

全国公安高等教育（本科）规划教材  
公安部政治部 组编



# 工业企业防火

傅智敏 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

# 工业企业防火

傅智敏 主编

中国人民公安大学出版社

·北 京·

## 图书在版编目 (CIP) 数据

工业企业防火/傅智敏主编. —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 - 1907 - 5

I. ①工… II. ①傅… III. ①工业企业—防火—高等学校—教材 IV. ①X932

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 198194 号

## 工业企业防火

傅智敏 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 11 月第 2 次

印 张: 18

开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

字 数: 368 千字

---

书 号: ISBN 978 - 7 - 5653 - 1907 - 5

定 价: 56.00 元

---

网 址: [www.cppsups.com.cn](http://www.cppsups.com.cn) [www.porclub.com.cn](http://www.porclub.com.cn)

电子邮箱: [zbs@cppsup.com](mailto:zbs@cppsup.com) [zbs@cppsu.edu.cn](mailto: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

傅智敏，女，河南开封人。1990 年本科毕业于中国人民武装警察部队技术学院消防工程系，2002 年博士研究生毕业于北京理工大学应用化学专业，工学博士。现任中国人民武装警察部队学院消防工程系防火工程教研室主任，教授，硕士研究生导师。主要从事消防工程专业的教学与科研工作。

# 全国公安高等教育（本科）规划教材

## 工业企业防火

主 编：傅智敏

副主编：李彦军 岳庚吉 付 敏

撰稿人：（按姓氏笔画排序）

王滨滨 毛占利 付 敏 朱 毅

李彦军 吴振坤 岳庚吉 傅智敏

# 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

“工业企业防火”课程以生产、储存、运输及销售等过程的火灾爆炸危险和预防控制对策为研究对象，在消防工程学科体系中具有重要地位。本教材作为消防工程本科专业的主教材，还可供广大消防监督人员及工业企业消防安全管理人员学习参考。

随着消防工程学科的迅速发展，新观点、新方法、新技术不断涌现，法律法规、技术规范与标准也在不断更新，“工业企业防火”课程教学内容改革不断深化。根据专业课教学要增强理论性、突出专业特色、向学科深度发展的精神，编写组充分吸收国内外相关学术研究成果，密切结合工业企业消防监督工作实际，在整合扩充2008年出版的“十一五”普通高等教育国家级规划教材《工业企业防火》的基础上，更新并调整了原有教材内容和结构，以求形成一个具有公安技术类学科专业特色、系统性强，既能满足公安消防业务的需求，又具有一定前瞻性的知识体系。教材内容主要包括危险品及其危险特性、储存物品与生产的火灾危险性、火灾与爆炸事故原因分析、火灾与爆炸事故后果定量分析、防火防爆技术对策、工业场所消防设施、仓储防火、工业火灾风险分析技术等方面的内容。

本教材由中国人民武装警察部队学院傅智敏教授任主编；公安部消防局李彦军高级工程师，中国人民武装警察部队学院岳庚吉编审、付敏讲师任副主编。绪论和第三章、第六章由傅智敏编写，第一章由中国人民武装警察部队学院王滨滨讲师编写，第二章和第八章第四节由中国人民武装警察部队学院毛占利讲师编写，第四章第一、二、三节和第五章第一、三节由付敏编写，第四章第四节和第五章第二节由岳庚吉编写，第七章第二节

和第八章第一、二节由李彦军编写，第七章第一、三、四、五节由中国人民武装警察部队学院朱毅讲师编写，第八章第三、五节由安徽省公安消防总队吴振坤高级工程师编写。

本教材在编写过程中，得到了公安部消防局、中国人民武装警察部队学院各级领导的大力支持和鼓励，在此表示衷心的感谢；教材编写内容参阅了国内外同行的研究成果，在此对他们的辛勤劳动致以敬意并表示诚挚的谢意。

由于编者水平所限，教材中难免存在疏漏之处，敬请读者批评指正。

《工业企业防火》编写组

2014年5月

# 目 录

|                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| 绪 论 .....                          | ( 1 )   |
| 第一章 危险品及其危险特性 .....                | ( 8 )   |
| 第一节 危险品概述 .....                    | ( 8 )   |
| 第二节 气体 .....                       | ( 14 )  |
| 第三节 易燃液体 .....                     | ( 22 )  |
| 第四节 易燃固体、易于自燃的物质、遇水放出易燃气体的物质 ..... | ( 24 )  |
| 第五节 氧化性物质和有机过氧化物 .....             | ( 29 )  |
| 第六节 其他危险品的危险特性 .....               | ( 32 )  |
| 第二章 储存物品与生产的火灾危险性 .....            | ( 40 )  |
| 第一节 储存物品的火灾危险性 .....               | ( 40 )  |
| 第二节 生产的火灾危险性 .....                 | ( 47 )  |
| 第三节 影响储存物品及生产火灾危险性的因素 .....        | ( 51 )  |
| 第三章 火灾与爆炸事故原因分析 .....              | ( 60 )  |
| 第一节 火灾与爆炸事故的原因构成及原因类型 .....        | ( 60 )  |
| 第二节 火源型火灾与爆炸 .....                 | ( 67 )  |
| 第三节 蓄热型火灾与爆炸 .....                 | ( 75 )  |
| 第四节 潜热型蒸气爆炸 .....                  | ( 78 )  |
| 第四章 火灾与爆炸事故后果定量分析 .....            | ( 83 )  |
| 第一节 火灾的伤害破坏作用 .....                | ( 83 )  |
| 第二节 火灾后果定量分析 .....                 | ( 87 )  |
| 第三节 爆炸的破坏伤害作用 .....                | ( 99 )  |
| 第四节 爆炸事故后果定量分析 .....               | ( 103 ) |
| 第五章 防火防爆技术对策 .....                 | ( 114 ) |
| 第一节 工业企业总平面布置 .....                | ( 114 ) |
| 第二节 点火源的控制 .....                   | ( 120 ) |
| 第三节 阻火防爆安全装置 .....                 | ( 130 ) |

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| <b>第六章 工业场所消防设施</b> .....   | (140) |
| 第一节 火灾自动报警系统 .....          | (140) |
| 第二节 消火栓系统 .....             | (149) |
| 第三节 自动喷水灭火系统 .....          | (156) |
| 第四节 泡沫灭火系统 .....            | (175) |
| <b>第七章 仓储防火</b> .....       | (187) |
| 第一节 石油库防火 .....             | (187) |
| 第二节 天然气输配与储配防火 .....        | (196) |
| 第三节 液化石油气储配防火 .....         | (205) |
| 第四节 汽车加油加气站防火 .....         | (211) |
| 第五节 物流中心防火 .....            | (220) |
| <b>第八章 工业火灾风险分析技术</b> ..... | (228) |
| 第一节 火灾风险分析概述 .....          | (228) |
| 第二节 消防安全检查表法 .....          | (233) |
| 第三节 道化学公司火灾爆炸危险指数评价法 .....  | (239) |
| 第四节 事故树与事件树分析法 .....        | (248) |
| 第五节 危险化学品重大危险源辨识与评价 .....   | (259) |
| <b>主要参考文献</b> .....         | (272) |

# 绪 论

## 【教学重点与难点】

我国工业企业火灾的特点；预防与控制工业火灾的主要因素；“工业企业防火”课程的教学目标；“工业企业防火”课程的知识体系。

### 一、工业企业的范畴与工业企业火灾的特点

#### （一）工业企业的范畴

工业企业不仅包括从事生产、储存、运输和销售的商业性企业，还包括涉及大量可燃物料的商业性服务场所。

工业企业的行业种类繁多，石油工业、化学工业、塑料工业、合成纤维工业、燃气工业、电力工业、仓储工业、建筑工业、汽车制造业、电子工业、日用品工业、造纸工业、纺织工业、服装工业、家庭手工业等行业类型涉及国民经济和社会生活的方方面面，工业企业的正常安全运行与广大人民群众的生活息息相关。

#### （二）我国工业企业火灾的特点

由于工业企业具有物资集中、现场人员出现频率高、存在各种形式点火源的特点，发生火灾与爆炸事故时容易造成重大财产损失和人员伤亡。据统计，2000～2006年全国范围内涉及生产车间（厂房）、仓库、市场、商场、在建工地、交通工具等场所特大火灾和重大火灾的起数与直接财产损失在全部重特大火灾中的比例分别为70%和88%。2007年我国调整了火灾等级标准，2007～2012年全国范围内涉及生产车间（厂房）、仓库、“三合一”场所、家庭作坊、市场、商场、经营场所、商住楼、在建工地、交通工具等的特别重大火灾和重大火灾的起数、死亡人数、直接财产损失在全部重特大火灾中的比例分别为61%、59%和90%。因此，工业企业防火在消防监督管理工作中是重中之重。

表1列出了近年来我国发生的部分典型重特大工业企业火灾与爆炸事故。这11起重特大工业企业火灾与爆炸事故中，30人以上群死群伤的特别重大火灾与爆炸事故3起；1亿元以上的特别重大损失火灾与爆炸事故4起；直接涉及易燃易爆危险品为主要着火物质的有7起。

表 1 近年来我国发生的部分典型重特大工业企业火灾与爆炸事故

| 序号 | 时间         | 火灾与爆炸事故                              | 死亡人数<br>/人   | 受伤人数<br>/人 | 直接财产损失/万元 | 火灾原因                  |
|----|------------|--------------------------------------|--------------|------------|-----------|-----------------------|
| 1  | 2007·10·21 | 福建莆田市飞达鞋面加工场“10·21”特别重大火灾            | 37           | 19         | 30.1      | 放火                    |
| 2  | 2008·01·02 | 新疆乌鲁木齐市德汇国际广场批发市场“1·2”特别重大火灾         | 2人死亡<br>3人牺牲 | —          | 30000     | 外来火源                  |
| 3  | 2009·09·02 | 山东临沂市金兰物流基地“9·2”重大爆燃事故               | 18           | 10         | —         | 易燃易爆<br>危险 品 自<br>反应  |
| 4  | 2010·07·16 | 辽宁大连市中石油国际储运有限公司保税区“7·16”油库特别重大爆炸火灾  | 1人失踪<br>1人牺牲 | —          | 22330.2   | 违规使用<br>易 燃 易 爆<br>物品 |
| 5  | 2010·07·28 | 江苏南京市“7·28”原南京塑料四厂丙烯管道气体泄漏爆炸重大事故     | 22           | —          | 4784      | 野蛮施工<br>挖穿管道          |
| 6  | 2011·04·25 | 北京大兴区旧宫镇“4·25”重大火灾                   | 18           | 13         | 286.2     | 电动三轮<br>车蓄电池电<br>源线短路 |
| 7  | 2011·07·12 | 湖北武汉市经济技术开发区恒瑞橡胶制品有限公司生产车间“7·12”重大火灾 | 15           | —          | 1179.4    | 电 源 线<br>短路           |
| 8  | 2012·02·28 | 河北石家庄市克尔化工有限公司“2·28”重大爆炸火灾           | 25           | —          | —         | 硝酸胍反<br>应 釜 反 应<br>失控 |
| 9  | 2012·06·30 | 天津蓟县莱德商厦“6·30”重大火灾                   | 10           | —          | —         | 中转库内<br>空调电源线<br>短路   |
| 10 | 2013·06·03 | 吉林长春市宝源丰禽业有限公司“6·3”特别重大火灾爆炸事故        | 121          | 76         | 18200     | 电气线路<br>短路            |
| 11 | 2013·11·22 | 山东青岛市“11·22”中石化东黄输油管道泄漏爆炸特别重大事故      | 62           | 136        | 75172     | 输油管道<br>原油泄漏          |

## 二、工业企业火灾的防控体系

火灾的预防与控制体系包括火灾预防、火灾控制和火灾扑救三道防线，如图 1 所示。火灾预防包括物、人和环境三个方面的因素，抓好火灾预防工作需要全社会齐抓共管，通过消防宣传教育和社会消防管理最大限度地防止火灾的发生。火灾控制的手段有被动消防和主动消防两个方面，主要包括建筑防火设计、消防设施的建设与管理等。实施火灾扑救要充分考虑到建（构）筑物的特点、可燃物及其特性、人员与财产特征等因素，成功的火灾扑救离不开科学的火灾风险评估、合理可行的灭火预案和充分的灭火救援能力。物质的因素（可燃性及其他危险特性）不仅是火灾预防的核心，更是采取火灾控制措施和实施火灾扑救的基础。预防和控制工业企业火灾的发生要在充分认识物质的火灾、爆炸等危险特性的前提下，进行合理的建筑防火设计和消防设施设计，确保消防设施的完好有效，进而科学评估消防对象的现实火灾风险，为制订切实有效的防灭火预案提供理论支撑。

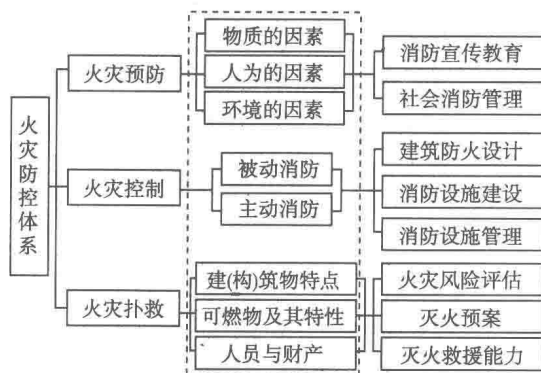


图 1 工业企业火灾的防控体系

## 三、“工业企业防火”课程在消防工程学科中的地位

随着科学技术和工程实践的飞速发展，尤其是在流体力学和燃烧基本原理方面取得的显著进步，自 20 世纪 50 年代以来，跨学科的火灾科学与消防工程学成为一个迅速发展的学科研究领域。人们认识到虽然经验方法在某些情况下不需要太多理解就可以解决一些问题，但以科学基本原理为基础的科学方法对于从根本上解决消防问题是至关重要的。美国科学研究院消防研究委员会于 1958 年提出的《消防研究计划建议书》标志着有组织、有计划地促进以科学方法解决消防问题的开端。20 世纪 60 年代至 70 年代，世界范围内一系列灾难性高层建筑火灾的发生极大地促进了高层建筑中烟气运动规律的研究，更加系统化的人身安全设计方法逐步得到应用，许多研究小组和个人开始研究消防安全评价与消防设计

中的工程方法。

美国消防协会将消防工程定义为科学和工程原理在保护人身及其环境免遭火灾危害方面的应用。其内容包括：火灾危险性分析；通过适当的设计、建造、布置和使用建筑、材料、结构、生产过程及输送体系来减少火灾损害；设计、安装并维护火灾探测系统、灭火系统和通信系统；火灾原因调查与分析等。火灾化学、火灾物理、建筑结构火灾特性、火灾与人类的相互关系、火灾风险分析以及消防设计与管理构成了消防工程的主要科学研究领域，其中促进科学的消防设计与管理是消防工程最主要的目标。在消防设计与管理的应用中，由于工业企业的生产、储存、运输和销售过程涉及材料、消费品、能源、建筑、城市与社区等诸多方面，具有综合性和典型代表意义，因而工业企业防火防爆在消防工程学科体系中的地位是非常重要的。在1989年6月召开的“第二届高等消防技术教育国际研讨会”上成立的“国际消防工程课程工作组”于1995年发表了一份《消防工程模块课程建议》（以下简称《建议》）。该《建议》是由瑞典Lund大学的Magnusson教授和英国Edinburgh大学的Drysdale教授等8人主持起草，在英国Edinburgh大学Rosbash教授于1980年所提出的“消防工程学科模块方法”的基础上，归纳总结了国际上消防工程高等教育40年的发展经验。在该《建议》中，提出了“火灾爆炸风险管理”与“工业企业防火防爆”两大应用课程模块，如图2所示。可以看出，“工业企业防火”在消防工程课程体系框架中具有非常重要的地位，并具有较强的知识性和应用性。

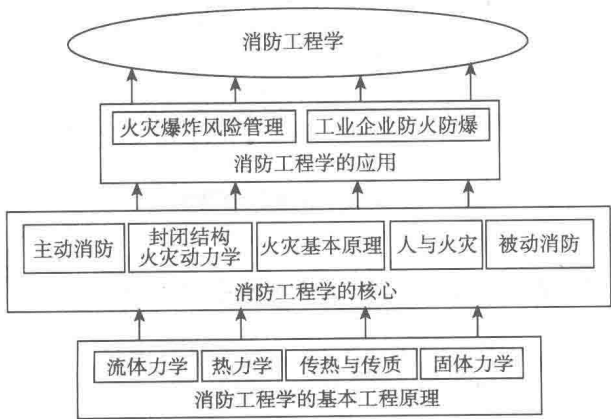


图2 消防工程学的课程体系框架

四、“工业企业防火”课程的性质与教学目标

（一）课程性质

“工业企业防火”是一门研究生产、储存、运输及销售等过程的火灾爆炸危险和预防与控制对策的课程。开设本课程的目的旨在从工程的角度分析和评价生产、

储存、运输及销售等过程的火灾与爆炸危险，并应用工程原理选择恰当的工业企业防火防爆措施，从而为工业企业的消防监督管理工作提供理论指导与实践参考。“工业企业防火”是消防专业教育中一门重要的专业主干课程，具有较强的知识性和实践应用性。

## （二）课程教学目标

通过“工业企业防火”课程的学习，学生应能够综合应用所学的消防工程基础知识与专业基础知识，在熟悉各种物料火灾爆炸危险特性及影响因素并掌握工业企业防火防爆对策的基础上，通过运用火灾危险性分析与火灾风险分析及评价手段，分析、解决工业企业中的消防安全问题，从而为承担消防监督工作奠定必要的基础。具体来说，“工业企业防火”的课程教学目标有以下四个方面：一是能够进行工业企业火灾危险性分析；二是掌握工业企业的防火防爆技术对策；三是熟悉各类与工业企业相关的消防技术规范及标准；四是能够对工业企业进行火灾风险分析与评价。

## 五、“工业企业防火”课程的主要教学内容

有效的工业企业消防设计与管理需要面对现代工业企业设施中存在的复杂性和变化，因而运用性能化方法对工业企业的火灾爆炸危险性以及火灾爆炸防护措施进行工程分析是实现工业企业防火防爆的有效途径。对工业企业火灾爆炸危险采取适当防护措施的工程决策涉及危险性辨识、后果分析和防火防爆措施评价三个方面。这三个方面与消防工程师和消防监督人员所应具备的三大职业技能密切相关。

为了使培养出的学生具有相应的职业技能，“工业企业防火”课程的教学内容在充分吸收国内外有关工业企业防火最新研究成果的基础上，紧密结合消防监督工作实际，力求形成较为系统的、具有一定前瞻性的知识体系。主要包括：危险品及其危险特性、储存物品与生产的火灾危险性、火灾与爆炸事故原因分析、火灾与爆炸事故后果定量分析、防火防爆技术对策、工业场所消防设施、仓储防火和工业火灾风险分析技术等方面的内容，如图3所示。

### （一）危险品的危险特性及储存物品与生产的火灾危险

危险品及其危险特性主要包括危险品的基本概念和各类易燃易爆危险品的危险特性等方面的内容。易燃易爆危险品是公安机关消防机构消防监督的重点对象，危险品防火是工业企业防火的物质防火基础。通过学习，要掌握危险品的基本概念，熟悉危险品包装图示标签、化学品安全标签以及化学品安全技术说明书等的有关标准和内容，掌握各类危险品及其常见典型物质的危险特性与应急处置对策。

储存物品与生产的火灾危险性与危险品的危险特性密切相关。通过对储存物品与生产火灾危险性的学习，要熟练掌握甲、乙、丙类储存物品与生产的火灾危险性分类特征及其与危险品危险特性间的关系，并熟悉影响储存物品与生产火灾危险性的因素。