

### 内河 LNG 燃料动力船舶改造技术规范

Technical specification for modification of inland waterway LNG fuel  
powered vessel

地方标准信息服务平台

2023 - 02 - 17 发布

2023 - 03 - 20 实施



## 目 次

前 言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 改造通则 .....	2
4.1 船舶适改条件和风险评估 .....	2
4.2 改造技术 .....	2
5 LNG 燃料发动机 .....	2
5.1 一般要求 .....	2
5.2 选型要求 .....	2
5.3 安装要求 .....	3
6 LNG 燃料储罐 .....	3
6.1 选型 .....	3
6.2 布置和安装 .....	3
6.3 周边装置要求 .....	3
7 管系设计与材料选择 .....	3
7.1 一般要求 .....	3
7.2 设计 .....	4
7.3 材料选择 .....	4
8 LNG 燃料围护系统 .....	4
8.1 布置要求 .....	4
8.2 技术要求 .....	4
9 LNG 燃料供应系统 .....	4
9.1 一般要求 .....	4
9.2 技术要求 .....	4
9.3 LNG 燃料阀门布置 .....	4
9.4 机舱外的 LNG 燃料供给系统 .....	5
9.5 机舱内的 LNG 燃料供给系统 .....	5
10 通风系统 .....	5
10.1 一般要求 .....	5
10.2 LNG 燃料储罐接头处所通风改造 .....	5
10.3 机舱通风改造 .....	6
10.4 双壁管通风改造 .....	6
11 安保控制系统 .....	6
11.1 发动机运行监测、安保及控制 .....	6

11.2	供气系统监测、安保及控制	6
11.3	机舱与驾驶室控制	6
11.4	加注监测与控制	7
11.5	热交换器监测与控制	7
11.6	机舱监测与报警	7
11.7	LNG 燃料探测和火灾探测	7
12	消防系统与防爆系统	8
12.1	一般要求	8
12.2	消防系统	8
12.3	防爆系统	8
13	加注系统	8
13.1	一般要求	8
13.2	加注管路改造要求	9
14	船舶改造后试验要求	9
14.1	LNG 燃料储罐的试验	9
14.2	LNG 燃料管路部件试验	9
14.3	系泊试验	9
14.4	航行试验	9
15	LNG 燃料系统操作要求	9
15.1	一般要求	9
15.2	LNG 燃料加注前检查	10
15.3	电气屏蔽接地	10
15.4	LNG 燃料输送	10
15.5	进入围蔽处所	10
15.6	LNG 燃料系统的惰化和吹扫	10
16	图纸送审与检验	10
16.1	送审图纸和材料	10
16.2	备查图纸和资料	11
16.3	船上保存的资料	11
16.4	船舶检验	11

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广西壮族自治区交通运输厅提出并宣贯。

本文件由广西交通运输标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：广西西江开发投资集团有限公司、广西职业师范学院、广西感知物联科技有限公司、广西北港大数据科技有限公司。

本文件主要起草人：宁武、林兴志、黄海遵、潘翔、梁菲、王萍、何树光、方伟迅、邱佳、甘雯雯。

地方标准信息服务平台



# 内河 LNG 燃料动力船舶改造技术规范

## 1 范围

本文件规定了内河LNG燃料动力船舶改造通则、LNG燃料发动机、LNG燃料储罐、管系设计与材料选择、LNG燃料围护系统、LNG燃料供应系统、通风系统、安保控制系统、消防系统与防爆系统、加注系统、船舶改造后试验要求、LNG燃料系统操作要求、图纸送审与船舶检验等内容。

本文件适用于广西壮族自治区行政区域内内河常规柴油燃料动力船舶改造为LNG燃料动力船舶时相关的船体、轮机、电气的设计、改造和安装。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 3033.1 船舶与海上技术 管路系统内含物的识别颜色 第1部分：主颜色和介质
- GB/T 3221 内燃机动力内河船舶系泊和航行试验大纲
- 中国船级社 船舶应用天然气燃料规范（2021）
- 中国船级社 材料与焊接规范（2022）
- 中国船级社 钢质内河船舶建造规范（2016）及其2019年、2021年修改通报
- 中国船级社 散装运输液化气体船舶构造与设备规范（2022）
- 中华人民共和国海事局 天然气燃料动力船舶法定检验暂行规则（2018）

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**LNG liquefied natural gas**

液化天然气（Liquefied Natural Gas）的缩写，主要成分是甲烷，是一种化石能源，可作为船舶动力燃料。

### 3.2

**双燃料发动机 dual fuel engine**

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。

### 3.3

**LNG 燃料发动机 LNG fuel engine**

只能依靠LNG燃料运转而不能转换到以任何其他类型燃料运转的内燃机。

### 3.4

**LNG 燃料动力船舶 LNG fuel powered vessel**

以LNG作为船舶主机主要燃料的船舶。

### 3.5

#### LNG 燃料围护系统 LNG fuel containment system

包括LNG燃料储罐接头在内的用于LNG燃料储存的装置。

### 3.6

#### LNG 燃料储罐处所 LNG fuel storage tank premises

布置LNG燃料储罐的船舶艙部开敞甲板处所。

### 3.7

#### LNG 燃料储罐接头处所 LNG fuel storage tank joints premises

环围 LNG 燃料储罐所有接头和阀门的处所。

## 4 改造通则

### 4.1 船舶适改条件和风险评估

4.1.1 船舶适改条件应按照中国船级社《船舶应用天然气燃料规范》（2021）要求出具改造方案。

4.1.2 应按照中国船级社《船舶应用天然气燃料规范》（2021）的要求，对于 LNG 加注、储存、供气及使用环节进行风险评估。

4.1.3 承担内河 LNG 燃料动力船舶改造的设计单位宜具有油船或化学品船的设计经历和对船舶是否适改的评估能力。

4.1.4 承担内河 LNG 燃料动力船舶改造的单位应具有船舶性能试验的能力和对动力系统是否适改的评估能力。

### 4.2 改造技术

4.2.1 LNG 燃料动力船舶改造内容应包括更换 LNG 燃料发动机，以及新增 LNG 燃料储罐、管系、LNG 燃料围护系统、LNG 燃料供应系统、通风系统、安保控制系统、消防系统与防爆系统、加注系统。

4.2.2 改造后设备和系统应具备安全性、可靠性、实效性和灵活性。

4.2.3 在改造前应通过布置和系统设计将与 LNG 燃料相关的危险所发生的概率和后果限制在最低水平。

4.2.4 应在所有低温设备、双壁管的所在区域按中国船级社《船舶应用天然气燃料规范》（2021）的要求设置警示标志和防护措施。

4.2.5 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。

4.2.6 危险区域内应仅安装操作所必需的设备，且此类设备的性能应与其工作环境相适应并经船舶检验机构认可。

## 5 LNG 燃料发动机

### 5.1 一般要求

5.1.1 更换的发动机应具有船用产品证书和船机防止空气污染证书。

5.1.2 更换的发动机可为 LNG 燃料发动机或双燃料发动机。

### 5.2 选型要求



- 5.2.1 LNG 燃料发动机选型应考虑船型、航行环境、机舱配置等因素选择适当的功率型号。
- 5.2.2 更换的 LNG 燃料发动机或双燃料发动机的额定功率应满足船舶使用需求。

### 5.3 安装要求

- 5.3.1 更换 LNG 燃料发动机时，应按照中国船级社《钢质内河船舶建造规范》（2016）及其 2019 年、2021 年修改通报和《船舶应用天然气燃料规范》（2021）的要求进行安装。
- 5.3.2 LNG 燃料喷射阀与 LNG 燃料发动机之间的连接管应采用软性连接。

## 6 LNG 燃料储罐

### 6.1 选型

- 6.1.1 LNG 燃料储罐应选择 C 型独立储罐，选型应考虑船舶吨位、船舶尺寸、LNG 燃料发动机功率、船舶续航需求、船舶安全等因素。
- 6.1.2 LNG 燃料储罐应持有船舶检验机构颁发或签署的船用产品证书。

### 6.2 布置和安装

- 6.2.1 LNG 燃料储罐应位于船舶艏部开敞甲板，宜横向布置，其艏部及两侧应设置有效的物理防护。
- 6.2.2 充装接头下方应设置集液盘，集液盘材料的设计温度应与在大气压力下装载的燃料温度相适应，集液盘的安装应与甲板面有效隔。
- 6.2.3 LNG 燃料储罐应按照中国船级社《船舶应用天然气燃料规范》（2021）的要求对防翻滚、防雷、接地等方面予以保护。
- 6.2.4 LNG 燃料发动机排气系统应安装适当的爆炸压力释放装置，设计方案应满足中国船级社《船舶应用天然气燃料规范》（2021）的要求。
- 6.2.5 发动机排气方式可以侧排或尾排，发动机排气管出口与气罐压力释放阀出口之间的水平距离应满足中国船级社《船舶应用天然气燃料规范》（2021）的要求。

### 6.3 周边装置要求

- 6.3.1 桅杆放倒方式应按照实际情况设计，桅杆眠桅时，不应对气罐的安全造成影响，宜设计为往前放倒式。
- 6.3.2 桅灯的设置应尽可能避开危险区域，否则所选用灯具的防爆类别应满足规范对危险区域电气设备的要求。

## 7 管系设计与材料选择

### 7.1 一般要求

- 7.1.1 LNG 燃料管系应能满足 LNG 燃料储罐排空、吹扫和透气的要求。
- 7.1.2 通往含有 LNG 燃料释放源处所的通道或该处所上的其他开口，应做适当布置，使可燃气体、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。
- 7.1.3 LNG 燃料管系易碰撞部分应予以物理保护，管系沿甲板布置时与甲板间距离应不小于 200 mm。
- 7.1.4 改造 LNG 燃料管系使用的材料应能吸收 LNG 燃料因极端温度引起的热膨胀或收缩，而不会产生

过大应力；应采取措施保护管系及其部件和 LNG 燃料储罐，使其免受由于热变形及 LNG 燃料储罐、船体构件的位移而引起过大应力的影响。

7.1.5 应按照 GB/T 3033.1 的要求对 LNG 燃料管路和所有其他管路进行颜色标识。

## 7.2 设计

7.2.1 如在 LNG 燃料储罐或管系与船体结构之间采用热隔离，则管系和 LNG 燃料储罐均应与船舶结构采取电气接地措施。所有具有密封垫片的法兰接头和软管接头也应进行电气连接。

7.2.2 可能含有低温 LNG 燃料的管路应予以隔热，将湿气冷凝或结霜降至最低程度。

## 7.3 材料选择

7.3.1 用于 LNG 燃料围护系统和管系的材料应满足中国船级社《船舶应用天然气燃料规范》（2021）的要求。

7.3.2 非金属材料的选择和使用，可参考中国船级社《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》（2022）和《材料与焊接规范》（2022）第 2 篇的相关要求。

## 8 LNG 燃料围护系统

### 8.1 布置要求

LNG 燃料围护系统的布置应使释放的 LNG 气体通向开敞的安全处所。

### 8.2 技术要求

8.2.1 LNG 燃料储罐的最大允许工作压力（MAWP）不应超过压力释放阀最大允许调定值的 90%。

8.2.2 LNG 燃料围护系统应满足压力释放、LNG 燃料储罐装载极限、LNG 燃料储存状态维持、LNG 燃料围护系统环境控制等方面的要求。

## 9 LNG 燃料供应系统

### 9.1 一般要求

LNG 燃料供应系统的布置应能将任何 LNG 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。

### 9.2 技术要求

9.2.1 设置 1 个 C 型独立 LNG 燃料储罐时，应设有 2 个完全独立的储罐接头处所。

9.2.2 设置 2 个 C 型独立 LNG 燃料储罐时，可每个储罐设有 1 个储罐接头处所。

### 9.3 LNG 燃料阀门布置

9.3.1 LNG 燃料储罐进口和出口应设置阀件，应靠近 LNG 燃料储罐。

9.3.2 LNG 燃料储罐的每一 LNG 燃料供应出口应设置一个手动截止阀和一个 LNG 燃料储罐主阀，两阀串联连接；或设置 1 个手动和自动操作组合阀，且应尽可能靠近 LNG 燃料储罐。

9.3.3 通往每台或每套用气设备的供气总管上应串联安装 1 个手动截止阀和 1 个主气体燃料阀，或设置 1 个自动和手动操作组合阀。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。

9.3.4 通往每台 LNG 燃料发动机的 LNG 燃料供气管路上应安装一套双截止透气阀。

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

9.3.6 在双截止透气阀上游通向每台 LNG 燃料发动机的供气管路上应设有 1 个手动操作的截止阀。

9.3.7 所有阀件附件应集中在冷箱内与加注站和 LNG 燃料储罐安装在同一撬块上，布置形式可为双侧单冷箱或单侧双冷箱。

#### 9.4 机舱外的 LNG 燃料供给系统

9.4.1 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亡的风险减至最小。

9.4.2 若 LNG 燃料供给管路穿过围蔽处所，应采用双壁管。

9.4.3 双壁管应设置机械式负压通风系统，通风能力应为每小时至少换气 30 次。

#### 9.5 机舱内的 LNG 燃料供给系统

9.5.1 气体安全机器处所内的供气管路应采用双壁管。

9.5.2 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、检查气体喷射阀和气缸盖。LNG 燃料发动机本体上的供气管路也应采用双壁管，直至气体喷射至燃烧室。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。

9.5.3 LNG 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。

### 10 通风系统

#### 10.1 一般要求

10.1.1 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。

10.1.2 船舶营运的所有环境条件下均应能通风。

10.1.3 除非风机电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。

10.1.4 用于含有 LNG 燃料处所的风机应满足下列要求：

- 风机风扇和通风管（仅指风扇处）应为按中国海事局规定的非火花结构；
- 风机应备有配件，外壳应接地；
- 应具有足够的通风能力；
- 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。

10.1.5 风机的数量和功率应满足下列条件：从主配电板由独立线路供电的一个风机失效，或从主配电板/分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 LNG 燃料储罐接头处所通风改造

10.2.1 LNG 燃料储罐接头处所应设置有效的抽吸式机械通风系统。

10.2.2 LNG 燃料储罐接头处所通风系统的通风能力应为每小时至少换气 30 次。如安装了其他合适的防爆装置，则可以降低换气率。替代装置的等效性应通过风险评估予以证明。

10.2.3 LNG 燃料储罐接头处所的通风围阱内应设有经认可的故障安全型自动挡火闸。

10.2.4 当发动机处于 LNG 燃料模式时，LNG 燃料储罐接头处所的通风系统应持续运转。

### 10.3 机舱通风改造

10.3.1 含有 LNG 燃料设备的机舱通风系统应独立于其它通风系统。

10.3.2 发动机处于 LNG 燃料模式时，机舱通风系统应持续运转。

### 10.4 双壁管通风改造

10.4.1 含有 LNG 燃料管系的双壁管应设置有效的抽吸式机械通风系统，其通风能力应为每小时至少换气 30 次。

10.4.2 双壁管的通风进口应始终位于远离着火源的非危险区域内。

10.4.3 双壁管的通风进口处应设有合适的金属丝网保护，并应防止进水。

10.4.4 如能确保双壁管或管道内的空气流速不低于 3 m/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 LNG 燃料管路和其他所安装的部件。

10.4.5 双壁管的通风进口处下缘距离开敞甲板面的高度应不小于 350 mm。

## 11 安保控制系统

### 11.1 发动机运行监测、安保及控制

11.1.1 发动机运行状态监测应包括发动机冷却水温、机油温度、机油压力、燃气压力、燃气温度、燃料模式等运行状态的监测。

11.1.2 安保控制系统应具有发动机机油压力低、冷却水温高、机油温度高、甲烷泄露/超标等安保功能，如果发生危及发动机安全运行的故障，系统应能自动反应，避免安全事故的发生。

11.1.3 安保控制系统应具有发动机运行控制功能，可集成高压共轨燃油控制和燃气控制，可根据标定的发动机推进特性和发动机的温度、负荷、转速等关键参数对燃油燃气喷射、节气门开度等进行精确控制，使发动机运行在优化工况，应满足国际海事组织（IMO）二阶段排放指标要求。

11.1.4 发动机控制与监测安保功能应满足中国船级社相关规范运行指标要求及本质安全要求。

### 11.2 供气系统监测、安保及控制

11.2.1 安保控制系统应能实现对 LNG 燃料供气系统的控制、报警、探测和切断。

11.2.2 安保控制系统应采用独立供气系统控制与监测安保功能单元，实现供气系统监测安保控制系统与 LNG 燃料发动机控制系统物理隔离。

11.2.3 安保控制系统应具有供气系统状态监测功能，实时监测 LNG 燃料储罐压力、LNG 燃料储罐液位、供气管路压力、LNG 燃料温度等供气系统状态。

11.2.4 安保控制系统应具有供气系统燃气泄漏、燃气压力异常等安保功能，应能根据实际状态自动切断燃气供给，启动安保控制程序，避免危害安全事件发生。

11.2.5 安保控制系统应具有供气系统控制功能，应能根据操作意图和系统实际状态控制左机和右机的燃气供给，应具有 LNG 燃料储罐充装控制功能。

11.2.6 供气系统状态监测、安保、控制功能应满足中国船级社相关规范运行指标要求。

### 11.3 机舱与驾驶室控制

11.3.1 安保控制系统应具有 LNG 燃料发动机运行机旁操纵模式与遥控操纵模式，能实现 LNG 燃料发动机运行操纵模式的切换及两地控制。

11.3.2 安保控制系统应具有供气系统机旁操纵模式与遥控操纵模式，能实现供气系统操纵模式的切换及两地控制。

11.3.3 安保控制系统应具备 LNG 燃料发动机运行操纵状态、安保操纵及供气系统状态监测显示功能，能实现在机舱和驾驶室显示终端显示发动机运行状态和供气系统状态。

11.3.4 在故障报警和故障状态产生时，安保控制系统应能在机舱和驾驶室显示终端进行声光报警。

11.3.5 安保控制系统应具有设备故障记录与事件记录功能。

11.3.6 安保控制系统在运行过程中应能实时记录历史报警状态和历史操作数据。

11.3.7 应在靠近机舱出口处和驾驶室位置布置能进行手动紧急切断的装置。

11.3.8 如安保控制系统主要由蓄电源供电，应增加蓄电池或临时应急电源的容量。

#### 11.4 加注监测与控制

应可从一个远离加注站的安全位置对加注进行控制。在此位置，应能对 LNG 燃料储罐压力、温度和液位进行监测，应能对本文件所要求的遥控阀进行操作，应能指示溢流报警和自动切断。

#### 11.5 热交换器监测与控制

11.5.1 应对热交换器传热介质温度和循环流量进行监测，当传热介质实际温度低于设计允许值时应发出低温报警。当传热介质停止循环时应自动关闭相应 LNG 燃料储罐主阀并停止 LNG 燃料泵运行。

11.5.2 应对热交换器出口温度进行监测，并提供低温报警。当热交换器出口温度过低时，应自动启动向热交换器供应 LNG 燃料的管路上的截止阀。

11.5.3 宜在热交换器循环水出口安装 LNG 燃料泄漏探测报警装置。

#### 11.6 机舱监测与报警

11.6.1 应对机器处所进行通风监测。

11.6.2 所要求的通风能力发生任何损失时，应在驾驶室发出声光报警。

11.6.3 对于 LNG 燃料储罐接头处所、双壁管，其内部通风失效时应触发安全保护系统。

#### 11.7 LNG 燃料探测和火灾探测

11.7.1 LNG 燃料探测应安装固定式气体探测器，安装处所应包括：

- LNG 燃料储罐接头处所内；
- 双壁管内外层管之间；
- 含有 LNG 燃料管路或者用 LNG 燃料设备的机器处所内（LNG 燃料安全机器处所除外）；
- 其它含有 LNG 燃料管路，但未设置双壁管的围蔽处所内；
- 其它可能产生 LNG 燃料积聚的围蔽处所。

11.7.2 固定式 LNG 燃料探测器应为两个相互靠近且独立的探测器。

11.7.3 每个处所内 LNG 燃料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。

11.7.4 LNG 燃料探测器应位于 LNG 燃料可能积聚处或通风出口处。

11.7.5 对于含有 LNG 燃料发动机机器处所内的双壁管，报警限值可设定在 30% LEL，两个探测器探测可燃 LNG 燃料浓度达到 60% LEL 时，应触发安全保护系统。

11.7.6 LNG 燃料探测器的声光报警应布置在机舱和驾驶室。

11.7.7 在 LNG 燃料发动机机器处所和独立 LNG 燃料储罐处所内，应设置火灾探测装置。

## 12 消防系统与防爆系统

### 12.1 一般要求

12.1.1 消防系统与防爆系统应能处置 LNG 燃料气体意外积聚及因此产生的风险。

12.1.2 危险区域内电气设备和电缆铺设应符合中国船级社《船舶应用天然气燃料规范》（2021）中第 9 章第 3 节的规定。

### 12.2 消防系统

#### 12.2.1 一般要求

12.2.1.1 面向加注站的机器处所、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。

12.2.1.2 布置在开敞甲板的消防总管经过开敞甲板上的 LNG 燃料储罐区域时，消防总管应安装隔离阀，以隔离管内损坏区域。隔离阀应位于危险区域以外。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。

#### 12.2.2 水雾系统

12.2.2.1 水雾系统应覆盖位于甲板上的 LNG 燃料储罐的暴露部分，包括加注口位置。

12.2.2.2 水雾系统应覆盖面向 LNG 燃料储罐的甲板室和其他通常有人的甲板室的限界面，但当这些限界面与 LNG 燃料储罐的距离大于或等于 5 m 时，可不必覆盖。

#### 12.2.3 化学干粉灭火系统

12.2.3.1 LNG 燃料储罐位于开敞甲板时，在 LNG 燃料储罐附近应至少设置 2 具容量不少于 5 kg 的手提式干粉灭火器。

12.2.3.2 LNG 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。

12.2.3.3 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。

12.2.3.4 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。

12.2.3.5 在 LNG 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 具容量不少于 5 kg 的手提式干粉灭火器。

### 12.3 防爆系统

12.3.1 LNG 燃料储罐应设置压力释放阀，超压时应能自动打开泄压。

12.3.2 防爆系统应按照中国船级社《船舶应用天然气燃料规范》（2021）进行设置。

## 13 加注系统

### 13.1 一般要求

13.1.1 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。

13.1.2 加注装置应能接收和容纳 LNG 燃料而不会造成泄漏。

- 13.1.3 加注系统应使加注过程的 LNG 燃料泄漏不会对人员、环境和船舶造成危险。
- 13.1.4 船舶应配有安全可靠的便携式防爆通信设备，用于在加注作业时与加注方之间的通讯。

### 13.2 加注管路改造要求

- 13.2.1 加注系统应设有惰性气体吹扫 LNG 燃料加注管路的装置。
- 13.2.2 加注管路靠近通岸接头处应串联安装手动截止阀和遥控截止阀，或手动操作和遥控的组合阀。
- 13.2.3 应设有在加注完成后排空加注管路内 LNG 燃料的设备。
- 13.2.4 加注管路应能进行惰化和除气。
- 13.2.5 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。
- 13.2.6 加注总管应设有过滤装置，其与 LNG 燃料供应方的连接应满足 7.2.1 的要求。
- 13.2.7 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文件对供气管路通风导管的要求。

## 14 船舶改造后试验要求

### 14.1 LNG 燃料储罐的试验

- 14.1.1 在 LNG 燃料储罐首次加注期间或紧接其后，应对 LNG 燃料围护系统的冷点进行检查。
- 14.1.2 加热装置应按照中国船级社《船舶应用天然气燃料规范》（2021）的要求，对所要求的热量输出和热量分布进行试验。
- 14.1.3 应按照中国船级社《船舶应用天然气燃料规范》（2021）的要求进行 LNG 燃料释放阀压力试验。

### 14.2 LNG 燃料管路部件试验

- 14.2.1 受压部件应至少按设计压力的 1.5 倍进行压力试验。
- 14.2.2 完整的膨胀接头应进行循环试验。
- 14.2.3 装配后应使用适当的流体对所有 LNG 燃料管路进行压力试验；对 LNG 燃料管系中双壁管，其外管或通风导管应进行压力试验。

### 14.3 系泊试验

船舶系泊试验应按照 GB/T 3221 的要求进行。

### 14.4 航行试验

船舶航行试验应按照 GB/T 3221 的要求进行。

## 15 LNG 燃料系统操作要求

### 15.1 一般要求

- 15.1.1 LNG 燃料系统装载、储存、运行、维护和检验的操作程序应能尽量降低对人员、船舶和环境的风险。
- 15.1.2 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。
- 15.1.3 船上应备有所有与 LNG 燃料相关装置的维护程序和资料。

15.1.4 船上应备有操作程序，包含详细的 LNG 燃料操作手册。

15.1.5 船上应备有适当的应急响应程序。

## 15.2 LNG 燃料加注前检查

15.2.1 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：

- 所有通信方式，包括船岸连接（如设有）；
- 固定式 LNG 燃料和火灾探测设备的操作；
- 可携式 LNG 燃料探测设备的操作；
- 遥控阀的操作；
- 软管和接头的检查。

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

## 15.3 电气屏蔽接地

15.3.1 输送设施用于加注作业的软管、LNG 燃料输送臂、管系和附件，应连续导电，适当绝缘。

15.3.2 LNG 燃料储罐罐体外壳应有良好接地，接地点应不少于两处，接地导体截面满足雷电流下引的要求（铜质：截面积不小于 70 mm<sup>2</sup>；钢质：截面积不小于 100 mm<sup>2</sup>；铝合金：截面积不小于 84 mm<sup>2</sup>）。

## 15.4 LNG 燃料输送

15.4.1 应在加注作业区入口处张贴警示标志，列明 LNG 燃料输送期间的消防安全预防措施。

15.4.2 在 LNG 燃料输送操作期间，应仅允许必要的工作人员进入加注总管区域。

15.4.3 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。

## 15.5 进入围蔽处所

15.5.1 在正常操作情况下，人员不得进入可能有 LNG 燃料或易燃蒸气积聚的 LNG 燃料储罐、LNG 燃料储罐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 LNG 燃料。

15.5.2 人员在进入围蔽的危险区域时，不得带入任何潜在的点火源。

## 15.6 LNG 燃料系统的惰化和吹扫

15.6.1 LNG 燃料系统惰化和吹扫程序应确保空气不会被引入含有可燃 LNG 燃料环境的管系或 LNG 燃料储罐内。

15.6.2 LNG 燃料系统惰化和吹扫程序应确保 LNG 燃料不会被引入邻近 LNG 燃料系统的围阱或处所内。

## 16 图纸送审与检验

### 16.1 送审图纸和材料

16.1.1 LNG 燃料动力船舶改造应按中国船级社《船舶应用天然气燃料规范》（2021）、中华人民共和国海事局《天然气燃料动力船舶法定检验暂行规则》（2018）的要求提交图纸资料。

16.1.2 应向船舶检验机构提交试验大纲及试验程序，包括与 LNG 燃料动力船舶有关的系泊与航行试验程序，以及所有 LNG 燃料管系及其阀件、附件和相关设备的功能性试验程序等。



## 16.2 备查图纸和资料

应将下列图纸和资料提交船舶检验机构备查：

- 设计温度低于-110℃的管路的热应力分析报告；
- 低温管系的隔热布置说明；
- 相关风险分析报告。

## 16.3 船上保存的资料

除相关规范法规要求的常规资料外，船上还应至少保存如下资料：

- 1份 LNG 燃料系统操作及维护手册；
- 1份 LNG 燃料控制、监测和安全系统仪器的说明；
- 1份设备定期试验计划。

## 16.4 船舶检验

### 16.4.1 一般要求

应按照中华人民共和国海事局《天然气燃料动力船舶法定检验暂行规则》（2018）和中国船级社《船舶应用天然气燃料规范》（2021）检验。

### 16.4.2 改造中检验

船舶的改造中检验应按中华人民共和国海事局《天然气燃料动力船舶法定检验暂行规则》（2018）、中国船级社《船舶应用天然气燃料规范》（2021）的要求和船舶检验机构有关规范要求，参照本文件对 LNG 燃料动力船舶设备改造过程进行检验。

### 16.4.3 改造后检验

内河 LNG 燃料动力船舶改造后，应按中华人民共和国海事局相关法规进行年度检验、中间检验、特别检验，入级船舶应按照有关船舶技术法规进行。