指导性文件

GUDANCE NOTES

GD15-2022

中国船级社

船舶应用氨燃料指南

生效日期 2022 年 7 月 1 日

人民交通出版社股份有限公司

北 京

目　录

第 1 章　通则 …… 1

第 1 节　一般规定 …… 1

第 2 节　图纸和资料 …… 7

第 3 节　产品检验 …… 9

第 4 节　船舶检验 …… 9

第 2 章　船舶布置 …… 15

第 1 节　一般规定 …… 15

第 2 节　燃料舱布置 …… 15

第 3 节　处所位置与分隔 …… 20

第 4 节　氨气排放控制设备 …… 23

第 3 章　材料和管路设计 …… 25

第 1 节　一般规定 …… 25

第 2 节　管路设计 …… 25

第 3 节　材料 …… 28

第 4 章　燃料围护系统 …… 30

第 1 节　一般规定 …… 30

第 2 节　压力释放系统 …… 31

第 3 节　燃料舱装载极限 …… 32

第 4 节　燃料储存状态的维持 …… 32

第 5 节　惰化与环境控制 …… 33

第 5 章　燃料加注 …… 35

第 1 节　一般规定 …… 35

第 2 节　加注站 …… 35

第 3 节　加注系统 …… 36

第 6 章　燃料供应 …… 38

第 1 节　一般规定 …… 38

第 2 节　燃料供应阀布置 …… 39

第 3 节　机器处所内的燃料供应管路 …… 40

第 4 节　机器处所外的燃料供应管路 ……40
第 5 节　燃料准备间 ……41
第 7 章　氨发动机 …… 42
第 1 节　一般规定 ……42
第 2 节　双燃料发动机 ……43
第 3 节　单一燃料发动机 ……44
第 8 章　通风 …… 45
第 1 节　一般规定 ……45
第 9 章　消防 …… 49
第 1 节　一般规定 ……49
第 2 节　防火 ……50
第 3 节　灭火 ……51
第 4 节　探火和失火报警系统 ……52
第 10 章　防爆与毒性区域划分 ……54
第 1 节　一般规定 ……54
第 2 节　危险区域划分 ……54
第 3 节　电气装置 ……56
第 4 节　毒性区域划分 ……56
第 11 章　控制、监测和安全系统 ……58
第 1 节　一般规定 ……58
第 2 节　监测与控制 ……59
第 3 节　气体探测 ……61
第 4 节　安全系统 ……62
第 12 章　人员保护 ……67
第 1 节　一般规定 ……67
第 13 章　氨燃料动力系统预设技术要求 …… 69
第 1 节　一般规定 ……69
第 2 节　预设要求 ……70
第 3 节　图纸资料 ……74
第 4 节　检验 ……76

第 1 章　通　则

第 1 节　一般规定

1.1.1　适用范围

1.1.1.1　《船舶应用氨燃料指南》（以下简称本指南）适用于船长 20m 及以上使用氨为燃料或预设氨燃料动力系统的钢质或等效金属材料船舶（以下简称氨燃料船舶），但液化气体运输船除外。船长小于 20m 的钢质或等效金属材料船舶应用氨燃料，应进行风险评估，经中国船级社（CCS）同意可参照本指南执行。

1.1.1.2　氨燃料船舶，除应满足本指南的要求之外，还应满足 CCS《钢质海船入级规范》或《钢质内河船舶建造规范》或《内河船舶入级规则》等规范（以下简称相关规范）的相应要求。此类船舶尚应满足船旗国主管机关的有关要求（如有时）。对于使用氨燃料电池的船舶，除上述要求外，还应满足 CCS《船舶应用燃料电池发电装置指南》的相关要求。

1.1.1.3　凡申请取得氨燃料动力系统预设附加标志的船舶，应满足本指南第 13 章的相关要求。

1.1.2　定义

除本节明确规定者外，CCS《船舶应用天然气燃料规范》的相关定义适用于本指南。

1.1.2.1　燃料：系指适合在船上安全操作，满足发动机、燃料电池等装置使用要求的无水氨（对应联合国代码 1005）。

1.1.2.2　船宽（*B*）：系指 CCS 相关规范中所定义的船宽。

1.1.2.3　加注：系指从陆基或浮式装置向船上固定燃料舱输送燃料。

1.1.2.4　加注站：系指设有燃料加注系统，包括加注接头、回气接头（如设有）、相关阀件和控制系统等的位置或处所。

1.1.2.5　合格防爆型：系指由 CCS 认可的相关机构按 CCS 接受的标准[①]核准在易燃环境中为安全型的电气设备。

---

① 如 IEC60079《爆炸性环境》，IEC60092-502《船舶电气设备-专辑-液货船》，或 GB3836《爆炸性环境》。

1.1.2.6　燃料围护系统：系指包括燃料舱接头在内的用于燃料储存的装置。它包括所设的一道主屏壁、一道次屏壁（如设有）、相关绝热层和屏壁间处所（如设有），以及必要时用于支撑这些构件的相邻结构。如次屏壁是船体结构的一部分，则其可以为燃料舱处所的限界面。

燃料舱周围的处所定义如下：

（1）燃料舱处所：系指由船舶结构所围蔽的、其内设有燃料围护系统的处所。如燃料舱的接头位于燃料舱处所内，则该处所也可视作燃料舱接头处所；

（2）屏壁间处所：系指主屏壁和次屏壁之间的处所，不论是其全部还是部分由绝热材料或其他材料所填充；

（3）燃料舱接头处所：系指环围燃料舱所有接头和阀门的处所。

燃料舱接头处所内也可设有设备，如蒸发器或热交换器。这些设备被视为仅含潜在释放源，但不含着火源。

以 C 型独立燃料舱为例，上述定义参见图 1.1.2.6。

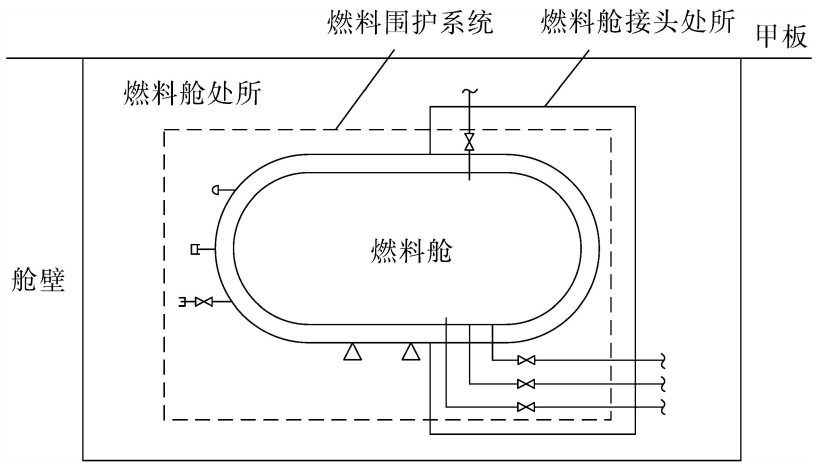


图 1.1.2.6　围蔽处所内燃料围护系统示意图

1.1.2.7　燃料准备间：系指包含用于燃料制备目的泵、热交换器、过滤器等设备的任何处所。

1.1.2.8　燃料阀件单元处所：系指一个气密处所或阀箱，其内部设有用于控制或调节发动机之前燃料供应的阀件。

1.1.2.9　独立燃料舱：系指自身支持的燃料舱，它不构成船体结构的一部分，对船体强度不是必需的。

1.1.2.10　薄膜燃料舱：系指非自身支持的燃料舱，它由相邻的船体结构通过绝热层支持的一层液密和气密层（薄膜）组成。

1.1.2.11　充装极限（*FL*）：系指当液体燃料达到基准温度时，燃料舱内最大液体体积与整

个燃料舱容积之比。

1.1.2.12　装载极限（*LL*）：系指最大许可的液体体积与燃料舱可装载容积之比。

1.1.2.13　基准温度：系指在压力释放阀（PRVs）调定压力下与燃料舱内燃料蒸气压力所对应的温度。

1.1.2.14　双燃料发动机：系指既可同时使用 1.1.2.1 定义的燃料和燃油（使用燃油引燃或火花塞等引燃），又可单独使用燃油的发动机。

1.1.2.15　单一燃料发动机：系指仅能使用 1.1.2.1 定义的燃料的发动机。

1.1.2.16　氨发动机：系指双燃料发动机或单一燃料发动机。

1.1.2.17　高压燃料管系：系指最高工作压力高于 1MPa 的燃料管系。

1.1.2.18　双截止透气阀：系指管路中的两只串联阀和释放此两阀之间管路中压力的第三只阀的组合。双截止透气阀也可由一只二通阀和一只关断阀组成，替代三只独立阀。

1.1.2.19　燃料舱主阀：系指一个位于燃料舱供应管路上尽量靠近燃料舱出口的遥控截止阀，该阀应为故障关闭（其驱动动力失效时关闭）型。

1.1.2.20　危险区域：系指爆炸性气体环境出现或预期可能出现的数量达到足以要求对设备的结构、安装和使用采取特殊预防措施的区域。

危险区域分：

（1）0 区：系指持续存在或长时间存在爆炸性气体环境的区域；

（2）1 区：系指在正常操作情况下可能出现爆炸性气体环境的区域；

（3）2 区：系指在正常操作情况下不大可能出现爆炸性气体环境的区域，即使出现，也可能仅偶然发生并且存在时间短。

1.1.2.21　非危险区域：系指爆炸性气体环境预期出现的数量不足以要求对设备的结构、安装和使用采取特殊预防措施的区域。

1.1.2.22　开敞甲板：系指无重大火灾风险的甲板，其至少两端/侧开敞，或一端开敞并通过分布在侧壁或上部甲板的固定开口提供遍及整个甲板长度的充分有效的自然通风。

1.1.2.23　紧急切断（ESD）：系指当出现了重大事故时，需要立即执行无延迟的关闭动力装置运行、切断燃料供应及非防爆电气设备供电等安全操作，以避免对周围环境和人员造成损害。

1.1.2.24　单一故障：系指由于一个故障或操作而导致预期功能的丧失。

1.1.2.25　燃料释放源：系指可能释放出液态燃料或燃料蒸气的部位或地点，如燃料管路上的阀件、可拆卸式管接头、管垫圈或泵密封装置等。

1.1.2.26　爆炸下限（LEL）：系指可燃气体、蒸气或薄雾在空气中形成爆炸性气体混合物的最低浓度，空气中的可燃气体或蒸气低于该浓度，则气体环境就不能形成爆炸。

1.1.2.27　允许接触限值：就本指南而言，从人员安全的角度考虑，允许接触限值是指空气中氨蒸气浓度为 30ppm。

1.1.2.28　氨气处理系统：系指通过热氧化、催化氧化、溶于水或采用空气稀释来消耗、回收或分散氨气的系统。

1.1.2.29　不可接受的动力损失：根据 SOLAS 公约第 II-1 章第 26.3 条的规定，系指在某一重要辅机不能工作时，不能维持或恢复推进机械的正常运转。

对国内航行海船和内河船舶，系指动力损失超过维持船舶推进和正常电力供应所需总功率的 60%。

1.1.3　目的及功能要求

1.1.3.1　本指南的目的是为氨燃料船舶的机械、设备和系统的布置、安装、控制与监测提供标准，并使其对船舶、人员和环境的风险尽可能降至最低。

1.1.3.2　为达到上述目的，氨燃料船舶的设计和建造应满足如下功能要求：

（1）系统的安全性、可用性和可靠性应与使用常规燃油的全新同类主机和辅机相当；

（2）应能通过布置和系统设计（如通风、探测和安全措施）将与氨燃料相关的危险所发生的概率和后果限制在最低水平；当燃料泄漏或风险降低措施失效时，应启动必要的安全措施；

（3）应确保氨燃料装置的风险降低措施和安全措施不会导致不可接受的动力损失；

（4）应尽量限制危险区域，将其可能影响船舶、船上人员和设备安全的潜在风险降至最低；

（5）危险区域内应仅安装操作所必需的设备，且此类设备的性能应与其工作环境相适应并经 CCS 认可；

（6）应能防止易爆、易燃或有毒蒸气的意外积聚；

（7）应适当防护系统的部件，以免其遭受外部损伤；

（8）应将危险区域内的着火源减至最少，以降低爆炸发生的概率；

（9）应设置安全和合适的氨燃料供应、储存和加注装置，其能够接收和容纳所要求状态下的燃料而不会造成泄漏；

（10）应设置经适当设计、由合适材料制造和安装的管系、围护和超压释放装置，以实现其预定用途；

（11）机器、系统和部件的设计、制造、安装、操作、维护和保护应确保其安全和可靠地运行；

（12）燃料围护系统和含有液态燃料或蒸气释放源的机器处所的布置和位置，应使其中任何一处发生火灾或爆炸均不会导致不能接受的动力损失或其他舱室的设备无法操作；

（13）应设置合适的控制、报警、探测和切断系统，以确保燃料系统安全和可靠地运行；

（14）应设置适合所有相关处所和区域的固定式气体和/或燃料泄漏探测系统；

（15）应针对潜在的火灾风险设置防火、探火和灭火措施；

（16）为保护从事燃料操作的船员，船上应设置合适的人员保护设备；

（17）应确保氨燃料系统和燃料使用设备的调试、试验和维护满足在安全性、可用性、可维护性和可靠性方面的目的要求；

（18）技术文件应能评估系统及其部件与下述内容之间的符合性：

① 所采用的适用规范、指南、设计标准；

② 与安全性、可用性、可维护性和可靠性相关的原则。

（19）某个技术系统或部件的单一故障不应导致不安全或不可靠的状况。

1.1.4 风险评估

1.1.4.1 风险评估的目的是确保对可能涉及氨燃料的风险进行必要评估，以消除或减轻对船上人员、环境、结构强度或船舶完整性造成的不利影响。

1.1.4.2 不限于本指南有明确要求的情况，对于可预测的故障，应考虑与船舶布置、操作和维护相关的风险。

1.1.4.3 应采用可接受和公认的风险分析技术进行风险分析，分析应确保尽可能消除各种风险。不能消除的应视需要予以减轻。各种风险的详细情况以及减轻风险的方法应形成文件并提交 CCS。

1.1.4.4 风险评估可参照国际船级社协会（IACS）第 146 号建议案（Rec.146）“IGF 规则要求的风险评估”开展，并应考虑以下风险：

（1）碰撞；

（2）搁浅；

（3）火灾/爆炸；

（4）撞击；

（5）腐蚀；

（6）疲劳；

（7）中毒；

（8）低温；

（9）磨损；

（10）应力和应变；

（11）功能损失；

（12）组件损坏。

1.1.5 附加标志

1.1.5.1 对于氨燃料船舶，经船东或船厂/设计单位申请并经 CCS 审图与检验，确认符合本

指南第 1 章至第 12 章的相关规定后，可授予 Ammonia Fuel 附加标志。具体含义如下：

（1）Ammonia Fuel：主推进系统使用氨燃料的船舶。

1.1.5.2　对于氨燃料动力系统预设的船舶，经船东或船厂/设计单位申请并经 CCS 审图与检验，确认符合本指南第 13 章的相关规定后，可授予 AFD[①] Ready 1、AFD Ready 2 或 AFD Ready 2（X）氨燃料动力系统附加标志。具体含义如下：

（1）AFD Ready 1：针对氨燃料动力系统船舶预设进行原则性图纸的设计和认可，确保船舶符合将来可使用氨燃料动力系统的基本要求，船上未实际安装氨燃料动力系统相关的设备和系统；

（2）AFD Ready 2：针对氨燃料动力系统船舶预设进行详细图纸的设计和认可，确保拟预设的氨燃料动力系统满足本指南第 13 章相关要求，船上未实际安装氨燃料动力系统相关的设备和系统；

（3）AFD Ready 2（X）：在满足 AFD Ready 2 要求的基础上，船上已实际安装氨燃料动力系统相关的设备和系统。符号 X 为一个或多个后缀附加标志，具体含义如下：

① 相关船体结构和氨燃料舱支撑结构已进行加强，由大写字母 S 表示；

② 氨燃料舱及其围护系统已安装，由大写字母 T 表示；

③ 使用氨燃料的主推进发动机已安装，由大写字母 M 表示；

④ 氨燃料管路系统已安装，由大写字母 P 表示；

⑤ 氨燃料动力系统相关危险区域内电气设备均满足相应防爆要求，由大写字母 D 表示。

1.1.5.3　氨燃料动力系统预设附加标志授予后，在氨燃料动力系统实船安装改造之前，如船舶进行改装，则相关修改图纸需提交 CCS 审查。

1.1.5.4　氨燃料动力系统安装改造完成并经 CCS 按本指南检验合格后可授予附加标志 Ammonia Fuel，氨燃料动力系统预设附加标志予以撤回。

1.1.6　替代设计

1.1.6.1　对本指南要求的船上应装设或配备的特定的附件、材料、仪表、设备的部件或其型号，或应采取的特别措施和任何程序或布置，CCS 允许采用其他替代设备或措施，但应通过试验或其他方法，确认其至少具有与本指南要求者相等的效能。

1.1.6.2　替代设计的等效性应按照 CCS《船舶替代设计和布置应用指南》的规定进行证明并经 CCS 批准。

1.1.6.3　CCS 不允许用操作方法或程序替代本指南规定的特定附件、材料、仪表、设备的部件或其型式。

---

① 氨燃料动力系统预设附加标志中的 AFD 为 Ammonia Fuel Design 的缩写。

第 2 节　图纸和资料

1.2.1　送审图纸和资料

1.2.1.1　氨燃料船舶除按 CCS 相关规范的要求提交图纸资料外，还应将下列图纸资料提交 CCS 批准：

（1）船舶布置

① 机器处所和锅炉间、起居处所、服务处所和控制站布置图；

② 燃料舱/燃料舱处所布置图；

③ 燃料加注系统布置图（含加注接头）；

④ 燃料舱处所、燃料舱接头处所的出入口、透气管和其他开口的布置；

⑤ 危险区域的通风管、门和开口的布置；

⑥ 起居处所、服务处所和控制站的入口、空气进口和开口的布置；

⑦ 空气闸位置和结构图（如设有）；

⑧ 气密舱壁贯穿图（如设有）；

⑨ 危险区域划分图；

⑩ 毒性区域划分图。

（2）燃料围护系统应按 CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》中关于货物围护系统的图纸送审适用要求提交图纸。

（3）管系

① 燃料管系的系统图，包括燃料供应、加注、压力释放阀和透气管路等；

② 燃料管路系统中法兰、阀和其他装置的图纸和说明；

③ 燃料管路的材料、焊接、焊后热处理和无损检测试验技术文件；

④ 燃料管路压力试验（强度和密性试验）技术文件；

⑤ 包括阀件、附件以及燃料（液体或蒸气）操作相关设备在内所有管系的功能试验大纲；

⑥ 在切断加注接头之前从燃料加注管中去除燃料的措施的技术文件；

⑦ 与燃料系统有关的冷却水系统或热交换系统（如设有）；

⑧ 除气和惰性气体吹扫系统布置图和说明；

⑨ 燃料准备间和燃料舱处所的舱底和疏排水系统布置图（如设有）；

⑩ 管路压力释放阀的排量计算书。

（4）通风系统

① 危险区域机械通风系统布置图和说明，包括风扇及其电动机的容量和布置等技术文件；

② 双壁管（通风导管）的布置图。

（5）消防设备和系统

① 水雾系统（包括管路、阀件、喷嘴和附件）布置图和说明（容量计算等）；

② 火灾探测系统布置图；

③ 燃料舱/燃料舱处所及其通风管、加注站（如适用）结构防火布置图；

④ 干粉及其他灭火装置布置图（如设有）。

（6）电气系统

① 危险区域内所有电气设备布置图；

② 本质安全电路的校核资料，包括对电压、电流、电容和电感的校核；

③ 合格防爆型设备清单。

（7）控制、监测和安全系统

① 燃料蒸气探测和报警系统布置图及说明，包括探头、报警装置和报警点布置图；

② 燃料舱监控系统布置图及说明，包括传感器、报警点布置等；

③ 燃料泵控制和监控系统（如设有）布置图及说明；

④ 氨发动机控制和监控系统布置图及说明；

⑤ 燃料供应系统和加注系统的电气原理图及监控明细表。

（8）氨发动机

① CCS 相关规范对柴油机要求提交的图纸资料；

② 燃料喷射系统原理图及防爆、防泄漏措施说明；

③ 曲轴箱防爆保护布置与详细说明；

④ 排气系统防爆布置与计算书；

⑤ 与氨燃料有关的发动机控制系统原理图（含监测、报警和安全保护装置）；

⑥ 与氨燃料有关的发动机试验程序和试验报告；

⑦ 进气系统防爆布置与计算书（如适用）；

⑧ CCS 认为必要的其他图纸资料。

（9）试验或程序文件

① 与燃料有关的系泊与航行试验程序，如所有燃料管系及其阀件、附件和相关设备的功能性试验等。

1.2.2 备查图纸和资料

1.2.2.1 除 CCS 相关规范要求的常规资料外，还应将相关风险分析报告（如氨发动机风险分析（如 FMEA（故障模式与影响分析））报告等）提交 CCS 备查。

1.2.3 船上保存的图纸和资料

1.2.3.1　除 CCS 相关规范要求的常规资料外，船上还应至少保存如下资料：

（1）燃料准备间布置图（如设有）；

（2）围板、集液盘或其他防护措施的说明；

（3）管系的支管、弯头、伸缩接头和波纹管等类似装置的技术文件；

（4）管路电气接地技术文件；

（5）燃料舱安全操作程序；

（6）燃料供应系统操作手册；

（7）氨发动机操作程序及维修手册；

（8）包括毒性区域作业和安全撤离的应急响应程序。

第 3 节　产品检验

1.3.1　一般要求

1.3.1.1　除满足本指南的要求外，产品检验还应满足 CCS 相关规范和产品检验指南的有关要求。

1.3.1.2　与氨燃料相关的设备（如燃料舱、氨发动机、燃料泵、氨吸收罐或氨洗涤系统、氨燃烧装置、氨氧化催化装置和氨空气稀释系统等）、管系和阀件等应经 CCS 认可并取得 CCS 签发的产品证书，方可上船使用。

第 4 节　船舶检验

1.4.1　一般要求

1.4.1.1　所有检验程序、检验方式、检验种类、检验间隔期、检验条件、检验前准备、检验和试验要求以及船舶图纸、资料、证书、记录和报告等的保存，对于海船应按 CCS《钢质海船入级规范》的有关规定执行，对于内河船舶应按 CCS《内河船舶入级规则》的有关规定执行。

1.4.2　建造中检验

1.4.2.1　船舶的建造中检验除应按 CCS 相关规范的适用要求进行检验外，尚应增加下列项目：

（1）氨发动机的安装和试验；

（2）燃料舱的安装和试验；

（3）燃料加注系统的安装和试验；

（4）燃料供应系统的安装和试验；

（5）氨发动机机器处所、燃料舱接头处所、双壁管、燃料准备间（如设有）通风系统的安装和试验；

（6）氨发动机遥控关闭装置的安装和试验；

（7）燃料蒸气探头的安装位置、数量，并进行探测、报警系统的试验；

（8）防爆设备的确认和安全检查；

（9）危险等级依赖于机械通风的处所，其通风装置应作效用试验，通风量应足够，通风系统故障的报警应正确；

（10）确认本质安全电路的设备和电缆安装的正确性；

（11）受正压通风保护处所的确认和安全检查；

（12）探火、灭火装置的安装与试验；

（13）确认船舶满足毒性区域划分的要求；

（14）核查燃料供应系统操作手册。

1.4.3 建造后检验

1.4.3.1 年度检验：除应按 CCS 相关规范的适用要求进行检验外，尚应对下列项目进行检验：

（1）燃料围护系统

① 对 C 型独立燃料舱，检查燃料舱铭牌是否清晰、牢固可靠，内容是否齐全（如设有）；

② 检查燃料舱液位指示仪是否处于工作状态以及高液位报警和高液位自动关闭系统是否处于正常状态；

③ 对燃料舱的压力释放阀进行外部检查；

④ 检查燃料舱压力、液位、温度指示装置及控制与报警装置是否处于正常状态；

⑤ 燃料舱（包括次屏壁，如设有）的外部检查和检验维修通道的可达性。对 C 型独立燃料舱，应检查燃料舱外壁是否有剥蚀、腐蚀，或刮伤、凹陷、变形等现象；

⑥ 目视检查燃料舱接口部位焊缝是否存在裂纹等（如可行）；

⑦ 确认燃料舱安全操作程序保存在船上（包括燃料舱主阀控制、液位容积对照表、压力释放阀紧急隔离等）；

⑧ 燃料舱处所的一般检查；

⑨ 燃料舱主阀的遥控和就地关闭测试。

（2）对热交换器（如设有）进行检查，确认其运行状态、加热能力满足技术规格要求；

（3）确认燃料舱接头处所、燃料准备间的密封设施处于正常状态，并对燃料舱接头处所进行内部检查；

（4）检查面向危险区域和毒性区域的上层建筑和甲板室端壁上的门、舷窗和窗等是否处于良好状态；

（5）检查在出现燃料泄漏时供保护船员用的任何特殊围蔽处所的关闭装置和其他装置（如设有）是否处于正常状态；

（6）检查不经常进入的处所所用的便携式通风设备（如设有）是否处于正常状态；

（7）检查集液盘是否处于正常状态（如设有）；

（8）对于包含燃料储存、燃料加注和燃料供应装置/部件或相关系统的处所（包括空气闸、泵舱、压缩机房、燃料准备间、燃料阀间、控制室和设有气体燃烧设备的处所），应对通风系统（包括配备的便携式通风设备）进行检查。若设有报警器（如压差和失压报警器），应尽可能对其进行操作测试，验证其功能是否正常；

（9）用于燃料储存、燃料加注和燃料供应（如通风、压缩、制冷、液化、加热、冷却或其他燃料处理）的管系、软管、紧急切断阀、遥控操作阀、释放阀、机械和设备，应尽可能进行检查，对管路上的膨胀接头、支架等应特别注意。应检查惰化功能是否有效。应尽可能确认在系统紧急切断状态下泵和压缩机的关停状况；

（10）检查危险区域的电气设备和舱壁/甲板的贯穿（包括危险区域的进出口），以确保其预定用途和安装区域达到连续的适宜性，并检查维护及维修记录；

（11）检查设有燃料储存、燃料加注和燃料供应装置/部件或相关系统的舱室，其配备的气体探测和其他泄漏探测设备（包括指示器和报警器）应处于正常的运行状态，并根据制造商的建议检验气体探测系统的复校情况；

（12）检查燃料舱、加注站、含有发动机的机器处所等相关处所的防火结构和布置是否发生实质性的变动；

（13）检查探火和灭火装置，并试验起动一台主消防泵；

（14）检查水喷淋系统、水雾系统是否处于正常状态；

（15）检查干粉灭火系统是否处于正常状态；

（16）应检查航海日志和运行记录，以确认气体探测系统、燃料供应/气体系统等的正常运行。适用时还包括蒸发率、氮气消耗量（对于薄膜围护系统），也应与气体探测记录一起考虑；

（17）制造商/建造者提供的涵盖运行、安全和维护要求以及职业健康危害（与燃料储存、燃料加注、燃料供应及燃料使用相关系统有关）的说明书和手册，应确认保存在船上；

（18）应检查危险区域的电气接地布置（包括配备的接地跨接线）；

（19）燃料加注系统

① 加注站和燃料加注系统的检查；

② 确认燃料加注控制、监控和切断系统是否处于正常运行状态。

（20）应尽可能在工作条件下对燃料供应系统进行检查：

① 燃料供应系统控制、监控和切断系统正常运行状态的检验；

② 机舱的主燃料阀的遥控和就地关闭测试。

1.4.3.2　中间检验：除应按 CCS 相关规范的适用要求和 1.4.3.1 的要求进行检验外，尚应对下列项目进行检验：

（1）确认用于危险处所通风的机械通风风扇已备有备件；

（2）对燃料系统关于压力、温度和液位的仪表应进行目视检查，并通过改变压力、温度和液位进行对比试验。可接受无法接近的传感器进行模拟试验。此试验还应包括对报警和安全功能的试验；

（3）电气设备：危险区域的电气设备应尽实际可能地进行接地保护（接地点检查）、隔爆外壳完整性、电缆外护套损坏情况、正压型设备和相关报警设备的功能试验、空气闸保护处所（如设有）内的非合格防爆型电气设备电源切断系统试验和绝缘电阻测量等方面的检验；

（4）安全系统：气体探测器、温度传感器、压力传感器、液位指示器和燃料安全系统使用的其他设备，应随机进行试验以确认处于正常的操作状态。应验证在故障状态下燃料安全系统具有适当的响应。

1.4.3.3　特别检验：除应按 CCS 相关规范的适用要求和 1.4.3.2 的要求进行检验外，尚应对下列项目进行检验：

（1）燃料围护系统

① 对设有人孔的燃料舱应开舱，进行以下外观检查：

（a）防波板（如设有）与燃料舱本体的连接情况，连接焊缝处的裂纹、连接固定螺栓的松脱、防波板裂纹、裂开或脱落等；

（b）燃料舱气相管、液位计固定导架与燃料舱本体连接处的裂纹、裂开或松脱等。

② 燃料舱连同其管路（包括燃料管路、透气管路等）进行气密性试验，试验介质应为干燥、洁净的氮气或空气。进行气密性试验前，必须经舱内成分检测合格，否则严禁用空气作为试验介质；

③ 燃料舱连同其管路（包括燃料管路、透气管路等）进行液压试验；

④ 对所有直接与燃料舱连通的阀和旋塞应打开检查，对连接管应作内部检查（如实际可行）；

⑤ 燃料舱的压力释放阀应能打开进行检查、校正和功能试验。如果燃料舱配备压力释放阀的主阀或引导阀设有非金属薄膜，则此非金属薄膜应能更换；

⑥ 特别注意燃料舱和垫片、支承和锁固装置的绝热。为验证燃料舱或绝热层本身的状况，有必要时可能要求去除绝热层；

⑦ 应根据批准的检验计划对燃料舱进行检查。当根据 CCS《船舶应用天然气燃料规范》

4.2.1.8 制定检查/检验计划时，除下列明确规定者外，燃料围护系统的检验要求应满足 CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第 2 篇第 A2 章 A2.3.2.4 或《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第 2 篇第 A1 章 A1.3.3.4 的相关要求：

（a）应对燃料舱的绝热情况和支撑结构布置进行外观检查。如果对结构完整性产生怀疑，可要求进行无损检测。

（b）没有通道开口的真空绝热 C 型独立燃料舱不必进行内部检查。真空监测系统（如设有）应进行检查，并查阅船上检查记录。

（2）管系

① 应检查燃料储存、燃料加注和燃料供应（如通风、压缩、制冷、液化、加热储存、燃烧或其他燃料处理方式）和液氮装置（如设有）的所有管系，可要求移除管系和开口的绝缘以便检查，对密封状况应作特别检查。对认为可疑的管系，应进行 1.25 倍压力释放阀最大允许调定值（MARVS）的液压试验。重新装配后，应对整个管系进行密性试验，当不能接受水作为试验介质和在系统投入使用前无法干燥管系时，验船师可接受其他替代试验流体或替代试验方法；

② 应打开燃料供应和加注管系的压力释放阀，用于检查、校正和功能试验。若单个可辨识的压力释放阀保持有连续的彻底检查和重新试验的合理记录，并且航行日志证明其余的阀件在上次特别检验记录以后已经进行了彻底检查和试验，则将考虑接受对阀件（包括使用中的液化气体或蒸气释放阀的每种规格和型号）进行代表性抽样，并打开进行内部检查和试验；

③ 应检查所有紧急切断阀、止回阀、截止透气阀、主燃料阀、遥控操作阀和用于燃料储存、加注和燃料供应管系压力释放阀检查的隔离阀，并验证可操作性。应随机抽查阀，并打开进行检查。

（3）与燃料有关的燃料泵、压缩机、处理用压力容器、热交换器和惰性气体发生器等其他使用的部件，应按照 CCS 相关规范对于机械装置定期检验的要求进行检查；

（4）对热交换器（如设有）进行拆检和效用试验；

（5）对惰性气体发生器进行检查，以确认其所产生的惰性气体是在技术规格范围内且该设备运行正常；

（6）对惰性气体的分配阀和管路等作总体检查，对贮存惰性气体的压力容器应作内外部检查，对系固装置应作特别检查，应查明压力释放阀是否处于良好工作状态；

（7）将每台压缩机（如设有）打开检查，检查运动部件、固定部件以及阀、阀座、密封压盖、释放设施、吸入滤器和滑油装置等。如验船师对校中和磨损情况认为满意，则对下轴瓦和曲轴箱轴封压盖可不拆开检查；

（8）电气设备

① 电气设备的检查，包括电缆及其支架、本质安全型电气设备、防爆型电气设备和增强

安全电气设备的物理状态；

② 正压型设备和相关报警器的功能试验；

③ 对危险区域使用的未经认证的电气设备，其断电系统的测试；

④ 对终止于或穿过危险区域和处所的电路，应进行绝缘电阻测试。

（9）安全系统

① 气体探测器、温度传感器、压力传感器、液位指示器和燃料安全系统使用的其他设备，应进行试验以确认处于正常的操作状态；

② 应验证在故障状态下燃料安全系统具有正确的响应；

③ 应根据制造商的要求，校准压力、温度和液位指示设备。

（10）将气密舱壁上的轴封拆开，检查其密封装置；

（11）对氨发动机除应按 CCS 相关规范有关柴油机的特别检验项目进行检验外，尚应进行如下检查：对燃料管路的导管或罩壳作总体检验；对管道的排气或惰化装置应予检查；氨发动机在工作状态下进行运转效用试验。

第 2 章　船舶布置

第 1 节　一般规定

2.1.1　目的

2.1.1.1　本章的目的是对动力设备、燃料围护系统、燃料供应设备及加注系统的安全位置、处所布置及机械防护提出技术要求。

2.1.2　功能要求

2.1.2.1　本章与 1.1.3.2（1）至（3）、（5）、（6）、（8）、（12）至（15）和（18）的功能要求相关。

2.1.2.2　燃料舱的布置应使其在船舶发生碰撞或搁浅后受损的概率降至最低。

2.1.2.3　正常运行条件下，不允许将氨气直接排放到大气中。

2.1.2.4　为控制燃料舱压力而直接排放氨气是不可接受的。但允许故障条件下将氨气排放到大气中。

2.1.2.5　燃料舱、燃料管系及其他燃料释放源的布置应能使释放的燃料蒸气通向露天的安全位置，并经氨气处理系统处理（如必要）。

2.1.2.6　通向含有燃料释放源的处所的通道或该处所上的其他开口，其布置应使有毒气体或可燃蒸气、窒息性气体不会逸入其他处所，这些处所在设计时未考虑存在上述气体的风险。

第 2 节　燃料舱布置

2.2.1　一般要求

2.2.1.1　燃料舱不应位于起居处所和 A 类机器处所（海船）/重要机器处所（内河船）内。

2.2.1.2　燃料舱及其隔离舱应位于防碰撞舱壁之后。

2.2.1.3　燃料舱应予以保护，以防机械损伤。

2.2.1.4　位于开敞甲板上的燃料舱应设置围板、水喷淋系统及独立的氨水泄放系统。含有液氨或溶解氨的水溶液不应直接排放至船外。如不可避免时，可根据 MARPOL 73/78 附则 II 和其他适用法规的标准和操作程序排放至船外。

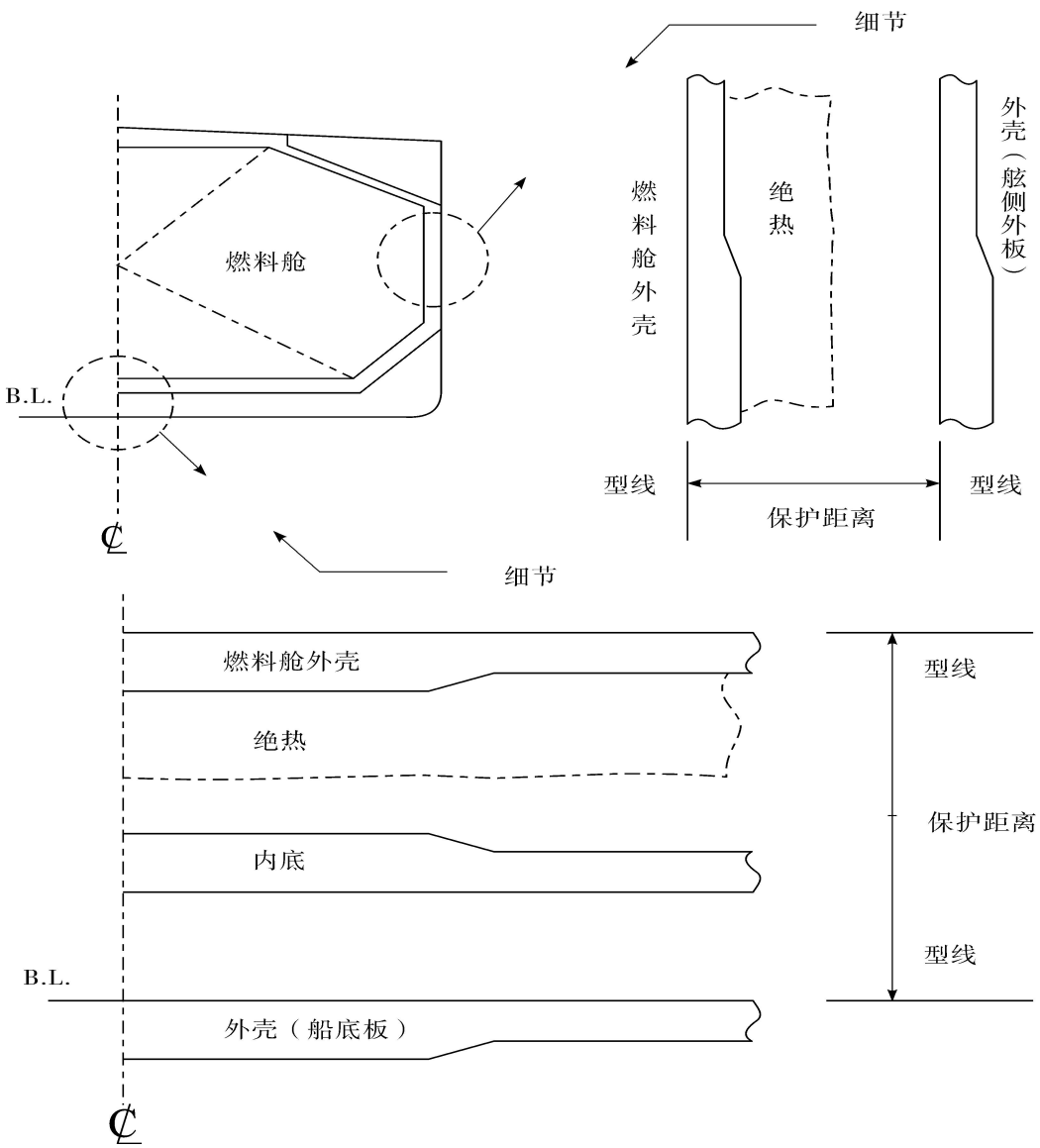
2.2.1.5　位于开敞甲板上的燃料舱和/或设备的设置应确保有足够的自然通风，以防止逸出的气体积聚。

2.2.1.6　独立燃料舱应固定在船舶结构上。燃料舱支撑和固定应依据船舶特点及其布置位置考虑船舶最大的静态和动态倾斜以及最大船舶运动加速度的影响。

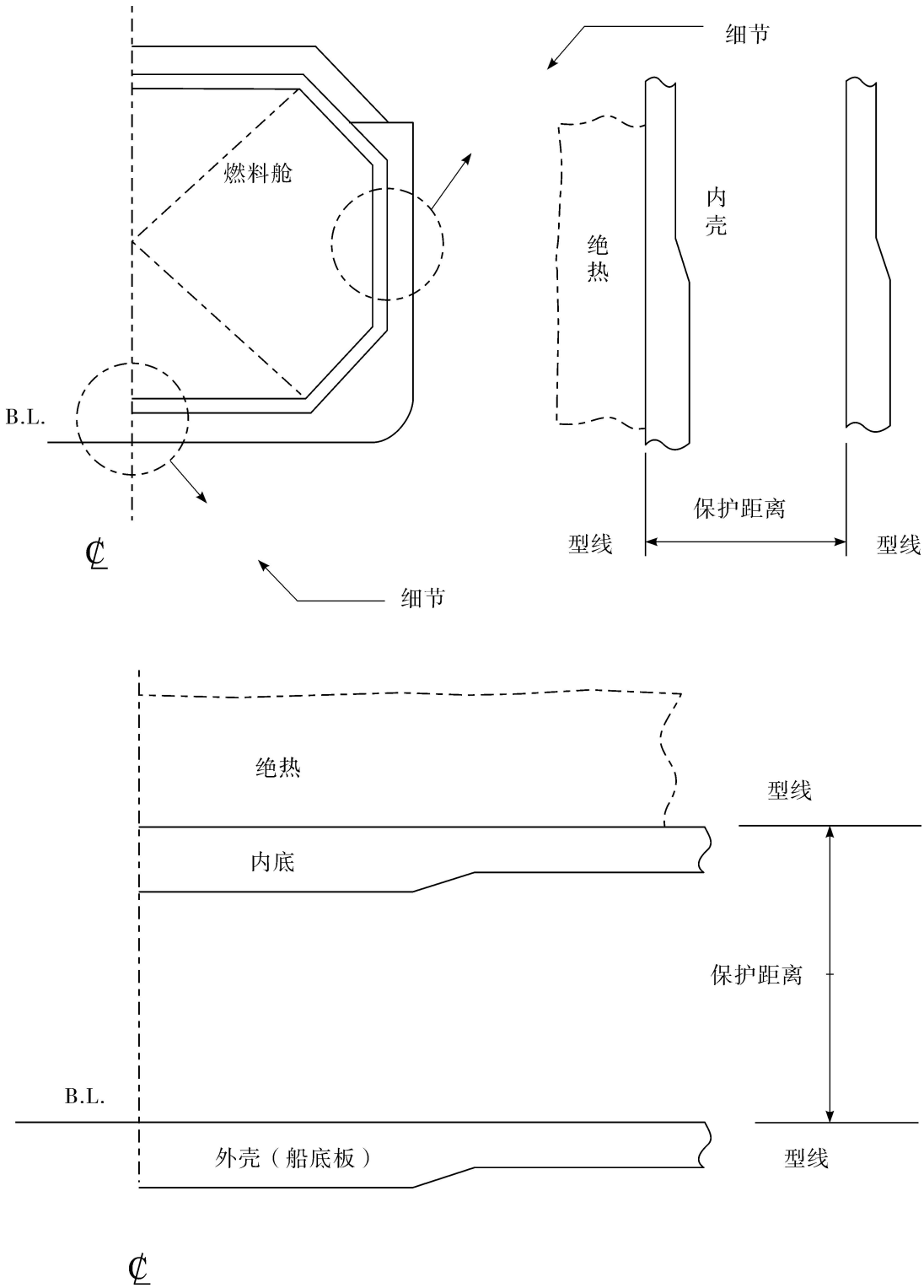
2.2.1.7　燃料舱应采用如下方式予以保护，以防止由于碰撞或搁浅而导致外部损伤：

（1）每一燃料舱的限界面应视为燃料舱结构（包括燃料舱阀）的纵、横及竖向最外部边界。

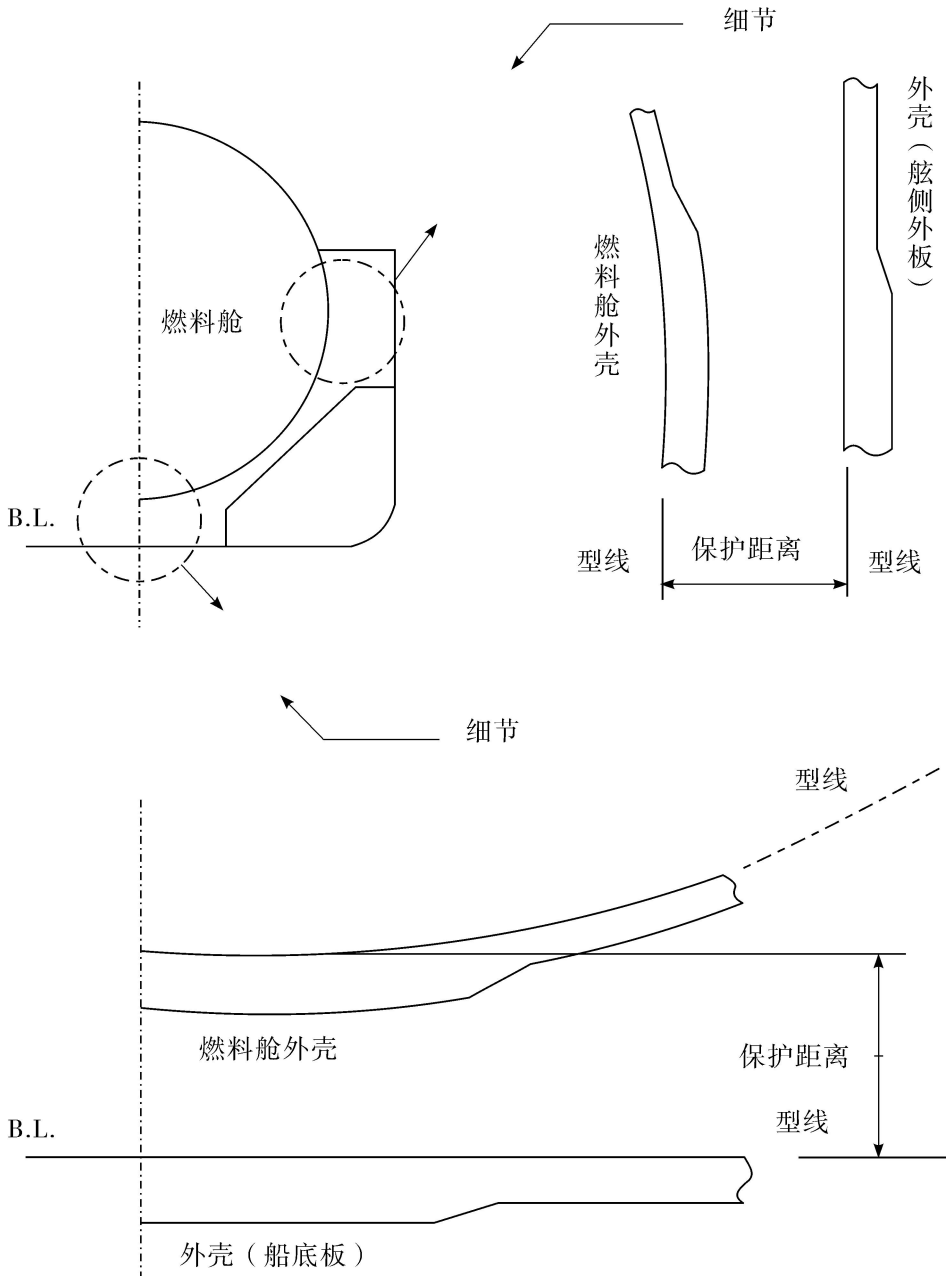
（2）对于独立燃料舱，保护距离应量至燃料舱壳板（燃料舱围护系统的主屏壁）。对于薄膜燃料舱，保护距离应量至燃料舱绝热层周围的舱壁。不同类型液舱的保护距离见图 2.2.1.7（2）。



(a) 独立棱形燃料舱



(b) 薄膜燃料舱



(c) C 型独立燃料舱

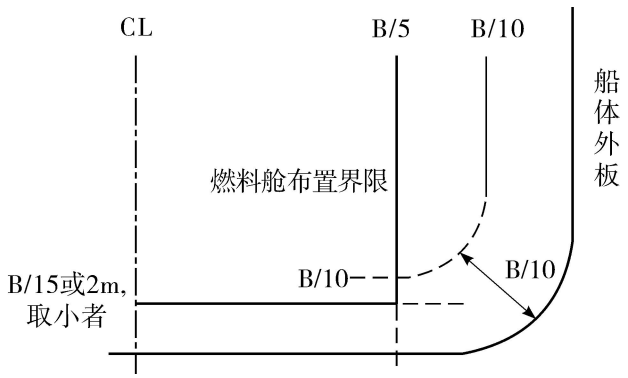
图 2.2.1.7（2）不同类型液舱的保护距离

（3）对于海船：

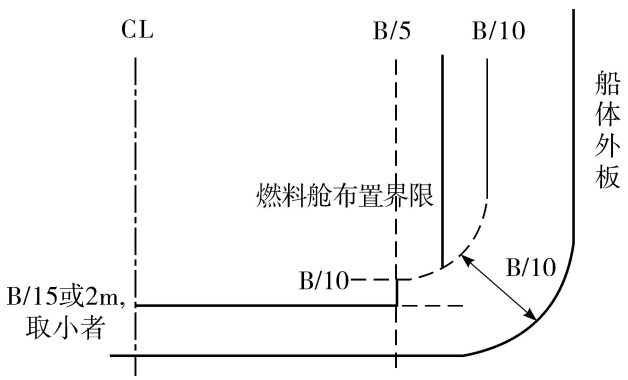
① 燃料舱应位于自舷侧向内沿垂直于夏季载重线处的中线量取至少 *B*/5 或 11.5m 处，取小者；其中，*B* 系指船舶处于或低于最深吃水（夏季载重线吃水）时的最大型宽。

② 在任何情况下，燃料舱的限界面与船壳外板或艉端点的距离不应小于如下规定：

（a）对于客船：*B*/10，但无论如何不得小于 0.8m。然而，对于船舶中线与①所要求的 *B*/5 或 11.5m（取小者）之间的区域，此距离不必大于 *B*/15 或 2m，取小者（参见图 2.2.1.7（3））。



（a）使用确定法时的保护距离



（b）使用概率法时的保护距离

图 2.2.1.7（3）客船燃料舱的布置要求

（b）对于货船：

当 $Vc \leqslant 1000m^3$，取 0.8m；

当 $1000m^3 < Vc < 5000m^3$，取 $0.75+Vc \times 0.2/4000m$；

当 $5000m^3 \leqslant Vc < 30000m^3$，取 $0.8+Vc/25000m$；

当 $Vc \geqslant 30000m^3$，取 2m。

其中，*Vc* 相当于 20℃时单个燃料舱的设计总容积，包含气室和附属物。

③ 燃料舱的底层限界面应位于自船底外板中心线量起至少 *B*/15 或 2m 高处，取小者。

（4）对于内河船舶：

① 燃料舱应位于自舷侧向内沿垂直于满载水线处的中线量取至少 *B*/10 或 1.0m 处，取小者；

② 在任何情况下，燃料舱的限界面不应位于距离船壳外板或艉端点小于 0.8m；

（5）对于多体船，*B* 值取片体宽度。

（6）对于客船，燃料舱应位于距首垂线 0.08*L* 的横截面后方；对于货船，燃料舱应位于防撞舱壁后方。

（7）对于具有较高抗碰撞和/或抗搁浅能力的船体结构的船舶，燃料舱的位置可按照 1.1.6 的规定予以特别考虑。

2.2.1.8 对于海船，可用下述计算方法替代 2.2.1.7（3）①的规定：

（1）按下式计算所得 f_{CN} 值，对于客船应小于 0.02，对于货船应小于 0.04。

（2）f_{CN} 应按下式计算：

$$f_{CN}=f_l\times f_t\times f_v$$

式中：

f_l 采用 SOLAS 公约第 II-1/7-1.1.1.1 条中系数 p 的公式计算。$x1$ 的值应相当于自船舶艉端点至燃料舱最前端限界面的距离，$x2$ 的值应相当于自船舶艉端点至燃料舱最后端限界面的距离。

f_t 采用 SOLAS 公约第 II-1/7-1.1.2 条中系数 r 的公式计算，该值反映破损穿透燃料舱外层限界面的概率。其公式为：

$$f_t=1\text{-}r(x1, x2, b)$$

式中，当燃料舱的最外边界位于由最深分舱载重线给出的边界之外时，b 应取 0。

f_v 采用 SOLAS 公约第 II-1/7-2.6.1.1 条中系数 v 的公式计算，该值反映损伤垂直扩展至燃料舱底部限界面以上的概率。其公式为：

$(H\text{-}d)\leqslant 7.8$m 时，$f_v = 1.0 - 0.8\dfrac{H-d}{7.8}$　　(f_v 应取不大于 1)

$(H\text{-}d)>7.8$m 时，$f_v = 0.2 - 0.2\dfrac{(H-d)-7.8}{4.7}$　　(f_v 应取不小于 0)

式中：H ——从船舶基线至燃料舱底部限界面的距离，m；

d ——最大吃水（夏季载重线吃水），m。

（3）当一个以上互不重叠的燃料舱沿纵向布置时，应按照 2.2.1.8（2）的规定分别计算各个燃料舱的 f_{CN}。用于燃料舱整体布置的 f_{CN} 值为各个独立燃料舱的 f_{CN} 值之和。

（4）如燃料舱关于船舶中心线非对称布置，则应分别计算左、右舷的 f_{CN} 值，取二者的平均值。

第 3 节　处所位置与分隔

2.3.1 机器处所

2.3.1.1 设有燃料使用设备的机器处所应采用气体安全机器处所，其布置应使该处所在所有情况下，包括正常和异常情况下，均可视为气体安全，即本质气体安全，以减少发生气体泄漏和爆炸的可能性。

2.3.1.2 气体安全机器处所发生的单一故障不会导致气体燃料泄漏到该机器处所内。

2.3.1.3 机器处所内燃料管路的布置应满足本指南第 6 章第 3 节的要求。

2.3.2 燃料准备间

2.3.2.1 燃料准备间应位于 A 类机器处所（海船）/重要机器处所（内河船）外。

2.3.2.2 燃料准备间的布置应满足本指南第 6 章第 5 节的要求。

2.3.3 舱底水系统及泄放装置

2.3.3.1 可能出现燃料泄漏的区域内的舱底水系统，应独立于其他处所的舱底水系统。

2.3.3.2 应配备一个或多个收集排水和燃料泵、阀件、双壁管内管可能泄漏的燃料的专用污液储存舱/柜。专用污液储存舱/柜应满足燃料舱的相关布置要求。应提供能将受污染的液体燃料安全输送至岸上接收装置的措施。

2.3.3.3 燃料准备间的舱底水系统在燃料准备间外应能操作。

2.3.3.4 来自含有潜在氨释放源处所的舱底水应保留在船上的专用污液储存舱/柜中，以便随后排放到接收设施中或经处理后排海。

2.3.3.5 在安装水喷淋系统的处所，泄放管或舱底吸口的数量和直径应足以避免任何积水风险。

2.3.3.6 可能含有溶解氨的舱底水舱和专用污液储存舱/柜应位于机器处所外，并设有通向氨蒸气处理系统或透气桅的排气管路和液位指示、氨蒸气浓度探测的装置。

2.3.3.7 可能含有溶解氨的舱底水舱和专用污液储存舱/柜应设置保护隔离舱，但与燃料舱及燃料准备间之间可不设隔离舱。

2.3.3.8 氨水混合物可以根据 MARPOL 73/78 附则 II 和其他适用法规的标准和操作程序排放至船外。对于内河船舶，不允许将氨水混合物排放至船外。

2.3.4 集液盘和围板

2.3.4.1 应在可能发生泄漏或溢出的地方安装集液盘，尤其是：

（1）单壁管接头处；

（2）加注站；

（3）燃料准备间，可能的液体燃料泄漏源，包括可拆卸的管道连接、泵、阀门和热交换器。

2.3.4.2　应通过风险分析确定最大的可能泄漏量（包括泄漏燃料和喷淋水），以便设计集液盘或围板的容量。

2.3.4.3　集液盘或围板应配备一个将泄漏的燃料输送至专用污液储存舱/柜的管路。该管路上应安装一个止回阀和一个截止阀。

2.3.4.4　如集液盘和围板受雨水影响，则应设置排水阀，以将雨水排放至舷外。

2.3.5　出入口与通道

2.3.5.1　不允许从非危险区域直接进入危险区域，如果由于操作的原因必须提供出入口，那么应提供满足 2.3.6 要求的空气闸。

2.3.5.2　位于开敞甲板以下的燃料准备间应提供一个独立的直通开敞甲板的通道。如果实际布置不可行，那么应提供满足 2.3.6 要求的空气闸。

2.3.5.3　如可行，燃料舱和隔离舱应提供直通开敞甲板的通道，以便除气、清洁、维护和检视。

2.3.5.4　如燃料舱或隔离舱没有直通开敞甲板，则其通道应满足:

（1）应配置一个独立的负压机械通风系统，其可提供每小时 6 次换气能力，并配置低氧气浓度报警装置。

（2）应在燃料舱口周边提供足够的开阔空间以便于有效的撤退和救援操作。

（3）不允许从起居处所、服务处所、控制站、滚装处所、特种处所和 A 类/重要机器处所直接进入。

2.3.5.5　独立燃料舱周边应有足够空间进行撤离和救援操作。

2.3.5.6　除非通向燃料舱接头处所的出入口是独立的，且直接通往开敞甲板，否则该出入口应设置螺栓连接式舱盖。

2.3.6　空气闸

2.3.6.1　空气闸是由气密舱壁所围蔽的处所，该舱壁上设有两扇能确保气密的钢质门，其距离至少为 1.5m，但不大于 2.5m。除非符合《国际载重线公约》或主管机关相关法规的要求，否则空气闸门槛高度应不小于 300mm，此类门应为自闭式，无任何门背扣装置。

2.3.6.2　空气闸应在相对邻近的危险区域或处所的正压状态下进行机械通风。

2.3.6.3　空气闸应设计成当其所隔开的危险处所内发生最严重的事故时，不会有气体释放至安全处所。此类事故应按照 1.1.4 的要求通过风险分析进行评估。

2.3.6.4　空气闸应具有简单的几何形状和便捷的通道，其甲板面积不应小于 1.5m^2。空气闸不可用于其他目的（如储藏室等）。

2.3.6.5　空气闸的两端应配备听觉和视觉报警系统，当多于一扇门从关闭位置上开启时应发

出听觉和视觉报警。

2.3.6.6　对于设有从甲板下方危险处所进入的通道且通道被空气闸保护的非危险处所，当危险处所通道失压时，该通道应予以限制，直至该处所通风恢复。当空气闸压力损失时，应在有人值守的位置发出听觉和视觉报警，以显示失压和空气闸门开启。

2.3.6.7　与安全相关的基本设备应不失电且是合格防爆型，这些设备包括照明、火灾探测、公共广播和通用报警系统。

2.3.6.8　用于推进、电站、操纵、锚泊和系泊设备以及应急消防泵的非合格防爆型电气设备不应位于空气闸保护处所内。

第 4 节　氨气排放控制设备

2.4.1　一般要求

2.4.1.1　为控制氨气的排放而设置的设备及其布置应在正常营运状态和发生燃料泄漏的故障状态下，均可确保可能存在人员的任何位置的氨气浓度不超过允许接触限值。

2.4.1.2　氨气排放控制设备一般包含氨气处理系统及水喷淋系统。

2.4.1.3　氨气排放控制设备的设计及布置均应考虑不同的预期排放场景，采用一种或多种方式，其设备的处理容量取决于正常和故障状态下的氨气排放量。

2.4.2　氨气处理系统

2.4.2.1　氨气处理系统一般包括但不限于以下设备或系统，可选择其中一种或多种方式，以满足 2.4.1.1 中的要求：

（1）氨气吸收罐或氨气洗涤系统；

（2）氨燃烧装置/氧化催化装置；

（3）氨空气稀释系统。

2.4.2.2　氨气吸收罐或氨气洗涤系统

（1）氨气吸收罐和氨气洗涤系统的储罐容量取决于氨在相关温度下的溶解度。

（2）氨气吸收罐和氨气洗涤系统应采取措施防止吸收罐和储罐中的水结冰。

（3）氨气吸收罐和氨气洗涤系统的储罐应配备温度计、液位指示器和低液位、高液位报警器。

（4）氨气吸收罐的进气管应位于罐底部低液位以下。

（5）氨气吸收罐和氨气洗涤系统应设有排放至陆基接收设施的装置。其氨水混合物可根

据 MARPOL 73/78 附则 II 和其他适用法规的标准和操作程序排放至船外，对于内河船舶，不允许将氨水混合物排放至船外。

（6）当使用中和酸来降低氨气吸收罐和氨气洗涤系统储罐中的氨水浓度时，应采取相应措施防范中和酸可能对人员产生的伤害、对接触材料产生的腐蚀作用和可燃气体的产生。

（7）氨气吸收罐和氨气洗涤系统的材料应符合本指南第 3 章第 3 节的规定。

2.4.2.3 氨燃烧装置/氧化催化装置

（1）氨燃烧/氧化催化装置应设计为在整个预期流量范围内运行，并保证氨气充分燃烧/氧化。

（2）氨燃烧装置应提供引燃火焰以启动和维持氨的燃烧，必要时应设置缓冲罐保证氨燃烧装置能在安全阀或排气阀打开后立即运行。

（3）应安装相分离器（分离罐）以分离氨气中的液氨（液滴）。

2.4.2.4 氨空气稀释系统

（1）氨空气稀释系统应设置为通过将排放氨气与新鲜空气混合或增加通风率来充分稀释氨气。

（2）应采取措施避免氨空气稀释系统中氨/空气混合物的火灾和爆炸风险。

2.4.3 水喷淋系统

2.4.3.1 水喷淋系统的喷嘴布置应使其保护范围能覆盖处所内所有可能泄漏的氨燃料设备和管路接头。

2.4.3.2 水喷淋系统应设为独立系统，其通过加压系统提供淡水，加压系统由两台泵和一个能维持保护区域内所有喷嘴同时喷洒 30min 水量的水箱组成，其喷水率为 10L/min/m^2（以被保护区域水平面积计），水箱应设有所需的安全泄压装置、压力计、水位控制器和液位计。

2.4.3.3 系统应自动维持水箱所需的水压和水位。在低压或低水位情况下，在被保护处所和集控室应能发出听觉和视觉报警。

2.4.3.4 当所在处所内检测氨浓度达到 300 ppm 时，应自动启动水喷淋系统，也可以在水喷淋系统控制位置和被保护处所外部进行手动操作。

2.4.3.5 水喷淋系统保护区域内的电气设备防水应达到 IP55。

第 3 章　材料和管路设计

第 1 节　一般规定

3.1.1　目的

3.1.1.1　本章的目的是考虑氨燃料的性质，确保燃料在所有营运状态下的安全操作，以使其对船舶、人员和环境所造成的风险降至最低。

3.1.2　功能要求

3.1.2.1　本章与 1.1.3.2（1）、（5）、（6）、（8）、（9）和（10）的功能要求相关。

3.1.2.2　燃料管路应能吸收燃料因极端温度引起的热膨胀或收缩，而不会产生过大应力。

3.1.2.3　应采取措施保护管路、管系及其部件和燃料舱，使其免受由于热变形及燃料舱和船体构件的位移而引起的过大应力的影响。

3.1.2.4　可能含有低温燃料的管路应与邻接的船体构件进行热隔离，以防止船体温度降低至船体材料的设计温度以下。

第 2 节　管路设计

3.2.1　一般要求

3.2.1.1　应按照 CCS 接受的标准[①]对燃料管路和所有其他管路进行颜色标识。

3.2.1.2　所有的燃料管路和独立燃料舱、薄膜燃料舱均应与船舶结构采取电气接地措施。所有具有密封垫片的管接头和软管接头也应进行电气连接。除使用搭接片的情况外，应证明每一接头或连接处的电阻不大于 1 MΩ。

3.2.1.3　对于非燃料供应管路和电缆，若其不会成为着火源或破坏双壁管或管道的完整性，

① 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》。

且不会被氨腐蚀，则可以设置在双壁管或管道内。双壁管或管道应只包含操作必需的管路和电缆。

3.2.1.4　燃料舱加注管路的布置应尽可能减少静电的可能性，注入管应伸入燃料舱柜内并尽可能接近舱底。

3.2.1.5　燃料管路的设计应能防止气阻产生。

3.2.1.6　可能含有低温燃料的管路应予以隔热，将湿气冷凝或结霜降低至最少程度。

3.2.2　管壁厚度

3.2.2.1 最小管壁厚度应按下式计算：

$$t = \frac{t_0 + b + c}{1 - \frac{a}{100}} \qquad \text{mm}$$

式中：

t_0——理论壁厚；

$$t_0 = \frac{PD}{2.0Ke + P} \qquad \text{mm}$$

其中：

P——设计压力，MPa；

D——外径，mm；

K——许用应力，N/mm^2；

e——有效系数。对于无缝钢管，以及由认可的焊接管制造厂供应的纵向焊或螺旋焊焊接管，在按 CCS 接受的标准进行无损探伤后认为等效于无缝钢管者，则取 1.0；在其他情况下，按 CCS 接受的标准并根据制造工艺，可要求有效系数小于 1.0；

b——弯曲余量，mm。对 b 值的选取，应使仅受内压的弯曲部分的计算应力不超过材料的许用应力。如未做出此种证明，则 b 值应为：

$$b = D \cdot \frac{t_0}{2.5r} \qquad \text{mm}$$

其中：

r——平均弯曲半径，mm；

c——腐蚀余量，mm。如果预计受到腐蚀或浸蚀，则管壁厚度应比其他设计要求的值有所增加。此余量应与管子的预期寿命相一致；

a——用于壁厚的制造负公差，%。

3.2.3　设计压力

3.2.3.1　对于管路、管系和部件，设计压力应采用下列设计情况中的较大者[①②]：

（1）对于可能与其释放阀隔离并在任何时候仅含有蒸气的管系或部件，应为 45℃时的蒸气压力（1.8MPa），并假定管系中饱和蒸气的初始状态是处于该系统的工作压力和工作温度；

（2）燃料舱和燃料处理系统的 MARVS；

（3）相关的泵或压缩机的释放阀的调定压力；

（4）加注燃料时燃料管系的最大总压头；

（5）管路系统的释放阀调定压力。

3.2.3.2　管路、管系和部件的最小设计压力应为 1.0MPa，但对管端敞开的管路，其设计压力应不小于 0.5MPa。3.2.2 计算式中的设计压力 P 系指考虑了任何释放阀的最大允许调定值后，该系统在工作中可能承受的最大表压力。

3.2.4　许用应力

3.2.4.1 对于钢制（包括不锈钢）管路，3.2.2.1 的厚度公式中须考虑的许用应力应取下列计算值中的较小者：

$$\frac{R_m}{2.7} \text{ 或 } \frac{R_e}{1.8}$$

式中：

R_m——室温下材料的规定最低抗拉强度，N/mm^2；

R_e——室温下材料的规定最低屈服强度，N/mm^2。如在应力-应变曲线上无明显的屈服应力，则可采用 0.2%条件的验证应力。

3.2.4.2　为防止附加载荷造成管子的损坏、破断和过度下垂或失稳而需要一定的机械强度时，管壁厚度应比 3.2.2 要求的值有所增加。如增加管壁厚度不可行或增加管壁厚度后会使管子产生过大的局部应力，则应采取其他的设计方法，以减小、防止或消除上述附加载荷。此类附加载荷可能是由于支持构件、船舶变形、驳运作业时的液压波动、吊阀的重量、对装卸臂连接处的反作用力或其他原因产生。

3.2.4.3　高压燃料管系应具有足够大的结构强度。可通过应力分析和考虑下列因素来确定该强度：

（1）管系重量造成的应力；

（2）加速度载荷（如其值较大时）；

（3）船舶中拱和中垂引起的内部压力和载荷。

---

① 对于 3.2.3.1（1）的设计情况，对航行于限制区域的船舶，CCS 可接受较低的环境温度值。反之，可要求较高的环境温度值。

② 对于在限制时间内航行的船舶，P_0 可基于航行期间的实际压力上升进行计算，并考虑燃料舱的任何绝热情况。参见《关于 C 型液货舱装载极限的气体运输船规则修正案的应用》（SIGTTO/IACS）。

3.2.5 管路挠性

3.2.5.1 燃料管路的布置和安装应具有必需的挠性，以保持管系在实际工作状况下的完整性，并考虑疲劳存在的可能性。

3.2.6 管路制造与连接

3.2.6.1 燃料管路应采用 I 级管系，管路上不应使用铸铁阀。

3.2.6.2 燃料管路应采用焊接连接，并尽量减少法兰接头。除了：

（1）被认可的截止阀和膨胀节的连接（如配有）；

（2）其他被 CCS 认可的例外情况。

3.2.6.3 无法兰的管路直接连接应满足如下要求：

（1）根部完全焊透的对接焊连接；

（2）带有套筒的套装焊接接头只能用于外径小于或等于 50mm 的管路，并考虑腐蚀的可能性；

（3）螺纹连接只能用于外径小于或等于 25mm 的次要管路和仪表管路。

3.2.6.4 采用法兰连接应满足以下要求：

（1）对于法兰接头中的法兰焊接，应采用颈焊、套焊或插入焊等型式。

（2）对于除端部敞开管路以外的所有管路，均应应用以下限制：

① 设计温度低于-55℃时，只能采用颈焊法兰；

② 设计温度低于-10℃时，对于公称尺寸大于 100mm 者，不得采用套焊法兰，而对于公称尺寸大于 50mm 者，不得采用插入焊法兰。

3.2.6.5 燃料管系可通过设置膨胀节或弯曲管路，以允许管路膨胀，但不能使用滑动接头。

3.2.6.6 管路接头应按照 3.2.6.2 至 3.2.6.4 的要求连接，但对于采用其他接头的特殊情况，应对其安全性、可靠性和耐久性进行评估并经 CCS 同意。

第 3 节 材 料

3.3.1 一般要求

3.3.1.1 用于燃料舱和管系的材料应考虑燃料的腐蚀性，并与其最大工作压力和温度相适应。其材料除满足本指南要求外，尚应满足 CCS《材料与焊接规范》的有关要求。若采用新型钢材，应提交相关资料批准，必要时可要求进行特殊的试验。

3.3.1.2 与氨接触的管路、阀件、附件和其他设备不得使用铜、含铜合金、锌、含锌合金、含镉和含汞等易受氨腐蚀的材料。且氨是碱性还原剂，可与酸、卤素和氧化剂反应。

3.3.1.3　氨可能会在碳锰钢或镍钢制成的燃料舱和管路系统中引起应力腐蚀开裂，应根据所选材质、设计条件等因素将发生该危险的风险降至最低。

3.3.1.4　当燃料舱、燃料管路和容纳燃料或氨水的其它舱/柜使用碳锰钢时，应采用细晶粒钢。其标定最低屈服强度不应超过 355 N/mm^2，实际屈服强度不超过 440 N/mm^2，如钢号为 CL-II-2、CL-III-2 需进行焊后消除应力热处理的碳锰钢。还应采取下列结构或操作方面的措施之一：

（1）使用标定的最低抗拉强度不超过 410 N/mm^2 的较低强度材料；

（2）燃料舱等应进行焊后消除应力的热处理；

（3）应保持氨的温度，最好保持在其沸点的温度 -33°C，但不能超过-20°C；

（4）氨中应含有不少于 0.1%w/w 的水。

3.3.1.5　如果使用超过 3.3.1.4 规定屈服性能的碳锰钢，则燃料舱、管路等应进行焊后消除应力的热处理。

3.3.1.6　对于处理用压力容器和冷却泵系统中冷凝部分的管路，如采用 3.3.1.3 中所述的材料制造，则应对其进行焊后消除应力的热处理。

3.3.1.7　焊接材料的抗拉和屈服性能应超过燃料舱或管路材料的抗拉和屈服性能中一个最小的实际数值。

3.3.1.8　含镍超过 5%的镍钢和不符合 3.3.1.4 和 3.3.1.5 要求的碳锰钢，不应用于氨的容器和管路系统。

3.3.1.9　当燃料温度符合 3.3.1.4（3）中的规定时，可以使用含镍不超过 5%的镍钢，如钢号为 1.5Ni、2.25Ni 的镍合金钢。

3.3.1.10　为尽量减少氨应力腐蚀开裂的风险，应采取措施使氨燃料中溶解氧含量保持在 2.5 ppm w/w 以下。

3.3.1.11　垫片和密封件应由与氨相容的金属、橡胶、聚合物等材料制成，如金属缠绕垫片、聚四氟乙烯。

3.3.1.12　焊接、焊后热处理和无损检测应按照 CCS 接受的标准[①]来执行。

① NB/T47012《制冷装置用压力容器》附录 C.2.1 或其他现行国家和行业标准。

第 4 章　燃料围护系统

第 1 节　一般规定

4.1.1　目的

4.1.1.1　本章的目的是确保燃料围护系统的合理设计，使燃料储存对船舶、船员和环境的风险降至与常规燃油动力船的风险相当的水平。

4.1.2　功能要求

4.1.2.1　本章与 1.1.3.2（1）、（2）、（5）、（8）至（15）、（17）和（18）的功能要求相关。

4.1.2.2　燃料围护系统和燃料供应系统的设计应确保燃料泄漏后所采取的安全动作不会导致不可接受的动力损失。

4.1.2.3　燃料舱、惰化系统和除气系统的设计应防止在燃料舱内部以及其周围的隔离舱内形成可燃环境。

4.1.2.4　燃料围护系统应设计成燃料舱或其接头泄漏不会危及船舶、船上人员或环境。

4.1.3　一般要求

4.1.3.1　除非燃料舱位于开敞甲板上，否则所有燃料舱接头、附件、法兰和阀门等应包围在气密的燃料舱接头处所内。

4.1.3.2　若拟载运危险货物可能与氨燃料发生发应，位于围蔽处所内的燃料舱与相邻危险货物舱室之间应采用隔离空舱进行分隔；位于开敞甲板或半围蔽处所的燃料舱应设置 4.1.3.1 所述的燃料舱接头处所。

4.1.3.3　燃料围护系统的设计、分析和评估等应参照 CCS《船舶应用天然气燃料规范》第 4 章第 2 节的相关要求。其中次屏壁的设计和热载荷的选取应参照 CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第 3 篇第 4 章或 CCS《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第 3 篇第 4 章的相关要求。

4.1.3.4　船体结构应满足 CCS 相关规范中对总纵强度的要求。

4.1.3.5　除满足 4.1.3.4 的要求外，船体结构还应满足 CCS《散装运输液化气体船舶构造与

设备规范》第 2 篇第 A4 章和《钢质海船入级规范》，或者 CCS《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第 2 篇第 A3 章和《钢质内河船舶建造规范》的其他适用要求。

4.1.3.6　燃料围护系统的结构强度应有安全裕度，且能够承受相关结构和设备所施加的载荷。燃料舱在温度变化和船体变形时所产生的收缩和膨胀不应使船体和燃料舱结构出现过大的应力。

4.1.3.7　燃料围护系统应设有有效的绝缘系统使得船体结构温度维持在安全水平。

4.1.3.8　燃料围护系统的设置应能够提供机械保护，且尽量减少因船舶和/或货物作业等操作可能造成的损坏风险。

第 2 节　压力释放系统

4.2.1　一般要求

4.2.1.1　所有燃料舱均应具有与燃料围护系统的设计及其所装载的燃料相适应的压力释放系统。对于所承受的压力可能超过其设计能力的燃料舱处所、屏壁间处所、燃料舱接头处所和隔离舱，也应具有合适的压力释放系统。

4.2.1.2　燃料舱应至少设置 2 个/组压力释放阀（PRVs），可以将其中一个 / 组压力释放阀在发生故障或泄漏时断开。

4.2.1.3　屏壁间处所应设有压力释放装置。对于薄膜系统，设计方应证明屏壁间处所压力释放阀具有足够的尺寸。

4.2.1.4　下列温度要求适用于安装在压力释放系统上的压力释放阀：

（1）设计温度低于 0℃的燃料舱上的压力释放阀，其设计和布置应能防止由于结冰而造成阀失灵；

（2）对于压力释放阀的结构和布置，应考虑由于环境温度结冰带来的影响；

（3）压力释放阀应由熔点高于 925℃的材料构成。如不会影响压力释放阀的故障安全动作，则其内部结构和密封件可使用低熔点材料；

（4）先导式压力释放阀上的感应管道和排放管应足够坚固以防止破损。

4.2.1.5　压力释放阀的前端或后端不应设置截止阀，但可设有旁通阀。

4.2.1.6　当燃料舱的一个压力释放阀发生故障时，应有紧急隔离安全装置，且满足下列要求：

（1）应有隔离程序并包括在操作手册中；

（2）隔离程序应设置成只对一个压力释放阀进行隔离，为此应设置物理互锁；

（3）压力释放阀的隔离应在船长的监督下进行。该行动应记录在船舶航行日志内和压力释放阀旁。

4.2.1.7　压力释放阀的出气口应连至开敞甲板的安全位置。

4.2.1.8　压力释放系统的排量应符合 CCS《船舶应用天然气燃料规范》4.5.3 的要求。

4.2.1.9　安装在燃料舱上的每个压力释放阀应与透气系统相连。燃料舱透气系统应与起居处所、服务处所、控制站或其他非危险区域的空气管和透气系统相独立。

4.2.1.10　燃料舱可能承受超过其设计压力的外压时，应设置真空保护系统。

4.2.1.11　燃料舱透气系统应连接至每个燃料舱的顶部，所有正常操作情况下，燃料透气管路应能自行排水。

4.2.1.12　燃料舱的透气出口在露天甲板上的高度不小于 B/3 或 6m，取其大者。如将其设在升高步桥的 4m 范围内，则在升高步桥以上的高度应不小于 6m。

4.2.1.13　燃料舱透气系统的设置应使得由于有毒、可燃蒸气扩散而造成的危害最小。燃料舱透气系统仅能用于透气和除气。

第 3 节　燃料舱装载极限

4.3.1　一般要求

4.3.1.1　燃料舱在实际装载温度下的装载极限不应超过下式计算值：

$$LL = \frac{FL \times \rho_R}{\rho_L}$$

式中：

LL——装载极限，用百分数表示；

FL——充装极限，用百分数表示，此处为 98%；

ρ_R——在基准温度下燃料的相对密度；

ρ_L——在装载温度下燃料的相对密度。

4.3.1.2 如燃料舱的绝热和位置使得外部失火导致舱内液化气被加热的概率极小，则经 CCS 特别考虑后可允许装载极限大于使用基准温度计算得出的值，但不得超过 95%。此规定同样适用于安装了第二套压力维持系统的情况。

第 4 节　燃料储存状态的维持

4.4.1　燃料舱压力和温度控制

4.4.1.1　除设计成在最高设计环境温度条件下能承受燃料的最大蒸气表压力的燃料舱外，燃料舱的压力和温度应通过 CCS 接受的方法保持在设计范围内，例如下列方法中的一种：

（1）蒸气的再液化；

（2）蒸气的热氧化；

（3）压力积聚；

（4）液化气体燃料冷却。

所选择的方法应能使燃料舱的压力在燃料舱压力释放阀的设定压力以下维持 15 天，并假定在正常工作压力下和船舶怠速工况下（即仅提供生活负载用电）燃料舱处于满载状态。

4.4.1.2　蒸气再液化系统、热氧化系统及其相容性、可用性应符合 CCS《船舶应用天然气燃料规范》第 4 章第 7 节的相关要求。

4.4.1.3　对于国际航行船舶，其最高的环境设计温度应为海水 32℃、空气 45℃。对于在特热或特冷区域营运的船舶，这些设计温度应进行适当的增减并得到 CCS 认可。

第 5 节　惰化与环境控制

4.5.1　一般要求

4.5.1.1　应设有一个管路系统，以便能对每个燃料舱安全地驱气和除气以及在驱气后的状态下安全加注燃料。应将系统布置成能在气体环境改变后使气体或空气存留死角的可能性降至最低。

4.5.1.2　燃料舱的内部结构设计以及透气口的设置应使得除气后，燃料蒸气残留的可能性最小。

4.5.1.3　在使用惰性介质进行环境改变、除气或惰化的任何阶段，应通过系统设计消除燃料舱内产生可燃环境的可能性。

4.5.1.4　为防止有毒、可燃气体回流至任何非危险处所，惰性气体供应管路应设置两个串联的截止阀，并在此两阀之间设置一个透气阀（构成双截止透气阀）。此外，应在双截止透气阀和燃料系统之间设置一个可关闭的止回阀。这些阀应位于非危险处所之外。

4.5.1.5　当惰性气体系统是非固定连接时，可用两个止回阀代替 4.5.1.4 中的双截止透气阀和可关闭的止回阀。

4.5.1.6　每个惰化的区域应被分隔布置。每个燃料舱的惰化进气管路应设置隔离装置。隔离装置应位于进入燃料舱的人员易于发现的位置。

4.5.2　燃料舱处所内的环境控制

4.5.2.1　对于要求全部或部分设置次屏壁的燃料围护系统的屏壁间处所和燃料舱处所，均应使用适当的干燥惰性气体进行惰化，并用船上惰性气体发生系统或用船上储存的惰性气体提供补充的惰性气体以保持惰化。如船上未设置惰性气体发生装置，船上储存的惰性气体应至少能

满足 30 天的正常消耗。

4.5.2.2　作为替代，可用干燥空气充填 4.5.2.1 所述的只要求部分次屏壁的处所，但船上仍应保持有一定贮量的惰性气体或在船上设有足以惰化上述处所中最大处所的惰性气体发生系统。同时，对于上述处所的形状以及有关的燃料探测系统连同惰化装置的能力，应确保能迅速探测到燃料舱的任何泄漏以及在可能发展成危险状态之前能完成惰化。应设有能产生足够的合适质量的干燥空气的设备，以满足预期的需要。

4.5.2.3　C 型独立燃料舱周围处所应充填适当的干燥空气，并应用合适的空气干燥设备提供干燥空气以保持此环境。本要求仅适用于因寒冷的表面造成冷凝和结冰问题的燃料舱。

4.5.3　惰性气体系统

4.5.3.1　不应采用含有二氧化碳的惰性气体，避免由于化学反应形成的氨基甲酸酯对氨形成污染。

4.5.3.2　惰性气体发生装置应能产生在任何时候氧气含量都不大于 5%体积比的惰性气体。惰性气体供应管路上应设置可持续读数的氧气含量仪表以及当氧气含量大于 5%体积比时可报警的装置。

4.5.3.3　惰性气体系统应设置适合燃料围护系统的压力控制和监控设备。

4.5.3.4　惰性气体发生装置安装在机舱外的单独舱室时，该舱室应安装独立的负压机械通风装置，并能提供每小时至少 6 次换气。应设置一个低氧报警装置。

4.5.3.5　惰性气体管路应尽可能布置在开敞甲板，也可通过通风良好的处所。通过围蔽处所的惰性气体管道应：

（1）全焊透；

（2）只具有仅为装设阀件、附件、弯头所必需的、最小数量的法兰接头；

（3）尽量短。

第 5 章　燃料加注

第 1 节　一般规定

5.1.1　目的

5.1.1.1　本章的目的是规定合适的船上系统，以确保加注作业不会对人员、环境或船舶造成危险。

5.1.2　功能要求

5.1.2.1　本章与 1.1.3.2（1）至（11）、（13）至（15）、（17）和（18）的功能要求相关，特别应满足如下要求：

（1）用于向燃料舱驳运燃料的管系应设计成该管系的任何泄漏均不会对人员、环境或船舶造成危险。

5.1.3　一般要求

5.1.3.1　船舶应配有安全可靠的便携式通信措施，用于在加注作业时与加注方之间的通讯，如配备适当数量、防爆等级与其所使用的环境相适应的便携式甚高频无线电话等。

第 2 节　加注站

5.2.1　一般要求

5.2.1.1　加注站应位于开敞甲板上，以使其具有足够的自然通风。围蔽或半围蔽加注站应进行风险评估，评估报告应经 CCS 同意。风险评估中的特别考虑应包括但不限于以下设计特征：

（1）与船上其他区域的隔离；

（2）船上危险区域布置和毒性区域划分；

（3）强制通风的要求；

（4）泄漏监测要求(如气体监测和/或低温监测)；

（5）与泄漏监测相关的安全动作（如气体监测和/或低温监测)；

（6）通过空气闸从非危险区域进入加注站；

（7）对加注站通过直接观测或闭路电视（CCTV）进行监控。

5.2.1.2　加注接头和管路的位置和布置，应使得燃料管路受到的任何损坏，都不会造成船舶燃料围护系统损坏，从而导致气体的不受控排放。

5.2.1.3　围蔽或半围蔽加注站与周围处所的限界面应为气密。

5.2.1.4　加注管路不应通过起居处所、服务处所或控制站。如加注管路穿过除上述处所之外的其他围蔽处所时，其应被环围在通风导管内，通风导管的设置应满足本指南对燃料供应管路通风导管的要求。

5.2.1.5　应设有对燃料泄漏安全处置的装置。在加注接头上方应设置水喷淋喷头，在其下方应设置集液盘，并能对氨水混合物进行安全的收集和储存。

5.2.1.6　加注过程中，相应的上层建筑或甲板室的所有门、窗及其他开口和空气进口均应保持关闭状态。

5.2.1.7　应提供处理加注过程中产生的蒸气的方法，通过蒸气返回管路或通过氨气处理系统进行处理。

5.2.1.8　对于低温氨燃料加注，应设有防止在加注过程中低温氨燃料泄漏到周围船体或甲板上使其遭受低温损伤的措施，如设置水帘等。

5.2.2　船用加注软管

5.2.2.1　用于燃料加注的液体和蒸气软管，应能与燃料相容并能与燃料温度相适应，其应按其爆破压力进行设计，此压力应不小于燃料加注期间软管可能承受的最大压力的 5 倍。

5.2.3　加注总管

5.2.3.1　燃料加注总管应设计成能承受加注期间的外部载荷。加注站的接头应为干式断开型，并配备附加的安全干式拉断阀/自封式快速释放装置。接头应为标准型。

5.2.3.2　燃料加注总管的布置应满足 CCS 接受的标准[①]。

第 3 节　加注系统

5.3.1　一般要求

5.3.1.1　应设有在加注完成后排空加注管内任何燃料的装置。

① 如 SGMF TGN06-04 《气体作船用燃料-气体燃料船舶的总管布置》等。

5.3.1.2　应设有用惰性气体吹扫燃料加注管路的装置。

5.3.1.3　加注管路应能进行惰化和除气。加注管路未进行加注作业时应处于除气状态，除非不除气的影响业经评估，并经 CCS 同意。

5.3.1.4　对于海船，应设置 1 套船岸通讯线路（SSL）或等效设施，用于与加注方进行自动和手动 ESD 通信。

5.3.1.5　每一加注管路应在尽可能靠近通岸接头处串联安装 1 个手动操作截止阀和 1 个遥控关闭阀，或 1 个手动操作和遥控组合阀。应能在加注操作控制位置和/或其他安全位置操作遥控阀。该遥控阀应为故障关闭型。

5.3.1.6　如加注管路的布置存在交叉情况，则应设置适当的隔离装置以确保不会有燃料被意外输送至未用于加注作业的船舶一侧。

第 6 章　燃料供应

第 1 节　一般规定

6.1.1　目的

6.1.1.1　本章的目的是确保燃料安全可靠地输送至燃料使用设备。

6.1.2　功能要求

6.1.2.1　本章与 1.1.3.2（1）至（6）、（8）至（11）、（13）至（15）、（17）和（18）的功能要求相关，特别应满足如下要求：

（1）燃料供应系统应布置成能将任何燃料泄漏的后果降至最低，并提供安全通道进行操作和检查；

（2）用于向发动机驳运燃料的管系的设计，应使得某一道屏壁发生的故障不会导致燃料从管系泄漏到周边区域而对船上人员、环境或船舶造成危害；

（3）机器处所外的燃料管路的安装和防护，应使得在发生燃料泄漏时能将造成人员伤害和船舶受损的风险降至最低。

6.1.3　一般要求

6.1.3.1　燃料供应管系应独立于船上其他管系。

6.1.3.2　燃料供应管系应具有吹扫功能，吹扫后的燃料应储存在合适的收集舱或经氨气处理系统处理（如设有）。

6.1.3.3　所有燃料管路均应布置除气和惰化措施。

6.1.3.4　燃料管路距离舷侧应不少于 800mm。

6.1.3.5　对于单一燃料动力系统，从燃料舱到发动机的燃料供应系统应设置足够的冗余和分隔，使得一套系统发生燃料泄漏不会导致不可接受的动力损失。

6.1.3.6　对于单一燃料动力系统，燃料应分别储存在两个或以上的燃料舱内。各燃料舱应分开布置在不同舱室内。

6.1.3.7　对于单一燃料动力系统，如果两个或以上的燃料舱位于露天甲板，则燃料舱之间应

尽量彼此远离，防止一个燃料舱发生火灾影响其他所有燃料舱正常工作。

6.1.3.8　对于单一燃料动力系统，如果采用 C 型独立燃料舱，且设有两个完全独立的燃料舱接头处所，则可接受仅设置一个燃料舱。

6.1.3.9　对于单一燃料动力系统，如果设有两个或多个 C 型独立燃料舱，且每个燃料舱均设有独立的燃料舱接头处所，则可布置在一个舱室内。

第 2 节　燃料供应阀布置

6.2.1　一般要求

6.2.1.1　燃料舱的进口和出口上应布置遥控截止阀并尽可能靠近燃料舱。

6.2.1.2　正常操作情况下（如燃料正常供应至发动机或加注时）需要进行操作而又不易接近的阀件，应能进行遥控操作。

6.2.1.3　燃料舱的每一燃料供应出口应设置 1 个手动截止阀和 1 个燃料舱主阀，两阀串联连接，或设置 1 个自动和手动操作组合阀，且应尽可能靠近燃料舱。

6.2.1.4　通往每台或每组燃料使用设备的燃料供应总管上应串联安装 1 个手动截止阀和 1 个主燃料阀，或设置 1 个自动和手动操作组合阀。主燃料阀应位于机器处所外，并尽可能靠近加热器（如设有）或热交换器。

6.2.1.5　应能从机器处所内逃生通道的安全位置、集控室（如设有）、机器处所外、驾驶室等位置对主燃料阀进行操作。

6.2.1.6　通往每台发动机的燃料供应管路上应安装一套双截止透气阀，回气管路（如设有）上也应安装一套双截止透气阀，其布置应能满足如下要求：

（1）3 只阀中的 2 只串接在通向发动机的燃料管路上，第 3 只安装在处于 2 只串接阀之间的燃料透气管上，该透气管应通向露天的安全位置（如透气桅）；

（2）当发生表 11.4.1(2)所述的有关故障时，能自动关闭 2 只串接阀并自动打开透气阀；

（3）2 只串接阀中的 1 只阀和透气阀的功能可以组合在同一个阀体中，当发生表 11.4.1(2)所述的有关故障时，应能自动切断燃料供应，并自动进行透气；

（4）上述 3 只阀应能人工复位；

（5）2 只串接阀应为故障关闭型，透气阀应为故障开启型；

（6）当发动机停车后，能自动关闭 2 只串接阀并自动打开透气阀。

6.2.1.7　在双截止透气阀上游通向每台发动机的燃料供应管路上应设置 1 个手动截止阀，确保在发动机维修期间能进行安全有效的隔离。

6.2.1.8　燃料舱主阀和主燃料阀应为故障安全型。

第 3 节　机器处所内的燃料供应管路

6.3.1　一般要求

6.3.1.1　燃料管路应采用双壁管，燃料管路外管或通风导管应为气密。

6.3.1.2　燃料管路内、外管之间的环形空间应设置负压机械通风系统，通风能力应为每小时至少换气 30 次，并安装合适的气体和液体泄漏探测设备。双壁管通风出口管路应连接至合适的收集舱或处理装置，以收集和处理可能泄漏的燃料。

6.3.1.3　可接受惰化作为内、外管之间环形空间机械通风的替代措施。环形空间内应布置合适的气体和液体泄漏探测设备。当环形空间内惰性气体压力降低时，应发出合适的报警信号。

6.3.1.4　燃料供应管路的外管或通风导管的设计压力应不小于内管的最大工作压力。或者，对于高压气体燃料管系，通风导管的设计压力应为下列压力中的大者：

（1）最大累积压力：供气管路破裂时，气体在通风导管内流动产生的静压；

（2）管路破裂时局部瞬时峰值压力 p^*，按下式计算：

$$p^* = p_0\left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$$

式中：

p_0——内管最大工作压力；

k——定压比热和定容比热的比值，对 NH_3，$k = 1.30$。

当直管承受上述压力时，其切向膜应力应不超过抗拉强度除以 1.5(Rm/1.5)得到的值。所有其他管件的压力等级所反映的强度水平应和直管相同。根据上式计算的峰值压力可用试验得到的峰值压力代替，但应提交试验报告。

第 4 节　机器处所外的燃料供应管路

6.4.1　一般要求

6.4.1.1　燃料管路不应穿过起居处所、服务处所、电气设备间或控制站。

6.4.1.2　燃料管路不应从特种处所、滚装处所和车辆处所通过。如布置时不可避免从上述处所通过，应采用双壁管，并采取有效防护措施确保车辆碰撞不会对燃料管路造成损伤。

6.4.1.3　安装在机舱外的高压供应管路应予以保护，使其破裂时造成人员伤害的风险减至最小。

6.4.1.4　对于散装运输危险化学品船，燃料管路不应穿过液货舱和货泵舱。

6.4.1.5　若燃料管路须穿过除 6.4.1.1 所述之外的围蔽处所时，应采用双壁管，并满足 6.3.1 的相关要求。对于燃料舱接头处所、燃料阀件单元处所和燃料准备间，可免设双壁管。

6.4.2　燃料加热

6.4.2.1　应对热交换器燃料出口处的温度进行监测，当燃料出口处温度过低时，应在驾驶室或机舱有人值班的位置发出听觉和视觉报警，且自动关闭氨燃料输送泵（如设有）并切断燃料舱主阀。

6.4.2.2　热交换器的一次加热介质所在回路应设置膨胀罐/柜或具有同等效用的设施。若设置膨胀罐/柜，则膨胀罐/柜应满足下列条件：

（1）膨胀罐/柜应设有液位计、温度计和透气管；

（2）膨胀罐/柜应设有高、低液位报警；

（3）膨胀罐/柜内应有探测氨蒸气的措施；

（4）加热回路膨胀柜的透气口应引至露天的安全位置（或经氨气处理系统处理）。

第 5 节　燃料准备间

6.5.1　一般要求

6.5.1.1　如设置独立的燃料准备间，其限界面应气密。

6.5.1.2　燃料准备间应安装燃料泄漏探测设备，并进行负压机械通风。

6.5.1.3　燃料泵应进行保护以避免空转（如避免在没有燃料或伺服液的情况下运转）。所有可能超过系统设计压力的燃料泵均应设置释放阀。每一个释放阀应布置在闭环回路中，如将释放的燃料排回至泵吸入端的管路上游，以将泵出口端压力有效限制在系统设计压力以下。

6.5.1.4　燃料准备间不应与起居处所、控制站、服务处所、特种处所及滚装处所相邻。

6.5.1.5　燃料准备间应设置水喷淋系统，在压缩机、燃料泵、阀门等燃料易泄漏部位上方布置相应喷头。水喷淋系统的布置应参见 2.4.3 的要求。

6.5.1.6　除非燃料准备间布置在开敞甲板，否则其应按燃料舱接头处所的要求予以布置和设置。

6.5.1.7　燃料准备间应考虑可能泄漏燃料的低温影响。

第 7 章　氨发动机

第 1 节　一般规定

7.1.1　目的

7.1.1.1　本章的目的是保证机械能、电能或热能安全、可靠地输送。

7.1.2　功能要求

7.1.2.1　本章与 1.1.3.2（1）、（11）、（13）、（17）和（18）的功能要求相关。

7.1.3　一般要求

7.1.3.1　本章规定适用于主推进及驱动发电机或重要辅助设备的氨发动机。

7.1.3.2　发动机的设计、制造、安装和试验要求除应满足本章和本指南第 11 章的有关规定外，尚应满足 CCS 相关规范对柴油机取证的适用要求，并应取得船用产品证书。

7.1.3.3　含有或可能含有可燃混合气的发动机部件或系统应布置合适的压力释放系统，除非其强度设计为可承受最恶劣情况下由于泄漏气体被点燃后产生的超压。压力释放出口不应通往正常情况下有人员出现的位置。

7.1.3.4　所有氨燃料可能流经的发动机部件应进行有效密封，防止燃料泄漏至机舱。

7.1.3.5　发动机每个气缸应具有独立的燃料喷射装置，燃料应直接喷入气缸内，或喷入各个进气支管内。

7.1.3.6　发动机排气系统应能避免燃料蒸气的积聚，且不应与其他发动机或系统的排气系统相连。

7.1.3.7　应对所有可能影响发动机安全运行的故障进行风险分析，并根据分析结果确定所需的发动机监测项目，相关分析报告应提交 CCS。

7.1.4　安全保护

7.1.4.1　如发动机空气进口位于机舱外，其应距离任一危险区域边界至少 1.5 米。

7.1.4.2　对于活塞下部空间与曲轴箱直接相通的发动机，曲轴箱应设有合适的呼吸装置，其

出口应通往开敞区域的安全位置，其末端应安装火焰消除器；通过呼吸装置后收集的燃料应储存在合适的收集舱中。曲轴箱应提供接口（或其他措施）进行惰化以便于维修。

7.1.4.3　对于活塞下部空间与曲轴箱直接相通的发动机，应对曲轴箱内发生气体积聚的潜在风险进行评估。如不能证明在任何情况下曲轴箱内的气体浓度均不会超过 LEL，则曲轴箱内应安装油雾探测器或等效设备（如为每一轴承安装温度探测器），对曲轴箱内的热点进行监测。

7.1.4.4　发动机排气系统应安装防爆安全阀，其卸爆能力应足以防止一缸点火失败情况下，排气系统内未燃混合气被点燃而产生的过高的爆炸压力。除非有资料证明该系统可以承受该爆炸产生的压力。

7.1.4.5　如发动机在氨燃料模式下紧急停车，或氨燃料模式运行过程中突然熄火，则重新起动发动机前，应采取措施对排气管进行吹扫，吹扫气体应采取妥善措施进行处理（如采用氨气处理系统）。

7.1.4.6　如燃料能直接泄漏到发动机辅助系统介质（润滑油、冷却水）中，则应在上述辅助系统中设置合适的监测与报警装置，并在这些介质的出口后面采取适当措施对燃料蒸气进行收集以避免扩散。从辅助系统介质中收集的燃料应储存在合适的收集舱中。

7.1.4.7　应采取措施对发动机的不良燃烧或失火进行监测和探测。当探测到不良燃烧或失火时，可切断相应气缸的燃料供应，允许发动机继续维持氨模式，但应充分考虑一缸熄火时扭转振动对发动机的影响。

7.1.4.8　应对排气管出口的氨气浓度进行监测，如氨气浓度超过允许接触限值，则应采取妥善措施处理（如采用氨气处理系统）。

第 2 节　双燃料发动机

7.2.1　一般要求

7.2.1.1　当燃料供应中断时，发动机应能仅使用燃油保持连续正常运转。

7.2.1.2　发动机应安装一套自动燃料模式转换系统，燃料模式转换时（从燃油模式转化为氨燃料模式或从氨燃料模式转化为燃油模式）应保证较小的功率或转速波动，应通过试验证明燃料模式转换的可靠性。如在氨模式下发动机出现不稳定运转，应自动切换至燃油模式。在任何情况下均应能通过手动方式切断燃料供应。

7.2.1.3　正常停车及紧急停车时，燃料供应的切断不应迟于引燃油供应的切断。切断引燃油供应时，应确保提前或同时切断每个气缸或整台发动机的燃料供应。

第 3 节　单一燃料发动机

7.3.1　一般要求

7.3.1.1　对于采用火花塞点火的发动机，起动过程中，达到最低点火转速时方可开启点火系统，开始点火后，方可开启燃料喷射装置。

7.3.1.2　如燃料喷射装置在开启后的规定时间内，发动机监测系统未监测到燃烧，燃料供应装置应能自动切断，并应采取措施将排气系统中未燃的可燃混合气驱除。

7.3.1.3　当发动机起动失败后，应采取措施将排气管中未燃烧的可燃混合气排出，可燃混合气应采取妥善措施进行处理（如采用氨气处理系统）。当排气管中未燃烧的可燃混合气排净后，方可重新起动发动机。

7.3.1.4　正常停车及紧急停车时，燃料供应的切断不应迟于点火源或引燃介质的切断。切断点火源或引燃介质时，应确保提前或同时切断每个气缸或整台发动机的燃料供应。

第 8 章　通　风

第 1 节　一般规定

8.1.1　目的

8.1.1.1　本章的目的是为船上人员提供安全的工作条件，为机器和设备的安全运行提供所需的通风。

8.1.2　功能要求

8.1.2.1　本章与 1.1.3.2（2）、（5）、（8）、（10）、（12）至（14）和（18）的功能要求相关。

8.1.3　一般要求

8.1.3.1　任何用于危险处所的通风管道应与非危险处所的通风管道分开。通风系统在船舶营运的所有温度和环境条件下都应能正常运行。

8.1.3.2　除非风机电动机经核准可用于与所服务处所同样的危险区域，否则其不应位于该危险处所的通风管道内。

8.1.3.3　用于含有燃料蒸气处所的风机在通风处所或与该处所相连的通风系统内不应产生蒸气着火源。风机的风扇和通风管道（仅指风扇处）应为满足要求的无火花型，满足 CCS《钢质海船入级规范》第 6 篇第 3 章 3.3.5 关于无火花风机的要求。

8.1.3.4　除本指南另有规定外，为避免气体积聚而要求设置的通风系统应由多个独立的风机组成，每个风机都应具有足够的通风能力。机械通风系统应为负压通风系统。

8.1.3.5　危险处所的空气进口所在的区域，在没有设置该空气进口时，应为非危险区域。非危险围蔽处所的空气进口，距离任一危险区域的边界应至少 1.5m。进气管通过一个更危险的处所时，该管道应气密且具有高于所通过处所的压力。

8.1.3.6　非危险处所的空气出口应位于危险区域外。

8.1.3.7　危险处所的空气出口应位于露天区域，此区域在没有设置该空气出口时，其危险性应等同于或小于被通风的处所。

8.1.3.8　通风系统所要求的通风能力通常基于舱室的总容积确定。对于形状复杂的舱室，应

适当考虑增加通风能力。

8.1.3.9　设有通向危险区域出入口的非危险处所，应设置空气闸并相对于外部危险区域保持正压状态。正压通风系统应按下述要求进行布置：

（1）在初次启动时或正压通风失效后，并在向该处所非合格防爆型电气设备供电之前，通风系统应：

① 进行通风（至少换气 5 次）或通过检测确认该处所为气体安全处所；

② 对该处所加压。

（2）应对正压通风的运行进行监测，并在正压通风失效时：

① 在有人值班的位置发出听觉和视觉报警；

② 如不能立刻恢复到正压状态，应按 CCS 接受的标准[①]自动或按程序切断电气设备。

8.1.3.10 设有通向危险处所出入口的非危险处所，应设置空气闸，且危险处所相对于该非危险处所应保持负压状态，应对危险处所内负压通风系统的运行进行监测，在负压通风失效时：

（1）应在有人值班的位置发出听觉和听觉报警；

（2）如不能立刻恢复到负压状态，应按 CCS 接受的标准[②]自动或按程序切断电气设备。

8.1.3.11　通风系统应确保其所服务的处所内具有良好的空气环流，特别是确保处所内不会形成气井。

8.1.3.12　危险处所的通风管道不应穿过起居处所、服务处所或其他类似处所。

8.1.3.13　危险区域内人员不经常进入的隔离空舱及类似处所，可采用可移式通风装置，在进入此类舱室或处所前，应对其进行通风，且此类舱室或处所外应设有“需要进行通风”的警告牌。可移式通风装置的防爆等级应与危险区域的等级相匹配，且持有船用产品证书。

8.1.3.14　危险处所使用的风机，均应配有备件。

8.1.3.15　风机的外壳应接地。

8.1.3.16　危险处所通风管的外部开口处，应设置单个方形网孔边长不大于 13mm 的防护网。

8.1.3.17　应采取适当措施防止通风系统中 1 个或 1 组风机失效时，该风机所在的管路与其他风机所在管路形成通风回路。

8.1.3.18　危险处所的负压机械通风系统，抽风机的每根进风管的风口应根据燃料蒸气可能聚集的区域进行布置，一般应布置在舱室的上部。

8.1.4　机器处所

8.1.4.1　含有燃料设备的机器处所的通风应独立于其他通风系统。

8.1.4.2　含有燃料设备的机器处所应提供应急通风能力，为每小时至少换气 15 次。如在机

---

① 参见 IEC60092-502 《船舶上的电气装置-液货船-特殊特征》，表 5（ch8.4.5）。

② 参见 IEC60092-502 《船舶上的电气装置-液货船-特殊特征》，表 5（ch8.4.5）。

器处所内探测到气体，可从正常通风状态切换至应急通风状态。

8.1.5 燃料准备间

8.1.5.1 燃料准备间应安装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。

8.1.5.2 风机的数量和功率应满足：从主配电板或应急配电板由独立线路供电的一个风机失效，或者从主配电板或应急配电板由公用线路供电的一组风机失效时，通风能力下降不应超过 50%。

8.1.5.3 泵或其他燃料处理设备工作时，燃料准备间的通风系统应保持运转。

8.1.6 加注站

8.1.6.1 当加注站布置在围蔽和半围蔽处所时，应对其进行适当通风，以确保加注操作过程中泄漏的任何蒸气能被移除至加注站之外。如自然通风不足，则应按照 5.2.1.1 所要求的风险评估设置机械通风装置。

8.1.7 双壁管

8.1.7.1 内部含有燃料管系的通风管道或双壁管，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。

8.1.7.2 双壁管或管道的通风系统应独立于所有其它通风系统。

8.1.7.3 双壁管或管道的通风进口应位于远离着火源的非危险区域。通风进口应设置合适的金属防护网，并防止进水。

8.1.7.4 风机的数量和功率应满足：从主配电板或应急配电板由独立线路供电的一个风机失效，或者从主配电板或应急配电板由公用线路供电的一组风机失效时，通风能力下降不应超过 50%。

8.1.8 燃料阀件单元处所

8.1.8.1 燃料阀件单元处所的通风系统应满足 8.1.7 对双壁管通风系统的要求。

8.1.9 燃料舱接头处所

8.1.9.1 燃料舱接头处所应设置有效的抽吸式机械通风系统。通风能力应为每小时至少换气 30 次。如安装了其他合适的防爆装置，则可以降低换气率。替代装置的等效性应通过风险评估予以证明。

8.1.9.2 燃料舱接头处所的通风围阱内应设有经认可的故障安全型自动挡火闸。

8.1.9.3 风机的数量和功率应满足：从主配电板或应急配电板由独立线路供电的一个风机失

效，或者从主配电板或应急配电板由公用线路供电的一组风机失效时，通风能力不应下降超过总通风能力的 50%。

第 9 章　消　防

第 1 节　一般规定

9.1.1　目的

9.1.1.1　本章的目的是规定与船上氨燃料的储存、整备、输送及使用有关的所有系统部件的防火、探火和灭火。

9.1.2　功能要求

9.1.2.1　本章与 1.1.3.2（2）、（4）、（5）、（7）、（12）、（14）、（15）和（18）的功能要求相关。

9.1.3　一般要求

9.1.3.1　本章所提及“其他有较大失火危险处所”应至少考虑但不限于下列处所：

（1）货物处所，其中载运闪点超过 60℃（如设有货物加热，其加热温度应低于闪点对应温度减去 15℃之后的温度值）液体的货舱除外，以及根据 SOLAS 公约 II-2/10.7.1.2 或 II-2/10.7.1.4 免除的货物处所除外；对于内河船舶而言，系指货物处所，且其中载运闪点超过 60℃（如设有货物加热，其加热温度应低于闪点对应温度减去 15℃之后的温度值）液体货舱除外，载运矿砂、煤、谷物、未干透的木材、不燃货物或主管机关认为具有较低失火风险的货物，且安装有钢质舱口盖和关闭所有通风口及其他通往货物处所开口的有效装置的货舱除外。

（2）车辆处所、滚装处所和特种处所；

（3）服务处所（高风险）：SOLAS 第 II-2 / 9.2.2.4、II-2 / 9.2.3.3 和 II-2 / 9.2.4 规定的厨房、设有烹调设备的配膳室、桑拿房、面积为 4m^2 及以上的油漆间和储物间、存放易燃液体的处所和不构成机器处所一部分的工作间；对于内河船舶而言，系指《内河船舶法定检验技术规则》第 5 篇 3.3.4 规定的“具有失火危险的服务处所”。

（4）具有较大失火危险的起居处所：SOLAS 第 II-2 / 9.2.2.3 规定的桑拿房、超市、理发室和美容室，以及设有未限制失火危险的家具和陈设的公共处所，且其甲板面积等于或大于 50m^2。对于内河船舶而言，系指《内河船舶法定检验技术规则》第 5 篇 3.3.4 规定的起居处所及 3.3.8 规定的桑拿房，以及超市、理发室和美容室，以及设有未限制失火危险的家具和陈设

的公共处所。

第 2 节　防　火

9.2.1　一般要求

9.2.1.1　燃料准备间

（1）就防火而言，燃料准备间应视为 A 类机器处所（海船）/重要机器处所（内河船）。

（2）燃料准备间与 A 类机器处所（海船）/重要机器处所（内河船）或其他有较大失火危险处所相邻时，应至少采用 A-60 级防火分隔。

9.2.1.2　燃料舱

（1）燃料舱位于开敞甲板时，面向燃料舱的起居处所、服务处所、控制站、脱险通道和机器处所的限界面应采用 A-60 级防火分隔。此种隔热应延伸至驾驶室甲板底面，或舱壁实际高度。位于开敞甲板上的燃料舱应按 IMDG 规则视为散货包装，应与货物隔离，并应满足 IMDG 规则关于 2.3 类包装危险货物的积载和隔离要求。

（2）燃料舱直接布置在 A 类机器处所（海船）/重要机器处所（内河船）或其他具有较大失火危险处所上方的开敞甲板时，应采取适当的措施用于燃料舱与上述处所之间的隔热。

（3）燃料舱处所应与 A 类机器处所（海船）/重要机器处所（内河船）或其他具有较大失火危险处所隔离，此种隔离应为 1 个至少 900mm 隔离空舱，且应在 A 类机器处所（海船）/重要机器处所（内河船）或其他具有较大失火危险的处所内靠近隔离空舱一侧采用 A-60 级防火分隔。在确定燃料舱处所与其他具有较小失火危险的处所之间的防火分隔时，从防火角度而言，燃料舱处所应视作 A 类机器处所（海船）/重要机器处所（内河船）。燃料舱处所与燃料舱处所之间应设置 1 个至少 900mm 的隔离空舱或采用 A-60 级防火分隔。

9.2.1.3　加注站

（1）面向加注站的 A 类机器处所（海船）/重要机器处所（内河船）、起居处所、控制站和较大失火危险处所的限界面应采用 A-60 级防火分隔。此种隔热应延伸至驾驶室甲板底面，或舱壁实际高度。但具有较小失火危险的液舱、空舱、辅机处所以及卫生间和其它类似处所的该类限界面可降至 A-0 级防火分隔。此种隔热应延伸至驾驶室甲板底面，或舱壁实际高度。

（2）对于国内航行船舶，当加注站位于开敞甲板且加注接头与 9.2.1.3（1）中所述处所舱壁的距离大于 10m 时，其防火分隔可降至 A-0 级；当加注接头位于上层建筑和甲板室的凹陷部位时，若凹陷深度不超过 1m，仍视为开敞甲板布置。

9.2.1.4 穿过滚装处所的燃料管路的防火应由 CCS 根据其使用情况和管内预期压力予以特别考虑。

第 3 节 灭 火

9.3.1 一般要求

9.3.1.1 燃料准备间、气体压缩机室和气泵室（如设有）应满足 CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》中对货物压缩机舱和货泵舱的灭火要求。

9.3.1.2 含有燃料制备设备（如泵、压缩机或其他潜在着火源）的围蔽处所，应配备满足 SOLAS II-2/10.4.1.1 和《国际消防安全系统规则》（FSS 规则）（对内河船而言系指《内河船舶法定检验技术规则》第 5 篇 3.8）要求的固定式灭火系统，并考虑扑灭气体火灾所必需的浓度或施放率。

9.3.2 消防总管

9.3.2.1 布置在开敞甲板的消防总管经过开敞甲板上的燃料舱区域时，消防总管应安装隔离阀以隔离管内损坏区域。对消防总管破损部分的隔离不应影响被隔离的管段上游的消防管路的供水。

9.3.2.2 应至少安装两台消防泵，每台消防泵的排量和压力应确保在任何消火栓处维持至少 2 股水柱（由不同消火栓喷出），并保证每股水柱的射程应不小于 12m。

9.3.2.3 若消防泵的排量和压力足以同时操作所需数目的消火栓和 9.3.3 所述的水雾系统，则水雾系统的管路可以连接至消防总管，并通过消防泵供水。

9.3.2.4 所有的消防水枪应为带开关的两用型（水柱/水雾型）。

9.3.3 水雾系统

9.3.3.1 应安装水雾系统用于冷却、防火以及船员防护，水雾系统除应覆盖位于甲板上方的燃料舱的暴露部分外，还应覆盖面向燃料舱的上层建筑、燃料准备间、货物控制室、加注控制站、加注站和其他通常有人的甲板室的限界面，但当这些限界面与燃料舱的距离大于或等于 10m 时（内河船舶大于或等于 5m），可不必覆盖。

9.3.3.2 水雾系统应设计成可覆盖上述所有区域，其喷水率对水平防护表面为 10 $L/min \cdot m^2$，对垂直防护表面为 4$L/min \cdot m^2$。

9.3.3.3 为隔离损坏的管段，水雾系统总管上应每隔不超过 40m 安装 1 个截止阀。或者将系统分成 2 个或以上区段，可以对每个区段进行独立操作，但应将必要的控制装置集中安装在

一个易于到达的位置，且不会在被保护区域发生火灾时无法靠近。

9.3.3.4　水雾系统供给泵的排量应足以能将所要求的水量输送到所有被保护的区域。

9.3.3.5　水雾系统应通过截止阀与船舶消防总管相连，该截止阀应设置在机舱外安全的位置。

9.3.3.6　水雾系统供给泵的起动和水雾系统主要控制阀的操作位置，应位于易到达之处，该位置不会因被保护区域内发生火灾而被阻断。

9.3.3.7　应配备经认可的水雾喷嘴，其布置应保证其所喷射的水在被保护区域内均匀有效分布。

9.3.4　化学干粉灭火系统

9.3.4.1　燃料舱位于开敞甲板时，在燃料舱附近应至少设置 2 具容量不少于 5 kg 的手提式干粉灭火器。

9.3.4.2　燃料舱位于围蔽或半围蔽处所内时，在燃料舱处所入口处应至少设置 1 具容量不少于 5 kg 的手提式干粉灭火器。

9.3.4.3　加注站应设置固定式干粉灭火系统，其应覆盖所有可能的泄漏点。其灭火能力应确保至少能以不低于 3.5kg/s 的速率释放 45s。固定式干粉灭火系统应布置为能在被保护区域外的安全位置手动释放。对于国内航行船舶，如设置上述灭火系统确有困难，可采用同等灭火剂量的大型推车式干粉灭火设备。

9.3.4.4　除主管机关可能要求的手提式灭火器之外，加注站附近和燃料准备间内还应分别设置至少 1 具容量不少于 5 kg 的手提式干粉灭火器。

9.3.4.5　在氨发动机附近及其所在机器处所的入口处，应至少各设置 1 具容量不小于 5 kg 的手提式干粉灭火器。

第 4 节　探火和失火报警系统

9.4.1　一般要求

9.4.1.1　探火

（1）燃料舱处所和用于燃料舱的通风围阱内，以及不能排除火灾的所有其他燃料系统舱室，应设置 1 个满足《国际消防安全系统规则》的固定式探火和失火报警系统。

（2）固定式探火和失火报警系统中不应仅设置烟雾探测器。

（3）当不具备识别单个探测器的功能时，每个探测器应设置成单个的环路。

9.4.1.2　报警和安全措施

（1）以上处所探测到火灾后，应采取表 11.4.1（2）中所列出的安全措施。

第 10 章　防爆与毒性区域划分

第 1 节　一般规定

10.1.1　目的

10.1.1.1　本章的目的是预防爆炸和限制爆炸后果，以及尽可能降低毒性释放源造成的风险。

10.1.2　功能要求

10.1.2.1　本章与 1.1.3.2（1）至（5）、（7）、（8）、（11）至（14）和（17）至（19）的功能要求相关。

10.1.2.2　应通过下述方式将爆炸的可能性降至最低：

（1）减少点火源的数量；

（2）降低可燃性混合物形成的可能性。

10.1.2.3　应避免船上无关人员接近毒性释放源。

10.1.3　一般要求

10.1.3.1　本章中未作规定的开敞甲板上和其他处所的危险区域应基于 CCS 接受的标准[①]进行确定，危险区域内安装的电气设备应依据同一标准。

10.1.3.2　电气设备和线路通常不应安装在危险区域内，除非是出于必不可少的作业需求，并符合 CCS 接受的标准[②]。

10.1.3.3　救生设备、集合站和逃生通道不应位于毒性区域。

10.1.3.4　应提供操作和应急响应程序，指导船员在毒性区域的安全作业和撤离。

第 2 节　危险区域划分

---

① 参见 IEC60092-502 标准《运载可燃液化气体的液货船》第 4.4 部分（如适用）。

② 参见 IEC60092-502《船舶上的电气装置-液货船-液货船特殊特征》和 IEC60079-10-1 《爆炸性环境-区域分级-按区域等级的爆炸性气体环境》。

10.2.1 一般要求

10.2.1.1 区域划分是一种用来对可能出现爆炸性气体环境的区域进行分析和分类的方法。区域划分的目的是为了选择能够在这些区域内安全运行的电气设备。

10.2.1.2 为便于选择适当的电气设备和设计合适的电气装置，将危险区域分为 0 区，1 区和 2 区[①]，具体见 10.2.2。

10.2.1.3 通风管道的区域划分等级应与被通风处所相同。

10.2.2 危险区域

10.2.2.1 0 类危险区域

该区域包括但不限于：燃料舱内部，用于燃料舱压力释放或其他透气系统的任何管路，内部含有燃料的管路和设备。

10.2.2.2 1 类危险区域[②]

该区域包括但不限于：

（1）燃料舱接头处所，燃料舱处所[③]及屏壁间处所；

（2）燃料准备间；

（3）距离燃料准备间入口、燃料准备间通风进口以及通向 1 类危险区域处所的其他开口 1.5m 以内的开敞甲板上的区域或甲板上的半围蔽处所；

（4）距离任何燃料舱出口，气体或蒸气出口[④]，加注总管阀门，其他燃料阀，燃料管法兰，燃料准备间通风出口、1 区通风出口，以及为让温度变化产生的少量气体或蒸气混合物流动而设置的燃料舱压力释放口 3m 以内的开敞甲板上的区域或甲板上的半围蔽处所；

（5）开敞甲板上的包括加注总管阀门的集液盘以内及挡板向外延伸 3m、并不高于集液盘底部以上 2.4m 的处所；

（6）燃料管路所在的围蔽和半围蔽处所，例如燃料管路周围的双壁管、半围蔽的燃料加注站；

（7）在正常运行情况下被空气闸所保护的处所视为非危险区域，但当被保护处所与危险区域之间的压差失效时仍需要继续工作的电气设备应为适用于 1 类危险区域的合格设备；

---

① 参见 IEC60079-10-1《爆炸性环境-区域分级-爆炸性气体环境》，以及 IEC60092-502《船舶上的电气装置-液货船-液货船特殊特征》中给出的导则和资料性实例。

② 安装在此类区域的仪表和电气设备的类型应适合 1 区。

③ C 型独立燃料舱处所通常不视为 1 类危险区域。从危险区域划分的目的而言，若 C 型燃料舱的所有潜在释放源位于燃料舱接头处所且 C 型燃料舱处所不通向任何危险区域，则 C 型燃料舱处所应视为非危险区域。若燃料舱处所含有潜在释放源，如燃料舱接头，则其应视为 1 类危险区域。若燃料舱处所含有通向燃料舱接头处所的螺栓舱盖，则其应视为 2 类危险区域。

④ 包括开敞甲板上的燃料舱口，燃料舱液位测量孔或测深管等。

（8）除 C 型独立燃料舱外，燃料围护系统外表面位于露天时，距离其外表面 2.4m 的区域。

10.2.2.3　2 类危险区域[①]

该区域包括但不限于：

（1）距离 1 类危险区域的开敞或半围蔽处所 1.5m 的区域；

（2）含有通向燃料舱接头处所的螺栓舱盖的处所。

第 3 节　电气装置

10.3.1　一般要求

10.3.1.1　电气设备符合的标准应至少等效于 CCS 接受的标准[②]。

10.3.1.2　用于可能出现混有氨蒸气的爆炸性气体环境的防爆设备的防爆类别和温度组别应分别不低于ⅡA，T1。

10.3.1.3　在危险区域中使用的设备应经 CCS 认可机构的评估、认证和登记。

10.3.1.4　电气设备在船舶上的安装应确保其自身与船体的安全连接。

10.3.1.5　潜液泵应设有在低液位时发出报警并在低低液位时自动关停电动机的装置。自动关停可以通过检测泵排出压力低、电动机电流低或液位低来实现。关停还应在驾驶室、连续有人值班的集控站或船舶安全中心给出听觉和视觉报警。

10.3.1.6　燃料的潜液泵电机及其供电电缆可安装在燃料围护系统中，燃料泵电机应能在除气操作或未潜入时与其供电电源断开，使其在爆炸性气体环境中不予通电。

第 4 节　毒性区域划分

10.4.1　一般要求

10.4.1.1　为了减少潜在毒性释放源（通常指压力释放阀、危险区域通风出口、加注站和其他由集液盘保护的潜在释放源）造成的风险，应划分毒性区域如下：

（1）距离燃料舱透气桅出口 *B* 或 25m（取其小者）的区域；

（2）距离任何燃料舱出口，气体或蒸气出口，其他燃料阀，燃料管法兰，发动机曲轴箱

---

① 安装在此类区域的仪表和电气设备的类型应适合 2 区。

② 参考 IEC60092 系列标准，如适用。

通风出口（奥托循环）和 1 类危险区域通风出口 10m 以内的开敞甲板上的区域或甲板上的半围蔽处所；

（3）距离开敞甲板上的包括加注总管阀门的围板 10m 的区域；

（4）距离燃料准备间入口、燃料准备间通风进口以及通向 1 类危险区域处所的其他开口 10m 以内的开敞甲板上的区域或甲板上的半围蔽处所。

10.4.1.2　作为 10.4.1.1 的替代方法，可使用气体扩散分析或其他等效方式证明船舶毒性区域设置的合理性。

10.4.1.3　起居处所、服务处所、控制站或其他非危险区域的空气进口、出口或开口不应位于毒性区域内。

10.4.1.4　1.1.4 的风险评估应特别考虑上述毒性区域的风险，CCS 可要求进行气体扩散分析验证船舶布置的安全性。

第 11 章　控制、监测和安全系统

第 1 节　一般规定

11.1.1　目的

11.1.1.1　本章的目的是规定控制、监测和安全系统的布置要求，为本指南其他章节中所涵盖的燃料使用设备有效和安全运行提供支持。

11.1.2　功能要求

11.1.2.1　本章与 1.1.3.2（1）、（2）、（11）、（13）至（15）、（17）和（19）的功能要求相关。

11.1.2.2　燃料使用设备的控制、监测和安全系统应布置成在单一故障情况下，推进和发电系统的剩余功率满足 6.1.3.5 的规定。

11.1.2.3　燃料安全系统应布置为：在发生表 11.4.1（1）和表 11.4.1（2）所述系统故障以及其它发展速度过快以致来不及人工干预的故障时，能自动关闭燃料供应系统。

11.1.2.4　为避免可能的共因故障，安全功能应设计在一个专用的燃料安全系统中，该系统应独立于燃料控制系统，包括供电、输入和输出信号。

11.1.2.5　安全系统包括现场仪表应布置成能够避免误切断，例如，由于燃料蒸气探测器故障或传感器线路断线而误切断。

11.1.2.6　当需设置两套或多套燃料供应系统来满足要求时，每套系统均应设有其自身的独立燃料控制和安全系统。

11.1.3　一般要求

11.1.3.1　应设置合适的仪表设备，能够就地和远程读取重要参数，以确保对全部燃料设备和加注的安全管理。

11.1.3.2　双壁管内外管之间、燃料准备间、燃料舱接头处所和其他含有未设双壁管的燃料管系或燃料设备的围蔽处所等应设有探测液体燃料泄漏的装置。

11.1.3.3　独立燃料舱的每个燃料舱接头处所内的污水阱，应设有液位指示器和温度传感器。污水阱高液位时应发出报警，低温指示应触发安全系统。

第 2 节　监测与控制

11.2.1　一般要求

11.2.1.1　燃料舱

（1）液位测量

① 每一燃料舱应安装液位测量装置，其布置应确保燃料舱处于运行状态时，始终可获得液位读数。测量装置应设计成能在燃料舱的设计压力范围内以及在燃料操作温度范围内进行工作。

② 如仅安装一个液位表，则其应布置成能在燃料舱使用时仍能对其进行必要的维修，而无需清空燃料舱或对燃料舱进行除气。

③ 液化气燃料舱的液位测量装置可为下列型式：

（a）间接式装置，即采用诸如称重或在线流量测量的方法确定液位；或

（b）不伸入燃料舱的闭式装置，例如使用放射性同位素或超声波装置等；或

（c）伸入燃料舱的闭式装置（仅适用于国内航行海船和内河船舶），其为封闭系统的组成部分，并能防止燃料溢出，如浮筒式系统、电子探头、磁性探头和气泡管式指示器等。如果闭式测量装置不是直接装在燃料舱上，则应在尽可能靠近燃料舱的位置设一个截止阀。

（2）溢流监控

① 每个燃料舱均应设有一个独立于其他液位指示器的高液位报警装置，并在动作时发出听觉和视觉报警。

② 每个燃料舱还应设有另一传感器，在燃料舱处于高高液位时，其应能自动启动 1 个截止阀，以避免燃料加注管路中产生过大的液体压力及防止燃料舱内被充满燃料。该传感器应与 11.2.1.1（2）①要求的液位传感器相互独立。

（3）压力监测

① 每个燃料舱的气相空间均应设有 1 个直接读数压力表，此外，在驾驶室、连续有人值班的集控室或船舶安全中心应设有间接指示；

② 燃料舱压力表上应清晰标记燃料舱内的最高和最低允许压力；

③ 在驾驶室、连续有人值班的集控室或船舶安全中心应设有燃料舱的高压报警，以及低压报警（如需真空保护时）。在达到安全阀的设定压力之前，应触发报警；

④ 每个燃料泵或压缩机出口管路上和每个液体和蒸气燃料总管上，应至少各安装 1 个就地显示的压力表；

⑤ 应设有就地读数的总管压力表，以指示船舶加注总管截止阀和软管通岸接头之间的压力；

⑥ 未设有通向大气开口的燃料舱处所和屏壁间处所均应设置压力表；

⑦ 至少 1 个压力表应能在整个操作压力范围内进行指示。

（4）温度监测

每个燃料舱应至少在其底部、中部和最高允许液位下方的燃料舱顶部设置燃料温度测量及指示装置。

11.2.1.2 加注

（1）应从一个远离加注站的安全位置对加注进行控制。在此位置：

① 应对燃料舱压力、温度和液位进行监测；

② 应能对 5.3.1.5 和 9.3.3.6 所要求的遥控阀进行操作；

③ 应指示溢流报警和自动切断。

（2）加注管路的双壁管（如设有）通风失效时，应在加注控制位置发出听觉和视觉报警。

（3）加注管路的双壁管（如设有）内探测到燃料泄漏，应在加注控制位置发出听觉和视觉报警，并自动切断燃料加注。

11.2.1.3 气体压缩机

（1）应在驾驶室和机舱集控室设有气体燃料压缩机的听觉和视觉报警。报警项目应至少包括进气压力低、排气压力低、排气压力高和压缩机运行故障。

（2）应对舱壁轴填料函和轴承进行温度监控，并在驾驶室或连续有人值班的集中控制站发出连续的听觉和视觉报警。

11.2.1.4 燃料泵

（1）应在驾驶室、机舱集控室和燃料准备间设有燃料泵的听觉和视觉报警。报警项目应至少包括燃料出口压力低和燃料泵运行故障。

11.2.1.5 热交换器

（1）应对热交换器传热介质温度和循环流量进行监测，当传热介质实际温度低于设计允许值时应提供低温报警。当传热介质停止循环时应自动关闭相应燃料舱主阀并停止燃料泵运行，以避免传热介质结冰。

（2）应对热交换器出口被加热介质温度进行监测，并提供低温报警。当热交换器出口被加热介质温度过低时，应自动切断向热交换器供应燃料的管路上的截止阀。

11.2.1.6 发动机

（1）除满足 SOLAS II-1 章 C 部分和 CCS《钢质海船入级规范》（国际航行船舶）或《钢质海船入级规范》和《钢质内河船舶建造规范》（国内航行船舶）对柴油机监控系统的要求外，还应在驾驶室、集控室和机旁设置指示器，以指示：

① 发动机运行状态（对单一燃料发动机）；

② 发动机运行状态和运行模式（对双燃料发动机）。

11.2.1.7　通风监测

（1）当本指南第 8 章所要求的通风能力发生任何损失时，应在驾驶室或连续有人值班的集控室或船舶安全中心发出听觉和视觉报警。

（2）对于燃料舱接头处所、燃料准备间和双壁管（通风管道），其内部通风失效时应触发安全系统。

第 3 节　气体探测

11.3.1　一般要求

11.3.1.1　气体探测

（1）在下述位置应安装固定式气体探测器：

① 双壁管内外层管之间；

② 燃料准备间内；

③ 燃料舱接头处所内；

④ 毗邻燃料舱的隔离舱内；

⑤ 其它含有燃料管路但未设置双壁管的围蔽处所内；

⑥ 其他含有燃料管路、设备或燃料使用设备的机器处所内；

⑦ 空气闸内；

⑧ 氨加热回路膨胀柜内；

⑨ 围蔽/半围蔽加注站；

⑩ 氨专用污液储存舱/柜的透气管路内；

⑪ 含有潜在氨释放源处所的舱底水舱的透气管路内；

⑫ 其它可能产生燃料蒸气积聚的围蔽/半围蔽处所内；

⑬ 经所要求的风险分析后，可能存在燃料蒸气进入的起居处所和机器处所的通风进口。

（2）每个处所内气体探测器的数量应根据该处所的大小、布置和通风情况予以考虑。

（3）气体探测器应布置于燃料蒸气可能积聚处和/或通风出口处。

（4）应依据 CCS 接受的标准[①]进行气体探测设备的设计、安装和试验。

（5）燃料蒸气浓度达到 30ppm（双壁管内为 150ppm）时，应触发听觉和视觉报警。燃料蒸气浓度达到 300ppm 时，应触发安全系统。

（6）气体探测装置的听觉和视觉报警应布置在驾驶室或连续有人值班的集控室。

（7）本节所要求的燃料气体探测应连续进行无延迟。

---

① 参考 IEC60079-29-1《爆炸性气体环境-气体探测器-易燃气体探测器的性能要求》

（8）除设置固定式气体探测系统外，在机舱/燃料准备间外还应设有手动的液氨泄漏报警发送器。

（9）应配置不少于 2 套便携式气体探测器供船员对相关处所中氨蒸气的检查。

第 4 节　安全系统

11.4.1　一般要求

11.4.1.1　当发生表 11.4.1（1）和表 11.4.1（2）中的有关故障时，应按规定采取相应的安全措施。对于表 11.4.1（1）中的报警应布置在驾驶室和加注控制位置；对于表 11.4.1（2）中的报警应布置在驾驶室或连续有人值班的集控室或船舶安全中心。

11.4.1.2　如果燃料供应由于自动截止阀动作而切断，则在查明切断原因并采取必要的预防措施之后方可重新恢复燃料供应。为此，应在燃料供应管路截止阀的控制位置，张贴显见的指示牌。

11.4.1.3　如果燃料供应由于燃料泄漏而切断时，应在查明泄漏源并进行处理后方可重新恢复燃料供应。为此，应在机器处所和燃料供应控制的位置张贴显见的指示牌。

11.4.1.4　在含有氨发动机的机器处所内，应永久张贴一个警示牌或告示板，示明：发动机在氨燃料模式下运行时，不应进行可能对燃料管路造成危险和损伤的起重作业。

11.4.1.5　应在下述位置（如适用）布置能进行手动遥控紧急切断的装置，用于切断压缩机、泵和燃料供应阀（见表 11.4.1（2））：

（1）驾驶室；

（2）货物控制室；

（3）船舶安全中心；

（4）机舱集控室；

（5）消防控制站；

（6）燃料准备间出口附近。

对于压缩机还应布置就地手动紧急切断装置。

11.4.1.6　对于单一燃料系统，当所要求的通风失效或惰性气体失压时，还应有以下措施：

（1）对于多机舱的电力推进系统：应起动另一台发动机。当第 2 台发动机与汇流排连接时，第 1 台发动机应自动关闭。

（2）对于多机舱的直接推进系统：如果采用手动停车后仍有至少 40%的有效推进功率和正常的电力供应以用于航行，则通风失效的机器处所内的发动机应手动停车。

（3）对于单一机舱，当燃料供应管路双壁管的通风失效或惰性气体失压时，若另一燃料

供应管路已准备好，则该燃料供应管路上的主燃料阀和双截止透气阀应自动关闭。

燃料加注安全监控　　表 11.4.1（1）

参　数	报 警	加注总管上的遥控截止阀自动关闭	备 注
探测到加注管路双壁管（通风管道）内燃料液体泄漏（如适用）	×	×	
加注管路双壁管（通风管道）通风失效（如适用）	×	×	
加注管路双壁管（通风管道）通风能力降低（如适用）	×		
加注管路双壁管（通风管道）内探测到气体浓度高于150ppm（如适用）	×		
加注管路双壁管（通风管道）内两个探测器①探测到气体浓度高于300ppm（如适用）	×	×	
围蔽或半围蔽加注站内探测气体浓度高于30ppm	×		
围蔽或半围蔽加注站内探测气体浓度高于300ppm	×	×	
燃料舱高液位	×		
燃料舱高高液位	×	×	非加注工况仅提供报警
人工紧急切断燃料加注	×	×	
加注总管上的遥控截止阀失去驱动动力	×		
① 基于冗余的考虑应安装两个相互靠近且独立的探测器，如探测器具备自检功能，则允许仅安装一个探测器。			

燃料供应安全监控　　表 11.4.1（2）

参　数	报警	燃料舱主阀自动关闭	主燃料阀和双截止透气阀关闭，自动透气阀开启	备注
燃料舱和专用污液储存舱/柜				
燃料舱低液位	×			
专用污液储存舱/柜高液位	×			
燃料舱压力高	×			
燃料舱压力低	×			
潜液泵低液位	×			停止燃料泵运行
燃料舱处所、燃料舱接头处所和燃料舱的隔离舱				
隔离舱内探测到气体浓度达到30ppm	×			

参　数	报警	燃料舱主阀自动关闭	主燃料阀和双截止透气阀关闭，自动透气阀开启	备注
两个探测器[①]探测到隔离舱内气体浓度达到300ppm	×	×		
燃料舱接头处所内探测到气体浓度达到30ppm	×			
两个探测器[①]探测到燃料舱接头处所内气体浓度达到300ppm	×	×		
燃料舱接头处所内探测到燃料液体泄漏	×	×[②]		
燃料舱接头处所内的污水阱液位高	×			
燃料舱接头处所内的污水阱温度低	×	×		
燃料舱接头处所内通风失效	×	×[②]		同时停止燃料泵
燃料舱接头处所内通风能力降低	×			
燃料舱处所内探测到火灾	×	×[⑧]		
甲板以下的燃料围护系统通风围阱内探测到火灾	×			
屏壁间处所内探测到气体浓度达到30ppm	×			
燃料舱处所内探测到气体浓度达到30ppm	×			
燃料准备间				
探测到气体浓度达到30ppm	×			
两个探测器[①]探测到气体浓度达到300ppm	×	×[②]		
通风失效	×	×		
通风能力降低	×			
探测到火灾	×	×		
喷淋系统启动	×	×		
压缩机气体燃料进口压力低	×			
压缩机气体燃料出口压力低	×			
压缩机气体燃料出口压力高	×			
热交换器传热介质温度低	×			
热交换器传热介质停止循环	×	×		
热交换器出口气体燃料温度低	×			
热交换器出口气体燃料温度低低	×	×	×	
燃料准备间内的污水阱液位高	×			

参　数	报警	燃料舱主阀自动关闭	主燃料阀和双截止透气阀关闭，自动透气阀开启	备注
燃料准备间内的污水阱温度低	×	×		
舱壁轴填料函和轴承温度高	×			
位于燃料舱和机器处所之间的燃料供应管路				
双壁管（通风管道）内探测到气体浓度达到150ppm	×			
两个探测器①探测到双壁管（通风管道）内气体浓度高于300ppm	×	×②		
双壁管内探测到燃料液体泄漏	×	×②		
双壁管（通风管道）内通风失效⑤	×		×②	
双壁管（通风管道）内通风能力降低				
燃料阀件单元处所				
探测器探测到处所内气体浓度高于30ppm	×			
两个探测器①探测到处所内气体浓度高于300ppm	×		×③	
处所内探测到液体燃料泄漏	×		×③	
处所内通风失效⑤	×		×③⑥	
处所内通风能力降低				
含有氨发动机的机器处所				
处所内探测到火灾	×			
双壁管（通风管道）内探测到液体泄漏	×		×⑦	
处所内的双壁管（通风管道）中探测到气体浓度达到150ppm	×			
两个探测器①探测到处所内的双壁管（通风管道）中气体浓度达到300ppm	×		×③	
处所内探测到气体浓度达到30ppm⑨	×			
两个探测器①探测到处所内气体浓度达到300ppm⑨	×		×③	
含有氨发动机的机器处所内的双壁管（通风管道）内通风失效⑤	×		×③	
含有氨发动机的机器处所内的双壁管（通风管道）内通风能力降低⑤	×			
其他				
燃料供应管路内压力异常	×			
控制阀门的工作介质失效	×		×④	视需要可延迟

参　数	报警	燃料舱主阀自动关闭	主燃料阀和双截止透气阀关闭，自动透气阀开启	备注
发动机自动停车（发动机故障）	×		×④	
发动机手动紧急停车	×		×	
下列处所或部位的气体浓度达到30ppm： -空气闸 -氨加热回路膨胀柜 -氨专用污液储存舱/柜的透气管路 -含有潜在氨释放源处所的舱底水舱的透气管路	×			
手动紧急切断压缩机、泵和燃料供应	×		×	见11.4.1.5

①基于冗余的考虑应安装两个相互靠近且独立的探测器，如探测器具备自检功能，则允许仅安装一个探测器。
②如果燃料舱向一台以上发动机供应燃料，并且不同的燃料管路完全独立并安装在独立的管道内，同时每条管路上的主燃料阀位于管道外部，则仅关闭通往探测到燃料蒸气或通风失效的管道的供气管路上的主燃料阀。
③如果燃料供至一台以上发动机，并且不同的供应管路完全独立并安装在独立的管道内，同时每条管路上的主燃料阀位于管道外部和机器处所之外，则仅关闭通往探测到燃料蒸气或通风失效的管道的供应管路上的主燃料阀。
④主燃料阀和双截止透气阀中仅关闭双截止透气阀，自动透气阀开启。
⑤如果管道由惰性气体进行保护（见6.3.1.3），则惰性气体失压应引起本表所述相同的动作。
⑥仅适用于双燃料发动机。
⑦也可以是切断一个专用于燃料供应管路破裂情况下的截止阀。
⑧如燃料舱主阀的自动关闭，会导致船舶失去动力，则燃料舱主阀不应自动关闭。
⑨在机器处所内探测到气体，可从正常通风状态切换至应急通风状态。

第 12 章　人员保护

第 1 节　一般规定

12.1.1　目的

12.1.1.1　本章的目的是保护从事氨燃料作业的船员的人身安全。

12.1.2　功能要求

12.1.2.1　本章与 1.1.3.2（16）的功能要求相关。

12.1.3　保护设备

12.1.3.1　基于氨燃料的特性，应为船员提供包括符合公认的国家或国际标准的眼睛保护在内的合适的保护设备。

12.1.3.2　应将本章要求的安全设备和应急设备适当地保存在位于易于接近的处所且具有明显标志的柜子内。

12.1.3.3　对于压缩空气设备，应由负责的高级船员至少每月进行 1 次检查，并将检查结果记录在航行日志内。该设备应由适任人员至少每年进行 1 次检查和试验。

12.1.4　安全设备

12.1.4.1　船舶应有足够且不少于 3 整套的安全设备，每套设备应提供足够的人员保护以允许进入充满气体的处所内工作。该设备应考虑到氨燃料的性质。

12.1.4.2　每整套安全设备应包括：

（1）1 具自给式正压空气呼吸器（包含整个面罩），其容量至少为 1200L 的自由空气（不使用存储的氧气）；

（2）符合 CCS 接受的标准的气密保护服、长靴和手套；

（3）配有腰带的钢芯援救绳；

（4）防爆灯。

12.1.4.3　船舶应配备能提供足量压缩空气的设施，并应由下列设备组成：

（1）每 1 具 12.1.4.1 要求的呼吸器至少配备 1 个充满空气的备用空气瓶；

（2）1 台能适于供应所需纯度的高压空气并具有足够容量且能连续操作的空气压缩机；

（3）1 个能对 12.1.4.1 要求的呼吸器的备用空气瓶进行充气的充气阀箱。

12.1.5 应急设备

12.1.5.1 船舶应为船上每个人员配足在应急逃生时使用的呼吸防毒面具和眼睛保护设备，且需符合下列要求：

（1）不应使用过滤式呼吸防毒面具；

（2）自给式呼吸器应具有至少能持续工作 15min 的能力；

（3）应急逃生防毒面具不应用于灭火或其他目的，且这一要求应予以标注。

12.1.5.2 应根据 CCS 接受的标准[①]为船舶配置医疗急救设备，包括氧气复苏设备和合适的解毒剂。

12.1.5.3 应在易于接近之处放置一副担架，以便能从甲板以下的处所用其抬起受伤人员。

12.1.5.4 应在机舱内、燃料准备间、加注站附近和甲板上合适部位设置 1 个或多个标有适当标志的洗除污染的喷淋头和眼睛冲洗设备，且其应随时可用。

① 参见《涉及危险货物事故的医疗急救使用指南》（MFAG）,该指南提供了根据症状救治伤员的建议以及适合救治伤员的设备和解毒剂。

第 13 章　氨燃料动力系统预设技术要求

第 1 节　一般规定

13.1.1　适用范围

13.1.1.1　本章适用于在新造船阶段采用氨燃料动力系统（不含氨燃料电池）预设方案，拟将来实施氨燃料动力系统安装改造的船舶。此类船舶尚应满足船旗国主管机关的有关要求（如有时）。

13.1.1.2　本章规定了船舶采用氨燃料动力系统预设方案时，氨燃料动力系统装置及其设计、布置、结构加强、空间预留及检验等方面的要求。

13.1.1.3　与氨燃料动力系统共用的常规船舶系统和/或设备，应满足相关公约、法规和 CCS 相关规范的要求。

13.1.2　目的及功能要求

13.1.2.1　本章的目的是明确氨燃料动力系统船舶的预设要求，为船舶后续转换使用氨燃料作为动力提供技术指导。

13.1.2.2　氨燃料动力系统预设应满足如下功能要求：

（1）氨燃料动力系统的预设布置和设计应考虑能将与氨燃料相关的风险所发生的概率和后果限制在最低水平；

（2）当氨燃料泄漏或风险降低措施失效时，应考虑启动必要的安全措施，同时应考虑风险降低措施和安全措施不会导致不可接受的动力损失；

（3）氨燃料动力系统的预设布置应考虑尽量限制危险区域，将其可能影响船舶、船上人员和设备安全的潜在风险降至最低；

（4）应考虑燃料围护系统和含有液态燃料或蒸气释放源的机器处所的布置和位置，使其中任何一处发生火灾或爆炸均不会导致不可接受的动力损失或其他舱室的设备无法操作。

第 2 节　预设要求

13.2.1　一般要求

13.2.1.1　氨燃料动力系统预设在设计及建造阶段应充分考虑燃料舱、燃料围护、加注和供应系统及燃料使用设备等布置安装前后对船舶带来的影响。

13.2.1.2　推进和动力机械包括供应系统的设置应使得燃料供应的单一故障和燃料泄漏不会导致不可接受的动力损失。

13.2.2　船舶布置

13.2.2.1　申请 AFD Ready 1 附加标志的船舶应满足下述 13.2.2.2-13.2.2.7 要求，申请 AFD Ready 2 或 AFD Ready 2（X）附加标志的船舶，除满足 13.2.2.2-13.2.2.7 要求外，还应满足本指南第 2 章的适用要求。

13.2.2.2　在预设阶段应预留足够的空间用于燃料舱、燃料准备间、燃料接头处所（如有时）、加注站、空气闸（如有时）和燃料阀件单元处所等的安装和布置。

13.2.2.3　集合站、救生设备和脱险通道不应位于毒性区域内，毒性区域的范围见本指南第 10 章第 4 节。

13.2.2.4　燃料舱应予以保护，以防止由于碰撞或搁浅而导致外部损伤。燃料舱的布置应满足本指南第 2 章第 2 节的要求。

13.2.2.5　燃料舱的接头、配件、法兰和阀，如未布置在开敞甲板上，则应封闭在气密的燃料舱接头处所内。对于拟载运危险货品的船舶，若燃料舱预留布置在围蔽处所内，燃料舱与相邻危险货物舱室之间应采用隔离空舱进行分隔；若燃料舱预留布置在开敞甲板或半围蔽处所，也应设置燃料舱接头处所，以避免氨燃料与拟载运货品产生危害性反应。

13.2.2.6　燃料准备间预留布置一般应位于开敞甲板。如该位置位于干舷甲板以下，应尽可能设有直接从开敞甲板通往该舱室的独立通道或预留独立通道的空间。如设置独立通道不可行，也可预留设置空气闸的空间。

13.2.2.7　燃料舱接头处所的通道是独立且直接通往开敞甲板，否则应布置成气密的螺栓式舱盖，且包含该螺栓式舱盖的处所应视为危险处所。

13.2.3　船体结构强度

13.2.3.1　申请 AFD Ready 1 附加标志的船舶，应考虑在后期进行氨燃料动力系统改造后的船体结构应满足 CCS 相关规范中对总纵强度的要求。

13.2.3.2　申请 AFD Ready 2 或 AFD Ready 2（X）附加标志的船舶，除满足上述 13.2.3.1 的要求外，还应满足 CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》中第 2 篇第 A4 章和《钢

质海船入级规范》，或者 CCS《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》和《钢质内河船舶建造规范》的其他适用要求。

13.2.4 燃料围护系统

13.2.4.1 申请 AFD Ready 1 附加标志的船舶应考虑下述 13.2.4.3-13.2.4.9 要求。

13.2.4.2 申请 AFD Ready 2 或 AFD Ready 2（X）附加标志的船舶，除满足 13.2.4.3-13.2.4.9 要求外，还应满足本指南第 4 章和 CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第 2 篇第 A4 章中适用舱型的相关要求。

13.2.4.3 燃料围护系统的设计寿命应不小于船舶设计寿命或 20 年（取其大者）。

13.2.4.4 燃料围护系统的结构强度应有安全裕度，且能够承受相关结构和设备所施加的载荷。燃料舱在温度变化和船体变形时所产生的收缩和膨胀不应使船体和燃料舱结构出现过大的应力。

13.2.4.5 燃料围护系统应设有有效的绝缘系统使得船体结构温度维持在安全水平。

13.2.4.6 燃料围护系统的设置应能够提供机械保护，且尽量减少因船舶和/或货物作业等操作可能造成的损坏风险。

13.2.4.7 燃料围护系统应能防止主屏壁的所有潜在泄漏，并能够避免因燃料泄漏而对船舶结构、船上人员及环境造成损害，且在泄漏后所采取的措施不会导致不可接受的动力损失。另外，还应考虑泄漏燃料的安全处理方法。

13.2.4.8 为控制燃料舱压力而直接排放氨气是不可接受的，但允许故障条件下将氨气排放到大气中。

13.2.4.9 燃料围护系统的设计和建造应能够确保在操作、检查和维护期间的安全性，且应考虑后期检验的方便性。

13.2.5 双燃料发动机

13.2.5.1 申请 AFD Ready 1 附加标志的船舶，应充分考虑双燃料发动机的布置空间、相关接口和系统的布置位置。

13.2.5.2 申请 AFD Ready 2 或 AFD Ready 2（X）附加标志的船舶，双燃料发动机除满足 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 9 章及本指南第 7 章中双燃料发动机的适用要求外，还应考虑氨燃料的 NO_X 排放符合性以及发动机厂家关于使用氨燃料方面的适用要求。

13.2.6 双燃料锅炉

13.2.6.1 申请 AFD Ready 1 附加标志的船舶，应充分考虑双燃料锅炉的布置空间、相关接口和系统的布置位置。

13.2.6.2　申请 AFD Ready 2 或 AFD Ready 2（X）附加标志的船舶，双燃料锅炉除满足 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 6 章中有关锅炉的适用要求外，还应满足锅炉厂家关于使用氨燃料方面的适用要求。

13.2.7　燃料加注及供应

13.2.7.1　申请 AFD Ready 1 附加标志的船舶，应充分考虑：

（1）在开敞甲板预留燃料加注站的布置空间及其承接盘的位置。燃料加注及供应系统中可能造成氨泄漏的相关部件的设置，应充分考虑泄漏后的毒性危害，与起居处所、服务处所、机器处所、控制站或其他非危险区域的空气进口、出口或开口保持足够安全的距离。同时还需考虑涉及燃料加注和供应的相关消防设施的布置空间。

（2）燃料加注及供应系统应预留一定空间。燃料管路的布置应满足本指南第 6 章的适用要求，同时考虑为双壁管通风或惰化的设计和布置预留足够空间。

（3）氨燃料动力系统改装的型式对机器处所布置的影响。应充分考虑未来氨燃料管路系统改装时的机器处所布置型式。机器处所一般应布置为气体安全机器处所，同时应充分考虑气体阀组的型式和布置位置，并根据其型式预留足够的空间。

（4）若设置泵/压缩机室（燃料准备间），应预留相应的布置空间，并考虑泵/压缩机室（燃料准备间）的通风和消防要求。

13.2.7.2　申请 AFD Ready 2 或 AFD Ready 2（X）附加标志的船舶，除满足上述要求外，燃料加注及供应系统还应满足：

（1）燃料管路的设计与安装应满足本指南第 3 章第 1 节和第 2 节的要求；

（2）燃料管系的制造、工艺和试验应满足 CCS《船舶应用天然气燃料规范》第 13 章的适用要求；

（3）燃料加注系统应满足本指南第 5 章的要求；

（4）燃料供应系统应满足本指南第 6 章的要求。

13.2.8　供电及配电系统

13.2.8.1　申请 AFD Ready 1 附加标志的船舶，在预设阶段应充分考虑氨燃料供应系统的相关电气设备，如压缩机、惰性气体系统等，使得船上电站尽可能预留足够容量，在加装上述设备后无需再增加发电机的台数或容量，同时配电板或分电箱内可考虑预留上述设备的供电开关的空间。

13.2.9　气体危险区域

13.2.9.1　申请 AFD Ready 2 或 AFD Ready 2（X）附加标志的船舶，危险区域划分和危险

区域内布置的电气设备应满足本指南第 10 章的适用要求。

13.2.10 消防

13.2.10.1 申请 AFD Ready 1 附加标志的船舶应满足下述 13.2.10.3-13.2.10.5 要求。

13.2.10.2 申请 AFD Ready 2 或 AFD Ready 2（X）附加标志的船舶，除满足 13.2.10.3-13.2.10.5 要求外，还应满足本指南第 9 章的适用要求。

13.2.10.3 就防火而言，任何预设有燃料准备设备的处所，如预设有泵、压缩机、热交换器、蒸发器及压力容器的处所均应视为 A 类机器处所（海船）/重要机器处所（内河船）。

13.2.10.4 燃料舱预留位置应与 A 类机器处所（海船）/重要机器处所（内河船）或其他具有较大失火危险处所隔离，此种隔离应为 1 个至少 900mm 隔离空舱，且应在 A 类机器处所（海船）/重要机器处所（内河船）或其他具有较大失火危险的处所内靠近隔离空舱一侧采用 A-60 级防火分隔。在确定燃料舱处所与其他具有较小失火危险的处所之间的防火分隔时，从防火角度而言，燃料舱处所应视作 A 类机器处所（海船）/重要机器处所（内河船）。燃料舱处所与燃料舱处所之间应设置 1 个至少 900mm 的隔离空舱或采用 A-60 级防火分隔。

13.2.10.5 预留的燃料准备间与 A 类机器处所（海船）/重要机器处所（内河船）或其他有较大失火危险处所相邻时，应在 A 类机器处所（海船）/重要机器处所（内河船）或其他有较大失火危险处所一侧采用 A-60 级防火分隔。

13.2.11 通风及透气

13.2.11.1 申请 AFD Ready 1 附加标志的船舶应满足下述 13.2.11.3 要求。

13.2.11.2 申请 AFD Ready 2 或 AFD Ready 2（X）附加标志的船舶，除满足 13.2.11.3 要求外，还应满足本指南第 4 章第 2 节和第 8 章的适用要求。

13.2.11.3 为了防止氨燃料气体进入起居处所、服务处所、控制站和其他非危险处所，上述处所的空气进口/出口或开口的位置应尽量避开毒性区域，毒性区域的范围见本指南第 10 章第 4 节。

13.2.12 控制、监测和安全系统

13.2.12.1 申请 AFD Ready 2 或 AFD Ready 2（X）附加标志的船舶，控制、监测和安全系统应满足本指南第 11 章的适用要求。

13.2.13 材料

13.2.13.1 申请 AFD Ready 2 或 AFD Ready 2（X）附加标志的船舶，燃料舱、次屏壁和处理用压力容器应满足本指南第 3 章第 3 节的适用要求。

第 3 节　图纸资料

13.3.1　申请 AFD Ready 1 附加标志需送审的图纸和资料

13.3.1.1　除按 CCS 相关规范的要求提交图纸资料外，申请 AFD Ready 1 附加标志的船舶至少应提交下列图纸资料批准：

（1）总布置图，包含：

① 燃料舱预留布置；

② 燃料加注系统预留布置。

（2）燃料舱处所、燃料舱接头处所、燃料准备间（如设有）和加注站（如适用）所预留空间的结构防火布置图。

13.3.1.2　应将下列图纸资料提交备查：

（1）氨燃料动力系统预设及布置说明书；

（2）总纵强度计算书（考虑氨燃料舱等对船舶重量分布的影响）。

13.3.2　申请 AFD Ready 2 附加标志需送审的图纸和资料

13.3.2.1　除按上述 13.3.1.1 及 CCS 相关规范的要求提交图纸资料外，申请 AFD Ready 2 附加标志的船舶至少应提交下列图纸资料批准：

（1）船舶布置

① 机器处所和锅炉间布置图；

② 燃料舱/燃料舱处所布置图；

③ 燃料加注系统布置图；

④ 燃料舱处所、燃料舱接头处所的出入口、透气管和其他开口的布置；

⑤ 危险区域的通风管、门和开口的布置；

⑥ 起居处所、服务处所和控制站的入口、空气进口和开口的布置；

⑦ 空气闸位置和结构图（如设有）；

⑧ 气密舱壁贯穿图（如设有）；

⑨ 危险区域划分图；

⑩ 毒性区域划分图。

（2）管系

① 燃料管系的系统图，包括燃料供应、加注、压力释放阀和透气管路等；

② 与燃料系统有关的冷却水系统或热水系统（如设有）；

③ 燃料准备间和燃料舱处所的舱底和疏排水系统布置图（如设有）；

④ 除气和惰性气体吹扫系统布置图和说明。

（3）通风系统

① 危险区域机械通风系统布置图；

② 双壁管通风系统图。

（4）消防设备和系统

① 水雾系统布置图和说明（容量计算等）；

② 火灾探测系统图和布置图；

③ 燃料舱/燃料舱处所及其通风管、加注站（如适用）结构防火布置图；

④ 化学干粉灭火系统图。

（5）电气系统

① 危险区域电气设备布置图；

② 本质安全电路校核资料。

（6）控制、监测和安全系统

① 燃料蒸气探测和报警系统图和布置图；

② 燃料舱监控系统图和布置图；

③ 燃料泵控制和监控系统图（如设有）和布置图；

④ 氨发动机控制和监控系统图和布置图；

⑤ 燃料供应系统和加注系统相关电气系统图及监控明细表。

（7）燃料舱

① 燃料舱及其支撑结构图；

② 温度场分布计算书。

13.3.2.2　除按上述 13.3.1.2 及 CCS 相关规范的要求提交图纸资料外，申请 AFD Ready 2 附加标志的船舶至少应提交下列图纸资料备查：

（1）船舶布置

① 围板、集液盘或其他防护措施的说明；

② 燃料准备间布置图（如设有）。

（2）管系

① 燃料管路系统中法兰、阀和其他装置的图纸和说明；

② 燃料管路、阀和其他装置的材料规格书；

③ 在切断加注接头之前从燃料加注管中去除燃料措施的技术文件；

④ 管路压力释放阀的排量计算书。

（3）燃料舱

① 燃料舱及其支撑结构强度计算书

② 燃料舱及连接管路的材料说明书；

③ 燃料舱压力释放阀的排量计算书。

13.3.3 申请 AFD Ready 2（X）附加标志需送审的图纸和资料

13.3.3.1 除上述 13.3.1 和 13.3.2 要求的所有图纸和资料外，至少还应将下列图纸资料提交 CCS 现场验船师检查和确认：

（1）申请 AFD Ready 2（T）附加标志的船舶

① 燃料舱的焊接工艺文件和焊后消除应力热处理文件；

② 燃料舱的无损检测计划和报告；

③ 燃料舱强度和密性试验的资料。

（2）申请 AFD Ready 2（M）附加标志的船舶

① 氨发动机的 CCS 船用产品证书。

（3）申请 AFD Ready 2（P）附加标志的船舶

① 燃料管路的焊接工艺文件和焊后消除应力热处理文件；

② 燃料管路的无损检测计划和报告；

③ 燃料管路压力试验（强度和密性试验）资料；

④ 管系功能试验大纲（包括阀件、附件以及燃料操作相关设备等）；

⑤ 支管、弯头、伸缩接头和波纹管等类似装置的技术文件；

⑥ 管路电气接地技术文件。

（4）申请 AFD Ready 2（D）附加标志的船舶

① 电气设备防爆证书清单。

第 4 节 检 验

13.4.1 一般要求

13.4.1.1 所有检验程序、检验方式、检验种类、检验间隔期、检验条件、检验前准备、检验和试验要求以及船舶图纸、资料、证书、记录和报告等的保存，应满足 1.4.1 的要求。

13.4.2 特殊要求

13.4.2.1 对于氨燃料动力系统预设的船舶申请 AFD Ready2（X）附加标志，应根据本指南第 1 章第 4 节适用要求进行建造中检验和建造后检验。

13.4.2.2 船舶预设阶段安装的与氨燃料动力系统相关的设备应持有产品证书，证书的检验依据应包括 CCS 关于氨燃料动力系统的相关检验要求。