

·内部使用·

热 机

计 算 手 册

附 录



1 9 7 4

水利电力部西北电力设计院

第一章 燃料、燃烧所需空气量、烟气体积和热焓

§ 1-1 燃 料

进行锅炉热力计算时，应具有燃料特性资料，包括：燃料工业分析和元素分析的数据（水份 W 、灰份 A 、挥发份 V 、碳 C 、氢 H 、氧 O 、氮 N 、硫 S ）、用氧弹测热器测得的高位发热量 Q_g 和灰渣特性（灰渣开始变形温度 t_1 、软化温度 t_2 和融化温度 t_3 ）。

根据燃料不同的状态，进行成份分析时，有以下不同的燃料基：工作基、分析基、干燥基和可燃基（分别用符号 g 、 f 、 z 、 r 表示）。

进行热力计算时，应用燃料的工作基。若已知其他基时，可进行换算，即乘上换算因数。换算因数见表 1-1：

表 1-1 从一种燃料基换算成另一种燃料基的换算因数

已知燃料基	所 求 燃 料 基			
	工 作 基	分 析 基	干 燥 基	可 燃 基
工 作 基	1	$\frac{100-Wf}{100-Wg}$	$\frac{100}{100-Wg}$	$\frac{100-Af}{100-Wg}$
分 析 基	$\frac{100-Wg}{100-Wf}$	1	$\frac{100}{100-A}$	$\frac{100}{100-Af}$
干 燥 基	$\frac{100-Wg}{100}$	$\frac{100-Wf}{100}$	1	$\frac{100-Af}{100}$
可 燃 基	$\frac{100-Wg-Ag}{100}$	$\frac{100-Wf-Af}{100}$	$\frac{100-A}{100}$	1

燃料的挥发份也可采用表 1-1 中的换算因数进行计算。

若已知燃料各种基的高位发热量 Q_g^H 、 Q_g^g 、 Q_g^f ，可先按表 1-1 中的换算系数换算成工作基的高位发热量 Q_g^g ，再按下式换算成工作基的低位发热量 Q_g^f ：

$$Q_g^f = Q_g^g - 9(W^g + 9H^g) \quad [\text{大卡/公斤}] \quad (1-1)$$

在设计时，仅为便于读取数据，将常用煤种分为下列三类：

可燃基挥发份 V^r 大于 20% 的为烟煤；

可燃基挥发份 V^r 小于 10% 的为无烟煤

可燃基挥发份 V^r 在 10% 到 20% 之间的为半无烟煤

可燃基挥发份高， V^r 多，发热量低， Q_g^f 低。

§ 1-2 燃烧所需空气量、烟气体积和燃烧

燃烧所需空气量，通常以干燥燃料或以一公斤干燥燃料进行计算。若采用工业燃料，则按干燥燃料时，则以一公斤干燥燃料进行计算。

理论上燃烧所需空气量 V^0 理论上燃烧所产生水蒸汽体积 $V_{H_2O}^0$ 、燃烧所产生二氧化碳和二氧化硫体积： V_{CO_2} 和 V_{SO_2} 等用 1-1、1-2、1-3。

理论上燃烧所需空气量按下式计算

$$V_{N_2}^0 = 0.79V^0 + 0.008N^g \quad [\text{标准}^3/\text{公斤}] \quad (1-2)$$

理论上燃烧所需空气量按下式计算

$$V_{O_2}^0 = V_{RO_2}^0 + V_{H_2O}^0 + V_{N_2}^0 \quad [\text{标准}^3/\text{公斤}] \quad (1-3)$$

当空气量大于理论上燃烧所需空气量时，按下式计算水蒸汽体积

$$V_{H_2O} = V_{H_2O}^0 + 0.016(\alpha - 1)V^0 \quad [\text{标准}^3/\text{公斤}] \quad (1-4)$$

烟气体积

$$V_y = V_{O_2}^0 + 0.016(\alpha - 1)V^0 \quad [\text{标准}^3/\text{公斤}] \quad (1-5)$$

三 原子气体体积份额按下列二式计称

$$\gamma_{RO_2} = \frac{V_{RO_2}}{V_y} \quad (1-6)$$

$$\gamma_{H_2O} = \frac{V_{H_2O}}{V_y} \quad (1-7)$$

烟气中飞灰浓度按下式计称

$$\mu = \frac{10A^g a_{fh}}{V_y} \quad \text{[克/标米}^3\text{]} \quad (1-8)$$

式中:

a_{fh} —— 烟气所携带的灰份的重量份额

对于同志除渣炉 $a_{fh} = 0.9$

烟煤、无烟煤、贫煤、褐煤和燃油的热焓都可用下式计称

$$I_y = \xi_r \xi_a \xi_h (C_y^0 \gamma_y V_y) \quad \text{[大卡/公斤]} \quad (1-9)$$

式中:

$C_y^0 \gamma_y$ —— $\alpha = 1$ 时干基成份烟气的热焓 [大卡/标米³]，查表 1-2

ξ_a —— 过量空气修正系数，查图 1-4

ξ_h —— 煤中灰份修正系数，按 $\mu_0 = \frac{10A^g a_{fh}}{V_y^0}$ [克/标米³] 和名

计称点的过量空气系数 α 查图 1-5

ξ_r —— 燃料特性修正系数:

对于燃油: $\xi_r = 0.993$

对于煤: 如水份 $W^g \leq \frac{Q_d^g}{400} \%$, 可取 $\xi_r = 1$

水份超过上述数值时, ξ_r 按下式计称

$$\xi_r = 1.369 \gamma_{RO_2}^0 + 0.904 \gamma_{N_2}^0 + 1.097 \gamma_{H_2O}^0 \quad (1-10)$$

式中：

$\gamma_{RO_2}^0, \gamma_{N_2}^0, \gamma_{H_2O}^0$ —— $\alpha = 1$ 时 RO_2, N_2, H_2O 气体的体积份额，按下列公式计算

$$\gamma_{RO_2}^0 = \frac{V_{RO_2}}{V_y^0} \quad (1-11)$$

$$\gamma_{N_2}^0 = \frac{V_{N_2}^0}{V_y^0} \quad (1-12)$$

$$\gamma_{H_2O}^0 = \frac{V_{H_2O}^0}{V_y^0} \quad (1-13)$$

表 1-2 $\alpha = 1$ 时平均成份烟气的热焓 $C_y^0 \vartheta_y$ [大卡/标米³]

烟气温度 ϑ_y [°C]	150	200	300	400	500	600	700	800	900
$C_y^0 \vartheta_y$ [大卡/标米 ³]	33.04	67.00	101.9	137.8	174.8	212.6	251.5	291.1	331.5
烟气温度 ϑ_y [°C]	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800
$C_y^0 \vartheta_y$ [大卡/标米 ³]	372.4	413.9	456.0	498.6	541.5	584.7	628.4	672.3	716.4
烟气温度 ϑ_y [°C]	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500		
$C_y^0 \vartheta_y$ [大卡/标米 ³]	760.7	805.1	849.8	894.7	939.8	984.9	1030		

采用烟气再循环时，为计算方便起见，在再循环区段中烟气体积 V_y 、三原子气体体积份额 $\gamma_{RO_2}, \gamma_{H_2O}$ 、飞灰浓度 μ 及烟气热焓 I_y 均按无烟气再循环时的各公式计算，但式中过量空气系数应按式 (1-14) 中 α_2 计算（有烟气再循环时，烟气总体积的增大因素除式 (1-14) 外，还考虑在式 (2-14) 计算燃料量的增大中）。

§ 1-3 锅炉的过量空气系数和漏风系数

炉膛出口的过量空气系数 α_1' 建议采用下列数值

无烟煤、贫煤 1.2 ~ 1.25

烟煤 1.15 ~ 1.2

采用烟气再循环时，在再循环区域中各计算点的过量空气系数 α_z 按下式计算

$$\alpha_z = \alpha_c - \frac{\alpha_c - \alpha}{1 + \gamma} \quad (1-14)$$

式中：

α —— 无烟气再循环时计算点的过量空气系数

α_c —— 再循环烟气抽出点的过量空气系数

γ —— 烟气抽出点的烟气再循环率（即再循环烟气体积与无烟气再循环时该烟点的烟气体积之比）

锅炉各部分的漏风系数 $\Delta \alpha$ 为：

$$\Delta \alpha = \frac{\Delta V}{V_0} \quad (1-15)$$

式中：

ΔV —— 漏风量 [标准米³/公斤]

漏风系数与锅炉的结构、燃料质量和运行操作情况有关，一般可采用表 1-3 中数值

表 1-3 烟道漏风系数

项 目 名 称	漏风系数 $\Delta \alpha$
炉 膛 无 烟 道 水 冷 壁	0.10
	0.05
凝汽管，管式预热器	0
水平烟道	0.03
垂直烟道（每级或每段受热面）	0.02
管式空气预热器（每级或每段）	0.04
回转式空气预热器	0.20

空气预热器出口处空气的过量空气系数按下式计算

$$\beta'' = \alpha_1' - \Delta \alpha_1 - \Delta \alpha_{zf} \quad (1-16)$$

式中:

α_1' —— 炉膛出口过量空气系数

$\Delta \alpha_1$ —— 炉膛漏风系数

$\Delta \alpha_{zf}$ —— 制粉系统漏风系数, 查表 1-4

表 1-4 制粉系统漏风系数

粉 制 方 式	$\Delta \alpha_{zf}$	
	$D < 75$ [吨/时]	$D \geq 75$ [吨/时]
球磨机	0.08	0.06
中速	磨煤机磨制烟煤时的制粉系统	0.03
高速		0.05
竖井式		0.03

空气预热器空气入口处的过量空气系数按下式计算

$$\beta' = \beta'' + \Delta \alpha \quad (1-17)$$

式中:

$\Delta \alpha$ —— 空气预热器漏风系数, 查表 1-3

锅炉负荷不等于额定蒸发量时, 炉膛出口过量空气系数按下式计算

$$\alpha_{1c}'' = \alpha_1'' + \Delta \alpha_1 \left(\frac{D_e}{D} - 1 \right) \quad (1-18)$$

式中:

D_e —— 锅炉额定蒸发量 [吨/时]

D —— 锅炉计称蒸发量 [吨/时]

锅炉负荷不等于额定蒸发量时, 对流烟道的漏风系数仍按表 1-3 取用。

第二章 锅炉热效率和燃料消耗量

相应于每公斤燃料送入锅炉的热量 Q_r ，包括：燃料工作基的低位发热量 Q_d^g 、燃料的物理显热 i_r 、炉外热源加热空气时所带入锅炉的热量 Q_{wl} 和雾化燃料所带蒸汽带入的热量 Q_{wh} ，按下式计称

$$Q_r = Q_d^g + i_r + Q_{wl} + Q_{wh} \quad [\text{大卡/公斤}] \quad (2-1)$$

如燃料未经预热，且其水份 $W^g < \frac{Q_d^g}{150} \%$ 时，可不计燃料的物理显热 i_r 。

燃料的物理显热按下式计称

$$i_r = C_r^g t_r \quad [\text{大卡/公斤}] \quad (2-2)$$

式中：

C_r^g —— 工作基燃料的比热 $[\text{大卡/公斤}^\circ\text{C}]$

$$C_r^g = \frac{W^g}{100} + C_r^z \frac{100 - W^g}{100} \quad [\text{大卡/公斤}^\circ\text{C}] \quad (2-3)$$

C_r^z —— 干燥基燃料的比热 $[\text{大卡/公斤}^\circ\text{C}]$

对于无烟煤、贫煤 $C_r^z = 0.22 \quad [\text{大卡/公斤}^\circ\text{C}]$

对于烟煤 $C_r^z = 0.26 \quad [\text{大卡/公斤}^\circ\text{C}]$

t_r —— 给煤机前燃料温度 $[\text{}^\circ\text{C}]$

如将结冰的燃料送入锅炉时，须从 Q_r 中扣除使燃料解冻所需要的热量 ΔQ_r

$$\Delta Q_r = 0.8 (W^g - W_f) \frac{100 - W^g}{100 - W_f} \quad [\text{大卡/公斤}] \quad (2-4)$$

锅炉总的热损失 $\Sigma q = q_2 + q_3 + q_4 + q_5 \quad [\%]$ (2-5)

排烟热损失 q_2 按下式计称

$$q_2 = \frac{[I_{py} - \alpha_{py} V^0 (ct)_{th}] (1 - \frac{q_4}{100})}{Q_r} \times 100 [\%] \quad (2-6)$$

式中:

I_{py} —— 排烟的热焓 [大卡/公斤]

α_{py} —— 排烟的过量空气系数

$(ct)_{lk}$ —— 冷空气的热焓 [大卡/标准³], 按冷风温度查表 2-1

表 2-1 空气热焓 $(ct)_k$ 值

空气温度 t [$^{\circ}C$]	100	200	300	400	500	600
$(ct)_k$ [大卡/标准 ³]	31.6	63.6	96.2	129.4	163.4	198.2

化学不完全燃烧热损失 q_3 按下式计算

$$q_3 = \frac{(C^g + 0.3755S^g)}{Q_T} \times \frac{56.6CO + 48H_2 + 156CH_4}{RO_2 + CO + CH_4} \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) \times 100 [\%] \quad (2-7)$$

式中:

CO, H_2, CH_4, RO_2 —— 由烟气分析测得的干烟气中含有未完全燃烧的 CO, H_2, CH_4 气体和 RO_2 气体的百分数 [%]

机械不完全燃烧热损失 q_4 按下式计算

$$q_4 = \frac{78.3A^g}{Q_T} \left(\frac{a_{hz}C_{hz}}{100 - C_{hz}} + \frac{a_{fh}C_{fh}}{100 - C_{fh}} \right) \times 100 [\%] \quad (2-8)$$

式中:

a_{hz}, a_{fh} —— 灰渣、飞灰各占燃料中灰份的份额

C_{hz}, C_{fh} —— 灰渣、飞灰中的含碳量百分数 [%]

在设计时, q_3 可取为 0, q_4 烟煤取为 2%, 贫煤 3%, 无烟煤 4%

锅炉的散热损失 q_5 按下式计算

$$q_5 = q_5^e \frac{D_e}{D} [\%] \quad (2-9)$$

式中：

q_s^e —— 额定蒸发量时的锅炉散热损失 [%]，查图 2-1
锅炉效率

$$\eta = 100 - \sum q \quad [\%] \quad (2-10)$$

锅炉有效吸热量 Q 按下式计称

$$Q = D_{gg} (i''_{gg} - i_{gs}) 10^3 + D_{ps} (i_{ps} - i_{gs}) 10^3 + D_{zg} (i''_{zg} - i'_{zg}) 10^3 + Q_{gt} \quad [\text{大卡/时}] \quad (2-11)$$

式中：

D_{gg}, i''_{gg} —— 过热蒸汽流量 [吨/时] 和热焓 [大卡/公斤]

i_{gs} —— 给水焓 [大卡/公斤]

D_{ps}, i_{ps} —— 排污水流量 [吨/时] 和热焓 [大卡/公斤]

如 $D_{ps} \leq 0.02 D_{gg}$ 则 $D_{ps} (i_{ps} - i_{gs}) 10^3$ 一项可略去不计

$D_{zg}, i'_{zg}, i''_{zg}$ —— 再热蒸汽流量 [吨/时] 和进、出口热焓 [大卡/公斤]

Q_{gt} —— 其他的利用热量 [大卡/时]

锅炉实际燃料耗量 B 按下式计称

$$B = \frac{Q}{Q_r \eta} \times 100 \quad [\text{公斤/时}] \quad (2-12)$$

锅炉计称燃料量 B_j 按下式计称

$$B_j = B \left(1 - \frac{q_4}{100} \right) \quad [\text{公斤/时}] \quad (2-13)$$

锅炉烟气体积、燃烧所需空气量、引风机和送风机的容量按计称燃料量 B_j 计称；燃料供应制粉系统按实际燃料耗量计称。

当采用烟气再循环时，在再循环区段中计称烟气流速和管组吸热量时，计称燃料量 B_j 用 B_j^z 代替。

$$B_j^z = B_j (1 + r) \quad [\text{公斤/时}] \quad (2-14)$$

第三章 炉膛设计

§ 3-1 炉内换热计算

炉内换热按下式计算

$$\alpha_1 \sigma_0 M \psi_{\text{壁}}^p F_1 T_1''^4 = B_j (Q_1 - I_1'') \quad (3-1)$$

式中：

α_1 —— 炉膛黑度，对于煤粉炉取 $\alpha_1 = 0.9$

σ_0 —— 绝对黑体辐射常数 4.9×10^{-8} [大卡/米²时°K⁴]

M —— 炉膛几何特性系数，为图 3-1

$\psi_{\text{壁}}^p$ —— 炉壁面积平均吸热能力，按式 (3-9) 计算

F_1 —— 炉膛总炉壁面积 [米²]

T_1'' —— 炉膛出口烟温 [°K] ($T_1'' = \theta_1'' + 273$)

I_1'' —— 炉膛出口烟气焓 [大卡/公斤]

Q_1 —— 燃料、空气和再循环烟气等带入炉膛的总热量 [大卡/公斤]

$$Q_1 = \frac{Q_r(1 - \frac{q_3}{100 - q_4}) + (Q_k - Q_w) + Q_{zy}}{1 + r} \quad (3-2)$$

式中：

Q_k —— 空气带入炉膛的热量 [大卡/公斤]

$$Q_k = \beta'' V^0 (ct)_{rk} + (\Delta \alpha_1 + \Delta \alpha_{zy}) V^0 (ct)_{ik} \quad (3-3)$$

Q_{zy} —— 再循环烟气带入的热量 [大卡/公斤]

$$Q_{zy} = \gamma I_{zy} \quad (3-4)$$

$(ct)_{ik}, (ct)_{rk}$ —— 冷空气和热空气的热焓 [大卡/公斤]，查表 2-1

I_{zy} —— 再循环烟气抽出点的烟气热焓 [大卡/公斤]，

按式 (1-9) 计算

在炉膛设计计算时，炉壁总面积 F_1 按下式计算

$$F_l = \frac{B_j(Q_l - I_l'')}{\alpha_l \sigma_0 M \psi_{lj} T_l'^4} \quad [\text{米}^2] \quad (3-5)$$

在炉膛校核计标时，炉膛出口烟气温度 ϑ_l'' 按下式计标

$$\vartheta_l'' = \sqrt[4]{\frac{B_j(Q_l - I_l'')}{\alpha_l \sigma_0 M \psi_{lj} F_l}} - 273 \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (3-6)$$

ϑ_l'' 也可按图 3-2 直接查得。

图中参数

$$A = \frac{\alpha_l \sigma_0 M \psi_{lj} F_l}{B_j V_y'' \xi_{\alpha} \xi_r \xi_h} \quad [\text{大卡/标准}^3 \text{K}^4] \quad (3-7)$$

$$B = \frac{Q_l}{V_y'' \xi_{\alpha} \xi_r \xi_h} \quad [\text{大卡/标准}^3] \quad (3-8)$$

式中：

V_y'' —— 炉膛出口烟气体积 [标准³/公斤]

炉壁面积平均吸热能力 ψ_{lj} 按下式计标

$$\psi_{lj} = \frac{F_{l1} \psi_{l1} + F_{l2} \psi_{l2} + \dots}{F_{l1} + F_{l2} + \dots} \quad (2-9)$$

式中：

$F_{l1}, F_{l2}, \dots$ —— 炉膛各部分的炉壁面积 [米²]

$\psi_{l1}, \psi_{l2}, \dots$ —— 相应于各部分炉壁面积的吸热能力

光管水冷壁（包括凝渣管处的出口烟窗）和
双面露天水冷壁的炉壁吸热能力见图 3-3。
屏进口烟窗 $\psi_l = 0.25$ ；用耐火材料涂层的炉
壁（卫燃带） $\psi_l = 0.15$ ；对于半七层前部深
度为 l_1 这块容积四周的炉壁（包括前墙、侧
墙、炉顶和屏前部进口烟窗，见图 3-1），
其吸热能力还应乘上吸热壁修正系数 ξ_{α}, ξ_r

值查圖3-4，圖中 l_1, l 見圖1(3)

爐膛幾何特性係數 M 根據爐膛形狀結構特性 h/d_{dl} 查圖3-1，其中 h 按圖3-1中規定計標。

爐膛當量直徑 d_{dl} 按下式計標

$$d_{dl} = \frac{4F}{U} \quad [\text{米}] \quad (3-10)$$

式中：

F —— 燃燒器中心線處爐膛橫截面積 $[\text{米}^2]$

U —— 燃燒器中心線處爐膛截面周界長 $[\text{米}]$

當燃燒器中心線以上設有卫燃帶時，卫燃帶所占有的高度 h' 必須折標到相當于光管水冷壁所占的高度 h

$$h = \frac{h' \psi_1}{\psi_2} \quad [\text{米}] \quad (3-11)$$

$$h' = \frac{F'}{U} \quad [\text{米}] \quad (3-12)$$

式中：

ψ_1 —— 敷有卫燃帶的爐壁吸熱能力

ψ_2 —— 光管水冷壁的爐壁吸熱能力

F' —— 敷有卫燃帶的爐壁面積 $[\text{米}^2]$

爐膛容積和爐壁面積按下述方法計標：

爐膛容積 V_f 計標到水冷壁管、凝渣管進口、爐頂管和灰灰斗高度一半處的假想平面。

如爐膛出口布置有大屏時，爐膛容積標到大屏的下部進口，屏的進口作為爐膛出口；如爐膛出口布置有后屏，而后屏的前部進口未超過爐膛深度的一半時，則爐膛出口應標到后屏的前部進口；如屏的前部進口等于或超過爐膛深度的一半，但离前墙距离 $l_1 \geq 1$ [米]，称为半大屏，这时爐膛出口應標到屏的前部和下部

进口平面（见图 3-1）。

炉膛宽度、深度和炉膛横截面面积均按水冷壁管中心线之间的距离计标。

炉壁面积按炉膛的各包层面积之和减去不布置水冷壁的面积（如燃烧器、防爆门等）计标。双面露天水冷壁的炉壁面积按它的投影面积（要扣除平衡孔的面积）的二倍计标。

当再循环烟气从炉膛出口进入时，应按下式计标后面受热面（屏或凝渣管）的进口烟气焓 I ，并根据混合后的过量空气系数 α_2 查出后面受热面的进口烟温 θ 。

$$I = \frac{I_1'' + Q_{ay}}{1 + \gamma} \quad [\text{大卡/公斤}] \quad (3-13)$$

式中：

I_1'' —— 无烟气再循环时，炉膛出口烟气焓 $[\text{大卡/公斤}]$

Q_{ay} —— 再循环烟气带入的热量，按式（3-4）计标

§ 3-2 炉膛受热面吸热量的分配

炉壁面积平均热负荷按下式计标

$$q_{lj}^p = \frac{B_j(Q_l - I_1'')}{F_l} \varphi \quad [\text{大卡/米}^2\text{时}] \quad (3-14)$$

式中：

φ —— 保热系数

$$\varphi = 1 - \frac{q_{\xi}}{100} \quad (3-15)$$

炉壁各局部地区的热负荷按下式计标（计标炉顶热负荷时， $m=2=1.0$ ）

$$q_l = m y z q_{lj}^p \frac{\psi_l}{\psi_{lj}^p} \quad [\text{大卡/米}^2\text{时}] \quad (3-16)$$

式中：

m ——各墙间吸热量分配不均匀系数，查表 3-1

γ ——沿炉膛高度热负荷分配不均匀系数（四壁平均值），
查图 3-5

z ——沿炉膛深度（宽度）热负荷分配不均匀系数，查图 3-6

图中 z 值指整个炉壁高度而言，在炉膛上半部，沿宽度深度的吸热量变化要比下半部均匀，其 z 值最大不超过 1.15。

ψ_1 ——各计标区段炉壁的吸热能力

表 3-1 各墙间吸热量分配不均匀系数 m 值

	四角布置燃烧器炉膛	前墙布置卧式燃烧器炉膛
前 墙	1.0 *	1.2
后 墙	1.0 *	0.9
左侧墙	1.0 *	0.95
右侧墙	1.0 *	0.95

* 如果计标最大可能的热负荷时，可以改用 1.2

炉膛容积热负荷 $\frac{BQ_d^0(1 - \frac{q_4}{100})}{V_1}$ 可以用到下列数值

烟煤 $170 \sim 190 \times 10^3$ [大卡/米³时]

贫煤、无烟煤 $160 \sim 180 \times 10^3$ [大卡/米³时]

同时炉膛出口烟温 ϑ_1'' 不应超过灰渣开始变形温度 t_1 。若灰渣软化温度 t_2 与 t_1 相差小于 100℃ 时，建议 ϑ_1'' 不超过 $t_2 - 100$ [℃]。当炉膛出口布置有大屏或半大屏时，则 ϑ_1'' 可适当提高到屏后烟温不超过 $t_1 - 50$ [℃] 或 $t_2 - 150$ [℃]，这时炉膛容积热

负荷也可相应提高。

热风温度 t_{rk} 建议采用下列数值

烟 煤	250 ~ 300°C
贫 煤	300 ~ 350°C
无烟煤	350 ~ 400°C

第四章 屏式过热器计算

§ 4-1 基本方程

屏式过热器的计算应用两个基本方程：热平衡方程和换热方程。

1) 热平衡方程

$$Q + Q'_{fj} = \varphi (I' - I'') \quad [\text{大卡/公斤}] \quad (4-1)$$

$$Q = (q - q'_f) \cdot \frac{H}{B_j} \quad [\text{大卡/公斤}] \quad (4-2)$$

$$qH = D(i'' - i') \times 10^3 \quad [\text{大卡/时}] \quad (4-3)$$

式中：

I', I'' —— 屏进、出口烟气热焓 [大卡/公斤]

q —— 屏单位辐射受热面积的吸热量 [大卡/米²·时]

q'_f —— 屏单位辐射受热面积吸收的水膜辐射热量 [大卡/米²·时]

H —— 屏的辐射受热面积 [米²]，按式(4-5)计算

D —— 屏的蒸汽流量 [吨/时]

i', i'' —— 屏进、出口蒸汽焓 [大卡/公斤]

Q —— 屏间烟气对屏的放热量 [大卡/公斤]

Q'_{fj} ——屏间烟气对屏区附加受热面及屏出口烟窗的放热量 [大卡/公斤], 按下式计算

$$Q'_{fj} = \frac{q - q_f}{B_j} (0.4 F'_{ch} + 0.7 H_{fj}) \quad \text{[大卡/公斤]} \quad (4-4)$$

式中:

H_{fj} ——屏区附加受热面的辐射受热面积 [米²], 按式 (5-27) 计算

F'_{ch} ——屏出口烟窗面积 [米²]

屏的辐射受热面积按下式计算

$$H = Z n l_{pj} E d \quad \text{[米}^2\text{]} \quad (4-5)$$

式中:

Z ——屏片数

n ——每片屏的并联管圈数目

l_{pj} ——平均管圈 (即中间管圈) 受热长度 [米]

E ——面积折减系数, 查图 4-1

图中 S_2 是屏管圈沿深度的节距 [米], 不计排空挡的距离。

d ——管子外径 [米]

屏吸收炉膛辐射的热量按下列公式计算

对于大屏和后屏 [见图 I (1)、(2)]

$$q'_f = 2 \alpha_f \frac{Q_f}{H} \frac{Z}{Z+1} B_j \quad \text{[大卡/米}^2\text{时]} \quad (4-6)$$

式中:

Q_f ——炉膛出口烟窗辐射热量 [大卡/公斤]

$$Q_f = \frac{0.25 \alpha_b q'_b F'_{ch}}{\psi_j B_j} \quad \text{[大卡/公斤]} \quad (4-7)$$