



中国船级社

# 钢质内河船舶建造规范

2026

第5篇 货物冷藏



## 目 录

第1章 通则.....	5-1
第1节 适用范围.....	5-1
第2章 制冷装置.....	5-2
第1节 制冷机组.....	5-2
第2节 制冷机.....	5-2
第3节 管路及辅助设备.....	5-4
第4节 制冷机室或制冷机组安装处所.....	5-6
第5节 安全设备.....	5-7
第3章 冷藏货舱.....	5-9
第1节 货舱结构及附属件.....	5-9
第2节 绝热.....	5-9
第4章 舱内载运冷藏集装箱.....	5-11
第1节 一般规定.....	5-11
第2节 布置.....	5-11
第3节 舱内通风.....	5-11
第4节 电气装置.....	5-12
附录1 货物冷藏装置的试验.....	5-13
1 压力试验.....	5-13
2 效用试验.....	5-13



## 第 1 章 通则

### 第 1 节 适用范围

#### 1.1.1 适用范围

1.1.1.1 本篇规定适用于船舶的货物冷藏装置。

#### 1.1.2 工作条件

1.1.2.1 在船舶处于横倾 $10^{\circ}$ 及纵倾 $5^{\circ}$ 的条件下制冷系统应能正常工作。

#### 1.1.3 制冷剂

1.1.3.1 本篇规定适用于下列制冷剂：

R717            氨( $\text{NH}_3$ )  
R134a          四氟乙烷( $\text{CH}_2\text{F}-\text{CF}_3$ )

1.1.3.2 如采用其他制冷剂时，应提供相应有关资料，并应经批准。

#### 1.1.4 电气设备

1.1.4.1 本篇所涉及的电气设备，应符合第3篇的有关规定。

#### 1.1.5 材料

1.1.5.1 本篇所涉及的材料应符合本规范第7篇的有关规定。

#### 1.1.6 直接蒸发系统限制条件

1.1.6.1 冷藏船冷藏货舱总舱容小于 $500\text{m}^3$ 时，可使用氨直接蒸发的排管冷却系统；总舱容小于 $1000\text{m}^3$ 时，可使用四氟乙烷直接蒸发的排管冷却系统。

#### 1.1.7 新型装置及结构

1.1.7.1 若制冷机组或冷藏货舱的结构拟采用新型的设计或使用非一般的材料，则应经本社同意，必要时可要求进行特殊的试验。

#### 1.1.8 图纸和资料

1.1.8.1 应将下述图纸和资料一式3份提交本社批准。必要时，可要求增加送审图纸和资料的范围：

- (1) 冷藏货舱(包括邻近舱柜)总布置图；
- (2) 冷藏货舱绝热层敷设结构图；
- (3) 制冷机舱总布置图；
- (4) 空气冷却系统布置图；
- (5) 空气冷却器融霜装置及泄水布置图；
- (6) 冷藏货舱内盐水排管或制冷剂排管布置图和安装结构图；
- (7) 制冷剂、盐水和冷却水的管系图；
- (8) 冷藏货舱内泄水及通风布置图；
- (9) 冷藏货舱内温度测量管及(或)感温器布置图；
- (10) 制冷压缩机剖面图及往复式压缩机的曲轴详图；
- (11) 冷凝器、空气及盐水冷却器、油水分离器、贮液器和其他压力容器图；
- (12) 自控、安全和报警系统原理图(注明设备的规格、型号和功能)；
- (13) 备件明细表。

1.1.8.2 应将下列图纸和资料提交本社备查：

- (1) 制冷装置(包括集中控制和监控)及货舱绝热说明书；
- (2) 制冷能量计算书。

注：凡经本社认可的产品，可不必重复送审。

## 第2章 制冷装置

### 第1节 制冷机组

#### 2.1.1 一般要求

2.1.1.1 1套制冷机组应包括能独立工作的1台(或几台)制冷压缩机及其驱动电动机和1只冷凝器。若使用盐水载冷剂时还应包括1只盐水冷却器。

2.1.1.2 除经本社同意外,冷藏货物制冷机组应和空调制冷机或生活用制冷机组完全分开。

#### 2.1.2 机组数目

2.1.2.1 船舶运输冷藏货物时,应尽可能设置2套制冷机组。如仅设1套时,则应增设1台备用制冷压缩机。

#### 2.1.3 制冷能量

2.1.3.1 制冷机组的制冷量应按船舶航行区域的最高水温及各冷藏货舱所需维持的最低温度进行计算。

2.1.3.2 若制冷装置设有2套制冷机组,则当其中的1套制冷机组停止工作时,另1套机组应能在24h连续工作的情况下,维持各冷藏货舱内设计所规定的最低温度。

2.1.3.3 若制冷装置仅设有1套制冷机组和1台备用制冷压缩机,则当其中任何1台制冷压缩机停止工作时,另1台制冷压缩机应能在24h连续工作的情况下,维持各冷藏货舱内设计所规定的最低温度。

2.1.3.4 为了补偿制冷压缩机的制冷量和绝热材料性能在使用中下降的可能,实际所配置的制冷机组制冷量应至少比设计的最大输出能量大5%。

#### 2.1.4 制冷装置设计压力

2.1.4.1 制冷装置高压侧及低压侧的设计压力应分别不小于表2.1.4.1的规定。

制冷装置设计压力

表 2.1.4.1

制冷剂	高压侧 <sup>①</sup> 设计压力 (MPa)	低压侧 <sup>②</sup> 设计压力 (MPa)
R717	2.2	1.7
R134a	1.4	1.1

注:① 高压侧:系指压缩机排气侧至膨胀阀之间的受压部件;

② 低压侧:系指膨胀阀之后至压缩机吸入阀之间的受压部件;但若装置的切换(如为了热融霜)可能使它们处于高压,则这些零部件也应作为高压侧的组成部分。

2.1.4.2 使用本社认可的其他制冷剂时,其制冷装置高压侧和低压侧的设计压力应分别不小于56℃和46℃时的饱和蒸气压。

### 第2节 制冷机

#### 2.2.1 往复式制冷压缩机

2.2.1.1 往复式制冷压缩机的曲轴,当其所有曲柄都支承在2道主轴承之间时,其直径d应不小于按下式计算所得之值:

$$d = C \sqrt[3]{\frac{D^2 P \left( \frac{S}{16} + \frac{ab}{a+b} \right) Z}{7.55}} \quad \text{mm}$$

式中: D——压缩机气缸直径, mm;

P——设计压力, MPa, 见本章表 2.1.4.1;

S——活塞行程, mm;

a——1 只主轴承的内边缘和最接近跨距中点的曲柄销中心线之间的距离, mm;

a+b——2 只主轴承内边缘之间的跨距;

C——常数, 根据曲柄销和气缸的具体布置确定, 见表 2.2.1.1;

Z——材料强度系数, 按下列公式计算:

对于钢材:

$$Z = \frac{560}{R_m + 160}$$

对于球墨铸铁:

$$Z = \frac{700}{R_m + 260 - 0.059d_p}$$

对于灰铸铁:

$$Z = \frac{700}{R_m + 260 - 0.069d_p}$$

式中:  $R_m$ ——曲轴材料的抗拉强度, N/mm<sup>2</sup>;

$d_p$ ——曲轴的估计最小直径, mm;

曲柄销和气缸布置

表 2.2.1.1

曲柄销数目	每一曲柄的气缸数	相邻气缸的夹角 (°)
1 或 2	2	45 60 90
3	2	45 60
4	2	45 60
1	3	45 60 90
2	3	45 60
3	3	45
1	4	45 60
2	4	45

对于每只曲柄销有1只气缸的曲轴:

$$C = 1.0$$

对于同1只曲柄销有几只气缸, 其相邻气缸布置成90°夹角的曲轴:

$$C = 1.05$$

对于同1只曲柄销有几只气缸, 其相邻气缸布置成60°夹角的曲轴:

$$C = 1.18$$

对于同1只曲柄销有几只气缸, 其相邻气缸布置成45°夹角的曲轴:

$$C = 1.25$$

2.2.1.2 若曲轴另加1中央主轴承进行支承, 其直径应根据中央主轴承和外档主轴承内边缘之间的半根曲轴进行计算, 这样算得的是半根曲轴的直径, 对于整根长度的曲轴直径应增大6%。

2.2.1.3 在确定曲柄臂的尺度时, 应使 $bt^2$ 不小于按下式计算所得的值:

靠近主轴承的曲柄臂:

$$bt^2 = 0.4d^3$$

中间曲柄臂:

$$bt^2 = 0.75d^3$$

式中:  $b$ ——曲柄臂的宽度, mm;

$t$ ——曲柄臂的轴向厚度;

靠近主轴承的曲柄臂应不小于  $0.45d$ , mm;

中间的曲柄臂应不小于  $0.60d$ , mm;

$d$ ——按本节 2.2.1.1 所算得的曲轴最小直径, mm。

2.2.1.4 曲柄臂过渡到曲柄销或主轴颈处的圆角半径 $r$ 应不小于 $0.05d$ 。如果曲轴的直径不小于  $c$  乘  $d$  的积, 则可做成较小的圆角, 但此圆角应不小于 $0.025d$ 。本条内  $c = 1.1 - 2\left(\frac{r}{d}\right)$ , 但不小于1.0。

2.2.1.5 曲轴上的过渡圆角和油孔应光滑圆顺。

2.2.1.6 压缩机的曲轴箱, 应设计成能承受不小于制冷系统最大工作压力的内压力。

### 2.2.2 制冷压缩机曲轴材料强度

2.2.2.1 曲轴的铸、锻件，其抗拉强度应在下列范围内：

- (1) 碳钢和碳锰钢锻件，若经正火加回火：400~600N/mm<sup>2</sup>；
- (2) 碳钢和碳锰钢锻件，若经淬火加回火：不超过700N/mm<sup>2</sup>；
- (3) 碳钢和碳锰钢铸件：400~550N/mm<sup>2</sup>；
- (4) 球墨铸铁件：370~800N/mm<sup>2</sup>；
- (5) 灰铸铁件：不小于300N/mm<sup>2</sup>。

若采用上述所列以外的材料时，应经本社同意。

## 第3节 管路及辅助设备

### 2.3.1 压力容器

2.3.1.1 钢质焊接圆筒形的R717制冷剂压力容器，应符合第2篇第5章和第7篇的有关规定，其设计压力应符合本章表2.1.4.1的规定。

2.3.1.2 若压力容器的筒体由钢管制成，则所用的钢管应为无缝的或电阻焊的或纵向埋弧焊的。对接锻焊的和螺旋形焊接的钢管不应采用。

2.3.1.3 设计温度低于-40℃的所有压力容器及设计温度低于0℃而其压力与饱和温度的关系不相适应者，应由机械性能(包括缺口韧性)与其厚度和最低设计温度相适应的钢材制造。上述钢材的性能应经本社核查。

### 2.3.2 压力管路

2.3.2.1 制冷装置各种压力管的壁厚应按第2篇第2章的有关规定确定。

2.3.2.2 冷凝器管应以耐蚀材料制成。对适用于R134a制冷剂的冷凝器，其管子应由耐蚀铜管制成。冷凝器的管板接触江水的部分应以耐蚀材料制成，或采取其他有效的措施防蚀。

2.3.2.3 制冷剂、盐水或江水冷却管路及其附件的材料应与管内的流体相适应。铜、黄铜、青铜和其他铜合金材料不适用于氨制冷剂，镁合金材料不适用于四氟乙烷制冷剂，锌不适用于氨和四氟乙烷制冷剂。

2.3.2.4 制冷剂、盐水管路应采用无缝管，其中氨及盐水的管路应为无缝钢管。

氨装置的管路附件应由钢制成，也可采用可锻铸铁。四氟乙烷制冷装置的管路附件应由钢或青铜制成。

2.3.2.5 制冷剂钢管的连接应以电焊对接，如果此钢管为镀锌管，则应在焊接前将管子端头的镀锌层去除干净。铜管的对接连接则应使用硬钎焊。必要时，个别管段的连接可采用焊接法兰(法兰面应有槽和凸肩填装垫片)或用外套螺母连接。

管接头的垫片材料，应经本社认可。

2.3.2.6 制冷剂管路截止阀的结构，应保证能安全地更换填料函的填料，而不需排出制冷剂。R134a制冷剂管路的截止阀应为无填料函阀。如采用软填料函的阀应装有封紧盖。

### 2.3.3 油分离器

2.3.3.1 制冷剂管路应装设合适的油分离器，该油分离器应装有泄油管；若油分离器内装有金属丝滤网，其结构应坚固并加以支撑，以防散失。

### 2.3.4 滤器

2.3.4.1 制冷剂管路的下列部位应装设合适的过滤器：

- (1) 压缩机的吸入管路上；
- (2) 膨胀阀前的制冷剂管路上。

滤器内的金属丝滤网结构应坚固并加以支撑，以防散失。滤网材料应能耐制冷剂腐蚀。滤器与油分离器可结合在一起。

### 2.3.5 干燥器

2.3.5.1 R134a制冷剂系统中应装设干燥器，其布置应使干燥器能旁通并关断，以便在拆开时不妨碍系统的运行。

### 2.3.6 温度计

2.3.6.1 制冷装置各系统的下述部位应装设温度计：

- (1) 制冷压缩机的吸入和排出管路上；
- (2) 冷凝器的冷却水进、出管路上；
- (3) 盐水进、出管路上；
- (4) 直接蒸发冷却的空气冷却器的制冷剂回流管上。

### 2.3.7 压力表

2.3.7.1 制冷装置各系统的下列部位应装设压力表：

- (1) 制冷压缩机的吸入和排出管路上；
- (2) 盐水泵排出管上；
- (3) 所有空气冷却器的制冷剂回流管上；
- (4) 压力润滑制冷压缩机的滑油进口处。

### 2.3.8 液位指示

2.3.8.1 贮液器上应装有制冷剂液体的液位指示器。液位指示器应能关闭，以防止液位指示器发生破损事故时，制冷剂大量流失。

### 2.3.9 冷却设备

2.3.9.1 冷藏货舱的冷却可采用装在侧壁和顶板上的冷却排管或经过空气冷却器的空气循环冷却。

2.3.9.2 除按本篇1.1.6.1规定采用直接蒸发排管的冷藏货舱外，冷藏货舱的冷却应采用盐水循环。每一冷藏货舱的盐水排管应做成不少于2个分段，每个分段均应装设阀或旋塞以便关闭。冷藏货舱净舱容在300m<sup>3</sup>以下者，可做成1个分段。

2.3.9.3 冷藏货舱内的钢质盐水管路或输送制冷剂的管路，包括装在绝热层内的部分，其外表面均应镀锌，这些管路外表面也可采用其他防腐措施，但具体方法应经本社同意。

盐水管路及盐水柜接触盐水的壁面不应镀锌。若盐水系统与盐水接触的部分已经镀锌，当盐水冷却和回流柜是闭式时，则应设有透气管或者设有使排出气体引到大气中的管子。引出管出口端的地点应使管子排出的气体不致引起事故，且管子出口端要装有便于更换的金属丝网。

当盐水柜为开式时，则设置盐水柜的舱室应有效的通风。

2.3.9.4 制冷剂和载冷剂钢管若由电焊对接或由螺纹套管连接时，管接头处没有镀锌层的部分在水压试验后应作适当涂刷和包扎以减少腐蚀。当管路包有绝热层时，此项接头的部位应在绝缘外表面作出标记。

2.3.9.5 通过水密舱壁或水密甲板的冷却管路，其穿过处应设有耐火和水密的贯通配件和压盖填料。

2.3.9.6 每一冷藏货舱空气冷却器的冷却盘管可使用盐水循环或制冷剂直接蒸发进行冷却。此项冷却盘管应布置成不少于2组，且每组盘管应装阀，并在必要时可迅速关闭。舱内至少应设一路风管和2个相对远离的格栅。如空气冷却器的盘管不分组，则应至少设置2只单组盘管的冷却器作为替代措施。

冷藏货舱净舱容小于300m<sup>3</sup>时，可设置1只单组盘管的空气冷却器。

2.3.9.7 空气冷却器应设有效的融霜措施。其下面应设置盛凝水的底盘，凝水盘底部应装有当制冷工作时能排除全部凝水的泄水管。泄水管的内径应不小于40mm。

2.3.9.8 空气冷却器包括风机及电动机的安装处应尽量和装货空间分隔，且应留有足够大小的通道以便风机及电动机能拆出修理或进行更换，不被货物阻塞。若1个舱内装有几台风机和电动机时，则只需留供人员进出的检修通道。

2.3.9.9 为了减少货物脱水和冷藏舱内冷却设备结霜，制冷装置的设计应使冷却介质和货舱处于最小温差的情况下，能维持冷藏货舱所需的最低温度。

### 2.3.10 加热设备

2.3.10.1 冷藏货舱运载水果时，若环境温度可能低于所需载货温度而对水果造成不利影响时，冷藏货舱应设有加热设备。

### 2.3.11 货舱换气装置

2.3.11.1 冷藏货舱用于运载需要更换新鲜空气的货物时，应设有空气换新的设备。新鲜空气吸入的位置应注意设在没有污染空气进入的地方。

各冷藏货舱应单独设置各自的空气进入和排出管。每一进、排气管应装有可靠的气密关闭阀。为保

证换气的质量，建议进、排气管口之间至少相距3m。

### 2.3.12 泵

2.3.12.1 制冷机组应设有不少于2台独立的冷却水泵，2台冷却水泵中的1台可作为备用并可作其他用途。当作其他用途时，此泵应具有足够排量且应不致妨碍制冷机组的冷却水供水。

2.3.12.2 若制冷剂系统和/或载冷剂系统用泵进行循环，则应各设1台备用泵。该备用泵不应用于其他用途，且应能供所有冷藏货舱使用。

### 2.3.13 通海接头

2.3.13.1 制冷剂气体冷凝器的冷却水泵，应由分设在左、右舷的2只海底阀供水。

### 2.3.14 动力

2.3.14.1 制冷装置若为电力驱动时，其电力至少应由2台发电机供送。当发电机的任一停止工作时，其余发电机的功率应在本章2.1.3.1所述的江水温度下使制冷机组按本章2.1.3.2或2.1.3.3的规定维持冷藏货舱所要求的最低温度，同时还应保证为船舶推进和安全所必需的其他重要设备能同时工作。

### 2.3.15 制冷装置的控制、报警与安全系统

2.3.15.1 设有自动监控的制冷装置，仍应设有手动控制机构，以便当自动监控失效时能进行手动控制。制冷装置的自动监控应符合本节2.3.15.2~2.3.15.4的规定。

2.3.15.2 制冷装置自动监控设备的基本性能，应符合第4篇的有关规定。

2.3.15.3 制冷装置的自动监控应包括下列各项：

- (1) 使冷藏货舱内的温度控制在设定的低温范围以内；
- (2) 空气冷却冷藏货舱时，冷空气从风管出口的温度控制在不低于最低允许温度。

2.3.15.4 由本节2.3.15.3(1)所述的自动温控转换成手动控制时，自动温控设备应能旁通和关断。但作为替代措施，自动温控的控制阀可设置2只，每只控制阀应在另1只失效时能承担所要求的全部功能。

2.3.15.5 制冷装置的检测和报警项目，应不少于表2.3.15.5的规定。制冷装置的故障报警应在适当的站(室)发出听觉和视觉信号。

制冷装置的显示和报警项目表

表 2.3.15.5

序号	项 目	显示内容	报 警
1	冷藏货舱空气温度	温度	高和低
2	空气冷却循环风机失效	—	失效时
3	冷藏货舱舱底水水位	—	高
4	制冷剂液体蒸发压力	压力	—
5	冷凝器内压力	压力	高
6	制冷压缩机滑油压力	压力	低
7	制冷压缩机吸入侧压力	压力	低
8	制冷压缩机排气压力	压力	高
9	江水冷却循环泵失效	—	失效时
10	制冷机室氨制冷剂泄漏	—	泄漏时

注：对于无人值班的制冷机舱，故障报警尚应延伸到轮机员起居处所或有轮机员值班的其他处所。

2.3.15.6 制冷装置应设置下列安全系统：

- (1) 制冷压缩机吸入侧压力过低时自动停机；
- (2) 制冷压缩机排气压力过高和冷凝器压力过高时自动停机；
- (3) 制冷压缩机的滑油压力过低时自动停机；
- (4) 若制冷机室氨制冷剂泄漏，当漏出气体的浓度达到爆炸浓度之前自动停机；
- (5) 江水冷却循环泵失效时自动停机。

## 第4节 制冷机室或制冷机组安装处所

### 2.4.1 制冷机室

2.4.1.1 安装R717制冷机的舱室，应以气密的舱壁和甲板与居住舱室或其他工作处所分开。此制冷机室的门应向外开并能自闭。

2.4.1.2 R134a制冷机的安装处所，一般不受限制。但如机组能量相当大，则仍应安装在独立的制冷机室内。

2.4.1.3 安装R717制冷机的舱室出入口门外，应有过滤式防毒面具，数量不少于2只。防毒面具应放置在装玻璃门的箱内，以便需要时立即取用。

2.4.1.4 制冷机的布置应易于接近进行检修操作。盐水冷却器和冷凝器的安装处应留有足够的空间，以便进行清洁及更换管子。

#### 2.4.2 通风

2.4.2.1 制冷机舱室应进行有效的机械通风。风机的排量应使制冷机室的换气次数不少于30次/h。R717制冷机室的通风系统应和其他的通风系统分开。

通风系统的吸入管道应以钢或其他等效材料制成，其排出口应位于船上不会造成危害的地方。R134a的制冷机室，应设置抽风机，其抽风管路的吸口应装在舱室内的最低位置。

2.4.2.2 R717制冷机室应装有应急通风机。应急通风机的排量应使制冷机室的换气次数不少于40次/h。若制冷机室的正常通风机排量增大到能使舱室的换气次数不少于40次/h，则可不再另设应急通风机。

2.4.2.3 R717制冷机室设置应急洒水系统时，则应急通风机可以不设。应急洒水系统应能在制冷机室外进行操纵。

2.4.2.4 制冷机室的机械通风机，应能在两个地点进行控制。其中之一应位于制冷机室外适当的地点。

#### 2.4.3 氨制冷剂的使用

2.4.3.1 氨制冷机械应安装在专用的气密舱室。除小型舱室外，至少应设2扇检修门。

2.4.3.2 装有氨制冷机械(包括处理容器)的舱室应设置：

(1) 1个独立于其他船舶处所通风系统的负通风系统，并依据该处所总容积具有不少于30次/h的换气能量；其他合适装置也可以考虑；

(2) 1个在舱室内、外带有报警装置的固定式氨探测系统；

(3) 在舱室外可人工操作的位于所有检修门上方的水冷壁；

(4) 1个独立的舱室排水系统。

2.4.3.3 应至少配备2套呼吸器和防护服可供使用。

2.4.3.4 氨管系不应穿过居住处所。

2.4.3.5 制冷装置中氨的总量不超过25kg的氨制冷机械可允许安装在其他机器处所，但需满足如下条件：

(1) 安装氨制冷机械的区域应装设负压通风罩，以防止泄漏的氨气扩散到该处所的其他区域；

(2) 安装氨制冷机械的区域应装设水喷淋系统保护；

(3) 本节2.4.3.2(2)、2.4.3.3及2.4.3.4的要求。

## 第5节 安全设备

#### 2.5.1 安全阀

2.5.1.1 制冷压缩机和其排气截止阀之间应设有安全阀和/或安全膜片。当制冷剂的压力过高时安全阀开启和/或膜片爆破，并应使制冷剂回流至吸入管路内。在回流管上不应装设任何关闭设备。

压缩机排出端安全阀和/或安全膜片的开启或爆破压力，根据制冷剂的不同应不大于本章表2.1.4.1中所规定的高压侧的设计压力。

当制冷压缩机的原动机功率不超过10kW时，压缩机输出端的安全阀和/或安全膜片可以不设。

2.5.1.2 制冷剂系统的所有压力容器或其他可能充进液态制冷剂并予以关闭的制冷剂系统的部件，均应装设串联安装的安全膜片和安全阀，它们的排出物应引至甲板以上的安全地点。串联的膜片与安全阀之间应装设指示中间压力的压力表。

R134a制冷剂系统中，上述容器的容量在100L以下者，可采用熔点为65℃的易熔塞代替安全膜片和安全阀。

2.5.1.3 本节2.5.1.2中所要求的安全阀和/或安全膜片的开启或爆破压力，根据制冷剂的不同应不大于表2.1.4.1所规定的该系统或部件的设计压力。

2.5.1.4 冷凝器的冷却水侧和蒸发器的盐水侧，当系统中冷却水泵和盐水循环泵的排出压力可能会超过它们的设计压力时，应设有合适的安全阀。

## 2.5.2 应急泄放

2.5.2.1 R717制冷装置的制冷剂系统应装有从系统引至舷外的专用泄放管，以便在发生事故时能迅速将氨排除。泄放管的截止阀应安装在制冷机室外有铅封的玻璃箱内。泄放管在舷旁的排出孔应低于水线，并应装有止回阀。

## 2.5.3 应急停车装置

2.5.3.1 R717制冷剂的制冷机组，其压缩机的原动机应在制冷机室外设有应急停车装置，此装置应设有防止无关人员触动的措施。

## 2.5.4 货舱报警按钮

2.5.4.1 冷藏货舱内应设有能向制冷机室、机舱及驾驶室报警的按钮，以便危急时进行求援报警。

## 第3章 冷藏货舱

### 第1节 货舱结构及附属件

#### 3.1.1 冷藏货舱气密性

3.1.1.1 每一独立的冷藏货舱应完全为钢质气密结构，并以消防水枪作冲水试验或充气试验。

3.1.1.2 冷藏货舱货舱口的关闭设备、出入口的门、污水沟和人孔盖均应做成气密。出入口的门应向外开启。

3.1.1.3 穿过冷藏货舱舱壁或甲板的制冷管路，不应与钢结构直接接触，且管子穿过的孔应进行加工并采用有效的方法进行密封，以使舱壁或甲板保持气密。

所服务的货舱以外的制冷管路，均应进行有效的绝热。

3.1.1.4 穿过温度为0℃或低于0℃的冷藏货舱的所有非制冷管路，安装时不应与钢结构直接接触，但若该处的钢结构温度主要受外界影响者除外。

穿过冷藏货舱的所有非制冷管路，均应妥善包扎绝热层，进行有效的绝热且穿过处均应保证气密。

#### 3.1.2 货舱测温

3.1.2.1 冷藏货舱内应设有通向制冷机室或机舱的遥测温度计，并在适当部位设置测温管。测温管的内径应不小于50mm，且安装不应与钢板直接接触并进行有效的绝热。

当测温管的开口位于露天甲板时，其布置应使在测温时水不致流入管中。

#### 3.1.3 测温精度

3.1.3.1 冷藏货舱所测得的温度，对于装运冷冻货物的货舱，其读数应精确到 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 以内。对于装运冷却货物的货舱，其读数应精确到 $+0.2^{\circ}\text{C}$ 至 $-0.1^{\circ}\text{C}$ 。

#### 3.1.4 空气循环

3.1.4.1 运载冷却货的货舱，应保证货箱之间具有足够的空气循环。

3.1.4.2 运载冻结货的货舱，绝热层覆盖层和货物之间应留有使空气进行循环的通道。

3.1.4.3 为了保持冷藏货舱内的空气循环通道，可以采用固定于覆盖层上的垫货板条，或者在装货时另加垫舱板于绝热层的覆盖层的垂直或近似垂直的外表面，其布置应适于空气流通。

#### 3.1.5 系固件

3.1.5.1 所有支撑或系固冷却设备、绝热层等的螺栓、螺母、钩子和支架、托架等均应镀锌。

#### 3.1.6 冷藏货舱的泄水

3.1.6.1 冷藏货舱和冷却器集水盘的残水，应能够连续泄放。

3.1.6.2 冷藏货舱应设有污水沟。

3.1.6.3 冷藏货舱及冷却器集水盘的残水，流入污水沟处应设有液封装置。

3.1.6.4 若各分舱的泄水接到一根公共水管上，则各支管均应设有液封装置。

3.1.6.5 液封槽应具有足够的深度，且其布置应易于到达，以便进行清洁和补充盐水。

3.1.6.6 污水沟应设置透气管、测量管及排水管，排水管端需装设滤网。

3.1.6.7 冷藏货舱以外的其他舱室的污水不应泄入冷藏货舱。

## 第2节 绝热

#### 3.2.1 绝热材料及其敷盖

3.2.1.1 冷藏货舱所采用的绝热材料，应经本社认可。

3.2.1.2 冷藏货舱的所有金属舱壁、船体外板的内壁都应敷盖绝热材料，敷设前，钢结构表面应进行清洁并涂刷合适的防锈涂料，绝热层的外表面应装有覆盖板，其结构应能防止流动的冷风不致进入绝热层。

3.2.1.3 绝热材料敷设时应填塞紧密。

3.2.1.4 若冷藏货舱的绝热材料为就地喷涂发泡的泡沫塑料，则此项材料和工艺应经本社同意。

3.2.1.5 所有覆盖层、密封件和油漆涂层，应不致释放出会引起货物腐败变质的气味。

3.2.1.6 舱柜顶板上的人孔和污水沟处的绝热层应设有水密的钢质围板，以防水渗进绝热层内。

### 3.2.2 绝热封盖

3.2.2.1 为便于对污水沟、舱柜人孔盖等处进行检查，这些处所的绝热层上均应设有可拆的绝热封盖。

3.2.2.2 绝热层的覆盖板、污水沟盖板、舱口盖和出入口的门，应以防水和防潮的材料制成，或者以这种材料包覆。并且对其暴露在污水沟或外界条件的面进行密封。

### 3.2.3 耐油涂层

3.2.3.1 油柜的顶板及侧壁上敷装绝热层时，应先涂刷层不透油的涂层。

## 第4章 舱内载运冷藏集装箱

### 第1节 一般规定

#### 4.1.1 适用范围

4.1.1.1 本章适用于舱内载运冷藏集装箱的船舶。

#### 4.1.2 图纸资料

4.1.2.1 舱内载运冷藏集装箱的船舶应增加下列图纸资料一式3份提交批准：

- (1) 货舱通风量的计算书；
- (2) 货舱通风系统的布置图；
- (3) 冷藏集装箱电源插座的布置图；
- (4) 舱内温度探测、监控系统的布置图(如设有)；
- (5) 冷藏集装箱的布置图；
- (6) 人员安全通道的布置图。

### 第2节 布置

#### 4.2.1 一般要求

4.2.1.1 在横舱壁的每层箱高相应部位应设置操作人员的走道或操作平台，其宽度应不小于两档肋位或1m，选小者。在走道外侧应设栏杆或活动栏杆以保护人员安全。

4.2.1.2 当利用抗扭箱作为风道时，纵舱壁的开口面积应尽可能小，以免影响总纵强度的要求。

4.2.1.3 操作人员走道或平台的甲板应尽可能采用大孔网格板，以利空气流动。

#### 4.2.2 通风设备的布置

4.2.2.1 一般在货舱前端布置进风机和进风口，在货舱后端布置排风机和排风口。

4.2.2.2 甲板上的进风口和排风口应尽可能远离，甲板上通风筒的围板高度应符合载重线的有关要求。通风筒如果设置在桅屋内，则桅屋前后端壁上应考虑足够面积的通风开口，并设置百叶窗保护该开口，以防止桅屋内进水，并尚需考虑桅屋内有适当的排水措施，以防止桅屋内积水。

4.2.2.3 必要时，进风机或排风机可以布置在舱内。

4.2.2.4 通风管道应尽可能合理地均匀布置，进风管道尽可能向下延伸到最下面一层冷藏集装箱的制冷机组或舱底，并尽可能在每一层集装箱堆层处均设有通风口。该通风口尽可能正对集装箱的冷凝器排风扇位置。上下风口之间的间距要按常用的箱型尺寸而定，如不明确装超高冷藏箱，则按标准箱定，即2.5m左右。

4.2.2.5 舱内的通风管道及进出风口应尽量均匀布置，使得舱内所有空间均有良好的通风效果。

4.2.2.6 通风设备的开启和关闭应能在驾驶室内遥控操作，并应具有能清晰显示开或关状态的功能。

#### 4.2.3 舱内冷藏集装箱的布置

4.2.3.1 舱内冷藏集装箱与纵舱壁之间的距离一般不少于250mm。

4.2.3.2 当冷藏集装箱与非冷藏箱混装时，冷藏箱尽可能布置在下层，并且尽可能布置在横舱壁的两端，冷藏集装箱的制冷机组应面向横舱壁。

### 第3节 舱内通风

#### 4.3.1 一般要求

4.3.1.1 本节规定适用于舱内载运冷藏集装箱的货舱，除本节规定外，还应符合本篇的相应规定。

4.3.1.2 载运冷藏集装箱货舱的通风主要由冷藏集装箱的尺寸、类型、数量，以及拟载运的冷藏货物的种类和船舶服务航区来决定。

4.3.1.3 通风设计应满足下列基准条件：

外界环境：空气温度35℃，相对湿度60%，江水温度25℃

货舱温度：允许的最高温度45℃

#### 4.3.2 载运风冷式冷藏集装箱的货舱所需供风量

4.3.2.1 按热平衡法计算，应遵循下列规定：

(1) 每只冷藏集装箱所需的最低功率：

20' 7.5kW

40' 11.0kW

(2) 货舱进风机损耗的有效功率也应计入。

4.3.2.2 按每只冷藏集装箱所需供风量计算，可参考下列值：

20' 3100m<sup>3</sup>/h

40' 4500m<sup>3</sup>/h

4.3.2.3 制冷装置的同时使用系数一般情况下取1。如果货舱的通风系统是专门为载运低温冷冻产品的冷藏集装箱而设计，同时使用系数可取0.7~0.8。

#### 4.3.3 载运水冷式冷藏集装箱的货舱所需供风量

4.3.3.1 按热平衡法计算，应遵循下列规定：

(1) 每只冷藏集装箱的最低散热功率：

20' 1.5kW

40' 2.1kW

(2) 货舱进风机损耗的有效功率也应计入。

4.3.3.2 按每只冷藏集装箱所需供风量计算，可参考下列值：

20' 460m<sup>3</sup>/h

40' 700m<sup>3</sup>/h

#### 4.3.4 空气导入和分配

4.3.4.1 空气导入和分配的设计应保证冷藏集装箱在与装载条件无关的情况下能有效地进行排热，并应避免出现热点。对本节4.3.2所述的设计情况，建议货舱的供风口布置和分配能使供风气流直接对着冷藏集装箱的制冷机组；对本节4.3.3所述的设计情况，供风应导入货舱最低区域。

#### 4.3.5 甲板上的进风口和排风口

4.3.5.1 货舱通风系统的进出口应布置成能确保全气候条件下对货舱冷藏集装箱进行供气，并应避免进出口的气流短路。

#### 4.3.6 舱底水布置

4.3.6.1 载运冷藏集装箱的货舱，若其长度超过12m，货舱前后均应布置舱底水排除装置。

#### 4.3.7 舱内温度探测

4.3.7.1 载运冷藏集装箱的货舱应设置舱内温度探测装置，一般在每舱二层柜以上的前、后、左、右各设置一个探测点。

## 第4节 电气装置

#### 4.4.1 一般要求

4.4.1.1 在舱内或甲板上载有箱式冷藏集装箱的船舶，其电气设备的设置应符合第3篇的相关规定。

## 附录1 货物冷藏装置的试验

### 1 压力试验

#### 1.1 制造完工后的压力试验

1.1.1 制冷剂系统承受制冷剂压力的各个零部件制成后,应按表1.1.1的压力进行强度试验和密性试验。

试验压力 表 1.1.1

部件或零件	强度试验	密性试验
压力容器	$1.5p$	$1.0p$
压缩机:		
气缸	$1.5p$	$1.0p$
曲轴箱	$1.5p$	$1.0p$
阀或附件	$2.0p$	$1.0p$
压力管路、焊接集管、空气冷却器等	$1.5p$	$1.0p$

注: ① 表中  $P$  为设计压力, 见本篇表 2.1.4.1。

② 密性试验一般使用压缩空气, 试验时将部件浸没在水中进行检查。

1.1.2 承受盐水或冷却水压力的部件, 应进行  $1.5p$  的水压试验, 但其试验压力应不小于  $0.34\text{MPa}$ 。

#### 1.2 安装上船后的压力试验

1.2.1 在船上就地焊装的压力管路, 其焊缝处(段)应以  $1.5p$  的压力进行水压试验, 若焊接经超声波或X射线拍片检测合格, 则可免除该项试验。

当使用超声波检测时, 工厂应向本社提交超声波检测报告, 证明管路的焊接质量良好, 无任何影响工作的缺陷。

1.2.2 在上述试验或检测完成后, 应进行气密试验, 试验压力为设计压力。

#### 1.3 系统的干燥

1.3.1 密性试验以后充灌制冷剂及冷冻机油前, 制冷压缩机及其系统应以抽真空法进行干燥。抽真空时先将系统内的压力抽到尽可能小的绝对压力, 并予以保持, 使系统内的水分蒸发, 如此反复进行以除去水分。

## 2 效用试验

#### 2.1 冷风机试验

2.1.1 空气冷却系统安装完成后, 冷风机应进行工作试验。试验时应记录空气排出静压力、空气排量、风机转速及所耗功率, 并检查货舱内的布风情况。

试验结束后应将各舱的试验报告提交给验船师。

#### 2.2 制冷试验

2.2.1 冷藏装置的所有制冷机组, 应在工作条件下进行制冷效用试验。冷藏装置的试验时间, 在冷藏货舱温度降至所要求的低温时, 至少应为  $12\text{h}$ , 但从制冷开始到试验结束时的总时间应不少于  $24\text{h}$ 。

2.2.2 冷藏装置试验时冷藏货舱一般可为空舱。冷藏货舱的舱口盖, 出入的门和换气管关闭装置应密闭, 落水口液封槽应充足盐水。

2.2.3 冷藏装置的制冷试验开始时, 应使所有机组都投入工作。待冷藏货舱温度降低到所要求的设计低温后, 即可按本篇 2.1.3 的规定, 轮流停用一台机组, 但应始终保持舱内要求的温度, 直到试验结束。在此期间, 各台制冷机组的工作时间应大致相同。

#### 2.3 热平衡试验

2.3.1 新设计的货物冷藏装置在制冷试验时应进行热平衡试验, 以确定冷藏货舱温度达到设计要求的最低温度并与机组制冷量平衡时的运行情况。

冷藏装置的热平衡试验应在验船师参加的情况下进行。

2.3.2 热平衡试验应在冷藏货舱达到设计所要求的最低温度,并消除绝热层等的潜在热量和使舱温经一段时间稳定后开始,热平衡试验时间为8h。

2.3.3 热平衡试验时冷藏货舱温度应保持在设计要求的最低温度,如有减小则不应多于1℃。

2.3.4 热平衡试验结束后,应进行热平衡计算,并提交计算书。

## 2.4 数据测量记录

2.4.1 冷藏装置从开始制冷到试验结束的整个试验过程中,应详细记录下列各项:

- (1) 冷藏货舱温度;
- (2) 冷藏货舱外大气温度;
- (3) 冷却水进、出水温度;
- (4) 制冷剂系统和盐水系统的温度和压力;
- (5) 空气冷却器空气进、出口温度;
- (6) 制冷压缩机的运行时间;
- (7) 制冷压缩机和冷风机的转速及所耗功率;
- (8) 冷却水泵、盐水泵所耗功率。

上述各项在试验开始阶段约每2h测量1次,但冷藏货舱外大气温度在试验的最后18h内应每小时测量记录1次,其余各项在最后12h内应每小时各测量记录1次。

## 2.5 冷藏货舱温度回升试验

2.5.1 冷藏货舱在达到设计的最低温度情况下,对冷藏货舱的壳板外表应进行外观检查,壳板外表应无严重漏冷迹象,并应记录6h的舱温回升值,以检查绝热层的绝热效能,舱温回升值应每小时记录1次。按照舱温回升试验开始时冷藏货舱温度与外界大气温度的初温差,经6h以后的冷藏货舱温度(按各测点平均)的总回升值应不大于表2.5.1的规定。

冷藏货舱总回升值

表 2.5.1

冷藏货舱舱温与外界大气温度初温差(℃)	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15
冷藏货舱温度总回升值(℃)	14.4	13.2	12	10.8	9.6	8.4	7.2	6	4.8	3.6

## 2.6 其他试验

2.6.1 空气换新装置(若设有)应进行效用试验。

2.6.2 冷藏货舱内的报警按钮应进行效用试验。

2.6.3 制冷试验前或试验结束以后,空气冷却器的融霜装置应进行融霜的效用试验。