

有一食品加工厂，每日废水产生量为 $1000\text{m}^3/\text{d}$ ，进水中溶解有机物 S_0 为 2500mg COD/L ， CaCO_3 碱度为 500mg/L ， SO_4^{2-} 为 200mg/L 。要求处理后的 COD 为 500mg COD/L ，温度控制在 30°C 左右。参考下表中几种厌氧处理方法的运行数据，试计算采用 UASB 反应器的尺寸。

方法	污水种类	有机负荷/($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$)	水力停留时间/h	温度/ $^\circ\text{C}$	去除率/%	规模
厌氧接触法	肉类加工	3.2(BOD_5)	12	30	95	小试
	肉类加工	2.5(BOD_5)	13.3	35	90	生产
	小麦淀粉	2.5(COD)	3.6(d)	—	—	中试
	朗姆酒蒸馏	4.5(COD)	2.0(d)	—	63.5	—
厌氧生物滤池	有机合成污水	2.5(COD)	96	35	92	小试
	制药污水	3.5(COD)	48	35	98	小试
	酒精上清液	7.3(COD)	20.8	28	85	小试
	Guar 树胶	7.4(COD)	24	37	60	生产
	小麦淀粉废水	3.8(COD)	22	35	65	生产
	食品加工	6(COD)	1.3(d)	35	81	生产
升流式厌氧污泥床	糖厂	22.5(COD)	6	30	94	小试
	土豆加工	25~45(COD)	4	35	93	小试
	蘑菇加工	15.0(COD)	6.8	30	91	生产
	啤酒废水	10.0(COD)	9.0	30	90	生产
	食品加工	10~20(COD)	—	30~35	80~90	生产
	屠宰废水	2.5(COD)	—	常温	77	生产

解：进水有机负荷参考已建 UASB 反应器在 30°C 条件下处理类似污水的运行数据，当 COD 去除率为 80% 时，可以取 $10\text{kgCOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 。当 SO_4^{2-} 硫酸盐对厌氧消化的影响较小。 CaCO_3 碱度为 500mg/L ，小于 1000mg/L ，进水需要用碱将碱度调节至 $1000\sim 5000\text{mg/L}$ 。

(1) 计算反应器的容积 V ：

$$V = \frac{QS_0}{L} = \frac{(1000\text{m}^3/\text{d}) \times (2.5\text{kgCOD}/\text{m}^3)}{10\text{kgCOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})} = 250\text{m}^3$$

(2) 计算液相反应器总容积 V_T :

取 $E=0.85$, 则

$$V_T = \frac{V}{E} = \frac{250}{0.85} = 294\text{m}^3$$

(3) 计算反应器的横截面积 A 和直径 D :

设升流速度 $v=1.5\text{m/h}$, 则

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{1000\text{m}^3/\text{d}}{24 \times (1.5\text{m/h})} = 27.8\text{m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 27.8}{\pi}} = 5.95\text{m} (\text{取直径 } D = 6\text{m})$$

(4) 计算反应区液相高度 H_L 和总高度 H_T :

$$H_L = \frac{V_T}{A} = \frac{294}{28} = 10.5\text{m}$$

$$H_T = H_L + H_G = 10.5 + 2.5 = 13\text{m}$$

(5) 计算反应器水力停留时间 HRT:

$$\text{HRT} = \frac{V}{Q} = \frac{250}{1000} = 0.25\text{d}$$

(6) 计算消化气产量 Q_G :

COD 去除率为 80%, 则

$$Q_G = 0.4QS_0\eta = 0.4 \times (1000\text{m}^3/\text{d}) \times (2500\text{mgCOD/L}) \times 80\% = 800\text{m}^3/\text{d}$$