



中国船级社

液化天然气燃料水上加注趸船 入级与建造规范

2014

2014年3月1日 生效

目 录

总 则	1
第 1 章 通 则	4
第 1 节 一般规定	4
第 2 节 定 义	5
第 3 节 等级划分	6
第 2 章 入级与检验	8
第 1 节 一般规定	8
第 2 节 入级符号与附加标志	8
第 3 节 图纸资料审查	9
第 4 节 证书与报告	12
第 5 节 船用产品持证要求	13
第 6 节 建造中检验	13
第 7 节 建造后检验	16
第 8 节 适装证书检验	19
第 3 章 结 构	20
第 1 节 一般规定	20
第 2 节 材料与焊接	21
第 3 节 结构设计原则	21
第 4 节 总纵强度	24
第 5 节 外 板	28
第 6 节 甲 板	29
第 7 节 单底骨架	31
第 8 节 双底骨架	34
第 9 节 舷侧骨架	38
第 10 节 甲板骨架	42
第 11 节 支柱及桁架	49
第 12 节 舱 壁	56
第 13 节 特殊结构	58
第 14 节 甲板室	61
第 15 节 栏杆及护舷材	63
第 4 章 LNG 装置与系统	65
第 1 节 一般规定	65
第 2 节 储罐	67
第 3 节 气态天然气储罐	70
第 4 节 LNG 泵	71

第5节 LNG 热交换器	71
第6节 加气设备	72
第7节 加注管路	73
第8节 补给管路	74
第9节 发动机供气管路	74
第10节 惰化设施	75
第11节 加注标准接头	76
第5章 加油设备与管系	78
第1节 一般规定	78
第2节 加油泵	79
第3节 加油设备	79
第4节 加油管系和注入管系	80
第5节 油舱液位测量装置	81
第6节 透气管系	81
第7节 加热管系	82
第6章 发动机与系统	84
第1节 一般规定	84
第2节 机舱布置	90
第3节 发动机	90
第4节 船舶管系	91
第5节 动力管系	95
第7章 电气设备	98
第1节 一般规定	98
第2节 配电系统	101
第3节 电源设置	104
第4节 电力拖动装置	106
第5节 照 明	107
第6节 电热器具	109
第7节 信号报警装置	109
第8节 视频监控系统	109
第9节 防雷、防静电及杂散电流	109
第8章 监测、报警和控制系统	112
第1节 一般规定	112
第2节 监 控	112
第3节 气体探测	113
第9章 危险区域划分及设备	115
第1节 危险区域划分	115
第2节 危险区域的电缆和设备	116

第 10 章 舾 装.....	119
第 1 节 一般规定.....	119
第 2 节 锚泊和系泊设备.....	119
第 3 节 锚机装置.....	120
第 11 章 消 防.....	错误!未定义书签。
第 1 节 一般规定.....	错误!未定义书签。
第 2 节 火灾的防止.....	错误!未定义书签。
第 3 节 火灾的抑制.....	错误!未定义书签。
第 4 节 灭 火.....	错误!未定义书签。
第 5 节 脱 险.....	错误!未定义书签。
附录 1 LNG 储罐技术要求.....	133
附录 2 加注臂的技术要求.....	138
附录 3 操作和培训要求.....	143
附件 1 罐车卸车操作流程.....	145
附件 2 罐车卸车基本信息表.....	146
附件 3 罐车卸车前检查表.....	147
附件 4 加注操作流程.....	148
附件 5 加注基本信息表.....	149
附件 6 加注准备检查表.....	150
附件 7 正式加注之前检查表.....	151
附件 8 加注后检查表.....	152
附件 9 培训课程内容.....	153

总 则

1 中国船级社

1.1 中国船级社（以下简称‘本社’）是由中国有关法律授权的、经法律登记注册的、从事船舶入级服务与法定服务及其他服务的专业技术机构/组织。

1.2 本社的服务宗旨是：对船舶、海上设施、集装箱以及相关的工业产品提供合理和安全可靠的技术规范，并通过本社独立、公正和诚实的入级、认证和技术服务，为交通运输、海上开发及相关的制造业和保险业服务，为促进水上人命和财产的安全与保护海洋及其他环境服务。

2 主要业务

2.1 本社的主要业务如下：

(1)船舶与海上设施及其产品（包括集装箱）入级服务：规范制定与维护、审图、检验与发证；

(2)船舶与海上设施及其产品授权法定服务：法定检验技术规则制定与维护、审图、检验与发证；

(3)受理其他验船机构委托的检验与发证、船舶与海上设施公正检验和安全评估、船舶与海上设施鉴证检验和发证、重大海上安全事故调查；

(4)相关陆上工业设施与产品认证、检验及发证，外国验船机构委托船用与相关陆上工业设施和产品代理检验及发证；

(5)船舶安全管理体系审核与发证；

(6)船舶保安体系认证；

(7)船舶技术状况勘验与技术状况鉴定；

(8)ISO 9000 与 ISO 14000 等系列质量体系与环境管理体系认证；

(9)船舶与海上设施入级技术研究、水上安全与环境保护技术研究、船用与相关陆上工业设施和产品检验技术研究、相关信息技术应用研究；

(10)其他服务。

3 规范生效

3.1 除另有说明外，本规范（含修改通报）发布后，一般在 3 个月后生效。生效日期注明在出版物的扉页上。

3.2 如经建造厂、业主同意，对建造中的加注趸船可以采用新规范的要求；同样，如新规范的要求比较合理而可行时，本社可同意建造中的加注趸船采用新规范的要求。无论何种情况，均应在相应技术文件中注明。

3.3 本规范的生效日期仅与规范批准颁布日期有关，不受其他法定要求生效的影响。

4 规范解释

4.1 本社颁布的规范、指导性文件及其他有关出版物的解释权属本社总部。

4.2 验船师在执行检验活动中应严格执行批准的图纸、计算书、说明书和其他技术文

件。如本社颁布的指导性文件等与规范要求有不协调之处，应以规范要求为准。

5 申请与费用

5.1 申请本社服务者，均需由申请人向本社或本社指定单位或本社的当地分支机构提交书面申请或本社统一的申请表，和/或与本社签订合同。

5.2 申请书或合同/协议，应明确双方的责任、入级符号与附加标志、船舶要素等。

5.3 申请人应提供从事上述服务所需的图纸和技术文件。

5.4 申请人应按本社费规和/或合同/协议规定支付费用和交通费，以及其他必要的费用。

5.5 超过合同/协议外的服务，或由于被服务方的原因造成本社的重复服务，本社有权向申请人收取额外附加费用。

6 各方责任

6.1 本社规范是船舶及相关产品的设计、制造及试验的依据，但不是唯一的依据。规范不能替代制造厂的工艺控制和质量控制，也不能减轻或解除制造方的责任。

6.2 本社规范并不覆盖船上每个结构件或每项设备，也不覆盖操作因素，亦不覆盖入级适用范围以外的活动，这些活动包括设计与制造过程、机器与某些设备类型及功率的选择、船员或操作人员的数量及资格、船体线型和载货能力以及操纵性能、货物系固、船体与设备振动、噪声、备件、救生设备与维护保养设备等。

6.3 如第三方使用本社的规范，但没有经过本社审图和检验而产生的后果，本社不承担责任。

6.4 本社承担的船舶入级是在所涉及的设计方、建造方、拥有方、制造方、销售方、供应方、修理方、营运方以及其他方履行各自职责的基础上进行的。由本社签发的任何报告、文件和证书中所包含的内容，均不意味是减轻或解除上述任何方应承担的任何责任。

6.5 本社签发的与检验有关的任何文件，只反映检验当时的状况。

6.6 入级证书（入级符号及附加标志）只证明该船符合本社相应入级规范或本社与申请本社服务者之间约定的其他标准的要求。如船舶不符合本社规范或本社与申请本社服务者之间约定的其他标准的要求时，本社有权不授予、暂停、取消入级符号和附加标志。

6.7 本社在有关报告、声明、审图、检验、发证或其他服务中，除涉及规范的要求外，不再作其他表述。本社在入级证书和报告外的其他文件所提供的信息，是否应采用由用户决定，本社不对此行为的后果负责。

6.8 本社按照合同提供服务，在任何情况下，本社均不对与本社无直接合同关系方的任何损失承担责任。

6.9 船东和/或船厂在使用船舶产品的过程中发现任何问题应及时向制造厂和本社反馈，以利于制造厂改进。

6.10 船东和/或经营人在船舶营运期间内，应确保船舶处于适航状态，按照本规范的规定及时向本社申请相关的检验，确保持有有效的证书，并对船舶营运安全管理负责。

6.11 根据合同应执行或遵守的任何规定、条件或义务，本社如有疏忽或失误，只要该疏忽或失误造成的原因超出本社的合理控制范围，则将不构成对本社的索赔，也不应视为违

约。

6.12 申请人申请本社服务，则意味着尊重本社职业安全健康管理要求，并承诺为提供入级和法定服务的本社验船师提供符合国家和检验活动所在地主管当局规定的安全技术要求，包括永久或临时性通道与设施、舱室环境、人员安全防护等。本社验船师将在履行特定检验工作之前，与申请人及其指定责任人员确认检验条件的安全性。

7 分歧与申诉

7.1 验船师在执行其任务中与有关方产生分歧而影响工作进度时，有关方应及时向验船师所在服务单位的领导提出书面申诉；如对其申诉处理仍不满意时，则可用书面连同详细背景材料向本社总部申诉。本社总部将根据情况作出最终的裁决。

7.2 如要求本社总部进行审查时，审查所产生的费用应由申诉人支付，但证明申诉人的申诉是正确的除外。

8 仲裁

8.1 本社仅对由于自身疏忽行为而直接造成的损失或损害承担责任，在任何情况下，本社均不对间接损失或随后引发的附加损失或损害承担责任。

8.2 尽管有上述规定，如依法判定合同关系方所遭受的损失或损害，仅仅是由于本社或其雇员、代理人或本社其他代表方的疏忽行为造成的，本社将承担责任，并将支付赔偿，但此赔偿的数额不超过该项服务收费的 2 倍，且最大不超过人民币 80 万元。但如该损失或损害系由如下行为所造成，本社将不承担任何责任：

- (1)本社雇员超越其受雇权限的行为；
- (2)本社代理人或其他代表方，超越本社对其书面授权范围的行为。

8.3 对本社承担责任的损失或损害的索赔，应以书面形式，在损害最初被发现或损失形成的 6 个月内提出，否则将被视为彻底放弃索赔权。

8.4 除与本社另有约定外，凡因本社提供的服务而引起的或与本社服务有关的任何争议，均应提交中国海事仲裁委员会，按照申请仲裁时该委员会现行有效的仲裁规则进行仲裁。仲裁裁决是终局的，对争议当事双方均有约束力。

9 信息提供与披露

9.1 各有关方应向本社提供入级与保持入级所需要的充分和正确的信息。

9.2 本社不会将加注趸船有关的信息披露给合同规定以外的其他方，但根据法律、法院决定、主管机关规定或业主书面同意除外。

第1章 通 则

第1节 一般规定

1.1.1 适用范围

1.1.1.1 《液化天然气燃料水上加注趸船入级与建造规范》（以下简称本规范）适用于在内河水域使用、为船舶加注以下燃料的新建加注趸船：

- (1) 液化天然气（LNG）燃料；或
- (2) 闪点大于60℃（闭杯试验，下同）的船用燃油和液化天然气（LNG）燃料。

1.1.2 材 料

1.1.2.1 加注趸船结构、设备、系统、管路及附件的材料应满足相应章节要求。

1.1.2.2 储罐、其他设备、管路及附件等同 LNG 或低温 LNG 蒸发气体接触的任何部件应采用与其温度和压力相适应的材料。该材料除满足本规范要求外，尚应满足本社《材料与焊接规范》和《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》的有关要求。

1.1.2.3 LNG 热交换器材料的熔点应不低于 925℃。

1.1.3 风险评估

1.1.3.1 如通过风险评估技术对加注趸船进行设计，由本社组织开展对其风险评估资料进行审核，认为满意之后，则风险控制方案可代替本规范的相关要求。

1.1.3.2 危险评价可为概率法或确定性法。

(1) 概率法包括：

- ① 故障率资料的收集；
- ② 源于外在和内在的潜在危险；
- ③ 危险概率的确定与分类；
- ④ 危险的后果及其后果等级的确定；
- ⑤ 确定风险等级，应使事故分类与其后果和概率标准相符；
- ⑥ 确定在“不可接受的风险”类别范围内，没有任何风险出现；
- ⑦ 判断限制危险方法的可行性。

(2) 确定性法包括：

- ① 源于外在和内在的潜在危险事项；
- ② 必然存在的危险的确立；
- ③ 必然后果的确定；
- ④ 判断限制危险的必要安全改进措施。

1.1.3.3 加注趸船的危险识别应根据实际情况进行。

1.1.4 绿色要求

1.1.4.1 本规范倡导和鼓励先进技术（绿色技术）在加注趸船上的应用，以实现加注趸船提高能源使用效率、减少环境污染、提高人员工作舒适度的目标。

1.1.4.2 加注趸船的设计、建造和维修应尽可能采用对人类和水域生态无害的材料，禁止采用含有石棉的材料。

1.1.4.3 加注趸船上尽可能使用由环保材料制造的产品，这些产品应符合公认的标准。

第2节 定义

1.2.1 除另有规定外，本规范定义如下：

1.2.1.1 天然气：系指从油气田产生的可燃气体，常温常压下呈气态，主要成分为甲烷和少量的乙烷、丙烷、丁烷等，天然气的组分可能由于其气源地不同而具有较大差别。其典型组分（体积组分，%）和特性参考如下：

- 甲烷 (C1) 94%
- 乙烷 (C2) 4.7%
- 丙烷 (C3) 0.8%
- 丁烷 (C4+) 0.2%
- 氮气 0.3%
- 气体密度 0.73kg/m^3 （1个大气压，温度 20°C ）
- 液体密度 450kg/m^3
- 低位热值 49.5MJ/kg
- 甲烷值 83

1.2.1.2 液化天然气（Liquefied Natural Gas，以下简写 LNG）：系指经压缩、冷却后以液态形式储存在特定容器中的天然气。

1.2.1.3 加注趸船：系指固定于水中某一位置，储罐、LNG泵和加注设备等部件固定安装于船上，用于船用 LNG 燃料加注的趸船。

1.2.1.4 新建加注趸船：系指本规范生效之日及以后签订建造合同的加注趸船。

1.2.1.5 LNG 罐车：系指用于装运 LNG 的专用车辆。

1.2.1.6 受注船：系指接受加注趸船提供燃料加注服务的船舶。

1.2.1.7 储罐：系指用于储存 LNG 的容器。

1.2.1.8 BOG（Boil off Gas）：系指蒸发气体的英文缩写。

1.2.1.9 BOG 罐：系指用于回收由于液化天然气因温度的变化产生的部分 BOG 所使用的容器。

1.2.1.10 气态天然气储罐：系指以气态形式储存天然气的压力容器，包括 BOG 罐等。

1.2.1.11 气罐处所：系指由加注趸船结构所围蔽、其内设有储罐的处所。

1.2.1.12 气罐区：系指包含 LNG 储罐、气态天然气储罐以及 LNG 的设备、系统和管系等布置的区域，但内含气态天然气的发动机气体燃料供应管所经过区域除外。

1.2.1.13 卸车区：系指供 LNG 罐车停放并向加注趸船上储罐输送 LNG 的固定区域。

1.2.1.14 卸车口：系指接卸 LNG 罐车所载 LNG 的固定管路上，与卸车软管相连的接头处。

1.2.1.15 油舱区：系指储存向外供给船用燃油（闪点大于 60°C ）的油舱上方的甲板区域。

1.2.1.16 生活区：系指起居处所、服务处所、控制站的上层建筑或甲板室所在的区域。

1.2.1.17 拦蓄区：系指用加注趸船结构或围板构成的拦蓄事故溢出 LNG 的区域。

1.2.1.18 加注作业区：系指设有加气设备、加油设备，为受注船加注燃料进行操作的甲板区域。加注作业区分为 LNG 加注作业区和加油作业区。

1.2.1.19 作业控制室：系指设有与加注趸船向外供给船用燃油和 LNG 燃料过程中有关的监测、报警和控制系统的舱室。

1.2.1.20 起居处所：系指公共处所、居住舱室、办公室、走廊、厕所、浴室及类似

处所。

1.2.1.21 服务处所：系指用作厨房、配膳室、储藏室、不属于机器处所组成部分的工作间，以及类似处所和通往这些处所的围壁通道。

1.2.1.22 控制站：系指船舶无线电设备，或应急电源所在的处所，或者是指火警指示器或失火控制设备集中的处所。

1.2.1.23 机器处所：系指装有发动机、燃油装置、泵、发电机、通风机、冷藏机、集中空调机等机械设备的处所，修理间和类似处所以及通往这些处所的围壁通道。

1.2.1.24 营业室：系指办理燃料加注手续的舱室。

1.2.1.25 LNG 控制系统：系指向受注船加注 LNG 及接受外来气源向储罐补充 LNG 的专用控制设备，包含电控箱、仪表设备等。

1.2.1.26 加气设备：为受注船加注 LNG 的设备，包括加注软管或 LNG 加注臂及其控制设备。

1.2.1.27 LNG 热交换器：系指通过加热使 LNG 从液态转化为气态的设备。其常见的加热介质有大气、水、水蒸气、乙二醇等。

1.2.1.28 释放源：系指可燃气体、蒸气或液体可能释放出能形成爆炸性气体环境的部位或地点。

1.2.1.29 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。

1.2.1.30 半围蔽处所：系指受甲板和/或舱壁限制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。

1.2.1.31 MARVS (Maximum Allowable Relief Valve of Setting)：系指压力释放阀最大允许调定值。

1.2.1.32 LEL (Lower Explosive Limit)：系指爆炸下限。

1.2.1.33 气体危险区域：系指爆炸性气体环境存在或可能出现的数量足以需要对机械和电气设备在结构、安装和适用上采用特别防护的区域。

危险区域分为 0 类区、1 类区和 2 类区。

0 类区：系指持续存在或长时间存在爆炸性气体环境的区域；

1 类区：系指在正常操作情况下可能出现爆炸性气体环境的区域；

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

1.2.1.34 气体安全区域：系指气体危险区域以外的区域。

1.2.1.35 集液盘：系指管路发生泄漏事故时，防止 LNG 外流的固定容器或移动容器。

1.2.1.36 间接读出系统：系指不直接将测量介质引至显示地点，而将介质有关测量数据转化为电子或机械型式输送至显示的舱室或位置的监测系统。

1.2.1.37 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。

1.2.1.38 单一气体燃料发动机：系指只能依靠天然气燃料运转且不能转换到燃油运转模式的内燃机。

1.2.1.39 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。

第3节 等级划分

1.3.1 一般要求

1.3.1.1 针对不同等级的加注趸船，应采取本规范规定的相应风险控制措施。

1.3.2 等级划分

1.3.2.1 对于仅加注 LNG 燃料的加注趸船，其等级划分按表 1.3.2.1。

液化天然气加注趸船等级划分 表 1.3.2.1

级 别	储罐总容积 V (m^3)	储罐单罐容积上限 (m^3)
III 级	$400 < V \leq 600$	300
II 级	$200 < V \leq 400$	200
I 级	$V \leq 200$	100

1.3.2.2 对于加注 LNG 燃料和加注燃油合建的加注趸船，其等级划分按表 1.3.2.2。

液化天然气/燃油加注趸船等级划分 表 1.3.2.2

级 别	储罐总容积 V (m^3)	储罐单罐容积上限 (m^3)	油舱总容量 V_o (t)
III 级	$350 < V \leq 500$	250	$1000 < V_o \leq 2000$
II 级	$200 < V \leq 350$	175	$500 < V_o \leq 1000$
I 级	$V \leq 200$	100	$V_o \leq 500$

注：储罐总容积范围、油舱总容积范围中的任意一项达到表 3.1.2.2 中规定的范围，则认为该加注趸船划入该范围相对应的级别。

第2章 入级与检验

第1节 一般规定

2.1.1 一般要求

2.1.1.1 凡申请入本社船级的加注趸船，其检验与发证应符合本章的要求。

2.1.1.2 本章未规定者，应按本社《内河船舶入级规则》的相关规定执行。

2.1.2 入级原则

2.1.2.1 入级表示本社按其规范，认为船体及附属物主要部件的结构强度和完整性，推进系统和操舵系统、发电系统，以及船上装配的其他特征或辅助系统的可靠性和功能，能维持船上的基本服务，并以不同的符号与标志进行标识。

2.1.3 入级基础

2.1.3.1 本社颁布的规范规定的船舶船级授予和保持的要求，是入级的基础和唯一依据。

2.1.3.2 除本规范外，加注趸船的强度、结构、布置、舾装、机电设备等的设计与安装均应符合预定的用途，并应符合本社相应规范的有关规定。

2.1.3.3 加注趸船的完整稳性、分舱和破损稳性（如有要求时）、消防是船舶的入级条件，应符合船旗国政府主管机关的有关规定。

2.1.3.4 本社的 COMPASS 计算机软件系统，包括结构计算与评估、船舶性能、轴系振动与强度计算、短路电流计算。该计算机软件在审图、建造中和建造后检验等方面发挥重要作用。

第2节 入级符号与附加标志

2.2.1 入级符号

2.2.1.1 凡加注趸船的船体（包括设备）与轮机（包括电气设备）经本社批准入级，将根据《内河船舶入级规则》相应的规定授予相应的入级符号。

2.2.2 附加标志

2.2.2.1 附加标志系由船东申请，经本社审查设计图纸、检验，确认满足本规范相应要求后，本社可授予如表 2.2.2.1 所示附加标志：

表 2.2.2.1

附加标志		说明
中 文	英 文	
液化天然气 加注趸船	LNG Bunkering Pontoon	具有加注液化天然气功能的加注趸船

2.2.2.2 除 2.2.2.1 所述液化天然气燃料水上加注趸船授予特定附加标志外，如船东申请其他特殊附加标志，如符合本社有关规范、规则、指南和接受的其他标准及等效规定，将授予相应的附加标志。

第3节 图纸资料审查

2.3.1 一般要求

2.3.1.1 拟入本社船级的加注趸船的审图纸目录除应按本章要求送审，尚应满足《钢质内河船舶建造规范》的有关图纸及资料送审的要求。

2.3.1.2 设有天然气燃料发动机的加注趸船送审图纸尚应满足本身《天然气燃料动力船舶规范》的有关要求。

2.3.2 船体

2.3.2.1 加注趸船建造前应将下列项目的图纸资料一式3份提交批准：

- (1) 总布置图；
- (2) 主要横剖面图；
- (3) 基本结构图，包括纵剖面、甲板和船底结构图；
- (4) 外板展开图；
- (5) 水密舱壁图；
- (6) 甲板室结构图；
- (7) 通风筒、空气管和排水口布置及结构图；
- (8) 焊接方式和规格；
- (9) 靠泊隔离墩结构图；
- (10) 储罐基座及其支撑结构图。

2.3.2.2 供备查的图纸资料：

- (1) 型线图；
- (2) 肋骨型线图；
- (3) 全船设备说明书；
- (4) 船体结构规范计算书（含总纵强度计算）；
- (5) 加注趸船空船及各种计算工况重量沿船长20站分布表或图（需要时）。
- (6) 各种允许装载工况的压载配置图（表）；
- (7) 储罐基座及其支撑结构强度计算书。

2.3.3 轮机

2.3.3.1 对所有加注趸船，应将下列图纸一式3份提交本社批准：

- (1) 机舱布置图；
- (2) 舱底水和压载管系图；
- (3) 空气管、测量管和溢流管路图；
- (4) 燃油供油系统图；
- (5) 燃油驳运系统图；
- (6) 滑油管系图；
- (7) 冷却水管系图；
- (8) 压缩空气管系图；
- (9) 泄水、进水和排水管路和附件布置图；
- (10) 排气管系图；
- (11) 液压系统图。

2.3.3.2 对具有加注燃油功能的加注趸船，还应将下列图纸一式3份提交批准：

- (1) 货油管系图；

- (2) 货泵舱和隔离空舱舱底水管系图;
- (3) 透气系统布置图 (包括驱气除气系统);
- (4) 闭式测量系统图 (如采用时);
- (5) 锅炉管系图 (如采用时);
- (6) 加热管系图 (如采用时)。

2.3.3.3 图纸上应注明管子、阀和附件等的材料、尺寸、类型、设计压力和设计温度等; 如无另附计算书时, 图上还应附有必要的规范计算。

2.3.4 电气设备

2.3.4.1 对所有加注趸船, 应将以下所列图纸和资料一式 3 份提交批准:

- (1) 主电源、应急电源电力负荷计算书或蓄电池组容量计算书;
- (2) 短路电流计算书(适用于可并联连接发电机总容量大于250kVA / 200kW的船舶);
- (3) 主配电板原理图 (可为单线图), 途中应标明:
 - ① 保护电器 (例如短路、过载保护等) 的型号、规格和整定值;
 - ② 测量仪表;
 - ③ 同步装置;
 - ④ 遥控切断;
 - ⑤ 接地故障监视和/或报警;
 - ⑥ 连锁。
- (4) 应急配电板原理图 (可为单线图), 图中应标明:
 - ① 保护电器 (例如短路、过载保护等) 的型号、规格和整定值;
 - ② 测量仪表;
 - ③ 接地故障监视和/或报警;
 - ④ 连锁。
- (5) 电力设备布置图;
- (6) 电力系统图, 图中应标明:
 - ① 电机、变压器、蓄电池组和电力电子设备的主要额定参数;
 - ② 主配电板和应急配电板引出的所有馈电线;
 - ③ 分配电板;
 - ④ 电缆的型号、截面积和负载电流;
 - ⑤ 断路器和熔断器的型号和主要额定参数。
- (7) 主照明、应急和临时应急照明布置图和系统图;
- (8) 船内通信、扩音和信号报警设备布置图和系统图;
- (9) 主干电缆走向图;
- (10) 危险区域划分图;
- (11) 电视监视装置和系统图。

2.3.4.2 供备查的图纸资料:

- (1) 全加注趸船电气说明书;
- (2) 照度计算说明书。

2.3.5 LNG 系统及设备

2.3.5.1 所有加注趸船, 应将以下所列图纸和资料一式 3 份送交本社批准:

- (1) 显示下列处所位置的布置图
 - ① 机器处所、起居处所、油舱、隔离舱、服务处所和控制站;
 - ② 储罐和气罐区、拦蓄区、油舱区;

- ③ 气体压缩机室；
 - ④ 带有补给或加注接头的气体管路；
 - ⑤ 储罐舱口、透气管和通向储罐的其他开口的布置；
 - ⑥ 气体危险处所的通风管、门和开口布置；
 - ⑦ 通向起居处所、服务处所和控制站的入口、空气进口的布置；
 - ⑧ 惰性气体布置；
 - ⑨ 罩棚的布置；
 - ⑩ 气体危险区域。
- (2) 储罐及其设计细节的相关资料
- ① 储罐的详细图纸，包括内部结构、隔热、管路、阀件和接头等；
 - ② 储罐支撑的详细图纸；
 - ③ 储罐及连接管路的材料说明书；
 - ④ 储罐设计载荷和结构分析的技术文件；
 - ⑤ 储罐的完整应力分析资料；
 - ⑥ 储罐压力释放阀的排量计算书；
 - ⑦ 储罐焊缝的无损检测、强度和罐体密性试验的资料；
 - ⑧ 储罐焊接工艺说明书；
 - ⑨ 储罐保温寿命和储罐附带测试装置（压力、液位和温度等）及仪表寿命的证明材料。
- (3) 拦蓄区性能说明及设计细节的有关资料；
- (4) LNG 泵
- ① LNG泵管路系统和附属设备布置图。
- (5) 加注软管
- ① 加注软管及其支撑结构布置图；
 - ② 加注软管材料说明书；
 - ③ 加注软管使用说明书；
 - ④ 自动脱开装置或拉断阀的设计及细节。
- (6) 加注臂及其设计细节的相关资料
- ① 加注臂总图和包络线图；
 - ② 加注臂结构详图，包括旋转接头及回转支撑、紧锁机构、漂移电流防护、阀门、法兰和接管等细节；
 - ③ 加注臂材料说明书；
 - ④ 加注臂焊接工艺规格书；
 - ⑤ 焊缝的无损检测、强度、低温试验、密性试验、功能试验大纲等资料；
 - ⑥ 加注臂设计载荷和结构分析技术文件；
 - ⑦ 液压控制系统图（如设有时）；
 - ⑧ 紧急脱离装置系统图。
- (7) 下列管系图及相关技术文件
- ① LNG燃料加注管系图和说明，包括安全释放阀透气管路（如设有时）；
 - ② LNG燃料补给管系图和说明，包括安全释放阀透气管路（如设有时）；
 - ③ 支管、回管、弯头、伸缩接头和波纹管等类似装置的技术文件；
 - ④ 气体管路系统中法兰、阀和其他装置的图纸和说明；
 - ⑤ 气体管路的材料、焊接、焊后热处理和无损检测试验技术文件；
 - ⑥ 气体管路压力试验（强度和密性试验）技术文件；
 - ⑦ 包括阀件、附件以及气体（液体或蒸汽）操作相关设备在内的所有管系的功能试验

大纲:

- ⑧ 管路电气接地技术文件;
- ⑨ 在切断补给或加注接头之前从燃料管中去除燃料的措施的技术文件。
- (8) 下列电气系统
 - ① 气体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 认可防爆设备一览表。
- (9) 下列控制和监控系统
 - ① 气体探测系统;
 - ② 储罐监控系统;
 - ③ 加注设备监控系统;
 - ④ 气体压缩机控制和监控系统。
- (10) 惰性气体装置的图纸及技术文件;
- (11) 测定惰性气体中含氧量的仪器的技术文件;
- (12) LNG泵自动停止装置的技术文件;
- (13) 下列结构图纸资料
 - ① 靠泊隔离墩结构图;
 - ② 储罐基座及其支撑结构强度计算书。

2.3.5.2 下列图纸资料一式 3 份提交本社备查:

- ① 设计温度低于-110℃的管路的热应力分析报告;
- ② 低温管系的隔热布置说明;
- ③ 安全操作手册。

2.3.6 其他

2.3.6.1 本社认为必要的其他图纸和资料。

第4节 证书与报告

2.4.1 一般要求

2.4.1.1 入级证书的有关要求, 应满足本社《内河船舶入级规则》。

2.4.2 入级证书的签发与签署

2.4.2.1 初次入级检验完成后, 由执行检验单位签发临时入级证书。

2.4.2.2 临时入级证书签发后, 检验单位应提交临时入级证书、记录、报告和其他技术文件, 经本社总部主管部门审核并经船级委员会确认, 由本社总裁或其授权人员签发入级证书。

2.4.2.3 按本章的规定完成建造后检验, 验船师应按规定在入级证书上签署。

2.4.2.4 特别检验完成后, 如在现有入级证书期满日前不能发给新的入级证书, 则现场检验部应签发从现有入级证书期满日不超过 5 个月的临时入级证书。并在现有入级证书的签署栏进行签署。

2.4.2.5 特别检验完成后, 检验单位应提交报告和其他技术文件, 经本社总部主管部门或指定的检验单位审核, 由本社总裁或其授权人员签发新的入级证书。

第5节 船用产品持证要求

2.5.1 船舶入级/法定产品检验和持证要求

2.5.1.1 除本章规定外，液化天然气燃料加注趸船持证及产品检验要求，尚应满足《内河船舶入级规则》的有关要求。

2.5.1.2 与 LNG 有关的设备、管系、阀件等产品持证要求应满足表 2.5.1.2 的持证要求。

2.5.1.3 与 LNG 有关的设备、管系、阀件等产品的技术要求应满足本规范的规定。

表 2.5.1.2

序号	产 品 名 称	证件类别		认 可 模 式				备 注
		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA	
1	储罐	X	—	—	—	—	X	
2	气态天然气储罐	X	—	—	—	—	X	
3	低温阀件（含拉断阀）	X	—	—	X	—	—	
4	与LNG有关仪表（液位测量装置及变送器、温度测量装置、压力表及压力变送器等）	—	X	O	X	O	—	随W应提供型式认可证书
5	便携式可燃气体探测器	—	X	—	X	—	—	随W应提供型式认可证书
6	LNG热交换器	X	—	—	X	—	—	
7	LNG泵	X	—	—	X	—	—	
8	LNG泵池	X	—	—	—	—	X	
9	加注臂	X	—	O	O	O	—	
10	加注软管（含波纹管、膨胀接头和快速连接器）	X	—	—	—	—	X	
11	LNG加注控制系统	X	—	—	X	—	—	
12	气体燃料发动机	X	—	—	X	—	—	
13	气体燃料发动机电子控制系统	X	—	—	X	—	—	
14	氮气发生器等惰性气体发生装置	X	—	—	X	—	—	

符号说明：

- 1) C——船用产品证书； E——等效证明文件； W——制造厂证明； X——适用； O——可选。
2) DA——设计认可； TA-B——型式认可B； TA-A——型式认可A； WA——工厂认可。

第6节 建造中检验

2.6.1 一般规定

2.6.1.1 申请

(1) 加注趸船在建造前，申请方应向本社总部或其当地机构提交加注趸船建造检验的书面申请。

2.6.1.2 船厂评估

(1) 对于首次申请建造本社船级船舶的船厂或首次建造本社船级的新船型的船厂，验船

师应对船厂的生产能力以及即将建造船舶的适用性和有效性进行评估。

(2) 船厂的生产能力包括生产场所、设施及船厂的质量保证体系、施工人员的总体资质、分包方等各方面。

2.6.1.3 开工前检查

(1) 开工前, 验船师应对船厂开工建造及其检验的有关准备情况进行检查和确认, 如: 建造船舶的准备工作计划、施工/焊接工艺、焊工/无损检测人员资质、船用产品持证要求清单、焊接规格表、无损检测图、密性试验图、检验/试验项目表、有关材料(钢板、焊接材料等)、建造公差标准、分包方情况(适用时)以及开工前必需的图纸、文件等技术资料等。

(2) 对于个别不影响开工的项目, 验船师可酌情在相应建造阶段之前予以检查和确认。

2.6.1.4 其他试验/检验文件的核查

(1) 验船师应对即将建造船舶的准备工作 and 相关资料进行审查或确认, 其应由船厂提供, 如: 机械、设备和系统安装工艺文件、倾斜试验大纲和系泊试验等现场试验、工艺文件。

(2) 验船师应确认用于安全系统的测量和试验设备持有有效的证书, 设备使用人员以及为检验提供依据性服务的人员持有有效的公认的资质证书或本社认可的或接受的资质证书。

2.6.2 检查与试验

2.6.2.1 一般要求

(1) 验船师应按批准的图纸资料(含审图意见)进行检验, 对船厂采取的措施进行落实确认; 对船厂落实审批图纸及其审图意见的不同意见, 应及时向审图部门反馈。

(2) 船厂应按本规范及《内河船舶入级规则》的要求, 编制拟建船舶有关的产品持证清单, 提交船舶现场验船师确认。

2.6.2.2 船体检查和试验项目

(1) 船用产品证书检查。确认规范要求的材料、设备和系统等持有本章要求的产品证书或证件, 如:

- ① 船体结构材料, 包括板材和型材、船体铸件和锻件、焊接材料等;
- ② 舾装设备, 包括锚泊设备、系泊设备等;
- ③ 水密/风雨密关闭装置, 包括门、窗、舱口盖等。

(2) 结构和舱室完整性检查, 包括加注趸船结构以及舾装和系固设备所涉及的结构;

(3) 船体结构和设备检查, 确认其材料、尺寸、布置、安装和焊接质量等各方面均符合批准的图纸资料和其他技术文件的要求, 对采用分段建造的加注趸船, 检查还应包括分段和大合拢接头;

(4) 密性试验, 包括船体、上层建筑、甲板室等;

(5) 主尺度、载重线标志和水尺检查;

(6) 倾斜试验, 检查试验前加注趸船状况, 并进行试验后的评估, 确认加注趸船的空船重量和重心;

(7) 系泊试验;

2.6.2.3 轮机检查和试验项目:

(1) 船用产品证书检查。确认规范要求的机械、设备、装置和系统等持有本章要求的产品证书或证件;

(2) 确认机械、设备、装置和系统的布置、安装和工艺等各方面符合批准的图纸、图表、说明书、计算书和其他技术文件;

(3) 检查管路的制造和安装, 并进行试验, 包括车间的强度试验和在装船后的密

性试验；

(4) 对机械、设备、装置和系统，诸如发电机组、压力容器、锚机、LNG热交换器、海底阀、舷旁排出阀等的安装后的检查和效用试验；

(5) 对诸如燃油、锅炉、加热、舱底、压载、测量、透气、扫舱等泵系、管系，安装后作效用试验；

(6) 对发电机组及其他辅助机械、装置的控制系统或遥控系统，作安装后的检查和效用试验；

(7) 对附加标志要求的机械设备、装置和系统安装后的检查和效用试验；

(8) 系泊试验；

2.6.2.4 电气检查和试验项目：

(1) 船用产品证书检查。确认规范要求的电气设备、系统等持有本章要求的产品证书或证件；

(2) 检查发电机、电动机、电缆、主配电板、应急配电板、蓄电池充放电板、变压器、变频器（如设有时）等的布置、安装、工艺等方面符合批准的图纸、规范和其他技术文件的要求；

(3) 发电机、电动机、电缆、主配电板、应急配电板、蓄电池充放电板、变压器、变频器（如设有时）等安装后的检查和试验；

(4) 应急电源及其相关的电气设备的检查和试验；

(5) 船内通信系统、扩音（广播）系统及信号报警装置的检查和试验；

(6) 照明系统（包括主照明、应急照明）的检查和试验；

(7) 危险区域或处所电气设备的检查和试验；

(8) 对附加标志要求的设备、装置和系统安装后的检查和试验；

(9) 系泊试验；

2.6.2.5 防火结构和消防设施检查和试验项目：

(1) 船用产品证书检查。确认规范所要求的消防设施和系统等持有本章要求的产品证书或证件；

(2) 防火、灭火和探火布置及其安装后的检查和试验；

(3) 检查消防泵和消防总管的布置，核查每台消防泵（包括应急消防泵）单独操作，确保在船舶任何部位的消防总管有所需的压力；

(4) 检查机器处所、油舱区固定式灭火系统的特别布置；

(5) 油泵、通风机应急切断装置的检查和试验；

2.6.2.6 LNG 有关设备检查和试验项目：

(1) 船用产品证书检查。确认规范要求的LNG设备等持有本章要求的产品证书或证件，如：LNG储罐、LNG泵、加气设备等；

(2) 储罐的安装（鞍座）的安装和试验；

(3) 拦蓄区的敷设和检查；

(4) 危险区域通风系统的安装和试验；

(5) 加注管路系统的安装和试验，包括LNG泵、加注臂或加注软管等；

(6) 补给管路系统的安装和试验，包括LNG泵等；

(7) 加注系统紧急切断（ESD）装置的安装和试验；

(8) 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；

(9) 防爆设备或防点燃设备的确认和安全检查；

(10) 气罐区防火、灭火装置的安装与试验；

(11) 气体燃料发动机的安装及试验；

(12) LNG系统效用试验, 包括LNG补给和加注系统, 可采用液氮作为介质;

(13) 核查安全操作手册。

2.6.2.7 本社认为需要检查和试验的项目。

2.6.3 文件资料

2.6.3.1 报告

(1) 船厂应向验船师和船东提交加注趸船有关的检查、试验、测量等报告和记录。

(2) 验船师应参加所规定项目的检查、试验以及审核船厂提交的船舶有关的检查、试验、测量等报告和记录, 并按本社总部规定的格式签发船体和设备、机械、电气设备的各种检验报告、记录、资料和相应的证书给申请方, 并向总部报告。

(3) 船厂应向验船师提交本节 2.6.3.2 所述的加注趸船完工图纸, 以确认其符合 2.6.3.2 (1) 的规定。

2.6.3.2 资料

(1) 加注趸船的有关图纸、图表、说明书、计算书等完工资料应与加注趸船实际情况相符。

(2) 应至少在加注趸船上和加注趸船管理部门各保存一套加注趸船建造的下列完工图纸:

- ① 总布置图;
- ② 舱容图;
- ③ 静水力曲线图。
- ④ 基本结构图;
- ⑤ 典型横剖面图;
- ⑥ 外板展开图;
- ⑦ 甲板结构图;
- ⑧ 横舱壁图;
- ⑨ 车辆跳板(如适用)。

(3) 下列加注趸船完工资料和文件, 应分别在加注趸船上和船东或加注趸船管理部门予以保存:

① 加注趸船技术资料。加注趸船说明书、计算书和有关图表; 安全操作手册、设备使用说明书等其他指导性文件; 稳性资料。

② 加注趸船及其设备包括装置和系统证书、加注趸船入级证书、检验报告和记录及其他特定证书。

第7节 建造后检验

2.7.1 一般规定

2.7.1.1 建造后的各种检验, 除满足本规范要求外, 尚应满足本社《内河船舶入级规则》第5章的适用要求。

2.7.1.2 加注趸船首次进行LNG补给和加注作业操作时, 验船师应现场见证, 确认储罐及其附件、相关仪表、阀件、LNG泵、LNG加注设备及LNG加注控制系统等相关设备应处于良好状态。

2.7.1.3 加注趸船年度检验、中间检验和特别检验的检验间隔期限见表 2.7.1.3。

表 2.7.1.3

	<div>特别检验次数 间隔期限（年） 检验种类</div>	第一次	第二次	第三次	第四次及以后各次
加注趸船	特别检验	8	8	4	4
	中间检验	4	4	2	2
	年度检验	1	1	1	1

2.7.1.4 年度/中间检验可在相应间隔期期限到期日前后 1 个月内进行。

2.7.2 年度检验

年度检验通常在营运期间进行，因此，储罐不需要进行除气，除非规范有专门要求。其检验项目如下：

2.7.2.1 储罐

(1) 检查罐体的颜色、色带、字样、字色和标志图形是否满足要求。检查罐体铭牌是否清晰、牢固可靠，内容是否齐全。

(2) 检查储罐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满意状态；

(3) 检查储罐压力释放阀的最大开启压力调定值；

(4) 检查储罐压力、温度（如设有）指示装置和所附连的报警装置是否处于满意状态；

(5) 检查储罐罐壳、外部管路以及阀门是否有剥蚀、腐蚀，或刮伤、凹陷、变形、焊缝缺陷、外壳结霜、冒汗等现象的检查；

(6) 目视检查储罐外壳和高应力部分（包括焊接接缝）的完整性；

(7) 确认储罐安全操作程序（包括储罐主阀的安全控制、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；

(8) 储罐真空度检测；

(9) 储罐防爆装置外观检查；

(10) 储罐与基座连接螺栓检查；

2.7.2.2 低温管路低温管路及其低温阀件检查；

2.7.2.3 检查拦蓄区结构的完好性，包括污水井的温度和液位监测装置的检查（如设有时）；

2.7.2.4 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；

2.7.2.5 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满意状态；

2.7.2.6 检查不经常进入的处所所用的手携式通风设备（如设有）是否处于满意状态；

2.7.2.7 检查为一旦气体泄漏时用的移动式 and/或固定式集液盘或保护甲板的绝缘物是否处于正常状态（如设有时）；

2.7.2.8 检查手动操作应急关闭系统以及 LNG 泵的自动关闭是否处于满意状态；

2.7.2.9 检查 LNG 透气管路系统包括透气管桅和防护网。对气体燃料管路上的膨胀接头、支架等应特别予以注意；

2.7.2.10 检查气体危险区域的电气设备是否处于良好状态；

2.7.2.11 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，必要时应用样气进行校核；

2.7.2.12 检查防火和灭火装置，并试验起动一台主消防泵；
2.7.2.13 检查水雾系统、水幕系统是否处于满意状态；
2.7.2.14 检查干粉灭火系统是否处于满意状态；
2.7.2.15 固定式甲板泡沫灭火系统是否处于满意状态（如设有时）；
2.7.2.16 检查 LNG 泵运行及其泵池外观情况；
2.7.2.17 加注臂（如设有时）
(1) 检查加注臂的整体情况；
(2) 对加注臂上管路进行外观检查；
(3) 核查加注臂管路的密性；
(4) 紧急脱离系统的效用试验；
(5) 检查回转轴承的润滑、旋转接头的主密封、绝缘法兰的电阻以及主驱动钢丝绳拉长的情况。

2.7.2.18 加注软管（如设有时）
(1) 检查加注软管的外观的完整性，
(2) 确认加注软管无损坏、无缺陷，
(3) 进行压力试验，试验压力应加到LNG泵的最大工作压力或压力释放阀设定的压力，
(4) 检查加注软管法兰接头的完好、绝缘电阻的测定应处于满意状态；
(5) 检查拉断阀的完好性。
2.7.2.19 检查用于人员保护的保护设备、安全设备及急救设备；
2.7.2.20 确认船上配有安全操作手册。
2.7.2.21 LNG 系统效用试验，并在进行 LNG 加注或补给作业期间对 LNG 管路和相关设备，如加注管路、LNG 泵、LNG 热交换器和加注臂或加注软管进行目视检查。

2.7.3 中间检验

2.7.3.1 中间检验一般应在船舶已除气状态下进行。

2.7.3.2 除应满足本社相关规范对中间检验的有关要求（如适用时）和本章 2.7.2 的要求外，尚应包括：

- (1) 如适用时，确认管路和储罐与船体电气接地；
- (2) 确认用于危险处所通风的机械通风风扇已备有备件；
- (3) 对于储罐和LNG管路系统关于压力、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；
- (4) 应对LNG控制系统进行试验，以验证该系统具有停止LNG泵的功能；
- (5) 气体探测系统的管路的腐蚀和损坏情况应尽可能地进行目视检查，应对吸入点与分析装置之间的管路的完整性尽可能地进行验证。
- (6) 气体探测器应用样气进行校核，检查其声、光报警装置；
- (7) 电气设备：危险区域的电气设备应尽实际可能地进行下列方面检验：
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。
- (8) 加注臂主驱动钢丝绳检查，如有损伤，应换新。

2.7.4 特别检验

2.7.4.1 特别检验应在已除气、无油（加油及加气同时加注趸船）状态下和通常应在坞内/上排时进行。

2.7.4.2 特别检验除应满足本社相关规范中对特别检验的有关要求（如适用时）和本章 2.7.3 的要求外，尚应包括：

2.7.4.3 储罐

（1）储气罐连同其气、液相接管进行气密性试验。进行气密性试验前，必须经罐内气体成分检测合格，否则严禁用空气作为试验介质；

（2）储气罐连同其气、液相接管进行压力试验。如果储气罐支撑处的板、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满意，使用记录或检验情况表明无任何运行不正常情况，验船师可决定不作压力试验；

（3）对所有直接与储罐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）对储罐的压力释放阀应打开检查，对释放阀的调定值应作校核（如适用时）。

2.7.4.4 应进行无损检测作为储罐检验的补充，应特别注意储罐外壳和高应力部分（包括验船师认为必要的焊接接缝）的完整性。下列部位认作为高应力部件：

（1）鞍座和与储罐外壳连接根部；

（2）管的连接端。

2.7.4.5 LNG 管系包括阀、执行机构、补偿装置等在认为有必要时应打开检查。为了确认管子状况，必要时移动绝热层。若目视检验对管系的完整性有怀疑时，应对管系以 1.25 倍最大允许调定值（MARVS）进行压力试验。安装后的整个管系进行泄漏试验；

压力释放阀应进行功能试验，应随机抽查阀打开检查和调整。

2.7.4.6 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。

2.7.4.7 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。

2.7.4.8 必要时，LNG 泵应打开检查。

2.7.4.9 加注臂

（1）全面彻底检查，特别进行旋转接头进行拆解检查，必要时更换零部件或密封件；

（2）全面检查加注臂的液相管和气相管，一般进行外观检查、壁厚测定、耐压试验和泄漏试验。

第8节 适装证书检验

2.8.1.1 根据主管当局的授权，本社可承担液化天然气加注趸船的检验，检验合格后将签发/签署“内河船舶散装运输液化气体适装证书”。

2.8.1.2 对申请在本社入级的加注趸船，本社将船舶入级检验与适装证书的检验结合进行。

2.8.1.3 签发或签署“内河船舶散装运输液化气体适装证书”的要求，按《液化天然气燃料水上加注趸船法定检验暂行规定》的规定执行。

第3章 结 构

第1节 一般规定

3.1.1 适用范围

3.1.1.1 本章适用于焊接结构钢质液化天然气燃料水上加注趸船。

3.1.2 定 义

3.1.2.1 船长 L (m) ——沿满载水线自首柱前缘（或船首端壁前缘）量至船尾端壁后缘的长度；但应不大于满载水线长度，亦不小于满载水线长度的 96%。

3.1.2.2 船宽 B (m) ——不包括船壳板在内的船体最大宽度，舷伸甲板宽度不计入。

3.1.2.3 吃水 d (m) ——在船长中点处由平板龙骨上表面量至满载水线的垂直距离。

3.1.2.4 型深 D (m) ——在船长中点处沿舷侧自平板龙骨上表面量至干舷甲板下表面的垂直距离。对甲板转角为圆弧形的船舶，应由平板龙骨上表面量至干舷甲板下表面的延伸线与舷侧板内缘延伸线的交点。

3.1.2.5 方形系数——方形系数 C_b 由下式确定：

$$C_b = \frac{\nabla}{LB_{wl}d}$$

式中： ∇ ——满载水线下型排水体积， m^3 ；

L 、 d ——见本节 3.1.2.1 和 3.1.2.3；

B_{wl} ——满载水线在中部不包括船壳板在内的船体最大宽度， m 。

3.1.2.6 中部——船长 L 中点向前、后各 $0.2L$ 长度范围。

3.1.2.7 首、尾部——船长 L 中点前、后各 $0.4L$ 以外的长度范围。

3.1.2.8 过渡区域——介于中部与首、尾部之间的区域。

3.1.2.9 干舷甲板——用以量计干舷的甲板，它应符合主管机关的规定。

3.1.2.10 强力甲板——构成船体等值梁剖面最上层翼板的纵通连续甲板。

3.1.2.11 主肋骨制——舷侧结构采用同一种肋骨布置。

3.1.2.12 交替肋骨制——舷侧结构采用强肋骨与普通肋骨相间布置。

3.1.2.13 甲板室——位于船体强力甲板以上的围蔽建筑，如图 3.1.2.13 所示。

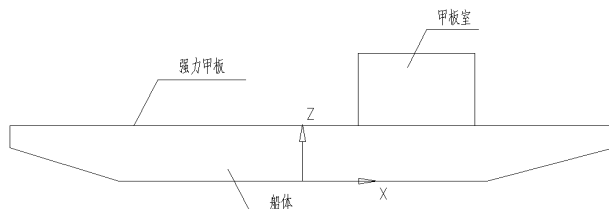


图 3.1.2.13

其中：X 方向为船纵向，指向船艏部为正；

Y 方向为船横向，指向船体左舷为正；

Z 方向为船垂向，指向船体上方为正。

3.1.2.14 首、尾垂线——首垂线为通过首柱前缘与满载水线交点的垂线。尾垂线为

通过满载水线的尾端点的垂线。

3.1.2.15 主要构件——船体的主要支撑构件称为主要构件，如强横梁、甲板纵桁、实肋板、船底桁材、强肋骨、舷侧纵桁、舱壁桁材等。

3.1.2.16 次要构件——船体板的扶强构件称为次要构件，如横梁、纵骨、肋骨、舱壁扶强材、组合肋板的骨材等。

3.1.2.17 拦蓄结构——为防止液态 LNG 泄漏后对船体结构及环境的危害，在甲板上（或甲板下）围绕储气罐所在区域布置的下沉式槽型结构或围壁式结构。

第2节 材料与焊接

3.2.1 一般要求

3.2.1.1 材料制造、试验和检验要求应符合本社《材料与焊接规范》第 1 篇第 1 章及第 2 章的规定。

3.2.1.2 船用钢板、锻钢件、铸钢件应分别符合本社《材料与焊接规范》第 1 篇第 3 章、第 5 章及第 6 章的相关规定。

3.2.1.3 船体结构用钢还应符合《钢质内河船舶建造规范》第 1 分册第 1 章第 3 节的规定。

3.2.1.4 使用的焊接材料、焊接工艺及焊工资格的认可应符合本社《材料与焊接规范》第 3 篇第 2 章至第 4 章的相关规定。

3.2.1.5 船体结构焊接中的焊接准备、焊接工艺可参照本社《材料与焊接规范》第 3 篇第 5 章第 1 节和第 2 节。

3.2.1.6 钢质船体结构的焊缝设计原则应符合本社《钢质内河船舶建造规范》第 1 分册第 1 章第 4 节的规定。

第3节 结构设计原则

3.3.1 一般要求

3.3.1.1 加注趸船应采用双舷结构，底部可采用单底或双底结构。内舷板应在首尾防撞舱壁间连续，其距舷侧外板的距离应不小于 760mm，但也不大于船宽的 0.25 倍。若设有货油舱时，货油舱区域应为双舷结构或双舷双底结构。

3.3.1.2 当船长大于等于 50m 时，船中部的甲板、底部（含内底）及舷侧结构应采用纵骨架式。首部、尾部及甲板室可采用横骨架式。

3.3.1.3 船长小于 50m 时，肋骨或纵骨间距应不大于 600mm。船长大于等于 50m 时，肋骨或纵骨间距应不大于 700mm，且强力甲板及其以下主体部分的肋骨或纵骨间距与板厚之比应不大于 120。

3.3.1.4 如需在强横梁、甲板纵桁、强肋骨、实肋板及龙骨等组合型材（含折边型材）的腹板上开设电缆、管子或其它穿孔时，开孔应满足下述规定：

（1）开孔的高度应不大于腹板高度的 0.4 倍，开孔的长度应不大于开孔高度的 3 倍，开孔的边缘距面板的距离应不小于腹板高度的 0.35 倍；当有骨材穿过腹板时，则开孔宽度尚应不大于骨材间距的 0.4 倍且开孔边缘距骨材穿孔边缘的距离应不小于 60mm；开孔边缘距构件端部肘板趾端的距离应不小于腹板高度。否则应采用环形面板对开孔边缘进行加强。环形面板的厚度应不小于腹板厚度，环形面板的宽度应不小于其厚度的 8 倍；环形面

板与腹板间应采用双面连续角焊缝。如采用其它等效方式补强，应采用有限元细化模型校核开孔区域的构件强度；

(2) 任何情况下开孔边缘距面板的距离应不小于腹板高度的 0.20 倍，距带板的距离应不小于腹板高度的 0.1 倍；

(3) 开孔的边缘应平滑，角隅应设圆弧。孔缘与孔缘之间的距离应尽可能远离，且不小于开孔高度的 1 倍。

3.3.2 构件尺寸的确定

3.3.2.1 本章引用增量方法确定构件尺寸时，均应以计算值为基础进行增量。

3.3.2.2 按本章计算所得板厚值如果小于 10mm，其小数点后的数值小于 0.25mm 时舍去；大于或等于 0.75mm 时进 1mm；大于或等于 0.25mm 并小于 0.75mm 时取 0.5mm，如无此规格板材则应进 1mm。如果计算所得板厚大于 10mm，小数点后的数值可按四舍五入取舍。

3.3.2.3 甲板强横梁、甲板纵桁、实肋板及强肋骨等“T”型组合型材的面板宽度应不大于其厚度的 18 倍，折边型材的折边宽度 b 应不大于下式计算之值：

$$b = 10t + 15 \quad \text{mm}$$

式中： t ——折边型材板厚，mm。

3.3.2.4 甲板强横梁、甲板纵桁、实肋板及强肋骨等“T”型组合型材（含折边型材）腹板的剖面积 a 、腹板高度 h 与其厚度 t 之比应符合下式要求：

$$a \geq 0.154 \frac{W}{l} \quad \text{cm}^2$$

$$\frac{h}{t} \leq 75$$

式中： W ——本章要求的型材剖面模数， cm^3 ；

l ——型材的计算跨距，m；

h ——型材的腹板高度，mm；

t ——型材的腹板厚度，mm。

当腹板高度与其厚度之比大于 75 时，应在腹板上设置水平加强筋或设置间距不大于腹板高度 2 倍且不小于 500mm 的垂直加强筋。

3.3.2.5 对于采用轧制型材的构件，其包括有效带板的剖面模数可比规范要求值降低 3%。

3.3.3 构件剖面模数和惯性矩

3.3.3.1 当骨材直接与板相连接时，要求的剖面模数和惯性矩为连带板的最小要求值；普通骨材的带板宽度取骨材间距；强骨材带板宽度取强骨材跨距的 1/6，但不大于负荷平均宽度，亦不小于普通骨材间距。若骨材仅一侧有带板时，则带板宽度取上述规定的 50%。

当构件的腹板与带板不垂直且腹板与带板的夹角小于 75° 时，其剖面特性（惯性矩、剖面模数和剪切面积）应以与带板平行的参考轴进行计算。当构件为轧制型材时，其实际剖面模数可按式近似计算：

$$W = W' \sin \alpha \quad \text{cm}$$

式中： W' ——假定构件腹板与带板垂直时的构件剖面模数， cm^3

α ——构件腹板与带板之间的夹角， $(^\circ)$ 。

3.3.3.2 当骨材不直接与板相连时，要求的剖面模数和惯性矩仅为骨材不含带板的最小要求值。

3.3.4 构件计算跨距的确定

3.3.4.1 强构件（甲板强横梁、甲板纵桁、强肋骨、舱壁垂直桁、实肋板、底龙骨或纵桁等）可作为普通构件（甲板横梁、甲板纵骨、舷侧纵骨、船底纵骨、底肋骨、舱壁水平扶强材等）的刚性支撑。

3.3.4.2 船底结构、舷侧结构、甲板结构（含舷舱内平台甲板）、纵、横舱壁（围壁）以及在两横舱壁（或两舷）间连续且高度不小于型深的 0.5 倍，长度不大于高度 6 倍的纵舱壁或双向桁架（对于桁架其高度指上弦杆上缘与下弦杆下缘间的垂直距离），可作为实肋板、龙骨、强肋骨、桁材、甲板强横梁及甲板纵桁等强构件的刚性支撑。

3.3.4.3 自船底向上在连续 2 层及以上甲板下方设有支柱（上下方的支柱应尽可能对正）时，支柱可作为所支撑构件的刚性支撑。首、尾尖舱内的支柱，可作为所支撑构件的刚性支撑。

3.3.4.4 构件的计算跨距为构件上两刚性支撑中心点间的距离。当构件相对于垂向或水平轴向的倾斜超过 10° 时，其跨距应沿着构件量取。

3.3.4.5 强骨材如桁材、强横梁、实肋板、强肋骨等的端部若在舱壁、舷侧处有肘板加强固定时，距构件端部 b_e 处的点可作为计算其跨距的端点。距离 b_e 由下式确定：

$$b_e = b_b \left(1 - \frac{d_w}{d_b} \right)$$

式中符号见图 3.3.4.5。

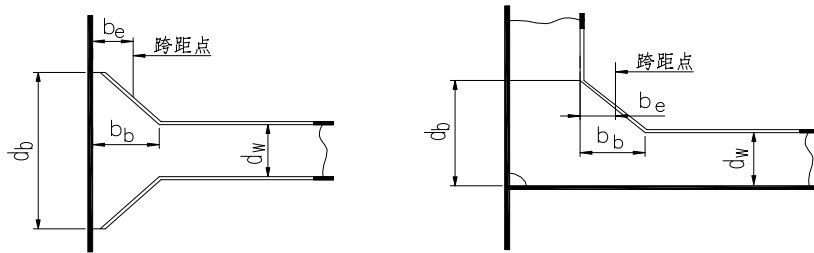


图 3.3.4.5

3.3.5 船体结构的连续性

3.3.5.1 无论何种骨架型式，纵向构件均应有良好的结构连续性；甲板、舷侧及船底骨架应有效地连接，构成完整的刚性整体。纵向构件应尽可能向首尾方向延伸。纵向间断构件的端部不能突然终止，应使其截面逐渐减小，逐步过渡。

3.3.5.2 在甲板、平台、纵舱壁（或内舷壁）终断处，应设肘板或其它能降低应力集中的过渡结构，见图 3.3.5.2。

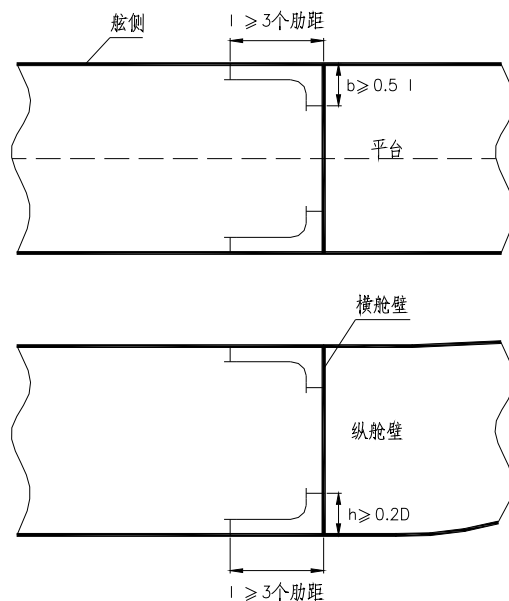


图 3.3.5.2

图中: b ——肘板的宽度, mm ;
 l ——肘板的长度, mm;
 h ——肘板的高度, m;
 D ——型深, m。

第4节 总纵强度

3.4.1 一般要求

3.4.1.1 加注趸船的主尺度比值应符合下述规定:

$$L/D \leq 35, \quad B/D \leq 7$$

3.4.1.2 船长大于或等于 80m 的趸船, 除满足本节 3.4.2.1、3.4.2.2 的要求外尚应按本节 3.4.4、3.4.5 的规定校核实际装载工况的总纵弯曲强度及屈曲强度。

3.4.1.3 船长大于或等于 50m 且主尺度不符合 3.4.1.1 规定的加注趸船, 应按照本社《钢质内河船舶建造规范》第 1 分册第 14 章规定的有限元法校核总纵强度, 并应提交本社审批。

3.4.2 中剖面模数和中剖面惯性矩

3.4.2.1 船长大于或等于 50m 时, 其中部最小剖面模数 W_0 (强力甲板边线或平板龙骨处) 应不小于按下式计算所得之值;

$$W_0 = K_1 K_2 L^2 B \quad \text{cm}^2 \cdot \text{m}$$

式中: L ——船长, m;

B ——船宽, m;

K_1 ——系数, $K_1 = (1169 + 14.33L - 0.0354L^2) \times 10^{-5}$;

K_2 ——系数, $K_2 = 2.56 - 3.02C_b + 1.46C_b^2$ 。

其中: C_b ——方形系数, 当 $C_b < 0.6$ 时, 取 $C_b = 0.6$ 。

3.4.2.2 船长大于或等于 50m 时，其中部剖面对其水平中和轴的惯性矩 I_0 应不小于按下式计算所得之值：

$$I_0 = 2.0W_0L \times 10^{-2} \quad \text{cm}^2 \cdot \text{m}^2$$

式中： W_0 ——船中剖面模数， $\text{cm}^2 \cdot \text{m}$ ，按本节 3.4.2.1 计算之值；

L ——船长， m。

3.4.3 中剖面模数及中剖面惯性矩的计算

3.4.3.1 计算船中部横剖面对其水平中和轴的惯性矩和剖面模数时，应计入强力甲板及其以下和以上所有在船中部连续的纵向构件（如外板、甲板、内底板、纵舱壁板、舷伸甲板、纵桁、龙骨、纵骨等）的剖面积。

3.4.3.2 甲板上开口宽度 b 大于或等于该处甲板宽度的 5% 时，则开口面积和阴影面积不能计入剖面模数计算，见图 3.4.3.2。

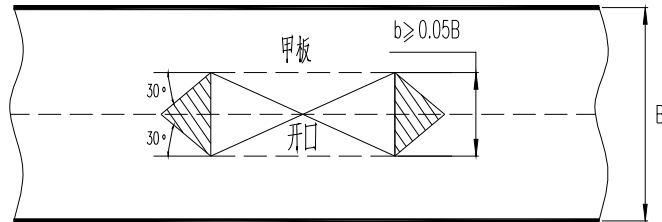


图 3.4.3.2

3.4.4 总纵弯曲强度校核

3.4.4.1 船体梁应对以下剖面进行总纵强度校核：

- (1) 船中部弯矩极值处剖面；
- (2) 船中部最弱剖面；
- (3) 剪力极值处剖面。

3.4.4.2 总纵强度计算只计静水弯矩，不计波浪弯矩。静水弯矩应包括最不利的装载工况。

3.4.4.3 在计算静水剪力 $F_S(x)$ 和静水弯矩 $M_S(x)$ 时，向下的载荷取为正值，向上的载荷取为负值，从尾端向首端沿船长积分。静水弯矩、静水剪力的符号(正、负)规定见图 3.4.4.3。

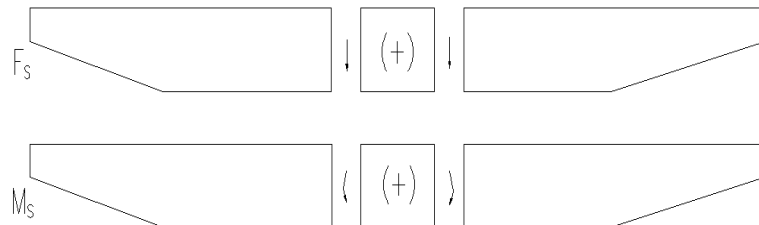


图 3.4.4.3

3.4.4.4 各计算工况下，船体梁计算剖面处的总纵弯曲应力 σ_s 按下式计算：

$$\sigma_s = 10 \frac{|M_s|}{W_c} \quad \text{N/mm}^2$$

式中： M_s ——按本节 3.4.4.3 计算的静水弯矩， $\text{kN} \cdot \text{m}$ ；

W_c ——剖面计算点处的剖面模数， cm^3 。

3.4.4.5 总纵弯曲应力 σ_s 在强力甲板与船底的值均应不大于 137 N/mm^2 。

3.4.4.6 各计算工况下，船体梁剖面中和轴处舷侧外板及纵舱壁的剪切应力 τ 按下式计算：

$$\tau_i = K_i \cdot \beta_i \cdot \frac{|F_{ext}|}{I} \cdot \frac{S}{\sum t} \times 10^{-1} \quad \text{N/mm}^2$$

式中： F_{ext} ——各计算工况的静水剪力极值， kN ；

I ——剪力极值处等值梁剖面惯性矩， $\text{cm}^2 \cdot \text{m}^2$ ；

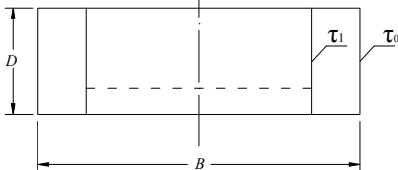
S ——计算剖面位于中和轴以上或以下部分剖面积对中和轴的静矩， $\text{cm}^2 \cdot \text{m}$ ；

$\sum t$ ——计算剖面中和轴处舷侧外板和纵舱壁厚度之和， cm ；

K_i 、 β_i ——舷侧外板、纵舱壁剪应力修正系数（ i —为 0、1），根据剖面型式按表 3.4.4.6

确定。

表 3.4.4.6

剖面型式	纵壁板剪应力修正系数
	$K_0 = 0.84$ $\beta_0 = 1.0$ $K_1 = 1.2$ $\beta_1 = 1.0$

注：当等值梁剖面纵舱壁超过 3 道，应根据实际结构按剪流理论计算剖面中和轴处的剪应力。

3.4.4.7 船体梁横剖面水平中和轴处舷侧外板及纵舱壁的剪切应力值，静水计算工况应不大于 80 N/mm^2 。

3.4.5 船体梁板格及纵向构件的屈曲强度校核

3.4.5.1 受船体梁总纵弯曲和剪切应力作用的板格及纵向构件，应按下述规定进行屈曲强度校核。

3.4.5.2 计算板格的临界应力时，应将实际板厚按表 3.4.5.2 的规定进行折减。

表 3.4.5.2

构件名称	标准折减厚度 (mm)	折减厚度最小、最大极限值 (mm)
强力甲板板	0.10t	0.7~2.0
船底板、舷侧外板	0.15t	0.7~2.25
舱壁板（两面均在液舱）	0.10t	0.7~2.0
舱壁板（两面均在干舱）	0.05t	0.5~1.0
舱壁板（一面在干舱一面在液舱）	0.08t	0.6~1.5
其它部位	0.05t	0.5~1.0

注：表中 t 为实取板厚值（mm）。

3.4.5.3 板格的临界屈曲应力 σ_{cr} 应不小于其所承受的最大总纵弯曲应力；纵骨的临界屈曲应力 σ_{cr} 应不小于其所承受的最大总纵弯曲应力的 1.35 倍。

3.4.5.4 板格的剪切临界屈曲应力 τ_{cr} 应不小于其所承受的最大总纵弯曲剪切应力。

3.4.5.5 板格及纵骨的临界屈曲应力 σ_{cr} 按下式计算：

$$\sigma_{cr} = \sigma_E \quad \text{当 } \sigma_E \leq \frac{1}{2} R_{eH}$$

$$\sigma_{cr} = R_{eH} \left(1 - \frac{R_{eH}}{4\sigma_E} \right) \quad \text{当 } \sigma_E > \frac{1}{2} R_{eH}$$

式中： R_{eH} ——材料的屈服强度，N/mm²，对普通碳素钢取 $R_{eH} = 235$ N/mm²

σ_E ——弹性屈曲应力，N/mm²。

3.4.5.6 板格的剪切临界屈曲应力 τ_{cr} 按下式计算：

$$\tau_{cr} = \tau_E \quad \text{当 } \tau_E \leq \frac{1}{2} \tau_y$$

$$\tau_{cr} = \tau_y \left(1 - \frac{\tau_y}{4\tau_E} \right) \quad \text{当 } \tau_E > \frac{1}{2} \tau_y$$

式中： $\tau_y = \frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$ ；

R_{eH} ——材料的屈服强度，N/mm²，对普通碳素钢取 $R_{eH} = 235$ N/mm²；

τ_E ——弹性屈曲剪切应力，N/mm²。

3.4.5.7 纵骨的弹性屈曲应力 σ_E 按下式计算：

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 EI}{l^2(A+10st)} \times 10^{-7} \quad \text{N/mm}^2$$

式中： I ——纵骨的剖面惯性矩（含带板），cm⁴，带板宽度取 0.5 倍纵骨间距；

l ——纵骨的跨距，m；

A ——纵骨自身横截面积，cm²；

s ——纵骨间距，m；

t ——纵骨带板厚度，mm；

E ——材料弹性模量，kN/m²，取 $E = 2.06 \times 10^8$ kN/m²

3.4.5.8 纵骨架式板格的弹性屈曲应力 σ_E 按下式计算：

$$\sigma_E = 76 \left(\frac{t_b}{10s} \right)^2 \frac{2.1}{\psi + 1.1} \quad \text{N/mm}^2$$

式中： t_b ——减去本节表 3.4.5.2 给定值后的板厚，mm；

s ——板格的短边长度, m;

ψ ——板格短边上最小与最大应力之比(按船体梁弯曲应力的分布确定) $0 \leq \psi \leq 1$ 。

3.4.5.9 横骨架式板格的弹性屈曲应力 σ_E 按下式计算:

$$\sigma_E = 19.6K \left(\frac{t_b}{10s} \right)^2 \cdot \left(1 + \frac{s^2}{l^2} \right)^2 \frac{2.1}{\psi + 1.1} \quad \text{N/mm}^2$$

式中: t_b ——减去本节表 3.4.5.2 给定值后的板厚, mm;

s ——板格的短边长度, m;

l ——板格的长边长度, m

K —— $K = 1.0$, 板边是普通骨材时;

$K = 1.15$, 板边是组合肋板或单底实肋板时

$K = 1.20$, 板边是双层底实肋板时

ψ ——板格长边上最小与最大应力之比(按船体梁弯曲应力的分布确定) $0 \leq \psi \leq 1$ 。

3.4.5.10 板格的弹性剪切屈曲应力 τ_E 按下式计算:

$$\tau_E = 18.54K \left(\frac{t_b}{10s} \right)^2 \quad \text{N/mm}^2$$

式中: $K = 5.34 + 4 \left(\frac{s}{l} \right)^2$;

t_b ——减去本节表 3.4.5.2 给定值后的板厚, mm;

s ——板格的短边长度, m;

l ——板格的长边长度, m。

第5节 外 板

3.5.1 平板龙骨

3.5.1.1 船中部平板龙骨厚度应按船中部底板厚度增加 1mm, 首、尾部平板龙骨厚度应不小于船中部底板厚度。平板龙骨的宽度应不小于 $0.1B$, 但应不小于 0.75m 也不必大于 1.5m。平底船的平板龙骨的厚度可与船中部底板厚度相同。

3.5.2 船底板

3.5.2.1 船中部底板厚度 t 应不小于按下列二式计算所得之值的大者:

$$t = kL + 4.5s + 0.5 \quad \text{mm}$$

$$t = 4.8s\sqrt{d + 1.25} + 1 \quad \text{mm}$$

式中: L ——船长, m;

s ——纵骨或肋骨间距, m;

d ——吃水, m;

k ——系数, 纵骨架式取 $k = 0.065$ 、横骨架式取 $k = 0.08$ 。

3.5.2.2 首尾部和过渡区域的船底板厚应不小于船中部的底板厚。

3.5.3 舳列板

3.5.3.1 舳列板厚度应按船中部底板厚度增加 0.5mm。若船底板厚度大于 8mm 时，则舳列板厚度可与船底板相同。

3.5.3.2 如采用圆舳，则舳列板宽度应至少超过舳部圆弧以外 100mm，并应超过实肋板面板表面以上 150mm。

3.5.3.3 如舳部为折角型，当用连接型材与船底板及舷侧外板对接或搭接相连时，型材厚度应不小于本节 3.5.3.1 规定的舳列板厚度。

3.5.3.4 舳板与相邻船底板或舷侧板采用搭接焊接时，则舳板应位于船底板和舷侧板的外层。搭接宽度应不小于按下式计算所得之值：

$$b = 2t + 15 \quad \text{mm}$$

式中： t ——搭接接头中较薄板的厚度，mm。

3.5.4 舷侧板

3.5.4.1 舷侧外板厚度应与船底板厚度相同。

3.5.4.2 内舷板的厚度应不小于中部船底板厚的 0.8 倍。

3.5.4.3 货油舱区域内舷板的厚度尚应满足平面纵舱壁的要求。

3.5.5 舷侧顶列板

3.5.5.1 舷侧顶列板在强力甲板以下的宽度应不小于 0.1D，且应不小于 250mm。

3.5.5.2 舷侧顶列板的厚度应不小于舷侧外板厚度加 1mm。

3.5.5.3 内舷顶列板的宽度应不小于型深的 0.15 倍，其厚度应不小于内舷板厚度加 1mm 或船中部强力甲板厚度的 0.85 倍之大者。

3.5.5.4 舷侧顶列板高出甲板的上缘应平整；且在船中部 0.4L 范围内的舷侧顶列板的甲板以上部分，不应开设流水孔。

3.5.6 首尾封板

3.5.6.1 船体首尾端封板的上列板厚度应与舷侧顶列板相同。以下各列板厚度应与船底板厚度相同。

3.5.7 内底板

3.5.7.1 内底板厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 5.5s\sqrt{\rho h} \quad \text{mm}$$

式中： s ——内底骨材间距，m；

h ——计算水柱高度，m，取内底板至舱顶上方 0.5m 或量至溢流管顶端的垂直距离，取其大者，但应不小于 2.0m；

ρ ——货物的相对密度（比重），且不小于 1。

内底板厚度 t 尚应不小于按本节 3.5.2.1 计算所得之值的 0.8 倍。

第6节 甲 板

3.6.1 强力甲板

3.6.1.1 船长小于 50m 时，其强力甲板的最小厚度 t 应不小于表 3.6.1.1 的规定。且船

中部强力甲板的半剖面积 a 尚应不小于按下式计算所得之值。

$$a = \frac{B}{2}(0.48L + 10.8) \quad \text{cm}^2$$

式中: L ——船长, m;

B ——船宽, m。

甲板半剖面积系包括船中部甲板中纵剖面一侧, 开口线以外的甲板、甲板边板、舷伸甲板、甲板纵骨、甲板纵桁等纵向连续构件的剖面积。

表 3.6.1.1

船长 L (m)	t (mm)
$50 > L > 40$	6.0
$40 \geq L \geq 20$	4.5

3.6.1.2 船长大于或等于 50m 时, 船中部强力甲板的最小厚度 t 应不小于按下式计算所得之值, 首、尾部强力甲板最小厚度应不小于船中部的 0.9 倍。

$$t = \beta(3.89 + 0.038L) + 1 \quad \text{mm}$$

式中: β ——系数, 横骨架式取 $\beta = 1$, 纵骨架式取 $\beta = 0.83$;

L ——船长, m。

3.6.1.3 甲板边板厚度可与该处的甲板厚度相同。

3.6.2 舷伸甲板

3.6.2.1 强力甲板 (或干舷甲板) 两舷设置舷伸甲板时, 舷伸甲板厚度应与强力甲板 (或干舷甲板) 厚度相同。

3.6.3 非强力甲板

3.6.3.1 其他各层非强力甲板的厚度应不小于按下式计算所得之值, 且不小于 3.0mm。其中顶篷甲板不小于 2.0mm。

$$t = 5.1s\sqrt{h} \quad \text{mm}$$

式中: s ——肋骨或纵骨间距, m;

h ——计算水柱高度, m, 按本章 3.10.1.1 的规定确定

3.6.4 装卸车区甲板

3.6.4.1 装卸车区甲板厚度 t 应不小于按下式计算所得之值:

$$t = K\sqrt{P} + 1.5 \quad \text{mm}$$

式中: P ——车辆轮印上的负荷, t , 如轮印之间的间距很小, 则视为一个轮印, 轮印负荷则为两轮所承担负荷之和;

K ——系数, 当 $\frac{u}{v} > 0.5$, $a \geq 0.1$, K 值由下式计算确定; 若不符合, 应按本节 3.6.4.2

式计算车辆甲板板厚度;

$$K = 6.37 - (a - 0.1)[7.56 - 4.2(a - 0.1)] - 0.38\left(\frac{u}{v}\right) - \left(2.5 - \frac{l}{s}\right) - \Delta$$

其中: $a = \frac{v}{s}$

s ——纵骨或横梁间距, m;

l ——纵骨或横梁跨距, m, 按本章 3.3.4 取值;

u 、 v ——分别为轮印的长度和宽度, m, 如图 3.6.4.1 所示;

Δ ——修正系数, 如 $a > 0.5$, $\frac{u}{v} > 1.5$ 时, 取 $\Delta = 0.7(a - 0.5) \times \left(\frac{u}{v} - 1.5\right)$, 若不符合

取 $\Delta = 0$;

当 $\frac{l}{s} > 2.5$ 时, 取 $\frac{l}{s} = 2.5$ 。

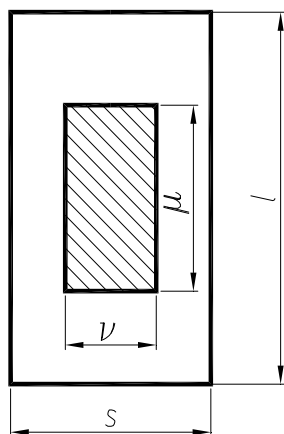


图 3.6.4.1

3.6.4.2 当无轮印资料时, 装卸车区甲板板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值:

$$t = \frac{s(P+1)}{27P+138} \times 10^3 \quad \text{mm}$$

式中: s 、 P ——同本节 3.6.4.1 式。

3.6.4.3 装卸车区甲板上应设有防滑装置。

3.6.5 局部加强

3.6.5.1 凡甲板上布置有甲板机械, 系缆设备的部位应采用加厚板或复板加强。若采用复板加强应用塞焊与甲板焊妥, 以保证有足够的连接强度。

第7节 单底骨架

3.7.1 一般要求

3.7.1.1 船底部纵向构件不应突然中断。底部骨架由一种型式过渡到另一种型式时, 应采用增设肘板, 或延续构件等办法, 相互延伸 2 个或交错 4 个肋距。

3.7.2 实肋板

3.7.2.1 横骨架式船底的实肋板间距应不大于 1.8m, 纵骨架式船底的实肋板间距应不大于 3.0m。

3.7.2.2 实肋板的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = Ks(fd + 1.25)l^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： K —— 系数，货油舱区域取 $k=0.4B/D+4.8$ ，但应不小于 6；其他区域 $K = 7.81 - 0.792l + 0.062l^2$ ；

s —— 实肋板间距，m；

f —— 系数，货油舱区域取 $f=0.75+0.7/d$ ，其他区域取 $f=1$ ；

d —— 吃水，m；

l —— 实肋板跨距，m，取舷侧至纵舱壁（双向纵桁架）或纵舱壁（双向纵桁架）之间跨距点的距离（跨距点按本章 3.3.4 规定），取其大者，但不小于下式计算值：

$$l = 1.2 + 0.072B$$

其中： B —— 船宽，m。

3.7.2.3 当船底部有舦升高时，实肋板的腹板高度可以逐渐减少，但离中纵剖面 $\frac{3}{8}B_i$ (B_i 为该剖面处的船宽)处的腹板高度应不小于其在该中纵剖面处腹板高度的 1/2。如图 3.7.2.3 所示。

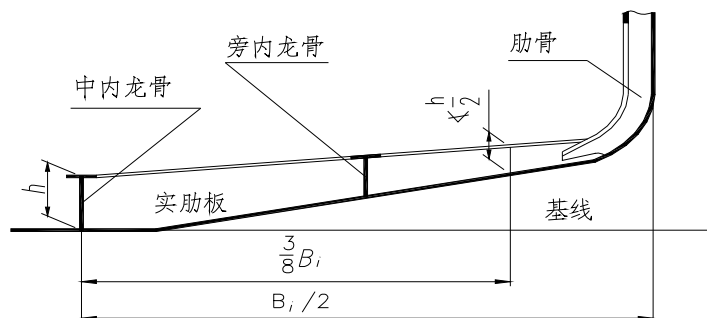


图 3.7.2.3

3.7.3 中内龙骨

3.7.3.1 船底部应设置中内龙骨。中内龙骨应尽量贯通全船，首、尾尖舱部分可用间断板。船底部为平底结构时允许以 2 根旁内龙骨(左右各 1 根)代替中内龙骨。

3.7.3.2 中内龙骨腹板的高度和厚度与该处实肋板相同，面板剖面面积应不小于实肋板面板剖面面积的 1.5 倍。

3.7.3.3 中内龙骨在舱壁处中断时应采用下列方式之一与舱壁连接：

(1) 将中内龙骨腹板在一个肋距内逐渐升高至原高度的 1.5 倍，中内龙骨的面板应延伸至舱壁并与舱壁焊接。如图 3.7.3.3 (1) 所示。

(2) 用有面板或折边的肘板与舱壁或垂直桁(或扶强材)连接，肘板的直角边长应等于中内龙骨的高度，肘板的厚度及面板(或折边)尺寸与中内龙骨相同，此时中内龙骨面板可不与舱壁焊接，如图 3.7.3.3 (2) 所示。

(3) 将中内龙骨面板的宽度在一个肋距内逐渐放宽，至舱壁处为原宽度的 2 倍，并与舱壁焊接，如图 3.7.3.3 (3) 所示。

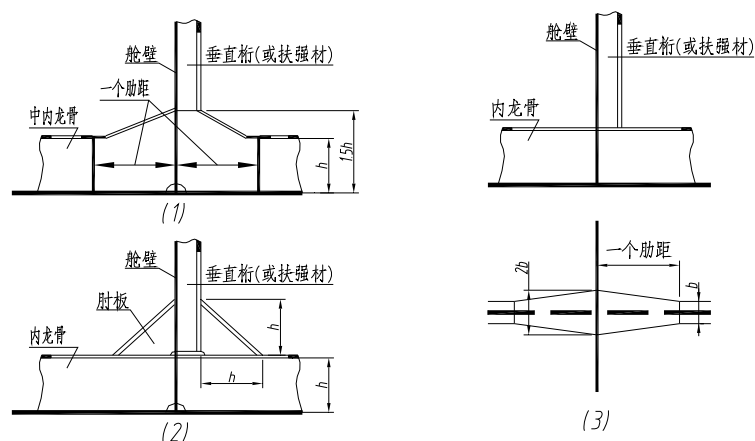


图3.7.3.3

3.7.4 旁内龙骨

3.7.4.1 船宽大于 6m 的船舶应设置旁内龙骨。旁内龙骨之间，以及旁内龙骨与中内龙骨、船舷(或纵舱壁)之间的距离应不大于 3.0 m。旁内龙骨应向首、尾两端尽可能延伸。

3.7.4.2 旁内龙骨可用间断板构成，尺寸与该处实肋板相同。

3.7.4.3 旁内龙骨与舱壁的连接方式应按本节 3.7.3.3 的规定。在首、尾部区域内，旁内龙骨的腹板尽可能垂直于外板，若有困难，其夹角应不小于 45°。

3.7.5 底肋骨

3.7.5.1 横骨架式船底未设实肋板的肋位上应设置底肋骨。底肋骨的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = Ks(fd + 1.25)l^2 + c \quad \text{cm}^3$$

式中： K ——系数，货油舱区域取 $k=5.5$ ；其他区域取 $k=4.6$

s ——肋骨间距，m；

f 、 d ——同 3.7.2.2，m；

l ——底肋骨跨距，m，内龙骨间或内龙骨与舷侧之间的距离，取大者。

c ——系数，货油舱区域 $c=0$ ；其他区域 $c=5.5$ 。

3.7.5.2 底肋骨的剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值：

$$I = 3Wl \quad \text{cm}^4$$

式中： W ——按本节 3.7.5.1 计算所得的剖面模数；

l ——同本节 3.7.5.1 式。

3.7.6 船底纵骨

3.7.6.1 纵骨架式单底船底纵骨的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = Ks(fd + 1.25)l^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： K ——系数，货油舱区域取 $k = 0.028L + 3.3$ ，但应不小于 4.14；其他区域，在船中部 $K = 0.017L + 6.16$ ，但不大于 8.14，其中 L 为船长，船中部以外可逐步递减至 0.8 K ；

s ——纵骨间距，m；

f 、 d ——同 3.7.2.2, m;

l ——纵骨跨距, m, 取实肋板间距。

3.7.6.2 船底纵骨的剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值:

$$I = 1.1(C_w W^{2/3} + f) \cdot l^2 \quad \text{cm}^4$$

式中: W ——按本节 3.7.6.1 计算所得的剖面模数, cm^3 ;

f ——纵骨连同带板的剖面积, cm^2 ;

l ——同本节 3.7.6.1 式。

C_w ——系数, 角钢取 $C_w = 0.73$, 球扁钢取 $C_w = 0.66$ 。

3.7.6.3 船底纵骨应用肘板与横舱壁连接, 肘板的直角边长应为纵骨高度的 2 倍, 厚度与纵骨相同。肘板面板(或折边)应符合本章 3.9.8.1 的规定。

3.7.7 开孔

3.7.7.1 中内龙骨的腹板上禁止开孔(流水孔除外)。

3.7.7.2 实肋板与旁内龙骨腹板的下方应开设流水孔。流水孔的大小应考虑到泵的抽吸率, 使自底部的各个流水孔至吸口均能自由流通。

第8节 双底骨架

3.8.1 一般要求

3.8.1.1 双层底高度应不小于 760mm。

3.8.1.2 船底骨架由双层底过渡到单层底时, 其结构应满足以下要求:

(1) 纵向构件不应突然终断, 应采用增设肘板、短桁材或延续桁材等办法, 相互延伸 2 个或交错 4 个肋距。

(2) 单层底中内龙骨和旁内龙骨应至少在三个肋距范围内为双层底中桁材和旁桁材的直接延续, 并设置如图 3.8.1.2 所示的水平过渡肘板(面板)逐渐过渡内底板。

(3) 不与双层底旁桁材直接连续的旁内龙骨, 应向双层底内延伸 3 个肋距, 其高度可逐渐降低, 其自由边应有折边。

(4) 内底边板亦应向中断区域延伸不小于 3 个肋距; 当内底边板为倾斜时, 其延伸部分应有面板或折边, 其宽度可逐渐减小。

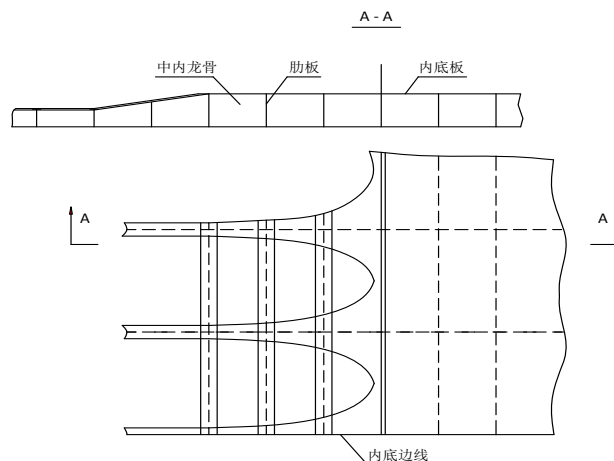


图 3.8.1.2

3.8.2 实肋板

3.8.2.1 无论骨架型式如何双底实肋板的间距应不大于 3.0m。

3.8.2.2 双层底实肋板高度不低于 760mm，其厚度不小于该处船底板的厚度。

3.8.2.3 实肋板的腹板高度与厚度之比大于 100 时，应在实肋板的腹板上设置垂直加强筋。加强筋的间距 c 应不大于按下式计算所得之值：

$$c = \frac{50}{\frac{h}{t} - 70} h \quad \text{mm}$$

式中： t ——实肋板腹板厚度， mm ；

h ——实肋板腹板高度， mm ；

加强筋的剖面惯性矩 I （含带板）应不小于按下式计算所得之值：

$$I = 3.7 \left(\frac{h}{c} \right)^3 h t^3 \times 10^{-6} \quad \text{cm}^4$$

式中： h ——实肋板腹板高度， mm ；

t ——实肋板腹板厚度， mm ；

c ——垂直加强筋间距， mm 。

加强筋的带板宽度应不大于腹板高度的 0.25 倍，且不大于加强筋间距。

3.8.2.4 实肋板与旁桁材应开设人孔，并应符合下述规定：

(1) 人孔位置沿船长、船宽方向应尽量呈直线排列，孔口边缘应光滑；

(2) 人孔高度应不大于双层底高度的 0.5 倍，宽度不大于开孔高度的 2 倍；

(3) 孔缘与孔缘之间的距离、孔缘距支柱下方肘板趾点的距离及孔缘距纵、横舱壁的距离应不小于双层底高度的 0.5 倍；

(4) 若不能满足上述 (2)、(3) 的要求时，则应在开孔边缘增设环形面板补强。环形面板的厚度不小于腹板厚度的 1.2 倍，宽度不小于 80mm。环形面板与腹板的连接应采用双面连续焊；

(5) 当有纵骨穿过实肋板时，纵骨穿孔边缘与人孔边缘之间的距离应不小于 120mm。否则应在纵骨穿孔处增设补板，在人孔边缘增设环形面板进行补强；

(6) 任何情况下，实肋板和旁桁材上的人孔高度不得大于双层底高度的 0.65 倍，人孔宽度不得大于开孔高度的 3 倍。孔缘距实肋板和旁桁材上下边缘的距离，应不小于双层底高度的 0.15 倍且不小于 150mm。

3.8.3 水密肋板

3.8.3.1 双层底内应设置间距不大于 0.3L 的水密实肋板。水密横舱壁下方应设置水密实肋板。水密实肋板的厚度与实肋板的厚度相同，且应符合本节 3.8.2.3 的规定。

3.8.4 桁材

3.8.4.1 中桁材应连续贯通。

3.8.4.2 中桁材的厚度应与所在部位平板龙骨的厚度相同，但应不小于相连实肋板的厚度。

3.8.4.3 旁桁材由间断板构成。

3.8.4.4 旁桁材的厚度应与所在部位船底部板厚度相同，但应不小于相连实肋板的厚度。

3.8.4.5 纵骨架式的旁桁材当其腹板的高度与厚度之比大于 100 时，应设置符合本节 3.8.2.3 规定的垂向加强筋。

3.8.4.6 旁桁材间距：横骨架式应不大于 4.0m；纵骨架式应不大于 4.5m。如图 3.8.4.6 所示：

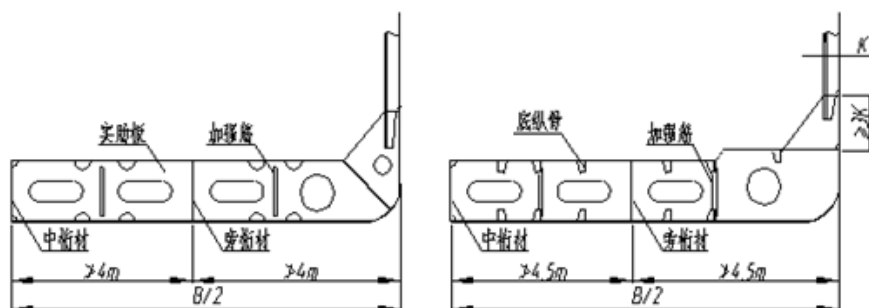


图 3.8.4.6

3.8.5 组合肋板

3.8.5.1 横骨架式双层底未设实肋板的肋位上应设置组合肋板。组合肋板的外底骨材的剖面模数和惯性矩应符合本章 3.7.5 对底肋骨的规定，组合肋板的内底骨材的剖面模数 W 应不小于按下列各式计算所得之值：

$$W = 3.8s\rho h l^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： s ——肋骨间距，m；

h ——计算水柱高度，m，取内底板至舱顶上方 0.5m 或溢流管顶端的距离，取其大者，但应不小于 2.0m；

ρ ——货物的相对密度（比重），且不小于 1。

l ——肋骨跨距，m，取桁材与桁材或桁材与舷侧间距离的大者。

内底骨材的剖面模数尚应不小于外底骨材剖面模数的 0.85 倍。

3.8.5.2 若在船底骨材跨距中点设置撑材，船底骨材的剖面模数可按本节 3.8.5.1 的要求减少 40%，此时，撑材的剖面积应不小于船底骨材的剖面积。撑材应用高度不小于船底骨材高度 1.5 倍，厚度与其相同的肘板与内外底骨材连接

3.8.5.3 组合肋板在中桁材的两侧及内底边板处，均应设置与实肋板厚度相同的肘板。肘板宽度，在中桁材的每一侧和倾斜的内底边板处均应不小于双层底高度的 0.75 倍；在水平内底边板处应不小于双层底高度。当肘板高度与厚度之比大于 100 时，其自由边应折边或加面板，如图 3.8.5.3 所示。在旁桁材一侧应设置撑材，撑材尺寸与内底骨材相同。

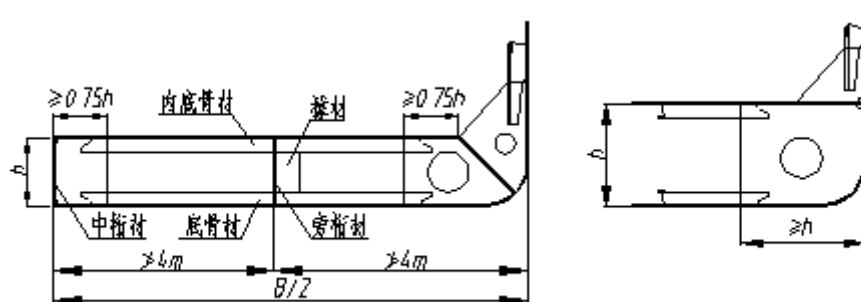


图 3.8.5.3

3.8.6 外底纵骨与内底纵骨

3.8.6.1 纵骨架式双层底外底纵骨的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = ks(d + 1.25)l^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: k ——系数, $k = 0.028L + 3.3$, 但应不小于 4.14;

s ——纵骨间距;

l ——纵骨跨距, m, 取实肋板之间的距离;

d ——吃水, m;

3.8.6.2 纵骨架式双层底内底纵骨的剖面模数 W 应不小于按下列各式计算所得之值:

$$W = kshl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: k 、 s 、 l ——同本节 3.8.6.1 式;

h ——同本节 3.8.5.1 式。

内底纵骨的剖面模数尚应不小于外底纵骨剖面模数的 0.85 倍

3.8.6.3 外底纵骨的剖面惯性矩应符合本章 3.7.6.2 的规定

3.8.6.4 若在外底与内底纵骨跨中设置垂直撑材时, 则外底及内底纵骨的剖面模数可按本节 3.8.6.1 的要求减少 40%。撑材的剖面积不小于外底纵骨的剖面积。撑材应用高度不小于外底纵骨高度 1.5 倍厚度与其相同的肘板与内外底纵骨连接。

3.8.6.5 当船底纵骨跨中设置垂直撑材时, 其剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值:

$$I = \frac{1.1}{k} (C_w W^{2/3} + f) \cdot l^2 \quad \text{cm}^4$$

式中: W ——按本节 3.8.6.4 计算所得的剖面模数, cm^3 ;

f ——纵骨带板剖面积, cm^2 ;

l ——纵骨跨距, m, 取实肋板间距;

C_w ——系数, 角钢取 $C_w = 0.73$, 球扁钢取 $C_w = 0.66$;

k ——系数, $k = 1.85 - 1.54\beta + 0.64\beta^2$;

其中: β ——系数, $\beta = -0.34 + 0.29D - 0.022D^2$;

D ——型深, m。

3.8.6.6 外底纵骨、内底纵骨应均匀设置, 其穿过实肋板时, 应与实肋板焊接, 切口的角隅应为圆角, 如图 3.8.6.6 所示。

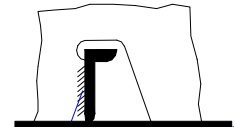


图 3.8.6.6

3.8.7 肘板

3.8.7.1 纵骨架式中桁材在实肋板间距的中点, 应左右加设通至邻近纵骨处的肘板, 其厚度与实肋板相同, 如图 3.8.7.1 所示。

3.8.7.2 纵骨在水密肋板处中断时, 应用宽度等于 2.5 倍纵骨高度, 厚度与水密肋板相同的肘板与水密肋板连接, 如图 3.8.7.2 所示。

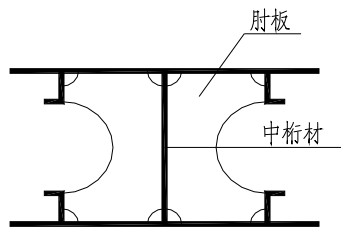


图 3.8.7.1

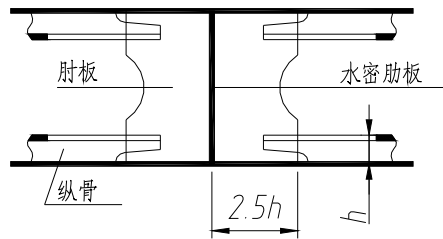


图 3.8.7.2

3.8.7.3 纵骨架式双层底的舭部无实肋板的肋位上应设置与实肋板厚度相同的肘板，并延伸与邻近的船底纵骨和内底纵骨。如图 3.8.7.3 所示。

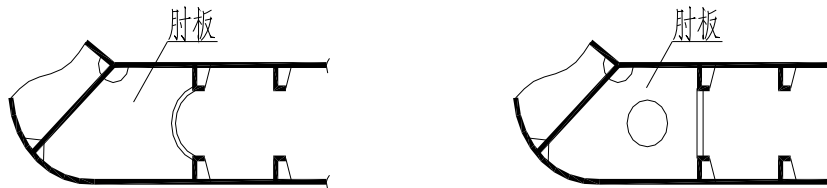


图 3.8.7.3

3.8.8 开孔

3.8.8.1 内底板上的人孔，应尽量开在双层底舱的对角处，并用水密盖封闭。

3.8.8.2 实肋板与旁桁材均应开设人孔，开孔位置应沿船长、船宽方向尽量呈直线排列。开孔高度应不大于双层底高度的 0.5 倍，开孔宽度应不大于双层底的高度，孔与孔之间的距离应不小于双层底的高度，孔口边缘应光滑。孔口边缘距支柱下方肘板趾点或舱壁的水平距离应不小于 500mm。若不能满足上述要求时，则应对孔缘予以加强。

3.8.8.3 实肋板与旁桁材上应开设适当的流水孔和透气孔，并应考虑到泵的抽吸率，使自舱内各处到空气管和吸口的水和空气能自由流通。

第9节 舷侧骨架

3.9.1 一般要求

3.9.1.1 趸船的舷侧骨架为横骨架式时，应采用交替肋骨制。货油舱区域的舷侧骨架一般也应采用交替肋骨制。强肋骨的间距应不大于 3.0m 且应与实肋板、强横梁布置在同一平面内。

3.9.1.2 舷侧纵向构件不应终断在同一剖面处。当舷侧骨架由一种型式过渡到另一种型式时，应采用增设肘板或延续构件的方法相互延伸 2 个或交错 4 个肋距。

3.9.2 肋骨和纵骨

3.9.2.1 主肋骨和交替肋骨制的外舷普通肋骨的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = Ks(d + 1.25)l^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： K ——系数，主肋骨取 4.4，普通肋骨取 3.8；

s ——肋骨间距，m；

d ——吃水，m；

l ——取肋骨与实肋板内缘交点至肋骨与横梁内缘交点间的距离，如图 3.9.2.1 所示。

当设有舷侧纵桁时，主肋骨的剖面模数仍应不小于按上式计算所得之值，交替肋骨制的普通肋骨的剖面模数可取不小于按上式计算所得之值的 0.65 倍。

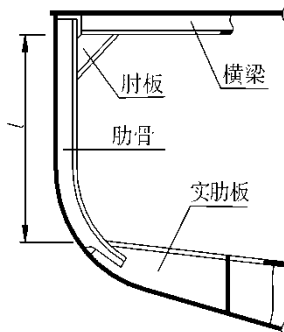


图 3.9.2.1

3.9.2.2 外舷纵骨的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = Ks(d + 1.25)l^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： K ——系数，货油舱区域取 $k=0.03L+3.6$ ，但应不大于 7.2；其他区域取 5.56；

s ——纵骨间距，m；

l ——纵骨跨距，m，取强肋骨间距；

d ——设计吃水，m；

3.9.2.3 外舷纵骨剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值：

$$I = 1.1(C_w W^{2/3} + f) \cdot l^2 \quad \text{cm}^4$$

式中： W ——按本节 3.9.2.2 计算所得的剖面模数， cm^3 ；

f ——纵骨带板剖面积， cm^2 ；

l ——同本节 3.9.2.2 式；

C_w ——系数，角钢取 $C_w = 0.73$ ，球扁钢取 $C_w = 0.66$ 。

3.9.2.4 舷侧纵骨在穿过强肋骨开口处应与强肋骨腹板直接焊接。强肋骨在纵骨通过处应每隔一根纵骨设置单面防倾肘板，也可每 4 个骨材间距或者不大于 2m 的间距设置双面肘板。在横舱壁中断处应用肘板与舱壁扶强材相连，肘板任一直角边长与肘板厚度的比值大于 30 时，肘板的自由边应设折边或面板，折边（或面板）的宽度一般为肘板厚度的 10 倍。肘板与纵骨连接边的边长为纵骨高度的 2 倍，厚度与纵骨相同。

3.9.3 强肋骨

3.9.3.1 舷侧骨架为交替肋骨制时，外舷强肋骨的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值，

$$W = Ks(d + 1.25)l^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： K ——系数，货油舱区域取 5.2，其他区域取 4.7；

s ——强肋骨间距，m；

d ——吃水，m；

l ——强肋骨跨距，m，按本章 3.3.4 的规定确定。

当强肋骨跨距中部设置水平撑材时，强肋骨的剖面模数应不小于上式计算所得之值的 0.6 倍。

3.9.3.2 舷侧骨架为纵骨架式时，强肋骨剖面模数应不小于横骨架式强肋骨剖面模数的 1.1 倍。

3.9.3.3 强肋骨腹板在纵骨穿过处的剩余高度应不小于腹板高度的 0.6 倍，否则开口处的剖面模数应满足本节的要求。

3.9.4 舷侧纵桁

3.9.4.1 舷侧骨架（含内舷骨架）如设置舷侧纵桁时，舷侧纵桁的剖面尺寸应与强肋骨相同，且应尽量延伸至首尾。

3.9.4.2 当肋骨跨距超过 2m 时，应设置一道舷侧纵桁。

3.9.4.3 舷侧纵桁应在间距不大于 2 个肋距的肋骨穿过处设置防倾肘板。

3.9.4.4 舷侧纵桁在舱壁处选用下列方式之一与舱壁(或舱壁水平桁)连接：

(1) 将舷侧纵桁的腹板在一个肋距内逐渐升高至舱壁处，在该处的高度应为原高度的 1.5 倍，舷侧纵桁腹板应与舱壁焊接，参见本章图 3.7.3.3 (1)；

(2) 用肘板与舱壁(或舱壁水平桁)连接，肘板的直角边长应等于舷侧纵桁腹板高度，肘板的厚度及面板(或折边)尺寸与舷侧纵桁相同，舷侧纵桁腹板应与舱壁焊接，参见本章图 3.7.3.3(2)。

3.9.5 内舷结构

3.9.5.1 内舷侧的结构型式应与外舷侧相同。

3.9.5.2 内舷强肋骨及舷侧纵桁的剖面模数应不小于外舷强肋骨的剖面模数。

3.9.5.3 内舷纵骨及肋骨的剖面模数应不小于外舷肋骨或纵骨的 0.85 倍。

3.9.5.4 货油舱区域内舷侧结构尚应满足平面纵舱壁的要求。

3.9.6 舷舱撑材

3.9.6.1 若在舷舱内、外舷强肋骨跨距中部设置水平撑材时，水平撑材的剖面积 a 应不小于按下式计算所得之值：

$$a = \frac{61.3shl}{[\sigma]} \quad \text{cm}^2$$

式中： s ——外舷强肋骨的间距，m；

l ——外舷强肋骨的跨距，m，按本章 3.3.4 的规定；

h ——计算水柱高度，m，取水平撑材至干舷甲板上 1.0m 的垂直距离，但不小于 2.0m

$[\sigma]$ ——许用应力，按本章 3.11.3.3 的规定计算，其中 l_0 、 r 分别为水平撑材的长度和剖面最小惯性半径。

若设置斜撑材与水平撑材组成横向桁架时，则斜撑材的剖面积应不小于上式计算所得之值的 0.5 倍。

3.9.7 舦肘板

3.9.7.1 肋骨与实肋板的连接，对斜底结构可采用如图 3.9.7.1 (1)所示的形式，对平底结构应用舦肘板连接，舦肘板高出肋板的高度应不小于肋骨高度的 3 倍，舦肘板的宽度约等于中纵剖面处实肋板的高度，舦肘板的厚度取与实肋板相同，如图 3.9.7.1 (2)所示，也

可采用连体肘板，如图 3.9.7.1 (3)所示。

肋骨与底肋骨应用舦肘板连接，舦肘板与肋骨及舦肘板与底肋骨的搭接长度应不小于连接肋骨高度的 2 倍，如图 3.9.7.1 (4)所示。

船体底部如为纵骨架式单底，应用舦肘板将肋骨及底纵骨与底板固定，并延伸至相邻的底纵骨，舦肘板与肋骨的搭接长度应不小于肋骨高度的 2 倍，如图 3.9.7.1 (5)所示。

纵骨架式舷侧的最下一根纵骨与底纵骨应在实肋板间距的中点设置舦肘板如图 3.9.7.1 (6)所示。

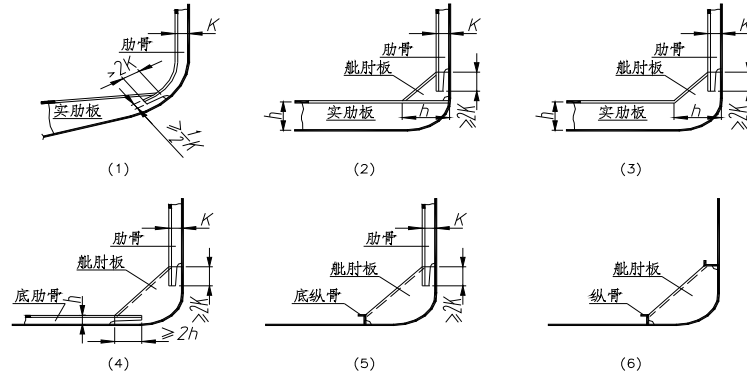


图 3.9.7.1

3.9.7.2 强肋骨与实肋板用舦肘板连接，舦肘板的直角边长应与实肋板中部腹板高度相同，厚度与实肋板厚度相同。

3.9.7.3 船底如为双层底时，应用舦肘板将肋骨与内底边板固定，舦肘板的直角边长应不小于肋骨高度的 3 倍，其搭接长度应不小于肋骨高度的 2 倍。

3.9.7.4 舦肘板的自由边应有折边(或面板)，折边(面板)的宽度一般为舦肘板厚度的 10 倍。

3.9.7.5 船底如为双层底时，应用舦肘板将强肋骨与内底板固定。舦肘板的高度为强肋骨腹板高度的 1.65 倍，舦肘板的宽度和高度相同，舦肘板的厚度应与实肋板厚度相同。双层底肋板在舦肘板趾端处应设置垂直加强筋，加强筋的要求与本章 3.8.2.3 相同。如图 3.9.7.5 所示。舦肘板的自由边应设面板（或折边），面板（折边）的宽度一般不小于舦肘板厚度的 10 倍。

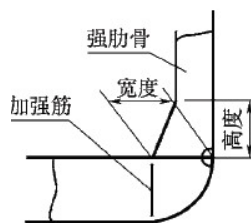


图 3.9.7.5

3.9.8 梁肘板

3.9.8.1 肋骨与横梁应用肘板连接，肘板直角边长应为横梁高度的 2 倍，如图 3.9.8.1 (1)、(2)所示，肘板的厚度取与横梁相同。若甲板为纵骨架式时，肋骨应用肘板与甲板固定，并应延伸至相邻的甲板纵骨，肘板的高度为纵骨高度的 2.5 倍，厚度与肋骨相同，如图 3.9.8.1 (3)、(4)所示。

当肘板任一直角边长与肘板厚度的比值大于 30 时，肘板的自由边应折边或设面板，折边(或面板)的宽度一般为肘板厚度的 10 倍。

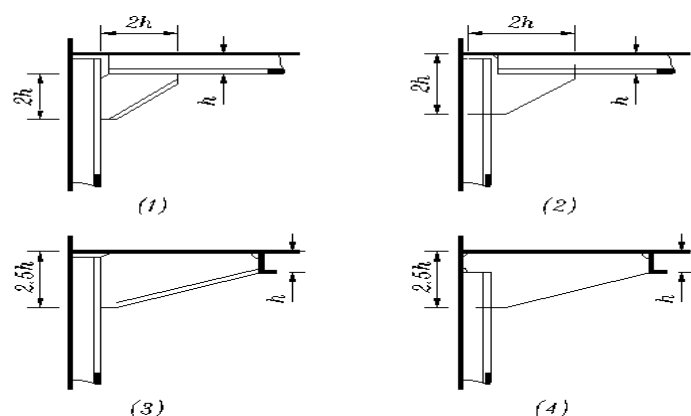


图 3.9.8.1

3.9.8.2 强肋骨与强横梁可采用肘板连接或强横梁端部在不小于 1.5 倍腹板高度范围内将腹板升高至 1.5 倍腹板高度后与强肋骨连接的形式，如图 3.9.8.2 所示。肘板的直角边长应不小于强横梁或强肋骨腹板高度的较大值，肘板的厚度应不小于强横梁或强肋骨腹板厚度的较大值，肘板的自由边应折边(或设面板)，折边(或面板)的要求应符合本节 3.9.8.1 的规定。

3.9.8.3 若将强横梁与强肋骨的连接结构设计成整体型式时，连接处的肘板应为圆弧形，圆弧的半径一般应不小于强横梁和强肋骨腹板高度中的较小者，当肘板的尺寸较大时，应在肘板上设置加强筋。圆弧边缘应设面板并与强横梁和强肋骨的面板相连接。面板的尺寸应与强横梁面板尺寸相同。

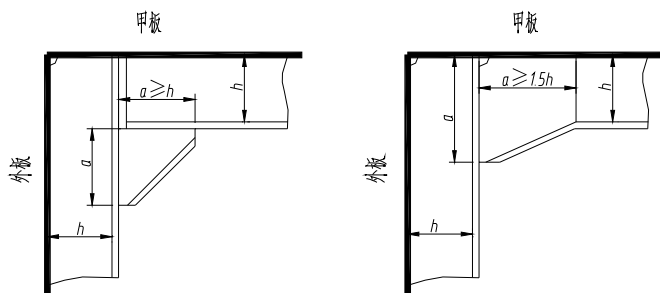


图 3.9.8.2

第10节 甲板骨架

3.10.1 甲板横梁

3.10.1.1 横骨架式甲板应在每个肋位上设置横梁，其剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 5cshl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： c ——系数，强力甲板取 1.60；其余各层甲板均取 1；

s ——横梁间距，m；

l ——横梁跨距，m，取舷侧与甲板纵桁(纵舱壁)或甲板纵桁(纵舱壁)之间距离之大者，且不小于 2m；

h ——甲板计算水柱高度，m，按表 3.10.1.1 选取。

表 3.10.1.1

甲板名称及处所	计算水柱高度 h
强力甲板	0.5m
起居甲板	0.35m
顶篷甲板	0.2m
平台甲板	机舱及机修平台：1.0m； 深舱平台：取平台甲板上表面至上一层甲板下表面的垂直距离，m，但不小于 2m； 其它平台：0.35m。

3.10.1.2 货油舱区域甲板横梁的剖面模数 W 还应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 6.5sl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： s 、 l ——同本节 3.10.1.1。

3.10.1.3 强力甲板横梁的剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值：

$$I = 3Wl \quad \text{cm}^4$$

式中： W ——按本节 3.10.1.1 式或 3.10.1.2 式计算所得之剖面模数；

l ——同本节 3.10.1.1 式。

3.10.1.4 甲板横梁应设置不小于甲板宽度 1/100 的梁拱，对于遮蔽处所梁拱可适当降低。

3.10.1.5 顶篷甲板的横梁间距必要时可适当加宽。

3.10.1.6 横梁穿过甲板纵桁时应与纵桁腹板焊接，且每隔 1 个肋位设置单面肘板，也可每 4 个肋位设置双面肘板。肘板厚度与甲板纵桁腹板厚度相同。如图 3.10.1.6 所示。

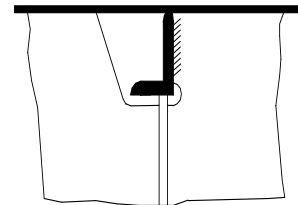


图 3.10.1.6

3.10.2 甲板纵骨

3.10.2.1 强力甲板的甲板纵骨，应尽量向首尾延伸，不应终断在同一横剖面上，相邻纵骨的末端应相互错开至少一个肋骨间距，并用肘板与横向骨材焊牢。

3.10.2.2 甲板纵骨的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = kcs hl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： k ——系数，船中强力甲板 $k = 0.05L + 4$ ，但不必大于 10；中部以外向首、尾逐步递减至 $0.8k$ ，但应不小于 5.5；非强力甲板取 $k = 5.5$ ；

c 、 h ——按本节 3.10.1.1 的规定确定；

s ——纵骨间距，m；

l ——纵骨跨距，m，取强横梁间距。

3.10.2.3 货油舱区域甲板纵骨的剖面模数 W 还应不小于按下式计算所得之值：

$$W = ksl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： k ——系数，取 $k = 0.073L + 5.12$ ，但应不大于 13.9；

s 、 l ——同本节 3.10.2.2。

3.10.2.4 强力甲板纵骨的剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值:

$$I = 1.1(C_w W^{2/3} + f) \cdot l^2 \quad \text{cm}^4$$

式中: W ——按本节 3.10.2.2 或 3.10.2.3 计算所得的剖面模数, cm^3 ;

f ——纵骨带板剖面积, cm^2 ;

l ——同本节 3.10.2.2 式;

C_w ——系数, 角钢取 $C_w = 0.73$, 球扁钢取 $C_w = 0.66$ 。

3.10.2.5 甲板纵骨穿过强横梁的连接型式应符合本节 3.10.1.6 的规定。

3.10.2.6 甲板纵骨应用肘板与横舱壁连接, 肘板直角边的长度应为纵骨高度的 2 倍, 厚度与纵骨厚度相同。

3.10.3 甲板纵桁

3.10.3.1 甲板应设置甲板纵桁。强力甲板的甲板纵桁与龙骨、底纵桁应尽可能设置在同一平面内。

3.10.3.2 横骨架式甲板纵桁的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = kcbhl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: k ——系数, 强力甲板取 $k = 0.03L + 4.8$, 但不必大于 8.4; 非强力甲板取 $k = 5.5$;

c 、 h ——按本节 3.10.1.1 的规定确定;

b ——甲板纵桁支承面积的平均宽度, m ;

l ——纵桁跨距, m , 按本章 3.3.4 的规定确定。

3.10.3.3 货油舱区域横骨架式甲板纵桁的剖面模数 W 还应不小于按下式计算所得之值:

$$W = kbl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: k ——系数, 取 $k = 0.03L + 6.5$, 但应不大于 10.1

b 、 l ——同本节 3.10.3.2。

3.10.3.4 纵骨架式甲板纵桁的剖面尺寸取与纵骨架式强横梁相同。

3.10.3.5 横骨架式甲板纵桁的剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值:

$$I = 2.75Wl \quad \text{cm}^4$$

式中: W ——按本节 3.10.3.2 或 3.10.3.3 式计算所得之剖面模数;

l ——同本节 3.10.3.2 式。

3.10.3.6 甲板纵桁腹板在横梁穿过处的剩余高度应不小于腹板高度的 0.6 倍, 否则开口处的剖面模数应满足本节的要求。

3.10.3.7 甲板纵桁在同一舱室内的跨距相差较大时纵桁腹板可做成不等高度, 但高腹板应逐渐过渡到低腹板, 过渡范围的长度应不小于腹板高度之差的 3 倍。

3.10.3.8 甲板纵桁在横舱壁处应与舱壁垂直桁或扶强材对正, 如有困难应采取有效支承措施。甲板纵桁在舱壁处连接方式可采用高度不小于纵桁高度, 厚度与纵桁腹板厚度相同, 面板与纵桁面板相同的肘板连接; 或采用纵桁腹板在一个肋距内逐渐升高到原高度的 1.5 倍的形式连接; 也可采用将纵桁面板宽度在一个肋距内逐渐加宽至原宽度 2 倍的形式连接等。所述连接方式可参见本章图 3.7.3.3(1)、(2)、(3)。

3.10.3.9 顶篷甲板纵桁的上面若无钢质甲板时, 应增设钢质牵条板, 其厚度应不小于 2.5mm, 宽度应不小于 150mm, 包括牵条板在内的甲板纵桁剖面模数应不小于本节

3.10.3.2 或 3.10.3.3 的规定。

3.10.3.10 甲板纵桁跨距内如承受上方支柱传递的集中载荷时，其剖面尺寸应按照本社《钢质内河船舶建造规范》第 1 分册第 14 章规定由直接计算确定。

3.10.4 强横梁

3.10.4.1 甲板应设置强横梁。强力甲板的强横梁间距应不大于 3.0m，且应与强肋骨、实肋板在同一平面内。

3.10.4.2 纵骨架式甲板强横梁的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = kcs hl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： k ——系数，强力甲板取 $k = 5.7$ ；非强力甲板取 $k = 5.1$ ；

c 、 h ——按本节 3.10.1.1 的规定确定

s ——强横梁间距，m；

l ——强横梁跨距，m，按本章 3.3.4 的规定确定。

3.10.4.3 货油舱区域纵骨架式强横梁的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = ks l^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： k ——系数，取 $k = 1.05B/D + 4.2$ ；

s 、 l ——同 3.10.4.2。

3.10.4.4 横骨架式甲板强横梁的剖面尺寸取与横架式甲板纵桁相同。

3.10.4.5 甲板强横梁的剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值：

$$I = kWl \quad \text{cm}^4$$

式中： W ——按本节 3.10.4.2 或 3.10.4.3 式计算所得之剖面模数；

k ——系数，强力甲板取 $k = 2.75$ ；非强力甲板取 $k = 2.2$

l ——同本节 3.10.4.2 式。

3.10.4.6 强横梁腹板在纵骨穿过处的剩余高度应不小于腹板高度的 0.6 倍，否则开口处的剖面模数应满足本节的要求。

3.10.4.7 强横梁跨距内如承受上方支柱传递的集中载荷时，其剖面尺寸应按照本社《钢质内河船舶建造规范》第 1 分册第 14 章规定由直接计算确定。

3.10.4.8 货油舱区域强横梁和甲板纵桁均应在其腹板上开设半径一般为 30~50mm 的半圆孔，其直边应沿甲板下缘以使气体流通，半圆孔的间距应不大于 1m。

3.10.5 舷伸甲板骨架

3.10.5.1 强力甲板（或干舷甲板）两舷可设置如图 3.10.5.1 所示的作为通道使用的舷伸甲板。舷伸甲板的舷伸梁间距应不大于 3m，其所在的舷侧处应设置强肋骨。舷伸甲板下应设置纵骨或在舷伸梁之间设置横梁，其尺寸与强力甲板（或干舷甲板）的纵骨或横梁相同。

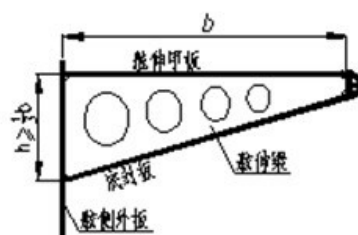


图 3.10.5.1

3.10.5.2 舷伸甲板的宽度 b 一般应不大于 $0.1B$ 且不大于 $2.0m$ 。舷伸梁在舷侧连接处的腹板高度应不小于舷伸甲板宽度的 $1/3$ ，其厚度应不小于上述高度的 $1/100$ ，但不小于 $3mm$ ，如图 3.10.5.1 示。

3.10.5.3 底封板的厚度应不小于舷侧外板厚度的 0.8 倍。

3.10.5.4 舷伸梁的底角应开有流水孔。每舷应适当布置泄水孔，并配有不锈钢材料制成的水密栓塞。

3.10.5.5 舷伸梁的腹板可以开圆形减轻孔，且开孔直径应不大于该处腹板高度的 0.5 倍。

3.10.6 装卸车区域甲板骨架

3.10.6.1 装卸车区域甲板纵骨的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 4.48P_c l \quad \text{cm}^3$$

式中： P_c ——车轴的最大负荷， t ，对于叉式装卸车，总重量应算在一根轴上；

l ——骨材跨距， m ，取甲板纵桁或强横梁之间的距离。

骨材穿过强横梁时，应与强横梁腹板焊接，连接型式如本节图 3.10.1.6 所示，且应每间隔一个肋距设置双面肘板，或每个肋距交替设置单面肘板。肘板厚度与相应的腹板厚度相同。肘板高度应伸至强横梁面板，并与之牢固焊接。

3.10.6.2 装卸车区域甲板纵桁的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 1.1kP_c l \quad \text{cm}^3$$

式中： P_c ——按本节 3.10.6.1 的规定；

l ——纵桁跨距， m ，支柱与支柱之间或支柱与横舱壁之间的距离，取大者；

K ——系数， $k = 3.6l + 6.9$ ，其中取 l 纵桁跨距。

甲板纵桁与横舱壁连接应符合本章 3.7.3.3 的规定。

3.10.6.3 装卸车区域甲板强横梁的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 9.9p_c l \quad \text{cm}^3$$

式中： P_c ——按本节 3.10.6.1 的规定；

l ——强横梁跨距， m ，纵桁架竖杆之间或纵桁架竖杆与舷侧（纵舱壁）之间的距离，取大者。

强横梁腹板在纵骨通过处的剩余高度应不小于腹板高度的 0.6 倍，否则开口处的剖面模数应满足上述要求。

3.10.6.4 强横梁与强肋骨的连接应符合本章 3.9.8.2 的规定。强横梁与纵舱壁的连接应参照本节 3.10.3.8 中关于甲板纵桁与横舱壁连接的规定。

3.10.6.5 支撑卸车区甲板板架的舱壁和围壁的垂直桁参照支柱的要求进行校核。

3.10.6.6 装卸车区域甲板纵桁和强横梁的剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值：

$$I = 2.75Wl \quad \text{cm}^4$$

式中： W ——按本节 3.10.6.2 或 3.10.6.3 计算所得之剖面模数；

l ——同本节 3.10.6.2 或 3.10.6.3 式。

3.10.7 车辆跳板

3.10.7.1 加注趸船上可设置供车辆上下的跳板，跳板上应设有防滑装置。

3.10.7.2 跳板纵中心线处上下车辆的车道甲板厚度应不小于车辆甲板厚度的 1.2 倍，宽度应不小于 2.5m。

3.10.7.3 跳板骨架建议采用纵骨架式。

3.10.7.4 跳板应设置间距不大于 2.5m 的纵桁和强横梁，跳板两侧应设置边纵桁。除跳板两侧的边纵桁外，纵桁和强横梁应采用“T”形组合型材。

3.10.7.5 跳板车道甲板下应设置 2 道连续贯通的强纵桁。强纵桁的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = k_1 k_2 P_c l \quad \text{cm}^3$$

式中： l ——纵桁跨距，m，取跳板的长度（ $l \leq 20\text{m}$ ）；

P_c ——车轴的最大负荷，t，按本节 3.10.6.1 的规定；

k_1 ——系数， $k_1 = 8.84 + 0.45l - 0.0125l^2$ ；

k_2 ——系数，单轴及并装 2 轴车取 $k_2 = 1.0$ ，并装 3 轴车取 $k_2 = 1.43$ ，并装 4 轴车

取 $k_2 = 1.72$ 。

强纵桁腹板高度应在其长度中点向两端各延伸 0.25 l 的范围内保持不变，然后可向两端逐渐过渡减小，但两端的腹板高度应不小于中间腹板高度的 0.5 倍。

3.10.7.6 跳板旁纵桁及两侧的边纵桁的剖面模数应不小于按本节 3.10.7.5 计算所得之值的 0.65 倍。

3.10.7.7 跳板强横梁剖面模数应不小于按本节 3.10.7.5 计算所得之值的 0.45 倍。跳板前后两端的强横梁应予以加强，其腹板厚度应较中部强横梁腹板厚度加厚 2mm，其面板的剖面积应不小于中部强横梁面板剖面积的 1.5 倍。

3.10.7.8 跳板纵骨（或横梁）的间距和剖面尺寸应满足对车辆甲板的要求。位于跳板车道甲板下的纵骨（或横梁）剖面模数应不小于车辆甲板下纵骨（或横梁）剖面模数的 1.2 倍。

3.10.7.9 跳板强横梁（或纵桁）腹板在纵骨（或横梁）穿过处的剩余高度应不小于腹板高度的 0.6 倍，否则开口处的剖面模数应满足本节的要求。

3.10.7.10 纵骨穿过强横梁（或横梁穿过纵桁）处应与腹板焊接，且应设置双面肘板与强横梁（或纵桁）牢固焊接。肘板的厚度应不小于横梁（或纵骨）的厚度。

3.10.7.11 车辆跳板的骨架也可由直接计算校核其构件尺寸和强度。

3.10.7.12 若采用两段组合形式的折叠跳板应由直接计算校核其构件尺寸和强度。

3.10.7.13 跳板应采用铰链与船体连接，连接处船体结构及跳板结构应予适当加强。连接铰链应满足如下要求：

（1）铰链轴销的直径 d 应满足下式要求：

$$d \geq \sqrt{\frac{1.27F}{[\tau]}} \quad \text{mm}$$

（2）铰链中心眼板的尺寸应满足下列两式要求：

$$\frac{F}{b_0 \cdot t_0} \leq [\tau]$$

$$b_0 \geq d$$

(3) 铰链的两侧眼板的尺寸应满足下列两式要求:

$$\frac{F}{2t_1 \cdot t_2} \leq [\tau]$$

$$t_1 \geq d/2$$

式中: F ——铰链承受的最大剪切力, N;

$[\tau]$ ——许用剪切应力, 取 $\tau = 81.6 \text{ N/mm}^2$;

t_1 、 t_2 、 b_0 、 t_0 、 d ——见图 3.10.7.13。

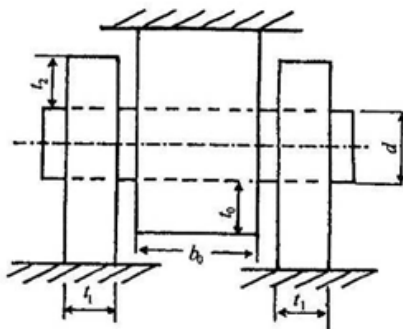


图 3.10.7.13

3.10.8 跳板吊臂

3.10.8.1 当吊臂与水平面的倾角在大于等于 45° 小于等于 60° 的范围内时, 吊臂的结构和尺寸可按本条规定确定。否则吊臂的强度应由直接计算校核。

3.10.8.2 吊臂与甲板连接处的甲板下方应设置与跳板方向一致的加强短桁材, 短桁材两端应与强横梁或甲板纵桁连接。吊臂与甲板之间应增设复板加强。

3.10.8.3 跳板吊臂横截面一般应为对称剖面形式, 其剖面的高度尺寸可由下端向上端逐渐减小, 但上端的高度尺寸一般应不小于下端高度尺寸的 0.3 倍。

3.10.8.4 吊臂与甲板连接处的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = kl_0 G \quad \text{cm}^3$$

式中: G ——跳板重量, t , 当 $G < 1.0$ 时, 取 $G = 1.0$;

l_0 ——吊臂长度, m;

k ——系数, $k = 10 + 40 \left(\frac{l}{l_0} \right)$, 当 $l < l_0$ 时, 取 $l = l_0$;

其中: l ——跳板长度, m。

跳板吊臂的强度也可根据本社《钢质内河船舶建造规范》第 1 分册第 14 章的规定采用直接计算进行校核。

3.10.8.5 薄壁结构的跳板吊臂, 其壁厚应符合下述规定:

- (1) 吊臂横截面若为圆形时, 吊臂的壁厚 t 应大于等于其最大直径的 1/50;
- (2) 吊臂横截面若为矩形时, 吊臂的壁厚 t 应大于等于下式计算所得之值:

$$t = 0.02b \quad \text{mm}$$

式中： b ——吊臂横截面与弯曲中和轴平行边的宽度，mm。

(3) 吊臂横截面若为“工”形时，吊臂的翼板厚度 t 应大于等于下式计算所得之值：

$$t = 0.05b \quad \text{mm}$$

式中： b ——吊臂横截面翼板的宽度，mm。

(4) 任何情况下薄壁结构吊臂的壁厚 t 不得小于4mm；

(5) 其它形式薄壁结构吊臂的壁厚应另行考虑。

3.10.9 局部加强

3.10.9.1 在设置甲板机械，舾装设备的部位，应视具体情况加设强横梁，短纵桁或支柱等。

第11节 支柱及桁架

3.11.1 一般规定

3.11.1.1 当甲板上设置有较重设备或局部承载较大荷重时，应在甲板下方适当设置支柱。

3.11.1.2 应在强力甲板下方设置间距不大于 4m 且在船中 0.4L 范围内连续的双向纵桁架。

3.11.2 支柱的设置与连接形式

3.11.2.1 各层甲板间的支柱应尽量设置在同一垂线上。

3.11.2.2 支柱上下两端应设置在强骨材上，并应加设垫板和肘板与强骨材牢固焊接。如图 3.11.2.2 所示。强力甲板以上甲板间的支柱可免设肘板。

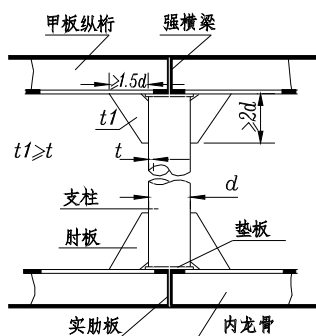


图 3.11.2.2

3.11.2.3 最下层支柱的下端应尽量设置在实肋板与龙骨（或底纵桁）的交叉点上。若支柱仅由实肋板或龙骨（或底纵桁）支持时，则应在实肋板或龙骨（或底纵桁）两侧设置肘板（或短桁材）并与相邻的骨材连接。

3.11.2.4 支柱肘板应符合下述规定：

(1) 肘板的厚度应不小于支柱或组合型材的壁厚；

(2) 肘板垂直边的高度对于管形支柱应不小于管子直径的 2 倍，对于“十”型角钢组合支柱应不小于截面最大线尺度的 2 倍；肘板水平边的宽度对于管形支柱应不小于管子直径的

1.6 倍，对于“十”型角钢组合支柱应不小于截面最大线尺度的 1.5 倍；

(3) 当肘板的直角边长与其厚度之比大于 30 时，肘板的自由边应设面板或折边。面板的厚度应不小于肘板的厚度，面板的宽度应不小于其厚度的 10 倍，但也不大于其厚度的 15 倍。折边的宽度应不大于肘板厚度的 15 倍，但不小于 50mm；

3.11.2.5 货油舱内禁止选用管形支柱。

3.11.3 支柱负荷的确定

3.11.3.1 当仅在强力甲板（或干舷甲板）下方设置支柱时，支柱的计算负荷 P 应按下式计算：

$$P = 9.81kabh \quad \text{kN}$$

式中： a 、 b ——支柱所支撑甲板面积的长度和宽度，m，如图 3.11.3.1 (1) 所示；

h ——甲板上的计算水柱高度，m，按本章 3.10.1.1 的规定确定；

$$k \text{ ——系数， } k = 0.5 \left(1 + \frac{d_0}{h} \right) ;$$

其中： d_0 ——船底计算水柱高度，m，空舱内的支柱取 d_0 等于满载吃水，货舱内的支柱取 d_0 为满载吃水的 0.6 倍；当 $d_0 < 1.0\text{m}$ 时，取 $d_0 = 1.0\text{m}$ 。

3.11.3.2 当多层甲板自下而上连续设置支柱时，各层甲板下支柱的计算负荷 P 应按下式计算：

$$P = 9.81cabh + c_1(0.95P') \quad \text{kN}$$

式中： c 、 h ——按本章 3.10.1.1 的规定确定；

a 、 b ——支柱所支撑甲板面积的长度和宽度，m，如图 3.11.3.1 (1) 所示；

P' ——上方支柱的负荷，kN；

c_1 ——系数，按下式计算所得：

$$c_1 = 2 \frac{l_1^3}{l^3} - 3 \frac{l_1^2}{l^2} + 1$$

其中： l_1 ——为上方支柱中心线至如图 3.11.3.1 (2) 所示的下方计算支柱中心线间的距离，m；

l ——为下方计算支柱中心线至如图 3.11.3.1 (2) 所示的相邻支柱中心线（或舱壁）间的距离，m。

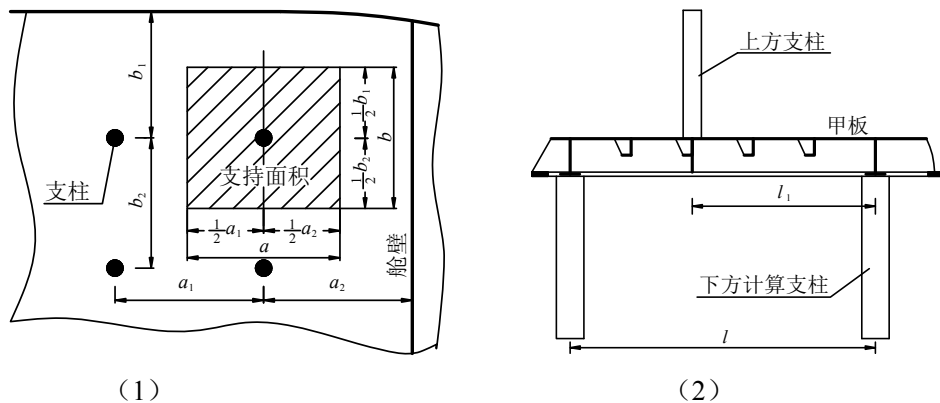


图 3.11.3.1

3.11.3.3 支柱、斜杆的剖面积 a 应大于等于按下式计算所得之值：

$$a = \frac{10P_0}{[\sigma]} \quad \text{cm}^2$$

式中： P_0 ——计算负荷，kN，对于支柱取 $P_0 = P$ ，其中 P 按本节 3.11.3 的规定计算；对于斜杆取 $P_0 = P_1$ ，其中 P_1 按本节 3.11.4.12 的规定计算；
 $[\sigma]$ ——许用应力，N/mm²，按下式计算确定：

$$l_0/r \leq 120 \text{ 时, } [\sigma] = 119.56 - 4.9 \times 10^{-3} \left(\frac{l_0}{r} \right)^2$$

$$l_0/r > 120 \text{ 时, } [\sigma] = 7.056 \times 10^5 / \left(\frac{l_0}{r} \right)^2$$

其中： l_0 ——支柱、斜杆的计算长度，cm，对于支柱取包括肘板在内的支柱长度；对于斜杆取 $l_0 = l_1$ ，其中 l_1 按本节 3.11.4.12 的规定计算；

r ——支柱、斜杆剖面的最小惯性半径，cm；

3.11.3.4 长度超过 0.8m 的“十”字型组合支柱型钢之间应设连接板连接。连接板长度应不小于型材高度的 2 倍，宽度应不小于型材高度，厚度应不小于型材厚度的 0.8 倍。连接板间距应不大于 0.8m。

3.11.4 桁架

3.11.4.1 桁架由上弦杆、下弦杆、竖杆和斜杆组成，如图 3.11.4.1 所示。

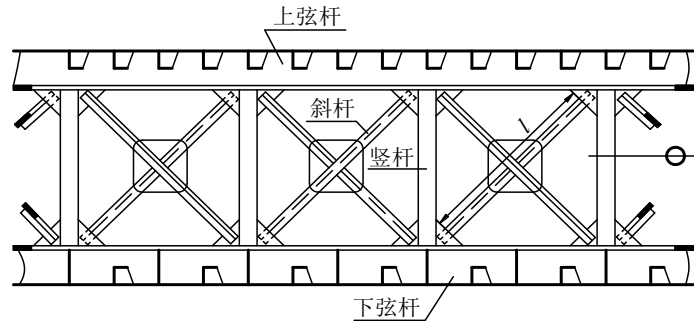


图 3.11.4.1 (1) 双向桁架

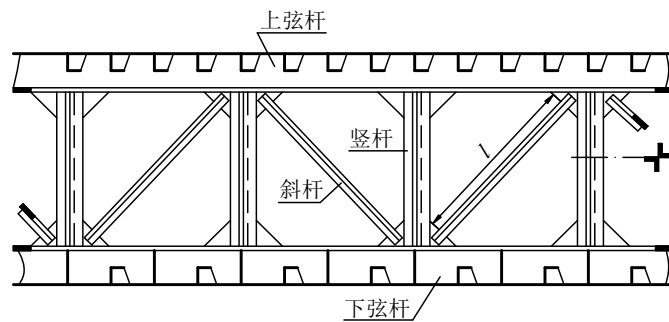


图 3.11.4.1 (2) 单向桁架

3.11.4.2 桁架的上弦杆为甲板纵桁或甲板强横梁，桁架的下弦杆为底龙骨或实肋板。

3.11.4.3 桁架的竖杆可为管形或角钢组合“十”字型或其他形式。桁架竖杆应符合本节对支柱的规定。

3.11.4.4 桁架竖杆的间距一般不大于其高度的 1.1 倍。

3.11.4.5 桁架的斜杆可设置为双向型或单向型，每根斜杆可由双并角钢或单根角钢组成。

3.11.4.6 双并角钢的斜杆应用连接板搭接，连接板尺寸和间距与本节 3.11.3.4 支柱连接板相同。

3.11.4.7 双向斜杆在交叉处，应保持一根斜杆的连续。交叉处应设节点板，其尺寸应能保证间断型材端部搭接长度不小于型材高度的 2 倍。

3.11.4.8 斜杆端点应设置肘板，其尺寸除应符合本节 3.11.2.2 的规定外，还应能保证斜杆与肘板的搭接长度不小于型材高度。

3.11.4.9 桁架上弦杆的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值，其剖面尺寸尚应不小于强横梁的剖面尺寸：

$$W = k_1 k_2 k_3 k_4 b h l^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： l ——上弦杆计算跨距，m，取桁架竖杆间距；当 $l < 1.5m$ 时，取 $l = 1.5m$ ；

b ——桁架支承面积的宽度（纵桁架取桁架间的平均宽度，横桁架取强横梁间距），m；

h ——甲板计算水柱高度，m，按本章 3.10.1.1 的规定确定；

k_1 ——系数，根据比值 h/d_0 由表 3.11.4.9 插值确定；

k_2 ——系数， $k_2 = 2.85 - 3.12\left(\frac{h}{d_0}\right) + 1.35\left(\frac{h}{d_0}\right)^2$ ，当 $\frac{h}{d_0} < 0.1$ 时，取 $\frac{h}{d_0} = 0.1$ ，

当 $\frac{h}{d_0} > 1.5$ 时，取 $\frac{h}{d_0} = 1.5$ ；

其中： d_0 ——按本节 3.11.3.1 选取；

k_3 ——系数，横向桁架取 $k_3 = 5.682$ ；纵向桁架取 $k_3 = 5.147 + 0.0185L$ ；

其中： L ——船长，m；

k_4 ——系数， $k_4 = 2.0553 - 2.0884\left(\frac{s}{H}\right) + 0.9359\left(\frac{s}{H}\right)^2$ ， $\frac{s}{H} \leq 1.1$ ，当 $\frac{s}{H} < 0.5$ 时，

取 $\frac{s}{H} = 0.5$ ；

其中： s ——竖杆间距，m；

H ——竖杆高度，m。

表 3.11.4.9

h/d_0	≤ 0.1	0.2	0.5	0.75	1.0	1.2	≥ 1.5
k_1	3.51	1.97	1.05	0.88	0.84	0.83	0.81

3.11.4.10 桁架下弦杆的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值（当下弦杆为双层底纵桁时除外），其剖面尺寸尚应不小于实肋板的剖面尺寸：

$$W = k_1 k_2 k_3 k_4 b d_0 l^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： l ——下弦杆计算跨距， m ， 取桁架竖杆间距；当 $l < 1.5m$ 时，取 $l = 1.5m$ ；

b ——桁架支持面积的宽度（纵桁架取桁架间的平均宽度，横桁架取强横梁间距）， m ；

d_0 ——按本节 3.11.3.1 选取；

k_1 ——系数， $k_1 = 0.7553 + 0.0917 \left(\frac{h}{d_0} \right)$ ，当 $\frac{h}{d_0} < 0.1$ 时，取 $\frac{h}{d_0} = 0.1$ ；

其中： h ——甲板载荷计算水柱高度， m ， 按本章 3.10.1.1 的规定确定；

k_2 ——系数，当 $\frac{h}{d_0} < 1$ 时，取 $k_2 = 1.5644 - 0.5676 \left(\frac{h}{d_0} \right)$ ，当 $\frac{h}{d_0} < 0.1$ 时，则取

$$\frac{h}{d_0} = 0.1；\text{当 } \frac{h}{d_0} \geq 1 \text{ 时，取 } k_2 = 0.5257 + 0.4823 \left(\frac{h}{d_0} \right)；$$

k_3 ——系数，横向桁架取 $k_3 = 5.682$ ；纵向桁架取 $k_3 = 5.147 + 0.0185L$ ；

k_4 ——系数， $k_4 = 2.0553 - 2.0884 \left(\frac{s}{H} \right) + 0.9359 \left(\frac{s}{H} \right)^2$ ， $\frac{s}{H} \leq 1.1$ ，当 $\frac{s}{H} < 0.5$ 时，

$$\text{取 } \frac{s}{H} = 0.5。$$

3.11.4.11 桁架上弦杆的剖面惯性矩应不小于下弦杆的 0.75 倍（当下弦杆为双层底纵桁时除外），也不大于下弦杆的 1.2 倍。

3.11.4.12 斜杆的剖面尺寸应根据斜杆的换算长度 l_1 和计算负荷 P_1 由 3.11.4.12（1）或表 3.11.4.12（2）选取。

计算负荷 P_1 按下式计算：

$$P_1 = \frac{P}{2} \quad \text{kN}$$

式中： P ——按本节 3.11.3 的规定计算。

斜杆的换算长度 l_1 按下式计算：

$$l_1 = kl \quad \text{m}$$

式中： k ——系数，双向斜杆取 $k=0.6$ ；单向斜杆取 $k=1.0$ ；

l ——斜杆长度， m ， 见本节图 3.11.4.1 所示。

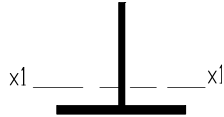


表 3.11.4.12 (1)

单角钢 型号		双角钢		斜杆的换算长度/ l_1 (m)								
		剖面积 (cm^2)	惯性 半径 (cm)	1.0	1.25	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
				支 柱 许 用 负 荷 (KN)								
4.0	4	6.14	1.22	53.2	41.9	28.7						
	5	7.28	1.21	62.5	49.0	33.4						
4.5	4	6.94	1.38	65.2	55.1	42.8	23.3	14.9				
	5	8.58	1.37	80.2	67.6	52.2	28.4	18.2				
	6	10.15	1.36	94.5	79.4	60.9	33.1	21.2				
5.0	4	7.79	1.54	77.0	68.0	56.9	32.6	20.9	14.5			
	5	9.61	1.53	94.8	83.5	69.7	39.7	25.4	17.6			
	6	11.38	1.52	111.7	98.0	81.7	46.4	29.7	20.6			
5.6	4	8.78	1.73	90.7	82.5	72.6	47.4	29.7	20.6	15.2		
	5	10.83	1.72	111.7	101.9	89.1	57.7	36.2	25.1	18.2		
	6	16.73	1.68	171.5	154.8	134.3	83.9	53.3	37.0	27.2		
6.3	4	9.96	1.96	106.8	99.0	90.5	68.3	43.2	30.0	22.1	16.9	
	5	12.29	1.94	131.3	121.5	110.7	82.9	52.2	36.3	26.7	20.4	
	6	14.58	1.93	154.8	144.1	131.3	98.0	61.4	42.6	31.3	23.9	
	8	19.08	1.90	210.9	188.2	169.5	124.5	77.8	54.0	39.7	30.4	
7.0	4	11.14	2.18	121.5	115.6	107.8	87.2	61.5	41.6	30.5	23.3	18.4
	5	13.71	2.16	149.9	141.1	131.3	106.8	73.9	50.2	36.9	28.2	22.3
	6	16.32	2.15	178.4	168.6	155.8	126.4	87.0	59.2	43.4	33.3	26.5
	7	18.85	2.14	204.8	194.0	180.3	145.0	99.0	67.7	49.7	38.1	30.1
	8	21.33	2.12	232.3	218.5	202.9	161.7	109.8	75.2	55.3	42.2	33.4
7.5	5	14.73	2.33	162.7	155.8	146.0	122.5	93.0	62.7	46.1	35.3	27.8
	6	17.59	2.31	194.0	185.2	174.4	146.0	109.8	73.6	54.1	41.4	32.7
	7	20.32	2.30	224.4	213.6	200.9	167.6	125.4	84.3	61.9	47.4	37.4
	8	23.01	2.28	253.8	241.1	226.4	188.2	139.2	93.8	68.9	52.7	41.7
8.0	5	15.82	2.48	176.4	169.5	160.7	139.2	110.7	76.2	56.1	42.9	33.9
	6	18.79	2.47	209.7	200.9	191.1	164.6	130.3	89.9	66.1	50.6	40.0
	7	21.72	2.46	242.1	232.3	220.5	189.1	149.9	102.9	75.8	58.0	45.8
	8	24.61	2.44	274.4	262.6	248.9	213.6	167.6	114.7	84.4	64.6	51.5
9.0	6	21.27	2.79	241.1	233.2	224.4	200.9	170.5	134.3	95.4	73.0	57.7
	7	24.60	2.78	278.3	269.5	258.7	232.3	197.0	153.9	109.8	83.9	66.3
	8	27.89	2.76	315.6	305.8	293.0	261.7	221.5	172.5	122.5	93.7	74.0
	10	34.33	2.74	388.1	375.3	359.7	320.5	270.5	208.7	140.0	113.7	89.8
10.0	6	23.86	3.10	273.4	266.6	257.7	236.2	209.7	175.4	136.2	100.9	79.9
	7	27.59	3.09	315.9	307.7	297.9	273.4	241.1	202.9	156.8	116.6	91.8
	8	31.27	3.09	357.7	348.9	337.1	309.7	273.4	228.3	176.4	131.3	103.9
	10	38.52	3.05	440.0	429.2	414.5	379.3	334.2	278.3	211.7	157.8	124.5
	12	45.60	3.03	521.4	507.6	490.0	447.9	393.0	326.3	247.0	184.2	146.0
	14	52.51	3.00	599.8	583.1	563.5	513.5	448.8	370.8	277.3	208.7	164.6
12.5	8	39.50	3.88	459.6	451.8	443.0	420.4	392.0	356.7	314.6	266.6	211.7
	10	48.74	3.85	566.4	557.6	546.8	518.4	482.2	438.1	385.1	325.4	256.8
	12	57.82	3.83	672.3	661.5	647.8	614.5	570.4	517.4	454.7	382.2	299.9
	14	66.73	3.80	775.2	762.4	746.8	707.6	656.6	593.9	520.4	435.1	339.1

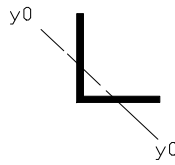


表 3.11.4.12 (2)

单角钢 型号		双角钢		斜杆的换算长度/ l_1 (m)								
		剖面面积 (cm^2)	惯性 半径 (cm)	1.0	1.25	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
				支 柱 许 用 负 荷 (KN)								
5.0	3	2.97	1.00	21.0	13.4	9.3	5.3					
	4	3.90	0.99	27.2	17.3	12.0	6.8					
	5	4.80	0.98	32.9	20.8	14.5	8.1					
	6	5.70	0.98	39.1	24.7	17.2	9.7					
5.6	3	3.34	1.13	27.2	19.9	13.4	7.6					
	4	4.39	1.11	35.0	25.2	17.0	9.5					
	5	5.42	1.10	42.8	30.5	20.6	11.6					
	6	8.37	1.09	65.6	46.2	31.2	17.5					
6.3	4	4.98	1.26	44.2	35.6	25.0	13.9	8.9				
	5	6.14	1.25	54.2	43.3	30.1	17.0	10.9				
	6	7.29	1.24	63.9	50.9	35.2	19.8	12.6				
	8	9.52	1.23	83.0	65.7	45.2	25.4	16.3				
7.0	4	5.58	1.40	52.7	44.9	35.4	19.3	12.3				
	5	6.88	1.39	64.8	55.0	43.0	23.4	15.0				
	6	8.16	1.38	76.5	64.8	50.3	27.4	17.5				
	7	9.42	1.38	88.4	74.8	58.1	31.7	20.3				
7.5	8	10.68	1.37	100.0	84.1	65.0	35.4	22.6				
	5	7.37	1.50	72.0	63.0	52.0	29.3	18.7	13.0			
	6	8.80	1.49	85.8	74.9	61.5	34.5	22.1	15.3			
	7	10.16	1.48	99.0	86.0	70.4	39.3	25.1	17.4			
8.0	8	11.50	1.47	111.7	96.7	78.8	43.8	28.0	19.5			
	5	7.91	1.60	79.5	71.0	60.5	35.8	22.8	15.9			
	6	9.40	1.59	94.2	83.9	71.4	41.9	26.9	18.6			
	7	10.86	1.58	108.8	96.5	81.9	47.8	30.6	21.3			
9.0	8	12.30	1.57	122.5	108.8	92.0	53.5	34.2	23.8			
	6	10.64	1.80	110.7	101.9	91.0	62.8	38.9	27.1	19.9		
	7	12.30	1.78	128.4	117.6	103.9	71.0	44.0	30.6	22.4		
	8	13.94	1.77	145.0	133.3	118.6	80.5	49.9	34.6	25.5		
10.0	10	17.18	1.76	178.4	162.7	144.1	96.7	60.1	41.8	30.7		
	6	11.93	2.00	128.4	119.6	109.8	84.2	53.9	37.4	27.5	21.1	
	7	13.80	1.99	148.0	138.2	126.4	96.7	61.7	42.8	31.5	24.1	
	8	15.64	1.98	167.6	156.8	143.1	108.8	69.2	48.1	35.3	27.1	
10.0	10	19.26	1.96	205.8	192.1	175.4	132.3	83.5	58.0	42.6	32.6	
	12	22.80	1.95	243.0	226.4	206.8	154.8	97.9	68.0	50.0	38.2	

3.11.4.13 纵桁架在横舱壁终断处应在舱壁上对应设置垂直桁，并在舱壁另一面纵桁架平面内，设置过渡性的大肘板分别与甲板纵桁、内龙骨连接。

第12节 舱壁

3.12.1 一般要求

3.12.1.1 船舶应在船首设置水密防撞舱壁。

船长大于 30m 的船舶，其位置一般在距首垂线 0.05~0.1L 范围内，舱壁的高度应延伸至干舷甲板或首升高甲板。如船舶水线以下的任何部分自首垂线向前延伸，则上述规定的距离应自下列各点之一来量计，取小者：

- (1) 这类延伸部分的长度中点；
- (2) 首垂线以前船长的1.5%处。

船长小于或等于30m的船舶的防撞舱壁距首垂线的距离应不大于3.0m。

在尾部也应设置一道水密舱壁，其高度应延伸至干舷甲板或尾升高甲板。

3.12.1.2 强力甲板下横向舱壁的间距应不大于下式计算所得之值：

$$l = K_l \cdot D_1 \quad \text{m}$$

式中： K_l ——系数， $K_l = 5.93 - 0.94\left(\frac{L}{B}\right) + 0.164\left(\frac{L}{B}\right)^2$ ；当 $K_l > 6$ 时，取 $K_l = 6$ ；

D_1 ——在船长中点处沿舷侧自平板龙骨上表面量至强力甲板下表面的垂直距离，m；

L ——船长，m；

B ——船宽，m。

若不能满足此项要求时，应在两舱壁之间增设符合本章 3.11.4 规定的双向横桁架。

3.12.1.3 燃油舱与淡水舱之间应设隔离舱。压载水舱可以代替隔离舱。

3.12.1.4 舱壁扶强材、桁材应尽量与甲板、底部、舷侧等部位的骨材相连接。

3.12.2 平面水密舱壁板

3.12.2.1 平面水密舱壁底列板厚度应不小于按下式计算所得之值：

$$t = ks\sqrt{\rho h} + a \quad \text{mm}$$

式中： k ——系数，货油舱端部舱壁取 4.6；货油舱之间的舱壁取 3.2；其他取为 4.2；

s ——扶强材间距，m；

h ——计算水柱高度，m，由舱壁列板的下缘量至舱顶上方 0.5m 或溢流管顶端之垂直距离，取其大者，但应不小于 2.0m。

ρ ——货物的相对密度（比重），且不小于 1；

a ——附加值，mm，货油舱端部舱壁取 0.5；其他取为 1。

底列板以上各列板的厚度可逐渐递减，但顶列板的厚度应不小于底列板厚度的 0.8 倍且不小于 3.0mm。

3.12.2.2 污水沟、污水井处的舱壁板应局部增厚。

3.12.2.3 平面纵舱壁的厚度应符合本节 3.12.2.1 的规定。

3.12.3 平面舱壁扶强材

3.12.3.1 平面舱壁扶强材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = ks\phi hl^2 \qquad \text{cm}^3$$

式中： K ——系数，按表 3.12.3.1 选取；

表 3.12.3.1

扶强材种类	固定情况	K 值	
		货油舱间舱壁	其他舱壁
垂直扶强材	两端有肘板	4	5
	一端有肘板	4.8	6
	两端无肘板	5.35	6.6
水平扶强材		3.8	

s ——扶强材间距，m，扶强材间距应不大于 650mm；

h ——计算水柱高度，m，由扶强材跨距中点至舱顶上方 0.5m 或溢流管顶端之垂直距离，取其大者，但应不小于 2.0m；

ρ ——货物的相对密度（比重），且不小于 1；

l ——扶强材的跨距，m，取包括肘板在内的扶强材长度

若舱壁中部设有与垂直扶强材垂直的水平桁材时，垂直扶强材的剖面模数取不小于上式计算所得之值的 0.65 倍。

3.12.3.2 平面纵舱壁扶强材的剖面模数应符合本节 3.12.3.1 的规定。

3.12.3.3 支持强力甲板纵桁的舱壁垂直桁（或扶强材）的剖面积 a （含宽度不大于扶强材间距的带板），应符合本章 3.11.3.3 的规定。

3.12.4 垂直桁和水平桁

3.12.4.1 平面舱壁应设置垂直桁。横舱壁应在甲板纵桁（或底龙骨）平面内设置垂直桁，纵舱壁应在强肋骨（或强横梁）平面内设置垂直桁。

3.12.4.2 垂直桁的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = Kb\phi hl^2 \qquad \text{cm}^3$$

式中： K ——系数，货油舱端部及货油舱之间的舱壁取 5.2；其他取为 5.0

b ——垂直桁的支撑宽度，m，即垂直桁间距中点之间或垂直桁间距中点与舷边(或纵舱壁)间距中点的距离，如图 3.12.4.2 所示；

ρ 、 h ——同 3.12.3.1；

l ——垂直桁跨距，m，按本章 3.3.4 的规定确定。

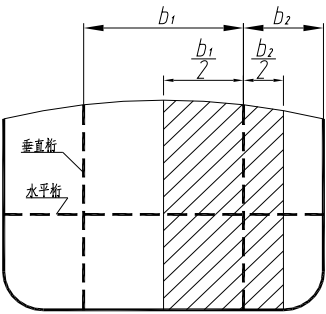


图 3.12.4.2

3.12.4.3 若需要增加水平方向的抗挤压强度，可在平面水密舱壁上设置水平桁。水平桁的剖面尺寸应与垂直桁的剖面尺寸相同。

第13节 特殊结构

3.13.1 加注臂桅底座

3.13.1.1 加注臂桅底座应为与甲板和船底板垂直连接的筒形结构，其伸出甲板部分的高度应不小于 300mm，且上端的直径应与加注臂桅下端的直径相同。加注臂桅底座两端应用肘板与甲板强横梁、甲板纵桁、实肋板、龙骨等固定连接。如图 3.13.1.1 所示。

3.13.1.2 加注臂桅底座的壁厚 t 应不小于按下式计算所得之值，且不小于加注臂桅下端壁厚的 1.25 倍：

$$t = 0.0143D \quad \text{mm}$$

式中： D ——底座圆筒高度（甲板与船底之间）中点处的直径，mm。

3.13.1.3 加注臂桅底座与船底板之间应设复板加强。复板的厚度应不小于船底板的厚度，复板的直径应不小于加注臂桅底座下端直径的 2 倍，且应采用角焊和塞焊与船底板焊接。

3.13.1.4 加注臂桅底座穿过甲板处，应沿孔缘设复板加强。复板的厚度应不小于甲板的厚度，复板的宽度应不小于 500mm，且应采用角焊和塞焊与甲板焊接。

3.13.1.5 加注臂桅与加注臂桅底座的连接可采用焊接或法兰连接。

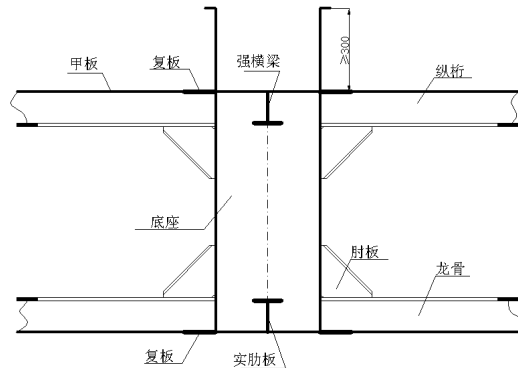


图 3.13.1.1

3.13.2 LNG 储罐基座及其支撑结构

3.13.2.1 储罐基座应设置在甲板强横梁或甲板纵桁上方，否则应在基座所在位置的甲板下方设置短桁材加强。基座腹板两端应做削斜过渡处理。

3.13.2.2 储罐基座面板宽度和长度应分别不小于储罐鞍座面板的宽度和长度，厚度不小于储罐鞍座面板的厚度且不小于所在区域甲板的厚度。储罐基座腹板的高度不小于面板宽度的 0.5 倍且不小于 150mm，厚度不小于面板厚度的 0.85 倍。

3.13.2.3 储罐基座应在面板下方，沿腹板两侧对称设置与腹板垂直的肘板加强。肘板的厚度不小于 0.85 倍腹板厚度，肘板间距不应大于 1 个肋距。肘板应与储罐基座的面板和腹板以及甲板焊接。

3.13.2.4 储罐基座区域的甲板应敷设宽度不小于 2 个肋距、长度不小于 1.5 倍鞍座长

度、厚度不小于鞍座腹板厚度的复板加强。

3.13.2.5 储罐基座和支持其的甲板强横梁或甲板纵桁的强度和尺寸，应按下述规定采用有限元直接计算方法确定：

(1) 计算模型：计算模型为三维板梁组合舱段模型，模型范围应符合下述要求：

x 轴方向：取储气罐所在区域两横舱壁间的舱段，且舱壁间距应大于储气罐长度；

y 轴方向：船宽；

z 轴方向：自基线至强力甲板（包括储气罐基座）的距离。

(2) 模型单元：

①板壳单元——甲板、船体外板、内舷壁板、内底板、横舱壁、围壁，储气罐基座面板，腹板，防倾肘板以及实肋板、强横梁、纵桁、龙骨等构件的腹板；

②梁单元——横梁、纵骨、肋骨，以及组合强构件的面板等；

③杆单元——支柱、桁架斜撑以及组合强构件的面板等。

④当双层底实肋板及组合强构件腹板上的开孔符合本章各节规定时，在结构模型化时可忽略开孔；

⑤构件的连接肘板，在结构模型化时可忽略。

(3) 单元网格尺寸控制如下：

①板壳单元的网格船长方向按不大于肋距尺寸划分，船宽方向按不大于纵骨间距或肋距尺寸划分，型深方向根据情况可参照肋距或纵骨间距尺寸划分；

②双层底实肋板以及组合强构件的腹板，沿高度方向应至少划分 3 个网格；

③网格形状应尽量接近正方形，减少三角形网格；

④当双层底实肋板及组合强构件腹板上的开孔不符合本章各节规定时，应对构件开孔区域进行应力分析，网格尺寸应进行细化。细化网格的尺寸应不大于 $50\text{mm} \times 50\text{mm}$ 。

(4) 计算载荷及载荷施加：

①舷外水压力——按计算工况静水平均吃水施加在模型湿表面的板单元上；

②货物载荷（液化天然气及其储罐、燃油）——按最不利的装载情况确定，并根据其性质施加在单元或节点上；其中，液化天然气及其储罐的载荷应按下式计算，并以分布载荷的形式施加在储气罐基座面板上：

$$q = 4.905 \frac{G}{l_0} \quad \text{kN} \cdot \text{m}$$

式中： G ——单个储罐及液化天然气的总重量，t；

l_0 ——单个储罐基座面板的长度，m。

③甲板载荷——按本章 3.10.1.1 的规定确定，并根据其性质施加在单元或节点上。如按实际承载工况确定载荷，应提供验证文件并经本社同意。

(5) 边界条件：在模型一端面所有节点上施加 $u_x = u_y = u_z = 0$ 、 $\theta_y = \theta_z = 0$ 约束，在另一端面所有节点上施加 $u_y = u_z = 0$ 、 $\theta_y = \theta_z = 0$ 约束；在一舷所有实肋板的端部节点上施加 $u_y = u_z = 0$ 约束，在另一舷所有实肋板的端部节点上施加 $u_z = 0$ 约束；若舱段中设有横舱壁时，在两舷侧横舱壁与船底板交线上的节点上施加 $u_z = 0$ 约束。

(6) 计算得到的各构件应力应不大于表 3.13.2.5 所列的许用应力：

(7) 应力集中点结构网格细化区域构件的单元应力应不大于表3.13.2.5许用应力的1.6倍。

(8) 对于梁构件端部的应力校核，可考虑端部肘板的影响。

(9) 支柱、桁架斜杆等支撑构件的轴向压应力应不大于本章3.11.3.3规定的许用应力。

(10) 主要梁构件的最大挠曲变形应不大于其跨距的1/400。

表3.13.2.5

构件名称	应力种类	许用应力 (N/mm ²)
强力甲板、船体外板、内底板、纵舱壁板	σ_l	155
	σ_e	165
甲板纵桁、龙骨、双层纵桁等的腹板	σ_l	155
	σ_e	165
甲板纵桁、龙骨等的面板	σ_z	155
横舱壁板，储气罐基座面板、腹板及防倾肘板	σ_w	175
	σ_e	188
实肋板、强肋骨、强横梁、主肋骨、舱壁垂直桁等的腹板	σ_w	175
	σ_e	188
实肋板、强肋骨、强横梁、主肋骨、舱壁垂直桁等的面板	σ_z	175
板的剪应力	τ	91
注：板单元采用中面应力，梁单元采用轴向应力； 表中： σ_e ——单元 von Mises 应力； σ_l ——船长方向应力； σ_w ——船宽方向应力； σ_z ——梁单元节点应力； τ ——剪应力，对于组合强构件为腹板总深度上的平均剪应力；		

3.13.3 拦蓄结构

3.13.3.1 当在甲板上设置下沉式拦蓄结构时，应符合以下规定：

(1) 拦蓄结构两侧壁应由甲板延伸至船底，且应与内舷壁或纵桁架在同一片面内；拦蓄结构两端壁应由甲板延伸至船底，且应与横舱壁在同一片面内；

(2) 当拦蓄结构两侧壁与内舷壁在同一平面时，其结构应与内舷壁相同。当拦蓄结构两侧壁与纵桁架在同一平面时，其结构应与横舱壁相同；

(3) 拦蓄结构两端壁的结构应与横舱壁相同；

(4) 拦蓄结构底板距船底的垂直距离应不小于0.5倍的型深。底板结构应与强力甲板结构相同。

3.13.3.2 当在甲板上设置围壁式拦蓄结构时，拦蓄结构应符合以下规定：

(1) 拦蓄结构的高度应不小于600mm，且应坐落在甲板纵桁和强横梁的上方，否则应在围壁所在位置的甲板下方设置短桁材。

(2) 围壁的板厚 t 应不小于按下式计算所得之值，且不小于8mm：

$$t = 0.1L + 2.5 \quad \text{mm}$$

式中： L ——船长，m。

(3) 围壁的顶缘应设置面板，面板的剖面积应不小于甲板以上围壁竖板剖面积的0.12倍。

(4) 围壁上应设置垂直桁和水平扶强材。垂直桁应与强横梁在同一平面内。水平扶强材的间距应不大于500mm；当围壁高度大于1000mm时，尚应至少设置一道水平桁。

(5) 垂直桁腹板上端的宽度应不小于围板顶缘面板的宽度，垂直桁腹板下端的宽度应不小于其上端的宽度并与甲板直接焊接，垂直桁腹板的厚度应不小于围板竖板厚度的0.7倍；垂直桁面板的厚度应不小于垂直桁腹板的厚度，面板的宽度一般应不小于其厚度的10倍。

(6) 水平桁的尺寸应与该处垂直桁的尺寸相同，普通水平扶强材的剖面模数应满足3.9.2.2及3.9.2.3的规定。

第14节 甲板室

3.14.1 一般要求

3.14.1.1 甲板室甲板骨架应符合本章第10节的规定。

3.14.1.2 甲板室的外围壁应为钢质。

3.14.2 甲板室

3.14.2.1 甲板室端部甲板下面应设置舱壁、支柱或其他等效强力构件以支持甲板室

3.14.2.2 甲板室横向构件应和船体横向构件安装在同一平面内。甲板室围壁扶强材的设置应与甲板横梁或甲板纵骨对齐，围壁扶强材的上端应用肘板与甲板横梁或甲板纵骨连接，下端可削斜或与甲板焊接。

3.14.2.3 甲板室的外壁板厚度应不小于2mm，内壁板厚度可减薄0.5mm。

3.14.2.4 甲板室的围壁扶强材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 3sl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： s ——扶强材间距，m；

l ——扶强材跨距，m。

甲板室内壁扶强材剖面模数 W ，应不小于按上式计算所得之值的 0.8 倍。

3.14.2.5 最上一层甲板室的围壁和内壁允许采用如图 3.14.2.5 所示的三角形剖面或半圆形剖面的压筋板。压筋板的剖面要素按表 3.14.2.5(1)、(2)选取。

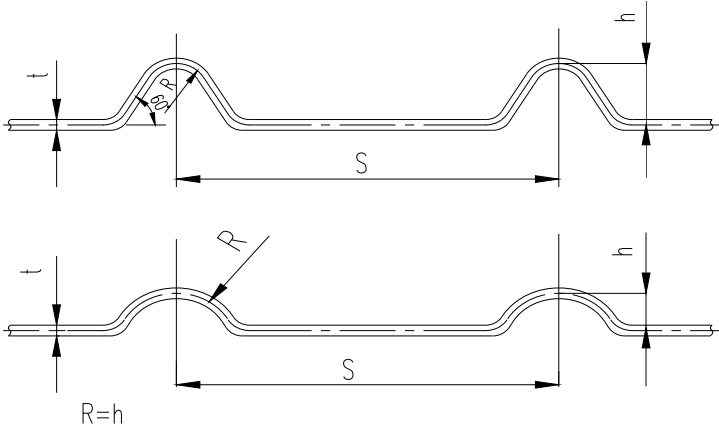


图 3.14.2.5

三角压筋板剖面要素表 表 3.14.2.5(1)

压筋高度 h (mm)	压筋轴线间距 s (mm)	顶圆半径 R (mm)	板 厚 t (mm)	最大剖面模数 W (cm ³)	惯性矩 I (cm ⁴)	惯性半径 r (cm)
30	390	15	2	2.11	5.10	0.77
			3	3.18	7.67	
			4	4.22	10.17	
30	435	15	2	2.13	5.25	0.75
			3	3.21	7.90	
			4	4.26	10.50	
30	470	15	2	2.14	5.34	0.73
			3	3.22	8.02	
			4	4.28	10.65	
40	320	15	2	3.08	9.30	1.12
			3	4.62	13.95	
			4	6.18	10.65	
40	370	15	2	3.12	9.75	1.08
			3	4.68	14.60	
			4	6.26	19.55	
40	400	15	2	3.14	9.90	1.05
			3	4.72	14.90	
			4	6.30	09.90	

半圆压筋板剖面要素表

表 3.14.2.5(2)

压筋高度 h (mm)	压筋轴线间距 s (mm)	顶圆半径 R (mm)	板 厚 t (mm)	最大剖面模数 W (cm ³)	惯性矩 I (cm ⁴)	惯性半径 r (cm)
15	300	15	2	0.62	0.85	0.37
			2.5	0.77	1.07	
			3	0.92	1.29	

3.14.2.6 桥楼、首尾楼侧壁和端壁板厚度应由舷侧顶列板厚度逐渐减薄，但应不小于 2.5mm，侧壁和端壁扶强材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 3.6sl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： s ——扶强材间距，m；

l ——扶强材跨距，m。

3.14.2.7 桥楼、首尾楼端壁处的侧壁应向首尾或船体中部延伸至等于桥楼高度的距离，并应弧形过渡。过渡侧壁板的厚度应较侧壁板增厚 1mm。过渡侧壁板应设置垂直加强筋，其弧形边缘应有面板或型钢。

3.14.2.8 甲板室围壁在甲板强横梁和甲板纵桁处应设置强扶强材。强扶强材的剖面模数应不小于按本节 3.14.2.4 计算所得之值的 2 倍。

第15节 栏杆及护舷材

3.15.1 栏杆

3.15.1.1 强力甲板两舷应设置活动栏杆和阻拦索（或阻拦链）或防滑板。其它工作、生活甲板应设置固定栏杆。

3.15.1.2 顶蓬甲板上和不是经常活动、工作的甲板两舷，可设置低栏杆或防滑板等安全保护设施。防滑板的高度应不小于 50~70mm。

3.15.1.3 栏杆的高度应不小于 0.8m。栏杆的最低一根横杆距甲板应不超过 0.23m，其它横杆的间距应不超过 0.38m，竖杆间距离应不大于 2.5m。

3.15.2 护舷材

3.15.2.1 船舶靠泊一侧应设置普通护舷材或靠泊隔离墩。

3.15.2.2 普通护舷材一般应为钢质半圆型的薄壁结构，其壁厚应不小于舷侧板厚度。护舷材内部应设置横向肘板和水平加强筋，其厚度应与护舷材壁厚相同。普通护舷材应沿甲板边线连续设置。

3.15.2.3 靠泊隔离墩的布置及其结构应符合下述规定：

(1) 靠泊隔离墩的间距应不大于15m且总数应不少于3个。靠泊隔离墩的布置和结构如图3.15.2.3所示；

(2) 靠泊隔离墩两侧板及中轴线处的肘板应与舷侧强肋骨对正，两侧板及中间肘板的厚度应不小于舷侧外板的厚度；上封板和端封板的厚度应不小于甲板的厚度；下封板的厚度应不小于舷侧外板的厚度的0.8倍。

3.15.2.4 靠泊隔离墩的前端应设置橡胶垫片，普通护舷材的外表面应间断设置橡胶垫片，以防止因船舶靠泊摩擦而产生火花。

3.15.2.5 如采用其它型式的护舷材应另行考虑。

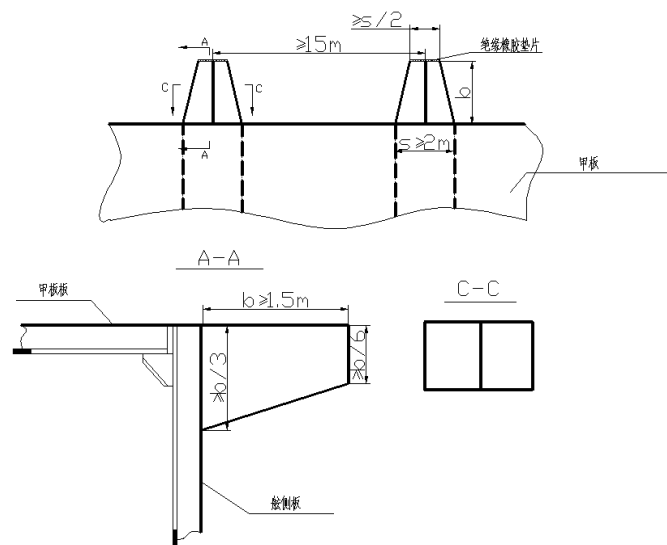


图 3.15.2.3

第4章 LNG 装置与系统

第1节 一般规定

4.1.1 一般要求

4.1.1.1 本章适用于所有可能接触液化天然气或液化天然气蒸发气体的系统、设备、管路和阀等附件。

4.1.1.2 除本章规定外，LNG 设备、管路、阀件和其他附件等尚应满足本规范第 6 章的适用要求。

4.1.1.3 管路和附件试验应满足本社《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》的相关要求。

4.1.2 功能要求

4.1.2.1 设计、布置和选择合格并合适的 LNG 设备。并将安装在危险区域的设备减少至仅为操作所需的设备。

4.1.2.2 所有的 LNG 设备，包括阀门、法兰以及与管路的连接，均应具有较高的密封性能，确保 LNG 能够在各工况所要求的状态下而不会造成泄漏和溢出。

4.1.2.3 储罐应有良好的绝热措施，并应有合理的维持时间。

4.1.2.4 应对储罐采取防翻滚措施，避免 LNG 的急剧蒸发造成的超压。

4.1.2.5 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。

4.1.2.6 对因 LNG 泄漏而可能造成低温损坏的船体结构，应提供保护措施。

4.1.2.7 应采取有效措施防止静电的产生。

4.1.3 定义

4.1.3.1 气体管路：系指所有可能接触液化天然气或液化天然气蒸发气体的管路。

4.1.3.2 加注管路：系指加注趸船上为 LNG 动力船舶加注 LNG 燃料的固定管路。通常至少包括储罐液相出口管路及其附件、蒸汽回路管路等。加注管路可用于 LNG 运输船向储罐补给 LNG 燃料。

4.1.3.3 补给管路：系指用于 LNG 运输船或 LNG 罐车向储罐补给 LNG 燃料的固定管路。通常包括与 LNG 运输船连接的管路接头处或卸车口至储罐之间的液相和气相管路。

4.1.3.4 发动机供气管路：系指储罐至气体发动机的气体燃料管路。

4.1.3.5 理论维持时间：当储罐达到充装极限，且关闭气相阀门后，内容器从环境大气压力开始上升到储罐压力释放装置开始泄放的经历时间，且换算为标准大气压（ $1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$ ）和环境平均温度（ 20°C ）的状态下的时间，单位为天（d）。

4.1.3.6 冷箱：指连接于罐体外壳结构上，作为储罐液面以下进出液管路的次屏壁结构。冷箱应由耐低温材料建造，自身具有一定强度并应为气密结构，并要求机械通风。

4.1.4 管路设计原则

4.1.4.1 管路布置

(1) 管系的布置，应考虑热变形以及储罐和加注趸船构件的移动而引起过大应力的影响。

(2) 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。不应设置滑动式膨胀接头。对于波纹管膨胀接头，应防止其遭受机械损伤；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) 当在储罐或管路与加注趸船结构之间采用绝缘隔离时, 则对管路和储罐均需采取电气接地措施。对所有具有密封垫片的管接头和软管接头也均需作电气连接。所有具有填料的管接头和软管接头应有电气接地措施。

(4) 气体管路上应尽量少使用软管、法兰, 不应使用滑动式膨胀接头。气体管路上的阀件、软管和其他附件等需经本社认可。

(5) 应设有对气体管路进行惰性气体(氮气)吹扫的装置。

(6) 气体管系距离船舷应不少于800mm。

(7) 气体管系的安装应有足够的挠性。

(8) 所有气体管系应采用统一的颜色标识。

(9) 如果气体燃料中含有某些会在系统中凝结的较重的成分, 则应安装气液分离罐或收集液体的类似设施。

(10) 可能被隔离的含有液态气体的所有的管路和附件, 应安装压力释放阀。

(11) LNG在管道内的泵后设计流速应小于7m/s。

4.1.4.2 管壁厚度

(1) 管壁厚度 t 应不小于按下式计算所得之值:

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

式中: t_0 ——理论的厚度, mm, $t_0 = \frac{P \cdot D}{2[\sigma] \cdot e + P}$;

其中: P ——设计压力, MPa, 见本节 4.1.4.3 的规定;

D ——管子外径, mm;

$[\sigma]$ ——许用应力, N/mm², 见本节 4.1.4.4 的规定;

e ——效率系数, 对无缝钢管, 以及由认可制造厂供应的纵向焊或螺旋焊的焊接管子, 其焊缝按公认的标准, 经无损检测认为与无缝钢管等效者, 则此系数为 1.0; 其他情况的效率系数, 按照认可的标准, 根据制造工艺提出具体要求。

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: $b = \frac{Dt_0}{2.5r}$;

其中: r ——平均弯曲半径, mm;

c ——腐蚀余量, mm, 如预计有腐蚀或浸蚀, 则管壁厚度应比其设计要求的值有所增加, 此余量应和预计的管子寿命相一致;

a ——厚度制造负公差, %。

(2) 为防止由于支持构件、船舶变形或其他原因所产生的附加载荷造成管的损坏、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4.1.4.2要求的值有所增加。如增加管壁厚度不可行或反而会使管产生过大的局部应力, 则应采取其他的设计方法, 以减小、防止或消除上述载荷。

(3) 气体燃料管系的最小壁厚应与本社规范的规定一致。

4.1.4.3 设计压力

(1) 本节4.1.4.2计算式中的设计压力 P 系指该系统在工作中可能承受的最大表压力。

(2) 对于管路、阀件和附件, 当适用时, 应采用下列设计情况中的较大压力:

① 对于可能与其压力释放阀隔离并可能含有一些液体的气体管系或附件,应为 45℃时的饱和蒸气压力;

② 对于可能与其压力释放阀隔离并在任何时候仅含有气体的管系或附件,应为 45℃时的过热蒸气压力。此时,假定系统中饱和蒸气的初始状态是处于该系统的工作压力和工作温度;

③ 储罐和燃料系统的压力释放阀的最大允许调定值(MARVS);

④ 相关的泵或压缩机的压力释放阀的调定压力;

⑤ 气体管系的最大总压头;

⑥ 管路系统的压力释放阀的调定压力;

⑦ 设计压力应不小于 1MPa(表压),但对管端敞开的管路,其设计压力应不小于 0.5MPa(表压)。

(3) 法兰、阀件和其他附件应符合认可的标准,不能满足相关标准的法兰需要经本社同意。

4.1.4.4 许用应力

(1) 本章4.1.4.2计算公式中所考虑的管子的许用应力,应取下列计算值的较小者:

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

式中: R_m ——室温下材料最低抗拉强度, N/mm² ;

R_e ——室温下材料最低屈服应力或 0.2%非比例延长屈服应力, N/mm² 。

4.1.4.5 应力分析

(1) 当设计温度为-110℃或更低时,对管系的每一分支应提交一份完整的应力分析资料。该分析应考虑到由于管的重量(包括较大的加速度载荷)、内部压力、热收缩以及加注趸船运动引起的载荷等所产生的所有应力。当设计温度高于-110℃时,应力分析资料的内容可为诸如管系的设计或刚度,以及材料的选择等。在任何情况下,即使无需要提交计算书,也应考虑热应力。

4.1.4.6 管路连接

(1) 无法兰管段直接连接可采用下列方式:

① 根部完全焊透的对接焊接头,可适用于各种情况;

② 带有套筒的套装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℃的端部敞开的管路;

③ 螺纹连接只能用于外径小于或等于 25mm 的辅助管路和仪表管路。

(2) 采用法兰连接时,法兰接头应为颈焊、套焊或插入焊等型式。对于所有管系(除端部敞开管路以外)应符合下列规定:

① 设计温度低于-55℃时,只能采用颈焊法兰;

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

第2节 储罐

4.2.1 一般要求

4.2.1.1 本节规定适用于真空绝热型 C 型独立储罐。

4.2.1.2 除另有规定外,如采用薄膜型储罐、A 型独立储罐、B 型独立储罐以及泡沫绝热单壁 C 型独立储罐应满足本社《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》。

- 4.2.1.3 储罐应按本规范附录 1 的要求进行设计、制造和试验。
- 4.2.1.4 储罐及其附件的持证要求应满足本规范第 2 章的相关要求。
- 4.2.1.5 气罐区下方船体结构与油舱应以隔离空舱予以分隔, 隔离空舱沿船长方向的长度至少为 900mm 或满足主管机关有关要求

4.2.2 储罐

4.2.2.1 储罐应采用卧式罐。

4.2.2.2 储罐的设计寿命应不少于 20 年, 设计寿命应综合考虑储罐绝热寿命、储罐附带测试装置和仪表寿命等, 如储罐附带测试装置和仪表寿命与储罐设计寿命不协调, 应保证其可更换。

4.2.2.3 当储罐外壳采用耐低温材料建造时, 储罐鞍座也应采用耐低温材料建造, 且鞍座与船体基座的连接面应采取有效的绝热措施。

4.2.2.4 储罐的设计温度最高应按 -196°C 计算, 结构强度设计用密度不应小于 470kg/m^3 , 除非储罐装载的 LNG 货源稳定, 并在储罐使用说明书中做特别说明, 且在储罐铭牌上标记允许装载的 LNG 最大密度。

4.2.2.5 储罐的理论维持时间应不小于 30 天。

4.2.2.6 储罐管路进出口应尽可能集中布置。

4.2.2.7 如储罐最高液面以下有液相进出口, 则应将所有最高液面以下管路进出口、深冷阀件、LNG 热交换器等设置在焊接于储罐上的冷箱内。由冷箱所包围的储罐外壳应采用耐低温材料制造, 防止 LNG 泄漏对储罐外壳可能造成的破坏。

4.2.2.8 储罐及其管路应能实施吹扫和惰化。

4.2.2.9 除非储罐能承受设计环境温度上限下的全部蒸发气压力, 否则应采取本社认可的方式安全地利用或处理蒸发气, 以使储罐的压力和温度始终保持在其设计范围内。本社认可的方式包括但不限于:

- (1) 蒸发气利用 (如气体燃料发动机);
- (2) 蒸发气再液化;
- (3) 蒸发气储存 (如设置蒸气储存罐);
- (4) 蒸发气转移。

4.2.2.10 储罐在受到本规范附录1第2条所规定的静、动态载荷时, 储罐的支撑方式应能防止储罐的整体移动。

4.2.2.11 储罐支撑结构应能承受本规范附录1中第2条所规定的适用载荷, 这些载荷不必相互组合。

4.2.2.12 储罐罐体结构的应力应满足本规范附录1相应要求。

4.2.3 绝热

4.2.3.1 储罐应设计有效绝热, 以达到维持时间, 并防止邻近船体结构遭受不可接受的低温。

4.2.3.2 储罐的罐体外部液相管路和气相管路应考虑设计有效绝热。

4.2.4 压力释放系统

4.2.4.1 储罐应设置适当的压力释放系统, 其排量应满足本规范附录 1 中第 3.8 条的要求。

4.2.4.2 储罐应至少设置 2 个独立的全启封闭式压力释放阀 (压力释放阀), 压力释放阀与储罐之间应设截止阀, 截止阀流通面积不应小于压力释放阀最小流通面积, 截止阀在正常操作时应处于铅封开启状态。其中任一压力释放阀的排放能力都能满足内容器安全释

放的要求。在加注趸船上应另备有 1 个压力释放阀，其与上述压力释放阀排放能力相同，当上述 2 个压力释放阀中的 1 个送检时，应暂时安装此备用阀。

4.2.4.3 压力释放阀最大允许调定值 (MARVS) 应不高于储罐设计时所采用的最大蒸气压力。压力释放阀应进行检验和标定，以保证阀在规定的调定值下能开启，开启压力的允许偏差不超过 $\pm 3\%$ 。

4.2.4.4 压力释放阀应满足下列温度要求：

- (1) 压力释放阀在设计和布置时应防止因结冰而导致其失效；
- (2) 阀体应由熔点不低于 925°C 的材料制成。

4.2.4.5 储罐上的每个压力释放阀应与 LNG 透气总管相连。

4.2.4.6 LNG 透气总管应满足下列要求：

- (1) 其构造应能使气体排放不受阻碍且垂直引向上方出口；
- (2) 其布置应尽可能防止雨水进入透气总管；
- (3) 应在透气管路上可能积聚液体的位置设置泄放阀；
- (4) LNG 透气总管出口高度应高出露天甲板或储罐顶部不小于 6m ，取大者；
- (5) LNG 透气总管出口与下列位置的距离应至少为船宽或 25m ，取其小者：
 - ① 起居处所、服务处所和控制站及其他气体安全处所的空气进口、空气出口或开口；
 - ② 发动机的最近废气出口或其他可能引起着火危险的设备。
- (6) LNG 透气总管出口应尽可能相对于船宽居中布置，距离舷边的水平距离应大于

4.5m 。

4.2.4.7 压力释放阀和管路的布置，应确保在任何情况下不会使液体积聚在压力释放阀内或其附近。

4.2.4.8 LNG 透气总管出口应设置方形网孔不大于 13mm 的防护网。

4.2.4.9 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。

4.2.4.10 储罐压力释放阀的位置，应使得在第 4.2.7.1 条所述的充装极限下，当加注趸船处于横倾 10° 和纵倾 5° 的情况下，压力释放阀的位置仍处于气相空间内。

4.2.4.11 与储罐气相空间相连的管道上应设置手动泄放阀，且应与 LNG 透气总管相连接。手动泄放阀应处于常闭状态，并予以铅封。

4.2.4.12 储罐外壳应设置防爆装置。

4.2.5 管阀系统

4.2.5.1 应急截止阀、截止阀等低温阀件应持有本社产品证书，并应在装配后进行效用试验，具体控制要求应列入到该产品的《操作说明书》中。

4.2.5.2 应在液相管、气相管接口处分别装设一套遥控应急截止阀，并且其位置应当尽可能靠近罐体；

4.2.5.3 储罐液相管道根部阀门与储罐的连接应采用焊接，阀体材质应与管道材质相适应。

4.2.6 储罐的仪表设置

4.2.6.1 应至少设置 1 套液位测量装置，如仅设 1 套液位测量装置，应能在储罐使用时仍能对其进行任何必要的维修。此装置应根据储罐的许用压力和许用温度进行设计。

4.2.6.2 应设置独立于液位测量装置的高液位报警装置，当充装至储罐容积的 85% 时，此装置应发出声光报警信号。应设置独立于液位测量装置和高液位报警装置的自动关闭装置，当充装至储罐容积的 90% 时，此装置应能自动关闭补给管路的应急截止阀以及关停 LNG 供给泵。

4.2.6.3 用于防止储罐充装超过其充装极限的液位控制装置，不应采用测满阀或类似溢流装置，除非溢流装置设计成封闭形式，并确保 LNG 蒸发气由透气总管排出。

4.2.6.4 储罐应设置低液位报警装置。当液位降至为储罐容积 20%时，此装置应发出声光报警信号。

4.2.6.5 储罐应沿高度方向设置至少 3 套独立的温度测量装置。其中最高位置处的温度测量装置设置在最高额定液位处，最低位置处的温度测量装置设置在储罐最底部，其他温度测量装置在最高位置处温度测量装置和最低位置处温度测量装置之间等间距布置，垂直间距不得大于 2m。

4.2.6.6 储罐最高液位以上的气相空间应设置压力测量装置。

4.2.6.7 储罐内容器与外壳之间应设置监测真空层绝对压力的仪器或检测接口。

4.2.6.8 储罐的液位测量、温度测量和压力测量应能就地指示，并应能将液位、温度和压力的监测信号传送至作业控制室集中显示。

4.2.7 充装

4.2.7.1 储罐的充装极限应不大于 90%。

4.2.7.2 储罐应尽可能采用上部进液。进液管应使用多孔管，以使新充装的 LNG 与原有 LNG 充分混合。多孔管应尽可能延伸到储罐底部，多孔管的开孔应均匀分布。

4.2.8 预冷和冷却

4.2.8.1 储罐内容器顶部应安装喷淋充装管（或装置），用于对储罐内容器进行均匀冷却。

4.2.9 储罐的标记

4.2.9.1 储罐的所有进出口应设有铭牌，标明其功能。即使结霜时，铭牌文字也应清晰可见。

第3节 气态天然气储罐

4.3.1 一般要求

4.3.1.1 本节适用于本规范第 1 章 1.2.1.8 所定义的气态天然气储罐。

4.3.1.2 气态天然气储罐的设计、制造及检验应满足本社《钢质内河船舶建造规范》中压力容器的有关要求。

4.3.1.3 气态天然气储罐的持证要求应满足本规范第 2 章的相关要求。

4.3.1.4 气态天然气储罐进口管路上应设有加热装置，使进入气态天然气储罐气体温度不低于其最低设计温度。加热装置出口管路上应设置温度测量装置，以测量被加热气体的温度。

4.3.2 仪表配备

4.3.2.1 气态天然气储罐应设置压力测量装置，其压力应能就地显示和作业控制室显示。

4.3.3 压力释放装置

4.3.3.1 气态天然气储罐应至少设置 2 个完全独立的压力释放阀。

4.3.3.2 应在加注趸船上另备有 1 个压力释放阀，其与本节 4.3.3.1 中所述压力释放阀

排放能力相同，当本节 4.3.3.1 中有 1 个压力释放阀送检时，应暂时安装此备用阀。

4.3.4 安装

4.3.4.1 气态天然气储罐应与加注趸船结构牢固连接。

第4节 LNG 泵

4.4.1 一般要求

4.4.1.1 本节要求适用于安装在 LNG 管路上用于 LNG 输送和自循环的低温离心泵。

4.4.1.2 LNG 系统至少应设置 2 台 LNG 泵，该泵可用于补给和加注作业。每台泵应能适用于任意一个储罐。当其中 1 台 LNG 泵修理时，不妨碍另 1 台泵的正常工作。

4.4.1.3 LNG 泵的结构应能适应其设计压力和设计温度。

4.4.1.4 LNG 泵进出口管路上均应设置压力、温度等监测装置，并能在作业控制室监测。

4.4.2 LNG 泵

4.4.2.1 LNG 泵不应采用轴封形式的结构，使其产生任何可能的可燃气体泄漏。

4.4.2.2 应采取有效措施防止泵产生气蚀现象。

4.4.2.3 若采用潜液泵，则尚应满足本节 4.4.2.4~4.4.2.7 的要求。

4.4.2.4 潜液泵应安装在泵池内，泵池的设计应满足压力容器的要求。

4.4.2.5 储罐的底部与潜液泵池的顶部的净高度差应满足潜液泵的安装使用要求。

4.4.2.6 潜液泵池的回气管道应与储罐的气相管道相接通。若利用加注趸船的潜液泵卸车时，则潜液泵池的回气管道还应与罐车气相管相接。

4.4.2.7 潜液泵的电气设备的设计应满足本规范第 7 章和第 8 章的有关要求。

第5节 LNG 热交换器

4.5.1 一般要求

4.5.1.1 本节规定适用于气体燃料加热或气化的热交换器。

4.5.1.2 热交换器应满足本社规范的有关要求。

4.5.1.3 不应使用燃烧式热交换器。

4.5.2 热交换器

4.5.2.1 空温式热交换器应满足最低气温条件下的使用要求。

4.5.3 设计压力

4.5.3.1 热交换器的设计压力应不小于最大工作压力，且满足本章 4.1.4.3 的要求。

4.5.4 仪表

4.5.4.1 热交换器出口处应设置压力和温度监测装置。

第6节 加气设备

4.6.1 一般要求

4.6.1.1 本节适用于加注趸船的加气设备，包括LNG加注控制系统、加注软管和加注臂。

4.6.2 定义

4.6.2.1 加注软管：系指用于连接加注趸船与停靠船舶之间气体管路的金属软管。

4.6.2.2 加注臂：系指用于连接加注趸船与停靠船舶之间气体管路的、带关节的金属装置，通常包括立柱、内臂、外臂、三维旋转接头、平衡器、液压和电气控制系统等部件。

4.6.3 LNG 加注控制系统

4.6.3.1 LNG 加注控制系统应能集成本规范规定的与 LNG 系统相关的监测、报警、控制等功能要求。

4.6.4 加注软管

4.6.4.1 加注软管的材料应与预计的压力和温度相适应。

4.6.4.2 加注软管应采用熔点不低于 925℃的金属制造。

4.6.4.3 加注软管应按其爆破压力设计，此压力不小于软管在燃料加注时所承受最大压力的 5 倍。

4.6.4.4 配有端部附件的每一新型加注软管应进行原型试验。原型试验包括压力循环试验和爆破试验。

压力循环试验：该试验应在正常环境温度和从零到至少两倍于规定的最大工作压力下，进行 200 次压力循环。

爆破试验：在循环压力试验之后进行，以确认爆破压力在极端营运温度下至少为 5 倍于规定的最大工作压力。

4.6.4.5 原型试验用过的软管应不再用于输送 LNG。但在每一段新制成的加注软管投入使用前，均应在环境温度下对其进行静水压力试验，试验压力应不小于规定的最大工作压力的 1.5 倍，但不大于其爆破压力的 2/5。

4.6.4.6 加注软管上应标出试验日期和规定的最大工作压力，及其最高和最低使用温度。

4.6.4.7 加注软管规定的最大工作压力应不小于 1MPa（表压力）。

4.6.4.8 加注软管应设置在一定外力作用下具有自切断功能的拉断阀，拉断阀的脱离拉力范围应能充分保护加注软管不被拉断。拉断阀切断后溢出的 LNG 应尽可能的少，且不应周围船体造成低温伤害。

4.6.4.9 加注趸船上应设有用于加注软管的支撑，以防止 LNG 低温传递至加注趸船的钢质结构。

4.6.5 加注臂

4.6.5.1 一般要求

(1) 加注臂应按本规范附录2的要求进行设计、制造和试验。

4.6.5.2 设计原则

(1) 加注臂的设计应考虑使用过程中可能遇到的所有因素和工况,包括船舶运动、干舷变化、气象水文、LNG特性等因素,以使其满足预定用途。

(2) 加注臂的包络范围一般分为对接区、工作区、报警区以及紧急脱离区。

(3) 应能在不拆卸主要部件的情况下,对加注臂进行整体检查、维修及重要的旋转接头和结构支承轴承的更换。

(4) 加注臂应设有液压操纵的紧急脱离装置,且安装在三维旋转接头中。

(5) 加注臂的三维旋转接头应能在所有姿态下保持平衡从而使接口法兰保持在垂直面 3° 内,便于与受注船LNG管路法兰对接。

(6) 加注臂在空载状态时应处于随遇平衡。

4.6.5.3 布置

(1) 加注臂布置的最小间距要求如下:

① 加注臂的立柱中心与舷侧距离不小于2.5m,复位状态时,加注臂的任何部位距离舷边最小距离应不小于1.0m;

② 加注臂的任何部分与加注趸船上固定物体之间为0.5m。

(2) 加注臂在复位状态时,相邻加注臂最外缘突出物之间的距离应至少为0.6m。

(3) 在作业状态时,加注臂的运动部件与加注趸船上的其他设备、管路等的距离至少为0.3m。

第7节 加注管路

4.7.1 一般要求

4.7.1.1 管路尚应满足本章第1节的有关要求。

4.7.2 加注管路

4.7.2.1 燃料加注系统的布置应使加注时不会有可燃气体排放至空气中。

4.7.2.2 每一加注管路与加注软管或加注臂管路的连接处应串联安装1个手动截止阀和1个应急截止阀,或1个手动截止阀和应急截止阀的组合阀。

4.7.2.3 应设有加注结束后将液体或气体燃料从加注管路中排出的措施。

4.7.2.4 应设有对加注管路进行除气和惰性气体吹扫的措施。

4.7.2.5 应设置与受注船储罐连通的LNG蒸发气回路。

4.7.2.6 管路的设置应能使储罐内LNG通过LNG泵重新注入储罐,可以实现自循环。

4.7.2.7 LNG加注作业区应配置能容纳所有可能泄漏量的集液盘(固定式或移动式),集液盘应与船体绝热,且应在在集液盘侧壁靠近上部的位置设置溢流口,溢流的LNG应能通过排放管排出船外,该排放管可在作业时临时设置。集液盘的面积一般不大于 1m^2 ,深度不小于300mm,容积应不小于 0.3m^3 。

4.7.2.8 LNG加注作业区的液相出口和进口管路应安装支撑结构以防止产生过大的振动。

4.7.2.9 管路的设置应能满足本章4.4.1.2的功能。

4.7.3 应急截止阀的控制系统

4.7.3.1 应急截止阀控制系统的布置,应使应急截止阀可以在加注趸船上至少2个远离的位置进行操作,其中一个操作位置应是作业的集中控制位置或是作业控制室。

4.7.3.2 应急截止阀应为故障关闭型，且可手动操作关闭。在工作情况下，从完全打开到完全关闭，应在 30s 秒内完成操作。其测量应从手动或自动开始到安全关闭称为总关闭时间，包括信号反映时间和阀关闭时间。这种关闭时间应能避免管路的压力波动，阀的关闭时间应能作到平稳地切断流动。

4.7.3.3 控制系统应设能在温度为 98℃至 104℃之间熔化的易熔元件，易熔元件能在火灾时使应急截止阀关闭。易熔元件所设位置，应包括阀所在的位置。

4.7.3.4 应急截止阀关闭时，LNG 泵能自动停止工作。

4.7.3.5 应急截止阀的关闭时间及其操作特性资料，应保存在加注趸船上，关闭时间应可核实，并能重现，这些阀的关闭应是平稳的。

第8节 补给管路

4.8.1 一般要求

4.8.1.1 本节适用于 LNG 运输船或 LNG 罐车向加注趸船输送 LNG 的管路。

4.8.1.2 管路尚应满足本章第 1 节的有关要求。

4.8.2 固定管路

4.8.2.1 系统的布置应使补给时不会有可燃气体排放至空气中。

4.8.2.2 液相管和气相管上与软管连接法兰附近应设置应急截止阀和手动截止阀。液相管上应设止回阀。应急截止阀的控制系统应满足本章第 7 节 4.7.3 的要求。

4.8.2.3 应设有加注结束后将液体或气体燃料从加注管路中排出的措施。

4.8.2.4 应设有对补给管路进行除气和惰性气体吹扫的措施。不进行补给作业时，补给管路内不应含有可燃气体。

4.8.2.5 与 LNG 运输船连接的管路接头处和 LNG 罐车卸车区应配置能容纳所有可能泄漏量的集液盘（固定式或移动式）。集液盘的设置应满足本章 4.7.2.7 的要求。

4.8.2.6 与软管相连的液相管和气相管接头处应安装牢固支撑结构以防止产生过大的振动。

4.8.2.7 加注管路可兼做补给管路，此种情况下，补给管路尚应满足本章其他的相关要求。

4.8.3 软管

4.8.3.1 软管应满足本章 4.6.4 的规定。

第9节 发动机供气管路

4.9.1 一般要求

4.9.1.1 管路尚应满足本章第 1 节的有关要求。

4.9.2 机舱内供气管路

4.9.2.1 供气管路应安装在通风导管内，通风导管应终止于气体燃料管路进入主机部件之处。供气管路和通风导管之间的空间安装独立的机械式抽风机。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。若通风系统内的气体探测设备探测到发生泄

漏时，导管内自动充灌氮气，则通风能力可减至每小时换气 10 次。当风机失效时，发动机应自动转为燃油模式运行。

4.9.2.2 对于最大工作压力不大于 1MPa 的低压供气管路，通风导管的设计压力应不低于供气管路的最大工作压力，也可通过压力试验验证其可以承受供气管路破裂时通风导管内可能达到的最大累积压力。如采用最大工作压力超过 1MPa 的高压供气管路，则应使本社满意。

4.9.3 机舱外供气管路

4.9.3.1 供气管路不应穿过起居处所、服务处所、控制站或其他围蔽处所。

4.9.3.2 布置在露天位置的供气管路应避免使其遭受意外的损坏。

4.9.3.3 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，应在作业控制室发出听觉、视觉报警，且自动关闭LNG输送泵（如设有时）并切断相关阀件。

(2) 加热回路膨胀柜的透气口应引至露天区域。

4.9.4 阀件

4.9.4.1 每台或每组气体燃料发动机的主供气管路上应在 LNG 储罐出口处以及压缩储罐（如设有）的出口处均分别设置 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。

4.9.4.2 主气体燃料阀的控制应符合本规范第 8 章 8.1.1.2 的要求。

4.9.4.3 通往每台气体燃料发动机的供气管路上应安装一套互锁气体阀，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只截止阀应能人工复位；

(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) 该组互锁气体阀应用于发动机的正常停车。

4.9.4.4 当主气体燃料阀和互锁气体阀关闭时，主气体燃料阀和互锁气体阀之间的管路应能自动透气。如果必须考虑气体从发动机向管路逆流，则对互锁气体阀下游的整个供气管路也应进行透气，且该透气阀在发动机正常停车时应开启。

4.9.4.5 在互锁气体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。

第10节 惰化设施

4.10.1 一般要求

4.10.1.1 加注趸船应设有氮气瓶或其他惰化设施。

4.10.1.2 惰性气体在化学性质和操作上，在所有惰化空间内可能产生的温度下，应与该空间的结构材料和 LNG 相容，并应考虑到气体的露点。这种惰性气体，可以用储存容器存放，或在加注趸船上制造。

4.10.2 惰化系统

4.10.2.1 应设置能安全地除气和驱气的管路系统，管路系统的布置应使在除气和驱气后，气体或空气存留死角可能性降至最低限度。

4.10.2.2 利用惰性的介质对储罐和管路进行除气作业时，易燃气体混合物存在于储罐和管路内的可能性应降至最小程度。

4.10.2.3 储罐应设置足够的采样点，以监测驱气和除气的进程。主甲板以上的气体采样连接管应加装阀门和盲板。

4.10.2.4 在加注和补给管路进行作业之前，应用惰性介质对已连接的管段进行驱气，驱气后不允许有易燃混合物存于管路内。

4.10.2.5 惰性气体系统的布置，应防止可燃蒸气倒流。

4.10.2.6 惰性气体系统本身产生静电着火的风险应降至最小程度。

4.10.2.7 惰性气体应有足够的数量，能满足加注趸船作业和维修的需要。

4.10.3 惰性气体的制造

4.10.3.1 制造惰性气体的设备，应能产生含氧量(按体积)不超过 5%的惰性气体。从惰性气体制造设备引出的惰性气体供应管路上，应安装一个能连续读数的含氧量测定表和一个在最高含氧量(按体积)为 5%时报警的报警装置。

4.10.3.2 在加注趸船上采取空气分馏法制取惰性气体时，应对输入储存容器的液化气体的氧痕迹进行探测，以避免在释放惰性气体进行惰化时，气体具有较高的氧浓度。

4.10.3.3 装有惰性气体发生装置的处所不应设通往起居处所、服务处所或控制站的直接通道，但惰性气体发生装置可位于机器处所内。该装置如设于机器处所或气罐区之外的其他处所，应在气罐区内的惰性气体总管上安装 2 个止回阀或等效装置。

4.10.3.4 惰性气体管路不应通过起居处所、服务处所或控制站。

4.10.3.5 制造惰性气体用的火焰燃烧设备不应位于气体危险区域和油舱区内。使用催化燃烧法的惰性气体发生装置，其安装位置应给予特别考虑。

第11节 加注标准接头

4.11.1 加注标准接头

4.11.1.1 加注趸船与受注船之间的连接应采用标准接头的连接型式。

(1) 加注趸船与受注船采用法兰连接，法兰接头在长时间不进行充装时，应采用盲板法兰进行盲断，该法兰应具有和管路相同的设计压力。

(2) 充装接头法兰密封面型式应为突面，法兰的连接尺寸见图 4.11.1.1 (1)，密封面的尺寸见 4.11.1.1 (2)，充装接头的尺寸应满足表 4.11.1.1 的要求。

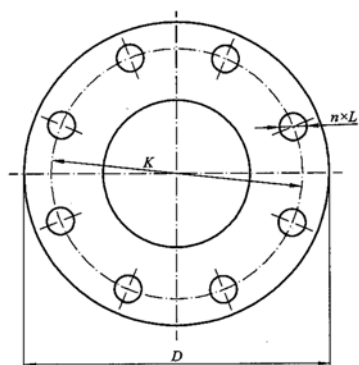


图 4.11.1.1 (1) 法兰的连接尺寸

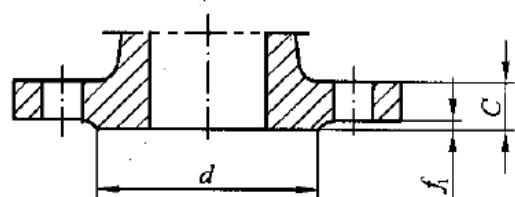


图 4.11.1.1 (2) 密封面的尺寸

LNG 标准充装接头的尺寸

表 4.11.1.1

项 目	外径 D	内径	突面直径 d	螺栓孔中心 圆直径 K	突面厚 度 f_i	法兰厚 度 C	螺栓和螺帽：数 量 n 和直径 L
尺寸 (mm)	210	100	148	170	2	20	8 个, $\phi 18\text{mm}$
注：法兰、螺栓螺母以及紧固件应设计为以耐低温材料制成，应能承受设计温度和设计压力。密封圈材料应能承受设计温度和设计压力，且能绝缘。							

第5章 加油设备与管系

第1节 一般规定

5.1.1 适用范围

5.1.1.1 本章适用于对外加注闪点大于 60℃船用燃油的加油设备与管系。

5.1.1.2 加油设备和管系除符合本章规定外，其设计、制造、安装和试验等尚应符合本规范第 6 章第 1 节的有关规定。

5.1.2 功能要求

5.1.2.1 所有的加油设备，包括阀件、法兰及与管路的连接，应采取有效措施防止油类产生泄漏或溢出对环境水域的污染。

5.1.2.2 应采取有效措施防止静电的产生。

5.1.3 隔离空舱的空气管和测量管

5.1.3.1 隔离空舱应设有内径不小于 50mm 的空气管和测量管。空气管应引至甲板开敞部分，其可能进水的最低点离干舷甲板的高度应不小于 500mm。

5.1.3.2 隔离空舱的空气管和测量管应尽可能避免穿过油舱。否则，穿过油舱的管子应为壁厚不小于表 5.1.3.2 的钢管，并应采用焊接接头。

油舱内管子壁厚 表 5.1.3.2

管子外径（mm）	管子壁厚（mm）	管子外径（mm）	管子壁厚（mm）
50	6.3	150	11.0
100	8.6	200 及以上	12.5
125	9.5		

5.1.3.3 油舱下的双层底舱以及舷边舱若为空舱，则应作为隔离空舱对待，其空气管和测量管应符合本节 5.1.3.1 和 5.1.3.2 的规定。

5.1.4 遥控阀

5.1.4.1 甲板上和油泵舱内的阀如为遥控时，则应设有与遥控机构无关的就地手动操作装置或装设在甲板上主液压回路损坏时能操纵阀件执行器的应急装置，例如在尽量靠近阀件执行器的管路上装有带截止阀的连接管，供船上备有的可携式泵连接之用。

5.1.4.2 当遥控阀及其执行器位于油舱内时，应设置以液压驱动此阀的执行器。

5.1.4.3 当遥控阀及其执行器位于油舱内时，应设有在执行器产生故障时能抽空燃油的应急设施。

阀件执行器的供液管一般应由甲板垂直引入油舱内，并在甲板上的管路设有带截止阀的连接管，以便主液压回路损坏时，能连接船上备有的可携式泵作应急操纵阀件之用。

5.1.4.4 所有执行器均应设计成当工作介质失压时，阀件仍能保持关闭状态，并在正常工作情况下，执行器内的工作介质不被燃油污染。

5.1.4.5 在遥控站应设有指示遥控阀开、闭状态的标志。

5.1.4.6 在相邻油舱之间可装设隔舱阀。油舱内的阀门传动装置应引至开敞甲板上，在穿过甲板处应设密封填料函，其结构应能在油舱外面更换填料。传动装置应设有指示阀门开或闭的标志。

第2节 加油泵

5.2.1 一般要求

5.2.1.1 加油泵可布置在专门设置的油泵舱内，亦可布置在机舱内。设有加油泵处所的舱底水应由舱底泵排到污油水舱（柜）。

5.2.1.2 加油泵应为受注船加油的专用泵，不应兼作其他用途。加油泵不应与油舱区域以外的舱室有任何管路连接。

5.2.2 加油泵

5.2.2.1 加注趸船应设有 2 台加油泵，每台加油泵应能服务于所有的油舱，且满足任意两个油舱之间相互调驳。当 1 台加油泵修理时，不会影响另 1 台加油泵正常工作。

5.2.2.2 油泵舱/机舱内加油泵除能就地关停外，还应能在油泵舱/机舱以外的适当地点关停。

5.2.2.3 每台加油泵出口端和加油泵控制站附近应设有压力表。

5.2.2.4 容积式加油泵出口处应设有压力释放阀，压力释放阀的出口应引至加油泵进口处或返回油舱。

5.2.3 加油泵处所的通风

5.2.3.1 若加油泵设在独立油泵舱内，则油泵舱应采用机械式抽风系统进行换气，换气次数不小于 20 次/小时。

5.2.3.2 油泵舱通风系统应不与其他处所的通风系统相连接。通风管上应设置可更换的防火网。

5.2.3.3 应设置发生火灾时能关闭空气进口和吸风管的装置，该装置应能在甲板上油泵舱外进行操作。

5.2.3.4 如加油泵位于机器处所，则机舱通风应满足本规范第 6 章 6.2.2.1 的要求。

第3节 加油设备

5.3.1 一般要求

5.3.1.1 加油设备系指为受注船加注燃油的加油泵、软管、计量设备和取样装置等。

5.3.1.2 加油软管应为带有管段安装配件的加油专用的金属或非金属短软管。

5.3.2 加油软管的选用

5.3.2.1 加油软管内部应有单层或双层密集编织的金属丝编织层，或其他合适材料制成的加强层。

5.3.2.2 加油软管应备有符合制造厂说明书要求的管端配件，且该管端配件应符合本节要求，并应经本社产品认可。

5.3.2.3 软管夹或类似的端部配件不应用于加油软管。

5.3.2.4 用于工作中预期发生脉冲压力和/或高振动烈度的加油软管组件，应设计成能承受所有预期的最大脉冲压力和由于振动产生的力。

5.3.2.5 若加油软管外部保护层为非金属材料制成，则应为耐火型。

5.3.2.6 加油软管组件的选择应视具体的服务要求，考虑使用的环境条件，在工作压力和工作温度下与液体的相容性。

5.3.3 加油软管的安装

5.3.3.1 加油软管的长度应尽可能的短，该长度应限制在仅为固定的机械/设备或系统和可能存在相对运动的部件或系统之间的连接提供必需的相对移动。

5.3.3.2 加油软管组件不应用于在正常工作条件下可能受到扭转变形（扭曲）的位置。

5.3.3.3 加油软管应远离热表面。如无法避免，则位于热表面附近的加油软管，应采用屏板或其它类似的保护措施，以免由于软管破损而泄漏的燃油接触热表面而导致火灾。

5.3.3.4 加油软管应安装在具有良好照明和易于察看之处。

5.3.3.5 加油软管组件的使用和安装应符合制造厂说明书的使用和安装要求，并应特别注意：

- (1) 定位；
- (2) 连接端的支撑（如必要）；
- (3) 避免可能引起软管摩擦和磨损的接触；
- (4) 最小的弯曲半径。

5.3.4 加油软管的试验及标识

5.3.4.1 加油软管组件应经原型试验。加油软管的原型试验程序应符合其适用标准的要求，试验中应考虑到最大的预期工作压力、振动频率和由于安装产生的力，并应提交审批。

5.3.4.2 按不同的使用要求，不同公称直径的软管类型以及管端附件，应分别按适用标准^①的要求进行压力、爆破、脉冲阻力和耐火性能的试验。

5.3.4.3 所有加油软管组件应按适用标准的要求经原型爆破试验，以证明其能够承受不小于 4 倍设计压力的爆破压力而不会破损或泄漏。试验中在 4 倍最大工作压力时无需有任何持续时间。

5.3.4.4 加油软管应作如下永久性标识：

- (1) 制造厂的名称或商标；
- (2) 制造日期（月/年）；
- (3) 软管类型；
- (4) 公称直径；
- (5) 压力等级；
- (6) 温度等级。

5.3.4.5 若加油软管组件中的各部件来自于不同制造商，则这些部件均应作清晰的标记并可追溯原型试验的证明。

5.3.5 加油速率

5.3.5.1 加油速率通常应考虑加注趸船与受注船之间的连接软管和燃油管系尺寸及所加注油品等因素。

第4节 加油管系和注入管系

5.4.1 一般要求

5.4.1.1 本节规定适用于各油舱吸口处至加油软管连接端为受注船加油的输送管路，以及燃油补给总管至各油舱注入口为加注趸船补给燃油的管路。

5.4.1.2 加注趸船上应设置固定的加油管路和注入管路，且只能敷设在油舱区域和加

① 试验可参照 ISO15540、15541、6802、6803、10380 的有关要求进行。

注作业区域。

5.4.2 加油管系

5.4.2.1 与加油软管直接连接的加油管路的终端接管、阀件及其附件均应为钢质或延性材料制成，并具有坚固的结构和牢固的支撑。

5.4.2.2 每根加油总管均应装设截止阀。与加油软管连接处应设有燃油收集盘或等效设施。

5.4.2.3 每根加油总管的尺寸和终端连接形式应与加油软管相匹配。

5.4.2.4 加油管路应有能将管内和泵内的燃油排至油舱、污水水舱或岸上的设施。

5.4.2.5 加油管路应按需要设置膨胀接头或弯头。

5.4.2.6 加油管路应涂以橙色标记以区别于其他管系。

5.4.3 注入管系

5.4.3.1 除以下规定外，注入管系尚应符合本章 5.4.2.1~5.4.2.6 的有关规定。

5.4.3.2 当油舱设有直接注入管时，则注入管应伸入舱内，其出口应尽可能接近舱底，以减少静电的产生。

第5节 油舱液位测量装置

5.5.1 一般要求

5.5.1.1 每个油舱都应装有适宜的测定油舱液位的装置。

5.5.1.2 油舱安装封闭型液位显示装置时，该装置在使用中不应有油气逸出，并应能在现场或控制室对相应的油舱方便地读出液位的读数。

5.5.1.3 若采用不穿透油舱舱壁的间接探测液位的显示装置，应经本社同意。

5.5.1.4 每一油舱均应留有膨胀容积，膨胀容积与其油舱容积之比应不小于 2%。

5.5.1.5 建议设置油舱的燃油高位听觉和视觉报警装置，以便燃油被灌装到 95%的液位时，能发出报警。

5.5.1.6 油舱补给时的注入速率应符合本章 5.3.5 的有关规定。

第6节 透气管系

5.6.1 油气出口的布置

5.6.1.1 透气管出口应布置在油舱露天甲板以上不小于 500mm 处，该出口应离开含有着火源的围蔽处所的最近进气口或开口以及可能引起着火危险的甲板机械和设备的水平距离均应不小于 2m。

5.6.1.2 油舱透气管出口应布置在气体危险区域以外，且与 LNG 透气总管的水平距离至少 10m，与气罐区边缘的距离应不小于 2m。

5.6.1.3 透气管出口端应装有易于更换耐腐蚀的金属防火网^①，防火网的通流面积应不小于透气管的通流面积。

5.6.1.4 油舱透气管内径可根据实际装油速度确定，但一般情况下应不小于表 5.6.1.4

① 参见 MSC.1/Circ.1324 号通函：《经修订的液货船上防止火焰进入液货舱装置的设计、试验和安装位置标准》和 MSC/Circ.1009 号通函：《经修订的阻止火焰进入油船液货舱的装置设计、试验及安装的修订标准（MSC/Circ.677）》。

的规定。

表 5.6.1.4

最大设计装油速度×1.25 (m ³ /h)	透气管内径 (mm)
500 及以下	80
500 以上	100

第7节 加热管系

5.7.1 蒸汽加热

5.7.1.1 加热燃油的介质温度应不超过 220℃，油舱内的燃油加热的最高温度至少比其闪点低 15℃。

5.7.1.2 燃油加热可用热水或饱和蒸气，加热燃油的凝水总管应接至专用的凝水观察柜。该柜应位于机舱内具有良好通风和照明的位置，凝水观察柜的布置应易于看清凝水或回水中是否有油存在，且应尽可能远离锅炉、发动机的排气管和电气设备。柜的上排污管应接至污水柜。

5.7.1.3 加热燃油的蒸汽管和凝水管应敷设在露天甲板上，且只能通过油舱的顶部进入油舱。

5.7.1.4 加热的燃油管路应按需要设置适当的保温措施。需要加热的油舱应设有指示油温的适当设施。

5.7.1.5 每一油舱加热管路的进、出口处均应设有截止阀或旋塞，每一油舱的凝水支管出口处应设有检查加热盘管有否泄漏的阀或旋塞，该阀和旋塞的开口应位于开敞甲板上。

5.7.1.6 加热油舱的蒸汽管和凝水管应在油舱区域适当地点设有盲断设施。

5.7.2 热油加热

5.7.2.1 用于热油系统的循环油液，应与被加热的液体相容。

5.7.2.2 热油系统一般应至少设有 2 台热油循环泵和滤器。

5.7.2.3 燃油式热油加热器和废气加热式热油加热器的进口阀和出口阀，应能从热油加热器所在处所的外面加以控制；或者作为替代办法，也可以设有装置能将系统内的热油靠重力迅速泄至适当的油柜。

5.7.2.4 应在热油膨胀柜所在处所外设有控制装置，能使膨胀柜内的热油靠重力迅速泄至适当的油柜。

5.7.2.5 热油管应为无缝钢管或焊接钢管。

5.7.2.6 热油系统内的泵、阀和附件的壳体，应采用钢或同等塑性的材料制造。表面直接与热油接触的部件，不应使用铜或铜合金，以免其对热油起氧化作用。

5.7.2.7 热油管路应采用焊接连接，但为便于检查和维修，可以采用有限而必要的法兰连接。必要时，应采取措施防止法兰处油液飞溅。当采用法兰连接时，应采用公称压力不小于 1.6MPa 的船用凹槽式钢法兰或平面钢法兰。当采用平面钢法兰时，其垫片应采用金属网缠绕石墨垫片或膨胀石墨复合垫片。

热油管路不应使用螺纹接头。

5.7.2.8 热油管路应设有补偿器或膨胀接头。

5.7.2.9 热油加热器和热油管路均应包覆隔热层，但法兰接头不应被隔热材料覆盖。隔热材料的自燃点应尽可能不低于热油的自燃点。

- 5.7.2.10 热油加热器所在舱室应设有固定式灭火系统予以保护。
- 5.7.2.11 热油循环泵应能从其所在处所的外面进行关停。
- 5.7.2.12 在热油系统可能发生泄漏的装置下方，应设置油盘，油盘内的存油应泄放至适当的污油柜。
- 5.7.2.13 热油系统应设有适当容积的膨胀油柜。热油膨胀柜和泵吸装置，一般应位于热油加热器所在处所内。
- 5.7.2.14 油膨胀柜和热油储存柜的透气管，应通往开敞甲板，出口端应装有金属防火网。
- 5.7.2.15 热油管路不应穿过起居处所和控制站。
- 5.7.2.16 热油加热器所在处所应有适当的机械通风和良好的照明。
- 5.7.2.17 热油加热器所在处所应设有认可的固定式探火与失火报警系统。

第6章 发动机与系统

第1节 一般规定

6.1.1 适用范围

6.1.1.1 除另有规定者外，船舶的发动机和其他辅助机械、锅炉、热油加热器、轴系、压力容器、泵及管系等所有机械设备的设计、制造、安装和试验均应按本社《钢质内河船舶建造规范》和本社接受的标准进行设计制造，并符合本章的有关规定。

6.1.1.2 气体燃料发动机的设计、制造、安装和试验要求，尚应满足本社《双燃料发动机系统设计与安装指南》及《天然气燃料动力船舶规范》的有关要求。

6.1.1.3 除本章相关规定外，天然气管系尚应满足本规范第4章相关要求。

6.1.2 燃料

6.1.2.1 发动机用的燃料应为柴油或天然气，柴油闪点(闭杯试验)应不低于 60℃，天然气的甲烷值和低热值应符合发动机制造厂的规定。

6.1.3 管系设计压力和温度

6.1.3.1 管系设计压力是管系最高许用工作压力，应不小于压力释放阀或溢流阀的最高整定压力。

6.1.3.2 燃油管系的设计压力可按表 6.1.3.2 取值。

燃油管系的设计压力

表 6.1.3.2

工作温度(℃) 工作压力(MPa)	T ≤ 60	T > 60
P ≤ 0.7	0.3MPa 或最高工作压力，取大者	0.3MPa 或最高工作压力，取大者
P > 0.7	最高工作压力	1.4MPa 或最高工作压力，取大者

6.1.3.3 在特殊场合，设计压力另行规定。

6.1.3.4 设计温度应取管内流体的最高温度，但不低于 50℃。

6.1.4 管系等级

6.1.4.1 为了确定适当的试验要求、连接型式以及热处理和焊接工艺规程，不同用途的压力管系按其设计压力和温度分为三级，如表 6.1.4.1 所示。

管系等级

表 6.1.4.1

管系	I 级		II 级		III 级	
	设计压力 MPa	设计温度 ℃	设计压力 MPa	设计温度 ℃	设计压力 MPa	设计温度 ℃
油舱管系	> 1.6	或 > 150	≤ 1.6	和 ≤ 150	≤ 0.7	和 ≤ 60
燃油、滑油 可燃液压油	> 1.6	或 > 150	≤ 1.6	和 ≤ 150	≤ 0.7	和 ≤ 60
其他介质	> 4.0	或 > 300	≤ 4.0	和 ≤ 300	≤ 1.6	和 ≤ 200

注：① 当管系的设计压力 and 设计温度其中 1 个参数达到表中 I 级规定时，即定为 I 级管系；当设计压力 and 设计温度均不超过表中 III 级规定时，即定为 III 级管系；当设计压力 and 设计温度均不超过表中 II 级规定，且在 III 级规定之外时，即定为 II 级管系。

② 其他介质是指空气、水和不可燃液压油等。

③ 不受压的开式管路，如泄水管、溢流管、排气管、透气管等，为 III 级管系。

④可燃气体和液化气体等为 I 级管系。

6.1.5 材料与焊接

6.1.5.1 发动机和其他辅助机械的主要零部件以及压力容器所采用的材料和所用构件的焊接、热处理、无损检测等应符合本社《材料与焊接规范》的有关规定。

6.1.5.2 各种管子、阀件和附件所用的材料应与介质和管路承担的用途相适应。

6.1.5.3 I 级管系和 II 级管系的管子、阀件和附件的材料、热处理、无损检测和试验应符合本社《材料与焊接规范》的有关要求。

6.1.5.4 III 级管系的管子、阀件和附件的材料和试验应符合本社接受的标准。

6.1.5.5 塑料管和挠性软管的选用、安装、试验及标识应符合本社《钢质内河船舶建造规范》第 2 篇第 2 章第 3 节相关规定。

6.1.6 碳钢和合金钢钢管、阀件和附件

6.1.6.1 用于 I 级和 II 级管系的管子，应为无缝钢管或按本社认可的焊接工艺制造的焊接管。

6.1.6.2 碳钢和碳锰钢钢管、阀件和附件一般不能用于流体温度超过 400℃ 的管系。若其冶金性能和高温耐久强度（100000h 以上的最大抗拉极限强度）符合国家或国际标准，并且这些数值能由钢厂保证，则可用于更高温度的管系。特殊合金钢钢管、阀件和附件的使用应符合本社《材料与焊接规范》的有关规定。

6.1.7 钢管管壁厚度的计算

6.1.7.1 受内压的钢管，其最小壁厚 δ 应不小于按下式计算所得之值：

$$\delta = \frac{pD}{2[\sigma]e + p} + c \quad \text{mm}$$

式中： p ——设计压力，MPa，见本章 6.1.4.1 的规定；

D ——钢管外径，mm；

$[\sigma]$ ——钢管许用应力，N/mm²，见本章 6.1.7.2 的规定；

c ——腐蚀余量，mm，由表 6.1.7.1 查得；

e ——焊缝强度系数，对无缝钢管、电阻焊钢管和高频焊钢管应取 1，其他方法制造的管子， e 值另行考虑。

对于穿过舱柜的管路，应增加一个计及外部腐蚀的附加腐蚀余量，该腐蚀余量取决于外部介质；如采用涂层、衬层等措施对管子及其接头进行有效的防蚀保护，则腐蚀余量最多可减少 50%；当使用有足够抗蚀性能的特种钢时，其腐蚀余量可以减少，甚至可减少到零。

钢管腐蚀余量(mm) 表 6.1.7.1

管系用途	c	管系用途	c
压缩空气管系	1.0	滑油管系	0.3
液压油管系	0.3	燃油管系	1.0
淡水管系	0.8	油舱管系	2.0
冷藏装置制冷剂管系	0.3	天然气管系	1.0

6.1.7.2 钢管许用应力 $[\sigma]$ 应不大于按下列各式计算所得之值的最小值:

$$[\sigma] = \frac{R_m}{2.7} \quad \text{N/mm}^2$$

$$[\sigma] = \frac{R_{eH}^T}{1.6} \quad \text{N/mm}^2$$

$$[\sigma] = \frac{\sigma_D^T}{1.6} \quad \text{N/mm}^2$$

式中: R_m ——材料在常温下的抗拉强度, N/mm^2 ;

R_{eH}^T ——材料在设计温度下的屈服强度或 0.2% 的规定非比例延伸强度, N/mm^2 ;

R_D^T ——材料在设计温度下 100000h 内产生破断的平均应力, N/mm^2 ;

R_m 、 R_{eH}^T 、 R_D^T 应符合本社《材料与焊接规范》的有关规定。

6.1.8 灰铸铁管、阀件和附件

6.1.8.1 灰铸铁管、阀件和附件不应用于 I 级管系。

6.1.8.2 灰铸铁管、阀件和附件一般不应用于 II 级管系。

6.1.8.3 灰铸铁管、阀件和附件一般可用于 III 级管系及油舱内燃油管, 但不应用于下列用途:

- (1) 承受压力冲击、过大应力和振动的管路;
- (2) 介质温度超过 220°C 的管路;
- (3) 安装在防撞舱壁上的阀件和附件;
- (4) 燃油舱柜外壁上受静压的阀;
- (5) 蒸汽管、消防水管、舱底水管和压载水管;
- (6) 舷旁阀和海水箱上的阀;
- (7) 与燃油装卸软管连接的分配总管及其阀件和附件。

6.1.9 球墨铸铁管、阀件和附件

6.1.9.1 铁素体球墨铸铁管、阀件和附件不应用于 I 级管系。

6.1.9.2 铁素体球墨铸铁的阀件和附件可用于 II 级和 III 级管系, 但其材料的最低伸长率在标距为 $5.65\sqrt{S_o}$ 时不应小于 12%, 式中 S_o 为试样的横截面积。当球墨铸铁材料的伸长率小于上述值时, 则应作为灰铸铁处理。

6.1.9.3 铁素体球墨铸铁管、阀件和附件用于舷旁管和舷旁阀时, 应符合本社《材料与焊接规范》的有关规定。

6.1.10 管段连接

6.1.10.1 管段直接连接可采用下列方式, 其使用范围应符合表 6.1.10.1 的规定。

- (1) 管子之间或管子与阀箱或其他附件之间对接焊;
- (2) 套筒焊接连接;

(3) 认可型的螺纹套筒连接。

管 段 连 接

表 6.1.10.1

连接方式	适用管系等级	适用外径
采取改善焊缝根部质量措施的对接焊	I、II、III	不 限
不采取改善焊接根部质量措施的对接焊	II、III	
套筒焊接连接	III	
螺纹套筒连接	III，可燃介质管系除外	≤57mm

6.1.10.2 管段也可用法兰连接，法兰接头示于图6.1.10.2中，法兰的选用应符合表6.1.10.2的规定。对于小直径管子，根据个别情况及工作状态，也可以采用套筒连接或其他管段直接对接型式(如喇叭套筒或突肩连接)。

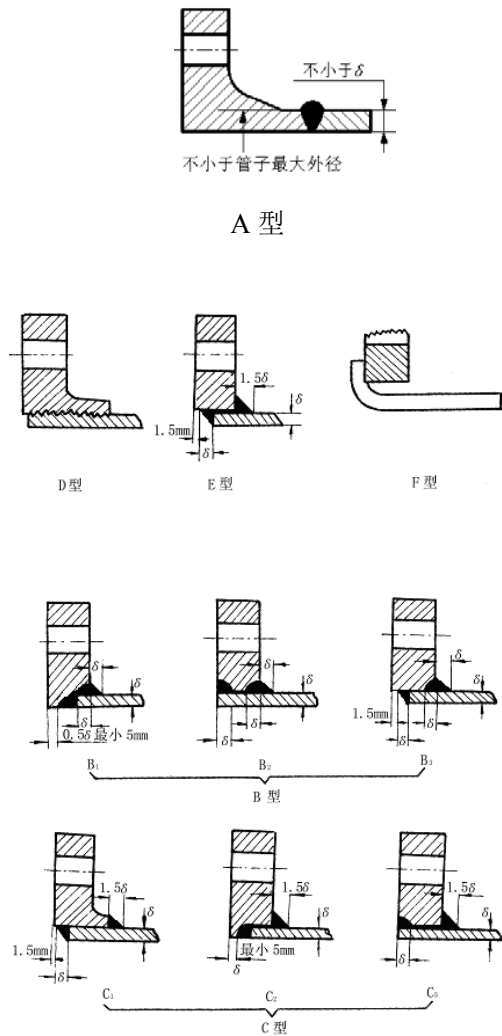


图 6.1.10.2 典型法兰连接

典型法兰连接的应用

表 6.1.10.2

管系等级	可燃介质 ^④ ，液化气 ^⑧	滑油和燃油	其他介质 ^{①②③}
I	A、B ^⑥	A、B	A、B
II	A、B、C	A、B、C、E ^⑦	A、B、C、D ^⑤ 、E ^⑤
III		A、B、C、E	A、B、C、D、E、F ^②

注：① 包括水、空气、其他气体、液压油；

② F 型仅适用于水管和开口管路；

③ 设计温度超过 400℃时，仅适用于 A 型；

④ 设计压力超过 1MPa 时，仅适用于 A 型；

⑤ 设计温度超过 250℃时，不应用 D 型和 E 型；

⑥ B 型仅适用于外径小于 150mm 的管子；

⑦ E 型仅适用于设计温度小于 150℃和设计压力小于 1.6MPa 的油管。

⑧ 液化气指 LNG 时，仅适用于 A 型。气态天然气也仅适用于 A 型。

6.1.10.3 法兰及其螺栓的尺寸应根据本社接受的标准选取。对于特殊用途的法兰及其螺栓的尺寸应另行考虑。

6.1.10.4 机械接头应符合本社《钢质内河船舶建造规范》第2篇第2章2.2.3的相关规定。

6.1.11 管路布置和舱柜分隔

6.1.11.1 管路应加以固定，并应能避免因温度变化或结构变形而损坏。

6.1.11.2 管子穿过水密或气密结构处，应采用贯通配件或座板。

6.1.11.3 下列舱柜相邻布置时，应以隔离空舱隔开(压载水舱可以代替隔离空舱)：

- (1) 滑油舱柜与燃油舱柜；
- (2) 滑油舱柜与清水舱柜；
- (3) 清水舱柜与燃油舱柜。

清水管不应通过油舱，油管也不应通过清水舱，如不可避免时，应在油密隧道或套管内通过。

6.1.11.4 泵及管路的布置应能使所连接的任何泵的工作不受同时工作的其他泵的影响，否则不应接到一个公共管路上。

6.1.11.5 低于干舷甲板的防撞舱壁只准穿过 1 根管子，以处理首尖舱内的液体。穿过防撞舱壁的管子，应设有在干舷甲板以上控制的截止阀，此阀应装在首尖舱舱壁的首尖舱一侧，并带有指明阀件开或关的标志。如果此阀易于接近，则此阀可安装在防撞舱壁上的后侧，且不必在干舷甲板上控制。

6.1.12 防蚀

6.1.12.1 钢管在全部加工(即钢管弯制、成形和焊接)完成以后应在外表面施以保护层。

6.1.13 防火

6.1.13.1 油舱柜的空气管、溢流管和测量管应避免通过居住舱室，如有困难时，则通过该类舱室的管子不应有可拆接头。

6.1.13.2 蒸汽管、油管、水管、油柜和其他液体容器应避免设在配电板上方及后面。如管路必须通过时，则不应有可拆接头。油管及油柜尚应避免设在锅炉、烟道、蒸汽管、发动机增压器、排气管及消声器等的上方。

6.1.14 防护

6.1.14.1 布置在锚链舱内及其他易受碰损处所的管子应具有可靠的、便于拆装的防护罩。

6.1.14.2 各种管系应根据需要在管子、附件、泵、滤器和其他设备上设有放泄阀或旋塞。

6.1.14.3 工作压力可能超过设计压力的管路应在泵的输出端管路上设置压力释放阀。对于油管路，由压力释放阀溢出的液体应流回至泵的吸入端或舱柜内。管路中的加热器和空气压缩机的冷却器也应装设压力释放阀。压力释放阀的整定压力应不超过管路的设计压力。

6.1.15 绝缘包扎

6.1.15.1 所有蒸汽管、排气管和温度较高的管路，应包扎绝热材料，绝热层表面温度一般不应超过60℃。可拆接头及阀件处的绝热材料应便于拆换。超低温管路应设有合适的措施防止人员冻伤。必要时，船舶室外管路应采取防冻措施。

6.1.16 膨胀补偿

6.1.16.1 承受胀缩或其他应力的管子应采取管子弯曲或膨胀接头等必要的补偿措施。

6.1.16.2 管路中所使用的膨胀接头应为认可的型式，与膨胀接头毗连的管子应适当地校直和固定，必要时，波纹管型膨胀接头需加以防护。

6.1.16.3 滑动式膨胀接头只能用于便于进行检查的管路。下列管系不应使用滑动式膨胀接头：

- (1) I级管系；
- (2) II级管系中的油管路；
- (3) 位于机舱的III级管系中的油管路；
- (4) 起动空气和控制空气系统；
- (5) 固定式气体灭火系统；
- (6) 排气系统；
- (7) 要求加厚管壁的管路。

6.1.17 阀件的设置

6.1.17.1 所有阀件的结构，均应能防止当工作时阀盖及压盖发生松动的可能。旋入式阀盖不应用于I级和II级管系中公称直径超过40mm的阀，以及公称直径超过40mm的舷侧阀、底部阀和装在易燃液体系统中的阀。

6.1.17.2 阀件应以手轮顺时针方向转动为关闭，反之为开启。

6.1.17.3 阀件和旋塞应有标明用途的铭牌。

6.1.17.4 阀件上的焊接颈部应足够长，以确保阀不因接头处焊接和焊后热处理而变形。

6.1.17.5 所有遥控阀均应设有与遥控操纵装置无关的就地手动操纵装置。使用手动装置进行开闭后，不应使阀的遥控系统的功能受到影响。

6.1.17.6 机舱、泵舱内的重要用途的阀件，应尽可能安装在花钢板以上。装在花钢板以下的阀件应易于操纵或配备延伸杆，花钢板应根据需要相应开孔及加盖。

6.1.17.7 海底阀及舱底水应急吸口的截止止回阀的操纵手轮应便于操纵。

6.1.18 试验

6.1.18.1 泵、阀件、附件、油柜、水柜、液压缸及管路等的试验应符合本社《钢质内河船舶建造规范》第2篇第2章的相关规定。

第2节 机舱布置

6.2.1 一般要求

6.2.1.1 机舱内发动机及各种机械设备的布置，应有足够的通道，以便于操纵、维护和检修。

6.2.1.2 设有气体燃料发动机的机舱布置应采用本社《天然气燃料动力船舶规范》中要求的本质安全机器处所。机舱内的所有供气管路应安装在通风导管内，满足本规范第4章第9节发动机供气管路的相关要求。

6.2.2 通风和照明

6.2.2.1 机器处所应有良好的通风，其主要工作处所的温度，应尽可能不大于40℃。若加油泵位于机器处所，则通风次数应不小于30次/h。

6.2.2.2 当发动机处于燃气模式时，通风系统应持续运转。

6.2.2.3 机舱通风设备应能从机舱外易于达到的处所予以关闭。

6.2.2.4 机舱的几何形状应尽可能简单，避免形成气井。

6.2.2.5 机舱的工作场所应有充分的照明。

6.2.3 防护设施

6.2.3.1 所有机械设备的表面温度可能伤人时应以栏杆或围护进行保护，当其表面温度可能超过220℃时，其表面应有有效的防护设施。若绝热设施的表面是吸油的或可能被油渗透，则应采用薄钢板或类似材料妥善包裹。

6.2.3.2 飞轮、链条及皮带传动等运动部件应设有栏杆或防护罩等防护设施。

6.2.3.3 机舱地板应是防滑的花钢板或用等效材料制造，每块板的重量应不超过25kg。

6.2.3.4 机舱工作平台或格栅的宽度应不小于450mm，且应设有扶手。

6.2.3.5 机器处所应采取措施隔离过大的噪声源，或者在有人值班的处所设隔声室。

6.2.3.6 防爆压力释放阀的安装和布置应保证将从阀中排出的气体造成人身伤害的可能性降至最低。

6.2.3.7 机械设备的机座、推力轴承座及其他固定架的结构应牢固，且牢固地固定在与船体连接的基座上。

6.2.3.8 机舱内应备有适当的起吊设备，以便于拆装发动机及其他辅助机械的零部件。

第3节 发动机

6.3.1 一般要求

6.3.1.1 本节规定的发动机为驱动发电机的柴油机或低压气体燃料发动机。

6.3.1.2 发动机额定功率系指在本章6.3.2规定的基准环境条件下，发动机输出轴上测得的最大持续功率。额定功率时的相应转速为额定转速。

6.3.1.3 发动机应具有110%额定功率运转的能力。

6.3.1.4 如发动机额定功率等于或大于220kW，则发动机轴系的扭转振动应符合《钢质内河船舶建造规范》第2篇第8章的有关规定。

6.3.1.5 发动机应设有转速表和其他必要的测量仪表，转速的限制区域应在转速表上用红色标出。

6.3.1.6 电控发动机应符合《钢质内河船舶建造规范》第2篇第6章附录4的有关规定。

6.3.2 环境条件

6.3.2.1 船舶的发动机的功率，应采用下列基准环境条件：

绝对大气压	0.1MPa
环境温度	45℃
相对湿度	60%
江水温度(中冷器进口处)	25℃

发动机制造厂无需在试验台上提供类似的环境条件，但应提供基准环境条件下发动机功率的修正值。

6.3.3 双燃料发动机的功能要求

6.3.3.1 启动、正常停车、低功率运行和空载怠速运行时应仅使用燃油。当天然气燃料供应关闭时，发动机应能仅使用燃油持续工作。

6.3.3.2 发动机燃料模式的转换（从燃油模式转换为燃气模式和从燃气模式转换为燃油模式）应仅在一定的功率范围内实现，且实现此转换的可靠性应通过试验进行证明。发动机燃料模式转换的准备工作，包括对此转换的所有必要条件的检查工作完毕后，转换过程应能自动进行。发动机功率减小时应能自动转换为燃油模式。在任何情况下均应能通过手动方式中断上述转换过程。

6.3.3.3 正常停车及紧急停车时，天然气燃料供应的切断不应迟于燃油供应的切断。天然气燃料供应的切断应不依赖于燃油供应的切断。

6.3.3.4 气缸内的燃气—空气混合气应通过喷射燃油压燃的方式引燃。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。在停止供应燃油之前，应提前或同时切断发动机整机或各气缸的燃气供应。燃油供应中断时，应确保燃气不会喷入气缸。

6.3.4 单一气体燃料发动机的功能要求

6.3.4.1 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，方可开启气体燃料供应装置。

6.3.4.2 当气体燃料供应装置开启后，如发动机监测系统在规定时间内尚未监测到燃烧，应自动切断气体燃料供应，并终止发动机起动程序。

6.3.4.3 当发动机起动失败后，应采取措施将排气管中未燃烧的可燃混合气排出。当排气管中未燃烧的可燃混合气排净后，方可重新启动发动机。

6.3.4.4 正常停车和紧急停车时，气体燃料供应的切断不应迟于点火关闭。在未提前或同时切断各气缸或发动机整机的燃气供应时，应确保点火系统不被关闭。

6.3.4.5 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。

第4节 船舶管系

6.4.1 一般要求

6.4.1.1 本节规定适用于加注趸船的空气、测深、舱室通风、舱底水、压载及甲板排水等船舶管系。

6.4.1.2 海水箱上应装有格栅或孔板，栅条沿船体纵向布置，格栅的缝隙或孔板的孔径应不大于 12mm，且其有效通流面积应不小于进水阀通流面积的 3 倍。

6.4.1.3 海水箱一般应设有压缩空气或蒸汽的吹洗管，吹洗压力应不致损坏其结构。

6.4.1.4 海水箱的布置应避免形成气囊。如在海水箱顶部装设透气管时，应在其根部装设截止阀，透气管开口端应引至干舷甲板下缘，并作适当弯曲。

6.4.1.5 外板上的进水孔、排泄孔应按下列原则配置：

- (1) 所有污水的排泄孔应尽可能布置在一舷；
- (2) 如果泵的舷外水吸口与排水孔布置在同一舷时，则应尽可能远离；
- (3) 饮用及洗涤用水的吸入口应布置在排出污水的另一舷。如布置在同一舷时，则应尽可能远离；

(4) 排水孔的位置一般不低于载重水线，对于必须位于载重水线以下的排水孔，应设置止回阀或防浪阀。

6.4.1.6 吸水管路和阀件的布置，应保证在一舷的吸口被阻塞时，能由另一舷的吸口向消防及重要安全设备的各泵正常供水。

6.4.1.7 船底及船舷的进排水管所装设的阀或旋塞，应符合如下规定：

- (1) 直接装在结构外板上；
- (2) 装在连接在结构的箱体上；
- (3) 装在焊于结构外板的管子上，该管子应尽可能短，其壁厚应不小于结构外板板厚。

6.4.1.8 船底及船舷的阀或旋塞，如直接装在结构外板或装于海水箱上时，应装在加焊的座板上，且其螺栓应不穿透座板。

6.4.2 舱底水管系

6.4.2.1 船舶应具备有效的抽排水设备，其吸水 and 排水装置的布置，应能保证任何分舱或其他水密空间的积水均能排出。

6.4.2.2 设有发动机的机器处所，其舱底水吸口布置应符合以下规定：

- (1) 应设有直通舱底泵的吸口，该吸口直径应不小于舱底水总管的内径。
- (2) 舱底水排除装置的布置，应在船舶正浮或横倾不大于 5°时，至少能通过 2 个舱底水吸口进行排水，其中之一应为支吸口，另一个为直通舱底泵吸口。

(3) 应设应急舱底水吸口，该吸口应与舱底泵以外的排量最大的泵进口相连，吸口直径应不小于该泵进口直径。

(4) 直通舱底泵吸口和应急舱底水吸口所抽吸的水应分别从各自的排水孔排水，且 2 个排水孔尽可能分置两舷。

6.4.2.3 一般机器处所及舱室应设有舱底水支管吸口。

6.4.2.4 设有加油泵处所的舱底水应由舱底泵排到污油水舱（柜）。若该处所设在甲板下，一般应设置液位报警装置，以便舱内液位达到预定高度时进行报警。

6.4.2.5 与加注趸船首、尾部的泵、舱柜或舱室相连接的舱底水和压载水管路不应通过油舱或与油舱及燃油管路相连接。

6.4.2.6 下列附件应装设截止止回阀：

- (1) 舱底水管系阀箱；
- (2) 直通舱底泵的舱底水管吸口处；
- (3) 应急舱底水管吸口处。

6.4.2.7 舱底水支管吸口处应装设止回阀，但设有舱底水管系阀箱者可免设。

6.4.2.8 舱底水管吸口处应设置便于检查和清洗的滤网，滤网的孔径应不大于

10mm, 滤孔的总面积应不小于吸水管面积的 3 倍。

6.4.2.9 舱底水总管的内径 d_1 应按下式计算, 实际值按本社接受标准的最接近的尺寸取整。

$$d_1 = 25 + 1.68\sqrt{L(B+D)} \quad \text{mm}$$

式中: L ——船长, m;

B ——船宽, m;

D ——型深, m。

6.4.2.10 在任何情况下, 舱底水总管的内径不应小于最大舱底水支管的内径。

6.4.2.11 舱底水支管内径 d_2 应按下式计算, 实际值按本社接受标准的最接近的尺寸取整。

$$d_2 = 25 + 2.15\sqrt{l(B+D)}$$

式中: l ——排水分舱的长度, m;

B ——分舱宽, m;

D ——型深, m。

6.4.2.12 舱底水支管内径不应小于 30mm。

6.4.2.13 设有对外加注燃油的加注趸船, 其机舱的舱底水总管及直通舱底泵的舱底水管内径, 应不小于 6.4.2.11 所计算的支管内径的 1.42 倍。

6.4.2.14 每艘加注趸船应至少配备 1 台动力驱动舱底泵。

6.4.2.15 卫生泵、压载泵及总用泵, 如排量足够, 均可作为独立舱底泵。喷射水泵如有适当压力的水泵供水且排量足够, 亦可作为舱底泵, 但不应用于抽吸含油污水。

6.4.2.16 舱底泵应为自吸式, 或采取可靠吸水的措施。

6.4.2.17 每台动力舱底泵的排量 Q 应不小于按下式计算所得之值。

$$Q = 5.66d_1^2 \times 10^{-3} \quad \text{m}^3/\text{h}$$

式中: d_1 ——舱底水总管内径, mm, 按本章 6.4.2.9 的公式计算。

6.4.2.18 船上拦蓄区、冷箱以及类似处所的舱底水系统 (如设有) 应独立于船上其他部分的舱底水系统。

6.4.3 压载及甲板排水管系

6.4.3.1 压载管系的布置和压载舱吸口的数量, 应使船舶在正常营运条件下的正浮或倾斜位置均能排除和注入各压载舱的压载水。

6.4.3.2 压载管系的布置, 必须避免舷外的水或压载舱内的水进入机器处所或其他舱室。

6.4.3.3 压载管系不应与机舱的舱底水管系和油舱管系接通。

6.4.3.4 甲板排水孔位置, 应使船舶在正常营运条件的正浮和倾斜位置均能及时排出甲板积水。

6.4.3.5 干舷甲板以上的甲板室, 其排水管和泄水管可引至干舷甲板或舷外。

6.4.3.6 用作排出甲板室的水至舷外的排水管孔, 如孔口位于干舷甲板以下的舷边, 由开孔下缘至满载水线之间的距离应不小于 100mm。每个排水口应设有一个止回阀。

6.4.4 通风管系

6.4.4.1 自然通风或机械通风管系，其进风口的布置，应使整个舱室均能通风，进风口应防止吸入污浊空气，出风口应尽可能远离门窗。

6.4.4.2 贮有易燃、易爆及可能产生毒气的物品的舱室，应设置有效的抽风风斗，其通风道应气密。

6.4.4.3 通风斗和通风帽应布置在远离排气管、天窗、升降口、烟筒和机舱棚壁等处。干舷甲板开敞部位的通风筒口应设有暴风雨盖，其他甲板上的通风筒应备防雨帆布袋。

6.4.4.4 在干舷甲板及以上位于露天部分的通风筒，应具有坚固的钢质围板和适宜的关闭设备。

6.4.4.5 通风筒围板的高度应不小于 500mm。

6.4.4.6 通风筒的直径应大于 200mm，壁厚应不小于 3mm。

6.4.5 空气、溢流和测深管

6.4.5.1 空气管的顶端应设置铭牌。

6.4.5.2 贮藏油、水的舱柜以及双层底舱、深舱和隔离空舱均应装设空气管，空气管应从舱柜的最高点引出，并尽可能远离注入管。

6.4.5.3 延至两舷的双层底的每一分舱应自两舷引出空气管。

6.4.5.4 双层底和深舱的空气管应引至干舷甲板以上适当地点。

6.4.5.5 燃油舱柜的空气管管端应装有耐腐蚀和便于更换的金属防火网，防火网的有效通流面积应不小于空气管的截面积，金属防火网每 1cm^2 防火网应不少于 64 格。

6.4.5.6 燃油舱柜空气管的管端开口应引至干舷甲板以上的开敞部分，且位于不致因溢油或油气而产生危险的地点。

6.4.5.7 当舱柜仅装 1 根空气管时，该空气管不应兼作注入管。

6.4.5.8 空气管不应兼作测量管。

6.4.5.9 若贮液舱柜是用动力泵灌装液体时，则该舱柜空气管总截面积应不小于该舱柜注入管的截面积的 1.25 倍，且空气管的内径应不小于 50mm。

6.4.5.10 延伸至干舷甲板以上的空气管，其可能进水的最低点至该甲板的高度，应不小于 300mm，且可能进水的最低点距满载水线的高度，在任何情况下均不得低于 500mm。

6.4.5.11 日用燃油舱柜以及相应于空气管高度的液体压头大于该舱柜所能承受的压力时，则用动力泵灌装的舱柜应装设溢流管。

6.4.5.12 日用燃油和日用滑油舱柜的溢流管应引向溢流柜或贮存舱柜。

6.4.5.13 溢流管上一般应设有具有良好照明的观察器，观察器的位置应便于使动力泵停止工作。观察器可以用其他等效装置代替。

6.4.5.14 溢流管上不应装设截止阀或旋塞。

6.4.5.15 溢流管通流面积应不小于该舱柜注入管通流面积的 1.25 倍。

6.4.5.16 每一压载水舱、燃油舱、滑油舱、清水舱、隔离空舱和其他不易到达的分舱均应装测量管。测量管应尽可能是垂直的并一般应通到甲板开敞部分(机舱除外)。

非燃油舱的测量管可从舱柜引至干舷甲板以下的船员舱或船员舱室走廊。

6.4.5.17 测量管内径应不小于 32mm。每一测量管的上端应设有铭牌，下端开口处的舱柜底板上应安装适当厚度的防护板。

6.4.5.18 机舱及轴隧底部的舱柜允许设置短型测量管，但应延伸至花钢板以上易于接近的处所，且应在管口处设置自闭式旋塞或螺纹闷盖。在特殊情况下允许设在花钢板下

50mm 以内。

6.4.5.19 贮液柜上装设连通管式液位计代替测量管时，如采用玻璃管式应设有防护罩。液位计不得用塑料管制作。

第5节 动力管系

6.5.1 一般要求

6.5.1.1 本节规定适用于加注趸船的动力管系。

6.5.2 燃油管系

6.5.2.1 燃油舱柜人孔门及燃油管路法兰接头的垫片应采用耐油耐热的材料制成。

6.5.2.2 所有双层底以外的贮油舱柜、沉淀柜及日用燃油舱柜，其向外供油管的截止阀和旋塞应直接装在舱柜壁上或加焊的短管上。

6.5.2.3 燃油舱柜的进油管如果不是靠近舱柜顶处。则应在进油管上靠近柜壁处设置截止阀。

6.5.2.4 燃油舱柜应设有安全有效的液位测量设施。可采用平板玻璃液位计和带防护罩的玻璃管式液位计，但应为自闭式。液位计不应用塑料管制作。

6.5.2.5 日用燃油柜的下面应设置油盘，对燃油泵、分油机等可能漏油的设备亦应尽可能设置油盘。油盘的残油应引入污油柜或其他适当处所。

6.5.2.6 日用燃油柜和沉淀柜的下部应设有放泄阀或旋塞。放泄阀或旋塞应为自闭式。

6.5.2.7 日用燃油柜的供油管出口一般应高于柜底 80mm。从双层底舱抽吸油的每根吸油管，均应装设阀或旋塞。

6.5.2.8 发电机组原动机应能由至少 2 个日用油柜或 1 个中间有油密隔板的油柜供给燃油，每个油柜的容量应至少能供应发电机在正常负荷情况下运行 4h。

6.5.2.9 双层底以上的燃油舱柜的供油管上的阀件，除能就地关闭外，尚应能在机器处所之外易于到达的位置予以关闭。

6.5.2.10 燃油驳运泵的吸入管及排出管应设有阀或旋塞。

6.5.3 滑油管系

6.5.3.1 船舶应根据需要设置足够容量的滑油贮存舱柜、沉淀舱柜、循环舱柜、重力油柜及污油柜。

6.5.3.2 循环油柜的进油管应延伸至最低液面以下适当深度并应与出油口尽量远离。

6.5.3.3 循环油柜的回油管上应装设温度测量装置，并建议装设高温报警器。

6.5.3.4 若设有重力油柜，建议装设低油位报警器。

6.5.3.5 滑油柜的液位计应符合本节 6.5.2.4 的规定。

6.5.3.6 对装有 2 台及以上发动机的曲轴箱干式润滑系统，各曲轴箱至滑油循环油柜的泄油管路应相互独立设置。

6.5.4 冷却水管系

6.5.4.1 开式冷却的发动机，冷却水应通过高出发动机最高冷却水腔的排出阀或直立回管通至舷外。并在排出管路上装设观察器。

6.5.4.2 闭式冷却的发动机，其淡水系统应设置膨胀水箱，并建议装设高温报警器。

膨胀水箱应装设注入管、空气管、溢流管、放泄阀及液位计。

6.5.4.3 闭式冷却管路中应装设自动调温阀。柴油机的冷却水管路的最低处应设置放泄旋塞。

6.5.4.4 冷却水泵与海水箱之间应设滤器。

6.5.4.5 舷外冷却器的布置应防止撞损。

6.5.5 压缩空气管系

6.5.5.1 压缩空气管管径的确定，应保证管内空气流速不超过 30m/s。

6.5.5.2 压缩空气管的敷设应沿着气流方向略微向上倾斜，并尽量减少弯曲。

6.5.5.3 如气瓶内压力高于用气部件的许用压力，则应装设减压阀。减压阀后应设压力表和压力释放阀，并应设置旁通管路。

6.5.5.4 每台空气压缩机的排出管应直接接至每只起动空气瓶，且在该段压缩空气管路上应装有放气旋塞或卸载设备。

6.5.5.5 起动空气管上应装设止回装置。

6.5.5.6 空气压缩机或空气管路上应设有分离油水的设备，并在压缩空气管路上装有放泄装置。

6.5.5.7 从空气瓶到发动机的起动空气管路应与空气压缩机的排出管完全分开。

6.5.6 排气管系

6.5.6.1 发动机排气管应装设消音器。但若装有废气涡轮增压器或废气锅炉，可以免设。

6.5.6.2 消音器的结构应便于清洗和检修。

6.5.6.3 发动机排气口或废气涡轮增压器排气口应装设膨胀接头，排气管路上膨胀接头的数量视需要定，膨胀接头的连接应保证气密。

6.5.6.4 发动机排气管应装设火星熄灭器。若油舱区任何一处与排气管出口的水平距离大于 10m，则可免设火星熄灭器。

6.5.6.5 每台发动机一般应有单独的排气管路。

6.5.6.6 排气管不应布置在日用燃油柜或燃油管法兰接头的垂直下方，且其间距应不小于 450mm。排气管应尽量远离电器设备及电缆。

6.5.6.7 除废气锅炉外，锅炉烟道不应与发动机排气管相连。

6.5.6.8 发动机废气不能直接加热燃油。

6.5.7 液压传动管系

6.5.7.1 液压传动管系中的所有部件，应由不受液压油侵蚀且与其不起化学作用的材料制成。

6.5.7.2 液压油应具有良好的化学稳定性和粘温性能。

6.5.7.3 液压传动管系的液压油不应用于该系统以外的任何机件的润滑。

6.5.7.4 液压管及配件的强度应考虑系统中可能产生的最高波动压力。

6.5.7.5 液压传动管系中应装设滤油器和溢流阀，其布置应保证滤油器在清洗时不致妨碍系统的正常工作，溢油应流至循环油箱。

6.5.7.6 液压系统和液压油缸等设备应在最高部位装设放气装置，管系布置应避免空气积贮。

6.5.7.7 管系中如装设蓄压器，应在蓄压器下端的管路上装设压力释放阀和供充气的单向止回阀。

6.5.7.8 重要用途的液压传动装置中的动力泵应设有备用泵，并能迅速转换使用。

6.5.7.9 液压传动管系操纵处所应装设指示开关的标志。

6.5.7.10 液压管系在安装前应清洗干净。管系应有牢固的支架，对易受碰撞的管路应装防护罩，并距结构外板保持一定距离。管系中如有挠性软管，安装时应避免急转弯和扭曲，并应远离振源和热源。

6.5.8 锅炉管系

6.5.8.1 蒸汽管不应穿过灯具间、油漆间。

6.5.8.2 除预热管及吹洗管外，蒸汽管不应敷设在花钢板下面。

6.5.8.3 蒸汽管应布置在机舱上部便于维修的位置。

6.5.8.4 蒸汽管应尽量远离电缆，如不可避免时应有可靠的防护措施。

6.5.8.5 若 2 台或 2 台以上锅炉的蒸汽管相连通时，则应在每台锅炉至总管的连接管上加设 1 只截止止回阀。在这些阀中间的管段上应有泄放凝水用的阀。

6.5.8.6 减压阀低压侧的管路上应装设压力表和安全阀。需设减压阀的管路应装有旁通管路。

6.5.8.7 蒸汽管路的斜度和放水阀或旋塞的数量和位置，应在船舶处于正常纵倾、正浮或横倾不超过 5°时能有效地泄放凝水。放水阀和旋塞的位置应便于接近。如设有凝水阻汽器时，则应设有旁通管路。

6.5.8.8 若设有 2 台独立的给水泵时，其中 1 台可兼作他用。但不应与污水、油的管路相通。

6.5.8.9 给水泵的压力至少应大于锅炉工作压力的 30%。工作压力不同的锅炉应分开给水。

6.5.8.10 给水泵与吸入管以及排出管之间应设有阀或旋塞。

6.5.8.11 2 台或 2 台以上的锅炉，其上、下排污管可接至 1 个公共的排出管，但每台锅炉的排出管上应有止回阀，在排污管上建议装置节流圈。

第7章 电气设备

第1节 一般规定

7.1.1 一般要求

7.1.1.1 电气设备的设计、制造、安装和试验，均应符合本章的有关规定或本社能接受的现行的国家有关标准的规定。

7.1.1.2 加注趸船上的电气设备应能安全操作，并确保人员及船舶的安全，免受电气事故的危害。

7.1.1.3 电缆的选用及安装，应符合《钢质内河船舶建造规范》第3篇第11章的有关规定。

7.1.2 环境条件

7.1.2.1 电气设备在下列环境空气温度中应可靠地工作。

封闭处所内 0~40℃

开敞甲板 -25℃~40℃

温度超过40℃和低于0℃处所内 按这些处所的温度

7.1.2.2 适用于船用电子设备的环境空气温度的上限为55℃。

7.1.2.3 电气设备应能耐受水上潮湿空气的影响。

7.1.2.4 电气设备应考虑船上可能产生的油雾和霉菌环境的影响。

7.1.2.5 电气设备的结构和布置应能保证船舶处于下列倾斜情况下仍能正常工作：

横倾 10°

纵倾 5°

7.1.2.6 应急电气设备在船舶横倾15°或/和纵倾10°时，应能有效地工作。

7.1.3 电压和频率波动

7.1.3.1 电气设备应能在表7.1.3.1规定的电源电压和频率偏离额定值的稳态和瞬态情况下可靠地工作。

电压和频率偏离额定值

表 7.1.3.1

电气设备	电源参数	稳 态	瞬 态	
		(%)	(%)	恢复时间 (s)
一般交流电气设备	电压	+6~-10	±20	1.5
	频率	±5	±10	5
一般直流电气设备	电压	+6~-10		

7.1.3.2 交流电气设备应能在供电电源的谐波成分不大于5%的情况下正常工作。

7.1.3.3 对于由蓄电池供电的电气设备，其电压偏离额定值+20%~-25%时，应能可靠地工作。对于蓄电池充电期间接有的电气设备，则应考虑由于充放电特性引起的电源电压偏离额定电压+30%和-25%的影响。

7.1.4 设计、制造和安装

7.1.4.1 电气设备的设计、制造和安装应特别考虑安全和便于管理维修。

7.1.4.2 电气设备应用耐久、滞燃和耐潮的材料制造；所有金属部件应有良好的耐蚀性能和可靠的防护层。

- 7.1.4.3 应急报警装置的控制器应有红色标志及标明其用途的耐久铭牌。
- 7.1.4.4 电气设备铭牌上字迹应清晰，内部接线端头应有耐久的标志，并应附有电路原理图或接线图。
- 7.1.4.5 可携电气设备的电压等级应符合本章表 7.2.3.1 的有关规定。
- 7.1.4.6 电气设备不应贴近油舱或油柜等外壁上安装。若电气设备必须在此类舱壁外表面安装时，则其与舱壁表面至少应有 50mm 距离。
- 7.1.4.7 调节电阻、启动电阻、充电电阻、电热器具以及其他在工作时能产生高温的电气设备，在安装时应有防止导致附近物体过热和起火的措施，上述设备严禁在油舱或油柜等外壁表面安装。
- 7.1.4.8 当电气设备的外壳温度高于 80℃时，应有隔热防护措施。
- 7.1.4.9 工作电压大于 50V 的电气设备应有防止偶然触及的安全防护措施。
- 7.1.4.10 除整步开关外，电气设备经开关断开电源后，不应经控制电路或指示灯继续保留电压。
- 7.1.4.11 在水密或防火的舱壁、甲板和甲板室的外围壁上，不应钻孔以螺钉紧固电气设备及电缆，不应破坏舱壁或甲板原有的防护性能及强度。
- 7.1.4.12 电气设备及电缆，不应直接安装在船壳外板上。
- 7.1.4.13 发电机组应尽可能沿船舶纵向安装，在发电机组转轴带有其他机械设备的条件下可不作要求。电动机的安装应符合本章 7.4.1.12~7.4.1.15 的规定。
- 7.1.4.14 电气设备的外壳防护形式的选择，应与安装的场所相适应。其最低防护等级应符合表 7.1.4.14 的规定。

外壳防护等级的最低要求

表 7.1.4.14

(1) 处 所	(2) 环境条件	(3) 防护 等级	(4) 设 备							
			配电板, 控制设备, 电动机起动器	发电机	电动机	变压器 半导体 变换器	照明 设备	电热 器具	电炊 设备	附具(例 如开关, 接线盒)
干燥的居住处所	只有触及带电部分的危险	IP20	×	--	×	×	×	×	--	×
干燥的控制室			×	--	×	×	×	×	--	×
控制室	滴水 and (或) 中等机械损伤危险	IP22	×	--	×	×	×	×	--	×
机舱(花钢板以上)			×	×	×	×	×	×	×	IP44
一般储藏室			×	--	×	×	×	×	--	×
配膳室			×	--	×	×	×	×	×	IP44
粮食库			×	--	×	×	×	×	--	×
浴室	较大的水和(或)机械损伤危险	IP34	--	--	--	--	×	IP44	--	IP55
机舱(花钢板以下)			--	--	--	--	--	--	--	IP55
围蔽的燃油分离器室			IP44	--	IP44	--	×	IP44	--	IP55
围蔽的滑油分离器室			IP44	--	IP44	--	×	IP44	--	IP55
压载泵舱	较大的水和(或)机械损伤危险	IP44	×	--	×	×	IP34	×	--	IP55
厨房和洗衣间			×	--	×	×	×	×	×	×
双层底或舷边的隔离空舱	喷水危险、货物粉尘存在、严重机械损伤、腐蚀性气体	IP55	×	--	×	×	×	×	--	IP56
露天甲板	大量浸水的危险	IP56	×	--	×	--	IP55	×	--	×

注: ① 表中“×”表示按(3)栏要求, 表中“--”表示一般不应安装此种设备。

② 设备本身不能达到防护要求时, 应采用其他措施或改善安装场所条件来确保本表要求。

7.1.5 接地

7.1.5.1 电气设备的带电部件以外的所有可接近的金属部件均应接地; 但下列情况可除外:

- (1) 灯头;
- (2) 安装在非导电材料制成或覆盖的灯座或照明设备上的灯罩、反光镜和保护件;
- (3) 设在非导电材料上的金属部件和拧入或贯穿非导电材料的螺钉, 这些金属部件和螺钉并以非导电材料与带电部件和接地的非带电部件相隔离时;
- (4) 具有双重绝缘和(或)加强绝缘的可携式设备;
- (5) 荧光灯管的紧固件;
- (6) 工作电压(交流电压为方均根值)不超过 50V 的设备, 且不应使用自耦变压器取得此项电压;
- (7) 电缆紧固件。

7.1.5.2 在危险区域或处所中的所有电气设备, 不论其工作电压如何, 其金属外壳均应可靠接地。

7.1.5.3 当电气设备直接紧固在船体的金属结构上或紧固在与船体金属结构有可靠电气连接的底座（或支架）上时，可不另设置专用导体接地。

7.1.5.4 不论是专用导体接地或靠设备底座（或支架）接地，其接触面均须光洁平贴，保证有良好的接触，并应有防止松动和生锈的措施。

7.1.5.5 若采用专用导体接地，则其导体应用铜或导电良好的耐蚀材料制成，必要时应有防止机械损伤及防蚀措施。不同型式的铜接地导体的标称截面积不应小于表 7.1.5.5 的规定。

接地导体的截面积 表 7.1.5.5

接地导体的型式	相关的载流导体截面积， S (mm^2)	铜接地导体的最小截面积， Q (mm^2)
软电缆或软电线中的连续 接地导体	$S \leq 16$	$Q = S$
	$S > 16$	$Q = S/2$ ，但不小于 16
固定敷设电缆中的连续 接地导体	$S \leq 16$	$Q = S$ ，但不小于 1.5
	$S > 16$	$Q = S/2$ ，但不小于 16
单独固定的接地导体	$S \leq 2.5$	$Q = S$ ，但不小于 1.5
	$2.5 < S \leq 120$	$Q = S/2$ ，但不小于 4
	$S > 120$	$Q = 70$

7.1.5.6 可移动和可携电气设备的不带电的裸露金属部分，应以软电缆或软电线中的连续接地导体通过插头和插座接地，其接地导体的截面积应符合本节表 7.1.5.5 的规定。

7.1.5.7 电缆的金属护套或金属外护层应于两端作有效接地，但最后分路允许只在电源端接地。对于控制和仪表设备的电缆，由于技术上的原因，若一端接地较为有利时，则无需两端接地。

7.1.5.8 电缆的金属护套或金属外护层可采用下列方式之一进行接地：

(1) 用金属夹箍夹住，并以专用铜接地导体连接至船体的金属结构上。该接地导体的截面积 Q 与电缆导体截面积 S 间的关系应符合下列规定：

当 $S \leq 25 \text{mm}^2$ 时， $Q \geq 1.5 \text{mm}^2$ ；

当 $S > 25 \text{mm}^2$ 时， $Q \geq 4 \text{mm}^2$ ；

(2) 用专用接地填料函接地，这种填料函能保证有效的接地连接；

(3) 用电缆紧固件接地，这些电缆紧固件应以耐腐蚀的金属材料制成，并应能使电缆金属护套或金属外护层与接地金属之间有良好的接触。

7.1.5.9 应保证电缆的金属护套或金属外护层在其全长上，特别是在连接处和分支处保证电气上的连续性。

7.1.5.10 不能只用电缆的铅护套作为接地的唯一措施。

7.1.5.11 连续接地导体或单独接地导体与船体结构的各连接点，应位于船上易于到达之处，并应以直径不小于 4mm 的黄铜或其他耐腐蚀材料制成的螺钉紧固，该螺钉应仅作接地之用。

第2节 配电系统

7.2.1 配电系统

7.2.1.1 加注趸船可采用下列配电系统：

(1) 直流双线绝缘系统；

- (2) 交流单相双线绝缘系统;
- (3) 交流三相三线绝缘系统。

7.2.1.2 不同电压的配电系统不应有电气上的直接连接。

7.2.1.3 发电机电路、供电及配电电路均不应接地，也均不应使用以船体作导电回路。但下列情况可例外：

- (1) 本质安全型电路；
- (2) 控制和仪表电路，如因技术上或安全上的原因不能使用不接地系统，且在正常和故障情况下可能产生的船体电流均不超过 5A；
- (3) 有限和局部的利用船体作回路的系统（例如：启动柴油机用的蓄电池组的负极的接地），但由此可能产生的任何电流不应流过危险处所；

(4) 在系统绝缘最不利的情况下，系统绝缘电阻监测装置的循环电流应不大于 30mA 的接地。

7.2.1.4 应设有连续监测系统绝缘电阻异常低时发出报警的装置。此项装置的监测范围应包括接往安装在危险处所的电气设备或路过危险处所的所有电路（本质安全电路除外）。

7.2.1.5 配电板及配电电器相关要求应符合《钢质内河船舶建造规范》第 3 篇第 6 章的相关要求。

7.2.2 负载的平衡

7.2.2.1 对采用本节 7.2.1.1 (3) 规定的交流三相配电系统，应在最后分路上将用电设备加以组合，以便在正常情况下，使主电源(包括发电机和变压器)的各相负载尽可能平衡在其各自额定负载的 15%以内，且各相负载应不超过其额定值。

7.2.3 电压

7.2.3.1 除另有规定外，直流和交流配电系统的最高电压应不超过表 7.2.3.1 的规定。

配电系统的最高供电电压 表 7.2.3.1

序号	用电设备的类型	最高电压 (V)	
		直流	交流
1	固定安装并连接于固定布线的动力设备、电炊设备和除室内取暖器以外的电热设备。	250	500
2	狭窄处所、潮湿舱室、露天甲板、储藏室、机舱以及其他机器处所的可携设备： (1) 一般设备 (2) 具有加强绝缘或双重绝缘的设备 (3) 由安全隔离变压器仅对一个设备供电的设备。	50 250	50 250 250
3	居住舱室和公共舱室的照明设备、取暖器、信号及内部通讯设备以及除上列 1、2 项外的其他设备。	250	250

注：① 电池充电设备等，在有安全保护措施条件下，允许超过表 7.2.3.1 所规定的电压。

② 特种设备允许采用 500V 以上，1000V 以下的电压。

7.2.4 系统保护

7.2.4.1 配电系统的所有电路均应设置合适、完善而协调的包括短路在内的偶然过电流的保护，以保证：

(1) 在某一处发生故障时，保护装置应具有选择性保护，即仅分断故障电路，而不影响非故障电路的连续供电。

(2) 消除故障影响，以尽可能减少对系统的损坏和导致火灾危险的因素。在保护装置动作时间内，系统中的所有元件应能承受可能出现的过电流（包括短路）所产生的热效应和电

动力。

(3) 对系统允许的非正常工作状态,如电动机的启动电流和变极电机的换接电流等,保护装置应具有合理的延时。

7.2.4.2 在配电系统的每一不接地的极(或相)上均应设有短路保护。

7.2.4.3 过载保护应设置在:

(1) 直流双线绝缘或/和交流单相绝缘系统的至少一个绝缘极(或相)上;

(2) 交流三相绝缘系统的至少二相上;

7.2.4.4 对于 200A 以下的线路,可采用具有合适特性的熔断器作为过载保护。

7.2.4.5 容量大于 24kW (或 kVA) 的发电机应采用能同时分断所有绝缘极的断路器进行过载和短路保护,其保护装置应能满足:

(1) 过载保护

当电流在发电机额定电流的 110%~150%之间时,断路器应能延时分断,其延时时间应不超过 2min。建议过电流保护整定值为发电机额定电流的 125%~135%,延时 15~30s 断路器分断。

(2) 短路保护

当电流大于发电机额定电流的 150%,但小于发电机稳态短路电流时,短路保护装置应能使断路器短延时分断,并同时应与系统的选择性保护相协调。建议整定值为发电机额定电流的 200%~300%,延时时间对直流最长为 0.2s,对交流最长为 0.6s。

7.2.4.6 容量小于或等于 24kW (或 kVA) 且不并联运行的发电机,可采用多极联动开关,并在每一绝缘极上设置熔断器进行保护。

7.2.4.7 并联运行发电机除应满足本节 7.2.4.5 的要求外,还应设置下列保护:

(1) 发电机主开关应具有欠电压保护;防止发电机在电压不足时闭合其断路器;当电压降至额定电压的 70%~35%之间时,发电机主开关应能自动分断;欠电压保护装置用于开关脱扣时应具有延时,并与本节 7.2.4.5②规定的短路保护延时相协调。

(2) 应具有逆电流(直流)或逆功率(交流)保护。当原动机为柴油机时,整定值可调整在额定电流(直流)或额定功率(交流) 8%~15%范围内、逆功率延时整定时间在 3~10s 范围内动作,逆电流应瞬时或少于 1s 的短延时。

7.2.4.8 每一馈电线路均应设置能同时分断所有绝缘极的断路器或多级开关加熔断器作过载和短路保护。

7.2.4.9 供电给具有独立过载保护的用电设备(例如电动机)的线路可仅设短路保护。

7.2.4.10 岸电箱至主配电板间的线路应在岸电箱内设有短路保护。

7.2.4.11 额定功率等于或大于 1kW 的电动机(生活、维修设备除外),均应设有独立的过载保护、短路保护和欠电压保护装置。

电动机及其专用馈电电缆允许采用公共的短路保护。

7.2.4.12 电动机保护装置应设计成允许在正常条件下,电动机在启动加速期间的过电流通过。如过载保护装置的电流/时间特性与电动机的启动条件不相适应(如:具有超长启动周期的电动机)则在电动机加速期间,可允许采取适当措施使过载保护装置短暂失效,但短路保护仍然保持有效。

7.2.4.13 对连续工作制的电动机的热过载保护装置应具有延时特性,其最大持续电流应不超过电动机额定电流的 125%。

7.2.4.14 对断续工作制的电动机保护装置的整定电流和延时特性,应在考虑了电动机实际使用情况后选定。

7.2.4.15 当三相交流电动机采用熔断器保护时,应设置防止电动机单相运行的保护措施。

7.2.4.16 欠电压保护装置应允许电动机在超过额定电压的 85%时启动，当电压低于额定电压的 20%左右，且在额定频率下，保护电器应分断电路，同时需要在需要时应有一定的延时。

7.2.4.17 当电源失电后又恢复供电时，要求电动机自动再启动的情况下，尤其是较大容量的电动机的自动再启动不应使系统产生过大的电压降；若多台电动机均要求自动再启动应采取相应的措施，如采取顺序启动方式。

7.2.4.18 电力和照明变压器的初级电路应采用断路器或多极联动开关加熔断器作短路和过载保护。

7.2.4.19 并联运行的变压器次级电路应设有隔离装置。

7.2.4.20 每一照明分路均应设有过载和短路的保护。

7.2.4.21 电工测量仪表的电压线圈、控制和保护用的电器装置的电压线圈、接地指示装置、指示灯以及它们的连接导线应采用熔断器作保护，该熔断器应装设在接近被保护分路的分支处。

7.2.4.22 若指示灯与设备、控制和保护电器电压线圈与设备安装在同一壳体内，且由具有公共熔断器作保护的电路供电，可不设单独的熔断器保护。

7.2.4.23 电力电子设备应设有过载和短路保护。

7.2.4.24 除在发动机启动线路中可省略短路保护外，蓄电池组的各馈电线路绝缘极均应设有短路保护。

7.2.5 动力、照明及其他设备供电

7.2.5.1 下列动力设备应由主配电板设单独馈电线供电：

- (1) 锚机；
- (2) 绞缆机；
- (3) 消防泵；
- (4) 总用泵；
- (5) 舱底泵；
- (6) 油泵；
- (7) LNG 泵；
- (8) 加注臂。

7.2.5.2 功率大于 1kW 的电动机应由电力分配电板设独立分路供电。

7.2.5.3 每一独立的空调设备应由分配电板设独立分路供电。

7.2.5.4 下列设备应由主配电板设单独馈电线供电：

- (1) 主照明变压器；
- (2) 信号灯控制箱；
- (3) 室外照明分配电板；
- (4) 舱室照明分配电板；
- (5) 机舱和机器处所照明分配电板；
- (6) 无线电通信设备分配电板。

第3节 电源设置

7.3.1 主电源

7.3.1.1 主电源装置应能确保为保持加注趸船处于正常操作状态和满足正常操作条件

所必需的所有电气设备供电。

7.3.1.2 主电源可采用岸电或发电机组。

7.3.1.3 用作主电源的发电机组、变电设备应满足《钢质内河船舶建造规范》第 3 篇第 3 章第 2 节的相关要求。

7.3.1.4 用作连接岸电的岸电箱应具有下列设施:

- (1) 用于连接软电缆的合适的接线柱和将船体与岸地相连的接地接线柱;
- (2) 检查岸电与船舶配电系统的相序(三相交流)或极性(直流)是否相符的装置;
- (3) 用于岸电对船上电气设备供电时的过载和短路保护的断路器或多极联动开关加熔断器(仅适用于负载小于 50kW);
- (4) 标明型号、额定电压及频率(交流)的铭牌。

7.3.2 应急电源

7.3.2.1 加注趸船应设有应急电源。

7.3.2.2 应急电源应选用独立的蓄电池组或发电机组。

7.3.2.3 应急电源应能在主电源失效时自动供电。在主配电板或控制室附近应设有标明应急电源正在供电的听觉和视觉信号,并附有消声装置。

7.3.2.4 蓄电池的布置和安装应符合《钢质内河船舶建造规范》第 3 篇第 5 章的相关要求。

7.3.2.5 当应急电源为发电机组时,在主电源失效的情况下,应急发电机组应能自动起动、自动投入电网供电。

应急发电机组的自动起动和自动投入电网供电的全过程应不超过 30s(起动次数不限),自动起动失败和自动投入电网失败后,应发出听觉和视觉报警信号。

7.3.2.6 应急发电机组柴油机的冷机起动应符合《钢质内河船舶建造规范》第 2 篇 6.4.6.1 的规定

7.3.2.7 应急电源的容量必须保证在主电源失效时,能至少对本节 7.3.2.9~7.3.2.11 所规定的各项设备供电。若应急电源为蓄电池组时,该蓄电池组应能承载负载而不必充电,在整个供电期间蓄电池的电压变化应能保持在其额定电压的 $\pm 12\%$ 之内。

7.3.2.8 在应急照明线路上不应设置开关。应急照明灯应有明显的红色标志,或在结构上与一般照明灯不同。

7.3.2.9 对下列各处的应急照明供电 1h:

- (1) 发电机舱(如设有时)及其出入口处;
- (2) 作业控制室、营业室、加注臂操作部位以及配电板处;
- (3) 所有服务、起居处所内的通道、梯道、出口;
- (4) 加注趸船与岸上的通道(含车道和人员通道);
- (5) 灭火控制室;
- (6) 气罐区和加注作业区以及它们的通道。

7.3.2.10 对下列设备供电 1h:

- (1) 信号灯;
- (2) 无线电通讯设备;
- (3) 二氧化碳释放预告报警装置(如设有时);
- (4) 探火和失火报警系统、手动失火报警按钮装置;
- (5) 气体探测系统。
- (6) 加注和卸车作业紧急操作所需设备(如紧急脱离装置);
- (7) 视频监控系统;
- (8) 加注设备、储罐的监测报警系统。

7.3.2.11 对下列设备供电 3h:

(1) 电动消防泵之一(设有应急发电机组时)。

7.3.3 应急电源的安装

7.3.3.1 应急发电机组或应急蓄电池组及其配电装置应安装在防撞舱壁以后、机炉舱以外,干舷甲板上或干舷甲板以上的舱室内。

7.3.3.2 应急蓄电池组与应急配电板和充电装置不应安装在同一舱室内,但应尽量靠近。当主配电板所在处所发生火灾或其他事故时,不致妨碍应急配电板的功能。

7.3.3.3 应急发电机组应与应急配电板安装在同一舱室内。

第4节 电力拖动装置

7.4.1 电动机及其控制装置

7.4.1.1 额定功率等于或大于 1kW 的电动机(生活、维修设备除外),均应由独立的最后分路供电。

7.4.1.2 应设有电源控制装置,此装置应能切断电动机及其控制线路(包括断路器)的电源。

7.4.1.3 应设有运转指示装置。

7.4.1.4 每台电动机应设有独立的起动和停止控制装置,其位置一般在电动机旁,且便于操纵。

7.4.1.5 如果采用公共控制系统(即以一套控制装置逐个起动多台电动机)时,此系统中每台电动机均须配备欠电压保护、过电流保护、切断设施和运转指示装置,其有效程度不应低于每台电动机单独使用一套控制装置时的要求。若控制系统属于自动类型,则应另备适当的手动操作设施。

7.4.1.6 当电力拖动装置设计有自动控制时,应另有一套手动控制装置。

7.4.1.7 可逆运行的电动机应设有正反转的联锁装置。

7.4.1.8 电动甲板机械的电磁制动器,应附有人工释放装置。

7.4.1.9 电动机及其控制装置的防护等级应符合本章表 7.1.4.14 的有关规定。

7.4.1.10 电动机的馈电线路保护应符合本章 7.2.4.8 和 7.2.4.9 的有关规定。

7.4.1.11 电动机的欠电压、过载及短路等保护应符合本章 7.2.4.11~7.2.4.17 的有关规定。

7.4.1.12 卧式电动机的转轴应尽可能与船舶纵中剖面平行安装,立式电动机的转轴应与船舶水准面垂直安装。

7.4.1.13 电动机的联轴器及皮带或链轮等传动部分,必须装有可拆的防护罩,以防止偶然触及。

7.4.1.14 电动机及其控制装置的安装应留有适当的空间,以便维修和操作。

7.4.1.15 机舱辅机的电动机应安装在花钢板以上。

7.4.2 锚机、绞缆机的电动机及其控制

7.4.2.1 当电动机功率大于或等于 10kW 时,其控制器上应设有监视其工作的电流表,且应有适当的照明或亮度。

7.4.2.2 锚机和绞缆机的电动机应设有电磁制动装置。

7.4.2.3 锚机和绞缆机的电动机,如技术条件中未作特殊要求时,其工作定额应不小

于 30min。

7.4.2.4 锚机和绞缆机的电动机的控制装置应设置零位保护。

7.4.2.5 当交流三速锚机电动机的高速挡用过流继电器作过载保护时，其电流整定值可取高速挡额定电流的 1.1~1.25 倍。

7.4.2.6 直流锚机电动机用负载继电器作过载保护时，其整定值可取 2~2.5 倍额定电流，且当电流降低至额定电流时，应能自动复位。

7.4.3 其他辅机的电动机及其控制

7.4.3.1 至少应设有两个能切断全部机舱风机的电动机及其控制装置电源的总控制装置，其中之一必须设置在主甲板上的机舱出口处外面。

7.4.3.2 蓄电池室的风机的电动机及其控制装置应符合《钢质内河船舶建造规范》第 3 篇第 5 章第 2 节的有关规定。

7.4.3.3 厨房排气管道的抽风机应能在厨房内予以关停。

7.4.3.4 油泵的电动机的控制装置应在泵舱以外的适当位置设置紧急切断装置。

第5节 照 明

7.5.1 一般要求

7.5.1.1 主照明系统应向全船人员容易到达和使用的全部处所和空间提供充分的照明，并应由主电源供电。

7.5.1.2 气罐区、油舱区以及加注趸船与受注船之间区域应有良好照明，照明形式应尽可能采用灯塔式照明。

7.5.1.3 加注作业时必要的设施及操作地点应有照明。

7.5.1.4 加注趸船与受注船舶及岸上的通道应有照明。

7.5.1.5 气罐区、加注作业区及卸车区的主照明照度应不低于表 7.5.1.5 中的要求。

加注趸船的照度要求 表 7.5.1.5

房间或处所	参考平面及其高度	照度标准值 (lx)
气罐区、卸车区及油舱区内需要经常操作的地点，如泵、压缩机、阀门、加注臂等	操作位高度	100
仪表显示位置，如指示仪表、液位计等	测控点高度	150
车辆通道	地面	75
LNG 相关设备	顶部	75
人员通道	地面	30

7.5.1.6 照明电路的供电应满足本章 7.2.5 的有关要求及本节的规定。

照明电路的保护应符合本章 7.2.4.20 的规定。

船上各种处所所安装的照明灯具及附件应具有本章表 7.1.4.14 的防护等级。

7.5.1.7 安装在外走道等易受机械损伤处所的灯具应具有坚固的保护栅。

安装在振动较大处所的灯具应采取减振措施。

直接固定在木板或其他可燃材料上的灯具应采取防火隔热措施。

7.5.1.8 专用蓄电池室、消防设备控制站及其他类似舱室的照明开关不应设置在室内。

7.5.1.9 潮湿处所及有爆炸危险处所，其照明开关应能切断电源的所有绝缘极。

7.5.1.10 荧光灯灯具及附件不应安装在有高温的外表面上。

7.5.1.11 机舱、主配电板后面等主要检修处所，应设有安全电压插座。

7.5.1.12 若有爆炸危险处所采用隔舱照明时，照明窗的结构应坚固及气密，并设有防止机械损伤的保护栅。

7.5.1.13 照明灯具及附件的技术要求应满足《钢质内河船舶建造规范》第3篇第8章的相关要求。

7.5.2 照明电路的供电及控制

7.5.2.1 照明分配电板每一分路的负载电流不大于16A时，其灯点数(包括风扇、电钻及容量不大于100W的小型日用电器、插座等)应不超过下列数目：

- (1) 50V 及 50V 以下的电路.....10 点；
- (2) 51V 至 120V 的电路.....14 点；
- (3) 121V 至 250V 的电路.....24 点。

7.5.2.2 床头灯、镜灯、壁灯、彩灯、电标志灯等灯点的分路，若其最大工作电流不超过10A时，则可不受本节7.5.2.1规定的灯点数的限制。

7.5.2.3 容量为300W及300W以上的工作灯、探照灯等照明灯具，均应由分配电板的独立分路供电。

7.5.2.4 机舱、泵舱、通道(包括出入口)、通向艇甲板的梯道、公共处所、气罐区、加注作业区及卸车区的照明，应至少有两个最后分路供电。当其中一路不能供电时，另一路仍能保持上述处所必要的照明。机舱、泵舱各路灯点应交错布置。

7.5.2.5 机器处所若采用荧光灯照明，除应满足本节7.5.2.4的要求外，各分路应由不同的相(线)供电。

7.5.3 可携式照明

7.5.3.1 有爆炸危险的处所内不应使用电缆供电的可携式照明灯。应按其处所要求采用带有自给式蓄电池的本质安全型、隔爆型、增安型、正压型的可携式灯具。

7.5.3.2 除本节 7.5.3.1 规定以外的可携式灯具应有坚固的保护栅，且应能使操作者无触电危险，还应选用下列之一方式：

- (1) 用供电电缆的连续接地线接地；
- (2) 双重绝缘或加强绝缘；
- (3) 用不大于 50V 的电压供电；
- (4) 由只对一盏灯具供电的隔离变压器供电。

7.5.4 应急照明

7.5.4.1 加注趸船应设置应急照明，应急照明范围应符合本章 7.3.2 的有关规定。

7.5.4.2 应急照明的照度值除另有规定外，不低于该场所一般照明照度值的 10%，且用于疏散通道的照明照度值不低于 0.5lx。

7.5.4.3 应在包括梯道和出口在内的脱险通道全线（包括拐弯和岔路口）距甲板高度不超过 0.3m 处，设置本社接受的标准的灯光或光致发光条显示标志。该显示标志应使乘客能够辨认出整个脱险通道出口。

若采用灯光，则应由应急电源供电。

第6节 电热器具

7.6.1 一般要求

7.6.1.1 每个具有成套装置的电热器和电炊设备，均应由相应的分配电板设独立馈电线供电，并应由固定安装的能切断所有绝缘极的多极联动开关进行控制。若电热器和电炊设备通过插座连接时，多极控制开关应安装在插座之前或者选用带开关联锁插座。

7.6.1.2 电热器和电炊设备的安装应保证对甲板、舱壁或其他周围的物品不致产生过热和火灾的危险。禁止使用加热元件外露的电热器和电炊设备。

7.6.1.3 在有可燃性气体积聚的处所，不得装设电热器和电炊设备。

7.6.1.4 电取暖器和厨房电炊设备的技术要求还应满足《钢质内河船舶建造规范》第3篇第8章第2节的相关要求。

第7节 信号报警装置

7.7.1 信号报警装置

7.7.1.1 探火和失火报警装置的设置应符合《液化天然气燃料水上加注趸船法定检验暂行规定》的有关规定。

7.7.1.2 若设有二氧化碳灭火剂系统，应设有施放灭火剂的自动听觉报警系统，该报警系统应对所保护处所发出报警信号，并在灭火剂施放前至少工作20s，其报警信号应异于其他信号。

第8节 视频监控系统

7.8.1 一般要求

7.8.1.1 加注趸船应配备视频监控系统，视频监控的范围应至少覆盖气罐区、油舱区、卸车区和加注作业区，并在控制室或有人值班地点集中进行显示。

第9节 防雷、防静电及杂散电流

7.9.1 一般要求

7.9.1.1 加注趸船应设置有效的措施，以降低雷击、静电和杂散电流可能带来危害的风险。

7.9.2 定义

7.9.2.1 本节所使用的名词术语及其定义如下：

- (1) 防雷装置——外部和内部雷电防护装置的统称；
- (2) 防直击雷装置——由接闪器、引下线和接地装置组成，属于外部防护装置；
- (3) 过电压（电涌）保护器——也叫防雷器，是一种为各种电子设备、仪器仪表、通讯线路提供安全防护的电子装置，属于内部防雷装置重要组成部分；

(4) 杂散电流——由于阴极保护、电源漏电、电化效应等原因，使得加注趸船与受注船舶之间产生电位差从而在两船之间导电性通路上产生的电流。

7.9.3 防雷

7.9.3.1 对雷电损害的保护，可采用防雷装置。

7.9.3.2 下列情况应在加注趸船距水面最高处（通常是指桅杆）设有防直击雷装置：

(1) 桅杆采用非金属材料时；

(2) 采用金属桅杆，但桅杆顶上安装有电气设备或其他设备时。

7.9.3.3 布置在开敞甲板的储罐和油罐，外层壳体为非金属或厚度小于4mm的钢质材料时，应设置防直击雷的装置，防直击雷装置离开罐体外壳的距离应不小于3m。

7.9.3.4 布置在开敞甲板的储罐和油罐，当罐体外层壳体为厚度不小于4mm钢质材料时，可不必单独设置接闪器（如需要设置时，应设置避雷网或避雷线，但不应设置避雷针），但罐体外壳应有良好接地，接地点不应少于两处，接地导体截面积满足雷电流下引的要求（铜质：截面积不小于70mm²；钢质：截面积不小于100mm²；铝合金：截面积不小于84mm²）。

7.9.3.5 可燃气体透气管应装设避雷针进行保护，当安装避雷针时保护范围应高于管口2m，避雷针距管口的水平距离应不小于3m。但有措施保证或能证明火焰无法沿该透气管向下蔓延时，可不设置避雷针。

7.9.3.6 防雷装置的技术要求和安装要求，应满足《钢质内河船舶建造规范》第3篇第12章的相关要求。

7.9.3.7 加注趸船岸电电缆、通讯电缆等引入处，应装设与电子器件耐压水平相适应的过电压（电涌）保护器。

7.9.3.8 所有无线电通信等设备的室外装置（如天线）应尽可能设置在由避雷装置保护的范围内，并应有由天线感应的任何雷电能量泄放至地的措施，例如：安装有火花放电器或浪涌分流器等。

7.9.3.9 安装在室外露天甲板的设备其外壳应可靠接地。

7.9.3.10 加注趸船上的各种钢质桅索均应与船体有可靠的电气连接。

7.9.4 防静电

7.9.4.1 为防止静电放电危害，储罐、油罐（舱）及其处理装置和管系，除直接或通过支承件焊接固定安装在船体上之外，应加专用的接地搭接片；采用法兰接头的各燃料管的管段之间、采用不导电材料（例如聚四氟乙烯）垫片或密封件的膜片阀亦应加搭接片连接，并与船体结构保持良好的电气连接。该搭接片应用铜或导电良好的耐腐蚀材料制成，其截面积应不小于10mm²。

7.9.4.2 在加注趸船对受注船舶及码头的人员入口附近，应设置能消除人体静电的接地装置。

7.9.4.3 LNG车辆卸车处应设置卸车接地装置，并应焊接在船体上，在卸车前应可靠地与罐车防静电设施连接。

7.9.4.4 储罐及油舱内不应存在任何未接地的浮动物。

7.9.4.5 金属设备在装入储罐和油舱前，必须有效安全地与船体结构跨接，且必须保持接地直至被拆除。

7.9.5 防杂散电流

7.9.5.1 加注趸船的护舷设施应与靠泊的受注船舶绝缘。

7.9.5.2 加注趸船与受注船之间的通道不应成为两者间的电气通路。

7.9.5.3 加注趸船宜在加注软管管线和加注臂上装有一个绝缘法兰或单独的一段不导电软管。

7.9.5.4 绝缘法兰或单段不导电软管，不宜因与外部金属接触而形成短路。

7.9.5.5 绝缘法兰和不导电软管应定期测试，其中加注软管绝缘法兰或不导电软管电阻值应不小于 1000Ω ，加注臂绝缘法兰的电阻值参考附录 2 加注臂的技术要求 2.8.3.3。

7.9.5.6 不应用断开阴极保护系统代替绝缘法兰或不导电软管。

7.9.5.7 如受注船舶使用跨接电缆连接到加注趸船，电缆连接点应远离管汇区域和危险区域，且跨接电缆应通过防爆开关连接到加注趸船的接地点，并只有在跨接电缆妥善固定才可合上开关。跨接电缆应在加注作业之前就连上，并只有在加注作业完成后方可拆除。使用跨接电缆不能代替绝缘法兰或不导电软管。

第8章 监测、报警和控制系统

第1节 一般规定

8.1.1 一般要求

8.1.1.1 LNG 设备的监测、报警和控制系统的仪表、测量装置和遥控阀，在电力或动力的供应发生故障时，能让系统回到并保持在安全的状态，直到操作人员采取适当措施重新启动此系统，或者保护系统。

8.1.1.2 如设有气体燃料发电机，发电机舱室及其气体燃料供应系统的监测、报警和安全要求，应按照本社《天然气燃料动力船舶规范》的相关要求设置。

第2节 监控

8.2.1 储罐监测

8.2.1.1 储罐应设置符合 4.2.6.6 的压力测量装置及指示器，并应将检测信号传送至作业控制室集中显示。储罐压力超过压力释放阀整定值 90%时应触发高压报警，此报警应在作业控制室予以显示。

8.2.1.2 各储罐应设置符合 4.2.6.1~4.2.6.4 的液位测量装置及报警装置，并应将检测信号及报警信号传送至作业控制室集中显示。高液位及低液位报警应在作业控制室予以显示。

8.2.1.3 储罐应设置符合 4.2.6.5 的温度测量装置，并应将检测信号传送至作业控制室集中显示。

8.2.2 气态天然气储罐的监测

8.2.2.1 应设置符合 4.3.2.1 的压力监测及指示装置。

8.2.3 LNG 热交换器的监测

8.2.3.1 应设置符合 4.5.4.1 的压力和温度监测装置，当出口压力或温度异常时，应在作业控制室发出听觉和视觉的报警，且自动关闭 LNG 输送泵（如设有）及相关的阀件。

8.2.4 泵的监测及控制

8.2.4.1 LNG 泵

(1) LNG 泵应设高温、高压报警及自动停泵的报警保护装置。

(2) LNG 泵应设置符合 4.4.1.4 的监测装置，并应将检测信号传送至作业控制室集中显示。

(3) LNG 潜液泵还应设置低液位保护、排出压力过低保护，同时设有听觉和视觉报警。报警应在作业控制室予以显示。

(4) LNG 泵的控制除了就地控制外，还应能在作业控制室遥控控制。

(5) LNG 泵的电动机应设有过载和短路保护，并将过载报警送至作业控制室进行显示。

8.2.4.2 油泵

(1) 油泵出口应设压力表。

(2) 油泵电动机的控制还应满足本规范 7.4.3.4 的要求。

8.2.5 管系的监测及控制

8.2.5.1 LNG 加气/补给管路

(1) LNG 加气/补给管路压力出现异常, 应有听觉和视觉报警, 且自动关闭加气/补给路上的应急截止阀及关停 LNG 输送泵。

(2) LNG 加气管路的截止阀和加气设备对外加注的连接接头之间应设置压力表, 以指示加气设备内 LNG 的压力。

(3) 应在 LNG 补给管路的软管接头处设置压力和温度监测装置。

8.2.5.2 加油管路

(1) 加油管路上应设置压力监测装置。

8.2.6 加气设备的监测及控制

8.2.6.1 应在控制室和加气设备操作地点对加注臂同时设有听觉和视觉报警。该报警应至少涵盖加注压力高压和加气设备运行故障, 故障时应自动关闭加气管路上的应急截止阀及关停 LNG 输送泵。

8.2.7 油舱的监测

8.2.7.1 油舱应至少安装 1 个液位测量装置。此装置应根据油舱的许用压力和许用温度进行设计。

如果仅安装 1 个液位表, 应可在油舱处于营运状态下进行维修。

8.2.7.2 油舱应装有高液位报警装置。当油舱装到约为其容积的 95%时, 此装置应在作业控制室发出声、光报警信号。

8.2.8 冷箱的监测

8.2.8.1 冷箱内探测到气体浓度高于 20%LEL 时, 应在作业控制室或有人值班位置发出报警。冷箱内探测到气体浓度高于 40%LEL 时, 还应自动关闭储罐主阀。

8.2.8.2 冷箱内通风失效时, 应在作业控制室或有人值班位置发出报警。

第3节 气体探测

8.3.1 设置与报警措施

8.3.1.1 加注趸船上应设有固定式可燃气体探测系统, 该系统应经本社认可。

8.3.1.2 固定式可燃气体探测器应根据表 8.3.1.3 所规定的处所进行安装。

8.3.1.3 各处所内探测器的数量应根据处所的尺寸、布置以及通风予以考虑, 但应不少于表 8.3.1.3 规定的最低要求。若所使用的固定式可燃气体探测器具有自检功能, 各单独处所内所安装的独立探测器最小数目可降为 1 套。

固定式可燃气体探测器的位置 表 8.3.1.3

位 置	各单独处所内所安装的独立探测器最小数目(套)
气罐区	2
卸车区	2
冷箱内部	2
其他设置有气体相关设备的围蔽处所 或半围蔽处所	2

- 8.3.1.4 可燃气体探测系统应能覆盖其它 LNG 可能出现泄漏的区域，例如法兰、阀、管系接头所在区域。
- 8.3.1.5 可燃气体探测器应布置在气体可能积聚的地方或布置在通风出口处。
- 8.3.1.6 可燃气体浓度达到 20%LEL 时，应有听觉和视觉报警。保护系统动作可设定在 40%LEL。
- 8.3.1.7 可燃气体探测器的听觉和视觉警报应设置在作业控制室。
- 8.3.1.8 气体探测必须进行连续检测。
- 8.3.1.9 应配置 2 套便携式可燃气体探测器，供船员对危险处所可燃气体的检查。

第9章 危险区域划分及设备

第1节 危险区域划分

9.1.1 一般要求

9.1.1.1 本节危险区域划分的主要目的是为了正确选择和安装该区域中的电气设备，达到安全使用目的。本节根据 IEC60079-10-1 出版物《爆炸性气体环境中的电气设备，第10-1 部分：危险区域划分》的原则，将加注趸船上危险区域划分为 0 区，1 区和 2 区。

9.1.1.2 本节中未提到的处所和区域，如必要，则可根据 IEC60079-10-1 规定的原则，进行危险区域的划分。

9.1.1.3 本节危险区域划分适用于正常条件下由于出现可燃性气体或蒸气与空气混合可能产生点燃危险的场所，但不适用于异常性概念的严重故障（如：储罐破裂等）。

9.1.1.4 加注趸船的设备布置，还应考虑加注趸船与受注船舶之间的相互影响，在舷边不应布置非防爆型电气设备。

9.1.2 0 区

9.1.2.1 储罐的内部、用于储罐压力释放或其他透气系统的任何管路、内含气体的管路和设备的内部。

9.1.3 1 区

9.1.3.1 距离加注和卸车管道及设备上的阀门、法兰及卸车口、储罐主阀、其他 LNG 阀、LNG 管道法兰、1 类危险处所通风出口和储罐透气管口 3m 以内的开敞甲板上的区域或甲板上的半围蔽处所（见图 9.1.3.1）。

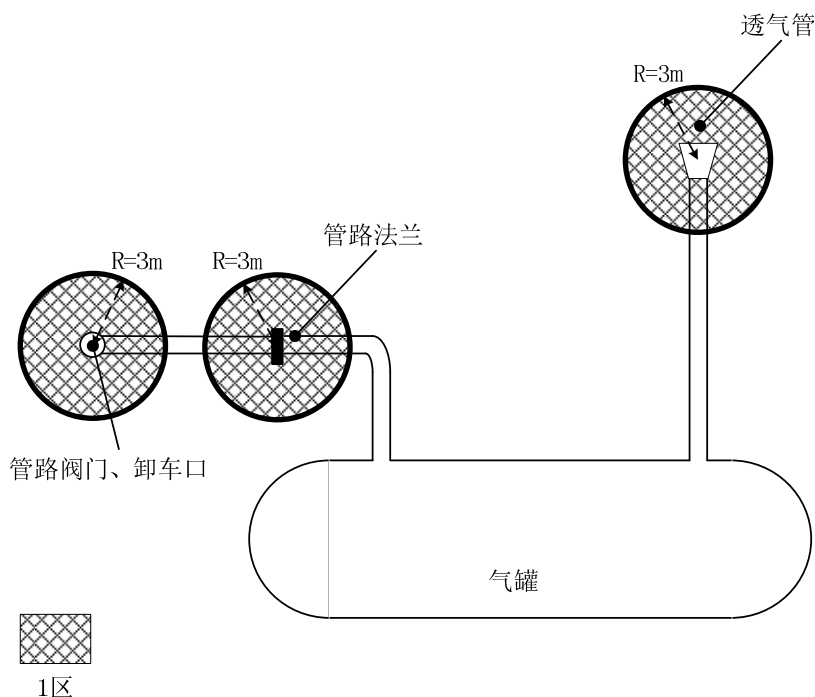


图 9.1.3.1 释放源周围的开敞甲板或半围蔽处所的爆炸危险区域划分

9.1.3.2 开敞甲板上的包括 LNG 集液盘以内及向外水平延伸 3m，且不高于集液盘以上 2.4m 的处所。

9.1.3.3 存放 LNG 货物软管的舱室。

9.1.3.4 天然气管路所在的围蔽或半围蔽处所。

9.1.3.5 距离 1 类区处所开口 1.5m 以内的开敞甲板区域或开敞甲板上的半围蔽处所。

9.1.4 2 区

9.1.4.1 如无特殊规定，距离 1 区 1.5m 范围以内的开敞区域或半围蔽处所。

9.1.4.2 布置在开敞区域的单层储罐外表面 2.4m 范围的区域。

9.1.5 其他

9.1.5.1 开敞甲板上具有开口通向邻近危险区域的处所，可通过采取过压措施使之成为较低等级的危险区域或非危险区域。

9.1.5.2 通风管道的区域分级应与通风处所相同。

第2节 危险区域的电缆和设备

9.2.1 一般要求

9.2.1.1 危险区域内原则上不应安装电气设备和敷设电缆。由于操作需要不可避免时，则应按照本节的要求选择合格防爆型设备。

9.2.1.2 除本节明确规定外，危险区域的电缆和设备应按照 IEC60079 的相关要求选择。

9.2.2 电缆和电缆敷设

9.2.2.1 敷设在 0 区和 1 区的电缆应至少具备下列一种护套：

(1) 非金属不透性护套，加金属编织层或其他金属保护层；

(2) 矿物绝缘电缆应具有铜护套或不锈钢护套。对于特殊用途，可以考虑使用铝护套。

9.2.2.2 本质安全型电路的电缆应具有金属屏蔽，并至少加上一层非金属不透性外护套。

9.2.2.3 敷设在甲板上的电缆应作保护，防止其遭受机械损伤。所敷设的电缆应避免发生应变或擦伤，且应考虑到船体结构的膨胀或走动，而留有适当的余量。当设有膨胀弯头时，应能接近。

9.2.2.4 拦蓄区内原则上不应敷设电缆，如由于操作需要不可避免时，则应设置电缆托架架空敷设。

9.2.2.5 可能经受腐蚀的所有电缆，应在其金属编织层、铠装或金属护套外加上非金属不透性外护套。

9.2.2.6 应限制手提式或移动式电气设备使用软电缆。如果必须使用，则应使用含有加厚的氯丁橡胶或其它与之等效的合成橡胶护套电缆、含有加厚的坚韧橡胶护套的电缆或含有同等坚固结构护套的电缆。导线截面积最小为 1.0mm^2 。若设有保护接地，应单独设置绝缘导线，并且采用与其他导线相同的绝缘方式。接地导线应与其他导线并入电源电缆护套中。

9.2.2.7 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气密性。

9.2.3 电气设备

9.2.3.1 下列设备允许安装在 0 区：

(1) 本质安全型设备“ia”；

(2) 潜液泵, 至少设有两种独立的方式在出现低液位时自动切断供电。潜液泵的构造和安装及相连电缆以及采取的其他措施, 应能使其在未潜入或在爆炸性气体环境中不予通电;

(3) “ia”等级本质安全电路内包含的简单电气设备和原件(例如热电偶、光电元件、压力计、接线盒和开关), 不会储存或产生超过 IEC60079-14 限制的电能或能量;

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 IEC60079-14 所规定的范围内的设备不应界定为简单设备。

(4) 其他经主管机关认可的特别设计的适合 0 区的其他设备。

9.2.3.2 下列设备允许安装在 1 区:

(1) 本节 9.2.3.1 中所述电气设备;

(2) 本质安全型设备“ib”;

(3) 隔爆型设备“d”;

(4) 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 IEC60079-2 的要求, 自动切断设备。

(5) 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。

(6) 浇封型设备“m”;

(7) 充砂型设备“q”;

(8) 特殊型设备^①“s”;

(9) 外加电流阴极保护系统的阳极或电极应设置在气密围蔽处所, 并且不应毗邻液货舱壁;

(10) 路经敷设电缆;

(11) 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 IEC60079-14 所规定的极限值。

9.2.3.3 下列设备允许安装在 2 区:

(1) 本节 9.2.3.2 中所述电气设备;

(2) “n”型电气设备;

(3) 正常工作时不会出现火花、电弧和热点的设备。

9.2.3.4 电气设备最高表面温度不能超过电气设备周围可能出现的任何气体(混合物)或蒸气(混合物)的引燃温度。

9.2.3.5 电气设备的防爆类、级别和温度组别, 应根据电气设备周围可能出现的任何气体(混合物)或蒸汽(混合物)的气体分类、分级和引燃温度予以选取。防爆设备的防爆类、级别和温度组别应不低于 II A, T2。

9.2.3.6 在危险区域使用的便携设备, 应根据危险区域类型, 并根据 9.2.3.5 的要求来选择合格防爆型设备。

9.2.3.7 罩棚下处于非爆炸危险区域的灯具, 应选用防护等级不低于 IP55 级的照明灯具。

9.2.3.8 在危险区域或处所安装的合格防爆电气设备, 其电源开关和保护装置应能分断所有的极或相, 且应设置在安全区域的处所内。设备、开关和控制装置应有清晰而持久的标志, 以便于识别。

9.2.3.9 在有爆炸危险的处所中不应安装插座, 但允许安装合格的防爆插座。

① 电气设备采用专用标准未包括的防爆型式(隔爆型、增安型、本质安全型、正压型、充油型、充砂型、浇封型和无火花型)时, 经检验单位认可, 可作为特殊型电气设备, 标志为“s”。

9.2.3.10 若需在蓄电池室中安装电气设备则应符合下列规定：

- (1) 安装合格防爆型设备，其防爆类、级别应不低于 IIC，温度组别应不低于 T1；
- (2) 电缆（包括路过电缆和终端电缆）应为铠装电缆或敷设在金属管中；
- (3) 电气设备的开关、控制设备等应能分断所有极或相，且安装在非危险处所。

9.2.3.11 油舱及其装卸设备、加注设备、管路的电气设备应满足下列要求：

(1) 除与油舱内必要的设备相连，且连接至主甲板上的电缆应敷设在厚壁、气密的管道中之外，在油舱中不允许敷设电缆。

(2) 在油舱和燃油管道中仅允许设置本质安全型的遥控监视设备和电路。且本质安全电路的电缆应符合本章 9.2.2 的有关规定。

(3) 用于货油舱中的可携式电气设备应为合格防爆电气设备。

9.2.3.12 发射天线和所属索具的安装位置应充分离开油蒸汽及气体燃料有可能释放的出口。

9.2.3.13 锚机和绞缆机的电动机在加注和卸车作业时应予以断电。

第10章 舾 装

第1节 一般规定

10.1.1 一般要求

10.1.1.1 除另有规定外，锚泊和系泊设备的性能应符合《钢质内河船舶建造规范》的相应规定。

10.1.1.2 除另有规定外，本章涉及的设备和装置应持有船用产品证书或合格证或应经本社认可。

10.1.1.3 特殊型式的设备或材料的使用，应经本社同意。

第2节 锚泊和系泊设备

10.2.1 一般要求

10.2.1.1 本节规定的基准为霍尔锚或斯贝克锚。

10.2.1.2 制造锚及锚链所采用的材料应符合本社《材料焊接规范》的规定。

10.2.1.3 使用大抓力锚时，锚质量可取相应的霍尔锚锚质量的 75%，但在石质河底不宜使用大抓力锚。

10.2.1.4 使用多爪锚时，锚质量可取相应的霍尔锚锚质量的 80%。

10.2.2 锚设备配备

10.2.2.1 除本规范另有规定外，锚泊和系泊设备应依据《钢质内河船舶建造规范》（2009）第 1 篇第 3 章的要求配备。

10.2.2.2 加注趸船的锚泊和系泊设备的配备应考虑以下因素，且选取较大的锚泊和系泊设备的配备：

- （1）满足自身锚泊外，尚应满足靠泊船舶的需要；
- （2）加注趸船布放水域最大洪水和最大风力共同作用的危险；
- （3）加注趸船所有人或经营人的使用经验。

10.2.2.3 加注趸船应配有足够的起锚设备，以保证能迅速起锚。

10.2.3 锚和锚链的系固装置

10.2.3.1 锚链在连接锚的一端应装设一个转环。

10.2.3.2 锚链的内端应以一个适合装置系固在锚链舱内的船体结构上，并能在舱外易于到达的地方迅速解脱。

10.2.3.3 锚链舱内应有分隔措施，确保锚链抛出或收回时不会互相拧绞。

10.2.4 系泊设备

10.2.4.1 供靠泊船舶使用的系泊设备的设计和布置应能适合各类船型的安全操作。

10.2.4.2 靠泊船舶的系泊缆绳应采用合成纤维的缆绳。

10.2.4.3 护舷设施应与靠泊的船舶绝缘。

10.2.4.4 护舷设施应能将靠泊时产生的撞击载荷分散到足够大的船体面积上。

10.2.4.5 加注趸船尚应配备一定数量的临时性靠垫。

第3节 锚机装置

10.3.1 技术要求

10.3.1.1 起锚机一般应由独立的原动机或电动机驱动。对于液压起锚机，若其液压管路与其他甲板机械液压管路相连接时，则应保证起锚机的正常工作不受影响。

10.3.1.2 单锚质量不超过400kg时，可设人力起锚机。人力起锚机应设有防止手柄打伤人的措施。对于动力和人力都可操纵的起锚机，其结构上应能使动力驱动与人力驱动相分离。动力操纵的起锚机均应能倒转。

10.3.1.3 兼作系泊绞车的起锚机应设置卷筒，其保护设施应符合本节 10.3.1.4~11 的有关规定。

10.3.1.4 液压起锚机的液压装置应设置压力释放阀。

10.3.1.5 起锚机的链轮与驱动轴之间应设置离合器。动力操作的离合器应能手动脱开，且应有可靠的锁紧装置。

10.3.1.6 锚机装置应装有有效的止链器。

10.3.1.7 起锚机的链轮或卷筒应装有可靠的制动装置。当锚链轮脱开，制动装置制动时，不应有打滑现象。

10.3.1.8 链轮至少应有5齿。

10.3.1.9 电动起锚机的电力拖动装置，应符合《钢质内河船舶建造规范》第3篇第7章第3节的有关规定。

10.3.1.10 起锚机的液压系统应符合本章第6章第1节及6.5.7条的有关规定。

10.3.1.11 制动装置的刹车带禁止使用对操作人员和环境有害的材料。

10.3.1.12 锚机装置应以适当数量的紧配螺栓或以普通螺栓及止推块安装在与船体牢固连接的有足够强度和刚度的基座上（对产品说明书已作规定者，则按说明书要求），基座应为坚固的结构，锚机固定螺栓的强度要求应符合本社的有关规定。

10.3.1.13 锚机装置型式试验和出厂试验，应符合本社的有关规定。锚机装置应在系泊状态下进行试验，以检验是否满足设计要求和符合规范规定。试验应按经本社同意的试验大纲进行。

第11章 消防

第1节 一般规定

11.1.1 消防安全目标

11.1.1.1 本章消防安全目标为:

- (1) 防止火灾和爆炸的发生;
- (2) 减少火灾造成的生命危险;
- (3) 减少火灾对加注趸船、货物和环境的破坏危险;
- (4) 将火灾和爆炸抑制、控制和扑灭在失火源舱室内;
- (5) 为船舶和加注趸船上的人员提供充分和随时可用的脱险通道。

11.1.1.2 满足本章整体要求应认为达到了上述消防安全目标。但同时,应注意到对于天然气和燃油的布置,尚应满足《液化天然气燃料水上加注趸船法定检验暂行规定》的有关要求。

11.1.2 代用品的采用

11.1.2.1 本章所规定的任何特定型式的设备、用具、灭火剂或装置,在不降低效能的情况下,经本社认可,可允许使用其他型式的设备等来代替。

11.1.3 防火控制图

11.1.3.1 加注趸船应布置有固定展示的防火控制图。防火控制图应在船员处所固定展示,此外,还应有一套防火控制图永久性地置于甲板室外有醒目标示的风雨密封闭盒子里,以有助于外部的消防人员。

11.1.3.2 防火控制图应清楚地标明:“A”级、“B”级分隔围蔽的各防火区域,灭火站室的布置,探火和失火报警系统、固定式灭火系统及灭火设备、各舱室和甲板出入通道等设施的细目,以及通风系统,包括风机控制位置和服务于每一区域通风机识别号码的细目。

11.1.3.3 防火控制图应采用国际海事组织 A.952 (23) 决议规定的“船舶防火控制图识别符号”。

11.1.4 定义

11.1.4.1 除另有规定外,本章的名词定义如下:

(1) 不燃材料——系指某种材料加热至约 750℃ 时,既不燃烧,亦不发出足量的造成自燃的易燃蒸气。这是通过《耐火试验程序规则》确定。除此以外的任何其他材料,均为“可燃材料”。

(2) “钢或其他等效材料”——系指本身或由于所设隔热物,经过标准耐火试验的相应曝火时间后,在结构性和完整性上与钢具有等效性能的任何不燃材料(例如设有适当隔热材料的铝合金)。

(3) 低播焰性——系指通过《耐火试验程序规则》确定,被试表面能有效地限止火焰的蔓延。

(4) 标准耐火试验——系指将需要试验的舱壁或甲板的试样置于试验炉内,根据《耐火试验程序规则》规定的实验方法,加温到大致相当于标准时间——温度曲线的一种试验。

(5) 《耐火试验程序规则》——系指国际海事组织海上安全委员会以第 MSC.61 (67) 号决议通过的《国际耐火试验程序应用规则》,包括该委员会后续通过的有关修正案。

(6) A 级分隔——系指由符合下列要求的舱壁与甲板所组成的分隔:

- ① 它们应以钢质材料制造;

- ② 它们应有适当的防挠加强;
- ③ 它们的构造, 应在1h的标准耐火试验至结束时能防止烟及火焰通过;
- ④ 它们应用认可的不燃材料隔热, 使在下列时间内, 其背火一面的平均温度, 较原始温度增高不超过140℃, 且在任何一点包括任何接头在内的温度较原始温度增高不超过180℃;

“A—60”级 60 min

“A—30”级 30 min

“A—15”级 15 min

“A—0”级 0 min

- ⑤ 应按《耐火试验程序规则》对原型舱壁或甲板进行一次试验, 以保证满足上述完整性及温升的要求。

(7) B级分隔——系指由符合下列要求的舱壁、甲板、天花板或衬板所组成的分隔:

- ① 它们的构造应在最初0.5h的标准耐火试验至结束时, 能防止火焰通过;

- ② 它们应具有这样的隔热值, 使在下列时间内, 其背火一面的平均温度, 较原始温度增高不超过140℃, 且在包括任何接头在内的任何一点的温度, 较原始温度增高不超过225℃;

“B—15”级 15min

“B—0”级 0min

- ③ 它们应以认可的不燃材料制成, 参与制造和装配的“B级分隔”所用的一切材料应为不燃材料。但是, 并不排除可燃镶片的使用, 如这些材料符合本章的其他要求;

- ④ 应按《耐火试验程序规则》对原型分隔进行一次试验, 以保证满足上述完整性和温升的要求。

(8) 连续 B 级天花板或衬板——系指只终止于“A”级或“B”级分隔的“B”级天花板或衬板。

(9) 燃油装置——系指为内燃机或燃油锅炉输送燃油的设备, 并包括用于处理油类而压力超过 0.18MPa 的压力油泵、过滤器和加热器。

第2节 火灾的防止

11.2.1 功能要求

11.2.1.1 为防止火灾的发生, 加注趸船应满足下列功能要求:

- (1) 应采取控制易燃液体渗漏和易燃气体积聚的措施。
- (2) 应限制可燃材料, 包括表面涂料在火灾中释放出的烟气和毒性物质的数量。
- (3) 应限制着火源, 并将着火源与可燃材料和易燃液体隔开。
- (4) 应设有控制处所内空气供给和易燃液体的装置。
- (5) 应限制可燃材料的使用。

11.2.2 燃油、滑油系统和其他易燃油类的使用限制和布置

11.2.2.1 除有明确规定外, 加注趸船不应使用闪点低于 60℃的燃油。

11.2.2.2 燃油系统布置: 使用燃油的加注趸船, 其燃油贮存和使用的布置应能保证加注趸船和其人员的安全, 除满足本规范第 6 章第 5 节的明确规定外, 尚应符合下列规定:

- (1) 在从燃油舱柜溢出或渗漏的燃油可能落于热表面而构成危险的位置, 不应设燃油舱柜。应采取预防措施, 防止燃油在压力下可能从油泵、滤器或加热器溢出而与热表面相接触;

- (2) 在任一燃油舱柜或燃油系统的任一部分, 包括注入管在内, 应设有防止超压的设施。

燃油舱柜的空气管、溢流管或注入管以及压力释放阀的出口管，其管口应位于安全的位置，使可能逸出的油气不致有发生火灾的危险；

(3) 燃油管及其阀件和附件应用钢或其他经认可的材料制造。对于安装在燃油舱柜上和承受静压力的阀件，可以接受用钢或球墨铸铁材料制成。但是如果设计压力低于0.7MPa且设计温度低于60℃，在管系中也可使用普通铸铁阀件；

(4) 在燃油系统中，凡包含压力超过0.18MPa的加热燃油的任何部分，应尽可能不布置在隐蔽位置，以免不易观察其缺陷和泄漏；

(5) 燃油舱柜应配备安全有效的装置，以确定这些舱柜内的存油量。允许燃油舱柜装设平板玻璃油位计和带防护罩的玻璃管式油位计，但需在油位计与油柜之间装设自闭阀。油位计不得用塑料管制作。如使用测量管，则它们不得终止于任何有引燃从测量管溢出的燃油危险的处所，尤其不得终止于乘客或船员所在的处所。一般，它们不应终止于机器处所。若布置有困难，可允许其终止于机器处所，但应满足下列要求：

① 测量管终止于远离着火危险的位置，否则应采取预防措施，以防止从测量管口溢出的油与着火源接触；

② 测量管口装有自闭式关断装置，并在其下面装有一个小直径的自闭式旋塞，用于确定在关断装置被打开前没有燃油存在。应采取措施确保从旋塞溢出的油没有着火的危险。

(6) 位于高压燃油泵与燃油喷油器之间的所有外部高压燃油输送管路，应设有一个能够容纳因高压管路破裂对漏出的燃油加以保护的套管管路系统。这种套管包括内装高压燃油管的外管，构成一固定组装件。套管管路系统还应包括一个收集漏油的装置。

11.2.2.3 滑油系统布置：对润滑系统的滑油的贮存和使用布置应能确保加注趸船和人员的安全，并至少符合本节 11.2.2.2 (1)、(2)、(3) 和 (4)、(5) 的规定。

11.2.2.4 其他易燃油类的布置：在压力下使用于动力传动系统、控制和驱动系统以及加热系统中的其他易燃油类，其储藏和使用布置应保证加注趸船和人员的安全。在机器处所内应至少满足本节 11.2.2.2 (1)、(2)、(3) 的要求。

11.2.2.5 在成品油可能渗透的处所，隔热表面应能防止油类或油气的渗透。

11.2.3 通风的关闭和停止装置

11.2.3.1 一切通风系统的主要进风口及出风口应能在通风处所外部加以关闭。

11.2.3.2 一切动力通风系统应设有能在失火时从其所服务的处所外面易于到达的位置将其停止的装置，此位置在其服务的处所失火时不应被隔断。

11.2.4 机器处所的特殊布置

11.2.4.1 机器处所供排气通风用的天窗、门、通风筒以及其他开口的数量，应减少到符合通风及船舶正常、安全运行所需的最少数目。机器处所上述所有开口，应能在机器处所失火时，在该处所外部予以关闭。

11.2.4.2 机器处所位于干舷甲板上的限界面上不应设置窗。

11.2.4.3 设有发动机的机器处所内的下列设备，应在该处所外设有控制设施，以便该处失火时能予以关停或关闭：

(1) 燃油驳运泵、燃油装置所用的泵、滑油供应泵、分油机（净油器），但不包括油水分离器；

(2) 双层底以上的燃油舱柜供油管的截止阀或旋塞。

11.2.5 可燃材料的限制使用

11.2.5.1 用于外露表面使用的油漆、清漆和其他饰面材料等应经认可，且在高温时不致产生过量的烟及毒性产物，这些材料应根据《耐火试验程序规则》确定。

11.2.5.2 加注趸船上可燃材料的使用应符合以下规定：

(1) 起居处所、服务处所、控制站内的所有舱壁及其衬板、天花板、衬档及隔热物等均应为不燃材料，若其表面需有贴面，则其贴面应具有低播焰性；

(2) 上述(1)所规定的起居处所、服务处所内用于贴面的可燃材料，按所用厚度的面积所具有的发热值不应超过 45MJ/m^2 ，且其总体积不应超过相当于各围壁和天花板衬板合计面积上厚 2.5mm 装饰板的体积；

(3) 帷幔、窗帘及悬挂的纺织品材料，以及地板覆盖物应具有阻止火焰蔓延的性能；

(4) 低播焰性材料应经认可，且在高温时不致产生过量的烟及毒性产物，这些材料应根据《耐火试验程序规则》确定。

11.2.6 甲板基层敷料

11.2.6.1 起居处所、控制站、梯道及走廊内使用的甲板基层敷料应为在高温时不易着火、不发生毒性和爆炸性危险的认可材料，这些材料应根据《耐火试验程序规则》确定。

11.2.7 厨房

11.2.7.1 厨房内应设置无明火的炉灶。炉灶应可靠固定。

11.2.7.2 厨房排烟设施应设有防止废油滴落灶台的装置。

11.2.8 其他

11.2.8.1 废物箱应用不燃材料制成，四周和底部应无开口。

11.2.8.2 具有可燃性的或遇火产生有毒气体的材料不应用于隔热目的。

11.2.8.3 不应使用取暖用的电热器等设备。

11.2.8.4 供服务用的电热设备，应固定安装设置，且应采取有效的隔热设施。

第3节 火灾的抑制

11.3.1 功能要求

11.3.1.1 应通过耐热和结构性限界面将船舶分隔成若干个区域。

11.3.1.2 限界面的隔热应充分考虑到处所与相邻处所的火灾危险程度。

11.3.1.3 在开口和贯穿处应保持分隔的耐火完整性。

11.3.2 防火距离

11.3.2.1 当设有拦蓄区时，甲板室与气罐区的水平最小距离，对于 III 级加注趸船的储罐，不应小于 16m ；对于 II 级加注趸船的储罐，不应小于 13m ；对于 I 级加注趸船的储罐，不应小于 12m 。当甲板室面向气罐区的限界面有水雾系统保护时，防火间距可降至 10m 。

11.3.2.2 卸车区与甲板室的最小距离应不小于 8m 。

11.3.3 结构材料

11.3.3.1 船体、舱壁、甲板及甲板室应以钢质或其他等效的材料建造。

11.3.3.2 机器处所限界面的舱壁和甲板应为钢质或其他等效的材料。

11.3.3.3 起居处所应以钢质舱壁及钢质甲板或其他等效的材料与其相邻的机器及服务处所隔离。

11.3.3.4 服务处所、灯间、油漆间、灭火站室等均应以钢质的舱壁及甲板或其他等效的材料分隔。

11.3.3.5 机器处所、服务处所、灯间、油漆间及灭火站室的门应为钢质或其他等效的材料。

11.3.4 耐热和结构性分隔

11.3.4.1 面向气罐区的生活区甲板室的舱壁及距该舱壁 3m 范围内的外侧舱壁应采用“A-60”级分隔。

11.3.4.2 设有发动机的机器处所与相邻的起居处所、服务处所、控制站、走廊和梯道等的舱壁和甲板应为“A-15”级分隔的结构。

11.3.4.3 厨房等具有较大失火危险的服务处所与相邻的起居处所、控制站、其他服务处所、走廊和梯道等的舱壁和甲板应为“A-15”级分隔的结构。

11.3.4.4 走廊与相邻的起居处所、控制站、服务处所（不含厨房）、机器处所（不含设有发动机的）和梯道的舱壁和甲板应为“B-0”级分隔的结构。

11.3.4.5 梯道应予以钢质结构的环围。梯道与相邻的起居处所、控制站、服务处所（不含厨房）、机器处所（不含设有发动机的）的舱壁和甲板应为“B-0”级分隔的结构。

11.3.5 耐火分隔上的开口和贯穿的保护

11.3.5.1 “A”级舱壁、“B”级舱壁以及不燃材料结构舱壁分隔上的门应相当于该舱壁的分隔等级。A 级舱壁上的门及其门框应用钢质材料制成，B 级舱壁以及不燃材料结构舱壁上的门应用不燃材料制成。每个门应能在每一面仅需一人即能将其开启或关闭。

B 级防火门在满足“B-0”级分隔标准耐火试验的背火面温升、不透火及完整性的要求下，可采用其他阻燃材料制成，并经认可。

不燃材料结构舱壁分隔上的门，亦可采用经认可的“B”级防火门。

11.3.5.2 若电缆、管子、围壁通道、导管等和桁材、横梁或其他构件穿过“A”级分隔时，应采取措施保证分隔的耐火性不受损害。

11.3.5.3 若电缆、管子、围壁通道和导管等或为装设通风端管、照明灯具和类似装置、设施等贯穿“B”级分隔时，应采取措施保证分隔的耐火性不受损害。

11.3.5.4 穿过“A”级或“B”级分隔的管子材料，应能经受该分隔所需承受的温度，并经本社认可。

11.3.5.5 窗与舷窗

(1) 舱壁上的一切窗及舷窗应具有由钢或其他适宜材料制造的框架。玻璃应以金属镶边或镶角加以固定；

(2) 起居处所、服务处所及控制站内各舱壁上的一切窗，其构造应能保持其所在该型舱壁的耐火完整性要求。

11.3.6 通风系统

11.3.6.1 通风导管应用钢质或其他等效材料制造。

11.3.6.2 通风系统管路穿过甲板时，除应满足有关甲板耐火完整性的要求外，还应采取预防措施，以减少烟及炽热气体通过通风管路从这一甲板层间处所至另一甲板层间处所的可能性。

11.3.6.3 机器处所和厨房的通风系统应彼此独立，并与其他处所的通风系统分开。

11.3.6.4 机器处所和厨房的通风导管均不应通过起居处所、服务处所及控制站；起居处所、服务处所及控制站等的通风导管均不应通过机器处所和厨房。

11.3.6.5 净截面积超过 0.02m^2 的导管，若通过 A 级舱壁或甲板时，除非通过舱壁或甲板的导管在通过舱壁或甲板处为钢质，否则应装有钢质套管。该套管管壁厚至少为 3mm，长度至少为 900mm。当通过舱壁时，该长度最好分成在舱壁两侧各为 450mm，导管或装在

导管上的套管应加以隔热,该隔热应至少同导管通过的舱壁或甲板具有相同的耐火完整性。

11.3.6.6 净截面积超过 0.075m^2 的导管,除符合本节 11.3.6.5 的规定外,还应设置挡火闸。挡火闸应能自动工作、还应能在舱壁或甲板的两侧手动关闭。挡火闸上应装有指示器,以指明其是否打开或关闭。但如果导管穿过被 A 级分隔的环围的处所,而不服务于该处所时,只要该导管和其穿过的分隔具有相同的耐火完整性,则无需设置挡火闸。

11.3.6.7 上述导管中符合下列要求者除外:

(1) 导管为钢质,如其宽度或直径为300mm及以下,所用钢板厚度至少为3mm;如其宽度或直径为760mm及以上,所用钢板厚度至少为5mm;如导管宽度或直径在300mm和760mm之间,其所钢板厚度按内插法求得;

(2) 导管有适当的支撑和加强;

(3) 整个通至起居处所、服务处所及控制站的导管或通至机器处所、厨房的导管均应隔热至“A-60”级标准。

第4节 灭 火

11.4.1 功能要求

11.4.1.1 应安装消防水系统和其他固定式灭火系统,并充分考虑到受保护处所潜在火势的增大。

11.4.1.2 灭火设施和灭火器材应即刻可用。

11.4.2 一般要求

11.4.2.1 各种固定式灭火系统的站室或集中控制阀箱,应设在易于到达的处所,且不致为被保护处所的火灾所隔断。站室或设置集中控制箱的处所应具有良好的照明及通风。

11.4.2.2 各种灭火管路的阀件上应设置铭牌。阀盘上应清晰地显示开启和关闭的方向。

11.4.2.3 在船舶灭火设备站室或其他适当处所,应展示固定灭火系统示意图及简要的操作说明。

11.4.2.4 固定式二氧化碳灭火系统、固定式甲板泡沫灭火系统、消防用品和固定式探火和失火报警系统等应满足《内河船舶法定检验技术规则》第5篇第3章的有关要求。

11.4.3 消防水系统

11.4.3.1 一般要求

(1) 加注趸船应设置固定安装的消防水系统。

11.4.3.2 消防泵

(1) 应配备至少两台动力驱动的消防泵。卫生泵、压载泵、舱底泵或总用泵如满足消防泵的有关要求,允许作为消防泵使用。这些泵不应用于抽输油料。

(2) 任何一台消防泵的排量和压头应确保在任何消火栓处水枪口径为16mm时,可维持2股水柱,且消火栓处表压力至少达到0.5MPa。

(3) 消防泵如用作水幕系统等系统的供水泵,则消防泵的总排量中应增加这些系统的排量。

11.4.3.3 消防水管和消火栓

(1) 遇热易于失效的材料,不应用作消防水管和消火栓。

(2) 应防止消防水管和消火栓冻结。

(3) 管子和消火栓的位置应便于连接消防水带。消火栓的位置应随时易于接近。

(4) 为了能隔断总管上的损坏管段，应在所设的任何管路交叉处和紧邻生活区消防总管以及气罐区与油舱区甲板上的各消火栓之间不大于40m间隔的管路上设置截止阀。

(5) 用于消防目的以外的所有开敞甲板上消防总管的支管应设置截止阀。

(6) 消火栓的布置，应确保至少2股水柱能喷射到保护处所的任何部位，且其中一股仅使用一根消防水带。

(7) 消防泵应能至少从分设于船舶两舷的海底阀吸水。

(8) 消防总管和消防水管应满足同时工作的消防泵输送所需的最大出水量；

(9) 消防水管的敷设应尽量避免通过居住舱室及潮湿处。消防水管的布置，应避免装载货物或车辆时被损坏，并应防止可能的冻结。

(10) 机舱出口附近应至少设一只消火栓。

(11) 每一消火栓应由一只适用连接消防水带的内扣式接头，一只截止阀和一只保护盖组成。内扣式接头及截止阀应以有色金属或其他耐燃、耐蚀的材料制成。

11.4.3.4 消防水带和水枪

(1) 消防水带应由认可的耐腐蚀材料制成，每根消防水带应有足够的长度，但不必超过20m；

(2) 各消防水带接头与各水枪应能互换使用，否则船上每一消火栓应备有1根消防水带和1支水枪；

(3) 每只消火栓应配备1根消防水带。

(4) 每根消防水带应配有1支水枪和必需的接头，水枪口径可不大于16mm。消防水带应存放于供水消火栓附近的明显部位，以备随时取用；

(5) 所有水枪应为认可型。机器处所、气罐区和油舱区用水枪应为带开关的两用型式（即水雾/水柱型）。

水枪可为一“L”形金属管组成，其长肢长约2m，能与消防水带连接，其短肢长约250mm，装有1只固定水雾喷嘴或能接上1只水雾喷嘴。

11.4.3.5 应急消防泵

(1) 对主电源为发电机组的加注趸船，船上应设置应急消防泵。应急消防泵的排量、压头、管路系统和布置位置等应满足《内河船舶法定检验技术规则》的有关要求。

11.4.3.6 试验

(1) 消防水管及其配件在车间应以1.5倍设计压力进行液压试验。在船上装妥后，应对水灭火系统进行效用试验。

11.4.4 水雾系统

11.4.4.1 应安装用于冷却、防火以及船员防护的水雾系统，其覆盖范围应为：

(1) 所有LNG储罐的水平投影面积之和。如果储罐储存在围蔽处所内，则为裸露的储罐部分；

(2) 所有气态天然气储罐水平投影面积之和；

(3) LNG加注作业区。

11.4.4.2 用于水平投影面的喷射率应至少为每分钟 10L/m² 的均匀分布水雾；用于垂直表面应至少为每分钟 4L/m²。对于不能明确划分水平面或垂直面的结构，其水雾系统的排量应为下列两者中的大者：

(1) 水平投影面积乘以每分钟10L/m²；

(2) 实际表面面积乘以每分钟4L/m²。

在垂直表面上，确定较低区域的喷嘴的间距时，可依据从较高区域流下的水量。为隔断损坏的管段，在水雾总管上应每隔一段距离安装一个截止阀。或者将系统分成2个或多个区

段,每个区段应可独立操作,但应将必要的控制装置集中安装在气罐区外靠近生活区的位置。

11.4.4.3 水雾系统供水泵的排量应足以供应同时向所有区域喷水所需的水量。可将主消防泵用作水雾系统供水泵,但其总排量中应增加水雾系统所需水量。不论在何种情况下,在气罐区外的消防总管和水雾总管之间,都应设有带截止阀的连接管。

11.4.4.4 如能满足水雾泵的要求,一般用作其他用途的水泵也可向水雾总管供水。

11.4.4.5 水雾系统中的所有管子、阀、喷嘴和其他附件均应使用耐燃、耐蚀钢管。

11.4.4.6 对于水雾系统供水泵的遥控起动装置和该系统中任何常闭阀门的遥控操作装置,应布置在被保护区域外邻近生活区的合适位置,并能在被保护区域发生火灾时易于操作

11.4.5 化学干粉灭火系统

11.4.5.1 应设置固定式化学干粉灭火系统,以扑灭气罐区、卸车区和靠泊船舶装卸总管区域的火灾。

11.4.5.2 该系统至少具有2个手持软管或干粉炮与手持软管的联合装置将干粉喷洒到暴露于气罐区和卸车区的露天甲板上的任何部分以及靠泊的LNG动力船和LNG运输船与加注趸船相连的总管区域。该系统应由专用的惰性气体(例如氮气)驱动,并将其储存在与干粉容器相邻的受压容器内。

11.4.5.3 该系统应至少由2套独立的自给式化学干粉装置及其控制装置、加压介质固定管路、干粉炮或手持软管组成。

11.4.5.4 对具有2个及以上干粉炮、手持软管或其组合的灭火装置应配备与干粉容器处的集合管相连接的独立管子。如果1个装置上装有2根或2根以上的管子,则应将其布置成能使任何一个或所有干粉炮和手持软管以其额定的排量同时工作或依次工作。

至少有1根手持软管或1个干粉炮应位于生活区的附近。

11.4.5.5 干粉炮的排量应不小于10kg/s。对于手持软管,不应被扭曲,并应设有一个能够开关的喷嘴,其喷射速度不应小于3.5kg/s。当喷嘴以最大喷射速率喷射时,应可由1人操作,手持软管的长度不应超过33m。如果干粉容器与手持软管或干粉炮之间设有固定管路,其长度应以不超过在持续使用或间断使用中能使干粉保持流动状态所需的长度为限,而且在系统关闭以后,应能驱除管路中的干粉。对于手持软管和喷嘴,应为耐风雨结构或储存在耐风雨的箱子内或罩盖下,并应易于取用。

11.4.5.6 在每个干粉容器内,应储存足够数量的干粉,以便向每套干粉装置所附的所有干粉炮和手持软管提供至少45s喷射时间所需的干粉量。固定式干粉炮的覆盖距离应符合下列要求:

每个固定式干粉炮排量(kg/s):	10	25	45
最大覆盖的距离(m):	10	30	40

手持软管的最大有效覆盖距离为软管本身的长度。如果被保护区域显著地高于干粉炮或手持软管卷筒所在位置,则应予以特别考虑。

11.4.6 固定式二氧化碳灭火系统

11.4.6.1 设有发动机或气体压缩机的舱室应设置固定式二氧化碳灭火系统。

11.4.6.2 气体压缩机舱的灭火站室应设置告示,说明该系统由于存在静电起火危险,所以只能用于灭火,不应用于惰化。二氧化碳自由气体的配备量应为气体压缩机舱总容积的45%。二氧化碳施放前的报警器,应能在易燃货物蒸气一空气混合物中安全使用。

11.4.7 固定式甲板泡沫灭火系统

1.3.2.3 加注LNG燃料和加注燃油合建的III级加注趸船应符合本条要求。

1.3.2.4 一般要求

(1) 供给泡沫的装置应能将泡沫输送到整个油舱甲板区域, 并且能送入甲板已经破裂的任何货油舱内。

(2) 甲板泡沫系统操作应简单而迅速。系统的主控制站应布置在油舱区以外靠近起居处所的适当处, 且在被保护区域万一失火时能易于到达和可操作的地点。

1.3.2.5 泡沫炮和泡沫枪

(1) 加注趸船应设置泡沫炮和泡沫枪。

(2) 泡沫炮数目和位置应符合上述11.4.7.2的要求。

(3) 任何一具泡沫炮的能量应对由它保护、完全位于它的前方的甲板面积至少喷射泡沫溶液 $3\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$, 但不得低于 $1250\text{L}/\text{min}$ 。从泡沫炮到它前方所保护区域最远端的距离, 应不大于该炮在平静空气中射程的75%。

(4) 泡沫枪的装设应保证在灭火作用中动作灵活, 并覆盖泡沫炮所保护不到的区域。任何泡沫枪的容量应不少于 $400\text{L}/\text{min}$, 在静止空气中枪的射程应不小于 15m , 枪的数目应不少于4具。泡沫总管的出口数量和布置应能使至少2具泡沫枪将泡沫喷射到油舱甲板的区域的任何部分。

(5) 在面向油舱区甲板的起居处所的左右两侧应各装设1具用于泡沫枪的软管接头。

(6) 为了隔离总管的损坏部分, 泡沫总管和消防总管(后者如果是甲板泡沫系统整体的构成部分)均应装设阀门, 这些阀门应安装在紧接任何泡沫炮或泡沫枪之前。

(7) 按所需输出量操作甲板泡沫系统时, 消防总管应仍能按所需压力向所需最少数目的水枪供水。

1.3.2.6 泡沫溶液

(1) 泡沫溶液的供给率应不少于下列数值中的最大值:

- ① 按油舱甲板区域 $0.6\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$ 计算, 此处油舱甲板区域是指船舶最大宽度乘以全部油舱处所的纵向总长度; 或
- ② 按具有最大这种面积的单个货油舱水平截面积 $6\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$ 计算; 或
- ③ 按最大泡沫炮保护的, 并完全位于它的前方的甲板面积至少喷射泡沫溶液 $3\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$, 但不少于 $1250\text{L}/\text{min}$ 。

(2) 应有足够的泡沫液供应, 以保证能产生泡沫的时间不少于 30min 。

(3) 泡沫倍数(即所产生的泡沫体积与水与泡沫液混合物的体积之比)一般不超过 $12:1$ 。当用中等倍数的泡沫时(倍数在 $50:1$ 至 $150:1$ 之间), 泡沫的供给率和泡沫炮的能量应取得本社的同意。

11.4.8 水幕系统

11.4.8.1 应在 LNG 加注设备前沿设置发生火灾时用于防护的水幕系统。水幕系统的设置范围应延伸至装卸区域两端以外各 5m 。

11.4.8.2 水幕系统形成的水幕高度应至少为 3m 。

11.4.8.3 水幕喷头的安装不应影响船舶的系缆和燃料加注作业。

11.4.8.4 水幕系统的控制装置应布置在远离装卸设备的适当地点。

11.4.9 探火和报警系统

11.4.9.1 加注趸船应设有供发现火灾人员立即通知全部人员的手动报警装置。手动报警装置的手动报警按钮应遍及起居处所、服务处所、控制站和作业控制室。每一通道出口处应装有一个手动报警按钮, 在每一层甲板的走廊内, 手动报警按钮应位于便于到达处, 并使走廊任何部位与手动报警按钮的距离不大于 20m 。火警指示装置应设置于负责值班船员舱室。

- 11.4.9.2 设有发动机的机舱应安装认可型的固定式探火系统。
- 11.4.9.3 当探火系统不具有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。
- 11.4.9.4 对于安装有使用气体燃料发动机的机舱，当探测到火灾后应自动关断机舱气体燃料供应管，且自动停止机舱通风。

11.4.10 消防用品

11.4.10.1 加注趸船消防用品配置数量至少满足下表要求。

表 11.4.10.1

消防用品 名称 配置量 船舶类型	手提式 灭火器 (具)	大型泡沫 灭火器 (台)	手提式泡 沫枪 (套)	气体灭火器 (具)	消防 水桶 (只)	砂箱 (个)	太平斧 (把)	手提 防爆灯 (具)	铁杆和 铁钩 (套)	消防员 装备 (套)
加注趸船	每层甲板 6 厨房 2 机舱 4	油舱区 2 (III级加 注趸船除 外)	机舱 1	无线电室 1 配电室(板) 1 变电室 1 其他电器处所 按需要配置	2	每层 甲板 2	4	2	2	2

11.4.10.2 在起居处所内不应布置二氧化碳灭火器。在控制站和其他内设船舶安全所必要的电气设备的处所，所配灭火器的灭火剂应既不导电也不会对这些设备产生危害。

第5节 脱 险

11.5.1 一般要求

- 11.5.1.1 本节适用于与岸之间设有人员通道的加注趸船。
- 11.5.1.2 脱险通道、走廊内及出入口处应设有明显的逃生方向标志，且应符合本规范第7章 7.5.4.3 的要求。

11.5.2 生活区脱险通道

11.5.2.1 起居处所和通常有人员的处所，其走廊和梯道的布置应提供到达干舷甲板上救生艇登乘处或与岸连接的人员通道处，且随时可用的脱险通道。如居住舱室仅通向纵向内走廊，则该纵向内走廊应至少有两个相互远离的出入口，出入口应能经开敞甲板通往与岸连接的人员通道处。

11.5.2.2 起居处所通向开敞甲板出入口的门应为向外开启。如果居住舱室的门通向内走廊，门可允许向内开启。

11.5.2.3 所有围蔽的公共处所均应设有两个相互远离的出入口。但总面积不超过 30m² 的公共处所可设置一个出入口。

11.5.2.4 脱险通道内应保持畅通，禁止堆放障碍物，其地板的设置应考虑防止人员在逃离过程中滑倒。

11.5.2.5 一切梯道应为钢质结构。若梯道位于起居处所内，则此梯道的净宽度应不小于 700mm，并在其一侧装有扶手。

11.5.2.6 梯道的倾斜角应不大于 50°。狭窄舱室的梯道应不大于 65°。

11.5.2.7 进入梯道的门，其宽度应与梯道的尺寸应相同。

11.5.2.8 不应设置长度超过 7m 的端部封闭的走廊。

11.5.2.9 走廊净宽度应不小于 700mm，并在其一侧装有扶手。

11.5.3 机器处所的脱险通道

11.5.3.1 工作时有人值班的设有发动机的机器处所应设有至少两个通向干舷甲板的出入口，并尽可能相互远离。其他机器处所可设置 1 个出入口。

11.1.1.1 位于干舷甲板以下的机器处所，每个出入口应有 1 个通向机舱花钢板的带有扶手的金属梯道，梯子与花钢板的倾角不得大于 65°。

附录1 LNG 储罐技术要求

1 一般要求

- 1.1 本附录适用于真空绝热型 C 型独立 LNG 储罐的设计。
- 1.2 本附录关于管路和阀件的相关要求适用于附连于储罐的管路接头及阀件。
- 1.3 储罐除满足本附录要求外,还应满足公认压力容器标准 (GB150、JB 4732) 的要求。

2 设计载荷

2.1 储罐包括其支撑结构及其他固定设备在设计时,应考虑下述载荷的合理组合:

- 储罐、燃料、绝热层及其他附件的重力载荷;
- 内部压力;
- 外部压力;
- 船舶运动引起的载荷;
- 热载荷;
- 振动;
- 相互作用载荷;
- 建造装配相关的载荷;
- 试验载荷;
- 静态横倾载荷。

2.2 内部压力 P_i

2.2.1 内部压力应由设计蒸气压力 P_0 和由船舶运动引起的 LNG 燃料加速度所产生的压力合成。

2.2.2 设计蒸气压力 P_0 应满足下式:

$$P_0 \geq 0.2 + AC(\rho_r)^{1.5} \quad \text{MPa}$$

式中: $A = 0.00185(\sigma_m / \Delta\sigma_A)^2$

其中: σ_m ——设计主膜应力, N/mm^2 ;

$\Delta\sigma_A$ ——许用动态膜应力 (双振幅, 当概率水平为 $Q = 10^{-8}$), N/mm^2 ;

$\Delta\sigma_A = 55 \text{ N/mm}^2$, 对铁素体 (珠光体) / 马氏体和奥氏体钢;

C ——储罐的特征尺度, 取下列各值中的最大者: h ; $0.75b$; 或 $0.45l$;

其中: h ——储罐高度 (沿船舶的垂向量取), m ;

b ——储罐宽度 (沿船舶的横向量取), m ;

l ——储罐长度 (沿船舶的纵向量取), m ;

ρ_r ——设计温度下燃料的相对密度 (淡水: $\rho_r = 1$)。

当储罐的设计寿命长于 10^8 次波浪遭遇时, $\Delta\sigma_A$ 应根据设计寿命进行调整。

2.2.3 任何情况下, P_0 应不小于压力释放阀的最大允许调定值。

2.3 外部压力

2.3.1 外部压力载荷应根据储罐任何部位可同时承受的最小内部压力和最大外部压力之间的差值予以确定。

2.4 船舶运动引起的载荷

2.4.1 确定船舶运动引起的载荷时，应使用下述计算工况的运动惯性力（ R ——储罐最大额定充装质量； g 为重力加速度取 9.81m/s^2 ）：

- 加注趸船纵向：最大额定质量乘以 2 倍的重力加速度（ $2Rg$ ）；
- 加注趸船横向：最大额定质量乘以 2 倍的重力加速度（ $2Rg$ ）；
- 垂直向上：最大额定质量乘以重力加速度（ Rg ）；
- 垂直向下：最大额定质量（总载荷包括重力作用）乘以 2 倍的重力加速度（ $2Rg$ ）

2.4.2 本附录 2.4.1 所述的惯性力（对应于货物的惯性力）应均匀分布在储罐对应运动方向的投影面上。

2.5 热载荷

2.5.1 LNG 储罐及低温管路在设计时，应考虑热效应影响。

2.6 振动

2.6.1 应考虑振动对 LNG 燃料围护系统的潜在破坏效应。

2.7 相互作用载荷

2.7.1 应考虑 LNG 储罐与船体结构间的静、动态相互作用及附属结构和装置产生的载荷。

2.8 建造和装配相关的载荷

2.8.1 应考虑建造和装配过程相关的载荷，如起吊载荷。

2.9 试验载荷

2.9.1 应考虑本附录 4.1 中要求的试验载荷。

2.10 静态横倾载荷

2.10.1 $0\sim 10^\circ$ 范围内最不利的横倾角所对应的载荷。

3 设计、制造与安装

3.1 一般要求

3.1.1 设计分析时，应对可能同时作用的适用载荷进行考虑。

3.1.2 应考虑建造、操作、测试、使用过程中的最不利状况。

3.1.3 储罐罐体的设计应按公认的压力容器标准进行（如：GB150、JB4732）。罐体的设计应充分考虑动载荷对整体结构、局部加强结构、内容器和外壳体连接件及罐体附件的影响。

3.1.4 在按本附录 3.1.3 所述容器标准进行罐体设计时，还应考虑本附录 2.4.1 所述的运动惯性力。

3.1.5 储罐（包括支撑附件）应作为整体模型进行结构强度评估，在考虑自重、设计内外压力以及本附录 2.4.1 所要求惯性力的情况下，应力分析计算结果应满足下述要求：

（1）罐体部分应依据公认的压力容器标准进行校核（采用 GB150 标准进行设计时，应依据 JB4732 标准进行校核）。

（2）鞍座结构的 Von Mises 合成应力 σ 应不大于下式计算之值：

$$\sigma \leq 0.9R_e$$

式中： R_e ——鞍座材料的屈服强度；对于屈服点不明确的金属材料，取 0.2% 标定非比例伸长对应的应力作为屈服强度指标。

3.1.6 与储罐鞍座相连的船体结构应满足本社《钢质内河船舶建造规范》的有关要求。

3.2 结构构造

3.2.1 在储罐横截面上设置内部防波板，防波板间距应不大于 4m。

3.2.2 不锈钢材料应考虑厚度负偏差，可不考虑腐蚀余量。

3.2.3 加工成形后的压力容器的壳体和封头的最小厚度（包括腐蚀裕量）应为：对于碳锰钢和镍钢，应不小于 5mm；对于奥氏体不锈钢，应不小于 3mm。

3.2.4 按照本附录 3.1.3 计算的厚度应被视为不包括任何负公差的最小厚度。

3.3 LNG 储罐的绝热材料及其他材料

3.3.1 用于 LNG 储罐的绝热材料和其他材料应适用于设计载荷。

3.3.2 由于所处位置或环境条件的不同，适用时，绝热材料应具有适当的防火和阻止火焰传播的性能，并应受到足够的保护，以防止水蒸气的渗透和机械损伤。位于开敞甲板之上的绝热材料应依照公认标准具备适当的防火特性，或在其上覆盖一层低火焰传播特性的材料并形成有效的经认可的汽封。

3.3.3 当绝热材料不具备公认标准要求的防火特性，且被用于未被永久惰化的储存处所时，其上应覆盖一层低火焰传播特性的材料并形成有效的经认可的汽封。

3.3.4 当采用粉末或颗粒状绝热材料时，应采取措施减少其在营运过程中的压紧程度，且保持其所需的热传导性，同时又能防止对储罐增加任何不适当的压力。

3.4 焊接接头设计

3.4.1 储罐的所有焊接接头，均应采用面内全焊透型对接焊。除气室上的小型贯穿件外，喷管焊缝也应为全焊透型。

3.4.2 储罐的焊接接头的细节应满足下列要求：

——所有纵向和环向接头均应为对接、全焊透、双面 V 型坡口或单面 V 型坡口形式。对于全焊透的对接焊缝，应采用双面焊或使用衬垫环。若使用衬垫环，则焊后应除去衬垫环。很小的处理用压力容器除外。根据认可的焊接工艺试验的结果，亦可采用其他坡口形式。

——储罐本体和气室之间以及气室和有关附件之间的连接接头的斜坡口，应按本社认可的标准进行设计。储罐上连接喷管、气室或其他贯通件的焊缝以及法兰与储罐或喷管连接的所有焊缝应为全焊透型焊缝。

3.4.3 储罐承压部件的厚度计算用焊接接头系数，应按照本附录 3.1.3 中相关压力容器标准执行。

3.5 储罐应按如下规定进行检查和无损检测：

3.5.1 关于制造和工艺质量的公差，例如失圆、局部偏差、焊接接头的对中以及不同厚度板的削斜等，均应符合本社认可的标准。

3.5.2 对焊接接头的无损探伤的范围，应按本社认可的标准进行全部或部分无损探伤。

3.6 屈曲分析

3.6.1 对于承受外部压力和其他引起压缩应力载荷的压力容器，在确定其厚度和形状时，应根据公认的压力容器的屈曲理论进行计算，并应充分考虑到理论和实际屈曲应力值之间的差别；此差别是由于板边对中偏差、椭圆度以及在规定弧长（或弦长）范围内存在的失圆度而引起的。

3.6.2 用于验算储罐屈曲的设计外部压力 P_e 应不小于按下式计算所得值：

$$P_e = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \quad \text{MPa}$$

式中： P_1 ——真空释放阀的调定压力，对未配备真空释放阀的容器，应作特别考虑，但一般应取不小于 0.025MPa；

P_2 ——安放压力容器或压力容器部件的全封闭处所的压力释放阀的调定压力；对其他处所， $P_2=0$ ；

P_3 ——由于绝热层的重量和收缩、壳体重量（包括腐蚀裕量）以及压力容器可能承受的其他外部载荷引起的作用在壳体中或表面的压力。这些压力还包括（但不限于）气室和管路的重量、部分加注状态下的燃料的作用、加速度和船体变形所引起的压力。此外，还应考虑外部压力或内部压力或两者的局部作用；

P_4 ——全部或部分位于露天甲板上的由水压头引起的外部压力；对其他处所， $P_4=0$ 。

3.7 压力释放系统的排量

3.7.1 对于具有标准封头和圆柱形筒体的真空绝热型 LNG 储罐，其压力释放阀排量的计算应按 GB/T 18442。

3.7.2 压力损失应不超过制造厂允许值。如制造厂无可数据，可使用下列数值：

——不带波纹管背压平衡的弹簧式压力释放阀：上游压力损失为 3% MARVS，下游压力损失为 10% MARVS；

——带波纹管背压平衡的弹簧式压力释放阀：上游压力损失为 3% MARVS，下游压力损失为 30% MARVS；

——先导式压力释放阀：上游压力损失为 3% MARVS（如感应管路未设置在储罐顶部），下游压力损失为 30% MARVS。

3.7.3 上游压力损失

（1）透气管路中从储罐到压力释放阀入口处的压降，应不超过该阀在计算流量下调定压力的 3%。

（2）当先导式压力释放阀的先导压力直接感应自储罐顶部时，该阀应不受进气管压力损失的影响。

（3）可移动导阀应考虑遥感先导管中的压力损失。

3.7.4 下游压力损失

（1）当使用共同的透气集管和透气桅时，计算时应包括所有相连压力释放阀的流量。

（2）从压力释放阀出口至排向大气处的透气管路中所产生的排放背压，包括任何透气管路与其他储罐相连的部分，应不超过以下值：

——对非背压平衡式压力释放阀：10% MARVS；

- 对背压平衡式压力释放阀： 30% MARVS；
- 对先导式压力释放阀： 50% MARVS；
- 可接受压力释放阀制造厂提供的其他可选数值。

(3) 为确保压力释放阀的稳定工作，其回座压差应不小于额定容量时入口压力降与 0.02MARVS 之和。

3.8 储罐的安装

3.8.1 当储罐长度方向与加注趸船长度方向一致时，储罐鞍座与加注趸船的连接应考虑沿罐体长度方向有适当的滑移量。

4 试验

4.1 应对储罐进行耐压试验，耐压试验可采用液压或气压。内容器与外壳组装前，内容器的液压试验值至少为 $1.25(P_0+0.1)$ MPa，气压试验值至少为 $1.10(P_0+0.1)$ MPa。内容器与外壳组装完成，且形成真空夹层后，内容器的液压试验值至少为 $1.25P_0$ MPa，气压试验值至少为 $1.10P_0$ MPa。

4.2 装配和完工之后，应对储罐及其附件进行密性试验，密性试验压力等于内容器的设计压力。

4.3 试验时所采用的水温至少应比制成的材料的零韧性转变温度高出 30℃。

4.4 对真空绝热型储罐，应对储罐的低温性能（封结真空度、夹层真空度、漏率、漏放气速率、静态蒸发率等）进行测试，试验要求应符合公认标准^①。

^① GB/T 18443。

附录 2 加注臂的技术要求

2.1 一般要求

2.1.1 本附录适用于加注趸船的加注臂的设计、制造和试验。

2.2 设计载荷

2.2.1 加注臂的自重计算一般情况下应包括结霜层（密度按 800kg/m^3 计），结霜层不累计；

（1）寒冷季节：所有部件上 6mm ；

（2）液化天然气：LNG 输送部件上 25mm ；

（3）若加注趸船布置在极其寒冷的地区，应根据当地气候条件计算结霜层。

2.2.2 加注臂的设计风速一般应为：工作状态小于或等于 20m/s ，复位状态为 60m/s 。

2.2.3 加注臂应按最大受风面积进行风载荷计算，并符合现行国家标准《高耸结构设计规范》（GB 50135-2006）。

2.2.4 加注臂的计算尚应考虑由于材料的温差引起的热载荷和船舶运动带来附加载荷。

2.2.5 加注臂的传动钢丝绳应符合现行国家标准，钢丝绳与紧固件应具备至少 5 倍断裂强度的安全系数。

2.2.6 加注臂生产厂应提交加注臂在工作范围内所有姿态下的载荷组合的应力分析报告。如果可行的话，应力分析应报告应包括任何安装及维修吊耳，当有两个以上吊耳同时使用时，计算应显示所采用的载荷分配方法。

2.3 材料

2.3.1 加注臂承受结构和机械负载部件的材料应满足本社《材料与焊接规范》对于船用钢的含碳量要求。

2.3.2 所有 LNG 接触部件的材料应满足本社《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第 6 章的要求，严禁铝质材料制作结构构件及 LNG 输送部件。

2.3.3 液压及润滑部件如管线、紧固件、活塞杆、联接件、箱柜等均应采用不锈钢材料制作。

2.3.4 用于提供铰接及电气绝缘的软管长度应是满足作业要求的最低限，且不与紧急脱离装置的机械构件接触。

2.3.5 加注臂的电气设备与材料，应满足其使用环境要求，符合现行国家标准《爆炸性气体环境用电气设备 第 1 部分，通用要求》（GB 3836.1-2000）

2.4 焊接与探伤

2.4.1 加注臂的焊接工艺应经验船师批准，且所有焊缝应经验船师检验合格。

2.4.2 加注臂所有承压焊缝均应 100% 进行射线探伤。当无法进行射线探伤检查时，焊缝可采用其他无损探伤方法进行 100% 探伤检验，检验方法应提交本社验船师批准。

2.5 旋转接头

2.5.1 旋转接头应能满足规定设计温度和设计压力下的荷载试验，旋转接头应转动灵活，不得产生永久变形且在 0.6MPa 时每厘米密封直径上泄漏量不得超过 10.0ml/min 。

2.5.2 旋转接头的密封件应满足设计温度、设计压力、输送 LNG 的需要。密封应能防止潮气及杂质进入。

2.5.3 旋转接头应能承受短暂真空状态且随后仍能良好密封。

2.5.4 旋转接头不能使用润滑脂时，应可用惰性气体吹扫系统吹扫。

2.6 快速连接器

2.6.1 快速连接器系指不用螺栓而将加注臂的接口法兰夹紧在 LNG 动力船加注管路法兰的手动或液压机构。

2.6.2 加注臂如配有快速连接器，对必须与快速连接器联接的各种规格的法兰均应配有找正及对中装置。

2.6.3 快速连接器应能适应受注船法兰的公差带。夹紧机构的设计应能够补偿常规被加注船加注管路法兰至少 5mm 的厚度不均匀度。

2.6.4 快速连接器的强度应根据内部设计压力和由加注臂姿态、外部轴向载荷、弯曲扭矩和剪切载荷的最苛刻的组合下确定的最大设计当量载荷计算；在 2 倍的设计当量载荷加内部设计压力下快速连接器不应泄漏、变形及失效。这应适用于在弯曲拉伸时使用最少的夹紧块的情况。

2.6.5 快速连接器应提供机械锁紧装置以防止由于压力及振动而无意间松脱。锁紧装置的操纵应采用认可的明确可见的方法。

2.6.6 液压操纵的快速连接器的装拆应即可由位于加注趸船的加注臂中央控制柜操作，也可由便携式控制器操作，但两者应互锁。

2.6.7 对于设有集成工艺阀门的液压操纵快速连接器，为防止在输送 LNG 过程中或在加注臂内有压力的情况下被打开，应有联锁机构。

2.6.8 液压操纵快速连接器的锁紧块应在相同的力下同时操作且不得对配对的受注船上加注管路法兰施加过大的锁紧力。

2.6.9 在液压系统失压的情况下，快速连接器应保持原始状态，并可用手动松脱。

2.6.10 考虑到可能的结霜层，快速连接器也应能够在受注船加注管路最大载荷下拆卸。

2.6.11 快速连接器应有一个法兰盖以阻拦拆卸后遗留的 LNG，法兰盖上应有一个螺纹孔并上一螺塞，在需要时可以安装泄放阀或泄漏压口以便在拆卸前减压。

2.6.12 快速连接器的转动部件应具备自润滑功能。

2.7 紧急脱离装置（ERS）

2.7.1 加注臂应配备液压操纵的紧急脱离装置（ERS）。紧急脱离装置应能使加注臂在最小泄漏下能够快速、安全地从船上脱开的系统；通常由两个联锁的断流阀及位于其间的紧急脱离接头组成。

2.7.2 紧急脱离装置宜安装在三维旋转接头的垂直管段。

2.7.3 紧急脱离装置应能承受在加注臂的设计压力、设计温度下的在紧急脱离装置处的最大外载荷。

2.7.4 紧急脱离装置应能在装置表面覆盖 25mm 结霜层的条件下能准确、安全地关闭紧急脱离装置阀门、打开并释放紧急脱离接头后将加注臂与被加注船分离。

2.7.5 紧急脱离装置在接到脱离信号后，应快速启动。脱离所需时间应在 5s~30s 之间。

2.7.6 加注臂应有机械或液压联锁以防止紧急脱离接头在紧急脱离装置的切断阀完全关闭以前动作。

2.7.7 紧急脱离装置在其两倍的最大的外载荷下不应产生泄漏、变形及失效。

2.7.8 紧急脱离装置的阀门与液压管应符合 7 章的防火要求。

2.7.9 紧急脱离装置释放机构应结合蓄能器特性确保切实的脱离及突破可能的冰堵。

2.7.10 在寒冷条件下紧急脱离装置应能够被从船上拆下或装上。

2.7.11 加注臂的紧急脱离装置的失效状态和结果须经验船师的认可。

2.7.12 紧急脱离装置启动条件：

- (1) 紧急脱离装置到紧急脱离区时自动启动；
- (2) 加注臂中央控制柜手动启动，按钮应有误操作防护功能；
- (3) 断电时，应能手动操作液压控制阀启动；
- (4) 其他设有手动启动按钮处所启动，按钮应有误操作防护功能。

2.8 加注臂附件

2.8.1 锁紧机构

2.8.1.1 加注臂的所有运动部件应在复位位置锁紧，锁紧机构应能在最大载荷条件下保持安全可靠。

2.8.1.2 紧锁机构应能由一人方便操作。

2.8.1.3 内臂水平状态机内臂的回转应设有紧锁机构

2.8.1.4 加注臂正常操作时，加注臂应保持打开状态。

2.8.2 可调支腿

2.8.2.1 可调支腿应能使加注臂紧随与其连接的受注船自由移动。

2.8.2.2 可调支腿应安装在三维旋转接头处。

2.8.2.3 可调支腿收缩后应不高于加注臂最低的突出点，其伸缩高度能满足加注作业需要。

2.8.3 绝缘法兰

2.8.3.1 加注臂三维旋转接头的垂直管段上应安装绝缘法兰，以使加注趸船与受注船舶之间电气绝缘。

2.8.3.2 绝缘法兰的材料应满足 LNG 传输的需要，且能承受加注臂的设计载荷。

2.8.3.3 加注臂处于空载时，绝缘法兰的电阻值应不小于下列数值：

水压试验前：电压 $>1000\text{V}$ 时， $\geq 10000\Omega$

水压试验后或作业状态：电压为 20V 时， $\geq 1000\Omega$

2.8.4 排空装置

2.8.4.1 加注臂应在三维旋转接头和立柱最低点设有排空装置。

2.8.4.2 排空装置接口应使加注臂断开连接以前完全排空。排空装置接口大小可根据加注臂口径制定。

2.8.4.3 排空装置不得采用螺纹连接。

2.9 液压控制系统

2.9.1 液压系统的设计应符合现行对于液压控制系统设计的国家标准的规定；液压元件应符合现行对于液压元件的国家标准。

2.9.2 液压系统的设计应能满足加注臂所有的操作要求。

2.9.3 每台加注臂应配备独立的液压控制阀箱，控制阀箱安装有为紧急脱离装置使用的蓄能器。

2.10 电气控制系统

2.10.1 加注臂的电气控制系统应位于加注趸船上对所有加注臂在与受注船舶对接、收拢

及维修状态时都有良好视野范围的处所。

2.10.2 电/液控制性的加注臂应配备有中央控制柜、无线遥控装置/有线控制装置、静电接地设施。

2.10.3 无线遥控装置应能操作加注臂的所有运动。

2.10.4 如设有多台加注臂，中央控制柜、无线遥控装置和有线控制装置进行操作时，应只能操作一台加注臂运动。

2.10.5 中央控制柜、无线遥控装置和有线控制装置之间应具有互锁功能。

2.10.6 限位报警及关闭系统

(1) 应使用固态感应接近开关。

(2) 加注臂应配备加注臂摆动及回转的两级报警系统。一级报警应传入作业控制室，同时启动下列功能：

①泊位紧急关闭系统；

②介质输送泵关闭；

③液压泵启动。

二级报警应在接收到一级及二级报警信号后启动紧急脱离接头操作。

(3) 如果一级报警后没有接收到信号，则上述三项功能中的前两项应在二级报警时执行，紧接着进行紧急脱离接头操作。

(4) 当任意一个一级报警触发时，紧急关闭系统启动同时停止LNG泵。

(5) 当由电气控制和手动启动二级报警时所有已连接的加注臂都将同时脱离。

(6) 当加注臂设有在一级和二级报警以外附加预警。除非有人工介入，预警不启动任何功能。

(7) 如果任何一个开关失效，控制台上的应有红色指示灯显示故障。

2.11 试验

2.11.1 加注臂在生产厂组装完成后以及上船安装完成后，均应进行相关试验，包括压力试验、密性试验、低温旋转接头试验、快速连接接头试验、低温紧急脱离装置试验、以及整机性能试验。

2.11.2 压力试验

2.11.2.1 加注臂预组装完成后进行压力试验，试验介质为水，也可有其他液体介质。

2.11.2.2 试验压力不低于 1.5 倍设计压力。

2.11.2.3 试验时缓慢升压，达到试验压力后，保压 10min，再将试验压力降至设计压力，保压 30min，以压力不下降，无渗漏为合格。

2.11.2.4 当加注臂可能遇到负压工况时，压力试验合格后应进行抽真空密性试验，试验负压 0.08MPa。

2.11.3 密性试验

2.11.3.1 压力试验合格后方可进行密性试验。

2.11.3.2 试验介质可为空气，也可采用卤素、氦气、氨气或其他敏感气体。

2.11.3.3 试验压力为 0.6MPa。

2.11.3.4 达到试验压力后，保压 10min，采用皂液、发泡剂、显色剂、气体分子感测仪或其他专用手段检查密封垫，以无泄漏为合格。

2.11.4 旋转接头密性试验

2.11.4.1 旋转接头试验应在最低设计温度条件下进行。

2.11.3.5 试验载荷为加注臂的设计压力的 2 倍，以旋转接头应无变形且泄漏量满足

2.5.1 条要求为合格。

2.11.5 快速连接器密性试验

2.11.5.1 快速连接器试验应在最低设计温度条件下进行。

2.11.5.2 试验载荷为加注臂的设计压力的2倍，以快速连接器无泄漏和变形为合格。

2.11.6 紧急脱离装置试验

2.11.6.1 紧急脱离装置在组装前，应单独对阀体进行强度试验，试验压力为设计压力的1.5倍，保压30min，无渗漏为合格。

2.11.6.2 紧急脱离装置在组装后，单独进行强度试验，试验压力为设计压力的1.5倍，保压30min，无渗漏为合格。

2.11.6.3 强度试验合格后，连接电气和液压系统进行阀门关闭和包箍打开试验，联系试验5次，上下阀门能可靠关闭、包箍能顺利打开，无异常声响和卡阻现象为合格。

2.11.6.4 强度试验合格后，进行紧急脱离装置的组装后，按设计压力进行密性试验，保压10min，采用皂液、发泡剂、显色剂、气体分子感测仪或其他专用手段检查密封垫，以无泄漏为合格。

2.11.6.5 强度和密性试验合格后，进行低温试验，试验温度为最低设计温度，并用喷水方法使其紧急脱离装置表面形成25mm厚的冰层，内压不低于设计压力时，紧急脱离装置前后阀门能可靠关闭，包箍能顺利打开，无异常声响和卡阻现象为合格。

2.11.7 加注臂整机性能试验

2.11.7.1 该试在加注臂厂家组装完成和船上安装完成后均应进行。主要包括：

- (1) 内、外臂平衡试验。
- (2) 工作包络范围检查。
- (3) 控制系统和越限报警试验。
- (4) 紧急脱离试验：
 - ① 加注臂应做空载脱离试验，连续5次；
 - ② 整机低温试验和低温状态下脱离试验1次；
 - ③ 备用电源打开紧急脱离装置试验；
 - ④ 旋转接头的氮气吹扫系统应进行功能试验。

附录 3 操作和培训要求

3.1 一般规定

3.1.1 一般要求

3.1.1.1 确保加气设备在严格控制程序下进行加注作业，避免任何可能造成的超压、泄漏和溢出危险。

3.1.1.2 附件 1~9 为推荐性要求，不妨碍或代替更优化的操作要求。

3.1.2 操作分类

3.1.2.1 加注趸船的 LNG 操作分为罐车卸车操作和加注操作。

3.1.3 加注趸船上应保存的资料

3.1.3.1 作业控制室应配有操作维护手册，且应根据设备和程序的变更及时更新。

3.1.3.2 操作维护手册应至少列出：

- (1) 卸车、加注等安全操作程序；
- (2) LNG 各个设备检查和维护程序；
- (3) 对设备检查的方式和频率；对设备维修的操作过程。

3.1.3.3 人员培训记录。

3.1.3.4 有关设备的图纸、图表和与安全有关的记录。

3.1.3.5 应急响应计划。

3.1.3.6 《液化天然气燃料水上加注趸船入级与建造规范》。

3.1.4 监测和监控

3.1.4.1 在任何阶段均应监测加注趸船和受注船的储罐温度和压力。

3.1.4.2 应对操作过程进行视频监控。

3.2 维 护

3.2.1 维护分类

3.2.1.1 根据维护程度，加注趸船的维护一般分为四类，分别为一般维护，特别维护，坞内维护，特别坞内维护。

3.2.1.2 一般维护，系一般的保养和检查，依据经主管机关批准的操作维护手册进行。

3.2.1.3 特别维护，系某些操作，如焊接，应得到主管机关特别许可的维护，特别维护的位置限于危险区域之外。

3.2.1.4 坞内维护，系仅限于对加注趸船结构进行维护的坞内维护，储罐应清空并惰化，操作不应影响储罐结构，加注趸船应取得“船舶可燃气体清除证书”。可进行 LNG 管路的维护，但必须由有资质的人员操作。在储罐重新使用之前，应执行本附录 3.3.1 条“首次充装操作”。

3.2.1.5 特别坞内维护，系影响储罐结构的维修，加注趸船应取得“船舶可燃气体清除证书”。

3.2.2 维护记录

3.2.2.1 应对维护过程进行文字记录，并保存以便检查。

3.3 操作要求

3.3.1 首次充装操作

3.3.1.1 首次充装操作系指对“新储罐”或“清空后重新使用的储罐”在充装 LNG 之前的操作。首次充装应使用液氮作为介质，其目的是用于储罐降温，并测试相关报警和安全控制的功能。

3.3.1.2 首次充装操作必须在有资质人员的监督下完成。

3.3.2 罐车卸车操作

3.3.2.1 罐车卸车流程一般按“附件 1 罐车卸车流程图”操作。

3.3.2.2 在罐车卸车之前，应填写“附件 2 罐车卸车基本信息表”和“附件 3 罐车卸车前检查表”，“附件 3 罐车卸车前检查表”中的所有问题得到确认后（在“确认”一列标记“√”）方可执行卸车。

3.3.2.3 “附件 2 罐车卸车基本信息表”和“附件 3 罐车卸车前检查表”应有加注趸船代表和罐车代表签字生效，并保留在加注趸船上至少 3 个月。

3.3.2.4 在罐车卸车过程中，加注趸船和罐车的警示灯应闪烁，以指示卸车操作正在进行。

3.3.2.5 罐车卸车过程中，应持续检查卸车管路和阀的状况。

3.3.3 加注操作

3.3.3.1 加注流程应按“附件 4 加注操作流程”操作。

3.3.3.2 在加注之前，应填写“附件 5 加注基本信息表”。

3.3.3.3 在加注准备阶段，应填写“附件 6 加注准备检查表”。

3.3.3.4 在正式加注之前，应填写“附件 7 正式加注之前检查表”。

3.3.3.5 “附件 6 加注准备检查表”和“附件 7 正式加注之前检查表”中的所有问题都被确认后（在“确认”一列标记“√”），方可执行加注。

3.3.3.6 在加注之后，应填写“附件 8 加注后检查表”。

3.3.3.7 “附件 5 加注基本信息表”和“附件 6 加注准备检查表”应有加注趸船代表和罐车代表签字生效，“附件 8 加注后检查表”应有加注趸船代表签字。以上表格应保留在加注趸船上至少 3 个月。

3.4 培训要求

3.4.1 基本要求

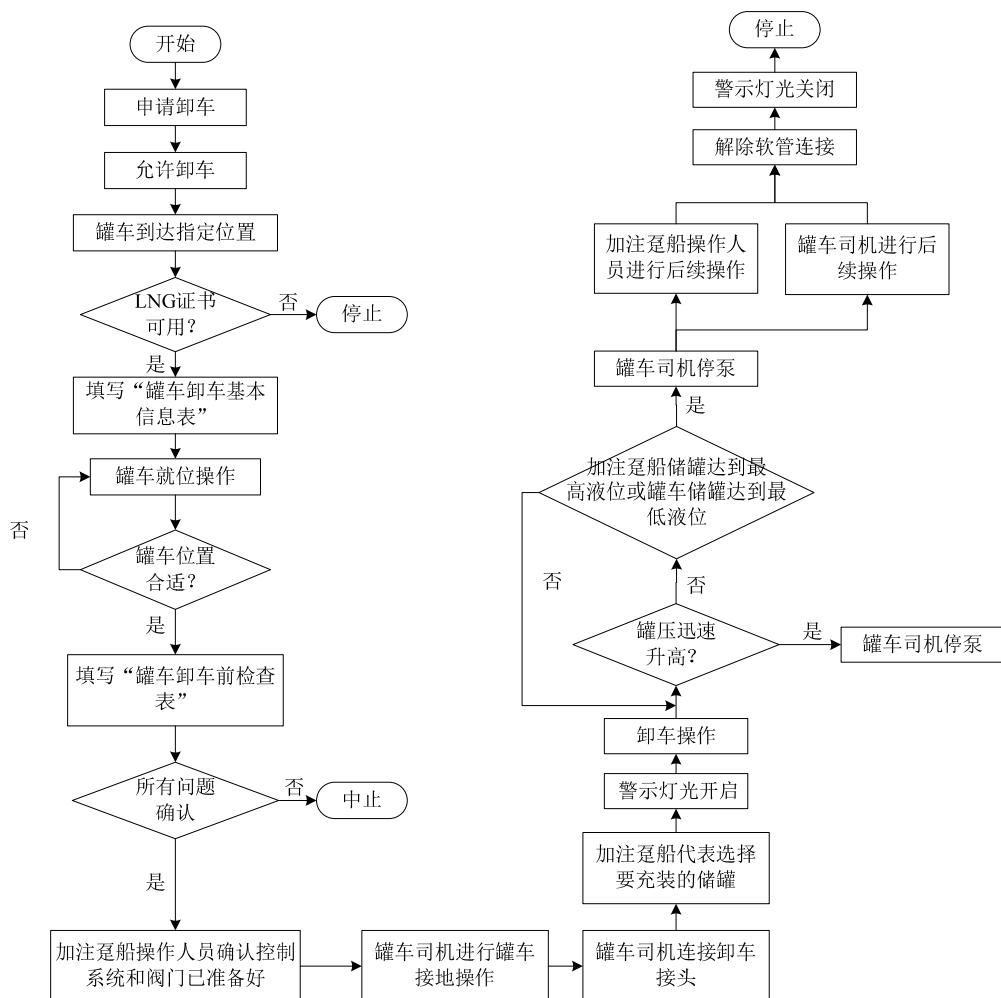
3.4.1.1 为保证加注趸船上人员能安全、有效地履行职责，加注趸船上所有人员应经培训，且取得相应的资质证书。

3.4.2 培训课程

3.4.2.1 应针对船上管理人员、操作人员和营业人员分别建立培训课程。

3.4.2.2 船上管理人员的培训课程内容应至少涵盖“附件 9 培训课程内容”的 A~H 部分；船上操作人员的培训课程内容应至少涵盖附录“培训课程内容”的 A~I 部分；船上营业人员的培训课程内容应至少涵盖附录“培训课程内容”的 A~C 及 H 部分。

附件 1 罐车卸车操作流程



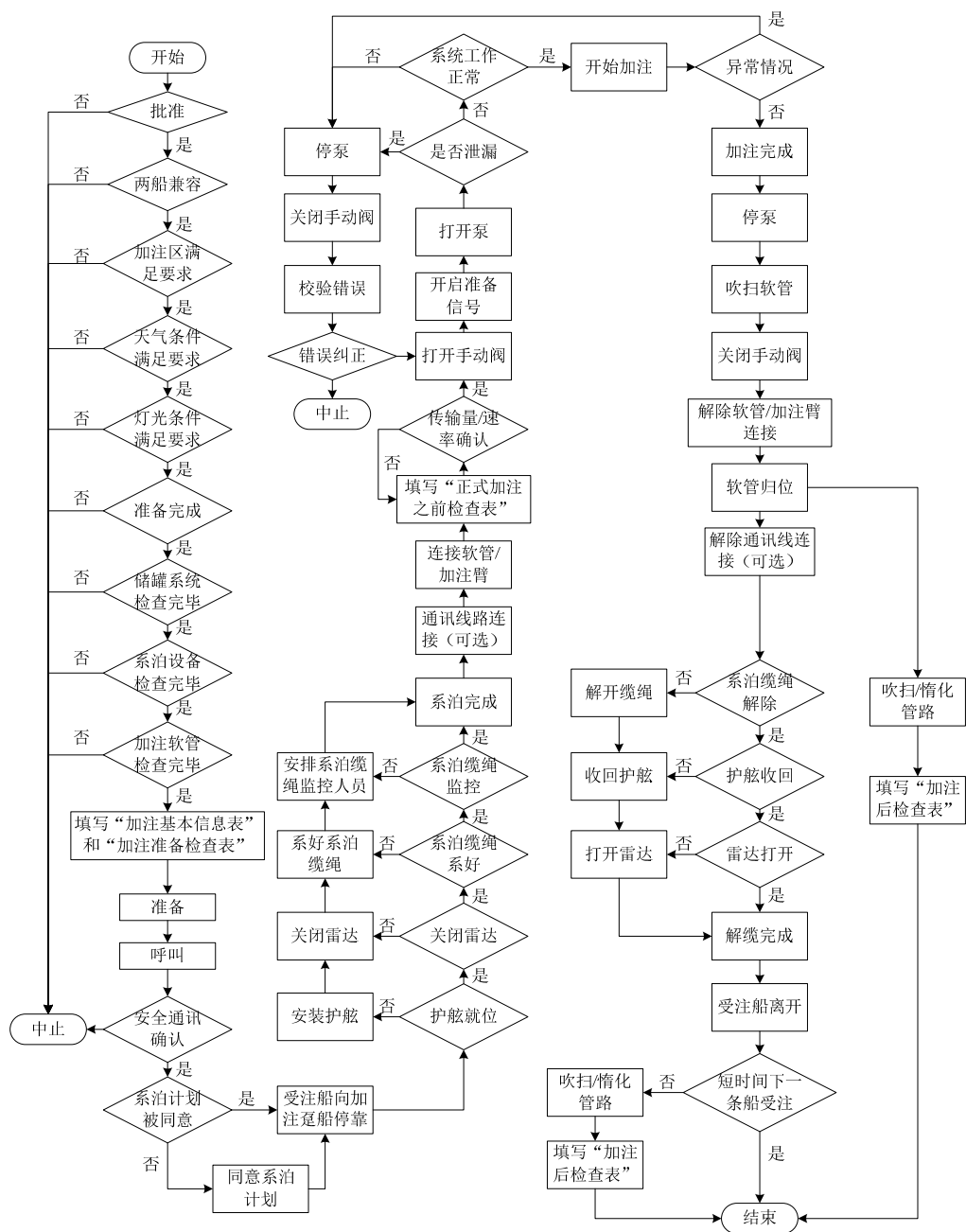
附件 2 罐车卸车基本信息表

LNG 罐车卸车基本信息表	
加注趸船和罐车信息	
加注趸船信息： 名称：；船舶识别号：	
罐车信息： 公司名：；车牌号码：	
卸车时间	
日期：；时间：	
LNG 相关信息	
约定卸车体积（m ³ ）：； 最大泵送速度（m ³ /h）：；	
签字	
加注趸船代表：	罐车代表：

附件 3 罐车卸车前检查表

罐车卸车前检查表		
检查事项	加注趸船 确认	罐车 确认
1. 是否已经通知附近船舶即将进行 LNG 卸车？	<input type="checkbox"/>	—
2. 本地主管机关对该船可进行 LNG 传输的许可证是否可用？	<input type="checkbox"/>	—
3. 加注趸船的系泊是否可靠？	<input type="checkbox"/>	—
4. 加注趸船和罐车的灯光是否足够，并工作正常？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. 用于指示罐车周边安全区域的警示标志是否已就位？	—	<input type="checkbox"/>
6. 所有可能泄漏位置处的集液盘是否已经就位？	<input type="checkbox"/>	—
7. 卸车软管是否已被合适支撑，并且确认没有额外的受力？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. 软管和拉断阀状况是否良好？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. 罐车接地电缆是否正确连接？	—	<input type="checkbox"/>
10. 是否所有的通讯设备已经被检查，并工作正常？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. LNG 设备上的安全和控制装置是否工作正常？	<input type="checkbox"/>	—
12. LNG 卸车量是否已被确认？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. 预定的 LNG 规格是否与即将卸车的 LNG 规格一致？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. 紧急停止程序是否已被确认，并通知罐车司机？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. 是否已通知加注趸船船上人员 LNG 卸车即将开始？	<input type="checkbox"/>	—
16. 罐车储罐和加注趸船储罐的压力、温度是否满足卸车要求？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. 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	<input type="checkbox"/>	—
温度和压力记录		
	加注趸船储罐	罐车储罐
储罐内温度（℃）		
储罐内压力（Bar）		
签 字		
加注趸船代表：		罐车代表：

附件 4 加注操作流程



附件 5 加注基本信息表

加注基本信息表	
船 舶 信 息	
加注趸船信息： 船名：；船舶的识别码：	
受注船舶信息： 船名：；船舶的识别码：	
加注时间	
日期：；时间：	
LNG 相关信息	
加注体积（m ³ ）：； 最大泵送速度（m ³ /h）：；	
签 字	
加注趸船代表：	受注船代表：

附件 6 加注准备检查表

加注准备检查表		
检 查 项 目	加注趸船 确 认	被加注船 确 认
1. 两船的靠泊和加注管路是否兼容?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 灯光条件是否满足?	<input type="checkbox"/>	—
3. 防爆危险区域是否满足要求?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. 配电板和控制板的接地指示灯是否工作正常?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. 无线电通讯是否正常?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. 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是否关闭?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. 加注区/加注站是否正常? —确认区域内没有未经允许的人员; —确认警示标志正常; —确认区域上方无起重机等设施在作业; —确认区域内无其他设备在工作;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. 操作人员防护装备是否佩戴并符合要求?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. ESD 系统是否正常?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. 系泊设备是否正常?	<input type="checkbox"/>	—
11. 加注软管或加注臂是否已经目视检查?	<input type="checkbox"/>	—
签 字		
加注趸船代表:	受注船代表:	

附件 7 正式加注之前检查表

正式加注之前检查表		
检 查 项 目	加注趸船 确 认	被加注船 确 认
1. 天气条件是否允许加注操作？	<input type="checkbox"/>	—
2. 被加注船是否已经安全靠泊？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. 系泊方案是否已被同意？系泊是否按此方案执行？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. 护舷的位置是否正确？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. 无线电发射天线是否接地？雷达是否关闭？VHF 是否在低功率？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. 是否发现有人吸烟和明火？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. 应急信号和应急切断程序是否被同意？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. 是否已检查消防设备，并确认消防设备立即可用？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. 表明正在进行加注操作的信号灯是否正常显示？	<input type="checkbox"/>	—
10. 加注软管或加注臂的类型是否正确，是否使用条件良好？	<input type="checkbox"/>	—
11. 加注软管或加注臂是否被合适地连接和支撑？	<input type="checkbox"/>	—
12. 是否所有的阀都处于正确的位置？	<input type="checkbox"/>	—
13. 加注量是否已商定？受注罐是否已被计量？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. 泵送速率和补足速率是否已有双方协定？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. 在紧急切断操作处，是否有人值守？	<input type="checkbox"/>	—
16. 集液盘就位？	<input type="checkbox"/>	—
温度和压力记录		
	加注趸船储罐	受注船储罐
储罐内温度（℃）		
储罐内压力（Bar）		
加注量和加注速率		
加注量		
开始速率（m ³ /h）		
最大速率（m ³ /h）		
补足速率（m ³ /h）		
总管中最大压力（Bar）		
签 字		
加注趸船代表：		受注船代表：

附件 8 加注后检查表

加注后检查表	
检 查 项 目	加注趸船 确 认
1. 加注软管是否已被吹扫?	<input type="checkbox"/>
2. 远程遥控加注阀门是否已被关闭?	<input type="checkbox"/>
3. 手动加注阀门是否已被关闭?	<input type="checkbox"/>
4. 软管是否解除连接? 软管是否放置于合适位置?	<input type="checkbox"/>
5. 加注记录文件是否已签字?	<input type="checkbox"/>
6. 系泊缆绳是否收回?	<input type="checkbox"/>
7. 护舷是否收回?	<input type="checkbox"/>
8. 雷达是否开启?	<input type="checkbox"/>
9. 传输管路是否已被惰化?	<input type="checkbox"/>
签 字	
加注趸船代表:	

附件 9 培训课程内容

A. 法规/规范要求

- A.1 国内法规
- A.2 适用的国际法规（IMO、IMDG、IGC 等）
- A.3 船级社规范
- A.4 与人员健康和有关法规

B. LNG 简介

- B.1 LNG 的定义
- B.2 LNG 的物理和化学性质

C. 安全性

- C.1 LNG 危险性和风险
- C.2 风险管理
- C.3 人员防护用具

D. LNG 设备技术

- D.1 温度和压力控制
- D.2 阀和自动控制系统
- D.3 警报系统
- D.4 设备材料（储罐、管路、低温阀）
- D.5 通风

E. LNG 设备的保养和检查

- E.1 日常维护
- E.2 周期性维护
- E.3 可能的疏忽

F. LNG 的卸车和加注

- F.1 LNG 卸车和加注流程
- F.2 检查表

G. 维修

- G.1 船舶清除可燃气体证书
- G.2 入坞之前的无可燃气体操作
- G.3 LNG系统的惰化
- G.4 LNG储罐的首次充装

H. 紧急状况

- H.1 应急预案
- H.2 LNG储罐泄漏
- H.3 LNG与皮肤接触
- H.4 天然气泄漏
- H.5 机舱内天然气泄漏

H.6 LNG储罐附近发生火灾

H.7 机舱发生火灾

I. 实践课程

I.1 熟悉船舶管理系统，尤其是与 LNG 设备有关的系统

I.2 掌握 LNG 安全设备的使用

I.3 掌握船上监测、控制和报警系统

I.4 掌握 LNG 设备的维护和控制程序

I.5 熟练掌握加注程序

I.6 掌握紧急情况下的操作