

焦炉的物料平衡 与热平衡



郑国舟 杨开莲 杨厚斌 编

冶金工业出版社

81.10
3.1
017

焦炉的物料平衡与热平衡

郑国舟 杨开莲 杨厚斌 编

31-250/23

冶金工业出版社

前 言

焦炉是生产焦炭、煤气和化学副产品的主体设备,是一种结构复杂的大型工业炉。在生产中把炼焦煤装入炭化室,在隔绝空气的条件下将煤加热到 $950\sim 1050^{\circ}\text{C}$,经过干燥、热解、熔融、粘结、固化、收缩等阶段的高温干馏,最终得到焦炭,焦炭主要用于冶金(高炉冶炼、铸造)和化工等工业部门。炼焦过程中得到的干馏煤气,经回收可以精制成化工产品,净化后得到的焦炉煤气,是化学工业的重要原料并可作为理想的民用气体燃料。因此,用焦炉对煤进行高温干馏是对煤进行综合利用的一种重要途径。

从能源角度看,焦炉在生产过程中,把大量的一次能源(洗精煤)转换为冶金、化工等需要的二次能源(焦炭、燃气)并提供许多化工副产品。在实现这一能量转换的过程中需要消耗一定的能量,这些能量是由燃气和动力提供的。对于现有的大型焦炉,以一般的工序和能耗水平计算,整个焦化工序需要消耗的能量约为炼焦用煤量的15%左右。当然,不同的工序设置、装备水平和生产指标等,都将使焦化工序的能耗产生一定的变化。由计算和实际数据得出,不同车间的能耗占总的工序能耗的百分比约为:煤准备车间5~10%,炼焦车间70~80%,化产回收车间(不含化学产品精制)15~20%。在炼焦车间的能耗中,加热焦炉的能耗约占88~90%,电耗占8%左右,水、蒸汽和压缩空气占2~4%,即加热焦炉的能耗占整个焦化工序能耗的61.6~72%,也就是相当于消耗炼焦煤的9.24~10.8%。可见加热焦炉消耗的能量是相当大的。因此,要降低炼焦车间的能耗,主要是要降低加热焦炉的热量——炼焦耗热量。如一组年产58万t焦炭(干全焦)的焦炉,若降低炼焦耗热量1%,则一年节省的能量约相当于730~845t标准煤,而全国焦炉(按年产3000万t焦炭计算)一年节省的能量就相当于3.78~4.37万t标准煤。所以从各方面做好工作,减少加热

焦炉的热量,降低炼焦耗热量,是一件很有意义的事情。

焦炉热平衡是通过热量的测量和计算,得出焦炉在生产过程中供给和支出的总热量在各方面的分配数值。计算热平衡的目的就是根据焦炉供给和支出热量的分布情况,从焦炉设计、生产技术管理,热工制度等方面分析影响炼焦耗热变化的因素,从而寻找降低炼焦耗热和回收炼焦余热的途径。同时由热平衡计算还可以求出炼焦耗热量和焦炉的热效率。

目 录

1 焦炉的热工评价及炼焦耗热量	1
1.1 焦炉的热效率	1
1.2 炼焦耗热量	3
1.2.1 炼焦耗热量的计算	3
1.2.2 加热煤气流量换算	5
2 热平衡测定	8
2.1 基本概念	8
2.1.1 体系	8
2.1.2 温度	8
2.1.3 压力	8
2.1.4 发热量	8
2.1.5 比热 平均比热	9
2.1.6 分析数据的表示方式与基准换算	9
2.2 热平衡计算基准与测定步骤	10
2.2.1 计算基准	10
2.2.2 测定工作的准备	12
2.2.3 测定步骤	12
2.3 测定内容与部位	12
2.3.1 入炉煤	12
2.3.2 焦炭	13
2.3.3 焦油、粗苯、氨、净煤气	14
2.3.4 加热煤气	14
2.3.5 荒煤气	14
2.3.6 废气	14
2.3.7 炉体各部位的表面温度	14
2.3.8 炉体四周的环境参数	16
3 物料平衡	17
3.1 物料平衡的入方	17
3.1.1 入炉煤量	17

3.1.2	吸入炭化室的空气量	18
3.2	物料平衡的出方	19
3.2.1	全焦量	19
3.2.2	焦油量	22
3.2.3	粗苯量	24
3.2.4	氨量	25
3.2.5	净煤气量	26
3.2.6	水量	28
3.2.7	差值	29
4	焦炉热平衡计算	31
4.1	热平衡收入项计算	31
4.1.1	加热用煤气的热量	31
4.1.2	漏入加热系统的荒煤气燃烧热	33
4.1.3	空气带入的显热	33
4.1.4	入炉煤带入的显热	35
4.2	热平衡支出项的计算	37
4.2.1	焦炭带走的热量	37
4.2.2	炼焦化工产品带走的热量	38
4.2.3	水分带走的热量	41
4.2.4	废气带走的热量	43
4.2.5	不完全燃烧损失的热量	45
4.2.6	炉体表面的散热损失	45
4.2.7	差值	47
5	焦炉各部位漏气率的测定	49
5.1	炭化室漏气率的测定	49
5.1.1	用焦炉煤气加热时对全炉炭化室漏气率的测定	49
5.1.2	用高炉煤气加热时全炉炭化室漏气率的测定	53
5.1.3	单个炭化室的漏气率的测定	55
5.2	蓄热室漏气率的测定	56
5.2.1	蓄热室主墙漏气率	56
5.2.2	蓄热室封墙的漏气率	58
5.2.3	蓄热室单墙漏气率	58
5.3	废气开闭器煤气铤漏气率的测定	60

6	焦炉热平衡计算实例.....	61
6.1	焦炉用高炉煤气加热.....	61
6.1.1	原始数据.....	61
6.1.2	原始数据的处理与计算.....	62
6.1.3	物料平衡计算.....	66
6.1.4	热量平衡计算.....	69
6.1.5	焦炉的热效率和炼焦耗热量.....	78
6.2	焦炉用焦炉煤气加热.....	78
6.2.1	原始数据.....	78
6.2.2	原始数据的处理与计算.....	79
6.2.3	物料平衡计算.....	81
6.2.4	热量平衡计算.....	83
6.2.5	焦炉的热效率和炼焦耗热量.....	88
7	影响热平衡的因素及节能途径分析.....	91
7.1	影响热平衡的因素.....	91
7.2	焦炉节能途径分析.....	92
7.2.1	影响炼焦耗热量的因素及节能分析.....	92
7.2.2	节省能耗,回收余热.....	96
	附 录.....	99
	本书所用符号及其单位.....	104

1 焦炉的热工评价及炼焦耗热量

焦炉是一种大型的复杂的加热炉。要对焦炉的热工操作的好坏进行评价,除检查分析焦炉温压制度的合理性、横排和直行温度系数的高低以及焦饼高向、长向加热的均匀性等项目外,很重要的一项综合指标是供给焦炉加热热量的利用效率。生产中常以炼焦耗热量作为评定指标。要全面分析焦炉的热量利用率和节能的可能性,必须对焦炉进行热平衡测定与计算,并由此得出炼焦炉的热效率。

各种类型的焦炉,由于炉体结构不同,加热焦炉的热量利用效率是有差异的。同样,由燃烧特性决定的,用于加热焦炉的不同煤气的热量利用效率也不一样。焦炉热工管理的好坏对热量的利用效率也有一定的影响。

1.1 焦炉的热效率

焦炉的热效率是衡量焦炉能量利用的技术水平和经济性的一项综合指标。分析焦炉的热效率对进一步改进生产工艺、提高焦炉的热工操作水平,改善生产技术管理和降低产品能耗具有重要意义。

按我国过去的习惯,衡量焦炉能量利用的指标有热效率和热工效率两种表示形式。

焦炉热效率是指焦炉吸收的热量与供给的总热量的百分比。供给焦炉的全部热量(Q),一部分传给了焦炉,即焦炉吸收的热量,另一部分由小烟道排出的废气带走(Q_f)。焦炉热效率(η')用下述公式计算:

$$\eta' = \frac{Q - Q_f}{Q} \times 100, \% \quad (1-1)$$

热效率(η')只反映了焦炉炉体内耗热程度,它并没有考虑焦炉表面的散热损失(Q_s),而这部分热量并没有被焦炉有效地利

用。为了确切地表示焦炉实际利用能量的程度，引入了焦炉热工效率的概念，即焦炉传给炼焦产品的热量（有效热）与供给的全部热量的百分比，其计算公式为：

$$\eta'' = \frac{Q - (Q_f + Q_s)}{Q} \times 100, \% \quad (1-2)$$

按照国家对设备热效率计算通则（国家标准 GB2588—81）的规定，设备对全部热量的利用效率只有一种“热效率”的表示形式。因此，焦炉的热效率为有效热量与供给的全部热量的百分比，其计算公式为：

$$\eta = \left(\frac{Q_{yx}}{Q_{gg}} \right) \times 100, \% \quad (1-3)$$

或

$$\eta = \left(1 - \frac{Q_{ss}}{Q_{gg}} \right) \times 100, \% \quad (1-3')$$

式中 η —— 热效率，%；
 Q_{yx} —— 有效热量，kJ/t；
 Q_{gg} —— 供给的热量，kJ/t；
 Q_{ss} —— 损失的热量，kJ/t。

有效热量是指达到工艺要求时，理论上必须消耗的能量。

供给的热量是指外界供给焦炉的热量，但不包括物料带入的显热。

损失的热量是指供给的热量中，未被利用的部分。所以焦炉的热效率（ η ）也可按下式进行计算：

$$\eta = \frac{Q'_1 + Q'_2 + Q'_3 + Q'_4 + Q'_5 + Q'_6 - (Q_5 + Q_6)}{\Sigma Q - (Q_5 + Q_6)} \times 100, \% \quad (1-4)$$

式中 ΣQ —— 供给焦炉的总热量，kJ；
 Q_5, Q_6 —— 分别为干煤和入炉煤中水分带入的显热，kJ；
 $Q'_1 \sim Q'_6$ —— 分别为焦炭、焦油、粗苯、氨、净煤气和水气带走的热量，kJ。

为了便于比较各种工业窑炉利用热量的效率，必须按国家标准规定计算焦炉的热效率。

焦炉热效率不仅能说明焦炉有效热利用的程度,而且能显示出热量分布的情况,为焦炉节能提供依据。但也应看到,焦炉热效率需要通过热平衡的计算得出,而热平衡本身又需要做大量的较复杂的测量、统计、计算工作。

1.2 炼焦耗热量

焦炉的炼焦耗热量是指 1kg 入炉煤炼成焦炭需要供给焦炉的热量,单位是 kJ/kg 煤。一般大型焦炉在正常结焦时间的情况下,当入炉煤水分为 7% 时,用焦炉煤气加热的湿煤耗热量一般为 2090~2510kJ/kg; 而用高炉煤气加热时湿煤的耗热量则一般是为 2510~2720kJ/kg。

炼焦耗热量指标除了作为用来加热焦炉的煤气消耗量的计算依据以外,其实际数值在技术经济上还是评定焦炉结构完善、热工操作和管理水平好坏以及决定炼焦消耗定额高低的一项主要指标。其数值的大小,与入炉煤料及其组成、加热煤气的质量等因素有关。

1.2.1 炼焦耗热量的计算

由于应用的方面不同,采用的计算基准各异。炼焦耗热量的计算方法及其含义有多种,在生产上主要有以下四种形式:

A 湿煤耗热量

湿煤耗热量是指入炉的 1kg 湿煤炼成焦炭实际消耗的热量,用 q^f 表示,按下式计算:

$$q^f = \frac{V_1 Q_{bw}}{G}, \quad \text{kJ/kg} \quad (1-5)$$

式中 V_1 ——标准状况下煤气的消耗量, m^3/h ;

Q_{bw} ——煤气(干)的低发热值, kJ/m^3 ;

G ——焦炉装入的实际湿煤量, kg/h 。

在计算中,上述各项所取数值的时间应是一致的。当焦炉操作条件一定时,湿煤耗热量随入炉煤水分的变化而改变。由于各焦炉装入煤水分不同,所以湿煤耗热量相互之间缺乏可比性,其数值的大小,也不能真实地反映出焦炉热工操作的水平。

B 相当干煤耗热量

它是按以 1kg 干煤为基础，计算炼焦实际消耗的热量（包括入炉煤水分的加热和蒸发所消耗的热量），用 q^g 表示，按下式计算：

$$q^g = \frac{V_1 Q_{DW}^g}{G^g}, \text{kJ/kg} \quad (1-6)$$

式中 G^g ——焦炉装入的实际干煤量，kg/h。

q^g 与 q^f 的关系如下：

$$q^g = \frac{q^f}{100 - W} \times 100, \text{kJ/kg} \quad (1-7)$$

式中 W ——焦炉装入的湿煤水分含量，%。

从计算式可以看出，当入炉煤水分改变时，相当干煤的耗热量也随着发生变化。但是在生产中炼焦的经济核算指标都是以干煤为计算基准的，所以有关的经济指标也常用当量干煤耗热量进行计算。

C 绝对干煤耗热量

它是指装入的 1kg 干煤炼成焦炭所消耗的热量，但不包括装入的湿煤中水分蒸发和加热所需的热量，用 q^{jf} 表示：

$$q^{jf} = \frac{q^f - 50W}{100 - W} \times 100, \text{kJ/kg} \quad (1-8)$$

式中 50——为 1kg 湿煤中 1% 水分所消耗的热量，kJ/kg。

数值 50 的来源如下：

装入的湿煤水分在炼焦过程中，将变成水蒸气与荒煤气一起离开焦炉。故：

$$1\text{kg 水带走的热量} = 2491 + 2 \times 600 = 3691 \text{kJ/kg}$$

式中 2491——0℃ 时 1kg 水的蒸发潜热，kJ/kg；

2——水气在 0~600℃ 范围的平均比热，kJ/kg·℃；

600——在结焦期间荒煤气离开炭化室的平均温度，℃。

当焦炉的热效率为 73% 时，在炼焦过程中，1kg 水所消耗的热量应为： $3691/0.73 = 5050 \text{kJ}$ ，则 1% 水分消耗热量为： $5050/100 \approx 50 \text{kJ}$ 。

应当指出，数值 50 与实际是有差异的，它取决于炼焦过程中

荒煤气离开炭化室的温度和焦炉的热效率,而这些数值对各种焦炉是不同的,即使对同一座焦炉,随着生产条件的改变也是变化的,所以它只是一个近似值。

D 相当耗热量

相当耗热量(q_a)即换算为含水量为7%的湿煤的耗热量。为统一计算基准,便于比较,将实际湿煤耗热量换算为水分含量相同的湿煤的耗热量。按现行规定,我国采用7%的水分作为换算基准。

在入炉煤水分每增加1%时,相当于湿煤中1%的干煤量为1%水分所取代。当煤的水分为7~10%时,1kg入炉煤的水分每增减1%,耗热量的变化值,用焦炉煤气加热时可取29.31kJ,用高炉煤气加热时则取33.49kJ。因此换算某水分的湿煤耗热量为相当耗热量时可用下式:

$$\text{当用焦炉煤气加热时: } q_a = q^f - 29.31(W - 7), \text{kJ} \quad (1-9)$$

$$\text{当用高煤煤气加热时: } q_a = q^f - 33.49(W - 7), \text{kJ} \quad (1-10)$$

显然,换算所得的水分含量为7%的湿煤耗热量与同一水分的实际湿煤耗热量是不尽相同的,它随实际水分与换算水分差值的增加而增大。但是,由于已换算为同一含水量,其数值相互之间具有一定的比较基础,因而相当耗热量应用较普遍。

用炼焦耗热量作为焦炉热工评价指标,虽没有热效率那样全面,而且随着炉体老化炭化室荒煤气漏失量增加,耗热量指标与实际情况不符,但是对节约加热煤气,降低能耗还是有意义的,而且计算方法简单,所以各厂仍将它作为焦炉热工的考核指标。

焦炉热工综合指标除上述两项外,有的炼焦制气厂还采用剩余煤气占煤气发生量的百分比来表示(当焦炉用贫煤气加热时,则要换算成热量的百分比)。该指标的缺点是没有考虑入炉煤的性质与加热制度的影响。

1.2.2 加热煤气流量换算

焦炉一般是用孔板流量计计量加热煤气流量的。当工作状态的有关参数与孔板设计选用的参数不同时,则需要对加热煤气流量进行换算,以求出标准流量。

用孔板流量计计量煤气流量时,其计算公式为:

$$V = 0.3999ad^2\sqrt{h/\gamma}, \text{ m}^3/\text{h} \quad (1-11)$$

当设计参数为 P 、 T 、 f 时,则其公式为:

$$V_1 = 0.01861ad^2\sqrt{\frac{h}{(\gamma_0 + f)(0.804 + f)}}\sqrt{\frac{P}{T}}, \text{ m}^3/\text{h} \quad (1-12)$$

式中 V_1 —— 加热煤气的标准流量, m^3/h ;
 a —— 标准孔板的消耗系数;
 d —— 孔板流通孔直径, cm ;
 γ_0 —— 标准状态下加热煤气的重度, kg/m^3 ;
 f —— 加热煤气中水气的含量(在入炉前煤气温度下), kg/m^3 ;
 P —— 加热煤气的绝对压力, Pa ;
 T —— 加热煤气的绝对温度, K ;
 h —— 流量孔板前后压差, Pa 。

对固定的孔板, a 、 d 值一定,对一定组成的加热煤气, γ_0 也不变。在实际操作条件和流量表刻度规定的操作条件 (P 、 T 、 f) 一致时,表上的读数就是标准流量。

当工作状态参数为 P' 、 T' 、 f 时,由式(1-12)得标准流量为:

$$V_1 = 0.01861ad^2\sqrt{\frac{h}{(\gamma_0 + f)(0.804 + f)}}\sqrt{P'/T'}, \text{ m}^3/\text{h} \quad (1-13)$$

因此当工作状态下的 P' 、 T' 、 f 与孔板设计选用的不一致时,流量表上读数的表流量 (V_1') 与标准流量是不一致的。

当孔板前后所产生的压差仍为 h 时,由式(1-12)得:

$$\sqrt{h} = \frac{V_1'\sqrt{(\gamma_0 + f)(0.804 + f)}}{0.01861ad^2}\sqrt{T/P}$$

代入式(1-13)得:

$$V_1 = V'_1 \sqrt{\frac{(\gamma_0 + f)(0.804 + f)}{(\gamma'_0 + f')(0.804 + f')}} \sqrt{P'/P} \sqrt{T/T'}, \text{ m}^3/\text{h} \quad (1-14)$$

上式即为工作状态下的流量换算成标准流量的换算式。

由于 f, f' 值的变化分别由 T, T' 决定, 可令:

$$\sqrt{\frac{(\gamma_0 + f)(0.804 + f) \cdot T}{(\gamma'_0 + f')(0.804 + f') \cdot T'}} = K_T, \quad \sqrt{\frac{P'}{P}} = K_P$$

所以

$$V_1 = V'_1 K_P K_T, \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (1-15)$$

在生产中, 一般把 K_T, K_P 制成图表, 在应用中按加热煤气的实际温度和压力查表即可求得。

考虑到加热系统换向时, 有一段时间全炉交换旋塞(或煤气砵)处于全关状态, 不向焦炉内送加热煤气, 因此每小时实际进入焦炉的加热煤气量将小于流量表指示的读数, 因此应乘以系数 K_H 。

$$K_H = \frac{60 - mt}{60} \quad (1-16)$$

式中 60——1h 的分钟数;

m ——1h 内焦炉加热系统换向的次数;

t ——每次换向时, 焦炉不进加热煤气的时间, min。

所以单位时间实际供给焦炉的标准状态下的加热煤气流量为:

$$V_1 = V'_1 K_T K_P K_H, \text{ m}^3/\text{h}$$

2 热平衡测定

2.1 基本概念

2.1.1 体系

在热工研究中，一般把所研究的对象，从周围物体中划分出来，这个研究对象就称为体系。而体系周围的有关物体称为外界或环境。

2.1.2 温度

温度是表示物体冷热程度的物理量。一般情况下，在一个体系中热量增加，温度升高；但在某些情况下，热量增加而温度并不变化。温度与热量既密切相关，但又是两个不相同的物理量。工程上常用摄氏温度(°C)和绝对温度(开氏温度)(K)。

$$\text{摄氏温度} = \text{绝对温度} - 273.15 \quad (2-1)$$

2.1.3 压力

物体单位面积上所受的垂直作用力称压强，工程上习惯称压力。在国家颁布的法定单位制中压力的单位以 Pa (帕) 表示。以往在生产中常采用 mmHg (毫米汞柱)，mmH₂O (毫米水柱)，大气压等。它们之间的换算关系是：1mmHg=133.3224 Pa，1 mmH₂O=9.80665 Pa，1atm=101.325×10³Pa。

通常用压力表所测出的压力实际上是测压点与大气的压力差，故所测得的压力称为表压，而物体所受的真实压力称为绝对压力。所以绝对压力等于表压加当地的大气压力。

2.1.4 发热量

发热量是指 1 kg (固体或液体) 燃料或 1 m³ (气体) 燃料完全燃烧时放出的热量，它的单位是 J/kg (或 J/m³)。由于所取的燃烧产物中水的状态不同，发热量又有高(位)发热量和低(位)发热量之分。

2.1.5 比热 平均比热

比热是单位量的物质,当温度变化 1°C 时,所吸收或放出的热量。

由于所取的单位不同,气体的比热分为重量比热 c ($\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$),容积比热 c' ($\text{kJ}/(\text{m}^3\cdot^{\circ}\text{C})$)。它们之间的关系是:

$$u \cdot c = 22.4c' \quad (2-2)$$

式中 u ——分子量。

在工程计算中一般用平均比热进行热量计算。平均比热 \bar{c}_{12} 是指在一定的温度范围内,单位物质吸收(或放出)的热量 q_{12} 与变化的温度差 ($t_2 - t_1$) 之比:

$$\bar{c}_{12} = \frac{q_{12}}{t_2 - t_1} \quad (2-3)$$

通常,平均比热表中给出的值,是从 0°C 起到某温度 $t^{\circ}\text{C}$ 时的平均比热 (\bar{c}_t)。任意温度的平均比热 (\bar{c}_{12}) 可按下列式求得:

$$\bar{c}_{12} = \frac{\bar{c}_2 t_2 - \bar{c}_1 t_1}{t_2 - t_1} \quad (2-4)$$

式中 \bar{c}_{12} ——温度 t_1 到 t_2 时的平均比热;

\bar{c}_2 ——温度由零度至 t_2 时的平均比热;

\bar{c}_1 ——温度由零度至 t_1 时的平均比热。

\bar{c}_1 及 \bar{c}_2 均可从有关手册中查得。

2.1.6 分析数据的表示方式与基准换算

炼焦原料或产品的工业分析和元素分析数据,指的是相对含量,一般以重量(或体积)百分率表示。相对于湿料的称湿基(亦称应用基),相对于干料的称干基。所以在表示物质的含量时必须注明基准。

炼焦常用的基准有湿基 X^s ;干基 X^d ;可燃基 X^r 等等。

不同基准的数据,可根据需要按下述公式进行换算:

$$\text{湿基变为干基} \quad X^d = X^s \frac{100}{100 - W}, \% \quad (2-5)$$

$$\text{分析基变为干基} \quad X^d = X^f \frac{100}{100 - W_f}, \% \quad (2-6)$$

$$\text{干基变为可燃基} \quad X^r = X^d \frac{100}{100 - A^d}, \% \quad (2-7)$$

$$\text{湿基变为可燃基 } X^r = X^s \frac{100}{100 - W - A^s}, \% \quad (2-8)$$

式中 W ——湿物料中的水分含量；
 W^s ——分析物料中的内在水分含量；
 A^s ——干物料中的灰分含量。

2.2 热平衡计算基准与测定步骤

2.2.1 计算基准

A 热平衡测定体系

在进行炼焦炉热平衡测定之前，首先要划定热平衡的体系，找出进出体系的各种热量，建立能标出各种收支热量测算点的热平衡模型。

对炼焦炉的热平衡一般应以焦炉本体为测定体系。图 2—1 所示为焦炉热平衡模型。

B 加热煤气发热量 由于在焦炉中燃烧产生的废气离开体系的温度不可能使废气中的水蒸气冷凝，故加热用煤气采用低发热量计算燃烧热。

C 温度与压力

基准温度一般可选用环境温度、零度等，压力一般采用标准大气压。

选用环境温度的优点是可以不考虑各种原料和燃料带入的物理热，因而简化了测量和计算。但在焦炉实际生产中，原料温度往往与环境温度不一样（特别是冬季），而计算中大量选用的参数在资料上又多以标准状态为基准。所以，焦炉热平衡计算一般均以标准状态为基准。

D 测定时间

焦炉是周期性工作的窑炉。热平衡参数测定时间应选在一个生产周期（结焦周期）内进行，也就是说在一个结焦周期内完成全部测定项目。但选定这种测定时间，在实际测定工作中会产生许多不便与困难。例如：

(1) 焦炉热平衡参数测定项目多。一个结焦周期只有十几小