

ICS 47.020.50
U 23



中华人民共和国国家标准

GB/T 29128—2012

船舶固定式气体灭火系统通用要求

General requirements for marine fixed gas fire-extinguishing systems

2012-12-31 发布

2013-07-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国船舶工业集团公司提出。

本标准由全国船用机械标准化技术委员会船舶消防分技术委员会(SAC/TC 137/SC 8)归口。

本标准起草单位:中国船舶工业综合技术经济研究院、南京消防器材股份有限公司、九江中船长安消防设备有限公司、江西三星气龙新材料股份有限公司、武汉中标联科技开发有限公司、公安部天津消防科学研究所、福建天广消防科技股份有限公司。

本标准主要起草人:汪远、梁俊、龙寅、莫英华、刘连喜、凌文刚、黄如良、郭新峰、郭新茂。



船舶固定式气体灭火系统通用要求

1 范围

本标准规定了船舶固定式气体灭火系统(以下简称“系统”)的定义、分类、设计与结构、要求、试验方法、检验规则。

本标准适用于船舶机器处所和货油泵舱用固定式全淹没高压二氧化碳灭火系统、固定式全淹没低压二氧化碳灭火系统、固定式全淹没七氟丙烷(HFC-227ea)灭火系统、固定式全淹没三氟甲烷(HFC-23)灭火系统、固定式全淹没混合气体(IG-541)灭火系统。

使用其他种类灭火剂的气体灭火系统也可参照采用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 4396 二氧化碳灭火剂

GB/T 4968 火灾分类

GB/T 16283 固定式灭火系统基本术语

GB 18614 七氟丙烷(HFC-227ea)灭火剂

GB 20128 惰性气体灭火剂

GB 50193—1993 二氧化碳灭火系统设计规范(2010年版)

GB 50370—2005 气体灭火系统设计规范

ISO 14520-9 气体灭火系统 物理性能和系统设计 第9部分:七氟丙烷(HFC-227ea)灭火剂(Gaseous fire-extinguishing systems—Physical properties and system design—Part 9: HFC 227ea extinguishment)

ISO 14520-10 气体灭火系统 物理性能和系统设计 第10部分:三氟甲烷(HFC-23)灭火剂(Gaseous fire-extinguishing systems—Physical properties and system design—Part 10: HFC 23 extinguishment)

ISO 14520-15 气体灭火系统-物理性能和系统设计 第15部分:惰性气体(IG-541)灭火剂(Gaseous fire-extinguishing systems—Physical properties and system design—Part 15: IG-541 extinguishment)

IEC 60331 着火条件下电缆的试验(Tests for electric cable under fire conditions—Circuit integrity)

3 术语和定义

GB/T 4968 和 GB/T 16283 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

混合气体(IG-541)灭火剂 inert fire extinguishing agent IG-541

氮气、氩气和二氧化碳按一定质量比混合而成的灭火剂。

3.2

充装密度 fill density

贮存容器内灭火剂的质量与该贮存容器容积之比,单位为千克每立方米(kg/m³)。

3.3

装量系数 loading factor

低压二氧化碳系统贮存容器内液态二氧化碳体积与该贮存容器容积之比。

3.4

贮存压力 storage pressure

贮存容器内按最大充装密度充装二氧化碳(高压系统),在20℃环境中的平衡压力。

贮存容器内按最大装量系数充装二氧化碳(低压系统),当容器内达到-19℃时的平衡压力。

贮存容器内按最大充装密度充装七氟丙烷,氮气充压后在20℃环境中的平衡压力。

贮存容器内按最大充装密度充装三氟甲烷,在20℃环境中的平衡压力。

贮存容器内按最大充装密度充装混合气体(IG-541),在20℃环境中的平衡压力。

3.5

最大工作压力 maximum working pressure

按最大充装密度或装量系数(低压二氧化碳系统)充装灭火剂(七氟丙烷系统在氮气充压后),在灭火剂最高贮存温度下容器中的平衡压力。

3.6

最小工作压力 minimum working pressure

按最大充装密度或装量系数(低压二氧化碳系统)充装灭火剂(七氟丙烷系统在氮气充压后),在灭火剂最低贮存温度下容器中的平衡压力。

3.7

喷射时间 discharge time

对于七氟丙烷系统和三氟甲烷系统在20℃环境条件下,喷头喷出设计浓度所需灭火剂量95%的时间。

对于低压二氧化碳系统、高压二氧化碳系统、混合气体(IG-541)系统在20℃环境条件下,喷头喷出设计浓度所需灭火剂量85%的时间。

3.8

保护处所的净容积 the net volume of a protected space

保护处所总容积中自由状灭火剂气体能达到的容积。

3.9

组合分配系统 combined distribution system

用一套灭火剂贮存装置,通过管网的选择分配,保护两个或两个以上保护处所的系统。

3.10

全淹没灭火系统 total flooding extinguishing system

在规定的时间内,向保护处所喷放设计规定用量的灭火剂,并使其均匀地充满整个保护处所的灭火系统。

3.11

灭火浓度 flame extinguish concentration

在标准大气压和规定的温度条件下,扑灭某种火灾所需气体灭火剂在空气中的最小体积百分比。

3.12

无毒性反应浓度(NOEL) NOEL concentration

观察不到由灭火剂毒性影响产生生理反应的灭火剂最大浓度。

3.13

有毒性反应浓度(LOAEL) LOAEL concentration

能观察到由灭火剂毒性产生生理反应的灭火剂最小浓度。

3.14

浸渍时间 soaking time

在保护处所内维持设计规定的灭火剂浓度,使火灾完全熄灭所需的时间。

3.15

泄压口 pressure relief opening

灭火剂喷放时,防止保护处所内压超过允许压强,泄放压力的开口;设置在保护处所外墙或顶部用以泄放保护处所内部超压的开口。

4 分类

4.1 类型

4.1.1 根据系统对应的保护处所数量,系统可分为:

- a) 单元独立系统;
- b) 组合分配系统。

4.1.2 根据所用灭火介质的不同,系统可分为:

- a) 固定式高(低)压二氧化碳系统;
- b) 固定式七氟丙烷系统;
- c) 固定式三氟甲烷系统;
- d) 固定式混合气体(IG-541)灭火系统。

4.2 基本参数

系统的基本参数见表1。

表1 基本参数表

系统类别	喷射时间 ≤ s	贮存压力 MPa	最大工作 压力 MPa	最小工作 压力 MPa	最大充装 密度 kg/m ³	工作温度 ℃	灭火剂 贮存温度 ℃
固定式高压二氧化碳系统	120	5.07	15.0	3.5	670.00	0~49	0~49
固定式低压二氧化碳系统		1.97	2.2	1.8	950.00	-23~50	-20~-18
固定式七氟丙烷系统	10	2.50	4.2	2.0	1 120.00	0~50	0~50
		4.20	6.7	3.6	950.00(焊接容器)		
			5.3		1 120.0(无缝容器)		
5.60	7.6	4.2	1 080.00				
固定式三氟甲烷系统		4.20	13.7	1.4	760.00	-20~50	-20~50
固定式混合气体(IG-541)系统	120	15.0	17.2	13.6	211.15	0~50	0~50
		20.0	23.2	18.0	281.06		

5 设计与结构

5.1 组成

系统一般由灭火剂贮存装置(通常包括容器、容器阀等)、单向阀、选择阀、总控阀(低压二氧化碳系统)、启动装置、集流管、连接管、喷头、信号反馈装置、安全泄放装置、控制盘、检漏装置、减压装置(混合气体(IG-541)系统)、低泄高封阀(具有驱动气体瓶组的系统)、管路管件及吊钩支架等部件组成。

5.2 灭火剂

系统所用灭火剂应分别符合 GB 4396、GB 18614、GB 20128、ISO 14520-9、ISO 14520-10、ISO 14520-15 的要求,相关性能要求参见附录 A。

5.3 启动

5.3.1 系统应只能手动启动。手动启动不应仅由单一动作完成,且应具有防止误动作的措施。在灭火剂贮存容器处,应能就地完成系统的手动启动。

5.3.2 系统应具有延迟启动功能,以保证保护处所内的人员在系统施放前得以撤离。延迟时间为 20 s~40 s,延时期间在保护处所应有声光报警。

5.3.3 系统如设有区域选择阀,系统启动时,应在选择阀开启后开启主控阀。

5.3.4 系统的启动不应导致失电或者使船舶的机动性降低。

5.3.5 系统启动时,应在保护处所、机舱集控室和驾驶室发出声光报警信号。

5.3.6 当系统采用手动电气启动时,启动回路不宜穿越保护处所。

5.4 运行

5.4.1 系统的操作与控制应包括对开口封闭装置、通风机械等设备的联动操作与控制。系统启动释放灭火剂时应能自动关闭开口封闭装置和(或)通风机械,以关闭保护处所内除泄压口外的开口,保证灭火剂浓度。

5.4.2 系统应设置两套电源。

5.4.3 系统及其部件应具有船用环境适应性,能承受船舶正常的环境温度变化、振动、湿度、碰撞、冲击和腐蚀的影响。

5.4.4 系统贮存容器及其他部件、管道的公称压力,不应小于在工作温度上限时所承受的工作压力。

5.4.5 安装在保护处所内的部件应能承受火灾期间可能出现的高温。系统所有在保护处所内的管路、管件、喷头和支吊架以及采用的焊接材料,其材料熔点不应低于 925 ℃。

5.4.6 系统的控制设备应易于接近和操作,在每一个操作部位都应张贴有永久性的操作指南。

5.5 安装设计

5.5.1 应按保护处所内的可燃物,选取相应的灭火设计浓度。当几种可燃物共存或混合时,灭火设计浓度应按其中最大的灭火设计浓度确定。系统的灭火设计浓度至少为灭火浓度的 130%。

5.5.2 对于保护机器处所的二氧化碳系统,所需二氧化碳灭火剂设计用量至少为式(1)或式(2)计算值的较大者。

$$W = K_1 V_1 / 0.56 \dots\dots\dots (1)$$

$$W = K_2 V_0 / 0.56 \dots\dots\dots (2)$$

式中:

W —— 保护处所灭火剂设计用量的数值,单位为千克(kg);

K_1 ——浓度系数,取 0.40,当货船小于 2 000 总吨时,取 0.35;

V_1 ——最大的保护处所容积的数值,此容积算至机舱棚的某水平面为止,该水平面面积不大于从双层底至机舱棚最低部分的中点处水平面积的 40%,单位为立方米(m^3);

K_2 ——浓度系数,取 0.35,当货船小于 2 000 总吨时,取 0.30;

V_0 ——最大的保护处所包括机舱棚在内的总容积的数值,单位为立方米(m^3)。

5.5.3 对于保护货油泵舱的二氧化碳系统,当运载货油闪点大于 60 °C 且货油泵单独设在一处所内时,所需二氧化碳灭火剂设计用量按 5.5.2 计算;当运载货油闪点不大于 60 °C 时,所需二氧化碳灭火剂设计用量应按式(3)计算:

$$W = K_3 V_0 / 0.56 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

K_3 ——浓度系数,取 0.45。

5.5.4 对于七氟丙烷系统和三氟甲烷系统,保护处所所需灭火剂设计用量应按式(4)计算;对于混合气体(IG-541)系统,保护处所所需灭火剂设计用量应按式(5)计算:

$$W = \frac{V}{S} \cdot \frac{C}{(100 - C)} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$W = \frac{V}{S} \ln \left(\frac{100}{100 - C} \right) \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

C ——灭火剂设计浓度的数值,为体积浓度,单位为百分比(%);

V ——保护处所净容积的数值,单位为立方米(m^3);

S ——灭火剂过热蒸汽(七氟丙烷、三氟甲烷灭火剂)或气体(混合气体(IG-541)灭火剂)在标准大气压和保护处所最低环境温度下的比容的数值,单位为立方米每千克(m^3/kg)。

注 1: 式(4)和式(5)计算的灭火剂设计用量包括了在施放灭火剂时,因被保护处所气压增高而可能流失的灭火剂量。

注 2: 灭火剂设计用量应按保护处所预期的最低环境温度条件,以保护处所的净容积为依据计算确定。

5.5.5 对于七氟丙烷系统、三氟甲烷灭火剂过热蒸汽,或混合气体(IG-541)系统灭火剂气体在标准大气压和保护处所最低环境温度下的比容应按式(6)计算:

$$S = S_0 + K_s \cdot T \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

S_0 ——灭火剂过热蒸汽(七氟丙烷、三氟甲烷灭火剂)或气体[混合气体(IG-541)灭火剂]在标准大气压和 0 °C 温度下的比容的数值,单位为立方米每千克(m^3/kg),对于七氟丙烷系统为 0.126 9,对于三氟甲烷系统为 0.316 4,对于混合气体(IG-541)系统为 0.657 5;

K_s ——灭火剂过热蒸汽或气体比容的温度变化系数,单位为立方米每千克摄氏度[$m^3/(kg \cdot ^\circ C)$],对于七氟丙烷系统取 0.000 513,对于三氟甲烷系统取 0.001 2,对于混合气体(IG-541)系统为 0.002 4;

T ——保护处所最低环境温度,单位为摄氏度($^\circ C$)。

5.5.6 计算保护处所净容积时,应包括机舱舱底容积、门、窗框容积以及在火灾中能够施放到保护处所中压缩空气的标准状态容积,应扣除下列物体(但不局限于)所占容积:

- a) 辅机;
- b) 锅炉;
- c) 冷凝器;
- d) 蒸发器;
- e) 主机;

- f) 减速齿轮箱;
- g) 油柜;
- h) 轴隧。

5.5.7 对于七氟丙烷系统、三氟甲烷系统和混合气体(IG-541)系统,灭火剂的储存量,应为保护处所的灭火设计用量与储存容器内的灭火剂剩余量和管道内的灭火剂剩余量之和,应按式(7)计算:

$$W_0 = W + W_s \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中:

W_0 ——系统灭火剂储存量的数值,单位为千克(kg);

W_s ——系统灭火剂剩余量的数值,单位为千克(kg)。

对于七氟丙烷系统、三氟甲烷系统,灭火剂剩余量应按式(8)计算:

$$W_s = \Delta W_1 + \Delta W_2 \quad \dots\dots\dots(8)$$

式中:

ΔW_1 ——储存容器内的灭火剂剩余量的数值,单位为千克(kg);

ΔW_2 ——管道内的灭火剂剩余量的数值,单位为千克(kg)。

注1: 储存容器内的灭火剂剩余量,可根据储存容器内虹吸管管口以下的容器容积量换算;

注2: 均衡管网和只含一个封闭空间的非均衡管网,其管网内的灭火剂剩余量均可不计;保护处所中含有两个或两个以上封闭空间的非均衡管网,其管网内的灭火剂剩余量,可根据各支管与最短支管之间长度差值的容积量计算。

对于混合气体(IG-541)系统,灭火剂剩余量应按式(9)计算:

$$W_s \geq 2.7V_2 + 2.0V_p \quad \dots\dots\dots(9)$$

式中:

V_2 ——系统全部储存容器的总容积的数值,单位为立方米(m^3);

V_p ——管网的管道内容积的数值,单位为立方米(m^3)。

5.5.8 保护处所围护结构承受内压的允许压强,不宜低于 2 000 Pa。应采取措施控制灭火剂施放时在保护处所内产生的压力变化,以使保护处所内的压力变化在-5 000 Pa~2 000 Pa 之间。保护处所可设置泄压口或防爆泄压孔,宜设置在围护结构墙体上。系统的泄压口应位于保护处所净高的 3/4 以上。泄压口面积应按式(10)计算:

$$F_x = K_x \frac{Q_x}{\sqrt{P_f}} \quad \dots\dots\dots(10)$$

式中:

F_x ——泄压口面积的数值,单位为平方米(m^2);

K_x ——泄压口面积系数,对于二氧化碳系统取 0.456,对于七氟丙烷系统取 0.15,对于三氟甲烷系统取 0.087,对于混合气体灭火系统取 1.1;

Q_x ——灭火剂在保护处所的平均喷放速率的数值,单位为千克每秒(kg/s);

P_f ——保护处所围护结构承受内压的允许压强的数值,单位为帕(Pa)。

5.5.9 各气体灭火系统管网计算应采用经验证和批准的设计方法。对于船用二氧化碳灭火系统管网计算,应符合 GB 50193—1993(2010 年版)中 4.0.1~4.0.9 的规定;对于船用七氟丙烷灭火系统管网计算,应符合 GB 50370—2005 中 3.3.15~3.3.18 的规定;对于船用混合气体灭火系统管网计算,应符合 GB 50370—2005 中 3.4.8~3.4.11 的规定。

5.5.10 在预期浓度下使用时可能使人员致癌、致变、致畸的灭火剂不应使用。灭火剂设计浓度不应大于无毒性反应浓度(NOAEI)。任何情况下灭火剂在预期的最高环境温度下的实际浓度不应高于有毒性反应浓度(LOAEI)。

- 5.5.11 应采取措施以保证在发生火灾,灭火剂施放时或施放后,自保护处所泄漏至疏散通道的烟气产物不致对人员造成危害。控制站和火灾期间要求有人值班的其他处所,应确保其内的氟化氢(HF)和氯化氢(HCl)浓度值低于百万分之五。其他气体产物的浓度也应低于在暴露期内可能造成危险的浓度。
- 5.5.12 对所有船舶,灭火系统的设计手册应提出控制灭火剂分解产物的建议程序。在客船上,灭火系统的布置不应使灭火剂分解产物对人员健康造成危害。
- 5.5.13 如果系统的灭火剂容器布置在保护处所外。其储瓶间应位于安全和随时可到达之处,并应有有效通风。储瓶间应能从开敞甲板进入,且在任何情况下应与保护处所分开。储瓶间的门应向外开启,且储瓶间和毗连围闭处所之间的舱壁和甲板,包括门和关闭其任何开口的其他设施,均应为气密。当储瓶间毗邻保护处所时,其间舱壁和甲板应具有 A-60 的耐火试验等级。储瓶间的通道不应穿过保护处所。
- 5.5.14 如果系统的灭火剂容器布置在被保护处所内,处所中的容器应均匀地分布,并应满足下列规定:
- a) 设有一套位于保护处所外的手动启动装置,该装置设有两套位于保护处所外的动力源,并即刻可用;
 - b) 对连接容器的电源电路实施故障或断电监测,并设置声光报警予以显示;
 - c) 连接容器的气动、电动或液压动力源为双套,并互相分离。对气动或液压动力源实施失压监测,并设置声光报警予以显示;
 - d) 在保护处所内,系统释放所必需的电路采用满足 IEC 60331 标准或其他等效标准所规定的耐火电缆。当系统由液压或气动操作释放时,系统的释放管路为钢管、铜管等耐热管材;
 - e) 压力容器均设有自动的超压释放装置。当容器暴露于火势下且系统未动作时,该装置能安全地将容器内的内容物质排放至保护处所内;
 - f) 容器、电路以及任何系统的释放管路,布置成当保护处所由于机械性损坏、火灾或爆炸(即单个故障概念)等原因而造成任一动力释放管(线)路,或容器阀损坏时,仍能至少将达到灭火浓度所需的灭火剂量尽可能均匀地释放至保护处所;
 - g) 对容器由于泄漏和释放而造成的压力降实施监测,并在保护处所、驾驶室或消防控制设备集中布置的处所设置声光报警装置予以显示。
- 5.5.15 系统同一集流管上的储存容器,其规格、充压压力和充装量应相同。系统应设有方便检查容器内灭火剂量的装置。
- 5.5.16 两个或两个以上的保护处所采用组合分配系统进行保护时,一个组合分配系统保护的处所不应超过 8 个。当采取组合分配系统时,灭火剂储存量应按储存量最大的保护处所确定。组合分配系统应设置控制灭火剂流向的选择阀,保证将灭火剂输送到适当的保护处所中。选择阀应设有标明其保护处所的永久性铭牌,其公称直径应与该保护处所灭火系统的主管道相同。灭火剂输送管道应清楚地标明该管道通往的处所。应有适当的措施以防止灭火剂因误动作而注入任何处所。
- 5.5.17 系统分配管路以及喷头的布置应使灭火剂能在保护处所中得到均匀的分布。当保护对象属可燃液体时,喷头射流方向不应朝向液体表面。管网上不应采用四通管件进行分流。喷头宜贴近保护处所顶面安装,距顶面的最大距离不宜大于 0.5 m。每一安装末端喷头的分支管路上,应超出末端喷头至少 50 mm,以防阻塞。
- 5.5.18 系统容器阀和集流管之间应采用挠性连接。储存容器和集流管应采用支架固定牢固,储存容器应最少使用两个支架。在储存容器或容器阀上,应设置安全泄压装置。组合分配系统的集流管,应设置安全泄压装置。在通向每个保护处所的灭火系统主管道上,应设置压力讯号器或流量讯号器。
- 5.5.19 系统的控制设备应成组的安装于尽可能少的处所。
- 5.5.20 在潮湿环境中,容器安装时底部与甲板之间最少应保持 50 mm 的间距。
- 5.5.21 应在分配管路上安装相应的管路附件以便进行气密性试验和压力试验。

6 要求

6.1 外观

- 6.1.1 系统各部件应无加工缺陷或机械损伤,部件外表面应进行防腐处理,防腐涂层、镀层应完整、均匀。
- 6.1.2 灭火剂贮存容器、加压或启动装置气瓶,应在容器的外表正面标注内贮灭火剂或气体的名称或商品名称,字迹应明显、清晰。
- 6.1.3 系统的每一操作部位均应标明操作或使用方法,单向阀、选择阀应标明介质流动方向。在每一选择阀上还应标明保护处所或保护对象的名称或代号。
- 6.1.4 铭牌应牢固地设置在系统明显部位,注明:产品名称、型号规格、执行标准代号、贮存压力、灭火剂总量、装置重量、使用温度范围、生产单位、产品编号、出厂日期等内容。

6.2 性能

- 6.2.1 系统的运行参数应符合 4.2 的要求。系统启动后,其动作应准确、可靠无故障,系统动作程序应在选择阀开启后打开容器阀。
- 6.2.2 系统灭火性能应符合下列要求:
- 对于 B 类油盘火,系统应在灭火剂喷放结束后 30 s 内灭火。浸渍时间结束后,开启围闭处所,不应出现复燃。系统扑灭油盘火后,油盘内所剩燃油应能覆盖住油盘表面。
注:油盘火是将装入特定尺寸形状油盘内的燃油引燃形成的火源。
 - 对于 B 类喷射火,系统应在灭火剂喷放结束后 30 s 内灭火。在灭火后 15 s 切断燃油的喷射。浸渍时间结束后,开启围闭处所前,重新喷射燃油 15 s,不应出现复燃。开启围闭处所后,不应出现复燃。
注:喷射火是通过雾化装置,以特定的压力和流量喷射出燃油并引燃而形成的火源。
 - 对于 A 类木垛火,系统扑灭木垛火后,木垛的重量损失不应超过 60%。
- 6.2.3 系统管路在 1.5 倍最大工作压力的水压下不应出现渗漏。
- 6.2.4 系统灭火剂输送管路在最大工作压力的气体压力下,关断气源 3 min 内压力降不应超过试验压力的 10%。系统启动管路,在启动气体储存压力下,关断气源 3 min 内压力降不应超过试验压力的 10%。
- 6.2.5 系统分配管网应根据相关指令将灭火剂输送到相应的保护处所。

6.3 设计手册

对于所有船舶,灭火系统的设计手册应对建议的灭火剂分解产物的控制程序加以说明,包括碳氟化物灭火剂 HF(氢氟酸)蒸气,其可能削弱人员的逃生能力。很明显,灭火剂长时间暴露在高温下将产生更高浓度的这类气体。与释放率相关的探测器的类型和敏感度的选择,应使灭火剂在升高温度下的暴露时间降至最小。在客船上,灭火系统的布置应使灭火剂分解物不致对人员的健康构成威胁,例如,在客船上,分解物不应施放到集合站附近。其他减轻措施包括撤离和戴面罩。

7 试验方法

7.1 外观

用目视的方法检查系统的外观。结果应符合 6.1 的要求。

7.2 模拟联动

组装一个包括全部结构部件的灭火系统,可用氮气或压缩空气替代灭火剂,手动启动系统,检查系统工作情况。结果应符合 6.2.1 的要求。

7.3.3 仪器仪表

应配备仪器仪表连续测量和记录下列数据：

- a) 三个垂直高度(1.0 m、2.5 m 和 4.5 m)的温度；
- b) 封闭试验室的内部压力；
- c) 试验室二分之一高度处的氧气、二氧化碳、一氧化碳和其他相关产物的浓度；
- d) 火焰熄灭指示；
- e) 喷射火燃油喷嘴压力；
- f) 喷射火燃油流量；
- g) 系统喷头压力。

仪器仪表应计量合格,并在有效期内。试验中所有需测量的量,其测量误差不应超过表 2 规定的数值。

表 2 测量误差

单位为百分之一

参数	误差
长度	±2
体积	±5
压力	±3
流量	±5
温度	
浓度	

7.3.4 灭火剂量

试验灭火系统的灭火剂量,按生产单位提供的设计浓度计算。对于试验 1(见表 4),应采用设计浓度的 77%(但不低于杯式燃烧试验灭火浓度)计算灭火剂量。试验前应测量封闭试验室内的环境温度,并以此温度作为计算灭火剂量的预期温度。

7.3.5 灭火试验项目

7.3.5.1 试验火情的参数按表 3 的规定。

表 3 试验火情及参数

火情编号	试验火情	燃料	主要参数	公称热释放率 MW
a	油罐火	庚烷	圆形钢质油罐,内径为 $\phi 76$ mm~ $\phi 100$ mm,高度不小于 100 mm,壁厚不小于 2 mm。油罐底部垫水,加入燃料不少于 30 mm,液面距罐口 10 mm~20 mm	0.001 2~ 0.002 0
b	0.25 m ² 的油盘火	庚烷	正方形钢质油盘,尺寸为 0.5 m×0.5 m×0.25 m(长度×宽度×高度),壁厚不小于 2 mm。油盘底部垫水,加入燃料不少于 30 mm,液面距盘口 150 mm±10 mm	0.35

表 3 (续)

火情编号	试验火情	燃料	主要参数	公称热释放率 MW
c	2.1 m ² 的油盘火	轻柴油/商用工业燃料油	矩形钢质油盘, 尺寸为 3.0 m×0.7 m×0.25 m(长度×宽度×高度), 壁厚不小于 2 mm。油盘底部垫水, 加入燃料不少于 30 mm, 液面距盘口 150 mm±10 mm	3
d	4 m ² 的油盘火	轻柴油/商用工业燃料油	正方形钢质油盘, 尺寸为 2.0 m×2.0 m×0.25 m(长度×宽度×高度), 壁厚不小于 2 mm。油盘底部垫水, 加入燃料不少于 30 mm, 液面距盘口 150 mm±10 mm	6
e	低压喷射火	庚烷	全锥形喷射火, 喷射角 120°~125°, 公称喷射压力 0.80 MPa, 燃油流量 0.16 kg/s±0.010 kg/s, 燃油温度 20 °C±5 °C	5.8±0.6
f	低压低流量喷射火	庚烷	全锥形喷射火, 喷射角 80°, 公称喷射压力 0.85 MPa, 燃油流量 0.03 kg/s±0.005 kg/s, 燃油温度 20 °C±5 °C	1.1±0.1
g	高压喷射火	轻柴油/商用工业燃料油	标准角度(在 0.6 MPa 时喷射角 80°)全锥形喷射火, 公称喷射压力 15 MPa, 燃油流量(0.05±0.002)kg/s, 燃油温度 20 °C±5 °C	1.8±0.2
h	木垛火	云杉或冷杉	木垛采用含水率为 9%~13% 的云杉、冷杉或密度相当的松木制成。木垛共四层, 每层六根方木。方木横截面为 50 mm×50 mm, 长 450 mm。木垛层间相互垂直放置, 方木之间间隔均匀, 形成正方形, 钉成木垛。木垛应由面积为 0.25 m ² 的正方形钢制油盘中的商用庚烷引燃。在预燃期内, 木垛应在油盘中心正上方, 距离油盘 300 mm~600 mm	0.3
i	0.10 m ² 的油盘火	庚烷	正方形钢质油盘, 尺寸为 0.31 m×0.31 m×0.25 m(长度×宽度×高度), 壁厚不小于 2 mm。油盘底部垫水, 加入燃料不少于 30 mm, 液面距盘口 150 mm±10 mm	0.14

7.3.5.2 灭火试验项目应采用单个或组合火情进行, 见表 4, 各火情位置可参见图 2。灭火系统应进行表 4 中所有灭火试验项目的试验。对已成功通过所有灭火试验项目的灭火系统, 若需进行新型喷头和相关分配系统设备的评估, 则只需进行试验 1。试验 1 也用来确定喷头的最小设计压力。

表 4 灭火试验项目

试验序号	火情组合
1	火情 a, 置于封闭试验室的 8 个角上。在试验室距顶板 150 mm, 距每面墙 50 mm 处放置 4 只油罐; 在试验室地面距每面墙 50 mm 处放置 4 只油罐
2	对于喷射时间不大于 10 s 的灭火系统为: ——火情 b, 置于发动机模型主体中心正下方; ——火情 e, 置于发动机模型顶部, 方向为水平正对障碍杆, 距离障碍杆 0.5 m; ——火情 g, 置于发动机模型顶部。 总火负荷: 7.95 MW。

表 4 (续)

试验序号	火 情 组 合
2	对于喷射时间大于 10 s 的灭火系统为： ——火情 b, 置于发动机模型主体中心正下方； ——火情 i, 置于遮挡板下方的模拟甲板上。 总火负荷: 0.49 MW
3	火情 c, 置于遮挡板下方的模拟甲板上； 火情 h, 置于发动机模型横向中心线上, 距模型中心 2.75 m 处； 火情 f, 置于与遮挡板紧邻的模拟排气管下方, 距模拟甲板 1.6 m 处, 方向沿发动机模型纵向中心线水平向前。 总火负荷: 4.4 MW
4	火情 d, 置于发动机模型主体中心正下方。 总火负荷: 6 MW

7.3.6 试验程序

7.3.6.1 按表 3 的要求, 设置试验火情。对油盘火, 试验前应测定加入燃油的量和液面距盘口的高度; 对喷射火, 试验前应测定喷射燃油的流量和压力。

7.3.6.2 预燃时, 应对试验室进行通风。系统施放时, 试验室内氧气浓度不应低于 20%。

7.3.6.3 预燃结束后, 应关闭门、顶板上的通风口和其他通风口。

7.3.6.4 试验火情应进行预燃, 灭火剂施放前的预燃时间:

- a) 喷射火为 5 s~15 s;
- b) 油盘火为 2 min;
- c) 木垛火为 6 min。

7.3.6.5 在灭火剂施放结束后, 试验室应保持封闭, 其浸渍时间应为 15 min。

7.3.7 观测记录

7.3.7.1 试验前应观测和记录下列内容:

- a) 试验室温度、燃油温度、发动机模型温度;
- b) 灭火剂容器初始重量;
- c) 灭火剂分配系统和喷头的完整性;
- d) 木垛初始重量。

7.3.7.2 试验期间应观测和记录下列内容:

- a) 点火程序开始时间;
- b) 试验开始时间(点燃);
- c) 通风口关闭时间;
- d) 系统启动时间;
- e) 灭火剂喷放结束时间;
- f) 喷射火燃油切断时间;
- g) 所有的火被扑灭的时间;

- h) 复燃时间(如在浸渍时间内发生);
- i) 浸渍期结束时间;
- j) 从试验开始,按 7.3.3 的规定连续测量和记录的物理量。

7.3.7.3 灭火试验报告参照附录 B 的要求进行编写。

7.3.7.4 结果应符合 4.2、6.2.2 的要求。

7.4 耐压性

7.4.1 系统管路水压试验用介质应为清水,气压试验加压介质可采用空气或氮气。

7.4.2 当进行水压试验时,应以不大于 0.5 MPa/s 的速率缓慢升压至试验压力,保压 5 min。结果应符合 6.2.3 的要求。

7.4.3 当水压试验条件不具备时,可采用气压强度试验代替。气压强度试验压力取值:二氧化碳灭火系统和三氟甲烷灭火系统为 80%水压强度试验压力,混合气体(IG-541)灭火系统取 10.5 MPa,七氟丙烷灭火系统取 1.15 倍最大工作压力。

7.4.4 当进行气压试验时,应事先采取有效的安全措施,且应防止系统误动作。试验时,应先用加压介质进行预试验,试验压力宜为 0.2 MPa。然后,逐步缓慢增加压力,当压力升至试验压力的 50%时,如未发现异状或泄漏,继续按试验压力的 10%逐级升压,每级稳压 3 min,直至试验压力。保压检查管道各处。结果应符合 6.2.3 的要求。

7.4.5 灭火剂输送管道经水压强度试验合格后还应进行气密性试验,经气压强度试验合格且在试验后未拆卸过的管道可不进行气密性试验。

7.4.6 灭火剂输送管道在水压试验合格后,或气密性试验前,应进行吹扫。

7.5 气密性

7.5.1 进行气密性试验时,应以不大于 0.5 MPa/s 的升压速率缓慢升压至试验压力,关断试验气源 3 min 后检查管道压力下降情况。结果应符合 6.2.4 的要求。

7.5.2 气密性试验应采取有效的安全措施,且应防止系统误动作。加压介质可采用空气或氮气。

7.6 功能

功能试验在系统装船后进行。试验时,将 0.7 MPa 的压缩空气接入系统的分配管网并检查分配管网连通情况。结果应符合 6.2.5 的要求。

8 检验规则



8.1 检验分类

系统的检验分为型式检验和出厂检验。

8.2 型式检验

8.2.1 系统有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品试制定型鉴定时;
- b) 正式投产后,如结构、材料、工艺有重大改变时;
- c) 产品停产一年以上,恢复生产时;
- d) 质量监督机构提出要求时。

8.2.2 系统的型式检验项目见表 5。

表 5 试验项目和顺序

序号	项目名称	型式检验	出厂检验	要求章条号	试验方法章条号
1	外观	●	●	6.1	7.1
2	模拟联动	●	●	6.2.1	7.2
3	灭火	●	—	4.2、6.2.2	7.3
4	耐压性	●	●	6.2.3	7.4
5	气密性	●	—	6.2.4	7.5
6	功能	●	—	6.2.5	7.6

注 1：●为必检项目；—为不检项目。
注 2：二氧化碳系统可不进行灭火试验。

8.2.3 系统的型式检验数量为一套。

8.2.4 系统所有型式检验项目均符合要求，则判定为型式检验合格。若有不符合要求的项目，应加倍取样复验。复验全部符合要求，仍判定系统型式检验合格；若复验仍有不符合要求的项目，则判定系统型式检验不合格。

8.3 出厂检验

8.3.1 系统的出厂检验应逐套进行。

8.3.2 系统的出厂检验项目见表 5。

8.3.3 系统的所有出厂检验项目均符合要求，则判定为出厂检验合格。若有项目不符合要求的，允许查明原因采取纠正措施后进行复验。复验符合要求，仍判定系统出厂检验合格；若复验仍有不符合要求的项目，则判定该套系统出厂检验不合格。



附录 A
(资料性附录)

相关灭火剂标准中对灭火剂性能的要求

A.1 GB 4396—2005 中有关二氧化碳灭火剂特性的要求见表 A.1。

表 A.1 二氧化碳灭火剂特性

性 能	要 求
纯度(体积分数)/%	≥99.5
水含量(质量分数)/%	≤0.015
油含量	无
醇类含量(乙醇计)	≤30
总硫化物含量/(mg/kg)	≤5.0
注：对非发酵法所得的二氧化碳，醇类含量不作规定。	

A.2 ISO 14520-10:2005 中有关三氟丙烷灭火剂特性和三氟甲烷物理特性的要求见表 A.2 和表 A.3。


表 A.2 三氟甲烷灭火剂特性表

性 能	要 求
纯度(质量分数)/%(mol/mol)	≥99.9
酸度	≤3×10 ⁻⁶
水分	≤10×10 ⁻⁶
蒸发残留物(质量分数)/%	≤0.01
悬浮物或沉淀物	不可见

表 A.3 三氟甲烷物理特性

性 能	单 位	数 值
摩尔质量	—	70
101.3 MPa 时的沸点	°C	-82.0
冰点	°C	-155.2
临界温度	°C	25.9
临界压力	MPa	4.836
临界体积	cm ³ /mol	133
临界密度	kg/m ³	525
蒸汽压力(20 °C)	MPa	4.180
液态密度(20 °C)	kg/m ³	806.6
饱和蒸汽密度(20 °C)	kg/m ³	263.0

表 A.3 (续)

性能	单位	数值
过热蒸汽比容(103.1 kPa, 20 ℃)	m ³ /kg	0.340 9
化学式	CHF ₃	
化学名称	Trifluoromethane 	

A.3 GB 18164—2002 中有关七氟丙烷灭火剂特性的要求见表 A.4。

表 A.4 七氟丙烷灭火剂特性

性能	要求
纯度(体积分数)/%	≥99.6
酸度(以 HF 计)/(mg/kg)	≤1
水分/(mg/kg)	≤10
蒸发残留物/%	≤0.01
悬浮物或沉淀物	不可见

A.4 ISO 14520-9:2006 中有关七氟丙烷灭火剂特性和七氟丙烷物理特性的要求见表 A.5 和表 A.6。

表 A.5 七氟丙烷灭火剂特性

性能	要求
纯度(质量分数)/%	≥99.6
酸度(质量分数)	≤3×10 ⁻⁶
水分(质量分数)	≤10
蒸发残留物/%	≤0.01
悬浮物或沉淀物	不可见

表 A.6 七氟丙烷物理特性

性能	单位	数值
摩尔质量	—	170
101.3 MPa 时的沸点	℃	-16.4
冰点	℃	-127
临界温度	℃	101.7
临界压力	MPa	2.926
临界体积	cm ³ /mol	274
临界密度	kg/m ³	573
蒸汽压力(20 ℃)	MPa	39
液态密度(20 ℃)	kg/m ³	1 410

表 A.6 (续)

性能	单位	数值
饱和蒸汽密度(20 °C)	kg/m ³	3.103 5
过热蒸汽比容(103.1 kPa, 20 °C)	m ³ /kg	0.137 4
化学式	CHF ₃ CHFCF ₃	
化学名称	Heptafluoropropane	

A.5 GB 20128—2006 中关于混合气体灭火剂的特性要求见表 A.7 和表 A.8。

表 A.7 IG 541 惰性气体灭火剂性能指标

性能	要求
二氧化碳含量/%	7.6~8.4
氩气含量/%	37.2~42.8
氮气含量/%	48.8~55.2

表 A.8 IG 541 混合气体灭火剂特性表

性能	要求		
	氩气	氮气	二氧化碳
纯度/%	≥99.97	≥99.99	≥99.5
水分含量(质量分数)/%	≤4×10 ⁻⁴	≤5×10 ⁻⁴	≤1×10 ⁻³
氧含量(质量分数)/%	≤3×10 ⁻⁴	≤3×10 ⁻⁴	≤1×10 ⁻³

A.6 ISO 14520-15:2005 中关于混合气体灭火剂的特性要求见表 A.9 和表 A.10。

表 A.9 IG 541 混合气体灭火剂特性表

性能	要求		
	氩气	氮气	二氧化碳
纯度(体积分数)/%	≥99.997	≥99.99	≥99.5
水分含量(质量分数)/%	≤4×10 ⁻⁶	≤5×10 ⁻⁶	≤10×10 ⁻⁶
氧含量(质量分数)/%	≤3×10 ⁻⁶	≤3×10 ⁻⁶	≤10×10 ⁻⁶

注：本表仅列出了主要成分，其他成分可能包括碳氢化合物、CO、NO、NO₂，这些成分最多不能超过 20×10⁻⁶。

表 A.10 IG 541 惰性气体灭火剂物理特性

性能	单位	数值
摩尔质量	—	34
101.3 MPa 时的沸点	°C	-196

表 A. 10 (续)

性 能	单 位	数 值
冰点	℃	-78.5
临界温度	℃	—
临界压力	MPa	—
临界体积	cm ³ /mol	—
临界密度	kg/m ³	—
蒸汽压力(20℃)	MPa	152
液态密度(20℃)	kg/m ³	—
饱和蒸汽密度(20℃)	kg/m ³	3.103 5
过热蒸汽比容(103.1 kPa, 20℃)	m ³ /kg	0.697
化学式	N ₂ 52%(体积分数)	
	Ar 40%(体积分数)	
	CO ₂ 8%(体积分数)	
化学名称	Nitrogen	
	Argon	
	Carbon dioxide	

附 录 B
(资料性附录)
灭火试验报告要求

灭火试验的试验报告应包括下列内容：

- a) 进行试验的试验室名称和地址；
 - b) 试验报告日期和试验报告标识号；
 - c) 委托方姓名和地址；
 - d) 试验目的；
 - e) 系统部件的取样方法；
 - f) 产品生产单位或供应商的名称和地址；
 - g) 产品名称和其他识别标志；
 - h) 对试验产品的描述：
 - 图纸；
 - 说明书；
 - 装配指南；
 - 内含材料的技术说明；
 - 试验系统详图。
 - i) 产品供货时间；
 - j) 试验时间；
 - k) 试验方法；
 - l) 每次试验的布置图纸；
 - m) 试验设备和使用仪器仪表的检定和校准；
 - n) 试验结论；
 - o) 试验方法的偏离(如有)；
 - p) 试验时和试验后观测到的试验情况；
 - q) 报告日期和签名。
-