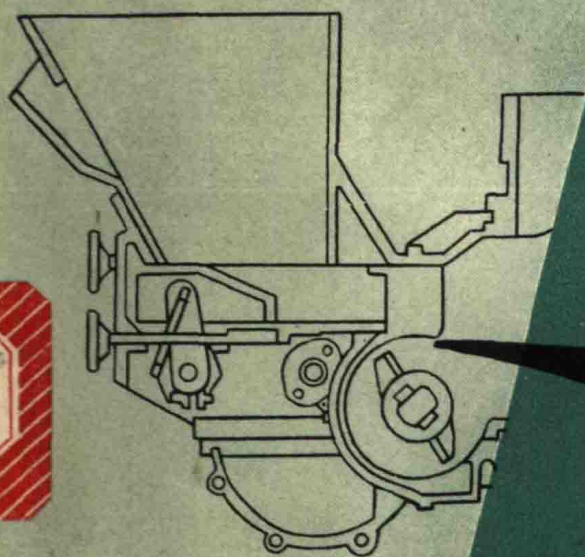


抛煤机锅炉的运行

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



前 言

机械抛煤燃燒是适用于中小型鍋炉上的一种燃燒方式,但是近几年来,美国在較大容量的鍋炉上也有用这种燃燒方式的。根据国外經驗,抛煤燃燒之所以至今还能获得广泛的应用,主要是它具有下列优点:

1. 鍋炉金属用量少,初建費用低;
2. 負荷适应性好,調节灵敏;
3. 抛煤机燃燒防結焦性較好,对煤的粘結性能要求不高。

与此同时,抛煤机也存在一些缺点,如飞灰及飞灰含碳率較高、对煤的水份及顆粒度要求亦較严格等。

因此,就发展鍋炉产品方面来看,抛煤机鍋炉是值得深入研究的一种品种。

解放以来,在党的正确领导下,我国鍋炉工业得到了蓬勃的发展。到目前为止,我国生产的中小容量鍋炉中采用了抛煤机的机組为数不少,尤其在近几年来生产的 65 吨/时和 35 吨/时中等容量鍋炉上,也多采用了抛煤机。近来,在我国各电厂、設計制造企业和研究机构的共同努力下,对国产抛煤机鍋炉进行了不少試驗研究工作,改进了它的結構,并提高了性能及安全可靠性。

为了汲取国外抛煤机鍋炉的經驗,进一步改进抛煤机的設計,使已投入运行的机組的經濟性进一步得以提高,我所于 1961 年編譯出版了《抛煤机运行經驗》的譯丛。其中主要收集了美国、英国和苏联抛煤机鍋炉运行方面的文献以及一部份抛煤机結構改进和設計、試驗方面的文章;出版后,受到国内有关专业人員的欢迎,并希望介紹更多有关方面的国外經驗的文章。根据这一要求,我所在今年又組織了力量,編譯成了这本《抛煤机鍋炉的运行》譯丛,作为《抛煤机运行試驗》譯丛的补充和續編。在这本譯丛中重点翻譯了关于抛煤机鍋炉設計及試驗研究方面的文章,并收集了一些最新的技术文献,最后,还介紹了一台功率最大、采用抛煤机的 295 吨/时大容量鍋炉。

我們希望通过这两本譯丛的出版能为有关专业技术人員提供一些資料,以供研究及运行人員参考。但由于水平所限,这本譯丛在选题和翻譯方面,一定还有許多不当之处,謹希讀者指正。

第一机械工业部汽輪机鍋炉研究所

1963 年 11 月

目 录

抛煤机鍋炉的炉膛吸热(第一部分)	1
抛煤机鍋炉的炉膛吸热(第二部分)	20
在抛煤条件下燃燒各种燃料的模化試驗	38
改进的飞灰取样設備	47
抛煤机鏈条炉排鍋炉的燃燒及运行	59
帶有 ПМЗ-ЛПР 的 CY-20-39 鍋炉的試驗結果	74
带摆动式炉排的抛煤机鍋炉	81
295 吨/时燃用褐煤的抛煤机鍋炉	85

抛煤机锅炉的炉膛吸热

第一部分

根据炉膛排出烟气的焓值测定炉膛吸热率

J. W. 迈尔斯, R. C. 柯莱

引言

为了测定炉膛吸热率和炉墙上热交换的分布情况,曾利用印第安那州准丁市碳化物化学材料公司发电厂中的2号锅炉,进行了试验。这台锅炉为双汽包式,蒸发量为165,000磅/时,由抛煤机移动炉排燃烧。这是美国机械工程学会炉膛性能专题研究委员会所担任的第五次研究。以前所做的研究工作中有三次是关于煤粉锅炉,一次是关于天然气燃烧的炉子。这一次的研究是第一次用抛煤机燃烧的锅炉来进行的。

这篇文章列出,矿务局燃烧研究组为了研究影响炉膛性能的因素,与炉膛性能专题研究委员会合作进行的研究中所得出的炉膛吸热率的试验结果。关于炉墙上热交换分布,在另一篇文章中发表。

在上述锅炉上曾做了15次试验,以测定负荷、过量空气和二次风的状况改变对于炉膛吸热所生的影响。由于时间的限制,没有研究给煤机速度及煤的抛程变化的影响。因此,给煤机调节系采用正常的工作程序。

炉膛吸热定义为对流传递到炉壁(不包括防渣管)的热量,和辐射传递到炉壁(包括防渣管)的热量。炉膛中的吸热是可用净热量与热损失之差,后者包括所有燃烧产物中的显热以及辐射与对流损失。采用的方法系将美国机械工程学会陆用锅炉试验法规第7节中的方法b,略加修改。

可用净热量系从整个锅炉的总热平衡求得,应用了在空气预热器出口处的烟气的温度和成分,以及所产生的蒸汽的流量和焓。要计算从炉膛中出来的烟气所含显热,须先测量在炉膛出口处的防渣管前面的烟气温度和成分,这些数据系用矿务局为试验炉子而设计的设备和方法来测定的。

除在炉膛出口处的烟气温度和成分外,有三次试验曾在炉子的中段取得类似的数据,其目的系研究燃烧室中的流体流动与热交换的状况。为了研究操作条件对飞灰浓度的影响,并提供物质平衡计算所需要的数据,曾由西部沉淀公司进行数次测量烟气中含有多少烟灰的试验。全部的烟气温度和成分的数据及计算出的结果,在文章中用表格列出。

试验方法

炉子的说明

图1为锅炉的侧视图,表示各组成部分的布置。炉膛的高度,从炉排的顶部一直至炉膛出口处的防渣管的中部,约25 $\frac{1}{2}$ 呎。宽度为18呎6 $\frac{3}{4}$ 吋,从前墙至后墙的深度为14呎6吋。炉膛容积为6,600立方呎。后炉墙从下汽包至出口几乎全部水冷却,用3 $\frac{1}{4}$ 吋的管子按3 $\frac{3}{8}$ 吋的中心距组成。前墙及下汽包以下的后墙用3 $\frac{1}{4}$ 吋的管子按6吋的距离组成。二侧墙用3 $\frac{1}{4}$ 吋按6吋中心距组成。所有墙的后面均有3吋厚的砖,靠着管子。后墙的管子向前弯,并分3排,形成防渣管,两排管子之间的中心距为12吋,每排中的管子中心距为10 $\frac{1}{8}$ 吋。防渣管从锅炉前面进入联箱。从后墙至联箱的距离为13呎10吋,炉膛出口面积为241平方呎。炉膛水冷面的投影面积,包括炉膛出口的面积,为1,240平方呎。用马立金(Mullikin)方法计算的有效辐射受热面为1,752平方呎。

炉子用带有前面连续排灰移动式炉排的抛煤机燃烧,炉排为二副。前墙上装有六个可以个别调节的给煤机,煤从上面的煤斗通过独立的导管送到各给煤机。从除尘器及锅炉的最后一部分的烟道中出来的灰渣,通过装在炉排上高度为18吋的喷嘴重行喷入炉膛。除尘器有十个喷嘴,灰斗有八个喷嘴,除靠近角的地方不装喷嘴外,各喷嘴沿炉墙均匀地

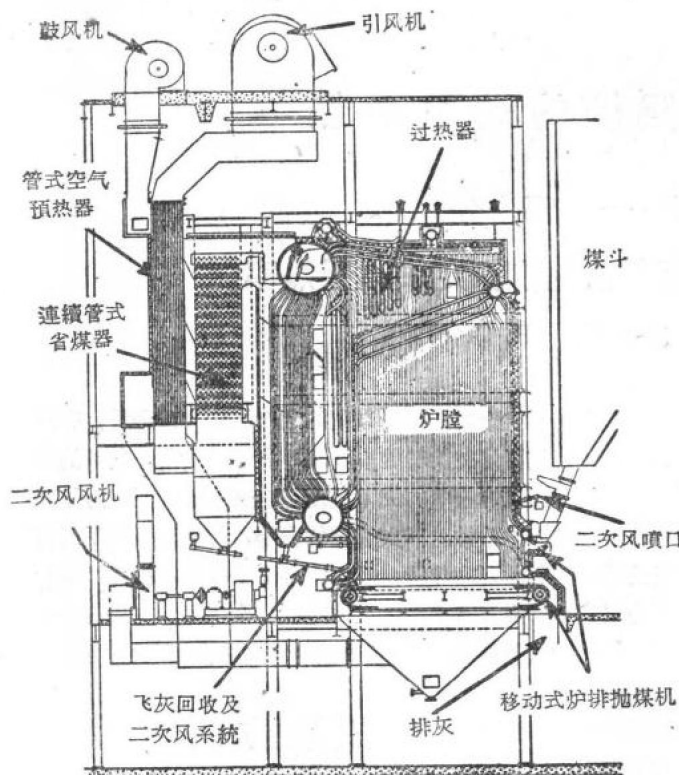


图1 碳化物化学材料公司2号鍋炉側視圖

排列。灰渣回收系統仅能連續复射。在隨着灰渣进入的空气外,二次风从均匀地裝在炉排上面高30吋处的后牆上的十五个噴嘴、裝在炉排上8呎4吋高处的前牆上的十一个噴嘴及裝在給煤机下面的十二个噴嘴送入炉內。二次风系統可以用冷空气,亦可用預热的空气。

燃燒空气由鼓风机供給,并在管式空气預热器中預热。屋頂上,在空气預热器的出口处与烟囪之間,裝着引风机。高压二次风另用一个鼓风机来供給空气。

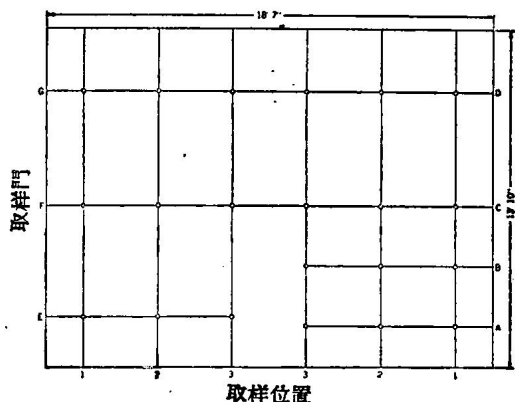


图2 炉膛出口处的取样点的分布

測点的位置

測量炉膛出口处的烟气温度和成分,系使用水冷却的高速热电偶探針,探針插入观察門和在炉膛两侧下面的防渣管以下約9吋位置上,特地开出的孔內。观察門共有七个,每一个門在三个位置上进行測量,得出图2所示的分布情况,該图是从前牆及上面觀看的、与水冷壁管子平行的平面炉膛出口图。取样的門用字母表示,代表同等面积的位置則用数字来表示。由于炉子外面有障碍物,右面不能在選擇的位置上开孔。因此,在A和B两处进行測量,并算出重量以求得炉膛出口处的平均数值。

为了研究炉膛內流体流动和热交换的状态,曾于三次試驗中,在炉排上面高度約15呎处測量烟气温度和成分。取样点的分布与在炉膛出口处的分布相似,但不完全相同,图3表示一个炉膛横剖面的分布情况。

在引风机出口測定烟气的成分,并在空气預热器的出口測定温度和成分,以便提供計算整个鍋炉的热平衡所需数据。空气預热器出口处的測量,是在导管中六个孔中进行的,每个孔中用两个測点。

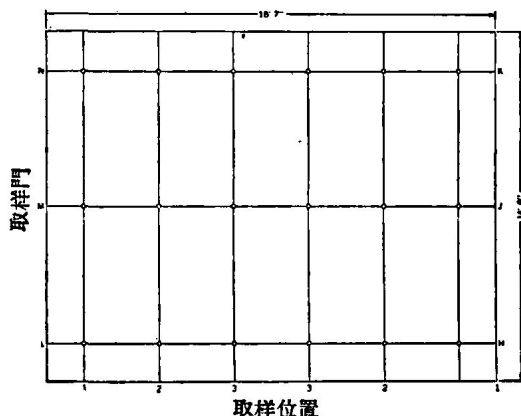


图3 炉膛中段的取样点的分布

仪表設備与分析方法

測定烟气温度和成分的仪表設備和方法,近来曾在論文中討論过。本文仅討論那些与以前所用方法有所不同的步驟。

由于这一电站不用煤秤,燃燒率不能使用通常的直接秤出重量的方法。因此,对空气預热器出口

的烟氣進行了精確的測量，以便用整個鍋爐的熱平衡來計算熱輸入。我們認為，裸的鎢鎢-鋁鎢熱電偶很適用，因為，煙氣溫度較低，而且導管的絕熱很好，由熱電偶的輻射引起的誤差因此可以減到最低限度。測量空氣預熱器熱平衡所需的其他的氣體和空氣溫度的方法，是以各導管中裝用電阻溫度計，並將它們接到電站控制盤的記錄表上。至於蒸汽流量，蒸汽的溫度和壓力、風壓、以及其他有關數據，則用電站中普通的儀表來測量。

空氣溫度的測定是在鼓風機與空氣預熱器之間的導管中抽出空氣，用干濕球濕度計來進行的。

各給煤機共有 6 個輸煤管，煤樣從每一個輸煤管取出。盡量按照美國材料試驗學會所訂規範，在一定的時間用杓子取出代表輸煤管全部深度的流過量。取出的試樣被送到試驗室，進行篩分析。對灰坑的排出物、復射的灰渣以及從爐排上排出的灰，亦取出試樣，進行分析。

在數次試驗中，煙灰濃度由西部沉淀公司測定，測定方法系按照該公司及美國機械工程學會法規所推薦的程序。

一般的試驗程序

為了保證煤床達到平衡的狀態，在每次試驗開始前數小時，將負荷調整到所需要的數值。對空氣流率亦加以調節，使過量空氣大致達到需要的數值。大部分的試驗中，二次風流率被調節到所需要的最低限度，以避免過多的冒煙及飛灰。但是，曾有二次試驗中，使用過比最低量大得很多的二次風。

當條件許可時，在開始試驗之前和試驗完畢之後，將灰坑清洗，取出足以代表在試驗完畢後排出灰渣的試樣。條件不許可時，則每隔若干時間通過六個觀察門在爐排的排灰端取出試樣。數次試驗中，在上述兩個位置都取出試樣，以便檢查爐排上的試樣的準確性。

空氣流率經過最後的調整，引風機出口處的過量空氣達到需要的數值時，就開始試驗。實際的試驗連續時間最多為四小時，時間的長短決定於某些測量能否順利進行。在十一次試驗中，在空氣預熱器或引風機煙氣成分，在爐膛出口測量的前後測量的。有一次試驗將爐膛出口處的測量中途停下，在恢復爐膛出口測量之前，進行第二次空氣預熱器的測量，其他的工作程序與上述十一次試驗相同。最後的三次試驗，在接近爐膛高度二分之一的地位，測量煙氣的溫度和成分。在這三次試驗中，其中有一次，空氣預熱器測量是在試驗開始前和終止時進行的，

而其餘兩次試驗的進行，則在爐膛出口處的測量與較低的高度的測量之間進行，並在空氣預熱器上另作一次測量。空氣預熱器處的溫度，15 次試驗中有 12 次是用紀錄式電位計與煙氣成分的數據同時測量的。但是，在三次試驗中，溫度是用手提式電位計與爐膛橫向同時測量的。

在試驗開始時採取煤樣，取到所需要的總試樣大小為止。每次都將盛煤容器裝滿，以減少水分的變化。

計算方法

煙氣溫度

本文前面曾談到，除有些點上的讀數曾按面積加以調整過的外，取各測點上讀數的算術平均數作為爐膛出口的煙氣溫度。

為了將試驗中所用的 E 型和 G 型輻射護罩的性能與 MHVT 進行比較，曾作了多次的試驗（MHVT 被廣泛地用作標準）。但是因為這一台爐子中的溫度波動很快，波動範圍很大，不能從這些試驗中得出結論。因此，採用過去在一台溫度比較穩定的爐子中，進行研究時，所得出的因數，是將測量的溫度根據 MHVT 的標準加以修改。此項因數包括校準各熱電偶的修整因數。

空氣預熱器處的溫度，是將試驗中所量的數值，經熱電偶的校準加以修整後以算術平均方法取得。

煙氣成分的數據 由於許多測點上的氧濃度過高，不能由自動式氧紀錄器量出，因此，爐膛出口處的煙氣成分在各取樣位置變動很大。我們認為，空氣預熱器出口處的煙氣成分，比較能夠代表爐膛中的一般情況，這是因為，氣體已在爐膛與空氣預熱器之間混合。由於空氣預熱器為管式的，而且鍋爐外殼的密封良好，在上述的兩個地位之間幾乎不漏氣。

在開頭的幾次試驗中，曾發現，引風機出口處的某一點的煙氣成分，基本上與空氣預熱器出口處的平均數值相同。因此有可能把該點的成分當作爐膛中的平均數值。曾經考慮到，引風機軸是否有漏氣的可能，但是，在將量出的氧濃度繪出曲線之後，看出了並沒有因為這問題引起任何誤差。這個情況可從圖 4 看出，圖 4 是將空氣預熱器出口處的氧濃度平均讀數對引風機出口處的讀數，所繪出的曲線。當引風機的氧濃度低於空氣預熱器的氧濃度時，差

表 1 美国机械工程学学会 1951 年 6 月在印第安那州准丁市
2 号锅炉所进行的炉膛吸热试验的数据和结果

1. 試驗序号	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2. 日期	6/11	6/12	6/13	6/14	6/15	6/16	6/18	6/19	6/20	6/21	6/23	6/23	6/25	6/26
3. 开始試驗時間	下午 3:05	上午 11:31	下午 3:21	下午 1:39	下午 12:16	上午 11:19	下午 5:35	下午 12:31	下午 1:04	下午 12:30	上午 10:50	下午 2:00	上午 11:43	下午 12:02
4. 实际的試驗時間(时) ^(a)	4.00	2.66	4.05	3.00	3.50	3.00	3.00	3.25	2.75	3.00	1.08	2.66	4.25	4.00
5. 經過調整的蒸汽流量(1000 磅/时)	127	118	121	162	167	86	123	88	91	123	83	84	123	164
6. 过热器出口联箱处的压力(磅/时 ² 表压)	894	890	902	900	900	892	883	887	886	893	901	887	897	894
7. 过热器出口联箱处的蒸汽温度(°F)	744	736	746	739	732	739	740	723	740	731	724	728	722	737
8. 炉前样始煤率(磅/时)	13,554	12,331	12,816	16,953	17,011	9,226	12,871	9,293	9,607	13,250	8,672	8,786	12,828	17,389
9. 炉排速度(呎/时)	10.0	9.6	11.4	11.0	11.0	7.8	9.4	7.4	7.4	8.8	6.8	6.8	9.4	10.0
10. 炉排末部的灰的深度(吋)	2.00	1.50	1.50	1.25	1.50	1.25	1.00	1.25	2.00	1.50	1.50	1.25	1.25	1.50
11. 烟道中的烟灰负荷(每磅煤中所含的磅数)	0.0050	0.0017	0.0032	0.0075	0.0073	0.0062	0.0066	0.0020	0.0050	0.0068	0.0093	0.0034	0.0050	0.0101
12. 灰坑的排出物(每磅煤中的磅数)	0.0692	0.0798	0.0783	0.0653	0.0673	0.0642	0.0645	0.0742	0.0674	0.0693	0.0737	0.0724	0.0661	0.0646
13. 总的碳损失(每磅煤中的磅数)	0.0021	0.0085	0.0035	0.0058	0.0056	0.0024	0.0021	0.0032	0.0015	0.0031	0.0050	0.0018	0.0022	0.0047
14. 估计的复射入炉膛中的灰渣(每磅煤中的磅数)	0.0930	0.0324	0.0602	0.1420	0.1392	0.1176	0.1262	0.0381	0.0954	0.1289	0.1769	0.0648	0.0958	0.1910
二次风的流量(每磅煤的磅数)														
15. 后面的二次风	0.78	0.88	0.90	0.90	0.57	1.05	1.05	0.98	1.44	0.82	0.74	1.00	0.96	0.85
16. 回收除尘器中的灰渣时	0.12	0.13	0.13	0.10	0.06	0.17	0.12	0.11	0.16	0.12	0.09	0.13	0.12	0.09
17. 回收最后的烟道中的灰渣时	0.34	0.39	0.39	0.30	0.23	0.50	0.36	0.31	0.49	0.37	0.26	0.38	0.35	0.28
18. 在給煤器下面的	0.38	0.42	0.42	0.32	0.21	0.54	0.39	0.58	0.54	0.40	0.27	0.66	0.38	0.29
19. 在給煤器上面的	0.23	0.26	0.26	0.39	0.12	0.31	0.22	0.05	0.05	0.04	0.32	0.05	0.25	0.36
20. 二次风温度(°F)	104	93	84	85	320	97	106	97	101	98	85	94	99	98
21. 二次风占总的空气量的百分比(%)	14.3	19.0	17.3	17.2	8.9	16.6	14.7	16.7	18.7	11.8	12.7	16.5	15.4	14.0
22. 从炉膛中出来的調整过气体的平均温度(°F)	1695	1783	1797	1928	1914	1568	1753	1657	1638	1670	1745	1616	1754	1796
从锅炉中出来的气体其平均成分(占干气体的百分比) ^(b)														
23. CO ₂ +SO ₂	12.98	15.27	13.86	14.28	14.14	10.77	11.70	13.98	11.84	11.26	12.58	12.65	12.64	12.48
24. O ₂	5.96	3.31	4.94	4.76	4.61	8.53	7.44	4.81	7.28	7.96	6.42	6.34	6.35	6.54
25. N ₂	81.06	81.42	81.20	80.96	81.24	80.71	80.86	81.22	80.88	80.79	81.00	81.01	81.01	80.98
26. 引风机处的过量空气(%)	37.92	16.85	29.27	27.51	22.82	65.62	52.69	27.42	51.29	58.36	41.70	41.58	41.52	42.88
27. 燃烧用的干空气(每磅煤的磅数) ^(c)	12.92	10.93	12.15	11.71	13.42	15.62	14.60	12.15	14.37	14.79	13.25	13.37	13.38	13.40
28. 引风机处的湿烟气(每磅煤的磅数)	14.12	12.11	13.30	12.84	14.55	16.81	15.81	13.29	15.55	15.98	14.41	14.57	14.56	14.61
29. 进入空气预热器的烟气的平均温度(°F) ^(d)	481	452	466	513	518	441	455	412	435	490	523	416	469	518

(續表)

30. 从空气预热器出来的烟气的平均温度 (°F)(e)	367	353	364	392	394	334	361	316	330	364	386	316	318	349	387
31. 进入空气预热器的空气平均温度 (°F)(d)	115	117	108	109	110	118	125	119	120	109	103	114	117	107	115
32. 从空气预热器出来的空气平均温度 (°F)(d)	294	295	282	294	298	285	298	285	290	291	296	284	285	310	305
33. 燃用煤的低热值 (千英热单位/时)(f)	156,600	142,600	149,400	197,300	200,000	107,700	152,900	108,700	113,200	152,900	199,900	101,500	102,900	149,700	202,000
34. 进入炉膛的总空气量的显热 (千英热单位/时)(g)	7,050	5,020	5,470	8,140	9,390	5,510	8,030	4,120	5,310	8,180	10,030	4,220	4,250	6,830	10,550
35. 复射的灰渣显热 (千英热单位/时)	180	53	110	370	370	140	240	43	120	250	490	74	70	170	520
36. 由于未燃烧的碳所引起的热损失 (千英热单位/时)	420	1,510	650	1,410	1,380	310	390	1,110	210	600	1,250	340	230	410	1,180
37. 炉膛中净的可用热量 (千英热单位/时)(h)	163,400	146,200	154,400	204,400	208,400	113,100	160,800	111,800	118,500	160,700	209,300	105,500	107,000	156,300	211,900
38. 炉膛出口处的湿气体的显热 (千英热单位/时)	79,600	70,000	80,200	111,300	120,700	62,100	92,800	53,400	63,000	91,200	113,200	52,700	53,400	85,500	119,500
39. 从炉膛出来的灰和飞灰中的显热 (千英热单位/时)	730	350	530	1,440	1,420	560	910	270	510	920	1,650	360	430	720	1,800
40. 由于炉膛的辐射所引起的热损失 (千英热单位/时)	610	580	600	600	600	590	580	530	570	610	620	580	590	600	610
41. 总的显热和辐射损失 (千英热单位/时)	80,900	71,000	81,400	113,400	122,700	63,200	94,300	54,200	64,100	92,800	115,200	53,600	54,400	86,800	121,900
42. 炉膛吸收的热 (千英热单位/时)	82,500	75,200	73,000	91,000	85,600	49,800	66,500	57,600	54,400	67,900	94,000	51,900	52,600	69,500	90,000
43. 进入锅炉的总空气量的显热 (千英热单位/时)	1,490	1,230	1,060	1,390	1,680	1,330	2,110	1,100	1,350	1,370	1,300	990	1,060	1,120	2,000
44. 锅炉中可用总热量 (千英热单位/时)	158,100	143,800	150,400	198,600	197,100	109,100	155,000	109,900	114,600	154,200	201,100	102,500	103,900	160,800	204,000
45. 由于锅炉的辐射所引起的热损失 (千英热单位/时)	1,210	1,160	1,200	1,200	1,170	1,180	1,150	1,100	1,140	1,220	1,230	1,160	1,160	1,190	1,220
46. 从锅炉出来的湿气体的显热 (千英热单位/时)	13,700	10,100	12,000	17,000	18,900	9,760	14,200	7,270	9,250	14,900	19,000	7,510	7,540	12,500	19,400
47. 从锅炉出来的灰和飞灰的显热 (千英热单位/时)	160	160	150	190	200	200	140	110	110	160	220	100	110	140	200
48. 锅炉的总热损失 (千英热单位/时)(i)	15,500	13,000	14,000	19,800	22,700	11,400	14,800	9,600	10,700	16,900	21,700	9,100	9,000	14,200	22,000
49. 传递到蒸汽的热量 (千英热单位/时)	142,700	130,900	136,400	178,900	180,000	97,600	140,100	100,300	103,900	137,400	179,500	93,400	94,900	136,600	182,000
50. 锅炉中可用净热量 (千英热单位/时·平方呎)(k)	93.3	83.4	88.1	116.7	118.9	64.6	91.7	63.8	67.6	91.7	119.4	60.2	61.1	89.2	120.9
51. 炉膛中吸热 (千英热单位/时·平方呎)	47.1	42.9	41.7	51.9	48.9	28.4	35.0	32.9	31.1	38.8	53.7	29.6	30.0	39.7	51.4
52. 炉膛吸热率 (%)	50.5	51.4	47.3	44.5	41.1	44.0	41.4	51.5	46.0	42.3	45.0	49.2	49.1	44.5	42.5

附注: (a) 仅包括获得数据的时间; 有数次试验, 因故停歇, 故时间较长。

(b) 在引风机出口处测量。

(c) 包括鼓风机的空气及漏气。

(d) 用电站的仪器测量的。

(e) 用热电偶测量的。

(f) 这一数字以及以后的数字是在计算后改为整数。

(g) 所有焓的量均以 80°F 为基础。

(h) 对未燃烧的碳进行调整。

(i) 包括由于未燃烧的碳引起的热损失。

(k) 以 1752 平方呎的有效辐射受热面为根据。

表2 煤和灰的特性

1. 試驗序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2. 日期	6/11	6/12	6/13	6/14	6/15	6/16	6/18	6/19	6/20	6/21	6/22	6/23	6/23	6/25	6/26
炉前样煤的工业分析(%):															
3. 水分	8.9	8.6	8.2	8.9	7.9	8.8	7.4	8.8	7.7	8.8	8.3	7.8	7.8	8.4	8.8
4. 挥发物	39.4	38.9	39.4	38.3	39.3	38.6	40.4	39.1	39.5	39.5	39.3	40.0	40.2	39.4	38.6
5. 固定碳	44.5	45.2	45.1	46.1	45.9	45.8	45.3	45.3	45.7	44.4	44.6	44.8	44.6	45.3	45.6
6. 灰分	7.2	7.3	7.3	6.7	6.9	6.8	6.9	6.8	7.1	7.3	7.8	7.4	7.4	6.9	7.0
炉前样煤的元素分析(%):															
7. 氢	5.7	5.6	5.7	5.7	5.8	5.8	5.7	5.7	5.7	5.8	5.7	5.7	5.8	5.8	5.7
8. 碳	67.0	66.9	67.2	67.1	67.6	67.3	68.2	67.8	68.0	66.6	66.6	67.3	67.3	67.4	66.9
9. 氮	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.5	1.4	1.5	1.5
10. 氧	15.8	15.6	15.3	15.8	15.1	15.4	14.4	15.2	14.8	15.6	14.9	14.8	14.7	15.0	15.5
11. 硫	2.8	3.1	3.0	3.2	3.1	3.2	3.3	3.0	2.9	3.3	3.6	3.3	3.4	3.4	3.4
12. 炉前增高热值(英热单位/磅)	12,080	12,080	12,180	12,160	12,290	12,210	12,400	12,230	12,310	12,070	12,100	12,230	12,240	12,200	12,140
13. 可磨性(赫德格罗夫指数)	61	59	60	59	54	58	57	59	62	55	56	61	57	60	60
灰锥体熔度(°F)(美国材料試驗学会):															
14. 开始变形的温度	1940	1940	1940	2000	2000	1940	2030	2000	2130	2000	2000	1940	2000	1970	1940
15. 软化温度	2130	2050	2100	2100	2180	2100	2130	2150	2230	2150	2090	2100	2080	2170	2100
16. 熔化温度	2260	2180	2360	2260	2470	2310	2420	2420	2420	2420	2360	2360	2420	2420	2260
煤的篩分析(留在下列各种尺寸篩上的累积的百分比)															
17. 1 1/2 吋	0.08	0.29	0.23	0.38	0.24	0.16	0.25	0.23	0.05	0.07	0.10	0.14	0.33	0.05	0.06
18. 1 5/16 吋	1.92	2.47	1.94	2.00	1.56	1.38	1.37	0.71	0.79	1.21	0.96	1.73	1.36	1.10	0.96

(續表)

19. 1 吋	16.7	15.8	16.6	15.6	15.8	14.8	13.7	13.3	10.8	12.5	11.6	15.0	13.3	11.5	10.9
20. $\frac{3}{4}$ 吋	29.5	25.3	29.9	30.5	29.6	27.4	23.0	25.7	20.3	23.8	22.4	25.8	24.1	21.4	20.6
21. $\frac{1}{2}$ 吋	51.2	45.8	50.4	52.2	53.7	53.2	50.4	51.6	43.7	47.0	44.9	47.2	46.1	45.0	42.3
22. $\frac{3}{8}$ 吋	61.8	56.3	59.7	62.1	62.3	61.9	62.4	63.2	56.1	58.8	53.2	58.1	56.8	57.0	54.4
23. $\frac{1}{4}$ 吋	72.7	72.0	72.3	75.8	74.5	74.1	71.5	77.9	73.7	75.2	72.0	74.3	73.2	74.1	71.7
24. $\frac{3}{16}$ 吋	76.0	76.3	75.6	79.1	77.9	77.1	75.0	81.0	77.9	79.5	75.9	77.8	77.0	77.9	75.9
25. $\frac{1}{8}$ 吋	83.4	85.3	82.7	86.2	84.6	84.0	81.8	85.8	85.5	86.9	83.4	85.2	84.9	85.7	84.0
26. 0.055 吋	90.9	91.7	89.0	91.7	90.7	90.6	87.4	89.7	90.6	92.5	89.7	92.3	91.5	90.9	90.3
除尘器的灰渣:															
27. 可燃物(%)	13.5	28.0	13.3	13.2	13.3	10.0	12.4	22.1	10.4	8.2	13.8	16.8	19.4	13.0	20.3
28. 灰分(%)	86.5	72.0	86.7	86.8	81.7	90.0	87.6	77.9	89.6	91.8	86.2	83.2	80.6	87.0	29.7
29. 留在 U. S. 20 号篩上的累积的百分比	1.1	1.4	0.2	2.2	6.6	1.2	—	0.6	0.2	1.5	2.8	0.6	1.4	1.0	4.3
30. 留在 U. S. 50 号篩上的累积的百分比	10.5	17.8	7.6	14.0	17.4	5.6	—	12.9	4.9	11.7	22.4	9.8	13.1	11.1	23.4
31. 留在 U. S. 100 号篩上的累积的百分比	33.5	35.9	26.0	38.0	44.7	28.8	—	35.8	25.4	43.8	51.7	31.1	31.3	38.8	64.7
32. 留在 U. S. 200 号篩上的累积的百分比	69.1	69.1	66.6	69.9	75.4	46.7	—	71.3	68.6	77.3	79.2	69.0	68.8	75.0	88.4
灰坑的排出物:															
33. 可燃物(%)	—	41.9	—	7.3	6.3	—	—	10.5	—	3.7	5.0	—	—	2.3	4.1
34. 灰分(%)	—	58.1	—	92.7	93.7	—	—	89.5	—	96.3	95.0	—	—	97.7	95.9
来自炉排出灰端的灰:															
35. 可燃物(%)	2.1	—	4.2	2.5	1.8	2.7	2.0	—	1.4	3.5	1.8	2.9	1.6	1.3	—
36. 灰分(%)	97.9	—	95.8	97.5	98.2	97.3	98.0	—	98.6	96.5	98.2	97.1	98.4	98.7	—

額最大。因此认为,发生差别的原因,是由于条件的改变,而不是因为空气之漏入系統中。

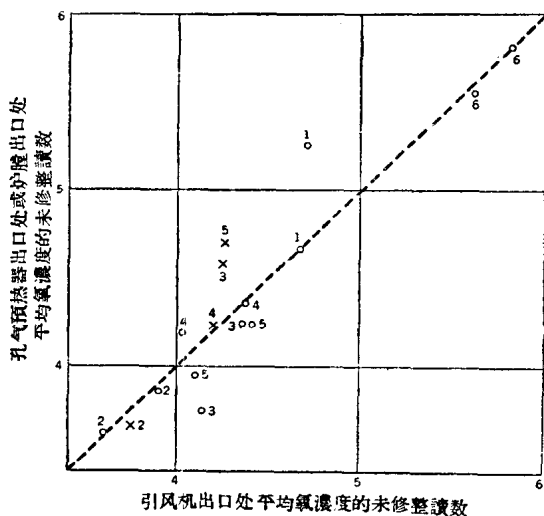


图4 引风机的氧浓度与空气预热器及炉膛出口处的浓度的比較

說明: ○代表空气预热器的平均数;
×代表炉膛出口处的平均数;
数字代表試驗序号;
重复的点說明試驗时进行了多次的測量

亦會考虑到,上述結果一致的原因是否因为在選擇引风机气道中的取样点时,偶然选到合式的地位所致。因此,对该气道进行了研究,其結果示于图5。图中有一点,該点上有4个数值,这些数值是在測驗中以不同的时期量出的。由于这一点上的变化

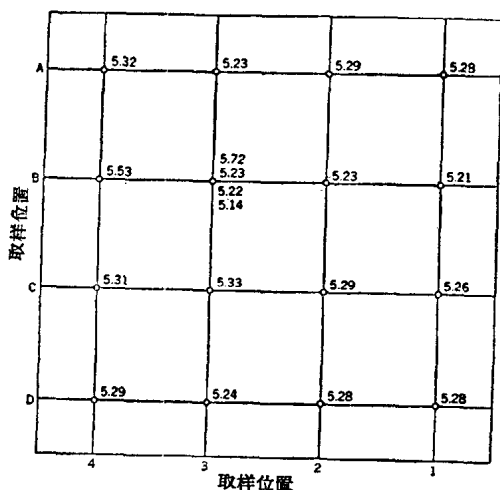


图5 引风机出口气道中氧浓度的分布
(图上的数字表示未經修整的氧气表讀数)

程度大于整个測驗中的变化,我們的結論是烟气被风机混合得很好,而且成分的变化系由于炉膛中一般情况的变化。因此,我們决定,在計算物质和热平衡时,采用风机出口处的烟气成分。此項数据不但能更好地代表任何時間的一般情况,而且,由于測量简单,一次試驗中能作出多次的測量。所得按時間平均的平均数比在系統中其他的点上作一次或两次長時間的測量所得更好。

我們相信,只要鍋炉外壳的密封和风机的軸封相当好,上述方法可以很方便地应用于带有管式空气预热器的其他炉子。

整个鍋炉的热平衡 由于对送入炉子中的煤,沒有直接秤出重量的設備,所以必須作出整个鍋炉的热平衡煤和燃燒空气中的热輸入,以及总的热損失,均从所用的煤量算出。傳遞到蒸汽的热量等于輸入热量与損失的差。傳遞到蒸汽的热量亦可从每小时中的蒸汽流量和蒸汽性质求得。这两个測定从燃燒产物傳遞到蒸汽的热量的方法,对計算給煤率提供了所需要的資料。

炉热和物质平衡

炉膛吸热的算法是以求出可用淨热量与炉膛燃燒产物中的热損失及炉子外壁由于輻射和对流所引起的热損失的差来計算。可用淨热量等于所用燃料的低热值(經过对未燃燒的可燃物进行調整)、回收的灰渣的显热及燃燒空气在 80°F 以上的焓的和。預热空气的焓和量是利用进入預热器和从預热器出来的气体和空气温度的热平衡,以及烟气中各成分的量求出。未加热的空气量等于上述各項的差,对进入加热器的温度算出它的焓。

在蒸汽負荷及过量空气变动范围很大的5次試驗中,对烟气中的烟灰浓度进行了測定。其他各次試驗的数值則从这些数据用內插法求得。由于沒有将飞灰分析,而假定所含可燃物的量等于捕集的灰渣中所含的量,而捕集的灰渣中所含可燃物的量,在各次試驗中均已測量。此項假定是根据豪尔頓和恩达尔 (Holton and Engdahl), 及莫魯、豪尔頓和魏格納 (Morrow, Holton and Wagner) 所做研究的結果。設有測定送回炉膛中的灰渣量的設備。根据前面所列各作者所提供的对除塵器預測的性能及数据,我們估計,在炉膛出口处的灰渣浓度是烟囱中的飞灰浓度的20倍。从这些数据和假定,以及灰坑排出物中所含可燃物,可以算出烟囱与灰坑之間的灰和未燃燒的碳的分布。

在作热平衡时假定,炉膛出口处的灰渣温度与

表 3 量出的炉膛中气体温度(°F)^(a)

炉 膛 出 口 处 的 温 度																炉 膛 中 段 的 温 度			
門 的 代 号	測 点	試 驗 序 号											門 的 代 号	測 点	試 驗 序 号				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			12	13	14	15	
A	1	1,230	1,430	1,510	1,920	1,540	1,370	1,470	1,470	1,490	1,370	1,510	1,470	1,450	1,700	1,730	1,760	1,680	1,950
	2	1,340	1,520	1,700	1,870	1,580	1,450	1,570	1,600	1,770	1,410	1,450	1,620	1,610	1,800	1,630	1,930	1,980	1,760
	3	1,380	1,600	1,700	1,760	1,560	1,480	1,500	1,620	1,660	1,490	1,440	1,660	1,580	1,670	1,550	1,920	1,920	1,630
B	1	1,350	1,550	1,670	2,110	1,820	1,450	1,730	1,550	1,500	1,550	1,730	1,550	1,570	1,780	2,010	1,600	1,730	2,270
	2	1,430	1,870	1,800	2,020	1,720	1,480	1,750	1,720	1,820	1,430	1,610	1,790	1,740	1,880	1,780	1,650	1,850	2,310
	3	1,450	1,950	1,870	1,830	1,660	1,510	1,640	1,750	1,840	1,580	1,530	1,760	1,740	1,720	1,630	1,730	2,120	2,140
C	1	1,470	1,630	1,610	2,230	2,000	1,500	1,850	1,560	1,510	1,470	1,960	1,520	1,570	1,730	2,140	1,340	1,600	1,690
	2	1,770	1,950	1,800	2,080	1,940	1,650	1,720	1,750	1,760	1,640	1,800	1,690	1,760	1,800	1,910	1,410	1,700	1,920
	3	1,810	1,990	1,950	1,970	1,890	1,710	1,700	1,780	1,830	1,640	1,670	1,690	1,790	1,690	1,750	1,480	1,730	1,870
D	1	1,820	1,630	1,650	2,040	2,080	1,390	1,840	1,460	1,440	1,760	2,080	1,430	1,470	1,790	2,100	1,700	1,410	1,220
	2	1,990	1,880	1,900	2,170	2,180	1,600	1,900	1,610	1,630	1,970	2,190	1,600	1,610	1,940	2,180	1,820	1,630	1,270
	3	2,060	1,960	1,980	2,120	2,220	1,710	1,990	1,700	1,710	2,020	2,280	1,690	1,670	2,000	2,210	1,910	1,510	1,480
E	1	1,450	1,480	1,620	1,320	1,600	1,390	1,850	1,560	1,490	1,420	1,160	1,370	1,380	1,460	1,230	1,610	1,850	1,980
	2	1,470	1,700	1,710	1,550	1,720	1,460	1,670	1,700	1,660	1,470	1,350	1,580	1,540	1,520	1,510	1,830	2,240	2,270
	3	1,430	1,760	1,760	1,630	1,730	1,520	1,640	1,670	1,720	1,340	1,410	1,620	1,570	1,480	1,530	1,930	2,250	2,160
F	1	1,660	1,660	1,670	1,590	1,810	1,430	1,660	1,630	1,500	1,780	1,360	1,480	1,560	1,680	1,430	1,430	1,920	1,870
	2	1,720	1,870	1,880	1,820	1,970	1,580	1,850	1,790	1,710	1,770	1,570	1,640	1,760	1,760	1,670	1,470	1,770	1,850
	3	1,710	1,950	1,990	1,800	2,040	1,760	1,800	1,840	1,800	1,600	1,680	1,690	1,820	1,870	1,730	1,490	1,720	1,980
G	1	1,820	1,580	1,640	1,990	1,690	1,360	1,630	1,510	1,420	1,720	1,700	1,460	1,470	1,620	1,670			
	2	2,050	1,860	1,790	2,090	2,060	1,550	1,880	1,610	1,560	1,940	2,200	1,610	1,610	1,820	1,870			
	3	2,080	2,010	2,020	2,120	2,180	1,740	2,060	1,720	1,660	2,030	2,190	1,680	1,670	1,960	1,980			

注(a): 没有对遮蔽作用进行调整。

气体温度相同,而且,复射灰渣的温度是最后鍋炉烟道中的气体温度与除尘器进口处的气体温度的平均数。从灰坑排出的灰渣温度,假定为 680°F 的恒数。对所有固体的燃烧产物,采用了每磅每度华氏表 0.27 英热单位的平均比热数值。

炉膛出口处气体的焓,是根据赫克 (Heek) 表,从各种组成的气体的量,和在 80°F 以上各气体所含热量来计算的。鍋炉外壁上的热损失系从美国鍋炉制造厂协会的标准辐射损失图上取得,该图登載于 1946 美国机械工程学会的陆用鍋炉动力試驗法規中。炉膛中的辐射热损失假定为整个鍋炉的一半。

試驗結果

試驗的說明

第 4、5、11 和 15, 这四次試驗是在滿負荷下进行的; 第 1、2、3、7、10 和 14, 这六次試驗是負荷在四分之三的情况下进行的; 第 6、8、9、12 和 13 这五次試驗是在半負荷下进行的。試驗目的是測定負荷、过量空气、以及各种不同二次风对炉热吸收效率的影响。过量空气的变动范围最低 17% (在四分之三的負荷下) 最高 65% (在低負荷下)。由于引风机容量的限制, 在滿負荷下, 过量空气的变动范围較小。表 1 列出十五次試驗的所有运行数据和所得結果。

所用燃料为肯塔基州俄亥俄郡 9 号煤床的高揮发物高碳的烟煤。这种煤虽然是用露天方法采取的, 它的成分在各次試驗中, 包括所含湿度, 都很均匀。表 2 列出燃料的特性以及各种固体的灰渣中所含可燃物。

温度的分布及气体的成分

因为温度的分布, 气体的成分, 以及总的效率都是重要的运行特性, 在各测点上的这几种的数据都在表 3 和表 5 列出。在第 13、14 和 15, 这三次試驗中, 測量了炉膛中段和炉膛的出口。表 3 所列的温度, 系用高速热电偶讀出的数值。吸热計算中的平均数字加上表 4 所列調整数值, 变为 MHVT 的标准。該表系根据前面曾經提到的, 早期文献中所发表的数据編成的。

表 4 上的气体成分是用过量空气的百分比来表示的, 因为大家对于这种数值, 比用仪表来測量的氧的百分比, 較为熟悉。

各次試驗中的温度和过量空气均繪出分布图。研究这些图綫后, 发现气体温度和过量空气, 主要是

表 4 將測量的温度加上下列調整数值改为拔柏葛公司的 MHVT 标准。美国机械工程学会在印第安那州淮丁市 2 号鍋炉所进行的炉膛吸热試驗

量出的温度 (°F)	調整的数值 (°F)	量出的温度 (°F)	調整的数值 (°F)
1,600	0	2,100	39
1,700		2,200	47
1,800	15	2,300	55
1,900	23	2,400	62
2,000	31	2,500	70

与炉膛流过的烟气的质量流量有关, 而不受負荷和过量空气的影响, 虽然这两种因素控制着质量流率。图 6 示 3 次典型的試驗的分布图, 这些图足以說明在一整套試驗中所得到的各种情况。利用表 3 和 5 的数据, 可以很方便地繪出其他各次試驗的分布图。

最均匀的过量空气分布, 发生在质量流率低的第 13 次試驗中。最小的数值发生在接近炉膛出口的平面的中央, 而且这数值在两个側墙的方向, 略有提高。从前墙到后墙則无大变化。当质量流率提高到每小时 170,000 磅/时, 分布情况有改变, 即从梯度由中央到兩側的状态, 改变为如第 3 次試驗所示, 梯度由前到后。因而与质量流率低的情况相比, 梯度亦稍陡。当质量流率提高时, 仍能保持梯度从前到后的情况, 但是, 分布情况在最大的流率下迅速改变, 如第 11 次的試驗。

从第 13 次試驗的两个过量空气的图中, 可以看出, 当各种气体在炉膛中向上流时, 气体混合的影响。炉膛出口处的分布状态与在高度較低的状态, 大致相同, 但是, 当气体达到防渣管时, 高度較低的梯度就平緩得很多。这可从各等温綫之間比較大的距离中看出。

过量空气图对于气体从炉膛中出来时的速度分布, 提供了綫索。以前曾談过, 平均的过量空气是从以引风机混合后烟气分析中得到的。因此, 如数值与炉膛出口測量所得的平均数不相符合时, 即說明炉膛出口处的速度分布不均匀。例如, 在第 11 次試驗图所示近 70% 或 80% 上下的等位綫代表各区域的平均数, 而真正的平均数却为 42% 左右。这說明

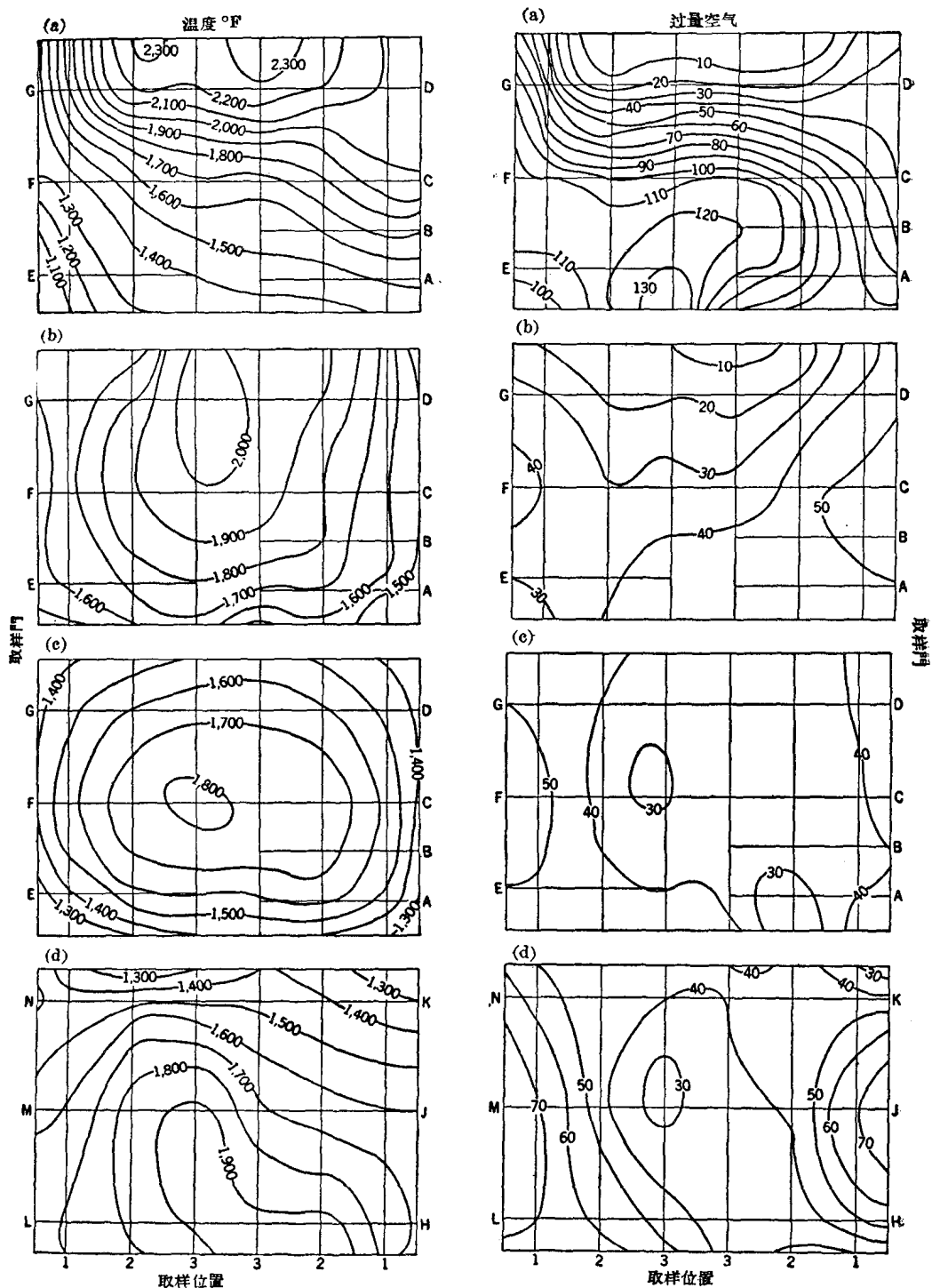


图 6 在各种不同的烟气质量流率下的炉膛内温度和过量空气的分布

- (a) 第 11 次試驗, 滿負荷, 过量空气 41.7%; 二次风 12.7%, 烟气 249,000 磅/时; 炉膛出口;
 (b) 第 3 次試驗, 中級負荷, 过量空气 29.2%; 二次风 17.3%, 烟气 170,000 磅/时; 炉膛出口;
 (c) 第 13 次試驗, 低負荷, 过量空气 41.6%; 二次风 16.5%, 烟气 128,000 磅/时; 炉膛出口;
 (d) 第 13 次試驗, 低負荷, 过量空气 41.6%; 二次风 16.5%, 烟气 128,000 磅/时; 炉膛中段。

表5 炉膛中的过量空气 (%)^(a)

炉 膛 出 口 温 度															炉 膛 中 段 的 温 度			
門 的 代 号	測 点	試 驗 序 号										門 的 代 号	測 点	試 驗 序 号				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			11	12	13	14	15
A	1	42.5	29.6	47.4	22.5	35.9	71.7	69.5	21.7	46.2	98.3	69.2	35.2	40.4	45.0	48.5	41.7	
	2	42.3	26.9	45.7	21.1	43.6	67.1	63.4	21.2	31.1	98.3	94.8	30.4	24.2	46.0	56.0	105.1	
	3	44.5	21.0	46.3	25.7	43.0	71.3	75.9	19.0	37.2	110.2	109.0	35.1	37.1	59.2	72.6	163.4	
B	1	42.3	33.9	53.1	20.5	33.9	66.2	47.5	31.1	56.0	75.9	63.3	36.3	35.3	43.1	39.8	24.7	
	2	46.3	24.5	48.3	25.7	52.8	70.7	60.5	21.6	38.0	87.2	104.5	31.5	33.7	42.4	69.6	16.8	
	3	44.5	12.6	41.5	38.4	64.1	67.3	72.2	20.2	39.2	93.2	120.2	35.9	34.9	54.9	90.5	50.0	
C	1	45.1	38.4	53.5	10.1	39.5	70.7	52.4	28.6	55.2	84.4	52.7	42.6	38.8	40.2	25.4	78.1	
	2	45.4	20.0	45.4	32.3	37.2	63.6	87.7	25.7	42.1	84.6	83.8	38.3	33.8	36.7	60.3	46.0	
	3	43.6	10.0	33.9	36.8	51.2	60.5	94.6	34.7	38.1	94.6	109.6	34.9	33.7	44.3	82.8	30.1	
D	1	43.3	38.7	43.1	23.2	7.1	79.0	36.3	36.7	53.6	61.7	32.3	44.1	40.2	32.3	28.6	84.4	
	2	42.0	17.9	25.8	16.9	3.3	62.5	33.0	31.7	47.3	37.7	18.7	43.3	36.7	26.8	30.6	156.2	
	3	43.6	7.1	15.3	27.0	4.4	50.9	34.6	26.3	39.6	43.4	18.8	36.5	35.0	17.7	31.9	192.8	
E	1	86.6	18.3	33.2	38.4	77.6	73.7	80.0	43.9	70.8	114.6	107.2	58.1	48.5	58.9	59.6	53.2	
	2	68.8	11.6	38.7	50.8	73.2	82.8	65.2	32.1	61.6	106.2	118.2	51.4	44.4	65.1	74.8	21.8	
	3	71.7	11.5	43.6	41.6	71.8	75.5	77.1	23.3	51.7	98.3	130.2	44.3	39.6	55.2	70.6	49.7	
F	1	71.7	11.0	39.8	32.3	63.0	72.9	63.0	39.2	74.5	73.0	109.0	61.6	53.2	60.6	65.0	27.8	
	2	63.0	7.6	31.0	32.0	48.0	69.5	50.0	26.4	55.8	68.1	99.4	46.2	35.8	53.5	62.8	28.4	
	3	63.6	8.7	34.4	38.1	36.4	55.1	70.0	75.7	42.8	94.6	104.5	43.0	29.3	39.2	68.9	28.1	
G	1	61.8	19.1	30.3	14.1	69.2	86.9	57.8	44.3	72.4	52.6	60.0	66.0	47.5	61.3	53.9		
	2	35.3	7.6	18.8	19.1	16.4	70.2	35.1	29.4	61.7	34.9	15.8	45.0	39.6	39.8	30.4		
	3	37.7	4.5	19.2	32.8	10.1	49.0	28.1	22.8	48.4	37.9	21.2	38.0	33.2	21.6	20.2		

注: (a) 从氧度計讀數得出的, 并經对氧度計的核准因数进行調整。

了,在过量空气低于 42% 的区域中的质量速度,可能比炉膛出口处的其他区域中的速度高得很多。在第 11 次試驗中,这个区域接近后墙的炉膛出口的四分之一左右。同样在第 3 次試驗中,炉膛出口后面的三分之一区域中的速度比较高。在第 13 次試驗中,高度較低,离中心处三分之一的区域中,速度似乎較高,但是,由于平均数的等位綫近似地将該区域对分,在出口处的速度可能相当均匀。

从温度图可以看出,当气体的质量流率提高时,最大的数值从炉膛出口中心处逐渐移至后墙。在低质量流率下(如第 13 次試驗中的),等温綫基本上与区域中心的高的数值同心的。在中等流率下(如第 3 次試驗),最大的数值由中心处伸至后墙,其梯度主要发生在从中心处到炉膛的前墙和側墙的一段中。在高气体流率下(如第 11 次試驗),梯度从前到后,而且要比在气体流率較低的情况下的梯度陡得很多。高数值是在接近后墙地区。

一般說来,高温是发生在过量空气較低的地区中。这种情况可能有两个原因。过量空气較低时,理論的火焰温度較高,且如前所討論过,在过量空气較低的地区中,质量速度显然較高。在高速度下,由于气体停留的时间較短,傳遞到周圍的气体显热将更少。在低气体流率下(如第 13 次試驗),气体的成分相当均匀,而且气体速度变动不多。在这种情况下,高数值在中心部分,因为中心部分的輻射損失将比因靠近炉膛的气体所引起的輻射和对流的总損失为少。

温度的梯度在較低处与炉膛出口之間略为平坦,但是,最大的变化是最高温度从炉前移到中区(第 13 次試驗)。在所做的其他的质量流率較高的試驗中(图中沒有示出),最高温度从中間的高度向上移到炉膛出口处时,它从炉膛的中央移到后墙。

至于气体成分和速度何以在較低的质量流率下有較好的分布,沒有显明的理由。一般說来,流率提高时,应有較大的紊流,和較好的气体分布。各噴嘴二次风的分布不同,是炉膛中所发生的情况的一个可能原因。

采用热的二次风,对于气体温度或成分的分布沒有显著的影响。我們利用了第 5 次和第 11 次試驗来比較,第 5 次試驗中所用二次风为 320°F ,第 11 次試驗的为 85°F 。两次試驗的总的气体流率几乎相同,第 5 次試驗的为 245,000 磅/时,第二次試驗的为 249,000 磅/时。然而,从炉排上进入的总空气量的百分比,在第 5 次和第 11 次試驗中分别为

8.9 和 12.7。在第 11 次試驗中,靠近左墙时温度的梯度稍为高一些,但差別太小,不足以說明趋向。两次試驗的过量空气的状态几乎相同,不过,第 11 次試驗的一般較高。第 11 次試驗的平均数为 41.7%,而第 5 次試驗平均为 22.8%。

炉膛吸热率

表 1 列出数次試驗中所計算的炉膛吸热率。我們曾企图求出吸热率与过量空气和可用淨热量之間的相互关系,但是沒能得到滿意的結果。因此,影响炉膛吸热率一定是由于其他因素。渣和灰的沉积对于炉膛性能往往有很大的影响,在这台鍋炉中,可以看出,从煤床下面与上面送入的空气的比例,具有一定的影响。对这两个因素,将更詳細地进行討論。

試驗結果的相互关系

为了便于参考,将研究各項数据的相互关系所需要的試驗数据和結果汇总列于表 6。該表还包括渣和灰的效用因素,以及利用这两項因素,調整到理論上洁淨的炉膛吸热率。

渣和灰对于炉膛性能的影响

本文前面所提到的,测量的吸热率与运行条件的相互关系未能滿意地求出,是因为沉积在炉牆上的不同程度的渣和灰的緣故。因此利用本文第 2 部分中飞利和密勒(Feeley and Miller)使用孟福特和拜斯(Mumford and Bice)的方法所求得的“效用因素”,将吸热率調整到洁淨炉牆时的状况。这些因素的大小自 0.80~0.95 (表 6)。

图 7 示出調整到洁淨炉牆时的炉膛吸热率与过量空气和可用淨热量的关系。在低負荷下(即淨热量較低时),除第 9 次試驗外,关系都很一致。在中等負荷下,除第 10 次試驗外,关系都一致。在低負荷下,曲綫的斜度比較平坦,这說明了,在低負荷下,过量空气的影响比較小。这种情况与其他各次試驗的結果相一致。

在高負荷試驗中所得的数据,由于数量不足,而且准确性太低,因而不能求得曲綫的准确位置。根据别的炉子上所得經驗,不論在高負荷或中級負荷下,过量空气对于吸热效率的影响,一般是大致相同的,因此,将代表高負荷試驗的曲綫,与代表中級負荷的曲綫,平行地繪出。

我們认为,第 11 次試驗中相互关系所以不一致,是由于試驗数据不准确,因为,当所有其他的試驗条件都相类似时,高負荷下的效率高于中等負荷

表6 运行条件和结果简表

1. 試驗序号	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2. 蒸发量 (1,000 磅/时)	116	121	162	167	86	123	88	91	123	161	83	84	123	164
3. 引风机处的过量空气(%)	16.9	29.2	27.5	22.8	65.6	52.7	27.4	51.3	58.4	41.7	45.1	41.6	41.5	42.9
4. 二次风占总空气的百分比	19.0	17.3	17.2	8.9	16.6	14.7	16.7	18.7	11.8	12.7	16.5	16.5	15.4	14.0
5. 二次风的温度(°F)	93	84	85	320	97	106	97	101	88	85	93	94	99	98
6. 炉膛中可用净热量(1,000 英热单位/时·平方呎)	93.3	88.1	116.7	118.9	64.6	91.7	63.8	67.6	91.7	119.4	60.2	61.1	89.2	120.9
7. 炉膛吸收的热量(1,000 英热单位/时·平方呎)	47.1	41.7	51.9	48.9	28.4	38.0	32.9	31.1	38.8	53.7	29.6	30.0	39.7	51.4
8. 炉膛吸热率(%)	50.5	51.4	44.5	41.1	44.0	41.4	51.5	46.0	42.3	45.0	49.2	49.1	44.5	42.5
9. 熔渣和烟灰的效用因素	0.95	0.85	0.86	0.80	0.83	0.86	0.84	0.86	0.86	0.85	0.87	0.87	0.86	0.88
10. 調整到洁淨的炉牆情况的炉膛吸收热量(千英热单位/时·平方呎)	49.6	50.5	60.4	61.1	34.2	44.2	39.2	36.2	45.1	63.2	34.0	34.5	46.2	58.4
11. 調整到洁淨的炉牆情况的炉膛吸热率(%)	53.2	60.5	55.7	51.4	53.0	48.1	61.3	53.5	49.2	52.9	56.6	56.4	51.7	48.3
按俄倫堡方程計算的 炉膛吸热率(%)														
12. 原始的 $F=0.311$	40.5	49.7	43.8	42.4	33.9	36.0	49.7	39.3	34.4	36.6	42.9	44.1	40.1	35.7
13. 假定的 $F=0.410$	53.0	65.2	57.5	55.4	44.3	47.1	65.2	51.4	44.9	47.7	56.3	57.8	52.5	46.6