

# 第一章 概述

## 第一节 散装液体化学品水上运输的发展

### 一、国内外散装化学品的水上运输

**1.国外散装化学品船的发展概况：**由于化学工业的不断发展，化学品的运输正日益兴起。60~70 年代，国外一些工业发达的国家，其石化工业的生产和消费急剧增长。伴随这些产业的发展和石化制品、合成化学制品利用范围的日益扩大，对这些成品和半成品的大量运输提出了新的要求。一些发展中国家的石油生产国，为了保护自己的利益，有的不再出口原油，而是纷纷设厂，将原油制成化工原料或半成品或成品输出。基于环境保护问题的考虑，要求化学制品的产地尽量分散，使原油精制加工地区与消费地区分离。这样，不论在一国之内，还是在国际间就产生了化学品的加工地区和消费地区的分离。因此，就必然导致化学品的运输范围的扩大和运量的增长。

由于化学制品绝大部分是易燃易爆和有毒有腐蚀性的危险品，陆上运输由于考虑到对环境的污染和对人体的危害等问题，受到一定的限制，大量的化学品运输则是通过专用的化学液货船进行海洋和内河运输的。水上运输化学品，既经济，又安全，且运量大。目前，世界上最大的化学品液货船已超过 65000 吨。根据国际有关资料分析，用于大量而远程运输的大型化学品运输船的吨位，以 20000~30000 吨为好。1 万吨以下的船宜近距离、多品种的运输。日本是拥有小型化学品运输船艘数最多的国家。按劳氏船级社提供的资料，1982 年，世界化学品船总数是 744 艘，近 300 万总吨，其中，日本就占有 340 艘，但仅有 22 万吨，每艘平均吨位约 700 吨。由此可知，日本化学品运输的重点在近海和沿海。

**2.我国散装化学品运输的现状：**当今，我国的石油化学工业正蓬勃发展，化学品 1983 年运输量已在 100 万吨以上，其中，以石脑油为大宗，苯类次之，品种多达数十种。从国外进口的散装硫酸、乙二醇等数量也越来越大，磷酸的海上运输量亦很大。我国出口的石油化工产品的比例正在逐年增大，许多国外大的厂家和商社亦一再希望能稳定地从中国得到化工产品、石脑油等的供应，所以，我国化学品进出口运输有着广阔的发展前景。

综合分析，发展我国的化学品运输就是当务之急。1983 年，我国已有载运化学危险品的不锈钢化学品液货船，专门用于海上及内河运输。目前，我国已投入营运和即将竣工的化学品液货船的数量不断增加，主要有液化气船、乙二醇船、磷酸船、甲醇船、苯船及其他散装化学品液货船等。

### 二、世界散化船发展简史和趋势

最早出现的散装液体化学品船是在 1948 年，美国把 T-2 型普通油船 “Marine chemical Transport” 号改装成化学品船，可称为第一代化学品船。其典型例子是 T-2 型油船改装成 9073 总吨的 “R. E. Wilson” 号化学品船，设有双层底舱，中央舱可装 9 种不同的化学品，翼舱装载煤油，并使用了深井泵，具有较灵活的管线系统，装卸比

较方便。但实际上没有脱离普通油船的窠臼，其原因是由于货舱结构材料所限，对装运化学品货物有很大的局限性。

到了 60 年代，为了能装运更多品种的化学品，将成品油船加以改造，成为所谓的第二代化学品船，它具有两个明显的特点：一是采用分隔式的货舱，即在成品油船的货舱内再加设隔舱壁，使其分隔成更多独立的小舱室，并增设了相应复杂的泵和管线系统，由泵房统一操纵控制；二是广泛地应用了舱壁涂层工艺，使装运散装化学品的适应性进一步扩大。

第三代化学品船才是专门设计建造的化学品专用船，由于 70 年代液体化学品货运量和货种不断增加，如运输酸、碱等货物，对货舱结构材料提出了更高的要求。为了保证货物的质量和运输的安全，有  $1/3 \sim 1/2$  的中央液货舱及其所使用的泵和管线是用不锈钢建造的，从而扩大了使用范围；在结构上，采用双层底舱，可作压载之用；管系采用一舱一泵体系，一般不用总泵房操作，而分段设置泵房，使装卸操作更为灵活方便。

第四代化学品船以 1985 年 5 月，韩国大宇造船公司为总部设在美国的挪威斯图文特·尼尔森公司建造的化学品船为代表，这才是名副其实的“散化”船，其主要特点是：吨位较大，该船总载重吨为 39370dwt；分隔较密， $47000\text{m}^3$  舱容被分隔成 58 个独立型液体货舱，舱间有隔舱，这种结构被称为“袋舱”，以适应批量不大的多种液态化学品作“药铺”式的运输，并配之以一舱一泵的独立泵/管体系；货舱 70% 采用了高强度不锈钢材料，可适应装载比重大、腐蚀性强的酸、碱类液货；设有先进的控制系统、加热系统、透气系统、检测系统、警报系统及惰性气体系统，其构造和设备能满足所载运化学品的安全运输和防污染的要求，而且具有更大的灵活性和更好的营运性能。

据称，1989 年挪威的克莱文船厂为斯图文特·尼尔森公司建造的 4 艘 3 万 dwt 化学品船已进入了第五代化学品船。但笔者尚未了解到它与第四代化学品船的区别和特点，第一艘“Stolt Heluland”是 1991 年交付使用的，总长为 174.4m，型宽 29.5m，型深 13.25m，舱容  $38070\text{m}^3$ ，航速 15.5m<sup>3</sup>，航速 15.5kn，共有 41 个液货舱，其中 25 个是用 AISI 316L 硬质不锈钢制造的，25 个其中有 23 个是中心舱。

化学品船是高技术、高附加值船型，其造价为巨型油船的 5 倍左右。现代化化学品船，在承运的化学品液货品种方面向多样化发展；液舱防腐蚀能力趋于更广泛、更经济；泵系、管系分隔适应于多品种运输、操纵更趋于完善方便；舱壁、泵及管系材料不断改进；并朝着自动化程度高、节能方向发展。

跨入 90 年代以来，吨位特点有两个比较明显的倾向：一是两极分化突出；2~5 万 dwt 级船舶的吨位占了总数的 54%，加上 2500dwt 级以下的船舶，占了总数的绝大多数。两级分化现象使化学品船的平均吨位只有 6570dwt/艘。二是有较缓慢的大型化趋势。

船型不断向大型化发展，世界最大的化学品液货船已超过 65000t，但由于大量的化学品为批量小，而安全、质量要求高、价值也较高的货物，同时受港口条件限制和

操作灵活性的要求，限定最大载重量 35000 到 58000t；用于大量而远程运输的大型化学品运输船，吨位以 20000~30000t 为好。一般设 40 个左右货舱，最多达 58 个。

但据 1993 年 10 月 1 日不来格航运经济研究所的统计表明：中、小型船不容忽视。5999t 以下的中、小型船舶，虽然总吨位仅占 1/4 强，但船舶数量却占 70%以上。进行近海、沿海和内河运输，可见这部分货运量也相当可观。

化学品船的兴衰，主要取决于石化/化工业生产状况，而石化/化工业的发展程度已成了衡量国家经济发展的重要标志。资源分布的差异，生产水平的参差不齐，地区性结构变化为液体化学品运输带来了契机。据法鲁里估计：1988 年海运量为 7000 万 t；而海运量每年在以 4.8%的年增长率递增。

表 1-1 世界液态化学品船统计

年 份	1972	1978	1981	1986	1990. 7	1993. 10. 1
拥有船数(艘)	233	527	716	861	945	1201
总吨位(万总吨)	50	193	261. 4	356	363. 2	751. 3

### 三、散化船的分类

散化船，化学品液货船的简称。为便于其分类本节先对液货船这一类型船舶作简单的介绍：

载运液货的液货船一般可分为下述几种：

①液货船：指以载运石油（原油、石脑油）为主，有时也载运石油精制品（如挥发油、各种汽油、煤油、轻油和重油等）的船舶。这种船舶按规定对于小于 60℃的低闪点可燃液体可载运，对其他危险性均不考虑，在设计船舶时所载液货的最大密度按 1025kg/m<sup>3</sup>考虑。此外，也不考虑所载液货的腐蚀性，因而在液货舱内不施行防腐蚀的特殊涂装。

②石油成品油液货船：以载运石油精制品为主的船舶称为石油成品油液货船，并分为轻油液货船和重油液货船两种。其在 IMO 有关规则的主要方面与上述①的液货船并无特殊差异。

③多品种共装液货船：此类船可同时载运多种液货。为了安全和保证所载货物质量，将装载不同货物液货舱，在设计时采取完全隔离措施。此类船舶载运的货物对象，一般是高质量的石油精制品、可燃性液体、化学品和动植物油等。在 IMO 有关规则的要求和设计条件等方面，是以其预定装载货物的不同而有所差异。

④化学品液货船：此类船舶按设计规则的不同设想，可分成两种。一种除装运化学品外，也可载运石油精制品，各种可燃液体（酒精类等）、动植物油，以及糖浆等各种货船，因此，也称多用途化学品液货船；另一种是专为载运某种特定化学品的单项货物，因此也称专用化学品船。

在 IMO 规则的要求和设计条件等方面，也是以其预定装载货物的不同而有所差异。这里所说的化学品是指上述各种液体化学品。

⑤液化气体船：此系载运需要加压或冷却成液体状的货物的船舶；或既需要加压又需要冷却成液体状的货物的船舶。

例如，氨即属于此类液货船运载对象，但氨水（即氨不满 28% 的水溶液）则属前述化学品液货船的运载对象。在 IMO 有关规则的要求及设计条件等方面，以其预定载运货物的性质、运输条件的不同而异。

除上述各种液货船外，尚有专运泥浆状货物（如将铁矿石、煤、废弃物加水成泥浆状）的浆状物液货船；以及既能运载散装固体货物又能运载液体货物的两用船（如矿石—石油、散装—原油两用船）。上述两者，从广义上讲也可列入液货船的范畴。

从上述液货船的分类来看，涉及载运所谓化学品货物的船舶有：石油成品液货船、多品种共装液货船、化学品液货船、液化气体船和两用船。因而单称化学品液货船很难有一个明确的概念。

现在通常所说的化学品液货船，是指以运载危险化学品货物为主要对象，同时也包括石油成品运载对象的一部分货物在内的船舶，并且，上述危险化学品货物是列入 IMO 有关规则的范畴。

散化船的分类：由于化学品液货船运载品种繁多，性状各异，要求不同，故分类也较难。如表 1-2 所示，表上是按载运货物、货舱结构、货舱位置、货物载运时的状态及货物危险性等进行抽象的概括的分类，但实际情况要复杂得多。

例如，多用途化学品液货船对其所载货物的可燃性、毒性、污染程度和反应性等危险性质，需经过严格鉴定后，再按其危险性质来进行分类，而不是用几个表达船舶性质的简单因素所能概括的。

**表 1-2 化学品液货船的种类**

序号	分类方法	分 类	备 注
1	按载运货物分类	多用化学品液货船	载运货品从数种至数十种
		专用化学品液货船	每舱规定载一定种类货物，一至数种
2	按货舱 不同结构分类	整体液舱	用船体结构构成的货舱
		独立液舱	与船体结构分离的单个货舱
3	按货物危险程度 及货舱布置的条件分类	1 型船	对应货物危险程度的严重性依次为 1、2、3 三种船型的船舶
		2 型船	
		3 型船	
4	按货物载运 时的状态分类	液体货物	在常温常压下为液体的货物
		溶解货物	将固体或气体溶解于介质(水等)中的货物
		熔融货物	温度保持在物质熔点以上的货物

序号	分类方法	分 类	备 注
5	按货物的危险性类型分类	可燃性物质	根据闪点、自然点、沸点、爆炸极限范围而定
		反应性物质	与其他货物及水相遇会引起化学反应，或自身起反应
		污染性物质	污染大气或水域
		毒性物质	吸入及接触后对人体健康有危险性
		非危险性物质	不列入 IMO 有关规则危险化学品的物质(列如其他化学品石油等)
		腐蚀性物质	腐蚀（构造材料、人体等）危险性
6	按船舶大小分类	小型 中型 大型	150—2000dwt,以内河、沿岸运输为主 2000—10000dwt, 适于近海海域运输 10000—30000dwt, 主要用于远洋运输
7	按船舶航区分类	海船 内河船	海上运输 内河运输

#### 四、散装运输化学品的主要特点（表 1-3）

**表 1-3 散装运输化学品的主要特点**

序号	特 点	简 介
1	密度变化范围大	货品密度范围从 0.63g/cm <sup>3</sup> （戊烷）到 2.17g/cm <sup>3</sup> （二溴化乙烯），但大部分货品密度在 0.7g/cm <sup>3</sup> 到 1.2g/cm <sup>3</sup> 之间。
2	粘度变化范围大	货品的粘度范围从 0.1mPa·s 到 4000mPa·s（动力粘度）（个别货品如沥青、糖蜜等的粘度更高）。
3	液货蒸发气压力高	某些液货在常温下运输时具有较高的蒸发气压力，例如： 1，3—戊二烯的蒸发气压力为 46kPa； 戊烯及所有异构体的蒸发气压力为 57kPa； 戊烷的蒸发气压力为 67kPa。
4	高凝固点	若干货品在环境温度下会发生凝固（如沥青、液态硫、93%或以下的硝酸铵溶液等），故对货品的泵送温度及洗舱作业有相应要求。
5	高挥发性	有些货品具有高挥发性（如异戊二烯、氧化丙烯等），装运中需进行冷却。

序号	特点	简介
6	高热敏感性	<p>某些货品对加热温度和温升速度有极高的敏感性，温升过快会造成货品的变质。如 60% 以上但不超过 70% 的过氧化氢溶液在运输时不允许舱内温度超过 35℃，且不允许液货在 5h 内每小时的温升大于 2℃。</p> <p>另一些液货对加热表面的温度有严格要求，需防止液货的局部过热引起危险反应，因此对加热介质的选择应予以重视。</p>
7	杂质敏感性	<p>对杂质和其他可能渗入的相容货品有高度的敏感性。</p> <p>化工产品的纯度要求越来越高。如 93% 或以下的硝酸铵溶液内所含氯化物离子和铁离子均不许超过 10mg/L，且不得含有其他物质。因此除对液舱密封性、液舱材料及设备有要求外，对系统的清洗要求也十分严格，需清洗至使主管机关满意为止。又如 60% 以上但不超过 70% 的过氧化氢溶液对氯离子很敏感，拟装运此种货品的液货舱不得用海水压载。</p>

## 第二节 散装液体化学品的危险性

### 一、散装化学品的危险性：

(1) **一般危险性**：化学品船运输的货物多是可燃危险品，运送这类货物的船舶都存在有着火灾爆炸的危险性。因此，必须加以重视。水上运输化学品其他方面的危险性有：毒性、腐蚀性、反应性、污染性、低温、高温和高压等。由于低温和高温对人体造成的危害是冻伤和烧伤，而低温对船舶的结构和设备会产生不利的影响，必须予以充分的注意。对于高压问题，除了由于泄漏而使高压物质喷射出来这一危险外，因高压造成容器设备的破裂，以及蒸气爆炸的危险性，也必须予以高度重视。

在密闭的容器内，要以高压来维持已达到气液平衡的液体状态。这种液体在比其沸点高的温度下，方能保持平衡状态。

一旦产生泄漏，内部压力就会急剧降低，这时容器内的液体，因变为过热状态而迅速产生蒸发。这与通常的蒸发不同，几乎全部液体在瞬间内变为蒸气，即在液体内部，急剧产生气泡而使体积膨胀，因此而产生异常高的压力冲击，致使容器爆裂。

(2) **火灾和爆炸危险性**：化学品船的货物对象，绝大部分都是可燃性物质。评价火灾和爆炸危险性有很多方法，而一般都是根据闪点来评价的。

可燃液体的闪点一般可分为 4 个等级。

①等级 1：低闪点组，为闪点低于 $-18^{\circ}\text{C}$ 的液体。例如，二硫化碳、二乙醚、异戊二烯等。

②等级 2：中闪点组，为闪点高于 $-18^{\circ}\text{C}$ ，而小于 $23^{\circ}\text{C}$ 的液体。例如，苯、二氯乙烯、乙酸乙烯等。

③等级 3：高闪点组，为闪点高于 $23^{\circ}\text{C}$ ，而小于 $60^{\circ}\text{C}$ 的液体。例如乙酸、氯苯、2—氯乙醇等。

④其他组：闪点高于 $60^{\circ}\text{C}$ 的液体。由于闪点高，火灾的危险性较小。

液体化学品大都是属于上述 1~3 级的易燃危险品。按火灾爆炸危险性大小，也有如下的分类：

①产生氢气的液体：如酸类产品，由于对铁等类物质有腐蚀作用，且能产生氢气。例如，盐酸、硫酸、硝酸等强酸。

②可燃危险性液体：与闪点在 $60^{\circ}\text{C}$ 以下的石油具有同等程度火灾爆炸危险性的物质，例如，硫磺、萘等。

③高度可燃危险性液体：被认为是火灾危险性明显比石油高的物质，例如，一丁醇醚、丙胺、偏（二）氯乙烯等。

④最高度可燃危险性液体：被认为是火灾爆炸危险程度特别高的物质，例如，二硫化碳、二乙醚、环氧丙烯以及乙烯基乙醚等。

上述的判断的是根据蒸气压、沸点、自燃发火温度、闪点和爆炸范围等来进行的。但这种分类方法，由于国际上仍然没有统一的规范，所以各国和各船级社有关这方面的情况都各不相同，因此要特别注意。

(3) **火焰逸走界限**：所谓火焰逸走界限，是在背压的某种状态下，火焰通过狭窄间隙时，从一方是否能传到另一方的长短界限的特定值。此值常被用来决定防爆机器的结构等级。这个特定值，也因混合体组成、压力、温度和湿度等，以及试验方法的不同而不同。通常是利用在常温、常压下和成为最小界限值的空气混合气体组成的值来表示。例如，氢为 $0.10\text{mm}$ ，乙烷为 $0.71\text{mm}$ ，甲烷为 $1.17\text{mm}$ ，氨为 $3.38\text{mm}$ 。

(4) **静电**：固体和固体，固体和液体，液体和液体，气体和固体等两种不同物质相互接触磨擦，会产生静电。这种静电荷具有在特定场所积聚起来且不流动的特点。这种电荷积聚，即为能量积蓄。

当电位不同时，电荷才可能流动。所以，如果电位差变高，就会在空气等气雾中放电发出火花。当在空气中产生 $350\sim 400\text{V}$ 的电位差时，即可能发生放电。当这种放电能大于周围气雾的最小发火能，而且在爆炸范围内的气雾中放电时，就会导致燃烧或爆炸。

一些气体的最小发火能量由表 1—4 查得。

表 1—4 最小发火能量以及火焰逸走界限

可燃性气体	最小发火能		火焰逸走界限(mm)	着火温度 (℃)
	mJ	浓度 (空气中 vol%)		
氢	0.019	29.50	0.10	585
乙烯	0.096	6.52	0.71	450
甲烷	0.280	8.50	1.17	537
丙烷	0.310	4.02	0.97	467
丁烷	0.380	3.42	1.03	430
氨	0.770	21.80	3.38	651

对于石油,如果最小发火能为 0.25mJ,可由上式求得: 在电位为 355V 时,必须要有 4000pF 的静电容量。因此,必须要有 12000m<sup>3</sup> 左右的液舱的液表面。

一般说来,固有电阻率小于 10 Ω · cm 的液体,或者纯气体 (不含有固体、液体异物), 带电现象几乎是不会表现出来的, 或者是静电很少发生的; 而固有电阻率大于 10 Ω · cm 的液体 (即含有杂质的不纯液体), 或含有氧化金属、尘埃、水分等异物粒子的气体, 当它们流动而且相互接触摩擦时, 则会很容易产生静电。因此, 对于可燃性气体应和可燃性液体一样, 都要重视静电产生的问题。在可燃性液体里, 电阻率 (也叫比电阻) 较高的有苯 (3.5~5×10<sup>14</sup> Ω · cm)、环己烷 2.1×10<sup>14</sup> Ω · cm 等。

#### (5) 特殊货物的火灾爆炸危险性:

①氨: 氨不属于可燃性气体, 因为它爆炸范围狭窄, 只有当连续接触到着火源时才能燃烧, 所以, 着火爆炸的危险性是比较小的。但是, 并不是说完全不燃烧。由于不注意而引起燃烧爆炸的例子也是有的, 所以仍要注意。

氨和可燃性气体要求一样, 在氨压缩机房等密闭区域内的电气设备, 需要防爆结构。而在开敞式甲板上, 不需这样做。

还有, 为了防止静电发生, 禁止将氨喷射入含有空气的液舱内。在以喷射形式装卸液化氨或进行冷却时, 氧气浓度要在 6VOL% 以下。

②环氧乙烷: 环氧乙烷在空气中和在大气压下的爆炸范围是 3.6~100 VOL%, 也就是说它能在不存在空气的空间发生爆炸。但是, 在容器内, 若以氮等作为稀释剂来充填, 其爆炸界限将会变小。若维持在安全的组成比例内, 是可以避免爆炸的。在有关规定里, 要求在 30℃ 以下进行冷却, 并贮藏运输环氧乙烷, 若以 0.225MPa 的压力封入氮将是安全的。考虑到裕度, 一般规定以 0.448MPa 以上的压力封入氮气, 在这个环境下, 万一环氧乙烷的温度即使上升到 45℃, 也是安全的。

③硫磺: 硫磺是一种高着火点物质。但是, 由于要加热熔融运输, 所以把它作为可燃危险性液体看待。因此, 对设备要求防火防爆, 而且由于它含有硫化氢、碳化氢和二硫化碳等, 故是一种不纯物质, 特别是开采出来的硫磺, 它含有大量的碳化氢。

由于硫磺和碳化氢起化学反应而会生成硫化氢。硫化氢在爆炸界限浓度下会自然爆炸, 所以要用换气法去进行舱内环境控制。在贮藏运输过程中, 换气装置规定硫化氢浓度不能超过 1.85VOL%, 它是由计划运输的硫磺中的硫化氢以及碳化氢的数量来推算的。



根据硫磺运输船货舱的换气能力，要限制运输硫磺中的硫化氢的浓度，即硫化氢和碳化氢的组成比例。

④磷：磷是一种与空气接触即会自然发火的物质。所以，规定要以浸没水中的方式来运输等的特别要求。这样，就没有着火爆炸的危险性，所以，电气设备，只按标准要求就可以了。

## 二、散装化学品的毒性：

毒性物质的概念：所有物质，在某一定条件下，都会成为有害物质。关于毒性的定义是比较复杂的，对于这一情况，可以这样认为，“所谓毒性物质，是指经口服、皮肤接触或吸入时，有使人致死，或者会对人造成重大伤害可能性的物质。

随着科学的进步，人们对毒性物质的认识也在发展。例如氯乙烯，当初人们只是把它作为可燃性气体来处理；但是后来，人们发现它是恶性肿瘤的根源之一，所以才将它作为毒性气体来处理。

毒性的评价标准：毒性的评价方法很多，表 1—5 所表示的是一些液化气体的各种毒性及其毒性程度。

表 1—5 一些气体的毒性

名称 有(T)者来自 IMCO 规范	*① 允许浓度 TLV (ppm)		*② LD <sub>50</sub> (经口) (mg/kg)	*② LD <sub>50</sub> (皮肤) (mg/kg)	*② LC <sub>50</sub> ( $\frac{ppm}{hr}$ )	*③ 气味 检测界限	备 注
	TWA	STEL					
乙醛 (T)	100	150	1930	640	4000 4	2.3	LCL <sub>0</sub>
1—丁烯					20% 2		老鼠
异丁烯					620 4		
乙烷	F	F					
乙烯	F	F					
溴化甲烷 (T)	15	15			514 6		LCL <sub>0</sub>
氯甲烷(T)	100	125			3000 4		LCL <sub>0</sub>
丙烷	F	F					
二氧化硫 (T)	5	5			130 24		老鼠

注：\*①根据 1976 年 ACGIH 规范，F 为单纯窒息剂，A<sub>1</sub> 为发生恶性肿瘤。

\*②根据日本产业卫生手册资料。

\*③根据 USCG 规则资料。

\*④没有写上试验动物名称的，为根据常规的实验值。

\*⑤LC—致死浓度；\* LCL<sub>0</sub>—最小致死浓度。

关于毒性的表示标准，以及其使用值的定义说明如下：

①允许浓度（TLV）：作业环境空气中污染物质所允许的最大浓度。即在这种浓度中劳动和工作的大多数人，即使是连续作业也不会发生健康障碍的浓度。它是时间加权（最大允许）平均浓度（TLV—TWA）。此外，还有作短时间暴露于这种环境中允许浓度，即 TLV—STEL 以及 TLV—C。通常说的 TLV，即是指 TLV—TWA。

②TLV—TWA（时间加权平均浓度）：它是表示一天 8 小时，一周 40 个小时的正常劳动时间加权（最大允许）平均浓度。大多数劳动者，暴露在这种环境下连续工作而不会发生健康障碍。把这个允许浓度值作安全对策和毒性气体检测器性能等的标准。这里举几种货物的允许浓度：一氧化碳为 50ppm，二氧化碳为 5000ppm，硫化氢为 10ppm 等。

③TLV—STEL（时间暴露限度）：在 15 分钟时间内，在这种环境条件下，不会感到难忍的刺激，不会因麻醉作用而发生危险，或者人体组织不会因此而产生慢性或非可逆性方面的病变，而且，不会因此而失去自律心理或者作业能力显著下降等。

④TLV—C（上限值）：即使是瞬间也不能超过的浓度。它是安全浓度和危险浓度的分界线。

⑤致死量和致死浓度：有毒物质能致动物死亡所需的量（用 mg/kg，或用浓度 ppm 计量）。其表示方法是：经口 LD<sub>50</sub>，皮肤 LD<sub>50</sub> 及 LC<sub>50</sub> 等都是经实验得到的最高最可依赖的量。此外，也常用 LD<sub>0</sub>（最小致死量）、MLD（通过数次实验得到的致死量中的最小值）和 TD（产生中毒症状的量）等。而 LC、L0 和 MLC 等是相对于吸入浓度 LD、L0 和 MLD 等，具有相同的意义。

⑥经口 LD<sub>50</sub>：对于同一种动物，将毒物经口喂入，使这些动物有 50% 死亡的量。用每 kg 体重的量（mg/kg）来表示。而且要写上用于试验的动物。例如：经口 LD<sub>50</sub>—鼠 800mg/kg 等。

⑦皮肤 LD<sub>50</sub>：将毒物接触到同一种动物的皮肤，使这种动物有 50% 死亡的量（mg/kg）。

⑧LC<sub>50</sub>：同一种动物经气管吸入有毒蒸气或气雾等，能致这种动物的 50% 死亡的浓度。通常用 ppm 表示，但当高浓度时，则用 VOL% 表示，而且将吸入的时间也写上。

### 三、散装化学品的反应性

化学品运输船一个重要的问题是化学反应的危险性。化学反应有如下几种：

（1）和空气的反应。

（2）自身反应：如聚合反应、凝聚反应、分解反应等。

（3）和水（淡水和海水）的反应。

此外，与货舱的结构材料等的反应或腐蚀作用，也是反应危险性的一种。

下面将着重介绍上述各种化学反应的情况。

（1）与空气接触而发生分解爆炸：具有负二价的 O<sub>2</sub> 基（—O—O—）化合物，叫过氧化物，由于它的不稳定性，所以它在分解时会放出氧气，并由于氧化作用，而使

爆炸更加激烈。例如乙醛，由于它和空气接触而被氧化并生成过二乙酸。丁二烯也因同样情况而生成过氧化物。这些物质，由于其不稳定性，故会发生分解爆炸。

在运输这种货物时，要严禁其与空气接触，以免生成氧化物。因此，要使用投入抑制剂等处理办法。而且对封入液舱内的惰性气体的纯度也有限制。

## (2) 自我反应：

①聚合反应：所谓聚合，是同一种分子结合成两个以上并生成大分子量化合物的反应。由于聚合而生成的化合物叫作聚合物。由于不饱和化合物是一种容易聚合的物质，在发生激烈的聚合反应时，会产生聚合热而使蒸气压上升，因而会发生爆炸。例如，有丁二烯和氯乙烯等，因聚合反应而发生爆炸的例子。

②凝聚反应，是在有机化合物中两个或两个以上官能基（有机化合物分子结构中能反映出特殊性质的原子团。如 $\text{—NH}_2$ 显示碱性， $\text{—COOH}$ 显示酸性）间的反应，并伴随着简单分子的脱离而生成新的共价键物质反应的总称。

③分解反应：则是指化合物变成更简单的化合物的现象的总称。

在运输容易产生自我反应的货物时，由于这种反应会使温度、压力上升，并会造成爆炸和生成新物质。因此，为了防止装运这种货物的装置闭塞等危险，必须严格按照有关规范的规定进行。例如过氧化氢，若自然分解，会产生氧气（ $2\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ ），即使在没有空气存在的情况下，也还存在着发生爆炸的危险。因此，过氧化氢一般以水溶液来运输，并且当其水溶液浓度超过 30% 时，是特别危险的。而当浓度超过 50wt% 时，即使没有发火源，也会使可燃物质发火。所以，为了避免过氧化氢的分解，其水溶液浓度必须在 30wt% 以下，或者加入抑制剂。经过这些处理后，会使其分解速度变得极其缓慢。产生危险的自我反应的物质，在规范里都有列举。如丁二烯、氯乙烯、丙烯酸、苯二烯单体等。

抑制剂也叫稳定剂，在使用时要注意有效期，同时，不要忘记抑制剂由于高温和蒸发再液化会使抑制剂逐渐失效。

(3) 与水发生反应：有的物质加水能发生反应，并生成毒性或腐蚀性气体或烟态物质（以液体或固体为分散相和气体为分散介质所形成的溶胶。如雾是水滴分散在空气中的气溶胶，烟是固体粒子分散在空气中的气溶胶。）包括以水作为催化剂而产生聚合反应的物质。例如氯磺酸，加水分解爆发后会生成盐酸或硫酸（ $\text{HSO}_3\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ ）。由于这些生成物是典型的强酸，故具有强烈的腐蚀性和发烟性。

此外，有不少固体物质加水反应会发火或产生可燃性气体物质。把与水发生危险反应的物质叫作禁水性物质。

加水会产生危险反应的物质，还有二苯甲烷—异氰酸盐、发烟硫酸、氯、二氧化硫等。后面两种是禁止与空气中的水汽接触的。

(4) 相互反应：某种物质和其他物质接触或混合时，会产生危险反应，并会伴随着发热、发火或压力上升，或生成敏感的爆炸性物质等。因此，必须防止因违反操作规程或货物贮藏设备发生故障而使这些物质相互间接接触或混合的危险。同时，亦应考虑由于货物和致冷剂、货物和不活性气体、货物和材料、货物和润滑油等之间的组合而导相互反应的产生。

例如氯，在化学性质方面，它是一种活泼的卤素元素，能与多种物质产生化学反应。如果氯与乙烯混合，会发生强烈爆炸；与甲烷混合，在日光或强烈光线作用下，会产生爆炸性化合物等等。

象这种相互反应，具有混合危险性的物质，一般多为具有强烈氧化性物质和具有还原性物质的相互混合而产生的。关于一些液状货物的相互反应的危险性列于表 1—6 中。

**表 1—6 一些气体的相互反应表（根据 IMCO BCH/224 March' 76）**

组 号	组 名	品 名	H: 表示有危险反应 空白: 表示没有危险反应						
1	氨类	氨	6						
2	脂肪族胺类	二甲胺, 乙胺		7					
3	氧化烷撑类	环氧丙烯	H	H	16				
4	醛类	乙醛	H	H		19			
5	链烯类	丁二烯、乙烯、丙烯、甲基乙炔丙二烯混合体					30		
6	链烷(属)烃类 (石蜡类)	丁烷、乙烷、甲烷(LNG)、丙烷						31	
7	乙烯基卤素类	氯乙烯							35
8	卤素,碳氢化合物类	二氯乙烷、溴化甲醇、氯化甲醇							36

注：①氯，环氧乙烷和氧，是全部装载在独立的货物装置里或以单体运输为原则的。

②要将二氧化硫及致冷剂气体的反应性不明和以①的装载方法或有关反应性的实验数据提出来的，而且反应性若拼入卤素氢化合物这一组，可以判断出致冷剂气体，可以根据 11—6 来进行。

③氯作为液化气货物没有危险反应。

当货物的相互反应不明确时，必须通过实验来进行评价。其实验和评价方法，在有关文献里有详细的介绍。

（5）腐蚀反应：腐蚀，根据其反应和进行的速度，其危险程度是不同的。而且还由于环境以及其他物质（空气、水和不活性气体）和货物气体的接触混合不同，其腐蚀情况也各异。

一般的腐蚀性物质，进入人的眼里或接触人的皮肤都会带来危害。

氯和水作用生成盐酸，二氧化硫和水作用会生成亚硫酸及硫酸。这些生成物，对钢材会产生腐蚀。氯乙烯和水接触生成氯，往往也会给钢材带来腐蚀。因此，象这种气体，应设法避免和含有水分的空气接触。

#### 四、散装化学品因混合和接触所造成的其他危险性：

（1）滚翻：将特性相同而液密度不同的液货装载在同一货舱里，就有可能产生“滚翻”的现象。随着滚翻现象的出现，会有大量蒸发气体的产生和压力的上升。因此，激烈的滚翻是应该避免的。对这种情况，在有关的规范里有明确的规定。

滚翻现象的产生主要是因为液密度不同而产生的密度差。由于密度差，上下层的液货便会进行对流，造成上下层间的物质移动。热量一般是由接触上层的侧壁传入，并将上层液货蒸发；而由下层传入的热量则会使下层的液货温度上升，同时这些传入的热量在内部贮藏起来。这种状况如果持续下去，上层较轻的液货蒸发越来越多，因而其密度也越来越大（比开始时）；另一方面，下层的密度，由于温度上升而会逐渐变轻。当上下的密度差逐渐缩小到某一场合时，便会产生激烈的混合。这时，贮于下层的热量便会传至液表面，并由于压力的减小而造成液面激烈的蒸发，因而使货舱内的压力急剧上升。这就是所谓的“滚翻”现象。

（2）水和物、结冰：在液货中存在水分时，往往会生成水和物白色结晶状团粒。所谓水和物，是指某种物质的分子或者离子在其周围吸引着几个水分子而组成一个分子集团的现象。

水和物是在温度降低（在水和物融点以下的温度）或压力上升时产生的。即使是在气体中，水和物也会生成粘性固体，因而会导致管路的闭塞，这是很危险的。

结冰是由于温度降低，使液货中的水分凝固。水和物和结冰，由于会招致管路装置和泵等的故障，所以应引起重视。

至于液货中所含的水分量应限制在什么程度以下，才不会因结冰和生成水和物而造成恶劣影响，可根据经验决定，亦可以查阅有关资料得到。

（3）货物残渣影响：运输多种液货的化学品船，还要注意货物残渣的影响。因此，在下列情况时应特别加以注意：

①毒性货物后再装载其他货物。

②装载容易产生危险反应的货物后再装载其他货物。

装载要求高纯度的货物，都要规定残渣混入的允许浓度

四、规范把危险性归并为：火灾危险性、健康危险性、水污染危险性、空气污染危险性和反应危险性五种。

### 第三节 散化船审图、检验公约和规范简介

#### 一、相关国际公约、规则和规章简介

随着船舶散装化学品运输业的发展，由之所带来的安全和污染问题，引起了各沿海国家的深切关注，国际海事组织（IMO）制定了《国际散装运输危险化学品船舶构造和设备规则》（以下简称《国际散化规则》，亦即 IBC Code）。

当《1974 年国际海上人命安全公约》（即 SOLAS 74）的 1983 年修正案在 1986 年 7 月 1 日生效时，IBC 规则成为必须遵守的强制性国际规定。在此后不久，即 1987 年 4 月，《1973 年国际防止船舶造成污染公约》及其 1978 年议定书（MARPOL 73/78）生效。这些措施是为了确保这些货物在运输过程中的安全和环境保护。下面将根据这项规则的制定过程，介绍使《国际散化规则》成为强制性公约的有关公约，并对每一项规划的内容作一概要介绍。

（一）1974 年国际海上人命安全公约（SOLAS 74）

在 1912 年“坦塔尼克”号惨痛沉没后，英国政府于 1913/1914 年召集了一次有关海上人命安全的国际会议，会议通过了一个国际海上人命公约（SOLAS 公约），但由于第一次世界大战的爆发，公约并未生效。这一公约在以后的年代里得到不断的改进，并且比原来的 SOLAS 公约在内容上也有不少扩充。新的 SOLAS 公约分别制定于 1929 年、1948 年、1960 年和 1974 年。

在 SOLAS74 正式生效之前，1976 年发生了一系列的油船火灾和爆炸事故，针对这些事故所引发的关注，国际海事组织（IMO）在 1978 年召开了国际油船安全和防污染会议，并通过了两项议定书，一项与 SOLAS 74 生效后于 1981 年补充了新的修正案，后者除其他新的要求外正式将 SOLAS 协议书并入 SOLAS 74。1981 年修正案于 1984 年 9 月 1 日生效，1983 年 SOLAS 修正案于 1984 年 9 月 1 日生效，1983 年 SOLAS 修正案则在 1986 年 7 月 1 日生效。

该公约对进一步增进船舶特别是液货船的安全，促进海上船舶和财产以及人命安全具有最大意义。

## （二）散化规则的制定

国际海事组织从 1968 年起就着手拟订一项关于散装运输危险化学品船舶构造和设备的规则。在制定这一规则时，首先根据当时已有的对化学品液货船的国家安全规定，以及应该加以考虑的事故。1971 年 11 月的国际海事组织大会以 A. 212(VIII) 号决议通过对于在 1972 年 4 月 12 日或其以后建造的船舶须遵守该规则的全部规定，而对于在该日期之前建造的船舶在遵守规则时可以免除某些规定。

《散化规则》在其制定之后，曾做过数次修正。由于这项规则是这类性质的第一次国际性文件，而且又是在较为仓促的时间内制定的，因此对于构造 & 设备的各种规定需要根据累积的经验加以解释、说明和不断订正。此外，准备在化学品液货船上运输的新产品的安全问题需要加以研究，对于已获准散装运输那些新产品的运输要求予以制定，这些产品及其装船要求应补充到这项规则中去，所有这些都是要求持续进行的工作。SOLAS 74 修正案中的重大修正，如固定式甲板泡沫灭火系统及检验要求等已列入散化规则中。

## （三）通过 SOLAS 74 使国际散化规则强制化

在关于采用散化规则的 A. 212(VIII) 决议中，国际海事组织（IMO）要求拥有化学品液货船的国家实施这项规则，并向该组织报告。许多船籍国通过国家法令已经实施了这项规则，有的国家则让船东们自行决定，仅仅在经申请后颁发一份规则证书，即适装证书。许多港口国家还要求挂外籍旗的船舶必须具有适装证书，作为进入其港口的条件。

一些国家将这项规则实施于所有进入其港口的船舶，这一措施使规则在事实上处于公约的地位。国际海事组织海上安全委员会认为这项规则处于此种混淆不清的法律地位是不妥当的，决定通过 1974 年 SOLAS 公约来使之成为强制性的规则。

修订后的 BCH 规则共有 19 章委员会将其命名为《国际散装运输危险品船舶构造和设备规则》（简称国际散化规则，或 IBC），并适用于该规则生效之日及其以后所建造的船舶（现在 IBC 规则已增加到 20 章）。

现在的 BCH 规则（共 7 章）仍保留为非强制性规则，适用于 IBC 规则生效日以前所建造的任何尺寸的船舶。

海上安全委员会在其第 48 届会议上，以 MSC4（48）号决议通过 IBC 规则，并决定将其他施于在 1986 年 7 月 1 日或其后建造的任何尺寸的化学品液货船。

在此同时，为了使这项规则通过 SOLAS74 成为强制性规则，海上安全委员会在 1983 年 SOLAS 修正案中修订了第 7 章“危险货物的运输”的内容；新增了 B 分章为散装运输危险化学品船舶的构造和设备。根据修订后第 7 章中第 10 条的规定，化学品船应符合 IBC 的要求，并应在 1974 年 SOLAS 公约第 1 章的适用要求之外按这项规则的规定予以检验和发证。因此，IBC 规则的要求通过 SOLAS 公约第 7 章第 10 条成为强制性的规定。

《SOLAS 74》的 1983 年修正案中新增第 7 章“B 部分：散装运输危险液态化学品船舶的构造和设备”的内容摘录如下：

#### 第 8 条 定义

1. 《国际散化规则》系指国际海事组织海安会决议 MSC. 4(48)通过的《国际散装危险化学品船舶构造和设备规则》，此规则可能由本组织进行修正，但此项修正应是根据现行公约第Ⅷ条适用于附则（第 I 章除外）的有关修正程序通过、生效并实施的。

2. 《化学品液货船》系指建造或改建用于运输《国际散化规则》第 17 章所列的任何液体产品的货船。

3. 第 9 条中，“建造船舶”系指安放龙骨或处于相应建造阶段的船舶。

4. “处于相应建造阶段”是指在这样的阶段：

(1) 可辨认出某一具体船舶建造开始，且

(2) 该船业已开始的装配量至少为 50t 或为所有结构材料估算重量的 1%，以较小者为准。

#### 第 9 条 化学品液货船的适用范围

1. 除另有明文规定外，本部分适用于 1986 年 7 月 1 日或以后建造的化学品液货船，包括小于 500 总吨者。此类化学品货船除适合本公约附则任何其他可适用的要求外，也应符合本部分的要求。

2. 任何化学品液货船，不论其建造日期如何，当进行修理、改装、改建以及与之有关的舾装时，至少应继续符合该船原先适用的要求。这种船舶如系在 1986 年 7 月 1 日之前建造者，一般应至少达到该船在进行修理、改装、改建或舾装之前，已经履行该日期以及以后建造船舶要求的同等程度。重大的修理、改装、改建以及与之有关的舾装，在主管机关认为合理和可行的范围内，应满足对 1986 年 7 月 1 日或以后建造船舶的要求。

3. 不论其建造日期如何，当船舶改建成化学品液货船时，应作为在该船改建开始之日建造的化学品液货船处理。

#### 第 10 条 对化学品液货船的要求

1. 化学品液货船应符合《国际散化规则》的要求，并且除了符合本公约规则第 I /8 条、第 I /9 条和第 I /10 条的规定以外，还要根据该规则进行检验及发证。在本条范围内，该规则的要求作为强制性要求处理。

2. 持有根据本条 1 要求所发证书的化学品液货船，应接受本公约附则 I /19 条所确定的监督。为此，此项证书应被作为按照附则第 I /12 条或第 I /13 条的要求而签发的证书看待。

#### （四）国际防止船舶造成污染公约（MARPOL 73/78）

石油运量的增长引起对控制石油排放的关切，国际上为了减少海洋环境污染的努力始于 1954 年。国际防止船舶造成污染公约（1954 年公约）是第一个为减少因海运石油造成污染而制定的国际公约。1954 年公约只考虑稳定的油料，诸如原油和剩余的燃料油。1954 年公约经过 1962 年、1969 年和 1971 年几次修订，并于 1973 年修订成新的得到扩展的公约，称为《1973 年国际防止船舶造成污染公约》（即 MARPOL 73）。MARPOL 73 有 6 个技术附件，分别涉及油类、有毒液体化学品、包装危险货物、废水、垃圾的排放或事故性释放，各自称为附则 I、附则 II、附则 IV 和附则 V，其中附则 I（油类）、附则 II（有毒液体物质），为强制遵守的附则，凡属批准 MARPOL 公约的国家均需遵照执行。在 MARPOL 73 生效之前，召开了 1978 年油船安全和防止污染会议，制定了 1978 年 MARPOL 议定书。由于已批准 MARPOL 议定书（MARPOL 73/78）包含了 MARPOL 73 的全部条款，还对 MARPOL 73 的附则 I 作了重大修改。公约的全称为《关于 1973 年国际防止船舶造成污染公约的 1978 年议定书》（即 MARPOL 73），简称为《73/78 防污染公约》。

《73/78 防污染公约》于 1983 年 10 月 2 日生效。实际上，只有附则 I（防止油污规则）与议定书同时生效。附则 II（控制散装有毒液体物质污染规则）于 1987 年 4 月 6 日生效，附则 V（防止船舶垃圾污染规则）于 1988 年 12 月 31 日生效；附则 III（防止海运包装或集装箱、可移动罐柜或公路和铁路槽罐车装运有害物质污染规则）于 1992 年 7 月 1 日生效；附则 IV（防止船舶生活污水污染规则）和 1997 年 9 月 26 日制定的附则 VI（防止船舶造成大气污染规则）到目前为止尚未生效。

## 二、国内检验法规和规范简介

我国船舶检验的主管机关中华人民共和国海事局和中国船级社依据有关的国际公约、规则，根据我国散化船的现况和发展先后制定了一系列散化船的检验法规和规范，主要有《船舶与海上设施法定检验规则》、《钢质海船入级与建造规范》、《钢质内河船舶入级与建造规范》、《散装运输危险化学品船舶构造与设备规范》、《内河散装运输危险化学品船舶构造与设备规范》，形成了国内散化船检验的法规体系，而且还在不断地完善。

## 第四节 散化船检验要求和检验后状况的维持

### 一、检验要求：

散化船的结构、设备、附件、布置和材料应经受表 1—7、1—8 所列的检验。



表 1—7 散化船（海船）检验要求

序号	检验类别	检验间隔期	检验要求	签发证书	检验项目
1	初次检验	与《船舶与海上设施法定检验规则》同	确保结构、设备、附件、布置和材料完全符合《规范》中适用的规定	海上船舶散装运输危险化学品适装证书	《法规》《规范》全部适用规定包括对结构、设备、附件、布置和材料的全面检查
2	换证检验		确保安全设备和其他设备及其有关的泵和管系完全符合《规范》中适用的规定并处于良好的工作状态		《法规》项目、《规范》年度检验项目加上《规范》第 1 章 CCS1.5—01 的项目
3	中间检验		确保按《规范》第 1 章 1.5.3 进行了维护并满足船舶预定的用途		《法规》项目、《规范》第 1 章 CCS1.5—02 的项目
4	年度检验		确保必要的修理或更新行之有效，此种修理或更新的材料和工艺应是完全合格的，使船舶适于出海航行		与《法规》、《规范》相适应和牵连项目
5	附加检验				

说明：1. 《规范》指《散装运输危险化学品船舶构造与设备规范》（1996）。

2. 《法规》指《船舶与海上设施法定检验规则》（2004）

3. 签发证书《船舶与海上设施法定检验规则》所规定的证书未包括在内；

表 1—8 散化船（内河船）检验要求

序号	检验类别	检验间隔期	检验要求	签发证书	检验项目
1	初次检验	与《船舶与海上设施法定检验规则》同	确保结构、设备、附件、布置和材料完全符合《规范》中适用的规定	内河船舶散装运输危险化学品适装证书	《内规》第 1 篇、《规范》全部适用规定包括对结构、设备、附件、布置和材料的全面检查
2	换证检验		确保安全设备和其他设备及其有关的泵和管系完全符合《规范》中适用的规定并处于良好的工作状态		《法规》项目、《规范》年度检验项目加上《规范》附录 I1.4.3.2 的项目
3	中间检验				

序号	检验类别	检验间隔期	检验要求	签发证书	检验项目
4	年度检验		确保按《规范》第1章1.5.3进行了维护并满足船舶预定的用途		《规范》附录I1.4.2的项目
5	附加检验		确保必要的修理或更新行之有效，此种修理或更新的材料和工艺应是完全合格的，使船舶适于出海航行		与《内规》、《规范》相适应和牵连项目

说明：1.《规范》指《内河散装运输危险化学品船舶构造与设备规范》（2001）。

2.《法规》指《船舶与海上设施法定检验规则》（2004）

3.《内规》指《钢质内河船舶入级与建造规范》

4.签发证书《船舶与海上设施法定检验规则》所规定的证书未包括在内；

## 二、检验后状况的维持

检验后状况的维持《船舶与海上设施法定检验规则》（2004）的第1篇作了明确规定，确定了检验后状况的维持属于船长或船东的责任。主要有以下三个方面：

1. 船舶及其设备的状况应加以维持，使能符合相关法定检验规则的各项规定，从而保证该船在各方面保持适合海上（内河）航行而不致对船舶及船上人员产生危险。

2. 根据相关检验法规对船舶所进行的任何检验完成以后，非经船舶检验机构许可，对经过检验的结构、布置、机器、设备及其他项目，概不得变动。

3. 当船舶发生事故或发现缺陷且在任一情况都将影响该船的安全或影响该船救生设备或其他设备的有效性或完整性时，该船的船长或船东应尽快向有关船舶检验机构报告，供确定是否有必要作附加检验。

## 第五节 送审图纸和资料

与其他船舶相同，散化船在初次检验前应向船检机构申请图纸审查，送审图纸除满足相关法定检验规则的要求外，还应提供以下图纸和资料：

**表 1—9 送审图纸和资料**

序号	图纸和资料	应包括内容
1	表明下列开口位置的总布置图	①液货舱舱口、液货舱清洗舱口和液货舱的其他任何开口； ②货泵舱和货物区域内其他处所的门、舱口及其他任何开口； ③液货舱、货泵舱及货物区域内其他处所的通风管及其开口； ④邻接货物区域包括首楼及其下面处所在内的门、气闸、舱口、通风管及其开口，可开启的铰链式窗及其他开口； ⑤注明货物装卸用的所有监视设备（如液位指示器、溢流控制、温度数字显示等设备）的位置和型式的甲板布置图

序号	图纸和资料	应包括内容
2	液货舱图纸	①液货舱货舱焊缝无损探伤资料，以及液货舱强度和密性试验资料； ②独立式液货舱的支持和固定结构的图纸； ③对压力型独立立式液货，应提交完整的应力分析资料。
3	泵和管系连同附件的布置图	①包括详细的诸如膨胀元件和法兰接头的管系系统图纸， ②泵舱、隔离舱、管隧和货舱处所的舱底水管系统； ③泵舱内泵和管系的泄水布置； ④货物泵图纸。
4	设备及系统的图纸	①注明货物区域内通风道、风机及其电动机位置和容量的图纸以及风机旋转部件和外壳的图纸及其材料说明书； ②便携式通风机图以及注明这些通风机安装位置和方式的图纸； ③对液货舱和货物管路的除气布置以及对液货舱通风系统的布置； ④对液位指示用的所有监视系统和装置的布置及其说明书； ⑤货物阀的速闭装置； ⑥气密舱壁填料函图纸； ⑦对货物加热系统的布置； ⑧对货物冷却系统的布置； ⑨隔热布置和隔热材料说明书； ⑩标明液货舱和隔离舱内的阳极及其附件的固定方式和位置的详细图纸。
5	电气设备有关的图纸和资料	①气体危险区域划分布置图； ②注明气体危险区域内的所有电气设备位置的图纸； ③本质安全电路的单线图； ④有关防爆设备证书的目录表。
6	液货舱洗舱布置图	
7	消防设备的布置图及说明书	①对消防水总管设备、消防栓及截止阀位置的布置和说明书； ②消防水总管中的喷嘴、管子、阀及其附件的说明书； ③对甲板上固定式灭火系统的布置及说明书； ④对封闭的气体危险处所中固定式窒息灭火装置的布置及说明书
8	船舶残存能力的计算书和资料	
9	惰性气体系统的图纸和资料	①惰性气体系统的原理图，包括对冷却水的供给管和排水管的布置； ②自动控制、监测和指示系统的原理图； ③惰性气体发生装置图； ④气体冷却和清洗装置的布置图； ⑤止回装置的布置图； ⑥惰性气体分配及液货舱通风管系布置图； ⑦条令手册。
10	所装货物的详细资料（理化性能）	
11	船检机构认为必要的其他图纸和资料	

## 第二章 散化船残存能力和液货舱位置

### 一、船舶残存能力

散化船的残存能力指的是散化船承受在某种外力作用下船体遭受假定破损后的正常浸水影响的能力。散化船是由油船演变而来，它的构造和设备必须能满足所载运化学品的安全运输和防污染的要求，即符合《国际散装运输危险化学品船舶构造和设备规则》和《1973 年国际防止船舶造成污染公约及其 1978 年议定书》附则 II《控制散装有毒液体物质污染规则》的要求，对国内船舶就是 CCS《散装运输危险化学品船舶规则与设备规范》（1996）第 2 章、《内河散装运输危险化学品船舶构造与设备规范》（2001）第 2 章的要求。

### 二、散化船的船型

散化船的相关规范假定了船舶的最大破损范围，即假定船舶因碰撞、搁浅等情况可能造成的最大破损程度，并据此划分了 3 种船型，规定了各种船型货舱的位置（表 2—1）。

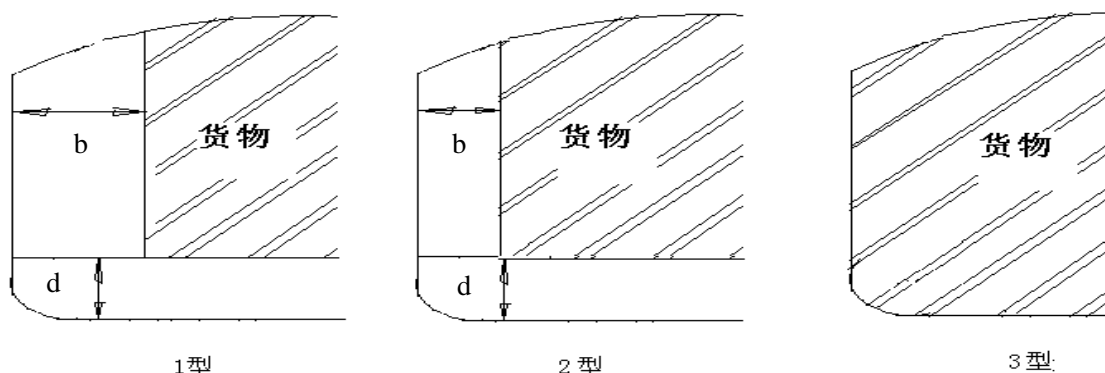


图2—1 货舱位置示意图

表 2—1 散化船的船型

			1 型船舶	2 型船舶	3 型船舶
用途			用于运输对环境或安全有非常严重危险的液体化学品	用于运输对环境或安全有相当严重危险的液体化学品	用于运输对环境或安全有足够严重危险的液体化学品
要求			需用最有效的预防措施来防止泄漏	需用有效的预防措施来防止泄漏	需用中等程度的围护来增加破舱条件下的残存能力
货舱位置	液货舱距舷侧外板距离(b)	海船	B/5;11.5m 取小者	≦760mm	无要求
		内河船	≦1.0m		
	液货舱距船底外板距离(d)	海船	B/15 , 6m 取小者 (≦760mm, ≧6m)		
		内河船	≦760mm		

### 三、散化船的破损标准

表 2-2

船长（m）		1 型船舶	2 型船舶	3 型船舶
海船	≤125	假定在其船长范围内任何部位上经受破损	假定在除尾机型机舱边界舱壁之外的任何部位上经受破损	假定在除尾机型机舱破损之外的任何部位上经受破损
	125-150		假定在任何部位上经受破损	假定在除尾机型机舱边界舱壁之外的任何部位上经受破损
	150-225			
	>225			假定在其船长范围内任何部位上经受破损
	最终横倾角	<25°（若不出现甲板被浸没，可增加到 30°）		
内河船	≤110	假定在任何部位上经受破损	假定在除尾机型机舱边界舱壁之外的任何部位上经受破损	假定在其船长范围内除尾机型机舱边界舱壁之外的任何部位上经受破损
	>110		假定在任何部位上经受破损	
	最终平衡位置	可能发生继续浸水或使主船体内部浸水的任何开口的下缘		

### 四、干舷和稳性

《散装运输危险化学品船舶构造与设备规范》(1996)、《内河散装运输危险化学品船舶构造与设备规范》(2001)对散化船的干舷和稳性都作了具体的规定。在审图中应注意如下事项:

1.干舷核定: 核定干舷应特别注意, 所决定的吃水应不大于法定检验规则所允许的最大吃水, 即取船舶最小干舷、结构干舷、稳性干舷三者最大值时的吃水。

2.稳性组成: 散化船稳性由完整稳性与破舱稳性组成。两种稳性必须同时满足规范要求。

3.稳性资料审查合格后, 应向船长提供 1 本经批准的装载和稳性资料手册。

## 第三章 船舶布置和货物围护系统

### 第一节 船舶的布置

#### 一、货物分隔:

(1)货物与处所隔离: 把装有《散装运输危险化学品船舶构造与设备规范》(1996)、《内河散装运输危险化学品船舶构造与设备规范》(2001)(以下简称国内散化规范)适用的货物与起居处所、服务处所、机器处所、饮用水舱和生活消耗品储藏室用隔离舱或货泵舱或空舱(柜)等隔离。

(2)控制货物间危险化学反应:

①易产生危险反应的货物间, 必须用隔离舱或货泵舱或装有相容货物的货舱来加以相互隔离。

②具有独立的货泵及管系, 此种管系不应通过装载其他货物的液货舱。

③具有分开(独立)的液货舱透气系统。

(3)液货管系不应通过起居处所、服务处所和机器处所, 但可以通过货泵舱。

(4)化学品液货物不应装载于艏尖舱和艉尖舱。

#### 二、货舱(物)与其他处所:

①起居处所、服务处所和控制站, 不应布置在货舱(物)区。

②液货舱或污液舱(溢流舱)不应布置在任何居住舱的前端之后。

③为了防止有害蒸气的侵袭, 对于货物管系和货舱透气系统的位置, 应适当考虑与起居处所、服务处所和机器处所的空气入口和开口位置的有效隔离。

④起居处所、服务处所、机器处所和控制站的入口、空气入口和开口不应面向货物区域。它们应位于上层建筑或甲板室的后端壁上, 或位于对货物区域的上层建筑或甲板室舷外侧壁上, 但应距前端壁不小于船长的4%(至少为3m)之后的区域, 但不超过5m。在此限制区内, 上层建筑或甲板室不得设门。但是, 不通向起居处所、服务处所和控制站(如货物控制站、贮藏室等)时, 经过主管机关同意, 允许开门, 但这些处所周界的绝热(耐火)分隔, 应达到“A-60”级标准。

⑤为搬运机器所设的带螺栓盖板(平板门), 以及驾驶楼、室的门和窗, 可设置在上述规定的限制区域之内。但这些门, 总应保证能迅速和有效地获得气密和蒸气密。在上述规定的限制区域内的上层建筑和甲板室面对货物区域的窗和侧壁上的舷窗, 应为固定式(非开启式)。主甲板上第一层的此类舷窗应装有钢质或等效材料的内窗盖。

#### 三、货泵舱:

(1)货泵舱的布置应使人员在任何时候从扶梯平台到舱底无约束地通行, 能使穿着防护服的人员无约束地进行接触货物装卸所必需的一切阀门。并且应装设能用救生绳将失去知觉的人员吊出来的固定装置(永久性装置), 且应避免任何凸出来的障碍。

(2)货泵舱里的扶梯和平台都应设置栏杆, 以保护人员的安全。扶梯不应垂直设置, 且应在适当间隔处设置平台。

(3) 货泵舱内应设有处理货泵和阀门的排泄物或其可能泄漏的装置。其舱底管系应在泵舱之外操作。货泵舱应设有一个或多个污液柜，用以储存污染的舱底水或洗舱水。还应备有标准联接器的通岸接头或其他设备，以便把污液移注驳运到岸上接收站。泵的排出压力表应装在货泵舱之外。

(4) 对于货泵，如由穿过舱壁或甲板的轴系驱动时，应在舱壁或甲板穿过处，设置有效润滑的气密填料函，或能确保永久气密的其他设施。

#### 四、出入货舱区域内各处所的通道控制：

(1) 在货物区域内隔离舱、压载舱、液货舱和其他处所的出入通道，应直接来自开敞甲板，并能保证到这些处所去检查。出入双层底舱的通道，可以通过泵舱、隔离深舱、管隧或类似舱室，但必须对通风方面予以考虑。

(2) 通道通过水平开口、舱口或人孔，应有足够的尺寸，使携带自持式呼吸器和穿着防护服的人员上下扶梯时无阻碍。且还应开设另一开口，以便把伤员从隔离舱、压载舱、货舱和其他处所的底部提出来，此开口的最小尺寸不得小于  $600\text{mm} \times 600\text{mm}$ 。

(3) 对于通至这些处所通道所通过的垂向开口或人孔，其最小尺寸不小于  $600\text{mm} \times 800\text{mm}$ ，以便人员通过。且开口离船底外板的高度不大于  $600\text{mm}$ ，但设有踏板或栅格者，此高度可适当放宽。

#### 五、舱底及压载布置：

(1) 用于压载的泵、压载管系、透气管系及类似设备，必须独立于货舱用的类似设备和液货舱本身。紧邻液货舱的固定压载舱的排放装置，应设在机器处所和起居处所的外面。充注装置可设在机器处所内，但此类装置应确保从舱顶注入，并设止回阀。

(2) 可从甲板用固定压载泵将压载水注入液货舱，但充注管不应与液货舱或管系有永久性连接，且装有止回阀。

(3) 用于货泵舱、泵舱、空舱、留空处所、污液（溢流）舱（柜）、双层底舱和类似处所的舱底（污水）泵装置，应完全位于货物区域内。如果留空处所、双层底舱和压载舱与货舱或装有残剩货物的舱是由双层壁舱相隔开，用于这些处所的污水泵装置可不完全位于货物区域之内。对于上述泵、阀门及管路，应用标志予以区别，以便识别它们的用途及其服务对象。

#### 六、船艏或船艉装卸装置：

(1) 散装运输化学品船舶，可设置船艏或船艉装卸装置，但不允许使用移动式装置。船艏船艉装卸装置不得用于运载要求 1 型船舶的货物，也不能用于运载散发有毒蒸气的货物。

(2) 管系除应满足“国内散化规范”规定的管子尺寸、许用应力、设计表压力及管路的试验要求外，货物区域以外的管系，应设置在开敞甲板上距离舷侧至少为  $760\text{mm}$  的舷内处。此类管系应清楚好认，且在与货物区域内管系连接处，设置截止阀。当船艏或船艉装置不同时，在这个位置上应设有可拆短管和盲板法兰进行分隔，在这些接头处应设置防溅板及处理泄放的收集盘。管路应能自行泄放到货物区域，且最好泄入液货舱。此外，还应设置驱气装置，使此类管路在使用后得到惰气驱气，并且在使

用时保持气体安全。与惰气驱气装置相连接的透气管，应位于货物区域，管路的接头应设有截止阀及盲板法兰。通岸接头也应设截止阀和盲板法兰。管系中，法兰接头只允许在货物区域之内通岸接头使用。

(3)对设有船艏或船艉装卸装置的船舶，其通向起居处所、服务处所和机器处所及控制站的入口、空气入口及开口，不应面对船艏或船艉装卸装置的货物通岸接头地点。这些开口应位于上层建筑或甲板室舷侧，离面对船艏或船艉装卸装置的货物通岸接头位置的室端至少为船长的 4%，但不小于 3m，也不必大于 5m 的区域。面对通岸接头位置和在上述规定范围以内的上层建筑和甲板室侧壁上的舷窗，应为固定式（非开启式）。对于小型船舶若不能满足有关规定时，则主管机关可酌情对上述要求予以放宽。

(4)对通向除上述处所以外的围闭处所的空气管和其他开口，应予屏蔽，以防来自破裂软管或接头的任何飞溅。

(5)在甲板上，应设置适当高度的连续围板，将货物区域和起居处所、服务处所区域隔开，以挡住任何溢漏液。

(6)在围板以内或距围板 3m 以内，脱险通道应终止。

(7)若有必要，应在货物控制站与货物通岸接头地点之间提供通讯（联络）设备，并认为具有可靠安全性（不跳火花、畅通等）。应在货物通岸接头地点设置适当的设施，能遥控停止货泵。

以上着重介绍了海上散化船的船舶布置要求，鉴于海上散化船和内河散化船的要求大致相同，所以对于内河散化船的船舶布置的介绍在此简略。

## 第二节 液货舱结构的特别要求

散化船船体结构形式和布置类似于油船，但当散化船的液货舱等采用不锈钢时，船体结构是有所区别的。表 3-1 为散化船与油船的一些结构要求上的区别。

表 3-1 海上散化船、油船部分结构要求比较表

序号	项 目	油 船	散化船	备 注
1	船体中剖面模数	W	$W_1 = \frac{235W}{\sigma_s}$	甲板附近或船底附近的连续纵向构件, 为屈服应力小于 235N/mm <sup>2</sup> 的不锈钢时。
2	液货舱区域甲板厚度	t	0.95t 或 t - 1mm 取大者	甲板为不锈钢时
3	液货舱区域双层底高度	不小于 700mm	B/15, 不小于 760mm	1 型和 2 型船舶
4	船体结构合成应力计算书	无要求	要求提供	因货物或加热系统的温度影响, 使钢的温度超过 50℃时



表 3-2 内河散化船、油船部分结构要求比较表

序号	项目	油船	散化船	备注
1	船体中剖面模数	W	$W_1 = \frac{235W}{\sigma_s}$	甲板附近或船底附近的连续纵向构件, 为屈服应力小于 235N/mm <sup>2</sup> 的不锈钢时。
2	液货舱区域甲板厚度	t	0.95t	甲板为不锈钢复合钢板时
3	液货舱区域双层底高度	不小于 700mm	不小于 760mm	1 型和 2 型船舶
4	船体结构合成应力计算书	无要求	要求提供	因货物或加热系统的温度影响, 使钢的温度超过 50℃时

注: ①表 3—1、3—2 代号的含义: W、W<sub>1</sub>——船体中剖面模数 cm<sup>2</sup>·m;  $\sigma_s$ ——不锈钢的屈服应力 N/mm<sup>2</sup>; t——甲板厚度 mm。

②液货舱区域双层底高度未考虑防污的要求。

### 第三节 货物围护系统

#### 一、散装化学品船的舱型

液货舱的种类, 根据“国内散化规范”规定, 按液货舱与船体的连接情况分为独立舱和整体舱; 按货舱设计压力的大小分为重力舱和压力舱。各种货品的舱型安装和设计要求请参看有关资料 and 规定。

(1) 独立液货舱: 指货物围护舱壳不是船体结构的连续部分。建造和设置此种独立液舱主要在于消除由邻接船体结构受力或变形所引起的应力。独立货舱对船体结构的完整性来说是不很重要的。

(2) 整体液货舱: 指货物围护舱壳与船体结构连成一体, 舱壳为船体的一部分, 能在同样情况下受力和经受同样的加于船体连续结构的负荷。整体液货舱对船体的完整性来说是非常重要的。

(3) 重力液货舱: 指在舱顶设计表压力不大于 0.07MPa 的液舱。重力液货舱可以是独立液舱或整体液舱。考虑到货物运输的温度和密度。重力液货舱的建造和试验, 应符合主管机关规定的标准。

(4) 压力液货舱: 指设计表压力大于 0.07MPa 的独立液货舱, 其建造和试验, 应符合主管机关的受压力容器设计标准的规定。

#### 二、整体液货舱舱壁板与油船的差异 (表 3—3)

#### 三、液货舱材料的特殊要求

液货舱构造所用的材料, 以及管路、泵、阀门、透气管等连接材料, 通常情况下应为钢材。但在选择材料时, 除应考虑所载货物的温度和压力外, 还应同时考虑到操

作温度下的节口韧性、货物的腐蚀作用、货物与材料间的化学反应，以及合适的衬垫。

在《国内散化规范》第 17 章《最低要求一览表》中“*m*”栏内涉及到下列构造材料不能用于可能与该项货品或其蒸气接触的液货舱、管路、泵、附件及其他设备：

- N1：铝、铜、铜合金、锌、镀锌钢或汞。
- N2：铜、铜合金、锌或镀锌钢。
- N3：铝、镁、镀锌钢或锂。
- N4：铜或铜轴承合金。
- N5：铝、铜或它们的合金。
- N6：铜、银、汞、镁和形成乙炔化合物的其他金属和合金。
- N7：铜和含铜量大于 1%的铜轴承合金。
- N8：铝、锌、镀锌钢或汞。

表 3-3 双壳油船、散化船整体液化舱部分结构比较表

序号	结 构	油 船		内 河 船		备 注
		油 船	散 化 船	油 船	散 化 船	
1	甲板厚度 mm	$t_1=0.060s(L_1+110)\sqrt{F_d}$ $t_2=0.9S\sqrt{L+75}$ 取大者	$t=40s\sqrt{P_v-0.02}+2.5$ $t=2.8s\sqrt{\rho h}+2.5$ $t=4.5s+2.5$ $t=6.5+\frac{L}{40}$ 取大者，但不少于 7.5mm	$t=8.9S+0.5$	$t=51S\sqrt{P_v}+1.0$ $t=10S$ 取大者	1 型、2 型船，锈折未计。
2	甲板骨架 (甲板横梁) 剖面模数		同油船	$W=6.5S\ell^2\text{ cm}^3$	$W=340SP_v\ell^2\text{ cm}^3$	
3	平面舱壁 厚度 mm	横舱壁： $t=3.75s\sqrt{h}+2.5$ 纵舱壁： $t=3.75S\sqrt{h}+2.5$ 在距甲板 0.1D 范围内： $t=3.75s\sqrt{D}+2.5$	$t=4S\sqrt{\rho h_1+100(P_v-0.02)}+2.5$ $t=2.8s\sqrt{\rho h}+2.5$ $t=2.9s\sqrt{2.45+h_1}+2.5$ $t=6.5+\frac{L}{40}$ 取大者，但不少于 7.5mm	$t=KS\sqrt{h}+a$	$t=KS\sqrt{100\rho v+\rho h}+\alpha$	
4	舱壁扶强材剖面模数 $\text{cm}^3$	扶强材： $W=7.2S(h+1.2)\ell^2$ 水平扶强材、垂直桁、水平桁： $W=cb(h+1.2)\ell^2$	$W=8.2sl^2[\rho h_1+100(P_v-0.02)]$ $W=4.1s\rho h\ell^2$ $W=4.3sl^2(2.45+h_1)$ 取大者	$W=KSh\ell^2$ (垂直扶强材) $W=3.8Sh\ell^2$ (水平扶强材) 垂直桁： $W=5.2bh\ell^2$	$W=KS(100P_v+\rho h)\ell^2$	

（表注：

其中 N 表示不适用的材料。同时用 Z 表示货物蒸气不能与电器装置中的铜、铝和绝缘材料接触，应对其采取保护措施（如密封）加以保护，以防止标以 Z 的该项货品或蒸气与之接触。

《国内散化规范》第 17 章“最低要求一览表”中“m”栏内标以“Y”，则表示该项货品及蒸气可以与下列材料相接触，这些材料可以被用于建造运载该项货品的液货舱、管路、阀门、附件等。

Y1：铝、不锈钢或具有适当保护衬或涂层保护的钢。

Y2：铝或用于 98%以上浓度的货物的不锈钢。

Y3：用于浓度小于 98%货物的特殊抗酸不锈钢。

Y4：纯奥氏体不锈钢。

Y5：不锈钢或具有适当保护衬或涂层的钢。

熔点低于 925℃的铝及其合金材料，不得用于闪点在 60℃以下的货物装卸的外部管路。与货舱连接的外部短管，如果设有防火绝热层，需经主管机关批准才能使用。

浓度大于 78%的浓硫酸，对碳钢无腐蚀作用，但要防止铁锈对货物的沾污。

湿法制造的磷酸，通常含有氟离子（F<sup>-</sup>）和氯离子（Cl<sup>-</sup>），氟离子进入蒸气空间会对材料造成腐蚀，氯离子则会透过底部沉积物，造成沉积物下的腐蚀。

对于浓度 65%~75%的硝酸，随着温度升高会加速材料的腐蚀。对浓度达 95%~98%的硝酸，应采用高硅不锈钢材料。

浓度大于 50%的苛性钠一般应保持在 65~75℃，而浓度 75%的苛性钠则需在 100~110℃才能使其保持液态，即使不锈钢也难抵抗高浓度碱造成的腐蚀，必须使用镍作为货舱和加热管路的材料。

#### 四、液货舱的涂层及相容性的概念

装入某一货舱中的货物，应不能与舱壁发生化学反应，否则或者舱壁受损，或者货物质量破坏，或者二者同时发生。因此，在载运化学品的过程中应充分注意到货物与货舱间的相容性。

目前，越来越广泛地采用了货舱涂层工艺。货舱涂层便于货舱的清洗并减少沾污，各类型的涂层与货物的相容性是至关重要的。常见的涂层材料介绍如下：

##### 1. 硅酸锌涂层

硅酸锌是无机化合物，单层厚度约为 75~100  $\mu\text{m}$ ；适用于芳香烃溶剂、卤代烃、醇、酮等，要求 pH 值维持在 5.5~11；不耐酸碱和海水侵蚀，如果油脂中游离脂肪酸（FFA）超过 2.5%时该涂层不适用，甚至舱壁表面的水分也会因水解产生游离酸而破坏涂层。

##### 2. 环氧树脂

环氧树脂是用气密高压喷涂的办法在舱壁上涂上 2~4 层，使总干膜厚度达 250~300  $\mu\text{m}$ ，固化一周即可使用。环氧树脂的耐碱性较好，耐酸性较差，适用于动植物油脂、乙二醇、海水和碱液。对油脂的酸值（FFA）要求不得超过 10%，若超过 10%，则应限制贮存时间。环氧树脂对芳香烃溶剂、醇、酮、酯等的抵抗能力有限，这些有机物

被吸收后会使涂层软化。软化程度可用“指甲试验”，若指甲能穿过透涂层，则在装货前，或装压载水时，或用水洗舱前，必须对货舱进行彻底通风，使涂层干燥硬化。

### 3. 聚氨（基甲酸乙）酯

这是一种较新型涂料，凡是环氧树脂和硅酸锌涂层适用的货物都可使用这种涂层。其特点是表面光滑，残渣不易沉积在舱壁上，便于清洗。但与环氧树脂相似具有多孔性，会吸收醇、酮、酯等溶剂，使其发生同等程度的软化现象。因此，卸货后必须彻底通风、干燥，并应降低空气的露点，使其低于舱壁表面的温度。这种涂层已开始代替环氧树脂涂层。

### 4. 酚醛树脂

这种树脂以环氧酚醛树脂的性能更为优越，可适用于大多数上述 3 种涂层适用的货物，还能适用于对环氧树脂和聚氨酯有侵蚀作用的强溶剂，使用越来越广泛，但费用比较昂贵。

### 5. 橡胶衬里

丁腈橡胶、顺丁橡胶和氯丁橡胶耐酸性很好，能承受高腐蚀性的磷酸，以及对碳钢和不锈钢都会有腐蚀性的盐酸。但对其他氧化酸并不适用，因为橡胶氧化后容易破裂。橡胶衬里比其他涂层要厚，必须粘结牢固，使表面平整。

不同类型涂层的优缺点见表 3-4；各种防蚀材料的适容性能见表 3-5；涂料与装载货物的适容性能见表 3-6。

**表 3-4 不同类型涂层的优缺点**

涂层类型	优点	缺点
大众化环氧树脂 (非聚酯或乳化液)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 防护膜好、硬且耐久</li> <li>• 抗化学剂和溶剂性好</li> <li>• 防水、防潮性好</li> <li>• 易形成薄膜</li> </ul>	产生两个覆盖层 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 贮存期短</li> <li>• 防酸能力差</li> <li>• 易风化、变黄</li> </ul>
聚氨酯	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 防化学性极佳</li> <li>• 防水性极佳</li> <li>• 光泽、颜色、粘附性持久</li> <li>• 易于建立薄膜</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 两个覆盖层</li> <li>• 贮存期短</li> <li>• 重涂间隔期短</li> </ul>
聚酰	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 防护膜好、硬、耐久、抗磨</li> <li>• 抗化学剂和溶剂性好</li> <li>• 防水</li> <li>• 防潮性好</li> <li>• 薄膜形成力强</li> <li>• 使用期长，光泽和颜色持久</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 分层</li> <li>• 贮存期短</li> <li>• 防酸能力差</li> </ul>
无机锌	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 耐久性极佳</li> <li>• 耐热性极佳</li> <li>• 耐磨性极佳</li> <li>• 能满足许多表面状况</li> <li>• 不溶解烃化合物</li> <li>• 有电化防腐性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 不适用于酸或碱接触(除非严格包装)</li> <li>• 要仔细地选择底层和顶层涂层</li> <li>• 使用类别不同，温、湿度的要求也不同</li> </ul>
氯丁橡胶	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 抗海水和矿物油性好</li> <li>• 抗磨性好</li> <li>• 光泽和颜色持久</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 不适于浸在动植物油里</li> <li>• 对浓溶剂无阻抗性</li> </ul>

表 3-5 各种防蚀材料的适容性能

材料 装载货物		涂 层		衬 层				
		有机 涂料	无机锌 涂料	不锈钢 (316L)	橡胶系 (氯丁橡 胶)	硬质聚 氯乙烯	聚氨基 甲酸乙 酯橡胶	玻璃钢 (不饱和聚 酯)
石油精制品		优	优	一般使 用时， 可	可～良	不可	良～优	良
石油化学品		优	优		可～良	不可	良～优	良
合 成 化 学 品	醇类	不可～ 可	良		不可～可			良
	酮类	不可～ 可	优					
	胺类	不可	不可					
	酸类	不可	不可		良～优	良～优	不可～良	不可～良
	碱类	可	不可			良～优		
油脂类		良	可		良			良
脂肪酸类		不可～ 可	不可					良

表 3-6 涂料与装载货物的适容性能

涂料种类 装载货物			环氧树脂 涂料	苯酚环氧 树脂涂料	聚氨酯涂料	无机锌涂料
石油制品		重油	A	A	A	A
		润滑油	A	A	A	A
		石脑油	A	A	A	A
		煤油	A	A	A	A
		汽油	A	A	A	A
石油化学品	脂肪 族系	己烷	A			
			A			
			A			
			A			
	芳香 族系	苯	LA	A	A	A
甲苯		A	A	A	A	
二甲苯		A	A	A	A	
合成化学 制品	酮系	甲基异丁基酮	LA	A	A	A
	酯系	醋酸乙酯	N	LA	LA	A
	醇系	甲醇	N	LA	LA	A
		乙醇	N	LA	LA	A
		丁醇	LA	A	A	A
	氢氧化 化物	氢氧化钠	LA	LA	LA	N
	酸类	无机酸	N	N	N	N
有机酸		N	N	N	N	
天然油酯类		棕榈油	LA	A	A	LA LA
		牛油	LA	A	A	
		脂肪酸	N	LA	LA	
其他		糖浆	A	A	A	A

注：1.A:可，N：不可，LA：限制使用

2.表例为一般趋势，各厂商提供的情况略有不同。

## 五、不锈钢液货舱

### 1. 不锈钢的应用

组成液货舱的材料通常有 3 种：不同涂层的软钢、采用涂层的软钢和不锈钢。不加涂层的软钢在现今的散化船上已极少能见到，一般散化船的液货舱都由加涂层的软钢或不锈钢或由二者共同建成。

大多数新型散化船采用了部分液货舱用不锈钢建造，另一部分液货舱用软钢加涂层建造。还有一些船全部采用了不锈钢舱，部分液货舱用不锈钢建造的一般做法是中央舱采用不锈钢，边舱采用软钢加涂层，许多牌号的不锈钢均有很好的耐化学品腐蚀性能。

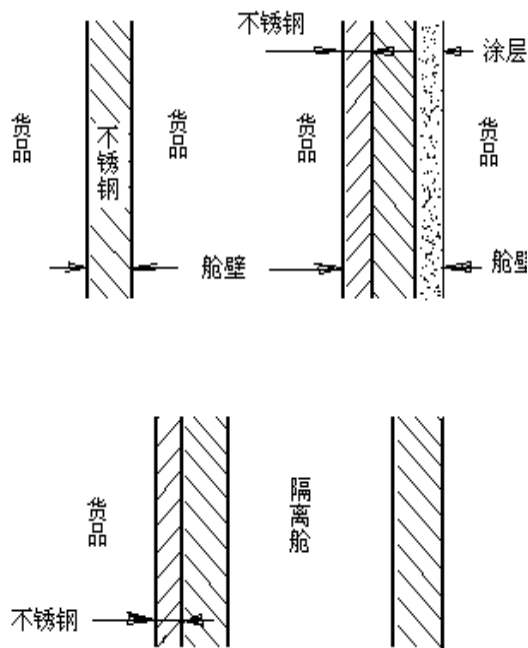
不锈钢液货舱的舱壁有的由整体不锈钢板组成，有的由复合不锈钢板组成。

复合不锈钢板是在软钢的一面上复贴一层通常为 2mm 厚的不锈钢，复贴的方法一般是热轧。

如采用单层舱壁分隔且两边都达到不锈，则必须采用整体不锈钢板，如图 3-7 所示。

不锈钢是耐腐蚀高合金钢材的一个通称，其中铬和镍是主要的合金元素。不锈钢除了用于运输类似硝酸的强腐蚀性货物外，还用于对纯度和防锈蚀污染要求高的货物，如酒和果汁等。

奥氏体不锈钢同各种化学品有着广泛的相容性，具有良好的加工性能和较好的可焊性。无钼类不锈钢（如 AISI304）仅适用于腐蚀性轻微但必须保持色、味和要求高清洁的货物。为了能装运各种货品，316L 类钢较为适用，因而被广泛选用。317L 类钢是一种比 316L 类更高级的合金材料，其增加的钼含量使其具有更强的抗点蚀能力，适用于装运磷酸。表 4—4 为不锈钢的种类成份和强度。



不锈钢液货舱的几种舱壁剖面示意图

图 3-7

### 2. 采用不锈钢的原因

(1) 不锈钢液货舱可装运各种需要运输的货物。随着货物种类的越来越多，这一兼用性具有很重要的意义。

(2) 由于不锈钢液货舱缩短了检查时间和洗舱时间，使船舶在港内的停泊时间得以缩短，从而减少了停泊费用。

(3) 不锈钢能耐受多种化学品的腐蚀。

(4) 不锈钢液货舱加快并简化了洗舱清洗工作。

### 3. 不锈钢的腐蚀

由于事实上“不锈”一词常常只是字面意义，不锈钢也会发生许多腐蚀现象。下面介绍不锈钢腐蚀的目的在于防止不锈钢的腐蚀。

#### (1) 全面腐蚀

全面腐蚀通常虽在与电解质货物接触的钢的整个表面上以全面腐蚀的形式出现的。全面腐蚀的速率取决于货品和钢的特性。这种腐蚀通常是均匀的，并可加以控制。

腐蚀性很强的货物一般要求较高合金成分的钢或选用特殊的防护材料。

#### (2) 电化腐蚀

在活性状态中，金属的腐蚀率会由于在电解质中出现了另一种更不活泼的金属而增加，其腐蚀度取决于两种金属的腐蚀电位差。阳极和阴极区域的面积比也很重要。一个较小的阳极区和一个较大的阴极区，例如不锈钢液货舱围边的碳钢入孔螺栓，比一个较小的阴极区和一个较大的阳极区更加危险。因此，在不锈钢的液货舱中不允许采用普通钢配件。

不锈钢液货舱的外表面也常常成为其他表面为碳钢液货舱的周边。在这种情况下必须采取防护措施以限制可能产生的电化腐蚀。最好是所有的钢材表面都涂上防护漆以防电化作用，但如果不能做到这一点，则至少应在不锈钢表面涂防护漆。如果仅在普通钢上涂防护漆，则漆上的任何疵点迟早会使普通钢上的小块阳极与不锈钢上的大片阴极区相互作用，并导致前者的腐蚀加剧。因此，在避免只对普通钢涂防护漆。

#### (3) 隙缝腐蚀

这是一种局部性的腐蚀，它发生在结构隙缝内或金属表面的几何不平处。这是由于缺少供应足以保持隙缝根部钝化的氧所造成的，亦即隙缝内的电解质含氧量逐渐减少，低到导致钝化膜断裂。这将形成电池作用。

当装运氯化物溶液时，隙缝腐蚀最为严重，因为在一定的电位下氯化物离子能够破坏钝化膜。隙缝存在于搭接、螺纹管接头，表面不平的钢料表面的焊接疵点或产生腐蚀处。隙缝腐蚀可设法加以控制。例如避免采用搭接，如采用搭接，则在搭接处用防水剂填充隙缝。含钼的铬镍钢比奥氏体不锈钢具有更强的抗隙缝腐蚀能力。

所有的焊缝必须平滑光洁并清除所有溅沫。

#### (4) 点腐蚀

这是一种局部性很强的腐蚀，它会造成金属上洞穴的迅速加深，虽然全面腐蚀的速率可能较低，但由于钢材很快会被点腐蚀渗透，这种腐蚀是很严重的。氯化物特别易于造成这种形式的腐蚀，甚至极少量的氯化物也会造成这种腐蚀。这种腐蚀同隙缝腐蚀的情况一样。奥氏体不锈钢的点腐蚀在酸性溶液中最为严重。

聚积或沉积在不锈钢表面上的硬物或货物污渣也会促成点腐蚀。对某些有泥渣的货物，例如湿处理的磷酸，应设法使货物循环，以便减少点腐蚀。

合金中加钼有助于控制对点腐蚀的敏感度，因此，运载电解质时，应尽量采用含钼奥氏体不锈钢货舱。

海水容易造成点腐蚀，因此，不锈钢舱柜不得用海水压舱，虽然含钼铬镍钢可以采用海水进行清洗或试验，但接触的时间要短并在随后立即用淡水彻底冲洗干净。

#### (5) 晶间腐蚀

这种腐蚀是发生在奥氏体不锈钢的焊接之后，产生晶界腐蚀，其结果是损害钢的机械性能，而肉眼不易察觉，与运载的货物无关。

#### (6) 应力腐蚀断裂

奥氏体不锈钢容易发生应力腐蚀断裂，这是拉伸应力和腐蚀环境的复合作用所造成的局部断裂现象，这两种因素中的任何一种都不可能单独造成这种现象。在应力和腐蚀的影响下，钢材表面的大部分可保持无损伤，而细小的裂缝渗透到材料的内部，这种潜在的缺陷会由于因焊接、冷成形或周期性加热所产生的应力，或是在使用中经受外来应力而加重。

如同点腐蚀一样，钝膜会由于某些离子的作用，例如氯化物的作用而遭到局部损害，并且形成微阳极，原来不足以导致结构断裂的拉伸应力会因局部侵蚀在表面不平处集中和增大从而导致断裂现象。这种腐蚀在开始阶段要经历很长时间。还有的是由于周期性钝化的缘故。

新的金属断层不断在断裂的底部暴露出来并且在电解质和拉伸应力的影响下活化，且由于断裂内部的固态腐蚀物的扩延，加速了这种组合作用，固态腐蚀物迅速扩散而穿过钢体。

对于奥氏体不锈钢而言，这种破坏主要发生于含有氢氧化钠、氯化物、硫化物或磷化物的环境中。

电解质的温度对应力腐蚀断裂的初始阶段具有很大影响，在 50℃ 温度内破坏虽是不常发生的，但随着温度的升高增加了这种破坏概率。同腐蚀性货物有关的断裂一般是由于溶性的高浓度和温度超过 55℃ 所造成的。

氯化物特别容易导致这种类型的破坏。最常见的断裂是在 pH 值为 3~8 范围内。温度在 70℃ 以下很少发生这种断裂，但温度越高就越增加这种断裂的可能性。

硫化物可在低的 pH 值情况下导致该断裂，但采用含钼的奥氏体不锈钢就很少发生断裂破坏。

4. 对于采用不锈钢液货舱的 1 型或 2 型船舶，由于船体外板、舷侧骨架、船底骨架等为普通钢，极为容易在压载水舱中造成普通钢与不锈钢两种材料同时存在的情况，对此，规范要求应采取特殊防护措施。防护措施如采用合适的敷层，以减少双金属的接触腐蚀。对不锈钢应涂刷高性能油漆，以减少对普通钢的侵蚀。



表 3—8 不锈钢的种类、成分及强度表

牌号	碳含量 %	铬 %	镍 %	钼 %	屈服强度 N/mm <sup>2</sup>	抗拉强度 N/mm <sup>2</sup>	$\delta_5$ %
AISI 304	0.08	18-20	8-10.5		205	515	40
AISI 310S	0.08	24/26	19/22		205	515	40
AISI 316	0.08	16-18	10-14	2-3	205	515	40
AISI 316L	0.03	16-18	10-14	2-3	170	485	40
AISI 316N	0.08	16-18	10-14	2-3	331	620	48 0.1-0.16N
AISI 317	0.08	18-20	11-15	3-4	205	515	35
AISI 321	0.08	17-19	9-12		205	515	40 $T=5 \times C_{\min}$ 0.7 <sub>max</sub>
AISI 347	0.08	17-19	9-13		205	515	40 $C_B+T_A=$ $10 \times C_{\min}$ 1.1 <sub>max</sub>

## 六、独立液货舱与船体的联接

前面已经提到独立液货舱的围护外壳不是船体结构组成部分，建造和安装独立液货舱是为了在所有可能的时刻，能消除因相邻的船体结构的应力或移动时，液货舱所造成的应力，独立液货对船体的结构完整性不是必需的。

独立液货舱据其定义可分为独立重力式和独立压力式两种，为方便起见，以下仅对独立重力式液货舱与船体的联接作介绍。

**1. 独立液货舱：**系指液舱本身是独立的，它不构成船体结构的一部分。液舱本身并不直接固定于船体的结构件上，而是在受热时可自由伸长滑运于支承座上，并由支承座将力传递至船体。独立液货舱可归纳为如下三类。

(1)A 型独立液货舱：主要是用经典的结构分析法设计的，通常的棱柱形液舱属于这一类。因为液舱壁是平壁面的，故其设计蒸气压力应低于 0.07MPa。

孔企式平壁面棱柱形液舱

由于平壁面液舱只能承受相对低的液体压力，故此类液舱只适宜于载运大气压力下的液货。

(2)B 型独立液货舱：主要是应用模型试验进行设计的，用精确的分析手段和方法以确定应力的尺寸、疲劳寿命和裂纹扩展特性。通常球形液舱属于这类液舱。

①球形液舱的优点：

A. 球形液舱较平壁面棱柱形液舱具有较强的强度，对称的搁支，更由于球形液舱在其发展过程中曾与挪威船级社合作做过全面的模型试验与必要的计算，因而可以不设置第二屏壁，仅需在球形液舱的下方做一个防滴漏的存盘。

B. 球形液舱在航运中可加压至 0.2MPa。

C. 球形液舱在碰撞时，其临近船壳板的部分只是很小的范围，故球形液舱可能蒙受的破损危险，要较平壁面舱的机会小得多。

D. 由于球形液舱是对称悬支的，故纵然在船体发生变形的情况下，对球形液舱实际上不产生影响。

E. 在相同容积的情况下，球形的表面积是最小的，因而其焊接缝长度也是较短的，而这些焊缝在球形液舱的制造或检验过程中，均可毫无困难地作检验。

F. 液舱制造时，可选用价廉的铝材料。

G. 在相同船舶主尺度的假定下，球形液舱可与棱柱形液舱具有相同的载货容积。

②球形液舱的主要缺点：

A. 船体的舱容利用率较差。

B. 较厚铝板的焊接技术，尚缺乏丰富的经验。

C. 重心较高

## **2. 独立液货舱与船体的常用联接**

(1) 常用舱型：圆柱罐、扁圆形罐、方箱（棱柱形罐）、球形罐。

(2) 常用联接方式：①非水密横舱壁式支座支承；②罐体与甲板采用支架支承，螺栓联接；③罐体与其支座及甲板焊接；④箱底纵横桁材由船底骨架、肋板支撑、箱体侧壁水平桁由船体纵桁架、横舱壁支撑，并通过垫木与主船体牢固联接。

## 第四章 防火与灭火

### 第一节 散装化学品船火灾的成因

散装危险化学品液货船火灾大多是因为所装液货燃烧引起的。液货燃烧是液货表面上的蒸气的燃烧——蒸发燃烧。

引起液货燃烧的根本原因，是液货的挥发性和某些不同种类液货之间相互危险性反应。引起液货燃烧的诱导原因，则是在合适的温度下，液货与明火、高温体、灼热体接触或两种不相容的液货或物质相互接触渗透，从而引起火灾或爆炸。

所谓合适的温度是指液货的三个温度点：闪点、燃点和自然（发生）点。三个温度点中，关键是液货的闪点，闪点越低，则表示该液体越易燃烧。因此，闪点表示易燃液体燃烧难易的重要指标。闪火现象虽然是短暂的，但它是危害严重的不祥之兆。当液货温度达到闪点后有两个危险：

(1) 达到闪点时，易燃液体挥发的蒸气与空气的混合气体中，若易燃液体蒸气浓度正好在爆炸的极限范围以内时，一遇火种（例如火花）即可能导致爆炸，引起火灾。这里需要指出的是，凡闪点越低，爆炸极限范围越大。爆炸下限越低的物质，它的危险性就越大，就越易爆炸。

(2) 达到闪点后，若温度再升高  $1\sim 5^{\circ}\text{C}$ ，达到液货蒸气的燃点（一般燃点比闪点高  $1\sim 5^{\circ}\text{C}$ ）时，燃烧不只局限于液体表面的闪燃，而是由液体源源不断地供应可燃蒸气而形成持续燃烧，从而酿成火灾。

所谓两种不相容的液货或物质相互渗透，是指剧烈的氧化反应，放出易燃气体和热量，从而引起燃烧或爆炸，例如：

(1) 氯磺酸（ $\text{HSO}_3\text{Cl}$ ）。无色半油状液体，遇有机物能引起发热燃烧，遇水猛烈分解产生大量的热和浓烟，甚至爆炸。遇高热分解产生浓烟。遇发孔剂立即燃烧。

(2) 乙二胺（ $\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2$ ）。无色或微黄色粘稠液，遇火种、高温、氧化剂有燃烧危险。遇乙酸、酸酐、二硫化碳、氯磺酸、盐酸、硝酸、硫酸、发烟硫酸等反应剧烈。

(3) 2—硝基丙烷（ $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NO}_2)\text{CH}_3$ ）。无色液体，遇高热明火、氧化剂、发烟硫酸、氯磺酸能引起燃烧爆炸。遇氨水、氯磺酸、盐酸、氟化氢、硝酸、发烟硫酸反应激烈，有爆炸危险。

(4) 苯乙烯（ $\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}_2\text{H}_3$ ）。无色透明油状液体，遇明火极易燃烧。受热、曝光或存在过氧化物催化剂时，极易聚合放热导致发生爆炸。遇氯磺酸、发烟硫酸、浓硫酸反应剧烈，有爆炸危险。

由此看来，液货的挥发性、闪点、液货间的危险反应性，是液货本身存在燃烧爆炸危险的内在因素。但如果没有合适的外部条件（环境），则燃烧爆炸的灾害就不可能形成。所谓合适的外部条件是指能加速液货挥发和达到闪点、燃点的环境温度，引燃引爆液货蒸气的火种、热源，以及促使不相容液货相互接触的不当措施或意外事故等。例如：

(1) 在液货舱区域及其附近使用明火（划火柴、吸烟、油灯、蜡烛火、电焊及气焊等）。

- (2) 在拆开的输液管、打开的液货舱等危险处所进行焊割热工作业。
- (3) 由于液体在激荡磨擦下产生静电跳火，或液面上有漂浮杂物振荡产生静电跳火，以及高空冲装液货而产生静电跳火。
- (4) 液货舱区域本身的或临时引入的电线、电气设备潮湿、破损漏电短路跳火。
- (5) 洗舱不彻底，舱内有残存的危险物质，在热作业时气化也会酿成火灾爆炸。
- (6) 不恰当的混装，当船发生碰撞、搁浅等海损事故时，造成不相容的液货混合产生危险化学反应而导致火灾爆炸。
- (7) 碰撞和搁浅时的磨擦火花点燃液货舱的液体蒸气。
- (8) 航行或停泊时，遇雷电冲击，亦可能使液货起火。
- (9) 液货舱区域的邻接处所起火，舱壁温度升高，液货受热聚合反应或膨胀流出或压破液货舱，可能酿成更大灾害。
- (10) 空舱情况及装卸液货时，液货蒸气浓度可能在爆炸极限范围内，遇火星、热源、静电跳火，可能引起燃烧爆炸等。
- 由于散装运输危险化学品船本身的结构、船舱布置等不合理，也会形成适合的液货产生燃烧爆炸的外部条件。
- 综上所述，液货和液货舱的防火防爆，主要着眼液货的挥发性、闪点、液货之间相互危险反应性。而关键措施是减少或消除引起液货燃烧爆炸的外部条件（合适环境）。

## 第二节 散装化学品船灭火的基本原则

一般船舶灭火原则，也适用于化学品船舶。这些原则是：

1. 迅速扑灭初火，同时限制蔓延。这是灭火的基本原则之一。初火和小火都可能很快蔓延扩展为大火。所以及时扑灭初火和小火，是灭火的最基本的原则和最好时机。
2. 对严重火灾，应先控制后灭火。这是灭火的基本原则之二。当船舶发生严重火灾时，要想迅速扑灭是比较困难的。在这种情况下，首先要防止火灾向危险方向蔓延，尽力限制火焰向液货舱区域、油舱、机舱、货泵舱、氧气瓶、二氧化碳瓶、油漆舱库、汽艇及油桶方向蔓延。
3. 基本原则之三，对极端严重火灾，应充分利用船上防火结构、设备的效能，赢得控制火灾、待援和必要时人员安全弃船的时间。

## 第三节 防火结构

### 1. 相关公约和规范规定的船舶防火结构的基本原则：

- (1) 用耐热与结构性限界面，将船舶分为若干主竖区。

(2) 用耐热与结构性限界面, 将起居处所与船舶的机器处所、装货装油处所隔开。

(3) 限制使用可燃材料。

(4) 探知火源区域内的任何火灾。

(5) 抑制和扑灭火源处所内的任何火灾。

(6) 保护脱险通道或灭火出入口。

(7) 灭火设备的即刻可用性。

(8) 易燃货物蒸汽着火的可能性减至最低限度。

防火结构应从构造上保证船舶的各种处所处于与其失火危险相适应的保护之中, 在设置各种开口和贯穿件的情况下, 应有效维护全船的耐火完整性。

所谓耐热与结构性限界面, 就是指耐火分隔。对船舶耐火分隔的理解, 目前一般是指由“不燃材料”、“钢或其它等效材料”、“低播燃性材料”按符合一定要求的结构型式建立起来的舱壁、甲板、天花板和衬板。

防火分隔的作用是, 当船舶一旦发生火灾时, 它们能在一定的时间内限制火灾的蔓延。将火焰、热和烟气控制在局部范围内, 以使火灾能被及时探知, 为消防人员施救赢得时间, 并为靠近火区的船员预留脱险通道, 达到最大限度地减少伤亡和损失的目的。

## 2. 防火结构

散化船的防火结构与相应的船舶建造规范对油船的要求相同。本节只对防火分隔(也称耐火分隔)、保护方法、A、B 级防火分隔的主要组成作简单的介绍。

### (1) 防火分隔:

① “A 级分隔”是由符合下列要求的舱壁与甲板所组成的分隔。

A. 它们应以钢或其他等效的材料制造。

B. 它们应有适当的防挠加强。

C. 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。

D. 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  $139^{\circ}\text{C}$ , 且在任何一点包括任何接头在内的温度较原始温度不超过  $180^{\circ}\text{C}$ 。

“A—60 级”,            60 min

“A—30 级”,            30 min

“A—15 级”,            15 min

“A—0”级,              0 min

E. 可以要求将原型的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。

② “B 级分隔”是由符合下列要求的舱壁、甲板、天花板或衬板所组成的分隔:

A. 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。

B. 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 139℃, 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, 15 min

“B—0”级, 0 min

C. 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, 如这些材料符合规定的其他要求。

D. 可要求将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。

③ “C级分隔”应以认可的不燃材料制成, 它们不需要满足有关防止烟和火焰通过以及限制温升的要求。允许使用可燃镶片, 如这些材料符合规定的其他要求。

A级、B级、C级分隔的区别见表 4—1 所示。

(2) 关于 I C 法、II C 法、III C 法的主要要求及比较: 所谓 I C 法、II C 法、III C 法是《1974 SOLAS 公约 81 修正案》对货船上起居处所和服务处所所规定的三种保护方法, 必须选定其中一种加以采用。

这三种方法在公约和规范上的地位是相同的, 没有强制使用其中一种方法的硬性规定, 可以任选其中一种施加防护, 但在油船上, 规定要用 I C 法。三种防护方法的主要要求及比较如表 4-2 所示。

从表格中可以看出, 三种方法的区别就在于其侧重面的不同。IC 法是构造防火, 内部分隔均要求达到“B”级或“C”级防火要求。II C 法是火灾的早期探知和扑灭, 因为船上设置了许多自动喷水器、探火和失火报警系统, 能够起到很好的阻火和报警作用, 减少了火灾蔓延的可能, 可以适当降低防火结构的要求, 所以内部分隔材料只有个别情况为“C”级舱壁。而III C 法是侧重于火灾的早期探知和保护脱险通道。在用“B—0”级以上级别的防火分隔环围 50m<sup>2</sup> 范围内起居处所群内部分隔材料可不予限制, 但包括走廊、梯道和脱险通道在内的绝大部分处所均应设置固定式探火和失火报警系统, 同样减少了火灾蔓延的危险性, 增加船员灭火乃至逃生的安全性。

对舱室内装板材的防火性能而言, I C 法要求最高, II C 法和III C 法的要求较宽。按 IC 法设计和建造, 舱室的围壁板、衬板、天花板、风档等, 全部要求采用不燃板材(复合岩棉板或硅酸钙板)。II C 法和III C 法, 仅要求供起居处所、服务处所和控制站所用的走廊和梯道环围的衬板、天花板、风档等采用不燃板材, 以及III C 法规定的起居处所按不大于 50m<sup>2</sup> 进行“A”级或“B”分隔的限界面, 如果有内装修的话, 也用不燃板材。其余所有内部舱室的装修和分隔, 均可采用可燃板材(刨花板、贴塑胶合板或其他低播焰可燃板材)。

从经济性分析, 就同一艘货船, 采用 I C 法最贵, II C 法次之, III C 法最便宜。这是因为, IC 法需要大量采用不燃板材作内部分隔, 价格比木质板材贵的多, 船舶内装费用十分高昂。如采用 II C 法或III C 法, 不燃板材的用量, 一般约占全船舱壁板的 1/3 左右。但 II C 法是既要求在起居处所和服务处所设置自动喷水器、探火和失火报警系统, 又要在起居处所的走廊、梯道、脱险通道设置感烟式固定探火和失火报警系统,

技术要求复杂，造船费用亦不低。而采用IIC法的条件已完全具备，固定式探火和失火报警系统均可正常生产、供应，并业经船检部门认可，价格比自动喷水系统低得多。

**表 4-1 A 级、B 级、C 级耐火分隔的技术特性及其区别**

指 标			级 别		A 级分隔		B 级分隔		C 级分隔	
项 目										
标准耐火试验	防止烟及火焰通过	时间间隔		1 小时		0.5 小时		—		
		结束时	火焰	能防止通过		能防止通过				
			烟	通防止通过						
	耐火分隔的隔热值	分隔级别		A-60 A-30 A-15	A-0	B-15	B-0	—		
		背火面平均温度℃		温升≥139	温升未有要求	≥139	温升未有要求			
		任何接头在内的任何一点的温度℃		温升≥180		≥225				
	材料			钢或其他等效的材料和不燃材料			认可的不燃材料		认可的不燃材料	
结构加强			适当的防挠加强			—		—		
耐火分隔结构			A 级舱壁 A 级甲板 A 级门			B 级舱壁 B 级天花板 B 级衬板 B 级门		C 级舱壁 C 级门		
结构型式的认可			船检部门认可			船检部门认可		—		

**表 4-2 IC 法、II C 法、III C 法的主要要求**

类 别	I C 法	II C 法	III C 法
耐火分隔	在起居和服务处内：以不燃的“B”级或“C”级分隔作内部的分隔舱壁；未要求为“A”级或“B”级的舱壁，至少应为“C”级	除个别情况规定为“C”级舱壁外，其余不予限制	个别情况规定为“C”级舱壁外，其余不予限制，但是，在任何情况下，用“A”级或“B”级分隔的任何起居处所或处所群的面积不得大于50m <sup>2</sup> 。对公共处所面积可适当放宽。

类 项 目	I C 法	II C 法	III C 法
不燃材料	在起居处所、服务处所和控制站内所有的衬板、风档、天花板及其附属的衬档，均应为不燃材料	供起居处所、服务处所和控制站使用的走廊和梯道环围中的天花板、衬板、风档及其附属的衬档，均应为不燃材料	供起居处所、服务处所和控制站使用的走廊和梯道环围中的天花衬板、风档及其附属的衬档，均应为不燃材料。
自动喷水器、探火和失火报警系统	一般不设	除空舱和卫生处所等实际无火灾危险者外，在起居处所和服务处所均需设置	一般不设
认可型的固定式探火和失火报警系统	起居处所的所有走廊、梯道和脱险通道设置，且必须为感烟式和手动火警按钮	起居处所的所有走廊、梯道和脱险通道设置，且必须为感烟式和手动火警按钮	在可能发生火警的所有起居处所及服务处所设置

注：“大于 50m<sup>2</sup>”时，要增设“B—0”级舱壁加以分隔。

因此，国内设计建造货船大都采用III C 法，这样就可以节约大约 2/3 的不燃材料的差价，从而大大降低造船成本。并且，III C 法允许象刨花板这样的节木代木材料上船应用，有利于节省木材资源，社会效益也是很好的。

### （3）船舶耐火分隔的组成

船舶“A”级、“B”级耐火分隔的组成：（见表 4-3）

耐火舱室系统主要包括：

- ① 舱壁板、衬板和天花板； ②甲板； ③防火门； ④特殊开口。



表 4—3 “A”、“B” 级耐火分隔的主要组成

用途	耐火分隔级别	主 要 组 成
舱   壁	A-60、A-30、A-15	钢舱壁+隔热材料
	A-0	裸钢舱壁
		铝合金舱壁+隔热材料
	B-15、B-0	以一定的结构型式拼装而成、具有一定厚度的不燃板材
甲   板	A-60、A-30、A-15	钢甲板+隔热材料
		钢甲板+复合型甲板基层敷料（+不燃或可燃地板面材）
		钢甲板+不燃性浮动地板
	A-0 B-15、B-0	裸钢甲板或铝合金甲板+隔热材料
		同 B 级舱壁
衬板	B-15、B-0	同 B 级舱壁
天花板	B-15、B-0	同 B 级舱壁

构成这些结构的材料除金属件外，还有矿物纤维制品（玻璃棉、岩棉、陶瓷棉）、珍珠岩制品、硅酸钙板、岩棉板、复合岩棉板、胶粘剂、贴面材料（低播焰柔光塑料贴面板、复塑镀锌钢板）、不燃性甲板敷料及防火的电缆孔密封填料等等。

耐火分隔分为“A”级、“B”级、“C”级三种。“A”、“B”级耐火分隔的主要组成如上表所列。“C”级分隔只要以认可的不燃材料制成即可，对它没有有关防止火焰和烟气通过及限制温升的要求。

## 第四节 甲板泡沫灭火系统

### 一、货物区域固定式甲板泡沫灭火系统：

（1）泡沫液：泡沫液品种很多，有普通泡沫液（例如蛋白泡沫液、氟蛋白泡沫液、水膜泡沫液等）、抗溶性泡沫液（抗乙醇泡沫液）及高倍数（膨胀）泡沫液等。

由于散装运输危险化学品船所装液货中许多是醇、醚、酮、醛、酯类等水溶性物质，对这些水溶性易燃液体的火灾，如果用普通蛋白泡沫是难以扑灭的。而抗溶性泡沫不但具有普通蛋白泡沫的效能，可扑灭油类及非水溶性有机物质火灾，而且可以有效地扑灭醇、醚、酮、醛、酯类等水溶性物质的火灾。因此，散装运输危险化学品船货物区域固定甲板泡沫系统，应使用抗溶（乙醇）性泡沫液、氟蛋白泡沫液和水膜泡沫液。其中抗溶性泡沫液在溶液（溶剂+水）中的浓度为 6~7%，发泡倍数大于 6；氟

蛋白泡沫液在溶液中的浓度为 3%或 6%，发泡倍数大于 8；轻水泡沫的发泡倍数为 8~10。

## （2）站室：

①提供泡沫的装置应能把泡沫输送到整个液货舱甲板区域，并且能送入甲板已开裂（口）的任何液货舱内。

②甲板泡沫系统的操作应该简便迅速。系统的主控制站应适当地位于货物区域之外，邻近起居处所，便于在受保护的区域内失火时易于进入操作。

③泡沫溶液的供给率不应小于下列数值的最大者：

A. 液货舱甲板面积每平方米每分钟 2 升，应满足液货舱区域甲板面积（船舶最大宽度乘以液货舱区域纵向总长度）总的供给率。

B. 具有最大水平剖面面积的单舱的这种水平截面面积每平方米每分钟 20 升，应满足这种水平面积（该舱最大宽度乘以最大长度）的总的供给率。

C. 最大泡沫炮保护并完全位于泡沫炮之前方的面积，为每平方米每分钟 10 升，但总的供给率不得不小于每分钟 1250 升。对载重小于 4000 总吨的船舶，泡沫炮的最小供给率，应经主管机关同意。

D. 当采用上述泡沫溶液供给率中的最大值时，应提供足够的泡沫液，以确保至少能在 30 分钟内连续产生泡沫。

E. 来自固定式甲板泡沫系统的泡沫，需用若干泡沫炮和泡沫枪来喷洒（射），每个泡沫炮的发射速率至少应满足上述 A、B 条的要求供给率之一的 50%，任何泡沫炮的发射速率至少满足上述 C 的要求的供给率及保护的要求。

F. 泡沫炮至其前方保护区的最远端距离，应不大于该泡沫炮在静空气中射程的 75%。

G. 在艏楼前端左右两侧或面向货物区域甲板的起居处所的左右两侧，应各装设用于泡沫炮和泡沫枪软管装接的接头。

H. 泡沫枪应在灭火中具有操作灵活性，并应覆盖泡沫炮屏护区中未能射达的部位。任一泡沫枪的能量应不小于每分钟 400 升，在静空气状态下的射程，应不小于 15 米。装设的泡沫枪数量应不少于 4 只。泡沫总管主输出口的数量和位置，应该至少满足两个泡沫枪的泡沫，可以射达货物舱甲板区域的任何部位。

I. 在泡沫总管及与甲板泡沫系统连为一体的消防总管上，均应设置阀门，使之位于每一泡沫炮前方，当总管损坏时用以隔离。

J. 按所需输出量操纵甲板泡沫系统时，应同时能从压力消防总管得到所需压力的最低数量的水柱。

K. 用于专门装运载有数量限制的货物的船舶，也可用替代（甲板泡沫系统）的设施来进行保护，但应经主管机关的认可。

L. 装设有船艏或船艉装卸装置的船舶，应装设一个附加泡沫炮和一个附加泡沫枪。附加泡沫炮位于保护船艏或船艉装卸装置的位置。而货物区域前后的货物管路，应由上述泡沫枪保护。

## 二、 散装化学品船灭火剂的适用性

灭火剂（材料或介质）的适用性，是指灭火剂适合的扑灭火灾对象。

有的化学品着火时，不能用水来扑灭，有的不能普通泡沫剂来扑灭，而要使用适合其特定理化性质的灭火剂及其装备进行施救。在危险化学品中有的易燃，有的易爆，有的起火时能散发有毒蒸汽和浓烟，如果选用不正确的灭火材料，不但不能顺利扑灭火灾，反而可能助长火势蔓延成大火，或招致爆炸、中毒、受伤等不幸事故。所以，针对不同危险化学品的火灾，正确选用适合的灭火剂和装备进行灭火，不仅可缩短灭火时间和节约灭火材料，同时还可减少不良后果；否则，适得其反，甚至遭到更大的危害。这里仅将危险化学品火灾的适合与不适合的灭火剂，即灭火剂的适合与不适合的扑灭对象简述如下：

1. 不能用普通泡沫灭水溶性易燃液体的火灾：因普通泡沫遇水溶性液体即遭破裂而消失，失去了覆盖灭火的作用。水溶性危险化学品，包括醇、醚、醛、酮、酯类等，在“国际散装运输危险化学品船舶结构和设备规则”中被列入的上述各类的散装化学品有乙酸、乙醚、丙酮氰醇、乙腈、丙烯酸、丙烯腈、乙二醇、过氧化物等 100 余种。以上危险化学品的火灾，不能用普通泡沫扑灭，应该用抗溶性（抗乙醇）泡沫灭火。有的还可以用水雾（花）、干粉或 CO<sub>2</sub>、卤代烷扑救。

2. 不能用水（包括水蒸汽和含水泡沫）灭遇水生热、分解、沸溅化学品的火灾：这类化学品很多，例如氯磺酸，遇有机物能引起发热燃烧，遇水猛烈分解发生大量的热和浓烟，甚至爆炸；如萘，当其因邻舱火灾致使其温度达 110℃ 以上的熔融温度时，若与水接触，即起剧烈的沸溅，甚至爆炸；发烟硫酸遇水爆溅伤人，它们的火灾都不可用水扑灭。不能用水扑灭的危险化学品有氯磺酸、萘、发烟硫酸、过氧化物（钾）、过氧化钡、氯化硫酸、氯化亚砷、氯氧化磷、氯化硫、氯化酰、苯基氯硅烷、磷化钙、氢化钠（钾）、硼氢化钠（钾）、电石、金属钾、钠、钙、镁、铝粉、锌粉、铝镁合金、钛等各种忌水物质。

3. 根据与水共处的性质，易燃与可燃液体可分为三类：

(1) 比水轻不溶于水的，如石油烃类和苯系芳香族化合物。对这类液体的火灾，原则上不能用水柱扑救，须用泡沫、二氧化碳、卤代烷、化学干粉或水花（雾）等大面积覆盖笼罩灭火。

(2) 比水重不溶于水的，如二硫化碳等，可用水灭火。因为水能浮在液面上，起冷却、覆盖、隔离空气的作用。散装运输危险化学品船装运二硫化碳就是用一层水覆盖在其表面加以保护的。

(3) 溶于水或稍溶于水的，如醇类（甲醇、乙醇、丙醇）、醚类（乙醚、异丙醚等）和酯等（醋酸甲酯、醋酸乙酯等）。这类液体的火灾可用抗溶（皂化）泡沫、二氧化碳、卤代烷、化学干粉、水花（雾）大面积覆盖笼罩扑灭，其中抗溶性泡沫最为有效。

4. 对于渗漏的易燃可燃气体或液体火灾，主要是堵塞渗漏来源：当易燃可燃气体或液体从管道、贮槽中逸出着火时，首先切断来源（如关阀、封死漏口等），并同时用密集水流或二氧化碳、卤代烷喷射，火焰即可扑灭。在灭火的同时，必须用水冷却

四周舱壁和管道，否则，可能造成第二次着火或爆炸。如果气体压力不大，对渗漏残液，亦可用水雾（花）或干粉、石棉被、湿布等灭火。

5. 禁止用少量水灭高温体的火：所谓高温体是温度在 1000℃ 以上的燃烧物质，如白炽钢铁、镁铝热剂等。当这些物质在燃烧时，如果用少量水去冲，则高温将水分解成氢和氧，氧是助燃剂，氢在高温下可自燃，这样火会更大。这种情况必须用大量的水连续不断地对高温体进行冲击和冷却，才能使高温体的火熄灭。

6. 禁止用蒸气灭高温体的火：因蒸气遇高温体时，会立即分解出氢，从而引起爆炸。

7. 禁止用 CO<sub>2</sub> 灭金属钾、钠、钙、镁、铝、钛、锂的火灾：因为上述化学品在 CO<sub>2</sub> 中能燃烧。

8. 《规范》对运载不同品种的货物时，甲板固定灭火系统的灭火剂作了具体的规定，规定分 A、B、C、D、No 五种要求，每种要求的内容见表 4—4。

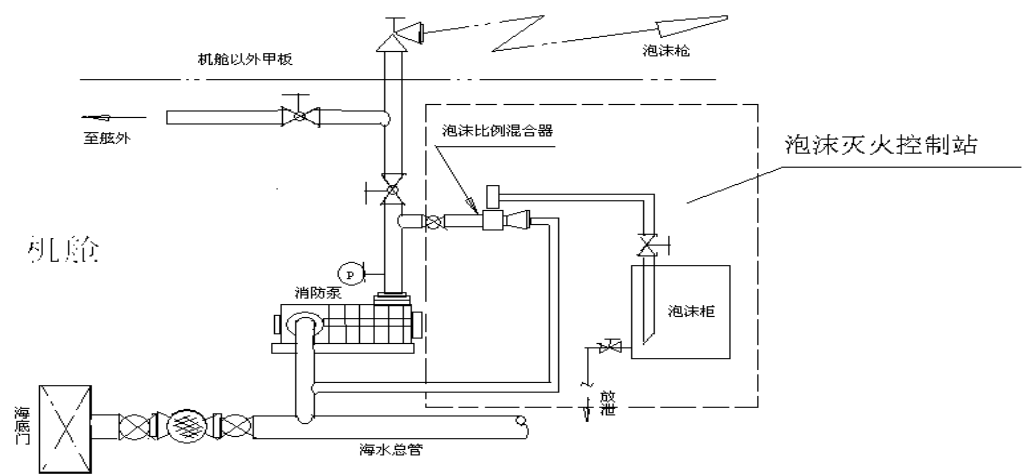
表 4—4

代号	灭火剂	多项选择	附加要求
A	抗乙醇泡沫	《规范》列出某种货物可以选择使用灭火剂两种或两种以上的，如在其中选择采用任何一种，应视为符合规定。	如果泡沫、水雾系统的水泵为船上水消防系统水泵时则该水泵应能提供足够数量的水
B	普通泡沫		
C	水雾		
D	化学干粉		要求设有附加水冷系统
No	无特殊要求		

三、甲板泡沫系统的组成、布置

甲板泡沫系统由消防水泵、比例混合器、管线、泡沫罐、泡沫剂、泡沫炮（枪）组成，其中泡沫室和比例混合器等组成泡沫灭火控制站，图 4—5、4—6 为泡沫灭火控制站和泡沫系统示意图。布置要求见表 4—5。

图 4-1 泡沫灭火系统示意图



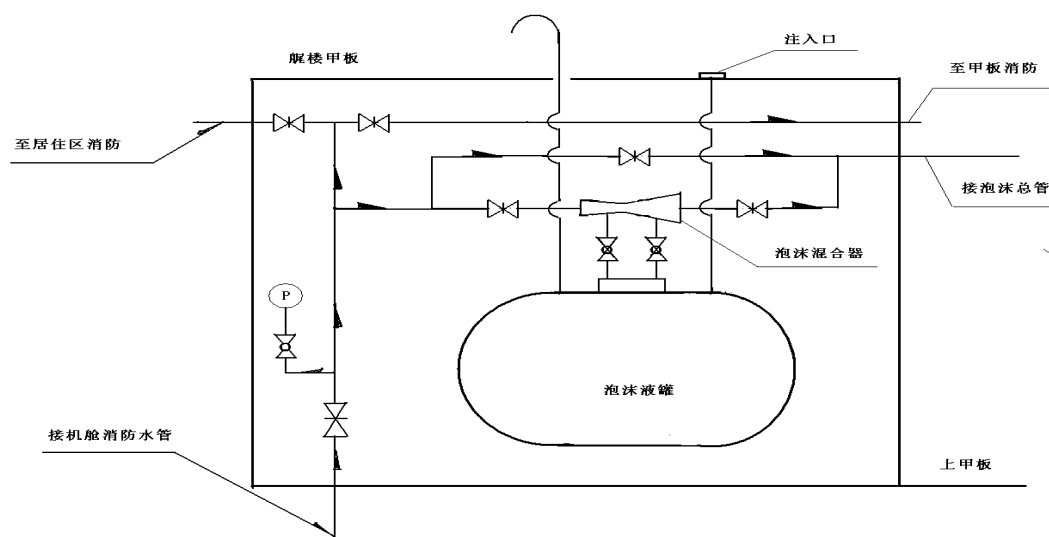


图 4-2 泡沫灭火控制站示意图

表 4-5 甲板泡沫系统的布置要求

序号	系统组件	布置和要求		检查或试验
		海船	内河船	
1	消防水泵	一般为离心式，设在机舱，应能达到供灭火需要的水量和压头。		随系统进行效用试验
2	比例混合器	一般与泡沫罐组成泡沫灭火控制站，不得布置在货物区域内；必须保证泡沫液与水的比例不少于 6：94		核对产品证书，确认调节手柄在合适的位置上
3	管线	应为防腐蚀管材，长度不超过 200m；适当的通径，保证流速不小于 2m/s		压力试验
4	泡沫罐	可选择立式或卧式泡沫罐；不得布置在货物区域内；		密性试验
5	泡沫炮	均应设置排量分 4000dwt 上下两档要求	dwt ≥2000t 要求设置	核对证书，确认在适用范围；随系统效用试验
6	泡沫枪 dwt 小于 2000t 时可设置（内河）  dwt 小于 500t 时可设置手提式泡沫枪（内河）	数量不小于 4 具；排量不小于 400 l/min, 射程不小于 15m		
7	泡沫剂	每船只准使用一种类型的泡沫剂，产品应在有效期内		核对证书，确认在适用范围；随系统效用试验

## 第五节 货泵舱的固定灭火系统

货泵舱应设置固定式二氧化碳灭火系统。二氧化碳灭火系统，应于控制处所标明此系统仅用于灭火，而不用于惰化的目的（考虑避免静电跳火）。为避免货泵舱内人员中毒，应设有自动声响报警装置，它应在二氧化碳灭火剂施放前一段适当时间发出警报。要求警报装置在易燃货物蒸气空气混合气体中的使用，应确保安全（例如不跳火等）。为此，货泵舱可设置适合于机器处所使用的灭火系统。二氧化碳灭火系统一般用于舱内大面积火灾或封舱灭火（窒熄法）。

散化船货泵舱的二氧化碳灭火系统的组成、布置、控制、报警、二氧化碳配备量的计算等与相对应的建造规范对油船泵舱的要求是相同的，故在此不专门进行介绍。

## 第五章 货物驳运和货物控制

### 第一节 货物驳运系统

#### 一、系统组成和管路的布置要求

散化船设有用于装货和卸货或向他船供货的专门装置，称之为驳运系统，由输入管、卸货管、液货泵、阀件、安全装置和控制装置组成。散化船液货管路的布置主要要求：

(1) 货物管路不应安装在甲板之下货物围护处所的舷边与船体外板处，除非能保持不小于各型船舶破损保护的距外板的最小距离；但如果要求的空隙便于检查，且管子受损不会引起货物泄漏时，则此距离可以减少。

(2) 位于主甲板下面的货物管路，可以从其服务处所的液货舱壁穿过，或穿过纵向或穿过横向相邻的液货舱、压载舱、空舱、泵舱或货泵舱的公共舱壁。但是，在其所服务的液货舱内的管路要装有能从露天甲板上操作的截止阀，并保证在管路受损时，货物是相容（无危险化学反应）的。对液货舱与货泵舱相邻者，则能在露天甲板上操纵的截止阀，可位于货泵舱一侧的舱壁上，但舱壁上的阀与货泵之间应加装截止阀。也可设计成安装在液货舱外面的全封闭液压操纵阀，条件是：该阀应设计成能阻止渗漏危险；安装在其所服务的舱壁上；适当地保护以防机械损伤；安装在离船外板符合破损保护要求的距离处；能在露天甲板操作。

(3) 任何货泵舱内当一个泵服务于两个以上液舱时，在每一个液舱的管路上应装一个截止阀。

(4) 装设在管隧内的货物管路也应满足上述要求。管隧应满足有关结构、位置和通风等所有液货舱要求以及防止电气危险要求。在同一管隧内，当管路破损时，应确保货物的相容性。这种管隧道除通向露天甲板和货泵舱或泵舱外，不得设任何开口。

(5) 穿过舱壁的管路，其布置应能防止在舱壁处产生过渡应力，且不得使用以螺栓通过舱壁固定起来的法兰。

关于货物驳运控制系统，在每一液舱充注和排出管上应有手工操作的截止阀，且应位于液货舱贯穿件附近。若用独立深井泵来排出液货，则在该舱的排出管路上不要设置截止阀。在每一货舱软管接头处应该置一个截止阀。所有货泵和类似设备都应配置遥控停车关闭装置。驳运或运载货物所需的控制装置，除已述及的货泵舱的控制装置外，不应设置在露天甲板之下。

驳运货物软管，应由不受货物影响的材料制成，应与货物相容和适应货物的温度。承受液货压力或泵排出压力的软管，其设计爆破压力，不小于 5 倍软管驳运货物期间所承受的最大压力。每一新型的备有端部装置的货物软管应进行原型试验，其试验压力不小于其规定的最大工作压力的 5 倍，且试验的软管不能用于货物输送。以后，在投入营运之前，所生产（使用）的每一段软管应在环境温度下进行静水压力试验，其试验压力不小于规定最大工作压力的 1.5 倍，但不必大于其爆破压力的 2/5。软

管应标上最大工作压力及除环境温度外的最大或/最小使用温度。规定的最大工作压力不小于 1MPa。

## 二、洗舱装置

### （一）洗舱设备简介

#### 1. 货舱清洗系统一般由下列部分组成

- |             |                    |
|-------------|--------------------|
| (1) 供给水泵    | (2) 供移动式洗舱机伸入的甲板通口 |
| (3) 甲板水供给管路 | (4) 洗舱机            |
| (5) 洗舱水加热器  | (6) 扫舱泵或喷射泵        |
| (7) 通风机     | (8) 污液舱            |

#### 2. 提供洗舱水的泵浦

无论是用单独的泵还是用液货泵来对固定式或可移动式洗舱机供水，其泵浦的排量必须在任一时刻都大于所用洗舱机的排量。

独立的洗舱泵供非循环洗舱作业时输送冷海（淡）水使用。洗舱泵通常为小排量高扬程型泵。循环洗舱作业常使用液货泵。

#### 3. 洗舱机

洗舱机是洗舱的直接设备，其内部结构大抵是由伞型齿轮匹配或蜗轮蜗杆匹配，当洗舱机喷嘴出水柱时，其反作用力使得它发生平行轴线面内的旋转。这一旋转使得洗舱机内部的蜗轮蜗杆或伞型齿轮转动，于是又发生了垂直于轴线面内的旋转，这两个转动的合成效果就形成了喷嘴将货舱的 6 个内面全部冲到。

洗舱机可分为固定式洗舱机和移动式洗舱机两类，固定式洗舱机多用于大型船舶，移动式洗舱机则多用于旧船和小型船舶。

#### 4. 安全冲舱皮龙

化学品船的防火技术要比普通油船复杂，这是因为绝大多数化学品导电性很差，加上有些货物分子结构上的特点，极易产生和聚集静电。同时由于化学品船舱大多用了有机材料涂层，有些涂层几乎不导电，这样使静电更不容易扩散。因此，化学品船在洗舱时必须用安全冲舱皮龙。

#### 5. 甲板水供给管路（洗舱管路）

一船洗舱管路和消防管路是共用的，平常不予使用，为防止管内的铁锈等杂物串入洗舱机内，在连接洗舱软管之前，必须先打开洗舱管路最前端的接头，放水数分钟，然后将洗舱时需用的全部接头依次打开，用海水加以冲洗，最后再将软管接到预定的接头上。洗舱管路必须能在大约 1.74MPa (15kg/cm<sup>2</sup>) 压力下工作，且能输送水泵最大排量的水而不引起太大的压力损失，这样就避免无效的清洗。为了监视运行状况，通常在管线的重要部位安装温度和压力表。

#### 6. 洗舱水加热器

加热器通常安装在泵浦的出口端，且装有一个旁通水阀。为了使化学清洗剂能在最佳工况下发挥作用，且水在管路中温度降低仍在可接受范围内，加热器的容量必须能保证把海水加热到 90℃ 左右。

#### 7. 洗舱机的甲板通孔



这些甲板通孔直径是标准的 318mm，且专为移动式洗舱机放入舱内而开设的，这些通孔有时也叫巴氏孔。为使舱表面、舱底等区域能获得最佳的洗舱效果，通常这些通孔开设在离舱壁大约 6—10m 处的地方。

为了避免人工清洗和玷污洗舱机，则需在甲板上开设有足够数量的通孔，这将在节约时间和费用的基础上更有效地清洗。而当不使用这些通孔时，要用带螺栓的盖板封住或用能迅速启闭的盖板封住，这样能节省时间。

如果由于杂质的阻塞引起从喷嘴中喷出的水流射程减少，或为了使梯子、肋板等物后面的区域能清洗干净，那么在开设通孔前考虑到上述所有因素并仔细地选取通孔位置，才会得到最佳的效果。开设通孔还要考虑以下因素：除非不可避免，否则通孔不能开设在封闭区间内（在居住舱室下部等）。不管怎样它们都应尽可能地开设在露天甲板上，这样有毒或易爆的气体能迅速地在大气中消失。

#### 8. 扫舱泵或喷射泵

为使液货舱清洗工作顺利进行，扫舱泵或喷射泵是必不可少的，缺了它们，正常的洗舱工作将不能进行。在洗舱过程中，必须注意保持系统中的任一滤器清洁。对于洗舱工作，喷射泵是最有效的工具，因它能允许大块的粘稠物质直接从舱内通过它排出舱外，这样就避免了人工清除垃圾的劳动。

## 第二节 货物控制

散化船的货物控制主要由溢流控制、温度控制和环境控制三个方面，以下分别进行介绍。

### 一、货物溢流的控制

对溢流控制以保障安全装货有以下规定：

(1) 在“国内散化规范”的要求中，规定了对某些货物应装设溢流装置，包括高位报警器和货舱溢流控制。

(2) 安全装货的任何重要系统出现动力故障时，应能向有关人员报警。

(3) 安全装货任何重要系统不能工作时，装载作业应立即停止。

(4) 高液位报警器应能发生表明液货舱内的液位接近或达到正常满载情况的声光报警信号。

(5) 液货舱溢流控制系统应为：

① 当液货舱正常装载程序不能制止液舱液位超过正常满载情况时能开始工作。

② 能给船上操作人员发出液货溢流的声光报警。

③ 对关闭岸泵或阀或两种，以及相继关闭船上阀门提供一个一致的信号。信号以及泵和阀的关闭可由操作人员决定。只有在主管机关和港口当局特许后，才能使用船上自动关闭阀。

④ 液货舱装载率（LR）参考计算公式：

$$LR = \frac{3600u}{t} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

式中  $u$ ：液位信号动作时的液面以上留空容积（ $\text{m}^3$ ）。

$t$ : 从发出信号到完全停止货物流入货舱所需时间 (S), 此时间应包括操作人员对信号的响应、停泵和关闭阀门等所需时间的总和。

## 二、货物温度的控制

液货过热或过冷可能引起危险反应, 例如某些液货, 当温度达到某一限度时则产生危险反应, 诸如聚合、分解、热不稳定性或放出气体, 从而引起火灾爆炸。对温度控制系统和温度控制有如下要求:

(1) 液货加热或冷却系统, 其构造、设置和试验, 应经主管机关认可。而用于制造温度控制系统的材料, 应适合于所装运的液货特性。

(2) 对用于特定液货的加热或冷却介质应经主管机关认可。应对加热盘管或导管的表面温度给予考虑, 以避免货物的局部过热或过冷而引起的危险反应。

(3) 加热或冷却系统应设置阀门, 使每一液货舱的系统相隔开, 且设有调节流量的装置。

(4) 在加热或冷却系统中, 除空舱外, 在其他任何情况下, 应有设施来保证在管系中保持较舱内货物作用于管系的最大压力为高的压力。

(5) 应备有测量液货温度的设备。测量货物温度的设施, 应分别为限制式或封闭式。传感器应装在液舱内的遥控读数温度计上。

(6) 如果过热或过冷, 可能引起危险情况, 则应设置监视液货温度的报警系统。

(7) 如果具有很大毒性的货品, 要进行加热或冷却, 其加热或冷却介质应在独立的管路中工作, 不与船上其他管系相通, 在该介质液体再流入加热器或冷却器之前, 能取样化验是否含有毒货物。取样设备应位于货物区域之内。

## 三、环境的控制

为了不使货物表面蒸发气形成燃烧爆炸所需的浓度, 为防止液货质量下降等原因, 液货舱内蒸气空间及某些情况下液货舱周围处所, 可以要求有特别控制的气压环境。对环境控制提出以下四种不同方法:

1. 惰化法: 用不助燃或不与货物反应的气体或蒸气, 对液货舱和有关管系及液货舱周围处所进行充注, 并维持此状态。

2. 充填法: 用分隔货物与空气接触的液体、气体或蒸气, 对液货舱和有关管系进行充注, 并维持此状态。

3. 干燥法: 用大气压下露点为 $-40^{\circ}\text{C}$ 或以下的干燥气体或蒸气来充注液货舱和有关管系, 并维持此状态。

4. 通风法: 用强制(机械)通风或自然通风。

当液货舱要求采用惰化法或充填法时, 岸上应能随时供应, 或船上应能携带足够的惰性气体, 以供液货舱充注或装货时用, 也可在船上制造。另外, 船上还应备足惰性气体, 以补偿运输中的正常损耗。当采用干燥法并以干燥氮气作介质时, 船上亦应备有足够的干燥介质。

## 第六章 液货舱透气和除气装置

### 第一节 透气系统

为了保持液货舱不致产生负压和超压,装载时排挤出液货舱内的空气,降低液货舱内的空气压力,而卸载时,防止液货舱内因压力降低形成真空而造成危险。另外,液货舱周围环境温度的变化也会造成舱内压力的变化,因此所有液货舱均应设置适合于所装运货物的透气系统。

(1)开式透气系统:该系统是指在正常操作中,货物蒸气进出液货舱,除摩擦和有防火网外,能自由流动无任何限制的系统。此系统仅可用于闪点在 $60^{\circ}\text{C}$ (闭杯)以上且吸入时对人体健康无明显危害的货物。开式透气系统可以由每个液货舱的独立透气管系组成,或者这些独立透气管系汇合于一个或几个集管,并适当注意货物的分隔问题。但在任何情况下,独立透气系统管上或集管上均不得设截止阀。

(2)控制式透气系统:该系统是每个液货舱均有压力或真空泄放阀以限制液货中压力和真空度的系统。系统可以由每个液货舱的独立透气管组成,或者这些独立透气管在受压一侧,可以组合于一个或几个集管内,并注意货物的分隔。在任何情况下,在压力或真空泄放阀上面或下面,不应装截止阀,但在某些操作条件下,可采取对压力真空阀加装旁通阀。

①透气管出口在露天甲板上的高度,应不小于 $6\text{m}$ ,如透气管装设在离纵向步桥 $4\text{m}$ 以内,则其高度在纵向步桥之上也应不小于 $6\text{m}$ 。

②如果装设由主管机关认可的高速透气阀,引导蒸气或空气混合气体以排出速度至少 $30\text{m/s}$ 向上自由喷射时,则透气管在甲板或纵向步桥之上的高度可减到 $3\text{m}$ 。

③透气出口的布置还应离开起居处所、服务处所、机器处所及有着火源的处所的最近空气进口或开口至少 $10\text{m}$ 。易燃蒸气的出口应设有易于更新和有效的防火网或认可的安全顶部。在设计压力/真空阀、防火网及透气顶部时,设计者应对恶劣天气下货物蒸气冻结或结冰,引起装置阻塞的可能性,予以适当注意和考虑。

控制式透气系统对内河船长小于 $40\text{m}$ 的散化船要求有所放松,如①所指的高度可放宽至 $3\text{m}$ ,③所指的距离减少至 $5\text{m}$ 。(图6-1)

### 第二节 透气系统的阻止火焰进入液货舱装置

#### (1)透气系统装设阻火装置

为了阻止产生火焰或发生爆炸,必须采取措施,以避免形成易燃混合物,方法是控制易燃物质和氧气的混合,或控制氧气或消除发火源。这些措施称为第一类措施。但在应用这些措施时,由于设备的误操作或故障或失控,仍然会产生火源,这就需要采取第二类措施,即防止火焰蔓延,特别要阻止火焰进入液货舱,为此,透气系统必须装设阻火装置。

#### (2)阻火装置的形式

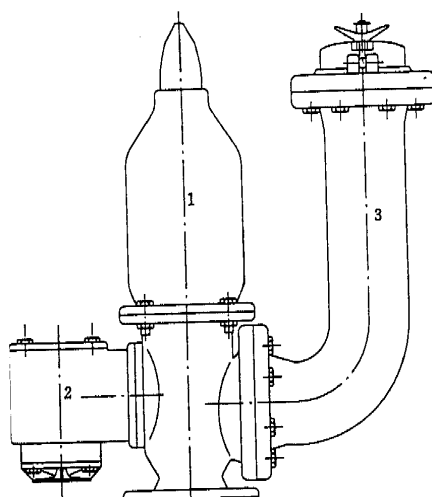


图 6-1 独立式透气装置  
1—压力式高速排放阀；2—真空吸入阀；  
3—装有防火装置的驱气排出口。

阻止火焰蔓延装置，可以阻止火焰进入含有易燃气体的一般系统，也可以用于阻止火焰进入特定的液货舱。

#### ①机械式阻火装置

透气系统必须装设阻火装置，以防止火焰进入液货舱。原则上只要求用机械式阻火装置。

阻止火焰蔓延的机械装置，包括下列类型：铁丝网、穿孔板、钢丝团、金属泡孔球、平列金属板条、粒状排列金属块床，以及曲卷金属丝棒等（图 6-2）。

机械式阻火装置的原理，是不允许能量向下一个区域传递，这是通过机械装置内的金属，将反应区内的热量吸收掉的方式实现的。这种效应称为熄灭火焰效应。

对 1 型化学品船来说，考虑采用钢丝网（铁丝网）、曲卷钢丝棒等即可。

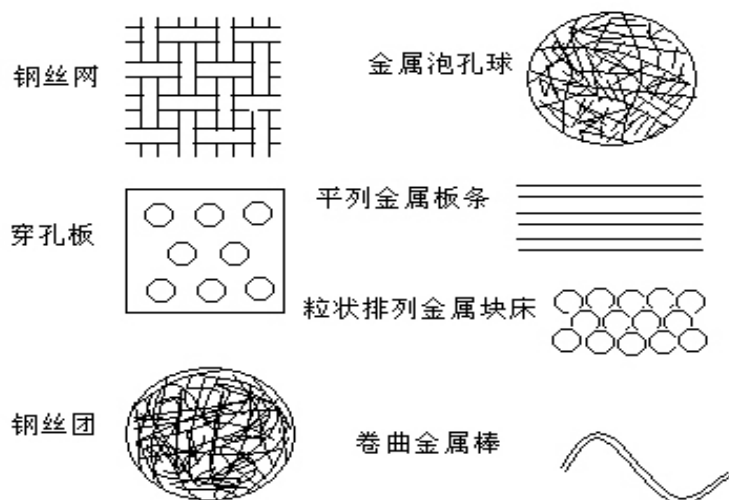


图 6-2 几种机械式阻火装置示意图

## ②高速透气阀

高速透气阀的原理是建立在这样的已知条件上的，即火焰速度处于每秒几米到每秒 10m 范围内，通过人为地在装置内，制造一个大大高于火焰速度的出口气流速度，便可保证使火焰不能逆气流进入受保护的液货舱，使反应区域处于安全距离内。

高速透气阀是由一个机械阀组成的阻止火焰通过装置，该机械阀可根据入口处压力的大小，调节允许气流通过阀口大小，以保证其出口流速不小于 30m/s。（图 6-3 为几种常见的高速透气阀）

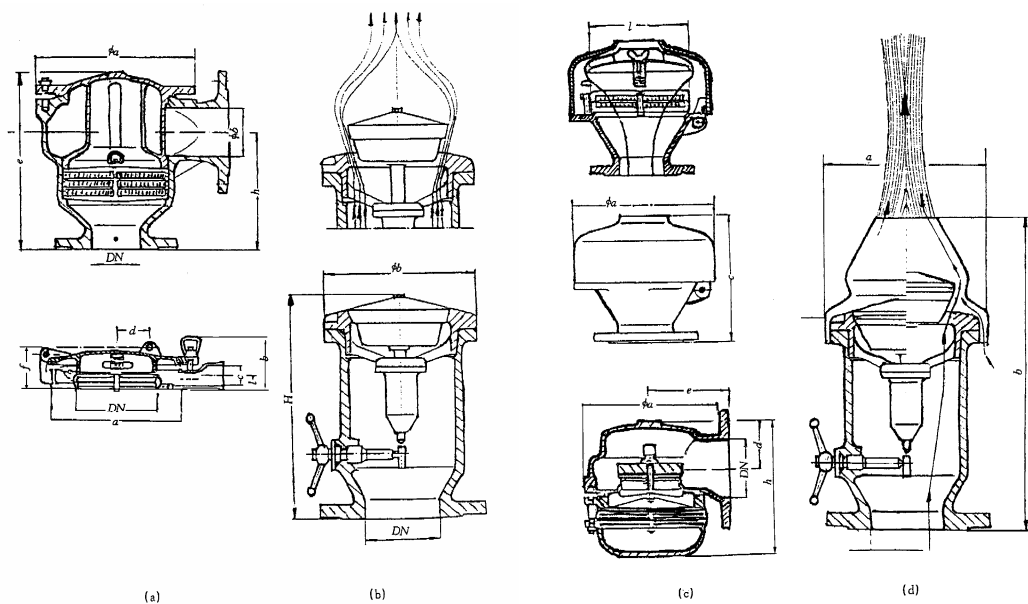


图 6-3 几种常见的高速透气阀

## ③阻火装置的功能

a. 当阻火装置在规定的一段时间内受热时，应允许气体流过通道而不会引起回烧（火苗回窜到阻火装置内），不会在受保护的一侧引燃气体。

b. 不管阻火装置的几何形状如何，都必须保持气体的排出流速高于该气体火焰的回烧速度，而且阻火装置在规定的一段时间内受热时不致引燃受保护一侧的气体。

为了阻止火焰进入液货舱，阻火装置必须能执行上述中的一种或多种功能。

## ④对装设阻火装置的要求：

a. 阻火装置必须安装在与外界大气相通的出口处，除已经试验和批准安装在管路系统中，而用在管路系统中的阻火装置不得安装在与外界大气相通的出口处，除非该装置也已经试验和批准同意安装在这种位置。

b. 阻火钢丝网只得安装在下述位置：

(a) 蒸气无法经过其透入外界大气的压力真空释放阀进口处。

(b) 液货舱的排气口

阻火钢丝网必须予以保护，以防机械损坏。

c. 安装在管路系统中的阻火装置，在要求进行试验时，必须能耐受突发爆炸所引起的内压力，而不致发生损坏或永久变形。

d. 阻火装置不能接通旁通管或阻塞流通，除非按有关规定要求在接通旁通管或阻塞流通的条件下进行过试验。

e. 在雷电交加的暴风雨即将来临时，必须停止一切货物装卸、货物清洗及压载作业。

f. 阻火装置必须能够在结冰条件下使用。

g. 必须采取措施，使人员能够到达装置在高出甲板 2m 以上的阻火装置的部位，以便于维护、修理和检验。

#### ⑤阻火装置在化学品船上的应用

上述的阻火装置是针对非化学品船设计的，其标准和要求是为该类船舶制订的。对化学品船来说，情况要复杂些，问题要多些，这些问题主要有：

a. 某些化学品可能发生聚合反应。

b. 熔点大于 0℃的化学品的冷冻和固化问题。

c. 腐蚀更为严重的问题。

d. 试验气体的选择问题。

当然上述问题也存在着局限性，并有相应的解决办法。故前面介绍的阻火装置仍适用于一般散装化学品船。

聚合反应问题并不是一个太大的问题，这主要是因为有可能发生聚合反应的化学品的数量有限，而在气态条件下能发生聚合反应的化学品的数量则更少。通过审慎地设计外罩，以及连接透气管路，其他个别问题很容易解决。

冷冻和固化问题仅仅存在于有限的几种化学品中，特别当我们考虑到该标准适用的范围是闪点不超过 60℃的易燃化学品时，存在这种问题的货物数量就更为有限。这个问题，同样可以通过设计措施，比如在船上采用加热装置系统，仍可使问题得到解决。

至于腐蚀，通过选用合适的材料，同样可以克服其影响。

对于安装在化学品船透气系统上的阻火装置来说，在性质上更为严重的问题，是如何选择试验气体。关于试验气体的选择和试验过程，可参阅有关的文献资料。

应当特别注意，用于装运化学品的液货舱的阻火装置，必须符合有关部门制订的要求。

## 第二节 除气装置

散化船中，对于装载不允许用开式透气的货物的液货舱，其除气装置应能使易燃或有毒蒸气在大气中的扩散危害，或液货舱中的易燃或有毒蒸气混合物所造成的危害降到最低限度。因此，液货舱排放蒸气时，应进行除气作业，需采用非开式透气系统液货舱装载的货物品种约占（96）规范第 17 章所列品种的 61%。

### 一、需要除气的几种情况

（一）准备载运与上航次不同种类的货物时，为了防止货物污染和（或）人员入舱检验货舱是否适货，需要在入舱前除气，必要时在洗舱后除气，达到入舱条件后方可进入舱内；

（二）洗舱时及洗舱过程中，为防止可燃气体浓度进入爆炸极限，和挥发性货品、静电等级高的化学品产生静电火灾危险，要进行通风换气；

（三）进坞修理或临时性修理之前，需洗舱除气达到舱内各种热工与冷加工作业的条件；

（四）如上航次载运货物有异味，需通过除气将液货舱内的异味清除后，方可载运其它货物。

## 二、除气后必须符合的条件

（一）为装载货物而进行的除气，在舱内可燃气体浓度检测尚未降到可燃下限的30%以前，必须持续通风；

（二）需人员进入而进行的除气，必须满足舱内氧气的体积含量达21%，可燃气体体积含量低于可燃下限的1%，有毒气体的含量低于许可的范围；

（三）需进行热加工作业的，除了需满足上述（二）的要求外，还必须将作业现场周围的全部油渣、舱垢和沉积物等消除干净，其它可能受到作业影响的区域也应清除干净，并应将所有与施工作业货舱相连的管道关闭，毗邻的货舱或其它舱室须经除气、惰性或注水。

## 三、除气方法

液货舱除气的方法一般有以下几种：

### （一）自然通风

这种方法多适用于船舶卸货后在航行途中的除气，在航行时，将通风筒入口对着船头方向，利用船舶航行所产生的相对风速将新鲜空气引入舱内，如能连接帆布风斗效果更佳。与此同时，在空气入口的最远距离上的开孔打开作排气用，将液货舱内的货物蒸气吹扫出去，直至舱气浓度降到要求的水平为止。

### （二）强制通风（机械通风）

如果船舶处于停泊期间，或者利用自然通风也难以达到除气要求，可以利用船舶的移动式或固定式通风设备，用压缩空气、水压或液压作动力带动风叶回转，将空气送入舱内，通过排挤法将内存的货物蒸气清除出舱外。

**1. 移动式通风** 采用防爆型动力风扇，从货舱洗舱孔放入导管，抽吸舱内气体或者向舱内送风，再由液舱另一出口导孔排气。使用移动式防爆型动力风扇除气时，一般要求在甲板上放置垫料，通风设备固定在其上，并做好静电防范措施，然后将导管伸进舱内进行排气或送气，而切忌直接安置在洗舱孔上。除非装载的货品是非毒货物和非易燃的货品。导管尽可能接近舱底以提高除气效果。导管内部螺旋状金属丝与风机连接良好并且通风机必须与船体接地导通，以防止洗舱刚结束通风过程产生静电引起爆炸。

**2. 固定式通风** 固定安装在船舶上的专用除气装置，多在大型散化船或需经常变换运输货品的散化船。固定式通风装置的风机一般设在专门的舱室，如果该舱室在划定

的危险区域内或其出风管直接通向液货舱，则其布置和相关要求应视同货泵舱。为充分利用液货舱的透气管系，固定式除气装置一般不采用抽吸式，而是采用向液货舱送风，再由透气管排气的形式。送风有专用管路、通过液货注入管路、通过软管进入货舱洗舱孔三种途径。无论采用哪种途径，都必须采取防止静电产生的措施。



## 第七章 货物区域的机械通风

为避免货物区域易燃易爆蒸气和有毒蒸气积聚，在货物区域应装设通风装置。根据具体需要货物区域可设一套或一套以上的通风装置，通风装置一般由通风管（进风管、出风管）、风机和控制装置组成。

一、装卸货物过程经常进入的场所。货泵舱、货物装卸设备的其他围蔽处所，以及在里面进行货物作业的类型处所，应装设机械（强制）通风系统，并能从此类处所的外部进行控制。

在进入舱室和操作设备间之前，应对此类处所进行通风，并在其外面设置通风警告牌。

机械通风的进口和出口的布置，应保证使足够的空气流经过这些处所，以避免易燃易爆蒸气或有毒蒸气或两者积聚，也为了提供安全工作环境确保有足够的氧。根据处所的总容积，通风系统应具有每小时不少于 30 次空气交换能力。对某些货品，其货泵舱尚应增加换气次数，每小时至少 45 次，这类货品有丙酮氰醇、丙烯腈、烯丙醇、烯丙基氰、苯、丁胺、四氯化碳、2，2—二氯异丙醚、二氯丙烯/二氯丙烷混合物、1，3—二氯丙烯、二甲胺含水 45%以上至 55%以下，N，N—二甲基环己胺、二苯甲烷二异氰酸酯、异佛尔酮二异氰酸酯，甲胺溶液 42%或以下、一乙胺溶液 72%或以下、一硝基苯、邻硝基氯苯、（邻—及对—）硝基甲苯、发烟硫酸、五氯乙烷、丙醛、丙胺、四氯乙烷、甲苯二胺、甲苯二异氰酸酯、邻甲苯胺，1，2，3-三氯丙烷等。

通风系统为固定式，且一般应为排出（抽引）式。应能从花铁板上、下抽出。在装有驱动货泵电动机的舱室内，其通风应为正压型。

通风排气管道应向上排放，其位置应距离通风进口以及起居、服务和机器处所、控制站及货物区域外部其他处所的开口在水平方向至少为 10m。通风进口的布置，应尽量减少通风排气口排出的危险蒸气再循环的可能性。

通风管道不应穿过起居、服务和机器处所，或其他类似处所。

如果装运易燃货品，驱动风机的电动机应装在通风管道外面。且风机和风机处的通风管道应为非火花型结构（非金属结构的叶轮和罩壳，要考虑消静电作用）。铝合金或合金的固定或转动部件和铁质的固定或转动部件的任何组合，不论叶梢间隙大小，都有产生火花危险，故在这些处所不得采用。

二、泵舱或其他围蔽处所。对于上述未包括的经常进入的泵舱和其他处所，也应设置机械通风系统，并应能在此类处所外部操作，但根据处所的总容量，其换气次数不得少于 20 次/小时。在进入这些处所之前，也应先进行通风。

三、不经常进入的场所。不经常进入的处所，如双层底、隔离舱、箱型龙骨、管道、管隧、货舱处所及货物蒸所或残存可能积聚的其他处所，应能通风，以确保在必需进入这些处所时，环境是安全的。此类处所可设有固定式或认可型的便携式通风设备。但对于货舱处所，应为固定式。对固定装置，应提供每小时 8 次的空气交换，对于便携式系统换气次数为每小时 16 次。风机或鼓风机需离开人员出入口。

四、危险位置风机的风扇和风扇导管（仅在风扇处）应为非火花型结构：

1. 应为非金属材料的叶轮或壳体，但在消除静电方面应予以适当考虑；
2. 应为有色金属材料的叶轮和壳体；
3. 应为奥氏体不锈钢叶轮和壳体；
4. 应为叶尖间隙不小于 13mm 的黑色金属叶轮和壳体。

对于铝合金或镁合金的固定或转动部件和黑色金属的固定转动部件的任何结构，论其叶尖间隙大小，都认为其有产生火花的安全，故在上述处所中不得使用。

五、在通风导管的外部开口处，应设置单个网孔面积不大于 13mm×13mm 的保护网。

# 第八章 电气设备

散化船的电气设备要求规范列的比较详细和明确，本章只对相关的电气设备作资料性的介绍。

## 第一节 防爆电气设备

防爆电气设备分为下面两类：

- I 类——煤矿井下用电气设备；
- II 类——工厂用电气设备（包括船舶）。

II 类电气设备按其适用的爆炸性气体混合物最大试验安全间隙  $\delta_{\max}$  或最小点燃电流比 MICR 分为 A, B, C 三级，如表 8-1 所示。

II 类电气设备的允许最高表面温度应符合表 8-2 的规定。

表 8-1 II 类电气设备分级

级 别	$\delta_{\max}^{①}/\text{mm}$	MICR <sup>②</sup>
II A	$\delta_{\max} > 0.9$	MICR $> 0.8$
II B	$0.9 > \delta_{\max} > 0.5$	$0.8 > \text{MICR} > 0.45$
II C	$0.5 > \delta_{\max}$	$0.45 > \text{MICR}$

①  $\delta_{\max}$  是按 IEC79-LA(1975)附录 D 方法测得的最大试验安全间隙。

② MICR 是按 IEC79-3(1972)方法测得的最小点燃电流与甲烷测得的最小点燃电流的比值。

表 8-2 II 类电气设备温度组别

温度组别	允许最高表面温度/℃
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

一般船舶的油漆间、蓄电池和货物液灯间等有爆炸危险处所中，允许安装的合格防爆电气设备的类、级别和温度组别应不低于表 9-3 的规定。

表 8-3 一般船舶危险舱室允许安装防爆电气设备要求

处 所	类、级别	温度组别
蓄电池室	II C	T1
油漆间	II B	T3
油灯间	II A	T3
氨装置室	II A	T1
处 所	类、级别	温度组别
乙炔储藏室	II C	T2
危险货物舱	按载运的危险货物类别	按载运的危险货物类别
60℃ 及 60℃ 以下闪点的货物液管 管隧	II A	T3

注：本表的防爆类、级别 II A、II B、II C 仅适用于隔爆型电气设备及本质安全型电路和电气设备，若采用其他类型防爆电气设备，则应采用 II 类设备。

## 第二节 液货船危险区域划分

一、危险区域 系指爆炸性气体环境有可能出现的区域，以致要求使用在该区域的电气设备的制造、安装和使用都应采取特殊的措施。

0区 系为连续出现或长时间出现爆炸性气体环境的区域。

1区 系为在正常情况下可能出现爆炸性气体环境的区域。

2区 系为在正常情况下不太可能出现爆炸性气体环境的区域，即使出现，出现的频率低并且存在的时间短。

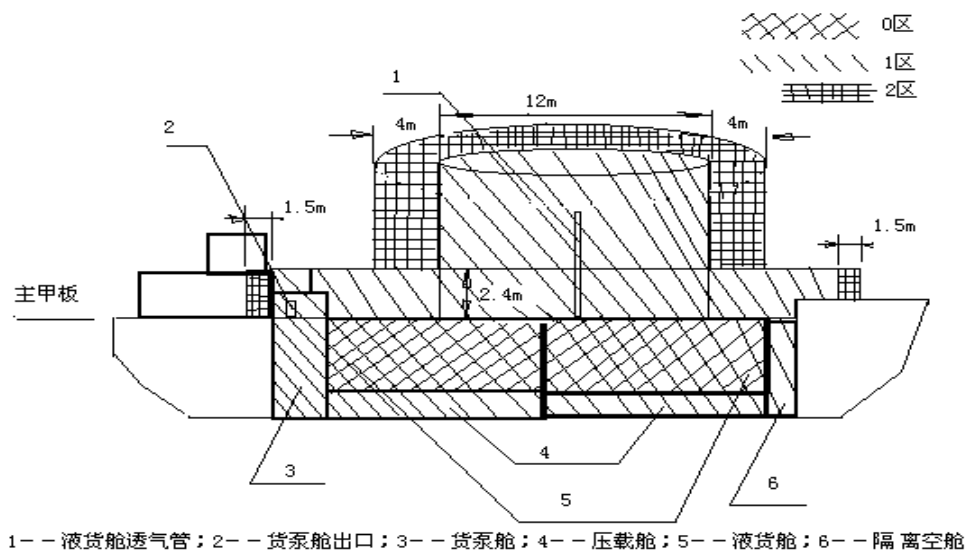


图8-1 散化船危险区域划分示意图

二、非危险区域 系指爆炸性气体环境不可能出现，以至于对电气设备的制造、安装和使用不作特殊要求的区域。

### 三、液货船危险区域

1. 0区——液货舱、污液舱、液货舱和污液舱的任何压力/真空阀管系或其它通风系统以及含有货物或处理易燃气体或蒸气的管系和设备的内部空间。

#### 2. 1区——

(1)紧靠整体液货舱上下左右的留空处所；

(2)包含独立液货舱的货舱处所；

(3)毗邻液货舱的隔离舱和压载舱；

(4)货泵舱及位于货物区域内的泵舱；

(5)位于液货舱正上方的围蔽或半围蔽处所（例如：甲板之间）或是液货舱舱壁上方具有舱壁且与液货舱舱壁在同一剖面上的围蔽或半围蔽处所，或直接位于货泵舱上方或者位于与液货舱邻接的垂直隔离舱上方的围蔽或半围蔽处所，经船检机构认可用气密甲板分隔并采取良好通风除外；

(6)除隔离舱外, 其它与液货舱毗邻而且在液货舱顶板以下的处所(如主通道、过道和货舱);

(7)距离液货舱舱口、气体或蒸气出口、货物分配阀门、货舱阀、货物管法兰、货泵舱通风出口以及允许由于温度变化引起的气体或蒸气少量流通的液货舱压力/真空阀 3m 以内的开敞甲板区域或开敞甲板上半围蔽处所。

(8)距离货泵舱入口、货泵舱通风入口、隔离舱入口或其它 1 区开口处所 1.5m 以内的开敞甲板区域或开敞甲板上的半围蔽处所。

(9)货物分配阀门下方溢流挡板内, 以及以挡板为界向外水平延伸 3m, 离甲板高度为 2.4m 以内的开敞甲板区域。

(10)所有液货舱(包括在货舱区域的所有压载舱)上面的开敞甲板区域, 其构造限制了自然通风, 宽度为船的全宽, 前后液货舱首尾隔舱壁各向外水平延伸 3m, 离甲板高度为 2.4m 以内的区域。

(11)存放货物软管的舱室。

(12)安放含有货物的管路的围蔽或半围蔽处所。

### 3. 2 区——

①如无特殊规定, 则距离规定属于 1 区周围 1.5m 以内的区域。

②距离上条⑧中定义的圆柱体周围 4m 以内的处所。

③开口通向 1 区的空气闸。

④如甲板上设有连续围板(以使溢流被保留在甲板上并使之远离居住处所和服务区), 则以此为界, 向外延伸 3m, 且离甲板高度 2.4m 以内的开敞甲板区域。

⑤所有液货舱(包括在货舱区域内的所有压载舱)上面的, 确保自然通风的开敞甲板区域且宽度为船的全宽, 前后向液货舱首尾隔舱壁各延伸 3m, 距离属于 1 区开敞或半围蔽处所周围甲板的高度为 2.4m 以内的区域。

⑥该处所邻近所有液货舱上面的开敞甲板区域, 但低于主甲板, 并在主甲板上或不高于主甲板上方 0.5m 处有一开口, 而且:

(1) 这些处所的入口不朝向液货舱区域, 以及处所的所有其它开口, 包括进气口、排气口, 距船首的液货舱至少 5m, 远离液货舱出口或气体或蒸气出气口水平距离至少 10m 的位置; 并且

(2) 机械通风的处所。

⑦距离提供货物装卸和驱除液货舱气体时产生的大量气体或蒸气混合物的液货舱透气管口周围, 半径为 6m, 高度不限, 以及从该处所直至甲板为止的圆柱体区域。

## 第三节 合格防爆型设备

**合格防爆型设备** 系指经船级社或其它机构认可后确认在爆炸性气体环境中工作是安全可靠的设备。其制造和试验应满足 IEC 出版物 IEC60079 系列的要求。

**防爆型式** 系指为防止电气设备引起周围爆炸性气体环境点燃而采取的特殊措施。

**本质安全型电路“i”** 系指在规定的试验条件下（包括正常工作或规定的故障状态），所产生的任何火花或热效应均不能点燃规定的爆炸性气体环境的电路。

**浇封型“m”** 系指防爆型其将可能产生点燃爆炸性气体环境的火花或过热的部分封闭在复合物中，使之不能点燃周围爆炸性气体环境。

**增安型“e”** 系为防爆型其是对在正常情况下不产生电弧或火花的电气设备进一步采取措施，提高其安全程度，以避免产生高温和电弧以及火花的可能性。

**正压型“P”** 系为防爆型其是通过内部产生高于外部气压的压力以便维持围蔽处所内的保护气体，以确保外部爆炸性气体不能进入。

**隔爆外壳“d”** 系为具有该防爆型的电气设备的外壳能承受渗透到内部的爆炸性气体环境的爆炸压力而不受损害，且该外壳任何接合面或结构开口能防止点燃外部的爆炸性气体环境。

**“n”型电气设备** 系指在正常情况下不能点燃周围爆炸性气体环境也不大可能发生引起点燃的电气故障的电气设备。

**充沙型装置“q”** 系指所有的带电部分均被固定并且完全埋入充砂材料中的装置，以阻止点燃周围爆炸性气体环境。

## 第四节 散化船静电和预防措施

通常，散化船上引起静电的途径较多，但归纳起来主要有以下几种带电方式。

**1. 接触分离带电** 散化船上由于接触、分离引起静电的情况，大致有如下几种：

（1）货品在管道中流动时产生流动带电。由前述的分析可知，货品在管道内流动时，由于它不断与管壁接触分离，从而产生静电。货品界面上极薄的一层内是负电荷，它被吸附在管壁上，与其相邻的较厚的一层是正电荷。当货品沿管壁流动时，这两层电荷分离，正电荷随货品一道流动，形成冲流电流；另一方面，固着在管壁上的负电荷，由于与它相对应的电荷层的流失，因而从束缚中被解放出来，一部分在复合过程中被中和，残留的过剩电荷则通过管壁由船壳流向大地。

由前述分析可知，货品中的带电量取决于货品的性质、流速以及管道的材料、形状和表面状态等因素。

（2）当货品中混入少量的水分和其它杂质在管道中流动，或在液货舱沉降过程中，也会因为接触分离的形式带电。这种情形，通常发生在管道中存有积水，往液货舱泵货物时，甚至停泵后，液货舱中分散的小水滴逐步汇合成大水滴，穿过货物液层向舱底沉降时。如果液货舱中货品因震荡、温差等原因，使货物液水渗混搅动和沉降，有可能引起较高的持久的静电现象。

（3）货物液的飞溅所引起的电荷分离。如果货物液被溅起成货物液气凝固的货物液滴自液货舱的顶部落下，与液货舱壁撞击，即使是不带电的货物液也会产生静电。

另外，液货舱蒸舱时，蒸汽与舱壁磨擦起电；洗舱机在舱内进行旋转冲洗，喷出的水流高速冲撞着液货舱构造物而启电；舱内污水用射流泵排至污水舱启电；压载航

行时压载水与舱壁撞击启电；人体与衣服摩擦或在地毯上行走，工作时人与绳索、物件摩擦带电等都是接触分离启电过程。

**2. 感应带电：**导体和电介质在外电场的作用下，其表面不同部位能感应出不同电荷，或导体上原有电荷会进行重新分布，不带电的导体可以感应启电。

当一个带电物体移近一个中性导体，由于带电体的电场作用，这时中性导体就会出现正负电荷。与带电体符号相反的电荷被吸拉至靠近带电体的一侧，而与带电体符号相同的电荷便被排至远离带电体一侧，致使中性导体产生正负电荷分极现象。这种现象就称为静电感应。这时，无论这中性导体是否接地，当人或尖端的金属物去触及它的瞬间，便会发生放电现象，严重时会造成电击事故。

若这被感应的中性导体有尖锐棱角，则会因为在尖锐棱角处电荷密度大，电场过高，引起附近空气电离，而形成尖端放电现象。一旦周围有一定浓度的可燃性混合气体，就有可能造成危害。

**3. 传导带电：**当处于绝缘状态的导体或电介质与带电体接触时，就会发生电气传导，即电荷转移，使绝缘状态的物质带电。散化船上有以下情形会发生此类现象。

（1）处于绝缘状态的人体接触蒸汽管口或喷出的蒸汽时，带电蒸汽雾会对人体充电。

（2）用绝缘绳悬吊的金属采样缸、金属检尺、金属量温器在散化船内带电货物液中作业时，货物液面电荷会传给绝缘状态的金属采样缸、金属检尺等。

（3）绝缘状态的人体使用金属钢皮尺在液货舱内进行检测货物液位时，货物液面电荷通过金属钢皮尺传导给人体，致使带电。

（4）当舱内存有空罐头盒、木块及其它金属物等残留物浮游在带电的货物液面上时，这些悬浮物会聚集货物液面的电荷而带电，有可能产生火花放电。

（5）清洗液货舱过程中或清洗结束后，液货舱内将悬浮着带电水雾，此时若将与清洗水管连接的手提式冲洗机用绝缘绳悬吊入舱内，或木块、金属块和冲洗的水滴落入舱内时，水雾电荷会传导给这些绝缘导体，致使带电的。

基于上述分析，散化船的结构、操作都会产生静电，因此必须采取预防措施。结构、电气设备和专用设备除按普通货船电气设备接地外，散化船的独立液货舱与船体之间应进行电气接地，对所有装有垫圈的货物液管接头和软管接头也都应进行电气接地。预防静电的措施要求见表 8-4

**表 8-4 散化船静电预防措施要求**

序号	位置和设备	措施要求
1	货舱、污液舱、管路系统和设备	与船体之间的电阻 $\geq 10\text{M}\Omega$
2	未（永久）连接到船体的货舱、污液舱、管路系统和设备	1. 设置专门接地金属搭接件； 2. 搭接件截面积 $\geq 10\text{mm}^2$ ； 3. 容易安装和替换； 4. 防止机械损伤和放腐蚀； 5. 便于目测检查。

# 第九章 货物测量、人员保护

## 第一节 货物测量

一、液位测量设备：液位测量从广义上分为两个课题——液位的具体尺度测量和高液位报警。

1.液位尺度测量 规范对液位测量设备有以下三种分类（图 9—1）：

(1)开敞式测量设备：该设备利用液舱上的开口（例如液面测量孔），使仪表露置于货物或蒸气中。

(2)限制式测量设备：该设备穿入液舱，当使用时允许有少量货物蒸气或液体暴露于大气，不使用时，这种设备是封闭的。其设计应确保在打开这种设备时，不致发生有危险的液货舱内物质（液体或喷雾）逸出。

(3)封闭式测量设备：该设备穿入液舱，是封闭系统的一部分，能防止舱内物质泄出。例如，浮式系统、电子探头、磁性探头和安全观察镜等。或者用不穿过液舱外壳而与液货舱独立的间接设备，例如货物的磅秤、管式流量计等。

以上测量设备应独立于溢流控制所要求的设备。

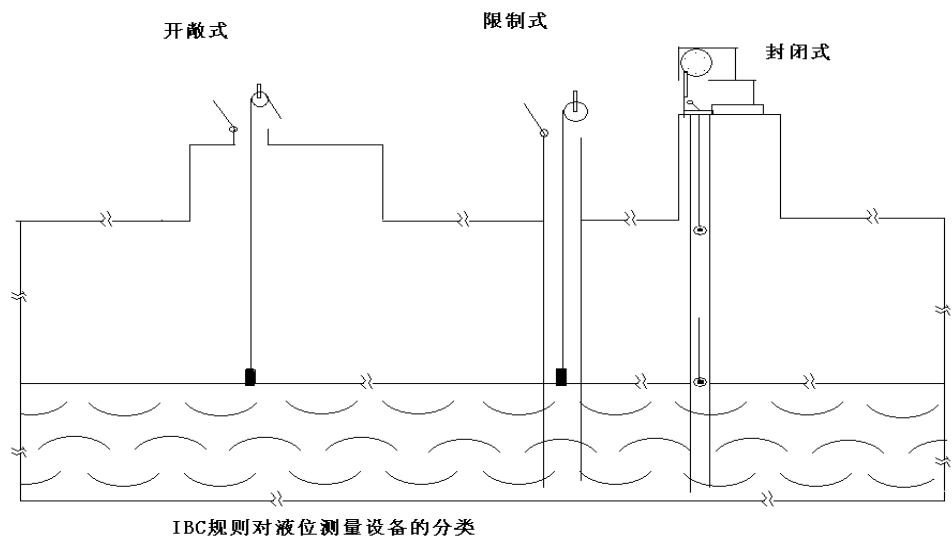
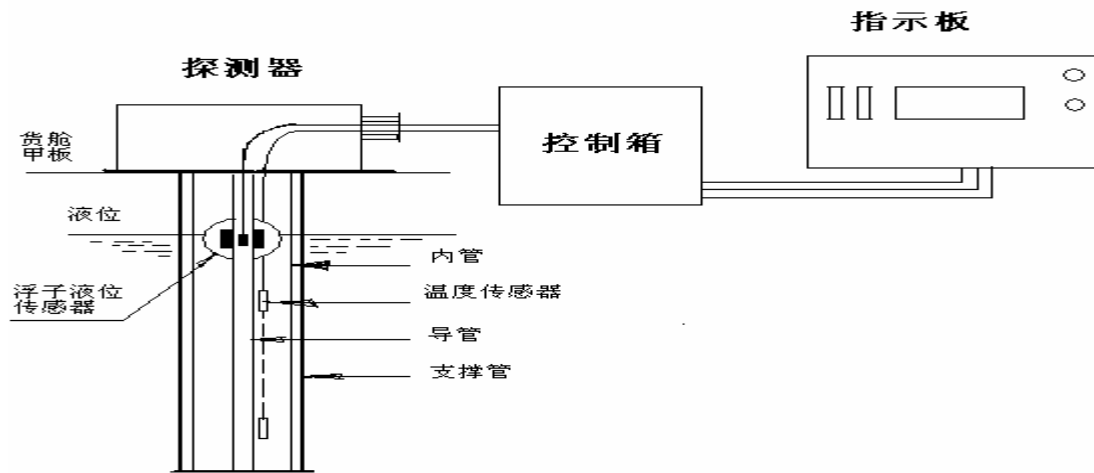


图 9-1

2. 高液位报警装置 大多数散化船要求液货舱设置高液位报警装置，还有一些散化船除设有高液位报警外，还要求设置溢流控制装置，实际上是一种超高位报警

图 9—2





磁电式液货舱液位、温度两用测量装置示意图

图 9-3 为常见的液位测量系统

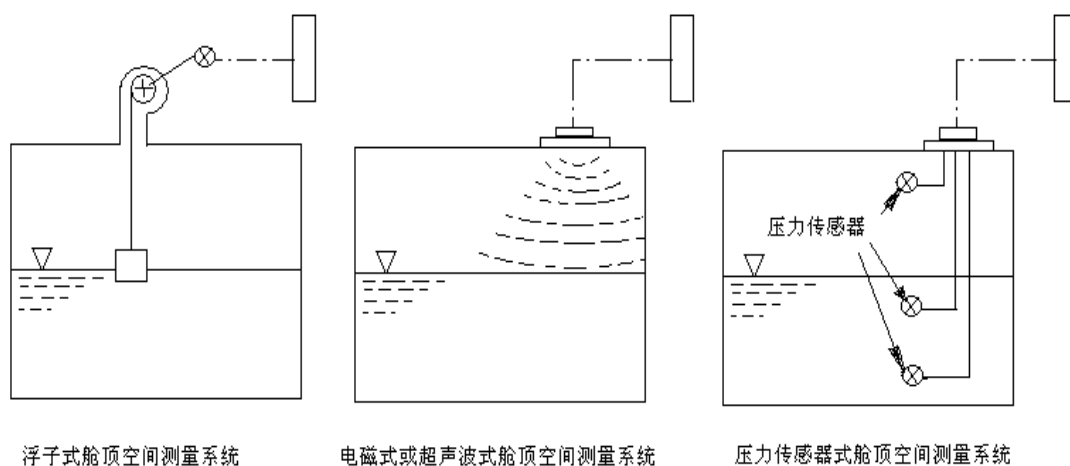


图9-3

二、蒸气探测：蒸气探测对载运有毒或易燃货品或两者的船舶，至少应配备两套为该蒸气而设计，并经试验校准的仪器以进行蒸气浓度探测。如果这种仪器不能兼用于探测有毒蒸气浓度和易燃易爆蒸气浓度，则应备有两套单独的仪器。

(1) 蒸气探测仪可以是便携式或固定式的。若仅装有一套固定式的，则应至少备有一套便携式仪器。

(2) 当某些货品的有毒蒸气没有适用的探测设备时，可以免除，但应在散装运输危险化学品适装证书上加以记载。当获得这种免除时，应增加呼吸空气的供应设备，并在适装证书上有记载。

## 第二节 人员保护

### 一、防护装备和安全设备

#### (一) 人员防护用具

散化船上除需配备必要的防火服装外，还需具备防止化学品侵蚀的防护服、安全帽和面罩、防护眼镜、耳罩、防护鞋、防护手套等，这类防护服装采用能隔绝化学品渗透，同时也能抵御化学品腐蚀的材料制成，下面给予简要介绍。

##### (1) 防护服：

根据不同的防护等级，选择不同保护程度的防护服。最好的保护为全包围，它的材料为聚乙烯、氯丁橡胶、异丁橡胶等等，其中异丁橡胶防护效果最好，不管使用什么材料，任何防护服都应能阻止渗漏，特别在拉链、针线缝等处要求更严格。全包围一般与呼吸器、安全帽、防护鞋、防护手套等一起使用。除了全包围之外，防护服还有像工作裙、聚氯乙烯(PVC)材料的风雨式防溅服等。

##### (2) 安全帽

此类安全帽通常附带耳朵防护和面罩，同时面罩与帽的边缘之间不应有空隙，以防液体漏入面罩内。

##### (3) 防护眼镜

当呼吸的防护采用半脸面具时，应戴上防护眼镜。

##### (4) 耳罩

戴上耳塞或耳罩，主要防护噪音问题。

##### (5) 防护鞋

此类鞋采用钢头和脚心钢条，以防砸伤。另外材料采用氯丁橡胶、PVC、异丁橡胶和天然橡胶，一般以靴代替鞋，穿着时裤脚管应置于靴外。

##### (6) 防护手套

手套一般结实防刺、防撕、防污、防渗透。使用时上衣的袖子应包覆手套的统子，防止任何液体进入手套。手套应用带子与工作服或防溅服扎紧。

##### (7) 呼吸器

呼吸器通常有三种类型：过滤式防毒面具、自给式呼吸器和空气管路式呼吸器。

###### 1. 过滤式防毒面具

这种防毒面具采用氯毒罐过滤毒气，人员呼吸的空气来自环境中的气体，因此严禁在缺氧环境使用该防毒面具。

###### 2. 自给式呼吸器

自给式呼吸器能完全隔绝环境气体，人呼吸的空气由气瓶单独供应，因此它的适用范围较广，无论是在缺氧、毒气浓度高或气体环境不明的情况下皆可使用，而且佩带者呼吸舒适，使用也很方便，因此散化船上每个房间都配备有这种呼吸器。

自给式呼吸器主要由面罩、空气或氧气钢瓶及气瓶阀、减压阀（供气调节阀）、压力表、供气软管、气笛报警器、背架及束紧带等组成。

###### 3. 空气管路式呼吸器

空气管路式呼吸器由于使用时间长，因此更利于人员到深层封闭空间从事较长时间的作业。

## 二、安全设备

### （1）舱内专用风机和水力风机

散化船由于自身的特点，决定了其必须经常洗舱、清舱，人员也需经常进入液货舱进行作业、检查，另外，MARPOL 附则 II 允许某些货物采用通风办法来去除其舱内残余货物，例如甲醇、乙醇等，以减轻劳动强度。鉴于上述原因，散化船必须配置舱内专用风机，这种风机可通过货管系统将风送入舱底。通过通风将舱内残余货物蒸气带出舱外，直至最后全部除尽货物残余，经过测氧、测毒、测爆后，人员方可进入舱内作业。

舱内专用风机一般是电驱动的，电机须与液货区域隔离，有的散化船的舱内专用风机被放置于船首。

### （2）洗眼池和专用淋浴室

这是散化船上特有的人身保护设备之一。目的是当货物一旦喷溅到人体皮肤、眼睛等部位时，能以最快的速度对沾染部位进行冲洗和淋洗，以减轻危害，防止伤害的扩大。

洗眼池、专用淋浴池应配置在船舶货物甲板区域，具体位置各船不一样，有的位于泵浦间旁边。洗眼池有一个仰角为 45° 的交叉喷头，淋浴是用一个喷淋密度较大的固定喷头，并且设计上应保证使用方便。

洗眼池、专用淋浴池不得随便堆积杂物，并要经常检查、修理，以求保持完好的状态，便于随时应用。

### （3）氧气复苏器

氧气复苏法是为了使急救的人工呼吸器效果更加可靠而采用氧气复苏器进行急救的一种人工呼吸法。

氧气复苏器主要是由呼吸面罩、止回阀、可压缩换气袋、氧气袋阀和氧气袋组成。

## 第三节 验船师登船检验注意事项

散化船的营运检验是验船师在一个具有易燃、易爆和有毒的环境下进行的检验工作，检验中验船师对自身的安全保护应特别给予注意，在营运检验中，年度检验和水面上进行的附加检验是危险环境最恶劣的情况，验船师不可避免地要在装有货物或残留货物的船上包括货物区域进行检验，因此登船检验验船师的个人防护就要引起高度重视：

1. 登船前，验船师应确切了解船上装载或残留货物的品种和危险程度；
2. 登船前或登船后即阅读船上配备的《操作与程序手册》，登船期间应遵守《操作与程序手册》的相关规定和要求，穿戴规定的防护装备；
3. 检验应选在合适的场地进行，如锚地、专用码头。船舶装卸作业期间或船旁有其他船装卸或明火作业时，应认为不适宜进行检验；

4. 注意避免暑天中午、高温下进行检验；
5. 登船时应用手触摸舷墙栏杆或扶梯上的人体静电释放装置（裸露的金属管）；
6. 对必须进入检查的货物区域上的处所或舱室，如船上主管不能提供其蒸汽的可燃性、毒性、含氧量在安全许可范围内，应中止对该处所、舱室的检查，直至其环境条件改善至安全为止。进入此类处所、舱室禁止一人单独进入；
7. 在上述处所使用的便携式照明设备，应确认为适合的防爆灯具方可使用；
8. 自备一些应急药物，以防急需。

## 参 考 文 献

- 1、中华人民共和国海事局《船舶与海上设施法定检验》（2004）
- 2、中国船级社《散装运输危险化学品船舶构造与设备规范》（1996）
- 3、中国船级社《内河散装运输危险化学品船舶构造与设备规范》（2001）
- 4、IMO《国际散装运输危险化学品船舶构造和设备规则》
- 5、简明学《现代消防》
- 6、大连红旗造船厂《油船》
- 7、中国船级社《液货船危险区域划分和电气设备配备指南》（2000）
- 8、中国船舶工业总公司《船舶设计实用手册》
- 9、刘斌、李凯《化学品船安全知识和操作》
- 10、中华人民共和国海事局《内河散装化学品船安全知识与操作》
- 11、中国船级社《钢质海船入级与建造规范》（2001）
- 12、中国船级社《钢质内河船舶入级与建造规范》（2002）

（ 附 件 ）

# 交通部文件

交国际发[2002]331号

## 关于《国际散装运输危险化学品船舶构造和设备规则》2000年修正案生效的通知

国际海事组织海上环境保护委员会于1999年7月1日和2000年10月5日分别以MEPC.79(43)号决议和MEPC.90(45)号决议通过了对《国际散装运输危险化学品船舶构造和设备规则》(以下称IBC规则)的两项修正案。随后,该组织海上安全委员会又于2000年12月5日以MSC.102(73)号决议通过了一项修正案,其内容与上述两项修正案的内容相同。

按照《经1978年议定书修正的〈1973年国际防止船舶造成污染公约〉》(简称“防污公约”)第16(2)(d)条和经修正的1974年国际海上人命安全公约(简称“安全公约”)第VIII(b)(vii)(2)条规定的默认接受程序,该修正案于2002年7月1日生效。

根据防污公约和安全公约的有关规定,IBC规则及其修正案为强制性规定。我国是这两个公约的缔约国,在上述修正案通过之后没有对其内容提出任何反对意见,因此,该修正案对我国具有约束力。

现将该修正案印发给你们,请遵照执行。

附件:《国际散装运输危险化学品船舶构造和设备规则》(IBC规则)修正案

中华人民共和国交通部(章)  
二〇〇二年七月二十六日

附件

### 《国际散装运输危险化学品船舶构造和设备规则》 (IBC规则)修正案

#### 第5章—货物输送

##### 5.7 船舶的货物软管

1 原第 5.7.3 段由下列文字代替：

“5.7.3 对于 2002 年 7 月 1 日或以后安装到船上的货物软管，每一配有端部附件的新型货物软管，均应在正常环境温度下，以从零到至少两倍于规定的最大工作压力进行 200 个压力周期的原型试验。经过周期压力试验后，原型试验应表明其爆破压力至少为在极限工作温度下的规定最大工作压力的 5 倍。原型试验用过的货物软管不得再用于货物输送。此后，每一段新生产的货物软管在投入使用前，应在环境温度下进行静水压力试验，试验压力值不低于其规定的最大工作压力的 1.5 倍，但不高于其爆破压力的 2/5。软管上应用模板印制或其它方式标出试验的日期、其规定的最大工作压力以及，如果用于环境温度以外的服务，其允许的相应最高和最低工作温度。规定的最大工作压力不应小于 10 bar 表压。”

## 第 8 章—货舱透气和除气装置

2 在第 8.1.1 段中，“本”一字由“除非另有明文规定，本”的字样代替。

3 在原第 8.1.5 段后新增第 8.1.6 段如下：

“8.1.6 在 1986 年 7 月 1 日或以后但在 2002 年 7 月 1 日以前建造的船舶，应于 2002 年 7 月 1 日后的第一次定期坞修之日起但不晚于 2005 年 7 月 1 日，符合第 8.3.3 段的要求。但是，主管机关可对 1986 年 7 月 1 日或以后但在 2002 年 7 月 1 日以前建造的 500 总吨以下的船舶放宽对第 8.3.3 段的要求。”

4 在原第 8.3.2 段的最后一句中，“8.3.5”由“8.3.6”代替。

5 在原第 8.3.2 段后新增第 8.3.3 段如下：

“8.3.3 在 2002 年 7 月 1 日或以后建造的船舶上，受控制的液舱透气系统应由允许蒸气充分流动释放的一个主要装置和一个辅助装置组成。以免在一个装置失灵时出现超压或负压。作为替代，辅助装置可以由安装于每一液舱的在船舶货物控制室或通常进行货物操作的位置设有监视系统的压力传感器组成。该监视系统还应装有一个报警装置，能在探测到舱内出现超压或负压时启动。”

6 将原第 8.3.3 至 8.3.7 段重新编号为第 8.3.4 至 8.3.8 段。

7 在原第 8.3.5 段的最后一句中，“8.3.3.1”由“8.3.4.1”代替。

## 第 14 章—人员保护

8 原第 14.2.9 段由下文代替：

“14.2.9 船舶应根据本组织制定的导则配备医疗急救设备，包括氧气复苏设备和对应于所载货物的解毒剂。”

## 第 15 章—特殊要求

9 原第 15.3 段由下文代替：

### “15.3 二硫化碳

二硫化碳可以在使用下列各段所规定的水垫或惰性气体垫的情况下进行运载。

在使用水垫的情况下运载



- 15.3.1 在货物装卸和转运过程中，应作出安排以在液货舱内维持水垫。此外，在转运过程中货舱的保留空间应维持惰性气体垫。
- 15.3.2 所有的开口应位于液货舱的顶部，高于甲板。
- 15.3.3 装货管路端头应在接近液货舱底处终止。
- 15.3.4 应备有标准液面测量孔，以便应急测深用。
- 15.3.5 货物管道和透气管系应独立于其它货物的管道和透气管系。
- 15.3.6 只要泵为深井泵或液压驱动的可潜泵，则该泵可用于卸货，深井泵的驱动方式应不产生点燃二硫化碳的火源，并且不得采用温度可能超过 80℃ 的设备。
- 15.3.7 如果使用卸货泵，应将其从顶部放入到接近船底的某点的圆柱形井中。在打算将泵取出之前，除非证实该舱已除气，该圆柱形井中应形成一层水垫。
- 15.3.8 如果货物系统是按预定的压力和温度设计的，可用水和惰性气体的置换来卸货。
- 15.3.9 安全释放阀应以不锈钢制成。
- 15.3.10 由于二硫化碳的低燃点和需要几乎密闭来阻止其火焰蔓延，所以在 10.2.3 段中所述的危险位置只许设有自身安全的系统和电路。

#### **在使用合适的惰性气体垫的情况下运载**

- 15.3.11 二硫化碳应装载在设计压力不小于 0.6bar 表压的独立液货舱中。
- 15.3.12 所有开口应位于液货舱的顶部，高于甲板。
- 15.3.13 在货物抑制系统中所用的垫片应是不与二硫化碳起化学反应或不在二硫化碳中溶解的材料制成。
- 15.3.14 在货物抑制系统中，包括蒸气管线，不允许有螺纹接头。
- 15.3.15 装货前，液货舱应使用合适的惰性气体惰化，直至氧气的体积含量为 2% 或以下。液货舱应装设有在装卸和运输过程中自动维持舱内合适惰性气体正压力的装置。该系统应能将正压力维持在 0.1 至 0.2bar 表压之间，能被遥控监测并装有过压/低压报警装置。
- 15.3.16 对环围装载二硫化碳的独立液货舱的空间，应使用合适的惰性气体惰化至含氧量为 2% 或以下。应装设在整个航程中监测和维持惰性气体处于该状态的装置。还应装设在该空间采集二硫化碳蒸气样品的装置。
- 15.3.17 二氧化碳的装卸和运输应以不发生向大气透气的方式进行。如果二硫化碳蒸气在装载过程中回到岸上，或在卸载过程中回到船上，蒸气回路系统应独立于所有其他货物抑制系统。
- 15.3.18 二硫化碳应只使用浸没式深井泵或合适的惰性气体置换方式卸货。浸没式深井泵的工作方式应避免泵中聚热。在泵的外壳上还应配备温度传感器，并在货物控制室中装有遥控读数表和报警器。报警温度应设在 80℃。泵还应设置自动关闭装置，如在卸货期间液货舱压力降到大气压力以下时自动关闭。
- 15.3.19 当系统中有二硫化碳时，不得有空气进入货舱、货泵和货物管路。
- 15.3.20 任何其它货物装卸、洗舱或压载均不得与二硫化碳装卸同时进行。
- 15.3.21 应设置能力足够的水雾灭火系统，以有效覆盖装货歧管周围的区

域、露天甲板上与货物操作相关的管线和液货舱圆顶的区域。管路和喷嘴的布置应能提供  $10\text{ l/m}^2/\text{min}$  的均匀出水率。该系统应有手动遥控的操作装置,以便万一被保护区域着火时,能在货物区域以外的邻近于居住处所的适当位置和能随时进入和易于操作的位置,遥控起动供应水雾系统的泵和遥控操作系统中任何通常关闭着的阀。该水雾系统应能就地和遥控手动操作,而且其布置应能保证将任何泄漏的货物冲掉。此外,在大气温度许可时,应将加压至喷嘴的供水软管连接妥当,以便装卸作业期间随时可用。

15.3.22 液货舱在参照温度(R)下所装液货不应超过其容积的98%。

15.3.23 一个液货舱所装货物的最大体积( $V_L$ )应为:

$$V_L = 0.98V \frac{\rho_R}{\rho_L}$$

式中:  $V$  = 液货舱的容积;

$\rho_R$  = 货物在参照温度(R)下的相对密度;

$\rho_L$  = 货物在装载温度下的相对密度;

R=参照温度,即货物蒸气压力与压力释放阀的调定压力相等时的温度;

15.3.24 应针对所用的每一装载温度和相应的最大参照温度,将每一液货舱的最大许可的充装极限应标于主管机关认可的表格中。该表格的副本应在船上由船长长期保存。

15.3.25 开敞甲板区域,或开敞甲板上距被确认运载二硫化碳的液货舱的排出口、气体或蒸气的排出口、货物管线的法兰或货物阀3 m以内的半封闭空间,应该符合第17章第“i”栏内为二硫化碳规定的电器设备要求。此外,在所述的区域内不得允许有任何其他热源,例如表面温度超过80℃的蒸汽管线。

15.3.26 应装有不用开舱或不搅乱合适的惰性气体保护层的液位测量和货物采样装置。

15.3.27 该货物只能按照主管机关认可的货物装卸计划进行运输。货物装卸计划应标明整个货物管系。船上应备有经认可的货物装卸计划副本。签发《国际散装危险化学品适装证书》应包括提及认可的货物装卸计划。”

## 第16章—操作要求

10 原第16.3.3段由下列文字取代:

“16.3.3 对高级船员应根据本组织制订的导则进行应急程序培训,以便处理货物泄漏、溢出或火灾等情况,并对其中足够数量的人员进行与所载货物有关的基本急救方面的授课和训练”。

11 在附加操作性要求清单(第16.7段)中,在“7.1.6.3”下增加“8.3.6”。

## 二氧化碳、甲板泡沫配备量计算举例

### 一、散化船货泵舱二氧化碳固定灭火系统的二氧化碳配备量计算

货泵舱灭火所需二氧化碳配备量可按下式计算：

$$N = \frac{\rho \varepsilon V}{gk} \quad (\text{瓶})$$

式中  $V$ ：舱室容积 ( $\text{m}^3$ )。

$\kappa$ ：舱室渗透系数。

$\rho$ ：每立方米  $\text{CO}_2$  气体的液态重 ( $\rho = 1.80 \text{kg/m}^3$ )。

$\varepsilon$ ：充填系数，按“国际散装运输危险化学品船规则”规定，取  $\varepsilon = 0.45$ 。

$g$ ：瓶中  $\text{CO}_2$  液态实际装填量 ( $\text{kg}$ )。装填率  $< 0.67 \text{kg/L}$ 。

若为密闭的货泵舱（封舱灭火时）取  $\varepsilon = 0.45$ ，则

$$N = \frac{0.81gV}{g\kappa} \quad (\text{瓶})$$

例如：某船最大货泵舱  $V = 130 \text{m}^3$ ， $k = 0.85$ ，封舱灭火需 40 升瓶装 ( $g = 28 \text{kg}$ ) 的二氧化碳灭火剂几瓶？

$$\begin{aligned} \text{解：} N_{\text{货泵净}} &= \frac{0.81V}{gk} = \frac{0.81 \times 130}{28 \times 0.85} \\ &= 4.40 \quad (\text{瓶}) \end{aligned}$$

若不考虑渗透系数，按货泵舱总容积计算，则

$$\begin{aligned} N_{\text{货泵总}} &= \frac{0.81V}{g} \\ &= \frac{0.81 \times 130}{28} \\ &= 3.76 \quad (\text{瓶}) \end{aligned}$$

以上两种算法不论其计算结果如何，均应取 5~6 瓶（稍高于需要数）。

## 二、散化船甲板泡沫系统的计算

泡沫系统的计算：按 3000t 散化船为例进行计算。

A. 泡沫溶液供给率： $Q = q \cdot l \cdot b$

式中  $q$ ：单位面积的溶液供给率。

$l$ ：2 个液货舱的长度。

b: 2 个液货舱的宽度。

$$Q=3 \cdot 24 \cdot 184=1324.8 \text{ L/min} > 1250 \text{ L/min}$$

故可选用船用泡沫消防炮 PP32C 一台。

B. 泡沫液储备量: 泡沫液储备量按 30min 供应率计算:

$$V_q=q \cdot S \cdot K \cdot C/1000 \times 30\text{m}^3$$

式中  $q$ : 按保护液货舱面积所需泡沫溶液供给率, l/min

$S$ : 保护液货舱甲板面积,  $\text{m}^2$ 。

$K$ : 储备系数 1.5。

$C$ : 泡沫液所占溶液比例 6%。

$$V=3 \times 24 \times 18.4 \times 1.5 \times 0.06/1000 \times 30=3.6 \text{ m}^3$$

C. 泡沫消防泵能量: 取一台泡沫炮计算, PP32C 以需供水  $32 \times 0.94=30.08\text{L/s}$  考虑,

则本船泡沫消防系统共需水量  $Q$ :

$$Q=30.08 \times 3600/1000=108 \text{ m}^3/\text{h}$$

泡沫消防泵扬程计算:

$$H=H_1+H_2+H_3$$


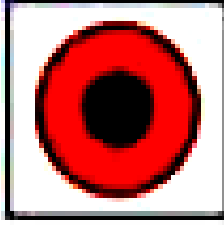
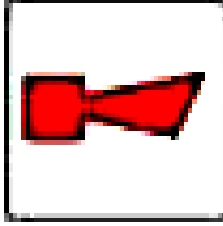
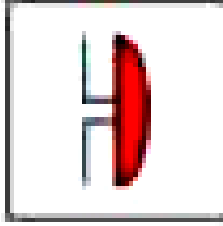
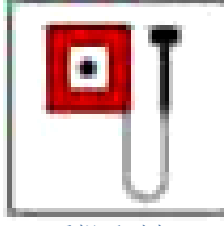
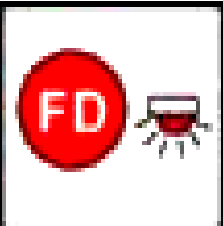
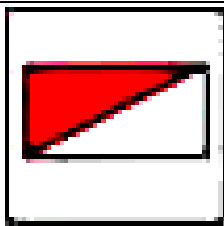
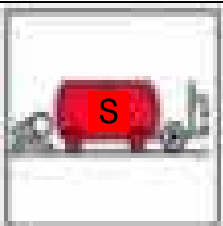

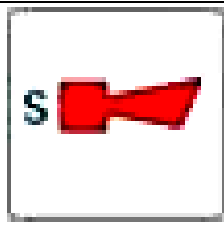
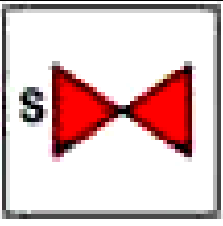
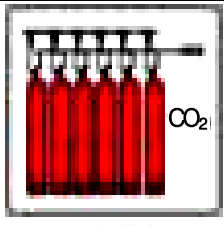
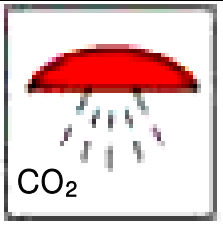
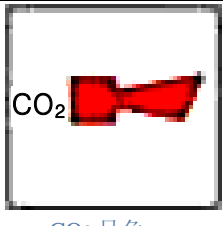
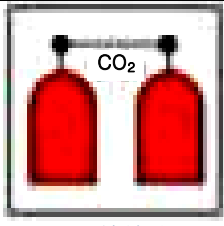



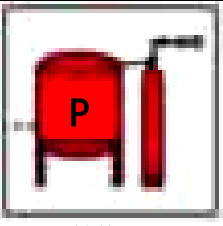
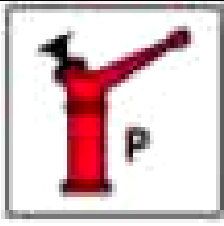
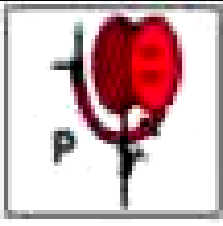
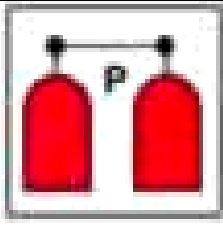
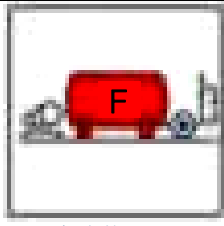




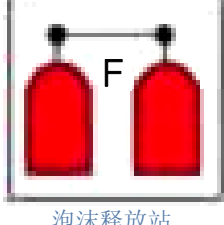
式中  $H_1$ : 泡沫炮与水泵之间的垂直距离,  $\text{m}$  。

$H_2$ : 泡沫炮进口工作压头,  $H_2=7\text{m}$ 。


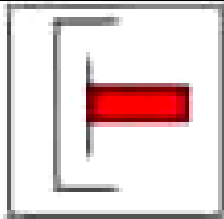
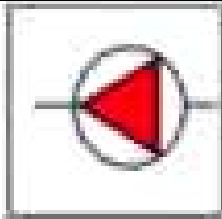
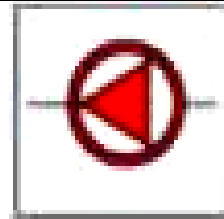
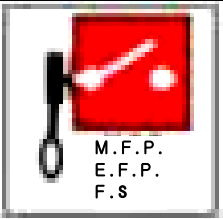
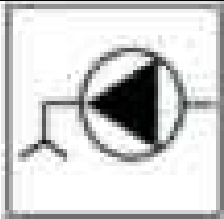
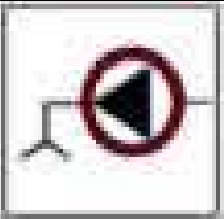
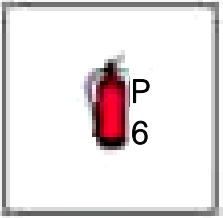


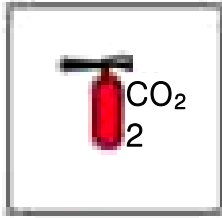

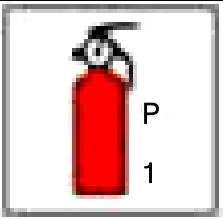
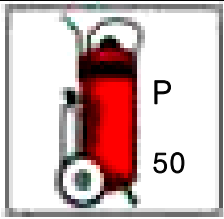
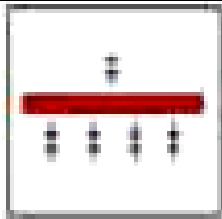
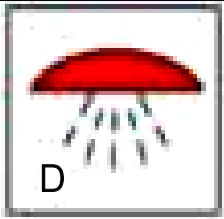
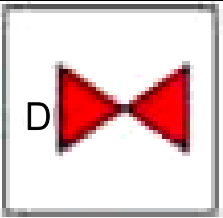
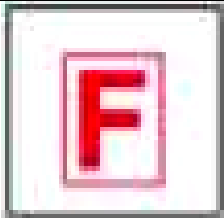
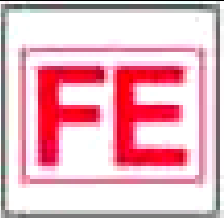

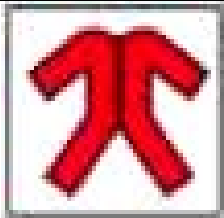
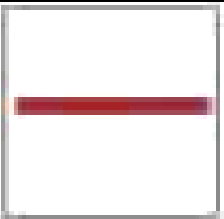
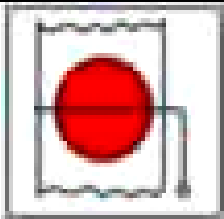
$H_3$ : 管道损失,  $\text{m}$  。

一般  $H$  约为  $100\text{m}$  。

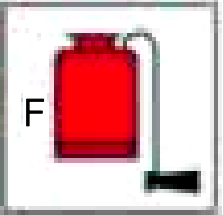

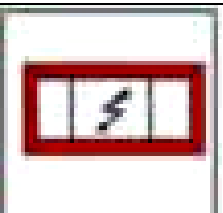





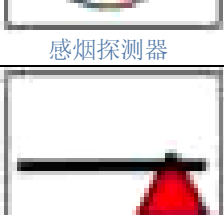
## 防火控制图识别符号

				
防火控制图	火警按钮/开关	火警号角	火警警铃	手提呼叫点
				
由自动失火报警保护的处所	失火报警屏	喷淋器装置	由喷淋器保护的处所	喷淋器号角
				
喷淋器阀组	CO <sub>2</sub> 钢瓶组	由 CO <sub>2</sub> 保护的处所	CO <sub>2</sub> 号角	CO <sub>2</sub> 施放站
				
卤代烷 1301 钢瓶	由卤代烷 1301 保护的处所	卤代烷号角	卤代烷施放站	置于保护处所内的卤代烷 1301 容器
				
干粉装置	干粉炮（喷枪）	干粉软管及手提喷枪	干粉释放站	泡沫装置
				
泡沫炮（枪）	泡沫喷嘴	由泡沫保护的处所	泡沫阀	泡沫释放站

## 防火控制图识别符号

				
附有消防阀的消防总管	附有水雾/直流两用 水枪的水带箱	国际通岸接头	消防泵	应急消防泵
				
遥控消防泵或应急开关	舱底泵	应急舱底泵	水炮/枪	水雾喷枪
				
手提式灭火器	手提式灭火器	手提式灭火器	手提式灭火	手提式灭火器
				
手提式灭火器	舟车式灭火器	舟车式灭火器	喷淋装置	由喷淋系统保护的处
				
喷淋系统阀组	灭火站	消防员装备品储存箱	附加呼吸器储存箱	附加保护服存储箱
				
主脱险设施	副脱险设施	A 级分隔	B 级分隔	通风管道内的防火风阀

## 防火控制图识别符号

				
遥控天窗	遥控燃油/滑油阀	控制站	手提式泡沫喷枪	惰性气体装置
				
高膨胀泡沫	CO <sub>2</sub> /氮气散装置	应急发电机	应急配电板	A 级防火门
				
A 级防火门	A 级自闭式防火门	A 级自闭式防火门	B 级防火门	B 级防火门
				
B 级自闭式防火门	B 级自闭式防火门	外部通风进口或出口的关闭装置	遥控通风关闭	主竖区
				
感烟探测器	感温探测器	可燃气体探测器	火焰探测器	应急电话站
				
太平斧				