

文章编号: 1003-1480 (2008) 03-0016-03

敏化温度对乳化炸药动压减敏程度的影响

马红卫, 胡坤伦, 李冰, 张虎

(安徽理工大学化学工程系, 安徽 淮南, 232001)

摘要: 为了研究敏化温度对乳化炸药动压减敏程度的影响, 测试了在不同敏化温度下制得的乳化炸药在冲击波动压作用前后的水中冲击波参数, 并将测试的数据进行计算。结果表明: 乳化炸药的冲击波峰值和比冲击波能都有不同程度的减小, 减敏的趋势相同; TA 乳化炸药与 TB 乳化炸药在敏化温度分别为 60、65 时, 减敏的程度最小。

关键词: 乳化炸药; 敏化温度; 冲击波; 减敏

中图分类号: TQ564 **文献标识码:** A

Effects of Sensitive Temperature on the Desensitization Degree of Emulsion Explosive under Dynamic Pressure

MA Hong-wei, HU Kun-lun, LI Bing, ZHANG Hu

(Department of Chemistry and Engineering, Anhui University of Science and Technology, Huainan, 232001)

Abstract: In order to study the effect of sensitive temperature on the desensitization degree of emulsion explosive under dynamic pressure, the shock parameters of emulsion explosives, which were produced at different sensitive temperature, were tested under dynamic pressure in water. The test data was calculated, and the result showed that the shock wave peak value and specific shock wave energy of emulsion explosive were reduced in different degree, and the tendency to desensitization was same. While the sensitive temperature was at 60°C and 65°C respectively, the desensitization degree of emulsion explosive TA and TB was the lowest.

Key words: Emulsion explosive; Sensitive temperature; Shock wave; Desensitization

乳化炸药泛指一类用乳化技术制备的油包水(W/O)乳胶型抗水工业炸药^[1], 由于具有抗水性优良、原料来源广泛、生产成本较低、安全性能好、适应面广等优良性能, 乳化炸药已成为一种具有广阔应用前景的工业炸药。但在微差爆破技术的工程应用中, 如在水下爆破、爆炸夯实和淋水工作面进行爆破作业时, 先爆炸孔产生的应力波对毗邻炮孔中的装药产生预压作用, 使毗邻炮孔中的炸药发生减敏现象, 对爆破安全构成了巨大的威胁^[2]。本文研究了不同敏化温度的乳化炸药动压作用前后的减敏程度, 它们具有相

同的乳胶基质, 均用化学气泡敏化, 只是敏化的温度不同。通过比较分析减敏程度的差异, 研究了敏化温度对乳化炸药抗动压性能的影响。

1 试验装置及测试方法

1.1 试验装置

试验装置包括 3 个部分: 爆炸水池、药包和测量系统。爆炸水池直径 5.5m, 深 3.62m, 水池上方横梁上安装有一台小型行车及一个用来固定药包和传感

收稿日期: 2008-03-25

作者简介: 马红卫(1978-), 男, 在读硕士研究生, 主要从事爆破技术及应用研究。

器的铁架。试验时,将药包放入水池中心水深 2/3 处,此时来自水面和水池底部的反射波可以相互抵消^[3],因而将药包放在水下 2.4m 处。药包分为爆炸药包和受试药包,爆炸药包为 2g 钝感 RDX,外壳由进行了防水处理的牛皮纸卷制,受试药包为 10g 乳化炸药。

1.2 测试方法

测量系统由 HZP2 型自由场压电压力传感器、PEPG06 高输入阻抗放大器、美国 Agilent 公司生产的 54845A 型示波器及低噪声电缆组成。试验时,先将试验仪器安装调试好,然后将药包固定在铁架子中央,通过横梁上的行车将受试药包送到水中的预定位置;示波器处于等待采集状态后,引爆炸药。示波器记录与药包一定距离处的水中冲击波波形。通过对波形的分析和处理,就可以得到冲击波的有关参数。水中冲击波初始峰值的计算公式为:

$$P_m = \frac{V_m}{K_V \cdot S_V} \quad (1)$$

式(1)中: P_m 为冲击波初始峰值, MPa; V_m 为数据采集仪记录的峰值压力, mV; K_V 为前置放大器(或恒流源)的增益,取 1; S_V 为压力传感器的电压灵敏度,经标定取 $4.209\text{mV} \cdot \text{MPa}^{-1}$ 。

根据水中爆炸相似定律,比冲击波能的计算公式为^[4]:

$$E_s = \frac{4\pi R^2}{\rho_w C_w W} \int_0^{6.7\theta} P^2 dt \quad (2)$$

式(2)中: E_s 为比冲击波能, $\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$; ρ_w 为水的密度,取 $1000\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$; C_w 为水中声速,取 $1460\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; P 为积分区间内的峰值压力, MPa; W 为装药量, kg; R 为装药到测试点的距离, m; θ 为冲击波指数衰减的时间常数, s。

2 试验与结果

乳化基质质量百分比组成为:氧化剂 83.5%、水 10%、还原剂 4%和复合乳化剂 2.5%。乳化基质制好后,冷却到 50、55、60、65 和 70 左右时,加入一定量的发泡剂进行敏化,在基质中形成微小化学气泡,达到调节乳化炸药密度、能量和感度的目的。将采用的两种复合乳化剂所制炸药分别表示为 TA 与 TB。水中的测试距离为 41.5cm,爆炸药包与受试药

包的距离为 20cm。根据测试的水中冲击波参数,由公式(1)计算出 TA、TB 两种乳化炸药在水中冲击波峰值,结果见表 1~2。由公式(2)计算出 TA、TB 两种乳化炸药在水中比冲击波能,结果见表 3~4。表 1~4 数据为 3 次测试平均值,雷管波峰平均值为 11.903MPa ,比冲击波能平均值为 $0.043\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

表 1 TA 乳化炸药在水中冲击波峰值的计算结果

Tab.1 Computation results of shock wave peak value of TA emulsion explosive in water

编号	敏化温度 /	受压前波峰/MPa	受压后波峰/MPa
TA50	50	30.055	20.432
TA55	55	27.513	15.491
TA60	60	27.109	27.081
TA65	65	29.389	27.156
TA70	70	24.115	17.748

表 2 TB 乳化炸药在水中冲击波峰值的计算结果

Tab.2 Computation results of shock wave peak value of TB emulsion explosive in water

编号	敏化温度 /	受压前波峰/MPa	受压后波峰/MPa
TB50	50	25.707	13.583
TB55	55	31.314	13.478
TB60	60	27.109	14.089
TB65	65	26.610	26.372
TB70	70	29.936	25.327

表 3 TA 乳化炸药在水中比冲击波能的计算结果

Tab.3 Computation results of specific shock wave energy of TA emulsion explosive in water

编号	敏化温度 /	受压前比冲击波能 / ($\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)	受压后比冲击波能 / ($\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)
TA50	50	0.688	0.216
TA55	55	0.528	0.0942
TA60	60	0.505	0.503
TA65	65	0.643	0.507
TA70	70	0.355	0.142

表 4 TB 乳化炸药在水中比冲击波能的计算结果

Tab.4 Computation results of specific shock wave energy of TB emulsion explosive in water

编号	敏化温度 /	受压前比冲击波能 / ($\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)	受压后比冲击波能 / ($\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)
TA50	50	0.430	0.0634
TA55	55	0.778	0.062
TA60	60	0.505	0.071
TA65	65	0.477	0.465
TA70	70	0.680	0.416

3 试验结果分析

减敏程度的计算方法为^[5]:将减敏程度记为 d ,正常起爆时的冲击波峰压或比冲击波能记为 D_1 ,相同条件下雷管的冲击波峰压或比冲击波能为 D_0 ,受压后的乳化炸药的冲击波峰压或比冲击波能记为 D_2 ,则炸药的减敏程度为:

$$d = (D_1 - D_2) / (D_1 - D_0) \quad (3)$$

比较表 1~4 的数据可知,两种复合乳化剂所制炸药受压前后的冲击波峰值和比冲击波能都有不同程度的下降,出现了动压减敏的现象。由公式(3),将不同敏化温度制得乳化炸药受压后的减敏程度做图,见图 1~2。

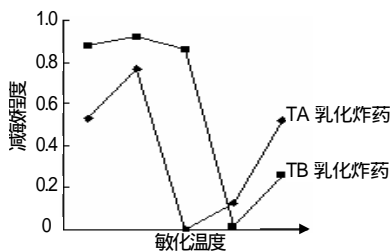


图 1 冲击波的峰值减敏程度

Fig.1 The desensitization degree of shock wave peak value

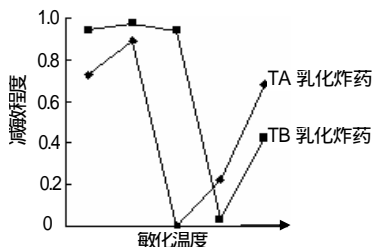


图 2 比冲击波能的减敏程度

Fig.2 The desensitization degree of specific shock wave energy

由图 1~2 可知,两种复合乳化剂制得的炸药在水中受冲击波动压作用后,冲击波峰值和比冲击波能都有不同程度的减敏,且减敏的趋势相似。在 50~60

敏化温度阶段,TA 乳化炸药比 TB 乳化炸药的减敏程度小;在 60~65 敏化温度阶段,两种乳化炸药的减敏程度相当;在 65~70 敏化温度阶段,TB 乳化炸药比 TA 乳化炸药的减敏程度小,这可能是由于乳化剂的种类影响所致。TA 和 TB 乳化炸药在敏化温度分别为 60、65 时,减敏的程度最小,因为此敏化温度既利于发泡剂向正方反应进行,又利于提高化学反应速度及乳化炸药的敏化效果,增加了乳化炸药的抗压性能。敏化温度较高会降低乳化基质的粘度,加快发泡剂的化学反应速度,减小发泡剂阻滞作用,但气泡溢出速度也相应增加,对形成热点不利,影响乳化炸药的敏化效果;当敏化温度较低时,乳化基质粘度大,不利于发泡剂的化学反应向正向进行,影响乳化炸药的敏化效果。因此,过高过低的敏化温度都不利于乳化炸药的敏化。敏化效果差,故乳化炸药受

压后减敏程度增加。

综上所述,乳化炸药在动压作用下乳化基质和气泡载体都会有不同程度的破坏,乳化基质的破坏主要表现在微观结构的变化,体系的不均一性增大;气泡载体的破坏主要表现在气泡的变小和载体的破裂,对形成热点不利,乳化炸药的爆炸性能降低。这两个因素相互影响、相互作用,气泡载体的破坏有促使微结构变坏的作用,而微结构的变坏使体系中的敏化载体更加易于被破坏^[2]。文中的乳化炸药受压后的冲击波峰值和比冲击波能的减敏程度可达 0.7 以上,可能由于乳化基质和气泡载体受破坏的程度较大,炸药不能完全爆轰、甚至熄爆所致。

4 结论

(1) 在动态加载的条件下,不同敏化温度的 TA 与 TB 乳化炸药都有不同程度的减敏,且减敏的程度与敏化温度有关。

(2) 敏化温度为 60 时的 TA 乳化炸药动压减敏的程度最小,冲击波峰值和比冲击波能减敏程度分别为 0.001 8 和 0.004 3;敏化温度为 65 时的 TB 乳化炸药动压减敏的程度最小,冲击波峰值和比冲击波能减敏程度分别为 0.016 和 0.028。

(3) 工程爆破中应充分注意到乳化炸药的减敏现象,确定合理的爆破参数,减少乳化炸药减敏现象发生,确保工程爆破的安全和质量。

参考文献:

- [1] 汪旭光. 乳化炸药[M]. 北京:冶金工业出版社, 1986.
- [2] 陈东梁,孙金华,颜事龙,等. 动压下组分结构变化与乳化炸药减敏关系研究[J]. 含能材料, 2006, 14(4): 302-305.
- [3] 工建灵,赵东奎,郭炜,等. 水下爆炸能量测试中炸药入水深度的确定[J]. 火炸药学报, 2002, 25(2): 30-32.
- [4] 张立. 爆破器材性能与爆炸效应测试[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社, 2006.
- [5] 吴红波,颜事龙,刘锋. 敏化剂类型对乳化炸药减敏程度的影响[J]. 中国矿业, 2007, 16(7): 94-97.