



中国船级社

海上浮动设施入级规范 变更通告 (初稿)

2024年,第1次
生效日期:2025年1月1日

北京

简要编写说明

第1篇入级规则第2章新增设备健康管理系统和浮动设施船体结构数字孪生附加标志；第3章新增设备健康管理系统的产品持证与检验要求；第4章新增设备健康管理系统附加标志建造中检验要求和水密电缆贯穿件检验要求；第5章新增设备健康管理系统附加标志、水密电缆贯穿件的建造后检验要求。第9篇其他类型浮动设施及特殊系统中第2章增加半潜式储卸油平台相关要求；修改第9章智能系统的技术要求；增加第10章设备健康管理系统的技术要求。第10篇对海上浮动渔业养殖设施特殊要求进行修改，条款规定与新版《海上渔业养殖设施指南》保持一致；修订《海上浮动设施入级规范（2023）》和2023年第1次规范变更通告中存在的部分文本编辑错误。

目 录

第 1 篇 入级规则	4
第 2 章 入级范围与条件	5
第 3 节 入级符号与附加标志	5
第 3 章 产品检验	6
附录 1 浮动设施入级产品持证要求一览表	6
第 4 章 建造中检验	8
第 2 节 检验与试验	8
第 3 节 舱室密性试验	8
附录 1 水密电缆贯穿件的检验	9
第 5 章 建造后检验	11
第 1 节 一般规定	11
第 2 节 检验种类与周期	11
第 4 节 结构与设备检验	11
第 7 节 电气设备检验	11
第 13 节 附加标志设备检验	12
第 2 篇 结构与设备	13
第 1 章 通 则	14
第 6 节 高强度钢的使用	14
第 7 节 净厚度方法	14
第 3 章 油轮改装为浮动设施时的设计要求	16
第 1 节 一般规定	16
第 6 章 设计载荷	17
第 6 节 载荷的组合	17
第 8 章 浮体结构强度设计验证	18
第 2 节 船体强度评估（有限元方法）	18
第 13 章 防 腐	19
第 6 节 换新衡准	19
第 5 篇 通用系统	20
第 1 章 通 则	21
第 1 节 一般规定	21
第 2 节 布置与安装	21
第 2 章 管路设计通则	22
第 4 节 管路元件的连接	22

第 3 章 泵送系统	23
第 1 节 一般规定	23
第 2 节 舱底系统	23
第 3 节 开式排放系统	23
第 5 节 舱柜透气系统	24
第 15 节 淡水供应系统	24
第 6 篇 电气装置	25
第 1 章 通 则	26
第 5 节 危险区域的电气设备	26
第 2 章 电气装置	27
第 2 节 应急电源	27
第 9 篇 其他类型浮动设施及特殊系统	28
第 2 章 柱稳式（半潜式）平台	29
第 1 节 一般规定	29
第 9 章 智能系统	30
第 1 节 一般规定	30
第 2 节 智能生产工艺系统附加要求	33
第 3 节 智能辅助工艺系统附加要求	33
第 4 节 智能照明系统附加要求	34
第 5 节 智能装配载系统附加要求	34
第 6 节 智能通用系统附加要求	34
第 7 节 数据中心附加要求	35
第 10 章 设备健康管理系统	36
第 1 节 一般规定	36
第 2 节 状态监测	37
第 3 节 故障诊断	38
第 4 节 状态预测和健康评估	39
第 10 篇 海上浮动渔业养殖设施特殊要求	41
第 1 章 通 则	42
第 1 节 一般规定	42
第 2 章 构造、强度、材料与焊接	43
第 2 节 通 道	43
第 3 节 设计载荷	43



中国船级社

海上浮动设施入级规范

2023

第 1 篇 入级规则

第2章 入级范围与条件

第3节 入级符号与附加标志

2.3.2 附加标志

2.3.2.5 表 2.3.2.5 为浮动设施附加标志一览表，在入级证书中可只填写英文。该表可分为下列种类：

- A: 浮动设施类型附加标志：所有浮动设施应加注浮动设施类型附加标志；
- B: 浮动设施功能附加标志：所有浮动设施应加注浮动设施功能附加标志；
- C: 特殊设备和系统附加标志：浮动设施上的特殊系统和设施根据有关规范、指南进行设计建造，可分别授予相应附加标志；浮动设施的定位系统应和船体一并入级。
- D: 自动控制附加标志：浮动设施上的自动控制与遥控等根据有关规范、指南进行设计建造，可分别授予相应附加标志；
- E: 环境保护附加标志：符合 CCS 规范有关规定的浮动设施，可授予相应的附加标志；
- F: 特殊性能附加标志：浮动设施在结构上具有特殊性能设计，可分别授予相应的附加标志；
- G: 特殊检验附加标志：替代的检验方法或特殊检验要求，可分别授予相应的附加标志；
- H: 作业区域附加标志：对作业在预定的区域的浮动设施，应加注作业区域附加标志。

附加标志

表 2.3.2.5

附加标志	说明		应满足技术要求
C 特殊设备和系统附加标志			
EHMS	设备健康管理系统	EHMS: 设备健康管理系统附加标志	本规范第9篇第10章的适用要求。
SDT(d)	浮动设施船体结构数字孪生	d: 数字孪生功能补充标志, 包括 d1、d2、d3、d4、d5, 分别代表数字孪生的五个功能: 镜像、归因、预知、优选、自主。	《海上 FPSO 状态监测和数字孪生系统认证实施指南》

第3章 产品检验

附录1 浮动设施入级产品持证要求一览表

序号	产品名称	证件类别		认可模式			审图	备注	
		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA		PA
3	设备健康管理系统								
3.1	设备健康管理系统	X	—	—	X	O	—	X	适用于海上浮动设施设备健康管理系统产品持证，详见本规范第9篇第10章的规定。
.1	传感器	O	X	—	X ³	—	—	X	
.2	数据采集柜	—	X	—	X ³	—	—	X	
.3	电缆	—	X	—	—	—	X	X	
.4	采集器工作站	—	X	—	X ³	—	—	X	
.5	显示器	—	X	—	X ³	—	—	X	
.6	机柜环境电磁阀电流监测模块(8路)	—	X	—	X ³	—	—	X	
.7	双串口设备联网服务器(MOXA, RS-422/485)	—	X	—	X ³	—	—	X	
4	其它								
3.14.1	应急关断（ESD）系统	O	—	—	O	—	—	X	入级部分应取得船用产品证书
3.24.2	电伴热及其附件	—	X	—	—	—	—	X	仅对其防爆部分按此要求执行
3.34.3	外输软管	O	X	—	X	O	—	—	随W应提供型式认可证书

序号	产品名称	证件类别		认可模式				审图	备注
		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA	PA	
3.44.4	液货外输装置	X	—	O	O	O	—	X	

第4章 建造中检验

第2节 检验与试验

4.2.2 检验和试验项目

4.2.2.3 电气检验和试验项目：

- (4) [对水密电缆贯穿件检验要求见本章附录1；](#)
- (5) 对操舵系统包括应急操舵系统的检查和试验；
- (6) 对浮动设施内通信系统和浮动设施警报系统的检查和试验；
- (7) 对应急电源包括临时应急电源的检查和试验；
- (8) 对附加标志要求的设备、装置和系统安装后的检查和试验，诸如机械自动控制系统和遥控系统—主机、辅机、其他辅助机械和锅炉的控制、安全系统和报警系统以及动力定位系统等的检查、故障模式与影响分析试验和效用试验；
- (9) 可移动设备的接地方法和检查，铝质结构的接地检查；
- (10) 参加系泊试验和航行试验；
- (11) CCS 认为需要检查和试验的项目。

第3节 舱室密性试验

4.3.3 试验方法

4.3.3.1 一般要求：

舱室密性试验应在验船师在场情况下，所有门、窗、盖等和所有贯穿件包括管子连接件的安装接近完工阶段，且任何天花板安装、水泥工作应用于接缝之前进行。具体试验要求见4.3.4和表4.3.4.1。涂层应用的时间和通往接缝的安全通道规定见4.3.5、4.3.6和表4.3.5.1。

4.3.3.2 结构试验方法：

(1) 试验类型和试验时间：

- ① 结构试验的详细规定见表4.3.4.1。结构试验可为按4.3.4.1的静水压试验，如因实际条件限制(如船坞强度、液体密度等)无法实施静水压试验，则按4.3.4.2的静水压气动试验可作为等效方法予以接受。
- ② 如果渗漏试验结果令验船师满意，则证实结构设计合适性的结构试验可在浮动设施处于漂浮状态下进行。

(2) 结构试验的数量：

- ① 每座浮动设施相同结构（即由现场验船师确定的具有相同结构设计和构造、相同建造工艺的液舱）的至少一个舱应进行结构试验，所有剩余的其他舱应进行空气试验。[采用空气试验替代结构试验进行渗漏试验不适用于浮动设施上用作装载需要隔离的货物或有污染的货物的舱室边界。如结构试验发现渗漏试验未能探测出的结构薄弱点或严重缺陷，则所有液舱应进行结构试验。](#)然而，如果液舱的结构合适性已经表4.3.4.1要求的结构试验予以证实，则同系列其他浮动设施（即在同一船厂建造的姊妹浮动设施）的与试验舱室具有相同结构的其他舱室可免除该种结构试验，但所有免除舱室的所有边界的水密性应由渗漏试验和彻底检查予以证实。对系列浮动设施中最后一座浮动设施建造完工数年后的姊妹浮动设施，上述免除需要重新考虑。任何情况下，每座浮动设施的至少一个液舱应进行结构试验以证实结构建造的合适性。

附录1 水密电缆贯穿件的检验

1 适用范围

1.1 本附录适用于2021年7月1日及以后签订建造合同的所有浮动设施。

1.2 水密电缆贯穿件应根据制造商和相关型式认可证书的要求进行安装和维护。

2 电缆贯穿密封系统登记簿

2.1 浮动设施安装的所有水密电缆贯穿件应登记在由浮动设施建造方编制的电缆贯穿密封系统登记簿中。有关登记簿的示例参见本章附录1的附件1“推荐样本--电缆贯穿密封系统登记簿”。登记簿可为纸质或电子文档，应包括：

- (1) 标记/识别系统；
- (2) 参考制造商手册安装的每种类型电缆贯穿件的记录；
- (3) 每种类型电缆贯穿件系统的型式认可证书；
- (4) 适用的安装图纸；
- (5) 对每个已安装的电缆贯穿件在船厂最终检查后的完工状态记录；
- (6) 任何检查、变更、修理和维护的记录。

2.2 现场验船师应审查登记簿以确认其中载有水密电缆贯穿件的清单、适用的电缆贯穿件信息和营运、维护及检验记录。

2.3 对有人平台，登记簿应存放在平台上。对无人平台，若平台没有合适的存放位置，则登记簿可存放在岸上。现场验船师应随时可获得登记簿。

3 水密电缆贯穿件的安装和维护

3.1 在新建和定期检验中，应确认：

(1) 电缆贯穿件是否已按照制造商的要求以及型式认可的要求进行安装，或者对损坏的电缆贯穿件是否进行修复；

(2) 若制造商有明确规定，要确认使用制造商要求的专业工具。

附件1 推荐样本-电缆贯穿密封系统登记簿

船名	
地点	
日期	
检查人员	

贯穿件数量:

开孔总数:

贯穿件			受检查面		品牌	外框		型式认可	状态 (良好、尚好、 差)	检查	修理	变更	维护	备注	核查	日期
图号	零件号	安装位置	正面	背面		型号	开孔编号									

第 5 章 建造后检验

第 1 节 一般规定

5.1.6 检验前的准备

5.1.6.5 检验计划

~~对于需开展结构近观检验的浮动设施的特别检验，或对于船龄 15 年及以上浮动设施的中间检验开始前，坞内检验或水下特别检验，~~检验开始前，业主应会同 CCS 编制详细的检验计划。~~中间检验的检验计划可以由经前一次特别检验所作浮体状况检验报告补充的检验计划，并和随后的有关检验报告组成。~~对具有附加标志 ESP 的浮动设施的特别检验参见《钢质海船入级规范》第 1 篇的适用要求执行。检验计划可参照 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 5 章附录中的资料以书面形式制定。

第 2 节 检验种类与周期

5.2.3 浮动设施浮体底外部及有关项目的检验

5.2.3.5 接受水下检验代替坞内检验的条件如下：

(1) 对于整个生命周期内按照不进坞设计建造的浮动设施，在设计寿命内连续在位作业期间，可接受申请用水下检验来代替坞内检验，除非 CCS 认为存在不适宜用水下检验代替坞内检验的情况。

(2) 对于整个生命周期内考虑进坞检验的浮动设施，对浮动设施底外部及有关项目的检验通常应在干船坞内进行，经业主申请并满足以下条件，可接受用水下检验代替坞内检验。根据浮动设施的实际状况，CCS 可恢复坞内检验：

- ① 对船龄在 15 年以下的储油型浮动设施和船龄 20 年以下的非储油型浮动设施，如已授予水下检验附加标志，在一个特检周期内，~~可接受连续两次申请用水下检验代替坞内检验~~可接受连续两次申请用水下检验代替坞内检验；如未授予水下检验附加标志，在一个特检周期内，在特定的环境条件下，经 CCS 特别考虑，可接受一次申请用水下检验来代替坞内检验。
- ② 船龄在 15 年及以上储油型浮动设施和船龄 20 年及以上的非储油型浮动设施，如已授予水下检验附加标志，~~CCS 将评估浮动设施的技术状况和历史检验记录，决定在一个特检周期内，可接受一次申请用水下检验代替坞内检验~~是否接受水下检验来代替坞内检验；如未授予水下检验附加标志，CCS 将评估浮动设施的技术状况和历史检验记录，决定在一个特检周期内，是否接受一次申请用水下检验来代替坞内检验。

水下检验内容见本章第 9 节的有关要求。

第 4 节 结构与设备检验

5.4.3 中间检验

~~5.4.3.8 对船龄 15 年及以上浮动设施的中间检验开始前应举行一次检验计划会议，会议要求参见 5.1.6.6。~~

第 7 节 电气设备检验

5.7.2 年度检验

5.7.2.3 检验项目：

.....

(16) 水密电缆贯穿件

- ① 应审查电缆贯穿密封系统登记簿（格式参见本篇第4章附录1）以确认其处于持续维护中，并尽实际可能检查贯穿件以确认其处于令验船师满意的状态。
- ② 如自上次年度检验以来有记录显示电缆贯穿件有任何改变或新的电缆贯穿件的安装，则应通过审查记录和在认为必要时通过检查确认这些贯穿件的状况令验船师满意。针对这些贯穿件的确认结果应在登记簿中记录。
- ③ 电缆贯穿件是否已按照制造商的要求以及型式认可的要求进行安装，或者对损坏的电缆贯穿件是否进行修复。
- ④ 若制造商有明确规定，要确认使用制造商要求的专业工具。

5.7.4 特别检验

5.7.4.4 检验和试验项目：

.....

(7) 应检查所有水密电缆贯穿件以确认其处于令验船师满意的状态，包括：

- ① 审查电缆贯穿密封系统登记簿（格式参见本篇第4章附录1）以确认其处于持续维护中。特别检验应在登记簿中记录，其中一个单独的条目应充分记录所有贯穿件的检验。
- ② 通过审查登记簿，如自上次特别检验以来有记录显示电缆贯穿件有任何改变或新的电缆贯穿件的安装（以往历次年度检验中已审查和检查的贯穿件除外），则应通过现场验船师审查记录和检查确认这些贯穿件的状况令验船师满意。针对这些贯穿件的确认结果应在登记簿中记录。
- ③ 如电缆贯穿件已由认可的服务供应商检查，则现场验船师应审查登记簿以确认船东对其正常维护和服务供应商对其正确签署。

(8) 重要用途的电动机连同它的辅助控制 and 操作机构应进行检验，必要时在工作情况下进行运转试验。所有的发电机和操舵电动机应进行检验和在工作条件下进行试验，必要时可同时进行全负荷试验；

(9) 重要用途供电的变压器若是湿式的，则业主应将液体取样送权威机构测定其击穿电压、酸度和水分，试验结果报告应提交验船师；

(10) 自动和遥控系统

- ① 所有机械、液压及气动控制执行机构及其动力系统均应进行检查，验船师认为必要时应作试验；
- ② 应测量电控制电动机或执行机构绕组的绝缘电阻，所有线路应分别按不同的电压测试并使验船师满意，见本条（3）；
- ③ 对无人机械处所的控制系統，应在码头或坞内按推进机械的低功率进行运转试验，以确保所有自动功能、报警及安全系统的性能良好。

第13节 附加标志设备检验

5.13.1 一般要求

5.13.1.3 下述附加标志设备的各种检验应符合本节要求：

.....

(4) 智能系统 i-Installation (PPS(Od), APS (CI (ox, gx, wx)), ILS, ISS, US, DC)；

(5) 设备健康管理系统 (EHMS)。



中国船级社

海上浮动设施入级规范

2023

第 2 篇 结构与设备

第1章 通则

第6节 高强度钢的使用

1.6.1 一般要求

1.6.1.3 材料系数，当使用高强度钢时，本规范将在确定板、骨材和主要支撑构件等的结构尺寸时通过在公式中引入以下材料系数 K 进行折减：

$$K = \frac{235}{R_{eH}}$$

式中： R_{eH} ——材料最小屈服应力，N/mm²。

1.6.1.3 材料系数 K 见表 1.6.1.3。

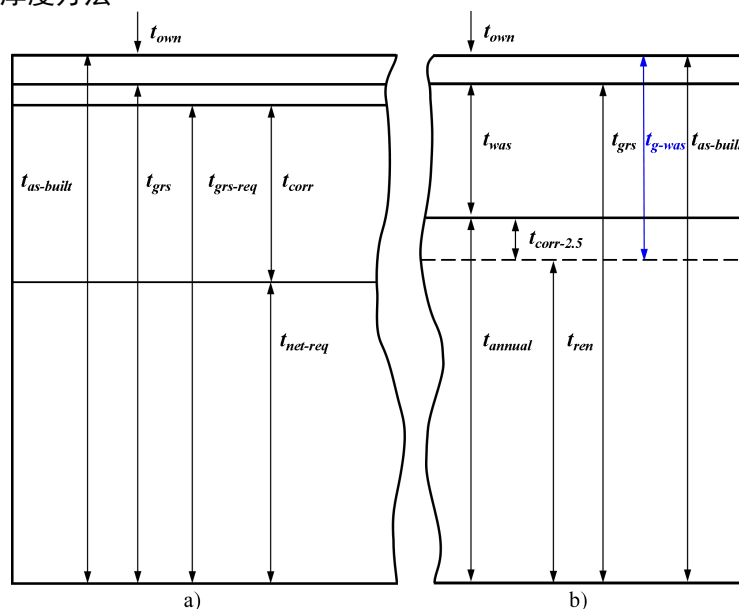
材料系数 K

表 1.6.1.3

R_{eH} (N/mm ²)	K
235	1.00
315	0.78
355	0.72
390	0.68

第7节 净厚度方法

1.7.1 净厚度方法



a) 尺度要求应用；b) 营运要求的应用

图 1.7.1.3 局部损耗的净厚度方法

1.7.1.4 如图 1.7.1.3.b) 所示，在浮动设施营运过程中决定局部换新厚度的净厚度方法如下：

(1) 在年检中所要求的厚度 t_{annual} 由建造厚度 $t_{as-built}$ 减去船东额外余量 t_{own} 和总规范规定的损耗允差 t_{was} 而得；

(2) 要求予以换新的厚度值 t_{ren} 由所要求的建造厚度 $t_{as-built}$ 减去总损耗允差 t_{g-was} 而得。

船东额外余量 t_{own} 和厚度 $t_{corr-2.5}$ 而得。其中 $t_{corr-2.5}$ 为在中间检验和特检之间 2.5 年的储备腐蚀损耗允差；

(3) 总损耗允差 t_{g-was} 由规范规定损耗允差 t_{was} 加上损耗允差储备 $t_{corr-2.5}$ 加上船东额外增加余量 t_{own} ；其中 $t_{corr-2.5}$ 为在中间检验和特检之间 2.5 年的储备腐蚀损耗允差；

【编写说明】关于局部换新厚度的描述不清晰，重新梳理修改相关描述。

第3章 油轮改装为浮动设施时的设计要求

第1节 一般规定

3.1.2 船体结构的验收衡准

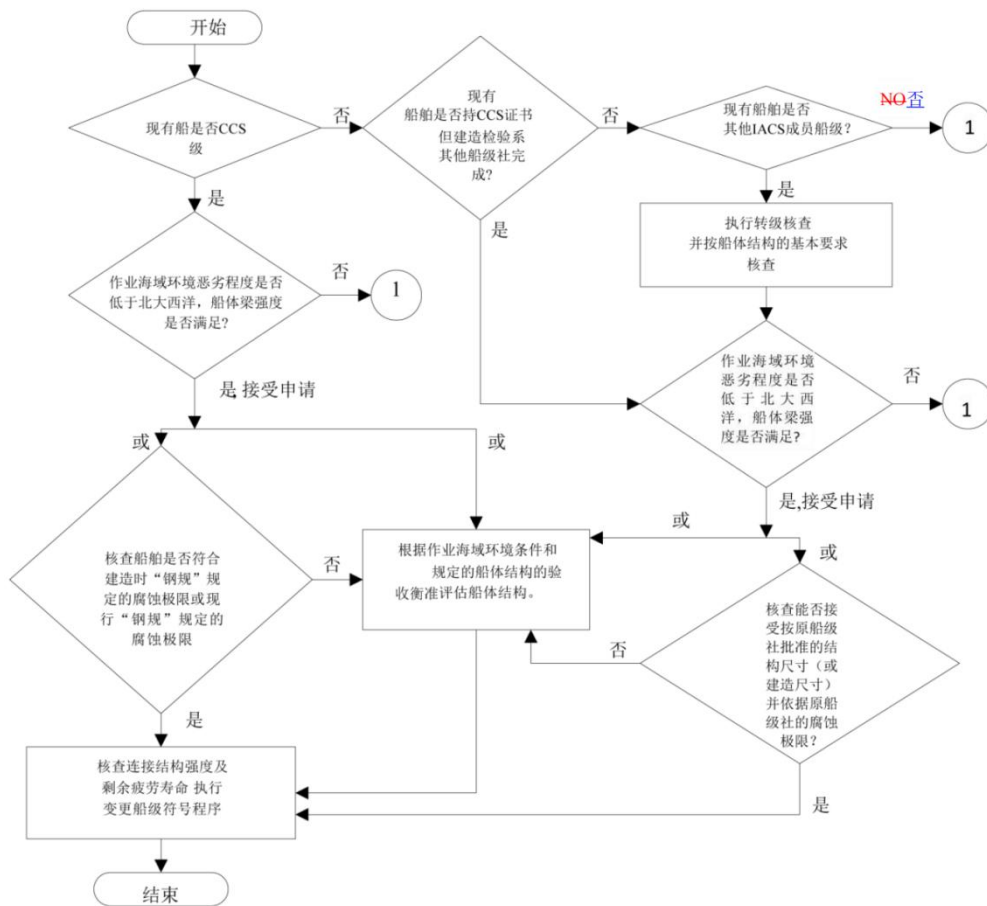
3.1.2.5 货舱整体模型/全船模型

(3) 动载荷工况

- ③ 当系泊装置对垂向波浪弯矩和剪力、运动加速度、横摇角的影响产生不利影响时，应通过浮体运动软件进行评估，并在模型中考虑。

3.1.4 浮体结构的评估

3.1.4.1 改装浮动设施的评估流程见图 3.1.4.1。首先是基于对原船体设计的核查，包括船体梁强度和货舱区域构件尺寸的评估。



图例:

- ① 系指本篇第6、7、8、9、10、11章。

图 3.1.4.1 改装浮动设施浮体结构评估流程图

第6章 设计载荷

第6节 载荷的组合

6.6.1 一般要求

表中：

P_{m-dyn} ——所考虑动载荷工况的液舱动压力，kN/m²，见 [6.6.3.7](#)[6.3.6.4](#)；

第8章 浮体结构强度设计验证

第2节 船体强度评估（有限元方法）

8.2.3 有限元模型

8.2.3.2 舱段有限元模型弯矩和剪力的调整

(1) 一般要求

- ② 垂向分布载荷施加于每一档强框架上，与模型端部的垂向弯矩一起作用，使模型的中部舱前舱壁和后舱壁处达到垂向剪力要求值、中部舱舱长范围内的某一剖面处达到垂向弯矩要求值。要求值见 8.2.2.2 ~~(5)~~ (7) 要求。
- ③ 模型端部应施加水平弯矩，使有限元模型的中部舱舱长范围内的某一剖面处达到水平弯矩要求值。要求值见 8.2.2.2 ~~(6)~~ (8) 要求。

8.2.3.4 整体有限元计算分析

采用线性频域理论计算出的波浪动压力只能表示水线以下部分，应确保舷外静压力和动压力的矢量和不小于0，如小于0则应按0处理，当水线处波浪动压力为正值时，应按照 ~~8.2.2.2 (4)~~ 6.3.6.2 (2) 及 6.3.6.3 中规定的方法对各横剖面处施加水线以上因波面升高引起的波浪动压力及甲板上浪载荷，舷外水压力的施加应体现出规则设计波波面沿船长范围内的升高和降低，如图 8.2.3.4 (2) 所示。

第13章 防腐

第6节 换新衡准

13.6.2 测厚值的评估

13.6.2.3 在年度检验和中间检验中,当测厚厚度 t_m 小于许用的年度检验换新厚度 t_{annual} ,则需要对结构构件重新检验和附加测厚,其中 t_{annual} 按以下公式计算,如果选择腐蚀百分比的方法进行换板,选用**b**式计算,否则选择**a**式。

$$\text{a: } t_{annual} = t_{as_built} - t_{own} - t_{corr} + 0.5 \quad \text{mm}$$

$$\text{b: } t_{annual} = t_{sub_tk} \quad \text{mm}$$

式中: t_{as_built} ——构件建造厚度, mm;

t_{own} ——船东/船厂增加厚度, mm;

t_{corr} ——腐蚀增量, mm;

t_{sub_tk} ——显著腐蚀厚度, mm; $t_{lim_tk} t_{sub_tk} = t_{as_built} \times (1 - 0.75f)$, f 为允许腐蚀极限,根据第3章表3.2.2.2的计算,但 t_{lim_tk} 应满足第9章第3节的屈曲强度要求。



中国船级社

海上浮动设施入级规范

2023

第 5 篇 通用系统

第1章 通则

第1节 一般规定

1.1.10 材料

1.1.10.1 机械装置和管子在制造中所用的材料，应符合 CCS《材料与焊接规范》的有关规定。

对 CCS《材料与焊接规范》未做规定的材料应经必要的检验和试验合格并经相关部门认可后，也可采用。

第2节 布置与安装

1.2.6 液柜（舱）的分隔

~~1.2.6.1 滑油柜与水柜或燃油柜相邻时，应以隔离空舱隔开。~~

~~1.2.6.2 淡水柜与任何油柜相邻时，应以隔离空舱隔开。~~

~~1.2.6.2 日用滑油柜、滑油循环柜或液压油柜不能与任何其他液柜共用一个壁板。~~

1.2.6.1 下列舱柜相邻布置时，应以隔离空舱隔开：

(1) 滑油舱柜与淡水舱柜；

(2) 锅炉水舱柜与燃油舱柜；

(3) 淡水舱柜与燃油舱柜；

(4) 锅炉水舱柜与滑油舱柜。

1.2.6.2 如燃油舱柜和滑油舱柜直接相邻，则其相邻舱壁的焊接应为全焊透型式的。

第2章 管路设计通则

第4节 管路元件的连接

2.4.5 支管台连接

2.4.5.6 除用支管台连接之外，支管可采用其他焊接的方式付附连于管上，其条件是该管在支管处通过补偿板或座圈或其他认可的方式得以加强。

第3章 泵送系统

第1节 一般规定

3.1.10 海水阀箱

3.1.10.1 海水阀箱的进水开口，应装设格栅，栅条一般沿舷侧纵向布置，格栅的有效流通面积一般不应小于海底阀通流面积的2倍，且应设有用低压蒸汽或压缩空气吹洗格栅的设施。

3.1.10.2 海水阀箱的布置应避免形成气囊，为达到此目的可采取如下措施之一：

(1) 在海水阀箱顶部的舷侧板上开设透气孔；

(2) 在海水阀箱顶部装设透气管，其根部装设截止阀，透气管的开口应终止于载重水线以上的开敞处所；

3.1.10.4 如设置公用的海水吸入或排出除阀箱，其设计应保证不同的泵同时工作时不会造成相互影响。

第2节 舱底系统

3.2.12 机器处所的排水

3.2.12.3 当舱底向两端升高不小于5°时，可在尽量靠近中线的位置设置一个直通吸口和一个支吸口。

第3节 开式排放系统

3.4.5 压载水管路

3.4.5.1 压载水管路应为钢管或等效材料制成，通过原油舱的管路应为重型钢管，且应用焊接或重型法兰接头。在原油舱范围内的管子壁厚应不小于表3.4.5.1的要求，接头的数量应保持尽量最少，如采用较碳钢更耐腐蚀的材料时管壁厚度可手适当减小。

原油舱内管子壁厚

表 3.4.5.1

管子外径 mm	管子壁厚 mm
50	6.3
100	8.6
125	9.5
150	11.0
200 及以上	12.5

3.4.5.2 原油舱内的压载水管路如需要应可根据需要设置弯管膨胀接头或波纹膨胀接头，但不得采用滑动式膨胀接头。

3.4.5.3 压载水管路可以在泵舱内通过活动短管与原油管路连接作为应急排放之用，但在压载水管路的接管上装有止回阀和截止阀，在原油管路的接管上装有截止阀。

3.4.5.4 压载水管路的布置应能使压载舱之间进行驳运作业。

3.4.5.5 压载水吸入管线上应避免有形成气袋的弯头。

3.4.5 阀件

3.4.5.3 阀件应能通过机械方式或动力操作方式关闭。动力操作方式可由具有不少于两套动力装置供应的贮能系统或者一套电力供应系统进行操作。应考虑在浸没情况下阀件的可靠操作。应采取措施预防或减轻舱室浸水的风险。

第5节 舱柜透气系统

3.5.5 终止

3.5.5.2 位于机器处所之外且未设溢流管并能用泵灌装的舱柜的空气管应终止于破损水线以上的露天地点；

第15节 淡水供应系统

3.15.7 饮用水供应系统

3.15.7.2 饮用水柜和水管系宜选用不锈钢材料制成，饮用水舱表面的防腐涂料应是无毒的。

3.15.8 淡水冷却系统

3.15.8.1 冷却水泵

(1) 每台发电柴油机应设有一台在柴油机输出最大功率时，有足够容量的主冷却水泵和一台能使浮动设施正常运行的足够容量的备用泵，备用泵应为独立动力驱动并应能供立即使用。

当装有多台发电柴油机时，如各自均带有或各自设有冷却水泵，则可不设备用冷却水泵。其他用途的柴油机应视情况设置备用冷却水泵。

(2) 油气处理系统中的热交换器的淡水泵、烃泵压缩机的淡水冷却泵应设有足够容量的主用泵和备用泵。



中国船级社

海上浮动设施入级规范

2023

第6篇 电气装置

第 1 章 通 则

第 5 节 危险区域的电气设备

1.5.3 危险区域中的电缆的类型及其敷设

1.5.3.3 电缆应满足如下要求：

- (1) 在 0 类危险区只准使用与“ia”设备有关的电缆；
- (2) 2 类危险区域的固定线路应使用热塑性铠装电缆、热固性铠装电缆或弹性铠装电缆；
- (3) 必要时在 1 类和 2 类区域使用的柔性电缆和可移动式电缆应使主管机关满意；
- (4) 穿过 1 类危险区域永久安装的固定电缆应装有[用于接地检测装置的](#)导电的覆盖物、[导电](#)编织物或[用以接地探测的](#)铠装。

第 2 章 电气装置

第 2 节 应急电源

2.2.1 一般要求

2.2.1.3 应急电源可以是发电机，该发电机应符合下列要求：

(1) 由一台具有独立的冷却装置和燃油供给，并设有符合要求的起动装置的柴油枋原动机驱动，其燃油的闪点（闭杯试验）不应低于 43℃；



中国船级社

海上浮动设施入级规范

2023

第9篇 其他类型浮动设施及特殊系统

第2章 柱稳式（半潜式）平台

第1节 一般规定

2.1.4 结构构件分类

2.1.4.1 根据构件所承受的载荷、应力水平及模式、关键载荷传递和应力集中以及失效后果，**所有**浮动设施结构构件可分为：

- (1) 特殊构件：在关键载荷传递点和应力集中处的主要构件；
- (2) 主要构件：对浮动设施结构整体完整性有重要作用的构件；
- (3) 次要构件：其失效不会影响浮动设施结构整体完整性的非重要的构件。

2.1.5 结构分析

2.1.5.1 半潜式（柱稳式）平台的结构设计和建造应按照本章 2.1.1.1 进行。

2.1.5.2 应关注立柱、上壳体或上部组块、下浮体、撑杆等连接位置的疲劳强度，必要时开展局部详细疲劳分析。

2.1.5.3 如在立柱等位置布置储油舱，应在设计中考虑船舶碰撞导致储油舱破坏的风险，可通过有限元计算和试验等方式进行评估，必要时对立柱结构（如外壳板、支撑舱壁和扶强材等）进行适当加强。

2.1.5.4 设计中应考虑立管系统对平台运动和结构的影响。立管托篮及其支撑结构应能将载荷有效传递至主船体，其强度和疲劳寿命应符合设计要求。立管的布置应避免其与主船体及附属结构、系泊系统等发生碰撞。

2.1.5.5 应考虑水压试验、溢流、正常作业和破损等典型情况下立柱和下浮体结构的横向强度。

第 9 章 智能系统

第 1 节 一般规定

9.1.1 一般要求

9.1.1.9 智能算法需求及设计阶段宜开展仿真测试。智能算法投入使用前，应开展充分、适宜、有效的试验测试验证与确认活动，保证算法泛化能力满足用户需求。投入使用后应持续评估跟踪，开展与之相适宜的验证与确认活动，保证算法的安全性和可靠性能持续满足要求。

9.1.1.10 智能系统应具有自检功能，即对自身的故障进行检测和报警（或指示），以防止有警不报或误报警：

（1）当系统内部出现故障时（如电源故障、传感器故障、软件故障等），应能发出报警并显示，且应与系统非内部故障的报警和显示有明显的区别。

（2）应能自动、周期性的监视程序的执行和数据的传输；如有必要，还应能对数据传输阻断进行报警。

9.1.1.11 智能系统应在设计和运行中采取措施将系统的网络安全风险降低到最低程度，宜满足 CCS《船舶网络安全指南》第 2 章规定的 SL0 级网络安全要求。

9.1.1.12 智能系统应具备用户身份认证和授权机制，确保只有具备相应权限的用户才能访问敏感数据和执行关键操作。

9.1.1.13 智能系统软件应能有效识别并处理用户的非法输入，避免因用户误操作导致的软件故障风险。

9.1.1.14 智能系统的网络防火墙宜满足 CCS《船用网络防火墙检验指南》第 2 章的技术要求。

~~9.1.1.9 应制定与智能系统相关的管理办法、培训计划、操作程序等，以明确智能系统相关操作和使用人员的职责、资质、培训等要求。~~

~~9.1.1.10 智能系统应在设计和运行中采取措施将系统的网络安全风险降低到最低程度，并满足 CCS《船舶网络安全指南》的技术要求。~~

9.1.1.15 智能系统的设备和部件应具有充分的可靠性，以最大程度降低故障发生的概率，且设备的配备与布置应确保在设备发生单一故障时，海上浮动设施的生产活动不受影响或者能够尽快恢复。

9.1.1.16 智能系统的通信网络应设有冗余的通讯接口，避免单一通讯故障导致系统功能失效。

9.1.1.17 智能系统的可靠性和数据质量（包括数据标识、数据采集、数据存储、数据集成、模型评价、数据应用等阶段）应满足 CCS《船舶与海上设施数字系统验证指南》的技术要求。

9.1.1.18 智能系统应按照故障安全的原则进行设计。

9.1.1.19 智能系统的硬件配置应满足浮动设施防火、防爆以及工作环境的相关技术要求。

9.1.1.20 若海上浮动设施出现紧急状态，智能系统可以中断，但不应对设施和人员造成安全风险。

9.1.1.21 智能系统的设备宜采用冗余设计的方式，并且具备可靠的冗余转换机制。

9.1.1.22 智能系统中的电气装置应满足本规范第 6 篇的适用要求。

9.1.1.23 智能系统应由主配电板或应急配电板供电。当供电电源失电时，系统应能自动转接到自带的蓄电池组供电或由不间断电源（UPS）保持连续供电。该蓄电池组或 UPS 的容量应至少维持 30min 供电需求。

9.1.1.24 若智能系统可能因电源中断而受到有害影响时，应采用不中断的方式切换到自带的蓄电池组供电或由不间断电源（UPS）继续运行。

9.1.1.25 智能系统失电后应具备保持数据完整性的能力，并且在电力恢复后保持数据持续记录和分析的能力。

9.1.1.26 应采取适当的措施，以减小由于电磁能量所产生的干扰，从而保证智能系统电气设备和电子设备在电磁环境中能正常工作。

9.1.1.27 各类电气设备和电子设备所产生的干扰电压（电流）允许值和抑制干扰的措施，参照 CCS 接受标准^①的规定执行。

9.1.1.28 除满足本章规定外，智能系统还应满足 CCS《移动平台和海上设施结构及设备监测系统检验指南》和《船舶与海上设施数字孪生系统指南》适用的技术要求。

9.1.5 图纸资料

9.1.5.1 应将下列图纸资料提交 CCS 审查

- (1) 系统规格书；
- (2) 系统总布置图；
- (3) 风险评估报告；
- (4) 系统设计说明书；
- (5) 接线图（含供电）；
- (6) 系统安装工艺；
- (7) 系统试验大纲；
- (8) 系统试验报告；
- (9) 系统验收试验大纲；
- (10) 其他 CCS 认为必要的图纸和资料。

9.1.5.2 应将下列图纸资料提交 CCS 备查

- (1) 系统设备及软件清单；
- (2) 智能算法说明书（如适用）；
- (3) 智能算法测试报告（如适用）；
- (4) 孪生模型说明书（如适用）；
- (5) 系统操作手册；
- (6) 系统维护手册；
- (7) 其他 CCS 认为必要的图纸和资料。

9.1.5.3 使用手册应保存在设施上，应至少包括下列说明：

- (1) 设备和软件操作；
- (2) 传感器和系统的设定和校准；
- (3) 故障识别；
- (4) 修理操作说明；
- (5) 系统维护和功能测试（表明组件和系统的测试方法以及测试观察的内容）；
- (6) 系统监测结果的解释说明。

9.1.5.4 智能系统的维护和校准日志，应保存在设施上。

9.1.5.5 需提交审查资料的说明

(1) 系统规格书：应明确描述智能系统的总体设计要求及性能要求，至少应包括下列内容的使用部分：

- ① 系统对于工作环境条件的适应性要求；
- ② 系统功能需求的详细描述：包括系统的适用范围、系统可实现的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 系统非功能需求的详细描述：包括系统的性能需求、安全需求、可用性需求；
- ④ 数据的安全性、用户权限级别的详细说明；

^①参见 IEC60533 号出版物《船舶电气设备和电子设备的电磁兼容性》或者 IMO A.813 (19) 决议通过的所有电气设备和电子设备电磁兼容性一般要求。

- ⑤ 量化的评价指标（如有），例如硬件的可靠性、软件的性能/稳定性/兼容性、算法的准确率/运行效率/稳定性等指标。
- （2）系统总布置图：描述智能系统主要模块（硬件单元、接口）间的连接布置图、软件架构图、网络拓扑图等。
- （3）风险评估报告：对智能系统软硬件的失效模式、后果及风险结果进行分析。当系统的风险显而易见且风险应对措施明确时，允许免除提交风险评估，但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、当前使用环境和其与用于确定风险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的证明。
- （4）系统设计说明书：应详细描述智能系统的设计方案。至少应包含以下内容：
- ① 系统的设计方法及功能实现方法的详细说明；
 - ② 数据采集方法、数据处理方法的详细说明；
 - ③ 数据传输原理、方法、数据传输的列表等的详细说明；
 - ④ 对采集数据的管理及使用方法的详细说明；
 - ⑤ 系统软件的整体架构、模块功能、模块之间的交互以及系统与外部交互的详细说明。
- （5）接线图（含供电）：至少应包括下列内容的适用部分：
- ① 系统的供电布置，与配电板、电池、变换器或 UPS 间的连接；
 - ② 涉及智能系统硬件线路的电路图、输入/输出设备的细节、每一线路的供电情况。
- （6）系统安装工艺：智能系统相关硬件设备的使用环境、安装要求和安装工艺。至少应包含以下内容：
- ① 计算机、网络设备、传感器等硬件设备的环境控制要求；
 - ② 计算机、网络设备、传感器等硬件设备的安装、连线、电磁兼容、接地要求；
 - ③ 传感器所用线缆的选型和接头制作要求；
 - ④ 传感器所用线缆的敷设工艺要求。
- （7）系统试验大纲：包括软硬件测试大纲和系统联调测试大纲。至少应包含以下内容：
- ① 系统测试参考文件；
 - ② 系统测试的环境说明（包括软硬件）；
 - ③ 系统测试准备工作说明；
 - ④ 测试计划和测试过程说明；
 - ⑤ 测试用例。
- （8）系统试验报告：包括软硬件测试、系统联调测试的测试过程与测试结果记录。应对测试结果进行必要的总结分析。
- （9）系统验收试验大纲：系统验收试验大纲应由各相关方和 CCS 共同确认。应在系统的最终使用环境下进行试验。应验证：
- ① 系统功能的实现程度；
 - ② 系统内部或外部设备故障引发的安全响应；
 - ③ 与其他系统间的安全互连；
 - ④ 确认系统的数据采集、存储、传输、显示、应用等过程正常实施；
 - ⑤ 对系统性能、功能输出的验证方法及流程。
- （10）智能算法说明书：包括算法原理、算法的输入/输出、算法流程、算法性能评估指标及目标的详细描述。
- （11）智能算法测试报告：包括智能算法的测试环境、测试方法、测试用例、测试结果以及针对测试结果的总结分析。
- （12）孪生模型说明书：系统中数字孪生模型的建立、运行原理，以及孪生模型计算过程的详细说明。
- （13）系统操作手册：至少应包括智能系统启动、功能恢复、数据安全性及数据备份、用户权限限制、软件重装及系统升级、故障定位和修复以及其他用户需注意的事项。
- （14）系统维护手册：至少应包括智能系统中软件和硬件变更管理的必要程序。

第2节 智能生产工艺系统附加要求

9.2.3—~~图纸资料~~

9.2.3.1—~~应将下列图纸资料提交 CCS 审查：—~~

- ~~—(1) 系统规格书；—~~
- ~~—(2) 系统原理图；—~~
- ~~—(3) 系统总布置图；—~~
- ~~—(4) 系统验收试验大纲和系统试验程序；—~~
- ~~—(5) 验收试验报告。—~~

9.2.3.2—~~应将下列图纸资料提交 CCS 备查：—~~

- ~~—(1) 系统设计说明书；—~~
- ~~—(2) 系统硬件规格说明；—~~
- ~~—(3) 孪生模型说明书；—~~
- ~~—(4) 系统操作手册。—~~

9.2.3.3—~~浮动设施上应保存的文件：—~~

- ~~—(1) 系统操作手册，操作手册至少应包括下列说明：—~~
 - ~~①—操作；—~~
 - ~~②—传感器和系统的设定和校准；—~~
 - ~~③—故障识别；—~~
 - ~~④—修理；—~~
 - ~~⑤—系统维护和功能测试（表明组件和系统的测试方法以及测试观察的内容）；—~~
 - ~~⑥—测试结果的解释说明。—~~
- ~~—(2) 系统的维护和校准日志。—~~

【编写说明】：各小节的图纸资料要求移至第一节中。

第3节 智能辅助工艺系统附加要求

9.3.3—~~图纸资料~~

9.3.3.1—~~应将下列图纸资料提交 CCS 批准：—~~

- ~~—(1) 系统试验大纲；—~~
- ~~—(2) 系统试验报告；—~~
- ~~—(3) 系统原理图。—~~

9.3.3.2—~~应将下列图纸资料提交 CCS 备查：—~~

- ~~—(1) 系统操作手册；—~~
- ~~—(2) 系统硬件规格说明；—~~
- ~~—(3) 系统说明书；—~~
- ~~—(4) 系统试验程序（包括辅助决策试验方案和试验结果）；—~~
- ~~—(5) 算法验证报告。—~~

9.3.3.3—~~浮动设施上应保存的文件：—~~

- ~~—(1) 系统操作手册，操作手册至少应包括下列内容：—~~
 - ~~①—操作；—~~
 - ~~②—传感器和系统的设定和校准；—~~
 - ~~③—故障识别；—~~
 - ~~④—修理；—~~
 - ~~⑤—系统维护和功能测试（表明组件和系统的测试方法以及测试观察的内容）；—~~
 - ~~⑥—测试结果的解释说明。—~~
- ~~—(2) 系统的维护和校准日志。—~~

第4节 智能照明系统附加要求

9.4.3—~~图纸资料~~

9.4.3.1—~~申请智能照明附加标志的海上浮动设施，应将下列图纸资料提交 CCS 批准或审查，包括但不限于：—~~

- ~~—(1) 智能照明系统图；—~~
- ~~—(2) 智能照明系统布置图；—~~
- ~~—(3) 智能照明系统技术规格书；—~~
- ~~—(4) 智能照明系统说明书（备查）；—~~
- ~~—(5) 试验大纲和试验程序；—~~
- ~~—(6) 其他必要的图纸资料。—~~

9.4.3.2—~~浮动设施上应保存的文件：—~~

- ~~—(1) 智能照明系统操作手册，操作手册至少应包括下列说明：—~~
 - ~~①—操作；—~~
 - ~~②—传感器和系统的设定和校准；—~~
 - ~~③—故障识别；—~~
 - ~~④—修理；—~~
 - ~~⑤—系统维护和功能测试（表明组件和系统的测试方法以及测试观察的内容）；—~~
 - ~~⑥—测试结果的解释说明。—~~
- ~~—(2) 智能照明系统的维护和校准日志。—~~

第5节 智能装配载系统附加要求

9.5.3—~~图纸资料~~

9.5.3.1—~~应将下列图纸资料提交 CCS 批准：—~~

- ~~—(1) 传感器/监测设备的布置图；—~~
- ~~—(2) 系统技术规格书（含软件）；—~~
- ~~—(3) 系统试验大纲和程序（包括软硬件测试大纲和系统联调测试大纲）；—~~
- ~~—(4) 系统试验报告（包括软硬件测试报告和系统联调报告）。—~~

9.5.3.2—~~应将下列图纸资料提交 CCS 备查：—~~

- ~~—(1) 系统原理图；—~~
- ~~—(2) 系统操作手册；—~~
- ~~—(3) 系统硬件规格说明书；—~~
- ~~—(4) 系统说明书；—~~
- ~~—(5) 系统试验程序；—~~
- ~~—(6) 辅助决策试验方案和试验结果。—~~

9.5.3.3—~~浮动设施上应保存的文件：—~~

- ~~—(1) 智能装配载系统操作手册，操作手册至少应包括下列说明：—~~
 - ~~①—操作；—~~
 - ~~②—传感器和系统的设定和校准；—~~
 - ~~③—故障识别；—~~
 - ~~④—修理；—~~
 - ~~⑤—系统维护和功能测试（表明组件和系统的测试方法以及测试观察的内容）；—~~
 - ~~⑥—测试结果的解释说明。—~~
- ~~—(2) 智能装配载系统的维护和校准日志。—~~

第6节 智能通用系统附加要求

9.6.3—~~图纸资料~~

9.6.3.1—~~除满足本条要求外，智能通用系统的图纸和资料应满足本规范第7篇第1章的适用要求。~~

9.6.3.2—~~应将下列图纸资料提交 CCS 批准：—~~

- ~~—(1) 智能通用系统试验大纲；—~~
- ~~—(2) 智能通用系统试验报告；—~~
- ~~—(3) 系统原理图。—~~

9.6.3.3—~~应将下列图纸资料提交 CCS 备查：—~~

- ~~—(1) 智能通用系统操作手册；—~~
- ~~—(2) 智能通用系统硬件规格说明；—~~
- ~~—(3) 智能通用系统说明书；—~~
- ~~—(4) 智能通用系统试验程序；—~~
- ~~—(5) 辅助决策试验方案和试验结果；—~~
- ~~—(6) 算法验证报告。—~~

9.6.3.4—~~浮动设施上应保存的文件：—~~

- ~~—(1) 智能通用系统操作手册，操作手册至少应包括下列说明：—~~
 - ~~①—操作；—~~
 - ~~②—传感器和系统的设定和校准；—~~
 - ~~③—故障识别；—~~
 - ~~④—修理；—~~
 - ~~⑤—系统维护和功能测试（表明组件和系统的测试方法以及测试观察的内容）；—~~
 - ~~⑥—测试结果的解释说明。—~~
- ~~—(2) 智能通用系统的维护和校准日志。—~~

第7节 数据中心附加要求

9.7.3—~~图纸资料~~

9.7.3.1—~~应提交下列图纸资料供 CCS 审查，包括但不限于：—~~

- ~~—(1) 数据中心技术规格书；—~~
- ~~—(2) 系统功能说明书（软硬件）；—~~
- ~~—(3) 数据中心质量控制文件；—~~
- ~~—(4) 系统原理图（包括网络拓补图、工控防火墙等）；—~~
- ~~—(5) 传感器的布置图（如适用）；—~~
- ~~—(6) 数据中心设备及软件清单（备查）；—~~
- ~~—(7) 数据中心数据服务清单（备查）；—~~
- ~~—(8) 系统操作手册（包括系统信息安全管理、软件及硬件操作等）（备查）；—~~
- ~~—(9) 数据中心信息安全风险评估报告；—~~
- ~~—(10) 数据质量分析报告；—~~
- ~~—(11) 系统试验大纲和程序（包括软硬件测试大纲和系统联调测试大纲）；—~~
- ~~—(12) 系统试验报告（包括软硬件测试报告和系统联调报告）。—~~

9.7.3.2—~~浮动设施上应保存的文件：—~~

- ~~—(1) 数据中心系统操作手册；—~~
- ~~—(2) 数据中心的维护和记录日志；—~~
- ~~—(3) 传感器和系统的设定和校准报告（如适用）。—~~

第10章 设备健康管理系统

第1节 一般规定

10.1.1 一般要求

10.1.1.1 本节适用于申请 CCS 设备健康管理系统功能标志的海上浮动设施。

10.1.1.2 设备健康管理系统：系指对设备进行实时监测，收集设备的各种状态数据（如温度、压力、振动等），并利用数据分析技术对设备进行故障诊断，评估设备的健康状况；结合历史工况信息、故障信息、专家经验等多种信息资源，对设备故障进行预测。

10.1.1.3 基准数据：系指设备性能达到或处于初始健康状态的条件下，测量获取的数据，作为设备健康状况分析比较的基准。

10.1.1.4 监测参数：系指为了达到监测目的而确定的定量特征值，是对设备监测有用的参数，能反映设备的实际运行状态。

10.1.1.5 设备健康管理系统功能主要包括设备状态监测、故障诊断、状态预测。

(1) 设备健康管理系统应能通过传感器/数据采集设备实时监测设备的运行状态；

(2) 设备健康管理系统应对设备数据进行处理，结合设备的历史数据和数据分析技术，确定设备故障或失效的性质（故障部位、故障类型、严重程度、故障原因），实现设备的故障诊断；

(3) 设备健康管理系统应根据设备的使用情况和维护历史，预测设备的未来状态和趋势。

10.1.1.6 设备健康管理系统应具备足够的安全性、可靠性和容错性，确保设备监测和维护的连续性和稳定性。

10.1.1.7 状态监测程序应考虑监测数据采集的可行性，包括设备的可接近性、数据采集系统的复杂性、数据处理能力、安全性以及是否需要包含故障诊断、状态预测和健康评估所需的参数。

10.1.1.8 应对海量的设备监测数据进行无损、高效压缩处理，在保障数据正确且不减少数据信息的前提下，减少存储空间，提升数据存储效率。

10.1.1.9 应根据设备监测参数与故障之间的关联性，定义不同参数报警的风险等级。

10.1.1.10 设备健康管理系统应满足本篇第9章智能系统第1节的技术要求。

10.1.2 功能标志

10.1.2.1 经申请，并经 CCS 审图和检验合格，可授予下列设备健康管理系统功能标志：
EHMS

以证书附件的形式列出满足要求的系统/设备名称、设备类型和健康管理能力级别。

其中设备类型包括机械设备、电气设备和仪表；健康管理能力级别分为1~3级：

1级：设备健康管理系统具有状态监测的能力（满足本章第1、2节的技术要求）；

2级：设备健康管理系统具有故障诊断的能力（满足本章第1、3节的技术要求）；

3级：设备健康管理系统具有状态预测和健康评估的能力（满足本章第1、4节的技术要求）。

10.1.3 图纸资料^②

10.1.3.1 应将下列图纸资料提交 CCS 审查

(1) 系统技术规格书（包括软件和硬件）；

(2) 硬件及外部设备配置框图（系统功能框图）；

(3) 风险评估报告；

^② 图纸内容参照 9.1.5.5 图纸资料要求。

- (4) 传感器的布置图（包括传感器信息）；
- (5) 传感器测试大纲和测试报告；
- (6) 传感器和系统的设定和校准报告；
- (7) 系统安装工艺；
- (8) 系统设计说明书；
- (9) 系统接线图（含供电）；
- (10) 系统试验大纲；
- (11) 系统试验报告；
- (12) 系统验收试验大纲；
- (13) 其他 CCS 认为必要的图纸和资料。

10.1.3.2 应将下列图纸资料提交 CCS 备查

- (1) 系统内设备持证清单与证明材料；
- (2) 算法/模型测试报告（如适用）；
- (3) 系统操作手册；
- (4) 其他 CCS 认为必要的图纸和资料。

10.1.3.3 使用手册应保存在设施上，应至少包括下列说明：

- (1) 设备和软件操作；
- (2) 传感器和系统的设定和校准；
- (3) 故障识别；
- (4) 维修操作说明；
- (5) 系统维护和功能测试（表明组件和系统的测试方法以及测试观察的内容）。

10.1.3.4 设备健康管理系统的维护和校准日志，应保存在设施上。

第 2 节 状态监测

10.2.1 一般要求

10.2.1.1 应提供被监测设备与系统的清单及说明供 CCS 审查，至少包括设备的如下信息：

- (1) 监测目的（如状态、功能、性能等），如轴承磨损状态、电机转速等；
- (2) 监测参数及其工作范围，如温度、压力、流量、振动等；
- (3) 监测装置/传感器；
- (4) 监测程序；
- (5) 状态分析/评估方法；
- (6) 可接受衡准。

10.2.1.2 监测参数的记录至少应包括如下信息：

- (1) 描述设备与系统的基本信息；
- (2) 监测位置；
- (3) 被测定量的单位及处理方法；
- (4) 日期和时间信息。

10.2.1.3 监测装置/传感器应设置在最可能检测出故障/失效的位置。监测位置的设置应考虑安全性、传感器安装、信号传输、信号衰减或损失、对故障/失效变化的灵敏度、监测的可重复性、可接近性、环境等因素的影响。

10.2.1.4 对监测到的原始数据应进行预处理，包括滤波、压缩和相关运算等，以滤除噪声和干扰，提高信号的信噪比。

10.2.1.5 设备与系统的基准数据应在初始健康状态条件下（磨合期之后）测量或通过其他方式获得，测量时的参考条件应以文件形式予以记录。

10.2.1.6 数据采集无论是连续采集或是周期采样，都应考虑测量的时间间隔，测量间隔主要取决于故障/失效类型及其发展率以及相关参数的变化率。测量间隔应考虑设备与系统运行工况、故障/失效危害度等因素的影响。数据采集的时间间隔不一定是恒定不变的，

它取决于设备当时的状态。

10.2.1.7 测量的基准数据应能涵盖设备与系统预期的运行状态。

10.2.1.8 用于故障诊断、预测及辅助决策的基准数据测量结果有效性应进行评估。

10.2.1.9 为保证测量的可复现性，一般应使用相同的监测装置/传感器进行测量，但如需要更换监测装置/传感器，应采用不低于相同型号、相同灵敏度及相同校准方法的监测装置/传感器进行测量。

10.2.1.10 设备健康管理系统的状态监测功能还应满足 CCS《船舶与海上设施数字系统验证指南》第6章第2节的技术要求。

10.2.2 设备状态监测功能要求

10.2.2.1 机械设备状态监测要求

(1) 系统应能够自动采集设备运行条件下的性能参数及机械振动、噪声、温度、冲击等特性数据。

(2) 系统应能实现所在测点的趋势、波形和频谱分析及基本状态信息的显示。

10.2.2.2 电气设备状态监测要求

(1) 系统应能自动采集变压器、高压盘、中压盘、低压盘、UPS 等电气设备的运行数据，并且整合电气设备的参数信息、巡检数据等资料，全面掌握关键电力设备的状态信息。

(2) 系统应能监测发电机或电动机的轴承温度、绕组温度、电流、电压、局放、铁芯状态等关键数据。

10.2.2.3 仪表状态监测要求

(1) 系统应能自动采集中控系统和现场智能仪控设备的运行状态、趋势、自诊断告警等数据。

(2) 仪表监测内容包括但不限于：

① 仪表运行状态、趋势、自诊断告警监测；

② 仪表回路故障监测。

第3节 故障诊断

10.3.1 一般要求

10.3.1.1 系统应采用合适的方法（如包络谱分析法、倒谱分析法^⑨）提取监测数据中的周期性成分。

10.3.1.2 系统应能够支持故障案例库功能，能够录入故障名称、征兆，按照故障征兆检索故障案例。

10.3.1.3 系统应能对设备故障的原因、部位、危险程度等进行正确识别和评价。

10.3.1.4 诊断信息应至少包含以下内容：

(1) 可能发生故障/失效的设备与系统及其部件，以及故障模式/失效形式；

(2) 故障/失效潜在的能观察到的症状；

(3) 相关的状态监测参数；

(4) 诊断方法、依据和解释。

10.3.1.5 故障诊断算法应满足以下要求：

(1) 具备检测系统性能与退化级别的能力；

(2) 通过可测的现象检测出基于物理特性改变的故障/失效的能力；

(3) 能辨识特定系统或部件及其故障/失效发生的机理；

(4) 给出故障/失效对系统运行完整性的潜在影响的诊断结果。

10.3.1.6 系统应能准确识别设备的常见故障，主要包括：

(1) 能使设备立即丧失其功能的破坏性故障；

^⑨ 包络谱分析法主要用于检测和分析机械系统中与冲击有关的故障，通过量化冲击频率和强度以加速度为单位进行测量，而倒谱分析法则能够更好的处理非线性、非平稳时序信号，它在处理这些信号尤其是在需要从复杂信号中提取特定频率成分时表现出色、能力强大。

(2) 由于设计、制造、安装或与设备性能有关的参数不当造成的设备性能降低的故障；

(3) 设备处于规定条件下工作时，由于操作不当而引起的故障；

(4) 设备的自然损耗，如磨损、疲劳、老化等所引起的故障。

10.3.1.7 设备健康管理系统的故障诊断功能还应满足 CCS《船舶与海上设施数字系统验证指南》第 6 章第 3 节的技术要求。

第 4 节 状态预测和健康评估

10.4.1 状态预测

10.4.1.1 应能根据设备的运行数据和历史数据，对设备的未来运行状况（健康状况、失效形式等）进行预测，提前发现设备的潜在故障和问题。

10.4.1.2 应通过对设备历史监测数据的统计分析，给出设备关键指标的衰退趋势和设备的预计剩余寿命。

10.4.1.3 预测信息须至少包含以下内容：

(1) 在预测过程中，被监测设备与系统的运行工况、监测参数等；

(2) 预测结论，包括所有已识别的失效模式；

(3) 预测置信度^④、有效条件和风险分析；

(4) 为提高预测置信度而需要的附加试验/验证工作；

(5) 预测方法、依据和解释。

10.4.1.4 状态预测的结果应稳定、可重复并满足置信度要求。

10.4.1.5 应设置故障预警阈值，当设备参数超出阈值时，系统应及时发出预警信号，提示操作人员进行检修或者维护。

10.4.1.6 预测算法训练样本集和测试样本集应满足以下要求：

(1) 训练样本集：应使用动态工况变化组合的多种故障模式的设备全生命周期数据，样本数据只具备单类故障模式；

(2) 测试样本集：应使用设备全生命周期各个阶段的片段数据，考察预测算法在不同阶段的预测能力。样本数据具备单类或多类故障模式。测试样本包含训练样本中不存在的故障模式。

10.4.1.7 设备健康管理系统的状态预测功能还应满足 CCS《船舶与海上设施数字系统验证指南》第 6 章第 4 节的技术要求。

10.4.2 健康评估

10.4.2.1 设备健康度评估系指对设备运行状态进行评估，以确定设备当前的工作状态、性能和可靠度水平。通过设备健康度评估，可以及时识别设备潜在故障和问题，并及时采取相应的维护措施，提高设备的可靠性和运行效率。

10.4.2.2 设备健康度定性评估：根据设备的使用状态和性能表现，基于工程经验和专家知识进行判断，可将设备的健康度划分为五级或更多级别，见表 10.4.2.2。

设备健康度定性分级

表 10.4.2.2

健康度级别	含义
健康	设备正常运转，未出现任何故障或异常情况，性能表现优异。
亚健康	设备运转良好，仅出现轻微故障或异常情况，性能表现正常。
轻微故障	设备出现一些故障或异常情况，但仍可正常运转，性能表现稍有下降。

^④ 预测置信度表示预测模型在应用于新数据源（具有与训练数据相同特征）时达到相同性能的能力。具体要求参照 ISO 13381-1 Condition monitoring and diagnostics of machines - Prognostics - Part 1: General guideline。

健康度级别	含义
一般故障	设备出现多次故障或异常情况，需要频繁维修或更换部件，性能表现明显下降。
严重故障	设备常常出现故障或异常情况，无法正常运转或需要大量的时间和费用进行修理或更换，性能表现严重下降。

10.4.2.3 设备健康度定量评估：系指通过对设备运行数据和状态的监测和分析，结合设备的设计参数和使用寿命等因素，采用数学模型和方法，对设备的健康状况进行评估，并给出定量的健康指标和评分。

(1) 可通过采用多种指标和参数，如平均故障率、平均维修时间、振动、温度、油液状态等，综合评估设备的健康状况，给出定量的评价分数。

(2) 设备健康度可采用百分比或者 0~100 的分值，用于表示设备的运行状况和可靠度水平。根据不同的分值，可将设备的健康度划分为五级或更多级别，见表 10.4.2.3。

设备健康度定量分级 **表 10.4.2.3**

健康度分值	含义
$\geq 90\%$ 或 ≥ 90 分	设备处于正常工作状态，性能和可靠度都比较稳定。
70%~90% 或 70~90 分	设备出现了一些轻微故障，需要进行维护和调整。
50%~70% 或 50~70 分	设备出现了一些比较明显的故障，需要进行及时的维护和调整。
30%~50% 或 30~50 分	设备出现了较为严重的故障，需要进行大规模的维护或更换。
$\leq 30\%$ 或 ≤ 30 分	设备已经处于非常危险的状态，需要立即进行紧急的维修或更换。



中国船级社

海上浮动设施入级规范

2023

第 10 篇 海上浮动渔业养殖设施特殊要求

第1章 通则

第1节 一般规定

1.1.1 一般要求

1.1.1.2 对于海上浮动渔业养殖设施，除满足本篇要求外，还应满足 CCS《海上渔业养殖设施检验指南》的适用要求。

1.1.1.3 海上浮动渔业养殖设施一般以钢质结构为主体构架，包括柱稳式、框架式和驳船式等型式，网衣材料为纤维类或金属合金的应满足《海上渔业养殖设施检验指南》相关要求。

~~1.1.1.4 海珍品养殖设施一般由若干珍品笼和主体框架组成。~~

第 2 章 构造、强度、材料与焊接

第 2 节 通道

2.2.1 通道设置方式

2.2.1.1 在海上浮动渔业养殖设施整个寿命期内，应在海上浮动渔业养殖设施内的每一舱室设置至少一个通道，以供主管机关、业主、验船师以及工作人员和其他人员在必要时对海上浮动渔业养殖设施的关键结构进行全面检查、近观检查和测厚。~~通道应符合 IMO 海上安全委员会《检查通道技术规定》修正案 (IMO Res.MSC.158 (78) 决议) 的要求，如实际不可行，则应经 CCS 同意。~~

第 3 节 设计载荷

2.3.1 一般要求

2.3.1.3 对于永久性系泊的海上浮动渔业养殖设施，自存工况的设计环境条件重现期不小于 100 年，但对于无人驻守海上浮动设施，可采用 50 年重现期。