



指导性文件
GUIDANCE NOTES
GD017-2025

中国船级社

海上制氢设施指南

2025

2025年10月1日生效

北京
Beijing

目 录

第 1 章 通 则	4
第 1 节 一般规定	4
第 2 节 定 义	4
第 3 节 接受标准	5
第 4 节 入级检验	6
第 2 章 总体与结构	11
第 1 节 一般规定	11
第 2 节 总体布置	11
第 3 节 设计载荷	13
第 4 节 结构设计	14
第 5 节 定位系泊系统	16
第 6 节 防 腐	17
第 3 章 氢系统	19
第 1 节 一般规定	19
第 2 节 制氢系统	21
第 3 节 氢气纯化系统	22
第 4 节 氢气压缩系统	22
第 5 节 储氢系统	22
第 6 节 风险评估	24
第 4 章 机械装置与系统	25
第 1 节 一般规定	25
第 2 节 泵送系统	25
第 3 节 舱柜透气系统、溢流和测量系统	27
第 4 节 机械设备布置	27
第 5 节 通风系统	29
第 5 章 电气装置	31
第 1 节 一般规定	31
第 2 节 电气安全	31
第 3 节 监控系统	32
第 6 章 防火与防爆	33
第 1 节 一般规定	33
第 2 节 火灾和可燃气体探测	35
第 3 节 火灾的限制	35
第 4 节 控火与灭火	38
第 5 节 脱 险	39
第 7 章 安全设备	41
第 1 节 一般规定	41
第 2 节 救生设备	41
第 3 节 通信设备	41
第 4 节 信号设备	42

第 8 章 防污染	43
第 1 节 一般规定.....	43
第 9 章 分布式海上制氢设施的特殊要求	44
第 1 节 一般规定.....	44
第 2 节 总体与结构.....	44
第 3 节 水电解制氢.....	44
第 4 节 防火防爆.....	45
附录 A 入级检验提交的图纸范围	46
附录 B 持证清单	53
附录 C 氢的性质	54
C.1 氢气与其他常见气体的热物理性质比较.....	54
C.2 氢的燃烧特性.....	54
C.3 氢气与其他常见燃料的燃烧特性比较.....	55

第 1 章 通 则

第 1 节 一般规定

1.1.1 一般要求

1.1.1.1 本指南是中国船级社（以下简称“CCS”）开展海上制氢设施及其上部产品入级检验与发证依据。

1.1.1.2 如主管机关有明确要求，应以主管机关要求为准。

1.1.2 适用范围

1.1.2.1 本指南适用于无人驻守的海上制氢设施，包括海上浮动制氢设施、海上固定制氢设施。

1.1.2.2 对于集中式海上制氢设施，应满足本指南第 1 章至第 8 章的技术要求。

1.1.2.3 对于分布式海上制氢设施，除应满足本指南中针对分布式海上制氢设施的条款外，还应满足对应类型海上设施的相关规范及指南。

1.1.2.4 对于同时兼有制氢功能的其他类型海上设施，其氢系统的相关技术要求可参照本指南的适用要求执行。

1.1.3 等效与免除

1.1.3.1 与本指南要求（包括接受标准的要求）不一致的规定，可予以接受以替代本指南的相应要求，其条件是以书面文件证明或表明其至少与本指南要求具有同等的安全水平，并经 CCS 同意。

1.1.3.2 设施上安装的任何装置、材料、设备和器具可以代替本指南要求的装置、材料、设备和器具，其条件是经试验和其他方法证明认定这些装置、材料、设备和器具至少与本指南要求具有同等安全效能，并经 CCS 同意。

第 2 节 定 义

1.2.1 定义

1.2.1.1 除另有规定外，本指南采用的名词术语定义如下：

(1) 海上制氢设施

系指用于从事海上制氢作业的海上设施，包括海上浮动制氢设施、海上固定制氢设施。一般由设施结构搭载制氢系统、氢气处理系统、储氢系统（如有时）等模块组成。

(2) 设施类别

① 海上浮动制氢设施

系指通常在全生命周期内采用缆绳、锚链或压载等非刚性固定方式系固在某一固定地点并漂浮于海面的海上制氢设施。

② 海上固定制氢设施

系指通过导管架、桩基、重力式基础等底部支撑结构固定于海底的海上制氢设施。

(3) 无人驻守

系指无人居住、无人生产作业。在检修、应急故障处理、定期巡检等情况下，允许登设施的人数应尽可能少，登设施人员不得在设施上过夜。

(4) 集中式海上制氢

系指集中布置氢系统设备，在海上制氢设施上实现规模化制氢与储氢功能的模式。

(5) 分布式海上制氢

系指在分散的单台海上发电设施上集成安装制氢设备，实现就地制氢的模式。目前多指

在单台海上风机平台上集成制氢设备的模式。

(6) 氢系统

系指海上制氢设施上与氢相关的设备及工艺系统的统称。主要包括制氢装置、氢气纯化、压缩、储存、灌装等操作单元。

(7) 制氢系统

系指以水为原料，由水电解槽、氢（氧）气液分离器、氢（氧）气冷却器、氢（氧）气液洗涤器等设备组合的统称。

(8) 氢气纯化系统

系指用于除去氢气中的杂质，使氢气达到预定纯度的设备及工艺系统的统称。

(9) 氢气压缩系统

系指通过改变气体的容积来完成气体压缩的设备及工艺系统的统称。

(10) 储氢系统

系指用于氢气存储的设备的统称，如储氢罐、氢气瓶等。

(11) 储氢罐

系指用于储存压缩氢气的容器。

(12) 氢气瓶

系指公称压力不大于 70MPa，用于储存压缩氢气的可重复充装气瓶。氢气瓶是压缩氢气储罐的一种。

(13) 制氢处所

系指制氢系统、氢气纯化系统所在的区域/处所。

(14) 氢气压缩处所

系指氢气压缩系统所在的区域/处所。

(15) 氢气储存处所

系指储氢系统所在的区域/处所。

(16) 制氢辅助机械处所

系指为氢气生产和安全服务的机械设备（例如原料水纯化装置、空气压缩装置、冷却水循环设备、碱液处理装置、氮气装置等）所在的区域/处所。

(17) 控制站

系指火警指示器或失火控制设备集中的处所（亦称消防控制站）。制氢装置控制间应视为控制站。

(18) 碱液

用于增强电解液导电性并促进水分解反应的碱性溶液，通常为氢氧化钾（KOH）或氢氧化钠（NaOH）的水溶液，浓度范围一般为 20%~30%（如 30% KOH 或 25% NaOH）。

(19) 远程监控系统

远程监控系统是指设施上的本地监控单元通过无线/有线方式，把监测数据及信息传输到远程监控中心。

第 3 节 接受标准

1.3.1 一般要求

1.3.1.1 除满足本指南要求外，CCS 接受国际标准、国家标准和行业标准对海上制氢设施的适用部分，当接受的标准与本指南要求存在不一致时，应以本指南要求为准。相关文件中的条款通过本指南的引用将成为本指南的条款。凡是未注明日期的引用文件，其最新版本适用于本指南。

1.3.1.2 按照本指南签发证书的设施，应参照执行的主要国际公约、国家技术法规和国家标准如下：

(1) 国际海事组织《经 1978 年议定书修订的 1973 年国际防止船舶造成污染公约》（简称“防污公约”）；

(2) 国际海事组织《1966 年国际载重线公约》及《1966 年国际载重线公约 1988 年议

定书》修正案（简称“载重线公约”）；

- (3) 国际海事组织《1969年国际船舶吨位丈量公约》（简称“吨位丈量公约”）；
- (4) 国际海事组织《1972年国际海上避碰规则公约》（简称“避碰规则”）；
- (5) 国际海事组织《2001年国际控制船舶有害防污底系统公约》（简称“防污底公约”）；
- (6) 中华人民共和国海事局《海上固定设施安全技术规则》（1997）；
- (7) 中华人民共和国海事局《海上浮动设施技术规则》（2025）；
- (8) 中华人民共和国海事局《海上浮动设施检验规则》（2025）；
- (9) 中华人民共和国海事局《海上拖航法定检验技术规则》（1999）；
- (10) 中华人民共和国海事局《吨位丈量规则》（2022）；
- (11) 中华人民共和国海事局《国际航行海船法定检验技术规则》（2014）；
- (12) 中华人民共和国海事局《起重设备法定检验技术规则》（1999）；
- (13) GB/T 29729-2022《氢系统安全的基本要求》；
- (14) GB 50177-2005《氢气站设计规范》；
- (15) GB 50516-2021《加氢站技术规范》；
- (16) GB/T 19774-2005《水电解制氢系统技术要求》；
- (17) GB/T 37563-2019《压力型水电解制氢系统安全要求》；
- (18) GB 50058-2014《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》；
- (19) GB/T 34542-2017《氢气储存输送系统》。

第4节 入级检验

1.4.1 一般要求

1.4.1.1 除本节特殊规定外，海上浮动制氢设施的入级检验应满足 CCS《海上浮动设施入级规范》的适用规定；海上固定制氢设施的入级检验应满足 CCS《海上固定平台入级与建造规范》或《浅海固定平台建造与检验规范》的适用规定。

1.4.1.2 入级检验提交的图纸范围应依据 1.4.1.1 规定的适用规范，结合设施结构型式以及功能确定，包括但不限于附录 A 入级检验提交的图纸范围。

1.4.1.3 产品检验是设施入级检验的一部分。海上制氢设施的通用产品应满足 CCS《海上浮动设施入级规范》的适用规定，制氢系统产品还应满足附录 B 持证清单要求。

1.4.1.4 入级检验包括设计图纸审查、建造中检验和建造后检验。新建海上制氢设施确认设施符合本指南的要求，授予相应的入级符号与附加标志，签发入级证书。已建海上制氢设施通过建造后检验，确认设施符合本指南的要求，签署或签发入级证书。

1.4.2 入级符号与附加标志

1.4.2.1 由海上制氢设施的所有者或其代理人申请，凡符合本指南要求经 CCS 入级检验，认为设施主体及附属物主要部件的结构强度和完整性，制氢系统以及设施上装配的其他设备或辅助系统的可靠性和功能，能维持设施的基本功能，CCS 可授予相应的入级符号与附加标志。

1.4.2.2 入级符号是海上制氢设施主要特性的表述，具有强制性。

(1) 海上浮动制氢设施的入级符号应符合 CCS《海上浮动设施入级规范》第 1 篇第 2 章第 3 节 2.3.1 的规定。

(2) 海上固定制氢设施的入级符号按以下要求执行：

★ CSA——表示设施主体以及设施重要用途的辅助机械是由 CCS 进行产品检验、审图和建造中检验，并符合 CCS 规范的规定。特殊情况下，设施在临近交付前，其主体和设备经 CCS 入级检验，认为其等效符合 CCS 规范的规定，则★用★替代。

★ CSA——表示设施主体以及设施重要用途的辅助机械不是由 CCS 进行产品检验、审图和建造中检验，但其后经 CCS 进行入级检验，认为其符合 CCS 规范的规定。

1.4.2.3 附加标志是海上制氢设施不同特点的分级表述，加注在入级符号之后。除设施类别附加标志外，其他附加标志应符合《海上浮动设施入级规范》和《海上固定平台入级与

建造规范》的适用规定。

1.4.2.4 海上制氢设施的设施类别附加标志规定如下：

(1) 海上浮动制氢设施的设施类别附加标志：

Floating Hydrogen Production Installation

应满足本指南关于浮动制氢设施的适用技术要求

(2) 海上固定制氢设施的设施类别附加标志：

Fixed Hydrogen Production Platform

应满足本指南关于固定制氢设施的适用技术要求

1.4.3 建造中检验

1.4.3.1 申请 CCS 进行建造检验的设施，在建造前，申请方应向 CCS 总部或其当地分支机构提交设施建造检验的书面申请。

1.4.3.2 对于首次申请建造 CCS 级设施的建造厂或首次建造 CCS 级新型设施的建造厂，验船师应对建造厂的生产能力，包括生产场所、设施及建造厂的质量保证体系、施工人员的资质、分包方等各方面以及对即将建造设施的适用性和有效性进行评估。

1.4.3.3 开工前检查

开工前，验船师应对建造厂开工建造及其检验的有关准备情况进行检查和确认，如：建造设施的准备工作计划、施工/焊接工艺、焊工/无损检测人员资质、船用产品持证要求清单、焊接规格表、无损检测图、密性试验图、检验/试验项目表、有关材料（钢板、焊接材料等）、建造公差标准、分包方情况（适用时）以及开工前必需的图纸文件等技术资料等。对于个别不影响开工的项目，验船师可酌情在相应建造阶段之前予以检查和确认。

1.4.3.4 其他试验/检验文件的核查

(1) 验船师应对建造厂提供的，为即将建造设施的准备工作 and 相关资料，诸如机械、设备和系统安装工艺（轴系合理校中除外）、倾斜试验、系泊试验和航行试验大纲等现场试验、工艺文件进行审查或确认。

(2) 验船师应确认检测公司、检测人员及检测设备持有有效的 CCS 认可的资质证书或 CCS 接受的资质证书。

1.4.3.5 检验与试验

(1) 验船师应按批准的图纸资料（含审图意见）进行检验，对建造厂采取的措施进行落实确认；对建造厂落实审批图纸及其审图意见的异议，应及时向审图部门反馈。

(2) 建造厂应按本章 1.4.1.3 中的规范要求，结合本指南附录 B，编制拟建设施有关的产品持证清单，提交设施现场验船师确认。

(3) 对于海上制氢设施应开展海上安装的审查和检验工作。

1.4.3.6 检验和试验项目

(1) 主体检验和试验项目：

- ① 确认规范所要求的设施主体结构材料（金属材料、铸件、锻件、焊接材料和非金属材料等）、锚泊、系泊设备和系统等，持有规范所要求的产品证书或证件；
- ② 检查设施主体结构和设备，其材料、尺寸、制造、布置和安装等各方面与批准的图纸、图表、说明书、计算书和其他技术文件相符，且工艺等各方面均应令验船师满意；
- ③ 验船师发现任何不符合批准图纸、图表、说明书、计算书和其他技术文件的构件尺寸、材料或不良材料、施工、布置、工艺、装置和设备应予纠正；
- ④ 验船师对设施建造检验是对主要阶段控制检验，构件尺寸检查和焊接质量检查以及重要结构焊接规格检查；
- ⑤ 对舱室结构进行检查，确认设施结构的完整性；
- ⑥ 对舱室结构，包括横向舱壁和纵向舱壁进行结构试验，或渗漏试验，或冲水试验，或其他替代试验；
- ⑦ 舱口和开口及其关闭装置的检查和试验，包括遥控装置动作试验；
- ⑧ 水密门、风雨密门、窗及其关闭设施检查和试验；
- ⑨ 锚泊和系泊设备安装后的检查和试验（适用时）；

- ⑩ 拖带装置焊接检验，拖带备品核查；
- ⑪ 确认设施主尺度、载重线标志、水尺及设施的其他标志；
- ⑫ 参加倾斜试验，包括试验前设施状况检查和试验后的评估，确认设施的空船重量及重心；
- ⑬ 参加系泊试验；
- ⑭ 甲板上保护人员的安全措施检查，如逃生通道、梯道、栏杆和安全绳等；
- ⑮ 对于组合式设施结构的主体检验，应检查组合式单元之间的连接结构、护舷与批准的图纸相符，并要应在各单元连接后进行现场检查；
- ⑯ CCS 认为需要检查和试验的其他项目。

(2) 制氢系统检验和试验项目：

- ① 水电解制氢系统的安装和试验，应对整个系统的不同负荷状态（例如启动、正常运行、受控切断和紧急切断）进行试验；
- ② 储氢系统的安装和试验，检查储氢罐外壁及重点部位是否存在缺陷和异常，检查储氢罐指示仪表及监测报警装置是否处于正常状态，检查压力释放系统是否标定正确并处于正常状态；
- ③ 氢管系的安装和试验，应使用合适的试验气体验证氢气管路、阀和连接件没有泄漏；
- ④ 制氢处所、氢气处理处所、储氢处所的通风系统的安装和试验；
- ⑤ 监测、控制和安全系统的功能性试验；
- ⑥ 防爆设备的确认和安全检查；
- ⑦ 惰气系统的检验；
- ⑧ CCS 认为需要检查和试验的项目。

(3) 机械检验和试验项目：

- ① 验船师应确认规范所要求的机械、设备、装置和系统等，持有规范要求的产品证书或证件；
- ② 验船师应检查机械、设备、装置和系统的布置、安装和工艺等各方面符合批准的图纸、图表、说明书、计算书和其他技术文件；
- ③ 验船师应参加管路的制造、安装检查和试验，包括车间的强度试验和装设施后的密性试验；
- ④ 对诸如燃油、滑油、海水提升、冷却、加热、扫舱、舱底、压载、消防、通风、测量、透气、泵系、管系等安装后效用试验；
- ⑤ 对机械、设备、装置和系统，诸如主机、发电机组、压力容器、锚机、空压机、热交换器、海底阀、舷旁排出阀等安装后的检查和效用试验；
- ⑥ 对主机、辅机及其他辅助机械、装置的控制或遥控系统安装后的检查和效用试验；
- ⑦ 对遥控关闭装置，诸如燃油柜、通风系统及开口关闭等安装后的检查及效用试验；
- ⑧ 检查消防泵和消防总管的布置，核查每台消防泵（包括应急消防泵）单独操作，确保在设施任何部位的消防总管有所需的压力；
- ⑨ 检查固定式灭火系统、机器处所和制氢处所的特别布置、机械通风和抽风机，以及遥控停止装置操纵；
- ⑩ 参加系泊试验（适用时）；
- ⑪ CCS 认为需要检查和试验的项目。

(4) 电气检验和试验项目：

- ① 验船师应确认规范所要求的电气设备、系统等，持有规范要求的产品证书或证件；

- ② 验船师应检查电气设备，诸如发电机、电动机、电缆、电缆贯穿密封件（如有时）、主配电板和应急配电板的布置、安装和工艺等各方面，符合批准的图纸、图表、说明书、计算书和其他技术文件；
- ③ 对电气设备，诸如发电机、电动机、电缆、主配电板和应急配电板等的安装后检查和试验；
- ④ 对设施内通信系统和设施警报系统的检查和试验；
- ⑤ 对危险区域内电气设备（如有时）安装后的检查和试验；
- ⑥ 对应急电源包括临时应急电源的检查和试验；
- ⑦ 故障模式与影响分析试验和效用试验（适用时）；
- ⑧ 可移动设备的接地检查，铝质结构的接地检查（适用时）；
- ⑨ 参加系泊试验（适用时）；
- ⑩ CCS 认为需要检查和试验的项目。

(5) 防火检验和试验项目：

- ① 设施的总布置及危险区与设计图纸符合性检查；
- ② 逃生通道和脱险路线的检查；
- ③ 通风系统布置及技术要求的检查；
- ④ 耐火分隔检查；
- ⑤ 验船师应确认规范所要求的结构防火材料、防火防爆设备、系统等持有规范要求的产品证书或证件；
- ⑥ 防火控制图及其张贴的检查；
- ⑦ 灭火器储存室的布置及通风检查；
- ⑧ 固定灭火系统的检查和试验；
- ⑨ 消防器材、消防员装备、应急逃生呼吸器的检查；
- ⑩ 火警探测和报警系统的检查和试验；
- ⑪ 可燃气体探测报警系统的检查和试验；
- ⑫ 防爆设备的检查和试验；
- ⑬ 应急关断系统的检查和试验；
- ⑭ CCS 认为需要检查和试验的项目。

(6) 救生设备部分的建造检验项目，应视其适用情况进行如下：

- ① 核查救生艇/筏的配备和布置；
- ② 确认在救生艇/筏及其降落站和救生设备的容器、支架、搁架及其他类似存放位置的附近有告示或标志；
- ③ 检查设施上便携式通信设备（如有时）和双向甚高频无线电话设备和搜救定位装置的配备和存放，并核查其操作状况；
- ④ 检查遇险火焰信号和抛绳设备的配备和存放，核查设施上固定式通信设备（如有时）的配备及其操作状况，并试验通用报警系统的操作装置；
- ⑤ 检查救生圈，包括带有自亮灯、自发烟雾信号和可浮救生索的救生圈以及救生衣、救生服和保温用具的配备、布置及存放；
- ⑥ 检查集合与登乘站及通往集合与登乘站的走廊、梯道和出口处的照明包括应急电源供电；
- ⑦ CCS 认为需要检查和试验的项目。

(7) 定位系泊系统检验和试验项目（适用时）：

- ① 定位系泊设备的产品证书核查；
- ② 锚机、掣链/缆器、导缆孔、导向器及锚架安装后的检查；
- ③ 抛锚试验；
- ④ CCS 认为需要检查和试验的项目。

(8) 直升机甲板设施检验和试验项目（适用时）：

- ① 直升机甲板布置、结构及设施的检查；
- ② 储油、加油及灭火设施的检查；
- ③ CCS 认为需要检查和试验的项目。

(9) 其他特殊系统和设施检验和试验项目（适用时）：

- ① 新能源供电系统（包括太阳能发电系统、风力发电系统、蓄电池、配电盘等）的检查和试验；
- ② 其他应按本章第 3 节所列适用公约、法规或标准的有关要求进行检查和试验。

1.4.3.7 试验要求

(1) 舱室密性和结构试验，海上浮动制氢设施应满足 CCS《海上浮动设施入级规范》第 1 篇第 4 章第 3 节的有关规定。

(2) 机械设备、压力容器和管系安装后，应进行密性试验，试验压力应按 CCS《海上浮动设施入级规范》第 5 篇的相关要求，试验时间一般不少于 3min~5min。

(3) 倾斜试验，海上浮动制氢设施应满足 CCS《海上浮动设施入级规范》第 3 篇第 2 章第 1 节的有关规定。

1.4.4 建造后检验

1.4.4.1 已在 CCS 入级的设施，为保持证书的有效性，应按照本节规定进行各种检验（适用时）。适当时，CCS 可接受远程检验技术用于帮助实施所要求的外部 and 内部检查，包括近观检验和测厚。CCS 验船师在检验中可根据其专业判断扩大检验范围，业主或其代理人应提供相应的检验条件。

1.4.4.2 在检验中，如发现影响证书的有效性的损坏或缺陷并认为必须立即进行处理时，验船师应将处理意见通知业主或其代理人，如未得到贯彻，验船师应立即将这些情况报告 CCS 总部。

1.4.4.3 业主或其代理人有责任向 CCS 提出保持证书有效性的各种检验的申请，并按指南要求做好检验的项目准备和为检验提供安全措施。

1.4.4.4 入级符号的授予、保持、暂停、取消与恢复应按照 CCS《海上浮动设施入级规范》第 1 篇第 2 章第 10 节要求执行。

1.4.4.5 损坏和修理检验

(1) 涉及船级的结构、设备和轮机（包括电气设备）等部件遭到认为可能影响船级的损坏时，应及时通知 CCS，CCS 将指派验船师及时登设施进行损坏检验，其检验范围应使验船师认为能查明损坏程度和原因所需的范围。

(2) 涉及船级的结构、设备和轮机（包括电气设备）作任何修理，应在 CCS 验船师在场下进行。如修理地点无 CCS 验船师时，业主或其代理人应及时通知 CCS。

1.4.4.6 改装或改建检验

(1) 涉及船级的结构、设备和轮机（包括电气设备）的结构尺寸或装置进行改装或改建时，其相关图纸应提交 CCS 批准。改装或改建及相关部分，一般应符合 CCS 现行指南的规定或至少要达到原先适用指南的要求。

1.4.4.7 除本节特殊规定外，海上制氢设施的建造后检验：

(1) 海上浮动制氢设施的建造后检验种类、周期和检验要求应满足 CCS《海上浮动设施入级规范》第 1 篇第 5 章的适用规定；

(2) 海上固定制氢设施的建造后检验种类、周期和检验要求应满足 CCS《海上固定平台入级与建造规范》第 2 章的适用规定。

第 2 章 总体与结构

第 1 节 一般规定

2.1.1 一般要求

2.1.1.1 海上浮动制氢设施的总体与结构设计应满足 CCS《海上浮动设施入级规范》第 2 篇的适用要求；海上固定制氢设施的总体与结构设计应满足 CCS《海上固定平台入级与建造规范》第 2 篇和《浅海固定平台建造与检验规范》第 2 篇的适用要求；另外，海上制氢设施的总体与结构设计还应符合海洋设施和氢安全行业标准的相关适用规定。

2.1.1.2 海上制氢设施的材料与焊接应符合 CCS《材料与焊接规范》的适用要求。

2.1.1.3 海上浮动制氢设施的拖航应满足中华人民共和国海事局《海上拖航法定检验技术规则》及其他适用的国内法规的规定。船式和驳船式海上浮动制氢设施的稳性、分舱与载重线应满足 CCS《海上浮动设施入级规范》第 3 篇的适用要求。柱稳式和圆筒式海上浮动制氢设施的稳性、分舱与载重线应满足 CCS《海上移动平台入级规范》第 3 篇的适用要求。张力腿式海上浮动制氢设施的稳性和重量控制应满足 CCS《张力腿平台入级指南》第 2 章的适用要求。

2.1.1.4 海上浮动制氢设施的稳性，应考虑制氢、储氢设备在各种工况下重量、重心变化对设施稳性产生的不利影响。

2.1.1.5 以水下检验替代坞内检验的海上浮动制氢设施应满足 CCS《海上浮动设施入级规范》第 9 篇第 6 章的适用要求。

2.1.2 设计工况

2.1.2.1 设计工况系指制氢设施在作业点或迁移时操作或活动的条件或状态，本指南将制氢设施的设计工况分为：

(1) 正常作业工况：指制氢设施在作业点进行作业或其他操作时，承受与作业相适的，且处于设计限度内的组合环境载荷及作业载荷的状态；

(2) 自存工况：指制氢设施承受最严重设计环境载荷时，通过停止作业或其他操作，从而将抗环境能力提高到最大的状态；

(3) 迁移工况：指制氢设施以干拖或湿拖等方式，从一个地区迁移到另一个地区过程中的状态；

(4) 安装工况：指制氢设施的装船、下水就位、打桩和上部结构安装等的状态；

(5) 偶然工况：指制氢设施在全寿命周期内可能出现的意外状态，如地震、碰撞破损、一缆破断等。

2.1.2.2 如 CCS 认为有其他特殊工况影响设施的安全，应根据 CCS 的要求考虑相关工况。

2.1.2.3 由正常作业工况转换至自存工况应具有可行性，并在设计中予以充分考虑。

第 2 节 总体布置

2.2.1 一般要求

2.2.1.1 海上制氢设施的总体布置应考虑如下因素和要求：

(1) 满足安全、防火、消防、人员逃生和救生的需要；

(2) 满足生产作业的需要；

(3) 满足维修及事故处理的需要；

(4) 满足结构合理性，如空间布置、建造便利性等的需要；

2.2.1.2 海上制氢设施的总体布置应充分考虑人员的安全、防止环境污染和财产的保护，应使事故发生、蔓延和升级的风险尽可能降低。

2.2.2 海上固定制氢设施甲板高程

2.2.2.1 海上固定制氢设施最下层甲板结构最低点，应处于设计环境条件下潮汐与波浪最不利组合情况时的最大波峰高程以上，并留有一定的间隙。

2.2.2.2 海上固定制氢设施最下层甲板上表面高程可以按照以下公式确定：

$$T = H + \frac{2}{3}H_m + \Delta + H_l$$

其中：

T — 最下层甲板上表面高程（米）；

H — 设计重现期条件下的极端高水位（米）；

H_m — 设计重现期条件下的最高设计波高（米）；

Δ — 间隙，不小于 1.5 米；

H_l — 最下层甲板包括梁在内的结构高度（米）。

2.2.3 海上浮动制氢设施气隙

2.2.3.3 柱稳式海上浮动制氢设施在各种漂浮状态下，考虑设施相对于海面运动后，上壳体底部与波峰之间应具有合理的间隙。此间隙可以通过计算、模型试验或母型设施经验确定，并提交 CCS 审查批准。如气隙为负值，应开展相应的波浪砰击分析。

2.2.3.4 如海上浮动制氢设施干舷甲板距离水面没有足够的安全距离，应考虑波浪砰击对上壳体、甲板室、栏杆、救生设备和其他甲板设备等的的影响。所有制氢、储氢系统，生产工艺和通用设备应布置在甲板上浪淹没区的上方。

2.2.4 设备布置

2.2.4.1 设计者应考虑作业海域主风向的影响：

- (1) 使制氢、储氢模块给作业人员、逃生通道等所带来的潜在危险降至最小；
- (2) 使危险区逸出的可燃气体，进入含有引燃源的区域的可能性降至最低；
- (3) 使燃烧设备燃烧的废气以及冷放空的可燃气体直接向脱离海上设施的方向散去；
- (4) 当一旦失火或爆炸发生时，不使烟气进入应急集合站及撤离地点。

一般制氢、储氢模块应尽量布置于主风向的下风向。

2.2.4.2 制氢、储氢模块的布置应使其在设施发生碰撞破损后受损的概率降至最低。

2.2.4.3 制氢设备及管道的布置应便于操作和维护，且出现紧急情况时便于人员撤离。

2.2.4.4 氢气压缩机和氢气储罐应设置在开敞处所或露天甲板。

2.2.4.5 应根据功能和潜在的危险将海上制氢设施划分成不同危险程度的区域。设施的布置应使危险区与非危险区相互隔离，控制站和应急设备处所应设置在受保护的位置。

2.2.4.6 危险区应与含有引燃源的区域尽量远离，其最小距离不应小于 3 米。当远离不可行时，应采用有效的防火墙和/或防爆墙或隔离舱进行隔离。

2.2.4.7 控制站应位于非危险区内，不应位于制氢或储氢处所的上方。控制站上的出入口、空气进口和其他开口不应面向爆炸危险区域。必要时应采用防火墙和/或防爆墙对控制站进行保护。

2.2.4.8 应将氢系统及其周围区域划为禁区，并设置围栏，禁区周围应有显著而永久的“严禁明火”等警示标志，应严格限制禁区内的人员数量，作业人员进入禁区前，应按规定进行着装并做好防护措施。

2.2.4.9 若同时设有氧气储存模块，不应将其与氢气处所设置于同一舱室内。

2.2.5 应急集合站

2.2.5.1 应急集合站应布置在失火危险较小的区域并靠近救生艇/筏的登乘站，易于从工作区到达，并应有足够的甲板空间以容纳指定在该站集合的所有人员。

2.2.5.2 救生设备的配备、布置和存放要求见本指南第 7 章第 2 节。

2.2.6 通道和梯道

2.2.6.1 应根据甲板尺度大小、生产作业和人员逃生的需要设置甲板通道和甲板间梯道。

2.2.6.2 应尽量保护脱险通道、救生设备等免受事故后果的影响。应设有保障人员安全撤离的措施。

2.2.6.3 脱险通道应便于通过并且没有障碍，沿通道的所有出口的门应易于开启。

2.2.6.4 脱险梯道应耐火和便于人员行走。

2.2.6.5 应考虑在失火时，至少有一个到登船位置和救生艇/筏处的脱险通道可免于受到火的热辐射危害。

2.2.7 登临设施

2.2.7.1 登临设施的布置应考虑海上制氢设施所在海域的水文气象条件和船舶靠泊方式。

2.2.7.2 登临设施应考虑必要的安全防护措施，登船/靠船平台宜考虑设置防撞设施以避免对设施主体结构的损坏。

2.2.8 起重设施

2.2.8.1 起重设备的安装位置应考虑尽量避免对现场人员的伤害，防止运动件及吊物晃动可能导致的事故。

2.2.8.2 海上制氢设施上使用的起重机应满足中华人民共和国海事局《起重设备法定检验技术规则》及 CCS《船舶与海上设施起重设备规范》的要求。

第 3 节 设计载荷

2.3.1 一般要求

2.3.1.1 应根据海上制氢设施所受实际载荷情况，分别考虑海上制氢设施在各设计工况下的载荷与响应。一般需考虑环境载荷、使用载荷和施工载荷。

2.3.1.2 设计环境条件的重现期应根据海上制氢设施的设计寿命、重要性和环境条件资料的可靠性等因素确定，但一般作业工况不应低于 1 年一遇，自存工况不应低于 50 年一遇。

2.3.1.3 除规范有明确规定之外，其他工况的设计环境条件重现期应由业主/设计者规定，且一般不小于 1 年；对于小于 1 年的设计环境条件重现期，应经 CCS 认可。

2.3.1.4 迁移工况设计环境条件应满足主管机关和沿岸国政府的相关适用规定。

2.3.1.5 海上浮动制氢设施应尽量具有良好的运动性能，各载荷工况下的最大摇摆角度及周期，应在制氢、储氢及相关设备允许的范围内。制氢、储氢及相关设备的配备，也应充分考虑浮动制氢设施各载荷工况下的可能出现的最大摇摆角度及周期范围。

2.3.1.6 海上固定制氢设施设计应根据固定荷载、波浪、风和海流等循环荷载长期作用下土体强度和刚度的变化进行地基与基础的相互作用分析。

2.3.2 环境载荷

2.3.2.1 环境载荷系指直接或间接由环境作用引起的载荷，包括由环境载荷引起的所有外力，如系泊力、运动惯性力、液舱晃荡力等。

环境载荷通常由下列载荷组成：

- (1) 风载荷；
- (2) 波浪载荷；
- (3) 海流载荷。

如需要且必要，则地震、海冰、海床承载能力、温度、积雪、海生物附着等对载荷的影响也应考虑。

2.3.2.2 海上制氢设施的风载荷，应按照 CCS《海上浮动设施入级规范》第 2 篇第 5 章第 3 节 5.3.3 的相关规定进行计算。

2.3.2.3 海上浮动制氢设施的波浪载荷，应按照 CCS《海上浮动设施入级规范》第 2 篇

第5章第3节5.3.2的相关规定进行计算。对于尺度较小的海上制氢设施，其桩/柱构件（一般以 $D/L \leq 0.2$ ， D 为构件截面的特征尺度， L 为波长）作为小尺度孤立桩柱，波浪力可用莫里逊（Morison）公式计算。

2.3.2.4 海上固定制氢设施的波浪载荷，应按照 CCS《浅海固定平台建造与检验规范》第2篇第3章第4节3.4.3的相关规定进行计算。

2.3.2.5 海上制氢设施的海流载荷，应按照 CCS《海上浮动设施入级规范》第2篇第5章第3节5.3.4的相关规定进行计算。

2.3.2.6 如海上制氢设施位于存在海冰的区域，应考虑作用于设施上的冰载荷。冰载荷应按照公认的标准¹计算。

2.3.2.7 海上固定制氢设施应考虑地震载荷，地震载荷应按照公认的标准²计算。

2.3.2.8 用于环境载荷计算的海洋环境条件数据应根据可靠并足够的资料进行统计分析，具体方法可参考 CCS《海洋工程结构设计和评估环境条件应用指南》。

2.3.3 使用载荷

2.3.3.1 使用载荷应包括设施在使用期间所受到的除环境载荷外的其他载荷，一般可分为固定载荷、可变载荷和动力载荷。

2.3.3.2 固定载荷包括结构和设备等产生的重量载荷，如结构自重、舾装重量、附属结构重量以及固定不变的机电设备、管道、容器重量等。

2.3.3.3 可变载荷包括可移动的设备重量、液舱和供应舱及储罐中液体的重量、消耗品、贮存物品、人员及其个人物品的重量等。一般应考虑作业期间所需的最大可变载荷。

2.3.3.4 海上浮动制氢设施应考虑由设施运动产生的动力载荷。

2.3.3.5 动力效应显著的海上固定制氢设施应考虑由外部激励产生的动力载荷。

2.3.4 施工载荷

2.3.4.1 海上制氢设施的施工载荷系指发生在建造、装船、迁移（运输）、下水、安装等阶段的暂时性载荷。设计时应考虑施工过程中各阶段的载荷作用。

第4节 结构设计

2.4.1 一般要求

2.4.1.1 设施结构设计应满足结构强度、整体刚度、稳定性、基础承载力或系泊强度的要求，并应满足在海洋环境中的耐久性和运行维护条件下的安全性、功能性等方面的要求。

2.4.1.2 海上制氢设施结构设计可按照载荷抗力系数法（Load and Resistance Factor Design，简称“LRFD”）或工作应力法（Working Stress Design，简称“WSD”）进行

2.4.1.3 海上制氢设施结构设计需综合考虑制储氢设备的总体布置和防火防爆设计。

2.4.1.4 海上制氢设施结构分析计算时一般应采用公认的有限元结构分析程序。

2.4.1.5 海上制氢设施主体结构中承受高约束、板厚方向承受收缩变形和连续拉力荷载的重要部位，应采用具有抗层状撕裂性能的钢材。

2.4.1.6 海上制氢设施结构的焊接应满足 CCS《材料与焊接规范》第3篇第6章的适用要求或公认的国家或国际标准的有关要求。

2.4.1.7 海上制氢设施的屈曲强度校核应满足 CCS《海洋工程结构物屈曲强度评估技术指南》的适用要求。

2.4.1.8 海上制氢设施的疲劳强度校核应满足 CCS《海洋工程结构物疲劳强度评估技术指南》的适用要求。

¹ 如 ISO19906《石油和天然气工业 - 北极海上结构》等。

² 如 ISO19902《石油和天然气工业 - 固定式海上钢结构》等；

2.4.2 海上浮动制氢设施结构设计

2.4.2.1 对于按照载荷与抗力系数法（LRFD）进行设计的海上浮动制氢设施，载荷系数、材料抗力系数和结构分析可参照 ISO19904-1《石油和天然气工业—浮式海上结构》中暴露等级为 L1 级设施的适用要求。载荷系数可按表 2.4.2.1 确定。疲劳工况的荷载系数取 1.0。

载荷系数 表 2.4.2.1

工况	极限状态	载荷分类			
		固定载荷	可变载荷	环境载荷	偶然载荷
自存工况-a	ULS-a	1.3	1.3	0.7	—
自存工况-b	ULS-b	1.0	1.0	1.3	—
正常作业工况	SLS	1.0	1.0	1.0	—
偶然工况	ALS	1.0	1.0	—	1.0

注：表中 ULS-a 组合反映重力作用占主导地位条件，ULS-b 组合反映环境作用占主导地位条件。

2.4.2.2 对于按照工作应力法（WSD）进行设计的海上浮动制氢设施，其屈服强度校核应满足 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇第 3 章第 4 节的适用要求。许用应力安全系数应按表 2.4.2.2 确定。

安全系数 表 2.4.2.2

	静载工况	组合工况
构件轴向或弯曲应力	1.67	1.25
构件剪切应力	2.50	1.88
板材等效应力	1.43	1.11

注：（1）静载工况是指其载荷包括设施作业重力载荷和处于漂浮或坐底状态时的自身重量以及相对应的浮力和/或底部反力所对应的工况；

（2）组合工况是指其载荷包括（1）中的适用静载与相应的设计环境载荷的组合，并包括由加速度和倾斜引起的载荷所对应的工况。

2.4.2.3 对于船式/驳船式海上浮动制氢设施的构件尺寸，应满足 CCS《海上浮动设施入级规范》第 2 篇第 7 章的适用要求；对于其他类型海上浮动制氢设施的构件尺寸，应满足 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇第 3 章的适用要求。

2.4.2.4 按 2.4.2.3 节规定计算的构件尺寸为规范要求的最小结构尺寸，其强度还应满足设施总体强度要求。

2.4.2.5 对于张力腿式海上浮动制氢设施，其下浮体和主要结构应满足 CCS《张力腿平台入级指南》第 4 章的适用要求。

2.4.3 海上固定制氢设施结构设计

2.4.3.1 对于按照载荷与抗力系数法（LRFD）进行设计的海上固定制氢设施，载荷系数、材料抗力系数和结构分析可参照 SY/T 10009《海上固定平台规划、设计和建造的推荐作法—荷载抗力系数设计法（增补 1）》或 ISO 19902《石油和天然气工业—固定式海上钢结构》中暴露等级为 L1 级设施的适用要求。载荷系数可按表 2.4.3.1 确定。疲劳工况的荷载系数取 1.0。

载荷系数 表 2.4.3.1

工况	载荷分类				
	固定载荷	可变载荷	环境载荷	惯性载荷	地震载荷
自存工况-1	1.1	1.1	1.35	1.25*1.35	—

自存工况-2	0.9	0.8	1.35	1.25*1.35	—
正常操作工况	1.3	1.5	1.2	1.25*1.2	—
地震工况-1	1.1	1.1	—	—	0.9
地震工况-2	0.9	0.8	—	—	0.9

注：（1）对于自存工况，当重力载荷引起的内力同风、波浪和海流载荷引起的内力相抵消时，重力载荷系数应减小，选取自存工况-2的载荷系数组合。

（2）对于地震工况，当重力载荷引起的惯性力同地震载荷引起的内力方向相反时，重力载荷系数应减小，选取地震工况-2的载荷系数组合。

（3）惯性载荷是当总的整体动力响应为最大值时的惯性载荷。对于自振周期相当短（小于3s）的设施，惯性载荷可忽略。

2.4.3.2 对于按照工作应力法（WSD）进行设计的海上固定制氢设施，其屈服强度校核应满足 CCS《海上固定平台入级与建造规范》第2篇第3章和第4章的适用要求。构件材料的许用应力应按表 2.4.3.2 确定。

构件许用应力 表 2.4.3.2

应力种类	许用应力符号	许用应力 (N/mm ²)
抗拉、抗压、抗弯	[σ]	$0.6\sigma_s$
抗剪	[τ]	$0.4\sigma_s$
承压面（磨平）	[σ_d]	$0.9\sigma_s$

注： σ_s —钢材屈服强度，N/mm²。

2.4.4 局部结构

2.4.4.1 起重机基座和支撑结构的强度校核应满足 CCS《船舶与海上设施起重设备规范》第3章的适用要求。

2.4.4.2 直升机甲板设施（如有时）的设计、构造和布置及安全要求应满足国际民航组织和设施所在海域国家民航主管机关以及海事主管机关的有关条令。

2.4.4.3 制氢装备的基座和支撑结构应按所有适用工况的静动载荷进行结构强度校核。

第5节 定位系泊系统

2.5.1 一般要求

2.5.1.1 本节适用于具有定位系泊系统的海上浮动制氢设施。

2.5.1.2 定位系泊系统设计可采用冗余式和非冗余式，一般包括辐射式悬链状系泊系统、张紧式系泊系统和单点系泊系统等型式。

2.5.1.3 冗余式定位系泊系统的设计工况应包括完整自存工况、破损自存工况和瞬态自存工况，其定义可参照 CCS《海上浮动设施入级规范》第9篇第7章第3节的适用要求。

2.5.1.4 非冗余式系泊系统是指在破损系泊状态下海上浮动制氢设施无法满足系泊索设计衡准的设计要求，但在完整系泊状态具备更高安全系数的一种定位系泊系统。

2.5.1.5 定位系泊系统分析结果可以通过计算分析或模型试验方法得到。

2.5.1.6 定位系泊系统的设计寿命应与海上浮动制氢设施设计寿命一致。

2.5.1.7 系泊索通常采用锚链、钢丝绳和合成纤维缆或其组合。

2.5.2 环境条件及环境载荷

2.5.2.1 海上浮动制氢设施定位系泊系统设计环境条件参数选取可参照本指南第2章第3节的相关要求。

2.5.2.2 当采用模型试验确定环境载荷和系泊状态的海上浮动制氢设施运动时，试验模型的水上或水下形状应能表征实际的浮式结构物，并适当考虑其他附件的影响。模型试验的流动特征应与实际海上浮动制氢设施相同，模型试验的程序及方法应与 CCS 协商确定。

2.5.2.3 潮汐引起的水位变化在一定程度上会影响海上浮动制氢设施系泊系统预张力、系泊刚度等，在浅水系泊定位设计时应评估极限水位的影响。

2.5.2.4 海上浮动制氢设施的环境载荷计算和方向组合可参照 CCS《海上浮动设施入级规范》第 9 篇第 7 章第 2 节的适用要求。

2.5.3 设施偏移及系泊索张力

2.5.3.1 本节要求适用于由于风、浪和流作用引起的海上浮动制氢设施的运动偏移和系泊索张力。

2.5.3.2 海上浮动制氢设施的运动偏移和系泊索张力可以通过数值模拟分析和/或模型试验方法得到。

2.5.3.3 系泊系统分析方法可参照 CCS《海上浮动设施入级规范》第 9 篇第 7 章第 2 节和第 3 节的适用要求。

2.5.3.4 合成纤维缆应符合 CCS《材料与焊接规范》第 2 篇第 7 章第 2 节的适用要求。

2.5.4 系泊系统设计衡准

2.5.4.1 对于在设计上包含多根系泊索的定位系泊系统，通常应设计成在任一系泊索突然失效时，不会导致其他系泊索相继失效，否则按非冗余式定位系统进行设计。

2.5.4.2 海上浮动制氢设施冗余式定位系泊系统的校核应满足 CCS《海上浮动设施入级规范》第 9 篇第 7 章第 3 节的适用要求。

2.5.4.3 非冗余式定位系泊系统应采用动态分析方法进行计算，完整自存工况下锚链或钢丝绳张力的最小安全系数应不小于 2.0，纤维缆应不小于 2.18。

2.5.5 系泊设备

2.5.5.1 锚、系泊索及其附件、导向装置及掣链/缆器的材料、设计、制造及试验等均应满足 CCS《材料与焊接规范》第 1 篇第 10 章的相关要求，或公认的国家或国际标准的有关要求。

2.5.5.2 锚、系泊索、导向装置和掣链/缆器应满足 CCS《海上浮动设施入级规范》第 9 篇第 7 章第 4 节的适用要求。

第 6 节 防 腐

2.6.1 一般要求

2.6.1.1 为防止腐蚀引起的整体损坏，所有钢结构都应设有效的保护。有效的保护系统一般包括涂层、金属镀层、阴极保护、腐蚀增量或其他认可的方法。设计防腐保护系统时应特别注意装置的设计寿命和保护的可维护性。防腐涂料中的有害物质等对海洋环境的影响要特殊考虑。

2.6.1.2 阴极保护系统可以使用牺牲阳极或外加电流系统，或者联合使用。

2.6.1.3 海上制氢设施主要结构的防腐设计年限应不小于其设计寿命。

2.6.1.4 定义

(1) 飞溅区：海上制氢设施在吃水变动和波浪作用下干湿交替的外部区域。

(2) 大气区：海上制氢设施在飞溅区以上的外部区域。

(3) 全浸区：海上制氢设施在飞溅区以下的外部区域。

(4) 腐蚀增量：在设计强度以外，为补偿腐蚀损耗而增加的构件厚度。

2.6.1.5 结构外表面的防腐蚀

(1) 大气区的钢结构，应采用涂层防腐蚀。对涂装有困难的小型复杂构件，或有特殊要求的钢结构件，可采用镀层防腐蚀。

(2) 飞溅区中钢结构，应采用高效长寿命防腐涂料，且应考虑一定的腐蚀增量。

(3) 全浸区和海泥区中的钢结构，宜采用阴极保护与涂层联合防腐蚀措施。对于拟用水下检验代替坞内检验的设施，应采用高效长寿命防腐涂料，该涂料细则应交 CCS 备查。

2.6.1.6 结构内表面的防腐蚀

暴露于空气、海水或其它含腐蚀性介质环境中的钢结构的内表面，应采取涂层、阴极保护或两者联合的防腐蚀措施。

2.6.1.7 两种不同金属连接处应采取适当措施以防电化腐蚀。

2.6.1.8 涂层的设计、施工和检验应符合 CCS《船舶结构防腐检验指南》和/或国家及国际有关标准的规定，如《使用防护涂层对海上平台结构进行腐蚀控制》(NACE SP0108)、《色漆和清漆-防护漆体系对钢结构的防腐蚀保护-第 2 部分：环境分类》(ISO 12944-2)、《钢结构涂装表面处理标准》(SSPC-SP)、《海上构筑物的保护涂层腐蚀控制》(SY/T 6930)等。

2.6.2 海上浮动制氢设施防腐

2.6.2.1 拟安装在海上浮动制氢设施上的牺牲阳极的尺寸、数量及布置应满足 CCS《船舶结构防腐蚀检验指南》7.3~7.5 节的适用要求。

2.6.2.2 海上浮动制氢设施需要进行阴极保护时，可根据 CCS《船舶结构防腐蚀检验指南》附录 C 和 D 的计算方法进行牺牲阳极保护计算和外加电流阴极保护计算，或参照公认的国家或国际标准的有关要求，如《海上应用铸造牺牲阳极的冶金和检验要求》(NACE SP0387)、《铝合金牺牲阳极》(GB/T4948)等。

2.6.2.3 舱室不能使用外加电流阴极保护系统。

2.6.2.4 液舱牺牲阳极的阴极保护应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 1 章第 6 节 1.6.3 的适用要求。

2.6.2.5 所有专用海水压载舱保护涂层的设计、施工和检验应满足 CCS《实施 IMO〈所有类型船舶专用海水压载舱和散货船双舷侧处所保护涂层性能标准〉暂行指南》的适用要求。

2.6.2.6 对于海上浮动制氢设施，如制氢设施设计要求不间断作业，无任何进坞计划或无进坞条件，设计者或所有者应提供作业环境下使用寿命期间的腐蚀预期，并在设计中予以考虑，并满足下列要求：

(1) 应综合考虑拟采用的腐蚀保护措施、以往的运营经验、储存液体的类型和温度等影响腐蚀的因素，对年腐蚀率进行预估。如无法提供年腐蚀率，腐蚀增量应符合 CCS《海上浮动设施入级规范》第 2 篇第 13 章第 5 节的相关要求。

(2) 底板、甲板、舷侧板的腐蚀增量不得低于 1.0mm。

(3) 飞溅区的外板应考虑额外的腐蚀增量，如没有可靠的年腐蚀率数据，可按照每年 0.4 mm 计算。

2.6.3 海上固定制氢设施防腐

2.6.3.1 海上固定制氢设施的涂层与镀层保护、牺牲阳极保护、外加电流阴极保护等防腐设计应满足 CCS《浅海固定平台建造与检验规范》第 2 篇第 10 章的适用要求，和/或国家及国际有关标准的要求，如《海上固定式石油生产钢质构筑物全浸区的腐蚀控制》(NACE SP0176)、《使用防护涂层对海上平台结构进行腐蚀控制》(NACE SP0108)等。

2.6.3.2 飞溅区的设施结构除采用适当的涂层保护措施外，其结构设计还应考虑适当的腐蚀增量。结构腐蚀增量应根据设施设计使用年限，钢材年平均腐蚀量以及防腐系统的保护效率来确定。在无法确定上述参数时，飞溅区结构的腐蚀增量可按照每年 0.3 mm 计算。

第3章 氢系统

第1节 一般规定

3.1.1 一般要求

3.1.1.1 本章的目的是为海上水电解制氢相关系统的设计、布置等提供标准，并使其对海上设施、人员和环境的风险尽可能降至最低。

3.1.1.2 本章要求仅适用于碱性水电解制氢和质子交换膜（PEM）水电解制氢。对于碱性水电解制氢，除非设计为在海洋摇摆环境下不会发生氢氧混合，否则不应用于浮式设施。

3.1.1.3 氢系统和设备的布置应便于操作人员进行日常检查、维护。

3.1.1.4 对于可能导致危险的超压故障，例如氢气管路破断或垫片破裂，应通过合适的压力释放装置和紧急切断（ESD）系统进行保护。

3.1.1.5 氢系统的设计应使得相关处所内发生氢气积聚和火灾爆炸的可能性降至最低。

3.1.1.6 应设有对制氢系统、氢气纯化系统以及氢气压缩系统关闭后或启动前进行惰性气体置换吹扫的装置或措施，应能通过惰性气体置换吹扫避免储氢罐内形成可燃气体环境。

3.1.1.7 制氢系统的设计应尽量避免正常运行过程中的氢放空，若无法避免，在现场条件允许、氢排放速率较低或排放量较小时的情况下可允许放空，但氢放空管出口至少应满足本章第4节中储氢罐透气出口的布置要求，且满足以下要求：

（1）不同压力的放空管不应直接联通，应分别引至放空总管。多个放空管引至放空总管前，应在每个放空管上设置止回阀。对于工作压力显著低于制氢系统工作压力的设备，其放空管路的设计应考虑背压的影响。

（2）管口至少应高出水平范围10米以内的设施最高点2米以上，且应高出所在甲板5米以上。

（3）如按照（1）、（2）布置存在困难，也可通过气体扩散分析确定布置距离，气体扩散分析结果应经CCS认可。

（4）若放空口排出的氢气可以预见会对风机、起吊设备等高耸设备产生影响，应进行气体扩散分析，并根据分析结果消除相关风险。

3.1.1.8 制氢系统的氧放空管应与氢放空管独立，其出口应尽可能远离氢放空出口和明火，并高出所在甲板4米以上。

3.1.1.9 氢管路和设备中的安全阀泄放应连接至设施上的氢透气系统，透气口的布置应符合本指南3.5.1.8-3.5.1.10的相关规定。

3.1.1.10 应在下述可能出现氢泄漏的位置设置氢浓度监测：

（1）储氢罐处所、氢气纯化和压缩系统所在处所、制氢处所内；

（2）其他含有氢气管路、氢气设备的机器处所内；

（3）双壁管内外层管之间（如有）；

（4）气锁间内（如有）；

（5）制氢系统的辅助系统介质出口处或膨胀水箱内；

（6）制氢循环冷却水系统供应装置；

（7）气体阀件单元处所（如有）；

（8）可能存在氢气的处所的通风进口；

（9）可能存在氢气泄漏和积聚风险的区域。

3.1.1.11 基于冗余的考虑，气体探测器应为两个互相靠近且独立的探测器。如探测器具备自检功能，则允许使用一个探测器，并应备有替换件以便及时更换。气体探测器的布置

应考虑氢气的扩散特性，可参考公认标准¹的相关要求执行。应为固定式氢气探测系统及相应的报警和安全系统提供应急供电。

3.1.1.12 控制室内应能显示状态监测及报警信息。

3.1.1.13 监测到氢气浓度高于 1%（体积分数）时，应进行报警。监测到氢气浓度超过 2%（体积分数）时，安全系统应能关闭受影响的氢系统，并自动关闭所有用于隔离泄漏点的阀门，系统关闭后内部的氢气和氧气应能自动放空。向制氢系统供应碱液/纯水的系统也应自动关闭。

3.1.2 材料与管路

3.1.2.1 与氢接触的所有组件使用的材料应具有抗氢脆性和抗氢侵蚀性。

3.1.2.2 工作压力不超过 30MPa 的氢气瓶材料应符合 CCS 接受的标准²的要求，并满足气瓶相关安全技术规范³的有关规定。

3.1.2.3 工作压力超过 30MPa 的氢气瓶材料可参照 CCS 接受的标准⁴执行，并满足气瓶相关安全技术规范⁵的有关规定。

3.1.2.4 氢气管路应选用无缝钢管，材料应选用奥氏体不锈钢。氢气管道选材应与管路设计压力相适应，如管道设计压力大于或等于 20MPa，则管道材料可采用 S31603、S31608 不锈钢；如管道设计压力大于或等于 35MPa，则管道材料可采用 S31603 或其他已试验证实具有良好氢相容性的材料。

3.1.2.5 氢气管路应满足以下要求：

- (1) 不应穿过制氢处所、氢气纯化和压缩系统所处所和储氢处所以外的封闭空间；
- (2) 全焊透；
- (3) 尽量减少接头的数量；
- (4) 对于阀门、法兰、密封件等可能出现氢气泄漏的位置，应设置固定式氢气探测器。
- (5) 如穿过制氢处所、氢气纯化和压缩系统所处所和储氢处所以外的其他封闭空间，该空间内的氢管路应使用双壁管设计。

3.1.2.6 若公称通径小于或等于 25mm 的氢气管路确实无法采用全焊透连接，则非全焊透连接的接头应尽可能少，并应将这些接头集中布置在氢气阀件单元处所中。氢气阀件单元处所的通风、惰化及监控应满足双壁管的要求。

3.1.2.7 应按照 CCS 接受的标准⁶对氢气管路进行颜色标识。

3.1.2.8 位于露天甲板的氢气管路应予以保护，以防止意外机械损伤。

3.1.2.9 对于高温或低温的管路，应进行隔热设计。

3.1.2.10 氢气管路的布置和安装应具有必要的挠性，以保持管路在实际工作状况下的完整性，并考虑疲劳存在的可能性。

¹ GB/T 50493-2019《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》。

² 关于气瓶产品的国际标准、国家标准及行业标准。如 ISO11114《气瓶-气瓶和瓶阀材料与盛装气体的相容性》、ISO9809《气瓶-可重复充装的无缝钢管气瓶-设计、结构和试验》系列标准、GB/T5099《钢质无缝气瓶》系列标准和 GB11640《铝合金无缝气瓶》等。

³ 参见 TSG23-2021《气瓶安全技术规程》。

⁴ 如 ISO19881《气态氢-陆地车辆燃料容器》和 GTR13《氢和燃料电池汽车全球技术法规》、GB/T35544《车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶》等

⁵ 参见 TSG23-2021《气瓶安全技术规程》。

⁶ 参见 GB3033《船舶与海上技术-管路系统内含物的识别颜色》和 ISO14726《船舶与海上技术-管路系统内含物的识别颜色》等。

3.1.2.11 氢气、氧气的管子、附件、接头和阀件应满足 CCS《海上移动平台入级规范》中 I 级管系的要求。

3.1.2.12 氢气管路厚度和强度应满足公认标准的要求。

3.1.2.13 暴露于腐蚀环境的氢系统设备零部件应采用耐腐蚀的材料制成，或采取有效的防腐措施。

3.1.3 氢系统处所

3.1.3.1 本条中氢系统处所指安装氢气管道、设备、容器等的围蔽处所或半围蔽处所。

3.1.3.2 氢系统处所的形状应尽可能的简单，以避免可燃气体体积聚。处所上方支撑结构应布置在外部，处所内顶部应保持平滑，且能向上倾斜至通风口。

3.2.3.3 氢系统处所与其他围蔽处所的限界面应保持气密。

3.2.3.4 如设置从开敞甲板直接通向氢系统围蔽处所的独立通道不可行时，则应在进入氢系统围蔽处所前设置气锁间¹。

第 2 节 制氢系统

3.2.1 一般要求

3.2.1.1 制氢系统应与设施运动响应状况相匹配，并考虑运动响应超过制氢系统接受状况时的分级关断。

3.2.1.2 应能通过相应措施将制氢系统中的氢气安全排出。可允许制氢系统停止运行后，在不发生电解的条件下进行内部液体循环，以充分排出系统内的氢气。

3.2.1.3 应能远程和在制氢处所外部易于到达的位置关闭制氢系统。

3.2.1.4 制氢系统的监控应至少包括以下内容：

- (1) 水电解槽温度；
- (2) 碱液/纯水系统液位；
- (3) 碱液/纯水系统流量；
- (4) 水电解槽氢气、氧气两侧压力；
- (5) 氢中氧含量；
- (6) 氧中氢含量；
- (7) 直流过电流/直流电源故障；
- (8) 控制系统故障；
- (9) PEM 水电解制氢系统纯水导电率（如有时）；
- (10) 循环冷却水系统流量、温度。

上述相关参数异常时应进行就地和远程报警，碱液/纯水系统液位过低或过高、水电解槽出口温度过高、氢氧两侧压力过高、氧中氢含量过高以及氢中氧含量过高时应自动停止氢系统运行。

3.2.1.5 氧中氢和氢中氧含量的监测应设置在水电解槽出口端和氢气氧气管路内。对于水电解槽与气液分离器一一对应的情况，可接受仅在氢气氧气管路内进行氧中氢和氢中氧含量的监测。

3.2.1.6 对于氢氧分离器底部连通的气液处理装置，应设置液位传感器，液位低时发出

¹ 气锁间应由两扇能确保气密的钢质门组成，此类门应是自闭式的，无任何门背扣装置，能保持过压，它们之间距离至少为 1.5 m，但不大于 2.5 m。

听觉和视觉报警及远程报警，液位低低时自动停止氢系统运行。

3.2.1.7 若制氢系统能够在所有工作条件下均能迅速隔离并停止电解槽运行，则电解槽可不视作点火源。

第 3 节 氢气纯化系统

3.3.1 一般要求

3.3.1.1 氢气纯化系统宜布置于开敞甲板，并采取下列措施：

- (1) 保护氢气纯化系统及其管路免受损坏；
- (2) 设置防撞（如需要）和防护围栏，并设置明显的禁火标志；
- (3) 确保适当的排水。

3.3.1.2 如氢气纯化系统位于结构舱室或围蔽处所内，则应符合下列要求：

- (1) 氢气纯化处所的限界面包括出入口应为气密型；
- (2) 氢气纯化处所应设有从开敞甲板进入的独立通道，该通道应不用于任何其他处所。

3.3.1.3 氢气纯化系统应设置过压保护装置，系统内应设有压力监测，在压力达到设定高压力时发出听觉和视觉报警及远程报警。

3.3.1.4 氢气纯化器出口处应设置微氧分析仪和露点分析仪，氢气纯化器脱氧塔、干燥塔应设有温度传感器，超出设定阈值时应发出听觉和视觉报警及远程报警。氢气纯化器出口氧浓度过高时应自动停止氢系统运行。

第 4 节 氢气压缩系统

3.4.1 一般要求

3.4.1.1 氢气压缩系统的布置和超压防护应满足本章第 3 节 3.3.1.1 至 3.3.1.3 的要求。

3.4.1.2 氢气压缩机的选型和数量应根据进气压力、排气压力、氢气纯度和用氢量或使用特性确定。

3.4.1.3 应在氢气压缩机的进气管与排气管之间设置旁通管路。

3.4.1.4 氢气压缩机前后均应设置氢气缓冲罐（或储氢罐）。数台氢气压缩机并联从同一氢气管道吸气时，应采取措施确保吸气侧为正压。

3.4.1.5 如压缩机/泵由穿过舱壁或甲板的轴驱动，则舱壁贯穿件应为气密型，以防止可燃气体泄漏至轴动力所在舱室。

3.4.1.6 若 3.4.1.5 所述压缩机/泵装在舱内，其驱动轴的填料函、轴承和泵壳应装设温度传感装置，在温度达到设定温度时发出听觉和视觉报警及远程报警。

3.4.1.7 氢气压缩机至少应设置如下参数监测，并在远程控制室显示：

- (1) 出口处应设置温度、压力传感器；
- (2) 进口处应设置压力传感器；
- (3) 滑油应设置温度、压力传感器；
- (4) 冷却水系统应设置温度、压力传感器。

第 5 节 储氢系统

3.5.1 一般要求

3.5.1.1 储氢罐与设施系统连接时，其应固定在甲板上。储氢罐的支撑和固定装置应根据设施最大预期静态和动态倾角以及最大的加速度预期值进行设计，并考虑设施特性和储氢罐位置。储氢罐支撑构件应能防止罐体的移动。

3.5.1.2 储氢罐的布置应使其在设施上发生碰撞的概率降至最低。

3.5.1.3 每一储氢罐外壳应按照相关规范设置电气接地措施，接地点不应少于 2 处。

3.5.1.4 如储氢罐存放在开敞甲板，则应采取下列措施：

(1) 尽可能布置在较高的位置；

(2) 尽可能布置在主风向的下风向；

(3) 确保有足够的自然通风，以防止逸出的气体积聚；

(4) 设置机械防护，使其免受损坏；

(5) 设置明显的禁火标志；

(6) 设置遮阳或其他等效措施，防止阳光直射。若储氢罐经特殊设计可承受阳光直射，经 CCS 同意可免设遮阳措施。

3.5.1.5 储氢处所应设置直接从开敞甲板通往该舱室的独立通道。如设置独立通道不可行时，则应设置气锁间¹。

3.5.1.6 每个储氢罐应就地设置压力表，压力表上应清晰标明储氢罐允许的最高压力，在遥控位置（如远程控制室等）应设置压力显示。此外，应设置就地和远程的压力高报警，且应在储氢罐达到允许的最高压力前自动停止氢系统运行或切换至其他独立储氢罐。

3.5.1.7 储氢罐应设有温度传感器，温度过高时发出高温报警并自动停止氢系统运行。

3.5.1.8 储氢罐安全泄放装置的气体出口应连至氢透气系统，氢透气系统的出口设置应满足下列要求：

(1) 此系统的构造应能使气体排放不受阻碍且垂直向上排出；

(2) 布置成能使水或雪进入透气系统的可能性减少至最低限度；

(3) 透气管出口的高度应高出露天甲板通常不小于设施宽度的 1/3 或 6 米，取其大者，并高出工作区域和走道 6 米；

(4) 透气出口应位于距离非危险处所的空气进口或开口及机器设备的废气出口不小于 10 米处。

3.5.1.9 如透气口按照 3.5.1.8 布置存在困难，也可通过气体扩散分析确定布置距离，气体扩散分析结果应经 CCS 认可。

3.5.1.10 若透气出口排出的氢气可以预见会对风机、起吊设备等高耸设备产生影响，应进行气体扩散分析，并根据分析结果消除相关风险。

3.5.1.11 透气系统应设有防止火焰进入储氢罐的装置。

3.5.1.12 使用氢气瓶之外的其他储氢方式时，应进行风险评估并经 CCS 认可。

3.5.1.13 若使用氢气瓶瓶组单元，除压力释放系统外，氢气瓶瓶组单元中每个气瓶均应在任何情况下通过阀件断开管路。任一气瓶的管路断开都不应影响其他气瓶的可用性。

3.5.1.14 氢气瓶瓶体及瓶阀的结构和材料应满足气瓶相关安全技术规范²的有关规定。任何与氢气接触的瓶阀材料，应与瓶内所充装的气体具有相容性。

3.5.1.15 氢气瓶的许用压力不得低于最高工作压力，其中许用压力为氢气瓶在基准温度（15°C）下定充装压力的 1.25 倍。

3.5.1.16 氢气瓶瓶口应装设温度驱动安全泄压装置和截止阀。安全泄压装置应满足气瓶相关安全技术规范³的有关规定。

¹ 空气闸应由两扇能确保气密的钢质门组成，此类门应是自闭式的，无任何门背扣装置，能保持过压，它们之间距离至少为 1.5 米，但不大于 2.5 米。

² 参见 TSG23-2021《气瓶安全技术规程》。

³ 参见 TSG23-2021《气瓶安全技术规程》。

3.5.2 移动式储氢罐的补充要求

3.5.2.1 应在风险评估中考虑使用移动式储氢罐所带来风险，至少应考虑以下危险场景：

- (1) 与氢系统的连接和断开；
- (2) 使用起重设备进行装载/卸载，包括装卸过程中可能造成的损坏；
- (3) 非装卸货期间设施固定的失效；
- (4) 储氢罐在不同场景下的压力泄放；
- (5) 储氢罐监测控制系统与设施连接故障。

3.5.2.2 移动式储氢罐支撑构件的设计应满足其预定的用途。

3.5.2.3 应提供在移动式储氢罐连接意外断开或破裂时可限制氢泄漏量的装置。

3.5.2.4 移动式储氢罐的控制和监测系统应集成到设施的控制和监测系统中。可移动式储氢罐的安全系统应集成到设施的安全系统中（例如储氢罐阀件关闭系统、泄漏/气体探测系统）。

3.5.2.5 移动式储氢罐的安全泄放装置应与设施的固定透气系统连接。

3.5.2.6 移动式储氢罐的设计应考虑起重过程中的负载（包括起吊、意外跌落、碰撞等），应提供适当的配件，以方便储罐固定以及起重操作。移动式储氢罐的装卸应在不拆除结构设备的情况下进行。

3.5.2.7 移动式储氢罐的装卸、固定及连接操作的人员应经过培训并具备能力。

3.5.2.8 移动式储氢罐装卸过程中应尽量减少其他操作，除非在风险评估中有所考虑。

3.5.2.9 当氢系统处于活动状态时，不应进行移动式储氢罐的装卸作业。

3.5.2.10 如采用移动式储氢罐装卸以外的方式进行氢转运，应经风险评估并经 CCS 认可，储氢罐氢外输管路的布置和设计应考虑与接收端相匹配。

第 6 节 风险评估

3.6.1 一般要求

3.6.1.1 海上制氢设施应进行风险评估。

3.6.1.2 风险评估应考虑氢系统整个生命周期相关的所有可预见的故障和风险，以确保安全措施能涵盖所有因安装氢系统对海上设施上的人员、环境、结构强度或海上设施完整性产生的风险。在任何合理并可预见的故障发生后，应考虑与安装、操作以及维护相关的危险，包括爆炸危险和火灾危险。

3.6.1.3 风险评估应充分考虑氢的泄漏扩散特性和燃烧爆炸特性，以及发生泄漏后可能导致的人员低温/缺氧损伤、船体低温/腐蚀损伤等。

3.6.1.4 应使用 CCS 接受的标准¹和分析方法对风险进行评估，应至少涵盖部件损坏、人员操作的影响、天气的影响、电气故障、非预计发生的化学反应、偶然的氢气点燃、起火、爆炸和断电。评估应确保尽可能消除风险，不能消除的风险应尽可能的予以减轻。

3.6.1.5 可以使用多种风险评估技术。危险源识别分析（HAZID）技术和/或危险与可操作性分析（HAZOP）技术可以用来识别可能对人员、环境和设备造成的潜在风险。故障模式和影响分析（FMEA）技术可以用来分析单一故障不会导致不可接受的后果。故障树分析（FTA）技术在系统设计阶段可用于判明潜在故障，在系统使用维修阶段，可用于故障诊断、改进维修方案。

3.6.1.6 应按照 CCS《油气定量风险评估指南》对氢的火灾和爆炸场景进行定量风险评估（QRA），并按照风险评估结果消除或尽量降低相关风险。若风险评估采用除该指南第 4 章 4.1.1 要求以外的失效频率数据库，应经 CCS 同意。

¹如：CCS《油气定量风险评估指南》，ISO31010《风险管理——风险评估技术》等。

第 4 章 机械装置与系统

第 1 节 一般规定

4.1.1 一般要求

4.1.1.1 除本节已有规定外，海上浮动制氢设施的机械装置与系统应满足 CCS《海上浮动设施入级规范》（2023）第 5 篇的适用要求；海上固定制氢设施的机械装置与系统应满足 CCS《海上固定平台入级与建造规范》第 3 篇和《浅海固定平台建造与检验规范》第 7 篇的适用要求。

4.1.1.2 除相应规范规定的功能要求外，针对制氢设施的特点，机械装置与系统还应具有如下功能：

(1) 设备的选型适宜制氢系统的要求；

(2) 应有防止机械装置与系统油污泄漏至设施服役区域的措施。

4.1.1.3 应采用高可靠性、少维护的机械设备。

4.1.1.4 所有具备远程遥控功能的系统与设备都应设有就地/远程控制模式转换功能。

4.1.1.5 与海水接触的机械设备、部件所使用的材料、涂料应考虑服务区域所处环境和防腐的影响。

4.1.1.6 应对设施上的机械设备、管路的振动、甚至引起的结构共振采取必要的减振措施。

4.1.1.7 所有工作区、走道的地板表面及梯子表面等人员经常通过的地方，均应考虑防滑措施，以保证人员的安全。

4.1.1.8 工作区域的人员走道均应设置可靠的安全防护栏杆，并装设踢脚板或等效设施，护栏高度不得低于 1 米，防护栏杆的设置应考虑到防止人员滑倒后滑入海中的风险。

第 2 节 泵送系统

4.2.1 海水系统

4.2.1.1 设施设置的海水系统应能满足设施冷却系统、消防系统、海水淡化系统和电解制氢系统等的使用。

4.2.1.2 为制氢系统提供生产用的海水，除中断供水将造成较大损失者外，可采用一路供水。

4.2.1.3 海水冷却管系应至少有 2 台独立动力的海水冷却泵，在任何一台泵失效时，其余泵的排量应满足制氢系统冷却用水的需要。海水冷却泵应连接不少于两个通海海水吸口，而海水吸口尽可能分布于设施的两舷，任一台冷却泵均可自任一海水吸口吸取海水。

4.2.1.4 柱稳式制氢设施海水泵的布置应保证当设施上任一水密舱室浸水时，都不能使两台海水冷却泵同时失去效用。

4.2.1.5 为制氢系统提供海水的系统应设置断水保护和报警装置。

4.2.1.6 制氢系统的冷却水排水，应设水流远程监测装置。

4.2.2 压载系统

4.2.2.1 设施上危险区的压载系统应与非危险区压载系统分开设置。

4.2.2.2 允许采用有效控制的自流压载。自流压载应符合《海上浮动设施入级规范》第 10 篇第 5 章第 3 节 5.3.3.1 (1)。

4.2.2.3 压载系统应能在 3h 内，使完整状态的海上浮体式制氢设施从最大作业吃水调

整至强风暴吃水或达到 CCS 批准的吃水差。如能准确提供权威的风暴预报时间，并将风暴预报及接收的要求、操作规程明确在操作手册中，则压载系统的能力应在风暴到达设施 3h 前，使完整状态的海上浮制氢设施从最大作业吃水调整至强风暴吃水或达到 CCS 批准的吃水差，且具备整个压载过程应在 6 h 内完成的能力。

4.2.2.4 压载系统应在规定的破损条件下操作，并能在其中一个泵不工作不考虑附加压载的情况下，使设施恢复到无纵倾和安全吃水的状态。经 CCS 同意，可允许用反向进水作为一种操作方法。在破损后的压载系统的可操作性时，不应考虑将反向进水作为提高压载泵的吸入水头的措施。

4.2.2.5 对于柱稳式海上浮制氢设施，压载泵均应从应急电源供电。压载系统应急供电设置应使压载系统在其主供电系统中任一部件失效后，能将设施从设备应满足的最大安全倾角恢复到水平纵倾和安全吃水的状态。

4.2.2.6 一次压载后不需要再次调载的海上浮制氢设施：

- (1) 应至少配置一套动力压载泵，同时考虑此泵的可移动性和使用性；
- (2) 动力压载泵的能力应满足风暴来临时，使设施处于抵抗风暴的吃水状态；
- (3) 如风暴来临时不需要调载，则可配置手动压载泵；
- (4) 如压载物不是水，则应根据调载需求，进行配置相应的设备。

4.2.3 舱底系统

4.2.3.1 设施上水电解制氢系统的舱底系统应与设施其他舱底系统分开设置。

4.2.3.2 设施设置的舱底水柜或污水水柜应设置放空管，放空管应装设防火网，放空管位置应设置在安全地点。

4.2.3.3 设施油类舱柜及装有其他易燃液体舱柜的空气管应设防火网。

4.2.3.4 对于海上浮制氢设施，机器处所在满足下列条件时，经 CCS 同意，可允许免设应急吸口（通过压载下潜的方式躲避台风的设施除外）：

- (1) 设施上最大排量的泵可以用于舱底水系统；
- (2) 机器处所在任何时候均能通过两个独立的、设置在不同处所的舱底系统进行排水；
- (3) 机器处所设置舱底水位监测和报警系统；
- (4) 机器处所的污水井格栅应设置在人员易于到达处所，且易于巡检到，避免被污堵。

4.2.3.5 针对设置固定式舱底水系统的柱稳式海上浮制氢设施的附加要求：

- (1) 至少有 1 个舱底泵应能遥控和就地控制；
- (2) 所有泵舱舱底水吸入阀应能遥控和就地控制；
- (3) 下壳体内泵舱应设置两套独立的远程舱底水高位声光报警系统。

4.2.4 开排系统

4.2.4.1 制氢系统的生产废液，应密闭排放至专门容器中，运回陆地处理。

4.2.4.2 制氢系统的设备及管道内的冷凝水应经排水水封排至室外。水封上的气体放空管，应引至安全地点。

4.2.4.3 开排系统应能防止可燃气体从危险区窜至非危险区或从危险较高的处所窜至危险较低的处所。

4.2.4.4 为防止危险区与非危险区之间发生串通的水封其高度不应低于 300 mm；其他水封的高度不应低于 150 mm；不应使用止回阀来代替水封装置。

4.2.4.5 水封的布置应考虑周围环境的影响，避免因干燥、热烤等因素导致水封失效。

4.2.4.6 泄放口应设在油盘、地板、甲板的最低点以防止漏泄的液体、冲洗水或雨水在油盘中或地板上的积聚。泄放口上应设格栅或孔板。

4.2.4.7 排放管路向排放方向的安装坡度一般不应小于 10 mm/m。

第 3 节 舱柜透气系统、溢流和测量系统

4.3.1 舱柜透气系统

4.3.1.1 所有常压储液舱柜、隔离空舱和管隧都应装设空气管，必要时轴隧也应装空气管。空气管应从舱柜顶部引出并远离注入管。

4.3.2 溢流系统

4.3.2.1 对于用泵通过注入总管灌装的所有舱柜，每一个舱柜的空气管的总横截面积，应比各自注入管的有效截面积至少大 25%。相应于空气管高度的液体压头大于该舱柜所能承受的压力，或空气管的截面积小于注入管有效截面积 25%时，则所有用泵灌装的舱柜，均应装设溢流管，且溢流管上不应装设截止阀或旋塞。

4.3.2.2 制氢系统中的电解液，如碱液等，其溢流管应引向专门的有足够容积的收集柜或循环利用。

4.3.2.3 为达到本节规定的目的也可在液柜上设有高液位报警及超高液位停止注入源的装置来代替溢流管，并经 CCS 同意。

4.3.2.4 燃油和滑油舱柜的溢流管，应引向有足够容积的溢流柜或预留有溢流空间的储存舱柜。

4.3.2.5 没有回收价值，不造成污染的溢流液体可直接排入海中。

4.3.3 测量系统

4.3.3.1 测量系统设置的原则：

- (1) 测量液舱/柜储量；
- (2) 测量不易经常接近的污水井的水位；
- (3) 测量水密的空舱是否漏入液体。

4.3.3.2 凡是装设液面遥测系统的液舱（柜），均应备有测量管。如设置两套独立的液面遥测装置，则可免设测量管。

4.3.3.3 海上制氢设施设置的具有压载功能的舱室应设置液位遥控测量系统。

第 4 节 机械设备布置

4.4.1 一般要求

4.4.1.1 设施机械设备，应满足在设施海洋环境条件下进行正常工作和安全操作。

4.4.1.2 海上浮动制氢设施机械设备的布置，应满足在设施规定的静倾条件下进行正常工作和安全操作。

4.4.1.3 机械设备宜有功能识别标志，管系宜按公认的国际、国内或行业标准进行颜色和流向标识，电缆宜设有耐久的识别标签。

4.4.1.4 需要人员操作、调试和维修检查的设备或部件（如阀件和仪表），其安装位置应便于人员进行上述活动。

4.4.1.5 机械设备通常应设置在非危险区内，如不可避免，则设备应满足危险区内防爆设备的防爆要求。

4.4.2 材料

4.4.2.1 暴露于腐蚀环境的零部件应采用耐腐蚀的材料制成，或采取有效的防腐措施。

4.4.2.2 海上制氢设施上禁用石棉材料。

4.4.3 布置与安装

4.4.3.1 应采取措施以防止可燃油从泵、分油机、滤器及其他可拆卸的接头处漏泄飞溅至高温表面。凡可能漏油的地方（如不构成船体结构部分的油柜、油泵、油滤器、油燃料装置的下面）均应设置集油盘并引至收集容器内。

4.4.3.2 油柜不应设在烟道、排气管、消音器及其他热源的上方，如不可避免则应采取措施防止可燃油类滴落在热表面上。

4.4.3.3 在寒冷和严寒地区，室外设备应根据具体情况采取相应防冻措施。

第 5 节 通风系统

4.5.1 一般要求

4.5.1.1 通风系统的设计应能满足各类处所人员呼吸、燃烧、排除有害气体和散热用风的需要。

4.5.1.2 制氢设施上各个处所的通风系统应能防止火灾和烟气通过通风导管漫延, 及避免出现任何气体积聚的可能性。

4.5.1.3 浮动设施处于正常动倾、静倾和假定破损的情况下, 不能通过进排风口使处所浸水。

4.5.1.4 划分为危险区的处所应具有合格的通风, 危险区的通风系统应独立于非危险区通风系统。

4.5.1.5 通风系统的设计及布置应避免通过通风导管使危险区内的可燃气体扩散到非危险区, 或使较高级别危险区内的可燃气体扩散到较低级别的危险区。

4.5.1.6 通风系统应设有风机的应急停止装置。

4.5.1.7 空舱等人通常不进入的处所, 当人员进入时, 应进行有效的机械通风, 可采用水力风机或移动式风机。

4.5.1.8 有爆炸危险的处所应通风良好, 顶棚内表面应平整, 避免死角。

4.5.1.9 对于有害气体可能集聚的封闭处所, 应设置平时通风和事故通风, 事故通风应与气体探测系统联锁, 当有害气体浓度超过设定值时应发出报警信号和开启事故通风。

4.5.1.10 如通风次数低于本节规定, 则应通过计算证明房间内有害气体的浓度不至于造成人员伤害和火灾爆炸, 同时房间应设置气体探测报警和连锁装置。

4.5.1.11 服务于危险区或有毒气体处所的通风风机及风机电源应设置备用, 当一组通风风机失效时仍能提供 100% 的通风能力; 当一组风机发生故障时, 应自动报警和自动切换至另一组风机。

4.5.2 进排风口的布置

4.5.2.1 围蔽处所的室外进风口与出风口的布置应能保证排出的气体不被进风口吸入。

4.5.2.2 围蔽处所的室内进风口与出风口的布置应能防止短路循环并使整个处所进行有效的通风。

4.5.2.3 围蔽处所的室外进风口应设在非危险区, 并应离开危险区 3 米的距离, 以防吸入氢气等可燃气体。

4.5.2.4 围蔽的制氢处所、氢气压缩处所、氢气储存处所、蓄电池间等的室外排风口应远离围蔽的非危险处所的一切开口和远离一切有引燃源的设备。

4.5.2.5 有氢气泄漏风险处所的进风口宜设于处所底部, 出风口宜设于墙体顶部或处所顶部且应引到安全区域。

4.5.3 空调系统

4.5.3.1 所有的空调设备应适宜海洋环境。

4.5.3.2 空调系统应按公认的标准进行设计和制造。

4.5.3.3 每个处所的室温应能单独进行调节。

4.5.3.4 设备选型和空气流速的设计应考虑使噪音减至可接受的范围内。

4.5.4 机器处所

4.5.4.1 所有的机器处所都应有有效的通风, 以防有害气体的积聚和缺氧。

4.5.4.2 柴油发电机所在处所的通风应独立设置。

4.5.4.3 通风导管内的流速的设计应考虑到噪音在可接受的范围内。

4.5.4.4 控制站、配电板间等对温度有要求的处所，应设置空调或风机，并考虑适当的冗余。

4.5.5 制氢处所

4.5.5.1 任何用于制氢处所通风的管道不应用于任何其他处所。

4.5.5.2 制氢处所的通风设计，应足以在因技术故障而导致的所有最大可能泄漏情况下，将平均气体爆炸浓度稀释到爆炸下限的 25% 以下。制氢处所应设置平时通风和事故通风，平时通风次数至少每小时 12 次，事故通风次数至少每小时 30 次。

4.5.5.3 当制氢处所通风失效或失去负压时，水电解制氢系统应自动、受控地关闭并安全的排出制氢系统中的氢气。

4.5.6 氢气压缩处所和氢气储存处所

4.5.6.1 氢气压缩处所和氢气储存处所应设置有效的负压机械通风系统，其通风能力应为每小时至少换气 30 次。

4.5.6.2 如氢气压缩设备和氢气储存设备全部或部分位于制氢处所内，则制氢处所也应满足 4.5.6.1 的要求。

4.5.7 防火防爆对通风导管及挡火闸的要求

4.5.7.1 通风进出口上设有在灭火时能够关闭风道的风闸或其他与风闸等效的关闭装置。

4.5.7.2 通风导管及挡火闸

(1) 通风导管应为不燃材料制成。

(2) 应对挡火闸包括其相关操作装置和穿过“A”级或“B”级分隔的导管贯穿件应进行耐火试验，如钢套通过铆接、法兰或焊接与通风导管连在一起，则不要求进行试验。

(3) 制氢处所及其他 A 类机器处所、电池间应设置单独的排风通风系统，所排除的空气应直接通向室外安全地点，不应穿过其他处所。排风管道应具有不易积聚静电的性能，排风系统应采取静电导出等静电防护措施。

(4) 穿过耐火分隔的通风导管应保证其所穿过的耐火分隔的完整性不遭削弱，穿过 A 级和 H 级防火分隔处应设置挡火闸。

(5) 挡火闸应能自动操作，但也应能在舱壁或甲板的两侧手动关闭。挡火闸上应装有指示器，用以显示其启闭状态，但如导管通过被 A 级或 H 级分隔包围的处所，而该处所又不使用该导管时，只要那些导管同其穿过的分隔具有同等的耐火完整性，则不必设置挡火闸。

(6) 穿过 A 级或 H 级防火分隔处的通风导管壁厚至少 3mm，长度至少 900mm，尽量保证防火分隔两侧各 450mm。如穿过防火分隔处的通风导管的壁厚小于 3mm，则应设置至少 3mm 厚，长 900mm 的钢制套管。导管或装在这些导管上的套管应设有耐火隔热物，隔热物应至少与导管通过的舱壁或甲板具有同等的耐火完整性

4.5.7.3 围蔽处所通风

(1) 围蔽的危险处所与围蔽的非危险处所相邻接时，危险处所内的气压应低于非危险处所的气压。

(2) 通风进口和出口的布置应使整个处所进行有效的通风，对于气体可能积聚和漏泄的地点应注意布置抽风口。

(3) 通风进口应设在非危险区，并应离开危险区域至少 3 米的距离。

第5章 电气装置

第1节 一般规定

5.1.1 一般要求

5.1.1.1 除本节另有规定外，海上浮动制氢设施的电气装置应满足《海上浮动设施入级规范》第6篇的适用要求，海上固定制氢设施的电气装置应满足《海上固定平台入级与建造规范》第5篇和《浅海固定平台建造与检验规范》第8篇的适用要求。

5.1.1.2 海上浮动制氢设施可根据需要设置主电源，主电源可以是发电机组、外来电源（岸电等）、蓄电池、新能源（氢能、太阳能、风能、波浪能等）。

5.1.1.3 应急电源在计及某些负载的起动电流和瞬变特性后，应至少能对下列设备（如依靠电力工作时），距岸不超过20 nmile 海域的设施供电时间为6h，距岸超过20 nmile 海域的设施供电时间为18h：

(1) 下列处所的应急照明：

- ① 每一登乘救生筏的集合地点、登乘地点及其舷外的照明处；
- ② 通达登乘救生筏集合地点、登乘地点的走道、梯道和出口处；
- ③ 机器处所、主发电站（如设有）内，包括其控制位置；
- ④ 所有控制站、机器控制室以及每一主配电板（如设有）和应急配电板处；
- ⑤ 所有服务处所内通道、梯道、出口及载人电梯内；
- ⑥ 消防泵、应急舱底泵（如设有）等处所以及这些泵的电动机启动位置。

(2) 下列设备供电：

- ① 本指南第7章第4节所要求的信号设备；
- ② 探火和失火报警系统、手动报警按钮装置；
- ③ 消防泵之一（若为应急发电机供电时）。

第2节 电气安全

5.2.1 一般要求

5.2.1.1 危险区域的照明应采用防爆灯具。灯具宜装在较低处，并不得装在氢气释放源的正上方。

5.2.1.2 在危险区内使用的电缆应是合格的适宜危险区使用的电缆。

5.2.1.3 氢系统的电力供应应稳定，如采用风能、太阳能等新能源制氢时，应设置储能电池，由储能电池向氢系统供电。

5.2.1.4 制氢模块内采用水电解制氢装置时，水电解槽的直流电源的配置，应符合下列规定：

(1) 每台水电解槽，应采用单独的晶闸管整流器或硅整流器供电。整流器应有调压功能，并宜具备自动稳流功能；

(2) 整流器应配有专用整流变压器。三相整流变压器绕组的一侧，应按三角形（ Δ 接线）；

(3) 整流装置对电网的谐波干扰，应满足本章5.1.1.1中适用规范的要求。

5.1.1.5 制氢设备下方应铺设绝缘垫或采取其他防护措施。

5.2.1.6 制氢模块内及相关区域应设置应急照明，并在灯具上有明显的标志以区别正常照明。

第 3 节 监控系统

5.3.1 视频安全监控系统

5.3.1.1 视频监控系统应对主要制氢设备、通道、出入口等重要区域以及海上制氢设施周围海域等进行有效的监视、记录与回放。

5.3.1.2 视频监控系统应与火灾自动报警系统联动，并能在远程控制中心实现画面切换。

5.3.2 远程监控系统

5.3.2.1 远程监控中心应该放在岸基终端或指定的海上设施。

5.3.2.2 远程监控系统应由本地监控单元、数据传输网和远程监控中心组成。

5.3.2.3 远程监控系统应由主电源供电。当主电源失电时远程监控系统应能自动转接到系统的备用电源，该备用电源可以采用蓄电池组，其容量应至少维持 30 min 的供电需求。若上述监控系统可能因电源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。

5.3.2.4 海上制氢设施应至少能将火灾报警信号、可燃气体报警信号、视频安全监控画面远传至远程监控中心。

第 6 章 防火与防爆

第 1 节 一般规定

6.1.1 一般要求

6.1.1.1 除满足本章要求外，海上制氢设施的防火与防爆，还应满足作业水域主管机关的相关要求。

6.1.1.2 除本节已有规定外，海上浮动制氢设施的防火防爆应满足 CCS《海上浮动设施入级规范》第 8 篇的适用要求；海上固定制氢设施的防火防爆应满足 CCS《海上固定平台入级与建造规范》第 6 篇和《浅海固定平台建造与检验规范》第 9 篇的适用要求。

6.1.1.3 对于安装在海上固定设施、浮动设施上的分布式制氢装置，除应满足所在设施相关要求外，还应满足本章中适用的要求。

6.1.1.4 制氢设施火灾爆炸发生概率和后果应能通过布置和系统设计（如通风、探测和安全措施）限制在最低水平。

6.1.1.5 防火、防爆用的主要材料、设备、装置、系统等均应经 CCS 认可。

6.1.2 功能要求

- (1) 预防火灾和爆炸的发生；
- (2) 使火灾和爆炸所产生的后果减至最低程度。
- (3) 控制氢气、氧气、氮气于密闭的系统中，防止其外溢外漏，一旦溢漏应排放到安全地点；
- (4) 把系统中必须释放的可燃气体引至安全地点进行焚烧或放空；
- (5) 限制可燃材料的使用；
- (6) 探知可能漏泄和积聚的氢气、氧气、氮气；
- (7) 对危险处所进行合格的通风以防可燃气体的积聚；
- (8) 在失火危险处所采取措施消灭引火源；
- (9) 在危险区内采取措施消灭点火源；
- (10) 探知失火危险处所内的任何火灾；
- (11) 设置和保护灭火通道；
- (12) 保证灭火设备的即时可用性；
- (13) 采用耐火分隔限制火灾蔓延；
- (14) 关断火灾和爆炸的燃料源、空气源，并在可燃气体大量漏泄时关断非防爆设备；
- (15) 制氢设施上的各功能区及重要设备有合理的布置；
- (16) 设置并保护逃生通道和救生设备。

6.1.3 定义

6.1.3.1 不燃材料：系指某种材料加热至约 750℃时，既不燃烧，亦不产生足量的可造成自燃的易燃蒸气。这是根据《耐火试验规则》所确定的。除此以外的任何其他材料均为“可燃材料”。

6.1.3.2 钢或其他等效材料：系指任何不燃材料本身或由于所设隔热物，经受标准耐火试验规定的相应曝火时间至结束时，在结构性和完整性上与钢具有同等的效能（例如，设有适当隔热材料的铝合金）。

6.1.3.3 低播焰性：系指所述表面能有效地限制火焰的蔓延，根据《耐火试验规则》来确定。

6.1.3.4 H 级标准耐火试验：系指按 ISO 834 耐火试验中规定的 H 级耐火试验。

6.1.3.5 A 级标准耐火试验：系指《耐火试验规则》中规定的 A 级耐火试验。

6.1.3.6 H 级分隔，是由符合下列要求的舱壁与甲板组成的分隔：

- (1) 它们应以钢或其他等效的材料制造；

- (2) 它们应有适当的防挠加强;
- (3) 它们的构造,应在 2 h 的标准耐火试验至结束时能防止烟及火焰通过;
- (4) 它们应用认可的不燃材料隔热,使在下列时间内,其背火一面的平均温度,较原始温度增高不超过 140 °C,且在包括任何接头在内的任何一点的温度较原始温度增高不超过 180 °C:

“H-120”级 120 min

“H-60”级 60 min

“H-0”级 0 min

6.1.3.7 A 级分隔,是由符合下列要求的舱壁与甲板组成的分隔:

- (1) 它们应以钢或其他等效的材料制造;
- (2) 它们应有适当的防挠加强;
- (3) 它们的构造,应在 1 h 的标准耐火试验至结束时能防止烟及火焰通过;
- (4) 它们应用认可的不燃材料隔热,使在下列时间内,其背火一面的平均温度,较原始温度增高不超过 140 °C,且在包括任何接头在内的任何一点的温度较原始温度增高不超过 180 °C:

“A-60”级 60 min

“A-30”级 30 min

“A-15”级 15 min

“A-0”级 0 min

(5) 主管机关或主管机关授权的组织已要求按《耐火试验规则》对原型舱壁或甲板进行一次试验,以保证满足上述完整性和温升的要求。

6.1.3.8 A 类机器处所:系指装有总输出功率不小于 375 kW 的内燃机的处所和通往这些处所的围壁通道。储能舱或储能间应看作 A 类机器处所。

6.1.3.9 机器处所:系指一切 A 类机器处所和其他内燃机、发电机和主要电动机、变配电装置、整流装置、通用机械、通风机和空调机的处所以及类似处所,和通往这些处所的围壁通道。

6.1.3.10 其他机器处所:系指除 A 类机器处所、制氢处所、氢气压缩处所、氢气储存处所以外的机器处所,包含制氢辅助机械处所和变压器处所、配电处所、整流装置处所等电气处所。

6.1.3.11 围蔽处所:系指由地板、舱壁和(或)甲板为界限的处所,可以有门和(或)窗。

6.1.3.12 半围蔽处所:系指由于具有诸如顶板、风障和舱壁等结构,致使其自然通风条件与在开敞甲板上者有显著的差异、且其布置使气体不会发生扩散的处所。

6.1.3.13 露天甲板:系指至少在其两侧和上方完全暴露在露天的甲板。

6.1.3.14 气密门:系指一种设计为在正常大气条件下能阻止气体通过的配合紧密的实心门。

6.1.4 危险区域划分

6.1.4.1 氢气危险区域划分的等级定义应符合现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB50058 的规定。

6.1.4.2 制氢处所、氢气压缩处所、氢气储存处所等围蔽处所应划分 1 类危险区;1 类危险区的门窗外应划分 4.5 米 2 类危险区,该 2 类危险区应延伸至甲板;氢气排放口应划分半径为 4.5 米的 2 类危险区,并延伸至排放口顶部以上 7.5 米空间。

6.1.4.3 上方覆盖的开敞甲板和半围蔽处所制氢装置危险区的划分应分析通风情况,再划分危险区。如充分通风,上方覆盖的开敞甲板和半围蔽处所应划分 2 类危险区,如不充分通风,则划分 1 类危险区,1 类危险区应有 4.5 米 2 类危险区的延伸。

6.1.4.4 露天甲板制氢设备、氢气储罐的危险区从设备和氢气储罐的边缘划分 4.5 米 2 类危险区,距离设备和氢气储罐顶部 7.5 米空间亦划分 2 类危险区。氢气排放口应划分半径为 4.5 米的 2 类危险区,并延伸至排放口顶部以上 7.5 米空间。

第 2 节 火灾和可燃气体探测

6.2.1 一般要求

6.2.1.1 除本节规定外,海上浮动制氢设施火灾探测系统应满足《海上浮动设施入级规范》第 7 篇第 5 章的适用规定;海上固定制氢设施火灾探测系统应满足海上固定制氢设施的电气装置应满足《海上固定平台入级与建造规范》第 6 篇第 4 章和《浅海固定平台建造与检验规范》第 9 篇第 4 章的适用要求。

6.2.2 火灾探测

6.2.2.1 设施应设置火灾探测系统,自动和人工监控失火危险处所火灾的发生,并在火灾发生时发出报警以提醒人员迅速采取后续措施,或自动触发关断动作、启动灭火系统。

6.2.2.2 火灾探测系统应具有下列功能:

- (1) 系统应能自动监控每一失火地点的火灾,尽可能探知火灾的初期阶段,探头的选取适合于处所的环境、性质和潜在的失火征兆;
- (2) 当探测到火灾时,系统应能立即动作并显示失火地点和发出声光报警;
- (3) 系统应能自动监测线路发生的故障;
- (4) 可靠性好的探测系统可自动触发关断动作,自动启动灭火系统;
- (5) 探火系统的设计应能承受一般出现的电压变化和瞬时波动、环境温度变化、振动、潮湿、冲击、撞击和腐蚀,驾驶室(集中控制室)内或临近所有电气和电子设备应做电磁兼容性试验;
- (6) 应合适地布置手动报警按钮,以便随时可用。

6.2.3 可燃气体探测

6.2.3.1 氢气检测报警仪应根据精度、可靠性、交叉敏感性、可维护性、零点漂移、检测范围、响应时间等因素选用,并应符合 GB12358 和 GB16808 规定的要求。

6.2.3.2 以下位置宜安装有固定式可燃气体检测报警仪:

- (1) 可能出现氢气泄漏或液氢溢出的位置;
- (2) 氢气可能积聚的位置;
- (3) 可能释放氢气的舱室排空口;
- (4) 可能吸入氢气的舱室吸气口。

6.2.3.3 设施上应配备便携式氢气检测报警仪,能在进入围蔽处所前测量氢气浓度。

6.2.3.4 固定式可燃气体检测报警仪和便携式可燃气体检测报警仪均应定期校验。

6.2.3.5 当空气中氢含量达到氢气爆炸下限的 25%时,氢气检测报警仪应报警。制氢系统的关断逻辑应满足本指南 3.1.1.13 的要求。

6.2.3.6 可燃气体探测应连续进行。

第 3 节 火灾的限制

6.3.1 一般要求

6.3.1.1 本节主要对和制氢装置相关处所的火灾限制进行规定,海上浮动制氢设施其他处所的火灾限制需符合《海上浮动设施入级规范》第 8 篇第 5 章的适用规定,海上固定制氢设施其他处所的火灾限制需符合《浅海固定平台建造与检验规范》第 9 篇第 3 章的适用规定。

6.3.1.2 应采用耐火分隔将设施分隔成若干个区域。

6.3.1.3 耐火分隔应根据处所的特点和对安全的重要程度合理的设置不同等级。

6.3.1.4 耐火分隔上的所有门、窗和贯穿不应削弱其耐火完整性。

6.3.1.5 耐火分隔的等级和抗冲击波强度应根据第3章第5节规定的风险评估确定。制氢处所、氢气压缩处所和氢气储存处所等可能发生氢气火灾或爆炸处所的围蔽及其他面向可能发生氢气火灾或爆炸事故的舱壁应最低采用 A-60 级防火分隔，如热负荷大于 100 kW/m² 应采用 H-60 级防火分隔。

6.3.1.6 隔开危险区与非危险区的围蔽或舱壁的结构强度应能承受爆炸冲击波。

6.3.2 舱壁和甲板材料

6.3.2.1 浮体、上层建筑、结构舱壁、甲板及甲板室应以钢或其他等效材料建造。

6.3.2.2 如结构的任何部分为铝合金，则应符合下列要求：

(1) A 或 H 级分隔的铝合金部件的隔热，除不承载负荷的结构外，在标准耐火试验的任何适用的曝火时间内，其隔热层应能使结构芯材的温度升高不超过其环境温度 200℃；

(2) 应特别注意用于支撑救生艇/筏的存放、降落和登乘区域以及支撑 A 或 H 级分隔的铝合金圆柱、支柱和其他构件的隔热要求，以保证对于支承救生艇筏区域以及 A 或 H 级分隔的构件，在标准耐火试验 1 小时末，应符合本节 6.3.2.2 (1) 规定的温升限度。

6.3.2.3 A 类机器处所的顶盖及舱棚，应为足够隔热的钢结构，其上的任何开口（如有时），均应适当布置和保护，以防止火灾蔓延。

6.3.2.4 外露的内部表面上的油漆、清漆及其他表面饰层应不致产生过量的烟及毒性产物。

6.3.2.5 A 和 H 级分隔上的所有门、门框及其在关闭时的制牢装置、其构造应尽实际可行具有等效于其所在舱壁的耐火性以及阻止烟和火焰穿过的效能。这些门及门框应由钢材或其他等效材料建造。

6.3.2.6 每个门应仅需一人即能将其开启及关闭，且应能在舱壁的两侧均可操作。

6.3.2.7 要求自闭的门不应装设门背钩，但装有故障型遥控释放设备的门背装置可以使用。

6.3.2.8 本章 6.3.2.1 规定用钢或其他等效材料制成的外部限界面，如果没有其他条文对这种界面提出 A 或 H 级完整性要求，就可以开孔，供安装窗和舷窗之用。同样，此种不要求具有 A 或 H 级完整性限界面上的门，可为其他适当材料。

6.3.3 舱壁和甲板的耐火分隔

6.3.3.1 海上制氢设施舱壁和甲板的最低耐火完整性应符合表 6.3.3.1 (1) 和 6.3.3.1 (2) 的规定。为了确定应用于相邻处所之间分隔适当的耐火完整性标准，这些处所按其失火危险程度分为下述 (1) 至 (11) 类。每类的标题只是举例而不是限制。每类前面括号内的数字，系指表中相应的“列”或“行”数。

(1) 控制站：除制氢控制间外的控制站；

(2) 制氢装置控制间；

(3) A 类机器处所；

(4) 制氢处所：指电解装置、氢气和氧气分离装置、氢气纯化装置所在的围蔽处所；

(5) 氢气压缩处所：指氢气压缩机设备所在的围蔽处所；

(6) 氢气储存处所：指氢气储罐所在的围蔽处所；

(7) 其他机器处所；

(8) 露天甲板：指不是危险区的露天甲板；

(9) 开敞甲板：指不是危险区的开敞甲板；

(10) 危险区：露天甲板或开敞甲板的危险区；非围蔽处所安装的电解装置、氢气和氧气分离装置、氢气纯化装置、氢气压缩机和氢气储罐等容纳氢气设备的危险区。

分隔相邻处所的舱壁的耐火完整性

6.3.3.1 (1)

处所	(1) 控制站	(2) 制氢装置 控制间	(3) A类机 器处所	(4) 制氢 处所	(5) 氢气压 缩处所	(6) 氢气储 存处所	(7) 其他机 器处所	(8) 露天 甲板	(9) 开敞 甲板	(10) 危险区
(1) 控制站	A-0	A-15	A-60	不得 相邻	不得相 邻	不得相 邻	A-15	*	*	不得 相邻

(2)制氢装置控制间		A-0	A-60	A-60	A-60	A-60	A-0	*	*	A-60
(3) A 类机器处所			*	A-60	A-60	A-60	A-0	*	*	A-60
(4) 制氢处所				A-60	A-60	A-60	A-60	*	*	A-60
(5) 氢气压缩处所					A-60	A-60	A-60	-	-	A-60
(6) 氢气储存处所						A-60	A-60	-	-	A-60
(7) 其他机器处所							A-0	*	*	A-60
(8) 露天甲板								-	-	-
(9) 开敞甲板									-	-
(10) 危险区										-

分隔相邻处所的甲板的耐火完整性

6.3.3.1 (2)

上部处所 下部处所	(1) 控制站	(2) 制氢装置 控制间	(3) A类机 器处所	(4) 制氢 处所	(5) 氢气压 缩处所	(6) 氢气储 存处所	(7) 其他机 器处所	(8) 露天 甲板	(9) 开敞 甲板	(10) 危险区
(1) 控制站	A-0	A-15	A-60	不得 相邻	不得相 邻	不得相 邻	A-0	*	*	不得 相邻
(2)制氢装置控制间	A-15	A-0	A-60	A-60	A-60	A-60	A-0	*	*	A-60
(3) A 类机器处所	A-60	A-60	*	A-60	A-60	A-60	A-0	*	*	A-60
(4) 制氢处所	不得 相邻	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60	*	*	A-60
(5) 氢气压缩处所	不得 相邻	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60	*	*	A-60
(6) 氢气储存处所	不得 相邻	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60	*	*	A-60
(7) 其他机器处所	A-15	A-15	A-0	A-60	A-60	A-60	A-0	*	*	A-60
(8) 露天甲板	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(9) 开敞甲板	*	*	*	*	*	*	*	-	-	*
(10) 危险区	不得 相邻	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60	*	*	A-60

备注:

① 表中“*”号处，表示分隔要求为钢质或等效材料，但不要求为“A”级标准。但是，除开敞甲板或露天甲板外，如果甲板被贯穿以供电缆、管线和通风管道，应对此类贯穿件进行密封以防止火焰和烟气通过。除非安装了固定式气体灭火系统，控制站（应急发电机室）和开敞甲板之间的分隔可以设有不带关闭装置的空气进入开口。

②表中“-”号处，表示分隔无要求或者不要求分隔。

③表中“A-60”级防火分隔的等级仅是示意该舱壁或者甲板必须采用“A”级防火分隔，最终的防火分隔等级应根据火灾爆炸模拟结果确定。

6.3.3.2 对于钢或铝结构的甲板或舱壁，其隔热应至少延伸至超过贯穿处、接头处或终止点 450mm 处。如果由 A 级标准的甲板或舱壁分隔的处所有不同的隔热等级，等级高的隔热物应在等级低的隔热物所在的甲板上至少延伸 450mm。

6.3.3.3 窗和舷窗应为永闭式的。经 CCS 批准，可允许危险区以外的窗和舷窗为开启式的。

6.3.3.4 舱门的耐火性能至少应与安装舱门的分隔耐火性能相同。

6.3.3.5 耐火舱壁上的自闭式门不应装设背钩。但是，设有故障安全型的遥控释放装置的背钩可以使用。

6.3.4 舱壁和甲板分隔的贯穿

6.3.4.1 若电缆、管子、围阱、导管等或者桁材、横梁或其他构件穿过 A 级分隔时，应采取措​​施以保证分隔的耐火性不受损害。

6.3.5 H 级分隔

6.3.5.1 预计遭受火灾的限界面，当其热负荷大于 100kW/m² 时，建议采用 H 级分隔以

代替相应的 A 级分隔。

6.3.6 限界面开口的限制

6.3.6.1 控制站、A 类机器处所、其他机器处所、制氢辅助机械处所的开门不得通向制氢处所、氢气压缩机区、氢气储存区等氢气区域，开门应位于非面向氢气区域的舱壁上，或位于处所外侧舱壁距离处所面向氢气区域的舱壁不少于 4.5 米处。

6.3.6.2 通风出口和入口以及处所舱壁的其他开口，特别是机器处所的通风口，不得位于危险区，应尽实际可能远离危险区。

6.3.7 处所的保护

6.3.7.1 控制站通常不应与危险区相邻接。如不可避免时，应进行安全分析以保证将控制站和危险区隔离开来的舱壁和甲板的防火和防爆水平足以应对可能发生的危险。

6.3.7.2 所有属于 A 或 H 级分隔的舱壁应从甲板延伸至甲板，并延伸到甲板室的侧壁或其他的限界。

6.3.7.3 梯子应用钢或等效材料建造。

6.3.7.4 只穿过一层甲板的梯道，至少应在一层甲板处用 A 级或 H 级分隔和自闭式门予以保护，以限制火焰从一层甲板迅速蔓延至另一层甲板。穿过一层以上甲板的梯道应在各层甲板处用 A 或 H 级分隔环围并用自闭式门予以保护。

6.3.7.5 封闭在天花板、镶板或衬板后面的空隙，应安装紧密且间距不超过 14 米的挡风条予以分隔。在垂直方向上，包括梯道衬板后面的空隙、围壁等在内的上述封闭的空隙应在每一层甲板处封闭。

6.3.7.6 隔热材料、管子和通风导管包套、天花板、衬板和舱壁应是不燃材料制成的。冷却系统管件的隔热材料以及与隔热材料一起使用的防潮层和粘结剂不必是不燃材料，但使用应保持在最低数量，且其外露表面应具有低播焰性。

6.3.7.7 舱壁的构架包括基板和连接件，以及衬板、天花板和挡风条，均应为不可燃材料。

6.3.7.8 走廊和梯道环围内所有的外露表面，以及控制站内隐蔽处或不易到达处的表面应具有低播焰性。控制站内外露的天花板表面也应具有低播焰性。

6.3.7.9 舱壁、衬板和天花板上可以装有可燃的镶板，这种镶板的厚度不应超过 2.5 mm；但装在走廊、梯道环围和控制站内者除外，在这些处所内，镶板厚度不应超过 1.5 mm。用于这些表面的可燃性材料在使用厚度区域内的热值应不超过 45MJ/m²。

6.3.7.10 处所内使用甲板基层敷料应为经认可的不易引燃的材料。

第 4 节 控火与灭火

6.4.1 一般要求

6.4.1.1 除本节已有规定外，海上浮动制氢设施控火与灭火应满足 CCS《海上浮动设施入级规范》第 8 篇第 6 章的适用要求；海上固定制氢设施控火与灭火应满足 CCS《海上固定平台入级与建造规范》第 6 篇和《浅海固定平台建造与检验规范》第 9 篇第 5 章的适用要求。

6.4.1.2 应根据潜在的火灾性质和危险程度，按公认规范和技术标准配备适当的消防灭火系统和设备，如消防水灭火系统、气体灭火系统、泡沫灭火系统等固定灭火系统。在安全分析的基础上，上部设施简单的制氢设施可以不设置水消防固定式灭火系统。

6.4.1.3 消防设备的位置不应因火灾的发生失去效用。手动操作的消防设备应沿逃生通道和维修通道进行布置，保证一旦着火，人员易于到达并随时投入使用。

6.4.1.4 消防及应急情况下使用的系统或设备应设有备用，如采用电源供电，应为双电源，其中一路为应急电源。

6.4.2 灭火系统配备

6.4.2.1 蓄电池间、制氢装置控制间、配电间、整流器间、变压器间等电气设备处所应选用高压细水雾、气体、气溶胶、干粉等固定式自动灭火系统进行保护。在安全分析的基础上,如果电气设备处所无带油电气设备且电缆等可燃物足够少、防火分隔设置可以防止处所的火灾蔓延到其他处所,充分考虑设施重要性和人员暴露频率后,电气设备处所可以不设置固定式自动灭火系统。

6.4.2.2 制氢处所、氢气压缩机处所、氢气储存处所等围蔽处所应选用固定式二氧化碳灭火系统或固定式干粉灭火系统。如采用其他类型介质的固定式灭火系统,应证明灭火介质与氢气特性、温度、压力等工况相适应。在氢气泄漏源未被切断前,不得启动固定式灭火系统。

6.4.2.3 半围蔽处所或开敞甲板或露天甲板设置的氢气压缩机、氢气储罐应选用消防炮冷却系统或固定式消防水冷却系统进行保护。在氢气泄漏源未被切断前,不得启动消防水冷却系统对着火设备进行保护。

6.4.2.4 在安全分析的基础上,如果判定通风、气体探测系统、管路保护、关断、放空、防爆等安全措施足够可靠,能够防止泄漏的可燃气体集聚形成易燃易爆气体环境,则可以不对氢系统设置固定式自动灭火系统。

6.4.2.5 储能舱的消防配备应符合《船舶应用电池动力规范》第 5 章的规定。

6.4.3 灭火器配备

6.4.3.1 灭火器应布置在易于看到,且在失火时能迅速和容易到达的地点,处所或舱室的门口至少应设置一具手提式灭火器。

6.4.3.2 A 类机器处所、油浸式变压器室每十米步行距离设置一具手提式泡沫灭火器或干粉灭火器;制氢处所、氢气压缩机处所、氢气储存处所内每十米步行距离设置一具手提式干粉灭火器。油浸式变压器室、柴油机舱/间、柴油罐间内至少设置一具容量不小于 45 L 的大型泡沫灭火器或等效的干粉灭火器。

6.4.3.3 控制站、制氢装置控制间、制氢辅助机械处所、电气设备间等应配备至少两具手提式灭火器。

第 5 节 脱 险

6.5.1 一般要求

6.5.1.1 除本节已有规定外,海上浮动制氢设施的脱险应满足 CCS《海上浮动设施入级规范》第 8 篇第 12 章的适用要求;海上固定制氢设施的脱险应满足《浅海固定平台建造与检验规范》第 9 篇第 1 章第 4 节的适用要求。

6.5.1.2 除本节另有规定外,应为所有处所或处所群至少提供 2 条彼此远离并随时可用的脱险通道,且脱险通道内应无障碍物。控制站脱险通道上的门一般应向逃生的方向开启,但垂直紧急脱险围阱上的门可开向围阱外侧,以使围阱既能用于逃生也能用于出入。但在考虑到有关处所的性质和部位以及工作的人数后,经 CCS 同意,可免除其中一个脱险通道。

6.5.1.3 一般应以钢质梯道作脱险的通道,但当梯道的安装不可行时,垂直梯也可用作脱险通道。

6.5.1.4 脱险通道应有明显逃生标志。

6.5.1.5 布置时应考虑在设施失火时,尽可能有一个到登船位置和救生艇筏处的脱险通道可免于受到火的热辐射危害。

6.5.1.6 碱液处理装置附近应设置应急喷淋和洗眼设备,宜选用复合式装置。应急喷淋和洗眼设备应可立即使用,但在任何情况下,步行到达最近应急喷淋和洗眼设备都不应超过

10 秒。

6.5.2 甲板上的脱险通道

6.5.2.1 每层甲板至少应设有两条尽可能远离的，便于到达救生艇筏甲板的脱险通道和脱险梯道。两条脱险通道的布置不得因为一次火灾导致同时失效。

6.5.2.2 海上固定制氢设施的脱险梯道应从顶层甲板依次延伸向下至最下层甲板，并直至接近水面的人员着落处。考虑经常工作人员的数量和固定设施工作性质后，下层甲板至人员着落处的脱险梯道可仅设一条。

6.5.2.3 脱险通道的净宽度至少应为 700mm。

6.5.2.4 脱险梯道应为钢质固定型，宽度不小于 700mm，梯道斜度不应大于 50°，两侧设有扶手栏杆，梯步板应为防滑型。

6.5.3 处所的脱险通道

6.5.3.1 每一 A 类机器处所应有 2 条脱险通道，并符合下列的规定之一：

(1) 2 部彼此尽可能远离的钢梯，通至该处所上部同样远离的门，从该门至开敞甲板应设有通道。其中 1 部钢梯应自 A 类机器处所的下部（人员能到达的最下一层）通往该处所外面的安全位置，并位于一个受到保护的环围内。该环围内应设有达到相同耐火完整性标准的自闭式防火门。钢梯的安装方式应使热量不致通过未隔热固定点传入环围内。该环围的内部尺寸至少应为 800 mm×800 mm，并应设有应急照明；

(2) 一部钢梯通至该处所上部的 1 扇门，从该门至开敞甲板设有通道。此外，在该处所的下部和远离上述钢梯的位置，设有 1 扇可以两面操纵的钢质门，从该处所下部经该门可进入另 1 条通往开敞甲板的安全脱险通道。

6.5.3.2 每一非 A 类机器处所应设有 2 条可供到达开敞甲板继而到达救生艇筏登乘甲板的脱险通道。但对于只是偶尔进入的处所和到门的最大步行距离不超过 5 米的处所，可仅设 1 条脱险通道；

6.5.3.3 上述机器处所内用作脱险通道的梯道的净宽度至少应为 600 mm，其倾斜角应不大于 60°。如采用梯子作为脱险通道，其型式和尺寸应满足国家或行业标准。所有符合本节 6.5.3.1 而安装开式踏板，并作为脱险通道的一部分或者通向脱险通道但并不位于受保护环围内的斜梯/梯道以及梯子均应由钢质材料制成。此类斜梯/梯道的底面应装设钢质护板供逃生人员用于防护来自下方的高温和火焰。

6.5.4 应急逃生呼吸装置 (EEBD)

6.5.4.1 在 A 类机器处所、电气设备间、制氢处所、氢气压缩处所、氢气储存处所、制氢辅助机械处所和气体灭火系统保护处所内应布置应急逃生呼吸装置。应急逃生呼吸装置应符合下列规定：

(1) 应急逃生呼吸装置应布置在脱险通道旁或脱险门口旁。在发生火灾时，这些位置应能随时迅速和容易地到达。应急逃生呼吸器位置的确定应考虑到机器处所的布置和通常在该处所工作的人员数量，其中 A 类机器处所应配备至少 2 套应急逃生呼吸装置；

(2) 应急逃生呼吸装置的数量和位置应防火控制图中标出；

(3) 应急逃生呼吸装置应符合《消防安全系统规则》。

第7章 安全设备

第1节 一般规定

7.1.1 一般要求

7.1.1.1 除满足本章要求外，海上制氢设施的安全设备，还应满足作业水域主管机关的相关要求。

第2节 救生设备

7.2.1 一般要求

7.2.1.1 本节适用于在中华人民共和国管辖水域内作业的海上制氢设施，对于在中华人民共和国管辖水域外作业的海上制氢设施，其救生设备的性能、配备和布置应满足国际海事组织《国际海上人命安全公约》和/或有关国家政府主管当局的相关规定（海上浮动制氢设施的救生设备的性能、配备和布置应满足海事局《海上浮动设施技术规则》的相关要求）。

7.2.1.2 救生设备的维护保养、检查与性能应符合《国内航行海船法定检验技术规则》第4篇第3章及其附录的适用规定。

7.2.1.3 救生设备的存放和释放应符合《国内航行海船法定检验技术规则》第4篇第3章的适用规定。

7.2.1.4 应按照以下规定进行救生设备的配备：

(1) 应配备至少1只救生筏，其容量应能满足设施的最大允许登乘人员总数，但救生筏总容量不得少于12人。

(2) 应至少配备6个救生圈，至少在两个相互远离的救生圈上各装一条可浮救生索，其长度至少应为从其存放甲板处至轻载水线距离的1.5倍，或30米，取大者。

(3) 不少于总数一半的救生圈应设有自亮灯，且其中不少于2个应配备自发烟雾信号。装有自亮灯的救生圈和装有自亮灯及自发烟雾信号的救生圈应平均分置在可到达的海上制氢设施周边，这类救生圈不应是(2)中规定配备救生索的救生圈。设有自亮灯及自发烟雾信号的救生圈应放置在危险区域以外。

(4) 应按最大允许登乘人员总数配备救生衣，或者要求到无人驻守海上制氢设施上工作的人员每人应携带一件救生衣。

(5) 在非温暖气候区域作业的，按最大允许登乘人员总数配备救生服，或者要求到无人海上制氢设施上工作的人员每人应携带一件救生服。

(6) 当有人员登乘时，应一直有看护船停靠在设施旁看护。看护船应具有一定的救生/救助能力，所有看护船应能容纳登乘设施的人员总数，应在海浪中具有充分的机动性和操纵性，以能从水中拯救人员和集结救生筏。

(7) 至少应配备1套经认可的抛绳设备（每套包括4个抛射体和4根抛射绳）和6枚火箭降落伞火焰信号。

第3节 通信设备

7.3.1 一般要求

7.3.1.1 无人驻守海上制氢设施可以不设置通信系统。登上无人驻守设施的人员，必须携带可靠的便携式对外无线通信设备。

第 4 节 信号设备

7.4.1 一般要求

7.4.1.1 海上制氢设施的信号设备，如主管机关有明确要求，应以主管机关要求为准。

7.4.1.2 海上制氢设施应配备助航标识灯。助航标识灯应安装在设施四周，灯的数量和安装位置应保证从任何方向驶近该设施的船舶至少看见一个灯光助航标识灯的闪光特性为莫尔斯信号“U”（••一），最大周期 15 秒，其莫尔斯信号“U”应符合表 7.4.1.2 的要求。

灯光的莫尔斯信号“U”

表 7.4.1.2

短明（点）	0.5 秒
暗	0.5 秒
短明（点）	0.5 秒
暗	0.5 秒
长明（划）	1.5 秒
停	8.5 秒或 11.5 秒
灯光周期	12 秒或 15 秒

7.4.1.3 障碍灯

- （1）设施水平和垂直的端点应装设红色障碍灯，其设置应符合航空条件的要求。
- （2）障碍灯的结构应采用防水型灯具，其灯头应具有防止灯泡自行松脱的结构。

7.4.1.4 雾笛

- （1）设施上应设置雾笛,其结构及所在位置应使从任何方向驶近设施的船舶都可以听见。
- （2）当能见度小于或等于 2n mile 时，应能自动开启声响信号。
- （3）音响节奏特征为莫尔斯信号“U”（••一），最大周期为 30 秒，其莫尔斯信号“U”应符合表 7.4.1.4 的要求。

音响的莫尔斯信号“U”

表 7.4.1.4

短鸣（点）	0.5 秒
暗	0.5 秒
短鸣（点）	0.5 秒
暗	0.5 秒
长鸣（划）	1.5 秒
停	8.5 秒或 11.5 秒
鸣笛周期	12 秒或 15 秒

第 8 章 防污染

第 1 节 一般规定

8.1.1 一般要求

8.1.1.1 海上制氢设施的防止油类污染、防止生活污水污染、防止垃圾污染、防止造成空气污染应首先满足设施区域主管机关的要求。

8.1.1.2 在中华人民共和国管辖水域内作业的浮动制氢设施和固定制氢设施，防止油类污染、防止生活污水污染、防止垃圾污染、防止造成空气污染、防止有害防污底系统污染应符合中华人民共和国海事局《海上浮动设施技术规则》第 11 篇的相关要求。

8.1.1.3 对于在中华人民共和国管辖水域外作业的制氢设施，防止油类污染、防止垃圾污染、防止造成空气污染、防止有害防污底系统污染应满足中华人民共和国海事局《国际航行海船法定检验技术规则（2014）》第 5 篇的非油船的相关要求；并满足《国际航行海船法定检验技术规则（2014）》2016 年修改通报附则 13 第 II-B 部分中“4 其他环境公约和导则的附加指南”的适用规定。

8.1.1.4 制氢系统中的碱液等其他污染物，应专门收集并集中处理，严禁直接排海。

第9章 分布式海上制氢设施的特殊要求

第1节 一般规定

9.1.1 一般要求

9.1.1.1 本章要求适用于分布式海上风电制氢设施。对于其它类型的分布式海上制氢设施可参考本章中的适用规定。

9.1.1.2 对于分布式海上浮动制氢设施，除满足本章要求外，还应满足 CCS《海上浮式风机平台指南》的适用要求；对于分布式海上固定制氢设施，除满足本章要求外，还应满足 CCS《海上固定式风机支撑结构指南》的适用要求。

9.1.1.3 除满足本章要求外，分布式海上制氢设施的总体与结构应满足第2章的适用要求，且还应满足所在风机设施对总体与结构的要求。

9.1.1.4 除满足本章要求外，分布式海上制氢设施的水电解制氢系统应满足第3章的适用要求。

9.1.1.5 分布式海上制氢设施的机械装置与系统应满足第4章的适用要求，且还应满足所在风机设施对机械装置与系统的要求。

9.1.1.6 分布式海上制氢设施的电气装置应满足第5章的适用要求，且还应满足所在风机设施对电气装置的要求。

9.1.1.7 除满足本章要求外，分布式海上制氢设施的防火防爆还应满足第6章的适用要求。

9.1.1.8 分布式海上制氢设施的安全设备应满足第7章的适用要求，且还应满足所在风机设施对安全设备的要求。

9.1.1.9 分布式海上制氢设施的防污染应满足第8章的适用要求，且还应满足所在设施对防污染的要求。

第2节 总体与结构

9.2.1 一般要求

9.2.1.1 应尽量减小风机振动对制氢设备的影响，制氢设备基座宜采用减振装置或设置弹性连接模块，有效抑制振动的传递。

9.2.1.2 制氢系统宜采用模块化集成布置，制氢设备的布置位置宜尽量避开低频振动传递路径，必要时可通过数值模拟进行优化。

9.2.1.3 制氢设施的运动性能应通过数值模拟进行分析与优化，应考虑各种工况下可能产生的最大摇摆角度与周期范围，并与制氢设备的耐受能力相匹配。宜通过设置主动压载或多自由度调平系统，优化设施的运动性能。

第3节 水电解制氢

9.3.1 一般要求

9.3.1.1 应充分考虑风机电源的波动性对水电解制氢设备的影响，宜采用 PEM 电解槽，

同时设定与风机电源相匹配的功率跟随响应时间、额定功率动态调节范围等技术指标，或通过缓冲模块或储能装置进行调节。

9.3.1.2 制氢系统的紧急关断应与设施运动监测系统联动，当监测到设施摇摆运动角度和周期超过制氢系统的额定要求时，应能触发设备停机并联动响应的安全措施。

9.3.1.3 氢气放空口的位置应尽量减小对风机主机舱的影响，应进行气体扩散分析，并根据分析结果消除相关风险。

9.3.1.4 制氢设施上的氢外输管道的布置和设计应考虑与接收端相匹配，应进行风险评估并经 CCS 认可。

第 4 节 防火防爆

9.4.1 一般要求

9.4.1.1 消防设备应根据分布式制氢设施的制氢规模、可燃材料的分布等实际情况设置必要的灭火系统和移动式或手提式灭火器。

9.4.1.2 分布式制氢设施的舱壁和甲板的耐火分隔应符合第 6 章 6.3.3 的规定。

9.4.1.3 制氢设施的危险区划分应符合第 6 章 6.1.4 的规定。

9.4.1.4 制氢处所、氢气处理处所等封闭的氢处所如不设置自动灭火系统，应进行安全分析证明火灾爆炸的风险可以接受。

附录 A 入级检验提交的图纸范围

海上浮动制氢设施图纸范围

附表 A-1

1 总体和结构	
(1)	总布置图；
(2)	技术规格书；
(3)	固定和可变重量分布概要；（备查）
(4)	基本结构图：包括主要横剖面、纵剖面、各层甲板和平台、内底结构、上层建筑和甲板室等；
(5)	模型试验报告（适用时）；
(6)	总体性能计算书；
(7)	结构节点图册；
(8)	甲板载荷图；
(9)	水密舱壁图（包括溢流管和空气管的位置）；
(10)	型线图及型值表（适用时）；
(11)	构件规范尺寸计算书；
(12)	总体强度及局部强度计算书；
(13)	总体疲劳强度及局部疲劳强度计算书；
(14)	起重机基座及其支撑结构图，包括强度计算书（适用时）；
(15)	直升机甲板结构图及强度设计报告（适用时）；
(16)	重要设备基座结构图及其支撑结构图，包括强度计算书；
(17)	冰区加强结构图（适用时）；
(18)	防腐控制，包括涂装和阴极保护；
(19)	锚泊系统/设备布置图，必要时包括舾装数计算和拖曳设备强度计算；
(20)	建造说明书；
(21)	建造程序和原则工艺说明书，包括焊接方式和规格、无损探伤及密性试验；
(22)	焊接规格表；
(23)	设施安装程序和图纸资料及相应的计算书，如码头装船、海上迁移（运输）、现场安装等；
(24)	操作手册。
2 稳性与分舱	
(1)	完整稳性计算书（包括迁航、安装及在位稳性）；
(2)	破损稳性计算书（包括迁航、安装及在位稳性）；
(3)	干舷计算书（适用时）；
(4)	载重线标志及水尺图；
(5)	水密舱区划分图；
(6)	水密及风雨密门、窗和开口完整性图；
(7)	备查图纸资料： ① 型线图； ② 静水力曲线图； ③ 稳性横交曲线图； ④ 舱容图。
3 定位系泊系统	
(1)	定位系泊布置图，包括系泊模式、系泊部件和设备；
(2)	系泊部件和设备详图；
(3)	锚机布置图（适用时）；
(4)	系泊分析计算书；
(5)	导向装置、掣链/缆器、锚机支撑结构的强度计算书；

(6)	锚固系统结构图及计算书；
(7)	备查图纸资料： ① 模型试验报告（适用时）； ② 地质勘察报告。
4 制氢系统	
(1)	布置： ① 制氢处所、氢气处理处所以及储氢处所的布置图； ② 制氢处所、氢气处理处所以及储氢处所出入口、通风管和其他开口的布置图； ③ 危险区域划分图； ④ 惰性气体发生器室布置图（适用时）。
(2)	管系： ① 氢管系的详细图纸或说明，包括压力释放阀和透气管路； ② 支管、回管、弯头、伸缩接头和波纹管等类似装置的技术文件； ③ 氢管路系统中法兰、阀和其他装置的图纸和说明； ④ 氢管路的材料、焊接、焊后热处理和无损检测试验技术文件； ⑤ 氢管路压力试验（强度和气密性试验）技术文件； ⑥ 包括阀件、附件以及水电解制氢系统（液体或气体）操作相关设备在内的所有管系的功能试验大纲； ⑦ 管路电气接地技术文件； ⑧ 将水电解制氢系统中的氢气安全排出的措施的技术文件； ⑨ 除气和惰性气体吹扫系统布置图和说明。
(3)	控制、监测和安全系统： ① 储氢罐监控系统图及布置图，包括传感器、报警点布置等； ② 制氢系统和氢气处理系统的电气原理图及监控明细表； ③ 与水电解制氢系统相关的其他控制、监测和安全系统图； ④ 紧急切断（ESD）系统的布置，应包含下述信息： （a） 关闭动作的详细信息； （b） 手动紧急切断按钮的位置。
(4)	备查图纸： ① 水电解制氢系统的原理说明和系统框图； ② 水电解制氢系统的额定参数和运行条件，包括输入输出条件（介质类型，压力，流量，温度等）等； ③ 水电解制氢系统的风险评估报告； ④ 与水电解制氢系统有关的设备清单； ⑤ 操作与维护手册。
5 机械装置与系统	
(1)	机电设备/系统说明书；
(2)	压载系统图及布置图；
(3)	自然通风系统图及布置图；
(4)	制氢处所、氢气处理处所以及储氢处所机械通风系统布置图和说明（排量计算等）；
(5)	双壁管（通风导管）的布置图；
(6)	机械设备明细表；（备查）
(7)	机械设备计算书；
(8)	设备舱室布置图；（备查）
(9)	舷旁阀件和附件布置图；
(10)	舱底系统图及布置图；
(11)	燃油管系图；
(12)	污油系统原理图；

(13)	冷却水管系图；
(14)	海水系统原理图；
(15)	排气管系布置图；
(16)	空气管、测量管和溢流管管系图；
(17)	疏排水/开排系统管系图；
(18)	液位遥测和吃水测量系统图；
(19)	机械设备间动力通风设计计算；
(20)	动力通风系统图及通风导管布置图；
(21)	惰性气体系统图；
(22)	空调系统原理图（如适用）；
(23)	燃油舱柜速闭阀控制系统图（如适用）；
(24)	压缩空气系统图；
(25)	油水处理系统的原理图与布置图；
(26)	防止大气污染排放控制的布置图或说明书（如适用）；
6 电气装置	
(1)	主电源及应急电源负荷估算书；
(2)	电力系统图及电气设备布置；
(3)	电气设备说明书（备查）；
(4)	短路电流计算书；
(5)	不间断电源容量计算书；
(6)	应急蓄电池组包括临时应急蓄电池组）容量计算书；
(7)	主配电板单线图和外视图；
(8)	应急配电板单线图和外视图；
(9)	应急蓄电池充放电板原理图和外视图；
(10)	电力系统图，包括电缆型号、截面积、电流定额及其保护电器的定额；
(11)	电气设备布置图；
(12)	主照明、应急照明和临时应急照明系统图及布置图；
(13)	主干电缆走向图；
7 防火防爆	
(1)	防火等级划分图；
(2)	耐火绝缘布置图
(3)	门、窗布置图
(4)	甲板敷料布置图
(5)	防火墙壁、甲板及门的结构详图；
(6)	防火门控制原理图；
(7)	消防系统规格书或说明书
(8)	消防设备数据表或清单
(9)	固定式灭火系统管系及仪表图；
(10)	固定式灭火系统设计计算书；
(11)	消防设备布置图
(12)	火气逻辑框图
(13)	火气因果图
(14)	火灾探测报警系统图
(15)	火灾探测布置图
(16)	气体探测报警系统图
(17)	气体探测布置图
(18)	防火控制图；
(19)	危险区域划分图；
(20)	消防设备布置图

(21)	安全分析报告（如有）。
8 安全设备	
(1)	逃生通道布置图；
(2)	逃生通道及艇筏降落区域照明和应急照明布置图；
(3)	救生设备布置图以及配备明细表；
(4)	内外通系统图（如设有）；
(5)	信号灯、障碍灯布置图；
(6)	救生设备配置及布置。

1 总体和结构	
(1)	技术格书；
(2)	总布置图；
(3)	结构总图；
(4)	甲板载荷图；
(5)	上部结构图；
(6)	直升机甲板结构图（适用时）；
(7)	吊机底座结构图（适用时）；
(8)	步桥、梯道、栏杆布置图；
(9)	导管架平面图、立面图（适用时）；
(10)	桩导向系统和封隔器结构及布置图（适用时）；
(11)	导管架帽结构图（适用时）；
(12)	导管架结点焊接详图（适用时）；
(13)	制桩图（适用时）；
(14)	登艇平台结构图（适用时）；
(15)	靠船构件图；
(16)	防腐系统图及说明书，包括涂装和阴极保护方式和规格；
(17)	建造规格书；
(18)	固桩图（适用时）；
(19)	材料规格书；
(20)	焊接及无损探伤规格书；
(21)	结构总体分析和疲劳分析计算报告；
(22)	独立结构的计算报告；
(23)	局部强度分析报告；
(24)	桩基分析报告（适用时）；
(25)	打桩分析报告（适用时）；
(26)	吊装分析报告；
(27)	运输分析报告；
(28)	防腐计算书；
(29)	备查图纸资料： ①环境条件资料：包括水深、最高和最低潮位、无涌时的海面最大升高、海流速度和方向以及流速随水深的变化、波浪高度、周期和方向、极限水温和结冰情况等； ②气象条件资料：包括下雪和结冰的频率和程度、稳定风和阵风的风速和风向、空气温度等； ③地质资料：包括一般地质调查、地貌调查（泥线图）、地质勘察报告等。
2 制氢系统	
(1)	布置： ① 制氢处所、氢气处理处所以及储氢处所的布置图； ② 制氢处所、氢气处理处所以及储氢处所出入口、通风管和其他开口的布置图； ③ 危险区域划分图； ④ 惰性气体发生器室布置图（适用时）。
(2)	管系： ① 氢管系的详细图纸或说明，包括压力释放阀和透气管路； ② 支管、回管、弯头、伸缩接头和波纹管等类似装置的技术文件； ③ 氢管路系统中法兰、阀和其他装置的图纸和说明； ④ 氢管路的材料、焊接、焊后热处理和无损检测试验技术文件；

	<ul style="list-style-type: none"> ⑤ 氢管路压力试验（强度和气密性试验）技术文件； ⑥ 包括阀件、附件以及水电解制氢系统（液体或气体）操作相关设备在内的所有管系的功能试验大纲； ⑦ 管路电气接地技术文件； ⑧ 将水电解制氢系统中的氢气安全排出的措施的技术文件； ⑨ 除气和惰性气体吹扫系统布置图和说明。
(3)	<p>控制、监测和安全系统：</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 储氢罐监控系统图及布置图，包括传感器、报警点布置等； ② 制氢系统和氢气处理系统的电气原理图及监控明细表； ③ 与水电解制氢系统相关的其他控制、监测和安全系统图； ④ 紧急切断（ESD）系统的布置，应包含下述信息： <ul style="list-style-type: none"> (a) 关闭动作的详细信息； (b) 手动紧急切断按钮的位置。
(4)	<p>备查图纸：</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 水电解制氢系统的原理说明和系统框图； ② 水电解制氢系统的额定参数和运行条件，包括输入输出条件（介质类型，压力，流量，温度等）等； ③ 水电解制氢系统的风险评估报告； ④ 与水电解制氢系统有关的设备清单； ⑤ 操作与维护手册。
3 机械装置与系统	
(1)	机电设备/系统说明书；
(2)	自然通风系统图及布置图；
(3)	制氢处所、氢气处理处所以及储氢处所机械通风系统布置图和说明（排量计算等）；
(4)	双壁管（通风导管）的布置图；
(5)	机械设备明细表；（备查）
(6)	机械设备计算书；
(7)	设备舱室布置图；（备查）
(8)	燃油管系图；
(9)	污油系统原理图；
(10)	冷却水管系图；
(11)	海水系统原理图；
(12)	排气管系布置图；
(13)	空气管、测量管和溢流管管系图（如适用）；
(14)	疏排水/开排系统管系图；
(15)	机械设备间动力通风设计计算；
(16)	动力通风系统图及通风导管布置图；
(17)	惰性气体系统图
(18)	空调系统原理图（如适用）
(19)	燃油舱柜速闭阀控制系统图（如适用）
(20)	压缩空气系统图
(21)	油水处理系统的原理图与布置图；
(22)	防止大气污染排放控制的布置图或说明书（如适用）；
4 电气装置	
(1)	主电源及应急电源负荷估算书；
(2)	电力系统图及电气设备布置；
(3)	电气设备说明书；
(4)	短路电流计算书；
(5)	不间断电源容量计算书；

(6)	应急蓄电池组包括临时应急蓄电池组)容量计算书;
(7)	主配电板单线图和外视图;
(8)	应急配电板单线图和外视图;
(9)	应急蓄电池充放电板原理图和外视图;
(10)	电力系统图,包括电缆型号、截面积、电流定额及其保护电器的定额;
(11)	电气设备布置图;
(12)	主照明、应急照明和临时应急照明系统图及布置图;
(13)	内部通信系统图及布置图;
(14)	报警信号系统图及布置图;
(15)	主干电缆走向图;
5 防火防爆	
(1)	防火分隔图;
(2)	防火墙壁、甲板及门的结构详图;
(3)	消防系统规格书或说明书;
(4)	消防设备数据表或清单
(5)	消防设备布置图;
(6)	通风系统计算书;
(7)	通风系统布置图及挡火闸控制图;
(8)	固定式灭火系统管系及仪表图;
(9)	固定式灭火系统设计计算书(如灭火剂用量);
(10)	固定式探火及失火报警系统图;
(11)	防火控制图;
(12)	火气逻辑框图;
(13)	火气因果图;
(14)	火灾探测报警系统图;
(15)	火灾探测布置图;
(16)	气体探测报警系统图;
(17)	气体探测布置图;
(18)	惰性气体系统图;
(19)	危险区划分图;
(20)	安全分析报告(如有)。
6 安全设备	
(1)	逃生通道布置图;
(2)	逃生通道及艇筏降落区域照明和应急照明布置图;
(3)	救生设备布置图以及配备明细表;
(4)	内外通系统图(如设有);
(5)	信号设备布置图;
(6)	救生设备配置及布置。

附录 B 持证清单

海上制氢设施制氢系统产品持证要求

附表 B-1

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	
水电解制氢系统									
1.1	制氢系统	X	—	—	O	—	X	X	如属防爆设备应进行 TA-B 认可
1.1.1	水电解槽	X	—	—	O	—	X	X	如属防爆设备应进行 TA-B 认可
1.1.2	氢(氧)气冷却器	X	—	—	O	—	X	X	如属防爆设备应进行 TA-B 认可
1.1.3	氢(氧)气液分离器	X	—	—	O	—	X	X	如属防爆设备应进行 TA-B 认可
1.1.4	氢(氧)气液洗涤器	X	—	—	O	—	X	X	如属防爆设备应进行 TA-B 认可
1.2	氢气纯化系统	X	—	—	—	—	—	X	
1.3	氢压缩机	X	—	—	X	—	—	X	
1.4	氢气泵	X	—	—	X	O	—	X	
1.5	氢气瓶	X	—	—	O	—	X	X	
1.6	氢缓冲罐	X	—	—	—	—	X	X	
1.7	氧气罐	X	—	—	O	—	—	X	
1.8	氮气发生器	X	—	—	X	O	—	X	
1.9	氮气罐	X	—	—	—	—	O	X	
1.10	用于氢管系的管子、锻件、铸件及附件	X	—	—	—	—	X		
1.11	安全阀	X	—	—	X	O	—	X	用于氢介质的管系和压力容器
1.12	氢介质双壁管	X	—	—	—	—	—	X	
1.13	流量计	—	X	—	X	—	—	X	用于氢介质的管系
1.14	紧急切断阀	X	—	—	X	—	—	X	

符号说明：1) C—船用产品证书；E—等效证明文件；W—制造厂证明；X—适用；O—可选。

2) DA—设计认可；TA-B—型式认可 B；TA-A—型式认可 A；WA—工厂认可。

3) 对于零部件的工厂认可系指对其毛坯制造者的认可。

注：海上制氢设施其他系统的持证要求见《海上浮动设施入级规范》产品持证清单。

附录 C 氢的性质

(资料性¹⁾)

C.1 氢气与其他常见气体的热物理性质比较

氢气与其他常见气体的热物理性质比较

表 C-1

气体	密度 kg/m ³	黏度 μPa·s	空气中的扩散系数 cm ² /s	低位热值 MJ/kg
氢气 (H ₂)	0.082 7	8.814	0.61	119.93
氦气 (He)	0.164 0	19.609	0.57	-
氮气 (N ₂)	1.149 6	17.637	0.20	-
甲烷 (CH ₄)	0.659 4	11.023	0.16	50.02

注 1: 密度和黏度为 20 °C、100kPa 下的对应值。
注 2: 表中数据参考 ISO/TR 15916: 2015 的表 A.2。

C.2 氢的燃烧特性

氢的燃烧特性

表 C-2

特性	值
热值/ (MJ·kg ⁻¹)	119.93 (低位热值) 141.86 (高位热值)
可燃极限 (体积分数) /%	4.0 ~ 75 (293.15 K, 101.325 kPa 空气中) * 4.1 ~ 94 (293.15 K, 101.325 kPa 氧气中) *
氢气-空气化学当量浓度 (体积分数) /%	29.53
空气中的最小点火能量/mJ	0.017
最小点火能量对应的氢浓度 (体积分数) /%	22 ~ 26
空气中的着火温度/K	858
氧气中的着火温度/K	833
氢气-空气化学当量燃烧火焰温度/K	2 318
常温常压氢气-空气最大层流火焰速度 (m·s ⁻¹)	2.65 ~ 3.25
帝温常压氢气-空气化学半蜚报人爆燃传播速度/ (m·s ⁻¹)	975
常温常压空气中的爆轰速度/ (m·s ⁻¹)	1 480-2 150
常温常压空气中的最大试验安全间隙/mm	0.08
常温常压空气中的淬熄距离	0.64
极限氧指数 (体积分数) %	5.0

注: 表中数据参考 ISO/TR 15916: 2015 的表 B.1。
*该值仅作参考。

¹ 数据参考 GB/T 29729-2022 《氢系统安全的基本要求》附录 B-附录 C。

C.3 氢气与其他常见燃料的燃烧特性比较

氢气与其他常见燃料的燃烧特性比较

表 C-3

燃料	下可燃极限 ^a %	化学当量比混合物 浓度 ^a %	上可燃极限 ^a %	最小点火能量 mJ	自燃温度 K	层流燃烧速度 m/s
氢气 (H ₂)	4.0	29.5	75.0	0.017	858	2.70
甲醇 (CH ₃ OH)	6.0	12.3	36.5	0.174	658	0.48
甲烷 (CH ₄)	5.3	9.5	17.0	0.274	810	0.37
丙烷 (C ₂ H ₆)	1.7	4.0	10.9	0.240	723	0.47
辛烷 (C ₈ H ₁₈)	1.0	1.9	6.0	0.240	488	0.30
注：表中数据参考 ISO/TR 15916:2015 的表 B.2。						
^a 体积分数。						