

doi:10.3969/j.issn.1001-8352.2013.01.014

# 铝镁合金粉对双响爆响药燃放声级的影响<sup>\*</sup>

孟丽珍<sup>①②</sup> 王海亮<sup>①</sup> 李亚军<sup>③</sup>

①山东科技大学资源与环境工程学院(山东青岛,266590)

②新风祥控股有限公司(山东聊城,252327)

③河北保定市蠡县德茂花炮有限公司(河北保定,071400)

[摘 要] 以双响爆响药为研究对象,分别保持高氯酸钾、硝酸钾、铝粉和硫磺 4 种组分的质量不变,改变铝镁合金粉的质量分数,共得到 20 组配方。使用双通道声学分析仪,测定不同配方的声级值。定量研究了双响爆响药燃放声级随其混合物中铝镁合金粉质量分数变化的规律。实验结果表明,双响爆响药配方中铝镁合金粉的质量分数在 20% ~ 45% 范围内能达到较好的燃放效果,铝镁合金粉的质量分数为 35% 时,爆响药燃放后的声级最大。

[关键词] 铝镁合金粉 爆响药 配方 双响 声级

[分类号] TQ567

## 引言

目前,烟花爆竹生产企业普遍采用工艺鉴定的配方调整法,即点燃烟花爆竹,通过目测燃放形态确定配方。这一调试方法需建立在有丰富实践经验的基础上,没有规律可循,缺乏科学运作模式。

国内外学者就烟花爆竹配方调整对燃放效果的影响进行了一些研究。2006 年,朱辉等<sup>[1]</sup>以硝酸钡与铝镁合金、高氯酸钾与铝镁合金二元组分的烟火药剂为研究对象,保持铝镁合金质量不变,分别改变高氯酸钾和硝酸钡的质量,分别得到两组烟火药剂的最佳配方比,使其达到最佳燃放效果。2008 年,丁慧哲<sup>[2]</sup>保持双响爆响药组分硝酸钾、铝粉、铝镁合金粉及硫磺质量不变,通过改变高氯酸钾质量得到 15 个配方,并利用实验仪器测得不同配方的声级值和频谱。定量研究了双响爆响药燃放后声级随其混合物氧平衡的变化规律,得到了爆响药燃放后声音的频谱分布特点。2011 年,印度 Azhagurajan A, Selvakumar N, Thanulingam T L<sup>[3]</sup>选取粒径分别为 113nm, 187nm 和 218nm 的铝粉末,分别与硝酸钾和硫混合,得到纳米级的粉末铝,使得烟花爆竹声级降低到原来的 62.5%。

为了研究烟花爆竹中铝镁合金粉质量分数变化对燃放效果的影响,以双响爆响药为研究对象,改变铝镁合金粉的质量分数,得到不同的配方。利用声级测量仪器测定不同配方的声级,得到铝镁合金粉质量分数与声级变化规律。为研究不同药剂的组分

比例对烟火药剂燃放声响效果的影响,提供科学合理的实验验证方法和参考。

## 1 双响爆响药配方设计

双响用烟火药剂是由一定比例的氧化剂和可燃剂组成的混合物,它的安定性受到烟火剂吸湿性、药剂相容性、药剂比表面积、药剂化学性质、不同配比以及加入其它助剂等方面的影响<sup>[4-5]</sup>。德国 Comet 等学者通过研究红磷和氧化铜组成的烟火剂,按不同质量比例混合测定其安定性大小<sup>[6]</sup>。常用的氧化剂包括硝酸盐、高氯酸钾、金属氧化物等,还原剂包括铝、铝镁合金粉、硫磺、木炭等<sup>[7]</sup>。

实验用双响爆响药是由高氯酸钾( $\text{KClO}_4$ )、硝酸钾( $\text{KNO}_3$ )、铝粉( $\text{Al}$ )、铝镁合金粉( $\text{Mg}_4\text{Al}_3$ )、硫磺( $\text{S}$ )组成。为了详细考查铝镁合金粉对爆响药燃放声响效果的影响,实验确定改变爆响药中铝镁合金粉的质量分数,保持其他组分的质量不变,逐步改变铝镁合金粉的质量分数,从 0 至 95%,以 5% 为步长逐渐递增。实验共得到 20 组不同配方,依次编号 1 ~ 20。

## 2 双响样品制作

每个配方制作 4 个样品,20 组配方共计得到 80 个样品。为了减小由于样品配方不同对燃放效果影响之外其他因素的干扰,应该遵循以下原则:

1) 样品所用纸筒选择同一批次的纸筒。

2) 所有样品的制作工序由同一个经验丰富的工人协助完成。

\* 收稿日期: 2012-09-13

作者简介: 孟丽珍(1986 ~ ),女,硕士,主要研究方向为安全评价信息技术。E-mail: mengy109098@126.com

3) 每个样品使用的药剂质量误差不超过 0.5g。

除了样品下端不需装入发射药和称量方法与双响成品不一样外,其他与双响成品生产工艺是相同的。具体的制作工序包括卷筒、插引、打结、原料称量、混药、装药、拨顶、拨底、压头、绾头、切头、装箱。

3 双响爆响药声级测定

3.1 测定步骤

双响爆响药声级测定步骤包括选择实验场地,布置实验仪器,做好记录和提取声音数据等步骤。其中,实验场地是根据《爆竹声级值的测定 QB/T 1942—94》<sup>[8]</sup>行业标准确定的,声音测量仪器是由双通道声学振动分析仪、前置放大器、声校准器、传声器、Spetrua LAB 软件、笔记本电脑等组成。

按照从编号 1 ~ 20 的顺序燃放双响样品,实验测定得到 20 组配方的 A 声级,见表 1。

3.2 数据分析

为了分析不同配方铝镁合金粉质量分数与其 A 声级的变化规律,由表 1 做出相应的不同配方铝镁合金粉质量分数与其 A 声级关系曲线,见图 1。

通过分析实验数据和图 1,发现不同配方铝镁合金粉质量分数与其 A 声级关系存在以下特点:配方 1 ~ 10 铝镁合金粉质量分数在 0 ~ 45% 之间,A

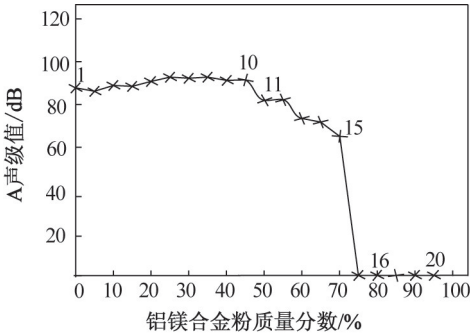


图 1 配方的 A 声级值与铝镁合金粉质量分数的关系

Fig. 1 Change curve of A-weighted sound level with the changes of mass fraction of Al-Mg alloy powder

声级集中在 87.0 ~ 92.0 dB 之间,呈现基本递增趋势;配方 11 ~ 15 铝镁合金粉质量分数在 50% ~ 70% 之间,A 声级从 82.0dB 逐渐减小到 66.8dB;配方 15 ~ 16 铝镁合金粉质量分数在 70% ~ 75% 之间,A 声级从 66.8dB 骤减到 0;配方 16 ~ 20 铝镁合金粉质量分数在 75% ~ 95% 之间,A 声级为 0。实验结果表明,双响爆响药配方中铝镁合金粉的质量分数在 20% ~ 45% 范围内能达到较好的燃放效果,铝镁合金粉的质量分数为 35% 时,爆响药燃放后的

表 1 配方的 A 声级值

Tab. 1 A-weighted sound level of experimental samples and formulas

配 方	铝镁合金粉 质量分数/%	A 声级值/dB				
		1	2	3	4	均值
1	0	—	92.5	84.8	86.0	87.8
2	5	87.1	84.5	86.4	86.6	86.2
3	10	90.1	89.4	88.5	87.6	88.9
4	15	90.8	89.7	92.3	81.0	88.5
5	20	92.6	91.5	87.3	91.9	90.8
6	25	92.0	93.0	92.3	93.8	92.8
7	30	93.7	91.9	92.2	91.3	92.3
8	35	93.2	93.8	92.3	91.7	92.8
9	40	91.6	92.8	91.3	89.4	91.3
10	45	90.9	91.7	91.8	91.5	91.5
11	50	87.5	81.7	78.7	80.1	82.0
12	55	80.1	88.8	77.3	—	82.1
13	60	76.2	—	75.1	73.9	75.1
14	65	76.6	74.3	—	69.3	73.4
15	70	70.6	—	65.3	64.5	66.8
16	75	0	0	0	0	0
17	80	0	0	0	0	0
18	85	0	0	0	0	0
19	90	0	0	0	0	0
20	95	0	0	0	0	0

声级最大。

#### 4 结论

通过对不同铝镁合金粉的质量分数的配方进行声级对比实验,得到以下结论:

1) 爆响药燃放后,声级值随铝镁合金粉质量分数的变化规律是随着铝镁合金粉质量分数的增大,爆响药声级基本呈现先增后减的趋势。

2) 铝镁合金粉质量分数在 20% ~ 45% 范围内,达到较好的双响燃放声响效果。

#### 参考文献

- [1] 朱辉,欧阳卫国. 氧平衡指导实践的实验性研究[J]. 花炮科技与市场,2006(1):19-22.  
Zhu Hui, Ouyang Weiguo. Guide practice experimental study of the oxygen balance[J]. Fireworks Technology and Market,2006(1):19-22.
- [2] 丁慧哲. 高氯酸钾对双响爆响药声级影响的实验研究[D]. 济南:山东科技大学,2008.  
Ding Huizhe. Experimental research on the sound level changes generated by potassium nitrate in second bang powder of double-bang firecracker[D]. Ji'nan:Shandong University of Science and Technology,2008.
- [3] Azhagurajan A, Selvakumar N, Thanulingam T L. Thermal and sensitivity analysis of nano aluminium powder for firework application[J]. J. Therm. Anal. Calorim.,

2011,105:259-267.

- [4] 范小花,蔡治勇,易俊,等. 烟火剂安定性的影响因素分析[J]. 爆破器材,2009,38(2):38-40.  
Fan Xiaohua, Cai Zhiyong, Yi Jun, et al. Analysis of influencing factors on the stability of pyrotechnic composition[J]. Explosive Materials,2009,38(2):38-40.
- [5] 刘青春. 爆响剂代硫磺和三和粉的开发与应用[J]. 花炮科技与市场,2002(1):17-20.  
Liu Qingchun. Detonating agent on behalf of sulfur and three and powder development and application[J]. Fireworks Technology and Market,2002(1):17-20.
- [6] Marc C, Benny S, Fabien S, et al. Phosphorus-based nanothermites: a new generation of pyrotechnics illustrated by the example of n-CuO/Red P mixtures[J]. Propellants, Explosives, Pyrotechnics. 2010, 35(3):220-225.
- [7] 杨硕. 烟火学讲座连载二[J]. 花炮科技与市场,1998(3/4):40-46.  
Yang Shuo. The fireworks lecture part 2[J]. Fireworks Technology and Market,1998(3/4):40-46.
- [8] 中华人民共和国轻工业部. QB/T 1942—1994 爆竹声级值的测定[S]. 1994  
The People's Republic of China Ministry of Light Industry. QB/T 1942—1994 The firecracker sound level determination[S]. 1994.

### Influence of Al-Mg Alloy Power on the Sound Level of Second Bang Powder in Double-Bang Firecracker

MENG Lizhen<sup>①②</sup>, WANG Hailiang<sup>①</sup>, LI Yajun<sup>③</sup>

①College of Resources and Environmental Engineering, Shandong University of Science and Technology  
(Shandong Qingdao, 266590)

②GMK HOLDINGS CO., LTD. (Shandong Liaocheng, 252327)

③Lixian Demao Fireworks Co., Ltd. (Hebei Baoding, 071400)

[ABSTRACT] 20 formulas were designed for the second bang powder of double-bang firecracker in this study by adding different mass fraction of Al-Mg alloy powder into a constant amount of mixture of potassium perchlorate, potassium nitrate, aluminum powder and sulfur. Dual-channel acoustic analysis was used to measure sound level for different formulas. A quantitative study was carried out on the sound level changes due to mass fraction verification of Al-Mg alloy powder in second bang powder of double-bang firecracker. The experimental results showed a fairly good firecracker display effect at a mass fraction range of Al-Mg alloy powder from 20% to 45% and a highest sound level at 35%.

[KEY WORDS] Al-Mg alloy powder, formula, double-bang firecracker, second bang powder, sound level