

# 船舶空调系统设计时易忽视的问题

## Some Problems Likely to be Neglected When Designing Marine Air-Conditioning System

424 厂军代表室 陈 谦

**摘 要** 以一个实际的风量不平衡、噪声大的船舶空调系统为例,分析了产生这些问题的原因,介绍了解决方案,并从中得到一些具有普遍意义的启示,可在船舶空调设计时借鉴。

**关键词** 船舶空调 设计 噪声 回风

**Abstract** The paper takes a marine air-conditioning system as an example, which is unbalanced in actual air quantity and noisy. It analyzes the reasons of these problems and puts forward solutions. Some enlightenments are obtained, which are helpful in marine air-conditioner designing.

**Keywords** marine air-conditioner, design, noise, return air

船舶设计是一项系统工程,而船舶空调系统设计则是此项系统工程的一部分。在船舶总体设计时不充分全面考虑空调系统的特点、不为空调系统的设计提供应有的空间而造成空调系统设计失误也常有发生。本文将通过一典型系统的分析来说明船舶空调设计时易被忽视的一些事项,以免在设计时走弯路。

### 1 设计介绍

这是一条工程船,全船工作舱室和居住舱室共有一百多间。空调设计要求:夏季一般住舱 $\leq 27^{\circ}\text{C}$ 、工作舱室 $\leq 23^{\circ}\text{C}$ 。空调系统由 8 台空调组成,这 8 台空调布置在船舶中下层的同一层甲板上。空调系统采用 R22 直接蒸发的组装式空调装置向各舱室供冷。送风情况:使用圆形螺旋风管将组装式空调的冷风送到各舱室,舱室内采用小孔布风器和散流式布风器将冷风送到舱室四周。回风情况:各舱室的回风通过在舱室门下方的回风格栅回风到走廊,工作舱室的回风通过舱壁下方的回风口回到走廊,走廊里的风通过两根回风管通往空调器室。空调机组室的空调回风管则从舱壁穿出面向走廊吸风。

### 2 系统存在问题分析

在此空调系统的实际使用中,暴露出了许多设计上的问题,具体表现在:1)工作舱室的进风量与回风量难以平衡,进风量远大于回风量,使工作舱室内压力过高,致使人员难以长期在工作舱室进行工作;在船舶水线以下的各层居住舱室内气流流动困难,人员感觉不适,长期生活存在困难。2)全船大部分舱室内的噪声与建造标准相比普遍增加了 20%,有些舱室实测的结果为 80dB,严重影响了工作和居住。为了减小噪声,有些舱室关小了布风器,但这样又使其它舱室的噪声有所上升,造成恶性循环。

#### 2.1 风量平衡

风量平衡存在的问题主要有三个:一是工作舱室正压太大。工作舱室的设计温度是  $23^{\circ}\text{C}$ ,所以送入工作舱室的冷风量就较大,但是在设计时回风口设计得较小再加上有屏蔽装置更是阻碍了回风,使工作舱存在较大的正压。二是回风存在着较大的问题,特别是上层建筑的回风。由于上下甲板的层数较多,上层的风很难回到位于下层甲板的空调器机组室,并且走廊梯道的门还是自闭的,这就更阻断了作为回风通道的走廊。专用的回风管截面积又偏小,从上到下穿过三层甲板并每层都与舱室相通,造成风量大的舱室的风向风量小的舱室流动,并层

层短路。在位于空调器室的甲板回风口基本上感觉不到有很大的回风，这就造成全船空调气流的严重不平衡。三是由于空调器室是统一布置在同一层甲板上，回风不是按区域划分的，在空调器不是全部使用时回风就更加混乱。如尾部舱室使用空调，由于走廊前后是相通的，就会将前后舱室的风都回到空调器室，这一点很不合理。

## 2.2 噪声

经分析产生噪声的主要原因是由于小孔布风器和散流式布风器的结构存在很大问题。这两型布风器是专门为此船设计的，其目的是使布风器出口的冷风能较均匀地向舱室四周分布，使温度场比较均匀，避免在舱室内有死角。装船前两型布风器进行了测试，测试的结果为：在  $250 \sim 350 \text{m}^3/\text{h}$  风量时，布风器出口噪声为  $45 \sim 51 \text{dB}$ 。但实船使用时由于船的层高不高，没有充足的空间供从布风器出来的冷风均匀气流，更有一些地方冷风直接就吹到了船员的头顶，使人感到不适。由于层高的限制，布风器的静压箱设计不合理，即静压箱设计得太小，这样就不能有效地消除噪声。从布风器结构看，进风口进入布风器的风没有全部进入静压箱内进行混合消声，有一部分直接进入了出风口，这样流速没有得到减缓，噪声就增加了。再则实船风管中的风量也较实验室测试时的风量大，从而使风量的实验室测试数据与实际使用情况有出入。

## 3 解决方案

为解决噪声大的问题，拆除了小孔布风器和散流式布风器，改用以前常用的普通布风器。采取这一措施后舱室内的噪声明显下降了  $8 \sim 10 \text{dB}$ 。经实船测量，各舱室的噪声指标都在设计要求内，从而彻底解决了噪声大的问题。

为使风量平衡，首先拆除回风管上的屏蔽段，代之以  $3 \text{mm}$  的黑铁管，并将舱室回风管上回风口的百叶面板改为线网式回风口，有些百叶面板叶片的夹角由原来的  $30^\circ$  改为  $60^\circ$  直片式百叶风栅。在工作舱室增开回风口，回风口在靠舱室一边安装铜丝网，增大空调室回风口的面积，并将百叶式风栅改为线网式以减小回风阻力。这样工作舱室内的风能有效回到走廊，工作舱室内的正压就下降了。为让走廊的风能顺畅地回到空调器室，平时将所有走廊

梯道门全部打开，取消梯道门上的自闭器，使门处于常开状态。利用梯道和走廊作为回风通道，多增加几路回风管将走廊的风直接抽回到空调器室。同时还在船舱顶层增开菌型自然排风口，使走廊内的部分风直接与大气相通促使气流流动。

## 4 几点体会

采取了以上改进措施后，全船空调气流的组织 and 分布得到了极大的改善，基本上消除了空调系统设计中的问题，船员也表示满意。这一事例给我们的启示是：

(1) 船舶总体设计时应引用系统工程的概念，各系统在布置时要充分考虑合理性，既要突出重点又不能使其它系统的设计变得困难，或是在设计时产生固有缺陷而影响全局。

(2) 空调系统的设计不能轻视回风设计。以往设计时送风考虑得很多，图纸齐全、计算详细，但回风图纸很少，回风计算更是少见，所以总是回风存在问题。设计时特别要注意使用回风管以提高回风的效率。

(3) 在工作舱室或专用舱室较多的船舶上应多使用冷水机组加空调器的设计方案，这样在专用舱室可使用冷风机控制室温而不必用风管送大量的冷风，造成回风设计的困难。

(4) 空调设计一定要贯彻按区域设计的思想，在区域的划分上要尽量将工作舱室与居住舱室分开，这样船在靠码头时使用空调就不会使工作舱室也有冷风和结露而使长期不用的设备损坏。



中国船舶重工集团公司  
第七〇四研究所

**研究、设计、制造各种用途的船用制冷、空调设备**

地址：上海市衡山路 10 号    邮编：200031  
 电话：(021) 64339261    64718118-4801  
 传真：(021) 64339261    联系人：李建明  
 E-mail: rgktb@sh163e.sta.net.cn