

船舶设计

大中型集装箱船主要要素估算公式

上海远洋运输公司 宋振平

摘 要:集装箱数和主机功率是集装箱船的重要要素,本文作者通过统计分析,给出了估算集装箱船装载箱数和主机功率的公式。

关键词:集装箱船 主要要素 估算公式

船舶 集装箱数

主机功率
前言

近年来,中国远洋运输总公司在国内外建造了许多新船,其中集装箱船占新造船数的比例约为70~80%。上海远洋公司近年来建造的船基本上都是大、中型集装箱船,这样就给我们负责造船的人员在了解、研究集装箱船方面提出了更高的要求。

为了在新造船的技术分析初期对大、中型集装箱船的主要要素有一个简便而又有一定精确度的估算,本文在研究中远系统建造的大、中型集装箱船船型资料的基础上,通过统计分析并应用回归方法,得到能反映大、中型集装箱船特征的载箱数估算公式。同时,本文收集了主机功率估算公式资料,在集装箱船的技术分析初期估算及初步设计阶段均得到应用。

一、载箱数

集装箱船不同于一般的货船,在设计时一方面要考虑装载标准集装箱箱位布置,另一方面要满足载重量的要求、集装箱船的装

箱数。首先要考虑满足上述两个条件,它是集装箱船最重要的特征参数。

集装箱船的装箱数主要由甲板载箱数及舱内载箱数组成。甲板上的载箱数,主要与甲板面积、舱口盖承载能力、船舶稳性布置及驾驶视线有关。从收集的中远系统大、中型集装箱船的资料来看,甲板上一般为四层,少数船为五层。一般甲板箱列数较舱内多二至三列,中型集装箱船甲板载箱数与舱内载箱数基本相似,而大型集装箱船由于层数远远大于甲板载箱层数,因此,舱内装箱数一般大于甲板载箱数。本文收集了中远系统大、中型集装箱船的资料(表1),对载箱数进行分析研究(见图1),通过回归方程得到以下估算公式:

$$N_T = N_D + N_H$$

$$N_D = 3 \times 10^{-11} (LBE_0)^3 - 10^{-6} (LBE_0)^2 + 0.056 LBE_0 - 100$$

$$N_H = -5.94 \times 10^{-8} (LBDC_0)^2 + 273.1 \times 10^{-4} LBDC_0 - 517$$

式中 N_T ——总载箱数;

N_D ——甲板载箱数;

N_H ——货舱内载箱数。

以上公式将甲板载箱数看成是船长、船宽及层数的函数,将舱内载箱数看成是船长、

船宽、型深及方型系数的函数,估算结果如表 2 所列,不难看出上述公式有一定的准确性。

表 1 中远大、中型集装箱的主要要素

船 名	L_{pp}	B	D	C_b	E_o	Δ	V	KW
大河	263.3	32.2	21.2	0.627	4	63747	24	34421
天后	259.2	32.2	21.2	0.68	4	65421	24	27870
昔河	224.0	32.2	15.6	0.699	4	55475	19	16747
民河	224.5	32.2	18.8	0.694	4	55175	19	16670
荣河	178.0	28.4	15.6	0.745	4	42485	16.5	12522
春河	158.2	28.4	15.5	0.687	4	33925	16.5	10805
秋河	162.0	28.4	15.5	0.65	4	33690	16.5	10050
香河	19.09	28.4	15.6	0.694	4	40512	16.7	10860
星河	160.0	28.4	15.5	0.674	4	33605	16.5	9933
冰河	186.0	28.4	15.5	0.734	4	42545	16.5	10800
辽河	158.2	28.4	15.45	0.688	4	33925	17.2	11558
汾河	157.0	28.4	14.0	0.628	4	27800	16.7	10040
秀河	178.0	28.4	15.6	0.74	4+1	42480	18.8	15706
中河	264.2	32.2	21.5	0.653	4	63925	24	34380
聪河	259.9	32.2	21.2	0.683	4	61427	24	34300
鲁河	267.0	39.8	32.6	0.606	4+1	79100	24.5	40393

表 2 载箱数估算分析表

序号	船舶名称	船长	船宽	型深	方形系数	甲板堆放层数	$N_D = 3 \times 10^{-4} (LBE_o)^2 - 10^{-4} (LBE_o)^2 + 0.056LBE_o - 100$ $N_H = -5.94 \times 10^{-8} (LBDC_o)^2 + 273.1 \times 10^{-4} LBDC_o - 517$		计算结果	实际箱数	误差
		L	B	D	C_b	E_o			N_T	N_T	
		m	m	m		层	N_D	N_H	TEU	TEU	%
1	聪河	259.9	32.2	21.2	0.70	4	1780	1960	2740	3802	-1.6
2	中河	264.2	32.2	21.5	0.71	4	1830	2028	3858	3764	2.5
3	川崎	267.0	39.8	32.6	0.606	4+1	2778	2600	5378	5250	2.4

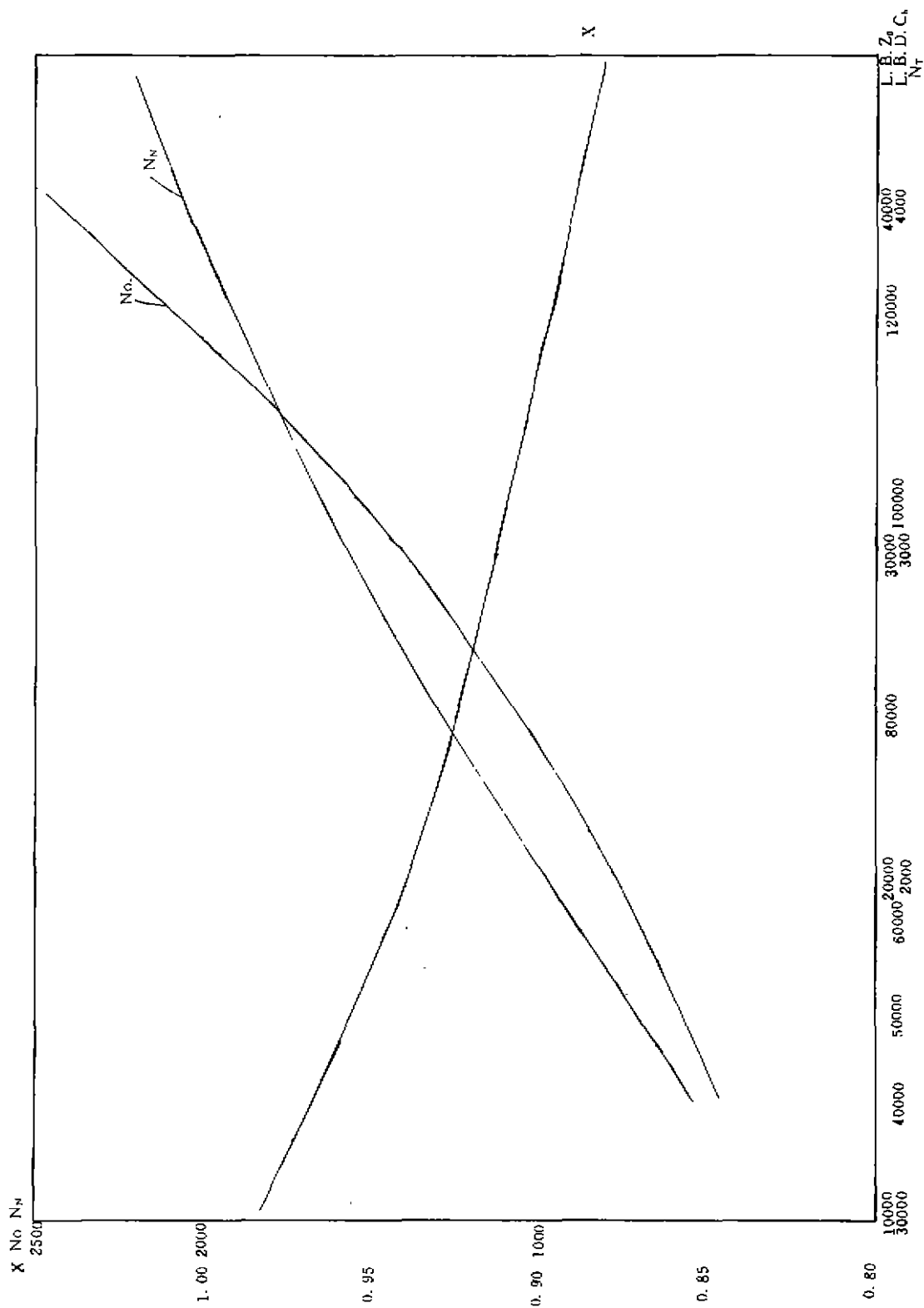


图1 装箱数相关线图

二、主机功率

在大、中型集装箱船的设计、技术分析阶段,除了对载箱数、航速要有个初步的估算,还要求对主机马力有较为准确的估算,才能得到一个较优良的船型。马力估算较富裕,船模试验就非常容易达到指标,即不需要对船体线型的艏、艉部线型优化及采用节能措施就能满足预估的马力指标。但是所得的船型就不可能优良。

我公司 1991 年在广州船厂建造的 21000 吨多用途船,估算马力指标要求较高,经过船厂和研究部门对船模进行反复多次的优化后得到了满意的效果。因此,21000 吨多用途船的船型是较优良的。由此可见,对马力的估算是十分重要的。

近年来,对集装箱船的功率估算公式较多,但我远洋公司的造船部门来说较复杂,因为需要考虑一些图谱或需要许多船模试验资料的分析才能较准确的估算出结果。本文参考了一些海军系数的演变公式: $P_E = C\Delta^{2/3}V^3$ 演变而成 $P_E = CN_T^{0.6477}V^3$ 或 $P_m = C_m N_T^{0.6477}V^3$,认为有一定的实用性。但该公式对大、中型集装箱船的估算误差较大,经过反复演算,发现 N_T 的指数 0.6477 实用范围较小,这一指数随着集装箱船载箱数的增加有一个较规律的变化值。本文经过回归分析,将这一指数看成是总装箱数的一个函数,公

式可为:

$$P_E = CN_T^X V^3$$

$$\text{或 } P_m = C_m N_T^X V^3$$

式中 P_E ——有效马力;

P_m ——主机马力;

C, C_m ——海军系数;

N_T ——载箱数(TEU);

V ——航速(海浬/时);

X ——为 N_T 的函数指数。

当 $N_T > 2000 \text{ TEU}$ 时 $X = 2.5 \times 10^{-9} N_T^2 - 3.95 \times 10^{-5} N_T + 1.01$;

当 $1200 \text{ TEU} \leq N_T \leq 2000 \text{ TEU}$ 时 $X = 6 \times 10^{-9} N_T^2 - 5.9 \times 10^{-5} N_T + 1.035$ 。

以上公式使用简便,从应用其估算的两艘船的数据来看,有一定的准确性(见表 3),对我公司的造船部门有一定的实用价值。

小 结

上述装箱数及主机功率的估算公式是参考了许多国内有关造船方面的资料,在我公司集装箱船资料进行分析后,认为一些公式应用于大、中型集装箱船有一定的误差,在对资料计算分析的基础上作了一定的改进,并能从我公司造船资料上反映出有一定的精确度,而且公式估算方便,但由于收集的资料不多,特别是验证的资料少,故有一定的局限性,但作为对新造船进行初步分析还是有一定的实用性。

表 3 主机功率估算应用表

船 名	载箱数	服务航速	计算功率 P_m	实船功率 P_m	误差
	TEU	海浬/时	kW	kW	%
聪 河	3802	24	34690	34300	+1.1
LUHE	5250	24.5	41105	43088	-4.6