

# 船舶轴系校中通用工艺规范

## 前 言

本规范为公司新编的船舶轴系校中通用工艺规范。在编制过程中，依据《中国造船质量标准》的要求，满足我国《钢质海船入级与建造规范》，参考兄弟船厂的有关资料，并结合本公司的生产实际情况编制而成。

本规范由上海外高桥造船有限公司提出；

本规范由设计部归口；

本规范起草部门： 设计部

本规范主要起草（编制）：郭勇

标检：戴小虎

审核：杜剑锋

本规范由总工程师 南大庆 批准。

### 1 范围

本规范规定了船舶轴系校中通用工艺的安装前准备、人员、工艺要求、工艺过程和检验。

本规范适用于船舶轴系的校中和安装。

### 2 安装前准备

- 2.1 熟悉了解并掌握主机、轴系及其安装的所有设计图纸、产品安装使用说明书等技术文件。
- 2.2 到仓库领取配套设备必须检查其完整性，并核对产品铭牌、规格、型号。
- 2.3 检查设备的外观是否有碰擦伤、油漆剥落、锈蚀及杂物污染等。
- 2.4 检查所有管口、螺纹接头等的防锈封堵状态。
- 2.5 对检查完毕的配套设备必须有相应的保洁、防潮、防擦伤等安全措施。
- 2.6 对基座、垫块、调整垫片等零部件必须按图纸等有关文件进行核对。

### 3 人员

- 3.1 安装人员应具备专业知识并经过相关专业培训、考核合格后，方可上岗。
- 3.2 安装人员应熟悉本规范要求，并严格遵守工艺纪律和现场安全操作规程。

## 4 工艺要求

- 4.1 主机吊装和初步定位应符合设计图纸要求。
- 4.2 轴系校中连接法兰镗孔应符合设计图纸要求。
- 4.3 轴系校中、连接、负荷测量符合图纸和《轴系校中计算书》要求。
- 4.4 主机曲柄差和轴承间隙符合主机制造厂要求。

## 5 工艺过程

### 5.1 主机输出端和中间轴法兰螺栓孔镗孔

#### 5.1.1 法兰校中

中间轴前法兰与主机输出端轴法兰镗孔前，应用临时螺栓（交错）将两法兰连接，调整两个法兰外圆同轴度，要求两法兰偏移量不大于 0.03mm，平面贴合值为“0”。为确保镗削余量，两法兰的螺孔应尽量成“内切圆”状态。

5.1.2 用专用镗孔工具采用分两批方法进行加工，先行交叉镗削其余几个螺栓孔，螺栓孔应顺锥度，加工要求按相应的图纸执行。

5.1.3 第一批镗孔结束后，用内径分厘卡测量孔的上下、左右两个方向以及孔长度方向数值，并记录。测量结束后，随即打上螺孔编号；将液压定位螺栓安装于已镗好的螺栓孔处，确定联轴节紧固好后，拆除临时定位螺栓。

5.1.4 用专用镗孔工具对剩下的螺栓孔进行镗孔。

5.1.5 用内径分厘卡测量孔的上下、左右两个方向，以及孔长度方向数值，并记录。测量结束后，随即打上螺孔编号。

5.1.6 待全部螺栓孔都已镗完，松开液压定位螺栓，使中间轴成开轴状态。

5.1.7 根据测量数据精加工紧配螺栓，并按照技术要求进行无损探伤合格后作好标记。

5.1.8 固定螺旋桨轴，并记录螺旋桨轴前法兰位置。

### 5.2 轴系校中（连接轴系螺栓前）

#### 5.2.1 校中条件

5.2.1.1 校中区域船舶大规模焊接结束。

5.2.1.2 船舶下水后，螺旋桨处于半吃水状态。

5.2.1.3 主机及附件安装完整，所有主机结构件螺栓全部上紧，主机与系统的接管以及舾装件如扶梯、管系等脱离。

- 5.2.1.4 主机、轴系法兰之间应留有满足轴系校中的足够的测量间隙。
- 5.2.1.5 按图 1 轴系校中模型所示位置装妥两只可调临时支撑 1 和 2，临时支撑的架设必须有足够的强度。

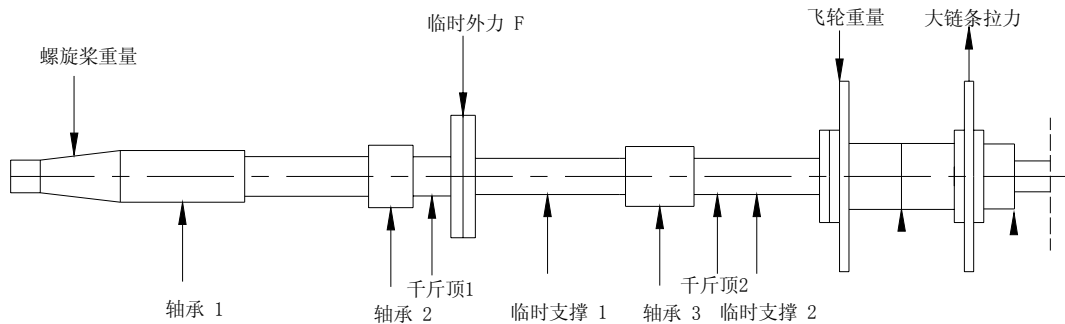


图 1、轴系校中模型

- 5.2.1.6 按照《轴系校中计算书》用油泵在螺旋桨轴法兰上方施加一个垂直向下的附加压力。
- 5.2.1.7 校中时，要求船上无较大的振动作业，船上设备的装载状态基本保持不变，无影响船舶吃水压载的变更，油舱、柜无影响船舶吃水的大量加油。
- 5.2.2 轴系校中（见图 2）

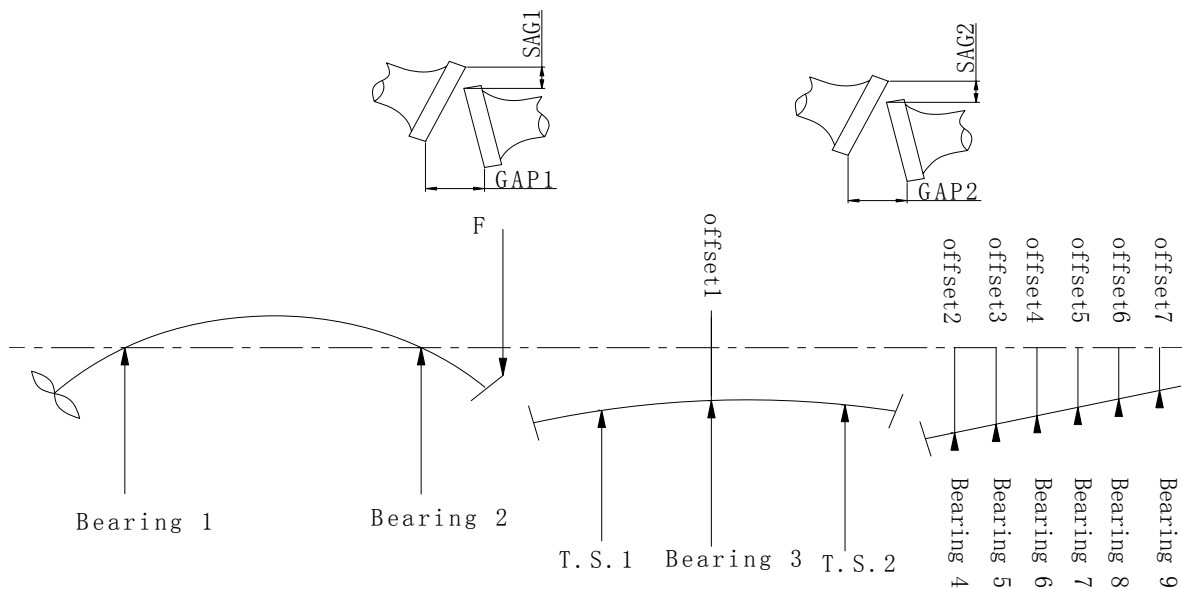


图 2（FIG. 2）

- 5.2.2.1 调整中间轴临时支承的高度，使中间轴艉法兰与螺旋桨轴法兰的“曲折”（GAP1）和“偏移”（SAG1）满足图 2 的要求，并使 GAP1 和 SAG1 的公差为  $\pm 0.05\text{mm}$ ，左右偏差为  $\pm 0.05\text{mm}$  并记录数据。

5.2.2.2 调整主机的位置，使中间轴前法兰与主机输出端法兰的“曲折”(GAP2)和“偏移”(SAG2)满足图2的要求，并使GAP2和SAG2的公差为 $\pm 0.05\text{mm}$ ，左右偏差为 $\pm 0.05\text{mm}$ 并记录数据。

5.2.2.3 考虑到主机所浇注的环氧树脂垫片的干固过程中约有1/1000的收缩量，所以在调整主机座时，应有意识将主机座稍稍顶高约 $1/1000 \times \delta \text{ mm}$  ( $\delta$ -环氧垫片厚度)。

### 5.3 调整主机机座的水平挠度

#### 5.3.1 调整前状态

5.3.1.1 机舱内无影响测量的振动作业，机座周围无导致影响的热源作业及其它作业。

5.3.1.2 主机机座采用前后4角垂直顶升螺栓（每角两只）顶托（其余顶升螺栓可呈松接触状态），无垂直压紧螺栓，前后左右水平顶升螺栓受力应均匀。

#### 5.3.2 调整方法

5.3.2.1 测量位置为主机机座上法兰面（凸轮轴侧和排气侧）。

5.3.2.2 各测量点均为轴承支座中心，并以前、后两点为基准。

5.3.2.3 测量前应清洁测量点区域的污垢，并选取平整表面。

5.3.2.4 测量方法：在400N水平拉力作用下，测量 $\phi 0.5\text{mm}$ 琴钢丝相对于机座下垂量（排气侧E/凸轮侧C），并根据琴钢丝垂度S计算机座下垂量（排气侧Ea/凸轮侧Ca），测量记录，并按照主机制造厂推荐数据进行数据分析。计算公式：

$$Ea=S-E \quad Ca=S-C$$

### 5.4 调整主机机座扭曲度

#### 5.4.1 调整前状态

主机在浇注环氧前、处于未联接轴系的状态。

#### 5.4.2 调整方法

将两水平仪（精度高于 $0.1\text{mm/m}$ ）置于凸轮轴侧，最前和最后一个气缸单元的机座上结合面（加工面），同时记录水平仪的读数，使读数基本一致，要求扭曲度误差 $\leq 0.1\text{mm/m}$ 。

注：水平仪置放位置应平整、清洁。

5.4.3 调整曲轴曲柄差（验收标准见主机制造厂推荐数据）。

## 5.5 紧配螺栓安装

5.5.1 紧配螺栓必须先行提交验收。

5.5.2 清洁螺栓、螺孔，螺栓放入液氮冷冻箱。

5.5.3 应用冷冻安装工艺将合格的紧配螺栓（连接前需喷涂二硫化钼）分别连接柴油机和中间轴的法兰、中间轴与螺旋桨轴法兰。

5.5.4 四十八小时后，用扳手拧紧螺帽，螺母支承面与法兰平面应紧密接触，接触面 75% 周长上应插不进 0.05mm 塞尺。

5.5.5 装上开口销。

5.5.6 拆除螺旋桨轴法兰处的 F 附加力和中间轴上的临时支承 1 和 2。

5.5.7 初步确定中间轴承垫片厚度，利用 4 只 M30 顶升螺栓使中间轴承处于正确的位置，中间轴承用格兰木紧固。

注：在定位时，可用软性材料（如纸箔等）填在上轴瓦与轴颈之间将中间轴承下部间隙临时消除，使轴颈紧贴轴承下表面。定位后，去除填料。

## 5.6 测量轴承负荷（连接轴系螺栓后）

5.6.1 轴承负荷测量的条件和方法

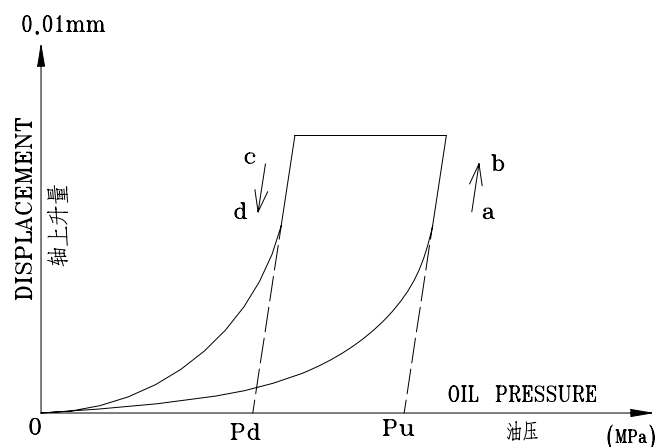
5.6.1.1 测量时应停止一切振动作业。

5.6.1.2 按照轴系校中计算书所示的位置，安装千斤顶，检查千斤顶座架是否牢固，松开中间轴承上轴瓦。

5.6.1.3 在千斤顶所对应的轴颈上，放置一个百分表，并检查百分表的支架是否牢固。

5.6.1.4 掀动油泵从而顶升中间轴，要求油压每升高 2.0MPa，记录对应的百分表读数（即轴上升量），直到压力上升不大但轴颈抬高较快时为止。

5.6.1.5 慢慢地泻放油压，每降 2.0MPa，记录对应的百分表读数（即轴下降量），直至油压完全释放。



5.6.1.6 根据记录的数据，在坐标轴纸上绘制出压力与位移的曲线（如图3），计算轴承负荷，计算公式如下：

图3 压力与位移

$$R_m = A \frac{P_u + P_d}{2} \dots\dots\dots (1)$$

$$R = C * R_m \dots\dots\dots (2)$$

式中：

R -----轴承的实际负荷

C -----顶举系数，按千斤顶支撑位置不同，顶举系数亦有所不同，

A -----千斤顶的活塞面积，

## 5.6.2 中间轴承负荷测量

5.6.2.1 松开中间轴承上轴瓦，按照5.6.1中的方法测量中间轴承负荷。

5.6.2.2 按照5.6.1.6中公式计算轴承负荷，并按中间轴承计算结果与《轴系校中计算书》计算值误差在±20%以内校中合格为依据验收。

## 5.6.3 艏管前轴承负荷测量

5.6.3.1 按照5.6.1中轴承负荷检测的方法对艏管前轴承负荷进行检测，并记录相关数据。根据记录的数据，在坐标轴纸上绘制出压力与位移的曲线。

### 5.6.3.2 艏管前轴承负荷计算

按照5.6.1.6中公式计算轴承负荷，若计算结果与《轴系校中计算书》计算值误差在±20%以内，则本次校中合格。

## 5.6.4 主机推力轴承负荷测量

5.6.4.1 测量前应先检查轴承间隙。

5.6.4.2 如图 4，将拉伸器置于主机飞轮下面，在一个钢梁上通过合适的钢条顶起二齿。将百分表安放位置如图。并在链轮箱内加设一只百分表以作监测。

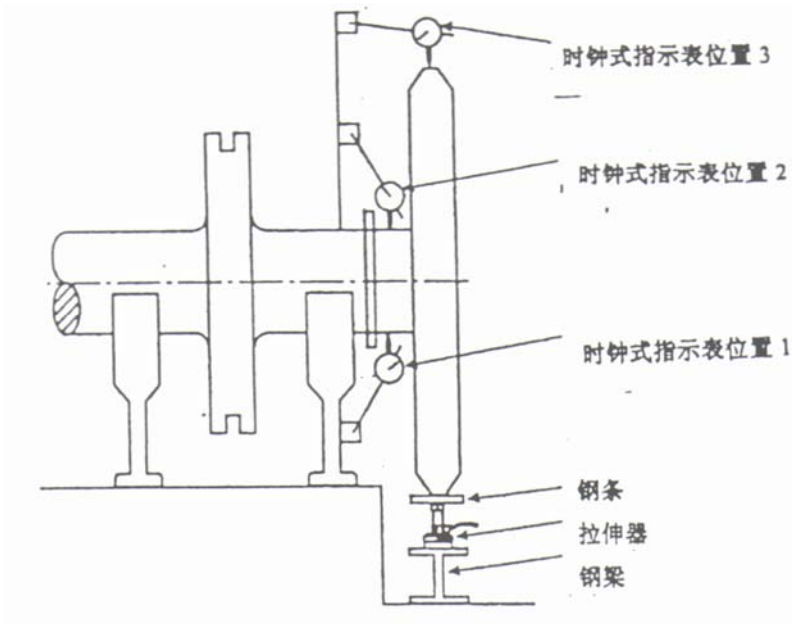


图 4 主机推力轴承负荷间隙示意图

5.6.4.3 顶升测量时，每隔 2.0Mpa 的压力测取一次读数。

5.6.4.4 分析数据时，按照主机制造厂推荐，一般取 0.03~0.15mm 顶升距离段。

5.6.4.5 轴承负荷计算

按照 5.6.1.6 中公式计算轴承负荷，并按照 MAN 主机制造厂推荐数据对主机轴承负荷进行验收。如果测量负荷不满足主机制造厂要求，可适当调节中间轴承或主机高度。

5.6.5 主机 7#轴承负荷测量（如图 5）

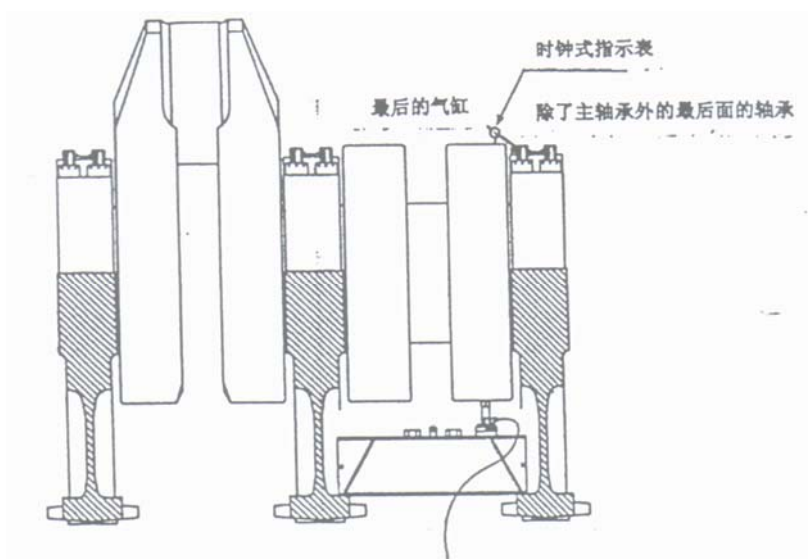


图 5 主机最后一道主轴承负荷测量示意图

5.6.5.1 将拉伸器按图示位置置于主机厂提供的顶起钢梁上。并在 6#轴承上加设一只百分表以作监测。

5.6.5.2 顶升测量时，每隔 2.0MPa 的压力测取一次读数。

5.6.5.3 分析数据时，按照主机制造厂推荐，一般取 0.03~0.10mm 顶升距离段。

5.6.5.4 轴承负荷计算

按照 5.6.1.6 中公式计算轴承负荷，并按照主机制造厂推荐数据对主机轴承负荷进行验收。如果测量负荷不满足主机制造厂要求，可适当调节中间轴承或主机高度。

5.6.6 检查曲轴曲柄差和主轴承间隙。

5.6.7 按主机安装图的要求，装焊 6 只测量销，并测量主机同各测量销之间的间隙，并作好记录。

## 6 检验

6.1 主机输出端和中间轴法兰螺栓孔镗孔，加工后螺栓孔符合图纸要求。

6.2 主机紧配螺栓机加工及测量检验，符合图纸要求。

6.3 轴系校中，法兰对中的偏移（sag）和曲折（gap），符合《轴系校中计算书要求》。

6.4 检查主机机座水平度和扭曲度，符合主机厂要求。

6.5 检查曲轴曲柄差，符合主机厂要求。

6.6 应用冷冻法，联接轴系紧配螺栓。

6.7 检查轴承负荷（艏管前轴承、中间轴承、主机最后两道主轴承），符合《轴系校中计算书要求》。

6.8 检查曲轴曲柄差和主轴承间隙，符合主机厂要求。

6.9 检查曲轴曲柄差，符合主机厂要求。

6.10 检查轴承负荷（艏管前轴承、中间轴承、主机最后两道主轴承），符合《轴系校中计算书要求》。

---