

船舶设计专题讲座资料

船用空调设计基础知识

主 讲： 郭随军

二〇〇五年七月二十一日

一、船用空调装置设计步骤

船用空调装置的目的是改善船上的居住质量，自二十世纪 30 年代开始采用，主要在客船的客厅，公室等区划。近代，随着船舶的现代化，为了改善船员的作业和居住环境，货船上也配置了空调装置。

1. 设计条件的选定

首先必须明确以下的设计条件：

1.1 本船的航线，停靠港。

1.2 外界、室内及冷却海水/淡水的温度。

如果船东不特别指明，按表 1.1。（SPEC 有规定）

1.3 空调区划的相邻区划的温度的决定。

如果船东无特别指定，按基准 2 来决定甲板、围壁及非空调区划的温度。

1.4 空调区划的布置及空调装置安装场所的决定。

1.5 防热规格的决定

2. 空调方式的选定

设计条件决定后，根据船舶的航线，空调区划的范围，船的种类等综合判断。

2.1 方式选定的着眼点：要客观判断，充分满足设计条件的装置采用何种方式，如有必要需作出细致的利弊对比。

2.2 在满足设计条件的情况下，考虑装置的经济性。

2.3 装置的操作是否简单易行。

2.4 装置自动控制的程度。根据控制程度，选择易于执行的方式。

3. 制冷和制热负荷的计算。

根据设计的进度及资料的情况分以下 3 种：

3.1 根据空调区划的室容积（或面积）求出概略负荷。

此法适用于初期计划，是速算冷冻机功率及其它机器的简便方法，因设计条件的不同可能会产生大的差异，因此使用此方法要注意。

3.2 室内负荷，换气空气负荷，再热负荷，机器负荷等分别算出的方法。

该法将各种负荷都一一算出。然后进行汇总集计。只要设计条件确定就可以算负荷。是经常使用的方法。

3.3 送风量，装置露点温度，室内显热负荷，求出负荷。

此法将制冷或制暖循环在空气线图上，根据空气冷却器、加热器的性能及空气吹出口的特性求出负荷。船厂初期设计时一般不采用。

4. 空调装置的设计

制冷/制热的负荷算出后，就可以设计以下的机器。

此阶段船厂对装置的计划实际是初步设计，或决定装置采购申请书的规格。初步的设计为详细设计的基础，同时在装置的预算上也需注意。

4.1 送风量的决定：

空调负荷计算过程中送风量的决定必不可少。且下述的机器容量计算也需要。

4.2 机器容量的决定

即确定各机器的动力，参考后述的冷冻机容量计算基准、送风机容量计算基准，冷却水泵容量计算基准。

4.3 制冷及制暖的方式的决定

这与空调方式有关，因此空调方式一旦决定，制冷/制热的方法也就大体决定了，以下几点应予以确定：

- (1)制冷时采用间接冷却式还是直接膨胀式？
- (2)制暖时采用蒸气？电气？还是热水？
- (3)制暖时采用 **Heat pump** 的方式，还是普通的方法？

4.4 机器的配置及台数（SPEC 有规定）

根据空调方式可以大致决定机器的种类及其机器的配置，以下几点必须考虑：

- (1)空调房冷冻机在何处布置？
- (2)冷却水的供给是专用冷却水泵还是合用？
- (3)如有个别空调方式时，空调区划的划分及台数的决定。
- (4)机器的布置：检修，风管布置，冷媒配管，冷却水配管等需一同考虑。

4.5 冷冻机的种类及附属机器的种类

船用空调多采用压缩机的压缩冷冻方式

压缩机又分为往复式，涡轮式或回转式

附属机器：冷凝器，受液槽，加热器，这些形式、容量可由厂家决定。注意：作为船用设备，材料应具有耐腐蚀性且外形上不会因为船舶的动摇而受影响。

4.6 空气处理单元

空气处理单元与陆用产品基本相同，但作为船用以下照应予以注意：

- (1)安装处所的甲板层高。
- (2)与含有盐分的空气接触，故应该使用耐蚀性良好的材料。
- (3)注意船舶的横摇、纵倾、尤其需注意落水管的布置。

空气处理单元包括空气滤清器，冷却盘管，加热盘管，加湿器，清音器，送风机及单元本体，可由厂家选定。

5. 送风的设计

上述 2、3、4 项决定之后，可进行送风的设计，送风设计的详细及计算可参考另外的通风装置设计基准。以下为初步设计时的考虑项目。

5.1 空调区划的划分

- (1)根据配置划分，中央区划，船尾区划
- (2)根据温度条件划分，如果温度条件不同，区划分开
- (3)热负荷的平衡：定期航路
- (4)使用目的来划分
- (5)水密及防火区划

5.2 布风器的形式

5.3 外气取入口（新风口）

新风口应考虑烟害

大小应能满足全送风量（100%新风）

5.4 噪音对策

噪音特别是送风机、风管及布风器的噪音必须引起注意，通常仅注意高速高压，通风方式的噪音，其实低速式的也要注意。

6. 自动调整装置

6.1 控制对象

- (1)空调区划的温度
- (2)空调区划的湿度
- (3)送风管的压力（送风量的变化引起压力的变化）及送风量
- (4)空调装置的安全运行
- (5)根据负荷的变化来进行经济运行
- (6)防止机器的误操作

6.2 控制方法

手动，部分自动

6.3 自动控制的种类

电气式，电子式，压力式，自纳式等，具体可与专门厂家商讨。

二、设计基准

1. 外气、室内及冷却海水温度基准

1.1 外气温度条件

表 1.1

区分	项目	基准值		主要运用航线
		干球温度	湿度	
制冷	夏季外气基准A	35℃	70%	波斯湾—印度—东南亚
	夏季外气基准B	32℃	70%	一般区域
制热	冬季外气基准a	-18℃	---	北美
	冬季外气基准b	-10℃	---	欧洲、日本北海道
	冬季外气基准c	0℃	---	一般区域

1.2 室内温度条件

表 1.2

区分	项目	基准值		不舒适感 指数	舒适程度
		干球温度	相对湿度		
制冷	夏季室内基准A	30℃	50%	78	能够入睡的最高温度
	夏季室内基准B	27℃	50%	74	半数感到舒适
冬季室内基准		20℃	50%		舒适感的下限

1.3 冷却水温度

表 1.3

	基准值	适用
Fresh water	36℃	一般远洋船
Sea water A	32℃	一般远洋船
Sea water B	27℃	日本国内航线

2. 周围的温度条件

本基准用于热负荷计算时周围环境的温度条件：

表 2.1

区分	类别 外气温度 基准	制冷时（℃）		制热时（℃）		
		A	B	a	b	c
	名称	35℃DB	32℃DB	-18℃DB	-10℃DB	0℃DB
阳光辐射面的相当外气温度	甲板(阳光直射)	60	55	-18℃ ^{*1}	-10℃ ^{*1}	0℃ ^{*1}
	甲板(荫)	40	40	-18℃ ^{*1}	-10℃ ^{*1}	0℃ ^{*1}
	壁(阳光直射)	50	45	-18℃ ^{*1}	-10℃ ^{*1}	0℃ ^{*1}
	壁(荫)	40	40	-18℃ ^{*1}	-10℃ ^{*1}	0℃ ^{*1}
非空调区划的空气温度	居住区通路	室温+5℃	室温+5℃	*2	*2	*2
	机舱	40	40	*3	*3	*3
	锅炉层	50	50	*3	*3	*3
	非空调区划	*4	*4	*4	*4	*4

注 *1：冬季不考虑太阳的辐射

*2：制暖时可以考虑：通路温度=1/2 x（室内温度+外气温度）

*3：制暖时，E/R 温度较高，有热量流入，但不作考虑，作为余量。

*4：资料不足，暂未定。

3. 制冷制热的负荷计算基准

3.1 负荷的分类

表 3.1

		记号	制冷负荷 Q_c		制暖负荷 Q_H	参考
			显热负荷 q_s	潜热负荷 q_L		
室内负荷 (Q_1)	传热负荷*3	q_T	○	--	○	
	人体负荷	q_B	○	○	省略*1	
	侵入空气负荷	q_I	省略*2	省略	省略*2	
	室内机器负荷	q_M	○	○	省略*1	
机器负荷 (Q_2)	送风机负荷	q_F	○	--	省略*1	
	风管取得负荷	q_D	○	--	省略*1	
	循环泵负荷	q_P	○	--	省略*1	间接冷却式的场合
换气负荷 (Q_3)	新鲜外气负荷	q_0	○	○	○	
	循环空气负荷	q_{CA}	○	--	○	
再热负荷		q_R	○	--	--	再热式的场合

注 *1: 制暖时由于该项影响较小, 一般不考虑

*2: 船舶计算时因窗为水密, 且舱室门不外开, 因此侵入空气的负荷的影响较小, 可以不考虑。

*3: 传热负荷应包括围壁及窗玻璃两个方面, 船舶由于窗玻璃的面积相对较小, 为简化计算, 初期计算时, 玻璃面作为围壁考虑。

3.2 负荷计算方法

(1)室内负荷 (Q_1)

$$\textcircled{1} \text{ 传热负荷 } q_T = \Sigma U \cdot \Delta t \cdot A \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

$$U = C \times \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{l_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{l_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

U : 甲板、围壁、里子板、地面的导热系数 ($\text{Kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$)

Δt : 室温与周围温度的差 ($^\circ\text{C}$)。见表 1.2 及 2.1

A : 甲板、围壁等的表面积 (m^2)

α_1 : 内面的导热系数 ($\text{Kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$) $\alpha_1 = 8 \text{ Kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$

α_2 : 外面的导热系数 ($\text{Kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$) $\alpha_2 = 30 \text{ Kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$

l_n : 隔热材的厚度 (m)

λ_n : 隔热材的传热系数 ($\text{Kcal/m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$)

C : Beam、Frame 等的系数 (参考 $C=1.3\sim 3.0$)

$$\textcircled{2} \text{ 人体负荷 } q_B = n(q_{bs} + q_{bl})$$

n : 居住人数

q_{bs} : 人体显热 Kcal/h 取 50Kcal/h/人 (见表 3.2)

q_{bl} : 人体潜热 Kcal/h 取 63Kcal/h/人 (见表 3.2)

③ 侵入空气负荷

$$q_I = q_{IS} + q_{IL} = 0.29V_I(t_o - t_r) + 720V_I(X_o - X_r) \quad \dots\dots\dots (3.4)$$

q_{IS} : 侵入空气的显热 (Kcal/h)

q_{IL} : 侵入空气的潜热 (Kcal/h)

V_I : 侵入空气量 (m^3/h)

$V_I = N_I \cdot V_R$ (N_I 侵入回数: 回/h; V_R : 室容积 m^3)

t_o, X_o : 外气的温度 ($^{\circ}C$) 及绝对湿度 (Kg/Kg)

t_r, X_r : 室内的温度 ($^{\circ}C$) 及绝对湿度 (Kg/Kg)

0.29: 空气的比热/标准空气的比体积 = 0.24/0.83

720: 水的蒸发潜热/标准空气的比体积 = 597/0.83

④ 室内机器负荷 (q_M)

各种光源的发热, 见表 3.3

动力源的发热, 见表 3.4

(2) 机器负荷 Q_2

机器负荷在制冷时需考虑, 而在制暖时作为余量不予计算

① 送风机负荷 (q_P)

$$q_F = 860 \times (\text{送风机轴功率 KW}) \quad (\text{Fan MOTOR 在 duct 外部}) \dots\dots\dots (3.5)$$

$$q_F = 860 \times (\text{送风机轴功率 KW}) \times \frac{1}{\eta_m} \quad (\text{Fan MOTOR 在 duct 内部}) \dots\dots\dots (3.5)$$

η_m : 电动机效率, 见表 3.6

② 风管取得负荷 q_D

制冷时 $q_D = (0.03 \sim 0.06) Q_{IS}$

③ 循环 PUMP 负荷 (q_P)

$$q_P = 860 \times (\text{PUMP 功率 KW}) \quad \dots\dots\dots (3.7)$$

注: 仅在间接冷却式时计入

(3) 换气负荷 Q_3

① 新鲜空气负荷 q_o

$$\begin{aligned} q_o &= q_{os} + q_{ol} (\text{Kcal/Hr}) \\ &= 60V_{AF}[0.29(t_o - t_r) + 720(X_o - X_r)] \quad \dots\dots\dots (3.8) \end{aligned}$$

V_{AF} : 新鲜外气量 (m^3/min) 按公式 4.3 计算

t_o, X_o : 外气的温度及绝对湿度

t_r, X_r : 室内的温度及绝对湿度

② 循环空气负荷 (q_{CA})

$$q_{CA} = 17.3(V_A - V_{AF}) \times (t_{CA} - t_r) \quad \dots\dots\dots (3.9)$$

V_A : 送风量 (m^3/min) 按公式 4.1 或 4.2 计算

V_{AF} : 新鲜外气量 (m^3/min) 按公式 4.3 计算

t_{CA} : 循环空气的温度 (°C)

t_r : 室内的温度 (°C)

一般地, 制冷时: $t_{CA} - t_r = 5^\circ\text{C}$

制热时: $t_{CA} - t_r = 1/2 (t_o - t_r)$

注: *1.循环空气通常从通道取得, 故 t_{CA} 可取通道的温度

*2 循环空气的绝对湿度同室内湿度, 故可不考虑循环空气的潜热负荷但室内水分很多时别论。

(4)再热负荷 q_r

$$q_r = 17.3 V_A (t_2 - t_1)$$

V_A : 所要送风量 (m^3/min)

$t_2 - t_1$: Heater 出口及入口温差

$$17.3: \frac{\text{空气的比热}(0.24)}{\text{标准空气的比体积}(0.83)} \times 60 \text{ min/h}$$

表 3.2 人体的散热量

活动程度	应用例	成年男子 全散热量 Kcal/h	修正全 散热量 Kcal/h	显热 Kcal/h	潜热 Kcal/h
静静地坐着	剧院	98	83~88	45~49	38~39
坐着做轻活	写字楼、宾馆	113	111	49	52
普通事务	写字楼、宾馆	120	113	50	63
轻微站立工作慢走	商场、小买部	139	113	50	63
站立、坐下交替慢走	银行	139	126	50	76
坐姿工作	饭店	123	139	55	84
工位上的轻活	工厂	202	189	55	134
普通的舞蹈	舞台	227	224	62	62
12km/h走路一般体力劳动	工厂	252	252	62	190
球类运动、重劳动	球场、工厂	378	366	117	249

上表为 27°C 时的值

修正值为包括女子、未成年人在内的值

表 3.3 各种器具的散热:

器具名称	容量	外形尺寸	自动	功率KW	保持时功 率Kcal/h	显热 Kcal/h	潜热 Kcal/h	全热 Kcal/h
咖啡机	3gal	12"×23"×21"	自动	4.5KW	655	555	378	933
咖啡机	5gal	Φ18×37	自动	5	910	857	580	1437
吐司机	216切/H	12"×11"×9"	自动	2.45	505	1230	226	1456
医用消毒器				1.1	—	164	320	484
蒸汽咖啡机	3gal	300×600×530	—	—	—	605	402	1007
蒸汽咖啡机	5gal	460Φ×940	—	—	—	856	580	1436
蒸汽保温器	—	—	—	—	—	101	126	227

表 3.4 光源的散热

	光源1瓦特的相当散热量 (Kcal/h)		容积1m ³ 的散热量 (Kcal/h)	
	显热	潜热	显热	潜热
白炽灯	0.86	0	3.86	0
荧光灯	0.1	0	2.06	0

注：照明的标准：白炽灯：4.5W/m³； 荧光灯：2.0W/m³

表 3.5 动力的散热

条件	散热量	参考
MOTOR及其所驱动的机械都在室内	$\frac{P}{\eta_m} \times \varphi \times 860$	P ：电动机输出功率KW
MOTOR及其所驱动的机械都在室内	$P \times \frac{1-\eta_m}{\eta_m} \times \varphi \times 860$	η_m ：电动机效率（下表）
MOTOR及其所驱动的机械都在室内	$P \times \varphi \times 860$	φ ：使用功率

表 3.6 η_m 的表

P	0~0.1KW	0.1~0.75KW	0.75~7.5KW	7.5KW以上
η_m	0.5~0.6	0.6~0.8	0.8~0.88	0.9

4. 一次空气及新鲜外气量算出基准

4.1 一次空气送风量：

制冷时按 4.1，4.2 计算风量，制热时的风量与制冷相同

$$V_A = \frac{q_s}{17.3(t_r - t_d)} \quad \dots\dots\dots (4.1)$$

V_A ：所要送风量 (m³/min)

q_s ：室内取得显热

t_r ：夏季室内计划温度 (°C)

t_d ：吹出空气温度 (°C)

$$17.3: \frac{\text{空气的比热}(0.24Kcal / Kg^{\circ}C)}{\text{空气的比体积}(0.83m^3 / Kg)} \times 60min/h$$

注：*1.对于全制冷区划： $q_s = q_{TS} + q_{BS} + q_{MS} + q_{DS} + q_{FS}$

*2.一次空气指从送风风管空调区划供给的空气

*3.新鲜空气保持空气的清洁度和维持人体呼吸的氧气等，但新鲜空气的比例很高时，会增加制冷负荷

5. 冷冻机容量的计算

冷冻机负荷按下式求得：

$$Q_R = (1 + K_R) Q_C \quad \dots\dots\dots (5.1)$$

Q_R : 冷冻机负荷 (Kcal/h)

Q_C : 冷冻负荷 (Kcal/h)

K_R : 余量系数

$K_R=0.10$ (直接膨胀式)

$K_R=0.15$ (间接冷却式)

6. 送风机容量算出

本基准适用于空调装置中送风机容量的初期概算

6.1 电动机容量

$$L_F = C_F \frac{V_A \times H_T}{6100 \times \eta_T} \quad \dots\dots\dots (6.1)$$

L_F : 电动机容量 (KW)

V_A : 送风量 (m^3/min) 按 4.1 或 4.2 式计算

H_T : 全风压 (mmAq) 按 6.2 式计算

η_T : 通风机全压效率 (按表 6.1)

C_F : 余量系数 (按表 6.1)

表 6.1

通风机种类	η_T	C_F	主要使用风压 (mmAq)	主要适用
离心叶轮风机	0.60~0.75	1.1~1.2	100~400	高速风管
多翼型风机	0.45~0.65	1.2~1.3	10~130	低速风管
轴流式风机	0.55~0.75	1.1~1.3	0~100	一般换气用空调用

6.2 全风压

按下式计算

$$H_T = H_D + \Sigma H_F + H_S \quad \dots\dots\dots (6.2)$$

H_T : 送风机所要全风压 (mmAg)

H_D : 风管损失水头 (mmAg)

ΣH_F : 机器损失水头 (mmAg)

H_S : 余量水头 (mmAg)

$$(1) H_D = \Delta P_f + \Delta P_d = \Delta P_f (1 + K_d) = h(1 + K_d)l \quad \dots\dots\dots (6.3)$$

ΔP_f : 风管的摩擦损失 (mmAg)

ΔP_d : 局部抵抗损失 (mmAg)

h : 平均 1m 长的风管的摩擦损失 (mmAg)

l : 空气进口到最远端吹出口之间风管长度 (m)

K_d : 局部抵抗与摩擦损失的比例 ($\frac{\Delta P_d}{\Delta P_f}$)

初期计划时可以

$h = 0.5 \text{ mmAg/m}$ (低速风管 $u = 10 \sim 15 \text{ m/s}$)

$= 2.0 \text{ mmAg/m}$ (高速风管 $u = 16 \sim 25 \text{ m/s}$)

$K_d=0.5$ (弯头较少, 空调区划小)
 $=1.0$ (弯头较多, 空调区划大)

(2) ΣH_F : 附属机器的抵抗损失之和

初期计划可按下式:

表 6.2 机器损失水头标准值

		低速风管	高速风管
空气吸入口		5mmAg	5mmAg
空气处理器	大型 (8列盘管)	40	85
	小型 (4列盘管)	25	65
布风器	布风球	10~20	--
	高速吹出口	--	20~40
	高速吹出口	--	40~80

7. 冷却水泵的容量计算

本基准主要用于空调冷凝器冷却水泵的容量的初期计划

7.1 所要冷却水量^{*1}

$$V_w = \frac{Q_w}{60\Delta t} \quad \dots\dots\dots (7.1)$$

V_w : 所要冷却水量 (l/min)

Q_w : 冷凝器带走的热量

Δt : 冷却水出口、进口的温度差 (°C)

$\Delta t=3^\circ\text{C}$ (假定冷却海水 32°C , 冷凝温度 40°C)

Q_w 按下式计算:

$$Q_w = Q_R + 860 \times (\text{冷冻机功率, KW}) \quad \dots\dots\dots (7.2)$$

$$= R \cdot Q_R \quad \dots\dots\dots (7.3)$$

$$= R(1 + K_R)Q_C \quad \dots\dots\dots (7.4)$$

Q_R : 冷冻机负荷 (Kcal/h) 按 5.1 式计算

R : 冷却系数: $R=1.15$ (5°C 蒸发, 40°C 冷却时)

K_R : 余量系数 (见 5.1)

$K=0.10$ 直接膨胀时

$K=0.15$ 间接膨胀时

7.2 所要水头

$$H_w = h_w(1 + K_w)l + \Sigma H_F + H_S + H_V \quad \dots\dots\dots (7.5)$$

H_w : 冷却水泵所要水头 (m)

h_w : 平均配管 1m 的摩擦损失水头 (mAq/m)

$h_w=0.1\text{mAq/m}$ (标准)

l : 配管长度

K_w : 局部抵抗的比例

$K_w=0.5$ 配管弯曲较少时

$K_w=1.0$ 配管弯曲较多时

H_s : 静水头 (mAq)

指配管中的最高点与最低航海吃水的差

ΣH_f : 器械损失水头 (mAq) 应该是各器械损失之和

初期计划时 取 $\Sigma H_f = 6m$

H_v : 吐出速度水头, 取 $H_v = 0.5mAq$

7.3 泵的电动机功率

$$L_w = K_w \frac{V_w H_w \rho}{6100 \eta} \dots\dots\dots (7.6)$$

L_w : 电动机功率 (KW)

V_w : 所要水量 (l/min), 根据 7.1 式计算

H_w : 泵的水头 (m), 根据 7.5 式计算

ρ : 海水的比重, 取 1.025

η : 泵的效率

K_w : 余量系数, 取 $K_w = 1.2$

船用空调装置设计检图注意事项

在通常设计检图的基础上，要重点注意以下事项：

1、采购申请书 756101 空调装置

1) 材料所掌：

MOTOR (FAN, COMPRESSOR) 由船厂 还是 厂家提供？

风管通舱件是否由厂家一起提供？

润滑油，冷媒的提供

2) 施工所掌

注意通风试验的风量调试（通过卫生单元的调风门）由厂家完成。

3) 空调装置的形式是否有限制？（整体式/分体式）

4) 压缩机的形式是否有限制？（半密封/全密封/敞开式）

5) 控制形式（自动/手动）

2、图面 75-501 空调装置详细图的检查：

1) 冷热负荷计算中各状态条件以及参数的选择是否正确？

2) 舱室容积，舱室拟定人数是否正确？

3) 冷却水（**FRESH WATER? SEA WATER?**）

4) 冷却水的流量以及压头与机装设计确认。

5) **STEAM** 的消耗量（加热，加湿）与机装设计确认。

6) **MOTOR** 等的功率与电装设计确认。

7) 空调房内的布置的注意事项：

(1) 新风口，回风 **TRUNK**，供风 **TRUNK/DUCT** 的位置是否顺畅合理？

(2) 冷却水管路空间足够否？

(3) 蒸汽管路空间足够否（散装式）是否影响 **AHU** 的检修空间？

(4) 空调本体与周围钢围壁之间的空间足够否？（**MIN500**），因为居住区搭载后 **UPPER DK** 要焊接和做油漆等。

(5) 空调房内的其他机器设备的操作，检修空间足够否？

8) 布风器的种类以及噪音

9) 电路图与电装设计协议。报警方式要提醒（开/闭？）

10) 填料函，电缆型号规格与电装设计确认。

11) 各接口（冷却水，蒸汽，风管，电缆等）的规格尺寸是否完整，是否满足船厂要求？

12) 备件是否齐全？（如冷媒加注管以及接头，新风口的备用滤网等）

13) 小空调进风口和送风口与船厂风管之间的软管有否？

14) 空调新风口的开口与船体设计协议

15) 机器台的信息与船体设计协议。

3、图面 75-101 通风系统图的检查：

- 1) 通风筒的围板高度，厚度是否满足 ILLC 规则的要求？
- 2) BATTERY RM 的通风问题。(NON SPARK MOTOR)
- 3) 新风口的位置是否合理？
- 4) 卫生处所排风筒的位置是否合理？
- 5) A-60 区划的风管，厨房排气管通过居住处所时是否按 SOLAS 的要求？
- 6) 医务室的通风系统。
- 7) 各层甲板风管布置的平衡，合理
- 8) 各种 DAMPER 的设置是否合理？

4、图面 75-301 风管布置图的检查：

- 1) 布风器的位置是否与天花板排板图吻合？
- 2) 检修窗位置的设计是否合理？
- 3) 风管支架的数量以及布置是否足够合理？
- 4) 预绝缘螺旋风管的一品划分是否合理？
- 5) BLOCK 接头处，以及甲板上下贯通处的风管，合拢管的设置情况。

5、75-511 螺旋风管一品图的检查：

- 1) 各一品图的零件尺寸与标准部件是否吻合？
- 2) 总尺寸以及连接尺寸是否与布置图一致？