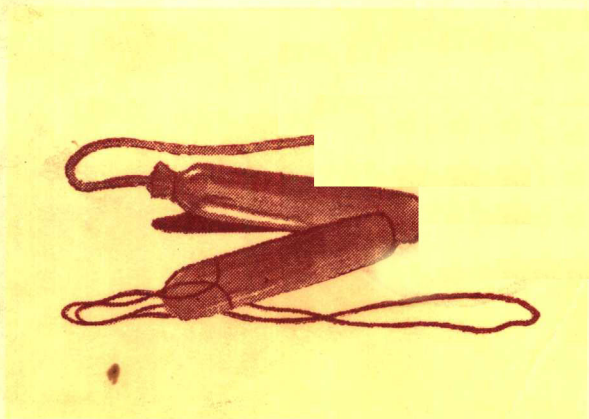


大直径药卷的爆破

苏联 姆·阿·馬高伊謙科夫等著



煤炭工业出版社

大直径药卷的爆破

陈刚 陈一明 陈成明 陈明 陈明



地质工业出版社

328

大直徑藥卷的爆破

苏联 М. А. МАГОЙЧЕНКОВ等著

李迪勳 刘清榮等譯

*

煤炭工業出版社出版 (地址：北京市長安街煤炭工業部)

北京市書刊出版業營業許可證出字第084号

北京市印刷一厂排印 新華書店發行

*

开本 78.7×109.2 公分 $\frac{1}{32}$ * 印張3 $\frac{1}{4}$ * 字数65,000

1956年6月北京第1版第1次印刷

統一書号：15035·205 印数：1—6,100册 定价：(10)0.55元

出版說明

採用大直徑藥卷進行爆破工作是蘇聯在掘進井筒和主要巷道方面的先進經驗，它是提高掘進速度的有效方法，是生產礦井正規生產及新建礦井按時投入生產的有力保證。目前，我國的部分礦井正在積極試行大直徑藥卷的爆破工作，今後還要在全國各礦普遍地推行蘇聯的這種先進經驗。

為了適應現場要求，特從蘇聯書刊中選譯了有關大直徑藥卷爆破的論文 8 篇彙編成冊，其中有 5 篇曾先后在“煤礦譯叢”和“煤炭工業”兩刊物上發表過，另選入“掘進水平巷道和傾斜巷道用大直徑藥卷的效果”、“開鑿豎井時確定最適宜的炮眼深度問題”和“用大直徑炮眼和藥卷的試驗”三篇。這些論文根據實際工作中的經驗對採用大直徑藥卷進行爆破的合理性及其他有關問題分別作了詳細的說明，這一切對我國煤炭工業的實際工作是具有很大的指導作用的。

目 錄

出版說明

- 一、論掘進巷道採用大直徑藥卷的合理性……………
……………М.А.馬高伊謙科夫(3)
- 二、掘進水平巷道和傾斜巷道時用大直徑藥卷的效果
……………Л.И.什拉依曼(18)
- 三、用大直徑藥卷時打眼放炮的時間問題……………
……………Л.И.什拉依曼(52)
……………Г.А.莎莫拉依
- 四、使用大直徑藥卷的經驗……………Д.И.珂伊夫曼(63)
- 五、開鑿豎井時確定最適宜的炮眼深度問題……………
……………С.Н.奧西鮑夫(71)
- 六、用大直徑炮眼和藥卷的試驗……………П.С.波德科爾津(89)
……………А.П.巴弗留特金
- 七、掘進井筒時加深炮眼與加大藥卷直徑的問題
……………Э.О.閔捷理(95)
- 八、頓巴斯掘進井筒時使用大直徑藥卷的試驗……………
……………Е.Л.希曉夫(105)

一、論掘進巷道採用大直徑藥卷的合理性

M.A.馬高伊謙科夫

提高井筒和其他主要巷道的掘進速度，是保證生產礦井能正規生產及新建礦井能及時投入生產的重要因素。大家都知道，巷道掘進速度的提高，也就是巷道掘進期限的縮短，它在極大的程度上是決定於鑽眼的爆破效率的。

提高鑽眼爆破效率的方法之一，是採用大直徑的藥卷。藥卷的直徑加大了，就可以：

- 一、大大地減少工作面上單位面積所需爆破的眼數；
- 二、減少鑽眼、清除炮眼岩粉和裝藥的時間；
- 三、提高炸藥的爆炸速度；
- 四、縮短藥卷的發爆時間；
- 五、提高炸藥破碎效力；
- 六、採用重量大的藥卷；
- 七、增加爆破威力的半徑，使岩石在工作面上破碎成所要求的塊度。

正如在馬凱也夫科學研究所進行試驗工作所肯定的那樣，如果加大 АП-2 號硝銨炸藥的藥卷直徑，那麼爆炸速度就會大大增長（表 1）。

隨著藥卷直徑和炸藥重量的加大，爆炸作用自一藥卷至另一藥卷的傳播作用（或殉爆度）就隨着增進（表 2）。

表 1

药卷的直径, 公厘	30	40	50	60
爆炸速度, 公尺/秒	2820	3181	3400	3630

表 2

药卷的直径, 公厘	30	35	45	50	60
殉爆度, 公分:					
(甲)主动药卷重200公分时	2.5	4.0	7.0	9.0	10.0
(乙)主动药卷重400公分时	3.0	5.0	9.0	11.0	13.0

根据粉状三硝基甲苯(即通常所谓 T.N.T)大直径药卷的试验结果, 破碎效力有所增长(表 3)。

表 3

药卷的直径, 公厘	30	40	50	60
铅柱的压缩数值, 公厘	16.9	21.1	25.5	29.8

从上述资料可以断言: 与现行 30—32 公厘标准直径的药卷相比, 采用大直径药卷是具有优越性的。

在各种矿山地质条件下进行巷道掘进工作时, 爆破工程的实践已经能够对于各种炸药构成的标准直径(30—32 公厘)的药卷确定其容许负载了。

如果採用大直徑藥卷，它的容許負載也必須提高。但是這種問題還未經充分研究，現在也不容許介紹計算負載的原理。如計算容許負載的近似值，必須注意裝置在均質介質內且平行於自由面的長條形的標準拋擲藥卷的爆破作用的條件。假定 $n=1$ ，那麼這種藥卷的爆破漏斗便可視為一個三角角柱①（圖1）。

爆破漏斗的體積可用下式求出：

$$V = W_n^2 \cdot l_3, \quad (1)$$

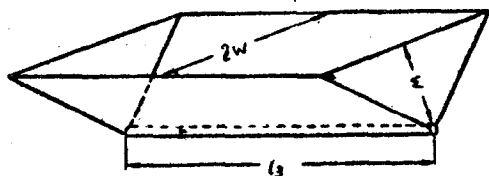
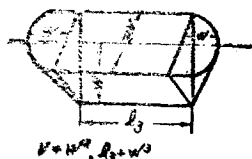


圖1

l_3 —藥卷的長度，公尺； W —藥卷所受的标准負載，公尺；
 $2W$ —爆破漏斗的寬度。

① 圖1和公式(1)是近似值，較精確的圖和公式如下：



——譯者註。

式中 V ——長形爆破漏斗的體積，立方公尺；

W_n ——藥卷的標準負載，公尺；

l_s ——藥卷的長度，公尺。

從公式(1)可以看出：如果減少藥卷的長度，但它的標準負載的值不變，那麼爆破漏斗的體積勢將減少。如果加大它的直徑並減小它的長度，而保持爆破漏斗的體積不變，那就必須增大藥卷的標準負載。這可由下面的例子得到証實。

就拿一公斤的六號硝酸鉍炸藥的長條藥卷做例子。所要爆破的岩石是堅強砂岩。正如實踐指出的，對於直徑為32公厘、密度等於1的硝酸鉍炸藥所構成的藥卷，在爆破堅強砂岩時，其標準負載通常採取0.7公尺。在這種場合下，藥卷的長度為1.24公尺。它的長形爆破漏斗的體積為

$$V = W_n^2 \cdot l_s = 0.7^2 \times 1.24 = 0.6 \text{ 立方公尺。}$$

如果知道由標準直徑藥卷構成的一份炸藥量所炸出的爆破漏斗的體積，那麼對於同一強度的岩石，任何直徑的藥卷的標準負載和炸藥的威力，都可以用下式求出其近似值：

$$W_n = \sqrt{\frac{V_{32}}{l_s}}, \quad (2)$$

式中 W_n ——待求直徑(公厘)的裝藥卷所受的標準負載，公尺；

l_s ——各種直徑的藥卷的長度，公尺。

現在根據公式(2)求直徑為40、50和60公厘的藥卷的標準負載：

$$W_{40} = \sqrt{\frac{V_{32}}{l_{40}}} = \sqrt{\frac{0.6}{0.79}} = 0.87 \text{公尺};$$

$$W_{50} = \sqrt{\frac{V_{32}}{l_{50}}} = \sqrt{\frac{0.6}{0.51}} = 1.08 \text{公尺};$$

$$W_{60} = \sqrt{\frac{V_{32}}{l_{60}}} = \sqrt{\frac{0.6}{0.35}} = 1.30 \text{公尺}.$$

直徑自 32 至 60 公厘的藥卷所受的标准負載各值，如表 4 所示，它們是按照堅強砂岩的爆破条件計算出來的。表 4 也載着关系系数 m_n 的值。 m_n 可用下式求出：

$$m_n = \frac{W_{32}}{W_n}, \quad (3)$$

式中 m_n ——將直徑 32 公厘的藥卷轉化為待求直徑(公厘)的藥卷時，标准負載的关系系数；

W_{32} ——直徑 32 公厘的藥卷的标准負載，公尺；

W_n ——直徑(公厘)待求的藥卷的标准負載，公尺。

如果知道直徑 32 公厘的藥卷的标准負載及其关系系数 m_n 的值，那么，對於各种不同强度的岩石及各种不同直徑的藥卷，可以根据下面公式求出标准負荷的近似值：

$$W_n = \frac{W_{32}}{m_n}. \quad (4)$$

例如要爆破中等强度的黏土質頁岩，對於密度等於 1 直徑為 32 公厘的 6 号硝銨炸藥所構成的藥卷，其标准負載我們採取 0.8 公尺。如果知道直徑 32 公厘的藥卷的标准負載及其关系系数的值，則於炸藥密度相同和岩石强度相同

的情形下，我們可以根据公式(4)求出6号硝铵炸药的直径为40、50和60公厘的药卷的标准负载各值：

$$W_{40} = \frac{W_{32}}{m_{40}} = \frac{0.8}{0.8} = 1.0 \text{公尺};$$

$$W_{50} = \frac{W_{32}}{m_{50}} = \frac{0.8}{0.64} = 1.2 \text{公尺};$$

$$W_{60} = \frac{W_{32}}{m_{60}} = \frac{0.8}{0.53} = 1.5 \text{公尺}.$$

表 4

药卷的直径, 公厘	标准负载 W_n , 公尺	关系系数的值 ($m_n = W_{32}/W_n$)
32	0.70	1.00
34	0.73	0.95
36	0.78	0.89
38	0.82	0.85
40	0.87	0.80
42	0.91	0.76
44	0.95	0.73
46	1.00	0.70
48	1.04	0.67
50	1.08	0.64
52	1.12	0.62
54	1.18	0.59
56	1.22	0.57
58	1.25	0.56
60	1.30	0.53

如果利用上述方法将各种不同直径药卷的标准负载求

出來，那麼對於直徑相同，但密度不同的藥卷的標準負載，也就可以求出來。我們試求直徑為 32 公厘，密度等於 1.5 的壓縮三硝基甲苯藥卷的標準負載。大家知道，密度為 1，直徑為 32 公厘，而重一公斤的粉狀三硝基甲苯藥卷，其長度等於 1.24 公尺；而密度為 1.5，直徑和重量都相同的壓縮三硝基甲苯藥卷，其長度僅等於 0.83 公尺。根據

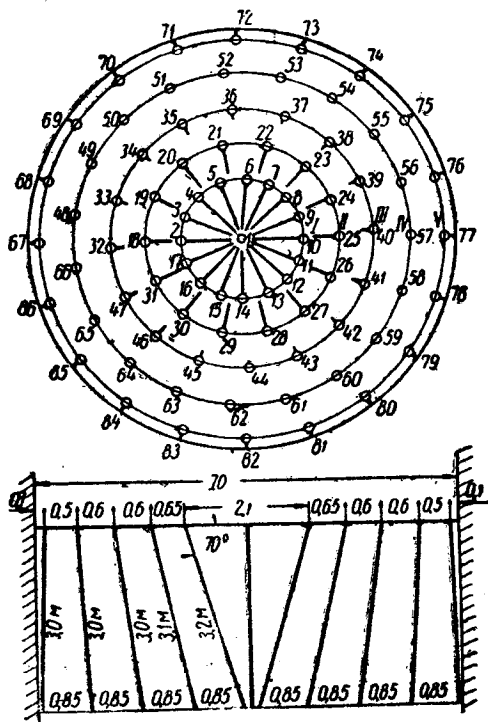


圖 2

实际資料，使用前一种药卷炸破坚强岩石，其标准負載採取0.75公尺。此种药卷爆破时，其爆破漏斗的体積为

$$V = W^2 \times l_s = 0.72^2 \times 1.24 = 0.7 \text{ 立方公尺.}$$

在同一情况下，使用后一种药卷，其标准負載可根据公式(2)求出：

$$W_n = \sqrt{\frac{V}{l_s}} = \sqrt{\frac{0.7}{0.83}} = 0.92 \text{ 公尺.}$$

利用直径为 30—32 公厘的药卷的实际数据以及上述計算大直径药卷标准負載的方法，我們將引証某井筒在坚强砂岩($f=8-10$)中一个掘進循环的鑽眼爆破工程諸数值的計算結果作一比較。掘進直径为 7 公尺。井筒断面为 38.5 平方公尺。採用密度等於 1.4 的 62% 硝化甘油防凍炸药。

“姆什哥道夫斯卡亞”礦井的通風井筒和“委特加-格魯包卡亞”礦井的第二号井的罐籠提升井筒的掘進經驗明顯地告訴我們：井筒掘進直径为 6 和 7.5 公尺时，掘進砂岩每一循环所需的炮眼数目为 73—85 个。眼深不超过 2.5—3.5 公尺。眼深为 3 公尺时，每爆破一立方公尺鑽進的岩体(岩層)平均消耗 62% 硝化甘油炸药 1.6—1.9 公斤。

我們採取 86 个炮眼來作比較計算，各炮眼的排列如圖 2 所示。药卷的直径为 32 公厘。这样，就不致与井筒掘進的經驗数据有所抵触了。

炮眼的深度，它們按照各圈和用途的排列情况，如表 5 所示：

每个掏槽眼的裝药量为 2.25 公斤，其他各眼为 2 公

斤。每循环所需的装药量 Q 为

$$Q = (17 \times 2.25) + (69 \times 2) \approx 176 \text{ 公斤}.$$

表 5

炮 眼	圈 别	药卷的 直径, 公厘	每循环所需炮 眼的数目, 个	炮眼的深度, 公尺	每循环所需炮 眼的总长度, 公尺
掏槽眼	I	32	17	3.2	54.5
中间眼	II	32	14	3.1	43.4
中间眼	III	32	16	3.0	48.0
中间眼	IV	32	19	3.0	57.0
帮 眼	V	32	20	3.0	60.0
总 计	—	—	86	—	262.9

我們將計算井筒掘進每一循环中鑽眼爆破工作的諸數值，各条件仍然一样，但採用大直径的药卷。掏槽眼和中间眼使用直径 60 公厘的药卷，而帮眼則利用 32 公厘的。帮眼不能使用大直径药卷爆破，因为帮眼距离井筒的周边近了，爆破时可能炸坏周边外面的岩石；但如果距离井筒的周边远，炸破断面就会不够而須進行鑽眼和炸破等补充工作。

掏槽眼和第二圈眼每个装药重 8 公斤，第三圈的重 7 公斤，至於帮眼的重 2 公斤，但它的药卷直径为 32 公厘。帮眼仍为 20 个，这就是同整个井筒断面用 32 公厘直径药卷爆破时的情况一样。帮眼装药的总重量为 $20 \times 2 = 40$ 公

斤。

既知道用直徑 32 公厘的藥卷掘進每一循環所需炸藥的總重量(176公斤)、幫眼所需炸藥的總重量(40公斤)以及直徑60公厘每分炸藥量的平均重量(7.55公斤)，就可以確定大直徑藥卷所需炮眼的近似數值了：

$$(170 - 40) \div 7.55 = 18 \text{ 个}$$

諸炮眼的排列，將採用圖 3 所示的方式。

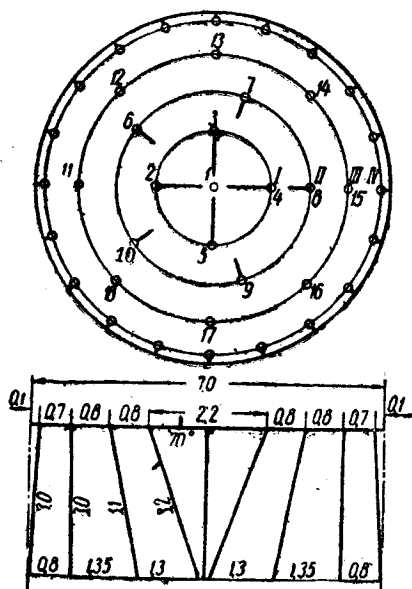


圖 3

各炮眼按照各圈和用途的排列情況，如表 6 所示。

無論採用標準直徑或大直徑(60公厘)的藥卷，這種炮

眼在工作面上的排列方法以及炮眼內藥量分配的方法，都能使爆破每立方公尺鑽進岩體的炸藥消耗量保持不變。採

表 6

炮 眼	圈 別	藥炮的 直徑， 公厘	炮眼的數目， 個	炮眼的深度， 公尺	炮眼的總長 度，公尺
掏槽眼	I	60	5	3.2	16.0
中間眼	II	60	5	3.1	15.5
中間眼	III	60	8	3.0	24.0
幫 眼	IV	32	20	3.0	60.0
總 計	—	—	38	—	115.5

表 7

炮 眼	由 32 公厘的標準直 徑藥卷組成的炸藥量			由 60 公厘的大直徑 藥卷組成的炸藥量		
	炸藥總 重量， 公斤	岩體的 體積， 立方公 尺	爆破每立方公 尺岩體的炸藥 消耗量，公 斤/立方公尺	炸藥總 重量， 公斤	岩體的 體積， 立方公 尺	爆破每立方公 尺岩體的炸藥 消耗量，公 斤/立方公尺
掏槽眼(第 I 圈)	38	3.8	10.00	40	4.0	10
中間眼(第 II 圈)	28	11.5	2.44	40	21.8	1.8
中間眼(第 III 圈)	32	23.0	1.40	56	44.2	1.28
中間眼(第 IV 圈)	38	32.2	1.18	—	—	—
幫 眼(第 V 圈)	40	45.0	0.89	40	45	0.88
總 計	176	115.5	1.52	176	115.0	1.52

用大直徑藥卷和标准直徑(32公厘)藥卷所構成的炸藥量爆破时，各圖炮眼爆破每立方公尺鑽進岩体的硝化甘油炸藥消耗量如表 7 所示。

应用大直徑和标准直徑藥卷的技術指标的比較事項列舉於表 8 中。

表 8 的数据明顯地告訴我們，每平方公尺工作面所需

表 8

項 目	指 标	
	用下列藥卷直徑时：掏槽眼和中間眼60公厘，幫眼32公厘	用32公厘标准直徑藥卷时
井筒的掘進直徑，公尺	7.0	7.0
井筒的掘進断面，平方公尺	38.5	38.5
每循环所需的眼数，个	38	86
每平方公尺工作面所需的眼数，个	1.00	2.2
每循环所需的炮眼总長度，公尺	115	263
炮眼的平均深度，公尺	3.04	3.06
每循环所爆破鑽進岩体的体積，立方公尺	115.5	115.5
每爆破一立方公尺鑽進岩体的炸藥消耗量，公斤/立方公尺	1.52	1.52
每循环的炸藥总消耗量，公斤	176	176
每循环工作面的預計推進距离，公尺	2.50	2.50
爆破效率，%	0.83	0.83
每循环所爆破岩体的体積，立方公尺	96.0	96.0
每爆破一立方公尺岩体的炸藥消耗量，公斤/立方公尺	1.83	1.83
炮眼的單位消耗量，公尺/立方公尺	1.20	2.74
雷管的消耗量，个/立方公尺	0.40	0.90