

文章编号:1006-9941(2005)01-0049-03

耐冻膨化硝酸铵炸药的制备

周新利, 胡炳成, 刘祖亮, 吕春绪
(南京理工大学化工学院, 江苏 南京 210094)

摘要: 在分析岩石膨化硝酸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酸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酸铵炸药。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=70:7.5:5:5:5:2.5:5,凝固点为31.5℃,用该油相制备的膨化硝酸铵炸药冷冻后的爆速为3546 m·s⁻¹、殉爆距离为5 cm、猛度为13.7 mm。

关键词: 爆炸力学; 膨化硝酸铵炸药; 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

膨化硝酸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酸铵炸药、煤矿膨化硝酸铵炸药、抗水煤矿膨化硝酸铵炸药、震源药柱、低爆速膨化硝酸铵炸药、高威力膨化硝酸铵炸药、农果园专用爆破具以及集乳化炸药与膨化硝酸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,要求膨化硝酸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,研制耐冻膨化硝酸铵炸药^[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酸铵炸药。

2 研究方案

岩石膨化硝酸铵炸药的成功研制,是制备耐冻膨化硝酸铵炸药的技术基础。岩石膨化硝酸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酸铵炸药的关键,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。

3 实验

3.1 复合油相的组成

复合油相是耐冻膨化硝酸铵炸药的重要组分,其组分及配比是影响炸药爆炸性能的一个至关重要的因素。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,具有较高的燃烧值。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,优选出最佳的抗冻剂和耐冻膨化硝酸铵炸药的配方。

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

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,制备岩石膨化硝酸铵炸药,混合25 min。炸药装药规格为 $\Phi 32\text{ mm} \times (145 \pm 5)\text{ g}$ 。

膨化硝酸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 $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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

component/%	No.								
	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/ $^{\circ}\text{C}$	39	34	34	37	35	32.5	33.5	31.5	33

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

表2 膨化硝酸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

item	explosion performance	No.								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
before frozen	average detonation velocity/ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	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/ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	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 $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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
	velocity/ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	distance/cm	
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

