



烟花炮竹生产与安全



轻工业出版社

烟花炮竹生产与安全

江 洪 编著

轻工业出版社

⑤

烟花炮竹生产与安全

江 洪 编著

*

轻工业出版社出版

(北京阜成路3号)

张家口地区印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

787×1092毫米1/32 印张: 10 $\frac{16}{32}$ 字数: 229 千字

1980年5月第一版第一次印刷

1982年10月第一版第三次印刷

印数: 13,001—20,200 定价: 0.84 元

统一书号: 15042·1539

前 言

烟花炮竹是一种火工生产的产品，从原料到产品，都是易燃易爆物质，稍有不慎，便会引起燃烧和爆炸，甚至造成重大伤亡事故。过去，由于林彪、“四人帮”的干扰破坏，搞垮了企业的安全生产管理机构 and 规章制度，安全工作无人负责，致使事故不断发生，给人民的生命财产造成严重损失，在政治上造成不良影响。因此，搞好安全生产，保障人民生命财产的安全，就成为花炮行业的重大课题。

为了搞好花炮的安全生产，根据 1979 年轻工业部、公安部、农林部和国家劳动总局四个单位联合发布的《关于认真搞好烟花炮竹安全生产的通知》精神，除了在组织领导和制度建设上切实做好安全工作以外，还必须向花炮行业的广大职工介绍有关的生产科学知识，使他们能够掌握安全生产的基本要求，从而消除隐患，严防事故，进一步做好安全生产。为此，编者根据当前我国花炮生产的实际，参考有关书刊资料，编写了本书。

本书在编写过程中，得到轻工业部工艺美术公司、湘潭地区轻工业局和北京礼花厂等单位有关同志的有力支持和指导，特别是得到许郁文同志的热情帮助，特此谨表谢忱。

书中有关生产与安全的介绍，只是根据现有的生产技术水平所提出的一些改进意见和措施。由于本人水平有限，书中难免存在不妥当之处，希望广大读者指正。

江洪

目 录

第一章 概述	(1)
一、花炮的沿革.....	(1)
二、花炮的分类.....	(4)
三、花炮生产的基本原理.....	(6)
第二章 烟火药原料	(16)
一、原料的类别.....	(16)
二、原料的燃烧爆炸性能.....	(19)
三、原料的保管.....	(23)
四、主要化学原料的性能和质量要求.....	(25)
第三章 黑火药	(52)
一、黑火药的组成和原料的选择.....	(52)
二、黑火药的制造.....	(58)
三、黑火药的性能.....	(74)
四、黑火药的敏感度和稳定性.....	(90)
第四章 烟火剂	(96)
一、原料的选择.....	(97)
二、烟火剂的燃烧(爆炸)反应.....	(106)
三、烟火剂配比的计算.....	(123)
四、发光剂的发光原理和配制要求.....	(135)
五、其他效果的烟火剂.....	(162)
六、烟火剂的敏感度.....	(174)
七、烟火剂的化学稳定性.....	(189)
八、烟火剂的制备.....	(200)
第五章 花炮成品制造	(213)

一、爆炸音(炮竹)类.....	(213)
二、烟花类.....	(223)
三、引线的制造.....	(239)
第六章 安全生产管理.....	(242)
一、杜绝激发冲能(起爆能和着火源).....	(242)
二、控制事故苗头.....	(259)
三、烟火药和花炮成品、半成品的保管及运输.....	(266)
附录.....	(274)
附表.....	(281)

第一章 概 述

一、花炮的沿革

烟花、炮竹(简称花炮)是我国历史悠久的传统工艺品。它既是民间喜庆娱乐用品,又是大宗出口商品,深受国内外广大群众的喜爱。

炮竹(也称爆竹)的来源,可以追溯很早。相传在我国古代,人们煮食、烤火时,发现竹子被烧着以后,会发出强烈的爆炸声,听起来又热闹,又惊人,以为能驱除鬼怪,就在除夕、岁旦等重大节日或喜庆的日子里燃烧竹竿,用它的爆裂声来驱除邪祟,祈祝来年的吉利。所以唐代曾把爆竹称为“爆竿”。来鹄的《早春》诗中就有:“新雪才将半纸开,小庭犹聚爆竿灰”之句。

随着我国古代四大发明之一黑火药的问世,到了隋、唐两代,又发展到将黑火药装在竹筒里,利用火线使之爆炸,而成为名副其实的“爆竹”。以后,又进一步用纸筒代替竹筒来装火药,则成为现代爆竹的雏形。最初的爆竹,仅有单响、双响之分,也有将许多小爆竹用药线串在一起的,燃放时,劈啪之声不绝,则称之为鞭炮。因鞭炮多用长杆挑起燃放,故又称为“爆仗”,《武林旧事·岁除》中云:“至于爆仗……内藏药线,一燕连百余不绝。”到了近代,人们又把“爆竹”通称“炮竹”了。

至于烟花(也叫焰火),是烟火剂燃烧时所发出的烟与火

的总称。一般都是包扎品，内装药剂，点燃后，升腾高空，喷射出绚丽夺目的诸色火花，或显现各种形象。约在隋代，已有“火药什戏”之类的烟花，到了唐、宋两代，已经广为流行。当时品种甚多，制造工艺也相当进步，不但有了象征瓜

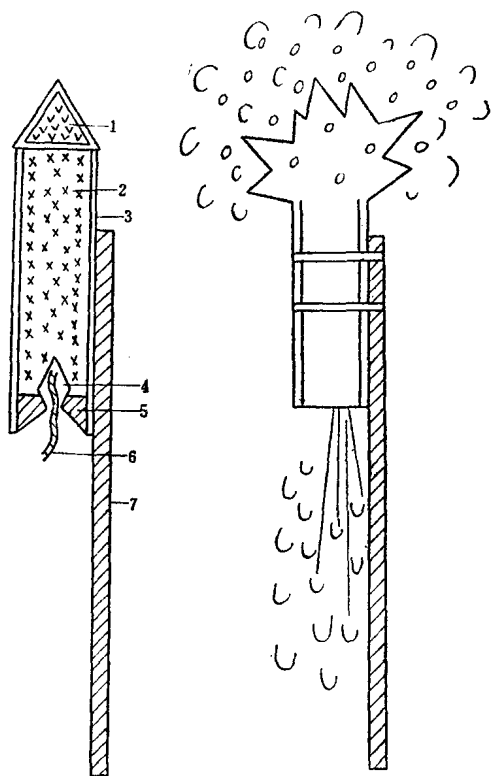


图 1 古代起花火箭

- 1—闪光物质 2—黑火药 3—纸壳 4—燃烧室 5—喷射口
6—引线 7—稳定杆

果、动物形状的烟花，而且有了“起花火箭”（见图 1）等产品。唐代的起花火箭，箭筒用厚纸板或金属板做成。火箭尾部的喷管一般用粘土做成。当火箭被点燃以后，产生大量的气体，由喷管向外迅速喷出，从而产生反作用推力，推动火箭腾空升起。当火药燃烧到最上端时，火箭头部的闪光物质被点燃，并放射出绚丽的火花。这几乎同我们现在的火箭类烟花产品一样了。

烟花炮竹经唐、宋以后几代的发展，已在全国各地形成了若干传统产地，如广东的东莞、南海，广西的北海、合浦，湖南的浏阳、醴陵，江西的万载、萍乡等地，都是烟花炮竹的集中产区。仅以浏阳产区为例，早在 1740 年即已开始生产鞭炮，约有十多个品种。并于 1885 年向外出口，销往印度、日本、朝鲜、伊朗、南洋等地，在亚洲享有盛誉。

但是，近几百年来，由于封建社会生产关系的束缚和国民党反动派的摧残，花炮生产始终沿用古老陈旧的生产方法，技术和设备都很落后，谈不上科学研究，更谈不上利用现代化的生产技术来实行安全生产。

解放以后，过去的小作坊发展成为中小型企业，家庭手工业已发展为公社、大队办的企业，生产迅速发展。花炮产品不但满足了国内市场日益增长的需要，并且大量出口，远销五十多个国家。目前，我国的花炮生产，已从单一的声响发展到声、光、烟、色、造型的综合效果，花色品种约有五百多种。不但有欢庆节日的大型高空礼花，并且还生产了一批用于航海、渔业、求救信号弹，文艺舞台效果，军事训练的手雷弹和农业、气象用的土火箭等新产品。

烟花炮竹生产的发展，对繁荣国内市场，适应人民需要，壮大人民公社集体经济，增加社员收入，扩大外贸出口，支

援社会主义建设等方面，都起了积极的作用。

二、花炮的分类

过去一般把花炮分为烟花和炮竹两大类。但随着品种的增多，这样分类已很不适应，而且比较混乱。根据目前的花炮品种，可以有两种分类方法：一种是按燃放方法和效果分类，一种是按结构和制造工艺分类。这两种方法都不尽完善，现分述如下：

（一）按燃放方法和效果分类（见附表 1）

1. 炮竹

凡以爆炸纸筒壳而发出响声为主的，都属炮竹类，包括黑药炮、白药炮、拉炮、击炮（噫纸）等。

2. 烟花

凡产生光、色、音响和运动等效果的产品，都属烟花类。包括高空礼花、低空烟花、火箭、地面烟花、手持烟花、线吊烟花等等。

（二）按花炮的燃放效果和制造工艺分类

1. 高空礼花

用炮管发射至 50 米以上的高空，然后再爆炸开花。如国庆节首都北京燃放的礼花，一炮升空，五彩缤纷，华丽夺目，增添了强烈的喜庆气氛。

2. 小礼花

利用本身的纸筒发射至 10 米以上的空中，爆发出光、色、音响等效果。

3. 火箭

利用推进剂升到空中,再爆发出色、光、声响等效果。品种有鸟啼蝉鸣的笛音火箭,小巧玲珑的音响火箭,腾云驾雾的飞伞火箭,似卫星上天的无杆火箭,平地起舞的弹跳烟花等等。

4. 喷花

点燃后喷射出各种花朵,有似蓓蕾绽开,含苞欲放,百花争艳,垂柳飞絮,群蝶起舞等各种形象,还有的象铁水奔流、银河飞瀑。千姿万态,光彩夺目。

5. 吐珠

此种烟花形似颗颗彩珠、点点飞花、粒粒弹丸,玲珑剔透,别具风格。

6. 旋转花

点燃后,在空中或地上不断旋转,呈现各种花型,如牡丹、芙蓉、荷花、葵花、菊花等等,色彩鲜艳、层次分明、绚丽多姿。

7. 线香烟花

多为手持燃放,有线状和杆状两种。燃放时,五颜六色,花朵朵,金光闪闪,经久不熄,芳香扑鼻,兼有杀虫灭蚊作用。

8. 玩具烟花(也叫造型烟花)

此类烟花侧重形象的塑造和图样的变化。燃放时,突然跳出各种动物形象、玩具、花朵或各种实物的图样,变幻莫测,新奇有趣。如广西的宫灯、宝塔和母鸡下蛋,江西的电视机、魔术花,湖南的魔术气球、圣诞烟花等等。

9. 爆炸音花炮

此类烟花有电闪雷鸣的电光炮和手雷,有经济安全、音响宏亮的黑药炮,一拉就炸的拉炮,玩具手枪和体育竞赛信号枪用的击炮(噫纸),以及戏剧和军事演习用的模仿弹等。

三、花炮生产的基本原理

花炮是利用烟火药（通常指烟火剂和黑火药）通过引燃（激发）产生燃烧或爆炸进而发生色、光、声响等效果，以供观赏的火工产品。花炮本身就是一种易燃易爆的物质。因此，在生产过程中稍有不慎，就会发生破坏性的燃烧或爆炸事故。这些事故的发生，给人民生命财产造成严重损失，在政治上带来不良影响，是必须引起我们十分重视的问题。为此，有必要弄清燃烧与爆炸现象的基本理论知识。

（一）燃烧与燃点

1. 燃烧

燃烧就是我们通常所说的“起”火（着火）、“烧火”，它是一种常见的放热、发光的化学反应现象。例如木材、木炭、纸张等的燃烧，在我们日常生活中经常可以见到。燃烧的实质是可燃物质（如纸张、棉花、柴炭、油类、硫磺、煤气等）在较高温度时，与空气中的氧或氧化剂化合而产生的氧化反应现象。

物质为什么会燃烧？唯物辩证法认为，外因是变化的条件，内因是变化的根据，外因通过内因而起作用。柴炭、硫磺、纸张等物质的燃烧，是由它们本身的可燃性决定的。但是它们却不能自发地燃烧，只有在具备了燃烧的客观条件以后，并且一般地要通过引燃——点火，才能燃烧。当然，某些物质在一定的情况下，不通过点火也会自燃，那也是由于具备了燃烧条件的缘故。

形成燃烧必须具备以下三个条件：

（1）可燃物质 凡是能与空气中的氧，或其他氧化剂起

剧烈反应的物质，一般都是可燃物质，也可以叫做还原物质。例如某些元素、有机物质等等。

(2) 助燃物质 凡能帮助和支持燃烧的物质，都是助燃物质。一般凡是含有氧，并能放出氧的物质或者能够与可燃物质起剧烈反应的物质，都是助燃物质，也叫做氧化剂。例如空气、硝酸钾、氯气等等。

可燃物质要有助燃物质才能燃烧。例如一公斤木材需要4~5立方米的空气，一公斤木炭需要5.5公斤硝酸钾才能燃烧完全。

(3) 着火源(也叫激发冲能) 凡是能够引起可燃物质燃烧的热能(加热、火焰、火星)、机械能(冲击、摩擦、针刺)、电能(电火花、放电)、光能(光线)、化学能和其他能等，都叫做激发冲能。例如一张纸(可燃物)，放在空气中，也有了氧，但如果不用火去点燃，它仍然不会燃烧。

2. 闪点、燃点、自燃点

发煤火一般用火柴点不燃，而要用火柴点燃木柴，木柴再引燃煤炭。不同的物质与氧相互作用，产生燃烧现象所需要的温度是不同的。不同的物质有不同的闪点、燃点和自燃点。

(1) 闪点 当某些物质(如汽油等可燃性液体)挥发出来的蒸气和周围的空气混合后与火源接触，初次出现蓝色火焰的闪光时的温度，叫闪点或闪火点。这种火焰往往一闪即灭(通常叫做闪燃)，原因是物质挥发出的蒸气不多，仅能维持一刹那的燃烧，所以一闪即灭。例如我们打开酒精(乙醇)瓶子，隔很远就能闻到一股酒精味道。这说明酒精每时每刻都在向空气中散发蒸气，而且温度越高，散发得越快，蒸气也越浓。达到11°C时，这些酒精蒸气，接触到火源，就会燃烧。但由于蒸气不足以维持持续燃烧，所以一闪即灭。这个

11°C就是酒精的闪点。不同的可燃液体有不同的闪点。如汽油是-58~10°C，煤油是28~45°C，松节油是30°C。闪点越低，火险越大。

(2) 燃点 燃点也叫着火点。能使闪燃的火焰继续燃烧，并且燃烧时间不少于五秒钟的温度叫燃点，也叫着火点。例如，用硝酸钡和铝粉制成的棒状电火花，用火柴很难点燃，用黑火药引线点火，很快就能点燃。这说明火柴火焰的温度，还没有达到电火花的燃点。一般说，一种物质的燃点比闪点要高。燃点越低的物质，越容易着火。

闪点和燃点须在标准仪器中测定。物质的闪点和燃点对运输、储存、操作和使用时的安全，关系极大，必须予以高度重视。

(3) 自燃和自燃点 一种物质在没有接触火源的情况下，自发地起火，叫做自燃。形成自发起火的温度就叫自燃点。例如硫磺，它的自燃点是250°C，如果在贮存过程中保管不善，当它周围环境的温度一旦升高到250°C时，硫磺就会自发地燃烧起来。一种物质的自燃点，通常比它的燃点要高，有的甚至高出100°C以上。

总之，只有在上述条件同时具备，并且相互结合，相互作用的情况下才能形成燃烧。缺少任何一个条件，就不能形成燃烧。因此，我们通常所说的安全与防火，实质上也就是采取措施防止这三个条件相互结合，相互作用，从根本上铲除起火的可能性。

(二) 爆炸

1. 爆炸的特点

爆炸是一种物质（如气体、混合气体、粉尘、烟火药、

梯恩梯等)所发生的急剧的物理或化学变化,并同时放出大量能的现象。爆炸时,温度与压力急剧升高,产生爆破或推动作用。具体地说,爆炸有以下三个特点:

(1) 爆炸作用都是在压力特别大,并超过了外部抵抗力的条件下发生的。例如炮竹、轮胎的爆炸;

(2) 爆炸是在一瞬间突然地迅速发生的;

(3) 爆炸或多或少地要破坏约束它的东西。即使完全是在空气中爆炸,也会产生有压力的气浪(称为冲击波),发生很大的响声,引起地面和树木、房屋等的震动摇晃。

2. 爆炸的性质

爆炸一般有物理爆炸(如轮胎、锅炉爆炸)、核爆炸(如原子弹、氢弹爆炸)和化学爆炸三种类型。由于烟火药的爆炸属于化学爆炸,所以这里仅介绍一下化学爆炸的性质。

化学爆炸是某些物质含有一种或多种化学成分,由于得到足够引起起爆的能量而爆炸,而从原来的物质变成了另外的一种或多种的物质,大部分或全部变成了气体,并放出大量的热。爆炸所产生的气体体积比原来的体积增大了数百至千倍以上,温度高达 $3000\sim 5000^{\circ}\text{C}$,压力可达几万到几十万个大气压。此种高温高压气体的急剧膨胀,就形成了通常所见的爆炸现象。

普通的燃烧与化学爆炸的过程是有区别的,其本质的区别就在于:普通燃烧的反应区域中(在火焰中)没有压力急剧上升的现象。

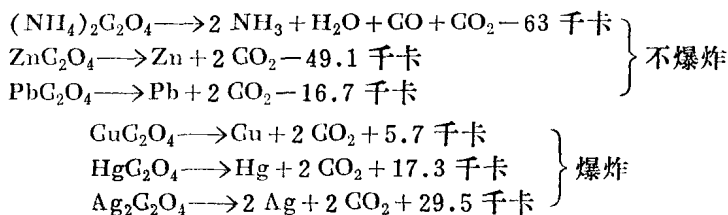
对某些化学爆炸而言,也可以说是瞬息间的燃烧,因此,很多燃烧现象,由于压力急剧增高而转变为爆炸。

3. 爆炸的条件

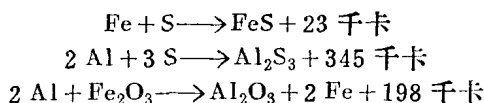
形成爆炸必须具备以下三个条件:

(1) 化学反应的变化速度非常快，并且能够自动地进行到底。这是化学爆炸最重要的条件。这种变化速度要用百分之几秒至百万分之几秒的时间来衡量。与燃烧反应的化学过程相比较，爆炸过程快得多。

(2) 化学变化时能够产生大量的热。实践证明当某种物质的变化过程是放热反应，那么这种物质就可能具有爆炸性能。相反，如果某种物质的变化需要从外界不断增添能量，则这种物质就不会具有爆炸性能。例如：



放热反应虽然是形成爆炸的重要因素之一，但不能理解为凡是放热的化学反应，都具有爆炸性能。例如：



上述反应都是放热反应，但并不会发生爆炸。

(3) 反应过程中产生大量的气体。一公斤炸药在爆炸时所产生的气体体积为：黑火药 280 公升、硝化棉 765 公升、苦味酸 675 公升、梯恩梯 690 公升。这些比原来的炸药体积大数百倍的气体，受强热后，更加迅速膨胀，使气体和热能都变为机械功。

反应过程中产生大量气体是形成爆炸的主要因素之一，但是同样不能理解为所有的爆炸反应都会产生大量气体。有些物质在反应变化时，仅有足够的放热性和极快的反应速

度，并不产生气体，也同样会发生爆炸。例如一氧化碳等气态物质的爆炸。铝粉与氧化铁制成的铝热剂，在空气中大量燃烧时也会转为爆炸。这是因为这些物质周围的空气受到急剧加热，使周围介质的压力增高而产生的。不过这种爆炸的威力比较小。

4. 爆炸的现象

以上所述的爆炸条件，也即爆炸的因素。随着这些因素的变化(主要是反应速度的不同)，因而引起爆炸现象的不同变化。根据爆炸过程的传播速度，一般分为速燃、爆炸和爆轰三种变化。

(1) 速燃(爆燃) 速燃一般以每秒几公尺的速度进行传播，而且这种变化过程受外界条件的影响很大。这种传播速度随外界压力的增高而增加。如果反应过程在不密闭的容器内进行，通常不会产生很大的响声，所以有时又叫做“爆燃”。例如炮竹的冲射，大量黑火药在空间的燃烧。如果反应过程在密闭容器内进行，那么速燃就显得很剧烈，并产生很大的响声。例如礼花弹和小礼花的发射等。这种过程一般叫做“发射”。发射的特点是迅速增加的气体 and 气体压力，向最小阻力方向产生移动和抛射而作功。黑火药是发射药的典型代表。

(2) 爆炸 爆炸的速度要比速燃大得多，一般以每秒几百米至几千米来衡量。它受外界因素的影响很小。爆炸时在爆炸点压力急剧地增高，在离爆炸点较近的地方，气体向周围介质撞击，产生了破坏功。例如黑药炮的爆炸。

(3) 爆轰 所谓爆轰，是炸药的反应变化在一定条件下，以最大可能的固定速度来传播的爆炸过程。爆轰速度通常以每秒几千公尺来衡量。这种速度在给定的条件下是一个固定的常数。爆轰的特征，是特别急剧的突跃地增高压力和气体