



中国船级社

内河绿色船舶规范

2013

2013年01月01日生效

目 录

第 1 章 通则.....	1
第 2 章 附加标志的授予.....	4
第 3 章 绿色船舶- I	5
第 4 章 绿色船舶- II	16
第 5 章 绿色船舶-III.....	20
附录 1 热油系统与废气式热油加热器.....	24
附录 2 船舶接岸电要求.....	27
附录 3 船用水源热泵技术要求.....	30
附录 4 船舶尾轴承水润滑技术要求.....	34
附录 5 清洁后处理系统.....	36
附录 6 有害物质清单.....	38
附录 7 应用燃料电池的船舶技术要求.....	40

第1章 通则

第1节 一般规定

1.1.1 一般要求

1.1.1.1 《内河绿色船舶规范》（以下简称“本规范”）适用于航行于我国内河水域、400总吨及以上、申请中国船级社（以下简称“本社”）授予“绿色船舶”附加标志和第2章所列其他单项附加标志的入级自航船舶。

1.1.1.2 本规范旨在倡导发展和应用绿色技术，促进造船业、相关制造业和航运业产业结构优化升级，促进航运企业对新建船舶和现有船舶采取具有成本效益的技术和管理措施，提高运输船舶营运的绿色度，在安全的前提下实现船舶的低消耗、低排放、低污染、舒适的目标。

1.1.1.3 绿色船舶除满足本规范的相关技术要求外，尚应满足本社《内河船舶入级规则》及相关规范和现行法规的要求。

1.1.2 定义

1.1.2.1 除另有规定外，本规范适用的定义如下：

（1）绿色船舶：系指采用相对先进技术（绿色技术）在其生命周期内能经济地满足其预定功能和性能，同时实现节约资源和能源、减少或消除环境污染、并对操作和使用人员具有良好保护的船舶。

（2）新技术：系指通过利用理论分析方法或手段等对船舶进行优化，可提高船舶节能减排能力、改善船舶工作环境，比如 CFD 技术、变参数法、节能附体等。

（3）新设备：系指较传统设备相比性能更优化、效率更高、排放更清洁的设备或装置，比如节能型柴油机、新型节能螺旋桨、高效螺旋桨等。

（4）新能源：系指在技术发展基础上，传统化石能源之外的、系统地开发利用的清洁能源，如气体燃料、太阳能、风能、生物质能、燃料电池等。

（5）新材料：系指新近发展或正在研究的、性能超群的一些材料，具有比传统材料更为优异的性能，比如复合材料、环保绝缘材料、节能减阻涂料等。

（6）新工艺：系指新近研究发展的、较传统工艺可促进船舶的节能减排的工艺和方法，比如结构优化等。

（7）拆船：系指在拆船设施内进行的旨在回收船舶构件、材料以供再加工和重新使用，

并对有害物质及其它物质加以管理的船舶整体或部分拆卸活动，包括与此相关的操作，例如船舶构件与物质的现场贮存与处置等，但不涉及在独立的设施内进行的船舶构件与物质的后续加工与处置作业。

(8) 残油（油泥）：系指船舶正常操作过程中产生的残余废油产物，例如由主机或辅机的燃油或润滑油净化产生的残余废油产物，来自滤油设备的分离废油，滴油盘收集的废油，以及废弃液压油和润滑油。

(9) 残油（油泥）舱（柜）：系指储存残油（油泥）的舱柜，通过标准排放接头和其他任何认可的处理措施可从该舱直接处理油泥。

(10) 餐饮污水：系指来自船上所设的厨房、餐厅产生的剩油、剩菜、汤水等。

(11) 工作垃圾：系指船舶在营运过程中产生的并需要随时或定期处理的工作用品的废弃物，但本规范其它内容中所定义或列出的物质（如油类、生活污水、有毒液体物质或有害物质的包装物）除外。

(12) 排气后处理系统（Exhaust After-treatment System）：系指安装在发动机排气系统中，能降低排气中一种或数种排气污染物的系统，包括催化转化器或（和）颗粒过滤器、电子控制单元、传感器、执行器及其管路等。

(13) 选择性还原催化器（Selective Catalytic Reduction）（简称 SCR）：系指安装在船舶柴油机排气系统中，用于将柴油机排气中的氮氧化物（NO_x）催化还原成 N₂ 和 O₂ 的催化转化系统。该系统需要外加还原剂，例如能够产生 NH₃ 的化合物（尿素）。

(14) 柴油颗粒过滤器 Diesel Particulate Filter（简称 DPF）：系指安装在船舶柴油机排气系统中，通过过滤来降低排气中颗粒物（PM）的装置。

(15) 乘客处所：系指供乘客使用的处所，包括乘客起居、乘客公共处所（例如餐厅、医务室、健身房、商店、露天甲板休闲场所等）。

(16) 船员处所：系指供船员使用的处所，包括船员起居处所、公共处所（例如餐厅、会议室、办公室等）、工作场所（例如驾驶室、机舱、机修间等）。

(17) 振动量级：系指根据ISO 6954（2000）定义的在1~80Hz频率范围内的频率加权振动速度有效值。

(18) 噪声量级：系指根据ISO 2923（1996）测得的等效连续A加权声压级。

1.1.3 图纸资料

1.1.3.1 下列操作性程序文件应提交批准，如已经主管机关审批，应提供一份副本备查：

- (1) 舱底水、残油管理计划/程序;
- (2) 生活污水管理计划/程序;
- (3) 垃圾管理计划;
- (4) NO_x 排放控制/测量程序;
- (5) SO_x 排放控制的燃油管理, 包括加油管理计划和程序;
- (6) 制冷系统管理计划。

1.1.3.2 下列图纸资料应一式3份提交批准:

(1) 船舶能效设计指数 (EEDI) 技术案卷和 Attained EEDI 计算过程及计算结果, 或类似文件;

- (2) 船舶能效管理计划 (SEEMP);
- (3) 舱底水储存舱、残油舱及污水舱的容积和管系布置图;
- (4) 货油与非货油的装卸设施包括连接、滴油盘和泄放系统的布置;
- (5) 生活垃圾以及工作垃圾处理系统简图及细节;
- (6) 生活污水系统包括处理设备的简图及细节, 生活污水舱的容积和管系布置图;
- (7) 永久设置的冷藏装置的布置, 包括拟用的制冷剂细节;
- (8) 固定式灭火系统及便携式灭火器使用的灭火剂细节;
- (9) 防污底系统相关文件或证书;
- (10) 船上潜在有害物质清单;
- (11) 振动和噪声测量程序, 包括: 测点布置、装载工况、机器工作状态、气象条件、测量设备等;
- (12) 需要提交的其他相关资料。

1.1.3.3 上述所要求提交的图纸资料或文件, 如已包含在该船舶入级所要求提交的图纸资料中, 则可不必要重复提交。

1.1.3.4 上述所要求的图纸资料中, 凡具有本社相关证书的产品, 其图纸和资料可不必送审。

1.1.4 其他

1.1.4.1 本规范提供了更高标准的绿色船舶节能环保技术要求, 可在船舶上采用新技术、新设备、新能源、新材料和新工艺等以满足相应要求。现行规范法规等技术文件未涵盖的内容请见附录, 同时随着船舶技术的发展, 将逐渐丰富本规范附录部分的内容。

第 2 章 附加标志的授予

第 1 节 一般规定

2.1.1 一般要求

2.1.1.1 “绿色船舶”附加标志

(1) 根据申请, 按船舶对本规范技术条款中不同等级和范围要求的满足程度, 经本社审图与检验, 可授予相应的“绿色船舶”附加标志。

(2) “绿色船舶”附加标志:

- ① 绿色船舶- I , Green Ship- I ;
- ② 绿色船舶- II , Green Ship- II ;
- ③ 绿色船舶-III, Green Ship-III。

其中, I / II / III是船舶绿色度等级, 且绿色度等级依次提高。

2.1.1.2 单项附加标志

(1) 如船舶采用绿色技术, 并符合有关要求, 经申请本社可授予专门的单项附加标志。

(2) 单项附加标志包括但不限于:

- ①能效设计 (I 、 II 、 III) -EEDI (I 、 II 、 III) , 其中 I 表示可接受能效设计等级, II 、 III表示能效设计等级逐渐提高;
- ②船舶舒适性-COMF (NOISE *N*) , COMF (VIB *N*) , *N*为振动舒适度等级或噪声舒适度等级1, 2, 3; 其中3表示舒适度最高等级, 1表示可接受舒适度等级;
- ③液化天然气、压缩天然气、液化石油气为燃料-LNG\CNG\ LPG fuel system;
- ④双燃料系统 Dual Fuel System;
- ⑤电力推进系统-Electrical Propulsion System;
- ⑥燃料电池-FC-power、FC- safety;
- ⑦太阳能辅助动力能源- Auxiliary Powered Solar Energy;
- ⑧废热利用-Waste Heat Utilization;
- ⑨岸电系统-Shore Connection System;
- ⑩热泵系统-Heat Pump System;
- ⑪尾轴承水润滑-TSBWL。

第2节 附加标志的授予

2.2.1 “绿色船舶”附加标志的授予

2.2.1.1 船舶满足本规范第3章的所有适用技术要求，经申请本社可授予“绿色船舶- I ”附加标志，为取得更高一等级的“绿色船舶”附加标志，前一等级的所有适用技术要求都必须满足。

2.2.1.2 经申请，授予“绿色船舶”附加标志的船舶可同时申请一个或多个单项附加标志，但不得申请在其“绿色船舶”附加标志内涵盖的单项附加标志。如已获取“绿色船舶- I ”附加标志的船舶不得申请能效设计“EEDI- I ”单项附加标志，但可申请能效设计“EEDI- II ”及“EEDI-III”等单项附加标志。

2.2.2 单项附加标志的授予

2.2.2.1 能效设计-EEDI（I、II、III）附加标志：应分别满足本规范第3章第2节、第4章第2节、第5章第2节的能效设计指数（EEDI）的限值要求。若船舶经过可能影响能效设计指数的修理、改造过程等，其能效设计附加标志应予以重新确认。

2.2.2.2 船舶舒适性-COMF（NOISE 1、2、3），COMF（VIB 1、2、3）附加标志：

（1）客船乘客处所允许的最大振动量级见表2.2.2.2（1）

乘客处所允许的最大振动量级（mm/s） 表2.2.2.2（1）

位置	振动舒适度等级		
	1	2	3
乘客高级舱室	2.2	2.0	1.8
乘客标准舱室	3.0	2.5	2.0
乘客公共处所	4.0	3.5	3.0

（2）客船乘客处所允许的最大噪声量级见表2.2.2.2（2）

乘客处所允许的最大噪声量级（dB(A)） 表2.2.2.2（2）

位置	噪声舒适度等级		
	1	2	3
乘客高级舱室	55	52	49
乘客标准舱室	60	55	52

乘客公共处所	65	62	59
医务室	65	62	59
露天甲板休闲场所 ^{[1][2][3]}	75	72	69

注：[1] 当在距离通风进出口3m内测量时可接受5 dB(A) 的偏差；

[2] 对运动场所可接受5 dB(A) 的偏差；

[3] 露天甲板休闲场所噪声量级应为船舶所产生的噪声，不考虑风、浪等其他噪声的影响。

(3) 若船舶经过可能影响振动工作环境及噪声工作环境的修理、改造工程等，其振动工作环境及噪声工作环境附加标志应予以重新确认。

(4) 振动和噪声的测量应满足本规范第3章的技术要求。

2.2.2.3 液化天然气、压缩天然气、液化石油气为燃料-LNG\CNG\ LPG fuel system 附加标志的授予：应满足本社《气体燃料动力船舶检验指南》的技术要求。

2.2.2.4 双燃料系统-Dual Fuel System 附加标志的授予：应满足本社《气体燃料动力船舶检验指南》的技术要求。

2.2.2.5 电力推进系统-Electrical Propulsion System 附加标志的授予：应满足本社《钢质内河船舶建造规范》修改通报中的相关技术要求。

2.2.2.6 燃料电池- FC-power、FC-safety 附加标志的授予：应分别满足本规范附录 7 的技术要求。

2.2.2.7 太阳能辅助动力能源- Auxiliary Powered Solar Energy 附加标志的授予：应满足《内河船舶法定检验技术规则》中相应篇章的技术要求。

2.2.2.8 废热利用-Waste Heat Utilization 附加标志的授予：应满足本规范附录 1 的技术要求。

2.2.2.9 岸电系统-Shore Connection System 附加标志的授予：应满足本规范附录 2 的技术要求。

2.2.2.10 热泵系统-Heat Pump System 附加标志的授予：应满足本规范附录 3 的技术要求；

2.2.2.11 尾轴承水润滑-TSBWL 附加标志的授予：应满足本规范附录 4 的技术要求。

第3节 绿色船舶要素指标细节

2.3.1 绿色船舶等级

2.3.1.1 根据船东申请绿色船舶附加标志的等级，按照本规范第3章至第5章的技术条款填写下表，以便确认其是否满足相关技术要求。

2.3.1.2 内河船舶不同等级绿色船舶（Green Ship）附加标志需满足的技术要求如下：_

绿色船舶要素		指标细节		
		I	II	III
能效	能效设计指数（EEDI）	×	×	×
	能效管理计划（SEEMP）	×	×	
环保	防止油类污染	×	×	
	防止生活污水污染	—		×
	餐饮污水	×		
	防止船舶垃圾污染	×		
	防止散装有毒液体物质污染	×		
	防污底系统	×		×
	NO _x 排放控制 ^①	×		×
	SO _x 排放控制	×	×	×
	制冷剂	×	×	×
	灭火剂	×	×	×
	防止噪声污染	×	×	
	防止固态粉尘污染	×		
	有害物质的禁用和限用 ^②	×		
工作环境	振动	×	×	×
	噪声	×	×	×

注：本表中“×”表示适用，“—”表示不适用。

①2013年1月1日前建造的船舶申请绿色船舶-I、II附加标志时，NO_x排放限值可不作必要条件；
2018年1月1日前建造的船舶申请绿色船舶-III附加标志时，NO_x排放限值可不作必要条件；

②2014年1月1日前建造的船舶申请绿色船舶附加标志时，有害物质的禁用和限用可不作必要条件

件。

第 3 章 绿色船舶- I

第 1 节 一般规定

3.1.1 一般要求

3.1.1.1 本章规定了绿色船舶- I 附加标志中的能效要素、环保要素和工作环境要素的相应技术要求。

第 2 节 能效要求

3.2.1 船舶能效设计指数

3.2.1.1 船舶能效设计指数的计算和验证应按本社《内河船舶能效设计指数（EEDI）评估指南》执行。

3.2.1.2 就船舶能效设计而言，定义 Attained EEDI 和 Required EEDI 如下：

（1）Attained EEDI：是指单一船舶实际达到并按照本章 3.2.1.1 的相关规定获取的 EEDI 值；

（2）Required EEDI：是指对特定船舶类型和尺度所允许的最大 Attained EEDI 值，即 RLV。

3.2.1.3 船舶能效设计指数基线值（Reference line value, 简称 RLV）由下述计算公式及表 3.2.1.3 中得相关参数确定：

$$RLV = a \times b^{(-c)}$$

船舶能效设计指数基线

表3.2.1.3

船型及航区		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
干散货船	A 级航区	76.23	船舶 DWT	0.2022
	B、C 级航区	359.4	船舶 DWT	0.4352
集装箱船		2940.0	船舶 100%DWT	0.5914
油船/化学品船		459.8	船舶 DWT	0.4132
客船		512.3	船舶 GT	0.3702
客滚船		479.63	船舶 GT	0.3869
滚装货船 ^a		994.84	船舶 DWT	0.3924

注：a 滚装货船仅指具有多层甲板的设计载运空的小汽车的车辆滚装船。
其他类型船舶的能效设计指数需经本社进行评估验证后确认其是否满足要求。

3.2.1.4 绿色船舶- I 的能效设计指数限值为：

$$\text{Attained EEDI} \leq \text{RLV}$$

3.2.1.5 如船舶航行于多个级别航区，船舶能效设计指数应满足最高级别航区标准。

3.2.1.6 如果上述船舶类型中某一船舶的设计可归属于多于一种船舶的船型，则该船的 Required EEDI 应取最严格的（即最低的）EEDI 值。

3.2.2 船舶能效管理计划

3.2.2.1 船舶应持有一份按照本社《内河船舶能效管理计划（SEEMP）编制指南》相关导则制定的船舶能效管理计划 SEEMP。该计划可以是一个独立的文件，也可作为船舶安全管理体系（SMS）的一个组成部分。

第 3 节 环保要求

3.3.1 防止油类污染

3.3.1.1 船舶的含油舱底水应贮存在船上，排放给接收设备，禁止将其排入水域。

3.3.1.2 船上应设有足够容积的污油水舱（柜），用于贮存含油舱底水。

3.3.1.3 禁止在燃油舱中装载压载水或在压载水舱中装载燃油。

3.3.1.4 燃油日用油柜、滑油循环柜和其他日用油柜应设有高液位报警器或溢流管，只能手工加油的日用油柜除外。

3.3.1.5 应合理布置机舱含油污水排放系统，将含油污水储存在船内，严防泄漏。如果排水管路是永久固定的，舱底排水管应设置密封良好的关闭装置，其数量与位置应在船舶证书中指明。

3.3.1.6 油船的附加要求

（1）油船货物区域主甲板应设有收集货油操作溢油的泄放系统，能将溢油泄放至专门容器。

（2）在油船货油汇集管连接处，应设有封闭式泄放系统的集油盘，并可泄放至专门容器。

（3）如海水箱固定连接于货油管路上，应设置一个海水箱阀和一个舷内隔离阀。这两个阀之间的管段设有适当装置，当油船在装载、运输或卸货时能有效地将货油管路与海水箱隔离。这个适当装置可以是盲板、盲管、真空系统、气压或水压系统。当使用真空系统、气压或水压系统时，应设置1个压力表和1个报警系统以连续监测海水箱阀和舷内隔离阀之间的

管段状况。

3.3.2 餐饮污水控制

3.3.2.1 船舶的餐饮污水应储存在专门的容器内，排放到岸上接收设施，禁止排往水域。
餐饮污水中的固体物可按《内河船舶法定检验技术规则》第7篇第6章的有关规定收集和贮存。

3.3.3 防止船舶垃圾污染

3.3.3.1 船舶应备有一份经主管机关批准的垃圾管理计划，该计划应对垃圾收集、分类、储存等制定书面的操作程序，并应制定负责执行该计划的人员。

3.3.3.2 必须设置一个单独的容器用于收集与贮存船舶工作垃圾，并在容器外标明工作垃圾存放容器，且清晰可见。

3.3.4 防止散装有毒液体物质污染

3.3.4.1 货物甲板

货物甲板区域应有有效的措施或装置防止货物溢出甲板流入水域。有效的措施和装置应满足但不限于下列要求：

(1) 在货物装载的支管或货物传输连接处的下方，应装有收集盘，且收集盘的容积应满足下述要求：

- ① 0.06 m³， 最大装载支管内径不超过50 mm；
- ② 0.12 m³， 最大装载支管内径大于50 mm但不超过100 mm；
- ③ 0.24 m³， 最大装载支管内径大于100 mm但不超过150mm；
- ④ 0.36 m³， 最大装载支管内径大于150 mm但不超过300mm；
- ⑤ 0.48 m³， 最大装载支管内径大于300 mm；

(2) 收集盘收集到的有毒液体物质应储存到专门指定的足够容积的容器内，禁止排往水域。

(3) 甲板应设有连续的围板，并有甲板排泄系统将甲板上的货物污物排往专门指定的容器内，禁止排往水域。

3.3.5 船舶防污底系统

3.3.5.1 船舶防污底系统不应含有作为生物杀灭剂的有机锡化合物、DDT（滴滴涕）以及主管机关禁止使用的其它有害物质。

3.3.5.2 防污底漆应持有证明其不含有作为生物杀灭剂的有机锡化合物、DDT（滴滴涕）以及主管机关禁止使用的其它有害物质作为杀生剂的相关证书或证明文件。

3.3.6 防止空气污染

3.3.6.1 氮氧化物（NO_x）

（1）凡输出功率超过 130 kW 的柴油机（应急发动机以及安装在救生艇上或只在应急情况下使用的任何设备或装置上的柴油机除外），其 NO_x 的排放量（按总的 NO₂ 加权排放量计算）应在下列限制内：

- ① 14.4g/kWh，当 $n < 130\text{r/min}$ 时；
- ② $44.0n^{(-0.23)}\text{g/kWh}$ ，当 $130\text{r/min} \leq n < 2000\text{r/min}$ 时；
- ③ 7.7g/kWh，当 $n \geq 2000\text{r/min}$ 时。

其中 n 为柴油机额定转速（每分钟曲轴转速）。

（2）柴油机应持有证明其满足上述（1）要求的相关证书或证明文件。

（3）若柴油机进行重大改装或大修，应对其 NO_x 排放进行特别检验，确认其满足上述（1）要求。

3.3.6.2 硫氧化物（SO_x）

（1）船上使用的任何燃油的硫含量，应不超过 3.5%（按质量比 m/m ）。也可采用清洁后处理装置将排放废气中 SO_x 排放量控制在 14.0g/kWh 以下。

（2）船上应备有证明燃油硫含量的书面证据供船舶检验人员核查。

（3）对于燃油锅炉和惰性气体发生器，同样应通过使用燃油硫含量不超过上述 3.3.6.2（1）所规定的燃油来满足要求。

3.3.6.3 制冷剂

（1）本条要求适用于所有船舶的货物冷藏装置、中央空调系统、集中式制冷系统。

（2）禁止使用破坏臭氧的制冷剂，如 CFC。允许使用下列制冷剂：

—— HFC

—— 自然制冷剂（NH₃/CO₂）

船上使用的制冷剂的全球变暖潜值（GWP）应小于 3500。

（3）制冷系统应有适当的隔离措施，允许在不泄漏大量制冷剂到大气中的情况下，对制冷系统进行维修保养。如果船上装有回收设备，则允许在拆解制冷系统时，有少量的制冷剂泄漏，但必须回收这些制冷剂。

(4) 为加注制冷剂, 压缩机应能将制冷剂加注到一个系统中的液体接受容器中。此外, 应提供回收装置, 将系统中的制冷剂抽出到适当的液体接收器中。

(5) 同时使用几种不同形式的制冷剂时, 应采取避免这些制冷剂混合的措施。

3.3.6.4 灭火剂

(1) 严禁故意排放任何消耗臭氧的物质。故意排放包括在系统或设备的维护、检修、修理或处置过程中发生的排放, 但不包括与消耗臭氧物质的回收或再循环相关的微量释放。

(2) 固定灭火系统和灭火器中所用的自然灭火剂, 不算作对大气有害的物质。如果固定灭火系统中使用了其它灭火剂, 则应满足:

全球变暖潜值: $GWP < 4000$

臭氧消耗潜值: $ODP = 0$

注: 自然灭火剂: 系指氩、氮、水雾、气溶胶、七氟丙烷、高泡和二氧化碳。注意, 在本章中, 认为二氧化碳是自然灭火剂, 且没有GWP 和ODP;

其他灭火剂: 气溶胶、七氟丙烷、HFC 和硫氟化合物。

3.3.7 防止噪声污染

3.3.7.1 船舶应安装消音器或废气锅炉等等效装置以便降低船舶航行时发出的噪声, 特别是发动机的排气噪声。

3.3.8 防止固态粉尘污染

3.3.8.1 本条适用于散装运输煤炭、矿石(包括金属矿石和非金属矿石)、矿砂和谷物等船舶。

3.3.8.2 船舶应设有舱口遮盖措施。

3.3.9 有害物质的禁用和限用

3.3.9.1 船舶设计、建造、运营、修理都禁止附录 6 中表 2.1.1 中列明的各类有害材料在船上安装和使用, 并应采取有效措施确保船舶符合这些要求。。

3.3.9.2 限用有害物质清单

(1) 船上应备有一份参照《内河船舶有害物质控制指南》制定的有害物质清单, 有害物质清单应针对每艘船的实际状况详细制定, 且应至少:

① 确定附录6中表2.1.2中列明的有害物质在船体结构与船舶设备中含有的种类、及其位置与大概数量;

② 应使用布置图中（例如：总布置图、消防安全图、机舱布置图或液舱布置图）的位置名称（例如：机舱第二层、桥楼甲板、APT、1号货油舱、肋骨号）描述和标识船上有害物质的位置；

③ 为标识有害物质的大约数量，除非认为其他单位（例如：液体或气体材料为 m^3 ，地板或墙壁所用材料为 m^2 ）更为合适，用于有害物质的标准单位应为 kg ，大约数量应上入到至少两位有效数字。

（2）在整个船舶营运阶段，应对限用有害物质清单加以有效的维护和更新，反映安装上船的含有附录6中表2.1.2所列有害物质的新装置和船舶结构与船用设备的变化。

第4节 工作环境要求

3.4.1 一般要求

3.4.1.1 本节规定了评定和船舶振动、噪声有关的工作环境衡准以及进行测量的程序要求。

3.4.1.2 若每一舱室或处所的振动量级或噪声量级均不大于其振动舒适度等级或噪声舒适度等级对应的衡准，则该等级即为该船的振动舒适的等级或噪声工作环境等级。

3.4.1.3 振动测量结果或噪声测量结果与工作环境衡准允许有较小的偏差。振动不超过20%测点的振动量级可比允许的最大振动量级大 $0.5mm/s$ 。噪声不超过20%乘客舱室、30%的公共处所、20%的船员处所的噪声量级可比允许的最大噪声量级大 $3dB(A)$ 。

3.4.2 工作环境要求

3.4.2.1 船舶振动控制要求

（1）船员处所允许的最大振动量级如表3.4.2.1所示。

船员处所允许的最大振动量级（ mm/s ） 表3.4.2.1

位置	振动舒适性
船员舱室	3.2
驾驶室、报务室（如有时）	4.0
船员公共处所、办公室、餐厅	4.0
机舱控制室	6.0
机修间	6.5

3.4.2.2 船舶噪声控制要求

(1) 船员处所允许的最大噪声量级如表3.4.2.2所示。

船员处所允许的最大噪声量级（ $dB(A)$ ）表3.4.2.2

位置	噪声舒适性
船员卧室	65
办公室、会议室、娱乐室、餐厅	70
露天甲板休闲场所 ^[1]	80
机舱控制室	80
驾驶室、报务室（如有时）	69
机修间	85
连续有人值班机器处所	90
非连续有人值班机器处所	110

注：[1]露天甲板休闲场所在此专指货船主甲板区域，当在距离通风进出口3m内测量时可接受5 $dB(A)$ 的偏差。

3.4.3 测量条件

3.4.3.1 振动或噪声的测量可由本社或本社认可的机构完成，测量过程应有CCS验船师在场。

3.4.3.2 测量程序应在测量前提交本社审批。测量程序至少应包括测点布置、装载工况、气象条件、机器工作状态、测量仪器等。本社可要求对测点或测量位置进行额外的测量。

3.4.3.3 当测量条件有部分差异时，应经本社同意，且应在测量报告中予以记录。

3.4.3.4 在船舶舾装完成后，所有系统可操作时方可进行测量。

3.4.3.5 主机一般应在设计正常航行工况的输出功率下工作，且至少应达到最大输出功率（MCR）的85%，在此工况下可能同时使用的所有机械设备等应处于同时开启状态。

3.4.3.6 测量应在风力不超过蒲氏3级风、平静、浪高不超过0.2m、水深不小于5倍于船舶吃水、离岸距离不小于2.5倍船宽等条件下进行。如内河航道水深达不到5倍于船舶吃水，在测量报告中应予以记录。

3.4.3.7 一般可在船舶满载或压载工况下进行测量。压载工况时尾部吃水应确保螺旋桨全部浸没在水中。

3.4.3.8 测量时船舶应尽量保持直线航行，舵角左右变化小于正负2度。

3.4.4 测量设备

3.4.4.1 振动测量与校准设备应满足ISO 6954（2000）、ISO 8041的要求，至少应包括传感器、放大器、FFT分析仪。

3.4.4.2 噪声测量与校准设备应满足ISO 2923（1996）、IEC 61672、IEC 61260、IEC 60942的要求。

3.4.4.3 所有测量设备应在法定计量机构指定的有效期内，实船测试前和测量报告中应提供相关文件副本。

3.4.5 测量要求

3.4.5.1 本规范未涵盖的振动测量条件应按ISO 6954（2000）、ISO 4868进行。

3.4.5.2 振动测量点布置应能反映船上振动的实际状况。一般地，舱室内部测点位置为舱室地板中心部位。对于面积较大的空间（如餐厅等）应选择足够的测点，以保证能准确描述其振动状况。

3.4.5.3 振动测量报告应符合ISO 6954（2000）、GB/T 7453的相关要求，应包括测点位置与方向示意图、振动量级列表、机器工作状态、测量条件、测量设备标定证书副本。

3.4.5.4 本规范未涵盖的噪声测量条件应按ISO 2923（1996）、IMO A.468（X II）决议、GB/T 4595进行，隔声测量应按ISO 140进行。

3.4.5.5 噪声测量时，机械通风和空调设备应处于正常工作状态，其功率应符合设计要求；且门和窗一般应处于关闭状态，但正常状态下为开启者应处于开启状态。

3.4.5.6 噪声测点应能够反映船上噪声的实际状况。对于面积较大的空间（如餐厅、露天甲板休息处所等），应布置足够的测点，测点间距不超过7m，这些测点应包括最大噪声位置，靠近其他类型噪声源的位置（例如空气循环系统的进、出口）。

3.4.5.7 噪声测量报告应符合ISO 2923（1996），应包括测点位置示意图、噪声量级列表（对于超过噪声基准 $3\text{ dB}(A)$ 的测点，还应提交中心频率在31.5Hz到8000Hz内的频段分析结果）、机器工作状态、测量条件、测量与分析设备、测量设备标定副本。

第 4 章 绿色船舶-II

第 1 节 一般规定

4.1.1 一般要求

4.1.1.1 船舶欲取得绿色船舶-II 标志, 除满足绿色船舶-I 的所有技术要求外, 还应满足本章的所有的能效要素、环保要素及工作环境要素的技术要求。

第 2 节 能效要求

4.2.1 一般要求

4.2.1.1 船舶除满足本规范第 3 章第 2 节的技术要求外, 还应满足本节的技术要求。

4.2.2 绿色船舶-II 的能效设计指数要求

4.2.2.1 绿色船舶-II 的能效设计指数限值为:

$$\text{Attained EEDI} \leq 0.85 \text{ RLV}$$

4.2.3 船舶能效管理计划

4.2.3.1 船舶的航运公司或船舶经营者还应建立船舶营运能效管理体系, 并获得本社能效管理体系认证证书。

第 3 节 环保要求

4.3.1 一般要求

4.3.1.1 船舶除满足本规范第 3 章第 3 节的要求外, 还应满足本节的技术要求。

4.3.2 防止油类污染

4.3.2.1 在机舱应设一个或几个残油(油泥)舱(柜)以贮存残油(油泥), 其总容积至少应为发动机废油、液压废油、机器清洗油及其他废油总和的1.5倍。

4.3.2.2 本社也可根据船舶实际操作情况, 对残油(油泥)舱(柜)的尺寸标准做其他规定。如果发动机废油、液压废油、机器清洗油及其他废油及可能的各处使用油类处所的可能产生的漏油总和大于或等于 300L, 则应固定污油柜, 并安装视觉和听觉报警装置, 一旦液位达到污油柜容积的 80%, 就在驾驶室或集控室发出视觉和听觉报警信号。

4.3.2.3 可通过标准排放接头或其他任何认可的处理措施从残油（油泥）舱（柜）直接处理残油（油泥）。残油（油泥）舱（柜）：

（1）应设置能从残油（油泥）舱抽吸的用于指定的泵；和

（2）不应设置至舱底水系统、含油舱底水储存内底的排放接头，但可设置通往含油舱底水储存柜或舱底水阱的泄水管（设有手动操作的自闭阀和布置用于沉积水的后续视觉监控），或替代布置，条件是该布置不直接连接舱底水管系。

（3）进出残油舱的管系，除标准排放接头外，应无直接排向舷外的接头。

（4）残油舱的设计和建造，应能便利其清洗和将残油排入接收设备。

4.3.2.4 对于仅作短途航行的船舶或渡船，可免除本节 4.3.2.1 和 4.3.2.2 的要求。

4.3.2.5 应采取所有必要措施以减少船上油类的泄露。燃油舱柜及其它油品舱柜的各种接头下面应放置滴油盘，以收集任何泄露的油类。滴油盘中的油应送至残油（油泥）舱（柜）。

4.3.2.6 燃油、滑油和其他油类装卸管路的甲板接头处，及可能产生污油的甲板动力机械应设有集油盘，集油盘的容积应如下所述，并将收集到的漏油存放到残油（油泥）舱（柜）：

（1） 0.06 m^3 ，大于等于400总吨且小于1600总吨的船舶；

（2） 0.12 m^3 ，大于等于1600总吨的船舶。

4.3.3 防止空气污染

4.3.3.1 硫氧化物（ SO_x ）

（1）船上使用的任何燃油的硫含量，应不超过1.5%（按质量比m/m）。也可采用清洁后处理装置将排放废气中 SO_x 排放量控制在 6.0g/kWh 以下。

（2）船上应备有证明燃油硫含量的书面证据供船舶检验人员核查。

4.3.3.2 制冷剂

（1）船上使用的制冷剂的全球变暖潜值（GWP）应小于1890，臭氧消耗潜值（ODP）应为0。

（2）制冷剂每年的泄露量应尽可能小，应装设 1个泄漏探测器，以连续监测制冷剂可能泄漏的场所。而且应在有人值班的位置设置报警器，以便制冷剂浓度超过预先设定的值（如氨为25ppm）时发出报警。当发现有泄漏时，应能实施纠正措施。

（3）应对制冷剂的更换、泄漏、回收及处置等予以记录并保存。日志记录簿应至少包括：日期、系统类型、制冷剂类型、系统初次充装量及制冷剂液位、签字及实施检查的类型。

4.3.3.3 灭火剂

(1) 固定灭火系统和灭火器中所用的自然灭火剂，不算作对大气有害的物质。如果固定灭火系统中使用了其它物质灭火剂，则应满足：

全球变暖潜值：GWP<1650；

臭氧消耗潜值：ODP=0。

(2) 应对消耗臭氧物质的更换、泄漏、回收及处置等予以记录并保存，其中包括：

- ① 加到每一系统的消耗臭氧物质；
- ② 消耗臭氧物质的漏泄，包括补救方法；
- ③ 消耗臭氧物质的回收及其储存处；
- ④ 消耗臭氧物质处置。

4.3.4 防止噪声污染

4.3.4.1 船舶穿越人口稠密地区的水域时，船舶发出的噪声的声压级在距船侧横向距离25m 处应不超过 70dB(A)。

第 4 节 工作环境要求

4.4.1 一般要求

4.4.1.1 船舶除满足本规范第 3 章第 4 节的技术要求外，还应满足本节的技术要求。

4.4.2 绿色船舶- II 的工作环境要求

4.4.2.1 船舶振动控制要求

(1) 船员处所允许的最大振动量级如表4.4.2.1所示。

船员处所允许的最大振动量级（mm/s） 表4.4.2.1

位置	振动舒适性
船员舱室	3.0
驾驶室、报务室（如有时）	3.5
船员公共处所、办公室、餐厅	3.5
机舱控制室	5.0
机修间	6.0

4.4.2.2 船舶噪声控制要求

(1) 船员处所允许的最大噪声量级如表4.4.2.2所示。

船员处所允许的最大噪声量级（dB(A)） 表4.4.2.2

位置	噪声舒适性
船员卧室	60
办公室、会议室、娱乐室、餐厅	65
露天甲板休闲场所 ^[1]	75
机舱控制室	75
驾驶室、报务室（如有时）	65
机修间	85
连续有人值班机器处所	90
非连续有人值班机器处所	110

注：[1] 露天甲板休闲场所在此专指货船主甲板区域，当在距离通风进出口3m内测量时可接受 $5\text{ dB}(A)$ 的偏差。

第 5 章 绿色船舶-III

第 1 节 一般规定

5.1.1 一般要求

5.1.1.1 船舶欲取得绿色船舶-III标志，除满足绿色船舶-I 和绿色船舶-II 的所有技术要求外，还应满足本章的所有的能效要素、环保要素及工作环境要素的技术要求。

第 2 节 能效要求

5.2.1 一般要求

5.2.1.1 船舶除满足本规范第 3 章第 2 节和第 4 章第 2 节的技术要求外，还应满足本节的技术要求。

5.2.2 绿色船舶-III的能效设计指数要求

5.2.2.1 绿色船舶-III的能效设计指数限值为：

$$\text{Attained EEDI} \leq 0.70 \text{ RLV}$$

第 3 节 环保要求

5.3.1 一般要求

5.3.1.1 船舶除满足本规范第 3 章第 3 节和第 4 章第 3 节的要求外，还应满足本节的技术要求。

5.3.2 防止生活污水污染

5.3.2.1 为防止船舶生活污水污染水域，船舶应符合下列要求之一：

(1) 装设生活污水贮存舱（柜），该贮存舱（柜）应有足够的容积以贮存船舶产生的生活污水，并应将生活污水排往接收设施：

①应建立有效的生活污水的处理作业程序。生活污水的处理和排放应符合经批准的作业程序；

②在生活污水的作业程序中主要包括对贮存在集污舱内的生活污水的消毒，以及所有生活污水对接收设施的排放，均应对排放日期、地点和排放量进行详细记录；

③生活污水贮存舱（柜）的内表面应光滑（如骨架、装置应在外面），底面倾斜，朝向

排放口。

④生活污水贮存舱（柜）应安装打碎沉积物和清洗的装置。

（2）装设生活污水处理装置，该装置对船舶产生的生活污水进行处理，达到标准后，方可排入水域；排放水质标准如下：

①排放水中大肠菌群几何平均值不超过14个/100ml，此外可允许有不超过10%的试验取样中大肠菌群几何平均值不超过43个/100ml；

②排放水中悬浮固体几何平均值不超过10 mg/l；

③排放水中5日生化需氧量的几何平均值不超过20 mg/l。

5.3.3 船舶防污底系统

5.3.3.1 船舶使用的防污底系统应不含任何作为生物杀灭剂的有机化合物。

5.3.3.2 防污底漆应持有证明其不含有作为生物杀灭剂的相关证书或证明文件。

5.3.4 防止空气污染

5.3.4.1 氮氧化物（NO_x）

（1）凡输出功率超过 130 kW 的柴油机（应急发动机以及安装在救生艇上或只在应急情况下使用的任何设备或装置上的柴油机除外），其 NO_x 的排放量（按总的 NO₂ 加权排放量计算）应在下列限制内：

① 3.4 g/kWh，当 $n < 130\text{r/min}$ 时；

② $9.0n^{(-0.2)}$ g/kWh，当 $130\text{r/min} \leq n < 2000\text{r/min}$ 时；

③ 2.0 g/kWh，当 $n \geq 2000\text{r/min}$ 时。

其中 n 为柴油机额定转速（每分钟曲轴转速）。

（2）柴油机应持有证明其满足上述（1）要求的相关证书或证明文件。

（3）若柴油机进行重大改装或大修，应对其 NO_x 排放进行特别检验，确认其满足上述（1）要求。

（4）船舶可安装废气滤清系统或清洁后处理系统，将NO_x排放降至规定的排放限值内，且该装置应经本社认可。

（5）船上应备有柴油机型式认可证书副本和柴油机参数记录簿副本。

5.3.4.2 硫氧化物（SO_x）

（1）船上使用的任何燃油的硫含量，应不超过0.5%（按质量比m/m）。也可采用清洁后

处理装置将排放废气中SO_x排放量控制在2.0g/kWh以下。

(2) 船上应备有证明燃油硫含量的书面证据供船舶检验人员核查。

5.3.4.3 制冷剂

(1) 所有船舶禁止使用含有消耗臭氧物质的制冷剂，包括氢化氯氟烃（HCFC）在内。

5.3.4.4 灭火剂

(1) 船上使用的任何灭火剂应满足：

全球变暖潜值：GWP=0

臭氧消耗潜值：ODP=0

第4节 工作环境要求

5.4.1 一般要求

5.4.1.1 船舶除满足本规范第3章第4节的技术要求外，还应满足本节的技术要求。

5.4.2 绿色船舶-III的工作环境要求

5.4.2.1 船舶振动控制要求

(1) 船员处所允许的最大振动量级如表5.4.2.1所示。

船员处所允许的最大振动量级（mm/s） 表5.4.2.1

位置	振动舒适性
船员舱室	2.8
驾驶室、报务室（如有时）	3.0
船员公共处所、办公室、餐厅	3.0
机舱控制室	4.0
机修间	5.0

5.4.2.2 船舶噪声控制要求

(1) 船员处所允许的最大噪声量级如表5.4.2.2所示。

船员处所允许的最大噪声量级（dB(A)） 表5.4.2.2

位置	噪声舒适性
船员卧室	55
办公室、会议室、娱乐室、餐厅	62
露天甲板休闲场所 ^[1]	72

机舱控制室	70
驾驶室、报务室（如有时）	60
机修间	85
连续有人值班机器处所	90
非连续有人值班机器处所	110

注：[1] 露天甲板休闲场所在此专指货船主甲板区域，当在距离通风进出口3m内测量时可接受5 dB(A) 的偏差。

附录 1 热油系统与废气式热油加热器

第 1 节 一般规定

1.1 一般要求

1.1.1 本附录适用于船上安装热油系统或废气式热油加热器的机动船舶。

1.1.2 当热油系统用于加热货油时，其用的循环油液应与被加热的液体相容。

1.1.3 当使用热油对闪点低于 60℃ 的液体加热时，应采取完全位于货物区域内的 1 套独立布置的双回路系统。如采用单回路系统，则应符合下列条件：

- (1) 系统的布置应在循环泵不工作时，盘管内能保持高于液货静压 3m 水柱以上的正压；
- (2) 热油系统膨胀柜应设有高低液位报警装置；
- (3) 在热油系统膨胀柜内，应有探测易燃液货气的措施；
- (4) 单独加热盘管上的阀，应有锁紧装置，以便在所有时间内能是盘管保持静压。

第 2 节 技术要求

2.1 材料与焊接

2.1.1 热油系统内的泵、阀和类似设备的壳体，应采用钢或同等塑性材料制造。表面与热油接触的部位不应使用铜或铜合金材料，以免其对加热起氧化作用。

2.1.2 废气式热油加热器的材料与焊接应符合《钢质内河船舶建造规范》中对锅炉的要求。

2.1.3 热油管应为无缝钢管或焊接钢管。

2.2 设计与制造

2.2.1 热油系统一般应至少设有 2 台热油循环泵和滤器。

2.2.2 废气式热油加热器的进口阀和出口阀，应能从热油加热器所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收集柜内。

2.2.3 热油管路一般应采用焊接连接，但为便于进行检查和维修，可以采用有限而必要的法兰接头。必要时，应采取措施，以防法兰连接处泄露。热油加热器管路进出接口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。如采用平面钢法兰，则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。

2.2.4 热油管系应设有补偿器或膨胀接头。

2.2.5 废气式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管内热油的自燃点。

2.2.6 热油器与热油接触表面的设计压力应为最高许用工作压力,但应不小于 0.6MPa。

2.2.7 废气式热油加热器应在废气入口和出口设置与人孔尺寸相同的检查孔。

2.3 废气式热油加热器附件

2.3.1 废气式热油加热器应至少设有一个符合下列要求的安全阀:

(1) 安全阀的排放量至少等于最大加热功率下增加的热油容积,在泄放时,压力不能超过热油加热器设计压力的 110%;

(2) 安全阀的排出管应引至一个有合适容量的热油收集柜。

2.3.2 废气式热油加热器应设有能将热油排放干净的泄放装置。

2.3.3 废气式热油加热器应设有热油取样装置;

2.3.4 废气式热油加热器应在热油排出管路上装设温度测量装置,并在热油系统管路上装设热油流量或压力指示装置。

2.3.5 废气式热油加热器应在废气出口处装设用于探火的温度的传感器和报警装置。

2.3.6 废气式热油加热器加热表面应设有固定式灭火装置和冷却降温系统。如为此装设压力水雾系统,则应符合下列规定:

(1) 水雾系统喷水量应为 $3.5\text{L}/\text{min}/\text{m}^2$, 并应有至少可喷洒 20min 的水源;

(2) 喷嘴的布置应将所要求的水量喷洒到整个加热表面上;

(3) 加热器下面的废气管道应设有适当的积水和泄水装置,以防水流入柴油机内;

(4) 操作水雾系统所需的所有泵启动装置应安装在一个易于接近的位置,该位置应距废气加热器有一定的安全距离,以便在加热器起火时工作人员可操纵该系;

(5) 在该系统的操纵位置应永久性展示简明的操作说明。

2.4 监控和保护

2.4.1 废气式热油加热器应按下表的要求设置监控和保护措施。

废气式热油加热器监测报警项目

表 2.4.1

检测项目	机旁		
	显示	报警	自动停止
燃油膨胀柜油位	×	低	×
热油流量或压力	×	低	×
热油出口温度	×	高	×
废气温度	×	高	

注：表中“×”=功能要求。

附录 2 船舶接岸电要求

第 1 节 一般规定

1.1 一般要求

1.1.1 本附录适用于在港口码头靠泊期间停用船舶发电机而使用岸电的机动船舶。

1.1.2 由码头上或趸船上供电装置提供的岸电，除符合本附录的规定外，还应满足《钢质内河船舶建造规范》第 3 篇的适用要求。

1.1.3 船舶岸电系统一般应由岸电系统岸基部分和岸电系统船载部分组成。

1.1.4 岸电系统岸基部分可分为码头岸基部分和趸船岸基部分两种方式。

第 2 节 岸电系统岸基部分

2.1 设置在码头上的岸基部分

2.1.1 码头的岸电供电系统应与船舶的配电系统协调一致。

2.1.2 码头的岸电供电系统应考虑同时向多条船舶供电时的足够容量。

2.1.3 码头上对船舶提供岸电的供电箱，应实际可能的靠近船舶泊位安装。

2.1.4 岸电供电箱尽可能满足第 3 节岸电箱的要求，且供电箱内的每一供电分路应设置一只电度表，用来计量每艘船舶使用岸电的电能。

2.1.5 若码头提供岸电电缆，则岸电电缆尽可能选用船用软电缆。岸电电缆安放在便于电缆收放和固定的电缆卷车或类似装置上，并对电缆采取适当的保护措施。

2.2 设置在趸船上的岸基部分

2.2.1 趸船的岸电供电系统应与船舶的配电系统协调一致。

2.2.2 趸船的供电系统应考虑同时向多条船提供电时的足够容量。

2.2.3 趸船可接受岸上低压配电系统或交流高压配电系统，其低压配电系统或交流高压配电系统的设置应满足《钢质内河船舶建造规范》第 3 篇第 16 章的规定。

2.2.4 趸船上应设置足够容量的对靠泊船舶提供岸电的供电箱。

2.2.5 若趸船提供岸电电缆，则岸电电缆应选用船用软电缆。岸电电缆安放在便于电缆收放和固定的电缆卷车或类似装置上，并对电缆采取适当的保护措施。

第 3 节 岸电系统船载部分

3.1 一般要求

3.1.1 连接岸电箱与船舶主配电板的电缆应固定敷设。

3.1.2 应在船舶上便于连接岸电软电缆的适当处所设置一符合本节 3.3 要求的岸电箱。

3.1.3 连接趸船/码头岸电供电箱与船上岸电箱的软电缆应有足够电流定额，且具有耐油、滞燃的护套。

3.1.4 岸电电缆的敷设应采取有效的固定措施，确保岸电箱与电缆连接处不承受外力。

3.1.5 当岸电或/和船电系统为中性点接地的三相交流系统时，则应设有将船体与岸地(或围船上接地装置)相连接的设施。当配电系统为以船体作回路的直流系统时，须将岸电的负极接于船体。

3.2 主配电板

3.2.1 主配电板上应设有带过载和短路保护的断路器，用来控制和保护岸电向船上用电设备的供电。

3.2.2 主配电板上应设有岸电电源和岸电供电的指示器。

3.2.3 主配电板上应设有船电与岸电供电的联锁装置。

3.3 岸电箱

3.3.1 用于连接岸电的岸电箱应有足够的容量，容量大小可按船舶电力负荷计算书中的停泊工况负载来确定。

3.3.2 用于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接线柱或电连接器；
- (2) 用于将船体与岸地相连的接地接线柱或电连接器；
- (3) 箱内应设有断路器或开关加熔断器，用以保护连接岸电箱与主配电板上岸电断路器的电缆。
- (4) 指示端电压的指示灯和或电压表；
- (5) 检查岸电与船舶配电系统的相序（三相交流）或极性（直流）是否相符的设施；

(6) 防止接线端承受过大机械外力的设施；

(7) 标明船电配电系统的形式、额定电压和频率（对于交流）的铭牌。

3.3.3 若有需要，可在岸电箱内设置计量岸电电能的电度表。

3.3.4 岸电箱的外壳防护等级应满足其安装处所环境条件要求，安装在室外的岸电箱外壳的防护等级应不低于 IP55。

附录 3 船用水源热泵技术要求

第 1 节 一般规定

1.1 一般要求

1.1.1 本附录适用于船上安装水源热泵机组的机动船舶。

1.1.2 水源热泵作为船用产品，除符合本附录要求、《钢质内河船舶建造规范》外，还应符合船用产品的有关标准的技术要求。

1.2 工作条件

1.2.1 在船舶处于横倾 10° 及纵倾 5° 的条件下应能正常工作。

1.3 定义

1.3.1 除另有规定外，本附录适用的定义如下：

(1) 热泵：系一种将热量由低温热源输送到高温热源，从而实现对指定空间制冷和供热功能的能量综合利用系统。

(2) 水源热泵机组（简称机组）：系指采用从湖泊、河流中抽取的水为冷（热）源，制取冷（热）风或冷（热）水的设备，包括一个使用侧换热设备、压缩机、热源侧换热设备，具有单制冷或制冷和制热功能。

1.4 图纸资料

1.4.1 下列图纸，应一式三份提交本社批准：

- (1) 热泵系统设计参数的计算说明书；
- (2) 空调机舱布置图；
- (3) 空调机舱管系布置原理图；
- (4) 蒸汽、乏汽管系布置图；
- (5) 水系统布置图；
- (6) 风系统布置图。

第2节 机组

2.1 一般要求

2.1.1 机组的黑色金属制件表面应进行防锈蚀处理。

2.1.2 电镀件表面应光滑、色泽均匀，不得有剥落、露底、针孔，不应有明显的花斑和划伤等缺陷。

2.1.3 涂漆件表面应平整、涂布均匀、色泽一致，不应有明显的气泡、流痕、漏涂、底漆外漏及不应有的皱纹和其它损伤。

2.1.4 装饰性塑料件表面应平整、色泽均匀，不得有裂痕、气泡和明显缩孔等缺陷，同时应耐老化。

2.1.5 机组各零部件的安装应牢固可靠，管路与零部件之间不应有相互摩擦和碰撞。

2.1.6 机组隔热层应粘贴牢固，贴合紧密，无起泡松脱现象。

2.1.7 机组的电气控制、电机过载保护、缺相保护（三相电源）、水系统断流保护、防冻保护、制冷系统高低压和压差保护等必要的保护功能或器件应动作正常，各种保护器件应符合设定要求并灵敏可靠。

2.2 安全要求

2.2.1 制冷系统安全

机组的机械制冷系统安全性能应符合 GB9237 的有关规定。

2.2.2 机械安全

（1）机组的设计应保证在正常运输、安装和使用时具有可靠的稳定性。机组应有足够的机械强度，其结构应能承受正常使用中可能发生的非正常操作。

（2）在正常使用状态下，人员有可能触及的运行部分和高温零部件等，应设置适当的防护罩或防护网，以便对人员安全提供充分的防护。防护罩、防护网或类似部件应有足够的机械强度。

2.2.3 电气安全性能

机组防触电保护应符合 GB4706.1-1992 规定的 I 类器具的要求。

2.2.4 温度限制

额定电压下，机组在制冷和制热的名义工况下运行，利用电阻法测定压缩机电机绕组

组温度，利用热电偶测定人可能接触的零部件、外壳等发热部位的温度，压缩机电动机绕组温度不应超过其产品标准要求，人可能接触的零部件、外壳等发热部位的温度应不大于60℃。其他部位温度也不应有异常上升。

2.2.5 电气强度

机组带电部位和易接触及部件之间施加频率50Hz的基本正弦波电压，电压值1800V，持续1min，应无击穿和闪络。

2.2.6 接地电阻

机组应有可靠地接地装置并标识明显，使用测试仪器测量，其接地电阻值不得超过0.1欧。

2.2.7 气密性

使用干燥氮气将机组整个系统加压至 1.5 ± 0.6 MPa（表压），保压24小时，除因温度变化引起的压力变化外，压力值不得有变化。

2.2.8 真空

将整个系统抽真空至-0.1MPa（表压），保压12小时，真空表读数回弹不超过0.002 MPa。

2.3 性能要求

2.3.1 制冷系统各部分不应有制冷剂泄漏。

2.3.2 机组制冷量不应小于名义制冷量的95%。

2.3.3 机组的制冷消耗功率不应大于名义制冷消耗功率的110%。

2.3.4 机组制热量不应小于名义制热量的95%。

2.3.5 机组制热消耗功率不应大于名义制热消耗功率的110%。

2.3.6 水源热泵机组的试验方法及结果应符合《水源热泵机组》GB/T19409-2003的要求。

2.4 标志

2.4.1 每台机组应有耐久性铭牌固定在明显部位，其尺寸、技术要求符合线型铭牌图纸，铭牌上应有下列内容：

- (1) 制造厂名称和商标；
- (2) 产品名称和型号；
- (3) 主要技术性能参数（名义制冷量、名义制热量、制冷剂类型和充注量、额定电压、频率和相数、总输入功率、质量等，对冷热风型机组还应包含机组的静压

和风量);

(4) 产品出厂编号;

(5) 制造日期。

2.4.2 机组应有表明机组运行状态的标志。

2.4.3 每台机组均应随带产品合格证、使用说明书、装箱单。

附录 4 船舶尾轴承水润滑技术要求

第 1 节 一般规定

1.1 一般要求

1.1.1 本附录适用于采用开式水润滑或闭式水润滑尾管系统的机动船舶。

1.1.2 水润滑轴承的设计寿命应不小于 4 年。

第 2 节 技术要求

2.1 轴承长度

2.1.1 对增强树脂制成的轴承，其长度应不小于《钢质内河船舶建造规范》所要求的螺旋桨轴计算直径的 2 倍。

2.1.2 对橡胶或塑料制成的轴承，其长度应不小于《钢质内河船舶建造规范》所要求的该轴承处螺旋桨轴计算直径的 4 倍。

2.2 开式水润滑尾管系统

2.2.1 尾轴前端轴承应设置强制供水系统，供水压力应大于舷外水深的自然压力，以冲走轴承槽道中的泥沙，一般为 0.05~0.1MPa。供水量可按式确定：

$$Q = 0.3d$$

式中：Q——供水量，L/min；

d ——轴颈直径，mm。

2.2.2 为防止泥沙对尾轴的磨损，尾轴轴颈应镶有轴套。轴套材料应与轴承材料相匹配（主要从摩擦系数角度考虑），并具有足够的耐磨性。对橡胶轴承，一般采用铁基合金或镍基合金材料轴套。

2.3 闭式水润滑尾管系统

2.3.1 润滑介质应为清水，为改善介质的润滑性能，也可在清水中加入对环境无害的添加剂，但应提供能够有效证明添加剂对环境无害的相关文件。

2.3.2 尾管的机械密封装置应设计成在船舶满载吃水情况下，尾轴以任意方向从零到最大转速旋转及正倒车旋转时，润滑介质的泄漏量应不超过 2L/h。

2.3.3 尾管机械密封装置的设计还应按有关技术规格书的要求，考虑尾轴可能存在的瞬

时或永久轴向和径向位移。

2.3.4 尾管机械密封装置的设计寿命应不小于 4 年。

附录 5 清洁后处理系统

第 1 节 一般规定

1.1 一般要求

1.1.1 本附录适用于安装了柴油机清洁后处理系统的机动船舶。

1.1.2 清洁后处理系统包括排气后处理系统、选择性还原催化器、柴油颗粒过滤器等具备船舶柴油机排放尾气净化功能的设备，船舶可根据需要安装其中的一个或多个。

1.1.3 船上应备有清洁后处理系统生产商提交并经主管机关认可的验证程序，验证程序应包括清洁后处理系统装置的文件核查和物理检查。

第 2 节 技术要求

2.1 安装要求

2.1.1 设计、制造和安装应能保证结构的完整性、合理防止船舶使用中可能发生的腐蚀、振动现象。

2.1.2 应使用永久性的标记标明生产厂家名称、商标、装置型号以及排气进出流向。

2.1.3 应采用隔热防护措施，确保使用安全。

2.1.4 在其失效时，其布置应不致妨碍柴油机的继续安全运转。

2.2 运行要求

2.2.1 应在制造商说明书指导下运转；

2.2.2 应备有能记录运行情况的仪表，且运行情况及控制程度的记录应予保存；

2.2.3 应具有设备和系统的使用及维护方法，并有效地予以执行；

2.2.4 应保持能说明设备和系统的运行及总的排入大气中的NO_x综合水平的各种记录。

2.3 环保要求

2.3.1 选择性还原催化器（SCR）使用的NH₃等气体不得泄露，其本身及附带产生的排放，须符合标准的规定，所用的容器应符合国家有关法规和标准的要求。

2.3.2 使用外加添加物（如柴油中的助燃物），来降低颗粒排放，其本身及附带产生的

排放，须符合有关标准的规定。

2.3.3 如在清洁后处理系统前安装了柴油颗粒过滤器，则柴油颗粒过滤器应满足相关国家标准。

附录 6 有害物质清单

第 1 节 一般规定

1.1 定义

1.1.1 有害物质：系指任何易于危害人类健康与环境、损害生物资源，损害休憩环境或妨害对水域的其他合法利用的物质或材料。

1.1.2 新装置：系指本规范生效之后安装在船上的系统、设备、隔热及其他材料。

第 2 节 有害物质清单

2.1 有害物质清单

2.1.1 禁用有害物质控制使用的清单见表 2.1.1

禁用有害物质的控制

表2.1.1

有害材料	定义	控制措施
石棉	含有石棉的材料	所有船舶应禁止安装含有石棉的材料
消耗臭氧物质	消耗臭氧物质系指在适用或解释附则时已生效的《1987年消耗臭氧层物质蒙特利尔议定书》第1条第4段所定义，列于该议定书附件A、B、C或E的受控制物质。 在船上可见到的消耗臭氧物质包括（但不限于）： 卤化烃（哈龙）1211——溴氯二氟甲烷 卤化烃（哈龙）1301——溴三氟甲烷 卤化烃（哈龙）2402——1,2-二溴-1,1,2,2-四氟乙烷（也称哈龙114B2） CFC-11——三氯氟甲烷 CFC-12——二氯二氟甲烷 CFC-113——1,1,2-三氯-1,2,2-三氟乙烷 CFC-114——1,2-二氯-1,1,2,2-四氟乙烷 CFC-115——氯五氟乙烷	除2020年1月1日前允许含有氢化氯氟烃（HCFC）的新装置以外，所有船上应禁使用含有消耗臭氧物质的新装置。
多氯联苯(PCB)	“多氯联苯”系指由多达十个氯原子置换联苯分子(二个苯基环被一个单一的碳-碳键连结在一起)上的氢原子而形成的一类芳香化合物。	对于所有船舶，应禁止新装含有多氯联苯的材料。
有机锡化合物	防污底系统中用作杀虫剂的有机锡化合物。	所有船舶不得施涂或重新施涂锡总量高于2,500 mg/kg的有机锡化合物。

2.1.2 船上限用有害物质清单应至少列明的项目见表2.1.2

限用有害物质清单所应列明的最少项目 表2.1.2

编号	名 称	阈值水平
1	镉和镉化合物	100 mg/kg
2	六价铬和六价铬化合物	1, 000 mg/kg
3	铅和铅化合物	1, 000 mg/kg
4	汞和汞化合物	1, 000 mg/kg
5	多溴化联（二）苯（PBB）	1, 000 mg/kg
6	多溴二苯醚（PBDE）	1, 000 mg/kg
7	多氯化联萘（超过 3 个氯原子）	无阈值水平
8	放射性物质	无阈值水平
9	某些短链氯化石蜡（烷类、C10-C13、氯基）	1%

注：若表中所列物质以高于规定的阈值水平的浓度存在，应在清单中列出产品。

附录 7 应用燃料电池的船舶技术要求

第 1 节 一般规定

1.1 适用范围

1.1.1 本附录适用于安装燃料电池的机动船舶。

1.1.2 本附录所指的燃料可以是气体或液体燃料。典型燃料有天然气、甲醇、丙烷、氢气和柴油。本附录要求仅适用使用气体燃料和闪点不超过 60℃ 的液体燃料的船舶。使用闪点超过 60℃ 的液体燃料的船舶应满足本社《钢质内河船舶建造规范》第 2 篇的相关要求。

1.1.3 由于燃料电池技术尚在不断发展中，对于个别特殊的燃料电池系统，本社可根据具体情况提出附加的要求。不满足本附录要求的设计，应经过本社特别评估¹。

1.2 附加标志

1.2.1 燃料电池为重要设备或应急设备供电的船舶，满足本附录要求时，可授予 FC-power 附加标志。

1.2.2 燃料电池不为重要设备或应急设备供电的船舶，满足本附录（第 2 节除外）要求时，可授予 FC-safety 附加标志。

1.3 定义

除另有规定外，本附录定义如下：

1.3.1 起居处所：系指用作公共处所、走廊、盥洗室、居住舱室、办公室、医务室、电影院、游戏娱乐室、理发室、无烹调设备的配膳室以及类似的处所。

1.3.2 控制站：系指船舶无线电设备或主要航行设备或应急电源所在的处所，或者是指火警指示器或防火控制设备集中的处所。

1.3.3 互锁气体阀：系指安装在每台燃料电池燃料供应管路上的 1 套自动阀（3 只），其中 2 只串接在通向燃料电池的燃料管路上，第 3 只安装在 2 只串接阀之间的燃料透气管上，该透气管应通向露天的安全位置。作为选择，2 只串接阀中的 1 只阀和透气阀的功能可以组合成同一个阀体，当发生泄漏时，能自动切断气体燃料供应，并自动进行透气。

1.3.4 ESD：系指应急切断。

1.3.5 围蔽处所：系指由舱壁和甲板所围成的封闭处所，在没有人为通风时，通风能力

¹ 不同型式的燃料电池装置的设计可参照 IEC62282-3-1（燃料电池技术第 3-1 部分，固定式燃料电池电源系统-安全性）进行。

受限，爆炸性气体不可能扩散出去。

1.3.6 应急负载：系指在应急状态下，影响船舶安全的设备。

1.3.7 主重要设备：系指维持船舶推进和操舵必须连续工作的设备。

1.3.8 次重要设备：系指为保持推进和操舵不必连续运转的设备，以及为保持船舶安全必需的设备。

1.3.9 燃料电池（FC）：系指能将燃料中的化学能经过电化学反应直接转化为电能电源装置。

1.3.10 燃料电池处所：系指安装有燃料电池的机械处所。

1.3.11 燃料电池燃料：系指燃料电池所使用的燃料，可以是液体，也可以为气体。如：甲烷、天然气、甲醇、丙烷和氢气和柴油等。

1.3.12 燃料电池系统：系指一个完整的系统，包括燃料管系、燃料电池，以及为其服务的机械、电气和自动化系统。

1.3.13 气体：系指蒸气压力不超过 2.8bar，绝对温度为 37.8℃的流体。

1.3.14 气体危险区域：系指爆炸性气体环境存在或可能预期出现的数量足以需要对电气设备在结构、安装、和使用上采取特别防护的区域。危险区域可分为 0 区、1 区和 2 区。具体定义如下²：

0 区：系指爆炸性气体环境连续出现和长期存在的区域。

1 区：系指爆炸性气体环境在正常操作过程中可能出现的区域。

2 区：系指爆炸性气体环境在正常操作过程中不太可能出现或短时出现的区域。

1.3.15 安全区域：系指特定条件下不是危险区域的处所。

1.3.16 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。燃料电池燃料系统的阀、管段连接点、压缩机和泵的密封处等均可认为是释放源。

1.3.17 高压管：系指最高工作压力高于 10bar 的管系。

1.3.18 LEL：系指爆炸下限。

1.3.19 低闪点液体：系指闪点低于 60℃的液体。

1.3.20 主燃料阀：系指燃料电池燃料气体供应线上的一个自动阀，它位于燃料电池舱外面，尽可能靠近燃料储存处所。

1.3.21 主燃料气罐阀：系指位于燃料气罐出口的一个自动阀，尽可能靠近燃料气罐出口安装。

² 危险区域划分仅针对爆炸危险性而言，本指南中对人体健康、安全 and 环境等尚未考虑。

1.3.22 半围蔽处所：系指由于具有舱壁、甲板等结构，以致其自然通风条件与在开敞甲板有显著的差异，且其布置可限制气体发生扩散的处所；

1.3.23 服务处所：系指用作厨房、设有烹调设备的配膳室、储物间、邮件及贵重物品室、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。

1.4 图纸和资料

除按本社相关规范的要求提交图纸资料外，还应将下列图纸资料一式三份提交本社批准：

1.4.1 下列处所的布置图

- (1) 机器处所、锅炉间、起居处所、服务处所和控制站；
- (2) 燃料储存舱和包含燃料系统的处所；
- (3) 燃料泵和压缩机室；
- (4) 带有通岸接头的燃料管路；
- (5) 燃料舱舱口、透气管和通向燃料舱的其它开口；
- (6) 燃料泵舱、压缩机舱和其他气体危险处所的通风管、门和开口；
- (7) 通向起居处所、服务处所和控制站的开口，出入口、空气进口；
- (8) 气体危险处所和区域。

1.4.2 燃料电池为重要设备或应急设备供电的船舶，其推进和动力装置以及相关的操作模式的总体说明书应在资料认可前提交船级社备查。

1.4.3 与燃料电池装置相关的故障和影响分析（FMEA）应提交本社认可。该分析报告应包括如爆炸危险、燃料电池本身及其支持系统的火灾影响等。如果燃料电池连接到船舶供电网络，还应包括对整个船舶供电系统潜在影响的分析。

1.4.4 燃料电池的图纸资料

- (1) 燃料电池原理；
- (2) 功能描述；
- (3) 燃料电池的布置图，包括尺寸、材料、操作温度、压力和重量；
- (4) 压力容器的强度计算书或试验报告；
- (5) 本社相关规范中所列环境条件的符合性证明文件，包括计算书或试验报告；
- (6) 燃料电池不同部件的电压、电流等级；

- (7) 燃料类型；
- (8) 维护保养计划（燃料电池堆的更换等）；
- (9) 接地原则；
- (10) 安全保护装置及其设定值；
- (11) 生命周期及适用性，如燃料电池的衰退曲线和类似的文件；
- (12) 燃料电池的故障模式和影响分析（FMEA）及其同验证这些结论的试验程序；
- (13) 考虑不同的电源等级和不同的操作模式，经过分析或测试得出的燃料电池的衰退比率文件；
- (14) 试验程序³。

1.4.5 下列管系图及相关技术文件

- (1) 燃料管系图和说明书，包括安全释放阀的透气管及类似管路；
- (2) 支管、回管、弯头、伸缩接头和波纹管等类似装置的技术文件；
- (3) 燃料管路系的法兰、阀和其它附件的图纸和说明；
- (4) 管系中膨胀元件的型式试验报告。
- (5) 燃料管路材料、焊接、焊后热处理和无损检测试验技术文件；
- (6) 燃料管路压力试验（强度和密性试验）技术文件；
- (7) 包括阀门、附件以及燃料（液体或蒸汽）处理的附属设备在内的所有管系的功能试验程序；
- (8) 绝缘处理的技术文件；
- (9) 管路电气连接技术文件；
- (10) 与燃料电池相连的冷/热水系统（如设有）；
- (11) 与气体燃料系统有关的冷/热水系统（如有）；
- (12) 热流程图（如有）。

1.4.6 安全释放阀的如下图纸和技术文件

- (1) 安全释放阀和压力/真空释放阀以及相连透气管路的图纸和说明书。

1.4.7 下列设备和系统的图纸和技术文件

- (1) 设有燃料电池系统的处所内机械通风系统布置图和说明，包括风扇和其电动机的容量和布置；通风机/风扇的转动部分和外壳的图纸和材料的技术文件；
- (2) 燃料电池和管系除气和惰化的管系布置和说明；

³ 可参照 IEC62282-3-1 (固定式燃料电池电源系统-安全性) 进行，但应考虑船用环境条件的影响。

(3) 固定式气体探测和报警系统：探头、报警装置和手动按钮布置图和说明书以及电缆敷设图；

(4) 燃料电池模块安装处所的舱底和疏排水系统布置图；

(5) 空气入口布置图，包括滤器；

(6) 排气布置；

(7) 燃料电池模块表面温度的技术文件。

1.4.8 消防设备和系统图

(1) 灭火系统的布置图和说明；

(2) 火灾探测系统的布置；

(3) 燃料电池系统内部的设备之间和燃料电池与船舶其他系统之间的防火分隔的布置。

1.4.9 电气设备的图纸和技术文件

(1) 危险区域划分图；

(2) 气体危险区内电气设备布置图；

(3) 本质安全电路单线图和隔离栅的数据资料；

(4) 防爆电气设备清单（包括制造厂商、防爆类别、温度组别、保护等级（IP）、安装位置）；

(5) 危险区域内电气设备维修手册；

(6) 电力系统单线图（包括主电源、辅助电源和控制电源）；

(7) 半导体变换器的说明书（包括主要技术参数、功能说明和方块图、单线图、开关装置额定值、外形尺寸、型式试验文件等）；

(8) 为燃料电池堆供电的电源装置的技术资料和设计图纸；

(9) 短路电流计算书；

(10) 燃料电池需为重要设备或应急设备供电的船舶，应提交整个电源系统符合规范要求的证明文件，该文件可以以系统描述，系统分析、试验程序/试验报告等型式，但应包括以下部分：

① 瞬态和稳态的电压和频率变化；

② 燃料电池所产生的直流成分的描述；

③ 失电恢复或瘫船起动能力；

④ 有功和无功负载能力；

⑤ 电力负荷计算书；

⑥ 故障模式下的运行方式。

1.4.10 控制和监控系统

- (1) 系统原理；
- (2) 功能描述（包括流程图，如适用时）；
- (3) 系统方块图；
- (4) 电源布置；
- (5) 控制和监测点清单；
- (6) 电路图；
- (7) 工厂试验程序；
- (8) 软件资料；
- (9) 环境条件的资料；
- (10) 管系和仪表图；
- (11) 与管系和仪表相关的报警点清单。

1.4.11 燃料电池需为重要设备或应急设备供电的船舶，应通过分析和相应的试验提交可靠性和适用性证明。

1.4.12 燃料电池为重要设备或应急设备供电的船舶，控制、监测和安全系统应提交故障模式和影响分析报告及其结果验证程序。

1.4.13 操作和维护手册（要求详见 1.6 条）。

1.5 产品检验

1.5.1 燃料电池

(1) 燃料电池应经过认可和试验。试验应按认可的试验程序进行。燃料电池应提供本社的产品证书。

(2) 燃料电池的检验应包括如下内容：

- ① 4.4 所列技术文件的审查；
- ② 制造检验、压力试验。必要的零部件的功能试验；
- ③ 控制、调节和保护装置的工厂试验；
- ④ 报警和保护系统的功能试验和完整性检查；
- ⑤ 整个系统的试验，包括压力试验、密性试验、完整性检查和功能试验。

(3) 燃料电池系统功能试验应尽实际可能的进行下列试验：

① 燃料电池自动启动；

② 燃料电池关闭；

③ 负载变化；

④ 卸载；

⑤ 系统故障关闭不应危及人员和设备安全。

(4) 燃料电池上船安装后，应进行如下试验：

① 部件的功能试验，包括安全阀、自动阀、液位指示、温度测量装置、压力表、气体测量和报警装置应进行功能试验。

② 保护装置和保护系统的试验，试验时应确认，在下列情况下燃料电池能自动进入安全模式：

——火灾探测报警

——气体探测报警

——电源故障

——可编程控制器故障（PLCS）

——保护装置触发

——保护装置故障

——保护系统故障

③ 燃料电池系统与船舶的其他系统的相互影响应试验：

——燃料电池系统独立供电；

——燃料电池与常规的船用发电机共同供电；

——燃料电池与其他电池共同供电；

——应急电源的转换；

——燃料电池的联机与脱排转换。

④ 如果燃料电池承担船舶的主推进系统的供电，则应证明在任何操作工况下，船舶有足够的推进功率。

1.5.2 气罐

(1) 在正常操作状态下包含有气态和液态气体的压力容器，应根据《钢质内河船舶建造规范》第2篇第5章的相关要求进行检验。

(2) 液化气罐的制造和试验应按照《内河散装运输液化气体船构造与设备规范》中独立式液化舱的相关要求进行。

1.5.3 燃料管系及附件

(1) 燃料管系的试验应参照《内河散装运输液化气体船构造与设备规范》中对货物管系的要求进行。但焊接式高压气体燃料管的焊接处和氢燃料管的焊接处应进行100%的x光射线检查。

(2) 如燃料电池燃料管的导管包含高压管, 导管应进行压力试验, 试验压力不小于10bar。

(3) 阀应提供本社的产品证书。工作温度低于-55℃的阀, 每种型式均应按规范《内河散装运输液化气体船构造与设备规范》中对货物管系附件的要求作型式试验。安装于安全处所, 用于全焊接型氢燃料管系的阀, 应用氢气作密性试验, 证明不会泄漏氢气。

(4) 用于燃料系统的波纹管膨胀接头应根据《内河散装运输液化气体船构造与设备规范》第5节3.5.7的要求作型式试验。

1.5.4 泵和压缩机

(1) 燃料电池需为重要设备或应急设备供电的船舶, 燃料泵和压缩机应提供本社的产品证书。

(2) 燃料泵和压缩机应满足本社《内河散装运输液化气体船构造与设备规范》的相关要求。

1.5.5 控制、监测和安全系统

控制、监测和安全系统应满足本章第7节的要求。

第2节 为重要设备或应急设备供电的燃料电池系统的设计原则

2.1 设计原则

2.1.1 一般要求

(1) 设计应能保证, 燃料电池系统的任何单个运动部件⁴的故障不应导致推进和重要设备动力的缺失。

(2) 燃料电池舱的布置应保证, 燃料泄漏关断气体供应时, 不应导致推进和重要设备动力的缺失。

(3) 如果失电后恢复供电或瘫船起动所需动力由燃料电池提供, 则满足相关要求的证明文件应经本社认可。

⁴ 运动部件系指动力变换部件, 如泵、风扇、电动机、发电机、内燃机。但热交换器、锅炉、变压器、开关、电缆等不属于运动部件。燃料电池应认定为运动部件。

第3节 材料

3.1 一般要求

3.1.1 一般规定

材料应满足本社《材料与焊接规范》的要求。

3.2 不同燃料的特殊要求

3.2.1 碳氢化合物气体燃料系统的材料要求

(1) 碳氢化合物气体燃料系统的气罐、管系、压力容器以及其他可能包含燃料的元器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》的相关要求。

用作气体燃料管系的材料应按本社《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》规范的要求提交证明文件。

3.2.2 氢燃料系统的材料要求

(1) 氢燃料系统应采用奥氏体不锈钢材料（如 304、316、304L、306L）。其他适用于氢燃料系统的材料应经本社特别认可。

(2) 用作氢燃料管系的材料应按本社《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》规范的要求提交证明文件。

第4节 布置和系统设计

4.1 处所布置和分隔要求

4.1.1 燃料电池安装处所

(1) 燃料电池应位于独立处所内，不应安装在传统的机舱内。除非燃料电池系统的燃料输送元件采用适当的防护外壳。

(2) 燃料电池安装处所的几何形状应尽可能的简单。可能出现氢气的处所上部应无明显的结构，天花板应尽量平滑，出风口应在最上部；梁和桁材等支撑结构应在处所的外部。

4.1.2 燃料存储处所

(1) 燃料存储处所的边界应是气密型的。

(2) 燃料存储处所不得邻近机舱。除非采取 A-60 级的分隔。

4.1.3 燃料压缩机舱

- (1) 气体压缩机舱应布置在露天甲板之上，否则应经本社特别批准。
- (2) 压缩机采用隔舱传动方式驱动时，贯穿处应气密。

4.2 出入口和开口的布置

4.2.1 一般规定

(1) 若压缩机室被布置在露天甲板以下，从甲板上应有独立通道通向该处所，且该独立通道不得与任何其它处所共有。

(2) 燃料存储处所的通道应设有高度不少于 300mm 的门槛。

(3) 燃料存储处所的通道应为独立通道，不应与任何其它处所共有。如燃料存储处所仅部分覆盖燃料气罐时，该要求适用于与所有与燃料存储处所相邻舱室以及燃料存储处所开口所在的处所。通道围阱应设置独立的通风。

如果燃料存储处所的通道是从其他处所进入，应采取措施防止气体泄漏进安全处所。

燃料电池正常工作期间，燃料存储处所的通道不应打开。

(4) 安全处所和危险处所之间的通道应设置气闸。

4.3 管系设计

4.3.1 一般要求

(1) 燃料管系应满足《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》中管系设计和电气连续性等要求。

(2) 布置在气体安全处所的燃料管系不应有膨胀元件和强度、疲劳、泄漏等特性低于全焊接管的部件。

(3) 燃料管应离开舷侧不少于760mm的距离安装。

(4) 燃料充装管和供应管线应采用氮气净化。

(5) 燃料管系安装应有足够的挠性，避免在围闭处所内形成气阱。

(6) 燃料管系应采用明显颜色加以标记。

(7) 如果燃料气体中含有可能凝结为液体的较重的成分，则应设置承液盘和等效的设施承接冷凝物。

4.4 系统结构

4.4.1 一般要求

(1) 燃料电池舱内是否有释放源，将决定该处所是否为危险处所。以下两种情况可确认

燃料电池舱为安全区。

① 所有燃料管均被气密的导管或管路围闭，氢燃料管除外（氢燃料管系应满足4.5.1的要求）。

② 所有未采用双层管的燃料管均采用全焊接管⁵，并且燃料管所经过的舱室通风能力足以在包括管路破裂等可以预见的气体泄漏的情况下，避免气体聚集到可燃浓度。燃料管系上的阀应采用相应的燃料作密性试验⁶。燃料电池处所应设置气体探测装置，一旦检测到可燃气体，立即关闭系统。

4.5 燃料分配系统

4.5.1 一般要求

(1) 燃料管系应独立于任何其他管系。应防止任何其他介质串入燃料系统。

燃料电池处所内设备的表面温度不应高于所用燃料的点燃温度。

(2) 氢燃料系统一般不采用双壁管。氢燃料管应尽可能使用全焊接管，并应安装在通风良好的处所内。

4.5.2 气体安全型燃料电池处所内燃料供应系统

(1) 如果采用双层燃料管，来保证安装处所为安全处所，则双壁管或套管应满足下列要求之一：

① 双层管之间或套管与燃料管之间应充以惰性气体，其压力高于燃料管内的燃料压力。应设置报警系统，当惰性气体压力降低时发出报警信号。或

② 双层管之间或套管与燃料管之间设置机械式负压通风，通风能力至少为每小时30次换气量。风机电动机应布置在通风导管外面。通风口应设有防火网，并设于不会点燃易燃气体/空气混合物的位置。

(2) 处所内的燃料管应由导管完全覆盖。此布置应方便阀和其他部件置换和/或检查。

(3) 对于高压管路，导管的设计压力应为下列压力中的大者：

① 最大累积压力：气体燃料管路破裂时，气体在导管内流动产生的静压；

② 管路破裂时局部瞬时峰值压力 P^* ，该压力取临界压力，并由下式求得：

⁵ 强度、疲劳和密性等特性低于全焊接管的管系部件不应在本条所述的气体安全处所内的燃料电池系统上使用。

⁶ 普通燃料管系所用的阀一般可采用水作密性试验介质，但氢燃料管系的阀如安装在本条所述的气体安全处所内时，应采用氢气作密性试验介质。

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

p_0 = 内管最大工作压力

$k = C_p/C_v$ 定压比热和定容比热的比值

$k = 1.31$ 对 CH_4

(4) 当直管承受上述压力时, 其切向膜应力不应超过抗拉强度除以1.5($R_m/1.5$)。

所有其它管件的压力定额应与直管具有相同的强度等级。

上式计算的峰值压力可以用代表性试验得到的峰值压力代替, 但应提交试验报告。

(5) 对于低压管路, 导管的设计压力应不小于燃料管路的最大工作压力, 导管同样应经过气密试验。

4.5.3 燃料电池处所外的燃料分配系统

(1) 燃料管路不应穿过起居处所、服务处所或控制站。氢燃料管不应通过燃料电池舱以外的围闭处所, 但当处所定义为安全处所, 即同时满足下列条件时除外:

- ① 具有简单的几何形状;
- ② 其机械通风能力满足氢燃料管破断的通风要求;
- ③ 安装的电气设备全部为火花防护型, 并且经证明适用于氢气环境条件。

(2) 除氢以外的其他气体燃料管必需穿过围蔽处所时, 它们应环围在导管内。该导管应采用机械式负压通风, 通风量每小时30次, 并按第7章的要求进行气体探测。

(3) 导管应按照4.5.2 (3)、(4)的要求设计和安装。

(4) 露天位置的气体燃料管路的布置应避免机械损伤。

(5) 高压气体管路应予以保护, 使其破裂时造成人员伤害的风险减至最小。

4.6 燃料的储存

4.6.1 气体燃料的储存

(1) 压缩和液化气体均可贮存在甲板面以上。压缩气体一般不应储存在甲板以下。甲板下安装的储气罐的最大设计压力不超过10bar。

(2) 氢燃料一般不应储存在围闭处所内。除非罐舱设置了4.9.5所要求的通风系统, 且电气设备适用于氢环境, 处所和通风口的布置满足4.1.1的要求。

(3) 储气罐应布置在距离船壳板不小于760mm 的地方。

(4) 储气罐和设备的布置应确保足够的自然通风, 以防止逸出的气体积聚。

(5) 安全阀的排气口通常应高于露天甲板上3m处, 且与含有着火源的围蔽处所的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不应小于5m。

(6) 最高液位面以下设有连接件的液化气体气罐, 应在气罐下安装承液盘, 其材料应为不锈钢, 尺寸应能满足可能出现的泄漏量, 其所在位置应进行有效的隔离或绝缘, 以保证液化气体泄露时, 船体或甲板结构不会遭受无法承受的冷却。

(7) 如液化气体气罐安装围蔽处所内时, 则液化气体储气罐、相关阀和管路应位于设计作为发生液体或压缩气体泄漏时充当次屏壁的处所内。该处所的材料应满足《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》对次屏蔽处所材料的要求。同时, 处所应设计成能承受泄漏可能产生的最大积累压力, 或作为替代措施, 可在处所内设置通向安全处所压力释放管装置(透气桅)。该处所应能容纳泄漏的气体, 并应进行有效的隔离或绝缘, 以保证液化气体泄露时, 船体或甲板结构不会遭受无法承受的冷却。

4.6.2 低闪点液体燃料的储存

低闪点液体燃料的储存应满足相关内河规范的相关要求。

4.7 燃料罐的设计

4.7.1 液化气体燃料罐

(1) 液化气体燃料罐应按《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第4节C型独立液货舱的要求或采用本社接受的国家标准进行设计。

(2) 储气罐的管路接头通常应安装在罐中最高液位以上。如连接位于最高液位的下面, 应经特别认可, 但对于安装在围闭处所的液氢罐, 不应采用这种连接方式。

(3) 储气罐应按照《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第8节的要求安装安全阀。

(4) 45℃时饱和蒸汽压力大于设计压力的液化气体燃料罐, 应设置有效的隔热。

(5) 液化气体燃料罐的充装不应超过在基准温度⁷下充装极限的98%。应根据《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第15章的公式, 计算实际充装温度下的充装极限曲线, 并保存在船上。当气罐的绝缘和布置使外部火灾引起罐体内部温度升高的可能性非常小时, 允许实际充装温度时的充装量高于计算值, 但不得高于充装极限的95%。

4.7.2 压缩气体燃料罐

(1) 压缩气体的燃料罐设计应满足《钢质内河船舶建造规范》第2篇第5章的规定, 并

⁷ 基准温度定义见《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第15章。

应经本社检验合格。

(2) 压缩天然气气罐应设置安全阀，其设定点应低于气罐的设计压力，排气口布置满足4.6.1 (5) 的要求。

4.8 充装系统

4.8.1 燃料充装站

(1) 燃料充装站的布置应使其具有足够的自然通风。燃料充装站与起居处所、货物处所、控制站等处所应予以分隔或结构防护。

(2) 可能存在燃料泄露的充装接头的下方应设置承液盘。承液盘应由不锈钢制成，并应通过管路排出舷外；可在燃料充装作业时临时性地安装此管路。燃料泄露时，周围的船体或甲板结构不应遭受无法接受的冷却降温。

(3) 燃料充装作业应能从安全位置进行控制。在控制位置，气罐的压力和液位应进行监控，溢流报警和自动关闭也应予以指示。

4.8.2 燃料充装系统

(1) 充装系统应布置成在充装过程中不会有气体泄露到空气中。

(2) 串联的手动截止阀和遥控关闭阀，或手动和遥控组合阀应安装在每根燃料充装管靠近岸侧接点处。在燃料充装作业的控制位置或其他安全位置应能操作遥控阀。

(3) 若充装管路环回的导管内的通风停止，燃料充装控制处所应触发听觉报警。

(4) 如充装管路环回的导管内探测到可燃气体，燃料充装控制处所应触发听觉报警。

(5) 充装完成时应采取措施防止液体从充装管路滴出。

(6) 充装管路应布置成便于惰化和除气。船舶运营期间，充装管路内不应含有燃料气体。

4.9 通风系统

4.9.1 一般要求

(1) 燃料电池安装处所的通风系统，不应用于船上其它系统的通风，并与安全处所的通风系统独立。风机电动机除为认可型，适用于所服务的危险处所的环境的外，一般不应布置在通风管内。氢燃料装置安装处所内的风机电动机不应安装于管内。

(2) 用于包含有碳氢化合物释放源处所的风机，其设计应满足规范《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第12章的相关要求。用于包含有氢气释放源处所服务的风机应为经认可适用于碳氢化合物环境的火花防护型。

(3) 通风系统的设计应保证处所内有良好的空气流通，特别应防止处所内气阱的形成。

(4) 包含有氢气释放源处所的通风系统的设计还应根据4.9.5要求进行。

(5) 包含有比空气重的燃料（如丙烷、丁烷等）释放源的处所的通风系统的通风口一般应在处所的最下部。

(6) 当通风系统失效时，控制站必须有相应的报警和显示。

(7) 围闭的危险区域内的进气口，应布置在安全区域内，并与其他安全处所内的进风口分开。围闭的安全所内的进风口也应布置安全区域内，并距离任何危险区域的边界至少1.5m。如进气管需贯穿多个危险处所时，除其密性可确保气体不会渗入其内者外，其工作压力应高于所贯穿处所的压力。

(8) 安全处所的排气口应布置在危险区域外。

(9) 围闭的危险区域内的出气口，应布置在开敞区域内。

(10) 通风装置的通风能力应根据其所服务处所的容积确定。具有较为复杂形状的处所的通风量应适当增加。

4.9.2 安全处所

(1) 有开口通向危险区域的处所，应设置气闸，并应保持高于危险区域的正压通风。

正压通风应根据下列要求布置：

① 在起动之初和通风失效后，处所内非认可安全型电气设备通电前应先进行下列处理：

——净化（至少5次换气）或确认处所安全。和

——对处所加压。

② 正压通风系统应加以监测。

③ 如正压通风系统故障：

——应在通常有人值班的处所内发出视觉和听觉的报警；

——如正压不能立即恢复，则应根据IEC60092-502 表5的要求自动或按流程切断电气设备。

4.9.3 气罐舱

(1) 布置在甲板下面用来存放储气罐的气罐处所，应安装有效的抽吸式机械通风系统，其每小时换气至少30次。氢燃料罐舱的通风应满足4.9.5的要求。

(2) 气罐处所的风道内应安装自动的故障-安全型火焰熄灭器。

(3) 风机的数量和功率应确保，无论风机由主板或应急板单独供电，还是由主板或应急板供电的分电箱供电，当任意一台风机故障时，不会损失50%以上的通风能力。氢燃料罐舱的通风应满足4.9.5的要求。

4.9.4 碳氢化合物燃料的泵舱和压缩机舱

(1) 泵舱和压缩机舱，应安装有效的抽吸式机械通风系统，其每小时换气至少30次。

(2) 泵和压缩机工作时，其处所内的通风系统应保持工作。注明该要求的警示牌应安装在控制站附近醒目位置。

(3) 当处所需要依靠通风维持其处所等级时，应满足下列要求：

① 在起动之初和通风失效后，在处所内非认可安全型电气设备通电前，应先净化（至少5次换气）；

② 对通风系统加以监测。

③ 如正压通风系统故障，应采取下列措施：

——在通常有人值班的处所内发出视觉和听觉的报警；

——立即恢复通风。

——如在较长时间不能恢复通风，则应断开⁸ 电气设备。断开应在危险区域以外完成，并应采取措施（如锁定开关等），防止未经许可的再投入。

4.9.5 包含有氢燃料管的处所

(1) 包含有氢燃料释放源的处所，其通风系统应保证在任何可能出现的泄漏（包括管路破裂）避免气体浓度达到爆炸范围以内。该要求同样适用于采用全焊接型氢燃料管的处所。

(2) 风机的数量和功率应确保，无论风机由主板或应急板单独供电，还是由主板或应急板供电的分电箱供电，当任一台风机故障时，仍能保持100%的通风能力。

注：风机应设计成交替工作型，并应验证所有风机在任何时候均能有效工作。

(3) 包含有氢燃料管或释放源的通风管应垂直或有规律的向上布置，避免过小的弯曲半径，防止可燃气体的集聚。

第5节 消防

5.1 一般要求

5.1.1 一般规定

(1) 船舶消防除满足本章的要求外，还应满足《内河船舶法定检验技术规则》的相关要求。

(2) 燃料压缩机室的消防要求应满足《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》中对货

⁸ 适合于 0 区内安装的本质安全型设备可不必断开。认可型防爆灯具可具有单独的切断线路。

物压缩机室的要求。

(3) 每一燃料电池舱的灭火系统、以及用于燃料电池及其部件冷却的水雾系统应经本社认可。

5.2 防火

5.2.1 防火结构

(1) 布置在甲板上的气罐或气罐组，其面向起居处所、服务站、货物区和机器处所的周界应采用A-60级分隔。

(2) 布置在舱壁甲板下方的气罐舱及其通风导管与其他处所应采用A-60级分隔。但与邻近空舱、无火险的辅助机器处所、卫生间和类似处所的舱室的防火分隔可为A-0级分隔。

(3) 燃料充装站与其它处所的周界应采用A-60级防火分隔，但与空舱、无火险的辅助机器处所、卫生间和类似处所的舱室的防火分隔可为A-0级。

(4) 燃料电池舱应至少具有钢质气密围壁。

5.3 灭火

5.3.1 消防总管

(1) 若所要求消防泵的排量和工作压力足以同时运行所要求数量的消防栓和消防水带以及水雾系统，则下列要求的水雾系统可以作为消防总管的一部分。

(2) 气罐布置在舱壁甲板上方时，消防总管应安装隔离阀以隔离其损坏部分。

5.3.2 水雾系统

(1) 应安装水雾系统用于冷却和防火，水雾系统应覆盖位于甲板以上的气罐的裸露部分。

(2) 水雾系统应设计成可覆盖3.2.1所述区域，其喷水量为：对水平防护表面 10 L/min/m^2 ，对垂直防护表面 4 l/min/m^2 。

(3) 为了隔离损坏部分，应安装截止阀或者通过控制阀将系统分为两部分。控制阀应布置在安全且易到达处，不会因火灾而隔断。

(4) 水雾泵的排量应足以向上述需求最大水压的处所供应所需水量。

(5) 应设有一个通过截止阀与船舶消防总管相连的接头。

(6) 水雾系统供水泵的遥控起动装置和水雾系统常闭阀的遥控操作装置，应位于易到达之处，该位置不会因被保护区域内发生火灾而被切断。

(7) 喷嘴应为经认可的全孔型，其布置应保证其所喷射的水在被保护区域内有效分布。

5.3.3 干粉灭火系统

燃料充装站附近应设有一个容量至少为50kg干粉灭火器。

5.4 探火和失火报警系统

5.4.1 探火

(1) 设置在甲板下的气罐处所和其通风管道、燃料电池舱均应安装认可型的固定式探火系统⁹。

(2) 使用气体燃料时，仅设置感烟探测器不应视为满足快速探火要求。

(3) 如探火系统不具备远程识别各个探测器的功能时，每个探测器应设置成单独的回路。

5.4.2 报警和安全措施

燃料电池舱和燃料罐处探测到火灾后，应采取第7节表7.4.1所列的安全措施，且应自动停止通风并关闭挡火闸。

第6节 电气系统

6.1 一般要求

6.1.1 一般规定

(1) 除本节规定，电气设备尚应满足本社《钢质内河船舶建造规范》第3篇的要求。

(2) 除基本操作所必须的设备外，电气设备和电缆一般不应安装在危险区域内。电气设备应根据安装处所危险等级的不同，选择与之相适用的型式。具体可按照IEC60092-502的要求执行。

(3) 无论燃料电池作为设备还是作为船舶系统，均应采取措施防止过剩电能的生产。应保证燃料电池在任何负荷条件下均能脱开负载。

(4) 系统应设计成，再生功率（如刹车能），不应反向流入燃料电池。

(5) 燃料电池的输出电路应设置断开装置¹⁰，以便于维修。接触器不应作为断开装置。

6.2 危险区域划分

6.2.1 一般规定

(1) 危险区域划分是一种对可能出现爆炸性气体环境处所进行分析和分类的方法。其目的是选择能在这些处所内安全操作的电气设备。

⁹ 探测系统的具体型式应根据燃料和可能出现的可燃气体种类来确定。氢燃料系统的火灾探测应特别注意，因为氢燃烧时，无烟、热辐射小、肉眼白天几乎看不见火光，火灾地探测比较困难。

¹⁰ 断开装置要求可参见 IEC60947-3。

(2) 为便于选择电气设备和设计合适的电气装置,危险区域¹¹可分为:0区、1区、2区。

(3) 6.2.2条所述以外的区域应根据IEC 60079标准的原理进行分级。

(4) 区域的危险等级可依据通风情况而定,通风系统要求见第4节。

(5) 有开口通向开敞甲板上的相邻的危险区域的处所,如设置满足第4节的相关要求正压通风,其危险等级可降低一级或变为安全区域。

(6) 通风管与其服务的处所具有相同的危险等级。

6.2.2 危险区域的定义

(1) 0区包括:气罐、包含有气体的管系和设备¹²、压力释放管、气罐的透气管的内部。

(2) 1区包括以下区域:

① 设有次屏蔽的液化气体气罐舱。

② 设有第4节4.9.4(3)条要求的通风的气体压缩机舱。

③ 距离气罐出口、气体/蒸气出口、燃料充装组合阀、其他气体阀、气体管路法兰、气体燃料泵泵舱的排风口、允许排出少量由于温度变化产生的气体或蒸气的气罐的压力释放口等3m范围以内的开敞甲板区域或半围闭处所。

④ 压缩机舱或泵舱的入口、压缩机或泵舱通风进口、其他1区开口附近1.5m范围内的开敞甲板区域或半围闭处所。

⑤ 燃料充装组合阀溢出围栏附近3m范围、离甲板2.4m以内的开敞甲板区域。

⑥ 包含有释放源的围闭或半围闭处所内部。如:燃料电池燃料管外的导管内,半围闭的燃料充装站内部等。

注:燃料电池燃料管的通风导管的出口如设在通风良好的处所,其附近区域不应视为危险区域。

(3) 2区包括:除本规范另有规定外,属于1区的开敞或半围闭处所以外1.5m范围的区域。

注:包含有全焊接型燃料管的处所,其内通风足够,能确保任何泄漏(包括管系破裂)情况下,可燃气体不会聚集到可燃的浓度,不应视为危险区域。

6.3 危险区域内电气设备的检验

6.3.1 一般规定

¹¹ 危险区域划分依据 IEC 60079-10 (爆炸性气体环境第 10 部分:区域分级),以及 IEC 60092-502:1999 (船上电气装置——液货船专辑)中的导则和实例。

¹² 内部含有气体或液体的仪表或电气设备应为适于 0 区型。热阱内的温度传感器、无隔离腔的压力传感器应为本质安全 a 型 (Ex “ia”)。

(1) 危险区域的电气设备在投入使用前应经过检验。所有电气设备包括电缆应根据制造厂提供的安装程序和指南进行安装。

(2) 正压保护处所应验证其净化是否满足要求。在最小流量定额下的净化时间应记录在试验文件上。过压通风系统故障停机或报警设定动作值应经过检验。

其他依赖机械通风维持其危险等级的处所应证明其通风量足够。通风系统故障报警动作准确。

(3) 如果危险区域内电气设备的安全取决于保护装置（如过载保护继电器）的操作或/和报警操作（如Ex“p”设备的失压控制板），则保护装置或报警装置的设定值或操作应检验。

(4) 本质安全型电路应证明其设备或电缆均正确安装。

(5) 船厂应出具安装检验的证明文件。证明文件应能供现场验船师随时查阅。

6.4 危险区域内电气设备的维修

6.4.1 一般规定

(1) 危险区域内的电气设备维修手册应根据IEC60079-17和IEC60092-502的推荐编制，并应包含以下内容：

① 危险区域划分的情况概述，包括气体组别和温度级别。

② 维修记录应足够详细，以便能证明设备维修后仍能保证安全。记录应包括：设备的清单及安装位置、技术信息、制造厂指南、备件等。

③ 日常检查结果、检查间隔、接受/拒绝的标准。

④ 详细的维修记录，包括维修日期和维修人员姓名。

(2) 维修手册及记录文件应保存在船上。应详细记录每次维修的公司和人员名称。维修和检查人员应为：经过培训的有经验的，具备修理船上所有可能安装的包含设备的资格的人员。

第7节 控制、监测和安全系统

7.1 一般要求

7.1.1 一般规定

(1) 除本节规定外，用于控制和监测的仪表、自动化设备，计算机等尚应满足《钢质内河船舶建造规范》第4篇的相关要求。

下列系统的控制和监测系统应根据《钢质内河船舶建造规范》第4篇的相关要求进行检

验：

- ① 燃料罐的液位测量；
- ② 燃料罐的溢流保护系统；
- ③ 燃料供应的控制和监测系统；
- ④ 可燃气体探测系统（仅固定安装的系统）；
- ⑤ 惰性气体的控制和监测系统；
- ⑥ 氧气指示设备（仅固定安装的系统）；
- ⑦ 燃料电池的电力管理系统（仅适用于申请FC—power附加标记）；
- ⑧ 安全系统。

(2) 每根燃料充装管应在截止阀和接岸点之间安装一块直读式压力表。

(3) 燃料泵的输出管线和燃料充装管线上应设有压力表。

(4) 每一独立式燃料罐的舱底井均应设置液位指示器和温度传感器。舱底井液位高时应报警，温度低时应自动关闭气罐的出口阀。

(5) 燃料电池和燃料电池的燃料供应系统应设置可在下列位置遥控的应急停止阀：

- ① 货物控制室（仅适用于液货船）
- ② 驾驶室；
- ③ 集控室；
- ④ 消防控制站。

7.2 监控

7.2.1 气罐监控

(1) 气罐应根据《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第13章13.2，13.3要求设置溢流监测和保护。

(2) 每一气罐应至少设置1块就地压力表和1个控制位置的压力指示器。压力表或指示器应清晰标明气罐允许的最高压力和最低压力。此外，应在驾驶台上设置气罐的高压报警和低压报警（如有真空需要），报警应在安全阀设定压力之前触发。

7.2.2 燃料压缩机监控

(1) 监测系统应包括表7.2.2所列项目：

监测系统的要求

表7.2.2

序号	监测项目	报警	自动停机
1	燃料加热器出口，温度高	X	
2	燃料压缩机出口，温度高	X	X
3	燃料压缩机入口，压力低	X	
4	燃料压缩机出口，压力高	X	
5	燃料压缩机出口，压力低	X	
6	控制系统故障	X	
7	密封型燃料电池燃料压力，低	X	
8	滑油压力，低	X	X
9	滑油温度，高	X	
10	主阀关闭	X	
注：表中“X”表示适用。			

另外，高压压缩机在下列情况下应自动停机：

- ① 控制空气失压；
- ② 压缩机舱气体浓度高；
- ③ 燃料电池燃料供应的自动停止或应急停止。

7.2.3 燃料电池的监控

(1) 燃料电池应对必需的内容加以监测，以防止其安全性能的降低。申请附加标志 FC-power 的装置还应监测影响其可用性和生命周期的项目。并同整个装置的冗余性关联考虑。

(2) 应提交故障模式及影响分析供本社认可，分析应涵盖燃料电池所有可能出现的影响操作和安全的故障，基于分析结果来确定监测和控制的范围，最少应包括下列项目：

- ① 燃料电池电压；
- ② 燃料电池电压的波动；
- ③ 排气温度；
- ④ 燃料电池的温度；
- ⑤ 电流。

应根据具体情况下列项目作相应的监控：

- ① 空气流量；
- ② 空气压力；
- ③ 冷却介质的流量、压力、温度（如必要）；
- ④ 燃料流量；

- ⑤ 燃料温度；
- ⑥ 燃料压力；
- ⑦ 排气中燃料气体的探测；
- ⑧ 水系统的水位；
- ⑨ 水系统的压力；
- ⑩ 水系统的纯度；
- ⑪ 监测燃料电池生命周期/衰减所必须的参数。

7.3 气体探测

7.3.1 安装

(1) 燃料罐舱、燃料管环围的导管、燃料电池舱、压缩机舱、以及其他包含燃料管系或其他燃料设备的围闭处所均应设置固定式气体探测器。但不包括安装全焊接式的燃料管导管的处所。气体探测系统应能探测可能出现的所有类型的可燃气体。

(2) 探头的数量应根据每个处所的大小、外形、燃料在空气中的密度、以及通风情况来确定。

(3) 探头应布置在气体可能聚集处或出风口。气体扩散分析或物理的烟雾测试方法有助于确定探头的最佳布置点。

(4) 当气体浓度达到爆炸下限的20%时，应发出视觉和听觉的报警。通风导管内的报警值可设定为爆炸下限的30%。

注：在空气中爆炸下限，氢为4%，甲烷为5.3%，丙烷为1.7%。

(5) 探测设备发出视觉和听觉报警应安装在驾驶室和机器控制室。

(6) 燃料管的导管内和借助通风和全焊接燃料管维持其安全性的燃料电池舱内应进行连续的可燃气体探测。

7.4 供气系统的安全功能

7.4.1 一般要求

(1) 燃料电池的供应管线上，应设置1只手动操作的截止阀和1只自动操作的“主燃料阀”，两者串连接；或安装1只手动/自动操作的组合阀。该阀安装在燃料电池舱外部的管段上，出现表7.4.1中所述的相应故障时，主燃料阀能够自动切断燃料供应。主燃料阀应能从燃料电池舱内合理数量的位置、燃料电池舱外的相关舱室和驾驶室等必要的位置进行操作。

(2) 每一燃料电池燃料利用单元应配置一组“互锁气体阀”，“互锁气体阀”应布置成：

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 当发生表 7.4.1 规定的有关故障时，能自动关闭 2 只串接的气体燃料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成同一个阀体，当发生表 7.4.1 规定的有关故障时，应能自动切断气体燃料供应，并自动进行透气；

④ 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。

⑤ 互锁气体阀组可用于燃料电池的正常关闭。

当主气体燃料阀关闭时，主气体燃料阀和“互锁气体阀”之间的燃料管段透气阀应打开透气。

(3) 各燃料电池的燃料供应管道上应设有一个手动隔离阀，确保在燃料电池维修期间能进行安全有效地隔离。

(4) 为单台或多台燃料电池服务的燃料管，如不是采用双壁管，则应设置一个过流关断阀。该阀应尽可能的靠近燃料管进入电池舱的入口处安装，并应调整为当燃料电池的燃料管破裂时自动关断。过流关闭阀的关闭应用适当的延时，防止负荷变化过程中的误关闭。

如燃料管安装在高度保护的处所内或采取了机械防护，本条要求可免除。

(5) 如由于自动阀关闭而停止供气，在确定供气停止的原因并采取必要的预防措施之后，方可恢复燃料供应。该注意事项的告示牌应张贴在自动阀控制站的醒目的位置。

(6) 如由于燃料泄漏而停止供气，在泄漏查明并处理之后，方可恢复燃料供应。该注意事项的告示牌应张贴在机器处所的显著位置。

(7) 燃料电池舱内应张贴告示牌，防止燃料电池运行期间，起吊重物、维修和其他潜在的可能危急燃料管系的事件发生。

燃料供应系统的监测 表 7.4.1

参 数	报警	气罐主阀 自动关闭	电池舱燃料 供应自动关闭	注释
气罐舱内气体浓度高于20% LEL	X			
气罐舱内第2个探测器检测到的气体浓度高于20% LEL	X	X		
气罐舱内火灾	X	X		
气罐舱内污水阱高液位	X			

气罐舱内污水阱低温	X	X		
气罐和燃料电池舱之间燃料管导管内气体浓度高于20% LEL	X			
第2个探测器检测到的气罐和燃料电池舱之间燃料管导管内气体浓度高于20%LEL	X	X ¹⁾		
压缩机室气体浓度高于20% LEL	X			
压缩机室内第2个探测器检测到的气体浓度高于20% LEL	X	X ¹⁾		
燃料电池舱内燃料导管内气体浓度高于30% LEL	X			若燃料电池舱内安装双壁管
燃料电池舱内燃料导管内气体浓度高于60% LEL	X		X	
燃料电池舱内气体浓度高于20% LEL	X			若所有燃料管全部采用双壁管，则不需要气体监测。也不需要切断非防爆电气设备。
燃料电池舱内第2个探测器检测到的气体浓度高于20% LEL	X		X	
气罐处所和燃料电池舱之间的导管内通风失效 ³⁾	X		X ⁴⁾	
燃料电池舱内燃料管导管内通风失效 ³⁾	X		X ⁴⁾	如电池舱内安装双壁管
燃料电池舱内部分通风失效	X			不适用采用全导管的燃料电池处所
燃料电池舱内全部通风失效	X		X	
燃料电池舱内火灾	X		X	同时停止燃料电池舱通风
阀门控制工作介质失效	X		X ²⁾	须延时
燃料电池自动停车（燃料电池故障）	X		X ²⁾	
燃料电池应急停车	X		X	
注：表中“X”表示适用。 1) 如果气罐向1台以上的燃料电池供应燃料，并且不同的供应管路完全独立并安装在独立的导管内、主阀安装在导管外部，当探测有气体存在时，仅供气管路上通往导管处的主阀应关闭。 2) 仅气体互锁阀关闭。 3) 如果管道由惰性气体进行保护，则惰性气体失压将引起与表中规定的动作。 4) 该参数不必引起燃料供应自动停止，可手动选择。仅当燃料泄漏进导管，且导管内通风失效时，才需要停止燃料供应。				