



指南编号/Guideline No.M-07(201610)

M-07

制冷装置

生效日期/Issued date:2016年10月28日

©中国船级社 China Classification Society

前言

CCS 产品检验指南规定了拟申请 CCS 认可/检验的船舶入级产品、授权法定产品的适用技术要求及检验试验要求。

本指南并不限制用户采用其它试验方法和要求,但相关试验方法及要求应不低于本指南的要求。

本指南由 CCS 编写和更新,通过网址 <http://www.ccs.org.cn> 发布,使用相关方对于本社指南如有意见可反馈至 mp@ccs.org.cn。

历史发布版本及发布时间: M-07 (201510) 2015-10-20

本版本主要修改内容:

对“5 原材料及零部件”进行修改,与规范协调一致。

目 录

| | |
|----------------|---|
| 1 适用范围 | 4 |
| 2 规范性引用文件..... | 4 |
| 3 术语和定义 | 4 |
| 4 图纸资料 | 5 |
| 5 原材料及零部件..... | 6 |
| 6 焊接工艺评定..... | 6 |
| 7 设计技术要求..... | 6 |
| 8 制冷装置的试验..... | 9 |

制冷装置

1 适用范围

1.1 适用于冷藏运输船的货舱制冷装置，其它制冷装置（如储存食物的制冷装置和安装在船上的中央空调系统等）可参照本指南压力容器相关章节执行。

1.2 适用的压缩循环制冷装置的主要结构型式如下：

- (1) 压缩机（活塞式制冷压缩机、螺杆式制冷压缩机、离心式制冷压缩机）；
- (2) 油分离器（适用时）；
- (3) 冷凝器；
- (4) 高压储液桶；
- (5) 节流阀；
- (6) 蒸发器；
- (7) 气液分离器（适用时）。

2 规范性引用文件

- 2.1 《钢质海船入级规范》第5篇、第7篇第1、2章；
- 2.2 MARPOL73/78 附则VI
- 2.3 《材料与焊接规范》

3 术语和定义

本指南采用上述规范和标准给出的下列术语和定义：

3.1 机组制冷量：在名义工况下得到的机组吸入口制冷剂蒸汽的比焓与排出口制冷剂液体的比焓之差乘以压缩机的制冷剂质量流量的值。

3.2 压缩式制冷循环：由下列四个过程组成的循环，液体的蒸发或气体的等压吸热；蒸汽或气体的压缩；蒸汽的液化或气体的等压放热；液体的节流或气体的膨胀。

3.3 名义工况：与名义参数（通常规定在有关标准、产品标牌或样本上）所相应的条件。

3.4 标准工况：为统一衡量制冷机性能所规定的条件。

3.5 制冷剂：在制冷系统中通过相变传递热量的流体。它在低温低压时吸收热量，在高温高压是放出热量。

3.6 容积式制冷压缩机：依靠压缩腔的内部容积缩小来提高制冷剂气体或蒸汽压力的制冷压缩机。

3.7 离心式制冷压缩机：依靠叶轮对气体做功使气体的压力和速度增加，然后在扩压器中将气体的动能转变为压力能的制冷压缩机。

3.8 螺杆式制冷压缩机：用带有螺旋槽的一或两个转子（螺杆）在汽缸内旋转，使气体压缩的制冷压缩机。

3.9 冷凝器：一种热交换器，在此交换器内，经压缩后的气态制冷剂，通过把热量传递到外部冷却介质中而被液化。

3.10 蒸发器：一种热交换器，在此交换器内，经减压后的液态制冷剂，通过被冷却的介质吸收热量而被蒸发。

3.11 储液器：制冷系统中用于储存液体制冷剂的容器。

3.12 膨胀阀：可以调节制冷剂流量和起节流效应的阀。

4 图纸资料

4.1 申请方应将制冷装置的下列图纸资料提交 CCS 批准：

- (1) 产品主要性能规格表（设计温度、设计压力、最高工作压力、介质、名义换热面积、容器级别、气压试验压力、原材料名录）。
- (2) 总装配图。

- (3) 主要零部件图包括制冷压缩机剖面图及往复式压缩机的曲轴详图（如自制）、冷凝器、空气及盐水冷却器、油分离器、储液器和其他压力容器图。
- (4) 主要系统原理图及安全报警装置（自控、安全和报警系统原理图）。
- (5) 主要零件材料理化性能一览表。
- (6) 主要的验收标准包括无损探伤、液压试验。
- (7) 产品出厂试验大纲。

4.2 申请方应将制冷装置的下列图纸与资料提交备查：

- (1) 制冷能量计算书（仅对货物冷藏装置）。
- (2) 产品说明书及铭牌，出厂合格证（中英文对照）。

5 原材料及零部件

产品原材料及零部件应按照我社现行规范相关要求进行了控制

6 焊接工艺评定

制冷装置的蒸发器、冷凝器等压力容器焊接结构件的焊接工艺，在制造前应经 CCS 按照《材料与焊接规范》进行焊接工艺评定。

7 设计技术要求

7.1 压力容器的强度计算应符合《钢质海船入级规范》第 3 篇第 6 章。

7.2 制冷装置正常工作的设计倾角：长期横倾 15°，长期纵倾 5°；横摇 22.5° 及纵摇 7.5°。

7.3 制造制冷装置的 R717 及 R22 制冷剂压力容器的材料应符合 CCS《材料与焊接规范》有关 II 级压力容器的规定，其设计压力应符合表 7.3 规定。

表 7.3

| 制冷剂 | 高压侧设计压力 (MPa) | 低压侧设计压力 (MPa) |
|-------------------|---------------|---------------|
| R717(氨) | 2.2 | 1.7 |
| R22 | 2.2 | 1.7 |
| R134a | 1.4 | 1.1 |
| 其他制冷剂的参数可参考相关标准选择 | | |

7.4 制冷装置的自动控制：设有自动控制的制冷装置，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。

7.5 制冷装置的自动监控设备的基本性能（环境温度、环境湿度、震动条件、电源波动、船上盐雾、油雾、霉菌及灰尘环境）应满足《钢质海船入级规范》2009 第 7 篇第 2 章的要求。

7.6 制冷装置的自动监控应包括下列各项：

- (1) 使冷藏舱内的温度控制在设定的低温范围内；
- (2) 冷风机冷却货舱时，冷空气从风管出口的温度控制在不低于最低允许温度；
- (3) 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，每只控制阀应在另一只失效时能承担所要求的全部功能。

7.7 制冷装置的检测和报警，应在适当的站（室）发出视觉和听觉信号。

表 7.7

| 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 | 冷凝器冷却水出水温度 | 温度 | 高 |

| | | | |
|----|------------|------|------|
| 5 | 制冷压缩机故障停机 | ---- | 停机时 |
| 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 | 海水冷却循环泵失效 | ---- | 失效时 |
| 10 | 制冷机室氨制冷泄露 | ---- | 泄露时 |
| 11 | 盐水冷却器进、出口 | 温度 | 高（出口 |
| 12 | 盐水循环泵失效 | ---- | 失效时 |
| 13 | 盐水集水箱水位 | ---- | 低 |
| 14 | 冷水机组蒸发器出口 | 温度 | 低 |

7.8 制冷装置的安全保护，制冷装置应设下列安全系统：

- (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) 制冷机室发生氨泄露，当漏出气体的浓度达到爆炸浓度前自动停机；
- (5) 海水冷却循环泵失效时自动停机；
- (6) 冷水机组蒸发器出口温度过低时自动停机。

7.9 制冷装置的安全阀

7.9.1 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/或安全膜片爆破，并使制冷剂回流到吸入管路内。在回流管上不应装设任何关闭设备。

7.9.2 压缩机安全阀和/或安全膜片的开启或爆破压力应不大于高压侧的设计压力。

7.9.3 制冷系统的所有压力容器和其他可能充进液态制冷剂并予以关闭的制冷系统的部件，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。

7.9.4 当制冷压缩机的原动机功率不超过 10kW 时，压缩机排出端的安全阀

和/或安全膜片可以不设。

7.9.5 氟代烃制冷剂系统中，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。

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

8 制冷装置的试验

8.1 制冷装置的压力容器及壳管式热交换器（储液器、冷凝器、蒸发器、中间冷却器等）的检验。

8.1.1 钢板的复核：钢板的理化性能需满足《材料与焊接规范》第 1 篇第 3 章的要求。

8.1.2 无缝钢管（R717）、铜管的复核：其理化性能应能满足《材料与焊接规范》第 1 篇第 6 章及第 9 章的要求。

8.1.3 试件：每件压力容器应焊制 1 件试件，其长度应能保证截取复试试样的备用长度。

表 8.1.3

| 试样名称 | 受压壳体 | |
|--------|------|------|
| | I 级 | II 级 |
| 熔敷金属拉审 | I 级 | II 级 |
| 正向弯曲 | 要求 | 要求 |
| 反向弯曲 | 要求 | 要求 |
| 接头横向拉审 | 要求 | 要求 |
| 断面宏观检查 | 要求 | 要求 |
| 冲击试验 | 要求 | --- |

当试板厚度超过 20MM 时，改取侧弯试样，进行侧弯试验。

8.1.4 强度和密性试验：制冷系统承受制冷剂压力的各个部件及零件制成后

应进行强度和密性试验，试验压力如下表 8.1.4:

强度和密性试验的试验压力 **表 8.1.4**

| 部件或零件 | | 强度试验（液压） | 密性试验（气密） |
|------------|-----|-------------------|----------|
| 压力容器 | | 1.5P ^① | 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、焊接集管等 | | 1.5P | 1.0P |

①也可采用 1.5P 的气压试验。

P 为设计压力，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方法，如可进行时亦可考虑。承受盐水或冷却水压力的部件，应进行 1.5P 水压试验，但试验压力不应小于 0.34MPa

8.2 压缩机试验:

8.2.1 测量仪表和精度的规定 试验用的仪表类型，可采用一种或数种进行测量。试验用仪表应在有效使用期内，有经国家计量部门或有关部门校正的合格证书。

8.2.2 试验规定

排除试验系统内不凝性气体，确认没有制冷剂的泄露。系统内应有足够的制冷剂并保持压缩机正常运转的润滑油。

压缩机吸、排气口的压力和温度应在同一测点测量，该测点应在吸、排气截止阀 0.3M 的直管段处。

试验系统装置的周围不应有异常的空气流动。

试验装置的环境温度为 $(30 \pm 5^\circ\text{C})$

提供测量含油而抽取制冷剂-油混合物样品的设备。

8.2.3 性能试验

压缩机性能试验包括两种试验方法即 X 法和 Y 法，两种方法应同时进行测量。

X 法和 Y 法试验结果之间的偏差应在 $\pm 4\%$ 以内，并 X 法和 Y 法测量计算的

平均值为准。

压缩机试验时，系统应建立热平衡状态，试验时间一般不小于 1.5h。测量数据的记录应在试验工况稳定半小时后，每隔 20min 测量一次。测量数据的偏差要符合下表 8.2.3 的要求

数据偏差

表 8.2.3

| 试验参数 | 每一个测量值与规定值间的最大允许偏差 | 测量值的任一个读数相对于平均值的最大允许偏差 |
|------|--------------------|------------------------|
| 吸气压力 | ±1.0% | ±0.5% |
| 排气压力 | ±1.0% | ±0.5% |
| 吸气温度 | ±3.0℃ | ±1.0℃ |
| 轴转速 | ±3.0% | ±1.0% |
| 电压 | ±3.0% | ±1.0% |
| 频率 | ±2.0% | ±1.0% |

8.2.4 试验应记录的数据 环境温度、大气压力；压缩机吸气压力、温度；压缩机排气压力、温度；压缩机转速或频率；压缩机滑油压力、温度；电源电压、频率、电动机输入功率；冷却水进、出口温度和流量；

8.2.5 试验方法的选择 试验方法 X 法和 Y 法的选择应满足 GB/T 5773-2004《容积式制冷剂压缩机性能试验方法》

8.3 自动控制设备试验

自动控制设备的试验应满足《钢质海船入级规范》的要求。

具体试验项目：

- (1) 外观检查
- (2) 性能试验
- (3) 绝缘电阻测量
- (4) 能源故障试验
- (5) 振动试验
- (6) 高温试验

- (7) 低温试验
- (8) 交变湿热试验
- (9) 盐雾试验
- (10) 外壳防护试验
- (11) 耐压试验

8.4 制冷装置机组试验

8.4.1 气密性试验：试验时采用电子检漏仪或氦检漏仪，保压不低于 24 小时，充分保证机组在应用周期内的气密性。

8.4.2 真空试验：在气密性试验合格后进行，保持时间不低于 2 小时。

8.4.2 绝缘电阻试验。

8.4.4 耐压试验（电气）。

8.4.5 运转试验：在名义工况下连续运行，测量制冷量。

8.4.5 安全保护、报警试验。