文章编号: 1001-1455(2010)03-0308-06

复合敏化乳化炸药的压力减敏*

王尹军[1],李玉景[2],甘德淮[3]
(1. 北京矿冶研究总院,北京 100044;
2. 贵州开源爆破工程有限公司,贵州 贵阳 551400;
3. 广东省力拓民爆器材厂,广东 韶关 512146)

摘要: 为了解敏化剂对乳化炸药压力减敏的影响,研究了"化学发泡 + 空心玻璃微球"和"空心玻璃微球 + 膨胀珍珠岩"2 种复合方式分别敏化的乳化炸药压力减敏。依据乳化炸药爆炸冲击波的波峰值,计算了它在水下受到冲击波作用之后的压力减敏度,将复合敏化的乳化炸药与分别用单一敏化剂的乳化炸药压力减敏度作了比较和分析。结果表明,第 1 种复合方式敏化的乳化炸药压力减敏度介于单一敏化的乳化炸药之间,以 10 cm 受压距离为例,压力减敏度分别为 1.000、0.983、0.210;第 2 种复合敏化的乳化炸药压力减敏度小于单一敏化的乳化炸药,10 cm 受压距离的压力减敏度分别为 0、0.274、0.618。分析认为,敏化剂颗粒或气泡的破损与其微界面周围局部破乳的综合作用是造成乳化炸药压力减敏的主要原因。

关键词: 爆炸力学;压力减敏;冲击波;乳化炸药;复合敏化
中图分类号: O384; TQ560.7 **国标学科代码**: 130·3520 **文献标志码**: A

1 引 言

乳化炸药的压力减敏是指在毫秒延时爆破作业中,先爆炮孔产生的冲击波或应力波对后爆炮孔装药的动态压缩作用引起的乳化炸药爆炸威力下降或拒爆等现象。由于炮孔拒爆会影响工程进度和施工安全,因此引起了研究者的重视,如 M. S. Wieland[1-2]、T. Matsuzawa 等[3]、松本荣等[4]、米悉尔·德米西等[5]、张少波等[6]、颜事龙等[7]和王尹军等[8]分别作了研究。有研究者认为敏化剂的抗压性能决定着乳化炸药能够抵抗多大的外界压力,抗压性能越大,乳化炸药越不易发生压力减敏。例如空心玻璃微球的抗压性能比膨胀珍珠岩大,用前者敏化的乳化炸药比用后者敏化的乳化炸药具有更高的抗冲击波性能[9]。但是,王尹军等[10]在对乳化炸药的压力减敏进行长期研究后发现,敏化剂的抗压性能对乳化炸药的压力减敏并不起决定作用,主要与敏化剂的添加量、颗粒大小、分布密度和表面性质等有关。例如微小气泡的抗压性能比空心玻璃微球小,但较少含量微小气泡敏化的乳化炸药压力减敏度小于空心玻璃微球敏化的乳化炸药[11]。复合方式敏化是出于多方面考虑而被乳化炸药生产厂家经常采用的,因此研究复合方式敏化的乳化炸药压力减敏,既有实际意义又对揭示乳化炸药的压力减敏机理有帮助。

本文中借助水下爆炸测试技术,利用炸药的水下爆炸冲击波峰值计算乳化炸药的压力减敏度,以压力减敏度为表征方法研究"化学发泡 + 空心玻璃微球"和"空心玻璃微球 + 膨胀珍珠岩"2 种复合方式敏化的乳化炸药压力减敏,分别与单一敏化乳化炸药的压力减敏度进行比较,并对实验结果进行分析。

2 实 验

为便于叙述,将不同配方的乳化炸药进行编号,各编号的乳化炸药是在相同的乳胶基质内分别外加一定质量比例的敏化剂制得,乳化炸药的编号和配方见表 1,表中 w 表示质量分数。

实验数据在安徽理工大学专用钢制爆炸水池中测得,水池直径 5.5 m、水深 3.62 m、壁厚 8 mm。试样入水深度 2.4 m,距传感器 15 cm。在相同实验条件下,分别测试未受压乳化炸药和与主发药包相距不同距离受冲击波作用后的乳化炸药试样的爆炸冲击波峰值。主发药包由 3 g RDX 压制而成,受试药包为 10 g 乳化炸药(用塑料皮包裹),主发药包只用于产生对受试药包作用的冲击波,而不是测试目标,测试数据均为受试药包的水下爆炸冲击波和气泡参数。

* **收稿日期**: 2009-03-03; **修回日期**: 2009-07-05
基金项目: 国家自然科学基金项目(50704005)
作者简介: 王尹军(1976 —),男,博士,工程师。

表 1 乳化炸药编号与配方

Table 1 The serial number and formula of the emulsion explosive

编号	1	2	3	4	5	6
敏化方式	0.15 %H + 2 %GB	0.15 %H	2 %GB	3 % GB	3 %EP	2 %EP + 1 %GB
组分	硝酸铵	硝酸钠	尿素	水	油相 (不包括乳化剂)	
w/ %	71.0	10.5	2.0	11.0	3.5	

注: H 代表 H 发泡剂, GB 代表空心玻璃微球, EP 代表膨胀珍珠岩。

受试乳化炸药的压力减敏度由下式计算[12-13]

$$d_i = (p - p_l)/(p - p_c) \quad (1)$$

式中: d_i 为乳化炸药的压力减敏度, i 为乳化炸药的编号, p 为乳化炸药未受压时的爆炸冲击波峰压, p_l 为乳化炸药受压后的爆炸冲击波峰压, l 为受压距离, p_c 为相同实验条件下一发 8# 工业电雷管的爆炸冲击波峰压。

表 2 给出所有乳化炸药未受压时的爆炸冲击波波峰 U 和气泡脉动周期值 T, 其中乳化炸药 1、2 分别为 2 次测试的平均值, 其余均为 3 次测试的平均值。表 3 为所有乳化炸药受压后的爆炸冲击波波峰和气泡脉动周期测试结果, 均为 2 次实验的平均值。压力减敏度的计算值见表 4。

表 2 未受压时乳化炸药的爆炸冲击波波峰和气泡脉动周期测试结果

Table 2 The test results of the values of the explosion wave crest and air bubble pulse period of the emulsion explosives not pressed by shock wave

乳化炸药编号	1	2	3	4	5	6
U/ V	1.893	1.882	2.106	2.178	2.041	2.275
T/ ms	51.416	50.505	52.202	51.839	50.185	51.415

注: 表中 U 为示波器电压信号波峰值, 未作实际压力换算。

表 3 受压后乳化炸药的爆炸冲击波波峰和气泡脉动周期测试结果

Table 3 Test results of the values of the explosion wave crest and air bubble pulse period of the emulsion explosives after pressed by the host charge's shock wave

炸药 1			炸药 2			炸药 3			炸药 4			炸药 5			炸药 6		
l/ cm	U/ V	T/ ms	l/ cm	U/ V	T/ ms	l/ cm	U/ V	T/ ms	l/ cm	U/ V	T/ ms	l/ cm	U/ V	T/ ms	l/ cm	U/ V	T/ ms
10	0.578	28.891	10	0.481	27.873	7	1.109	45.752	6	0.636	26.852	6	0.762	27.452	6	0.655	25.706
12	0.850	36.782	12	0.665	36.082	8	1.709	51.417	8	1.107	41.006	8	0.813	36.081	8	1.484	47.088
15	1.369	49.064	15	1.292	47.446	10	1.888	51.224	10	1.790	50.971	10	1.251	45.686	10	2.298	50.843
20	1.732	51.415	20	1.474	51.161	15	1.915	51.986	15	2.045	51.225	15	1.668	48.681	15	2.247	50.975
25	1.617	51.545	25	1.423	51.161				20	1.954	51.415	20	2.110	50.400	20	2.120	50.652
30	1.529	50.844	30	1.604	51.288												

表 4 压力减敏度计算结果

Table 4 Reults of the pressure desensitization degrees

l/ cm	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6
6				1.000	1.000	1.000
7			0.683			
8			0.290	0.757	0.961	0.523
10	1.000	0.983	0.210	0.274	0.618	0
12	0.838	0.853				
15	0.421	0.414	0.131	0.094	0.292	0.019
20	0.129	0.286		0.158	0	0.103
25	0.222	0.322				
30	0.292	0.195				

3 实验结果分析

3.1 第 1 种复合方式

在同一坐标系上绘出乳化炸药 1～3 的压力减敏度与受压距离的关系曲线,如图 1 所示。从图 1 中曲线可以看出,乳化炸药 3 比乳化炸药 1 的压力减敏度小很多,以 10 cm 受压距离为例,乳化炸药 1 的压力减敏度为 1.000,而乳化炸药 3 的仅为 0.210。比较乳化炸药 2、1 的曲线可以看到,受压距离小于 15 cm 时,2 种乳化炸药的压力减敏度几乎一样(见表 4 中相关数据),只是在 20～25 cm 的受压距离之间炸药 2 比炸药 1 的压力减敏度大。可见,复合敏化的乳化炸药 1 压力减敏度介于单一敏化的乳化炸药 2、3 之间,而与乳化炸药 2 比较接近。

采用“空心玻璃微球 + 化学发泡”复合敏化时,敏化剂的总量(0.15 %H 发泡剂 + 2 %空心玻璃微球)比分别采用空心玻璃微球(2 %)和 H 发泡剂(0.15 %)的单一敏化剂要多。相关实验结果表明,采用单一敏化剂敏化时乳化炸药的压力减敏度随敏化剂含量增加而上升[14]。而上述实验结果中尽管复合敏化剂的总量大于单一的敏化剂,但是压力减敏度介于单一敏化的乳化炸药之间。从图 1 中曲线相对位置可以看出,在这种复合方式中该乳化炸药的压力减敏度基本上取决于敏化气泡。

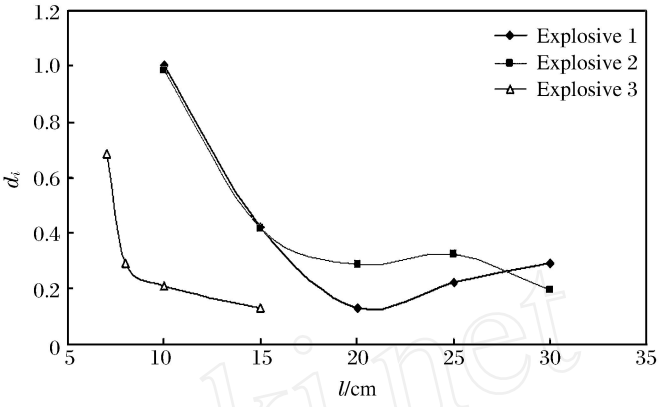

图 1 乳化炸药 1～3 的压力减敏度与受压距离关系曲线

Fig. 1 Curves between the pressure desensitization degrees of the emulsion explosives 1 - 3 and the pressed spacing

观察受冲击波作用后的乳化炸药药包,化学气泡敏化的乳化炸药与受压前比较已看不出明显的气泡,而空心玻璃微球敏化的乳化炸药变化不明显。从敏化剂的抗压性能角度考虑,气泡的抗压性能较后者差,在外压作用下容易发生压缩变形,那么上述复合方式敏化的乳化炸药 1 的压力减敏度就应该与空心玻璃微球敏化的乳化炸药 3 接近。但是,该结论与上述实验结果正好相反,这说明该复合方式敏化的乳化炸药抗压性能并不取决于抗压性能较高的敏化剂。

分析空心玻璃微球与化学气泡的差别,主要有:抗压性能前者高于后者、微球粒度比一般气泡尺寸小且均匀、气泡体积受发泡剂的添加量影响、气泡易于变形和发生位移等。具体地讲,空心微球的粒度小而分布范围较窄,化学气泡的尺寸受发泡剂含量与发泡效果的影响而没有微球那样稳定,尤其是当发泡剂含量较大时易生成体积较大的气泡。生产实践表明[15],均匀细小的敏化气泡对于保证乳化炸药性能是必要的,体积过大或过小的气泡对形成热点均不利。乳化炸药 2、3 压力减敏度的差别应该与化学气泡的体积较大及其易变性有一定的关系。可以想象,在冲击波作用下,乳化炸药内部的微小气泡被压缩和产生迁移,并造成部分气泡聚集,使得有效的敏化气泡数量减小。当受压后的乳化炸药被引爆时,其内部的热点减小,爆炸性能降低。但这样来解释上述复合敏化的乳化炸药 1 就行不通了,因为其内 2 %的空心玻璃微球并没有减少。乳化炸药 1 中空心玻璃微球的含量与乳化炸药 3 相同,在相同的冲击波强度作用下,空心微球的破坏程度应该是相同的,即使乳化炸药 1 内的气泡被完全破坏也应该与乳化炸药 3 的爆炸性能比较相近,表现出比较相近的压力减敏度,但这与上述实验结果相违背。可见,仅从敏化剂的抗压性能及其破坏角度来解释上述实验结果是不够的。

分析认为,敏化剂均匀分布于乳化炸药内部之后形成无数个敏化剂颗粒或气泡与乳胶基质的微界面,当冲击波对乳化炸药作用时,在微界面产生的效应使附近的乳胶基质局部破乳[16-17]。由于这种破乳状态只存在于敏化剂颗粒或气泡周围并将之包围起来,这种状态下氧化剂(水相)与还原剂(油相)的接触面积大大减小而不利于爆炸化学反应的激发,因此相当于在“热点”周围形成了一层纯惑物质。在这种情况下,即使形成的“热点”温度、个数和尺寸与受压前一样,乳化炸药的爆炸性能也会受到影响。换言之,即使空心玻璃微球或化学气泡未受破坏,在其形成“热点”后由于局部破乳的存在,乳化炸药的爆炸性能也会下降。

基于以上分析,上述图 1 中的实验结果可作如下解释:

(1) 敏化剂方面。由于空心玻璃微球体积小而均匀,在冲击波作用下很难在乳化炸药内产生位移,加上其较高的抗压性能使得变形和破坏较难,对于保证乳化炸药受冲击波作用之后有效“热点”的形成有益;相对来说,化学气泡容易变形,尤其是气泡的体积较大、数量较多时,化学气泡在冲击波作用下会产生移动、变形和汇聚等,使形成有效“热点”的数

量减少。

(2) 局部破乳。暂且不考虑乳化炸药内部微界面处的局部破乳与敏化剂微粒尺寸、表面性能和硬度等的关系,可以认为一定的冲击波强度作用下,在玻璃微球表面形成的局部破乳层的厚度 h 是一定的,冲击波强度越大 h 的值越大,一般情况下相邻 2 微粒的 h 值之和小于 2 个敏化剂颗粒表面的间距 d,即 $2h < d$,对于化学气泡亦如此。但由于化学气泡的迁移,使得破乳范围会随着气泡的移动而扩展到相邻微粒间的未破乳区域。因此,上述复合敏化乳化炸药的实验结果可解释为:在强冲击波作用下,由于敏化气泡的迁移,破乳的范围延伸到空心玻璃微球附近,使得空心玻璃微球附近原本未破乳或破乳程度较小的乳胶粒子破乳程度加大,这样就使得乳化炸药压力减敏度比单一的空心玻璃微球敏化时大得多。和单一空心玻璃微球敏化的乳化炸药相比,此种情况下即使玻璃微球的破坏程度是相同的,形成的"热点"尺寸、温度和数量不变,但由于局部破乳的范围扩大而使得爆轰反应不易于激发,从而降低了"热点"的有效性,使得压力减敏度非常接近于单一化学气泡敏化的结果;当冲击波强度较小时,气泡迁移的距离变小,局部破乳的范围相应减小,由于空心玻璃微球表面附近形成的破乳层厚度 h 减小,此单一化学气泡敏化的乳化炸药能够提供更多的有效"热点",因而其爆炸性能优于单一的 0.15 %H 发泡剂敏化的乳化炸药,压力减敏度随即下降。

3.2　第 2 种复合方式

图 2 为乳化炸药 4～6 的压力减敏度与受压距离的关系曲线。从图 2 中曲线可清楚地看出,压力减敏度从大到小的排列顺序为乳化炸药 5、4、6。可见,采用"2 %膨胀珍珠岩 + 1 %空心玻璃微球"复合敏化,比分别采用 3 %空心玻璃微球和 3 %膨胀珍珠岩单一敏化的乳化炸药抗冲击波能力大。

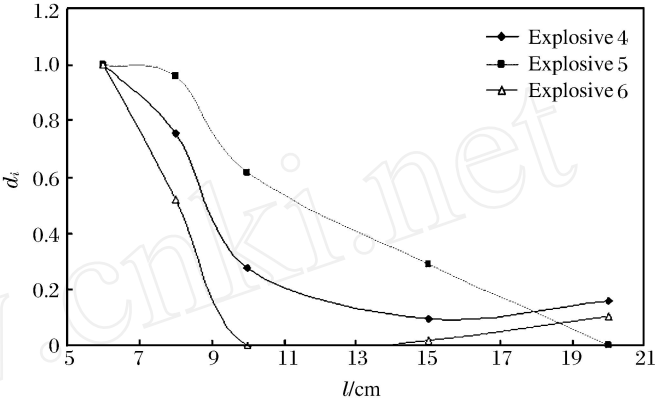

图 2　乳化炸药 4～6 的压力减敏度与受压距离关系曲线

Fig. 2　The curve between the pressure desensitization degrees of the emulsion explosives 4 - 6 and the pressed spacing

另外,从图 1、2 中还发现,受压距离分别为 30、20 cm 时,乳化炸药 1、5、6 的压力减敏度有所增加。这种情况在作者所做的其他实验中也少量存在,即在一条曲线中有个别测试点的减敏度出现略微大于相邻测试点的情况,但随着受压距离的继续增加,减敏度均会继续下降,直到接近于 0,类似图 1 中炸药 2 受压距离为 25 cm 的结果。由于本文 2 组实验中出现这种情况比较明显的 2 个点均为每组实验中受压距离最大者,因此这个趋势未表现出来。大量实验表明,产生这种情况的测试点只是个别的一两个点,整体的规律性还是明显的。至于产生的原因,在此不再做深入分析。

采用"膨胀珍珠岩 + 空心玻璃微球"复合敏化的乳化炸药,敏化剂的总量(2 %的膨胀珍珠岩 + 1 %的空心玻璃微球)与分别采用膨胀珍珠岩(3 %)和空心玻璃微球(3 %)单一敏化剂的含量是一样的。从图 2 中可以看出,这种复合方式在总含量不变的情况下,乳化炸药 6 的压力减敏度小于其他单一敏化的乳化炸药 4、5,以 10 cm 受压距离为例,乳化炸药 4、5、6 的压力减敏度分别为 0.274、0.618、0。敏化剂含量与乳化炸药压力减敏度关系的测试结果表明:膨胀珍珠岩含量为 2 %比含量为 3 %的乳化炸药压力减敏度小,空心玻璃微球含量为 2 %比 3 %小,且含有 2 %膨胀珍珠岩的乳化炸药比含有 3 %空心玻璃微球的乳化炸药压力减敏度小[14]。由此可见,第 2 种复合方式敏化的乳化炸药的压力减敏度主要取决于所含的单一敏化剂。

同样采用上述方法来分析,图 2 所示的实验结果可解释为:

(1) 敏化剂。空心玻璃微球与膨胀珍珠岩相比,前者粒径小,抗压强度较高,后者正好相反且表面粗糙,不像前者圆润光滑。例如:本实验所用的秦皇岛玻璃微珠厂的产品,粒径范围 10～25 μm,抗压强度 1.5～2.5 MPa;河南省新郑市洪兴珍珠岩厂的产品,抗压强度最大只有 0.9 MPa 左右。在相同的冲击波强度作用下,空心玻璃微球的破坏程度小于膨胀珍珠岩,这就是图 2 中乳化炸药 4 压力减敏度小于乳化炸药 5 的主要原因。

(2) 局部破乳。由于膨胀珍珠岩表面粗糙且颗粒尺寸较大(0.18～0.9 mm),在其周围的局部破乳层厚度 h 会较大,且在实验中观察到膨胀珍珠岩也有迁移的迹象,类似于化学气泡。因此,含 3 %膨胀珍珠岩的乳化炸药在冲击波作用下,局部破乳范围大于含 2 %膨胀珍珠岩的乳化炸药。在单个颗粒的局部破乳层厚度 h 相同的前提下,1 %空心玻璃微球产生的局部破乳量远小于 3 %空心玻璃微球。综合作用结果就使得这种复合方式敏化的乳化炸药压力减敏度小于相

同含量单一敏化的其他 2 种乳化炸药。

综合上述 2 种复合方式的实验结果可以看出,复合敏化的乳化炸药抗压性能总体上优于单一敏化的乳化炸药,在实际应用中不失为一个改善乳化炸药抗压性能的技术手段。

4 结 论

(1) 复合敏化的乳化炸药压力减敏度根据复合方式不同而有所差异。采用"空心玻璃微球 + 化学发泡剂"复合敏化的乳化炸药,其压力减敏度介于单一敏化的乳化炸药之间,而与采用相同含量的发泡剂敏化的乳化炸药比较接近;采用"2 %膨胀珍珠岩 + 1 %空心玻璃微球"复合敏化时,比分别采用 3 %空心玻璃微球和 3 %膨胀珍珠岩敏化的乳化炸药,压力减敏程度小。因此,采用复合方式敏化可作为改善乳化炸药的抗压性能或降低压力减敏作用的一种技术手段。

(2) 只有将敏化剂微粒或微气泡的抗压性能及遭破坏程度与敏化剂微粒周围乳胶基质的局部破乳两方面结合起来,才能解释复合敏化乳化炸药的压力减敏现象的实验结果。这是因为,敏化剂的破坏影响"热点"的温度、数量和尺寸,但局部破乳现象降低了"热点"激发乳化炸药爆炸反应的敏感度,或者说提高了对"热点"的要求,从而相对地使有效"热点"的数量减少。两方面的作用效果是一致的,均影响乳化炸药爆轰反应的激发和传播。

参考文献:

[1] Wietand M S. 许用炸药对于动压钝化的相对感度[J]. 陈正衡,译. 爆破器材,1987(1):33-36.

[2] Wietand M S. 煤矿炸药的钝化与失效[J]. 炸药与爆破,1988(1):1-13.

[3] Matsuzawa T, Murakami M. Detonability of emulsion explosives under dynamic pressure[J]. Journal of the Industrial Explosives Society, 1982,43(5):317-322.

[4] 松本荣,田中雅夫. 关于含水炸药在加压下的爆轰及复原性研究[J]. 韩学波,译. 爆破器材,1987(1):36-39.

[5] 米悉尔·德米西,让·比古尔. 由压缩引起的降敏作用[J]. 段鲁珍,译. 炸药与爆破,1998(1):14-17.

[6] 张少波,高铭,滕威,等. 煤矿爆破异常现象发生机理研究[J]. 煤炭学报,2005,30(2):191-195.
ZHANG Shao-bo, GAO Ming, TENG Wei, et al. Study on the mechanism about blasting malfunction in coal mine [J]. Journal of China Coal Society, 2005,30(2):191-195.

[7] 颜事龙,陈东梁,王尹军. 动态压力对乳化炸药分散相粒径变化和减敏效应的影响[J]. 煤炭学报,2004,29(6):676-679.
YAN Shi-long, CHEN Dong-liang, WANG Yin-jun. The effect of dynamic pressure on the desensitization and particle diameters change of the dispersive phase of emulsion explosives[J]. Journal of China Coal Society, 2004,29(6):676-679.

[8] 王尹军,汪旭光. 乳胶基质抗压性能研究[J]. 兵工学报,2005,26(5):697-701.
WANG Yin-jun, WANG Xu-guang. A study on the anti-shockwave performance of emulsion matrix[J]. Acta Armamenttarii, 2005,26(5):697-701.

[9] Mullay J J, Sohara J A. High emulsifier content explosives: US, 4933028[P/OL]. 1990-6-12. http://patft.uspto.gov/.

[10] 王尹军,黄文尧,汪旭光. 乳化炸药压力减敏与敏化气泡含量的关系[J]. 爆破器材,2005,34(6):13-16.
WANG Yin-jun, HUANG Wen-yao, WANG Xu-guang. Relation of pressure desensitization and sensitization bubble content of emulsion explosive[J]. Explosive Materials, 2005,34(6):13-16.

[11] 王尹军,汪旭光,宋锦泉. 敏化方式对乳化炸药压力减敏作用的影响[J]. 火炸药学报,2005,28(3):41-44.
WANG Yin-jun, WANG Xu-guang, SONG Jin-quan. Influence of sensitizing methods upon pressure desensitization of emulsion explosive[J]. Chinese Journal of Explosives & Propellants, 2005,28(3):41-44.

[12] 王尹军,吕庆山,汪旭光. 冲击波对含水炸药减敏作用的实验研究[J]. 爆炸与冲击,2004,24(6):558-561.
WANG Yin-jun, LÜ Qing-shan, WANG Xu-guang. Experimental study on the desensitization of water-bearing explosives subjected by shockwave[J]. Explosion and Shock Waves, 2004,24(6):558-561.

[13] 颜事龙,王尹军. 冲击波作用下乳化炸药压力减敏度的表征方法[J]. 爆炸与冲击,2006,26(5):441-447.
YAN Shi-long, WANG Yin-jun. Characterization of pressure desensitization of emulsion explosive subjected to shock wave[J]. Explosion and Shock Waves, 2006,26(5):441-447.

[14] 王尹军,李进军,方宏. 乳化炸药密度对其压力减敏的影响[J]. 爆炸与冲击,2009,29(5):529-534.

WANG Yin-jun, LI Jin-jun, FANG Hong. Influence of the density of emulsion explosives on the pressure desensitization[J]. Explosion and Shock Waves, 2009, 29(5): 529-534.

[15] 汪旭光. 乳化炸药[M]. 第 2 版. 北京: 冶金工业出版社, 2008.

[16] 王尹军. 乳化炸药压力减敏的实验研究与机理分析[D]. 北京: 北京科技大学, 2005.

[17] WANG Yin-jun, WANG Xu-guang, YAN Shi-long. Influence of an emulsifier on the pressure desensitization of emulsion explosives[J]. Journal of University of Science and Technology Beijing, 2006, 13(2): 102-107.

Pressure desensitization of emulsion explosives sensitized by compound sensitizers *

WANG Yin-jun[1], LI Yü-jing[2], GAN De-huai[3]

(1. *Beijing General Research Institute of Mining and Metallurgy, Beijing* 100044, *China;*
2. *Guizhou Kaiyuan Blasting Engineering Co. Ltd, Guiyang* 551400, *Guizhou, China;*
3. *Guangdong Lituo Industrial Explosive Material Factory, Shaoguan* 512146, *Guangdong, China*)

Abstract: To find out the relationship between the sensitizer and the emulsion explosive pressure desensitization, the pressure desensitization of the emulsion explosives was studied which were sensitized respectively with two types of compound sensitizers of "chemical foaming agent + hollow glass microballoon particles" and "hollow glass microballoon particles + expanded perlite". The pressure desensitization degrees were calculated with the explosion wave crest value of the emulsion explosive which was tested under water after it was pressed by the host charge 'explosion wave, and the pressure desensitization degrees of the emulsion explosives with the compound sensitizers were compared with that of the emulsion explosives with a single sensitizer. The results indicates that the pressure desensitization degrees of the emulsion explosives sensitized with the first compound method are between that of the emulsion explosives sensitized by single chemical foaming agent and that of the emulsion explosives sensitized with single hollow glass microgalloon, for example, the desensitization degrees at the 10 cm pressed spacing are 1.000, 0.983, 0.210 respectively, and that the pressure desensitization degrees of the emulsion explosives sensitized with the second compound method are less than that of the emulsion explosive sensitized respectively by the single sensitizer of hollow glass microgalloon and expanded perlite, their desensitization degrees at the 10 cm pressed spacing are 0, 0.274, 0.618 respectively. Results show that the pressure desensitization of the emulsion explosives was caused mainly by the combining effect of the anti-pressure performance of the sensitizer particles or bubbles and the partial emulsion breakage around the micro-interfaces between the particles and emulsion matrix.

Key words: mechanics of explosion; pressure desensitization; shock wave; emulsion explosives; compound sensitizing

* Received 3 March 2009; Revised 5 July 2009
Supported by the National Natural Science Foundation of China (50704005)
Corresponding author: WANG Yin-jun, yjwang0281@163.com

(责任编辑　曾月蓉)