

# 船舶主机余热利用与节能新途径

丁晓映 (集美大学机械工程学院 361021)

**摘要:**本文从质与量的角度,较为完善地阐述了余热利用的重要性、必要性,从而对两种节能新途径做了可行性分析。为我省船舶节能工作提供参考。

**关键词:**柴油机 节能 新途径 余热利用 可行性

节能的依据是热力学第一定律和第二定律,它奠定了节能分析的理论基础。目前,我国政府制定的节能方针是能源节约与能源开发并举,把能源节约放在首位,它为我国的能源问题指明了方向。随着世界航运市场的飞速发展,船舶运力和运量之间的矛盾日渐突出,使得国际航运市场的竞争更加激烈。在地球的能源逐渐减少,燃油占船舶运输成本越来越大的情况下,如何进一步做好船舶的节能工作,降低运输成本已迫在眉睫。我省作为一个沿海大省,做好航运及海洋捕捞领域的节能增效工作则更为至关重要。

柴油机具有体积小,重量轻,机动性好,热效率较高等特点,加之转速变化范围广,造价低廉,使用维修方便,被广泛应用作船舶动力。柴油机的热效率在热机中是最高的,但一般也只达 30%~45%,其余 55% 以上的热量被排气、冷却水带走。对这部分余热的充分利用则是船舶柴油机节能的关键所在。下面主要就其量及其可行性再利用新途径两个方面分别对柴油机排气、冷却水余热利用进行分析:

### 一、柴油机排气余热利用

柴油机排气温度高达 400℃ 以上,属中温余热,排气量约为燃油重量的 20~30 倍,故排气余热非常巨大,估算如下:

$$Q_{qy} = G_q \cdot (t_{r1} - t_{r2}) \cdot C_p \quad (\text{kJ/h})$$

式中,  $G_q$  —— 排气量  $\text{kg/h}$

$t_{r1}$ 、 $t_{r2}$  —— 余热利用设备前后排气温度

$C_p$  —— 燃烧产物的平均比热,取  $1\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$

因为是中温余热,属较高品位的能量,据合理用能原则,可以先作动力利用,再作热利用,也可以直接进行热利用。最为普遍的方法是废气锅炉及燃气透平对排气余热的利用。这里简单介绍二种比较新颖的方法,即增设热管锅炉、热管换热器对主机排气进行回收再利用。

在理论上,船舶柴油机排气温度在其吸收利用后可降到环境温度,但目前的科技水平还达不到。很显然,主机排气通过废气锅炉后,温度由原来 400℃ 左右下降到 270℃ 左右,这个温度离 180℃ 的露点还有 100℃ 左右的温差,完全可以再利用。

对大型远洋船,可采用在废气锅炉后增设热管锅炉的方法,对排气余热进行二次回收利用。热管锅炉由烟道箱和气水管组成,利用热管作为传热元件。热管的传热效率高,热敏度高,且结构简单,运行可靠,具有重量轻,体积小,蒸发量大等特点,这是其它型式的余热锅炉无法比拟的。据有关资料表明,某公司船舶使用的热管锅炉(型号:SZS-13/300-Y)每小时能加热 76℃ 的温水 8t,经核算每年每台热管锅炉可节约人民币 30 余万元,其投资很快得到回收。热管锅炉在长江沿线的客轮也得到应用,经济效益也颇为可观。

针对中、小船舶而言,大多采用中、小功率柴油机,因而设置热管换热器特别适用。将高温排气送入热管换热器,可供空调采暖使用。当将盘管式热交换器安装在柴油机排气管中时,高温排气将盘管中的淡水加热,生产出热淡水可供生活杂用。

## 二、柴油机冷却水余热利用

柴油机冷却水温度一般为  $60 \sim 75$  ,属低  
温余热,其量估算如下:

若已知每  $\text{kW} \cdot \text{h}$  冷却水带走的热量  $a$ ,则  
余热

$$Q_{SY} = a \cdot N_e \quad (\text{kJ/h})$$

对中、高速柴油机  $a$  取  $1700 \sim 2800 \text{kJ}/(\text{kW} \cdot \text{h})$ ,则余热为

$$Q_{SY} = q_w \cdot g_c \cdot N_e \cdot Q_{dw}$$

式中,  $q_w$  ——冷却水热平衡系数,对中、高  
速柴油机取  $0.2 \sim 0.3$

$g_c$  ——耗油率,  $\text{kg}/(\text{kW} \cdot \text{h})$

$Q_{dw}$  ——燃油低位发热值,取  $4.1816$   
 $\times 10^4 \text{kJ/kg}$

作为低温余热,属于低品位能量,这时对  
它的再利用不是去勉强做功,而应使其供热。  
冷却水余热可首选作为海水制淡装置的热源,  
这已广为利用。这里介绍使用冷却水余热加  
热日用油柜的燃油。

设计一个“燃油 - 淡水热交换器”,使燃油  
预热,这样既减少了加热主机日用油柜的蒸汽  
耗量,又使淡水温度先行下降,再通过淡水冷  
却器对其进一步冷却,从而提高其冷却效果。  
缺点是结构复杂了,但在达到同样冷却效果的  
前提下,对淡水冷却器的要求相对低了。

## 三、几点看法

1. 中、小船舶大多采用中、小功率柴油  
机。设置热管换热器十分适用。

2. 设计“燃油 - 淡水热交换器”预热燃  
油,减少蒸汽耗量。虽然结构复杂一些,但对  
冷却器的要求相对低了。总体而言,利大于  
弊。

3. 作为中、低温余热的柴油机排气及冷  
却水余热,其再利用的前景看好,尤其是对于  
我省渔船用中、小型柴油机更为可行,不失为  
一切可行的节能增效方法。

总之,对于我们这个海洋渔业大省而言,  
无论是船舶运输,还是海洋捕捞业,进一步搞  
好船舶节能工作,降低营运成本是必由之路。

## 参考文献

1. 罗莉萍. 船舶动力装置节能新途径的  
探讨. 中国修船. 2000. 1.
2. 孙泽权. 石文卿. 热能利用与节能工  
程. 1997. 7.
3. 崔 娥. 热力过程焓分析与计算方法  
. 1996. 1.
4. (日)山本格. (中)刘纪福,白荣春编著.  
实用余热回收和利用技术. 1993. 12.
5. (美)奇格著;韩昭沧,郭伯伟译. 能源、  
燃烧与环境. 1991. 3.

# 我国综合国力上台阶

据权威部门测算,2000 年我国国内生产总值将达到 8.6 万亿元人民币,按现行汇率折算将  
突破 1 万亿美元。这表明,我国综合国力终于迈上 1 万亿美元的大台阶,我国全面完成了现代  
化建设的第二步战略部署。

在过去的五年间,我国成功抵御了亚洲金融危机的冲击,国民经济保持持续快速健康发展,  
综合国力显著提高,国内生产总值五年间连续跨越 2 个万亿元的台阶。1996 年国内生产总值为  
6.6 万亿元人民币,1997 年便突破 7 万亿元达到 7.3 万亿元人民币,1998 年达到 7.9 万亿元人民  
币,1999 年又突破 8 万亿元人民币,达到 8.2 万亿元,2000 年达到 8.6 万亿元人民币。第九个五  
年计划期间,我国国民经济年均增长率超过 8%,远远高于世界经济平均发展水平,大大缩小了  
我国与发达国家的差距。如今,我国在几天时间创造的国民生产总值就相当于 1952 年全年的  
总和。目前,我国经济总量已跃居世界第 7 位,外汇储备达到 1580 亿美元。

又据报道,2000 年全国完成工业增加值 23685 亿元,比上年增长 11.4%,是 1997 年以来工  
业增幅最高的一年。这一增速比上年加快了 2.5 个百分点。前 11 个月,全国工业经济效益综  
合指数达到 115.7;这一数值比上年同期提高 16.8 点;工业企业累计实现利润 3714 亿元,比上  
年同期增长 92%;全国亏损企业累计亏损额 1006 亿元,比上年同期下降 16.3%。

(亚荻摘自《世界能源导报》)