

万箱型船舶的操纵特性

上海远洋运输公司 李 健

中远亚洲轮是韩国现代重工蔚山船厂制造的10 000箱型系列的第一艘船,2007年8月6日出厂加入中国至欧洲航线营运。她是目前世界上最大最先进的集装箱船舶之一,集中了许多高科技技术,自动化程度高,ME型主机,无人机舱,满足一人驾驶,环保型船舶。由于船舶尺度的增大,水下船体形状设计的差异,在船舶操纵方面,与5 400型集装箱船有许多不相同的地方。笔者参加了海上试航并随船航行了中国至欧洲完整的一个往返航次,了解和掌握了该船的一些船舶操纵特性。为更好操纵船舶,确保海上航行,特别是船舶靠离码头、进出港的安全,现将总结归纳的中远亚洲轮船舶操纵特性提供给同仁们参考。

1 船舶主要尺度数据

中远亚洲轮船舶总长349.07 m,两柱间长334 m,船宽45.6 m,型深27.3 m,夏季满载吃水14.525 m,最大高度66.7 m,空船重量37 755 t,船舶总吨114 394,净吨54 951,主要载重线情况和干舷高度如下表1。

表 1

FREE BOARD PARTICULARS(FINAL)						
FREEBOARD(m)			DRAFT (EXT.)(m)	DISPLACE- MENT(m ³)	DEADWEIGHT (Mt)	T.P.C
TROPICAL FRESH	TF	5.278	15.106	151677	113922	134.17
FRESH	F	5.580	14.804	147736	109981	133.28
TROPICAL	T	5.557	14.827	151736	113981	133.35
SUMMER	S	5.859	14.525	147723	109968	132.38
WINTER	W	6.161	14.223	143742	105987	131.27

方法规避之。

综上所述,笔者建议A船等敞口箱船可先在中日集装箱航线上使用,以便积累安全航行和营运的经验,然后扩大使用到我国其他的近洋航线上。中日航线上港口间的距离很近,一个航次中船舶挂靠的港口多,进出港口次数多开关舱频繁,舱口盖反反复复的吊上吊下,码头操作复杂且占用了装卸过程的很多时间。敞口箱船革除了传统的舱口盖结构,减少了甲板集装箱绑扎的作业程序,提高了集装箱的装卸速度。根据A船与同样吨位的有盖集装箱船的比较测算,敞口箱船可以提高15%~20%的集装箱装卸速度,如果码头采用双小车集装箱桥吊的话,敞口箱船装卸速度的提高更显著。

6 结束语

敞口箱船革除舱口盖无疑是简化了船舶的货舱结

2 船舶推进特性

中远亚洲轮主机类型为:HYUNDAI-B & W 12K98ME,最大主机功率MCR为68 640 kW 94 RPM,额定功率NCR为61 776 kW 90.8 RPM。螺旋桨是6叶固定螺距式,其直径为9.20 m,螺距为9 525.35 mm。该船没有临界转速,主机最低转速为21.3 RPM \approx 5.9 kn,主机倒车没有时间限制,使用最低转速时也没有时间限制。紧急情况下主机从全速前进到全速倒车需8 min,转速降到19 RPM时制动空气动作,从停车到全速倒车需1 min 7 s。主机倒车功率是进车的70%,连续启动最多12次。

该船主机在驾驶台遥控操作情况下,可以通过车钟显示屏的控制旋钮对主机转速实现微调。驾驶台可以根据需要,在主机所规定的最低和最高转速之间,可以满足使用任何主机转速。但在实际运行中,主机应尽量避免在65~72 RPM之间运行,这样可以避免辅助鼓风机长时间高倍压状态下工作和频繁启动,以利于延长马达和鼓风机的使用寿命。

海上正常航行和港内操纵时主机转速与相对应的船速如下表2所示。

从表2可以看出,港内操纵时,无论压载状态还是装载状态,该主机微速进车的速度比5 400型集装箱船同等状态速度低,前进三的速度比5 400型集装箱船高得多,这样设计更加满足当今集装箱船港内操纵的要求。

构,并且大大减少集装箱的绑扎结构和绑扎用设备,有利于船舶的维修保养和节省这方面的费用,同时减轻甲板部船员的劳动强度。

船舶在港停泊时间的减少也是码头占用时间的减少,码头的使用效率提高了,交通部要求在“十一五”期间码头提高25%的使用效率也就容易达到。由于集装箱的重箱都装载于导轨内,箱子的绑扎和拆绑工序减少了;而与本船同吨位的常规集装箱船必须配备上千(1~2 kg重的)绑扎设备以及几十根数公斤重的长短拉桿,随着集装箱的装卸必须绑上或者拆下,从2.5 m高的集装箱上爬上爬下,码头工人的劳动强度非常大而且很危险,而敞口箱船就不需要这一工作从而可减轻码头工人的劳动强度确保他们的安全。所以,敞口箱船的使用可同时使多方面获益。

*作者:吴惠民 高级工程师 13816961934

表 2

ENGINE ORDER		RPM setting	SPEED(KTS)		ENGINE ORDER	RPM setting
			Loaded	Ballast		
A H E A D	Nav. Full	90.8	24.3	26.8	A S T E R N	
	Full	68	18.7	21.0		Full 68
	Half	55	15.2	17.5		Half 55
	Slow	42	10.8	12.6		Slow 42
	Dead Slow	25	6.4	7.3		Dead Slow 25

船长在进出港、靠离码头时还要注意:

(1)当主机备车(冲车)完成时间超过 30 min 后,主机第一次用车从零状态到车开出通常比正常时间长,约需 28 s,以后用车只要停车时间不超过 30 min,每次启动时间约 7~8s。

(2)主机转速从 75 RPM 至 90.8 RPM 为程序加车,需约 50 min,平均每加速 1 转约 3 min。而程序减速从 90.8 RPM 至 75 RPM 时间较短,大约 5 min。抵达锚地或引航站时,应尽量将减速的时间人为控制长些,尽量避免过急停车减速。

(3)压载状态下正常航行时,船首最小吃水必须大于 4.40 m;船尾吃水大于 9.30 m 时螺旋桨才全部淹没。

3 船舶舵机特性

中远亚洲轮舵类型为半平衡悬挂舵,最大舵角 35°。从左舵 35°到右舵 30°使用两台舵机时为 27.93 s;从右舵 35°到左舵 30°使用两台舵机时为 26.03 s。螺旋桨停车时,保持航向的最低船速为 3.8 kn。舵角中性偏差影响为左舵 1°。

本船共有舵机 4 台。正常航行时使用 2 台舵机即可,但在特殊水域,比如进出欧洲的 HAMBURG、FELIXSTOWE、ROTTERDAM 和 ANTEWERP 港时,由于航道狭窄、弯曲、流急,富余水深较小,船舶浅水效应和岸壁效应明显增大等不利因素对超大型船舶操纵影响较大,为提高舵效,加快应舵时间,船舶可以再启动其余 2 台舵机。NO.1、NO.2、NO.3 和 NO.4 号舵机任何组合均可,日常航行时通常 NO.1 和 NO.2 或 NO.3 和 NO.4 组合使用。

如果主电源故障,应急发电机将在 45 s 钟内提供舵机电源,船舶在深水 and 最高前进速度 1/2 或 7 kn 取大者的前提下,舵机从一舷 15°至另一舷 15°将不超过 1 min。

4 船舶的停船特性

中远亚洲轮夏季满载吃水为 14.525 m,夏季满载排水量为 147 723 m³。吃水大、排水量大,船舶的惯性也大。根据船厂提供的船舶操纵特性资料中可以查找到如下数据资料,见表 3。

从表 3 中可以看出,压载状态海上全速情况下的最短倒车冲程将达约 2.3 n mile(约 13 LBP),历时 12.4 min 时间。满载状态海上全速情况下的最短倒车冲程将达约

表 3

初始状态	压载状态下冲程(V=0 时)			满载状态下冲程(V=0 时)		
	初始船速(kn)	时间(min)	距离(cab)	初始船速(kn)	时间(min)	距离(cab)
海上全速进车到全速倒车	26.8	12.4	约 23	24.3	18.2	约 31
港速前进三到全速倒车	21.7	9.7	约 17.5	18.7	14.0	约 19
港速前进二到全速倒车	17.5	8.1	约 10.5	15.2	11.4	约 13
港速前进一到全速倒车	12.6	5.8	约 4.5	10.8	8.1	约 7
海上全速进车到停车	26.8	14.9	约 28.5	24.3	21.9	约 37.5
港速前进三到停车	21.7	11.7	约 17	18.7	16.8	约 22.5
港速前进二到停车	17.5	9.7	约 13	15.2	13.7	约 16.5
港速前进一到停车	12.6	7.9	约 7.5	10.8	9.7	约 8

说明:船舶海上试航仅在压载状态下进行,满载状态下的冲程数据是船厂利用外推法进行计算而得。表中部分冲程距离已进行内插,难免存在误差。同时,由于每航次船舶实际装载情况不同,因此船舶的实际冲程与表上提供的数据会存在一定的差异。

3.1 n mile(约 17 LBP),历时 18.2 min 时间;而停车冲程将达约 3.8 n mile,历时 21.9 min 时间。该船第一航次首航抵苏伊士锚地抛锚前停车淌航近半小时,可见中远亚洲万箱系列船舶满载情况下的惯性冲程是非常大的。船舶在进出港、抵达锚地、引航站以及在靠离码头过程中,船长应充分了解该系列船舶的冲程惯性,对当时的环境与情况要有充分的估计和准确的判断,并尽早采取减速措施,防止意外局面发生。

5 船舶的回旋性能

从船舶的操纵特性图中可以查到,中远亚洲轮满载情况下船舶满舵回旋性能如表 4。表中数据均为船厂提供的估计数值,与实际情况同样存在误差。

表 4

船向	旋回	深水区(初始船速=22.70 kn)			浅水区(水深/吃水=1.2)(前进二时船速=15.2 kn)			深水区(前进二时船速=15.2 kn)		
		时间(s)	船速(kn)	距离(cab)	时间(s)	船速(kn)	距离(cab)	时间(s)	船速(kn)	距离(cab)
右满舵	090	174	13.4	纵距 7.3	342	10.0	纵距 8.50	256	8.9	纵距 7.2
	180	399	9.2	初径 8.9	678	9.4	初径 11.80	594	6.1	初径 8.9
	270	666	8.4		1023	9.3		993	5.6	
	360	941	8.3		1368	9.3		1404	5.5	

中远亚洲轮压载情况下船舶满舵回旋性能如表 5。

表 5

船向	旋回	深水区(全速前进,船速=24.90 kn)			深水区(前进二,船速=17.50 kn)		
		时间(s)	船速(kn)	距离(cab)	时间(s)	船速(kn)	距离(cab)
右满舵	090	109	10.1	纵距 6.40	215	9.0	纵距 6.2
	180	243	5.7	初径 8.40	581	7.3	初径 8.7
	270	366	4.1		964	7.0	
	360	506	4.0		1347	7.0	

从表 4、表 5 中可以得到如下几点结论:

(1)船舶在相同装载状态下,浅水区航行时的纵距比深水区航行时的纵距大,回旋初径比深水航行时大,且相差很多;在相同的海域,船速对旋回纵距和初径影响不大。满载或是压载,海上全速或是半速航行,中远

亚洲轮船舶回旋纵距小于 0.9 n mile, 回旋初径深水区小于 1 n mile, 浅水区大于 1 n mile, 达到 11.8 cab。

(2)船舶使用最大舵角旋回转向时船舶速度开始下降较快,当航向改变 90°时,船速下降 41%~51%;当船舶航向转到相反航向后,船舶的速度变化不大,基本处于稳定。船舶抵达锚地或引航站、进出港、靠离码头实际操船中,若遇到紧急情况,如果当时水域宽敞,环境条件允许,船舶可以采用旋回的方法减速。此时船长和驾驶员们还应考虑到大舵角旋回带来船舶横倾并导致船舶吃水的增加。

(3)满载情况下,在深水区航行中转向 90°,快车时(速度 22.7 kn)需 3 min,半速时(速度 15.2 kn)需 4 min 多;浅水区航行中同样转向 90°,半速时(速度 15.2 kn)将近 6 min 时间。可见该系列船舶转向速度比较慢,浅水中转向比深水中更慢,而且时间相差很多。

在海上操船过程中,船长和驾驶员们应熟练掌握本船的旋回性能,尤其在浅水区航行时,应充分考虑浅水效应对超大型集装箱船操纵的影响。在避让船舶过程中,要有足够的安全意识,对局面尽早做出准确的判断,条件许可情况下,提倡 6 n mile 以外采取避让行动;锚地 1 n mile 范围内有船,谨慎向它船方向掉头转向。做到谨慎驾驶,留有足够的安全距离。

6 船舶紧急操纵

从中远亚洲轮的船舶操纵特性图及海上试航报告中,可以查到船舶紧急操纵的相关数据,如表 6 所示。

表 6					
装载情况下(海上全速前进)			试航压载情况下(海上全速前进)		
	左满舵	右满舵		左满舵	右满舵
初始航向			初始航向	180	180
初始速度			初始速度	24.9 kn	24.9 kn
水深			水深	1 000 m	1 000 m
舵角	35°	35°	舵角	35°	35°
纵距	约 7.6 cab	约 7.6 cab	纵距	1 191.8 m (3.57LBP)	1 093.3 m (3.27LBP)
横距	约 5.0 cab	约 5.0 cab	横距	847.8 m	817.4 m
旋回初径	约 9.1 cab	约 9.2 cab	旋回初径	1 555.3 m (4.66LBP)	1 643.3 m (4.92LBP)
装载情况下,海上全速进车到全速倒车(正舵)			压载情况下,海上全速进车到全速倒车(正舵)		
停船距离:约 25.7 cab			停船距离:约 20.5 cab		

7 船舶侧推

中远亚洲轮艏侧推 KAWASAKI KT-255 B5 型,三相交流电电压 6 600 V 60 Hz,其功率 3 000 kW,转速 892 r/min,单速并不可倒转型,可变螺距,最大负荷下运行 60 min。海上试航状态速度为零时的转向速率为 7°/min,全速推进时间滞后 13 s,反向全速推进时间滞后 14 s,船速 5 kn 时侧推几乎没有效果。

驾驶员通过观看驾驶台右侧操纵台上的多功能显

示控制屏来了解机舱使用辅机情况后,可以直接准备侧推,但机舱使用一台辅机和使用两台辅机这两种情况下准备侧推的操作步骤有所区别。目前为了保险起见,驾驶台使用侧推前仍然按过去一贯做法提前 10~15 min 先通知机舱,等机舱确认准备工作就绪后,再按照相关操作程序要求进行。

8 锚与锚链

无杆锚(stockless HHP 完全平衡型),锚重 16 125 kg,锚链直径 114 mm,总长 770 m,左右锚链各 14 节,锚机正常绞锚速度为每节 179 s。抛锚时锚爪与船首船壳的距离大于 300 mm。天气不良船舶左右摇晃时抛锚,要注意防止高位备锚状态下抛锚扎破船壳。

环境条件和时间允许情况下,船舶抛锚通常采取深水抛锚法,即用锚机将锚送到海底,并将锚链倒出所需要的长度。如果锚地水深较浅,船长想采取常用的直接抛锚法,那么,也建议备锚时先用车将锚链倒出至 1 节锚机后再抛锚较好。

9 浅水中船舶下沉性

船舶在浅水区域航行时,船舶除了附加质量增大、兴波阻力增大、船速下降、回旋性下降、航向稳定性提高、舵效变差外,还有下沉量增大。超大型集装箱船由于船舶尺度的显著增大,中远亚洲系列船宽已经达到 45 m 以上,浅水效应对船舶的影响越来越明显。中远亚洲轮在浅水区航行时的下沉量,船厂提供如下数据,见表 7。

表 7					
船舶富余水深(m)	船速(kn)	最大下沉量(m)	船舶富余水深(m)	船速(kn)	最大下沉量(m)
2.90 m	4	0.079	7.25 m	4	0.062
	6	0.194		6	0.151
	8	0.379		8	0.291

船舶的下沉量与船舶的尺度、水深和船舶的吃水都有关系;船舶吃水富余水深越小,船速越高,船舶的下沉量越大,这种关系并非一般的线性关系。当船舶过浅水区域时,为了保证船舶有足够的富余水深,船舶可以根据当时的环境和情况适当减速,以减少船舶的下沉量。

实际证明,万箱型集装箱船在浅水区航行时,浅水效应的影响并非如教科书中所描述的傅汝德数 $F_r < 0.6$ 时艏下沉大于艉下沉。中远亚洲轮 V001E 航次在欧洲北海 TERSCHELLING-GERMAN BIGHT 浅水水域航行时,当时船舶平吃水 13.30 m,偏顺风顺流,船速 22~23 kn,经船舶测深仪实际测量,船舶富余水深 7~8 m,船艉吃水比船艏吃水大 90 cm 左右,说明超大型船舶在浅水中航行时船艉下沉量比船艏下沉量大,船舶仍然保持艉倾状态。

* 作者:李 健 上海远洋运输公司 高级船长