

ICS 77.120
CCS H 01

YS

中华人民共和国有色金属行业标准

YS/T 118.12—2024

代替 YS/T 118.12—1992

重有色冶金炉窑热平衡测定和计算方法
(塔式锌精馏炉)

Methods of determination and calculation of heat balance in
metallurgical furnaces for heavy non-ferrous metals
Zinc refining column

(讨论稿)

Commented [A1]: 这个英文翻译是否考虑修改?
老版为“Methods of determination and calculation of heat
balance in metallurgical furnaces for heavy non-ferrous
metals (Zinc refining column)”原文掉了“of”
是否考虑修改为“Determination and calculation methods
for thermal balance of heavy non-ferrous metallurgical
furnaces (Tower-type zinc refining furnace)”

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

重有色冶金炉窑热平衡测定和计算方法

塔式锌精馏炉

1 范围

本文件规定了塔式锌精馏炉规范性引用文件、热平衡测定与计算基准、设备概况和生产流程、热平衡测定条件、热平衡测定的项目和方法、物料平衡、热平衡及热效率计算、主要能耗指标、热平衡测定结果分析与改进建议。

本文件适用于塔式锌精馏炉热平衡测定和计算。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 2587 《热设备能量平衡通则》

GB/T 17357 《设备及管道绝热层表面热损失现场测定热流计法和表面温度法》

3 热平衡测定与计算基准

3.1 基准温度

采用精馏炉送风口处的环境温度。

3.2 燃烧用空气

采用空气的体积百分数。 即：O₂ 21.0% N₂ 79.0%

3.3 燃料发热量

采用实际测得的应用基低（位）发热量

3.4 热平衡测定范围

铅塔（B#塔）锌精馏炉；镉塔锌精馏炉（不包括熔化炉、精炼炉、纯锌槽）

3.5 物料平衡及热平衡计算单位

塔式锌精馏炉为连续作业炉，物料平衡和热平衡计算单位以 kg/h 和 kJ/h 为基准

4 设备概况和生产流程

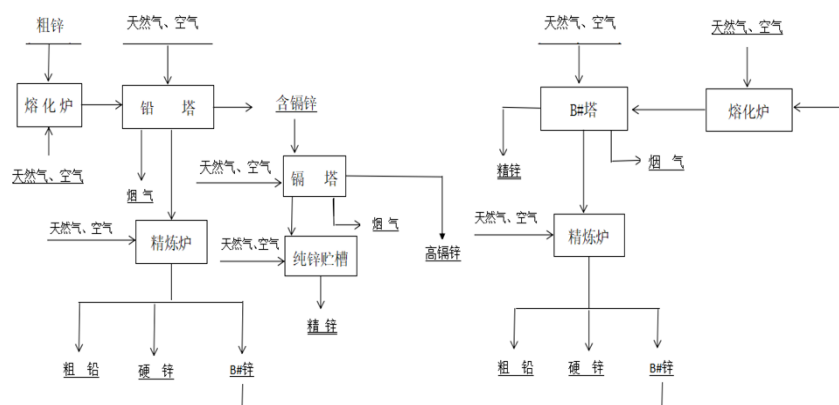
4.1 设备概况：

塔式锌精馏炉用于冶炼精锌，运用连续分馏原理分布脱除粗锌中的杂质，即用铅塔脱除高沸点杂质、镉塔脱除低沸点杂质。铅塔及镉塔的状况按表 1 填写

表 1 塔式锌精馏炉设备概况

序号	名称	单位	规格	数值
1	塔盘外形尺寸	mm	mm×mm×mm	
2	塔盘受热总面积	m ²		
3	塔盘数量	块		
4	塔体高度	mm		
5	冷凝器冷却面积	m ²		
6	换热室换热面积	m ²		

4.2 生产流程示意图：如图 1 所示



5 热平衡测定条件

5.1 热平衡测定时的条件及时间

锌精馏炉的生产是连续的，炉况一般是稳定的，因此测定各参数时可以不同时进行。本标准规定的测定周期为一周，测定单元为一个班时，测定时间在炉役中间，测定期应生产稳定，主要工艺参数在工艺要求规定的指标范围内，产量达到正常水平。

5.2 测定前运行技术参数

按表 2 的规定填写

表 2 测定前一个月精馏炉运行参数

序号	技术指标	单位	数值	备注
1	炉日处理量	t/日		
2	炉顶馏出物产量	t/日		铅塔为含镉锌，B#塔为精锌，镉塔为高镉锌
3	炉底馏出物产量	t/日		铅塔、B#塔馏出物为 B# 锌、硬锌及底铅，镉塔为精锌
4	入炉锌液温度	℃		
5	燃烧室温度	℃		
6	空气预热温度	℃		
7	直升墙排烟温度	℃		
8	换热室排烟温度	℃		
9	天然气流量	Nm ³ /h		

6 热平衡测定的项目和方法

按表 3 的规定进行热平衡测定

表 3 热平衡测定项目和方法

测定项目	符号	单位	测点位置	测定仪器	测定频率	取值原则	测定数据		
铅	1、铅塔粗锌加料量	m_1	kg/h	车间称重点	磅秤	每次加料	累计平均值		
	2、含镉锌（精锌）产量	m_2	kg/h				累计平均值		
	3、B#锌产量	m_3	kg/h	车间称重点	磅秤	每次放锌	累计平均值		
	4、硬锌产量	m_4	kg/h	车间称重点	磅秤	每次捞硬锌	累计平均值		
	5、粗铅产量	m_5	kg/h	车间称重点	磅秤	每次放底铅	累计平均值		
	6、入炉天然气流量	V_1	m^3/h	单炉天然气管	流量计	每小时	累计平均值		
	7、入炉空气流量	V_{2-k}	m^3/h				按天然气流量，烟气流量，烟气成分做氧或氮平衡计算		
(B#)	8、出炉烟气流量	V_{3-y}	m^3/h	精馏炉两侧烟道	皮托管	每测试单元两次	算术平均值		
	9、粗锌入塔温度	t_1	$^{\circ}C$	铅塔加料器	热电偶	每测试单元两次	算术平均值		
	10、出炉顶含镉锌（精锌）蒸汽温度	t_2	$^{\circ}C$				取锌沸点温度		
	11、出炉底 B#锌温度	t_3	$^{\circ}C$	下延部流槽	热电偶	每测试单元两次	算术平均值		
	12、入炉天然气温度	t_4	$^{\circ}C$	入炉燃气管	温度计	每测试单元两次	算术平均值		
	13、出炉烟气温度	t_5	$^{\circ}C$	精馏炉两侧烟道	热电偶	每测试单元两次	算术平均值		
	14、环境温度	t_e	$^{\circ}C$	精馏炉进风口	水银温度计	每测试单元两次	算术平均值		
	塔	15、燃烧室、换热室表面温度	t_{ei}	$^{\circ}C$	炉体表面	点温计	每测试单元一次	区域平均值	
		16、燃烧室、换热室表面辐射强度	l_{ei}	$kJ/(m^2 \cdot h)$	距炉体表面 0.1 米处	辐射强度计	每测试单元一次	区域平均值	

	17、燃烧室、换热室表面附近环境温度	t_{ei}	°C	距炉体表面 0.5-1 米处	点温计	每测试单元一次	区域平均值	
	18、入炉天然气成分		Vol.%	入炉天然气管	气体分析仪	每测试单元两次	算术平均值	
	19、出炉烟气成分		Vol.%	精馏炉两侧烟道	气体分析仪	每测试单元两次	算术平均值	CO ₂ H ₂ O NO _x
	20、天然气发热值	Q_{Dw}^y	kJ/m ³				按天然气成分计算	
镉	1、含镉锌加料量	m_1	kg/h				累计平均值	
	2、高镉锌产量	m_2	kg/h		磅秤	每班	累计平均值	
	3、精锌产量	m_3	kg/h		磅秤	每班	累计平均值	
	4、入炉天然气流量	V_1	m ³ /h	入炉天然气管	流量计	每小时	算术平均值	
	5、入炉空气流量	V_{2-k}	m ³ /h				按天然气流量，烟气流量，烟气成分做氧或氮平衡计算	
	6、出炉烟气流量	V_{3-y}	m ³ /h	精馏炉两侧烟道	皮托管	每测试单元两次	算术平均值	
	7、入塔含镉锌温度	t_1	°C	镉塔加料器	热电偶	每测试单元两次	算术平均值	
	8、出塔顶高镉锌蒸汽温度	t_2	°C				取锌沸点温度	
	9、出塔底精锌温度	t_3	°C	下延部流槽	热电偶	每测试单元两次	算术平均值	
	10、入炉天然气温度	t_4	°C	入炉天然气管	水银温度计	每测试单元两次	算术平均值	
塔	11、出炉烟气温度	t_5	°C	精馏炉两侧烟道	热电偶	每测试单元两次	算术平均值	
	12、环境温度	t_e	°C	精馏炉进风口	水银温度计	每测试单元两次	算术平均值	
	13、燃烧室、换热室表面温度	t_{ei}	°C	炉体表面	点温计	每测试单元一次	区域平均值	
	14、燃烧室、换热室表面辐射强度	I_{ei}	kJ/(m ² ·h)	距炉体表面 0.1 米处	辐射强度计	每测试单元一次	区域平均值	
		t_{ei}	°C	距炉体表面 0.5-1 米处	点温计	每测试单元一次	区域平均值	

15、燃烧室、换热室表面附近环境温度							
16、入炉天然气成分		Vol.%	入炉天然气管	气体分析仪	每测试单元两次	算术平均值	
17、天然气发热值	Q_{DW}^y	kJ/m ³				按天然气成分计算	
18、出炉烟气成分		Vol.%	精馏炉两侧烟道	气体分析仪	每测试单元两次	算术平均值	CO ₂ H ₂ O NO _x
19、高镉锌成分		Vol.%	小冷凝器出口	化学分析	每测试单元两次	算术平均值	Zn Cd

7 物料平衡

7.1 物料平衡计算

按表 4 的规定进行物料平衡计算

表 4 塔式锌精馏炉物料平衡计算

序号	项目	符号	单位	依据或计算式	数值
铅 (B#) 塔					
1	铅塔加料量	m_1	kg/h	测试值	
2	含镉锌(精锌)产量	m_2	kg/h	测试值	
3	B#锌产量	m_3	kg/h	测试值	
4	硬锌产量	m_4	kg/h	测试值	
5	粗铅产量	m_5	kg/h	测试值	
6	入炉天然气质量	m_6	kg/h	$\rho_1 \cdot V_1$	
(1)	天然气密度	ρ_1	kg/m ³	按天然气成分查表计算	
(2)	入炉天然气流量	V_1	m ³ /h	测试值	
7	入炉空气质量	m_{6-k}	kg/h	$\rho_2 \cdot V_{2-k}$	
(1)	空气的密度	ρ_2	kg/m ³	查表	
(2)	入炉空气流量	V_{2-k}	m ³ /h	计算值	
8	出炉烟气质量	m_{7-k}	kg/h	$\rho_3 \cdot V_{3-y}$	
(1)	烟气密度	ρ_3	kg/m ³	按烟气成分查表计算	
(2)	出炉烟气流量	V_{3-y}	m ³ /h	测试(计算)值	
镉塔					
1	含镉锌加料量	m_1	kg/h	测试值	
2	高镉锌产量	m_2	kg/h	测试值	
3	精锌产量	m_3	kg/h	测试值	
4	入炉天然气质量	m_4	kg/h	$\rho_1 \cdot V_1$	
(1)	天然气密度	ρ_1	kg/m ³	按天然气成分查表计算	
(2)	入炉天然气流量	V_1	m ³ /h	测试值	
5	入炉空气质量	m_{5-k}	kg/h	$\rho_1 \cdot V_{2-k}$	
(1)	空气密度	ρ_2	kg/m ³	查表	
(2)	入炉空气流量	V_{2-k}	m ³ /h	计算值	
6	出炉烟气质量	m_{6-y}	kg/h	$\rho_3 \cdot V_{3-y}$	
(1)	烟气密度	ρ_3	kg/m ³	按烟气成分查表计算	
(2)	出炉烟气流量	V_{3-y}	m ³ /h	测试(计算)值	

7.2 物料平衡表

按表 5 的项目填写

表 5 塔式锌精馏炉物料平衡(铅<B#>塔)

收入				支出			
符号	项目	数值		符号	项目	数值	
		kg/h	%			kg/h	%
m_1	铅塔粗锌加料量			m_2	含镉锌(精锌)产量		

m_6	入炉天然气质量			m_3	B#锌产量		
m_{6-k}	入炉空气质量			m_4	硬锌产量		
				m_5	粗铅产量		
				m_{7-k}	出炉烟气质量		
					差值		
	合计		100%		合计		100%

表5 塔式锌精馏炉物料平衡（镉塔）

收入				支出			
符号	项目	数值		符号	项目	数值	
		kg/h	%			kg/h	%
m_1	含镉锌加料量			m_2	高镉锌产量		
m_4	入炉天然气质量			m_3	精锌产量		
m_{5-k}	入炉空气质量			m_{6-y}	出炉烟气质量		
					差值		
	合计		100%		合计		100%

8 热平衡及热效率计算

8.1 热平衡计算

按表6的规定进行热平衡计算

表6 塔式锌精馏炉热平衡计算
(铅<B#>塔)

符号	项目	符号	单位	依据或算式	数值
一、热收入项					
1	天然气带入热	Q_1	kJ/h	$C_1 \cdot V_1 \cdot [t_4 - t_e]$	
(1)	天然气比热	C_1	kJ/(m ³ ·°C)	按天然气成分查表计算	
(2)	入炉天然气流量	V_1	m ³ /h	测试值	
(3)	入炉天然气温度	t_4	°C	测试值	
(4)	环境温度	t_e	°C	测试值	
2	天然气燃烧热	Q_2	kJ/h	$Q_{DW}^y \cdot V_1$	
(1)	天然气发热值	Q_{DW}^y	kJ/m ³	测试值	
3	空气带入热	Q_3	kJ/h	$C_2 \cdot V_{2-k} \cdot [t_{4-k} - t_e]$	
(1)	空气比热	C_2	kJ/(m ³ ·°C)	按 t_e 查表计算	
(2)	入炉空气流量	V_{2-k}	m ³ /h	测试值	
(3)	入炉空气温度	t_{4-k}	°C	测试值	
4	入塔粗<B#>锌带入热	Q_4	kJ/h	$m_1 \cdot C_3 \cdot [t_1 - t_e]$	
(1)	铅塔粗锌加料量	m_1	kg/h	测试值	
(2)	入炉粗锌比热	C_3	kJ/(m ³ ·°C)	按 t_1 查表计算	
(3)	粗锌入塔温度	t_1	°C	测试值	

5	总热收入	ΣQ	kJ/h	$Q_1+Q_2+Q_3+Q_4$	
二、热支出项					
1	含镉锌(精锌)升温蒸发热	Q_1'	kJ/h	$m_2[C_4(t_2-t_e)+r_1]$	
(1)	含镉锌(精锌)产量	m_2	kg/h	计算值	
(2)	金属锌液态比热	C_4	kJ/(kg·°C)	按 $t_1\sim t_2$ 查表	
(3)	出塔顶含镉锌(精锌)蒸汽温度	t_2	°C	取锌沸点温度(查表)	
(4)	粗锌入塔温度	t_1	°C	测试值	
(5)	金属锌汽化潜热	r_1	kJ/kg	查表	
2	B#锌、硬锌、粗铅升温热	Q_2'	kJ/h	$(m_3+m_4+m_5)\cdot C_3\cdot(t_3-t_e)$	
(1)	B#锌产量	m_3	kg/h	测试值	
(2)	硬锌产量	m_4	kg/h	测试值	
(3)	粗铅产量	m_5	kg/h	测试值	
(4)	出炉底 B#锌、硬锌、粗铅混合物温度	t_3	°C	测试值	
3	回流锌蒸发热	Q_3'	kJ/h	$m\cdot r_1$	
(1)	回流锌量	m	kg/h	$m=0.175\sim 0.25m_1$ 原料含铅、铁高时取最大值	
4	出炉烟气带出热	Q_4'	kJ/h	$C_{3-y}\cdot V_{3-y}\cdot(t_5-t_e)$	
(1)	烟气比热	C_{3-y}	kJ/(m ³ ·°C)	按烟气成分及 t_5 查表	
(2)	出炉烟气流量	V_{3-y}	m ³ /h	测试值	
(3)	出炉烟气温度	t_5	°C	测试值	
5	燃烧室、换热室表面散热	Q_5'	kJ/h	$\sum_{i=1}^n A_i[l_{ei} + \alpha(t_i - t_{ei})]$	
(1)	散热面划分数	n	块	按实际情况划分	
(2)	某散热面面积	A_i	m ²	查图或实测	
(3)	某散热面平均辐射强度	l_{ei}	kJ/(m ² ·h)	测试值	
(4)	某散热面表面平均温度	t_i	°C	测试值	
(5)	某散热面表面附近环境温度	t_{ei}	°C	测试值	
(6)	散热表面对流给热系数	α		$4.1816(t_i-t_{ei})^{0.25}\cdot B$ 垂直表面 $B=2.2$ 向上表面 $B=2.7$ 向下表面 $B=2.17$	
6	差值	ΔQ_1		$\Sigma Q - (Q_1'+Q_2'+Q_3'+Q_4'+Q_5')$	
7	总热支出	$\Sigma Q'$		$Q_1'+Q_2'+Q_3'+Q_4'+Q_5'+\Delta Q_1$	

8	误差			$\left \frac{\Delta Q}{\Sigma Q} \times 100\% \right \leq 5\%$	
镉塔热平衡计算					
一、热收入项					
1	天然气带入热	Q_1	kJ/h	$C_1 \cdot V_1 \cdot [t_4 - t_e]$	
(1)	天然气比热	C_1	kJ/m ³ ·°C	按天然气成分及 t_4 查表计算	
(2)	入炉天然气流量	V_1	m ³ /h	测试值	
(3)	入炉天然气温度	t_4	°C	测试值	
(4)	环境温度	t_e	°C	测试值	
2	天然气燃烧热	Q_2	kJ/h	$Q_{DW}^Y \cdot V_1$	
(1)	天然气发热值	Q_{DW}^Y	kJ/m ³	测试值	
3	空气带入热	Q_3	kJ/h	$C_{2-y} \cdot V_{2-k} \cdot [t_{4-k} - t_e]$	
(1)	空气比热	C_{2-y}	kJ/(m ³ ·°C)	按 t_e 查表计算	
(2)	入炉空气流量	V_{2-k}	m ³ /h	测试值	
(3)	入炉空气温度	t_{4-k}	°C	测试值	
4	入塔含镉锌带入热	Q_4	kJ/h	$m_1 \cdot C_4 \cdot [t_1 - t_e]$	
(1)	铅塔含镉锌加料量	m_1	kg/h	测试值	
(2)	金属镉液态比热	C_4	kJ/(m ³ ·°C)	按 t_1 查表计算	
(3)	入塔含镉锌温度	t_1	°C	测试值	
5	总热收入	ΣQ	kJ/h	$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$	
二、热支出项					
1	高镉锌升温蒸发热	Q_1'	kJ/h	$m_2[\text{Zn}][C_2(t_8 - t_e) + r_1 + C_5(t_2 - t_8)]$ $+ m_2[\text{Cd}][C_3(t_7 - t_e) + r_2 + C_4(t_2 - t_7)]$	
(1)	高镉锌产量	m_2	kg/h	测试值	
(2)	高镉锌含 Zn	[Zn]	%	测试值	
(3)	高镉锌含 Cd	[Cd]	%	测试值	
(4)	出炉顶高镉锌蒸汽温度	t_2	°C	取锌沸点温度（查表）	
(5)	环境温度	t_e	°C	测试值	
(6)	金属锌沸点温度	t_8	°C	查表	
(7)	金属镉沸点温度	t_7	°C	查表	
(8)	金属锌汽化潜热	r_1	kJ/kg	查表	
(9)	金属镉汽化潜热	r_2	kJ/kg	查表	
(10)	金属镉液态比热	C_2	kJ/(kg·°C)	查表	
(11)	金属镉液态比热	C_3	kJ/(kg·°C)	查表	
(12)	金属镉汽态比热	C_5	kJ/(kg·°C)	查表	
(13)	金属镉汽态比热	C_4	kJ/(kg·°C)	查表	
2	精锌升温热	Q_2'	kJ/h	$m_3 \cdot C_4 \cdot (t_2 - t_e)$	
(1)	精锌产量	m_3	kg/h	测试值	
3	回流锌蒸发热	Q_3'	kJ/h	$m \cdot r_1$	
(1)	回流锌量	m	kg/h	$m = 0.4 \sim 0.55 m_1$ 原料含镉高时取最大值	

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/646020220120010134>