



指导性文件  
GUIDANCE NOTES  
GD24-2016

中 国 船 级 社

邮轮空调系统检验指南  
(2017)

生效日期：2017年1月1日



---

## 出版说明

本指南旨在配合《邮轮规范》中对舱室气候控制的不同要求，为邮轮空调系统的检验提供依据。

本指南主要以《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》、ISO 舱室空调和通风、国内外有关船舶空调系统相关规范和标准为基础，结合目前实际邮轮和大型客船/客滚船上舱室空调系统的实际使用情况，分析研究了目前邮轮空调系统的主要类型、制冷/热源、机组配置、空气调节方式、系统分区和布置、产品检验等相关内容后编制而成。

本指南主要涵盖应送审的图纸资料、系统负荷计算要求及方法、系统设计、机组配置、气流组织、构造和布置、监控和安全、试验、机组和设备检验及认可等。

本指南主要适用于申请 CEDI(Cx)附加标志的邮轮上要求进行室内气候控制的舱室的集中式空气调节系统。

船舶空调系统设计的外部温度和湿度范围可由申请方按船舶拟定的航线气候情况在设计中指定。

申请不同级别舒适度附加标志的邮轮空调系统应符合本指南相关要求。

---

# 目 录

第 1 节 一般规定.....	3
1.1 适用范围.....	3
1.2 环境条件.....	3
1.3 定义和术语.....	4
1.4 图纸资料.....	4
第 2 节 负荷计算.....	6
2.1 室内气候指标.....	6
2.2 负荷计算要求.....	6
2.3 负荷计算方法.....	7
第 3 节 系统设计和构造.....	18
3.1 一般规定.....	18
3.2 制冷机组及其冷却水系统.....	18
3.3 冷/热媒水系统及空调机组.....	18
3.4 空气调节系统.....	19
3.5 气流组织.....	20
第 4 节 控制、报警和安全系统.....	23
4.1 一般要求.....	23
4.2 显示与报警.....	23
4.3 控制系统.....	24
第 5 节 系统布置.....	25
5.1 系统布置.....	25
5.2 防振、防燥和绝缘.....	25
第 6 节 试验.....	26
6.1 液压试验和密性试验.....	26
6.2 系泊试验和航行试验.....	26
第 7 节 机组和设备认可.....	28
7.1 适用范围.....	28
7.2 术语和定义.....	28
7.3 主要零部件.....	28
7.4 图纸资料.....	29
7.5 焊接工艺评定.....	30
7.6 设计技术要求.....	30
7.7 型式试验.....	33
7.8 机组认可与检验.....	37

## 第 1 节 一般规定

### 1.1 适用范围

1.1.1 本指南适用于申请 CEDI(Cx)附加标志的邮轮上要求进行室内气候控制的舱室的集中式空气调节系统。

1.1.2 船舶空调系统应能在预定的各类气候条件下正常工作，并满足舱室气候舒适性级别要求。

1.1.3 船舶空调系统设计的外部温度和湿度范围应由申请方按船舶拟定的航线气候情况在设计中指定。舱室气候舒适性附加标志将与设计给定的外部温度和湿度范围一起授予。舱室气候舒适性附加标志仅在设计所指定的温度和湿度范围内有效。

1.1.4 空调系统制冷剂的使用应符合 MARPOL 附则 VI 防止船舶造成空气污染的相关规定以及船旗国政府的相关规定。氨制冷剂不应用于船舶空调系统。

1.1.5 空调系统应禁止任何石棉材料的使用。

1.1.6 空调系统机组和设备的持证要求及产品检验，应符合本指南第 7 节的相关规定。

### 1.2 环境条件

1.2.1 船舶空调系统的设计和布置应符合表 1.2.1 (1) 和表 1.2.1 (2) 的要求，以确保其能在此条件下正常工作。

船舶倾斜角

表 1.2.1 (1)

倾 斜 角 <sup>①</sup> (°)			
横 向		纵 向	
横 倾	横 摇	纵 倾	纵 摇
15	22.5	5 <sup>②</sup>	7.5

注：① 横向和纵向倾斜可能同时发生。

② 当船舶长度大于 100m 时，纵倾倾斜角可取  $500/L$ ，式中  $L$  为船舶总长度，m。

## 环境温度

表 1.2.1 (2)

环境	位置	温度 (°C)
大气	室内	0~45
	在特定处所内或机械设备上	按特定处所或设备的实际温度
	露天甲板	-25~45
海水	所有位置	0~32

1.2.2 设计为特定航线航行的有限航区船舶，环境温度可按航区实际情况选取。

### 1.3 定义和术语

1.3.1 除邮轮规范第5章中相关定义对本指南适用外，适用于本指南相关定义如下：

(1) 空调：系指一种空气处理方式，通过其处理，设有空调的围闭处所内的空气温度、湿度、流速和空气洁净度等均被控制在一个预定的范围内；

(2) 制冷机组：系指包括原动机在内的完成制冷循环用的设备、附件及连接管路等的总和。

(3) 组合式空调机组（简称空调机组）：系指由各种空气处理功能段组成的一种空气处理设备。

(4) 空气处理功能段：系指对空气进行混合、净化、加热、冷却、除湿、加湿以及消声等处理的装置。

### 1.4 图纸资料

1.4.1 应将下列图纸资料提交批准。

- (1) 全船空调机室布置图；
- (2) 空调系统原理图；
- (3) 空调系统管系原理图（冷却水管系、冷/热媒水管系、加热管系和加湿管系等）；
- (4) 全船空调风管布置图；
- (5) 全船空调控制系统原理图；

- 
- (6) 监测、报警、显示及安全项目清单;
  - (7) 系泊试验和航行试验大纲;
  - (8) CCS 认为必要的其他图纸资料。

1.4.2 应将下列图纸资料提交备查:

- (1) 空调系统设计说明书 (含规格书);
- (2) 空调系统负荷计算书。

---

## 第2节 负荷计算

### 2.1 室内气候指标

2.1.1 对应于不同的舒适度等级，船上不同位置的室内气候控制要求详见邮轮规范第5章第3节相关要求。

### 2.2 负荷计算要求

2.2.1 除在方案设计或初步设计阶段可进行必要的估算外，详细设计阶段应对空调区进行夏季冷负荷和冬季热负荷计算。

本指南2.3给出了负荷计算的基本方法，负荷计算亦可按CCS接受的其他方法进行。

2.2.2 空调区的夏季计算得热量应根据下列各项确定：

- (1) 通过外部舱壁传入的热量；
- (2) 通过外窗进入的太阳辐射热量；
- (3) 人体散热量；
- (4) 照明散热量；
- (5) 设备、器具、管道及其他内部热源的散热量；
- (6) 食品或物料的散热量；
- (7) 新风带入的热量；
- (8) 其他可能存在的显热、潜热量。

2.2.3 空调区的夏季冷负荷应符合下列规定：

- (1) 计算人体、照明和设备等冷负荷时，应考虑人员的群集系数、同时使用系数、设备功率系数和通风保温系数等；
- (2) 高大空间采用分层空调时，可按全室空调冷负荷的综合最大值乘以小于1的经验系数，作为空调区的冷负荷。

2.2.4 空调区的夏季计算散湿量应根据散湿源的种类，分别选用适宜的人员群集系数、同时使用系数以及通风系数等，并根据下列各项确定：

- (1) 人体散湿量；
- (2) 各种潮湿表面、液面或液流的散湿量；

- (3) 食品的散湿量;
- (4) 其他可能存在的散湿量。

2.2.5 空调区的冬季热负荷应根据邮轮下列散失的热量确定:

- (1) 外部舱壁的耗热量;
- (2) 通风耗热量;
- (3) 通过其他途径散失的热量。

2.2.6 空调区的冬季热负荷应符合下列规定:

(1) 与相邻房间的温差大于或等于 5℃时, 应计算通过内部舱壁或甲板等的传热量。与相邻房间的温差小于5℃, 且通过内部舱壁和甲板等的传热量大于该房间热负荷的10%时, 应计算其传热量。

(2) 由于室外风力的作用, 在计算竖向外部舱壁的耗热量时附加 5%~10%。

(3) 当房间高度大于 4m 时, 在前述附加的基础上每高出 1m 再附加 2%, 但总的附加率不应大于 15%。

## 2.3 负荷计算方法

### 2.3.1 夏季冷负荷计算

(1) 夏季空调系统冷负荷如下:

$$Q_{\text{sum}} = Q_c + Q_f + Q_v + Q_o$$

式中:

$Q_{\text{sum}}$ : 夏季空调系统总冷负荷 (W);

$Q_c$ : 空调舱室内得热量 (W);

$Q_f$ : 新风带来的热量 (W);

$Q_v$ : 供风管路系统产生的热量 (W);

$Q_o$ : 其他可能存在的显热、潜热量 (W)。

(2) 空调舱室内得热量如下:

$$Q_c = Q_t + Q_e + Q_p + Q_{\text{food}}$$

式中:

$Q_c$ : 空调舱室内得热量 (W);

$Q_t$ : 外界传入热量, 包括围护结构传入的热量、太阳通过玻璃窗辐射热量 (W);

$Q_e$ : 室内设备产生的热量, 包括灯具、设备、器具、管道、物料及其他内部热源的散热量 (W);

$Q_p$ : 人体散热量 (W);

$Q_{\text{food}}$ : 食物散热量 (W);

① 外界传入热量计算公式如下:

$$Q_t = \sum_{i=1}^n K_i \times A_i \times \Delta t_i + \sum_{j=1}^m G_{sj} \times A_{sj}$$

式中:

$n$ : 围护结构的计算数量;

$K_i$ : 围护结构的传热系数 ( $W/m^2 \cdot K$ );

$A_i$ : 围护结构的传热计算面积 ( $m^2$ );

$\Delta t_i$ : 舱室内外计算温差 (K);

围护结构的舱室内外计算温差 $\Delta t$ 的计算方法如下:

$$\Delta t = t_w - t_n + \Delta t_r$$

式中:

$t_w$ : 舱室外侧空气温度 (K);

$t_n$ : 舱室内侧空气温度 (K);

$\Delta t_r$ : 外表面辐射温升 (K);

对于无日晒的露天围护结构,  $\Delta t_r$ 取 2~3 (K);

对于有日晒的露天围护结构:

垂直淡色表面:  $\Delta t_r = 12$  (K)

垂直深色表面:  $\Delta t_r = 29$  (K)

---

水平淡色表面:  $\Delta t_r = 16$  (K)

水平深色表面:  $\Delta t_r = 32$  (K)

如相邻舱室为空调房间, 且室温基数差小于 3℃时, 不计算这一部分的冷负荷。

m: 玻璃窗的计算数量;

$G_{sj}$ : 玻璃窗太阳辐射透热率 ( $W/m^2$ );

单层普通玻璃窗为  $350 W/m^2$ ,

单层普通玻璃窗内有淡色遮阳设施时为  $240 W/m^2$ ,

双层普通玻璃窗为  $300 W/m^2$ ,

双层普通玻璃窗内有淡色遮阳设施时为  $210 W/m^2$ 。

$A_{sj}$ : 玻璃窗的传热计算面积 ( $m^2$ );

② 人体散热量计算公式如下:

$$Q_p = n_p \times (q_{ps} + q_{pL})$$

式中:

$n_p$ : 舱室内的计算人数;

$q_{ps}$ : 人均散发的显热量 (W), 根据活动量, 取值范围为 55~65 W;

$q_{pL}$ : 人均散发的潜热量 (W), 根据活动量, 取值范围为 75~155 W。

③ 食物散热量计算公式如下:

$$Q_{food} = n_p \times (q_{fs} + q_{fL})$$

式中:

$n_p$ : 舱室内的计算人数;

$q_{fs}$ : 人均食物的显热量 (W), 一般取值 8.5 W;

$q_{fL}$ : 人均食物的潜热量 (W), 一般取值 8.5 W。

(3) 新风带来的热量如下:

$$Q_f = \frac{a \times \rho_a \times q_v \times (i_w - i_n)}{3.6}$$

式中:

$Q_f$ : 新风带来的热量 (W);

$a$ : 新风比, 无因次;

$\rho_a$ : 空气密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );

$q_v$ : 空调器送风量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$i_w$ : 舱室外设计空气焓 ( $\text{kJ}/\text{kg}$ );

$i_n$ : 舱室内设计空气焓 ( $\text{kJ}/\text{kg}$ )。

(4) 供风管路系统产生的热量如下:

$$Q_v = Q_d + Q_s + Q_r$$

式中:

$Q_v$ : 供风管路系统产生的热量 (W);

$Q_d$ : 风机产生的热量 (W);

$Q_s$ : 送风管内空气温升热量 (W);

$Q_r$ : 回风管内空气温升热量 (W)。

① 风机产生的热量计算公式如下:

$$Q_d = \frac{P_f \times q_v}{3600 \times \eta_f \times \eta_n \times \eta_m}$$

式中:

$P_f$ : 风机全风压 (Pa);

---

$q_v$ : 空调器送风量 ( $m^3/h$ );

$\eta_f$ : 风机全压效率;

$\eta_n$ : 传动效率, 皮带传动取 0.95, 直接传动或风机电动机不在气流中, 取 1;

$\eta_m$ : 电动机效率, 电动机在气流中一般取 0.85~0.9, 电动机不在气流中取 1;

② 送风管内空气温升热量计算公式如下:

$$Q_s = \frac{C_a \times \rho_a \times q_v \times \Delta t_d}{3.6}$$

式中:

$C_a$ : 空气的定压比热容 ( $kJ/kg \cdot K$ ), 一般默认取  $1.0056 kJ/kg \cdot K$ ;

$\rho_a$ : 空气密度 ( $kg/m^3$ );

$q_v$ : 空调器送风量 ( $m^3/h$ );

$\Delta t_d$ : 送风管内空气温升 ( $K$ ), 取值范围  $1K \sim 2K$ 。

③ 回风管内空气温升热量计算公式如下:

$$Q_r = \frac{(1-a) \times C_a \times \rho_a \times q_v \times \Delta t_r}{3.6}$$

式中:

$a$ : 新风比, 无因次;

$C_a$ : 空气的定压比热容 ( $kJ/kg \cdot K$ ), 一般默认取  $1.0056 kJ/kg \cdot K$ ;

$\rho_a$ : 空气密度 ( $kg/m^3$ );

$q_v$ : 空调器送风量 ( $m^3/h$ );

$\Delta t_r$ : 回风管内空气温升 ( $K$ ), 取值范围  $2K \sim 3K$ 。

### 2.3.2 夏季除湿负荷计算

(1) 夏季湿负荷如下:

---

$$D_{\text{sum}} = D_f + D_p + D_{\text{food}} + D_w + D_o$$

式中:

$D_{\text{sum}}$ : 夏季空调舱室区域总的除湿负荷 (kg/h);

$D_f$ : 新风湿负荷 (kg/h);

$D_p$ : 人体散湿湿负荷 (kg/h);

$D_{\text{food}}$ : 食物散湿湿负荷 (kg/h);

$D_w$ : 各种潮湿表面、液面或液流的湿负荷 (kg/h);

$D_o$ : 其他可能存在的湿负荷 (kg/h)。

(2) 新风湿负荷如下:

$$D_f = 0.001 \times a \times \rho_a \times q_v \times (d_w - d_n)$$

式中:

$Q_f$ : 新风湿负荷 (kg/h);

$a$ : 新风比, 无因次;

$\rho_a$ : 空气密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );

$q_v$ : 空调器送风量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$d_w$ : 舱室外设计空气含湿量 (g/kg);

$d_n$ : 舱室内设计空气含湿量 (g/kg)。

(3) 人体散湿湿负荷如下:

$$D_p = 0.001 \times g \times n_p$$

式中:

$D_p$ : 人体散湿湿负荷 (kg/h);

$g$ : 人均每小时散湿量 (g/h);

---

$n_p$ : 舱室内的计算人数。

(4) 液面蒸发湿负荷如下:

$$D_w = A \times g$$

式中:

$D_w$ : 各种潮湿表面、液面或液流的湿负荷 (kg/h);

$A$ : 计算时间的蒸发表面积 ( $m^2$ );

$g$ : 水面的单位蒸发量 ( $kg/m^2 \cdot h$ )。

### 2.3.3 冬季热负荷计算

(1) 冬季空调系统热负荷如下:

$$Q_{win} = Q'_t + Q'_f + Q'_o$$

式中:

$Q_{win}$ : 冬季空调系统总热负荷 (W);

$Q'_t$ : 传到外界的热量, 包括围护结构传导的热量 (W);

$Q'_f$ : 新风带来的热负荷 (W);

$Q'_o$ : 通过其他途径散失的热量 (W)。

(2) 传到外界热量计算公式如下:

$$Q'_t = \sum_{i=1}^n K_i \times A_i \times \Delta t'_i$$

式中:

$n$ : 围护结构的计算数量;

$K_i$ : 围护结构的传热系数 ( $W/m^2 \cdot K$ );

$A_i$ : 围护结构的传热计算面积 ( $m^2$ );

$\Delta t'_i$ : 舱室内外计算温差 (K);

---

围护结构的舱室内外计算温差 $\Delta t'$ 的计算方法如下:

$$\Delta t'_i = t'_n - t'_w$$

式中:

$t'_n$ : 舱室内侧空气温度 (K);

$t'_w$ : 舱室外侧空气温度 (K);

(3) 新风带来的热负荷如下:

$$Q'_f = \frac{a \times \rho_a \times q_v \times (i'_n - i'_w)}{3.6}$$

式中:

$Q'_f$ : 新风带来的热负荷 (W);

$a$ : 新风比, 无因次;

$\rho_a$ : 空气密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );

$q_v$ : 空调器送风量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$i'_n$ : 舱室外设计空气焓 (kJ/kg);

$i'_w$ : 舱室内设计空气焓 (kJ/kg)。

### 2.3.4 冬季加湿负荷计算

(1) 冬季加湿量如下:

$$D_{\text{win}} = \frac{a \times \rho_a \times q_v \times (d'_n - d'_w)}{1000} - \frac{n_p \times \Delta d'}{3600} - A \times g$$

式中:

$D_{\text{win}}$ : 冬季工况总的加湿负荷 (kg/h);

$a$ : 新风比, 无因次;

$\rho_a$ : 空气密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );

---

$q_v$ : 空调器送风量 ( $m^3/h$ );

$d'_n$ : 舱室内设计空气含湿量 ( $g/kg$ );

$d'_w$ : 舱室外设计空气含湿量 ( $g/kg$ );

$n_p$ : 舱室内的计算人数。

$\Delta d'$ : 每人每小时冬季舱内综合散湿量 ( $kg/h$ ), 一般取值  $0.08 kg/h$ ;

$A$ : 舱室内开敞水面的蒸发表面积 ( $m^2$ );

$g$ : 水面的单位蒸发量 ( $kg/m^2 \cdot h$ )。

### 2.3.5 送风量计算

(1) 空调器送风量如下:

$$q_v = \max(q_f, q_{sum}, q_{win})$$

式中:

$q_v$ : 空调器送风量计算值 ( $m^3/h$ );

$q_f$ : 为满足新风换气次数要求的送风量计算值 ( $m^3/h$ );

$q_{sum}$ : 夏季冷负荷要求的送风量计算值 ( $m^3/h$ );

$q_{win}$ : 冬季热负荷要求的送风量计算值 ( $m^3/h$ )。

(2) 为满足新风换气次数要求的送风量如下:

$$q_f = \frac{\sum_{i=1}^n n_{pi} \times v_i + \sum_{j=1}^m f_j \times V_j}{a}$$

式中:

$q_f$ : 为满足新风换气次数要求的送风量 ( $m^3/h$ );

$n$ : 按每人每小时最小外界新鲜空气量进行计算的舱室处所数量;

$n_{pi}$ : 计算舱室处所对应的人员数量;

---

$v_i$ : 计算舱室处所对应的每人每小时最小外界新鲜空气量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$m$ : 按每小时新风换气次数进行计算的舱室处所数量;

$f_j$ : 计算舱室处所要求的每小时新风换气次数 ( $/\text{h}$ );

$V_j$ : 计算舱室处所的容积 ( $\text{m}^3$ );

$a$ : 新风比, 无因次。

注: 对人员新鲜空气和新风换气次数均有要求的舱室, 取大者。

(3) 夏季冷负荷要求的送风量计算公式如下:

$$q_{\text{sum}} = \frac{3.6 \times Q_c}{C_a \times \rho_a \times \Delta T}$$

式中:

$q_{\text{sum}}$ : 夏季冷负荷要求的送风量计算值 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$Q_c$ : 空调舱室内得热量 (W);

$C_a$ : 空气的定压比热容 ( $\text{kJ}/\text{kg} \cdot \text{K}$ ), 一般默认取  $1.0056 \text{ kJ}/\text{kg} \cdot \text{K}$ ;

$\rho_a$ : 空气密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );

$\Delta T$ : 夏季空调送风设计温差 (K), 一般取 10K。

(4) 冬季热负荷要求的送风量计算公式下:

$$q_{\text{win}} = \frac{3.6 \times Q'_c}{C_a \times \rho_a \times \Delta T'}$$

式中:

$q_{\text{win}}$ : 冬季热负荷要求的送风量计算值 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$Q'_c$ : 空调舱室内热负荷 (W);

$C_a$ : 空气的定压比热容 ( $\text{kJ}/\text{kg} \cdot \text{K}$ ), 一般默认取  $1.0056 \text{ kJ}/\text{kg} \cdot \text{K}$ ;

$\rho_a$ : 空气密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );

---

$\Delta T'$ : 冬季空调送风设计温差 (K), 一般取值不大于 22K。

---

## 第 3 节 系统设计和构造

### 3.1 一般规定

3.1.1 空调系统的设计应满足船舶对制冷（制热）量、风量、风速、湿度、新/回风比以及舱室布置等要求。

3.1.2 制冷机组（或热交换器）应能在指定工况范围内正常工作，其制冷(或制热)量和能量调节应能满足空调系统设计工况的使用要求。

3.1.3 空调系统所用材料应符合 CCS《材料与焊接规范》的相关规定。

3.1.4 空调系统管系（如冷却管系、冷/热媒水管系、加热管系和加湿管系等）应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 2 章的适用要求。

3.1.5 空调风管的设计和布置应符合 SOLAS 公约 II-2 章关于通风系统的相关规定。

### 3.2 制冷机组及其冷却水系统

3.2.1 制冷机组（或热交换器）及单机制冷量（制热量）选择，应满足空气调节负荷变化规律及部分负荷运行的调节要求。

3.2.2 集中空调系统制冷机组（或热交换器）的设置应确保任何一台机组（或热交换器）故障时，其余机组（或热交换器）的负荷应能确保所有指定舱室的气候控制符合指标要求。

3.2.3 如各台机组（或热交换器）不接通所有的空调机组，则为每一空调机组服务的制冷机组（或热交换器）的设置，应符合上述 3.2.2 的规定。

3.2.4 原则上集中空调系统的每一制冷机组应设置独立的冷却水泵。否则至少应设有 2 台独立的冷却水泵，当其中任 1 台泵故障不能工作时，其他泵应能确保空调系统的正常工作。

3.2.5 制冷机组海水冷却系统应确保在船舶可能遇到的任何工况下均能获得足够的冷却水。

### 3.3 冷/热媒水系统及空调机组

3.3.1 集中空调系统中用泵循环的冷媒/热媒水系统，原则上每一空调机组（或热交换

---

器)应设置独立的冷/热媒水泵。否则至少应设有2台独立的冷/热媒水泵,当其中任1台泵故障不能工作时,其他泵应能确保空调系统的正常工作。

3.3.2 冷/热媒水管系应能有效调节进入空调机组冷/热媒水的温度或流量,闭式管系应设有淡水膨胀水箱。

3.3.3 进出空调机组的冷/热媒水管路上应设有截止阀和温度指示装置。冷/热媒水管路上应有放气设施和泄水设施。

3.3.4 冬季有可能结冰的空调机组,应对热媒水盘管加设防冻保护措施。

3.3.5 当空调机组冷却盘管迎风面风速大于2.5m/s时,空调机组应设置挡水器。

3.3.6 空调机组应设有空气过滤,过滤器应便于清洁和更换。

### 3.4 空气调节系统

3.4.1 船舶集中空调系统通常按防火、功能、左右舷等不同分别设置不同的集中空调机组。空气调节系统区域划分通常可按下列原则进行:

- (1) 位置邻近、室内参数相同或相近的舱室划为同一区域;
- (2) 公共生活舱室不应与居住舱划为同一区域;
- (3) 散发有害气体的舱室不应与其他舱室使用同一空调系统;
- (4) 不同主竖区内的集中空调机组及其风管系统一般应相互独立。

3.4.2 医务室一般应设置独立的空调机组;否则应在通向医务室的送风导管上设置止回挡板。

3.4.3 下列处所的排气系统应直接排至开敞甲板,不再循环使用(特别设计的系统除外);且这些处所中的每一类或每一区域的排气应相互独立:

- (1) 医务室;
- (2) 公共厕所
- (3) 洗衣房;
- (4) 厨房配餐间等。

3.4.4 医务室、厨房配餐间应比相邻舱室维持小许负压。

3.4.5 洗衣房和烘干及烫衣房,排气装置应安装在释放高热量和高湿气的上部区域。

3.4.6 高大空间仅下部为人员活动区时,可采用分层空气调节。

3.4.7 空气调节系统的新风应符合如下要求:

---

(1) 新风量应不小于人员所需新风量，以及补偿排风和保持室内正压所需风量中的较大值；

(2) 进风口处应装设能关闭的装置；新风进风口处一般应设有调节装置，以分别适应冬夏和过渡季节新风量变化的需要。

(3) 新风口位置应符合如下规定：

- ① 应设在室外空气较清洁的地点；
- ② 应避免进风、排风短路。

3.4.8 温湿度独立控制的空气调节系统应符合如下要求：

(1) 新风量应按满足卫生和除湿要求进行计算，并取较大值；

(2) 应对室内湿度进行监控，并应有确保设备表面不结露的措施。

3.4.9 变风量集中式空气调节系统的最大送风量应根据系统的冷负荷的综合最大值确定，最小送风量应根据负荷变化范围和房间卫生、正压、气流组织及末端装置可变风量范围等因素确定，且不应小于设计新风量。

3.4.10 舱室空调区内空气压力应保持一定的正压，一般为 5Pa，最大不应超过 50Pa。

### 3.5 气流组织

3.5.1 舱室内气流分布和循环应尽量避免舱室内空气形成局部死角。

3.5.2 空调区的送风方式及送风口的选型应符合下列要求：

(1) 一般应采用百叶风口或条缝型风口等侧送形成贴附气流；设备对侧送气流有一定阻碍或单位面积送风量较大，人员活动区的风速有要求时，不应采用侧送。

(2) 当有吊顶可利用时，应根据空调区高度与使用场所对气流的要求，分别采用圆形、矩形、条缝形散流器或孔板送风。当单位面积送风量较大，且人员活动区内要求风速较小或区域温差要求严格时，应采用孔板送风。

(3) 空间较大的空调区，可选择采用喷口送风、旋流风口送风或下部送风。

(4) 演播室等室内余热量大的高大空间，可选择采用可伸缩的圆筒形风口向下送风方式。

(5) 变风量集中空气调节系统的送风末端装置，应保证在风量改变时室内气流分布不受影响，并满足空调区的温度、风速的基本要求。

(6) 送风口表面温度应高于室内露点温度1~2℃，低于室内露点温度时，应采用低

---

温送风风口。

### 3.5.3 送风方式要求如下：

(1) 采用贴附侧送风时，应符合下列要求：

- ① 送风口上缘离顶棚距离较大时，送风口处设置向上倾斜 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 的导流片；
- ② 送风口内设置使射流不致左右偏斜的导流片；
- ③ 射流流程中无阻挡物。

(2) 采用孔板送风时，应符合下列要求：

- ① 孔板上部稳压层的高度应按计算确定，但净高不应小于 $0.2\text{m}$ 。
- ② 向稳压层内送风的速度一般采用 $3\sim 5\text{m/s}$ 。除送风射流较长的以外，稳压层内可不设送风分布支管。在送风口处，一般应装设防止送风气流直接吹向孔板的导流片或挡板。
- ③ 孔板布置应与室内局部热源分布相适应。

(3) 采用喷口送风时，应符合下列要求：

- ① 人员活动区应处于回流区；
- ② 喷口的安装高度应根据空调区高度和回流区的分布位置等因素确定；
- ③ 兼作热风采暖时，应具有改变射流出口角度的可能性。

(4) 采用散流器送风时，应符合下列要求：

- ① 风口布置应有利于送风气流对周围空气的诱导，散流器中心与侧墙的距离一般不应小于 $1.0\text{m}$ ；
- ② 在散流器平送方向不应有阻挡物；
- ③ 兼作供暖使用时，且风口安装高度较高时，散流器一般应具有改变射流流态的功能。

(5) 采用置换通风时，应符合下列要求：

- ① 地面至吊顶的高度大于 $2.7\text{m}$ ；
- ② 送风温度不低于 $18^{\circ}\text{C}$ ；
- ③ 系统所处理的冷负荷不大于 $120\text{W}/\text{m}^2$ ；
- ④ 室内不应有较大的热源和较强的气流扰动；
- ⑤ 房间的垂直温度梯度小于 $2\text{K}/\text{m}$ 。
- ⑥ 应避免与其它送、排风系统用于同一个空间中。

---

(6) 采用地板送风时，应满足下列要求：

- ① 送风温度不低于16℃；
- ② 气流分层的高度应维持在室内人员呼吸区之上；
- ③ 地板内送风空气的相对湿度应控制在80%以下；
- ④ 地板静压箱应密封良好，与周围舱室构件间应有良好的绝热性和防潮性；
- ⑤ 应避免与其它送、排风系统用于同一个空间中。

(7) 分层空气调节的气流组织设计，应符合下列要求：

- ① 空调区一般采用双侧送风，当空调区跨度小于18m 时，可采用单侧送风，其回风口一般应布置在送风口的同侧下方。
- ② 侧送多股平行射流应互相搭接；采用双侧对送射流时，其射程可按相对喷口中点距离的90%计算。
- ③ 应减少非空调区向空调区的热转移。必要时，应在非空调区设置送、排风装置。

3.5.4 回风口和排风口的位置，应根据对人员活动区域的影响、冬夏季工况及空调房间的净高等因素确定，且应符合下列要求：

(1) 不应设在送风射流区和人员经常停留的地方；采用侧送时，回风口一般应设在送风口的同侧下方。

(2) 房间高度较大且冬季送热风时，或采用孔板送风和散流器向下送风时，回风口一般应设在房间下部。

(3) 以夏季送冷风为主的空调区域，当采用顶部送回风方式时，顶部回风口一般应与灯具相结合。

(4) 邮轮顶层房间、或者吊顶上部存在较大发热量、或者吊顶空间较大时，不应直接从吊顶回风。

(5) 有走廊的多间空调房间，有条件时，可采用走廊回风，但走廊断面风速不应过大。

(6) 采用置换通风方式时，回风口应置于活动区高度以上，排风口应高于回风口。

---

## 第 4 节 控制、报警和安全系统

### 4.1 一般要求

4.1.1 空调系统的控制、报警和安全系统除符合本节规定外，还应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 7 篇的适用规定。

### 4.2 显示与报警

4.2.1 制冷压缩机组应在机舱集控室或其他有人值班控制站提供下列显示和（或）报警：

- (1) 排气压力和排气温度；
- (2) 吸气压力和吸气温度；
- (3) 滑油压差（无油泵润滑除外）；
- (4) 机组工作状态；
- (5) 机组故障停机；
- (6) 制冷剂泄漏；
- (7) 冷凝器进出口水温和压力；
- (8) 蒸发器进出口水温和压力。

4.2.2 冷/热媒水系统应在机舱集控室或其他有人值班控制站提供下列显示和（或）报警：

- (1) 冷媒水盘管进出口的冷媒水温度和压力；
- (2) 热媒水盘管进出口的热媒水温度和压力；
- (3) 热交换器一二次侧进出口温度和压力；
- (4) 分集水器温度和压力(或压差)；
- (5) 水泵进出口压力；
- (6) 水过滤器前后压差；
- (7) 热交换器、水阀、水泵等设备的启停状态；

4.2.3 冷却水系统应在机舱集控室或其他有人值班控制站提供下列显示和（或）报警：

- 
- (1) 冷却水泵（海水泵）进出口压力；
  - (2) 冷却水泵（海水泵）工作状态；
  - (3) 冷却水泵（海水泵）故障。

4.2.4 空气调节系统应在机舱集控室或其他有人值班控制站提供下列显示和（或）报警：

- (1) 空气温度和湿度；
- (2) 喷水室用的出口水压和进出口水温；
- (3) 空气过滤器进出口静压差；
- (4) 风机、水泵、加湿器等设备工作状态。

### **4.3 控制系统**

4.3.1 空调装置应能进行自动控制和手动控制。

4.3.2 制冷工况时，电气控制系统应保证压缩机、冷却水泵（若有时）联锁。水泵未起动前，压缩机不能投入运行，水泵因故停机后，压缩机应自动停止工作。

4.3.3 制热工况时，电气控制系统应保证风机和加热器联锁。风机未起动前，加热器不能投入运行。加热器停止工作后，风机应延时停机。

4.3.4 制冷压缩机组和空气调节系统应配有就地应急停止开关，以便在故障或制冷剂泄漏时断开设备的电源。

4.3.5 制冷压缩机组应提供下列安全保护并在机舱集控室进行显示：

- (1) 吸入侧压力过低时自动停机；
- (2) 排气压力过高和冷凝器压力过高时，自动停机；
- (3) 滑油压力过低时自动停机。

4.3.6 集中式空调系统应具有措施保持舱室温度和湿度处于指定级别的范围。

---

## 第 5 节 系统布置

### 5.1 系统布置

5.1.1 空调系统机组和设备的布置应易于接近进行检修操作。冷凝器和蒸发器的安装处应留有足够的空间，以便进行清洁及更换管子。

5.1.2 空调系统机组舱室应进行有效的机械通风。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。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。

5.1.3 空调机组、集中空调机组、风机、热交换器、导管等应能定期维护、检验、清洁或更换。通风导管应设有用于检测和清洁的孔/门，并设有必要的泄水旋塞。

5.1.4 空调系统可能凝水的设备和附件下应设置盛水盘及泄水口，并确保在船舶倾斜和摇摆时无凝水溢出。

5.1.5 空调风管应尽量避免穿过非空调舱室，尤其是盥洗室、淋浴间、厕所、厨房等舱室。若必须穿过以上舱室，应有有效的隔热、防潮措施。

5.1.6 空调风管应尽量避免设在计算机、控制板、电子设备、发电机、配电控制板、变压器端接设备等上方。如无法避免，则该管段应为水密的或防滴式的，并应避免管接头位于设备上方。

### 5.2 防振、防燥和绝缘

5.2.1 空调系统的噪声传播至使用处所和周围环处所的噪声级应符合船舶所要求的噪声等级的要求。如必要，应设置有效的消声或隔声措施。

5.2.2 风机应设置隔振装置。

5.2.3 空调系统中制冷机组、水泵、空调机组、通风导管等的安装应有效隔振，以使其产生的振动传播至空调处所和周围环处所的振动级符合船舶所要求的振动等级的要求。

5.2.4 对需要进行减少冷/热损失的设备与管道或温度高于 60<sup>0</sup>C 的外表面，应有效包扎隔热层。隔热材料应无毒、无异味、不吸潮、阻燃。

5.2.5 过滤、消声、隔振、隔热等材料应符合 SOLAS 公约 II-2 章的相关要求。

---

## 第 6 节 试验

### 6.1 液压试验和密性试验

6.1.1 空调管路系统的液压试验和密性试验应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 2 章的适用要求。

### 6.2 系泊试验和航行试验

6.2.1 船舶空调系统完工后，应通过系泊试验和航行试验验证统的有效性和符合性。系泊试验和航行试验大纲应在试验前提交 CCS 现场验船师批准。试验大纲应至少包含如下内容：

- (1) 试验期间船舶航行条件
- (2) 空调装置要求的运行条件
- (3) 试验项目
- (4) 要求通过测量验证的室内气候参数及测点位置和测试仪表（测量要求见邮轮规范附录 1）
- (5) 试验责任人

6.2.2 系泊试验和航行试验完成后，应将试验报告提交 CCS。试验报告应至少包含如下内容：

- (1) 试验期间船舶航行情况
- (2) 室外气候条件
- (3) 空调装置的运行情况
- (4) 各项目试验结果
- (5) 通过测量验证的室内气候的测点位置、测量时间和测量数据
- (6) 测试仪表详细信息
- (7) 试验责任人

6.2.3 系泊试验和航行试验项目参见表 6.2.3。

空调系统的试验分类与项目

表 6.2.3

序号	试验项目	系泊试验	航行试验
		机械压缩式制冷系统	机械压缩式制冷系统
1	冷/热媒水泵和冷却水泵运行试验	X	-
2	制冷机组调试	X	-
3	空调机组调试	X	-
4	空调系统运行试验	X	X

注：X 表示需要；

- 表示不需要。

---

## 第 7 节 机组和设备认可

### 7.1 适用范围

7.1.1 本节适用于电力驱动的机械压缩式船用冷水空调机组的认可 and 检验，其他型式的船用空调/热泵机组可参考执行。

### 7.2 术语和定义

7.2.1 制冷机组：包括原动机在内的完成制冷循环用的设备附件及连接管路等的总和。

7.2.2 机组制冷量：单位时间内制冷剂在机组蒸发器中从冷水处吸取的热量。

7.2.3 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。

7.2.4 制冷性能系数(COP)：在名义工况下制冷量与总的输入功率之比。

### 7.3 主要零部件

7.3.1 主要零部件系指压缩机、安全阀、膨胀阀、电动机、冷凝器、蒸发器、油分离器、储液器、其他压力容器和通风机等。

7.3.2 机组承受制冷剂压力的各个部件及零件制成后应进行强度试验，且CCS 验船师需对该试压报告进行审核确认，或由CCS 验船师现场见证该试验过程。

7.3.3 主要零部件如为外购时，申请方应建立完善的对分包方质量进行控制的方法以确保质量，外购的主要零部件应具有相应的质量证明文件。其中压力容器及电动机应由本社认可工厂生产。

7.3.4 下列零部件应经CCS 检验，并持有CCS 船用产品证书：

- (1) 热交换器（蒸发器、冷凝器等）
- (2) 压力容器（设计压力 $\geq 0.7\text{MPa}$ 或容积 $\geq 0.25\text{m}^3$ ）
- (3) 制冷压缩机
- (4) 电气控制箱
- (5) 电动机（ $\geq 50\text{kW}$ ）

7.3.5 机组持证清单见表7.3.5。

机组设备持证清单

表7.3.5

序号	产品名称	证件类别		认可模式				审图	备注
		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA	PA	
1	热交换器（蒸发器、冷凝器、中间冷却器）	×	--	--	--	--	--	×	
2	压力容器	O	×	--	--	--	×	×	<0.7MPa & .01~0.25MPa随W应 提供WA, ≥0.7MPa 或 ≥0.25m <sup>3</sup> , 要求提供C/E
3	制冷压缩机	×	--	--	×	--	--	×	
4	电动机(50kW及以上)	×	--	--	×	O	--	×	
5	电动机(50kW以下)	--	×	--	×	--	--	×	
6	电气控制箱	×	--	--	--	--	--	×	

注：X 表示需要；- 表示不需要；O 表示可选。

## 7.4 图纸资料

7.4.1 申请方应将空调机组下列图纸资料提交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、冷却水流量、容器级别、气压试验压力）；
- (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；
- (4) 冷凝器、空气冷却器、油分离器、储液器和其他压力容器图；
- (5) 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）；
- (6) 主要零件材料理化性能一览表；
- (7) 产品型式认可试验大纲。

7.4.2 申请方应将空调机组下列图纸资料提交CCS备查：

- (1) 制冷能量计算书；
- (2) 产品说明书及铭牌，出厂合格证（中英文对照）。

## 7.5 焊接工艺评定

7.5.1 机组的蒸发器、冷凝器等压力容器如工厂自制并采用焊接结构的，其焊接工艺在制造前应经CCS按照《材料与焊接规范》相关要求进行了焊接工艺评定。

7.5.2 压力管系的焊接（如适用时），其焊接工艺在制造前应经CCS按照《材料与焊接规范》相关要求进行了焊接工艺评定。

## 7.6 设计技术要求

### 7.6.1 船用环境工况

机组在如下环境工况下应能正常运行：

- （1）长期横倾 $15^{\circ}$ ，长期纵倾 $5^{\circ}$ ，横摇 $22.5^{\circ}$ 及纵摇 $7.5^{\circ}$ 倾斜摇摆；
- （2）环境温度：一般室内 $0\sim 45^{\circ}\text{C}$ ，露天甲板 $-25\sim 45^{\circ}\text{C}$ ，其他特殊处所按实际温度；
- （3）潮湿空气、盐雾、油雾和霉菌；
- （4）电压 $-10\%\sim +6\%$ 、频率 $\pm 5\%$ 波动。

### 7.6.2 材料

（1）制造制冷剂压力容器的材料应符合CCS《材料与焊接规范》有关II级压力容器及第1篇第3章相关规定，其设计压力最低值应符合表7.6.2规定：

设计压力最低值要求

表7.6.2

制冷剂	高压侧设计压力 (MPa)	低压侧设计压力 (MPa)
R134a	1.4	1.1
R404a	2.48	2.01
R407C	2.35	1.9
R410A	3.45	2.8

（1）其他制冷剂的参数可参考相关标准选择,其制冷装置高压侧和低压侧的设计压力应分别不小于 $56^{\circ}\text{C}$ 和 $46^{\circ}\text{C}$ ；

（2）制冷剂选用应满足船籍国主管当局或MARPOL公约附则VI的要求；

（3）氨制冷剂不应用于邮轮空调系统制冷剂。

（2）储液器、冷凝器、蒸发器等选用的无缝钢管、铜管材料的理化性能应满足《材料与焊接规范》第1篇第6，9章相关要求；

（3）空调机组零部件的材料应能在制冷剂、润滑油和及其混合物作用下，不易产生

劣化且保证整机正常工作；

(4) 接触海水的材料应有足够的耐腐蚀性能：

- ① 机组板材、管材等的选用应符合《钢质海船入级规范》第3篇第2、6章及相关船用标准的有关要求；
- ② 机组换热器（蒸发器、冷凝器）端盖、水室接触海水时应安装防腐蚀板；夹紧板应进行防腐蚀处理；
- ③ 与海水接触的铸铁或碳钢端盖等应进行涂塑或其他防腐蚀处理方法。

(5) 保温材料包括保护层、隔热层和粘胶剂等应具有低播焰性；

(6) 材料禁止石棉成分。

### 7.6.3 主要零部件

(1) 机组压力容器的强度与制造应符合《钢质海船入级规范》第3篇第6章相关规定；

(2) 制冷压缩机曲轴、曲柄臂计算、材质选取和制造应满足符合《钢质海船入级规范》第5篇第2章相关要求；

(3) 电气控制箱环境温度、环境湿度、振动条件、电源波动、电磁兼容、霉菌、船上盐雾等基本性能应满足《钢质海船入级规范》第7篇第2章的相关要求。

### 7.6.4 机组性能

(1) 设计工况

机组名义工况，最大负荷工况，低温工况，变工况设计温度和流量条件见表7.6.4

(1)：

机组设计温度和流量条件

表7.6.4 (1)

项目	冷媒水侧出口温度℃	冷媒水侧单位制冷量水流量 m <sup>3</sup> /(h.kW)	冷却水侧进口温度	冷却水侧单位制冷量水流量 m <sup>3</sup> /(h.kW)
名义工况	7	0.172	32 <sup>a</sup> /36 <sup>b</sup>	0.268
最大负荷工况	15	0.172	35/-	0.268
低温工况	5	0.172	19/-	0.268
变工况	5~15	0.172	19~35/36	0.268

a. 冷却水为海水  
b. 冷却水为中央冷却水系统淡水

(2) 名义工况性能系数 (COP)

机组名义工况时的制冷性能系数不低于表7.6.4 (2) 要求值：

制冷性能系数COP

表7.6.4 (2)

冷却水侧进口水温	32 <sup>a</sup>			36 <sup>b</sup>		
活塞式机组性能系数COP	≥3.7			≥3.4		
螺杆式机组制冷量kW	<173	173~346	>346	<173	173~346	>346
螺杆式机组性能系数COP	≥3.8	≥4.2	≥4.4	≥3.5	≥3.65	≥3.8
a. 冷却水为海水						
b. 冷却水为中央冷却水系统淡水						

(3) 名义工况性能:

机组在表7.6.4 (1) 规定的名义工况下运行, 其制冷量, 耗电功率、制冷性能系数COP, 水侧压力损失等性能应符合下述规定:

- ① 制冷量应不小于名义规定值的97%;
- ② 制冷消耗功率不应大于名义制冷消耗功率的110%;
- ③ 制冷性能系数COP应不低于明示值的92%, 且该明示值的92%应符合表7.6.4 (2) 的要求;
- ④ 冷媒水, 冷却水流经机组的压力损失应不大于明示值的110%。

7.6.5 安全防护

(1) 设有自动控制的机组, 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;

(2) 机组应至少设计以下停机保护:

- 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 海水冷却循环泵失效时自动停机;
- ⑤ 蒸发器出口温度过低时自动停机。

(3) 机组应提供如下安全保护措施:

- ① 制冷压缩机与冷却水泵、冷媒水泵联锁;
- ② 电机过载、缺相、电气线路短路及电源相序保护;
- ③ 制冷系统应设置紧急泄放装置;
- ④ 采用开式制冷压缩机时, 联轴节或其他暴露的旋转机械部分应设置防护罩;

---

⑤机组应设置温度表、压力表，以显示冷却水/冷媒水和压缩机进气、排气、滑油压力。

#### 7.6.6 报警

机组应提供声光报警措施：

- (1) 冷凝器冷却水出口温度高报警；
- (2) 排气压力高/吸气压力低/油压低（无油泵润滑除外）报警；
- (3) 海水冷却循环泵失效报警；
- (4) 压缩机故障停机报警；
- (5) 制冷剂泄漏报警；
- (6) 蒸发器出口温度低报警。

#### 7.6.7 安全阀

(1) 压缩机和其排气截止阀之间应设有安全阀和/或安全膜片。当冷剂的压力过高时安全阀开启和/或安全膜片爆破，并使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；

(2) 压缩机安全阀安全膜片的开启或爆破压力应不大于高压侧的设计压力；

(3) 空调机组的所有压力容器和其他可能充进液态冷剂并予以关闭的机组的部件，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；

(4) 当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/或安全膜片可不设；

(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。

### 7.7 型式试验

#### 7.7.1 试验要求

(1) 测量仪器仪表：

试验用的温度计、压力表、流量计和电气仪表灯应经检定且在有效使用期内，其精度应满足试验要求。

(2) 试验条件：试验前应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和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风速建议不超过2.5m/s。

(3) 机组测试温度和流量读数允差应符合表7.7.1规定：

**温度和流量测量允许误差** 表7.7.1

项目	冷媒水侧出口温度℃	冷媒水侧单位制冷量水流量 m <sup>3</sup> / (h. kW)	冷却水侧进口温度	冷却水侧单位制冷量水流量 m <sup>3</sup> / (h. kW)
名义工况	±0.3	±5%	±0.3	±5%
最大负荷工况	±0.5		±0.5	
低温工况			±0.5	

(4) 除机组噪声试验外，带水泵的机组在试验时水泵不通电；

(5) 制冷量计算

制冷量应为净值，制冷量由试验结果确定，在试验工况允许波动的范围之内不作修正；制冷量计算方法按GB/T 10870-2014液体载冷剂法计算，计算公式如下：

$$Q_n = Cq_m(t_1 - t_2) + Q_c$$

式中：Q<sub>n</sub>----机组净制冷量, W

C----平均温度下水的比热容, J/(kg. °C)

q<sub>m</sub>----冷水质量流量

t<sub>1</sub>----蒸发器冷水进口温度, °C

t<sub>2</sub>----蒸发器冷凝器冷水出口温度, °C

### 7.7.2 部件强度和密性试验

(1) 试验要求：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试验和密性试验，试验压力和保压时间见表7.7.2要求；

(2) 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；

(3) 试验结果：无渗漏、漏气，压力无下降，无异常响声和明显的变形。

强度和密性压力和时间要求

表7.7.2

部件或零件	强度试验（液压）	密性试验（气密）
压力容器	1.5P/15min	1.0P/24h
压缩机（气缸，曲轴箱）	1.5P/15min	1.0P/24h
阀或附件	2.0P/15min	1.0P/24h
压力管路，焊接集管	1.5P/15min	1.0P/24h

注：P为设计压力，密性试验一般使用氮气，，密性试验的其他替代方法，如可进行时亦可考虑。

### 7.7.3 机组密性试验

(1) 制冷系统在正常的制冷剂充灌量下，用下列灵敏度的制冷剂/氦气检漏仪进行测漏检验，名义制冷量小于等于150kW 的机组灵敏度为 $1 \times 10^{-6} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ，名义制冷量大于150kW 的机组灵敏度为 $1 \times 10^{-5} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ；

(2) 制冷剂侧的单点泄漏率应低于14g/a。

### 7.7.4 名义工况试验

(1) 试验方法：机组应在尽可能接近名义工况的条件下运行，检查机组的运转状况、安全保护装置的灵敏度和可靠性，检验温度、电器等控制元件的动作是否正常。重点检查压缩机回油，制冷剂液位等影响系统可靠性部件是否正常；计算制冷量，制冷消耗电功率，制冷性能系数COP；

(2) 试验结果：制冷量，制冷消耗电功率，制冷性能系数COP符合7.6.4 (3) 要求。

### 7.7.5 最大负荷工况试验

(1) 试验方法：试验电压为额定电压，按表表7.6.4 (1) 规定的最大运行制冷工况运行稳定后，连续运行1h，然后停机3min（此间电压上升不超过3%）再启动运行1h；

(2) 试验结果：机组应满足以下条件：

- ① 整个试验过程，机组须正常运行，没有任何故障；
- ② 机组应能连续运行，电机过载保护装置或其它保护装置不应动作。

### 7.7.6 低温工况试验

(1) 试验方法：试验电压为额定电压，按表表7.6.4 (1) 规定的低温工况连续运行6h；

(2) 试验结果：机组正常工作，保护装置不允许跳开，机组不能损坏。

### 7.7.7 噪声试验

(1) 试验方法：机组在额定电压和额定频率以及尽可能接近名义制冷工况下进行制

---

冷运行，噪声测量参考中国船级社《船舶及产品噪声控制与检测指南》第2章第5节矩形六面体测量表面方法，基本测点为9个；

(2) 试验结果：参考中国船级社《船舶及产品噪声控制与检测指南》第2章第5节表面平均声压级的方法计算表面声压级和声功率级，结果应低于机组明示值。

#### 7.7.8 水侧压力损失

(1) 试验方法：在进行名义工况性能试验时，从冷媒水、冷却水进出接口配管稳流段取样水压值，计算的差值即为冷媒水和冷却水流经机组的压力损失；

(2) 名义工况下，冷媒水，冷却水流经机组的压力损失应不大于明示值的110%。

#### 7.7.9 变工况试验

(1) 试验方法：按表7.6.4(1)规定动作的变工况运行中的某一条件改变，其他条件为名义工况时的流量和温度条件。该试验应包含相应的名义工况、最大运行、最小运行温度条件点；

(2) 应将试验结果绘制成曲线图或制成表格，每条曲线或每个表格应不少于四个测量点的值。

#### 7.7.10 倾斜摇摆试验

(1) 试验方法：结合实际安装条件，按照7.1要求选择最不利的倾斜、摇摆方向角度进行试验。试验应在名义工况进行；

(2) 机组的运转状况、安全保护装置的灵敏度和可靠性，检验温度、电器等控制元件的动作是否正常；

(3) 试验可由制造厂制造等比例缩小（简化）样机进行。

#### 7.7.11 振动试验

(1) 试验方法：机组安装在平台上，机组运行时安装平台的振动值应小于安装机组最大振动值的10%，机组应在名义运行工况下进行测定，此时电动机的转速和电压应保持额定值，振动测点应在机架下部压缩机正下方分别按轴向，垂直轴向和水平面垂直轴向布置，机组的振动值系以各测点测得的最大数值为准；

(2) 试验报告应注明最大振动值的测点位置。

#### 7.7.12 电气试验

##### (1) 耐压试验

① 试验方法：在机组带电部位和易触及部位之间施加频率为50Hz的基本正弦

---

波电压持续1min，该试验电压值为1800V；

② 试验结果：无击穿和闪络。

## (2) 防触电和接地电阻测量

机组应有可靠的接地装置，防触电保护装置，机组防护等级至少GB4706 I类要求。其接地电阻值不得超过0.1Ω。

## (3) 泄漏电流

① 试验方法机组名义制冷量不大于24.5kW时，按GB4706.1-1992中16.2方法进行试验；

② 机组外露金属部分和电源线的泄漏电流不超过2mA /kW额定输入功率。

## (4) 温升试验

① 试验方法：额定电压，名义工况下，用热电偶丝或点温度计测定人可能接触部件、外壳发热部位温度；

② 试验结果：人可能接触的零部件、外壳等发热部位温度应不大于60℃，其他部位温度不应有异常上升。

### 7.7.13 自动控制设备（电控箱）试验

自动控制设备的试验应满足CCS《电气电子产品型式认可试验指南》的要求。具体试验项目如下：外观检查、性能试验、绝缘电阻测量、能源故障试验、振动试验、高温试验、低温试验、交变湿热试验、盐雾试验（适用时）、外壳防护试验、耐压试验。

## 7.8 机组认可与检验

### 7.8.1 初次认可

初次认可时一般应进行下列所适用的全部试验项目：

- (1) 部件强度和密性试验
- (2) 机组密性试验
- (3) 名义工况试验
- (4) 最大负荷工况试验
- (5) 低温工况试验
- (6) 噪声试验
- (7) 水侧压力损失试验

- 
- (8) 变工况试验
  - (9) 倾斜摇摆试验
  - (10) 振动试验
  - (11) 电气试验
  - (12) 自动控制设备（电控箱）试验

#### 7.8.2 试验项目减免：

满足以下条件时，可以向本社书面申请减免部分试验项目：

(1) 申请认可的制造厂能够提供近期内由技术权威机构（如国家质量技术监督局，或国防科技试验室等）出具的相应试验项目的试验报告；

(2) 认可申请方能够提供近期内由IACS 成员签署的相应试验项目的试验报告；

(3) 如该产品系申请认可的制造厂从其它工厂获得的技术出让或以授权方式生产，且技术出让或授权的工厂生产的该产品已经CCS 型式认可，则可在考核该申请方的制造能力、加工/装配水平后免除倾斜摇摆试验项目。

#### 7.8.3 认可证书换新时的重新认可

如产品的设计未发生变更，且CCS《钢质海船入级规范》对该类型产品的技术要求无变化，可以免除型式认可试验，但CCS 保留可要求重新做型式试验的权力。

#### 7.8.4 认可后的单件单批检验

对获得CCS 型式认可B 的制造厂的产品单件/单批检验；检验项目如下：

(1) 检验项目应按照已在认可时获得批准的检验计划（质量控制计划中相关内容）进行，但至少应包括机组密性试验、名义工况试验、噪声试验；

(2) 上述试验可以由制造厂独立完成并出具完整的试验报告提交验船师审核；

(3) 验船师应按照每批同类型机组至少抽验5%、最少抽验1 台的原则随机选取机组中的部分产品进行上述试验项目的复验或在制造厂进行试验时现场见证；

(4) 每次申请单件/单批检验时应同时提交该批产品的《主要零部件原材料质量证明文件》和《强度试验记录》，由CCS 验船师进行审核。

#### 7.8.5 未认可的单件单批检验

对未经 CCS 认可的机组产品制造厂，其产品的单件/单批检验应逐台进行 7.8.1 中所列试验项目并经验船师现场见证。