

# 船舶推进轴系安装与校中

张梢聪

中港疏浚有限公司 浙江 绍兴 312400

**摘要：**船舶推进轴系作为动力传输体系的关键结构，安装与校中作业的精度直接关乎船舶航行性能与传动系统使用寿命。本文从轴系基础结构与装配技术属性入手，梳理前期安装准备、标准化安装工艺及精密校中实施三大技术板块，依次探讨基座固定找平、轴段就位装配、轴承定位贴合等安装工序，并围绕校中基准建立、直线度偏差调整、轴承负荷分配等关键环节展开技术分析，同时从工装筹备、零部件预处理、质量控制与工艺收尾等维度构建完整的技术路径，为船舶推进轴系的高质量安装与精密校中提供系统化技术参考。

**关键词：**船舶推进轴系；安装工艺；精密校中；轴承负荷分配；轴系装配精度

**引言：**船舶推进轴系承担着将主机输出功率向推进器连续传递的核心任务，整套结构横跨机舱至尾部水域，涉及多级轴段、轴承支撑与密封配套等多类部件的协同装配。轴系安装与校中作业对空间位置精度与力学适配性均有严苛要求，任何环节的偏差累积都可能引发运转振动加剧、轴承异常磨损等连锁问题。围绕安装准备、分段装配、精密校中及质量收尾各阶段的技术要点展开论述，有助于厘清轴系建造的工艺逻辑，为提升传动系统运行可靠性提供技术支撑。

## 1 船舶推进轴系结构特性与装配技术原理

### 1.1 船舶推进轴系整体构造组成

船舶推进轴系是船舶动力传输体系的核心载体，承担动力装置输出功率向航行推进机构传递的核心职能。整套结构依托船体内部预设安装空间完成布局，各结构单元按照动力传递顺序形成完整的传动体系<sup>[1]</sup>。传动链路涵盖动力输出端衔接结构、多级传动轴体、支撑定位结构以及端部传动配套结构等多个组成部分。各结构单元依托专属装配位置形成有序排布，依托机械连接方式实现动力的连续传递，保障船舶航行动力传输的连续性与稳定性。

### 1.2 推进轴系关键部件结构特性

推进轴系各类关键部件基于动力传动的功能需求形成差异化结构设计。各类传动轴体采用一体化锻造加工成型工艺，整体结构具备均匀的力学承载性能，能够适配长期持续的扭矩传递作业场景。各类支撑定位构件具备高强度、高稳定性的结构特征，可有效承接轴体运行过程中产生的各类载荷，限制轴体运行过程中的位置偏移。端部传动配套结构结合水下作业环境完成结构优化，具备良好的密封性与抗变形能力，能够适应复杂水域环境带来的外力影响。

### 1.3 推进轴系装配技术属性

推进轴系装配作业具备高精度、高适配性的技术特征，整体装配流程对空间位置精度与机械配合精度有着严苛要求。各零部件的装配衔接需要匹配统一的机械加工精度标准，零部件之间的配合间隙、安装位置偏差均需要控制在精细区间内。装配作业依托船体基座结构作为基础载体，所有装配工序需要适配船体整体结构的形变特征与承载特征。传动结构之间的衔接装配需要保障动力传递的顺畅性，规避传动过程中出现的力学阻滞与受力不均问题，让整套传动体系保持稳定的机械运行状态。

### 1.4 轴系安装与校中工作基本属性

轴系安装作业是构建完整传动体系的基础工序，通过规范化的部件装配与位置固定，实现各类轴系部件的有序整合与结构成型。校中作业依托精密调校方式优化轴系各单元的空间位置状态，改善轴系整体的力学分布状态。安装作业侧重结构的成型搭建与位置固定，校中作业侧重传动结构的精度优化与力学平衡调控。两类作业内容相互衔接，共同决定轴系传动运行的平稳程度与使用寿命，直接影响船舶动力传输体系的运行质量与航行稳定性。

## 2 船舶推进轴系前期安装准备工作

### 2.1 轴系安装前期技术条件梳理

船舶推进轴系正式安装作业开展前，需要完成各类技术条件的全面梳理与核对，为后续装配作业筑牢技术基础。工作人员针对船体建造进度、轴系设计技术标准以及动力系统装配要求开展系统性梳理工作，明确轴系安装对应的精度标准与作业规范<sup>[2]</sup>。全面排查船体结构成型状态、机舱内部作业空间布局以及动力设备预装情况，确认现场作业条件满足轴系装配的基础要求。梳理工作覆盖装配精度控制要求、结构对位标准、力学适配

条件等多项技术内容,筛选出影响安装质量的各类前置技术因素,为现场装配作业划定规范的实施标准与执行方向。

## 2.2 安装工装设备与配套设施筹备

完善的工装设备与配套设施是保障轴系安装作业有序推进的重要基础。结合轴系装配作业的技术需求,完成测量设备、吊装设备、调校工具以及辅助装配器具的筛选与筹备工作。对各类作业设备开展性能检测与状态调试,保障设备运行精度与工作状态适配轴系高精度装配需求。统筹布置机舱内部辅助作业设施,规划物料存放区域与设备操作区域,优化现场作业布局。配齐装配作业所需的辅助耗材与防护设施,搭建完整的现场作业保障体系,满足轴系全流程装配作业的开展需求。

## 2.3 船体基座与轴系基准状态把控

船体基座是承载整套推进轴系的核心结构,基座成型状态直接决定轴系装配的整体精度。对基座平面平整度、结构牢固度以及整体成型质量开展细致检查,排查结构形变、表面瑕疵等各类影响装配质量的问题。严格把控轴系安装基准线与基准平面的成型状态,依托精密测量方式校准基准位置,保证基准要素贴合装配施工的精度要求。规范开展基座表面处理作业,优化基座接触面平整状态,消除结构缺陷带来的装配隐患,为轴系部件安装提供稳定可靠的承载基础。

## 2.4 轴系零部件预处理与装配前置工序

各类轴系零部件投入装配作业前,需要完成系统化预处理工作,提升部件装配适配程度。清理零部件表面加工残留杂质与锈蚀物质,优化部件接触面的光洁程度,保障零部件衔接贴合状态。检查各类传动轴体、支撑构件、密封结构的成型质量,确认部件尺寸精度与结构形态满足装配标准。按照装配顺序完成零部件分类摆放与规整,完成部件适配性预检工作,提前排查装配适配隐患。标准化落实各项前置处理工序,能够有效提升后续轴系装配效率,保障轴系整体装配精度与结构稳定性。

# 3 船舶推进轴系标准化安装工艺

## 3.1 轴系基座固定与找平作业

轴系基座作为整套推进系统的承载基体,安装施工质量直接决定后续所有轴系构件的装配精度与运行稳定性。现场施工依托船体完工后的基准标线开展全方位调校工作,对基座放置角度、平面水平状态进行精细化调整,保证基座承载区域整体受力均匀<sup>[3]</sup>。施工阶段采用稳固的固定工艺完成基座结构锁定,有效抵御船体结构细微形变、机舱环境扰动带来的安装偏移问题。对基座承载平面开展多区域细致调校与打磨修正,消除平面高低

落差与表面不平整问题,其标准范围为  $\leq 2\text{mm/m}$ ,允许极限偏差  $\leq 5\text{mm/m}$ ,施工中可存在局部、分散、少量超差。高精度的找平处理可以让上部搭载的各类轴体与支撑结构保持均匀受力状态,为后续轴系装配作业提供稳定可靠的施工基础,维持传动结构长期运行的结构稳定性。

## 3.2 中间轴与主轴就位装配流程

主轴与中间轴构成船舶动力传输的主体结构,装配施工需要遵循严谨规范的工艺步骤,保障传动链路的完整与精准。利用专业吊装设备平稳调控轴体姿态,控制升降与平移节奏,规避硬性碰撞带来的表面损伤与精度偏移。将轴体平稳移送至预设装配区域后,通过细微位移调整优化轴体空间位置,让轴体对接端面保持良好的贴合状态。逐步完成各段轴体的对接拼装,严控装配过程中产生的同轴度偏差,维持轴体整体结构的规整形态。按照行业通用装配标准落实紧固作业,强化轴段衔接位置的紧密程度,提升传动结构的整体刚性,保障动力传输过程的流畅度与连续性。

## 3.3 轴承构件定位与贴合安装

轴承构件承担轴体支撑、载荷分散与运行缓冲的重要作用,装配精度直接影响轴系运转的平稳程度与使用周期。结合轴系整体布局形态确定轴承装配点位,依托精密测量手段校准安装位置,让轴承布设形态适配轴体运转轨迹与力学传递路径。对轴承接触表面开展精细处理,清除加工残留杂质与表面毛刺,提升接触面的平整程度。缓慢完成轴承构件的就位安放,细致调整摆放角度与贴合间隙,实现轴承与轴体、基座结构的充分贴合。完成位置校准后开展紧固锁定作业,稳固轴承装配状态,减少轴体运转过程中出现的位置松动与姿态偏移,构建稳定性更强的轴系支撑体系。

## 3.4 轴系整体装配对位与工序衔接

推进轴系装配作业由多项细分工艺组合而成,各道工序的有序衔接与整体对位调校是把控装配质量的关键环节。结合轴系动力传递路径与结构分布特征,科学排布各项装配工艺的实施顺序,推动施工环节循序渐进稳步开展。对全部轴段、支撑构件、连接结构开展整体性对位调校,修正单件装配过程中留存的细微位置偏差,让整套轴系结构形成统一协调的传动整体。重视工序转换阶段的精度管控,保持装配精度指标的稳定统一,避免工序交替作业引发的结构错位与精度波动。科学合理的工序衔接模式能够提升轴系装配整体质量,优化传动结构内部力学分布状态,适配船舶复杂航行工况下的动力传输需求。

# 4 船舶推进轴系精密校中工艺实施

#### 4.1 轴系校中基准建立与参数把控

精密校中作业的落地实施需要依托高精度基准体系完成全部调校工作,基准体系的搭建质量直接影响轴系装配后的传动品质。结合船舶整体建造工艺标准与轴系结构设计思路,在机舱施工区域完成校中基准体系的搭建布设,依托船体成型结构划定专属的校中基准线与基准平面。梳理轴系校中作业涉及的各类核心技术指标,对空间安装位置、轴体对位精度、力学承载条件等关键内容进行分层管控。严格遵循船舶装配施工技术规范完成基准要素的校准与核定,保障整套基准体系具备充足的精度等级与稳定性<sup>[4]</sup>。全程管控施工过程中的各类技术参数波动,隔绝机舱环境扰动、设备操作扰动、温度变化等带来的精度偏差,让所有校中调校工作始终依托统一、标准的技术条件开展,为高精度轴系校中作业筑牢基础。

#### 4.2 直线度偏差调整与位置校正

多段轴体拼接装配完成后,轴体整体轴线会产生细微的线性偏移与弯曲误差,消除此类偏差是精密校中作业的核心内容。针对整条轴系的延伸路径开展全方位精度检测,细致排查轴体各段存在的轴线偏移、线性弯曲等问题。结合实测获取的精度数据,对轴体摆放姿态开展精细化校正处理,通过微量位移调整优化各段轴体的对接状态,逐步修正轴线分布的不规则偏差。持续优化轴体整体排布形态,让整条传动轴线保持均匀平直的延伸状态,减少轴线不规则形变引发的内部传动阻力与应力集中问题。精细化的校正作业能够规整轴系整体空间形态,优化动力传递的路径流畅度,提升轴系长期运转的平稳性能。

#### 4.3 轴承负荷分配与位置微调

轴系运转工况的稳定程度与各支撑轴承的负荷分布状态高度关联,合理的负荷分配模式可以优化轴系整体力学结构。校中施工阶段针对所有支撑轴承开展负荷检测作业,精准掌握各支撑点位的受力分布状态。针对负荷分布不均衡的施工状态,通过微调轴承支撑高度与安装点位的方式重构受力布局,让各个轴承承载的力学负荷维持在合理均衡的区间范围。细微的结构调整可以优化轴体与轴承接触面的贴合状态,改善局部受力集中的

不良工况,减少结构长期运行产生的磨损损耗。持续优化轴承布设姿态与支撑点位,平衡整套轴系的内部受力结构,规避局部过载引发的结构形变与部件损耗,有效延长轴系传动结构的运行使用周期。

#### 4.4 轴系装配状态规整与工艺收尾

所有校中调校工序完成后,需要开展全方位的状态规整与工艺收尾作业,完善轴系精密校中的全施工流程。对轴系轴线平直状态、轴承支撑贴合状态、各构件对位装配状态开展细致复核查验,确保所有精度指标满足船舶精密装配的技术要求。梳理校中施工阶段开展的各类微调作业,规整全部轴系构件的装配姿态与固定状态,排查并消除调校过程中遗留的细微装配隐患。落实构件紧固与姿态锁定工序,稳固所有零部件的装配位置,规避后续现场施工操作引发的精度偏移<sup>[5]</sup>。规范完善的收尾作业可以有效固化校中施工成果,让轴系整体装配形态适配船舶复杂航行工况的动力传输需求,维持传动体系长期运行的稳定与可靠。

#### 结束语

船舶推进轴系安装与校中是一项贯穿造船全周期的系统性作业,前期准备、基座固定、轴体装配、轴承定位及校中调校等各环节紧密衔接,共同决定传动体系的运行质量。安装作业侧重结构成型与位置固定,校中作业侧重精度优化与力学平衡调控,两者相互配合构成完整的施工链条。各工序的精细化管控与科学衔接,能够有效压缩装配偏差,优化轴系内部受力分布,维持传动结构在复杂航行工况下的稳定运行状态。

#### 参考文献

- [1]周自豪,黄千稳.船舶推进轴系双系统耦合纵振减振性能研究[J].振动与冲击,2025,44(7):61-67.
- [2]陈明浩.舰机型船舶推进系统船台定中及安装工艺[J].中国水运(下半月),2022,22(7):7-9,21.
- [3]李晓岩,白二净,程俏俏.有限元算法在船舶推进轴系校中技术中的应用[J].舰船科学技术,2025,40(7):49-53.
- [4]周凌波,段勇,孙玉东,等.船舶推进轴系非接触轴向加载及激振技术研究[J].中国造船,2023,64(6):13-23.
- [5]陈洁,曾励.船舶动力推进轴系纵向低频振动精准控制仿真[J].计算机仿真,2024,41(10):296-300.