

氨泵单独供液的冷却管路系统

王 新 龙

浙江省水产宁波中转站

氨泵单独供液的冷却管路系统

——内容摘要

对于较完善的制冷系统来说，除了根据冷库负荷要求，确定主要设备与辅助设备外，选择一个合理的管路系统是十分重要的，它将直接关系到投资大小，生产中长期运行费用、能耗高低、操作条件及安全程度。

目前国内习惯采用的氨泵供液低压系统，普遍在冷库的回笼间或穿堂间内设置低压调节站。从机房辅助间氨泵输送来的低温液体，先经此低压调节站单独引出的供液管，分别向各冷间的顶、墙排管（或冷风机）供液；回汽也须经此调节站汇总后，再回到机房循环桶。这种系统耗材多、投资大、操作不便，压力损失大，制冷效率低且对库内食品质量安全影响大。

笔者在小冷库实践的基础上，经详细计算论证，在宁波水产中转站85年新扩建的4000吨冷藏库设计中，采用了一种氨泵单独供液的冷却管路系统。这种系统取消了库房内所有控制阀门及调节站，而直接在机房内通过氨泵出口阀门调整控制机房100多米以外的库房内低压制冷系统的运行工况，并取得满意的效果。

经近半年多时间试生产实践，与原3000吨库同等条件下相比，库内蒸发排管结霜均匀，库房降温速度快，库温低（达 -22°C 以下），电耗少（吨日鱼冷藏耗电0.308度），系统简单投资省，操作维修方便，是一种在大中型冷库中可以推广采用的低压供液系统。

A Chilling pipeline System Singly Provided Liquid By Ammonia Pump

Abstract

So far as a perfect refrigerating system, besides determine main equipments and accessories according to cold store cooling load, it is important for us to design a reasonable pipeline system which will be connected directly with investment, long running cost, energy consumption, operation condition and safety extent, in production.

At the present time, the low pressure system provided liquid by ammonia pump which is adopted customary in our country, must be equipped with low pressure regulating station in anteroom or corridor of cold store. In this system, the low temperature liquid which is piped from ammonia pump in directly firstly passes providing-liquid-pipe which is connected to this low pressure regulating station. Then, the low-temperature liquid is piped into ceiling coil and wall coil (or air cooler) in all cold storage room. At last, the return-gas is passes this regulating station collected in low pressure cycle liquid receiver in engine room. This system needs much material consumption, big investment and complex operating. This system has big pressure losing and low refrigerating efficiency. Do the other hand, this system may affect quality of food in cold store.

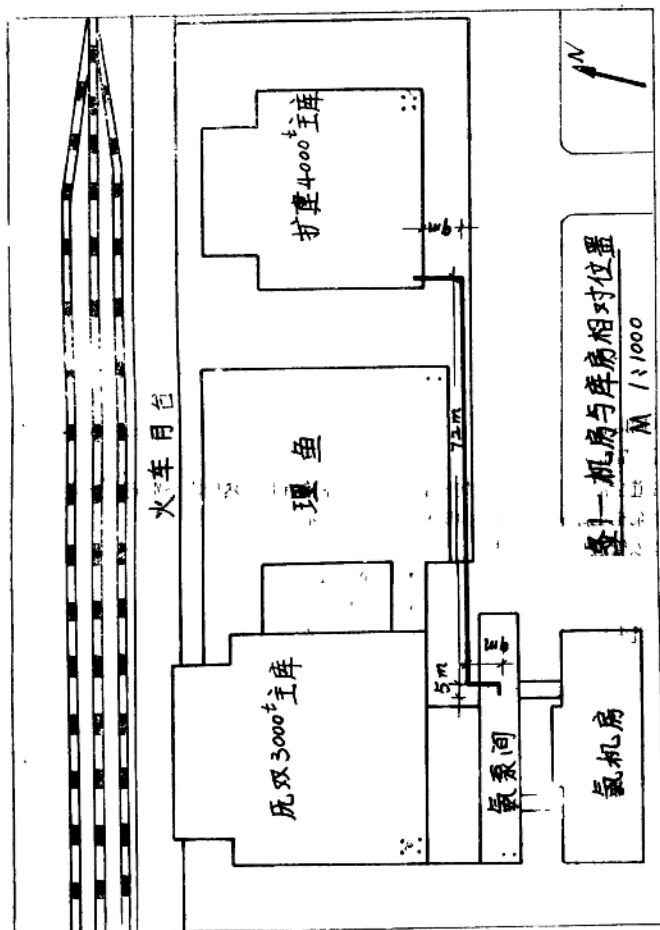
On the basis of practising in little cold store, developed a chilling pipeline system singly provided liquid by ammonia pump in design of 4000 ton cold store which was built by Ning bo-fishery transportation station in 1985. We took off all control valve and regulating station in cold store in this system. Through controlling output-value of ammonia pump in engine room, we can adjust operating condition of low pressure refrigerating system in cold store which is more than 100 meters from engine room, and we had got satisfactory effect of this system during half past running.

As compared, with operating condition of 3000 ton cold store in the same condition, the chilling pipeline system singly provided liquid by ammonia pump can frost formation on the surface of evaporator coils uniformly. It can make temperature in cold store drop fast and reach lower temperature (-22°C). It loses less energy consumption (cold consumed power 0.308 kw. h/perday, ton, fish). The construction of chilling pipeline system singly provided liquid by ammonia pump is simple and needs less investment. Meanwhile, we can operate and mend this system conveniently.

We considered that the chilling pipeline system singly provided liquid by ammonia pump can be used widely in large or middle cold store.

、问题的提出

浙江省宁波水产中转站于1985年扩建4000吨新冷藏库时（见图1），新库建在原双3000吨主库的东侧，靠近月台的川堂间离老机房氨泵出液管的距离约95M。按老库的办法，要在每层川堂间设置分调节站，由氨泵供来的液体先到供液总管，再分若干路向库内的墙、顶排管供液，在每根供液支管上接出排液支管和阀门，再集中到排液总管后经总排液阀将液体排入排液桶中。每组冷却管内的氨液，当蒸发一部份液体后，连同气体经回气支管到回气总管集中后经压缩机吸回到低压循环桶中。每根回汽支管上还要装冲霜用的热氨汽支管和阀门，各支管集中在冲霜总管上，由冲霜用的总阀门供应热氨汽进行冲霜。这种系统的优点是各冷藏间可



以在不受别间影响的情况下，单独进行冷却或冲霜排液，库温的高低也可以自由调节。但在中转冷藏库的实际使用过程中，全年各库的温度要求没有大的变动，冲霜时每层库也都分层进行，故老系统就带来了一系列的缺点：

1、阀门多而管路复杂，汽体和液体的阻力损失大，热交换效率低。

2、压缩机间工作人员要到每层库房的分调节站进行操作，往返距离远，时间长往往控制不及时。

3、新库的供液总管长95m以上，总管中的压力损失过大。

笔者根据小冷藏库中把调节站集中在压缩机间的经验，采用了氨泵单独供液的冷却管路系统。从宁波水产中转站4000吨扩建库实际使用效果，得到了该系统在大中型冷库使用的成功经验。

二、氨泵单独供液的冷却管路系统

4000吨主库分四层，其中一、四层各为1000吨，二、三层分别各分隔为600吨与400吨两间。

机房内设二只 $\phi 1200$ 低压循环桶和三台2cy—5.5/4齿轮氨泵和一台pDB—II蔽屏氨泵。每层库房各布置有十六组双层顶排和二组墙排管，各层库房内均不设任何阀门。低压管路系统如图2。

二只循环桶用均液管连通，分别为四只氨泵贮存节流后的低压低温氨液。氨泵出口装止回阀，防止液体倒流。一台氨泵原则上负责一层库房供液，但又用三只过桥阀相连通，以便在维修中可相互使用。库房供液量大小，直接由氨泵出口的截止阀调节，该供液阀经一次调整后，除维修外就不须再进行操作。

经蒸发器吸热后的氨蒸汽通过分层的回汽管，先回到机房的回汽调节站，然后再进入低压循环桶。回汽大小可通过调节站截止阀调节。

机房内同时设有热氨冲霜调节站和排液调节站，利用库房回汽作热氨冲霜管，氨泵供液管作冲霜排液管使用。

厂区管道全部采用通行型支架空敷设至主库管道井，然后再分别到各层蒸发排管。

三、氨泵至主库最高层（第四层）供液管压力损失计算：

1、氨液管道总长度计算

—28℃时氨液重度： $t = 680 \text{ kg/m}^3$

选用液体流速： $W = 0.8 \text{ m/s}$

管道内径： $d = 69 \text{ mm} (\phi 76 \times 3.5)$

机房至主库供液直管长： $L_1 = 95 \text{ m}$

供液管至蒸发器直管长： $L_2 = 48 \text{ m}$

氨液提升高度： $H = 23 \text{ m}$ （按最高层）

自氨泵出口至主库蒸发器直管总长 $L_{直} = L_1 + H + L_2 = 95 + 23 + 48 = 166 \text{ m}$

2、当量长度计算

止回阀 1只，折算系数 $A_1 = 80$

截止阀 1只，折算系数 $A_2 = 300$

90°弯头 8只，折算系数 $A_3 = 32$

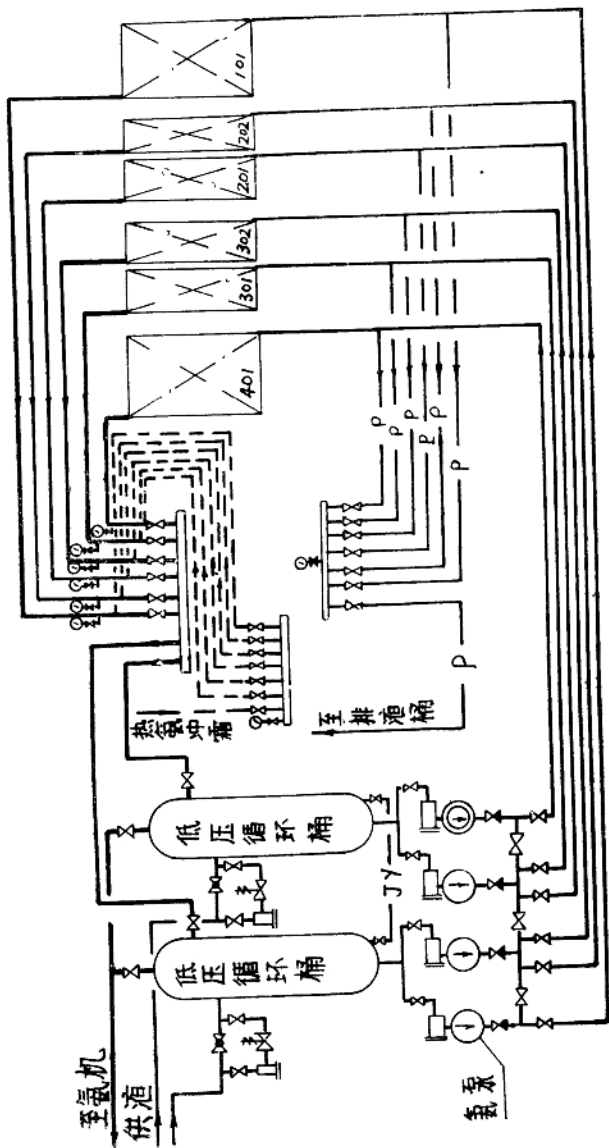


图2-1 氨泵单独供液低压管路系统

三通（接蒸发器）2只，折算系数 $A_4 = 60$

$$L_{\text{当}} = \Sigma n \cdot A \cdot d = (A_1 + A_2 + 8A_3 + 2A_4) \cdot d = (80 + 300 + 8 \times 32 + 2 \times 60) \times 0.069 = 52\text{m}$$

3、供液管压力损失计算

氨液摩擦阻力系数： $f_{\text{摩}} = 0.035$

管子总计算当量长度： $L = L_{\text{直}} + L_{\text{当}} = 166 + 52 = 218\text{m}$

压力损失： $\Delta P_{\text{供}} = \Delta P_{\text{沿}} + \Delta P_{\text{局}} + \Delta P_{\text{液柱}}$

$$\begin{aligned} &= f_{\text{摩}} \cdot \frac{(L_{\text{直}} + L_{\text{当}})}{d} \cdot \frac{r}{2g} \cdot W^2 + H \cdot r = 0.035 \times \frac{218}{0.069} \times \frac{680}{2 \times 9.81} \times 0.8^2 + 23 \times 680 \\ &= 2453 + 15640 = 18093\text{kg/m}^2 = 177431\text{Pa} \quad (1.81\text{kg/Cm}^2) \end{aligned}$$

4、蒸发器内阻力损失

$\phi 38 \times 3$ 单组蒸发排管长： $l_1 = 312\text{m}$

180°弯头 20只，折算系数 $A = 75$

当量长度： $l_2 = 20A \cdot d = 20 \times 75 \times 0.032 = 48\text{m}$

管子总当量长度： $l = l_1 + l_2 = 312 + 48 = 360\text{m}$

$$\begin{aligned} \text{压力损失：} \quad \Delta P_{\text{蒸}} &= f_{\text{摩}} \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{r}{2g} \cdot W^2 = 0.035 \times \frac{360}{0.032} \times \frac{680}{2 \times 9.81} \times 0.8^2 \\ &= 8734\text{kg/m}^2 = 85651\text{Pa} \quad (0.87\text{kg/Cm}^2) \end{aligned}$$

5、供液管总阻力损失： $\Delta P = \Delta P_{\text{供}} + \Delta P_{\text{蒸}} = 177431 + 85651$

$$= 263082\text{Pa} \quad (2.68\text{kg/Cm}^2)$$

在 2 Cy—5.5/4 齿轮氨泵扬程所允许范围内。

四、蒸发器通路数校核计算

一层库房设备总负荷： $Q = 146.538\text{MJ/h} \quad (35000\text{Kcal/h})$

采用 $\phi 38 \times 3$ 双层蛇形排管传热系数： $K = 28.889\text{KJ/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{C} \quad (6.9\text{Kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{C})$

每米管长表面积： $f = 0.119\text{m}^2$

库房空气温度： $t_1 = -18\text{C}$

制冷剂蒸发温度： $t_2 = -28\text{C}$

温差： $\Delta t = 10\text{C}$

$$\text{排管冷却面积：} \quad F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t} = \frac{146538 \times 10^3}{28889 \times 10} = 507\text{m}^2$$

$$\text{盘管总长度：} \quad LJ = F/f = \frac{507}{0.119} = 4261\text{m}$$

选用长度15m，管子根数20根，每组盘管总长度302m

每只弯头局部阻力当量长度： $l_e = 75 \cdot d = 75 \times 0.032 = 2.4\text{m}$

选用16组排管共有弯头： $16 \times 19 = 304$ 只

管子总长： $L = 302 \times 16 = 4832\text{m}$

盘管当量总长度： $\Sigma L = L + n \cdot l_e = 4832 + 304 \times 2.4 = 5562\text{m}$

若选用16个通路则：

$$\text{每一通路当量长度：} \quad l = \frac{5562}{16} = 348\text{m}$$

每通路负荷： $q = \frac{Q}{16} = \frac{146.538}{16} = 9.159 \text{MJ/h} (2188 \text{kcal/h})$

由管子内径32mm及氨泵供液倍数4查图4得：调整系数为4

查图3得推荐通路负荷为4.1868MJ/h (1000Kcal/h)

$4.1868 \times 4 = 16.747 \text{MJ/h} = 16.747 \text{MJ/h} (4000 \text{Kcal/h}) > 9.159 \text{MJ/h} (2188 \text{Kcal/h})$

选用16个通路合适。

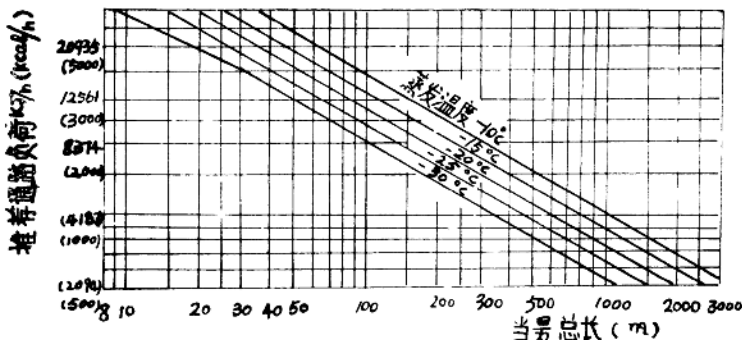


图3—每通路允许总长计算表

(摘自船舶设计实用手册)

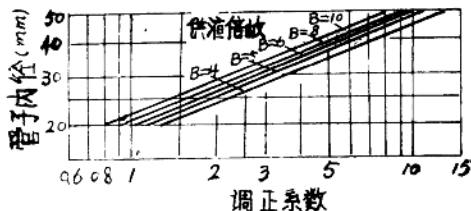


图4—通路负荷调整系数表

(摘自船舶设计实用手册)

五、蒸发排管布置原则

1、为保证库房每组蒸发器冷却效果，并联在同一供液管道上的蒸发器，其当量长度应基本相等。

2、十六组蒸发排管与供液回汽母管连接，采用先进后出原则，以进一步保证系统各组排管均匀供液，如图6。同时将回汽管布置标高比蒸发器排管高192mm，使蛇形管内充满氨液，以进一步达到供液的均匀性。

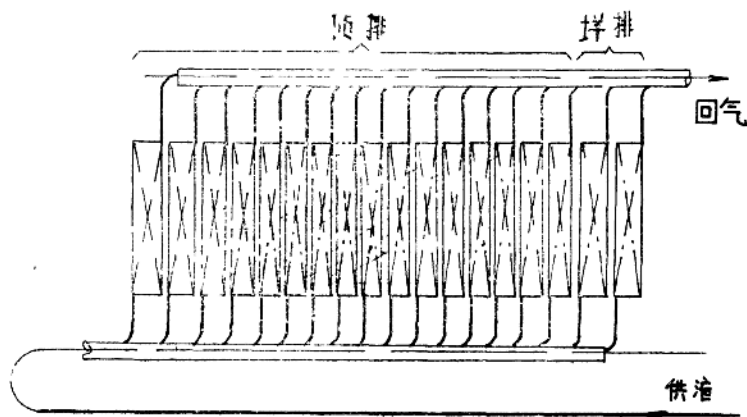


图5-库房蒸发排管连接图

3、双层蒸发排管采用下进上出形式，使蒸发器内壁能够得到充分湿润，获得较高传热系数，增强传热效果，由于蒸发器内经常保持40—50%的液体制冷剂，所以在停止供液后，库温不会产生很大波动。

4、为保证蒸发器内氨蒸发气体在长距离回汽管内能通畅回至机房循环桶，将回汽管管径比供液管放大二档。

5、为减少室外长距离供液，回汽管在露天日晒雨打，致使吸热蒸发或过热，而增大冷量损耗，降低制冷效率，对室外管道要求有严格的保温。中转冷库采用100mm厚聚氨酯现场发泡，外加10mm厚石棉混凝土。

六、该工艺系统实际使用情况

按前述工艺设计施工的4000吨库，86年11月4日一次试车成功，正式投产使用，经半年多时间试生产，情况良好，设备运行正常，证明该工艺系统是合理的，可以推广使用。

1、库房顶墙排管结霜均匀

库房供液15分钟就开始结霜，且各组排管的结霜均匀。

2、库房温度低

新库配管比 $0.55\text{m}^2/\text{t}$ ，库房温度达到 $-22^\circ\text{C} \sim -23^\circ\text{C}$ 。配管比 $0.56\text{m}^2/\text{t}$ 的原3000吨冷库温度一般降到 $-18^\circ\text{C} \sim -19^\circ\text{C}$ ，须制冷4—5小时都较困难达到，而新库在同等条件下只须2小时左右即可达到 -20°C 以下。

3、电耗低

氨泵直供系统的管路短，阀门及管件少，与原采用习惯工艺系统相比，减少当量管长178m，阻力损失22555Pa ($0.23\text{Kg}/\text{Cm}^2$)，这样不但减少管道和制冷剂充满量，而且减少能量消耗，提高制冷效率，降低电力消耗。据使用半年多时间测定、冷藏每吨日鱼货电耗仅1.1088MJ (0.308度) /吨·日，而原3000吨库投产同期为1.692MJ (0.47度) /吨·日。

4、系统简单投资省

因新工艺系统较简单，管路缩短，管件阀门减少，亦简化了安装。与惯用低压供液管路系统相比，节约土建与工艺投资3.6万多元。

由于库房内无低压调节站，提高了库房利用面积。

5、改善劳动条件

把原在库房低压调节站的供液，回汽操作集中于机房辅助间，并利用回汽管作热氨融霜管，供液管作排液管之用，不但减少了管路投资，而且使库房冲霜亦在机房进行，大大改善了操作工人劳动条件。

6、保障库房安全

阀门经常开闭易磨损，法兰配更处氨易向外泄漏等，影响食品质量与安全。而新系统，在库内取消所有阀门和法兰，就切断了这一不安全因素，使库房货物安全有了保障。

7、操作简单，维修方便

所有调节阀门集中在机房操作，工人就可在机房根据需要进行有关阀门操作，来实现制冷系统运行工况的调整。

中转冷库基本采用一台氨泵管一层库（四台氨泵可用过桥串换），根据遥测温度仪指示温度，对氨泵进行起动、停止操作，来控制调整库房温度。若要调节供液量，则只要调整氨泵出液阀就行（一般经一次调整后，均不须再调整），基本上实现了只须通过氨泵启停按钮的操作，控制制冷系统运行的半自动化。

因系统简单，阀门少，又均设在机房，维修保养方便。

8、这种管路系统也可适用于冻结能力大的冻结间和小型冷藏库。

浙江省水产宁波中转站

王新龙

87、8、