

理论板束长度

$$L_{\text{理论}} = \frac{F}{N_{\text{正}} \times F_i} = \frac{7070}{220 \times 9.15} = 3.51 \text{ 米}$$

实际有效板束长度（按后备系数15%）

$$L_{\text{实际}} = 1.15 \times L_{\text{理论}} = 1.15 \times 3.51 \approx 4 \text{ 米}$$

单元板束长度 =  $\frac{1}{2}L_{\text{实际}}$  + 两头导流板长度

$$L_{\text{单}} = \frac{1}{2}L_{\text{实际}} + 2 \times 0.15 = \frac{1}{2} \times 4 + 2 \times 0.15 = 2.3 \text{ 米}$$

板束阻力

$$\Delta p_{\text{空}} = \left(\frac{\Delta p}{L}\right)_{\text{空}} \times 2L_{\text{单}} = 57 \times 4.6 = 262 \text{ 公斤/米}^2$$

$$\Delta p_{\text{污氮}} = \left(\frac{\Delta p}{L}\right)_{\text{污氮}} \times 2L_{\text{单}} = 130 \times 4.6 = 598 \text{ 公斤/米}^2$$

$$\Delta p_{\text{氮}} = \left(\frac{\Delta p}{L}\right)_{\text{氮}} \times 2L_{\text{单}} = 107 \times 4.6 = 492 \text{ 公斤/米}^2$$

$$\Delta p_{\text{氧}} = \left(\frac{\Delta p}{L}\right)_{\text{氧}} \times 2L_{\text{单}} = 100 \times 4.6 = 460 \text{ 公斤/米}^2$$

第二种按  $\alpha$ -G、 $\Delta p/L$ -G 试验曲线计算所得的结果，比第一种按  $j$ - $Re_c$ 、 $f$ - $Re$  试验曲线计算所得的结果，传热系数约大 10%，可靠性是个问题，我们还是建议采用第一种按  $j$ - $Re_c$ 、 $f$ - $Re$  试验曲线来进行计算。

本例题仅作为设计计算方法的举例，采用参数、通道设计等均与实际产品存在很大差别，务请注意。

关于不冻结性核算部分见蓄冷器部分的讲座（下期）。

（空分设备设计讲座持续）

## 对“神钢”空分设备基础计算的分析

本文系日本神户制钢所的空分设备基础计算资料，我们觉得对计算空分设备基础是有益的，现整理如下，供参考。

须要说明一点，“神钢”原资料在“(8)代入(2)式，得 $q=0.667 \times 13.15 + 13.3$ ”中， $0.667 \times 13.15$ 误为0.878，因此最后结果 $\Sigma q$ 误为1910仟卡/时， $l_3$ 误为0.45米。本文中，对上述计算错误我们已作了更正。

——编者

### 一、“神钢”空分设备基础的计算

保冷箱基础表面温度和基础表面上的热传递（基础见示图）：

导热系数  $K$  (仟卡/米·时·℃)

珠光砂 砧  $K_1=0.2$

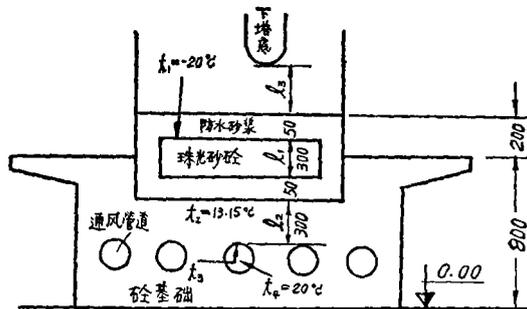
基础 砧  $K_2=1.4$

传热系数  $n$  (仟卡/米<sup>2</sup>·时·℃)

从砧表面到空气: 10

$A_{\text{单}}=1 \text{ 米}^2$  ( $A_{\text{单}}$ ——单位传热面积)

单位面积传热量  $q$  (仟卡/米<sup>2</sup>·时)



空分设备基础示意图

$$q = K_1 \frac{t_2 - t_1}{l_1} = K_2 \frac{t_3 - t_2}{l_2}$$

$$= n \cdot A_{\text{单}} \cdot (t_4 - t_3) \quad (1)$$

$$K_1 \frac{t_2 - t_1}{l_1} = 0.2 \frac{t_2 - (-20)}{0.3} = 0.667t_2 + 13.3 \quad (2)$$

$$K_2 \frac{t_3 - t_2}{l_2} = 1.4 \frac{t_3 - t_2}{0.3} = 4.67t_3 - 4.67t_2 \quad (3)$$

$$n \cdot A_{\text{单}} (t_4 - t_3) = 10 \times 1 \times (20 - t_3) = 200 - 10t_3 \quad (4)$$

$$(3) = (4): 4.67t_3 - 4.67t_2 = 200 - 10t_3$$

$$14.67t_3 = 4.67t_2 + 200$$

$$t_3 = 0.319t_2 + 13.65 \quad (5)$$

$$(5) \text{ 代入 } (3): 4.67(0.319t_2 + 13.65) - 4.67t_2$$

$$1.493t_2 + 63.8 - 4.67t_2$$

$$= 63.8 - 3.177t_2 \quad (6)$$

$$(6) = (2): 0.667t_2 + 13.3 = 63.8 - 3.177t_2$$

$$3.844t_2 = 50.5 \text{ 得 } t_2 = 13.15^\circ\text{C} \quad (7)$$

$$(7) \text{ 代入 } (5): t_3 = 0.319 \times 13.15 + 13.65 = 4.19 + 13.65 = 17.84^\circ\text{C} \quad (8)$$

$$(7) \text{ 代入 } (2): q = 0.667 \times 13.15 + 13.3 = 8.78 + 13.3 = 22.08 \text{ 仟卡/米}^2 \cdot \text{时}$$

$$A_{\text{总}} = 133.4 \text{ 米}^2 \quad A_{\text{总}} \text{——冷箱基础总传热面积}$$

$$\Sigma q = q \times A = 22.08 \times 133.4 = 2940 \text{ 仟卡/时}$$

为了保证基础表面温度在 $-20^\circ\text{C}$ 以上所必须的绝热层厚度(设设备表面温度为 $-180^\circ\text{C}$ )应满足:

$$q = K_3 \frac{t_1 - t_{\text{塔}}}{l_3} \quad \text{珠光砂导热系数 } K_3 = 0.04 \text{ 仟卡/米} \cdot \text{时} \cdot \text{C}$$

$$\text{代入得 } 22.08 = 0.04 \frac{-20 - (-180)}{l_3} \text{ 解之即得 } l_3 = 0.29 \text{ 米}$$

## 二、数据分析和讨论

1. 上述问题关键在于基础表面 $-20^\circ\text{C}$ 是否可以达到?

从计算来看,  $-20^\circ\text{C}$ 为假定条件, 就是说在基础散冷量计算出来后, 进而确定珠光砂保温层厚度(即 $>300$ 毫米)就可保证达到。这和保冷箱壁在算出单位平方米散热量后, 确定设备距壁 $400 \sim 500$ 毫米的计算是一样的。

2. 数据分析:

$K_1$ ——珠光砂混凝土(砧)导热系数。它是珠光砂砧性能之一, 如以前及这次“神钢”样本, 抗压强度(四周) $80 \sim 100$ 公斤/厘米<sup>2</sup>, 抗弯强度(四周) $24$ 公斤/厘米<sup>2</sup>, 热传导率 $0.18 \sim 0.19$ 仟卡/米·时·℃ ( $K_1$ 取 $0.2$ )。日本日立制作所这次制氧机进口谈判要求(配比亦

是 3:1) 是: 抗压强度(一周) 95 公斤/厘米<sup>2</sup>, (四周) 100 公斤/厘米<sup>2</sup>以上, 风干密度 1.06, 导热率(20℃, 风干) 0.18 仟卡/米·时·℃。

$K_2$ ——基础砼的导热系数。则常见于一般资料, 例如: 钢筋砼(0℃):  $\lambda=1.33$  仟卡/米·时·℃、 $C=0.20$  仟卡/公斤·℃、 $\gamma=2200$  公斤/米<sup>3</sup>、 $a=2.58 \times 10^{-3}$  米<sup>2</sup>/时。一般素砼:  $\lambda=1.1$  仟卡/米·时·℃、 $C=0.20$  仟卡/公斤·℃、 $\gamma=2000$  公斤/米<sup>3</sup>、 $a=2.75 \times 10^{-3}$  米<sup>2</sup>/时 (M. A. Мещер « 传热原理 » 等)。现  $K_2=1.4$  仟卡/米·时·℃, 亦取得较保守。

$K_3$ ——珠光砂导热系数。“日立”要求冷箱用的为: 导热率 $<0.042$  仟卡/米·时·℃、含水量 $<0.5\%$ 、假比重 0.085 克/升。法国空气液化公司要求 -200℃ 时 0.02 仟卡/米<sup>2</sup>·时·℃/米, +25℃ 时 0.05 仟卡/米<sup>2</sup>·时·℃/米。所以按  $K_3=0.04$  来计算是合适的。再者, 此数值  $\lambda$  与温度为直线关系。如法国要求  $\lambda=a+bt$ ,  $a$ 、 $b$  值在这次“日立”提供的样本中有, 在过去“神钢”提供的样本中也有。现计算是从 -180℃  $\rightarrow$  -20℃, 因此取一个平均数据亦应该按 0.035 以上计算, 神钢现取  $K_3=0.04$  仟卡/米·时·℃, 实际上是保守些计算, 以达到可靠厚度。

从上述分析来看, “神钢”数据都是取得较可靠的。这同样亦可由下塔底按 -180℃ 计算看出, 我们计算自然可以如实取数。

### 三、几点看法

1. 珠光砂砼表面温度 -20℃ 虽是假定条件, 但比较符合实际情况。不可能太低, 否则冷损会加大很多。

2. 为了说明看法, 假若不设通风管道, 而加厚珠光砂砼或砼的厚度, 亦仍是可取表面温度计算下去, 只是将空气散热改为土壤传热, 计及基础与土壤接触面。土壤的  $\lambda$  值可考虑如下:

干燥程度:	干	中湿	湿
砂土:	0.3	1.5	2.0 (仟卡/米·时·℃)
砂质粘土:	0.9	1.2	1.6 (仟卡/米·时·℃)
粘土:	1.0	1.2	1.6 (仟卡/米·时·℃)

(本文根据首钢设计处徐文瀾同志抄文及复函改编)

最近我们看到了包头钢铁设计院寄给我所的《空分装置冷箱基础设计参考资料》, 对有关内容本期来不及编入, 我们准备下期刊出。

——编者 1973.5.20. 校样时附注

## 用分子筛、硅胶净化空气

本刊自报道沈阳重型机器厂乙氧连“用硅胶和分子筛净化空气的改装”后(该文已编入付刊四——《150米<sup>3</sup>/时制氧机的操作与改进》), 已有一些单位进行了同样的改装, 收到了较好的效果。现将大连红旗造船厂氧气站改装的情况摘录如下:

分子筛、硅胶净化器结构同“沈重”, 系利用原硅胶干燥器, 将中间切断, 中部加高加粗, 并利用原有阀门和部分管道、卷筒材料为 16Mn, 厚 16 毫米。上部直径 480、高 900, 内装硅胶。中部直径 720、高 1700。下部直径 480、高 900。中、下部装 5 A 分子筛。硅胶层与分子筛层中间用  $\phi 2$  的小孔板隔开。

再生: 用干氮加热, 当出口达 50~60℃ 时停止, 继而干氮冷吹。加热 3 小时, 冷吹 4 小时, 8 小时切换, 切换时动作要缓慢, 约半小时切换好。

经九个月多的试验运行(且连绵阴雨较多), 净化效果良好。

(一九七三年一月)