

平巷钻眼炸破参数的研究

刘传荣 著



252-23

938

U132.31

1.659

# 平巷鉆眼爆破参数的研究

刘清荣著

煤炭工业出版社

0183315

## 內 容 提 要

本書研究与闡述了在不同藥径的条件下,爆炸性能的变化,藥径对瓦斯和煤尘引火率的影响,鑽眼速度与炮眼直径及深度的关系,藥径和炮眼深度对炮眼利用率、炮眼数目、炸藥消耗量、装岩效率和掘进循环时间等的影响。作者根据我国许多矿井的实际資料和进行的試驗对国内外的一些研究結果作了綜合的分析和論述,从而指出了合理的藥径、炮眼深度、炸藥消耗量和炮眼数目的計算式,这对提高掘进速度和降低掘进成本是有重要意义的。

本書可供煤矿、金屬矿建井工程技術人員和科学研究人员,以及国防工程、水利工程、鉄道交通部門的有关爆破作业的施工人員参考;同时,也可供高等院校矿建专业师生参考。

1316

### 平巷鑽眼爆破参数的研究

刘清荣 著

\*

煤炭工业出版社出版(社址:北京东长安街煤炭工业部)

北京市書刊出版业营业許可証出字第084号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华書店发行

\*

开本 $850 \times 1168$ 公厘 $\frac{1}{32}$  印张 $9\frac{7}{16}$  插頁8 字數216,000

1959年12月北京第1版 1959年12月北京第1次印刷

統一書号:15035·980 印数:0,001—3,000册 定价:1.50元

## 序 言

在党中央提出的鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义的总路线的光辉照耀下，我国各项建设事业都有了飞跃的发展，和其他工业一样，采矿工业也获得了很大的发展，而且今后还将继续不断地发展，以满足其他工业对地下矿物的日益增长的需要。

根据煤炭工业部的统计〔1〕，全国煤矿平均生产千吨煤的掘进量为36.65米（1955年上半年的资料，包括岩巷与煤巷），如按我国1959年年产量为3亿3千5百万吨计算时，则所需的掘进量约为12278公里。由此可见，在不断改进掘进技术的基础上，加快巷道掘进速度和降低掘进成本是具有重大现实意义的。因此，研究作为当前岩石巷道基本掘进方法的凿眼爆破技术及其主要参数（炮眼直径、数目、深度、利用率及炸药消耗量等）也就成了当前一项十分必要的工作。

本书是作者在1954~1957年，在党的培养下，进行学习的总结。其中，主要研究了各种不同药径条件下炸药爆炸性能的变化，药径对瓦斯和煤尘引火率的影响，凿眼速度与炮眼直径及其深度的关系，以及岩石平巷掘进工程中药径和炮眼深度对炮眼利用率、炮眼数目、炸药消耗量、装岩生产率和掘进循环时间的影响关系等，并在试验的基础上，对岩石平巷掘进工程中合理药径、合理炮眼深度以及炸药消耗量和炮眼数目的计算方法提出了一些建议。

在整个试验研究和编写过程中，曾得到苏联专家丘普隆诺夫（Г.Д. Чупрунов）和井巷教研室诸老师的热心指导，在进行

試驗時又受到有關礦方在人力物力上的大力支持與協助，在本書付印之際，特向他們致以最深的謝意。

由於作者水平的限制，書中研究的內容還十分不全面，有些提法可能不恰當，甚至是錯誤的，特別是從1958年大躍進以來，在平巷掘進鑿眼爆破技術方面又取得了偉大的成就和創造出很多先進的經驗。由於時間的限制，不能在本書中得到反映，這些都是它的欠缺之處，這裡，我懇切地期待着讀者給以批評和指正。

劉 清 榮

於東北工學院 1959 年

# 目 录

## 序 言

|                  |   |
|------------------|---|
| 第一章 岩石平巷鑽眼爆破发展概况 | 5 |
|------------------|---|

|              |    |
|--------------|----|
| 第二章 試驗工作进行方法 | 21 |
|--------------|----|

|             |    |
|-------------|----|
| 第1节 試驗目的与内容 | 21 |
|-------------|----|

|          |    |
|----------|----|
| 第2节 試驗条件 | 22 |
|----------|----|

|          |    |
|----------|----|
| 第3节 試驗方法 | 24 |
|----------|----|

|            |    |
|------------|----|
| 第4节 試驗計量方法 | 28 |
|------------|----|

|          |    |
|----------|----|
| 第三章 炮眼直径 | 32 |
|----------|----|

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 第1节 炮眼直径在岩石平巷掘进工程中的地位及其意义 | 32 |
|---------------------------|----|

|                  |    |
|------------------|----|
| 第2节 藥径对炸藥爆炸性能的影响 | 37 |
|------------------|----|

|                    |    |
|--------------------|----|
| 第3节 炮眼直径与鑽眼速度关系的研究 | 59 |
|--------------------|----|

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第4节 炮眼直径对平巷掘进鑽眼爆破参数的影响 | 94 |
|------------------------|----|

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 第5节 岩石平巷掘进工程中合理藥径的决定 | 139 |
|----------------------|-----|

|           |     |
|-----------|-----|
| 第6节 本章的結論 | 148 |
|-----------|-----|

|          |     |
|----------|-----|
| 第四章 炮眼深度 | 149 |
|----------|-----|

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第1节 炮眼深度在岩石平巷掘进工程中的作用 | 149 |
|-----------------------|-----|

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 第2节 炮眼深度計算公式的分析 | 150 |
|-----------------|-----|

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 第3节 炮眼深度与鑽眼速度关系的研究 | 163 |
|--------------------|-----|

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 第4节 炮眼深度对平巷掘进鑽眼爆破参数的影响 | 173 |
|------------------------|-----|

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 第5节 平巷掘进工程中合理炮眼深度的决定 | 220 |
|----------------------|-----|

|           |     |
|-----------|-----|
| 第6节 本章的結論 | 223 |
|-----------|-----|

|           |     |
|-----------|-----|
| 第五章 炸藥消耗量 | 224 |
|-----------|-----|

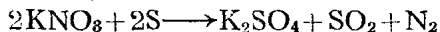
|                        |     |
|------------------------|-----|
| 第1节 炸藥消耗量在岩石平巷掘进工程中的意义 | 224 |
|------------------------|-----|

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第2节 影响平巷掘进炸藥消耗量諸因素的研究 | 226 |
|-----------------------|-----|

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 第3节 現有炸藥消耗量諸公式的分析 .....       | 243 |
| 第4节 本章的結論 .....               | 262 |
| 第六章 炮眼数目 .....                | 263 |
| 第1节 炮眼数目在平巷掘进中的意义及其影响因素 ..... | 263 |
| 第2节 炮眼数目計算公式的分析 .....         | 264 |
| 第3节 本章的結論 .....               | 287 |
| 結 論 .....                     | 288 |
| 引用文献 .....                    | 295 |

## 第一章 岩石平巷鑽眼爆破发展概况

我国在人类历史上最先发明了火藥和开凿盐井的机械。根据唐代炼丹家孙思邈所著“丹經內伏硫黃法”一書可知，我們祖先早在7~9世紀已制成功完全具备硫、硝和炭三种成分合成的火藥，在化学理論上，該火藥的反应式为：



虽然火藥发明較早，但在初期并未直接应用于采矿和掘进工程中。从北宋(公元10~11世紀)时代朱弁先生著之“曲洧归聞”一書中讀到：“嵩少比南方山极雄壯，然石多而土少，乏秀潤之气，石皆堅頑不可鑄凿，峻极。上院尝于其院东凿井，經年才达丈許，每凿一寸僱佣錢至一千，匠者不至也。法当积薪其中燃之乘热沃以醢醋，然后施工，庶乎其可也”。可見，当时在坚硬岩石中掘进时并未采用火藥爆破方法，而是用手凿法，并認為可以用热胀冷縮的原理，即“积薪其中燃之，乘热沃以醢醋”，使岩石表面产生裂縫，以利凿岩。在南宋时代(1101~1276年)与元代(1277~1367年)，火藥用于軍事的記載較多，但仍未发现用于掘进工程。迄至明代，在凿岩、凿取矿石以及打盐井等方面已經有了相当的发展，在1639年(明思宗崇禎十年)宋应星著之“天工开物”〔2〕一書中，关于凿岩工具及凿岩方法已有較詳細的記載。例如，該書第五卷中曾写道：“盐井周围不过数寸。其上口一小盂复之有余。深必十丈以外。乃得鹵性。故造井工費甚难。其器冶鉄錐如碓嘴形。其尖使极剛利。向石山舂凿成孔……大抵深者半載。浅者月余。乃得一井成就。”由这段文字可見当时打盐井的一般概貌。

在清朝，特别是在19世紀的末叶，随着采煤与采矿工业的

发展，井巷掘进工程量亦逐渐增多，掘进鑽眼爆破工程也就得以大力发展。在这一段时期中，火藥已从軍事上逐渐推广至采矿以及其他工程方面应用。为适应于凿出装放火藥的炮眼以进行爆破的要求，凿子就被釐子所代替。这种炮眼法爆破迄今仍为巷道掘进时主要的装藥結構形式之一。

手工凿岩采用的釐子(图1)由实心鋼制成，其断面形状有四角、六角、八角和圓形。釐头形状起初为一字形一种，而后

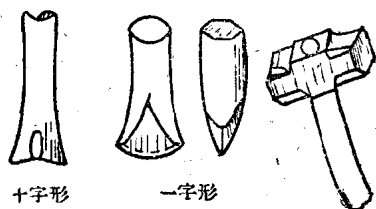


图1 手工凿岩用的釐子与手锤

为了适应于在节理及裂隙发达的岩层中凿岩，又增加了十字形与星形釐头。一字形釐头有平刃、弧形刃及矛头形刃。各种釐头的刃角均介于 $60^{\circ}$ ~ $110^{\circ}$ 之間，在坚硬岩石中刃角更大。凿岩所用之

手锤(图1)重量随操作人数而异：单人凿岩时，手锤重通常为1~3公斤；双人凿岩时为3~6公斤。手工凿岩的輔助工具有：掏清岩粉用之鉄掏勺以及水壶（凿岩时向孔內灌水，以提高凿岩效率及防止堵釐）等。

手工凿岩每分鐘打击次数在双人操作时为30~50次；单人操作时50~70次。根据岩石性質、凿岩工具質量和炮眼直径、深度及方向的不同，手工凿岩的生产率变化范围很大：一般在軟岩中为4~8米/工-班，在硬岩中为1~4米/工-班。手工凿岩釐子的分級見表1。

手工凿岩对于井巷掘进鑽眼爆破綜合工作的进一步发展起着极大的阻碍作用。根据本溪煤矿、田师付煤矿及賽馬煤矿在使用手工凿岩时期平巷掘进的資料得知：在石灰岩、砂岩与頁岩中所掘进的平巷断面积多为4~8平方米，藥径为20~25毫

米，炮眼直径为 30~35 毫米(最后在1930—40年藥径增至32毫米，炮眼直径相应地增至 36~42 毫米)，炮眼深度介于 0.6~1.2 米之間，每平方米工作面上的炮眼数目为 3~6 个，炮眼利用率 0.5~0.7，掏槽形式主要是椎形一种。炸藥类型在初期只有黑火藥一种(后期采用硝化甘油炸藥及硝鉍炸藥)，以火捻子，即以黑火藥制成的导火綫起爆。炸藥消耗量均按經驗而定，并无准确的統計資料。掘进工作面每班工人数为 5~10 人，每完成一次循环需 1~2 日，平均月进度为 8~15 米。很明显，为了提高掘进速度，必須將鑽眼工序以及其他掘进工序机械化，增加藥径，减少工作面炮眼数目，縮短凿岩時間及提高炮眼利用率。由此可見，在手工凿岩时期，改进掘进技术的关键已归结为凿岩机的創制及运用。

手工凿岩钎子分級表

表 1

| 編 号 | 单 人 凿 岩   |            |           | 双 人 凿 岩   |            |           | 註 解                 |
|-----|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|---------------------|
|     | 钎子长度<br>M | 钎头直径<br>MM | 藥 径<br>MM | 钎子长度<br>M | 钎头直径<br>MM | 藥 径<br>MM |                     |
| I   | 0.3-0.6   | 24-26      | 20        | 0.5-0.9   | 32-34      | 25        | *另有 20~23<br>MM 的藥卷 |
| II  | 0.6-0.9   | 23-24      | ◇         | 0.9-1.3   | 30-32      | ◇         |                     |
| III | 0.9-1.2   | 22-23      | ◇         | 1.3-1.7   | 28-30      | ◇         |                     |
| IV  | 1.2-1.5   | 22         | ◇         | 1.7-2.1   | 27-28      | ◇         |                     |

在这里，有必要簡述近百余年来在巷道掘进鑽眼爆破技术方面国外出現的一系列重要的改革。就凿岩方面而言，1857 年世界上出現了第一台原始形式的冲击式凿岩机，随后經過各国設計家們在凿岩机构造上，特別是对配气裝置的不断改进，而使其日益完善并付諸于应用。由此，使整个掘进鑽眼爆破工作的面貌焕然一新：大大地提高了鑽眼速度和掘进速度，并显著

地改进了鑽眼工人的劳动条件。为配合凿岩机操作，还創造出不同形式的凿岩机支架。随着湿式鑽眼的应用，实心鋼釘被代之以中空六角鋼或中空圓鋼。此外，釘头形式亦有所改进，特别是1934~1935年，苏联最先将硬質合金及活釘头大量地应用于鑽眼工程中，这样不仅使鑽眼速度及鑽眼工效率大为提高，并且創造了鑽凿大直径炮眼的条件，便于新型釘头（超前刀、Z形、Y形、断續刀、中空一字形等）的制造。

在这一时期里，爆破工程也发生了很大的变化。繼黑火藥后，出現了许多新品种炸藥〔3~6〕，其中重要的发明有：1799年英国炼金术家高瓦尔德(Govard)試制成雷汞；1812年俄国通訊院士西林格(Б.Спринг)創造了电气爆破法；1831年法国毕克佛尔德(Bickford)研究緩燃导火綫成功；1853~1854年俄国科学院院士季宁(Н.Н.Зинин)发明了强力硝化甘油炸藥；1863年威尔布兰德(Wilbrand)发现三硝基甲苯；1867年瑞典欧利生(И.Ольсен)和諾尔宾(Х.Норбин)二氏合作制成硝鉍炸藥，并不久即用在掘进及采矿工程中；1890年俄国卓越化学家門德列也夫(Д.Менделеев)研究无烟胶質火藥成功。近来，在许多国家均先后試驗了集中穴爆破、空隙爆破、导爆綫爆破、毫秒延发爆破等等。在岩石平巷掘进所用的鑽眼爆破参数方面：苏联、美、英等国所采用的藥徑直到目前为止，皆以32毫米为常見，其中苏联由1950~1952年开始于平巷掘进工程中試驗40~55毫米的藥卷爆破，而在捷克、瑞士、日本等国还应用一部分24~28毫米的小直径藥卷。炮眼深度介于1.5~3.5米之間。炮眼数目通常为2~3.5个/平方米。炮眼排列以楔形、直綫式及底部傾斜掏槽为最广。

我国最先发明的火藥和吊繩冲击式凿岩机构，曾对世界各国作出貢獻，而外国的鑽眼爆破新技术，对我国掘进工程技术

的发展与提高又起着重大的推进作用。

在解放前数十年的国民党统治时期中，许多矿山控制在帝国主义手中，它们进行掠夺式开采，根本谈不上发展民族的采矿业及鑽眼爆破技术。因此，近百年来我国掘进鑽眼爆破工程技术，正如其他部门的技术科学一样，已经落后了。解放前，在绝大多数地方经营的矿山中，巷道掘进依然应用着手工凿岩方法，掘进速度很低。在生产量大的矿山和东北大部分矿山，只从1935~40年以后才用凿岩机代替了手工凿岩。根据当时资料的記載〔7〕，撫順和鞍山二矿区在岩石平巷掘进时所采用的鑽眼爆破参数如下：藥径25、28与32毫米；炮眼深度1~1.5米，有时达2.5米；炮眼数目3~5个/平方米；炮眼利用率为0.6~0.8。在軟岩中炸藥消耗量(硝铵炸藥)为0.5~2公斤/立方米，在硬岩中每2~4公斤/立方米。

掘进作业方式以单行为主，每2~3班完成一次掘进循环，其中鑽眼时间占35~65%。工作面凿岩机台数1~3台，平均每台所占面积为3~8平方米。掘进速度虽然比以前手工凿岩时大为提高，但平均月进仍然甚低。根据西安富国坑1940~1945年的资料，在砂質頁岩和凝灰岩中掘进6~10平方米的水平巷道，月进介于13.6~50.6米之間，平均月进20~30米。撫順老虎台煤矿1947~1949年全矿岩石巷道平均日进0.8~1.0米（相当于月进24~30米），掘进工平均效率为0.35立方米/工。

1949年全国解放以后，随着我国国民经济的恢复和第一个五年计划的开始，掘进凿岩爆破工程亦如其他工程一样，以空前的高速度向前发展着。在党和政府的关怀和正确领导下，通过努力学习苏联及其他国家的先进經驗，以及全体掘进工作者的创造性劳动，我們在巷道掘进鑽眼爆破工程技术方面已取得了很大的成就。

鑽眼工程重大改革之一是在普遍应用凿岩机的基础上，大力推行了湿式鑽眼法。解放之初，首先于鞍鋼所屬矿山、本溪南芬鉄矿、撫順和北票矿务局成功地試驗与使用了湿式鑽眼。开灤煤矿和华同銅矿于1955~1956年采用了側向供水法。开灤唐家庄煤矿在总结側向供水的資料中指出：該矿推广側向供水之后，鑽眼工效率提高7%，每班总鑽眼时间节省30分鐘，同时，与原軸向供水比較，每台班凿岩机可节省滑潤油0.2公斤。湿式鑽眼的效果不仅仅是在一定程度上加快了鑽眼速度，更主要的是有效地降低了工作面空气含尘量，成为預防矽肺病的重要措施之一。众所周知，过去我国某些有色金屬矿山的矽肺病是相当严重的，解放后，政府对这問題十分重视。根据国务院1956年的規定〔8〕“矿山应采用湿式凿岩和机械通风”，而且要求有矽尘危害的“工作地点每立方米所含游离二氧化矽10%以上的粉尘，在1956年內基本上应该降低到2毫克，在1957年內必須降低到2毫克以下”，同时，对預防检查和已患病者的治疗与疗养等方面做出具体明确的規定，这說明政府对工人的关怀和我国社会制度的优越性。

鑽眼工程的另一重要改革是硬質合金活釐头的应用。根据弓长岭和南芬二鉄矿的統計資料，每台班所需之碳素鋼釐子为40~60根，在极坚硬岩石中达80~100根。如平均每台班以50根釐子計算，井下有10台凿岩机工作时，每班計需500根，加上周轉量与修釐量时共需1500~2000根，这就需要大量的劳动力从事修釐及运釐工作。从具体情况来看，本来只需修釐头而不必連釐杆一起往返运输，然而当未采用可卸式的活釐头之前是无法解决的。硬質合金活釐头使用之后，对同样供应10台凿岩机而言，只需100~150根就够了，即約减少10~15倍。在試制硬質合金活釐头的过程中，曾遇到許多技术方面的困难，弓

长岭铁矿足足用了一年的时间(1951~52)才能利用我国自制的钨钴合金片制成功合乎要求的活钎头。同时应指出,该矿在试制过程中曾得到苏联专家阿良姆斯基(А. М. Алянский)在理論上与实践上具体的指导与帮助,

才使得一些技术问题,如掉角、脱片以及易打坏丝扣等问题得以尽快地解决。现在,除矿山自制一部分硬合金钎头而外,已由沈阳矿山机械厂集中大批地制造了。在华同、弓长岭、清原等矿还试验了超前刃及中空一字形钎头,1954年沈阳矿山机械厂试验了多刃形钎头与中间夹钢芯的钎头(图2),其结果证明:夹钢芯的一字形钎头与普通一字形钎头比较,

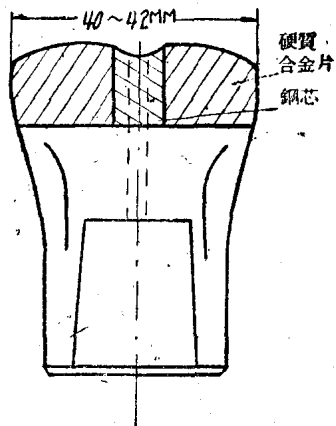


图2 沈阳矿山机械厂试验的  
中间夹钢芯一字形钎头

可稍提高鑽眼速度、降低硬質合金片的消耗,并且可利用废合金片,因而能降低钎头的制造成本。

我們知道,我国工人阶级在鑽眼工具方面已有許多发明、創造和改进。1951年蛟河矿务局任耀常和韓錫貴改进了五角星型掏槽钎子〔9〕;使当时劳动效率提高60%之多。1952年滴道矿技术員李运森利用废鉄管創制凿岩机推进器成功〔10〕。通化矿务局掘进工人創造性地利用钎子作为凿岩机的支架(图3),其构造极简单,使用方便,并且可減輕鑽眼工体力劳动及操縱人数(由2~3减至一人操縱一台),同时也解决了該矿务局风动支架供应不足的困难。北票冠山矿和第三銅矿楊清国、李耀志〔11〕等創造了短钎子及废钎子的接长方法,使废品得以利用。

营城煤矿工人衣立有〔12〕創造能增加风量 and 避免夹钎事故的五眼风钎子(图4)。1956年傅景新創造了气力控制凿岩台車〔13〕,

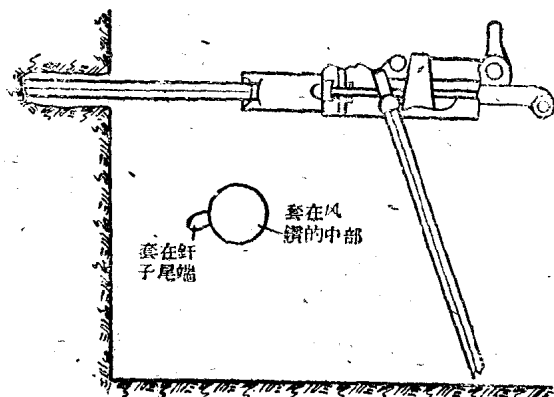


图3 通化矿务局利用钎子作凿岩机支架的示意图

并繼續研究試制安4台的凿岩台車。上述这些改进与創造皆对鑽眼工程有很大帮助。今后在鑽眼工具方面应研究如何提高凿岩机性能及鑽眼速度、新钎头形状以及在研究岩石破碎的理論基础上改进鑽眼工具。

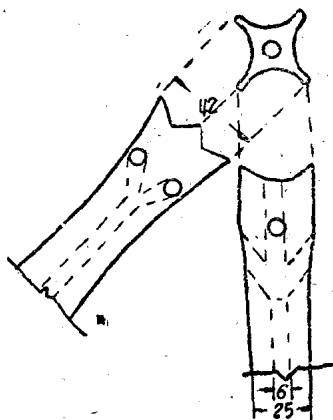


图4 营城煤矿創造的五眼风钎子图

解放以来,在平巷掘进爆破工程方面已取得了一系列的成績。在掘进工作面中完全采用了硝鉍炸藥或硝化甘油炸藥,并統一了藥卷的規格,其直径以32毫米为主。在金属矿山的起爆方法以导火綫为常見,而在煤矿的掘进工程中則多采用电爆破。为了提高导火綫起爆的效果及操作安全性,1952~1953年青城子鉛矿工人同技术人員共同創造了“一

次点火法”，即利用一根主导火綫与其他已装好藥的炮眼中的导火綫各端相連接，在爆破时只需点燃一根主导火綫即可。鞍鋼所屬鉄矿亦試驗了利用金屬絲的电阻热一次点火；并且可以远距离操縱。东北有色金屬矿山在巷道掘进工程中推行的“爆破手制度”在正規作业和安全方面收到了显著的成效；并很快在全国有色矿山中得到推广。根据有色金屬管理局的总结資料，仅就安全方面一項而言，1955年的爆破事故次数已經从1953年的100%降低到46.67%。在装藥方法方面，我国許多金屬矿与煤矿从1952~1953年开始試驗与試用空隙装藥与集中火爆破。天府煤矿在坚硬石灰岩中掘进平峒，为克服炮眼利用率过低的缺点，在集中穴爆破的基础上改进成定向爆破[14]，即在每个掏槽眼中沿縱向設集中穴(图5)。根据該矿統計資料：使用定向爆破法之后，由于炮眼利用率提高，使平均日进度由推行前的5.2米增加至6.6米，即增加26.8%，炸藥消耗量由1.987降至1.694公斤/立方米，即减少14.7%，雷管减少24.4%。撫順、北票、通化矿务局自制簡易的炮眼充填器(图6)，改进了装藥工作。在炮眼排列方面，已有許多創造性形式，除椎形、楔形掏槽外，尚有直綫式一类多种多样的掏槽。1952年賽馬矿务局王成多掘进組創造“二次掏槽法”，使劳动效率与每循环进度显著地提高了。龍烟鉄矿馬万水掘进小組善于根据工作面岩石性質及其层理节理不同的具体条件，相适应地改变掏

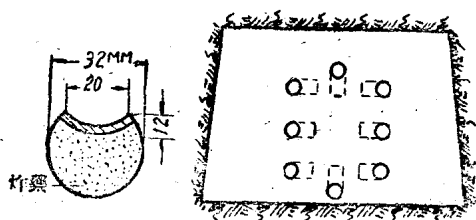


图5 掏槽眼走向爆破示意图

槽形，如三角锥形掏槽、双楔形掏槽、直线形等；掏槽眼倾斜方向凡在能够调动凿岩机方便的条件，皆随层理节理而变化（图7）。

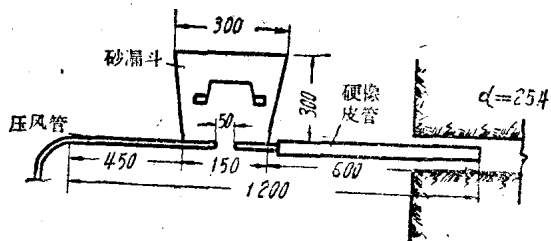


图6 炮眼充填器



图7 馬万水掘进組根据工作面岩石情况布置掏槽眼的示意图

实践证明，大眼掏槽是最有效掏槽方法之一，青城子鉛矿、洪山煤矿、蛟河矿务局于1951~1952年前后开始了这种掏槽的試驗。大炮眼的直径在岩石巷道中为60~80毫米，在煤巷中达100~120毫米。試驗的結果表明：随着巷道掘进条件的不同，炸藥消耗比原来普通直径掏槽时降低平均为10~20%，炮眼利用率提高平均为10~25%，劳动效率与进度也有所增加。在表2中列出青城子鉛矿二种掏槽結果对比的資料。

第一錫矿由1953年开始試用各种掏槽形式以适应于岩石性質；其中获得主要成績的掏槽形式是大眼掏槽。該矿使用KIM-4型凿岩机，在矽化石灰岩的掘进工作面中采用一字形与十字形針头，大眼直径为68~80毫米。从1955年7月迄1956年6月为止，全矿90%以上的掘进工作面使用大眼掏槽。表3