

ICS 01.020

CCS A 00

T

团 标 准

T/CAMC 0006—2025

船岸云一体化系统 第6部分 试验验证技术要求

**Ship-to-shore cloud integrated system Part 6 Technical requirements
for test verification**

征求意见稿

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

中国计算机自动测量与控制技术协会 发布

XX 出版社

出版

目 次

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 系统概述	1
5 一般要求	1
5.1 试验验证目的	1
5.2 试验验证方法	1
5.3 试验验证过程	2
5.4 试验验证工具	2
5.5 试验验证环境	2
5.6 试验验证文档	2
6 试验验证内容	3
6.1 功能性测试	3
6.1.1 功能要求	3
6.1.2 典型测试	3
6.2 性能效率测试	3
6.2.1 性能要求	3
6.2.2 典型测试	3
6.3 兼容性测试	4
6.3.1 兼容性要求	4
6.3.2 典型测试	4
6.4 可靠性测试	4
6.4.1 可靠性要求	4
6.4.2 典型测试	5
6.5 维护性测试	5
6.5.1 维护性要求	5
6.5.2 典型测试	5
6.6 易用性测试	6
6.6.1 易用性要求	6
6.6.2 典型测试	6
6.7 信息安全性测试	6
6.7.1 信息安全性要求	6
6.7.2 典型测试	6
6.8 可移植性测试	7
6.8.1 可移植性要求	7
6.8.2 典型测试	7
附录 A (资料性) 电能质量安全评估流程说明	8

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。

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。

本文件由中国计算机自动测量与控制技术协会提出并归口。

本文件起草单位：工业和信息化部电子第五研究所、广电计量检测集团股份有限公司、深海技术科学太湖实验室连云港中心、嘉诚中贝（上海）科技发展有限公司、中国船舶集团有限公司第七〇八研究所、上海船舶工艺研究所、中国石油建设工程有限公司北京设计分公司、江南造船（集团）有限责任公司

本文件主要起草人：杨亚楠、于敏、于莉莉、刘志富、张海华、姚凤翔、刘学宝、张海彬、庞路、刘肖洋、朱晖宇、徐绍衡、赵瑛、毛立夫

船岸云一体化系统 第6部分 试验验证技术要求

1 范围

本文件规定了船岸云一体化系统试验验证的目的、方法、过程、工具、环境、文档以及试验内容等。

本文件适用于船岸云一体化系统的开发、测试和验收阶段，为系统的质量评估和验证提供指导。

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 15532-2008 计算机软件测试规范

3 术语和定义

GB/T 15532—2008 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

船岸云一体化系统 ship-shore-cloud integrated system

通过新一代先进的技术将船舶（船端）、岸基（岸端）、云计算平台（云端）相关物理信息、空间信息充分融合为一体，实现船舶的智能化航行、远程监控、决策支持和运营管理等功能的信息物理系统。

4 系统概述

试验验证对象船岸云一体化系统，主要由船舶端系统、岸基端系统和云端系统组成。其中船舶端系统负责船舶数据的采集、处理和传输；岸基端系统负责接收、存储和处理船舶数据，并与船端和云端系统进行数据交互；云端系统则提供数据存储、分析和决策支持等服务。

5 一般要求

5.1 试验验证目的

试验验证目的包括但不限于以下方面：

- a) 验证系统在真实/仿真环境下的功能完备性、性能稳定性、安全可靠性及跨平台兼容性；
- b) 验证船岸云一体化系统是否满足用户需求和设计要求；
- c) 发现系统中存在的缺陷和问题，为系统的改进和优化提供依据；
- d) 评估系统的性能、可靠性、兼容性等指标，确保系统能够稳定运行。

5.2 试验验证方法

试验验证方法分为静态测试方法和动态测试方法，可参照 GB/T 15532-2008 执行。

5.3 试验验证过程

试验验证过程宜包括但不限于测试计划制定、测试用例设计、测试执行、测试结果分析和测试报告编写等，具体要求如下：

- a) 测试计划制定宜明确测试的目标、范围、方法、进度和资源需求等；
- b) 测试用例设计宜根据系统的功能、性能等要求，设计合理的测试用例，确保测试的全面性和有效性；
- c) 测试执行宜按照测试计划和测试用例的要求，对系统进行测试，并记录测试过程和结果；
- d) 测试结果分析是对测试结果进行分析，找出系统存在的问题和缺陷，并提出改进建议；
- e) 测试报告编写是根据测试结果总结测试情况，给出测试结论后编写详细的测试报告。

5.4 试验验证工具

试验验证工具宜包括但不限于测试管理工具、自动化测试工具、性能测试工具等，具体要求如下：

- a) 测试管理工具用于管理测试计划、测试用例、测试结果等，提高测试效率和管理水平；
- b) 自动化测试工具用于自动化执行测试用例，减少人工测试的工作量，提高测试的准确性和可靠性；
- c) 性能测试工具用于测试系统的性能指标，如响应时间、吞吐量等，可进一步分析系统的性能瓶颈。

5.5 试验验证环境

试验验证环境应尽可能模拟实际的船岸云一体化系统的运行环境，包括硬件环境、软件环境、网络环境和特殊的海事环境等，具体要求如下：

- a) 硬件环境应具备与实际系统相同或相似的硬件配置，如服务器、存储设备、网络设备等；
- b) 软件环境应安装与实际系统相同版本的操作系统、数据库管理系统、应用程序等；
- c) 网络环境应模拟实际的船舶与岸基、云端之间的网络连接，包括网络带宽、延迟、丢包率等；
- d) 特殊海事环境应模拟“高延迟、低带宽的卫星链路”和“多节点（船、岸、云）协同”等。

5.6 试验验证文档

试验验证工作完成后，形成的试验验证文档宜包括但不限于：

- a) 测试大纲；
- b) 测试用例（集）；
- c) 测试用例执行记录（集）；
- d) 测试问题报告（集）；
- e) 测试报告。

6 试验验证内容

6.1 功能性测试

6.1.1 功能要求

功能性测试是验证系统的各项功能是否能够正常实现，基于《船岸云一体化系统 第 1 部分：系统组成及基础平台架构》、《船岸云一体化系统 第 2 部分：船云交互指南》、《船岸云一体化系统 第 5 部分：平台服务场景》中有关功能的内容，宜包括但不限于数据采集、数据传输、业务应用等功能，主要要求如下：

- a) 数据采集功能测试是验证船舶端系统是否能够准确采集船舶的航行状态、设备运行参数等数据；
- b) 数据传输功能测试是验证船舶端系统与岸基端系统之间的数据传输是否稳定、可靠；
- c) 业务应用功能测试是验证系统提供的船舶监控、调度管理、安全预警等业务应用是否能够正常运行。

6.1.2 典型测试

按照船端、岸端和云端划分，测试重点如下表所示：

表 1 船端、岸端和云端功能测试重点测试表

船端测试重点	岸端测试重点	云平台测试重点
a) 船载设备数据采集、本地处理与报警功能； b) 本地人机交互（HMI）功能； c) 离线模式下的应急功能； d) 检查 UPS 或稳压模块在市电异常时是否自动切换并维持系统功能。	a) 接收并处理船舶上传数据； b) 生成调度、监控、告警等业务逻辑； c) 提供岸基操作员界面与管理功能； d) 与云平台的数据同步与任务分发； e) 检查 PDU（电源分配单元）是否支持远程断电/上电控制。	a) 提供统一服务接口（API）； b) 多租户管理、权限控制； c) 大数据分析、AI 模型推理等高级功能； d) 与第三方系统（如海事、港口）集成； e) 检查虚拟化平台是否能在电力恢复后自动重启虚拟机并恢复服务。

6.2 性能效率测试

6.2.1 性能要求

性能效率测试是评估系统在不同负载条件下的性能表现，基于《船岸云一体化系统 第 1 部分：系统组成及基础平台架构》中 6.1 性能要求章节内容，以及《船岸云一体化系统 第 2 部分：船云交互指南》中 10 性能要求章节内容，宜包括但不限于响应时间、吞吐量和资源利用率等，主要要求如下：

- a) 响应时间是测试系统在不同负载情况下的响应时间，确保系统能够及时响应用户的请求；
- b) 吞吐量是测试系统在单位时间内能够处理的业务量，确保系统能够满足用户的业务需求；
- c) 资源利用率是测试系统的 CPU、内存、磁盘等资源的利用率，确保系统能够合理利用资源。

6.2.2 典型测试

按照船端、岸端和云端划分，测试重点如下表所示：

表 2 船端、岸端和云端性能测试重点测试表

船端测试重点	岸端测试重点	云平台测试重点
<ul style="list-style-type: none"> a) 数据采集频率与本地处理延迟； b) 通信模块在弱网下的传输效率； c) HMI 响应时间； d) 测量设备在不同供电条件下的功耗与发热情况。 	<ul style="list-style-type: none"> a) 并发处理多船数据的能力； b) 报警响应延迟； c) 数据库查询与报表生成性能； d) 在模拟电网闪断（Momentary Interruption）下，测试数据接收与处理的中断时间。 	<ul style="list-style-type: none"> a) 高并发 API 响应能力； b) 大数据批处理/流处理性能，如 Spark/Flink； c) 弹性伸缩能力，如 K8s 自动扩缩容； d) 测试数据中心 PUE（电能使用效率）在不同负载下的变化。

6.3 兼容性测试

6.3.1 兼容性要求

兼容性测试是验证系统与不同硬件、软件、网络环境的兼容性，主要要求如下：

- a) 硬件兼容性是测试系统与不同类型的硬件设备的兼容性，包括但不限于服务器、存储设备、网络设备等，确保系统能够在不同的硬件环境中正常运行；
- b) 软件兼容性是测试系统与不同版本的操作系统、数据库管理系统、中间件等软件的兼容性，确保系统能够在不同的软件环境中正常运行；
- c) 网络兼容性是测试系统与不同类型的网络设备和网络协议的兼容性，确保系统能够在不同的网络环境中正常运行。

6.3.2 典型测试

按照船端、岸端和云端划分，测试重点如下表所示：

表 3 船端、岸端和云端兼容性测试重点测试表

船端测试重点	岸端测试重点	云平台测试重点
<ul style="list-style-type: none"> a) 支持不同型号船舶设备（雷达、AIS、主机等）的数据接入； b) 支持多种通信链路（卫星、4G/5G、VHF）； c) 操作系统兼容性，如嵌入式 Linux； d) 验证系统兼容不同船舶电力制式。 	<ul style="list-style-type: none"> a) 兼容不同厂商的船舶数据格式； b) 支持多种数据库（Oracle、MySQL 等）； c) 浏览器兼容性，如 Chrome、Edge 等； d) 兼容不同供电环境（工业电网、民用电网）。 	<ul style="list-style-type: none"> a) 多云环境兼容（公有云、私有云、混合云）； b) 容器化部署兼容性（Docker/K8s）； c) API 版本兼容性； d) 与不同云服务商的供电架构兼容。

6.4 可靠性测试

6.4.1 可靠性要求

可靠性测试是测试系统在规定的条件和时间内完成规定功能的能力，基于《船岸云一体化系统 第 1 部分：系统组成及基础平台架构》中 6.1 性能要求章节内容，宜包括但不限于系统可用性、系统容错能力、数据备份与恢复能力等，主要要求如下：

- a) 系统可用性是测试系统在长时间运行过程中的可用性，确保系统能够连续稳定运行；

- b) 系统容错能力是测试系统在出现故障或异常情况时的容错能力, 确保系统能够自动恢复或采取相应的措施;
- c) 数据备份与恢复是测试系统的数据备份和恢复功能, 确保系统在数据丢失或损坏的情况下能够及时恢复数据。

6.4.2 典型测试

按照船端、岸端和云端划分, 测试重点如下表所示:

表 4 船端、岸端和云端可靠性测试重点测试表

船端测试重点	岸端测试重点	云平台测试重点
<ul style="list-style-type: none"> a) 在弱通信、断网、电磁干扰等恶劣环境下系统的持续运行能力; b) 船载设备故障时的数据缓存与断点续传功能; c) 关键模块(如通信、导航)的冗余设计与切换能力; d) 本地系统崩溃后的快速重启与恢复; e) 验证船载设备在电压波动(±15%)、频率偏差(±2Hz)下仍能正常启动与运行。 	<ul style="list-style-type: none"> a) 多船数据持续接入的稳定性; b) 主备服务器切换能力(HA高可用); c) 数据库故障恢复与日志回放能力; d) 报警系统 7×24 小时无漏报、误报; e) 验证岸基服务器、交换机等设备在电网波动下不宕机。 	<ul style="list-style-type: none"> a) 服务的高可用架构, 如微服务集群、负载均衡; b) 自动故障检测与服务迁移, 如K8s自愈; c) 数据持久化与多副本存储, 如对象存储、分布式数据库; d) 跨区域容灾备份与恢复能力; e) 验证云数据中心 UPS、柴油发电机等在市电中断时自动切换。

6.5 维护性测试

6.5.1 维护性要求

维护性测试是评估系统的可维护性, 宜包括但不限于系统可维护性、故障诊断与排除等, 主要要求如下:

- a) 系统可维护性是测试系统的可维护性, 包括系统的可扩展性、可修改性、可测试性等, 确保系统能够方便地进行维护和升级;
- b) 故障诊断与排除是测试系统的故障诊断和排除功能, 确保系统在出现故障时能够快速定位和解决问题。

6.5.2 典型测试

按照船端、岸端和云端划分, 测试重点如下表所示:

表 5 船端、岸端和云端维护性测试重点测试表

船端测试重点	岸端测试重点	云平台测试重点
<ul style="list-style-type: none"> a) 船载软件远程升级能力; b) 故障日志本地存储与上传; c) 模块化设计便于更换; d) 测试在更换电源时系统是否支持不间断运行。 	<ul style="list-style-type: none"> a) 日志集中管理与分析(ELK); b) 配置变更管理; c) 系统健康监控与告警; d) 验证 UPS 电池可在线更换与健康状态监测。 	<ul style="list-style-type: none"> a) 微服务独立部署与升级; b) 自动化运维(CI/CD); c) 故障自愈与热修复能力; d) 电源维护操作(如电池)

船端测试重点	岸端测试重点	云平台测试重点
		更换)是否不影响服务可用性。

6.6 易用性测试

6.6.1 易用性要求

易用性测试是检查系统的用户界面是否友好、操作是否方便等，主要要求如下：

- a) 用户界面友好性是测试系统的用户界面是否友好、易用，包括界面的布局、颜色、字体等是否符合用户的使用习惯；
- b) 操作便捷性是测试系统的操作是否便捷、简单，包括操作流程是否清晰、操作步骤是否繁琐等。

6.6.2 典型测试

按照船端、岸端和云端划分，测试重点如下表所示：

表 6 船端、岸端和云端易用性测试重点测试表

船端测试重点	岸端测试重点	云平台测试重点
<ul style="list-style-type: none"> a) HMI 界面在船舶环境下的可读性(强光、震动)； b) 操作流程是否符合船员习惯； c) 多语言支持； d) 是否提供电源异常的声光报警，且符合船员操作习惯。 	<ul style="list-style-type: none"> a) 岸基操作界面布局合理性； b) 报警信息清晰度与处理便捷性； c) 报表生成与导出功能； d) 岸基监控界面是否集中展示各设备电源状态与能耗。 	<ul style="list-style-type: none"> a) 云端管理平台的操作直观性； b) 多租户界面定制能力； c) 移动端访问支持； d) 云端管理平台是否提供电源健康度仪表盘。

6.7 信息安全性测试

6.7.1 信息安全性要求

信息安全性测试是检测系统在信息保护方面的能力，《船岸云一体化系统 第 1 部分：系统组成及基础平台架构》、《船岸云一体化系统 第 2 部分：船云交互指南》中有关安全要求的内容，宜包括但不限于数据保密性、数据完整性和系统安全性等，主要要求如下：

- a) 数据保密性是测试系统对敏感数据的保护能力，确保数据在传输和存储过程中不被泄露；
- b) 数据完整性是测试系统对数据的完整性保护能力，确保数据在传输和存储过程中不被篡改；
- c) 系统安全性是测试系统的安全机制，包括用户认证、访问控制、防火墙、电能质量安全等，确保系统能够安全稳定运行。其中，电能质量安全评估流程见附录 A。

6.7.2 典型测试

按照船端、岸端和云端划分，测试重点如下表所示：

表 7 船端、岸端和云端信息安全性测试重点测试表

船端测试重点	岸端测试重点	云平台测试重点
<ul style="list-style-type: none"> a) 船载设备身份认证； b)本地数据加密存储； c)防止未授权访问； d)电源接口是否具备防雷、防浪涌保护； e)断电后关键数据是否自动加密保存。 	<ul style="list-style-type: none"> a)防火墙、入侵检测系统(IDS)； b)数据传输加密(TLS/SSL)； c)访问控制与权限审计； d)防止未授权人员远程断电(需权限控制)； e)电源设备固件是否防逆向与篡改。 	<ul style="list-style-type: none"> a)云平台安全合规(等保、ISO 27001)； b)DDoS 防护、WAF； c)数据脱敏与隐私保护； d)安全日志集中审计； e)电源操作日志是否审计留存(满足等保要求)； f)防止通过电源侧发起侧信道攻击。

6.8 可移植性测试

6.8.1 可移植性要求

可移植性测试是验证系统在不同平台和环境下的可移植性，宜包括但不限于系统可移植性、数据可移植性等，具体要求如下：

- a) 系统可移植性是测试系统在不同的硬件平台、软件平台和网络环境中的可移植性，确保系统能够方便地部署和使用；
- b) 数据可移植性是测试系统的数据在不同的数据库管理系统和文件格式之间的可移植性，确保数据能够方便地进行迁移和共享。

6.8.2 典型测试

按照船端、岸端和云端划分，测试重点如下表所示：

表 8 船端、岸端和云端信息可移植性测试重点测试表

船端	岸端	云平台
<ul style="list-style-type: none"> a) 实时性、可靠性、环境适应性； b) 现场测试、仿真测试； c) 通信接口一致性、数据格式统一； d) 移植过程中是否需更换电源模块。 	<ul style="list-style-type: none"> a) 业务逻辑、集中监控、数据处理； b) 仿真测试、集成测试； c) 数据同步、任务协同； d) 系统在不同岸基机房(电压、频率不同)部署时，电源配置是否自动适配。 	<ul style="list-style-type: none"> a) 弹性扩展、智能分析、服务化； b) 压力测试、自动化测试； c) 服务调用、安全互联； d) 验证系统在不同云服务商(电力架构不同)间迁移后，服务可用性不受影响。

附录 A
(资料性)
电能质量安全评估流程说明

电能质量安全评估流程见下图 1。

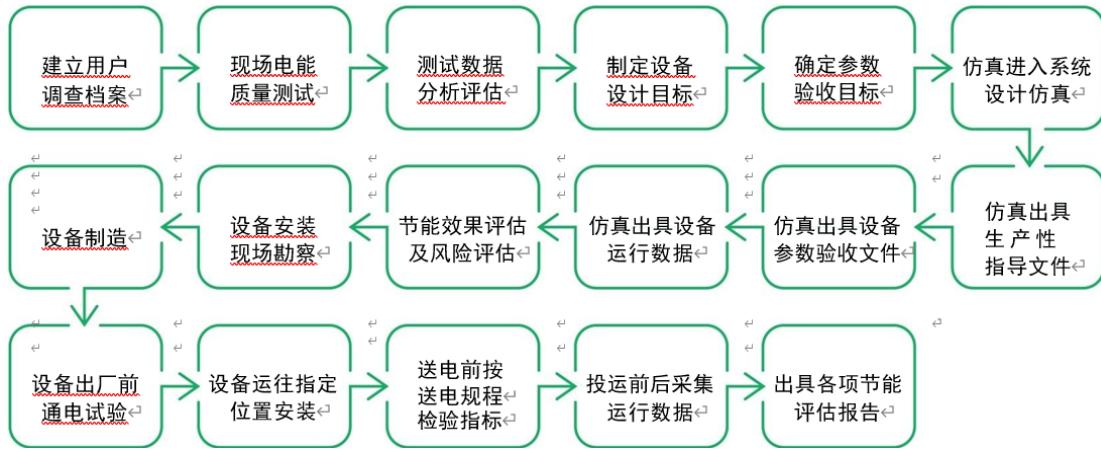


图 1 电能质量评估流程图