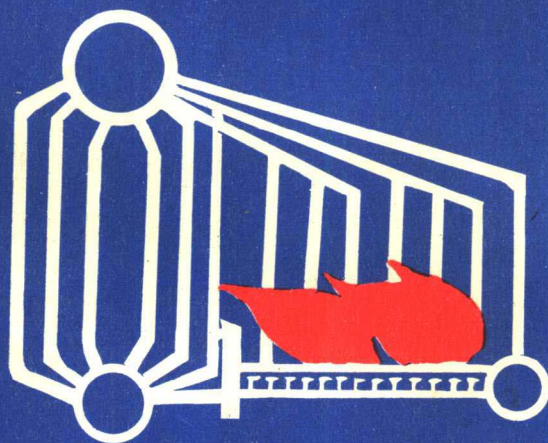


锅炉改革

技术资料汇编



沈阳市革命委员会计划组增产节约办公室

毛主席语录

备战、备荒、为人民。

人的正确思想是从那里来的？是从天上掉下来的吗？不是。是自己头脑里固有的吗？不是。人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。

人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

人们的社会存在，决定人们的思想。而代表先进阶级的正确思想，一旦被群众掌握，就会变成改造社会、改造世界的物质力量。

人类的历史，就是一个不断地从必然王国向自由王国发展的历史。

毛主席语录

坚持政治挂帅，加强党的领导，大搞群众运动，实行两参一改三结合，大搞技术革新和技术革命。

社会主义革命和社会主义建设，必须坚持群众路线，放手发动群众，大搞群众运动。

要进一步节约闹革命。

打破洋框框，走自己工业发展道路。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

001/4/05

前 言

在毛主席“**备战、备荒、为人民**”的伟大战略思想指引下，我市广大工人阶级和革命群众，活学活用毛主席的光辉哲学著作，高举“**鞍钢宪法**”伟大红旗，狠批叛徒、内奸、工贼刘少奇及其在东北地区的代理人所推行的“洋奴哲学”、“爬行主义”等反革命修正主义路线，破除迷信，解放思想，掀起了一场大规模的“打倒‘煤老虎’，大造中国炉”的群众运动。

在锅炉改革运动中，各行各业的广大革命职工发扬了“**自力更生**”、“**艰苦奋斗**”的革命精神，克服了材料、设备、技术力量的困难，采取专业队伍与广大群众相结合，打破了厂与厂、行业与行业之间的界限，广泛地开展社会主义协作，因地制宜，土洋结合，自行设计和制造了一批结构简单，用料少，热效高，节煤效果好的新式锅炉；改造了一批旧式锅炉；在冶金、机械、建材等行业中制造了一批余热锅炉，推动了我市锅炉改革运动的深入开展，为国家节约了大量煤炭，促进了工农业生产的新跃进。这是毛主席无产阶级革命路线的伟大胜利。

为了交流情况，总结经验，在现有基础上不断提高，我们选编了这本《锅炉改革》，供在锅炉改革中参考。由于我们水平所限，时间仓促，难免有不当之处，请批评指正。

沈阳市革命委员会计划组增产节约办公室

《锅炉改革》技术资料汇编小组

一九七一年四月十五日

目 录

第一部分 小容量锅炉

36万大卡/时 热水锅炉 (之一)	(1)
36万大卡/时 热水锅炉 (之二)	(2)
40万大卡/时 热水锅炉	(3)
烧矸石沸腾锅炉	(5)
沈阳70—2号铸铁锅炉	(8)
2.8吨/时蒸汽锅炉	(9)
4吨/时卧式三回程燃油锅炉	(10)
双炉膛热水锅炉	(12)
600万大卡/时 振动炉排热水锅炉	(14)
160万大卡/时 燃煤气锅炉	(15)
4吨/时卧式水火管锅炉	(18)
汽水两用锅炉	(19)

第二部分 中容量锅炉

K4-13型锅炉改造	(21)
ДКВ6.5/13型锅炉改造	(24)
10/13型三汽包水管锅炉改造	(28)
田熊锅炉改造	(32)
SF-180吨/时立式旋风炉	(33)

第三部分 余热锅炉

锻造加热炉余热锅炉	(41)
热风熔铁炉余热锅炉	(43)
平炉余热锅炉及汽化冷却装置	(44)
轧钢机加热炉余热锅炉及汽化冷却装置	(46)
隧道窑余热锅炉 (之一)	(48)
隧道窑余热锅炉 (之二)	(49)
玻璃池窑余热锅炉	(50)

轮窑余热锅炉及余热利用.....	(52)
玻璃熔化炉余热锅炉.....	(53)
坩埚炉余热锅炉.....	(54)
烘炉余热锅炉.....	(55)
锻造加热炉余热锅炉.....	(55)

第四部分 其 它

烟秸水处理.....	(57)
蒸汽喷射器装置.....	(58)

36^{万大卡/时} 热水锅炉 (之一)

沈阳市自来水公司

我公司革命工人活学活用毛主席的光辉哲学思想，高举“鞍钢宪法”伟大红旗，狠批了叛徒、内奸、工贼刘少奇所推行的“洋奴哲学”、“爬行主义”等反革命修正主义路线，大搞锅炉改革。广大工人说干就干，群策群力，桌上摆，地上划，克服了没有图纸，缺乏技术资料的困难，在兄弟单位的协助下，经过六十个小时连续战斗，在毛主席亲自制定的“鞍钢宪法”诞生十周年前夕，胜利地制造成功小型热水锅炉。

一、结 构

该炉全部采用钢管制成，见图1—1。

1. 炉体：

炉膛由炉排、水冷壁和顶棚排管组成。

第一烟道由中联箱和两侧双层水冷壁管组成。

第二烟道由上联箱和两侧单层水冷壁管组成。

2. 炉墙用半块耐火砖、一块红砖砌成。

3. 炉座、炉门全部利用旧M型铸铁炉部件。

二、测验数据

煤种	抚顺十二级混煤
低位发热量	3500大卡/公斤
循环水量	18500公斤/时
出水温度	74.4°C
回水温度	54.9°C
供热量	36.07万大卡/时
燃煤量	140公斤/时
锅炉热效率	73.6%
炉膛温度	1200°C
排烟温度	140°C
节煤率	32%

三、主要材料及设备

受压部件钢材消耗量 1366公斤

金属使用率
给水泵

3.8吨/百万大卡
3BA-13一台

四、锅炉特点

1. 水冷壁管布置较密，热效率较高，可供采暖面积4500米²左右。
2. 烟气行程长，排烟温度低。
3. 可烧劣质煤，节煤效果良好。
4. 炉体构造简单，用料少，占地面积小，便于安装使用。

五、存在问题

该炉的水循环，个别部分阻力大，出口水温不够平衡，有待进一步改进。

36^{万大卡}/时 热水锅炉 (之二)

沈阳市人民百货商店

过去我店由两台5M×13片铸铁锅炉供暖，耗煤多，效率低。

在党的“九大”精神鼓舞下，我店广大革命职工遵照毛主席关于独立自主、自力更生的教导，充分发挥人的积极因素，在技术力量薄弱、物质条件差的情况下，经过三十个昼夜奋战，因地制宜地利用原5M铸铁炉的基座，新装了一台管式热水锅炉。

经过两个采暖期的实践证明，效果良好，代替了原来两台5M×13片铸铁锅炉。

一、锅炉的构造和特点

构造：

该炉为三回程管式热水锅炉，见图1—2。

烟气的三个回程：一是炉膛，由两侧水冷壁的下部、炉排和顶部排管所构成；二是第一烟道，由两侧水冷壁管的上半部和下部隔烟板所构成；三是第二烟道，位于炉体上部，在其中布置了四组管式省煤器。

锅炉总受热面为20.9米²，炉排面积为1.92米²。

利用了原来锅炉的基础、炉排和炉门等部件。

特点：

1. 锅炉本体全部由钢管组装成。
2. 构造简单，钢材耗量少。

二、热工测试数据

供热量	36万大卡/时
循环水量	22.8吨/时
回水温度	66.7°C
出水温度	82.5°C
炉膛温度	1250°C
排烟温度	212°C
炉渣含炭量	4%
燃用煤种	抚顺块煤
低位发热量	6647大卡/公斤
燃煤量	79公斤/时
锅炉热效率	71.14%

三、主要材料消耗

无缝钢管	814公斤
焊接钢管	460公斤
受压部件钢材总数	1274公斤
金属使用率	3.54吨/百万大卡

四、存在问题

1. 由于锅炉房地面狭小，炉体尺寸受到限制，烟气流通阻力大一些。
2. 锅炉进出口水管径较小。

40^{万大卡/时}热水锅炉

沈阳风动工具厂

我厂革命工人遵照毛主席关于“人们的社会存在，决定人们的思想。而代表先进阶级的正确思想，一旦被群众掌握，就会变成改造社会、改造世界的物质力量”的教导，群策群力，边设计、边制造，终于制成一台占地面积小，热效率较高，耗钢材少，节煤效果好，自然通风的热水锅炉，代替了两台5M×13型铸铁锅炉。

一、结构和特点

该炉是手工操作的小型采暖炉，见图1—3a。由一个汽鼓、四个联箱、144根无缝钢管组成锅炉水循环系统。

炉墙采用半块耐火砖和半块红砖砌成。耐火砖和红砖间留25~30毫米的绝热间隙，减少热量损失。

采用自然通风，燃烧生成的烟气通过第一、第二档火墙后，顺着两侧排管间的空隙返回炉前，再转向上部从烟道排出。热量充分利用，降低了排烟温度。

利用了原5M×13型炉拆下的炉排、炉门和灰门等部件。在锅炉后部左侧开有清灰门一个，用于清扫积灰。炉前两旁装有两个小清灰孔，便于将两侧积灰推向后部灰道集中清除。

它的特点是结构简单，制造安装方便；消耗钢材少；烧水、烧汽两用；自然通风。

二、锅炉的主要技术参数

供热量	415000大卡/时
工作压力	1.5~4公斤/厘米 ²
辐射受热面	9.81米 ²
对流受热面	21.5米 ²
炉排有效面积	1.6米 ²
炉膛容积	1.85米 ³
炉子占地面积	6.08米 ²
烟囱高度	18米
受压部件金属重量	1500公斤
金属使用率	3.75吨/百万大卡

三、热工测试数据

燃用煤种	抚顺混合块
低位发热量	5850大卡/公斤
循环水量	41950公斤/时
出水温度	81.04°C
回水温度	71.25°C
供热量	415000大卡/时
燃煤量	97公斤/时
炉膛温度	1000°C
排烟温度	219°C
锅炉热效率	73.2%
炉渣含炭量	2.7%
节煤率	31.6%

四、几点意见

1. 由于受旧汽鼓尺寸的限制，故后烟道宽度为320毫米。为便利检修操作，应改400毫米为宜。
2. 炉门离地面高为825毫米，一般以725毫米较合适。
3. 为增加受热面，提高锅炉热效率，把两侧隔烟砖（见图1—3b）改制成用薄钢板焊成的翼板，见图1—3c。
4. 为了更好地利用烟气所具有的热量而降低排烟温度，在烟囱出口前可增设一组省煤器。

烧 矸 石 沸 腾 锅 炉

沈阳市第三建筑工程公司联合加工厂

我厂革命职工在毛主席关于“实践、认识、再实践、再认识”的光辉哲学思想指引下，经过六个多月、一百多次的反复试验，试制成功了一台烧矸石的沸腾锅炉。

这台锅炉以煤矸石代替了工业用煤，而且还能将燃烬的矸石渣掺入适量的胶凝材料，制成300标号以上的水泥。

一、沸腾燃烧概述

沸腾燃烧方式介于层燃与室燃之间，可以燃烧煤屑，故燃料要经过一定的制备过程。

沸腾燃烧时，一次风以较大的速度穿过燃料层，所有燃料颗粒在一定距离上下跳动，空气与燃料的接触面增大，相对流速又高，因此可以加大燃烧率。这时整个燃料层的阻力仍是比较均匀的，故不会增大不完全燃烧损失和过剩空气量。

这种炉子需要较高的炉膛，以减少飞灰损失。

二、锅 炉 结 构

（一）炉体部分

该炉将旧140马力兰开夏锅炉抬高4.65米，外砌燃烧室组成锅炉本体，见图1—4a_{1,2,3}。

水冷壁的布置：在燃烧室两侧墙分别安装 $\phi 63.5 \times 3.5$ 毫米无缝钢管26根，前后墙各加 $\phi 63.5 \times 3.5$ 毫米无缝钢管18根。旧兰开夏锅炉放在后部，烟气由燃烧室出口进入兰开夏炉胆，然后转向底烟道再进入两侧烟道，最后由引风机抽入烟囱排出。

燃烧室内设有固定炉排，其面积为2米²。炉排为30毫米厚的铸铁平板，在板上钻有278个

$\phi 36$ 毫米的圆孔。孔内插有多孔式的铸铁风帽。圆孔以等腰三角形均匀布置,见图 1—4b。其中风帽按出风孔径大小排列。

1. 孔径 $\phi 6$ 毫米, 风帽安装在炉排两端第一行。
2. 孔径 $\phi 5.4$ 毫米, 风帽安装在炉排两端第二行。
3. 其他孔径均为 $\phi 4.5$ 毫米。

(二) 附属设备

1. 软化水系统

该系统见图 1—4c。采用石墨软化法, 每吨蒸发量加入石墨40~60克, 加量多少应根据水质而定。

注入石墨操作方法: 利用容器先将石墨和水搅成液体, 然后关闭阀门 1 和 2, 开启阀门 3 和 4, 放掉罐内积水, 关闭阀门 3, 将事先搅拌好的石墨经漏斗灌入罐内。关闭阀门 4, 开启阀门 1 和 2, 开动注水器将石墨注入锅炉内。

2. 矸石粉碎系统

粉碎机为自制的二段破碎机。粉碎后的矸石颗粒度一般在 6~8 毫米以下, 每小时粉碎量为10~15吨。

3. 鼓、引风系统

该炉采用一、二次风使燃料得到充分燃烧, 二次风机兼作喷渣用。一次鼓风机风量为 8100米³/时, 风压为700毫米水柱, 二次鼓风机风量为1500米³/时, 风压为3500毫米水柱。

在锅炉后部装有一台风量38200米³/时、风压124毫米水柱的引风机, 排除炉内烟气。

4. 吹灰器

为防止飞灰沉降在兰开夏炉胆内, 在两个炉胆下表面各安装一根吹灰管, 其长度按炉胆纵向长度而定。此管用 $\phi 86$ 毫米钢管制成, 按圆周三等分钻成 $\phi 2$ 毫米的圆孔, 间距为100毫米。其作用为搅动沉积在炉胆下部的烟灰。在该吹灰管上部, 再设一根 $\phi 108$ 毫米钢管, 定期用高压风把已搅动起来的飞灰吹入锅炉后部积灰池内。

三、运行操作

(一) 燃烧流程

该炉喂料和排渣都是自动的。矸石经粉碎机粉碎成小于 6~8 毫米的颗粒, 由皮带输送机传送到炉前喂料斗自动流入燃烧室, 矸石流入量由喂料斗闸板控制。鼓风机送来的一次风由炉排上的风帽进入炉内, 将矸石吹到 1 米左右高度, 在空间作上下起伏沸腾燃烧, 矸石沸腾高度可达1.5米。矸石在燃烧室内的燃烧状态见图 1—4d。

为防止未燃烬的矸石颗粒带入烟道, 造成机械不完全燃烧热损失的增加, 在炉膛上部增加了二次风, 见图 1—4e。用40米/秒的高速风以四角喷射的方法, 使炉膛上部烟气造成一股强大的旋涡流, 使矸石充分燃烧。

燃烧后的矸石渣, 借助燃烧室沸腾区的正压气流, 从后部排渣溢流管自动排出, 并经高压风将此渣喷射到60米以外的水泥车间贮料仓。

(二) 操作方法

1. 点火

先在炉排上铺250~300毫米厚燃烬的矸石渣, 经过冷态试验, 渣粒达到一定的沸腾高度

后，然后用木柴在垫层上部进行燃烧约5~6个小时。当垫层温度达到250°C以上时，开始投30~40公斤烟煤。这时关上炉门，先开引风机，后开鼓风机。低压风起动（低压风时间不要过长，一般为2~3分钟），逐渐加大，见起火苗时，从喂料斗往燃烧室内加烟煤，当温度达700°C时，停送烟煤，喂矽石颗粒，即可开始正常工作。

2. 压火

压火前先停止上料，随后停鼓、引风机，关闭鼓、引风道闸板。当炉温由原来1000°C降到650°C时就必须挑火（由1000°C降到650°C，大约可延续5个小时左右）。

3. 挑火

先开引风机后开鼓风机，随后利用喂料斗直接往燃烧室投矽石就可以继续燃烧。

四、主要技术数据

全部燃烧矽石蒸发量	5吨/时
掺15~20%烟煤屑蒸发量	6~7吨/时
工作压力	3公斤/厘米 ²
锅炉热效率	70%
矽石低位发热量	550~1500大卡/公斤
燃矽石量	2.8~3.5吨/时
燃烧室容积	26.9米 ³
燃烧室各区温度	
①沸腾区	850~1000°C
②过渡区	750~900°C
③悬浮区（即燃烧室出口温度）	600~700°C
燃烧室各区气流速度	
①沸腾区	1.05米/秒
②悬浮区	0.3米/秒
矽石所需空气量	6000~8000米 ³ /时

其中二次风量占一次风量的15~20%

五、矽石渣的利用

用20%沈阳煤矿矽石渣、80%本溪矿矽石渣混合后，按重量比将77%矽石渣、19%生石灰、4%石膏送入球磨机磨细。以此料做成的混凝土块，经抗压破坏试验，混凝土标号可达200#，水泥标号相当于350#~400#。

沈阳70—2号铸铁锅炉

沈阳市房产局机械修造厂

过去，在修正主义办企业路线的毒害下，我厂一直生产M型铸铁锅炉。

经过无产阶级文化大革命，提高了广大革命职工路线斗争的觉悟，在伟大领袖毛主席关于“打破洋框框，走自己工业发展道路”的光辉思想指引下，在辽宁无线电压铸件厂革命工人创造的铸铁锅炉启示下，制造出沈阳70—2号铸铁锅炉。

一、结构与特点

该炉共12片。由前片、前反、中汽片、中片、后反、后片连接组成（见图1—5），连接方法是对丝连接。

炉排由148根 420×32 毫米的炉条并列组成。

因为采用鼓风，所以底座中央由2毫米铁板焊接成一个密封箱，供鼓风及扒灰用。

为了使燃料得以充分燃烧，在炉膛内壁10~11片中间加挡火墙（可根据实际情况向前适当移动）。

烟气流向：烟气越过挡火墙流向后反，上升通过中片中间的36根 $\phi 60$ 毫米的烟管流向前反，再由前反通过中片两侧24根 $\phi 60$ 毫米的烟管，经后片流出，通过省煤器最后由烟囱排出。

为了降低排烟温度，在炉尾增设一组28根鳍片式省煤器。

因为烟气通过60根烟管和省煤器，所以烟气阻力比较大，需配备鼓、引风机各一台。

采用密封炉条，强力鼓风，可烧劣质煤，同时炉渣含炭量低。

应用这种铸铁锅炉，可为国家节约大量优质钢材。当材质为球墨铸铁时可以烧蒸汽。耗煤量小，效热率高。

二、技术数据

煤种	阜新九级粉
低位发热量	4400大卡/公斤（查表）
供热量	58.59万大卡/时
炉排有效面积	1.92米 ²
炉膛容积	3.2米 ³
受热面积	38米 ²
耗煤量	166公斤/时

排烟温度	133°C
锅炉热效率	80.2%
节煤率	31.3%
出口温度	84.7°C
回水温度	61.3°C

2.8吨/时 蒸 汽 锅 炉

沈阳医学院第三附属医院

我院过去一直沿用日伪时期遗留下来的三台54马力考克兰锅炉，每天要“吃”掉3.5吨原煤。

在党的“九大”精神鼓舞下，我院广大革命工人凭着一颗红心两只手，以革命加拚命的冲天干劲，克服了重重困难，自己动手，苦干四十多天，造出了一台2.8吨/时水管式蒸汽锅炉，代替了原三台考克兰锅炉。这是战无不胜的毛泽东思想的伟大胜利。

一、构 造

该炉由汽鼓、水冷壁管、对流管束、省煤器等组成，见图1—6。

锅筒利用原兰开夏锅炉外壳制成，长6米，按锅筒的长度构成整个炉体。在锅筒的中部设有1.2米高的挡火墙，将炉体分成两部分。前部为炉膛，由汽鼓侧面引出双排水冷壁管（ $\phi 67 \times 7$ 毫米的无缝钢管，共22根）；此外，为了充分利用炉膛的辐射热，在炉膛上部还装有三排管束，共23根。后半部分为对流传道，设有三组对流管束，共86根。为了降低排烟温度，在烟道出口处装有两组钢管省煤器，共74根。

燃料在炉排上燃烧，生成的烟气，向上经过顶部管束，进入第一烟道，然后进入第二、第三烟道，分别冲刷一、二、三组对流管束，流经尾部省煤器，最后进入烟囱。

炉体外形尺寸（长 \times 宽 \times 高）为6100 \times 3120 \times 3900毫米。

二、特 点

1. 锅炉结构简单，易于制造。
2. 自然通风。
3. 受热面积大，升温快。与考克兰锅炉相比，节煤27%。

三、技 术 数 据

蒸发量 2.81吨/时

低位发热量	5400大卡/公斤
工作压力	5公斤/厘米 ²
耗煤量	455公斤/时
炉膛容积	5.5米 ³
炉排面积	3.96米 ²
总受热面积	109米 ²
烟囱高度	37米
炉膛温度	1300°C
排烟温度	220°C
锅炉热效率	74%
钢材消耗量	5.5吨
耗钢率	1.8吨/吨-汽

4 吨/时 卧式三回程燃油锅炉

沈阳市煤气一厂

我厂原有的生产锅炉大多数是兰开夏锅炉，耗油量大，热效率低，每年浪费国家大量油料。

在党的“九大”团结、胜利路线指引下，广大工人群众怀着无限忠于伟大领袖毛主席的赤胆忠心，决心革“油老虎”的命，从“虎口”夺油。在厂革委会的领导下，锅炉和维修工人成立了锅炉革命小组，革命工人怀揣红宝书，手持工具，日夜战斗在炉旁，在一缺设备，二缺资料的情况下，边学习，边制作，边研究，克服了很多困难，完全依靠自己的力量，以革命加拚命，苦干加巧干的精神，成功地利用兰开夏锅炉外壳制成了4吨/时卧式三回程燃油锅炉。

一、构造及特点

炉体主要由锅筒、烟气管束、水冷壁管、下降管及下联箱组成。见图1—7a。锅筒利用兰开夏锅炉外壳制成，直径2325毫米，长4500毫米，它的两端由封头封固。在锅筒的封头上焊有烟气管束两组，第一组73根（ $\phi 76 \times 3.5$ 毫米），构成烟气的第二回程，第二组59根（ $\phi 76 \times 3.5$ 毫米），构成烟气的第三回程。在锅筒两侧焊有双排水冷壁管（ $\phi 63.5 \times 6$ 毫米）和两根下降管（ $\phi 133 \times 5$ 毫米），均与下部联箱（ $\phi 219 \times 8$ 毫米）连接。锅筒下部与两侧水冷壁之间构成炉膛，长2950毫米，宽2500毫米，高810毫米。

为了更好地利用烟气的热量，降低排烟温度，在锅炉尾部设有管式省煤器。

燃料在炉膛充分燃烧后，生成的烟气经下部烟室进入第一组烟气管束，反到前部经前烟箱转入第二组烟气管束，然后进入省煤器，经由引风机引出。

在炉膛的前墙设喷油嘴两个。喷油嘴由嘴套、嘴芯和压片组成，见图 1—7b。装配时，先将压片贴住嘴芯装入嘴套，然后把嘴套套在油管上，将其拧紧。重油在炉膛的雾化是利用油泵将油压提高至12~15个大气压后，经过油管进入压片上的小孔，被分配至嘴芯上的圆周槽中，然后进入切线槽，以切线方向转入中心，以旋涡流动从喷口喷入炉膛。

为了调节喷油嘴伸入炉膛的长度，采用了调整套管进行调节。

为了保证重油完全燃烧，必须将足够的空气送至喷油嘴附近火炬扩张的地方。否则将导致碳氢化合物的析出，引起冒烟和形成炭黑，因此采用了空气分配叶片。见图 1—7b_s。从鼓风机来的空气，经过空气分配叶片，使空气发生旋转，送至喷油嘴附近火炬扩张处，使重油和空气充分混合，完全燃烧。

为了保证喷油嘴正常工作，喷油嘴的喷油能力应符合锅炉的耗油量，油泵的扬程最好为120~150米。为了使火焰均匀地充满炉膛，每隔1000~1200毫米安装一个喷油嘴比较合适，但要避免冲击炉墙。

在炉膛内部还布有耐火砖砌成的花格墙——蓄热室。见图 1—7c。蓄热室的作用：1. 燃烧重油时，具有较高的炉膛热负荷和较小的过剩空气系数，炉内温度很高。被加热至1000°C以上的耐火砖具有很高的辐射能力，增强了与受热面的辐射换热。2. 由于喷射火焰撞击着灼热的耐火砖，增大了扰动和着火面积，使重油能更快地燃烬。

1. 由普型耐火砖砌花格墙，高700毫米。
2. 由普型耐火砖砌成1砖厚的T型墙，高至锅筒底皮。
3. 由普型耐火砖砌成1砖厚的拱墙，高至锅筒底皮。
4. 内墙一块耐火砖。
5. 外墙一块红砖。

旧兰开夏锅炉不仅炉体大、笨重、浪费钢材，而且耗油多，出力小，热效率低，所以称之为“油老虎”。4吨/时卧式三回程燃油锅炉的特点是利用旧兰开夏锅炉外壳制成锅筒，这就首先节省了大量的锅炉钢板。由于采用了良好的机械雾化及布置蓄热室等，烟囱不冒黑烟，提高了热效率，节约了大量的重油。这种炉子的构造比较简单，制作不复杂，由于没有炉排和清灰等装置，所以司炉人员操作比较轻便。但在喷油系统上，由于有清扫、过滤和加热等工作，所以运行维护必须仔细。

二、技术数据

蒸发量 吨/时	工作压力 公斤/厘米 ²	蒸汽温度 °C	受热面积 米 ²		炉膛容积 米 ³	排烟温度 °C	热效率 %	耗油量 公斤/时	金属重量 吨	金属耗用率 吨/吨汽
			对 流	辐 射						
3.6	3.5	饱和	122.8	22	6	150	80	285	11	2.4

三、注意的问题

1. 为了防止挂灰，影响导热，须定期清扫烟管（每星期一次，每次30分钟）。
2. 喷油嘴在工作过程中，需要经常清扫。

四、主要附属设备

序号	名 称	型 号 及 规 格	单 位	数 量	备 注
1	钠离子交换器	$\phi = 1600$ H = 2250	台	2	
2	盐 溶 解 器	$\phi = 700$ H = 1000	台	1	
3	水 泵	SSM 50 × 9 流量 10.8~21.6米 ³ /时 扬程 90~63米 转数 1450转/分	台	2	
4	油 泵	KCB-18.3 流量 1.1 米 ³ /时 扬程 145 米	台	2	
5	鼓 风 机	4-62-11 风量 6700米 ³ /时 风压 140公斤/米 ² 转数 2900转/分	台	1	
6	引 风 机	Y4-72-114.5A 风量 12000米 ³ /时 风压 110公斤/米 ² 转数 2900转/分	台	1	
7	电 机	JQO62-4 功率 10瓩 转数 1450转/分	台	1	配 水 泵
8	电 机	JO41-4 功率 1.7瓩 转数 1450转/分	台	1	配 油 泵
9	电 机	JO51-2 功率 4.5瓩 转数 2900转/分	台	1	配 鼓 风 机
10	电 机	JO52-2 功率 7瓩 转数 2900转/分	台	1	配 引 风 机

双 炉 膛 热 水 锅 炉

辽宁省革委会机关第一房产维修队

我队革命工人学习了伟大领袖毛主席关于“实践、认识、再实践、再认识”的教导，在缺乏图纸资料和技术力量的情况下，细心研究，仔细琢磨，不断实践，制造出一台双炉膛热水锅炉。

这台锅炉出力大，代替了原来八个锅炉房的十八台锅炉(5 M × 13型锅炉十二台，54马力的考克兰锅炉四台，84马力的兰开夏锅炉一台，爱克来锅炉一台)。由原来分散供暖，联成集中供暖，采暖面积41600米²。耗煤量由历年的2900吨下降为1100吨，每年可为国家节约用煤1800吨，司炉工人由58名减少到18名。

一、构 造 和 特 点

该炉为双炉膛热水锅炉。由炉体和五组省煤器组成，见图 1—8。

炉体长7.95米，宽4.54米，高4.57米，共分三个回程。

利用旧兰开夏锅炉的外壳，在其内插入175根 $\phi 60 \times 3.5$ 毫米的无缝钢管作为烟管。在外壳底部，沿筒体的长度布有两排水冷壁管构成燃烧室。在燃烧室的中间又装有一排双面水冷壁管，即将燃烧室分为两部分，形成双炉膛。为了增加烟气流程，在炉膛内设两道挡火墙。烟气在分炉膛内绕过两道挡火墙后向上进入烟管，经烟管后，又分左右两股向后，流经五组省煤器，由引风机排出。

该炉有两个炉膛，可以分别向两个炉膛投煤，这样，可使投煤均匀，燃烧充分。炉膛温度可达 1300°C 左右。同时清炉方便。炉膛水冷壁下部，用耐火砖砌成 45° 角、高200毫米的斜坡，以免四周堆灰。

炉门采用水冷方式，与锅炉的水循环系统合为一体。由锅筒来水，经炉门水冷套后进入联箱。采用这种结构，炉门浅，投煤、扒灰方便。

炉膛高1米。利用5M铸铁炉的炉排，其面积为 7米^2 。炉子结构简单，便于制造安装，可以利旧利废。

二、热工数据

在保证室内温度为 $16\sim 18^{\circ}\text{C}$ 时，进行了多次的实测，数据如下：

供热量	482万大卡/时
工作压力	3公斤/厘米 ²
炉膛温度	1300°C
排烟温度	170°C
出水温度	90°C
回水温度	75°C
循环水量	320吨/时
锅炉热效率	78.4%

三、主要消耗材料及设备

无缝钢管		12吨
钢板		3.7吨
金属使用率		3.26吨/百万大卡
水泵	8Sh—13	1台
	6Sh—9A	1台
引风机	Y4—73—11 №9	1台
鼓风机	(利用旧的)	2台
磺化煤水处理设备		1套

600^{万大卡}/_时 振动炉排热水锅炉

原东北电力机械制造公司

原东北电力机械制造公司机关广大职工，活学活用毛泽东思想，发扬敢想、敢干、敢于革命的精神，提出“大干二十天，打倒‘煤老虎’，气死帝修反，大造中国炉”的战斗口号。在各兄弟单位的大力协助支持下，打了一场锅炉革命的人民战争，成功地制造了一台热水锅炉。实现了“一家烧炉十家暖”的大面积联片集中供热，经过两个采暖期运行情况证明，效果良好。

一、结 构

该炉由前、后及两侧四组水冷壁、九组竖向对流管束及管式空气预热器组成。炉子长8.38米、宽3.086米、高4.2米。见图1—9。

炉膛长3.5米、宽2.1米、高3.2米。炉膛内有前后拱，以利于燃料着火和炉膛内气流的混合。九组对流管束并联成三组。烟气在对流烟道内左右来回四次横向冲刷管束，管束间前面高温部分为砖砌隔烟墙，后面为钢板制成的隔烟板。空气预热器由496根 $\phi 40 \times 1.5$ 毫米、长1.6米的有缝钢管制成。

运煤除灰均用单斗提升机。炉排下的漏煤用螺旋输送机送出。

燃烧设备为振动炉排。运行时煤从煤斗落到炉排上，沿着炉排长度方向逐渐向后移动。煤进入炉膛首先受到炉膛高温辐射烘干，析出挥发物，剩下的焦炭就在炉排上着火燃烧，燃烬后变成灰渣由炉膛后部落入灰斗。煤在燃烧过程中由于炉排的振动起着松动煤层的作用。因此煤的燃烧比较激烈，炉排热负荷较高。进风分成四段，根据需要调节各段风量。

炉排本体是由一组焊接的上框架和一组下框架组成。130片铸铁炉排片搁置在上框架的“7”字型横梁上，用弹簧钩拉紧。上框架用与水平成 $60 \sim 70^\circ$ 的钢板支承，钢板下部固定在下框架的底板上。炉排前方装有一组振荡器，在高速旋转时产生惯性力，带动炉排片和上框架来回振动，从而使煤向后跳跃前进。振荡器是由轴承、轴、皮带轮及偏心重块组成。改变偏心块的重量或弹簧板的长度和数量，就能改变振动炉排的共振频率和振幅。炉排的振频在 $600 \sim 1400$ 次/分，振幅 $3 \sim 5$ 毫米，煤的前进速度约150毫米/秒左右，共振频率用变速马达实调。

二、技 术 数 据

供热量	600万大卡/时
工作压力	6公斤/厘米 ²

5044986

出水温度	70°C
回水温度	50°C
循环水量	300吨/时
炉排有效面积	6.05米 ²
辐射受热面	28米 ²
对流受热面	229米 ²
空气预热器受热面	96米 ²
总受热面	353米 ²
燃煤量	1600公斤/时
低位发热量	4700大卡/公斤
排烟温度	160°C
锅炉热效率	80%

三、主要设备及材料

无缝钢管	1457公斤	
有缝钢管 $\phi 40 \times 1.5$	1200公斤	
非受压部件钢材	8130公斤	
金属总耗量	23.8吨	
金属使用率	2.61吨/百万大卡	
引风机	Y4-73-11No8D	1台
鼓风机	4-73-11No8D	1台
循环水泵	6BA-8	1台
循环水泵	8DA13	2台

四、集中联片供热的效果

全部供热面积达 59000米²，成为十个单位联片采暖的锅炉房。为此，取消了原锅炉房七个，拆除140马力兰开夏锅炉四台，5 M 铸铁锅炉14台，每年节煤1400吨，节省司炉工人约 26人。

160^{万大卡}/时 燃 煤 气 锅 炉

东 北 电 力 局

我局机关革命职工“从战争学习战争”，在学习兄弟单位锅炉改造经验的基础上，边研

究，边施工，边实践，边改进，奋战了六十天，改制成了一台燃煤气锅炉，代替了原来两台兰开夏和一台5M型锅炉。供暖面积达一万七千平方米，节煤百分之三十一.五，司炉工人由十六人减少到八人。

一、炉体结构

这台炉是双炉膛管式锅炉，由五个主要部分组成，见图1—10a和图1—10b。

1. 锅筒：利用旧兰开夏锅炉的外壳，两端焊上封头制成。筒内装有纵向布置的103根直径为 89×5 毫米的烟管，两端焊接在锅筒的封头上。

2. 煤气发生室：位于炉体的前部，分左右两室。底部炉排用 $\phi 42$ 毫米圆钢做成，纵向排列。炉排上部为发生室炉膛，四壁设有方形水套，水套上部的两侧布置水冷壁，每侧用 $\phi 76 \times 6$ 毫米的钢管组成。炉排下部为水封室，水面离炉排280毫米，水深为450毫米，水位变动一般不超过50毫米。在水封室上部，约离炉排130毫米处，装设有一次风管。

3. 燃烧室：为双炉膛，与煤气发生室相对应。燃烧室各侧分别布有29根 $\phi 76 \times 6$ 毫米的水冷壁管，室内设有花格墙，起蓄热作用。使煤气能在燃烧室内迂回前进，加长燃烧行程，保证充分燃烧。

4. 省煤器：共五组。第一组布置在煤气燃烧室后部，其余四组装在尾部烟道中，每组由三排错列的 $\phi 62 \times 5$ 毫米钢管组成，共99根。

5. 点火炉：位于煤气燃烧室的前两侧，它的作用是：1) 提高煤气燃烧室的温度，点燃煤气；2) 给煤气发生室准备底火；3) 节约点火劈柴，并且比较安全。

6. 送风系统：见图1—10c。

除了在煤气发生室下部装有一次风管外，在煤气喷出口处装有二次风管，保证煤气在燃烧室内充分燃烧。

二、操作程序

1. 点火前的准备工作：

(a) 在锅炉点火前的一个小时，升起点火炉，使煤块处于半燃状态，点火时再加强燃烧。(b) 备煤。把较大煤块选出来，碎煤用水和成泥状，水份不要过大。

2. 点火：把下炉门用泥封好，用大块炉渣（一般不超过100毫米）铺在炉排上面，中间铺成200毫米厚，四周铺100毫米厚，为的是通风均匀。打开风机，吹跑碎灰，把点火炉的半燃状态的煤均匀放在炉渣层上。接着开始投煤，第一层加煤块，第二层加碎干煤，第三层加水湿的煤，铺成凹形，坡度不要太大，四周要砸实，可减少烧穿现象，关闭上炉门用泥封好。打开水封盖板，检查水位高度。把二次风门开到四分之一处，开动风机，然后将一次风门开到十分之一处，煤气进入燃烧室，碰到由点火炉喷入的火焰，开始着火，十分钟后，随着发生煤气的增多，燃烧渐渐剧烈起来。这时必须把二次风门开到二分之一处，并渐开大一次风门，保持煤气在燃烧室内完全燃烧，以燃烧室内火焰不发暗为限。若发现煤气孔有火苗，证明煤层已被烧穿，这时就逐渐减小二次风，加大一次风，最后把一次风门开到最大，二次风门关死，这样才能保持炉膛升温。当发现火苗已经很短时，说明烧穿处的煤已烧完，这时把二次风门开到四分之一处，关死一次风门，打开炉门，把未着的硬煤拨到有火的位置上，

关上炉门，逐渐加大一次风，在第一次烧穿后，就要勤看火，勤拨煤。如果出现两个煤气发生室煤燃烧的程度不一样时，就单独给未烧完的炉膛鼓风，到烧完为止。最后停止给风，关上烟道闸门，把点火炉压上火，准备下次点火用。

第二次升火前的准备工作。打开下炉门，取出大块炉渣，以免影响通风。把剩下的全部炉渣铺平，其它程序同前次一样，只是铺煤凹度比第一次稍大些。

三、主要技术数据

供热量	162.25万大卡/时
低位发热量	4818大卡/公斤（新邱煤） 5272大卡/公斤（抚顺原煤）
煤种	抚顺、新邱混合煤
耗煤量	400公斤/时
排烟热损失	9.9%
化学热损失	6.3%
机械热损失	1.13%
散失热损失	2%
物理热损失	0.28%
锅炉热效率	80.39%
节煤率	31.5%
耗用钢材量（受压部件）	24吨
循环水泵	6K 8型 2台
送风机	6-A型 1台

四、注意事项

1. 点火时，打开一、二次风门后的十至二十分钟期间，工作人员不要在安全门和点火门处停留。因为此时大量发生煤气，容易爆开安全门。
2. 开点火炉门时，不要面对炉门，因点火炉煤层厚，容易“打抢”。

五、改进意见

1. 水套宽度加大20毫米，加高500毫米，四角做成圆形。这样改后，可减少结焦，便于出灰，增厚煤层，延长发生煤气时间。
2. 排烟温度过低，烟道省煤器可减少到三组。每组之间的间隔，以及排管与烟墙的间隔应加大，以便清扫。
3. 由于这种炉子是处于正压燃烧。所以在炉墙和炉门上都要特别注意解决密封问题。
4. 前炉门应改成一个大炉门，大炉门上再装一个小炉门。从而解决二个小炉门出灰劳动强度大的问题。

4 吨/时 卧式水火管锅炉

沈阳市胶鞋厂

我厂革命工人，怀着为伟大领袖毛主席争光，为伟大社会主义祖国争光的豪情壮志，艰苦奋斗，利用旧兰开夏锅炉外壳，制成一台卧式水火管锅炉，彻底改变了过去长期供汽量不足的状况。

一、炉体结构

炉体结构见图 1—11。锅筒利用旧兰开夏锅炉外壳制成，直径2230毫米，长4180毫米。筒内装有41根烟管（ $\phi 133 \times 5$ 毫米）。其底部两侧有两排水冷壁管（ $\phi 63.5 \times 3.5$ 毫米共78根）构成炉膛，炉膛容积为2.88米³。此外，为了充分利用烟气的热量，在锅筒两侧的上部还装有两排管束，以便吸收烟气进入烟囱前的热量。

后部对流管束的上、下汽鼓是利用旧兰开夏锅炉炉胆制成的，直径820毫米，长3900毫米，其间有9排管束，共162根。上汽鼓由一根 $\phi 133 \times 5$ 毫米的导汽管与锅筒连通，下汽鼓由 $\phi 219 \times 6$ 毫米的管与两侧下联箱连通。

该炉为自然通风，烟囱高度为38.5米。

燃料在炉膛燃烧后产生的烟气，经过挡火墙流向后部，绕过对流管束中间部分，进入烟管，会集于前烟箱，然后转入两侧烟道先经中部上升管，后经对流管束两侧部分，进入后烟箱，最后进入烟道，经烟囱排出。

二、技术数据

蒸发量	3.5吨/时
工作压力	5 公斤/厘米 ²
对流受热面积	139米 ²
辐射受热面积	20.5米 ²
炉排面积	3.6米 ²
炉膛温度	1100°C
排烟温度	290°C
锅炉热效率	71.7%
低位发热量	5200大卡/公斤
耗煤量	546.3公斤/时
节煤率	30.2%

锅炉受压部件金属耗量

7.6吨 (不计锅筒)

三、改进意见

1. 排烟温度较高。应在锅筒后部增加排管和省煤器。
2. 汽室较小。应增大贮汽装置。

汽水两用锅炉

沈阳市第二建筑工程公司

我公司广大革命职工，遵照毛主席关于“中国应当对于人类有较大的贡献”的伟大教导，大搞锅炉革命，边研究，边设计，边制造，经过十二天的艰苦奋斗，试制一台自然通风汽水两用锅炉。代替了原兰克夏锅炉一台，5 M 锅炉一台，可供11000米³的建筑物取暖，并设有自动循环装置一套，省去了供热系统的循环水泵。一个采暖期可节电25000度。

一、炉体结构及特点

锅炉本体是由前部锅体和后部对流排管两大部分所组成。前部锅炉是由三个锅筒及其下部的水冷壁管组成，为锅炉的产汽部分。三个锅筒成等腰三角形纵向放置。锅筒下部与水冷壁连接构成炉膛。炉膛中间还有一排纵向管，形成双面水冷壁管。炉膛的两侧为双排水冷壁管，其外侧一排与后部对流排管组成一体，为锅炉的温水部分。见图 1—12a。

该炉受热面积82米²，炉排面积3.6米²，炉膛容积12.3米³。

燃料在炉排上燃烧后，烟气由炉膛绕过挡火墙，分别进入第一、第二、第三烟道，冲刷后部对流管束，最后由烟囱排入大气。烟气流程见图 1—12b。

该炉特点如下：

1. 汽水两用。此炉能同时烧蒸汽及热水，其操作方法见图 1—12c。首先将17号水位表定好，其水面定在上锅筒的二分之一处，将13号和20号汽水调节门关闭，使汽、水系统分开。锅炉产生蒸汽后，经7号门进入4号分汽罐，然后分配给用户，或经5号门送入汽水自动循环装置，用蒸汽推动热水循环流动。如有余汽，可将14号余汽补给汽门打开，往15号集水罐送汽，提高水温。11号为锅炉补给水箱，补水时打开6号汽门，锅炉蒸汽由分汽罐进入水箱，由于水箱高于锅筒0.8米，故水能自动流入锅炉，补充锅炉用水。

此外，该炉可以全供热水，又可全供蒸汽。烧热水时，从2号回水管流向1号错汽罐，经18号回水管道，进入19号排管，通过20号汽水调节门进入锅炉。通过15号集水罐，经16号主送水管送入供暖系统，经由2号回水管循环流动。

全烧汽时，定好水位表后，即关闭7号、14号门，开20号、13号门，将15号集水罐变为

蒸汽罐。锅炉产生蒸汽后进入15号，经16号分别送至室内。

2. 该炉采取自然通风，烟囱高为20米，取消鼓、引风动力设备。

3. 采用汽水自动循环装置，代替循环水泵，适应备战的需要，在战时断电情况下仍能正常运行。

4. 出力大，热效率高。

二、技术数据

供热量	130万大卡/时
燃煤量	362公斤/时
低位发热量	4653大卡/公斤
炉膛温度	1320°C
排烟温度	200°C
锅炉热效率	77.3%
节煤率	28.8%
出水温度	85°C
回水温度	59°C
循环水量	49500公斤/时

三、耗用材料

本着“要节约闹革命”的精神，利用旧兰开夏锅炉炉胆8.4米，分四段，每段2.1米，其中锅筒用三段，集水缶用一段。两端封头板全部利用兰开夏锅炉外壳钢板制成。其它耗用材料如下：

受压部件耗钢量	9000公斤
金属使用率	6.9吨/百万大卡

四、改进意见

铸铁梁应改为排管，可防止变形，还可提高锅炉的热效率。

k4-13 型 锅炉 改造

沈阳 机车 车辆 工厂

我厂革命职工高举“鞍钢宪法”伟大红旗，遵照毛主席关于“抓革命，促生产”的伟大教导，以工人阶级敢想、敢干、敢革命的英雄气概，成功地把一台 K4-13 型炉改造成为煤粉炉。降低了灰渣含炭量，提高了热效率，节约了煤炭。这台锅炉的改造成功是毛泽东思想的伟大胜利。

一、锅炉 本体 部份

(一) 改动部分

K4-13 型锅炉从原锅炉房移至集中锅炉房内，安装于10吨/时 ДKB 锅炉的基础上。外形尺寸（长×宽×高）由5.4×4.65×4.5米改为7.7×4.65×6.5米（不包括灰斗高度），本体部分做如下改变。

1. 加装上汽包一个，尺寸（内径×厚×长）为1000×16×4600毫米。
2. 加装横联箱一个，尺寸为 $\phi 300 \times 10 \times 4600$ 毫米。
3. 加装侧联箱两个，尺寸为 $\phi 219 \times 10 \times 3500$ 毫米。
4. 加装水冷壁管36根，尺寸为 $\phi 51 \times 2.5 \times 5000$ （长度为平均值）毫米。
5. 加装防渣排管、对流管束124根，尺寸为 $\phi 51 \times 2.5 \times 5500$ （长度为平均值）毫米。
6. 前后汽包由五根汽联通管连接，尺寸为 $\phi 102 \times 4$ 毫米。
7. 原 K4 炉下汽鼓与新增联箱由六根降水管连接，尺寸为 $\phi 102 \times 4$ 毫米。
8. 前后汽包水连通管，尺寸为 $\phi 51 \times 2.5$ 毫米的31根，尺寸为 $\phi 102 \times 4$ 毫米的两根。
9. 前汽包增加 $\phi 90$ 毫米安全阀两个。
10. 上水管管径由 $\phi 40$ 毫米增大为 $\phi 65$ 毫米。
11. 主蒸汽管由 $\phi 108 \times 5$ 毫米扩大为 $\phi 159 \times 6$ 毫米。

本体部分经过以上改变，受热面积由原来197米²增加至333米²，炉膛容积由17.2米³增加至57米³。新增设的汽包与水冷壁，联箱组成新的炉膛。见图2—1 a。

(二) 本体各部基本作用及结构

热空气携带煤粉经竖井进入炉膛（燃烧室），并在其中悬浮燃烧形成火炬。燃烧着的煤粉及燃烧产物主要以幅射的方式把热量传递给四周的水冷壁，因而在燃烧室里同时进行着燃烧和传热两个过程。煤以粉状燃烧的目的就是要增加与空气的接触面，使燃烧强烈而充分。炉内火焰中心处的最高温度可达1500℃以上。由于煤粉在炉中逗留时间很短，因而如何更好的组织燃烧过程，恰当的配合空气与煤粉的比例，使煤粉在炉中迅速着火燃烬，减少机械和

化学不完全燃烧损失，这是搞煤粉炉十分重要的问题。我们在K 4炉的改造工作中，除了适当的布置幅射受热面，保证炉膛容积热负荷外，还对竖井高度、喷口的形状和二次风的布置等方面做过几次改动。

1. 燃烧室：

燃烧室是一台锅炉最主要的部分。锅炉改造设计，根据燃料特性、额定蒸发量、蒸汽参数等基本数据进行热力计算。一般炉内传热计算的方法有两种：（1）选定炉膛出口烟温，由炉膛容积热负荷（约 120×10^3 大卡/米³时）求出炉膛容积；由炉膛容积再求出各部炉墙面积；再计算出幅射受热面，确定水冷壁的布置方案。（2）与上述相反，预先确定炉子各部尺寸及幅射受热面，校核炉膛出口烟温及容积热负荷。

但是在小型锅炉的计算中，不论那种方法都会出现水冷壁敷设度（ $\psi = \frac{H_a}{F_{cm}}$ ）较小的现象。也就是会出现炉墙面积较大而所需的幅射受热面积较小（第一种计算方法）或炉膛出口烟温比初选定的出口烟温低的（第二种计算方法）现象。这就要求把水冷壁管布置得较稀，即相对管距取的较大。

2. 竖井：

竖井是磨煤机和燃烧室的联接部分。它的作用：一是输送煤粉；二是分离煤粉。竖井借助于自身的高度和内部挡板、百叶窗等对煤粉进行粗分离（重力和离心力），所以增加竖井的高度对分离煤粉来讲是有好处的。但是，由于竖井与燃烧室都是直接连接，如果增加竖井的高度势必会使炉膛容积得不到充分利用，增加各项热损失，降低出力，严重的甚至会出现炉膛出口处结焦，所以从这方面考虑，则应该降低竖井的高度。然而太低的竖井不仅不利于煤粉分离，而且更主要的是因为炉膛下部温度太高而造成灰斗结焦。考虑到上述诸方面矛盾，一般认为，应该在不造成灰斗结焦的前提下，尽量降低竖井的高度。一般竖井喷口下沿距冷灰斗约1~1.2米高为宜。

该炉由于新增设的炉膛灰斗部分没安装水冷壁管，成了“热灰斗”，故竖井的高度比一般推荐值高500毫米左右，实际高度为1.7米。

3. 竖井喷口：

竖井喷口形状对气粉混合物的流动情况影响很大，为了减低粉流进入炉膛的速度，故把K 4炉喷口部分做成缩放的形状，并加了楔舌和隔板。这样粉流分成几股，一出喷口就扩散开来，由于二次风的搅动配合，在出口处就产生旋涡，加强风粉的混合和吸收炉内高温介质热量，迅速着火燃烧。从完全燃烧的角度来看，着火点愈靠近喷口愈好。

4. 二次风：

对于竖井式煤粉炉来说，确定二次风的风量、速度和风口的位置、角度都是很重要的问题。配置不当不仅不能发挥二次风的作用，相反会恶化燃烧工况。K 4炉二次风量占总风量的30~40%（与煤种有关），风速在25米/秒左右。后墙一排二次风口共7个（50×70毫米），上倾22°角；前墙下部一排二次风口共8个（φ63毫米），上倾30°角；前墙上部一排风口共8个（φ63毫米），下倾35°角。运行中发现前墙上部二次风使火焰下移较大，造成灰斗结焦，将其拆除后，锅炉运行情况一直很好。但是，如果不拆除而是适当控制前墙上部二次风的风量、风速，使其只起供应部分空气的作用，锅炉燃烧情况也会好转。

5. 锅炉管束：

原K 4炉炉体提高，安置于燃烧室后，成为对流受热面。从炉膛出来的热烟气在其中纵向

冲刷后，再引向尾部受热面。

(三) 尾部受热面

原K 4炉无尾部受热面，故排烟温度高于 200°C 。现加装了省煤器 (72米^2)，空气预热器 (212米^2)，使排烟温度降低至 100°C 。

1. 省煤器：

省煤器采用铸铁和钢管两种型式。为防止烟气转弯处飞灰的不均匀磨损，故将铸铁省煤器高位布置。省煤器出口水温在 $90\sim 100^{\circ}\text{C}$ ，不会出现汽化。

2. 空气预热器：

这台炉采用了多道双流管式空气预热器一级布置。见图 2—1b。

二、锅 炉 辅 机 部 分

(一) 制粉系统

1. 给煤机：

设两台螺旋式给煤机，分别由蒸汽机车原动机带动。原动机转速为 $50\sim 250$ 转/分。给煤机转速为 $2\sim 4$ 转/分。每台给煤量约为 $490\sim 950$ 公斤/时。要求给煤机根据负荷变化和磨煤机运行情况随意调节。因为小型磨煤机的储煤、磨煤能力较小，所以要求给煤机必须均匀而连续的给煤，以保证磨煤机既不会因过载而烧毁电机，也不会因断煤而造成炉内燃烧不稳定。该炉用控制原动机进汽量的办法，可随时调整给煤量，既简单又可靠。

2. 磨煤机：

设两台轴流快速锤击式磨煤机。转子直径为700毫米，长度435毫米。每台有24个锤子，用28瓩电机带动 (1460 转/分)，最大磨煤量约为 1000 公斤/时。竖井式磨煤机最大的优点是系统简单，省钢材，投资少。而且，由于其空载功率较小，消耗于磨煤的功率随出力的上升而增加，所以可以满意地工作于低负荷。这些都是圆筒式球磨机所不能比拟的。磨煤机出力与转子直径、长度和转速有很大关系。增大转子尺寸或转速都会提高磨煤机出力。我们在该炉上曾试用过几种不同材质的锤头。其更换时间是：球墨铸铁 $5\sim 6$ 天，铸钢锤 $7\sim 8$ 天，中锰球墨铸铁 $20\sim 21$ 天，全锻造轮钢 $13\sim 14$ 天。金属消耗量平均每吨煤消耗钢铁 $100\sim 200$ 克。金属消耗量大，并且时常更换锤头，这是这种磨煤机最大的缺点。

磨煤机出力还与通风量有很大关系，随着风量的增加，磨煤机出力可提高 $1.5\sim 2$ 倍，所以，在确定磨煤机尺寸时，通风情况是不可忽略的因素。

(二) 鼓风、引风设备

原K 4炉为自然通风，现改为强制通风。

1. 增设鼓风机一台。风量 $19000\text{米}^3/\text{时}$ ，风压186毫米水柱。

2. 增设引风机一台。风量 $27000\text{米}^3/\text{时}$ ，风压215毫米水柱。

(三) 除灰系统

水封式人工除灰。K 4炉灰斗下灰管浸入水槽，落入水槽的灰渣，由人工清除，消除了干灰对环境卫生的危害，并防止了冷风从灰斗漏入炉膛，这对保持灰斗和炉膛的温度，提高锅炉热经济性有很大好处。

(四) 点火设备

点火采用油喷嘴两个，装在前墙。需点火时，就用压缩空气将油箱来油通过喷嘴雾化喷

入炉膛，以火种点燃即可。

(五) 电控测示系统

该炉有集中配电盘和操作箱各一个。其中包括自动上水、高温仪表、热工仪表等。所有电机操作线路集中于操作盘上。操作者一人根据表盘指示就可操纵。

三、技术数据

蒸发量	9.28吨/时
工作压力	8.2公斤/厘米 ²
蒸汽温度	饱和温度
给水温度	34.4°C
汽锅受热面	333米 ²
省煤器受热面	72米 ²
空气预热器受热面	212米 ²
炉膛容积	57米 ³
燃煤低位发热量	5041大卡/公斤 (阜新煤)
燃煤量	1276公斤/时
锅炉效率	90.12%
排烟温度	97°C
灰渣含炭量	1.7%
节煤量	3000吨/年
钢材总消耗量	22吨

DKB^{6.5}/₁₃型 锅炉改造

新光机械厂

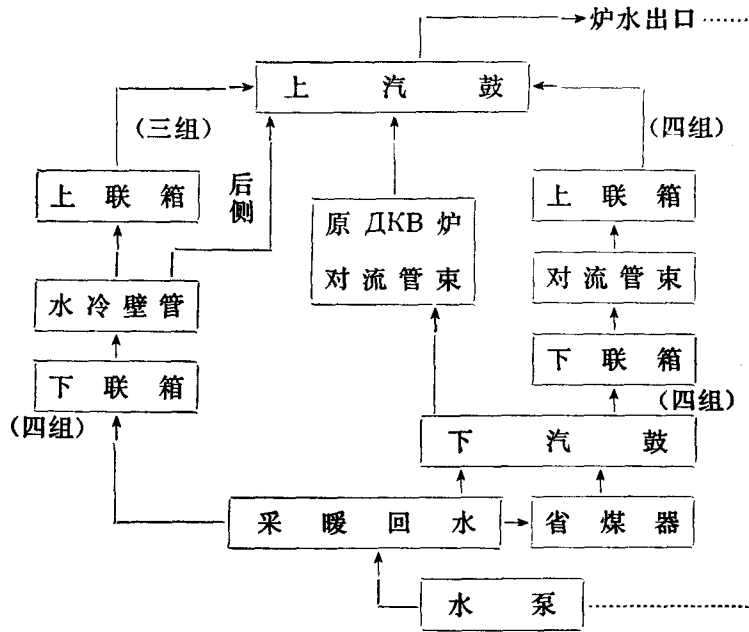
我厂是个老厂，过去小炉子多，洋炉子多，“煤老虎”多。在伟大领袖毛主席关于“我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国”的光辉思想指引下，广大锅炉工人狠批“改炉危险论”、“锅炉定型论”，提出了“打倒煤老虎，小炉大型化，蒸汽翻四番”的战斗口号。他们克服了种种困难，闯过了道道难关，把 DKB-6.5/13 型蒸汽锅炉改成四角喷燃煤粉，1500万大卡/时的热水锅炉。

一、炉体结构与特点

为增加出力，炉膛辐射受热面由原炉的 29.06米² 增加到115.5米²。炉膛由原 5 米高增加

到7.75米，宽由2.73米增加到4.5米，长由2.75米增加到4.5米。为充分利用原有对流管束及上下汽鼓，将它们布置在5米标高的水平烟道中。在上下汽鼓两侧又增加四组对流管束，以适应锅炉容量的加大。在垂直烟道的上部布置二级空气预热器，下部布置二级省煤器。在炉膛部分还布置有前冲拱，炉膛四角喷燃器、水冷灰斗。下面按系统介绍炉体结构与特点。见图2—2a。

1. 水循环系统：



水循环系统示意图

该炉系热水炉，由水泵进行强制循环。水泵的工作压力为4公斤/厘米²。回水分三路分别送到下汽鼓、省煤器和水冷壁管下联箱。见水循环系统图。每组水冷壁下联箱均为单独进水，两侧墙水冷壁管上升至炉顶后交错布置，构成炉顶辐射受热面，并承担炉顶铺耐火砖。前、左、右侧水冷壁均有上联箱，每个联箱上有4根 $\phi 76 \times 4$ 毫米引出管进入上汽鼓，后侧墙水冷壁管直接进入上汽鼓。

对流管束水循环系统，均由下汽鼓进水。四组对流管束的四个下联箱分别由下汽鼓引出四根 $\phi 57 \times 4$ 毫米的进水管，经对流管束后进入上联箱。从每个上联箱上引出12根 $\phi 57 \times 4$ 毫米管子进入汽鼓，其引出管应考虑炉顶铺砖的需要。

因热水炉系强制循环，给水温度没有特殊要求，因此将省煤器布置在烟道的尾部。省煤器采用八组铸铁省煤器，二级布置，八组铸铁省煤器是并联的，经省煤器后直接送入下汽鼓。考虑检查省煤器故障等，进出水管都装有阀门控制。

2. 燃烧方式：

燃烧方式从原炉风力抛煤半悬浮燃烧改为四角喷燃悬浮燃烧。

在炉膛四角采用四个蜗壳喷燃器，经空气预热器的热风与磨煤机的煤粉混合后进入喷燃器。预热后的另一部分热风作为二次风以切向进入喷燃器。两股气流经蜗壳旋转后同时进入炉膛，这样使空气和煤粉的气流得到很好的扩散。蜗壳喷燃器优点是煤粉与空气混合得较

好。煤粉气流与二次风根据燃烧情况由喷燃器前的挡板调整它们的比例，只要调整适当，煤粉气流在炉膛中心就会形成 $\phi 800\sim 1000$ 毫米为切圆的旋涡，火焰旋转上升充满整个炉膛，达到充分燃烧。

炉膛上部有一前冲拱，它系一种折焰角，采用角度为 $55\sim 60$ 度，主要作用是把上升的烟气流充满炉前部，防止火焰在炉顶前部形成死角。这样既可以改善炉膛的气流工况，充分利用炉膛有效容积，又可以延长煤粉在炉内停留时间，使煤粉颗粒燃烧更完善。

炉膛灰斗采用水冷灰斗。灰斗2.7米高。这样的高度可以保证没有燃烬的粗粉颗粒在下沉的过程中继续燃烧和有效地利用灰渣余热，提高锅炉热效率。

冷灰斗下部设有炉排，其中有一块是活动的，供出灰用。锅炉升火启动时，炉排可作为点火之用。

3. 给煤系统：

给煤系统的工作过程：传送带 \rightarrow 轮鼓式给煤机（由小型的无级变速器传动） $\xrightarrow{\text{一次热风}}$ 风扇式磨煤机 $\xrightarrow{\text{二次热风}}$ 喷燃器 \rightarrow 炉膛。

轮鼓式给煤机每分钟为2—8转，给煤量 $1000\sim 4000$ 公斤/时。由无级变速器的手轮调节给煤量。轮鼓式给煤机结构见图2—2b，这种给煤机具有结构紧凑，耗电小，不易卡住等优点。

我厂采用风扇式磨煤机来制粉。风扇式磨煤机与竖井式磨煤机比较，具有结构紧凑，煤粉粒度细，维修周期长（400小时），检修方便等优点；其工作特点是同时能担负磨煤，排粉两项功能。见图2—2c。

风扇磨煤机的工作原理：主要依靠高速（1470转/分）旋转风轮上的冲击板打击煤块，煤块打击衬板使大块煤被磨细。磨煤机的外壳是一个蜗壳，高速旋转的风轮所产生的风力又把被一次风干燥的煤粉送至分离器（双折向惯性分离器）。煤粉气流上升冲击分离挡板，较细的煤粉随气流上升到出煤粉口，而较大的粗煤粒靠重力落到回煤斗重新进入磨煤机。此循环过程反复进行，以达到要求的细度。分离器中的调节挡板用来调节出煤量及细度，如挡板关小，出煤量减少，煤粉变细，反之出煤变粗。磨煤机原设计出力为2.2吨/时，配有55瓩电机。锅炉改造后，出力达到1500万大卡/时，磨煤机的设计出力满足不了锅炉出力的增长，故将磨煤机电机配有100瓩，磨煤机出力提高到了3.3吨/时，基本上适应锅炉的耗煤量。

4. 空气预热器布置：

一般空气预热器与省煤器交错布置，或放在省煤器后。该炉空气预热器在省煤器前，这样布置目的是将预热空气温度提高到 $250\sim 300^{\circ}\text{C}$ 利于煤的干燥，保证磨煤机的工作效能，同时又能提高炉膛温度。如进空气预热器前烟气温超过 550°C 时，应在预热器前再布置一级省煤器，以防止高温下空气预热器管子与管板的变形，同时又可减少飞灰对空气预热器管的磨损。实际运行中进空气预热器前的烟气温没有超过 500°C 。

5. 其它：

煤粉炉点火装置采用土煤气点火。点火喷口设在冷灰斗中，离喷燃器约2.5米远。煤气发生炉砌在炉下层冷灰斗旁，其炉排面积为 1.2×0.8 米²，炉高1.3米。

二、锅炉主要参数

序号	名称	单位	改装前	改装后
			ДКВ-6.5/13 (四方锅炉厂)	煤粉炉 (热水)
1	锅炉出力		6.5吨/时	15×10 ⁶ 大卡/时
2	工作压力	大气压	13	4
3	出水温度	°C		95
4	回水温度	°C		70
5	辐射受热面	米 ²	29.06	115.5
6	对流受热面	米 ²	180.63	266.13
7	省煤器受热面	米 ²	94.4	188.8
8	空气预热器受热面	米 ²	—	427
9	炉膛容积	米 ³	22.6	130.3
10	炉排有效面积	米 ²	7.15	2.44
11	锅炉热效率	%	68	89.8
12	水压试验压力	大气压	16.5	13
13	炉膛温度	°C	1300	1400
14	排烟温度	°C	198	165
15	空气预热温度	°C	—	300
16	燃料低位发热量	大卡/公斤		5300
17	燃烧方式		风力抛煤	四角喷燃全悬浮燃烧
18	耗煤量	公斤/时	1216	3200

三、改装效果

1. 锅炉效率由68%提高到89.8%。
2. 排烟温度由198°C降低到165°C。
3. 该炉代替原有七台锅炉，改装后每个采暖期可节约煤2000余吨，节约人力30余名。

四、材料消耗

改装实用钢材重31吨（包括各种无缝钢管21吨、型钢6吨、钢板材4吨）。

五、今后改进意见

1. 由于四角喷燃其煤粉管道阻力不均，造成喷燃器工作不均，容易使火焰中心偏移，造成结焦，须在运行中摸索规律，适当的采用阻力圈等形式加以克服。
2. 没有除尘设备，对流烟道较长，容易积灰，应改进烟道除尘。

10/13型三汽包水管锅炉改造

黎明机械厂

伟大领袖毛主席教导我们：“无产阶级文化大革命是使我国社会生产力发展的一个强大的推动力。”无产阶级文化大革命的伟大胜利，带来了我厂生产的蓬勃发展。随着生产的大飞跃，出现了锅炉产汽量满足不了生产发展需要的新问题。是伸手向国家要设备呢？还是自己动手改装旧设备？这是两条路线问题。广大革命工人遵照伟大领袖毛主席关于“要节约闹革命”的教导，狠批了“洋奴哲学”、“爬行主义”等修正主义办企业路线，组成以工人、革命干部和技术人员参加的三结合小组，大胆向洋设备开刀，将原10/13型三汽包水管锅炉改装成40/13型三汽包煤粉炉。使蒸汽翻三番，锅炉效率由原来的75%提高到89.7%，每年可为国家节约原煤5000吨。

一、改装后的锅炉构造

改装后的锅炉，除原炉的三个汽包及其对流管束和Π型布置的钢架结构外，其余部分有很大变更。现分别介绍如下：

（一）本体及尾部

1. 炉膛：

为达到增加出力使蒸汽翻三番的目的。一方面需要强化燃烧，即把原炉的层式燃烧改变成悬浮式燃烧；另一方面需要增加锅炉受热面。悬浮式燃烧的炉膛，需要有足够的炉膛容积，使煤粉气流在炉膛中有较长的停留时间，与空气充分地混合后达到完全燃烧，也需要布置一定数量的炉膛辐射受热面，使炉膛出口烟气温度的要求。改装炉燃用抚顺与阜新小块煤，低位发热值为6000大卡/公斤，13个压力下饱和蒸汽出力按30吨/时，锅炉效率按90%设计，每小时烧煤3265公斤，按推荐的炉膛容积热强度选取 160×10^3 大卡/米³·时，需要有120米³炉膛容积。为此，把原炉前后拱和炉排拆掉，将炉膛降至司炉平台下，并把前墙向前移1.8米，改动后的炉膛深度为5.5米，高约9.5米，炉膛容积115米³，见图2—3a。实际炉膛容积热强度 168×10^3 大卡/米³·时，比选取值稍大一些。

炉膛辐射受热面的布置，决定于炉膛出口烟气温度的选择。炉膛出口烟气温度的选择不能高于所用燃料灰分的开始变形温度，以免炉膛辐射受热面和对流受热面上结渣。但也不能过低，炉膛温度过低，会增加机械不完全燃烧损失和发生着火困难的现象。对于小型炉炉膛出口烟气温度的建议一般选取在1000~1050℃。为保证这一点，在炉膛四周和冷灰斗里均布置了水冷壁。布置情况如下：前墙 $\phi 63 \times 3.5$ 毫米管17根，节距150毫米，有上下联箱各一个；后墙 $\phi 76 \times 3.5$ 毫米管13根，节距200毫米，有上下联箱各一个；侧墙 $\phi 63 \times 3.5$ 毫米管，节距130毫米，每侧40根，共80根。因为侧墙较宽，管子数目较多，会发生受热不均的现象，同时为了

安装方便,我们采取了联箱前后分段布置的方法,前部17根,后部23根,各用上下联箱相连接。炉膛辐射受热面上下联箱共12个,除侧墙后部上联箱用原炉方形下联箱改制成外,其余均用 $\phi 219 \times 8$ 毫米无缝钢管做成。炉膛辐射受热面共125米²。计算表明,炉膛理论燃烧温度达1845°C,炉膛出口烟气温度1000°C,这种布置是比较理想的,见图2—3a。

2. 省煤器:

原炉布置有铸铁省煤器,并附有旁通烟道,以控制水温不超过饱和温度,防止管内产生蒸汽而发生水击现象。改装炉要提高出力,就要求省煤器吸收较原来更多的热量,并有一定的沸腾度,仍用原炉的省煤器是不适用的。因此在这次改装中,折掉了旁通烟道,用 $\phi 38 \times 3.5$ 无缝钢管弯制而成的蛇形管式省煤器,代替了铸铁省煤器,平行于前墙,错列布置,共四十排,受热面140米²,横向节距为55毫米,纵向节距为160毫米,分上下两组,如图2—3b。采用了两面进水,经过中间联箱,最后在出口联箱混合后,进入汽包。

在安装中因每片蛇形管较高,因而采用了固定支架。支架支撑在空心梁上,空心梁再与锅炉钢架相连,见图2—3a,支架用普通铸铁材料。

3. 空气预热器:

在原炉中没有空气预热器,排烟温度高达320°C。为降低排烟温度,以及在煤粉炉中需要用高温空气作为制粉系统的干燥剂和炉内助燃空气。为此在这次改装中,锅炉尾部加装了空气预热器。由于采用了蘑菇型喷燃器,要求一、二次风量必须分开,而且风量和温度都有一定的要求。一次风占总风量的35%,经过磨煤机作为干燥剂,温度要求高。二次风占65%,直接吹入炉膛,温度要求较一次风低,因此采用了“工”字型布置。见图2—3c。烟气由上到下在管内流动,空气则在管外横向流动。为保证烟速在10~14米/秒范围和空气烟气速度比为0.5,采用了尽可能小的节距相互错列布置,管子用 $\phi 42 \times 2$ 无缝钢管,每根管长3米,共806根,受热面积为315米²。

4. 其它:

(1) 由于燃料燃烧的强化,烟气在各部管束中的流速也将增高,为此相应地调整了隔烟墙的高度:第一管束去掉960毫米,第二管束去掉600毫米,第三管束去掉400毫米。

(2) 煤粉炉中机械不完全燃烧热损失主要是由于飞灰所引起的。为降低这一热损失,采用了飞灰循环重新燃烧法。把在第三管束下部烟气拐弯时所分离下来的飞灰,用压缩空气再吹入炉膛二次燃烧,见图2—3a。这样不仅降低了热损失,亦改进了环境卫生。飞灰循环管用辉绿岩铸石做成。

(二) 煤粉系统

1. 磨煤机:

我厂采用风扇式磨煤机。风扇磨的特点,它既是磨煤机,又是风机,能产生一定的风压,同时具有磨煤和排粉的作用。磨煤作用原理是靠带有叶片的转子的高速旋转撞碎煤块,以及煤块与外壳衬瓦间的相互撞击,把煤磨成细粉。磨煤出力及风压主要决定于转子的外径与叶片的宽度。外径越大,叶片越宽,磨煤出力越大,所产生风压也越大。我厂采用的风扇磨,外径1070毫米,内径660毫米,叶片宽度320毫米,较原设计宽度加宽60毫米。配1470转/分,115瓩的电机,磨煤出力约4吨/时。在这里需要指出,风扇磨叶片的增加是受一定限制的,叶片的宽度与外径之比(相对宽度),目前,国内采用的最大到0.405,我厂这台风扇磨叶

片相对宽度为 $\frac{320}{1070} = 0.29$,实践证明是可以的。

在磨煤机中，原煤所带水份的多少，对于制粉电耗有着很大的影响。原煤越干燥，越有利于磨碎，制粉电耗越少。考虑到一次风温度不高（180°C），改装炉利用的风扇磨本身有抽风能力，采用了高温烟气抽引。抽引管从炉顶前部下来，与圆盘给煤机落煤管连接，使煤较早地得以干燥。抽引管内装有挡板以控制高温烟气的抽引量。抽引管直径 $\phi 300$ 毫米。

2. 粗粉分离器：

在原风扇磨中带的粗粉分离器为惯性分离器。运行经验表明，分离效果不甚好。改装炉采用了中速磨煤机的粗粉分离器，其工作原理如图2—3d所示。经磨煤机被磨碎后的煤粉气流以20米/秒的速度进入分离器，首先和锥心体挡板相碰，粗粉第一次分离。然后气流突然被扩散，速度降至5米/秒，拐弯，缓慢上升，粗粉第二次分离；上升到顶部再次拐弯，粗粉又被分离；被分离的粗粉由内圆锥体经过锁气器落下来。锁气器为一小门，当内部聚集一定量的粗粉时，它可绕上部轴打开。落下来的煤粉和上升气流相交，使夹带的细粉被吹起，这对于减少合格煤粉的循环，降低制粉电耗是有利的。分离下来的粗粉由回粉管再经一个锁气器流入磨煤机中。这种分离器建议应用于 $R_{90} > 28\%$ 的煤粉。该炉所用煤挥发物较高，达40%，煤粉稍粗一些是可以的。分离器入口尺寸为 $\phi 400$ 毫米，出口为 $\phi 390$ 毫米，中间圆体为 $\phi 1000$ 毫米，其高1000毫米。

3. 喷燃器：

在煤粉炉中，喷燃器的结构和布置决定着炉内空气动力工况，从而影响着煤粉燃烧的稳定性及经济性。实践证明，如果经喷燃器进入炉膛的煤粉与气流能很好的扩散，对于着火与燃烧是非常有利的。改装炉选用了蘑菇型喷燃器，形状见图2—3e。一次风进入炉膛时，被蘑菇头扩散。扩散的煤粉气流着火面积大，燃烧中心离喷燃器出口不远，在出口的中部和上下造成了回流区，吸收炉内大量的高温烟气，这样，进入炉膛的煤粉气流与炉内高温烟气快地混合而着火，得到了稳定的燃烧，由于扩散，炉内火焰充满度也较好。在前墙布置一个喷燃器。喷燃器中心离冷灰斗上部高度为1350毫米。喷燃器出口一、二次风速根据所用煤挥发物高的特点，选为一次风管直径390毫米，用8毫米厚的锰钢板卷成，二次风管直径700毫米，直接在炉墙发圆碇做成。蘑菇头的位置用调节杆可以伸出或拉进，调节杆用 $\phi 38 \times 5$ 毫米无缝钢管制成，蘑菇头为一般铸铁，扩张角选用90°。

（三）其它

1. 鼓、引风机：

改装炉较原炉风量增高，风道、烟道内阻力也随着增加。因此选取了较大的鼓、引风机（自制风机）。

鼓风机：风压218毫米水柱，风量33000米³/时配1470转/分，40瓩电机。

引风机：风压297毫米水柱，风量62820米³/时配1470转/分，115瓩电机。

2. 蒸汽引出管和下降管：

为保证炉膛辐射受热面的每根管子可靠的工作。水循环回路中上升管（水冷壁）的蒸汽引出管与下降管必须合理布置。蒸汽引出管与上升管总截面积比值保证在0.4~0.6范围。具体布置为：前墙上联箱有 $\phi 102 \times 4.5$ 毫米的引出管6根，由炉顶进入前汽包；后墙上联箱有 $\phi 76 \times 3.5$ 毫米的引出管8根沿第一管束前排同角度上升进入前汽包；侧墙前部上联箱有 $\phi 76 \times 3.5$ 毫米的引出管5根，由前进入前汽包；侧墙后部上联箱有 $\phi 76 \times 3.5$ 毫米的引出管7根由第一管束后进入前汽包。

下降管的截面积和布置方式，对于循环有着决定性的影响。改装炉为了使下降管不受

热，全放在炉墙外边，并用绝热保温层包起来。每一个下联箱都有自己的下降管，以形成独立的循环回路。六个下联箱的12根下降管全与泥鼓相联接。下降管均为 $\phi 102 \times 4$ 毫米的无缝钢管。

3. 给水管道与蒸汽管道

为使改装炉上水与出汽畅通，将原炉管道进行了相应的改动。原炉上水管为 $\phi 57 \times 3.5$ 毫米，这次改为 $\phi 89 \times 4$ 毫米，原炉给水调节门放在省煤器出口至后汽包间，这次放在省煤器入口。

后汽包给水槽内缓冲管上原有 $\phi 6$ 毫米孔110个，这次又增加了100个。

改装炉所有蒸汽引出管均进入前汽包。为使前汽包与后汽包间蒸汽的畅通，在原有基础上增加了 $\phi 102 \times 4$ 毫米汽联通管三根。

原炉装有过热器 $\phi 76 \times 3.5$ 毫米管10根。主蒸汽门为6"门。改装炉考虑到蒸汽若全通过过热器必然会造成过热器内蒸汽速度过高，因此在后汽包上增加了一个4"蒸汽门，一部分饱和汽由4"门直接进入主蒸汽管道，另一部分蒸汽则经过过热器，两部分蒸汽在主蒸汽管内混合。

二、改装后的效果

伟大领袖毛主席教导我们：“要节约闹革命。”这是所有锅炉改装工作的指导思想。原炉排烟温度为 $250 \sim 320^{\circ}\text{C}$ ，灰渣含炭量达 $7 \sim 12\%$ ，因而锅炉效率为 75% 左右。改装后的锅炉排烟温度为 100°C ，灰渣含炭量可降至 3.59% ，因此锅炉效率达 89.7% 。

各种规格无缝钢管	14.5吨
各种厚度普通钢板	7.8吨
各种型钢	1.7吨

改装总耗用钢材24吨，改装后出力增加30吨/时，折合每吨蒸汽金属耗量为0.8。

三、热工测试数据

蒸发量	40吨/时
锅炉压力	7绝对压力
给水温度	60°C
室内温度	25°C
省煤器出口水温度	100°C
炉膛温度	1350°C
排烟温度	100°C
灰渣含炭量	3.59%
燃料	阜新、抚顺小块
低位发热量	6000大卡/公斤
耗煤量	4420公斤/时
锅炉效率	89.7%

田熊锅炉改造

东北机器制造厂

我厂锅炉大部分是田熊锅炉。这些旧锅炉产汽量小，耗煤量大，排烟温度高，热效率低。

我厂广大革命职工在“打倒煤老虎，大造中国炉”的锅炉改革运动中，大搞路线分析，批判了“大厂特殊”、“用煤必保”等错误思想，开展了一场围剿“煤老虎”的人民战争。经过四个多月的艰苦奋战，改造了厂内全部田熊锅炉，实现了“锅炉砍一半，蒸汽翻一番”，一年为国家节煤两万余吨。

一、改造后的炉体结构

将原两台田熊锅炉并列起来成为一个整体。前部加装一个外砌炉膛，后部增设省煤器和空气预热器。见图2—4。

改造后，炉膛宽为3872毫米，长为4840毫米，高为5200毫米。四面设有 $\phi 51 \times 3.5$ 毫米的水冷壁管，侧墙各为41根，前墙为19根，后墙为27根，共计128根。水冷壁上部与一个直径为1米的上汽包相联接，下部与 $\phi 219 \times 8$ 毫米的下联箱联接。另设 $\phi 150 \times 6$ 毫米的下降管四根与水冷壁形成水循环系统。为了调整火焰燃烧中心位置，并使煤粉与空气充分混合，在喷粉口下部设有角度的二次风管，在后墙设有一排水平方向的二次风管。

原田熊炉置于燃烧室之后，主要吸收对流热。田熊炉上汽包与前汽包有汽平衡管相联。下锅筒与燃烧室下联箱用下降管联接。

对流管束上部布置有一组过热器和一组省煤器，用 $\phi 76 \times 3.5$ 毫米无缝钢管制成。在锅炉尾部装有管式空气预热器。由炉膛引出的高温烟气，穿过烟窗，上下冲刷田熊炉管束，流经省煤器、空气预热器由烟道排出。

二、煤粉系统

在炉膛前部装有两套竖井磨煤机，给煤是用螺旋传动给煤机，给煤量用三级变速调节，最大给煤量为650公斤/时。在磨煤过程中引入热风时煤粉进行干燥，并将细粉沿竖井送入炉膛。竖井高度为6米，内部设有各种不同角度的挡板，以加速分离。煤粉输送靠控制风量和挡板进行分离，达到要求的细度。一、二次风均由一台鼓风机供给，外界空气经后部空气预热器后，热风温度达 140°C 。

点火喷油嘴设置在锅炉两侧，点火时喷重油，待炉膛达到一定温度时再喷煤粉。

三、技术数据

蒸发量	10吨/时
工作压力	5公斤/厘米 ²
炉膛容积	42米 ³
辐射受热面	45米 ²
对流受热面	150米 ²
省煤器受热面	39米 ²
过热器受热面	21米 ²
煤种	抚顺、阜新混合煤
低位发热量	6500大卡/公斤
给水温度	70°C
排烟温度	230°C
炉膛温度	1300°C
煤耗量	1200公斤/时
热效率	76%
节煤率	30%

SF-180^{吨/时}立式旋风炉

沈阳发电厂

我厂广大革命职工遵照毛主席关于“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平”的伟大教导，狠批了“洋奴哲学”、“爬行主义”等反革命修正主义路线。在兄弟单位的支持下，将一台120吨/时四角喷燃的锅炉改造成立式旋风炉，出力提高到180吨/时。在伟大领袖毛主席亲自制订的“鞍钢宪法”诞生十周年的前夕，正式投入运行。

毛主席教导我们：“任何新生事物的成长都是要经过艰难曲折的。”旋风炉是个新生事物，我们还没有完全掌握它，因此，自运行以来，遇到了不少困难，也经过了思想斗争。在不断地暴露问题中，不断地改进，使其逐步地完善，从而积累了经验，更促进了我们的思想革命化。我们相信，在毛主席“实践、认识、再实践、再认识”的光辉思想指引下，一定能够掌握旋风炉的客观规律。

一、立式旋风炉的结构特性

我厂1号炉于1958年安装，是哈尔滨锅炉厂制造的四角喷燃的煤粉炉，其主要参数：

蒸发量	120吨/时	过热蒸汽压力	39公斤/厘米 ²
饱和蒸汽压力	44公斤/厘米 ²	过热蒸汽温度	440°C
给水温度	172°C	热风温度	357°C

改造后锅炉出力由120吨/时提高到180吨/时。

这次改造是在原设备的基础上，采用了新的燃烧技术——旋风燃烧。燃用阜新、新邱煤。主要改造的部位是：燃烧设备、供粉系统、水循环系统、减温器、送风机、引风机的改造；原多管式除尘器拆除，在其位置上加装了软水加热器，其他受热面均没有改动。因此，仅就改造的主要部分分别介绍如下：

1. 立式旋风炉的燃烧特点

立式旋风炉为圆筒形。叶片式燃烧器布置在旋风筒的顶部，二次风口则分成两组沿圆周切向布置。见图 2—5 b。

一次风粉混合物经叶片式燃烧器获得了一定的旋转能量，由于受到旋风筒内的高温辐射热，绝大部分的煤粉在喷燃器附近着火，而后进入二次风区域。由于二次风气流的高速旋转，将煤粉分离于旋风筒内壁高温渣膜区附近，进行传热和传质过程，使煤粉迅速燃烧。燃烧后的液态渣顺着渣膜流到炉底，经渣口排出。炽热的炉烟由旋风筒下部的捕渣管束进入二次室，进一步燃烬和冷却。因而，二次室又分成燃烬段和冷却段。

2. 燃烧设备

(1) 旋风筒（前置室）

旋风筒体：设计旋风筒时，需要考虑到燃料的燃烬程度；较高的捕渣率；以及负荷在70~100%的调节范围内，液态渣能顺利的排出。旋风筒的基本尺寸是其长度与直径，通常以长径比 L_{np}/D_{np} 来表示旋风筒的结构特性。用烟煤的长径比一般推荐为 $L_{np}/D_{np} = 4\sim 4.5$ 。近年来的试验研究结果，长径比的数值有着逐渐减小的趋势。

决定旋风筒基本尺寸的参数为：

$$\text{断面热强度 } Q/F_{np} = 10\sim 18 \times 10^6 \text{大卡/米}^2 \cdot \text{时}$$

$$\text{容积热强度 } Q/V_{np} = 0.9\sim 1.6 \times 10^6 \text{大卡/米}^3 \cdot \text{时}$$

根据以上条件要求，我厂旋风筒的直径选为2513毫米，上下联箱中心距为11000毫米。

旋风筒布置于锅炉本体的前墙，两筒旋向相对，以使主气流在二次室内有良好的充满程度。见图 2—5 a。

旋风筒的水冷壁为 $\phi 38 \times 3.5$ 毫米的无缝钢管，每个旋风筒由188根和上下环型联箱（管径为 $\phi 267 \times 20$ 毫米）所组成。管距为42毫米，管子的外侧用槽钢围成环型抱箍，并以 $\phi 9 \times 120$ 毫米的串钉与管子和槽钢焊接，见图 2—5 c。

旋风筒内壁为碳化硅涂料（炉衬），外侧为耐火混凝土及保温层，旋风筒体上设有点火孔、看火孔，以供点火观察及测量。

灰渣栏：排渣口位于旋风筒底部。渣栏由 $\phi 32 \times 3.5$ 毫米无缝钢管盘旋弯制成上小下大的锥形套，并在后侧留一凹嘴，以便流渣，见图 2—5 d。

捕渣管束：捕渣管束的布置，不仅要考虑捕渣率和燃烬程度的问题，而且还要考虑捕渣管束的强烈换热。一般捕渣管束的捕渣量是整个旋风筒捕渣量的 $1/4\sim 1/3$ ，同时捕渣管束还起着对烟气速度及烟气成分的均流作用。捕渣管束后，烟气的均匀度对二次室的运行工况有很大的影响。一般推荐经过扑渣管束的烟气速度为30~40米/秒。捕渣管结构一般拉成防渣排管式的，横向节距应尽量小，但为了避免捕渣管结渣，管子涂料间的距离不得小于100毫

米，纵向节距需保证大于2.5倍捕渣管径。这台炉捕渣管横向节距为300毫米，纵向节距为200毫米，经过捕渣管的烟气流速为36米/秒，捕渣管通道高度为2.8米，宽度为2.4米。

(2) 叶片式燃烧器

合理的组织旋风筒内的空气动力场，保证燃料稳定着火及提高燃料在旋风筒中的燃烬度和扑渣率，首先取决于气粉混合物和二次风送入方式。

叶片式燃烧器的结构见图2—5 e。旋风炉采用乏气送粉，煤粉及一次风由三根 $\phi 273 \times 8$ 毫米的一次风管进入混合室汇合后轴向送入，一次风速为15~18米/秒。经过叶片形成旋转射流，构成回流区，以利着火。叶片式燃烧器，外圆直径为1140毫米，内圆直径为920毫米，其叶片装置角为 $\beta = 50^\circ$ 。为避免燃烧器端部烧损，装有冷却水管，冷却水源来自凝结水，经冷却水管后，送入脱氧器。

(3) 二次风喷嘴

旋风筒的燃烬程度基本上决定于燃料和空气的混合，对于所有的燃料，一般的二次风皆可采用沿圆周割向或切向布置的两组喷嘴送入旋风筒。见图2—5 f。该炉的铸铁二次风喷嘴切向布置，分为上中下三个喷口，每个喷口都有风速挡板，可分别用手动调节。风速挡板前还有相对应的三个风量挡板，亦可分别调节。

(4) 二次室（燃烬段及冷却段）

二次室的实际尺寸是按照换热条件和维持对流过热器前烟气一定温度的必要性决定的。目前一般推荐二次室的容积热负荷不大于 600×10^3 大卡/米³·时，以使旋风筒出来的烟气流很好的扩展，并使三次风中的煤粉在二次室中有一定的停留时间，保证完全燃烧，减少结焦的可能性。在改装时，将原有的固态除渣的冷灰斗取消改为平炉底，见图2—5 a。此外，将原有的四角喷燃器拆除，靠前墙的两个封闭，靠后墙的两个改为三次风的入口位置，见图2—5 g，以便处理制粉废气。

3. 汽水系统

旋风筒的水循环采用单独的循环回路，每个旋风筒有6根 $\phi 108 \times 4.5$ 毫米的降水管，11根 $\phi 89 \times 5$ 毫米的导汽管，由旋风筒引入汽包，在汽包上增开了34个孔。为了适应锅炉出力的增大，在汽包内部又新增加了23个旋风子。

实践表明，采用单独的水循环回路，运行中即使是单个旋风筒运行，也是正常的。没有发生过水循环破坏的问题。

4. 减温器

由于采用了氢钠离子全除盐净水设备，为喷水式减温器提供了水源，故将原有的表面式减温器改为喷水式减温器。

5. 管式软水加热器

采用旋风燃烧方式以后，烟气中的飞灰含量大大降低，约占总灰量的15%左右，因此将原有多管式除尘器拆除。为了进一步回收利用锅炉烟气余热，提高全厂热经济性，故在原除尘器位置装设了铸铁鳍片管式软水加热器。

6. 制粉系统

制粉系统仍然采用原有的两套，贮仓式制粉系统。每一套制粉系统供给一台旋风筒，原来的四根一次风管作如下改造：其中三根改为一次风管，将原来供给每根管的四台叶轮给粉机分别并在这三根管上，这三根管上有一根是两台给粉机，按前后排列；一根作为三次风管，引向锅炉的侧墙。对称的另一套制粉系统按同样方法布置。

7. 除渣系统

旋风炉的排渣特点是液态渣连续地从炉底排出，因此每个旋风筒底下安装了一台圆盘捞渣机，每台出力为5吨/时。圆盘捞渣机内有一定容量的水容积，其作用是：一方面作排渣竖井水封，以免冷风侵入，降低渣口温度，影响顺利排渣；另一方面是将炽热的液态渣流入水中进行粒化，然后由圆盘上的刮板刮出，排至地沟。

液态渣的比重一般约为2.5吨/米³左右，较固态渣的比重大，在灰沟中较难输送，因此在灰沟中增设了激流喷嘴，以便顺利输入沉渣池。

为了调节渣口温度，并将粒化液态渣后在粒化箱中产生的蒸汽抽出，在排渣竖井上安装了抽烟管，可根据渣口的运行情况调节抽烟管上的挡板。

8. 旋风筒的涂料（炉衬）

对旋风筒耐火涂料的要求：旋风筒内保持完整的耐火涂料，对稳定燃烧有着重要的意义。因此，作为旋风筒的耐火涂料必须耐高温，抗灰渣浸蚀，以及在高速气流的冲刷下耐磨损。经过试验，目前以碳化硅(SiC)作涂料较好。其开始软化温度为2200°C，熔点高达2700°C，其导热系数 $\lambda = 6 \sim 8$ 大卡/米·时·°C。因涂料的工作温度低，而且碳化硅的机械强度高，所以使用寿命长。

旋风筒水冷壁焊有抓钉，对于支持涂料，以免脱落；并且使其冷却，提高使用寿命以及保持液态渣膜的稳定都是很必要的。这台旋风炉抓钉采用 $\phi 6 \times 25$ 毫米，节距为20毫米，三排布置，每平方米约有3000个抓钉。

旋风筒涂料及其配方：旋风筒采用碳化硅—磷酸铝涂料，以碳化硅作为骨料，以磷酸铝作为胶结剂。

涂料共分两层。底层涂以铝矾土—磷酸铝制剂，涂于管壁和抓钉根部。第二层再打制碳化硅层。

碳化硅配料：采用各种颗粒的碳化硅。

- 1) #16~#60，各种颗粒混合，占50%。
- 2) #180~#320，各种颗粒混合，占50%。

以上为碳化硅用料重量比占100%。

磷酸铝溶液的制取：

- 1) 工业磷酸，浓度85%，3500A克。
- 2) 氢氧化铝，粉状，740A克。
- 3) 水，自来水，1645A毫升。 ※A为系数可视容器的大小选为1、2、3……。

将水和氢氧化铝分别调好，并将工业磷酸加热到70°C左右，然后将调好的水和氢氧化铝分别倒入加热的磷酸中，人工搅拌到100°C左右即可。

将磷酸铝溶液按12%的重量比和已经调好的碳化硅，拌匀到没有圆团为止。

以磷酸铝为胶结剂，将碳化硅调制好之后，在保持环境温度为20~25°C条件下，即可开始打涂料。涂料要分段打制，每段高为800毫米，并有膨胀缝，其涂料层厚度为30毫米。

旋风筒涂料的养护及烧结共分三个阶段：即自然养护阶段，低温烘干阶段，烧结热处理阶段。经过这三个阶段使涂料硬化，达到强度，即可投入使用。

9. 旋风炉的辅助机械

送风机	IDM型	二台
	风量	90000米 ³ /时

	风 压	950毫米水柱		
引 风 机	Y 4-73-11	No20	二	台
球 磨 机	250/390型		二	台

二、立式旋风炉的运行

(一) 立式旋风炉的主要运行参数

1. 过剩空气系数

过剩空气系数的大小是衡量燃烧设备先进与否的尺度，是运行中的一个很重要的因素。由于旋风筒和喷燃器的不断改进，目前旋风筒的最佳过剩空气系数一般为0.95~1.05。

当旋风筒负荷一定时，过剩空气系数偏离最佳值时，对旋风筒的温度、燃烬度、捕渣率以及炉内的结焦情况都有很大的影响。当过剩空气系数减小时，影响燃烬度，使旋风筒内的化学、机械不完全燃烧热损失增加；当过剩空气系数增高时，旋风筒内温度下降，二次风口易结焦。

2. 一次风

控制一次风的大小，对于煤的着火起着重要作用。当一次风量增加时点火区域的燃烬度提高，但一次风量过高时，则使一次风煤粉浓度降低，造成着火困难，同时使着火区段延长，以致造成和二次风混合不好，而且一次风的大小与叶片装置角也有很大的关系。一般燃烧烟煤的一次风率为20%，一次风速为25~30米/秒。这台炉的改装设计值为：一次风率为18%，一次风速15~18米/秒。实际运行中，一次风率有时达到23%，即发现火焰拖后；一次风速为15米/秒左右，一次风温度为60~70°C。

3. 二次风

随着锅炉机组容量的增加，旋风筒的直径以及断面热强度的提高，不得不提高二次风速度，否则旋风筒的直径加大后，如不相应的提高二次风速度，将使点火过程及捕渣效果恶化。增加二次风速度，使旋风筒中扰动燃烧的强度以及溶渣分离强度提高，对强化、稳定燃烧有利。这台炉的二次风速度为70米/秒，二次风温度为385°C。

4. 三次风

合理的处理制粉系统中的乏气——三次风，对旋风炉的稳定燃烧也是一个很重要的问题。三次风的布置应考虑到，三次风既能穿透主气流，使其中的煤粉很好的燃烧，但又不影响主气流在二次室的空气动力工况，三次风的速度一般采用50~55米/秒。

这台炉在改装设计时，关于三次风的布置作了一些探讨，对三次风布置于二次室后墙，易于在捕渣管处结焦的运行工况进行了讨论。其主要问题是由于高速的三次风从后墙进入后，穿透了主气流，直冲捕渣管束，扰乱了二次室的空气动力工况，以致造成捕渣管束结焦。结合这台炉的具体情况，利用原来四角喷燃器的侧墙后部的喷燃器位置，大约在侧墙后的三分之一处送入，其高度布置于捕渣管高度的三分之二处，这样可以避免三次风直冲捕渣管，同时又可渗入两个旋向相对的主气流内进行燃烧。之后，又考虑到由于三次风喷嘴的位置距后墙只有1.7米左右，对冲送入，如在主气流较强的情况下，将迫使三次风偏向后墙，造成后墙结焦。为此，又将三次风喷嘴改为与侧墙成75°夹角。这样，既可以使三次风穿入主气流，而又不至于被主气流压向后墙，以便与主气流混合后使之完全燃烧。运行实践表明，将三次风布置于侧墙运行工况较好，没有因为由于三次风的投入而使二次室的运行有显著的

恶化。

5. 煤粉细度

无论采用高挥发分或低挥发分的煤，对立式旋风炉来说，煤粉细度趋向粗一些。煤粉细度变粗，不仅降低单位电耗；而且在旋风筒直径变大，二次风速提高时，必须燃用粗煤粉。否则大部分煤粉不能进入切向速度很大的区域，而有碍于传质和传热的强化。同时煤粉太细也不容易在旋风筒内进行分离，因而捕渣率也要降低。合适的煤粉细度尚需通过燃烧调整试验确定。

6. 捕渣率

捕渣率不仅是衡量捕渣数量，而且更重要的是评价旋风筒燃烧工况的一个重要指标。立式旋风炉的捕渣特性取决于：燃料特性、旋风筒、燃烧器和捕渣管束的结构特性；旋风筒的负荷和燃烧工况等因素；同时还与二次室的结构及三次风射流特性有关。

运行中尽量组织好旋风筒的空气动力工况，燃烧稳定，使旋风筒温度提高，捕渣率也相应的得到提高。这台炉的捕渣率还要经过调整试验取得。

(二) 立式旋风炉运行中的若干问题

1. 点火

立式旋风炉采用油重喷嘴点火，一般重油喷嘴的设计容量为旋风炉容量的10%。重油投入后5分钟即可投粉，如果为了提高旋风筒壁温，可延长至30~50分钟，在特殊情况下还可延长。

多筒旋风炉的点火，需要逐个点燃各旋风筒，在正常负荷条件下也不能用它点燃相邻的旋风筒。在启动过程中，考虑到锅炉的热膨胀及烟气的均匀程度，采用多只旋风筒点火和升压，也可采用一只旋风筒点火和升压，而后当升负荷时，再逐个点燃其他的旋风筒。旋风炉的升压过程与煤粉炉相同，只受汽包壁温差及过热器的温度所限。

运行实践表明，用冷空气点火是完全可以的。

2. 渣栏的运行及渣口堵塞

渣栏是炉底排渣口上最重要的部件，由它的高度形成渣池包围着渣口。由于渣栏的表面与炽热的液态渣接触，所以必须冷却，渣栏中的冷却水的温升约为40°C。我厂用凝结水冷却渣栏，冷却水不允许中断，否则渣栏很快就被烧坏，影响正常排渣。在严重的情况下，会使渣口堵塞，甚至被迫停炉。

3. 液态渣的粒化及浮渣

灰渣进行粒化时，由于灰渣突然被水冷却和迅速凝固，会在其中形成很高的内应力，这就会使高温的液态渣裂成颗粒渣，在粒化时，灰渣温度愈高则粒化的渣粒愈小。这并不是指灰渣的绝对温度，而是指熔化灰渣对其熔化温度的过热度。到稠密和完全凝固状态才与水接触的灰渣流，并不能粒化。灰渣主要是在由液体状态迅速的转变为固体时，在灰渣中才产生粒化作用所需的内应力。因此，液态渣从渣口排出后，尚未进入粒化水箱时，不希望过份的冷却，同时粒化水温也不宜过高，一般保持50°C左右。如果粒化水温过高，则灰渣起不到粒化作用，而形成浮渣。它在水面上停留的时间较长，若粒化箱中的水面被浮渣所充满，则进一步落入粒化箱的灰渣便不能进行粒化，而在粒化箱内形成大块灰渣。清除大块灰渣非常困难，严重时继续排出的液态渣会形成渣柱直到堆至渣口，所以在运行中必须注意浮渣的出现。若发现浮渣出现时，必须立即降低负荷，清除浮渣。

此外，如果排渣竖井（从渣口至圆盘捞渣机粒化水箱的连接部分）截面较小，而且较高

时，液态渣流下后，容易摆动飘移，粘在渣井的四壁，如果继续粘结上去，也会引起渣井堵塞，影响正常排渣。所以渣井的截面不应过小，而且高度则不应过高。实践表明，渣井的直径（或当量直径）应为渣口直径的二倍以上；而渣井的高度一般为2米左右。

4. 结焦与爬渣

旋风筒结焦与燃煤特性，炉内空气动力工况，给粉的均匀性以及燃烧器的结构有关。

(1) 旋风筒点火区是筒内最常结焦的地方，一般结焦点是从这里开始，当喷燃器叶片烧损，或叶片安装不合适以及其它原因使之工作不正常时，首先在这里结焦。而且一旦这里产生结焦，就使燃烧工况破坏，造成结焦的严重发展，所以对于喷燃器的运行需要给以注意。

(2) 给粉的均匀性直接影响燃烧工况的稳定性，来粉不均匀，造成火焰脉动，易于产生结焦。

二次室的结焦主要取决于二次室的结构，旋风筒运行状况，旋风筒投入的组合方式，三次风喷嘴的结构，以及三次风速度等等。

长期的单个旋风筒运行，使二次室气流偏斜，引起二次室对应角堆焦及一侧水冷壁爬渣。即使双筒运行，由于二次室开式结构所决定的贴后墙的气流特性，易于在后墙爬渣。因此，二次室的炉膛不宜过深或采取合适的折焰角，以改善气流工况，解决二次室堆焦及爬渣问题。

5. 对流受热面的积灰

一般的情况下，对流受热面的积灰与下列因素有关：

(1) 燃料中灰份的特性，特别是与其中碱金属的含量有关，高温下部分灰份升华，气态的灰份与飞灰一起粘在受热面，形成沾污。当灰份中碱金属含量超过0.5%后，过热器积灰大大增加。

(2) 旋风炉的飞灰远比一般煤粉炉细，大约65%以上的飞灰，其颗粒尺寸小于10微米。燃烬程度愈高，或捕渣率愈高，则由旋风筒带出的飞灰愈细，愈细的飞灰粘性越高，且自身吹灰能力差，结果在对流受热面上形成沾污。

(3) 过热器区域的沾污与该处的烟温及壁温也有关系，运行经验证明，如该处烟温愈高，则受热面沾污情况愈严重。

实践表明，对流受热面积灰是旋风炉运行的主要问题之一，所以引起对流受热面的积灰，主要是由于旋风筒的燃烬度较低。因此，要努力提高旋风炉的运行水平，以便提高燃烬度。同时，还要解决吹灰问题，我厂在过热器上加装了振动式吹灰器，而且在防渣排管处加装了三排炉水吹灰喷嘴，借以冲吹防渣排管的结焦及积灰。运行效果较好。

三、运行调整的几点体会

1. 我厂立式旋风炉燃煤是新邱烟煤，虽然同是一种新邱煤，但是，燃煤特性的波动较大，低位发热量2900~4200大卡/公斤，灰份25~43%。在一个班里，煤质就可能变化好几次，每当煤质改变，炉内燃烧工况就要受到扰动。实践表明，每一种燃料的运行方式必须通过一个阶段的运行调整，才能适应燃用煤种。因此，旋风炉固然可以适应多种燃料，但是，无论是单一煤种或混煤，尽可能使煤质稳定。

2. 旋风燃烧的特点是旋风筒内风煤配比要求很严。通过一个阶段的运行实践表明，旋

风炉对燃烧工况的扰动极为敏感。因此，在运行中必须勤于调整，而且在负荷稳定的条件下，不宜大幅度的改变风量或煤量，以微调为宜。

3. 旋风筒下部渣口出现正压冒火现象，即表示筒内风煤失调，燃烧工况破坏。这种现象的出现，一般情况下：起主导作用的是二次风量（一次风量及煤质变化也起着一定作用），二次风量大或小，都可能引起正压冒火现象，必须在运行中分析判断，及时调整。还应该提出的是，旋风筒内燃烧工况的初始状态很重要，从点火启动一开始就不能偏离最佳过剩空气系数太多。否则初始状态不佳，破坏了燃烧工况，使二次风口结焦，造成恶性循环，正压冒火现象会愈来愈大，影响正常运行。

4. 旋风炉的燃烧特点要求二次风必须有风量与风速挡板，而且二次风三个风口的风速、风量挡板还须是分别可调的。通过实践，我们认为：在运行中风速挡板开度确定后，以调整风量挡板为主，保持二次风的三个风口出口速度基本一致。这样对筒内的运行工况有利。

锻造加热炉余热锅炉

沈阳机车车辆工厂

我厂锻冶车间的主要设备是蒸汽锤和锻件加热炉。以前汽锤用的蒸汽是由动力车间供给，而锻造加热炉的高温烟气，却从烟道白白跑掉。

锻冶车间革命职工高举“鞍钢宪法”伟大红旗，以革命大批判开路，狠批了刘少奇所推行的“专家治厂”、“洋奴哲学”、“爬行主义”等反革命修正主义办企业路线。大搞路线分析，搞清了领导思想上的路线是非，紧紧依靠工人阶级，用路线会战统帅生产。用一个多月的时间将锻冶车间的锻造炉全部安装了余热锅炉，为了使汽锤用汽压力稳定，将一台火管炉，三台水管炉的蒸汽连通起来，供应四台半吨蒸汽锤和一台1.5吨蒸汽锤使用，每年节煤四千余吨，为锻造工业的动力供应闯出了一条新路，这是毛泽东思想的伟大胜利。

一、锻造加热炉水管余热锅炉

1. 结构：

将原室式加热炉与水管余热锅炉结合在一起，见图3—1a和图3—1b。

锅炉汽包直径为1030毫米，长为4200毫米，用13毫米的锅炉钢板制成。在加热炉的炉墙上加装了由 $\phi 51 \times 2.5$ 毫米无缝钢管制成的水冷壁。在炉底烟道中，装设了水管锅炉的对流管束。对流管束的联箱直径为600毫米，长2300毫米，用13毫米锅炉钢板制成；对流管束用 $\phi 51 \times 2.5$ 毫米无缝钢管制成；联箱用 $\phi 125 \times 5$ 毫米的无缝钢管制成。每两联箱之间用两根 $\phi 75 \times 3$ 毫米的联接管连接。

为了提高锻件的加热效率，将原炉顶由原800毫米降为500毫米。实践证明，降低炉顶不仅消除了锻件和火焰间的冷气层，缩短了锻件的加热时间，并使火焰通过排烟口的流速加大，因而更有利于提高余热锅炉的出力。

2. 燃料及雾化剂：

加热炉以重油为燃料，以高压风为雾化剂，正常风压保持在4—5公斤/厘米²，由高压喷嘴喷出。生产实践验证，余热锅炉的产汽量与雾化剂的压力有直接关系，在其它条件不变的情况下，风压对汽压上升时间的影响如下表。

风压公斤/厘米 ²	2.5	3	4	4.5	5	5.5	6
汽压达8公斤/厘米 ² 所需时间(分)	210	120	90	80	60	50	40

3. 烟道的改装及炉墙的保温：

为使炉内烟火顺畅地进入烟道，以达提高锅炉的出力，将原230×230毫米的排烟口改为

750×500毫米。为了防止局部高温烧损水管，将烟道口附近的水管适当地掩护起来。

为提高加热炉热效率，减少热损失，改善劳动条件，炉外墙敷设了一层保温材料（蛭石粉），使炉墙表面温度由原80°C降为50°C（根据后墙测定）。

4. 受热面积的确定：

在取得火管余热锅炉成功经验的基础上（火管锅炉结构后述），为提高锅炉的产汽量，将火管式改为水管式。经多次试验，在平均温度为650°C的情况下，选用蒸发强度为15公斤/厘米²时，两台半吨蒸汽锤，每小时消耗汽量大约为1200公斤左右，受热面积为80米²。受热面积是依靠装设在炉底烟道中的受热水管，联箱和装设在炉墙里的水冷壁获得，共计受热面积为82米²左右。在烟囱抽力足够的条件下，其产汽量为1200公斤/时左右，远远超过了火管余热锅炉。

二、锻造加热炉火管余热锅炉

将原室式加热炉与火管炉结合在一起。见图3—1c。

技术数据：受热面积75米²

蒸发量为800公斤/时

在其受热面积相同的条件下，水管式与火管式余热炉优缺点比较如下：

项 目 数 据 型	由冷炉达8公斤/厘米 ² 所需时间 (时)	产 汽 量 公斤/时	造 价 元	修 理 与 维 护
水 管 式	1 左 右	1200	17000	较 复 杂
火 管 式	1.5~2.0	800	8500	较 简 单

三、锻造加热炉立式水管余热锅炉

在取得小型余热炉经验的基础上，我们又将1.5吨蒸汽锤用加热炉改为立式水管余热锅炉，其结构见图3—1d。汽包直径为1030毫米，长为3550毫米，用13毫米厚的锅炉钢板制成。对流管束用φ51×2.5毫米无缝管制成。锅筒直径为600毫米，长为2400毫米。用13毫米厚的锅炉钢板制成。水冷壁管用φ51×2.5毫米无缝管制成。水冷壁下联箱用φ152×6毫米无缝管制成。水冷壁上联箱用φ325×10毫米无缝管制成。对流管束下联箱用φ194×8毫米无缝管制成。导汽管用φ152×5毫米无缝管制成。下降管用φ89×4.5毫米无缝管制成，共两根。锻造加热炉炉底面积为3.3米²，受热面积160米²，蒸发量1.8吨/时。

四、取得效果，存在问题，改进方向：

1. 由于在烟道中装置了余热回收炉，充分利用了烟道余热，使烟闸处温度由原1100°C左右降为200°C左右，热损失减少了百分之五十以上，从而大大提高了加热炉热效率。加装锅炉后，由于降低了加热炉炉膛高度，不仅没有影响锻件的加热，反而使加热时间大大缩短。以90毫米方钢测定，过去加热到始锻温度为25分钟，现在为12~15分钟。

2. 由于在烟道中安装了余热锅炉，使烟气的阻力增大，故需有较大抽力的烟囱或排烟

设备。

3. 由于对水管锅炉的水循环规律掌握不透, 曾发生过水管烧损事故, 对此还要进一步研究改进。

热风熔铁炉余热锅炉

沈阳市铸锅炉具厂

我厂主要生产民用小铁锅和炉子配件等产品, 产品的再生铸铁靠热风熔铁炉熔炼。长期以来, 热风熔铁炉的高温烟气一直未被利用。

跨入七十年代以来, 我厂革命职工, 遵照毛主席关于“综合利用大有文章可做”的教导, 展开了回收热风炉余热的战斗, 制造和安装了两台余热锅炉, 从而使热风熔铁炉烟气余热得到了充分利用。两台余热锅炉产生的蒸汽供 2440 米² 的厂房、办公室取暖和全厂二个浴池、二个蒸饭锅的用汽, 为国家节省了大量煤炭。

一、结 构

余热锅炉炉体设置在原热风熔铁炉热风管后部。见图 3—2。汽包是由旧兰开夏锅炉外壳钢板卷制成, 直径为 1450 毫米, 全长 7340 毫米。汽包下部装有 325 根 $\phi 57 \times 3.5$ 毫米对流排管, 对流排管与纵向 25 根 $\phi 84 \times 4$ 毫米下联箱连接, 下联箱与横向 2 根 $\phi 159 \times 6$ 毫米联箱相连, 组成水循环系统。对流排管是余热锅炉的主要受热面, 吸收高温烟气的热量。

由于热风熔铁炉产生的烟气中飞灰量大, 管子表面积灰较多, 影响传热及烟气流通。因此, 在烟道侧墙上设有清灰门 22 个, 随时可用高压风除灰。

二、技 术 数 据

蒸 发 量	1.6 吨/时
工 作 压 力	1.5 公斤/厘米 ²
进口烟气温	1100 °C
出口烟气温	370 °C
总 受 热 面	145 米 ²
受压部件耗钢量	7.36 吨

三、存在问题及改进意见

1. 对流排管应布置在汽包 1/3 以下为宜。
2. 下联箱直径应改大些有利于水循环。
3. 下降管纵向位置应改变, 以利清灰。

平炉余热锅炉及汽化冷却装置

沈阳重型机器厂

在毛泽东思想哺育下，我厂炼钢工人以革命大批判开路，打破洋框框，洋教条，“敢”字当头，经过三个月的日夜奋战，终于建成平炉汽化冷却系统及水管式平炉余热锅炉。由于在平炉上实现了这两项革新，不但利用了平炉余热，而且大大缩短了炼钢时间，增加了钢产量。平炉余热综合利用工艺流程见图 3—3a。

一、平炉汽化冷却装置

平炉上的许多部位都有水冷构件。过去一直靠工业水循环冷却，每天消耗大量工业水，而且水中所含的钙、镁等杂质，日久在水冷件内壁结成厚厚的一层水垢，妨碍传热，往往使水冷件很快烧坏，造成停炉，增加了非生产时间。自从平炉上增设汽化冷却装置，就克服了上述缺点，转害为利。汽化冷却就是使冷却水在水冷件内受热汽化，把生成的蒸汽引出使用。水的汽化需要吸收相当大的一部分汽化热，因此，能够大量吸收水冷件的热量，使水冷件得到良好冷却，保证了一定机械强度和寿命。同时还可以带来很多收益，一是用水量大大降低，约为原来水量的1/50。二是为给水的软化处理提供了可能性，避免水冷件结垢，延长了水冷件的寿命，减少非生产时间。三是利用了余热，得到了蒸汽。

炼钢工人遵照毛主席关于“外国有的，我们要有，外国没有的，我们也要有”的伟大教导，以“只争朝夕”的革命精神，只用了二十天的时间，就建成了平炉汽化冷却系统。经过生产实践，证明效果良好。

1. 结构特性：

炼钢车间 1 号平炉汽化冷却工艺流程见图 3—3b。

图中五个水冷件为：三个炉门水框和二个煤气水套。汽鼓与各水冷件均由一根上升管和一根下降管连接，构成水循环回路。并在系统中装有连续排污管、人工排污管、上水管、安全阀、压力表等。整个系统所需的软化水由软化水处理站供给，当汽化系统发生故障时，用自来水冷却各受热元件。软化水由上水管打入给水槽，注满水槽后，流入汽鼓，再由汽鼓通过下降管流入各水冷件。水在水冷件内部受热后由上升管上升，部分被汽化。蒸汽则在汽鼓内分离后，从蒸汽管送给用户。分离下来的水与新补充的软水一起又从下降管进入水冷件，再受热上升，如此多次往复循环。这样，不但烧不坏水冷件，而且大大的节省了冷却用水。

2. 汽化冷却的有关数据：

蒸 发 量	1.5~2 吨/时
工 作 压 力	2~2.5 公斤/厘米 ²
上 水 温 度	50 °C

节 水 量	110 吨/时
节 煤 量	250~300 公斤/时
钢 增 产 量	1000 吨/年
减少非生产时间	150 时/年

3. 系统说明:

(1) 我厂是从旧厂房基础上改建的, 天车轨道很低, 离平炉顶很近, 因而把汽鼓放到15米高的房顶。安装了双套水位表、水位自动报警器、自动上水系统。

(2) 为了确保水的质量和正常运行, 设置了软化站。同时采用了三种排污方式: 一、连续排污; 二、人工定期排污; 三、给水槽内定期排污。

二、平炉余热锅炉

1. 结构:

该炉为水管式余热锅炉。见图 3—3c。由下面四个主要部件所构成。

(1) 上下锅筒直径为 $\phi 1250$ 毫米, 长 5.5 米, 壁厚 16 毫米, 并设有人孔。

(2) 沸腾管有 357 根, 为 $\phi 63.5$ 毫米的无缝钢管。共为 11 排, 交错排列。管束与平面成 45 度夹角布置。

(3) 在沸腾管束垂直方向有前后两道耐火水泥的隔烟板, 所以隔烟板与平面成 45° 角, 将烟气分为三个回程, 横向冲刷沸腾管束。

(4) 上下锅筒间还有 $\phi 159$ 毫米的下降管, 布置在炉墙外侧。

过去由于煤气换向设备不严, 部分煤气跑入烟道, 在烟道内常常发生煤气爆炸现象, 破坏了炉体的严密性, 影响了正常生产。为此在烟气的引入口, 上锅筒和前隔烟板之间设立了燃烧室, 在燃烧室内加设了一个煤气点燃火管。喷燃小于 500 毫米水柱的低压煤气, 使未燃尽的煤气得到燃烧, 而且避免未燃尽的煤气在锅炉内发生爆炸现象。

为确保锅炉和平炉的正常运行, 在锅炉的引入烟道设置了防爆安全装置。

平炉的烟气进入锅炉燃烧室进一步烧尽后, 分三次横向冲刷沸腾管束, 然后经引风机进入烟囱。

三、热工参数及有关数据

蒸 发 量	5~6 吨/时
工 作 压 力	6~8 公斤/厘米 ²
给 水 温 度	50 °C
受 热 面 积	295 米 ²
入 口 烟 温	600~800 °C
出 口 烟 温	200~250 °C
节 煤 量	830~1000 公斤/时
增 产 钢 量	3000 吨/年
每炉钢缩短时间	0.5 时/炉
余热锅炉用钢材量	13.2 吨

轧钢机加热炉余热锅炉及汽化冷却装置

沈阳轧钢厂

我厂是一个生产多品种钢材的企业，有大型钢坯加热炉。过去，每天上千吨的加热炉冷却水和温度高达 650°C 的烟气都白白放掉了。

在厂革命委员会成立后，广大革命工人遵照伟大领袖毛主席关于“要节约闹革命”的教导，提出了轧钢机加热炉综合利用的方案。从六九年初开始，经过三个月的时间建成了一套汽化冷却装置，同年五月又建成了余热锅炉。

一、概 述

轧钢机连续式加热炉是将钢坯加热至 1200°C 左右，供轧钢机轧制各种规格钢材的设备。

被加热的钢坯由炉尾沿着四根纵水管向炉前出钢槽移动。为了防止纵水管变形，每隔 1.16 米又装设了横水管来支撑。由纵水管及横水管构成了加热炉内的水管系统。为了防止炉内水管被烧毁，进行冷却，以维持水管具有足够的强度来承托钢坯，使钢坯能沿着平直的纵水管逐步向前滑移。

加热炉水管系统的冷却方式原为开式水冷系统，将自来水引入水管系统用以冷却纵水管及横水管，然后排入下水道。出口温度为 50°C 左右，这样使大量的热量随冷却水白白跑掉。冷却水量达 100 吨/时，同时加热炉尾部温度高达 650°C 的烟气亦未利用而排入大气。加设了汽化冷却装置及余热锅炉后，充分利用了这两部分热量。加热炉综合利用系统见图 3—4 a。

二、汽化冷却装置

加热炉汽化冷却是将汽包内的高温饱和水通过下降管引入加热炉内的水管系统（纵水管及横水管）。水在管内流动时受热，一部分饱和水即开始蒸发变成蒸汽，随着汽水混合物的不断流动，被加热产生的蒸汽也不断增加。由于蒸发过程中饱和水需吸收大量的汽化潜热，使钢管得到了冷却。在水管系统内形成的汽水混合物通过上升管引入汽包。在汽包内蒸汽和水分离后，蒸汽被送往用户，被分离的水又通过下降管重新进入加热炉的水管系统进行循环。这样既冷却了水管，同时又获得了大量的蒸汽。由于蒸发而减少的水量利用给水泵将软水补入系统。汽化冷却装置工艺流程见图 3—4 b。

其主要组成部分：

1. 炉内水管系统

炉内水管系统是由纵水管及横水管组成：

纵水管 有 4 根 $\phi 127 \times 20$ 毫米无缝钢管。

横水管 有15根 $\phi 127 \times 20$ 毫米无缝钢管。

2. 水循环系统

由于加热炉水管系统均为水平管段，造成水循环不好；又因厂房限制，汽包设于高15米处，增加了系统循环阻力及散热损失，为了保证点火和低负荷运行时水的正常循环，在系统下降管段，增设了一套加压装置（循环水泵）。在正常运行时，用自然循环。

3. 工业水系统

为了保证发生事故时的安全运行，从分水箱处接入了一根6吋水管，必要时可改为开式水冷方式。

4. 软水系统

为了保证汽化冷却安全运行，补充水必须进行软化，为此设置了钠离子水处理设备。主要设备有：

钠离子交换器	$\phi 1000$ 毫米二台
浓盐溶液池	一个
稀盐溶液池	一个
盐水泵	1 $\frac{1}{2}$ BA -6 二台
生水加压泵	2 BA -6 一台（因自来水水压太低）
5. 给水系统	
给水箱	20 米 ³ 矩形钢板水箱一个
给水泵	电动给水泵 2.5WX-1.1 一台
	蒸汽给水泵 2 QS-15/17 一台

三、余热锅炉

加热炉炉尾排出废气温度在 600°C 左右，原来经烟道从烟囱排出，现在安装了一台受热面积为 500米^2 的烟管余热锅炉，由 480 根 $\phi 63.5 \times 3$ 毫米烟管组成。余热锅炉的结构，见图 3-4 C。烟气经烟管后，由两侧返回至前端，再由底部进入烟囱排出。余热锅炉的主要参数：

蒸发量	4 吨/时
工作压力	8 公斤/厘米 ²
蒸汽温度	饱和
入口烟温	$550 \sim 600^{\circ}\text{C}$
出口烟温	200°C

为了进一步降低排烟温度，用 1 $\frac{1}{2}$ 吋焊接钢管煨制了受热面积为 35米^2 的蛇形管省煤器，并设置了单独的水循环系统，安装了二台 2 BA-6 型循环泵（一台备用），自汽化冷却装置给水箱内吸入软化水，经省煤器加热后，仍返回给水箱。省煤器投入使用后给水箱内水温自 10°C 上升至 $80 \sim 90^{\circ}\text{C}$ ，排烟温度降至 150°C 以下。

四、余热利用的效果

汽化冷却装置及余热锅炉建成一年多来，运行正常。加热炉加热的钢坯质量较以前有所提高，消灭了钢坯上的黑斑。安装余热锅炉后排烟温度降至 150°C ，两项设备能产生 $6 \sim 6.5$

吨/时蒸汽，除供给本厂用汽外，还供给啤酒厂淀粉车间、制酒车间生产、采暖及生活用汽，代替了啤酒厂三台 140 马力兰开夏锅炉。每年能节约用煤 7000 余吨，节水 75 万吨。

五、存 在 问 题

1. 因汽包设置过高，管路长，管道热损失大，安装和操作不便，汽包置于炉顶即可。
2. 由于设置了一套加压装置，增加了耗电量。我厂另一台轧钢机加热炉的汽化冷却装置，已改变了原有加热炉内水管系统的布置，把横水管改成垂直水管，下接下联箱，上接纵水管（即原有纵水管成为上联箱），下降管与下联箱相连，上升管与上联箱相接，从而改善了系统水循环，取消了加压装置。见图 3—4 d, 3—4 e, 3—4 f。

图 3—4 d 中虚线部分为强制循环系统，只有在水循环系统发生事故时，才使用它，汽包直径 1 米，长 5 米。

隧道窑余热锅炉（之一）

沈阳市日用陶瓷厂

以前，我厂生产的产品均用倒焰窑烧成。耗煤多，余热不能利用，出装操作劳动强度大，而且不能连续生产。工人同志每天是“手捧五十斤，一日行百里，进窑一身汗，出窑打颤颤”。工人骂它是“害人窑”、“煤老虎”。

广大革命工人在“一打三反”运动中，大搞路线分析，坚持“独立自主、自力更生”的方针，只用了二十九天时间，打倒了沿用近两个半世纪的倒焰窑，利用原窑旧砖，建成一条七十一米长的烧煤隧道窑，并在窑的冷却带上安装了余热锅炉，吸收窑车及成品放出的辐射热量而产生蒸汽，用于干燥半成品和取暖，平均每月可节煤 25 吨。

一、结 构 与 安 装

隧道窑余热锅炉安装在窑的烧成带最末一对火箱后两公尺的冷却带始端上。见图 3—5 a。

汽包用兰开夏锅炉外壳卷制成，位于窑的拱顶上。两排 $\phi 51 \times 3$ 毫米的水冷壁管由汽包引出后，交错进入窑内，沿窑的两侧墙嵌入墙壁内，以免刮车，其下端穿出窑壁与下联箱连接。下降管位于窑外，分别与汽包、下联箱连结，构成水循环系统。

为防止蒸汽带水，设置了汽水分离器。分离器是采用直径 $\phi 100$ 毫米、长 800 毫米的钢管制成，两端封死，上半面钻孔，并在上面相距 20 毫米的地方遮盖一半圆形薄钢板。结构见图 3—5 b。

二、性能与特点

1. 主要数据:

蒸发量	0.7~1.3吨/时 (隧道窑班产量8~12车)
工作压力	2~3公斤/厘米 ²
窑车接近锅炉的开始温度	1020°C
窑车经过锅炉后的温度	300°C

2. 特点:

结构简单, 无附加设备, 造价低。

3. 主要材料消耗:

锅炉钢板	3吨
无缝钢管	4.5吨

三、存在问题

1. 隧道窑的余热尚未充分利用, 通过锅炉的窑车温度仍在300°C左右, 有待进一步回收余热。

2. 由于隧道窑是连续生产的, 每隔两年左右才能检修一次, 因此锅炉的水处理必须搞好, 以免结垢。

隧道窑余热锅炉 (之二)

沈阳市耐酸材料厂

我厂生产的产品是用隧道窑烧成的, 在隧道窑的冷却带有大量的余热, 过去都白白跑掉了。

广大工人为了落实毛主席关于“要进一步节约闹革命”的伟大指示, 狠批了刘少奇的反革命修正主义路线, 以冲天的革命干劲, 战胜了人手少、材料不足、技术力量薄弱等困难, 终于制造出了隧道窑余热锅炉, 以实际行动捍卫了毛主席的无产阶级革命路线。

一、结构特点

1. 锅炉安装在隧道窑烧成带最后一对火箱后1.5公尺的冷却带始端上。见图3-6a。锅炉吸收产品放出来的辐射热量而产生蒸汽。窑车在锅炉前温度为1000°C左右, 经过锅炉后温度降至400°C左右。

2. 隧道窑余热锅炉是由锅筒、下联箱及水冷壁管组成。见图 3—6b。
 3. 汽鼓是用旧兰开夏锅炉外壳钢板卷成，直径为 1 米，长 6 米。
 4. 下联箱是用旧锅炉的联箱，直径为 270 毫米，长 6 米。
 5. 水冷壁管为 $\phi 57 \times 3.5$ 毫米，两侧各 3 排，共 6 排，里面 4 排为上升管，共 182 根，外面 2 排为下降管，共 48 根，构成了水循环系统。
 6. 设有汽水分离器，保证蒸汽质量。
 7. 有磺化煤水处理装置一套，软水经储水箱预热到 80°C 左右，再进入锅筒。
- 隧道窑余热锅炉特点是：结构简单，制造容易，不需要其他附属设备。

二、主要数据

蒸发量	1 吨/时
工作压力	2.5 公斤/厘米 ²
受热面积	85 米 ²

三、所需材料

1. 利用旧兰开夏锅炉外壳钢板 2 吨，旧锅炉钢板 1.5 吨。
2. 无缝钢管 $\phi 57 \times 3.5$ 毫米 2.1 吨。

四、存在问题

1. 隧道窑的余热尚未充分利用，需进一步改进。
2. 由于隧道窑连续生产，不能紧急停炉，给锅炉检修和事故处理，带来一定困难。
3. 最外两排管上端应与汽鼓底部连接，或者在两侧墙外另设下降管，有利水循环。

玻璃池窑余热锅炉

沈阳玻璃厂

我厂玻璃池窑每天耗煤一百多吨。过去池窑产生的废气白白地从烟囱跑掉。多年来，由于生产的发展，玻璃池窑的产量大幅度增加。原烟囱抽力满足不了生产发展的需要，造成“窑压大”，窑体侵蚀加剧，影响池窑的使用寿命。

经过无产阶级文化大革命战斗锻炼的革命工人，狠批了刘少奇反革命修正主义路线，用毛主席光辉的哲学著作《实践论》武装头脑，敢于“打破洋框框，走自己工业发展道路”。

仅五个多月的时间，改建扩建了三台余热锅炉设备，实现了池窑烟气的余热利用，不但节约了煤，还解决了“窑压大”的老大难问题。

一、余热锅炉的布置和运行

余热锅炉是卧式烟管锅炉，结构与普通外燃回火管锅炉相似，见图 3—7 a。它有152根 $\phi 76 \times 3.5$ 毫米的普通烟管，52根 $\phi 76 \times 5$ 毫米的拉撑管组成。受热面积为240米²；烟气流截面积为0.746米²；水容积为24米³。炉子给水需软化处理。锅炉无砖衬。安装运行简单。

卧式烟管余热锅炉布置在池窑空气交换器和烟囱之间，见图 3—7 b。为了避免风机并联的互相干扰，一台锅炉配置一台引风机，这样烟气管路比较简单，严密性好。其缺点是各引风机不能互为备用。

当池窑产生的烟气全部经余热锅炉时（简称全通过），池窑与烟囱是隔断的，这时2、3号风机排出的烟气各自流入2、3号炉烟囱排出，而1号风机排出的烟气由池窑烟囱排出。当池窑产生的烟气部分通过余热锅炉，而另一部分通过池窑烟囱时，1号余热锅炉的烟气不再从池窑烟囱排出，而从1号炉烟囱排出。半通过时，进入池窑烟囱的烟气量需保持一定数量，如烟气量太小，烟囱抽力将很不稳定，多次发生烟囱自然抽力急剧下降，窑压突然由2毫米水柱增加到8毫米水柱。这时必须调节锅炉烟道闸板来解决。

烟气中含有可爆物，在一定的温度和具有引起爆炸的最低氧量的条件下，就会引起爆炸（即打枪现象）。防止办法：1. 烟道要严密，尽量减少冷空气的渗入；2. 烟道要注意隔热保温，烟气超过500℃就不致发生爆炸现象；3. 烟道要避免死角；4. 加设煤气点火喷嘴；5. 池窑内尽量减少过剩空气；6. 换火时避免煤气漏入烟道；7. 设烟道防爆门。

烟气携带炉料粉尘及焦油沉积在烟道和锅炉烟管中，增加对烟气流动的阻力，降低锅炉的传热系数。所以烟道和锅炉烟管需定期清扫。

烟气中含有二氧化硫，为避免在受热面表面凝结而产生腐蚀，受热面表面温度不能太低，因此给水应该预热。以使表面温度高于烟气的露点。

二、余热锅炉的热工参数

蒸 发 量 (三台)	9 吨/时
工 作 压 力	4 公斤/厘米 ²
受 热 面 积 (三台)	720 米 ²
给 水 温 度	17℃
进入余热锅炉烟气温度	500℃
排 烟 温 度	220℃
节 煤 量	1.5吨/时

三、存在问题和改进意见

池窑内温度高达1500℃，经过蓄热室和烟道到锅炉入口处烟温降至500℃左右，这部分

热量散失太大，应进一步改进池窑结构，加强烟道的密封性和绝热性，以提高锅炉入口温度。

轮窑余热锅炉及余热利用

沈阳市红砖一厂

我厂革命职工通过活学活用毛主席的光辉哲学思想，组成了以工人为主体的“三结合”轮窑余热利用小组，发扬“一不怕苦，二不怕死”的彻底革命精神，在一无图纸，二无资料的情况下，奋战十三天，完成轮窑余热利用第一期工程。

伟大领袖毛主席教导我们：“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。”工人又在窑上安装两台余热锅炉，解决了生产用汽和一部分生活用汽。实践证明，效果良好。轮窑余热利用后，全年可为国家节煤九千五百吨，实现了干燥砖坯不用煤。

一、结构及特点

我厂轮窑采用普通粘土砖砌筑的环形隧道，分成68个窑门。每窑室尺寸长5.5米，宽3.7米，高2.8米，容积为54米³。在窑碛上部有600毫米高的双层余热“火坑”，经过余热闸与总余热道联结。在窑室外侧墙下“哈风”（烟道进口），与中央烟道及窑中间54米高烟囱相通。

一部分冷空气由窑门经冷却带冷却成品，得到预热供给砖坯自燃，最后由烟囱排除。另外，一部分冷空气吸收砖的热量，提高其温度，从火眼进入余热“火坑”，经余热闸进入总余热道，通过余热炉产生蒸汽，送到干燥室。

在窑下干燥室热风入口处，安装一台16号通风机，把热风抽入。

砖热量是由掺在坯内部的炉灰（40%左右）所含的可燃物质经预热后燃烧放出。这部分热量除继续供给前部坯体预热外，大部分送入余热炉到干燥室，供给砖坯干燥。

冷水（软化的）经过下层烟道预热，送到余热锅炉。

余热锅炉锅筒 ϕ 1000毫米，由厚8毫米的钢板卷制，两端封头是用12毫米厚的钢板制成。顺筒体方向穿42根无缝管与封头焊接。热风从管里通过把热量放出，产生的蒸汽经分汽缸送到车间作为冷坯加温用。

轮窑一般为4~5部火，每部火有窑13~17门。过去砖坯干燥是用4座昼夜不停的手工投煤热风炉供热，干燥砖坯，平均每万块砖要1.25吨煤。利用余热后不仅热风炉取消了，而且还产生蒸汽供给生产用。余热锅炉的布置见图3-8a、3-8b_{1,2}。

二、技术数据

1. 砖坯及焙烧

砖坯含热量

800~1100大卡/块

炉灰发热量	1000~1300大卡/公斤
小时产砖量	10000~13000块/时
内燃剂掺兑	40~43% (体积比)
焙烧温度	950~1000°C
烧成周期	36~40小时

2. 干燥余热炉热工数据

余热炉入口热风温度	200~300°C
余热炉出口热风温度	100~130°C
余热炉通风量	70000~90000 米 ³ /时
热风相对湿度	3~5%
余热炉冷水温度	10~15°C
余热炉进水温度	50~60°C
工作压力	2~1.5公斤/厘米 ²
受热面积	150 米 ² /台
蒸发量	500~600 公斤/时

三、材料及设备

四台16号通风机	(利旧)
水泵 2 台	(旋涡水泵)
软化水设备	一 套
钢 板	7 吨
无缝钢管	20 吨

四、经济效果

1. 利用余热干燥砖坯代替四座热风炉，实现全年干燥不用煤，可为国家节煤7500吨。
2. 由于不烧热风炉，节约劳动力8600工日/年。
3. 利用余热产生蒸汽可代替一台兰开夏锅炉全年节煤2000吨、劳动力360工日/年。
4. 改善了干燥室出口操作条件，降低窑室温度。

玻璃熔化炉余热锅炉

沈阳市玻璃制瓶厂

我厂广大职工响应了省、市革委会关于开展余热利用的号召，组成了工人、革命干部、技术人员三结合余热利用小组。对玻璃熔化炉进行了改造，并装设余热锅炉，用于生产和生

活，冬季可供面积为 4250 米²的取暖。停用了三台 100 马力兰开夏锅炉和一台 5 M×13 型铸铁锅炉，每年为国家节煤 2760 吨。

玻璃熔化炉余热利用的方法：

1. 利用两台 140 马力兰开夏锅炉外壳，每台中间加 170 根 $\phi 76 \times 4$ 毫米无缝钢管组成余热火管锅炉，置于烟道中，靠烟气带走的余热来加热锅炉。每台炉的总受热面积为 229.5 米²，烟道内烟气的平均温度为 500°C，锅炉产汽量 0.5 吨/时，工作压力为 3 公斤/厘米²，见图 3—9。

2. 玻璃熔炉的上盖温度很高，过去填充保温层，这部分热量没有充分利用。现在在炉盖上铺设 36 组排管，每组排管由两根长 750 毫米 $\phi 69 \times 6$ 毫米及 10 根长 3 米 $\phi 25 \times 2.5$ 毫米钢管等距排列焊成。靠吸收炉盖传导热来加热排管。排管又与汽包相联，见图 3—9。蒸发量 0.5 吨/时，工作压力 2 公斤/厘米²，这一部分蒸汽和一台余热锅炉串联一起，供全厂生产用汽。

坩 埚 炉 余 热 锅 炉

沈阳市玻璃计器厂

我厂过去由于受叛徒、内奸、工贼刘少奇的“专家治厂”、“洋奴哲学”、“爬行主义”等反革命修正主义路线的影响，使三台每年烧煤 3000 吨的坩埚炉的烟气余热得不到利用。在无产阶级文化大革命中，广大革命职工，遵照伟大领袖毛主席关于“中国应当对于人类有较大的贡献”的教导，大搞技术革新，对三台坩埚炉进行了改造，利用余热，每年为国家节煤 600 吨。

在 1 号坩埚炉烟道内设二组排管，吸收高温烟气的热量，使排管内的冷水加热成蒸汽输送至集汽罐。夏天蒸汽通过集汽罐供洗砂车间洗砂、职工蒸饭及浴池用汽；冬天供二车间 840 米²采暖和浴池用汽，见图 3—10a。

2 号、3 号坩埚炉每个炉分左右二个烟道使烟气通往烟囱排出。2 号、3 号坩埚炉烟气出口处设有闸门。在 2 号坩埚炉左右二个烟道内各安有排管一组，3 号坩埚炉左烟道内设排管一组。排管主要吸收高温烟气的热量使其产生蒸汽。夏天关上 2 号坩埚炉右烟道闸门和 3 号坩埚炉烟道左闸门，使高温烟气从 2 号坩埚炉左烟道内走，排管产生的蒸汽送至立式锅炉内，由立式锅炉供洗砂车间洗砂、职工蒸饭、饮水用汽。3 号坩埚炉烟气从右烟道进烟囱排出。这一部分烟气热量没利用。冬季关上 2 号坩埚炉左烟道闸门和 3 号坩埚炉右烟道闸门使高温烟气通过排管从烟囱排出。排管内加热成的蒸汽输送到一台 4 吨/时卧式快装锅炉内，增加快装锅炉的出力，供全厂 4500 米²采暖、职工蒸饭、饮水用汽，见图 3—10b。

烘炉余热锅炉

沈阳机车车辆工厂

我厂革命工人遵照伟大领袖毛主席关于“抓革命，促生产，促工作，促战备”的教导，发扬工人阶级敢想、敢干、敢革命的精神，改造了旧的烧铁烘炉，使大量余热得到利用，为国家节约了煤与焦炭，改善了劳动条件。烘炉的余热利用，是我厂革命工人活学活用毛泽东思想的结果。

以前，烘炉的炉框用30号槽钢焊成，在炉框中间用耐火砖砌成炉膛，盖炉的闷火铁板是6毫米的钢板。因此，炉子在作业时，全部余热白白地跑掉了；炉框因长期受热而变形，每三个月须更换一次；盖炉用的闷火铁板，也由于氧化变形，每半月须更换一块。每年浪费钢材2吨之多。另外，由于炉框周围没有隔热装置，炉内的辐射热严重影响工人操作。

烘炉结构改造后，炉框、炉盖均改为水套式。水套用8毫米钢板焊接而成。在水套中间，用耐火砖砌成炉膛，用来加热工件。为了防止水套长期受热变形，在两层钢板之间焊上炉掌。在水套顶部安装19根 $\phi 50$ 毫米烟管，增加受热面积，加速温升。水套的附属设备有进水阀、排水阀、安全阀、检查水阀、水位表等。见图3—11。

烘炉作业时，水套中水温迅速上升，产生蒸汽，出汽量为100公斤/时，可用于茶炉、蒸饭、浴池等。每年为国家节约焦炭60余吨，煤180余吨。由于炉的水套制成拱型，类似闷火窑，故炉膛温度比较集中，升温快，每炉烘烧配件时间缩短了10分钟，提高了炉子效率，另外，水套具有隔热作用，大大减少了辐射热直接辐射，改善了劳动条件，提高了劳动效率。

锻造加热炉余热锅炉

沈阳空气压缩机配件厂

我厂广大革命职工在毛主席关于“备战、备荒、为人民”的伟大战略方针指引下，组成了以工人为主体的，有革命干部和工程技术人员参加的“三结合”锅炉改造小组，大搞余热综合利用，制成了一台锻造加热炉余热锅炉，实现了汽锤动力自给。

锻造加热炉余热锅炉见图3—12。设有上汽鼓一个，直径为1米，长3.6米，由10毫米厚的锅炉钢板卷成。烟道对流管束85根，上部与上汽鼓相通，下部与下锅筒（ $\phi 600 \times 1600$ 毫米）连接。下降管22根，下部与联箱及联箱联接管相连，设置于墙内。下锅筒与联箱联接管间装有18根 $\phi 57 \times 3$ 毫米的排管，起下降作用。加热炉采用低压鼓风，烧重柴油或原油。并设

有小型水处理装置一套。

实践证明,锻造加热炉消耗重柴油50公斤/时,余热炉产气量为0.7吨/时,蒸汽压力达4~6公斤/厘米²,可以满足0.5吨汽锤所需动力。该余热炉上汽快,保证连续开锤,而且不影响锻件加热。

锅炉受热面积为90米²(其中包括水冷壁管9.2米²)。使用锅炉钢板1.5吨,φ57×3无缝管2.0吨,φ108×4毫米联箱管0.1吨。

缺点是:(1)没有把炉底、炉门以及汽锤排出乏汽的余热全部收回;(2)对流管束与烟气流向平行,受热效果较差。

烟 秸 水 处 理

辽宁精密仪器厂

随着锅炉革命的深入发展，中、小型锅炉水质软化问题，已成为当前新型锅炉能否安全运行的关键。我厂使用烟秸水处理，已达四年之久。实践证明，这种办法，简而易行，效果显著，是一种有效的土办法。

一、烟秸成分及水处理作用

据有关部门化验，烟秸中含有烟碱（尼古丁），鞣酸（丹宁），粘性物质及磷酸根等。

鞣酸及粘性物质溶于水后，与水中的钙、镁盐作用，生成不溶解的絮状鞣酸钙、鞣酸镁。质轻在水中呈悬浮状。此外，鞣酸与碳酸钙、碳酸镁晶体之间还存在着互相吸附的作用。在蒸发、浓缩过程中，部分鞣酸溶液便在晶间析出，致使碳酸钙、碳酸镁的晶粒结合不紧密，不易长成大颗粒。即使有沉淀析出，由于晶粒之间结合不紧密，垢层也是十分疏松的。

磷酸根能与水中钙、镁离子生成松软的颗粒泥状沉淀，磷酸盐水解使水呈碱性，提高PH值，避免金属腐蚀。

二、使用 方 法

将烟秸用铁丝绑扎好，两端根稍切齐，每捆约10~15公斤，再用15×15毫米的铁丝网裹紧，装入汽包或预热水箱内，固定于水面以下。经过试验和分析蒸汽锅炉的烟秸投放量，当给水硬度为10~14°（德国度）时，每昼夜运行16~20小时，可按蒸发量1吨/时蒸汽加入烟秸30公斤（新烟秸），可连续运行50天。如为温水采暖锅炉，可连续运行一个采暖期（156天）。

三、烟秸水处理的优点

1. 这种水处理方法操作方便，管理简单。
2. 烟秸来源丰富，价格低廉。
3. 锅内沉积物与锅壁结合力不紧，用水冲刷即可脱落。
4. 烟秸在炉内长时间使用芯空皮不烂，仍保持完整不会堵塞管道，影响运行。

四、使用烟秸水处理的注意事项

1. 采用烟秸水处理的炉水中，含有大量的鞣酸等有机酸类。因此，锅炉排污量不宜过

多。蒸汽锅炉一般每半个月排污一次，每次排污量按水位计约50%左右为宜。温水锅炉排污周期适当延长，视锅内沉积物量而定。

2. 烟碱是一种毒性物质，运行初期，烟碱随同蒸汽挥发逸出，不宜用于饮食加工。

蒸汽喷射器装置

沈阳电力学校 辽宁精密仪器厂

蒸汽喷射器是以蒸汽为动力，作为热水采暖系统的水循环装置，同时起到热交换器的作用。结构简单，管理方便，代替了循环水泵，经济适用，工作可靠，效果很好。

蒸汽喷射器是由喷嘴、混合室、渐扩管等部件组成，见图4—1。

一、工作原理

具有一定压力的蒸汽流入喷嘴后速度增高，造成喷嘴周围水室中压力下降，从而将水室中的水吸出，并在混合室内混合，水温亦随之升高，混合后的热水流入后段的渐扩管，流速逐渐降低，相应的增加了静压，压力较高的热水进入采暖系统中起到热媒作用。图4—2为喷射器采暖系统线路。

二、喷射器的种类及制造要求

喷射器按进水方式可以分为：

1. 侧面进水式喷射器，见图4—3 a、b；
2. 端面进水式喷射器，见图4—4 a、b。

侧面进水式蒸汽喷射器：水从横向进入水室，蒸汽从端部喷入。这种结构由于喷嘴管段穿过水室部分较长，水冷影响了蒸汽的焓值，因此在制造中必须将蒸汽喷嘴的直管段外部加装一个套管，隔绝水冷影响。

端面进水式蒸汽喷射器：水从轴向进入，蒸汽由横向喷入。这样可缩短蒸汽在水室中的流程，减少了蒸汽的焓降。但这种结构，在制造装配中，喷嘴定位困难，因此在喷嘴的固定垫和喷嘴的固定法兰盘之间装上定位销便于定位，见图4—5。

喷射器的制造要求：喷射器的喷嘴应采用抗磨及耐腐蚀的钢材制造，或者喷嘴在机械加工后进行镀铬或镀铜以增加抗磨性和耐腐蚀性。图4—6为喷嘴加工图。其它各配件可用一般钢板卷制焊接。

蒸汽喷射器的结构尺寸，见表4—1

表 4-1-1

蒸汽喷射器										备 注															
结 构 尺 寸 (毫米)																									
参 数		参 数								备 注															
排水量 G_1 吨/时	耗汽量 G_0 吨/时	工作蒸汽 压力 P_0 公斤/厘米 ²	混合系数 (水汽比) u	临界直径 d_L	排出口直径 d_P	蒸汽入口直径 d_A	喷嘴长度 l_A	喷嘴壁厚 S	临界直径至 排出口长度 l_B		混合室	渐扩管	水室	过 渡 节		循 环 水 入 口									
										始端直径 d_2	末端直径 d_3	长 度 l_5	末端直径 d_4	长 度 l_3	始端直径 d_0	末端直径 d_1	长 度 l_2	始端直径 d_1	末端直径 d_2	长 度 l_4	直 径 d_0	长 度 l_1			
25	0.45	3	57	14	14.5	30	100	4	3.5	39	25	150	75	350	100	250						90	67	80	侧面 进水式
50	1.04	4	48	23	22	50	130	4	6.7	47	30	170	90	500	150	400						120	100	100	"
75	1.66	5	45	30	31	63	190	4	6.7	56	33	200	130	800	200	500						180	125	100	"
100	2.56	5.5	39	33.7	34.8	70	168	5	6-10	63	37	240	150	880	200	110	150	200	100	200	62	200	150	100	端面 进水式

试验数据见表 4—2

表 4—2

序号	喷射器设计 排水量 吨/时	实 测 数 值						备 注		
		循 环 水				蒸 汽				
		出 口			入 口		耗 量 吨/时			工作 压力 公斤/厘米 ²
		排水量 吨/时	压 力 公斤/ 厘米 ²	温 度 °C	压 力 公斤/ 厘米 ²	温 度 °C				
1	25	20	1.5	48	1.2	36	0.35	3		
2	50	41	1.7	50	1.5	40	0.85	3.5		
3	75	73	2.1	70	1.8	50	1.6	4.5		
4	100	98	2.7	86	2.5	64	2.6	5.5		

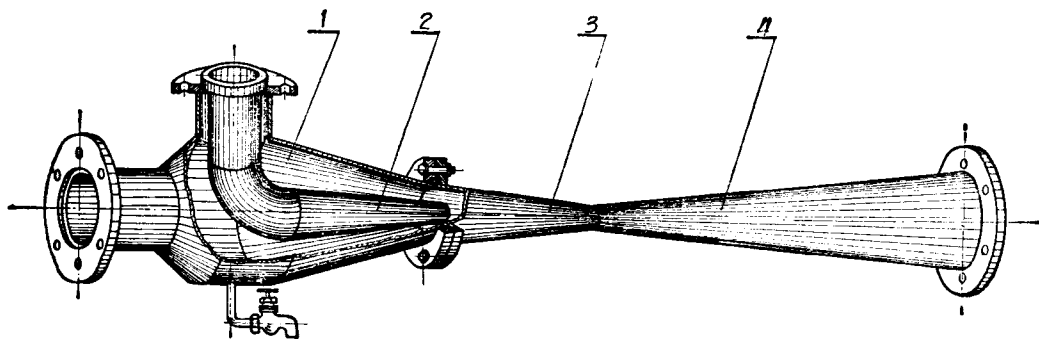


图4-1 喷射器图

1—水室； 2—蒸汽喷嘴； 3—汽水混合室； 4—渐扩管。

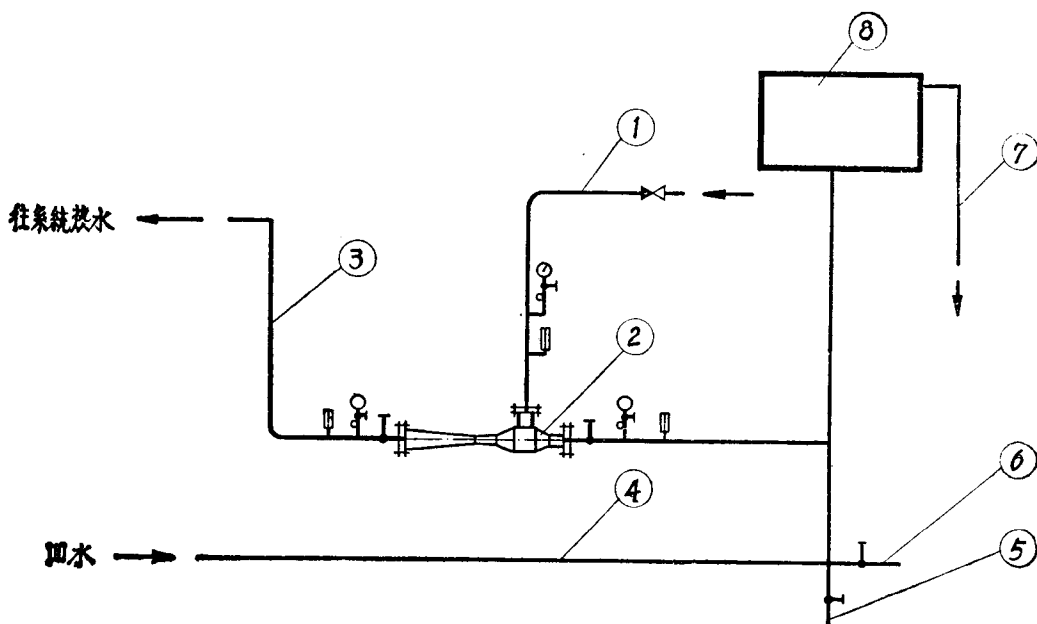


图4-2 喷射器采暖系统线路

1—蒸汽管路； 2—蒸汽喷射口； 3—热水管； 4—回水管； 5—泄水管； 6—补水管；
7—溢流管； 8—膨胀水箱。

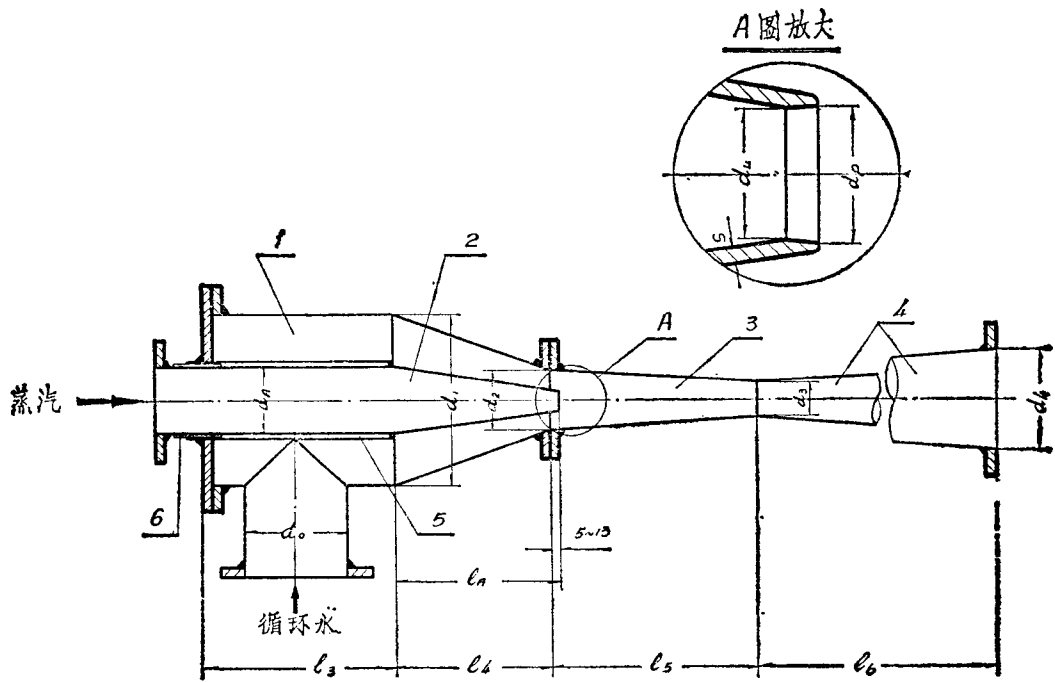


图4—3a 侧面进水式蒸汽喷射器

1—水室； 2—蒸汽喷嘴； 3—汽水混合室； 4—渐扩管； 5—保温套管； 6—汽管支撑垫圈。

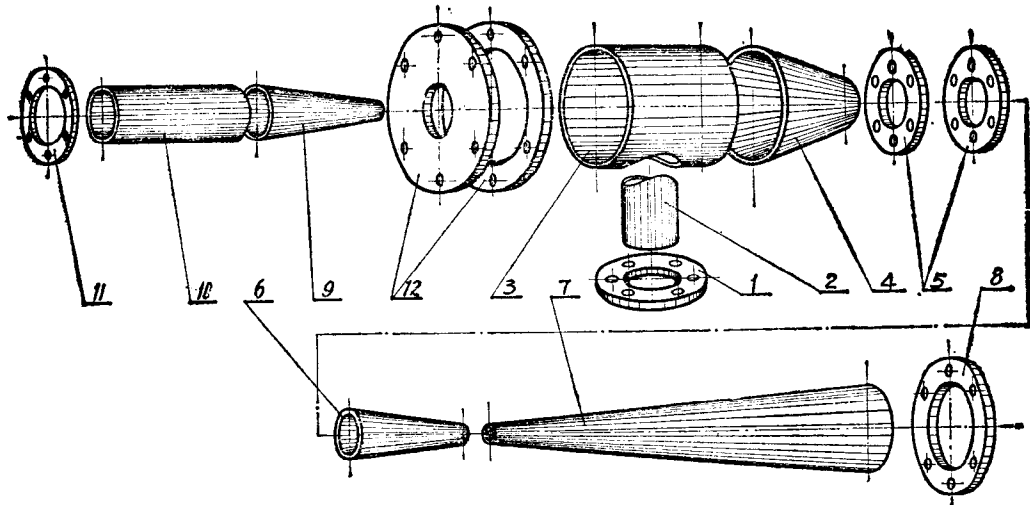


图4—3b 侧面进水式蒸汽喷射器总成

1—循环水入口法兰盘； 2—循环水入口直管段； 3—水室； 4—水室后过渡节； 5—中间法兰盘； 6—汽水混合室； 7—渐扩管； 8—循环水出口法兰盘； 9—蒸汽喷嘴； 10—蒸汽入口直管段； 11—蒸汽入口管法兰盘； 12—喷嘴与水室固定法兰盘。

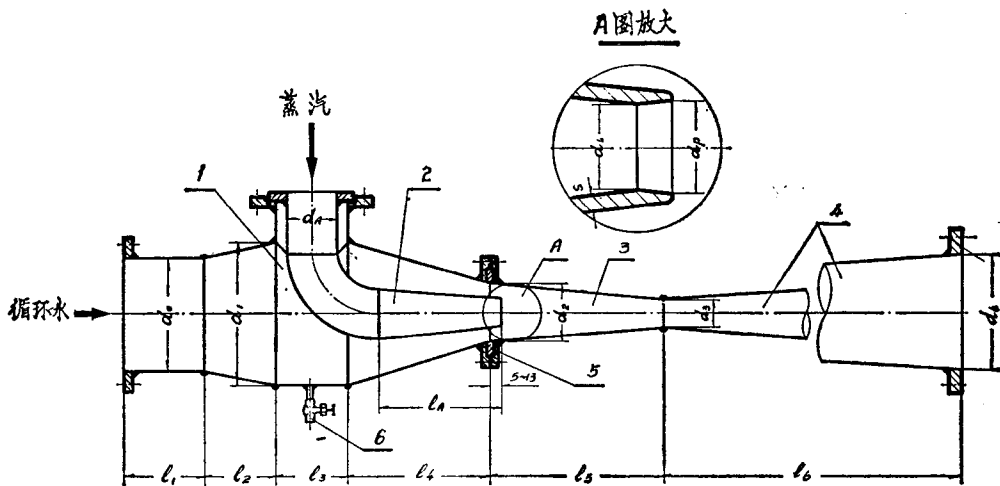


图4—4a 端面进水式蒸汽喷射器

1—水室； 2—蒸汽喷嘴； 3—汽水混合室； 4—渐扩管； 5—喷嘴调正圈； 6—放水阀门。

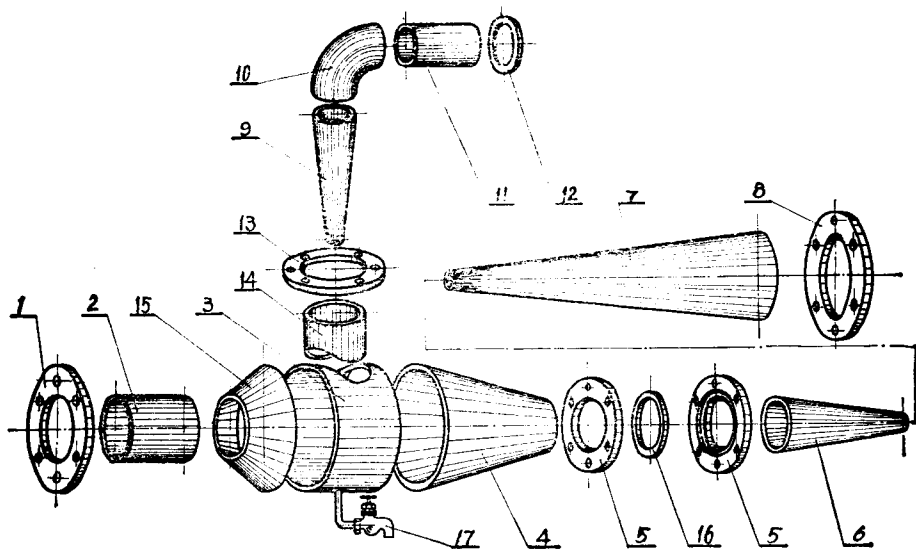


图4—4b 端面进水式蒸汽喷射器总成

1—循环水入口法兰盘； 2—循环水入口直管段； 3—水室； 4—水室后过渡节； 5—中间法兰盘； 6—汽水混合室； 7—渐扩管； 8—循环水出口法兰盘； 9—蒸汽喷嘴； 10—喷嘴弯头； 11—蒸汽入口直管段； 12—喷嘴固定垫； 13—喷嘴固定法兰盘； 14—水室支管； 15—水室前过渡节； 16—调正垫； 17—放水阀门。

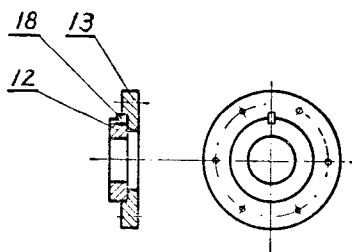


图4—5 定位销

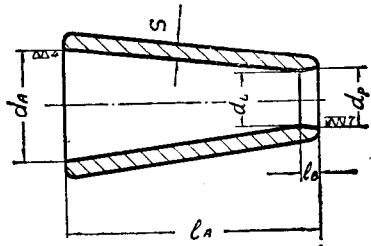


图4—6 喷嘴的加工图