

# 试论双体船技术及其应用发展

吴伦楷

(广州船舶及海洋工程设计研究院)

关键词: 双体船 高性能船

## 一、高速双体船的兴起

随着科学技术的发展和人民生活水平的提高以及军民用应用方面的要求,三十多年来,高性能船在世界上获得了蓬勃的发展。据不完全统计,目前全世界已有40多个国家和地区的200多家公司经营水上高速客运业务。

由于各大高速船公司竞相开发新品种投入市场,加速了各类高性能船的竞争和更新换代的过程。在50至60年代,水翼船得到优先的发展;在60年代中后期,气垫船进入实用领域,占领了部份水上高速客运市场;在70年代后期,高速双体船崛起,并在北欧地区首先得到发展,澳大利亚则后来居上。

高速双体船为什么能迅速兴起,并广泛占领高性能船市场呢?

第一,双体船的甲板面积宽大,正好满足了客船、旅游船、车渡船、高速货船等在这方面的要求。

第二,高速船的傅汝德数达0.5~1.0,为了降低船的阻力,要求船体尖型且当瘦削。由于双体船的下部结构是由两个片体组成,瘦长的片体线型可显著降低兴波阻力,并可产生水动力升力(在傅汝德数大于0.5时才有动升力产生)来减少湿面积,使总阻力大大小于相当的单体船。

第三,高速船要求有良好的稳定性和操纵性,双体船型正好适应了这种要求。由于双体船的两个片体拉开了三个车距,船底同向同型,瘦削片体又使船的尾流扩散改善,这不仅可提离螺旋桨的效率,而且使船的操纵性能大大改善。同时,由于船宽加大,使船的横向复原力矩增大,稳性大大提高。从波浪中的航行性能及船的失速性来看,高速双体船较水翼船和气垫船具有较大的优越性。

第四,由于高速双体船仍属排水型船舶,它在设计、建造工艺等方面与传统的单体船相差不大,传统的造船技术可在高速双体船中应用,从而可降低造价。因此,从80年代后期起,高速双体船在高性能船的市场竞争中得到不断的扩展,占有率达到42%以上,高居高性能船的首位。

## 二、双体船技术的发展

尽管高速双体船具有上述的优点,但也不是尽善尽美的,不断改进它的缺点,使它

在水上交通方面更好地为人类服务,这是我们造船工程技术人员义不容辞的责任。

那么,双体船型存在哪些缺点呢?

第一,由于双体船总长和总宽相差不大,使得双体船的纵摇与横摇周期比较接近,当船受到横浪作用时,将会产生纵横摇的耦合摇摆运动,因而有较大的线加速度,使船抵挡横浪影响的能力较差。

第二,由于船的总宽度较大,阻力大,因而横摇角小,复原反应会引起较大的横摇加速,使旅客有不舒适感。

第三,采用螺旋桨推进方式的高速双体船,尾部兴波较大,主机轴线与船体基线形成相当大的夹角,造成较大的尾浪。

第四,连接桥底部离开水面高度不大,使双体船在海中遇浪航行时底部受拍击严重,在进入内河浅水航道后吸底严重。

根据高速双体船所存在的上述问题,造船界不断探索着改进的途径,已取得相当的进展:

1. 为了提高双体船的耐波性,必须减小船的水线面面积,以减少波浪对船体所产生的撞击作用。为此,产生了小水线面双体船,它是排水量型船舶中耐波性较好的一种船型。根据有关报导,其摇摆加速度仅为单体船的 $\frac{1}{3}$ ,横摇角也仅为单体船的 $\frac{1}{3}$ ,纵摇角则约为单体船的 $1/2.5$ ,不过其在结构重量、造价等方面尚不尽如人意。

那么,是否可以根据小水线面双体船耐波性的优点来对普通高速双体船加以改造,以提高其耐波性呢?穿浪型双体船的产生就是成功的例子。

穿浪型双体船将两片体的上半部做成倒V型,使其在波浪中航行时能较柔和地切入波面,具有较佳的穿越波浪的能力。穿浪型双体船的浮体干舷较低,尤其是大幅度的减少首部干舷,从而减少了船体迎浪航行时的俯仰运动。此外,连接上层建筑与浮体的流线型支柱截面瘦削,在波浪中运动时浮力变化较小,减少了波浪的运动响应。

2. 采用喷水推进装置,以减小尾浪。喷水推进装置与螺旋桨推进装置不同,它不设倒车齿轮箱、桨轴、尾轴套管、船身附加物(例如美人架),也不设传统的舵装置,整套喷水装置受到船体保护。

喷水推进装置可以减少船舶吃水,且不会因航道水浅流急而导致操舵失灵的危险。

### 三、双体船技术在水翼船上应用

#### 1. 双体水翼船

双体水翼船的基本原理乃是将滑行艇体沿纵向对称剖面切开,将水翼安置在两个对称的半艇体之间。高速双体滑行艇的阻力比为 $0.25 \sim 0.3$ ,而贴近水表面的水翼的阻升比为 $0.03 \sim 0.05$ 。在低速航行时,艇重主要由滑行双体承担,而在高速时则大部份由水翼承担,必须合理设计主翼和辅翼位置以保持其纵稳性。模型艇的试验表明,主水翼位于艇的纵向重心附近稍前,而辅翼则处于艇尾,这种所谓飞机型水翼系统在航速变化时能提供自稳性。另外,水翼在波浪上起阻力作用以减小艇的垂向运动,双体则提供

横稳性。

## 2. 小水线面双体水翼船

据报导,日本正在研制下一代货船“高科技超速船TSL—F”,其实验船“疾风”号已经制成,并已开始在大阪湾进行试验性航行。“疾风”号实验船全长约17.1米、宽约6.2米、到上甲板的型深约1.5米,其大小约是未来实船的1/6。“疾风”号在航行时船体上部离开水面,靠水下小船体部份产生的浮力来支撑船体重量。实验过程中,最高航速达到41节,在6米高的波浪中试航时,航速几乎不下降,并且船体也不摇晃。

到1998年,这种新一代货船将走向实用化。

## 四、二十一世纪超高速气垫水翼双体船展望

日本为了适应未来经济发展的需要,正在研制21世纪超高速货船,其中一种是“气压利用型”,实际上是“气垫水翼双体船”,它是一种混合型高性能船。

气压利用型试验船全长70米、宽9米,是实用船的 $\frac{1}{2}$ 强。它有两台喷水泵,计划航速50节,船体全部用铝合金制造。它的船底是由船壳与船首、尾的橡胶密封装置围成的四角形箱状物,鼓风机向里吹入1.17大气压的压缩空气。正常航行时,船体浮出水面2.4米,气压与浮力作用比为85:15,气压的作用大大高于浮力。船底的空气起着缓和浪的阻力的作用,当强大的海浪压来时,空气被压缩,就有剧烈晃动的危险,此时就需要调节船底空气输入量或关闭位于船体上部的百叶窗,以调节空气的释放量来使摇晃降至最低。作为进一步的平稳措施,还有位于船壳底部的水下翼(鳍),它的襟翼像鱼儿那样摇动着,以保持原有的姿态。这一连串的防摇措施与传感器同步,均由计算机控制。另外,在水泵口盖着被称作“换向器”的盖子,可通过向180°反方向喷水达到紧急刹车,这一点与飞机通过逆向喷射停止飞行完全相同。由于它浸在水中的部分少,有小的动力就可高速航行,可大大节省燃料。

这种高速货船以其高航速、高适航性、大运输量等优势而备受世人瞩目。

## 五、结束语

各类高性能船都有其优点和缺点,如何充分发挥双体船所具有的优势,再把其他高性能船的优点引入双体船,克服双体船所存在的缺点,这是造船界的一项光荣使命。现在,世界各国都在利用各种高性能船舶的特殊技术进行杂交,从而派生出各种新型高性能船舶,使小水线面水翼船、双体水翼船、双体穿浪船、双体气垫船、气垫水翼双体船等相继问世。

可以预言,在未来高性能船的发展中,双体船技术将越来越扮演重要的角色。