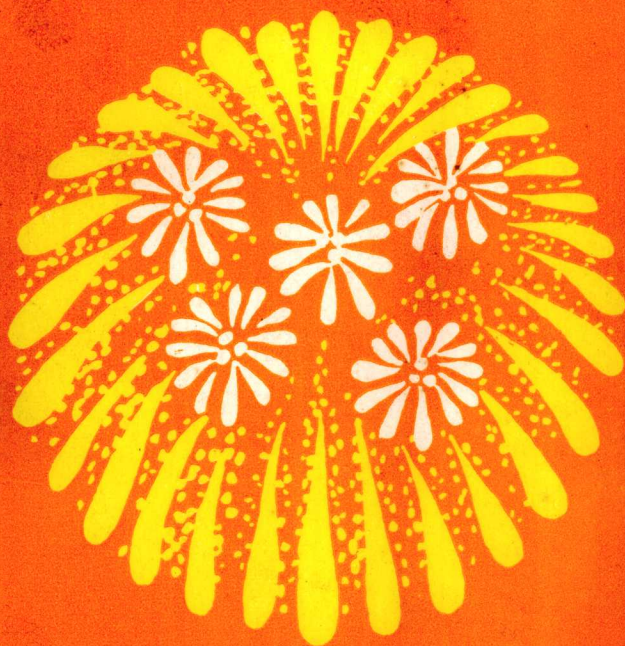


烟火

原理与实践

〔英〕R. 兰彻斯特 等著
〔日〕清水武夫



北京工业学院出版社

内 容 简 介

本书译自 [英] R·兰彻斯特、[日] 清水武夫等所著《烟火原理与实践》(FIREWORKS PRINCIPLES AND PRACTICE) 一书。全书共十九章, 内容包括: 西方烟火史; 烟火材料; 烟火技术的基本原理; 烟火药配制与壳体、星体制作; 各种烟花、礼花弹的结构、配方、制作方法; 烟火展品品种及燃放技术; 最后还对日本烟火作了系统介绍。本书内容丰富, 可使读者对西欧与日本烟火有较全面的了解, 书中还介绍一些有实用价值的配方, 并有附图134幅。

本书可供从事烟火技术的科研及技术人员参考, 也可供有关专业师生阅读。

烟火原理与实践

[英] R·兰彻斯特 等著

[日] 清水武夫

许又文 成漪文 等译

北京工业学院出版社出版

北京海淀海丰印刷厂印装

开本: 787×1092 1/16 印张: 10.25 267千字

1985年9月第一版 1985年9月第一次印刷 印数: 1-10,000册

统一书号: 15434·16 定价: 2.50 元

译者前言

烟火，又名焰火、烟花，全称应为观赏烟火。它利用烟火药燃烧或爆炸时产生的特有烟火效应（光效应、焰色效应、音响效应、烟雾效应、气动效应等）创造出绚丽多姿、声色俱备、瞬息万变的空间造型。观赏烟火是烟火技术的一个分支，是现代烟火技术与造型艺术巧妙的结合。

我国是黑火药的祖国，也是烟火技术的故乡。我国观赏烟火的发展远早于其它国家。隋炀帝（605—617年）时就有“灯树千光照，花焰七枝开”的描述。唐代也有“火树银花”的写照。已考查到的最早的火药配方见于初唐（682年）《丹经内服硫黄法》一书。到北宋（1044年）《武经总要》就详细记载有“毒药烟球”、“蒺藜火球”等军用烟火的配方。宋孟元老所著《东京梦华录》就有烟火、爆仗用于舞台烟火效果的记载。南宋观赏烟火更有所发展，周密的《武林旧事》就记述当时南宋偏安首都临安在宫廷燃放烟火的盛况，还记载了不少烟火品种，那时烟火已发展成为一种独立的特种工艺行业了。烟火与火药也就在那时传入伊斯兰国家，后又由伊斯兰国家传入欧洲大陆。我们的祖先曾为火药与烟火技术的发明作出过伟大的贡献。

新中国成立后，在党的领导下，民用烟火工业得到很大的发展与提高。三十多年来，随着我国科学技术的进步，对各种无机盐类的提纯，有机化合物的合成和镁、铝、钛等金属的开发和冶炼，使烟火技术的提高有了坚实的物质基础。现在，无论是地面烟火还是高空礼花，其光色、音响、造型都日趋完美。中国烟火在国际上已久负盛名，烟火已成为我国大宗出口产品之一。

烟火生产是属于火工生产。由于烟火药具有高感度的特性，因此，安全问题便是一个突出的问题。烟火技术作为一门学科，尚有许多规律和问题有待于我们去认识和研究。例如：如何获得最佳的烟火效应；烟火药成分之间哪些相容哪些不相容；怎样才能得到低感度的安全烟火药；制药等危险工序如何实现机械隔离操作，以及如何设计新颖的烟火造型等。在烟火行业内部，由于技术保密，相互间交流甚少，加之原来的技术基础比较薄弱，因此，要使我国民用烟火技术早日实现现代化、科学化的目标，就必须提高我国烟火工作者的理论水平，同时也要吸取国外烟火技术有益的经验，这就是译者翻译本书的动机与目的。

本书是由几位富有经验的烟火专家执笔的，R·兰彻斯特编辑本书并撰写二~九，十一~十八章各章，清水武夫撰写第十九章，R.E.A. 巴特勒撰写第一章和 R.G. 霍尔撰写第十章。作者汇集了较多的资料，总结了他们丰富的经验，从安全入手较全面地介绍了烟火技术的基本原理，并对西欧与日本的各类观赏烟火的品种、配方、结构与工艺作了较详尽与系统的介绍，同时也进行一些理论性的分析。这是一本少有的民用烟火参考书，值得国内烟火工作者借鉴。

当然本书也有不足之处，如在介绍烟火历史时，对我国发明火药与烟火技术的历史虽加

以肯定，但具体史料介绍不多，而对西欧燃放烟火的记载又罗列得过于繁琐，我们作了适当的删减。第十九章介绍的日本烟火自成体系，与以前各章有不少重复，使用单位也不统一。但考虑到这种编排有利于读者对西欧与日本的烟火分别有所了解，因此，译者仍照原书译出，未作调整与改动。

需要特别指出，书中部分配方是以氯酸盐作氧化剂的，这类药剂感度大，特别是氯酸钾爆音剂，有的接近起爆药的感度，大量处理是非常危险的。这里仅作知识介绍，不宜推广，如需制造，应按国务院于1984年1月6日发布的《民用爆炸物品管理条例》办理。《条例》规定：“严格控制用氯酸钾配制烟火剂”，又规定：“未经批准，严禁任何单位和个人制造拉炮、摔炮、砸炮、打火纸等危险品”。

书中有些烟火品名不合我国习惯，没有直译，如 Roman candles 译为吐珠烟花，Lances 译为喷焰管，Saxons 译为转臂烟花，第十四章的 Crackres 译为爆龙等。另外，原书有不少照片，考虑到制版效果，有的改为钢笔画，有的用适当的插图所代替。

本书由许又文、成漪文、成道兴共同翻译，并由许又文负责技术校对。限于译者水平，译文中难免存在错误与不妥之处，热诚欢迎批评指正。

1985年8月

目 录

第 一 章	西方烟火史.....	(1)
第 二 章	烟火材料.....	(14)
第 三 章	烟火技术的基本原理.....	(33)
第 四 章	混合与装药.....	(39)
第 五 章	壳体.....	(45)
第 六 章	星体.....	(49)
第 七 章	有色火 信号火 喷焰管 导火管 火炬.....	(57)
第 八 章	吐珠烟花 慧星 榴霰弹.....	(65)
第 九 章	音响发生器.....	(69)
第 十 章	火箭.....	(72)
第十一章	推进器 转臂 旋风.....	(77)
第十二章	礼花弹.....	(83)
第十三章	穗花 喷泉 花雨 喷火筒 锥形花.....	(91)
第十四章	转盘和爆龙.....	(97)
第十五章	室内烟花.....	(100)
第十六章	导火索 速燃引线.....	(106)
第十七章	发烟剂.....	(109)
第十八章	展览烟花.....	(112)
第十九章	烟火药的制造方法.....	(118)
参考文献		(156)

第一章 西方烟火史

R. E. A. 巴特勒

烟火的制造已有很长的历史，但烟火技术的发展却相当缓慢。中国人大约在一千多年以前已能制造各类烟火。在公众或私人的庆典上燃放烟火已有五百年的历史了。现在，烟火已遍及全球，人们对它的爱好还没有减弱的迹象。几个世纪以来，烟火的品种已有改进，彩色范围扩大了，外壳更大了，火箭推进得更高了，但各种形式的火箭、礼花弹和吐珠烟花仍然是主要的品种。尽管新材料的使用带来了新的效果，烟火的零部件及其款式已得到改进，但是烟火展品的基本组成并没有改变。烟火制造者仍然乐于采用彩色和音响的组合。他们利用天然材料，运用化学知识，综合了实验成果，以富有耐心和献身精神，创造出了光辉夺目的图案。黑火药的发明，预告了烟火新技术的兴起。黑火药至今仍然是烟火制造的基本原料。黑火药不仅用于军事，还通过美丽的烟花给人们带来了愉快。

根据很早以前的历史记载，黑火药的发现应归功于中国人，虽然在阿拉伯和希腊曾有人持不同的看法，在1520年从葡萄牙船上看到了中国的第一门大炮。然而，远远地早于这个时期，中国人就已经使用了烟火药。在古代记载中描述了炸弹的爆炸，将炸弹放在一巨大的发射架上，点然后在地面上或空中爆炸。还描述了类似的飞弹击中了堡垒里的敌人。爆竹在早期已经使用了，同今天一样，在婚礼和婴儿诞生的庆典上表示祝贺，或是在葬礼的仪式中，用爆竹来驱走邪妖。在各种宗教节日里，燃放爆竹也很普遍。当时的爆竹是将黑火药包装后装入竹筒或卷好的纸管中而制成的，这种工艺方法奠定了现代烟火制造的基础。在1630年，方以智（1611—1671）曾在一本书中记叙了中国唐朝（7—10世纪）“火树银花”的场面。在中国，在庆祝会上及公众的节日里，经常能见到各种烟火。有关当时中国烟火会的各种记载，通过旅游者传入了欧洲。

在十五世纪和十六世纪，在圣埃卡纳瑟的长诗中有了烟火会的描述，如烟花和火箭所产生的花环、银白色的效果及嘶嘶的声响。到了十八世纪，烟火会已达到了豪华的程度。英国的第一次烟火会于1790年在印度的勒克瑙附近举行，据说为了准备这次烟火会就花费了6个月的时间。

在欧洲紧跟着黑火药就出现了烟火药，意大利是欧洲第一个制造观赏烟火的国家，也是最早举行烟火会的地区。在1500年以前的宗教节日及公众庆祝会上，烟火已得到了广泛的应用。经常性的烟火会已成为一种民间的娱乐。佛罗伦萨是当时烟火生产的中心。在这个时期以前，烟火已用在戏剧舞台上。在古罗马时期的大剧院里，是把燃烧的火炬或类似的物品当作一种艺术的装饰品。今天烟火制造已成为一个重要的行业，但精巧的艺术舞台及艺术建筑仍然是展示烟火艺术的场所。

十六世纪末叶以前，英国的烟火会还很少。在莎士比亚的剧本中有几个场面涉及到烟

火，在这个时期的其他文学作品中也常常叙述“绿衣人”的故事。“绿衣人”在举着火把的队伍的前头，施放着火花开道。

在1572年，为了庆祝王后依丽莎白一世访问，在沃里克城堡举行了一个大型的烟火会，这是英国本土上最早的烟火会。王后赞许了这次烟火会，说看到了无限美妙的情景。这一赞许促使了举办更多的烟火会。1575年为了接待皇帝陛下参观，在凯尼尔沃思城堡及沃里克郡两地举办了两个烟火会。1613年为了庆祝国王詹姆女儿依丽莎白的婚礼，在太晤士河也举办了一个烟火会，所使用的场地至今仍然很完整。英国早期的烟火会主要是由法国和意大利的烟火商经办的。特别是意大利的烟火商，一直经办到十七世纪末叶。英国的烟火制造者开始担当地面指挥还是相当晚的事情。烟火会的组织及烟火展品的准备工作由军队负责，烟火大师则指挥工兵装药。

欧洲烟火形成了两个不同的学派，在欧洲北部的波兰、瑞士、丹麦和德国等国家燃放烟火的方法，与地中海国家传统的款式有明显的不同。布罗克认为这种差别与宗教有密切的关系。事实上，烟火的效果北方与南方仍然非常相似，只是在烟火会的组织方面差别较大。

意大利早期的烟火会很讲究仪式。在佛洛伦萨，每当圣约翰的节日及圣母升天日里；在罗马，每当圣彼得及圣保罗的节日里，都要举行一次烟火年会。在这些烟火会上，按传统陈列着各种小型烟火展品。在前面展出的是大型而精巧的城堡、圣堂或古典大厦等建筑模型，通常称作“机关”或“大教堂”。在空地上装饰着华丽的装饰品，整个场地里里外外都装饰着灯火。在烟火会之前就这样接待观众，当要燃放烟火时，先移开“机关”的场景，然后再放烟火。图1所示是一个比较现代化的“机关”。

在北方的烟火会上对烟火展品十分重视，而“机关”则处于次要的地位。烟火在地面上



图 1 一个较现代化的“机关”

整齐的排成一排，在燃放以前要逐个检查。假如采用“机关”的话，也比南方学派所使用的装饰性结构要少，有时也利用天然的建筑和风景来增加气氛。以水为背景的烟火会，在这一时期达到了完美的效果。有关斯德哥尔摩、巴黎、凡尔赛、及太晤士河上烟火会的版画，描绘了这种民间艺术的早期萌芽。

当时最有影响的作品是“壮观的花炮艺术”，它是由卡西米尔、西米罗威士于1650年创作的。他的展品虽然以北方的技艺为主，但又包括了南方学派的某些特征。在烟火燃放之前，具有装饰的效果，而当燃放时，又集中在精美的烟火娱乐上。这种烟火会常常包括绘画和建筑艺术的模型，但较之“机关”数量既少，规模也不大。它是由木框制成，外部为纸壳，里面隐藏烟火，在燃放时，火花和星体从模型中喷出，景致十分壮观。各种各样的图画使展品具有不同的特点，爱神的图案是最流行的，而在数十年的烟火会中，高高的“方尖塔”则是一种固有的场景。

在欧洲，各种款式的烟火会在数量上及规模上都大大增加。在巴黎王室的生日或婚礼的庆祝仪式上，在国庆节或是胜利与和平的庆祝日，国王路易十四和路易十五曾多次观赏烟火会。几乎在每一个欧洲国家里，总是用烟火会来招待视察的王室人员。例如，在1742年在埃克斯兰夏佩勒签署和平条约时，许多欧洲国家的首都所举行的豪华的烟火会就是一例。当时许多出版物和版画对这些烟火会描写得很详尽，而且是过分的夸张。事实上，并不是所有的烟火会都像他们宣传的那样具有惊人的效果。

1742年在伦敦的绿色广场上所举行的烟火会，可说是空前大的烟火会。据官方的估计，开支超过14500英镑。鲁吉里等著名的意大利烟火商也专程来到这里，安装为庆祝而设计的巨大的“建筑物”及各种装饰的“机关”，花了将近六个月的时间。组织者甚至邀请德国作曲家韩德尔为烟火会谱写了一首动听的乐曲，那就是流行的《烟火曲》。届时，国王乔治二世身着华丽的贵族装饰，在他的宅邸检阅了欢腾的群众队伍。但幕后的情况却不是一切如意，出现了一个戏剧性的结果，由于在英国和意大利的烟火大师之间产生了激烈的议论，使北面的篷子因爆炸而燃烧，熊熊大火，引起了一片混乱和恐慌。幸而火灾终于得到控制，才使这次计划好的烟火会能够开成。

在欧洲大陆，私人的烟火公司早已控制烟火会。但英国的烟火会，虽然实际的安排可能由非军事人员控制，但烟火会的装药工作仍然由炮兵军官主管。烟火会的展品少量由英国公司制造，而大量展品则由法国和意大利进口。据记载，一个名叫曼梯·贝克曼的瑞士人，曾为庆祝查理二世、詹姆斯二世及奥伦治公爵威廉三世的加冕典礼制造烟火。但是，到了十八世纪的“文明时期”，英国烟火制造者有了一个显示技艺的好机会，同时，也是一个提高烟火销售量及增加产量的好机会。在这一时期，“游乐园”成了上层市民及其夫人们去观光的风行之地。由伦敦开始，很多著名的城市建立了有音乐会和茶会的娱乐场所。为刺激游客，还在游乐园中增加了其他的文娱节目，如男女互相拳击、斗狗、熊和公牛的逗趣都是流行的文娱节目，最终的烟火会已成为固定的节目。很多小的烟火制造商找到了这一新的市场并扩大了销售量。在这一时期，布罗克家庭的商业得到了特大的发展，开始在有名的马里莱巴公园，后来在拉内拉格、瓦高斯霍、及斯派公园举办了引人入胜的烟火会。伦敦自夸是文娱活动的发源地，其内容包括有流行的和专业性的活动，也有普通的和临时性的活动。在首都以外的大部分城市里，也有各自的游乐园。其中最著名的是在曼彻斯特的贝尔维尤公园，至今仍然是一个运动和娱乐的中心，还保留着一个动物园和一个固定举行烟火会的场地。其他一

些永久性的公园，如哥本哈根的蒂沃里公园、哥德堡的里西堡公园，在秋季都要把燃放烟火作为大型的娱乐活动。

十九世纪初，在伦敦及其他城市的郊外，广泛而迅速的兴建了许多建筑物，不可避免地引起了大多数娱乐场所的转移，有些娱乐转入人们的家中。烟火制造商不得不把他们的主要精力用于生产为庆祝国家重要活动所用的大型观赏烟火，其中著名的活动有为1814年和平条约签字、1821年乔治三世五十诞辰和乔治四世的加冕典礼、以及为1838年的胜利而举行的烟火博览会。从效果上看，这些豪华的烟火会争取了巴黎人，特别是适应了拿破伦的要求。因为当拿破伦统治法国时，他是一个热心的烟火爱好者，拥有很多烟火作为庆祝之用。

随着十九世纪的流逝，在烟火制造工艺上一个戏剧性的跃进已经明显到来。在欧洲，由于通讯手段和科学研究有了巨大发展，带来了显而易见的进步。当时，由于对化学反应有了较多的了解，就产生了新的烟火效果。特别是使得烟火的色谱范围更广了，彩色的亮度更好了。由于推进剂得到更好的利用，装填烟火的方法及烟火部件的改进，烟火会的效果更好了。通过当时出版的大批科学书籍，新的发明创造得以传播。同时，由于报纸扩大了销售量和一些杂志如《伦敦时代画报》及《世界新闻画报》加强宣传，大量图片介绍烟火会的情况，从而促进了一大批新老业余烟火制造者的成长；由于有了较好的运输工具，使得烟火制造者有可能在以前认为不能去的地方举办烟火会，同时有可能让人们从较远的地区旅行来观看烟火会。在全欧洲，由于王室和其他上层人物都能非常方便地经常来往，因此，在他们参观每个城市时，就不再用精采的烟火会来接待了。只有在1845年，当女王维多利亚和阿伯特王子视察科隆、安特卫普和法兰克福三大城市时才受到烟火会的接待。1871年为了欢迎俄罗斯弗拉基米尔大公爵对伦敦的访问，有六万人在水晶宫广场集会，观赏了烟火会。

小团体及私人烟火会的数量有所增加，以及为了庆祝国家的节日所用的大型而豪华的展品的订货，对于烟火商来说是发财的良机。这不仅增加了他们的利润，而且也宣传他们的商品提供了一种手段。因此，在克里米亚战争期间，他们以较大的热情来欢庆胜利。1856年的和约成了在英国各大城市里举行大量烟火会的信号。在伦敦举办的烟火会就不少于四次，在法国大部分城市里也主办了烟火会。

除了规定的国家节日之外，英国最重要的烟火会是由布罗克公司在水晶宫所主办的固定的烟火会。1865年布罗克为伦敦及西顿汉的新建民间娱乐场举行开幕典礼。他这个主意非常成功，因此直至1910年为止，该公司每年举办定期的烟火会。在战后（1920年到1936年）又恢复了，直至因火灾这个建筑物烧毁，接近2000次的烟火会才告结束。1820年在一次爆炸之后布罗克商业接近于破产。由当代一个广告上得知，有一个赞助者为了得到利益，让布罗克无偿地使用他那宽敞的广场（位于罗得城）作为燃放烟火之用。1876年在新开放的亚历山大宫娱乐场，举办了一场烟火比赛，其中得奖的获胜者有佩英斯、威尔斯、怀尔德及布罗克等公司。所有公司的名称仍沿用至今。

在此期间的烟火会，以早期水晶宫展出的形式为代表。它与现代的烟火会在烟火的类型及一般程序上十分相似。在这之前几年，已重视烟火制造上的改良和革命。过去的烟火会是以庆祝的背景或建筑物为装饰的内容，如饰以“方尖塔”或相似的中央模型。这时的烟火会上所展出的展品效力较大，并有丰富的节目。金属铝及镁在烟火中采用之后，大大地增加了烟火的光彩。镁是1865年、铝是1894年开始在烟火中使用的。当采用了威力更大的推进剂之后，使 $1/2 \sim 1$ 磅的火箭飞得更高。礼花弹的直径增加至8吋、12吋和16吋（据鲁吉里在1812

年首次记载，礼花弹采用吊装，而弹射物装在一个容器内）。当用苦味酸钾制造的“哨音剂”首次为王宫出现时，成了吸引人们的主要的架上烟火。

有灌木路和喷泉的水晶宫是烟火会上华丽的装饰，背景的大小及豪华的程度要求有精采壮观的烟火表演。因此，布罗克采用大型绘制的框架烟火，在框架上装了上千个彩色喷焰管，组成长达六百呎、高达九十呎的烟火画，描写着这样一些史诗般的大事，如特拉法尔加海战、直布罗陀的被围，以及维苏威火山的喷火。1879年以后，用火花绘制出来此参观的王室显贵们及政治家的肖像画，后来甚至复制了这些人物的相片。景象的多变性是架上烟火一大变革。其中首先是由一快速燃烧的彩色喷焰管组成的图象，待它燃完之后，就呈现了慢速燃烧的白色喷焰管组成的图案，而白色部分在开始时是较模糊的。通过仔细选择零件的配方和利用不同长度的喷焰管，其景色的变化就可表现出由春季变到夏季，再由秋季变成冬季。

其他各种架上烟花（如火轮）的直径可达一百呎。花格、花束和瀑布在烟火会上也已变成了保留节目，一直保留到今天。随着特大型架上烟花的消失，经过革新而流行的是“生气勃勃的烟花”。在燃放烟火过程中，有一个活泼的演员，身着石棉绒衣，扮装成打枪、摔跤、打拳或是走钢丝的角色。用一根钢丝从塔上往平地下滑，但滑到一半距离的地方，则悬挂在那里，燃放烟火。

当布罗克公司的声誉广泛流传，它在水晶宫及其他地方举行的大型烟火会博得欢呼的时候，英国其他公司的商业也得到了发展，扩大了影响。其中有威尔斯公司（建于1831年）、佩英斯公司（建于1860年）和怀尔德公司，这些公司分担了英国国内及出口的烟火业。今天在欧洲大陆的许多公司，都是在上世纪末建立的，而它们的艺术、技术及商业都很快地得到了发展。例如为了对抗法国的鲁吉里公司，于1848年建立了劳克路易斯公司；哥德堡的汉生公司建于1888年，安南伯格的哈梅格林公司建于1879年。

在本世纪内，烟火会的次数没有记载。但在全国性的重大的节日里，如1946年的和平庆祝仪式，女王伊丽莎白在1953年的进冕典礼，共和国各地的各种独立庆祝活动，1969年皇太子21岁生日的宴会，仍然要求举办烟火会；在狂欢节和划船赛时，烟火会正在受到日益广泛的欢迎。传统的英国欢庆活动，如亨利的划船赛或考斯的划船赛，如果没有烟火会，就将感到美中不足。在整个秋季美国各州的展览会及城镇的庆祝会的节目单上，烟火是固定的节目。州的展览会常常因有华丽的烟火而自豪。“莱茵河上的火花”布景的展品，常常列入莫格和其他德国烟火商的记事单中。在法国地中海所采用的办法是用烟火会来接待休假的游客。哥本哈根城的蒂沃里公园，根据古老的伦敦游乐园的传统，整个夏天都举办烟火会。对于游客来说，大型的烟火会无疑是动人而壮观的；对于烟火商来说，以此作为推广宣传的手段而不是赚大钱。事实上，大部分商号是通过另售商店、依靠其小型烟火的销售而增加利润的。大部分烟火工厂为民间制作的喷泉、小火箭、花烛、“火山”和爆竹等小烟花，其销售范围远较大型烟火会所生产的大型礼花弹和架上烟火广泛得多。在大多数国家中，烟花产品普遍地受到欢迎。烟火商花了整整一年时间所贮备的产品，仅仅在庆祝节日的前几周就出售完了。在英国，全部烟花的90%是在11月5日庆祝愚人节前六周内出售的。在美国，最大的销售期是7月4日独立日庆祝活动的前夕。在法国，主要的销售期是7月14日巴士底日的前夕。大部分欧洲国家的除夕烟火会是一种古老的传统。

在燃放烟花时，特别是小孩容易受惊。当燃放那些带有危险的烟花时，如果烟花粘结不牢，又一时疏忽，则不可避免地要发生事故。由此，几乎在每一个制造烟火的国家，都出现

相当大的阻力，反对出售烟火，甚至反对生产烟火。对于这种情绪，各国政府有不同的反映。美国各独立州的立法机构强调，对此问题可持不同意见。州的法律在继续修改，但在1969年1月出现这样一种情况：19个州共同反对所有类型的烟火，其中包括新英格兰州及纽约州。另外7个州，包括加利福尼亚州和中部大部分州，从蒙大拿至俄克拉何马州，仅仅允许“安全与保险”的品种，其中显然允许使用拖尾花、蜡烛、瀑布、转轮、火花棒等，而反对有爆炸成分的烟花。剩下的州，包括得克萨斯州，一般允许普通的烟火。地方上的意见往往有相当大的分歧，这些意见要不是脱离了一般市民，就是脱离了执行法律的官员，有些意见认为，执法应从宽。在有禁止烟火法律的地方，特别在7月4日庆祝活动，有很多烟火的“走私者”。有时，在部分没有禁止烟火法律的地方，对于烟火倒有严格的禁令。

在德国，十八世纪时，不允许任何人买烟火。而西班牙政府曾禁止在商店出售各种烟花。在英国，十三世纪以来，人们能从另售商店买到烟火，但对于政府有一种要求增加限制的压力。英国的烟火商成立了一个联合委员会，他们希望教育人们用正确而合理的方法来贮藏和使用烟火；要求对爆炸物品的运输有严格的管理条例，对另售商贮存烟火的数量加以规定；还要求烟火工厂必须有很好的隔离操作。这些管理办法已经执行了几十年之久。

众所周知，十八世纪在英国已经有许多小型烟火工厂，为游乐园及外地的顾客提供烟火商品。早在此之前，已生产了相当大量的爆管及爆竹，为了在愚人节、女王伊丽莎白诞辰及圣约翰节前夕作为市民庆祝之用。塞缪尔·佩皮斯曾在日记中叙述说：“1666年战胜荷兰之后，在他家的一个烟火会上，有许多来自欧洲大陆的制造商，如同宗教难民一样。他们带来的烟花，都是他们在丝厂或羊毛衫厂一天工作之后，回到家中作成的”。正是由于这样的生产条件，就隐藏着爆炸的危险性。

在1695年11月5日的庆祝活动上，爆发了一次反政府的行动。自那以后，烟火制造完全被禁止了，因此，烟火生产每况愈下。事实上，当时的法令明确规定：假如有人生产或发起生产、出售、赠送、使用、提供、或陈列任何爆竹、火箭、火蛇、或其他烟花，他将被罚款5英镑。但是，法律不可能充分实施，而仅仅促使烟火商在厨房后面那种越来越危险的条件下来从事操作。尽管他们没有机会来扩大企业或改进技术上不合理的企业，而愚人节的夜晚或游乐园表演的烟火供应并没有减少。因为有了对烟火的禁令，理论上是没有烟火生产了，所以，当黑火药和星体贮藏在靠近明火及电石灯的厨房周围时，也没有官员来检查或管理。更可笑的是，当群众的烟火会需要烟火展品时，当局甚至促使人们去打破这种法律。由于氯酸钾加入到烟火配方中，就大大地增加了潜在的危险性，不可避免地要发生许多事故。

1839年，有三个人在一次事故中侥幸免于死亡。这次事故是由于明火处的火花落在位于桌上的一堆黑火药上，引起了附近一桶药粉爆炸。据记载，当一些火箭星体在明火的前面干燥时，突然发出火焰，随即爆炸，震倒了莫特兰姆先生的房屋。1825年9月4日《先驱者周刊》生动地描写了伦敦一所白色教堂中，布罗克工厂中的一次可怕的爆炸。据报导，当时有十所房屋遭到了严重的破坏；有六十所房子的窗户震裂了。发生事故的原因是由于摩擦产生了火花，火花点燃了附近的黑火药，引起其他烟火的爆炸，最后烧毁了火药库。据报导，在相当远的地方，先听到一种轰隆隆的声音，随即听见一声巨大的、震耳欲聋的爆炸声，一时空中被各种火光照亮，连续的爆炸声令人惊心动魄。

所发生的烟火事故不仅使人感到恐怖，还给人的生命财产造成了很大的危害，伤亡人员的名单在继续的增加，其中包括了许多与烟火制造毫无关系的人。因为群众性的烟火会需要

大量的烟火，工业上将要解雇很多人，所以继续执行原来的法律既有困难，也不适宜，最后，当局规定了新的条例。从1695年的生产烟火禁令之后，经过一百六十年的非法生产，到1860年，黑火药条例才得到实施。新的法律明确规定了生产、贮藏及制备烟火剂的有关条例。治安部门对要求制造或出售烟火的人发给许可证。检查员进行定期的检查，以保证新法律的执行。这些条例虽不完善，但它确实促使许多烟火制造商把他们的工厂从街道的后面搬走，同时建立了较大而较安全的工厂。

布罗克于1866年创办了水晶宫烟火会。他觉察到了当时对烟火的大量需要，在农赫德建立一个大型的新工厂，这个工厂特别考虑了安全问题。过后几年，布罗克对于这个问题进行了一系列的实验，得出了一些基本的结论，包括了一些重要的论点。如“由于撞击或摩擦形成烟火的易然性”，“为了防止一处的爆炸传至另一处，20码为安全距离”，“如果由于任何起因烟火被意外地点燃时，它有同时爆炸的特性”。王室委员会对这些结论，作了验证，因而成了1875年爆炸条例有关烟火部分的依据。

该条例的效果是显而易见的，许多烟火事故显著地减少，但其中还有一重要的条款被疏忽，即有关氯酸钾和硫的烟火剂的规定。硫本身并不是很活泼的，甚至很细的粉末也是难于燃烧的。同样，氯酸钾在常温下也是一种相对稳定的化合物，只有当加热到几乎达到它的熔点 368°C 时才可分解。但是，当硫和氯酸钾混合在一起时，氯酸钾就不稳定，同时易于自燃，或者在最轻微的摩擦刺激下发生爆炸。由于这个原因所发生的事故，在1875年的条例以前已普遍存在，而以后仍然继续不断出现。在1875年以后的28年中，由于这一原因而发生的事故不少于28次，其中有11人死亡。最后一次事故是在伯乐克工厂发生的。当时的记载如下：当一工人从一个帆布的浅盘往一个陶瓷瓶倒出深红色的星体时，因轻微摩擦，突然引起燃烧，整个建筑立刻被烧毁，此人从燃烧物中逃出来，以后就死去了。后来，当局认为有必要制定有关硫与氯酸钾混合物的禁令，便于1894年4月通过了由委员会制定的有关条例。

1860年、1875年和1894年的条例在减少事故上都是相当成功的，所以成为英国烟火生产、贮存、销售的法律基础。最近英国公司希望从日本烟火商进口一些礼花弹的品种，由于涉及氯酸钾和硫的问题，已被内政部的炸药检查员阻止，因为发现在这些礼花弹内，有时装有氯酸盐星体。其他一些欧洲国家的政府，包括德国、法国、荷兰，对于这类问题不像英国这样严格。

所有制造烟火的国家，对于烟火的制造和处理都已经制订了各自的法规。一般来说，其条例与英国有关的重要条例相似。尽管在操作中带有爆炸的潜在危险，但在大多数国家中，今天的烟火工业已成为较安全的工业了。可是，当人们去进行较为危险的作业时，特别是那些有爆炸危险及生命危险的作业时，确实发生了一次又一次的事故。在东方，直至今今天爆炸还经常发生，并且是十分悲惨的。1936年马德拉斯的事故失去了39人的生命；同年在澳门的一次爆炸中，自称死亡人数多达23人。意大利、西班牙、葡萄牙鉴于其烟火事故严重的教训，现在他们的法规都严格了。据记载法国和德国的情况还是好的，死亡很少。在美国，尽管采取了各种预防措施，但仍然发生不少事故，可能比拉丁美洲好一些。拉丁美洲的烟火制造者对规律性的认识，有的很好，有的较差。

新材料和新技术给烟火生产带来了新的问题。有的制造商现在采用塑料容器来贮存星体、其他烟火零件和化学品。由于在存放过程中有摩擦，所以是危险的。当容器的盖子打开时，就可能在塑料上产生静电，足以点燃容器内的物体。但至今还没有直接证明发生过这样

的爆炸，不过，一些行家对于这种危险性确实相当担心。

烟火制造是一种艺术，但对于制造公司来说又是一种商业。因此，在当今竞争性的商业世界，烟火业也面临着其他商业所面临的一些问题。总之，生产必须有利润，但随着原料及运输的涨价、工资增加、保险金提高各种企业管理费用的提高，在很多国家里，烟火业都面临着一个困难时期。在1968年，虽然英国烟火销售的最高收入达到五百万英镑，但为了维持利润，在1969年以前，烟火的价格仍在上涨。最近几年，小商号已经发现，要与增长的经济压力作斗争是日益困难了。一些大的联合公司认识到，首先必需实现机械化和实现编制合理，以使成本下降到一个能竞争的水平。解决问题的办法往往是必须接收和合并企业。在英国，通过佩英斯和威塞克斯商号合并成大的英国火柴有限公司，通过布罗克的烟火工业对怀尔得的接收，及谢尔马利公司对威尔斯的接收，已很好的说明了这种趋势。在美国，近年来小商号已明显减少。

由布罗克建于1700年的布罗克烟火业是英国最老的烟火公司，但完全由布罗克拥有的时间并不长。在1865—1936年之间，该公司采用的商标名为“水晶宫烟火”，这样做是为了赢得烟火会观众的信任。因此，该商号的信誉遍及全球。在19世纪和20世纪初期，布罗克家族财团对英国烟火制造的发展，确有很大的影响，同时对于形成典型的英国烟火会的风格具有很大的影响。而英国烟火会的特点是具有大型的架上烟火，并采用从容不迫的方式进行。布罗克展出的烟火已遍及全球，其产品种类繁多，花色各异。在1875年印度王太子巡游、1912年奥林匹克竞赛庆祝活动、及1947年王室的南非出游之际所举行的烟火会，都是布罗克商号汇志中有代表性的记载。该公司位于哈福德郡的赫默尔亨普斯特德，而在诺福克郡的斯沃弗姆及苏格兰的桑库哈设有分厂。除了制造展出烟火及销售烟火之外，该商号也为政府制造信号弹，生产炉子点火药、杀虫烟雾剂、气体药筒和鸟类驱赶剂。

潘英·威塞克斯联合有限公司在1965年由潘英和米特恰姆在伦敦的子公司合并而组成。而在索尔兹伯里和威尔特夏尔的WAECO公司（威西克斯航空工程股份有限公司）是英国火柴公司的附属公司。詹姆斯·潘英创办他的商号是在1860年，该商号的装备及实验方面都得到他叔父的援助，他的叔父是著名的摩特洛姆烟火工艺家的成员之一。该商号在伦敦的沃尔沃思以有限的规模生产一段时间后（发生了几件事），根据爆炸条例，于1877年，搬到米特恰姆的一个新厂。大约与此同时，潘英一家也在纽约建造了一个工厂，生产了部分布景及部分烟花产品，与美国的市場进行了成功的竞争。这些产品与萨里游乐园所吸引游客的商品是相同的。当时用来描述维苏威火山或特拉法尔加海战的巨大框架，直至最近才在厂棚里发现。布罗克和潘英家族的足迹遍及了世界上所举办的烟火会，特别是为王室巡游各联邦国、以及为庆祝殖民地独立的烟火会。在英国长期的烟火会有科威斯赛艇会和亚历山大宫举办的烟火会。在各海滨娱乐场十年举办一次小型的烟火会。1969年和1970年，分别在圣塞瓦斯蒂安与摩纳哥举办烟火竞赛的成功，增加了该商号长期建立起来的信誉。

詹姆斯·潘英的父亲是威廉·潘英。其父生于1806年，是博瓦的一个黑火药生产者。在潘英的传记中谈到：“潘英先生生产了优质的黑火药，居住在博瓦河上游的坦普尔山区，他为陛下礼仪制造黑火药。所制造的火药也得到一些收入，是通过彼索克城科威特游乐园的波略特先生整桶出售或是另售。每当早上或晚上都在此处设点，在交易的时间内，可在法兰西路找到他”。看来此处所指的潘英就是威廉·潘英。因此，潘英烟火公司是现存的最古老的公司。

该公司由潘英家族掌管的时间并不长,因为自1926年詹姆斯·潘英死后,他的侄儿菲利普和阿瑟·米霍兰得接管,他们经营此业,渡过了财务困难的三十年代。此后又面临着战争,该厂则转产药筒、翼端信号弹及其他为战争服务的产品。和平时恢复正常的烟火生产,公司获得进一步的繁荣。和 WAECO 公司的合并意味着老的米特查姆厂的关闭,工厂搬迁到索尔兹伯里的一个新的现代化的厂房里,新厂是在英国火柴公司的管理之下。WAECO 公司创建于 1933 年,是制造民用轻型飞机风向烟雾发生器的。由于商业萧条,该商号由邻近波顿州试验公司的赞助,着手试验性的烟花工作。该公司在 1937 年以后,特别在 E·H·惠尔赖特先生的指导下兴盛起来,在完成政府的军用烟雾剂及其他任务之后,杀虫烟雾剂、舞台用引信、及摄影效果用引信都列入产品目录。1947 年惠尔赖特生产的烟花,印有威西克斯(Wessex)商标,拥有新的厂房和现代化的设备,并取得了大的进展。1952 年当威西克斯航海信号出现后,产品的内容就比较完备了。

英国现存的第三个烟火商号,是约瑟夫·威尔斯及其子公司。原来的公司于 1837 年建于伦敦,以前该公司承制民间的装饰及灰光灯(舞台用)。在采用近代的电灯以前,在戏院、音乐厅经常需要气体的灰光灯。早在十九世纪,烟火成为类似于装饰性的商业,因为在奥妙的游艺中,要求它表现一种现实主义的艺术作品。在赛会上或是为庆祝一些大的事件而举行的游行时,都用得着。彩色烟花的发明大大地扩大了烟花艺术的效果,因此增加了它的普及性。

1919 年,威尔斯的工厂成为一家私营有限股份公司。经营着两座工厂,一座位于伦敦的东南部,另一座位于埃塞克斯州的科尔切斯特。后来,当肯特州的达特福建立了一个现代化的大型烟火厂时,科尔切斯特的工厂停业了,而伦敦的工厂继续开办至 1947 年。在战时,威尔斯公司和其他公司一样,制造信号弹、发烟剂及照明弹。威尔斯家族的第四代和第五代子孙现在仍然参与商业,但该公司最近被伦敦的信号弹制造商谢尔马利所接收。

除了布罗克·佩斯·威西克斯和威尔斯公司之外,后来在英国还建立了几家烟火公司,其中最著名的是标准烟火公司和狮牌烟火公司,都设在纽克郡的哈德斯菲尔德。

美国的烟火工业因为战争的影响在走下坡路。近年来有许多烟火制造公司都停产了,其中甚至包括了一些有名的公司,如昂克斯塞尔德化学公司、达格汤联合公司、俄亥俄公司。有一些公司在十九世纪中叶发展得很快,它们主要是由英国及意大利的移民创建的,所生产的烟火主要是供 7 月 4 日的庆祝活动用。那时,布罗克和潘斯公司在销售竞争上取得了一些成功。今天的一些商号都建于五十年代。其中大部分都是小型的,大部分商业都掌握在一小部分制造商手中,其中有彭西瓦尼亚的基本烟火制造公司、俄亥俄州的洛夫兰三国公司及埃尔克顿、马里兰的新泽西烟火公司。

烟火工业产生不景气有两个原因。在很多州中限制性的法令,如包括禁止通过邮政销售,对许多商号造成严重的影响。来自日本、香港和澳门的竞争也占领了美国相当一部分市场。由于这些东方国家和地区的工资低,产品价格也相当低;同时日本礼花弹的某些效果,对美国制造商提出了严峻的挑战。尽管有挫折,但美国的烟火每年要花费 1600 万美元,其中产品制造方面占 1300 万美元,大约有 60% 是在 6 月 28 日至 7 月 4 日之间销售的,其余部分主要在圣诞节和新年期间销售。

许多美国公司都是家庭开业,其基础是由莉莎家族于 1912 年开始的。三国公司则由罗齐斯控制,其他的家族是意大利籍的。所有的公司都抱怨利润低,并谴责州的法律把他们当作一

个肇事者看待。在美国也有大批烟火制造的爱好的者，他们有自己的刊物，由化学公司供应材料，而且常常进行违法而危险的作业。

在美国存在着非常矛盾的现象，一些州有非常严格的法律，而另一些州则有制造烟火的充分自由，这与苏联的法律相距甚大。在苏联，自从革命以后，烟火的生产完全由国营合作社经营。为了庆祝全国性的节日，许多群众性的烟火会是在公园举办的，只有在新年前夕，才能在商店里买到真正安全的烟火。在苏联，有着长期烟火生产的传统。早在十七世纪就有烟火会的记载。1742年为了庆祝女王伊丽莎白彼得罗夫娜加冕典礼，在莫斯科举办了一个大型烟火会；为庆祝沙皇亚历山大二世的加冕典礼，在莫斯科举办了一些著名的烟火会。

意大利以他们的烟火会而出名。作为欧洲艺术的先驱来说，意大利应该得到很多的赞誉。据说在意大利大概有200家烟火商号，大部分为家族商行。通常与许多拥有大工厂的欧洲商号在一起制造信号弹。有代表的商号是罗马的科西亚塞拉菲罗公司、科莫的卡莫西尼公司、摩卡莱里的潘齐拉公司。

在日本，首批烟火生产大约在1620年，虽然在此之前已举办过烟火会。

长期来，日本的烟火仅仅是用黑火药制成的。大约在1880年氯酸钾由欧洲引入后，日本就掌握了彩色烟火的配方。日本烟火历史上一个里程碑，是仪作青木于1926年创造出了双花瓣的菊花图案。两年以后，为庆祝天皇就位所举办的烟火会上，青木燃放了三层花瓣的菊花图案，花心是红的，内层花瓣是蓝的，边缘花瓣是琥珀色的。此后，这种多瓣的菊花火花得到了广泛的发展，成为日本最具代表性的烟花。日本烟火制造商也以他们所生产的特大型礼花弹而出名。制造一个直径为36吋的礼花弹要花费几周的时间，其中包括了多层星体和一些较小的球体。

日本生产的烟火出口所占的比例很大，一些较大的商号常常在国外举行烟火会。丸田真古可能是日本最大的公司，它举办展览的地方发展到布鲁塞尔、莫斯科和曼谷。他们的主要工厂设在玉河上游靠近东京城的富士，从1613年该公司创建以来就位于此地。日本其他重要的商号中有细谷商号，她已创办了50多年。

在德国，有大量务实的烟火商在开业，其中许多商号既制造军用烟火又制造烟火会展品及民用烟火。乌珀塔尔的汉斯瓦哥公司是世界闻名的，其他重要的公司，包括伯克汉特斯烟火公司及福利民公司（都设在汉堡）、阿哥斯堡的沙尔公司，斯莱堡罗的德泊法和泊尔新克公司以及依陀佛烟火化学公司等。鲁吉利和兰克罗依克斯公司支配着法国的烟火工业。莱德的A. J. 卡特和里瓦德的斯恰曼斯烟火公司领导荷兰和比利时的烟火工业。利本温是澳洲制造商的代表。汉马格林公司和汉生公司在瑞士的哥本哈根建厂已久。汉斯哈姆伯格公司在瑞士是很有名望的。华冷西亚的曼巴拉和泊兰恰公司、皮罗特斯尼亚-萨兰郭萨兰公司以及佛兰德斯菲霍斯烟火公司，都是西班牙及葡萄牙的先进公司。靠近哥本哈根的巴福德-霍夫曼商行与蒂沃里公园联合举办烟火会达十年之久。米尔顿的汉德斯和俄塔律公司在美国烟火业的竞赛中取得了成功。上列这些公司是常设的，而且是很有名望的。许多公司都是较为可靠的。他们所生产的烟火产品，从世界上的烟火制造方面来说，很少是新产品。在每一个国家里，礼花弹、火箭、吐珠烟花和榴霰弹都是标准的品种。但由于每一地区生产历史颇有差异，由于许多烟火商趋于保守，同时，还因为观众希望或需要他们所习惯使用的品种，烟花的特定品种和烟火会的型式，常常带有每个国家各自的特征。例如典型的英国烟火会是从容不迫地进行的，随着烟火会的进程，展出吸引人的展品，并且还有许多架上烟火，不久前这

些架上烟火的规模还是相当庞大的。在莱茵河上和在法国举办的烟火会，采用典型的欧洲大陆的方式，具有短小壮观的特点，燃放着精彩的架空烟火，并且有许多的烟火同时燃放。为了更好地控制点火，在欧洲大陆及美国已广泛地用电点火。但在英国比较晚才开始采用电点火，主要还是采用手工点火的方式。各个国家的烟火会都拥有其独具特色的烟火品种，日本的特技是齐放的菊花弹，法国和德国的是一种长长的“光环转轮”，在英国的烟火会上仍然可以见到。西班牙烟火会的特色是火箭。

在不同的国家里，或在同一国家之内所生产的烟火产品之间，都存在着许多细小差别。差别虽小，但行家却能识别出来。在烟火会上有些节目会给观众留下很深的印象，而印象一般的节目将被淘汰。烟火会的专业人员观看得更多。为了要获得壮观的效果，通过实践，他们了解制造厂要解决什么问题，关键何在，在多大程度上能得到成功。有经验的老工人能客观地比较星体彩色的质量、火箭的效力及球体爆炸的范围。他们将注意到，火箭或球体是在到达顶点之前还是到达顶点之后才爆炸，照明星体是否送到足够的高度，或者是落到地面上还在燃烧。烟火制造显然是一项危险的工作，它不像其他的业余爱好那样，能随便处理。因此，爱好者及专家就比较少。现代的交通工具使专家之间的意见及情报能比较容易地交换，如在戛纳、摩纳哥、圣塞瓦斯蒂安和的里雅斯特召开的国际烟火会议及烟火竞赛，也促进了这些交流。偏僻的地方可能倾向于保持其独特的效果及燃放的方法，先进交通工具将有助于减少这种倾向。

烟火行业的进步，是通过创造新的效果来体现的。一种新的配方，能产生一种崭新彩色的星体；一种新的金属的利用能产生一种新的效果，如钛的应用就是一例；用一种新的方式将彩色组合起来就能创造一种新颖的图案，等等。

总之，烟火至今能如此普及，是因为它能为庆祝会或节日增添精彩壮观的气氛。无疑，今后烟火艺术将会不断的向前发展。

第二章 烟火材料

用于烟火制造的材料可分为下列各类：

1. 氧化剂。
2. 燃料。
3. 生色剂。
4. 增进特种效应（如色、光）的物质。
5. 产生烟的物质。
6. 粘合剂。
7. 降低混合物敏感度的钝化剂。
8. 有助于防止化学反应的稳定剂。
9. 加速或减慢燃烧的物质。
10. 生产过程的添加剂，如溶剂和润滑剂。

假如是按照上列叙述的分类法来排列材料目录，可能是比较适用，但这样分类会使某些材料重复，为了避免重复，材料目录就按照英文字母顺序进行排列。这个目录并不表示用于整个烟火工艺中的全部材料，仅仅列出了烟火制造的常用材料。

铝 (Aluminum) Al

近70—80年间，由于铝的应用已大大地增加了烟火的光彩。但是由于铝在生产工艺上有很大的差别，因此就产生了烟火效果是否均一的问题。爱伦 (Ellern) 在他的两篇著作中^[5]已经包括了铝的各种规格，本书只对其特殊性质作补充说明。铝粉是由锤磨机、球磨机、或雾化的方法制造的，由前两种方法生产的称之为片状铝粉，是迄今为止在烟火中最常使用的铝粉。用这种方法生产的铝粉是与硬脂酸或润滑剂混合压碎或研磨，因而形成薄而平的无规则片状，而且面积大。所使用铝箔的厚度应保持在 2μ 或更小。这种规格的铝也用于制造涂料，如青铜色铝。涂料铝中含有3%或4%的润滑脂。这种闪亮的银色铝粉主要用于产生低速燃烧的银光效果。铝粉的细度通常为120—200目，英国三种铝粉样品的规格如下：

大于120目	10	10	3
120—200目	47	43	32
200—325目	26	30	30
通过325目	17	17	35
润滑脂含量	0.03	0.25	0.4

较粗的小片铝通称“片状铝” (Flitter)，售给烟火行业的有细、中、粗三类商品铝粉。通常使用的烟火铝，目数大小有些变化是允许的。但是，在成份上的变化，就会使烟火制品产生明显的差别。不同公司生产的商品铝粉，其细度的变化情况，从下列数据中可得到很好