工作面空气中的煤尘浓度可以下降70~80%。

(3) 中孔低压煤体注水技术效果的关键是要严格打眼和封孔质量；孔深要确保在10m左右；要有1MPa左右的注水压力；注水时间要在15天以上。

(责任编辑 许升阳)

## 第二届全国煤矿爆破学术会

中国煤炭学会爆破专业委员会主办的第二届全国煤矿爆破学术讨论会将于1989年10月上旬在湖南大庸市召开。现已收到各种论文50多篇。会议将进行爆破理论、爆破技术、爆破器材和爆破安全的学术讨论和交流，还将进行爆破技术咨询、展销爆破器材和爆破图书资料。欢迎煤矿工程技术人员踊跃撰写论文，参加讨论。

(德)



# 浅论煤层注水抑尘的适应性

江苏省煤矿研究所 徐世举

煤层注水是国内外广泛应用的一种有效抑尘方法,但根据现有技术水平和取得的效果来看,这种方法有其一定的适应条件。本文通过对徐州韩桥矿的注水试验,就煤层注水抑尘的适应性提出以下粗浅看法。

## 一、注水难易程度的影响因素

### 1. 煤层赋存条件及物理力学性质

(1) 煤层裂隙及孔隙发育程度 一般情况下,裂隙发育、孔隙率高的煤层透水性强、易注水,注水压力也较低,它是决定可注性的首要条件,然而煤层裂隙发育情况又与煤岩成因类型、煤化程度、地质构造及埋藏深度等因素紧密联系。

①煤岩成因类型 一般说来,腐植煤的孔隙、裂隙多于残植煤或腐泥煤,而腐植煤中光亮型煤、半亮型煤又多于暗淡型、半暗淡型煤。

②煤化程度 一般来说腐植煤中焦煤裂隙多,在5cm内取样测定:内生裂隙可达30~60条;而在低煤化的烟煤中则较少,一般长焰煤只有几条,气煤10~15条;无烟煤也较少一般小于10条。煤种与孔隙率关系,据抚顺煤研所对各矿区测定结果:焦煤与肥煤孔隙率最低,<15%,褐煤与无烟煤最高,>15%。韩桥矿各开采层为二号肥煤,孔隙率测定为3.7~7.5%,属低透水性煤层。

③地质构造与支承压力 在地质构造运动与集中压力作用下,煤层产生不同程度的破裂,煤层及围岩破裂面两侧发生位移与错动,形成褶曲与断层,在其附近产生各种构造节理,它对注水效果影响极大,常常是煤

层能否注水及注水好坏的关键条件。在断层构造多的煤层区域注水,透水性很大,效果不好,大量水从发达裂隙及破裂面中散失,甚至渗透很远。

另外,壁式采煤工作面,随着回采推进,在煤壁前方要出现支承压力,形成卸压带(2~3m)、集中压力带(数米~数十米)和常压带。在卸压带内注水时,由于产生大量次生裂隙,渗透性系数可提高1个数量级。所以长孔注水超前距离一定要在常压范围内才有较佳效果。韩桥矿夏桥井1728面的观测证实:超前回采时间1.5~2月,超前距离60~80m为好。

④埋藏深度 煤层埋藏深度增加,上覆地层压力增加,煤层裂隙、微孔隙受压紧缩,孔隙容积减小,使透水系数降低,注水压力相应提高。一般注水压力不超过地层静压力不致跑水泄流。对于煤层本身破裂压力大成瓦斯涌出量大的矿井,注水压力一般要超过地层压力才有效果。韩桥实践证明,注水压力要大于地层压力1~2MPa,才能实现正常注水。

(2) 煤层的结构 煤层沿厚度方向结构不同,以及物理力学性质的差异,透水性能差别很大。另外煤层内有夹矸结构时对注水渗透性也有很大影响。据苏联对煤层各向异性影响的考察是:沿煤层厚度方向渗透性系数比沿走向方向小60~70%,垂直层面的渗透速度比沿层面的渗透速度小90%;含有小于5 $\mu$ m的裂隙煤层各向异性影响最大,大裂隙煤层各向异性影响较小。对韩桥1728、2141两个工作面的考察结果基本符合上述情况。1728而夹石孔隙率高达8.8%,裂隙较