

超大型与传统型集装箱船操纵性差异探析

杨勇，梁凯

(青岛引航站，山东 青岛 266011)

摘 要：通过对 3E 级超大型集装箱船舶基本参数进行统计分析，并与传统集装箱船进行对比，总结出该类型船舶在船型和操纵性能上所存在的差异。结合实船操纵经验给出操纵时的注意事项，对超大型集装箱船的安全操纵提供参考建议。

关键词：超大型集装箱船；操纵性；差异

中图分类号：U675 文献标识码：A

0 引言

海运业正在随着全球经济一体化和造船技术的不断发展而迅猛发展。船公司为保护环境、节约能源和追求更大的经济效益，越来越多的超大型船舶被投入运营。“3E 级”超大型集装箱船就是其典型代表。随着船舶尺度和载箱量的不断增大以及新型主机的广泛应用，超大型集装箱船与传统集装箱船相比在船型和操纵性能上存在较大差异，给船舶驾、引人员带来了新的风险和挑战^[1]。

1 “3E 级”超大型集装箱船船舶特征

“3E”理念最早是由马士基航运公司所提出，它是经济（economical）、节能（energy conservation）、环保（environmental protection）的简称。此型集装箱船均采用了燃烧更充分、更环保的新型主机，在满足 IMO 关于船舶盲区 and 强度等要求下，为了增加船舶的载箱量，驾驶台大多布置在中前部，且船舶长度、宽度和吃水都大幅度增加。超大型集装箱船舶按其尺度大体可分为船长 400 米（本文简称 A 类型）和船长 366 米（本文简称 B 类型）两种，其船舶参数可概括如表 1、表 2 所示。

表 1 A 类型船参数

参数	符号	数值	参数	符号	数值	参数	符号	数值
夏季排水量	Δ	26 万吨	船宽	B	58.6~61.5 米	载箱量	TEU	2~2.4 万
夏季载重量	DWT	20 万吨	龙骨上最大高度	H	83 米	锚重	WGT	24~31 吨
空船排水量	Δ	6 万吨	型深	D	30~33 米	锚的类型	TYPE	HHP
船舶总长	L	400 米	夏季最大吃水	d	16.0~16.5 米	舵叶面积	S	105m ²
两柱间长	l	385 米	净吨	NET	10 万	主机最大功率	MCR	6 万千瓦
锚链长度	m	14 × 27.5 米	螺距	M	10 米	螺旋桨直径	D	10 米

表 2 B 类型船参数

参数	符号	数值	参数	符号	数值	参数	符号	数值
----	----	----	----	----	----	----	----	----

夏季排水量	Δ	20 万吨	船宽	B	48.2~51.2 米	载箱量	TEU	1.36 万
夏季载重量	DWT	15.5 万吨	龙骨上最大高度	H	75 米	锚重	WGT	19.5 吨
空船排水量	Δ	4.5 万吨	型深	D	30 米	锚的类型	TYPE	HHP
船舶总长	L	366 米	夏季最大吃水	d	15.5~16.0 米	舵叶面积	S	85m ²
两柱间长	l	350 米	净吨	NET	8 万吨	主机最大功率	MCR	5 ~ 9 万千瓦
锚链长度	m	14 × 27.5 米	螺距	M	9 米	螺旋桨直径	D	10 米

2 操纵特征参数对比

船舶的操纵性能与船长 L、船宽 B、吃水 d、方形系数 C_b、舵面积与水下侧面积比 AR/L · d、主机最大功率 MCR 和单位排水量所分配的主机功率 MCR/Δs 等操纵特征参数有关^[2]。船长 335 米和 260 米的传统集装箱船与超大型集装箱船的操纵特征参数对比情况如表 3 所示。

表 3. 操纵特征参数对比表

	TEU	L/m	B/m	ds/m	MCR/kw	Δ s/t	AR/m ²	AR/L · ds	MCR/Δ s	C _b s	L/B
超大型集装箱船	24000	400	61.5	16.525	66000	290000	105	0.0159	0.228	0.74	6.50
	20000		58.6	16.025	58000	260000			0.223	0.71	6.83
	14500	366	51.2	15.525	58000	200000	85	0.0150	0.290	0.71	7.15
	13500		48.2	15.525	68000	190000			0.358	0.70	7.59
传统集装箱船	9500	335	45.8	14.240	66000	137000	80	0.0168	0.482	0.65	7.31
	8800		42.8	14.525	68000	135000		0.0166	0.504	0.66	7.82
	4250	260	32.2	12.60	36500	68000	55	0.0168	0.537	0.65	8.07

3 船型及操纵性能差异

3.1 船舶尺度、排水量变大

A、B 两种超大型集装箱船的船舶总长都已超过了 360 米；宽度介于 48.2 米到 61.5 米之间；

夏季最大吃水大于 15.5 米；夏季满载排水量在 20~28 万吨。与传统集装箱船相比，超大型集装箱船线性尺度变大，停船淌航距离变大，受风、流和水深影响突出，岸壁效应和浅水效应明显。

3.2 长宽比变小、方形系数变大

超大型集装箱船不但其纵向尺度加长较多，其横向尺度的增加更为明显。这就使得其长宽比变小，进而方形系数变大。从船舶方形系数的变化考虑，其航向稳定性和追随性变差^[2]，保向困难且保向时须用舵角较大，停车淌航失去舵效时的余速较高；但船舶的旋回性变好，旋回时的滞距、进距、旋回初径等参数的相对值有变小趋势，但由于船舶尺度变大，各参数的绝对值仍然变大，船舶进行满舵旋回时仍需较大水域。图 1 是某 A、B 两种集装箱船的旋回圈参数。

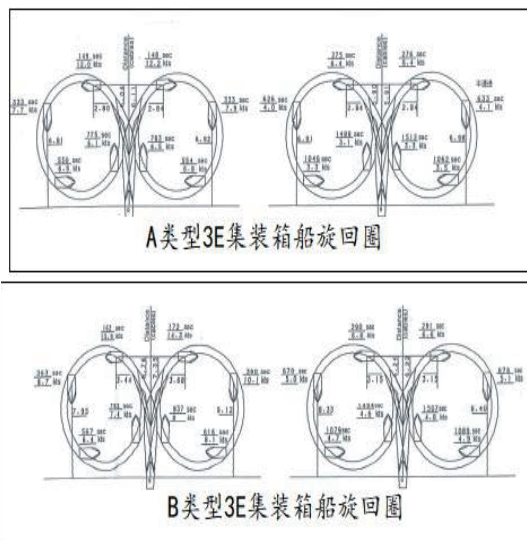


图 1 A、B 型 3E 集装箱船旋回圈

3.3 相对主机功率变小

受运输成本和 IMO 关于船舶排放标准等因素的限制，超大型集装箱船均采用了绿色、经济型的船舶主机，主机的喷油方式也由传统的气喷方式转变成燃烧更为充分的电喷方式。与万箱船相比，主机的输出功率基本没发生变化，但由于船舶排水量的大幅增加，单位排水量所分配的主机功率变小趋势明显。虽然船舶在海上正常航行时经济航速变化不大，但在狭水道和港口水域操纵时，船舶的加速、减速和停船性能变差，变速机动操纵变得尤为呆笨。图 2 是某 A 型集装箱船的停船性能图表。

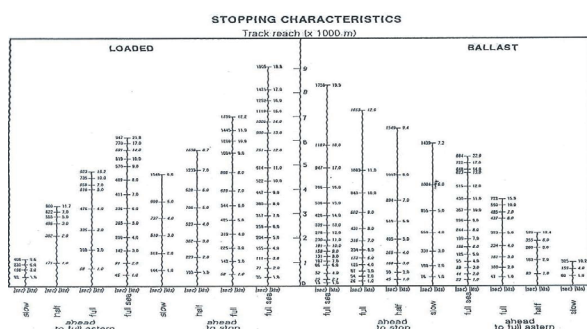


图2 某A型集装箱船停船性能图表

3.4 侧推器功率变大

传统集装箱船一般将侧推装置配置在船首,大部分超大型集装箱船也是如此,也有少部分船舶首、尾都配备了侧推装置,且侧推功率呈明显变大趋势,最大可达6000千瓦,但由于船舶型体和排水量变大,侧推装置实际效果的提高并不明显。表4是某A型集装箱船侧推装置的参数表。

表4 某A型集装箱船首侧推器参数表

参数	符号	数值	参数	符号	数值	参数	符号	数值
首侧推数量	-	2个	首侧推浸没吃水	d	6.0米	尾侧推数量	NA	0
首侧推功率	KW	3000千瓦	船舶静止旋转速	-	8.05度/分	首侧推失效速	-	5.0节
			度		钟	度		

4 受外界环境影响的差异

船舶尺度存在差异,其操纵性能受外界环境的影响必将发生变化。对于集装箱船而言,外界环境对船舶的影响主要是风、流和辅助拖轮的影响,其中风和辅助拖轮的影响最为显著。

4.1 风动力及风动转船力矩的差异

集装箱船受风影响的计算,可根据OCIMF出版资料中关于船舶所受风动力及风动转船力矩计算公式^[4]得出,具体如下:

$$F_1 = \frac{1}{2} \times C_1 \times \rho \times V^2 \times S$$

$$F_2 = \frac{1}{2} \times C_2 \times \rho \times V^2 \times S$$

$$M_{12} = \frac{1}{2} \times C_{12} \times \rho \times V^2 \times E \times l$$

其中: F_1 代表风动力横向分力(N); F_2 代表风动力纵向分力(N); M_{12} 代表风动转船力矩(N·m); C_1 代表风动力横向分力系数; C_2 代表风动力纵向分力系数; ρ 代表空气密度(kg/m³); V 为风速(m/s); l 为两柱间长(m); E 代表船舶横向受风面积(m²); S 代表船舶纵向

受风面积(m²)。

由上式可知,对于相同环境中的不同船舶,其所受风动力及风动力转船力矩的大小,与船舶的受风面积和两柱间长有关;而受风面积又与船舶的船长、船宽、甲板上货物积载情况有关。

由表3可知,与传统的集装箱船相比,超大型集装箱船的长度、宽度和载箱量都大幅增加,其甲板上最多可并列装载24排,高度达11层的标准集装箱,最大横向受风面积近20000平方米,船舶所受的风动力和风动转船力矩变大趋势极为明显。

4.2 拖轮作用效果差异

拖轮对船舶的作用效果主要由拖力的大小、方向、作用点和超大型集装箱船的排水量等因素决定。由于超大型集装箱船首、尾部垂向弧度变化剧烈,向下异常削进,船体呈现“V”字型,空船时尤为明显^[5]。这使得拖力的仰角增大、作用点更远离船舶两端,进而拖力的水平分力变小、拖力转船力矩变小;加之船舶的排水量增大,在使用相同个数拖轮和输出拖力的情况下,拖轮对超大型集装箱船的作用效果变差。

5 超大型集装箱船操纵时的注意事项

超大型集装箱船与传统集装箱船相比,在船型设计和操纵性能上存在很大的差别,其操纵难度显著增大,给船舶操纵者带来新的挑战和风险。船舶操纵人员在操纵此类船舶时应特别注意以下几方面:

1) 船舶转动惯量大、旋回圈各参数绝对值大、应舵迟缓,在转向时,应早用舵、早回舵、早把定、使用大舵角。

2) 船舶排水量大、惯性大、主机马力相对变小、失去舵效的余速高、停车和倒车的制动距离远,应提早采取控速措施。

3) 船舶受风面积大,风动力影响显著,应依据所处环境合理制定操纵方案,尤其是在狭水道、港口等受限水域。

4) 船舶龙骨以上高度高,尤其是空载状态下,过桥、过电缆和靠离泊时,应注意净空高度的限制。

5) 船舶尺度大、排水量大,在靠离泊操纵中应合理控制好船舶靠离泊角度、速度并留有足够的横距,转向时船尾处的反移量应加以足够的

重视。

6) 船舶空载状态下首、尾曲率大, 干舷高, 拖轮带缆困难, 应提早带拖缆。如安全可行, 大船应采取减速、转向等措施予以配合^[6]。

7) 拖轮作用效果变差, 如有必要时应增加拖轮的使用个数或加大拖轮使用的总功率, 但应注意大船的缆桩安全工作负荷和船体强度的要求。

8) 在受限水域操纵时, 应确保船舶设备处于良好运行状态, 并提前做好应对各种突发情况的预案。

6 结束语

超大型集装箱船是船舶大型化、现代化和智能化发展的产物。随着航海科技的不断进步, 会有越来越多更大型体的集装箱船不断涌现。驾引人员在操纵此类船舶时, 要充分考虑到由于船舶尺度的差异而导致操纵性的不同, 应结合当时船舶所处的环境, 制定详细、周密的操纵计划, 并

做好应对各种突发情况的预案, 以确保船舶安全。

参考文献:

- [1] 王洪贵. 3E 型集装箱船主要引航操纵性能探析 [J]. 中国水运 (下半月), 2018, 018(006): 3-4.
- [2] 洪碧光. 船舶操纵 [M]. 大连: 大连海事大学出版社, 2016.9.
- [3] 岩井聪. 操船论 [M]. 上海: 人民交通出版社, 1984.3.
- [4] Oil Companies International Marine Forum. Prediction of wind and current loads on VLCCs [M]. London: WITHERBY & CO. LTD, 1994: 1-19.
- [5] 魏绪涛. 3E 级集装箱船离泊掉头操纵研究 [J]. 中国水运, 2018, (6): 54-55.
- [6] 杨定照. 集装箱船大型化对船舶靠泊安全的影响 [J]. 航海技术, 2011, (3): 20-23.

Analysis of the Difference Between Ultra-large Container Ship and Traditional Container Ship

YANG Yong, LIANG Kai

(Qingdao Pilot Station, Qingdao 266011, China)

Abstract: By summarizing and analyzing the basic parameters of the 3E container ship and comparing it with traditional container ships, it summarizes the differences in the ship type and maneuverability of this type of ship, and combines the actual ship maneuvering experience to give precautions during maneuvering. It has guiding significance for the safe maneuvering of this type of ship.

Keywords: large ships; maneuverability; differences