

智能 SOMS 在“海豚”64 型船上的应用

马红军、孙涛

(中船澄西船舶修造有限公司造船事业部)

摘要：船舶智能船舶运行与维护系统（Smart-vessel Operation and Maintenance System，简称 SOMS）是一款针对船舶运行与维护过程的智能信息分析与决策支持系统，本文围绕公司建造的 64“海豚”型绿色散货船该系统的配置应用展开阐述。

关键词：SOMS 集成信息 能效管理 ECA 健康状态评估

0 前言

智能船舶运行与维护系统（下文简称 SOMS）目的是保障船舶安全、提高船舶能效，减少设备自身或人为因素造成的安全事故、燃油消耗，提供基于本船自身数据分析的运行维护优化方案、降低运营成本，并通过岸海一体服务能力，向用户提供从集控室/驾驶室到公司总部实现无缝信息交流与协同管理的可能性。本文围绕公司招商项目“海豚”64 型散货船系统的应用予以阐述。

1 系统组成

SOMS 系统有船端和岸端两部分组成，船端通过传感器、数据端口集成全船导航系统、全船轮机设备包括主机、电站、液位遥测、压载水、电子海图（ECDIS）、航行数据记录仪（VDR）等全船已有监控信息，以及包括燃油流量、轴功率、主机瞬时转速、轴振动等 SOMS 专用信息，系统形成集成信息运行平台，并在平台中统一数据标准、有效存储管理、提供开放接口，可实现信息共享，包括船上系统之间，船岸之间通过卫星数据通讯进行收发传输。图 1 为系统组成简图。

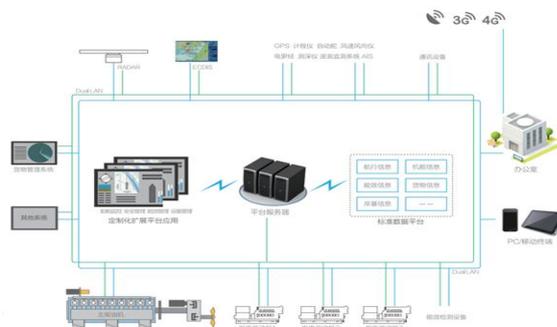


图 1 SOMS 系统组成简图

在上图中，中间部分（定制化扩展平台应用、平台服务器和标准数据平台）为系统信息集成运行平台，外围信号可根据船舶客户需要进行客制化配置。本文主要结合公司建造的招商 64000 吨散货船船端配置进行阐述。图 2 为招商 64 海豚项目 SOMS 系统硬件框图。

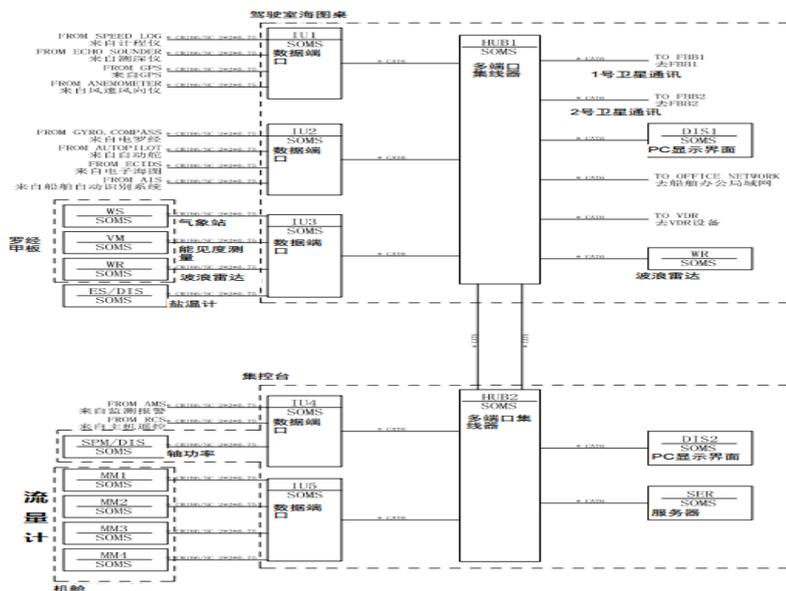


图 2 招商 64 海豚项目 SOMS 系统框图

在本船中，系统采集导航设备（计程仪、测深仪、GPS、风速风向仪、电罗经、自动舵、电子海图(ECIDS)、自动识别系统（AIS）、波浪雷达等）、监测报警（包含船舶所有报警点）、主机遥控等信号，此外系统还包含自带气象站（接收海上航行气象信息）、能见度仪（监测航行海域能见度）、盐温计（监测海水温度与盐度）、主机和辅机燃油消耗流量计、轴功率等传感器，所有外部信号和传感器信号通过 5 个数据端口采集进入系统，各数据端口通过六类高速网线与多端口集线器连接，再与系统集成信息运行平台服务器和显示计算机连接，并将数据包通过船舶卫星通讯与岸端系统集成运行平台通讯，实现数据的收发传输。图 3 为系统自带流量计和气象站等设备。



图 3 系统自动油耗流量计和气象站天线

2 系统功能

该系统根据船舶配置情况，功能有所差异，通过采集船舶数据信息，软件自身专业分析模型，对船舶能效、航行规划和重要设备维保等提供决策支持，其基本功能涵盖以下几部分：

2.1 船舶集成信息平台

智能集成平台搭建智能船基础架构，使用先进设计模式，完成定制化船舶软件架构设计，实现船舶数据多元信息感知，多元信息存储、数据同步、数据分析加工、报警事件处理、趋势预测、结构化数据轻量级压缩与船岸数据交换等技术。图 4 为智能集成信息平台主界面。



图 4 智能集成信息平台主界面

集成信息平台产品满足一个智能系统所必备的三大要素，即智能感知、智能分析、智能决策。

2.1.1 智能感知：SOMS 拥有一个集成的信息平台

系统能够收集全船设备信息，形成信息集中平台，并统一数据标准，实现数据存储。

2.1.2 智能分析：SOMS 平台上搭载专用数据分析模型库

SOMS 在系统中已形成 110 余个智能数据分析模型，目前在 SOMS 平台上已搭载支持各项功能的专用模型库，定义数据关联、基准建立、对比分析、优化输出的统一调用流程，将数据来源与功能要求自动匹配，形成 SOMS 的每一个特色功能（如设备安全预警、燃油消耗优化、岸海传输压缩等），并以数据分析模型的自学习能力，随航行过程进行自动模型训练与优化（效果通常在投入使用后 3-6 个月逐步见效），为 SOMS 提高安全、降低成本的产品效果提供核心支持。

2.1.3 智能决策：SOMS “一个集成平台+多个定制化应用” 模式

由于 SOMS 的统一信息平台与专用模型库，SOMS 可像智能手机的“平台+APPs”模式一样，面向船东在船舶运维过程的各项需求，以低成本、快速响应形式提供从船端到岸端的多个定制化应用。

2.2 船舶能效管理

系统基于 SOMS 信息平台中主机、辅机和锅炉等设备油耗等数据，调用涉及船舶能效分析的专用模型库，实时分析评估船舶海上航行能源消耗状态、设备性能和能源效率状态，找到能源消耗方向，并提供船舶航行及设备使用的优化方案，及可定制的能效管理报告，旨在将全船的整体能源成本降到最低。图 5 为船舶能效管理界面。



图 5 船舶能效管理界面

运用 SOMS 特有的能耗数据分析与优化模型，基于自身航行数据，建立能耗基准与优化目标，并在航行过程中实时计算分析，结合当前转速、航行环境、燃油效率因素给出可供微调的转速优化范围（转速优化工具），指导船员尽可能降低船舶能耗、并直观看到降耗效果。提供如下核心功能：

2.2.1 能效状态评估

能效状态评估优化主要功能是对船舶总体航行过程中的能源消耗进行监测，并进行评估消耗是否合理，监测重要耗能设备状态信息，是对能效参数统一的分析功能。

2.2.2 全船耗能设备状态监控

系统采集船舶重要设备运行参数，进行分析。重要设备状态信息主要包括：主机总体状态，发电机组总体状态，锅炉总体状态，参数曲线信息功能，显示信息全面直观。图 6 为主机总体状态显示界面，界面显示主机油、气、水等众多参数。



图 6 主机总体状态显示界面

2.2.3 综合转速优化

能效优化功能包括综合优化指示仪表展示，转速优化工具功能。该功能为辅助决策功能，帮助船员根据船舶状态采用合理的主机转速达到燃油消耗的节省。

2.2.4 能效数据分析管理

船舶能效分析管理功能包括船舶能效监测，耗能设备评估，能效分布分析，燃料信息管理功能。

2.2.5 ECA (emission control area) 监控管理

基于全球排放监控区域的划分，ECA 能够根据当前船舶航向、航速，在距离排放控制区一定范围内，进行剩余海里、剩余时间预警，帮助船员及时调整航行。图 7 为 ECA 监控管理界面。

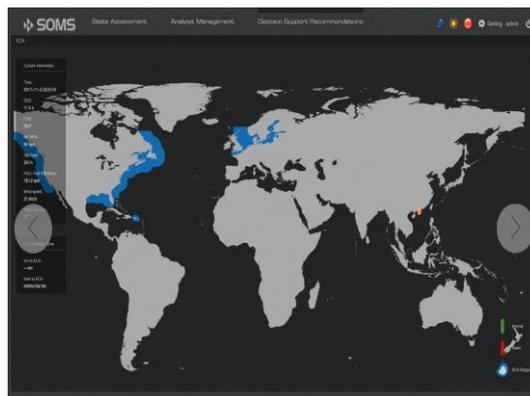


图 7 ECA 监控管理界面

MRV (monitoring reporting verification) 数据报告

按照 MRV 碳排放监测核算/报告/核查体系数据报告要求，系统能提供能效数据的记录和存储表格，便于船员提供相应文件资料。

2.3 SOMS 健康管理系统—最大限度提高设备安全性降低维护成本

基于船舶运行的真实工况，不报警并不意味着设备一切正常，设备运行中的状态变化可能已经导致安全隐患；因此，SOMS 特有的实时健康状态评价与预警分析工具，实时对比治理设备的健康基准模型、结合趋势预测模型，一旦通过变化发现安全隐患（缓变型）立即告诉用户、并直观给出问题原因与关键变化参数，帮助用户高效排除安全隐患，并在未来期望达到“近零故障”运行目标。本船主要对主机、发电组合轴系等重要设备健康状态进行评估。图 8 为设备运行健康状态监控界面。

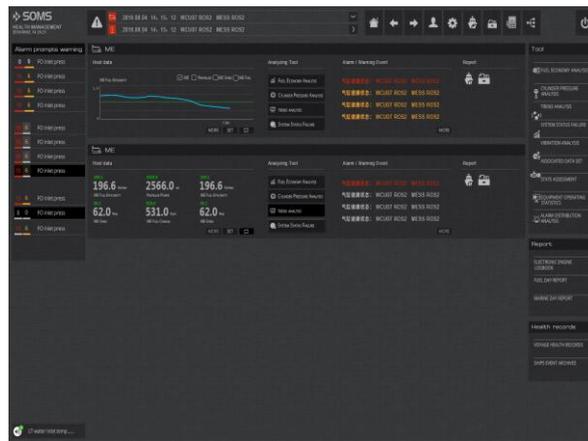


图 8 设备运行健康状态监控界面

2.3.1 主机健康状态评估

主机状态评估提供主机性能状态评估、主机主要系统及部件报警评估、主机核心部件的健康评估，提供健康异常的决策提醒以及维护辅助决策支持建议。

1) 主机整体性能状态评估

实时跟踪分析主机平稳运行工况下的主机燃油效率状态，将针对主机每一个稳定转速下的燃油效率状态进行评价，识别异常燃油效率消耗和发展趋势，并能够计算异常状态下的致使的额外燃油消耗。

2) 主机组成系统状态评估

根据主机实时的运行工况，对主机的附属系统工作状态进行评价，包括滑油系统、燃油系统、淡水冷却系统、海水冷却系统等，主要实现其在使用工况下的性能表现的异常以及报警信号的异常。

3) 主机核心部件健康状态

将主机核心部件气缸、轴承、增压器、空冷器、辅助系统提供针对性的健康状态监视，健康状态监视以工况追踪为牵引，分析每一个工况下的各个健康状态表征参数的表现，并识别异常状态，提供对于该参数异常的解释以及关联分析（依托知识数据库支撑）。

4) 主机异常及报警事件智能分析与维护辅助决策支持

该功能提供以监测报警系统提供的主机报警发生后的，报警事件分析，系统给出引起报警事件的关联数据，并能够自动匹配机理性知识的维修活动建议。同时支持相似报警案例的快速匹配检索功能。

2.3.2 发电机组健康状态评估

发电机能效趋势评估是对发电机的能效参数实时数据趋势走向的展示，以及实时数据和基线数据对比情况的分析、不同参数实时数据走向的对比分析，并通过趋势曲线的方式展示，同时可展示能效参数的实时数据和合理区间。图9为发电机组监控界面。

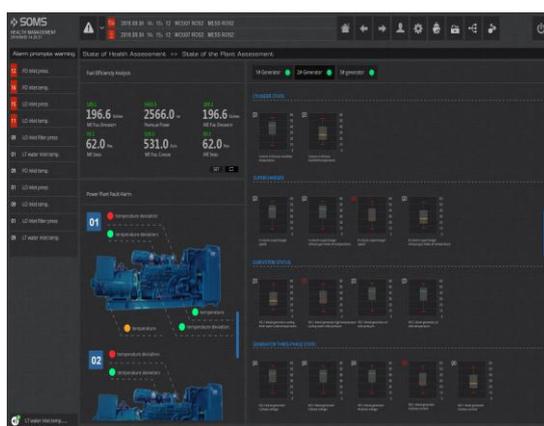


图9 发电机组监控界面

1) 发电机整体性能状态评估

针对发电机的柴油机与发电部分，结合输出的功率和燃油消耗及状态监测参数，能够实时给出整体健康状态评价并能够对健康偏移进行异常提示。

2) 发电机核心部件健康状态评估

按照发电机序号分别进行柴油机与发电机健康状态的评估监控，对于单台发电机组，提供工况跟踪下的柴油机部分健康状态评估（提供针对气缸状态、增压器、滑油供给、燃油供给系统整体状态的评估）。

3) 锅炉健康状态评估

针对船舶的燃油锅炉和废气锅炉进行整体运行状态评价，提供锅炉能效状态评价、锅炉燃油消耗以及趋势、锅炉主要报警状态、锅炉主要参数的健康态势评价等。本船配置为废气组合锅炉。图 10 为锅炉监控界面。



图 10 锅炉监控界面

2.3.4 轴系健康状态评估

轴系健康状态评估提供以振动、温度、滑油液位为主的对船舶轴系整体状态、轴承状态的状态评估。基于振动的轴系健康状态评估以振动数据特征值进行分析后的评估，同时结合工作追踪轴承温度、滑油液位变化以确保船舶系统安全性。

2.3.5 辅助设备健康状态评估

对于重要辅助设备，空压机、泵组、风机，结合监测数据的与振动分析结合的健康状态评估。实现对于设备运行状态的掌握。

2.3.6 健康状态分析工具

健康状态分析围绕设备性能与健康隐患，提供有效了解设备性能与异常状态的支持工具。包括：经济性分析工具、气缸压力分析工具、趋势分析工具、部件衰退分析工具、振动分析工具、运行分析工具、设备报警分布分析工具。

1) 经济性分析工具

经济性分析提供对于设备（主机、发电机、锅炉）一段时间内运行经济的评价，主要包括当前稳定状态下的燃油效率等经济曲线以及偏离正常区间程度。图 11 为经济性分析界面。

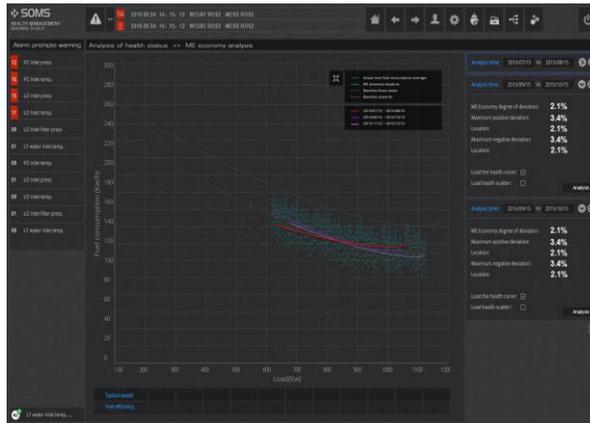


图 11 经济性分析界面

2) 气缸压力分析工具

气缸压力分析通过结合在线转速处理盒数据以及离线设备采集并上传的气缸压力数据，开展相应的数据分析和曲线再现（主机可实施在线气缸压力分析、发电机通过离线数据采集在便携式设备端和应用端进行数据分析）。

3) 部件衰退分析工具

部件衰退分析工具，提供了针对设备运行状态下的各个细分工况以及核心主要部件表现的性能衰退分析方法。使用者可以统计并查看指定时间区域内设备运行工况分布情况，为分析不同工况下设备核心部件的衰退情况以及性能变化情况提供数据基础。

4) 振动分析工具

振动数据采集分析工具是对于振动数据分析的专用分析工具，进行振动类的特征分析功能，离线的机舱重要设备振动监测分析功能。

5) 油液分析工具

油液分析工具是针对船舶机械设备使用油液的物理、化学性能以及油液中所含磨屑杂物等进行分析，也是较为全面而有效的设备状态监控和故障诊断手段。本油液分析工具主要从设备油液浓度统计，包括：发电机、艉轴；

6) 设备运行分析工具

设备运行分析是从设备使用维度（转速、功率、燃油效率）统计，包括主要设备主机、发电机、锅炉；从设备使用的强度和频度统计，包括设备泵、分油机。

7) 设备报警分布分析工具

设备报警分布分析，从设备的报警信号数据中，进行分析，通过全船分布的设备与系统的链接线图关系，直观展示报警发生的态势以及集中程度。同时进行事件的发生频率统计找到频发事件。图 12 为设备报警分析界面。

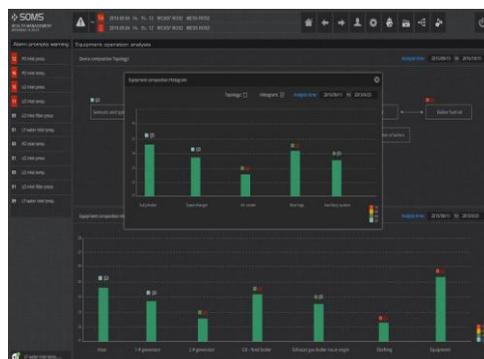


图 12 设备报警分析界面

2.3.7 健康事件处理

健康事件处理为用户提供针对常规报警事件与预警事件的分析，该关键功能实现对用户的运行状态异常预警以及基于设备故障报警的快速分析决策支持。

1) 预警事件分析管理

预警事件分析管理，是从全船设备和部件的状态监测为出发点，提供对预警事件的处理机制。根据辅助指导提示、运行状态曲线、预警参数趋势曲线、固定参数趋势曲线，对运行状态异常预警做出决策以及状态分析。

2) 报警事件分析管理

报警事件分析管理，是从全船设备和部件的状态监测为出发点，提供对报警事件的处理机制。根据辅助指导提示、运行状态曲线、报警参数趋势曲线、固定参数趋势曲线，对运行状态异常报警做出决策以及状态分析。

3. 结语

智能船舶运行与维护系统拥有众多专业模型，系统软件功能强大，可在集成平台添加新的应用，且随着船舶航行大数据的不断累积，智能专业模型将不断扩展，船东可根据需要定制相应的服务模型。相应的专业模型将为船员提供了科学决策支持，提升航行经济效益，减轻船员工作量，设备的监控和健康诊断保证设备可靠运行，降低了维保成本，且系统也支持岸端对船舶的监控，深受船东欢迎。随着科技的不断发展，系统将不断迭代，实现船舶终极智能状态无人驾驶。



江苏船舶微信公众号



江苏船舶网上投稿系统

仅供交流