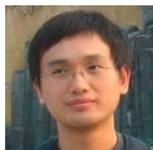




张静：机械发明审查部传动处主任科员，2007年8月进入国家知识产权局，现从事武器爆破和车辆领域专利实质审查工作。



胡涛：机械发明审查部传动处主任科员，2005年5月进入国家知识产权局，现从事汽车制动、传动领域专利实质审查工作。

组合烟花专利状况分析

机械发明审查部 张静 胡涛¹

摘要：北京2008年第29届夏季奥运会及第13届残奥会开闭幕式上的花炮让世界惊艳，满天璀璨的焰火为世人写下了绚丽的一幕，而这些都要归功于组合烟花的燃放魅力。可是近年来，全国诸多城市频繁被雾霾笼罩，PM2.5数据更是受到人们的密切关注，而每逢春节临近，公众不免把目光再次聚集于烟花爆竹。本文针对组合烟花的中国专利申请，从申请量趋势、申请国家/地区分布、申请人分布、以及组合烟花的技术类型分布等方面进行了简要地分析，期望为国内烟花生产企业及相关研究单位提供参考。

关键词：组合烟花 一次成型 燃放控制 专利

一、引言

中华民族有五千年的文明史，祖先“四大发明”为社会发展做出了巨大贡献。烟花爆竹正是应用和发展四大发明中的黑火药、造纸、印刷三大发明成果创造的人间奇迹。烟花爆竹源远流长，千余年来，它就像长江、黄河一样与中华民族的发展交相辉映、密不可分，堪称中国“龙文化”一块赏心悦目的瑰宝，也是我国工艺美术品发展史上的一朵奇葩。烟花爆竹发明1500多年来，历经坎坷经久不衰，随着时代的发展，科技含量的提高，生产制造越来越快，包装造型越来越美，燃放效果越来越奇，已

成为节日庆典、喧嚣激情、烘托气氛、喜闻乐见的专用文化产品，倍受广大群众的喜爱。特别是北京2008年第29届奥运会及第13届残奥会、2009年北京国庆60周年庆典、2010年上海世博会的开闭幕式上的花炮让世界惊艳，满天璀璨的焰火为世人写下了绚丽的一幕，而这些都要归功于组合烟花的燃放魅力。

二、组合烟花的概念及技术综述

组合烟花（见图1、图2）是当今烟花产品中主导产品之一，是烟花爆竹系列产品中市场占有率仅次于鞭炮的品种，组

¹ 同第一作者。

合烟花因其燃放时，具备声、光、色彩等多种效果的结合和持续时间长，场面大气，热闹非常，是焰火晚会和喜庆节日庆典十分喜爱的一种烟花产品。

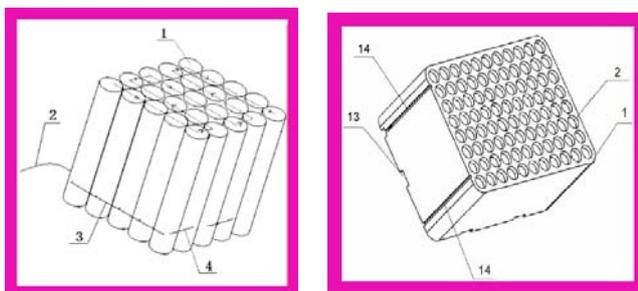


图1 组合烟花

图2 一次成型组合烟花

(一) 定义

组合烟花是由多个单筒组合而成，燃放时产生声、光、色、漂浮物等效果的地面烟花产品。分为单类组合烟花和多类组合烟花两种。其中单类组合烟花是由同类效果的单筒组合而成的组合烟花，按其效果不同，由喷花类产品组合而成的为喷花型组合烟花；由吐珠类产品组合而成的为吐珠型组合烟花；由小礼花类产品组合而成的为内筒型组合烟花。而多类组合烟花是由不同类效果的单筒组合而成的组合烟花^[1]。

按GB 10631要求，烟花爆竹被划分为4个级别，危险性从高到低依次为A、B、C、D^[2]。而组合烟花分为A、B、C三级。

A级：适应于由专业燃放人员燃放，在特定条件下燃放的产品。

B级：适应于室外大的开放空间燃放的产品，当按照说明燃放时，距离产品及其燃放轨迹25米以上的人或财产不应受到伤害。

C级：适应于室外相对开放的空间燃

放的产品，当按照说明燃放时，距离产品及其燃放轨迹5米以上的人或财产不应受到伤害。对于手持类产品，手持者不应受到伤害。

(二) 品种

一般按照炸药成份及药量等方面的不同，可划分为B类（欧线）和C类（美线）两大类造型品种^[3]。

从组合烟花内装的效果件看，可分为这样几个品种。

升空炸亮珠或炸响。效果件有球型、圆柱体型。圆柱体形的大部分带尾。

升空喷吐亮珠或喷烟雾。效果件有球型、圆柱体型。圆柱体形的大部分带尾。

升空打降落伞（夜景或日景）。效果件圆柱体型。

升空旋转带花（炸亮珠或炸响）。效果件为圆柱体型。

带彩光升空或带花升空。效果件有球粒状亮珠、圆柱体亮珠。

升空炸炸响分彩光片。效果件为圆柱体亮珠，俗称拉手。

从组合烟花发射的角度看，可分为直射（普通直立烟花），扇型、V型、S型、Z型、W型、孔雀开屏型等几个品种。

从组合烟花的燃放效果看，有菊花状、椰子树状、垂柳状、冠状、穿梭状（游鱼）、闪烁状、笛音游龙状、喷吐彩珠下落状、彩柱状、彩柱散花状、彩柱裂变状以及伞类^[4]。

(三) 外筒材料

近年来，全国诸多城市频繁被雾霾笼罩，PM2.5数据更是受到人们的密切关注，

而每逢春节临近，公众不免把目光再次聚集于烟花爆竹。虽然相关研究表明，烟花爆竹并非近来京津冀部分地区持续出现雾霾天气的罪魁祸首，但是毕竟烟花爆竹在燃放过程中会产生大量的二氧化硫、氮氧化物、烟尘以及碳颗粒物，是PM2.5的重要来源之一，严重影响城市空气质量。研究与开发环保的新材料是迫在眉睫的首要任务。

传统组合烟花的外筒通常都是以纸张（或纸浆）为原料加工制作而成，制作成本高。纸张的生产还要耗费大量的木材和水源，烟花燃烧时还会释放大量的烟雾，对环境造成很大的污染。随着低碳、绿色、环保的呼声越来越高，越来越多的烟花生产企业致力于研究和开发既经济适用又安全环保的新材料，经过多年的研究与实践，发现稻壳、稻草、麦秸、玉米秸秆、谷壳、木屑等植物纤维可被用于组合烟花的外筒材料中，这些材料属于生物可再生材料，在我国的储藏量十分丰富，无污染、燃烧后可减少一半的烟量，且产品废弃后易于自然降解，有益于减少环境污染。

组成外筒材料的复合材料主要包括四大类，无机材料、有机材料、植物纤维和粘合剂等。无机材料（也称矿物质粉），如：石膏、高岭土、双飞粉（也称钙镁粉）等；有机材料主要有塑料、橡胶、纺织材料、热塑性树脂以及聚氨酯材料等，要制粉后再加入产品中；可降解植物纤维，如：稻壳、稻草、麦秸、麦梗、棉花杆、玉米秸秆、谷壳、木屑、竹屑、芦苇、甘蔗以及半成品造纸原料纸浆等，这些原料大多具有堆

积密度小，可压缩性大等特性；粘合剂，如：环氧树脂、酚醛树脂、三聚氰-甲醛树脂、有机硅树脂、赛璐珞、虫胶清漆，聚乙烯醇以及淀粉、纤维素等。

原料的选择上需要注意，无机材料要尽可能选择轻质材料。有机材料一般选择粉碎废旧材料。植物纤维选料时要注意提取植物纤维后再加入产品中效果较好，但目前多是用干或湿法直接粉碎后加入。植物纤维的提取方法可以用微生物降解法，尽量避免化学法，以免污染环境。粘合剂的选择要根据工艺选择，目前的成型工艺主要有两大类热固型和冷压型，所以要选择热固型或冷固型粘合剂^[5]。

（四）外筒成型方法

最初组合烟花的外筒一直沿用传统的手工裁纸、卷纸筒后再捆绑粘结成组合烟花；随着机械化时代的到来，采用瓦纸通过机器卷成一个个圆形筒管后再捆绑粘结成组合烟花（见图1）；随着技术的进一步发展和环保的需求，出现了采用纸筋、石膏等材料压制呈固定块，并在固定块上钻或冲设若干圆柱孔的外筒成型方法（见图3）；而随着新材料的不断引入，整体一次成型的外筒成型方法（见图2）已经成为当今的主流。

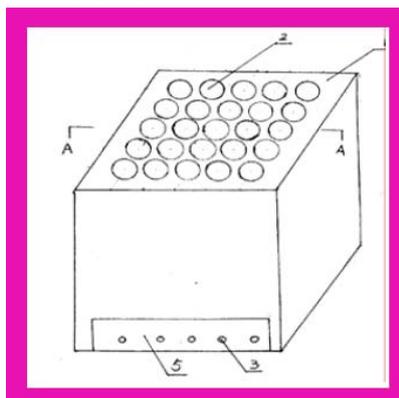


图3 组合烟花

整体一次成型的烟花外筒成型方法主要包括有模压成型、冲压成型、扩孔挤压成型、浇注成型、冲塑成型、压塑成型、注塑成型、模塑成型等，其中应用最广泛的就是模压成型。

模压成型技术在烟花爆竹行业的应用是组合烟花用筒生产的一项具有划时代意义的工程。模压成型又称压制成型，或压缩成型；模压成型工艺是用复合材料生产某种固定形状产品的一种成型方法。它是将一定量的预混料或预浸料加入金属对模内，经加热、加压固化成型的方法（见图4）。常见的复合材料模压成型工艺流程如图5所示，图中所列工艺流程根据生产情况不同，有增减工序^[5]。

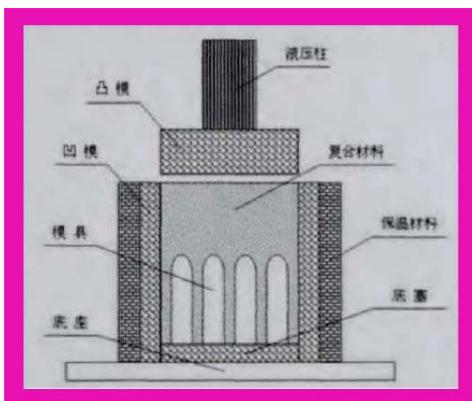


图4 模压成型原理图

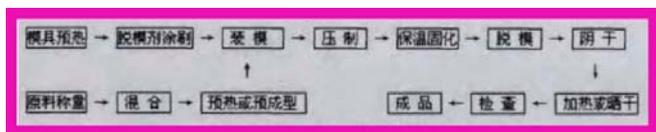


图5 复合材料模压成型工艺流程

（五）生产方法与设备

传统组合烟花的生产制作一直沿用传统工艺：裁纸、卷纸筒、碎土、拌固引剂、打底泥、晾晒、单筒粘合成一排、锥孔、穿连引火线、粘隔火纸、排与排粘合成整体、用

铁丝或胶带将整体扎牢，外围再用黄板纸或牛皮纸包裹，采用泥底多次加工成型，这种手工捆绑式组合花炮的制作要经过上述十余道工序才能完成，工艺烦琐复杂，且受天气影响很大，容易受潮。而用于组合花炮的单个纸筒的生产更是劳动强度大，成本高，生产效率低。因此，传统的组合烟花生产方法，不仅不能满足市场的需要，而且还存在有安全隐患。

随着机械化进程的步伐，组合烟花的生产方法进入半机械化时代，随着纸筒自动成形设备（见图6）、切筒封底机、自动装药筑药机、炮竹筒组合成型机、花炮纸筒、底座压制机（见图7）、组合烟花模块化自动装配生产线（见图8）等设备的不断出现，减除了工人繁重的手工劳动，提高了产品的质量，降低了生产成本，提高了劳动生产率。随着整体一次成型的外筒成型工艺的出现，用于生产一次成型的烟花筒体的设备也陆续被研制出来（见图9），这种设备具有生产工艺简单、产品尺寸精度高等优点，大大降低了生产成本、提高了生产效率，产品一次成型，无需封底，燃放后可自然降解，对环境无污染，适用于组合烟花的大规模机械化生产。

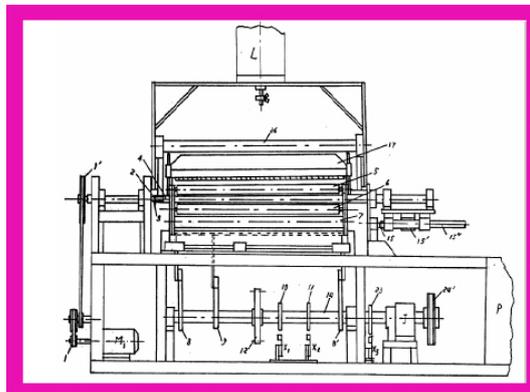


图6 全自动花炮卷筒机

(六) 燃放控制

许多看过 2008 年北京奥运焰火晚会的人都对“脚印”、“笑脸”、“奥运五环”等一个个别具特色的烟花印象深刻。奥运会的焰火表演不但在创意上令人称奇，在规模和科技含量上也具有很高的水平。如果没有先进的烟花燃放控制设备，就不可能给世人展示出这个饕餮的视觉盛宴。

现有技术中，烟花燃放控制设备主要有三种^[6]，一种是手工控制的电子点火设备，相当于一个开关陈列，即人工控制一组开关，就可以实现一次点火，设备结构简单，但所控制的点火数量有限，操控不十分方便、准确性较差，不能完成复杂的烟花燃放，如特殊效果烟花等，更不可能进行音乐烟花的燃放；第二种是程控电子点火设备，通常通过 PC 机控制点火，即可实现编排好的燃放序列列表存储到 PC 机，燃放时，PC 软件读取燃放序列列表，并发送控制指令到点火控制主机，控制点火控制主机点火，该设备虽可以实现特效焰火的燃放，但 PC 机容易受病毒感染，而且操作系统不稳定，容易导致系统控制失效，由于该设备也没有与音乐直接相连，因此其燃放不可能做到与音乐同步，从而使得燃放体现不出音乐烟花的艺术表现力；第三种是烟花综合智能燃放系统，该系统可同时点燃多组烟花，实现系统程序编排，实现空中定时定点协同燃放，保证了燃放人员的人身安全，有效地达到音乐与烟花燃放效果同步，给人带来一种火与音乐，光与节奏的完美效果，它将千姿百态、变幻莫测的烟花造型和激昂动听、美妙绝伦的

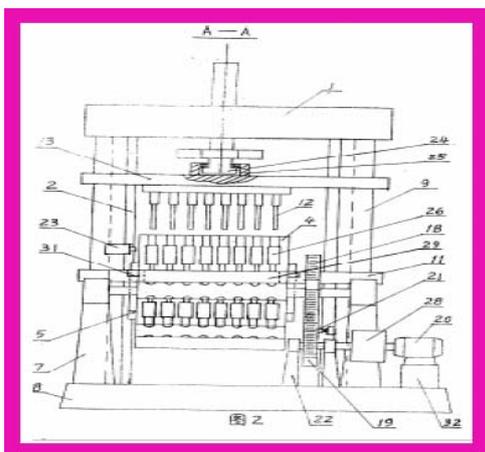


图 7 花炮纸筒、底座压制机

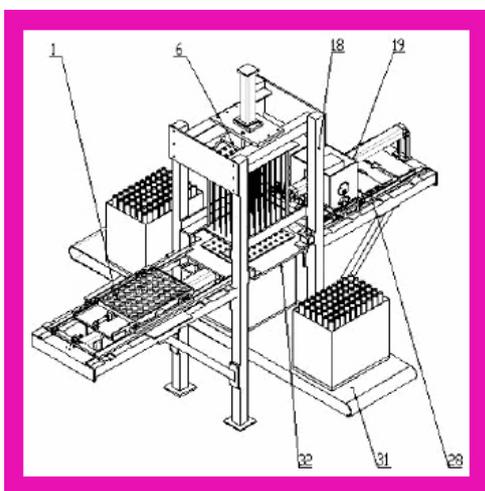


图 8 组合烟花模块化自动装配生产线

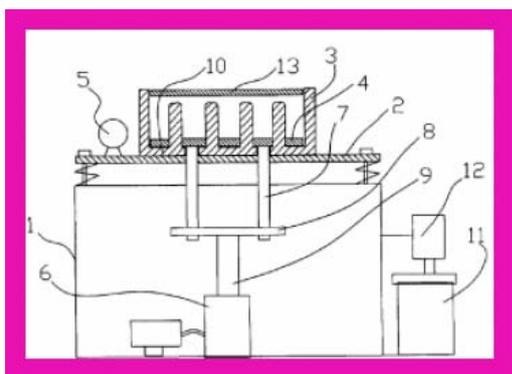


图 9 生产一次成型的烟花筒体的设备

总之，组合烟花生产已由手工操作朝着半机械化、机械化的趋势发展，大幅度地提高了产品的质量，降低了生产成本，提高了劳动生产率。

音乐和谐融合一体，创造出光和色的火树银花不夜天，是艺术的完美融合，是全新的视听享受，满足了各种场合的烟花燃放需求。

五、组合烟花中国专利申请状况分析

(一) 样本构成

在专利检索与服务系统（简称 S 系统）的中国专利文献数据库（CNABS 和 CNTXT）中以分类号结合关键词进行了检索，数据采集时间截至 2013 年 12 月，涉及组合烟花的中国专利申请共 578 件。需要特别说明的是，由于中国专利文献数据库中的发明专利可在申请日起 18 个月公开，并且公开后数据整理入库也需要一定时间，因此本报告中仅 2012 年 6 月之前的数据为有效数据，但为了全面地反映专利申请状况，本报告同样包括 2012 年 6 月之后的数据，以提供一定的参考。

(二) 专利年申请量趋势分析

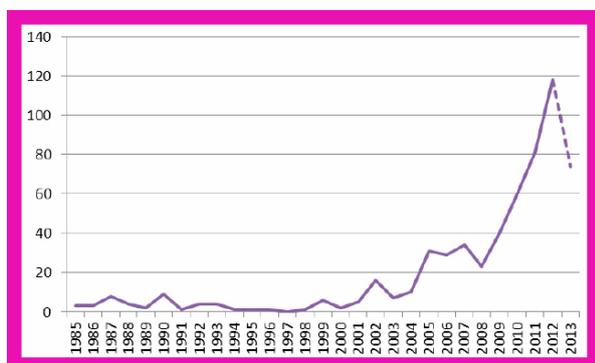


图 10 组合烟花领域中国专利申请年代分布

从图 10 中关于历年申请量的变化趋势来看，1985 年就出现了关于组合烟花的第一件中国专利申请，可见作为世界上

的文明古国，火药作为中国四大发明之一，中国在组合烟花领域已经拥有了最为先进的技术，并且该领域的专利技术保护在我国起步较早。之后 1986 至 2005 年专利申请量一直不多，趋近于零。随着 2000 年中国加入世贸组织关贸总协定之后，中国对知识产权的宣传和保护力度不断加大，使得该领域内的专利申请量开始有所增长，特别是自 2003 年开始，与组合烟花相关的专利申请是稳步提高，形成了研究的高潮，这与 2001 年北京成功申办奥运会不无关系。虽然在 2008 年奥运会当年，与组合烟花相关的专利申请量小幅回落，但之后呈迅猛增长态势，到 2012 年达到峰值，达到了 118 件。

2012 年后相关申请量呈现降低态势，这与专利申请公开时间滞后有关，2012 及 2013 年的大部分发明专利申请和一部分实用新型专利申请还处于未公开状态，同时国外来华的国际专利申请也尚未进入中国国家阶段，故越接近检索截止日的年份，其统计数据受上述公开因素的影响程度越大（以下各图涉及年份统计数量下降均属于此类影响，不再赘述）。

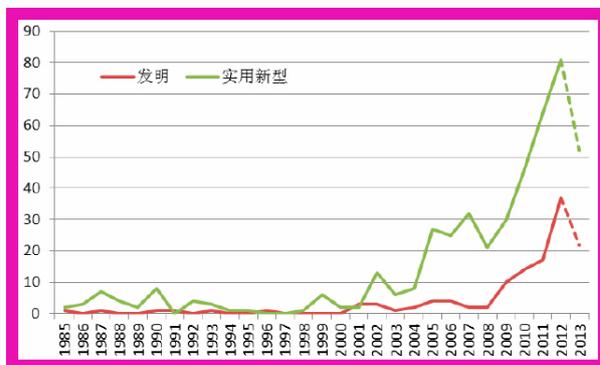


图 11 组合烟花领域中国专利申请类型趋势图

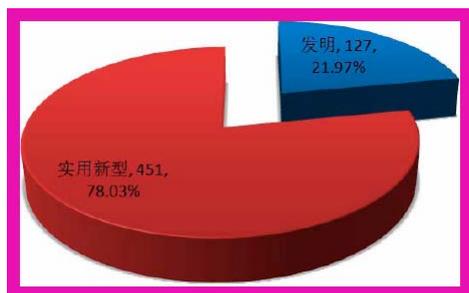


图 12 组合烟花领域中国专利申请类型份额图

如图 11、图 12 所示，涉及组合烟花相关的专利申请中一直是以实用新型为主，比例超过了 3/4，这一方面体现出组合烟花领域的相关申请人比较倾向于获取专利权的便捷性，另一方面体现出组合烟花领域的技术含量不高。虽然发明申请量要远少于实用新型专利申请量，但其申请量变化趋势与实用新型专利申请量总体相类似，均是在 1985 至 2003 年间申请量较低，随着中国加入世贸组织和 2008 年奥运会的召开，2003 至 2008 年间与组合烟花相关的发明专利申请和实用新型申请均呈稳步上升态势，而 2008 年受中国江南雪灾和汶川地震的影响，2008 年总体专利申请量有所回落，但待中国走出灾害的影响，2009 年之后发明专利申请量和实用新型专利申请量均呈迅猛增长的态势，于 2012 都各自达到了自己的峰值，分别为 38 件和 81 件。

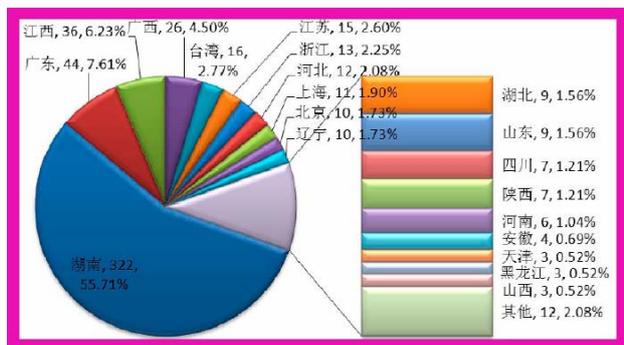


图 13 组合烟花领域中国专利申请地区分布

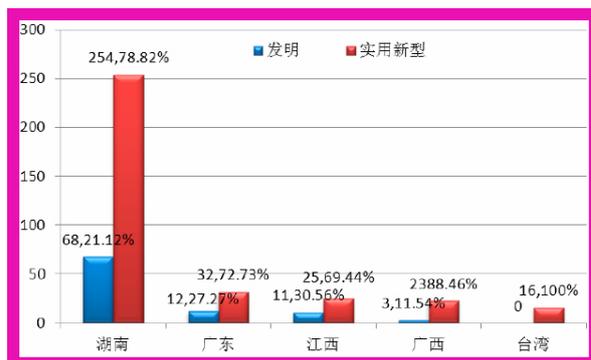


图 14 组合烟花领域中国专利申请量排名前五地区申请类型份额图

(三) 专利申请的地区分布

从专利检索数据来看，涉及组合烟花领域的专利申请主要来自国内申请人的专利申请，国外申请人的申请数量微乎其微，仅英国有 2 件、德国有 1 件，这体现出火药作为中国四大发明之一，中国申请人在组合烟花技术领域具有绝对的技术实力。图 13、图 14 是组合烟花领域中国专利申请地区分布图及申请量排名前五省份的申请类型份额图。从图中可以看出，湖南的申请量占据了绝对的强势，以 322 件的申请量占据了总申请量的 55.71%，超过了其他所有地区的申请量总和，这体现出湖南省作为传统的烟花制造大省，在组合烟花技术领域享有较高的技术优势，并比较重视利用专利权对其进行技术保护。而其他省份则普遍申请量不高，数量差距也不大，位列前 2-5 名的分别是广东、江西、广西、台湾。各省的申请类型与总体趋势相同，都是以实用新型占据了绝对份额。

(四) 申请人分析

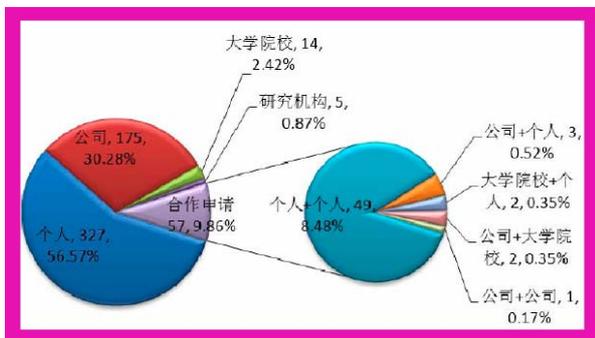


图 15 组合烟花领域中国专利申请人类型分布

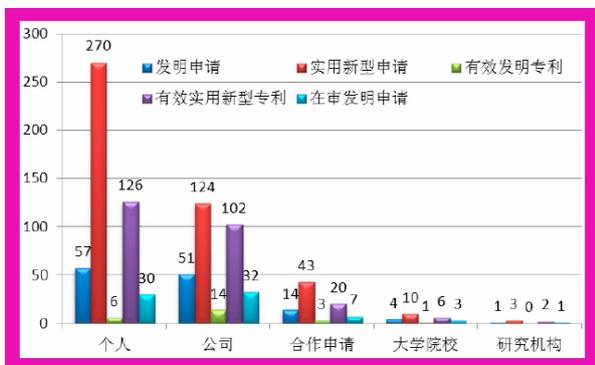


图 16 组合烟花领域各类申请人的专利申请法律状态分布

图 15 示出了组合烟花领域中国专利申请申请人类型分布图。从图中可以看出，与组合烟花相关的专利申请中以个人申请为主，占总量的 56.57%，超过了一半；其次是公司，占据了 30.28%；此外，大学和科研机构申请人比重很少，分别仅占 2.42% 和 0.87%；而申请人以合作形式联合提出申请的类型也占据了较大比较，占到了总量的 9.86%。这主要是由于组合烟花领域的部分分子领域技术含量不高，使得个人即可对组合烟花进行改进，个人申请量较多，其次各个从事烟花行业的公司在组合烟花领域方面的专利申请投入力度也较大，而大学和研究机构的投入很少。从图 15 中可以进一步看出，个人与个人的合作是合作申请的主要模式，其占据了合作申请的最大

比重，其他合作形式则只占据很小的比例。

图 16 示出了各类申请人专利申请的法律效力状态分布图，其中有效发明专利和有效实用新型专利是指截止至检索发生日，被授权且仍处于授权维持状态的发明专利数量和实用新型专利数量，而在审发明申请则是指截止至检索发生日，尚未结案的发明申请量。从图中可以看出，个人申请虽然在申请量上保持较大优势，但申请的技术含量并不高，57 件发明申请中有效授权发明专利仅 6 件，270 件实用新型申请中仍处于授权维持状态的仅 126 件，不足一半。相对而言，公司申请虽然在申请量上相较于个人申请存在较大差距，但从申请质量上看，则远超过个人申请，其 51 件发明申请中有效授权发明专利为 14 件，超过个人申请两倍有余，124 件实用新型专利申请中仍处于授权维持状态的达 102 件，所占比重很高，达到 82.26%。这体现了虽然在专利申请量上看，个人申请是绝对主体，但从有效专利保有量上看，公司已经占据了不容忽视的地位，且其申请的技术含量和质量都较高，也证实了公司相较于个人具有更加突出的技术实力和资金实力。

(五) 专利技术类型分析



图 17 组合烟花领域中国专利的技术类型分布

根据组合烟花专利申请所涉及的技术细节，可分为结构构造、生产方法与设备、复合材料和燃放控制这四大技术分支，图 17 则示出了组合烟花领域专利技术在这四大技术分支的分布。由图中可以看出，在 578 件组合烟花相关专利中，涉及组合烟花结构构造的专利有 144 件，涉及生产方法与设备的有 290 件，涉及复合材料的专利有 45 件，涉及燃放控制的专利有 137 件。从这些专利申请量可以看出中国作为烟花生产和使用的大国，更注重于研究组合烟花的机械化大规模生产，其次出于烟花造型和燃放安全的考虑，在结构构造和燃放控制方面投入也较多，但在组合烟花的复合材料方面的投入比较少。从图中进一步可看出，在投入较高的结构构造、生产方法与设备、燃放控制这三个技术分支，实用新型申请所占比重较大，只有涉及复合材料方面的发明申请所占比重接近一半。

占据 63.89% 的份额，而一体成型式结构的组合烟花专利为 52 件，占据了 36.11% 的份额。从申请趋势看，与组合烟花结构构造相关的专利申请主要出现于上世纪 90 年代后期，分体组合式的组合烟花专利在前期申请量较大，在 2009 年后，与之相关的申请量增长迅猛，而一体成型式组合烟花作为具有更多优势的新兴技术，其相关专利前期发展不像分体组合式那样迅猛，仅在 2009 年有过一次申请量高峰。

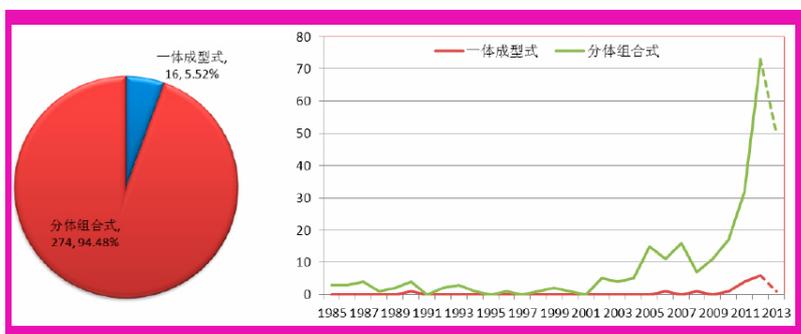


图 19 组合烟花生产方法与设备类型分布及申请趋势

如图 19 组合烟花生产方法与设备类型分布及申请趋势图所示，传统的分体组合式组合烟花的生产方法与设备占据了主要份额，为 94.48%，而一体成型式组合烟花的生产方法与设备只有 5.52%。从申请趋势图可以看出，多年来，作为传统的烟花制造大国，分体组合式的组合烟花一直是人们研究的重点，而新兴的分体组合式组合烟花生产方法和设备

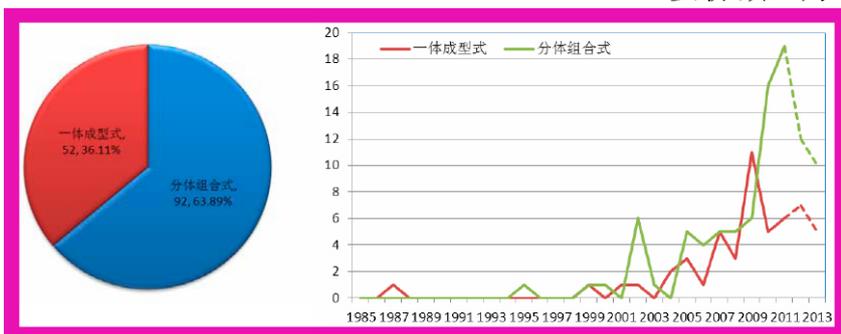


图 18 组合烟花领域中国专利结构构造类型分布及申请趋势

从图 18 组合烟花领域中国专利结构构造类型分布及申请趋势图可以看出，组合烟花的结构构造中，仍是传统的分体组合式结构占据主导地位，以 92 件的申请量

的相关研究才刚刚起步。但是由于一体成型式结构的组合烟花相比于分体组合式组合烟花具有更多的优点，可以预见，未来几年该类型的组合烟花结构必然占领整个市场。

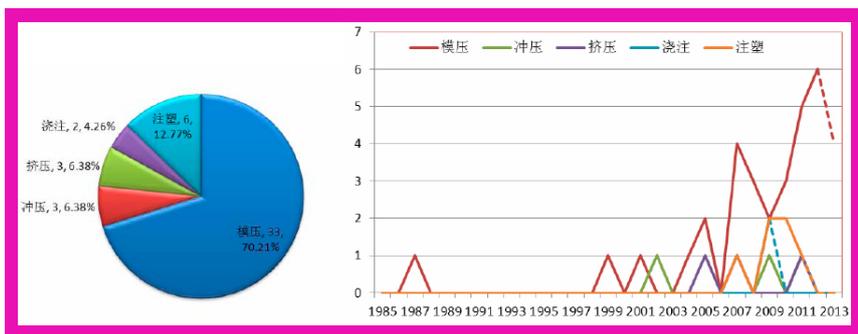


图 20 组合烟花中国专利一体成型类型分布及申请趋势

对一体成型结构的组合烟花做进一步分析，如图 20 所示出的一体成型方法类型分布和申请趋势，组合烟花一体成型方法有模压成型、冲压成型、挤压成型、浇注成型，注塑成型，其中模压成型所占比重最高，达 70.21%，其次是注塑成型方法，占据 12.77%，而冲压成型，挤压成型和浇注成型方法都很少。由此可以看出，模压成型是组合烟花一体成型的主要方法，其更适合用于生产一次成型的组合烟花。从各种成型方法的专利申请趋势来看，在 2006 年以前，各种成型方法的专利申请都较少，在 2007 年以后，模压成型相关专利才有较高增大，至 2012 年达到 6 件。

图 21 示出了组合烟花燃放控制类型分

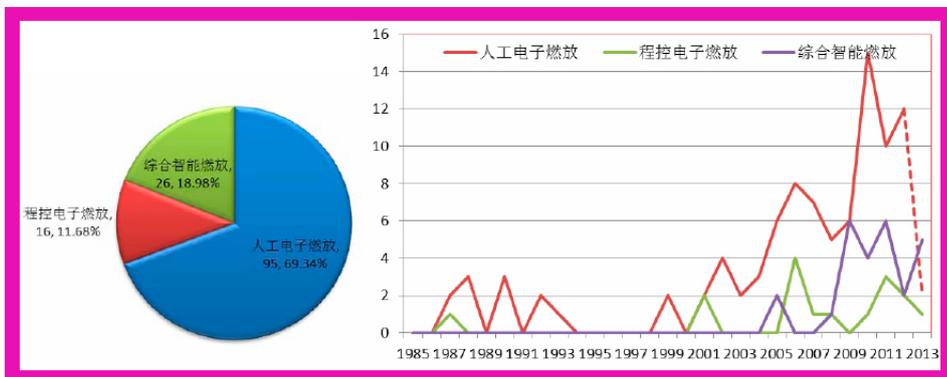


图 21 组合烟花中国专利燃放控制类型分布和申请趋势，从中可以看出，在三种燃放控制方式中，人工电子燃放占据最大份

额，达到 69.34%，从检索数据看，其大部分为个人申请，主要涉及为安全而设计的电子燃放器、起爆器等；程控电子燃放和综合智能燃放分别为 11.68% 和 18.98%，从检索数据看，申请人主要是公司申请，涉及烟花燃放的远程控制、编组安排等。从申请趋势看，人工电子燃放的专利申请出现较早，并且与之相关的研究基本一直在持续，特别是近几年，申请量增长较快。随着计算机性能的提高和烟花表演形式需求的提升，2005 年以后与综合智能燃放相关的专利申请有所增长。由此可以看出，为了更大地保护烟花燃放人员的安全，适于个人、家庭的烟花欣赏，相关人员纷纷研制出各种人工电子燃放器；而为了适于各种小型焰火表演的需求，各种程控电子燃放设备被研究和开发；而随着各种大型焰火晚会对声、光、音乐的需求，相关企业则纷纷投入到能远程控制，及能更好地达到音乐与烟花燃放效果同步综合智能燃放系统的研究。

因此，适于不同需求的这三种燃放控制方法都还需要继续深入研究下去。

(六) 专利技术分析及相关建议

通过上面的分析可知，从申请量来看，自 2003 年开始，与组合烟花相关的专利申请量稳步提高，形成了研究的高潮；从申请的国家 / 地区分

布来看，主要还集中在国内申请人的专利申请上，而国内则集中在湖南这个烟花生产大省；从申请人来看，虽然主要还集中在个人申请人的专利申请上，且技术含量不是很高，但能看到，各个烟花生产企业也已经开始重视专利的申请，随着科技的发展，烟花领域与其它领域的不断交叉结合越来越多，只要加强个人申请人与企业、大学、研究机构之间的联系与合作，将不仅有助于专利技术的转化和市场的开拓，也有助于提高国内企业的核心竞争力。

从专利技术类型来看，作为烟花生产和使用的大国，中国更侧重于研究组合烟花机械化大规模生产的方法与设备，而在组合烟花的结构构造，复合材料及燃放控制技术方面的投入比较少；从组合烟花结构构造类型分布及生产方法与设备类型分布来看，多年来，分体组合式的组合烟花一直是人们研究的重点，而新兴的一次成型式组合烟花的相关研究才刚刚起步，但未来将是研究和开发的热点，其中模压成型是更适合用于生产一次成型的组合烟花的成型方法。从组合烟花燃放控制类型分布来看，人工电子燃放，程控电子燃及综合智能燃放系统并存，因此，适于不同需求的这三种燃放控制方法都还需要继续深入研究下去。

在人们饱受雾霾之苦和更加看重PM2.5数据的现今社会，花炮产业遭遇前所未有的困境，而要想走出困境，持续发展，花炮产业就只有加强对新材料、新工艺的研究与开发，才能走上一条辉煌的复兴之路。

六、结语

烟花爆竹是一种有几千年历史的传统艺术文化，是喜庆的象征和亮点，其燃放时能给人们带来一种精神上的愉悦，深受世界各族人民的喜爱。“四大盛典”的烟花燃放更是代表着中国世界一流水平的烟花艺术表演。

烟花表演不仅仅是一个古老的火药化学工程，也是结合电子科技、计算机仿真学、空气动力学、机械自动化、数学等多学科综合的系统工程。上海世博会开幕式焰火燃放的成功经验，让我们有理由相信，未来焰火的生产、施工、燃放将朝着自动化、便捷化、数字化的方向发展，通过艺术家的创意和计算机的仿真模拟，焰火弹的质量更高、污染更低，焰火的燃放效果将更加绚烂多彩，生产施工将更加安全可靠。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家标准 GB 19594-2004 烟花爆竹组合烟花
- [2] 中华人民共和国国家标准 GB 10631 烟花爆竹安全与质量
- [3] 钟星球. 造型组合烟花的设计. 花炮科技与市场, 2004, 2:25
- [4] 刘宁, 黄茶香, 邹曾. 组合烟花产品安全燃放技术浅谈. 花炮科技与市场, 2009, 1:24-25
- [5] 李学哲. 组合烟花用筒模压成型研究与进展. 花炮科技与市场, 2011, 2: 17-20
- [6] 烟花燃放控制装置. CN 201413472Y

(机械发明审查部 刘源 审校)