
电 厂 输 煤 除 尘 调 查 报 告

水利电力部东北电力设计院

1 9 7 3 年 长 春

电厂输煤除尘调查报告

审 查 翁 迅 干

校 核 何 永 福
田 玉 强

编 写 朱 远 灏

调 查 人 朱 远 灏
田 玉 强

水利电力部东北电力设计院

1978年7月 长春

目 录

- 一、前言
- 二、普查和实测概况
- 三、煤尘产生的主要原因及地点
 - 1、运输的燃煤干
 - 2、输煤过程中的气流运动而引起煤尘飞扬。
 - 3、输煤系统中煤尘较大的地点
- 四、对有关电厂的通风除尘系统的分析
 - 1、抽风点的确定
 - 2、通风除尘风量的确定
 - 3、吸风罩的结构布置
 - 4、有关皮带层原煤斗处除尘问题
 - 5、除尘器型式的选择
- 五、对喷水和喷蒸汽除尘方法的看法
- 六、具体应予考虑的一些问题

一、前言

电厂输煤系统中煤尘大，劳动条件差，严重地影响工人的身体健康这个问题，是电力建设中较为突出问题之一。多年来，在党和各级领导的重视下，各有关电厂为解决此项问题采取了不少措施和努力，积累了一定的经验，取得了很大成绩，为总结经验使今后电厂设计中更好地解决输煤除尘问题，改善输煤系统的劳动条件，并结合水电部火力发电厂设计规程修订工作的需要，于今年二月至四月分，我院对有关电厂输煤除尘情况进行了普查和实测。实测的结果汇总于表1中。这次普查和实测是侧重于输煤系统中空气含尘浓度、尘源产生情况、现有各除尘系统效果的调查。因受当时气象，煤质和现场条件限制等影响，再加上我们工作不细、水平不高，这次普查和实测的结果难以全面反映除尘系统的规律性。这次普查和实测得到水电部的直接指导和关怀，并受到阜新、唐山、南定、甘谷、西固、高井、吉林各电厂以及华东和西北电力设计院的大力支持和热情帮助，在此向各兄弟单位致谢。并希望提出批评指正。

二、普查和实测概况

这次普查和实测，主要是测定了碎煤机间、煤斗间皮带层及有关落煤转运点及卸煤装置处之空气含尘浓度、现有通风除尘系统之相应吸风量和落煤管导向槽处之气流流速等。

空气含尘浓度是以滤膜称重法测得。通风除尘系统的吸风量是用毕托管测得。导向槽、皮带头部滚筒处之风速是以热电风速仪测得。现将各有关电厂所测得的数据汇总于表1中。对唐山电厂测得的数据因受天平精度影响未列入表中。

阜新、南定、唐山三电厂是采用通风除尘，甘谷高井、吉林和西固四电厂以前都分别设置有喷水和喷蒸汽除尘，现都不同程度地被拆

除了·尔后甘谷和吉林电厂又都设置了相应地通风除尘系统。吉林电厂在翻车机卸煤时设置有喷水除尘系统。在测定期间除南定电厂的燃煤较干外，其余电厂的燃煤都不同程度地较湿。

三、煤尘产生的主要原因及地点

输煤系统中煤尘产生的原因很多，但主要的，根本的原因如下：

1、运输的燃煤干

燃煤的干燥与否，一般是以燃煤的松散性，也即是它颗粒的流动性来说明。影响煤颗粒流动性的是上层燃料对下层燃料的压力所产生的摩擦力。这也即表明了煤颗粒与颗粒之间的附着力。一般是以抗剪强度来说明煤颗粒之间的附着力。当初抗剪强度等于零的散装物品叫做易流动的或流动性良好的物品。有初抗剪强度的物品叫做流动性不良的物品。它属于粘性颗粒物体。因为初抗剪强度是取决于物品的湿度，颗粒大小、捣实程度等因素。

对于煤来说也是这样，当煤粉粒表面薄膜水含量增加，会使其初抗剪强度值增大。干燥状态下的易流粉状和小粒物品当含水时的初抗剪强度在15~40公斤/平方米以上。所以煤的表面水分增加就使其初抗剪强度增加。湿度为5~6%的石煤其初抗剪强度就达到93公斤/平方米。湿度为5~6%的煤已属于具有水膜湿度松散物品这一类。这种水膜使得在煤颗粒之间呈现出大的内粘结力，并使其初抗剪强度增加。因此一般可以5~6%湿度为界，小于5~6%湿度者属于干状物品，大于5~6%为湿状物品。如上所示，湿度为5~6%的石煤其初抗剪强度已达93公斤/平方米，对于输煤系统中，导向槽出口处正压压出气流流速最高平均速度为4.7米/秒（见表1）来说，按此风速肯定是不能克服此抗剪强度的。所以也就不能引起煤尘脱离煤群而飞扬起来。这也就说明了表1中象南定电厂燃煤的表面

水分为 2.42~3.44% 时，当无通风除尘抽风或抽风量少的条件下，导向槽处空气含尘浓度就大的缘故了。相反，当燃煤表面水分大于 5~6% 时，象甘谷、吉林电厂等即使在无通风除尘抽风条件下空气含尘浓度就不大，因为此时煤之抗剪强度大了。其根本原因是由于燃煤的表面水分决定的。

这次普查中由于煤的表面水分对空气含尘浓度的影响见表 2。

从煤的表面水分对空气含尘浓度影响的比较

表 2

电厂名	煤的表面水分 %	通风除尘抽风量	碎煤机间导向槽处空气含尘浓度	备 注
南 定	2.42~ 2.74	无	1195 毫克/立方米	
甘 谷	6.27~ 6.89	"	2.8 "	经常用水擦洗卫生保持的好
吉 林	8.57	"	9.4 "	
阜 新	12.49 ~12.78	"	16.6 "	测定时受当时轴承检修一定的影响

由于煤湿，一些电厂如阜新和吉林电厂就不启用或暂不启用通风除尘装置了。所以除尘设计时对掌握煤的表面水分以便考虑是否需要装设通风除尘装置或选择除尘方式是很需要的。

一般煤质分析资料只提供煤的全水分和固有水分（也叫内在水分）资料。为掌握表面水分（也叫外在水分）值可用全水分减去固有水分

估算，但精确的计算是：

$$\therefore W_{\text{全}} = W_{\text{表}} + W_{\text{固}} \times \frac{100 - W_{\text{表}}}{100}$$

式中 $W_{\text{全}}$ —— 全水分 %

$W_{\text{表}}$ —— 表面水分 %

$W_{\text{固}}$ —— 固有水分 %

$$\therefore W_{\text{表}} = \frac{100(W_{\text{全}} - W_{\text{固}})}{100 - W_{\text{固}}} \%。$$

假如一电厂之燃煤有好多种，以混煤燃烧。则根据煤质分析资料 and 上式，计算出每种煤的表面水分。然后以各个煤的表面水分乘以其混合比例数，再将此乘得之数相加即为混煤的表面水分。

表面水分是受外界因素变化的。如遇下雨或煤堆放在大气中时间较长而受蒸发，表面水分值就会变大或变小，全水分因此也受变化。固有水分是较稳定不变的。因此除尘设计时应考虑煤的表面水分变化的影响。如一些电厂地区在冬季秋季雨水少煤就较干，此时煤尘严重。又南方地区雨较多，该地区电厂的煤尘问题就不太大。又一些电厂的燃煤是水力开采或水洗煤，其表面水分就大，此时只有在动用煤场煤或短期来干煤时才受煤尘的影响等：。

2、输煤过程中的气流运动而引起煤尘飞扬。

表1中之导向槽处和皮带头部滚筒处气流流速的数据只是反映实测瞬时之流速情况，由于瞬时间的输煤量是不稳定的，因此该气流流速值并不稳定，它也反映了导向槽及皮带头部滚筒处气流流向。从表1中可见，不论有无机械抽风，皮带头部落煤滚筒处的气流总是负压，

即气流总是随皮带的转动而进入皮带头部滚筒的罩内。当通风除尘风机机械抽风时，该气流流速加大，反之，无机械抽风时即小。而下面导向槽处气流流向随导向槽处通风除尘风机机械抽风量的不同影响而有不同变化。当无机械抽风时，导向槽处气流为正压，即空气从导向槽出口处压出。不同设备测得流速不同，一般是在1~4米/秒左右。对南定电厂实测的数据正好表明当通风除尘风机抽风前后在导向槽出口处及皮带头部滚筒处形成正、负压状况时之进、排风量基本上是相近的。其风量比较见表3。

碎煤机间通风除尘系统(南定电厂)进排风量比较表 表3

通风除尘 风机有无 抽 风	进 风 立方米/时			排 风 立方米/时		
	由皮带头 部负压处 进 入	由导向 槽处负 压进入	总计	由导向 槽处正 压排出	由通风除尘风 机吸风排出	总计
无	2140	—	2140	2950	—	2950
有	5900	2950	8850	—	7800+1320 =9120	9120
"	5300	2080	7980	—	7400+1240 =8640	8640
"	4950	—	4950	340	4425+1000 =5425	5765

由此可见，在输煤过程中的气流流向是如图 1 所示。

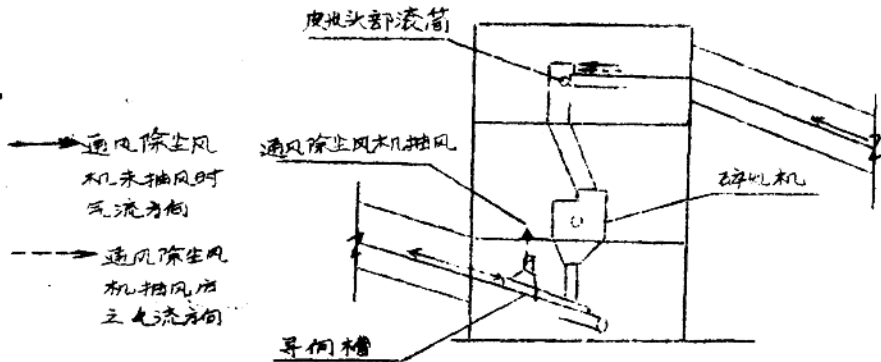


图 1 碎煤机间气流流向示意图

实测过程中就曾见到被输煤皮带运输着的干燥的煤尘在皮带面上悬浮着，并随着皮带的转动方向移动着。在吉林电厂就曾实测到当皮带空转时，皮带面上的空气速度为 ~ 2 米/秒（皮带的设计速度为 $1.95 \sim 2$ 米/秒）。又斜升的输煤栈桥本身就具有向上的抽力。所以当燃煤较干时，煤尘必然要随着气流漫延。如所已知的，5微米的尘粒的悬浮速度为 0.002 米/秒，因此即使是 0.1 米/秒的微弱气流也能使这些尘粒飞扬满屋。至于用肉眼能看到的 $10 \sim 40$ 微米尘粒也是悬浮在空中，当空气速度为 1 米/秒时， 10 微米大小的尘粒就会被输送 100 米以远。这也就说明了这次普查中各电厂所反映的：煤尘是从导向槽出口沿着皮带，随着斜升栈桥而向上漫延扩散的现象。故为防止煤尘的飞扬，实质上就是控制输煤过程中的气流运动，通风除尘的抽风点和抽风量的确定就是为控制落煤管导向槽处

之气流运动。

3. 输煤系统中煤尘较大的地点。

综合上述，输煤系统中煤尘较大的地点有：

(1) 碎煤机、煤斗间皮带层及转运站的落煤管导向槽出口处。其中碎煤机间导向槽由于落差高，加上碎煤机本身转动，其处煤尘最为严重，如南定电厂该处之空气含尘浓度高达1195毫克/立方米，当即使有通风除尘抽风但抽风量仅只4425立方米/时时，该导向槽出口处仍为正压，空气含尘浓度仍有1180毫克/立方米。

(2) 卸煤装置地上部分

卸煤装置部分有以人工卸车或以螺旋卸车机卸车。当来干煤时，此两种卸车方式都能引起较大煤尘。在关内，一些卸煤装置是半露天式的如南定、甘谷、西固电厂等，运行条件还好些。当卸煤装置为室内装置时，煤尘就更大。阜新电厂此时空气含尘浓度即达416毫克/立方米。吉林电厂之翻车机卸煤装置处空气含尘浓度也达到261毫克/立方米。

(3) 叶轮给煤机拨煤处

叶轮给煤机拨煤时，燃煤落至皮带上的落差为1米左右。当卸干煤时，煤尘很大，这次普查实测时遇到有此装置的电厂正值所运输之煤表面水分都在5~6%以上，所以煤尘浓度不大，阜新电厂该处空气含尘浓度仅37毫克/立方米。现将吉林电厂该处空气含尘浓度曾由吉林市防疫站于66年测得的数值为374毫克/立方米提供参考。说明该处煤尘还是很大的。

(4) 煤斗间皮带层燃煤经撒煤车落至煤箅子和原煤斗处。

皮带层中撒煤车是移动的，顺序向煤箅子和原煤斗中撒煤，此处

空气含尘浓度可以吉林电厂66年二月分时测得之值为350毫克/立方米，此时煤质表面水分虽是一8.93%，但因解冻，实际上是干煤。若以今年四月分于皮带层导向槽处测得之值看也已达到25毫克/立方米，此时煤之表面水分为一8.65%。含尘浓度也已超过了国家卫生标准。对煤位较低的原煤斗，由于煤管子未封闭，随落煤带入的空气，当落煤时受到挤压，从煤管子孔中冒了出来使煤斗内的煤尘扩散至皮带周围，使上述空气含尘浓度情况更为严重。

四、对有关电厂的通风除尘系统的分析

目前有关电厂在输煤皮带层、碎煤机室下导向槽，各转运点大多采用通风除尘法，现就调查情况分述如下：

1. 抽风点的确定

正确的布置吸风点对控制输煤过程中的气流运动是很重要的。调查中发现有些通风除尘系统的吸风点布置不合理，使系统达不到预期效果，有的甚至适得其反。如阜新电厂原设计碎煤机室通风除尘只有下面导向槽处一个吸风点，后来厂方又在碎煤机上面皮带液筒落煤处加了一个抽风点，虽然此风管管径较小，但因距风机很近所以吸风量也不小，相应地减少了导向槽处之吸风量。又如唐山和南定电厂不仅在碎煤机上面皮带落煤液筒处加了吸风管，唐山电厂还在碎煤机上也加了吸风点。从这次普查中，各电厂之固定部、锤式碎煤机一般检修维护都较好，也较严密，漏风较少，可以不设抽风点。至于皮带落煤液筒处正如图1所示的，该处总是负压，也可不设置抽风点。仅靠风帘难以保证设备严密性应予设置吸风点。

2. 通风除尘风量的确定

从这次实测调查中见到各有关电厂的设计除尘抽风量各不相同，

设计的和实际的抽风量也不全相符，有些甚至相差很多。如吉林电厂碎煤机间通风除尘风机设计时风量为27800立方米/时，安装时改用了31000立方米/时的风机，但实际测得风量为23000立方米/时。兹将各电厂碎煤机间处之抽风量列于表4

有关电厂碎煤机间导向槽处通风除尘吸风量比较表

表4

电 厂	皮 带 宽 度	输 煤 量 吨/时	抽 风 地 点	抽 风 量 设 计	立 方 米 / 时 实 际	备 注
甘 谷	B=500	125	碎煤机导 向槽处	—	1485	
南 定	B=650	160	“	—	~7800	
唐 山	B=800	~300	“	—	5605	
阜 新	B=1000	540	“	—	2120	
高 井	B=1000	420	“	2500	—	
吉 林	B=1200	740	“	—	13000~ 10000	

从表4中可见，如阜新、高井电厂的输煤量都比南定电厂大，但抽风量却小于南定电厂。从调查中，阜新和高井电厂都反映抽风量小。南定电厂之实际最大抽风量为7800立方米/时，此时碎煤机间导向槽处空气含尘浓度为12.5毫克/立方米，导向槽出口处进风平均风速为3.9米/秒，空气含尘浓度还未低于国家卫生标准10毫克/立方米的要求。可见除了正确确定吸风点外，还要正确的选择

抽风量才能保证控制输煤过程中的气流以免煤尘仍被扩散。

确定抽风量的比较切合实际的办法就是按照不同类型的输煤设备和皮带宽度，不同的输煤量以及不同的落差高度进行实测以求得抽风量。这工作量很大，一时也难做到，目前只能从这次实测中分析一下。

已如表3和图1述及的，落煤管导向槽处除尘抽风量除了应包括由于落煤而诱导入导向槽中的空气量 L_1 外，还应包括从导向槽出口处由于负压而吸入的空气量 L_2 。此 L_2 空气量理应还包括由于输煤皮带运行时间长后，经磨损使有隙缝而由此吸入的空气量。一般输煤皮带都较严密，即使有隙缝由此进入的空气量与由导向槽出口处吸入的空气量比较是很小的。所以由隙缝进入的空气量可按具体情况对 L_2 作一附加考虑即可，而 L_2 主要就是导向槽出口处随其进风速度而进入的空气量。此进风速度可以称之为“迎面风速”。此迎面风速随相应的抽风量的大小而变化。吉林电厂碎煤机间导向槽处负压时进风风速为 $0.34 \sim 0.44$ 米/秒，南定电厂该处负压之迎面风速为 $2.76 \sim 3.9$ 米/秒。迎面风速愈大对防止导向槽内含有煤尘的空气外逸愈有利。迎面风速一般可在 $2.5 \sim 5$ 米/秒范围内选取。此时，落煤导向槽处之抽风量 $L = L_1 + L_2$ 。

碎煤机下落煤导向槽处抽风量除如上考虑 L_1 和 L_2 外尚需考虑碎煤机设备由于空间压力的增高在密闭罩内增加的空气量 L_3 。由此，碎煤机导向槽处抽风量 $L = L_1 + L_2 + L_3$ 。

L_1 可按暖通经验交流会编写的《采暖通风设计手册》进行计算。由于该《手册》中锤击式破碎机之抽风量只有出力为100吨/时的一种，因此对于各种大小的锤击式碎煤机之 L_3 就参考美国国家工业卫生协会编的《工业通风手册》中的数据，列于表5中。根据上述两《手册》中对 L_1 计算方法计算了有关电厂碎煤机导向槽处抽风量 L 。

分别列于表1中供参考。

锤击式破碎机设备抽风量参考数据表

表5

锤体直径尺寸		抽风量值		备注
英 吋	折算成米	立方呎/分	折算立方米/时	
由24吋始	0.610	900	1530	
25~30	0.635~0.76	980	1670	
31~36	0.786~0.915	1330	2260	
37~42	0.94~1.065	1750	2980	
43~48	1.09~1.22	2200	3740	
49~54	1.24~1.37	2730	4630	
55~60	1.395~1.54	3300	5600	
61~66	1.55~1.675	3920	6650	
67~72	1.7~1.83	4600	7800	

兹以南定电厂为例，将其碎煤机导向槽处计算抽风量与实际测得抽风量进行比较，列于表6中。

表6 南定电厂碎煤机导向槽处通风除尘抽风量计算与实测比较表

方 法	抽 风 量			立方米/时	备注
	L_1	L_2	L_3	$L = L_1 + L_2 + L_3$	
《采暖通风手册》	2060	1890	4630	8580	
《工业通风手册》	2323	1890	4630	8843	
实测抽风量	7800	(已包括 2920在7800 米 ³ /时内)	—	7800	

表6中实测到的 $L_2 = 2920$ 立方米/时，其相应的迎面风速实测得 3.9 米/秒。因 7800 立方米/时抽风量时之空气含尘浓度为 12.5 毫克/立方米，尚未达到国家卫生标准，故抽风量理应比 7800 立方米/时大些为合适。因此表6中以《采暖通风手册》计算得 L_1 ，然后以 $L = L_1 + L_2 + L_3$ 之计算法可认为是符合实际需要。

为便于今后设计可按皮带宽度直接选用抽风量，兹按上述计算法对 TD-72 型输煤皮带，速度为 2 米/秒时之输煤量、落煤管角度为 $55^\circ \sim 60^\circ$ 、高差为 $3 \sim 4$ 米、在运送干煤的条件下进行计算，结果列于表7中，供设计时参考选用。

表7 各种宽度输煤皮带带落煤管导向槽处抽风量参考表

皮带 宽度	皮带 负荷 吨/时	吸 风 量		备 注
		$L_1 = M_1 \times G_p \times L_g \beta \times F_R \times \psi$	迎面风速按 $2 \sim 5$ 米/秒 计算, $L_2 = 3600 \times F \times V$ $L = L_1 + L_2$	
B=500	130	1000	1350	1. L_1 计算式中 符号说明见《采暖通 风设计手册》 2. L_2 计算式中之 F 为导向槽截面积, 按照输煤专业所规 定的尺寸。
B=650	223	2560	2040	
B=800	342	4180	2700	
B=1000	522	5700	3820	
B=1200	770	5660	4950	
			10650	

当为碎煤机落煤管导向槽时，则根据碎煤机设备大小所需抽风量 L_3 ，按 $L = L_1 + L_2 + L_3$ 即可。锤击式碎煤机 L_3 可参照表5。若要考虑从隙缝漏入之风量时则自行根据具体情况对 L_2 作附加。

3、吸风罩的结构布置

这次实测普查中见到通风除尘系统中设置的吸风罩之结构布置都不相同，吸风罩有布置在靠近导向槽出口处，也有布置在偏离导向槽出口处。若按吸风罩面积计算其吸风速度也不相同，兹列表说明：

表8 有关电厂吸风罩结构大小比较说明表

电厂	地点	吸风罩大小	折算面积 米 ²	抽风量 米 ³ /时	吸风风速 米/秒	备注
阜新	碎煤机导向槽处	285×285/ 1000×800	0.8	1800~ 2120	0.625~ 0.74	
唐山	"	Φ250/500 ×500	0.25	5605	6.25	
甘谷	"	Φ133/500 ×500(方形)	0.25	750	0.835	
吉林	"	Φ495/1400 ×940	1.315	10000~ 13000	2.11~ 2.74	

吸风罩之吸风风速亦即对煤尘颗粒之扑获速度，从表8中看各电厂也不一致。

一般吸风罩设计应注意以下几点：

(1) 吸风罩的布置位置应尽量远离落煤管的落煤点处，因该落煤点处正好是落煤能量使煤尘随气流扩散之初速最大处。导向槽内由落煤形成正压气流速度最小处是在导向槽出口处，所以吸风罩应尽量布置在近该处。对于罩口面积不超过1平方米的罩子，其布置距导向槽出口距离为 ~200毫米（如图2所示）即可。该留出近200毫米的宽边使吸风罩成为有边吸风罩，它具有挡住从吸风罩背后吸风