



加热过程焓经济分析

小组成员：

胡彬，吴世浩，陈冠志，林元凯，黄润业



例1：为完成预定的冷流加热任务，有两种热源可供选择：

一种为高温热源，如饱和蒸汽：1MPa（180°C）

另一种为低温热源，如饱和水：1MPa。

其组成相同，压力相同，总用能相同，即， $E = m(h-h_0)$ 。

请问你们会选择那一种？

已知

待加热物流进出口 $T=80/160^{\circ}\text{C}$

待加热负荷10 kW

$$C=3800+1020A^{0.86}$$

$$K_{\text{蒸汽}}=4\text{kW}/\text{m}^2\text{K}$$

$$K_{\text{热水}}=1\text{kW}/\text{m}^2\text{K}$$

蒸汽200元/吨；热水50元/吨

要求

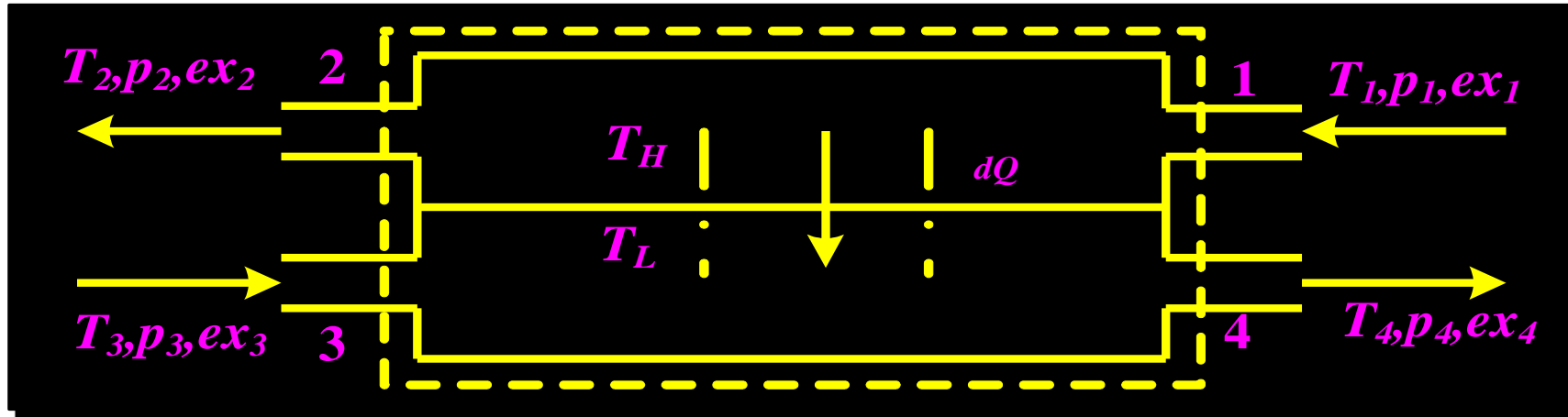
换热器寿命按15年计算，年

利率8%；

计算焓效率、焓成本；总成

本对比

物理模型



条件：逆流，冷流工质为水

工具：refprop, Excel

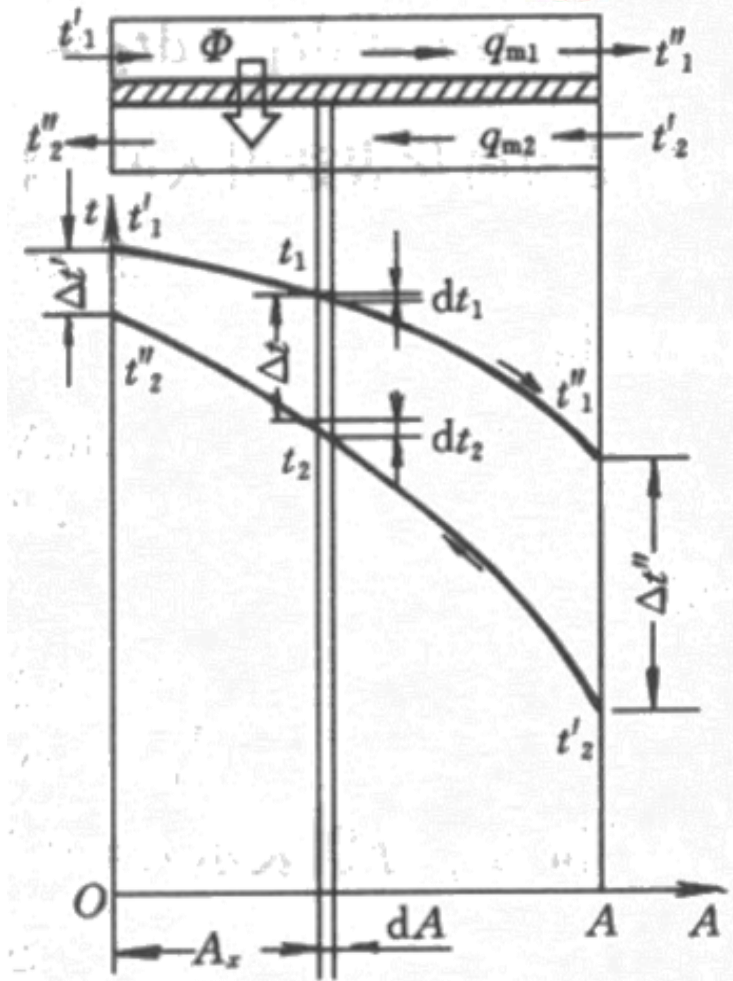


图 9-14 逆流时平均温差的推导



由已知条件得：

热源进口温度为 180°C ，蒸汽的焓为 $h_1=2776.16 \text{ KJ/kg}$

热源出口温度为 100°C 、饱和水的焓为 $h_2=762.6 \text{ KJ/kg}$

出口处焓值为 $h_0=416 \text{ KJ/kg}$

选用蒸汽时：

$$E=10\text{KW}$$

$$e_1=h_1-h_0=2014.58\text{KJ/Kg}$$

$$q_{m1}=E/e_1=0.005\text{kg/s}$$

$$\Delta t = \frac{(t_2 - t_3) - (t_1 - t_4)}{\ln \frac{(t_2 - t_3)}{(t_1 - t_4)}} = 49.71^{\circ}\text{C}$$

散热器面积

由 $E=K_1A_1\Delta T$ 可反推 A_1

$$A_1=E/K_1\Delta T=0.0503\text{m}^2$$

$$C_1=3800+1020*0.03125^{0.86}=3877.97 \text{ (元)}$$

一年时间 $t=31536000\text{s}$

$$\text{燃料消耗 } M=q_m*t=157680\text{kg}=157.68\text{t}$$

$$\text{燃料费用 } C = \sum_{n=1}^{15} 157.68 * 200(1+0.08)^n = 924770.5$$

$$\text{总成本} = C + C_1 = 928648.56 \text{ (元)}$$



选用饱和水时:

$$E=10\text{KW}$$

$$e_2=h_2-h_0=343.31\text{KJ/Kg}$$

$$q_{m1}=E/e_1=0.029\text{kg/s}$$

$$\Delta t_{m,\text{算术}} = \frac{\Delta t_{\text{max}} + \Delta t_{\text{min}}}{2} = 20^\circ\text{C}$$

散热器面积

由 $E=K_1A_1\Delta T$ 可反推 A_1

$$A_1=E/K_1\Delta T=0.5\text{m}^2$$

$$C_1=3800+1020*0.03125^{0.86}=4361.97 \text{ (元)}$$

一年时间 $t=31536000\text{s}$

$$\text{燃料消耗 } M=q_m*t=914544\text{kg}=914.544\text{t}$$

$$\text{燃料费用 } C = \sum_{15} 157.68*50(1+0.08)^n = 1340917.6 \text{ (元)}$$

$$\text{总成本} = C_1 + C = 1345279.32 \text{ (元)}$$



由refprop查得:

(KJ/Kg)	80°C	100°C	160°C	180°C
热源饱和蒸汽	-	288.31	-	977.05
冷源水	178.44	-	259.71	-

选用饱和蒸汽时:

$$\text{耗费烟 } E_1 = q_m(ex1 - ex2) = 3.4437 \text{ KJ}$$

$$\text{收益烟 } E_2 = q_m(ex4 - ex3) = 2.3568 \text{ KJ}$$

$$\text{烟效率 } \eta = E_2 / E_1 = 0.68$$

同理，由refprop查得

(KJ/Kg)	80°C	100°C	160°C	180°C
热源饱和水	-	193.44	-	288.31
冷源水	178.44	-	259.71	-

选用饱和水时

$$\text{耗费焓 } E_2 = q_m(e_6 - e_5) = 2.7512 \text{ KJ}$$

$$\text{收益焓 } E_2 = q_m(ex_4 - ex_3) = 2.3568 \text{ KJ}$$

$$\text{焓效率 } \eta = E_2 / E_1 = 0.8566$$

总结

用饱和蒸汽加热时成本较低，但同时焗效率也较低

用饱和水加热时设备成本和燃料费用较高，但焗效率较高