

## 虚拟维修技术在船舶柴油机冷却水系统维修中的应用

黄蔚

南昌支队 江西南昌

**【摘要】**在整个船舶系统中柴油机是提供动力的主要源头，也是船舶实现正常航行的核心所在，在船舶正常航行中发挥着不可替代的作用。为了能够充分保障柴油机始终处在安全有效的温度环境下运行，就必须对冷却水系统的正常运转可以高度重视。本文结合船舶柴油机冷却水系统的运行实际状况，对船用柴油机冷却水系统的日常检修等相关问题进行探讨，同时也对船用柴油机冷却水系统维修过程中虚拟维修技术的应用进行分析。希望能够对强化柴油机市场维护提供一定的借鉴作用。

**【关键词】**虚拟维修技术；柴油机；冷却水系统

### Application of virtual maintenance technology in maintenance of cooling water system of marine diesel engine

Wei Huang

Nanchang Detachment, Nanchang, Jiangxi

**【Abstract】** Diesel engine is the main source of power in the whole ship system, and it is also the core of the normal navigation of the ship, and it plays an irreplaceable role in the normal navigation of the ship. In order to fully ensure that the diesel engine is always running in a safe and effective temperature environment, it is necessary to attach great importance to the normal operation of the cooling water system. Based on the actual operation of the marine diesel engine cooling water system, this paper discusses the daily maintenance of the marine diesel engine cooling water system and other related issues, and also analyzes the application of the virtual maintenance technology in the marine diesel engine cooling water system maintenance process. It is hoped that it can provide a certain reference for strengthening the maintenance of the diesel engine market.

**【Keywords】** virtual maintenance technology; diesel engine; cooling water system

#### 引言

船用发动机系统在运行过程中冷却水系统的主要作用是对发动机的工作温度进行有效控制，同时带走多余的热量。冷却水系统能否实现正常运行会直接影响发动机的工作效率及使用寿命。因此在针对柴油车进行日常维护管理的过程中必须要对冷却水系统给予高度关注。

#### 1 冷却水系统

##### 1.1 冷却水系统的防腐保护

在船舶正常运行过程中必须要对柴油机冷却水进行严格处理和检测，避免其出现沉淀或者是腐蚀等问题，进而影响传热效率。针对柴油机冷却水进行处理的过程中应该遵循以下步骤：①首先要对冷

却水系统进行彻底清洗；②随后在冷却水系统中注入掺入了防腐剂的无离子水或者蒸馏水；③要定期检查冷却水系统和冷却水的状态。只有严格遵照上述的维护保养流程才能够充分保障冷却水系统实现顺畅排泄，也能够将冷却水系统产生故障的几率控制在最低程度<sup>[1]</sup>。

##### 1.2 冷却水系统清洁

在进行防腐处理之前首先必须要将系统中的各类沉淀进行彻底清除，同时要做好油泥和铁锈的清除工作，这样才能让冷却水系统的传热效率得到有效改善，同时也能够保证冷却水系统表面能够均匀覆盖防腐剂<sup>[2]</sup>。其次在进行清洁处理的过程中要将水垢、铁锈以及污泥等都包括在内；在去除异物的

过程中可以使用弱碱性清洁剂或者是水乳化清洁剂，清洁过程中要避免使用含有易燃物质的混合清洁剂。在除锈过程中可以使用柠檬酸、酒石酸等一些专用产品，这些酸性物质不溶于水，而且在使用过程中不会散发出有毒蒸气；在清洁过程中要避免直接混合清洁剂货物进行使用，而是应该与水溶解之后再加入到冷却水系统中；清洗冷却水系统时要尽量避免拆卸柴油机零件，这样才能让冷却水充分发挥出最佳效果。进行彻底清洁后部分位置可能会出现渗漏现象，因此在彻底清洗后要进行彻底排查。

### 1.3 未净化水

柴油机冷却系统中应该尽可能使用无离子水或蒸馏水。但是上述两种水的硬度相对较低，且能够体现出一定的腐蚀性，因此在使用过程中需要持续加入防腐剂；特殊情况下也可以直接使用饮用水来作为冷却水<sup>[3]</sup>。但需要注意的是应该将水的硬度严格控制在 9dh 的范围内。同时也要对冷却水中硫酸盐、氯化物等物质的含量进行严格检查。

### 1.4 防腐剂

为避免船用柴油机冷却水系统中出现腐蚀现象，在添加冷却水时应该合理使用防腐剂。目前亚

硝酸盐—硼酸盐基的防腐剂的应用比较广泛；在添加防腐剂时应该尽量避免使用防腐油。这些油类物质很容易吸附在冷却系统表面而产生危害；在水分出现蒸发现象后可以利用不添加防腐剂的水进行补充。但是如果因泄漏而导致了冷却水缺失的情况下，必须要使用添加防腐剂的水进行补充。

## 2 虚拟维修训练体系基本框架

在船舶柴油机冷却水系统维修过程中虚拟维修技术需要满足以下一些功能：首先，要能够实现人机交互环境的真实模拟；其次又能将实际维修环境和维修全过程更加形象逼真地反映出来；再次，要及时针对维修中出现的干涉问题进行及时预警；最后要能够科学的评估船舶装备维修技术。

根据上述虚拟维修系统实际应用的功能区就可以知道，虚拟维修训练系统主要包括了三维建模、运动仿真、故障诊断等几个部分<sup>[3]</sup>。因此该系统的构建必须要建立起维修数据库、虚拟仿真引擎以及维修模型库等。只要通过与计算机进行交互后操作人员就可以在开展设备模型虚拟维修训练的过程中，将出租的维修数据提供给维修人员作为指导。其基本框架如下图 1 所示。

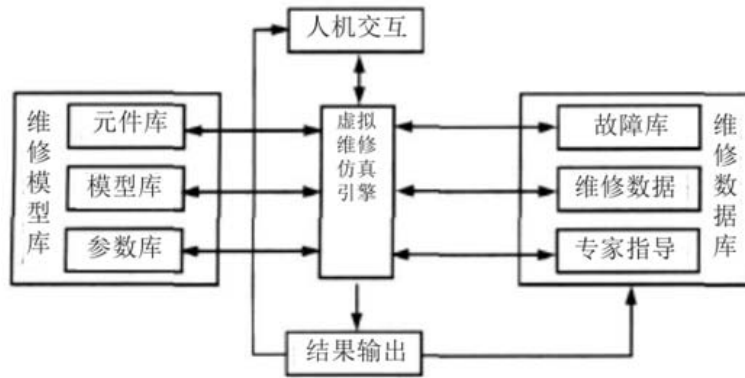


图 1 距离没有系统基本框架

## 3 船舶冷却系统虚拟维修设计

本文研究过程中主要实现了虚拟维修训练系统框架的构建，该系统框架主要包括了三维建模、维修仿真引擎、数据库以及系统集成管理平台等 4 个部分。利用建模环境可以构建起关于冷却系统维修的三维模型，通过三维模型就可以实现后续虚拟维修系统的设计，整个系统在构建过程中最关键的就是实体模型维修拆卸和过程的模仿；通过三维模型交互就能够实现维修拆卸路径的确定，同时给出具备较强可行性的几种拆卸顺序；在虚拟维修过程中

的维修决策以及数据支撑主要来源于数据库；而各类数据库内容的管理以及交互模型集成等主要是通过集成管理平台来实现。

### 3.1 冷却系统三维建模

在本科研究过程中主要以某型号船舶的插入技术系统作为研究对象。当柴油机处在运行工况下时，膨胀水箱中的淡水剂会利用淡水泵通过淡水冷却器最终输送到滑油冷却器中，此时就可以完成滑油的冷却，随后通过柴油机前端最终将其输送到冷却气缸中。此时处在各缸水套中的冷却水液面会不断上

升最终达到气缸盖位置，从而实现气缸的冷却，完成气缸的冷却之后通过支管最终在水总管中汇集，

并最终通过总管以及调温阀等回到膨胀水箱中。下图 2 是其整个循环路线。

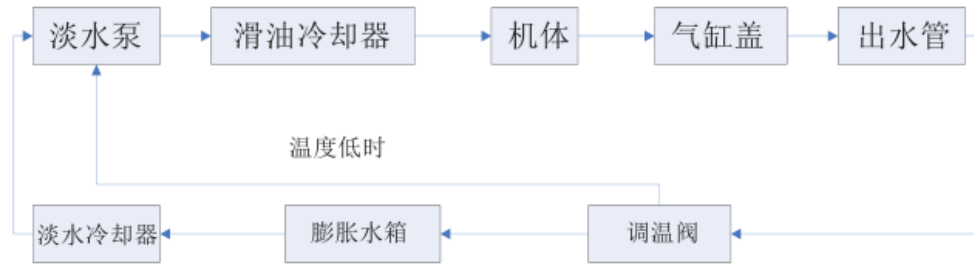


图 2 冷却系统循环路线

在针对冷却系统进行训练维修的过程中，首先必须针对冷却系统的主体部件构建起相应的三维模型。本文在构成三维模型过程中主要使用的是 Pro/E 软件。

### 3.2 构建冷却系统装配体及虚拟装备

利用虚拟建模软件完成各零件模型设计之后，需要严格按照设计约束条件要求各零部件进行装配。通过该功能能够精确地实现各零部件的装配过程，而且各零部件的尺寸及装配关系也能得到充分保障。

利用虚拟系统进行装配的过程中各零部件的位置装配关系必须保持正确。不同零部件互相的位置约束关系主要是通过互相的装备关系进行直观反映，也就是说在进行装备的过程中必须保证各类约束条件的精准性<sup>[4]</sup>。另外，要针对零件装配过程中的各操作步骤进行尽可能简化，只需要保留必要的约束条件即可。

针对上述的特征模块利用装配模块来完成各零部件的装备设计。在进行各零部件装配的过程中，Pro/E 可以利用各零部件的设计约束条件，对零部件装配过程中是否存在干涉进行直观检测，一旦通过检测发现存在干涉问题，则可以在装配图上直接修改某个单个零件的尺寸参数。

### 3.3 冷却系统运动仿真

通过运动仿真能够将冷却系统各零部件的主体组成、海水及淡水的运行及分布状况充分展示出来。为了能够将冷却系统中海水及淡水的流向及分布状况充分体现出来，将冷却系统在运行过程中的实际效果展示出来，可以针对冷却系统的实际运动状况利用 flash 动画软件进行直观展示，在这种展示方式下能够更加体现出简洁明了性，也能够实现展示效

果的有效提升。

### 3.4 冷却系统虚拟维修的时限

维修工艺是针对柴油机冷却系统进行虚拟维修过程中的主体，在针对柴油机冷却系统进行维修的过程中主要涉及到了拆卸、检测、修理和安装等几个步骤对整个安装过程中的路径以及安装技术问题可以通过仿真进行模拟，在构建数据库的过程中为了尽可能保障仿真环境与实际状况更加贴合，必须要针对设备维修过程中的各类规划、流程及相关动作信息进行全面采集，在此基础上充分借助于非沉浸式模拟方法，利用虚拟环境让操作人员在更加接近于真实场景的情况下对柴油机冷却系统的维修技术进行训练，与此同时也可以对维修过程中可能出现的各类故障进行模拟，通过这种方式就可以让操作人员对维修技术的全面性以及各类突发故障的合理处理进行充分了解<sup>[5]</sup>。在完成冷却系统各零部件的模型设计之后，就需要进行后续的训练维修实现，该环节的实现可以充分利用 Virtools 软件来完成。

准备利用 Virtools 软件来构建起虚拟环境之后可以实现冷却系统运行状态的模拟，如果在模拟过程中系统发出离心泵故障的报警信号之后，通过虚拟操作员对故障离心式水泵进行拆卸，同时在拆迁过程中精确的找到故障位置，及时完成故障零件的修理和更换，随后将经过修理后的离心泵重新安装到柴油机内部，完成安装后需要对冷却系统的运行状况进行及时检测，并做好各项参数的记录工作，在此基础上就完成了整个虚拟维修过程。

## 4 结束语

虚拟维修属于一种新的维修模式，在该技术模式下可以凭借先进的模拟环境及识别手段来有效提升装备训练技术水平，积极改善维修中的效果。目

前该技术已经成为现代维修技术的一个主要发展趋势，在船舶柴油机冷却水系统的维修过程中充分利用虚拟维修技术平淡能够体现出极大的实用价值，同时也对装备维修训练的发展能够起到积极的促进作用。

### 参考文献

- [1] 陶铖,杨光,马杰,程继鹏,曹良强. 虚拟维修技术应用于装备维修教学的探讨[J].科技视界,2022(01):84-86.
- [2] 韦张建,耿俊豹,魏曙寰. 基于 AHP 群决策和聚类分析的船舶柴油机冷却水系统技术状态评估[J].舰船电子工程, 2021,41(10):126-130.
- [3] 马丽璇,孙书霞,李恩义. 虚拟维修技术在民航飞机维修性的评估研究[J].安阳工学院学报,2020,19(06):6-8.
- [4] 王瑶瑶,周博,任淑红,文振华. 基于 Delmia 的盾构虚拟维修仿真与评价技术研究[J].工程机械,2020,51(09):13-17+6.

- [5] 娄晶,郝岩. 某挖泥船 16V240ZC 型柴油机机外冷却水系统改造[J].内燃机与动力装置,2015,32(06):23-25.

**收稿日期:** 2022 年 6 月 10 日

**出刊日期:** 2022 年 7 月 25 日

**引用本文:** 黄蔚, 虚拟维修技术在船舶柴油机冷却水系统维修中的应用[J]. 工程学研究, 2022, 1(2): 43-46  
DOI: 10.12208/j.jer.20220030

**检索信息:** RCCSE 权威核心学术期刊数据库、中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

**版权声明:** ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**OPEN ACCESS**