

机 电 译 丛

无烟煤燃烧

第一机械工业部汽轮机锅炉研究所編譯

上海市科学技术編譯館

521•33

814

381602

机 电 译 丛
无 烟 煤 燃 烧

第一机械工业部汽轮机锅炉研究所編譯

*

上海市科学技术編譯館出版
(上海南昌路59号)

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

商务印书館上海印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 6 1/8 字数 149,000
1962年4月第1版 1962年4月第1次印刷
印数 1-1,400

书 号: 6013•21
定 价: 1.30 元

(內 部 发 行)

目 录

无烟煤鍋炉的运行經驗	1
带保温灰斗的液态排渣炉膛的改进及燃燒无烟煤粉的經驗	11
燃用无烟煤的液态排渣直流鍋炉的运行	32
改善无烟煤粉的燃燒	38
燃用无烟煤粉的首台 IIIK-19 型鍋炉的結構特点、調整和試驗	45
减少鏈式机械炉排燃用无烟煤的損失	52
使用鏈式炉排燃燒小粒无烟煤时煤渣与飞灰問題	56
鏈式炉排燃用无烟煤的效率	76
采用水冷炉排燃用无烟煤	82
紊流燃燒的炉膛	85

无烟煤鍋炉的运行經驗

Чулков. Е. И.

一、无烟煤屑的特性

苏联无烟煤的蘊藏量极丰富。由于其成本低,发热量高,故通常用作电厂的燃料^①。

按照 ГОСТ 5287-50 的要求,无烟块的横向尺寸不应超过 6 毫米。但由于矿井的篩选设备经常发生故障无烟煤屑中常含有大粒子。

按 А. И. 高林利和 Т. А. 齐盖耶夫的資料,从頓巴斯 20 座矿井中取出的无烟煤屑試样具有下列顆粒組成

0~3 毫米的煤屑为 44.0~85.2%, 平均 61.3%

3~6 毫米的煤屑为 8.8~50.0%, 平均 25.9%

6~13 毫米的煤屑为 2.3~35.3%, 平均 12.8%

无烟煤屑的水分为 3.5~10.0%。近年来苏联电站部电站中燃用的 АIII (无烟煤屑,下同)的工作水分平均为 6.6~7.0%。

АIII 的灰分为 10.5~26.5%, 个别情况下最高达 30%。

近年来苏联电站中 АIII 的平均灰分为 18.8~19.2%。

АIII 的灰的质量对鍋炉运行的經濟性有很大的影响,因为其质量的好坏影响到結渣、受热面的积灰,以及炉膛的工况,特别是液态排渣炉。

頓巴斯 АIII 的灰具有下列化学成分(根据加利列娃的資料):

SiO ₂	38.9~59.1%, 平均 48.1%
Al ₂ O ₃	14.9~31.8%, 平均 22.3%
Fe ₂ O ₃	9.1~27.9%, 平均 18.3%
CaO	0.0~13.9%, 平均 3.8%
MgO	0.5~ 3.5%, 平均 1.4%
SO ₃	0.1~10.5%, 平均 2.5%
矽类	0.1~ 6.7%, 平均 3.6

АIII 灰分的熔化特性如下:

开始变形温度(t_1)	980~1,260°C, 平均 1,070°C
軟化温度(t_2)	1,020~1,450°C, 平均 1,205°C
液态温度(t_3)	1,040~1,500°C, 平均 1,250°C

上述温度是在半还原介质中确定的,即炉膛內的过量空气不甚充足。当在氧化介质中确定灰的熔化点时,温度要略高些,平均为: t_1 ——高 115°C, t_2 ——高 210°C, t_3 ——高 195°C。

АIII 正常排渣的温度(指液态排渣,并考虑到难熔的灰分) t_4 应认为是 1,600°C。

АIII 灰中含大量矽类,这和他种燃料有很大的区别。

頓巴斯 АIII 中平均含硫量为 20%, 变动范围为 0.6~4.4%。这种硫基本上是可燃的。硫

① 苏联电站部的各电站燃用整个无烟煤产量的 85%。

酸含量平均为 0.12%。

AIII 中可燃质的指标为(按照 A. И. 高林利和 T. A. 齐盖耶夫的资料):

S_k^i ——0.2~4.7%	O^i ——0.4~3.5%
S_{sp}^i ——0.4~1.4%	Q_o^i ——7,922~8,554 大卡
C^i ——87.7~94.8%	V^i ——2.2~8.4%
H^i ——1.2~3.3%	r^i ——1.46~1.84
N^i ——0.4~1.2%	

AIII 仍是一种挥发物含量很低的燃料(平均为 4%)。这给着火和燃烧过程增加困难。AIII 的着火点为 900~1,000°C。

AIII 还具有很高的硬度,系难磨燃料之一。頓巴斯 AIII 的可磨系数(試驗数据)为 1.04。AIII 的发热量约为 6,000 大卡/公斤。

二、煤粉制备系統

1. AIII 煤粉的特性 AIII 煤粉的质量——其水分和磨煤細度——对鍋炉运行的可靠性和經濟性有重大意义,有时甚至起决定性的作用。

为了改进着火和燃烧过程,保証給粉机正常的工作,防止煤粉沉积和堵塞在煤仓和輸粉管

道中,AIII 煤粉中的含水量不应超过 1%。煤粉在进入燃烧器前的水分应經常檢查,其方法是測定空气煤粉混合物的温度。对于 AIII 这一温度应为 130~140°C,不低于 100°C。超过 140°C 是困难的,因为磨煤机的軸承会受到强烈的加热。

可以举例来说明 AIII 煤粉中的水分和温度对炉膛工作經濟指标的影响。在某一电站中由于把煤粉中的水分由 2.5~3.0 降低到 0.6~0.8%,同时将一次空气的温度从 60°C 提高到 100°C,飞灰中可燃物的含量减少了 8~10%。

AIII 的磨煤細度是决定机械不完全燃烧损失值的主要因素之一。煤粉越粗,着火和燃烧的过程越慢,火焰就拉得越长,炉膛温度也就越低。

煤粉越細,燃料中参与形成高温的部分越多,温度的绝对值也就越大。另一方面,也应当注意,

煤粉加細会提高煤粉备制的耗电量。最佳的煤粉細度是在鍋炉机组和磨煤设备試驗結果的基础上,并确定煤粉制备和煤粉燃烧的总費用来确定的。总损失最小的煤粉細度称为磨煤的經濟細度(見上图)。

长期运行的經驗表明,从煤粉制备和燃烧的总的經濟性(考虑到結渣和积灰等因素)出发,AIII 最合适的細度为: R_{88} 号篩为 6~8%, R_{200} 号篩为 0.3~0.4%。

但是这些数据不能认为对于所有无烟煤鍋炉来讲都是适用的。有些資料表明,当采用特殊結構的炉膛时,可以燃用較粗的煤粉,而不降低鍋炉的經濟性。

例如,斯泰尔国管区域电站曾对 75/90 吨/时的双汽包和三汽包鍋炉进行过試驗,結果表

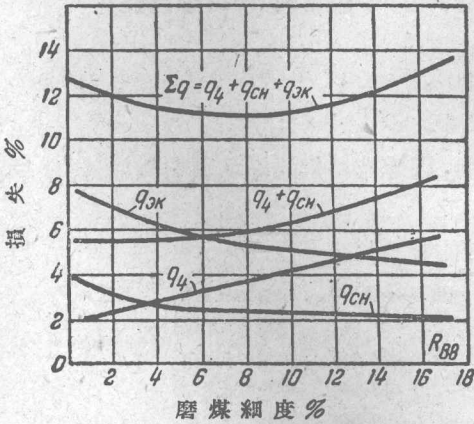


图1 AIII 的热损失、运行中能量消耗和磨煤細度之間的关系曲线

q_4 —机械不完全燃烧的热损失,%; q_{CH} —用于煤粉制备的电能的热耗 %; q_{JK} —鋼球的成本(以设备的折旧費算,并以燃料的热当量来表示) %。

明、將 AIII 的細度加粗到 15~18% (R_{88} 篩子)，鍋爐後的過量空氣為 $\alpha_k = 1.4 \sim 1.5$ 時，飛灰的可燃物含量（正常負荷下）為 10~16%， q_4 的損失為 4~6.5%。上述鍋爐結構上的特點是水冷壁敷設率較小（0.42），全部水冷壁上敷有高達 7 米的燃燒帶。

所以無煙煤鍋爐的設計師和運行人員應力求降低磨煤的耗電量，同時尋求燃用粗煤粉時爐膛工作的調整方法，而不損及鍋爐的經濟性。

要正確地測定磨煤的細度，應當從送到燃燒器跟前的煤粉中取平均試樣。在單配製備系統中（無中間煤倉）應當在排粉機和燃燒器之間的增壓管段上取樣。在帶中間煤倉的系統中應當從煤粉旋風分離器的輸出管中取樣。

2. 煤粉製備系統 在燃用 AIII 的電站中，煤粉製備系統製成單配式（直接在鍋爐旁），而照理是裝有單獨的排粉機。單配系統的型式有兩種——無中間煤倉和帶中間煤倉。

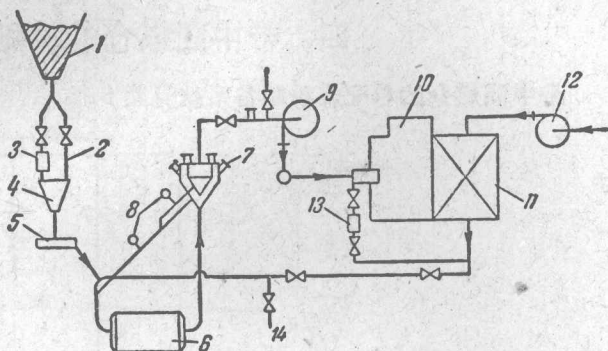


圖 2 無中間煤倉的煤粉製備單配系統圖

1—煤倉；2—旁通管；3—自動秤；4—稱量煤倉；5—給煤器；6—磨煤機；7—煤粉分离器；8—鎖氣器；9—排粉機；10—鍋爐；11—空氣預熱器；12—鼓風機；13—二次空氣分配室；14—冷空氣引入管

三、無中間煤倉的單配煤粉製備系統

上圖（圖 2）系無中間煤倉的單配煤粉製備系統。這種型式和帶中間煤倉的系統相比其優點是結構簡單，易于操縱，制粉場的設備和輸粉管道的裝備費用要低得多，自消耗電量也少。

此外，由於鍋爐和磨煤機的工作是同步的，故當鍋爐負荷下降時，磨煤機的磨煤量相應地也會減少。在這種情況下，磨煤質量會有所提高，燃燒過程的穩定性也會加強。這對鍋爐作低負荷運行極為重要。但是，當鍋爐運行時的負荷低於最高負荷時，磨煤機不應作滿負荷運行，因為這會增加磨煤的單位耗電量和單位金屬消耗量。

無中間煤倉單配系統的主要缺點是鍋爐運行的情況完全依賴於磨煤機的工況。磨煤機的磨煤量應和燃料的最大消耗量相一致。沒有儲備的煤粉會給鍋爐的運行帶來了困難，這點在排粉機修理時尤其顯得突出（每隔 400~700 小時修理一次）。

在某些燃用 AIII 的電站中為了提高無中間煤倉煤粉製備系統的可靠性與經濟性將相鄰鍋爐的單配系統連接起來。例如，在 ДИПЭС 電站中是將磨煤機分离器中的煤粉引到總的集管中去的辦法來實現這種聯結的，在朱耶夫卡國營區域發電站中在各單配系統間安裝跨管，這樣就可以按下列系統運行——三套煤粉製備系統配兩台鍋爐。這一措施提高鍋爐效率 0.6~1.0%，並大大節省了自用电量。

在這一電站中還將同一單配的煤粉製備系統中兩台排粉機的增壓部分聯結起來（每台排粉機向其自己的燃燒器供煤粉）。其結果，只要一台排粉機就能保證鍋爐的額定負荷。在這種情況下，用空氣輸送煤粉的耗電量降低 27%。應當指出，只有當傳動電動機的容量有裕富時才能將排粉機的增壓部分聯接起來。

綜上可知，无中間煤倉的单配系統只有在鍋爐負荷比較平穩的時候才能保證其經濟性和可靠性。

四、帶中間煤倉的单配煤粉制备系統

帶中間煤倉的单配煤粉制备系統見圖 3。

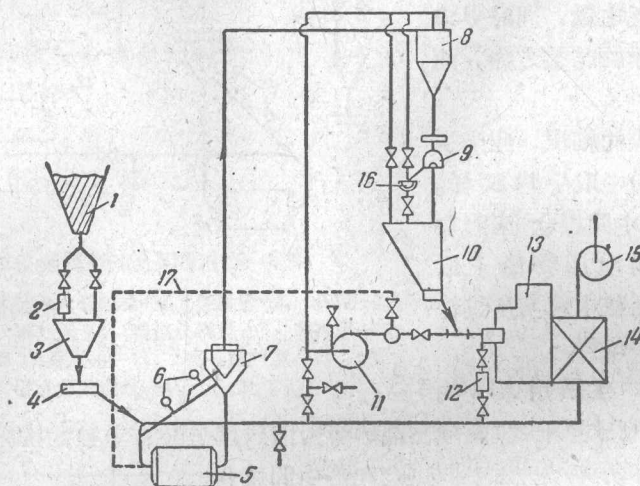


圖 3 帶中間煤倉的单配煤粉制备系統

1—煤倉；2—自動秤；3—稱量煤倉；4—給煤器；5—磨煤機；6—鎖氣器；7—煤粉分離器；8—旋風筒；9—轉送閘板；10—中間煤倉；11—排粉機；12—二次空氣分配室；13—鍋爐；14—空氣預熱器；15—鼓風機；16—螺旋式給粉機；17—再循環輸粉管道

裝了中間煤倉能大大提高鍋爐機組的运行的可靠性，而且能使磨煤設備承受最大和穩定的負荷。當煤倉裝滿煤粉時，能暫時停止磨煤機的工作。這樣就能降低磨煤的單位耗電量，減少鋼球和排粉機的金属磨損。

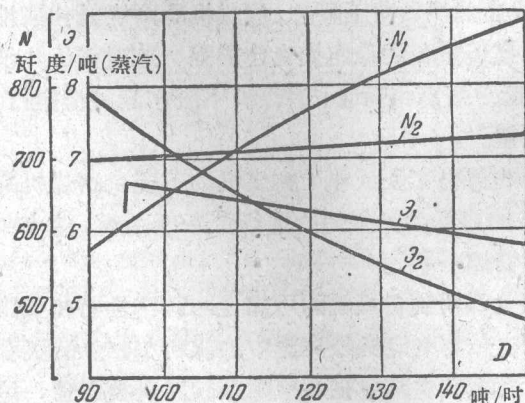


圖 4 兩種系統的功率消耗 (N 瓩) 和單位耗電量 (g 瓩小時/噸蒸汽)

N_1 和 g_1 曲綫——帶中間煤倉系統中功率和單位耗電量；
 N_2 和 g_2 曲綫——无中間煤倉系統中功率和單位耗電量

這一系統的缺点是：

- (1) 設備和安裝的基建投資很大；
- (2) 空氣輸送煤粉的耗電量大；
- (3) 必須增加干燥煤粉，以防止其在管道中堵塞。

圖 4 系兩種系統(帶和不帶中間煤倉)工作指標的比較曲綫。

由圖可知，如从節省電能的角度出發，則不帶中間煤倉的鍋爐保持高負荷較為合算，而帶中間煤倉的鍋爐保持較低的負荷較為合算。

用熱空氣輸送煤粉的系統可能有兩種方案：裝有專用的熱空氣鼓風機(圖 5) 或利用鼓風機的壓頭。在后一種情況下必須要有密封性很高的空氣預熱器，以便提高工作壓力。

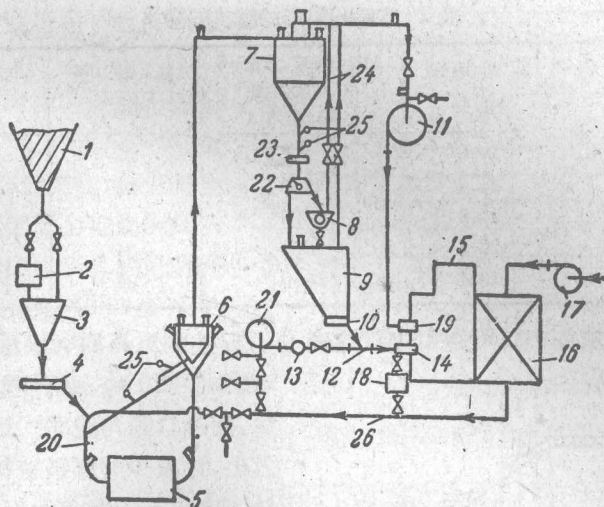


图5 借专用的鼓风机以热空气输送煤粉的煤粉制备系统

1—燃料仓；2—自动秤；3—称量煤仓；4—给煤器；5—磨煤机；6—煤粉分离器；7—旋风筒；8—螺旋给煤器；9—中间煤仓；10—给粉器；11—排粉机；12—混合器；13—二次空气集管；14—燃烧器；15—锅炉；16—空气预热器；17—鼓风机；18—二次空气分配室；19—空运行燃烧器；20—烟气空气管道的下降段；21—热空气鼓风机；22—转送闸板；23—筛网；24—水份吸出管；25—锁气器；26—空气管道

图6 系国营斯泰尔区域发电站锅炉的煤粉制备系统(以热空气输送煤粉)

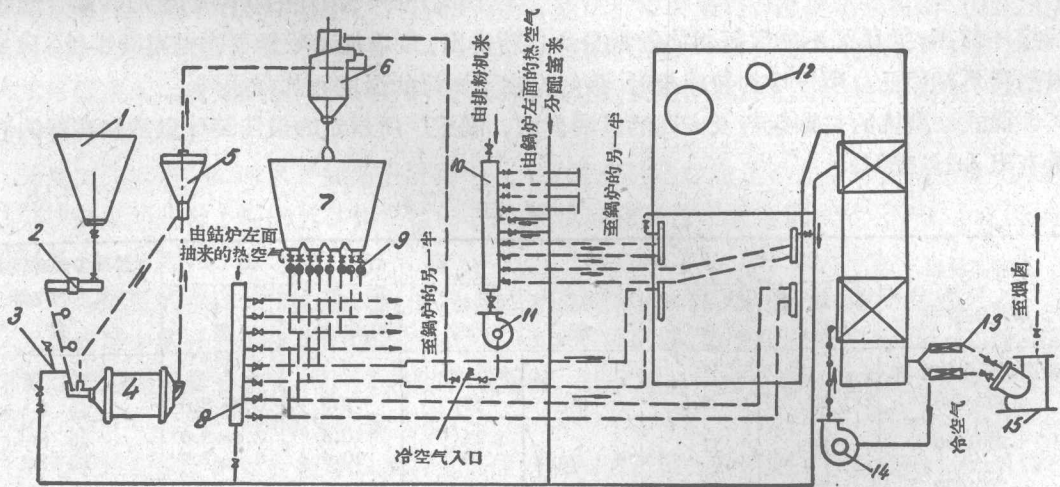


图6 用热空气输送煤粉的系统图(利用鼓风机)

1—原煤仓；2—原煤给煤器；3—热空气入口；4—磨煤机；5—煤粉分离器；6—旋风筒；7—煤粉斗；8—空气集管；9—给粉器；10—给粉集管；11—排粉机；12—锅炉；13—集灰器；14—鼓风机；15—烟囱

这一系统的缺点是空气输粉的耗电量大。但是运行经验表明，这种系统的锅炉运行较为经济。上述优点使得燃用 AIII 的电站日益广泛地采用带中间煤仓的制备系统。

五、磨煤机和钢球

通常用筒式球磨机来磨碎 AIII，其特点是结构简单，使用可靠。目前 AIII 在正常的细度下，

表 I 苏联圓筒形球磨机的規格

型 号	圓筒容积 米 ³	圓筒轉速 轉/分	AIII 細度 $R_{88}=8$ 时的磨煤量 吨/小时	装 球 量 (吨)	电动机負荷 瓩	电动机装机 容量, 瓩
232/380	16.0	20.8	9.5	22	230	260
250/390	19.1	23.0	11.0	24	312	320
287/430	27.8	19.8	14.5	34	380	380
287/470	30.4	20.5	16.0	34	510	520
287/510	33.0	19.4	18.0	34	480	520

圓筒形球磨机的磨煤量每小时可达 18 吨(見表 I)。要达到更高的磨煤量, 应当采用双錐形的

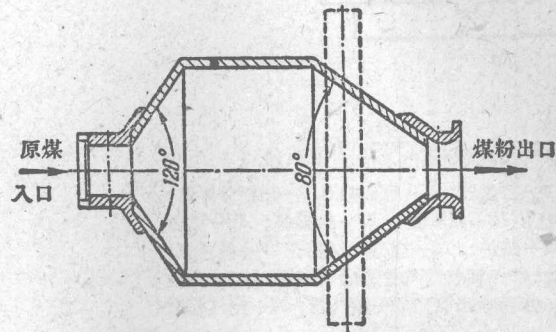


图 7 双錐形的球磨机

球磨机(图 7)。这种球磨机的出口錐角是鈍角, 而进口錐角銳角。这样就能提高排粉的效果, 并减少磨煤系統耗用的空气量(指空气量不决定于干燥条件而言)。

双錐形球磨机的单位耗电量要比圓筒形球磨机低。某一电站的試驗表明, 当一台大型的双錐形球磨机負荷为 70% 时, 其单位耗电量比圓筒形球磨机小 20~25%。經驗表明如磨煤細度不变, 装球量增加会提高磨煤量, 同时电动机消耗的功率也增加。如干燥煤的

温度不够高, 通风又不能保証将必需数量的煤粉排出, 則增加装球量不能提高磨煤量, 只是使其磨得更細而已。所以增加装球量时, 最好提高干燥煤的温度和加强通风。

筒式球磨机的长期运行及專門的試驗表明, 制造厂所規定的最佳装球量常和实际的装球量有出入(見表 II)

表 II

制备系統和 磨煤机型号	制 造 厂 数 据			运 行 数 据			因减少装球量而 节约的电能 %
	装 球 量 (吨)	磨 煤 量 (吨/时)	R_{88} %	装 球 量 (吨)	磨 煤 量 (吨/时)	R_{88} %	
带中間煤仓的系統							
232/380	22	9.5	8	17	9.5	6.5~8.0	約 8
250/390	24	11	8	14	10.3	7.5~8.6	約 8
287/430	34	14.5	8	23	11.5	6.3~7.2	約 8
单配系数							
287/430	34	14.5	8	23	11—12	6~8	約 10
287/510	34	16	8	28	16—16.5	6~8	約 10
双錐形球磨机	25	9.0	8	16.7*	8	6~8	約 10

* 降低装球量时煤粉空气混合物的温度从 120° 提高到 140°C。

可見每台球磨机視其規定的磨煤細度和滾筒的通风速度都有一定的最适合的装球量。装球量的指标之一是电动机所耗用的功率, 該功率凭安培計的讀数来測定。

图 8 是各系統中磨煤机的装球重量和所需功率間的关系曲線。

每一磨煤机最好有这样一种曲线图(按试验数据求得)。

在选用钢球直径时应估计到下述情况:随着钢球的直径减小到20~25毫米,磨煤机的磨煤量略微提高,单位耗电量下降。但用小直径钢球会增加金属消耗量。考虑到上述两因素所作的计算得出磨AIII时最好采用直径为30毫米的钢球。

磨每吨AIII钢球的平均磨损量为370克。

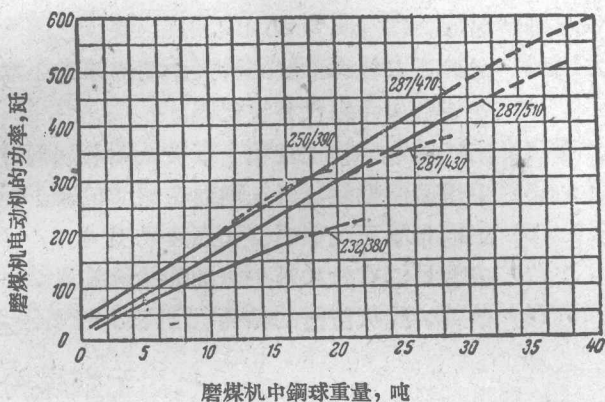


图8 磨煤机装球重量和所需功率间的关系曲线

六、提高用无烟煤粉的锅炉运行可靠性和经济性的一些措施

防止受热面积灰和结渣:受热面结渣会导致整个烟道内烟气温度提高,因而过热蒸汽温度和排烟温度也提高。这样,锅炉烟气阻力不断增加,首先破坏了空气工况,增加了引风机的耗电量并降低了锅炉的出力。

受热面的结渣过程如下:液态的软化渣(即含有粘度不同的小粒渣)落到锅炉冷水管上后不是粒化,便是凝结在管子上。这个过程又可分为三个阶段:第一阶段,沉下的飞渣碰到冷却面后在空中粒化,积灰层的厚度受烟气流量的调节,积灰后使炉墙表面温度迅速提高,因而飞渣难于粒化,于是开始出现第二阶段——在上述积灰点形成固体。如果积灰层厚度不断增加,以至使水冷壁表面温度达到渣某些成分的最低熔点或达到使这些成分相互聚结的温度,则不可能进行充分的粒化。

受热面变成很“湿”时就开始第三阶段——无法粒化的渣粒密集起来并形成整块渣(烧结),在这整块渣里面各种不同的灰粒相互起化学反应,反应结果几乎永远是使熔点降低。这样,结渣过程又进一步加剧了。

如果结渣区的温度比渣的凝固温度高,则渣不断被液化,受热面的结渣也更加加剧了。

无烟煤粉中灰分开始变形的温度在 $1,000\sim 1,250^{\circ}\text{C}$ 之间,而软化温度为 $1,050\sim 1,350^{\circ}\text{C}$,因此其凝固温度显然是在 $1,000\sim 1,300^{\circ}\text{C}$ 范围内。该温度与炉膛排烟温度有关,大体上取为 $1,150\sim 1,250^{\circ}\text{C}$,这就是渣凝固的最高温度。

从无烟煤粉锅炉的运行经验以及对受热面积灰结渣所进行的研究工作中表明,如果调整燃烧过程,燃尽度越高,则受热面积灰结渣更强烈。

为消除受热面的积灰与结渣应该在工况方面及结构方面采取措施。

在工况方面,能大大减弱炉膛结渣的措施有:

- (1) 降低炉膛尾部烟气温度(锅炉第一排管子前)。
- (2) 保证炉膛中必需的过量空气量。
- (3) 减少煤粉制备系统及锅炉的漏风。
- (4) 调整炉膛中火焰位置和锅炉负荷。

在结构方面减轻受热面的积灰与结渣的措施有:

- (1) 增加炉膛空间容积。
- (2) 把炉膛未装水冷壁的耐火炉墙部分敷上水冷壁管,并缩小水冷壁管的节距。
- (3) 安装冷灰斗以代替粒化器。
- (4) 第一排锅炉管子在整個寬度上順着烟氣方向向內拉稀和做成費斯頓管。
- (5) 采用新型燃燒器并正确地布置其位置。
- (6) 正确布置乏气噴燃器和高速风噴嘴。
- (7) 安装足够有效和維護方便的吹洗裝置。
- (8) 改善炉膛灰渣門的結構。

七、无烟煤粉的燃燒

1. 无烟煤粉的着火及燃燒 由于无烟煤的特殊性(主要是揮发分少),要求在煤粉炉膛的着火和燃燒过程中采用特殊方法。

大家知道,不論哪一种煤粉要想达到良好的完全燒尽,只有設法正确地利用煤粉停留在炉膛中的一段极有限的时间。

煤粉气流从燃燒器噴出后,加热至着火温度所需的时间,在不同的射流层上是不同的。中央部分所需時間最长,当其着火后,整个射流的着火过程也告完成。

对无烟煤來說,这一着火过程具有重大的意义,因为无烟煤的着火温度是 $900\sim 1,000^{\circ}\text{C}$ 。

由实验得知,在沒有发光火焰的情况下,空气温度 900°C 时无烟煤几乎在一瞬間就开始着火,温度 700°C 时着火時間为0.4秒, 600°C 时,着火時間为1.6秒。

由此得知,空气預热程度是影响煤粉着火期的主要因素之一。

分析了无烟煤煤粉气流在炉膛中的着火过程后(燃燒过程的稳定性有賴于此过程的强度)可得出下列結論:

(1) 保証煤粉气流稳定着火的主要因素是,当空气煤粉混合物的射流自由膨脹时,加入高温烟氣;

(2) 提高着火的稳定性和縮短着火过程時間的方法是,提高煤粉气流的温度,降低磨煤細度,提高炉膛温度(特別是煤粉气流着火区),并保証把高温区的炉膛烟氣順利地引到火焰根部。

燃燒无烟煤时,炉膛中主要的損失是机械不完全燃燒。

因为炉膛中沉积的灰达 $10\sim 15\%$,渣中不完全燃燒損失不大,主要的損失是飞灰損失。燒无烟煤时飞灰損失往往超过 12% ,在好的鍋炉中,該損失只 $4\sim 5\%$ 。

綜上所述,煤粉燃燒过程(特別是无烟煤粉)及其完全燃燒程度要看磨煤細度,炉膛各区温度和煤粉空气混合强度怎样而定。混合强度完全取决于燃燒器的結構及其布置。

2. 煤粉噴燃器 一次空气携带的煤粉沿管道流至燃燒器,与二次空气混合后进入炉膛。

煤粉燃燒器应保証:

- (1) 在燃燒火焰中煤粉和空气的均匀分布。
- (2) 火焰尽量充滿炉膛。
- (3) 能在炉膛中調节火焰位置。
- (4) 火焰扩散角度足够大。

現有煤粉燃燒器按其空氣動力特性可分為兩大類：直吹式的和攪動式的。按結構可分為圓形和縫隙式。對 L 形火焰一般采用攪動式燃燒器，這種燃燒器的火焰射程較小，開度較大，以便形成一次空氣與二次空氣的渦流。

大部分攪動式燃燒器在爐膛入口處的气粉射流呈全截錐體形狀。這種射流中，高溫烟氣不僅在外表面混合，而且，由於內部錐體形成真空，也混合在內表面。這樣便加快了着火過程和提高了火焰的穩定性。

在燃燒无烟煤的爐膛中廣泛採用圓形攪動式燃燒器。

燒无烟煤粉鍋爐的長期運行經驗表明，最好的无烟煤粉燃燒器是 ОПТЭС 和 ВТИ 型的燃燒器。

3. 爐膛內空氣工况 燃燒无烟煤粉時，爐膛中空氣工况對鍋爐運行的經濟性影響很大。

爐膛最佳過量空氣值取決於許多因素，其中主要是爐膛的結構特點——爐膛容積，水冷壁敷設率等。

運行經驗表明，燒无烟煤粉時過量空氣值的減少會引起燃燒過程惡化，因而增加機械不完全燃燒損失。例如，ТН-230-1 鍋爐經修理後，由於把過量空氣值由 1.1 改為 1.22，在蒸汽參數、負荷和磨煤細度不變的情況下，機械不完全燃燒由 5.5 降至 4.0%。

右圖系熱損失 q_4 與過量空氣值之關係曲線圖是在爐膛熱負荷為 180×10^3 大卡/米³ 小時的燒无烟煤鍋爐試驗中得出的。

往往由於燃燒過程不穩定，蒸汽過熱溫度過高，引風機功率不足（引風量和壓頭）等原因，限制了供給足夠數量的空氣，因此，首先必須注意這些因素。

當煤粉達到規定的質量，並採用現代化燃燒器（ОПТЭС 或 ВТИ 型），及爐膛進行足夠的保溫時，燃燒穩定性能得以保證。

爐膛過量空氣值增加時，大部分鍋爐的過熱蒸汽溫度也隨之提高。

只是在低負荷和火焰沒有充滿整個爐膛時，過量空氣才對蒸汽的過熱產生不良的影響。因此在調整爐膛工作時必須採取相應的措施（降低過熱器前烟氣溫度，改裝過熱器等）以保證正常的過熱蒸汽溫度。爐膛的工况應在爐膛上部始終維持 0.5~1.0 毫米水柱的真空度。

影響燃燒過程的不僅有空氣進入爐膛的數量，還有其速度。正確地把送入爐膛的總空氣量分配成一次空氣，二次空氣以及補充三次空氣（在二級系統中）同樣具有極重要的意義。

一次空氣量決定於磨煤機的工作條件，給磨煤機的送風量應十分充足。

在有中間煤斗的系統中，為了正確地分配全部一次空氣一般采用所謂“乏氣噴咀”。這種噴咀用來製成長方形截面或把圓筒從兩面壓扁。主燃燒器安裝在正面爐牆時，乏氣噴咀裝在側牆，並高出燃燒器 1.5~2.5 米。主燃燒器裝在側牆上時，乏氣噴咀裝在正牆或後牆上，或布置在四角上。

引入的乏氣應裝在寬度 2~3 米的鍋爐正牆上，對稱於鍋爐中從綫。此外還可以裝兩個帶有很多噴嘴（8~10 個）的集流管（一上一下）。噴嘴裝在水冷壁管子之間，以免水冷壁管被夾

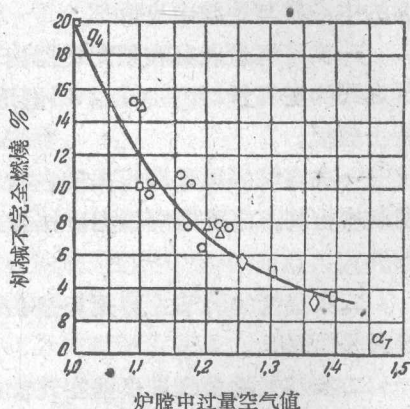


圖9 燒无烟煤時，機械不完全燃燒熱損失與過量空氣值之關係曲線

板磨坏。噴嘴应装成 $10\sim 15^\circ$ 傾角。噴嘴出口处的乏气速度应保持在 $30\sim 40$ 米/秒之間。

上述噴咀中一次空气的乏气能强化燃燒,提高炉膛的經濟性。

送至着火区的一次和二次空气量对燃燒过程也有很大的影响。送至着火区的空气中,只有一部分燃燒必不可少的氧气来得及参加燃燒反应(燒无烟煤的现代鍋炉 $\alpha=0.3\sim 0.5$)。如果送入着火区的空气数量大大超过来得及参加反应的空气量則可能出现下述现象:即煤粉空气混合物吸收的热量无法被化学反应热所补偿,于是热平衡遭到破坏,这导致燃燒过程的不稳定。从另方面来看,减少进入着火区的空气量又会使火焰根部所需要热烟气流大大减少。因此减少噴燃器中的空气量是加速着火过程的一个极为有效的方法。同时也必須指出,过分限制送入着火区的空气量也是不利的。

根据上述情况,便把进入燃燒器的二次空气减少,而在高出燃燒器很多的地方装上專門的噴嘴,引入补充(二次)空气。这种噴嘴在制造上和乏气噴嘴差不多,装在主燃燒器上 $2\sim 3$ 米处,成一排。燃燒火焰的旋轉渦流(为加强烟气热交换和改善炉膛容积的利用率)是从四个角噴嘴中噴出的,占送风 $20\sim 30\%$ 的空气来形成的,空气速度为 $30\sim 40$ 米/秒。角式布置的噴嘴的中心綫与炉膛中央直徑为 $1\sim 1.2$ 米的圓(假想圓)相切。

一次空气量及其在噴燃燒器出口处的速度用下列方法調节:即分配主燃燒器及乏气噴嘴器之間的空气量,并在 ОРГРЭС 圓形燃燒器上相应地装上分流錐体,而在狹縫隙式燃燒器上則装上頰板。

一次空气的风量应根据装在給粉器前和燃燒器附近煤粉管段上的风压計讀数来控制在单配制煤粉制备系統中应根据直接靠近送粉机出口处和燃燒器附近的煤粉管段上的风压計讀数。

二次空气的調节主要是靠装在蝸壳前,空气管道上的节气門,ОРГРЭС 的燃燒器上的調节装置是“舌板”。

二次空气的送气量根据空气管道上的阻力来控制。对每一台鍋炉均应进行專門試驗,寻求在各种負荷下的一次和二次空气的最佳比值,以使飞灰損失和烟气損失尽量减少。

大部分鍋炉一次空气与二次空气的最佳比为 $1:1$ 。因为一次空气与二次空气比值的变化会使火焰和燃燒中心的位置改变,因此必須作相应的調节,以便当燃燒器装在正墙时,火焰不延及正墙和側墙,而当燃燒器装在側墙时,火焰不延及側墙及后墙。

火焰中心应位于鍋炉截面的中心,并尽可能低于垂直接(視炉膛渣斗的結渣条件而定)。

参 考 文 献

- [1] Н. А. Ефремов. Опыт применения двухступенчатого метода пылесжигания углей с малым выходом летучих и, рабочий энергетик, 1951, №3.
- [2] А. Н. Лебедев. Пылеприготовления на электростанциях. Госэнергоиздат, 1949.
- [3] Повышение производительности барабанно-шаровых мельниц. Сборник, под редакцией Ойвина, Госэнергоиздат, 1947.
- [4] Технический отдел МЭС. Инструкция по обслуживанию пылеприготовительных установок с шаровыми мельницами. Госэнергоиздат, 1946.

譯自 “Опыт эксплуатации котлов, работающих на антрацитовом штыбе”。

(周夢龍 涂光鏗摘譯,熊大紀校)

带保温灰斗的液态排渣炉膛的改进及 燃烧无烟煤粉的经验

БЕСКИН, С. Г.

燃用无烟煤粉炉膛的多年研究和运行经验[1~12]阐明了一系列在固态排渣室或炉膛中最合理地燃用无烟煤粉的条件、设计和改进了燃用这种燃料的燃烧器和炉膛的结构,并大大提高了燃烧的经济性。

与改进无烟煤粉炉膛技术的同时,扩大了无烟煤粉的使用范围和使用该种燃料的机组的容量。

目前电站部系统内约有 1/4 容量的锅炉采用无烟煤粉,其容量不等,有大到 230 吨/时的。头几台 430 和 540 吨/时的大容量锅炉也采用无烟煤粉。所以进一步提高燃用无烟煤粉的效果不是没有现实意义的。

从 1952 年起,为了改进无烟煤粉的燃烧,最初在舒耶夫斯克国营区域发电站中[13,14],后来在一系列其他电站中开始推广带保温灰斗的炉膛,结果在南方电业总局系统内得到广泛应用[15,16,17]。这仍是一种单室液态排渣炉膛的简化变种。

众所周知,采用液态排渣对于无烟煤粉实际上是最适宜的方式。因为在这种情况下最充分地利用了这一方法的许多优点,其中最主要的是提高燃烧过程的稳定性和经济性。同时采用无烟煤粉的液态排渣,仍是多年来为了强化这种劣质燃料的燃烧过程以及保证点火区和燃烧区的高温所采取的一整套适当措施的结果。这样就必然会在炉膛内形成液态渣。

液态排渣的优点在双炉膛和其他排渣量最大的专用炉膛里体现得最完全。但是在一定程度上这一问题也可以在单炉膛内解决,因为在这种炉膛中沉积下来的渣为数不多。在这种情况下主要的困难是在于液态渣的形成和流动性方面能否保证炉子工作的可靠性。

一、1955 年保温灰斗问题的概况

1955 年以前对带有保温灰斗的燃烧装置的评价是互相矛盾的。一方面认为这种灰斗具有很大的适用性[12,13,14,15,16]并指出这种灰斗可以随不同的负荷作液态、半液态和固态排渣,而且燃烧带也可缩小;甚至在完全没有燃烧带和煤粉粒度加粗的情况下也能提高经济性。另一方面认为这种炉膛是不合适的,不宜加以推广[18]。

1955 年以前对这种炉膛的互相矛盾的评价以及缺乏以专门试验作为根据的全面总结,促使 ЦКТИ 进行一系列研究工作,以阐明上述燃烧装置的效果问题。

ЦКТИ 于 1955 年对上述炉膛的工作进行了研究,结果发现这些炉膛按结构形式有几种变型[19,20]。大部分机组中,冷灰斗的保温是依靠其他一些结构上的和工况上的措施来实现的,所得的效果各个不同。但是炉膛内形成液态渣的可靠工况还没有达到。

还必需指出,与贯彻一般公认的合理措施的同时,还试验了未经研究的措施,而有时这些措施和已经形成的关于冷灰斗合理工作的概念有显然的抵触。

许多电站一直在改进这种炉膛的结构,但是这些结构上的改进往往具有半手工业的性质,

并且在結構方面是不完善的。

同时在开始研究时,所有带有保温灰斗的鍋炉中沒有一台是把所有措施全部实现的。根据已有的認識来看,这些措施应当是改进燃烧过程并获得液态渣。

尽管研究工作表明带有保温灰斗的炉膛还没有达到液态排渣的可靠工况(这种可靠的工况是評定炉膛工作效果的決定因素),但是分析了这些炉膛的情况以及所采取的措施后,我們不能同意关于这些炉膛的不合理意見;相反,可以有根据地认为只要炉膛的各結構件設計合理,这种炉膛和現有的炉膛相比較就会有較好的工作性能,而且更为經濟。

有鉴于此,ЦКТИ 和南方电业总管理局取得一致意見,认为有必要在一台 ТИИ-230 型带保温灰斗的鍋炉上进行一系列的改装,以提高燃用无烟煤粉在液态排渣方面的效果,并对該机组进行試驗,以获得必要的資料来对这些鍋炉作出有根据的結論[22]。

这样,研究工作的任务是:在最完善的炉膛結構形式下,确定带保温灰斗的液态排渣炉膛中可靠地燃用无烟煤粉的可能性問題,并明确炉膛各結構件的工作效果,以便将所取得的經驗推广到其他燃用无烟煤粉的鍋炉上去。这一工作将使得許多电站在短期内改进鍋炉的运行情况,而不必白白地浪费財力和時間。这些資料对于設計新型的、更完善的、有效地燃用无烟煤粉的炉膛也同样是必需的。

二、炉 膛 改 装

試驗用的 ТИИ-230-2 型鍋炉炉膛^①(斯拉夫热电站三号鍋炉)作如下改装:

1. 实现热烟气輸送煤粉(图 1, 2), 同时采用圓盘式給粉机和合理地將含煤粉的乏气噴

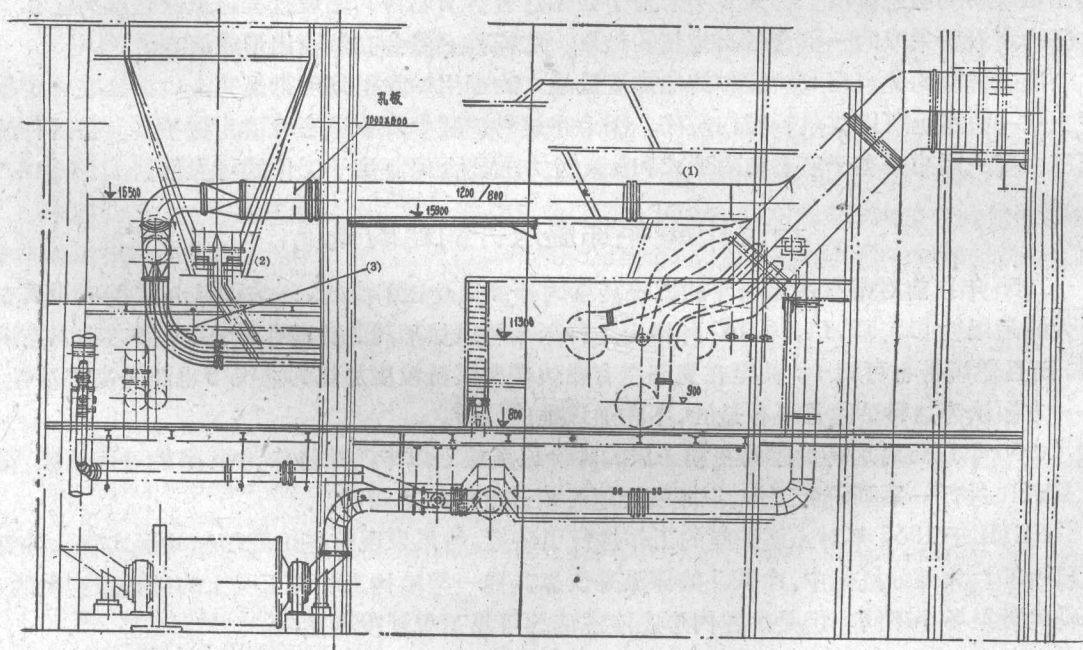


图 1 一次热空气管道(总图)

图内文字說明: (1)安装管道时补偿器預先擰紧 12 毫米; (2)流量孔板 1,000×600; (3)吊架 $\Phi 20$, $L=950$, 計 6 个。

^① 該鍋炉的技术設計見 ЦКТИ 的报告 3,822/0~2,163

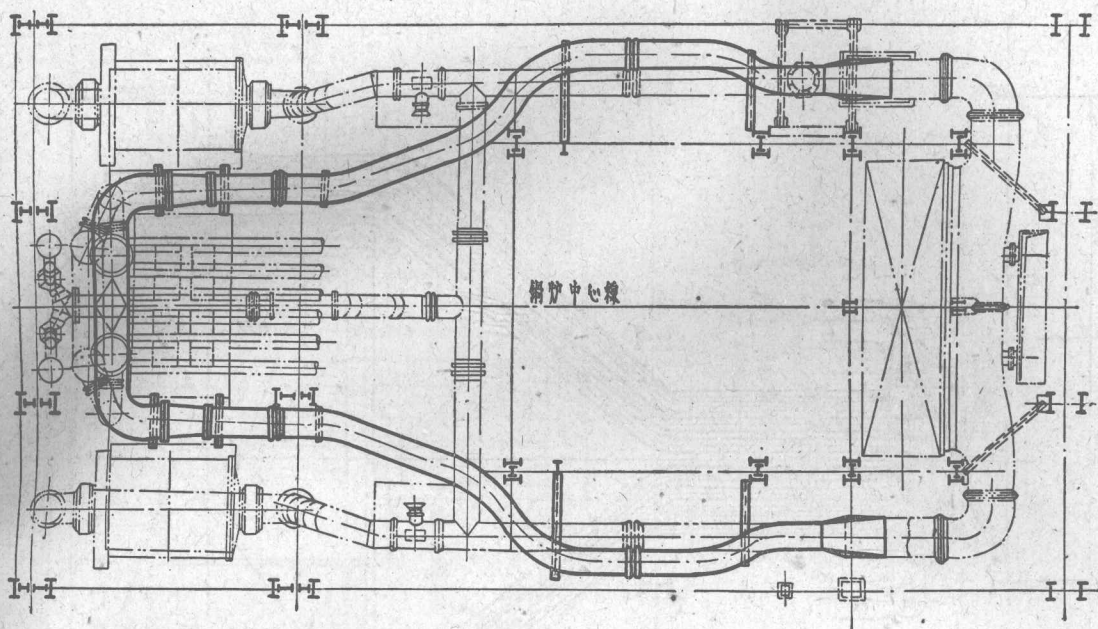


图2 一次热空气管道(水平剖面)

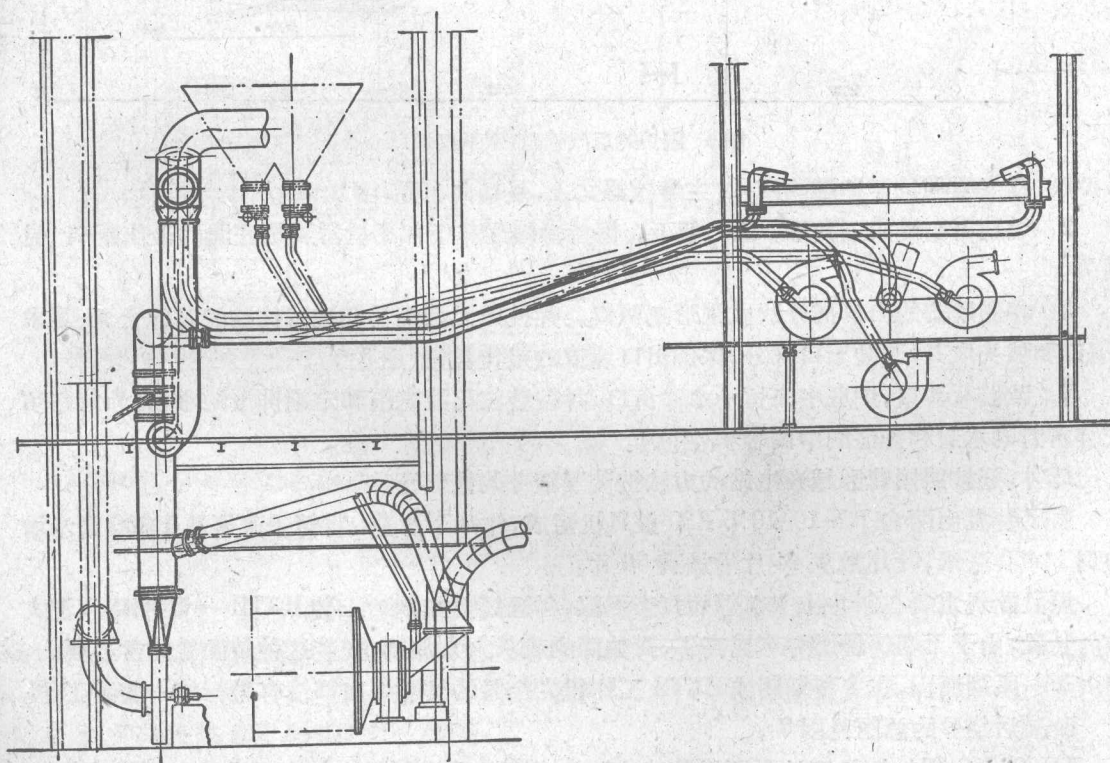


图3 锅炉的乏气管道(总图)

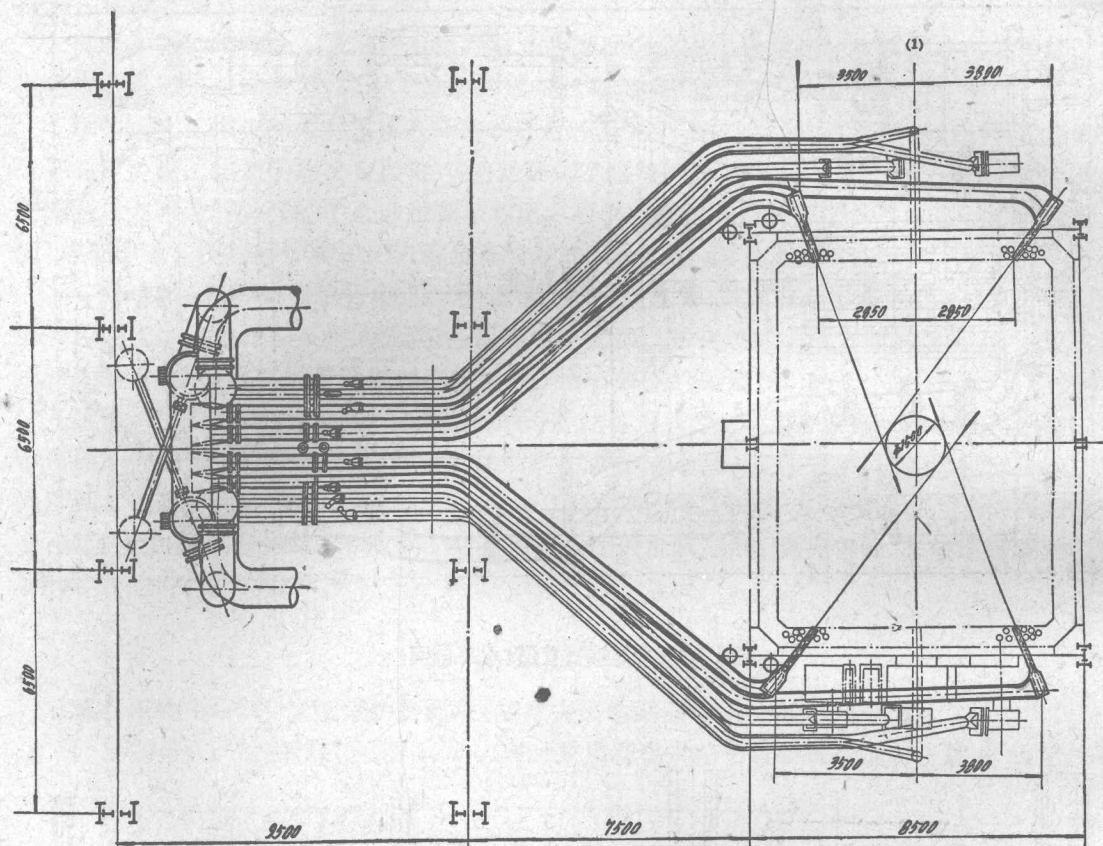


图4 锅炉的乏气管道(水平剖面)

入炉膛,乏气喷嘴位于炉膛的四角,主燃烧器之上,呈切向布置(图3, 4)。

2. 燃烧器布置成三角形,顶角朝下,保持轴线间和下部燃烧器到炉底间的最佳距离(见图7);

3. 将燃烧器的出口部分改成锥形喇叭口,并按照无烟煤粉燃烧器结构的其他合理要求(喷口和喷头取齐)改装出口部分,保持出口速度的最佳数值(图5);

4. 改装灰斗口,炉底中央留一水冷渣口,并按装粒化液态渣和定期排渣的水槽;为此必须安装密封的水封和排渣的中間容积(图6)。

此外,还按照国营区域发电站的方法按装了渣井的抽气管。

鼓风装置由两台 БД-10-13.5 Н30 鼓风机组成,作如下改装:将转子直径从1,350毫米增加到1,450毫米,叶片数从44片增加到56片。

原设计规定要在灰斗上全部焊短钉来保温,并且还要在锅炉上装 ПКТМ—伊丽瑪利涅式吹灰装置,由于无烟煤粉燃烬率提高了,受热面的积灰大大加剧,安装这种装置是非常必要的,但由于一系列原因,在安装期间或 ПКТМ 工作组九个月的试验期内都没有进行这一安装工作。

改装后锅炉的总图见图7。

ТН-230-2 锅炉的说明这里不予赘述,因为在有关动力工程的杂志和燃烧无烟煤粉问题的文章内已不止一次地讨论过。