文章编号:1006-9941(2005)01-0049-03

# 耐冻膨化硝铵炸药的制备

(南京理工大学化工学院, 江苏 南京 210094)

一一大女炸药的制备 周新利,胡炳成,刘祖亮,吕春绪 1京理工大学化工学院,江苏南京210094) L成的基础上,提出了通过深和一 本实验选择 摘要: 在分析岩石膨化硝铵炸药组成的基础上,提出了通过添加抗冻剂来降低复合油相的凝固点是制备耐冻膨 化硝铵炸药的有效方法和技术途径。本实验选择了数种抗冻剂和其它可燃剂共同组成复合油相,并测试了其凝固 点,同时测试了在冷冻条件下炸药的爆炸性能。结果表明,在复合油相中添加抗冻剂可以制得耐冻性能和爆炸性 能优良的耐冻膨化硝铵炸药。耐冻性能较好的复合油相配方组成为: 柴油:地蜡:石蜡:表面活性剂:多元醇: 防冻机油:聚合物=70:7.5:5:5:5:5:5.5.5,凝固点为31.5℃,用该油相制备的膨化硝铵炸药冷冻后的爆速 为 3546 m·s<sup>-1</sup>、殉爆距离为 5 cm、猛度为 13.7 mm。

关键词:爆炸力学;膨化硝铵炸药;耐冻性;抗冻剂;复合油相;凝固点 中图分类号: TJ55 文献标识码:A

### 1 引 言

膨化硝铵炸药是无梯工业炸药的一个新品种,按 照硝酸铵自敏化[1]的思路,采用一条全新的工艺路 线,彻底解决了铵梯炸药长期存在的毒污染等问题。 用膨化硝酸铵代替普通硝酸铵能够制造性能优良的无 梯型岩石膨化硝铵炸药、煤矿膨化硝铵炸药、抗水煤矿 膨化硝铵炸药、震源药柱、低爆速膨化硝铵炸药、高威 力膨化硝铵炸药、农果林专用爆破具以及集乳化炸药 与膨化硝铵炸药优点于一体的膨乳炸药[2] 等系列产 品,并获得成功,在全国70多个工厂进行大规模工业 化生产。

但是,由于使用条件的限制,对该种炸药的系列化 提出了新的要求,特别是我国北方矿山冬季气温为 -20~-30℃,这样的低温长时间存放炸药对工业炸 药的起爆性能及爆炸性能是不利的。因此,要求膨化 硝铵炸药具有一定的耐冻性能,以满足低温环境条件 下的使用要求,研制耐冻膨化硝铵炸药[3]这一课题便 应运而生了。

在低温条件下使用炸药应采取相应的防冻措施, 如在寒冷地区冬季利用地下防空洞或保暖库贮存炸药 (药温 18 ℃左右);在爆破现场快速装药也是一种较 好的防冻措施[4];另外,通过添加抗冻剂可以达到防 冻目的,抗冻剂可降低冻结硬化温度,从而满足使用要 求。但是,这些防冻措施有时受场地和爆破作业条件 的限制,难以发挥有效的防冻作用,因此解决这一问题 的根本途径在于研制新型的耐冻膨化硝铵炸药。

收稿日期:2004-06-07;修回日期:2004-09-16

作者简介:周新利(1973-),男,博士,主要从事工业炸药方面的研究工 作。e-mail: xinlizhou@yahoo.com.cn

## 2 研究方案

岩石膨化硝铵炸药的成功研制,是制备耐冻膨化 硝铵炸药的技术基础。岩石膨化硝铵炸药的基本组分 中,膨化硝酸铵和木粉是固体,受低温影响不大,而液 体复合油相受低温影响较大,在寒冷地区易冻结硬化 影响炸药的爆炸性能和爆破效果。因此,解决油相的 耐冻性是研制耐冻膨化硝铵炸药的关键,而复合液态 油相耐冻性的改善可以通过添加抗冻剂来实现。在油 相中添加抗冻剂来降低油相的凝固点和冻结硬化程 度,从而达到防冻目的。

## 实验

#### 3.1 复合油相的组成

复合油相是耐冻膨化硝铵炸药的重要组分,其组 分及配比是影响炸药爆炸性能的一个致关重要的因 素。复合油相一般由固体碳氢燃料(石蜡、地蜡等)、 柴油、表面活性剂和抗冻剂等复配组成,具有较高的燃 热值。具有敏化作用的复合油相包覆于炸药颗粒的表 面,形成憎水薄膜,可以改善炸药的抗吸湿性和抗结块 性;表面活性剂促进了油相在炸药颗粒上的润湿、铺展 和扩散。

## 3.2 抗冻剂的选择

尽管抗冻剂可以降低复合油相的凝固点,但是抗 冻剂的选择和使用必须保证炸药的性能和质量。经过 大量实验探索,选择煤油、防冻机油、多元醇和某些聚 合物或它们的复配物作为抗冻剂,加入复合油相中,通 过测试各复合油相的凝固点和冷冻后炸药的爆炸性 能,优选出较佳的抗冻剂和耐冻膨化硝铵炸药的配方。

#### 3.2.1 复合油相凝固点的测定

按配比准确称量复合油相的各组分,在一定温度 下混合熔化,然后自然冷却,测试开始凝固时的温度, 即为复合油相的凝固点。典型的实验结果见表1。

由表 1 的数据可知,抗冻剂能够显著降低复合油相的凝固点,复合抗冻剂的效果更显著。未加抗冻剂的配方,其凝固点比加抗冻剂的配方高 4~8 ℃;复合抗冻剂降低凝固点的效果比抗冻剂单独使用的效果更明显。

#### 3.2.2 耐冻性测试

按照膨化硝酸铵:木粉:油相 = 92:4:4 的基本配方,制备岩石膨化硝铵炸药,混合 25 min。炸药装药规格为  $\Phi$ 32 mm × (145 ± 5) g。

膨化硝铵炸药耐冻性能好坏的最直接的判别标准 是炸药的爆炸性能。将炸药置于温度恒定为 - 18 ℃ 的冰柜内冷冻一星期,然后取出测试炸药的爆炸性能, 并与未冷冻的炸药进行对比,结果见表 2。

表 1 复合油相的配方及凝固点

Table 1 Formulation and freezing point of composite oil phase

. /0/	No.									
component/% -	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
diesel oil	70	70	70	70	70	70	70	70	70	
ozokerite	15	12.5	12.5	7.5	7.5	10	12.5	7.5	10	
paraffin	10	7.5	10	15.5	15.5	7.5	7.5	5	7.5	
surfactant	5	5	5	2	2	5	5	5	5	
glycerin		5				5		5		
antifreeze oil			2.5			2.5	2.5	2.5	2.5	
polymer a				5			2.5			
polymer b					5			5	5	
freezing point∕°C	39	34	34	37	35	32.5	33.5	31.5	33	

Note: Diesel used in experiments is 0# diesel oil.

表 2 膨化硝铵炸药冷冻前后的爆炸性能

Table 2 Explosion performance of expanded ammonium nitrate explosive before and after frozen

••	1	No.								
item	explosion performance	1 2 3 4		4	5	6	7	8	9	
before frozen	average detonation velocity/m $\cdot$ s $^{-1}$	3493	3421	3577	3485	3448	3496	3485	3597	3506
	sympathetic detonation distance/cm	5	5	5	5	5	5	5	5	5
after frozen	average detonation velocity/m $\cdot$ s $^{-1}$	3333	3328	3528	3450	3372	3472	3450	3584	3477
	sympathetic detonation distance/cm	3	4	5	5	4	4	4	5	5

Note: Serial number of explosives agrees with oil formulation serial number in Table 1.

通过耐冻性实验可以得到如下结论,不添加抗冻剂的炸药经过一周的低温冷冻后,炸药的爆炸性能显著下降,而含有抗冻剂炸药的性能衰减不是很明显,特别是含有复合抗冻剂的炸药的耐冻效果最佳,能显著改善炸药的耐冻性。

#### 3.3 优化配方的确定

根据对含有抗冻剂的复合油相凝固点的测试和炸药耐冻性的测试,可以得到耐冻性相对较好的复合油相的配方为表1中的配方8。为了避免实验中偶然误差带来偏差并确定该配方的可靠性,对用该配方制备的炸药进行了验证实验。在冷冻温度为 - 18 ℃的冰柜中冷冻,并将冷冻时间延长到两星期后,随机取样测试炸药的爆炸性能,结果见表3。与冷冻前相比,炸药的爆炸性能没有明显的变化,因此,确定8号配方为优

化配方。

表 3 配方 8 冷冻前后的爆炸性能
Table 3 Explosion performance of formulation 8
before and after frozen

performance	average detonation	sympathetic detonation	brisance	
performance	velocity/m · s -1	distance/cm	/mm	
before frozen	3584	5	13.9	
after frozen	3546	5	13.7	

#### 4 结 论

- (1) 在复合油相中加入抗冻剂,能够降低油相的 凝固点和冻结硬化程度,能够明显改善炸药的耐冻性。
- (2) 不添加抗冻剂的炸药经过低温冷冻后,爆炸性能显著下降,而含有抗冻剂的炸药其性能衰减不是很明显,特别是含有多元醇、防冻机油和某些聚合物的

复合抗冻剂的膨化硝铵炸药的耐冻效果最佳,能显著改善炸药的耐冻性。

(3)根据复合油相凝固点的测试和炸药耐冻性的测试,得到耐冻性相对较好的复合油相的配方,并对用该复合油相制备的炸药进行了验证实验,结果表明用该复合油相配方制备的炸药经冷冻后性能稳定。

#### 参考文献:

- [1] 吕春绪,刘祖亮,惠君明. 膨化硝酸铵自敏化理论形成与发展 [J]. 火炸药学报,2000,23(4):1-4.
- Lü Chun-xu, LIU Zu-liang, HUI Jun-ming. The advancement and development of self-sensitization theory for expanded ammonium nitrate [J]. *HUOZHAYAO XUEBAO*,2000,23(4): 1-4.
- [2] 周新利,刘祖亮,吕春绪,等. 膨乳炸药及其工艺条件的优化研究 [J]. 有色金属(矿山部分),2002,54(6):37-38.
- [3] 周新利. 耐冻膨化硝铵炸药的研制[D]. 南京: 南京理工大学, 1995.6.
- [4] 汪旭光, 聂森林, 云主惠, 等. 浆状炸药的理论与实践[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1985.5.

## Preparation of Freeze Resistant Expanded Ammonium Nitrate Explosive

ZHOU Xin-li, HU Bing-cheng, LIU Zu-liang, Lü Chun-xu

(School of Chemical Engineering, Nanjing University of Science & Technology, Nanjing 210094, China)

**Key words:** explosion mechanics; expanded ammonium nitrate explosive; freeze resistant; antifreezing agent; composite fuel oil; freezing point

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

## 《纳米含能材料专辑》征稿启事

纳米科学与纳米技术被认为是 21 世纪最热门的三大科技之一。随着纳米科学与技术的发展,纳米材料在火炸药及推进剂领域的应用已开始引起含能材料工作者的广泛关注。为使有关研究成果得到更好的交流,促进纳米科技在该领域的发展,本刊拟于 2005 年 10 月(第5期)组织出版《纳米含能材料研究论文专辑》。内容包括: 纳米(超细)材料的性能、制备方法及相关技术、纳米(超细)材料在火炸药及推进剂领域中的应用与发展方向。

在这里,我们与您真诚相邀,愿您将自己的科研成果整理成文投至我刊,我们希望在2005年第5期与您相识相知。来稿敬请注明"纳米含能材料专辑"。