

第3章

制冷负荷计算

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

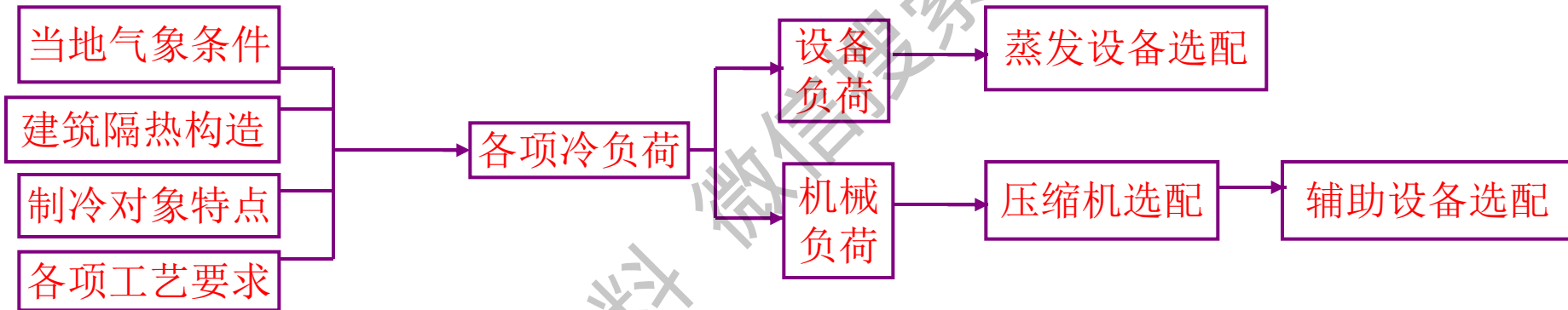
冷库耗冷量计算

- 目的：为正确选择制冷机器、设备、管道提供依据。

- 方法：计算库房耗冷量—修正—确定制冷负荷（冷却设备负荷和压缩机负荷）

冷库的耗冷量即冷库的冷负荷，指为了使冷间内的温度达到所要求的值而需要的冷量。

冷库耗冷量计算



获取更多资料

微信专家蓝领星球



§ 3.1 计算的基础资料和一般规定

一. 基础资料

- 1、地区气象资料
- 2、库房平面图和剖面图
- 3、冷间的进货量
- 4、冷间的设计温度和相对湿度 表2-1-1



二. 设计参数的确定

(一) 室外计算温度

1、计算围护结构传热量时， $t_{外}$ 为夏季空气调节室外计算日平均温度；

2、计算通风换气耗冷量时， $t_{外}$ 为夏季通风室外计算温度。



(二) 邻室计算温度 $t_{\text{邻}}$

两库房相邻，

- 1、邻间为冷藏间，按冷藏间的设计库温计；
2. 为冷却间或冻结间，取其空库保温温度。

冷却间为 10°C ；冻结间为 -10°C 。

3. 冷间地坪下设有通风加热装置，按 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 计；
4. 两用间，作为本房间热量计算时，按低温度计；作为邻室时，按高温度计。



(三) 室外计算相对湿度

- 1、校核围护结构是否结霜，用最热月月平均相对湿度；
- 2、计算通风换气和开门热量时，取夏季通风室外计算相对湿度。

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球



(四) 货物进出库的温度

1、进货

- a) 未经冷却的鲜肉按 $+35^{\circ}\text{C}$ 计，已冷却的鲜肉按 $+4^{\circ}\text{C}$ 计；
- b) 从外库调入的冻结物按 $-8^{\circ}\text{C}\sim-10^{\circ}\text{C}$ 计；
- c) 运来的冰鲜鱼虾按 $+15^{\circ}\text{C}$ 计，经整理后的鱼虾按用水温度计；
- d) 鲜蛋、果蔬按进库旺月的月平均温度，或按室外计算温度乘以季节修正系数；

2、出库

- a) 肉类从冷却间出按 $+4^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 肉类、鱼品从冻结间出按 -15°C ；
- c) 冷却物冷藏间为 0°C ；
- d) 冻藏间为 -18°C 。

(五) 加工时间 按表2-1-2



三. 冷库的设计规模

- 1) 以冷藏间或贮冰间的公称容积为计算标准。
- 2) 公称容积=净面积×净高
- 3) 贮藏吨位 $G = \sum V_i \cdot \gamma_i \cdot \eta_i / 1000$ 吨

V_i : 公称容积 m^3

γ_i : 食品计算密度

η_i : 容积利用系数

获取更多资料

冷库容量如何确定

冷库容量包括冻结量、冷却量和冷藏量（含贮冰量）。

它由计划任务书或设计委托书作出明确的规定，是冷库建设的一项重要经济指标，根据冷库的容量能确定冷库的**建筑结构形式、面积、高度和设计方案**。

获取更多信息

冷库容量如何确定

1. 冷却间、冻结间的生产能力 (t/d)，（根据冷加工的形式和时间来确定）。

(1) 设有吊轨的冷加工间，

(2) 设有排管搁架的冷加工间，

(3) 用箱，筐装直接堆码的冷加工间。

2. 冷藏库的贮藏吨位

冷藏库内所有冷藏间、冻藏间、贮冰间的容量总和。

设有吊轨的冷加工间

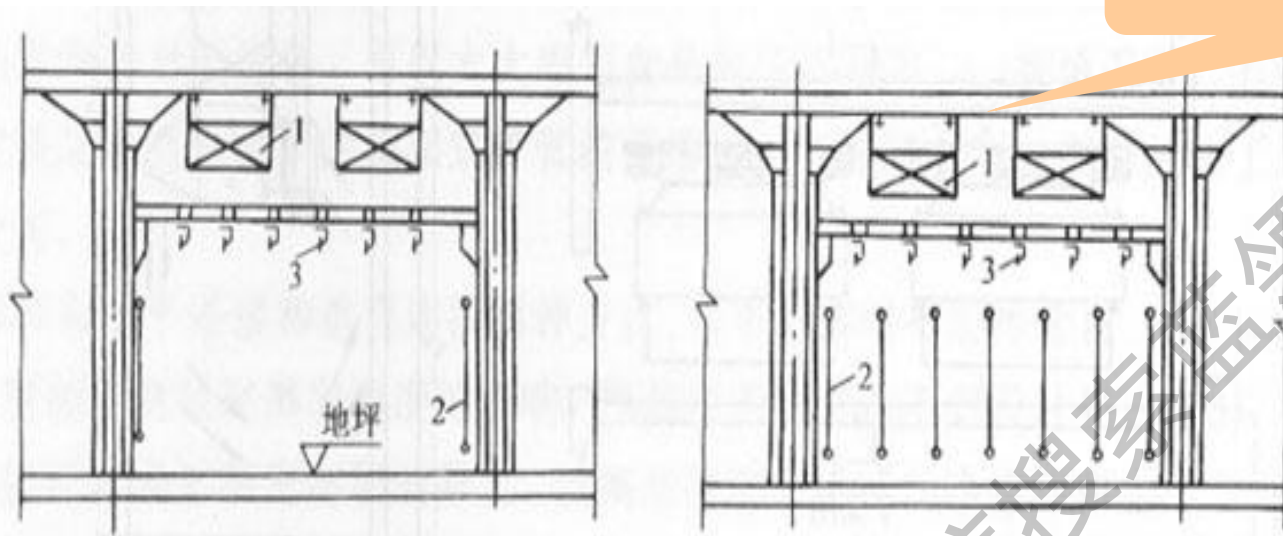


图 10-3 空气自然对流冻结间示意图

1—顶管 2—墙管 3—吊轨

$$G_d = \frac{Lg_d}{1000} n = \frac{Lg_d}{1000} \frac{24}{t}$$

G_d —每日冷加工能力, t/d

L —吊轨有效装载总长度, m

g_d —吊轨单位长度装载量, kg

n —冷加工周转次数

t —冷加工一次周转的时间, h

24—每日小时数h/d

设有排管搁架冷加工间

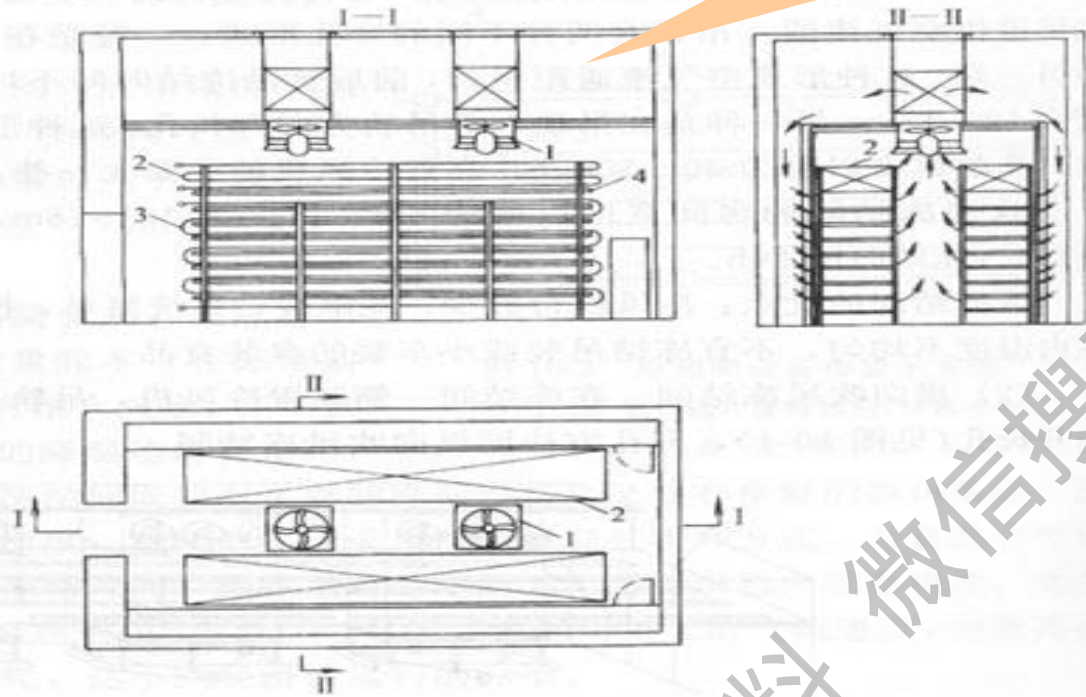


图 10-6 吹风式搁架排管冻结间示意图

1—轴流通风机 2—顶排管 3—搁架式排管 4—出风口

$$G_d = \frac{MF g_j}{f} \frac{24}{1000} t$$

M—搁架利用系数

F—搁架各层水平面积之和, m^2

f—每件装载冷加工食品的容器所占面积, m^2

g_j —每件冷加工食品的净重, kg

用箱，筐装直接堆码的冷加工间

$$G_d = \frac{F_v H_v \eta_v \rho}{1000} \times 24 \quad \text{t}$$

- F_v — 冷加工间的净面积,
 H_v — 冷加工间的净高
 η_v — 冷加工间的容积利用系数
 P — 食品的计算密度

获取更多资料

微信搜索蓝领星球

§ 3.2 冷间各项冷负荷的确定

根据热量进入冷间的不同途径，可将冷负荷分为五部分

围护结构传入热, W

货物放热量, W

库房耗冷量



通风换气耗冷量, W

电机运转热当量, W

操作管理耗冷量, W

获取更多资料 访问 领星球



§ 4.2 冷间各项冷负荷的确定

库房耗冷量 $Q=Q_1+Q_2+Q_3+Q_4+Q_5$

- a) Q_1 : 围护结构传入热;
- b) Q_2 : 货物放热量;
- c) Q_3 : 通风换气耗冷量
- d) Q_4 : 电机运转年热当量
- e) Q_5 : 操作管理耗冷量



一、围护结构传入热

1. 计算公式

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

$$K = 1/R = 1 / (1/\alpha_w + \sum \delta_i / \lambda_i + 1/\alpha_n)$$

K: 查表计算;

α : 查表;

t_w : 外墙、顶棚、屋面按室外计算温度计; 内墙、楼面、地坪按邻室温度计;

t_n : 库内设计温度。

一、围护结构传入热

F: 外墙、屋面、地面按外轮廓计, 邻墙以中心线为界; 楼板和内墙按内轮廓计, 邻墙以中心线为界。

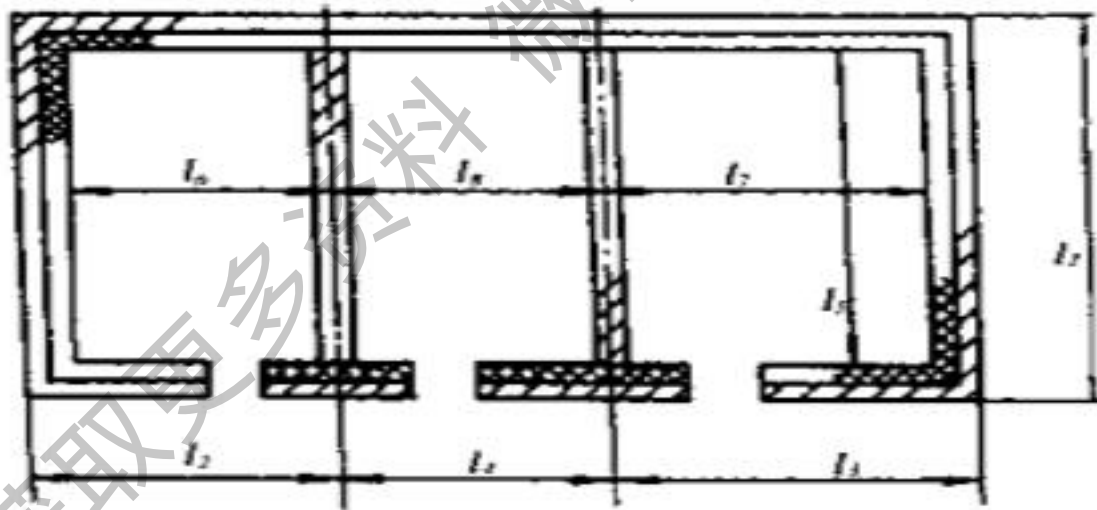


图 2-2-1 屋面、地面、楼面、外墙和
内墙长、宽度示意图

高度

外墙高度：

顶层：由该层楼板面到屋盖
上表面或到阁楼隔热层的上
表面。

中间层：

该层楼板面到上层的楼板面。

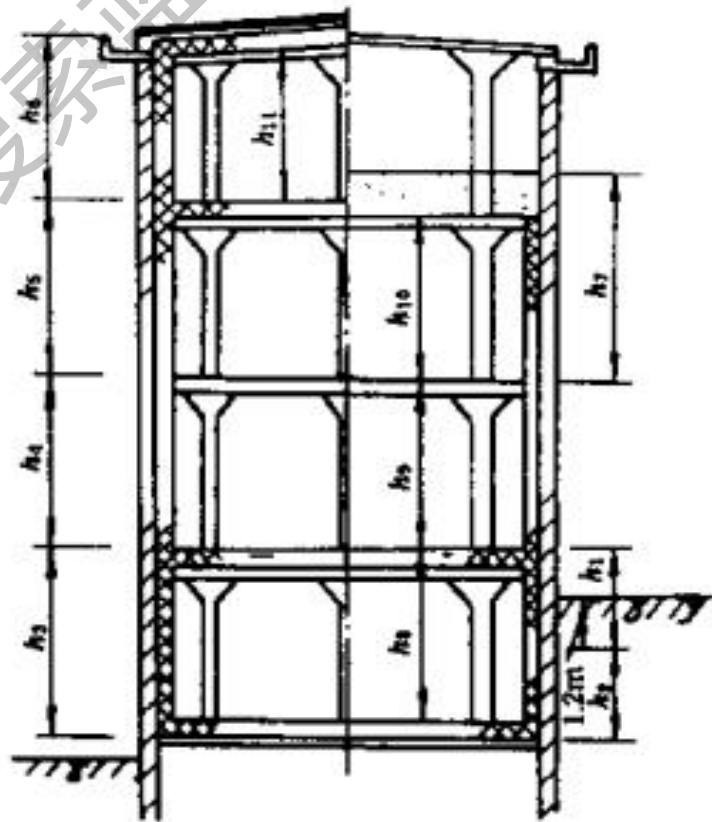


图 2-2-2 外墙和内墙高度示意图



首层：

- 1) 下有非冷藏间的地下室：该层楼板底面到上层的楼板面；
- 2) 下有冷藏间的地下室：该层楼面到上层的楼面；
- 3) 无隔热层的地坪：地坪表面到上层的楼面；
- 4) 有隔热层的地坪：由隔热层下表面到上层的楼面；



5) 架空通风地坪：架空层板的下表面到上层的楼板面；

6) 埋设通风管地坪：通风管顶平面到上层的楼板面。

内墙高度：底层和中间层：由该层楼板面到上层的上表面

顶层：由该层楼板面到屋盖上表面或到阁楼隔热层的上表面。



2. 最小传热阻 R_0

- 1) 确定围护结构时，其传热阻 $\leq R_0$
- 2) 已知设计温度和隔热材料，不知围护结构时，查表确定 R 。

单位面积传入热量 $q = \alpha \cdot \Delta t$

Δt 相同时， q 小，造价高，围护结构厚，占地面积多。

我国：稻壳和聚苯乙烯泡沫塑料为 10.4 W/m^2

软木和聚氨酯泡沫塑料为 12.8 W/m^2

最小传热阻 R_0

表 2-2-3 外墙、无阁楼的屋面、有阁楼的顶棚的总热绝缘系数 R_0 ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)

室内外温差 $a \cdot \Delta t$ ($^{\circ}\text{C}$)	单位面积传入热量 (W/m^2)					室内外温差 $a \cdot \Delta t$ ($^{\circ}\text{C}$)	单位面积传入热量 (W/m^2)				
	8.1	9.3	10.5	11.6	12.8		8.1	9.3	10.5	11.6	12.8
90	11.03	9.67	8.30	7.75	7.05	50	6.15	5.38	4.77	4.30	3.91
80	9.55	8.60	7.83	7.18	6.15	40	4.77	4.30	3.74	3.44	3.05
70	8.60	7.83	6.62	6.15	5.38	30	3.74	3.18	2.88	2.58	2.32
60	7.18	6.62	5.72	5.07	4.77	20	2.45	2.15	1.89	1.72	1.55

二、货物放热量

含 Q_{2a} ---食品放热量

Q_{2b} ---食品包装材料和承载工具的热量

Q_{2c} ---食品冷加工的呼吸热

Q_{2d} ---食品冷藏过程中的呼吸热

$$Q_2 = Q_{2a} + Q_{2b} + Q_{2c} + Q_{2d} \\ = \frac{G' (h_1 - h_2) \times 10^3}{\tau} + \frac{G' BC_s (t_1 - t_2) \times 10^3}{\tau} + \frac{G' (q_1 + q_2)}{2} + (G_n - G') q_2$$

二、货物放热量

G 的取值按教材规定

1. 冷却间和冻结间
2. 冷却物冷藏间8%（果蔬），5%（鲜蛋）
3. 冻藏间： 外库调入时5%；无外库调入时，量小、大。

冻结间： $Q_2=Q_{2a}+ Q_{2b}$

果蔬冷却间： $Q_2=Q_{2a}+ Q_{2b}+Q_{2c}$

果蔬冷却物冷藏间： $Q_2=Q_{2a}+ Q_{2b}+Q_{2c}+Q_{2d}$

冻藏间： $Q_2=Q_{2a}+ Q_{2b}$

贮冰间：

$$Q_2 = \frac{2.1 \times 10^3 \cdot (0 - t_n) \cdot G \cdot 10^3}{24 \times 3600} = 24.3 \cdot t_n \cdot G$$

三. 通风换气冷负荷 Q_3

果蔬冷藏间需定期通风换气，有人操作的低温车间，要补充新鲜空气。

含两项耗冷量：

(一) 货物换气冷负荷

$$Q_{3a} = (h_w - h_n) n \cdot V \cdot r_n \times 10^3 / (24 \times 3600)$$

n ：换气次数，2~3次/日

(二) 操作人员呼吸换气冷负荷——操作人员长期停留的冷间(加工间、包装间)

$$Q_{3b} = 8.3 (h_w - h_n) n_r \cdot r_n$$

四 电机运行热当量

$$Q_4 = \sum N \cdot \xi \cdot \rho \times 10^3$$

$\xi = 1$ 电机在库内 $\xi = 0.75$ 电机不在库内

$\rho = 1$ 冷风机配用电机，其它设备配用电机 $\rho = 8/24 = 0.33$

因冷风机电功率未知，可先假设，再校核，或按经验确定。如

冻结间：电机功率为0.2~1.6kW/吨

冷却物冷藏间：0.01 ~ 0.02 kW/吨货物

五 操作管理冷负荷

含：库房内照明热量、出入库房开启门冷负荷、操作人员散热量等。

$$Q_5 = Q_{5a} + Q_{5b} + Q_{5c}$$

$$= q_d \cdot F + \frac{V \cdot n(h_{16} - h_n)M \cdot r_n \times 10^3}{24 \times 3600} + 0.125n_r \cdot q_r$$

冷却间和冻结间不计操作管理冷负荷。



§ 3.4 冷却设备负荷和机械负荷的计算

冷却设备负荷和机械负荷不等于库房耗冷量

一. 库房冷却设备负荷 Q_q

库房冷却设备负荷即蒸发器负荷在库房各不利因素同时出现，仍保证冷量供给。

$$Q_q = Q_1 + PQ_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$$

冷却间和冻结间 $P=1.3$ 其余为1

逐个冷间计算，如表2-4-1。

库房冷却设备负荷

表 2-4-1 各冷间冷却设备负荷 Q_c 汇总表

序号	热量类别		Q_1	PQ_2	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6
	冷间类别							
1	冷却间		Q_1	$1.3Q_1$	/	Q_4	/	
2	冻结间		Q_1	$1.3Q_1$	/	Q_4	/	
3	冷却物冷藏间		Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	
4	冻结物	排管式	Q_1	Q_2	/	/	Q_5	
	冷藏间	风冷式	Q_1	Q_2	/	Q_4	Q_5	



二. 机械负荷 Q_j

压缩机选型的依据，要满足冷库高峰负荷要求和经济性、合理性。

因耗冷量是按最不利条件下确定的，实际工作时，不利因素同时出现的几率少。

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

$R=1.07$ -----直冷式系统

$R=1.12$ -----间冷式系统

按不同蒸发回路汇总，如表2-4-4



§ 3.5 小型冷库制冷负荷估算图表

快捷计算冷却设备负荷和机械负荷的方法

获取更多资料 微信专家蓝球

表 2-5-1 小型冷库单位制冷负荷估算表

序号	冷间名称	冷间温度 ($^{\circ}\text{C}$)	单位制冷负荷(W/t)	
			冷却设备负荷	机械负荷
一、肉、禽、水产品				
1	50 t 以下冷藏间	$-15 \sim -18$	195	160
2	50~100 t 冷藏间		150	130
3	100~200 t 冷藏间		120	95
4	200~300 t 冷藏间		82	70
二、水果、蔬菜				
1	100 t 以下冷藏间	$0 \sim 2$	260	230
2	100~300 t 冷藏间		230	210
三、鲜蛋				
1	100 t 以下冷藏间	$0 \sim 2$	140	110
2	100~300 t 冷藏间		115	90

注:1. 本表内机械负荷,已包括管道等冷损耗补偿系数 7%。

2. $-15^{\circ}\text{C} \sim -18^{\circ}\text{C}$ 冷藏间进货温度按 $-12^{\circ}\text{C} \sim -15^{\circ}\text{C}$, 进货量按 5% 计算, 如果进货温度为 -5°C 时, 需要适当增大表中的数值。



作业

1、在青岛建一座500t的水果冷库，库温为 0°C ，采用木箱盛装苹果，生产旺季在10月份，每天按贮藏量的8%进未预冷的水果，水果冷加工时间按24小时计，试计算该冷库的货物热流量。

获取更多资料

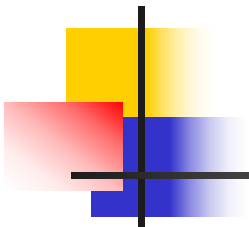
蓝领星球

2、有一肉类冷库,由两间冷冻间,两间冻结物冷藏间组成,加工羊白条肉。各冷间热负荷计算结果如下表所示,若采用直接冷却系统,试计算各库房冷却设备负荷和不同蒸发温度系统的机械负荷。

各冷间冷负荷计算表

kW

库号	库名	库温 $^{\circ}\text{C}$	Q_1	Q_2	Q_4	Q_5
1	冻结物冷藏间	-20	5	3	—	1.5
2	冻结物冷藏间	-20	5	3	—	1.5
3	冻结间	-25	3	3	10	—
4	冻结间	-25	3	30	10	—



机械负荷汇计算表

Q/k W

	库名	Q ₁	n ₂	Q ₂	n ₄	Q ₄	n ₅	Q ₅
-30℃系统	冻结物冷藏间	5		3	-	-		1.5
	冻结物冷藏间	5		3	-	-		1.5
-35℃系统	冻结间	1		30		10	-	-
	冻结间	1		30		10	-	-

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球