

# 屯兰选煤厂煤尘治理研究与实践

高建川<sup>1,2</sup>

(1. 太原理工大学, 山西 太原 030200; 2. 西山煤电(集团)有限公司 屯兰选煤厂, 山西 太原 030200)

**摘要:** 针对屯兰选煤厂由于生产环境封闭导致生产过程中产生的煤尘积聚易造成环境污染的问题, 在分析选煤厂煤尘危害性的基础上, 根据现场煤尘产生来源、产生方式、粒度级别的不同, 以及对现场煤尘质量浓度分析, 分别采取如下措施: 针对煤尘的一次煤尘和二次煤尘产生环节特点, 将振动筛、破碎机、给煤机、转载溜槽进行封闭, 采用布袋式除尘器进行除尘; 对重点煤转运环节以及二次煤尘产生环节, 采用增设除尘喷雾方式进行除尘。改造前后煤尘质量浓度检测结果表明, 经过布袋式除尘器和除尘喷雾系统的联合作用, 系统正常开车时煤尘质量浓度降低  $3 \text{ mg/m}^3$  左右, 临时停车后启动过程中煤尘质量浓度平均降低  $2 \text{ mg/m}^3$  左右, 治理效果显著, 有效改善了现场工作环境。

**关键词:** 煤尘治理; 袋式除尘器; 除尘喷雾; 选煤厂

中图分类号: TD94

文献标志码: A

文章编号: 0253-2336(2016)08-0199-04

## Study and practices on coal dust control in Tunlan Coal Preparation Plant

Gao Jianchuan<sup>1,2</sup>

(1. Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030200, China; 2. Tunlan Coal Preparation Plant, Xishan Coal Electricity Group Company Limited, Taiyuan 030200, China)

**Abstract:** According to the environment pollution problem caused by the coal dust accumulation resulted from closed production environment during the production process in Tunlan Coal Preparation Plant, based on the analysis on the coal dust danger of the coal preparation plant, according to the site coal dust sources, occurred mode, different coal particle grade and site coal dust mass density analysis, the following measures were conducted individually. According to the link features of the primary coal dust and secondary coal dust occurred, closures were made to the vibration screen, coal crusher, coal feeder and stage chute, and the bag dust collectors were applied to the dust collection. As for the key coal transfer links and the secondary high dust links, additional dust collection and water spraying mode were applied to the dust collection. Before and after the reconstruction, the detection results of the coal dust mass density showed that with the combined role of the bag dust collector and the dust collection and water spraying system, when the system was normally operated, the coal dust mass density would be reduced by about  $3 \text{ mg/m}^3$ . After an operation stopped temporarily, in the equipment restarting process, the average coal dust density would be reduced by about  $2 \text{ mg/m}^3$ . Thus the dust control effect was obvious and the site operation environment was effectively improved.

**Key words:** coal dust control; bag dust collector; dust collection and water spraying; coal preparation plant

## 0 引言

随着国家对大型煤炭企业的安全及环保要求愈来愈高, 选煤厂的煤尘防治工作成为各项安全工作的重中之重, 生产过程中形成的大量煤尘严重影响着职工的身体健康。煤尘的主要危害有以下3点:

①可导致尘肺病。尘肺病是由于人长期吸入呼吸性

粉尘而引发的肺部病变, 呼吸性粉尘是粒极  $5 \mu\text{m}$  以下的粉尘, 这一部分粉尘将在肺泡中滞留不能排出, 严重危害人体健康。目前中国法定有12种尘肺病, 其中矽肺病的危害占首位。矽肺病是由于人长期吸入游离二氧化硅粉尘而引起的。②影响机械设备的运行。煤尘的积聚对机电设备有很大的影响, 煤尘积聚在设备上, 极易引发设备故障, 导致机电事故

收稿日期: 2016-05-10; 责任编辑: 代艳玲 DOI: 10.13199/j.cnki.est.2016.08.034

作者简介: 高建川(1969—), 男, 山西定襄人, 博士研究生, 成绩优异的高级工程师。Tel: 0351-5107428, E-mail: gaojianchuan@163.com

引用格式: 高建川. 屯兰选煤厂煤尘治理研究与实践[J]. 煤炭科学技术, 2016, 44(8): 199-202, 213.

Gao Jianchuan. Study and practices on coal dust control in Tunlan Coal Preparation Plant[J]. Coal Science and Technology, 2016, 44(8): 199-202, 213.

的发生,如电路的中断、振动弹簧的失灵、照明的阻碍等,严重影响选煤厂的正常生产。同时,煤尘对煤矿企业的瓦斯检测也有着较大影响,阻碍正常的安全监测。③容易引发煤尘爆炸。直径小于1 mm的煤尘会参与爆炸,而粒径30~75 μm的煤尘爆炸性最强。当煤尘质量浓度在50~1 000 g/m<sup>3</sup>时,遇明火极易引发煤尘爆炸。在选煤厂不乏煤尘爆炸的事故案例,煤尘爆炸不但会造成经济损失,更对人身安全有着巨大的威胁。经过对选煤厂现场粉尘浓度的检测发现,筛分破碎系统、煤流运输系统、封闭式储煤场地是煤尘浓度超标的高发区域,部分区域浓度严重超限,因此煤尘治理工作刻不容缓。

1 屯兰选煤厂产尘来源分析

1) 煤尘产生环节。屯兰选煤厂粉尘的产生主要存在于煤的筛分、破碎、以及运输转载环节<sup>[1]</sup>。由于屯兰矿井原煤质脆易碎,煤泥含量高达20%,因此在这几个环节过程中极易产生大量煤尘,煤尘粒径在0.1 μm至数百微米不等。振动筛、破碎机、给煤机、输送带、转载溜槽在选煤厂生产系统中数量较多,是煤尘产生的主要设备。

2) 二次扬尘环节。二次扬尘也是造成选煤厂煤尘浓度过高的一个重要原因<sup>[2]</sup>,由于生产过程中

的机械运转、局部通风、人工行走等原因,会导致10 μm以上煤尘再度在空中悬浮,造成二次扬尘。即使煤尘产生源头得到了有效控制,但随着生产的持续进行,煤尘浓度积聚增加,二次扬尘会愈加明显,同样会造成生产区域的煤尘浓度超限。

2 煤尘粒度分析与浓度检测

2.1 煤尘粒度分析

选煤厂生产过程中产生的煤尘粒径在0.1~10 μm的颗粒由于粒度较小,可长期在空气中悬浮;10~100 μm的煤尘在重力作用下可以自由沉降,但在振动、通风等过程中极易二次扬尘,可较长时间在空中悬浮;大于100 μm的煤尘由于粒径相对较大,可很快在重力作用下沉降,在空中悬浮的时间较短。

2.2 煤尘浓度检测

为了解生产现场粉尘质量浓度的范围,明确煤尘产生及二次扬尘对区域煤尘质量浓度的影响,屯兰选煤厂委派专业检测部门对煤尘质量浓度进行了为期1个月的检测,分别对系统停车、系统开车及系统临时停车后启动3种情况各检测20次,现选择浓度较高的原煤运输、破碎、分级、储存系统中有代表性的7处检测点为例进行说明,粉尘质量浓度检测结果见表1。

表1 不同区域粉尘浓度检测结果

Table 1 Density test results of coal dust in various areas

区域	检测地点 编号	系统停车时煤尘质量浓度/ (mg·m <sup>-3</sup> )			系统开车时煤尘质量浓度/ (mg·m <sup>-3</sup> )			临时停车后启动过程 煤尘质量浓度/(mg·m <sup>-3</sup> )			标准值/ (mg·m <sup>-3</sup> )
		最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	
原煤运输 系统	1	9.4	6.3	7.4	16.5	9.8	12.5	15.4	8.8	9.9	≤10
	2	6.8	4.9	5.9	14.4	8.9	9.3	14.2	8.7	9.5	≤10
	3	8.9	6.5	7.1	17.1	8.5	11.2	14.5	8.5	9.4	≤10
	4	8.4	5.7	6.6	12.5	8.4	9.1	13.7	8.7	9.4	≤10
原煤破碎、 分级系统	5	8.4	5.6	6.5	11.5	7.9	9.2	11.8	8.1	9.1	≤10
	6	8.1	5.1	6.2	10.9	8.1	8.8	10.5	8.3	8.9	≤10
封闭式储 煤场地	7	8.0	4.0	5.9	10.8	7.8	9.4	7.8	4.6	6.2	≤10

注:①检测地点1为入厂原煤刮板输送机机尾;2为原煤仓上仓输送走廊;3为原煤仓上仓带式输送机机头;4为原煤仓上分配输送带区域;5为原煤分级筛侧;6为原煤破碎机侧;7为中煤场地。②标准值取自GB 16248—1996《作业场所空气中呼吸性煤尘卫生标准》。

由表1可知,①系统刚开车时由于带煤生产,区域煤尘质量浓度比停车期间高3~5 mg/m<sup>3</sup>。系统开车时,原煤的破碎、筛分以及运输转载产生了大量煤尘,此环节的煤尘一次产生是造成煤尘浓度偏高的主

要原因。②通过对系统停车时及临时停车后启动过程中的煤尘浓度对比分析,停车后启动过程中原煤运输系统、破碎筛分系统煤尘质量浓度提高2~3 mg/m<sup>3</sup>。此部分煤尘浓度升高主要是因为临时停车

后大于  $10\text{ }\mu\text{m}$  的煤尘在重力作用下自由沉降到设备表面,运输系统中输送带托辊与输送带之间夹杂着煤尘,当再次启车,虽然没有带煤生产,但会因为设备的振动导致煤尘再次扬起,产生二次扬尘,造成煤尘浓度的骤增。③在中煤封闭式储煤场地煤尘浓度分析中,由于中煤在带煤情况下才会落煤,临时停车后启车过程中不存在二次扬尘,故3种状态下的煤尘浓度只有系统正常开车即落煤情况下才会升高。

### 3 煤尘防治措施

为了解决现场煤尘浓度偏高的问题,经过深入调研,将现场煤尘主要分为2个环节进行治理。一是煤尘的产生,主要产生在振动筛、破碎机、给煤机、输送带(刮板)转载点;二是煤尘的二次扬尘,主要产生在设备表面、设备部件之间等,煤尘粒度主要在  $10\text{ }\mu\text{m}$  以上。根据现场的煤尘产生环节、产生方式、粒度级别不同,制定了针对性的解决方案:针对煤尘的一次产生环节,将振动筛、破碎机、给煤机、转载溜槽进行封闭,采用布袋式除尘器进行除尘;针对二次扬尘环节煤尘粒度较大的问题,采用除尘喷雾方式进行除尘。

#### 3.1 布袋式除尘器

1) 布袋式除尘器工作原理。如图1所示,带有煤尘的气体通过进气总管道进入袋式除尘器<sup>[3]</sup>,首先经过斜隔板阻挡,降低气流速度,转向至灰斗方向。经过自由沉降,部分粗颗粒煤尘落入灰斗中,达到初步净化的作用;初步净化后的空气向上进入到过滤室,在引风机的作用下,气体通过过滤室的滤袋,煤尘被阻挡在滤袋外表面,而通过滤袋的气体,进入净气室,作为净化后的气体排出。当除尘器运行一段时间后,积聚的灰分增多,需要进行清灰。当清灰信号发出后,每个箱室依次进行清灰。通过气动元件控制将提升阀关闭,阻挡过滤气流,随后以压力  $0.5\sim 0.7\text{ MPa}$  的压缩空气压入净化室,经过  $3\sim 5\text{ s}$ ,煤尘被压入灰斗,完成一室的清灰,继续进行下一室。截留下的煤尘在灰斗经喷水湿润后通过螺旋给料机排出,返回煤流系统。

2) 布袋式除尘器在屯兰选煤厂的应用。屯兰选煤厂共增设6套LQ MS-64-6型气箱脉冲袋式除尘器,其中准备车间4台,选煤车间2台。各吸尘支点全面覆盖刮板输送机机头、机尾、输送带转载点,原煤分级筛、破碎机、给料机,在煤尘产生的密集区域实行全面封闭。如图2所示,各吸尘支点的煤尘

抽入到总吸尘管道后,有煤尘的气体通过袋式除尘器处理<sup>[4]</sup>,除尘后的气体排到大气中,避免了大气污染,而灰斗收集到的煤尘,返回到生产系统中,以节约煤炭资源。

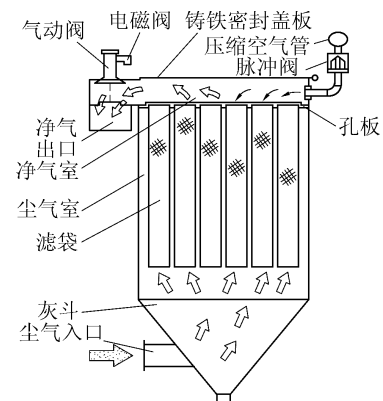


图1 布袋式除尘器结构示意图

Fig. 1 Structure of bag dust collector

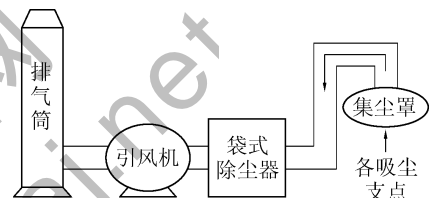


图2 布袋式除尘器运行原理

Fig. 2 Operating principle of bag dust collector

#### 3.2 除尘喷雾系统

1) 除尘喷雾系统工作原理。通过PLC自动化控制<sup>[5]</sup>,自动调整除尘水泵房水泵的开停,稳定水压,将清水打入各除尘点,通过起雾喷头,将清水雾化。二次扬尘的煤尘粒度在  $10\text{ }\mu\text{m}$  以上,当清水水滴雾化到直径小于煤尘直径时,通过水滴与煤尘的相互接触、碰撞,使煤尘聚结、增大,质量加大使其从空气中降落下来,达到除尘的目的。

2) 除尘喷雾系统在屯兰选煤厂的应用。屯兰选煤厂现有2套除尘喷雾装置,原煤准备环节1套,煤炭分选、运输、储存环节1套。除尘喷雾系统运行原理如图3所示,每套系统建1个除尘泵房清水池,3台水泵,利用PLC自动化控制开停,达到稳定水压的目的,主除尘管路一直布置到各除尘支点<sup>[6]</sup>。输送带转载处设输送带除尘喷雾喷头,通过在煤流上喷洒来降低煤尘的产生量<sup>[7-8]</sup>;在输送带走廊内每隔一定距离安装水幕帘,用于降低空间内的煤尘质量浓度;储煤场地设  $180^\circ$  旋转喷枪,用于避免储煤场地的扬尘。根据现场不同情况,进行针对性的降尘操作。屯兰选煤厂全厂共有2套除尘喷雾系统,输

送带除尘喷雾 74 处,水幕帘 24 处,180°旋转喷枪 7 个,对全厂范围内进行除尘覆盖,有效地改善了职工工作环境,避免了环境污染。

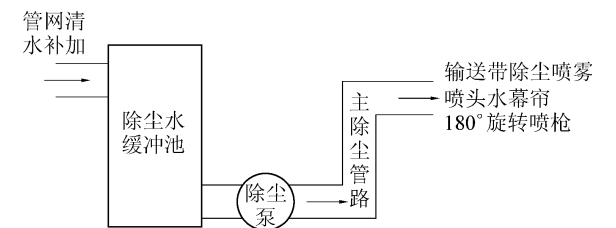


图3 除尘喷雾系统运行原理

Fig. 3 Operating principle of dust control and spray system

3.3 除尘设备管理措施

设备开停车瞬间有大量煤尘产生,也是二次扬尘的主要来源。为了改善工作现场环境,杜绝煤尘浓度超限,除对除尘设备进行正常维护和使用外,必须制定相应的管理办法,确定严格合理的设备开停程序。屯兰选煤厂先后制定了《屯兰选煤厂除尘系

统管理办法》和《屯兰选煤厂除尘管理考核办法》。制度规定:将布袋式除尘器汇入到生产集控系统中,只有布袋式除尘器开启后,生产设备方能正常启车。在除尘喷雾的管理上,采用人工提前开启,灵活控制现场的喷雾喷头、水幕帘、旋转喷枪,对现场进行针对性的除尘操作<sup>[9-10]</sup>。在考核上,严格按照相关考核办法,采用专人加强监管力度,考核部门合理奖罚,提高职工工作的积极性。

4 除尘效果分析

1) 改造前后煤尘质量浓度检测结果对比。经过布袋式除尘器和除尘喷雾系统对 2 种煤尘产生环节的共同作用,屯兰选煤厂的生产环境有了明显的改善。为了进一步验证除尘效果,确保除尘尾气符合环保要求,屯兰选煤厂再次请专业检测部门对重点区域进行了煤尘检测,每处检测 10 次,检测对比结果见表 2。

表 2 改造前后煤尘浓度检测结果对比

Table 2 Comparison of density test results of coal dust before and after technical reconstruction

区域类型	检测地点 编号	改造前煤尘质量浓度平均值/(mg·m <sup>-3</sup> )		改造后煤尘质量浓度平均值/(mg·m <sup>-3</sup> )		标准值/(mg·m <sup>-3</sup> )
		系统开车时	临时停车后启动过程	系统开车时	临时停车后启动过程	
原煤运输 系统	1	12.5	9.9	9.5	7.9	10
	2	9.3	9.5	6.1	6.4	10
	3	11.2	9.4	8.3	7.6	10
	4	9.1	9.4	6.2	6.9	10
原煤破碎、 分级系统	5	9.2	9.1	5.9	6.7	10
	6	8.8	8.9	5.8	6.6	10
封闭式 储煤场地	7	9.4	6.7	6.2	6.3	10

注:检测地点1为入厂原煤刮板输送机机尾;2为原煤仓上仓输送带走廊;3为原煤仓上仓带式输送机机头;4为原煤仓上分配输送带区域;5为原煤分级筛侧;6为原煤破碎筛侧;7为中煤场地。

由表 2 可知,经过布袋式除尘器和除尘喷雾系统的联合作用,系统正常开车时煤尘质量浓度降低 3 mg/m<sup>3</sup> 左右,临时停车后启动过程中煤尘质量浓度平均降低 2 mg/m<sup>3</sup> 左右,由此说明,联合除尘方式有效地控制了现场煤尘产生后的扩散以及二次扬尘的发生。

2) 布袋式除尘器尾气检测结果。国家环保标准规定,要求煤炭企业大气排放煤尘浓度不得超过 30 g/m<sup>3</sup>,屯兰选煤厂在改造后的煤尘检测过程中,分别对 6 套布袋式除尘器排风口进行了检测,检测

结果最大值 28 mg/m<sup>3</sup>,最小值 23 mg/m<sup>3</sup>,平均值为 25 mg/m<sup>3</sup>,满足了环保要求。

屯兰选煤厂通过布袋式除尘系统、除尘喷雾系统改造以及管理力度的加强,现场煤尘浓度明显降低,有效保障了职工的人身健康。然而,虽然现场的煤尘浓度已经达标,但部分区域煤尘质量浓度仍有待进一步降低,同时上述 2 种除尘方式对 10 μm 以下可呼吸性粉尘效率不高,选煤厂的煤尘防治工作仍须进一步研究。

(下转第 213 页)

- quettes during pyrolysis and its application in tamped coal cakes from large-scale chambers[J]. *Fuel* 2014, 138: 1-14.
- [10] Bika D, Tardos G I, Panmai S *et al.* Strength and morphology of solid bridges in dry granules of pharmaceutical powders[J]. *Powder Technology* 2005, 150(2): 104-116.
- [11] 戚灵灵, 王兆丰, 杨宏民, 等. 基于低温氮吸附法和压汞法的煤样孔隙研究[J]. *煤炭科学技术* 2012, 40(8): 36-39.  
Qi Lingling, Wang Zhaofeng, Yang Hongmin *et al.* Study on porosity of coal samples based on low temperature nitrogen adsorption method and mercury porosimetry[J]. *Coal Science and Technology* 2012, 40(8): 36-39.
- [12] Casal M D, Barriocanal C, Diez M A *et al.* Influence of porosity and fissuring on coking pressure generation[J]. *Fuel*, 2008, 87(12): 2437-2443.
- [13] 武建军, 周国莉, 高志远, 等. 半焦制铸造型焦的碳微晶结构 X-衍射分析[J]. *煤炭学报* 2009, 34(12): 1693-1696.  
Wu Jianjun, Zhou Guoli, Gao Zhiyuan *et al.* The X-ray diffraction analysis of carbon micro-crystal structure of the foundry formed coke prepared by semi-coke[J]. *Journal of China Coal Society*, 2009, 34(12): 1693-1696.
- [14] 黄晓宏, 柳朝晖, 尹志强, 等. 无烟煤热解过程中表面官能团的演变[J]. *工程热物理学报* 2013, 34(5): 969-972.
- Huang Xiaohong, Liu Zhaohui, Yin Zhiqiang *et al.* Evolution of surface function group during anthracite coal pyrolysis[J]. *Journal of Engineering Thermophysics* 2013, 34(5): 969-972.
- [15] 王越, 白向飞. 粉煤成型机理研究进展[J]. *洁净煤技术*, 2014, 20(3): 8-11.  
Wang Yue, Bai Xiangfei. Research progress on briquetting mechanism[J]. *Clean Coal Technology* 2014, 20(3): 8-11.
- [16] 武建军, 祁娟, 周国莉, 等. 半焦制铸造型焦热解动力学分析[J]. *中国矿业大学学报* 2009, 38(5): 675-680.  
Wu Jianjun, Qi Juan, Zhou Guoli *et al.* Pyrolysis kinetic analysis of foundry formed coke prepared by semi-coke[J]. *Journal of China University of Mining & Technology* 2009, 38(5): 675-680.
- [17] Taylor J W, Hennah L. The effect of binder displacements during briquetting on the strength of formed coke[J]. *Fuel*, 1991, 70(7): 873-876.
- [18] Zhang Weigang, Huettinger K J. Influence of initial surface area/volume ratio of the fiber preform on kinetics of chemical vapor infiltration and texture of infiltrated carbon[J]. *Materials China*, 2013, 32(11): 646-654.
- [19] Chen Y, Wang X, He R. Modeling changes of fractal pore structures in coal pyrolysis[J]. *Fuel* 2011, 90(2): 499-504.

(上接第 202 页)

#### 参考文献 (References):

- [1] 马世胜. 选煤厂转载点除尘方法研究[J]. *山西焦煤科技* 2011(1): 8-10.  
Ma Shisheng. Research on transferring point dust cleaning method in coal preparation plant[J]. *Shanxi Coking Coal Science and Technology* 2011(1): 8-10.
- [2] 刘吉娥. 选煤厂粉尘综合治理探讨[J]. *湖南农机* 2010, 37(4): 71-72.  
Liu Ji'e. Comprehensive management of coal dust[J]. *Human Agriculture Machinery* 2010, 37(4): 71-72.
- [3] 王挨生. 神华准格尔能源有限公司选煤厂粉尘治理实践[J]. *内蒙古科技与经济* 2010, 4(2): 109-111.  
Wang Aisheng. Practice of dust control in Shenhua Group Zhungeer Energy Company Coal Preparation Plant[J]. *Inner Mongolia Science Technology & Economy* 2010, 4(2): 109-111.
- [4] 贾怀军. 选煤厂原煤准备车间除尘技术研究[J]. *山西焦煤科技* 2010(8): 24-25.  
Jia Huaijun. Research on dust removal technology in raw coal preparation workshop of coal preparation plant[J]. *Shanxi Coking Coal Science and Technology* 2010(8): 24-25.
- [5] 金龙哲. 矿井煤尘防治[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1993.
- [6] 刘新河, 刘波. 煤层注水降尘效果探讨[J]. *矿业安全与环保*, 2006, 33(5): 81-82.  
Liu Xinhe, Liu Bo. Discussion on dust control effect by injection water in coal seam[J]. *Mining Safety and Environmental Protection* 2006, 33(5): 81-82.
- [7] 赵书田. 矿井煤尘防治技术[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1987.
- [8] 赵栋, 刘文虎, 姚理忠, 等. 矿井综合防尘措施[J]. *矿业安全与环保* 2003, 30(S): 55-57.  
Zhaodong, Liu Wenhui, Yao Lizhong *et al.* Comprehensive dust control measures in coal mine[J]. *Mining Safety and Environmental Protection* 2003, 30(S): 55-57.
- [9] 赵立门, 赵安平. 选煤厂煤尘防治技术[J]. *中国煤炭* 2004, 30(2): 18-19.  
Zhaolimen, Zhao Anping. Coal dust control technologies of coal preparation plant[J]. *China Coal* 2004, 30(2): 18-19.
- [10] 王传兴, 惠中良. 选煤厂煤尘及其防治[J]. *选煤技术* 2000(5): 30-31.  
Wang Chuanxing, Hui Zhongliang. Coal dust from coal preparation plant and its prevention[J]. *Coal Preparation Technology* 2000(5): 30-31.