

● 现代轮机工程系列讲座 (五) ●

船舶机舱通风系统的设计

■ 于学兴 ■ 孙培廷

[中图分类号] U664

[文献标识码] A

[文章编号] 1006-7728(2002)05-0052-02

1 机舱通风的目的

船舶机舱需要良好的通风换气, 以达到如下目的:

- (1) 为主柴油机、发电柴油机、锅炉提供足够的空气量。
- (2) 维持机炉舱内良好的工作环境。
- (3) 排除可燃气体以防爆炸和火灾。

2 机舱通风系统的选型

2.1 机舱通风量的确定方法

1) 按换气次数计算

通风量

$$Q = nV \text{ m}^3/\text{h};$$

式中

n ——换气次数, 可根据有无集控室在换气次数每小时 25~40 次范围内选取;

V ——机舱容积 (m^3);

2) 按设备散热量计算

$$Q = \frac{m_1 q_1 N}{1.2 \Delta t_1} + \frac{m_2 q_2 F}{1.2 \Delta t_2} \text{ (m}^3/\text{h)}$$

式中

m_1 ——主机工作场所余热计算因数;

q_1 ——主机每单位功率每小时散热量, $\text{kJ}/\text{kW} \cdot \text{h}$;

N ——主机功率 (kW);

t_1 ——工作场所与舱外空气的温度差, 可取 5~8。

对于低速柴油机

$$q_1 = 230 \sim 285 \text{ kJ}/\text{kW} \cdot \text{h}; m_1 = 0.5;$$

对于高速柴油机

$$q_1 = 114 \sim 170 \text{ kJ}/\text{kW} \cdot \text{h}; m_1 = 0.65;$$

对于汽轮机

$$q_1 = 170 \sim 230 \text{ kJ}/\text{kW} \cdot \text{h}; m_1 = 1.0。$$

m_2 ——锅炉工作场所余热因数, 锅炉与工作地区有隔屏时

$m_2 = 0.5$, 无隔屏时 $m_2 = 1$ 。

q_2 ——锅炉受热面散热量, 火管锅炉 $q_2 = 1090 \text{ kJ}/\text{h} \cdot \text{m}^2$,

水管锅炉 $q_2 = 840 \text{ kJ}/\text{h} \cdot \text{m}^2$ 。

F ——锅炉受热面积 (m^2);

t_2 ——工作场所与舱外空气的温度差, 可取 8~10。

3) 按燃烧所需的空气量计算

柴油机燃烧所需的空气量

$$Q_1 = GfvmN \text{ m}^3/\text{h}$$

式中

Gf ——连续最大功率时的燃料消耗率 ($\text{kg}/\text{kW} \cdot \text{h}$);

v ——每公斤燃料完全燃烧时所需的空气量 (约 12 m^3/kg);

m ——过量空气系数, 对于大型低速二冲程柴油机 $m = 3 \sim 3.6$, 对于中速四冲程柴油机 $m = 1.5 \sim 2$;

N ——柴油机连续最大功率 (kW);

锅炉所需的空气量

$$Q_2 = Gfvm \text{ m}^3/\text{h}$$

式中

m ——过量空气系数 $m = 1.3$;

v ——每公斤燃料完全燃烧时所需的空气量 (38 时约 12.1 m^3/kg);

——余量系数, $= 1.15$;

Gf ——燃料消耗量 kg/h ;

所需通风总量 $Q = Q_1 + Q_2 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

4) 按主机功率估算

对于具有结合机、炉舱的船舶, 通风量约 7.4~8.0 $\text{m}^3/\text{kW} \cdot \text{h}$ 。

2.2 系统的布置

根据机舱通风量做出系统的布置。先确定风机的台数, 每台风机的风管独立布置、自成体系, 分别向不同的部位供风。通风管系的布置类型主要有以主管为主、或以支管为主、以及主管支管结合的环管通风 3 种类型管系, 其中第一种类型采用的最多。管系的布置: 采用重点局部通风, 新鲜空气送至主要的工作场所以及一些高温处所。吹风应避免直接吹到机身, 以免产生热应力和其他一些不良影响。

2.3 风管尺寸的确定和风管阻力的计算

1) 确定风速

首先确定主管中的风速, 推荐风速 6~16 m/s ; 然后依次确定其后各段主管和各分管中的风速。一般风量每降低 10%, 风速约降低 0.5 m/s 。

2) 确定管径

[收稿日期] 2002-9-23

[作者简介] 于学兴 (1965-), 男, 山东蓬莱人, 在读硕士研究生, 研究方向为轮机工程。

根据每段管中的风量和风速查表得所需风管的当量直径,若采用圆管,此当量直径就是管径;若采用矩形管,再查表求得矩形的每边长。

3) 阻力计算

进行通风管道的计算时必须确定压力损失。压力损失包括局部阻力损失和摩擦阻力损失,由于船舶通风管道短而且曲折多,所以局部阻力损失比较大,局部阻力损失为

$$\Delta P = x \frac{\rho v^2 r}{2}$$

式中

x ——局部阻力系数。

局部阻力系数可以查表求出。摩擦阻力损失可以根据风管的形状并根据风量和直径从图中查出单位长度的摩擦阻力再计算。

2.4 风机选型

风压和风量确定之后,根据通风机的性能就可以选用适当的风机。通风机的工况点应为管道性能曲线与通风机性能曲线的交点。

通风管中总的压力损失即摩擦阻力和局部阻力之和也就是风机需要的全风压(因为出口动压已经包括在出口局部阻力之内),风机的压头应留有 10% ~ 15% 的余量以补偿被忽略了阻力损失,以及应付非设计工况。管网系统的阻力取决于流经系统的气体的密度,若实际气体的阻力大于设计阻力,会导致风机达不到设计流量(见图 1);若设计阻力大于实际阻力会导致风机排量大于设计值,所需的功率增大,效率下降。风机的配置功率(标准状况空气条件下:标准大气压,20℃,相对湿度 50%)为

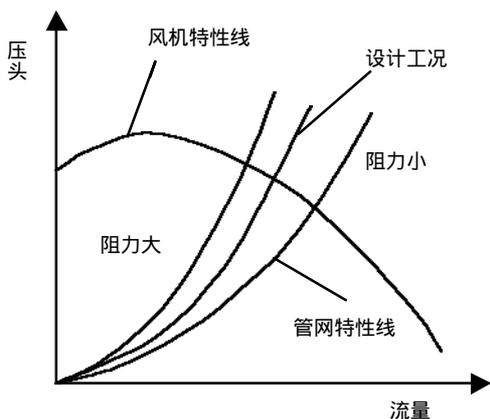


图 1

$$N = K \frac{QH \cdot 9.8}{3600 \cdot 102 \cdot h \cdot h_m} = 2.66 \times 10^{-5} \frac{KQH}{h \cdot h_m} (\text{kW})$$

式中

K ——电动机容量安全系数;

Q ——风量, m^3/h ;

H ——风机全压, Pa ;

h_m ——传动机械效率;

h ——全压效率;

根据风量、风压和功率即可选用通风机型号。

5. 电动机的选择

风机电动机选择原则:(1)电动机工作时,其发热应接近其许可温升,但不得超过。(2)电动机必须具有一定的过载能力,以保证在短时过载的情况下能正常运行。(3)电动机应具有被拖动对象所需要的起动转矩,只能大不能小。

在选择电机的功率时,应有适当的备用功率。电动机的负载率一般为 75% ~ 95%,过大的备用功率会使电动机的运行效率降低,并且提高了投资费用。

6. 空气过滤

为了防止在港口装卸货期间有粉尘等进入机舱,应为至少一台风机的供风系统配备过滤装置,以过滤灰尘,并且该装置应便于拆装清洗。一般情况下,风机的进口都有通风栅,通风栅有以下几种类型:固定式线网风栅、可调节式线网风栅、直槽式通风栅、圆型通风栅、横槽式通风栅和带导风片直槽式通风栅,可以根据需要选定。

3 关于改进机舱通风系统设计的思考

一般风量计算方法主要立足于保证主机和锅炉燃烧空气的供应,并考虑了主机和锅炉的散热量,而对于辅助设备的散热进行了忽略,这些算法对于现代燃用低质燃油的船舶已不能充分满足机舱通风的目的要求。由于船舶的燃油储存舱许多是放在机舱的两边,成为两个向机舱放热的热源,而燃油日用柜、沉清柜、燃油加热器、燃油管路、蒸汽管路、蒸汽伴热管路以及分油机系统对机舱的散热量也很大,必须加以考虑。辅助设备的散热量难以精确计算,但它和主机的功率肯定有一定的联系,应该随着主机功率的增加而增加,因此比较好的计算方法应该是,先确定满足主、副机和锅炉燃烧所需的空气量,然后乘以一个系数,这个系数应充分考虑柴油机、锅炉的散热和辅助设备的散热。今后的研究是确定这个系数的大小或范围。考虑辅助设备散热量后的计算结果必然要求增加机舱的通风量,如果只是单纯用增加风机的供风量和风机台数的方法来解决,将提高船舶的建造和营运费用;如果采用强制通风和自然通风结合的方法,将能得到令人满意的结果。强制通风的通风量应能满足主机、锅炉燃烧所需的空气量,同时增加自然通风来加强机舱散热。自然通风的进口采用通风口向前的布置,这种方法可以利用船舶航行速度,即风压越高风量越大,但是必须要考虑到风浪天的安全问题。