

药装气压

Л. А. 奥斯特罗乌斯柯 著
陶在松 译

冶金工业出版社

И. А. Остроушко
ПНЕВМАТИЧЕСКОЕ ЗАРЯЖАНИЕ
ШПУРОВ И СКВАЖИН
Металлургиздат 1958

压 气 装 药
陶在朴 译

冶金工业出版社出版 (北京市灯市口里46号)
北京市雪利出版业委员会登记证字第063号
冶金工业出版社印刷厂印 新华书店发行

1959年8月第1版
1959年8月 北京第一次印刷
印数 1,520 册

开本 787X1092 $\frac{1}{32}$ * 31,000 字 * 印张 20 $\frac{32}{32}$

统一书号 15062·1796 定价 0.22元

藥 裝 氣 壓

И.А.奧斯特羅烏斯柯 著

陶在朴 譯

冶金工业出版社

目 录

序言.....	3
炮眼的装药.....	4
深孔装药.....	24
ПЗС-100型装药器深孔装药的工作简则.....	41

序 言

苏联采矿工业应用各种类型的理論 密度为 1.60—1.65 克/立方公分的硝铵炸药，但是无论深孔或炮眼，手工装药的密度只有 0.7—0.85 克/立方公分，比理論密度大約降低了 50%。大家知道，这些炸药的爆破威力和爆炸速度是随着炸药密度的增加而显著提高的，因此竭力增加炮眼或深孔的装药密度，便可提高爆破效果和减少鑽眼工程量。金属矿山的鑽眼工程，正如众人所知，是一项很費錢的工程。

假如用比較完善的装填法替代手工装药，装药密度提高 20—30% 是不成問題的，鑽眼工作量至少可以減少 25—35%。仅仅金属采矿业减少这一項鑽眼工程量，每年就可以給整个国民經济节约几亿卢布。

根据作者的倡議在北高加索矿冶学院鑽眼爆破实驗室进行了探討炮眼、深孔和峒室爆破合理装药方法的科学研究。

下面所伸引的材料是研究工作的最初成果。峒室爆破机械化装药的研究工作仅处于实驗室阶段。

在本文作者领导下，講師 М.Е. 耶米克也維奇、工程师波比勒参加了改善装药方法的研究工作；工程师 Г.Т. 庫里克、B.Н. 柯巴赫德杰和 Г.А. 穆留金也积极的在矿山参加了該項研究工作。

这种集体創作是研究工作获得成效的有力保證。

广泛的应用 ПЗМ-1 和 ПЗС-100 型装药器能減少鑽眼工作量 20—25%，从而节约大量的資金和減輕鑽眼工的劳动量。

炮眼的装藥

在苏联采矿工业的爆破工程中广泛使用药卷硝铵炸药和粉状硝铵炸药。

硝铵炸药是一种强力炸药，具有许多突出的优点。首先，它对各种机械碰撞、冲击以及放置地点温度增高等的敏感性小，因而被认为是安全炸药；其次，它比其他炸药都贱。

但硝铵炸药也有缺点：密度不高，爆力不大，致使炮眼或深孔的数目增加。

据烏拉尔，克里沃罗格，高加索和阿尔泰等矿山的资料，用木炮棍手工装填硝铵炸药时，装药密度的变化范围很大（见表1）。

由表可知，炸药在炮眼内的装填密度很少达到药卷内的炸药密度，精细装填时要低15—20%，如果是一般的装填，密度还要低得多。

精密装填时药卷预先分好，一个一个的送入眼内并且压得很实，这种装填化费的时间比一般装填大约多30—40%。

如果一般装填装一个深2公尺的炮眼大约要2分钟，那么精密装填就要2.8—3分。

爆炸速度和爆破威力随炸药密度的减小而降低，从而导致爆破效果的降低。图1为岩石硝铵炸药（曲线1）、6号硝铵炸药（曲线2）的炸药密度和爆炸速度变化的关系，同时图上还表示了直径35公厘1升体积炸药炮眼爆炸功率的变化曲线（曲线3）。

表 1

浅眼的手工装药密度

炸药类型	药卷直径 公厘	规格			炮眼 角度 度	眼深, 公尺*	炮眼直径 公厘	装药密度, 克/公分 ³	
		长度 公厘	重量 克	药卷内的 炸药重量 克/公分 ³				稍密装填	一般装填
筒装 6号和7 号粉状硝 酸炸药	31-32	200	200	1.0	±15	1.0-2.0	34-36	1.0-1.1	0.8-0.85
					±15	1.0-2.0	38-36	1.0-1.1	0.8
					±15	1.0-2.0	45-43	0.9-1.0	0.75-0.8
					±15	1.0-2.0	50-48	0.80-0.9	0.7-0.75
					±15	2.0-3.0	45-43	0.8-0.85	0.7-0.75
					±15	1.5-3.0	45-43	0.8-0.85	0.7-0.75
					±15-45	1.5-3.0	45-43	0.8	0.7
					±45+90	1.5-3.0	45-43	0.7-0.8	0.75

* 原文为公厘, 恐系公尺之误——译者。

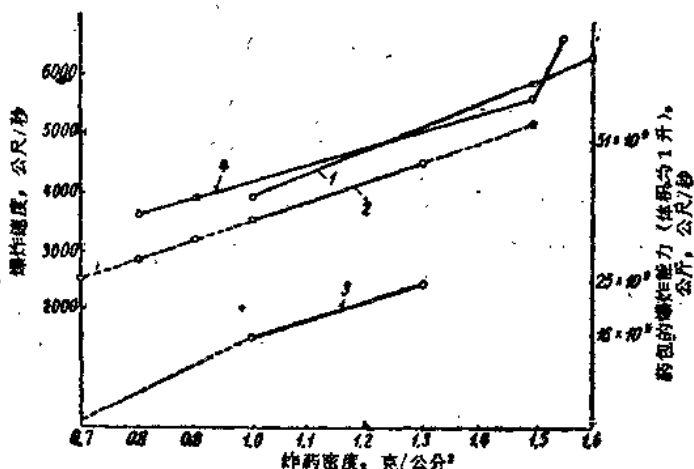


图 1 6号硝铵炸药, 1号岩石硝铵炸药爆炸速度、爆炸功率和炸药密度的关系

当密度在 1 克/公分^3 以下时, 6号硝铵炸药爆炸速度的变化曲线是根据各种观察得出的。为了便于比较, 图上还列出三硝基甲苯 (它是6号硝铵炸药的一种成分) 爆炸速度和密度变化的关系 (曲线4)。炸药爆炸功率的变化曲线是以计算资料求出的。

炸药密度低降低了鑽眼爆破工程的效果: 提高了鑽眼工作量, 增加了炸药消耗和降低了炮眼利用系数。

为了提高装药密度曾采用过加压硝铵炸药。各种炸药的技术特征载于表2。

但是实地的矿山观察说明, 只有当装药密度也增高时使用加压炸药才能提高鑽眼爆破的效果。

多数情况下, 风鑽所打的炮眼并不是严格的圆柱形, 因为钎头不只繞一点迴轉, 而是圍繞中心附近的几个点迴轉。

工业炸药的技术特征

名 称	爆力 立方 公分	药卷内 的密度 克/公分 ³	猛度 公厘	爆炸热 千卡 /公斤	爆炸 速度 公尺 /秒	热的机械能当量			药卷规格	
						公斤公尺 /公斤	公尺公 尺/升	公斤公 尺/升	直径 公厘	重量 克
粉状 6 号硝铵炸药	360	—	—	1028	3600	438000	—	—	—	—
6 号筒装硝铵炸药	360	1.0	14	1028	3600	438000	438000	31—32	200	—
加压 6 号硝铵炸药	360	1.3	18	1028	4600	438000	569000	34—35	300	—
1 号筒装岩石硝铵 炸药	450	1.0	18	1270	4000	543000	558000	31—32	200	—
1 号加压岩石硝铵 炸药	450	1.5	22	1270	6000	543000	813000	35—36	250	—
2 号加压岩石硝铵 炸药	420	1.6	25	1166	6500	498000	797000	44—45	400	—

一字形钎头的鑽眼见图 2 a—r。

用一字形钎头所鑽的眼成三角形，四刃钎头的成五角形。

可以判定，这种呈三角断面的圆柱直径比平均直径减少了 12—15%。呈五角断面的减少了 8—10%。

因此，为了保证装填直径 31—32 公厘的药卷，并能通过与药卷并列的导火钱，用一字形钎头鑽眼时钎头的最小直

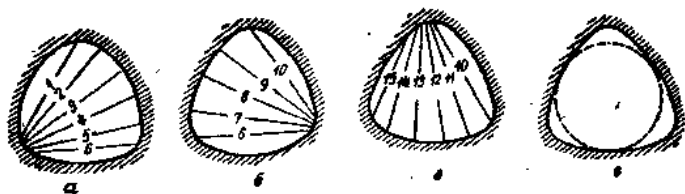


图 2 一字形钎头的鑽眼图

径应为 $\frac{32+6}{0.85} = 45$ 公厘；用四刃钎子时应为 $\frac{32+6}{0.9} = 42$ 公厘。

在这种情况下一字形钎头鑽眼的装药密度等于

$$\gamma_n = \frac{3.2^2 \times 1.3}{4.5^3} = 0.65 \text{ 克/公分}^3$$

四刃钎头鑽眼的装药密度为

$$\gamma_n = \frac{3.2^2 \times 1.3}{4.2^3} = 0.74 \text{ 克/公分}^3。$$

假如我們用的是药卷内密度为 1.5 克/公分³ 的 1 号岩石硝铵炸药，那么在第一种情况下装药密度为 0.75 克/公分³，第二种情况下为 0.86 克/公分³。其实，这比用手工精密装填筒装粉状炸药所已达到的装药密度还要低。

为了提高装药密度，导火綫可以穿过药卷而不是顺着药卷插入眼内，这样便可减小炮眼的最小直径和提高装药密度。用一字形钎头钻眼时，6 号硝铵的装药密度可提高到 0.92 克/公分³。

粉状炸药柱状装填时，引药放在中央。要是放在端部就会延长炸药的爆炸时间和减小爆破的功能。

比如，6 号粉状硝铵炸药柱状装填，引药放在中央时，炸药的爆炸时间为

$$\frac{0.5}{3600} = 0.00014 \text{ 秒，}$$

如果是 6 号加压硝铵炸药则为

$$\frac{1.0}{4600} = 0.00022 \text{ 秒，}$$

即增加了 57% 以上。

为了避免钻眼断面发生变形，可以应用：多刃钎头，固定钎子的方向，并采用短钎子钻眼等。

但是硬质合金的多刃钎头购置费和修磨费比一字形钎头贵得多，只有在多裂隙岩石中应用才合理，因为这时一字形钎头常常发生夹钎，工作不良。

固定钎子的方向实际上只有用自动推进器钻眼时才有可能实现。但，目前苏联采矿业，广泛使用的是压气托柱和活钎头，因为它比自动托柱更便利。

这样一来，为了减少炮眼的变形必须大大改革目前的钻眼技术，不这样做，欲达到加压炸药的高装药密度是非常困难的。

为了明确起见，我们列举一些矿山工作的实例。其中有一个矿是开采非常坚硬的矿体，为了提高钻眼爆破的效果，巷道掘进用1号加压硝酸铵炸药。

大家都知道，这种炸药比6号粉状硝酸铵炸药爆力大25%，爆速高67%，密度高50%。预计，由于应用这种炸药可以减少炸药和钻眼消耗量，而使钻眼爆破的效果提高25—30%。实际呢，钻眼工作量只减少了5—10%，但是钻眼爆破的费用却几乎增加了50%。

应用岩石硝酸铵炸药效果不佳的原因之一是它的装填密度低。平均直径45—46公厘，双刃钎子所钻的眼内，放入直径35—36公厘的加压硝酸铵炸药药卷。因为加压药卷在眼内已不能再被压实。其装填密度仅与0.9—0.95克/公分³，也就是说，在各种情况下它只比良好装填粉状硝酸铵炸药的密度高0.05克/公分³。

在其他的矿山，因为将6号硝酸铵改为用1号岩石硝酸铵炸

药爆破，装药密度不高。钻眼爆破工程的费用也是增加了。

这些例子说明炮眼的装药密度是钻眼爆破工程中一项重要的参数。

大家知道，粉状筒装硝铵炸药在极精密装填时，密度可以达到 $1.15-1.2$ 克/公分³。

为了达到这样高的装药密度，装填时炸药是一小部分、一小部分地送入眼内。而且每项都要压实，这样就会耗费许多时间和工作量。其他国家，有用机械装填而取得高装药密度的例子，特别是瑞典和美国进行了许多新法装药的研究工作。

这些国家的矿山，应用特制的压气设备装药。多数情况下，由于提高了装药密度，致使钻眼爆破工程的费用减少了 $20-30\%$ 。

这些国家矿山所用炸药的主要成分是硝化甘油和硝基乙二醇，塑性大，对碰撞和冲击的敏度高。

根据文献记载，这些国家，炮眼或深孔装填硝化甘油炸药的压气装药法是用图 3 所示的设备。

装药设备由下列部件构成：带有喷嘴 2 的装填管 1，带

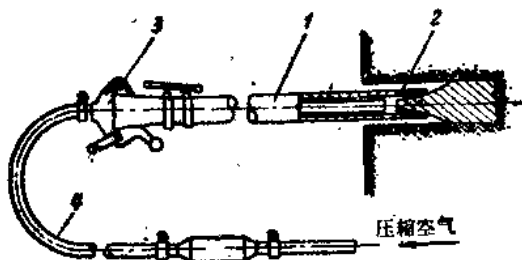


图 3 压气装药器

門 3，調節閥和連接管 4。

裝填管和其他所有配件都是用黃銅和鋁制成。裝填管的外徑比炮眼或鉗孔的最小直徑小 3—6 公厘，內徑比藥卷直徑大 1.5—3.0 公厘。裝填管的總長度等於眼深加上 0.2—0.3 公尺，整個管子是由許多長 1.5—3.0 公尺的段管用特殊接頭連起來的。噴咀的內徑比管子的內徑小 1—2 公厘，在噴咀內部按輻射狀設有三個高 4—5 公厘的鋼刃，用以割破藥卷的外殼。閘門設有帶活銷的蓋，蓋可以打開，讓藥卷經過它而送入裝填管內，頂蓋內還設有帶節氣門的啟動閥，節氣門用來限制壓縮空氣的通過量，因此，當壓氣為 7 個大氣壓時，硝化甘油藥卷在裝填管內的運動速度不致超過 10 公尺/秒。為了保證安全，不允許再增加藥卷的運動速度。

壓縮空氣通過氣閥進入裝填器。膠皮管的內徑為 4—6 公厘。

使用這種裝填器的裝藥程序如下：裝填管插入眼內，用壓縮空氣吹出眼內的岩塵和水，然後，打開閘門的活蓋，把整個炮眼所必須數量的藥卷填入裝填管。

关上活蓋，通入壓縮空氣，在壓氣作用下藥卷被擠到眼內。

管子發生振幅為 100—150 公厘的往復震動，當壓氣推壓藥卷，使之由噴咀射出時，管子由眼底向外運動；當它運動方向相反時，便壓密藥卷。

這類裝填器的工作效果如下：

藥卷內炸藥的平均密度，克/公分 ³	1.47
炮眼或深孔手工裝填的平均密度，克/公分 ³	1.26
壓氣裝填的最大裝填密度，克/公分 ³	1.56

压气装填的平均装填密度, 克/公分³ 1.48

用压气装填器装填 1 公斤炸药的总时间消耗要比手工装填少 15—20%。

图 4 为钻眼费, 最小抵抗线和各种不同直径硝化甘油炸药装药密度的关系曲线图, 该图是根据瑞典的资料而编制的。

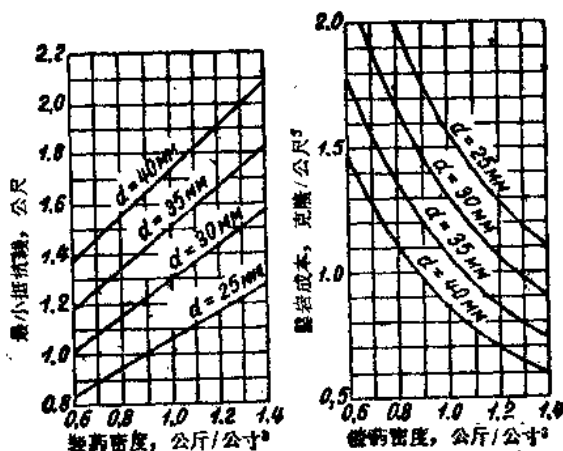


图 4 最小抵抗线, 鑽眼費用和装药密度的关系

实验室试验工作说明, 这种装药方法只有用来装填塑性炸药才能收到良好的效果, 如果, 用的是粉状炸药, 在装填管震出眼底向外运动时, 可能喷出压缩空气, 并且带出药粉。

当管子向眼底运动时, 也只有在喷嘴前相当于管径 1 倍到 1.5 倍的地方, 才能有效的压密药粉, 远离这个区域, 由于孔壁的摩擦, 压密度增加得很少。因此管子的振幅应保持

在30—50公厘的范围内。这一切都使得进行装药工作发生很大的困难。

苏联的采矿业，主要是用粉状炸药，所以这种压密炸药的方法我们不能使用。装填粉状炸药时，可以利用药卷高速运动时所聚积的能量来密化炸药，当然，只有对碰撞和冲击不敏感的炸药才许可应用这种方法。

硝酸铵炸药区别于他种炸药的一点，正是它对碰撞，冲击和摩擦的反映不灵敏，因此可适应上述工作原理。为了确定硝酸铵炸药药卷在管内许可的运动速度和加密度，曾经不间断的进行了许多实验。

涂腊纸壳的标准6号硝酸铵药卷（直径31—32公厘，长度200公厘，重量200克）被压缩空气高速射出铝制或钢制管，然后在钢制的模拟炮眼内运动。

模型上开有观察孔，观察孔可用带有橡胶垫圈的金属盖板关上。通过观察孔可以窥视炸药在模拟管内的运动情况，还可以用来取样，以便确定装填密度。这种装置见图5。

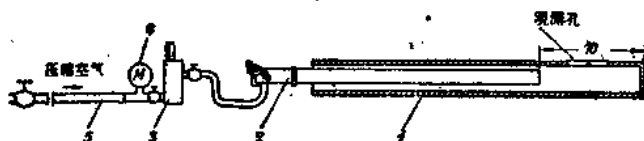


图5 确定6号硝酸铵药卷许可运动速度的装置图

1—直径50公厘的模拟鑽孔；2—直径35公厘的装填管；3—盘气计；4—大气压压力表；5—供气管

如果忽略药卷和管子间的摩擦影响（在这种情况下它并不大），那么药卷所受的推力等于

$$P = \frac{\pi d_n^2}{4} \times p,$$

式中 d_n ——药卷直径；

p ——压缩空气的压力。

在推力作用下药卷所得的加速度等于

$$G = \frac{(p \pm Q \sin \alpha) g}{Q} \text{公尺/秒}^2,$$

式中 Q ——药卷重量；

α ——管与水平面的倾角。

当管子向下倾斜时括弧内取“+”号（加），当管子向上倾斜时取“-”号（减）。

药卷经过长度 S 的管子后，其终速度为

$$v = \sqrt{2GS} \text{公尺/秒},$$

在管内的运动时间为

$$t = \frac{2S}{v} \text{秒}。$$

在长管内所进行的各种不同压缩空气压力的实验说明，用这个公式求得药卷运动的平均速度比实际速度高 10—15%，这是因为平均速度是用终速求得的（初速等于零）。所以在求实际速度和运动时间时，上述公式应乘以校正系数 $K=0.85-0.9$ 。

在管子水平放置的条件下进行了许多实验，测定了炸药的装填密度，气压压力和运行长度，其余的数据是用计算求得的。

实验过程中并没有发现那些直接或间接致使炸药有可能爆炸或燃烧的任何现象。观测结果列于表 3。

表 3

压力压力和装填管长度对炮膜装药密度的影响

管 长, 公 尺	压力压力, 大气压	装 药 密 度 克/公分 ³	炸 药 的 反 程 喷 出 情 况
5	3.0	0.9—1.0	未发生
5	4.0	1.0—1.08	"
5	5.0	1.1—1.15	"
15	3.0	1.0—1.1	"
15	4.0	1.1—1.15	"
15	5.0	1.1—1.2	"
25	3.0	1.0—1.1	"
25	4.0	1.1—1.2	"
25	5.0	1.2—1.22	"

因此说明, 6号硝酸铵炸药在钢管内高速运动是安全的。

有关文献曾指出, 压缩空气在管内运动时它可能带电和放电, 放电电压可达1600伏。因此, 必须验证压缩空气输送粉状硝酸铵炸药时是否存在这种起电现象的可能, 是否有炸药燃烧的可能。

为了进行这种试验, 装置了图6的设备, 该装置由下列构件组成: ЦГНН量气计1; 输送粉状硝酸铵炸药的管路2; 不碎玻璃管3, 其上有两个接点, 即电花间隙; 以及管套4和模拟钻孔5。

粉状硝酸铵或硝石炸药和压缩空气的混合物以10—570公尺/秒的速度沿管路流动。

这种混合物通过有火花间隙的玻璃管, 在一定周期内, 火花间隙放出电压达20,000伏频率为1000次/分的电火花。通过透明玻璃管进行观察。