

指导性文件
GD014-2026



中国船级社

智能集成平台检验指南

2026

2026年6月1日生效

北京

出版说明

2015 年中国船级社发布首部《智能船舶规范》，提出了“一平台+N 应用”的智能船舶架构，其中，智能集成平台是船舶智能技术应用的一个重要方向，打破了传统船舶各自动化系统垂直整合有限互通。

为保证智能集成平台规范要求的有效实施和应用，中国船级社结合工业界智能系统的研发、船上应用、图纸资料审核、检验等经验，编制了《智能集成平台检验指南》，本指南是 CCS《智能船舶规范》的组成部分，补充规定了智能集成平台的技术要求、图纸资料审查、产品认可与检验、附加标志检验等要求。

本指南由 CCS 编写和更新，通过网页 <http://www.ccs.org.cn> 发布，本指南使用相关方对于本指南如有意见可反馈至 ig@ccs.org.cn。

目 录

第1章 通 则	1
1.1 目的及适用范围.....	1
1.2 附加标志.....	1
1.3 规范性引用文件.....	1
1.4 定义与缩写.....	2
第2章 智能集成平台功能标志	4
2.1 功能标志.....	4
第3章 系统要求	5
3.1 通用要求.....	5
3.2 数据采集/收集.....	5
3.3 数据存储.....	5
3.4 数据共享.....	5
3.5 数据集成.....	6
3.6 船岸信息交互.....	6
3.7 可视化.....	6
3.8 数据管理.....	6
3.9 日志管理.....	6
3.10 软件和支持硬件的要求.....	7
第4章 数据保障	8
4.1 一般要求.....	8
4.2 访问控制安全维.....	8
4.3 鉴别安全维.....	8
4.4 抗抵赖安全维.....	8
4.5 数据保密性安全维.....	9
4.6 通信流安全维.....	9
4.7 数据完整性安全维.....	9
4.8 可用性安全维.....	9
4.9 隐私安全维.....	9
第5章 网络和通信	10
5.1 一般要求.....	10
5.2 远程通信.....	10
第6章 人因系统	11
6.1 以人为中心的设计.....	11
6.2 人机功效考虑.....	11
6.3 培训.....	13
第7章 信息应用	14
7.1 信息展现.....	14
7.2 信息应用.....	14
第8章 安全要求	15
8.1 一般要求.....	15
第9章 检验基本要求	16

9.1 产品持证要求	16
9.2 图纸资料及测试和试验	16
9.3 图纸资料说明	18
第 10 章 检验补充要求	23
10.1 产品型式认可	23
10.2 船舶审图	23
10.3 单件单批检验	23
10.4 建造检验	23
10.5 建造后检验	24
附件 1：试验的补充说明	25

第 1 章 通 则

1.1 目的及适用范围

1.1.1 本指南是船舶智能集成平台的检验指南，规定了智能集成平台的技术要求和检验要求。

1.1.2 本指南仅为规范的补充，智能集成平台除满足本指南要求外，还应符合中国船级社《智能船舶规范》第 7 章规定。

1.1.3 智能集成平台（简称“平台”）是实现船上数据采集/收集、存储、共享和管理的平台，具备开放性和可拓展性。

1.2 附加标志

1.2.1 智能集成平台按功能划分为基础型、支持型两个类别。平台类别可随着功能增加、数据应用需求予以扩展。

1.2.2 基础型平台应具有如下功能：

- (1) 数据采集/收集；
- (2) 数据存储；
- (3) 数据共享；
- (4) 数据管理。

1.2.3 除 1.2.2 规定功能外，支持型平台还应具有如下功能：

- (1) 数据集成；
- (2) 可视化；
- (3) 船岸信息交互（如适用）。

1.2.4 支持型平台应至少能够为 CCS《智能船舶规范》中规定的两个及以上智能系统提供支持。

1.2.5 产品附加标志

对于满足本指南要求的系统，经型式认可或单件单批检验合格后授予其相应类别的标志，标注在证书产品附加标志栏。

1.2.6 船舶附加标志

在获得产品附加标志后经建造检验和建造后检验合格后，可授予其相应类别的标志，标注在船舶附加标志栏。

1.3 规范性引用文件

1.3.1 下列参考文件对于指南的应用是不可缺少的。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本指南。

引用文件

表 1.3.1

序号	文件编号	文件名
1		中国船级社 《钢质海船入级规范》
2		中国船级社 《智能船舶规范》
3		中国船级社 《电气电子产品型式认可试验指南》
4		中国船级社 《船用软件安全及可靠性评估指南》
5		中国船级社 《船舶网络安全指南》
6		中国船级社 《船舶与海上设施数字系统验证指南》

7	IACS UR E22	可编程电子系统船上使用和应用
8	IEC 60812	系统可靠性分析技术-故障模式影响分析
9	IEC 61162-450	海上导航和无线电通信设备及系统 数字接口 第 450 部分多通话器和多受话器 以太网互连
10	IEC 61162-460	船舶导航和无线电通信设备和系统 数字接口 第 460 部分多重扬声器和听声器 以太网互连 安全
11	IEC 61508	电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全
12	IEC 62940	海上导航和无线电通信设备和系统 集成通信系统 (ICS) 操作和性能要求 测试方法和所需的测试结果
13	ISO 9241-210	人机交互的人类工效学 第 210 部分 交互系统的以人为中心的设计
14	ISO 16425	船舶和海上技术 船载设备和系统用船舶通信网的安装指南
15	ISO 18028-2	信息技术 安全技术 IT 网络安全 第 2 部分: 网络安全体系结构

1.4 定义与缩写

1.4.1 定义

(1) 系统 (system): 根据设计相互作用的一组元素, 可能包括相互作用的硬件、软件和人等。

(2) 利益相关方 (Stakeholders): 能够影响、受到影响或认为自己受到决策或者活动影响的人或组织。

(3) 业主 (Owner): 业主根据规格书与系统集成商和/或提供硬件系统的供应商签订合同。在建造期, 业主可以是船舶建造方 (建造者或船厂)。船舶交付后, 业主可为船舶运营公司。

(4) 系统集成商 (System integrator): 系统集成商负责将供应商提供的系统和产品集成为一个指定要求的完整系统。系统集成商也可能对船舶的系统集成负责。船厂应担当系统集成商的角色, 除非有另一个组织专门承包或被分配承担这责任。如果在任何时候有多个团队完成系统集成, 则必须由一个团队负责整体系统集成和协调集成活动。如果不同的系统集成商负责多个集成阶段中的特定阶段, 则必须由一个团队负责确定和协调集成的所有阶段。

(5) 供应商 (Supplier): 供应商是在系统集成商或船厂协调下的系统元件或软件承包商或分包商。供应商向系统集成商提供可编程设备、子系统或系统。供应商应提供软件功能说明, 以证明符合船东的要求、适用的国际和国家标准和本节的适用要求。

(6) 以人为本设计 (HCD): 通过专注于系统使用以提高交互系统可用性的系统设计和开发的方法; 运用人为因素、人体工程学及可用性知识和技术。

(7) 元数据 (Metadata): 描述数据的数据。

1.4.2 缩写

- (1) CCS: China Classification Society, 中国船级社。
- (2) DCS: Distribution Control System, 分布式控制系统。
- (3) ESD: Emergency Shutdown Device, 紧急关断装置。
- (4) FAT: Factory Acceptance Test, 工厂验收试验。
- (5) IEC: International Electrotechnical Commission, 国际电工委员会。
- (6) IO: Input/Output, 输入/输出。
- (7) ISO: International Organization for Standardization, 国际标准化组织。
- (8) MPLS: Multi-protocol Label Switching, 多协议标签交换。

- (9) PLC: Programmable Logic Controller, 可编程逻辑控制器。
- (10) VLAN: Virtual Local Area Network, 虚拟局域网。
- (11) VPN: Virtual Private Network, 虚拟专用网络。

第 2 章 智能集成平台功能标志

2.1 功能标志

2.1.1 智能集成平台功能标志 I(x)见 CCS《智能船舶规范》第 7 章 7.2 的规定。

智能集成平台功能标志说明

表 2.1.1

功能标志	说明
I(b)	具有数据采集/收集、数据存储、数据共享和数据管理功能。
I(s)	除 I(b)功能外，具有数据集成、可视化和船岸信息交互（如适用）功能。

第 3 章 系统要求

3.1 通用要求

3.1.1 平台应支持多终端（PC、移动设备等）接入。

3.1.2 平台应按照公司有关管理体系的要求，实现多部门、多用户的协同管理。

3.1.3 当平台具有控制指令的传输功能时，应能保证指令传输的及时性和准确性。

3.1.4 应提供满足本章 3.9 要求的智能集成平台日志管理功能，至少包含错误日志、查询日志、变更日志，具有日志维护权限的用户可对日志进行维护。

3.1.5 智能集成平台的计算机系统分类需结合数据用途、功能、安全风险水平确定，并满足 CCS《钢质海船入级规范》第 7 篇第 2 章的适用要求。

3.1.6 平台应具备一定的可扩展性，提供完整的数据接口方案，方便其他系统的接入。

3.1.7 平台应满足本章 3.8 要求的数据管理功能。

3.1.8 平台进行的数据活动应满足 CCS《船舶与海上设施数字系统验证指南》第 1 章第 5 节关于数据质量的要求。

3.1.9 应能在正常供电失电时，自动转换到备用电源。该备用电源可采用蓄电池组，其容量应至少维持 30min 供电的需要。若系统可能因电源的中断而受到有害影响时，则应采用不中断的方式转换到备用电源。

3.2 数据采集/收集

3.2.1 采集/收集的数据应具有规范化的数据标准，包括数据定义、数据描述、数据质量、数据传输及数据处理等方面的标准，并能实现数据可追溯。

3.2.2 数据采集过程中应进行有效性检查，可删除重复数据和错误数据、对缺失数据进行初步补齐，并对错误数据进行有效提醒。

3.2.3 平台采集数据应符合国际通用标准的数据格式。

3.2.4 智能集成平台采集的数据应能被唯一标识。可参照 CCS《船舶与海上设施数字系统验证指南》第 2 章进行数据标识。

3.2.5 数据采集采用的通信协议应满足 CCS《船舶与海上设施数字系统验证指南》第 3 章 3.2.3 和 3.2.4 的要求。

3.2.6 数据采集应具有容错机制。

3.3 数据存储

3.3.1 船上的数据存储设备应采用冗余设计，以确保平台功能的可用性。

3.3.2 平台存储的数据应满足预期的应用需求和质量要求。

3.3.3 应定期对收集的数据进行评估，保证数据的准确性、完整性及可用性。

3.4 数据共享

3.4.1 平台应提供对外数据传递接口，具备与相关方共享数据的能力。

3.4.2 平台应能确保数据共享过程中数据的完整性和可靠性：

- (1) 应具备数据完整性校验和自动重传机制，确保数据传输内容未被篡改或损坏；
- (2) 应支持传输身份校验功能，确保数据共享对象可信，数据共享功能可追溯。

3.5 数据集成

3.5.1 平台应具有整合多源异构数据的能力，为数据应用与决策提供支持。

3.5.2 在不同交互场景下，平台应进行合理资源调度以满足不同智能系统的业务需求。

3.5.3 平台应能集成船上已有智能系统的信息资源，通过智能系统采集的数据可在平台数据库中存储，或与其建立有效的调用关系。

3.5.4 平台用于集成根据公约、法规、规范及公司管理和操作需要新增的系统（如综合航行系统（INS）等）时，通过新增系统采集的数据可以在智能集成平台数据库中存储，或与其建立有效的调用关系。

3.6 船岸信息交互

3.6.1 船岸之间通信应采取稳定可靠的通讯协议和数据传输机制。

3.7 可视化

3.7.1 平台应能按照用户要求提供相应数据分析结果，并用适当的形式予以展示。

3.8 数据管理

3.8.1 数据源管理

3.8.1.1 平台应支持授权用户查询数据源目录。

3.8.1.2 平台应支持授权用户为数据源定义别名，并标注所有设施或系统的基本属性、位置、使用范围以及设备间的信息关联模型等。

3.8.1.3 平台应能定期测试数据源的连通性，对链路中断和数据源丢失进行告警。

3.8.1.4 数据源的查询操作应支持记录审计。

3.8.2 元数据管理

3.8.2.1 平台应支持元数据的维护，并建立和接入系统中的元数据信息同步机制。

3.8.2.2 平台应支持授权用户根据预期的数据应用需求查询元数据信息。

3.8.2.3 元数据信息的查询和变更应支持记录审计。

3.8.3 时钟管理

3.8.3.1 平台的系统时钟应至少支持与 UTC 同步。

3.8.3.2 平台应能识别系统时间同步丢失状态，并及时告警。

3.9 日志管理

3.9.1 平台应能生成与安全相关的可审计记录，要求如下：

（1）事件类型

① 试图接入智能集成平台管理界面和管理身份鉴别请求；

② 对平台所有配置的操作，包括但不限于增/删账户，修改鉴别信息，数据的输入和输出，修改元数据信息、重要配置、用户权限等；

③ 日志信息的备份等；

④ 重要安全事件；

⑤ 数据的查询及导出记录；

⑥ 其他需记录的事件信息。

（2）管理

① 日志等审计信息应受到保护，防止未经授权的访问和篡改；

② 应提供能查阅日志的工具，具备对审计事件以时间、日期、主体标识、客体标识等条件检索的能力；

- ③应支持对日志记录的系统事件进行分类;
- ④日志记录应至少保存一个检验周期。

3.10 软件和支持硬件的要求

3.10.1 业主应指定满足 CCS《船用软件安全及可靠性评估指南》要求的系统集成商作为软件变更的负责方，并告知 CCS。在初期认可时已考虑和接受的软件修改可视为有限的生命周期步骤。软件修改影响分析记录和试验报告应提交给 CCS 备查。业主应负责管理修改的追溯，可通过系统集成商更新软件注册表完成修改记录。

3.10.2 业主应确保在船上设有软件和硬件变更管理的必要程序，并确保根据程序进行任何软件修改/升级。操作阶段的所有计算机系统的变更应被记录和可追溯。

3.10.3 无论是物理系统或远程控制系统，业主、系统集成商和供应商都应在质量体系和程序中采取物理和逻辑安保措施以防止未经授权的或无意的修改。所有上船安装的工件、软件代码、可执行程序 and 物理媒介应在安装前进行病毒和恶意软件扫描。扫描结果应记录和妥善保存。

第 4 章 数据保障

4.1 一般要求

4.1.1 在需求分析和设计阶段需明确如下问题：

- (1) 何种信息需要得到保护；
- (2) 什么是安全风险，需要何种保护来管理这些风险；
- (3) 哪些不同类型的网络活动需要得到保护；
- (4) 哪些不同类型的网络设备及设施分组需要得到保护。

4.1.2 宜进行风险评估以区分保护要求的优先次序并帮助确立安全体系结构的适当安全措施。

4.1.3 本指南建议采用 ISO 18028-2 的多面参考体系结构。这个多面参考体系结构描述的原则能够应用于独立于网络技术或者协议栈中位置的各种网络。有如下附加要求。

4.2 访问控制安全维

访问控制安全维提供对使用网络资源的授权。访问控制确保只允许得到授权的人员或设备访问网络元素、存储的信息、信息流、服务和应用。例如，基于角色的访问控制提供不同的访问级别以保证人员和设备只能对已授权的网络元素、存储的信息和信息流进行访问并在其上执行操作。

通常，一些配置参数由设计者预设好，而其它的配置参数由操作和维护人员在预定限度内经常改动。预设参数的值和允许的变化范围（操作者和工程人员往往是不同的）经过适当的分析已确定好，确保建立和保持设备和船舶的安全可靠操作。

安全数据的保持应设计进系统。常见的保护形式是不同级别的授权，通过在用户界面密码保护实现。对于有岸基连接的船，安全数据的脆弱点发生了变化，绕过正常的用户界面控制机制应被识别并采取缓解措施。

应不定时检查访问许可。

4.3 鉴别安全维

鉴别安全维的作用是确认通信实体的身份或其他授权属性。当鉴别被参与通信的实体的授权或访问控制（如人员、设备、服务或应用）使用时，它确保所声称身份的有效性和提供实体未企图冒充或未授权重放以前通信的保证。使用基于用户身份标识和口令对、双因子鉴别（如令牌）、生物统计特征技术的鉴别方法被广泛使用。

需考虑两个重要的方面：

- 从远程源来的数据，如岸基设施；及
- 已接收数据的时标或顺序。

4.4 抗抵赖安全维

抗抵赖安全维提供技术手段，通过使用各种与网络相关活动的证据（例如责任、意图或承诺的证据、数据原发证据、所有权证据、资源使用证据）可用，来防止个人或实体否认已执行与数据相关的特定动作。它有助于确保证据的可用性，这些证据能作为某种已发生的事态或动作的技术证据呈现给第三方。然而，需注意的是通过技术方法提供的抗抵赖不会导致必要的法律结论。经常使用密码学的方法来提供抗抵赖。

4.5 数据保密性安全维

数据保密性安全维保护数据免遭未授权的泄露。加密是一种经常用于确保数据保密性的方法。访问控制列表和文件权限是有助于保持数据保密性的方法。

应考虑如何管理退役系统或组件的保密性。

4.6 通信流安全维

通信流安全维确保信息只在授权端点之间流动(信息在这些端点之间流动时不会被转向或拦截)。通信流安全维的安全机制不能抵御修改/损坏;这是数据完整性的功能。MPLS 隧道、VLAN 和 VPN 是能提供通信流安全维的实例。

其他要求见本指南第 5 章。

4.7 数据完整性安全维

数据完整性安全维确保数据的正确性或准确性(亦即数据智能被授权的过程或授权的人或设备的动作处理)。数据得到保护免遭未授权的修改、删除、创建和复制,且提供这些未授权活动的指示。散列函数或消息鉴别码方法等常用于确保数据的完整性。

因系统生命周期的需要,故需管理数据完整性,包括通过设计和实现时、所有操作的阶段、所有降级模式操作、和对系统进行更改时。

4.8 可用性安全维

可用性安全维确保未因对网络元素、存储的信息、信息流、服务和应用的授权访问影响网络而拒绝这些事态。灾难恢复解决方案也包含在此范畴中。

对于较传统和较小的系统架构,通信基础设施可能缺少管理最大负荷的能力或对中断很敏感。

应用卫星通信来访问远程信息或提供一定程度的岸对船的远程控制的趋势使得数据可用性对于智能船特别重要。

在系统开发的概念设计阶段,须适当考虑指明数据可用性需求和策略,用以控制数据可用性受限的情况。这些策略应包括结构上或详细的设计解决方案,如冗余的通信信道或如人工干预的替代操作方法。

应在设计阶段评估管理数据完整性的规定的充分性,并应包括对如下事项的评估:

- (1) 数据完整性的威胁已被确定的程度;
- (2) 已包括哪些具体的设计参数;
- (3) 对数据准备已应用了什么级别的保证;
- (4) 应用程序的数据管理特征。

4.9 隐私安全维

隐私安全维对可能源自网络活动观察的任何信息(通信方的身份或任何数据——包括包头——属于此方承载的任何活动)提供保护。这些信息的实例包括用户已访问的万维网站点、用户的地理位置、服务提供商网络中的 IP 地址和设备的 DNS 名称。网络地址转换(NAT)和应用代理是能用于隐私保护技术的实例。隐私安全维也宜对个人信息的收集、处理和传播提供适当的保护结构和控制措施。

第 5 章 网络和通信

5.1 一般要求

5.1.1 本节侧重于网络和通信基础设施安全。网络和软件的安全和可靠性需满足第 8 章的要求，此外：

- (1) 风险评估分析中应明确数据链路失效的状况；
- (2) 数据链路硬件的单一故障应能被自动处理以恢复系统正常运行；
- (3) 数据链路的特性应能防止系统在任何操作工况下过载；
- (4) 数据链路应具有自检功能，检测自身链路故障和与链路连接的节点的通信故障。故障发生时应发出报警；
- (5) 信息只在授权端点之间流动（信息在这些端点之间流动时不会被转向或拦截）。

5.2 远程通信

5.2.1 应选择合适的远程通信形式和带宽，以保证业务关键系统或安全系统在需要时获得优先权。

5.2.2 应考虑合适的操作控制来应对偶尔发生的通信不良。

第6章 人因系统

6.1 以人为中心的设计

6.1.1 以人为中心的设计是系统开发和运行所需要的。其目的是提供一个能够采用以人为中心的方法的结构,从而保证人的因素在智能集成平台所引发的影响能被充分的定位且相关风险已经降低到最低的合理水平。设计原则和评价可按 ISO 9241-210 进行。

6.1.2 以人为中心的设计的原则是:

- (1) 反映出智能集成平台操作理念的明确描述;
- (2) 前期、持续、有效的人员投入;
- (3) 持续改进, 在经验、尝试或雏形中学习;
- (4) 基于用户体验, 为系统配备人和任务;
- (5) 多学科团队。

6.1.3 以人为中心的设计必须计划和融合到智能集成平台生命周期的所有阶段。以人为中心的设计活动应在项目的最早阶段开展。为确保设计计划的顺利开展和有效实施,以人为中心的设计方案应像其它关键活动(如: 责任、变更控制)一样依照相同的导则。

6.1.4 项目计划中以人为中心的设计方面应在项目生命周期中进行适当的回顾和修订,应分配时间和资源给以人为中心的活动。项目计划应包括用于迭代、吸收用户反馈和评估设计解决方案是否满足用户需求的时间,并应分配额外的时间,用于设计团队之间的沟通、协调。

6.2 人机功效考虑

6.2.1 一般要求

(1) 减少人为数据处理。尽量由设备进行数据处理并提出结果供相关人员来做决定。
(2) 物理布局与监控界面的协调。监控界面中的控制与显示应与物理布局的设备相一致。流程图应能反映出设备之间的逻辑关系。

(3) 适应常规操作习惯。平台设计中应保持控制动作与显示响应相一致。

(4) 画面的一致性:

- ① 同一颜色在不同画面中应表示相同意义;
- ② 不同画面应有相同的布局风格;
- ③ 计算机显示与面板显示应一一对应。

(5) 高效的显示:

- ① 智能平台应避免干扰或无意义的任务;
- ② 常用或重要的显示应布置在视觉中央区域,使显示的信息清楚和易于理解;
- ③ 报警不应频繁发出,影响监控人员的注意力;
- ④ 使用信息分组,使监控人员可以从容处理大量信息;
- ⑤ 制定任务及报警优先级。

(6) 监控的便捷:

- ① 控制装置应紧邻相应的显示,并在人员可操控范围内;
- ② 从标称位置看显示器应是:
 - a. 便于读取;
 - b. 在一个直接的视野范围内;
 - c. 有足够的色彩、亮度和对比度;

d. 监控人员的余光可以看到环境条件（天气条件或昼夜）。

- ③ 控制室的环境应不干扰视觉或听觉信号；
- ④ 应有防止疏忽的操作；
- ⑤ 所有控制设备应易于到达和操作。

（7）高效的画面：

- ① 提供有效方法来显示重要或变化的信息；
- ② 避免使用多次显示来访问频繁使用或关键信息，应能立即显示关键信息；
- ③ 避免信息显示之间交叉引用；
- ④ 能区分控制和显示；
- ⑤ 标示应简单易记；
- ⑥ 信息更新应快速；
- ⑦ 提供清晰、持续的自动系统状态显示。

（8）使用颜色编码来简化信息搜索和解释：

- ① 不要用颜色作为唯一的编码机制来传递信息，应与其他编码机制配合使用；
- ② 颜色的使用不应降低画面、标签、地图等的可读性；
- ③ 所用颜色应易于区分；
- ④ 所用颜色不超过七种。

6.2.2 简单、直接、易于输入和控制

（1）提供直接人工控制：

系统界面的设计应是交互的，可以加快操作速度。确保人工通过明确的控制条目进行正确的控制。这包括自动化系统应能接受人工的计划输入和干预。

（2）明确的标识控制模式：

自动、辅助、手动控制模式应明确的显示在控制组件的附近。

（3）控制模式的改变应被提示，控制模式之间的转换应确保：

- ① 需要操作人员确认；
- ② 在转换时，应指示出当前的实际控制模式，然后进行转换，并发出一个声音信号进行提示；

③ 在转入手动控制模式时，应有一个明确的视觉和声音提示。

（4）为自动化系统中的人工干预提供指导，出现下列情况时，应进行指导：

- ① 何时接管自动控制；
- ② 何时或怎样将控制权由一地转换到另一地；
- ③ 何时关闭设备或系统。

（5）为控制行为提供直接和即时的反馈，尽量将控制和相应的显示放在一起：

- ① 对设备的操作或指令应有相应的显示，并立刻有反馈信号显示；
- ② 如果不止一人操作，应将所有相关信息同时提供给负责的其他人员以便于协调任务；
- ③ 诊断或控制决策所需的信息应同时提供，而不是连续提供。

（6）提供简单的画面显示：

- ① 画面的菜单层次应不超过三个级别；
- ② 应提供层次图或其他提示信息，以帮助操作人员便捷找到所需画面。

（7）响应延迟和系统状态的可见性：

控制系统的响应应有记录，并有中间系统响应纪录。

6.2.3 减少人为错误

（1）提供错误预防和容忍：

对于可能对船舶、人员或环境造成直接危害的操作，应在软件或硬件上提供保护操作，可能导致危险行为应要求有一个确认行为。在可能的情况下，软件应能监督和指导人员行为的安全。

(2) 考虑任务的通信需求：

通信系统应满足：

- ① 避免操作人员要频繁地移动到不同位置去访问通信设备；
- ② 可考虑使用便携式、可空载设备或固定的通讯设备进行通信。

(3) 避免控制冲突

避免同时控制来自不同工作站的系统或设备。避免两个或更多人能同时操作一个设备的控制和显示。即一个系统的控制权每次只能由一个操作人员获得。

(4) 操作人员的配置要求

- ① 基于工作量来确定所有操作模式的人员配置；
- ② 考虑人员的水平、技能和经验是否可以满足所有的操作和故障处理；
- ③ 考虑最坏情况下人员的配置情况；
- ④ 考虑正常情况下的人员配置情况；
- ⑤ 根据人员技能和经验分配任务。

6.3 培训

6.3.1 确定所需的知识、技能和能力

了解操作人员需要做什么，并提供培训来完成所需的工作任务。

6.3.2 识别培训需求和要求

- (1) 针对智能平台及自动化功能制定专门培训要求。
- (2) 识别操作人员的自动功能操作和干预措施内容。识别自动和手动的条件。
- (3) 提供与船舶控制有关的自动化控制培训。
- (4) 对重要任务提供培训。
- (5) 提供自动与手动之间切换的实操培训。

6.3.3 程序提示

- (1) 提供可用的书面或在线程序来指导和记录不常见情况、复杂或安全的关键操作。
- (2) 在特殊警报条件下，通过程序来指导操作人员的行动，而不是通过指令显示。
- (3) 提供程序来处理不常见或假定的情况。
- (4) 提供在线帮助。

6.3.4 提供标签和警告

为所有设备和部件提供标准化、持久、可读、有用的标签。标签和标记的以下方面应该一致：

- (1) 编码和颜色的使用；
- (2) 显示位置；
- (3) 语言和语法；
- (4) 设计风格。

第 7 章 信息应用

7.1 信息展现

7.1.1 信息的分类和显示

智能集成平台信息的分类和显示满足 IMO Res A1021(26)的要求。

特别注意应统一协调报警的优先、分类、处理、分配和显示，避免对船舶航行或其他涉及安全环保的功能产生不利影响。

7.1.2 输入和输出设备

计算机系统的输入和输出设备应设计成易于用户操作的型式，并尽可能按人体工程学原理进行设计和布局。

(1) 计算机操作键盘应满足下列要求：

① 如借助键盘可以改变设备的操作或功能，则应采取适当措施(例如设定口令)限制未经授权的人员进行此类操作；

② 如某一键的操作可能引发危险的运行情况，则应采取防止由于单一键动作造成的故障，如可采用特殊的锁定键，或者采用两种或两种以上的键等等。

(2) 计算机显示器应满足下列要求：

① 在显示器上显示的文本和图表的尺寸、颜色和分辨率应能在各种操作照明情况下从正常的操作员位置易于阅读。亮度和对比度应根据周围的环境情况进行调节；

② 显示的信息应具有逻辑优先性；

③ 如报警信息在彩色显示器上显示，即使在原始颜色故障时也应确保报警状态的清晰性。

(3) 如用显示器取代一般的指示灯报警显示，则应满足下列要求：

① 显示器上的显示在明亮的环境条件下应能清晰明了，对于显示器显示的数据和信息，操作人员在正常操作位置应能方便读取；

② 显示器应能清楚地显示出所有出现的报警；

③ 显示器应以适当的方式显示出故障报警在应答前后的区别，但不可仅用不同的颜色显示这种区别；

④ 应具有存储设备和输出接口，以便记录和输出故障内容和故障发生的时间；

⑤ 平台至少应配有 1 台备用显示器或灯板，或 1 台打印机记录故障内容和故障发生时间；

⑥ 正常供电失电时，显示器应仍能正常工作；

⑦ 如参数显示与报警合用 1 个显示器时，显示应不妨碍报警信号。

7.2 信息应用

7.2.1 智能集成平台在为 CCS《智能船舶规范》规定的智能系统提供支持时，信息处理及应用应满足 CCS《智能船舶规范》和相应检验指南中的要求。

第 8 章 安全要求

8.1 一般要求

8.1.1 智能集成平台需满足 CCS《钢质海船入级规范》第 7 篇对自动化系统的基本要求。

8.1.2 软件应符合 CCS《船用软件安全及可靠性评估指南》的要求。

8.1.3 网络安全应符合 CCS《船舶网络安全指南》的要求。

8.1.4 硬件应能在 CCS《钢质海船入级规范》第 7 篇第 2 章第 1 节规定的环境条件和其他工作条件下正常工作。

第9章 检验基本要求

9.1 产品持证要求

9.1.1 智能集成平台系统及其部件的持证应符合 CCS《智能船舶规范》第1章 1.10 有关规定。

9.2 图纸资料及测试和试验

9.2.1 下表所示，列出了利益相关方各阶段需提交的图纸资料和需进行的测试和试验。

应提交的图纸资料以及测试和试验汇总表 表 9.2.1

no	要求	利益相关方				船级社				
		供应商	系统集成商	船舶设计方	业主	产品型式认可	船舶审图	单件单批检验	建造检验	建造后检验
1	系统说明书	○	×			(A)	(C)	(C)		
2	硬件说明书	○	×			(A)		(C)		
3	接线图	○	×	(C)		(A)	(C)	(C)		
4	软件说明书	○	×			(A)		(C)		
5	用户接口说明书	○	×	(C)		(A)	(C)	(C)		
6	风险评估报告	○	×			(A) (必要时)		(C)		
7	型式试验大纲 (除功能测试和故障测试之外)	○	×			(A)				
8	功能测试和故障测试试验大纲	○	×			(A)		(C)		
9	操作手册	○	×	(C)	(C)	(I)	(C)	(C)	(C)	(C)
10	质量计划	○	×			(I)				
11	软件验证的证据	○	×			(I)				

no	要求	利益相关方				船级社				
		供应商	系统集成商	船舶设计方	业主	产品型式认可	船舶审图	单件单批检验	建造检验	建造后检验
12	型式试验报告（含功能测试和故障测试）	○	×			ⒶⓂ				
13	船上系统单线图（含供电）			×	Ⓒ		Ⓐ	Ⓒ	Ⓒ	
14	船上系统布置图			×	Ⓒ		Ⓐ	Ⓒ	Ⓒ	
15	软件功能描述	○	×		Ⓒ			①		
16	系统安装的软件列表和版本号	○	×		Ⓒ			①	Ⓒ	Ⓒ
17	软件维护和使用手册（含软件和硬件变更管理的必要程序）	○	×		Ⓒ			①		Ⓒ
18	系统和船舶其他系统之间接口的列表	○	×		Ⓒ			①	Ⓒ	Ⓒ
19	数据传输标准的列表	○	×		Ⓒ			①		
20	工厂验收试验大纲	○	×					Ⓐ		
21	工厂验收试验报告	○	×					①Ⓜ		
22	船上试验大纲（包括无线网络测试）		×	○	Ⓒ				Ⓐ	Ⓒ
23	系统安装工艺		×	○	Ⓒ				Ⓐ	

no	要求	利益相关方				船级社				
		供应商	系统集成商	船舶设计方	业主	产品型式认可	船舶审图	单件单批检验	建造检验	建造后检验
24	船上试验报告（接收试验）		×	○	Ⓒ				ⒶⓂ	
25	船上试验报告（综合试验）		○	×	Ⓒ				ⒶⓂ	ⒾⓂ
26	更新的软件注册表		×		○			Ⓒ	Ⓘ	Ⓘ
27	软件修改影响分析记录和试验报告		×		○			Ⓒ	Ⓘ	Ⓘ

符号说明：

- 1) Ⓐ提交 CCS 认可； ①提交 CCS 备查； Ⓜ需 CCS 验船师见证；
 2) Ⓒ提交已认可/备查资料； ×需提交/进行； ○必要时提交/进行。

注 1：上述编号项给出了利益相关方提交的文件所应涵盖内容的通用要求，利益相关方可根据实际情况提交上述内容的适用部分。

注 2：Ⓒ为提交已认可/备查资料，举例说明，第 9 项操作手册，系统集成商或供应商提交该文件由 CCS 备查，盖有 CCS 备查章的资料需提供给船舶设计方、业主、船舶审图等各方，作为支撑材料或背景材料使用。

注 3：ⒶⓂ，验船师可采用审核试验报告或见证试验，或审核报告和见证试验组合的形式。

注 4：ⒾⓂ，验船师可采用备查试验报告或见证试验，或备查报告和见证试验组合的形式。

注 5：每行的×和○，建议由×提交，也可由○提交，只要有一方提交进行即可。举例说明，第 1 项系统说明书，由系统集成商或供应商一方提交即可。

9.3 图纸资料说明

9.3.1 应将下列图纸资料提交 CCS 批准：

(1) 系统说明书（产品技术条件）应明确规定产品的总体性能要求及总体设计要求，至少应包括下列内容的适用部分：

① 产品环境条件的规定：产品对 CCS 《钢质海船入级规范》中规定的工作条件（包括电磁兼容）的适应性要求。

② 产品功能的详细描述：包括系统配备、产品的适用范围、产品可完成的控制和监测功能以及实现方法的详细说明、所实现的每一功能的安全状态的详细说明、系统在各种操作情况下的特性（包括，应急情况、故障情况）以及正常及异常状态下的操作指南。

③ 控制转换的详细说明。

④ 冗余设置及转换机制详细说明。

⑤ 故障监测和故障识别功能（自动和手动）的详细说明。

⑥ 数据的安全性、用户安全级别（功能进入限制）的详细说明。

⑦ 控制及检测项目清单：系统所有输入/输出信号列表（服务描述，仪器仪表，系统、信号的种类、量程及设定限值范围）。

（2）硬件说明书

至少应包括下列内容的适用部分：

① 硬件和外部设备技术规格明细表。

② 系统框图：描述所有系统主要部件（软硬件单元、模块）间的连接及与其他系统间的接口。

③ 产品主要硬件配置的详细说明。

④ 输入输出设备详细资料。

⑤ 供电设备详细资料。

（3）接线图

至少应包括下列内容的适用部分：

① 供电布置：反映系统的供电布置，与配电板、电池、变换器或 UPS 间的连接。

② 涉及应急操作、连锁等重要的硬件线路的电路图、输入/输出设备的细节、每一线路的供电情况。

（4）软件说明书

至少应包括下列内容的适用部分：

① 对于每一硬件单元中安装的基本软件的描述。

② 对于网络节点中安装的通信软件的描述。

③ 应用程序的描述：保持功能必须运行的系统模块的信息及其与其他系统依赖性的信息、保持每一功能必须运行的软件模块之间的关系、软件模块间的数据流和控制流。

④ 软件的配置，包括优先性方案。

⑤ 冗余系统间的切换机制。

（5）用户接口说明书

至少应包括下列内容的适用部分：

① 各工作站和操作站的功能分配及各站间控制转换的说明

② 对于每一输入设备所指定的功能的描述

③ 输入/输出设备的布置、尺寸规格及必要的实物图片

④ 各用户输入界面说明、菜单说明

（6）风险评估报告：系统风险评估，通过识别和评估系统每项功能的危险以确定整个生命周期的系统风险。一般由系统集成商或供应商提交风险评估报告，包括从其他供应商处获得的数据。若基于风险评估修正系统类别可能需要获得 CCS 和系统供应商的同意。当计算机系统的风险显而易见时，允许免除提交风险评估，但系统集成商或供应商应提交证明文件以说明免除的理由。证明文件应包括已知的风险、当前的计算机系统和用于确定风险的初期计算机系统的使用环境的等效性以及现有的控制措施适合在当前使用环境下采用。

（7）型式试验大纲（不含功能测试和故障测试试验）：按照《中国船级社 电气电子产品型式认可试验指南》要求，编制的型式试验大纲，至少包括外观检查、绝缘电阻测量、能源波动和故障试验、船用环境试验、耐电压试验、外壳防护等级试验、电磁兼容性试验。

（8）功能测试和故障测试试验大纲：功能测试和故障测试流程，包含 CCS 可能要求的 FMEA 或类似分析。试验程序应根据本指南的规定并结合具体产品的特点，对试验配置及模拟方法进行描述。每一项试验应规定：设备/系统的初始状态、试验进行的方法、试验结果分析及其接受准则。每一试验应覆盖正常模式和故障模式（含系统自检、系统故障模拟试验、

冗余设备转化（如有时），以及供电及通信失效模式。可通过模拟测试来验证功能和故障测试。

（9）质量计划

应依据生命周期编制制定质量计划文档，以记录质量管理体系如何适用于特定计算机系统，和至少包括下述要求的所有内容。

① 与责任、系统文件、配置管理和人员资格相关的程序。

② 软件和相关硬件生命周期的程序，包括：

- 从供应商处采购相关硬件和软件的机构设置；
- 软件代码编写和验证的机构设置；
- 船上系统集成之前验证的机构设置。

③ 质量体系认可应至少满足以下要求：

- 智能集成平台应在系统、子系统以及可编程设备和模块层级具有验证程序，以验证软件代码；

- 智能集成平台应具有检查点，检查点可以是一份要求提交的文件、一次测试、一次技术设计审查会或者专家评审会；

- 告知业主软件修改和船上安装的流程。

（10）型式试验报告：验船师可采用审核试验报告或见证试验，或审核报告和见证试验组合的形式。

（11）船上系统单线图（含供电）

（12）船上系统布置图

（13）工厂验收试验大纲：

① 在上船集成之前，应在系统、子系统和软件模块之间完成系统间集成测试。目的是为了检查软件功能的正确执行、软件和其控制的硬件的正常交互和功能执行以及在故障时软件系统正常响应。应尽可能真实地模拟故障，以证明具有适当的系统故障检测和系统响应。应能检测到任何要求的失效分析后果。

② 功能测试和故障模拟测试要求参照功能测试和故障测试试验大纲裁剪制定。

③ 试验大纲由供应商或系统集成商编制，经系统集成商、业主和船级社共同确认。通常，测试计划应当包括但不限于以下内容：启动/开始会议（文件说明、计划等），供应商文件（包括出厂测试报告）检查、硬件和软件清单（包括版本号）检查；机械检查（验收）、接线和终端检查，启动测试、常规系统功能（包括硬件冗余和诊断检查），目视检测/运行，功能测试和故障测试、复杂功能和运行方式检查，系统接口测试，FAT 修改，FAT 结束会议。

（14）工厂验收试验报告：验船师可采用审核试验报告或见证试验，或审核报告和见证试验组合的形式。

（15）船上试验大纲（包括无线网络测试）：

① 船上试验大纲（活动和时间计划）由系统集成商编制，经系统集成商、业主和船级社共同确认。它包括接收试验和综合试验。应在计算机系统的最终使用环境下和与互连的其他系统连接完成的情况下进行，应验证：a) 设计功能；b) 内部故障或外部系统设备故障引发的安全响应；c) 和船舶上其他系统间的安全互连；d) 确认智能集成平台的数据采集、存储、传输、显示、应用等过程正常实施；e) 按照各集成系统的要求检验智能航行、智能机舱、智能能效管理等的功能；f) 功能测试和故障模拟测试要求参照功能测试和故障测试试验大纲裁剪制定。

② 如系泊/航行试验大纲已将船上试验大纲要求的相关内容编入，不需单独编写船上试验大纲。

③ 接收试验：测试计划应当包括但不限于下列内容：启动/开始会议（文件说明、计划等），供应商和系统集成商文件（包括出厂测试报告）检查、硬件和软件清单（包括版本号）检查；机械检查（接地系统、电源、网络连接等）、启动/诊断检查（通电源，初始化/试运行控制器，执行诊断检查）下载软件。

④ 综合试验：通常，测试计划应当包括但不限于下列内容：启动/开始会议（文件说明、计划等），供应商和系统集成商文件（包括出厂测试报告）检查、机械检查（系统之间的通信链）、诊断检查（检查系统间的通信，波特率等）；下载软件（如适用）。本试验应当在成功完成了每个系统的现场接收测试之后，由业主来进行。本试验是进行两个或多个独立系统的连接性能测试。例如，当系统以下列形式集成时，应当进行本试验：与使用非常规 IO 信号的 DCS/PLC 通信的分析系统；紧急停机 ESD 系统；与几个制造商的 DCS、PLC 连接；DCS 集成到较高结构的网络；系统的其他连接也可能需要进行本试验。

（16）系统安装工艺：

① 系统安装工艺由系统集成商编制，经系统集成商、业主和船级社共同确认。它包括相关设备的使用环境、安装要求和安装工艺。特别应明确：a) 计算机、网络设备、传感器、执行器的环境控制要求（如温湿度、盐雾、振动）；b) 计算机等 IT 设备的安装、连线、电磁兼容、接地要求；c) 传感器的安装要求（如管路走向）；d) 传感器、执行器所用线缆的选型和接头制作要求；e) 线缆敷设工艺要求。

（17）船上试验报告（接收试验）：验船师可采用审核试验报告或见证试验，或审核报告和见证试验组合的形式。

（18）船上试验报告（综合试验）：建造检验验船师可采用审核试验报告或见证试验，或审核报告和见证试验组合的形式。

9.3.2 应将下列图纸资料提交 CCS 备查：

（1）操作手册（包括故障处理说明书）；

至少应包括系统启动、功能恢复、维护和定期试验、数据安全性及数据备份、用户权限限制、软件重装及系统恢复、故障定位和修理、系统更新、以及其他用户需注意的事项

（2）软件验证的证据：

① 软件模块功能描述和相关可编程设备硬件描述。上述文件由系统集成商和供应商提交；

② 依据选择的软件编制标准进行的软件模块验证证据（软件错误的检测和修正）。验证所选择的标准有可能不同，这取决于软件功能正确操作的重要性（例如 IEC61508 根据安全完整性等级有不同的要求，其他认可的标准也采用了类似方法）。该文件由系统集成商和供应商提交；

③ 软件模块、子系统和系统层级的可编程设备功能测试证据。该文件应由供应商经由系统集成商提交。功能测试应测试规定的软件功能，而不是测试操作系统功能。功能测试还应测试函数库、软件用户层和任何参数设定。

（3）软件功能描述；

（4）系统安装的软件列表和版本号；

（5）软件维护和使用手册（含软件和硬件变更管理的必要程序）；

（6）系统和船舶其他系统之间接口的列表；

（7）数据传输标准的列表；

（8）船上试验报告（综合试验）：建造后检验验船师可采用备查试验报告或见证试验，或备查报告和见证试验组合的形式。

（9）更新的软件注册表：

① 系统软件列表及版本号；

- ② 病毒和恶意软件扫描结果；
 - ③ 应包括相关自动化系统报警点和安全系统参数的整定值；
 - ④ 适用时，应包括设备的校准日志。
- (10) 软件修改影响分析记录和试验报告。

第 10 章 检验补充要求

10.1 产品型式认可

产品型式认可应按照 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 3 章的要求进行。有如下补充要求。

(1) 型式试验应按照型式试验大纲（不含功能测试和故障测试试验）和功能测试和故障测试试验大纲进行。

(2) 系统集成商或供应商应完成系统内集成可编程设备的认可。表 9.2.1 提及的文件 1~11 获得认可并且完成型式试验提交文件 12 后，可编程设备的认可可以采取单件检验方式或作为型式认可的组成部分完成。认可文件应描述可编程设备在船舶应用中的兼容性、船舶集成期间船上测试的必要性和明确系统元器件为认可的可编程设备。

(3) 如果子系统和可编程设备无法确定在船舶系统中的集成状况时，CCS 可认可其在限制使用下的有限应用。为完成认可，CCS 也可能要求其他必要的图纸、详细资料、测试报告和与供应商声明标准相关的检验。子系统和可编程设备在完成要求的检查和测试后可授予有限认可。

10.2 船舶审图

船舶审图应按照 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 2 章第 5 节的要求进行，有如下补充要求：

(1) 系统集成商或供应商应提交表 9.2.1 的文件 13、14 并通过审查。

10.3 单件单批检验

(1) 通常，产品/系统已按照前述产品型式认可的要求完成了认可，并按照前述船舶审图的要求完成了图纸审查。此时，产品的审图检验按照 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 3 章第 2 节单件单批检验的要求进行。

(2) 如产品/系统未经认可来申请单件单批检验，需按照 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 3 章第 2 节第 3.2.2.4 条进行。

(3) 应提交表 9.2.1 的文件 15~20 并通过审查。

(4) 工厂验收试验有如下补充要求：

应按照工厂验收试验大纲进行试验，测试具体步骤如下：

① 测试准备。机架/远程 IO（通过接通现场端的仿真设备来强制 IO），总线接口，子系统连接。

② 测试实施。分为系统特性、项目相关供给和应用内容的检查。主要如下：系统性能的检查测试（启动测试，包括硬件冗余和诊断的常规功能测试），所提供的项目相关内容的检查（文件检查、硬件和软件清单（包括版本号）检查、机械检查（验收）、接线和终端检查）；耐压绝缘试验（如适用）；参考文件。

③ 应用检查步骤：HMI 显示检查，综合功能和联锁的检查，附加功能，与各子系统的通信测试，系统功能检查（除了相关应用功能的测试，系统特性还包括系统故障恢复、冗余，报警处理及确认，保证的系统性能，如刷新速率等）。

10.4 建造检验

(1) 文件审查

- ① 应提交表 9.2.1 的文件 22、23 并通过审查。
- ② 经建造验船师审查合格后开展相关工作。
- ③ 对有批准意见的大纲和工艺，验船师应核实船厂对提出意见的答复情况，并在相应检验中进行落实。
- ④ 审查时应重点确认是否满足 CCS《钢质海船入级规范》第 7 篇的相关要求。相关传感器的安装工艺批准时应满足厂家相应的技术要求。

(2) 船上试验

- ① 应按照船上试验大纲进行接收试验和综合试验。
- ② 接收试验和综合试验要求见第 9.3.1 (14)、(15) 条的规定。
- ③ 如有供方已开展本条②接收试验和综合试验的试验工作，经审核，也可接受供方报告。如审核结果合格，可作为表 9.2.1 第 24、25 项的等效替代，需在报告上签字，并记录该情况。

10.5 建造后检验

(1) 年度检验、中间检验、特别检验时应检查下列项目：

- ① 检查智能集成平台的以往运行情况记录，确认智能集成平台良好运行。
- ② 系统数据能够正常地在船岸之间交互，并确认数据交互历史记录。
- ③ 抽查系统备份记录，确认系统已实施了有效的备份。
- ④ 按照各集成系统的要求检验智能航行、智能机舱、智能能效管理等（需要时按照船上试验大纲综合试验进行）。
- ⑤ 如有供方已开展本条①~④的检测工作，经审核，也可接受供方报告。如时间或检测条件问题，无法现场见证时，可审核近一年内完成的检测报告，如审核结果合格，可作为①~④的等效替代，需在报告上签字，并记录该情况。
- ⑥ 检查船上是否备有如下经 CCS 审查的文件：操作手册、系统安装的软件列表和版本号；软件维护和使用手册（含软件和硬件变更管理的必要程序）；系统和船舶其他系统之间接口的列表；船上试验大纲（即表 9.2.1 中第 9、16、17、18、22 项）。
- ⑦ 应提交表 9.2.1 的文件 26、27（如适用）并通过审查。

(2) 涉及船舶改装或改建，应按照 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 5 章的相关要求执行。

附件 1：试验的补充说明

本附件中示例仅供参考，试验项目及验收依据应由利益相关方协商制定。

型式认可试验的目的是为了证明在规定试验条件下设备具有预期功能的能力。

环境条件的分类见 CCS《电气电子产品型式认可试验指南》（下简称“CCS 试验指南”）的第 1.3.2 条。

根据设备的用途及其安装位置，电气电子设备应按 CCS 试验指南的表 1.3.3.a 的规定进行相关的型式认可试验。不同类型的电气电子设备应进行的型式认可试验项目如 CCS 试验指南的表 1.3.3b 所示。

型式试验（不含功能测试和故障测试试验）试验项目示例如下：

型式试验（不含功能测试和故障测试试验）试验项目示例

序号	试验项目	试验要求	备注
1	外观检查	CCS 试验指南第 2.1 条	
2	绝缘电阻测量	CCS 试验指南第 2.3 条	
3	能源波动和故障试验	CCS 试验指南第 2.4、2.5 条	
4	船用环境试验	CCS 试验指南第 2.6~2.13 条	
5	耐电压试验	CCS 试验指南第 2.14 条	
6	外壳防护等级试验	CCS 试验指南第 2.15 条	
7	滞燃试验	CCS 试验指南第 2.16 条	适用时
8	电磁兼容试验	CCS 试验指南第 3 章	

对功能测试和故障测试试验补充如下：

功能测试和故障测试流程，包含 CCS 可能要求的 FMEA 或类似分析。试验程序应根据本指南的规定并结合具体产品的特点，对试验配置及模拟方法进行描述。每一项试验应规定：设备/系统的初始状态、试验进行的方法、试验结果分析及其接受准则。每一试验应覆盖正常模式和故障模式（含系统自检、系统故障模拟试验、冗余设备转化（如有时）），以及供电及通信失效模式。可通过模拟测试来验证功能和故障测试。

功能测试和故障测试示例见后表。

对船上试验大纲（包括无线网络测试）补充如下：

① 船上试验大纲（活动和时间计划）由系统集成商编制，经系统集成商、业主和船级社共同确认。它包括接收试验和综合试验。应在计算机系统的最终使用环境下和与互连的其他系统连接完成的情况下进行，应验证：a) 设计功能；b) 内部故障或外部系统设备故障引发的安全响应；c) 和船舶上其他系统间的安全互连；d) 确认智能集成平台的数据采集、存储、传输、显示、应用等过程正常实施；e) 按照各集成系统的要求检验功能；f) 功能测试和故障模拟测试要求参照试验大纲裁剪制定。

② 如系泊/航行试验大纲已将船上试验大纲要求的相关内容编入，不需单独编写船上试验大纲。

③ 接收试验：测试计划应当包括但不限于下列内容：启动/开始会议（文件说明、计划等），供应商和系统集成商文件（包括出厂测试报告）检查、硬件和软件清单（包括版本号）检查；机械检查（接地系统、电源、网络连接等）、启动/诊断检查（通电源，初始化/试运行控制器，执行诊断检查）下载软件。

④ 综合试验：通常，测试计划应当包括但不限于下列内容：启动/开始会议（文件说明、计划等），供应商和系统集成商文件（包括出厂测试报告）检查、机械检查（系统之间的通

信链)、诊断检查(检查系统间的通信,波特率等);下载软件(如适用)。本试验应当在成功完成了每个系统的现场接收测试之后,由业主来进行。本试验是进行两个或多个独立系统的连接性能测试。例如,当系统以下列形式集成时,应当进行本试验:与使用非常规 IO 信号的 DCS/PLC 通信的分析系统;紧急停机 ESD 系统;与几个制造商的 DCS、PLC 连接;DCS 集成到较高结构的网络;系统的其他连接也可能需要进行本试验。

接收试验和综合试验示例见后表。

功能测试和故障测试示例

序号	试验项目	设备/ 系统的 初始状 态	试验进行的方法	试验结 果分析 及其接 受准则	试验 结果 要求
1	文件查验		审查所有文件是否已提交，是否为受控版本。		
2	软硬件一般检查		验证硬件结构、数量、尺寸、喷漆等内容与相关文档的一致性。此外，也应检查软件授权、备品备件、耗材等内容。		
2.1	硬件检查				
2.2	软件授权、版本（包括固件）检查				
2.3	备品备件，耗材和工具检查				
3	机电安装检查		对照已经被认可的文件检查硬件结构及设计		
3.1	电缆引入方式，支架及附件（电缆固定夹、固定头等）				
3.2	标注、标签				
3.3	组件和模块的安装				
3.4	螺丝紧固连接，端子连接				
3.5	接地，等电位连接				
3.6	电击防护、警示标志				
3.7	机柜风扇和机构结构的可维护性				
3.8	备用容量				
4	接线和端子检查		检验接线符合工程项目规范书中所提供的指导方针，经认可的硬件文档及工艺符合工业标准。		
4.1	接线和布线、内部电路布线				
4.2	熔断、断路器				
4.3	标签、标注				
4.4	线缆、颜色、横截面、电压、防爆等级等的划分				
4.5	线缆弯曲检查				
4.6	人工线缆弯曲、拉紧试验				
4.7	线缆管道负荷				
4.8	I/O 至端子的接线及连接标注				
4.9	系统线缆插头方向				
4.10	系统电压绝缘测试				
5	启动测试和系统基本功能		检验系统能够正常启动、从电源故障中恢复并且能够实现在线加载。此外，还应检查系统是否在		

序号	试验项目	设备/ 系统的 初始状 态	试验进行的方法	试验结 果分析 及其接 受准则	试验 结果 要求
			给定的限定范围内运行。		
5.1	重新启动		使用新的存储卡并移去控制器的备用电池		
5.2	在线更改				
5.3	控制器周期时间				
5.4	显示调用时间				
5.5	数值更新时间				
5.6	系统负载(内存容量、存储容量等)				
5.7	登录策略和级别				
5.8	报警处理策略及其确认方式				
6	系统报警测试		检验系统中出现的报警报告, 包括系统相关的故障、控制柜报警以及系统产生的报警。		
6.1	电源故障、UPS 监控				
6.2	断路器、熔断器监控				
6.3	冷却风扇				
6.4	通信、网络监控				
6.5	短路、断线、超量程、接地故障				
6.6	看门狗				
7	硬件冗余和诊断检查		确保冗余部件能够正常地操作和监控。		
7.1	控制器的冗余运行和监视				
7.2	通信和网络的冗余运行和监视				
7.3	电源的冗余运行和监视				
7.4	操作员站的冗余运行和监视				
7.5	I/O 设备的冗余运行和监视				
7.6	所有其他上述未提及的设备冗余运行和监视				
8	监视/操作		验证标准功能及图形显示方案与规格书的一致性。		
8.1	背景颜色及颜色变化				
8.2	符号				
8.3	静态文本及动态变化				
8.4	画面组织(折叠、转换、子画面)				
9	根据功能块图、功能规划等进行的 功能测试		验证系统功能与给定文件要求的一致性。		
9.1	回路/功能的识别和标注				
9.2	测试相关 I/O 到画面的显示				

序号	试验项目	设备/ 系统的 初始状 态	试验进行的方法	试验结 果分析 及其接 受准则	试验 结果 要求
9.3	在投入所有相关的联锁、报警、报 文、显示、趋势、图形画面与设备 画面上的信号更新后,进行详细的 功能检查				
9.4	位号操作和趋势采集功能(内部和 外部)				
9.5	报警的优先级处理				
10	复杂功能和操作模式		检查系统功能与给定文件要求的 一致性。		
10.1	在投入所有相关的联锁、报警、报 文、显示、趋势,以及图形画面与 设备画面上的信号更新,进行详细 的功能检查				
10.2	系统是否集成了智能系统的数据, 是否具有开放性,以实现对船舶的 监控与智能化管理,并与岸基实现 数据交互。		检验系统功能与本指南的符合性		
10.3	系统要求				
10.3.1	智能集成平台的计算机系统分类 需要结合数据用途、功能、安全风 险水平确定。		按照《船用软件安全及可靠性评 估指南》对系统进行评估		
10.3.2	集成平台的数据库应具备有效的 整合过程,即根据各系统的数据质 量、集成平台的功能要求筛选必要 的数据。 系统支持多终端(PC、移动设备 等)接入。 必要时,系统应提供对外数据传递 接口,具备与相关方共享数据的能 力。				
10.4	系统应满足网络安全要求		网络安全应符合 CCS《船舶网络 安全指南》的要求。		
11	子功能集成测试		验证各相关系统的互操作性。		
11.1	在投入所有相关的联锁、报警、报 文、显示、趋势,以及图形画面与 设备画面上的信号更新,进行详细 的功能检查				

接收试验示例

序号	试验项目	设备/系统的初始状态	试验进行的方法	试验结果分析及其接受准则	试验结果要求	备注
1	控制系统文件检查					
2	硬件规格数量检查					
3	软件规格数量检查（正确的软件/固件版本等）					
4	机电安装检查					
4.1	接地系统正确连接					
4.2	供电系统正确连接					
4.3	网络系统正确连接					
5	启动/诊断检查					
5.1	相关硬件的上电					
5.2	调试/初始化相关硬件并进行诊断检查					
6	下载软件					

综合试验示例

序号	试验项目	设备/系统的初始状态	试验进行的方法	试验结果分析及其接受准则	试验结果要求	备注
1	控制系统文件检查					
2	机电安装检查					
3	系统间正确安装连接（串口、以太网、光纤等）					
3.1	通信波特率正确设置（硬件上的拨码开关、软件设置等）					
3.2	验证不同系统之间的系统 I/O 信号之间的通信正常					
4	系统中的子系统画面是按照规范要求设立的					
4.1	功能应符合型式认可中功能测试和故障测试的适用内容					