

第二节 燃烧计算

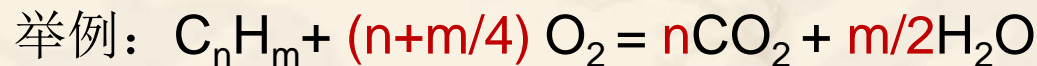
完全燃烧：燃料中可燃成分与空气中的氧发生化学反应，并完全生成不再可燃产物（ CO_2 、 H_2O 、 SO_2 等）。

不完全燃烧：燃料中可燃成分与空气中的氧化合不完全，生成的产物中有可燃成分。

燃烧计算主要包括：一定量燃料所需空气量、生成烟气量及燃烧温度等计算。

1. 气体燃料完全燃烧所需空气量的计算

假设：燃烧产物无热分解；气体体积按标准状态计算。



当燃烧 1 m^3 煤气时，所需标准立方米氧的总体积为：

$$[1/2\text{CO} + 1/2\text{H}_2 + 2\text{CH}_4 + (n+m/4)\text{C}_n\text{H}_m + 3/2\text{H}_2\text{S} - \text{O}_2] / 100 \quad \text{m}^3$$

假设：空气的组成仅为 O_2 与 N_2 （体积比21:79）；

当燃烧 $1 m^3$ 煤气时，所需标准立方米空气的总体积为：

$$L_0 = 4.762[1/2CO + 1/2H_2 + 2CH_4 + (n+m/4)C_nH_m + 3/2H_2S - O_2]/100$$

实际燃烧空气量(L_a)应大于理论空气量(L_0)

空气过剩系数 $\alpha = L_a/L_0$

与燃料和空气之间混合接触的充分程度有关。

2. 气体燃料完全燃烧生成烟气流量的计算

$$V_0 = [CO + H_2 + 3CH_4 + (n+m/2)C_nH_m + 2H_2S + CO_2 + H_2O + N_2]/100 + 0.79L_0 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

煤气1标准立方米煤气完全燃烧后生成的实际标准立方米烟气流量的 V_a 应为

$$V_a = V_0 + (\alpha - 1) L_0 \quad \text{m}^3/\text{m}^3 \text{ 煤气}$$

$(\alpha - 1) L_0$ 过剩空气量

3. 燃烧产物组成计算

已知烟气中每种组分的体积和烟气总体积，即可求出体积百分数

$$\text{CO}_2\% = (\text{CO} + \text{CH}_4 + n\text{C}_n\text{H}_m + \text{CO}_2) / V_a \%$$

$$\text{H}_2\text{O}\% = (\text{H}_2 + 2\text{CH}_4 + m/2\text{C}_n\text{H}_m + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}) / V_a \%$$

$$\text{SO}_2\% = \text{H}_2\text{S} / V_a \%$$

$$\text{N}_2\% = (\text{N}_2 + 79L_a) / V_a \%$$

$$\text{O}_2\% = 21(\alpha - 1)L_0 / V_a \%$$

4. 燃烧产物密度 ρ 的计算

燃烧产物密度

$$\rho = [44\text{CO}_2 + 18\text{H}_2\text{O} + 64\text{SO}_2 + 32\text{O}_2 + 28\text{N}_2] / (22.4 \times 100) \text{ kg/m}^3$$

气体摩尔体积 $22.4\text{m}^3/\text{mol}$

例6 已知发生炉煤气组成如下

CO ^{w%}	H ₂ ^{w%}	CH ₄ ^{w%}	C ₂ H ₄ ^{w%}	CO ₂ ^{w%}	O ₂ ^{w%}	N ₂ ^{w%}	H ₂ O ^{w%}
29.0	15.0	3.0	0.6	7.5	0.2	42.0	2.7

空气过剩系数 α 为1.2

求该煤气完全燃烧所需空气量、生成烟气体积、烟气体积组成以及标态烟气体积密度。

解：该煤气完全燃烧所需的理论空气量，

$$\begin{aligned}L_0 &= 4.762[1/2\text{CO}+1/2\text{H}_2+2\text{CH}_4+3\text{C}_2\text{H}_4-\text{O}_2]/100 \\ &= 4.762[0.5 \times 29+0.5 \times 15+2 \times 3+3 \times 0.6-0.2]/100 \\ &= 1.41 \text{ m}^3/\text{m}^3\end{aligned}$$

所需实际空气量： $L_a = \alpha L_0 = 1.2 \times 1.41 = 1.69 \text{ m}^3/\text{m}^3$

该煤气完全燃烧所生成的理论烟气体积，

$$\begin{aligned}V_0 &= (\text{CO}+\text{H}_2+3\text{CH}_4+4\text{C}_2\text{H}_4+\text{CO}_2+\text{H}_2\text{O}+\text{N}_2) /100+0.79L_0 \\ &= (29 + 15 + 3 \times 3.0 + 4 \times 0.6 + 7.5 + 2.7 + 42.0)/100 + 0.79 \times 1.41 = 2.19 \\ &\text{m}^3/\text{m}^3\end{aligned}$$

所生成的实际烟气量计算

$$V_a = V_o + (\alpha - 1) L_0 = 2.19 + (1.2 - 1) \times 1.41 = 2.47 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

烟气组成:

$$\begin{aligned} \text{CO}_2\% &= (\text{CO} + \text{CH}_4 + 2\text{C}_2\text{H}_4 + \text{CO}_2)/V_a \times 100\% \\ &= (29 + 3.0 + 2 \times 0.6 + 7.5)/2.47 \times 100\% = 16.48\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{O}\% &= (\text{H}_2 + 2\text{CH}_4 + 2\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O})/V_a \times 100\% \\ &= (15.0 + 2 \times 3.0 + 2 \times 0.6 + 2.7)/2.47 \times 100\% = 10.08\% \end{aligned}$$

$$\text{N}_2\% = (\text{N}_2 + 79L_a)/V_a \times 100\% = (42 + 79 \times 1.69)/2.47 \times 100\% = 71.06\%$$

$$\text{O}_2\% = 21(\alpha - 1)L_0/V_a \times 100\% = 21 \times (1.2 - 1) \times 1.41/2.47 \times 100\% = 2.40\%$$

标态烟气密度计算

$$\begin{aligned} \rho &= [44\text{CO}_2 + 18\text{H}_2\text{O} + 32\text{O}_2 + 28\text{N}_2]/(22.4 \times 100) \\ &= [44 \times 16.48 + 18 \times 10.08 + 32 \times 2.4 + 28 \times 71.06]/(22.4 \times 100) = 1.33 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

二、固体（液体）燃料燃烧计算

闪点：指在规定的加热条件下，并按一定的间隔用火在液体燃料所逸出的蒸气和空气混合物上划过，能使油面发生闪火现象的最低温度，闪点温度比着火点温度低些。闪点越低，引起火灾的危险性越大。

燃点：指可燃性液体表面上的蒸汽和空气的混合物与火接触而发生火焰能继续燃烧不少于**5s**时的温度。

为方便计算，先取**100**千克燃料，以**应用基**表示组成，并把各组分的质量换算成千摩尔数：

$$C^y/12, H^y/2, O^y/32, N^y/28, S^y/32, W^y/18$$

1千克燃料完全燃烧所需的理论空气量 L_0 :

$$L_0 = 4.762 \times (C^y/12 + H^y/4 + S^y/32 - O^y/32) \times 22.4/100 \\ = 0.0889C^y + 0.2666H^y + 0.0333S^y - 0.0333O^y \text{ m}^3/\text{kg}$$

固体燃料完全燃烧生成烟气量的计算

$$V_{\text{CO}_2} \text{ 体积, } V_{\text{CO}_2} = C^y/12 \times 22.4/100 \text{ m}^3/\text{kg};$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = (H^y/2 + W^y/18) \times 22.4/100 \text{ m}^3/\text{kg};$$

$$V_{\text{SO}_2} = S^y/32 \times 22.4/100 \text{ m}^3/\text{kg};$$

$$V_{\text{N}_2} = N^y/28 \times 22.4/100 + 0.79L_0 \text{ m}^3/\text{kg};$$

$$V_0 = V_{\text{CO}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}} + V_{\text{SO}_2} + V_{\text{N}_2}$$

$$= (C^y/12 + H^y/2 + W^y/18 + S^y/32 + N^y/28) \times 22.4/100 + 0.79L_0$$

$$= 0.0889C^y + 0.3226H^y + 0.0124W^y + 0.0333S^y + 0.008N^y - 0.0263O^y \text{ m}^3/\text{kg}$$

1千克固体燃料完全燃烧所生成的实际标态烟气量 V_a :

$$V_a = V_0 + (\alpha - 1)L_0 \text{ m}^3/\text{kg}$$

例7 已知烟煤组成如下

Cy%	Hy%	Oy%	Ny%	Sy%	Wy%	Ay%
69.54	4.18	11.29	0.69	0.5	3.2	10.59

空气过剩系数为1.3，计算烟煤完全燃烧所需的空气量、生成的烟气量及烟气组成

解： 1千克燃料完全燃烧所需的理论空气量 L_0 ：

$$\begin{aligned}L_0 &= 0.0889C^y + 0.2666H^y + 0.0333S^y - 0.0333O^y \text{ m}^3/\text{kg} \\ &= 0.0889 \times 69.54 + 0.2666 \times 4.18 + 0.0333 \times 0.5 - 0.0333 \times 11.29 \\ &= 6.94 \text{ m}^3/\text{kg}\end{aligned}$$

所需实际标态空气量为：

$$L_a = L_0 \alpha = 6.94 \times 1.3 = 9.02 \text{ m}^3/\text{kg}$$

烟气量计算：

$$V_{\text{CO}_2} = C^y/12 \times 22.4/100 = 69.54/12 \times 22.4/100 = 1.30 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = (H^y/2 + W^y/18) \times 22.4/100 = (4.18/2 + 3.20/18) \times 22.4/100 = 0.51 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$V_{\text{SO}_2} = S^y/32 \times 22.4/100 = 0.5/32 \times 22.4/100 = 0.004 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$V_{\text{N}_2} = N^y/28 \times 22.4/100 + 0.79L_a \\ = 0.69/28 \times 22.4/100 + 0.79 \times 9.02 = 7.13 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$V_{\text{O}_2} = 0.21 (\alpha - 1)L_0 = 0.44$$

$$V_a = V_{\text{CO}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}} + V_{\text{SO}_2} + V_{\text{N}_2} = 1.30 + 0.51 + 0.004 + 7.13 + 0.44 = 9.38 \text{ m}^3/\text{kg}$$

烟气组成：

$$\text{CO}_2\% = V_{\text{CO}_2}/V_a = 1.3/11.03 \times 100\% = 11.79\%$$

$$\text{H}_2\text{O}\% = V_{\text{H}_2\text{O}}/V_a = 0.51/11.03 \times 100\% = 4.62\%$$

$$\text{SO}_2\% = V_{\text{SO}_2}/V_a = 0.004/11.03 \times 100\% = 0.04\%$$

$$\text{N}_2\% = V_{\text{N}_2}/V_a = 7.13/11.03 \times 100\% = 64.64\%$$

例8 某倒焰窑所用煤的应用基组成为

C ^y %	H ^y %	O ^y %	N ^y %	S ^y %	W ^y %	A ^y %
72	6.0	4.8	1.4	0.3	3.6	11.9

其干烟气组成为CO₂%: 13.6%; O₂%: 5.0; N₂%: 81.4%;

灰渣分析结果含碳17%，灰分83%。计算每千克煤燃烧所需空气量和烟气生产量。

解：由于灰渣中还有碳，说明没有完全燃烧，故只能采用碳平衡确定烟气体积，采用氮平衡确定空气量。

(1) 烟气体积 根据碳平衡：煤中碳 = 烟气中碳+灰渣中碳

基准：100kg煤，煤中含碳量：72kg，灰渣中碳量 $11.9 \times 17/83 = 2.44\text{kg}$

设100kg煤生成标态干烟气体积为 $x \text{ (m}^3\text{)}$ ，根据碳平衡：

$$72 = 13.6x/100 \times (12/22.4) + 2.44 ;$$

$$x = 955 \text{ m}^3/(100\text{kg})$$

生成标态水蒸气量 = $(6/2 + 3.6/18) \times 22.4 = 71.7 \text{ m}^3/(100\text{kg})$

每千克煤燃烧生成的标态湿烟气体积

$$V_a = (955 + 71.7)/100 = 10.27 \text{ m}^3/(\text{kg})$$

(2) 空气量 根据氮平衡:

空气中氮+煤中的氮 = 烟气中氮

基准: 煤100kg;

煤中氮量: $1.4/28 \times 22.4 = 1.12 \text{ m}^3$;

空气中氮量: 设100kg煤燃烧所需标态空气量为 $y(\text{m}^3)$, 则空气中氮量为 $0.79y(\text{m}^3)$

总氮量: $1.12 + 0.79y$

烟气中氮量: $0.814x$ (标态干烟气量) $=0.814 \times 955=777 \text{ m}^3$

$$777 = 1.12 + 0.79y ;$$

$$y = 982 \text{ m}^3/(100\text{kg}),$$

因此, 每千克煤燃烧所需空气量为 $9.82 \text{ m}^3/\text{kg}$

三、空气过剩系数计算

烟气中 CO_2 SO_2 可用 RO_2 表示: $\text{RO}_2\% + \text{O}_2\% + \text{N}_2\% = 1$

(1) 燃料完全燃烧, 假设燃料中 N_2 量不计

$$\begin{aligned}\alpha &= L_a/L_o = L_a/(L_a - \Delta L) \\ &= 1/[1 - (\Delta L/L_a)];\end{aligned}$$

L_a 实际空气量, L_o 理论空气量, ΔL :过剩空气量, m^3

当完全燃烧时, 过剩空气量由烟气中氧含量来确定

$$L_{\text{O}_2} = 0.21\Delta L = V_a(\text{O}_2/100); \quad \Delta L = V_a(\text{O}_2/21)$$

不考虑燃料中 N_2 , 实际空气量可以由烟气中 N_2 含量来确定

$$L_{\text{N}_2} = 0.79L_a = V_a(\text{N}_2/100); \quad L_a = V_a(\text{N}_2/79)$$

$$\begin{aligned}\alpha &= 1/[1 - (\Delta L/L_a)] = 1/\{1 - [V_a(\text{O}_2/21)]/[V_a(\text{N}_2/79)]\} \\ &= 1/[1 - 3.762\text{O}_2/\text{N}_2]\end{aligned}$$

$$\text{或} \alpha = 1/\{1 - 3.762\text{O}_2/[100 - (\text{R}_2\text{O} + \text{O}_2)]\}$$

(2) 燃料不完全燃烧，假设燃料中 N_2 量不计

燃料不完全燃烧，烟气中出现 CO 、 H_2 、 CH_4 等，仍需要氧气，如 CO 燃烧所需 $1/2CO$ 体积的氧。此时空气过剩系数为：

$$\alpha = 1/[1-3.762O_2/N_2]$$

$$= 1/\{1-3.762 [O_2 - 1/2CO-1/2H_2-(n+m/4)C_nH_m] /N_2\}$$

(3) 燃料完全燃烧，且考虑燃料中 N_2 量带入。

燃料完全燃烧，

$$\alpha = 1/[1-3.762O_2/N_2] = N_2/[N_2-3.762O_2]$$

考虑燃料中 N_2 量带入，

$$\alpha = 1/[1-3.762O_2/ (N_2-N_f)] = (N_2-N_f) /[(N_2-N_f)-3.762O_2];$$

式中 N_f 指燃料中带入的 N_2 量。

例9 隧道窑以发生炉煤气为燃料，其组成：

$\text{CO}_2^{\text{d}\%}$	$\text{CO}^{\text{d}\%}$	$\text{H}_2^{\text{d}\%}$	$\text{CH}_4^{\text{d}\%}$	$\text{C}_2\text{H}_4^{\text{d}\%}$	$\text{O}_2^{\text{d}\%}$	$\text{N}_2^{\text{d}\%}$
5.6	28.5	15.5	2.1	0.2	0.5	47.6

在烧成带处取烟气进行分析，其干烟气组成为： $\text{CO}_2\%$ ：17.6； $\text{O}_2\%$ ：
2.6%； $\text{N}_2\%$ ：79.8%

计算空气过剩系数 α 。

解： 由于燃料中含氮量高，故不能忽略。

100标准立方米干烟气所需燃料体积 V_f ，可运用碳平衡原理计算：

烟气中二氧化碳的体积= $V_f \times (\text{CO}_2 + \text{CO} + \text{CH}_4 + 2\text{C}_2\text{H}_4) / 100$

$$17.6 = V_f \times (5.6 + 28.5 + 2.1 + 2 \times 0.2) / 100 ;$$

燃料体积 $V_f = 48.1 \text{ m}^3 / (100\text{m}^3)$

该煤气中所含 N_2 的体积为：

$$N_f = 48.1 \times 47.6 / 100 = 22.90 \text{ m}^3 / (100\text{m}^3)$$

空气过剩系数 α

$$\alpha = (\text{N}_2 - N_f) / [(\text{N}_2 - N_f) - 3.762\text{O}_2] = (79.8 - 22.9) / [(79.8 - 22.9) - 3.762 \times 2.6] = 1.21$$

四、燃烧温度计算

- ❖ 工业炉多在高温条件下工作，因此炉内温度的高低是影响炉子能否正常工作的重要条件，而决定炉内温度的最基本因素就是燃料燃烧时燃烧产物达到的温度，即所谓的燃烧温度。
- ❖ 燃烧温度 = 炉内燃烧后的温度 = 未排放的烟气温度
- ❖ 影响燃烧温度的因素
 - ❧ 燃料种类、燃料成分、燃烧条件、传热条件
- ❖ 分析燃烧过程的热量平衡，即热量的收入和支出，可以找出
 - 估计燃烧温度的方法
 - 提高燃烧温度的措施。

❖ 燃烧过程中热量的收入和支出：

- ✓ 热量的收入包括：燃料的化学热 $Q_{低}$ 、空气带入的物理热 $Q_{空}$ 、燃料带入的物理热 $Q_{燃}$
- ✓ 热量的支出包括：燃烧产物含有的物理热 $Q_{产}$ 、燃烧产物传给周围环境的热量 $Q_{传}$ 、不完全燃烧热损失 $Q_{不}$ 、某些燃烧产物高温下分解所消耗的热量 $Q_{分}$
- ❖ 当热量收入与支出相等时，燃烧产物达到一个相对稳定的燃烧温度，由此得到燃烧产物的温度

$$t_{产} = \frac{Q_{低} + Q_{空} + Q_{燃} - Q_{传} - Q_{不} - Q_{分}}{V_n \bullet c_{产}}$$

- ❖ $t_{产}$ 就是实际条件下燃烧产物的温度，也称为实际燃烧温度。

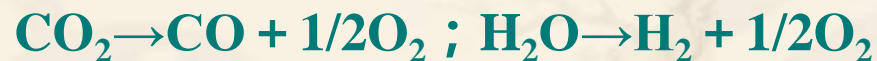
- ❖ 影响实际燃烧温度的因素很多，而且随炉子的工艺过程、热工过程和炉子结构的不同而变化。
- ❖ 若假设燃料是在绝热系统中燃烧（ $Q_{\text{传}} = 0$ ），并且完全燃烧（ $Q_{\text{不}} = 0$ ），此时产物的温度称为理论燃烧温度 $t_{\text{理}}$

$$t_{\text{理}} = \frac{Q_{\text{低}} + Q_{\text{空}} + Q_{\text{燃}} - Q_{\text{分}}}{V_{\text{n}} \cdot c_{\text{产}}}$$

- ❖ 理论燃烧温度是燃料燃烧过程的一个重要指标，它表明某种成分的燃料在某一燃烧条件下所能达到的最高温度，对燃料和燃烧条件的选择、温度控制和炉温水平的估计及热交换计算都具有实际意义

$Q_{\text{分}}$ 高温下热分解损失的热量

- ❖ 高温下燃烧所得气体产物的热分解与体系的温度及压力有关
 - 温度升高，分解加强
 - 压力升高，分解减弱
- ❖ 在有热分解的情况下，燃烧产物成分和各组成含量发生变化
 - 燃烧产物中不仅含有 CO_2 、 H_2O 、 N_2 、 O_2 ，而且有 H_2 、 OH 、 CO 、 H 、 O 、 N 、 NO 等
 - 各组成的含量取决于燃料和氧化剂的成分、体系的压力和温度
- ❖ 在一般工业炉的压力及温度水平下，热分解仅取下列反应



- 吸收了体系中的一部分热量
- 引起产物体积和成分的变化

- ❖ 分解吸热量 $Q_{\text{分}}$ 为上述两个反应吸热量之和

$$Q_{\text{分CO}_2} = 12600 \cdot V_{\text{CO}} ; Q_{\text{分H}_2\text{O}} = 10800 \cdot V_{\text{H}_2}$$

$$Q_{\text{分}} = 12600 \cdot V_{\text{CO}} + 10800 \cdot V_{\text{H}_2}$$

❖ 由于燃烧产物的组成、生成量及平均比热都是温度的函数，因此，计算理论燃烧温度时必须知道产物成分及平均比热与温度的关系，计算十分复杂。所以，对于工业炉热工计算通常采用近似计算

- 忽略热分解所引起 $V_n \cdot c_{\text{产}}$ 的变化
- 分解热 $Q_{\text{分}}$ 可按分解度的近似值计算
- 燃烧产物的比热按近似比热计算
- 确定比热和分解度时所依据的温度，可以按经验估计

影响理论燃烧温度的因素

(1) 燃料种类和发热量

- 理论燃烧温度不仅与**燃料发热量**有关，还与**燃烧产物**有关
- 本质地讲，燃烧温度主要取决于**单位体积燃烧产物的热含量**
- 当 $Q_{\text{低}}$ 增加时，一般情况下 V_0 也是增加的； $t_{\text{理}}$ 增加的幅度主要取决于 $Q_{\text{低}} / V_0$ 比值的增加幅度

(2) 空气过剩系数

- 空气过剩系数影响燃烧产物的生成量和成分，从而影响理论燃烧温度
- 对于一般工业炉而言，为了得到高的燃烧温度，空气消耗系数稍大于1，以保证完全燃烧，但不宜过大。

(3) 空气 (或煤气) 的预热温度

- 空气 (或煤气) 的预热温度越高，理论燃烧温度也越高
- 预热对发热量高的燃料效果更显著
- 对于发热量高的煤气，预热空气比预热煤气效果更显著
- 就经济效益而言，用预热的方法提高理论燃烧温度比采用提高发热量更合理可行

(4) 空气的富氧程度

- 燃料在氧气或富氧空气中燃烧时，理论燃烧温度比在空气中燃烧要高
- 富氧程度对不同燃料理论燃烧温度的影响不同，发热量高的燃料比发热量低的燃料受的影响明显
- 富氧程度在低于40%范围内变化时对理论燃烧温度的影响比较显著，再提高富氧程度，则对理论燃烧温度的影响越来越不显著。

- ❖ 在燃料和空气均不预热（ $Q_{\text{空}} = Q_{\text{燃}} = 0$ ）、空气过剩系数 $n = 1$ 的情况下，燃烧温度只和燃料性质有关。这时的燃烧温度称为“**燃料理论发热温度**”，从燃烧温度的角度评价燃料性质的一个指标。

$$t_{\text{热}} = \frac{Q_{\text{低}}}{V_0 \cdot c_{\text{产}}}$$

- ❖ 燃料理论发热温度和理论燃烧温度是可以根据燃料性质和燃烧条件计算的

$$V_0 \cdot c_{\text{产}} = V_{\text{CO}_2} \cdot c_{\text{CO}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}} \cdot c_{\text{H}_2\text{O}} + V_{\text{N}_2} \cdot c_{\text{N}_2}$$

- ❖ 计算燃料理论发热温度的方法
 - ✓ 联立求解方程组
 - ✓ 内插值近似法
 - ✓ 比热近似法

五、空气过剩系数及不完全燃烧热损失的检测计算

❖ 燃烧过程检测控制的意义：

- 判断燃烧室中燃烧过程实际空气需要量
- 燃烧产物生成量及实际燃烧温度
- 控制燃烧过程。

❖ 燃烧过程检测控制的主要内容

- 燃烧质量的检测，包括空气过剩系数和燃烧完全程度
- 燃烧完全程度可以用燃烧完全系数和不完全燃烧热损失等指标来表示
- 空气消耗系数及燃烧完全程度的实用检测方法，是对燃烧产物（烟气）的成分进行气体分析，然后按燃料性质和烟气成分反算各项指标。

燃烧产物气体成分的测定和验证

❖ 燃烧产物气体成分的分析

- 是检验燃烧过程燃烧质量的基本手段之一
- 在进行燃烧过程质量检测的计算之前，必须先获得准确的燃烧产物成分的实测数据

❖ 测定气体成分的方法

- 先用一取样装置由燃烧室（或烟道系统）中规定的位置抽取气体试样
- 然后用气体分析仪器进行成分的分析

❖ 测定气体成分过程中应注意的问题

- 取样要具有代表性
- 取样过程中不能混入其他气体
- 在取样装置中各种气体不能进行化学反应

❖ 验证气体分析结果是否准确的依据

- 利用燃烧计算的基本原理
- 建立燃烧产物各组成之间的关系
- 根据这种关系讨论燃烧过程的质量，验证气体分析的准确性

空气过剩系数的检测计算

❖ 根据烟气成分计算空气消耗系数 n 的方法

❧ 按氧平衡原理计算

❖ 燃料完全燃烧

❖ 燃烧不完全燃烧

❧ 按氮平衡原理计算

❖ 气体燃料

❖ 固体燃料

不完全燃烧热损失的检测计算

- ❖ **不完全燃烧热损失：当炉膛或燃烧室中存在不完全燃烧时，烟气中含有可燃成分，进而损失一部分化学热**
- ❖ **考察不完全燃烧热损失的意义**
 - **反映燃烧过程的质量水平**
 - **反映炉中燃料的利用效率**