



广东海洋大学

课程设计

冷库制冷工艺设计说明书

题 目： 设计小型冷冻加工厂

学 院： 工程学院

班 级： 制冷 1103 班

学 号： 201011422132

姓 名： 张水丰

指导老师： 叶 彪

目录

1. 设计概况及相关要求	1
1.1 设计内容:	1
1.2 设计条件:	1
1.3 生产指标及室温要求:	1
2. 库房面积及其容量的确定	2
2.1 冷藏间面积的确定	2
2.2 冻结间面积的确定	2
2.3 各个冷间的面积汇总	3
3. 设计冷负荷计算说明	4
3.1 冷库维护结构的设计	4
3.2 围护结构的设计及传热系数的计算	4
3.1.1 围护结构传热系数	4
3.1.2 维护结构热惰性指标 D 的计算	4
3.1.3 冷库维护结构的蒸汽渗透阻的计算	4
3.2 围护结构热工计算结果汇总	5
3.2.1 外墙围护结构(外→内)	5
3.2.2 屋顶围护结构(上→下)	6
3.2.3 地坪(上→下)	6
3.2.4 内墙围护结构(左→右)	7
3.3 各冷间面积汇总	8
3.3.1 制冰间的面积	8
3.3.2 冻结间 1 的面积	9
3.3.3 冻结间 2 的面积	9
3.3.4 冷藏间的面积	9
3.4.1 围护结构的耗冷量 Q_1 计算	10
3.4.1.1 冷藏间围护结构冷负荷计算	10
3.4.1.2 冻结间围护结构冷负荷计算	11
3.4.1.3 各库房围护结构冷负荷汇总表	11
3.4.2 食品冷加工或贮存时的耗冷量 Q_2	11
3.4.3 库房通风换气的耗冷量 Q_3 的计算	13
3.4.4 电机运行耗冷量 Q_4 的计算	13
3.4.5 经营操作热量 Q_5 的计算	13
3.5 库房设备负荷的计算	15
3.5.1 库房制冷设备负荷 Q_q 的计算	15
3.5.2 制冷压缩机负荷 Q_j 的计算	15

3.5.3 隧道单冻机的选型	16
3.5.4 各个冷间、网带速冻机和冷藏间的机械负荷汇总	16
4 制冷压缩机及设备的选型与计算	16
4.1 参数的确定	16
4.1.1 蒸发温度	16
4.1.2 冷凝温度	17
4.1.3 吸气温度	17
4.1.4 排气温度	17
4.1.5 过冷度	17
4.2 -35℃系统的选型	17
4.2.1 -15℃系统的选型	18
4.3 压缩机功率的选配校核计算	19
4.4 冷凝器的选型与计算	21
4.5 中冷器的选择	22
4.5.1 中冷器的直径计算:	22
4.5.2 蛇形盘管的传热面积的计算:	22
4.6 贮液器的选型与计算	23
4.7 油分离器的选型与计算	23
4.9 集油器的选型与计算	24
4.10 紧急泄氨器的选择	24
4.11 空气分离器的选型与计算	24
5 库房冷却设备的设计	25
5.1 冷藏间冷却设备的选型和布置设计	25
5.2 冻结间冷却设备的选型和布置设计	26
5.3 低压循环桶的选型计算	26
5.3.1 低压循环桶直径的计算	26
5.3.2 低压循环桶体积的计算	27
5.4 液泵的选型与计算	27
6 管道的设计	28
6.1 管径确定	28
6.2 通用管的确定	29
6.2.1 排气管	29
6.2.2 吸气管	30
6.2.3 冷凝器至贮氨器液体管	31
6.2.4 氨泵供液的进出管道	31
6.3 其它通用管	31
参考文献	32

1. 设计概况及相关要求

1.1 设计内容：

拟在广东湛江设计一座小型水产品冷冻加工厂，以冷冻加工鱼类为主，包括对鱼类加工、冻结、冷藏，其它用房的总体布置和制冷工艺设计。

1.2 设计条件：

- 1) 广东省湛江市
- 2) 气象条件和水文资料：

室外计算温度（℃）		夏季室外平均每年不保证 50 小时的湿球温度（℃）	室外计算相对湿度（%）		大气压力（kPa）	
夏季通风	夏季空气调节日平均		最热月平均	夏季通风	冬季	夏季
31	30.5	27.8	81	67	1015.3	1001.1

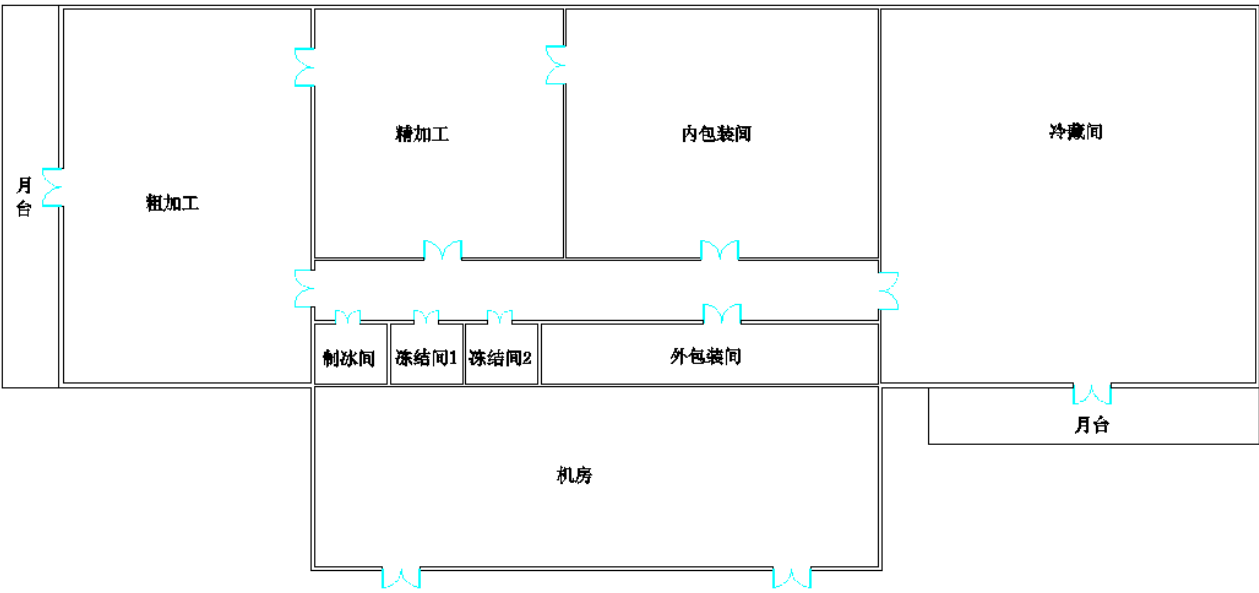
1.3 生产指标及室温要求：

本设计是广东省湛江市某小型冷冻加工厂制冷工艺的设计。以冷冻加工鱼类为主，它的主要参数如下：

600m²粗加工间(室内温度为常温)，400 m²精加工间(室内温度要求 22℃)，内、外包装间，室内温度分别要求 16℃、22℃

- 1) 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℃）

1.4 建筑平面图



2. 库房面积及其容量的确定

2.1 冷藏间面积的确定

由工艺条件得知这个小型冷冻加工厂冷藏间的冷藏能力为 1000 吨/次, 这样可以计算出冷藏间的面积。

冷藏容量为:

$$\begin{aligned} V &= \frac{1000G}{\eta \cdot \rho} \\ &= \frac{1000 \cdot 1000}{0.55 \cdot 470} \\ &= 3868 \text{m}^3 \end{aligned}$$

式中: V ——冷库公称容积, 立方米;

G ——冷藏容量, 吨;

η ——容积利用系数, 在此取 0.55;

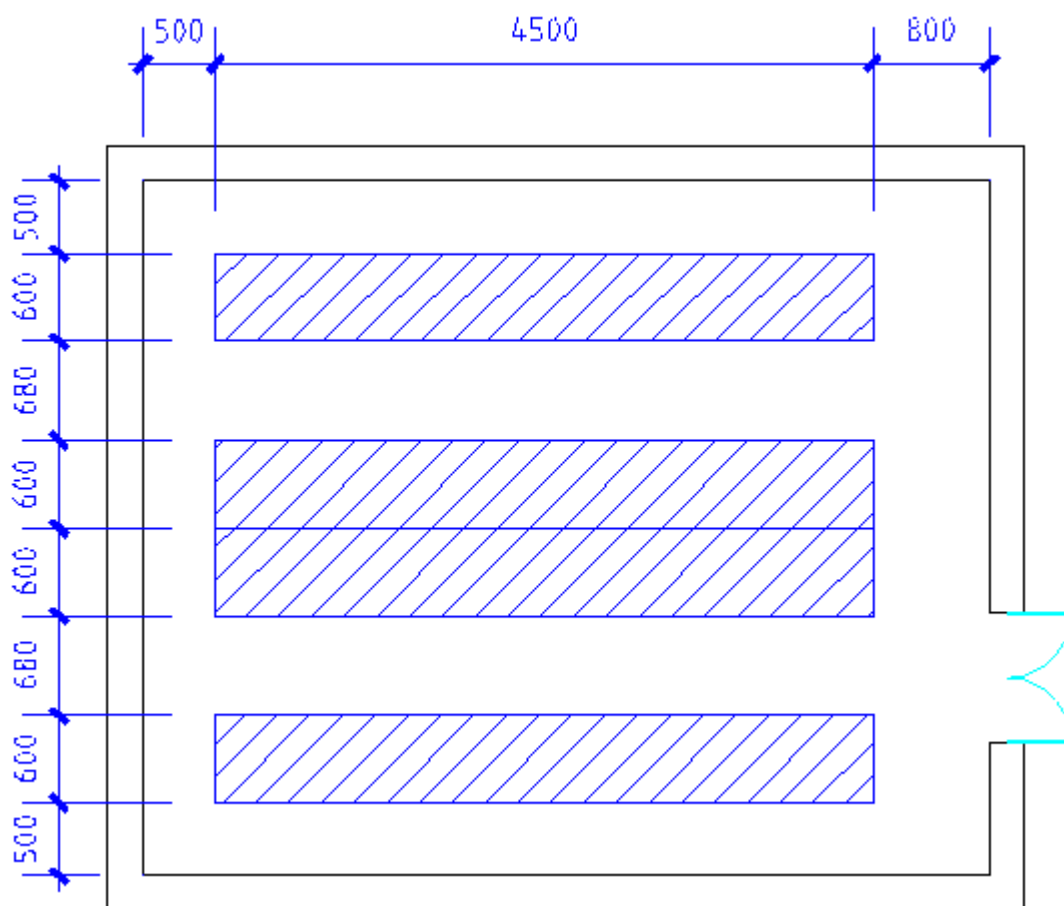
ρ ——食品计算密度, 公斤/立方米.

冷藏间高度为 5.5m, 假设堆货高度为 4.0m, 则房间的内净面积 $F_{\text{净}} = V \div 5.5 = 3868 \div 5.5 = 703.3 \text{m}^2$, 根据《冷藏建筑》可知, 建筑面积系数为 1.25~1.3, 选取 1.25, 所以建筑面积为:

$F_{\text{建}} = 703.3 \times 1.25 = 879 \text{m}^2$ 。设计一个冷藏间冷藏面积为: $30 \times 30 = 900 \text{m}^2$ 。

2.2 冻结间面积的确定

该小型冷冻加工厂冻结能力为: 2 个搁架冻结间, 冻结能力为 5 吨/个, 每个鱼盘的规格是 15Kg/个, 由于 $334 \times 15 = 5010 \text{Kg} = 5.01 \text{t}$, 所以大概需要鱼盘数量为 334 个, 而鱼盘的规格为: 600mm*400mm*80mm 的, 搁架为 4 (个)×8 (层)×600mm×8460mm, 层与层之间的距离为 180mm, 每条供液管之间的距离为 100mm, 总共有 27 根。下图所示, 加上墙体的厚度则冻结间的面积大概为 $5 \times 6 = 30 \text{M}^2$



2.3 各个冷间的面积汇总

房间名称	房间尺寸(长×宽×高, m)	房间面积(m ²)
冷藏间	30×30×5.5	900
冻结间 1	6×5×5.5	30
冻结间 2	6×5×5.5	30
制冰间	9×5×5.5	45

3. 设计冷负荷计算说明

3.1 冷库维护结构的设计

拟在广东省湛江市建一小型冷库，按土建式冷库设计，采用钢筋混凝土钢架结构。为了保证冷藏间、冻结间的食品贮藏和冻结条件，冷库围护结构应具有符合要求的隔汽、防潮、以及隔热能力，故在具体的围护结构材料选择、构造做法方面较常规建筑有更加严格和更为复杂的做法和施工规范。

3.2 围护结构的设计及传热系数的计算

3.1.1 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放热系数，KW/ m² · °C

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

$\lambda_1 \cdots \lambda_n$ ——围护结构各构造层材料的导热系数，KW /m

3.1.2 维护结构热惰性指标 D 的计算

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

式中： R_1 、 R_2 、... 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

3.1.3 冷库维护结构的蒸汽渗透阻的计算

$$H = R_w + R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n$$

式中 R_n ——维护结构内表面的蒸汽渗透阻，（当库内有强力通风装置时，取4 m². h. Pa/g，否则取8 m². h. Pa/g）

R_w ——维护结构外表面的蒸汽渗透阻， $R_w = 4 \text{ m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa/g}$

$R_1 + R_2 + R_3 + \cdots$ ——维护结构内各层不同性能材料的蒸气渗透阻。

$$R = \delta / \mu$$

式中 δ ——材料的厚度（m）

μ ---材料的蒸气渗透率[g/(m. h. Pa)]

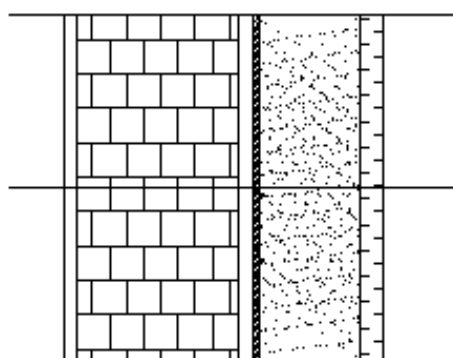
3.2 围护结构热工计算结果汇总

3.2.1 外墙围护结构(外→内)

外墙的围护结构包括防潮隔汽、隔热保温等数种材料，包括水泥砂浆与砖墙在内共 7 层。详情见下表

外墙围护结构材料

序号	构造层名称	厚度 δ m	导热系数 λ W/m $^{\circ}$ C	热阻 R $R=\delta/\lambda$	蒸汽渗透系数 μ g/m $^{\circ}$ h*mmHg	蒸汽渗透阻 H $H=\delta/\mu$
1	水泥砂浆抹面	0.02	0.93	0.022	0.012	1.67
2	砖墙	0.24	0.81	0.296	0.014	17.14
3	水泥砂浆抹面	0.02	0.93	0.022	0.012	1.67
4	冷底子油	一道				22.6
5	二毡三油	0.01	0.174	0.057		
6	聚氨脂泡沫塑料	0.2	0.031	6.542	0.0034	58.82
7	钢筋混凝土预制小插板	0.035	1.55	0.023	0.004	8.75
	α_n		12	0.083		
	α_w		23	0.043		
	Σ $\delta=0.525$			$\Sigma R=6.82$ $K=0.146$		$\Sigma H=110.67$



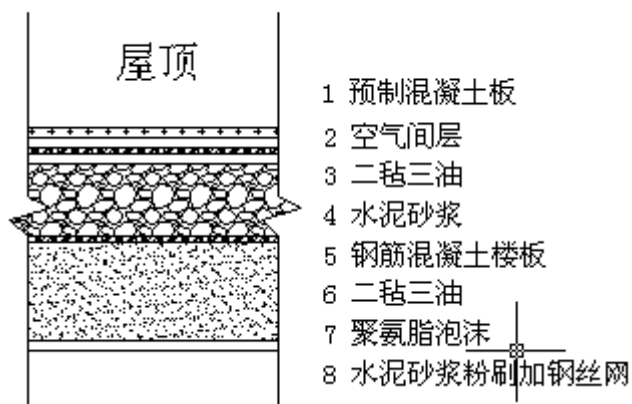
- 1 水泥砂浆
- 2 砖墙
- 3 水泥砂浆
- 4 二毡三油
- 5 聚氨脂泡沫塑料
- 6 钢筋混凝土预制插板

外墙详图

3.2.2 屋顶围护结构(上→下)

屋顶围护结构材料表

序号	构造层名称	厚度 δ	导热系数 λ	热阻 R	蒸汽渗透系数 μ	蒸汽渗透阻 H
		m	W/m ² ·°C	$R = \delta / \lambda$	g/m ² ·h·mmHg	$H = \delta / \mu$
1	预制混凝土板	0.02	1.55	0.013	0.004	5
2	空气间层	0.02				
3	二毡三油	0.01	0.174	0.068		22.6
4	冷底子油	一道				
5	水泥砂浆抹面	0.02	0.93	0.022	0.012	1.67
6	钢筋混凝土楼板	0.15	1.55	0.097	0.004	37.5
7	冷底子油	一道				22.6
8	二毡三油	0.01	0.174	0.068		
9	聚氨脂泡沫	0.2	0.031	6.45	0.0034	58.8
10	水泥砂浆粉刷加钢丝网	0.02	0.93	0.022	0.012	1.67
	α_w		23	0.043		
	α_n		12	0.083		
		$\Sigma \delta = 0.45$		$\Sigma R = 6.866$ $K = 0.146$		$\Sigma H = 149.84$



屋顶结构详图

3.2.3 地坪(上→下)

低温间地坪材料表

序号	构造层名称	厚度 δ	导热系数 λ	热阻 R	蒸汽渗透系数 μ	蒸汽渗透阻 H
		m	W/m ² ·°C	$R = \delta / \lambda$	g/m ² ·h·mmHg	$H = \delta / \mu$
1	钢筋混凝土粘结层	0.06	1.55	0.039	0.004	15
2	水泥砂浆抹面	0.02	0.93	0.022	0.012	1.67
3	一毡二油防水层	0.01	0.147	0.068		22.6
4	软木层	0.24	0.069	3.48	0.0058	41.3

5	加气混凝土隔热层	0.24	0.151	1.60	0.015	16
6	二毡三油隔汽层	0.01	0.147	0.068		22.6
7	水泥砂浆抹平	0.02	0.93	0.022	0.012	1.67
8	钢筋混凝土预制平板	0.05	1.55	0.032	0.004	12.5
9	中砂垫层(内埋 $\phi 250\text{mm}$ 水泥管, 管中距 1.0m 1/200 排水坡)	0.4	0.64	0.625	0.015	26.7
10	素土分层夯实					
11	αn		8	0.125		
				$\Sigma R=6.081$ $K=0.164$		$\Sigma H=160$

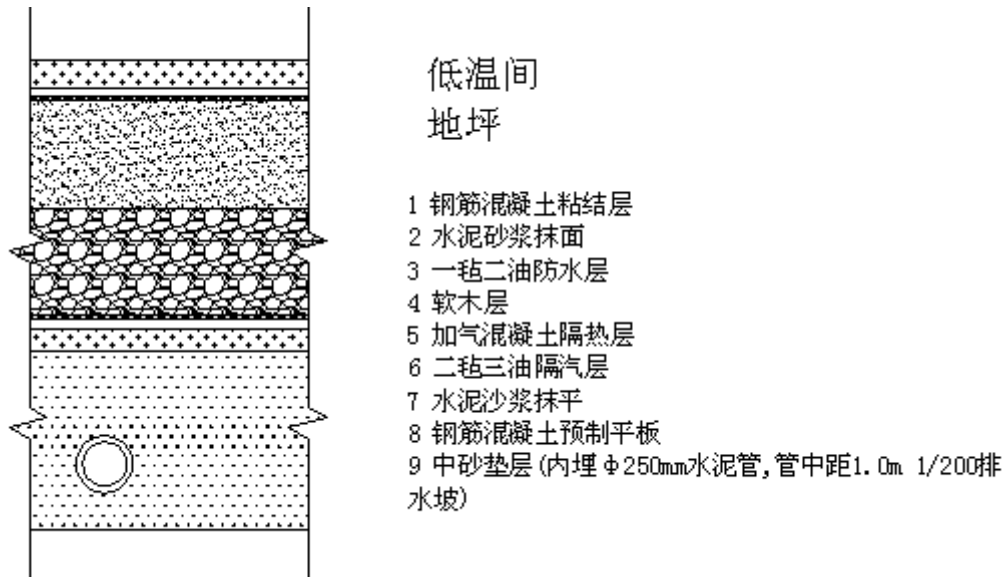


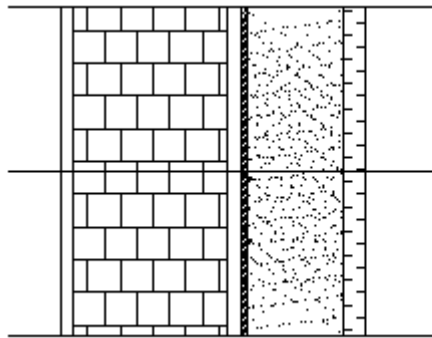
图 3-4 低温间地坪结构详图

3.2.4 内墙围护结构(左—右)

内墙围护结构材料

序号	构造层名称	厚度 δ m	导热系数 λ w/m $^{\circ}\text{C}$	热阻 R $R=\delta/\lambda$	蒸汽渗透系数 μ g/mhmmHg	蒸汽渗透阻 H $H=\delta/\mu$
1	水泥砂浆抹面	0.02	0.93	0.022	0.012	1.67
2	砖墙	0.24	0.81	0.296	0.014	17.14
3	水泥砂浆抹面	0.02	0.93	0.022	0.012	1.67
4	冷底子油	一道				22.6
5	二毡三油	0.01	0.174	0.057		
6	聚氨脂泡沫塑料	0.15	0.031	4.85	0.0034	42.82

7	钢筋混凝土预制 小插板	0.035	1.55	0.023	0.004	8.75
	α_n		12	0.083		
	α_w		12	0.083		
		$\Sigma \delta=0.425$		$\Sigma R=5.38$ $K=0.185$		$\Sigma H=94.4$



- 1 水泥砂浆
- 2 砖墙
- 3 水泥砂浆
- 4 二毡三油
- 5 聚氨脂泡沫塑料
- 6 钢筋混凝土预制插板

内墙结构详图

3.2.5 传热系数汇总：

传热系数汇总表

序号	结构名称	传热系数 K W/(m ² ·℃)
1	外墙	0.146
2	屋顶	0.146
3	地坪	0.164
4	内墙	0.185

3.3 各冷间面积汇总

3.3.1 制冰间的面积

	墙体方向	长	高/宽	面积
		m	m	m^2
制冰间	北内墙	9	5.5	49.5
	南内墙	9	5.5	49.5
	东内墙	5	5.5	27.5
	西内墙	5	5.5	27.5
	楼板	9	5	45
	地坪	9	5	45

3.3.2 冻结间1的面积

冻结间 1	墙体方向	长	高/宽	面积
		<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i> ²
	北内墙	6	5.5	33
	南内墙	6	5.5	33
	东内墙	5	5.5	27.5
	西内墙	5	5.5	27.5
	楼板	6	5	30
	地坪	6	5	30

3.3.3 冻结间 2 的面积

冻结间 2	墙体方向	长	高/宽	面积
		<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i> ²
	北内墙	6	5.5	33
	南内墙	6	5.5	33
	东内墙	5	5.5	27.5
	西内墙	5	5.5	27.5
	楼板	6	5	30
	地坪	6	5	30

3.3.4 冷藏间的面积

冷藏间	墙体方向	长	高/宽	面积
		<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i> ²
	北外墙	30	5.5	165
	南外墙	30	5.5	165
	东外墙	30	5.5	165
	西内墙	30	5.5	165
	楼板	30	30	900
	地坪	30	30	900

3.4 冷库耗冷量冷计算

3.4.1 围护结构的耗冷量 Q_1 计算

由广东省湛江市的气象条件和水文资料得知，夏季空气调节日平均温度为30.5℃，则可以取室外计算温度为30.5℃，冷藏间的室温为 -25°C ；对冻结间的室温由生产要求应先为 -25°C ，而内墙应取空库保温温度则为： -10°C ，穿堂温度为 4°C 。

因围护结构引起的耗冷量计算公式：

$$Q_1 = K \cdot F \cdot \alpha (t_w - t_n)$$

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

F——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， $^{\circ}\text{C}$

3.4.1.1 冷藏间围护结构冷负荷计算

冷藏间围护结构冷负荷计算表

房间序号	墙体方向	传热系数 K	面积 F	α	T_w	T_n	Q_1
		$\text{W}/\text{m}^2 \text{gC}$	m^2		$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	(W)
冷藏间	北外墙	0.146	165	1.05	30.5	-25	1403.84
	南外墙	0.146	165	1.05	30.5	-25	1403.84
	东外墙	0.146	165	1.05	30.5	-25	1403.84
	西内墙	0.185	165	1	10	-25	1068.38
	屋盖	0.146	900	1.6	30.5	-25	11668.32
	地坪	0.164	900	0.2	30.5	-25	1638.36
	汇总 ΣQ						18586.59

3.4.1.2 冻结间围护结构冷负荷计算

相邻冷冻间，在计算其传热量时，取 -10°C 。

冷却间围护结构冷负荷计算表

房间名称	墙体方向	传热系数 K	面积 F	α	T_w	T_n	Q_1
		$\text{W}/\text{m}^2 \text{gC}$	m^2		$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	(W)
	北内墙	0.185	49.5	1	4	-25	177.05

制冰间							
	南内墙	0.185	49.5	1	30.5	-25	338.83
	东内墙	0.185	27.5	1	-10	-25	76.31
	西内墙	0.185	27.5	1.05	30.5	-25	233.97
	屋盖	0.146	45	1.6	30.5	-25	388.94
	地坪	0.164	45	0.2	30.5	-25	54.61
	汇总 ΣQ						
冻结间 1	北内墙	0.185	33	1	4	-25	177.05
	南内墙	0.185	33	1	30.5	-25	338.83
	东内墙	0.185	27.5	1	-10	-25	76.31
	西内墙	0.185	27.5	1	-10	-25	76.31
	屋盖	0.146	30	1.6	30.5	-25	388.94
	地坪	0.164	30	0.2	30.5	-25	54.61
	汇总 ΣQ						
冻结间 2	北内墙	0.185	33	1	4	-25	177.05
	南内墙	0.185	33	1	30.5	-25	338.83
	东内墙	0.185	27.5	1	-10	-25	76.31
	西内墙	0.185	27.5	1	-10	-25	76.31
	屋盖	0.146	30	1.6	30.5	-25	388.94
	地坪	0.164	30	0.2	30.5	-25	54.61
	汇总 ΣQ						
	冻结间维护结构耗冷量汇总 $\Sigma Q=4677.70$						2224.11

3.4.1.3 各库房围护结构冷负荷汇总表

围护结构耗冷量汇总表

序号	房间名称	耗冷量 Q_1	冷间汇总 ΣQ_1
		W	W
1	冷藏间	18586.59	18586.59
2	制冰间	1269.72	3493.82
3	冻结间 1	1112.05	
4	冻结间 2	1112.05	
5			22080.41

3.4.2 食品冷加工或贮存时的耗冷量 Q_2

由于加工的是鱼类水产品没有呼吸热量，所以冷加工或贮存时的耗冷量 Q_2 的公式就变为：

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

$$= \frac{1}{3.6} \left[\frac{G(h_1 - h_2)}{T} + GB \frac{(t_1 - t_2)c_b}{T} \right]$$

其中式中： Q_{2a} ——食品冷加工或贮存时放出的热量（W）；

Q_{2b} ——包装材料和运输工具耗冷量（W）；

G ——冷间的每次进货量（kg），其中冷藏间按该冷藏间吨位的 5% 计算；

h_1 ——食品进入冷间初始温度时的含热量（kJ/kg）；

h_2 ——食品在冷间内终止降温时的含热量（kJ/kg）；

τ ——每次食品冷加工的时间（h）；

B ——货物包装材料或运输工具重量系数，鱼类取 0.3；

c_b ——包装材料或运输工具的比热容（kJ/kg℃），冷藏间按纸箱包装取 1.51；

t_1 ——包装材料或运输工具进入冷间时的温度（℃），冰鲜鱼整理后的温度为 15℃；

t_2 ——包装材料或运输工具在冷间内终止降温时的温度（℃），取库房的设计温度。

冷间加工耗冷量计算表

序号	冷间名称	室温	进货温度 t_1	出货温度 t_2	h_1	h_2
		℃	℃	℃	kJ/kg	kJ/kg
1	冷藏间	-25	-15	-25	14.2	-12.2
2	冻结间 1	-25	15	-15	318.9	14.2
3	冻结间 2	-25	15	-15	318.9	14.2

冷间的进库量：冷藏间进库量按该冷藏间吨位的 5% 来计算；

冷藏间的进货量： $G=1000 \times 0.05=50$ （t/d）

加工耗冷量计算表

冷间名称	G	B	T	c_b	t_1	t_2	h_1	h_2	Q_2
	kg		h	kJ/kg℃	℃	℃	kJ/kg	kJ/kg	W
冷藏间	50000	0.25	24	1.51	-15	-25	14.2	-12.2	17462
冻结间 1	5000	0.3	6	0.88	15	-15	318.9	14.2	72366
	5000	0.3	6	0.88	15	-15	318.9	14.2	72366

冻结间 2									
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3.4.3 库房通风换气的耗冷量 Q_3 的计算

由于加工的是鱼类水产品，所以通风换气的耗冷量 $Q_3=0$ ；

3.4.4 电机运行耗冷量 Q_4 的计算

计算库房耗冷量时，冷却设备中所用电动机功率是未知的，因为该电动机功率是在制冷装置的总耗冷量确定之后才能计算的，而电动机耗冷量又是总耗冷量的一部份，故必须先假设一个电动机功率值，再求总耗冷量，然后再进行校核。

根据公式： $Q_4 = 1000 \sum N \cdot \xi \cdot b$

N ：电动机额定功率，KW；

b ：电机运转时间系数，对冷风机配用的电动机取 1.0，对冷间内其它设备配用的电机按使用情况取值。

该冷库冷藏间采用顶排管，不设冷风机；搁架式冻结间采用搁架加冷风机，每个冻结间配 1 台冷风机，假设冻结间采用 $N=550W$ 的 LFF-4.5-2

型号	转速(r/min)	风量(m ³ /h)	全压(Pa)	功率(kW)
LFF-3.5-1	1450	1800	100	0.12
LFF-3.5-2	1450	2200	100	0.18
LFF-4-1	1450	3000	120	0.25
LFF-4-2	1450	4000	110	0.37
LFF-4.5-1	1450	4600	100	0.37
LFF-4.5-2	1450	5500	150	0.55
LFF-5-1	1450	6000	160	0.55
LFF-5-2	1450	8000	175	0.75

则： $Q_4 = 1 \times 1000 \times 0.55 \times 1.0 \times 1.0 = 550W$ ；

电动机运转热流量计算表

电动机运转负荷 $Q_4 = 1000 \sum N \cdot \xi \cdot b$				
房间	风机额定功率 N (KW)	热转化系数 ξ	电动机运转时间系数 b	Q (W)
冻结间 1	0.55	1	1	550

冻结间 2	0.55	1	1	550
-------	------	---	---	-----

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/656211045052011005>