

# 洞庭湖区船舶主机选型调查及分析

周慧良

**摘 要** 船舶主机是船舶动力装置最重要的组成部分,船舶主机的选择对船舶动力的可靠性、经济性、机动性等将产生直接的影响。通过对洞庭湖区主机选用现状的调查,分析了船舶主机选型应考虑的主要因素。

**关键词** 船舶主机 柴油机 选型

船舶动力装置是船舶的心脏,船舶主机是船舶动力装置最重要的组成部分。船舶主机的选择对船舶动力装置的可靠性、经济性、机动性等将产生直接的影响。在洞庭湖区船舶主机选用状况的调查时,发现有些船舶由于主机选用不当,致使船舶动力装置性能得不到应有的发挥,营运成本增加,从而达不到预期的经济效益。

## 1 洞庭湖区主机选用现状

由于受到航区限制及经济因素的影响,目前洞庭湖区所选用的主机大部分是中小型高速柴油机及少量的中速柴油机,无低速柴油机,均采用主机配带减速齿轮箱的推进型式。主要机型有 105 系列、135 系列、160 系列、170 系列、250 系列及斯太尔和康明斯系列等。主机单机额定功率范围为 29.4 ~ 339 kW,主机额定转速范围为 600 ~ 2 100 r/min,几种典型船舶所采用主机的主要技术参数见表 1。

## 2 主机功率的选定

### 2.1 主机有效功率的选定

在额定工况下,主机的功率由船舶的最大航速来确定,随着船舶营运时间的延长,船舶水线以下附生物增多,使船舶附体阻力增加,航速降低。为了保持船舶的航速,动力装置的功率往往取大些,一般大 10%。在船舶以一定的航速前进时,螺旋桨产生的推力必须克服船舶对水和风的阻力,这些阻力取决于船舶的线型、尺寸、航行速度以及风浪大小和航道深浅等。

推进船舶所需的有效功率为

$$P_E = R \cdot V_s \cdot 10^{-3}$$

式中:  $P_E$ ——有效功率, kW

$R$ ——船舶阻力, N

$V_s$ ——船舶航速, m/s

在进行新船设计时,若要确定主机的功率,只要已知母型船的排水量、功率及航速等技术参数,可采用“海军系数法”进行估算,即

$$P_E = \frac{2}{3} \cdot V^3 / C$$

式中: ——排水量, t

$V$ ——航速, km/h

$C$ ——海军系数,与船型有关,根据同类型及尺度相近的母型船来估算

### 2.2 主机输出功率的选定

船舶阻力确定后,主机输出功率尚须考虑到推进器的推进效率、轴系传动效率、船身效率等因素后,才能最终确定。

## 3 主机转速的选定

按《内河船舶设计手册》的标准,柴油机按转速划分为

	转速 / (r/min)	活塞平均速度 / (m/s)
高速柴油机	> 750	> 9
中速柴油机	350 ~ 750	6 ~ 8
低速柴油机	< 350	7

柴油机转速对柴油机的可靠性将产生直接的影响,例如柴油机活塞组大修前的使用寿命为:

低速大功率柴油机  $4 \times 10^4 \sim 8 \times 10^4$  h

中速柴油机  $8\ 000 \sim 1.2 \times 10^4$  h

高速柴油机  $3\ 000 \sim 5\ 000$  h

同样型号的柴油机,虽然相对较高的转速,能发挥出相对较大的功率,但机械负荷会随之增加,使用寿命也就相对缩短。建议洞庭湖区的货船主机额定

作者简介:周慧良现工作于湖南省岳阳市港口航务管理局,工程师。

收稿日期:2005 - 02 - 21

表 1 洞庭湖区各类船舶的有关参数

序号	船舶类型	满载排水量 /m <sup>3</sup>	船长 × 船宽 × 吃水 /(m × m × m)	主机型号	额定功率 /kW	台数	额定转速 /(r/min)	齿轮箱 型号	减速比	单位排水量功率 /(kW/t)
1	120DWT甲板货船	181.280	33.80 × 6.50 × 1.60	X6105C	53	1	1 500	ZF40	3	0.292
2	360DWT散化船	564.000	43.00 × 8.80 × 2.60	6160A - 12	136	1	750	Z300	2.5	0.241
3	700DWT散化船	1 030.800	48.00 × 8.40 × 4.00	6170ZLC - 1	250	1	1 000	Z300	3.53	0.243
4	1 400DWT货船	1 800.000	69 × 12.50 × 3.40	R6160ZC3.4	220	2	1 000	300	3.5	0.244
5	1 800DWT货船	2 500.000	79.0 × 13.80 × 3.80	Z6170LCZ - 6	220	2	1 200	300	3.5	0.176
6	1 600DWT自卸运砂船	2 135.000	62.5 × 13 × 4.4	KTA19 - M500	339	2	1 744	SCG3503	6.55	0.318
7	1 700DWT自卸运砂船	2 350.000	81 × 13.5 × 3.63	NTA855 - M400	271	2	2 027	D300	5	0.231
8	1 500DWT散化船	2 032	68 × 12.6 × 3.6	X6170ZC350	258	2	1 000	G300	3.5	0.254
9	1 370DWT江海直达散化船	2 438.27	73.2 × 12.1 × 4.8	X6170ZC - 05	300	2	1 000	HC400	3.5	0.246
10	124TEU 船	2 085.457	70.8 × 13 × 3.40	6250ZC	298	2	600	YT750	2	0.286
11	拖船	254.752	31 × 8 × 2.9	6250C	199	2	600	ZT750	3	1.562
12	拖船	104.750	23.9 × 6.4 ×	6160A - 1/2	99	2	750	ZHC250	2	1.890
13	测量船	66.130	24 × 5 × 1.80	6135Ca	88.3	2	1 500	135	2.5	2.671
14	120人客船	52.074	27 × 4.8 × 1.44	6135ACa	110.3	2	1 500	120C	2	4.236
15	150人客船	85.80	26 × 6 × 1.50	X4105C	32	2	1 500	ZF40	3	0.746
16	33人玻璃钢快艇	9.020	14 × 2.50 × 1.23	H615.68C02	205	1	2 100	120C	2	22.727
17	玻璃钢快艇	19.89	18.8 × 3.72 × 1.56	WD615.61C - 2	147	2	2 100	120C	2	14.781

转速不宜突破 1 500r/min,尽量选用转速较低的柴油机,以延长大修的时间。而小缸径高速大功率柴油机由于单位功率重量小,结构紧凑,用于高速艇、客船较为适宜。

4 主机重量和尺寸指标的选定

4.1 重量指标

重量指标是相对于主机功率或者船舶的排水量而言的。它主要包括单位额定功率的重量和单位满载排水量的重量。在一定的排水量下,为了保证船舶具有足够的载货量,要求动力装置重量轻些为好。但对排水量相同的船舶,由于彼此的航速不同,所需的功率也不同,从而动力装置的重重量相差也很大。对内河船舶,特别是浅水船及小艇,选择单位重量轻的主机具有重要的意义。

4.2 尺寸指标

为了表征机舱的面积和容积利用,可用面积饱和度及容积饱和度来确定。面积饱和度即 1m<sup>2</sup> 机舱面积所分配的主机额定功率。容积饱和度即 1m<sup>3</sup> 机舱容积所分配的主机额定功率。面积饱和度及容积饱和度大,表示机舱内机械设备布置得紧凑,利用程度高。但有个前提,机舱布置必须满足规范的要求,保证主机及其它设备具有足够的维护和操作空

间,尽量紧凑布置,以使船舶增加有效的装载容积。对于洞庭湖区的货船,重量指标的影响不是很大,但高速船的面积饱和度和容积饱和度比其它船要大得多,机舱布置要更加紧凑。

5 主机经济指标的选定

5.1 主机的燃料消耗率和滑油消耗率

燃料消耗率和滑油消耗率即单位时间内有效功率所消耗的燃料量和滑油量。燃油和滑油的消耗量指标直接影响船舶的经济性和船舶的续航力。因此,内河船舶应尽可能选取燃油、滑油消耗率低的主机。近年来国内外厂商生产了一批节能机型,在主机选型时应予优先考虑。

5.2 主机 1km 燃料消耗量

它是 1 个全面性的燃料经济指标。船舶在全功率、全航速下的时间不多,经常使用的是部分负荷航行,或者变化频繁。在主机 1km 燃料消耗量与所对应的航速变化特性曲线中,最小值所对应的航速为经济航速。但这里的经济航速,并非为船舶最大的盈利航速,尚须考虑船舶的折旧费、客货的周转量、运输成本及利润等因素。不同的航区和船种将有其相应的最大盈利航速。需要通过调研、统计及分析加以确定。

## 6 主机性能指标的选定

主机性能指标包括装置的可靠性、机动性、使用寿命、振动噪声以及机舱自动化等。它是进行动力装置选型的重要依据,也是反映装置好坏及特点的重要指标。主要使用寿命及维修工作量不仅对船舶营运经济性有相当的影响,而且与轮机人员的管理工作有着直接的重要的关系。

## 7 价格因素的影响

船舶动力装置造价是船舶造价中 1 个较大的项目,一般情况下约占船舶总造价的 20% ~ 40%。主机选定后,其它的一些辅助设备也随之确定,所以它对于机电设备的造价起决定性作用,在选型时要统一考虑。合理的选择将有助于降低船舶的总造价,可使船舶初始费用减小、营运经济性提高。

## 8 结束语

主机选型从技术角度出发,常常考虑的是燃油、

滑油消耗率形成的经济性以及使用的可靠性等,而船东往往将初期投资费用和使用习惯放在首要位置。由于考虑角度重点不同,出现了在同一类型船中,选用不同主机不同功率的情况。船舶主机的最优选择,应该是在满足一定航速条件下,使所选择的主机具有最高的经济性,实现船机桨的最佳匹配。船舶主机动力发挥利用情况与螺旋桨的配合密切相关,要求使柴油机的功率得到充分发挥,并与所驱动的螺旋桨匹配得当。目前国内柴油机的生产技术已比较成熟,完全能满足国内船舶营运的要求,因此在选型时最好选用国内的产品。

在选择厂家时,应贯彻“就近”原则,这样可减少运输困难并有利于维修。

### 参考文献

- 1 长江船舶设计院. 内河船舶设计手册. 北京:人民交通出版社, 1989
- 2 中国船舶工业总公司. 船舶设计实用手册. 北京:国防工业出版社, 1999
- 3 程国瑞. 船舶动力装置原理. 北京:人民交通出版社, 2001

(上接第 33 页)

远大于相应的  $x$  轴的相对误差,这表明  $y$  轴的预测没有在  $x$  轴的精确。导致这个结果的原因是在每次的预测与校正中, $x$  轴的相对误差要更新 2 次,然而  $y$  轴的相对误差只更新 1 次。运用卡尔曼滤波器来跟踪船舶,可以提高 50% 的效率。因为只要处理船舶几何中心在  $x$  轴方向的位置,然后通过  $x$  轴和  $y$  轴之间的关系,直接得到船舶在  $y$  轴的位置。在测量更新阶段,可以只进行涉及到  $x$  轴方向的预测。接着采用观察值和预测值之间的差异不断更新相对误差,从而提高预测精确。

## 4 结论

本文对船舶的航迹跟踪进行了研究,提出了预测器的概念,即利用卡尔曼滤波器建立预测器,对跟踪的特征点的未来位置进行预测。在极短的时间

内,通过雷达等一系列设备完成对船舶的跟踪。从上面的仿真结果来看,得出的数据比较合理。另外,对航迹  $x$  坐标和  $y$  坐标的误差进行分析,得出在  $y$  轴的相对误差远大于相应的  $x$  轴的相对误差,但是这些误差是处于允许范围之内。因此可以得出结论,卡尔曼滤波器在雷达等探测跟踪设备上有着广阔的应用前景。

### 参考文献

- 1 Raface C Gonzalez, Richard E Woods, Steven L Eddins. Digital Image Processing using Matlab. Prentice Hall, 2004
- 2 卡尔曼滤波器及其应用基础. 北京:国防工业出版社, 1990
- 3 高磊等. 自适应推广 Kalman 滤波应用水下被动目标定位. 系统工程与技术, 2001 (5)
- 4 贾欣乐,杨益生. 船舶运动数学模型. 大连:大连海事大学出版社, 1998
- 5 张吉平. 关于航迹精确计算方法的研究. 大连海事大学学报, 1995 (3)