

图 2

的长度达 2200mm(按规范要求必须大于艉轴直径的两倍),后艉轴承前部及后部和中心线的下移偏差分别为 0.9mm 和 1.3mm,该数值是按照如下公式确定:尾部(前部)倾斜值加上轴承间隙的一半。该系列船特殊的地方是把艉轴承设计成倾斜度不同两部分,原因是该艉轴承较长,这样设计能保证艉轴和艉轴承有效接触,防止局部应力过大。当然,倾斜度的大小是经过严谨地计算而确定下来。按照该设计,需重点复核艉轴安装到位装螺旋桨前后艉轴和艉轴承之间的间隙,要求左右对称,下部装桨前间隙应适当(该系列船为 0.15mm),但装桨后必须为零,否则,轴承内表面的倾斜度或轴承同心度有问题。

### 5 轴系中心线的理论布置和实际安装后的复核

在艉轴承、艉轴、艉轴密封和螺旋桨安装到位后,新造船将在下水后进行主机的调整定位和中间轴的安装。理论轴线的计算比较复杂,通常由船厂完成,在这里不再赘述。但必须考虑一些条件,如:没有临时支撑;螺旋桨浸水和艉轴管装油后的浮力影响等。所以螺旋桨浸水状态不同,需对有关数值作相应修正。下图为 5400TEU 集装箱船理论轴线,并标明了艉轴、中间轴和主机曲轴各法兰面间在螺旋桨 70% 浸水后需通过调整来保证的 GAP 和 SAG 值。

轴系的调整通常需在船下水前预先测量主机和底座间的距离,并使船舶状态需满足设计要求。由于该船为首尾密封,艉轴自由状态的位置固定,只要以艉轴法兰面为基准依序调整便可。理论上 GAP 和 SAG 值能控制在标准允许的偏差范围内,就能确保轴系的良好

状态。

由于上述 GAP 和 SAG 值的确定是建立在艉轴布置状态和设计要求完全一致的基础上,体现在该系列船为艉轴法兰面在自由状态有 0.08mm 的侧隙(见图 3),所以,需对该法兰面的侧隙进行复核(实际上很难精确测量)以保证其正确。如果该法兰面误差偏大,将使轴线偏移理论值,并使主机底座的高低位置受牵制。

### 6 主机底座的调整 and 安装要求

倘若按上所述,通过调整主机底座的高低使曲轴和中间轴法兰面间的 GAP 和 SAG 值满足要求便可。可实际上,MAN-B&W 公司对主机底座环氧树脂(或金属垫片)的高度(不低于 25mm)和底座形式(下垂度)有明确的要求,还需保证主机拐挡差正常以及调整前后无扭曲现象和左右高低对称。

由于船是一个刚性体,现在新造船为了保证空船重量和强度,船壳板大多使用高强度钢,并优化船壳设计,而高强度钢的船体容易产生挠曲,并对主机底座产生影响,特别是 7~10 缸主机。为了主机的安全,MAN-B&W 公司考虑在主机安装过程中预先进行补偿,即将底座调节成下垂,并要求底座下垂弧度尽量光滑。另外,对具体的机型还有明确的推荐数据,经过实船验证,效果良好。针对 10L90MC MK V 机要求 6 号和 7 号主轴承处的下垂量达 1mm,表 1 为某 5400TEU 集装箱船按 MAN-B&W 要求调整后主机各主轴承处底座的下垂数据。单位:mm

由于主机运营状态往往处在船舶的装载状态,所以该方案理论上是可行的,也是必要的,需要在轴线设计过程中予以考虑。可实际上各条船的刚度和装载状态都变化不一,完全按 MAN-B&W 的标准调节可能导致各轴承的静负荷和主机初始拐挡差不能保证。有些大型船厂(如 KHI)鉴于自己丰富实践经验,把主机底座要求调整的下垂量减小,甚至水平(接近台架状态),以确保拐挡差和轴承负荷,见表 2。表 3、表 4 为某 5400TEU 集装箱船按 MAN-B&W 和 KHI 方案调节

表 1

	1	2	3	4	5	6
排气侧	0.00	-0.3	-0.6	-0.78	-0.91	-0.91
凸轮侧	0.00	-0.29	-0.58	-0.80	-0.98	-0.98

	7	8	9	10	11	12
排气侧	-0.94	-0.94	-0.8	-0.6	-0.35	0.01
凸轮侧	-1.01	-0.94	-0.79	-0.56	-0.26	0.01

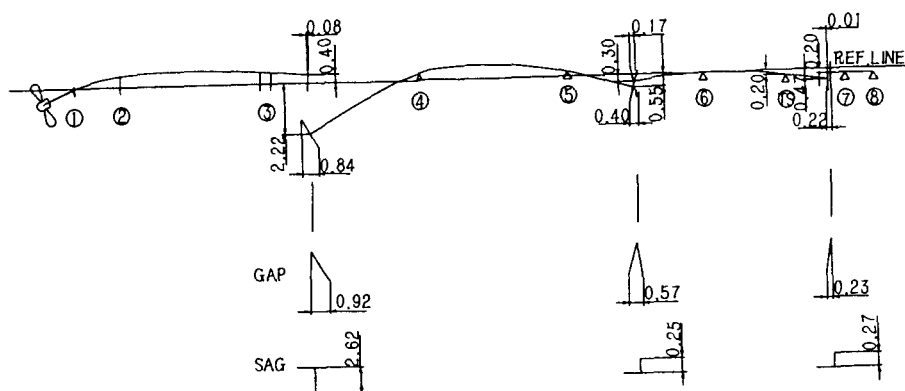


图 3

表 2

	1	3	4	5	6	7	8
轴承设计负荷(吨)	117.8	24.9	22.6	23.0	23.7	34.3	27.5
允许偏差(吨)		+/-4.0	+/-4.0	+/-4.0	+/-4.0	2.4/48.7	4.7/93.2
按KHI调节安装各轴承的实测负荷(吨)		26.8	22.2	23.8	22.5	35.6	12.5
按MAN-B&W下垂安装各轴承的实测负荷(吨)		14.4	25.7	22.3	32.3	65.3	16.7

表 3

状态 各缸	主机按MAN-B&W下垂调节各缸的冷态拐挡差 单位:1/100mm				
	T	B1	B2	S	P
1	9	0	10	6	4
2	-9	0	1	-11	-10
3	17	0	2	15	5
4	25	0	5	10	8
5	16	0	12	18	13
6	17	0	2	0	12
7	28	0	5	7	10
8	13	0	4	3	5
9	-8	0	-3	-15	-9
10	17	0	4	4	-2

后图 3 中各道轴承的负荷和主机拐挡差的比较情况:

从表 3、表 4 可看出,按照 KHI 的经验对主机底座调节后各轴承静负荷和主机冷态拐挡差均能符合要求,而按 MAN-B&W 公司的要求下垂调节后,情况相反。为了判断该系列船使用后的真实效果,笔者跟踪了按 KHI 标准调节的运营船情况,发现在多种装载状态下主机的拐挡差均能满足要求,通过拆检主机飞轮前后轴承,发现轴承表面受力均匀,无任何过载和腾空现象,这充分说明了 KHI 的经验对该系列船是有效的,为此,得到了 MAN-B&W 总部设计部门的认可,说明

表 4

状态 各缸	主机按KHI水平调节各缸的冷态拐挡差 单位:1/100mm				
	T	B1	B2	S	P
1	5	0	3	1.5	2
2	-18.5	0	1	-15	-13
3	7.5	0	1	-3	-2
4	18.5	0	4	8	3
5	11	0	0	1	-3
6	4.5	0	2	-2.5	-8.5
7	19	0	4	7.5	4
8	8	0	0.5	-1	1
9	-14.5	0	0	-15	-12
10	13	0	2.5	-1	-1

主机底座下垂量的补偿值是一个参考数,针对具体的船要有所修正。

## 7 总结

众所周知,主机和轴系是一艘船最关键的设备,在安装调节过程中一定要严格对待。最理想的情况是主机底座按 MAN-B&W 公司的要求进行下垂调整;而轴法兰面间 GAP 和 SAG、主机静态拐挡差和各轴承静负荷均在设计允许的范围内。在不能兼顾的情况下首先要确保轴承的静负荷和主机的拐挡差。

主机和轴系安装结束浇注环氧前,要认真和正确地测量各轴承的静负荷,特别是主机最后一道主轴承。有条件还需在主机运转一段时间后对该轴承进行拆检检查。对艉轴管轴承,由于检查实际受力情况很困难,但也可通过一些间接的方法来确保,如在主机前期运转过程中除需特别注意轴承温度外,还需及时对艉轴管滑油进行金属杂质的化验分析,以判断艉轴管内表面白合金层有无脱落。

## 海峡两岸举办溢油应急计划研讨会

应台湾中华海运研究会邀请,中国航海学会一行 13 人于 4 月 16-24 日访问了台湾。在台期间,双方召开了台湾海峡溢油应急计划研讨会,参观了基隆、台中和高雄等港口,并与之进行了交流。

此次台湾之行系中国航海学会首次组团访台,台湾有关单位给予了充分的重视和热情的接待,并表示:研讨会之后应继之以后续行动和合作,使海峡两岸溢油应急计划得以制订和实现,同时希望扩大交流领域。代表团的成员们一致认为:中国航海学会在扩大对台民间交流和促进两岸早日实现三通方面发挥更为积极的作用。

## 中国航海学会参加交通建设博览会会展

由中国交通报组织的交通建设博览会于 2002 年 4 月 10-12 日在北京锦绣大地展览中心举办。中国航海学会作为支持单位参加了此次展览。博览会展现了交通行业的“九五”建设成就和辉煌业绩。我会的展区高挂着学会会徽、摆放着学会简介、陈列着徐福东渡日本的师船船模、郑和七下西洋的宝船船模、海军 112 驱逐舰的模型、中国海监船模、玻璃钢金枪鱼冷海水延绳钓船船模和 520T 超低温金枪鱼延绳钓船船模。学会还向参观人员赠送了《中华海魂》和学会简介,受到了参观者的欢迎,部领导在参观博览会时曾在我会展台前驻足并与工作人员热情交谈。