

中海集团所属的国内第一艘30万吨级VLCC“新金洋”号。庞大的VLCC对船的稳定性、强度、航行速度、船型的优化设计等问题提出了挑战,同时安全问题和防污染问题也要考虑。



船舶设计大师谈 三大主力船型技术

本刊记者 / 刘 兵



编者按:油船、散货船、集装箱船被称为世界三大主力船型,从目前来看,这三种类型的船舶在国际航运业中占有非常重要的地位,主导着世界造船业和航运业的发展。目前,我国已拥有一批自主研发的知名品牌船型,形成了油船、散货船、集装箱船三大主力船型并驾齐驱的局面,我国已成为三大船型的重要生产国。

俞宝均是我国著名的船舶设计大师,早年毕业于上海交通大学船舶工程系,曾任708所军船二部研究员、博士生导师,是船舶总体性能专业学科带头人,一直从事船舶设计和研究工作,先后主持过20余型船舶的开发、研究和设计,担任过“七五”、“八五”、“九五”多项国家重点攻关课题的负责人,填补了国内船舶设计的多项空白。本期民船新语栏目记者特别走访了俞宝均总师,请他为关心中国造船的读者们介绍一些三大主力船型的相关技术问题。

关于散货船

记者(以下简称记):请问散货船有哪些种,相关技术有哪些。

俞宝均(以下简称俞):散货船有好几种,按载重量从大到小依次为:

17万~18万吨好望角型。由于尺度限制,不能通过巴拿马运河和苏伊士运河,需绕行好望角和合恩角,又称之为“海岬”型,由于近年埃及已放宽通过苏伊士运河船舶的吃水限制,该型船多可满载通过该运河。

9万~10万吨超巴拿马型。

6万~7.5万吨巴拿马型。1980年代是6万吨级的,后来到了1990年代又发展到了7万吨级,现在则接近了8万吨级。

灵便型散货船。载重量一般为4万~5.9万吨。

大湖型散货船。1980年代建造的

多为27000至28000吨之间,而现在最大已经发展到了34000吨。

此外,还有一种矿砂船也可以归类为散货船,已经发展到了32万吨级,比如从巴西运铁矿砂到中国时就使用这种矿砂船了。

最后,散货船里面还有一种大开口散货船,一般散货船的开口只有50%左右,比如船宽为32米,其开口就为16米左右。而这种大开口散货船的开口宽度则超过了船宽的70%以上,我国也曾制造过,用它还可以装载集装箱,载重量一般为5、6万吨。

散货船的运输特点一般是满载货物和空船压载,因此在设计时一定要考虑卸载完货物后空船压载的航行性能,这一点非常重要。

从上个世纪开始到本世纪初,散货船经常发生一些事故,特别是船体进水后结构强度不够,因此设计者现

在要考虑船体进水后的结构强度、货舱口盖的强度等问题。

散货船还有其它一些情况。比如说大吨位散货船没有起货设备,像好望角型,因为它们停靠带有起吊设备的专用码头,所以船上不需要设起吊设备。包括灵便型散货船和大湖型散货船在内的小吨位散货船大都有自己的起货设备,因为它们要停靠各种各样的码头,而码头上适合其起吊的设备却不多。

记:我们知道您曾经是我国第一艘出口国外的27000吨大湖型散货船的副总设计师,您能重点谈谈大湖型散货船吗?

俞:大湖型散装货船是散货船的一种,该型船的排水量一般在3万吨左右。“长城”号27000吨大湖型散装货船是我国船舶行业第一艘出口船舶,也是第一次按照国际规范和标准

也不奇怪,国产的大型船舶国际还是卖人家的,船上90%以上的设备是进口的,吹毛求疵?

建造的船舶,由大连造船厂承造,入级英国劳氏船级社。在此之前我们也没有太多经验,我当时也比较年轻,做了这艘船的副总设计师。

因要通过圣劳伦斯运河进入美国和加拿大交界的五大湖,所以,大湖型散装货船与一般的散货船不同,要求吃水浅。圣劳伦斯运河规定的最大吃水约为6.4米,而同型的散货船海上航行时的吃水可达10米,如何保证海上航行与运河航行的载重量不变,这是船型设计上的一个难点。另一个设计难点是船宽限制,当时圣劳伦斯运河规定的船宽为23.1米(现在放宽至23.3米),所以该型船的船长达到183米。我起初担任总体船型的设计师,负责具体设计。

球鼻首会使船舶的阻力降低很多,在我国民船史上,我们首次将其运用到大湖型散货船的设计上,我也参与了开发球鼻首的工作。

大湖型散装货船的用途很广,第一,它要能够解决散装货物的运输问题,散装货物的运输有个很大的特点,就是散装货物的稳性。因为大湖型散装货船是到五大湖运粮食的,船里的稻谷是装不满的,会有一个表面,船一摇动散装货物就会跟着流动,会使船的稳性大大降低,所以这艘船要满足散装船的货物稳性问题。在当时,我也是第一次碰到这个问题;还有一个问题就是分舱问题,每个舱段用来装不同的货物,有时候装到27000吨时,有的舱是空的,在这种情况下,要满足稳性和结构强度难度很大。如果船舶在均匀装货的情况下,船体的受力情况是容易分析的,但如果有一个舱是空的,像挑扁担一样,要满足稳性和结构强度是很不容易的,因此散装船的各舱装载的问题也是个难题;还有吃水的限制也是很重要的。简单来说,在浅吃水情况下,货物要装得尽量多,这就必须保证空船重量要小。

这就是我在设计27000吨大湖型散装货船时碰到的一些难题,但最后都被我们解决了,这在当时是我国的第一艘,很成功。后来又搞了几型船,让世界看到中国造船还行,这次



“长城”号27000吨大湖型散装货船是1981年我国船舶行业第一艘出口船舶,也是第一次按照国际规范和标准建造的船舶。俞总当时是这艘船的副总设计师。

只是开头,以后我国就开始大量出口船舶了。

关于集装箱船

记:集装箱船有大型化趋势,您觉得大型集装箱船的难点在哪里?

俞:有两大难题。第一个难题是总体线型。对大型集装箱船最起码的要求是航速要高,要达到25节以上,像30万吨的VLCC有15、6节就够了,现在我们的主机功率受到限制,前两年超大型集装箱船最大的主机是68520千瓦,大型集装箱船越来越大,而主机就这么大,航速要提高,船体的线型设计难度就大了。此时螺旋桨和主机的负荷较大,因此带来的水动

力的问题很突出,会使尾部均匀的伴流易变得不均匀,会发生振动,产生空泡,不但螺旋桨有空泡,舵也会产生空泡,阻力和振动都会显著增大,因此要有较好的线型来保持尾部的均匀流场和螺旋桨不出现大面积的空泡,这是一个很难解决的问题。因此,我在课题里面花了很大的力气来对这个问题进行研究,现在开发成功了,不仅是我们的水池做出的实验结果是好的,就是拿到德国汉堡做出来的结果也认为我们开发的船型是世界一流的。

记:刚才我们谈到水池,尤其是大水池,我们跟国际上有什么差距吗?比如跟汉堡水池相比?

设计大型集装箱船有两个难题,第一个难题是总体线型,第二个难题是船舶的结构。图为9580箱集装箱船“新北京”号。



商韩王号工造

俞：我们的水池可能没有汉堡水池的经验丰富，但是，不同的水池对应不同的船型，经验是不一样的。比如要做30万吨VLCC的水池实验跟大型集装箱船的水池实验就是不一样的。汉堡水池对大型集装箱船的线型经验积累是世界上最权威的，因为世界上很多的大型集装箱船都到这里来做试验。而荷兰船模水池、瑞典SSPA水池则在油船方面积累了很多经验。但是整体上来说，他们积累的经验比我们多，像在我们国家试验水池里面用的试验设备，测量仪器大都是从国外进口的。从设备的先进性上来说，我们能够达到相当水平，但从积累经验方面来说，我们比他们还要差一些。我们国家702所是大水池，很多实验都可以做，积累的经验在我国来说是领先的。但是我国水池很多，很多大学都有，我们708所的大水池也建了，但还没有正式运行。还有就是安装、操作这些设备的人材也是相当重要的。

记：线型是集装箱船第一个大问题，第二个呢？

俞：第二个问题，船舶的结构问题在大型船、超大型船上又上了一个很高的台阶。一般来说小型船在海上航行是不会发生结构问题的，凭我的经验，按结构规范设计一下，就满足要求了。但是大型船、超大型船在结构设计上就复杂很多，好多在小船上不发生的问题在大船上都会发生。这包括船型结构的形式、材料的选取，还有其它问题像结构的疲劳、应力、

扭转、变形等问题。在大型船的这些问题上我们国家积累的经验很少，特别是集装箱船难度更大，因为它的开口很大，要开到90%以上。比如40多米的船宽，两边只留出两米的宽度，大开口不光是在宽度方向，在整个长度方向的开口也是很大的。打个比方，船舶的结构问题好像一个火柴盒子，在波浪上航行的话会发生扭曲，这涉及到受力问题怎么考虑，波浪对船的载荷怎么考虑。现在世界上还没有很成熟的模型，我们一般只考虑二维或是三维线性的波浪理论来分析船体受到的外载荷，实际上波浪载荷是三维非线性的，怎样把三维非线性的波浪载荷转换出来难度很大。现在世界各国都在致力于这方面的工作，比较大的船级社像挪威船级社(DNV)、德国劳氏船级社(GL)都在做这方面的工作。我们目前都是引进他们的程序，我们自己开发还是有些难度的，但是引进以后要掌握它、应用它也是不容易的。像大型集装箱船首部的波浪扑溅、上浪都是很大的，怎么确定波浪载荷，怎样计算波浪载荷造成的结构响应，难度是很大的。

关于油船

记：油船现在也趋向大型化，像大型的VLCC是否也都存在集装箱船那样的设计问题呢？

俞：其它船的问题没有集装箱船的问题那样突出，因为其它船的开口都相对较小或是全封闭的，相对容易解决一些。但是对大型船来说都不太

容易解决，因为这么大的船体在海洋中的大波浪作用下会受到很大的力。所以我认为两大难题就是总体的设计和结构的设计。

说到油船，我国最先建造的油船是4万吨级的巴拿马型，接着建造了7万吨级巴拿马型，然后是11万吨级的阿芙拉型，再到15万吨级的苏伊士型，我国是循序渐进地向建造大型、超大型油船方向发展的。我参加了前3种油船的设计并担任主管，其中双壳体7万吨级巴拿马型油船的船宽由于受到巴拿马运河的限制，因此其稳定性很难保证，当时动了不少脑筋，在油舱的设计形式以及压载舱如何分舱等方面采取了必要的措施才解决了稳性的问题。

散货船有双壳体和压载水舱，而油船比散货船的干舷低，因此油可以从船底一直装到甲板，能运更多的油。因为VLCC拥有庞大的体态，因此国际上的船东对我们的技术不信任，不肯给我们设计建造。我国造的第一艘30万吨级VLCC是大连新船重工有限责任公司为伊朗国家油轮公司建造的“伊朗·德瓦尔”号巨型油轮。现在江南长兴造船基地也开始为国内船东建造VLCC了。30万吨级VLCC又分为两种，一种是载重量为30.8万吨的VLCC，另外一种载重量29.7万吨的VLCC，前者通过马六甲海峡有些困难，后者则可以顺利通过。目前这两种VLCC我国都可以设计建造。油船相对于散货船来说，其设备更多一些，比如说运油、卸油以及过滤系统等设备，价格也更高。庞大的VLCC对船的稳定性、强度、航行速度、船型的优化设计等问题提出了挑战，同时船上运载的原油好比“定时炸弹”，一系列安全问题是其中的关键，因此消防设备设计也是VLCC的一个重点和难点。此外，还要考虑到防污染问题。最近一、二十年新建的油船纷纷采用双壳体设计，而1990年代以前的油船都是单壳体的，船龄在20~25年以上的单壳体油船都要淘汰掉。不但油舱装载的货油要有双壳体保护，船本身使用的主机燃油也要有双壳体来保护。

记：非常感谢您接受本刊采访。

