

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 1927.9-93

漂白池能量平衡及热效率计算方法

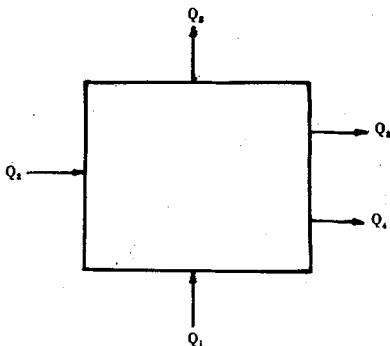
1 主题内容与适用范围

本标准规定了漂白池能量平衡及热效率计算的一般原则和测算方法。
本标准适用于制浆造纸工业企业,以漂白池漂白纸浆的漂白系统。

2 引用标准

QB/T 1927.1 制浆造纸企业设备能量平衡计算通则

3 能量平衡方框图



3.1 体系边界

体系从供给漂白池的蒸汽流量计开始至纸浆漂白终止为止。

3.2 图中符号说明

- Q_1 ——加热纸浆蒸汽供给的热量,kJ;
- Q_2 ——漂白化学反应放出的热量,kJ;
- Q_3 ——加热绝干纸浆需要的热量,kJ;
- Q_4 ——加热纸浆中水分需要的热量,kJ;
- Q_5 ——漂白池总热损失,kJ。

3.3 漂白池的能量平衡计算均以每池浆的热量变化计。

4 能量平衡计算

4.1 漂白有效总耗热量计算

4.1.1 漂白有效总耗热量 Q_{YX} , kJ, 按(1)式计算

$$Q_{YX} = Q_3 + Q_4 \dots\dots\dots (1)$$

式中: Q_{YX} ——漂白有效总耗热量, kJ;

Q_3 ——加热绝干纸浆需要的热量, kJ;

Q_4 ——加热纸浆中水分需要的热量, kJ。

4.1.2 加热绝干纸浆需要的热量 Q_3 , kJ, 按(2)式计算

$$Q_3 = G_3 \cdot c_3 (t_2 - t_1) \dots\dots\dots (2)$$

式中: G_3 ——每池绝干浆的重量, kg;

c_3 ——纤维的比热, 取 $1.423 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$;

t_2 ——纸浆漂白最高温度, $^{\circ}\text{C}$;

t_1 ——纸浆漂白起始温度, $^{\circ}\text{C}$ 。

注: 摄氏温度 ($^{\circ}\text{C}$) 之差等于热力学温度 (K) 之差。

4.1.3 加热纸浆中水分需要的热量 Q_4 , kJ, 按(3)式计算

$$Q_4 = G_4 \cdot c_4 (t_2 - t_1) \dots\dots\dots (3)$$

式中: G_4 ——每池浆中水分的重量, kg;

c_4 ——水的比热, 取 $4.187 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。

4.2 漂白单位有效耗热量计算 Q'_{YX} , kJ, 按(4)式计算

$$Q'_{YX} = \frac{Q_3 + Q_4}{G_3} \times 0.9 \dots\dots\dots (4)$$

式中: 0.9——换算风干浆系数。

4.3 实际供给漂白的热量计算

4.3.1 实供漂白总热量 Q_{GG} , kJ, 按(5)式计算

$$Q_{GG} = Q_1 + Q_2 \dots\dots\dots (5)$$

式中: Q_1 ——加热纸浆蒸汽供给的热量, kJ;

Q_2 ——漂白化学反应放出的热量, kJ。

4.3.2 加热纸浆蒸汽供给的热量 Q_1 , kJ, 按(6)式计算

$$Q_1 = D(i'' - i') \dots\dots\dots (6)$$

式中: D ——漂白纸浆所耗蒸汽量, kg;

i'' ——蒸汽的热焓, kJ/kg;

i' ——纸浆漂白终止温度蒸汽凝结水的热焓, kJ/kg。

4.3.3 漂白化学反应放出的热量 Q_2 , kJ, 按(7)式计算

$$Q_2 = V \cdot A \cdot B \dots\dots\dots (7)$$

式中: V ——纸浆漂白时加入的漂液量, m^3 ;

A ——漂白有效氯浓度, kg/m^3 ;

B——单位有效氯放出的热量,取 4605kJ/kg。

4.4 实际供给漂白的单位热量计算

实际供给漂白的单位热量,是指外界向体系内供给每漂一个单位重量纸浆所需的热量。

4.4.1 实际供给漂白的单位热量 Q'_{GG} ,kJ/kg,按(8)式计算

$$Q'_{GG} = \frac{Q_1 + Q_2}{G_3} \times 0.9 \dots\dots\dots (8)$$

5 设备热效率计算

5.1 漂白池热效率 η ,%,按(9)式计算

$$\eta = \frac{Q_{YX}}{Q_{GG}} \times 100\% = \frac{Q'_{YX}}{Q'_{GG}} \times 100\% = \frac{Q_3 + Q_4}{Q_1 + Q_2} \times 100\% \dots\dots\dots (9)$$

5.2 漂白池总热损失计算

漂白池总热损失是指池口散热损失、管道散热损失、蒸汽泄漏损失等,如直接测定、计算较困难,可用反平衡求得。

5.2.1 漂白散热损失 Q_{SS} ,kJ,按(10)式计算

$$Q_{SS} = Q_5 = Q_{GG} - Q_{YX} = Q_1 + Q_2 - (Q_3 + Q_4) \dots\dots\dots (10)$$

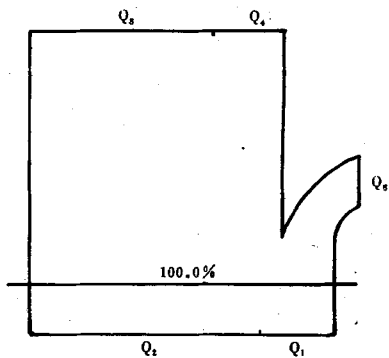
5.2.2 漂白热损失率 ΔQ ,%,按(11)式计算

$$\Delta Q = \frac{Q_{SS}}{Q_{GG}} \times 100\% \dots\dots\dots (11)$$

6 能量平衡表

序号	输入能量			输出能量		
	项目	数量 kJ	百分数 %	项目	数量 kJ	百分数 %
1	加热纸浆蒸汽供给热量					
2	漂白化学反应放出热量					
3				加热绝干纸浆需要的热量		
4				加热纸浆中水分需要的热量		
5				漂白池总热损失		
	合计			合计		

7 能量流向图



附录 A

贝尔曼式双循环漂白池
能量平衡及热效率计算实例

(参考件)

A1 漂白池热平衡测试数据

以下数据均以每一漂白池浆料计。

- A1.1 绝干浆生产量 $G_3=16600\text{kg}$
 A1.2 纸浆中全部水分的重量 $G_4=294400\text{kg}$
 A1.3 纸浆漂白起始温度 $t_1=15^\circ\text{C}$
 A1.4 纸浆漂白最高温度 $t_2=28^\circ\text{C}$
 A1.5 漂液有效氯浓度 $A=22.7\text{kg}/\text{m}^3$
 A1.6 漂液加入量 $V=45\text{m}^3$
 A1.7 终漂时浆中残氯极少(忽略不计)
 A1.8 加热纸浆用的蒸汽重量 $D=5160\text{kg}$
 A1.9 蒸汽热焓 $i''=2854\text{kJ}/\text{kg}$
 A1.10 纸浆中水分的热焓 $i'=105\text{kJ}/\text{kg}$
 A1.11 漂白化学反应单位有效氯放出的热量 $B=4605\text{kJ}/\text{kg}$
 A1.12 纤维的比热 $c_3=1.423\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
 A1.13 水的比热 $c_4=4.187\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$

A2 漂白池能量平衡计算

A2.1 加热绝干纸浆需要的热量计算

$$\begin{aligned} Q_3 &= G_3 \cdot c_3 (t_2 - t_1) \\ &= 16600 \times 1.423 \times (28 - 15) \\ &= 307083\text{kJ} \end{aligned}$$

A2.2 加热纸浆中水分需要的热量计算

$$\begin{aligned} Q_4 &= G_4 \cdot c_4 (t_2 - t_1) \\ &= 294400 \times 4.187 \times (28 - 15) \\ &= 16024486\text{kJ} \end{aligned}$$

A2.3 漂白池有效总耗热量计算

$$Q_{\text{yx}} = Q_3 + Q_4 = 307083 + 16024486 = 16331569\text{kJ}$$

A2.4 漂白有效单位耗热量计算

$$\begin{aligned} Q_{\text{yx}} &= \frac{Q_3 + Q_4}{G_3} \times 0.9 \\ &= \frac{307083 + 16024486}{16600} \times 0.9 \\ &= 885\text{kJ}/\text{kg}(\text{风干浆}) \end{aligned}$$

A2.5 加热纸浆实际需要热量计算

$$\begin{aligned} Q_1 &= D(i'' - i') \\ &= 5160 \times (2854 - 105) \\ &= 14184840 \text{kJ} \end{aligned}$$

A2.6 漂白化学反应放出的热量计算

$$Q_2 = V \cdot A \cdot B = 45 \times 22.7 \times 4605 = 4704008 \text{kJ}$$

A2.7 实供漂白池总热量计算

$$Q_{GG} = Q_1 + Q_2 = 14184840 + 4704008 = 18888848 \text{kJ}$$

A2.8 实供漂白单位热量计算

$$\begin{aligned} Q'_{GG} &= \frac{Q_1 + Q_2}{G_3} \times 0.9 = \frac{14184840 + 4704008}{16600} \times 0.9 \\ &= 1024 \text{kJ/kg (风干浆)} \end{aligned}$$

A3 漂白池热效率计算

$$\eta = \frac{Q_{YX}}{Q_{GG}} \times 100\% = \frac{16331569}{18888848} \times 100\% = 86.46\%$$

A3.1 漂白池总热损失计算

$$Q_{SS} = Q_{GG} - Q_{YX} = 18888848 - 16331569 = 2557828 \text{kJ}$$

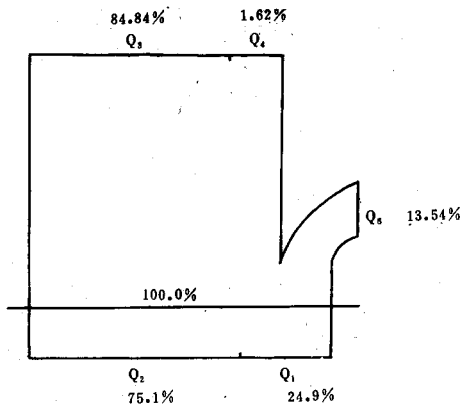
A3.2 漂白池热损失率计算。

$$\Delta Q = \frac{Q_{SS}}{Q_{GG}} \times 100\% = \frac{2557279}{18888848} \times 100\% = 13.54\%$$

A4 漂白池能量平衡表

序号	输入能量			输出能量		
	项目	数量 kJ	百分数 %	项目	数量 kJ	百分数 %
1	蒸汽供给热量 Q_1	14184840	75.1			
2	漂白化学反应放热量 Q_2	4704008	24.9			
3				加热纸浆绝干纤维用热量 Q_3	307083	1.62
4				加热纸浆中水分用热量 Q_4	16024486	84.84
5				漂白池总热损失 Q_5	2557828	13.54
	合计	18888848	100	合计	18888848	100

A5 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。

本标准由金城造纸总厂负责起草。

本标准主要起草人:毕玉增、张国忱、栾立文、付晓艳。