


◎ 安全生产新技术丛书

烟花爆竹 消防安全技术

郑端文 编著

 中国劳动社会保障出版社

ANQUAN

SHENGCHAN XINJISHU CONGSHU

安全生产新技术丛书

烟花爆竹消防 安全技术

郑端文 编著

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

烟花爆竹消防安全技术/郑端文编著. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2007

安全生产新技术丛书

ISBN 978-7-5045-6300-2

I. 烟… II. 郑… III. 爆竹-消防-安全技术 IV. TQ567.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 079050 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

新华书店经销

北京地质印刷厂印刷 北京密云青云装订厂装订
850 毫米×1168 毫米 32 开本 7.5 印张 184 千字
2007 年 6 月第 1 版 2007 年 6 月第 1 次印刷

定价: 17.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

编 委 会

主 任	闪淳昌			
委 员	杨国顺	施卫祖	吕海燕	牛开健
	高继轩	柯振泉	冯维君	吴旭正
	杨泗霖	杨有启	孙桂林	王海军
	马恩远	王琛亮	时 文	邢 磊
	甘晓东	冯国庆	吴 燕	张建荣
	刘普明	李家兰	洪 亮	

编写人员 郑端文（河北省公安消防总队）

内 容 简 介

本书是由我国资深专家学者针对当前安全生产的问题编写的安全生产新技术丛书之一。内容主要包括：烟花爆竹爆炸事故主要原因的分析；烟花爆竹的属性、分类；烟花爆竹的生产、储存、运输、销售、购买、燃放的消防安全技术及灭火技术措施；违反消防安全管理应当承担的法律责任等基本知识。

本书适合于从事烟花爆竹生产、储存、运输、销售等工作的有关技术人员、操作职工和营销人员，烟花爆竹的燃放人员，公安、消防监督、安全生产监管人员阅读。

前 言

进入 21 世纪，人类跨进一个崭新的时代。人们在欢庆新世纪，享受经济高速发展带来的成果的同时，也面临着生产中种种危险隐患的威胁。因此，在坚持科学发展观，实施可持续发展战略，全面建设小康社会的过程中，安全生产工作便显得尤其重要。

当前，我国正处于经济发展的转型期，工业安全生产基础薄弱，安全生产管理水平不高。受生产力发展水平、从业人员整体素质等因素的影响，安全生产形势相当严峻，重大特重大事故频繁发生，造成了巨大的人员伤亡和财产损失。这种局面如果得不到有效控制，将直接影响我国改革开放、经济发展、构建社会主义和谐社会宏伟目标的实现。

随着科学技术的进步和发展，新设备、新产品、新工艺、新材料不断涌现，生产过程中的潜在危险和有害因素不断增加，企业的安全生产和事故的预防和控制工作面临新的挑战。安全生产工作的艰巨任务是：如何有效地预防和控制企业中各种安全生产风险，从被动防范事故向主动控制危险源头，往本质安全化方面转变；如何以人为本，珍爱生命，保护劳动大众的安全与健康；如何加强安全培训，使广大职工和生产管理人员了解和掌握安全

生产新技术、新知识，增强劳动者自我保护的意识和能力。为此，我们组织有关专家、学者和专业技术人员编写了这套“安全生产新技术丛书”。

本套丛书从企业安全生产的各项具体工程技术入手，有针对性地提出了解决安全问题的方法和措施。理论联系实际，既注重科学性、规范性，又突出实用性和可操作性。丛书本着“少而精”和“实用、管用”的原则，对安全生产技术特别是新技术、新成果进行了系统的介绍。本套丛书可作为全国各工矿企业管理干部和技术人员的工作用书，也可作为职工安全技术岗位培训教材。

本套丛书所涉及的内容十分广泛，由于编者经验不足、水平有限，书中内容若有不妥和错误之处，热切希望读者不吝赐教。

编委会

目 录

第一章 火灾燃烧原理	(1)
第一节 燃烧的概念和分类.....	(1)
第二节 燃烧的要素和条件.....	(5)
第三节 影响燃烧的主要因素和烟火药的燃烧.....	(9)
第二章 烟花爆竹的分类及其危险性和事故原因分析	(13)
第一节 烟花爆竹的分类与分级.....	(13)
第二节 烟花爆竹的危险性分析.....	(16)
第三节 烟花爆竹常见爆炸事故原因分析.....	(21)
第三章 烟花爆竹建筑工程防火	(28)
第一节 烟花爆竹生产工厂的平面布局.....	(28)
第二节 烟花爆竹建筑结构和构造防火.....	(39)
第三节 烟花爆竹采暖与通风工程防火.....	(41)
第四节 烟花爆竹生产中的电气工程防火.....	(43)
第五节 烟花爆竹工厂消防用水的设计.....	(51)
第四章 烟花爆竹生产的防火	(54)
第一节 烟花爆竹生产企业应当具备的条件和安全要求.....	(54)
第二节 烟火剂制备的安全操作.....	(56)
第三节 烟花爆竹产品制作的基本安全要求.....	(61)
第四节 不同种类烟花爆竹产品生产中的防火要求.....	(69)

第五节	烟花爆竹产品质量的检验要求·····	(88)
第五章	烟花爆竹储存防火 ·····	(99)
第一节	烟花爆竹仓库安全距离的确定·····	(99)
第二节	烟花爆竹储存的防火安全要求·····	(103)
第三节	烟花爆竹仓库的防火管理·····	(106)
第六章	烟花爆竹运输防火 ·····	(114)
第一节	烟花爆竹的道路运输防火·····	(114)
第二节	烟花爆竹的铁路运输安全·····	(119)
第三节	烟花爆竹的水路运输安全·····	(123)
第七章	烟花爆竹的经销、选购与燃放安全 ·····	(129)
第一节	烟花爆竹经销与选购·····	(130)
第二节	烟花爆竹焰火晚会燃放的管理·····	(133)
第三节	居民个人燃放烟花爆竹的安全要求·····	(139)
第八章	常用的灭火剂与灭火器具 ·····	(142)
第一节	常用的几种灭火剂·····	(142)
第二节	常用的几种灭火器·····	(148)
第三节	常用灭火机具与设施·····	(160)
第九章	初起火灾的扑救和处置方法 ·····	(178)
第一节	报火警的基本方法·····	(178)
第二节	扑救初起火灾的方法、原则与指挥要点·····	(182)
第三节	火灾条件下人员和物质的安全疏散·····	(186)
第四节	几种常见特殊火灾的处置·····	(190)
第五节	烟花爆竹及其物料的着火应急措施·····	(192)
第十章	违反消防安全管理应当承担的法律责任 ·····	(196)
第一节	违反消防法规触犯刑法的犯罪行为及应承担 的刑事责任·····	(197)
第二节	违反消防安全管理应承担的行政责任·····	(202)
附录	烟花爆竹火灾爆炸事故典型案例 ·····	(218)
案例一	辽宁昌图 12·28 特大烟花爆竹爆炸事故·····	(218)

案例二 江西上栗 8·4 重大烟花爆竹药料爆炸事故	
.....	(221)
案例三 江西萍乡上栗 3·11 特大爆炸事故	
.....	(225)
参考文献	
.....	(230)

第一章 火灾燃烧原理

由于任何一起火灾的发生都是由于失去控制的燃烧所致。所以，要懂得防止和扑灭火灾的道理，也就必须了解和掌握火灾条件下的燃烧原理。

第一节 燃烧的概念和分类

一、燃烧的概念

大量科学实验证明，燃烧是可燃物与氧化剂作用后发生的放热反应，通常伴有火焰、发光和（或）发烟的现象。实践观察还发现，燃烧反应通常具有如下三个特征：

1. 通过化学反应生成了新物质

物质在燃烧前后性质发生了根本变化，生成了新的物质。如丙烷燃烧后生成 CO_2 和 H_2O （蒸汽）等。

但并不是所有的化学反应都是燃烧。如生石灰遇水，其化学反应式为： $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Q}$ 。虽然生石灰与水产生化学反应会放热，而且这种热可能成为一种着火源，但它本身并不是燃烧。因为其反应并不是氧化还原反应，且没有火焰、发光和（或）发烟的现象。

2. 放热

凡是燃烧反应都有热量生成。这是因为燃烧反应都是氧化还原反应，在反应进行时总是有旧键的断裂和新键的生成。断键时要吸收能量，成键时又放出能量。在燃烧反应中，断键时吸收的

能量要比成键时放出的能量少，所以燃烧反应都是放热反应。但正如上面所述及的，并不是所有的放热都是燃烧。如在日常生活中使用的电炉、电灯，通电时既可发光又可放热，但断电之后电阻丝却仍然是原来的电阻丝，它们没有发生化学变化，所以都不是燃烧。

3. 发光和（或）发烟

大部分燃烧现象都伴有光和烟的现象，但也有少数燃烧只发烟而无光产生。燃烧发光的主要原因是燃烧时火焰中有白炽的炭粒等固体粒子和某些不稳定（或受激发）的中间物质的生成所致。

二、燃烧的分类

任何事物的分类都必须有一定的前提条件。不同的前提条件有不同的分类方法，不同的分类方法会有不同的分类结果。燃烧的分类也是如此，按不同的前提条件通常有以下几种。

1. 按引燃方式分

(1) 点燃。指通过外部的激发能源引起的燃烧。它是火源接近可燃物质，从局部开始引燃，然后开始传播的燃烧现象。物质由外界引燃源的作用而引发燃烧的最低温度称为引燃温度，其单位用“℃”表示，简称燃点。点燃按引燃方式的不同又可分为局部引燃和整体引燃两种。如人们用打火机点燃烟头，用电打火点燃灶具燃气等都属于局部引燃；而熬炼沥青、石蜡、松香等易熔点固体时温度超过了引燃温度的燃烧就属于整体引燃。这里还需要说明一点的是，有人把由于加热、烘烤、熬炼、热处理或者由于摩擦热、辐射热、压缩热、化学反应热的作用而引发的燃烧归入受热自燃一类，这是不对的。因为这类燃烧虽然不是靠明火的直接作用而引发，但它仍然是由外界热源引发的，而外界的热源就是其引燃源，故这类燃烧也应属于点燃。

(2) 自燃。指在没有外界着火源作用的条件下，物质靠本身内部的一系列物理、化学变化而发生的自动燃烧现象。其特点是

靠物质本身内部的变化提供能量。物质发生自燃的最低温度称为自燃点，其单位用“℃”表示。

2. 按燃烧时可燃物的状态分

(1) 气相燃烧。指燃烧时可燃物和氧化剂均为气相的燃烧。气相燃烧是一种常见的燃烧形式。如汽油、酒精、丙烷、石蜡等的燃烧都属于气相燃烧。实质上，凡是有火焰的燃烧均为气相燃烧。

(2) 固相燃烧。指燃烧进行时可燃物为固相的燃烧。固相燃烧又称表面燃烧。如木炭、镁条、焦炭的燃烧就属于此类。只有固体可燃物才能发生此类燃烧，但并不是所有固体的燃烧都属于固相燃烧。对于固体在熔化、蒸发、分解阶段的燃烧（如木材）仍属于气相燃烧。

3. 按燃烧现象分

(1) 着火。亦称起火，指以释放热量并伴有烟或火焰或两者兼有为特征的燃烧现象。着火是经常可见的一种燃烧现象，如木材燃烧、油类燃烧、煤气的燃烧等都属于这一类型的燃烧。这种燃烧的特点是：一般可燃物燃烧需要着火源引燃；再就是可燃物一经点燃，在外界因素不影响的情况下，可持续燃烧下去，直至将可燃物烧完为止。任何可燃物的燃烧都需要一个最低的温度，这个温度称之为引燃温度。可燃物不同，引燃温度也不同。

(2) 阴燃。是指物质无可见光的缓慢燃烧，通常产生烟和温度升高的迹象。阴燃是可燃固体由于供氧不足而形成的一种缓慢的氧化反应，其特点是有烟而无火焰。

(3) 闪燃。指可燃液体表面上蒸发的可燃蒸汽遇火源产生的一闪即灭的燃烧现象。闪燃是液体燃烧特有的一种燃烧现象，但是少数低熔点可燃固体在燃烧时也有这种现象。

(4) 爆炸。是指物质急剧氧化或分解反应，产生温度、压力增加或两者同时增加的现象。爆炸按其燃烧速度传播的快慢分为爆燃和爆轰两种：燃烧以亚音速传播的爆炸为爆燃；亚音速指反

应中穿过燃烧介质的反应前端速度小于或等于声速（空气中约 340 m/s）的速度。燃烧以冲击波为特征，以超音速传播的爆炸为爆轰。

4. 按有无人为的控制分

(1) 有控制的燃烧 指为了利用燃烧所产生的热能而有控制地进行的燃烧。如烧饭、取暖、照明、内燃机的燃烧、火箭的发射等，都属于有控制的燃烧。

(2) 失去控制的燃烧 简称失火，指人类不需要利用燃烧所产生的热能而失去控制所形成的燃烧。如各种火灾的燃烧都属于失去控制的燃烧。

三、燃烧的本质

燃烧是可燃物质与氧化剂进行反应的结果，但由于氧化反应的速度不同，或成为剧烈的氧化还原反应，或成为一般的氧化还原反应。而一般氧化反应速度慢，虽然也放出热量，但能随时散发掉，反应达不到剧烈的程度，因而没有火焰、发光和（或）发烟的现象，则不属于燃烧。所以氧化还原反应和燃烧反应的关系为种属关系。即凡是燃烧反应肯定是氧化还原反应，而氧化还原反应不一定是燃烧，燃烧反应只是氧化还原反应中特别剧烈的一种。

连锁反应理论认为燃烧是一种游离基的连锁反应，是目前被广泛承认并且较为成熟的一种解释气相燃烧机理的燃烧理论。连锁反应又叫链式反应，它是由一个单独分子游离基的变化而引起一连串分子变化的化学反应。游离基又称自由基，是化合物或单质分子在外界的影响下分裂而成的含有不成对价电子的原子或原子团，是一种高度活泼的化学基团，一旦生成即诱发其他分子迅速地一个接一个地自动分解，生成大量新的游离基，从而形成更快、更大的蔓延、扩张、循环传递的连锁反应过程，直到不再产生新的游离基为止。但是如果在燃烧过程中介入抑制剂抑制游离基的产生，连锁反应就会中断，燃烧也就会停止。连锁反应一般

有链引发、链传递、链终止三个阶段。自由基如果与器壁碰撞形成稳定分子，或两个自由基与第三个惰性分子相撞后失去能量而成为稳定分子，则连锁反应终止。连锁反应还按链传递的特点不同，分为单链反应和支链反应两种。连锁反应的终止，除器壁销毁和气相销毁外，还可向反应中加入抑制剂。如现代灭火剂中的干粉和卤代烷等，都属于抑制型的化学灭火剂。

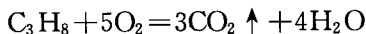
综上所述，可燃物质的多数燃烧反应不是直接进行的，而是经过一系列复杂的中间阶段；不是氧化整个分子，而是氧化连锁反应中的自由基。游离基的连锁反应，把燃烧的氧化还原反应展开，进一步揭示了有焰燃烧氧化还原反应的过程。从连锁反应的三个阶段看，其特点是：链引发要依靠外界提供能量；链传递可以在瞬间自动地连续不断地进行；链终止则只要销毁一个游离基，就等于剪断了一个链，就可以终止链的传递。

第二节 燃烧的要素和条件

燃烧是一种很普遍的自然现象，但燃烧也并不是在任何情况下都可以发生的，而是必须在具备了一定的要素和条件下才能发生。

一、燃烧的要素

燃烧的要素是指制约燃烧发生和发展变化的内部因素。由燃烧的本质可知，制约燃烧发生和发展变化的内部因素有可燃物和氧化剂两个。如丙烷在空气中燃烧，其要素就有可燃物：丙烷和氧化剂、空气中的氧气两个要素。



丙烷 氧气

1. 可燃物

可燃物是指在通常情况下的空气中能够燃烧的物质。广义地讲，凡是能燃烧的物质都是可燃物。但是有些物质在通常情况下

不燃烧，而在一定的条件下才能够燃烧。例如，大家熟知的铁和铜，在通常情况下谁也不会认为它们是可燃物，但在一些特殊的条件下，它们又都能燃烧。如赤热的铜和铁在纯氯气或纯氧气中都能发生剧烈的燃烧。在这种条件下，我们完全可以说，铁和铜都是可燃物，但通常条件下，它们都不是处在纯氧气或纯氯气中，而是处在含氧量为 21% 的大气中，因而它们在大气中不会发生燃烧，故一般不能称之为可燃物。所以，通常所说的可燃物，是指在通常状态下的空气中能够燃烧的物质。如木炭、硫黄、赤磷、棉花、酒精、汽油、甲烷、氢气等都是可燃物。

可燃物大部分为有机物，少部分为无机物。有机物大部分都含有 C、H、O 等元素，有的还含有少量的 S、P、N 等。可燃物在燃烧反应中都是还原剂，是不可缺少的一个重要因素，是燃烧得以发生的内因，没有可燃物的燃烧，燃烧也无从谈起。

2. 氧化剂

氧化剂指处于高氧化态，具有强氧化性，与可燃物质相结合能够导致燃烧的物质。它是燃烧得以发生的必须要素，否则燃烧便不能发生。氧化剂的种类较多，按其状态可分为如下类型：

(1) 气体氧化剂。如氧气、氯气、氟气等，都是能够与可燃物发生剧烈氧化还原反应的气体氧化剂。

(2) 液体或固体化合物氧化剂。如硝酸钾、硝酸锂等硝酸盐类，高氯酸、氯酸钾等氯的含氧酸及其盐类，高锰酸钾、高锰酸钠等高锰酸盐类，过氧化钠、过氧化钾等过氧化物类等。

如上分析可知，可燃物不仅能够与氧作用发生燃烧，而且与其他氧化剂作用也能发生燃烧，甚至燃烧得更加激烈。例如，氢气与氯气混合见光即爆炸；氢气与氟气混合在黑暗中也可发生爆炸；木炭和硫黄与硝酸钾混合即为黑火药；木炭和硫磺与氯酸钾混合即为更加敏感的炸药。所以，国家明文规定，制造各种鞭炮的火药都不允许含有氯酸盐、高氯酸盐等氧化性更强的氧化剂。

二、燃烧的条件

燃烧的条件是指制约燃烧发生和发展变化的外部因素。通过对燃烧机理的分析可知，能够使以上要素发生燃烧的条件（即外部因素）有以下两个：

1. 可燃物与氧化剂作用并达到一定的数量比例，且未受化学抑制

首先从可燃物的角度看，在空气中的可燃物（气体或蒸汽）数量不足，燃烧是不能发生的。例如，在室温 20℃ 的同样条件下，用火柴去点汽油和煤油时，汽油立刻燃烧起来，而煤油却不燃。煤油不能燃烧是因为煤油在室温下蒸汽数量不多，还没有达到燃烧的浓度。其次，从氧化剂的角度分析看，如果空气中的氧气不足，燃烧也不能发生。例如，当空气中的氧含量降低到 14%~16% 时，多数可燃物就会停止燃烧。再次，对有焰燃烧来讲，燃烧的游离基还必须未受化学抑制，使链式反应能够进行，燃烧才能得以持续下去。

2. 足够能量和温度的引燃源与之作用

不管何种形式的热能都必须达到一定的强度才能引起可燃物质燃烧，否则燃烧就不会发生。能够引起可燃物燃烧的热能源称为引燃源，即通常所说的着火源。引燃源根据其能量来源不同，可分为如下几种类型：

(1) 明火焰。明火焰是最常见而且是比较强的着火源，通常情况下它可以点燃任何可燃物质。点燃不同物质的火焰，其温度约需 700~2 000℃。

(2) 炽热体。炽热体是指受高温作用，由于蓄热而具有较高温度的物体。如炽热的铁块，烧红了的金属设备等。炽热体与可燃物接触引起着火有快有慢，这主要决定于炽热体所带的热量和物质的易燃性、状态等。其点燃过程是从一点开始然后扩及全面。

(3) 火星。火星是指铁与铁、铁与石、石与石的强力摩擦、