

高压静电净化煤烟小型报告

高压静电净化煤烟小型试验报告

根据一九七九年包钢环保科研治理计划安排，为解决工业锅炉和民用锅炉排放出大量烟，污染周围环境，危害人民身体健康，我们试验组接受了利用高压静电净化烟小型试验任务。试验工作是从一九七九年五月开始到一九七九年十月完成了试验任务。

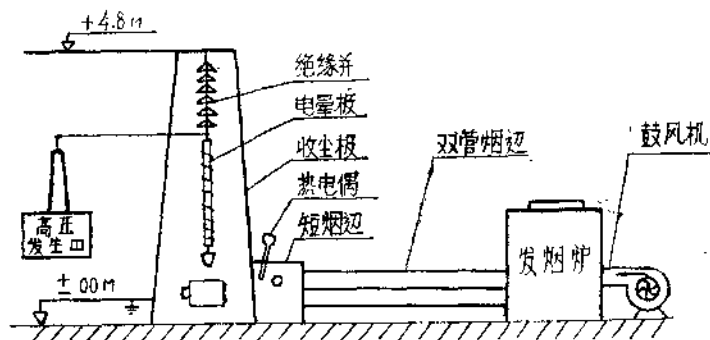
经过十次试验监测数据来看，利用高压静电净化烟中的烟尘效果是显著的，净化效率最高可达98.4%，平均净化效率为96.3%。

利用高压静电净化烟具有流程短、结构简单，操作方便等特点，易于推广使用。

这次小型试验对所用烟质进行了分析，其主要数据如下：

水份	灰份	挥发份	固定炭	发热值	烟灰粒度
2%	19%	24%	57%	4000卡/克	50~0m/m

一、高压静电净化烟小型试验工艺流程。



小型试验工艺流程中，发烟炉采用简易砖砌烟炉，炉内直径为 $\phi 500\text{m/m}$ ，深 500m/m ，每次加烟量为40公斤，发生烟经双管烟道（每管径 $\phi 300\text{m/m}$ ，长2M）进入电场，因烟温过高影响净化效率，采用了在双管烟道上洒水的降温设施，使烟气最高温度由 760°C 降到 250°C 进入电场。散热面积为 4M^2 。

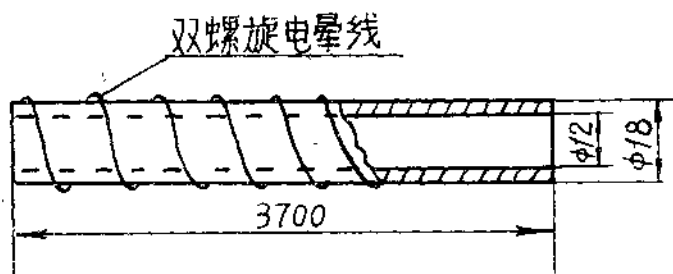
采用风机型号：4—72—110，做发烟炉鼓风机，风量 $2930\text{M}^3/\text{小时}$ ，由插板调节风量。

电场内烟气流速调节范围为 $0.5\text{—}1.1\text{M/sec}$ ，实测烟气速度平均值 $U = 0.8\text{M/sec}$ 。

烟筒采用钢板卷管焊接，直径 $\phi = 710\text{m/m}$ ，高 4800m/m ；此烟筒做为电收尘口的沉淀极，极板有效面积为 8.25M^2 ，下部设有出灰口。烟筒中心挂有电晕极，它与烟筒上端绝缘瓷瓶（六个串联）连接，下端悬挂配重锤。

选用 $\phi = 0.5$ 镍铬电阻丝做电晕线，绕在 $\phi 18\text{m/m}$ 。钢管上形成双螺旋形电晕极，长度为 3700m/m 。

为3700m/m。



这种电晕线有以下优点

1、电晕线实际长度可增至15M，能使发生电晕均匀稳定，电晕效果好，提高净化效率。

2、相应增加沉淀极面积，节约钢材，安装方便。

3、与芒刺、葵莉型电晕线相比，不易发生早期击穿，提高烟气击穿电压和电晕电流，使“电滤田”稳定运行。

4、由于提高击穿电压，“电风”和电场力随之增加迫使双螺旋电晕线不断抖动，与钢管碰撞，使电晕极积灰自动脱落，保障电晕效果。

采用悬式绝缘子，六个一组串联，上端固定在“Π”型架上，下端与电晕极连接。

型号：X—4.5，击穿电压110KV，干闪络75KV，湿闪络45KV。

采用北京冶金安全仪器厂生产的高压供电机组。

技术指标为：

型号	输入		输出		功率因数	效率 (%)	外形尺寸 (mm) ²	总重 (kg)
	电压 (V)	电流 (A)	电压 (KV)	电流 (mA)				
CGD—100KV/ 10mA	220	6.3	100	10	0.8	80	516×516 ×1100	1.50

电压调整，经控制箱中自藕调压田手动控制。

二、影响烟气净化效率的几个主要因素

在试验过程中遇到的主要影响净化效率的因素：

1、烟气温度影响。

烟温对电收尘田工作的影响主要有三方面：

(1) 烟温对烟气体积粘度的影响

(2) 烟温对烟气击穿电压的影响

(3) 烟温对烟气比电阻的影响

因烟温的升高将同时产生这三方面的不良影响，使电收尘田的净化效率大大降低。

烟温升高时，烟气分子的热运动加剧，使分子层间的内摩擦加大，这就促成含尘烟气的粘度增加，影响“荷电烟尘”向收尘极板的驱进速度。烟温愈高粘度愈大，则驱进速度就愈

低,降低了净化效率。试验中调查烟温由 $250\sim 760^{\circ}\text{C}$ 时,净化效率逐渐下降至很小值。

烟温升高时,由于烟气分子的热运动原因使它的体积密度减小,分子间的距离加大,每个电子在电场中产生碰撞电离的“平均自由行程”相应加大,电子所得到的速度和动能也同时增加,促使电离效应加强,因而含尘烟气中的自由离子和电子数目增多,因此它们直接参与导电的数目也相应增多(未与烟尘颗粒粘附而跑到收尘极板的离子和电子数目)导致电场中烟气耐压强度低(击穿电压小)工作电压不能升高,降低了净化效果。试验中曾因烟温过高(800°C)则工作电压只升到60KV时,电场就发生击穿现象。

当烟温升高时,烟尘比电阻随温度的增加呈现出二次函数图象。烟温在 $250\sim 400^{\circ}\text{C}$ 时,因烟尘表面附水层减少,使“表面导电性”变坏,比电阻变大,净化效果不好;比电阻大于 2×10^{10} 欧姆一厘米时,则荷电烟尘到达收尘极板不易释放电荷(还残留有负电荷),这些残留负电荷的“荷电烟尘”就在离板面相当小的地方形成较厚的积尘层,它与板面之间重新建立一个新电场,随着积灰增多这个场强就相应增加,以至击穿。

击穿电离所生成的负电荷到达收尘极板(正极),正电荷因受正极同性电荷排斥作用,奔向气流中间与负电荷中和,或异向负极(电晕极)。

这样就在收尘极板近处的极尘层中产生了“反电晕”出现火花放电,工作电压降低,电收尘口工作恶化,净化效果不好。

当烟温再升高(大于 400°C)时,则烟气介质的导电状态发生改变,使烟尘比电阻反而变小,即烟尘中发生了电子的热散发效应,电子直接参与导电,致使烟尘比电阻的变小。

比电阻小于 10^4 欧姆一厘米时,则荷电烟尘到达收尘极板就立刻释放负电荷,但同时又得到正电荷(正负电荷交换),因为同性电荷排斥作用使带正电荷的烟尘颗粒返回气流中间,形成了另一种形式的“反电晕”,同理,降低了净化效果。

发生上述两种形式“反电晕”时,电晕极集尘较多,甚至造成“晕极肥大扩”,减弱了电晕放电效果。

消除两种形式“反电晕”的措施

(1)增设烟气降温措施,控制烟温在 250°C 以下。

(2)改用双螺旋形电晕线。因“电风”和电场力作用使电晕线产生连续抖动,不断碰撞钢管把电晕极积尘自动脱落。

2. 烟尘浓度的影响

烟尘浓度增加则“电晕外区”空间中运动速度较慢(与电荷速度相比)的尘粒增多,因此空间荷电(负电荷粘附在烟尘颗粒上)烟尘也就相应增多,迫使空间大量负电荷(负离子和电子)的运速减慢,造成电晕外区空间中充满了负电荷。这些负电荷与收尘极板之间就存在一个新电场,它使原来电场改变,靠近收尘极板处场强比原来提高(电力线增多),因此电场空间(电晕外区)各点的场强变得比原来均匀。但相应减小“电晕内区”场强,削弱电晕放电,降低“荷电烟尘”向收尘极板的驱进速度,使净化效率大大下降

烟尘浓度过大时,荷电烟尘数量更多,则“电晕外区”空间电荷达到饱和,使“电晕区”电压受到很大抑制,电晕电流降至零值,发生“电晕闭塞”。试验中曾因烟气流速过高(大于 2M/sec)增加了电场烟尘浓度而发生“电晕闭塞”迫使电收尘口停止工作

消除“电晕闭塞”的措施

(1)控制发烟炉的烟气量,使电场入口浓度近似恒定。

(2) 控制鼓风另, 使电场入口烟气流速近似恒定, 因而电场烟尘浓度不易过大。

(3) 控制烟气温度 (不大于 250°C) 缩小烟尘分散度, 相应减少电场烟尘浓度。

3. 烟气速度的影响

电收尘口尺寸确定之后, 通过电场烟气流速愈低收尘效率愈高; 反之, 则反。

当电场中的烟气流速较快时, 烟尘在电场的时间缩短, 因此有些烟尘颗粒还未有被负电荷粘附 (荷电) 或者荷电后的尘粒还未有来得及被收尘极板收集就被气流带出收尘口。

已经收集在极板上的烟尘, 在振落时因为烟气流速较快和尘粒较轻也容易被气流带出收尘口, 使电收尘口的二次扬尘增多。

解决烟气流速较快的措施

(1) 试验中控制电场中烟气流速不大于 1M/sec 。

(2) 对电收尘口做好密闭设施, 防止冷风漏入, 避免电场的烟气流速提高。

三、电收尘口的试验监测数据

电收尘口经过调试后, 在电场中送入不同温度和不同烟尘浓度的炉烟气流的试验条件下取得了供电机组伏安特性和炉烟净化效率。

烟气未经降温和经过降温后的净化效率均由我所劳动卫生研究室进行监测。

1. 供电机组的伏安特性

烟气未经降温和经过降温后, 供电机组的伏安特性测定数据共列表一。

表一 伏安特性

测定序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
烟温 ($^{\circ}\text{C}$)	408	350	110	250	430	190	170	170	250	170
电压 (KV)	75	80	90	95	80	98	100	90	80	100
电流 (mA)	1.6	1.4	1.5	1.2	0.5	1.8	1	0.8	0.7	0.9

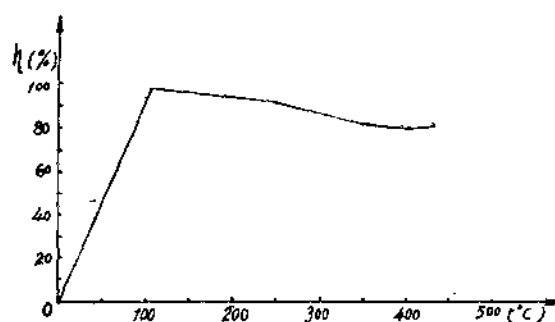
2. 烟气净化效率

电收尘口连续运行中, 在净化前后的采样点上, 同时进行采样。烟气直接送入电场 (无降温设施) 和经过管边水冷散热降温送入电场的两种烟气, 各采样五个。试验时, 人工添料和调节烟气另, 各种参数均由仪表自动监测。

两种情况烟尘的净化效率列入表二、三中, 并绘出对应的净化效率与烟气温度的关系曲线。

表二 烟气未经降温的净化效率

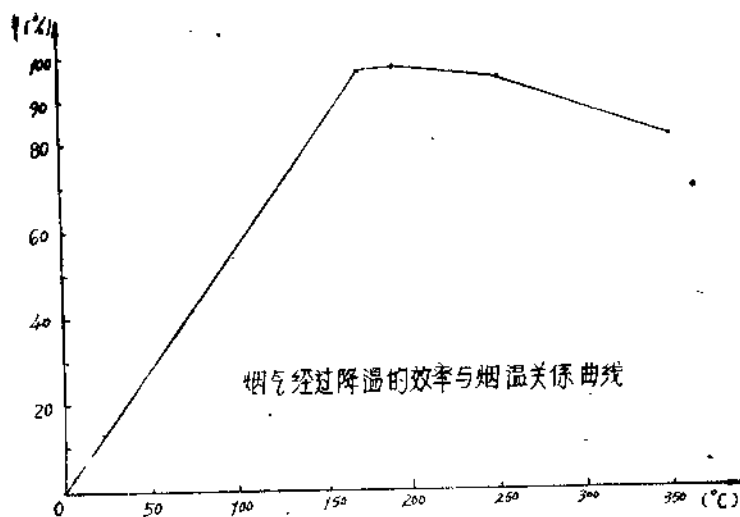
序号	电压 (KV)	电流 (mA)	烟温 (℃)	烟速 (M/秒)	流量 (M ³ /时)	烟尘浓度 (mg/M ³)		净化效率 (%)
						入口	出口	
1	75	1.6	408	0.8	1152	962	176	82
2	80	1.4	350	"	"	303	52	83
3	93	1.5	110	"	"	714	23	96.8
4	95	1.2	250	"	"	432	41	90.5
5	80	0.5	430	"	"	391	59	84.6
净化效率平均值								87.4



烟气未经降温的效率与烟温的关系曲线

表三 烟气经过降温的净化率

序号	电压 (KV)	电流 (mA)	烟温 (℃)	烟速 (M/秒)	流量 (M ³ /时)	烟尘浓度 (mg/M ³)		净化效率 (%)
						入口	出口	
1	98	1.8	190	0.8	1152	1434	23	98.4
2	100	1	170	"	"	1190	36	97
3	90	0.8	170	"	"	482	18	96.2
4	80	0.7	250	"	"	665	31	95.3
5	100	0.9	170	"	"	664	36	94.6
净化效率平均值								96.3



注：因烟气速度波动不大，故取平均烟速 $0.8\text{M}/\text{秒}$ 。

注：本曲线选做一点“表二”中效率与烟温（ 350°C ）的座标点，以做比较。

试验初步总结

1. 利用简化电场净化炉烟是可行的，具有结构简单，操作方便和净化效率高等特点。
2. 电晕线以双螺旋形为好。
3. 电场烟气流速控制在 $0.8\text{M}/\text{sec}$ 为好。
4. 收尘极（阳极）要直接做好接地，接地电阻不能大于5欧姆。
5. 增设烟气降温设施控制烟温在 250°C 以下时，电收尘器可以稳定运行，净化效率可达90%以上。
6. 一台两吨锅炉的烟气量，可选用一台容量为 $30\text{mA}/100\text{KV}$ 的高压供电机组。金额约一万五千元。
7. 绝缘材质选用聚四氟乙烯为最好；电晕极为负极（产生负电晕）并吊挂在烟筒中心，烟筒兼为正极（收尘极），并要良好接地。
8. 根据添炉量和开动引风机周期选定收尘极振打力和振打周期；根据收尘极高度确定振打点和振动加速度。
9. 采用高压静电净化锅炉烟尘的初次投资较高，但运行费用很少。

电工组组长：李德玉

专题组组长：姚永发

参加试验人：李德玉，王路

张磊。

一九七九年十二月