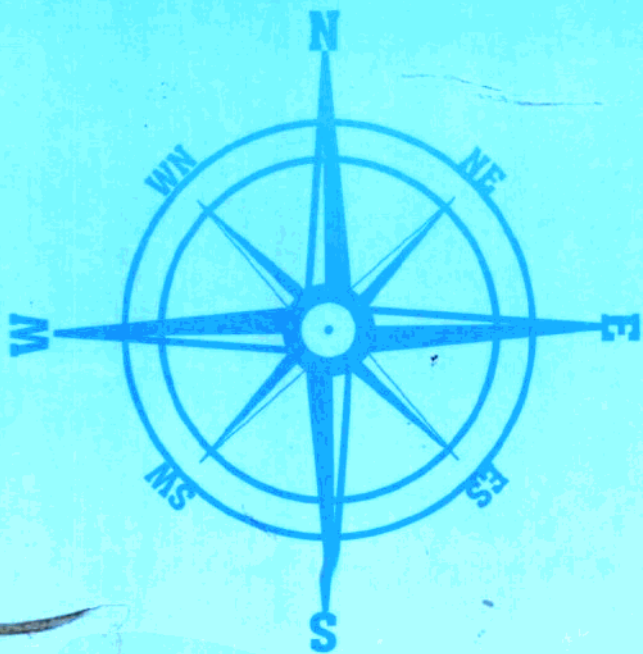


全国海员培训系列教材

海员基本安全知识和技能

# 船舶防火和灭火



中华人民共和国港务监督局  
一九九八年

# 前 言

为了履行经 1995 年修正案修正的《1978 年海员培训、发证和值班标准国际公约》(STCW78/95 公约), 进一步做好船员培训、考试、评估和发证工作, 提高船员培训的质量, 满足有关培训机构和广大船员希望有全国统一的船员培训教材的要求, 中华人民共和国港务监督局组织编写了《全国海员培训系列教材》。

该套教材由三大部分组成: 海员专业培训系列教材【从之一到之八】; 海员特殊培训系列教材【从之一到之九】; 船员适任证书考前培训系列教材【按科目划分】。该套教材由有关航海院校、培训机构和港监机构等单位具有丰富教学经验和实践经验的专家、学者, 根据 STCW78/95 公约、国际海事组织 (IMO) 示范培训课程和我国颁布的一系列船员考试大纲和培训纲要编写。

《全国海员培训系列教材》是中华人民共和国港务监督局指定的培训教材, 系海员和航海院校学生参加相应的专业培训、特殊培训和适任证书考前培训指定用教材。

《船舶防火和灭火》(海员专业培训系列教材之一: 海员职业基本安全知识和技能) 由上海港务监督和广州港务监督承担编写。参加编写人员有卜勇、黄金光、谢群威、周熙仁、俞阿龙; 审定人员有陆军、芦庆丰。

在编写出版过程中, 得到了有关单位、人员的大力支持和协作, 在此表示衷心的感谢。由于时间仓促, 书中难免有疏漏和不当之处, 请广大读者不吝指正。

该套教材的著作权和版权属中华人民共和国港务监督局, 任何单位和个人未经其书面授权, 不得翻印。

中华人民共和国港务监督局

一九九八年

# 绪 论

航行在大海上或者在港口作业的船舶，火灾对于船东、船员、贸易商人或保险商都是可怕的事故，因为火灾不仅威胁着船舶、人命、货物等安全，严重的还会导致重大的人身伤亡和巨大的财产损失，甚至造成无法估量的环境破坏，因此，绝不能等闲视之。认真贯彻以防为主，防消结合的消防方针，人的因素是非常重要的因素。船舶防火和灭火培训是一种着重使船员掌握消防基础知识，熟悉船舶灭火设备、器材的性能和使用方法，了解船上的灭火组织，树立消防意识的基本安全训练。

## 一、船舶防火与灭火培训的要求

船舶消防是一门综合性很强的学科，它的内容涉及到物理、化学、电子学、经济学、运筹学、社会学、管理学、心理学、行为学等许多领域。本书我们根据 STCW78/95 公约的要求和国内有关法规的规定，结合实际情况，从预防、消灭和灭火组织及应急三个方面加以叙述。

STCW78/95 公约关于船舶防火和灭火的最低要求：

(一) 最大限度地减少火灾危险并保持应付包括火灾在内的紧急局面的戒备状态

1. 船上灭火组织
2. 灭火器具的位置和应急逃生路线
3. 火灾和爆炸的要素（燃烧三角形）
4. 火源的种类和原因
5. 可燃物质、火灾危险和火灾蔓延
6. 经常戒备的必要性
7. 船上应采取的措施
8. 烟火检测系统和自动报警系统

## 9.火灾分类及使用的灭火剂

### (二) 扑灭火灾

船舶消防设备及其在船上的位置

训练:

- 1.固定灭火装置
- 2.消防员装备
- 3.个人设备
- 4.消防器具和设备
- 5.灭火方法
- 6.灭火剂
- 7.灭火程序
- 8.灭火和救人时呼吸装置的使用

### 二、船舶防火与灭火培训内容

船舶发生任何火灾都会对船舶和货物造成损害，一旦火灾蔓延扩大还会造成人身伤亡事故，因此船舶不发生火灾是我们的目的。树立“以防为主”的防火意识是这项培训的重要目标。

船舶火灾的扑救工作能否取得成功，取决于：第一，全体船员的训练素质、程序及高级船员的组织指挥能力；第二，掌握灭火知识和技术的程度；第三，合理地发挥消防设备作用。本书从提高个人消防技能入手，分十章介绍消防基础知识、船舶消防设备、船上灭火组织和灭火行动等内容，力求能使每个船员在生产工作中成为遵章守纪的防火安全员，火灾发生时成为掌握灭火技能的战斗员，在灭火组织中，成为实现群体力量，发挥整体优势的一分子。

此套《全国海员培训系列教材》中，第一部分：海员专业培训系列教材【之一、二、四、五、六】由广州市综艺工业设计中心排版、电分，由广州市综艺印刷厂承印、装订。如发现有多页、少页、掉头等装订问题请直接与综艺印刷厂联系更换。

电话：020 - 86413441    86484071

传真：020 - 86484071

# 目 录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 第一章 概论                      | 1  |
| 第一节 船舶的特点与火灾的关系             | 1  |
| 第二节 船舶安全防火控制和灭火程序           | 1  |
| 第三节 船舶火灾预防与船员个人<br>和群体素质的关系 | 3  |
| 第二章 燃烧                      | 5  |
| 第一节 燃烧实质                    | 5  |
| 第二节 燃烧条件                    | 6  |
| 第三节 燃烧类型                    | 9  |
| 第四节 火灾的蔓延                   | 15 |
| 第三章 火的分类及灭火                 | 18 |
| 第一节 火的分类                    | 18 |
| 第二节 灭火方法                    | 19 |
| 第四章 灭火剂的种类及其扑救的火种           | 21 |
| 第一节 灭火剂                     | 21 |
| 第二节 灭火对象及注意事项               | 28 |
| 第五章 船用消防器材                  | 31 |
| 第一节 船用灭火器                   | 31 |
| 第二节 消防队员装备及消防用品             | 38 |

|                 |    |
|-----------------|----|
| 第六章 船舶消防系统      | 45 |
| 第一节 船舶火灾探测及报警系统 | 45 |
| 第二节 固定灭火系统      | 50 |
| 第七章 船舶火灾的成因和预防  | 59 |
| 第一节 船舶火灾原因      | 59 |
| 第二节 修船防火        | 64 |
| 第三节 船员的防火要求     | 65 |
| 第四节 结构防火        | 67 |
| 第八章 船上消防组织及应急行动 | 69 |
| 第一节 船上消防组织及演习   | 69 |
| 第二节 防火控制图       | 73 |
| 第九章 船舶灭火方法      | 75 |
| 第一节 船舶消防应变      | 75 |
| 第二节 船舶灭火战斗行动要求  | 77 |
| 第三节 船舶灭火        | 79 |
| 第十章 船舶消防综合演练    | 86 |

# 第一章 概论

## 第一节 船舶的特点与火灾的关系

船舶是水上运输的重要工具，是水面上的漂浮建筑和经济实体，具有吨位大、载客（货）量多、运输成本低廉、续航时间长等优点。但是由于船载货物中可燃、易燃货物较多，船舶机器中的电力、动力设备中，储油柜及输油管内存有大量燃油；船舶起居处所的内装修和船员的日常生活用具大量采用木材、化纤、塑料等可燃易燃材料，使船上潜伏较大的火灾危险性，同时船舶在航行、停泊、检修、装卸货中操作不当及船舶机电设备的故障，极易引发火灾。船舶一旦发生火灾，由于船体内部结构复杂、分舱多、通道狭窄、货物密集、回旋余地小，使火灾的施救工作活动范围受到影响和限制。因此扑救条件较陆上恶劣，造成的损失也就较大。有时航行中遇上大风浪，附近又无救助，或有邻船却无法靠拢，往往不可能得到外界的及时援救，仅能依靠船上现有的人力和设备进行自救，这样更增加了扑救的难度，火灾难以扑救。所以火灾对船舶的安全威胁很大，易造成重大损失，甚至严重影响海洋环境。

## 第二节 船舶安全防火控制和灭火程序

### 一、防火控制

（船舶在营运中发生火灾，由于灭火难度比陆上大，因此为了保障船舶安全营运，必须认真贯彻消防八字方针，即“预防



为主，防消结合”的原则，充分利用现代船舶装备的各种消防设备、器材有的放矢地做好船舶安全防火控制。

### 1.控制可燃物质

船舶营运中装载大量的可燃、易燃货物；油舱（柜）及动力设备中存有大量的船用燃滑油；船舶内装饰采用易燃的木材、化纤、塑料等，造成了船上可燃物质种类多，且易燃、易爆。因此控制可燃物质，对船舶防火事倍功半，至关重要。首先，为了有效地控制燃滑油，必须在船舶建造时遵守有关公约及建造规范的规定，采用合理的结构形式；选用较高闪点的燃滑油。

其次，对货舱的防火控制做到专人负责，对易燃易爆的危险品运输按国际公约和国内法规进行分类管理。再次，对船用材料尽可能选用阻燃性材料，采用防火隔热层。

### 2.通风控制

在船舶火灾中，空气可以起助燃作用。当发生火灾后，应该迅速切断通向火灾现场的所有通风道和通风设备。对通风设备按国际公约和国内法规的要求，装有可靠、能迅速关闭的速闭装置。

### 3.热源（火源）控制

船上的热（火）源较多，且温度高，尤其对机舱的热表面要采取包扎绝热层、高压高温容器及装置应装有安全阀，以防爆炸而引发火灾。）

## 二、灭火程序

### 1.火的发现

任何船员在船上发现火灾后，应迅速采取措施。如是一般可燃物质起火或范围不大，应一面呼救，一面使用火场附近的灭火器材，针对火的类别进行施救，力争能控制火灾蔓延，否则应尽可能关闭门窗、通风筒及系统，疏散易燃、可燃物质，用水冷却舱壁及甲板，防止热量传播。同时向驾驶室报告起火的地点、火的种类和范围、已采取的措施及结果。

## 2. 驾驶台的行动

驾驶台在接到报告后应立即发出救火紧急信号。同时可用扩音设备广播失火地点，所有船员均应按应变部署表上所规定携带的消防器材，迅速赶赴现场，固定灭火系统是否使用，要听从船长命令。

火警发生后，驾驶台应即将火灾发生的时间、准确船位、火灾种类、地点、发现者等情况详细地记入航海日志。为防止火灾的蔓延，船舶应减速或倒车，使着火点处于下风，利用风力将火焰吹向舷外。

## 3. 灭火现场

大副为现场总指挥，到达现场后，首先要关闭通风口，侦察火情，查明火源及部位；燃烧物的数量；以及火焰蔓延方向是否威胁到人的安全。对易燃易爆的物品，应迅速撤离或采取隔离冷却等措施，以防灾情扩大，并随时将侦察情况向驾驶台报告，在查明火情后，根据机舱、货舱、起居舱等不同部位的特点，以隔离、冷却等措施防止火焰蔓延，同时应集中力量进行扑灭，充分发挥移动式灭火设备和固定灭火系统的作用，抓住时机，速战速决。

# 第三节 船舶火灾预防与船员个人 和群体素质的关系

“预防为主，防消结合”的八字方针，是消防工作的普遍原则，无论“防”还是“消”，人的因素是第一位。“人”作为消防行为的主体，在船舶上更决定了对船员个人和群体的特殊要求。

对个人而言，每一个船员，无论其职责分工，都必须毫无区别地掌握和熟悉各种类型消防器材灭火性能、使用方法及其操纵使用程序。在火灾面前每一个船员应首先是一名战斗员。

对群体而言，船舶的消防损害管理，是一场战役。为最大限度地实现灭火，必须建立独立的消防体制，将掌握了消防知识和技能的人员组织成一个整体。船舶消防器材的配备，根据船舶设计，应该说是基本合理的。对此，除日常的维护保养、检查、定期运转、更换之外，应严格按照应变部署的要求，定期进行消防演习。通过假想的灭火内容，进行合练，要以实战的要求、临战的态度、统一的指挥、科学的分工、以群体的力量、实现  $1+1>2$  的整体优势，确保良好的消防效果。尤其要确立船员人人是防火安全员的责任意识，增强群防的自觉性，这才是“以防为主”的真正落实，也才能实现火灾的真正预防。

因此，船舶火灾的预防，首先是责任意识，真正贯彻“以防为主”的方针。其次，熟练、准确的灭火协作是实现消防目的的重要保证。

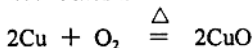
## 第二章 燃烧

### 第一节 燃烧实质

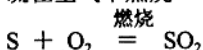
燃烧是一种放热、发光的剧烈的化学反应。

人类远在以石器作为生产工具进行狩猎的原始社会中，化学史上的第一个发明是“火”。“火”就是燃烧。但燃烧是什么？随着科学技术的发展，人们在不断实践和实验中才逐步认识。直至十八世纪一七七二年至一七七四年，法国科学家拉瓦锡在自己的实践中，研究了硫和磷以及一些金属的燃烧，证明物质的燃烧和动物的呼吸一样，都是因为空气中的氧参加作用的缘故。于是，他首先给下定义：“与氧起反应”。

例如：铜和氧的反应



又如：硫在空气中燃烧



燃烧是一种化学反应。可燃物质在燃烧过程中变成了在性质上与原来物质完全不同的新物质。例如：木材在空气中燃烧时变成二氧化碳和水蒸汽。所以，燃烧是一种以发热发光为特征的剧烈的化学（氧化）反应。

在工业生产和日常生活中，在火炉中、内燃机中、冶炼中以及火灾中的种种燃烧现象，大都是某种或多种可燃物质与空气中的氧或其它氧化剂进行剧烈化合而发生的发热发光的现象。

实际上，燃烧不仅是化合反应，也是分解反应。由于反应结果，产生大量的热，并把反应产物加热到发光。所有易燃固

体、液体、气体物质的燃烧都是这样的。

物质燃烧是可燃物质与氧或其它氧化剂进行反应的结果。由于氧化速度不同，或成为燃烧，或成为一般的氧化反应。剧烈氧化结果，放出光和热，而一般氧化因为速度慢，产生的热不多，而且随即散掉，因而没有发光现象。例如，铁生锈，生成铁锈—氧化铁。所以，氧化与燃烧同是一种化学反应，只是反应的速度和发生的现象不同。就是说，物质燃烧是氧化反应，而氧化反应不一定是燃烧。同理，能氧化的物质，不一定是可燃物质。

木材在空气中燃烧时生成二氧化碳和水蒸汽，并发光发热，所以叫燃烧。而碳酸氢钠与硫酸铝起反应，生成二氧化碳、氢氧化钠和硫酸钠，是一种化学反应，但无发光发热；生石灰与水反应，生成熟石灰，同时放出热但没有发光，故两者都不是燃烧。同理，灯泡既发热又发光，但它只是一种物理现象。所以，也不能称为燃烧。

## 第二节 燃烧条件

### 一、燃烧三要素

燃烧不是随便发生的，而是要有一定条件。人们从实践中发现，燃烧必须同时具备三个基本条件（或叫三要素），缺一不可。这就是：可燃物、助燃物——空气中的氧、着火源。通常把这三个要素组成一个等边三角——燃烧三角。



如上图所示，表示三要素对燃烧具有同等的重要性。

### 1.可燃物质

能在空气或其他氧化剂中发生燃烧反应的物质称为可燃物质。可燃物质分为固体、液体和气体，在三种形态的可燃物质中，可燃气体最易燃烧，而可燃固体或可燃液体是先气化，后燃烧。如木材、煤炭等是在其受热分解出水汽、气体和碳之后才燃烧；石蜡、沥青等受热后熔化，然后再变成气体而燃烧；石油产品受热后挥发出气体与空气以一定比例混合后，才能燃烧。

### 2.助燃物质

与可燃物质相互结合能导致燃烧的物质都叫助燃物质。氧气本身不会燃烧，所以不是可燃物质，但没有它就引不起剧烈的氧化反应，也就没有燃烧，所以氧是起帮助燃烧作用的，人们把氧称为助燃物质，另外氯气以及氯酸钾、高锰酸钾等氧化剂也是助燃物质。这些氧化剂里的氧气也十分活跃，在一定条件下，氧化剂中的氧气也会象空气中的氧一样与可燃物质结合，引起剧烈的氧化反应而产生燃烧，因此把氧和氧化剂都称为帮助燃烧的物质。

没有助燃物，任何物质都烧不起来。空气中氧约 21%。燃烧时如空气含氧量降至 11% 以下，一般物质的燃烧就会熄灭。

氧气也是人呼吸生存所必需，当空气中氧含量降低到 16% 时，对人体将造成影响，下降到 10% 以下，人就会缺氧晕倒直至死亡。

### 3.着火源

凡能引起可燃物质燃烧的热能源都叫做着火源。最常见的有明火焰、赤热体、火星和电火花、化学能以及聚焦日光等等。

明火焰是比较强的热源，它可点燃任何可燃物质，火焰的温度约在 700~2000℃ 之间，高于可燃物质的自燃点。

赤热体是指本身受高温作用，由于蓄热而具有较高温度的物体（如赤热的铁块、烧红了的金属设备）。赤热体与可燃物

接触引起燃烧有快有慢，这主要决定于物质的性质和状态，其点燃过程是从一点开始扩及全面。

火星是在铁与铁、铁与石、石与石等物体之间强力摩擦、撞击时产生的，是机械能转为热能的一种现象。这种火星的温度根据光测量计测量，约有 1200℃，可引燃可燃气体或液体蒸汽、可燃性粉尘与空气的混合物；也能引燃某些固体物质，如棉花、布料、干草、糠、绒毛等。

电火花是在两极放电时放出的火花，或者是击穿物体的电弧光，或接点的接上或开断时放出的电火花。还有静电火花，这种火花能引起可燃气体、液体蒸汽、粉尘和某些固体物质着火。由于这种火花较普遍，所以是个较危险的着火源。

## 二、燃烧原理

在某些情况下，虽具备了燃烧的三个条件，但不一定能发生燃烧。

要燃烧，首先必须使可燃物质与氧有一定的数量的比例。如果在空气中的可燃气体或可燃蒸汽的数量不多，燃烧就不一定发生。如在常温下，用火柴去点燃汽油和柴油时，汽油会立即燃烧，而柴油却不燃。因为柴油在常温下蒸发气体数量不多，还没有达到燃烧的浓度。就是说虽有可燃物质，但数量不够，即使有空气（氧）和着火源的接触，燃烧也不能发生。

其次，必须供给足够的氧气，否则燃烧也不能发生。即使发生了燃烧，氧供给量减少，燃烧就会减弱，直至熄灭。就是说，助燃物质数量不足，也不能发生燃烧。如点着的蜡烛用玻璃罩罩上，不使周围空气进入，在短时间内，蜡烛就会熄灭。当玻璃罩内的空气中含氧量只有 13%~16% 时，燃烧便缓慢直至熄灭。某些物质燃烧的最低含氧量，详见表 2-1。

表 2-1

| 物质名称 | 含氧量 (%) | 物质名称  | 含氧量 (%) |
|------|---------|-------|---------|
| 汽 油  | 14.4    | 乙 醚   | 12.0    |
| 乙 醇  | 15.0    | 橡 胶 粉 | 13.0    |
| 煤 油  | 15.0    | 多量棉花  | 8.0     |
| 丙 酮  | 13.0    | 氢 气   | 5.9     |

再次，着火源必须要有一定温度和足够的热量，否则燃烧也不能发生。烟囱冒出的火星，或一支点燃的火柴可以点燃柴草和刨花，但不能点燃一块木板，这说明这火虽有相当高温度（约 600℃），但缺乏足够的热量，所以点燃不起来。

最后，必须使燃烧的三个条件相互结合作用在一起，燃烧才会发生。例如：在我们这个房间里有桌椅门窗，纤维织物等可燃物，在充满空气的房间，也有火源——电源，构成了燃烧的三个要素，可是并没有发生燃烧，这是因为这些条件没有结合在一起，没有互相作用的缘故。

### 第三节 燃烧类型

所谓燃烧类型，即是具有共同特征但表现形式不同的燃烧现象。根据燃烧所表现的不同形式，可分为闪燃、着火、自燃和爆炸四种。虽然物质燃烧类型不同，但它所需的条件相同，产生的后果却不一定相同。

#### 一、闪燃

1. 闪燃 在一定温度下易燃或可燃液体（包括可溶化的少量固体，如石蜡、樟脑、萘等）蒸气与空气混合后，达到一定浓度时，遇明火源产生一闪即灭（5秒以内）的燃烧现象。

闪燃发生的原因，是因易燃、可燃液体在闪燃温度下，蒸



发速度还不太快，蒸发出来的气体仅能维持一刹那的燃烧，而来不及补充新的蒸气以维持稳定的燃烧，因而燃烧一下就灭了，但闪燃往往是火警的先兆。

2. 闪点 又称闪火点，是能发生闪燃现象的最低温度。

闪点是表示可燃液体性质的指标之一。在规定的试验条件下，液体表面上的蒸气与空气混合物接触火源时初次发生蓝色闪光的温度。可在标准仪器中测定出来。标准仪器有开杯式和闭杯式两种。前者用于测定高闪点（80℃以上）液体，后者用于测定低闪点（80℃以下）液体，闪点比燃点（着火点）低。低于闪点温度时，液体不会发生火灾危险，但可燃液体加热到闪点及闪点以上时，一经火焰或火星的作用就不可避免地引起蒸气着火，在一定条件下就会发生火灾。液体的闪点越低，火灾危险性就越大。

闪点是评定液体火灾危险性的主要依据。根据闪点确定生产、贮存可燃性液体的火灾危险性类别：闪点 $<28^{\circ}\text{C}$ 的为一级易燃液体；闪点在 $28^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 的为二级易燃液体；闪点 $>60^{\circ}\text{C}$ 的为三级易燃液体。

可燃性液体的闪点表明其发生爆炸或火灾的可能性的的大小，对运输、贮存和使用的安全都有极大关系。当装运石油产品无闪点资料时，应按一级易燃液体对待。

## 二、着火

1. 着火 可燃物在一定的温度条件下遇明火源能产生一种持续（5秒以上）燃烧的现象。

2. 着火点 又称燃点，是能产生燃烧现象所需要的最低温度。

对于可燃性液体，则是指液体表面上的蒸汽和空气的混合物与火接触后出现有火焰且燃烧时间不少于5秒钟时的温度。着火点的测定，可用标准仪器进行。常见可燃物质的燃点列于表内。一切可燃液体的燃点都高于其闪点。易燃液体的燃点比