


船员培训教材

熟悉与基本安全——

# 船舶防火与灭火

主编 王当利 主审 王克



 武汉理工大学出版社  
WUTP Wuhan University of Technology Press

船员培训教材

# 熟悉与基本安全 ——船舶防火与灭火

主编 王当利

主审 王 克

武汉理工大学出版社

· 武汉 ·

## 内 容 提 要

本书是“船员培训教材”之一。

本书分为基本理论、实操训练和练习与测试三部分，在帮助广大海员学习专业理论知识的同时，全面提高实际操作动手能力和应对突发事件的应变能力。

本书可作为参加船员专业证书培训学员的培训和考试教材，也可供相关教学人员作为教学和参考用书。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

熟悉与基本安全——船舶防火与灭火/王当利主编. —武汉：武汉理工大学出版社，2008. 6

船员培训教材

ISBN 978-7-5629-2708-2

I. 熟…

II. 王…

III. 船舶-消防-技术培训-教材

IV. U698. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 099114 号

出版发行：武汉理工大学出版社（武汉市洪山区珞狮路 122 号 邮政编码：430070）

<http://www.techbook.com.cn> 理工图书网

经 销 者：各地新华书店

印 刷 者：通山县九宫印务有限公司

开 本：787×1092 1/16

印 张：7.75

字 数：169 千字

版 次：2008 年 6 月第 1 版

印 次：2008 年 7 月第 1 次印刷

印 数：1—5000 册

定 价：20.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题，请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话：(027) 87397097 87394412

E-mail: [quswwutp@163.com](mailto:quswwutp@163.com) [wutp2005@126.com](mailto:wutp2005@126.com)

# 船 员 培 训 教 材

## 编 审 委 员 会 名 单

主任委员：严新平 李玉华

副主任委员：（以姓氏笔画排列）

邓跃进	王 克	王同庆	王当利	王吉春
王燕辰	季永青	林承志	郭国平	胡耀兵
黄 明	梁世翔	韩雪峰	谢西洲	雷绍锋
解 超	熊仕涛	魏智勇		

委 员：（以姓氏笔画排列）

方 磊	王宏明	王威娜	刘乾英	陈云胜
陈 平	陈 刚	陈艳才	何永林	李红民
李启敏	李毓江	吴小兰	杨 晓	杨 斌
余长春	张亚冲	张 劲	张祖平	张 哲
金 科	郭党华	郝 勇	柯响林	翁建军
夏守云	徐 元	徐江波	徐周华	盛 君
黄志英	章 波	程 兵	谭 箭	熊锡龙
黎冬楼				

秘 书 长：杨学忠 杨 帆

总责任编辑：曲生伟

## 出版说明

进入 21 世纪以来,经济全球化和国际航海业的发展促进了世界远洋船舶数量的急剧增加,对船员的需求量也急剧增大,出现了海运专业人才的严重短缺。为此,2006 年 7 月,交通部徐祖远副部长在河南新乡召开的“推进中西部海员发展工作座谈会”上,提出了推进我国中西部海员发展工作的“海员战略配套工程”策略,以服务地方经济发展。2008 年 4 月 16 日,交通部海事局常务副局长刘功臣在深圳召开的我国首届“船员发展大会”上表示,当前以及今后一段时期推进我国船员科学发展的总体思路是:以科学发展观为指导,以市场为导向,以企业为主体,以院校培养为基础,以专业培训为补充,坚持改革创新,加快队伍发展,推进结构调整,规范有序流动,争取到 2020 年成为船员劳务输出大国,实现我国从船员大国到船员强国的目标。为此,要重点做好六项工作:第一,扩大培养规模,提高培养质量;第二,提升船员素质,优化船员结构;第三,加强在职培养,健全考评机制;第四,保障合法权益,营造发展环境;第五,推进电子政务,构建船员服务平台;第六,宣扬航海文化,增强航海意识。

在世界航运事业快速发展和国际海员市场需求急剧增大的背景下,组织出版一套反映当前航运业发展现状、适合我国船员培训教育特点的高质量船员培训教材就显得尤为重要。武汉理工大学出版社在华中、华东、西南地区众多航海类院校的大力支持下,组织了 10 余所航海类院校、培训机构中长期从事船员培训工作的 60 余位专家、教师共同编写了本套“船员培训教材”。本套教材在编写过程中得到了长江海事局、江苏海事局、浙江海事局的大力支持,有关海事局的领导及职能部门高度重视并结合船员培训及船员日后船上工作提出了许多指导性意见,从而保证了本套培训教材的权威性和先进性。

本套船员培训教材具有以下特点:

### 1. 与时俱进,体现行业最新进展

本套培训教材把最新的国际公约、国内法规、规范、指南、国家标准等内容以及最新的《中华人民共和国海船船员考试大纲》的要求融入其中,是一套知识内容最新、实操内容科学系统、紧跟国际航运事业发展的船员培训教材。

### 2. 定位准确,服务船员培训

本套培训教材依据培养具有一定理论水平、有较强实际操作技能的复合型专业人才的船员培训目标,改变过去重视知识的传授,强调学科体系的严密、完整的做法,精选船员能够实际应用的基础知识和基本技能,重在提高船员的实际操作能力和应对突发事件的能力。充分体现了行业需要、实际应用和船员身心发展三者有机的统一。

### 3. 可读性强，体例新颖

针对船员培训特点，结合船员考证，本系列教材设置了基本理论、实操训练、练习与测试等内容，保证理论知识够用，实操部分结合实际，练习与测试贴近船员考试，同时，使教材从内容到体例、从栏目到版式上耳目一新。

### 4. 应用性强，强调技能训练

将实操内容纳入课程体系是海员培训教学模式的特点。本套培训教材力争做到：基本理论、实操训练、练习与测试相配套；实操内容的设置与理论知识以及海员的实际作业操作相吻合；同时，考虑到航海设备的不断更新，实操内容及设备也进行了相应的更新，并考虑其应用性及可操作性。

此外，为了满足教学工作的需要，提高船员培训质量，本编委会已着手组织、制作与本套培训教材配套的实操训练教学课件，力争在 2009 年上半年奉献给广大读者。

本套培训教材在 2008 年春季出版后，我们将依据学科发展观的现实要求，不断补充、完善；我们的编审者、出版者一定会高度重视，兢兢业业，按最高的质量标准满足广大读者的需求。教材建设是我们共同的事业和追求，也是我们共同的责任和义务，我们诚恳地希望大家积极选用本套教材，并在使用过程中给我们多提意见和建议，以便我们不断修订、完善全套教材。

船员培训教材编审委员会

武汉理工大学出版社

2008 年 5 月

## 前 言

本书是根据 2004 年 8 月 1 日起生效的《中华人民共和国海船船员适任考试评估和发证规则》、中华人民共和国海事局 2006 年 2 月 1 日颁布实施的《中华人民共和国海船船员适任考试大纲》和海员专业培训大纲及其评估标准的要求,并适当参考本学科的最新发展而编写的。

本书内容符合 SOLAS 1974 公约和 STCW 78/95 公约对各类海船船员在船舶防火和灭火方面的基本要求。本书既可作为各类全日制学生和社会船员进行海员专业培训专用教材,也可作为航海教育工作者及其相关人员学习船舶消防知识的参考书。

本书的内容主要由基本理论部分、实操训练部分、练习与测试部分组成。基本理论部分分为燃烧、火的分类与灭火方法、灭火剂的种类及其扑救的火种、船舶火灾概述、船用消防器材、船舶消防系统、船舶火灾的成因与预防、船舶消防组织与船舶应急行动、船舶消防应变、灭火行动与方法 10 章。实操训练部分分为手提式灭火器的正确使用、铺展水龙带及水枪连接两个训练科目。

本书由王当利任主编,负责大纲的拟定及全书的统稿。本书的具体编写人员为:武汉理工大学王当利,武汉航海职业技术学院杨晓,湖北交通职业技术学院余长春,武汉海事中等职业技术学校李毓江。

本书由武汉理工大学能源与动力工程学院王克担任主审。同时,本书在编写过程中还得到了武汉理工大学航运学院交通运输工程及控制专业研究生田野的支持与帮助,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中定有不当和错误之处,热诚欢迎广大读者批评指正。

编 者

2008 年 3 月

## 目 录

<b>第 1 篇 基本理论</b> .....	(1)
1 燃烧 .....	(3)
1.1 燃烧的定义与燃烧实质 .....	(3)
1.2 燃烧的条件与类型 .....	(4)
1.3 船舶火灾的蔓延.....	(10)
2 火的分类与灭火方法.....	(11)
2.1 火的分类及其特点.....	(11)
2.2 灭火方法.....	(11)
3 灭火剂的种类及其扑救的火种.....	(13)
3.1 灭火剂.....	(13)
3.2 灭火剂适用的火种及其注意事项.....	(18)
4 船舶火灾概述.....	(21)
4.1 船舶的特点与火灾的关系.....	(21)
4.2 船舶防火控制与灭火程序.....	(21)
4.3 船舶火灾预防与船员素质的关系.....	(22)
5 船用消防器材.....	(23)
5.1 船用灭火器.....	(23)
5.2 船舶消防员装备与消防用品.....	(29)
6 船舶消防系统.....	(37)
6.1 船舶火灾报警系统.....	(37)
6.2 船舶固定灭火系统.....	(42)
7 船舶火灾的成因与预防.....	(51)
7.1 船舶火灾原因.....	(51)
7.2 不同船舶火灾原因的预防措施.....	(53)
7.3 船舶结构防火.....	(54)
7.4 修船防火.....	(55)
7.5 船员在日常工作中的防火要求.....	(56)



8	船舶消防组织与船舶应急行动	(58)
8.1	船上消防组织及演习	(58)
8.2	船舶防火控制图	(61)
9	船舶消防应变、灭火行动与方法	(62)
9.1	船舶消防应变	(62)
9.2	船舶灭火行动的要求	(63)
9.3	船舶灭火	(65)
10	船舶消防综合演练	(68)
10.1	扑灭明火	(68)
10.2	在模拟消防舱进行综合性演练	(68)
<b>第2篇 实操训练</b>		(71)
科目一 手提式灭火器的正确使用		(73)
一、各类灭火器操作方法		(73)
二、灭火器扑灭甲类火演习		(75)
三、扑灭乙类火演习		(76)
科目二 铺展水龙带及水枪连接		(77)
一、水龙带与水枪		(77)
二、消防水龙带的展开和回收		(78)
三、水龙带展开、灭火、回收动作及口令		(80)
<b>第3篇 练习与测试</b>		(83)
判断题		(85)
选择题		(94)
参考答案		(106)
判断题参考答案		(106)
选择题参考答案		(108)
附录		(110)
参考文献		(111)

# 基本理论



# 1 燃 烧

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。人们通常所说的“起火”、“着火”就是燃烧一词的习惯而又通俗的叫法。在日常生活中，我们经常可以看到和感觉到燃烧现象，如火焰、火光、发热、冒烟等，但燃烧是如何产生的呢？其实质又是什么呢？随着科学技术的不断发展，人们在不断实践中才逐步对这些问题有了明确的答案。

## ▶▶▶ 1.1 燃烧的定义与燃烧实质

### 1.1.1 燃烧的定义

燃烧是一种放热、发光的剧烈的化学反应。

首先，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生成二氧化碳和水蒸气。

其次，燃烧是一种以发热、发光为特征的剧烈的化学（氧化）反应。例如，铜在空气中氧化生成氧化铜不是燃烧，只是一般的氧化反应。

燃烧不仅是木材在空气中燃烧时生成二氧化碳和水蒸气之类的化合反应，也可能是分解反应。如硝化甘油燃烧生成二氧化碳、水、氧和氮以及光和热。

燃烧反应的结果是产生大量的热，并把反应产物加热到发光。

所有易燃固体、液体、气体物质的燃烧都属于放热、发光的剧烈的化学反应。

### 1.1.2 燃烧实质

物质燃烧是可燃物质与氧或其他氧化剂进行反应的结果。剧烈氧化结果是放出光和热，而一般氧化没有发光现象。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。例如，硫在空气中燃烧生成二氧化硫，并发出光和热，属于燃烧；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，但不发出光和热，就只属于一种化学反应，而不属于燃烧；又比如生石灰与水起反应生成石灰，同时发出热，但没有发出光，故这也只是化学反应，而不属于燃烧；再比如灯泡通电后发出光和热，但无氧化反应，这只属于物理现象，而不能称之为燃烧；铁在空气中氧化生成一氧化铁，发热少且无发光现象，这属于一般的氧化反应，也不能称之为燃烧。

从本质上而言,燃烧是一种氧化-还原反应,参加燃烧的反应物必须包含氧化剂和还原剂,也就是通常所说的助燃物和可燃物。燃烧时因为缺氧而产生的一氧化碳是可燃气体,也是有毒气体。

## ▶▶▶ 1.2 燃烧的条件与类型

任何燃烧现象的发生,都必须同时具备可燃物、助燃物和着火源这三个条件。这三个条件又叫做燃烧三要素。

### 1.2.1 燃烧三要素

通常把可燃物、助燃物、着火源这三个要素组成一个等边三角形——燃烧三角形来表示三要素对燃烧具有同等的重要性。

#### 1.2.1.1 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。在这三种形态的可燃物质中,可燃气体最易燃烧,可燃固体或可燃液体是先汽化,后燃烧。例如,木材、煤炭等都是在受热后分解出水蒸气、其他气体和碳之后才燃烧;石蜡、沥青等都是受热熔化成气体后再燃烧;汽油、煤油等石油产品都是受热挥发出气体,与空气混合达一定比例后再燃烧。

可燃固体的易燃性和它与空气的接触面积有关,单位重量的物质与空气的接触面积越大,则越容易燃烧。例如,整块木头不易用火柴点燃,如将之削成木刨花,则很容易点燃;大块的铝、镁看起来是不燃物质,可是将之加工成铝粉和镁粉后,它们不仅容易燃烧,而且还具有爆炸性。

#### 1.2.1.2 助燃物质

凡与可燃物质相互结合能导致燃烧的物质都叫做助燃物质。与可燃物质不同,助燃物质本身不会燃烧,只是能帮助和支持可燃物燃烧的物质。例如氧气本身属于不燃物质,不能燃烧,但没有它就不能引起剧烈的氧化反应,也就没有燃烧,所以氧气是一种助燃物质。氯气、氯酸钾、高锰酸钾等氧化剂里的氧气十分活跃,在一定条件下,其中的氧气也会像空气中的氧气一样与可燃物结合,引起剧烈的氧化反应而产生燃烧。所以一般我们将氧和氧化剂都称为助燃物。

没有助燃物,任何物质都燃烧不起来。可燃物的完全燃烧必须要有足够的氧气。要使等量的各种不同可燃物完全燃烧,所需的空气量各不相同。例如,要使1 kg木材燃尽,需要4~5 m<sup>3</sup>的空气,而燃尽1 kg石油产品需要10~12 m<sup>3</sup>的空气。当空气中氧气不足时,就会产生不完全燃烧,生成可燃且有毒的一氧化碳气体。空气中的氧含量约为21%,燃烧时,如空气中含氧量降到11%以下,一般物质的燃烧就会熄灭。当含氧量降到16%时,就对人体健康造成影响;当含氧量下降到10%时,人就会因缺氧晕倒,如不及时抢救会导致死亡。

### 1.2.1.3 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。

### 1.2.2 燃烧条件

具备燃烧的三个条件，燃烧也不一定能发生。

要燃烧，首先必须使可燃物质与氧有一定的数量比例；其次，必须供给足够的氧气；再次，着火源必须要有一定温度和足够的热量；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。

### 1.2.3 燃烧类型

所谓燃烧类型，即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、自燃和爆炸四种类型。

#### 1.2.3.1 闪燃

##### (1) 闪燃的定义

闪燃是指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 s 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（闪点）下，蒸发速度还不快，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，因而燃烧一下就熄灭了。闪燃往往是火警的先兆。

##### (2) 闪点

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，闪点比燃点（着火点）低。闪点是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，可在标准仪器中测量出来。标准仪器有开杯式和闭杯式两种。开杯式用于测定高闪点（80℃以上）液体，闭杯式用于测定低闪点（80℃以下）液体。闪点是评定液体火灾危险性的主要依据。低于闪点温度时，液体不会发生火灾危险，但液体的闪点越低，火灾危险性就越大。石油产品的火灾危险性还与沸点和挥发性等有关。

我们可以根据闪点确定生产、储存可燃性液体的火灾危险性类别：闪点低于 28℃ 的为一级易燃液体；闪点在 28~60℃ 的为二级易燃液体；闪点高于 60℃ 的为三级易燃液体。当装运石油产品无闪点资料时，应按一级易燃液体对待。我国规定闪点在 65℃ 以下的可燃液体都属于易燃液体。

几种常见易燃液体的闪点如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 几种常见易燃液体的闪点

名称	闪点 (°C)	名称	闪点 (°C)
汽油	28	丙酮	-17
苯	-15	甲醚	-41
甲醇	9.5	乙醚	-45
乙醇 (酒精)	11	乙酸乙酯	-5
煤油	28~45	松节油	30
乙醛	-17	桐油	120~239

### 1.2.3.2 着火

#### (1) 着火的定义

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

#### (2) 着火点

着火点又称燃点, 是能产生燃烧现象所需要的最低温度。一切可燃液体的燃点都高于其闪点。易燃液体的燃点比其闪点高出 1~5 °C, 液体闪点越低, 这一差数就越小。例如汽油、苯、二硫化碳的燃点仅比其闪点高 1 °C。

几种常见物质的燃点如表 1-1-2 所示。

表 1-1-2 几种常见物质的燃点

名称	燃点 (°C)	名称	燃点 (°C)
纸张	130~230	布匹	200
棉花	210~255	豆油	220
麻绒	150	松木片	238
蜡烛	190	樟脑	70
烟叶	222	天然橡胶	129
胶布	325	麦草	200
漆布	165	赛璐珞	100
硫	207	黄磷	34
醋酸纤维	305	粘胶纤维	235
松节油	53	灯油	96

### 1.2.3.3 自燃

#### (1) 自燃的定义

自燃是可燃物质在空气中未接触明火源, 在一定温度下发生的燃烧现象。

#### (2) 自燃点

自燃点是可燃物质能发生自燃的最低温度, 它不是一个固定的数值。液体和气体的自燃点和压力成反比; 石油制品的自燃点随分馏点的升高而降低, 即重质油品比轻质油品的自燃点低; 当装有可燃液体的容器直径缩小时, 自燃点升高, 小到一

定数值时便不能自燃；固体物质的自燃点和其粉碎程度成反比，并且受热时间越长，其自燃点越低。

### (3) 自燃的种类

自燃可分为本身自燃和受热自燃两种。

本身自燃又称蓄热自燃，是指某些物质在没有外来热源作用，而是由于其本身内部的生物、物理或化学的作用而产生热，在一定的条件下，积热不散、温度升高，达到该物质的自燃点而发生的自行燃烧。为防蓄热自燃，对货物应采取与热源隔离、妥善包装、防止潮湿、良好通风等措施。

某些可燃物质的蓄热自燃能在常温下发生，因此潜伏着极大的火灾危险性，应予以特别注意。常见的能发生蓄热自燃的物质如下：

①植物产品：稻草、洋草、树叶、麦芽、锯末、甘蔗渣、籽棉等。

②油脂：主要是植物油和动物油黏附于植物纤维或其制品上，如油布、油纸及其制品或粘棉纱头。

③煤：除无烟煤之外的烟煤、褐煤和泥煤。主要是由于煤的呼吸和氧化作用以及热交换引起。煤的粉碎程度、湿度、挥发物的含量和单位体积的散热量，对煤的自燃影响很大。

④硫化铁：主要是硫铁矿以及金属油罐、油舱受腐蚀生成的硫化铁等。

船上常见的易发生蓄热自燃的物质有煤及硫化铁，油舱底部舱壁上的硫化铁，粘有油脂的棉、麻植物，棉纱头，潮湿的棉、麻等植物纤维，化学危险品中的黄磷、硝化纤维素及其制品。

受热自燃是指物质被加热到一定温度时，不用外界明火作用引起自行燃烧现象。引起受热自燃的原因有：

①接触热的物体，如烟筒、取暖设备、电热器等；

②直接火加热；

③摩擦生热，如机器轴承缺乏润滑或缠绕纤维物质；

④化学热效应，如化学反应中放出的热等；

⑤压缩热，如物质受高压压缩时发热；

⑥辐射热，如明火和炽热物体发生辐射热，太阳辐射热等。

船舶上常见物质的自燃点如表 1-1-3 所示。

表 1-1-3 船舶上常见物质的自燃点

名称	自燃点 (°C)	名称	自燃点 (°C)
汽油	415~570	二硫化碳	112~170
溶剂油	235	锌粉	360
重油	380~420	松香	240
乙醇(酒精)	180	赛璐珞	150~180
煤油	240~290	黄磷	34~45
柴油	350~380	桐油	410



### 1.2.3.4 爆炸与爆炸极限

#### (1) 爆炸

从消防角度讲，凡是发生瞬间的燃烧，同时生成大量的热和气体，并以很大的压力向周围扩散的现象，叫爆炸。爆炸能直接产生火灾，其冲击波能将火势迅速扩散，同时破坏建筑物，加速气体对流，使燃烧加剧，还会造成人员伤亡。

爆炸有核爆炸、化学爆炸和物理爆炸三种。

核爆炸：由于原子核的分裂或热核反应所引起的爆燃。

化学爆炸：由于爆炸性物质本身发生的化学反应产生大量的热和气体。这种爆炸其实是物质高速度的燃烧现象——动力燃烧。例如爆炸物品以及可燃气体、液体、蒸气和粉尘与空气混合的爆炸，这种爆炸能直接造成火灾，具有很大的危险性。事实上，化学性爆炸是可燃物质事先与氧化剂的混合物（或本身含氧的炸药）遇到火源而发生极短时间内的高速度的燃烧。

物理爆炸：由于气体或液体蒸气迅速膨胀，压力急剧增加，并大大超过容器所能承受的压力所发生的爆炸。例如蒸气锅炉、压缩和液化气体钢瓶、油桶、油罐爆炸等。这种爆炸能间接地造成火灾。

①爆燃：物质爆炸传播速度为每秒数十米至百米，压力不激增，无声响，无多大破坏性。如无烟火药在空气中的迅速燃烧，气体混合物接近爆炸浓度上限或下限时的爆炸等都属于此类。

②爆炸：物质爆炸传播速度为每秒数百米，爆炸时在爆炸地点引起压力激增，有震耳的声响，有较大的破坏力。如压紧的火药受摩擦或遇火源引起的爆炸，以及可燃气体、液体、蒸气或粉尘等爆炸混合物的爆炸均属于此类。

③爆震（爆轰）：这种爆炸具有突然升起的极高压力，以超音速的冲击波传播，每秒可达千米。这种冲击波能远离爆震发源地而独立存在，并能引起该处其他炸药的爆炸（称瞬爆），具有极大的破坏力。各种处于部分或全部封闭状况下的炸药爆炸，以及气体混合物处于特定浓度范围内或处于高压下的爆炸均属于此类。

由此可见，造成爆炸必须具备如下要素：可燃物与助燃物事先混合；变化速度非常快；产生大量的热，生成大量的气态产物。

#### (2) 爆炸极限

可燃气体、蒸气或粉尘与空气混合的混合物，必须在一定的浓度范围内，遇着火源才能发生爆炸，这个浓度的最低值叫下限，最高值叫上限。下限至上限的范围叫爆炸极限范围。通常用可燃气体在空气中所占比例——百分比（%）来表示。低于爆炸极限下限，气体量不足，“过稀”，遇明火不会爆炸和燃烧；高于爆炸极限上限，气体量过多，“过浓”，遇明火会燃烧，当有空气进入，可燃气体被稀释到爆炸极限范围内，就会发生爆炸。以汽油为例，要发生爆炸，其蒸气与空气混合的浓度为1.5%~6.9%，1.5%为下限，6.9%为上限。

常见可燃气体在空气中的爆炸极限范围如表 1-1-4 所示。