

锅 炉 设 备

附 录

(内部资料，注意保存)

清 华 大 学 电 力 系

编写說明

“鍋炉设备”教材只介紹了鍋炉设计的基本原理和最基本的资料，对学员在毕业前的毕业实践和毕业后的实际工作来说，还须补充一些必要的资料。这本“鍋炉设备”教材的附录就是为这个目的编写的。

附录内容有热力计算，受热面设计，燃烧设备，水循环计算和直流鍋炉等方面。

为了书写方便，本附录采用了以汉语拼音为基础脚码。相信在经过一定时间的使用之后即可熟习它。在每章后都有符号和脚码的说明表可供查閱。

哈尔滨鍋炉厂、上海鍋炉厂、北京鍋炉厂和一些其他单位为我们编写这本附录提供了大量的资料并对编写内容提出了宝贵的意见，使本附录的编写质量有所提高，特此表示感谢。

由于篇写时间仓促，又限于水平，本附录一定会有不少缺点和错误，希望有关单位和工农兵学员予以指正。

清华大学电力系

鍋炉教研组

一九七三年四月

目 录

第二章附录 辅助计算.....	1
附 2—1 煤的分类	1
附 2—2 燃料成份的换算	3
附 2—3 发热量的换算	4
附 2—4 气体燃料的发热量	4
附 2—5 气体燃料的理论空气量及烟气量	5
附 2—6 空气平衡中煤粉系统漏风量	5
附 2—7 热平衡	6
附 2—8 国产燃料的有关资料	8
第三章附录 炉内传热与对流受热面热力计算.....	13
附 3—1 开式半开式液态排渣煤粉炉的炉内传热计算	13
附 3—2 屏式过热器的热力计算	14
附 3—3 屏式过热器热力计算例题	27
附 3—4 转向室的热力计算	31
附 3—5 炉墙的热力计算	41
第四章附录 对流受热面的设计.....	52
附 4—1 受热面管壁温度计算	52
附 4—2 自制冷凝水减温器设计	70
附 4—3 给水喷水减温器设计	75
附 4—4 省煤器和空气预热器的配合	76
附 4—5 排烟温度的选择	79
附 4—6 对流受热面中无灰燃料的烟气最佳的流速	81
附 4—7 含灰燃料的烟气极限流速	82
附 4—8 空气预热器中空气和烟气的流速	85
附 4—9 空气预热器的腐蚀	86
第五章附录 锅炉燃烧设备.....	92
附 5—1 燃料的几个主要技术特性	92
附 5—2 高炉煤气无焰燃烧器设计举例	97
附 5—3 回油式压力喷油咀及设计	99
附 5—4 固态排渣煤粉炉煤粉燃烧器的选用和炉膛尺寸的设计.....	130
第七章附录 水循环计算	175
附 7—1 水循环计算的目的与计算步骤.....	175

附 7—2	下降管流阻计算.....	177
附 7—3	运动压头的计算.....	180
附 7—4	上升管流阻和有效压头计算.....	184
附 7—5	水循环计算的图解.....	187
附 7—6	水循环安全性的校验.....	187
附 7—7	计算例题.....	192
第十章附录	直流锅炉	200
附10—1	公式 (10—6) 的推导	200
附10—2	加节流孔板后流动特性稳定条件方程式.....	201
附10—3	消除管间脉动需装节流孔板的阻力的经验公式的推导.....	203
附10—4	SG220—100/540 直流锅炉受热面支座结构图.....	204
附10—5	某 935[吨/时] 亚临界再热直流锅炉的启动停炉系统.....	207
附：锅炉设备上、下册勘误表		

第二章附录 辅助计算

附 2—1 煤的分类

在锅炉设计中常用煤的可燃质的挥发物含量 V' 来分类, 现将我国煤分类草案 (我国煤炭科学研究院 1965 年提出) 和上锅研究所提出的分类方法分别在附表 2—1, 2—2 中示出。

附表 2—1 中国煤分类草案

大 类 别		小 类 别		分类主要指标		分类辅助指标	
名 称	拼音 代号	名 称	拼 音 代 号	可燃质 挥发分 V' [%]	胶 质 层 最大厚度 y [毫米]		
无 烟 煤	W	1 号	W_1	≤ 3.5	—	—	
		2 号	W_2	> 3.5 ~ 10	—	$Q'_{yd} \leq 8350$ [大卡/公斤]	
		3 号	W_3	> 3.5 ~ 10	—	$Q'_{yd} > 8350$ [大卡/公斤]	
烟	贫 煤	P	贫煤	P	$> 10 \sim 20$	0	坩 锅 焦 渣 1~3 号
	瘦 煤	S	1 号	S_1	≤ 20	$> 0 \sim 8$	$y=0$ 时坩 锅 焦 4 号以上
			2 号	S_2	≤ 20	$> 8 \sim 12$	
	焦 煤	I	1 号	J_1	≤ 26	$> 12 \sim 25$	
			2 号	J_2	≤ 26	> 25	
	肥 煤	F	1 号	F_1	$> 26 \sim 37$	$> 12 \sim 25$	
			2 号	F_2	$> 26 \sim 37$	> 25	
	半炼焦煤	BL	半炼焦煤	BL	$> 20 \sim 37$	$> 8 \sim 12$	
	弱还原煤	RH	不粘结煤	BN	$> 20 \sim 37$	0	坩 锅 焦 渣 1~2 号 $y=0$ 时坩 锅 焦 渣 3 号以上
			弱粘结煤	RN	$> 20 \sim 37$	$0 \sim 8$	

(續表)

大 类 别			小 类 别		分类主要指标		分类辅助指标
名 称	拼音 代号	名 称	拼 音 代 号	可燃质 挥发分 V' [%]	胶 质 层 最大厚度 y [毫米]		
烟 煤	气煤	Q	1 号	Q_1	>37	$>8\sim15$	
			2 号	Q_2	>37	$>15\sim25$	
			3 号	Q_3	>37	>25	
	长焰煤	C	1 号	C_1	>37	≤ 8	$y=0$ 时坩锅焦渣 3 号以下, $Q_{yd}>6800$ [大卡/公斤]
			2 号	C_2	>37	≤ 8	坩锅焦渣 4 号以下
褐 煤		H	1 号	H_1	>37	—	$Q_{yd}\leq 6800\sim 6000$ [大卡/公斤]
			2 号	H_2	>37	—	$Q_{yd}\leq 6000\sim 5000$ [大卡/公斤]

注：坩锅焦渣为测定挥发分后的残余焦渣的特征；

Q_{yd} 为无灰分析质氧弹发热量。

$$Q_{yd}^A = \frac{Q_{yd}^o}{100 - A^o} \times 100 \quad [\text{大卡/公斤}]。$$

附表 2—2 煤的分类 (上锅标准方法)

煤 种	特 性
无 烟 煤	$V' \leq 10\%$
贫 煤	$10 < V' \leq 20\%$
烟 煤	$V' > 20\%$
褐 煤	$V' > 35\sim40\%$, 水分多, 发热量低

附 2—2 燃料成分的换算

从分析燃料的实践出发, 燃料的分析结果可分为工作基、干燥基、分析基, 可燃基四种。它们之间可用附表 2—3 中的因子换算;

附表 2—3 燃料成分的换算因子

已知成分	脚 码	所 求 成 行			
		工 作 基	分 析 基	干 燥 基	可 燃 基
工作基	<i>g</i>	1	$\frac{100-W^f}{100-W^g}$	$\frac{100}{100-W^g}$	$\frac{100}{100-W^g-A^g}$
分析基	<i>f</i>	$\frac{100-W^g}{100-W^f}$	1	$\frac{100}{100-W^f}$	$\frac{100}{100-W^f-A^f}$
干燥基	<i>z</i>	$\frac{100-W^g}{100}$	$\frac{100-W^f}{100}$	1	$\frac{100}{100-A^z}$
可燃基	<i>r</i>	$\frac{100-W^g-A^g}{100}$	$\frac{100-W^f-A^f}{100}$	$\frac{100-A^z}{100}$	1

【例题】在试验室中分析某种煤样, 得全水分 $W^g=10\%$; 在试验室中空气干燥的试验 (分析基) 的成分为:

$$\begin{array}{ll}
 W^f=1.0 [\%], & N^f=1.0 [\%], \\
 C^f=60.0 [\%], & S^f=0.5 [\%], \\
 H^f=3.0 [\%], & A^f=22.5 [\%]. \\
 O^f=2.0 [\%], &
 \end{array}$$

试求其工作基成分。

【解】按附表 2—3 得换算因子为 $\frac{100-W^g}{100-W^f} = \frac{100-10}{100-1} = 0.909$, 因此工作基成分为:

$$C^g = 0.909 \times C^f = 0.909 \times 60.0 = 54.6 [\%];$$

$$H^g = 0.909 H^f = 0.909 \times 3.0 = 2.7 [\%];$$

$$O^g = 0.909 O^f = 0.909 \times 2.0 = 1.8 [\%];$$

$$N^g = 0.909 N^f = 0.909 \times 1.0 = 0.9 [\%];$$

$$S^g = 0.909 S^f = 0.909 \times 0.5 = 0.5 [\%];$$

$$A^g = 0.909 A^f = 0.909 \times 32.5 = 29.5 [\%]$$

$$W^g = \dots\dots\dots 10.0 [\%]$$

$$100.0$$

附 2—3 发热量的换算

在实验室中测量燃料的发热量只能得到分析基高位发热量 Q'_{gw} ，必须用以下公式换算才能得到工作基的低位发热量 Q^g_{dw} ，

$$Q^g_{dw} = Q'_{gw} \frac{100 - W^g}{100 - W^f} - 6(W^g + 9H^g) \text{ [大卡/公斤]} \quad (\text{附 2-1})$$

燃料水份变化 (由 W_1^g 变为 W_2^g) 时，低发热量的变化用下式换算：

$$Q^g_{dw,2} = (Q^g_{dw,1} + 6W_1^g) \frac{100 - W_2^g}{100 - W_1^g} - 6W_2^g \text{ [大卡/公斤]} \quad (\text{附 2-2})$$

附 2—4 气体燃料的发热量

干燥的气体燃料的发热量可用下式计算

$$Q^g_{dw} = 0.01 [Q_{H_2S} H_2S + Q_{CO} CO + Q_{H_2} H_2 + \sum (Q_{C_m H_n})] \text{ [大卡/标米}^3\text{]} \quad (\text{附 2-3})$$

式中 $H_2S, CO, H_2, C_m H_n$ ——相应的气体成分的容积百分数 [%]；

$Q_{H_2S}, Q_{CO}, Q_{H_2}, Q_{C_m H_n}$ ——相应的气体的低发热量，[大卡/标米³]，其值列于附表 2—4 中。

附表 2—4 气体燃料中各种成分气体的特性

气 体 名 称	符 号	重 度 [公斤/标米 ³]	低发热量 Q_{dw} [大卡/公斤]
氢	H_2	0.090	2579
纯氮	N_2	1.251	—
空气中氮 (混有氩气)	N_2	1.257	—
氧	O_2	1.428	—
一氧化碳	CO	1.250	3018
二氧化碳	CO_2	1.964	—
二氧化硫	SO_2	2.858	—
硫化氢	H_2S	1.520	5585

續表

气 体 名 称	符 号	重 度 [公斤/标米 ³]	低发热量 Q_{dw} [大卡/公斤]
甲 烷	CH_4	0.716	8555
乙 烷	C_2H_6	1.342	15226
丙 烷	C_3H_8	1.967	21795
丁 烷	C_4H_{10}	2.593	28338
戊 烷	C_5H_{12}	3.218	34890
乙 烯	C_2H_4	1.251	14107
丙 烯	C_3H_6	1.877	20541
丁 烯	C_4H_8	2.503	27111
苯	C_6H_6	3.485	33528

附 2—5 气体燃料的理论空气量及烟气量

$$V^0 = 0.0476 \left[0.5\text{CO} + 0.5\text{H}_2 + 1.5\text{H}_2\text{S} + \sum \left(m + \frac{n}{4} \right) \text{C}_m\text{H}_n - \text{O}_2 \right] \quad [\text{标米}^3/\text{标米}^3] \quad (\text{附 2-4})$$

$$V_{N_2}^0 = 0.79V^0 + \frac{N_2}{100} \quad [\text{标米}^3/\text{标米}^3] \quad (\text{附 2-5})$$

$$V_{RO_2} = 0.01 [\text{CO}_2 + \text{CO} + \text{H}_2\text{S} + \sum m\text{C}_m\text{H}_n] \quad [\text{标米}^3/\text{标米}^3] \quad (\text{附 2-6})$$

$$V_{H_2O}^0 = 0.01 \left[\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2 + \sum \frac{n}{2} \text{C}_m\text{H}_n + 0.124d_{H_2O} \right] + 0.0161V_0 \quad [\text{标米}^3/\text{标米}^3] \quad (\text{附 2-7})$$

式中 d_{H_2O} ——干气体燃料每标米³所带的水分的重量, [克/标米³];

$\sum \text{C}_m\text{H}_n$ ——干气体燃料中烃的容积百分比, 在其中含有少量 (小于 3%) 的不知道成分的烃时, 可按 C_2H_4 计算。

附 2—6 空气平衡中煤粉系统漏风量

煤粉系统漏风量的数值可从附表 2—5 中选取。

附表 2—5 煤粉系统的漏风系数 $\Delta\alpha_{mf}$

煤 粉 系 统 的 特 点	$\Delta\alpha_{mf}$	
	$D \leq 75$ [吨/时]	$D > 75$ [吨/时]
I. 钢球滚筒磨煤机带中间煤粉仓		
1. 以高温予热空气与低温予热空气 混合作为干燥剂	0.08	0.06
2. 同上, 水份中等的褐煤	0.12	0.10
3. 高温予热空气与炉烟作干燥剂, 有干燥管	0.16	0.08
II. 中速磨煤机磨烟煤粉	0.03	
III. 高速磨, 包括风扇磨磨烟煤粉	0.05	
IV. 竖井式磨煤机磨褐煤粉: 以热空气为干燥剂	0.03	
以热空气及炉烟作为干燥剂	0.05	

附 2—7 热平衡

锅炉热平衡可以用下式推算:

$$Q_j^g = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 \quad [\text{大卡/公斤}] \quad (\text{附 2-8})$$

式中 Q_j^g ——工作基计算发热量, [大卡/公斤], 可按下式计算:

$$Q_j^g = Q_{dw}^g + Q_{wr} + i_{rl} + Q_{wh} - Q_k \quad (\text{附 2-9})$$

Q_{dw}^g ——工作基低位发热量, [大卡/公斤];

Q_{wr} ——以外部热源加热空气的热量 [大卡/公斤]; 其值用下式计算

$$Q_{wr} = \beta' [(I_k^0)' - I_{lk}^0] \quad [\text{大卡/公斤}] \quad (\text{附 2-10})$$

式中 β' ——进入锅炉的外部加热空气与理论空气量的比值;

$I_{lk}^0, (I_k^0)'$ ——理论空气量在冷空气温度及在外部加热后的温度下的焓 [大卡/公斤]。

i_{rl} ——燃料物理热, [大卡/公斤] 按下式计算:

$$i_{rl} = C_{rl} \cdot t_{rl} \quad [\text{大卡/公斤}]$$

式中 C_{rl} ——燃料的比热, [大卡/公斤 $^{\circ}\text{C}$], 其值可按下式计算:

$$C_{r,l} = \frac{W^g}{100} + C_{r,l}^* \frac{100 - W^g}{100} \quad [\text{大卡/公斤}^\circ\text{C}] \quad (\text{附 2-11})$$

其中 $C_{r,l}^*$ ——干燥燃料的比热, 无烟煤与贫煤—0.22; 烟煤—0.26; 褐煤—0.27; 頁岩—0.21 [大卡/公斤 $^\circ\text{C}$].

对重油来说

$$C_{r,l} = 0.415 + 0.0006 t_{r,l} \quad [\text{大卡/公斤}^\circ\text{C}] \quad (\text{附 2-12})$$

式中 $t_{r,l}$ ——燃料的温度, $^\circ\text{C}$.

Q_{wh} ——雾化重油所用蒸汽的热量, [大卡/公斤], 按下式计算:

$$Q_{wh} = G_{wh}(i_{wh} - 600) \quad [\text{大卡/公斤}], \quad (\text{附 2-13})$$

式中 G_{wh}, i_{wh} ——雾化每公斤重油所用的蒸汽重量 [公斤/公斤] 及蒸汽的焓 [大卡/公斤].

以蒸汽送风时, 计算方法同此,

Q_y ——烧頁岩时頁岩中碳酸盐分解所消耗的热量, 其值按下式计算

$$Q_y = 9.70k(\text{CO}_2)_y^g \quad [\text{大卡/公斤}] \quad (\text{附 2-14})$$

式中 k ——碳酸盐分解系数, 层燃时 $k=0.7$, 悬浮燃烧时取 $k=1.0$;

$(\text{CO}_2)_y^g$ ——頁岩中所含碳酸盐中所占重量的百分数, [%].

(附 2-8) 式中 Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 , 方法已在教材第二章中詳述, 不再重复. 关于 q_5 已在教材中述及在鍋炉全负荷时的数值的决定方法, 在不是全负荷时, 可按下式计算

$$q_5 = q_5^* \frac{D_e}{D} \quad [\%] \quad (\text{附 2-15})$$

式中 q_5^* ——額定负荷下的 q_5 值, [%];

D_e ——額定负荷下的蒸汽产量 [公斤/时];

Q_6 由两项组成, 一项是灰渣物理热损失, Q_{6zh} , 一项是冷却损失 Q_{6lq} , 指的是液态排渣炉的水冷渣口的损失, 或炉膛水冷炉门的冷却损失.

Q_{6zh} 可用下式计算

$$Q_{6zh} = \frac{a_{zh}(Ct)_{zh}A^g}{100} \quad [\text{大卡/公斤}] \quad (\text{附 2-16})$$

式中 a_{zh} ——灰渣占灰份的份額, 其值等于 $[1 - a_{fh}]$, a_{fh} 值见教材 (2-9) 式说明.

$(Ct)_{zh}$ ——灰渣的焓值, 见教材表 2-5.

Q_{6lq} 可用下式计算

$$Q_{6lq} = 100 \times 10^3 H_{lq} \quad [\text{大卡/时}] \quad (\text{附 2-17})$$

而
$$q_{61q} \approx \frac{100 \times 10^3 H_{1q}}{Q_{gt}} \times 100 \quad [\%] \quad (\text{附 2-18})$$

式中 H_{1q} ——冷却面面积 [米²];

Q_{gt} ——锅炉总有效吸收热量 (其值为 BQ_1 , B 即燃料消耗量), [大卡/时]。

附 2—8 国产燃料的有关资料

国产燃料的有关资料分别示于附表 2—6 至 2—10 中, 可供参考。

附表 2—8 煤气的成份, 发热量和理论空气量, 烟量

煤气种类	成 份						干煤气低 发热量 Q_{dw} [大卡/ 标米 ³]	干煤气 重量 γ [公斤/ 标米 ³]	理论空 气量 V^0 [标米 ³ / 标米 ³]	理论烟 气量 V^0_y [标米 ³ / 标米 ³]	$\alpha=1$ 时 理论燃 烧温度 θ_0 [°C]			
	CO	H ₂	CH ₄	C _m H _n	H ₂ S	CO ₂						O ₂	N ₂	
高炉煤气	用冶金焦	28.0	2.7	0.3	—	0.3	10.5	—	58.5	940	1.296	1.12	1.96	1470
	用木柴	27.0	8.0	1.6	—	—	12.0	—	51.4	1157	1.238	0.99	1.83	—
发生炉气	用无烟煤	27.5	13.5	0.5	—	0.2	5.5	0.2	52.6	1230	1.135	1.03	1.84	1670
	用烟煤	26.5	13.5	2.3	0.3	0.3	5.0	0.2	51.9	1402	1.122	1.25	2.08	
水煤气	用无烟煤	38.5	48.0	0.5	—	0.5	6.0	0.2	6.3	2464	0.736	2.13	2.73	2210
	用焦炭	37.0	50.0	0.5	—	0.3	6.0	0.2	5.5	2459	0.715	2.13	2.73	
炼焦煤气	洗滌后	6.8	57.5	22.5	1.9	0.4	2.3	0.8	7.8	3924	0.483	4.12	4.88	2090
	未洗滌	6.8	57.0	22.3	2.7	0.4	2.3	0.8	7.7	4142	0.507	4.37	5.14	
炼油裂化煤气		0.8	14.0	41.0	43.0	—	0.5	—	0.2	11332	0.996	12.04	13.31	
天然气									~8470					~2020

附表 2—7 国产原油、重油的数据

规格	品 种	原 油		重 油 及 渣 油			
		大 庆 油 田	胜 利 油 田	100 号重 油 (北鍋 设 计 数 据)	150 号重 油 (上鍋 设 计 数 据)	北京东炼 200 号 重油	大庆減 压渣油
成 份 [%]	W^o	0.025~0.25	痕迹	1.05	2		0.03
	A^o	0.0134~0.0545	0.77	0.05	0.026		0.02
	C^o	81.5~85.21	85.21	82.5	83.996	86.41	86.5
	H^o	13.39~14.15	62.78	12.5	12.23	12.88	12.56
	O^o	3.9~3.99	0.01	1.91	0.20	0.5	0.35
	N^o	0.12~0.43	0.24	0.49	1.0	0.5	0.37
	S^o	0.024~0.14	0.69	1.5	0.548	0.23	0.17
工作基低位 发热量 Q_{dw}^o [大卡/公斤]		—	—	9700	10002	10772	10077
重 度 γ [公斤/升]		0.834~0.858	0.898	0.86 (120℃)	0.94	0.93 (20℃)	—
恩 氏 粘 度	50℃	2.25~3.07	7.68	—	—	—	—
	80℃	1.61~1.81	3.7 (70℃)	—	—	17.3	—
	100℃	—	—	4 (120℃)	—	7.81	—
閃 点 [℃]		34	49	—	—	230	—
凝固点 [℃]		23~29	31	—	—	16	—
参考价格 [元/吨]		136.5	130	—	—		—

附表 2—8 固体燃料的平均低发热量和理论燃烧温度

燃 料 种 类	工作基低 发热量 Q_d [大卡/公斤]	$\alpha=1$ 时的理论 燃烧温度 θ , [°C]	工作基水份 W [%]	工作基灰份 A [%]	可燃基挥发份 V [%]
木柴 (空气干燥)	3250	1650	8~10	0.6	85
泥 煤	空气干燥	1713	2~12		70
	工作基	—	40~50		
褐 煤	2500~4350	1818~2025	30~60	0~25	>37
长焰烟煤	5640~6010	2105~2121	5~15	5~25	>42
煤气烟煤	6430	2162	2~15	10~30	35~44
无烟煤	4500~6820	—~2184	5~10	12~35	2~10
冶金用焦炭	6600	2200	5~12	8~12	1.4~1.8
油母页岩	1400~2400	—	15~20	50~60	80~90

第二章 附录符号及脚码说明

符 号

<i>A</i> —灰份;	<i>O</i> —氧;
<i>a</i> —分额;	<i>Q</i> —热量; 发热量;
<i>C</i> —碳、固定碳;	<i>S</i> —硫;
<i>c</i> —比热;	<i>t</i> —温度;
<i>G</i> —重量;	<i>V</i> —挥发物, 体积;
<i>H</i> —氢;	<i>W</i> —水份;
<i>I</i> —烟气、空气焓;	α —烟气过量空气系数;
<i>i</i> —工质、燃料焓;	β —空气量与理论空气量比值;
<i>k</i> —系数;	γ —重度。
<i>N</i> —氮;	

脚 码

脚码	义意	汉语拼音*	脚码	义意	汉语拼音*
<i>dw</i>	低位	diwei	<i>lq</i>	冷却	lengque
<i>e</i>	额定	eding	<i>mf</i>	煤粉	meifen
<i>f</i>	分析基	fenxiji	<i>o</i>	理论值	—
<i>g</i>	工作基	gongzuoji	<i>r</i>	可燃基	keranji
<i>j</i>	计算	jisuan	<i>rl</i>	燃料	ranliao
<i>km</i>	可磨性	kemoxing	<i>wh</i>	雾化	wuhua
<i>lk</i>	冷空	lengkong	<i>wr</i>	外热	waire
<i>y</i>	碳酸盐	tansuanyan	<i>z</i>	干燥基	ganzaoji
<i>y</i>	烟气	yanqi	<i>zh</i>	渣	zha

* 字母中黑体字是脚码中取用的字母。

第三章附录 炉内传热对流受热面热力计算

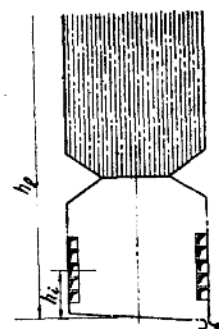
附 3-1 开式、半开式液态排渣煤粉炉的炉内传热计算*

开式、半开式液态排渣炉炉膛出口烟气温度 θ_1'' 可按以下的方法进行计算 (见附图 3-1)。

$$\theta_1'' = \frac{T_o}{M \left(\frac{4.9 \times 10^{-8} a_1 \zeta \psi F_1 T_o^3}{\varphi B_j \Sigma V \bar{C}} \right)^{0.6} + 1} - 273 [^{\circ}\text{C}] \quad (\text{附 3-1})$$

式中 T_o ——理论燃烧温度, [$^{\circ}\text{K}$];
 a_1 ——炉膛黑度;
 ζ ——水冷壁灰污系数;
 ψ ——炉膛水冷程度;
 φ ——保温系数;
 F_1 ——炉膛炉壁面积, [米^2];
 B_j ——计算燃料消耗量, [公斤/时];
 $\Sigma V \bar{C}$ ——烟气平均热容量, [大卡/公斤 $^{\circ}\text{C}$];
 M ——考虑炉膛火焰中心位置 x 的改正系数,
 根据以下的方法决定,

$$x = \frac{h_i}{h_l}$$



附图 3-1 开式、半开式液态排渣煤粉炉简图

附表 3-1 x 值的数值

炉 膛 型 式	从炉底计算 燃烧器的相 对高度	喷燃器对炉 底的倾斜角	煤 种	x
扰动式燃烧器布置在前墙, 分上下两排布置	0.24	0	无烟煤	0.24
燃烧器呈三角形布置于两侧 墙对冲	0.23~0.25	0	无烟煤	0.27~0.30
布置在前后墙的对冲直流式 燃烧器	0.27	25°	贫 煤	0.22
角式布置的直流燃烧器	0.19	0~5°	无烟煤	0.25
同上	0.19	0~10°	洗 煤	0.17
涡流燃烧室, 燃烧器布置在 前后墙的倾斜部分	0.15	~20°	烟 煤	0.13

* 根据哈锅资料编写