

86.1812
JGS

41946

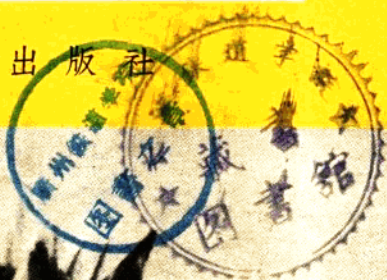
建筑工程部 水泥工业管理局
綜合勘察院

合編

082673

露天爆破节约炸药经验

建筑工程出版社



露天爆破節約炸藥經驗

建筑工程部水泥工業管理局 合編
綜合勘察院

程出版社出版

· 1959 ·

內 容 提 要

这本小冊子，介紹了水泥厂石灰石矿山節約炸藥的一些經驗，其中有硝酸銨摻鋸末、摻廢机油等自制各种硝酸銨混合炸藥的方法；也有在硝酸銨炸藥中摻石英或食盐節約炸藥的經驗。筆者除介紹一些具体作法外，还根据所作的試驗，就硝酸銨混合炸藥和在硝酸銨炸藥中摻石英或食盐这一既可節約炸藥又不影响爆破效果的經驗，从理論上作了扼要的闡述。

本書可供爆破人員、采矿人員、地質勘探人員参考，也可供矿业学校采矿专业师生参考。

露天爆破節約炸藥經驗

建筑工程部水泥工业管理局 合編
綜合勘察院

*

1959年9月第1版 1959年9月第1次印刷 5,063册

787×1092 $\frac{1}{32}$ · 36千字 · 印張 1 $\frac{5}{8}$ · 定价(10) 0.23元

建筑工程出版社印刷厂印刷 · 新华書店发行 · 書号: 1581

建筑工程出版社出版(北京市西郊百万庄)

(北京市書刊出版业营业許可証出字第052号)

前 言

我国社会主义建設事业正以一日千里之势向前发展，基本建設和生产矿山的开采規模日益扩大，这些开采所需的炸藥也隨之日益增加。因此，出現了炸藥供不应求的新情况。为了保証建設和生产的需要，千方百計发动羣众，節約炸藥及寻求炸藥代用品就成为当前迫切需要解决的課題。

最近几年，尤其是1958年大跃进以来，在節約炸藥及寻求炸藥代用品方面，摸索了一些可貴的經驗。为了推广和发展这些經驗，我們蒐集和整理了有关資料，并根据各地經驗作了一些試驗，初步地加以闡述和論証。至于进一步的理論研究，尙待今后大家努力，繼續深入探討。

本書由建筑工程部水泥工业管理局技术处張国栋、綜合勘察院第六室徐讓二同志执笔。在編写过程中，北京灰石厂、該厂周逢源、孙英两同志及北京鋼鐵学院采矿系龔宝格、林奕宗两同学提供了不少宝貴的資料，統此致謝。

本書編写時間匆促，不当之处在所难免，尙希各地从事爆破工作者提出宝貴意見，以便修正补充。

建筑工程部水泥工业管理局
綜合勘察院

1959年7月

目 录

前 言

硝酸铵混合炸药.....	(1)
石英硝酸铵炸药.....	(16)
食盐硝酸铵炸药.....	(32)
谷糠硝酸铵炸药.....	(35)
用查表法确定装药量.....	(36)

硝酸铵混合炸药

一、概 述

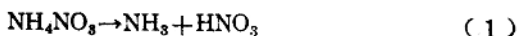
硝酸铵混合炸药，是以硝酸铵为主要成分，按一定比例掺合一些易燃物（如锯末、煤粉、木炭、废机油……）而制成的一种廉价炸药。这种炸药，制造简单，所用的混合物可以根据具体条件，就地取材，充分利用废物，并且在工地即可加工使用。这种炸药适用于露天爆破。目前，一些石灰石露天矿山和露天爆破工程都已推广使用这种炸药。

使用这种炸药，对解决炸药供应不足的问题，将会起到一定的积极作用。现就其性质、加工方法和使用方法分别介绍如后。

二、硝酸铵的性质

“硝酸铵”是制造硝酸铵炸药的主要原料，也是很重要的氮肥。硝酸铵的爆破性能较差，从表1的资料可以看出，它是一种弱性炸药。同时，从它在不同的温度下发生分解的情形来看，也可以证明它具有爆炸性能。

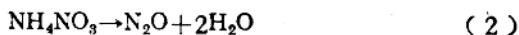
硝酸铵的化学分子式是 NH_4NO_3 。干燥松散的硝酸铵呈白色结晶粉末（吉林化工厂生产作农肥用的硝酸铵呈微小颗粒），用舌舐之有苦味，同时有凉的感觉，在温室条件下，会按（1）式发生分解：



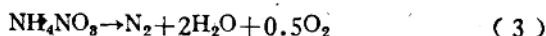
如果使硝酸铵在 260°C — 280°C — 300°C 的温度下，则按（2）式发生分解：

表 1

性 質	NH ₄ NO ₃ (硝酸銨)	T. N. T. (三硝基甲苯)
1. 密度	1.1	1.59
2. 氧平衡	+20	-70
3. 爆炸熱能(千卡/公斤)	340 (350)	1,000
4. 爆炸氣體體積(公升/公斤)	960 (980)	690
5. 爆炸溫度	1,230°C (1,350°C)	2,800°C (3,200°C)
6. 爆炸速度(公尺/秒)	2,500	6,700
7. 鉛柱擴張(立方公分)	220	295
8. 對撞擊的敏感性(公分)	200	60~70
9. 密度	0.7~1.0(堆積的)	1.0堆積的 1.6實際的



若繼續迅速加熱，則按(3)式發生分解：



從(3)式可以看出，硝酸銨中有剩餘的氧 0.5(O₂)。這部分氧對爆破工作有着很好的作用。

根據上述可以看出，硝酸銨具有爆炸性能，問題是在於如何提高它的爆力，用到實踐中去。試驗證明，在硝酸銨中增加惰性物質或炸藥，對硝酸銨的爆炸氣體體積影響很小（參看表2），而在氧平衡的範圍內猛度上升（參看圖1），這種性能我們就可以加以研究和充分利用。

圖1所示，A點為硝酸銨的比能量，若在其中增加適當的可燃物質，猛度就會增加，所謂適當的增加可燃物質，就是要求達到氧的平衡。圖中之虛線，系硝酸銨中摻加木炭或其他可燃物後猛度上升曲線，可燃物增加一定量時，猛度變化不大，而保持在一定範圍內；若過量時，猛度急劇降低。實線系硝酸銨中摻加梯恩梯（TNT）後猛度上升曲線，若梯恩梯的摻加量超過一定數量

硝酸铵炸药中掺加不同量的可燃物与爆炸气体体积的关系 表 2

硝酸炸药内的可燃物	可燃物的含量 (%)	硝酸铵的含量 (%)	爆炸温度 ($T^{\circ}\text{C}$)	爆炸气体体积 (公升)
碳	6.98	93.02	21.07	8,175
苯	6.25	93.75	21.22	8,449
一硝基苯	9.14	90.86	21.71	8,553
二硝基苯	12.6	87.40	22.29	8,633
三硝基苯	16.61	83.39	22.98	8,710
二硝基苯	14.89	85.11	22.44	8,617
三硝基苯	21.30	78.70	23.52	8,833
三硝基苯	100	—	28.20	8,080

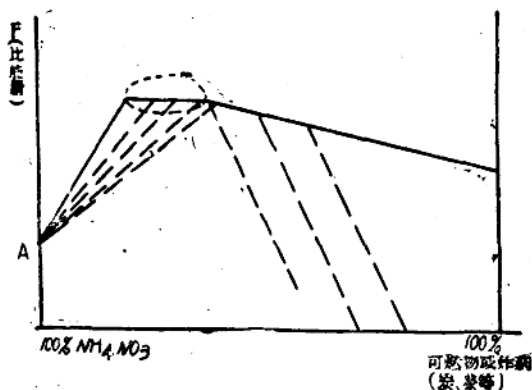


图 1 硝酸铵中加可燃物质时比能上升曲线图

时，猛度也下降，但不象前者那样急剧下降，而是缓慢下降。硝酸铵的另一种特性，是从一种结晶过渡到另一种结晶时，粘性更加增大，其转折温度为： -16°C ， $+32^{\circ}\text{C}$ ， $+85^{\circ}\text{C}$ 及 $+125^{\circ}\text{C}$ ，对前两种温度应该给予重视，因为它接近自然温度，在应用上有着实际意义。

此外，硝酸铵的潮解性很大，虽然硝酸铵本身没有结晶水，但当空气中水气压力大于硝酸铵饱和溶液的压力时，它就开始吸收空气中的水分，从而结成大小不同的硬块，因此，在使用、保管、运输过程中要十分注意。

硝酸铵混合炸药就是充分发挥以上有利于爆炸的性能而制造的。

三、各种硝酸铵混合炸药的制造方法和性能

混合前硝酸铵的粉碎。硝酸铵的特点之一，就是在温室条件下潮解性很高，所以比较易于结成大块，因此，必须严加注意保管。制造炸药时，对结成块状的硝酸铵，必须要用硬木制粉碎设备把它粉碎。一般在用量不大的矿山，通常都用硬木槌将大块打碎。如使用吉林化工厂农肥用的粒状硝酸铵，则应研碎使用。根据永登水泥厂的经验，使用粒状硝酸铵时，爆破后，常残留少量硝酸铵颗粒，如使用研碎后的硝酸铵，即可防止这种现象。另外，从表3也可以清楚地看出，不同粒度的硝酸铵，猛度也不一样，这就充分地说明了提高粉碎程度是改善硝酸铵的性能、提高猛度的一个很有效的方法。因此在制造前，粉碎是一项很重要的工作。

硝酸铵密度与猛度的关系

表 3

颗粒大小 (单位 μ)	密 度								猛度 (公厘)
	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	
350—260	8.1	8	9	—	—	—	—	—	猛度 (公厘)
160—120	13	15	15	16	10	8.3	—	—	
85—74	18	19	19	21	21	19	16	—	
20—1	22	—	—	23	22	23	23	2,315	

1) 鋸末硝酸銨混合炸藥

甲、鋸末的干燥

鋸末中常含有大量不利于爆破的水分，一般在使用前需把鋸末用鍋炒干，要求炒的均勻，火候適當，炒完了的鋸末呈黑褐色為宜，炒好后，顆粒較大的要粉碎，然后過篩（篩孔直徑在1公厘以下），篩后，即可使用。經驗證明，鋸末粒度以0.5~1.0公厘較好。

乙、鋸末的配合比

硝酸銨與鋸末的配合百分比，是關係着炸藥爆力好壞的關鍵，對此，我們曾在各地作過多次試驗，一般認為按重量比以硝酸銨85%、鋸末15%的配合比最為適宜。

茲將各地實際使用的情况介紹如后：

北京市灰石廠，實際使用的配合比是鋸末15%，硝酸銨85%，用于灰黑色致密石灰岩中進行露天爆破，其岩石的機械物理性能為：平均濕度0.116，體重2.6~2.7，平均比重2.7，松散系數1.52~1.58，硬度（按普氏分級法） $f = 8 \sim 11$ ，其爆破效果如表4所示。

大連水泥廠是采用鋸末10%，硝酸銨90%，用于露天爆破青灰色石灰岩，岩石硬度（按普氏分級法） $f = 6 \sim 8$ ，層理發育，其爆破效果如表5所示。

其它如永登、華新、哈爾濱等水泥廠都大批地使用了這種炸藥。近兩年來的實踐證明，使用情况很好。目前，一般廠礦取鋸末為10~20%（按重量計），在裝炸藥量方面，均比使用硝酸銨炸藥時增加0~10%左右。硝酸銨是一種弱性炸藥，最好用8號雷

北京市灰石厂用鋸末硝酸銨混合炸藥爆破的情况 表 4

眼 号	岩石条件	堵塞 長度 (公尺)	炮 眼直 徑 (公厘)	眼 深 (公尺)	最小 抵抗 綫 (公尺)	眼 距 (公尺)	爆落 岩石 体积 (立方公尺)	装 藥 量 (公斤)	炸藥 單位 消耗 (公斤/立方公尺)	效 果	硝酸銨混合 炸藥配合比 (按重量計)
1	$f=8\sim 11$ 层理发育	1.4	38	4.0	2.3	1.8	16.6	2.0	0.12	块度在 400公 厘以下	硝酸銨85% +鋸末15%
2	$f=8\sim 11$	1.3	38	3.2	2.0	1.8	11.5	1.8	0.156	块度在 400公 厘以下	

大連水泥厂用鋸末硝酸銨混合炸藥爆破的情况 表 5

岩石条件	炮 眼直 徑 (公厘)	眼 深 (公尺)	最小 抵抗 綫 (公尺)	眼 距 (公尺)	爆落 岩石 体积 (立方公尺)	装 藥 量 (公斤)	炸藥 單位 消耗 (公斤/立方公尺)	效 果	硝酸銨混合 炸藥配合比 (按重量計)
$f=6\sim 8$ 較脆	38	4	3	2.7	32.40	2	0.062	块度小 于500	硝酸銨90% +鋸末10%

管作一个起爆药包起爆(如使用炮眼爆破法,起爆药包可用0~150克的硝酸铵炸药制作),此时,雷管插到起爆药包的中上部即可(见图4)。或者用导爆线起爆。根据北京市灰石厂的经验,掺20%的鋸末,用6号雷管仍可起爆。按10~20%这个比例掺入鋸末,则完全符合图1在硝酸铵中加可燃物时比能上升曲线最高的那一段所表示的特征。

根据使用这种炸药的实际情况及表3的资料可以看到,在充分发挥硝酸铵的爆力方面,还可以从增加装药密度方面进行研究,但是必须注意到,如果装药密度过大,就不能用普通雷管起爆,必须加大起爆药包,以免发生压死而拒爆的现象。

2) 廢机油硝酸銨混合炸藥

“机油”是一种碳氢化合物。为了充分利用硝酸銨在爆炸分解过程中所产生的20%的正氧，可在其中掺入6%（按重量計）的廢机油。

“廢机油”的可燃性比鋸末更好，所以掺在硝酸銨中与氧反应的速度也較为迅速。根据观察，爆炸瞬間也不象掺鋸末时那样产生較多的黄色气体，笔者認為这是反应进行得完全的表现。所以在硝酸銨中掺入廢机油比掺入鋸末具有以下优点：

甲、爆力大，相当于2号硝酸銨炸藥；

乙、密度大，可用于爆破比較坚硬的岩石；

丙、加工容易，加工时，只須把量好的廢机油与硝酸銨均匀混合即可使用。但須注意，廢机油容易揮发，加工后最好立即使用，不宜長期存放。

廢机油硝酸銨混合炸藥比鋸末硝酸銨混合炸藥貴些，而且廢机油的来源也不是那么容易，不便广泛推广使用，但各厂矿充分利用既有的廢机油，仍可收到节约利廢和扩大炸藥原料来源的效果。至于硬度不同的岩石，可分別用鋸末硝酸銨混合炸藥和廢机

廢机油硝酸銨混合炸藥的爆破效果

表 6

混合炸藥 的配对比 (按重量計)	眼号	炮眼 直徑 (公厘)	眼深 (公尺)	最小抵 抗綫 (公尺)	眼距 (公尺)	炸落岩 石体积 (立方 公尺)	装藥量 (公斤)	炸藥單位 消耗量 (公斤/立 方公尺)	堵塞 長度 (公尺)	效果
硝酸銨 94%	1	38	3.5	2.0	2.0	14	1.6	0.114	1.5	块度 小于 400 公厘
廢机油 6%	2	38	2.6	1.5	1.5	5.85	1.0	0.171	—	
	3	38	3.6	2.0	2.0	14.4	1.3	0.091	2.0	

油硝酸鉍混合炸藥爆破。這就是說，爆破硬岩石使用廢機油硝酸鉍混合炸藥，反之則使用鋸末硝酸鉍混合炸藥。

關於使用廢機油混合硝酸鉍炸藥，我們還缺乏經驗和必要的資料，只是在比重為2.7、硬度（按普氏分級法） $f=8\sim 11$ 的青灰色石灰岩中作了一些試驗，其爆破效果如表6所示。

表6中三個眼的爆破效果很好，岩石塊度很均勻，並且沒有殘留炮窩。

3) 硝酸鉍、廢機油、石英混合炸藥

為了進一步降低硝酸鉍的消耗，充分發揮硝酸鉍的爆力，以及根據硝酸鉍炸藥中摻入矽砂以提高其敏感度的這一特性，我們又按以下的比例，在硝酸鉍中摻入了廢機油及石英，在北京市灰石廠作了爆破試驗。混合炸藥的配合比一般可用：

硝酸鉍+石 英+廢機油

74~69%+20~25%+6%

所作試驗的配合比是硝酸鉍（69%）+石英（25%）+廢機油（6%）。試驗結果表明，在硝酸鉍里摻入石英、廢機油，其效果比在硝酸鉍炸藥中單獨摻石英的效果好。

石英的粒度是影響爆力的一個因素，一般，其粒度最好是在1~1.5公厘之間。

試驗時的岩石條件：

I) $f=8\sim 11$ （按普氏硬度系數）；

II) 青灰色石灰岩，節理較為發育。

爆破效果如表7所示。

在同一礦山的同一工作面上，炮眼各項參數與表7相同，用硝酸鉍、廢機油、石英混合炸藥，每個炮眼平均裝藥2公斤，而用硝酸鉍炸藥每個炮眼平均裝藥1.95公斤，爆破後，經現場觀察證明，

两种炸药的爆破效果都很好，看不出有任何差别。只不过在表7中所介绍的第4号炮眼，爆破抛掷距离稍近一些，我们认为这是由于最小抵抗线稍大了一些所致。

硝酸铵、废机油、石英混合炸药的爆破效果

表 7

眼号	眼 深 (公尺)	最小抵抗线 (公尺)	眼 距 (公尺)	梯段高度 (公尺)	装药量 (公斤)	炮泥长度 (公尺)	爆落岩石体积 (立方公尺)	炸药单位消耗量 (公斤/立方公尺)
1	3.85	1.8	1.8	3.2	2.0	1.65	12.474	0.16
2	3.85	1.8	1.8	3.2	2.2	1.55	12.474	0.178
3	3.85	1.8	2.0	3.2	2.0	1.55	13.86	0.144
4	3.9	2.35	1.45	3.2	2.0	1.70	13.29	0.15
5	3.8	2.0	1.55	—	2.0	1.55	11.78	0.17
6	3.8	2.0	1.75	—	2.1	1.65	13.30	0.158
7	3.9	2.15	1.95	3.2	2.0	1.45	13.65	0.158

注：本次试验的最小抵抗线比较近，这是因为北京市灰石厂对岩石块度要求很严，一般要求最大者不应超过400公厘。

此外，硝酸铵中还可以掺合谷糠、稻壳、木炭（最好是用柳木）及煤粉等，这里就不一一赘述，可根据具体条件适当配制。不过在配制过程中，不论是什么混合物，都必须把易燃物事先干燥、过筛，把大块硝酸铵用硬木槌打碎，然后方可按重量比例（对比重小的谷糠则应用体积比）均匀混合使用。

四、装药量计算

使用这种混合炸药，其装药量的计算方法与使用普通硝酸铵炸药相同。一般可用拉赖斯公式计算，其算式如下：

$$Q=qW^3 f(n) \quad (4)$$

式中：Q——装药量，公斤；

W——最小抵抗线，公尺；

$f(n)$ ——爆破指数函数;

q ——爆破 1 立方公尺岩石所需的炸药量, 公斤。

按(4)式计算的装药量, 我們在大連水泥厂做过試驗。該厂矿山系暗黑色石灰岩, 部分节理較发育, 有明显的层理, 普氏硬度系数 $f = 6 \sim 8$ 。

使用时的經驗数据如下:

$$Q = 0.11 \times 3^3 \times 0.66 = 1.96 \text{ 公斤。}$$

从試驗的情况来看, 最小抵抗綫(W), 在石灰岩的凿岩爆破中一般可在 $0.6H \sim 1H$ 之間取用。大連水泥厂矿山的岩石, 比較容易爆破, 所以把最小抵抗綫选为 3 公尺。爆破 1 立方公尺岩石所需的炸药量 q , 是根据該厂历年的实际消耗情况而选为 0.11 公斤/立方公尺。爆破指数函数 $f(n)$ 則根据試驗結果介乎 $0.54 \sim 0.7$ 之間, 試驗时采用 0.66。如果使用拉賴斯公式計算感到不方便时, 則可按原使用二号岩石硝酸铵炸药的装药量乘以 $1.05 \sim 1.1$ 即得硝酸铵混合炸药的装药量。

五、炮眼排列和眼距計算

梯段上炮眼的行数視平台寬度而定, 石灰石露天矿山一般以一排較好, 但不論是一排或者两排, 根据过去的經驗, 一般把炮眼交錯排列(图 2), 爆破效果較好; 如果采用两排炮眼, 最好是不要齐爆。

炮眼間的距离可按下列經驗公式求算:

$$a = mW \quad (5)$$

式中: a ——炮眼之間的距离, 公尺;

m ——炮眼密集系数, 一般使用电雷管时, 取 $m \leq 0.8 \sim 1.0$; 使用普通雷管时, 取 $m \leq 1.4 \sim 2.0$;

W ——最小抵抗綫, 公尺。

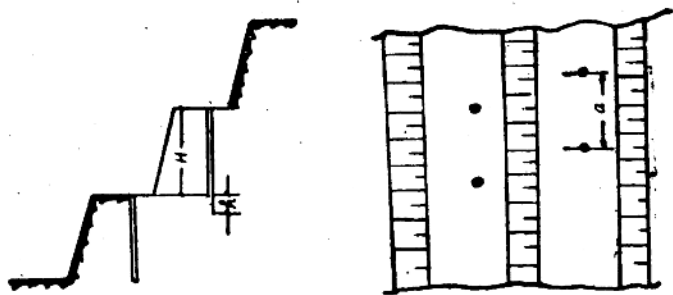


图 2 炮眼排列示意图

H —梯段高度； h —超鑽長度； a —眼距

大連水泥厂矿山試驗实例如下：

$$W = 3 \text{ 公尺}, m = 0.9.$$

故炮眼間的距离 $a = 3 \times 0.9 = 2.7$ 公尺。

六、炮眼深度和炮眼直徑

炮眼的深度一般都介乎 $0.7 \sim 1.1H$ 之間。但是为了获得良好的爆破效果，应该充分利用自然条件。如根据岩石特点，有时采用垂直炮眼（如图 3 a），有时要根据具体岩石的产状使炮孔保持一定的角度（如图 3 b），至于孔深还应该考虑到岩石是否易于爆破，要超鑽或超鑽多少才合适都要充分利用自然条件，如图 3 c 是利用有裂隙的一个具体例子。



图 3 根据岩石的特点采用不同的炮眼

a—岩层近于水平时采用垂直炮眼；b—岩层急倾斜时采用傾斜炮眼；
c—利用裂隙的炮眼

炮眼直徑，一般鑽眼用的鉆子組都是五根，其直徑分別為38、40、42、45、50公厘。近來為了提高齒岩效率，有向小直徑炮眼發展的趨勢。北京灰石廠鑽齒4公尺的炮眼，採用直徑為32公厘的小鉆頭，用01-30型齒岩機每班鑽眼60~80公尺，齒岩效率提高了30%。

七、裝藥、填塞和起爆

露天礦山炮眼一般都是干的，因此，裝藥以前，必須把炮眼吹掃干淨，然後用鍍鋅鐵板漏斗置於其上，用木鏟撮取混合好的硝酸銨混合炸藥，先裝入總裝藥長度的2/3，然後用炮棍輕輕壓

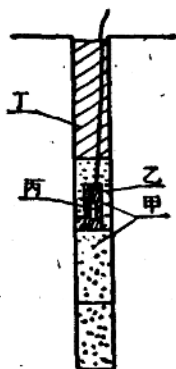


圖4 裝藥示意圖

甲—鑽末硝酸銨混合炸藥；
乙—硝酸銨炸藥；丙—雷管；
丁—炮泥

實，再把裝有雷管的起爆藥包裝入孔內（這藥包作為中間起爆用，其數量可根據具體情況決定，一般用0~0.1Q的硝酸銨炸藥，現在大連水泥廠礦山用0.075Q，即用一个150克的硝酸銨炸藥做起爆藥包），以後再用硝酸銨炸藥填足其餘的1/3，最後填以炮泥。一般炮泥長度約為炮眼總深度的0.3~0.6，大連水泥廠礦山炮泥長度在深度為4公尺時是用1.5~1.6公尺，其裝藥情況如圖4所示。

為了提高爆破效率，應使用8號電雷管起爆，並且在裝藥時要經常注意炸藥的密度，一般要求堆積密度以0.85~1.0為宜。

八、硝酸銨混合炸藥用於圓柱深孔爆破

鑽末硝酸銨混合炸藥，用於圓柱深孔爆破中尤為優越。隨著