

全国公安高等教育（本科）规划教材
公安部政治部 组编



消防技术装备

李本利 陈智慧 主编



中国人民公安大学出版社

全国公安高等教育（本科）规划教材
公安部政治部 组编

消防技术装备

李本利 陈智慧 主编

中国人民公安大学出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

消防技术装备/李本利, 陈智慧主编. —北京: 中国人民公安大学出版社, 2014. 8
全国公安高等教育 (本科) 规划教材

ISBN 978-7-5653-1920-4

I. ①消… II. ①李…②陈… III. ①消防设备—高等学校—教材
IV. ①TU998.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 199505 号

消防技术装备

李本利 陈智慧 主编

出版发行: 中国人民公安大学出版社

地 址: 北京市西城区木樨地南里

邮政编码: 100038

经 销: 新华书店

印 刷: 北京蓝空印刷厂

版 次: 2014 年 8 月第 1 版

印 次: 2014 年 8 月第 1 次

印 张: 15.625

开 本: 787 毫米×1092 毫米 1/16

字 数: 321 千字

书 号: ISBN 978-7-5653-1920-4

定 价: 48.00 元

网 址: www.cppsups.com.cn www.porclub.com.cn

电子邮箱: zbs@cppsup.com zbs@cppsu.edu.cn

营销中心电话: 010-83903254

读者服务部电话 (门市): 010-83903257

警官读者俱乐部电话 (网购、邮购): 010-83903253

教材分社电话: 010-83903259

本社图书出现印装质量问题, 由本社负责退换
版权所有 侵权必究

全国公安高等教育（本科）规划教材

编审委员会

主任：夏崇源

副主任：樊京玉 黄进 谢维和

程琳 王世全 崔芝崑

委员：（按姓氏笔画排序）

马维亚 王刚 伊良忠 刘玉庆

刘冠华 闫继忠 许剑卓 孙茂利

杜兰萍 李娟 李锦奇 杨东

杨钧 吴钰鸿 吴跃章 张文彪

张兆端 张俊海 张高文 陈勇

陈延超 武冬立 林少菊 战俊

奚路彪 高峰 郭宝 曹诗权

程人华 程小白 傅国良 熊文修

滕健

编委会办公室：

陈延超（兼） 周佩荣 屈明

杨益平 曾惠

主编简介

李本利，男，1993年毕业于燕山大学压力加工专业，工学硕士。中国人民武装警察部队学院消防指挥系消防技术装备教研室教授，硕士研究生导师。主要从事灭火救援装备、火场供水及指挥自动化的教学与科研工作。

陈智慧，女，2004年毕业于北京理工大学应用化学专业，工学硕士。现任中国人民武装警察部队学院消防指挥系消防技术装备教研室主任，教授，硕士研究生导师。主要从事消防装备应用与管理的教学与科研工作。

全国公安高等教育（本科）规划教材

消防技术装备

主 编：李本利 陈智慧

副主编：毕 赢

撰稿人：（按姓氏笔画排序）

王丽敏 王忠波 王俊迪 毕 赢

李 翔 李本利 杨素芳 张连民

张晓青 陈智慧

前 言

教材是体现教学内容和教学方法的知识载体，是联系教与学的有效媒介。教材建设是公安教育训练的基础性工作，是实现公安院校教育现代化、提高教学质量的一项基本措施。改革开放以来，我们根据公安院校教学工作需要，先后组织编写了近 200 种公安院校专业课和专业基础课教材，为培养高素质的公安人才提供了有力支撑。近年来，我国执法环境和执法依据发生了深刻变化，公安理论和实践创新有了长足进步，公安高等教育实现了跨越式发展，原有统编教材难以满足现实需要，亟须重新编写。对此，公安部党委十分重视，郭声琨部长、杨焕宁常务副部长专门作出指示，成立了由公安部党委委员、政治部主任夏崇源任主任委员的教材编审委员会，并在京召开了工作部署会推动教材编写工作顺利有序进行。

本套教材是公安院校的本科教学用书，也是公安民警培训、自学的母本教材或指导性用书，涵盖侦查、治安、经济犯罪侦查、交通管理工程、刑事科学技术、禁毒、网络安全与执法、公安视听技术、警务指挥与战术、边防管理、消防工程等公安类本科专业，共计 110 种教材，是公安高等教育史上规模最大、涉及最广的一次教材建设工程。

本套教材以培养应用型公安专门人才为目标，以习近平总书记系列重要讲话为指南，坚持院校专家学者与实务部门骨干相结合，深入基层、融入实战、贴近一线，在充分吸纳教学科研成果和警务实践成功经验的基础上编写而成。教材在内容上主要突出公安理论的基础性和公安工作的实践性，在阐述公安各学科基本原理的同时，注重实践运用能力的培养，既兼顾了学科专业的系统性，又强调了警务实战的特殊性。在

体例规范上，既相对统一，又预留空间，鼓励学术上的研究和探讨，利于学生展开更深的探究。

本套教材是在公安部政治部的统一领导下分组集体编写而成的。为保证教材内容贴近实战，我们遴选了部分警务实战骨干参与编写工作。各门教材由编写组精心组织、反复论证、集思广益完成初稿，最后经有关实战部门业务专家和部分社会相关领域知名专家学者审核后定稿。

我们相信，经过组织者、编写者、出版者的共同努力，全国公安高等教育（本科）规划教材能够以体系完整、内容丰富、贴近实战、形式新颖的精品特质，服务公安院校的教学和广大民警自学，为培养高素质、高水平的应用型公安专门人才发挥重要作用。

公安部政治部

2014年8月

编写说明

消防技术装备课是消防指挥本科专业的技术基础课、主干课程之一。为适应培养政治业务素质高、专业核心能力强的应用型专门人才的需求，以“学为用”“练为战”为指导，以培养消防指挥人员综合素质为基础，以提高专业能力、职业能力为核心，我们组织编写了全国公安高等教育（本科）规划教材《消防技术装备》一书。

消防技术装备既是人类同火灾及其他灾害事故作斗争的重要工具，又是消防队伍形成战斗力的物质基础和基本要素。消防技术装备主要研究各类灭火救援器材装备的结构组成、工作原理、适用范围、操作使用、维护保养及故障排除等方面的内容。本规划教材以国内现行的消防相关法律、法规和标准为基础，在保持教材体系完整性的基础上，充分吸收本学科领域国内外最新研究成果，密切联系消防技术装备应用和管理工作实际，形成了具有一定理论性、先进性、实用性和综合性的知识体系。

本教材内容主要包括灭火剂、消防器具、抢险救援器材、消防员防护装备、车用消防泵、灭火类消防车、举高类消防车、专勤类消防车、新型消防车与特种消防装备等。

本教材由中国人民武装警察部队学院李本利教授、陈智慧教授任主编，公安部消防局装备处毕赢高级工程师任副主编。编写具体分工为：陈智慧（第一章，第七章第一节）；毕赢（第二章，第九章第一、二节）；张晓青（第三章第一节至第五节）；王丽敏（第三章第六节）；李本利（第四章第二、三节）；王忠波（第五章第一节至第四节）；杨素芳（第五章第五节，第六章第二节，第七章第二节至第四节）；张连民（第六章第一、三节，第八章）；王俊迪（第四章第一节，第六章第四节，第九章第三节至第五节）。北京市公安消防总队李翔高级工程师对编写大纲和教材初稿进行了审定。全书由李本利教授统稿。

◎消防技术装备

本教材在编写过程中，得到了公安部及有关单位的大力支持，在此一并表示感谢！

近年来，灭火救援装备发展很快，编者限于水平和条件，书中难免有疏漏和不妥之处，恳请广大读者和专家批评指正。

本书除供消防专业院校教学使用外，还可供消防部队指战员及专业灭火救援人员业务学习参考。

《消防技术装备》编写组

2014年8月

目 录

第一章 灭火剂	(1)
第一节 水.....	(1)
第二节 泡沫灭火剂.....	(9)
第三节 干粉灭火剂.....	(18)
第四节 气体灭火剂.....	(21)
第五节 金属火灾灭火剂.....	(23)
第二章 消防器具	(26)
第一节 输水器具及附件.....	(26)
第二节 射水器具.....	(29)
第三节 泡沫灭火器具.....	(35)
第四节 移动式灭火装置与蓄水器材.....	(42)
第三章 抢险救援器材	(45)
第一节 侦检器材.....	(45)
第二节 救生器材.....	(53)
第三节 破拆器材.....	(59)
第四节 堵漏器材.....	(67)
第五节 洗消与输转器材.....	(70)
第六节 排烟与照明器材.....	(72)
第四章 消防员防护装备	(75)
第一节 消防员防护服装.....	(75)
第二节 呼吸保护器具.....	(87)
第三节 消防用防坠落装备.....	(113)
第五章 消防泵	(117)
第一节 低压消防泵.....	(117)
第二节 中低压消防泵.....	(128)
第三节 高低压消防泵.....	(135)

◎消防技术装备

第四节	引水消防泵·····	(137)
第五节	手抬机动消防泵与浮艇式消防泵·····	(143)
第六章	灭火类消防车·····	(151)
第一节	消防车概述·····	(151)
第二节	水罐消防车·····	(156)
第三节	泡沫消防车·····	(169)
第四节	干粉消防车·····	(177)
第七章	举高类消防车·····	(184)
第一节	举高类消防车概述·····	(184)
第二节	登高平台消防车·····	(185)
第三节	云梯消防车·····	(198)
第四节	举高喷射消防车·····	(205)
第八章	专勤类消防车·····	(210)
第一节	通信指挥消防车·····	(210)
第二节	抢险救援消防车·····	(214)
第三节	排烟消防车·····	(217)
第四节	照明消防车·····	(221)
第九章	保障类消防车与特种消防装备·····	(225)
第一节	保障类消防车·····	(225)
第二节	新型特种消防车·····	(230)
第三节	消防机器人·····	(232)
第四节	消防直升机·····	(234)
第五节	消防船·····	(235)
主要参考文献 ·····		(238)

第一章 灭 火 剂

【教学重点与难点】

教学重点：水、泡沫、干粉灭火剂的灭火机理及适用范围。

教学难点：泡沫灭火剂的主要技术性能指标。

凡是能够有效地破坏燃烧条件，使燃烧终止的物质，统称为灭火剂。灭火剂的种类很多，其中常用的有：水、泡沫、干粉和二氧化碳等。

按灭火剂物质状态不同，可分为固体灭火剂、液体灭火剂和气体灭火剂；按灭火原理不同，可分为物理灭火剂和化学灭火剂。其中，水是应用最广泛的天然灭火剂。

|| 第一节 水 ||

按水在自然界中的存在形式不同，可以分为固、液、气三种状态。其中液态形式的水，在消防中应用最为广泛。

一、理化性质

(一) 水的物理性质

1. 水的密度。水的密度随温度的变化而变化，在4℃时为最大值。水在温度由4℃降低到0℃的过程中，它的密度随温度的降低反而减小。在严寒的冬季，应将消防车的管路、消防水枪、消防水炮等器材中的水及时放净，必要时采取保暖措施，以防水结冰时对器材造成损坏。

2. 水的比热容和汽化潜热。水的比热容和汽化潜热较大，水的比热容为4.2kJ/(kg·K)，100℃时汽化潜热为2256.7kJ/kg。

3. 水的导电性。水的导电性主要与水的纯度和水流形式有关。纯净的水是电的不良导体。随着水中杂质含量的增加，特别是电解质含量的增加，水的电阻率迅速下降，导电能力大大增强。另外，对同一种类型的水，使用的水流越分散，导电性能越差。

由于消防使用的水能导电，所以在一般情况下，不能用密集水流来扑救带电设

备火灾，可在电气设备断电后用开花水流或雾状水流灭火。

4. 水的表面张力与润湿现象。

(1) 水的表面张力。由于表面张力的存在，使液体表面具有自动缩小的趋势。例如，滴落在荷叶上的水积聚为水珠；可将一枚硬币轻轻放在水面上等都是表面张力的作用。

用水灭火时，为充分发挥水的灭火作用，希望水能尽量展开，扩大其比表面积，增加与燃烧物的接触面，因此灭火用水的表面张力越小越好。通过向水中添加一定的添加剂可达到这一目的。

(2) 水的润湿现象。不同的固体物质能被水润湿的程度不同，如仓库内压紧的棉花包很难被水润湿。

能被水润湿的固体物质，起火时用水扑救效果良好；不能被水润湿的固体物质，起火时用水扑救效果就差。如果在水中添加润湿剂，使不能被水润湿的物质变成能够被水润湿的物质，就能显著提高水的灭火效果。

5. 水与其他液体的相溶性。

能够与水相互溶解的液体为水溶性液体，如乙醇、乙醚等；不能与水相互溶解的液体为非水溶性液体，如汽油、煤油、柴油、苯等。

对水溶性可燃液体火灾，可以通过混合冲淡的方法，使火灾得到控制或扑灭。对非水溶性可燃液体火灾，当可燃液体比水重时，可用水来扑救（如可用水扑救二硫化碳火灾）；但是，当可燃液体比水轻时，由于它可漂浮在水面上随水流散，不能用直流水扑救。

(二) 水的化学性质

1. 热稳定性。水分子具有非常高的热稳定性，在一般温度下，它不会分解。水蒸气被加热到极高的温度（1900℃以上）时，才热解出少量的氢和氧，而一般火焰的温度要远比这一温度低，因而水在一般火焰中是很稳定的，在极高温下热解产生的氢和氧一般也不会达到造成危险的爆炸混合物的浓度。

2. 化学反应。在常温或高温下，水可与某些物质发生化学反应并伴有热量、易燃可燃气体或有毒有害气体产生，有时甚至会发生爆炸燃烧。遇水反应物质起火时，不能用水和泡沫灭火剂扑救，因此，了解水会与哪些物质发生化学反应，对消防员来说至关重要。

(1) 与活泼金属的反应。锂、钠和钾等活泼金属在工业上应用较多。水与活泼金属在常温下即可反应，结果是水中的氢被碱金属置换出来：



钾与水的反应最为剧烈，往往同时发生爆炸，并引起液态金属的飞溅。在常温下，钠和钾与水反应时要比锂剧烈得多，但锂在燃烧时与水反应也很剧烈，反应生成的热量可使金属熔化，暴露出更大的表面积，进而与水进一步反应，产生更多的

氢气，并可能引起爆炸。

(2) 与金属粉末的反应。水与锌粉、铝粉、镁铝粉等金属粉末在常温下即可发生缓慢的化学反应。反应过程中，水中的氢被金属置换，同时放出热量，热量的积蓄容易使产生的氢自燃，从而引起金属粉末的燃烧。



(3) 与金属有机化合物的反应。水可与乙基钠 $\text{C}_2\text{H}_5\text{Na}$ 、三甲基铝 $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ 等金属有机化合物发生反应，使之分解为金属的氢氧化物或氧化物，以及易燃的乙烷和甲烷。这种反应过程尤为激烈，容易引起爆炸。

(4) 与金属氢化物的反应。水与氢化锂、氢化钠、氢化铝等金属氢化物接触时，会发生类似于活泼金属的强烈反应，生成氢氧化物、氢气并放出很高的热量，释放出的氢气几乎能立即起火。

(5) 与过氧化物的反应。水与活泼金属的过氧化物反应生成过氧化氢或氧气，同时释放出大量的热，反应放出的热可使反应进一步加剧，反应释放出的氧气能助燃，如果用水灭火，往往会引起爆炸性反应。

(6) 与碳及金属碳化物的反应。水遇到灼热燃烧的碳会产生一氧化碳和氢气，水遇到碳化钙、碳化铍、碳化铝、碳化镁等金属碳化物时会使它们水解，产生易燃的炔烃或烷烃，并释放出大量热，这些反应所释放出的热量，足以引燃水解所生成的各种气体。

(7) 与金属磷化物的反应。水可使磷化钙、磷化锌等金属磷化物发生水解，产生易燃、剧毒的磷化氢。

(8) 与金属氰化物的反应。氰化钾、氰化钠等金属氰化物与水反应能生成易燃、剧毒的氰化氢。

(9) 与金属硅化物的反应。硅化镁、硅化铁等物质与水反应能生成四氢化硅，四氢化硅在空气中能自燃。

(10) 与金属硫化物的反应。硫化钠、低亚硫酸钠（保险粉）等物质与水反应能生成易燃气体硫化氢，并放出热量。

二、灭火机理

水的灭火作用主要体现在以下几方面：

(一) 冷却作用

水是一种很好的吸热物质，具有较大的比热容和汽化潜热。1kg 水由 20°C 变为 100°C 的蒸汽要吸收 2591.4kJ 的热量。木材、纸、棉、麻等普通固体物质的燃烧热一般在 13890~22500 kJ/kg 的范围内，而 10kg 水由 20°C 全部变为 100°C 的蒸汽所吸收的热量要大于 1kg 上述固体物质完全燃烧所产生的热量。

由此可见，当水与炽热的燃烧物接触时，在被加热和汽化的过程中，会大量吸收燃烧物的热量，迫使燃烧物的温度降低而最终停止燃烧。

（二）窒息作用

水遇到炽热的燃烧物汽化时，会产生大量水蒸气。1kg 水变为 100℃ 的蒸汽时，其体积膨胀约 1700 倍。在敞开的燃烧区域，水蒸气能够稀释燃烧物周围大气的氧含量，阻碍新鲜空气进入燃烧区。密闭的燃烧区域内，大量的水蒸气可使燃烧区内的氧浓度大大降低，甚至将火熄灭。一般情况下，当空气中的水蒸气体积含量达 35% 时，大多数燃烧都会停止，因而水有良好的窒息灭火作用。

（三）稀释作用

水是一种良好的溶剂，可以溶解水溶性甲、乙、丙类液体，如醇、醛、醚、酮、酯等。当此类物质发生火灾，如果容器中水溶性可燃液体的量较少或为浅层水溶性可燃液体溢流火灾，可用水予以稀释，以降低它的浓度和燃烧区内可燃蒸气的浓度，从而改变其燃烧特性，甚至使燃烧自行终止。

但是，当容器中所装的水溶性可燃液体较满或为深层的可燃液体溢流火灾，利用水的稀释作用灭火往往是无效的，因为大量注水时，会造成水溶液的大量外溢，进一步扩大燃烧面积。

（四）乳化作用

将两种互不溶解的液体放在同一容器中进行搅拌时，一种液体会以微滴的形式分散到另一种液体中，这种作用称为乳化。对于非水溶性可燃液体的初起火灾，在未形成热波之前，用开花水或雾状水进行灭火，能在可燃液体表面形成一层以可燃液体为连续相的“油包水”型乳液，尽管乳液的稳定性较差，但由于水的连续施加，仍能形成一个乳化层。对于重质油品，连续喷射开花水或雾状水可在其表面形成一层含水油泡沫，由于水的乳化作用，液体表面受到冷却，可燃蒸气产生的速度下降，火灾就会被扑灭。

（五）冲击作用

直流水枪喷射出的密集水流，具有较大的冲击力，可以冲散燃烧物，改变燃烧物持续燃烧所必需的状态，能显著减弱燃烧强度；也可以冲断火焰，使之熄灭。

水的灭火作用是多方面的，灭火时往往不是单独一种作用的结果，而是几种作用综合的结果。在不同情况下，水的各种灭火作用的功效可能不同，但大多数情况下，起主要灭火作用的是水的冷却作用。

三、水的灭火效率

（一）扑救 A 类火灾

水扑救 A 类火灾的灭火效率会受火场火焰的燃气流速、水滴穿透火焰的能力、到达燃烧物表面的水滴大小、水供给强度、水滴在燃烧表面停留时间等因素影响。

对高架仓库的某些固体可燃物（如橡胶制品、塑料制品）的燃烧试验表明，这些物质燃烧1~2min后，火焰的燃气流速往往要超过12m/s。对水滴穿透火焰燃气流速能力的试验结果是，直径为1mm的水滴只能穿透燃气流速为6m/s的火焰，直径为1.5mm的水滴只能穿透燃气流速9m/s的火焰，直径为2mm的水滴可穿透燃气流速12.2m/s的火焰。

根据水滴的能量和最佳吸热效果的计算表明，在接近燃烧物表面时，水滴的直径在0.35mm时灭火效果最好。通过用水扑救木垛模型火灾的试验发现，用直径为0.3~0.4mm的滴状水，供给强度为4L/(m²·min)时能取得最好的效果。

固体物质呈立体状，对于聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯等热塑性高分子材料及其制品，燃烧时不仅熔融流淌，而且燃烧表面还具有很强的疏水性，水在扑救此类固体物质火灾时，在其燃烧表面停留的时间非常短，绝大多数都被浪费了，导致灭火效率非常低，灭火时间往往非常长，火灾及其水渍损失非常大。

虽然水在扑救A类火灾中得到了广泛应用，但实践证明，在灭A类火灾时，水的灭火效率并不高。当采用泡沫灭火剂和部分水系灭火剂灭A类火灾时，由于其具有较低的表面张力和良好的润湿性，在固体物质表面停留的时间比水长，灭火效率远远高于水。

（二）扑救B类火灾

用雾状水流扑救B类火灾时，由于雾状水的水滴直径很小，水与火焰的接触面积增大，可以迅速在火焰中汽化，吸收火场的热量，使易燃可燃液体表面的温度下降到其闪点以下，终止燃烧。

试验表明，水滴直径在0.01~0.1mm的雾状水对扑救闪点在80℃以上的小面积易燃可燃液体火灾是很有效的。但对于闪点在80℃以下的易燃可燃液体火灾，则不宜用水扑救，因为水在火焰中很快就会被加热到80℃以上，很难使易燃可燃液体的温度降至闪点以下。

对于轻质石油产品，雾状水虽然不能达到灭火的效果，但能起到冷却降温和控制火势的作用。国外曾用水滴直径为0.1mm的水雾对500m³汽油油罐火进行灭火试验，虽然未能把火扑灭，但可使燃烧程度大大削弱。

（三）扑救C类火灾

对于易燃气体流量大或燃烧面积大的火灾，用水扑救往往是无效的。但对于小流量或小面积的易燃气体火灾，也可用水滴直径为0.01~0.1mm的雾状水扑灭。对于大流量的天然气井喷火灾，当井喷气流处于自由喷射燃烧状态时，可将若干支直流水枪布置在井喷气流的四周，同时向井喷气流的根部喷射，然后一起慢慢抬起，利用柱状水与高速喷射的井喷气流之间的机械冲击作用，以及冲击形成水雾的冷却作用，将火焰切断。

（四）扑救带电设备火灾

消防中使用的水源往往含有酸、碱、盐等电解质，水的导电率会显著升高，用