

船用侧推器设计中的几个问题

冯小东

(广东省船舶工业联合公司设计研究所)

关键词: 侧推器 传动型式 轴承

一 前言

我所为香港船东设计的 1500BHP 拖轮是专门用于港口间及近海作业的,由于该船主机功率较大(该船主机为 CAT3512B,1800RPM,1500BHP),作业时需频繁换向,且换向时必须准确及时,换向操作应灵活方便。因此船东要求在该船首部设置一个 1 吨推力的侧推器来满足以上要求,该侧推器应尽量简单、经济、实用。本人承担了该项任务,下面就设计中的几个问题与大家共同探讨。

二 侧推器型式的选择

船用侧推器主要有两种驱动方式:电机驱动和液压驱动。本船由于侧推器的换向较为频繁,而液压传动的优点之一就是可以频繁换向,因此,首先确定采用液压传动方式,即在机舱由副柴油机带动液压泵再由液压马达驱动侧推螺旋桨。

液压马达驱动螺旋桨的方式有两种,即垂直式和直碰式,如图 1 和图 2 所示。其中,图 1 又称为垂直整体式,其特点是由位于侧推内的液压马达通过配对伞齿轮来驱动螺旋桨转动,液压马达与螺旋桨的轴线是相互垂直的,配对伞齿轮非常精密,结构相当紧凑,所以往往做成整体式的。这种型式的优点是液压马达及其相关的油管位于舱室内,且传动轴亦包在密封铸件内,较好地解决了船用推力装置的水下密封及推力轴的润滑问题,因此这种型式的侧推器是较受欢迎的。但这种侧推器的主要缺点是价格昂贵,技术含量很高,只有少数欧美国家能够生产,国内船厂多数用的是德国 SCHOTTEL 产品,国内虽有合资厂家能生产,但多是进口零部件组装,价格亦不菲;图 2 是驱动马达与螺旋桨同轴线直接接合的型式,该型式近年来在港澳较为常用。这种型式的侧推器结构比较简单,精度较低,工艺也不复杂,虽然存在水下布油管等问题,但其突出的优点是价格低廉,在目前经济大环境不太好的情况下广受欢迎,其部分产品(螺旋桨及其轴)亦可由国内厂家生产。因此,经过反复比较和研究,并征求各方意见后,决定采用图 2 的直碰式驱动方式。

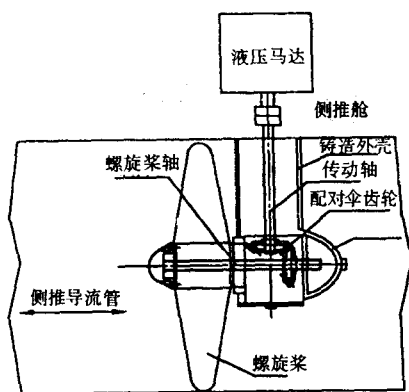


图 1

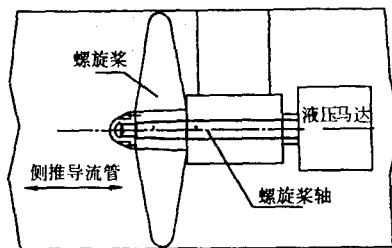


图 2

三 侧推器主要部件的布置

采用直碰式驱动方式,螺旋桨和液压马达以及支架的布置方式将决定推力轴承的布置,也将决定侧推器的密封润滑方式。起初,按船东及船厂提供的意见,我们按图 3 所示的方式进行设计,将液压马达与螺旋桨通过配对联轴节直接连在一起,结构紧凑,螺旋桨轴可以做得较短,且螺旋桨与轴接合部位是直筒式而不是锥度形式,可以节省加工成本。在密封方式上,由于其密封盖部分可以采用端面密封,另一边的密封形式也较为容易解决,而润滑油管亦可贴支架而下直达轴毂内的轴承部位,因此这种布置方式初看起来是较为理想的。但经过深入分析后发现这种布置方式的最大问题在推力的传递上,当螺旋桨推力向左时,推力由螺旋桨通过螺旋桨轴传到支架的轴毂上,再由支架传到船体,但在推力向右时,推力由螺旋桨通过螺旋桨轴再通过配对联轴节传到液压马达,然后必须由马达通过支架把推力传到船体,这样就会产生两个问题,一是液压马达须有推力轴承,二是液压马达必须装有连接船体的支架。一般液压马达只传递扭矩而不承受推力,装有推力轴承的马达价格昂贵,有时还要特殊订货,而把液压马达通过支架固定在导流管内工艺上也是非常困难的,因为在狭小的导流管内定位及施工都非常麻烦。

通过上面的分析可知,图 3 的布置形式行不通,经过反复研究和不断的探索,最后决定采用图 4 的布置方式,这种方式把液压马达和螺旋桨分设于支架轴毂两侧,在轴毂左右各设置一个推力油承,当螺旋桨推力向右时,推力通过螺旋桨轴传给右侧的推力油承,再经由推力法兰传给轴毂支架最后到船体,当螺旋桨推力向左时,推力通过螺旋桨轴传给左侧的推力油承,再经由推力法兰传给轴毂支架最后到船体。这样就可以避免螺旋桨的推力传到液压马达,也就可以避免由于选用带推力轴承之液压马达而造成的高成本,而且在工艺上也远较图 3 的布置形式易为安装。另外,这种布置形式也利于侧推器的密封和润滑,安装工艺也比较简单,亦方便日后的拆检维护。

在图 4 中,轴毂两侧内除了径向推力轴承,还各有一个向心轴承。在选择向心轴承时,必须考虑螺旋桨轴在推力作用下的轴向位移问题。国内常用的向心轴承如图 5 所示的两

种,其中图 5(a)所示称为无边型,内外圈可以轴向偏移,在必要时更可分开,而图 5(b)又称为有边型,内外圈不容许或只容许非常小的轴向偏移,亦不可分拆开。由于侧推器在螺旋桨推力的作用下会产生较大的轴向推力,所以必须选用图 5(a)所示的无边缘轴承,才不会在工作时发生向心轴承因螺旋桨轴的轴向移动而出现的内外圈“咬死”现象。图 4 中侧推器选用的 32220 型单列向心滚子轴承即属于无边式轴承,除可承受内外圈的轴向偏移外,更加方便于装拆。

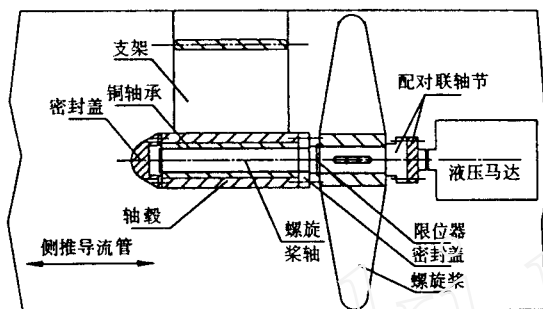


图 3

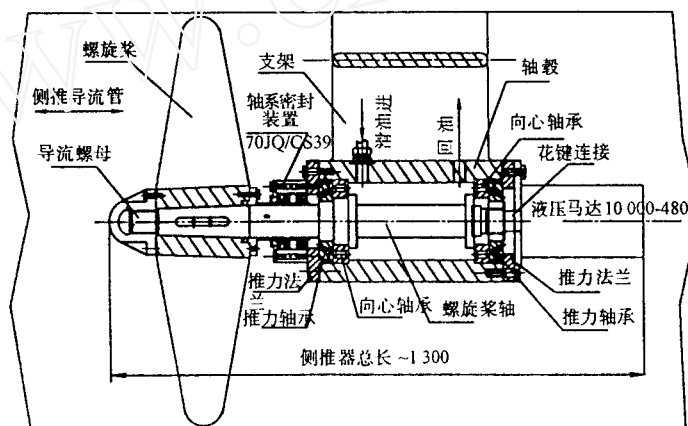


图 4

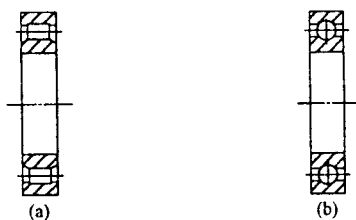


图 5