

文章编号: 1003-1480 (2003) 04-0042-03

浅谈火工品药剂的粘合作用

刘晓慧¹, 关翔云², 孙长征²

(1. 中国兵器工业第213研究所, 陕西 西安, 710061; 2. 总装驻213所军代室, 陕西 西安, 710061)

摘要: 本文探讨了火工品药剂的粘合作用, 简要介绍了粘合剂的分类, 对起爆药、烟火药粘合过程的理论进行了分析。对火工品药剂中粘合剂的用量提出了分析和建议。

关键词: 火工品药剂; 粘合剂; 吸附理论; 化学键

中图分类号: TQ560.4 **文献标识码:** A

Discussion on the Adhesive Function of Loading Materials for Initiating Explosive Device

LIU Xiao-hui¹, GUAN Xiang-yun², SUN Chang-zheng²

(1. The 213th Research Institute of China Ordnance Industry, Xi'an, 710061

2. Xi'an 213 Martial Representative Office, Xi'an, 710061)

Abstract: This paper talking about the function of the adhesive used in the preparation of loading materials for initiating explosive device, brief introduction of the classification of the adhesive were given, and the adsorption theory of the primary explosive, pyrotechnic were analyzed. Some advice was also given to the quantity of adhesive used in the loading materials for initiating explosive device.

Key words: Loading materials for initiating explosive device; Adhesive; Adsorption theory; Chemical bond

随着现代化武器系统的发展, 火工品及火工品药剂在高科技战争中发挥着极其重要的作用, 火工品药剂中粘合剂的粘合理论和粘合剂在药剂中分散均匀性对药剂性能影响的问题, 也已引起国内外研究者的普遍重视。因为对复杂的高分子材料缺乏足够的试验数据, 所以至今未能建立一个完整的粘合理论。因此, 本文中笔者仅对粘合剂在火工品药剂粘合过程中所起的作用进行分析讨论。

1 粘合剂的作用与分类

粘合剂的作用是将混合起爆药或烟火药的各组分粘合在一起, 保持药剂组分的均匀性和良好的

机械强度, 同时减缓药剂的燃烧速度, 降低药剂机械感度, 改善和提高化学安定性及安全性等。

选用高分子粘合剂控制起爆药的晶体形状、颗粒大小和对常规起爆药的改进是一项扩展研究工作。通常用于火工品药剂中的粘合剂可分为两大系列: 天然系列和合成系列。天然系列包含: 糊精、虫胶、松香、树胶、桐油、蓖麻油等; 合成系列包含: a. 合成树脂型: 聚四氟乙烯、聚乙烯醇、聚氯乙烯、酚醛树脂、缩水甘油叠氮聚合物等; b. 碳氢化合物型: 石蜡、沥青、地蜡、煤焦油等; c. 橡胶型: 氟橡胶、硅橡胶等; d. 纤维素型: 硝化棉、羧甲基纤维素、乙基纤维素等。随着合成高分子材料的发展, 也开发了不少可作为粘合剂的新高分子材

收稿日期: 2003-07-08

作者简介: 刘晓慧 (1955-), 女, 研究员级高工, 主要从事起爆药研究与火工品质量控制。

料,如:缩水甘油叠氮聚合物、不饱和卤聚酯、聚三氟乙烯等。

2 粘合机理

粘合过程是一个复杂的物理化学过程。早在 20 世纪 40 年代,粘合剂的 3 大理论,即吸附理论、静电理论和扩散理论相继提出。最早提出的烟火药粘合机理是机械结合理论;最早有关起爆药粘合机理的是根据羧甲基纤维素氯化铅(简称 CMC·PbN₆)研究提出的粘合剂(控制剂)极性与粘附力关系理论,它认为氯化铅与羧甲基纤维素钠都具有极性,故有良好粘附性。后来又有专家强调羧甲基纤维素钠(CMC·Na)加入氯化铅(PbN₆)反应器中生成 CMC·PbN₆过程,起晶核作用。但这无法解释粘合剂浓度大对 CMC·PbN₆晶形控制作用的影响(见表 1)。试验事实表明,有关起爆药粘合机理基本上遵循吸附理论,即粘合剂(CMC·Na)分子与氯化铅(PbN₆)分子在界面上是由吸附作用产生了化学键。

表 1 CMC·PbN₆ 粘合剂浓度与晶形控制结果

| 序 号 | V _{CMC·Na} / mL | w _{CMC·Na} / % | CMC·PbN ₆ 结晶形状 | 假密度 ρ/(g·mL ⁻¹) | w _{CMC·Na} / % |
|--------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| 1 | 0 | 0 | 长柱形 | 0.98 | 0 |
| 2 | 50 | 0.25 | 长椭圆或米花晶 形 | 1.41 | 0.29 |
| 3 | 100 | 0.50 | 晶形近乎圆球 | 1.06 | 0.58 |
| 4 | 150 | 0.75 | 晶形近乎圆球、 表面不光滑 | 0.92 | 0.89 |
| 5 | 200 | 1.00 | 晶形椭圆形、相 互粘连、表面不 光滑 | 0.99 | 1.10 |

吸附是指液体或气体中的分子通过各种键力的相互作用在固体材料上的结合。按照吸附机理可分为化学吸附、物理吸附及亲和吸附 3 大类。通过形成化学键的称为化学吸附;物理吸附是指传统意义上的吸附,主要通过范德华吸引力,偶极-偶极矩相互作用,氢键等较弱的作用力吸附;亲和吸附主要是由生物亲和原理设计合成的,此处不做介绍。

2.1 起爆药粘合的化学键

化学键主要包括离子键、配位键及易裂解的共

价键,起爆药粘合过程中主要形成的是离子键和共价键。早在 1948 年,C.H.Hofricher Jr 等研究了粘合强度与化学活性基团浓度的关系,证实了化学键是粘合剂在化学反应中形成,且粘合作用主要是分子中多个原子之间强烈相互作用的结果。如:CMC·PbN₆的化学键可通过 CMC·Na 分子的羧基(-COOH)与 PbN₆的活性基团反应形成化学键。反应式如下:



但也不是 CMC·Na 分子与 PbN₆分子相遇就能形成化学键,而是当两个分子活性中心的电子云密度达到一定程度时,才可发生化学反应形成化学键,其数目非常小。所以,化学键的存在不改变 CMC·PbN₆的粘合强度。

2.2 烟火药吸附与机械结合

机械结合理论是最早提出的烟火药粘合理论,即认为液体粘合剂充满混合物(氧化剂、可燃剂)表面,干燥固化后在界面就能产生啮合连接。这种机械结合力与摩擦力有关,必然与烟火药颗粒表面光滑度有关,这一理论在烟火学界得到了公认,它能解释许多工艺因素如:浓度、时间等对粘合性能的影响。

后来经研究认为烟火药粘合理论还应包含吸附理论。因为烟火药用粘合剂的主要作用是将两种或两种以上组分粘合在一起,以保持药剂组分的均匀性及足够的机械强度。对其粘合作用,基本上遵循粘合剂分子与烟火药组分分子在界面层上相互吸附原理,有物理吸附又有化学吸附,而且物理吸附是主要的。

3 粘合剂对火工品药剂的影响

粘合剂大多数是天然高分子和合成高分子材料,这些材料均可以燃烧,且大多数为分解燃烧。在烟火药中它起减缓燃烧速度,降低机械感度和改善化学安定性的作用。在单质起爆药中则主要是改善药剂的物理状态,如:假密度、流散性及球形化等。许多研究人员对含粘合剂不同的药剂测试得出的数据表明:

a. 烟火药剂粘合剂的质量百分数若超过 10% 时,药剂的机械感度随粘合剂增加而减小,药剂的

氧平衡也被破坏。一般用量为 5%~10% 为宜。

b. 单质起爆药粘合剂质量百分数超过 5% 时, 起爆药的纯度就会明显降低, 相应感度也降低, 同时也给操作过程带来麻烦, 如粘壁现象, 通常粘合剂用量以 2.5%~5.0% 为宜。

c. 在烟火药造粒工序中, 粘合剂溶液的加入量可参考下列计算式:

$$m = M \cdot a / \rho$$

式中: m ——粘合剂溶液加入量, kg;

M ——混制 1 次药剂量, kg;

a ——干粉粘合剂在药剂成分分配比含量, %;

ρ ——粘合剂溶液浓度, %。

4 讨论

火工品药剂的粘合过程是一个复杂的过程, 很难找出一个通用的粘合理论。实际上火工品药剂中起爆药粘合剂的选择与使用, 不仅取决于火工品药剂的加料顺序、加料速度、温度等, 而且粘合剂的

加工工艺、环境变化也能给火工品药剂组分带来各种影响。这些影响过程涉及到高分子化学、物理化学、胶体化学, 它需要火工品药剂的研究人员从中提炼有关理论和研究成果, 去分析、解决火工品药剂生产过程中产生的现象及问题, 从而促进火工品药剂的研究和发展。

参考文献:

- [1] 陈根座. 胶粘应用手册 [M]. 电子工业出版社, 1994.
- [2] 刘正伟. 特种弹设计与制造实践[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 1998.
- [3] 劳允亮. 起爆药化学与工艺学 [M]. 北京: 北京理工大学出版社, 1997.
- [4] Davies, N. Binders for pyrotechnic compositions [C]. Proc. Int Pyrotech.Simin, 1999, 26th: 98~105.
- [5] Study on various polyesters as binders for pyrotechnic composition [J]. Journal of pyrotechnics, 2000, No 11.

(上接第 8 页)

从表 7 看出, 造粒后装填密度大有增加, 而且对发烟剂野外爆炸分散后的红外干扰效果也没有什么影响, 解决了装填困难, 改善了对环境和人员的污染问题。

3 结论

(1) 铜粉中的活性成分铜含量、粉末的粒度以及配方的组成及比例是影响发烟剂红外消光性能的主要因素, 铜含量高的铜粉以及以其为主体的发烟剂红外消光性能好于铜含量低的。铜粉粒度接近干扰波长的二分之一时红外消光性能好。铜基发烟剂中的添加剂 SM 的比例为 5%, 比表面积大, 流散性好, 对装填密度影响不大, 并且可提高发烟剂的红外消光性能。

(2) 铜粉所用包覆剂是影响其相容性和稳定性的主要因素。目前市售铜粉长贮稳定性差, 用 YN 包覆剂包覆效果较好, 包覆的铜粉相容性和长贮稳定性好。

(3) 制药工艺对其性能也有影响。用 2 次包覆和混合一起进行的工艺, 可节省混合时间, 混合的均匀度好, 对红外干扰效果好。发烟剂粉末造粒后使用, 使装填变得容易, 可以增大装填密度, 减少污染, 而且对红外干扰效果没有什么影响。

参考文献:

- [6] Rush E. Elkins, R. H. Kohl. Proceeding of the smoke/obscurants symposium V [R]. AD-A 104761, 1981: 667~669.
- [7] Sellman, Leonard R., Embury Jr., et al. Method of forming IR smoke screen [P]. US 4704966, 1987.
- [8] Milstead, Leon R., Lowe, et al. Method of assembly of compacted particulates and explosive charge [P]. US 4704967, 1987.
- [9] 徐铭, 李澄俊. 赤磷发烟剂、铜粉组合烟幕的红外消光性能 [J]. 火工品, 2002, (3): 1~3.
- 刘长城. 烟幕红外消光的理论研究 [J]. 特种弹药, 1991, (1): 41.