

节约能源 1000 例

旅大市科技情报研究所

一九八〇年十一月

前

言

为贯彻执行中央提出的“开发和节约并重，近期把节约放在优先地位”的能源方针，推动我国四化建设，我所收集整理了国内外节约能源方面的材料一千余例，供有关单位参考。

由于时间仓促，水平有限，缺点错误在所难免，望批评指正。

目 录

一、燃料动力工业	
1. 发电厂节能	1
2. 烧劣质煤的锅炉	8
3. 锅炉改造	13
4. 煤气炉	20
5. 其 他	23
二、冶金工业	
1. 炼焦、炼铁	29
2. 炼钢、轧钢	31
3. 有色金属	39
三、金属加工、机械	
1. 铸 造	41
2. 热处理	45
3. 机 械	54
四、电机、电器、供电设备	
1. 电 机	56
2. 直交流电焊机	59
3. 交流接触器	61
4. 可控硅应用	62
5. 功率因数补偿	63
6. 其 他	65
五、石油、化工	
1. 炼 油	66
2. 化肥、农药	71
3. 其他化工产品	76
六、纺织、轻工	
1. 纺 织	80
2. 轻 工	87
七、交通运输	
1. 汽车节油	89
2. 其 他	109
八、农机、柴油机	112
九、建材、建筑	
1. 水泥工业	119
2. 玻璃工业	125
3. 建材其他	127
4. 建 筑	132

十、灯 具	135
十一、灶具改革节煤	
1. 蜂窝煤	142
2. 家用节能炉灶	145
3. 食堂节煤炉灶	149
4. 特种炉灶	152
十二、远红外和微波干燥技术	
1. 元件和材料	154
2. 粮食、药材、木材干燥	157
3. 食品烘烤干燥	159
4. 塑料、人造革、橡胶干燥	162
5. 鞋、皮革干燥	165
6. 印刷、纸品干燥	167
7. 纺织工业	169
8. 化工、硅酸盐	173
9. 涂漆干燥	174
10. 机电产品加热、干燥	178
11. 金属加工	182
12. 微波能加热干燥	185
十三、节能材料	
1. 陶瓷纤维	186
2. 其他节能材料	198
十四、余能、废物利用	
1. 回收余热的技术和设备	202
2. 余能发电	211
3. 燃料、动力余热利用	218
4. 冶金余能利用	220
5. 机械、金属加工余热利用	223
6. 石油、化工余热利用	225
7. 轻、纺余热利用	233
8. 建材余热利用	234
9. 废油、废气回收利用	237
10. 垃圾及其它废物利用	240
十五、节约用水	
1. 钢铁工业	243
2. 燃料、动力工业	244
3. 化学工业	244
4. 纺织、轻工业	247

一、燃料动力工业

1、火电厂节能技术

胶球清洗汽轮机凝汽器

胶球清洗汽轮机凝汽器是利用直径比凝汽器铜管内径大1~2毫米的胶球(海绵球),在机组运行中随着冷却水通过铜管将其内壁上的泥垢洗刷下来,保持铜管清洁。采用这项新技术与过去热风干洗和人工毛刷捅洗等相比,可不停机,因而能节煤多发电,同时大大减轻劳动强度。目前全国已有二百多台机组采用了胶球清洗,每年可节煤三十万吨。如:包头一厂每年因不停机清洗,可多发电一千多万度。吴泾热电厂一台125000千瓦机组,采用胶球清洗装置后,凝汽器端差降低二至三度,真空度上升八至十毫米汞柱,全年可节煤三千吨左右。而且由于大大减少了清洗凝汽器的次数,每年可多发电1000万度。山东白扬河发电厂,在1974年安装了3台机的胶球清洗装置,收效在90%以上,运行正常,效果良好,使端差保持在6~7℃左右,大大减少了检修工人的劳动强度。据计算约可提高真空度1.5%,每年可节煤4000吨。由于减少停机清洗凝汽器的次数,可多发电2000万度左右。甘肃省甘谷发电厂在两台汽轮机的凝汽器上全部加装了胶球清洗装置,效果显著。凝汽器端差下降2~3℃,每台机一年可节标准煤635吨。

改进给水泵,提高效率和出力

黄台电厂对苏制5μ—10型给水泵进行改造后,出力从每小时270吨提高到400吨,效率由65%提高到80%左右。一台水泵一年节电约200万度。白扬河电厂DG270—150型给水泵进行改造后,水泵出力由350吨提高到460吨,效率由69.4%提高到80.2%,单泵带负荷能力由8.5万千瓦提高到11万千瓦,每年可节电约200万度。济宁电厂和辛店电厂对DG270—140型给水泵进行改造后,出力从250~270吨/时提高到350~370吨/时,效率由70~72%提高到77~78%,每台泵每年可省电约150万度。唐山电厂对7台捷克制高压给水泵进行改造后出力由54~56%提高到62~68%,每天节电2000多度。闸北发电厂对三台DG150—59型水泵进行了改造。第一台水泵经改造后出力由140吨提高到186吨,效率由59%提高到74.4%。第二、三台水泵改造后,出力由140吨提高到209吨,效率由59%提高到79%,每台泵每年可节电117万度。青岛发电厂对DG150—59型给水泵进行改造后,出力由150吨提高到190吨,效率由60%提高到80%,每台泵每年可节电80万度。天津第一发电厂对DG150—59型水泵进行改造后,出力由150吨提高到220吨,效率由59%提高到80~81%,每年可节电120万度。烟台电厂对ΠM₂型给水泵进行改造后,效率提高16.5%,每年节电100万度。三明热电厂对ΠM—100—10型给水泵进行改造后,出力由67.2吨提高到100吨,效率由50%提高到71.5%,每台泵每年可节电50万度。

~ 1 ~

35701

离心式风机改造

根据锅炉实际所需的风量、风压及其调整范围，对老风机进行技术改造，节电效果显著。一般可降低风机耗电15—20%。山东省各电厂的离心式风机经过改造后，风机效率由40~60%提高到80%，全省锅炉风机耗电可节约4000万度。

经常保持高压加热器运行，提高锅炉给水温度

提高锅炉的给水温度，是降低煤耗的一项重要措施。锅炉给水温度每提高6℃，即可节约燃料1%。一台2.5万千瓦机高压加热器停用一天，浪费燃料3~7吨。一台12.5万千瓦机高压加热器长年不用，每年浪费燃煤约一万五千吨。

锅炉加装前置预热器

锅炉加装前置式预热器（亦称暖风道）以提高预热器入口风温，是消除或减少空气预热器积灰腐蚀的一项重要措施。前置式预热器安装在送风机出口至空气预热器的风道内。闸北电厂10号锅炉加装了卧式前置玻璃管空气预热器取得了成效，锅炉排烟温度较未装此项预热器前降低30~40℃，原钢管空气预热器出口风温提高60~70℃，改善了锅炉燃烧情况，锅炉效率提高约1.5%。据测试和计算结果：当高压机组利用7公斤/厘米²抽汽和中压机组利用4公斤/厘米抽汽作为加热汽源时，对全厂热效率的影响并不显著。

玻璃管空气预热器

空气预热器低温段腐蚀是目前一个比较普遍的问题。在管式空气预热器的低温段采用玻璃管代替钢管具有耐腐蚀，不易积灰的优点。白扬河电厂3号炉管式空气预热器的低温段用玻璃管代替钢管后，使用效果良好，实测漏风系数仅0.02~0.03，因而送风机挡板可关小，在五万千瓦时仅开一台引风机即可，每年可节约用电150万度，节约钢材25吨。户县热电厂一台200吨/时煤粉炉，安装过程中加装了一组卧式玻璃管预热器，排烟温度由原设计160℃降至125~130℃，锅炉效率约提高1.0~1.5%，风机电耗下降10%以上。

循环水炉烟处理

循环水炉烟处理是防止铜管结垢的有效方法之一。炉烟从引风机出口引出，经泡沫吸收塔除尘和吸收一部分二氧化硫，再由高压鼓风机经喷烟器通入循环水中。炉烟处理一般是利用烟中二氧化碳通入循环水中，使水的碳酸盐硬度趋于稳定。唐山电厂采用炉烟处理后凝汽器端差下降了1.7℃，真空度增加了1.8%，煤耗下降了5.05克/度，该厂用炉烟处理的机组共15万千瓦，每月节煤500吨。石景山电厂未用炉烟处理前，凝汽器铜管结垢严重，夏季凝汽器端差达26~30℃，真空下降到500mm汞柱，一台2.4万千瓦机组只能发1.6万千瓦。1973年采用炉烟处理后，凝汽器端差下降到7~8℃，煤耗降低了7克/度左右。黄台电厂采用炉烟处理后，每年可节约硫酸1000吨，节约运行费用20余万元。

链条炉加装飞灰回烧装置

链条炉（特别是机播式）飞灰中，含有不少可燃物，采用飞灰回烧装置，既节约燃料又可减少对环境的污染。烟台电厂结合除尘器改造，加强了除尘器的维护管理，使除尘效率达到88%。该厂每天飞灰量约达30吨，含热量在2500~3000大卡/公斤，相当于燃煤15吨，使用了飞灰回烧装置后，全年约可节煤5000~6000吨。荣城电厂将水膜除尘

器改为干式除尘器，在3号炉上装用飞尘回烧装置后，煤耗可降低40~50克/度。栖霞电厂采用飞灰回烧装置后，煤耗平均可降低25~30克/度。

大力减少回转预热器的漏风

白杨河电厂锅炉上的回转式空气预热器漏风大，使送、吸风机耗电增加，甚至影响锅炉出力。后对两台HG—230/100型锅炉回转预热器进行了改造。采取了短轴支承传动，刚性框架，分段可调风压密封等结构。改造后预热器风率由50%降至16~20%左右。由于漏风减少，保证了锅炉出力，带5.5万千瓦负荷时，仅开一台引风机即可满足要求。可节约风机电耗200~300千瓦，全年可节电150~250万度。

烧煤电厂节约锅炉点火用油

节约点火用油关键在于精心操作。主要技术措施有下列几个方面：1、冷炉点火：使用小油枪，并改善油、粉混烧条件；采用邻炉热风或蒸冷暖炉；合理缩短升压时间；提高汽、水品质以及低温并汽等。2、热炉点火：减少停炉散热损失，保持炉膛温度；少用油，早投粉；缩短点火升压时间；机炉密切配合；改进油枪等。巴公电厂75吨/时锅炉（混烧长冶贫煤和当地无烟煤），冷炉点火每次用油由原来4吨下降到500公斤以下，最低达282公斤，1973、1974两年，全厂（4×75吨/时锅炉）共节约轻柴油326吨。秦皇岛电厂北山电站65吨/时锅炉，混烧开滦选煤和本地无烟煤，热炉点火用油从1.2吨下降到50~70公斤，冷炉点火用油只有260公斤。邯郸热电厂75吨/时锅炉，燃用烟煤，热炉点火每次用油从2吨下降到30公斤，最低曾达16公斤。

提高燃油效率的措施

望亭发电厂经过改进操作，改进设备，摸索出一整套节约燃油措施，使生产一吨蒸汽油耗比原来降低3%，每年可省油7000多吨。主要措施是：小喷咀，喷咀孔径从4毫米改为2.5~3毫米。多油枪，入油喷咀根部，使部分空气吸入火炬中心，逆向转入油雾中，起到强烈搅拌混合作用，可使炉膛平均温度提高100℃。重油渗水燃烧，使重油中含水份由原2~3%掺至4~5%时，锅炉热效率可提高0.2~0.3%。

燃油锅炉低氧运行

安达热电厂通过热力试验，找出锅炉的经济运行点，制定了运行卡片，并通过技术革新，实现了低氧运行，使锅炉出口的过剩氧量由3~4%降至1.7~1.8%，锅炉出口的过剩空气系数由1.156~1.22降至1.07~1.08，提高了锅炉效率0.52%，全年可节约1900吨。采取的措施有：1、降低渣油粘度，提高雾化质量。供油温度从原来的120~130℃，提高到130~140℃，使燃油恩氏粘度由3.6℃降至3.0℃。2、改进燃烧设备。将旋深式燃烧器改为平流式；采用柱形碗口，减少碗口直径，风速由29.4米/秒提高到45米/秒；燃烧器保持一定的回流区；雾化片由三槽改为四槽。

3、根据负荷和回油压力调整火咀的投入数量。4、加强锅炉的严密性。

Y型油喷咀

Y形喷咀用一种中混式喷咀，借助喷咀的油压和汽力对油进行雾化。它由油孔、汽孔和混合孔组改，三者构成一个“Y”字型。这种喷咀的特合是出力大，油压低，耗汽量小，调整负荷适应性强，可以满足负荷运行，燃烧情况较好。吴泾热电厂一台400吨/时中间再加热锅炉采用Y形喷咀，并改用平流式燃烧器（原采用旋流式燃烧器和机械雾化

喷嘴)后,锅炉效率提高1.53%左右,每年可节约燃油1800余吨,喷嘴调节负荷的幅度由原来的1万千瓦左右增至6万千瓦左右。每年可节约风机用电约212万度。

高效喷嘴

捷克布诺第一机械厂试制成功一种可以自动调节油、气混和比的组合烧嘴,这种烧嘴可以用于干燥机或烘干炉高压燃烧室。由于可以自动调节,不用人看管,特别适用于锅炉。经试验和使用表明,使用这种烧嘴可以提高热效率8%,燃料节省9%。组合烧嘴灵敏度很高,一般切换时间约为2秒以内。

旋转空气烧咀

旋转空气烧咀是在烧咀的燃烧空气道中安装旋转发生器,使燃烧空气产生旋转,以提高空气在切线方向的喷嘴速度,从而在烧咀混合扩张器(或称烧咀砖)中,或附近形成内部反向气流区(或叫负压区),产生再循环气流,以增加燃烧空气和燃料在着火前的予热和予混合程度,达到减小空气过剩系数,缩短火焰长度,扩大火焰断面面积,提高火焰温度和温度场的均匀性,并且在一定范围内可以增加火焰的稳定性。另外在旋转空气离开烧咀端进入炉膛后,还将增加它对周围气体的吸入(或携带)量。这种烧咀起初是用于烧油或烧粉煤的发电蒸气锅炉上,用来改善锅炉中油或煤粉的燃烧,提高燃烧的利用效率,降低燃烧消耗。近十多年来,应用到均热炉、加热炉、热处理炉上,来改善火焰组织和温度的均匀性,以提高加热质量,降低燃料和耐火材料消耗以及金属烧损等,吉林前郭发电厂研究改进了该厂发电锅炉用的轴向固定叶片旋转空气油烧咀,取得了很好的效果。上海、天津等发电厂和有关单位对锅炉用的旋转空气烧咀也进行了研究改进工作。东北工学院,研制了一种重油平火焰烧咀,在加热炉上试用;常州锻造厂由上海冶金设计院配合设计了一种重油平火焰烧咀,用于锻造炉上;鞍钢设计院和钢研所、中板厂正在进行煤气和重油平火焰烧咀,以及其它炉子用的空气旋转烧咀的研究。

盘香管式高压加热器

上海电力建设公司机械修造厂为望亭电站三十万千瓦汽轮发电机组试制成功一种重要配套设备——盘香管式高压加热器。它是利用汽轮机的蒸汽热量提高锅炉给水温度,增加发电机组的出力,既省煤又多发电。

自动着火燃烧器

英国皮巴迪公司独创的自动着火燃烧器原设计用于燃煤火力发电站,其功用能加热锅炉,点着和稳定煤焰。这种燃烧器可由一空气气缸或空气马达移入炉内或移出炉外。

短伸缩式吹灰器

我国工业锅炉过去使用的炉膛吹灰器绝大部分是苏制或仿苏制的,由于其带大螺牙的空心轴伸进炉膛,经常因积灰和热膨胀而卡死,转动密封部分经常泄漏。随着电力工业的发展,锅炉将越来越高的采用低质燃料,这就必然使锅炉的积灰结渣问题更为突出。为解决这一问题,武汉锅炉厂参照国外吹灰器样本,设计出了一种能动部分不进炉膛的口型短伸缩式吹灰器,由京山县锅炉辅机厂试制出一百二十多台,安装在沈阳发电厂、武昌发电厂、等十多个单位的锅炉上使用,具有节约能源、减少结渣、提高锅炉效率等优点。

根据煤种变化改进锅炉燃烧装置

包头第二热电厂自1967年后燃煤质量变劣，发热量由5000~5500大卡/公斤，下降为3500~4300大卡/公斤，挥发分由22~27%下降为16~21%。1972年8月起对三台哈锅230吨/时煤粉炉的燃烧装置进行了改进。主要措施是：均采用双蜗壳型喷燃器。为了使煤粉易于着火，改进时将喷器的大小套外伸30~50毫米，使一次风先接触高温烟气和火焰，加热到着火点，然后再与二次风混合充分燃烧。另外将一、二次风出口扩散角从80°增加为110°左右，喷燃器出口0.25米处回流区面积从0.1385平米增大为0.368平米，炉内高温烟气的回流量均增加3~4倍。改进后燃烧稳定，马弗炉可以停用；锅炉效率提高，以其中4号炉为例，由于改进后飞灰可燃物和排烟温度大幅度降低，锅炉效率提高4%左右，每年可节约原煤约1200吨。

烧劣质煤的10吨/时沸腾炉

广西东笋发电厂1号炉原为手摇炉排风力抛煤式锅炉，不能烧当地劣质煤。1973年该厂把它改为溢流式全沸腾炉，改造后可烧劣质煤。当全烧东笋煤（低位发热量约3500大卡/公斤）时，出力可达15吨/小时；在掺烧20~30%化肥厂造气炉渣（发热量2000多大卡/公斤，挥发分仅2~3%）时，仍能带满负荷，燃烧稳定，锅炉效率可达80%，每天可节约好煤20多吨。

空气预热器加装导向板

阜新发电厂六台TII—130型中压锅炉尾部装有管式空气预热器。由于磨损和低温烟气腐蚀严重，管子堵塞和漏风量大，造成锅炉排烟温度显著升高，锅炉效率显著下降。后采取在预热器入口加装空气导向板，改善了气流的均匀性，从而解决了由于气流惯性所造成的预热器热偏差问题。以2号炉为例，改进后锅炉热风温度由236℃，上升至241℃，排烟温度由177℃下降至168℃，锅炉效率提高0.25%。全年以最低运行日（290天）计，可省标准煤470吨。

风罩回转式空气预热器采用多孔陶瓷砖

多孔陶瓷砖有良好耐腐蚀能力，耐酸度达99.6%，使用寿命比波纹钢板高5倍，价格为二分之一左右。山东白扬河电厂为了防止风罩回转式空气预热器低温段腐蚀，在HG—230/100—6型锅炉上除装有前置式送风加热器（在送风机出口侧）外，并在低温段用多孔陶瓷砖（带釉层）代替波纹钢板。取得了锅炉效率约提高1%，两台炉每年可节煤5000吨左右。

风扇磨煤机轴封的改进

合肥发电厂2号炉（240吨/时）配有四台Ø1600/600型风扇磨煤机。为了防止风扇磨轴封漏粉采取了以下改进措施，即在风扇磨叶轮背面加装小风叶，构成小风量的打风叶轮。为使打风叶轮产生的风压高于风扇磨冲击板产生的风压，打风叶轮直径选用1600毫米与风扇磨叶轮直径相等，但采用了能产生较高风压的前弯叶片。叶片出口角选用75°，进口角140°。为使打风叶轮产生的风压能有效地阻挡住含煤粉的气流，在机壳上焊有50毫米高的挡圈，挡圈与打风叶轮之间留有10毫米左右的间隙。加装打风叶轮后，防漏效果良好。但风扇磨电耗稍有增加，与使用一台118千瓦的空气压缩机相比，厂用电节省很多，每年可节电55万度。

摆动给煤机

振动给煤机以电磁铁的振动作驱动源，没有转动机构，比圆盘式、皮带式和刮板式给煤机耗电量节约90%，并能降低磨煤机入口漏风量。天津第一发电厂自制16台振动给煤机省去16台电动机，每天节电约1000度，北京热电厂改用15台振动给煤机，每天节电约1300度。

汽轮机本体改进提高效率

闸北电厂10号机（上汽厂中压119型，铭牌出力50000千瓦）提高出力后（可稳定带70000千瓦），复速级速度比增大为0.495，效率很低。电厂决定将双列改为单列，选用TP—3A动叶型线，并采取相应措施降低动叶弯曲应力。改进后机组热效率提高了3%左右。该厂9号机组（与10号机组同型）作同样改进后，机组热效率提高了2%以上。机组热效率按提高2%计算，每台机组每年可以节约标准煤4700吨。

汽轮机后汽缸加装导流环

石景山发电厂高井电站，在1号至4号机（BK—100—6和51—100—缸2型）低压末级叶片后加装了导流环，以减少余速损失。加装导流环后，每台机组可增加出力318千瓦，效率提高0.318%，一年可节约标准煤794吨。导流环体用16毫米厚的铁板焊接成型，法兰厚20毫米，沿水平中分面剖开，分上下两半，用立筋分别焊接在上下排气缸上，对吊装大盖和隔板套均没有影响。

凝汽式汽轮机低真空运行供热

长春汽车厂动力分厂一台12000千瓦汽轮机（上汽31—12—（104）型），自1971年起在冬季改为低真空运行供热，每年运行3500小时，可节约标准煤15000吨左右。哈尔滨热电厂从1973年起对一台25000千瓦汽轮机（31—25—1型）先后经过四次低真空运行试验共104天（最长连续运行85天）。低真空运行供热时，发电机发电功率要相应降低，但总的热效率提高，该机组每年两个月采暖供热时，可降低全厂发电煤耗15克/度，节约标准煤1万吨。

10万千瓦凝汽式机组改为抽汽供热机组

北京热电厂1975年结合4号机（Bk—100—6型10万千瓦凝汽式机组）大修，加装了自己制造的直径1000毫米水压逆止门，直径900毫米调节蝶阀和安全阀以及热工操作机构和保护装置等，把设备改成了抽汽供热机组。运行情况，达到了预期效果，供气量一般为150~220吨/时，电厂平均采暖供热量比74年同期增加了20百万大卡/时。由于增加了供热和用生产抽汽代替采暖抽汽供热，节煤2100吨；由于减少了循环水量，一个月节约了厂用电15万度。

汽轮发电机组无蒸汽运行

由于电网无功补偿设备容量不足，功率低，电压低。为保持系统额定电压水平，一些火电厂的汽轮发电机组采用无蒸汽运行方式，比电压低有负荷多带无功负荷的运行方式，一般可减小耗煤量1/2—1/3，并可节约凝结水泵耗电量。二万五千千瓦以上的汽轮发电机组实行无蒸汽运行方式一年可节约煤1万多吨。

氧化锆氧量计

锅炉出口烟气分析用氧化锆氧量计，是对锅炉运行情况进行监视、检查的一种重要仪表。与现在一般采用的二氧化碳表或磁性氧量计相比较，具有反映快、精度高

维护工作量少，投入率高等优点，有利于及时调整锅炉燃烧，提高锅炉效率。户县热电厂过去锅炉出口烟气分析使用二氧化碳表长期投不上，司炉凭经验操作、调正。75年安装氧化锆氧量计后对锅炉出口烟气含氧量进行了优选试验，当4、5号炉（T II—170）出口烟气含氧量控制在4~5%，锅炉效率提高0.5~1%，每台炉一年可省煤约1000吨。

推广应用优选法

许多电厂开展群众性推广优选法以来，在省煤节电方面效果显著。应用优选法的项目很多，现已实现的有：链条锅炉排间隙、煤层厚度、磨煤机装钢球量、磨煤机击锤排列方式、粗粉分离器挡板开度调整、给水泵运行方式、冲灰水耗量、汽轮机快速启动、主抽气器进汽压力、射水抽气器水压、凝结水泵出口压力、厂用电压、冷却水塔风机叶片角度、锅炉过剩空气系数、烟气氧量等。重庆发电厂对锅炉过剩空气系数进行优选，当保持1.26时，锅炉效率净增1.12%，每年可节约标准煤4625吨。坝桥热电厂对锅炉给水压力保持在51~53公斤/厘米²，既可保证安全运行，又降低了给水电耗，全年节电51万度。太原第二热电厂对一号炉250/390型磨煤机进行优选，该机原设计出力为10吨/时，钢球装载量为25吨，但实际运行中出力小，单耗大，钢球装载量不合理。采用0.618优选法，一号炉乙侧磨煤机钢球装载量由15吨提高到17.7吨，出力由12.5吨/时提高到17.1吨/时，较前提高了36.8%，单耗降低了18.8%，仅一台磨煤机每年可节电63.4万度。大同热电厂用分数法对链条炉煤层厚度进行优选，煤层厚度由130毫米降至110毫米时，炉渣中的可燃物含量从50%降至34%左右，每吨蒸汽耗用的标准煤量由124.3公斤降至116.5公斤，每吨蒸汽节约7.8公斤标准煤，全年可节煤3500吨。

65吨/时机播炉改煤粉炉

江西省九江发电厂有两台65吨/时机播炉，系上海锅炉厂制造，于1961年和1965年先后投产。设计煤种为淮南大通烟煤，发热量5100大卡/公斤，灰分18.54。70年改烧本省低质煤（13级中煤），发热量3092大卡/公斤，灰分47.94%。由于丰城中煤质差，发热量低，灰分高，机播炉极不适应。后该厂将机播炉改为煤粉炉，采用热风送粉中间储仓式系统，以丰城（13级中煤）为依据，保持原65吨/时蒸发量不变，将风温由150℃提高到350℃，其余参数大致相同。改装后基本上能适应烧本省3000大卡/公斤以上的低质煤，煤耗比原来降低200克/度，折合原煤全年可节省约6万余吨。

巧治“煤虎老”

微水发电厂发每度电煤耗1978年比1977年降低109克，1979年比1978年降低6克，今年上半年又比去年同期降低1克，达到了全国同类厂的先进水平，两年半累计节煤九万多吨。这个厂装有两台高温高压机组，锅炉煤耗量很大。首先对锅炉进行燃烧调整试验，找出造成消耗多的薄弱环节，采取炉膛下部堵漏风，调整一、二次风比例，提高炉膛温度等措施，使飞灰可燃物由原来的18—22%下降到4—5%，排烟温度由150℃左右降到130℃左右，锅炉效率提高16%，仅这一项就使煤耗率降低70克。其次是解决了汽轮机的高压加热器和凝结器经常泄漏等问题，使投入率由71%提高到99%。他们还积极推广部颁省煤条件，解决胶球回收问题，提高了清洗效果，使汽轮机端差由12.5℃下降到4.55℃，减少了汽耗，提高了机组效率。该厂汽轮机的冷却水是一股涓涓细流，于是就把它改流到凝结器送进锅炉再用。这样不仅每年省煤100多吨，还能节电一万多度。

空气预热器

系英国詹姆斯豪敦公司产品，可用于火力发电站、冶炼厂、化工厂。它的作用是把热能从锅炉或熔炉的烟道气体转到冷的燃烧用空气中去。方法是用一套热转移设备，在气体道和空气道之间不停地慢慢交替旋转，使它从气体中吸热，在空气中放热。转子直径可以长达15米，重量500吨，利用齿轮推动，转速每分钟一转半左右。一般多用电动机带动，也可以使用气动机或油动机。

在旋转式空气预热器内因空气压力较高，故一部分的空气难免会漏入气体中。处理这种漏气现象的鼓风机需要动力带动，这样会增加设备的经常费用，但使用密封垫则较为经济。发电站锅炉用的预热器的外罩装有密封板，最重要的密封板用电传感器和电促动器自动控制。

发电厂节能

大连发电总厂所属发电一厂锅炉省煤器直通伐，过去全关闭，现改为开启二分之一，排烟温度降低 5°C ，每年节煤350吨。冷却池冬季防冻管在夏天堵死，提高汽轮机真空16—18托，去年七~九三个月比前年同期节煤1180吨。发电二厂每小时外供10—15吨蒸汽，每年节煤1600吨。发电三厂采用高压加热器，使水温由 155°C 提高到 195°C ，每年节约标准煤3000吨。将锅炉燃油回油管接到供油泵入口，提高燃油温度 25°C ，每年省标准煤382吨，改变给水泵趋叶片角度，一台泵提高泵出力12%，每年可节电3万度。

2、烧劣质煤的锅炉

沸腾炉

沸腾炉燃烧强度大，热效高，燃烧完全，特别适于烧石煤，煤矸石和其他劣质煤。目前浙江省有烧石煤的沸腾炉90余台，湖南10余台，湖北6至7台。全国第一台烧石煤的沸腾炉是1971年在浙江省义乌电厂投入运行，蒸发量6.5吨/小时，最大的一台在湖南益阳电厂，蒸发量为12吨/小时；湖北省郧县造纸厂2~6吨/时密孔板沸腾炉，运转正常。

2~6吨/时密孔板沸腾炉

湖北郧县造纸厂自制2~6吨/时密孔板沸腾炉成功。该炉具有强化燃烧，强化传热，缩小锅炉体积，便于机械化，自动化，制造方便，投资少和燃烧多种煤（包括石煤）的优点。比原来4吨/时风帽式沸腾炉更优越，表现在：①降低沸腾段钢材耗量上，由原来 $1.4\text{M}^2/\text{吨汽}$ 下降到 $0.8\text{M}^2/\text{吨汽}$ ；②降低风机风压和电耗，鼓风机风压由500%水柱下降到200%水柱，电耗由10度/吨汽下降到6度/吨汽；③进一步缩小炉排面积和锅炉体积；④沸腾管束和对流管束磨损小；⑤热效高，热效率可达83%以上，达到现在大型煤粉炉的水平；⑥排除故障方便。

4吨/时链条快装锅炉改为7.2吨/时密孔板式全沸腾炉

广西岑溪县氮肥厂是个年产3000吨合成氨小厂，原设计配两台KZL—4—13型锅炉。这种锅炉要求燃用高发热值5000~6000大卡/公斤、挥发份15%以上的好烟煤，而

分配使用的烟煤发热值只有1900~5000大卡/公斤，因此造成锅炉出力不足，严重影响了生产。该厂把一台KZL—4—13型锅炉改成了密孔板式全沸腾炉，改后收到预期效果，燃用区内各种劣质煤，热效率达70%左右，蒸发量7.2吨/时，出力比原锅炉提高80%。花费投资6万元；钢耗每吨汽为1.39吨（包括土建平台，炉体及各种附属设备）；电耗为每吨汽6度；煤耗每吨汽0.123吨（标准煤）；热效率一般在70—75%。

8吨/时全沸腾燃烧锅炉

广东佛冈县氮肥厂将一台SHF—6.5/13竖井式煤粉锅炉自行设计改装成一台8吨/时全沸腾燃烧锅炉，采取了增大蒸发量，扩大炉膛面积；提高沸腾炉热效率等措施，收到显著效果。每吨蒸汽耗煤228公斤，耗电7度。

并联双燃室沸腾炉

湖北咸宁化肥厂并联双燃室沸腾炉，出力为8000公斤/时，工作压力10公斤/厘米²，蒸发量：主炉8吨/时、付炉1吨/时，工作压力10公斤/厘米²，耗煤量2000公斤/时。沸腾炉下段温度950—1020℃，运行热效率为60%。

自制沸腾炉

河北兴隆煤矿马圈子矿原有六台锅炉，供热面积为四万五千平方米。每年自用煤为六千吨。每到冬季供气不足，厂房宿舍缺氧。他们参加开滦节煤改灶现场会，看到开滦唐家庄矿自制12吨/时沸腾炉，受到启发，自制成沸腾炉。蒸发量为10吨/时，工作压力为6公斤/厘米²，燃料消耗量为2000公斤/时。有三大优点：①节约煤炭。沸腾炉每年可烧矸石万吨左右，可节约原煤5000吨左右。一台沸腾炉代替原有六台炉。②节省人员，减轻劳动强度。原需工人36名，而沸腾炉只需18人，减少18人。旧式炉，添煤、捅火次数频繁，压力低，气不足，劳动强度大，改新炉后，可在操作室集中控制，实现加煤、除灰、捅火机械化。③制作容易投资少。造一台投资10万元，用钢材15吨。该矿一年节煤5000吨，价值6万元，每年减少短途运费3000元，每年烧万吨矸石，可得5000吨灰渣作水泥原料，每吨10元共计5万元，一年即可收回全部投资。

K4型锅炉改成10吨沸腾炉

天津市染化九厂于1978年将一台原有的K₄型锅炉改建成每小时蒸发量10吨的沸腾炉，不仅能节约用煤，而且能够适应较大的煤种变化，提高锅炉的热效率，在结构上对于原有锅炉的炉体部件，无须进行很大的改动，甚至可以不拆炉体和炉墙，只将固定或活动炉排改建成固定的沸腾床即可实现沸腾炉的改造。因此它是锅炉改造的一个重要途径。1. 采用负压给煤、溢流出灰为主的沸腾床，并设主、副二个并列的燃烧室。这样可使随烟气进入副燃烧室的细煤粒沉集在副床上，进行第二次燃烧；既可提高烟气进入对流管束前的温度；又可降低飞灰的含碳量。2. 增设反射拱。在其主燃烧室中间，有反射拱，能起到反射和储热的作用，在拱的上面，有按200×400毫米间隔排列的20×20毫米的小孔，使沉集在上面的细灰还能溜回主床重燃，防止了细灰在上面长期存留，同时它对点火和稳定燃烧都能起到很好的作用。3. 炉体小，蒸发量大。该炉改造后，它的长和宽与原炉相同，只是高度比原来增高了约2米。原炉体的上下汽包、对流管束以及前联箱、顶棚管等未动，增添了省煤器，总受热面积只增加了十几平方米，就使蒸发量从原来不足4吨/时，而达到12吨/时。

K4锅炉改10吨/时全沸腾炉

湖北随县化肥厂将一台产汽量低,煤耗大,无法适应劣质无烟煤燃烧的K₄-13型锅炉改装成10吨/时全沸腾炉。一九七九年元月建成投产,仅用木炭100斤,柴油15斤和适量好烟煤,就一次点火试烧成功。实践证明该炉能达到设计蒸发量,压力稳定,煤的适应性强,既可全烧或掺烧50%煤渣,也可烧高挥发分的烟煤,若半掺烧煤渣,每天可节约煤10吨。主要措施是:1.增大布风底、降低沸腾底部风速,以降低飞灰初速来减少飞灰量,这有利于飞灰燃尽,提高锅炉热效率反除尘。2.在炉膛中部设置两个折流辐射拱,第一拱对出口斜向下,第二拱为平拱。它们的作用原理:炽热的第一道斜向下,折流反射拱利用惯性碰撞将进炉膛后上升的煤灰点燃或未燃尽的飞灰加温,然后利用斜向下出口拱迫使点燃煤灰或加温后飞灰重新返回沸腾床燃烧,再从第一拱出口上升碰撞到炽热的第二拱再加温折流燃烧,然后沿着天棚管走向翻过第二拱背进对流管入口惯性除尘室。运行记录第一拱出口烟温820~850℃,进对流管烟温600~620℃,烟囱烟气淡红色,除尘飞灰含碳量5.9~10.4%,第一道向出口斜向下的拱,效果非常明显,它还起到蓄热作用,有利于点火和稳定燃烧。再结合排烟温度100~110℃,估计锅炉热效率高达80%以上。3.改变对流管束流向,利用惯性除尘原理,在下锅筒两侧增设两个炉内除尘,除尘效果良好,每班可除下飞灰几百斤。4.在省煤器下部增设一个冲击式惯性除尘,除下飞灰由水流带出沉淀池,效果良好。5.采用 $\varnothing 50$ 毫米小风帽及部位不同小孔孔径及数目也不同,保证布风相对均匀,有利于点火起动及清炉。

12吨/时双室全沸腾炉

广东恩平县氮肥厂原有一台7吨/时沸腾炉,飞灰量大,含碳量高,一般均达35%。他们设计一台三级沸腾炉,并在设计时考虑到主床和付床之间增设反射墙;考虑付床燃烧的同时,结合考虑主床各点温度分布合理,炉下、炉中温度为1000/1100℃,炉顶温度不低于800℃;考虑主床过火孔和付床的布风板要有适当高度,大约2米左右;考虑付床的风帽小孔穿孔速度和断面风速时,要比主床减一半,布风板约是主床的2/3。每天排出飞灰达24~26吨,飞灰含碳量达31%,这是造成沸腾炉热效率低,煤耗高的主要关键。采取以下措施:①降低入煤加料口,以利细煤粒燃烧;②将主床至付床过火口,由1.8平方米缩小为0.9平方米,延长飞灰在炉膛内停留时间;③在主床悬浮段下部与沸腾段上部之间砌筑反射拱,造成高温区及飞灰回流;④采用低风速降低运行速度;⑤缩窄筛分范围,提高燃料粒度的均匀性,减少煤粉入炉。通过上述措施,并在筛分上将1毫米的占46.7%缩小到24.5%,热效率提高到80%。

12吨/时的腾沸炉

吉林梨树县化肥厂一只12吨/时炉运行,就可满足五千吨合成氨生产和冬季采暖的需要。12吨/时沸腾炉本体由沸腾段、悬浮段、立式旋风燃烧段、过热器段、对流排管段、双级节煤器段六部分组成。采用立式旋风燃烧段,降低飞灰含碳量,提高锅炉效率;采用炉内除尘降尘和炉外离心式水膜除尘器相结合的方法,减少对大气污染,保护环境;每天从炉内除尘3吨多,从离心式水膜除尘器除尘8吨多。离心水膜除尘器用红砖结构,节约钢材,投资少;同时锅炉本体高度低,基建投资少。本体投资12万元,总投资15万元,比同容量其它锅炉节省资金一半以上。

20吨/时半沸腾锅炉

福建省泉州电厂把一台配3000千瓦快装式汽轮发电机组的北京锅炉厂产的BG923—20/25—400型烟煤链条锅炉改装为半沸腾锅炉。投产以来，继续改造革新，锅炉热效率逐步提高，耗煤、飞灰一再下降，经实测结果，每小时灰排放量烧白煤或贫煤时，又分别由原来650公斤和437公斤减至198公斤和96公斤；燃用白煤锅炉效率为74.42%，标准煤耗为0.717公斤/度；燃用贫煤时锅炉效率为84.6%，标准煤耗为0.593公斤/度，比之原来加砌高温区前每年可节约白煤4000吨或贫煤2000吨；燃用劣质煤种的适应性也大大提高，不但可稳定燃用白煤，而且成功地在8T/H负荷下试烧过含碳40~45%链条炉煤渣四小时。

燃褐煤的6吨/时沸腾锅炉

由哈尔滨工业锅炉厂和哈尔滨工业大学承担试制的SZF6—13—H型燃褐煤沸腾燃烧锅炉安装于黑龙江省泰来县造纸厂，经过一段时间运行考验，证明锅炉性能良好。热效率为75%，超过工业产品质量标准的规定。采用后置式旋风燃烬室，对提高燃烧效率有明显的作用。负荷适应性好。点火起动方便，燃烧稳定，操作方便。此锅炉采用了后置旋风燃烬室和正压风力给煤，对发展沸腾燃烧是有重大意义的。

煤矸石沸腾炉、造气炉

辽宁南票矿务局，自一九七四年已改用燃料为煤矸石的沸腾炉25台，一年烧矸石13万吨，节好煤5万吨之多。

吉林、广东、福建等地小化肥厂利用沸腾炉掺烧本厂造气炉炉渣，做到一煤两用，降低化肥成本。山西石圪节煤矿一九七七年搞成“全燃烧煤矸石沸腾炉”产生蒸气，炉渣在提取氯化铝及五氧化二钒等化工原料外，还可作水泥及砖、瓦等建筑材料。山东济宁市锅炉厂一九七七年试制成功燃烧煤矸石的沸腾炉。即墨县城关饭店一九七八年六月试制成功煤矸石造气炉，每月节约优质煤13,500斤；山东省苍山县兰陵供销社，用砖土结构试制成功矸石煤气炉。该炉结构简单，造价低，清洁卫生，便于推广。该社过去每天烧烟煤1,000多斤，现每天烧矸石900斤。日本有十多座矿区电站用沸腾炉烧矸石与中煤或泥煤混合发电，还利用煤矸石改良土壤，并把矸石加工成农药载体。

沸腾炉石煤供热、发电

常德电厂1975年将蒸发量50吨/时的SA型翻板炉改成沸腾炉，配500千瓦发电机组，燃烧发热量1200大卡/公斤左右的石煤，共发电15万多度。

益阳电厂1975年将224—10—13/350型锅炉改装成蒸发量为12吨/时的沸腾炉，燃烧热值1100大卡/公斤左右的石煤，配1000千瓦发电机组，三年多来发电500多万度。

津市电厂将650千瓦发电机组的锅炉改成沸腾炉，正准备用石煤发电。

益阳九二五工程35吨/时沸腾炉，配6000千瓦发电机组，今年5月试运转，成绩显著：全烧1060大卡/公斤左右石煤，锅炉连续运行102小时26分，并网运行87小时40分，发电475,464度，煤耗降低，送风量减少，锅炉热效率提高到65%，发电机出力达5500~6000千瓦/时。

石煤沸腾炉发电

浙江义乌发电厂原有一台只能烧北方原煤的德克沃6.5—13/350型水管锅炉，为尽

量利用本地石煤，1971年开始，改成完全燃烧石煤（发热量1500大卡/公斤）的10吨/时溢流式沸腾炉，出力稳定在750~800瓩，已超过原设计能力。原有锅炉德克沃6.5—13/350型抛煤机水管锅炉是1960年生产的。炉膛宽2.73米，深3.16米，高2.25米。炉膛两侧布置水冷壁，从炉膛出口到尾部烟道布置过热器、对流管束及省煤器。改溢流式沸腾炉时，根据现场条件采取保留原锅炉的全部受热面，拆除原锅炉的炉排、灰斗、灰室、改装布风板，并在布风板上部炉膛沸腾段两侧增加水冷壁管，受热面积共5平方米。炉体高度不变，设计烧用发热量1300大卡/公斤的义乌本地石煤。

改造高煤耗沸腾锅炉

韶关地区化肥公司从1978年起，对几台高煤耗沸腾锅炉从设计到操作技术管理，因炉制宜地进行综合性改造，取得初步效果。煤耗下降幅度较大的仁化，翁源氮肥厂8吨/时沸腾炉，改造后投煤量下降率达44%。主要措施为：1. 更换风帽，根据当地的炉型和煤种，煤质及工艺配备情况，结合运行经验，选取相适应的开孔率。煤质疏松、比重小、粉碎度大的煤，选取较大的开孔率，反之则选较小的开孔率。在风帽的加工和安装过程，强调高标准、严要求、精细加工、精细安装，一举解决开孔率与煤种、煤质不相适应和布风不匀两个问题。2. 更换筛网，根据确定的开孔率，在尽量缩小筛分范围的原则下（也须适当照顾实际操作的困难），选取粒度范围，重新加工合适的筛网。最好能实现两级筛分，选取中间粒度入炉。解决粒度大小悬殊的问题。3. 煮炉除垢，根据炉子的结垢情况，选用合适的除垢剂进行煮炉除垢。与此同时，严格加强软水处理岗位的操作技术管理，保证入炉软水和炉内水符合工艺指标要求。4. 计划用汽，狠抓工艺车间的合理用汽，节约用汽。与此同时，切实加强蒸汽管道保温和消灭跑、冒、滴、漏。

沸腾锅炉鼓风机

沸腾锅炉是一种能利用劣质煤的新型锅炉，但无配套风机，影响沸腾炉的推广，采用代用风机，则大量提高电耗。周口风机厂在华中工学院的帮助下，试制成功十二吨沸腾锅炉鼓风机，效率高、噪音小、使用寿命长，与仿苏制产品8—8—12F离心机比较，节约电力达百分之四十五左右。

综合利用煤矸石形成一条龙

南票矿务局攻破了沸腾炉关、化工关、废渣生产建材关，开辟了煤矸石综合利用的多条途径。一吨煤矸石代替三百斤好煤，发两吨蒸气，出四百公斤氯化铝，剩下尾渣还做建材用，原来扔掉的煤矸石成了每吨价值二百九十八元的宝物。南票矿务局每年约排出煤矸石四十多万吨，过去都白白扔掉了，不仅浪费了资源，而且占用了农田，污染了环境。一九七三年，掀起了大搞综合利用的热潮。开始他们大搞锅炉革命，用煤矸石代好煤烧锅炉。到一九七七年共改制各种型号沸腾炉二十九台，基本实现锅炉沸腾化，燃料矸石化。一年即节约好煤八万二千吨。沸腾炉搞成了，他们马上进行了新的试验，建立了用沸腾炉渣提取净水剂的车间。到一九七七年底已产氯化铝一万一千三百一十四吨、聚合铝一千三百九十四吨，供应了十几个工业部门，产值一千二百二十四万元。用过火煤矸石做水泥混合材料试验成功后，又研究用氯化铝尾渣做掺合剂，使水泥标号从四百号提高到五百号。过去用黄土制砖瓦，每年要取土二万立方米，烧好煤三千一百吨，现在用自然发火后的煤矸石制砖瓦，再也不用取土烧煤了。一年就生产水泥二万六

千一百吨，制研石砖九百万零四千块、研石瓦三十万零三千块，他们还用煤研石生产造型粉和造型砂，代替铸造用的石英粉、石英砂，对提高铸件质量，改善铸造工人劳动条件，防止粉尘危害都有很大好处。

捆管炉

捆管式锅炉是浙江省夺煤大会战中，广大群众创造出来的炉型。特别是诸暨皮革厂工人，根据历来利用石煤烧石灰的经验，将蒸汽管以适当的距离安装在石煤燃烧层里，试制成功第一台全烧发热量为1000大卡/公斤石煤的捆管炉，解决了全厂生产和生活用汽。这种捆管炉结构简单，上马容易，适合用汽量不多的单位使用。

杭州红卫兵丝织厂就是采用0.2吨/时蒸发量的捆管锅炉供给全厂200人/班的生产和生活用水，蒸汽压力可达4公斤/厘米²，每班加煤和排渣约三次。

诸暨县皮革厂几年来对捆管炉进行了三次革新、扩建，促进了生产的发展。1970年烧石煤以来，产值增长50%，上缴利润提高了一倍半。

桐乡县留良公社丝厂使用0.8吨/时定型捆管炉后，1975年生产的白厂丝创造了该厂最高历史水平，质量达到2A+71级，正品率97%，不仅完成外贸任务，而且扩大公社积累。

绍兴第二人民医院使用捆管炉后，蒸气充裕。全院80%用于生产，每月消毒被服、工作服和无菌手术包等6000多件，生产蒸馏水3600公斤，灭菌制剂60万毫升，中草药制剂10万毫升；20%用于生活，满足全院700人的蒸饭、开水及手术室等部分的冬天取暖之用。

绍兴地区机关食堂使用捆管炉后，降低煤耗，节省开支，不但年年有盈余，冬天还开放浴室，改善机关职工生活。捆管炉在浙江省扩大达600余台，总蒸发量超过100吨/时，杭州金属板厂专门生产0.2、0.4、0.8吨/时蒸发量的捆管炉规格。湖南扩大应用也有20至30余台。经过实践证明有如下优点：① 不要鼓风机，自然通风；② 钢材消耗量少，以0.8吨/时捆管炉为例包括提升设备耗钢不超过6吨；③ 可烧800~1000大卡/公斤的低热值煤，块煤粒度小于30毫米即可。

3、锅 炉 改 造

SFC—6.5/13—I型锅炉改造

大连第九塑料厂原用SFC—6.5/13—I型锅炉耗煤量大，劳动强度高。改造燃烧室、冷水壁、采用往复推动炉排，增设抛物线拱与两道中拱和拦火墙，采用了机械上煤、除渣和送风系统，运用由时间继电器控制锅炉。

改革前，二十四小时耗煤七吨，耗电一百五十四度，需工人六名。改革后二十四小时耗煤五至五点五吨，节煤百分之二十至二十五；耗电一百度，节电百分之三十；辅属设备由十二台电机减为七台，只需两名工人，基本上消除烟尘。每年可节煤二百二十五吨，节电八千一百度，节人四名。总计每年可节约七千七百五十三元。

改造锅炉