

规范文件
R014CN01-2025



中国船级社

船舶应用天然气燃料规范

变更通告

2025 年第 1 次

2026 年 1 月 1 日生效

北京

目 录

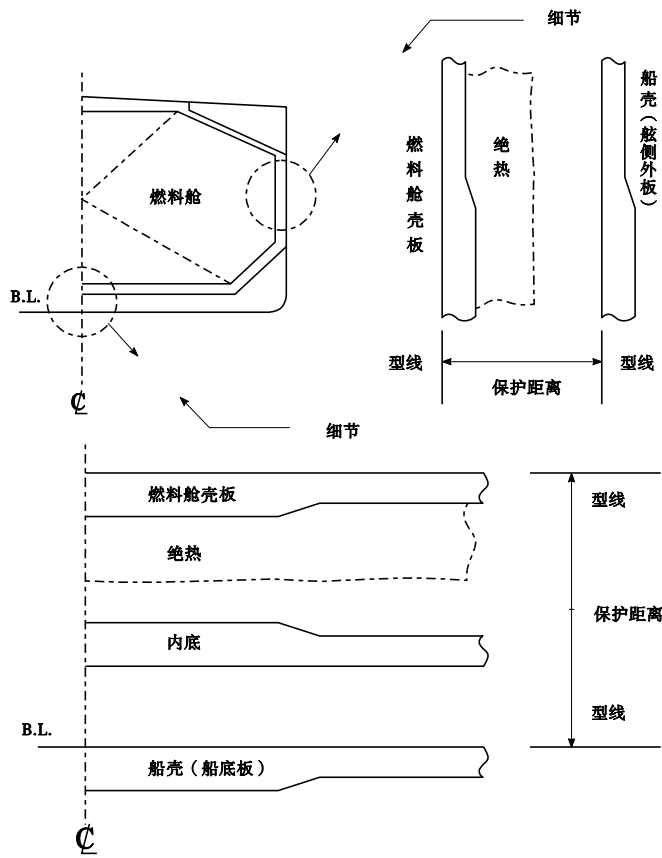
第 2 章 船舶设计与布置	1
第 2 节 燃料舱布置.....	1
第 3 节 处所位置和分隔.....	3
第 3 章 材料和管路设计	4
第 2 节 管路设计.....	4
第 4 章 燃料围护系统	5
第 5 节 压力释放系统.....	5
第 7 节 燃料储存状态的维持.....	5
第 5 章 气体燃料加注	6
第 2 节 加注站.....	6
第 6 章 气体燃料供应	7
第 1 节 一般规定.....	7
第 2 节 供气阀布置.....	7
第 4 节 机器处所内的供气系统.....	8
第 8 章 消防	10
第 2 节 防火.....	10
第 3 节 灭火.....	10
第 9 章 防爆	11
第 2 节 危险区域划分.....	11
第 12 章 控制、监测和安全系统	12
第 2 节 监测与控制.....	12
第 13 章 制造、工艺和试验	13
第 3 节 燃料围护系统的金属材料焊接和无损探伤.....	13
第 14 章 操作要求	14
第 2 节 操作要求.....	14

第2章 船舶设计与布置

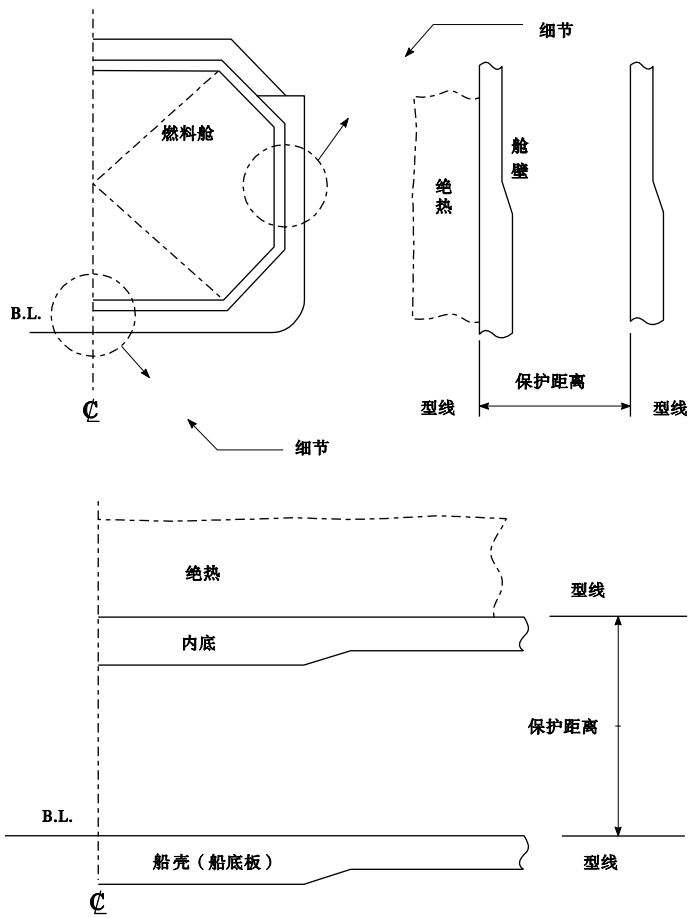
第2节 燃料舱布置

2.2.1 一般要求

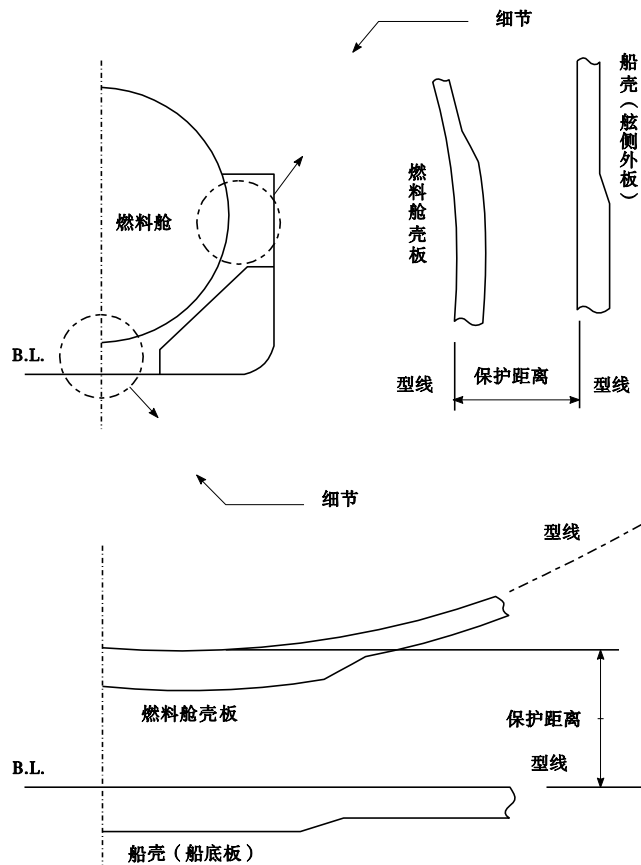
2.2.1.3 (2) 对于独立燃料舱，保护距离应量至燃料舱壳板（燃料舱围护系统的主屏壁）。对于薄膜燃料舱，保护距离应量至燃料舱绝热层周围的舱壁。不同类型液舱燃料舱的保护距离的示例如图2.2.1.3 (2) 所示。



a) 独立棱形燃料舱



b) 薄膜燃料舱



c) C型独立燃料舱

图 2.2.1.3 (2) 不同类型液舱燃料舱的保护距离示意图

第 3 节 处所位置和分隔

2.3.9 空气闸

2.3.9.1 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门，两扇门之间距离至少为 1.5m，但不大于 2.5m。除非符合《国际载重线公约》的要求，否则通向危险区域的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。

第3章 材料和管路设计

第2节 管路设计

3.2.2 管壁厚度

3.2.2.1 最小管壁厚度应按下列式计算：

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

式中： t_0 ——理论壁厚，mm， $t_0 = \frac{PD}{2.0Ke + P}$ ；

其中： P ——设计压力，MPa，参见本节 3.2.3 的规定；

D ——外径，mm；

K ——许用应力，N/mm²，参见本节 3.2.4 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： $b = D \cdot \frac{t_0}{2.5r}$ ，其中： r ——平均弯曲半径，

mm；

c ——腐蚀余量，mm，如果预计受到腐蚀或浸蚀，则管壁厚度应大于其他设计所要求的值。此余量应与管子的预期寿命相一致；

a ——用于壁厚的制造负公差，%，例如制造公差为-5%，则|a|等于 5，代入公式中表示为 $1 - (5/100)$ 。

第4章 燃料围护系统

第5节 压力释放系统

4.5.3 压力释放系统的排量

4.5.3.1 压力释放阀的排量

(1) 每个 LNG 燃料舱的压力释放系统应设计成不计任何一个压力释放阀的情况下，剩余的压力释放阀的排量应满足压力释放系统的总排量要求。该总排量应能排放下列情况中较大数量的蒸气，使 LNG 燃料舱中的压力升高不超过释放阀的最大允许调定值 (MARVS) 的 20%。在所有压力释放阀的排量恢复之前，燃料舱不应进行装载。

第7节 燃料储存状态的维持

4.7.1 燃料舱压力和温度控制

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

- (1) 蒸气的再液化；
- (2) 蒸气的热氧化；
- (3) 压力积聚；
- (4) 液化气体燃料冷却。

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

第5章 气体燃料加注

第2节 加注站

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。加注站的接头应采用下列方式之一，以实现干式断开操作：

(1) 干式快速接头，其设计、制造、试验应满足 CCS 接受的标准^①的相关要求；或

(2) 手动或液压驱动的连接器的，其一般安装在加注臂的端部，用于连接加注系统与受注船加注总管的接管法兰。连接器和加注臂的设计、制造、试验应满足 CCS 接受的标准^②的相关要求；或

(3) 螺栓连接的法兰与法兰组件。法兰接头的规格应满足 CCS 接受的标准^③的相关要求。

5.2.3.2 当使用本节 5.2.3.1 (2) 或 (3) 的加注接头时，还应结合操作程序以实现干式断开。并且，其加注布置应在设计阶段通过风险评估^④予以特别考虑，包括加注总管接头处的动载荷、船舶安全操作和加注期间与船舶相关的其他风险的影响。本规范 14.1.2.1 (2) 所要求的燃料操作手册应包括已开展的加注布置风险评估报告，并根据本条要求予以特别考虑。

5.2.3.3 船上应配备紧急脱离装置 (ERC) / 紧急脱离系统 (ERS) 或等效措施，除非其在加注管路的加注供应端已安装。该装置/系统或等效措施应满足 CCS 接受的标准^④的相关要求，其应能在紧急情况下通过快速脱离以实现加注系统的干式断开。

① 如 ISO 21593：船舶和海上技术——液化天然气加注干式接头的技术要求和 GB/T 39038：船舶与海上技术 液化天然气加注干式快速接头技术要求等。

② 如 ISO 16904：LNG 海上输送臂的设计和测试、ISO 20519：船舶和海上技术——液化天然气燃料动力船舶的加注要求、OCIMF《船用装卸臂设计规范》、中国化工行业标准 HG/T 21608：液体装卸臂工程技术要求等。

③ 如 ISO 20519：船舶和海上技术——液化天然气燃料动力船舶的加注要求、ASME B16.5《管法兰和法兰管件》规定的 150 级及以上、中国化工行业标准 HG/T 20592~20635《钢制管法兰、垫片、紧固件》中相应的 PN 系列或 CLASS 系列等。

④ 如 ISO 20519：船舶和海上技术——液化天然气燃料动力船舶的加注要求、CCS《液化天然气燃料加注作业指南》等。

第6章 气体燃料供应

第1节 一般规定

6.1.2 功能要求

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

(2) 用于向用气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；和

为满足本规范 3.2.6.3、6.1.2.1 (2) 和 6.4.1.1 的要求，应设置两个独立的安全屏壁，同时尽可能使用最少的法兰接头。不应使用单一的法兰或其他部件，因为其自身的单个故障就可能破坏主屏壁和次屏壁的防护，并可能导致气体泄漏到周围区域，从而对船上人员、环境或船舶造成危害。

对于 2026 年 7 月 1 日或以后建造的船舶，应满足下列要求：

对于燃料管路与用气设备(包括内燃机、气体燃烧装置、锅炉和发动机上的部件，如气体调节装置 阀件单元)的连接，可以接受使用带有两个密封系统 (确保通风流量) 的单个法兰，前提是向 CCS 提交资料证明以下内容：

① 双法兰连接 (两个独立的法兰，一个法兰在燃气管路上，另一个法兰在次屏壁上) 无法实施安装；

② 单个法兰满足本节 6.1.2.1 (2) 的安全要求 (即当一个密封系统失效时，不会导致气体燃料泄漏到周围区域)，并结合部件的布置至少考虑螺栓的破裂或松动，包括当管路突然移位时 (如船舶中拱、中垂或过度振动等) 不应导致法兰失效。

6.1.3 一般要求

6.1.3.1 对于单一气体燃料动力系统，燃料供应系统的布置应具备冗余和隔离，以便当一套系统发生泄漏或一个用于燃料供应的重要辅助设备发生故障时，不会导致出现不可接受的动力损失。在发生泄漏或故障的情况下，根据 SOLAS 公约第 II-1/26.3 条，主管机关对整体安全性作考虑后，可以接受将正常运行的推进能力作部分降低。

第2节 供气阀布置

6.2.1 一般要求

6.2.1.6 当本规范12.1.2.1 (2) 要求的安全系统动作的情况下，如果主气体燃料阀自动关闭，则该主气体燃料阀和双截止透气阀之间，及双截止透气阀和用气设备之间的整个供气管路应自动透气。

第4节 机器处所内的供气系统

6.4.1 气体安全机器处所的供气系统

6.4.1.1 气体安全机器处所内的供气管路应采用双壁管，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通风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。

(3) CCS也可接受其他具有相同安全水平的方案。

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

(1) 最大累积压力：供气管路破裂时，气体在通风导管内流动产生的静压；

(2) 管路破裂时局部瞬时峰值压力 p^* ，按下式计算：

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

式中： p_0 ——内管最大工作压力；

k ——定压比热和定容比热的比值，对 CH_4 ， $k = 1.31$ ；

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

6.4.1.5 对于 2026 年 7 月 1 日或以后建造的船舶,当用于吹扫、透气或排放燃气目的而设置的气体燃料透气管路至少满足下列所有条件时,可接受该管路采用单壁结构并位于气体安全机器处所内:

(1) 该管路应来源于设计压力不超过1 MPa的气体燃料管系,或透气管路中计算的最大累积背压应不超过0.5 MPa;

(2) 该管路应为全焊接结构。若其与用气设备的连接不是采用焊接方式,则该连接接头及任何柔性部件应满足本规范6.4.1.1的要求;

(3) 该管路的管端应是敞开的;

(4) 该管路不应含有燃气或燃气-空气混合物,除非当用气设备隔离气体燃料时,该管路仅用于吹扫、透气和排放燃气和/或燃气-空气混合物的安全目的;

(5) 气体安全机器处所(即用气设备所在的处所)应持续进行机械通风。

内燃机的透气管应采用双壁管结构,除非在发动机的安全理念中已证明单壁管结构是合理的。

第8章 消防

第2节 防火

8.2.1 一般要求

8.2.1.1 ~~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，~~就防火而言，燃料准备间应视为A类机器处所/重要机器处所。其中，防火系指结构防火，不包括脱险通道。

第3节 灭火

8.3.4 化学干粉灭火系统

8.3.4.4 除主管机关可能要求的手提式灭火器之外，加注站附近和燃料准备间内还应分别设置至少1具容量不少于5 kg的手提式干粉灭火器。对于2026年1月1日之前建造的船舶，应不晚于2026年1月1日或之后的第1次检验，在燃料准备间内配备上述手提式干粉灭火器。

第9章 防爆

第2节 危险区域划分

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，以及内部含有气体燃料的管路和设备，以及本规范1.1.2.17（2）定义的屏壁间处所。

9.2.2.2（1） 1类危险区域

该区域包括但不限于：

（1）燃料舱接头处所，燃料舱处所^①及屏壁间处所；

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

第12章 控制、监测和安全系统

第2节 监测与控制

12.2.1 加注和燃料舱

12.2.1.1 燃料舱液位指示

(3) 液化气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(仅适用于国内航行船舶), 其为封闭系统的组成部分, 并能防止气体燃料溢出, 如浮筒式系统、电子探头、磁性探头、压差式传感器和气泡管式指示器等。该装置应视为燃料舱的接头。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。

第13章 制造、工艺和试验

第3节 燃料围护系统的金属材料焊接和无损探伤

13.3.5 产品焊缝试验

13.3.5.1 除薄膜燃料舱外，所有燃料舱和处理用压力容器通常按每50 m左右的对接焊缝进行一次产品焊缝试验，并应能代表各个焊接位置。对于次屏壁，应按主屏壁要求进行相同型式的产品焊缝试验，但经CCS同意可减少试验数量。除本章13.3.5.2至13.3.5.5规定的试验外，可要求对燃料舱或次屏壁进行其他试验。

第14章 操作要求

第2节 操作要求

14.2.3 加注责任

14.2.3.1 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) 书面同意加注程序，包括冷却、驱气（如需要）、各阶段最大加注速度、最小和最大的传输压力、温度限值、加注管路压力释放阀的调定值，及拟加注量；