

文章编号: 1003-1480 (2021) 03-0036-03

油相材料粘度对乳化炸药耐低温性能的影响

朱可可, 邓长城, 张小宇

(中国人民解放军31620部队, 福建 福清, 350300)

摘 要: 为了探究油相材料粘度和乳化炸药耐低温性能之间的关系, 分别选取美孚机油、华粤蜡、河北邯郸607炸药厂油相作为研究对象, 测定各试样在100 °C时的粘度, 以及3种油相制备的乳化炸药在-30 °C冷冻3d、6d、9d、12d后的猛度。结果表明, 100 °C时美孚机油的粘度最小, 为16.25mPa·s, 河北607炸药厂油相的粘度最大, 达到35.1mPa·s; 冷冻3d后, 3组试样的猛度值相差不大, 冷冻12d时美孚机油制备的乳化炸药出现半爆现象, 河北607炸药厂油相制备的乳化炸药猛度仍能达到10.46mm, 表明适当提高油相粘度有利于提高乳化炸药的耐低温性能。

关键词: 乳化炸药; 油相材料; 粘度; 耐低温性能; 猛度

中图分类号: TQ564 文献标识码: A DOI: 10.3969/j.issn.1003-1480.2021.03.010

Influence of Oil Phase Material Viscosity on Low Temperature Resistance of Emulsion Explosive

ZHU Ke-ke, DENG Chang-cheng, ZHANG Xiao-yu

(31620 Unit of the Chinese People's Liberation Army, Fuqing, 350300)

Abstract: In order to explore the relationship between oil phase material viscosity and low temperature resistance of emulsion explosives, Mobil Motor Oil, Huayue Wax, and Hebei Handan 607 Explosive Factory oil phase were selected as the research objects. The viscosity of three oil phases at 100 °C were measured, and three kinds of oil phases were used to prepare emulsion explosives. After being frozen at -30 °C for 3d, 6d, 9d and 12d respectively, the brisance of each sample was also measured. The results show that the viscosity of Mobil oil is the smallest at 100 °C, which is 16.25mPa·s, the viscosity of the oil phase of Hebei 607 Explosive Factory is the largest, reaching 35.1mPa·s. After being frozen for 3 days, the brisance values of the three samples are almost the same. However, the Mobil Motor Oil occurs semi-explosion after being frozen for 12 days, the brisance of oil phase of Hebei 607 Explosive Factory still can reach 10.46mm. It shows that appropriately increasing the oil phase viscosity is beneficial to improve the low-temperature resistance of emulsion explosives.

Key words: Emulsion explosive; Oil phase; Viscosity; Low temperature resistance; Brisance

乳化炸药诞生于 20 世纪 70 年代, 它通过乳化剂的作用, 使氧化剂在油相中分散而形成一种乳液型乳化炸药体系^[1]。乳化炸药因原料来源广、生产成本低且具有良好的爆炸性和抗水性而广泛应用于各项工程爆破^[2]。油相材料对乳化炸药的性能有显著影响。张显丕、郭子如等^[3]研究发现在一定条件下, 乳化剂浓度对乳胶基质的粒径和分布影响不大, 而油相材料

对乳化炸药的粒径影响较大。王波^[4]研究了油相材料对乳化炸药贮存寿命的影响。张东杰、张现亭等^[5]研究了不同种类的油相材料及组分对乳胶基质粘度的影响程度。刘桢昊^[6]研究表明, 油相粘度对乳化炸药的低温稳定性和爆轰性能有重要影响。

乳化炸药体系是一个活跃的热力学系统, 随着储存时间的增加, 体系会自发地沉降、析晶甚至破乳,

收稿日期: 2021-01-26

作者简介: 朱可可 (1993-), 男, 助理讲师, 从事军械装备保障研究。

导致乳化炸药爆轰性能、安全性、稳定性大幅降低。油相材料是整个乳化炸药体系中的重要组成部分^[7], 其作为氧化剂溶液微粒的有效载体, 直接影响着乳化炸药的稳定性。本文从油相材料的粘度讨论油相对乳化炸药耐低温性能的影响, 对研究油相材料、提高乳化炸药的耐低温性能具有很大意义。

1 实验

1.1 材料及仪器

材料: 硝酸铵、硝酸钠, 工业级, 安徽淮化集团有限公司; 乳化剂 Span-80, 化学纯, 石家庄成达科技有限公司; 美孚机油, 埃克森美孚石油公司; 华粤蜡、河北邯郸 607 炸药厂油相; 酚酞试液, 浓度 1%, 无锡市亚泰联合化工有限公司; 甲醛、氢氧化钠, 分析纯, 安徽蚌埠化学试剂厂; 树脂微球敏化剂。

仪器: KHSB 可程式高低温循环箱, 合肥安科环境试验设备有限公司; RVDV-1 数字粘度计, 上海平轩科学仪器有限公司; 电子天平, 舜宇恒平仪器有限公司; 烧杯; SNB 系列旋转粘度计软件; 温度计; 恒温油浴锅, 常州国华电器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 油相材料粘度的测定

分别取适量美孚机油、华粤蜡、河北邯郸 607 炸药厂油相, 在恒温油浴锅内加热至 100℃ 并保温, 放至粘度计下方浸没转子和温度传感器。选定粘度计的工作方式为 M1, 转子型号为 1[#], 转速为 60r/min, 打开计算机上的 SNB 系列旋转式粘度计采集软件, 油相的粘度和温度的数据将会自动测定并记录于软件中。每组试样测试 2 次, 取平均值。

1.2.2 乳化炸药的制备

乳化基质各组分质量分数为硝酸铵 73%、硝酸钠 10%、水 10%, 乳化剂 2%, 油相分别为美孚机油、华粤蜡、河北邯郸 607 炸药厂油相, 质量分数均为 5%。

将硝酸铵、硝酸钠组成的氧化剂水溶液加热至 110℃ 左右, 乳化剂加入油相, 加热至 95℃; 在搅拌机 1700r/min 转速下两相混合, 乳化 3min, 制得乳胶基质。待乳胶基质冷却至 60℃ 时, 加入 0.3% 的树脂

微球敏化剂, 搅拌均匀即制得乳化炸药。

1.2.3 乳化炸药猛度测试

将制备的乳化炸药放入 KHSB 可程式高低温循环箱内, 设置工作模式为 -30℃ 冷冻, 每隔 3d 取出, 称取 50g 放入牛皮纸制作的直径为 40mm 带底的圆筒内, 使用带孔的圆纸板下压乳化炸药浮药, 控制装药密度为 $(1.0 \pm 0.03) \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。采用铅柱压缩法测试乳化炸药的猛度, 其原理为在规定的质量、密度、几何尺寸等参数条件下, 炸药爆炸作用于铅柱, 铅柱在爆轰产物的冲击下压缩, 压缩值表示炸药的猛度。猛度测定装置结构如图 1 所示。

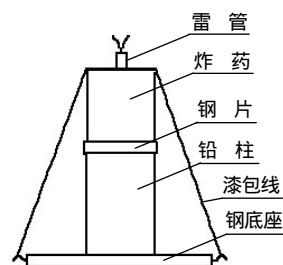


图 1 猛度测定装置结构图

Fig.1 Brisance measuring device structure

2 结果与分析

各组油相粘度的测试结果如表 1 所示。由表 1 可看出, 不同油相的粘度不同, 100℃ 时美孚机油的粘度最小, 为 16.25mPa·s, 河北 607 炸药厂油相的粘度最大, 达到 35.1mPa·s, 华粤蜡的粘度为 30.3mPa·s, 介于美孚机油和河北 607 炸药厂油相两者之间。

表 1 不同油相的粘度 (mPa·s)

Tab.1 Viscosity of different oil phase

试样名称	粘度1	粘度2	平均粘度
美孚机油	16.10	16.40	16.25
华粤蜡	30.60	30.00	30.30
河北607炸药厂油相	35.50	34.70	35.10

猛度试验装置实物图如图 2 所示。



图 2 猛度试验装置实物图

Fig.2 Physical map of brisance test device

将该装置放入爆炸碉堡, 将雷管导爆管从爆炸碉

堡小孔中引出,插入发爆器电源线,引爆炸药,待爆炸烟尘散尽后打开爆炸碉堡取出压缩后的铅柱,如图3所示。沿着铅笔划线的方向,测量4点之间的长度并记录,结果见表2。



图3 压缩后的铅柱

Fig.3 Compressed lead column

表2 不同冷冻时间后炸药的猛度值 (mm)

Tab.2 Brisance values of emulsion after different freezing times

试样	冷冻时间/d			
	3	6	9	12
美孚机油	14.47	13.26	10.43	半爆
华粤蜡	13.50	12.88	11.31	8.53
河北607炸药厂油相	14.68	13.53	12.27	10.46

由表2可以看出,冷冻3d后,3个炸药试样的猛度区别不大,表明短时间的低温储存对乳化炸药的爆轰性能影响不大,但随着冷冻时间的增加,猛度值都出现不同程度的下降。

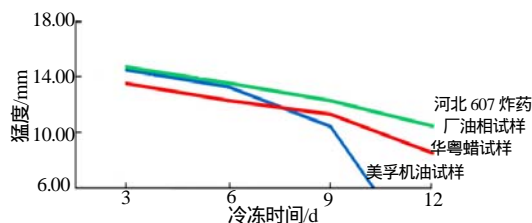


图4 不同油相乳化炸药猛度——冷冻时间的关系

Fig.4 The relationship between brisance vs freezing time of emulsion explosives with different oil phases

由图4可以看出,油相材料的粘度影响着乳化炸药的耐低温性能,美孚机油的粘度小,在常温下呈现出流动状态,其制备的乳化炸药在短时间内具有较好的耐低温性能,随着冷冻时间增加,其猛度值迅速下降,冷冻至第12d时,已出现半爆现象;而河北607炸药厂油相粘度最大,其制备的乳化炸药随着冷冻时间的增加,猛度的下降率低于另外两种试样,表明一定范围内,油相粘度增大有利于提高乳化炸药的耐低温性能。油相的粘度与其所含烷烃有关,烷烃含量越高、分子直链结构越多,油相的粘度越大,进而使得

油相与氧化剂水溶液形成的油膜结构越稳固。这一作用随着冷冻时间的增加表现得越发明显。河北607炸药厂油相的粘度最大,制备的乳化炸药体系内的油包水微粒结构较为坚固,能有效地防止液珠运动、聚结、析晶^[8],制备的乳化炸药耐低温性能较好;美孚机油的粘度小,大部分是支链分子,分子链短、易分散,形成的油膜强度低,制备的乳化炸药粘度也较低,因而耐低温性能较差。

3 结论

(1) 100℃时美孚机油的粘度最小为16.25 mPa·s,河北607炸药厂油相的粘度最大,达到35.1 mPa·s,华粤蜡的粘度介于两者之间。

(2) 短时间的低温储存对乳化炸药的爆轰性能影响不大,但随着冷冻时间的增加,粘度小的油相制备的乳化炸药爆轰性能迅速下降,粘度大的油相制备的乳化炸药的猛度下降率较低,表明一定范围内,增大油相粘度有利于提高乳化炸药的耐低温性能。

参考文献:

- [1] 汪旭光. 乳化炸药[M].北京:冶金工业出版社,2008.
- [2] 吕春绪.工业炸药理论[M].北京:兵器工业出版社,2003.
- [3] 张显丕,郭子如,李道平.乳化炸药基质分散相液滴大小及分布的影响因素[J].含能材料,2006(14):147-151.
- [4] 王波.乳化炸药油相材料的研究[J].矿业快报,2002,390(12):5-9.
- [5] 张东杰,张现亭,陆丽园,等.现场混装乳化炸药油相材料对乳胶基质黏度影响的研究[J].火工品,2013(2):42-46.
- [6] 刘桢昊.关于乳化炸药油相材料的研究[J].爆破器材,2006,35(2):8-10.
- [7] 徐志祥,胡毅亭,刘大斌,等.油相材料对乳化炸药热稳定性的研究[J].火炸药学报,2009,32(4):34-37.
- [8] 朱可可,吴红波,夏曼曼,等.油相材料对乳化炸药耐低温性能的影响[J].火工品,2018(2):48-51.