

代用材料经验汇编

有色金屬采礦現場促進會議參考資料

代用材料經驗匯編

冶金工業部有色司 匯編

(內部資料 注意保存)

江苏工业学院图书馆
藏书章

冶金工業出版社

目 录

第一部分 代用爆破材料

1. 硝酸铵柴油混合炸药试验报告 (铜官山矿) 3
2. 炸药代用品试验 25
3. 硝酸铵炸药的试验与应用 (鞍钢矿山生产技术处) 36
4. 关于掺盐渍土的均匀混合炸药试验总结 52
5. 岩石 (或露天) 炸药混合石英砂的新型炸药初步试验与使用效果
 (长沙矿山科学研究所) 60
6. 改装五段电雷管以解决薄矿脉多段爆破问题的经验 (西华山锡矿) 62

第二部分 代用坑木及其它

7. 使用钢筋混凝土巷道支架经验介绍 (煤矿科学研究院) 65
8. 竹料代用品使用情况研究 (萍乡矿务局) 72
9. 关于系杆吊柱试验的初步总结 82
10. 巷道吊杆支柱的应用 87
11. 采准天井中竹梯子的应用 93
12. 试制电石工作的初步总结 95

有色金屬采礦現場促進會議參考資料

代用材料經驗匯編

冶金工業部有色司 匯編

(內部資料 注意保存)

冶金工業出版社

目 录

第一部分 代用爆破材料

1. 硝酸铵柴油混合炸药试验报告 (铜官山矿)	3
2. 炸药代用品试验	25
3. 硝酸铵炸药的试验与应用 (鞍钢矿山生产技术处)	36
4. 关于掺盐渍土的均匀混合炸药试验总结	52
5. 岩石 (或露天) 炸药混合石英砂的新型炸药初步试验与使用效果 (长沙矿山科学研究所)	60
6. 改装五段电雷管以解决薄矿脉多段爆破问题的经验 (西华山锡矿)	62

第二部分 代用坑木及其它

7. 使用钢筋混凝土巷道支架经验介绍 (煤矿科学研究院)	65
8. 竹料代用品使用情况研究 (萍乡矿务局)	72
9. 关于系杆吊柱试验的初步总结	82
10. 巷道吊杆支柱的应用	87
11. 采准天井中竹梯子的应用	93
12. 试制电石工作的初步总结	95

第一部分 代用爆破材料

硝酸铵柴油混合炸药试验报告

一、硝酸铵柴油混合炸药的组成及其理论见解

1. 硝酸铵柴油混合炸药的组成成分及其特性：

硝酸铵柴油混合炸药是由硝酸铵（工业用的）和柴油混合而成，成分特性如下：

硝酸铵（ NH_4NO_3 ）。硝酸铵是由硝酸用氨中和而得，其原料都是取自空气，因此，原料的来源是无限制的。硝酸铵呈白色的晶体，味苦，吸湿性很高，易溶于水而吸收大量的热，例如 60 分硝酸铵溶于 100 分水中，并可使温度降低 27.2°C 。

硝酸铵有几种晶体形状：正方、斜方、六面、立方等晶体，并在 -16° 、 32° 、 87° 及 125° 。由一种晶体变为另一种晶体。具有实际意义的是前两种温度，因为晶体变化时容积也发生变化，使结晶间的连接更紧密。

前面已经提到，硝酸铵缺点之一是容易粘结和潮解，粘结（变硬）的硝酸铵往往会减低起爆的敏感度及爆破能力。大块的粘结硝酸铵在加入柴油时不能很好混合均匀，因此在使用时需要重新粉碎至原来的晶体的大小。硝酸铵产生粘结的原因是由于温度和压力变化以及长久贮存的关系。

硝酸铵易潮解，潮解的硝酸铵能使炸药的爆破能力降低，当湿度过大时甚至能使它发生拒爆，因此工业用的硝酸铵一般含水不大于 2%。

硝酸铵的粘结和潮解与贮存条件有很大的关系，因此在贮存中应特别注意，硝酸铵在爆炸时其反应如下：



它是一种正氧平衡的炸药，反应生成物中游离氧占 20%（按重量）。

柴油。柴油是各种烃的复杂混合物，其中含有碳原子数由 12 到 25 个，其组成中含有四种烃类：烷属烃，环烷烃，芳香烃和稀属烃；在这些烃中烷属烃性质最不活泼，但却具有较高的热值，因其中含有最多数量的氢。由于柴油是一种极其复杂的混合物，无法写出其分子式，但其组成大致如下：

C—35.5%，H—13%，O+N—0.1%，S—1%，水份—0.4%

一公斤柴油的燃烧热约为 10,000 千卡。

由柴油的成分组成中可以看出，柴油主要是由碳和氢元素组成（约 98%），是一种高热物质。

作为一种炸药组成来看，柴油下列的性质具有一定的实际意义：

(1) 粘度：我們希望其粘度較小，使之混合時易于滲透而分布均勻；(2) 揮發性；(3) 水分；一般應盡量使柴油避免有水，因為水分對硝酸銨是不利的，過多的水分不但使硝酸銨潮解，而且由於爆炸時溫度升高水分要吸收熱量，因而減低了爆炸的威力，但是有時考慮到經濟上的原因，利用含有一定水分的廢柴油仍舊是可以的，至於柴油中的少量灰分和雜質並無多大影響，僅僅在使用將這些惰性質的數量扣除即可。

2. 硝酸銨柴油混合炸藥的理論見解：

一切炸藥必須具下列四個特性：(一) 迅速的化學反應；(二) 反應時放出熱量；(三) 反應生成氣體；(四) 反應能自動進行傳播。

炸藥爆炸時放出的熱量愈大，則炸轟速度愈大，炸藥爆炸作用的能力愈大，同時炸藥爆炸的自動傳播也愈可能，當起爆藥包足夠保證炸藥產生爆轟的條件下，炸藥的爆轟速度根據 O.E. 符拉索夫教授的公式有下列關係：

$$D = \frac{1}{1-a\delta_0} \sqrt{2(k^2-1)Q_v} \tag{1}$$

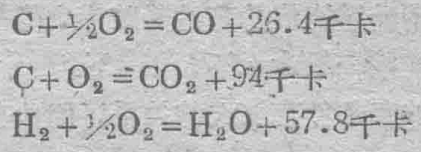
式中 D——爆速；
a——爆炸產物的余容；

$$K = \frac{C_p}{C_v} \text{——絕熱指數；}$$

Q_v——爆炸反應時放出的熱量。

從硝酸銨爆炸反應的方程式中可以看出硝酸銨爆炸時放出的熱量很小（與其他炸藥相比較，例如梯恩梯為 1000 千卡/公斤，而硝酸銨為 340 千卡/公斤）。同時，由於硝酸銨的敏感度低，其密度不能很大以及爆炸時生成大量的水容易使爆炸產物的余容變小，所以硝酸銨的爆速是不高的，爆破能力較弱。

大家知道一切現代工業炸藥是建立在碳、氫等可燃元素氧化的基礎上，因為碳、氫元素與氧化合成氧化物時不僅生成大量的氣體，而且能放出大量的熱，例如：



從上列反應式中可以看出，生成二氧化碳比一氧化碳放出的熱量要大得多，所以一切工業炸藥在製造時盡量使其中所含的碳、氫元素在反應時完全生成二氧化碳和水，即使其成零氧平衡。

但是，從硝酸銨的分解式中可以看到有 20% 的氧多余，因此，如果在硝酸銨中加入一定量的碳和氫元素來與硝酸銨中的剩余氧化合，則將增加爆炸反應的熱量，所以硝酸銨中加入柴油的作用也就是使硝酸銨剩余部份的氧完全氧化，生成更多的熱量以增加其爆破能力。

如果炸藥爆炸時是正氧平衡或負氧平衡，其爆熱部比零氧平衡要小，因此必須根據零氧平衡來計算硝酸銨中應加入柴油的數量。因柴油中其他元素很少，所以我們這裡只根據所含之碳氫元素的比例來計算。

根據柴油的百分組成計算求得：

在硝酸铵柴油混合炸药中，柴油占 5.8%；硝酸铵 94.2%。柴油和硝酸铵重量之比为 6.1:100。

由下表中的资料可以看出实际所用的比例与计算结果大致相符合。

表 1

成分	数值依据	按零氧平衡	按美国 Auscunley 公司实际资料	长沙研究所	铜官山矿应用	修正后*
柴 油		5.8	3.86—7.72	5.5	5	6
硝 酸 铵		94.2	96.14—92.28	94.5	95	94

* 为以后用的比例。

在硝酸铵中加入的柴油虽然不多，但是它所起的作用是相当大的。各种矿物油类（石油、索拉油、柴油、重油等）单位重量的发热量大致相近，约为 10,000 千卡/公斤。

在一公斤硝酸铵中加入 0.061 公斤柴油完全氧化成二氧化碳和水蒸汽时，则柴油所增加的发热量为 $0.061 \times 10000 = 610$ 千卡，而一公斤硝酸铵爆炸时放出的热量为 $\frac{27.5}{80} \times 1000 = 340$ 千卡/公斤，所以一公斤硝酸铵柴油混合炸药爆炸时放出的热量为 $\frac{340+610}{1.031} = 900$ 千卡/公斤。

由此可以看出，在硝酸铵中加入的柴油量虽然不多，但是却使其爆热增加了将近两倍，爆力和猛度的试验也完全证实了这点（试验见后）。

二、硝酸铵柴油混合炸药爆炸性能的检验

1. 爆力、猛度试验

为了求得硝酸铵柴油混合炸药的爆力和猛度的相对数值，进行一系列的特劳茨标准铅铸试验和霍氏标准铅柱试验（表 2、3、4）。试样的混合比是：硝酸铵 95% 和柴油 5% 的均匀混合。

第一次试验（1957年4月30日）

表 2

(1) 爆力试验结果

№	爆破前铅铸孔体积, 公分 ³	试验时温度 °C	校正系数 %	爆破后铅铸孔体积 公分 ³	校正后爆破孔体积	爆破前后铸孔体积相差	平均扩大体积 公分 ³
3	61.9	20	-2	294.5	183.6	226.7	222
4	62.5	20	-2	268.0	280.3	217.8	

表 2

(2) 猛度试验结果

№	爆破前铅柱高 公厘	爆破后铅柱高 公厘	爆破前后铅柱高度差 (压缩高) 公厘	平均压缩高度 公厘
6	60.70	60.40	0.30	0.33
7	60.60	60.20	0.40	
8	60.30	60.00	0.30	

第一次試驗（表 2）使用之硝酸銨系長期儲存而含有大量水分，且因試驗期間內空氣中濕度較大，雖進行干燥處理，但硝酸銨之水分，含量相當大。由於上述情況以及試驗時加工不夠精細和採用 6 號雷管起爆，影響了爆力數值。所用之鉛鑄系重鑄的，鉛質不合規定純度。猛度試驗由於接觸藥筒底部的鑄片不夠平坦，以致試驗中鑄片往斜向滑落，造成試樣的爆炸沖量未能完全對鉛柱產生作用，影響了炸藥猛度的實際相對數值。根據理論上和實踐上的推斷，這次試驗的猛度、試驗數值顯然是不合理的，它沒有完全表示出本類炸藥的應有數值。

第二次試驗是以近期出產之硝酸銨作為試樣成分。進行試驗時，對所有的鉛鑄、鉛柱和鋼片均進行選擇，加工合乎要求，全部試樣均用 8 號雷管起爆。試驗結果（表 3），它說明硝酸銨的水分含量和加工情況，對炸藥的爆炸性能有極大的影響，而作為起爆源的中繼藥包（此處是雷管）的大小也影響到炸藥爆炸性能。

第二次試驗（1957 年 8 月 26 日）。

表 3

(1) 爆力試驗結果

№	爆破前鉛鑄孔體積 公分³	爆破後鉛鑄孔體積 公分³	試驗時溫度 °C	修正係數 %	校正後之爆破鉛鑄孔積，公分³	爆破後鉛鑄孔相差 公分³	平均擴大體積 公分³
油 1	61.60	334.80	32.5	-7	311.10	247.50	259.000
油 2	62.10	360.00	32.5	-7	334.80	272.70	
油 3	61.80	340.00	32.5	-7	316.20	254.40	

(2) 猛度試驗結果

№	爆破前鉛柱高 公厘	爆破後鉛柱高 公厘	爆破前後高度差 公厘	平均壓縮高 公厘
油 1	60.60	58.30	2.30	2.30
油 2	60.50	57.40	2.80	
油 3	60.40	58.50	1.90	

第三次試驗的情況與第二次試驗相同，試驗結果見表 4。

第三次試驗（1957 年 11 月 28 日）。

表 4

(1) 爆力試驗結果

№	爆破前鉛鑄孔體積 公分³	爆破後鉛鑄孔體積 公分³	試驗時溫度 °C	修正係數 %	校正後鉛鑄孔體積 公分³	爆破前後孔體積相差	平均擴大
2	63.00	342.20	12	+1.20	346.10	284.10	284.00

(2) 猛度試驗結果

№	爆破前鉛柱高 公厘	爆破後鉛柱高 公厘	爆破前後高度差 公厘	平均壓縮高 公厘
1	61.00	58.00	3.00	3.00

将上述三次試驗結果綜合，可以初步确定硝酸铵柴油混合炸药的相对数值为：爆力 220~300 公分³。猛度 2~3 公厘。

将結果与矿山通常采用的其他炸药的相应数值进行比较。

表 5

	硝酸铵柴油 混合炸药	純 硝 酸 铵			2 号硝酸铵炸药			62% 胶質甘油炸药		
	試驗值	試驗值	标准值	出厂值	試驗值	标准值	出厂值	試驗值	标准值	出厂值
爆力公分 ³	222—300	174—187	165—230		330.5	7280	7280		15507	7360
猛度公厘	2—3	1.5—3.7	1.5—2		15	7.9	7.9	16	(20)	715

注：1. 除硝酸铵柴油混合炸药外，其他三类炸药的試驗数值均为銅官山的原有試驗記錄。

2. 各种炸药之标准数值均行自 B. A. 啊索諾夫著“爆破工程”但書內原无含 62% 硝化甘油普通胶質炸药一項的标准值，故将純硝化甘油的数值代入。

3. 出厂数值均为山东化工厂說明書的数值。

从表 5 所作的比較看来，硝酸铵柴油混合炸药在爆力方面已大大地超过了純硝酸铵，甚至与 2 号硝酸铵炸药相近。在猛度方面，較純硝酸铵增加不大，还远远小于 2 号硝酸铵炸药，不过由此可以看出它比純硝酸铵已大大地增长了爆炸性能。

关于通过鉛鑄鉛柱試驗得出的爆力猛度数值之間的关系 B. A. 啊索諾夫提出了一种假定炸药单位：設爆力为 2800 公分³和猛度为 10 公厘的条件下的炸药为标准为 1，而将其其他炸药依据上述二数值的关系与这一假定标准比較，便得到新的一种炸药的換算系数：

$$\frac{\text{假定标准炸药的爆力}}{\text{一种炸药的實際爆力}} + \frac{\text{假定标准炸药的猛度}}{\text{一种炸药的實際猛度}} = \Pi \quad (2)$$

我們按照啊索諾夫这一原則仅进行以硝酸铵柴油混合炸药的爆力和 2 号硝酸铵炸药的爆力的数值关系驗算，这主要是考虑到目前一炸药在爆力方面的特点和猛度数值并不足以代表該炸药主要爆破性能等情况。2 号硝酸铵炸药的實際試驗数值作为比較标准。

第一次試驗：硝酸铵柴油混合炸药爆力 220 公分³，猛度 0.33 公厘

$$\Pi = \frac{330}{220} \div 1.4$$

第二次試驗：硝酸铵柴油混合炸药爆力 259 公分³，猛度 2.33 公厘

$$\Pi = \frac{330}{259} \div 1.27$$

第三次試驗：硝酸铵柴油混合炸药爆力 284 公分³，猛度 3.0 公厘

$$\Pi = \frac{330}{284} \div 1.15$$

通过这两种小型試驗方法得到的爆力和猛度数值来确定的換算系数是不切合实际的，因而也是不够合理的。更不能将这种关系应用于生产性的爆破中，因为这种小型試驗的爆破条件，尤其是猛度試驗的条件不符合生产性爆破的实际条件，亦即生产性爆破的介质不可能是高度可塑性而不破碎的类似鉛的岩石，以及小型試驗的少量炸药爆炸多少不同于大量药包，特别是洞室大爆破巨量药包的爆破的特点。相反地，生产性爆破的

实际炸药换算系数往往随使用之炸药的性质和目的，甚至可能随爆破药量的不同而有不同的升高或者降低，并且这种情况在各次生产性爆破中已被证实。由此我们认为，通过特劳茨铅铸试验和霍氏铅柱试验得到的某一种炸药的爆力和猛度，只能看成是在这类条件下的抽象概念性和相对的数值，而以数值进行对比所得出的换算系数是不宜于采用的。

关于爆力试验苏联科学技术硕士 M.П. 布罗洁斯基^①，认为：特劳茨爆力试验是用来确定集中药包爆炸而引起介质破坏的爆力数值，这一数值在试验中表现为炸药在铅铸中的压缩圈体积。

E.Г. 达维多娃和 C.A. 达维多夫^②指出：炸药在小型试验中所表现的爆力、猛度数值和由此而导出的换算系数数值与实际情况是有极大的矛盾。我们按照苏联非金属矿山科学研究所生产试验管理处在粘土和白垩土中对三硝酸基甲苯 № 2 T 硝酸铵炸药，№ 9 硝酸铵炸药和高中低猛度三类性质的 № 6 硝酸铵炸药进行大量试验的结果，作出了否定某一炸药按其爆力猛度大小（铅铸铅柱试验得出的）而在生产性爆破中同样成比例地表现出该种炸药爆炸性能这一原有观念的结论。恰恰相反，其中高猛度炸药（三硝酸基甲苯，高猛度 № 6 硝酸铵炸药）在上述介质中进行各类试验（拥孔，松动漏斗，抛掷漏斗）所得到的结果均较中猛度和低猛度炸药差。于是确定，不管药包作用性质，在爆破非坚硬和中硬岩石的情况下，炸药的 actual 爆炸性能完全不与炸药的猛度相符，并远不与其标准铅铸试验得到的爆力数值成比例。

还必须指出的是，我们在这些试验中仅仅得到硝酸铵柴油混合炸药单独进行爆破时的爆力，猛度数值，实际上我们在生产性爆破中都是将其与 2 号硝酸铵炸药联合采用，所以这种实际使用情况无疑地也在不同程度上影响和改变了单独爆破时的试验结果数值。

由于以上理由，我们没有将爆力和猛度的试验结果数值导出的换算系数作为生产性爆破的实际换算系数，甚至也没有作为爆破漏斗试验的参考用换算系数，而只企图将结果数值作一般的比较。

2. 爆破漏斗试验

试验方法和分析根据

由于前述两种试验本身不同于生产爆破的实际条件，所以由其结果数值所导出的换算系数也不可能是生产性爆破中的真正换算系数，因而就有必要作进一步的更接近于现场条件的爆破漏斗试验。

就爆破漏斗试验的实质来说，它就是一种小型的生产性爆破。

本类爆破试验的药量计算完全与集中药包（洞室药包）药量的计算方法相同，按马包列斯柯夫公式进行：

$$Q = qw^3 (0.4 + 0.6n^3) \quad (3)$$

① 见“坚硬介质中的爆破作用”原载“矿业中凿岩爆破工作的理论和实践”（论文集），91页，苏联煤炭工业出版社，莫斯科1953。

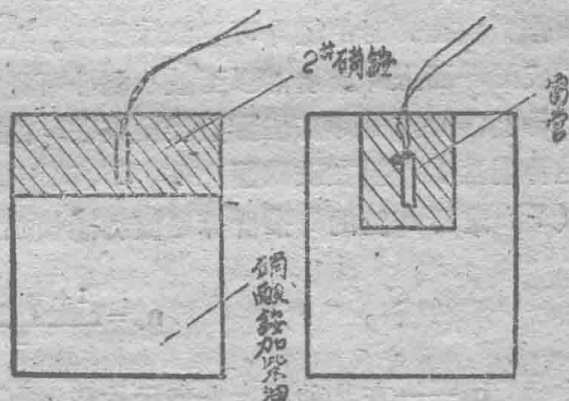
② 见“炸药性质和土壤中的爆破作用”原载“土壤中的爆破作用和药量计算”（论文集）99—117页，苏联建筑材料工业出版社，莫斯科1954。

利用上一公式进行计算时，一切数值都是假的。为了使爆破漏斗形成后所表现的各数值便于进行验算起见，公式中 n 的假设值应保证漏斗有清晰而可进行测量的外形，即一般应使漏斗为抛掷型的。 n 应等于和大于1；不过，为了另一些目的，在为扩孔试验和松动试验时， n 可小于1。

假如对试验的要求是寻找某一种炸药在生产性爆破中将要采用的炸药单位消耗量合理数值时，则试验必须在进行生产性爆破的同一介质中进行，只有这样，才能保证实验的正确性和最适合于现场条件；若对试验要求是为了得到某一种炸药对每一种炸药的合理换算系数或是为了两种以上炸药混合使用时的合理替换百分比，当然最好是在现场的某一种介质中进行，但在其他种类介质中进行，结果也是一样。最重要的是爆破漏斗试验所在的介质应具有高度的均质性，以便使爆破漏斗试验结果能够避免一些偶然因素的影响，而具有一般代表性。因为我们进行试验是为了得到硝酸铵柴油混合炸药对2号硝酸炸药的合理换算系数和其在二者混合使用时的合理替换百分比，加以生产性爆破现场的介质过于坚硬不利于挖掘小型药室和不均质，故在选矿尾砂堆积场选择粒度较小并较为均质的介质中进行试验。

尾砂这一介质当具有水分和未氧化时，相当于普氏岩石分级的Ⅹ级岩石，而当氧化并呈灰红至暗红色外观时，固结和干燥，相当普氏岩石分级的Ⅸ级岩石。进行爆破漏斗试验的炸药成分，配合比例和加工方法等完全与爆力猛度试验时相同。为了使药包有较高的集中系数，力求将药包作成正方形，不过大多数药包是采用深孔爆破的圆柱药包包装，药包多为直径0.15—0.18公尺和高度0.17—0.28公尺（其中大多数是0.18—0.22公尺）的短圆柱药包。药包内炸药密度为0.95—1.00。

除全部采用2号硝酸炸药的标准药包外，其他有两种炸药的药包均分别将炸药加以分层和分隔（如图1）雷管是置于2号硝酸炸药内。



a—硫酸铵加柴油在药包内之比例为30~70%时
b—硫酸铵加柴油在药包内之比例为80~90%时

图1

放置药包的药室就是直径为0.23—0.30公尺的圆形小浅井的底部。浅井的深度经过了精确的测量，以便保证从药包中心算起的预定最小抵抗线数值的正确。

药包爆破后在形成的漏斗两个正交方向。上用皮尺和铜尺测量漏斗直径、漏斗可见深度、爆破高度和爆堆宽度等实际尺寸。用倾斜测出漏斗内部的平均坡度（如图2）。为了保证尺寸测量的准确，在以浅井中心为轴的两正交方向预定距离内钉立标桩，以其作为测量标准的固定标高。



图2

虽然作为爆破漏斗试验介质的尾砂具有极为均质的良好条

件，但是由于其結構松軟，爆破后炸下之介質与漏斗面之間缺乏明显的分界，且二者几乎无法区别，因而所有的漏斗都无法进行清理，这样就不可能了解每一爆破漏斗的实际深度。

在对爆破漏斗結果进行分析时，我們采用了下列公式：

$$n_R = \frac{r}{W} \quad (4)$$

式中 n_R ——在某种程度上表示炸藥破碎力的实际爆破作用指数；

r ——爆破漏斗直径，公尺；

W ——設計的最小抵抗綫，公尺。

$$K = \frac{Q}{W^3 (0.4 + 0.6n^3)} \quad (5)$$

式中 K ——炸藥单位消耗量的实际数值，公斤/公尺³；

Q ——药包的炸藥量，公斤；

n ——实际爆破作用指数，（平均值）。

至于漏斗可见深度这一数值，由于它是根据实际材料的归納，而得出以下的近似关系的：

$$P = 0.33W (2n - 1) \text{ 的公尺} \quad (6)$$

式中 n ——設計的爆破作用指数。

把公式（6）关系認為是不变数值的看法，显然是錯誤的，因为 P 值本身不但与炸藥对已爆下介質产生的抛擲力有关，而且与介質的抛擲力方向亦即药包的放置情况，以及与介質性质有极重要的关系。可以設想介質被垂直向上抛擲时的漏斗可见深度显然比介質作斜向抛擲时的漏斗可见深度要小。在我們进行全部試驗的过程中，由于介質松軟而造成漏斗面上介質崩落以至减小漏斗可见深度数值的情况也是存在的。要知道介質产生这种崩落并非是炸藥能量直接使其破碎的結果而多是炸藥的震动作用所引起的，也就是这种崩落多产生在破碎圈之外。根据上述理由，我們認為将公式（ σ_v ）改为下一公式（7）进行 n 值的反推計算是值得繼續加以研究的。

$$n_p = \frac{1 + \frac{P}{0.33W}}{2} \cong \frac{1 + \frac{3P}{W}}{2} \quad (7)$$

式中 n_p ——在某种程度上表示炸藥抛擲力的实际爆破作用指数；

P ——漏斗可见深度的数值，公尺。

不过，我們估計到硝酸铵柴油混合炸藥对介質的抛擲力較强，而炸藥的抛擲力在較大程度上又影响到漏斗可见深度数值这些特点，我們仍采用了公式（7）这一計算方法来求算 n_p 值，并以 n_p 值作为比較因素之一。

将公式（4）求出的 n_R 值和公式（7）算出的 n_p 值加以綜合平均，得到公式（5）中作为計算因素之一的 n 平均值，本值按下一公式計算：

$$n_{\text{平均}} = \frac{n_R + n_p}{2} \quad (8)$$

經過計算得到的各次試驗的 n_R 、 n_p 和 $n_{\text{平均}}$ 等数值与作为标准的純 2 号硝酸铵炸藥

的試驗結果進行比較，就可以確定硝酸銨柴油混合炸藥對 2 號硝酸銨炸藥的換算系數和混合使用時的最良替換百分比。

3. 試驗結果和分析

我們分批共進行了八十次爆破漏斗試驗。

A. 第一批試驗

本批試驗的全部結果見表 6。在這一批試驗中，為了使試驗藥量統一和便於分析起見， W ， n 和 K 等數值均採用了整數值，而換算系數則採用了爆力、猛度，第一次試驗結果得出的換算系數數值 1.40。

試驗由於硝酸銨質量不良，含有相當數量水分和炸藥加工質量不良而使得 8 號試驗產生爆炸不完全的現象。

這批試驗的爆破結果初步証實了：

(1) 硝酸銨柴油混合炸藥的極大替換可能性，它在替換百分比為 60—90%，甚至在 95% 的條件下均能起爆，而且在爆破效果方面並未出現急激下降的情況。

(2) 硝酸銨柴油混合炸藥代替 2 號硝酸銨炸藥的換算系數可以繼續降低，於是提出在生產性爆破中可以採用數值為 1.3 的換算系數。實際上這一換算系數數值與一般生產性洞室爆破中採用純硝酸銨時的換算系數值相同，所以，提出這一系數數值的目的是想在同一條件下來進行對比，以便從爆破效果上來確定其比純硝酸銨的優越性。

(3) 根據本批試驗的結果，認為替換百分比為 60% 時，將能得到最好的爆破效果。如同 (2) 所述類似，這種替換百分比是一般採用純硝酸銨時的相同，所以更可以進行效果上的比較。

(4) 根據 8 號、10 號兩次試驗來看，對硝酸銨柴油混合炸藥本身的組成成分不一定要採用純的好柴油，而完全可能利用已使用過的含雜質廢柴油，但是為了保證本類炸藥的配合仍保持有足夠比例的柴油含量，則應考慮雜質和水分在廢柴油的比例，以便把廢柴油內的雜質和水分按比例地除去，這一可能性給本炸藥在經濟價值上提供了更加值得注意的前景。

(5) 在考慮經濟上合理這一前提的條件下，硝化甘油作為中繼起爆藥包仍需要進行進一步的試驗。

本批試驗除表中所列舉的有關硝酸銨柴油混合炸藥的試驗結果外，還進行了粒狀肥田粉(硝酸銨、硫酸銨和硝酸鈣的混合物)加柴油，粒狀肥田粉和木炭粉以及硝酸銨加木炭粉等三類混合炸藥的爆破漏斗試驗，其目的是了解這三類混合炸藥有無可予使用的可能性和其爆炸性能。試驗結果表明，這三類混合炸藥的爆炸性能很好，甚至出現超過 2 號硝酸銨炸藥爆破結果的情形。不過硝酸銨或粒狀肥田粉加木炭粉是一個細緻而又繁複的加工過程，若不採用大規模的工業化加工方法，則推廣本類炸藥無疑地是極為困難且不可能達到降低成本的目。至於粒狀肥田粉，固然它具有一定的甚至與工業用硝酸銨同等的爆炸性能，但是這一原料原是農業肥料，而且它的爆炸性能也正是由於其中含有一定數量的硝酸銨和其他銨鹽所致，所以大量採用是不適當的。總之，比較上述三類混合炸藥，硝酸銨柴油混合炸藥不僅爆炸性能良好，而且就加工過程來說更具有極其簡便和保證加工質量良好可靠的最大優點。

表 6

硝酸铵柴油混合炸药爆破漏斗试验记录

试验编号	W(公尺)		n	K	Q(KW ³ m) 2号硝酸铵 (公斤)	使用温草 混合炸药之 数量	使用温草 混合炸药之 数量	替换后之 Q(公斤)		爆可 破见 漏深 斗度 (公斤)	爆直 漏 斗径 (公尺)	a 实 际 值			与散料N 值相差		K 的 实 际 值	抛 掷 力 (mp) 比 比 %	破 碎 力 (mr) 比 比 %	平 均 值 比 %	备 注
	计	实						2号硝酸铵	柴 油			按见 漏深 斗度	按直 漏斗 径	平 均	+	-					
5	1.00	1.00	1	1.50	1.50	—	—	1.50	—	0.37	0.35	1.06	1.18	1.12	12	—	1.21	100	100	100	以下5个试验是在1957年5月10日进行的
7	1.00	1.00	1	1.50	1.50	1.40	1.40	10.111	1.795	0.095	2.03	1.11	1.04	1.07	7	—	1.33	104.7	88.2	95.5	
8	1.00	1.00	1	1.50	1.50	1.40	1.40	10.30	1.598	0.084	1.85	0.85	0.92	0.90	10	—	1.79	83	78	80.4	使用废柴油, 爆炸不完全, 有硝酸铵残留
9	1.00	1.00	1	1.50	1.50	1.40	1.40	0.45	1.366	0.074	2.24	1.21	1.12	1.17	17	—	1.11	114	94.9	114.4	
10	1.00	1.00	1	1.50	1.50	1.40	1.40	0.60	1.177	0.033	0.35	1.33	1.27	1.30	30	—	0.85	125.5	107.6	116	使用废柴油

表 7

硝酸铵柴油混合炸药爆破漏斗试验记录 (表头与表6同)

2	1.00	0.985	1	1.25	1.25	—	—	1.25	—	0.18	2.35	0.79	1.20	1.00	—	—	—	100	100	100	充底土被夯实
4	1.00	0.97	1	1.25	1.25	1.00	1.00	0.50	0.712	0.038	2.55	0.81	1.30	1.05	5	—	—	102.5	108.3	105	
6	1.00	0.98	1	1.25	1.25	1.10	1.10	0.50	0.783	0.042	2.50	1.10	1.28	1.19	19	—	—	139.2	106.7	119	未夯实
8	1.00	1.00	1	1.25	1.25	1.20	1.20	0.50	0.855	0.045	2.25	0.88	1.14	1.01	1	—	—	111.5	75	101	
10	1.00	0.98	1	1.25	1.25	1.30	1.30	0.50	0.926	0.041	2.35	1.10	1.20	1.15	15	—	—	139.2	100	115	试验57年9月3日

硝酸铵柴油混合炸药爆破漏斗试验记录表

試驗編號	W (公尺)		n	K	Q (KW ² m) 2 号硝酸铵 (K)	使用混合炸药之系数	使用混合炸药之%	替換后之 Q (公斤)		爆炸深度 (公尺)	n 实际	与設計 N 值相差		K 的实际值	抛掷力 (mp) 比 %	破碎力 (mr) 比 %	平均值 比 %	备注		
	設計	实际						2 号硝酸铵	柴油			+	-							
2	1.00	1.00	2	0.71	4.40	—	—	4.00	—	0.725	3.60	1.60	1.80	1.70	15	1.11	160	180	1.70	
4	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.10	20	2.80	1.25	0.80	3.48	1.71	1.74	1.725	13.7	1.145	107	96.6	101.4	
5	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.10	40	2.40	1.67	0.09	3.40	1.80	1.70	1.75	12.5	1.034	112	94.5	103	
7	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.10	50	2.00	2.07	0.11	3.40	1.635	1.70	1.69	15.5	1.212	105.2	94.5	99.4	
10	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.10	60	1.60	2.51	0.13	3.40	1.888	1.70	1.796	10.2	1.031	118	94.5	105.6	
12	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.10	70	1.20	2.93	0.15	3.525	1.926	1.762	1.844	7.8	0.959	150.5	97.8	108.4	
17	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.20	50	2.00	2.20	0.12	3.475	1.712	1.738	1.755	12.2	1.093	110.5	76.4	103.2	
20	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.20	60	1.60	2.736	0.144	3.435	1.93	1.717	1.822	8.8	0.937	130.5	95.3	107.2	
22	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.20	70	1.20	3.192	0.168	3.45	1.94	1.72	1.83	7.8	0.93	121.5	95.5	107.7	
14	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.20	20	2.80	1.368	0.072	3.45	1.615	1.725	1.61	16.5	1.254	101	95.8	97.1	
15	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.20	40	2.40	1.834	0.096	3.55	1.759	1.775	1.767	11.6	1.076	110	98.6	102.7	
23	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.30	50	2.80	1.482	0.178	3.50	1.895	1.75	1.822	8.9	0.99	118.4	97.2	106	
26	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.30	40	2.40	1.972	0.108	3.55	2.07	1.775	1.922	3.9	0.837	129.4	98.6	110.8	
27	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.30	50	2.90	2.47	0.13	3.55	1.955	1.775	1.865	6.7	0.93	122.5	98.6	108.4	
29	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.30	60	1.60	2.964	0.156	3.40	1.795	1.70	1.741	12.6	1.11	112.2	91.4	101.6	
31	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.30	70	1.20	3.456	0.184	3.45	1.651	1.725	1.692	11.4	1.01	112.2	97.2	103	

表 9

硝酸铵柴油混合炸药漏斗试验记录表

试验 组号	W (M)		N	K	Q (kw ² fn) 2号硝酸铵 (k)	使用 混合 炸药 之系数	使用 混合 炸药 之%	替换后之Q (kg)			爆可 破见 漏深 斗度 (M)	爆直 破漏 斗径 (M)	n 实 际 值			与设计N 值相差		K 的实 测值	抛 掷力 (N _D) 比 %	破 碎力 (N _R) 比 %	平 均 值 比 %	备 注
	设 计	实 际						2 号 硝 酸 铵	硝 酸 铵	柴 油			接 见 漏 斗 可 度	按 直 漏 斗 径	平 均	+	-					
25	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.30	80	0.80	3.95	0.208	0.925	3.45	1.915	1.725	1.82		9	0.995	119.7	95.8	107	
36	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.20	90	0.40	4.446	0.234	0.965	3.525	1.947	1.762	1.85		7.5	0.953	121.7	97.9	108.8	
37	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.10	80	0.80	3.344	0.176	0.795	3.10	1.705	1.55	1.627		18.6	1.34	106.5	86	95.6	
38	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.10	90	0.40	3.762	0.198	0.865	3.65	1.795	1.825	1.81		9.5	1.008	112.2	101.3	106.4	
39	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.20	80	0.80	3.648	0.192	0.81	3.35	1.737	1.675	1.70		15	1.192	107.9	93	100	
40	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.20	90	0.40	3.104	0.216	0.925	3.525	1.915	1.762	1.838		8.1	0.97	119.7	97.9	108	
41	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.00	80	2.80	1.14	0.06	0.945	3.30	1.93	1.65	1.79		10.5	1.039	110.3	106.4	108.4	
42	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.00	40	2.40	1.52	0.08	0.825	3.075	1.75	1.527	1.643		17.8	1.304	100	99.1	99.6	
43	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.00	50	2.00	1.90	0.10	0.785	3.05	1.69	1.525	1.607		19.6	1.284	96.5	98.4	97.4	
44	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.00	60	1.00	2.28	0.12	0.915	3.45	1.871	1.725	1.798		10.1	1.028	107	111.3	109	
45	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.00	70	1.20	2.66	0.14												
46	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.00	80	0.80	2.04	0.16	0.79	3.00	1.695	1.50	1.597		20.1	1.403	96.9	96.7	96.8	
47	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.00	90	0.40	3.42	0.18	0.805	3.10	1.72	1.55	1.635		18.2	1.32	98.3	100	99.1	
48	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.50	95	0.50	4.332	0.228	0.88	3.35	1.821	1.675	1.752		12.3	1.10	104.6	108.1	103.2	
49	1.00	1.00	2	0.77	4.00	—	—	4.00	—	—	0.83	3.10	1.75	0.55	1.65		17.5	1.29	100	100	100	仅硝化甘 油爆炸 柴油硝酸 铵未爆
50	1.00	1.00	2	0.77	4.00	1.00	95	0.25	3.657	3.657	0.27	1.60	1.91	0.80	1.855		57.2					

* 采用硝化甘油起爆。