



# 技术

## 21 船舶推进轴

创新软件将轴设计的理论与实践结合起来。

## 25 了解轴承寿命

润滑和污染是影响轴承寿命的两个最重要因素。

在设备上测量千斤顶负荷，以验证实际场合的理论对中。



## 综合应用船舶推进轴的设计软件

作为一种创新的计算机辅助工程软件，ShaftDesigner为船舶推进轴的设计、安装、维护和维修提供支持。新软件的重要性在于它在轴对中和安装领域将理论与实践结合起来。

因此，它是一种极为有用的设计工具，可帮助工程师创造出具有最佳功能的推进轴。

**软件适用于**船舶推进轴寿命周期的各个部分。它能准确地体现推进系的所有部件，因此用户在每个阶段都能从不同方面得益于各种应用模块的好处。

该软件由荷兰Machine Support公司提供，旨在使轴工程和对中设计更加精确并易于实施，在设计上专门针对市场需要，并在

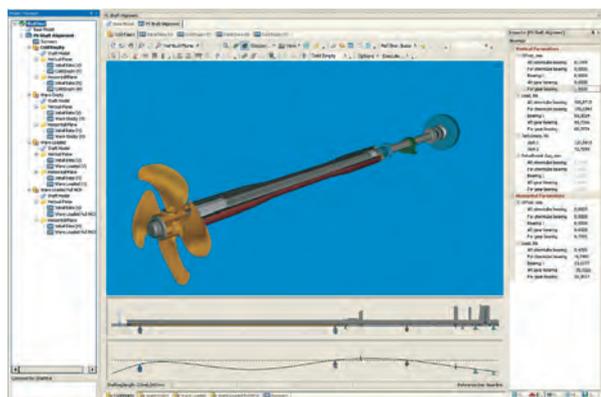


图1：轴对中应用窗口。

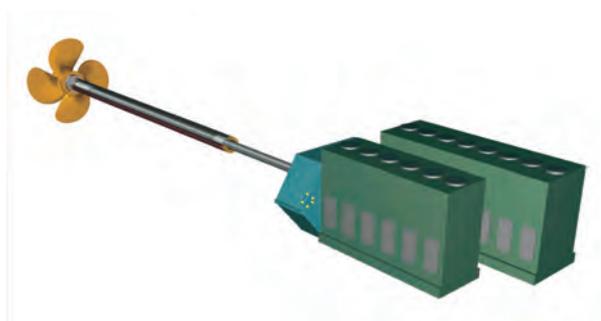


图2：双发动机安装模型。

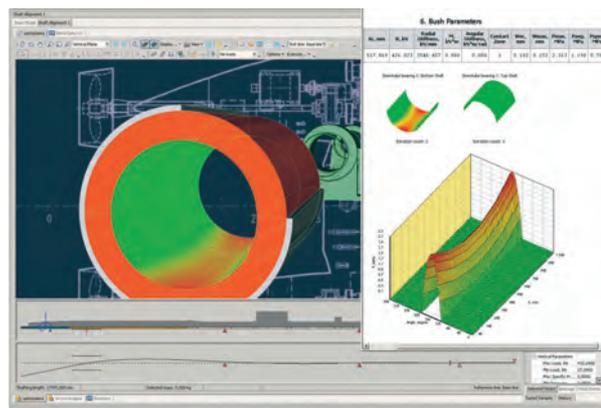


图3：轴承衬套中的接触应力。

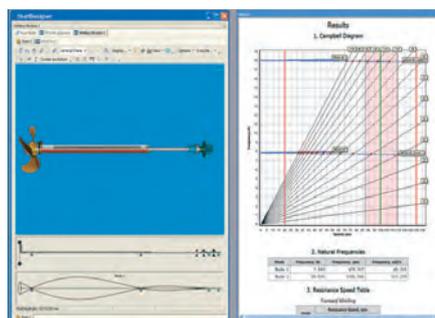


图4：回转振动。

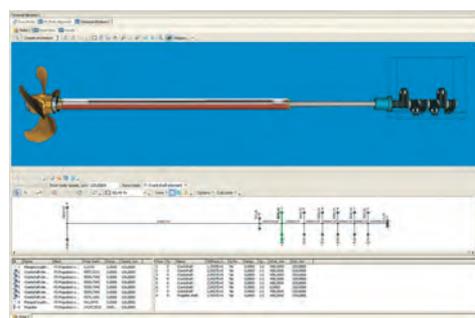


图5：自动创建的扭转振动计算模型。

开发过程中与船级社和领先的推进系部件原设备制造商紧密合作。

在首次计算时，设计师可以利用单独和灵活的模型，能够进行各种与轴相关的运算。此外，它还能让用户分析不同的运行条件——从压舱到满载、冷暖发动机，以及从单一轴到全组装推进系等不同状态，从而避免了此前用户不得不为多种运算以及可能的运行条件而管理许多不同数据模型和文件的做法。它还弥补了软件功能与人们对现有推进系技术的理解之间的差距。

软件在用户界面上花费了大量心思，再加上容易使用的3D建模功能，基于3种主要的建模技术，从而制作出逼真的推进系3D演示(图1)。

### 适用于所有运算的基本模型

软件被描述为用于船舶推进系运算的多项目、多轴和多状态3D计算机辅助分析(CAE)系统。它采用一种基本模型来计算轴对中、回装振动、弯曲振动、轴向和扭转振动。

作为一个多轴系统，该软件可以用来设计从单轴线到带多轴线、发动机和其它部件的完整推进系。另外，每个应用都可以容纳多种推进系状态(图2)。

ShaftDesigner的优势之一是，所有运算都基于一个基本模型。一旦创建后，所有改动都会自动纳入各个应用。由于软件是在3D图形环境下工作，因此可以对这些改动

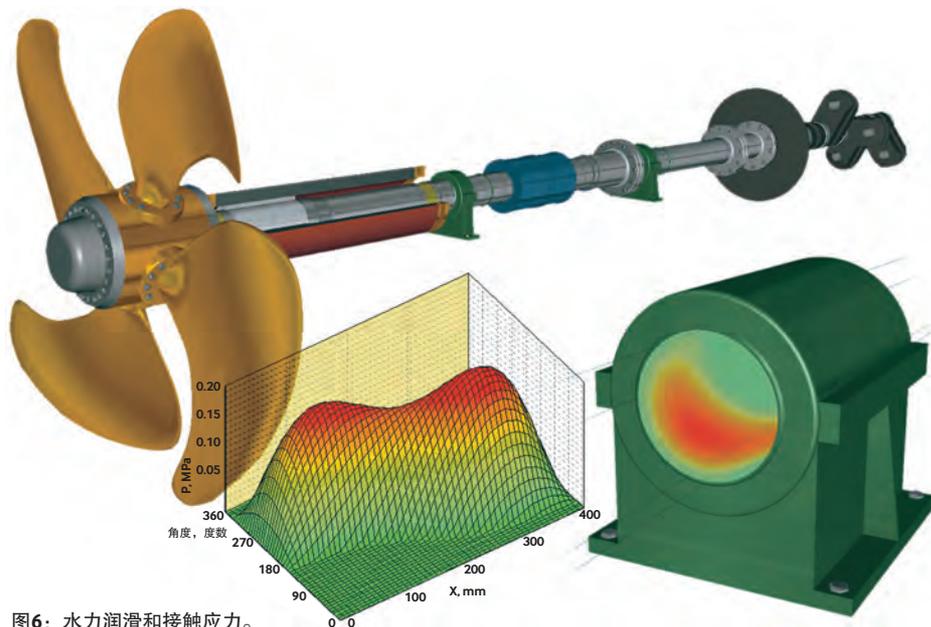


图6: 水力润滑和接触应力。

进行目检,这样就可以将人工输入的出错率降到最低(图6)。

### 3种建模技术

该软件采取的3种建模方式包括:

- 自由拖放建模,可随后更正对象位置
- 自由拖放建模,利用网格置入事先创建的对象位置
- 从一个指定的原位按距离成批放置

任何建模错误都可以采用“撤消/重复”(undo/redo)功能或“历史记录窗口”(history window)轻易地纠正。

### 轴对中计算

轴对中计算的目的是在对中时确定轴线轴承的位置,或优化轴线的轴承负荷,从而让船舶推进系在所有指定运行条件下安全运行。

轴线轴承轴的位置由轴承衬套中心点的垂直与水平偏距以及基准线和轴承衬套轴之

间的角度所决定。软件运行时,会自动计算轴线的偏差(图3)。

应用模型可自动从基本模型构建。基本模型中的任何改动都会立即更新轴线的偏差。由ShaftDesigner支持的轴对中技术包括直接计算、偏距探索、几何对中、悬链线对中和应变仪对中。由于软件具有反向工程功能,因此也可以根据已测量的弯曲负荷、轴承应力、千斤顶负荷、松垂与间歇,以及轴偏差来计算对中。

应用模型可以进一步开发,以满足具体的应用要求。用户可以增加额外的对象,例如集中力、临时支架和千斤顶,从而在实践中验证理论对中。一旦增加额外的支架和力,就会立即自动进行轴线偏差的重新运算。

### 振动计算

共有5种应用模块可供使用,基本模型涵盖了回装、弯曲、轴向、扭转和互藕等各种类型的振动。

回装振动计算的主要结果是前后回装的关键速度列表(图4)。一级激发对应于同步回装。这些结果以共振表和坎贝尔图表的图形来显示。

在弯曲振动方面,振动应用计算固有频率、模式形状以及共振速度等自由振动特征。其结果以坎贝尔图表和共振表来显示。

轴向振动模块包括自由振动,以及受迫振动计算等可能性。在受迫振动计算中有许多选项,用来设定激发及阻尼参数。其结果显示在共振表以及在呈现不同旋转速度下振动情况的图形中。

扭转振动的计算依靠由图形编辑器制作的质量-弹性模型来进行,而且也包括自由和受迫振动(图5)。其结果显示在呈现不同旋转速度下振动情况的图形和共振表中。然而就扭转振动而言,手动输入数值将更有效率,而不是依靠基本模型,因为扭转振动需要具体的数据。互藕振动应用计算直接耦合的柴油发动机装置的轴向-扭转振动参数。所有这些计算都集成在单一的解决方案中。

这些计算结果都以XML文件定制成详细的报告,便于导出为各种不同的格式。Machine Support公司已在全球120多个项目中采用这一软件,并希望未来的开发工作可带来更多的软件更新,包括能够导入来自第三方3D计算机辅助设计(CAD)程序的3D项目和模型。



## Machine Support简介

Machine Support公司是一家支撑和安装材料供应商，也是设备对中及安装解决方案的服务提供商。公司拥有逾25年提供设备安装和对中全面解决方案的经验，并于2000年被SKF收购。目前，Machine Support的50名员工为世界各地的船东、航运公司、造船商、船舶维修机构，以及原设备制造商提供在船舶领域的专业服务(图8)。

[www.shaftdesigner.com](http://www.shaftdesigner.com)  
[www.machinesupport.com](http://www.machinesupport.com)

图8: Machine Support也提供现场设备服务。

### 寿命周期应用

如上所述，ShaftDesigner是在整个船舶寿命周期中一种有用的应用软件——无论是设计阶段还是建造或维护及维修过程中。从工程的角度看，在设计阶段ShaftDesigner是一种首选设计工具，用来探讨偏距，并根据用户设定的验收标准来优化推进系部件位置。在早期阶段应用这一功能，就能提供良好的轴承负荷分配，从而实现安全的轴线运行，有助于避免日后出现耗费时间和金钱的(二次成本)对中问题。同时通过相同的方式，各种振动软件模块可以根据具体的推进系布局，计算潜在的有害振动，从而提供了探索各种布局选择及其后果的可能性。

在造船过程中以及当设计阶段没有可用的模型时，造船商仍可获益于在实际轴对中前为推进系建模。可以轻易地将精确的测量数据输入ShaftDesigner软件，每当有新数



图7: 将应变仪放置在轴上。

据输入时，模型就会自动更新。该程序为各种轴对中技术提供了必要的的数据，包括千斤顶负荷、激光对中以及应变仪对中等，这些

都可以应用于轴线安装的不同阶段(图7)。

最后，在维护和维修方面，通过计算轴对中和各种潜在振动，就可以在早期阶段发现可能影响轴线部件状态的问题。例如可以发现并检测轴承应力点的磨损，避免昂贵的船舶故障停机。另外，利用ShaftDesigner，也便于在出现事故后发现和评估轴对中问题。■

作者: 荷兰Machine Support公司Geoffrey de Vlaam

## 结论

荷兰Machine Support公司的新软件旨在将船舶推进轴的设计、安装和维修工作化繁为简。由于这个名为ShaftDesigner的应用软件可涵盖推进轴

的整个寿命周期，故能准确地体现推进系的所有部分。开发该软件是为了使轴工程和对中设计更加精确和更容易使用。