

文章编号: 1003-1480 (2003) 04-0048-03

烟花燃放产生的可吸入 颗粒物研究简介

唐桂林, 赵家玉, 杜志明

(北京理工大学机电工程学院, 北京, 100081)

摘 要: 阐述了可吸入颗粒物的一般特性, 介绍了国外对烟花燃放产生的可吸入颗粒物的研究现状。主要论述了颗粒物的大小、化学组成、粒径随时间的分布规律以及其对能见度的影响等方面的特性。依据国外流行病学调查和人体临床观察的研究成果, 综述了烟花燃放产生的可吸入颗粒物对人体健康的危害情况。本文还提出了改善烟花燃放对环境污染的建议。

关键词: 烟花燃放; 可吸入颗粒物; 环境污染

中图分类号: TJ450

文献标识码: A

Study on Inhalable Particulates (IP) Caused by Fireworks Display

TANG Gui-lin, ZHAO Jia-yu, DU Zhi-ming

(Beijing Institute of Technology, Beijing, 100081)

Abstract: Common properties of inhalable particulates (IP) were described, and indicated the current status of study on inhalable particulates caused by fireworks display. Specific properties of PM_{10} , such as the size, the distribution rule of the IP with the time, the chemical components and the impact on visibility were presented. The serious harm of inhalable particulates on human health caused by fireworks display were summarized based on research results of epidemiological study and clinical study. In this paper, advice have been given for reducing the environmental pollution of the fireworks display.

Key words: Firework display; Inhalable particulates; Environmental pollution

可吸入颗粒物是指悬浮在空气中, 空气动力学当量直径小于 $10\mu\text{m}$ 的颗粒物, 用符号 PM_{10} 表示。燃放烟花会产生大量烟雾, 其中含有大量的 SO_2 、 CO 、部分重金属粒子等有害气体以及其它固体可吸入颗粒物。这些有害物质通过呼吸道进入人体, 对身体健康造成潜在的危害。

本文拟就国内外在烟花燃放产生的 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ (空气动力学当量直径小于 $2.5\mu\text{m}$ 的颗粒物) 的研究进展进行评述, 并提出今后国内烟花研究工

作者在这方面应该开展工作的建议。

1 烟花产生的可吸入颗粒物研究

1.1 粒径大小

颗粒物直径的大小决定颗粒物最终进入人体的部位。大于 $10\mu\text{m}$ 的颗粒物, 被鼻与呼吸道粘液阻拦。 PM_{10} 一般沉积在支气管部位, 而 $PM_{2.5}$ 更容易沉积在细支气管和肺泡, 并可能进入血液循环,

收稿日期: 2003-06-02

作者简介: 唐桂林 (1978—), 男, 在读硕士研究生, 从事环保烟火药剂的研究。

导致与心和肺的功能障碍有关的疾病。从 Kevin D. Perry^[1]、I. Colbeck^[2]、B. Wehner^[3]等人的实验结果可以看出,燃放烟花产生的颗粒物基本属于 PM_{2.5},危害不容忽视。

1.2 粒径分布规律

粒径分布指某一粒子群中不同粒径的粒子所占的比例^[4]。现已明确大气中可吸入颗粒物的粒径

分布随着地区不同、季节不同以及时间的不同,其粒径分布也不同^[5]。I. Colbeck^[2]对 1995 年 11 月 5 日前后英格兰东南部某处悬浮颗粒物的研究表明,燃放烟花产生的颗粒物的粒径分布呈现典型的双峰分布,其中一个峰为 0.1 μm ,另一个为 0.35 μm (见图 1),是典型的双峰分布。

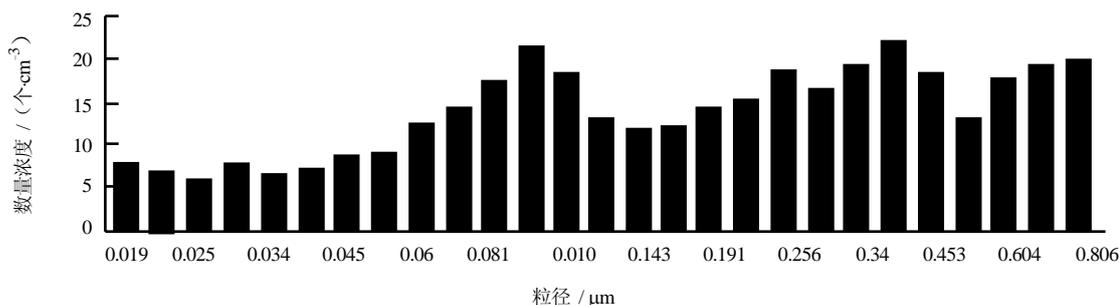


图 1 烟花产生颗粒物的中值直径分布图

1.3 化学成分的研究

Dabrina D. Dutcher^[6]利用元素分析仪对休斯顿一个体育场内燃放烟花产生的颗粒物研究后指出,烟花燃放产生的微粒主要由以下元素构成(按照浓度由大到小排列)K、S、Mg、Ti、Cl、Ca、Al、Sr、V、Zn、Mn、Pb、有机物和碳黑。这些元素的浓度都大于 0.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。试验数据表明,颗粒物中元素钾和硫的浓度最高,经分析黑火药应是钾和硫的主要来源;而且指出,燃放烟花产生的颗粒物的组成与所燃放烟花的种类有关。Kevin D. Perry^[1]指出,室外烟花燃放产生的 PM_{2.5} 主要元素有锶、钾、钒、钛、钡、铜、铅、镁、铝、硫、锰、锌和碳黑。同时指出,其中锶的含量同其它的元素(比如硫、锌、烟灰、铝和镁等)相关性非常高,其相关系数在 0.90 以上。

O. Fleischer^[7], P Dyke^[8]等提出燃放烟花可能产生致癌的多氯化二苯对二氧杂芑(PCDD)和氧芑(PCDF)。

1.4 对人体健康的危害

空气是人类赖以生存的重要环境因素之一,大气颗粒物中粒度较小的颗粒所占的比例越大,其危害也就越大,因为细小颗粒物更容易进入肺部;它们吸附的重金属和有害物质在肺部更加容易溶解,毒性很大^[9]。烟花燃放产生的重金属粒子(如铅、钡等)、产生的二氧化硫气溶胶,也都是属于细小

颗粒物。带有铅的细小颗粒物在肺内沉积后很容易进入血液系统,大部分与红细胞结合,小部分形成铅的磷酸盐和甘油磷酸盐,然后进入肝、肾、肺和脑,导致高级神经系统紊乱^[10]。

D. Dutcher^[2]对休斯顿一个体育场内燃放的烟花产生的颗粒物测定结果表明,在烟花燃放一个小时之后立即测量,细小颗粒(粒径小于 2.5 μm)和粗颗粒(粒径在 2.5 μm 和 15 μm 之间)的平均浓度分别为 173 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 141 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (已经扣除了空白)。B. Wehner^[3]对新千年夜德国莱比锡一个居民区的颗粒物的测试结果表明,可吸入颗粒物的浓度在新千年年夜 12 点之后达到了最大值——235 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。由此可见,燃放烟花释放出大量的可吸入颗粒物,对大气环境造成了污染,将会对人体产生不利的影响。

另外,烟花燃放还产生大量的 SO₂、CO 和 NO_x。资料表明^[11],大气中 NO_x 的污染水平每增加 28.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,呼吸道疾病患者增加 9%。1994 年除夕夜,蒲文兴^[12]在广西医科大学的监测表明,CO 日平均浓度为 48.75ppm。按照我国的《环境空气质量标准》(GB3095-1996),超标 10 倍。而 1995 年除夕夜在同一地点进行测定,结果 CO 浓度为 1~3ppm(1995 年实行鞭炮禁放)。

1.5 对能见度的污染

能见度的降低主要是由于气体分子与颗粒物

对光的吸收和散射减弱了光信号,并由于散射作用减少了目标物与天空背景之间的对比度造成的^[13]。大量研究表明,PM₁₀和PM_{2.5}对光的散射效应是使能见度降低的最主要的因素。燃放烟花产生了大小与可见光波长相近的颗粒物,它对能见度的影响较为明显^[13]。PM₁₀和PM_{2.5}对光的吸收效应通常是使能见度降低的第二大因素^[9]。笔者曾经做过对比试验,结果发现,军用的黑火药和改进的黑火药的能见度有很大的不同,改进后的黑火药的能见度比改进前提高了1倍左右。其主要原因就是改进的黑火药在燃烧过程中降低了可吸入颗粒物的生成和二氧化硫等烟雾的形成。

2 减少烟花爆竹环境污染的建议

10多年的研究表明,烟花产生的可吸入颗粒物的种类和浓度是可以控制的。参考办法有:

(1)在烟花爆竹配方中不采用含有重金属和硫元素的物质,从而减少二氧化硫气体和其它硫化物的生成;

(2)减少金属粉的用量,最好全部使用有机物作为可燃物,从而减少金属粉燃烧后产生的可吸入颗粒物;

(3)通过改变氧化剂和可燃物的量来改变系统的氧平衡和燃烧温度,控制燃烧反应。

3 小结

烟花燃放产生大量的可吸入颗粒物,对人体健康、能见度造成了一定的影响。流行病学资料表明,随着烟花产生的可吸入颗粒物浓度的增加,颗粒物造成的危害也就越大。但是目前对颗粒物在人体的作用机理还不明确。因此应该特别加强烟花爆竹的环保化研究,并测量烟花产生的颗粒物浓度,进一步研究烟花产生颗粒物的粒径分布、烟花种类和产生的可吸入颗粒物的关系等。

参考文献:

[1] Kevin D. Perry. Effects of outdoor pyrotechnic displays

on the regional air quality of Western Washington State [J]. Journal of the Air & Waste Management Association, 1999, (49): 146~155.

[2] I. Colbeck, Meng-chen Chung. Ambient aerosol concentrations at a site in SE England during bonfire night 1995 [J]. J. Aerosol Sci., 1996, (27): 449~450.

[3] B. Wehner, A. Wiedensohler, J. Heintzenberg. Submicrometer aerosol size distributions and mass concentration of the millennium fireworks 2000 in Leipzig, Germany [J]. J. Aerosol Sci. 2000, (31): 1489~1493.

[4] 唐孝炎. 大气环境化学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1990.

[5] 蒋红梅, 王定勇. 大气可吸入颗粒物的研究进展 [J]. 环境科学动态, 2001, (1): 11~15.

[6] Dabrina D. Dutcher, Kevin D. Perry and Thomas A. Cahill. Effects of indoor pyrotechnic displays on the air quality in the Houston Astrodome [J]. Journal of the Air & Waste Management Association, 1999, (49): 156~160.

[7] O. Fleischer, H. Wichmann, W. Lorenz. Release of poly-chlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans by setting off fireworks [J]. Chemosphere, 1999, 39, (6): 1191~1201.

[8] P Dyke, P Coleman, Ray James. Dioxins in ambient air, bonfire night 1994 [J]. Chemosphere, 1997, (34): 1191~1201.

[9] 邵龙义, 时宗波, 黄勤. 都市大气环境中可吸入颗粒物的研究 [J]. 环境保护, 2000, (1): 24~26.

[10] 李红, 曾凡刚, 邵龙义等. 可吸入颗粒物对人体健康危害的研究进展 [J]. 环境与健康杂志, 2002, 19, (1): 85~87.

[11] 陈秉衡, 洪传洁, 朱惠刚. 上海城区大气NO_x污染对健康影响的定量评价 [J]. 上海环境科学, 2002, 21, (3): 129~131.

[12] 蒲文兴. 鞭炮对大气污染状况观察 [J]. 广西预防医学, 1995, 1, (5): 274.

[13] 朱岗崑. 大气污染物理学基础. 北京: 高等教育出版社, 1990.

[14] 唐桂林, 赵家玉等. 黑火药的改进研究 [J]. 火工品, 2002, (4): 25~26.