

1 设计概述

- 1、拟在湛江建设一小型冷冻加工厂主要参数如下：
600m²粗加工间，400 m²精加工间，内、外包装间
生产能力：（主要为水产品加工）
2 个搁架冻结间，冻结能力为 5 吨/个
2 台 1.5 吨/H 的隧道单冻机
一台 16 吨/24h 的制冰机
- 2、储藏能力：1000 吨/次（要求采用排管冷却方式，温度要求-25℃）

2 冷库面积的确定

2.1 急冻间建筑面积的确定

有两间冻结能力相同为 5 吨的铝板搁架冻结间

由搁架冻结间冻结能力公式： $G = \frac{n \times F}{f} \times \frac{g}{1000}$

得搁架各层水平面积之和： $F = \frac{G \times f \times 1000}{n \times g}$

式中 G ——冻结间每次的冷加工能力（t）；
 n ——搁架利用系数，取 0.85；
 F ——搁架各层水平面积之和（不包括弯头部分）（m²）；
 f ——每盘冻食品容器所占面积（m²）；
 g ——每盘食品净重（kg）；

采用规格为 600mm×400mm×120mm 的鱼盘，每盘装货重量 15kg。

则， $f = 0.24 \text{ m}^2$ ， $g = 15 \text{ kg}$ ；

可算得 $F = \frac{5 \times 0.24 \times 1000}{0.85 \times 15} = 94 \text{ m}^2$ ，采用单面操作，两列搁架在房间左右靠墙

布置，则每面搁架各层水平面积之和为 47m²，取最上层管架高度为 1500mm，最下层管架离地坪 400mm，搁架每层垂直距离取 220mm，则可算得搁架分为 6 层，搁架宽度取 1200mm，则长度为 $(47/6)/1.2 = 6.5 \text{ m}$ ，再取操作走道净宽 1200mm，管架横向方向与墙的距离取 700mm，管架纵向方向（和门的开向同个方向）与墙的

距离取 1100mm，弯头长度取 150mm，故急冻间长为 8.4m，宽为 4.6m，则可算得冻结间净面积 $F_{\text{净}} = 9 \times 5 = 45 \text{ m}^2$

校验计算：搁架宽 1200mm 可以容纳 3 个鱼盘，长 6500mm 可容纳 10 个鱼盘，即每次每搁架可堆放 $3 \times 10 \times 6 \times 15 = 2700 \text{ kg}$ ，每个冻结间的冻结能力就有 5.4 吨每次。故符合要求。

2.2 冷藏库建筑面积的确定

冷藏库建筑面积根据下列公式进行估算：

$$F = \frac{G \times 1000}{H \times a \times \rho}$$

式中 G ——冷藏量 (t)；

H ——货物堆放高度 (m)；

a ——平面系数 = $\frac{\text{有效堆放面积}}{\text{建筑面积}}$ ，取 0.7；

ρ ——冷冻食品的平均密度 (kg/m^3)；

冷藏库的冷藏量 $G=1000\text{t}$ ，冷藏库净高为 5.5m，冷藏库内货物的垫木厚度取 0.1m，光滑顶管与平顶距离取 0.4m，货堆距顶排管下侧取 0.3m，因此取货物堆放高度 $H=4.5\text{m}$ ，设冷藏食品为箱装冻鱼，平均密度取 $\rho = 350 \text{ kg/m}^3$ 。

$$\text{可算得 } F = \frac{1000 \times 1000}{4.5 \times 0.7 \times 350} = 907 \text{ m}^2;$$

$$\text{而有效堆货面积则为: } F = 907 \times 0.7 = 635 \text{ m}^2;$$

设计建筑尺寸 $26 \times 35 \text{ m}^2$ 冷藏间面积 910 m^2 。

2.3 根据设计要求粗加工间 600 m^2

2.4 根据设计要求精加工间 400 m^2

2.5 隧道单冻机间面积的确定

选用亚翔/SSD，其规格 $L \times W \times H$ (mm) = $10500 \times 2500 \times 2420$ ，考虑到设备检修操作等各种因素，设计隧道单冻机间的尺寸为 $20 \times 15 \text{ m}^2$ 可以满足要求。

2.6 制冰间面积的确定

选用深圳中雪片冰机蒸发器型号为：ZFE-20T，其规格 $L \times W \times H$ (mm)

=2160×1680×2200 考虑到设备检修操作等各种因素，设计制冰间的尺寸8m²可以满足要求。

各冷间面积如下：

表 1-1 各冷间面积尺寸表

房间名称	房间尺寸(长×宽, m)	房间面积 (m²)	数量
搁架冻结间	9×5	45	2
隧道冻结间	20×15	375	1
制冰间	10×8	80	1
冷藏库	26×35	910	1

3 冷库耗冷量的计算

冷库耗冷量： $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$

式中 Q_1 ——围护结构传热引起的耗冷量；

Q_2 ——食品冷加工耗冷量；

Q_3 ——通风换气耗冷量；

Q_4 ——电动机运转产生的耗冷量；

Q_5 ——经营操作耗冷量。

3.1 围护结构的设计及传热系数的计算

围护结构传热系数

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_w} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_n}}$$

式中： α_w 、 α_n ——围护结构外表面和内表面的传热系数，KW/ m² · °C

$\delta_1 \cdots \cdots \delta_n$ ——围护结构各构造层的厚度， m

$\lambda_1 \cdots \cdots \lambda_n$ ——围护结构各构造层材料的热导率， W / (m · K)

维护结构热惰性指标 D 的计算

$$D = D_1 + D_2 + \bullet \bullet \bullet + D_n = R_1 S_1 + R_2 S_2 + \bullet \bullet \bullet + R_n S_n$$

式中： R_1 、 R_2 、 $\cdots R_n$ ——各层材料层热阻 (m²·K / W)；

$S_1、S_2、...S_n$ ——各层材料的蓄热系数[W/m²•K]，空气间层的蓄热系数 S=0

冷库维护结构的蒸汽渗透阻的计算

$$H=\sum \frac{\delta_i}{\mu_i}+H_w+H_n$$

式中： δ_i ——围护结构各构造层的厚度（m）；

μ_i ——围护结构各构造层材料的蒸汽渗透系数（g/m·h·mmHg）；

H_n ——围护结构内表面的蒸汽渗透阻, (当库内有强力通风装置时, 取

0.03 m²·h·mmHg/g， 否则取 0.06 m²·h·mmHg/g)；

H_w ——围护结构外表面的蒸汽渗透阻， H_w =0.03m²·h·mmHg/g。

3.1.1 屋顶的设计及传热系数的计算

屋顶由上到下设计如下：

层次	各层构造	厚度 δ	导热系数 λ	热阻 R
		m	w/m℃	R= δ / λ
1	预制混凝土板	0.02	1.55	0.013
2	空气间层	0.02		0
3	二毡三油	0.01	0.25	0.040
4	冷底子油	一道		0
5	水泥砂浆抹面	0.02	0.93	0.022
6	钢筋混凝土楼板	0.15	1.55	0.097
7	冷底子油	一道		0
8	二毡三油	0.01	0.25	0.040
9	聚氨脂泡沫	0.2	0.031	6.45
10	水泥砂浆粉刷加钢丝网	0.02	0.93	0.022
	a_w		23	
	a_n		12	
总计		$\Sigma \delta$ =0.45		ΣR =6.684

所以，
$$K_{\text{顶}}=\frac{1}{\sum R}=\frac{1}{\frac{1}{a_w}+\frac{\delta_1}{\lambda_1}+\frac{\delta_2}{\lambda_2}+L+\frac{\delta_n}{\lambda_n}+\frac{1}{a_n}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{23} + 6.684 + \frac{1}{12}} = 0.147 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

冻结间的屋顶的传热系数:

$$K_{\text{顶}} = \frac{1}{\sum R} = \frac{1}{\frac{1}{23} + 6.684 + \frac{1}{29}} = 0.148 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

3.1.2 外墙的设计及传热系数的计算

外墙由室外到室内设计如下:

层次	各层构造	厚度 δ	导热系数 λ	热阻 R
		m	W/m $^{\circ}\text{C}$	R= δ / λ
1	水泥砂浆抹面	0.02	0.93	0.022
2	砖墙	0.24	0.81	0.296
3	水泥砂浆抹面	0.02	0.93	0.022
4	冷底子油	一道		0
5	二毡三油	0.01	0.25	0.040
6	聚氨脂泡沫塑料	0.2	0.031	6.452
7	预制钢筋混凝土小柱插板	0.035	1.54	0.023
8	a_w		23	
9	a_n		12	
总计		$\Sigma \delta = 0.525$		$\Sigma R = 6.855$

所以,
$$K_{\text{外}} = \frac{1}{\sum R} = \frac{1}{\frac{1}{a_w} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{a_n}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{23} + 6.855 + \frac{1}{12}} = 0.143 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

冻结间的外墙的传热系数:

$$K_{\text{外}} = \frac{1}{\sum R} = \frac{1}{\frac{1}{23} + 6.855 + \frac{1}{29}} = 0.144 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

3.1.3 内墙的设计及传热系数的计算

3.1.3.1 内墙¹由室外到室内设计如下(冷库、冻结间与常温穿堂之间的内墙):

层次	各层构造	厚度 δ	导热系数 λ	热阻 R
		m	W/m $^{\circ}\text{C}$	R= δ / λ

1	水泥砂浆抹面	0.02	0.93	0.022
2	砖墙	0.24	0.81	0.296
3	水泥砂浆抹面	0.02	0.93	0.022
4	冷底子油	一道		0
5	二毡三油	0.01	0.25	0.040
6	聚氨脂泡沫塑料	0.15	0.031	4.839
7	预制钢筋混凝土小柱 插板	0.035	1.54	0.023
8	α_w		12	
9	α_n		12	
总计		$\Sigma \delta=0.475$		$\Sigma R=5.242$

所以,
$$K_{\text{内}1} = \frac{1}{\sum R} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_w} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_n}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{12} + 5.242 + \frac{1}{12}} = 0.185 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

冻结间的内墙¹的传热系数:

$$K_{\text{内}1} = \frac{1}{\sum R} = \frac{1}{\frac{1}{12} + 5.242 + \frac{1}{29}} = 0.187 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

3.1.3.2 内墙²由室外到室内设计如下(冻结间之间的内墙):

层次	各层构造	厚度 δ	导热系数 λ	热阻 R
		m	W/m ² ·°C	R= δ / λ
1	预制钢筋混凝土小柱 插板	0.035	1.54	0.023
2	聚氨脂泡沫塑料	0.07	0.031	2.258
3	二毡三油	0.01	0.25	0.040
4	冷底子油	一道		0
5	水泥砂浆抹面	0.02	0.93	0.022
6	砖墙	0.24	0.81	0.296
7	水泥砂浆抹面	0.02	0.93	0.022
8	冷底子油	一道		0
9	二毡三油	0.01	0.25	0.040

10	聚氨脂泡沫塑料	0.07	0.031	2.258
11	预制钢筋混凝土小柱 插板	0.035	1.54	0.023
12	a_w		12	
13	α_n		12	
总计		$\Sigma \delta=0.51$		$\Sigma R=4.982$

所以，
$$K_{\text{内2}} = \frac{1}{\sum R} = \frac{1}{\frac{1}{a_w} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + L + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{a_n}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{29} + 4.982 + \frac{1}{29}} = 0.198 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

3.1.4 地坪的设计及传热系数的计算

地坪由上到下设计如下：

层次	各层构造	厚度 δ	导热系数 λ	热阻 R
		m	W/m $^{\circ}\text{C}$	$R= \delta / \lambda$
1	钢筋混凝土地坪	0.06	1.55	0.039
2	水泥砂浆抹面	0.02	0.93	0.022
3	一毡二油	0.005	0.21	0.024
4	软木	0.2	0.069	2.899
5	加气混凝土隔热层	0.24	0.151	1.60
6	一毡二油	0.005	0.21	0.024
7	水泥砂浆抹面	0.02	0.93	0.022
8	钢筋混凝土板	0.04	1.55	0.026
9	架空层			
10	a_w		12	
11	α_n		12	
总计		$\Sigma \delta=0.59$		$\Sigma R=4.656$

所以，
$$K_{\text{地}} = \frac{1}{\sum R} = \frac{1}{\frac{1}{a_w} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + L + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{a_n}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{12} + 4.656 + \frac{1}{12}} = 0.207 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

冻结间的地坪的传热系数:

$$K_{\text{地}} = \frac{1}{\sum R} = \frac{1}{\frac{1}{12} + 4.656 + \frac{1}{29}} = 0.209 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

3.2 围护结构传热面积的确定 (单位: m^2)

3.2.1 冷藏间传热面积的确定

$$F_{\text{东}} = (26 + 0.525 + 0.238) \times (5.5 + 0.45 + 0.59) = 173.21 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{西}} = (26 + 0.238) \times (5.5 + 0.45 + 0.59) = 171.60 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{南}} = (35 + 0.238) \times (5.5 + 0.45 + 0.59) = 230.46 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{北}} = (35 + 0.525 + 0.238) \times (5.5 + 0.45 + 0.59) = 232.34 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{顶}} = (35 + 0.238) \times (26 + 0.238) = 924.58 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{地}} = (35 + 0.238) \times (26 + 0.238) = 924.58 \text{ m}^2$$

3.2.2 冻结间 1 传热面积的确定

$$F_{\text{东}} = (9 + 0.238 + 0.238) \times (5.5 + 0.45 + 0.59) = 61.97 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{西}} = (9 + 0.238 + 0.238) \times (5.5 + 0.45 + 0.59) = 61.97 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{南}} = (5 + 0.255) \times (5.5 + 0.45 + 0.59) = 34.37 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{北}} = (5 + 0.255) \times (5.5 + 0.45 + 0.59) = 34.37 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{顶}} = (9 + 0.238 + 0.238) \times (5 + 0.255) = 49.80 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{地}} = (9 + 0.238 + 0.238) \times (5 + 0.255) = 49.80 \text{ m}^2$$

3.2.3 冻结间 2 传热面积的确定

$$F_{\text{东}} = (9 + 0.238 + 0.238) \times (5.5 + 0.45 + 0.59) = 52.50 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{西}} = (9 + 0.238 + 0.238) \times (5.5 + 0.45 + 0.59) = 52.50 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{南}} = (5 + 0.255 + 0.238) \times (5.5 + 0.45 + 0.59) = 35.92 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{北}} = (5 + 0.255 + 0.238) \times (5.5 + 0.45 + 0.59) = 35.92 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{顶}} = (9+0.238+0.238) \times (5+0.255+0.238) = 52.05 \text{m}^2$$

$$F_{\text{顶}} = (9+0.238+0.238) \times (5+0.255+0.238) = 52.05 \text{m}^2$$

各面积如下（单位 m^2 ）

	东	西	南	北	屋顶	地坪
冷藏间	173.21	171.60	230.46	232.34	924.58	924.58
冻结间 1	61.97	61.97	34.37	34.37	49.80	49.80
冻结间 2	61.97	61.97	35.92	35.92	52.05	52.05

3.3 围护结构传热引起的耗冷量 Q_1 的计算

围护结构引起的耗冷量计算公式：

$$Q_1 = K \times A \times \alpha \times (t_w - t_n)$$

式中： K ——围护结构的传热系数（ $\text{W} / \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ）；

A ——围护结构的计算传热面积（ m^2 ）；

α ——围护结构两侧温差修正系数；

t_w ——围护结构外侧的计算温度（ $^\circ\text{C}$ ）；

t_n ——围护结构内侧的计算温度（ $^\circ\text{C}$ ）。

湛江的室外计算温度为 $t_w = 30^\circ\text{C}$ ，低温冷藏间的室温为 $t_n = -25^\circ\text{C}$ ，冻结间的室

温为 $t_n = -25^\circ\text{C}$ 。围护结构两侧温度修正系数 α 值的确定：根据维护结构热惰性指标 D 的数值查得，库房与室外相邻外墙 α 取 1.05，与常温房间相邻外墙 α 取 1，地坪 α 取 0.7，楼板 α 取 1.3，两侧均为冷间内墙 α 取 1。

3.3.1 冷藏库围护结构传热引起的耗冷量 Q_1 的计算

	K	A	α	t_w	t_n	Q_1 / W
东	0.143	173.21	1.05	30	-25	1430.411
西	0.185	171.6	1	30	-25	1746.03
南	0.185	230.46	1	30	-25	2344.93
北	0.143	232.34	1.05	30	-25	1918.72
屋顶	0.147	924.58	1.3	30	-25	9717.80
地坪	0.207	924.58	0.7	30	-25	7368.44
总计						24526.33

3.3.2 冻结间 1 围护结构传热引起的耗冷量 Q_1 的计算

	K	A	α	t_w	t_n	Q_1/W
东	0.198	52.5	1	-10	-25	184.05
西	0.144	52.5	1.05	30	-25	515.34
南	0.187	29.11	1	30	-25	353.50
北	0.187	29.11	1	30	-25	353.50
屋顶	0.148	49.8	1.3	30	-25	527.0
地坪	0.209	49.8	0.7	30	-25	400.72
总计						2334.08

3.3.3 冻结间 2 围护结构传热引起的耗冷量 Q_1 的计算

	K	A	α	t_w	t_n	Q_1/W
东	0.187	52.5	1	30	-25	637.36
西	0.198	52.5	1	-10	-25	184.05
南	0.187	30.43	1	30	-25	369.44
北	0.187	30.43	1	30	-25	369.44
屋顶	0.148	52.05	1.3	30	-25	550.80
地坪	0.209	52.05	0.7	30	-25	418.82
总计						2530.0

3.4 食品冷加工耗冷量 Q_2 的计算

食品冷加工或储存时的耗冷量 Q_2 的计算公式为：

$$Q_2 = Q_{2a} + Q_{2b} + Q_{2c} + Q_{2d}$$

式中 Q_{2a} ——食品冷加工或储存时放出的热量 (w)；

Q_{2b} ——包装材料或运载工具的耗冷量 (w)；

Q_{2c} ——货物冷却时的呼吸热量 (w)；

Q_{2d} ——货物冷藏时的呼吸热量 (w)。

3.4.1 冻结间食品加工耗冷量 Q_2 (kw)

$$Q_2 = Q_{2a} + Q_{2b} = \frac{G \times (h_1 - h_2)}{\tau} + \frac{G \times B \times (t_1 - t_2) \times c_b}{\tau}$$

式中 G ——食品每次加工量 (Kg)；

h_1 、 h_2 ——食品加工前后的比焓 (KJ/Kg)；

τ ——每次加工食品的时间 (h);

B ——货物包装材料或运转工具重量系数;

t_1 、 t_2 ——包装材料或运载工具进出库温度;

c_b ——包装材料或运载工具的比热容[KJ/ (Kg·K)]

取加工前后食品温度分别为 15℃和-25℃, 查表得食品加工前后焓值分别 318.9KJ/kg 和-12.2KJ/kg, 冻结时食品不带包装, 运载工具重量系数 $B = 0.3$, 运载工具的比热容 $c_b = 0.88$ KJ/ (Kg·K), 食品冷加工时间为 4 小时, 则有:

$$\begin{aligned} Q_2 &= \frac{G \times (h_1 - h_2)}{\tau} + \frac{G \times B \times (t_1 - t_2) \times c_b}{\tau} \\ &= \frac{5 \times [318.9 - (-12.2)]}{4 \times 3.6} + \frac{5 \times 0.3 \times [30 - (-25)] \times 0.88}{4 \times 3.6} \\ &= 111.54 \text{ kw} \end{aligned}$$

故两个冻结间的总食品加工耗冷量 $Q_2 = 223.07$ kw。

3.4.2 冷藏间食品储存时的耗冷量 Q_2 (kw)

$$Q_2 = Q_{2a} + Q_{2b} = \frac{G \times (h_1 - h_2)}{\tau} + \frac{G \times B \times (t_1 - t_2) \times c_b}{\tau}$$

取入库出库食品温度分别为-15℃和-25℃, 查表得对应焓值分别 14.2KJ/kg 和-12.2KJ/kg, 包装入库温度为 30℃, 出库为-25℃, 运载工具重量系数 $B = 0.3$, 包装材料的比热容 $c_b = 1.47$ KJ/ (Kg·K), 每日进货量取冷库吨位的 5%为 15t。

$$\begin{aligned} Q_2 &= \frac{G \times (h_1 - h_2)}{\tau} + \frac{G \times B \times (t_1 - t_2) \times c_b}{\tau} \\ &= \frac{50 \times [14.2 - (-12.2)]}{24 \times 3.6} + \frac{50 \times 0.3 \times [30 - (-25)] \times 1.47}{24 \times 3.6} \\ &= 29.3 \text{ kw} \end{aligned}$$

3.4.3 隧道单冻机耗冷量

选用亚翔/SSD 隧道单冻机, 其耗冷量为 40KW, 故两台隧道单冻机耗冷量为 80KW。

3.4.4 制冰机耗冷量

深圳中雪 ZFE-20T 片冰机蒸发器, 其耗冷量为 94KW。

3.5 通风换气耗冷量 Q_3 不计算。

3.6 电动机运行的耗冷量 Q_4 的计算

$$Q_4 = \sum P \cdot \xi \cdot \rho$$

式中 P ——电动机额定功率 (kw);

ξ ——热转化系数，在冷间内取 1，在冷间外去 0.75；

ρ ——电动机运转时间系数，冷风机配用的电动机取 1，其他设备配用的电动机取 1/3。

初步选用选择大连冷冻设备公司的 DD63-200 型冷风机两台每台冷却面积为 200m²，风量为 29600m³/h，风机额定功率为 3KW

$$Q_4 = \sum P \cdot \xi \cdot \rho \\ = 6 \times 1 \times 1 = 6 \text{ kw}$$

。

3.7 经营操作耗冷量 Q_5 的计算

$$Q_5 = Q_{5a} + Q_{5b} + Q_{5c} \\ = q_d \times A + \frac{V \times n \times (h_w - h_n) \times M \times r_n}{24 \times 3600} + 0.125 \times n_n \times q_r$$

式中： Q_{5a} ——库房照明耗冷量 (W)；

Q_{5b} ——库房门开启耗冷量 (W)；

Q_{5c} ——操作工人耗冷量 (W)；

q_d ——每平方米地板面积照明热量 (w/m²)，可取范围为 1.74~2.30

w/m²，在此取 2.1 w/m²；

A ——有效照明面积 (m²)；

V ——冷间内公称容积 (m³)；

n ——每日开门换气次数 (h)，与库房内净容积有关；

h_w ——冷间外空气的焓 (KJ/kg)；

h_n ——冷间内空气的焓 (KJ/kg)；

M ——空气幕效率修正系数，不设空气幕取 1，设空气幕取 0.5，在此取 1；

0.125——每日操作时间系数，按每日操作 3h 计；

r_n ——冷间空气的密度 (kg/m³)；

n_n ——操作人员数；

q_r ——每个操作人员每小时产生的热量 (W/人)，库房设计温度低

于-5℃取 419 W /人。
冻结间不计经营操作耗冷量，故只计算冷藏库的经营操作耗冷量

3.7.1 库房照明耗冷量 Q_{5a}

$$Q_{5a} = q_a \times A = 2.1 \times 884 = 1856.4 \text{ w}$$

3.7.2 库房门开启耗冷量 Q_{5b}

室外计算温度采用夏季空气调节平均温度 30℃，室外相对湿度采用相对湿度 83%。对应空气焓值为 84.99kJ/kg, 冷间内空气温度为-25℃, 湿度 90%，其焓值为-24.39 kJ/kg，密度为 1.42kg/m³, 每日开门换气次数为 2，则

$$\begin{aligned} Q_{5b} &= \frac{V \times n \times (h_w - h_n) \times M \times r_n}{24 \times 3600} \\ &= \frac{4873 \times 2 \times (84.99 + 24.39) \times 10^3 \times 1 \times 1.42}{24 \times 3600} \\ &= 17520.2 \text{ w} \end{aligned}$$

3.7.3 库房操作人员耗冷量 Q_{5c}

由于公称容积为 1620m³ 操作人数可确定为 7 人，则

$$\begin{aligned} Q_{5c} &= 0.125 \times n_n \times q_r \\ &= 0.125 \times 7 \times 419 = 366.6 \text{ w} \end{aligned}$$

$$\text{则 } Q_5 = Q_{5a} + Q_{5b} + Q_{5c} = 1856.4 + 17520.2 + 366.6 = 19743.2 \text{ w}$$

4 制冷设备负荷及制冷机械负荷的计算

4.1 各冷间冷却设备负荷 Q_q 的计算

设备负荷计算公式为： $Q_q = Q_1 + p \times Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$

式中 Q_q ——冷间冷却设备负荷 (W)；

Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5 ——冷间各项耗冷量的值；

p ——负荷系数，冻结间的负荷系数取 1.3，其他冷间取 1。

各冷间耗冷量及冷却设备负荷汇总如下表：

类别	Q_1/KW	Q_2/KW	p	Q_3/KW	Q_4/KW	Q_5/KW	Q_q/KW
冷藏库	24.5	29.3	1	0	0	19.74	73.54
冻结间 1	2.33	111.54	1.3	0	6	0	153.33
冻结间 2	2.53	111.54	1.3	0	6	0	153.53

4.2 制冷压缩机机械负荷 Q_j 的计算

机械负荷计算公式为：

$$Q_j = (n_1 \times \sum Q_1 + n_2 \times \sum Q_2 + n_3 \times \sum Q_3 + n_4 \times \sum Q_4 + n_5 \times \sum Q_5) \times R$$

式中 Q_j ——制冷压缩机的机械负荷 (W)；

n_1 ——围护结构耗冷量的季节修正系数，取 1；

n_2 ——食品冷加工耗冷量的机械负荷修正系数，冻结间、制冰机取 1，冷藏间取 0.5；

n_3 ——同期换气系数。

n_4 ——冷间内电动机同期运转系数，冻结间内的冷风机取 1；

n_5 ——冷藏间同期操作系数，只有一间冷藏间时取 1；

R ——制冷装置和管道等冷却损失补偿系数，取 1.07。

各冷间机械负荷汇总如下表（单位：KW）：

类别	$n_1 \sum Q_1$	$n_2 \sum Q_2$	$n_3 \sum Q_3$	$n_4 \sum Q_4$	$n_5 \sum Q_5$	Q_j/KW
冷藏库	24.5	14.65	0	0	19.74	63.01
冻结间 1	2.33	111.54	0	6	0	128.26
冻结间 2	2.53	111.54	0	6	0	128.47

注：隧道冻结机、制冰机机械负荷如下：

产品	数量（台）	型号	工况	产品耗冷量
隧道冻结机	2		+35℃/-35℃	40kw
制冰机蒸发器	1	ZFE-20T	+35℃/-20℃	94kw

设计该制冷系统分为三个独立的蒸发系统：

-35℃蒸发系统 1：冻结间 1、冻结间 2， $Q_{j1} = 128.26 + 128.47 = 256.73 \text{ KW}$ ；

-35℃蒸发系统 2：隧道冻结机、冷藏间， $Q_{j2} = 80 + 63.01 = 143.01 \text{ KW}$ ；

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/538116107040007005>