

礦井井筒的 快速開鑿

蘇聯 耶·伯·卡爾梅科夫著



燃料工業出版社

礦井井筒的 快速開鑿

蘇聯 耶·伯·卡爾梅科夫著

趙大偉譯

燃料工業出版社

內 容 提 要

書中具體地敘述了蘇聯煤礦工業中十三個礦井井筒的快速開鑿情況，總結了它們的工作經驗，並對礦山鑿井工程的施工組織提出一些建議。

在論述開鑿各該井筒的經驗中，曾敘及了鑿井工作的組織條件及井筒的裝備情況，並列舉了打眼放炮、清除岩石及砌築井壁等工作的定額和勞動指標。

本書可供從事礦井建設的工程技術人員參考之用。

* * *

礦井井筒的快速開鑿

СКОРОСТНАЯ ПРОХОДКА ШАХТНЫХ СТОПОВ

根據蘇聯國立煤礦技術書籍出版社(УГЛЕТЕХИЗДАТ)

1953年莫斯科俄文修訂第一版翻譯

蘇聯 Е. П. КАЛМЫКОВ 著

趙 大 偉 譯

燃料工業出版社出版

地址：北京東長安街燃料工業部
北京市書刊出版業營業許可證出字第012號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

編輯：張伯顏 王華瑩 校對：趙桂芬

書號421煤159

851×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 5印張 * 116千字 * 定價九角零分
一九五五年五月北京第一版第一次印刷(1—2,600冊)

目 錄

序 言	3
第一章 豎井井筒單行作業法的快速開鑿	7
第1節 [莫斯科夫] 13號礦井(莫斯科近郊煤田)通風井筒的開鑿	7
第2節 [無產階級] 深井(頓巴斯) 1號罐籠井筒的開鑿	11
第3節 [穆司克托夫] 豎井(頓巴斯)箕斗井筒的開鑿	18
第4節 [特魯多夫] 5號乙井(頓巴斯)箕斗井筒的開鑿	25
第5節 [穆司克托夫] 豎井(頓巴斯)通風井筒的開鑿	27
第6節 [紅村] 1號豎井(烏拉爾)主井井筒的開鑿	32
第二章 豎井井筒平行作業法的快速開鑿	37
第1節 [吉民卡] 1—2號礦井(庫茲巴斯)延深井筒的開鑿	37
第2節 [北馬崗那克] 礦井(庫茲巴斯)罐籠井筒的開鑿	39
第3節 [卡崗諾維赤] 礦務局 12號礦井(庫茲巴斯)延深井筒的開鑿	43
第4節 [豎井] 1號井(卡拉干達)通風井筒的開鑿	48
第5節 第86/87號礦井(卡拉干達)箕斗井筒的開鑿	52
第6節 第86/87號礦井(卡拉干達)罐籠井筒的開鑿	56
第7節 [維特卡] 深井(頓巴斯) 2號罐籠井筒的開鑿	59
第8節 2號礦井箕斗井筒的開鑿	63
第三章 豎井井筒的快速延深	67
第1節 斯人林礦井(庫茲巴斯)箕斗井筒的延深	67
第2節 [格列瑪欽斯克] 71/72號礦井(烏拉爾)罐籠井筒的開鑿	72
第四章 豎井井筒機械化與非機械化開鑿的比較以及在一般條件下開鑿方法的選擇	76
第1節 豎井井筒快速開鑿的分析及保證高速度開鑿的主要條件	76
第2節 機械化與非機械化開鑿的比較	89

第3節 在一般條件下豎井井筒開鑿方法的選擇	94
第五章 豎井井筒快速開鑿的工作組織與機械化	99
第1節 開鑿工作的準備與裝備	99
第2節 工作組織	102
第3節 打眼放炮工作	107
第4節 裝岩	114
第5節 永久井壁	123
第6節 提昇	129
第7節 排水	137
第8節 通風	144
第9節 岩石及材料的運輸	146
結 論	147

序 言

黨在第十九次代表大會上所作的關於第五個蘇聯發展五年計劃(1951—1955年)的決議中規定了今後煤礦工業礦井建設的繼續發展方向，並要求將投入生產的礦井能力較第四個五年計劃所規定者大約要提高30%。為了保證這個決議的實現，就必須首先加速煤礦礦井的建設。

擺在煤礦工業礦井建設工作人員面前的一項最重大的任務，就是要在最近期間將礦井的建設時間至少要縮短20—33%。這個重大任務的完成主要就在於提高決定建井期限的礦山巷道開鑿速度，並首先是提高豎井井筒的開鑿速度。

豎井井筒的開鑿工程在工程量上來說雖只佔總工程量的6—8%以下，但在時間上來說則佔建設新井所需全部時間的40—60%。

在偉大的衛國戰爭之前，煤礦工業的豎井井筒開鑿，只裝備了低效率的礦山開鑿設備。打眼係用低效率的輕型手持打眼機及整個的淬火釐子，鑲有硬質合金的釐子只會用於少數的開鑿中。爆破後的岩石之提昇，則照例是使用低效率的開鑿絞車及容積為0.50至0.75立方公尺的小型吊桶，而只在少數的開鑿工程中使用容積為1.0至1.5立方公尺的吊桶。最繁重的向吊桶中裝載岩石工作竟完全沒有機械化而全部使用人力進行。因此，煤礦工業礦井建設中豎井井筒開鑿的每月平均速度為數頗低。在戰前所進行的少數豎井井筒快速開鑿，主要是依靠較為準確的礦山開鑿工作組織以及增加在工作面中同時進行工作的開鑿工人人數。

在礦井建設的最近階段，豎井井筒的開鑿曾裝備了大量新型祖國生產的礦山開鑿機械設備：高效率的重型及輕型打眼機；使用活鑽頭的鑽桿，活鑽頭鑲以硬質合金並由合金鋼製成；能提昇容積為1.0—1.5及2.0立方公尺吊桶的大型提昇機以及最完善的吊式水泵等各種機械設備。為使在豎井井筒中進行機械化裝岩，

於戰後期間曾創造了БЧ-1型風力抓岩機，並於最近數年中在井筒開鑿上獲得了廣泛的利用。由於大量地利用了這種抓岩機，結果在1952年中使煤礦工業豎井井筒開鑿的機械化裝岩程度，當以普通方法進行開鑿時平均達到總裝岩量的82.6%。

在豎井井筒的開鑿工作中機械化裝岩程度的增長情況列於圖

1。

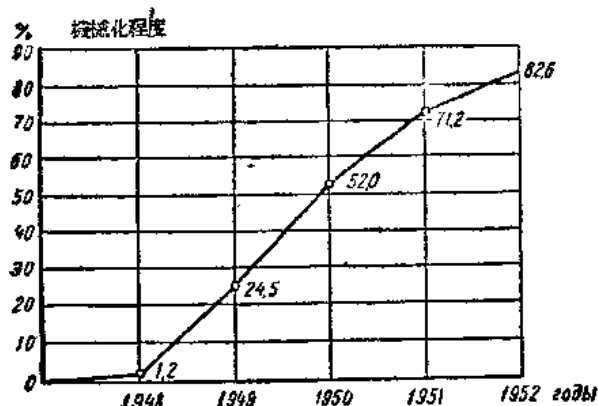


圖1 豎井井筒開鑿機械化裝岩程度增長情況圖表

爲使豎井井筒開鑿工作機械化，更創製了其他各種機器與機械，例如ПГ-СС型抓岩機，Кизел Л-1型抓岩機，ПГА-2с型開鑿抓岩機組，綜合打眼機，БЧ-3型風力抓岩機，新型電力緩速開鑿絞車，離心式及螺旋式開鑿水泵以及其他各種機械設備。其中一部分已在各礦井中經過工業試驗而獲得了成功，另一部分則正在進行試驗中。

最近幾年煤礦工業的礦井建設，由於廣泛地使用了新型及高度生產能力的礦山開鑿設備以及在許多開鑿工作中按照循環圖表組織了作業，所以雖然豎井井筒需要採用特殊方法進行開鑿的比重會有很大的增長（凍結法，止水法，降低水位法及沉箱法），但其平均的開鑿速度仍然獲得顯著的提高，即在1952年所達到的平均開鑿速度較戰前的1940年乃提高到2.3倍。

由於開鑿工作的採取機械化及利用新型高度生產能力的機械設備以及按照循環圖表組織作業等等，使豎井井筒的快速開鑿在

最近幾年中得以廣泛的推行。

如果在偉大的衛國戰爭之前，用快速方法進行開鑿的豎井井筒僅以數個計，則在1949年中井筒開鑿速度每月達到30公尺以上者已有20個，在1950年中已有22個，在1952年中則已有26個。同時，用快速方法進行開鑿的井筒數量，在開鑿豎井井筒的總數量中所佔比重已較以前各年顯著地增加，即在1949年為13.7%，1950年為14.9%，1952年則為18%。

按照1952年的規定，豎井井筒開鑿速度平均定額定為每月20公尺，但在許多新建礦井中由於組織了快速開鑿的結果，這個定額已被大大地超過。

表1中所載係1949至1952年間各新建礦井因按照循環圖表組織了快速開鑿而獲得的豎井井筒最大開鑿速度。

該表中的數字說明了規定定額在快速開鑿中曾被超過1—2倍以上。由於改善了礦山開鑿工作組織及採用了循環作業圖表，在1952年中有許多井筒的快速開鑿速度達到了蘇聯空前未有的紀錄：例如[紅村]1號礦井為成井94公尺；2號礦井為75公尺；[穆司克托夫]豎井為62公尺等。至於1953年在豎井井筒的快速開鑿中更獲得了新的成就，如[維特卡]深井罐籠井筒在1953年3月中開鑿了成井75.2公尺，在六月中開鑿了成井86.1公尺，[查依金]深井箕斗井筒在1953年九月中開鑿了成井100.7公尺。

為了縮短礦井的建設時間，必須盡力擴大利用作為提高豎井井筒總開鑿速度基礎的豎井井筒快速開鑿，從而縮短礦井建設時間。在豎井井筒快速開鑿中所積累的經驗應得到大力地推廣，而先進的工作方法則應按照循環圖表進行組織礦山開鑿工作時加以運用。

在現代的礦井建設實踐中，豎井井筒的快速開鑿方法，既採用於單行及平行作業的井筒開鑿中，並採用於豎井井筒的延深開鑿中。

以下即以列舉實例形式將戰後時期在個別豎井井筒的快速開鑿中所積累的經驗加以論述。

表 1

礦 井 名 稱	井 筒 名 稱	年 月	月最大開鑿 速度, 公尺
頓 巴 斯			
10號乙井	罐籠井筒	1949,9	42.6
[中央丁廠] 礦井	4號井筒	1949,6	42.0
非利克斯, 尼氏礦井	通風井筒	1949,7	50.2
[特魯多夫] 5號乙井	箕斗井筒	1950,4	50.3
[穆司克托夫] 豎井	箕斗井筒	1950,4	45.0
[無產階級] 深井	1號罐籠井筒	1950,3	40.2
[阿爾切馬] 氏深井	箕斗井筒	1950,8	40.0
[阿爾切馬] 氏礦井	1號井筒	1950,6	41.0
[穆司克托夫] 豎井	通風井筒	1952,6	62.1
[維特卡] 深井	1號井筒	1952,8	40.3
[維特卡] 深井	3號井筒	1952,10	50.4
莫 斯 巴 斯			
[維索次克] 9號礦井	主井井筒	1949,8	50.5
[莫斯科夫] 13號礦井	通風井筒	1950,6	56.0
[莫斯科夫] 13號礦井	主井井筒	1950,7	46.0
[多羅果布茲] 4號礦井	主井井筒	1951,2	42.3
[多羅果布茲] 8號礦井	主井井筒	1952,8	50.5
[羅斯索申] 2號礦井	主井井筒	1952,8	45.0
烏 拉 爾			
29號乙井	通風井筒	1949,3	44.0
[卡拉切夫] 1號礦井	箕斗井筒	1949,9	40.0
[卡拉切夫] 1號礦井	副井井筒	1949,10	40.0
[紅村] 1號礦井	副井井筒	1952,6	45.5
[紅村] 1號礦井	主井井筒	1952,8	94.2
卡 拉 干 達			
[豎井] 1號井	通風井筒	1949,7	61.0
86/87號礦井	箕斗井筒	1951,12	40.1
86/87號礦井	罐籠井筒	1952,4	56.0
23號礦井	箕斗井筒	1952,9	40.2
庫 茲 巴 斯			
[吉民卡] 1—2號礦井	延深井筒	1951,6	40.1
[北烏崗那克] 礦井	罐籠井筒	1951,10	45.3
卡崗諾維赤礦務局 12號井	延深井筒	1952,10	50.4
烏 克 蘭			
1號礦井	箕斗井筒	1952,9	64.0
2號礦井	箕斗井筒	1952,8	75.0
3號礦井	罐籠井筒	1952,9	52.8
3號礦井	箕斗井筒	1952,9	50.4

第一章 豎井井筒單行作業法的快速開鑿

第1節 [莫斯科夫] 13號礦井（莫斯科近郊煤田）

通風井筒的開鑿

[莫斯科夫] 13 號礦井通風井筒深 70 公尺，係圓形截面，淨直徑為 4.5 公尺，鋼筋混凝土井壁厚 40 公分（圖 2）。井筒所穿過的岩石有砂質粘土、粘土、砂子及石灰岩。在開鑿中湧水量為 8—20 立方公尺/小時。

在開始開鑿前 40 天的期間，在地面上全部完成了一切準備工作：建築了在開鑿上所必要的臨時和永久建築物及結構物；全部裝設了開鑿設備及電氣設備；儲備了各種必要的材料並組織了分班作業的開鑿隊。於開始快速開鑿前，在準備期間先開鑿了 6 公尺深的井口，並砌築了井壁。在完成準備工作及井筒裝備後，乃開始了井筒本身的快速開鑿。

在 [莫斯科夫] 13 號礦井通風井筒的開鑿中，其設備佈置情況見圖 3。井筒的開鑿及砌築永久井壁，係以單行作業法分段進行的，每段高度為 10—12 公尺。該井筒開鑿工作係按循環圖表（圖 4）進行，每晝夜分 3 班，每班為 8 小時。每班工作人數，在井筒中為掘進工 9 人，在地面上有工人 11 名。

在工作面中開鑿粘土、砂質粘土及膠結砂子時，係使用 OMCH-5 型風鎬進行，當井筒穿過 3.7 公尺厚的石灰岩層時，則使用打眼放炮方法進行開鑿。

在石灰岩上打眼，使用三台 ПП-17 型輕風力打眼機。在工作面中，同時打 18 個炮眼，各深 1.8—2.0 公尺。裝藥使用硝銨炸藥，放炮使用即發雷管並由電線接火。開鑿 3.7 公尺厚的石灰岩層，共計費時兩個晝夜。

在莫斯科近郊煤田上，這是初次使用 Б4-1 型風力抓岩機向吊桶中裝岩，吊桶容積為 0.75 立方公尺。對粘土及砂質粘土，

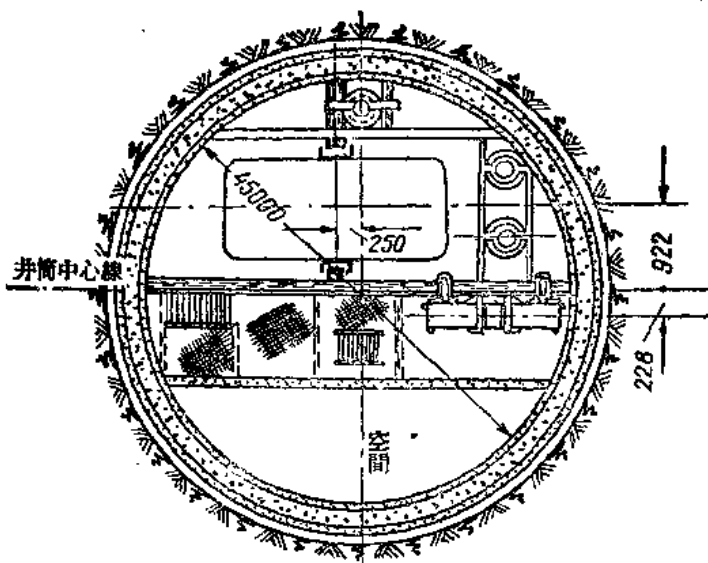


圖2 [莫斯科夫]113號礦井通風井筒截面圖

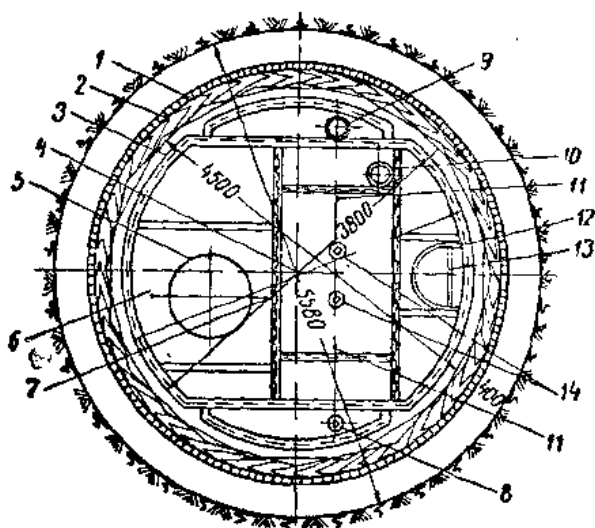


圖3 [莫斯科夫]113號礦井通風井筒開鑿設備佈置圖

1—模板；2—拱架；3—吊盤；4—垂線；5—吊桶；6,7—導向鋼絲繩；8—壓縮空氣管道；9—通風管道；10—下放混凝土管道；11—水泵用鋼絲繩；12—安全梯；13—安全梯用鋼絲繩；14—排水管道。

會先用風鎬破碎，然後由 B4-1 型抓岩機裝桶，至於砂子則不用風鎬破碎而直接由抓岩機裝桶。風力抓岩機的生產效率，按全工作時間計算，平均為鬆散岩石 4 立方公尺/小時，最大為 6 立方公尺/小時。風力抓岩機的裝岩工作，曾因吊桶容積小及抓岩機吊掛太低而造成困難；另外，吊桶直徑只有 0.7 公尺，而抓岩機抓斗的開放直徑竟為 1.3 公尺，以致在裝岩時，部分岩石常落於桶外。風力抓岩機的吊掛高度，僅距吊盤 8—10 公尺，而正常高度則應為 16—20 公尺，因之，在裝岩時拉動抓斗工作，則需要佔用掘進工 3—4 人。

工 序	第一班								第二班								第三班								
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8
用風鎬掘岩																									
向吊桶裝岩																									
吊掛臨時井圈																									
臨時井圈背板																									

圖 4 [莫斯科夫] 13 號礦井通風井筒開鑿循環作業圖表

[莫斯科夫] 13 號礦井井筒裝岩工作的經驗足以證明，在莫斯科近郊煤田上的井筒開鑿中，使用 B4-1 型風力抓岩機是適宜的。不過今後必須將其吊掛高度增加至 16 公尺，並使用較大容量的吊桶，或者採用比較輕便而靈活的 B4-3 型風力抓岩機，其抓斗容量為 0.05 立方公尺。

在井筒開鑿中，工人的配備情況如下：

掘進工 4 人以風鎬破碎岩石；1 人掌管信號；4 人用 B4-1 型風力抓岩機向吊桶內裝岩及架設臨時井壁。

架設臨時井壁使用金屬井圈，井圈係由 14 號槽鋼所製的 4 個弧瓦所組成，背以 50 公厘厚的木板，並於不堅定岩石中將板打入岩石一部分。臨時井圈在向井筒放下之前，曾先在地面上試行裝配，並在井圈的各缺圓上作成標誌。向井筒中下放臨時井圈

一個，需要時間在 4 分鐘以內，至於在井筒中裝配和吊掛時間，則需要 8 至 20 分鐘。

井筒開鑿工作包括架設臨時井壁在內，每晝夜進度，平均為 3.54 公尺，最大為 4.8 公尺。

砌築鋼筋混凝土永久井壁，使用一排圓形鋼筋，直徑為 22—25 公厘。混凝土牌號為 150。砌築永久井壁工作係在單層吊盤上進行。混凝土用管道由地面上放至工作地點，管道直徑為 300 公厘。混凝土係由混凝土灰漿攪拌站用車推至井筒處，卸入漏斗。漏斗帶有承插管，插入掛在井筒中的混凝土管道中。混凝土通過管道落入吊盤上箱內，乃由箱中直接向模板內灌注之。混凝土係用電力震動機進行搗固，裝設鋼筋與架設木製模板骨架同時進行。模板骨架係由 3 個缺圓組成，預先在地面裝好，然後放入井筒。模板每段高度為 1.2 公尺。架設一段模板及鋼筋佔用時間達 1 小時。所有架設模板及砌築永久井壁工作，亦由井筒開鑿隊進行。在架設模板時，工人的配備情況為：掌管信號 1 人；架設模板及鋼筋各 4 人。在澆灌混凝土時為：攪拌混凝土 2 人；向模板內灌注混凝土 4 人；震動及搗固混凝土 2 人；掌管信號 1 人。砌築永久井壁的速度，平均一晝夜為 4.35 公尺，最大為 6.5 公尺。

在開鑿中，提昇岩石使用 2-БЛ2000/830 型永久性雙桶提昇機，吊桶容積為 0.75 立方公尺。通風則使用局部扇風機，能力為 200 立方公尺/小時。送風利用直徑為 300 公厘的金屬管道。

在開鑿初期湧水量為 8 立方公尺/小時，後增高到 12—20 立方公尺/小時。排水使用 КСМ-50/75 型水泵兩台，安設在水平的吊盤上。地面上的矸石運搬亦採用機械化，使用架柱式絞車進行。

由於在開始開鑿前進行了周密的準備，並對於一切笨重的開鑿工作採用了最大限度的機械化，以及按照循環作業圖表準確地組織了開鑿工作，所以在一箇月中開鑿井筒並砌築永久井壁 56 公尺。

在開鑿該段井筒中，按規定定額需要 1155 工-班，而實際只用了 714 工-班。實際開鑿效率平均每人每班為成井 0.077 公尺，較規定定額 0.048 公尺高出 60%。則該段井筒開鑿的勞動力消耗量僅為現行定額的 62%。結果由於提高了開鑿速度及大大地降低了勞動力消耗量，則 1 公尺成井的實際成本較計劃成本平均降低了 26%。

第 2 節 [無產階級] 深井（頓巴斯）1 號罐籠井筒的開鑿

[無產階級] 深井 1 號罐籠井筒設計為圓形截面，淨直徑為 6 公尺，混凝土井壁，厚 50 公分。井筒在開始開鑿前，完全裝備了必要的機械設備，並保有了各種材料。在井筒上安裝了裝拆式金屬管狀井架，高 22.5 公尺。在地面上設置了 17 台緩速開鑿絞車及兩台開鑿提昇機^①。[無產階級] 深井 1 號罐籠井筒開鑿時機械設備佈置情況見圖 5。

井筒開鑿係在泥質頁岩、砂質頁岩、石灰岩及砂岩中進行的。掘鑿岩石及砌築永久井壁係用單行作業法分段進行，每段高度為 30—40 公尺。開鑿及砌壁工作均按循環圖表作業，每晝夜分 3 班，每班 8 小時（見圖 6a 及 6）。每班開鑿工作由掘進工 13 人進行。打眼使用 OM-506 型打眼機。在工作面中有 12 台打眼機同時進行打眼。當在石灰岩和砂岩上打眼時使用活鑽頭釐子，鑽頭鑲以硬質合金，在頁岩上則用普通淬火釐子。打眼深度，在頁岩上為 3.5 公尺，在砂岩及石灰岩上為 2.5 公尺。掘岩一次的打眼數量，在頁岩上為 78 個，在砂岩及石灰岩上為 110 個。打眼需要時間，平均在頁岩上為 5 小時，在石灰岩及砂岩上為 9 小時。炮眼的佈置情況見圖 7。

炸藥採用三硝基甲苯（тротил），放炮使用即發雷管及 3 段和 4 段斷發雷管。炮眼聯接採用串聯方法（圖 8），並由地上電線接火放炮。掘岩一次的炸藥消耗量，在頁岩上為 140 公斤，在砂岩

① 根據蘇聯舍馬諾夫氏著《礦井建設工程師手冊》一書所載：捲筒直徑在 3 公尺以下者稱為絞車；捲筒直徑在 3 公尺以上者稱為提昇機。——譯者

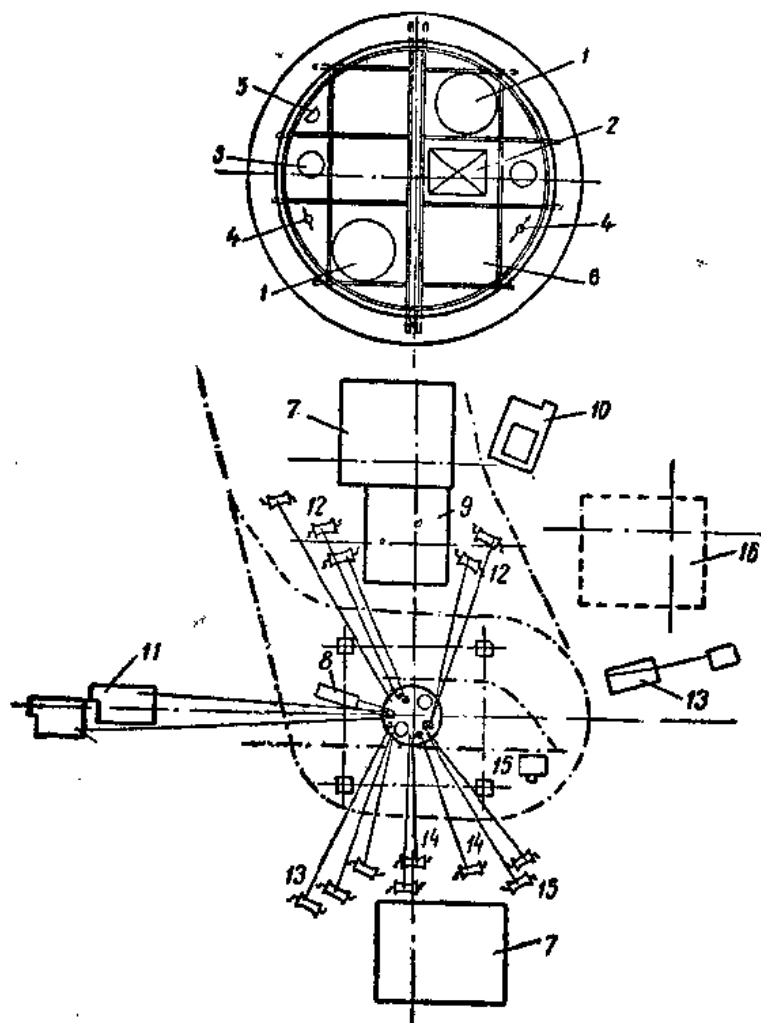


圖5 [無產階級] 深井1號井筒開鑿時井筒內及地面設備佈置圖
 1—容積為1立方公尺的吊桶；2—吊泵；3—通風管道；4—壓縮空氣管道；
 5—安全梯；6—吊盤；7—EM-30型提昇機；8—扇風機；9—吊盤用絞車；
 10—吊泵用絞車；11—通風管道用絞車；12—繩纜用絞車；13—壓縮空氣管
 道用絞車；14—EY-1型抓岩機用絞車；15—灰漿攪拌機；16—箕斗井筒
 EM-30型提昇機。

工 序	操作時間		工 人 數	第一班			第二班			第三班			第一班																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
	時	分																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
				8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
I 打眼放炮工作:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															

圖 6a [無渣階級] 深井 1 號井筒開鑿(穿過頁岩時)循環作業圖表

① 原文有「包括放炮」字樣, 係錯誤, 已刪。——譯者

工序	操作時間		工人數			第一班			第二班			第三班			第一班		
	時	分	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
I. 打眼放炮工作																	
降昇工人及提昇工具	-	20															
打眼，包括劃定炮眼位置	9	30															
裝藥，包括下放炸藥	1	10															
放炮昇井	-	20															
放炮及通風	-	40															
II. 裝岩：																	
工作面的安全處理	-	20															
降昇工人，下放工具及B4-1型抓岩機	-	20															
裝岩	17	50															
下放及果敢臨時井圈	2	40															
提昇B4-1型抓岩機	-	10															

圖 66 L無產階級 1 深井 1 號井筒兩壁(穿過砂岩時)循環作業圖表