

QB

中华人民共和国行业标准

QB/T 1927、1928—93

制浆造纸设备能量平衡及 热效率计算方法

1994—01—06 发布

1994—08—01 实施

中华人民共和国轻工业部 发布

中华人民共和国行业标准

QB/T 1927.6-93

磺化化学机械浆(SCMP)系统 能量平衡及热效率计算方法

1 主题内容与适用范围

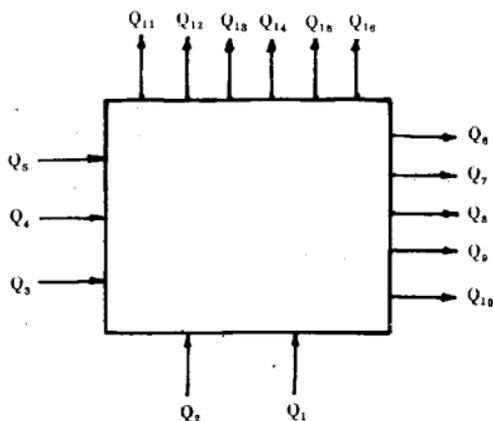
本标准规定了磺化化学机械浆系统能量平衡和热效率计算的原则和方法。

本标准适用于制浆造纸企业为掌握磺化化学机械浆系统热量消耗状况及热平衡测试、计算等。

2 引用标准

QB/T 1927.1 制浆造纸企业设备能量平衡计算方法通则

3 能量平衡方框图



3.1 体系的边界

系统从进入磺化机浆设备的蒸汽流量计开始至蒸汽冷凝水的排出为止。

3.2 能量平衡图中符号的意义

Q_1 ——直接加热蒸煮液和原料供给的热量, kJ/h;

- Q₂——间接加热蒸煮液供给的热量,kJ/h;
- Q₃——蒸煮液带入连蒸器中的热量,kJ/h;
- Q₄——原料中水分带入连蒸器中的热量,kJ/h;
- Q₅——绝干原料带入连蒸器中的热量,kJ/h;
- Q₆——从连蒸器中移出的蒸煮液带出的热量,kJ/h;
- Q₇——加热原料中水分的用热量,kJ/h;
- Q₈——加热蒸煮液的用热量,kJ/h;
- Q₉——加热绝干物料(木片)的用热量,kJ/h;
- Q₁₀——从连蒸器中放出的乏汽带出的热量,kJ/h;
- Q₁₁——加热连蒸器的热损失(指在停、开机时有此项),kJ/h;
- Q₁₂——连蒸器本体的散热损失,kJ/h;
- Q₁₃——连蒸器管道及附属设备的热损失,kJ/h;
- Q₁₄——乏汽热损失,kJ/h;
- Q₁₅——药液系统热损失,kJ/h;
- Q₁₆——其他热损失,kJ/h。

4 能量平衡计算

4.1 连蒸过程中实际供给总热量 Q_{GG},kJ/h,按(1)式计算

$$Q_{GG} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \dots \dots \dots (1)$$

4.1.1 直接加热蒸煮液和原料所供给的热量 Q₁,kJ/h,按(2)式计算

$$Q_1 = D_d(i''_0 - i') \dots \dots \dots (2)$$

- 式中: D_d——连蒸器直接加热用汽量,kg/h;
- i''₀——蒸汽的焓值,kJ/kg;
- i'——在环境温度下凝结水的焓值,kJ/kg。

4.1.2 间接加热蒸煮液供给的热量 Q₂,kJ/h,按(3)式计算

$$Q_2 = D_e(i''_0 - i') \dots \dots \dots (3)$$

- 式中: D_e——间接加热蒸煮液耗汽量,kg/h。

4.1.3 蒸煮液带入连蒸器中的热量 Q₃,kJ/h,按(4)式计算

$$Q_3 = G_3 \cdot c_3(t_1 - t) \dots \dots \dots (4)$$

- 式中: G₃——蒸煮液的总重量,kg/h;
- c₃——蒸煮液的比热,kJ/(kg·K);
- t₁——蒸煮液在溶解槽出口的温度,℃;
- t——环境温度,℃。

注:摄氏温度 t(℃)之差等于热力学温度(K)之差。

4.1.4 原料中水分带入连蒸器内的热量 Q₄,kJ/h,按(5)式计算

$$Q_4 = G_2 \cdot c_2(t_2 - t_4) \dots \dots \dots (5)$$

- 式中: G₂——原料中水分的重量,kg/h;

c_2 ——水的比热, kJ/(kg·K);

t_2 ——木片进预汽蒸仓时的温度, °C;

t_4 ——绝干原料(木片)及原料中水分的初温, °C。

4.1.5 绝干原料带入连蒸器内的热量 Q_5 , kJ/h, 按(6)式计算

$$Q_5 = G_1 \cdot c_1 (t_2 - t_4) \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中: G_1 ——绝干原料(木片)的重量, kg/h,

c_1 ——绝干原料(木片)的比热, kJ/(kg·K)。

4.2 供给(SCMP)实际单位耗热量 Q'_{GG} , kJ/h(风干浆), 按(7)式计算

$$Q'_{GG} = \frac{Q_{GG}}{G_1 \cdot P} \times 0.9 \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中: P ——磺化机浆的粗浆得率;

0.9——风干浆系数。

4.3 连蒸器总有效耗热 Q_{yx} , kJ/h, 按(8)式计算

$$Q_{yx} = Q_6 + Q_7 + Q_8 + Q_9 + Q_{10} \quad \dots\dots\dots (8)$$

4.3.1 从连蒸器中移出的蒸煮液带出的热量 Q_6 , kJ/h, 按(9)式计算

$$Q_6 = G_3 \cdot c_3 (t_0 - t) \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中: t_0 ——连蒸器内最高温度, °C。

4.3.2 加热原料中水分的用热量 Q_7 , kJ/h, 按(10)式计算

$$Q_7 = G_2 \cdot c_2 (t_0 - t_2) \quad \dots\dots\dots (10)$$

4.3.3 加热连蒸液的用热量 Q_8 , kJ/h, 按(11)式计算

$$Q_8 = G_3 \cdot c_3 (t_0 - t_8) \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中: t_8 ——加热器入口液温, °C

4.3.4 加热绝干原料(木片)的用热量 Q_9 , kJ/h, 按(12)式计算

$$Q_9 = G_1 \cdot c_1 (t_0 - t_2) \quad \dots\dots\dots (12)$$

4.3.5 从连蒸器中放出的二次乏汽带出的热量 Q_{10} , kJ/h, 按(13)式计算

$$Q_{10} = \sum Q \quad \dots\dots\dots (13)$$

$$Q = D_r (i'' - i') \cdot h_{px} \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中: Q ——某点(某部位)放汽带出的热量, kJ/h;

D_r ——二次乏汽排放量, kg/h;

i'' ——在排汽温度下的汽体焓值, kJ/kg;

i' ——在环境温度下的热焓值, kJ/kg;

h_{px} ——排汽时间(在单位时间内排汽的时间), h/h。

4.4 连续蒸煮有效单位耗热量 Q'_{yx} , kJ/h(风干浆), 按(15)式计算

$$Q'_{yx} = \frac{Q_{yx}}{G_1 \cdot P} \times 0.9 \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中: 0.9——风干浆系数。

4.5 连蒸器总热损失 Q_m , kJ/h, 按(16)式计算

$$Q_m = Q_{11} + Q_{12} + Q_{13} + Q_{14} + Q_{15} + Q_{16} \quad \dots\dots\dots (16)$$

4.5.1 连蒸器加热损失的热量(指在停、开机时有此项) Q_{11} ,kJ/h,按(17)式计算

$$Q_{11} = Q_{11a} + Q_{11b} \dots\dots\dots (17)$$

$$Q_{11a} = G_5 \cdot c_5 (t_{\text{钢}}' - t_{\text{钢}}) \dots\dots\dots (18)$$

$$Q_{11b} = G_6 \cdot c_6 (t_{\text{层}}' - t_{\text{层}}) \dots\dots\dots (19)$$

式中: Q_{11a} ——加热连蒸器钢板损失的热量,kJ/h;

Q_{11b} ——加热连蒸器保温层损失的热量,kJ/h;

G_5 ——连蒸器钢板的总重量,kg;

c_5 ——钢板的比热,kJ/(kg·K);

$t_{\text{钢}}'$ ——钢板在蒸煮过程中达到的最高温度,℃;

$t_{\text{钢}}$ ——钢板在蒸煮过程中达到的最低温度,℃;

G_6 ——连蒸器保温层的总重量,kg;

c_6 ——保温材料的比热,kJ/(kg·K);

$t_{\text{层}}'$ ——保温层在蒸煮过程中达到的最高温度,℃;

$t_{\text{层}}$ ——保温层在蒸煮过程中达到的最低温度,℃。

4.5.2 连蒸器钢体散热损失 Q_{12} ,kJ/h,按(20)式计算

$$Q_{12} = F \cdot K (t_0 - t) \cdot Z \dots\dots\dots (20)$$

式中: F ——连蒸器的总表面积, m^2 ;

K ——连蒸器的总传热系数,kJ/($m^2 \cdot h \cdot K$);

Z ——单位时间(h), $Z=1$ 。

注:为便于计算,本标准的传热系数没有用“SI”单位即W/($m^2 \cdot h \cdot K$),如有要求可按 $1W=3.5965 \text{ kJ}$ 进行计算。

4.5.3 连蒸器管道及附属设备热损失 Q_{13} ,kJ/h,按(21)式计算

$$Q_{13} = \delta_Q \cdot Q_{yx} \dots\dots\dots (21)$$

式中: δ_Q ——如能实测,可按实测数据,一般取 $\delta_Q=0.04 \sim 0.06$ 。

4.5.4 放出的二次乏汽热损失 Q_{14} ,kJ/h,按(22)式计算

$$Q_{14} = Q_5 - Q_5' \dots\dots\dots (22)$$

式中: Q_5' ——二次乏汽回用热,kJ/h;

Q_5 —— Q (见4.3.5)。

4.5.5 药液系统热损失 Q_{15} ,kJ/h,按(23)式计算

$$Q_{15} = G_3 \cdot c_3 (t_0 - t_1') \dots\dots\dots (23)$$

4.5.6 SCMP 其他热失 Q_{16} ,kJ/h,按(24)式计算

$$Q_{16} = Q_{GG} - Q_{yx} - (Q_{11} + Q_{12} + Q_{13} + Q_{14} + Q_{15}) \dots\dots\dots (24)$$

5 连续蒸煮器热效率计算

连续蒸煮器热效率 $\eta_{\text{正}}$,%,按(25)式计算

$$\eta_{\text{正}} = \frac{Q'_{yx}}{Q'_{GG}} \times 100\% \dots\dots\dots (25)$$

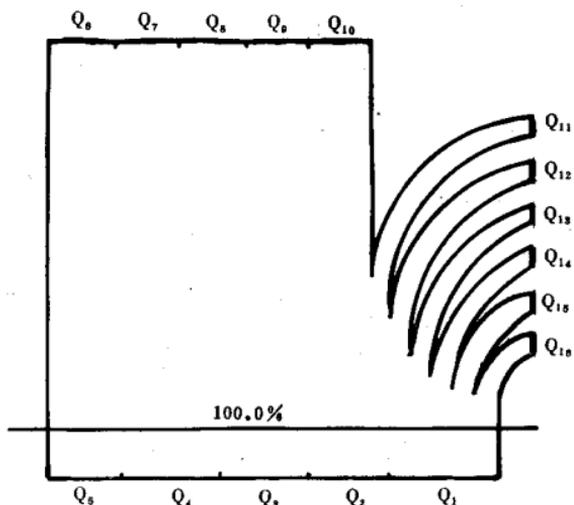
反平衡计算热效率 $\eta_{\text{反}}$,%,按(26)式计算

$$\eta_{\text{反}} = \left(1 - \frac{Q_{\text{反}}}{Q_{\text{GG}}}\right) \times 100\% \dots\dots\dots (26)$$

6 能量平衡表

序号	输入能量			输出能量		
	项 目	数 量 kJ/h	百分数 %	项 目	数 量 kJ/h	百分数 %
1	Q ₁					
2	Q ₂					
3	Q ₃					
4	Q ₄					
5	Q ₅					
6				Q ₆		
7				Q ₇		
8				Q ₈		
9				Q ₉		
10				Q ₁₀		
11				Q ₁₁		
12				Q ₁₂		
13				Q ₁₃		
14				Q ₁₄		
15				Q ₁₅		
16				Q ₁₆		
合计			100			100

7 能量流向图



附加说明:

本标准由轻工业部造纸工业司提出。

本标准由全国造纸标准化中心归口。

本标准由石岘造纸厂、轻工业部造纸工业科学研究所负责起草。

本标准主要起草人:杨允华、杨娟、张少玲、刘江毅。