

CHUANBO XIAOFANG

船舶消防

周宗仪 主编 肖松亭 主审



大连海运学院出版社

船舶消防

CHUANBO XIAOFANG

周宗仪 编著

肖松亭 主审

大连海运学院出版社

内 容 提 要

本书比较系统地叙述了船舶防火、探火和灭火方面的知识，详细分析了船舶火灾的成因，并依据国际海上人命安全公约和船舶建造规范的规定，提出了船舶防火措施和灭火对策。其中有些章节是国外对船舶安全管理和灭火方面的最新见解。

本书可作为造船及航运中专、高等院校的教学用书，也可供广大船员、船舶安全工作者、船舶设计、消防管理、船舶修造和检验及其他部门使用参考。

船 船 消 防

周宗仪 编著

肖松亭 主审

责任编辑：时培育 封面设计：王艳

大连海运学院出版社出版（大连凌水桥）

大连海运学院出版社发行

大连海运学院出版社印刷厂印刷

开本：850 × 1168 1/32 印张：12.75 字数：320 千

1990年1月第1版 1990年1月第1次印刷

印数：6000

ISBN 7-5632-0108-4 / U·9 定价：5.50元

前 言

交通港航单位的消防，独具水上消防的特点。由于水上消防教育事业起步较晚，没有适宜的通用教材，要培养这方面的专业人才，必须组织力量编写自己的教材。为此，交通部公安局和交通部大连公安学校聘请郭泰福、严冬生、邢连增、王子玉、肖松亭等五名同志组成了交通水上消防教材编审组；并聘请了王子玉、刘步鹏、张玉胜、张敬海、肖松亭、罗宏昌、周宗仪、赵延德等八名专业技术人员和有丰富实践经验的消防人员组成了编写组，将编写《船舶消防》、《电气消防》、《消防应用文》、《危险品管理》、《石油储运消防》、《消防概论》、《火灾现场勘查》、《消防档案》等八种水上消防业务试用教材。作为中等专业学校消防专业的教学用书，并供广大船员、船舶设计部门、科研部门和其他学校、个人进修使用或参考。

《船舶消防》由周宗仪编著、肖松亭主审。该书第四章“自动探火及报警系统”由卫晓明撰写。

由于编写人员水平有限，参考资料及编写经验不足，难免有不足之处，欢迎广大读者不吝赐教。

交通水上消防教材编写组

目 录

第一章 船舶火灾分析	1
第一节 船舶火灾特点.....	1
第二节 船舶火灾的统计及分类.....	3
第三节 船舶火灾概况.....	9
第二章 船舶概论	26
第一节 船舶的种类及用途.....	26
第二节 船舶的航行性能.....	35
第三节 船体结构.....	41
第四节 船舶动力装置.....	44
第五节 船舶设备及系统.....	49
第三章 船舶防火	54
第一节 一般要求.....	54
第二节 一般防火措施.....	55
第三节 结构防火.....	59
第四节 甲板基层敷料.....	141
第五节 限制使用可燃材料.....	145
第四章 自动探火及报警系统	152
第一节 概述.....	152
第二节 使用范围.....	157
第三节 报警器.....	162
第四节 探测器.....	169
第五节 货舱自动探火及报警系统.....	184
第六节 自动探火及报警系统的维护和试验.....	186
第五章 固定灭火系统	191
第一节 分类.....	191
第二节 水灭火系统.....	203
第三节 自动喷水器系统.....	214

第四节	二氧化碳灭火系统	220
第五节	卤化烃灭火系统	239
第六节	泡沫灭火系统	266
第七节	干粉灭火系统	278
第八节	惰性气体系统	288
第六章	消防用品	292
第一节	配备要求	292
第二节	手提式灭火器	299
第三节	可携式泡沫器装置、大型泡沫灭火器 及其等效物	304
第四节	消防员装备品	308
第五节	其他消防用品	308
第七章	油船货油舱防火防爆	311
第一节	货油舱内的油气特性	311
第二节	惰性气体系统	322
第三节	测爆	334
第八章	船舶消防设备的检验	343
第九章	船舶安全管理	350
第一节	火源管理	350
第二节	危险货物的运输	356
第三节	防火控制图	360
第四节	消防演习制度	360
第十章	危险货物的防火防爆	365
第十一章	船舶灭火	380
第一节	船上火灾控制	380
第二节	组织与训练	384
第三节	灭火指南	386
第四节	急救与复苏技术	389
	主要参考文献	392

第一章 船舶火灾分析

船舶在营运中发生火灾，由于扑救条件比陆上差，因此造成的损失也可能较大。航行中发生火灾，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“预防为主，防消结合”的消防工作方针，平时积极做好防火防爆工作，加强船员消防训练，使全船人员特别是负责船员熟知船舶火灾的成因、发展及扑救方法，这样才可能减少火灾的发生。

船上的消防设备应按“规范”要求合理设置，并经常注意检查和维修，使其处于良好状态，使船员在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，使火灾的损失减至最低程度。

本教材编写的侧重点是海船，但内河船舶也同样适用，所不同的是海船的消防要求比内河船高得多。

第一节 船舶火灾特点

船舶无论在港或海上航行，无论在营运还是在修理中都会发生火灾，随着世界商船吨位及单船吨位的增大以及自动化程度的提高，火灾的危险性也随之增大了。火灾已给现代化船舶运输和海上人命安全带来了严重的威胁，这一局面已引起国际海事组织（联合国的专门机构）以及各国主管当局的严重关切。

船舶无论在港口还是在海上航行发生火灾危险性都很大，而尤以在海上航行中为甚。船舶火灾不同于陆上火灾，其特点可归结如下：

一、难以扑救

船舶火灾的扑救远比陆上困难。尤其在海上航行中发生的火灾，不易得到别的船的救助；有时虽有邻船，由于风大浪急或火

焰的炙烤，使邻船难以靠拢，难以实施有效的救助。因此，船舶火灾从根本上讲主要应依靠难船本身的力量来加以施救，船舶上灭火系统的设计正是基于这种需要。火灾开始时一般只在机舱、货舱或上层建筑的一个区域发生，只要不失时机地扑救，一般情况下依靠自身的灭火设施是完全可以扑灭的。反之，如错过时机或施救不当，局部火灾蔓延成了全船大火，依靠本身的力量很难扑救。这里突出的问题是如何保证机舱、货舱和上层建筑的火灾不相互蔓延，这对控制火势和扑救是至关重要的。船舶火灾难以扑救还由于船舶空间狭小、货物密集、人员难以施展；在通道被火阻断时，很难从几个方向上接近火场施救。同时，由于火灾形成的浓烟和热辐射、热对流，也往往使扑救人员无法靠近。另外，船上的灭火剂一旦施放完毕就无法补充，不象在陆上可以得到各方面的支持。难以扑救的特点决定了船舶火灾具有更大的危险性。

二、损失大

船舶的特点之一是货物密集，因此价值昂贵。近几年来，我国二艘远洋船的爆炸沉没各损失近四千万元，一艘沿海油船的爆炸沉没，损失达一千四百多万元，这些都是特大火灾的例子。至于损失在几十万的重大火灾也并不少见。船舶火灾引起的损失之重大，远远超过陆上建筑或仓库的火灾损失。

三、危害大

从上述介绍可以看出，船舶火灾由于难以扑救，势必给国家财产和人民生命带来严重的危害。一艘船舶的重大火灾，不仅造成数百万的经济损失，并可能使人丧生，甚至堵塞航道，污染海洋。

正是这些严重的后果和巨大危害，使得各国都十分重视海上运输安全，采取一些有效措施，使火灾次数以及经济损失都大大降低，这也是广大造船、航运工作者所共同面临的任务。

第二节 船舶火灾的统计及分类

船舶火灾的统计和分析，是一门船舶安全管理学科，不少国家都花费相当大的人力、财力来进行此项工作，它的重要性和对保障运输安全所发挥的作用正愈来愈被人们所认识。

一、火灾统计的重要性

火灾的发生总有一定的原因，大体上可分为两方面。一方面归咎于人为因素，如抽烟、违章作业、设备管理不善或工作中的失误等等；另一方面则是客观因素，如货物的自燃、货物保管或储运不当以及设备的选用和布置不当等。有时，两方面的原因又交织在一起，相互关联并互相影响，尤其是第二方面的原因又受人们对客观事物的认识程度和偏见的影响。

对每次火灾都要查明原因（往往一些火灾是查不清原因的），从火灾成因加以分析和归类，从中吸取教训。火灾的成因分析可以为安全管理规则和法规的建立、各种造船规范的制订，为去掉人们的偏见所引起的失误，为研究扑救工作成败以及制订各种消防措施提供可靠依据。所谓前车之覆、后车之鉴就是这个道理。因此，从某种意义上讲，火灾的统计和分析是从事安全管理、增加船舶抵御火灾的能力以及改进船舶消防措施等诸方面的重要基础工作，具有重要的经济价值。

二、火灾统计的分类

为了使火灾统计工作有科学性，从而使其能真正为现代船舶运输安全提供有益的经验，国际海事组织从多年的火灾统计逐步总结了一套方法。这个方法便于对已发生的船舶火灾进行统计分析，从中找出事故原因，以评定扑救步骤和措施正确与否，从而为改进消防措施提供依据。

船舶火灾事故记录一般应填明如下内容：

（1）事故日期及地点；

- (2) 船舶种类 (客船、货船、油船、散货船、渔船等);
- (3) 是否限制航线;
- (4) 建造年月及改造年月;
- (5) 船舶主要参数 (两柱间长、总吨位、推进机械种类等);
- (6) 货种;
- (7) 船位 (在航、在港装卸货、在港修理、装燃料等);
- (8) 失火时间及海况 (白天还是黑夜、风力及海况等);
- (9) 失火部位;
- (10) 失火的可能原因;
- (11) 损坏情况;
- (12) 船上船员、旅客及特种人员数;
- (13) 伤亡事故;
- (14) 船舶结构防火简介;
- (15) 探火设备;
- (16) 灭火设备;
- (17) 在灭火中已使用的各种消防设备的效能;
- (18) 船员采用灭火动作的效果;
- (19) 在灭火中所得到的外来救助;
- (20) 控制火灾及扑灭火灾的时间;
- (21) 失火及扑救情况说明;
- (22) 意见。

这些事故记录由用船部门填写后送交船舶检验局, 然后定期统计分类, 综合分析进行交流, 以使各单位从中吸取经验教训, 改进管理, 修改有关消防规定, 改进消防器材性能, 逐步提高船舶消防能力。

三、火灾统计实例

下面的资料 (由国际海事组织提供, 文件号为FP 302) 记载了西德从1961~1980这二十年间远洋船所发生的火灾详细情况。

- (1) 发生火灾最多的年份
- | | |
|-------|-----|
| 1970年 | 7 艘 |
| 1973年 | 6 艘 |
| 1976年 | 6 艘 |
- (2) 伤亡人数
- 死亡46人, 受伤32人。
- (3) 船龄与火灾的关系
- | | |
|---------------|-----|
| 1953——1965间建造 | 30艘 |
| 1966——1973间建造 | 16艘 |
| 1974——1980间建造 | 7 艘 |
- (4) 船舶种类与火灾的关系
- | | |
|-----|-----|
| 货船 | 46艘 |
| 散货船 | 4 艘 |
| 油船 | 3 艘 |
| 渔船 | 7 艘 |
- (5) 吨位与火灾的关系
- | | |
|-------------|------|
| 4,000 总吨以下 | 41 艘 |
| 4,000 总吨及以上 | 25艘 |
- (6) 事故的地点
- | | |
|-----|-----|
| 海上 | 40艘 |
| 港口 | 23艘 |
| 在船厂 | 3 艘 |
- (7) 失火时间
- | | |
|------------|-----|
| 0000——0559 | 29艘 |
| 0600——1159 | 9 艘 |
| 1200——1759 | 18艘 |
| 1800——2359 | 10艘 |
- (8) 失火部位分析

起居处所	29艘
机器处所	17艘
货舱	10艘
储存室	3艘
服务处所	3艘
其他	4艘
(9) 引起燃烧的物质	
船舶构造材料	25艘
家具、行李	7艘
储存室	3艘
干货	10艘
液货	3艘
(10) 引起火灾的火种	
烟头、火柴	24艘
电气设备	8艘
自燃	8艘
机械设备	1艘
火星	1艘
排气管	15艘
爆炸	4艘
原因不明	5艘

我们可以从上述资料分析中得到许多有益的启发，这些血的教训告诉我们：

(1) 随着船龄增大，火灾危险增大。一方面电线老化，绝缘电阻明显下降，容易引起过载或短路；另一方面由于设备（电的或机械的）故障；第三方面的原因在于船舶建造时安全公约对消防的要求比较低，甚至有些消防措施考虑不周。

(2) 商船中，货船的火灾数最多。一方面由于货船在整个

商船中所占比例高，为数大；另一方面，直至《74年安全公约》生效前，货船的消防要求一直很低，远低于客船、油船。

（3）随着商船吨位增大，火灾危险增大，要特别注意大吨位船舶的消防措施。

（4）火灾多数发生在海上，而且又大部分在夜间，这给扑救带来困难。为了减少火灾的发生，一方面要加强船员尤其是船长及负责船员的防火教育和训练，另一方面则应在造船中就按国际公约的有关要求，具体落实消防措施。

（5）从火灾船数可以发现，发生在起居处所的火灾最多，其次是机舱和货舱，如果这些处所的火灾无法控制，将蔓延成全船大火。为阻止火灾的蔓延，在起居处所、机舱和货舱的分隔限界舱壁上设置耐火分隔是十分必要的。

（6）从引起燃烧的物质分析，最多的还是上层建筑内部的构造材料。要减少火灾的发生，行之有效的办法是最大限度地限制各种可燃材料的使用，最大可能地应用各种不燃材料。

至于其他方面的一些教训，如“重视油柜的布置、重视排气管的设计与安装、切实管理好火种”等也非常重要，由于与本书关系不甚密切，这里不另加分析。

从上述统计资料所提供的情况看，船舶火灾多数发生在海上且又在夜间，增加了扑救困难性。要解决这个问题，行之有效的办法之一是改善货船的防火设施，即广泛采用耐火材料，将上层建筑、机舱和货舱相互隔离开来，这一经验已被国际所公认。

四、不燃材料——阻火的屏障

这里仅通过几起船舶火灾的实例来说明问题，至于不燃材料之所以能阻止火焰的蔓延这涉及到材料本身的性能和它们与其他材料组成的问题，这些将在相应的章节中专门叙述。

例1 1978年，一艘5,000吨级的远洋货船，在日本海发生了一起烧毁整个上层建筑的重大火灾。该船系1960年建造，在尾

机型的上层建筑内，除了起居处所与机舱围壁间采用石棉板作耐火分隔外，整个起居处所的各层水平分隔以及每层甲板房间的内部分隔、走廊等都是采用多层木质夹板，保温材料也是木质材料。由于轮机长房间一个未熄灭的烟头点燃了垃圾桶内的废纸等可燃物，继而火蔓延开来，烧着了窗帘和房间内的其他设施，熟睡的轮机长全然没有发现这些。当值班驾驶员发现轮机长房间着火后，将门一拉开，火当即迅猛冲出房间，很快就在走廊蔓延开来，并传播到其他各层甲板，最后将整个上层建筑烧成一片废墟。

例2 1979年，一艘3,000吨级的特种船，全船建造工程已临完工，该船不同处所间的保温隔热材料都是聚乙烯泡沫塑料。在舱壁上烧焊一个零件时，由于电焊的高热烤着了聚乙烯泡沫塑料，最后蔓延成为全船大火。虽然港口消防队全力扑救，但该船仍然蒙受了重大损失，整个上层建筑几乎全部烧毁。

例3 一艘100,000吨的油船，1978年在轮机长房间也曾发生过因烟头引起的失火。由于该船的内部分隔均为耐火材料，是一种不燃性的硅酸钙板，另外地毯、窗帘和门帘也都是经耐火处理过的纺织品，虽然烟头将垃圾箱内的废物燃着，但因为在垃圾箱的周围基本上没有可燃物质，所以除了烧毁垃圾箱外，并未引起其他损失。当垃圾箱被烧光后，火也就自行熄灭。

例4 1979年，一艘出厂仅两年的15,000吨的原油运输船，满载原油驶往卸油港，在长江口附近突然起火，后查明系海水经舷窗浸入电气插座造成短路而引起，大火烧遍尾楼。由于内部分隔都系可燃材料，所以火势蔓延很快。幸运的是，该船机舱围壁敷设了一层厚约100 mm的石棉板，它具有较好的阻火作用，虽然大火几乎烧毁了整个起居处所，但由于耐火分隔的阻火作用，火无法侵入机舱，从而确保机舱的整个机电设备运转正常，消防水源不断送至甲板，冷却机舱及尾楼的前舱壁，使火不能向油舱区域蔓延，最后在别的船舶救助下终于将大火扑灭。

如机舱围壁无耐火分隔，大火一旦侵入机舱，致使消防水供给中断，巨大火势必向货油舱、甲板区域蔓延，其后果将不堪设想。如果万余吨原油被点燃爆炸，势将造成灾难性的结局。

上述四例可以说明，用不燃材料构成耐火分隔，是阻止火焰蔓延的屏障，它的存在不仅能起到良好的阻火隔热作用，制和扑灭火灾提供了有利条件。

第三节 船舶火灾概况

一、国外船舶的火灾

表 1—1、1—2、1—3 系英国“利物浦海上保险协会”和“劳埃德船名录”所公布的海事数据。

表 1—1 每月吨位损失

年份 月份	1977	1978	1979	1980	1981
1 月	107,574	119,739	129,895	233,748	211,017
2 月	154,626	102,343	140,217	111,566	142,833
3 月	148,744	236,829	100,248	224,437	164,383
4 月	148,083	119,989	145,709	317,866	62,766
5 月	113,135	127,188	62,859	54,783	103,215
6 月	119,473	81,209	219,311	48,043	139,079
7 月	31,249	65,680	221,395	103,225	147,066
8 月	75,425	63,018	219,314	146,923	94,762
9 月	46,380	104,870	308,613	104,870	174,793
10 月	93,522	192,784	106,005	291,390	122,506
11 月	105,723	96,120	366,963	50,034	227,103
12 月	56,340	69,926	273,692	95,867	122,775
累计	1,200,274	1,379,695	2,258,221	1,682,757	1,712,298

表 1—2 每月船舶损失艘数

年份 月份	1977	1978	1979	1980	1981
1 月	18	27	28	24	27
2 月	23	1	23	21	27
3 月	23	44	27	19	22
4 月	13	26	21	23	18
5 月	15	20	13	19	19
6 月	21	22	21	13	16
7 月	12	14	27	17	20
8 月	16	19	22	9	15
9 月	19	22	27	25	19
10 月	12	32	20	21	17
11 月	17	17	32	16	28
12 月	16	16	17	20	22
累计	209	260	278	227	250

表 1—3 所损失的吨位最大的船

船 名	国籍	总吨位	原因
ENERGY ENDURANCE	利比里亚	97,005	浪损
JARI	英 国	72,437	爆炸
AGROS LOANNIS	希 腊	70,078	爆炸
HAKUYON MARU	日 本	59,060	雷击
FOTINI	希 腊	40,417	失火
AIKATERINI	希 腊	38,689	失火
DEIFOROS	希 腊	42,314	气候
ONOMICHI MARU	日 本	33,833	气候

造成海损的原因是多方面的，但失火是主要原因。失火和爆炸对船舶造成的损失要比其他原因造成的多。总吨位为79,078吨的希腊矿油船AGROS LOANNIS轮和总吨位为72,437吨的英国矿油船JARI轮是因失火而毁坏的吨位最大的船只。这两艘船都是在港内发生爆炸的，AGROS LOANNIS轮在欧洲某港卸货时发生爆炸，JARI轮在里约热内卢压载时发生爆炸。失火是造成人员死亡的最大灾祸，如在印度尼西亚TAMPOMAS II车辆渡船上，因失火和爆炸而丧生的就有69人。目前，由于船舶机舱的自动化程度的提高，大船和小船所雇用的船员人数相差略异，因为人员生命要比货物重要，所以总吨位损失数就不显得那么重要，最可怕、最为重要的统计数就是船员丧生人数。由于准确地报告事故发生后船员和乘客的具体情况往往难以做到，因而，人员丧生数往往不准确，所以统计数字就有偏差。据报导，1981年上半年，海上丧生196人，失踪524人，这个数字是十分惊人的。而同一时期，工业国家承认的死亡人数为700人以上。统计资料表明，失火和爆炸对船舶造成的损失，跟其他原因造成的损失相比，前者要多一些，这种现象值得深思。以1981年上半年为例，因失火和爆炸损失船舶33艘；其他原因如气候影响，损失船舶23艘；因搁浅损失船舶19艘；因碰撞损失船舶18艘；沉船14艘。可见，失火和爆炸所占比例最高。

因此，设计消防能力较强的船舶，逐步完善船舶的消防措施是一项重要而又实际的对策。

二、货船的火灾

从国际海事组织转发的各国部分船舶的火灾资料，从1973年6月至1976年12月的53艘货船的火灾事故，按其起火部位及船舶状态分类列于表1—4。