

YS

中华人民共和国有色金属行业标准

YS/T 119.4—2008
代替 YS/T 119.4—1992

氧化铝生产专用设备 热平衡测定与计算方法 第4部分：高压溶出系统

Determination and calculation of heat balance of
special equipments for alumina production—
Part 4: High pressure digestion system

2008-03-12 发布

2008-09-01 实施



国家发展和改革委员会 发布

前 言

本部分代替 YS/T 119.4—1992《氧化铝生产专用设备 热平衡测定与计算方法(高压溶出器)》。

本部分是对 YS/T 119.4—1992《氧化铝生产专用设备 热平衡测定与计算方法(高压溶出器)》的修订。

本部分由全国有色金属标准化技术委员会提出并归口。

本部分负责起草单位:中国铝业股份有限公司河南分公司。

本部分参加起草单位:中国铝业股份有限公司山东分公司、中国铝业股份有限公司贵州分公司、中国铝业股份有限公司广西分公司。

本部分主要起草人:闫晋钢、马治强、张虎、全玉、李晓勇、黄慧麟、刘静丽、管督、毛永典。

本部分所代替的历次版本标准发布情况为:

——YS/T 119.4—1992。

氧化铝生产专用设备
热平衡测定与计算方法
第4部分：高压溶出系统

1 范围

本部分规定了氧化铝厂高压溶出系统的热平衡测定与计算基准、测定条件、测定项目及测定计算方法。
本部分适用于氧化铝厂蒸汽直接加热的高压溶出系统的热平衡测定和计算。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GB/T 2587 热设备能量平衡通则
- GB/T 2588 设备热效率计算通则

3 热平衡测定与计算基准

- 3.1 基准温度采用 0℃。
- 3.2 基准压力采用 101 325 Pa。
- 3.3 燃料的发热量按应用基低(位)发热量计算。卡与焦耳的换算，采用 1 cal=4.186 8 J。
- 3.4 物料平衡与热平衡均以 1 m³ 原矿浆为计算单位。
- 3.5 热平衡测定范围包括矿浆预热器、高压溶出器、各级自蒸发器、蒸汽及物料输送管路。
- 3.6 热设备能量平衡应当符合 GB/T 2587 的规定，设备热效率的计算应当符合 GB/T 2588 的规定。

4 设备状况及流程

4.1 设备状况

- 4.1.1 写明设备的新旧程度、特点及存在问题、建成投产或上次大修后投产日期。
- 4.1.2 生产及设备概况表：生产概况填写测试前三个月内某月的平均值，内容以及报告格式见表 1。

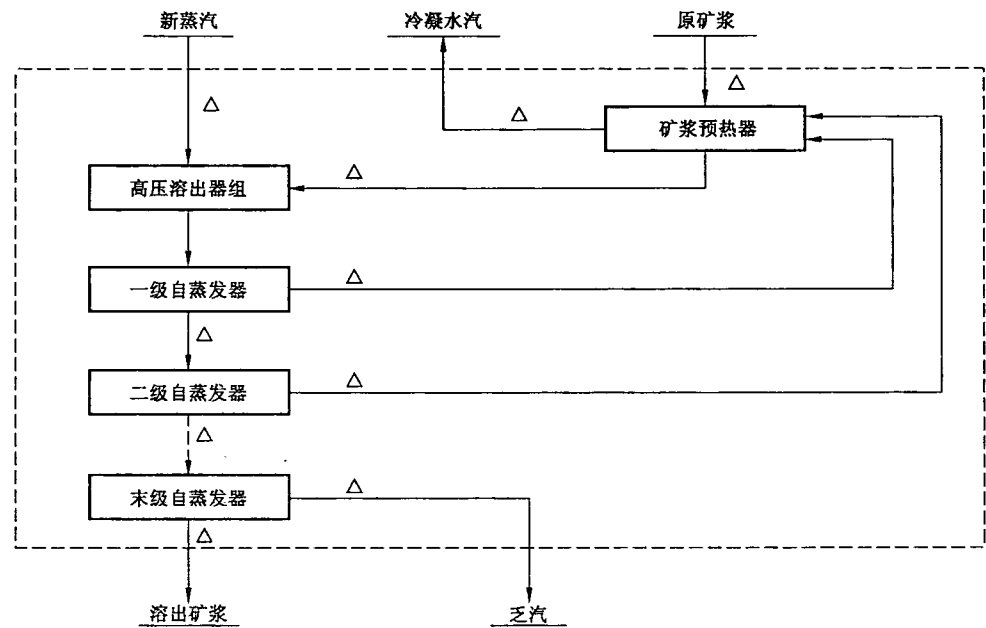
表 1 设备及生产概况

厂名：	车间：	组号
项 目	单 位	数值或内容
型号		
规格：		
矿浆预热器(直径×高度)	mm×mm	
高压溶出器(直径×高度)	mm×mm	
自蒸发器(直径×高度)	mm×mm	
有效容积：矿浆预热器	m ³	
高压溶出器	m ³	
自蒸发器	m ³	
产能	m ³ /h	
蒸汽种类		
蒸汽消耗	t/h	
单位热耗	kJ/m ³	

YS/T 119.4—2008

4.2 设备流程

设备流程示意图及测试体系见图 1。



(△——测定与取样点)

图 1 高压溶出系统工艺流程图

5 热平衡测定条件

5.1 被测设备和工艺要求

高压溶出器测定,应在设备投产或上次大修投产后的中期进行,测定时期生产工艺必须稳定正常。

5.2 时间要求

测定应为一个连续工班,测定次数不少于三个班次。

5.3 测定用仪器、仪表及计量器具的要求

测定用仪器、仪表及计量器具应在检定周期之内。

6 测定项目和方法

测定项目和方法以及报告格式见表 2。

表 2 测定项目和方法

项目		符号	单位	测点位置	测定仪器与方法	测定频率	取值原则	测定数据
新蒸汽	蒸汽量	M_q	t/h	高压溶出器前	蒸汽流量计累计数	8 小时记录 1 次	算术平均值	
	蒸汽压力	p_q	Pa	蒸汽流量表前	压力计	每小时 1 次	算术平均值	
	蒸汽温度	t_q	℃	蒸汽流量表前	水银温度计	每小时 1 次	算术平均值	
	蒸汽单耗	m_q	kg/m ³		$m_q = \frac{M_q}{V_r} \times 10^3$		算术平均值	

表 2 (续)

项目		符号	单位	测点位置	测定仪器与方法	测定频率	取值原则	测定数据
原矿浆	矿浆量	V_y	m^3/h	矿浆泵出口或矿浆槽	流量计累积或单槽供料测量	8 小时累积数	算术平均值	
	矿浆温度	t_y	$^{\circ}\text{C}$	预热器前	温度计	每小时 1 次	算术平均值	
	固体含量	m_y^s	kg/m^3	预热器前	实测	每小时 1 次	算术平均值	
	固体密度	ρ_y^s	kg/m^3	预热器前	实测或取值 2 500	每小时 1 次	算术平均值	
	溶液密度	ρ_y^l	kg/m^3	预热器前	现场实测 ρ_y^l 和在室温下测 ρ_y^l	每小时 1 次	算术平均值	
	固体成分	SiO_2 Si_y Fe_2O_3 Fe_y Al_2O_3 A_y CaO Ca_y 总 Na_2O N_y	%	预热器前	化学分析	每小时 1 次	算术平均值	
	溶液成分	Na_2O_T N_{Ty} Na_2O_C N_{Cy} Na_2O_S N_{Sy} Al_2O_3 Al_y	g/L	预热器前	化学分析	每小时 1 次	算术平均值	
	固体比热	C_y^s	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$	预热器前	实测或取值 0.96 $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$	取综合样测定	算术平均值	
	溶液比热	C_y^l	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$	预热器前	实测或计算	2 小时 1 次	算术平均值	
	出矿浆预热器矿浆温度	t_U	$^{\circ}\text{C}$	入高压溶出器前	温度计	1 小时 1 次	算术平均值	
各级自蒸发器出料浆液	乏汽压力	p_{fi}	Pa	各级自蒸发器顶部	压力计	1 小时 1 次	算术平均值	
	乏汽温度	t_{fi}	$^{\circ}\text{C}$	各级自蒸发器顶部	温度计	1 小时 1 次	算术平均值	
	出料温度	t_{zi}	$^{\circ}\text{C}$	出料管道	温度计	1 小时 1 次	算术平均值	
	固体密度	ρ_{zi}	kg/m^3	出料管道	实测或取值 2 500	2 小时 1 次	算术平均值	
	溶液密度	ρ_{zi}^l	kg/m^3	出料管道	室温下进行测定	2 小时 1 次	算术平均值	
	固体成分	SiO_2 Si_{zi} Fe_2O_3 F_{zi} Al_2O_3 A_{zi} CaO C_{azi} 总 Na_2O N_{zi}	%	出料管路	化学分析	2 小时 1 次	算术平均值	
	溶液成分	Na_2O_T N_{Tzi} Na_2O_C N_{Czi} Na_2O_S N_{Szi} Al_2O_3 Al_{zi}	g/L	出料管路	化学分析	2 小时 1 次	算术平均值	
	固体比热容	C_{zi}^s	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$	出料管路	实测或取值 0.96 $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$	综合样品	算术平均值	
	溶液比热容	C_{zi}^l	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$	出料管路	实测或计算	2 小时 1 次	算术平均值	

YS/T 119.4—2008

表 2 (续)

项目		符号	单位	测点位置	测定仪器与方法	测定频率	取值原则	测定数据
表面 散热 损失 测定	表面温度	t_{bi}	℃	各设备及 管道	红外测温仪	不少于 2 次	以取样点为界, 各设备、及管路 分别计算,取算 术平均值	
	环境温度	t_{ei}	℃	距设备或 管路 1 m	水银温度计测定	不少于 2 次	以取样点为界, 各设备、及管路 分别计算,取算 术平均值	
	环境风速	W_{Fi}	m/s	距设备或 管路表面 1 m	风速仪测定	不少于 2 次	以取样点为界, 各设备、及管路 分别计算,取算 术平均值	
	散热面积	F_i	m ²	各设备及 管路外表面	实测或 据图计算			
	散热量	Q_b	kJ/m ³		计算		$Q_b = \frac{\sum q_i F_i}{V_r}$	

7 物料平衡计算

7.1 物料平衡计算表以及报告格式见表 3。

7.2 物料平衡表以及报告格式见表 4。

7.3 物料平衡允许相对误差为±5%,即: $|\Delta M / \sum M| \times 100\% \leq 5\%$ 。

表 3 物料平衡计算表

序号	项 目	符 号	单 位	依据或算式	
一	物料收入				
1	原矿浆量	M_1	kg/m ³	$M_1 = m_y^l + m_y^s$	
	固定量	m_y^s	kg/m ³	实测	
	溶液量	m_y^l	kg/m ³	$m_y^l = \rho_r^l \cdot (1 - \frac{m_y^s}{\rho_r^s})$	
2	蒸汽量	M_2	kg/m ³	$M_2 = \frac{M_a}{V_y} \times 10^3$	
	合计	$\sum M$	kg/m ³	$\sum M = M_1 + M_2$	
二	物料支出				
1	末级自蒸发乏汽量	M_1'	kg/m ³	计算	
2	矿浆预热器冷凝水汽量	M_2'	kg/m ³	$M_2' = m_{a1}^s + m_{a2}^s + \dots + m_{a(i-1)}^s$	
3	溶出矿浆量	M_3'		$M_3' = m_{mc}^s + m_{mc}^l$	
	固体量	m_{mc}^s	kg/m ³	$m_{mc}^s = m_y^s \cdot \frac{C_{ay}}{C_{amc}}$	
	溶液量	m_{mc}^l		$m_{mc}^l = M_1 + M_2 - m_{mc}^s - M_1' - M_2'$	
4	差值	ΔM	kg/m ³	$\Delta M = \sum M - M_1' - M_2' - M_3'$	
	合计	$\sum M'$	kg/m ³	$\sum M' = M_1' + M_2' + M_3' + \Delta M$	

表 4 物料平衡表

收 入				支 出			
符 号	项 目	数 值		符 号	项 目	数 值	
		kg/m ³	%			kg/m ³	%
M_1	原矿浆量			M_1'	末级自蒸发器乏汽量		
M_2	蒸气量			M_2'	矿浆预热器冷凝水量		
				M_3'	溶出矿浆量		
				ΔM	差值		
ΣQ	合计		100	$\Sigma Q'$	合计		100

8 热平衡计算

- 8.1 热平衡计算表以及报告格式见表 5。
- 8.2 热平衡表以及报告格式见表 6。
- 8.3 热平衡允许相对误差为±5%，即： $|\Delta Q/\Sigma Q|\times 100\%\leq 5\%$ 。

表 5 热平衡计算

序 号	项 目	符 号	单 位	依据或算式	
一	热收入				
1	蒸汽供热	Q_1	kJ/m ³	$Q_1 = M_2 \cdot h$ 式中： h ——蒸汽比焓，kJ/kg。	
2	原矿浆带入热 固体带入热 溶液带入热	Q_2 Q_2^s Q_2^l	kJ/m ³	$Q_2 = Q_2^s + Q_2^l$ $Q_2^s = m_2^s \cdot C_s \cdot t_2$ 式中： C_s ——原矿浆中固体物质在 0℃~ t_2 ℃间的比热容，kJ/(kg·℃)。 $Q_2^l = m_2^l \cdot C_l \cdot t_2$ C_l ——原矿浆中溶液在 0℃~ t_2 ℃间的平均比热，kJ/(kg·℃)。	
	合计	ΣM	kJ/m ³	$\Sigma Q = Q_1 + Q_2$	
二	热支出				
1	溶出矿浆带走热 固体带走热 溶液带走热	Q_1' Q_{mc}^s Q_{mc}^l	kJ/m ³	$Q_1' = Q_{mc}^s + Q_{mc}^l$ $Q_{mc}^s = m_{mc}^s \cdot Q_{mc}^s \cdot t_{mc}$ 式中： Q_{mc}^s ——溶出矿浆中固体在 0℃~ t_2 ℃间的平均比热，kJ/(kg·℃)。 $Q_{mc}^l = m_{mc}^l \cdot Q_{mc}^l \cdot t_{mc}$ 式中： Q_{mc}^l ——溶出矿浆中溶液在 0℃~ t_2 ℃间的平均比热，kJ/(kg·℃)。	
2	末级自然蒸发乏汽带走热	Q_2'	kJ/m ³	$Q_2' = M_1' \cdot h''$ h'' ——乏汽比焓，kJ/kg，根据乏汽压力(或温度)查饱和水蒸汽表。	

YS/T 119.4—2008

表 5 (续)

序 号	项 目	符 号	单 位	依据或算式
3	冷凝水汽带走热 第 1 至 $i-1$ 级自蒸发器 乏汽热量 预热矿浆带出热 矿浆预热器等表面散热	Q_3' $\sum_{n=1}^{i-1} Q_{m_n}$ Q_u Q_{ub}	kJ/m^3	$Q_3' = \sum_{n=1}^{i-1} Q_{m_n} + Q_2 - Q_u - Q_{ub}$ $\sum_{n=1}^{i-1} Q_{m_n} = m_{s1}'' \cdot h_{s1}'' + m_{s2}'' \cdot h_{s2}''$ $+ \dots + m_{s(i-1)}'' \cdot h_{s(i-1)}''$ 式中: m_{s_n}'' ——第 n 级自蒸发器乏汽量; h_{s_n}'' ——第 n 级自蒸发器乏汽比焓, kJ/kg 。 $Q_u = (m_y'' \cdot C_u'' + m_y' \cdot C_u') t_u$ C_u'' ——预热矿浆中固体物质在 $0^\circ\text{C} \sim t_u$ 间的比热容, $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$; C_u' ——预热矿浆中溶液在 $0^\circ\text{C} \sim t_u$ 间的比热容, $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 。 $Q_{ub} = \sum q_{ui} \cdot F_{ui}/V_y$ Q_{ub} ——包括预热器和 $1 \sim (i-1)$ 级自蒸 发器乏汽管路的表面散热。
4	化学反应热 原矿浆固体中 Al_2O_3 的 溶出率: 一水硬铝石溶解吸热	Q_1' η_A 640	kJ/m^3 $\%$ kJ/kg	$Q_1' = 640 m_y'' \cdot A_y \cdot \eta_A \%$ $\eta_A = (1 - \frac{A_{sm}}{A_y} \times \frac{S_y}{S_{sm}}) \times 100$ A_{sm}, S_{sm} ——分别为末级自蒸发器出料固体 中 Al_2O_3 及 SiO_2 的含量, %。
5	设备系统表面散热	Q_5'	kJ/m^3	$Q_5' = \sum q_{ui} \cdot F_{ui}/V_y$
6	差价	ΔQ	kJ/m^3	$\Delta Q = \sum Q - (Q_1' + Q_2' + Q_3' + Q_4' + Q_5')$
	合计	$\sum Q'$	kJ/m^3	$\sum Q' = Q_1' + Q_2' + Q_3' + Q_4' + Q_5' + \Delta Q$

表 6 热平衡表

收 入				支 出			
符 号	项 目	数 值		符 号	项 目	数 值	
		kg/m^3	$\%$			kg/m^3	$\%$
Q_1	蒸气供热			Q_1'	溶出矿浆带走热		
Q_2	原矿浆带入显热			Q_2'	末级自蒸发乏汽带走热		
				Q_3'	冷凝水汽带走热		
				Q_4'	化学反应热		
				Q_5'	设备系统表面散热		
				ΔQ	差值		
$\sum Q$	合计		100	$\sum Q'$	合计		100

9 热效率及主要技术指标

9.1 高压溶出器的热效率 η_1 (%)按公式(1)计算:

$$\eta_1 = \frac{Q_1' + Q_4' + Q_2}{Q_1} \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

 Q_1' ——溶出矿浆带走热,单位为千焦每立方米(kJ/m^3);

Q_2 ——原矿浆带入显热,单位为千焦每立方米(kJ/m^3);

Q_4' ——化学反应热,单位为千焦每立方米(kJ/m^3);

Q_1 ——蒸气供热,单位为千焦每立方米(kJ/m^3)。

9.2 矿浆预热器热回收率 η_u (%)按公式(2)计算:

$$\eta_u = \frac{Q_u - Q_2}{\sum_{n=1}^{i-1} Q_{2n}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

Q_u ——预热矿浆带出热,单位为千焦每立方米(kJ/m^3);

Q_2 ——原矿浆带入显热,单位为千焦每立方米(kJ/m^3);

$\sum_{n=1}^{i-1} Q_{2n}$ ——第1至*i*-1级自蒸发器乏汽热量,单位为千焦每立方米(kJ/m^3)。

9.3 系统乏汽热利用率 η_i (%)按公式(3)计算:

$$\eta_i = \frac{Q_u - Q_2}{\sum_{n=1}^{i-1} Q_{2n} + Q_2'} \times 100 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中: Q_u ——预热矿浆带出热,单位为千焦每立方米(kJ/m^3);

Q_2 ——原矿浆带入显热,单位为千焦每立方米(kJ/m^3);

$\sum_{n=1}^{i-1} Q_{2n}$ ——第1至*i*-1级自蒸发器乏汽热量,单位为千焦每立方米(kJ/m^3);

Q_2' ——末级自蒸发乏汽带走热,单位为千焦每立方米(kJ/m^3)。

9.4 主要技术指标以及报告格式见表7。

表7 主要技术指标

序 号	名 称	符号或算式	单 位
1	产能	V_y	m^3/h
2	蒸汽单耗	$m_q = \frac{M_q}{V_y} \times 10^3$ $k \cdot m_q \times 10^{-3}$	kg/m^3 t/t
3	单热耗	Q_1 $k \cdot Q_1 \times 10^{-3}$	kJ/m^3 MJ/t

注: k 为生产一吨氧化铝所需的原矿浆量, m^3/t , 取测定前一个月的生产统计数。

10 热平衡测定分析与改进建议

10.1 对设备结构,操作及热工制度的分析。

10.2 对热效率及主要技术指标的评价。

10.3 提出节能途径及改进建议。

中华人民共和国有色金属
行 业 标 准
氧化铝生产专用设备
热平衡测定与计算方法
第 4 部分:高压溶出系统
YS/T 119.4—2008

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 15 千字
2008 年 6 月第一版 2008 年 6 月第一次印刷

*

书号: 155066 · 2-18836 定价 14.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



YS/T 119.4—2008