

# 轴系定位安装工艺

镇江船厂 朱春雷

在进行轴系布置设计时,应合理确定各支承的位置,如果轴承的布置不合理,将会出现某轴承负荷的过重或过轻现象,这对轴承是不利的,同时给轴系带来不稳定的因素,因此应尽量避免某道轴承的负荷过重,在轴线发生变形时,使各轴承负荷波动较小。通过调整轴承的位置来改善轴系的负荷分配,从而减少艉轴承的剧烈磨损,减少轴系产生的振动。轴系校中是对轴系按要求定位,从而使轴系的布置达到设计意图。本文就镇江船厂建造的75m平台供应船的轴系下水后的校中工艺进行详细介绍。

## 1. 轴系简介

75m 平台供应船是适用于近海供应、消防和其它有关任务的船舶,该船为双机双推进系统,每套推进系统主要由 WARTSILA 6R32LNE 型主机, CENTAX-CX-80-GF52-3AO-50-0885 弹性联轴器, SCV62-P47 减速箱,两根中间轴和一根桨轴及 LIPS 可变桨距螺旋桨组成。桨轴和中间轴轴线与基线及船中线平行,距基线高度 1600mm,主机曲轴中心线距基线 2220mm,左、右两根轴线与船中心线相距 3500mm,其中桨轴长 11m,中间轴 1 长 7m,中间轴 2 长 5.8m,共有 7 个支承点,其中中间轴承三个。推进装置布置见图 1。

## 2. 轴系校中应具备的条件

2.1 艉管前后轴承定位、浇注环氧结束 艉轴初步安装、桨轴液压联轴节初步安装,各轴承座、减速齿轮箱座、主机座初步定位完成。

2.2 船舶下水后至少 1 周以上,处于正浮状态,其横倾和纵倾角均小于  $15^\circ$ ,且不搁浅,系缆松弛,外档不绑靠其它船只,江面浪平静且无湍急潮流;船尾吃水不少于螺旋桨直径浸没 75%,并且在整个轴系找正数据测量期间,艏、艉吃水始终保持基本相同;船体结构完整,基本的焊接工作结束;绝大部分的机电设备(尤其是较重的设备)均已到位;船体不受阳光照射及气温急剧变化,停止振动或撞击作业,避免因船体变形影

响轴系找正的准确性。

## 3. 中间轴 1 的找准定位

3.1 用临时固定压板装置将该中间轴的两个轴承座 3 和 4 的固定装置装焊完妥,拆除下水时的临时木垫块,将固定钢垫片的表面斜度磨好。然后使中间轴承完全承座在各自的调节螺钉之上,保证两个中间轴承的轴向位置的正确。

3.2 拆除下水前安装的桨轴临时固定装置,让桨轴前端自然下垂,保留防止桨轴轴向移动的止退保险装置,保持其原定的轴向位置,检查桨轴内油管,要求伸出轴端的尺寸 30mm。

3.3 精确调节中间轴承 3 和 4 的位置,使中间轴 1 的后端法兰相对于桨轴联

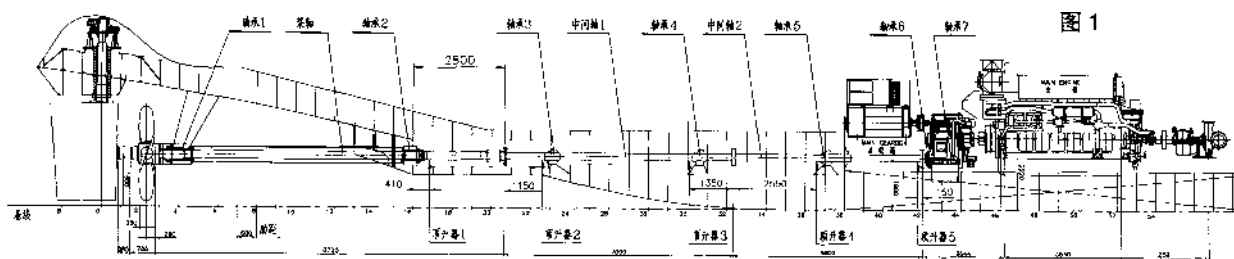


图 1

轴节法兰的位置曲折偏差值SAG、GAP满足图2要求。

3.4 定位时两相对法兰间的偏移和曲折数值应仔细测量,在上、下、左、右四个相同位置多次反复校核。为消除两法兰的直径差对偏移值的影响,最好取千分表测得数字差的平均值;测量偏移和曲折时,两法兰边缘避免接触并脱开内部油管;检查中间轴承3和4的轴向位置,严格按照设计要求,用塞尺或涂色油检查轴承3和4的下轴瓦与轴径表面的贴合均匀度;最后旋紧两中间轴承座的压板螺钉使其可靠固定;确认上述曲折和偏移数字达到要求,两个中间

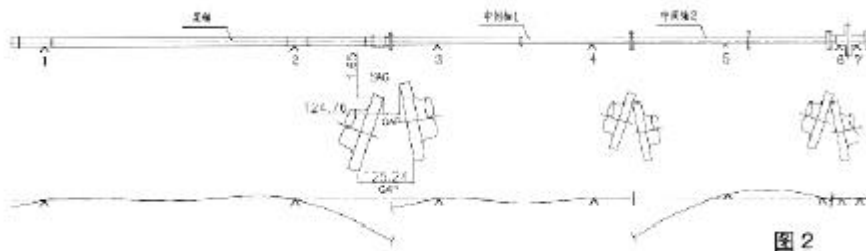


图2

轴向位置正确。

精确调中间轴承5和临时支承的位置,使中间轴2的后端法兰相对于中间轴1的前端法兰位置曲折偏差值SAG、GAP满足图3要求;

4.2 确认上述曲折和偏移值达到要求,中间轴承5和临时支承的轴向位置

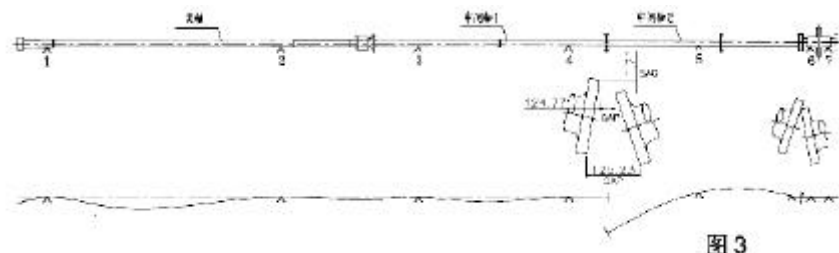


图3

轴承轴向位置正确,轴和轴承表面相互贴合均匀且压板螺钉确已旋紧后,按图纸要求拂磨好这两个中间轴承座调整垫片并钻孔和装妥底脚螺栓,然后按制造厂要求的工艺步骤将两轴端的内油管予以连接。用两个螺栓并加上至少4个M36普通螺栓及其螺母和合适的垫圈,将中间轴法兰与桨轴的液压联轴节法兰临时连接。

#### 4. 中间轴2的找准定位

4.1 按设备制造厂要求在中间轴2的前端F42-100处加上一个临时支承,再用临时固定压板装置将中间轴的轴承座5和临时支承处固定装置装焊完妥,拆除下水时的临时木垫块,预先用专用平板将中间轴承座5的固定钢垫片的表面斜度磨好。然后使中间轴承和临时支承完全承座在各自2个升降调节螺钉之上,同时注意保证中间轴承5和临时支承的

正确,轴和轴承表面相互贴合均匀且压板螺钉已旋紧,调整中间轴承座5的垫片并钻孔装妥底脚螺栓。再次验证曲折和偏移值,然后将两轴端的内油管予以连接,使用6寸M30螺栓和垫圈将两中间轴法兰临时连接。

#### 5. 减速齿轮箱找准定位

5.1 减速箱输出轴联轴节法兰和中间轴2的前端法兰间的曲折和偏移值需考虑到减速箱工作时的输出轴偏移,所以应按如下要求确定:

对于左轴系:齿轮箱向左偏移0.10mm(即向船旁偏移);

对于右轴系:齿轮箱向右偏移0.10mm(即向船旁偏移);

上、下方向的曲折和偏移按计算值,

其中偏移量SAG尚需按下式修正:

$$\text{SAG实} = \text{SAG} - 1 - 2 + 3$$

式中:

SAG实——实际找正时的上下径向偏移值,

SAG——对中计算所要求的冷态上下径向偏移值,

按图4,  $\text{SAG} = 1.84\text{mm}$ ;

1——减速箱工作状态下输出轴受齿轮传递力后的向上偏移量,按减速箱图纸  $1 = 0.05\text{mm}$ 。

2——减速箱由20°C升到50°C时的热膨胀量,按减速箱图纸,  $2 = F = 0.05\text{mm}$ ;

3——环氧垫块压缩量。按下式计算:

$$3 = 0.001h,$$

h——环氧垫块的实际厚度。若实际测得的环氧垫块厚度为30mm,则:

$$\text{SAG实} = 1.84 - 0.05 - 0.05 + 0.001 \times 30 = 1.77\text{mm}$$

5.2 按设备图纸要求将减速齿轮箱前后端档、侧档和暂时固定减速箱的压板装置止推件装焊好。

5.3 将F42-100mm处的临时支承下降,与中间轴2脱离接触,让中间轴2的前端法兰自然下垂。见图4

5.4 旋松下水前临时固定减速箱的压板螺帽,用减速箱座脚上的4个



图4

M36X2 升降调节螺钉将减速箱支起,并同时拆除其下垫木板。用上述该 4 个调节螺钉及前后左右的端档和侧档处的调节螺钉精确调整减速箱的位置,使中间轴 2 的前端法兰和减速箱输出轴联轴节法兰的曲折值 GAP 满足图 4 要求,上下和左右偏移值 SAG 按上述计算值 SAG 实确定。

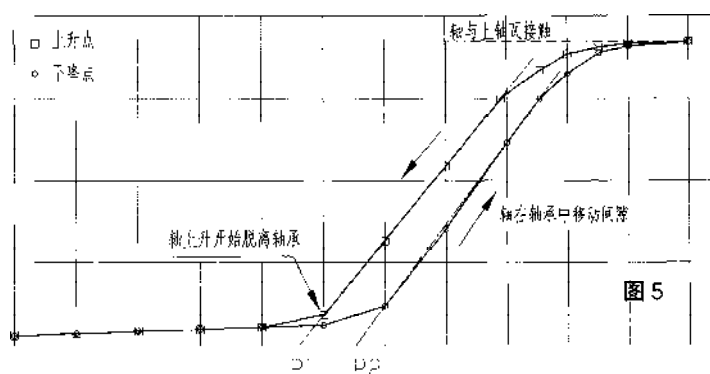
5.5 确认上述曲折和偏移数字达到要求且减速箱底脚压板螺钉和端档和侧档的调节螺钉已可靠旋紧,按安装图要求钻好底脚螺栓孔。再次验证曲折和偏移值,然后将两轴端的内油管予以联接。

## 6. 轴系法兰联接

### 6.1 轴法兰联接螺栓安装程序

将千斤顶放在较低的法兰下面,用来调节该法兰的高度使之与配对的法兰同心;转动配对法兰使各螺栓孔相对应位并相互同心;先将其中一个靠近水平位置孔的螺栓进行安装,仔细调节千斤顶高度,使该配对孔精确同心。螺栓安装时采用铜锤轻敲,以免损伤螺栓头。在每个螺栓头部、螺纹及螺帽中涂上二硫化钼 ( $\text{MOS}_2$ ) 润滑剂。在第 1 个螺栓的法兰直径对侧安装第 2 个螺栓,在法兰的顶部和下部安装第 3 和第 4 个螺栓,稍许拧紧这 4 个螺栓。移去千斤顶,然后安装其余所有的螺栓。在螺栓身部、螺纹处及螺母中涂上二硫化钼润滑剂。测力扳手按规定扭矩将各螺栓螺帽以交叉顺序一一旋紧。确认两法兰之间已完全贴紧,用检验榔头锤击检查,并再次检验一遍扳紧扭矩。

6.2 将 F42-100 处的临时支承托住中间轴 2 的前端,然后将所有各临时联接的轴法兰螺栓拆除,包括液压联轴节与中间轴 1 之间的法兰螺栓和中间轴 1 和中间轴 2 之间的法兰螺栓。在拆除各临时联接的轴法兰螺栓之前,应预先将所有各个法兰予以良好支撑,避免损坏轴孔内油管。对于桨轴,不可直接支撑在



液压联轴节处,应支撑在该联轴节稍后处的轴上。在安装法兰联接螺栓过程中,应注意防止轴孔内油管损坏。

6.3 将中间轴 2 向艏移动 125mm,使该轴首端法兰面同减速箱输出轴法兰面相互接触。按要求将两法兰的联接螺栓装妥。

6.4 将中间轴 1 向艏移动 125mm,使该轴首端法兰面同中间轴 2 的艏端法兰面相互接触,按要求将两法兰的联接螺栓装妥。

6.5 将桨轴联轴节由原来的暂驻位置拆卸并向艏移动到最终安装位置,同中间轴 1 的艏端法兰平面相互贴合。然后将两法兰的联接螺栓装妥。

## 7. 轴承负荷顶升检验:

7.1 按表 1 分别对艏管前轴承 2、中间轴承 3、4、5 及减速箱后轴承 6 的承载负荷分别作顶升校验,

### 7.2 校验过程

7.2.1 用带有测力装置的顶升器或已知活塞面积的液压千斤顶设置于所指定

的位置;

7.2.2 将磁性千分表定位于轴承座或其他固定地方,指针设于顶升器处的轴径上表面,用来测量轴的上下偏移值;

7.2.3 用顶升器将轴逐渐升高,同时按图 5 所示将所测得的轴偏移量为纵坐标,相对应的顶升器负荷值或液压千斤顶的液压压力值为横坐标,点注于座标图上,直到轴的上表面与上轴瓦相接触为止。

7.2.4 将顶升器逐渐下降至轴表面与下轴瓦相接触。将所测的各个轴的下降过程中的偏移量和负荷值点注于坐标图上。

7.2.5 上述顶升和下降重复记录多

表1

顶升器位号 (见图 1)	轴承编号	轴承负荷 [KN]	修正系数	顶升负荷 [KN]
1	轴承 2 (艏管前轴承)	16.4	0.92	17.8
2	轴承 3 (中间轴承)	11.5	0.99	11.7
3	轴承 4 (中间轴承)	8.7	1.0	8.7
4	轴承 5 (中间轴承)	10.2	1.02	9.9
5	轴承 6 (减速箱后轴承)	7.7	1.76	4.4

次,验证记录数值确实稳定可靠,在坐标图上可连成上升过程和下降过程的两条曲线。用直尺绘出该两条曲线的切线,将切线延长至与横坐标相交,可得到相交点的压力值P1和P2。取其平均值,则可得到顶升负荷。

7.2.6按上述过程测得的顶升负荷与表格中的要求比较,允许误差为 $\pm 10\%$ ,若负荷超出范围,则适当调整中间轴承垫片或减速箱的高度。选配并装妥三个中间轴承底座垫片和底脚螺栓。复验各轴承顶升负荷,保证误差在允许范围后完成。顶升器的位号及位置见图1。

## 8. 主机找准定位

8.1 主机飞轮同减速箱输入轴中心的相对轴向、径向及曲折数值见图6。

按设备厂要求,  $Kv+h \pm 2\text{mm}$ ;  $R=415\text{mm}$  时,  $Sw$  不超过  $0.36\text{mm}$ 。

由于对时中设备处于冷态(常温状态)。考虑到设备实际运行时为热态,其中心高度应作热膨胀修正,修正量  $H$  按如下公式估算:

$$H = H_1 + H_2 + H_3 - F$$

$$H_i = \alpha \times T_i \times H_i$$

式中:

$H_i$  = 各部件垂直热膨胀量,(mm);

$H_i$  = 各部件垂直高度,(mm);

$\alpha = 1.2 \times 10^{-5}$ , 钢的热膨胀系数;

$T_i$  = 各部件运行状态下的工作温度与环境温度之差,即温升, (°C);

其中:

$H_1 = 0.43\text{mm}$ , 主机温升为  $60^\circ\text{C}$  时的热膨胀估算值;

$H_2 = 0\text{mm}$ , 主机基座温升为  $0^\circ\text{C}$  时的热膨胀值;

$H_3 = 0.16\text{mm}$ , 滑油循环舱温升为  $50^\circ\text{C}$  时的热膨胀值的二分之一,另外的二分之一考虑为向下膨胀;

$F = 0.05\text{mm}$ , 减速箱温升为  $30^\circ\text{C}$  的热膨胀值。

则总的膨胀修正量为:

$$H = 0.43 + 0 + 0.16 - 0.05 = 0.54\text{mm}$$

所以主机径向对中应在  $(\pm 2 - 0.54)\text{mm}$  范围进行对中。

轴向尺寸的对中要求  $494 \pm 0.5$ , 需考虑主机飞轮的轴向间隙和减速箱输入轴的热膨胀量,当飞轮处于靠向最艮端位置时,其轴向对中值应为:  $(494 + 1/2 - B) \pm 0.5\text{mm}$ 。

其中:

$1$  = 实际测得的飞轮轴向间隙值, mm。

$B = 0.38\text{mm}$ , 减速箱输入轴的热膨胀量(温升为  $30^\circ\text{C}$  时)。

8.2 按主机安装图装妥用于调节和暂时固定主机位置的端档、侧档和压板装置。

8.3 旋松下水前临时固定主机的压

可按安装图要求钻、铰好主机底脚螺栓孔并初步装好两个铰孔螺栓;再次复核对中数据,同时复核主机甩档差。

## 9. 浇注主机、减速箱底脚环氧垫块

焊妥用于安装环氧垫块模壳泡沫的扁钢挡板,清除垫块区域的油迹、锈斑、氧化轧屑和油漆等,按环氧垫块的施工工艺,在服务工程师的指导下浇注环氧树脂,经过24小时固化并经测量合格后,放松所有顶升定位螺钉,拆去所有用于临时固定的压板螺栓和端挡及侧挡装置,让主机和齿轮向的重量完全由环氧垫块所承受,将底脚螺栓塞入螺栓孔上紧。

轴系的工作条件比较恶劣,在其传递主机动力给螺旋桨的过程中受力比较复杂,特别是本船这样轴线长、支承多的轴系,还将受到船壳变形及装载变化

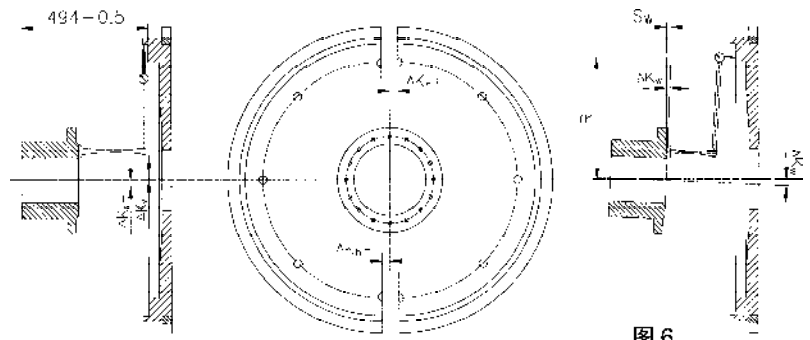


图6

板螺帽,用主机底脚上的8个M30调节螺钉将主机支起并同时拆除其全部下垫木板。精确调节主机位置,使主机飞轮同减速箱输入轴中心的相对轴向、径向及曲折数值满足上述计算要求。

8.4 对中过程中需同时校核主机甩档差,应符合设备厂的要求。确认上述对中数据已达到要求,且所有压板螺帽及侧向和端面定位螺钉已可靠旋紧,就

的影响,如果轴系设计、布置及安装的不好,往往会导致工作时摩擦部位发热、剧烈磨损和摩擦功的增加,甚至发生断轴事故。由于轴系属于水下的工程项目,营运的船舶一旦轴系发生故障,往往必须将船舶上坞修理,从而造成严重的经济损失,所以轴系的布置及校中对于船舶的重要性可想而知。