



中国船级社

甲醇/乙醇燃料动力船舶检验指南

* 年 * 月 * 日 生效

(初 稿)

*年 * 月

目 录

第1章 通 则.....	1
第1节 一般规定.....	1
第2节 图纸和资料.....	5
第3节 产品检验.....	7
第4节 船舶检验.....	8
第2章 船舶布置.....	12
第1节 一般规定.....	12
第2节 燃料舱布置.....	12
第3节 处所位置与分隔.....	13
第3章 材料和管路设计.....	17
第1节 一般规定.....	17
第2节 管路设计.....	17
第3节 材料.....	20
第4章 燃料围护系统.....	21
第1节 一般规定.....	21
第2节 透气与除气系统.....	21
第3节 惰化与环境控制.....	22
第4节 船上惰气系统.....	23
第5章 燃料加注.....	25
第1节 一般规定.....	25
第2节 加注站.....	25
第3节 船舶加注软管.....	25
第4节 加注总管.....	26
第5节 加注系统.....	26
第6章 燃料供应.....	27
第1节 一般规定.....	27
第2节 燃料分配.....	27
第3节 安全功能.....	27
第4节 燃料准备间.....	28
第5节 燃料阀件单元.....	28
第7章 甲醇/乙醇发动机.....	30
第1节 一般规定.....	30
第2节 双燃料发动机.....	31
第3节 单燃料发动机.....	31
第8章 消防.....	33
第1节 一般规定.....	33
第2节 防火.....	33
第3节 灭火.....	34
第4节 探火和失火报警系统.....	35
第9章 防爆.....	37
第1节 一般规定.....	37

第 2 节 危险区域.....	37
第 10 章 电气装置.....	39
第 1 节 一般规定.....	39
第 11 章 控制、监测和安全系统.....	40
第 1 节 一般规定.....	40
第 2 节 监测与控制.....	41
第 3 节 气体、火灾和通风探测.....	42
第 4 节 燃料供应系统的安全功能.....	43
第 12 章 机械通风.....	45
第 1 节 一般规定.....	45
第 2 节 燃料准备间.....	47
第 3 节 加注站.....	47
第 4 节 双壁管.....	48
第 5 节 燃料阀件单元处所.....	48
第 6 节 燃料舱接头处所.....	48
第 13 章 操作要求.....	49
第 1 节 一般规定.....	49
第 2 节 维护.....	49
第 3 节 加注操作.....	49
第 14 章 人员保护.....	51

第1章 通 则

第1节 一般规定

1.1.1 适用范围

1.1.1.1 《甲醇/乙醇燃料动力船舶检验指南》(以下简称本指南)适用于船长 20 米及以上使用甲醇/乙醇为燃料的钢质船舶。

1.1.1.2 使用甲醇/乙醇为燃料的船舶,除满足本指南外,还应满足本社《钢质海船入级规范》或《国内航行海船建造规范》或《钢质内河船舶建造规范》(以下均简称相关规范)的相关要求。此类船舶尚应满足船旗国主管机关的有关要求(如有时)。

1.1.1.3 现有船舶如将其他燃料发动机改装为甲醇/乙醇发动机,应视为发动机重大改装,需满足船旗国主管机关相关规定、本指南及本社《船舶重大改装实施指南》的相关要求。

1.1.2 定义

1.1.2.1 除另有规定外,本指南适用的定义如下:

(1) 加注:系指从陆基或浮动设施向船上固定燃料舱输送燃料,或可移式燃料舱与燃料供应系统连接。

(2) 燃料:系指含有允许的添加剂或杂质,适合在船上安全操作,符合国际标准的甲醇/乙醇燃料。

(3) 燃料舱:系指包括接头在内的用于储存燃料的装置(可为整体式、独立式或可移式),以及必要的支撑结构。

(4) 整体式燃料舱:系指构成船体结构的一部分,以相同方式与相邻船体结构一起受到同样载荷的作用,通常对船体结构的完整性起重要作用的燃料舱。

(5) 独立式燃料舱:系指不构成船体结构的一部分,对船体结构也非必需的燃料舱。

(6) 可移式燃料舱:系指满足如下要求的独立式燃料舱:

- ① 可方便地与船舶系统连接或脱开;
- ② 可方便地安装到船上或从船上移除。
- ③ 只能移动至船外进行加注的燃料舱。

(7) 燃料舱处所:系指由船舶结构所围蔽的、其内设有独立式燃料舱的处所。如燃料舱的接头位于燃料舱处所内,则该处所也视作燃料舱接头处所。整体式燃料舱无燃料舱处所。

(8) 燃料舱接头处所：系指环围燃料舱所有接头和阀门的处所。

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

(10) 燃料阀件单元：系指一个气密和水密处所或阀箱，其内部设有用于控制或调节发动机之前的燃料供应的阀件。

(11) 隔离空舱：系指围绕燃料舱的结构空间，提供额外的气、液保护层，隔绝燃料舱外部的火灾及有毒、易燃气体。

(12) 驱气：用惰性气体或其他适当介质（如水）将燃料舱内的蒸气稀释到可以安全引入空气的水平。

(13) 除气：通入足够的新鲜空气，使任何易燃的、有毒的或惰性气体的含量降低到特定目的所要求的标准。

(14) 单一燃料发动机：系指仅能使用 1.1.2.1 (2) 定义的燃料的发动机。

(15) 双燃料发动机：系指既可单独使用 1.1.2.1 (2) 定义的燃料（使用燃油引燃），又可单独使用燃油的发动机。

(16) 甲醇/乙醇发动机：系指双燃料发动机或单一燃料发动机。

(17) 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。

(18) 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，如燃料路上的阀件、可拆卸式管接头、管垫圈或泵密封装置等。

(19) 不可接受的功率损失：系指功率损失超过维持船舶推进和正常电力供应所需总功率的 60%。

(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、安装和使用采取特定预防措施的区域。

(21) LEL：系指爆炸下限。

1.1.3 目标及功能要求

1.1.3.1 本指南的目的是为船舶上使用甲醇/乙醇为燃料的机械、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、人员和环境的风险降至较低。

1.1.3.2 为达到上述目的，甲醇/乙醇燃料动力船舶的设计和建造应满足如下功能要求：

(1) 甲醇/乙醇燃料动力系统在安全和可靠性方面应与常规燃油动力系统相当；

(2) 应能通过布置和系统设计（如通风、探测和安全措施）将与甲醇/乙醇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) 应确保甲醇/乙醇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) 安装在危险区域的设备应仅为操作所必需的，其性能应与工作环境相适应并经本社认可；

(6) 应能防止易爆、易燃或有毒蒸气的意外积聚；

(7) 系统部件应予以保护，防止外部损坏；

(8) 危险区域内的着火源应减至最少，以降低爆炸发生的概率；

(9) 应布置安全、适当的甲醇/乙醇燃料储存和加注装置，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路系统、储存和超压释放装置，以实现其预定用途；

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

(12) 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的运行；

(13) 应在所有相关处所和区域设置适合的固定燃料蒸气和/或泄漏探测系统；

(14) 应针对潜在的火灾风险设置探火、防火和灭火措施；

(15) 甲醇/乙醇燃料系统和燃料使用设备的调试、试验和维护应满足安全性、可用性、可维修性和可靠性的目标要求；

(16) 技术文件应允许评估系统及其部件与采用的规范、指南、设计标准和安全性、可用性、可维修性、可靠性相关原则的符合性；

(17) 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。

1.1.3.3 在任何含有潜在释放源^①和潜在着火源的处所内发生的爆炸不应：

(1) 对位于除该事故发生所在处所以外的任何其他处所的设备/系统的正常运转造成破坏或干扰；

(2) 损坏船舶从而发生主甲板以下浸水或任何连续浸水；

^① 双壁管可不视为潜在的释放源。

- (3) 损坏工作区域或起居住所，造成人员伤亡；
- (4) 扰乱控制站和电力分配所需的配电室的正常运转；
- (5) 损坏救生设备或相关的降落装置；
- (6) 扰乱位于爆炸所损坏处所之外的消防设备的正常运转；
- (7) 影响船舶的其他区域从而导致可能产生连锁反应，尤其是货物、燃料蒸气和燃料的连锁反应；
- (8) 妨碍人员使用救生设备(LSA)或阻碍逃生路线。

1.1.4 附加标志

1.1.4.1 凡符合本指南要求并申请入级的甲醇/乙醇燃料动力船舶，可在本社规定的入级符号后加注如下附加标志：

附加标志

表 1.1.4.1

附加标志	说 明	
Methyl Alcohol Fuel	使用甲醇燃料	该标志授予其主推进和/或辅助机械使用甲醇为燃料的船舶。甲醇运输船除外。
Ethyl Alcohol Fuel	使用乙醇燃料	该标志授予其主推进和/或辅助机械使用乙醇为燃料的船舶。乙醇运输船除外。

1.1.5 等效或替代

1.1.5.1 对本指南要求的船上应装设或配备特定的附件、材料、仪表、设备的部件或型号，或应采取的特别措施和任何程序或布置，本社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。

1.1.5.2 本社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、设备的部件或其型号。

1.1.6 风险评估

1.1.6.1 风险评估的目的是确保对所涉及的风险进行必要的评估，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。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。

1.1.6.2 应使用可接受和公认的风险分析技术对风险进行分析。应考虑船上设备功能

丧失、部件损坏、火灾、爆炸、毒性和触电等，制定相应的消除风险的措施。对于无法消除的风险，应记录风险的细节，并制定减轻风险的措施。

第2节 图纸和资料

1.2.1 送审图纸和资料

1.2.1.1 使用甲醇/乙醇燃料的船舶除按本社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本社批准：

(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 燃料准备间布置图（如设有）；
- ④ 燃料加注系统布置图（含加注接头）；
- ⑤ 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；
- ⑥ 危险区域的通风管、门和开口的布置；
- ⑦ 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；
- ⑧ 气闸位置和结构图（如设有）；
- ⑨ 气密舱壁贯穿图（如设有）；
- ⑩ 围板、集液盘或其他防护措施の説明；
- ⑪ 危险区域划分。

(2) 管系

- ① 燃料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 燃料管路系统中法兰、阀和其他装置的图纸和说明；
- ④ 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；
- ⑤ 燃料管路压力试验（强度和密性试验）技术文件；
- ⑥ 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；
- ⑦ 管路电气接地技术文件；
- ⑧ 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；
- ⑨ 与燃料系统有关的冷却水系统或热水系统（如设有）；

- ⑩ 除气和惰性气体吹扫系统布置图和说明；
- ⑪ 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）；
- ⑫ 管路压力释放阀的排量计算书。

（3）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，通风机电风扇的转动部分和外罩的图纸和材料的技术文件；
- ② 双壁管（通风导管）的布置图。

（4）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 泡沫灭火装置布置图。

（5）电气系统

- ① 危险区域内所有电气设备布置图；
- ② 本质安全电路单线图；
- ③ 合格防爆型设备清单。

（6）控制和监控系统

- 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 甲醇/乙醇发动机控制和监控系统布置图及说明。

（7）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 除本社相关规范要求的常规资料外，还应将相关风险分析报告提交本社备查。

1.2.3 船上保存的图纸和资料

1.2.3.1 除本社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）燃料舱安全操作程序；
- （2）燃料供应系统操作手册；

(3) 甲醇/乙醇发动机操作程序及维修手册。

第3节 产品检验

1.3.1 一般要求

1.3.1.1 产品检验应满足本社相关规范、规则的要求。

1.3.1.2 与甲醇/乙醇燃料供应系统相关的重要产品，如独立式燃料舱、甲醇/乙醇发动机、热交换器（如有时）、燃料泵等，应持有本社船用产品证书。

1.3.1.3 独立式燃料舱应满足如下要求：

(1) 应将下列图纸资料提交本社审批：

- ① 燃料舱的详细图纸，包括内部结构、隔热（如有时）、管路、阀件和接头等；
- ② 燃料舱支撑的详细图纸；
- ③ 燃料舱及连接管路的材料说明书；
- ④ 燃料舱设计载荷和结构分析的技术文件；
- ⑤ 燃料舱完整应力分析资料；
- ⑥ 燃料舱压力释放阀的排量计算书；
- ⑦ 燃料舱焊缝的无损检测、强度和密性试验的资料；
- ⑧ 燃料舱焊接工艺说明书。

(2) 除应满足本社相关规范的要求外，尚应满足本指南第2章的适用要求。

1.3.1.4 甲醇/乙醇发动机应满足如下要求：

(1) 应将下列图纸资料提交本社审批：

- ① 本社相关规范对柴油机要求提交的图纸资料；
- ② 燃料喷射阀及其驱动、密封系统；
- 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 与甲醇/乙醇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 与甲醇/乙醇燃料有关的发动机试验程序和试验报告；
- ⑦ 本社认为必要的其他图纸资料。

(2) 应将甲醇/乙醇发动机风险分析（如 FMEA）报告提交本社备查。

(3) 甲醇/乙醇发动机除应满足本社相关规范对柴油机的相应要求外，尚应满足本篇第7章的适用要求。

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，对于海船应按本社、《钢质海船入级规范》或《国内航行海船入级规则》的有关规定执行；对于内河船舶，应按本社《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 船舶的建造检验除按本社相关规范的适用要求进行检验外，尚应增加下列项目：

- (1) 甲醇/乙醇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) 甲醇/乙醇发动机机器处所、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) 甲醇/乙醇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) 防爆设备或防点燃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) 探火、灭火装置的安装与试验；
- (12) 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：除应按本社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) 独立式燃料舱
 - ① 检查燃料舱铭牌是否清晰、牢固可靠，内容是否齐全；
 - 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 对燃料舱压力释放阀的最大开启压力调定值进行标定；
- ④ 检查燃料舱压力、温度（如设有）指示装置和所附连的报警装置是否处于正常状态；
- ⑤ 检查燃料舱外壳是否有剥蚀、腐蚀，或刮伤、凹陷、变形、焊缝缺陷等现象；
- ⑥ 目视检查燃料舱接口部位焊缝的裂纹等；
- ⑦ 确认燃料舱安全操作程序保存在船上。

(2) 整体式燃料舱的检验应满足本社相关规范对于整体式液货舱年度检验的适用要求；

(3) 检查燃料舱接头处所、燃料准备间的密封设施是否处于正常状态；

(4) 检查面向危险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（如设有时）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（如设有时）；

(8) 检查工作处所的通风系统和气闸（如设有）以及居住处所的通风关闭装置是否处于正常状态；

(9) 检查手动应急关闭系统是否处于正常状态；

(10) 检查燃料透气管路系统，包括透气管桅和防护网；

(11) 检查危险区域的电气设备是否处于良好状态，并检查维护及维修记录；

(12) 检查燃料探测系统，并对其进行试验，以确认其处于正常工作状态，必要时应用样气进行校核；

(13) 检查探火和灭火装置，并试验起动一台主消防泵；

(14) 检查水雾系统是否处于正常状态；

(15) 核查甲醇/乙醇发动机操作程序及维修手册。

1.4.3.2 中间检验：除应满足本社相关规范的适用要求和本章 1.4.3.1 的要求外，尚应包括：

(1) 确认管路和燃料舱与船体电气接地；

(2) 确认用于危险处所通风的机械通风风扇已备有备件；

(3) 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；

(4) 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、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。

1.4.3.3 特别检验：除应满足本社相关规范的适用要求和本章 1.4.3.2 的要求外，尚应包括：

(1) 独立式燃料舱

- ① 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；
- ② 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；
- ③ 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）；
- ④ 对燃料舱的压力/真空释放阀应打开检查，对释放阀的调定值应作校核（如适用时）。

(2) 整体式燃料舱的检验应满足本社相关规范对于整体式液货舱特别检验的适用要求；

(3) 对燃料供应系统上的压力释放阀（如设有）的压力调定值应作校核；

(4) 对燃料管系上的阀进行校核、调整时，可将阀拆下，且可用空气或其他适用气体进行调整；

(5) 对热交换器（如设有）进行拆检和效用试验；

(6) 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；

(7) 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；

(8) 将气密舱壁上的轴封拆开，检查其密封装置；

(9) 对于包有绝缘物的管子，应拆去足够数量的绝缘物，使能确定管子的情况。对密封状况应作特别检查；

(10) 对甲醇/乙醇发动机除按本社规范有关柴油机的特别检验项目进行外，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；甲醇/乙醇发动机在工作状态下进行操纵试验。

第2章 船舶布置

第1节 一般规定

2.1.1 目的

2.1.1.1 本章的目标是对动力设备、燃料储存系统、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 (7)、(12) (14)、(16) 的功能要求相关，特别应满足如下要求：

- (1) 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) 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；
- (3) 进入含有燃料释放源的处所的通道或该处所上的其他开口，应布置成可燃蒸气、窒息性气体或有毒气体不会逸入设计时未考虑存在这些气体的处所；
- (4) 燃料管系应予以保护，以防止机械损伤；
- (5) 推进和燃料供应系统的设计应确保在任何燃料泄漏后的安全行动不会导致不可接受的动力损失；
- (6) 机器处所内由于燃料泄漏导致发生火灾或爆炸的概率应降至最低。

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/重要机器处所内。

2.2.1.2 燃料舱及其隔离空舱应位于防撞舱壁之后和艏尖舱壁之前。

2.2.1.3 位于开敞甲板上的燃料舱应予以保护，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，并设置集液盘。

2.2.2 整体式燃料舱

2.2.2.1 整体式燃料舱的周围应设置隔离空舱，除非其表面与船底壳板或其他甲醇/乙醇燃料舱或燃料准备间相邻。

2.2.3 独立式燃料舱

2.2.3.1 独立式燃料舱可布置于围蔽处所或开敞甲板。

2.2.3.2 独立式燃料舱应满足以下要求：

- (1) 根据船舶布置和货物操作进行机械保护；
- (2) 位于开敞甲板上的独立式燃料舱，应配备集液盘和用于紧急冷却的喷水系统；
- (3) 位于围蔽处所的独立式燃料舱，需满足本指南 8 章和 12 章的要求。

2.2.3.3 独立式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船舶运动加速度的影响。

2.2.4 可移式燃料舱

2.2.4.1 可移式燃料舱应布置在特定区域，并满足以下要求：

- (1) 根据船舶布置和货物操作进行机械保护；
- (2) 位于开敞甲板上的可移式燃料舱，应配备集液盘和用于紧急冷却的喷水系统；
- (3) 位于围蔽处所的可移式燃料舱，需满足本指南 8 章和 12 章的要求。

2.2.4.2 当可移式燃料舱与船舶系统连接时，应固定在甲板上。当连接燃料管路时应确保可移式燃料舱的安全。可移式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的影响，还应考虑船舶最大加速度的影响。

2.2.4.3 应考虑可移式燃料舱对船舶结构强度及稳性的影响。

2.2.4.4 与船舶燃油管道系统的连接应采用经批准的适用于甲醇/乙醇的柔性软管，或其他合适的方式，以确保连接的挠性。

2.2.4.5 应设有当船舶燃料管路的非固定连接意外断开或破裂时，减少燃料泄漏的措施。

2.2.4.6 可移式燃料舱的压力释放系统应连接至一个固定的透气系统。

2.2.4.7 可移式燃料舱的控制与监测系统应集成在船舶的控制与监测系统中。其安全系统应集成在船舶的安全系统中。

2.2.4.8 可移式燃料舱与船舶管路的连接应确保检查与维修的安全。

2.2.4.9 当可移式燃料舱与船舶燃料系统连接时：

- (1) 每一可移式燃料舱在任何时候均应能被隔离；
- (2) 一个燃料舱的隔离不应降低其他燃料舱的可用性；
- (3) 燃料舱不应超过它的充装极限。

第3节 处所位置与分隔

2.3.1 机器处所

2.3.1.1 燃料供应系统的单一故障不应导致燃料泄漏至机器处所。

2.3.1.2 机器处所内的燃料管路的布置应满足 6.2.1 的要求。

2.3.2 燃料管系布置

2.3.2.1 任何燃料管系距离船舷不应小于 800mm。

2.3.2.2 燃料管系不应直接穿过起居处所、服务处所、电气设备室或控制站。

2.3.2.3 通过滚装舱、特殊类别舱和露天甲板的燃料管系应进行机械保护。

2.3.2.4 通过围蔽处所的燃料管系应设置为双壁管，在燃料舱周围的隔离空舱、燃料准备间或独立式燃料舱的空间可不设置双壁管。

2.3.2.5 在船舶倾斜正常的状态下，所有的燃料管系都应通往适当的燃料舱或集液舱。如有替代设计应获得我社批准。

2.3.3 燃料准备间

2.3.3.1 燃料准备间应位于 A 类机器处所/重要机器处所外。

2.3.4 舱底水系统

2.3.4.1 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。

2.3.4.2 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污水储存柜。污水储存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。

2.3.4.3 燃料准备间的舱底水系统在燃料准备间外应能操作。

2.3.5 集液盘和围板

2.3.5.1 应在可能发生泄漏或溢出的地方安装集液盘，特别是单壁管接头处。

2.3.5.2 应确定最大的可能泄漏量，以便设计集液盘和围板的容量。

2.3.5.3 集液盘和围板应配备一个将泄漏的燃料输送至专用污水储存舱的管路。该管路应考虑防止回流的措施。

2.3.5.4 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。

2.3.5.5 2.3.5.3 中所述的专用污水储存舱应设置液位指示和报警装置。

2.3.5.6 集液盘容量少于 10 升时可采用手动清空的方式。

2.3.6 燃料舱接头处所

2.3.6.1 对于国内航行的船舶，燃料舱的接头、法兰和阀件等附件，如未布置在开敞甲板上，则应封闭在燃料舱接头处所内。该处所应能安全地容纳燃料舱接头处可能产生的泄漏。

2.3.7 出入口与通道

2.3.7.1 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 2.3.8 要求的空气闸。

2.3.7.2 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 2.3.8 要求的空气闸。如可行，燃料舱和隔离空舱应提供直通开敞甲板的通道，以便除气、清洁、维护和检视。

2.3.7.3 如燃料舱或隔离空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式通风系统，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、控制站和 A 类机器处所/重要机器处所直接进入；

(4) 如货舱已清空，并且在进入该货舱期间没有进行货物操作，在充分考虑货物理化特性及风险之后，可允许从该货舱进入燃料舱。

2.3.7.4 独立式燃料舱周边应有足够空间进行撤离和救援操作。

2.3.7.5 燃料舱或隔离空舱应至少有 600mm×600mm 的水平开口，以便将受伤人员从燃料舱/隔离空舱底部吊起。若要从燃料舱及隔离空舱内的垂直开口进入，垂直开口的尺寸不应小于 600mm×800mm 且高度离船底不超过 600mm，设有栅格或支撑点时可特殊考虑。若采用较小的开口，需通过演示证明可将受伤人员从燃料舱/隔离空舱底部吊起。

2.3.8 空气闸

2.3.8.1 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。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。

2.3.8.2 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。

2.3.8.3 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 1.5m²。空气闸不可用于其他目的（如储藏室等）。

2.3.8.4 空气闸的两端应配备声光报警系统，当多于一扇门从关闭位置上开启时应发出声光报警。

2.3.8.5 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声光报警，以显示失压和空气闸门开启。

2.3.8.6 安全所需的关键设备不应断电，且为合格防爆型，此类设备包括照明、火灾探测、公共广播及通用报警系统。

2.3.8.7 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 本章的目的是考虑所涉及燃料的性质，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)、(6)、(8)、(9)、(10) 中的功能要求相关。所有使用材料应与最大工作压力和温度下的燃料相适应。

第2节 管路设计

3.2.1 一般要求

3.2.1.1 应按照本社接受的标准对燃料管路和所有其他管路进行颜色标识^②。

3.2.1.2 所有的燃料管路和独立燃料舱均应与船舶结构采取电气接地措施。所有的接头和附件也均需进行电气连接。管道和船体之间的电阻应不高于 1×10^6 欧姆。

3.2.1.3 双壁管或管道内还可布置除燃料供应管路之外的管路和线缆，但其不得产生着火源或破坏双壁管或管道的完整性。双壁管或管道应仅包含操作所必需的管路和线缆。

3.2.1.4 燃料舱加注管路的布置应尽可能减少产生静电的可能性，比如注入管应伸入燃料舱内并尽可能接近舱底。

3.2.1.5 考虑系统安全阀的最高设定压力，燃料管路系统的设计压力应为系统在使用过程中可能承受的最大表压。

3.2.1.6 燃料管系应满足 I 级管系相关要求。

3.2.2 管壁厚度

3.2.2.1 钢质管路的壁厚不应小于：

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

式中：

t_0 ——理论壁厚；

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

^②参考 EN ISO 14726:2008 船舶和海洋技术——管系内含物的识别颜色。

P ——设计压力, MPa, 参见 3.3.3 的规定;

D ——外径, mm;

K ——许用应力, N/mm^2 , 参见 3.3.3 的规定;

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, 在按公认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, 按公认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:

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

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; 和

a ——用于壁厚的制造负公差, %。

3.2.3 许用应力

3.2.3.1 对于钢质管路, 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:

$$\frac{R_m}{A} \quad \frac{R_e}{B}$$

式中:

R_m ——室温下材料的规定最低抗拉强度, N/mm^2 ; 和

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。

对于 A 和 B 的值, 至少 $A=2.7$, $B=1.8$ 。

3.2.3.2 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 3.2.2.1 要求的值有所增加。如增加管壁厚度不现实或反而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、阀的重量、装卸臂的反作用力(如适用)或其他原因产生。

3.2.3.3 对于非钢质管路, 许用应力应经本社特殊考虑。

3.2.3.4 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）；和
- (3) 船舶中拱和中垂引起的内部压力和载荷。

3.2.4 管路挠性

3.2.4.1 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。内管不应使用波纹膨胀节。

3.2.5 管路制造与连接

3.2.5.1 管路制造与连接细节应满足下列要求：

(1) 内管（需要外管保护）应采用全焊透对接焊，且全部进行射线探伤。该管路上仅允许燃料舱接头处所和燃料准备间或类似位置采用法兰接头：

- ① 在使用燃料管路时，面向其的上层建筑或甲板室一侧的所有舱门、开口通常应保持关闭；
- ② 燃料双壁管中夹层空间应独立于机舱壁，即机舱和其他处所不应共用通风管道。

(2) 燃料管路应采用焊接连接，除了：

- ① 被认可的截止阀和膨胀节的连接（如配有）；
- ② 其他被本社认可的例外情况。

(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 的管路。

(4) 对于法兰接头中的法兰焊接，应采用颈焊、套筒焊型式。对于公称尺寸大于 50mm 者，不得采用插入焊法兰。

(5) 其他接头：管路接头应按照 3.2.5.1 (2) 的要求连接，但对于其他特殊情况，本社可以考虑替代布置。

3.2.5.2 应按照本社《材料与焊接规范》或本社可接受的标准进行焊接、焊后热处理、射线检测、渗透检测、压力试验、泄漏试验和无损探伤。对接焊应进行 100% 的无损探

[®]就本指南而言，是否应将燃料系统视为高压系统取决于特定系统的设计和布置。因此，是否豁免或进行应力分析由本社决定，分析结果应使本社满意。

伤，套筒焊应进行至少 10% 的渗透检测或磁粉检测。

3.2.5.3 燃料管系应采用管路弯曲或其他可靠的补偿方式，以允许管路膨胀，但不能使用滑动式膨胀接头。

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、溶胀性。除满足本章要求外，还应满足本社《材料与焊接规范》和《散装运输危险化学品船舶构造设备规范》的有关要求。

3.3.1.2 燃料舱涂料和燃料舱舱口密封材料应对燃料、燃料蒸气及惰化气体耐受。

3.3.2 金属材料

3.3.2.1 对甲醇敏感的材料，如铝合金、镀锌钢、铅合金等，不应用于含甲醇燃料的系统。

3.3.2.2 对乙醇敏感的材料，诸如锌、铝、黄铜、铅和铅基合金等金属材料，不应于含乙醇燃料的系统。

3.3.2.3 可用于燃料舱和管系的金属材料包括但不限于如下材料：

- (1) 奥氏体不锈钢；
- (2) 双相不锈钢

等。

3.3.2.4 若采用新型钢材，如高锰奥氏体钢，应提交材料相容性说明，并经本社同意。

3.3.3 非金属材料

3.3.3.1 甲醇燃料系统不应采用对甲醇敏感的材料，如丁腈橡胶，丁基橡胶等。

3.3.3.2 甲醇燃料系统可采用聚四氟乙烯、三元乙丙橡胶（EPDM）和氯丁橡胶等。

3.3.3.3 乙醇燃料系统不应采用对乙醇敏感的材料，如天然橡胶、聚氨酯、聚氯乙烯、聚酰胺、甲基丙烯酸甲酯塑料和聚酯粘合的玻璃纤维层压板等。

3.3.3.4 乙醇燃料系统可采用丁腈橡胶、氯丁橡胶、氟化橡胶、聚丙烯和热固性增强玻璃纤维等。

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传统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 (16) 的功能要求相关，特别应满足如下要求：

4.1.2.2 燃料舱的设计应确保燃料舱及其连接处的泄漏不会危及船舶、船上人员或环境。应避免的潜在危险包括：

- (1) 可燃燃料扩散至存在火源的位置。
- (2) 由于燃料和惰性气体的潜在毒性和缺氧风险或对船员健康造成的其他负面影响；
- (3) 通往集合站、脱险通道和救生设备的通道受到限制。
- (4) 救生设备的有效性降低。

4.1.2.3 燃料围护系统和燃料供应系统的设计应确保气态或液态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。

4.1.2.4 若可移式燃料舱用于储存燃料，燃料围护系统的设计应与本节规定的固定式燃料舱相当。

4.1.2.5 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空舱内形成可燃环境。

4.1.2.6 对于采用单一燃料动力系统，如布置在围蔽处所，则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。对于独立式燃料舱，如果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。

第2节 透气与除气系统

4.2.1 一般要求

4.2.1.1 燃料舱应设有控制式的透气系统。

4.2.1.2 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。

4.2.1.3 应设置固定的管路系统，使每个燃料舱能够安全地除气，并在除气后的状态

下安全地填充燃料。

4.2.1.4 燃料舱的内部结构设计以及透气口的设置应能避免除气过程中气井的形成。

4.2.1.5 每个燃料舱上都应设置压力/真空释放阀,以限制燃料舱内可能出现的压力和真空。燃料舱的透气系统可由每个燃料舱单独设置的透气管构成,也可将这些单独的透气管组合成透气总管。透气系统的设计和设置应能防止火焰进入燃料舱。若透气管末端安装了高速压力释放阀(PRVs),则压力释放阀应按照 MSC/Circ.677 的要求进行耐火性认证;若 PRVs 安装在透气管路上,则在透气出口处应该安装一个耐火性能满足 MSC/Circ.677 认证要求的阻火器。

4.2.1.6 压力/真空释放阀的前端和后端不应设置截止阀,但可设有旁通阀。若按照本指南 4.2.1.8 为所有燃料舱提供了第二套的独立过压/欠压保护,则可以在透气总管上设置截止阀,用于维修时对燃料舱进行临时分隔。

4.2.1.7 燃料舱的控制式透气系统应有足够的冗余以释放可能出现的超压和真空。每个燃料舱应设置压力传感器并与报警系统连接,可作为二次冗余的替代。真空释放阀的开启压力通常设定在大气压力下不低于 0.007MPa。

4.2.1.8 压力/真空释放阀的出气口应连至开敞甲板的安全位置,应使用便于进行功能检查的压力/真空释放阀。

4.2.1.9 燃料舱透气系统的尺寸应能满足在设计加注速率下,燃料舱不会出现超压的情况。

4.2.1.10 燃料舱透气系统应连接至每个燃料舱的最高点,所有正常操作情况下,燃料透气管路应能使燃料自行排回燃料舱。

第3节 惰化与环境控制

4.3.1 一般要求

4.3.1.1 所有燃料舱在操作期间应能一直维持惰化。

4.3.1.2 隔离空舱的布置应能进行驱气或通过非固定连接进行注水。隔离空舱应采用单独的排空系统,例如舱底水喷射泵。

4.3.1.3 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易燃气体混合物的可能性。

4.3.1.4 为阻止可燃液体或蒸气进入惰性气体系统,惰性气体供应管路上应设置双截止透气阀(两个截止阀中间设一个透气阀)。另外,在双截止透气阀和燃料系统之间还

应设置一个可关闭的止回阀。这些阀应位于危险区域内。

4.3.1.5 若惰性气体管系的连接为非固定式,可用两个止回阀代替 4.3.1.4 中的双截止透气阀和可关闭的止回阀。

4.3.1.6 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船员易于发现的位置。隔离应通过可拆卸短管的方式设置。

4.3.1.7 燃料舱透气管出口的高度应高出露天甲板不小于 3m,如将其设在升高步桥的 4m 范围内,则通常应高出升高步桥不小于 3m。透气管出口还应设置在距离最近的起居处所、服务处所的空气进口或开口及着火源至少 10m 处。蒸气应不受阻碍地直接向上喷射。

4.3.1.8 燃料舱的蒸气出口应设有经过测试和型式认可的装置以防止火焰进入燃料舱设计和布置压力释放阀时,应充分注意冻结堵塞的可能性。应能对系统和阀件进行检验和清洁。

4.3.1.9 燃料舱透气和除气系统的设置应使得由于可燃蒸气扩散到大气和易燃气体混合物在罐内造成的危害最小。燃料舱透气系统仅能用于透气和除气。燃料舱和燃料准备间的透气系统不应相连。

4.3.1.10 应进行除气操作,使气体以下列方式之一排出:

(1) 通过比甲板平面至少高出 3m 的出口,在除气作业期间能保持至少为 30m/s 的出口速度向上自由喷射;

(2) 通过比甲板平面至少高出 3m 的出口,且能保持至少为 20m/s 的出口速度向上自由喷射,同时在这些出口用适当装置予以保护,以防止火焰通过。

(3) 通过水下出口。

4.3.1.11 在设计符合 4.2.1.3 的除气系统时,应充分考虑以下各点:

(1) 系统建造的材料;

(2) 除气时间;

(3) 所用风机的流量气流特性;

(4) 管道、管路、燃料舱的进口和出口产生的压力损失;

(5) 风机驱动介质(如水或压缩空气)可达到的压力;

(6) 燃料蒸汽和空气混合物的密度。

第4节 船上惰气系统

4.4.1 一般要求

4.4.1.1 船上惰性气体应能长久使用以保证维持燃料舱的惰化，至少保证一次港到港单航程和在港 2 周时间的惰性气体供应，航行过程应以最大的估计燃料消耗量和最长的估计航程考虑，在港期间应以最小港口消耗量考虑。

4.4.1.2 可在船上设有相应的惰性气体发生装置和储存装置，以满足 4.4.1.1 设定的要求。

4.4.1.3 用于惰化的介质不应改变燃料的性质。

4.4.1.4 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一个可持续读数的氧气含量仪表以及一个当氧气含量大于 5% 体积比时可报警的装置。系统设计应确保氧气体积浓度大于 5% 时，自动接入惰性气体。

4.4.1.5 惰性气体系统应能在任何燃料舱的任何部分维持氧气含量不超过 8% 体积比的气体环境。

4.4.1.6 惰性气体系统应设置与燃料围护系统相适应的压力控制和监测设备。

4.4.1.7 惰性气体发生装置或储存装置安装在机舱外的独立舱室时，独立舱室应安装独立的负压式机械通风装置，通风能力应为每小时至少换气 6 次。如果独立舱室中氧气含量低于 19.5%，应发出警报。每个舱室至少应配备两个氧传感器。在惰性气体室的每个入口都应设置声光报警器。

4.4.1.8 惰性气体管路应仅通过通风良好的处所。围蔽处所内的惰性气体管路应：

- (1) 只具有仅为装设阀件所必需的、最小数量的法兰接头，且为全焊透；
- (2) 尽可能短。

4.4.1.9 除了本节的规定外，用作燃料舱除气的惰性气体也可由船舶外部提供。

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 (16) 的功能要求相关，特别应满足如下要求：

(1) 加注管系的设计应保证管系的任何泄漏不会对船上人员、环境或船舶造成危险。

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，评估报告应经本社同意。

5.2.1.2 起居处所、服务处所、机器处所和控制站的入口、空气进口和开口不得面向加注站。

5.2.1.3 围蔽和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。通过围蔽处所的加注管系应为双壁管或环围在气密导管内。

5.2.1.5 应设有对燃料泄漏安全处置的装置。在加注接头下方应设置围板和/或集液盘，并能对泄漏的燃料进行安全的收集和储存。

5.2.1.6 在靠近可能接触燃料作业的区域应布置供紧急情况下使用的淋浴和洗眼站。淋浴和洗眼站在所有情况下都应可操作和使用。

5.2.1.7 加注过程中，相应的上层建筑或甲板室两侧的所有门、窗及其他开口和空气进口均应保持关闭状态。

第3节 船舶加注软管

5.3.1.1 船舶配备的燃料加注软管应能与甲醇/乙醇燃料相适应。每种类型的加注软管连同其末端配件，均应在正常环境温度下进行原型试验，在 0 到至少 2 倍的最大工作压力下进行 200 个压力循环试验。在进行了压力循环试验之后，在上、下极端使用温度下，原型试验的破裂压力应至少是规定的最大工作压力的 5 倍。原型试验用的软管不可用于

燃料加注。

5.3.1.2 在投入使用前，加注软管应在环境温度下进行水压试验，压力不小于其规定的最大工作压力的 1.5 倍，不超过其爆破压力的 0.4 倍。软管应该用钢印或其他方式标明测试日期，如用于环境温度以外的场合，应标明其最高和最低工作温度。规定的最大工作压力不应小于 1MPa。

5.3.1.3 应配备在加注操作完成后从加注软管排空燃料的设备。

5.3.1.4 如船舶配备燃料加注软管，船上应布置有安全的储存位置，并考虑软管接头可能产生的泄漏。软管应储存在开敞甲板或带有独立机械通风系统的储存室内，通风系统应能每小时换气至少 6 次。

第4节 加注总管

5.4.1 一般要求

5.4.1.1 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。

第5节 加注系统

5.5.1 一般要求

5.5.1.1 燃料舱在任何情况下最大许可燃料装载体积与燃料舱可装载容积之比不应大于 98%。

5.5.1.2 应设有在加注完成后排空加注管内任何燃料的设备。

5.5.1.3 应对加注管路进行惰化和除气。加注管路未进行加注作业时应处于除气状态。

5.5.1.4 船上应设有船岸连接(SSL)或与燃料补给源进行自动和手动 ESD 通信的等效手段。该系统可在受注船上，也可在加注方进行操作。ESD 系统应能快速安全地切断燃料供应，且不应造成任何燃料的泄漏。

5.5.1.5 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。

5.5.1.6 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消耗设备。

6.1.2 功能要求

6.1.2.1 本章与本指南 1.1.3.2 (1) 至 (6)、(8) 至 (11)、(13) 至 (17) 的功能要求相关。

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。在 1.1.6 所述的风险评估中应特别考虑燃料泄漏的原因和后果。

6.1.3.3 用于向设备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。

6.1.3.4 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船上人员伤害的风险降至最低。

6.1.3.5 推进、发电装置和燃料供应系统的布置，应使得燃料供应的单一故障不会导致不可接受的动力损失。

第2节 燃料分配

6.2.1 一般要求

6.2.1.1 燃料管路外管或通风导管应为气密和水密。

6.2.1.2 燃料管路内、外管之间的环形空间应进行负压机械抽风，出风口应通往露天区域，每小时换气次数不小于 30 次。环形空间内应布置合适的泄漏探测措施。双壁管应连接至合适的收集舱，以收集和探测任何可能发生的泄漏。

6.2.1.3 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泄漏探测措施。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。

6.2.1.4 双壁管外管的设计压力应不低于内管的最大工作压力；或者，作为替代，也可采用内管破裂状态下计算得到的最大累计压力。

第3节 安全功能

6.3.1 一般要求

6.3.1.1 所有燃料管路均应布置除气和惰化措施。

6.3.1.2 燃料舱进口和出口上的阀件应尽可能靠近燃料舱。正常操作情况下（如燃料正常供应至设备或加注时）需要进行操作而又不宜接近的阀件，应能进行遥控操作。

6.3.1.3 通往每台或每组燃料消耗设备的主燃料供应管路上应设置 1 个自动操作主燃料阀。主燃料阀应布置在含有甲醇/乙醇燃料消耗设备的机器处所外部的管路上。主燃料阀应能按照表 11.1 所规定的情形自动切断燃料供应。

6.3.1.4 应在机器处所的所有脱险通道、机器处所外部、燃料准备间外部和驾驶室等处布置设备燃料供应的手动紧急切断措施。切断激活装置应设置为物理按钮，并有适当的标记和保护，以防止意外操作，并可在紧急照明下进行操作。

6.3.1.5 每台设备的燃料供应管路上应设置 1 个遥控截止阀。

6.3.1.6 每台设备的燃料供应管路上应设置 1 个手动截止阀，确保在设备维修期间能进行安全隔离。

6.3.1.7 阀门应为故障安全型。

6.3.1.8 如果管路穿透燃料舱顶部下方的舱壁，应在燃料舱舱壁上安装 1 个遥控截止阀。如果燃料舱与燃料准备间相邻，该阀可以安装在燃料准备间内一侧的舱壁上。

第4节 燃料准备间

6.4.1 一般要求

6.4.1.1 任何燃料准备间均不得位于 A 类机器处所/重要机器处所内部。燃料准备间应相对于邻近处所为气密和水密，并向露天区域进行通风。

6.4.1.2 燃料准备间应安装燃料泄漏探测设备，并进行机械抽风。

6.4.1.3 浸没在燃料舱中的液压驱动泵应设置双层屏壁，以防止服务于泵的液压系统直接暴露在甲醇/乙醇中。该双层屏壁间应设置泄漏探测设备，并能排出意外泄漏的燃料。

6.4.1.4 燃料系统中的所有泵均应采取措施防止空转（如避免在没有燃料或缺少伺服油的情况下进行操作）。所有可能出现超过系统设计压力的情形的泵均应设置释放阀。每一个释放阀均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地限制在系统设计压力以下。

第5节 燃料阀件单元

6.5.1.1 机器处所内燃料管路上未设置双层屏壁的阀件和接头应布置在燃料阀件单元内。

6.5.1.2 燃料阀件单元应为气密和水密。

6.5.1.3 燃料阀件单元内应进行负压机械抽风，出风口应通往露天区域，每小时换气次数不小于 30 次。

6.5.1.4 燃料阀件单元内应布置合适的泄漏探测措施，应连接至合适的收集舱，以收集和探测任何可能发生的泄漏。

第7章 甲醇/乙醇发动机

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) 至 (17) 的功能要求相关，特别应满足如下要求：

- (1) 发动机排气系统应设计成能够避免未燃燃料的积聚；和
- (2) 每台使用燃料的设备应设有独立的排气系统。

7.1.2.2 燃料系统的单一故障不应导致不可接受的动力损失。

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甲醇/乙醇发动机。

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，尚应满足本社《钢质海船入级规范》或《国内航行海船建造规范》或《钢质内河船舶建造规范》对柴油机的要求，并应取得船用产品证书。

7.1.3.3 发动机所有部件以及与发动机相关的系统应设计成能够使火灾和爆炸风险降至最低。

7.1.3.4 所有含有甲醇/乙醇燃料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 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本社。

7.1.4 安全保护

7.1.4.1 发动机空气进口如位于机舱内，其应尽可能远离燃料供应管路以降低泄漏的燃料被吸入空气进口的危险；如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 如燃料通过进气总管进入气缸，应在进气总管上安装防爆安全阀或采取其他防爆措施，除非有资料证明该系统的强度足以承受最恶劣情况下的爆炸。

7.1.4.3 对于筒形活塞式发动机，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。

7.1.4.4 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

的潜在风险进行详细评估。

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，则应满足如下要求：

- (1) 曲轴箱内应安装油雾探测器或等效设备（如轴承温度探测器），对曲轴箱内的热点进行监测；
- (2) 曲轴箱内的电气设备和仪器（包括油雾探测器）应为经认可的安全型式。

7.1.4.5 发动机排气系统应安装防爆安全阀，其尺寸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。

7.1.4.6 如发动机使用甲醇/乙醇燃料起动失败后，或当发动机在甲醇/乙醇模式下停车后，应采取措施扫除排气管内可能存在的可燃混合气。

7.1.4.7 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释放到一个露天的安全位置，或储存在合适的收集舱中。

7.1.4.8 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甲醇/乙醇模式，但应充分考虑一缸熄火时扭转振动对发动机的影响。

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，燃料模式转换时应保证功率波动最小，应通过试验证明燃料模式转换的可靠性。如在甲醇/乙醇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 气缸内的燃料蒸汽-空气混合气应通过喷射燃油压燃的方式引燃。引燃油量应足以保证混合气的可靠点火。

7.2.1.4 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 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，方可开启燃料供应装置。

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 正常停车及紧急停车时，燃料供应的切断不应迟于点火源的切断。切断点火源时，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 消防

第1节 一般规定

8.1.1 目的

8.1.1.1 本章的目的是规定与船舶上甲醇/乙醇燃料的储存、整備、输送及使用有关的所有系统部件的防火、探火和灭火。

8.1.2 功能要求

8.1.2.1 本章与 1.1.3.2 (1)、(2)、(4)、(5)、(12)、(14)、(16) 的功能要求相关。

8.1.3 一般要求

8.1.3.1 穿过滚装处所的燃料管路的防火应根据其使用情况和管内预期压力予以特别考虑，并由本社批准。应特别考虑但不限于以下措施。

(1) 为防止车辆碰撞导致管路损坏，将管路尽可能布置在车辆不易碰撞的位置，如无法避免，则管路应设置有效的防碰撞措施(如设置足够强度的防护栏杆或防护罩)；

(2) 为防止管内预期压力的突变，增大管路的设计压力；

(3) 为防止受到处所内失火影响，对管路进行防火绝缘包扎；

(4) 为防止管路破损后可燃气体的积聚，设置有效的通风设施；

(5) 为防止处所发生火灾或爆炸，在管路附近设置可燃气体探测报警；

(6) 必要时可设置水喷淋系统。

第2节 防火

8.2.1 燃料准备间

8.2.1.1 从防火角度考虑，燃料准备间应视为 A 类机器处所/重要机器处所。燃料准备间与 A 类机器处所/重要机器处所或其他有较大失火危险处所相邻时，应在 A 类机器处所/重要机器处所或其他有较大失火危险处所一侧采用 A-60 级防火分隔。

8.2.2 燃料舱

8.2.2.1 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。

8.2.2.2 燃料舱应与 A 类机器处所/重要机器处所或其他有较大失火危险处所之间应采用至少 600mm 的隔离空舱，且应在 A 类机器处所/重要机器处所或其他有较大失火危险处所内靠近隔离空舱一侧采用“A-60”级防火分隔。

8.2.2.3 在确定燃料舱或燃料舱处所与其他具有较小失火危险处所之间的防火分隔时，燃料舱或燃料舱处所应视作 A 类机器处所/重要机器处所。燃料舱处所之间应采用“A-60”级防火分隔。

8.2.3 加注站

8.2.3.1 面向加注站的 A 类机器处所/重要机器处所、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，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。

第3节 灭火

8.3.1 水灭火系统

8.3.1.1 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前面的消防管路的供水。

8.3.1.2 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，并保证每股水柱的射程应不小于 12m。

8.3.1.3 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本章 8.3.2 所述的水雾系统，则水雾系统可以是消防总管的一部分。

8.3.1.4 所有的消防水枪应为带开关的两用型（水柱/水雾型）。

8.3.2 水雾系统

8.3.2.1 燃料舱位于开敞甲板上时，应设置固定水雾系统，用于稀释、冷却和防火。水雾系统应覆盖甲板上方燃料舱所有裸露部分。

8.3.2.2 水雾系统除应覆盖位于甲板上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。

8.3.2.3 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·m²，对垂直防护表面为 4L/min·m²。

8.3.2.4 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。

8.3.2.5 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。

8.3.2.6 管路连接到船舶消防总管前应设置截止阀。

8.3.2.7 水雾系统供给泵的起停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。

8.3.2.8 应配备认可型的水雾喷嘴，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。

8.3.3 固定式灭火系统

8.3.3.1 燃料舱布置在开敞甲板时，船舶应设置固定式抗醇泡沫灭火系统(AR-AFFF)。该系统的操控布置应能保证，可在被保护区域发生火灾时进行安全操作。系统应满足《国际散装运输危险化学品船舶构造与设备规则》第 17 章以及《消防安全系统规则》第 14 章的要求。

8.3.3.2 泡沫灭火系统应能够覆盖燃料舱发生泄漏后所扩散的最大甲板面积。

8.3.3.3 布置有甲醇/乙醇燃料的发动机或燃料泵的机器处所和燃料准备间，应设置满足《国内航行海船法定检验技术规则》或《内河船舶法定检验技术规则》和《消防安全系统规则》要求的固定式灭火系统进行保护。此外，所用的灭火剂应适合扑灭甲醇/乙醇火灾。

8.3.3.4 应当为含有甲醇/乙醇的 A 类机器处所/重要机器处所和燃料准备空间设置经认可的抗醇泡沫系统，该泡沫系统应覆盖燃料舱顶部和底板下方的舱底区域。

8.3.3.5 若 8.3.3.4 中的灭火系统，满足 8.3.3.3 的固定式灭火系统的要求，则可仅设置 8.3.3.4 所述灭火系统。

8.3.3.6 加注站应设置固定式抗醇泡沫灭火系统，并在入口处设置手提式化学干粉灭火器或等效灭火器。

8.3.3.7 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。

8.3.3.8 在甲醇/乙醇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

8.4.1 探火

8.4.1.1 所有设有甲醇/乙醇燃料系统的舱室均应设置符合《消防安全系统规则》的固

定式探火和失火报警系统。

8.4.1.2 应根据醇类的着火特性选择合适的探测器。烟雾探测器应与能更有效地探测甲醇/乙醇火灾的探测器结合使用。

8.4.1.3 应提供便于在机器处所检测和识别甲醇/乙醇火灾的手段，以用于消防巡查和灭火目的，例如便携式热检测设备。

8.4.1.4 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。

8.4.2 报警和安全措施

8.4.3 以上处所探测到火灾后，应采取本篇第 11 章表 11.1 中所列出的安全措施。

第9章 防爆

第1节 一般规定

9.1.1 目的

9.1.1.1 本章的目的是规定爆炸的预防和爆炸后果的限制。

9.1.2 功能要求

9.1.2.1 本章与 1.1.3.2 (1) 至 (6)、(8)、(11) 至 (17) 的功能要求相关。尤其是下列要求适用：

应采用下列方式尽量减小爆炸发生的可能性：

(1) 减少点火源的数量；

(2) 减少可燃性混合物形成的可能性；和

(3) 如在某区域内出现爆炸性气体环境和点火源是不可避免的，则应使用适用于该危险区域且经认证的安全型电气设备。

9.1.3 一般要求

9.1.3.1 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经认可的标准^④进行确定，危险区域内安装的电气设备应依据同一标准。

第2节 危险区域

9.2.1 区域分级

9.2.1.1 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。分级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。

9.2.1.2 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^⑤。当认为 9.2.2 的规定并不适用于某些特定的情形，CCS 可考虑允许按照 IEC60079-10-1:2015 的要求划分危险区域。

9.2.1.3 通风管道的区域分级应与被通风处所相同。

9.2.2 危险区域

9.2.2.1 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。

^④参见 IEC60092-502 标准第 4.4 部分：运载可燃液化气体的液货船（如适用）。

^⑤参见 IEC60079-10-1 爆炸性环境-第 10-1 部分：区域分级-爆炸性气体环境，以及 IEC60092-502 船舶电气设备-专辑-液货船中给出的导则和资料性实例。

9.2.2.2 1 类危险区域

该区域包括但不限于：

(1) 燃料舱周围的隔离空舱及其他保护性处所；

(2) 燃料准备间；

(3) 距离任何燃料舱出口，气体或蒸气出口，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和其他 1 区通风出口 3m 以内的开敞甲板上的区域或甲板上的半围蔽处所；

(4) 距离燃料舱压力/真空阀出口周围，出口向上半径为 6 米，无限高度的垂直圆柱内，以及出口向下，以 6 米为半径的半球内的开敞甲板上的区域或甲板上的半围蔽处所；

(5) 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；

(6) 开敞甲板上的包括加注总管阀门的围板以内及围板向外延伸 3m、并不高于甲板以上 2.4m 的处所；

(7) 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、半围蔽燃料加注站；

(8) 在正常运行情况下被气闸所保护的处所视为非危险区，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。

9.2.2.3 2 类危险区域

该区域包括但不限于：

(1) 如无特殊规定，距离 9.2.2.1 中 1 类危险区域的开敞或半围蔽处所 1.5m 的区域；

(2) 9.2.1.1(4)条中定义的区域之外 4m 的区域；

(3) 气闸内部区域。

第10章 电气装置

第1节 一般规定

10.1.1 目的

10.1.1.1 本章的目的是将电气装置点燃可燃性气体环境的可能性降至最低。

10.1.2 功能要求

10.1.2.1 本章与 1.1.3.2 (1)、(2)、(3)、(5)、(8)、(11)、(13)、(15)、(16)、(17) 中的功能要求相关。

10.1.3 一般要求

10.1.3.1 电气装置符合的标准应至少等效于本社所接受的标准^⑥。

10.1.3.2 除非出于操作目的或提高安全性而必须安装，否则电气设备或电缆应避免安装在危险区域内。

10.1.3.3 电气设备安装在 9.2.2 所指的危险区域时，其选型、安装和维护所符合的标准应至少等同于本社所接受的标准^⑦。

10.1.3.4 危险区域的照明系统至少应有 2 个分路。所有的开关及保护装置应能断开全部的极或相，并应位于非危险区域内。

10.1.3.5 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。

10.1.3.6 用于推进、发电、操纵、锚泊、系泊及应急消防泵的电气设备，如位于被空气闸保护的处所，其应为合格防爆型设备。

10.1.3.7 加注方提供的加注软管应与加注总管做电气连接。

10.1.3.8 应能在燃料舱低液位时发出报警并在低低液位时自动关停电机。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声光报警。

10.1.3.9 甲醇/乙醇发动机电控系统、燃料控制系统、燃料安全系统均应由两路电源供电，其中，一路为主电源供电，一路为蓄电池电源或不间断电源 UPS（后备式 UPS 除外）供电。当主电源失效时，应能自动转换为蓄电池或 UPS 电源供电，并能在就地 and 驾驶室进行报警显示。蓄电池电源的供电时间应不低于 30min。当船舶仅以蓄电池作主电源时，上述系统应由两路主电源供电。

^⑥ 参考 IEC60092 系列标准，如适用。

^⑦ 参考国际电工委员会所发布的建议，特别是 IEC60092-502 出版物。

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 本章的目的是规定支持本指南其他章节所述燃料设备有效和安全运行的控制、监测和安全系统的布置。

11.1.2 功能要求

11.1.2.1 本章与 1.1.3.2 (1)、(2)、(3)、(9)、(10)、(11)、(13)、(14)、(17) 的功能要求相关。

11.1.2.2 中的功能要求相关，特别应满足下述要求：

(1) 燃料设备的控制、监测和安全系统应布置成，在单一故障情况下，不会出现不可接受的功率损失。

(2) 燃料安全系统应布置成，在发生表 11.1 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。

(3) 为避免可能的共因故障，安全功能应布置在一个专用燃料安全系统中，该系统应独立于燃料控制系统，这包括供电以及输入和输出信号。

(4) 安全系统包括现场仪表，应布置成能够避免误切断，例如，由于气体探测器故障或传感器线路断线而误切断。

(5) 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，能够就地或远程读取重要参数，以确保对全部燃料设备和加注的安全管理。

11.1.3.2 燃料舱的隔离空舱、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应设有探测液体燃料泄漏的装置。

11.1.3.3 应在双壁管内外管之间进行泄漏探测，并连接到报警系统。当出现任何泄漏时，应按照表 11.1 切断受影响的燃料供应管路。

11.1.3.4 没有隔离空舱的独立式燃料舱所在的围蔽处所中，至少一个污水阱应设置液位监测，并具有高液位报警功能。泄漏探测系统应能按照表 11.1 触发报警及安全功能。

11.1.3.5 对于船上安装的可移式燃料舱，应按固定式燃料舱的要求配备一套监测系

统。

第2节 监测与控制

11.2.1 燃料舱

11.2.1.1 液位测量

(1) 每一燃料舱应安装闭式液位测量装置，其布置应确保燃料舱处于使用状态时，始终可获得液位读数。

(2) 除非液位测量装置布置成能在燃料舱使用时仍能对其进行必要的维修，否则应安装两个液位测量装置。

11.2.1.2 溢流监控

(1) 每一燃料舱应设有一个高液位报警装置，并在动作时发出声光报警，且其应能在燃料舱外部与液位测量装置共同进行功能试验（配置为根据液位测量信号进行报警），但应独立于高-高液位报警装置。

(2) 应设置独立于高液位报警装置的另一传感器，当燃料舱高高液位时，应能自动启动一个截止阀，以避免燃料加注管路中产生过大的压力及防止燃料舱内被充满燃料。该传感器在动作时应发出高高液位报警。

(3) 如果本船采用向燃料舱注水实现除气功能，燃料舱触发高液位和高高液位报警时，应能在注水控制位置进行声光报警。

11.2.1.3 燃料舱应设置符合 4.2.1.6 规定的过压/欠压保护装置。

11.2.2 加注

11.2.2.1 应能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) 能对燃料舱液位进行监测；

(2) 能对 5.5.1.5 所要求的遥控阀进行操作；应能从加注控制位置和另一个安全位置关闭用于加注的切断阀；

(3) 能指示溢流报警和自动切断。

11.2.2.2 加注管路的双壁管内通风失效时，应在加注控制位置发出声光报警。

11.2.2.3 加注管路的双壁管内探测到燃料泄漏，应在发出声光报警，并自动切断燃料加注。

11.2.3 发动机

11.2.3.1 除满足 SOLAS II-1 章 C 部分和《钢质海船入级规范》(对于国际航行船舶) 或《国内航行海船建造规范》或《钢质内河船舶建造规范》对柴油机监测（对于国内航

行船舶)的适用要求外,还应在驾驶室、集控室和机旁设置指示器,以指示:

- (1) 甲醇/乙醇发动机运行状态(对单一燃料发动机);或
- (2) 发动机运行状态和运行模式(对双燃料发动机)。

第3节 气体、火灾和通风探测

11.3.1 气体探测

11.3.1.1 在下述位置应安装固定式燃料气体探测器:

- (1) 双壁管内外层管之间;
- (2) 含有燃料处理设备和燃料设备的机器处所;
- (3) 燃料准备间;
- (4) 其它含有燃料管路和燃料设备,但未设置双壁管的围蔽处所内;
- (5) 其它可能产生气体积聚的围蔽/半围蔽处所内;
- (6) 燃料舱周围的隔离空舱及燃料舱处所;
- (7) 气闸;
- (8) 经 1.1.6 要求的风险分析后,可能存在燃料气体的起居处所和机器处所的通风进口。

11.3.1.2 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。可采用气体扩散分析或物理烟雾试验的方法来确定最佳安装位置。

11.3.1.3 应依据公认的标准[®]进行气体探测设备的设计、安装和试验。

11.3.1.4 可燃气体浓度达到 20%LEL 时,应触发声光报警。两个探测器探测可燃气体浓度达到 40%LEL 时,应触发安全系统。在设计探测系统时应特别考虑气体的毒性。

11.3.1.5 对于含有甲醇/乙醇燃料发动机的机器处所内的双壁管(通风管道),报警限值可设定在 20%LEL,两个探测器探测可燃气体浓度达到 40%LEL 时,应触发安全系统。

11.3.1.6 可燃气体探测装置的声光报警应布置在驾驶室或连续有人值班的集控室、安全中心、加注控制位置以及本地。

11.3.1.7 本节所要求的可燃气体探测应连续进行无延迟。

11.3.2 火灾探测

11.3.2.1 甲醇/乙醇燃料发动机的机器处所和燃料舱处所内的火灾探测装置,应能在探测到火灾时,向驾驶室、连续有人值班的集控室或安全中心以及本地发出声光报警。

[®]参考 IEC 60079-29-1 爆炸性气体环境—第 29-1 部分: 气体探测器—易燃气体探测器的性能要求。

11.3.3 通风探测

11.3.3.1 当通风系统的通风能力下降时，应在驾驶室、连续有人值班的集控室或安全中心和本地发出声光报警。

第4节 燃料供应系统的安全功能

11.4.1 一般要求

11.4.1.1 如自动截止阀启动导致燃料供应被切断，则在确定断开原因并采取必要措施之前不得开启燃料供应。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。

11.4.1.2 如燃料泄漏导致燃料供应被切断，则在找到泄漏处并进行处理之前不得开启燃料供应。为此，应在机器处所的显见位置张贴指示牌。

11.4.1.3 甲醇/乙醇发动机机器处所内应固定安装一块警告牌或告示板，上面写明在发动机使用燃料运转时，不得进行有可能破坏燃料管路危险的起重作业。

11.4.1.4 对于压缩机、泵和燃料供应，应在下述位置布置能进行手动遥控紧急切断的装置：

- (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；和
- (6) 燃料准备间出口附近。

表 11.1 甲醇/乙醇燃料供应的监控功能

参数	报警	燃料舱主 阀 (6.3.1.2) 自动关闭	主燃料阀 (6.3.1.3) 关闭	加注总管截止 阀自动关闭	备注
燃料舱高液位	×			×	见11.2.1.2(1)
燃料舱高高液位	×			×	见11.2.1.2(2)和11.2.2.1
加注管路双壁管通风失效	×			×	见11.2.2.2
加注管路双壁管探测到可燃气体	×			×	见11.2.2.3
通风处所通风失效	×				见11.3.3
手动关断				×	见11.2.2.1
加注管路双壁管探测到液体甲醇	×			×	见11.2.2.3

/乙醇泄漏					
燃料管路双壁管探测到可燃气体	×				见11.3.1.1(1)
燃料罐周围隔离空舱一个探测器探测到气体浓度超过20%LEL	×				见11.3.1.4
气闸内探测到可燃气体	×				见11.3.1.1(7)
燃料罐周围隔离空舱两个探测器探测到气体浓度超过40%	×	×		×	见11.3.1.1(6)
双壁管中探测到气体浓度达到20%LEL	×				见11.3.1.5
双壁管中两个气体探测器探测到气体浓度达到40%LEL	×	×	×		见11.3.1.5
双壁管中探测到液体泄漏	×	×	×		见11.1.3.3
机器处所探测到液体泄漏	×	×			见11.1.3.2
燃料准备间探测到液体泄漏	×	×			见11.1.3.2
燃料罐保护性隔离空舱探测到液体泄漏	×				见11.1.3.2

第12章 机械通风

第1节 一般规定

12.1.1 目的

12.1.1.1 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。

12.1.2 功能要求

12.1.2.1 本章与 1.1.3.2 (1)、(2)、(4)、(6)、(11) 至 (17) 的功能要求相关。

12.1.3 一般要求

12.1.3.1 机械通风的进、出口的位置和关闭装置的设置要求应满足 SOLAS 公约或《国内航行海船法定检验技术规则》或《内河船舶法定检验技术规则》中载重线的相关要求。

12.1.3.2 任何用于危险处所的通风管道应与用于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。

12.1.3.3 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。

12.1.3.4 用于含有燃料蒸气处所的风机应满足下列要求：

(1) 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）应为满足下述要求的非火花结构：

- ① 非金属材料的叶轮或机壳，应考虑适当的静电消除措施；
- ② 有色金属材料的叶轮和机壳；
- ③ 奥氏体不锈钢的叶轮和机壳；
- ④ 铝合金或镁合金叶轮，铁质（包括奥氏体不锈钢）机壳，机壳上位于叶轮处装有一个厚度适当的非铁材料环，应考虑环和机壳之间静电和腐蚀的影响。
- ⑤ 铁质（包括奥氏体不锈钢）叶轮和机壳，其叶梢设计间隙不小于 13mm。

(2) 叶轮和机壳之间的径向空隙不得小于轴承处叶轮轴直径的 0.1 倍，且不得小于 2mm。间隙无需大于 13mm。

(3) 对于铝合金或镁合金的固定或旋转部件与铁质的固定或旋转部件的任何组合，无论其叶梢间隙多大，均认为有产生火花的危险，故不能用于含有燃料蒸气的处所。

12.1.3.5 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，

空气进口的位置应避免吸入甲醇/乙醇蒸气。

12.1.3.6 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，应是非危险区域。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。

12.1.3.7 气体安全处所的空气出口应位于危险区域外。

12.1.3.8 气体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。

12.1.3.9 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。

12.1.3.10 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；和
- ② 对该处所加压。

(2) 应对正压通风的运行状态进行监测，并在正压通风失效时：

- ③ 在有人值班的位置发出声光报警；和
- ④ 如不能立刻恢复到正压状态，应按认可的标准[®]自动或按程序切断电气设备。

12.1.3.11 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应进行监测，在负压通风失效时：

(1) 应在有人值班的位置发出声光报警；

(2) 如不能立刻恢复到负压状态，应按认可的标准[®]自动或按程序切断非危险处所内的电气设备。

12.1.3.12 双层底、隔离空舱、管隧、燃料舱处所和其他可能积聚甲醇/乙醇燃料的空间应能进行通风，在进入这些空间时能确保人员的安全。

12.1.3.13 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。

[®]参见 IEC 60092-502 船舶上的电气装置——液货船——特殊特征或 GB/T 22189，表 5（第 8.4.5 条）。

[®]参见 IEC 60092-502 船舶上的电气装置——液货船——特殊特征或 GB/T 22189，表 5（第 8.4.5 条）。

12.1.3.14 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。

12.1.3.15 气体危险区域内人员不经常进入的空舱及类似处所，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气体危险区域的等级相匹配，且持有船用产品证书。

12.1.3.16 危险处所使用的风机，均应配有备件。

12.1.3.17 风机的外壳应接地。

12.1.3.18 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。

12.1.3.19 当通风系统失效时，在有人值班的位置必须有相应的声光报警。

12.1.3.20 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。

12.1.3.21 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位置应根据燃料蒸气可能聚集的区域和高度进行布置。

第2节 燃料准备间

12.2.1 一般要求

12.2.1.1 燃料准备间应安装有效的负压机械通风系统，应具有每小时换气至少 30 次的通风能力。

12.2.1.2 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%。

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

12.2.1.4 通风系统运行 10min 后泵和其他燃料处理设备方可启动。

第3节 加注站

12.3.1 一般要求

12.3.1.1 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排除至加注站之外。当自然通风不足时，应配备机械通

风系统。

第4节 双壁管

12.4.1 一般要求

12.4.1.1 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，通风能力应为每小时至少换气 30 次。

12.4.1.2 双壁管或管道的通风系统应独立于所有其它通风系统。

12.4.1.3 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，并防止水进入。

12.4.1.4 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%。

12.4.1.5 双壁管和机器处所内的气体阀件单元处所，应视为燃料供应系统必不可少的一部分，其通风系统不必独立于其他仅含有气体燃料的燃料供应系统的通风系统。

第5节 燃料阀件单元处所

12.5.1 一般要求

12.5.1.1 燃料阀件单元处所的通风系统应满足本章 12.4.1 对双壁管通风系统的要求。

第6节 燃料舱接头处所

12.6.1 一般要求

12.6.1.1 燃料舱接头处所的通风系统应满足本章 12.4.1 对双壁管通风系统的要求。

第13章 操作要求

第1节 一般规定

13.1.1 目的

13.1.1.1 本章的目的是确保用于甲醇/乙醇燃料系统加注、储存、运行、维护和检验的操作程序能尽量降低对人员、船舶和环境的风险、并确保操作程序与常规燃油燃料船的操作一致。

13.1.2 功能要求

13.1.2.1 本章与本指南 1.1.3.2 中规定的功能要求相关，特别应满足下列要求：

- (1) 船上应备有一份《甲醇/乙醇燃料动力船舶技术与检验暂行规则》或其副本；
- (2) 船上应备有所有与甲醇/乙醇燃料相关的装置的维护程序和资料；
- (3) 船上应备有操作程序，其中应包含一份详细的燃料操作手册，以使经培训的人员能安全操作燃料的加注、储存和输送系统；
- (4) 船上应备有适当的应急响应程序。

第2节 维护

13.2.1 一般要求

13.2.1.1 维护和维修程序应包括对燃料密封系统和邻近空间的考虑，应该特别考虑到燃料的毒性。

13.2.1.2 程序和息应包括对安装在危险区域的电气设备的维护。危险区域的电气装置的检查和维护应按照公认的标准进行。

第3节 加注操作

13.3.1 加注责任

13.3.1.1 任何加注作业开始前，受注船的船长或其代表和加注方代表(负责人)应：

- (1) 书面同意加注程序，包括所有阶段的最大加注速度和及拟加注量；
- (2) 书面同意在紧急情况下应采取的行动；
- (3) 填写并签署燃料舱安全检查表。

13.3.1.2 在加注作业完成后，船舶负责人应接收并签署包含燃料描述和加注量的文件。

13.3.2 控制、自动化和安全系统

13.3.2.1 14.1.2 (3) 要求的燃料操作手册应包括但不限于以下内容:

- (1) 船舶整个营运周期内的燃料操作, 包括燃料加注程序, 以及在适当情况下的排放、取样、惰化和除气程序;
- (2) 惰性气体系统的操作;
- (3) 消防和应急程序: 消防系统的操作和维护以及灭火剂的使用;
- (4) 特定的燃料特性和安全处理特定燃料所需的特殊设备;
- (5) 固定式和便携式气体探测设备的操作和维护;
- (6) 紧急关闭系统;
- (7) 紧急情况下采取的操作程序说明, 如泄漏、火灾或中毒等。

13.3.2.2 应备份燃料系统示意图/管路和仪表图(P&ID), 并在船上加注站中永久显示。

13.3.3 加注前检查

13.3.3.1 在进行加注作业之前, 应进行包括但不限于以下内容的加注前检查, 并将其记录在加注安全检查表中:

- (1) 所有通讯方式, 包括船岸连接(SSL)(如设有);
- (2) 固定火灾探测设备的操作;
- (3) 便携式气体探测设备的操作;
- (4) 固定和便携式消防系统和设备的准备情况;
- (5) 遥控阀的操作;
- (6) 检查软管和接头。

13.3.3.2 经检查合格的项目应在加注安全检查表中标明, 该检查表须由双方负责人签署并共同同意和执行。

13.3.4 船舶加注方通信

13.3.4.1 在加注作业期间, 船舶负责人和加注方负责人之间应始终保持通信。如无法保持通信, 应在通信恢复前停止加注作业。

13.3.4.2 加注作业中使用的通信设备应符合公认的技术标准的要求。

13.3.4.3 负责人应与所有参与加注作业的人员保持即时通信联系。

13.3.4.4 用于加注方自动 ESD 通信的船岸连接 (SSL) 或等效措施, 应与受注船和加注方的 ESD 系统¹¹兼容。

13.3.5 电气连接

13.3.5.1 应考虑船岸之间的电气绝缘。

¹¹参见 ISO 28460:2010 《石油和天然气工业-液化天然气安装和设备-船到岸接口和港口作业》。

第14章 人员保护

14.1.1 保护设备

14.1.1.1 船上应为船员配备适当的保护设备，如大围裙、带有长袖的特别手套、适用的鞋袜、用抗化学性材料制成的连衣裤工作服以及贴肉护目镜和/或面罩等。用于保护人身的衣服和设备应围罩人体全身皮肤，使人体全部受到保护。

14.1.1.2 船上应为参与危险作业的船员配备适当的保护设备，至少配备两套。

14.1.1.3 在任何可能对人员产生危险的作业中，应使用保护设备。

14.1.1.4 工作服和保护设备应被保存在易于到达处的专用储存柜内。除了新的和没有被用过的设备及经彻底洗净后没有被用过的设备除外，这些设备均不应被存放在起居处所内。如果能将存放此类设备的储藏室与生活处所（例如卧室、过道、餐厅、浴室等）作适当地隔离，则船舶检验机构可同意在起居处所内设置存放此类设备的储藏室。

14.1.2 安全设备

14.1.2.1 船上应有足够数量的（但不少于 2 整套）安全设备，每套设备应能使人员在充满燃料蒸气的舱室内工作至少 20min。

14.1.2.2 1 整套安全设备应包括：

- (1) 自给式空气呼吸器 1 具（不使用储存的氧气）；
- (2) 防护服、长靴、手套和贴肉保护目镜；
- (3) 配有腰带的防火救生绳索；
- (4) 防爆灯。

14.1.2.3 应至少有 1 套符合 14.1.2.2 要求的安全设备被存放在燃料舱附近易到达处的且具有明显标志的合适储藏柜内，其他几套安全设备也应被存放在合适的、有明显标志的和易于到达的处所。

14.1.2.4 在本节所要求的安全设备中不包括 14.1.1 所要求的设备。

14.1.3 应急设备

14.1.3.1 的船舶应为船上每个人员配足在应急逃生时使用的合适的呼吸防毒面具和眼保护设备，并应符合下列要求：

- (1) 不应使用过滤式的呼吸防毒面具；
- (2) 自给式呼吸器一般应具有至少为 15min 的持续工作时间的能力；
- (3) 不应将应急逃生防毒面具用于消防或其他目的，并应对其作出有效的标志。

14.1.3.2 应根据甲醇/乙醇的理化性质配置相应的医疗急救设备。

14.1.3.3 担架应被放置在易于到达的位置。

14.1.3.4 在甲板上方应设置有合适标志且能消除污染的淋浴和眼冲洗设备。