

船舶节油技术

Chuanbo Jieyou Jishu

陈成德 汇编

人 民 交 通 出 版 社

船舶节油技术

陈成德 汇编

人民交通出版社

船舶节油技术

陈成德 汇编

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

北京市通县曙光印刷厂印

开本: 787 $\times$ 1092 $\frac{1}{16}$ 印张: 6.5 字数: 133 千

1984年4月 第1版

1984年4月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—3,500 册 定价: 0.68 元

内 容 提 要

本书是根据交通部原水运局、远洋运输局、节约办公室近几年召开的有关船舶节油会议的材料和有关资料选择编写的，内容包括合理用油、以重代轻、经济航速、渣油掺水、缩短油轮大舱保温、机油锯末滤芯等经验。可供水运部门、海洋和内河船舶开展节油工作参考。

前 言

节约不仅是经济活动中促进增产的一种有效措施，而且更重要的，是实现四个现代化的一个重大战略问题。广大船员在实际工作中，总结了很多节能的先进经验，如合理用油、经济航速、渣油掺水、油轮大舱合理保温、锯末纸浆机油滤清器等。这些革新成果的推广使用，对节约燃润油料，减少燃油费用，都起了良好的作用。

为了进一步交流水运船舶节油经验，推动节油工作，根据近年来各单位提供的材料，综合编成这本小册子，供大家参考。

在编写过程中，曾得到张奇、叶鸣皋、张雅泉、何锦淑、鲍毓俊、汤道康等的热情支持和帮助。谨在此一并致谢。

由于个人水平有限，错误之处，恳切希望读者给予批评指正。

编 者

目 录

一、合理用油, 节约燃油费用	1
(一)概况	1
(二)以重柴油代替轻柴油、降低运输成本	3
1.重柴油的加热、热源和加热管系	4
2.滤清和分离的方法	9
3.发动机的调整及对功率的影响	12
4.远洋船舶辅机燃用国产20号重柴油试验情况	15
(三)使用国产1,000秒燃料油, 节省外汇	31
1.国产1,000秒燃油指标	31
2.试用国产1,000秒燃油情况	32
(四)使用国外1,200~1,500秒燃油, 节约燃油	
外汇差价	40
1.使用1,200秒燃油的有关事项	40
2.使用1,500秒燃料油的几个问题	41
(五)渣油、重油掺烧, 降低成本	44
1.混合油的几个主要指标和燃油系统	45
2.渣重混合油的燃烧操作技术	48
3.上海海运局客轮船队使用渣、重混合油的	
管理与操作规程	53
二、使用经济航速, 降低油耗	63
(一)远洋船队使用经济航速的情况	64
1.“门”字号等船型使用经济航速的必要性	64

2.使用经济航速的可能性与经济效果.....	69
3.主机降负荷安全运转的技术管理.....	72
4.机驾密切配合,降低燃油消耗.....	77
(二)沿海和内河船舶使用经济航速情况.....	78
1.上海—秦皇岛航线.....	79
2.上海—温州航线.....	81
3.上海—青岛、上海—大连航线及内河经济 航速.....	86
三、渣油掺水,减少油耗.....	92
(一)概况.....	92
(二)油水乳化技术.....	98
(三)节油机理.....	106
1.提高雾化质量.....	106
2.水的化学作用.....	111
(四)渣油掺水系统.....	117
1.机械搅拌式的渣油掺水系统.....	117
2.簧片哨乳化室重油掺水系统.....	118
3.簧片哨管道式渣油掺水系统.....	120
4.渣油掺水搅拌式自调系统.....	121
(五)渣油掺水的优缺点.....	122
四、缩短油轮大舱保温时间,减少保温油耗.....	125
(一)油温变化情况.....	126
(二)缩短油轮大舱加温时间.....	130
五、使用锯末纸浆滤芯,延长机油寿命.....	143
(一)锯末滤芯的性能及型号.....	144
(二)设备结构.....	153
(三)机油管系.....	159

(四)使用时注意事项·····	162
六、风茂轮减速节油技术·····	165
(一)试验的目的与经过·····	166
(二)风茂轮减速程度的确定·····	168
(三)风茂轮减速航行的节能效果和经济效果·····	170
(四)主要技术措施·····	172
附录：风茂轮减速运行柴油机调整试验摘录·····	175

一、合理用油，节约燃油费用

油料是发展国民经济的主要能源之一，也是重要的战略物资。随着国民经济的迅速发展，各方面对燃料的需要量越来越大，产需矛盾也越来越突出，特别是燃料油和产品油的产需矛盾更加突出。以水运船舶部门所需燃料油为例，1977年比“文化大革命”前增长了近10倍。为了使有限的资源能保证各方面的合理需要，以利于促进国民经济的发展。除一方面要努力增加燃料的生产，搞好燃料资源的分配、供应工作外，各使用单位要切实加强对燃料的管理，认真做好合理使用燃料，节约燃料，才能适应国民经济发展的需要。

(一)概况

我国对合理使用燃料资源的问题，已被有关部门作为一项重要工作进行认真研究，如对煤矸石的综合利用、渣油的合理使用等，都做了大量工作，并取得了一定的效果。

以渣油的合理使用为例，1974年中国科学院自然资源综合考察组专门做了调查研究，怎样使用渣油才比较经济合理，发现由于用途不同，经济效果也不一样。

交通运输部门的蒸汽机船舶和柴油机船辅锅炉烧渣油均是合理用油。但大量使用渣油的历史并不太长，我国沿海船舶是从1960年前后开始的，内河船舶是从1966年前后开始的。在燃烧技术，锅炉的日常管理等方面都有不少要改进的地方，有的也要进一步提高。

渣油除用于船舶锅炉燃烧外，还可以代替成品油用于低

速柴油主机做燃料油。上海海运局长顺轮于1977年在6ESDZ75/160B型柴油机上，以渣油和30号重柴油各50%混合试烧，使燃油成本下降了27%，一年为国家节约近10万元。该轮经过200和1000多小时掺烧试验后，先后进行了3次吊缸检查，检查结果气缸壁正常、气缸上、活塞环没有结碳，磨损率在正常范围内，其他如炸压、排烟及各种代表参数等均属正常，为渣油的合理使用开辟了一条新途径。

柴油机船舶也有如何合理使用成品油的问题，这对节约优质油，降低运输成本，增加利润，为国家提供更多的积累有重要的现实意义。如用1吨重柴油代替1吨轻柴油，就可节约油料差价100元。所以，目前不少航运部门都已经使用不同标号的重柴油，并摸索到了一些经验，现在已有不少船舶能做到不管夏天、冬天，全年都能使用重柴油，如人民29轮等。也有的船舶，当机舱温度高于30℃时，在靠码头前也仍然使用重柴油。在冬天，只要在靠离码头前半小时换烧轻柴油即可。柴油机船舶合理使用重柴油，大中小型船舶都适用，不论其发动机是国产的或进口的，不论是低速还是中速机，不论是增压与非增压的，都可烧用重柴油。

对低速柴油船舶来讲，不仅是使用重柴油，而是要烧用更低质的燃料油。对此，在国外很早以前就已引起航运界人士的浓厚兴趣。最早是在1935年前后，法国有家油轮公司就企图用锅炉重油来做柴油机燃料，可是没有成功。到1950年前后，又有人把轻油和低质燃料油混合后在船上使用，这种混合油的粘度达到雷氏150℃为2,000秒，并在1953年著文，说明低质燃料可以在柴油机中使用。虽然在使用中出现气缸壁磨损增加，活塞环容易折断，润滑油使用寿命下降。对于二冲程柴油机，扫气口周围积碳严重，造成发动机需要经常

吊缸检查、维修。尽管存在这些问题，但还是引起航运界人士的重视。到1954年人们考虑到维修和经济性两个方面，提出必须制定出既要经济，又要燃烧性能良好的品种。在以后的十年中，主要使用粘度为雷氏150℃为300~500秒的油种。随着气缸油的发展，对低质燃料油预先进行化学处理、净化处理和预热处理等，同时对柴油机主要零件设计和船舶动力装置设计都采取了相应的措施。现在发展到可以使用粘度为雷氏150℃1,000~2,000秒的燃料油。但现在国外低速柴油机船在机器及动力装置的设计上，可以燃烧高达3,500秒的劣质燃料油。

我国远洋船舶于1973年前后开始使用国产1,000秒燃料油，到目前已有大多数船使用1,200~1,500秒的燃料油，个别船所用燃料油的秒数可能还要高些，为国家节约了大量外汇。

由于目前船舶动力装置大都以柴油机为主，所以在船舶合理用油方面，着重介绍以重柴油代替轻柴油，使用国产1,000秒燃料油、国外使用1,200~1,500秒燃料油、渣油和重柴油混烧的有关经验。

(二)以重柴油代替轻柴油，降低运输成本

国内沿海和内河柴油机船舶，对使用重柴油都做了许多工作，有的科研单位在实验室也做了实验对比，普遍反映船舶柴油机使用价格较低的重柴油，代替价格较高的轻柴油，是提高柴油机经济性，降低船舶营运成本的一个重要途径。这不仅可以节约大量的轻柴油支援工农业生产，而且还可以为加速实现四个现代化提供必要的资金。如重庆轮船公司多年来在有关部门帮助下采取了有效措施，并大力推广柴油机烧用重柴油，仅1978年第三季度就节约燃料费14万元以上，

使运输成本比第二季度下降了很多。目前船员把这种以重柴油代替轻柴油的燃烧措施，都简称为“以重代轻”。下面着重介绍内河船舶如何使用重柴油的几个问题。

1. 重柴油的加热、热源和加热管系

由于重柴油在粘度、残炭、灰分、机械杂质、水分、含硫、闪点、凝固点等指标，都与轻柴油有不同程度的变化。如长航局目前经常使用的20号重柴油，凝固点较高，大约在17℃就开始凝结。比重也要大些，粘度也高些。

随着重柴油比重的增加、凝固点和粘度的提高，必须对重柴油加热，提高油温，以保证良好的流动性和燃烧、雾化所提出的技术要求。如重柴油的粘度太大，喷入气缸时油滴珠也大，燃料雾化质量就低，而且油珠喷射距离增加，就有可能使一部分油滴喷到气缸壁上，容易使燃烧情况变坏。同时，粘度大，也易使过滤器堵塞，增加泵送的困难。为此，需将重柴油加热，并保持必要的粘度。相反，如果重柴油粘度太低，如小于1.5厘斯后，燃料的输送情况显著变坏，这又容易从较小的缝隙中漏走，造成喷油嘴渗油，引起喷孔结碳。所以在不同工作情况下，所要求的燃油粘度也不同。燃油在不同工作情况下的合理粘度值见表1-1。

燃油在不同工作情况下的合理粘度值 表1-1

工 作 情 况	相 对 粘 度 (°BY)	运 动 粘 度 (厘斯)
中速柴油机在良好雾化时	1.2~1.7	3~8
低速柴油机在良好雾化时	3~4.5	22~35
泵送燃油的最大允许值	100	700
分离燃油的最大允许值	20	150

这里还要指出，燃油的粘度除与温度有关外，随着油压的提高也相应增加，其互相间的关系，可用下列公式表示：

$$\eta_p = \eta_0(1 + 0.001p)$$

式中： η_p ——燃油压力为 p 时的粘度；

η_0 ——在大气压力下的燃油动力粘度；

p ——燃油所受的壓力（公斤力/厘米²）。

因此，在考虑重柴油在喷嘴处的粘度时，必须注意喷油压力的影响。上述公式中所列，良好雾化的粘度值，已考虑了压力 p 作用的粘度。对于不同油种，可根据粘度的关系从温度-粘度曲线图中，决定其加热温度。如对于20号重柴油，喷油泵最佳进油温度为50~60℃；30号重柴油为60~70℃。重柴油的分离温度用85℃为宜。对于泵送、过滤温度的要求，以重柴油能否顺利流动为原则。重柴油的加热温度参考值见表1-2。

20号、30号重柴油加热温度值(℃)

表1-2

加热名称	20号重柴油	30号重柴油
沉淀油柜	22~25	32~35
日用油柜	30~35	40~45
过滤器	30~35	40~45
喷油嘴	50~60	60~70

船用柴油机使用重柴油加热时的基本热源，大都是余热利用，如主机排气，排气管废热锅炉蒸汽、发动机排出的冷却水再经排气管加热后的热水、发动机冷却水等。有少数船是用电

加热的。长江内河船舶大都是用发动机冷却水做热源，储油舱用主机的冷却水加热，日用柜用电机冷却水加热，有的船舶日用油柜用主机的冷却水加热。

长航“华字艇”发动机冷却水在常速时，如车速为620

转/分，其流量约为70吨/时，加速时流量一般可达75~80吨/时，出机冷却水的温度一般控制在60℃左右。将这部分含热量较大的冷却水引入储油舱，使重柴油加热，而冷却水本身冷却后，再经水泵打入主机，循环使用。通常情况，如将满舱后的油温在20℃左右，经过20~30小时加温，即可提高到35℃左右，可基本满足重柴油加热的需要。

排气管废热锅炉蒸汽加热，主要是利用排气管废热锅炉产生的一部分蒸汽用蛇形管通入日用油柜加热，而另一部分则引入燃油粗、细滤器中的蒸汽夹层加热套管将油加热，基本上能满足重柴油加温的需要。其加温系统见图1-1。浙江轮船公司杭州分公司所属浙航“107”轮则是采用这种形式。该轮主机是广州柴油机厂1963年生产的6160型四冲程柴油机。经试验测定，废热锅炉传热面积约为0.036米²，满负荷时，蒸发量为7公斤/小时，放热量约4,000千卡/小时。如将重柴油从30℃加热到60℃，需要的热量约为400千卡/小时，即使在温度较低的冬季，从固态加热到60℃时，所需

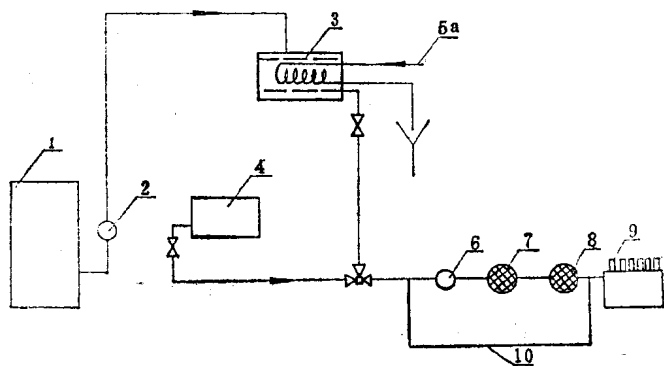


图1-1a) 浙航“107”轮燃油系统改装前加热图

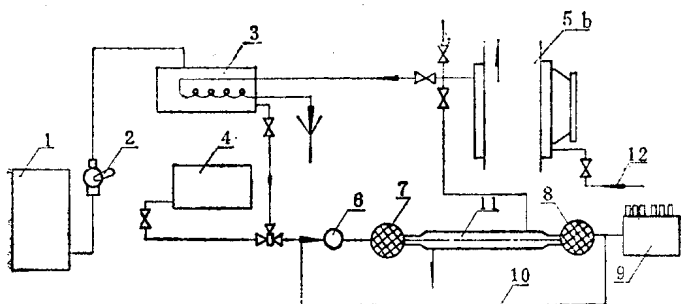


图1-1b) 浙航“107”轮燃油系统改装后加热图

1-重油储油柜, 2-手摇油泵, 3-日用重油柜, 4-轻油柜, 5a-气缸冷却水出口, 5b-废热锅炉, 6-输油泵, 7-粗滤器, 8-细滤器, 9-喷压油泵, 10-回油管, 11-蒸汽夹层加热套管, 12-冷却水出口

热量只要1,440千卡/小时就够了, 所耗热量只占总发热量的1/3左右。

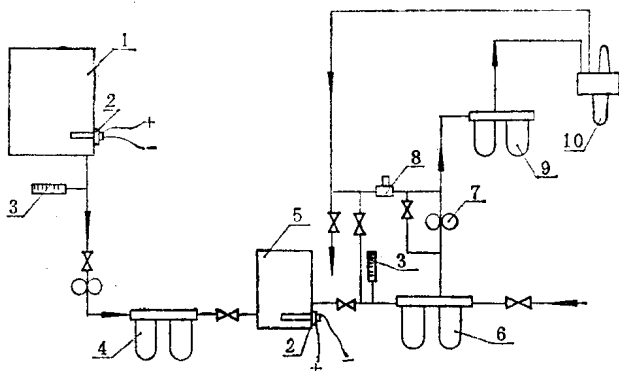


图1-2 “人民8号”试验30号重柴油电阻加热装置图

1-重油柜, 2-三根电热棒, 3-温度计, 4-粗过滤器, 5-桶 (25加仑), 6-粗滤器, 7-输油泵, 8-减压阀, 9-细滤器, 10-喷油泵

也有少数船舶是用电加热的, 如长航局人民8号轮。曾

采用过电加热方式，其燃油系统见图 1-2 所示。这种加热方式改装方便，冷车起动时也比较方便，但经济效果较差。

内河中小型船舶使用重柴油时，加热的形式不相同，效果也不一样，改装费用也有差别。如用发动机冷却水加热，油温比较低，改装工作量少，所花费用也较小。长航局有不少船舶烧用重柴油，主要是用发动机的冷却水加热，把蒸汽加热作为辅助和应急之用。有的是在加热管系上接通了蒸汽加热管系；有的是将机舱内，柴油驳油管系之总管也和蒸汽管系接通，必要时以蒸汽直接加热重柴油。用排气管废热锅炉蒸汽加热要比用冷却水加热的效果大1~1.5倍，但改装费用较前者要大，工作量也要多些。具体使用哪种加热方式，要结合各船的具体情况来选择。

这里介绍内河船舶目前用得比较多的加热装置如图 1-3 所示。

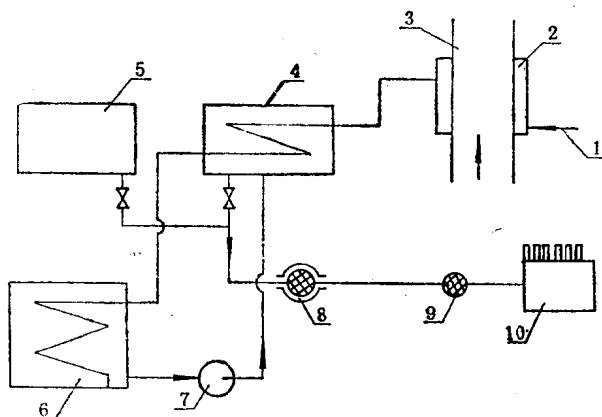


图1-3 内海船舶使用较多的重柴油加热系统图

1-主机出水；2-简易废气锅炉；3-排气管；4-日用重柴油柜；5-轻柴油柜；6-重油储油柜；7-输油泵；8-加热粗滤器；9-细滤器；10-喷油泵

这种加热装置的特点，首先是重柴油和轻柴油共同使用一套管路和滤清器，这样可缩短重油管路，并可使整套管路系统省去加热水夹层等保温设备。在停车后和起动前管路中不会发生重柴油残留，能保证及时起动。其次，不需增加输油设备，这种系统是把发动机原有输油泵改作重柴油日用油柜输油泵，将发动机进油改为重力输送。为了保证重柴油燃烧的清洁度，需在日用油柜至喷油泵之间加一保温粗滤器，所以整个改装量比较小，费用只需 1,000 元左右。

内河船舶主机烧用重柴油时，夏季温度高，自然条件好。冬季温度低，主机烧重柴油时，虽采用了加热措施，但还要考虑到有时机舱保温不好，或主机到港及中途因故停车等因素，这将直接影响机舱、油舱、温度下降，油温也会随着下降。而机舱柴油管子小，因此，存重柴油可能首先发生冻结，这会影晌主机的正常运转，威胁安全。为避免发生这种不安全因素，保证主机运转的安全可靠，一般是采取改接主机和日用油柜之间的供油和回油管系的措施。如长航局华字艇，它是将两日用油柜至两主机的供油管连通。连通管接在原日用油柜出口阀下，距出口阀的距离尽量近点，愈近愈好，对将重柴油的日用油柜更应如此。同时，还将两回油管系用管子接通。在新安装的疏通管上还要安装适当的控制阀。安装回油管系如图 1-4 所示。

有的船将回油管接通到各自主机带的柴油泵进口也是可行的，其供、回油的接通线路图如图 1-5 所示。

2. 滤清和分离的方法

随着重柴油中所含的残炭、灰分、含硫量、机械杂质和水分的增加，相应的将增加主机的磨损量。这是因重柴油中的胶质引起不完全燃烧和积碳、发动机阀门、燃烧室、气缸、