

海船消防

董博义 编
周宗仪

HAI CHUAN XIAO FANG

海 船 消 防

董博义 周宗仪 编

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本书共分七章：船舶火灾分析；防火；自动探火及报警系统；固定灭火系统；油船货油舱防爆；消防用品；船舶安全管理。同时还介绍了一些新型的灭火系统，如卤化烃灭火系统、高膨胀泡沫灭火系统、干粉灭火系统等。附录部分介绍了自动探火及报警系统的技术条件、1211灭火系统流量压力的计算等。

本书比较系统地叙述了船舶防火、探火及灭火等方面的知识，使有关人员熟知船上火灾的成因、发展及扑救的方法，尽可能减少火灾的发生，即使发生了火灾，船员能依靠自己的力量，合理地发挥船上消防设备的作用，使火灾造成的损失减至最低程度。

本书可供船员、船舶安全工作者、船舶设计部门和其它行业的技术人员在从事消防设计中参考，也可供船舶修造部门、检验部门、航运部门参考。

海 船 消 防

董博义 编
周宗仪

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 006 号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本：787×1092 1/32 印张：11.875 插页：1 字数：252千

1980年8月第1版

1980年8月第1版第1次印刷

印数：0001—3,700册 定价：0.95元

序 言

船舶发生了火灾，不但船员的生命安全受到威胁，而且国家财产遭受重大损失。本书通过船舶火灾事例，分析火灾的成因、所采用的施救方法和所得到的效果等，希望能对广大船员及从事船舶消防工作的有关人员有所帮助，以防类似火灾事故的重现，并最大限度地减少火灾损失。

我们还根据在工作中所接触到的一些新型灭火设备和探火装置，就已掌握的资料作些介绍，希望有助于正确选用和设计这些系统和装置。此外，将有关液化气体运输船、滚装船、近海钻井平台等特种用途船舶消防方面的资料一并编入，供参考。

本书引用了《1974年国际海上人命安全公约》消防方面的有关规定。该公约将在1980年5月生效，但目前各国造船中均已陆续采用，各船级社的船舶规范都规定有这些内容。我们认为新造船舶采用该公约规定的结构防火措施、探火和灭火装置以及一些新型灭火设备，是有助于增强船舶抵御火灾的能力，使船舶具备更好的安全运输条件。

本书编写中，承蒙马家骥、文馨奋、盛百正诸同志的帮助指教以及上海消防研究所、上海市公安局消防处、上海海运局等单位许多同志的热心支持，借此机会顺致谢意。

由于我们水平有限，缺点错误在所难免，希望广大读者批评指正。

编者

1979年

目 录

第一章 船舶火灾分析.....	1
第一节 概述.....	1
一、燃烧.....	1
二、点燃.....	3
三、自燃.....	5
四、爆炸.....	6
五、船舶火灾的统计及分类.....	9
第二节 货船的火灾.....	10
一、在货舱内.....	11
二、在机舱内.....	13
三、在货舱及机舱外.....	15
第三节 油轮的火灾.....	16
一、在货油舱内.....	18
二、在机舱内.....	19
三、在货油舱及机舱外, 但包括货油泵舱.....	20
第四节 客船的火灾.....	21
第五节 近海钻探平台的火灾.....	22
一、较多火灾危险处所.....	22
二、较少火灾危险处所.....	23
三、爆炸危险处所.....	23
第六节 液化气体船的火灾.....	23
一、天然气的近似性能.....	23
二、液化天然气火灾的特性.....	24

三、灭火剂的选择	25
第二章 防火	26
第一节 概述	26
第二节 一般防火措施	27
一、控制可燃物质	27
二、通风控制	28
三、热源控制	29
第三节 结构防火	31
一、客船的结构防火	34
二、油轮的结构防火	34
三、货船的结构防火	45
四、近海钻探平台的结构防火	48
五、甲级和乙级分隔耐火试验程序	49
六、隔热材料	53
七、耐火分隔结构	58
八、耐火分隔完整性	68
第四节 甲板基层敷料	74
一、试验程序	75
二、氯丁乳胶水泥	78
三、试验程序的修改问题	79
第五节 限制使用可燃材料	79
一、对客船的要求	80
二、对油轮的要求	80
三、对近海钻探平台的要求	81
四、对货船的要求	81
五、具有限制失火危险的家具和设备	82
六、不燃性试验程序	83
七、低播焰性及其他阻火性能的试验程序	85

第三章 自动探火及报警系统	86
第一节 概述	86
一、功用	86
二、组成	91
三、船舶上的应用	91
四、技术标准的提出	92
第二节 使用规范	93
一、我国钢质海船建造规范的有关规定	93
二、国际海上人命安全公约的有关规定	94
三、货船装设自动探火及报警系统的建议	96
四、周期无人值班机舱装设自动探火及报警系统的建议	98
五、效用实例	98
六、发展方向	99
第三节 报警器	100
一、概述	100
二、典型设备介绍	100
第四节 探测器	107
一、分类	107
二、感温探测器	110
三、感烟探测器	116
四、感光探测器	121
第五节 货舱自动探火及报警系统	123
一、组成	123
二、工作原理	125
三、使用	125
第六节 自动探火及报警系统的维护和试验	126
一、基本要求	126

二、安装	126
三、检查	127
四、维护与试验	129
第四章 固定灭火系统	130
第一节 概述	130
一、固定灭火系统的分类及灭火原理	131
二、配备	137
三、等效物	142
四、一般布置要求	143
第二节 水灭火系统	143
一、消防泵	144
二、消防总管	149
三、消火栓及消防水管	149
四、消防水带	152
五、水枪	152
第三节 水雾灭火系统	154
第四节 自动喷水器系统	157
第五节 二氧化碳灭火系统	164
一、系统内的二氧化碳总容量	165
二、二氧化碳容器的装充率	166
三、二氧化碳容器的检验	169
四、瓶头阀	172
五、管系	176
六、低压二氧化碳系统	180
七、使用二氧化碳系统的灭火实例	182
八、测量二氧化碳量	184
第六节 卤化烃灭火系统	186
一、卤化烃1301系统	189

二、卤化烃1211系统.....	203
三、卤化烃2402系统.....	212
四、灭火实例.....	213
第七节 泡沫灭火系统.....	214
一、泡沫基本特性.....	214
二、甲板泡沫系统.....	217
三、向货油舱内输送泡沫的系统.....	225
四、高膨胀泡沫系统.....	228
五、抗溶性空气泡沫.....	239
六、系统液力计算.....	241
第八节 干粉灭火系统.....	244
一、扑救液化天然气火灾的干粉应用率及 用量.....	245
二、液化气体船的干粉灭火系统.....	252
三、干粉灭火系统的组成.....	254
第五章 油船货油舱防爆.....	258
第一节 概述.....	258
一、货油舱内的油气特性.....	259
二、货油舱的营运循环.....	263
三、洗舱期间的爆炸事故及静电危害.....	267
第二节 惰性气体系统.....	270
一、惰性气体系统的技术指标.....	271
二、惰性气体系统的设备组成.....	276
三、惰性气体中静电的控制.....	282
第三节 静电危害及其控制.....	283
一、静电火花的形成.....	285
二、静电危害的预防措施.....	286
第四节 测爆.....	288

一、测爆前的准备工作	290
二、认真校核测爆仪	291
三、实测	294
四、证书或证明	295
五、安全事项	296
第六章 消防用品	297
第一节 概述	297
第二节 手提式灭火器	304
第三节 可携式泡沫器装置、大型泡沫灭火器 及其等效物	312
第四节 消防员装备品	317
第五节 其他消防用品	317
第七章 船舶安全管理	320
第一节 火源管理	320
一、吸烟的管理	321
二、热工工作注意事项	322
三、氧气及乙炔气用具管理	323
四、电气设备管理	324
五、炉灶安全	325
六、机炉舱内的火源	325
七、外来火种及其他	326
第二节 油轮洗舱准则及规则	327
第三节 危险货物的装运	333
第四节 消防演习制度	338
附录一 自动探火及报警系统技术条件（摘录于英国国家标准 BS3116 “建筑物的火灾自动报警系统技术条件”）	343
附录二 1211灭火系统流量压力的计算实例	350

附录三	在各种火灾中灭火剂的适应性.....	360
附录四	水雾灭火系统在建筑物上使用的资料.....	361
附录五	卤化烃1301和1211的抑爆峰值及浓度与重量 换算表.....	362
附录六	爆炸极限的计算及一些气体的爆炸极限.....	363
主要参考文献		366

第一章 船舶火灾分析

第一节 概 述

船舶在营运中发生火灾，由于扑救条件比陆上差，因此可能造成的损失也就较大。有时，航行中再遇上大风浪，附近又无船救助，或附近有邻船但无法靠拢，这样更增加了扑救的困难。

为了保障船舶的安全营运，必须认真贯彻“以防为主，以消为辅”的消防方针，平时积极做好防火防爆工作，加强船员消防训练，尤其对负责船员更要加强训练和考核，使其熟知船上火灾的成因、发展及扑救方法，这样才可能减少火灾的发生。

船上的消防设备必须合理设置，并经常注意检查和维护，使其处于良好状态，使船员遇到火灾时能依靠自己的力量，合理地发挥船上消防设备的作用，使火灾造成的损失减至最低程度。

一、燃 烧

船舶火灾都是燃烧现象。

各种可燃物质在一定温度下快速氧化的化学过程，称为燃烧。因而，燃烧的三要素是：温度、可燃物质及氧气（或空气）。

可燃物质当其与周围相接触的空气达到该可燃物质的点燃温度时，外层部分就熔解、蒸发或分解并发生燃烧，在燃

烧过程中逸出热量及放光。该层燃烧中逸出的热量又加热边缘的下一层，使其达到点燃温度，于是，燃烧过程就持续下去。可燃物质燃烧过程如图1-1所示。

若外层部分燃烧逸出的热量传递给下一层可燃物质的部分，不足以使下一层达点燃温度，则燃烧仅限于外层部分，不能延续。若可燃物质不足或空气缺乏，也能使燃烧中断，自行熄灭。

多数可燃物质在燃烧时具有火焰。火焰是燃烧着的气体及蒸发气体本身。液态

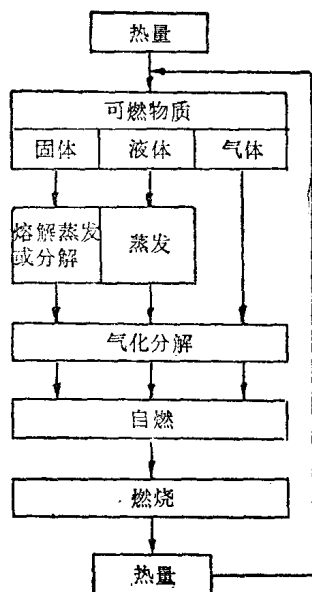


图1-1 可燃物质燃烧过程示意图

可燃物质在加热时能转变为蒸发气体或挥发出可燃气体，因此所有气态及液态可燃物质在燃烧时都有强烈的火焰。凡是带火焰的可燃固体物质燃烧，也是由于在加热中部分或全部转变为蒸发气体及可燃气体。火焰愈大，则挥发性愈大，即每公斤物质单位时间能引燃的物质愈多。焦炭及木炭燃烧时火焰较短，这是由于它挥发性较小的缘故。

在完全燃烧时，即含氧量足够且温度稳定地高于点燃温度时，可燃物质的燃烧产物为：二氧化碳、水蒸汽、含硫气体、盐类等。若含氧量不足或温度不稳定区域低于点燃温度时，就会产生不完全燃烧，这时可能生成一氧化碳、烟及焦炭等。

船舶发生火灾时，由于采取切断通风等控制火灾措施，

往往都是处于不完全燃烧的状况，因而有大量的烟及一氧化碳。由于一氧化碳是极毒气体，人们在扑救火灾的过程中很多是因吸入一氧化碳而中毒的，因此在进入非开敞区域进行灭火时必须带上呼吸器。

二、点 燃

可燃物质的点燃取决于它的化学成分、物理性能及外界条件。物质的化学成分及其原子的排列起着主要作用。对易挥发的可燃物质，点燃温度较低。

可燃物质的蒸发气体及气体在明火或电火花等作用下能闪燃或燃烧的最低温度，称为点燃温度。

在等于及高于点燃温度下点燃可燃物质有以下方法：

- (一)火焰直接作用；
- (二)接触高热物质；
- (三)电能；
- (四)机械能，如摩擦，压力及冲击等；
- (五)化学反应；
- (六)辐射能。

所有燃料的蒸发气体及挥发气体与空气混合在某一比例范围内可以点燃和燃烧。在燃料蒸气—空气混合物中能够点燃的可燃物质最大与最小浓度，称为可燃极限，其中最大浓度称为上限，最小浓度称为下限。

在封闭容器内点燃可燃气体，使其燃烧迅速蔓延至整个容器，并有提高压力引起爆炸的特点，该可燃极限又可称为爆炸极限。图1-2所示为碳氢化合物气体与氧混合气体的可燃极限。

从该图可以看出：含氧量低于11.8%时或碳氢化合物气体过浓或过贫均不可能点燃。因此混合物可燃极限可以用两

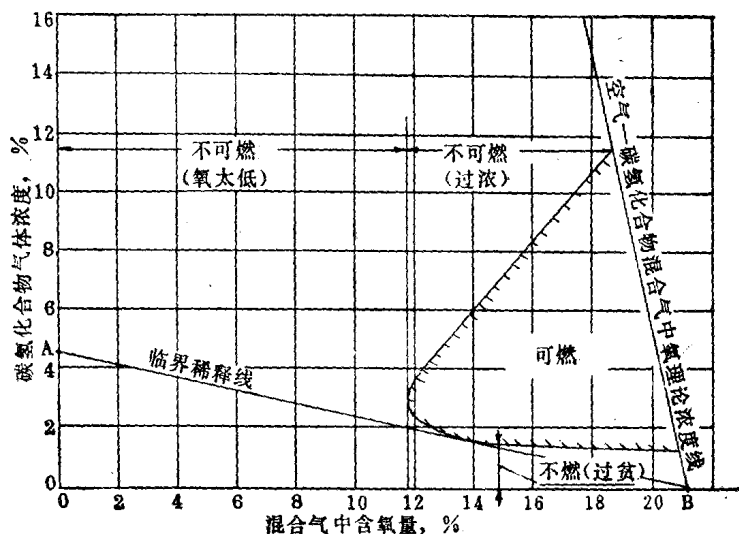


图1-2 碳氢化合物与氧混合气体的可燃极限

个数值来表达:

(一)燃料蒸气的容积百分数浓度, 或以每米³空气中燃料所含重量来表示;

(二)含氧量。

闪点是指可燃液体的蒸气与空气的混合物接触火源而初次发生蓝色火焰的闪光时的温度。由于在该温度时可燃液体的蒸发速度并不快, 生成的蒸气仅能维持一刹那的燃烧, 不会发生持续燃烧。闪点愈低, 该可燃液体的火灾危险愈大。

测定闪点的方法有开杯及闭杯二种, 二者测定的数值是不等的。目前一般均按闭杯法来测定。

为划分可燃液体对火灾的危险程度, 一般按闭杯法测定的闪点值划为三类:

I 类易燃液体, 闪点低于28°C, 如汽油;

II 类易燃液体, 闪点为28°C及28°C以上, 但不足60°C,

如煤油，

Ⅱ类可燃液体，闪点在 60°C 及 60°C 以上，如柴油、重油及滑油等。

原油系属于Ⅰ类易燃液体，因它含有多种低闪点的碳氢化合物。

在运输低闪点的易燃液体时，必须严格控制火源，因它在常温下就能点燃起火。对于闪点较高的可燃液体，在使用中必须注意加热温度不要超过闪点，以免漏泄时遇明火点燃。

三、自 燃

逸出热量的火焰、电弧、电火花、排烟中的火星、辐射及裸露电热丝等均属于开敞火源。

未接触开敞火源的可燃物质，在一定温度时发生燃烧，称为自燃。某些物质在大气情况下的自燃温度列于表1-1。

某些物质的自燃温度

表1-1

可 燃 物 质	自 燃 温 度 $^{\circ}\text{C}$
汽 油	415~530
柴 油	350~380
煤 油	240~290
重 油	380~420
二 硫 化 碳	112~170

可燃物质的自燃温度是可变的，它随容器压力及空气成分而异。可燃物质压力愈高，自燃温度就愈低，反之亦然。例如在封闭容器内加热汽油，在1大气压下自燃温度为 480°C ，至25大气压时降为 250°C 。

可燃液体，如滑油或燃油接触热的元件，也会引起自燃。船舶机舱火灾，多数是燃油或滑油漏泄或溅落在主辅机排气管及过热蒸汽管未绝缘部分引起的。

运输自燃温度较低的物品，如二硫化碳，禁止使用蒸汽加热。因二硫化碳的自燃温度只有 $112\sim 170^{\circ}\text{C}$ ，用蒸汽加热二硫化碳会引起二硫化碳自燃。

可燃物质内部因缓慢氧化反应而发热并自行燃烧的过程（没有外界热源）称为自行点燃。自行点燃的必要条件为：

（一）长时间氧化，热量积聚在一起，使可燃物质温度逐渐升高；

（二）可燃物质与空气接触面积大；

（三）低的氧容量（指较低的耗氧量）。

木材、棉花、木炭、煤等均可能发生自行点燃，因此在运输中要加强注意货舱内温度及通风，并要察看从货舱内排出的气体中有否烟雾，运输后要扫除残留货物，防止长期积存而霉烂自燃。

四、爆 炸

可燃物质大面积接触燃烧所需的氧气或空气，在燃烧中能沿整个混合物以较大的加速度或很快的速度进行扩散，它被燃烧中逸出的热量加热达很高温度，并对周围产生一冲击力。这种快速的燃烧过程就是热爆炸。

另一种是物理性爆炸，受压力容器或封闭容器内的物质因热而使压力升高，最后使容器破裂，就属于物理性爆炸。

研究爆炸形成的过程，目的在于防止和抑制爆炸。图1-3所示为热爆炸的引爆试验设备简图。

该设备所用的管子直径为305毫米，管长为11米、21.2米及30.5米，沿管长方向设置火焰指示器，压力传感器及爆