



中华人民共和国船舶行业标准

CB/T 3772—1996

柴油机船舶机舱通风设计条件和 计 算 基 准

1996-12-23 发布

1997-06-01 实施

中国船舶工业总公司 发布

柴油机船舶机舱通风设计条件和
计算基准

本标准参照采用 ISO 8861—1988《柴油机船舶机舱通风设计要求和计算基础》。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了以柴油机为推进装置的海洋船舶的机舱通风设计条件和计算方法。
本标准适用于营运航行在所有水域的船舶机舱通风系统。

2 术语

2.1 机舱

设有推进机械装置(主柴油机)、辅柴油机、锅炉、发电机和主要电气机械设备等的处所。

2.2 通风

向一围闭处所送入空气,以满足该处所内人员的需要和(或)设备的要求。

3 设计条件

外界空气温度: +35℃。

4 通风量计算

4.1 总通风量

4.1.1 总通风量应满足机电设备最大运转负荷时的需要,即根据由 4.2 条计算而得的柴油机及锅炉燃烧所需的总空气量和由 4.3 条计算而得的为排除机舱内所在设备散热所需的总通风量。

4.1.2 除非在计算辅柴油机时,作为标定计算,应包括二台驱动发电机的辅柴油机同时运转的工况。但在总通风量的计算中已经包括轴带发电机或电力负荷计算的相应值除外。

4.1.3 位于机舱棚内而又不包括在总运转负荷中的锅炉和其他设备的燃烧空气量以及备用设备的散发热量可忽略不计。

与机舱分开的处所,如独立的辅机舱和辅锅炉舱应分开进行计算。

4.2 燃烧所需的总空气量

4.2.1 燃烧所需的总空气量按公式(1)计算。

$$q_c = q_{dp} + q_{dq} + q_b \dots\dots\dots (1)$$

式中: q_c ——燃烧所需的总空气量, m^3/s ;

q_{dp} ——主柴油机燃烧所需的空气量, m^3/s , 见 4.2.2;

q_{dq} ——辅柴油机燃烧所需的空气量, m^3/s , 见 4.2.3;

q_b ——锅炉燃烧所需的空气量, m^3/s , 见 4.2.4。

4.2.2 主柴油机燃烧所需的空气量按公式(2)计算。

$$q_{dp} = \frac{P_{dp} \cdot m_{ad}}{\rho} \dots\dots\dots (2)$$

式中: q_{dp} ——主柴油机燃烧所需的空气量, m^3/s ;

P_{dp} ——主柴油机最大持续功率时的轴功率, kW;

m_{ad} ——柴油机单位功率燃烧所需的空气量, $kg/(kW \cdot s)$ 。当 m_{ad} 数据没有规定时, 则按下列数值计算:

二冲程柴油机的 $m_{ad} = 0.0025 \text{ kg}/(kW \cdot s)$;

四冲程柴油机的 $m_{ad} = 0.0020 \text{ kg}/(kW \cdot s)$;

ρ ——空气密度, 为 $1.13 \text{ kg}/m^3$ (在空气温度为 $35^\circ C$, 相对湿度为 70% 和气压为 101.3 kPa 时的空气密度)。

4.2.3 辅柴油机燃烧所需的空气量按公式(3)计算。

$$q_{dg} = \frac{P_{dg} \cdot m_{ad}}{\rho} \dots\dots\dots (3)$$

式中: q_{dg} ——辅柴油机燃烧所需的空气量, m^3/s ;

P_{dg} ——辅柴油机最大持续功率时的轴功率, kW;

m_{ad} ——柴油机单位功率燃烧所需的空气量, $kg/(kW \cdot s)$, 数值同 4.2.2 规定;

ρ ——空气密度, 为 $1.13 \text{ kg}/m^3$, 同 4.2.2 规定。

4.2.4 锅炉燃烧所需的空气量按公式(4)计算。

$$q_b = \frac{m_s \cdot m_{is} \cdot m_{af}}{\rho} \dots\dots\dots (4)$$

式中: q_b ——锅炉燃烧所需的空气量, m^3/s ;

m_s ——蒸汽总耗用量, kg/s ;

m_{is} ——每公斤蒸汽的燃油消耗量, kg/kg , 当 m_{is} 数值没有规定时, 取 $m_{is} = 0.079 \text{ kg}/kg$;

m_{af} ——每公斤燃油燃烧所需的空气量, kg/kg , 当 m_{af} 数值没有规定时, 取 $m_{af} = 16.8 \text{ kg}/kg$;

ρ ——空气密度, 为 $1.13 \text{ kg}/m^3$, 同 4.2.2 规定。

4.3 排除散热量所需的通风量

排除散热量所需的总通风量按公式(5)计算。

$$q_b = \frac{\Phi_{dp} + \Phi_{dg} + \Phi_{ip} + \Phi_p + \Phi_g + \Phi_{el} + \Phi_{ep} + \Phi_t + \Phi_o}{\rho \cdot C \cdot \Delta T} - 0.4(q_{dp} + q_{dg}) - q_b \dots\dots (5)$$

式中: q_b ——排除散热量所需的总通风量, m^3/s ;

Φ_{dp} ——主柴油机散热量, kW, 按 5.1 规定;

Φ_{dg} ——辅柴油机散热量, kW, 按 5.2 规定;

Φ_{ip} ——锅炉和其他热交换器的散热量, kW, 按 5.3 规定;

Φ_p ——蒸汽与凝水管系的散热量, kW, 按 5.4 规定;

Φ_g ——空气冷却式交流发电机的散热量, kW, 按 5.5 规定;

Φ_{el} ——电气设备的散热量, kW, 按 5.6 规定;

Φ_{ep} ——排气管系的散热量, kW, 按 5.7 规定;

Φ_t ——热箱柜的散热量, kW, 按 5.8 规定;

Φ_o ——其他设备的散热量, kW, 按 5.9 规定;

q_{dp} ——主柴油机燃烧所需的空气量, m^3/s , 按 4.2.2 规定;

q_{dg} ——辅柴油机燃烧所需的空气量, m^3/s , 按 4.2.3 规定;

q_b ——锅炉燃烧所需的空气量, m^3/s , 按 4.2.4 规定;

ρ ——空气密度, 为 $1.13 \text{ kg}/m^3$, 同 4.2.2 规定;

C ——空气定压比热容,为 1.01 kJ/(kg·K);
 ΔT ——机舱内的平均温升,为 12.5K。

5 散热量计算

5.1 主柴油机散热量

主柴油机散热量按公式(6)计算。

$$\Phi_{dp} = P_{dp} \cdot L_d \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中: Φ_{dp} ——主柴油机散热量, kW;

P_{dp} ——主柴油机最大持续功率时的轴功率, kW;

L_d ——柴油机热损失, %。当 L_d 数值没有规定时,则按图 1 中的数值计算。

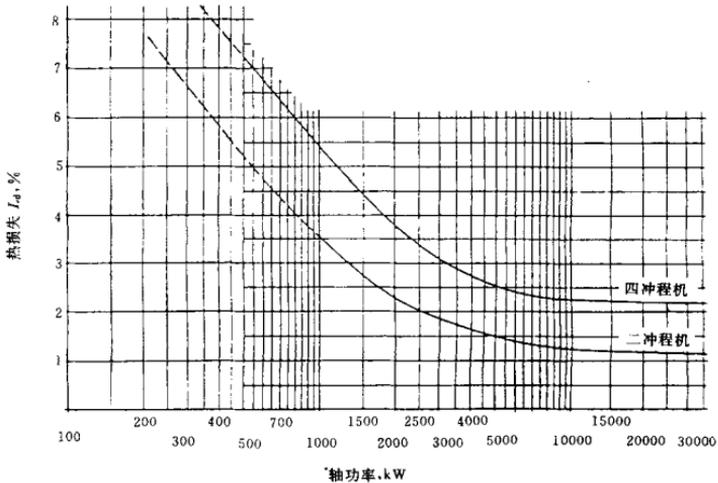


图 1

5.2 辅柴油机散热量

辅柴油机散热量按公式(7)计算。

$$\Phi_{dg} = P_{dg} \cdot L_d \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中: Φ_{dg} ——辅柴油机散热量, kW;

P_{dg} ——辅柴油机最大持续功率时的轴功率, kW;

L_d ——柴油机热损失, %。当 L_d 数值没有规定时,则按图 1 中的数值计算。

5.3 锅炉和其他热交换器的散热量

锅炉和其他热交换器的散热量按公式(8)计算。

$$\Phi_{ip} = m_s \cdot m_{is} \cdot h \cdot L_{ip} \cdot B_1 \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中: Φ_{ip} ——锅炉和其他热交换器的散热量, kW;

m_s ——蒸汽总耗用量, kg/s;

m_{is} ——每公斤蒸汽的燃油消耗量, kg/kg, 当 m_{is} 数值没有规定时,取 $m_{is} = 0.079$ kg/kg;

h ——燃油低发热值, kJ/kg, 当 h 数值没有规定时,取 $h = 42\ 000$ kJ/kg;

L_{ip} ——航行时蒸汽耗用量的热损失, %,其中包括蒸汽传热设备的 50% 负荷, 当 L_{ip} 数值没有规

定时,则按图 2 中的数值计算;

B_1 ——有关锅炉和其他热交换器在机舱内的位置系数,对于直接布置在露天机舱棚下面的锅炉,取 $B_1=0.1$ 。

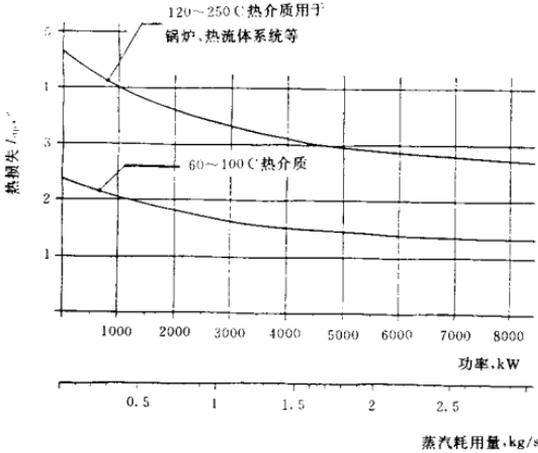


图 2

5.4 蒸汽与凝水管系的散热量

蒸汽与凝水管系的散热量按公式(9)计算。

$$\Phi_p = m_s \cdot m_{is} \cdot h \cdot L_p \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中: Φ_p ——蒸汽与凝水管系的散热量, kW;

m_s ——蒸汽总耗用量, kg/s;

m_{is} ——每公斤蒸汽的燃油消耗量, kg/kg, 当 m_{is} 数值没有规定时, 取 $m_{is}=0.079$ kg/kg;

h ——燃油低发热值, kJ/kg, 当 h 数值没有规定时, 取 $h=42\ 000$ kJ/kg;

L_p ——蒸汽与凝水管系的散热损失, 以供给锅炉能量的百分数计, 当 L_p 数值没有规定时, 取 $L_p=0.15\%$ 。

5.5 交流发电机的散热量

交流发电机的散热量按公式(10)计算。

$$\Phi_g = P_g \cdot (1 - \eta) \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中: Φ_g ——空气冷却式交流发电机的散热量, kW;

P_g ——空气冷却式交流发电机的功率, kW, 备用电机不计;

η ——交流发电机效率, %, 当 η 数值没有规定时, 则按 $\eta=94\%$ 数值计算。

5.6 电气设备的散热量

电气设备的散发热量 Φ_{el} 应按优先顺序选择下列三种不同方法中的一种进行计算:

- a. 当已知电气设备的全部详细情况时, 则该散热量应为各设备同时散热量的总和;
- b. 对于常规船舶, 当不知道电气设备的全部详细情况时, 则按航行时所用电气设备和灯的标定功率的 20% 作为散发热量;
- c. 对于常规船舶, 当不知道电气设备的详细情况时, 则按所安装的发电机功率的 10% 作为散发热量, 即 Φ_{el} 按公式(11)计算。

$$\Phi_{el} = P_g \cdot \frac{10}{100} \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中： Φ_{el} ——电气设备的散热量，kW；

P_g ——所安装的发电机的功率，kW，备用电机不计。

5.7 排气管系的散热量

排气管系的散热量 Φ_{ep} ，应根据温差 ΔT 为 350K 和使用相应隔热材料的热传导值来计算。其计算数值可按图 3 求得。图 3 中的曲线为在温差 $\Delta T=350K$ 和隔热层厚度为 40~70mm 的情况下绘制而成的。

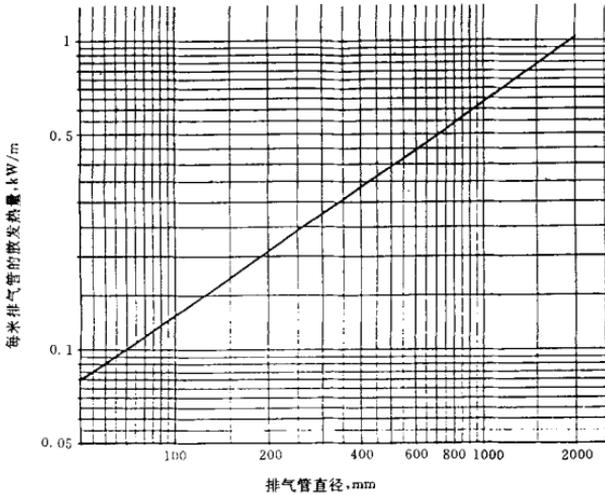


图 3

5.8 热箱柜的散热量

热箱柜的散热量 Φ ，根据位于机舱内的所有箱柜表面积散热量的总和来计算，其数据按表 1 规定。

表 1

热箱柜表面	温 度				
	℃				
	60	70	80	90	100
	热箱柜的散热量 Φ				
	kW/m ²				
无隔热	0.14	0.23	0.33	0.42	0.52
隔热厚度 30mm	0.02	0.04	0.05	0.06	0.08
隔热厚度 50mm	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05

5.9 其他设备的散热量

在计算排除散热量的总通风量时，其他发热设备如空压机等的散热量 Φ ，也应包括在内。

6 估算总风量的图谱及设计指南

估算总风量的图谱见附录 A(参考件)，设计指南见附录 B(参考件)。

附录 A
估算总通风量图谱
(参考件)

A1 按推进用柴油机制动功率的大小,机舱内(锅炉除外)燃烧和排除散热量所需的通风量如图 A1 所示。

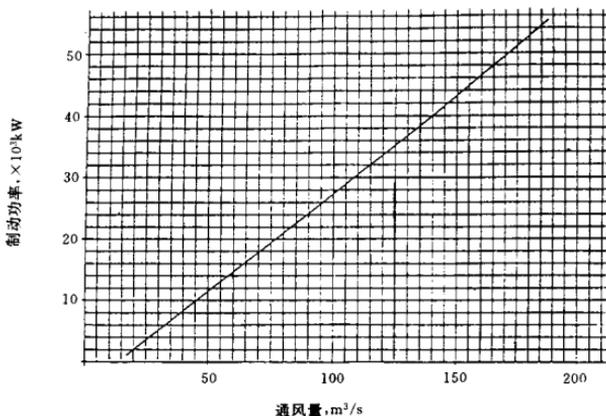


图 A1

A2 排除锅炉散热量所需通风量如图 A2 所示。

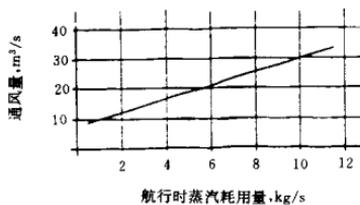


图 A2

附录 B
设计指南
(参考件)

B1 机舱内的空气分布

B1.1 通风装置的容量应能提供机舱内舒适的工作条件,为主、辅柴油机和其他机电设备输送其运行时所需的空气量,以及防止热敏感设备的过热。为满足上述要求,整个机舱应设有合适的通风系统,应有足够的新鲜空气送入所有工作和服务的必要部位。这种部位的送风装置应有直接的调节特性。

B1.2 约有 50% 的通风量应送到主柴油机顶部靠近涡轮增压器进口的面上,同时要保证海、淡水不能进入空气吸入口。空气也不能直接吹到发热设备上或直接吹到电气或对水有敏感的其他设备上。

B2 抽风

B2.1 设计抽风系统时,需要维持机舱内稍微正压,通常不超过 50 Pa。

B2.2 当排气不能通往烟囱或排风口时,应装设抽风机。

B2.3 设有燃油分离器等净化器室应设置独立的抽风系统,将气体排到尽可能远离任何空气进口的大气中。

B3 挡火风闸

风机的通风管筒中应装有挡火风闸,或采用其他等效的设施。

附加说明:

本标准由全国海洋船标准化技术委员会提出。

本标准由上海船舶研究设计院归口。

本标准由上海船舶研究设计院负责起草,中国船舶工业总公司综合技术经济研究院参加。

本标准主要起草人:叶秋亚、邬显胜、施爱中。