

苏州食行生鲜冷库改造项目

制冷设计方案说明书

杭州西克制冷设备有限公司

制冷设计方案说明书

冷库方案说明

1.设计依据:

根据甲方提供技术要求及国家和行业相关标准进行设计。

- ◆ 《冷库设计规范》 GB50072-2010
- ◆ 《制冷和供热机械制冷系统安全要求》 GB9237-2001
- ◆ 《制冷设备安装工程施工及验收规范》 GB50274-98
- ◆ 《工业金属管道设计规范》 GB 50316 - 2000
- ◆ 《建筑机械使用安全技术规程》 JGJ33-86
- ◆ 《建筑气象参数标准》 JGJ35-87
- ◆ 《蒙特利尔条约》
- ◆ 《京都议定书》
- ◆ 《采暖通风与空气调节设计规范 》 GBJ19-87 (2001 版)
- ◆ 《民用建筑设计防火规范 》 GB50045-95 (2001 版)
- ◆ 《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB50243-2002 等等;
- ◆ 《建筑给水排水设计规范》 GB50015-2003;
- ◆ 《建筑设计防火规范》 GB50316-2006;
- ◆ 《冷藏库建筑工程施工及验收规范》 SBJ 11-2000 J40-2000
- ◆ 《通用用电设备配电设计规范》 GB 50055-93;
- ◆ 《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》 GB50274-98;
- ◆ 《制冷设备安装工程施工及验收规范》 GBJ 66-84;
- ◆ 《冷库设计手册》 商业部设计院编著

2.主要设计参数

2.1 室内外设计参数:

1、气象条件:

工程地址	苏州	
制冷工艺设计气象参数	单位	参数
纬度	北纬	29° 55′
经度	东经	121° 35′
平均海拔高度	m	4.2
冬季室外大气压力	Pa	101325
夏季室外大气压力	Pa	99992
夏季通风室外计算温度	℃	32
夏季通风室外计算相对湿度	%	65
夏季空气调节室外计算日平均温度	℃	30
极端最高温度	℃	36.7

2. 冷凝温度: +36℃;

3. 各温区蒸发温度划分:

3.1 低温冷藏库: 库温-18℃、蒸发温度: -28℃。

2.2 冷间室内参数:

制冷房间

房间	面积(m²)*高(m)	温度(℃)
低温冷藏库 1	312×3	-18
低温冷藏库 2	200×3	-18
低温冷藏库 3	61×3	-18

3.基本方案及配置

3.1 基本方案

1. 制冷剂选用 R404A。
2. 温区划分为-18℃（冷冻低温库）。
3. 选用进口谷轮制冷机组。

►使用吊顶式铜管铝片 5 台冷风机 DD-24/503A、1 台 DD-15.5/502A 冷风机。

备注：考虑到操作间内部人员工作的人性化，所以选择风量较为柔和的操作间定制专用西克品牌冷风机（节能低风速）

►融霜方式为自动控制电加热融霜

3.2 冷间参数汇总

库房耗冷量，即在单位时间里必须从库房内取的热量，根据产生的热量不同，库房耗冷量可分为五类。

库房冷却设备冷负荷计算公式为：

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

式中 Q_q —库房冷却设备冷负荷，W；

Q_1 —围护结构传热量，W；

Q_2 —货物热量，W；

Q_3 —通风换气热量，W；

P —负荷系数；冷却间和冻结间的负荷系数 P 取 1.3，其他库房取 1；

Q_4 —电动机的运转热量，W；

Q_5 —操作热量, W

①围护结构传热量 Q_1 :

$$Q_1 = kAa(t_w - t_n)$$

其中: A —围护结构传热面积(m^2);

a —围护结构温度修正系数;

t_n 、 t_w —围护结构内、外侧温度 $^{\circ}C$;

②货物热流量 Q_2 计算

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

$$Q_2 = \frac{\left[\frac{mC_p(t_1 - t_2) \times 1000}{\tau} + \frac{mBCb(t_1 - t_2) \times 1000}{\tau} \right]}{3.6} + \frac{m(q_1 + q_2)}{2} + (Gn - m)q_2$$

$$Q_2 = \frac{\left[\frac{m(h_1 - h_2) \times 1000}{\tau} + \frac{mBCb(t_1 - t_2) \times 1000}{\tau} \right]}{3.6} + \frac{m(q_1 + q_2)}{2} + (Gn - m)q_2$$

其中: Q_{2a} —食品放热量(W);

Q_{2b} —包装材料和运载工具热流量(w);

Q_{2c} —食品冷加工过程的呼吸热;

Q_{2d} —食品冷藏过程的呼吸热;

m —冷间的每日进货量(kg);

C_p —货物的比热($kJ/(kg \cdot K)$)

h_1 —货物进入冷间初始温度时的比焓(kJ/kg);

h_2 —货物在冷间终止降温时的比焓(kJ/kg);

τ —货物冷加工时间(h);

B_b —货物包装材料或运载工具质量系数;

C_b —包装材料或运载工具的比焓(kJ/kg);

t_1 —货物, 包装材料或运载工具进入冷间时的温度 $^{\circ}C$;

t_2 —货物, 包装材料或运载工具在冷间内终止降温时的温度 $^{\circ}C$;

q_1, q_2 —鲜果、蔬菜冷却初始、终止温度时的呼吸热(W/kg);

G_n —冷却物冷藏间的冷藏量,代入数据;

③通风换气热

$$Q_3 = Q_{3a} + Q_{3b} = \frac{nV_n(h_w - h_n)}{24} \times \frac{1}{3.6} + \frac{30n_t}{3.6} \rho_n(h_w - h_n)$$

Q_{3a} —冷间换气热流量(W)

Q_{3b} —新风热流量(W)

n_t —操作人数

h_w —外界环境空气比焓(kJ/kg);

h_n —库内空气比焓(kJ/kg);

V_n —货物进入冷间初始温度时的比焓(kJ/kg);

ρ_n —库内空气密度(kg/m^3);

④电动机运转热量 Q_4

$$Q_4 = 1000 \sum p \zeta b$$

其中: p —电动机额定功率 W ;

ζ —热转化系数, 在冷间内取 1;

b —电动机运转时间系数;

⑤冷间操作热流量计算 Q_5

$$Q_5 = \Phi_d A_d + \frac{1}{3.6} \times \frac{n_R V_n (h_w - h_n) M \rho_n}{24} + \frac{\text{工作时间}}{\text{降温时间}} n_r \Phi_r$$

其中:

Φ_d —每平方米地板面积照明热量, 冷藏间可取 $2.3W/m^2$, 加工间、包装间取 $4.7W/m^2$ 。

n_R —每日开门换气次数，门樘数乘以换气次数（查表）；
 M —空气幕效率修正系数，可取0.5，如不设则取1。
 ρ_n —库房空气密度， kg/m^2 ；
 h_w —冷库外空气比焓（ kJ/kg ）；
 h_n —冷库内空气比焓（ kJ/kg ）
 n_t —操作人数，按客户要求；
 Φ_r —每个操作人员产生的热量， $>-5^{\circ}C$,取 279W/人, $<-5^{\circ}C$,取 395W/人；

⑥机械负荷的计算 Q_5

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

3.3 冷间设备配置汇总

选配的蒸发器型号如下表

冷间名称	库温（℃）	蒸发温度（℃）	蒸发器型号	数量
低温冷藏库 1	-18	-28	DD24	3
低温冷藏库 2	-18	-28	DD24	2
低温冷藏库 3	-18	-28	DD15.5	1

4.货物性能详细说明

4.1 谷轮压缩机组

谷轮涡旋压缩机组产品具有如下特点：



1. 室外箱式冷凝机组优化设计，外观类似空调室外机，无需防雨设施；
2. 机组配置齐全,主要制冷配件及控制元件均采用世界知名品牌,可靠性高。

4.2 西克冷风机

吊顶式冷风机是一种配套于氟利昂制冷机组使用于各种冷库的库内冷却降温设备,可广泛应用于食品的保鲜冷藏及速冻等。

该系列产品具有如下特征：



1. 盘管采用中12.7的高效内螺纹铜管；
2. 采用大片距规格，以满足-40℃库温要求，减少结霜对制冷效果的影响，减少化霜次数； 跟同等传统比节能15%以上。
3. 采用耐低温的外转子电机，噪音小、效率高、可靠性好；
4. 采用优质不锈钢电加热管，均匀分布于盘管中，除霜效果好；
5. 电机及电热管均预先连接于接线盒中，方便接线；

4.4 系统阀件

氟利昂全自动控制制冷系统膨胀阀、电磁阀、温控器等控制元件均采用丹麦 Danfoss(丹佛斯)或同等品牌的产品。

4.5 系统管道

直径 D38 以下制冷管道采用国标紫铜管，D38 及以上制冷管道采用无缝钢管。

4.6 保温

所有的表面温度低于凝露点的设备及部件都使用橡塑保温，以达到节能与不凝露的效果，并满足防火 B1 级要求。

4.7 化霜系统

冷风机采用电融霜智控的方式，在时间控制的方式使的冷库内库温恒定，霜层总是保持在一定范围内，确保制冷效果最佳。

铝排管采用热佛除霜、操作简单、节能降耗。

4.8 电气工程

电气系统设计选用的所有设备都符合相关国家供电标准如正泰，西门子品牌。

电气系统有完善的保护装置，确保用电安全。

本方案（包括压缩机组等）的所有电气设备或电控元件均选用国外或国内知名品牌产品，安全可靠，并有相应的检验合格证明，保证不使用低质、淘汰落后货品。

电气线路进出冷库均设置有效的隔断冷桥措施。业主负责将主电缆引到机房控制柜。控制柜到各设备的电缆及电缆管件由投标方提供并施工，保证设备使用。

4.9 控制系统

根据系统冷量需求自动调节制冷系统能量级数。

制冷主机设有高、低压保护装置、电子式低液位、油压保护、排气温度保护、

过载保护器、压缩机电机过热保护器、低电压保护装置等，并有报警输出。

油路系统配置高效油过滤器、高效油分离器、油流或油位报警等。

机组自带安全保护，能量自动控制，库温自动控制。全自动控制系统出现故障时具有备用的手动控制。

控制系统能对压缩机组、冷凝器、冷风机进行自动和手动控制，使能耗最小，效率最高。

全自动控制系统能监测设备运行状况，出现异常有报警。

控制系统控制参数为可调。

温度侦测点的位置选择具有代表性，所有传感导线选用屏蔽线缆，防止外界干扰。

5.制冷系统安装工程施工组织设计

5.1、设备安装：

设备及管道安装（包括试车及验收要求）要符合甲方 URS 技术要求，并依据国家相关标准、规范执行；

5.2、阀门安装：

（1）、氟系统所用各种阀门均使用氟专用产品，所有阀门表明流向，按标示流向安装，特别部位按氟工艺安装；

（2）、电磁阀水平或竖直安装，在安装前通电检验是否灵敏可靠，供电电压与铭牌相符，供液电磁阀前加过滤器，阀后应尽量靠近膨胀阀；

（3）、膨胀阀应符合设计的型号与规格，焊接法兰时必须将法兰与阀体分解，以免影响膨胀阀的装配结构，热力膨胀阀感温包绑在蒸发器出口水平回汽管上侧，绑扎位置的角度按该阀说明书中要求进行，外平衡热力膨胀阀的外部平衡管安装在回汽管感温包的下游；

（4）、截止阀、止回阀、电磁阀等阀门（安全阀除外）安装前，如有脏污

必须用汽油清洗，清洗后任其自由干燥，有填料的阀门须检查填料是否能密封良好，如有泄漏需旋紧填料压盖，必要时更换填料，再行试验，直至合格，需焊接的必须把阀芯取下焊接，待温度降下后再正确安装到位，避免损坏密封；

(5)、安全阀在安装前应检查铅封和出厂合格证，其定值符合压力容器及所使用制冷剂要求，安全阀前设置截止阀，满足卸掉送检检测条件。

5.3、系统管道安装：

(1)、安装前必须检查每根管质量，清除内部锈迹、杂质，使内部出现金属光泽面（内除锈磨光），管道内必须十分清洁，清洁好的管子必须两端用木塞塞住或专用塑料管盖好，并用胶带粘好封闭，避免掉落影响除锈效果；

(2)、制冷管道 $\phi 25$ 以上钢管采用《流体输送用无缝钢管》(GB / T8163 - 2008)，钢管打坡口，管口的毛刺铁锈用钢锉打磨掉，保证焊缝无泄漏管道内壁酸洗磷化处理，并用专用封盖封口并用胶带粘贴牢固，严禁用胶带直接封堵管口；

(3)、制冷管道 $\phi 25$ 及其以下制冷紫铜管采用 GB / T17791—2007《空调与制冷设备用无缝铜管》，有特殊要求部位除外。铜管采用硬质脱氧含磷英制铜管（TP2 型）或硬质脱氧英制铜管（T2 型）。铜管的切口断面不允许有毛刺、裂口，不得使用因冷媒和润滑油的化学和物理作用而产生劣化的铜管。使用铜管要求内壁清洁，两端加封盖，存放在干燥的室内环境中。焊接钢管与铜管时必须使用含银量 70%银焊条。管道接头平直，布局均匀，支架均匀合理；

(4)、制冷压缩机的吸气管道均设小于 0.02 的坡度，且使其坡向制冷压缩机，以确保停机时润滑油自动流回制冷压缩机；

(5)、当吸气管道在蒸发器上部经过时，在每一组的蒸发器吸气管道上设计一个 U 形弯；蒸发器布置在制冷压缩机之上时，通常应在蒸发器的上部设计成一个倒 U 形弯，用以防止制冷压缩机停止运行时，液体流向制冷压缩机，从

而引起再起制冷压缩机时的液击(满液式供液方式除外);

(6)、设计吸气管时不仅考虑了能满足制冷压缩机的最大工作容量, 而且还能满足其最小工作容量, 必要时使用双吸气竖管, 以保证压力损失在允许的范围之内, 并使润滑油能被气流带回制冷压缩机;

(7)、为防止油返回压缩机顶部, 排气管的水平管段有不小于 1/100 的坡度并坡向冷凝器;

(8)、当排气管道的竖向长度超过 3m 时, 应在靠近压缩机处的管段上设集液弯管, 并根据排气管道的竖向长度每隔 8m 设一集液管;

(9)、冷凝器与贮液器之间的管道布置, 能保证冷凝器中的液体能顺利地流入贮液器, 冷凝器与贮液器之间截止阀安装位置应距冷凝器液管出口下部 200mm 以上, 以便使冷凝器保持足够的冷凝面积以获得最高效率;

(10)、管道的法兰、焊缝和管路附件等, 不应埋于墙内或不便检修的地方。排气管穿过墙壁处, 应加保护套管, 其间宜留 10mm 的间隙, 间隙内不应填充材料。低温管道过土建墙顶需作确保保温厚度的大号套管, 内部聚氨酯发泡处理, 确保密封不跑冷。管道穿过冷间库板结构时, 不能破坏聚氨酯库顶板、墙板结构, 保温要连续不断, 管道和聚氨酯库板都不能跑冷或形成冷桥。所有预埋设置套管必须确保通过管道居中, 避免偏斜影响保温效果, 安装时必须采取居中固定措施。

(11)、在液体管上接支管, 应从主管的底部或侧部接出。在气管上接支管, 应从主管的上部或侧部接出。避免因管道配置不当而在管内造成气囊或液囊, 供流管不应出现上凸的弯曲, 吸气管应专门设置回油弯;

(12)、每天安装收工前将管道用木塞塞好或专用塑料管口盖好, 以免水汽及杂物进入管内, 雨天施工时, 管道焊接后用干燥剂放在管道内吸水, 完工前将干燥剂取出。

5.4、系统排污试压检漏:

(1)、制冷系统吹扫排污：系统安装完毕后用 0.6MPa(表压)氮气进行分段排污，而后全系统排污，排污不少于 3 次，并用白纸或白布在排污口试验，直到排出气体不带水蒸气、油污、铁锈等杂物为止；

(2)、制冷系统压力及气密性试验：系统排污后以氮气进行试压检漏，氟利昂系统试压按规范要求，逐步升压，反复检查，为进一步确保系统严密性，充氮试压前在系统压力回到 0 Mpa(表压)时，可向系统充入少量氟，待系统压力达 0.1 Mpa (表压)后，再充入氮气至规定的试验压力。当符合《冷库设计规范》(GB50072-2010) 设计压力条件下，按照《工业金属管道工程施工规范》(GB50235-2010),参照《氢氟烃、氢氟烃类制冷系统安装工程施工及验收规范》(SBJ14-2007)、《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》(GB50274-2010)要求，试验压力要求按高压 2.9 MPa、低压 2.1 MPa 进行，气密性试验按设计压力，压力及气密性试验合格，系统排污试压完毕后，系统压力应减至 0MPa(表压)；

(3)、系统排污、试压完毕后，要清洗所有阀门阀芯，并安装并联机组干燥过滤器芯；

(4)、抽真空试验：采用真空泵进行系统抽真空，将系统剩余压力抽至 5.3 kPa ，并连续运转 10-24h，使系统水分充分蒸发排掉，并保持系统内剩余压力 < 5.3kPa 并保持 24h，压升不超过 0.667 kPa (10mmHg)为合格；

(5)、制冷剂检漏和充注：充氟的入口一定要设临时干燥过滤器，使氟从加入时就进行干燥过滤，当系统压力升至 0.2-0.3Mpa(表压)时停止充氟,进行系统检漏。检漏合格后，按设计要求继续充注，充注至 80%经试降温后观察后再逐步加入；

(6)、每项检测有符合规范要求的记录，并经监理和招标方认可。

六、电控部分：

6.1、系统组成：

制冷机组控制系统由系统软件、主机控制箱、就地控制箱、传感器、执行器（附系统控制布置图说明）。

6.2、机组上电控柜外所有电器的防护等级不低于 IP55，在冷间内及室外制冷系统所有外部配套电气的防护等级不低于 IP55，蒸发冷电机采用专用密封防潮防水高效节能型电机（能效不低于 IE2）。

6.3、电气材料：

主控制电气元件：性能可靠，采用西门子、施耐德品牌，非主要元件如指示灯、按钮、变压器、电压表、电流表、开关、报警器等采用国产知名品牌；

制冷自控阀件、压力、温度检测原件：均采用 DANFOSS、西门子、霍尼韦尔等国际知名品牌；

水、气控制阀件、传感器：采用国内知名品牌；

其它温控检测元件：冷库温度传感器采用 PT100 采用国内或国际知名品牌，温感、温变采用 DANFOSS、西门子、罗斯蒙特等国际知名品牌。

6.4、通过 PLC 及触摸光屏对冷凝器运行参数进行设置并自动运行：

根据主机组运行状态连锁启动或停止机组配套蒸发式冷凝器运行（风机和水泵），根据压力传感器测得的冷凝压力适时调节蒸发冷的工作台数或开停机，同时通过温度传感器检测冷凝压力，并根据水位自动控制设备水槽供水。

6.5、各控制部分互联互通，对冷凝器、冷间冷风机可实现手动检修模式和自动模式，两种控制模式可采用选择开关灵活切换。

6.6、制冷系统成套系统的强电、弱电、仪表工程施工及成品均依据国家规范标准中有关规定和要求执行：

（1）、屏柜布线：

导线连接方式采用压接、焊接或插接，特别强调：线路与电器元件之间的连

接，线头必须烫锡或压线鼻并符合有关标准的规定；

所有端子的连接线牢固，一个端子连接压线不多于两根线；

经常移动的连接线采用多股铜绝缘软线，并有足够长度裕度和适当的固定，以免急剧弯曲和产生过度张力，并满足低温环境技术条件要求；

交流电源线及高电平回路与低电平回路分束走线，并有合理的间隔，必要时采取隔离或屏蔽措施；

凡电气原理图或接线图上有回路标号的动力线及控制线线端部均标出回路永久编号，标号清楚、牢固、完整、不褪色（非粘贴、手写），动力线按国标分色；

设备内部接线应用标准导线，低温环境技术条件要满足要求；所有接线使用防火型槽管保护，外露接线束在一起，用适当的夹具固定或支持，导线均沿水平或垂直走向，动力电缆导线截面一般不小于 1.5mm^2 ；控制信号电缆导线截面一般不小于 0.75mm^2 ；

设备的内部接线在工厂完成，出厂前进行全面检查。

(2)、自动化元件：

所有布置于控制柜外的自动化元件、现场分布式 I/O 防护的防护等级均不低于 IP55。

抗干扰能力：所有设备均具有足够的过滤高次谐波及抗电磁辐射干扰能力，可靠的抗雷电干扰措施，以保证所有设备能安全可靠稳定运行。

浪涌抑制能力 (SWC)

1 ~ 1.5MHz 衰减振荡 2.5kV

1.2 / 50 μ S 冲击波 5kV

无线电干扰 (RI)

30 ~ 500MHz 10V / m

静电干扰 (ESD)

150Pf—150Ω 8kV

试验电压

所有设备均能承受下述试验电压，在输入电源接口与地之间均有足够的绝缘阻抗。

300V 以上端子与外壳间承受 AC 2.5kV 电压 1 分钟。

60V ~ 300V 端子与外壳间承受 AC 2kV 电压 1 分钟。

60V 及以下端子与外壳间承受 DC 500V 电压 1 分钟。

绝缘阻抗

设备安装、接线完毕，交流外部端子对地绝缘电阻不小于 10MΩ，不接地直流回路对地绝缘电阻不小于 1MΩ。

(3)、其它材料和部件：

所有材料和部件都按有关标准经过严格的测试、检验和筛选，是高质量的，满足高强度、耐低温、耐潮湿、长使用寿命和机电特性的要求。

(4)、控制及通讯电缆：

所有控制信号电缆采用双绞屏蔽电缆，所有动力电缆采用铜芯软电缆，穿越冷库的电缆采用耐低温铜芯软电缆。信号电缆在桥架里铺设时与动力电缆隔离保护或单独敷设桥架，避免干扰。

(5)、桥架及穿线管安装要求：

本工程电缆桥架采用碳钢镀锌桥架，必须采用三通、弯头等专用接口附件，确保开口接口边角棱角、毛刺的打磨处理及防护，特别垂直敷设时上下转角处理，确保不能因线缆重力损坏电缆绝缘层，同时做好接地处理；

所有电缆桥架必须架空敷设，不允许直接与冷库保温板接触；

所有进出冷间的穿线管采用金属线管，不采用 PVC 穿线管，并设置专用接

头，为保证冷库安全除库外常温环境外不允许电缆地埋穿管敷设；

所有开洞需采用专用开孔器开洞，确保不破坏保温结构和美观；

电缆桥架水平敷设时，桥架之间的连接头应尽量设置在跨距的 1/4 左右处，水平走向的电缆每隔 2 米左右固定一次，垂直走向的电缆每隔 1.5 米左右固定一次；

电缆桥架装置应有可靠接地，如利用桥架作为接地干线，应将每层桥架的端部用 16mm² 软铜线连接（并联）起来，与总接地干线相通。长距离的电缆桥架每隔 30-50 米接地一次；

电缆桥架装置除需屏蔽保护罩外，能防止日晒、雨淋。如需焊接安装时，焊件四周的焊缝厚度不得小于母材的厚度；

桥架内电缆充满度必须符合规范要求，保证散热，达到国家消防要求，不留安全隐患。

6.7、其他未尽之处按国家及行业有关标准规范执行。

备注：每日优鲜、兴盛优选、美菜网电商物流库、前置仓及加工供配仓我司施工大约 1200 座。我司根据以上设计安装经验，考虑安全性能最优，能耗省电比同行节省 20%左右，所有核心阀件均采用 DANFOSS 品牌、压缩机采用美国谷轮进口压缩机、所有铜管均采用国内一线品牌浙江海亮品牌、电器元件均采用施耐德品牌，安装采用正规标准充氮焊接。