

消烟除尘专辑

九江市环境保护局编

一九八二年十一月

目 录

一、燃煤烟尘的危害及防治	柳健生	(1)
二、立式小型锅炉采用明火反烧法介绍	贵阳市环保局	(7)
三、上燃式明火“反烧法”技术总结		
小型锅炉一种新的燃烧方式	曾性鲁	(11)
四、立式锅炉采用循环水套“反烧法”消烟,除尘,省煤,耐用	张策宇	(20)
五、小型立式锅炉消烟除尘的好方法	梁广家	(22)
六、推广“抽板顶升明火反烧炉灶”试点情况汇报	庐山环办	(25)
七、下饲式炉排的安装与改进	张明海	(27)
八、水平式逆推往复炉排	长沙除尘器厂	(30)
九、水平式逆推往复炉排改造锅炉技术总结		(32)
十、消烟除尘的好炉排	朱得琨	(35)
十一、锅炉消烟除尘情况简介	衡铁环科	(37)
十二、MSG0.7—8—A型双层炉排卧式锅炉初试总结	韩德善	(40)
十三、民用蜂窝煤掺加石灰脱流效果研究实验报告	段益生	(45)
十四、介绍一种上点火式蜂窝炉	沈进新等	(50)
十五、谈谈上点火易燃蜂窝煤及火炉	刘博等	(51)
十六、几种除尘装置简介		(54)
1、重力沉降室		(54)
2、PM型平面旋风除尘器		(56)
3、冲击水浴式除尘器		(57)
4、麻石水膜除尘器		(58)
5、简易布袋除尘器		(59)
6、文丘里洗涤器		(60)
7、静电除尘器		(61)

燃煤烟尘的危害及防治

九江市环保局 柳健生

随着工业的发展，燃料的消耗也日益增多，我国在今后相当长的一段时期将还是以煤为主要燃料，由煤燃烧而产生的污染物将是污染大气的主要成分。燃煤产生污染物有：烟尘、二氧化硫、二氧化氮、一氧化碳、碳氢化合物等。这些物质通过各种形式的燃烧装置排入大气，使大气产生污染。燃煤的各种工业炉窑，电站锅炉，民用炉灶，每烧一吨煤（灰份按30%，含硫量按3%计）产生的有害物质见下表：

单位：公斤

污 染 物	电厂锅炉（煤粉）	工业炉窑（机烧）	小型锅炉（手烧）
烟 尘	170	60	40
二 氧 化 硫	60	60	60
二 氧 化 氮	9	9	3.6
一 氧 化 碳	0.23	1.4	22.7
碳 氢 化 合 物	0.1	0.5	5.0

我市全年燃煤约65万吨，排入大气的粉尘约为10万吨，二氧化硫约为2.7万吨，二氧化氮约为0.54万吨。这些有害物质通过分布在市区内的300多台各类炉窑和几万个生活炉灶燃煤产生后排入大气，致使我市区大气受到严重污染，特别是朝阳电影院一代污染极为严重。为了保护环境，关心人民的身体健康，改善城市的工作环境和居民环境，必须搞好炉窑的消烟除尘工作。

城市大气污染的主要因子是燃煤烟尘，下面就从烟尘的危害和消烟除尘措施两方面来谈谈改善我市大气状况的几点意见。

一、烟尘的危害：

烟尘的危害很复杂，除一部份未燃尽的炭粒外，其主要成份为二氧化碳约占50%，氧化铝约占30%。其他还有氧铁、氧化钾、氧化钙以及微量的金属微粒，如锑、锰、铜、铝、钨等。烟尘中各种金属组成见下表：

烟尘光谱半定量分析结果

(取自链条炉排烟尘)

元素	%	元素	%	元素	%	元素	%	元素	%
钡	0.03	磷	0.1	锰	0.015	铜	0.015	铍	0.002
钴	5	铁	10	锌	0.007	砷	0.003	钛	> 1
镍	0.005	钴	0.002	硅	> 10	镁	1	钼	0.003
钠	0.15	硼	0.003	铅	0.007	钙	5	镓	0.002
铬	0.003	锡	0.002	钒	0.005	铈	0.05	钾	> 1
锶	0.15	锆	0.0005						

由各种不同的燃烧方式产生的烟尘的分散度也不同,排入大气后产生的污染状况也有所不同。各类装置燃烧产生烟尘颗粒组成见下表:

烟尘的颗粒组成	手烧炉 %	链条炉 %	抛煤机炉 %	煤粉炉 %	沸腾炉 %
小于 10 微米	5	7	11	25	4
小于 20 微米	8	15	23	49	10
小于 44 微米	30	25	42	79	20
小于 74 微米	40	38	56	90	26
小于 149 微米	49	57	73	98	74
大于 149 微米	51	43	27	2	20

粒度大于10微米的,随着大气气象状况及烟窗高度的不同在源点附近沉降下来,粒度小于10微米的,肉眼很难看见,这部份称为飘尘,它可以长年飘浮在大气中。其中直径0.5—5微米的颗粒被人吸入后,可以粘附并积聚在肺泡壁上,它有可能进入血液送往全身。当飘尘浓度达到100微克/米³时,儿童呼吸道感染有明显增加,当浓度达到200微克/米³时慢性呼吸道感染有明显上升,当浓度达到800微克/米³时,可能引起心脏病患者死亡率的增加。大气中烟尘浓度为1100毫克/米³时,地面光照度只有对照区的48%,太阳紫外线辐射强度降低5%,致使儿童患软骨病增加,作物发生病斑,果树生长受影响。粉尘飘入厂房、车间、沾污房屋和设备,影响其寿命,对电子、纺织、食品等行业的产品质量也有严重影响。

二、消烟除尘措施:

消烟除尘的方法很多,归纳起来主要有两个方面,一是改进燃烧方式,再就二是加

装除尘器。

1 改进燃烧方式：

烟尘主要由粉尘和未完全燃烧的炭粒组成。炭粒又称炭黑或烟点，它主要是煤中的挥发物，在炉内由于燃烧状况不好，产生不完全燃烧而生成的，它粒径很小，一般在0.05—1微米范围内，靠一般除尘器是收不下来的，只有改进炉内的燃烧方式，使煤充分燃烧，才能达到消烟的效果。

1) 简易煤气：

简易煤气，一般是把一个运行周期所需用的煤一次全部投入简易煤气炉内，经干燥层、干馏层、还原层、氧化层等过程产生的。采用简易煤气锅炉有空气过剩系数小，燃烧完全，烟尘含量低等优点。煤气炉结构简单，投资少，上马快和减轻工人的劳动强度，热效率高，能节煤15—30%缺点是煤气发生量和质量随煤种不同而变化。煤气是易燃易爆有毒气体，使用时要考虑到采取这方面的措施。

2) 反烧法：

明火反烧法是向炉内一次性加煤，煤从上而下燃烧，煤燃烧所需要的热量来自上面火层的热传导和热辐射作用传递热量。煤层先依靠火种将表而加热到300°C，使挥发物燃起来，当温度达450°C后，上面煤层就开始正常燃烧，部份热量通过热传导给下面煤层继续燃烧。

反烧法方法简单，不要改动锅炉受压部份，投资少，消烟除尘效果显著，燃烧完全，热效率高，节煤率达10%，如加装抽板顶升装置或下饲机可连续运行，但反烧法锅炉供气不均匀，出力比正烧法有所下降。因此不适用需气量大的工业生产。

3) 双层炉排：

炉内设有两层炉排，上层为水冷式炉排，下层为铸铁炉排。煤加入上层炉排上燃烧，在拨火中落到下层炉排上的未燃烬炭，通过灰坑给风，使其燃烧，减少了化学不完全燃烧损失，节煤率达20%左右，双层炉排的消烟除尘效果好，排放烟尘浓度小于200毫克/立方米，目前国内在立式和卧式锅炉上均有采用。

4) 平堆往复炉排：

平堆往复炉排是由固定炉排与活动炉排交替叠置，组成，由机械传动装置使活动炉排片上作往复直线运动。煤经煤斗进入炉膛后，由前向后在阶梯的炉排面上逐级翻动，烟在移动的过程中，受前后拱高温烟气的幅射热逐步被预热着火燃烧，进入燃烧区，由于炉排的推动作用，使燃着的红煤翻到新煤层的下边，使其双面着火，这样改善了透气性，有利于煤的燃烬，因此燃烧效率高，烟尘浓度在林格曼一度左右，对煤种适应性强，可烧中、低质煤，现已在立式和卧式锅炉上采用。定型生产的有北东宣武锅炉厂SZW₂—8—A型锅炉。

除以上介绍的几种燃烧装置外，还有链条炉排和振动炉排燃烧形式。对于烧低质煤、石煤及煤矸石，多采用沸腾炉的形式。

5) 炉内加反射拱：

工业锅炉各种燃烧方式适用范围

燃烧设备		飞灰 %	烟尘浓度 毫克/米 ³	适用锅炉容量	备注
简易煤气		< 1	正常30—95 平均200	≤ 2	
反烧法		< 1	80—180	≤ 2	
下饲式炉排		< 1.5	150—400	≤ 1	配除尘罐
手烧炉排	自然通风	0.5—15	100—2000	≤ 1	
	机械通风	2—25	500—5000	≤ 2	
双层炉排		≤ 10	145—179	≤ 0.5	
链条炉排		15—25	2000—5000	2—20	
往复炉排		2—17	500—2500	2—4	
振动炉排		25—30	4000—8000	2—4	
抛煤机		25—40	5000—13000	2—20	
半沸腾炉		30—40	6000—15000	2—20	
全沸腾炉		50—70	40000—60000	2—20	
煤粉炉		15—80	15000—3000	6—20	

拱顶对于提高炉膛温度、改变燃气流向、促使燃料充分燃烧、减少黑烟有明显作用。拱顶一般采用耐火砖或其它耐火材料制成。由于拱顶蓄热能保持 900°C 以上温度，使燃料在短时间内充分燃烧提供了有利条件。炉膛温度可维持在 1100°C 以上，可摆脱一氧化碳等可燃气体进行分解而放出碳黑的温度 $450\text{—}700^{\circ}\text{C}$ ，使碳黑产生量大大减少。

立式锅炉设球面拱顶，手烧卧式设耐火砖花墙，链条、振动往复炉排设前拱后拱。

6) 二次风:

二次风可弥补燃烧过程中空气量不足的情况，它使烟气扰动，以改善燃烧状况，使燃料达到完全燃烧，减少黑烟生成量。加二次风要注意不要过多，二次风量过大会使炉膛温度降低，因此加二次风时要注意炉膛内燃烧情况，来调节二次风量。如果经过预热提高二次风的温度，将会使燃膛内温度大大提高。

2、加装除尘器:

锅炉燃烧状态改善后，黑烟降低了，但是排出气体中粉尘的浓度还是很高的，因此

应加装收尘装置，使排尘浓度降到国家标准以下。

我国目前使用的除尘种类较多，主要可分两大类，即

干式除尘和湿式除尘，对除尘器的选择不能生搬硬套，要因地制宜。因为决定除尘效果，尘粒的分散度、含尘量、比重、电阻、磨损性、亲水性以及烟气温度、粘度、露点等都是。随着煤种燃烧情况以及地理条件等不同而不同。

尘粒大小对除尘效率关系很大，应根据尘粒粒径的不同适宜地选用除尘器。一般粒径在50微米以上采用重力除尘，10微米以上采用离心力除尘，10微米以下占大部分时采用洗涤式电除尘等方式。除尘器型号确定后，应按锅炉的出力大小选用合适容量的除尘器。

3 合理地确定烟囱高度：

烟囱的有效高度，包括烟囱的自身高度和烟气的抬升高度，而烟气的抬升高度往往超过烟囱的自身高度，为了合理确定烟囱自身高度，自然通风时按需要克服的阻力确定，机械通风时按排烟尘量来确定。不同排尘量的烟囱高度见下表：

排 尘 量 公 斤 / 时	2	5	12	20	30	43	65	150	200
烟 囱 高 度 (米)	10	15	20	25	30	35	40	50	60

增高烟囱可使烟气扩散和稀释，减少烟尘对地面污染，但烟囱的高度因造价的问题也不能无限加高，要按照排尘量的大小来确定，有的单位在增加了锅炉出力后，也应当的加高烟囱高度。

三、对改善我市大气烟尘污染的几点意见：

我市大气受烟尘污染是严重的，主要的原因是几个较大的污染源集中在城市主导风向上侧和市中心，对锅炉的消烟除尘工作抓得不力，以及城市绿化面积太少。因此，要想改善大气质量状况，必须制订城市总体规划并严格执行，抓好锅炉的消烟除尘工作，搞好城市绿化。

本地区冬季主导风向为东北风，夏季为东南风，在常年主导风向上侧有九江电厂、九江化工厂、九江磷肥厂，九江国棉三厂几个较大的源点，在市中心有九江电瓷厂等，新建的九江二电厂也在城市主导风向上侧。这些厂的设置，都是由于对环境的影响没有进行认真考虑或其它一些因素造成的。因此，在今后的城市建设中，应考虑到我市的环境情况，严格禁止在市区上风向新建、扩建、改建带有污染大气的企业，这样才能使市区大气污染程度不再加深，有利于大气污染的控制。

市内现有各种工业炉窑约360台，大部份是2吨/时以下的手烧小锅炉，这些锅炉燃烧不充分，热效率差，烟尘浓度大，烟囱低，危害也较大，对这些锅炉要限期改造或淘

除尘原理	除尘名称		器型号	被处理粉尘的粒径(微米)	压力损失毫米水柱	除尘效率(%)	烟气流速(米/秒)	适用锅炉	
	名	称						容量(吨/时)	炉型
重除尘	沉降室除尘器		干式	>50	10—15	50—60 60—80	0.5—1 0.5—1.5	2, 4, 6, 5, 10	
	立帽式除尘器		湿式	>50	3—5	40—50	6—10	0.2, 0.4, 0.7, 1, 1.5,	
惯性除尘	百叶窗式除尘器			>10	30—40	50—70	12—15	0.2, 0.4, 0.7, 1,	
	直流旋风除尘器		ZW	>10	10—15	70—80	5	0.2, 0.4, 0.7, 1,	
离心力除尘	平面旋风除尘器		PW	>10	30—40	85	18—20	1, 2, 3, 4, 5, 6, 5,	
	双旋风除尘器		DG(XSW) CLP (XLP/G)	>5	50	85	32	4, 6, 5, 10,	
离心力除尘	双级蜗旋除尘器			>10	50—90	90	12—15	4, 6, 5, 10, 20,	
	回流旋风除尘器		CLG	>10	55—80	85—90	15—18	”	
离心力除尘	螺旋底、长锥体旋风除尘器		XCX	>10	19—85	90—94.2	10—21.8	1, 1.5, 2	
	旁路旋风除尘器		XP	>10	90—120	94	18—26	4, 6, 5, 10	
洗涤除尘	麻石水膜除尘器			>5	50—80	90	18	1, 2, 4	
	玻璃管水膜除尘器			>5	50—80	90	2—10	10, 20,	
过滤除尘	旋风冲激式双级除尘器		CCJ/A	>5	50	80—90	2—10	4, 6, 5, 10, 20	
	袋式过滤除尘器		DMC	20—0.1	100—160	95—99	20—23.5	10, 20,	
电除尘	静电除尘器		SLD	>0.05	100—200	90—99	12	10, 20,	
					20	95—99.9		2, 4, 6, 5	
								层燃抛煤机、煤粉炉	

注：1、SLD型立式静电除尘器系上海电阻厂生产，采用一级旋风，二、三级静电除尘，安装时不用另加烟囱，静电除尘部分粉尘粒径为10—0.05微米。

2、除尘器适用锅炉生容量系根据国内生产品情况列入。

汰。小型生活锅炉的改造以明火反烧为主。工业生产的小型锅炉要改为平推往复炉排，改良炉灶要推广抽板顶升明火反烧法。这样就能使分散在居住集中区的污染得到改善。在城市上风向的几个较大污染源点的粉煤炉要采取水膜除尘方法，同时废水进行综合处理，对于治理比较困难、烟尘危害又大的污染点，像电瓷厂，要限期搬迁。

树木和草地有收尘作用，特别是树林对烟尘有很大阻挡和吸收作用，所以有树木和草地的地方比其它地方空气含尘量低。据统计，我市绿化复盖率仅为10.3%，人均绿地仅为1.74m²/人，大大低于全国平均值。因此在我市必须扩大绿化面积，这样不仅可以降低大气有害物质的污染，又可以美化环境。

总之，我市目前大气烟尘的污染是严重的，但是，只要我们认真执行《环保法》，坚决按城市总体规划原则建设，加强对现有烟尘污染源的治理，那么，在近期内我市大气质量是会改善的。

立式小型锅炉采用明火反烧法介绍

一、概 述

小型蒸汽锅炉多数作为生活锅炉，亦用在生产作为工业锅炉。这类锅炉数量特别多，绝大多数又是手烧，它热效率低，浓烟滚滚，灰尘满天，长期以来都无较好的消烟除尘办法，给大气造成严重的污染。

“明火反烧”法以提高燃烧效率，使其从燃烧过程中消灭浓烟及灰尘，是提高这类锅炉热效率，消除烟尘危害的较理想的办法。

“明火反烧”法，首先在炉排上铺上一层渣垫，防止漏煤和使风分布均匀，再将一天所用的煤，全部加在渣垫上，然后在煤层上面铺上适量的锯木面作为引火物，再点火鼓风，煤就逐渐着火燃烧。着火过程是因为锯木面很细，可以很好地参入到煤层中去，相反有很多细小的煤屑也突入锯木面中来了，当点燃时，首先锯木面很快就燃进到煤层中去，这时对流、辐射、传导都同时传递热量，将突入锯木面中的煤的突出部分引燃，使整个煤层表面温度达到300°C上下时，煤开始析出挥发物，由于挥发物的燃烧，使炉膛温度进一步达到450°C以上，煤即开始正常燃烧，这个过程大约需要15分钟，直至煤燃尽为止，中途不需加煤、拨火、出渣等操作。如中途暂不用汽，可以停风压火，再用汽时只要开风几分钟后锅炉即可恢复正常。压火后启用时应注意防止煤气爆炸。

正常燃烧过程是靠辐射与传导由上而下连续均匀地进行氧化燃烧的。煤层干馏出来的挥发物也是连续均匀的，因此燃烧所需要的空气析也是连续均匀的，不会产生象手烧炉那样周期性地供气不足的情况。因此，游离碳不会析出避免了黑烟的生成，另外，燃

烧过程中煤层是静止的，灰尘的飞扬就大大减少了。少量被风吹起的飞灰在通过燃烧层时被烧掉、阻拦和过滤，所以，排烟含尘量和烟气浓度都大大低于国家规定排放标准。

“明火反烧”可以免去每天频繁的加煤拔火清渣等操作，因此燃烧层基本是“静止”的，飞尘和炉渣以及其中的含碳量大大减少，由于风是由下而上，因此氧化层在下，“红焦”的还原层在上，所以在煤层上面存在着一定量的一氧化碳。如能适时地供给适量的二次风，可以大大地减少化学不完全燃烧损失。所以这种燃烧方式的燃烧效率可达百分之九十五上下，有显著的节能效果。

综合上述“明火反烧”法有明显的三大特点：

- (一) 消烟除尘作用良好。
- (二) 煤种适应性好，有显著的节能效果。
- (三) 能较好地改善司炉的劳动。

二、结构改造

根据“明火反烧”法的要求，主要有以下三个方面的改变。

(一) 改自然通风为机械通风，风压130毫米水柱，风量约为1000标米³，功率为一个千瓦，在灰坑出口处装一个密封灰坑的除灰门。

(二) 把炉门下部的炉体部分加长450mm，并加开一个出渣门，这样炉膛就加深到65mm，可装煤700kg左右。

(三) 由于改成机械通风，烟囱负荷减轻，因此在火口前砌一挡火墙，适当增长烟气流程，烟囱由原来的16m减少致11m，把炉膛负压控制在负0—1mm水柱。

三、反烧法的运行操作及注意事项

反烧法的运行操作主要分三步：

第一步：铺渣。在炉栅上预先铺50—100毫米的灰渣，渣块要尽量均匀。铺渣主要是保护炉排，防止炉栅漏煤，使鼓风均匀送入。

第二步：加煤。反烧法加煤层厚一般在250—500毫米为好。煤层太薄，会变成正烧或侧烧，消烟效果不好；煤层太厚，通风阻力大燃烧强度低，对锅炉出力影响较大。加煤时最好粒、末混合均匀，煤层上面要铺适当块煤，利于着火。

第三步：加火源点火。初次点火可用易燃物、木柴等在煤层上点火。或由其它炉窖中移来火源。引火物越多点火越快。非初次点火，可采取炉膛留底火的办法保存火源。具体做法是在炉排前局部压火，当加完煤后，把所留火源全部撒在煤层上。加火源过程中应略开鼓风，使其缓慢燃烧。

操作三步程序完成后，即可关好炉门，适当调大一次风，反烧运动开始。

在运动期间，只要看火调一次风即可。二次风对反烧的作用不大。在运行中可适当

调整火层使炉内燃烧更好。中间调整，对缩短运行周期提高锅炉出力有好处。

注意事项：

- 1、煤层不能太薄（不可小于 200 毫米）。
- 2、根据送风的压力布煤，风压低的部位煤层要薄，确保均衡燃烧。
- 3、火源要集中，要一锹抛在一个地方，切不可分散，防止温度降低点不着火。如火源充分，应尽量匀铺，可以缩短缓火时间提高锅炉出力。
- 4、运行初期给风要适当，一次风过大热损失大，过小不利缓火，运行中期可适量增大一次风量以利提高燃烧速度。对于优质煤应供给二次风。运行为强化燃烧而多供一次风，防止排烟损失太大。调风要符合反烧特点在实践中因炉制宜。

四、反烧法的特点、存在问题及改进意见

反烧法除了具备消烟除尘、节约煤炭、应用范围广的特点外，还有如下好处：

1、上马容易、见效快，基本不需要增添设备，不投资，不耗用钢材，只改变燃烧方式即可，因此没有后遗症。对于没有鼓风机的锅炉改用反烧法，要增加一台风压为 110—150 毫米水柱，风量适当的风机。

2、反烧法适应煤质较广泛，劣质煤也可应用，但锅炉出力要稍降低。对灰熔点低的煤，清渣较困难；多年存放的陈煤、煤石，因挥发份少、灰份大，不易着火。如和挥发份多、热值略高的较好煤掺烧，也都能适用。

3、改善操作环境、减轻劳动强度。反烧法采用一次冷态加煤，使司炉人员避免在高温条件下频繁加煤；运行正常后，司炉人员只要调正好火层。调好给风、看好仪表、阀门即可；反烧法冷炉清渣优越于带火清渣。

4、采用反烧法，因不是煤气法，根本不存在防毒、防爆的问题。运行安全可靠，操作简便易行。

5、应用反烧法取暖，因供暖时间长，室内温度恒定，取暖效果好。

反烧法存在问题主要是锅炉出力比正烧法低 10—20%，这是反烧法应用于连续生产锅炉上的主要障碍。

锅炉出力低的主要原因如下：

（一）反烧法因煤层厚、送风阻力大，燃烧速度低，单位时间的煤耗量较正烧法低 20% 左右，因此锅炉出力低。虽然效率反烧法较正烧法提高，也弥补不了因煤耗造成的炉出力低的损失。

（二）反烧法运行周期长，造成单位时间煤耗低。我们知道在一次加煤量一定的条件下，运行周期越长、单位时间耗煤越少，锅炉出力低的越多。

运行周期长有两个原因：其一是锅炉启动缓慢，因反烧法加煤后，需要在其上加火源，火源越多、着火越快，但实际上因炉栅面积很大，要在煤层上均布火源需要的量也

大，有困难。如果从另外的锅炉移置火源，温度偏低，热损失也大，因此实际上火源铺的不满，需要一段缓火时间。在热炉情况下，这段时间约在10—15分钟，即使全铺上火源也要缓火，因火源抛到冷煤上要放出热量，部分火源因降温也起不到火源作用。其二是为了提高热效率，降低灰渣含炭量和降低灰渣的物理损失。采用延长烤火时间和冷态除渣的办法。造成了运行周期增长。

提高锅炉出力的办法有如下四个方面：

其一是适当加大炉栅面积，增加单位时间的煤耗；

其二是适当提高送风压力，增加单位时间的煤耗；其三是设法提高锅炉热效率，在煤耗一定的条件下，提高锅炉出力；其四是合理操作，布好火源，使满炉都是火。锅炉运行的中、后期适当调整火层，缩短反烧法运行周期，提高锅炉出力。

反烧法的锅炉出力在正常运行期间是不低的，有时还略高于原锅炉的额定出力。这段时间一般可维持二小时左右，因此对于求稳定连续供汽时间不超过二小时的生产锅炉，可适当调整运行时间，使锅炉供汽的高峰区间安排在稳定供汽的时间上，确保稳定生产的需要。

反烧法存在的第二个问题是清渣。因反烧法上层烧完的煤变成灰渣后，始终受到下面的火烧，因此渣层的温度高，对于灰熔点低的煤易结大渣，不易排除。这如同过去为了节煤，采用炉灰再烧一样，易结渣。

解决的办法有两个，其一是在烧火的后期打开炉门，用撬棍在热态下松动渣层（因热态渣处于软化状态，易调整）使其松散，破坏渣的工具撬棍套个活动支点，利用杠杆的力量除渣，劳动强度大大减轻。

反烧法的第三个问题是局部烧穿。所谓的局部烧穿指的是炉排某个部局，因加煤、给风、火源的不均衡，这块地方首先燃完，使一次风大量送入，造某风洞，烧穿部位的周围很快变成侧烧、正烧、消烟效果不好。更严重的是由于烧穿的成部位大量漏风，使其它地方供风阻力相对增大，送风量少，影响燃烧速度，导致锅炉局出力下降。

局部烧穿的预防主要从布煤、送风、打火源等几个方面注意。发生局部烧穿后，可用粉煤灰的混合物把风洞堵上，再用铁锹打实即可。

贵阳市环保局

一九八二年元月七日

上燃式明火“反烧法”技术总结

小型锅炉一种新的燃烧方式

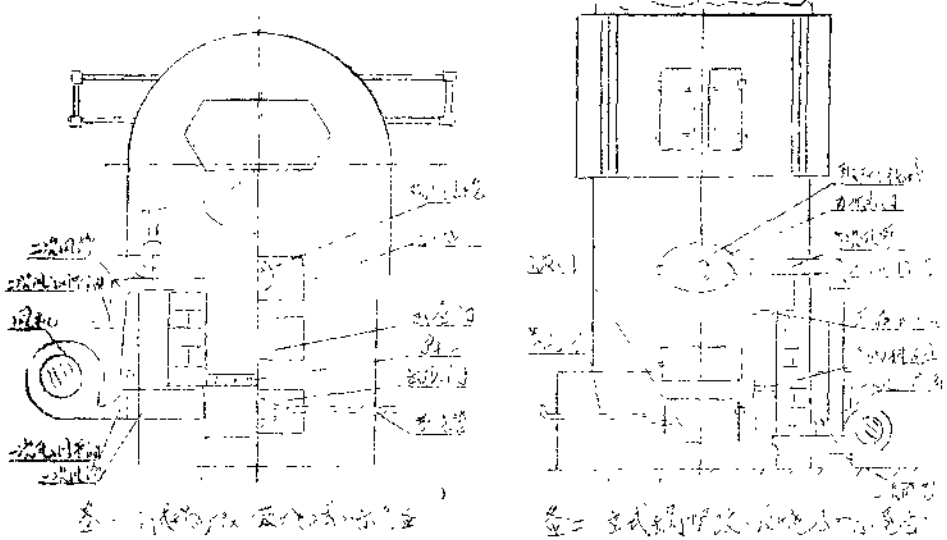
秦皇岛市环境保护局 曾性鲁

我市目前有各种小型锅炉（1吨/小时，卧式和立式）约六百余台。这种锅炉数量多、分布广，大部都集中在人口稠密区和风景游览区，由于是手工燃烧，周期性的投煤，因此亦就出现周期性的冒黑烟，造成环境污染。这类小型锅炉要改为机械式的燃烧，不仅量大，耗资也多，鉴于目前技术力量不足，改造起来相当困难。长期以来一直未找到一种比较适宜改造方法。通过学习外地的改炉经验，结合我市的具体情况，采取了因地、因炉、因煤、制宜的原则，八〇年在我市推广使用一种上燃式明火“反烧法”改造，首先在山海关铁路地区各个单位使用的快装、M型、立式水管炉进行了改造，实践证明改造效果好，锅炉达到了保证出力，节约煤炭，安全可靠、消烟除尘的目的。先后在我市对40多台取暖、生活、生产用炉都进行了改造，得到了用户和司炉工人的赞许，八〇年十一月份市环保局在山铁地区召开了全市性的“反烧法”改炉经验交流会，并作了现场燃烧表演，获得了与会人员的一致好评。

上燃式明火“反烧法”是解决小型固定炉排烧锅炉烟尘危害的一种较好形式，各类小型锅炉都可以改造，一般不需要增添新的设备，也不必改动锅炉的受压部件，只有当炉堂过浅时（深度不够，不宜装厚层）需将原来的炉排低400~600毫米，到满足装够煤时为宜，另一个需要改动的地方是如果原有炉排过密不易进风时需要换成空隙较大的条状炉排。在炉排上面增加一个出渣门，一根二次风管，一根蒸气射喷管。如果原锅炉是自然通风时，可增设一台容量较小的引风机，其大小可按以克服150毫米水柱的阻力为宜。普通锅炉改为“反烧法”具有改装简便、投资少、工期短、收效快、运行正常、安全可靠，节煤消烟、减少环境污染、减轻司炉工劳动强度等显著效果。

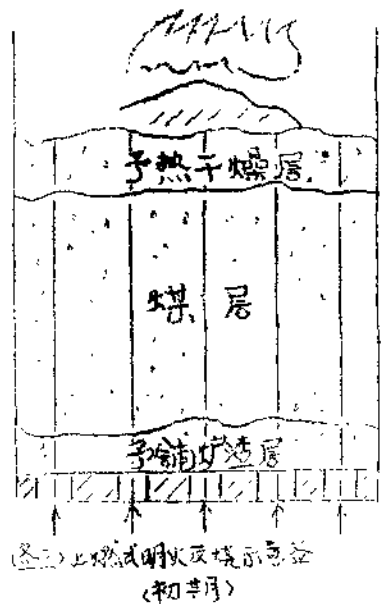
其改造方法可见附图：

卧式锅炉改“反烧法”见示意图(1)立式锅炉改“反烧法”见示意图(2)



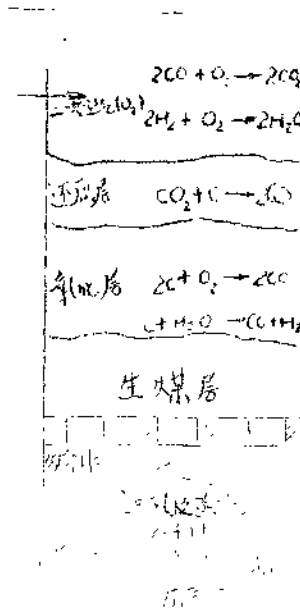
一、上燃式明火“反烧法”燃烧过程

上燃式明火“反烧法”燃烧方式，（见示意图三）先在炉排上面铺一层50~30毫米厚的炉渣，其作用是防止烧坏炉排、漏煤及以利通风。在炉渣上加煤，根据燃煤量的多少可以从几十公斤（市一中的KZGI——取锅炉一次加煤750公斤）煤层厚度在400~600毫米左右为宜，初次点炉可在煤层上放置适量的引火柴，当正常燃烧期间可予留明火“反烧法”示意图初期）火种，亦可以从另台炉里取火种，放在煤层上面进行机械通风，（风压以100~150毫米水柱）通风15分钟后煤层就可以开始着火进行正常燃烧。在整个燃烧过程中，一般不再加煤，不开炉门，不用清炉出渣。如果中间有几个小时停用蒸气或热水，只需关掉风机，停止供风，这时锅炉呈压火状态，待再用汽（水）时，打开风机，锅炉又恢复了正常燃烧，继续供热（汽或水）。所需要注意是：当锅炉在中间停用后，因为没有足够的空气进入炉内，煤层会产生一定量一氧化碳气体，它积储在炉堂和烟道内，在打开风机后煤层就开始燃烧出现明火，当一氧化碳遇到明火会突然燃烧，引起爆炸。可以在第二次



燃烧时，首先要把积储在炉堂和烟道内的一氧化碳排出，以策安全。排出方式：如只用鼓风机应先打开加煤门一分钟左右，然后关闭炉门再开风机。用引风机的锅炉同样也先开炉门，过半分钟后即可开风机。

二、上燃式明火“反烧法”的原理（见示意图四）

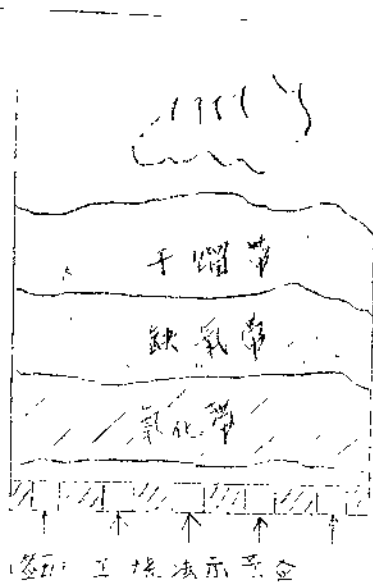


反烧法是自上而下的层煤燃烧法，煤燃烧所需要的热量是来自上面火层的热传导和热辐射作用传递热量，煤层燃烧所需要的风量则是来自炉排下部。煤层首先依靠上面的火种将表面煤层加热到 300°C 左右，煤就开始析出挥发物，当挥发物燃烧起来，炉堂温度进一步升高，这时煤的表层温度就达到 450°C 左右，上面煤层就开始正常燃烧，放出大量的热，这部分热量除供给锅炉外还通过热传导方式传给下一层的煤层继续燃烧。在充足的空气供给作用下，整个煤层上面就形成了反应激烈的氧化带。这样周而复始的进行，使整个煤层的燃烧是通过热传导和热辐射作用自上而下的连续进行。这种燃烧只要保证有足够的空气供给，就能连续而均匀的进行。

三、上燃式明火“反烧法”的消烟除尘原理

1、手烧炉“正烧法”为什么会出现周期性的冒黑烟。（见图五）

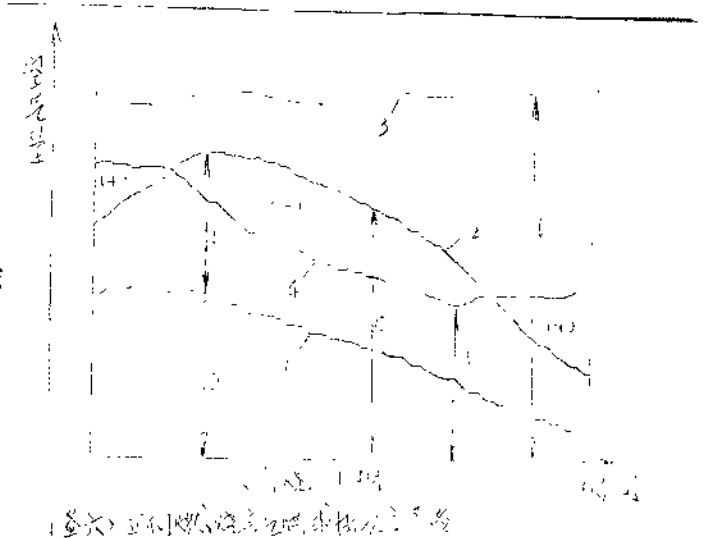
从烟囱排出的烟尘浓度的高低，取决于锅炉的燃烧状态。参加燃烧的碳氢化合物，在高温缺氧的条件下很难析出来，而变为碳黑微粒构成了我们常见的滚滚浓烟。所谓消烟除尘，就是要使从煤中析出的黑碳在炉内完全被烧掉（而手烧炉正烧法办不到），对于尘来说就要采用高效率的除尘措施，安装除尘设备来捕尘。而手烧锅炉是周期性的投煤，可从燃烧时空气量供需情况分析。



见示意图(六)

图(6)中:

- a、焦炭燃烧所需空气量
- b、可燃性挥发物燃烧所需空气量
- c、燃烧所需总空气量
- d、实际可供燃烧需要的空气量
- e、供应的总空气量



曲线部分:

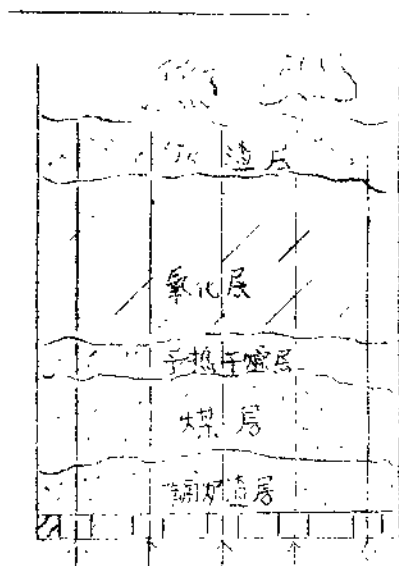
- ①焦炭燃烧所需的空气量(正向燃烧空气供求情况示意图)
- ②焦炭和挥发物燃烧时所需要的空气量
- ③供给的空气量
- ④实际起燃烧作用的空气量

图中曲线①是焦炭燃烧所需的空气量, 曲线②是焦炭和挥发物燃烧时所需要的空气

量。

当新煤投入炉内时，突然受到炉内高温的作用，煤很快就析出大量的可燃性挥发物。几乎充满整个炉堂的容积，这时应增加所需要的空气量，随后挥发物逐渐减少，焦炭燃烧所需要的空气量也稍有减少。燃烧所需要的总空气量也逐渐减少。实际上，供给的空气量如曲线（3）所示，基本上是不变的。由于炉内可燃烧物与空气混合难以均匀，因此，实际的燃烧空气量只是曲线（4）所表示的量。如果把曲线（2）和曲线（4）作一比较，可以看到：在两次加煤之间的一个周期性，有时空气供应不足（图中标有⊖的阴影部分）；有时空气供应过剩（图中标有⊕的阴影部分），由此可见，当空气供应不足时，就有大量的挥发物和其它可燃物来不及在炉内完全燃烬，而从烟囱就排入大气，造成烟囱周期性冒黑烟，这不仅是浪费能源，还污染了大气，给人们造成危害。

2、上燃式明“火反烧法”为什么能消烟除尘：上燃式明火“反烧法”燃烧基本上是分层带进行的。当运行初期，除火源外主要是两个带：即予热干燥带和煤层带，予热干燥带的形成是由于火源将热量传给接触的煤层，煤首先干燥脱水，逐渐放出可燃性挥发物当进入正常燃烧阶段，反应形成四个层带、（见图7）即：燃烧后的灰渣层反应进行的氧化层、开始热分解的干燥预热层和煤层。当“反烧法”运行后阶段。氧化层带基本上都不存在了，只是灰渣带和氧化后的残炭在燃烧，从燃烧过程中可看出，“反烧法”是连续均匀地进行氧化燃烧，煤层干馏出来的挥发物也是连续而均匀的，因而燃烧时所需要的空气量也是连续而均匀的。它没有手烧炉那种周期性的波形曲线，不存在周期性供氧不足的现象，避免了游离碳的析出，即使被析出的部分可燃物又经过明火被烧掉，不会产生周期性的黑烟。另外，由于“反烧法”煤燃烧时是处于“静止”状态，飞灰又被减少，即使有少量吹起的飞灰在通过氧化带和还原带时被阻挡和过滤，所以烟尘排放浓度小于100毫克/立方米。烟气浓度小于“林格曼”一级。



(图7) 上燃式明火反烧法示意图
(正常燃烧)

四、上燃式明火“反烧法”的经济效果

1、节约能源

锅炉燃烧能否节约燃料，主要取决于锅炉的热效率，而热效率的高低又决定于化学不完全燃烧、机械不完全燃烧、排烟损失和物理损失的多少。经过对“反烧法”锅炉的热工测试，它的各项热损失都较小。

(1) 化学不完全燃烧热损失小。反烧法正常燃烧阶段，烟尘几乎见不到烟，说明