

# 船舶轴系安装及校中

张金香

(福建省东南造船厂 福建 福州 350015)

**摘要:** 船舶轴系是船舶动力装置的重要部分,是船舶航行的生命线。本文主要介绍轴系安装过程及校中方法。

**关键词:** 船舶轴系 校中 船台 镗孔 曲折 偏移

**中图分类号:** U661.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-4801(2005)02-104-05

船舶轴系是指从主机或传动装置的输出端到螺旋桨之间的动力传动构件总称。轴系的构件中有螺旋桨、中间轴、推力轴、隔舱填料函、中间轴承、推力轴承、尾管及尾管艏、艏密封件等等,轴系位于主机和螺旋桨之间。轴系的主要功能是:将船舶主机发出的功率传给螺旋桨,同时又将螺旋桨在水中旋转产生的轴向反推力通过轴系中的推力轴承传给船体,使船舶根据驾驶指令而航行。由于主机是船上最大的动力源,因此可以说船舶轴系是船舶动力装置的重要组成部分。而轴系安装及校中质量的好坏,对保证轴系及主机正常运转以及对减少船体震动有着重要的影响。若安装质量不好的轴系,其运转时会造成艏轴管轴承迅速磨损以至烧坏,艏轴管的密封元件也因迅速磨损而造成泄露,致使主机曲轴的臂距差超过允许值,从而破坏齿轮箱的正常啮合和支撑轴承的正常工作并引起振动。影响轴系安装质量的主要因素有:传动轴制造的精度,轴承安装时的弯曲状态,船体变形,轴端法兰因自重下垂以及轴系的结构设计质量等,并与船体建造工艺、轴系结构、船舶吨位及船厂工装设备等有关,本文根据船舶轴系安装的工艺过程与所采用的轴系校中方法进行阐述。

## 1 确定轴系理论中线

理论轴系中线是安装轴系的基准,轴系中线可通过拉钢丝线方法或光学仪器法定出,由于拉钢丝线确定轴系中线存在钢丝自重下垂产生的误差,所以拉钢丝法定中主要用于短轴系,当轴系长度超过 15-20m 时,就应采用光学准直仪或激光准直仪来确定轴系中线。本文将结合实例详述其轴系安装的过程及校中方法。

### 1.1 轴系中线的基准点

11000hp 拖船是轴系较长的船,齿轮箱与主机之间有两根中间轴,轴系长约 30m,所以轴线拉中应采用激光定中,如图 1 所示。此船为双平轴系,两轴系对称布置在船体距舳 4500mm 的左右两侧,轴系距基线 1650mm。

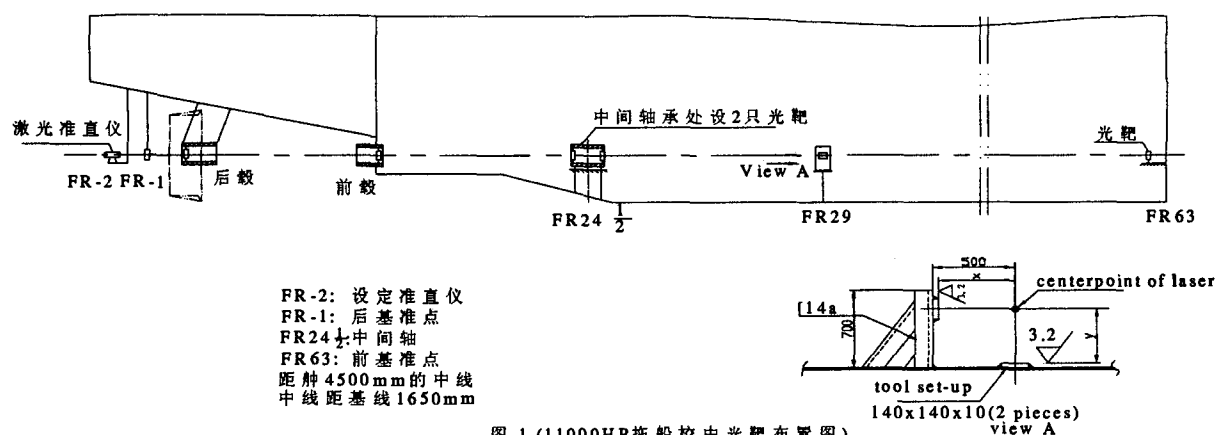


图 1 (11000HP 拖船校中光靶布置图)

因此定基准点时,在船尾FR-1号肋骨附近的船台上和机舱前壁FR63附近的双层底上,分别设置基准点光靶1和2,将前基准点标在2靶上,将后基准点标定在1靶上。在标定艏艉基准点时,其垂向高度如用钢直尺从二层底或中龙骨向上量取,应加上由基线至双层底或中龙骨上测量平面的距离,为了提高准确度,确定高度时采用连通管水平仪从船台的标高尺上按1650mm的高度引入船内。基准点的横向位置,则在船台和双层底上先划出船体中线,按轴系中线距舫4500mm的横向尺寸划出轴系中线的投影线,然后再用吊铅垂法确定基准点的横向位置。这样艏艉基准点就确定了。

### 1.2 激光法定出轴系中线

我们利用光束直线传播的特性,将准直仪设在FR-2处,根据两点成一线的原理,调整准直仪位置,让产生的光束通过基准点光靶1和2的靶心,固定准直仪,此时的激光线就是理论轴线,分别在已经由车间加工好的后轂,前轂,中间轴承处端面如图1所示装上光靶,调整轴线上的各部件的底座调整螺栓,直至光靶靶心与主光轴重合,这时用点焊将前后轂,中间轴承座焊在船体上,再用光学仪检验一次,确认无误后将其焊接,在焊接时要采取措施防止前后轂的移动和变形。在FR29肋板上设置一中心线座标工装,并测量X值和Y值,以便于尾轴下水后校中时予以校正。

## 2 船台镗孔定位

船台镗孔是指对人字架及尾柱上安装尾轴管的孔,首先在车间内进行粗加工,留下的精加工余量待在船体上装配焊接好之后,再用专门的镗孔机在现场就地进行镗孔。这里定位是按基准光学仪的主光轴进行镗杆的定位,或在所加工孔的端面上划出镗控线和检验圆线,再按镗孔线进行镗杆的定位,之后进行镗孔。当人字架、尾柱,前轂,中间轴承等部件上的孔的中心线与轴系中线重合的情况下,才可保证装入尾轴管或轴承孔的轴心线与轴系中线重合。

## 3 安装尾轴管装置、尾轴和螺旋桨

### 3.1 安装尾轴管

尾轴管可在车间里据船体构件上所镗好孔的实际尺寸,车削其外径和配合台肩的间距。尾轴管轴承可在车间里预先装入尾轴管内,也可以在尾轴管装入船体之后再装入。

将尾轴管插入船体轂孔的配合面时,可采用液压千斤顶从端面施加力压入,或采用大锤锤击的方法打入。尾轴管插入后螺母锁紧。装好尾轴管后,即可对尾尖舱灌水作密封试验,以检验尾轴管与轴轂孔前端面和隔舱壁加强板间有无泄漏。装配润滑油管、冷却水管和阀件等。

### 3.2 装入艏轴

装好艏轴管后即可将艏轴插入。为了安装方便,艏轴一般设计成前端有可拆联轴的形式,能从船体外部向内插入艏轴管。艏轴插入艏轴管后,用长塞尺测量艏轴与艏轴管轴承的左右及下部间隙。左、右间隙应在直径间隙的40~60%之间;下部测量时,艏轴与轴承应贴合良好,0.05mm的塞尺应插不进去。

### 3.3 装密封装置

艏轴管密封装置的装配工作是在插入艏轴后进行。所装配好的密封装置,应保证艏轴轴承磨损到极限间隙时,艏轴也不会与密封压盖及分油环等零件发生直接摩擦。对于橡皮筒式端面密封装置,在装配时应合理地调整橡皮筒的压缩量。

密封装置装配好后,接通润滑及冷却管路,然后就可进行泵油试验,以检查有无漏油现象。在泵油试验时,可慢慢地转动艏轴。

### 3.4 安装螺旋桨

螺旋桨与尾轴连接方式分为有键连接、液压连接及环氧树脂胶合连接等,我厂采用有键连接的居多。螺旋桨与艏轴连接之前,其锥孔应在车间里与艏轴的锥面刮配好,安装时用起吊工具将螺旋桨托起,对准键槽后套进艏轴锥面上,因为锥面起传递主机扭矩作用,因此此处配合为过度配合,必须用液压千斤顶将螺旋桨

压向艏轴锥面规定的位置上,也可以用大锤敲击扳手以拧紧尾轴螺母的方法将螺旋桨压紧在尾轴规定的位置上。轴系在船台安装结束后,船舶就可以下水进行轴系的校中。

#### 4 轴系的校中和连接

##### 4.1 轴系校中

轴系校中就是按一定的要求和办法,将轴系敷设成某种状态,处于这种状态下的轴系,其全部轴承上的负荷及各轴段内的应力都处于允许范围之内,或具最佳的数值,从而可保证轴系持续正常的运转。因此轴系校中是轴系安装工程中的重要部分,校中质量的好坏对轴系是否能正常运转有着重要的影响。

进行轴系校中的原理分为:按法兰上的允许偏中值(偏移、曲折)的直线校中原理、按轴承的允许负荷的负荷校中原理、按轴承的合理负荷或最佳负荷的合理校中原理;校中方法可采用光学准直仪或激光准直仪校中法、用样轴校中、用测力计测量轴承负荷法等等。

以一艘准备交船的 70m 拖船轴系水下校中过程为例,本轴系如图 2 所示。

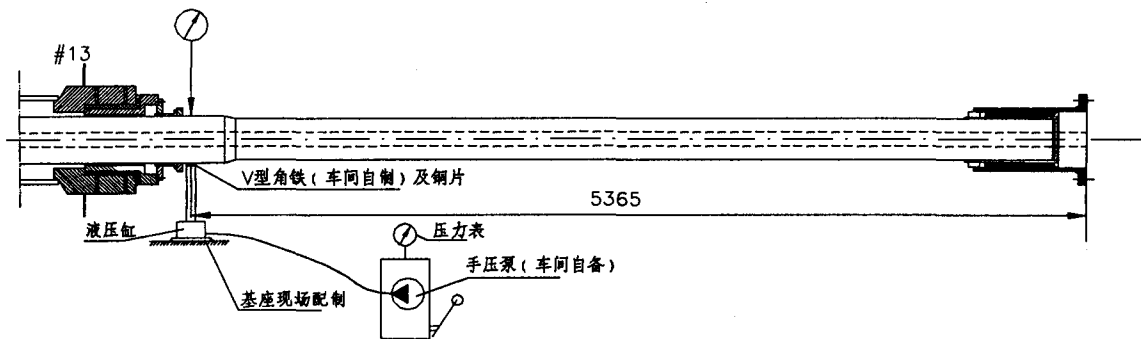


图 2 (70M拖船顶深位置示意图)

本船轴系的校中采用直线校中法,采用测力计检验艏轴承等安装的正确性,本船轴系由 WARTSILA 提供,水下校中数据也是由 WARTSILA 推荐,具体过程如下:

##### 4.1.1 提供尾轴安装的原始数据给 WARTSILA 认可

- (1) 准备好顶升用带压力表的千斤顶(6 吨或 8 吨)一只,百分表二只;塞尺;游标卡尺等,
- (2) 按图 2 将千斤顶和百分表放置在对中图 2 中所示位置。
- (3) 按顶升力的递增减幅度 5000N 逐步改变顶升力并读出每步顶升高度,当顶升和降低时应将二者的顶升力和高度同时测量记录。
- (4) 当顶升力增加而百分表读数不增加或增加缓慢,那么就开始相反的降低过程记录结果送 WARTSILA 认可。

##### 4.1.2 根据 WARTSILA 提供的偏移及曲折值对中减速齿轮箱

(1) 如果轴系在机舱悬臂不大于 1M,一般不考虑其自重引起的挠度,其轴系校中是从已定位好的艏轴连接法兰为基准,按连接法兰上允许的偏移 0.1mm 及偏折 0.15mm/m 与前一节法兰连接,但是 70M 拖船轴系在机舱悬臂为 5380mm,轴径  $\Phi 240\text{mm}$ ,艏轴联轴节重量为 288kg,那么艏轴在机舱部分由于自重引起的挠度很大,WARTSILA 提供该处偏移为 24.68mm,曲折为 3.31。对中时,确保齿轮箱重量均匀分布在调整螺栓上,以避免齿轮箱壳体的变形,否则会影响齿轮载荷的分布。

(2) 正确的偏移值和曲折达到要求时,齿轮箱至少用四只基座螺栓,并靠近调整螺栓固定齿轮箱。

##### 4.1.3 继续用顶升法检验对中的正确性

(1) 临时用合适螺栓(至少 4 只非紧配,2 只配合螺栓)联接螺旋桨轴和齿轮箱的法兰。确保法兰之间没有曲折。在这个操作过程中,借助几只百分表检查齿轮箱用于维持它的位置。

(2) 顶升测试 2, 将顶升装置处于图 3 顶升位置 1, 根据顶升力递增幅度为 2500N 逐步顶升轴, 记录当每步轴稳定时高度和顶力。

(3) 顶升测试 3, 将顶升装置处于图 3 顶升位置 2, 根据顶升力递增幅度为 2500N 升逐步顶升轴, 记录当每步轴稳定时高度和顶力于测试表 3 内。

(4) 偏移 (SAG) 和曲折 (GAP) 测量结果和顶升记录表报告 WARTSILA 管理人员, 得到认可后, 按厂家推荐的铰制法兰联接螺栓扭矩锁紧螺栓, 然后齿轮箱就可以浇注环氧树脂垫块了。

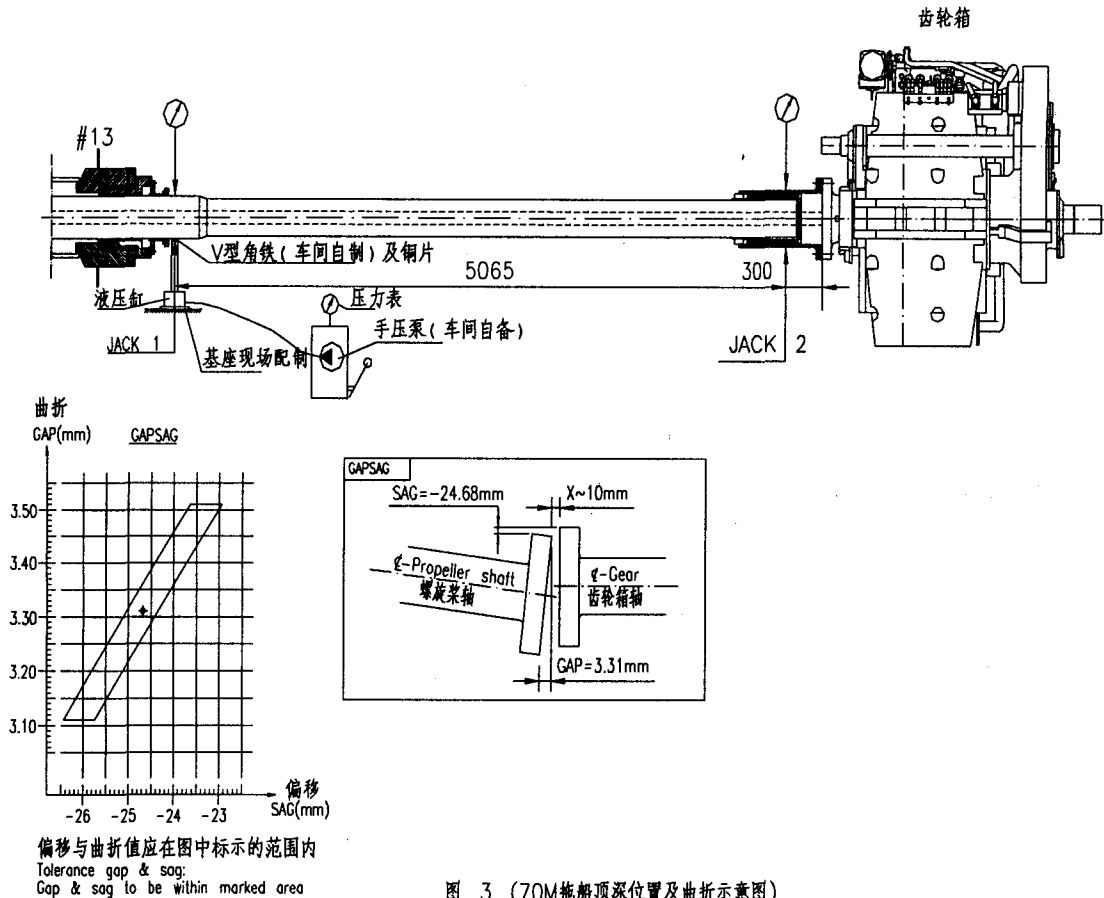


图 3 (70M拖船顶升位置及曲折示意图)

#### 4.2 轴系连接

中间轴与尾轴、中间轴之间, 中间轴与齿轮箱之间用连接螺栓连接成整根轴系, 视所采用的校中方法不同, 有的在轴系校中之前进行 (如采用测力计校中法); 有的在轴系校中之后进行 (如采用按连接法兰上的偏移、曲折校中法)。

用于连接轴系的法兰螺栓, 是预先在车间内进行轴的配对时就已进行过法兰螺栓孔修配, 并打有印记。因此法兰螺栓将轴系连接好之后, 才能保证各轴之间的同轴度。

当轴系校中及连接工作完成后, 接着进行中间轴轴承在其基座上紧固的工作。

齿轮箱定位好后与主机飞轮连接, 其间连接件为高弹性联轴系, 定位主机时以齿轮箱输入轴为基准, 偏移与曲折, 齿轮箱法兰与飞轮之间距离满足要求后, 安装高弹性联轴节, 这样该轴系校中基本完毕。

#### 5 轴系安装质量的检验及试车

轴系安装工作结束后, 应按有关规定或规范进行质量检验及试车工作。

### 5.1 安装质量的检验

轴系安装质量的检验包括轴系校中质量的检验及各部件装配质量的检验。

轴系与主机连接后, 还要检验往复式主机曲轴的壁距差是否符合安装标准的要求。

### 5.2 轴系试车

轴系试车通常是与主机试车一并进行。

轴系试车先进行低速的系泊试验。此项检验主要是检验轴系运转的灵活性。码头实验合格后的轴系才能进行航行试验, 以检验轴系运转的可靠性。

轴系航行试验时, 往往是根据轴承工作时的温度是否正常作为评定轴系工作是否正常的主要依据。

轴系航行试验中还要检验轴系工作的平稳性, 是否存在不允许的振动、敲击声和摩擦声; 并检验尾轴管装置的油密性、水密性等。

## 6 结束语

轴系安装及校正成功与否直接影响到使用寿命, 轴系安装好坏也是船舶建造质量评判重要依据之一。

### 参考文献:

- [1] CB/Z338-84 船舶推进轴系校中[M] 中国船舶工业总公司
- [2] 民用船舶动力装置 商圣义 [M] 武汉交通科技大学

---

作者简介: 张金香 (1967 年~), 女, 福建省东南造船厂工程师, 现任福建省东南造船厂副总工兼设计所所长

## 声 明

为适应我国信息化建设, 扩大本刊及作者知识信息交流渠道, 本刊已被清华大学中国学术期刊 (光盘版) 电子杂志社的 CNKI 中国学术期刊全文数据库及科技部西南信息中心的中文科技期刊数据库收录。如作者不同意文章被收录, 请在来稿时向本刊声明, 本刊将做适当处理。

《机电技术》杂志编辑部