

# 团 体 标 准

T/CSNAME 058—2023

## 船用设备智能集成与远程运维系统 第 2 部分：健康管理

Intelligent integration and remote operation and maintenance of marine equipment  
Part 2: Health management

2023 - 05 - 24 发布

2023 - 08 - 24 实施

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是《船用设备智能集成与远程运维系统》的第2部分。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国造船工程学会提出并归口。

本文件起草单位：上海外高桥造船有限公司、郑州大学、震兑工业智能科技有限公司、上海船舶运输科学研究所、武汉理工大学。

本文件主要起草人：刘芳、张瑞、郭勇、张文恒、邱伯华、董胜利、汤敏、李和林、周帅康、田亚辉。



## 引 言

船用设备智能集成与远程运维标准群由13项标准组成，涵盖了船用设备智能集成模块设计、搭建、应用、维护等全过程，对该类问题有较好的指导作用。根据各项标准特点，本群标准所涉及的内容可分为以下四类：

——基础共性标准，包含《船用设备智能集成与远程运维通则》《船用设备标识编码要求》《船用设备智能集成可靠性设计要求》3项标准，可为后续内容提供整体性的指导。

——系统集成标准，包含《船用设备智能集成原则与要求》《船用设备信息集成平台通用技术要求》《船用设备远程运维系统接入要求》3项标准，对船用设备智能集成系统的搭建提出了要求。

——维护保养标准，包含《船用设备远程运维系统技术要求》《船用设备智能集成与远程运维系统 第1部分：状态监测》《船用设备智能集成与远程运维系统 第2部分：健康管理》《船用设备智能集成与远程运维系统 第3部分：视情维护》《船用设备智能集成与远程运维系统 第4部分：虚拟运维》5项标准，为船用设备智能集成系统的运行维护提供指导。

——数据管理与应用标准，包含《船用设备远程运维数据管理要求》《船用设备智能集成与远程运维系统 第5部分：知识库建设要求》2项标准，规范了系统所测数据的采集与处理方式。



# 船用设备智能集成与远程运维系统

## 第2部分：健康管理

### 1 范围

本文件规定了船用设备健康管理的流程、系统总体架构、功能架构、系统功能等。  
本文件适用于船用设备智能集成与远程运维系统健康管理子系统的设计开发。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 20281-2020 信息安全技术 防火墙安全技术要求和测试评价方法  
GB/T 22394.1-2015 机器状态监测与诊断 数据判读和诊断技术 第1部分：总则  
GB/T 23703（所有部分） 知识管理  
GB/T 41397-2022 生产过程质量控制 故障诊断  
GB/T 42383.1-2023 智能制造 网络协同设计 第1部分：通用要求  
GB/T 42383.2-2023 智能制造 网络协同设计 第2部分：软件接口和数据交互  
T/CSNAME 057-2023 船用设备智能集成与远程运维系统 第1部分：状态监测  
T/CSNAME 059-2023 船用设备智能集成与远程运维系统 第3部分：视情维护

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**健康评估 health assessment**

根据状态检测数据评估设备或系统当前的运行状态，采用综合评估分析方法将装备当前的健康状态划分为优、良、中、差、故障等不同等级，并预测其未来状态，包括衰退趋势、寿命预测等。

#### 3.2

**健康管理 health management**

根据监测、分析和评估、诊断、预测的结果信息，可用的维修资源和设备使用要求等知识，对任务、维修与保障等活动做出适当规划、决策、计划与协调。

#### 3.3

**故障诊断 fault diagnosis**

通过现有的信号检测技术和数据分析手段，判断装备是否发生故障，并在装备发生故障时对故障部位、类型、程度等进行分析判断。

### 4 设备健康管理流程

在设备状态的监测的基础上，对设备状态进行健康评估，以评估结果启动故障诊断程序，并根据诊断结果进行维修决策。同步提取与分析设备健康信息，并迭代更新健康管理数据库。其中，健康管理数据库包含但不限于模型库、知识库、数据库等。健康管理流程见图。

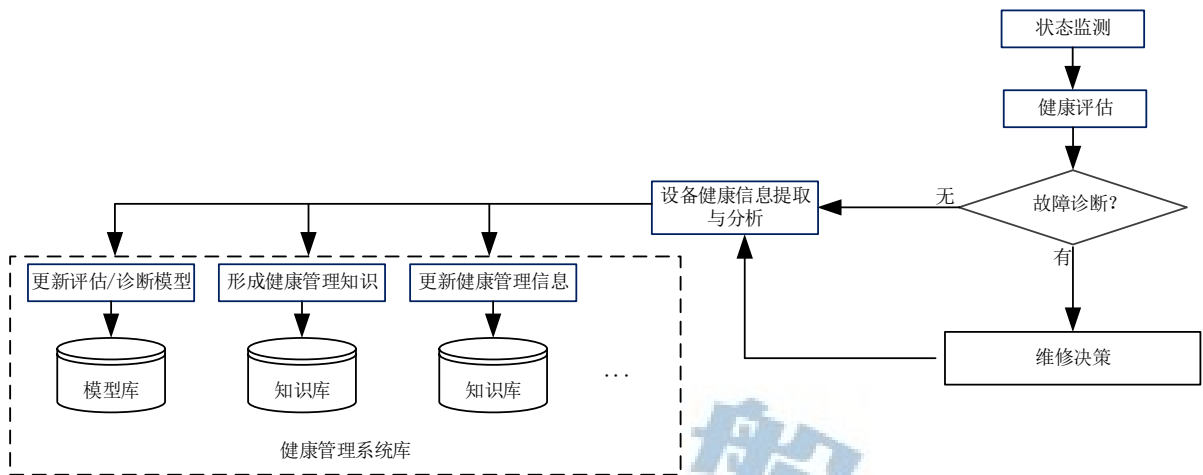


图1 健康管理流程

## 5 健康管理系统架构

### 5.1 总体架构

船用设备健康管理系统对相关信息和数据进存储、获取、加工及使用，其整体技术架构见图2。

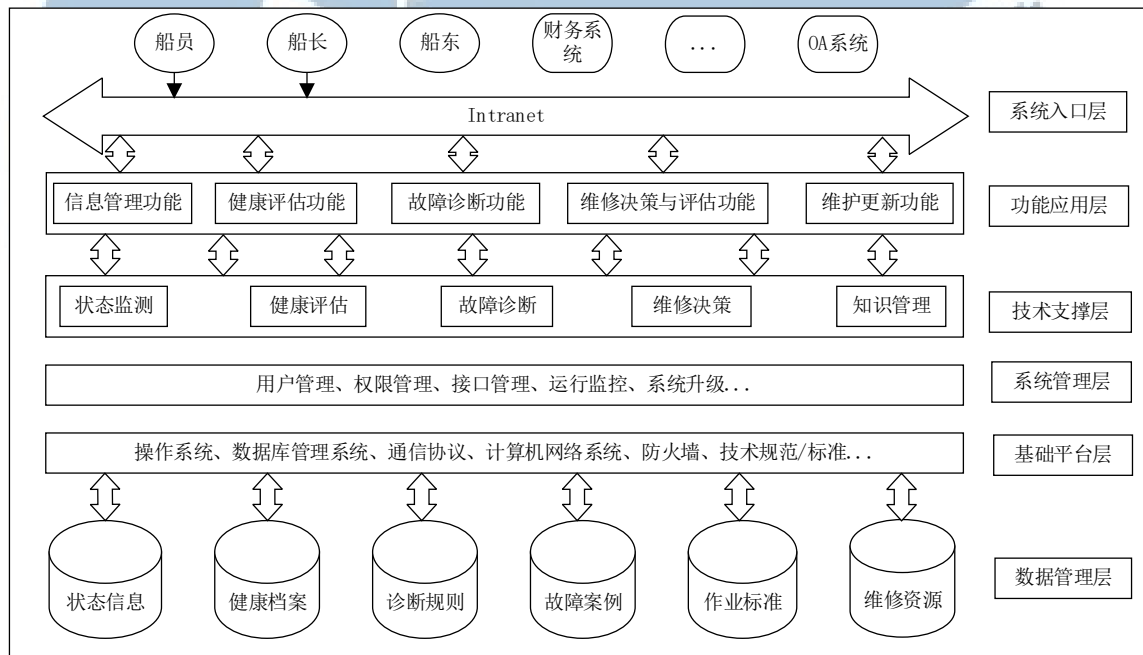


图2 船用设备健康管理系统总体架构

### 5.2 数据管理层

#### 5.2.1 信息获取

数据管理层的信息获取应支持手工录入和自动获取，应能获取船用设备的静态信息、实时状态和全寿期履历：

- a) 静态信息应包括设备的基本信息，如型号、规格、供应商、责任部门等内容；
- b) 实时信息主要包括可以通过传感器、仪器仪表、外部监测手段获取的各层级设备的状态；
- c) 全寿期履历包括各层级设备全寿命周期范围内的健康档案、诊断规则、故障案例、作业标准、维修资源等历史数据。

## 5.2.2 信息管理

数据管理层的信息管理应满足以下要求：

- a) 支持数据和有关文件的检入、检出和引用；
- b) 支持数据和有关文件的上传、变更、下载和删除；
- c) 支持分布式文件/数据库管理；
- d) 支持数据属性管理，包括数据属性的创建、删除、修改和查询机制；
- e) 支持数据版本管理，包括版本的检入/检出和获取、历史记录、追溯、统计、标记、冻结、发布、比较和复合查询和更新等；
- f) 具备数据一致性、完整性、规范性检查功能；
- g) 支持数据、信息的及时访问、传递、更新、补充和修改；
- h) 具备数据安全访问、数据备份、数据恢复机制及提供数据访问日志的功能。

## 5.3 基础平台层

### 5.3.1 操作系统

操作系统应满足以下要求：

- a) 具备访问控制，加密传输等功能；
- b) 具备系统更新，修复和监测等功能；
- c) 具有兼容性和可扩展性。

### 5.3.2 数据库管理系统

数据库管理系统应满足以下要求：

- a) 具备数据的并发控制和恢复功能；
- b) 支持分布式存储，存储容量满足健康管理需求；
- c) 支持分布环境下异构数据库的互操作及信息访问；
- d) 支持图形、三维模型及多媒体数据应用。

### 5.3.3 通信协议

通信协议应满足T/CSNAME 057-2023的要求。

### 5.3.4 计算机网络系统

计算机网络系统应满足以下要求：

- a) 具备信息安全机制；
- b) 数据传输和处理速度满足健康管理需求；
- c) 具备网络运行的实时性、可靠性。

### 5.3.5 防火墙

防火墙应满足GB/T 20281-2020的要求。

## 5.4 系统管理层

### 5.4.1 用户管理和权限管理

用户管理和权限管理应满足GB/T 42383.1-2023的要求。

### 5.4.2 接口管理

接口管理应满足GB/T 42383.2-2023的要求。

## 5.5 技术支撑层

### 5.5.1 状态监测

状态监测应满足T/CSNAME 057-2023的要求。

### 5.5.2 健康评估技术

健康评估主要分为以下技术：

- 可采用可靠性建模技术：评估设备关键零部件的健康状态，评估其运行可靠性。包括可靠性指标建立、常见的寿命分布模型、参数估计方法以及假设检验方法；
- 可采用健康指数建模技术：构建健康指标体系和健康模型。

### 5.5.3 故障诊断技术

故障诊断技术应满足GB/T 22394.1-2015的要求。

### 5.5.4 维修决策技术

维修决策建模方法根据决策信息的已知程度可分为确定型建模方法、随机型建模方法和模糊型建模方法：

- 设备的信息在维修决策前全部都是确定的，可采用确定型建模方法，常用到的理论有：灰色理论、多属性决策方法和层次分析法；
- 设备的维修决策中各个状态或者属性是不确定的，可采用随机型建模方法，可通常利用概率统计方法和随机过程理论来构建模型；
- 设备的状态和性能是模糊的，可采用模糊型建模方法。

### 5.5.5 知识管理技术

知识管理技术应满足以下要求：

- 知识获取，应收集整理设备相关的知识，并使沉淀下来的知识具有可重用价值；
- 知识存储，应建立知识库，进行知识存储。知识库中应包括显性知识和存储在人们头脑中的隐性知识；
- 知识共享，各上下游设计软件、系统之间能实现数据和信息的人工或自动传播、共享及调用，包括设备的数字模型、属性信息和其他关联信息等；
- 知识的获取、存储、共享、应用等知识活动相关方法和工具可参见 GB/T 23703。

## 5.6 系统应用层

### 5.6.1 系统应用层功能架构

船用设备健康管理系统功能架构如图3所示。

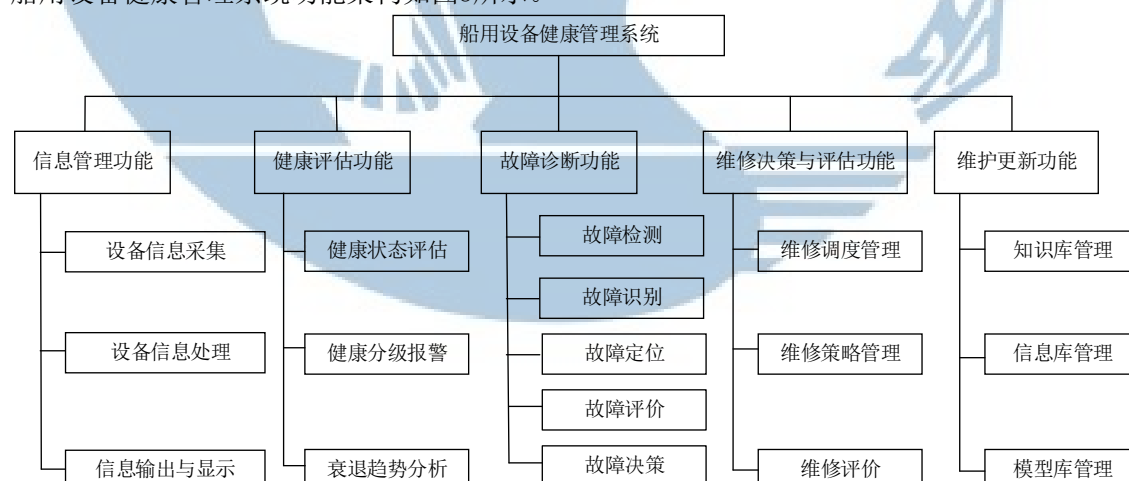


图3 船用设备健康管理系统功能架构

### 5.6.2 信息管理功能

信息管理功能应具备设备信息采集、信息处理、信息输出与显示等功能。

### 5.6.3 健康评估功能

健康评估应具备以下功能：

- a) 健康状态评估功能：应能根据状态监测数据、历史使用频度、关键性指标数据建立健康评估模型（如阈值比较、性能衰退模型），对设备的健康状态进行评估；
- b) 健康分级报警功能：应能根据运维系统要求，对设备健康等级进行划分并警示；
- c) 衰退趋势分析功能：应能通过对设备历史监测数据的统计分析，给出设备关键性指标的衰退趋势和设备的预计寿命。

#### 5.6.4 故障诊断功能

故障诊断功能应满足GB/T 41397-2022的要求。

#### 5.6.5 维修决策与评估功能

维修决策与评估应具备以下功能：

- a) 根据故障诊断结果，系统能从健康管理数据库库中自动调度相匹配的视情维护策略，视情维护具体要求见 T/CSNAME 059-2023；
- b) 应能修订和补充视情维护策略；
- c) 支持基于成本和效率等方面的绩效评估。

#### 5.6.6 维护更新功能

维护更新应具备对健康管理数据库进行增加、删除和更新等功能。

#### 5.7 系统入口层

系统入口层应提供接口服务对接财务系统、OA系统等第三方应用，提供面向船员、船东、船长等用户的交互界面。