



中 国 船 级 社

钢质海船入级与建造规范

1996

第 5 篇 货物冷藏装置

1996 年 8 月 1 日生效

地址 Add: 北京市东黄城根南街 40 号

40 Dong Huang Cheng Gen Nan Jie,

Beijing 100006, China.

电话 Tel: (010)65136633

传真 Fax: (010)65130188

电传 Tlx: 210407 CCSBJ CN

邮编 Postcode: 100006

目 录

第1章 货物冷藏装置的人级与检验	5-1
第1节 通则	5-1
第2节 入级符号与附加标志	5-1
第3节 入级检验	5-2
第4节 保持货物冷藏装置级的各种检验	5-2
第5节 年度检验	5-3
第6节 特别检验	5-4
第7节 装货港检验	5-5
第2章 一般规定	5-7
第1节 通则	5-7
第2节 试验	5-8
第3章 制冷装置	5-10
第1节 制冷机组	5-10
第2节 制冷机	5-10
第3节 管路与辅助设备	5-12
第4节 制冷机室或制冷机组安装处所	5-15
第5节 安全设备	5-16
第6节 备件	5-17
第4章 冷藏货舱	5-19
第1节 货舱结构与附属件	5-19
第2节 绝热	5-21

第1章 货物冷藏装置的人级与检验

第1节 通 则

1.1.1 人级条件

1.1.1.1 如货物冷藏装置经本社检验符合本篇的有关要求,本社将授予相应的货物冷藏装置级,并载入本社的船舶录。

1.1.1.2 已取得货物冷藏装置级的船舶,如其船体(包括设备)和(或)机械(包括电气设备)失去本社授予的相应船级时,货物冷藏装置亦应看作不具备入级的条件。

1.1.1.3 为保持货物冷藏装置级,应遵守本章第4节保持货物冷藏装置的各种检验,并应处于适用的有效状态。

1.1.1.4 任何可能影响已授予的货物冷藏装置级的损坏或缺陷,应及时向本社报告,并申请本社验船师检查。

1.1.2 申请

1.1.2.1 拟在本社入级的船舶货物冷藏装置,应由船厂(对新船)、船东或其代理人(对现有船)按规定的格式向本社提出申请。

第2节 入级符号与附加标志

1.2.1 人级符号

1.2.1.1 凡经本社批准入级的货物冷藏装置,本社将根据不同情况分别授予下列入级符号:

★CSR

★CSR

★CSR 表示货物冷藏装置在本社检验下,按照本篇有关规定进行建造、安装和试验,并处于良好和有效的技术状态。

★CSR 表示货物冷藏装置不在本社检验下建造、安装和试验,但经本社审查、检验和试验,认为符合本篇的要求。

1.2.2 附加标志

1.2.2.1 凡经本社批准入级的船舶货物冷藏装置,根据其性能和用途在入级符号后加注相应的附加标志,如:

LG 加注于液化气体运输船的再液化或制冷设备使用于控制货温 and 压力。

CF 加注于适于载运水果货物的冷藏装置,表示货舱内的制冷空气循环流量、更换新鲜空气的布置具有在合理的时间能冷却所载运水果的能力。

FD 加注于渔船的具有速冻能力的制冷装置。

1.2.2.2 对货物冷藏装置,尚应加注冷藏货舱能维持的最低温度和设计所允许的海水最高温度。如:× 货舱—22℃,×× 货舱 0℃,海水最高温度 32℃,附加标志如下:

×× holds/chambers—22℃,×× holds/chambers 0℃ with sea water temperature 32℃。

1.2.2.3 对集装箱船上的冷藏装置,以管道向保温集装箱供应制冷空气,对货物进行冷藏,应加注保温集装箱的数量和集装箱的保温特性。如制冷空气温度—25℃,供应 700 只有证绝热集装箱,集装箱的平均热

传导为 $27\text{W}/^\circ\text{C}$ 海水最高温度为 32°C , 附加标志如下:

Refrigerating air at -25°C is supplied to 700 certified insulated containers with an average thermal transmittance per container of $27\text{W}/^\circ\text{C}$ and with sea water temperature 32°C max.

第3节 入级检验

1.3.1 新建货物冷藏装置

1.3.1.1 新建货物冷藏装置应按本篇有关要求在本社验船师检验下进行检验和试验。

1.3.1.2 在建造时, 验船师对货物冷藏装置的安装、布置和整个装置进行检验和试验, 其材料、安装、工艺和试验应取得验船师的满意。任何缺陷或不符合本篇的有关规定或不符合批准的图纸时, 均应及时予以纠正。

1.3.1.3 用于建造的材料应按本规范第9篇有关规定进行试验。如在《规范》中没有规定时, 则可按本社认可的技术条件进行试验。

1.3.1.4 货物冷藏装置的设计图纸、资料和技术文件, 应照本篇有关规定送本社批准。必要时, 本社可要求增加送审图纸、资料和技术文件的范围。

1.3.1.5 如对已经本社审批建造的冷藏装置的图纸、资料或技术文件进行修改, 修改部分应再次送本社批准。

1.3.1.6 遥控或自动控制的货物冷藏装置, 应将遥控或自动控制的说明和资料送本社批准。

1.3.1.7 货物冷藏装置的主要材料和重要设备, 如压缩机、冷凝器、分油器等。应向本社申请产品认可检验。

1.3.1.8 货物冷藏装置制完工并经制冷试验和货舱保温性能试验完成后, 应进行热平衡试验, 以检查货物冷藏装置能承担的最大能力。对同类型船的相类似货物冷藏装置, 如经制冷试验和货舱保温性能试验良好, 可免做热平衡试验。

1.3.1.9 对采用新颖设计或采用非寻常的材料货物冷藏装置, 本社可要求增加补充试验。

1.3.2 不在本社检验下建造的货物冷藏装置

1.3.2.1 不在本社验船师检验下建造的货物冷藏装置拟向本社申请入级时, 船东或其代理人应尽可能向本社提交第2章2.1.5要求的图纸、资料和技术文件。

1.3.2.2 除尽可能提供上述图纸、资料和技术文件外, 尚应提交货物冷藏装置建造和(或)改建时的有关资料 and 文件, 以及其他船级社签发的证书和检验文件。

1.3.2.3 对货物冷藏装置检验和试验的范围应不少于本章第6节第2次及以后各次特别检验所规定的检验范围, 如认为必要时, 可要求作热平衡试验。

1.3.2.4 货物冷藏装置的材料、设备、构造、布置和性能, 应符合本规范的有关规定或符合等效的要求。

1.3.2.5 应尽可能实际可行查核冷藏货舱的隔热层材料和厚度、隔热层内的肋骨、梁、加强材和其他钢构件等、空气冷却器和(或)冷藏货舱的制冷排管, 压缩机、蒸发器和冷凝器等。

1.3.2.6 如货物冷藏装置具有本社承认的船级社签发的货物冷藏装置入级证书及检验文件仍属有效, 则对该装置的检验范围本社可予特别考虑。

1.3.3 重新入级和保持货物冷藏装置级的条件

1.3.3.1 第1篇第4章4.1.1重新入级和4.1.5保持船级条件的有关规定亦适用于货物冷藏装置。

第4节 保持货物冷藏装置级的各种检验

1.4.1 一般要求

1.4.1.1 为保持本社授予的货物冷藏装置级, 应遵照本节规定由本社验船师对货物冷藏装置进行各种

检验。

1.4.2 年度检验

1.4.2.1 货物冷藏装置应经受年度检验,其要求详见本章第5节的规定。

1.4.2.2 货物冷藏装置的年度检验,应在装置入级或特别检验周年日前后3个月内完成。

1.4.3 特别检验

1.4.3.1 货物冷藏装置应经受特别检验,其要求详见本章第6节规定。

1.4.3.2 特别检验应每隔5年进行1次。第1次特别检验应从货物冷藏装置入级检验完成之日算起,嗣后各次的特别检验应分别从上次特别检验到期日算起。

1.4.3.3 特别检验可在到期日前不超过12个月时开始,若特别检验完成日期提前超过3个月时,下次特别检验日期应从本次检验完成之日算起。

1.4.4 展期

1.4.4.1 当货物冷藏装置特别检验日期到期而船东不便提供检验时,船东应提供评定其技术状况的条件,本社可考虑给予不超过3个月的展期。但下次特别检验日期不应由此而推迟。

1.4.5 循环检验

1.4.5.1 如由船东申请并经本社同意,货物冷藏装置的特别检验可由循环检验代替。

1.4.5.2 循环检验的周期为5年。履行循环检验时,每年的年度检验应照常进行。

循环检验的项目一般要求每年1/5的特别检验项目(详见本章第6节)提供检验。所有检验项目应尽可能可行以轮流方式进行,确保每1项目的检验间隔期不超过5年。机械项目应作打开检查。

1.4.6 改建检验

1.4.6.1 在本社入级的货物冷藏装置拟作改建时,应将改建的设计图纸和详细内容提交本社审批,上述改建工程应在本社验船师检验下进行,并应取得验船师满意。

1.4.7 修理检验

1.4.7.1 对影响货物冷藏装置的任何重要修理或更换部件,应申请本社验船师检验和(或)试验,并应取得验船师满意。

第5节 年度检验

1.5.1 一般要求

1.5.1.1 年度检验的期限见本章1.4.2规定。

1.5.1.2 年度检验时一般不要求对货物冷藏装置的机械或隔热的设施作打开或拆卸检查。但如检验发现任何影响货物冷藏装置级或温度附加标志的缺陷,本社验船师可要求对怀疑之处作打开检查,确保货物冷藏装置处于有效工作状态。

1.5.1.3 检查冷藏装置的运行日志或其他记录,货物冷藏装置在前12个月内发生的任何损坏故障,应记入验船师检验报告。

1.5.1.4 对货物冷藏装置机械设备的检查,应在工作状态下进行。

1.5.2 冷藏货舱的检验

1.5.2.2 对冷藏货舱应进行表面检查,查明隔热层的衬板、在侧板、舱壁和顶板紧固件的情况。

1.5.2.2 甲板、双层底顶板和管隧顶部的隔热层包覆应作检查。

1.5.2.3 隔热层出现潮湿、变质时均应予以查明。

1.5.2.4 检查制冷空气通道、冷却器外壳、货舱口盖及其密封、出入口盖、进出门和锁紧装置、污水沟及人孔盖、新鲜空气管及其关闭装置等的情况。

1.5.2.5 检查冷藏货舱泄水孔和冷却器托盘的泄水装置。

1.5.3 制冷设备及温度计的检查

1.5.3.1 检查空气冷却器盘管、冷却排管、盐水冷却盘管和排管以及壳管式和双管式冷凝器和蒸发器的壳体、分油器、容器、干燥器、过滤器和其他压力容器、管路和布置等。

1.5.3.2 检查壳管式和双管式冷凝器水侧端盖的腐蚀状况。

1.5.3.3 所有压力容器,包括附件、安全装置,应作外部检查。

1.5.3.4 应查明在压力容器及其连接件和(或)管路上隔热层发生潮湿迹象的原因。

1.5.3.5 测量冷藏货舱温度和空气进、出端温度的温度计和仪表应作检查,并任选部分温度计校验其正确性。

1.5.4 电气

1.5.4.1 驱动制冷剂压缩机、泵、风机的电动机连同其控制机构和电缆应作一般检查。

电缆、开关和电动机等的对地绝缘应作抽查测量,绝缘电阻可分段测量。验船师可根据情况接受专职人员的测试结果。

1.5.4.2 抽试自动控制、安全设施和报警装置,证明其处于正常工作状态。

1.5.5 制冷试验

货物冷藏装置应进行制冷试验和冷藏货舱保温性能试验。

第6节 特别检验

1.6.1 一般要求

1.6.1.1 特别检验的间隔期见本章1.4.3规定。

1.6.1.2 除应按本节特别检验规定进行检验外,尚应遵守本章第5节年度检验的规定。

1.6.2 建造后第一次特别检验

1.6.2.1 压缩机和泵的检查:

(1) 往复式压缩机包括低温冷却1级制冷剂用的压缩机应打开,检查其气缸、活塞、活塞杆、连杆、曲轴、阀和阀座、密封装置、安全装置、吸入过滤器和滑油设备。如验船师对轴线校中和轴承磨损情况满意,则曲拐箱的密封装置及主轴承下瓦可不必拆出检查。

(2) 螺杆式压缩机应打开检查。

(3) 制冷剂冷凝器的冷却泵包括可作其他用途的备用泵应作打开检查。

(4) 盐水泵和一级制冷剂泵应作打开检查,对气密封闭式1级制冷剂泵的检查要求给予特别考虑。

1.6.2.2 压力容器和热交换器的检查:

(1) 打开壳管式和双管式冷凝器水侧端盖,检查端盖、管子和管板。

(2) 如实际可行检查壳管式、双管式冷凝器和蒸发器、分离器、容器、干燥器、过滤器和其他压力容器的外壳和连接件以及壳内盘管式冷凝器和蒸发器的管子末端。

(3) 对包有隔热层的压力容器,可能引起容器或其连接件外表腐蚀的任何隔热层潮湿或变质迹象,应特别注意。

(4) 有绝热层的压力容器。如有疑问时应拆除足够的绝热层予以查明。在更换绝热层时,应注意外层包覆的气密良好。

1.6.2.3 管路和附件的检查:

(1) 确认冷藏货舱内、外运载制冷剂管路上的隔热层处于良好状态。并在工作状态下,检查管路(包括接头)处于正常情况。如更换隔热层时,应注意外层包覆气密良好。

(2) 确认货物冷藏装置上所有安全阀和安全膜片均处于良好状态。1级制冷剂安全阀不得在船上进行试验。

(3) 在船体或船舶机械进行特别检验时,制冷剂冷凝器的通海件应作拆开检查。

1.6.2.4 电气设备检查:

(1) 测量驱动制冷剂压缩机、泵、风机的电动机及其控制机构和电缆的对地绝缘电阻,测量绝缘电阻可分段进行。

(2) 配电板和分配电板上的附件应作检查,过电流保护和熔断器应作校核,确认其能起到线路的保护作用。

(3) 对装有当发电机过载后能自动卸掉非主要负载的装置,应查明货物冷藏机组电路是作为最后1组脱开。

(4) 所有自动控制和报警装置应作试验。

1.6.2.5 冷藏货舱的检查:

(1) 检查并确认冷藏货舱顶部和垂直各个面的隔热层以及通风导管均处于正常状态,如需修补隔热层或通风导管时,应做成密封,以防止水和潮气进入隔热层。

(2) 检查并确认双层底隔热层和保护层处于正常状态。如需修补或更换隔热层时,应注意其密封性,以防止水或潮气进入隔热层。

(3) 在决定修补或更换隔热层时,应考虑冷藏货舱内所使用的隔热材料的种类。如使用有机泡沫包括现场发泡或其他块状隔热物,验船师可要求用钻孔方法检查隔热情况。

(4) 在正常情况下,冷藏货物隔热层和底材的情况可在船体特别检验中检查船舶钢结构时进行。

(5) 检查冷却器的融霜设备和在冷却器下面的托盘的泄水设备处于良好状态。

(6) 检查更换新鲜空气的装置。

1.6.3 第2次及以后各次的特别检验

1.6.3.1 第2次及以后各次的特别检验应包括本节1.6.2规定的检查项目。

1.6.3.2 一级壳管式的气体冷凝器和壳管式气体蒸发器(盐水冷却器),应将水或盐水端盖拆开对壳体作气压试验(用空气或制冷剂或惰性气体和制冷剂的混合气),试验压力根据制冷剂的不同分别为:

R 12(二氯二氟甲烷) 0.68MPa

R 22(一氯二氟甲烷) 1.37MPa

R 717(氨) 1.37MPa

1.6.3.3 壳管式气体蒸发器(盐水冷却器),应将1级制冷端盖拆开对壳体进行液压试验,试验压力为2倍设计压力,但不低于0.34MPa。

1.6.3.4 制冷剂液体的热交换器,如高压和低压侧之间有泄漏疑问时,一般只要求作内部检查。对这种类型热交换器的试验,可根据验船师意见按照设计规定进行。

第7节 装货港检验

1.7.1 一般要求

1.7.1.1 应船东申请,本社可进行装货港检验,签发装货港检验证书,但证书不涉及装载的货物和装载的方法。

1.7.1.2 装货港检验对保持货物冷藏装置级不是强制的。

1.7.2 冷藏装置

1.7.2.1 冷藏装置应在工作状态下进行检验并记录冷藏货舱内的温度。

1.7.3 电源

1.7.3.1 对供给冷藏装置电源的发电装置作一般检查,确认其处于良好和有效状态。

1.7.4 冷藏货舱

1.7.4.1 冷藏货舱应在空舱状态下进行检查,确认货舱干净对货物无不利影响的气味;盐水或制冷剂排管、冷却器盘管和连接件没有渗漏;货舱护板完好、垫舱格棚敷用以及货舱内隔热层及其衬板没有损坏。

1.7.4.2 检查冷藏货舱内所有泄水、舱底排水和液封均处于良好与有效状态。

1.7.5 多于一个港口装载

1.7.5.1 如船舶要在多于1个港口装货,则可在第1个港口进行装货港检验。但应将拟使用的全部冷藏货舱提交检验,且在此以后直至装冷藏货物之前,这些冷藏货舱不应装载其他货物。

1.7.6 短程航行的船舶

1.7.6.1 当船舶航程少于2个月时,装货港检验证书的有效期一般为2个月。在这段时间内,船东应保证所装运货物不会损坏冷藏舱内的绝热层和设施,也不会在此期间造成所装冷藏货产生污染或发霉。

1.7.7 在装货港没有本社验船师

1.7.7.1 如在装货港或在合理就近的港口均无本社验船师时,本社可接受由本社或由本社代理指定在装货港验船师进行检验和签署的检验报告。如果上述情况不可能时,本社也可接受由1位可靠的检验师进行检验和签署的检验报告。如果这种情况还不可能时,则本社可接受由2位船上能胜任的轮机员签署的检验报告。

第2章 一般规定

第1节 通 则

2.1.1 适用范围

2.1.1.1 本篇规定适用于入级的货物冷藏装置。

2.1.1.2 货物冷藏装置还应符合总则与第1篇的适用要求。

2.1.2 制冷剂

2.1.2.1 本篇规定适用于下列制冷剂:

R717 氨(NH_3)

R12 二氯二氟甲烷(CCl_2F_2)

R22 一氯二氟甲烷(CHClF_2)

R502 $\text{R22}(48.8\%) + \text{R115}(51.2\%)$ 的共沸混合物。R115为一氯五氟乙烷(CClF_2CF_3)。

如采用其他制冷剂时,应经本社同意。

2.1.3 工作条件

2.1.3.1 在船舶的下列条件下船舶制冷系统应能正常工作:

(1)长期横倾:15°,长期纵倾5°;

(2)横摇:22.5°及纵摇7.5°。

2.1.3.2 船舶制冷机组若设有集中控制或自动监控系统,其集控或监控系统的各项设备应符合第7篇第2章的有关规定。

2.1.4 特殊情况

2.1.4.1 对于短距离航行的冷藏运输船舶或小能量的制冷装置或其他特殊情况,如要求对本篇的规定作某些增减,均应征得本社同意。在此情况下,对船舶可能要进行某种运行限制。

2.1.4.2 制冷装置不管使用何种制冷剂,冷藏舱的冷却一般不应采用直接蒸发的排管冷却系统。限制航区航行的冷藏船,其冷藏舱总舱容如小于500m³时,经本社同意可使用氨直接蒸发的排管冷却系统;如总舱容小于1000m³时,可使用R12、R22或R502的直接蒸发排管冷却系统。

2.1.5 图纸资料

2.1.5.1 应将下述图纸资料提交本社批准。必要时,本社可要求增加送审图纸资料的范围:

(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。

2.1.5.2 应将下列图纸资料提交本社备查:

- (1) 制冷装置(包括集控和监控)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。

2.1.6 新型装置及结构

2.1.6.1 若制冷机组或冷藏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。

第2节 试 验

2.2.1 压力试验

2.2.1.1 制造完工后的压力试验

(1) 制冷剂系统承受制冷剂压力的各个部件及零件制成后,应按表 2.2.1.1 进行强度试验和密性试验:

试验压力

表 2.2.1.1

部 件 或 零 件	强 度 试 验 (液压)	密 性 试 验 (气压)
压力容器	1.5 P	1.0 P
压缩机:		
缸	1.5 P	1.0 P
曲轴箱(筒式活塞式)	1.5 P	1.0 P
曲轴箱(十字头式)	1.5 P_d	1.0 P_d
阀或附件	2.0 P	1.0 P
压力管路、焊接接管、空气冷却器等	1.5 P	1.0 P

注:①表中 P 为设计压力, P_d 为十字头式压缩机曲轴箱的设计压力。

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。密性试验的其他替代办法,如可行时亦可予以考虑。

(2) 承受盐水或冷却水压力的部件,应进行 2.0 P 的水压试验,但其试验压力不应小于 0.34MPa。

2.2.1.2 安装上船后的压力试验

(1) 在船上就地焊接的压力管路,其焊缝处(段)应以 1.5 P 的压力进行水压试验;

(2) 上述就地焊接的受压管路,若其所有对接环焊缝业经超声波或 X 射线拍片检查,且结果合格者,则本条(1)款所要求的水压试验可以免除;

当使用超声波检查时,工厂应向本社提交超声波检验报告,证明管路的焊接质量良好,无任何影响工作的缺陷;

(3) 本条(1)款或(2)款所要求的试验或检查完成后,应在验船师参加下以本节表 2.2.1.1 规定的压力进行气密试验。

2.2.1.3 密性试验以后充灌制冷剂及冷冻机油前,整个制冷装置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。

2.2.2 效用试验

2.2.2.1 试验的准备

(1) 效用试验前冷藏货舱内或制冷机上的温度计或测温装置应经校验,并应将校验报告提交验船师。必

要时验船师可要求进行抽验;

(2)压力表及其他测量仪表,在效用试验前亦应经校验合格。

2.2.2.2 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。

2.2.2.3 制冷试验

(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,在冷藏舱温度降至所要求的低温后,至少应为12h,但从制冷开始到试验结束时的总时间应不少于24h;

冷藏装置试验时冷藏舱一般可为空舱。冷藏舱的舱口盖、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)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,即可按本篇第3章3.1.3的规定,轮流停用1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;

(3)冷藏装置试验时,若遇到外界气温非常低,冷藏舱内温度和舱外大气温度之间不可能存在合理的差别时,这种情况应提交本社作特别考虑。

2.2.2.4 热平衡试验

(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。试验由制冷机组连同冷藏货舱一起进行,以确定货舱温度,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;

货物冷藏装置的热平衡试验应在验船师参加下进行;

(2)热平衡试验应在冷藏舱达到设计要求的最低温度,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,试验时冷藏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℃。热平衡试验可按本社同意的大纲或标准进行评定。

热平衡试验结束后,应进行热平衡计算,并提交计算书。

2.2.2.5 冷藏舱温度回升试验

(1)在冷藏舱内的温度达到设计的最低温度情况下,可接着进行货舱的绝热效能试验,并记录6h的舱温回升值。舱温回升值应每小时记录一次。

按照舱温回升试验开始时冷藏舱温度与外界大气温度的初温差,经6h以后的冷藏舱温度(按各测点平均)的总回升值应不大于表2.2.2.5的规定。

冷藏舱温度总回升值

表 2.2.2.5

冷藏舱舱组与外界大气温度的初温差,℃	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15
冷藏舱温度总回升值,℃	14.4	13.2	12	10.8	9.6	8.4	7.2	6	4.8	3.6

1.2.2.6 其他试验

(1)如设有新鲜空气换气装置者,应进行效用试验;

(2)自动监控设备应进行效用试验,此项试验一般应在制冷机实际运行时进行,但对于报警及安全保护动作,必要时可采取模拟故障发生的情况进行试验;

(3)制冷试验前或试验结束以后,空气冷却器的融霜装置应按照不同的融霜办法进行融霜效用试验。

第3章 制冷装置

第1节 制冷机组

3.1.1 制冷机组的定义

3.1.1.1 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。制冷装置的压缩机及冷凝器通常应以必要的管路、附件及电气设备进行固定联接。

若2台或多台制冷压缩机由1只电动机驱动,或者只设1只冷凝器或1台盐水冷却器,则应作为1套机组看待。但如制冷机组系用于再冷却其他机组的液体制冷剂,而不是独立地用于冷却货舱,则不应作为1套机组看待。

3.1.1.2 除经过本社审查同意者外,冷藏货物制冷机组应和空调制冷机或生活用冷冻机完全分开。

3.1.2 机组数目

3.1.2.1 船舶运输冷藏货时,制冷装置至少应设2套制冷机组。

若整个制冷装置仅设2套制冷机组,则2套机组的工作部件应能互换使用。

3.1.2.2 冷藏舱总舱容小于1500m³的限制航区航行的船舶,可仅设1套制冷机组,但应增设1台备用压缩机。

3.1.3 制冷能量

3.1.3.1 无限航区的冷藏运输船,当运载不同冷藏温度的货物时,制冷机组的制冷量应按舷外海水温度在不低于32℃的情况下,各冷藏货舱所需维持的最低温度进行计算。

3.1.3.2 制冷装置的规定制冷能量,应能在1套机组停止工作时其余机组在24h连续工作的情况下,维持冷藏舱内由设计所规定的最低温度。

3.1.3.3 为了补偿制冷压缩机的制冷量和绝热材料性能在使用中的可能下降,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%。

3.1.3.4 若各套机组不接通所有的冷藏舱,则为每一冷藏舱(或舱组)服务的制冷机组,其制冷能量应符合本节3.1.3.2及3.1.3.3的规定。

第2节 制冷机

3.2.1 制冷机设计要求

3.2.1.1 直接承受本篇2.1.2.1所述制冷剂压力的压缩机部件,其设计压力应不小于表3.2.1.1的规定。

压缩机部件的设计压力

表 3.2.1.1

制 冷 剂	设 计 压 力,MPa
R717	1.72
R12	1.03
R22	1.72
R502	1.82

3.2.1.2 制冷剂的最大工作压力应取在46℃时制冷剂的饱和蒸气压力。

3.2.2 吸入侧压力

3.2.2.1 由于船用制冷机组作间歇运行,故其吸入侧的最大工作压力应按机组停车后所产生的压力来确定。该压力即为本节3.2.1.2所述的最大工作压力。

3.2.3 往复式制冷压缩机

3.2.3.1 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之值:

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

式中: D ——压缩机气缸直径,mm;

p ——设计压力,MPa 见本节表3.2.1.1;

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;

Z ——材料强度系数,由下列公式算出:

对于钢材:

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

对于球墨铸铁:

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

对于灰铸铁:

$$Z = \frac{700}{\sigma_b + 260 - 0.65d_p}$$

σ_b ——曲轴材料的最小抗拉强度,N/mm²;

d_p ——曲轴的估计最小直径,mm;

C ——常数,根据曲柄和气缸的具体布置确定,见表3.2.3.1。

适用于本规范的曲柄和气缸布置

表 3.2.3.1

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:

$$C = 1.25$$

3.2.3.2 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%。

3.2.3.3 在确定曲柄臂的尺度时,应使 bt^2 不小于下式所得的值:

$$\text{靠近主轴承的曲柄臂: } bt^2 = 0.4d^3$$

$$\text{中间轴柄臂: } bt^2 = 0.75d^3$$

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 3.2.3.1 所算得的曲轴最小直径, mm。

3.2.3.4 曲柄臂过渡到曲柄销或主轴承颈处的圆角半径 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 $c = 1.1 - \frac{r}{d}$ 但不应小于 1.0 的值。

3.2.3.5 曲轴上的过渡圆角和油孔应光滑圆顺。

3.2.3.6 筒式活塞式压缩机的曲轴箱,应设计成能承受不小于制冷系统最大工作压力的内压力。十字头式压缩机的曲轴箱如与制冷剂独立分开时,则可采用低压进行设计,但曲轴箱要装设释压阀。释压阀的开启压力应调整在不超过设计压力,释压阀开启时的排出物应引到安全的地点。

3.2.4 制冷压缩机曲轴材料强度

3.2.4.1 曲轴的铸、锻件,其最小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, $400 \sim 600 \text{ N/mm}^2$;
- (2) 碳钢和碳锰钢锻件,若经淬火加回火,不超过 700 N/mm^2 ;
- (3) 碳钢和碳锰钢铸件, $400 \sim 550 \text{ N/mm}^2$;
- (4) 球墨铸铁件, $370 \sim 800 \text{ N/mm}^2$;
- (5) 灰铸铁件,不小于 300 N/mm^2 。

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

3.3.1 受压容器

3.3.1.1 钢质焊接圆筒形的 R502、R717 及 R22 制冷剂受压容器,应符合第 3 篇第 6 章、第 8 篇第 4 章,及第 9 篇第 3 章有关 I 级受压容器的规定制造,其设计压力应符合本章表 3.2.1.1 的规定。

制造上述受压容器用的钢板其最小抗拉强度应不超过 430 N/mm^2 。

3.3.1.2 若受压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。对接焊缝的和螺旋形焊接的钢管不得采用。

3.3.1.3 设计温度低于 -40°C 的所有压力容器及设计温度低于 0°C 而其压力与饱和温度的关系不相适应者,应用机械性能(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审查同意。

3.3.2 压力管路

3.3.2.1 制冷装置各种压力管的壁厚应按本规范第 3 篇第 2 章的有关规定确定。

3.3.2.2 冷凝器管应以耐蚀材料制成。对适用于 R12、R22 及 R502 制冷剂的冷凝器,其管子应由耐蚀铜管制成。

冷凝器的管板接触海水的部分应以耐蚀材料制成,或采取其他有效的措施防蚀。

3.3.2.3 制冷剂、盐水或海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氟代烃类制冷剂,锌不适用于氨和氟代烃类制冷剂。

3.3.2.4 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铜管。

氨装置的管路附件应由钢制成,也可采用可锻铸铁。氟代烃制冷装置的管路附件应由钢或青铜制成。

3.3.2.5 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。钢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。

3.3.2.6 制冷剂管路截止阀的结构,应能保证安全地更换填料函的填料,而不需排出制冷剂。R12、R22 及 R502 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。

3.3.3 油分离器

3.3.3.1 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网,其结构应坚固并加以支撑,以防散失。

3.3.4 滤器

3.3.4.1 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。

3.3.5 干燥器

3.3.5.1 R12、R22 和 R502 制冷剂系统中均应装设干燥器,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。

3.3.6 温度计

3.3.6.1 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。

3.3.7 压力表

3.3.7.1 制冷装置各系统的下述部位应装设压力表:

- (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。

3.3.8 液位指示

3.3.8.1 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。

3.3.9 冷却设备

3.3.9.1 冷藏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。

3.3.9.2 除按本篇 2.1.4.2 规定采用直接蒸发排管的冷藏舱外,冷藏舱的冷却应采用盐水循环。每一冷藏舱的盐水排管应做成不少于两个分段,每个分段均应装设阀或旋塞以便关闭。冷藏舱净舱容在 300m³以下者,经本社同意可允许做成一个分段。

3.3.9.3 冷藏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须使管子排出气体不致引起事故,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有效的通风。

3.3.9.4 制冷剂和载冷剂钢管若由电焊对接或由螺纹套管连接时,管接头处设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热层外表面作出标记。

3.3.9.5 通过水密舱壁或水密甲板的冷却管路,其穿过处的贯通配件结构及填料应按照本篇 4.1.1.5 的规定。

3.3.9.6 每一冷藏货舱的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两组,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两个相对远离的格栅。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。

冷藏舱净舱容小于 300m³ 时,经本社同意可设置 1 只单组盘管的空气冷却器。

3.3.9.7 空气冷却器应设有有效的融霜措施。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。

3.3.9.8 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。

3.3.9.9 为了减少货物脱水和冷藏舱内冷却设备结霜,建议制冷装置的设计应使冷却介质和货舱的最大温度差不大于 4.5℃,在此情况下应能维持货舱所需的最低温度。

3.3.10 加热设备

3.3.10.1 冷藏舱运载水果时,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,货舱应设有加热设备。

3.3.11 货舱换气装置

3.3.11.1 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。新鲜空气吸入口的位置应注意设在没有污染空气进入的地方。

各冷藏舱应单独设置各自的空气进入和排出管。每一进、排出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。

3.3.12 泵

3.3.12.1 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。

3.3.12.2 若制冷剂系统和(或)载冷剂系统系用泵进行循环,则应各设 1 台备用泵。该备用泵不得用于其他用途,且应能供所有冷藏货舱使用。

3.3.13 通海接头

3.3.13.1 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。

3.3.14 动力

3.3.14.1 制冷装置若为电力驱动时,其电力至少应由2台发电机供应。当发电机中的任1台停止工作时,其余发电机的功率应在本章3.1.3.1所述的海水温度下使制冷机组按3.1.3.2或3.1.3.3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。

3.3.15 制冷装置的自动监控

3.3.15.1 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下述3.3.15.2~3.3.15.6的规定

3.3.15.2 制冷装置自动监控设备的基本性能,应符合第7篇第2章的有关规定。

3.3.15.3 制冷装置的自动监控应包括下述各项:

(1)使冷藏舱内的温度控制在设定的低温范围以内;

(2)空气冷却货舱时,冷空气从风管出口的温度控制在不低于最低容许温度。

3.3.15.4 由上述3.3.15.3(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闭。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。

3.3.15.5 制冷装置的检测和报警项目,应不少于表3.3.15.5的规定。制冷装置的故障报警应在适当的站(室)发出声响和视觉信号。

制冷装置的显示和报警项目表

表 3.3.15.5

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	制冷压缩机吸气压力	压力	低
7	制冷压缩机吸入侧压力	—	低
8	制冷压缩机排气压力	压力	高
9	海水冷却循环泵失效	—	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。

3.3.15.6 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)海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

3.4.1 制冷机室

3.4.1.1 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。