

文章编号: 1003-1480 (2002) 03-0054-03

# 国内外花炮技术和相关技术现状及 发展趋势分析

刘亚利, 吴美芝

(中国花炮技术培训中心, 湖南 长沙, 410118)

**摘 要:** 根据花炮行业的特点, 从烟火药及其配方、结构、工艺及效应几方面, 简述了国内外花炮技术及相关技术的现状, 分析并预测了花炮及相关技术的发展趋势。

**关键词:** 花炮技术; 现状; 趋势

**中图分类号:** TQ567.9      **文献标识码:** A

## Development Trend of the Technologies of National and International Fireworks and Firecrackers

LIU Ya-li, WU Mei-zhi

(Fireworks and Firecrackers Training Center of China, Changsha, 410118)

**Abstract:** This paper outlines the related technologies and current status of national and international fireworks and firecrackers according to the characteristics of fireworks industry from the following aspects, such as fireworks composition and its formula, structure, working process and ignition effect. It analyzes and predicts the development trend of fireworks and firecrackers and related technology.

**Key words:** Fireworks and firecrackers; Related technology; Current status; Development trend

花炮是利用烟火药(通常指烟火剂和黑火药), 通过引燃(激发)而燃烧或爆炸进而产生光、声、色运动及烟雾等观赏效果的火工产品。花炮技术通常是指研究烟火药及其配方、结构、工艺、效应的一门应用科学。这门应用科学是与之相关学科的综合体现。如配方研究涉及材料学科的应用和新型功能材料的开发; 结构造型涉及结构力学、材料力学; 工艺研究涉及生产工艺设计、机械的运用; 效应研究涉及到光学、声学以及安全检测技术和计算机技术的运用等。

## 1 花炮技术及相关技术的现状

### 1.1 烟火剂的配方技术

烟火剂配方追求的是焰火效果、安全环保和

价格低廉。我国烟花用彩色发光剂中以高氯酸钾、硝酸钾、硝酸钡为氧化剂完全取代高感度的氯酸钾和易吸湿的硝酸钠。

供氯剂用聚氯乙烯、氯化橡胶、氯化石蜡完全取代有毒的六氯代苯。

哨声剂中普遍运用不吸湿、易点燃、发声效果优良的第四代苯二甲酸盐。这一材料的开发也广泛地被国外同行认同并应用。

使用赛璐珞溶剂、环氧树脂、酚醛树脂、虫胶清漆、聚乙烯醇等做粘合剂, 普遍取代易吸湿霉变的淀粉粘合剂, 增强了星体制品的安全性、着火性、燃烧性以及亮度和色度。国外同行中除早已运用上述粘合剂外, 在有特殊效果要求的产品中加入少量的石蜡油、硬脂酸等, 用以减少水分吸入并降低烟

收稿日期: 2002-06-07

作者简介: 刘亚利(1956—), 女, 副高, 从事火工烟花教学及工艺研究。

火药的感度。

采用硝化纤维素为主剂的烟花用药, 由于其燃烧时几乎没有恶臭和有毒气体, 也很少有燃烧残渣, 已广泛用于室内烟花和低温烟花中。近来在国内生产销售势头很好。在德国、丹麦无烟烟花作为一种玩具已进入超市销售。

鞭炮生产中, 珍珠岩粉作为疏密调整剂成功地得到运用。不仅不影响爆炸效果而且还降低了成本, 大大增加了生产和贮运中的安全。

微型电光炮中虽用硝酸钡为氧化剂取代了有毒致癌的铅的氧化物, 但着火率低, 响声逊色, 这与生产工艺有较大的关系。

从较有代表性的几个国家如日本、美国、德国、英国、前苏联等的一些资料记载可知, 国外的烟花用彩色发光剂, 一般比较注重焰色效果, 其采用的氧化剂如氯酸盐(钾、钡)、高氯酸盐(钾、铵)、硝酸盐(钾、钠、铯)较为普遍, 有机化工原料运用较多, 易吸湿的可燃物或还原剂亦较普遍。其所采用的防潮技术包覆工艺很严密, 星体生产一般都采用军事信号弹配方及制作工艺, 为达到某些特殊效果运用一些昂贵的稀土元素。故与同类产品比较, 国外产品的卖价是我国产品的几倍甚至于十几倍。

### 1.2 产品构型技术

我国花炮的构型技术是世界上最丰富的, 分13大类数千个品种。很多产品由于它的运动形式和燃放效果的穿插组合, 大大提高了观赏价值。玩具类烟花焰色造型从平面静态到多面动态, 集安全性、趣味性和智能型为一体。大型表演烟花、组合类盆花、火箭类烟花以及礼花弹的千姿百态的花色效果, 有序排列的图形效果, 火星尾迹的曳光效果, 间歇变色的梦幻效果等等, 深受国内外消费者的喜爱。

但总体来看, 我国花炮品种精品少, 粗产品多, 产品更新换代快, 市场生命力短。在数千个产品中没有一个产品能像浏阳的“大地花开”一样几十年长盛不衰。而国外花炮企业追求的是产品专而精, 高品质、高效益、个性化、艺术化。如日本的球形礼花弹, 欧洲的圆柱型单级或多级礼花弹, 美国的火炬、花筒、盆花, 德国、西班牙的火箭。

### 1.3 生产工艺技术

我国的小炮竹是消费量最大的品种。鞭炮生产工艺从一张纸、一根引线发展到做成商品需经过72

道工序, 每生产10万响鞭炮需26.4个工作日。自20世纪90年代初以来, 80%的工序成功地采用机械生产和新生产工艺, 鞭炮生产全过程缩短到十几道工序, 生产10万响鞭炮只需4.5个工作日, 比传统工艺提高工效5.9倍。

我国烟花生产属于以手工为主的劳动密集型产业。整体而言, 厂家设备简陋, 自动化水平低, 特别是造粒、装药、混药、干燥等高危工序, 仍然停留在手工作坊阶段, 加之工人整体素质偏低, 不严格执行操作规程, 安全事故时有发生。

国外的花炮生产装、压药等危险工序采用机械化, 自动化程度高, 即便发生事故也不足以伤及人的性命; 药物干燥采用远红外干燥技术或真空干燥技术, 且产品配方优化, 如日本的球形礼花弹发射药与发射重量比为1:18~1:20, 而我国的为1:8~1:10; 德国火箭发射药与发射重量比为1:10~1:15, 而我国的为1:5~1:8。由此可见由生产工艺技术所体现出的差异。

## 2 花炮技术发展趋势分析

### 2.1 产品开发趋势

随着人们环保意识的增强和观赏层次的提高, 花炮产品趋向于无烟无公害, 燃放效果将更加丰富。

#### 2.1.1 理论体系的建立

花炮虽然有着上千年的历史, 由于种种原因至今没有自己的独立理论体系, 烟火药的配方选择和确定主要依靠经验。随着花炮行业科技队伍的建立和壮大、研究人员素质的提高, 运用相关理论(如分析化学、结构化学、烟火化学、光学、声学、色度学等)和计算机技术, 将使花炮生产技术和产品开发在理论的指导下总结提高, 使之系统化、规范化, 并形成独立学科。

#### 2.1.2 新材料新药物的开发应用

新材料的应用药物配方的研究, 首先是安全环保, 其次才是焰火效果。

以硝化纤维素为主剂的烟火药, 用于制造无烟烟花和低温烟花, 可用于室内燃放。无烟环保型安全烟花也将成为研究开发的新课题。

钛合金粉的应用, 使得哨声中带花, 爆花中有蕊, 雷鸣中有芒线, 极大地丰富了产品的花色效果。

稀土化合物、有色合金粉的微量使用, 既能降低成本, 又能丰富焰火花形。现已使用的金属合金

粉有铁、铝、镁、钛等。这些金属火花火束较粗而明亮，一般为直线流线和断续流线，流线短且在尾端略有小量分叉爆花。火束火花的丰富取决于金属合金的化学成分，且不同合金的加入及加入量的多少都会影响火花特征。这些影响有助长、抑制、清除火花爆裂等几种情况。如铬(Cr)、锰(Mn)、钒(V)，是助长火花爆裂的元素。铬元素的火花爆裂甚为活泼，花型较大，分叉多而细，火束短附有很多碎花粉；锰元素的爆花中心部有较大白亮点的节点，花型较大且芒线细而长；钒元素的火束呈黄色，使流线芒线变细。镍(Ni)、钼(Mo)、钨(W)是抑制火花爆裂的元素。镍元素发光点强烈闪目，具有鼓肚与粗划苞花特征；钼元素有枪尖状桔色尾花特征；钨元素有暗红色狐尾尾花特征。若在合金粉中加入一定量的硅，则可抑制甚至消除火花爆裂。

随着纳米技术的开发应用，烟花生产引进纳米材料亦指日可待。纳米粉体分子分裂能级激发后所产生出的烟花效应，将会使烟花技术发生质的飞跃。

在爆响剂的配制中，针对硫磺与氯酸钾配伍容易受外界能量刺激而引发安全事故，新近研制开发一种能有效遏制烟花爆竹安全生产事故发生的新型混合型可燃剂——三和粉，再配以一定量的氯酸钾，直接用于爆竹装药。该新型爆竹专用药，属无硫无锑爆竹药剂，在生产和燃放时减少了大气污染。其相容性好，安全可靠，具有足够的热效应(在 $338.12^{\circ}\text{C}$ 完全放热释热量达 $1217\text{J/g}$ ，相当于太安炸药和TNT反应热 $1260\text{J/g}$ )；比使用硫磺配方的药剂机械感度降低了70%左右，生产安全系数提高2~3倍；静电火药感度降低90%左右；爆发点值高出 $100^{\circ}\text{C}$ 以上(白药响药爆发点值为 $215^{\circ}\text{C}$ )。

### 2.1.3 产品构型的突破

产品效果由静态向动态，由平面向立体突破；由有形有色向形、声、色并茂突破；由单音阶向多音阶声响突破。如传统的线香类烟花由单色的直线燃烧，更新为变色或动态多枝燃烧；平面的环状旋转效果更新为立体动态的复合效果。就礼花弹燃放的花形、图案与文字效果，研究者仍在研究着红、绿、黄、蓝、紫多声响的多爆裂花色。

构型组合的原器件，多采用塑料，这些材料给环境造成污染，逐步受到市场销量限制。

### 2.2 生产工艺趋势

国外产品大多出自军工厂，企业机械化和自动化程度高。在我国大部分花炮企业属于乡镇、村办和个体企业，从业人员整体素质偏低，使这一产业的发展受到严重制约。

近十几年来花炮行业研制开发了不少机械，但有些机械除少数具有通用性外，使用效率及性能都较差。花炮生产由于它的特殊性，不可能全面实行机械化，但不断改进完善设备，大部分工序由机械操作取代密集的手工操作，实现半机械化，再过渡到机械化是企业发展的方向。

利用纸浆、废纸屑、竹、木屑浇铸成型筒壳，减少生产环节，降低成本，同时减少环境污染。

### 2.3 相关技术趋势

将制定花炮专用材料质量标准，花炮企业逐步完善化学分析检测和安全性能物理测试手段。

大中型焰火燃放晚会，将结合城市及节日特点，突出文化主题。节目编排和燃放控制，集计算机程控技术、灯光技术和配乐技术于一体。

远红外干燥技术、真空干燥技术将是干燥工序的首选。电视监控技术、自动报警系统和远距离遥控技术将在行业中普及。

### 参考文献：

- [1] 刘亚利. 中国花炮技术现状及发展趋势[C]. 首届国际烟花质量技术论坛论文集. 湖南科学技术出版社, 2001.
- [2] 潘功配. 烟花科学的过去、现在与未来[C]. 首届国际烟花质量技术论坛论文集. 湖南科学技术出版社, 2001.
- [3] 刘青春. 爆响剂代硫磺和“三和粉”的开发应用[C]. 首届国际烟花质量技术论坛论文集. 湖南科学技术出版社, 2001.
- [4] 许又文. 烟火技术[M]. 化工百科全书. 化学工业出版社, 1991.
- [5] 张丙辰. 国外烟花信息[J]. 火工品, 1994.
- [6] 贾道超. 当前国际烟花新特点[J]. 花炮科技与市场, 1995.1.