

●现代轮机工程系列讲座(二)●

# 主空气瓶容积及凝结水量计算

○魏桃李, ○孙培廷, ○黄连中

[中图分类号] U664

[文献标识码] A

[文章编号] 1006-7728(2002)02-0054-02

压缩空气由于具有许多良好的性能和特点而在船舶上被广泛应用,但空气中含有一定水蒸气,特别由于船舶航行于湿度较大的海上,当空气被压缩压力升高时,其中部分水蒸气就可能凝结成水。压缩空气中含有水分是十分有害的,它会腐蚀机件设备和影响设备的正常工作。为此,有必要对空气瓶的容积及其中冷凝水量进行设计计算。

## 1 主空气瓶容积估算

### 1.1 按柴油机每起动 1 次所消耗的自由空气量估算

$$V_k = \frac{V}{p_2 - p_1} \quad (1)$$

式中:  $V_k$ ——空气瓶容积,  $\text{m}^3$ ;  $p_2$ ——最高起动压力,一般取 29.4 bar;  $p_1$ ——最低起动压力,一般取 6.86 bar;  $V$ ——起动所放出的自由空气量 ( $\text{m}^3$ )。

$$V = FqV_z = [q_1 + (F-1)q_2]V_z \times 10^{-3} \quad (2)$$

式中:  $F$ ——起动次数,取 6 或 12 次;  $q_1$ ——冷态起动一次所耗自由空气量/气缸容积,取 7~10,  $V/(V \cdot \text{次})$ ;  $q_2$ ——热态起动一次所耗自由空气量/气缸容积,取 5~8,  $V/(V \cdot \text{次})$ ;  $V_z$ ——柴油机气缸总容积 ( $\text{l}$ )。

### 1.2 按空气瓶容积与柴油机气缸总容积之比估算

对于主机起动空气瓶通常采用  $V_k/V_z=3.5 \sim 4$ 。对于副机起动空气瓶,  $V_k/V_z=0.5 \sim 1$ 。

#### 1) 按经验公式估算

$$V_k = 0.36 d C \frac{i^2 + 1}{15} D^2 S n^{\frac{1}{3}} \times 10^{-6} \quad (3)$$

式中:  $V_k$ ——主机起动空气瓶容积,  $\text{m}^3$ ;  $i$ ——起动次数,通常取 25;  $D$ ——气缸直径,  $\text{cm}$ ;  $S$ ——活塞行程,  $\text{cm}$ ;  $n$ ——转速,  $\text{r/min}$ ;  $C$ ——常数,取 1.3 或 1.0。

## 2 凝结水量计算

假设外界空气压力  $p_0$ , 温度  $t_0$ , 相对湿度  $j_0$ , 压缩至压力  $p_1$ , 空气瓶中温度为  $t_1$ 。

压缩前:查饱和蒸汽表,对应温度  $t_0$  的饱和压力  $p_s(t_0)$ , 空气中水蒸气分压力  $p_{v0}=j_0 p_s(t_0)$ ,

则水蒸气摩尔成分:

$$x_{v0} = \frac{p_{v0}}{p_0} = \frac{j_0 p_s(t_0)}{p_0} \quad (4)$$

压缩后,空气中水蒸气的摩尔成分不变,即:  $x_{v1}=x_{v0}$  此时,水蒸气分压力:

$$p_{v1} = x_{v1} p_1 = \frac{j_0 p_s(t_0)}{p_0} p_1 \quad (5)$$

查饱和蒸汽表得对应压力  $p_{v1}$  的饱和温度  $t_s(p_{v1})$  比较  $t_s(p_{v1})$  与  $t_1$ :

1) 若  $t_s(p_{v1}) < t_1$ , 空气瓶中的空气仍为未饱和气体,没有凝结水,此时空气瓶中空气的相对湿度

$$j_1 = \frac{p_{v1}}{p_s(t_1)} \quad (6)$$

2) 若  $t_s(p_{v1}) > t_1$ , 则空气瓶中已有部分水蒸气凝结成水,此时相对湿度  $j_1$  为 100%。查饱和蒸汽表得对应温度  $t_1$  的饱和压力  $p_s(t_1)$ , 即为水蒸气分压力  $p_v$ , 则水蒸气摩尔成分

$$r = \frac{B}{R_g T} - 0.0129 \frac{j_1 p_b}{T} \quad (7)$$

此时空气瓶中空气的密度为

$$x_{v1} = \frac{p_v}{p_1} = \frac{p_s(t_1)}{p_1} \quad (8)$$

式中:  $B$ ——大气压力,海平面处 1 bar;  $R_g$ ——干空气的气体常数, 29.27;  $T$ ——空气温度, K;  $p_b$ ——在饱和状态下水蒸气分压力, bar。

因此空气瓶中空气的质量

$$m_0 = V_k r = \left( \frac{B}{R_g T} - 0.0129 \frac{j_1 p_b}{T} \right) V_k \quad (9)$$

空气瓶中凝结水的质量

$$m = \left( \frac{m_0}{M_0} x_{v1} - \frac{m_0 + m}{M_0} x_{v0} \right) M \approx (x_{v1} - x_{v0}) \frac{m_0}{M_0} M \quad (10)$$

式中:  $M_0$ ——空气的单位摩尔质量, 27 kg/mol;  $M$ ——水的单位摩尔质量, 18 kg/mol。

## 3 举例

某船主机为 MAN-B&W 6S50MC-C, 冲程 191 cm, 转速 127 r/min。在其航行范围内平均外界环境参数为 压力  $p_0=1$  bar; 温度  $t_0=30$  ; 相对湿度  $j_0=0.7$ 。

主空气瓶的容积  $V_k$  估算:

1) 按柴油机每起动 1 次所消耗的自由空气量估算

取  $i=12$ ,  $q_1=9$ ,  $q_2=7$ , 根据式(1)和(2)计算得:  $V_k=8.58(\text{m}^3)$

[收稿日期] 2002-03-18

[作者简介] 魏桃李(1978-), 男, 江西九江人, 硕士研究生, 研究方向为现代轮机工程。

2) 按空气瓶容积与柴油机气缸总容积之比估算

取  $V_k/V_c=3.8$ , 则  $V_k=8.55(\text{m}^3)$ 。

3) 按经验公式估算

取  $\alpha=25$ ,  $C=1.0$ , 根据式(3)计算得:  $V_k=9.01(\text{m}^3)$ , 所以取  $V_k=9.0(\text{m}^3)$ , 实际船上主空气瓶容积为  $2 \times 4.5 \text{ m}^3$ 。

主空气瓶中凝结水量计算:

查饱和蒸汽表得对应温度  $t_0=30$  的饱和压力  $p_s(t_0)=0.042$  417 bar。

由式(4)和(5)分别求得:  $x_{v0}=0.029$  691 9;  $p_{v1}=0.890$  757 bar。

查饱和蒸汽表得对应压力  $p_{v1}$  的饱和温度  $t_s(p_{v1})=174$   $>$   $t=40$ , 因此, 空气瓶中已有部分水蒸气凝结成水, 此时空气瓶中相对湿度为 100%。

查饱和蒸汽表得对应温度  $t=40$  的饱和压力  $p_s(t)=0.073$  749 bar, 即此时水蒸气分压力  $p_v=p_s(t)=0.073$  749 bar。由式(7)求得:  $x_{v0}=0.002$  458 3。

由式(8)和式(9)分别求得此时空气瓶中空气密度  $\rho=10.826(\text{kg}/\text{m}^3)$ ; 空气瓶中空气质量  $m_0=97.437(\text{kg})$ 。

最后, 由式(10)求得空气瓶中凝结水的质量为  $m$  1.77(kg)。

另外还应指出的是, 由于海上空气潮湿且空气中含有大量盐分, 因此空气瓶凝水中也相应地有大量的盐分, 可能对空气瓶造成很大的腐蚀, 这样空气瓶的定期放残水就显得尤为重要。



(上接第 48 页)

英语水平的总体状况仍不能满足正在不断扩大的对高素质的船员、尤其是英语水平高的船员的需求。

#### 4 对航海英语培训的一点思考

为了使我国船员更好地掌握航海英语知识, 以满足 STCW 95 公约对船员英语要求的规范, 针对我国船员的英语水平现状, 应做好以下几点。

1) 各航海类院校要加大航海英语教学力度, 培养学生的英语听、说能力。单纯地掌握独立的词汇不利于有效地掌握一门语言, 而在听、说、读、写这 4 种技能中, 听在实际交际中的运用中占 60%, 说占 30%, 读、写只占实际交流的 10%; 因此, 怎样提高船员航海英语听、说的能力是教学和培训中的关键, 这也是由航运业的国际性所决定的。不同国籍的船员工作和生活同一条船舶上, 而他们共同交际的语言是英语, 这要求不但要听得懂纯正的英语, 而且要求能与非英语国家的船员用英语进行交流。例如, 东南亚一些国家的船员常常把英语中的清辅音发成浊辅音, 这是由于非英语国家的船员在学习英语的过程中得到的训练程度、自身条件及其他因素而造成的。因而要求我国船员对英语知识及文化差异的掌握情况要更多些, 只有这样, 才能满足实际的工作需要。据统计资料表明, 海难中有 40% 是由于语言的交流障碍所引起的, 所以听、说技能的培训是航海英语培训任务的重中之重。航海英语可以认为是一种特殊和专门的交际用语, 那么怎样使受训者所学的英语知识在实际中得到更好地运用是教学与培训的最终目标。要尽可能地运用一切可利用的教学材料来教学, 比如说, 录制一些实际操纵船舶时使用的英语录音带, 其中应包括一些非英语国家的非标准英语, 当然, 这并不等于学习那些非标准英语,

而是让学员在上船工作之前熟悉和了解实际的工作情况, 尽量避免在实际工作中遇到更大的麻烦。在实际的培训过程中, 尽可能运用模拟器等实验设备来模拟实际工作情况传授知识。另外, 在课堂教学中, 结合不同的文化背景, 设立真实的情景, 就有关船舶航行或船上的生活情景进行主题讨论等。

2) 从实际出发, 加强阅读能力的培养。随着航运业的不断发展, 造船和航海技术的发展也不断加快, 船舶的技术含量在不断提高。这样一来, 就要求在航海英语的教学和培训过程中, 要针对实际情况, 不断地调整教学内容, 要及时地掌握最新的技术发展动态和资料, 在原有的教学内容基础上, 增加一些新的内容, 让船员的阅读水平达到能顺利进行阅读一些最新航海出版物(如各类船舶, 特别是最新船舶助航仪器及各种机械设备的说明书等), 以符合操船的实际情况, 达到 STCW 95 公约对船员的英语阅读能力的要求。

3) 加强船员写作能力的培养。在船员的实际工作中, 能正确地使用书面英语是很重要的。船员在实际的工作中会遇到非常复杂的情况, 使用英语书写一些书面报告、函电对他们来说是至关重要的, 如海事声明和业务信函等。因此, 在航海类专业的学生未接触到实际工作前, 应当具有使用英语书写各种书面材料的能力, 以便能顺利工作。

4) 适当地增加一些先进的航海英语教材。教材是培训及自学不可忽视的一个重要方面, 它对学习者的各种能力的培养有着很大的潜在作用。在这方面, 要求航海英语教材密切联系实际, 符合 STCW 95 公约对船员英语的要求。

5) 因为航海英语是一门特殊用途的英语, 这就要求教师本身不仅熟悉教材, 而且应该了解航海或轮机等有关方面的专业知识, 使教与学紧密地结合起来, 这样才能有利于航海英语教学的顺利进行。

## Brief Introduction to the Training of Maritime English

LI Bing-bing, ZHAO Yue

(Dalian Maritime University, Dalian 116026, China)

[Abstract] This paper gives the brief introduction to the training of Maritime English from the aspects of four skills of English: ability of listening, speaking, reading and writing and it is hoped that the essay will be useful to improve the English level and training of seafarers.

[Keywords] STCW 95; Maritime English; culture difference