


# 燃烧爆炸危险 与安全技术

张国顺 编著

 中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

# 燃烧爆炸危险 与安全技术

张国顺 编著



中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

## 内 容 提 要

本书结合大量燃烧爆炸事故案例,运用现代安全管理理论,阐述了危险与安全、燃烧与燃烧事故、爆炸与爆炸事故的基本理论,叙述了燃烧与爆炸危险的辨识、评价和控制技术,提出了预防燃烧爆炸事故的基本措施。

本书可以作为从事火炸药及其制品、民用爆破器材、危险化学品、烟花爆竹等易燃易爆危险物质生产和经营的管理人员、科技人员、安全监督人员的学习用书,适宜用作该领域“注册安全工程师”的培训教材,也可作为高等院校、中等专业学校师生的参考资料。

### 图书在版编目(CIP)数据

燃烧爆炸危险与安全技术/张国顺编著. —北京:中国电力出版社, 2003.11  
ISBN 7-5083-1767-X

I. 燃… II. 张… III. ①电力工业-防火-安全技术-问答②电力工业-防爆-安全技术-问答  
IV. TM08-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 088233 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京密云红光印刷厂印刷

各地新华书店经售

\*

2003 年 11 月第一版 2003 年 11 月北京第一次印刷  
787 毫米×1092 毫米 16 开本 36.25 印张 888 千字  
印数 0001—4000 册 定价 60.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

安全问题是当今社会最为人们所关注的问题之一。

作为一个国家，为了国家安全和社会稳定，总是不惜付出巨大开支进行军队建设和国防工业建设；作为一个企业，为了企业的生存和发展，总是不断采取和更新安全防范措施来预防各类事故发生；作为一个家庭，总是想方设法保全一家老少平安健康，家庭财物保险可靠。尽管这样，世界上的局部战争还是时有发生，厂矿企业和社会活动中的各类事故也常见诸报端，一些家庭还会出现这样那样令人不安的问题。最近突如其来的“SARS”病毒又袭击和侵扰我们，让人更加感觉到生命的脆弱和安全健康的重要。因而，安全追求是人类生存和发展的永恒主题，社会进化得越文明，人们越关心和重视安全问题。

在和平年代的社会经济活动中，最大的安全问题是预防重大、特大事故的发生。

根据有关专家测算，全球每年发生各类事故 2.5 亿起，死亡 200 多万人。其中约 100 万人死于交通事故，70 多万人死于工伤事故，近 30 万人死于职业病。各类事故和职业病已经成为人类最为严重的死伤原因之一。我们周围的每一个人，都有被意外事故带离幸福家园的风险。

根据国家安全生产监督管理局的统计，2002 年全国共发生各类事故 1073434 起，死亡 139393 人。其中工矿企业共发生工伤事故 13960 起，死亡 14924 人；火灾事故（不含森林、草原火灾）258315 起，死亡 2393 人；道路交通事故 773137 起，死亡 109381 人；水上交通事故 753 起，死亡和失踪 463 人；铁路路外伤亡事故 11922 起，死亡 8217 人；民航系统发生 3 起飞行事故，死亡 134 人。2002 年全国共发生一次死亡 10 人以上的特大事故 128 起，死亡 2341 人。

在各类意外事故中，燃烧爆炸事故危害最大，造成的损失最为严重。请看我国近年来发生的一些事故案例：

(1) 1997 年 6 月 27 日晚，正当人们翘首盼望香港回归的时候，北京东方化工厂储罐区发生特大燃烧爆炸事故，死亡 9 人，伤 39 人，20 余个 1000 ~ 10000m<sup>3</sup> 装有多种化工物料的球罐被毁，直接经济损失 1.17 亿元人民币。

(2) 1999 年 12 月 24 日，山东航运集团有限公司控股企业——烟大汽车轮渡股份有限公司所属客滚船“大舜”轮，从烟台驶往大连途中在烟台附近海域倾覆，282 人遇难，直接经济损失约 9000 万元。

(3) 2000 年 3 月 11 日，江西省萍乡市上栗县东源乡石岭村花炮厂发生特大爆炸事故，死亡 33 人（其中有 13 名中小学生和 2 名幼童），伤 12 人。

(4) 2000 年 8 月 4 日 14 时 45 分，江西省萍乡市上栗县上栗镇发生重大烟花爆竹药料爆炸事故，死亡 27 人，失踪 1 人，伤 26 人，3 幢五层楼房中 1 幢全部垮塌，另外 2 幢严重受损。

(5) 2000 年 6 月 30 日上午 8 时 05 分，由外商租赁的广东省江门市土产出口公司烟花厂

2005/7

发生特大爆炸事故，3200m<sup>2</sup>建筑物瞬间被夷为平地，爆炸造成37人死亡，12人重伤，100多人轻伤，附近15家工厂和1000多家民房受到不同程度损坏。

(6) 2000年9月8日19时38分，一辆运载准备销毁的爆炸物品的车辆行至乌鲁木齐市西郊的西山路段时突然发生爆炸，造成60人死亡、173人受伤，20余辆汽车和附近民房严重受损。

(7) 2000年3月29日，河南省焦作市私营天堂录像厅发生特大火灾，死亡74人、重伤1人。

(8) 2000年12月25日，河南省洛阳市东都商厦发生特大火灾，死亡309人。

(9) 2001年7月13日，正当全国人民沉浸在北京申奥成功的喜悦之中时，在四川省境内由成都开往达川的29008次货车行至营山县和渠县之间，车上所载石油钻井设备的活动部件（摇臂）倒向车外，倾倒的部件在21.5km距离内沿途打坏电线杆、铁路信号杆等设施，并将路边人员打死22人，打伤17人。

(10) 2001年7月16日凌晨3时20分，陕西省榆林市横山县马坊村发生一起特大爆炸事件，死亡70多人、受伤85人，现场形成一个直径33m、深7m的大坑，周围300m范围内200多户村民房屋倒塌，300~600m范围内房屋被破坏。

(11) 2001年7月17日上午8时许，在沪东造船厂工地，由上海电力建筑工程公司等单位承担安装的600t、170m龙门起重机在吊装主梁过程中发生倒塌事故，造成36人死亡、2人重伤，经济损失1亿元。在死亡人员中，有同济大学机器人中心博士1人、博士后2人、副教授1人。

(12) 2002年7月8日，黑龙江鹤岗市鼎盛煤矿发生瓦斯爆炸事故，死亡44人。同一天，山东省聊城市莘县化肥厂液氨充装软管爆裂，造成液氨泄露事故，死亡13人。

(13) 2002年8月18日，贵州省六盘水市中寨乡捞河焦化厂一栋三层楼房内存放的48kg矿山炸药（隔壁房间内存放有290枚雷管）发生爆炸事故，楼房坍塌，10人死亡。

不要说一般工矿企业容易发生事故危害，就连现代高科技装备起来的军事装备和航天器，也有发生事故的风险。例如，前苏联“联盟-11”号宇宙飞船在返回途中因船舱上一个与外界联接的活门提前打开，造成3名宇航员死亡；俄罗斯海军北方舰队的库尔斯克号核潜艇，于2000年8月12日在正常工作的状态下因易燃气体泄漏突然爆炸，沉入巴伦支海海底，舰艇上118名官兵全部遇难；美国挑战者号航天飞机也因固体助推器密封接头处的燃气泄漏而导致飞行中爆炸，造成7名宇航员丧生。这些事故，在经济上和政治上都产生了不可挽回的损失。因此，安全问题始终是人们极为关注的大事。

我国不仅现时的重大特大事故严重，而且对未来安全生产形势的预测结果也十分令人担忧。据原国家劳动部对20个省市和16个产业的调查统计，上世纪90年代，我国工业生产的各行业存在可能导致一次死亡10人以上或经济损失500万元以上的重大隐患就有982项；公安部门的调查表明，我国现有重大火灾隐患高达13.82万处。至今，大部分事故隐患尚未得到根本治理。

如此严峻的安全生产形势使我们不得不反思，如果我们各级政府和工矿企业领导都能真正重视安全生产工作，采用合理的工程技术手段、有效的安全教育对策、科学的安全卫生管理方法，以及合理运用和共享人类的各种安全信息和资源，我们的安全生产水平无疑会大大提高，这样，每年就可以挽救几十万个鲜活的生命，减少上亿元的事故损失和伤员救治费

用。

为此，笔者愿尽自己的微薄之力，总结多年来从事火炸药、弹药和民用爆破器材等易燃易爆危险品生产安全技术工作的经验，编写了这本《燃烧爆炸危险与安全技术》一书，作为这类专业安全工程师的培训教材，希望能为我国加强安全生产教育培训、提高职工安全技术素质、促进安全生产工作上水平做出一点贡献。但是由于笔者水平所限和收集资料不够全面，因而书中的错漏之处在所难免，敬请各位同仁和广大读者提出宝贵意见。

在本书编写的过程中，曾经得到许多同志和朋友的关心与支持，在此，仅以本书的出版来表达对他们的诚挚谢意。

**张国顺**

二〇〇三年五月于北京

### 前言

## 第 1 章 危险与安全

<b>1.1 安全、风险、危险与事故</b> .....	1
1.1.1 什么叫安全？什么叫危险？安全与危险的关系是怎样的？ .....	1
1.1.2 什么叫风险？风险与危险、危害有什么区别？ .....	2
1.1.3 什么叫事故？如何分类？其中燃烧爆炸事故具有哪些特点？ .....	4
1.1.4 燃烧爆炸事故是如何分类的？具有哪些形态和特点？ .....	6
1.1.5 事故概率与危险度的关系是怎样的？ .....	8
1.1.6 安全生产的含义是什么？什么叫安全管理、安全技术和本质安全化？ .....	10
1.1.7 安全科学技术属于第几类学科？为什么？ .....	12
<b>1.2 危险物质的分类与特性</b> .....	14
1.2.1 危险物质分为哪几类？ .....	14
1.2.2 从运输安全的角度危险物质是如何分类的？其标识是怎样的？ .....	15
1.2.3 易燃物质和爆炸品的危险特性各是什么？ .....	18
1.2.4 易燃易爆物质发生燃烧爆炸的历程是什么？ .....	19
<b>1.3 事故致因理论</b> .....	22
1.3.1 什么叫事故致因理论？事故致因理论中的“因果论”的主要内容是什么？ .....	22
1.3.2 事故致因理论中的“轨迹交叉论”的主要内容是什么？ .....	24
1.3.3 事故致因理论中“管理失误论”的主要内容是什么？ .....	25
1.3.4 事故致因理论中“能量转移论”的主要内容是什么？ .....	26
1.3.5 事故致因理论中“事故二元论”的主要内容是什么？ .....	29
1.3.6 事故致因理论中“三圆环理论”的主要内容是什么？ .....	31
<b>1.4 安全评价与危险源评估</b> .....	32
1.4.1 什么叫安全评价？安全评价的框架结构是怎样的？ .....	32
1.4.2 开展安全评价对企业的作用和好处有哪些？ .....	37
1.4.3 国家新近颁发的有关安全法规文件中关于安全评价的主要精神是什么？ .....	39
1.4.4 什么叫重大危险源评估？如何进行？ .....	42
1.4.5 安全评价与危险源评估的关系是怎样的？ .....	44
<b>1.5 职业安全健康管理体系</b> .....	45
1.5.1 什么是职业安全健康管理体系（OSHMS）？它的基本原理与表现形式是怎样的？ .....	45
1.5.2 建立职业安全健康管理体系（OSHMS）的步骤是怎样的？ .....	46

1.5.3 《职业安全健康管理体系审核规范》的结构和特点是什么？	47
----------------------------------	----

## 第2章 燃烧与燃烧事故

<b>2.1 燃烧的概念</b>	51
2.1.1 什么是燃烧现象？什么是燃烧三要素？	51
2.1.2 燃烧现象可分为哪几种？什么叫燃点、自燃点、闪点和发火点？	53
2.1.3 燃烧的历程是怎样的？一般燃料燃烧的产物是什么？	56
2.1.4 企业常见的燃烧（火灾）事故有哪几种类型？造成火灾蔓延的因素有哪些？	58
2.1.5 防止火灾事故发生和扩大的基本措施有哪些？	59
<b>2.2 易燃气体</b>	61
2.2.1 什么叫易燃气体？什么是压缩气体？压缩气体的危险特性有哪些？	61
2.2.2 易燃气体的主要危险性质是什么？其燃烧时具有什么特点？	61
2.2.3 易燃液体的蒸气为什么会形成燃爆性气体？它们是怎么分类分级的？	63
2.2.4 什么是燃爆极限浓度？一些常见易燃物质的燃爆极限浓度是多少？	65
2.2.5 怎样测定和计算物质的燃爆极限浓度？	68
2.2.6 乙炔气的主要性质是什么？使用乙炔气要注意哪些安全问题？	70
2.2.7 储运和使用气体钢瓶要注意哪些安全问题？	71
<b>2.3 燃爆性粉尘、纤维尘</b>	73
2.3.1 什么叫燃爆性粉尘？它们是如何分类的？	73
2.3.2 燃爆性粉尘或纤维尘的燃爆机理和危险特性是怎样的？	77
2.3.3 怎样判断有可燃粉尘或纤维尘的生产场所是否有燃爆危险？	80
<b>2.4 易燃和可燃液体</b>	81
2.4.1 什么是易燃和可燃液体？它们的主要危险性质有哪些？	81
2.4.2 易燃液体的物理性质和化学结构与燃爆危险性有何关系？储运易燃液体应注意哪些安全问题？	82
2.4.3 易燃、可燃液体库（主要是油库）防火防爆的基本措施有哪些？	83
2.4.4 企业常用燃料油和溶剂油的主要性质有哪些？应注意哪些安全问题？	85
2.4.5 燃油在运输、保管和使用方面应注意哪些安全问题？	89
<b>2.5 易燃与可燃固体</b>	91
2.5.1 什么是易燃与可燃固体？它们的主要危险性质有哪些？	91
2.5.2 易燃与可燃固体的燃烧特点是什么？储存运输中应注意哪些安全问题？	92
2.5.3 对贮存易燃固体等危险化学品的库房有哪些安全要求？	93
2.5.4 什么是自燃性物质？如何分级？其主要的危险性质有哪些？	94
2.5.5 什么是遇水燃烧物质？如何分级？其主要的危险性质有哪些？	96
2.5.6 什么是氧化剂？如何分级？其主要的危险性质有哪些？	97
2.5.7 能否举例说明氧化剂的燃爆危险性和安全措施？	99



## 第3章 爆炸与爆炸事故

3.1 爆炸的概念 .....	102
3.1.1 什么是爆炸？爆炸现象具有哪些特征？如何分类？ .....	102
3.1.2 什么是化学爆炸三要素？ .....	104
3.1.3 什么是事故爆炸？事故爆炸有什么危害？ .....	105
3.2 炸药及其危险特性 .....	109
3.2.1 什么是炸药？它是如何分类的？炸药的实质是什么？ .....	109
3.2.2 炸药有哪几种化学变化形式？为什么炸药燃烧能转变为爆炸？ .....	111
3.2.3 标志炸药爆炸性能的参量有哪些？它们的定义是什么？ .....	113
3.2.4 什么叫炸药的热感度？如何测定？ .....	114
3.2.5 什么叫炸药的爆轰感度？如何测定？ .....	115
3.2.6 什么叫炸药的机械感度？如何测定？ .....	116
3.2.7 什么叫炸药的静电感度？如何测定？ .....	117
3.2.8 什么叫炸药的威力？什么叫炸药的猛度？如何测定？ .....	117
3.2.9 什么叫炸药的殉爆？炸药发生殉爆的原因是什么？ .....	118
3.3 爆炸空气冲击波 .....	121
3.3.1 什么是爆炸空气冲击波？它是怎样形成的？ .....	121
3.3.2 爆炸冲击波在空气中传播的特性是什么？ .....	122
3.3.3 表征空气冲击波强度的参量有哪些？如何计算？ .....	123
3.3.4 炸药在地面上爆炸时，空气冲击波峰值超压如何计算？ .....	124
3.3.5 爆炸空气冲击波对人的危害是怎样的？ .....	126
3.3.6 爆炸空气冲击波对建筑物的危害是怎样的？ .....	129

## 第4章 燃烧爆炸危险的辨识

4.1 危险辨识和燃烧爆炸危险源 .....	133
4.1.1 什么叫危险辨识？什么叫危险源和燃烧爆炸危险源？ .....	133
4.1.2 工业生产中危险辨识的范围和内容有哪些？ .....	134
4.1.3 工业生产中的危险、危害因素是如何分类的？ .....	136
4.1.4 工业生产中危险、危害因素产生的根源是什么？ .....	137
4.2 重大危险源辨识 .....	140
4.2.1 什么叫重大危险源？为什么要进行重大危险源辨识？ .....	140
4.2.2 我国对重大危险源是怎样分类的？对重大危险源的危险物质临界量是如何规定的？ .....	141
4.2.3 重大危险源控制系统主要包括哪些内容？ .....	145
4.3 危险辨识的方法 .....	147
4.3.1 如何运用“安全检查表（SCL）”等方法辨识危险？ .....	147

4.3.2	如何运用“三圆环”逐项分析法 (BZA-1 法) 辨识危险? .....	148
4.3.3	如何运用“事件树分析法 (ETA)”进行危险辨识? .....	150
4.3.4	如何运用“故障类型和影响分析法 (FMEA)”进行危险辨识? .....	152
4.3.5	如何运用“预先危险性分析法 (PHA)”进行危险辨识? .....	156

## 第 5 章 燃烧爆炸危险的评估

<b>5.1</b>	<b>燃烧爆炸危险的定量评估方法</b> .....	159
5.1.1	用于危险评估的“LEC 法”和“LMC 法”的要点是什么? .....	159
5.1.2	美国道化学公司的“火灾爆炸指数法”(DOW 化法)的要点是什么? .....	162
5.1.3	英国 ICI 公司的“蒙德 (MOND) 法”的要点是什么? .....	164
5.1.4	日本“六段法”的要点是什么? .....	169
5.1.5	常用的危险评估方法的应用特点有哪些? .....	172
<b>5.2</b>	<b>适用于火炸药及其制品企业危险源评估的 BZA-1 法</b> .....	174
5.2.1	火炸药及其制品企业“重大危险源评估”的由来是怎样? .....	174
5.2.2	BZA-1 评估法建立的原则和基本思路是什么? .....	175
5.2.3	“BZA-1 法”的要点是什么? .....	177
5.2.4	火炸药的危险指数 $W_H$ 是如何确定的? .....	180
5.2.5	未受控系数 $K$ 的内涵是什么? .....	184
5.2.6	系统内现实危险度 $H_{内}$ 是如何确定的? .....	186
5.2.7	系统外现实危险度 $H_{外}$ 是如何确定的? .....	188
<b>5.3</b>	<b>BZA-1 法的扩展</b> .....	189
5.3.1	火药和烟火药剂的感度特征值应如何确定? .....	189
5.3.2	如何对具有多个危险单元的区域进行综合评估? .....	190
5.3.3	BZA-1 法的计算机应用有哪些主要内容? .....	191
5.3.4	如何运用“矩阵法”对 BZA-1 法中的 $K$ 值进行评估? .....	193
<b>5.4</b>	<b>燃烧爆炸危险源定量评估举例</b> .....	198
5.4.1	请举例说明如何采用 BZA-1 法对某爆炸危险源进行定量评估? .....	198
5.4.2	以某厂硝化棉生产线为例, 如何运用“矩阵法”对 BZA-1 法中的 $K$ 值进行评估? .....	204

## 第 6 章 燃烧爆炸危险的控制——安全技术措施

<b>6.1</b>	<b>常用安全技术措施</b> .....	211
6.1.1	工厂常用的安全技术措施有哪些? .....	211
6.1.2	什么是“四 E 措施”, 其中的工程技术措施有哪些? .....	214
6.1.3	防止危险物质发生燃烧爆炸事故的基本技术措施有哪些? .....	215
6.1.4	为防火炸药发生意外爆炸, 应采取哪些主要的安全技术措施? .....	217
6.1.5	常用防火防爆安全报警装置的作用原理是什么? .....	218
<b>6.2</b>	<b>人身电气安全</b> .....	221

6.2.1	电流对人体伤害的特点是怎样的？其影响因素有哪些？	221
6.2.2	一般人体触电方式有哪几种？触电事故的原因有哪些？发生触电事故应怎样采取急救措施？	225
6.2.3	电气设备的接地措施有哪几种？这些措施的作用是什么？	229
6.2.4	什么是漏电保护器？它们的作用是什么？怎样选用？	232
<b>6.3</b>	<b>电气防火防爆</b>	<b>236</b>
6.3.1	由于电气问题引发火灾爆炸事故的原因是什么？	236
6.3.2	气体（粉尘）燃烧爆炸危险场所的电气安全分级是怎样的？	238
6.3.3	根据电气安全要求，如何判断气体（粉尘）燃烧爆炸危险场所和划定危险区域？	240
6.3.4	我国防爆电气设备的分类和结构型号是怎样规定的？	245
6.3.5	燃烧爆炸危险场所电气设备的选型原则和方法是怎样的？	248
6.3.6	动力、电缆、照明及电热系统的防火防爆安全措施有哪些？	252
6.2.7	防止电气火灾爆炸的其他安全措施有哪些？	255
<b>6.4</b>	<b>静电与防静电安全技术</b>	<b>259</b>
6.4.1	什么是静电？静电是怎样产生的？它有什么危害？	259
6.4.2	为什么人体活动也能产生静电？人体静电对生产有什么危害？	261
6.4.3	粉体物料在运动过程中产生静电的机理是怎样的？它有什么危害？	266
6.4.4	液体在管道内流动时产生静电的机理是怎样的？它有什么危害？	267
6.4.5	什么是最小静电点火能（静电火花极限感度）？怎样判断生产场所的静电危险？	270
6.4.6	控制和防止静电危险的措施有哪些？	272
<b>6.5</b>	<b>雷电与防雷安全技术</b>	<b>281</b>
6.5.1	雷电的实质是什么？其危害方式有哪几种？	281
6.5.2	国家关于建筑物防雷的类别是怎样规定的？各应采取怎样的防雷措施？	282
6.5.3	预防直接雷击的技术措施有哪些？	285
6.5.4	两支以上避雷针的保护范围应怎样确定？	287
6.5.5	预防感应雷击的技术措施有哪些？	288
6.5.6	预防高电压雷电波侵入的保护措施有哪些？	289
6.5.7	民用爆破器材仓库和火炸药仓库在防雷安全方面有哪些具体要求？	290
6.5.8	天空有雷电活动时，如何做好人体防雷安全保护？	292

## **第 7 章 燃烧爆炸危险的控制——工程建筑措施**

<b>7.1</b>	<b>工厂总体布局与建筑物危险等级</b>	<b>294</b>
7.1.1	有燃烧爆炸危险的工厂在厂址选择方面应注意哪些安全问题？	294
7.1.2	生产爆炸危险品的工厂在总平面布置方面有哪些安全要求？	295
7.1.3	易燃、可燃液体库（油库、甲苯库、酒精库等）在工厂总平面布置上有哪些安全要求？	297
7.1.4	建筑物的爆炸危险等级是怎样规定的？它与火灾危险性类别有何关系？	300

7.1.5	建筑物的防爆安全设防标准是如何确定的？	306
<b>7.2</b>	<b>防爆安全距离</b>	<b>308</b>
7.2.1	什么叫防爆安全距离？确定安全距离的原则是什么？	308
7.2.2	A级爆炸危险工房和库房到其他建筑物之间的安全距离应如何计算？	310
7.2.3	安全距离的计算公式是如何推导出来的？	313
7.2.4	关于安全距离计算公式，还有哪些形式？	315
7.2.5	防护土堤具有什么样的安全防护作用？	319
7.2.6	民用爆破器材库的安全距离是怎样确定的？	321
<b>7.3</b>	<b>建筑防爆措施</b>	<b>324</b>
7.3.1	有燃烧爆炸危险的建筑物在建筑结构上应考虑哪些防火防爆措施？	324
7.3.2	什么叫抗爆墙？抗爆墙的作用和构造是怎样的？	326
7.3.3	什么叫抗爆小室？其作用是什么？抗爆装甲门和抗爆窗的构造是怎样的？	329
7.3.4	什么叫泄压轻型屋盖？它的构造形式有哪几种？	332
7.3.5	什么叫泄压轻型外墙和泄压轻型窗？它们的构造形式有哪几种？	335
7.3.6	有燃烧爆炸危险的工房对门、窗等有哪些安全要求？	336
7.3.7	什么叫不发火地面？其构造是怎样的？	338
7.3.8	有燃烧爆炸危险的工房对地面排水沟、管线沟等有哪些安全要求？	339
<b>7.4</b>	<b>危险化学品仓库的安全要求</b>	<b>341</b>
7.4.1	储存危险化学品的火灾危险性分类是怎样的？其仓库建筑有哪些安全要求？	341
7.4.2	为什么某些危险化学品不能混存混放在一起？在安全管理上有哪些安全要求？	343
7.4.3	液化石油气供应站应注意哪些防火防爆安全问题？	345
7.4.4	民用爆破器材库在建筑上有哪些安全要求？	347
7.4.5	民用爆破器材库在管理上有哪些安全要求？	352
7.4.6	烟花爆竹生产企业在建设上和管理上应采取哪些安全措施？	354

## **第8章 燃烧爆炸危险的控制——安全管理措施**

<b>8.1</b>	<b>安全管理要点</b>	<b>359</b>
8.1.1	什么叫安全管理？安全管理的重要性体现在哪几个方面？	359
8.1.2	从过去行之有效的经验来看，安全生产管理要点有哪些？	361
8.1.3	《中华人民共和国安全生产法》关于企业安全生产保障做出了哪些规定？	363
8.1.4	如何理解安全生产工作“居安思危、与时俱进”？	364
<b>8.2</b>	<b>安全管理手段</b>	<b>369</b>
8.2.1	什么是安全生产责任制？企业“一把手”作为安全生产第一责任人其主要职责有哪些？	369
8.2.2	什么是安全生产条件？它与安全生产投入有什么关系？	371
8.2.3	《安全生产法》中关于安全生产管理机构与安全教育培训是如何规定的？	372
8.2.4	为什么要坚持建设项目“三同时”的原则？	376
8.2.5	为什么要进行安全生产检查？安全生产检查的形式和内容有哪些？	377

8.2.6	危险物品、特种设备与特种作业的主要安全管理规定有哪些？	379
8.2.7	什么叫事故应急救援预案？怎样制定事故应急救援预案？	380
8.2.8	在民用爆破器材运输和搬运的安全管理方面应注意哪些问题？	382
8.2.9	对废弃民用爆破器材的安全管理有哪些要求？	385
8.2.10	《安全生产法》中关于事故报告、调查处理与事故责任追究有哪些规定？	387
8.2.11	《安全生产法》关于安全生产奖励的规定是怎样的？有哪些好的做法？	389
8.2.12	安全生产与保险业有什么关系？企业应该参加哪些方面的保险？	391
<b>8.3</b>	<b>可借鉴的安全管理方法</b>	<b>395</b>
8.3.1	可借鉴的“澳洲风险管理”的主要内容是什么？	395
8.3.2	可借鉴的“澳大利亚职业安全健康管理体系”的主要内容是什么？	398
8.3.3	什么叫企业诊断？怎样为企业的安全管理进行诊断？	402

## 第9章 燃烧爆炸事故的调查与处理

<b>9.1</b>	<b>事故报告与现场处置</b>	<b>406</b>
9.1.1	企业发生事故的报告程序是怎样的？	406
9.1.2	什么叫事故现场处置？它主要包括哪些工作内容？	408
9.1.3	对燃烧爆炸事故中的烧伤伤员应如何紧急处置？	409
9.1.4	对燃烧爆炸事故中的中毒人员应如何紧急处置？	410
<b>9.2</b>	<b>事故调查</b>	<b>417</b>
9.2.1	为什么要进行事故调查？事故调查的程序是怎样的？	417
9.2.2	重大事故调查中需要注意哪些问题？	418
9.2.3	怎样进行事故现场勘查和做好事故现场勘查记录？	421
9.2.4	调查火灾爆炸事故时，现场勘查的要点有哪些？	426
9.2.5	什么是事故原点？怎样确定事故原点？	427
9.2.6	怎样进行事故前劳动生产情况调查和事故当事人的调查？	429
<b>9.3</b>	<b>事故分析</b>	<b>431</b>
9.3.1	怎样进行事故分析？	431
9.3.2	为什么在事故调查中要进行模拟试验？怎样进行模拟试验？	433
9.3.3	怎样进行事故责任分析？	434
9.3.4	陕西某研究所推进剂爆炸事故调查中是如何进行原因分析的？	436
9.3.5	在爆炸事故分析中如何估算爆炸物的数量？	439
<b>9.4</b>	<b>事故处理</b>	<b>443</b>
9.4.1	事故处理包括哪些内容？如何根据事故教训采取防范措施？	443
9.4.2	如何利用“事故树分析法”采取事故防范措施？	445
9.4.3	关于事故责任追究，我国法律有哪些规定？国家对近年来几起特大事故案例是如何处理的？	447
<b>附录 A</b>	<b>典型燃烧爆炸事故案例选</b>	<b>451</b>
附录 A-1	辽宁某厂“2·9”特大燃烧爆炸事故的调查和分析	451

附录 A-2	山西某高校“4·29”重大爆炸事故的调查和分析	455
附录 A-3	深圳市清水河化学危险品仓库“8·5”特大爆炸火灾事故的调查和分析	458
附录 A-4	西安某厂“10·23”汽车运输雷管爆炸事故的调查和分析	464
附录 A-5	湖南邵阳“1·31”特大爆炸事故的调查和分析	470
附录 A-6	四川永兴花炮厂“6·29”特大爆炸事故调查报告	472
附录 A-7	北京某化工厂“6·27”特大燃烧爆炸事故的技术原因分析	476
附录 A-8	陕西某集团公司“1·6”特大爆炸事故调查报告	485
附录 A-9	甘肃某厂 TDI 生产线光气室“9·2”爆炸事故的调查和分析	490
附录 A-10	江西萍乡上栗县“3·11”特大燃烧爆炸事故的调查和分析	494
附录 A-11	河南焦作“3·29”特大火灾事故的原因和教训	500
附录 A-12	广东省江门市“6·30”特大爆炸事故的调查和分析	502
附录 A-13	江西萍乡上栗县“8·4”特大燃烧爆炸事故的调查和分析	506
附录 A-14	河南洛阳东都商厦“12·25”特大火灾事故的调查和分析	510
附录 A-15	陕西某厂“12·28”特大燃烧爆炸事故的调查和分析	512
<b>附录 B</b>	<b>108 种物质的燃烧爆炸参数</b>	<b>517</b>
<b>附录 C</b>	<b>美国道化学公司的火灾爆炸指数评估法(DOW 化法)</b>	<b>520</b>
附表 C-1	物质系数 (MF)	527
附表 C-2	物质系数 (MF) 的确定	536
<b>附录 D</b>	<b>安全检查表举例</b>	<b>538</b>
附表 D-1	企业各级领导安全生产责任制检查表	538
附表 D-2	安全生产规章制度检查表	539
附表 D-3	机械加工车间布局安全检查表	541
附表 D-4	车间配电箱、柜、板安全检查表	543
附表 D-5	锅炉房安全检查表	545
附表 D-6	危险化学品仓库安全检查表	546
附表 D-7	作业场所防尘防毒安全检查表	548
<b>附录 E</b>	<b>安全生产与职业卫生法规、标准目录精选</b>	<b>550</b>
附录 E-1	有关安全生产和职业卫生的法规目录	550
附录 E-2	与本书内容有关的安全生产和职业卫生标准目录	556
参考文献		566

# 危险与安全

## 本章要点

本章阐述与“燃烧爆炸危险与安全技术”有关的一些基本知识，如安全与风险、危险与危害、事故与燃烧爆炸事故的基本概念；介绍危险物质的分类及其危险特性和理解要点，其中重点是燃烧品、爆炸品和可能引起燃烧爆炸事故的相关物质的主要特性；概述安全性评价、危险源评估、职业安全健康管理体系的基本原理；论述事故致因理论及一般防火防爆安全知识等。

### 1.1

## 安全、风险、危险与事故

### 1.1.1 什么叫安全？什么叫危险？安全与危险的关系是怎样的？

所谓安全 (Safety)，顾名思义，“无危则安，无缺则全”，但世界上没有绝对安全的和十全十美的事物。人们从事生产、经营和参加各种活动，说不定在什么时间、什么地点会遇到这样那样的不安全问题。例如，下井采煤，有冒顶、水淹、瓦斯爆炸等危害；在化工生产中，有危险化学品着火、爆炸、中毒、化学灼伤等危害；搞建筑施工的，有机械伤害和高处坠落等危害。因而我们工业生产战线上的安全工作者，主要任务就是采取各种预防措施，保护劳动者在生产过程中不发生人身伤害和职业病。然而，现代安全的概念已不仅仅是预防伤亡事故或职业病，也并非仅仅存在于企业生产经营过程之中，安全科学关注的领域已经涉及到人类生产、生活和生存的各个方面，因而“安全”的定义是指不会引起死亡、伤害、职业病，或设备损坏、财产损失，或环境危害的条件（见美国军用标准 MIL-STD-882C《系统安全大纲要求》）。

危险 (danger) 是安全的反义词，它是指可能造成人员伤害、职业病、财产损失、作业环境破坏的状态。其可能性的大小，与安全条件和概率有关。

安全与危险是相对的。安全是指客观事物的危险程度能够为人们普遍接受的状态。例如，骑自行车上班的人不必带头盔，是因为骑自行车发生事故的较低且受到的伤害也较轻，人们普遍能够接受；而骑摩托车的人则必须按照交通法规的要求带上头盔，因为其发生事故的可能性和受伤害的严重性是人们难以接受的；自行车赛的运动员也必须带头盔，这是国际自行车比赛联合会总结了系列赛事伤害事故之后做出的决策。同样是骑车，要求却不一样，体现了安全与危险的相对性。

安全与危险的相对性早在我国古代就认识到了，如《庄子·则阳》中就有“安危相易，祸福相生”的告诫。说明安全与危险是既互为存在条件，又互相转化；它们在一项活动中总是此涨彼落或此落彼涨的。我们可以用下式来表达这种关系：

$$S = 1 - D$$

式中：S 为安全度；D 为危险度。

由此可见，安全与危险是一对矛盾，它们既是对立的，又是统一的，即共存于人们的生产、生活和一切活动中，同时产生，同时消亡。就一个系统而言，没有永远的安全，也没有不变的危险。安全相对危险而产生，相对危险而发展，安全依危险而存在，危险依安全的变化而变化。在长期的安全状态下，危险因素会悄悄产生，并逐渐积累达到一定程度而转化为危险；当人们意识到危险即将来临或不满足安全现状的时候，就开始追求新的安全目标，从而创造更安全的条件和状态，安全就向前发展。一个系统总是在“安全——危险——安全”这个规律下螺旋式上升和发展。

这种转化和发展要靠生产的发展，靠安全科学技术的进步，靠经济的投入，更重要的是靠人的安全意识。当系统呈现危险状态时，迫使人们分析危险产生的根源，研究采取安全防范和控制事故的措施。许多新的生产方法，新工艺、新设备、新技术、新材料往往是在分析研究危险因素或事故教训之后产生的。

为了促使危险向安全转化，就要掌握安全评价技术，通过安全性评价，及时发现系统中的隐患，预测系统的风险程度，采取控制危险的措施，使系统尽快达到安全状态，或者从根本上促使系统向更高层次的安全状态过度。在这种转化和发展中，安全管理和安全技术也在向前发展和进步。

不仅如此，安全与危险还存在着界限的模糊性，以及由潜在危险转变为显现事故的随机性。比如，再好的医药，剂量适中才能够治病去恙，是安全的，而超过剂量就会变成危险。

安全是人类生存与发展中的永恒主题，也是当今乃至未来人类社会重点关注的主要问题之一。人类在不断发展的同时，也一直与各种活动中所存在的不安全问题进行着不懈的斗争，从某种意义上说，人类发展的历史可以看作是不断解决安全问题的奋斗史。火的利用是人类发展史上迈出的最重要的一步，但此后也不断与各类火灾事故作斗争；现代采煤业已实现了机械化和半自动化，事故概率大大降低，这是人们多少次与瓦斯爆炸、塌方、透水等事故做斗争才换来的，而且至今这种斗争仍在继续；汽车、火车、飞机等现代化交通工具为人们提供了极大的出行方便，但与交通事故做斗争、进一步提高其安全性仍然是人们不断努力的重要课题；甚至战争中矛与盾的不断进化与升级，实际上也是人们为了安全而进行的努力。当今社会无处不在的各类安全防护装置和安全管理措施（例如道路交叉口的红绿灯），都是人们为了安全而付出的心血结晶。而且，随着生产劳动的社会化和科学技术的飞速发展，安全问题也会变得越来越复杂、越来越多样化，对安全问题的研究也会更深入、更具科学性。从这个意义上说，安全生产工作只有起点，没有终点。

### 1.1.2 什么叫风险？风险与危险、危害有什么区别？

人们为了衡量客观事物危险程度的高低，引入了风险（risk）的概念。风险是指在未来时间内，人们为取得某种利益而可能付出的代价，即对意外事件发生的可能性及其后果的综



合估计。

风险与危险不同。我们说一个事件有风险，必须同时具备两个特点：①发生的不确定性；②结果的双重性——可能有坏结果，也可能有好结果。危险是只有坏结果的不确定事件，即有可能发生事故，造成人员受伤、死亡、中毒，或使设备、财产等遭到损坏的潜在隐患。危险也必须同时具有两个特性：①发生的可能性；②后果的严重性。两者中任一个不存在，则认为这种危险不存在。例如，吸烟有引发火灾的可能性，许多火灾事故确实都是由于点燃的烟头引起的，但只要吸烟人及时熄灭烟头，或将烟头与可燃物质隔开，使之不致引发火灾后果，就可认为这个火灾危险并不存在。

风险和危险都具有不确定性，只是预期结果有所不同。危险的预期结果是坏的，失败的，破坏性的，对人不利的；而风险的预期结果有两种，一种是坏的，失败的，破坏性的，对人不利的；而另一种可能是好的，成功的，盈利的，对人有益的。因此，人们在处理事物时，要认真分析风险可能带来的利益和危害，权衡得失，再作决策。所谓“风险投资”，就是当要对某个项目（活动、方案等）进行投资决策时，必须在分析可能得到的好结果（效益、成功、盈利、安全等）的同时，认真分析其可能出现的坏结果（亏本、失败、危害，甚至伤亡事故），然后采取措施扬长避短，使事件向好的结果发展。

任何一项新的科学发明和技术革命，都会给人类社会带来利益，同时，如果用之不当，也会带来某些危险。例如，人们利用飞机、轮船等交通工具有一定的风险，即有发生坠机和翻船的可能性，而且有机毁人亡的严重后果，但如果飞机和轮船的安全保障技术完善和交通安全管理搞得好的，就会将风险降到最低，避免危险，从中获得快捷、经济等效益，给人们带来利益。又如人们利用核能发电，也具有一定的风险，即有发生泄漏、遭受辐射的可能性，这种危险是客观固有的，但在实践过程中，人们采取各种工程技术措施将其坚固地密封起来，与人隔离，并严格管理，使它没有泄漏的渠道，那么人员就能避免辐射危险，人们就可从核电站中获取廉价而清洁的能源。正是风险的存在，才使人类生活更加有意义。

“危险 (danger)”和“危害 (hazard)”都表示不安全，但也有区别。危害着重表达可能造成人员伤害、职业病、环境污染的根源或状态，而危险除了表达人员可能遭受伤害外，也表达可能使设备、建筑物或其他财产遭到破坏。

人们还常常使用“危险因素”和“危害因素”两个术语。危险因素通常强调不利条件的突发性和瞬间作用，而危害因素则强调不利条件在一定时间范围内的积累作用。有时对两者不加区分，统称为危险因素或事故隐患。

客观存在的危险、有害物质或能量超过临界值的设备、设施和场所，则称为危险源。

风险的度量以风险度表示。风险度就是单位时间内系统可能承受的人员伤亡、财产损失或环境损失的大小。计算风险度  $R$  是以系统存在的危险因素为基础的，测算系统在危险因素作用下可能发生的事故概率  $P$ ，以及一旦发生事故可能造成的损失  $C$ ，从而得到

$$R = PC$$

式中： $P$  为事故概率，次/时间； $C$  为损失，损失/次； $R$  为风险度，损失/时间。

风险度大，则表示危险程度高；风险度小表示危险程度低。

人们常把危险程度分为高、中、低三个档次。发生事故可能性大且后果严重的为高危险程度，一般为中等危险程度，发生事故可能性小且后果不严重者为低危险程度。当事物