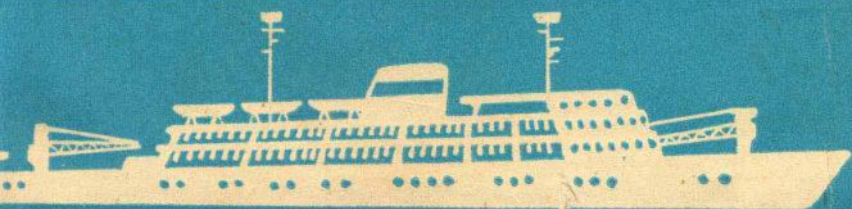
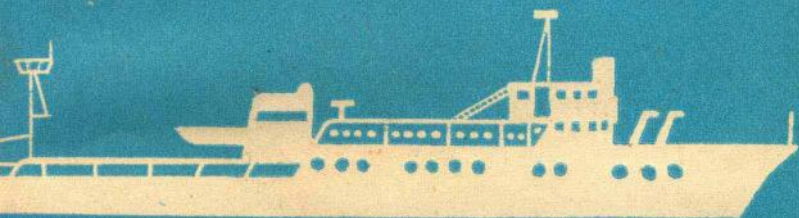


● 北京科学技术出版社



实用船舶节能问答

陈振东 胡方兰 编著



实用船舶节能问答

陈振东 胡方兰 编著

北京科学技术出版社

实用船舶节能问答

陈振东 胡方兰 编著

*

北京科学技术出版社出版

(北京西直门外南路19号)

福建省厦门市造船工程学会发行

福建省莆田县印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 6.2印张 135千字

1988年10月第一版 1988年10月第一次印刷

印数1—5000册

ISBN 7—5304—0290—0/T·51

定 价：2.80元

内 容 提 要

本书以问答形式，对船舶驾驶技术中的节油，船舶柴油机技术管理与船舶柴油机动力装置的节能技术，节能产品与装置，企业管理与节能等方面作了简明扼要的解答。

全书内容共有107个问题，是一本实用的船舶节能书籍。可供船舶驾驶员、轮机员、机修工、管理人员及有关科技人员参阅。

前 言

节能是我国四个现代化建设中的一项基本任务。在船舶营运成本中，燃料费用占35%左右，所以，节约每公斤燃油、尽量燃用价格便宜的劣质油、提高燃料的能量利用率、对降低营运成本有很大的意义。

本书在积累了一些节能经验的基础上，收集了国内外有关船舶节能的大量资料，以问答形式编著成册。全书共有107个问题，可供船舶驾驶员、轮机员、机修工、管理人员和工程技术人员参阅。

本书承蒙交通部集美航海专科学校副校长吴炳煌副教授、厦门水产学院机电系副主任陈文生副教授、福建省轮船总公司科技科科长陈泽平工程师、厦门造船学会理事长许明副总工程师审阅，并提出许多宝贵意见和建议。同时，在编著中，引述一些同志的著作和宝贵经验，作者在此一并表示衷心的感谢。

由于水平所限，书中难免有不妥之处，望广大读者来函批评指正。

编 者

目 录

第一章 船舶驾驶技术节油

- 1、航速、主机功率、油耗量三者之间有何关系? … (1)
- 2、主机功率与转速有何关系? …………… (2)
- 3、何谓经济航速? …………… (4)
- 4、何谓盈利航速? …………… (5)
- 5、减速航行与经济航速有何关系? …………… (6)
- 6、减速航行与盈利航速有何关系? …………… (9)
- 7、减速航行与船舶利用率有何关系? …………… (11)
- 8、减速航行与其它的关系如何? …………… (12)
- 9、如何选择最佳航速? …………… (17)
- 10、如何选择最佳航线? …………… (20)
- 11、最佳纵倾度与节能有何关系? …………… (22)
- 12、如何提高船舶的航行率? …………… (23)
- 13、航程变化对航行时间及燃油消耗量有哪些影响? (24)
- 14、船舶载重量对航速有何影响? …………… (24)
- 15、怎样提高载重量利用率? …………… (25)
- 16、船舶污底对航速的影响大吗? …………… (26)
- 17、应如何充分利用风向、潮流以达到节能? …………… (27)
- 18、自动舵与节能有何关系? …………… (28)
- 19、海况、气象的影响与航速失速之间有何联系? … (29)
- 20、如何配合港口停泊条件以求节能? …………… (30)
- 21、如何做好驾驶部与轮机部的密切配合? …………… (31)
- 22、坞修时哪些修理项目与节能有关? …………… (32)

第二章 船舶柴油机技术管理方面的节能

- 23、船舶柴油机保养的主要节油途径有哪些？……………（34）
- 24、合理的维修对油耗有什么影响？……………（35）
- 25、气缸压力大小对油耗有何影响？……………（36）
- 26、最高燃烧压力与油耗之间有何关系？……………（37）
- 27、最高燃烧压力不正常的原因及如何排除？……………（38）
- 28、如何调整均衡各缸压力 P_c 、 P_z 、 P_i ，及其对节油的影响？……………（39）
- 29、如何提高废气涡轮增压器的综合效果以降低油耗？（40）
- 30、废气涡轮增压器常见故障及排除方法有哪些？…（40）
- 31、燃油雾化的质量与油耗之间有何关系？……………（46）
- 32、喷油器常见故障及如何排除？……………（47）
- 33、喷油泵常见故障及如何排除？……………（50）
- 34、如何优选喷油提前角以节油？……………（52）
- 35、燃油系统的检测和调整与节油之间有何关系？…（57）
- 36、气阀间隙与配气定时对油耗有何影响？……………（58）
- 37、冷却水温度对油耗有何影响？……………（59）
- 38、如何排除冷却水温度及压力不正常之故障？……（64）
- 39、柴油机为什么不宜长时间低速运转？……………（67）
- 40、应如何选择节油运行点？……………（67）
- 41、减速航行时主机性能如何调整？……………（68）
- 42、排气烟色异常对油耗有何影响？……………（70）
- 43、排气温度不正常对油耗有何影响？……………（73）
- 44、示功图图象不正常对油耗有何影响？……………（75）
- 45、柴油机形成后燃的主要原因是什么？……………（78）
- 46、什么叫粘度？粘度的单位有哪几种？……………（79）

47、外界压力和温度对粘度有哪些影响？	(80)
48、什么叫十六烷值和柴油指数？	(81)
49、什么叫闪点、热值、自燃？	(81)
50、什么叫燃油比重？有什么意义？	(82)
51、什么叫馏程？	(83)
52、什么叫残炭、灰分、实际胶质？	(84)
53、什么叫含硫量、机械杂质和水分？	(84)
54、什么叫凝点、浊点和倾点？	(85)
55、国产船用燃油的主要性能、质量指标如何？	(85)
56、高速柴油机以重柴油代轻柴油效益如何？	(91)
57、中速柴油机使用混合油会遇到哪些问题？	(93)
58、如何合理选择燃油品级？	(96)
59、如何节约润滑油？	(98)
60、国产柴油机润滑油的主要性能、质量指标如何？	(100)
61、如何选用润滑油？	(100)
62、润滑油的混合应注意哪些问题？	(104)
63、如何从化验结果判断润滑油的质量及采取相应措 施？	(104)
64、如何确定润滑油的更换？	(106)

第三章 船舶柴油机动力装置的节能技术

65、主机轴带发电机有何优越性？	(109)
66、采用舷外进气的优点是什么？	(110)
67、加装增压器可节油吗？	(110)
68、非增压柴油机进气管如何进行节能改装？	(111)
69、小型高速柴油机惯性增压应注意哪些问题？	(112)
70、怎样进行排气扩压管的节能改装？	(114)

71、船舷壁夹腔淡水冷却器应用范围?	(115)
72、余热回收有哪些途径?	(116)
73、如何提高推进效率?	(117)
74、低转速大直径螺旋桨的应用范围?	(117)
75、导流管螺旋桨的应用范围?	(118)
76、可调螺距螺旋桨的应用范围?	(119)
77、串列螺旋桨的应用范围?	(119)
78、加装减速齿轮箱有何经济效益?	(120)
79、船、机、桨如何合理配合?	(123)

第四章 推广应用有经济效益的节能产品、装置

80、如何选用燃油磁化节油装置?	(125)
81、什么叫燃油掺水节油技术?	(126)
82、如何选用金属清洗剂?	(127)
83、怎样选用燃油节能添加剂?	(129)
84、怎样应用润滑油节能添加剂?	(131)
85、使用冷却水处理剂有何益处?	(131)
86、怎样提高功率因数降低无功损耗?	(132)
87、如何使用锯末滤芯以延长润滑油寿命?	(133)
88、使用V—6电瓶增强剂经济效益如何?	(134)
89、自抛光防污涂料的作用有哪些?	(136)
90、如何应用补偿导管及导流罩推力鳍节能装置?	(137)
91、如何发挥微型计算机在船舶自动化应用中的节能效果?	(140)

第五章 企业管理与节能

92、如何评价节能措施的经济效果?	(141)
-------------------------	---------

- 93、节能投资应计入船舶成本吗? (141)
- 94、如何制定船舶燃油消耗定额? (142)
- 95、如何考核燃油的消耗定额? (143)
- 96、如何加强能源管理的基础工作? (145)
- 97、企业能源管理机构及专职机构的职责是什么? (147)
- 98、如何做好科学调度、合理运输? (148)
- 99、如何加强机务管理、降低油耗? (149)
- 100、应如何制定老旧船退役制度,并对耗能高的船进
行技术改造? (150)
- 101、新设计船如何注意合理船机匹配? (152)
- 102、订造和新设计的船舶应如何选用能耗低及燃用
劣质油的船用柴油机? (152)
- 103、新造船舶如何注意选择低阻力节能船型? (154)
- 104、新造船舶如何考虑节能措施? (155)
- 105、购置旧船时应注意哪些节能技术要求? (156)
- 106、怎样利用因果分析图找出船舶燃料费用高的原
因? (156)
- 107、国外船舶节能措施有哪些? (158)

第一章 船舶驾驶技术节油

1、航速、主机功率、油耗量三者之间有何关系？

答：根据海军系数法：

$$C = \frac{\Delta^{2/3} V^3}{N_e} \quad (1-1)$$

式中： Δ —船舶排水量（吨）；

V —航速（节）；

N_e —主机持续功率（千瓦）；

C —海军系数。

大量的船舶试航结果分析，得出这样一个结论：即对于船型、主尺度和航速相近的、机器类型相同、传动方式和螺旋桨的数目相同，它们的海军系数 C 无明显差异。

由于同一艘船舶在降速前后形状、大小、载重量相等，所以 C 几乎是相等，则（1-1）式可改为：

$$\frac{V_1^3}{N_{e1}} = \frac{V_2^3}{N_{e2}} \quad (1-2)$$

式中： V_1 —降速前航速；

N_{e1} —降速前主机功率；

V_2 —降速后航速；

N_{e2} —降速后主机功率。

（1）改变航速后的主机功率：

从（1-2）式可导出：

$$N_{e2} = N_{e1} \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^3 \quad (KW) \quad (1-3)$$

(2) 改变主机功率后的航速:

从(1-2)式可导出:

$$V_2 = V_1 \sqrt[3]{\frac{Ne_2}{Ne_1}} \quad (kn) \quad (1-4)$$

(3) 改变航速后的燃油消耗量:

$$G_2 = ge \cdot Ne_2 \frac{S}{V_2} \times 1000 \quad (kg) \quad (1-5)$$

式中: G_2 —改变航速后的耗油量(千克);

ge —燃油消耗量(克/千瓦·小时);

S —航行距离(海里)。

2、主机功率与转速有何关系?

答:一般螺旋桨转速较低的民用船舶,螺旋桨所需的功率与其转速的三次方成正比关系,这个关系称为螺旋桨的推进特性。

当柴油机直接传动螺旋桨时,螺旋桨强迫柴油机按照自己的规律而变化,即强迫柴油机按照螺旋桨的推进特性工作。此时,柴油机的功率和转速的关系应满足:

$$千瓦 = cn^3 \quad (2-1)$$

式中: n —主机转速(转/分);

$$c—常数 \left(c = \frac{Ne}{n^3} \right)。$$

螺旋桨推进特性应在实船运转情况下测定才比较符合实际,但常常由于设备条件所限,不能实现。所以推进特性一般多在试车台上测取,即根据 $KW = cn^3$ 来测定。现把测试结果列为表格以方便查用。

表2-1为主机转速与功率换算表(转速% = $\sqrt[3]{\text{千瓦}\%}$)。

表 2-1 主机转速与功率换算表 (转速% = $\frac{3}{\sqrt{\text{千瓦}}}$ %)

千瓦	转速	千瓦	转速	千瓦	转速	千瓦	转速	千瓦	转速
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	21.54	48	78.30	64	86.18	80	92.83	96	98.65
5	36.84	49	78.84	65	86.62	81	93.22	97	98.99
10	46.42	50	79.37	66	87.07	82	93.60	98	99.33
15	53.13	51	79.90	67	87.50	83	93.98	99	99.67
20	58.48	52	80.41	68	87.94	84	94.35	100	100.00
25	63.00	53	80.93	69	88.37	85	94.73	101	100.33
30	66.94	54	81.43	70	88.79	86	95.10	102	100.66
35	70.47	55	81.93	71	89.21	87	95.46	103	100.99
40	73.68	56	82.43	72	89.63	88	95.83	104	101.32
41	74.29	57	82.91	73	90.04	89	96.19	105	101.64
42	74.89	58	83.40	74	90.45	90	96.55	106	101.96
43	75.48	59	83.87	75	90.86	91	96.91	107	102.28
44	76.06	60	84.34	76	91.26	92	97.26	108	102.60
45	76.63	61	84.81	77	91.66	93	97.61	109	102.91
46	77.19	62	85.27	78	92.05	94	97.96	110	103.23
47	77.75	63	85.73	79	92.44	95	98.30		

(1) 改变主机转速后的实发千瓦:

先求转速百分比 (实用转速 ÷ 额定转速), 得出百分数后, 再查表 2-1 得到相应的功率百分数, 将此功率百分数乘上持续功率即得实发功率。 (2-2)

(2) 改变主机实发千瓦后的转速与求改变主机转速后的实发千瓦反求。

3、何谓经济航速?

答: 船舶经济航速 V_e 是指最低成本时的航速。经济航速按下列方法导出:

(1) 船舶航行一天所需费用:

$$Ca = S_{fv} + KV^3 \quad (\text{元}) \quad (3-1)$$

式中: S_{fv} —船舶的固定费用 (不包括港口费用);

K —船舶与航速有关的主机燃油消耗系数。

(元/ $V^3 \cdot \text{天}$)。 ($K = \frac{\text{每天燃油费}}{V^3}$)。

(2) 船舶每航行一海里所需要的费用 (S_{va}):

$$S_{va} = \frac{Ca}{24V} = \frac{1}{24} \left(\frac{S_{fv}}{V} + KV^2 \right) \quad (3-2)$$

(3) 船舶经济航速 V_e :

将公式 (3-2) 微分:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dv} S_{va} &= \frac{d}{dv} \left[\frac{1}{24} \left(\frac{S_{fv}}{V} + KV^2 \right) \right] \\ &= \frac{1}{24} \times \frac{2KV^3 - S_{fv}}{V^2} \end{aligned}$$

当 $\frac{ds}{dv} = 0$ 时, S_{va} 最小, 则 $2KV^3 - S_{fv} = 0$

$$V_e = \sqrt[3]{\frac{S_{fv}}{2K}} \quad (\text{kn}) \quad (3-3)$$

(4) 船舶航行一海里的最低费用 (S_{vmin}):

将 $KV^3 = \frac{S_f v}{2}$ 代入公式 (3-2) 得

$$S_{vmin} = \frac{1}{16} \sqrt[3]{2KS_f v^2} \text{ (元)} \quad (3-4)$$

从船舶整个营运期来说, 采用经济航速虽可降低营运成本, 但延长航期, 减少盈利, 所以不一定是经济合理的措施。为了保证船舶既节省燃油又获得较大的经济收益, 我们应根据船舶航次的具体情况全面考虑。例如, 船舶在航行中预计不能在节假日之前赶到目的港时, 可使用经济航速以降低燃油消耗。又如, 由于港口能力限制, 货源不平衡, 气象影响等因素, 船舶到港不均衡, 出现压港现象。当调度了解到这种情况后, 即向在航船舶发出电告, 布置船上合理使用经济航速。这对大吨位船舶节约燃油数量是很可观的。

4、何谓盈利航速?

答: 盈利航速 V_r 是船舶获得最大利润时的航速。盈利航速 V_r 可按下列计算方法导出。

(1) 船舶每营运天的盈利水平 (r) 可用下列公式表示:

$$r = \frac{F - C_v'}{T_v} \quad (4-1)$$

式中: F —船舶运费净收入 (扣除港口费、佣金和税金);

C_v' —船舶航次总成本 (元);

T_v —营运天数, $T_v = T_a + T_b$ 。

T_a —船舶航行天数;

T_b —船舶停泊天数。

(2) 船舶航次总成本 (C'_v):

$$C'_v = T_v \cdot S_{fv} + T_a \cdot KV^3 \quad (4-2)$$

$T_a = \frac{S}{24V}$, 将 T_a 代入 (4-2) 式, 再代入公式 (4-

1) 化简得: (式中 S —运距海里)

$$r = \frac{24 \frac{F}{S} V - KV^3}{1 + 24 \frac{T_b}{S} \cdot V} - S_{fv} \quad (4-3)$$

$$V^2 (1 + 16 \frac{T_b}{S} V) = \frac{8F}{KS} \quad (4-4)$$

(3) 船舶最大盈利速度:

$$V_r = \sqrt{8F/KS} \quad (4-5)$$

从公式 (4-4)、(4-5) 中可看出, 在运价高、航行率高 (码头装卸效率高、货源充足、停泊时间短、营运率高)、港口费用开支小等情况下, V_r 为高, 反之 V_r 为低。而与航速有关的主机燃油消耗系数 K 越大, 则 V_r 越低。也就是说当油价升高、主机油耗高、船体污染严重时, 则 V_r 就低, 反之 V_r 就高。运距 S 延长, 则 V_r 降低, 但 F 升高。所以一般长航线配大船, 高速船; 短航线配小船, 低速船。

5、减速航行与经济航速有何关系?

答: 减速航行之目的是为了节省燃油费用。为了保证柴油机正常运转, 根据柴油机制造厂的建议和运转实况, 规定以主机最大持续功率的 50% 为下限值。所以一般航速降低不超过 20% (近似半功航行)。若要进一步降速, 则要采取一定的技术措施, 否则主机偏离设计工况太多, 使排温降低, 增压

扫气过程不良，燃油系统严重失调，燃烧恶化，还由于循环温度过低及气缸注油控制失调，产生低温腐蚀及缸套、活塞环磨损加剧等问题。另外，还要注意避免或限制低转速下主机和船体振动的加剧。

长期减速20%航行或短期内减速超过20%航行的船舶可采取下列几项技术措施：

(1)提高主机扫气压力，可用提高排温，使增压器转速升高，或用节流废气透平增压器，以提高透平前压力。

(2)改善燃料的雾化及燃烧，可采取适当提前喷油角 $1^{\circ} \sim 5^{\circ}$ ，从而改善在低负荷下燃烧过晚的弊病，并适当调高喷油压力，调整进、排气阀配气相角或适当调高压缩比、压力及更换小喷孔油嘴等，以利气缸内燃烧得更完善。

(3)提高循环温度，防止低温腐蚀，可适当提高缸套冷却水温及排气温度。

(4)控制气缸注油量，防止因过量供油而造成扫排气系统的污染，使缸套、活塞环的磨损加剧，可通过调整注油量调节手柄位置或调整调节螺钉来进行人工减油。

(5)主机不回复到正常持久功率下运转时，可采取切割螺旋桨随边来达到机桨相匹配。

船舶经济航速 V_e 是在最低成本时的航速。

根据(3-3)式，
$$V_e = \sqrt[3]{\frac{S_{fv}}{2K}} \quad (\text{kn})$$

船舶航行一海里的最低费用：

根据(3-4)式，
$$S_{v\min} = \frac{1}{16} \sqrt[3]{2KS_{fv}^2} \quad (\text{元})$$

举例说明：

某沿海货轮载货量5千吨，每天固定费用 S_{fv} 为3500元，