

SCF系列湿式除尘机

贺光让 马士杰 潘锋 编

煤炭工业出版社

79.517
8907984

SCF系列湿式除尘器

贺光让 马士杰 潘 锋 编

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书详细介绍了SCF系列湿式除尘机的结构,脱水原理,工作性能及其测定方法,安装和启动要求,维修保养和正确使用方法,以及实际使用情况等。是使用SCF系列或其它系列湿式除尘机的必备书籍。

本书可供煤炭、冶金、化工、城建、国防等部门的工程技术人员和操作人员使用,也可供大专院校有关专业师生参考。

责任编辑:王 闻 升

SCF系列湿式除尘机

贺光让 马士杰 潘 锋 编

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21号)

北京京辉印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787 \times 1092\text{mm}^1/32$ 印张 $2^{1/4}$

字数47千字 印数1—1,140

1988年11月第1版 1988年11月第1次印刷

ISBN 7-5020-0183-2/TD·173

书号 3032

定价 0.97元

目 录

一、概述.....	1
二、湿式除尘机的结构.....	13
三、除尘和脱水原理.....	20
四、湿式除尘机的技术性能.....	24
五、湿式除尘机的安装和启动要求.....	28
六、湿式除尘机的安全性能.....	30
七、湿式除尘机的性能测试方法.....	36
八、湿式除尘机的使用方法.....	44
九、湿式除尘机的维修保养.....	59
十、湿式除尘机在煤矿使用情况的介绍.....	63

一、概 述

为使读者对湿式除尘机的结构从理论上有一概略的了解，在这里首先对粉尘及其性质作一简述。

粉尘究竟是什么状态的物质呢？科学研究表明：所谓粉尘是一种能较长时间呈悬浮状态存在于空气中的固体微小颗粒。从胶体化学的观点来看，粉尘是一种分散体系，其分散媒是空气，分散相是固体微小颗粒。这种分散体系称之为气溶胶。

粉尘在静止空气中的沉降主要取决于粉尘所受三种力的综合作用。即尘粒自身的重力，空气对尘粒的浮力和阻力。重力与浮力的合力 F 是决定尘粒沉降的主要作用力。

当 $F > F_{\text{阻}}$ 时，尘粒呈加速下降；

$F = F_{\text{阻}}$ 时，尘粒呈等速下降；

$F < F_{\text{阻}}$ 时，尘粒呈悬浮状态。

尘粒在静止空气中等速下降时的速度称为沉降速度，由下式决定：

$$V_s = \frac{\gamma_s - \gamma}{18\mu} d^2 \quad \text{m/s}$$

式中 γ_s ——尘粒重率， kg/m^3 ；

γ ——空气重率， kg/m^3 ；

μ ——空气的动力粘性系数， $\text{kg}\cdot\text{s/m}^2$ ；

d ——尘粒直径， m 。

煤矿粉尘是粉尘家族中的一类，主要指煤炭生产过程中产生的微细煤尘和岩尘。组成煤岩尘的微细颗粒，根据尘粒

大小可分为三种：

可见尘粒：直径大于 $10\mu\text{m}$ ，在静止空气中呈加速下降；

显微尘粒：直径在 $0.1\sim 10\mu\text{m}$ 之间，在静止空气中呈等速下降；

超显微尘粒：直径小于 $0.1\mu\text{m}$ ，在静止空气中长期悬浮，可视为不沉降。

随着科学技术的发展，人们对煤尘和岩尘所引起的灾害进行了深入的研究，并且采取了根治粉尘危害的措施。粉尘的危害主要表现在这样两个方面。

首先表现在一定粒径、浓度和化学成份下，粉尘如被人们长期吸入会引起肺部的纤维形病变，称为矽肺病。这是一种严重的职业病，不仅在煤矿，而且在其它矿山的采掘和有粉尘产生的工业中都存在。矽肺病像一把无形的软刀子，危害工人们的生命安全。

其次，煤尘在一定浓度和特定条件下还能引起爆炸，国内外都有先例。而且煤尘爆炸往往引起连锁反应，比单一瓦斯爆炸严重得多，造成的损失是惊人的。

粒径的大小是粉尘的重要物理性质之一。科学家在实用测量技术条件下，将气溶胶的下限取 $2\mu\text{m}$ ，上限取 $100\mu\text{m}$ 。国内外大量实验和尸体解剖表明，矽肺病的起因不仅与吸尘量、吸尘时间、尘粒的成份有关，而且在很大程度上取决于粉尘粒径的大小（除人身自然抵抗力外）。粒径为 $5\mu\text{m}$ 左右的尘粒是导致人们产生矽肺病的危险粒径。英国医学研究会（BMRC）经过长期研究提出了呼吸性粉尘的定义——即进入肺泡的粉尘。并与美国国家工业卫生工作者协会（ACGIM）一起，将监察粉尘的仪器对粒径分离后的阻留率定为：当粒

子的空气动力学直径从 $2\mu\text{m}$ 增大到 $7\sim 10\mu\text{m}$ 时,阻留率从100%降到0。绘出了标准采样曲线。关于呼吸性粉尘的定义和标准采样曲线于1959年在南非约翰内斯堡召开的国际尘肺会议上得到公认。这就是著名的BMRC和ACGIM曲线如图1-3所示。

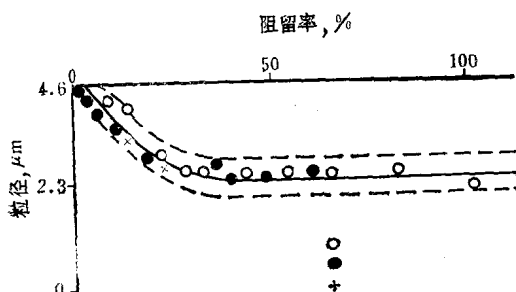


图 1 吸入总量曲线

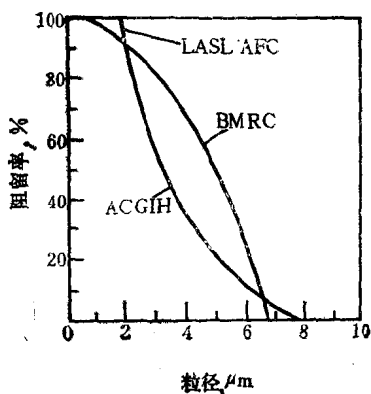


图 2 肺内沉降曲线

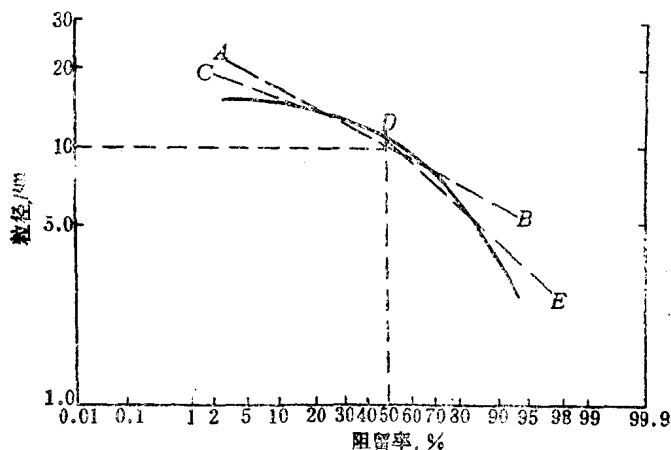


图 3 喉以下沉积曲线

人们衡量粉尘的危害，首先是从它的沉降速度开始研究的。由图1~3可知呼吸性粉尘吸入人体后，从呼吸道直到肺泡，其沉降曲线表明与粒径存在一定的比例关系。由于粉尘不完全是球形的，有块状、片状、针状、线状等，其沉降速度是不同的。在这里我们提出空气动力学直径这一概念。所谓空气动力学直径是指与被测颗粒有相同沉降速度的单位密度的球粒的直径。那末，粉尘的粒径怎样测量呢？美国TSI公司研制出一种仪器，即APS-33系统标准球形粒子发生器。它的工作原理是测量粉尘颗粒与空气在薄壁孔穿过的速度差（粉尘颗粒由于粒径远远大于空气分子故惯性较大，速度滞后于空气）来测量粉尘粒子的空气动力学直径。因这种速度的延迟性唯一与粉尘粒子的空气动力学直径有关。故国际上也规定APS-33标准球形粒子发生器是标定粉尘监察仪的基准。

矿井空气中所含浮游粉尘的量称为粉尘浓度，有两种表示方法。重量法：在 1m^3 空气中所含浮游粉尘的重量， mg/m^3 ；计数法：在 1cm^3 空气中所含浮游粉尘的颗粒数，粒/ cm^3 。我国一般采用重量法表示粉尘浓度。

我国《煤矿安全规程》第464条规定：井下有人工作地点和人行道的空气中，粉尘浓度不得超过下述规定：当粉尘中含有游离 $\text{SiO}_2 < 10\%$ 时，最大允许粉尘浓度为 $10\text{mg}/\text{m}^3$ ，当粉尘中含有游离 $\text{SiO}_2 > 10\%$ 时，最大允许粉尘浓度为 $2\text{mg}/\text{m}^3$ ，当水泥粉尘中含有游离 $\text{SiO}_2 < 10\%$ 时，最大允许粉尘浓度为 $6\text{mg}/\text{m}^3$ 。

为了保护人民的健康，我国于1962年及1973年先后颁布了TJ36-79《工业企业设计卫生标准》和GBJ4-73《工业“三废”排放试行标准》，今将其中有关粉尘最高容许浓度和排放标准见表1~2。上述标准是防尘工作的重要依据。

表1 车间空气中有害物质的最高允许浓度(摘录)

编号	物 质 名 称	最高允许浓度 (mg/m^3)
1	含有10%以上游离 SiO_2 的粉尘(石英、石英岩等)①	2
2	石棉粉尘及含有10%以上石棉的粉尘	2
3	含有10%以下游离 SiO_2 的滑石粉尘	4
4	含有10%以下游离 SiO_2 的水泥粉尘	6
5	含有10%以下游离 SiO_2 的煤尘	10
6	铝、氧化铝、铝合金粉尘	4
7	玻璃棉和矿渣棉粉尘	5
8	烟草及茶叶粉尘	3
9	其它粉尘②	10

注：① 含有80%以上游离 SiO_2 的生产性粉尘，宜不超过 $1\text{mg}/\text{m}^3$ 。

② 其它粉尘指游离 SiO_2 含量在10%以下，不含有毒物质的矿物性和动植物性粉尘。

表 2 GBJ4-73工业“三废”排放试行标准(摘录)

有害物质名称	排放有害物质企业	排放高度 (m)	排放量 (kg/h)	排放浓度 (mg/m ³)
烟尘及生产性粉尘	电站(煤粉)	30	82	
		45	170	
		60	310	
		80	650	
		100	1200	
		120	1700	
		150	2400	
	工业及采暖锅炉			200
	炼钢电炉			200
	炼钢转炉			
	>12t			150
	<12t			200
	水泥			150
	生产性粉尘*			
	第一类			100
	第二类			150

* 系指局部通风除尘后所允许的排放浓度。

第一类指:含10%以上游离SiO₂或石棉的粉尘、玻璃棉或矿渣棉粉尘、铝化物粉尘等;

第二类指:含10%以下游离SiO₂的煤尘及其它粉尘。

呼吸性粉尘包括5~7 μ m的全部颗粒体,其浓度以 mg/m³ 或粒数/cm³ 表示,其限值我国尚未制定统一的标准。下面将美国、英国、联邦德国、苏联、波兰的有关标准介绍如下:

1. 美国

联邦政府标准:任何矿工在40h工作周内的8h上班期间,其接尘量不应超过如下规定:

结晶SiO₂:

呼吸性粉尘限值为 $10\text{mg}/\text{m}^3$

呼吸性煤尘:

SiO_2 含量低于5% $2.4\text{mg}/\text{m}^3$

SiO_2 含量高于5% $\frac{10}{\text{SiO}_2\text{的百分含量} + 2} \text{mg}/\text{m}^3$

矿业局标准: 对每个矿工来说, 在其当班期间, 矿井大气中呼吸性粉尘的平均浓度必须维持在 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 或低于 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 。

2. 英国

长壁工作面 $5\text{mg}/\text{m}^3$

岩巷掘进 $3\text{mg}/\text{m}^3$

进风巷道 $3\text{mg}/\text{m}^3$

其它作业场所 $4\text{mg}/\text{m}^3$

3. 联邦德国

在煤矿开采期间, 如粉尘中 SiO_2 的含量低于5%时, 则粉尘浓度的限值为 $4\text{mg}/\text{m}^3$ 。

4. 苏联

最大允许浓度值是根据粉尘中游离 SiO_2 的含量制定的。

SiO_2 的含量 $>70\%$ 时为 $1\text{mg}/\text{m}^3$

SiO_2 的含量 $10\sim70\%$ 时为 $2\text{mg}/\text{m}^3$

SiO_2 的含量 $2\sim10\%$ 时为 $4\text{mg}/\text{m}^3$

煤尘 (SiO_2 的含量低于2%时) 为 $10\text{mg}/\text{m}^3$

5. 波兰

在8h的工作期间, 工作场所的接尘限值规定如下:

游离 SiO_2 的含量 $>70\%$ 时, $1\text{mg}/\text{m}^3$

游离 SiO_2 的含量 在 $10\sim70\%$ 时为 $2\text{mg}/\text{m}^3$

游离 SiO_2 的含量 低于10%时为 $4\text{mg}/\text{m}^3$

不含游离 SiO_2 的粉尘为 $10\text{mg}/\text{m}^3$

在现代化矿井生产过程中，由于采掘机械的破碎、支架的移设、钻眼爆破、锚喷支护、煤炭运输等将产生大量的粉尘。特别是70年代以来，由于矿井开发强度的加大，掘进工作面机械化、自动化水平的提高、高效、大功率掘进机的广泛使用，致使粉尘的产生量急剧增加，粉尘的危害也日趋严重。

煤矿粉尘的发生，以作业地点而论，采掘工作面最高，运输系统的各个转载点次之。矿井机械化程度越高，煤尘产生量越大。据开滦矿务局唐山矿在综采面，高档普采面和普采面的调查情况如表3所示，煤尘产生量随开采强度的增加而增加。大同矿务局四老沟矿的综采工作面粉尘浓度高达 $3580\text{mg}/\text{m}^3$ ，阳泉矿务局一矿综采工作面最高为 $8888\text{mg}/\text{m}^3$ 也证明了这一点。

表 3 采煤工作面粉尘情况

单位： mg/m^3

工 作 面 类 型	测 尘 地 点	
	滚筒下风流 距滚筒10m	回风顺槽 距出口30m
EDW-300型机组综采面	387~1293	113~316
EDW-170型机组综采面	604~ 804	129~208
DY-150型高档普采面	264~ 502	106~192
国产80型机组普采面	80~ 265	25~130

据对机械化掘进机产生情况的调查，如不采取综合的降尘、除尘措施，产尘量是惊人的（见表4），表中所列数据为全尘的平均值，一般煤尘的数值较平均值为低，硬岩层可超过平均值的5倍。

表 4 掘进机产生尘情况

掘 进 机 型 号	工作面风量 (m^3/min)	粉尘浓度 (mg/m^3)	产 尘 量 (mg/s)
MKⅠA	240	400~500	2000
MKⅠB	300	600~800	3000~4000
MKⅡ	360	700~900	5000

煤尘的产生还随采掘工序的不同而异。一般来讲，掘进工作面采取干式作业，其粉尘发生量：打眼占78%，放炮占7.7%，装岩运输占14.3%。据潞安矿务局调查，综采工作面割煤时粉尘浓度高达 $1975\text{mg}/\text{m}^3$ ，最低亦有 $110\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均 $613.3\text{mg}/\text{m}^3$ 。炮掘时，放炮时粉尘浓度最高达 $1148\text{mg}/\text{m}^3$ ，最低 $85\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均 $312\text{mg}/\text{m}^3$ 。不同的采掘工序，尘粒粒径的分散度也是不同的经测定， $5\mu\text{m}$ 以下的呼吸性粉尘，岩巷掘进时占全尘的98.5%；装岩时占全尘的87.5~97%，半煤岩巷打眼时占全尘的85%；煤巷掘进时装煤占全尘的90~94%；放炮占全尘的70.5%，打眼占全尘的90%。

建国以来，党和国家历来十分重视煤矿职工的安全和身心健康，强调加强对煤矿井下粉尘的治理。尤其是党的十一届三中全会以来，国务院颁发了加强尘毒治理的决定，煤炭部也采取了一系列措施，制定了防尘制度和规程，建立了防尘管理系统，取得了一定成绩。

在人们发现了呼吸性粉尘的危害以后，除尘的必要性也为更多的人所重视，就尽力设法在有粉尘产生的作业场所，研究出抑尘、降尘、除尘和个体防护措施，一般说来有以下几种：

1) 抑尘措施 这是减少粉尘发生量的方法。如选择合

适的采煤方法,煤层注水预先湿润煤体,水封爆破、水炮泥、湿式打眼,使用侧式供水电煤钻,采煤机组内外喷雾,采用合理的机具结构与切割参数,使用抑尘剂等;

2) 降尘措施 这是降低空气含尘量的方法。如主要运输巷道实行水幕净化,装载点洒水喷雾等将已产生并形成浮游的粉尘从空气中沉降下来。

3) 除尘措施 这是指净化和排除含尘空气的方法。如除尘器、泡沫除尘、水幕和通风等。本手册主要介绍湿式除尘机的基本知识。

4) 个体防护措施 如矿工佩戴防护面具,以减少吸入人体的粉尘量等。

上述措施的基本原理一般都是利用水使作业环境所产生的粉尘沉降下来,防止粉尘飞扬。或是利用风流将作业环境中悬浮的不易降落的粉尘排出。基本上能控制住粒径大于 $5\mu\text{m}$ 的粗粒粉尘的飞扬,但是对于粒径小于 $5\mu\text{m}$ 的呼吸性粉尘收效甚微,捕获率较低。如前所述,这种粉尘是导致人致矽肺病的主要原因。

呼吸性粉尘长时间悬浮在空气中,很难自然沉降下来,随着矿井通风不断稀释和排出。然而风流的流动,又使沉降下来的粉尘重新飞扬,风流带走的粉尘还会增加其它作业点的粉尘浓度。鉴于上述原因,粉尘污染问题长期以来没有妥善解决。

为解决掘进工作面的粉尘污染的问题,世界上很多国家都进行了研究,提出了许多方法。在除尘措施上,主要采用吸尘法,研制了各种类型的除尘器,把含尘空气吸入除尘器中净化处理,解决粉尘污染问题。

据国外资料介绍,英国煤矿有81%的掘进工作面采用抽

出式通风除尘，能够在1.5min内将工作面的污浊空气排除，美、日、苏联等国的研究也一致认为工作面产生的粉尘有70%应依靠通风除尘。因此，除尘机是净化和排除含尘空气的主要方法。

除尘机作为净化空气的装备在地面作业场所很多工业部门早已广泛使用，但使用在煤矿井下与采掘机械配套是近十多年才开始。其原因是煤矿井下作业条件复杂，对设备自身的安全性能要求较高，再加矿井尘源分散，随风流流动，要求除尘器体积小、重量轻、功耗小、除尘效率高、使用维护方便等，这些要求往往是相互矛盾、相互制约的，故影响了除尘器在煤矿井下的使用。

近几年来，我国从国外引进了多种型号的掘进机也带进了不同型号的除尘器，归纳起来有湿式和干式两种。如苏联LK-9型掘进机上的湿式旋流除尘器，联邦德国SRM-330型掘进机上的布袋过滤器；奥地利AM-50掘进机上的文丘里除尘器等，由于这些除尘器的技术参数不能适应我国矿井的生产条件，大多不能使用。为了实现在“七五”期间统配煤矿控制粉尘危害的总体目标，在除尘器的研制上尽快赶上国际先进水平，煤炭部在大量的调查研究和国外考察的基础上引进了在国际上具有先进水平的英国恩加特公司的湿式除尘机制造技术，交由镇江煤矿专用设备厂消化吸收，研制国产化的湿式除尘机，填补我国除尘技术上的空白。

英国恩加特公司生产的湿式除尘机，曾获得英国女王技术成就奖，具有很高的国际声誉，被世界上十多个国家的矿井所采用。该机结构紧凑，除尘效率高，安全性好。可以在含有甲烷的矿井中使用，也适合我国国情和矿井的生产条件。该型湿式除尘机是采用通风除尘的办法，可以在产生尘

源附近，尽量在粉尘还未飘扬起来时，即进行抽吸捕获，通过除尘器净化处理，由于它具有独特的结构原理，对呼吸性粉尘捕获率可达94%，对全尘可达99%。如果这种通风除尘工艺在矿井设计、建设时就采用，那么在矿井井下巷道就不会产生积尘，特别是有爆炸危险的煤尘，即使发生偶然性的失误，也不致引起灾难性的煤尘爆炸。因此，也可能这样认为，这是一项造福于子孙后代的大事。

镇江煤矿专用设备厂在引进湿式除尘机的制造技术后，用较短的时间就迅速研制成适合我国国情、矿情的完全国产化的SCF系列湿式除尘机，并与1985年8月通过部级鉴定。鉴定认为：该系列湿式除尘机全部采用国产材料和零部件，性能参数指标和加工制造质量均达到了引进英机的水平，仿制是成功的。为我国煤矿冶金、铁道、化工、建工、国防等部门提供了抽出式（混合式）掘进通风除尘的关键设备，填补了国内空白，可以定型、批量生产、推广使用。

鉴于掘进巷道使用湿式除尘机进行通风除尘，使新鲜空气从巷道进风口进入工作面，工作面产生的粉尘和有毒、有害气体经风筒抽出由除尘机净化的工艺，对传统的压入式掘进通风是一改革，对通风工艺和除尘机都有相应的要求。煤炭工业部对其推广应用十分重视，责成有关部门举办多次技术培训班。

二、湿式除尘机的结构

湿式除尘机国外称之为粉尘过滤器 (Dust extractor), 1973年由英国吉姆斯 (G·C·James) 提出专利申请, 1976年英国煤炭科学研究院 (MRDE) 和恩加特 (Engart) 风机公司研制实施。1984年镇江煤矿专用设备厂引进该公司的制造技术并国产化, 仿制成SCF系列湿式除尘机和CF、CHF系列抽出式风机如封二、三, 图4~5所示。

湿式除尘机的结构, 可分为风机、除尘器、喷雾系统和底座四部分, 详见图4。

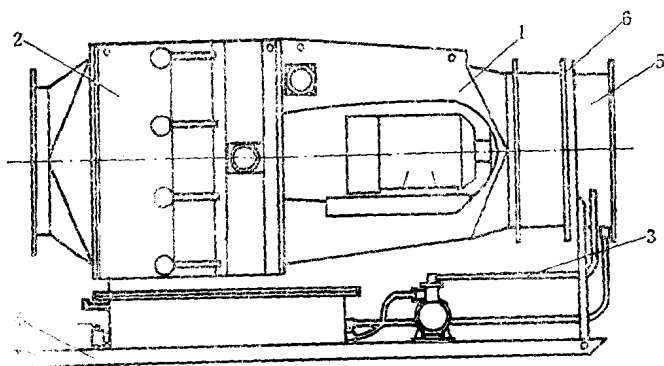


图4 湿式除尘机结构示意图

1—抽出式风机; 2—除尘器; 3—喷雾系统; 4—底座;
5—喷水风筒; 6—保护网

1. 风机

该风机为单级、轴流式, 具有分叉风道适合抽出式通风。与普通的局部扇风机不同之点是: 电动机是外置的, 位