

中华人民共和国海事局

船舶与海上设施法定检验规则

天然气燃料动力船舶法定检验暂行规则

2018

经中华人民共和国交通运输部批准
中华人民共和国海事局
〔2018〕第1号公告发布
自2018年6月1日起实施

人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co.,Ltd.

图书在版编目(CIP)数据

天然气燃料动力船舶法定检验暂行规则 / 中华人民共和国海事局编. —北京:人民交通出版社股份有限公司, 2017.11

ISBN 978-7-114-14373-1

Ⅰ. ①天… Ⅱ. ①中… Ⅲ. ①液化气体船—船舶检验—规则—中国 Ⅳ. ①U692.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 291501 号

船舶与海上设施法定检验规则

书　　名: 天然气燃料动力船舶法定检验暂行规则　2018

著 作 者: 中华人民共和国海事局

责任编辑: 董　方

责任校对: 尹　静

责任印制: 张　凯

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地　　址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网　　址: http://www.chinasybook.com

销售电话: (010)64981400,59757915

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

印　　刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开　　本: 880×1230　1/32

印　　张: 3.125

字　　数: 82 千

版　　次: 2018 年 5 月　第 1 版

印　　次: 2018 年 5 月　第 1 次印刷

书　　号: ISBN 978-7-114-14373-1

定　　价: 60.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

目　　录

第 1 章　通则…… 1
第 1 节　一般规定…… 1
第 2 节　检验与发证…… 8
第 2 章　船舶布置 …… 15
第 1 节　一般规定 …… 15
第 2 节　机器处所 …… 16
第 3 节　燃料舱 …… 18
第 4 节　燃料舱接头处所 …… 22
第 5 节　加注站 …… 23
第 6 节　燃料准备间 …… 23
第 7 节　出入口和通道 …… 24
第 3 章　气体燃料管系 …… 25
第 1 节　一般规定 …… 25
第 2 节　气体燃料供应管系 …… 26
第 4 章　气体燃料储存 …… 31
第 1 节　一般规定 …… 31
第 2 节　LNG 燃料围护系统 …… 33
第 3 节　CNG 燃料围护系统 …… 35
第 4 节　可移式燃料罐 …… 36
第 5 章　气体燃料加注 …… 38
第 1 节　一般规定 …… 38
第 2 节　加注站 …… 38
第 3 节　加注系统 …… 39
第 4 节　装载极限 …… 40
第 5 节　惰性气体管路 …… 41
第 6 章　用气设备 …… 42

第 1 节　一般规定 …… 42
第 2 节　活塞式内燃机 …… 42
第 3 节　主锅炉和辅锅炉 …… 45
第 4 节　燃气轮机 …… 46
第 7 章　防爆 …… 48
第 1 节　一般规定 …… 48
第 2 节　危险区域划分及危险区域内的电气设备 …… 48
第 8 章　电气装置 …… 52
第 1 节　一般规定 …… 52
第 9 章　控制、监测和安全系统 …… 54
第 1 节　一般规定 …… 54
第 2 节　监测与控制 …… 55
第 3 节　气体探测 …… 58
第 4 节　气体燃料系统的安全功能 …… 60
第 10 章　机械通风 …… 71
第 1 节　一般规定 …… 71
第 2 节　燃料舱接头处所 …… 74
第 3 节　机器处所 …… 74
第 4 节　气体阀件单元处所 …… 75
第 5 节　燃料准备间 …… 75
第 6 节　双壁管 …… 75
第 7 节　惰性气体装置舱室 …… 76
第 8 节　加注站 …… 76
第 11 章　消防 …… 77
第 1 节　一般规定 …… 77
第 2 节　防火 …… 77
第 3 节　灭火 …… 80
第 4 节　探火和失火报警系统 …… 82
第 12 章　工程船采用分体供气的补充规定 …… 84
第 1 节　一般规定 …… 84

第 2 节　工程船和水上浮体 …… 84
第 3 节　燃料舱及供气系统 …… 85
第 13 章　操作要求 …… 88
第 1 节　一般规定 …… 88
第 2 节　操作要求 …… 88

第1章 通 则

第1节 一般规定

1.1.1 适用范围

1.1.1.1 《天然气燃料动力船舶法定检验暂行规则》(以下简称本规则)适用于国内航行的船长20m及以上使用天然气为燃料的钢质船舶,但液化气体运输船除外。

1.1.1.2 天然气燃料动力船舶除满足本规则要求外,尚应满足本局《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》(以下简称《法规》)及本局按规定程序认可和公布的中国船级社《天然气燃料动力船舶规范》的相关要求。

1.1.1.3 如现有燃油动力船舶主推进系统改造为使用天然气燃料,应视为重大改建,其重大改建及相关部分应满足本规则的有关要求。

1.1.2 一般要求

1.1.2.1 燃料舱、气体燃料管路、压力容器、其他同气体接触的部件以及可能遭受低温的船体(如燃料舱处所的舱壁等)的材料,应满足本局按规定程序认可和公布的中国船级社《天然气燃料动力船舶规范》第3章、第4章、第13章的相关要求。

1.1.2.2 围蔽处所内的双壁管,如内管内是高压气体,则外管的材料应至少满足本局按规定程序认可和公布的中国船级社《天然气燃料动力船舶规范》第3章表3.3.1.1(4)中最低设计温度-55℃的材料要求。

1.1.2.3 除非对内管可能的泄漏具有足够的防护,否则环围液体燃料管路的外管或导管应由耐低温钢制成。

1.1.2.4 燃料舱,气体燃料发动机,热交换器,气体燃料管路

上的所有阀件、软管、波纹管,用于气体燃料系统的泵和压缩机,气体燃料发动机和/或气体燃料供应的电子控制系统应持有船用产品证书。

1.1.2.5　天然气燃料动力船舶上的全体船员,应在开始船上工作以前接受与气体燃料相关的安全、操作和维护等方面的培训。

1.1.2.6　天然气燃料动力船舶上应配有气体燃料系统操作手册。

1.1.3　目的及功能性要求

1.1.3.1　本规则的目的是为天然气燃料动力船舶相关的机械、设备和系统的布置、建造和安装提供标准,并使其对船舶、船员和环境的风险降至最低。

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

(1)　气体燃料动力系统的安全性、可用性和可靠性应与常规以油类为燃料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)将与气体燃料相关的危险所发生的概率和后果限制在最低水平。当气体泄漏或风险降低措施失效时,应启动必要的安全措施;

(3)　应确保气体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持有船用产品证书;

(6)　应能防止易爆、易燃或有毒气体意外积聚;

(7)　应适当防护气体燃料系统的部件,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。除由于安全原因而必须排放外，系统应设计成能在所有正常运行状态（包括闲置状态）下不对外排放天然气；

（10） 应设置经适当设计、构造和安装的气体管系、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的运行；

（12） 燃料围护系统和包含气体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可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，以确保气体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气体探测系统；

（15） 应设置适于控制相关危险的防火、探火和灭火措施；

（16） 应确保燃料系统和气体燃料发动机的调试、试验和维护满足在安全性、可靠性和可用性方面的目标要求；

（17） 技术文件应允许评估系统及其部件与下述之间的符合性：

① 所采用的适用规范、指南、设计标准；和

② 与安全性、可用性、可维护性和可靠性相关的原则；

（18） 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；

（19） 应在所有低温设备、管系的所在区域设置警示标志和防护措施，以防止人员因无意接近或接触而造成的低温伤害。

1.1.4 定义

1.1.4.1 除另有明确规定者外，本规则适用的定义如下：

（1） 事故：系指可能导致人命丧失、人体伤害、环境破坏或

财产和经济利益损失的无法控制的事件。

（2） 加注：系指从陆基或浮式装置向船上固定燃料舱输送液态或气态燃料，或可移式燃料罐与燃料供应系统连接。

（3） 加注站：系指设有气体燃料加注接头、回气接头（如设有）、相关阀件和控制系统等的位置或处所。

（4） 合格防爆型电气设备：系指按公认的标准[①]核准在易燃环境中为安全型的电气设备。

（5） CNG：系指压缩天然气。

（6） 控制站：系指船舶无线电设备或主要航行设备或应急电源所在的处所，或火警指示器或消防控制设备集中的处所，以及机舱控制室。

（7） 设计温度：（用于材料选择）系指液化气体燃料在燃料舱中可以被装载或运输的最低温度。

（8） 设计蒸气压力（P_0）：系指燃料舱顶部的最大表压力，用于对燃料舱的设计。

（9） 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。

（10） 双燃料发动机：系指既可以以天然气为燃料，又可以燃烧燃油，或者同时燃烧燃油和天然气燃料的内燃机。

（11） 双壁管：系指由内管和外管组成的，主要用于向用气设备供气的管路。内管和外管之间充满压力高于气体燃料压力的惰性气体或按本规则有关要求进行通风。

（12） 围蔽处所：系指在没有机械通风的情况下，通风受到限制且任何爆炸性环境不能被自然驱散的处所[②]。

---

① 如 GB/T 22189 船舶电气装置—专辑—液货船，国家标准 GB 3836 爆炸性环境，或 IEC 60079 爆炸性环境。

② 参见 GB/T 22189 船舶电气设备—专辑—液货船或 IEC 60092－502 船舶电气设备—专辑—液货船中的定义。

（13） ESD：系指紧急切断。

（14） 爆炸：系指燃烧无法控制而导致的爆燃事件。

（15） 爆炸压力释放：系指为防止容器或围蔽处所的爆炸压力超过该容器或处所的最大设计超压值而采取的将超压通过指定开口释放的措施。

（16） 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、相关绝热层和屏壁间处所，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。

（17） 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。

（18） 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。

（19） 燃料舱接头处所：系指环围燃料舱所有接头和阀门的处所。

（20） 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。

（21） 燃料准备间：系指包含用于燃料制备目的的泵、压缩机和/或蒸发器的任何处所。

（22） 气体：系指温度为 37.8℃时蒸气压力超过 0.28MPa 绝对压力的流体。

（23） 用气设备：系指船上使用气体作为燃料的任何装置。

（24） 气体燃料发动机：系指单一气体燃料发动机或双燃料发动机。

（25）单一气体燃料发动机：系指只能依靠气体运转而不能转换到以任何其他类型燃料运转的发动机。

（26）气体阀件单元处所：系指一个气密处所或阀箱，其内部设有用于控制或调节气体燃料发动机之前的气体供应的阀件。

（27）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。危险区域分为：

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。

（28） 高压：系指最大工作压力大于1.0MPa。

（29） 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。

（30） LEL：系指爆炸下限。

（31） LNG：系指液化天然气。

（32） 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。

（33） MARVS：系指压力释放阀的最大允许调定值。

（34） MAWP：系指系统组件或燃料舱的最大允许工作压力。

（35） 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。

（36） 主气体燃料阀：系指一个位于机舱外面的供气管路上的自动截止阀，该阀应为故障关闭（其驱动动力失效时关闭）型，并尽量靠近热交换器（如设有时）。对于多台气体燃料发动机，该阀可位于供气总管上，也可位于每台气体燃料发动机的供气支管上。

（37） 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。

（38） 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、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。

（39） 可移式燃料罐：系指可移动（如吊装或滚装）至船外进

行加注的燃料罐。

（40） 释放源：系指可能将气体、蒸气、雾气或液体释放至空气中，以致形成爆炸性环境的某一点或某一位置。例如气体燃料系统内的任何阀件、可拆卸式管接头、管垫圈、压缩机或泵密封装置等。

（41） 风险：系指对后果的可能性和严重程度的综合表述。

（42） 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。

（43） 次屏壁：系指燃料围护系统中被设计成能暂时容纳可能从主屏壁泄漏的液体燃料的液密外层构件，同时也为了防止船体结构的温度会下降至不安全的程度。

（44） 半围蔽处所：系指由于存在顶部、挡风墙或舱壁等结构，且其布置使得气体可能不会扩散以致其自然通风条件与开敞甲板上的处所有显著差异的处所[①]。

（45） 燃料舱主阀：系指一个位于燃料舱供气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。

（46） 不可接受的动力损失：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%。

（47） 蒸气压力：系指在规定的温度下液体上方饱和蒸气的平衡压力（绝对压力），以MPa计。

（48） A型独立燃料舱：系指按照公认标准，应用传统的船舶结构分析程序进行设计的燃料舱。其不构成船体结构的一部分，对船体结构也非必需。

（49） B型独立燃料舱：系指采用模型试验、精确分析手段和分析方法确定应力水平、疲劳寿命和裂纹扩展特性进行设计的燃料舱。其不构成船体结构的一部分，对船体结构也非必需。

---

① 参见GB/T 22189 船舶电气设备—专辑—液货船或IEC 60092－502 船舶电气设备—专辑—液货船。

（50） C 型独立燃料舱：系指符合经修订纳入断裂力学和裂纹扩展衡准的压力容器标准的燃料舱。其不构成船体结构的一部分，对船体结构也非必需。

（51） 真空绝热 C 型独立燃料舱：系指主要依靠真空进行绝热的 C 型独立燃料舱。

1.1.5 等效或替代

1.1.5.1 本局可准许在船上设置不同于本规则要求的任何装置、材料、设备或器具，或其他型式或采用其他设施，但应通过试验或其他方法，确认其至少具有与本规则要求者相等的效能。

1.1.5.2 除另有明确规定者外，本局不允许采用操作方法或程序替代本规则涉及的特定的附件、材料、器具、仪器、设备的部件或其型式。

1.1.5.3 除另有明确规定者外，本规则所提及的等效应经本局同意。

1.1.5.4 本规则由本局负责解释。

1.1.5.5 除有明确规定者外，本规则各章所提及的经船舶检验机构同意/认可/批准，系指经省（自治区、直辖市）船舶检验机构或中国船级社总部同意/认可/批准。

第 2 节 检验与发证

1.2.1 一般要求

1.2.1.1 本规则涉及船舶检验的各项规定应由船舶检验机构执行。除另有明确规定者外，这些规定的免除均应经本局同意。

1.2.1.2 当船舶检验机构判定船舶或其设备的状况与船舶适航证书中签注的“可使用天然气作为燃料”的内容在实质上不相符或状况会对船舶或船上人员产生危险，导致该船不适于航行时，船舶单位应立即采取纠正措施，否则船舶检验机构应在适航证书中注销“可使用天然气作为燃料”，必要时可撤回船舶适航

证书。

1.2.1.3　除本规则明确规定者外，应满足《法规》中对各种船舶类型的检验规定（含各类检验间隔期）。

1.2.2　图纸和资料

1.2.2.1　除按《法规》对相关船舶的要求提交供批准的图纸资料外，尚应按照本局按规定程序认可和公布的中国船级社《天然气燃料动力船舶规范》的相关要求提交图纸供船舶检验机构批准/备查。

1.2.3　建造检验

1.2.3.1　除《法规》要求的检验项目外，建造检验尚应增加下列项目：

（1）　气体燃料发动机、锅炉（如设有）、燃气轮机（如设有）的安装和试验；

（2）　燃料围护系统的安装和试验；

（3）　燃料加注系统的安装和试验；

（4）　燃料供应系统（含热交换器）的安装和试验；

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

（6）　气体燃料发动机遥控关闭装置的安装和试验；

（7）　检查气体探头的安装位置、数量，并进行气体探测、报警系统的试验；

（8）　燃料加注系统和燃料供应系统安全功能的安装和试验；

（9）　防爆设备或防点燃设备的确认和安全检查，如防爆电气设备的安全性依赖于保护（如过载保护继电器）和/或报警（如正压型设备的失压报警）装置动作，则保护装置和报警装置应作效用试验，验证其动作和报警装置设定值的正确性；

（10） 确认受正压保护处所的正压通风的能力，测试在最低通风流量下的净化时间，并记录在相关文件中，当压力异常时应采取的安全措施（关断和/或报警）动作值应经过验证；

（11） 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；

（12） 确认本质安全电路的设备和电缆安装的正确性；

（13） 防火、探火、灭火装置的安装与试验；

（14） 核查气体燃料系统操作手册。

1.2.4 初次检验

1.2.4.1 除《法规》要求的检验项目外，初次检验尚应增加下列项目：

（1） 参照本规则的规定审查船舶的有关图纸资料和技术文件，以证实船舶天然气燃料动力相关系统和设备满足本规则的有关要求；

（2） 确认与船舶天然气燃料动力相关系统和设备有关的检验和试验报告，以及主要的产品证书；

（3） 按本章 1.2.7 条所述换证检验的范围进行一次全面检查，确认其符合本规则的有关规定；

（4） 必要时，应进行确认试验和/或检验。

1.2.5 年度检验

1.2.5.1 除《法规》要求的检验项目外，年度检验尚应增加下列项目：

（1） 燃料围护系统：

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

② 检查燃料舱液位计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 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、焊缝缺陷、外壳结霜、冒汗等现象;

⑥ 目视检查燃料舱本体接口部位焊缝的裂纹等;

⑦ 确认燃料舱安全操作程序(包括燃料舱主阀的安全控制、液位容积对照表、压力释放阀紧急隔离、加注预冷要求等)保存在船上;

(2) 对热交换器进行检查,以确认其运行状态、加热能力等满足技术规格的要求;

(3) 检查燃料舱接头处所、气体阀件单元处所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) 检查在遇到气体燃料出现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) 检查集液盘及其与甲板之间的隔热是否处于正常状态(如设有时);

(8) 检查工作处所的通风系统和空气闸(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) 检查手动遥控紧急切断装置以及压缩机(如设有)自动关闭装置是否处于正常状态;

(10) 检查气体燃料透气管路系统,包括透气管桅和防护网。应特别注意气体燃料管路上的膨胀接头、支架等;

(11) 检查气体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) 检查气体燃料泄漏探测系统,并对其进行试验,以确

认其处于正常工作状态；

（13） 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；

（14） 检查探火和灭火装置，并试验起动一台主消防泵；

（15） 检查水雾系统是否处于正常状态；

（16） 检查干粉灭火系统是否处于正常状态；

（17） 核查气体燃料发动机系统的安全操作手册；

（18） 确认管路和燃料舱与船体电气接地；

（19） 检查燃料系统使用维修记录（轮机日志等）。

1.2.6 中间检验

1.2.6.1 除《法规》要求和本章 1.2.5 的检验项目外，中间检验尚应增加下列项目：

（1） 确认用于危险处所通风的机械通风风扇已备有备件；

（2） 燃气系统关于压力、温度和液位的仪表应进行目视检查，并应通过改变压力、温度和液位来进行对比试验。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） 对真空绝热 C 型独立燃料舱进行真空度测试[①]；

（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、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。

1.2.7 换证检验

1.2.7.1 除《法规》要求和本章 1.2.6 的检验项目外，换证

① 测试方法可参见 GB/T 18443.2 真空绝热深冷设备性能试验方法 第 2 部分：真空度测量。

检验尚应增加下列项目：

（1） 燃料围护系统：

① 对于设有人孔的燃料舱必须开舱，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、液位计固定导架与罐体连接处的裂纹、裂开或松脱等。

② 燃料舱连同其气、液相接管进行气密性试验，试验介质应为干燥、洁净的氮气或空气。进行气密性试验前，必须经燃料舱内气体成分检测合格，否则严禁用空气作为试验介质；

③ 燃料舱连同其气、液相接管进行液压试验。如果燃料舱支撑处的板、塔结构、支座和管子连接件以及甲板贯通处的密封装置完好，且气体泄漏监测系统的工作情况良好，航行记录表明无任何运行不正常情况，则可不作液压试验；

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 对燃料舱的压力释放阀和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）；

⑥ 如燃料舱包有绝缘物时，必要时应拆去足够的绝缘物（特别是位于连接处和支撑处的绝缘物），以确定燃料舱的状况；

（2） 对气体和液体燃料管路上的压力释放阀的压力调定值应作校核；

（3） 对气体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；

（4） 对热交换器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） 将气密舱壁上的轴封拆开，检查其密封装置；

（8） 将每台压缩机打开检查，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；

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

（10） 应对气体燃料发动机进行如下检查：对气体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；气体燃料发动机在工作状态下进行操纵试验。

1.2.8 证书的签发及签署

1.2.8.1 符合本规则的天然气燃料动力船舶，经建造检验或初次检验或换证检验后，应签发相应的证书，并在其适航证书/安全证书记事栏中签署“本船满足《天然气燃料动力船舶法定检验暂行规则》的相关要求，经检验合格，可使用天然气作为燃料”。

1.2.8.2 船舶经年度检验、中间检验、与气体燃料相关的临时检验合格后，应在适航证书/安全证书记事栏/签证栏中签署“可使用天然气作为燃料”。

按本规则签发的适航证书/安全证书应存放于船上，以供随时检查。

第2章　船舶布置

第1节　一般规定

2.1.1　一般要求

2.1.1.1　天然气燃料动力船舶的布置，应确保任何含有气体源的处所发生火灾和爆炸时，不会造成以下影响：

（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；

（3）　破坏工作区域或起居处所以致在该类处所处于正常工作状态下的人员受到伤害；

（4）　扰乱控制站和电力分配所需的配电室的正常运转；

（5）　损害救生设备或相关的降落装置；

（6）　扰乱位于爆炸所破坏处所外的消防设备的正常运转；

（7）　影响船上的其他区域从而导致可能产生连锁反应，尤其是货物、气体和燃油的连锁反应；

（8）　妨碍人员通往救生设备或阻碍脱险通道。

2.1.1.2　气体燃料系统（含加注、储存、供给和使用等）的布置应使其产生的危险区域尽可能小。

2.1.1.3　可能发生导致船体结构损坏的泄漏之处，或需要对泄漏影响区域予以限制之处，应设置集液盘；对于高压压缩气体，应设有耐低温钢质防护罩，以防止低温压缩气体泄漏后喷射到周围的结构上。在发生液体或压缩气体泄漏的情况下，泄漏源周围的船体结构或甲板结构不应遭受其不可接受的冷却。

2.1.1.4　可能出现 LNG 泄漏的区域内的舱底水系统，应独立于船上其他处所的舱底水系统。

2.1.1.5　设有气体燃料发动机的机器处所的几何形状应尽

可能简单,避免形成气阱。

2.1.1.6　当要求设置多个机舱(ESD 防护型机器处所)并且这些机舱采用单舱壁分隔时,舱壁的强度应不低于水密舱壁的强度水平。

2.1.1.7　船舶发动机排气系统应安装适当的爆炸压力释放装置,除非有资料证明排气系统的强度足以承受最恶劣情况下的爆炸。

2.1.1.8　对于客船,应采取物理隔离或等效防范措施,以防止营运期间乘客或其它非授权人员进入燃料舱处所和/或加注站。

第 2 节　机 器 处 所

2.2.1　气体安全机器处所

2.2.1.1　燃料系统中的单一故障不应导致气体泄漏到机器处所内。

2.2.1.2　机器处所内的所有供气管路应进行气密环围,如采用双壁管。

2.2.1.3　双壁管可设计成如下两种形式之一:

(1)　由内管和外管组成的同心管,内管含有气体燃料,内、外管之间的空腔充满压力高于内管气体压力的惰性气体。当此空腔内惰性气体压力降低时,应有适当的报警予以警示。当内管中含有高压气体时,此管路系统应布置成当主气体燃料阀关闭时,位于主气体燃料阀和发动机之间的管路可自动进行惰性气体吹扫。

(2)　供气管路安装在通风导管内,供气管路和通风导管之间的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。如设有探测到气体后导管内自动冲注氮气的装置,则此通风能力可减至每小时换气 10 次。风机应符合安装区域的防爆保护要求,通风出口应覆有防火网,并应设置在不会点燃易燃气体—空气混合物的位置。

2.2.1.4　供气管路与气体喷射阀的连接应设置成双壁管形

式,其布置应便于更换和/或检查气体喷射阀和气缸盖。发动机本体上的供气管路同样应采用双壁管,直至气体进入气缸。但:

(1) 如果气体在低压状态下直接喷入至各个气缸的进气支管或进气道,则发动机空气进气管可免设双壁管;或

(2) 如果气体在低压状态下吸入或喷入发动机空气进气总管,且在发动机上方设有至少 1 个气体探测器,则发动机空气进气管可免设双壁管。

2.2.1.5 对于高压供气管路,应设有快速探测机器处所内供气管路破裂的措施(参见本规则 3.2.3.10)。

2.2.1.6 气体安全机器处所的通风系统应满足本规则 10.3.1 的要求。

2.2.2 ESD 防护型机器处所

2.2.2.1 ESD 防护应仅限于经认可的周期性无人值班机器处所。

2.2.2.2 机器处所同时满足下列要求时,其内部的供气管路可不设气密环围:

(1) 除非有文件证明单一事故不会影响两个机器处所,否则产生推进功率和电力的发动机应布置在 2 间或多间无共同限界面的机器处所内。且任何一间机舱的燃料供应被切断时,不会导致不可接受的动力损失;

(2) 机器处所内设置的确保气体发动机维持其功能所需的必要设备、组件和系统的数量应尽可能少;

(3) 机器处所内供气系统的压力应小于 1MPa;

(4) 机器处所内供气管路的设计压力应不小于 1MPa;

(5) 应安装固定式气体探测系统,并能自动切断气体供应(若使用双燃料,还应切断燃油供应)和断开所有非合格防爆型电气设备或装置;

(6) 进入每个 ESD 防护型机器处所的每条供气管路,应设置快速探测机器处所内供气管路破裂的措施(参见本规则 3.2.3.10)。

2.2.2.3　由单舱壁分隔的 ESD 防护型机器处所应有足够的强度使其中任一处所能够承受气体爆炸,而不会影响邻近处所的完整性及该处所内的设备。

2.2.2.4　ESD 防护型机器处所的几何形状应设计成能将气体积聚或形成空气死角的可能性降至最低程度。

2.2.2.5　ESD 防护型机器处所的通风系统应满足本规则 10.3.2 的要求。

第 3 节　燃　料　舱

2.3.1　一般要求

2.3.1.1　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的外部损伤:

(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。

2.3.1.2　除非燃料舱接头位于开敞甲板上,否则应设置本章 2.4.1.1 要求的燃料舱接头处所。

2.3.1.3　对于散装运输危险化学品船舶和载运固体散装运输危险货物的船舶,燃料舱的布置应避免 LNG 与拟载运货品产生危害性反应。若布置在围蔽处所内,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;若布置在开敞甲板或半围蔽处所,应设置燃料舱接头处所。

2.3.2　围蔽处所内的布置

2.3.2.1　位于甲板下方的燃料围护系统应与邻接处所间气密分隔。

2.3.2.2　CNG 燃料舱一般不应储存在围蔽处所内,但符合

本章2.4.1.1及下列要求时,经船检机构认可后可储存在围蔽处所内:

(1) 当发生火灾会影响到燃料舱时,应有适当的设施降低燃料舱的压力并将其惰化;

(2) 除非舱壁设计成能够承受气体燃料膨胀泄漏时会达到的最低温度,否则储存CNG的围蔽处所的所有表面应针对任何泄漏的高压气体和随之带来的冷凝采用适当的隔热保护措施;

(3) 储存CNG的围蔽处所应安装固定式灭火系统。应对喷射火予以特别考虑。

2.3.2.3 燃料舱位置应尽可能靠近船体中线,同时还应满足以下要求:

(1) 对于海船:

① 燃料舱距离舷侧不少于$B/5$或11.5m,取小者(在夏季载重水线平面上,从舷侧沿垂直于船体中心线方向量取);

② 燃料舱距离船底不少于$B/15$或2m,取小者(自船底外板中心线量起);

③ 在任何位置,燃料舱与船体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。

(b) 对于货船:

当$V_c \leqslant 1000\text{m}^3$,取0.8m;

当$1000\text{m}^3 < V_c < 5000\text{m}^3$,取$0.75 + V_c/20000\text{m}$;

当$5000\text{m}^3 \leqslant V_c < 30000\text{m}^3$,取$0.8 + V_c/25000\text{m}$;

当$V_c \geqslant 30000\text{m}^3$,取2m。

其中,V_c相当于20℃时单个燃料舱的设计总容积,包含气室和附属物。

(2) 对于内河船舶:

① 燃料舱距离舷侧不少于$B/10$或1.0m,取小者(在满载

水线平面上,自舷侧向舷内垂直于船体中心线方向量取);

② 在任何位置,燃料舱距离船体外板或艉端点不少于0.8m。

(3) 对于多体船,B 值应予特别考虑。

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

(5) 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本规则1.1.5的有关要求予以特别考虑。

其中:

B 为船舶处于或低于最深吃水(对于海船为夏季载重线吃水,对内河船为满载吃水)时的最大型宽,m。

L 为《法规》第3篇(对于海船)或第4篇(对于内河船)定义的船长,m。

2.3.2.4 对于海船,可用下述计算方法替代本章2.3.2.3(1)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:

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

式中,f_l 采用本局《国内航行海船法定检验技术规则》第4篇第2-1章的分舱和稳性要求中系数 p 的公式计算。x_1 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,x_2 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 采用本局《国内航行海船法定检验技术规则》第4篇第2-1章的分舱和稳性要求中系数 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:

$$f_t = 1 - r(x_1, x_2, b)$$

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 采用本局《国内航行海船法定检验技术规则》第4篇第2-1

章的分舱和稳性要求中系数 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：

$H-d \leqslant 7.8\text{m}$ 时，

$$f_v = 1.0 - 0.8\frac{H-d}{7.8} \quad (f_v\text{应取不大于 1})$$

$H-d > 7.8\text{m}$ 时，

$$f_v = 2.0 - 0.2\frac{(H-d)-7.8}{4.7} \quad (f_v\text{应取不小于 0})$$

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，应按照本章 2.3.2.4(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。

2.3.2.5 如在要求设有完整或部分次屏壁的燃料围护系统内装载燃料，则：

（1） 燃料舱处所与海水之间应设置双层底；

（2） 船舶还应设置构成边舱的纵向舱壁。

2.3.3 半围蔽处所内的布置

2.3.3.1 燃料舱及其附件的布置应满足本章 2.3.2.3 至 2.3.2.4 的要求。

2.3.3.2 布置在半围蔽处所的燃料舱应进行有效防护，以防止机械损伤。

2.3.3.3 对半围蔽处所内的燃料舱，一般应设置燃料舱接头处所，并满足燃料舱接头处所的相应要求。

2.3.3.4 如果未设置燃料舱接头处所，且半围蔽处所内布置有接头、阀件或其他可能产生泄漏的设备，则半围蔽处所的周围结构应采用耐低温材料，至少设有 2 套可燃气体探测装置，并满足本

规则第9章对燃料舱接头处所的监控要求。对于存在LNG泄漏风险的位置,其下方应设有耐低温集液盘。

2.3.4 开敞甲板上的布置

2.3.4.1 燃料舱及其附件的布置应满足本章2.3.2.3至2.3.2.4的要求。

2.3.4.2 燃料舱及其附件的布置应确保足够的自然通风,以防止逸出的气体积聚。

2.3.4.3 燃料舱应进行有效防护,以防止机械损伤。

2.3.4.4 对于存在LNG泄漏风险的位置,应在其下方设置集液盘。集液盘应采用耐低温材料制成,其所在位置应进行有效的隔热,以保证LNG泄漏时,船体或甲板结构不会遭受过冷。

2.3.4.5 如燃料舱布置在船体尾部甲板上,应采取适当的保护措施,以防止船舶追尾对燃料舱造成损坏。

2.3.4.6 对于客船,燃料舱布置在开敞甲板时,燃料舱、燃料舱接头处所应距救生艇筏、海上撤离系统的登乘站、集合地点以及脱险通道至少10m以上,如无法保证该距离,应在燃料舱及燃料舱接头处所与上述地点之间采取有效的隔热措施,如水幕、防火分隔或适当的遮挡结构等,以防止发生火灾或泄漏时对上述地点的人员造成伤害。

2.3.4.7 对于包装运输危险品船,各类危险货物与供气系统的距离应满足《国际海运危险货物规则》(IMDG规则)中该类危险货物与2.1类危险物质间隔离的要求。

第4节 燃料舱接头处所

2.4.1 一般要求

2.4.1.1 燃料舱的接头、法兰和阀等附件,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,其限界面材料应与燃料舱有相同

的设计温度,且该处所应设计成能经受住最大累积压力,或者可以设置通向一个安全位置(如透气桅)的压力释放装置。该处所应进行隔热,以确保气体燃料泄漏时,其周围船体结构不会面临无法承受的冷却。

2.4.1.2　如燃料舱接头处所内设有满足本规则 10.2.1 要求的负压通风,且最大可能的蒸发量不大于换气量时,可不考虑本章 2.4.1.1 中所述的累积压力,但应考虑燃料舱泄漏产生的最大静压头以及对内部设备的有效支撑。

2.4.1.3　燃料舱接头处所内的设备应能承受低温液体的泄漏,而不导致其功能丧失。

2.4.1.4　燃料舱接头处所限界面上的螺栓舱盖(如设有)应为气密型。

第 5 节　加　注　站

2.5.1　一般要求

2.5.1.1　气体燃料加注站应布置在开敞甲板。如布置在围蔽或半围蔽处所,则应设有防止可燃气体积聚的措施,并经船舶检验机构认可。

2.5.1.2　气体燃料加注站和起居处所、货物/工作甲板和控制站应进行分隔或结构防护,需要特别考虑船舶货物装卸作业时可能带来的机械损伤。接头和管路的位置和布置应能保证气体管路的任何损坏不会导致燃料围护系统的损坏,从而导致无法控制的气体排放。

第 6 节　燃料准备间

2.6.1　一般要求

2.6.1.1　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。

2.6.1.2　如驱动压缩机的原动机布置在邻近的气体安全处所内,则传动轴贯穿舱壁处应气密,并进行温度监测。作为替代,如电气装置符合本规则第7章的要求,该设备可由相邻的合格防爆型电动机驱动。

第7节　出入口和通道

2.7.1　一般要求

2.7.1.1　一般不应设置从气体安全处所直接通向气体危险处所的门,如果出于操作原因必须设有该类开口,则应设置空气闸保护。

2.7.1.2　燃料舱接头处所的通道应尽可能独立且直接通往开敞甲板。如设置从甲板通向该处所的独立通道不可行时,则应设置空气闸。

2.7.1.3　若燃料准备间被布置在开敞甲板以下,从甲板上应有独立通道通向该处所,且该独立通道不应与任何其他处所共有。如设置从甲板通向该室的独立通道不可行时,则应设置空气闸。

2.7.1.4　设有气体燃料发动机的机器处所应至少具有2个完全独立的出口。对于船长小于30m内河船舶的机器处所,可仅设一个出口。

2.7.1.5　若ESD防护型机器处所设有经其他围蔽处所进入其内的通道,则其入口应设置空气闸。

2.7.1.6　除非通向燃料舱接头处所的出入口是独立的且直接从开敞甲板通向该处所,否则该出入口应设置螺栓舱盖。设有螺栓舱盖的处所应为危险处所。

2.7.1.7　对于惰化处所,其通道应布置成能防止人员意外进入。如此类处所的通道不通往开敞甲板,则其密封装置应确保惰性气体不会泄漏至邻近处所。

2.7.1.8　机器处所的通道不应通向气体危险处所,但允许在机器处所内设置通向气体阀件单元处所的通道。

第3章　气体燃料管系

第1节　一般规定

3.1.1　一般要求

3.1.1.1　对于本章规定外的任何新型动力系统布置，应进行风险分析。对于因使用气体燃料发动机而产生的影响船舶结构强度和完整性的任何风险，应予以识别，对在安装、操作和维护过程中可能产生的任何故障所造成的危险均应予以考虑。风险评估应采用公认的方法①，评估报告应经船舶检验机构认可。

3.1.1.2　燃料管路应能吸收因燃料极端温度引起的热膨胀或收缩，而不会产生过大应力。

3.1.1.3　应采取措施保护管路、管系及其部件和燃料舱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。

3.1.1.4　如气体燃料中含有一些会在系统中凝结的较重的成分，则应设有能安全除去凝液的装置。

3.1.1.5　应对低温管路与其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。

3.1.1.6　可能含有低温燃料的管路应予以隔热，将湿气冷凝降低至最少程度。

3.1.1.7　除燃料供应管路之外的管路和线缆可布置在双壁管或管道内，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。

3.1.1.8　应防止膨胀接头的过度膨胀和压缩，对其邻接管路应适当支撑和固定。对于波纹管膨胀接头，应防止其遭受机械损

---

① 如综合安全评估（FSA）、故障模式与影响分析（FMEA）等。

伤;对于法兰接头,应设有防止螺母松动的措施(如防松垫圈等)。

3.1.1.9　当在燃料舱或管路与船体结构之间采用绝缘隔离时,则管路和燃料舱均应采取电气接地措施。所有管接头和软管接头也应作电气连接。

3.1.1.10　气体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。

3.1.1.11　应按照公认的技术标准对燃料管路和所有其他管路进行颜色标识①。

第 2 节　气体燃料供应管系

3.2.1　管系布置

3.2.1.1　燃料管路距离船体外板应不少于 800mm。

3.2.1.2　燃料管路不应直接通过起居处所、服务处所、电气设备间或控制站。

3.2.1.3　若供气管路必须穿过除本章 3.2.1.2 所述之外的围蔽处所时,则应采用双壁管。双壁管应设置机械式负压通风系统,通风能力为每小时换气 30 次,且设有满足本规则 9.3.1 要求的气体探测装置。本局也可接受其他具有同等安全水平的措施。

3.2.1.4　穿过机械通风处所的全焊透式气体燃料透气管不必满足本章 3.2.1.3 的要求。

3.2.1.5　ESD 防护型机器处所内的气体燃料管路应尽可能远离电气设备和装有可燃液体的燃料舱。

3.2.1.6　ESD 防护型机器处所内的气体燃料管路应予以保护,以防止机械损伤。

3.2.1.7　布置在露天位置的供气管路应避免使其遭受意外的机械损坏。

---

① 如 GB3033 船舶和海洋技术—管系内含物的识别颜色、ISO 14726 船舶和海洋技术—管系内含物的识别颜色等。

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

3.2.1.9　供气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供气管路造成损伤。

3.2.1.10　对于散装运输危险化学品船,供气管路不应穿过液货舱和货泵舱。

3.2.1.11　对于需满足安全返港要求的客船,相同动力系统的供气系统或燃油供应系统应保持独立,当任一舱室发生火灾或浸水事故时能保证该动力系统的气体或燃油供应正常。

3.2.1.12　气体燃料加热

(1)　应对热交换器气体燃料出口处的温度进行监测,当气体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声光报警,且自动关闭 LNG 输送泵(如设有)并切断燃料舱主阀。

(2)　加热回路膨胀柜的透气口应引至露天区域。

(3)　对于散装运输危险化学品船,气体燃料加热回路与液货舱的加热回路保持相互独立。

3.2.2　管路连接

3.2.2.1　法兰、阀件和其他附件应符合公认的技术标准,并考虑管路设计压力。对于蒸气管路中的波纹管和膨胀接头,可接受采用小于管路的最小设计压力。

3.2.2.2　高压燃料管系中的所有阀件和膨胀接头应按照公认的标准进行认可。

3.2.2.3　管系应通过焊接连接,并尽量减少法兰接头。垫圈应予以保护以防止被吹出。

3.2.2.4　管路制造和连接细节应满足下列要求:

(1)　直接连接

①　根部完全焊透的对接焊连接均可用于各种用途。当设计

温度低于 -10℃时,对接焊应为双面焊或与双面焊等效的对接焊,这可以通过采用在第一焊道上加衬垫、自耗嵌补或惰性气体封底等方法予以实现。当设计压力超过 1.0MPa 且设计温度为 -10℃或更低时,焊接后应将衬垫除去;

② 具有符合公认技术标准的尺寸的套筒焊接接头只能用于外径小于或等于 50mm 和设计温度不低于 -55℃的仪表管路和端部敞开的管路;

③ 符合公认技术标准的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。

(2) 法兰接头

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;和

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:

a) 设计温度低于 -55℃时,只能采用颈焊法兰;和

b) 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) 膨胀接头

如按本章 3.2.2.1 设置波纹管和膨胀接头,下列要求适用:

① 必要时,应采取措施,防止波纹管结冰;

② 除位于液化气燃料舱内者外,不应采用套筒接头;和

③ 波纹管一般不应布置在围蔽处所内。

(4) 其他接头

管路接头应按照本章 3.2.2.4(1)至 3.2.2.4(3)的要求连接,但对于其他特殊情况,船舶检验机构可根据具体情况予以接受。

3.2.2.5 供气管路上不应使用滑动式膨胀接头。

3.2.3 供气阀

3.2.3.1 燃料舱进口和出口应设置阀件,这些阀应尽可能地

靠近燃料舱。在船舶正常营运期间[①]需要操作的阀件,如其不能接近,则应遥控操作。本规则第9章表9.4.2所要求的安全系统被触发时,需要动作的燃料舱阀件无论是否能够接近,均应自动操作。

3.2.3.2　燃料舱的每一气体燃料供应出口应设置一个手动截止阀和一个燃料舱主阀,两阀串联连接,或设置1个手动和自动操作组合阀,且应尽量靠近燃料舱。

3.2.3.3　通往每台或每组气体燃料发动机的主供气管路上应设有1个手动截止阀和1个主气体燃料阀,两阀串联连接,或设置1个手动和自动操作组合阀。主气体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。

3.2.3.4　主气体燃料阀应能按本规则第9章表9.4.2所规定的情况自动切断供气管路,并能从机舱内脱险通道上的安全位置、机舱集控室(如适用)、机器处所外和驾驶室对其进行操作。

3.2.3.5　通往每台气体燃料发动机的供气管路上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气体燃料管路上,第3只安装在处于2只串接阀之间的气体燃料透气管上,该透气管应通向露天的安全位置;

(2)　当发生本规则第9章表9.4.2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,当发生本规则第9章表9.4.2所述的有关故障时,应能自动切断气体燃料供应,并自动进行透气;

(4)　上述3只阀应能人工复位;

(5)　串接的2只气体燃料阀应为故障关闭型,而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

① 船舶正常营运期间是指向用气设备供气和燃料加注期间。

透气阀。

3.2.3.6　当主气体燃料阀自动关闭时,如气体从发动机向管路逆流,则双截止透气阀下游的整个供气支路应自动透气。

3.2.3.7　对于喷射压力大于 1MPa 的气体燃料发动机,当主气体燃料阀自动关闭时,主气体燃料阀至双截止透气阀之间的供气管路以及双截止透气阀至发动机气体喷射阀之间的供气管路应能自动透气。

3.2.3.8　在双截止透气阀上游通向每台气体燃料发动机的供气管路上应设有 1 个手动操作的截止阀,以确保在发动机维修期间能进行安全有效的隔离。

3.2.3.9　如果每台气体燃料发动机设有单独的主气体燃料阀,则主气体燃料阀和双截止透气阀的功能可以进行组合,即主气体燃料阀可以作为双截止透气阀中的一个截止阀用于切断气体燃料供应。

3.2.3.10　进入 ESD 防护型机器处所的每条主供气管路和通向高压装置的每条供气管路,应设置快速探测机舱内供气管路破裂的设施。当探测到气体管路破裂时,应有 1 只阀能自动关闭①。该阀应位于机舱前进入机舱的供气管路上或机舱内尽可能靠近供气管路入口点的位置。它可以是 1 个独立的阀,也可以是 1 个组合有其他功能的阀,如主气体燃料阀。

① 应为延时关闭,防止因瞬时负荷变化引起的关闭。

第 4 章　气体燃料储存

第 1 节　一 般 规 定

4.1.1　一般要求

4.1.1.1　LNG 燃料的储存可采用薄膜型燃料舱和独立燃料舱,CNG 燃料的储存应采用压力容器。

4.1.1.2　除本章另有明确规定者外,薄膜型燃料舱、A 型独立燃料舱、B 型独立燃料舱、C 型独立燃料舱尚应分别按照本局按规定程序认可和公布的中国船级社《天然气燃料动力船舶规范》的相关要求进行设计、制造和试验。对于新颖设计的 LNG 燃料围护系统,应对其进行风险评估并经船舶检验机构认可。

4.1.1.3　固定式 LNG 燃料舱的设计寿命应不低于船舶设计寿命,但至少为 20 年。

4.1.1.4　可移式燃料罐的设计寿命应不少于 20 年。

4.1.1.5　燃料围护系统的设计应避免燃料舱或其连接附件的泄漏造成下列风险:

(1)　船舶材料遭受不可接受的低温;

(2)　燃料泄漏至含有着火源的区域;

(3)　燃料和惰性气体引发的潜在毒性和缺氧风险;

(4)　通往集合点、脱险通道和救生设备的通道受限;

(5)　救生设备有效性降低。

4.1.1.6　燃料围护系统的布置应设计成任何气体泄漏后所采取的安全动作不会导致不可接受的动力损失。

4.1.1.7　当使用可移式燃料罐储存燃料时,燃料围护系统的设计应等效于固定式燃料舱。

4.1.1.8　除 C 型独立燃料舱外,燃料舱管路接头应安装在舱内最高液位的上方。

4.1.1.9　C 型独立燃料舱和与之相连接的第一个截止阀之间的管路,应与 C 型独立燃料舱安全水平相当。

4.1.1.10　如燃料舱液面下方设置了管路开口,则燃料舱和与之相连的第一个截止阀之间的管路应设置次屏壁予以保护。

4.1.1.11　当本章 4.1.1.10 中所述管路位于燃料舱接头处所内时,可不设次屏壁保护。

4.1.1.12　对于单一气体燃料动力系统,燃料供应系统的布置应使其自燃料舱直至用气设备具有足够冗余并进行充分隔离,当采取下列必要安全措施的气体燃料供应系统发生泄漏时,不会导致不可接受的动力损失:

(1)　采用两个或多个燃料舱储存燃料,各燃料舱应分开布置在不同舱室内;

(2)　对于 C 型独立燃料舱,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;

(3)　对于 C 型独立燃料舱,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。

4.1.1.13　对于需满足安全返港要求的客船,其燃料舱布置应满足如下要求:

(1)　若采用单一气体燃料装置,气体应由两个或多个容积大致相同的燃料舱供给。如燃料舱处于围蔽处所,则上述燃料舱应位于独立的舱室,舱室之间应水密分隔,各个燃料舱处所之间采用隔离舱进行隔离,当未设置隔离舱时,各个燃料舱处所之间应采用“A－60”级防火分隔;如燃料舱处于开敞甲板,应尽量远离并采取有效措施以防止一个燃料舱发生火灾时影响其它燃料舱的正常工作。

(2)　若采用双燃料装置,当燃料舱和燃油储存舱/柜处于相邻舱室时,应该采用液舱、空舱、卫生间及类似处所进行隔离,当未设置隔离舱时,燃料舱处所与燃油处所之间应采用“A－60”级防火分隔。

第 2 节　LNG 燃料围护系统

4.2.1　燃料舱

4.2.1.1　燃料舱的 MARVS:对于海船应不大于 1.0MPa;对于内河船舶,应不大于 1.2MPa。

4.2.1.2　燃料舱的 MAWP 应不大于 MARVS 的 90%。

4.2.1.3　燃料舱的压力和温度应保持在围护系统设计限制和气体燃料可能的装运要求范围内。

4.2.1.4　对于真空绝热 C 型独立燃料舱,还应满足以下要求:

(1)　外壳应使用耐低温材料,其设计温度应不高于内壳。

(2)　当布置在开敞甲板或半围蔽处所时,如内壳上所有开口均高于燃料舱的最高可能液位,外壳可不必满足上述(1)的要求。

4.2.1.5　燃料舱及其管路应能实施吹扫和惰化。

4.2.1.6　应按表 4.2.1.6 设置次屏壁。

表 4.2.1.6

基本燃料舱类型	次屏壁的要求
薄膜燃料舱	完整的次屏壁
独立燃料舱	
A 型	完整的次屏壁
B 型	部分的次屏壁
C 型	不要求次屏壁

4.2.2　绝热

4.2.2.1　燃料围护系统应设置有效绝热,以防止邻近船体结构遭受不可接受的低温。

4.2.2.2　对于真空绝热 C 型独立燃料舱,当燃料舱外壳采

用耐低温材料建造时,其鞍座也应采用耐低温材料建造(设计温度至少应与外壳相同),且鞍座与船体基座的连接面应采取有效的绝热措施。

4.2.3 压力释放系统

4.2.3.1 所有的燃料舱都应设置适当的压力释放系统。

4.2.3.2 当燃料舱可能承受大于其设计压力的外压时,应设置真空保护系统。

4.2.3.3 如燃料泄漏至真空绝热型燃料舱真空层内的可能性不能被排除,则真空层应由压力释放装置予以保护,如燃料舱位于甲板以下,该压力释放装置还应连接至透气系统。

4.2.3.4 燃料舱应至少设置两个完全独立的压力释放阀。

4.2.3.5 燃料舱的 MARVS 应不高于燃料舱设计时所采用的最大蒸气压力。对于调定压力为 0 ~ 0.15MPa 者,开启压力的允许偏差应不超过 ±10%;对于调定压力为 0.15 ~ 0.3MPa 者,开启压力的允许偏差应不超过 ±6%;对于调定压力为 0.3MPa 及以上者,开启压力偏差应不超过 ±3%。

4.2.3.6 应设有当燃料舱的一个压力释放阀失效时能够紧急隔离该阀的安全措施,隔离的程序应设计成只对一个压力释放阀进行隔离,为此,可设计适当的互锁。隔离程序应包含在操作手册中,且压力释放阀的隔离应在船长的监督下进行。该隔离行动应记录在船舶航行日志内和压力释放阀旁。

4.2.3.7 燃料舱上的每个压力释放阀应与透气总管相连,且应满足下列要求:

(1) 其构造应能使气体排放不受阻碍且通常垂直引向上方出口;

(2) 其布置应尽可能防止水或雪进入透气系统;

(3) 透气管出口高度应高出露天甲板不小于 $B/3$ 或 6m,取其大者,并应高出工作区域和步道以上 6m。对于内河船舶,如布置困难,应评估且经船舶检验机构同意,透气管出口高出露天甲板

及其所在位置的工作区域和步道(如适用)的距离可适当降低,但不应小于3m。

其中:

B 为船舶处于或低于最深吃水(对于海船为夏季载重线吃水,对内河船为满载吃水)时的最大型宽,m。

(4) 透气管出口与下列位置的距离应至少为10m:

① 通向起居处所、服务处所和控制站或其他气体安全处所最近的空气进口、空气出口或开口;

② 最近的机器设备的废气出口。

对于内河船舶,如布置困难,应评估且经船舶检验机构同意,上述距离可适当降低,但不应小于5m。

4.2.3.8 在透气管系中,应设有能从可积聚液体的地方排放液体的装置。应将压力释放阀和管路布置成在任何情况下不会使液体积聚在压力释放阀内或其附近。

4.2.3.9 透气总管出口应设置方形网孔边长不大于13mm的防护网。

4.2.3.10 透气管路的设计和布置应考虑温度变化、气流产生的力和船体的运动等因素。

4.2.3.11 燃料舱压力释放阀的位置,应使得充装极限下,当船舶处于横倾15°和纵倾0.015L(L 为《法规》第3篇(对于海船)或第4篇(对于内河船)定义的船长,m)的情况下,压力释放阀的位置仍处于气相空间内。

第3节 CNG燃料围护系统

4.3.1 一般要求

4.3.1.1 CNG燃料罐的MARVS应不高于燃料罐的设计压力,压力释放阀的出口设置应满足本章4.2.3.7的要求。

4.3.1.2 当有影响燃料罐的火灾发生时,应有足够的设施对燃料罐降压。

第 4 节　可移式燃料罐

4.4.1　一般要求

4.4.1.1　可移式燃料罐应有效固定在甲板上。

4.4.1.2　放置可移式 LNG 燃料罐的区域应进行必要的溢流保护(如设置由耐低温材料制造的防止溢流 LNG 蔓延的固定挡板),放置可移式 CNG 燃料罐的区域应进行必要的低温防护(如邻近的船体结构表面应针对任何泄漏的高压气体和随之带来的冷凝设置耐低温挡板)。

4.4.1.3　应根据燃料舱的布置位置和货物操作设置机械防护。

4.4.1.4　可移式燃料罐放置于开敞甲板时,应设置泄漏保护和水雾系统;放置于围蔽处所时,该处所应视为燃料舱接头处所。

4.4.1.5　可移式燃料罐与船舶系统间的连接应进行特别考虑,包括燃料罐阀件的关闭系统和压力释放阀的透气出口。

4.4.1.6　任何情况下,除压力释放系统外,每一燃料罐应能与燃料管系之间有效隔断,且不会对其他燃料罐的有效性造成影响。

4.4.1.7　应提供在非固定式连接管意外断开或破裂时可限制燃料泄漏量的装置。

4.4.1.8　应确保设有供燃料舱连接管进行检验和维护的安全通道。

4.4.1.9　可移式燃料罐的监测和控制系统应集成于船舶的气体监测和控制系统。

4.4.1.10　可移式燃料罐如使用 LNG 罐式集装箱,还应满足下列要求:

(1)　可移式燃料罐的设计、构造和试验等,应满足本局《集

装箱法定检验技术规则》及公认的标准[①]的相关要求。

（2） LNG 罐式集装箱如采用堆码方式布置，应对所有可能影响 LNG 罐式集装箱安全使用的风险进行风险评估，相关风险评估报告应经船舶检验机构认可。

① 如 JB/T 4784 低温液体罐式集装箱和《国际海运危险货物规则》等。

第 5 章　气体燃料加注

第 1 节　一 般 规 定

5.1.1　一般要求

5.1.1.1　船舶应配有安全可靠的便携式通信措施，用于加注作业时与加注方之间的通信。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。

5.1.1.2　如 LNG 加注作业与下列操作同步进行，则应对同步操作可能出现的所有风险进行评估，风险评估报告应经船舶检验机构认可。

（1）　客船登/离船；

（2）　货物装载/卸载；

（3）　车辆滚上/滚下。

第 2 节　加　注　站

5.2.1　一般要求

5.2.1.1　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，并导致不受控的气体排放。

5.2.1.2　应有对任何溢出的燃料进行安全处置的措施。

5.2.1.3　在 LNG 加注接头和任何可能泄漏的位置的下方应设置集液盘，集液盘应设有安全处置泄漏的措施，如通过一根向下并靠近水面的排放管排出舷外。

5.2.1.4　应有适当措施释放管路中的压力并排空泵的吸口和加注管路中的液体。液体应被排放至燃料舱或其他适当的位置。

5.2.1.5　在发生燃料泄漏时,周围船体或甲板结构应不会造成不可接受的冷却。

5.2.1.6　对于 LNG 加注,应设有防止在加注过程中 LNG 泄漏到周围船体或甲板上使其造成低温损伤的措施,如水幕、防护罩等。

5.2.1.7　对于 CNG 加注站,如可能有逸出的冷气喷射到周围的船体结构,应采用耐低温材料。

5.2.2　船用燃料软管

5.2.2.1　用于燃料驳运的液体和蒸气软管,应能与燃料相容并能与燃料温度相适应。

5.2.2.2　对于承受燃料舱压力或承受燃料泵或蒸气压缩机排放压力的软管,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　燃料加注总管

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,且应满足本局按规定程序认可和公布的中国船级社《液化天然气燃料加注船舶规范》第 4 章第 4 节的有关要求。

第 3 节　加 注 系 统

5.3.1　一般要求

5.3.1.1　应设有用惰性气体吹扫燃料加注管路的装置。

5.3.1.2　燃料加注系统的布置应确保加注时不会有气体燃料排放至空气中。

5.3.1.3　每一加注管路靠近通岸接头处应串联安装 1 个手动截止阀和 1 个遥控截止阀,或 1 个手动操作和遥控的组合阀。

应能在燃料加注作业的控制位置和/或其他安全位置操作遥控阀。

5.3.1.4　应设有在加注完成后排空加注管燃料的设备。

5.3.1.5　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,应一直处于除气状态,除非不除气的影响业经评估并经船舶检验机构批准。

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驳运至未用于加注作业的船舶一侧。

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

5.3.1.8　如未经证实出于压力波动考虑而需要一个较高值时,则应对按本局按规定程序认可和公布的中国船级社《天然气燃料动力船舶规范》13.7.3.8 条计算所得的自警报触发至本章 5.3.1.3 要求配备的遥控操作阀完全关闭的默认时间进行调整。

5.3.1.9　加注总管应设有过滤装置,其与燃料供应方的连接应满足本规则 3.1.1.9 的要求。

5.3.1.10　如加注管路穿过围蔽处所,则其应被环围在通风导管内,通风导管的设置应满足本规则对供气管路通风导管的要求。加注过程中应进行持续通风和气体探测,如通风失效或在通风导管中探测到气体,则应在加注控制位置发出声光报警。

第 4 节　装 载 极 限

5.4.1　一般要求

5.4.1.1　LNG 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:

$$LL = FL\rho_R/\rho_L$$

式中:LL——装载极限,定义见 1.1.4.1(32),用百分数表示;

FL——充装极限,定义见 1.1.4.1(20),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。

5.4.1.2　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，则经船舶检验机构批准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。但是，如压力仅由用气设备维持/控制，则应使用按本章5.4.1.1计算所得的装载极限。

第5节　惰性气体管路

5.5.1　一般要求

5.5.1.1　为防止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，在双截止透气阀和燃料系统之间应设置一个可关闭的止回阀。这些阀应位于危险处所之内。

5.5.1.2　如连接至燃料管系的连接管为非固定式，可用两个止回阀替代本章5.5.1.1中要求的阀。

5.5.1.3　所设置的装置应使每个被惰化的处所均能被隔离，并应设置必要的压力控制和释放阀等，以控制这些处所内的压力。

5.5.1.4　如果泄漏监测系统需要对绝热处所持续供应惰性气体，则应设有监测各处所惰性气体供应量的措施。

5.5.1.5　惰性气体管路仅能穿过通风良好的处所，围蔽处所内的惰性气体管路应：

（1）　全焊透连接；

（2）　仅具有安装阀所必需的最少法兰接头；

（3）　尽可能短。

第6章　用气设备

第1节　一般规定

6.1.1　一般要求

6.1.1.1　除本章明确规定者外,气体燃料发动机的设计、制造、安装和试验要求尚应满足本局按规定程序认可和公布的中国船级社《天然气燃料动力船舶规范》的相关要求。

6.1.1.2　气体燃料发动机制造厂应指明发动机适用的天然气甲烷值和低热值波动范围。

6.1.1.3　应对所有可能影响气体燃料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船舶检验机构备查,风险分析应按本局按规定程序认可和公布的中国船级社《天然气燃料动力船舶规范》的相关要求进行。

6.1.1.4　所有用气设备应满足如下要求:

(1)　排气系统的构造应能避免产生未燃气体的积聚;

(2)　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;取决于发动机的具体设计,这些部件或系统可包括空气进气总管和扫气空间;

(3)　爆炸释放出口不应通往正常情况下有人员出现的位置;

(4)　所有用气设备应具有独立的排气系统。

第2节　活塞式内燃机

6.2.1　一般要求

6.2.1.1　气体燃料发动机如采用将压缩空气直接通入气缸

的方式进行起动,起动空气管路上应安装火焰消除器。对于可直接换向发动机,装于每一起动空气支管上;对于不可直接换向发动机,则可装于起动空气总管上。

6.2.1.2　对于气体燃料在增压器之前与空气混合的发动机,如布置在气体安全机器处所内,则其空气进口应位于机器处所外;如布置在 ESD 防护型机器处所内,则可接受其空气进口位于机器处所内。

6.2.1.3　气体燃料发动机的空气进口如位于机器处所内,其应尽可能远离供气管路以降低泄漏的气体燃料被吸入空气进口的危险;如空气进口位于机器处所外,其应距离任一危险区域边界至少 1.5m。

6.2.1.4　对于气体燃料通过进气总管进入气缸的发动机,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;如气体燃料在增压器之前与空气混合,则应在增压器或中冷器上安装防爆安全阀,除非有资料证明增压器和中冷器的强度足以承受最恶劣情况下的爆炸。

6.2.1.5　气体燃料发动机曲轴箱应安装具有足够释放面积的防爆安全阀,并设有适当的保护措施,防爆安全阀和保护措施的设置应满足本局按规定程序认可和公布的中国船级社《天然气燃料动力船舶规范》的相关要求。

6.2.1.6　气体燃料发动机的排气管应安装防爆安全阀或其他防爆措施,其设计应足以防止一缸点火失败情况下排气管内未燃气体被点燃而产生的过高的爆炸压力,除非有资料证明其强度足以承受最恶劣情况下的爆炸。

6.2.1.7　当气体燃料发动机在燃气模式下停车后,应采取措施扫除排气管内可能存在的可燃气体。

6.2.1.8　防爆安全阀动作后如需进行拆除或更换,从而影响发动机的连续运行,则其不能安装在单一主机的推进装置上,除非配有辅助推进系统。

6.2.1.9　对于气体燃料可能直接漏入其介质(润滑油、冷却水)的辅助系统,应在这些介质的出口后面采取适当措施对气体进行收集以避免扩散。从辅助系统介质中收集的气体应释放到一个露天的安全位置。

6.2.1.10　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,如能切断相应气缸的气体燃料供应,并且发动机在考虑扭转振动的影响下能在一缸熄火时正常工作,则可允许发动机继续维持燃气模式。

6.2.2　双燃料发动机

6.2.2.1　当燃气供应切断时,发动机应能仅使用燃油连续正常运转。启动、正常停车、空载怠速运行、低负荷运行、高负荷运行和超负荷运行时应仅使用燃油,除非有资料证明发动机能在燃气模式下安全启动和正常停车,并能在空载、低负荷、高负荷和超负荷工况下安全运行。

6.2.2.2　发动机燃料模式的转换(从燃油模式转换为燃气和从燃气转换为燃油模式)应通过一套自动系统来实现,并保证功率波动最小,应通过试验证明燃料模式转换的可靠性。如在燃气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中断上述转换过程。

6.2.2.3　正常停车及紧急停车时,气体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气体燃料供应。

6.2.2.4　气缸内的燃气—空气混合气应通过燃油引燃。喷入各气缸的燃油量应足以保证燃气—空气混合气的强制点火。

6.2.3　单一气体燃料发动机

6.2.3.1　对于装有点火系统的发动机,应在气体燃料供应装置开启前验证每一台点火装置是否正常工作。

6.2.3.2　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,方可开启气体燃料供应装置。

6.2.3.3　如气体燃料供应装置开启后的一定时间内,发动机监测系统未监测到燃烧,气体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物驱除。

6.2.3.4　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。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。

6.2.3.5　正常停车及紧急停车时,气体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气体燃料供应。

6.2.3.6　对于恒速发动机,停车时,气体燃料供应装置应在怠速时关闭,点火系统应保持工作直至发动机停止。

6.2.3.7　发动机起动时,气体燃料供应系统应确保提供足够的发动机初始起动所需用气。

第 3 节　主锅炉和辅锅炉

6.3.1　一般要求

6.3.1.1　每台锅炉应布置专用的强制通风系统。如任何相关安全功能可以维持,则锅炉强制通风系统之间可设置交叉,以供紧急情况下使用。

6.3.1.2　锅炉燃烧室和烟道的设计应能避免气体燃料的积聚。

6.3.1.3　燃烧器的设计应能保证在所有点火条件下维持稳定燃烧。

6.3.1.4　主/推进锅炉应能在不中断燃烧的情况下从燃气模式自动转换至燃油模式。

6.3.1.5　气体喷嘴和燃烧器控制系统的设计应使得气体燃料仅能被已形成的燃油火焰点燃,除非锅炉和燃烧装置设计为由气体燃料点火,并经船舶检验机构批准。

6.3.1.6　应采取措施确保流向燃烧器的气体燃料能被自动切断,除非燃烧器内已经建立并维持稳定的点火。

6.3.1.7　每个气体燃料燃烧器的供气管路上应安装一个手动操作的截止阀。

6.3.1.8　当燃烧器熄火后,应采取措施利用惰性气体自动对燃烧器供气管路进行驱气。

6.3.1.9　本章6.3.1.4条要求的燃料自动转换系统应设有监测与报警系统,以确保其持续可用性。

6.3.1.10　当所有工作燃烧器熄火后,应采取措施确保在再次点火前对锅炉燃烧器进行自动吹扫。

6.3.1.11　应能手动启动锅炉吹扫程序。

第4节　燃气轮机

6.4.1　一般要求

6.4.1.1　排气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气体泄漏爆炸产生的超压。排气出口应通往远离人员的安全位置。

6.4.1.2　燃气轮机可安装在根据本规则2.2.2条要求的ESD原理设计的气密空间内,但也允许该气密空间内供气管路内的压力超过1MPa。

6.4.1.3　应按照ESD防护型机器处所的要求设计气体探测系统和关闭功能。

6.4.1.4　应按照本规则第10章ESD防护型机器处所的要求配置通风系统,并应具备完全冗余(2个100%容量的风机,并由不同线路供电)。

6.4.1.5　对于非单一燃料燃气轮机,应安装燃料转换自动控制系统,从燃气模式向燃油模式的转换应容易且快速地完成,反之亦然,并确保功率波动最小。

6.4.1.6　应采取措施对不良燃烧进行监测和探测,以防止工

作过程中未燃气体泄漏到排气系统内。一旦监测到不良燃烧,应切断燃气供应。

6.4.1.7　每台燃气轮机应安装一个自动停机装置,用于排气温度高时关闭机器。

第7章　防　　爆

第1节　一般规定

7.1.1　一般要求

7.1.1.1　除本章明确规定者外，电气设备应满足公认标准[①]的要求。

第2节　危险区域划分及危险区域内的电气设备

7.2.1　危险区域划分

7.2.1.1　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。本章未作定义的开敞甲板和其他处所的气体危险区域应按公认的标准确定。

7.2.1.2　0区包括：燃料舱的内部、用于燃料舱压力释放或其他透气系统的任何管路的内部、内含气体燃料的管路和设备的内部。

7.2.1.3　1区包括：

（1）　燃料舱接头处所，燃料舱处所[②]及屏壁间处所；

（2）　按本规则10.5.1要求设置通风的燃料准备间；

（3）　距离燃料舱出口，气体或蒸气出口[③]，气体燃料发动机曲轴箱透气口出口，加注总管阀门，其他燃料阀，燃料管法兰，燃料

---

① 国际电工委员会颁布的标准，国家标准GB3836爆炸性气体环境用电气设备或IEC60079，IEC60092－502。

② C型燃料燃料舱处所通常不被视为1区。

③ 该类区域为距离开敞甲板上的燃料舱舱口，燃料舱液位测量孔或测深管，以及距离气体蒸气出口3m以内的所有区域。

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等 3m 以内的开敞甲板上的区域或甲板上的半围蔽处所;

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

(5) 开敞甲板上的包括气体燃料加注总管阀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或半围蔽处所,例如气体燃料管路周围的管道、半围蔽的燃料加注站;

(7) 在正常操作情况下 ESD 防护型机器处所视为非危险区,但当探测到气体泄漏后仍需要继续工作的电气设备应为适用于 1 区的合格设备;

(8) 在正常运行情况下被空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 区的合格设备;和

(9) 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。

7.2.1.4 2 区包括:

(1) 距离 1 区的开敞或半围蔽处所 1.5m 以内的区域;

(2) 含有通向燃料舱接头处所的螺栓舱盖的处所。

7.2.1.5 通风管道的危险等级应与通风处所相同。

7.2.2 危险区域内电气设备和电缆

7.2.2.1 电气设备、电缆不应安装在危险处所内。由于操作需要不可避免时,则应根据公认的标准选择合格防爆型电气设备。防爆设备的防爆类别和温度组别应不低于 ⅡA,T2。各类不同危险区域内允许安装的电气设备如下:

(1) 可用于 0 区的设备

① 本质安全型设备“ia”;

② 包含在本质安全“ia”电路中的简单电气设备和元件(如热电偶、光电管、压力计、接线盒、开关等),但储存和产生电能不超过 GB3836.15 和公认的标准所规定的极限值;

注:应考虑设备绝缘的完整性,塑料和轻金属制作的装置和元件的适宜性和设备(开关、插头插座、接线端子除外)的最高表面温度等;依靠限制装置将剩余电压和电流限制在 GB3836.15 所规定的范围内的设备不应界定为简单设备;

③ 其他经船舶检验机构认可的特别设计的适合 0 区的其他设备;

④ 潜液式燃料泵(电机至少有两种在低液位时自动停机的手段);泵的构造和安装应能使其在不潜入或在空气中时不能带电工作。

(2) 可用于 1 区的设备

① 可在 0 区使用的设备;

② 本质安全型设备“ib”;

③ 包含在本质安全“ib”电路中的简单电气设备和元件(如热电偶、光电管、压力计、接线盒、开关等),但储存和产生电能不超过 GB3836.15 所规定的极限值;

④ 隔爆型设备“d”;

⑤ 正压型设备“p”;

注:当保护气体和/或正压值低于规定值时,应满足 GB3836.5 的要求,自动切断设备;

⑥ 增安型设备“e”;

注:3kV 及以上的感应式电动机应设置附加保护(如启动前先净化),防止产生间隙火花;

⑦ 浇封型设备“m”;

⑧ 充沙型设备“q”;

⑨ 特别认可型设备“s”;

⑩ 电测深仪或计程仪传感器、外加阴极保护系统的阳极或电极,这些设备均应安装于气密的外壳内,气密性应经检验机构

认可；

⑪路经电缆。

（3） 可用于2区的设备

① 可在1区使用的设备；

② 经特别测试证明适合2区的设备，如“n”型设备；

③ 正常操作不产生火花、电弧和热点的设备。

7.2.2.2 安装在ESD防护型机器处所内的电气设备应满足下列要求：

（1） 失火和烃类气体探测器，失火和气体报警器，以及照明装置和风机应为适用于1区的合格防爆型设备；和

（2） 如果在气体燃料发动机机器处所内有2个探测器探测到气体浓度超过40% LEL，则该处所内所有不适用于1区的电气设备（包括气体燃料发动机）都应自动切断。

7.2.2.3 电缆穿越气体危险区域的甲板或舱壁时，应保持甲板或舱壁原有的密性。

第8章　电气装置

第1节　一般规定

8.1.1　一般要求

8.1.1.1　电气设备符合的标准应至少等效于公认的标准[①]。

8.1.1.2　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。

8.1.1.3　电气设备安装在本章8.1.1.2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效于公认的标准[②]。

8.1.1.4　发电、配电及其相关的控制系统，应设计为单个故障不会导致维持燃料舱压力和船体结构温度处于正常限值的能力丧失。

8.1.1.5　对本章8.1.1.4中的发、配电系统，即用于维持燃料舱压力和船体结构温度在正常营运限制内的发、配电系统，应按公认的标准[③]对其进行单个故障的失效模式及影响分析（FMEA）并予以记录。

8.1.1.6　危险区域的照明系统（如设有）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。

8.1.1.7　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。

---

① 参考国际电工委员会所发布的建议，特别是船舶电气设备国家标准或IEC60092系列标准，如适用。

② 参考国际电工委员会所发布的建议，特别是GB/T 22189船舶电气设备—专辑—液货船。

③ 参考GB/T 7826系统可靠性分析技术失效模式和影响分析（FMEA）程序。

8.1.1.8　潜液泵应设有在低液位时发出报警并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。上述关停应在驾驶室,连续有人值班的集控室或船舶安全中心发出声光报警。

8.1.1.9　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时与其供电电源断开。

8.1.1.10　对于设有通道通向露天甲板危险区域,且此通道由空气闸保护的非危险处所,其内部的非合格防爆电气设备在该处所失去正压保护时应断电。

8.1.1.11　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,其应为合格防爆型电气设备。

8.1.1.12　气体燃料发动机电控系统、气体控制系统、气体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(后备式不间断电源 UPS 除外)供电。当主电源失效时,应能自动转换为蓄电池或不间断电源 UPS 供电,并能在就地和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。

第 9 章　控制、监测和安全系统

第 1 节　一 般 规 定

9.1.1　一般要求

9.1.1.1　应设置合适的仪表设备，能够就地或远程对重要参数进行读数，以确保对整个气体燃料设备（包括加注）的安全管理。

9.1.1.2　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。

9.1.1.3　对于船上安装的非固定式燃料舱，应按固定式燃料舱的要求配备 1 套监测系统。

9.1.2　功能要求

9.1.2.1　用气设备的控制、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不会导致不可接受的动力损失。

9.1.2.2　气体安全系统应布置成：在发生本章表 9.4.2 所述系统故障以及其他发展速度过快以致来不及人工干预的故障时，能自动关闭气体燃料供应系统。

9.1.2.3　对于 ESD 防护型机器处所，气体安全系统应在气体泄漏时关闭气体燃料供应，并应断开机器处所内的所有非合格防爆型电气设备。

9.1.2.4　为避免可能的共因故障，安全功能应布置在一个专用气体安全系统中，该系统应独立于气体控制系统，这包括供电以及输入和输出信号。

9.1.2.5　气体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。

9.1.2.6　当需设置两套或多套气体供应系统来满足要求时,每套系统均应设有其自身的独立气体控制和安全系统。

第 2 节　监测与控制

9.2.1　加注和燃料舱

9.2.1.1　燃料舱液位指示

(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使用状态时,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)　燃料舱的液位测量装置可为下列型式:

①　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

②　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

③　伸入燃料舱的闭式装置,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。

9.2.1.2　溢流监控

(1)　每个燃料舱均应设有 1 个独立于其他液位指示器的高液位报警装置,并在动作时发出声光报警。

(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。该传感器应与本章

9.2.1.2(1)要求的液位传感器相互独立。

(3) 燃料舱中传感器的位置应能在交付使用前确认。在交船后和每次干坞后燃料舱第一次满载时,应通过提升燃料舱内液位至报警点进行高位报警试验。

(4) 高位报警和高高液位报警的所有构件(包括电路和传感器)应能进行功能试验。在第一次燃料加注操作之前应进行系统试验。

(5) 如设有越控溢流控制系统的装置,其应能防止不当操作。如进行越控,应在驾驶室、连续有人值班的集控室或船舶安全中心给出连续视觉指示。

9.2.1.3 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。

9.2.1.4 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。

9.2.1.5 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。

9.2.1.6 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。

9.2.1.7 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。

9.2.1.8 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。

9.2.1.9 至少 1 个压力表应能在整个操作压力范围内进行指示。

9.2.1.10 对于潜液式燃料泵电动机及其供电电缆,应设有能在低液位时发出报警并自动关停电动机的装置。自动关停电动机可通过探测泵出口压力低,电动机低电流或低液位予以实现。此关停应在驾驶室、连续有人值班的集控室或船舶安全中心发出

声光报警。

9.2.1.11　每个燃料舱应至少在如下 3 个位置设置燃料温度测量及指示装置：

（1）　燃料舱底部；

（2）　燃料舱中部；

（3）　最高允许液位下方的燃料舱顶部。

但对于设有真空绝热系统和增压燃料排放装置的 C 型独立燃料舱，只需要装设(1)、(3)两个位置的温度测量及指示装置，如 C 型独立燃料舱高度低于 2m，则只需装设(1)位置的温度测量及指示装置。

9.2.2　加注

9.2.2.1　应可从 1 个远离加注站的安全位置对加注进行控制。在此位置，应对燃料舱压力、燃料舱温度(如本章9.2.1.11 要求)和液位进行监测，并能对本规则 5.3.1.3 和 11.3.3.8 所要求的遥控阀进行操作。此位置还应指示溢流报警和自动切断。

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

9.2.2.3　如果加注管路的双壁管内探测到可燃气体，则应在加注控制位置发出声光报警，并紧急切断气体供应。

9.2.3　气体压缩机

9.2.3.1　应在驾驶室和机舱集控室设有气体燃料压缩机的声光报警。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。

9.2.3.2　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声光报警。

9.2.4　热交换器

9.2.4.1　当发生本规则 3.2.1.12(1)所述的故障时，应发出

报警。当热交换器温度过低时,应触发相应保护动作。

9.2.5　气体燃料发动机

9.2.5.1　除满足《法规》对柴油机监测的适用要求外,还应在驾驶室、集控室和机旁设置指示器,以指示:

(1)　发动机运行状态(对单一气体燃料发动机);或

(2)　发动机运行状态和运行模式(对双燃料发动机)。

9.2.6　通风监测

9.2.6.1　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声光报警。

9.2.6.2　对于 ESD 防护型机器处所,机舱内通风失效时应触发安全系统。

第 3 节　气 体 探 测

9.3.1　一般要求

9.3.1.1　在下述位置应安装固定式气体探测器:

(1)　燃料舱接头处所内;

(2)　双层壁管内外层管之间;

(3)　含有气体燃料管路、气体设备或者用气设备的机器处所内(气体安全机器处所除外);

(4)　压缩机室和燃料准备间内;

(5)　其他含有燃料管路或燃料设备,但未设置双层壁管的围蔽处所内;

(6)　其他可能产生气体积聚的围蔽/半围蔽处所内,包含屏壁间处所和除 C 型独立燃料舱以外独立燃料舱的燃料舱处所;

(7)　空气闸内;

(8)　加热回路膨胀柜;

(9)　与气体燃料系统相关的电动机处所内;

（10） 围蔽/半围蔽加注站；

（11） 气体阀件单元处所（气体阀件单元处所与通风导管连通且气体阀件单元处所内部空间不大于 $2m^3$ 时，气体阀件单元处所可视为通风导管的一部分）；和

（12） 经风险评估后，其他可能存在可燃气体的起居处所和机器处所的通风进口。

9.3.1.2 基于冗余的考虑，本章 9.3.1.1 中所述的固定式气体探测器应为两个相互靠近且独立的探测器，如探测器具备自检功能，则允许仅使用一个探测器。

9.3.1.3 在每个 ESD 防护型机器处所内，应设置冗余的气体探测系统。

9.3.1.4 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。

9.3.1.5 探测装置应位于气体可能积聚处或通风出口处。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。

9.3.1.6 应依据公认的标准[①]进行气体探测设备的设计、安装和试验。

9.3.1.7 可燃气体浓度达到 20% LEL 时，应触发声光报警。两个探测器（见本章表 9.4.2 注释 2）探测可燃气体浓度达到 40% LEL 时，应触发安全系统。

9.3.1.8 对于含有气体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 30% LEL，两个探测器（见本章表 9.4.2 注释 2）探测可燃气体浓度达到 60% LEL 时，应触发安全系统。

9.3.1.9 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。

---

① 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。

9.3.1.10　本节所要求的可燃气体探测应连续进行无延迟。

9.3.1.11　应配置一套便携式可燃气体探测器供船员对舱室可燃气体的检查。

9.3.2　对火灾探测的要求

9.3.2.1　在气体燃料发动机机器处所和独立燃料舱的燃料舱处所内,应按本章表9.4.2要求设置火灾探测的安全动作。

第4节　气体燃料系统的安全功能

9.4.1　一般要求

9.4.1.1　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。

9.4.1.2　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。

9.4.1.3　气体燃料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气体运转时,不得进行暗含破坏燃料管路危险的起重作业。

9.4.1.4　对于压缩机、泵和燃料供应,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:

(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。

对于压缩机还应布置就地手动紧急切断。

9.4.1.5　对于本章表9.4.2中要求的安全措施,如涉及燃料

加注,其指示、报警和安全动作应布置在加注操作控制位置和/或其他安全位置;如涉及燃料供应,其报警和安全动作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。

9.4.1.6　对于单一气体燃料系统,当机器处所内的通风失效时,除了应进行本章表9.4.2所示的动作外,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,当气体燃料管路双壁管的通风失效或惰性气体失压时,若另一供气管路已准备好,则该供气管路上的主气体燃料阀和互锁气体阀应自动关闭。

9.4.1.7　对于需满足安全返港要求的客船,气体燃料供应系统的监控功能应在客船的安全中心①具有相应布置和实现。

9.4.2　对气体安全系统的监控要求

气体安全系统的监控　　表9.4.2

参　数	报警	燃料舱主阀自动关闭[1)]	主气体燃料阀和互锁气体阀自动关闭,自动透气阀开启	加注总管截止阀自动关闭	备　注
燃料舱、加注站及加注管路					
燃料舱液位高	×				
燃料舱压力高	×				
燃料舱压力低	×				
燃料舱高高液位	×			×	非加注工况时仅提供报警

① 参见《国内航行海船法定检验技术规则》第4篇第2-2章。

续上表

参　数	报警	燃料舱主阀自动关闭[1)]	主气体燃料阀和互锁气体阀自动关闭,自动透气阀开启	加注总管截止阀自动关闭	备　注
潜液泵电机电缆低液位	×				停止燃料泵运行
围蔽或半围蔽加注站内探测到气体浓度高于20% LEL	×				
围蔽或半围蔽加注站内两个探测器[2)]探测到气体浓度高于40% LEL	×			×	
加注管路双壁管(通风导管)通风失效	×				
加注管路双壁管(通风导管)内探测到气体浓度高于20% LEL	×				
加注管路双壁管(通风导管)内两个探测器[2)]探测到气体浓度高于40% LEL	×			×	
燃料舱处所、燃料舱接头处所和屏壁间处所					
燃料舱接头处所内探测到气体浓度达到20% LEL	×				

续上表

参　数	报警	燃料舱主阀自动关闭[1)]	主气体燃料阀和互锁气体阀自动关闭,自动透气阀开启	加注总管截止阀自动关闭	备　注
两个探测器[2)]探测到燃料舱接头处所内气体浓度达到40% LEL	×	×			
燃料舱处所内探测到火灾	×				
甲板以下的燃料围护系统通风围阱内探测到火灾	×				
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能力降低	×				
燃料舱接头处所内通风失效	×	×			同时停止燃料泵
屏壁间处所内探测到气体浓度达到20% LEL	×				
燃料舱处所内探测到气体浓度达到20% LEL	×				

续上表

参　数	报警	燃料舱主阀自动关闭[1)]	主气体燃料阀和互锁气体阀自动关闭,自动透气阀开启	加注总管截止阀自动关闭	备　注
燃料准备间					
燃料准备间内探测到气体浓度达到20% LEL	×				
两个探测器[2)]探测到燃料准备间气体浓度达到40% LEL	×	×[3)]			
燃料准备间内的污水阱液位高	×				
燃料准备间内的污水阱温度低	×	×			
燃料准备间内通风能力降低	×				
燃料准备间内通风失效	×	×			
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供气管路					
燃料舱和机器处所之间的双层壁管内探测到气体浓度达到20% LEL	×				

续上表

参　数	报警	燃料舱主阀自动关闭[1)]	主气体燃料阀和互锁气体阀自动关闭，自动透气阀开启	加注总管截止阀自动关闭	备　注
两个探测器[2)]探测到燃料舱和机器处所之间的双层壁管内气体浓度高于40% LEL	×	×[3)]			
燃料舱和含有气体燃料发动机的机器处所之间的双层壁管内通风能力降低[4)]	×				
燃料舱和含有气体燃料发动机的机器处所之间的双层壁管内通风失效[4)]	×		×[3)]		
气体阀件单元处所					
一个探测器探测到气体阀件单元处所内气体浓度高于20% LEL	×				
两个探测器[2)]探测到气体阀件单元处所内气体浓度高于40% LEL	×		×[5)]		

续上表

参　数	报警	燃料舱主阀自动关闭[1)]	主气体燃料阀和互锁气体阀自动关闭,自动透气阀开启	加注总管截止阀自动关闭	备　注
气体阀件单元处所内通风失效	×		×[5)]		
气体燃料发动机机器处所					
含有气体燃料发动机的机器处所内探测到火灾	×				
探测到机器处所内供气管路破裂	×		×[6)]		见本规则2.2.1.5,2.2.2.2(6)和3.2.3.10
含有气体燃料发动机的机器处所内的双壁管(通风管道)中探测到气体浓度达到30% LEL	×				如含有气体燃料发动机的机器处所内设有双层壁管
两个探测器[2)]探测到含有气体燃料发动机的机器处所内的双壁管(通风管道)中气体浓度达到60% LEL	×		×[5)]		如机器处所内设有双层壁管

续上表

参　数	报警	燃料舱主阀自动关闭[1)]	主气体燃料阀和互锁气体阀自动关闭,自动透气阀开启	加注总管截止阀自动关闭	备　注
气体安全机器处所发动机上方探测到气体浓度高于20% LEL	×				见本规则2.2.1.4(2)
两个探测器[2)]探测到气体安全机器处所发动机上方气体浓度高于40% LEL	×		×[7)]		见本规则2.2.1.4(2)
含有气体燃料发动机的ESD防护型机器处所内探测到气体浓度达到20% LEL	×				
两个探测器[2)]探测到含有气体燃料发动机的ESD防护型机器处所气体浓度达到40% LEL	×		×		还应断开机器处所内非合格防爆型电气设备

续上表

参　数	报警	燃料舱主阀自动关闭[1)]	主气体燃料阀和互锁气体阀自动关闭,自动透气阀开启	加注总管截止阀自动关闭	备　注
含有气体燃料发动机的机器处所内的双层壁管(通风管道)内通风能力降低[4)]	×				
含有气体燃料发动机的机器处所内的双层壁管(通风管道)内通风失效[4)]	×		×[5)]		如含有气体燃料发动机的机器处所内设有双层壁管
含有气体燃料发动机的ESD防护型机器处所内通风能力下降	×				
含有气体燃料发动机的ESD防护型机器处所内通风失效	×		×		
其他					
气体供应管路内压力异常	×				
控制阀门的工作介质失效	×		×[8)]		视需要可延迟

续上表

参　数	报警	燃料舱主阀自动关闭[1)]	主气体燃料阀和互锁气体阀自动关闭,自动透气阀开启	加注总管截止阀自动关闭	备　注
发动机自动停车(发动机故障)	×		×[8)]		
发动机手动紧急停车	×		×		
人工紧急关闭燃料供应	×		×		
人工紧急关闭燃料加注	×			×	
其他可能产生气体积聚的围蔽/半围蔽处所内探测到气体浓度达到20%	×				
空气闸内探测到气体浓度达到20%	×				
加热回路膨胀柜内探测到气体浓度达到20% LEL	×				
与气体燃料系统相关的电动机处所内探测到气体浓度达到20%	×				

续上表

参　数	报警	燃料舱主阀自动关闭[1)]	主气体燃料阀和互锁气体阀自动关闭，自动透气阀开启	加注总管截止阀自动关闭	备　注

1）指本规则3.2.3.1所述的阀。

2）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。

3）如果燃料舱向一台以上发动机供气，并且不同的供气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气体燃料阀位于管道外部，则仅关闭通往探测到可燃气体或通风失效的管道的供气管路上的主气体燃料阀。

4）如果管道由惰性气体进行保护，则惰性气体失压应引起本表所述相同的动作。

5）如果气体燃料供至一台以上发动机，并且不同的供气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气体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可燃气体或通风失效的管道的供气管路上的主气体燃料阀。

6）也可以是切断一个专用于供气管路破裂情况下的截止阀。

7）仅适用于双燃料发动机。

8）仅双截止透气阀关闭。

注："×"表示适用。

第 10 章　机 械 通 风

第 1 节　一 般 规 定

10.1.1　一般要求

10.1.1.1　任何用于危险处所的通风管道应与用于气体安全处所的通风管道分开,船舶营运的所有环境条件下都应能进行通风。除非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。

10.1.1.2　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。

10.1.1.3　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阱。

10.1.1.4　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。

10.1.1.5　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。

10.1.1.6　气体危险区域内人员不经常进入的空舱及类似处所,可采用便携式通风装置,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。便携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。

10.1.1.7　危险处所使用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,风扇和通风管(仅指风扇处)应为满足如下规定的非火花结构:

(1)　非金属结构的叶轮或机壳,对消除静电应予以适当注意;

(2)　有色金属材料的叶轮和机壳;

（3） 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，对环和机壳之间的静电和腐蚀应予以适当注意；

（4） 铁质（包括奥氏体不锈钢）叶轮和机壳，其设计的叶梢间隙不小于13mm。

10.1.1.8 危险处所使用的风机，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，但不必大于13mm。

10.1.1.9 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，不论其叶梢间隙多大，均认为有产生火花的危险，故不能用于气体危险处所。

10.1.1.10 危险处所使用的风机，均应配有备件。

10.1.1.11 风机的外壳应接地。

10.1.1.12 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。

10.1.1.13 当通风系统失效时，应在有人值班的位置发出声光报警。

10.1.1.14 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，除另有明确规定者外，每个风机都应具有足够的通风能力。

10.1.1.15 危险围蔽处所的机械抽风系统，抽风机的每根进风管的风口应根据气体燃料可能聚集的区域进行布置，一般应布置在舱室的上部。

10.1.1.16 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，应为安全区域。

10.1.1.17 危险处所的空气出口应位于露天区域，露天区域在没有设置该空气出口时，其危险性应等同于或小于该危险围蔽处所。

10.1.1.18 气体安全处所的空气进口应设置在安全区域，其距离任一危险区域的边界至少1.5m。进气管贯穿一个更危险的

处所时,该管道应气密且具有高于所贯穿处所的压力。

10.1.1.19　气体安全处所的空气出口应布置在危险区域外。

10.1.1.20　开口通向危险区域的非危险处所应设置空气闸,并且相对外部危险区域保持正压状态。正压通风应按下述要求进行布置:

(1)　在初次启动时或正压通风状态丧失后,并在向该处所非合格防爆型的电气装置供电之前,通风装置应:

①　进行通风(至少换气 5 次)或通过检测确认该处所为非危险处所;和

②　对该处所加压。

(2)　应对正压通风装置的运行进行监测,并在正压通风失效时:

①　应在有人值班的位置发出声光报警;和

②　如不能立刻恢复到正压状态,应按公认的标准[①]自动或按程序切断电气装置。

10.1.1.21　开口通向危险围蔽处所的非危险处所应设置空气闸,且该危险处所应相对该非危险处所应保持负压状态。应对危险处所内负压通风装置的运行进行监测,并在负压通风失效时:

(1)　应在有人值班的位置发出声光报警;和

(2)　如不能立刻恢复到负压状态,应按公认的标准[②]自动或按程序切断非危险处所内的电气装置。

10.1.1.22　对于需满足安全返港要求的客船,客船安全区域[③]的任何开口处不应位于气体危险区域内,客船安全区域的通风进口应距气体危险区域的边界至少 1.5m。

---

① 参见 GB/T 22189 船舶电气设备—专辑—液货船或 IEC 60092 - 502 船舶电气设备—专辑—液货船,表 5。

② 参见 GB/T 22189 船舶电气设备—专辑—液货船或 IEC 60092 - 502 船舶电气设备—专辑—液货船,表 5。

③ 参见《国内航行海船法定检验技术规则》第 4 篇第 2 - 2 章。

第 2 节　燃料舱接头处所

10.2.1　一般要求

10.2.1.1　燃料舱接头处所应设置有效的抽吸式机械通风系统,其每小时换气至少 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。当发动机处于燃气模式时,通风系统应持续运转。

10.2.1.2　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,通风能力不应下降超过总通风能力的 50%。

10.2.1.3　燃料舱接头处所的风道内应设有经认可的故障安全型自动挡火闸。

第 3 节　机 器 处 所

10.3.1　本质安全型机器处所

10.3.1.1　机器处所内供气管路双壁管的通风系统应满足本章第 6 节的要求。

10.3.1.2　机器处所内的供气管路双壁管和气体阀件单元处所的通风系统应独立于其他通风系统。

10.3.2　ESD 防护型机器处所

10.3.2.1　通风系统应独立于其他通风系统。

10.3.2.2　机器处所应安装有效的抽吸式机械通风系统,应有每小时换气至少 30 次的通风能力。如在探测到可燃气体时换气量能自动增加至每小时 30 次,则可接受在正常操作下该处所的通风能力为每小时换气至少 15 次。当发动机处于燃气模式时,通风系统应持续运转。

10.3.2.3　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4节　气体阀件单元处所

10.4.1　一般要求

10.4.1.1　气体阀件单元处所的通风系统应满足本章第6节的要求。

第5节　燃料准备间

10.5.1　一般要求

10.5.1.1　燃料准备间应安装有效的抽吸式机械通风系统,应具有每小时换气至少30次的通风能力。

10.5.1.2　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,通风能力不应下降超过总通风能力的50%。

10.5.1.3　通风系统运行10min后泵和压缩机方可启动;当泵或压缩机工作时,燃料准备间的通风系统应持续运转。

第6节　双　壁　管

10.6.1　一般要求

10.6.1.1　双壁管内的通风系统应为抽吸式机械通风系统,应具有每小时换气至少30次的通风能力。如机舱内的双壁管符合本规则2.2.1.3(1)的规定,则本条要求不适用。当发动机处于燃气模式时,通风系统应持续运转。

10.6.1.2　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,通风能力不应下降超过总通风能力的50%。

10.6.1.3　如能确保双壁管或管道内的空气流速不低于3m/s,则其通风系统的能力可低于每小时换气30次。对管道空气流速的计算应连带考虑燃料管路和其他所安装的部件。

第7节　惰性气体装置舱室

10.7.1　一般要求

10.7.1.1　如氮气发生器或氮气储存设施安装在机器处所外的单独舱室内,该舱室应设置1个独立的抽吸式机械通风系统,应具有每小时换气至少6次的通风能力。应设置1个低氧报警装置。

10.7.1.2　对于使用惰性气体保护的客船的燃料舱处所,应有警示及适当措施限制乘客随意进入该处所,如果该处所进口不是来自开敞甲板,那么应有封闭布置以阻止惰性气体泄漏进入相邻处所。

第8节　加　注　站

10.8.1　一般要求

10.8.1.1　位于开敞甲板以外的加注站应进行适当通风,以确保在加注作业期间泄漏的任何蒸气能被移除至站外。如自然通风不足,则应通过风险评估设置机械通风装置,风险评估报告应经船舶检验机构认可。

第 11 章　消　　防

第 1 节　一 般 规 定

11.1.1　目的

11.1.1.1　本章的目的是规定与船舶天然气燃料的储存、整备、输送及使用有关的所有系统部件的防火、探火和灭火。

11.1.2　功能要求

11.1.2.1　本章与 1.1.3.2(2)、(4)、(5)、(7)、(12)、(14)、(15)及(17)的功能要求相关。

第 2 节　防　　火

11.2.1　一般要求

11.2.1.1　任何含有泵、压缩机、热交换器、蒸发器或压力容器等燃料制备设备的处所,从防火而言,应视为 A 类机器处所。

11.2.1.2　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,并由检验机构批准。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。

11.2.2 燃料舱

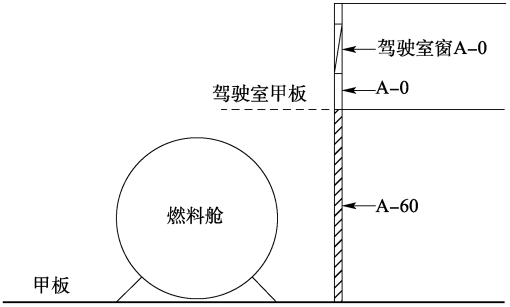
11.2.2.1 燃料舱位于开敞甲板时，面向燃料舱的起居处所、服务处所、控制站、脱险通道和机器处所的限界面应采用 A－60 级防火分隔。此种隔热应延伸至驾驶室甲板底面，或舱壁实际高度，位于驾驶室甲板以上的上述限界面（包括驾驶室窗）应采用 A－0 级防火分隔。此外，位于开敞甲板上的燃料舱应按 IMDG 规则视为散货包装，并应满足 IMDG 规则关于 2.1 类包装危险货物的积载和隔离要求。

11.2.2.2 燃料舱处所应与 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/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。在确定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，燃料舱处所应视作 A 类机器处所/重要机器处所。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。

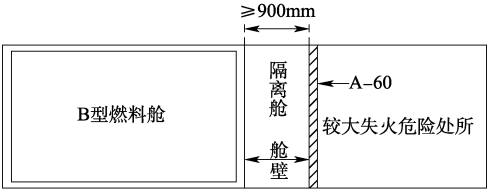
11.2.2.3 对于 C 型独立燃料舱，燃料舱外壳距离燃料舱处所舱壁不小于 900mm 时，燃料舱处所可视作隔离空舱。但 C 型独立燃料舱直接布置在 A 类机器处所/重要机器处所或其他具有较大失火危险处所上方时，燃料舱处所或燃料舱与上述处所之间仍应设置 1 个至少 900mm 的隔离空舱（对于内河船舶，如布置困难，经船舶检验机构批准后，该距离可小于 900mm，但不应小于 500mm），且应在 A 类机器处所/重要机器处所或其他有较大失火危险处所内靠近隔离空舱一侧采用“A－60”级防火分隔。

11.2.2.4 燃料舱处所内不应设置可能具有失火危险的机器或设备。

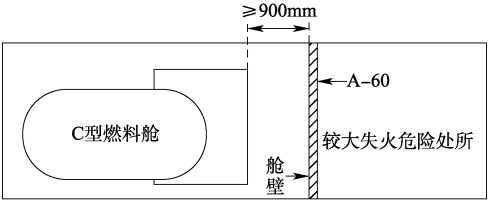
11.2.2.5 上述 11.2.2.2 与 11.2.2.3 要求如图 11.2.2 所示。



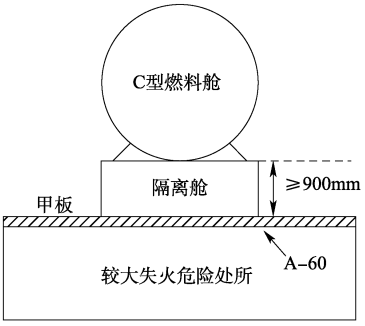
a) 燃料舱布置于开蔽甲板



b) 燃料舱布置于围蔽处所



c) 燃料舱布置于围蔽处所（C型独立燃料舱）



d) 燃料舱布置于较大失火危险处所上方

图 11.2.2　燃料舱防火分隔示意图

11.2.3 加注站

11.2.3.1 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他类似处所的该类限界面可降至“A－0”级。

11.2.3.2 当加注站位于开敞甲板且加注接头与本章 11.2.3.1 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。具体如图 11.2.3 所示。

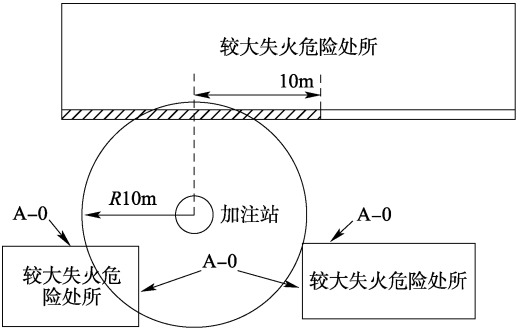


图 11.2.3 加注站防火分隔示意图

11.2.4 ESD 防护型机器处所

11.2.4.1 如 ESD 防护型机器处所采用单限界面进行隔离,则该限界面应为“A-60”级分隔。

第 3 节 灭 火

11.3.1 一般要求

11.3.1.1 燃料准备间、气体压缩机室和气泵室(如设有)应满足本局《散装运输液化气体船舶构造与设备规则》或《内河散装运输液化气体船舶法定检验技术规则》中对货物压缩机舱和货泵

舱的灭火要求。

11.3.2 消防总管

11.3.2.1 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。

11.3.2.2 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 11.3.3 所述的水雾系统,则水雾系统可以是消防总管的一部分。

11.3.2.3 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,消防总管应安装隔离阀以隔离管内损坏区域。对消防总管损坏管段的隔离不应影响被隔离管段前方的消防管路的供水。

11.3.2.4 所有的消防水枪应为带开关的两用型(水柱/水雾型)。

11.3.3 水雾系统

11.3.3.1 应安装水雾系统用于冷却、防火以及船员防护,水雾系统应覆盖开敞甲板上方的燃料舱的裸露部分。

11.3.3.2 水雾系统还应覆盖面向燃料舱的上层建筑、压缩机室、泵舱、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,可不必覆盖。

11.3.3.3 对内河船舶,当本章 11.3.3.2 所述限界面与燃料舱的距离大于或等于 5m 时,可不必覆盖。

11.3.3.4 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 10L/min · m^2,对垂直防护表面为 4L/min · m^2。

11.3.3.5 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。或者将该系统分为两个或多个区段,并将控制阀设在安全且易到达的位置,且该位置不会在被保护区域

发生火灾时无法靠近。

11.3.3.6　水雾泵的排量应足以将所要求的水量输送至上述被保护区域内对水力要求最大的区域。

11.3.3.7　若水雾系统不是消防总管系统的一部分,则应通过截止阀与船舶消防总管相连。

11.3.3.8　水雾系统供给泵的遥控起动和水雾系统主要控制阀的遥控操作位置,应位于易到达之处,该位置不会在被保护区域内发生火灾时无法靠近。

11.3.3.9　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。

11.3.4　干粉灭火系统及灭火器

11.3.4.1　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。

11.3.4.2　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。

11.3.4.3　加注站应设置固定式干粉灭火系统或大型推车式干粉灭火设备,其应覆盖所有可能的泄漏点。其灭火能力应至少确保能以不低于 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。

11.3.4.4　加注站附近还应至少设置 1 具容量不少于 5 kg 的手提式干粉灭火器。

11.3.4.5　在气体燃料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 5kg 的手提式干粉灭火器。

第 4 节　探火和失火报警系统

11.4.1　探火

11.4.1.1　甲板下方的燃料舱处所和用于燃料围护系统的通风围阱内,以及不能排除火灾风险的所有其他气体燃料系统舱室,

应设置1个满足《法规》要求的固定式探火和失火报警系统。

11.4.1.2　当不具备识别单个探测器的功能时,每个探测器应设置成独立的环路。

11.4.2　报警和安全措施

11.4.2.1　当本章11.4.1.1中所述处所探测到火灾后,应采取本规则第9章表9.4.2中所列出的安全措施,且应自动停止通风。

第 12 章　工程船采用分体供气的补充规定

第 1 节　一 般 规 定

12.1.1　一般要求

12.1.1.1　本章适用于采用 LNG 分体供气的内河工程船，LNG 分体供气是指工程船采用水上浮体提供燃料舱、热交换器、控制系统、阀件和管路等向工程船发动机供气的方式。本章相关要求是基本原则要求，如需要，可要求按照适用船型实际作业工况进行个例评估。

12.1.1.2　水上浮体的船体结构应满足本局按规定程序认可和公布的中国船级社《钢质内河船舶建造规范》对相应船型的要求。

12.1.1.3　LNG 分体供气只适合单艘工程船与单个水上浮体系泊和锚泊后固定在某水域作业时采用，工程船航行过程中不可采用 LNG 分体供气。

12.1.1.4　采用 LNG 分体供气方式的工程船，其配备的水上浮体应视为工程船的附属设备，水上浮体仅服务于对应的工程船或其姐妹船，图纸资料审查时应将工程船和水上浮体的相关资料同时送审。

第 2 节　工程船和水上浮体

12.2.1　一般要求

12.2.1.1　工程船和水上浮体应根据本局按规定程序认可和公布的中国船级社《钢质内河船舶建造规范》的相关要求分别计算舾装数，按各自舾装数的相加和配备有效系泊设备，系泊设备的设计和布置应适合作业水域条件及靠泊操作，并考虑船舶相对运

动和干舷变化带来的作业期间缆绳承受过度张力,系泊缆绳应采用合成纤维制成。

12.2.1.2　工程船和水上浮体应根据本局按规定程序认可和公布的中国船级社《钢质内河船舶建造规范》的相关要求分别计算的艏装数配备锚和锚链,水上浮体应使用非靠泊一侧来抛锚,禁止在未抛锚状态下向工程船进行供气。

12.2.1.3　水上浮体靠泊一边的舷侧均应设置钢质护舷材,护舷材采用加厚板或其他等效设施。护舷材应沿甲板边线连续设置,其表面应设置橡胶垫片或等效材料,以防止因船舶摩擦而产生火花,护舷/通道设施应与靠泊的工程船绝缘。

12.2.1.4　水上浮体与工程船之间应配置至少 850mm 宽的人员专门通道,并根据水上浮体上最大操作人数配备救生设备,严禁非操作人员登上水上浮体。

12.2.1.5　除水上浮体与工程船供气管路连接处的危险区域外,水上浮体和工程船的其他危险区域范围应不超出各自船壳外板。

12.2.1.6　在工程船或水上浮体上应配置当水上浮体发生火灾时能对其进行有效灭火的灭火设施,灭火设施的配置不应低于本局《液化天然气燃料内河水上加注趸船法定检验暂行规则》的相关要求。

12.2.1.7　水上浮体的配电系统、主电源和照明设备应按本局《液化天然气燃料内河水上加注趸船法定检验暂行规则》的相关要求配置。

12.2.1.8　水上浮体防雷、防静电及杂散电流的措施应满足本局《液化天然气燃料内河水上加注趸船法定检验暂行规则》的相关要求。

第 3 节　燃料舱及供气系统

12.3.1　一般要求

12.3.1.1　燃料舱安装区域应进行适当船体结构加强,燃料

舱基座及其与水上浮体船体结构连接部位的强度应进行有限元分析评估。进行有限元分析评估时,结构模型、边界条件和考虑的载荷工况应符合本局按规定程序认可和公布的中国船级社《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》的相关要求。

12.3.1.2　燃料舱及供气系统等应布置在开敞甲板上,其距水上浮体船体外板距离应满足本规则的相关要求,并在水上浮体上设有醒目警示标志。

12.3.1.3　应设置燃料舱接头处所,燃料舱的接头、法兰和阀等附件应封闭在燃料舱接头处所内。

12.3.1.4　应设置防护结构对燃料舱及其附件、管系进行有效保护,以防止工程船作业时对燃料舱及其附件等可能带来的损害。

12.3.1.5　水上浮体与工程船之间管系应采用软管连接,软管应符合本局《液化天然气燃料内河水上加注趸船法定检验暂行规则》的相关要求。供气管路的连接管路上应设有对天然气燃料供气管路进行除气和惰化的措施。

12.3.1.6　水上浮体所有应急截止阀在工程船上应能有效控制,两船脱开状态下,水上浮体上燃料舱主阀应能自动关闭。

12.3.1.7　供气管路的连接软管应配有符合本局《液化天然气燃料内河水上加注趸船法定检验暂行规则》相关要求的拉断阀,能够有效保证在紧急情况下拉断而不会产生大量可燃气体泄漏。拉断阀应设有合适的支撑保护,防止两船相对运动产生的疲劳损伤。

12.3.1.8　水上浮体上隔离液化气体的管路及组件应安装压力释放阀。所有压力释放阀的出口以及可能含有天然气释放到大气中的其他管路出口都应连接到透气总管,透气总管的布置应满足本规则的相关要求。

12.3.1.9　燃料舱和供气系统所有监控的设置应满足本规则相关要求。并应能在水上浮体和工程船上均可显示与操作。

12.3.1.10　燃料舱位于水上浮体开敞甲板上时，工程船上面向燃料舱的起居处所、服务处所、货物处所、机器处所和控制站的限界面应采用“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。

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气体燃料系统加注、储存、运行、维护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　本章与本规则 1.1.3.2 中规定的功能要求相关，特别应满足下列要求：

（1）　船上应备有一份本规则或其副本；

（2）　船上应备有所有与气体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加注、储存和输送系统；和

（4）　船上应备有适当的应急响应程序。

第 2 节　操 作 要 求

13.2.1　维护

13.2.1.1　维护和修理程序应包括本规则第 2 章对燃料舱位置和邻近处所的规定。

13.2.1.2　燃料围护系统的维护和试验应按照本局按规定程序认可和公布的中国船级社《天然气燃料动力船舶规范》4.2.1.8 所要求的检查/检验计划进行。

13.2.1.3　用气设备的维护和修理应按照其生产厂家的要求(如维护手册)进行。

13.2.1.4　维护和修理程序应包括爆炸危险处所和区域内所安装的电气设备的维护。爆炸危险处所内电气装置的维护应按照公认的标准[①]进行。

13.2.2　加注责任

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

(1)　书面同意驳运程序,包括冷却、驱气(如需要)、各阶段最大驳运速度及拟驳运量;

(2)　书面同意在紧急情况下应采取的行动;和

(3)　填写并签署加注安全检查清单。

13.2.2.2　在加注作业完成后,船舶负责人应领取一份所加注燃料的燃料供应通知单并签收。

13.2.3　燃料操作手册

13.2.3.1　本章13.1.2.1(3)所要求的燃料操作手册应包括但不限于:

(1)　船舶整个营运周期内的燃料操作,包括系统的冷却和预热、燃料加注和排放(适用时)、取样、惰化和除气;

(2)　燃料温度和压力控制、报警和安全系统;

(3)　系统限制、冷却速度和加注前燃料舱最高温度,包括燃料最低温度、燃料舱最大压力、驳运速度、充装极限和晃荡限制;

(4)　惰性气体系统的操作;

(5)　灭火和应急程序:灭火系统的操作和维护以及灭火剂的使用;

(6)　用于特种燃料安全操作所需的特殊设备;

---

① 参见IEC60079.17爆炸性环境—第17部分:电气装置的检查和维护。

（7） 固定和便携式气体探测设备的操作和维修；

（8） 紧急关闭和紧急释放系统（如设有）；和

（9） 紧急情况下所采取的操作程序说明，如泄漏、火灾或潜在的燃料分层导致翻滚。

13.2.3.2 应复制一份燃料系统原理图/管系和测试仪表图，并固定张贴在船舶加注控制站和加注站。

13.2.4 加注前检查

13.2.4.1 在进行加注前应进行加注前检查并记录在加注安全检查表中，加注前检查包括但不限于：

（1） 所有通信方式，包括船岸连接（SSL）（如设有）；

（2） 固定式气体和火灾探测设备的操作；

（3） 便携式气体探测设备的操作；

（4） 遥控阀的操作；和

（5） 软管和接头的检查。

13.2.4.2 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。

13.2.5 船舶加注方通信

13.2.5.1 船舶负责人和加注方负责人之间应在加注作业期间随时保持通信。如通信无法保持，则在通信恢复前应停止加注作业。

13.2.5.2 加注作业中所使用的通信设备应按照公认的标准进行认可。

13.2.5.3 负责人应能与参与加注作业的所有人员进行直接和即时地通信联系。

13.2.5.4 用于加注方自动 ESD 通信的船岸连接（SSL）或等效措施，应与受注船和输送设施的 ESD 系统兼容[①]。

---

① 参见 ISO 28460 船岸界面和港口操作。

13.2.6 电气屏蔽接地

13.2.6.1 输送设施用于加注作业的软管、燃料输送臂、管系和附件,应连续导电,适当绝缘,且其安全水平应符合公认标准[①]。

13.2.7 燃料加注条件

13.2.7.1 应在加注作业区入口处张贴警示标志,列明燃料加注期间的消防安全预防措施。

13.2.7.2 在燃料加注操作期间,加注总管区域内的人员应仅限于必要的工作人员。所有从事职务活动或在作业区附近工作的人员应穿戴合适的个人防护装备(PPE)。如无法维持燃料加注所需的条件,则应停止加注作业,且在未达到所要求的条件前不得恢复燃料加注。

13.2.7.3 如通过安装可移式燃料罐进行加注,则其加注程序应具有与整体式燃料舱和系统相同的安全水平。可移式燃料罐应在上船前进行加注,且在与燃料系统连接前予以适当固定。

13.2.7.4 对于非固定安装在船上的燃料舱,所有必需的燃料舱系统(管系、控制、安全系统、释放系统等)与船舶燃料系统之间的连接均为加注过程的一部分,并应在船舶驶离加注方之前完成。船舶在航行中或操纵时,不允许进行可移式燃料罐的连接和断开。

13.2.8 进入围蔽处所

13.2.8.1 在正常操作情况下,人员不得进入可能有气体或易燃蒸气积聚的燃料舱、燃料舱处所、留空处所、燃料舱接头处所或其他围蔽处所,除非采用固定式或便携式设备确定该处所内具有足够的氧气且不存在爆炸性气体[②]。

---

① 参见 API RP2003,ISGOTT 油轮和油码头国际安全指南。

② 参见国际海事组织(IMO)A.1050(27)决议—经修订的《进入船上封闭处所的建议案》。

13.2.8.2　人员在进入被指定为危险区域的任何区域时,不得带入任何潜在的点火源,除非经验证已对该处所进行除气且仍保持这种状态。

13.2.9　燃料系统的惰化和吹扫

13.2.9.1　燃料系统惰化和吹扫的主要目的是防止在燃料系统管系、燃料舱、设备和临近处所内、附近或周围形成可燃气体。

13.2.9.2　燃料系统惰化和吹扫程序应确保空气不会被引入含有气体环境的管系或燃料舱内,且气体燃料不会被引入邻近燃料系统的围阱或处所内。

13.2.10　燃料系统上或附近的热工

13.2.10.1　对于在燃料舱、燃料管系和易燃的或受碳氢化合物污染的或由于燃烧可能释放有毒烟气的绝热系统附近的热工,只有在该区域已予以保护,经证明能安全用于热工,并获得所有许可时才能进行。