

采矿文集

凿岩爆破

閱覽室用書 携出室外

2

冶金工业出版社

采 礦 文 集

第 2 輯

雷 岩 爆 破

冶 金 工 業 出 版 社

采矿文集 (第2輯)

凿岩爆破

冶金工业出版社出版 (北京市东直门里45号)

北京市书刊出版业营业登记证出字第093号

中央民族印刷厂印 新华书店发行

1959年8月第一次

1959年8月 北京第一次印刷

印数3,000册

开本850×1168·1/32·120,000字·印张4²⁰/₃₂

统一书号15062·1749

定价0.60元

21/

出版者的話

几年来，我国的采矿工业在生产建设和科学研究等各方面有了飞跃发展，取得了很大成就。各矿在不断吸收国内和国外技术经验（主要是苏联的经验）和不断创造经验的过程中一日千里地前进。为了及时介绍国内外的先进技术，广泛交流经验以满足采矿工业飞跃发展中广大职工学习技术的需要，我们决定按专题选编国内外有关采矿工业生产建设和科学研究的文章，以“采矿文集”的形式分辑出版。

在这本“采矿文集”第二辑中选编了20篇有关凿岩爆破方面的文章，可供各地矿山生产、设计、研究单位的工作人员和大专学校采矿专业的学生参考。

目 录

論坚硬岩石內的高溫鑽进·····	1
掘进水平坑道时打眼用活动鑽架·····	11
凿岩爆破参数对劳动生产率和出矿强度的影响·····	13
論快速冲击凿岩机的操作性能·····	25
坚硬岩石的高溫鑽凿法·····	36
論鑽刃不連續的活鑽头·····	42
ЭД-8-56 型电雷管的生产試驗結果·····	45
水平坑道掘进中的微差迟發爆破·····	53
用液压机进行矿石的二次破碎·····	56
国外的廻轉冲击式凿岩·····	65
ПР-20和ПР-23型高速冲击凿岩机·····	82
不拒爆微差迟發爆破·····	90
大爆破后采場通風試驗·····	96
新的即發与微差迟發电雷管·····	102
用微差迟發电雷管爆破圓柱藥包的效果·····	109
耶列諾夫斯基矿务局露天矿的凿岩爆破工作·····	116
鋼繩冲击式鑽机的合理化給水方法·····	122
圓柱藥包的指向地震和爆破作用·····	125
北方鋁业公司利日-庫巴矿山的微差迟發爆破·····	133
迟發間隔次数多的电气爆破法·····	135
潜孔式凿岩机組在吉米尔塔烏矿山的应用·····	140

論坚硬岩石內的高溫鑽進

Б. И. 卡 敏 卡 工程 師

露天矿企业建設所要求的凿岩爆破工程量甚大，其中最繁重的是鑽凿炮孔。目前在坚硬岩石內此項工程主要是靠能力極小的КУБ鑽机进行的。例如在普氏硬度系数 $f=16$ 的花崗岩內用БУ-202、СБ-1 及其他型式的鋼繩冲击式鑽机在 8 小时班內只能鑽進不超过 2.5~4.0 公尺的炮孔（直徑 200~350 公厘）。КУБ鑽机需要經常更換（8 小时 5~10 次）重型的鑽头及其有系統的和良好的鍛修。亦即需要有專門的鑽头鍛修工厂。調动重型的鑽具是一項繁重的作业，所以鑽机的司机往往宁愿使用明显地鑽鈍的鑽头来拖延鑽头的更換作业，从而大大地降低了 КУБ鑽机的能力。

因此高溫凿岩是有巨大实际价值的，在坚硬岩石內高溫凿岩是一种具有高度效率的鑽孔方法。

高溫凿岩的原理是通过對岩石的急剧加热而使其破坏。在高溫作用下有两种已知的破坏形式：局部烘燒熔解〔1〕和碎裂脫落。

第一种破坏形式是用“氧气槍”燒透岩石；此时岩石依靠在氧气流中燒紅的铁来加热、熔化并从燒穿的炮眼內流出。这种方法适用于冶金工业当中，而未曾用于采矿工业，因为炮孔（炮眼）底部的快速凝固性熔融矿渣不易排除，同时铁的消耗量也很大（直徑为 30~80 公厘的 1 公尺炮孔需要 25~40 公斤铁）。在采矿工业中較有前途的是第二种高溫破坏形式。因此，用于高溫鑽机的一切專門設備都是根据岩石內各种矿物由于热膨脹不均匀而引起碎裂脫落这一原理来制造的。在强烈加热下所产生的分子內部应力極大，所以岩石細粒脫离整体，岩

石随即碎裂而脱落。岩片的尺寸介于数十微米到3~5公厘之間。由于悬浮的粉塵强烈地为燃燒咀冷却水的蒸發蒸汽所沉降，所以粉塵总的产生量少于普通鑽机工作时的粉塵产生量。

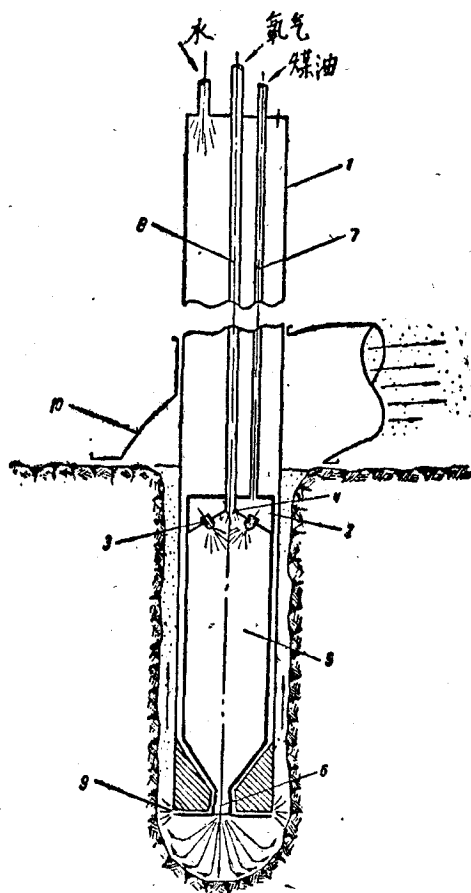


圖1 高温鉗杆构造原理圖

1—无缝鋼管制的圓柱形中空鑽杆；2—燃燒室前部；3—燃燒喷射器；4—噴氧器；5—燃燒室本体；6—噴火咀；7—煤油或其他燃料軟管；8—氧气軟管；9—冷却水排出孔；10—含有岩石破坏粒子的气体扩散器

現在許多国家的高温鑽孔法获得了巨大的發展。美国、加拿大、南非等国采用数十种高温凿岩設備，用以鑽凿炮孔或扩大炮孔底部（藥壺），以便放置藥包。

苏联对于高温凿岩設備进行了一系列的设计工作，同时，其中有些設備已經投入工业試驗。其中应当指出的設備有：在“烏拉尔人”КУБ型鑽机基础上装配成的莫斯科斯大林矿业学院的高温凿岩設備（领导者是技术科学博士P.П. 卡普魯諾夫教授），巴烏曼MBTY型高温凿岩設備（领导者为A.П. 瓦西里

也夫副教授)，哈薩克矿冶学院的高溫凿岩設備（領導者為技術科學博士 A.B. 布里契金教授）以及國營全蘇發電站及工廠動力設施合理化托拉斯建設研究所的高溫凿岩設備（Г. 庫依別謝夫）。但是這些設備需要一定的改進，因為其所鑽的炮孔深度是 2~4 公尺，而僅在個別情況下達到 5 公尺。構造上比較成熟的高溫凿岩設備，是 СТБ-1 型自動高溫凿岩設備，這種設備是由哈里科夫航空學院工作者在技術科學副博士 Н. П. 戈爾達也夫副教授領導下協同“爆破工業建設”托拉斯工作者集體創造的。這個集體的成員是：Е. П. 保列維契卡，Н. Н. 波波夫及 А. П. 比爾辛等工程師。這種設備的鑽進速度達到 8 公尺/小時。

在 1956~1957 年內，該設備在克里沃羅格花崗岩露天礦經過了試驗，試驗效果良好，其所鑽的炮孔直徑為 150 公厘，深度 8 公尺。①

СТБ-1 型設備的主要工作機構，是噴射式燃燒室，其中安

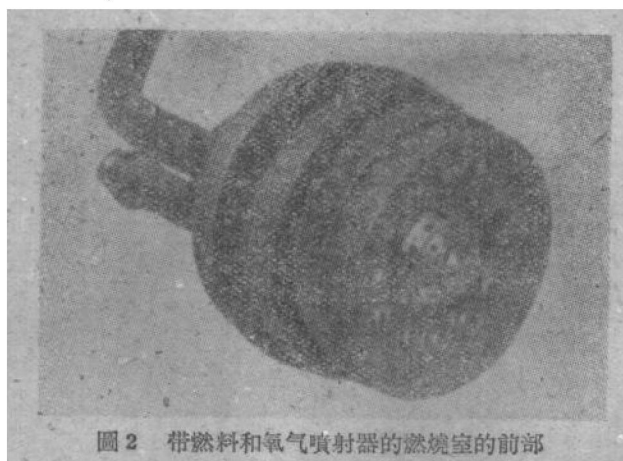


圖 2 帶燃料和氧氣噴射器的燃燒室的前部

- 該種設備還在南部采選聯合企業礦山的剝離工程中進行了試驗，這裡由於岩石內含有氧化鐵致使孔底熔解以及由於用於這種條件的工作制度不完善，所以效果較差。

有喷射器，燃烧室的末端是炽热气体喷出装置。高温钎子构造原理如图1所示〔3〕，而燃烧室前部的燃料和氧气喷射器如图2所示。燃烧室内借助于离心式喷射器使雾化的燃料与压缩氧气混和并在混合物燃烧时产生 $3200\sim 3500^{\circ}\text{K}$ 的气体。这种气体以超音速通过喷火咀射出，并冲击孔底，使岩石破坏。由于喷火咀内气体的膨胀，气流的温度在孔口截面上下降 $1/3\sim 1/2$ ，而后由于往孔底冲击结果，复又上升至最初数值。气流的温度取决于燃料成分比与燃烧室内燃烧作用的强度。

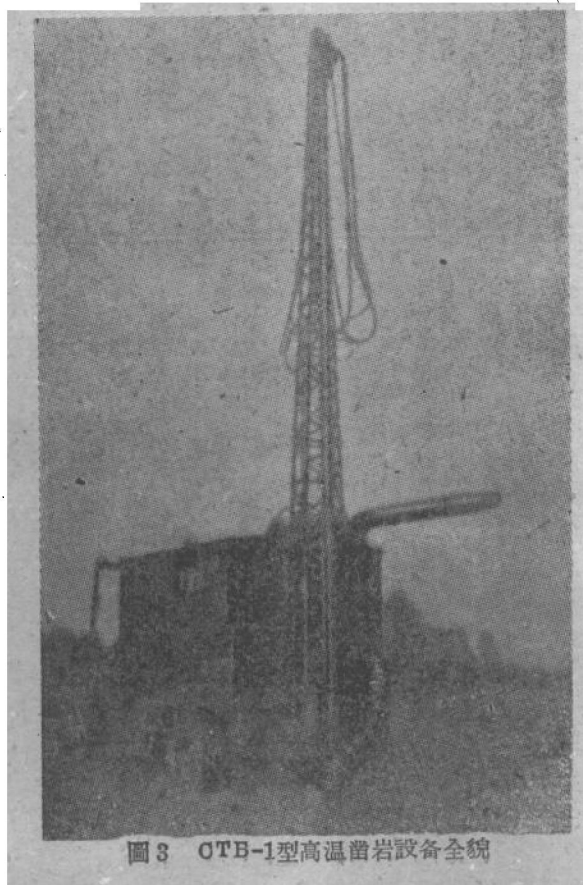


圖3 OTB-1型高溫岩設備全貌

压入鑽杆內腔的水，流入燃燒室的管間冷却空隙并通过燃燒室壳体下部的水孔而流出，其与热气流混和后几乎完全蒸發。气体和水蒸气由于高压結果带着矿泥而沿管外空隙排入大气。为了創造高溫釐子的安全工作的条件，在炮孔上方安装一个扩散器，将气体与岩石混合物排到设备之外。

СТБ-1高溫凿岩设备安装在三ИС-150汽車上（圖3）。高溫釐子長度9公尺，安装在網状导向鉄塔上，并借助于特种裝置，除能上下移动外，还能作360°的可逆回轉。鉄塔和高溫釐子能牢固地固定于任何位置上（从垂直到水平），因此可以鑽凿任何角度的炮孔。可逆式水力發动机能平稳地改变設備推进速度（达18公尺/小时）、高溫釐子的轉数（从2到20轉/分）及其运转方向。为了能迅速地沿鉄塔升降高溫釐子，还装有專用电动机；鉄塔本身也有升降用發动机。發动机总的額定功率为14瓩。为了抽吸从炮孔中逸出的带有岩石粒子的气体和蒸汽，安有扇風机，将这些气体通过設備頂上的管道排出。

全部机构是由汽車內工作台上集中操縱的。除了按鈕和操作杆以外，在工作台上还安有高溫凿岩設備的各种控制仪表，用以表示燃燒剂消耗量、釐子推进速度、燃燒和水的压力、燃燒室內气体的压力以及鑽进深度等。

高溫凿岩設備的全部主要操作过程都是自动化的。并且这种設備进入凿岩操作制度后而完全自动工作。鑽进时司机的职能将只是控制仪表的讀数及在設備操作情况离开規定制度时操縱按鈕和操作杆。設備工作的可靠性和安全性用下列自动裝置来保証：終点开关（当鉄塔处于終点位置时用以切断鉄塔升降机构），自动开关（当冷却水中断时用以防止燃燒室过热），鑽机自动停止裝置（当氧气或燃料供給中断时）以及設備操作中所能产生的其他事故裝置。

燃料（煤油、汽油、柴油机燃料）桶放在鑽机汽車上，水盛于另一桶內，同时，如无水管，必須具有备用的儲水容器。

煤油的小时用量为50~130公斤，水为3.5立方公尺以下。压力达150 計示大气压的备用气态氧儲存在40个40公升的氧气瓶內，这些氧气瓶装成双軸式汽車拖車上（圖4）。一輛拖車上氧气的全部儲备量为200 立方公尺，能够保証设备大約两小时的連續工作。每瓶氧气首先送到斜台式压力調节器，由此使其压力降至工作压力（15~20 計示大气压），而后通过停气閥和軟管送往凿岩设备。氧气的供应由总操縱台远距离操縱。



圖4 安装在双軸式拖車上的氧气瓶組

高溫釐子的鑽进能力在頗大程度上取决于噴咀裝置。不論苏联或国外，高溫设备的实践工作表明，多咀式噴火裝置較好，尤其是两个噴咀略微离开高溫釐子中心綫的并与此中心綫成不大角度的双咀式噴火裝置更佳。当高溫釐子逆向迴轉时，这样布置的噴咀能使岩石受到从其中射出的熾热气体的最大破坏（脫落）并能保証设备的高度鑽进能力。

炮孔直徑取决于高溫釐子的降落速度。当鑽杆直徑（亦即燃燒咀，因为它们直徑是相同的）为102公厘时，炮孔的平均直徑为130~160公厘（圖5）。

但是当鑽杆降落速度略微减低后，有可能使炮孔直徑增

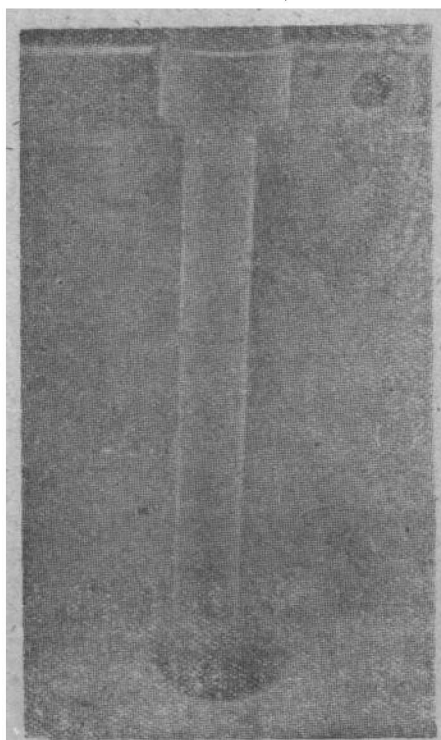


圖5 在花崗岩露天采矿場上用CTB-1型鑽機凿掘的炮孔口，其上是升起的高溫釐子

大，这可以用来扩大炮孔底部，以造成“藥壺”[●]。

为了减少氧气消耗量，哈里科夫航空学院作了一些試驗。以确定用空气代替部分氧气的可能性。試驗是用富含氧气（25~40%）的压缩空气进行的，其效果良好（设备的能力有一定的下降）。此时由專用压缩机沿单独软管供給压缩空气，压缩机安装在高温凿岩设备旁边。例如列宁魯达托拉斯的十月露天矿（克里沃罗格）在硬度系数 $f=14\sim 16$ 的花崗岩內利用富含氧气的压缩空气鑽凿了許多炮孔。表

1 所列是鑽凿 8 公尺深的炮孔結果。

在試驗台上对各种岩石样品的多次鑽凿試驗及工业試驗表明，在結晶构造十分明显的花崗岩型岩石內高温凿岩的效果最好。在沉积岩和非晶質岩石內鑽进速度較慢。如岩層內含有石

- 美国和加拿大的某些企业專門利用高温凿岩设备来造成炮孔內的“藥壺”，而炮孔則用其他方法（鋼繩冲击式或迴轉式凿岩法）鑽凿。为此利用專門扩大器，而扩大器的噴咀裝置与鑽杆的垂直中心綫成很大的位置角，形成燕尾形。

表 1

指 标 名 称	测 量 單 位	观 測 編 号			每公尺炮孔 的平均数据
		1 号	2 号	3 号	
炮孔深度	公尺	8.15	7.9	8.0	—
炮孔直径	公厘	150	150	150	—
鑽进速度	公尺/小时	3.9	3.9	4.0	—
燃燒室内的压力	計示大气压	4.0	4.0	4.2	—
煤油消耗量	公斤/小时	54.0	54.0	55.0	6.7
氧气消耗量	公尺 ³ /小时	107.0	107.0	110.0	13.5
压缩空气消耗量	公尺 ³ /小时	190.0	220.0	200.0	25.4
水的消耗量	公尺 ³ /小时	3.0	3.0	3.0	0.38

英，則能加速鑽进过程，因为在加热时石英由一种变体轉为另一种变体，这时其体积發生急剧变化，从而促进了热应力的产生，亦即对岩石碎裂过程起良好的影响。在成分中含有氧化铁的岩石内會發生金屬熔融現象，从而在孔底內形成快速冷凝皮或燒結皮，并在1~1.5公尺的深处釐子便停止向岩石內繼續鑽进。但是国外在鉄燧岩內順利地鑽进的事实說明了必須繼續試驗对含有氧化鉄岩石的高溫鑽进，以便創造在这种岩層內能够利用本国高溫釐子进行有效工作的凿岩制度。

由于压缩氧气消耗量很大，所以高溫凿岩法目前只有用来鑽凿坚硬和極坚硬岩石才是有利的，因为这种岩石內如用鋼繩冲击式鑽机，則鑽能力是不大的。表 2 所列是利用鋼繩冲击式鑽机和高溫凿岩設備在 $f=16$ 的花崗岩內鑽凿150公厘直径的炮孔时，每公尺炮孔費用的大概比較数据，其中有包括設備折旧費的一切費用。

由这些数据可知，当氧气价格較高时，高溫鑽孔的費用高于鋼繩冲击式鑽孔。但是，由于高溫凿岩的能力高（相当于鋼

表 2

凿 岩 方 法	每公尺炮孔的鑽 凿費用, 盧 布
鋼繩冲击式	130~205
高溫凿岩:	
1) 如氧气价格为每立方公尺 5 盧布10戈比●	220
2) 如氧气价格为每立方公尺72戈比	82
3) 如氧气价格为每立方公尺57戈比	77

● 氧气价格是随着工作地区和供应者地区不同而变动的。

繩冲击式鑽机的 8~12 倍), 所以完全能够弥补这种方法的略微高的費用。

1958 年准备生产两种最新式的高溫凿岩设备—CTБ-2●, 其特点是安装在 3ИМ151 型汽車上, 这种汽車的前軸是主动的, 因此能提高其灵活性。汽車發动机将連接于 20 瓩的交流發电机上, 这样 CTБ-2 型设备不論露天采矿或建設場有无电能均能进行工作。高溫釐子和鉄塔的长度将增加到能够鑽凿 11.5~12 公尺深的炮孔。同时为了增加工作可靠性, 将根据 CTБ-1 型设备的工业試驗結果来改变设备的某些部件。这样能够提出关于在許多矿山和工业建設对象中以及在許多金屬矿和非金屬矿开采中利用这种设备的問題。

● 是由哈里科夫航空学院根据 CTБ-1 型设备研究成功的。

参 考 文 献

1. Каплунов Р. П., Кснчев С. К., Коваленко А. Н., Завьялов Л. И. Термический способ проведения шпуров, «Горный журнал» № 3, 1954.
2. Васильев А. П. Обоснование эффективности термического способа бурения скважин с применением реактивных горелок, «Горный журнал» № 3, 1955.
3. Самоходная установка для термического бурения крепких горных пород (СТБ-1), Краткая техническая информация, Харьковский авиационный институт, Харьков, 1956.
4. Каплунов Р. П., Панин Я. М., Дмитриев А. П. Термическое бурение реактивными горелками, МГИ, Москва, 1957.
5. Бричкин А. В., Генбач А. Н., Жакунов Т. Е., Чулаков П. Ч. Теоретические и расчетные основы для конструирования термобура, «Горный журнал» № 4, 1957.

苏联“矿井建设”，1958年第5期

陈 深 译

掘进水平坑道时打眼用活动鑽架

卡尔那苏尔特斯克矿矿長И.В.馬凱耶夫工程师
A.A.圖阿耶夫(因斯克地質勘探大队)

洛沃捷爾斯克采选公司的卡尔那苏尔特斯克矿山根据采矿工程师A.A.圖阿耶夫的建議制造了并在掘进水平坑道时采用了带風动推进器的凿岩机用的活动鑽架,該活动鑽架安装在ПМЛ—5型装岩机上(見圖和照片)。

此种設備由下列主要零件組成:1.用焊接在装車机机体上的卡箍固定的框架;2.安装在框架上的承压座,它又是框架与活动鑽架的连接物;3.安装凿岩机的拐子;4.将凿岩机安装在必要高度并使其与水平綫和垂綫成必要角度用的提升螺杆与橫杆。活动鑽架重約220公斤,由四个可卸部件組成,安装这些部件只需要螺帽扳手。

装車机的机体为整个裝置的平衡配重。可以用此装車机往工作面和从工作面向外运输凿岩机組。

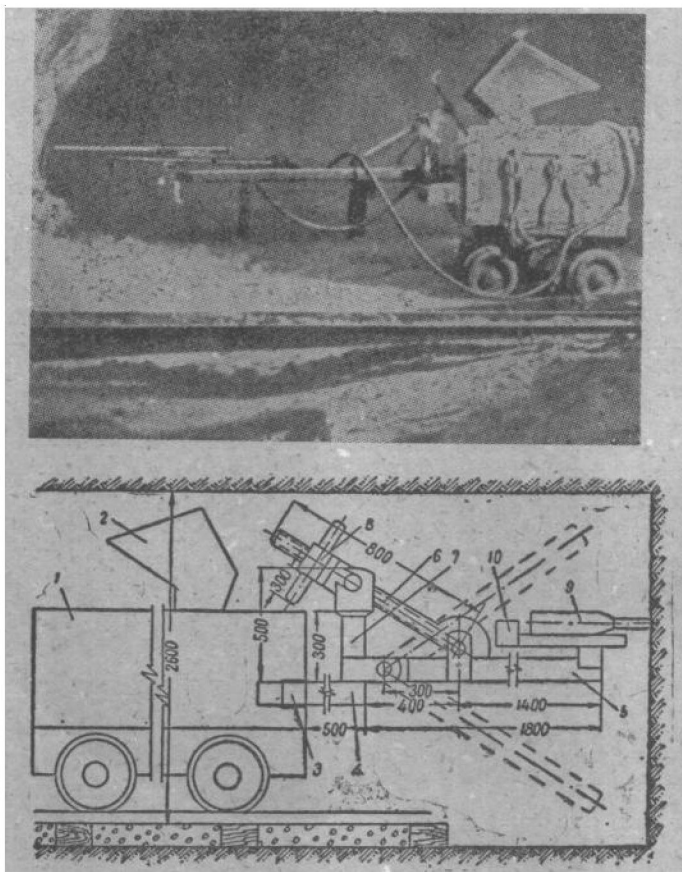
从1955年起,有两个掘进工作面改用了安装在活动鑽架上的КЛМ—4型支架式凿岩机凿岩。在1957年已經有12名掘进工掌握了用活动鑽架凿岩的技术。

凿岩机組在洛沃捷爾斯克采选公司已經使用了三年多,其工作数据很好:在5.5~6小时内用一台КЛМ—4型凿岩机在工作面里鑽凿24个1.8公尺深的炮眼(岩石普氏硬度系数为10~12),凿岩工的劳动生产率相当于使用КЛМ—4型凿岩机从風动推力柱凿岩时的劳动生产率的1.5倍。凿岩工的劳动減輕得很多。

在一台ПМЛ—5型装車机上可以安装两个装有КЛМ—4或Пш—50型凿岩机的活动鑽架,在后者情况下可能还需要用平

衡配重加重裝車機體。

帶活動鑽架的齒岩機組在任何礦山上都能製造。



ПМЖ—5 型裝車機上的鑽炮眼用活動鑽架的安裝圖

1—裝車機機體；2—鏟斗；3—框架卡箍；4—框架，5—活動鑽架的臂杆；6—臂杆升起螺杆；7—承压座；8—提升螺杆的螺母，9—КПМ-4型齒岩機，10—齒岩機的自動推進器

譯自蘇聯“礦山雜誌”1958年第5期

顧殿恭 譯 陳深 校