

採礦工作的機械化

11 上 册

蘇聯 伊·爾·伏洛西林著

燃料工業出版社

原 序

近年來蘇聯的採礦技術文獻大大地為有關採礦工作機械化問題的新而卓越的著作充實了起來。

屬於這些著作的有蘇聯著名的學者及工程師們的著作：阿·姆·傑爾比果列夫院士、普·恩·傑米多夫副教授及姆·姆·普洛托基亞可諾夫教授著的「採掘成層有益礦物用的礦山機械」；科學技術碩士沃·格·亞茨基赫、勃·耳·羅金別爾格、沃·耳·馬克西莫夫、阿·德·義馬斯及勃·姆·貝契闊夫著的「採掘成層有益礦物用的礦山機械」；恩·沃·麥利尼闊夫著的「露天開採有益礦物」；斯·姆·索洛厚夫副教授著的「露天開採砂礦」及許多其他的著作。這些著作大都是研究採煤及砂礦方面機械化問題的。

構成採礦工程獨立科目的礦山運輸、提昇、支柱、排水及鑿井等問題的著作在蘇聯的採礦技術文獻中也有了相當的數量。

至於開採礦床時的採礦工作機械化問題的著作，則只有一些關於地下及露天採礦時的個別生產作業機械化的雜誌論文和小冊子。

應該提起讀者注意的是，本書是開採礦床時採礦工作機械化的一個概括的指南。

本書分為兩編，並且是按以下的原則來編排的：

第一編是研究用地下方法開採礦床時在準備及回採巷道的工作面中的機械化。在這編的開始是講述在地下採礦工作的主要生產作業機械化的典型方案和在採礦工作的設計與生產當中解決原則性問題時選擇這些方案的根據。

其次，按照地下採礦工作技術操作過程的順序，較詳細的來研究各種打眼、裝載、清理以及鍛修與鑲焊鑽具用的機械的構造和操作方法。

構成採礦工程獨立科目的礦山運輸、提昇、支柱及排水等問題，則僅從使整個技術操作總體中的主要作業及輔助作業得以全面協調的觀點加以研究。

本書第一編末是研究綜合機械化時製訂全礦圖表及管理礦山技術操作過程的原則。

本書的第二編是研究露天開採的機械化，其編排原則也與第一編相同。在這一編中也是按上述的順序研究露天開採礦床時所用機械的構造及操作方法。從順序方面來看，我們認為這種編排原則是恰當的，因為這種原則能較好地保持邏輯的聯系及講述的順序。

在寫手稿時主要的資料來源有：（1）蘇聯採礦工業及礦山機械製造廠的先進經驗；（2）蘇聯的採礦技術文獻；（3）作者在1932—1951年間，在斯維爾德洛夫、沃·沃·瓦赫魯瑟夫礦業學院講課的講義及（4）作者本人或在其領導下所完成的科學研究工作。

作者感謝 恩·姆·毛沙洛夫 工程師、沃·普·康伯涅茨副教授、伊·普·卓林、伊·佛·葉夫列莫夫及恩·烏·士魯特工程師所給予的寶貴的意見、批評及指示，並感謝斯維爾德洛夫、沃·沃·瓦赫魯瑟夫礦業學院採礦系主任、技術科學博士斯·阿·費德洛夫對手稿的組織審查及在採礦系的科學研究委員會上的討論。作者對斯維爾德洛夫礦業學院礦山機械及礦山運輸教研組的同人沃·佛·沙麗尼柯娃、姆·德·尤什欽科及格·伊·伏洛西林同志在整理手稿上所給予的很大的幫助表示感謝。

作者特別期待來自我國採礦企業中的生產工作人員、設計人員及科學研究機關與學校的工作者對本書的批評、希望及意見，作者將以最大的感激心情來接受這些批評、希望與意見，以便進一步提高本書的質量。

伊·爾·伏洛西林

目 錄

原 序	
緒 論 蘇聯金屬採礦工業中地下及露天採礦工作機械化的現狀及發展前途	1
第一編 地下採礦工作	
第 一 章 地下採礦工作機械化的基本概況	8
第 1 節 關於回採與準備工作綜合機械化的一般概念	8
第 2 節 準備及回採工作技術操作過程的概況	9
第 3 節 準備及回採工作主要生產作業機械化的基本方案	11
第 二 章 地下採礦時機械化方案及標準設備的選擇依據	14
第 1 節 在礦山設計過程中機械化方案的決定	14
第 2 節 新型機械的設計、製造、試驗及轉交大量製造	16
第 3 節 準備工作機械化方案的選擇	18
第 4 節 回採工作機械化方案的選擇	24
第 5 節 採礦工業中繁重工作的機械化及礦井綜合機械化	27
第 三 章 壓氣衝擊打眼	30
第 1 節 壓氣衝擊打眼的應用條件及其優缺點	30
第 2 節 壓氣鑿岩機的分類	31
第 3 節 壓氣鑿岩機的零件	32
第 4 節 鑿岩機的類型與牌號	44
第 5 節 支架設備	52
第 6 節 自動推進器	59
第 7 節 鉗子及活鉗頭	64
第 8 節 鋼桿打眼用的全套鉗子	67
第 9 節 壓氣鑿岩機的工作理論	70
第 10 節 在工作面中佈置炮眼的典型方案	77
第 11 節 用鑿岩機工作的斯達漢諾夫方法	82
第 12 節 鑿岩機的技術操作及打眼時的保安辦法	84
第 13 節 打眼用岩石的軟化劑	86

第 14 節	提高壓氣打眼生產率及改善勞動條件的方法	89
第 15 節	鑿岩機的生產試驗	91
第 16 節	壓氣設備的選擇	92
第 四 章	電力衝擊打眼	97
第 1 節	電力衝擊鑿岩機構造的發展	97
第 2 節	電力衝擊鑿岩機的動作原理	98
第 3 節	改善電力衝擊鑿岩機的途徑	100
第 五 章	電力旋轉打眼	101
第 1 節	電鑽、深孔鑿岩機及其在地下巷道中的應用條件	101
第 2 節	手持式電鑽	102
第 3 節	支架式電鑽	107
第 4 節	手持式及支架式電鑽用的鑽頭及鑽桿	114
第 5 節	深孔旋轉打眼用的鑽機	116
第 6 節	旋轉岩心打眼用的鑽頭、岩心採取器及鑽桿	127
第 六 章	各種打眼方法的比較效率及打眼技術發展的途徑	129
第 1 節	衝擊打眼	129
第 2 節	低速旋轉打眼	136
第 3 節	超高速旋轉打眼	137
第 4 節	高頻電鑽用的變頻機	144
第 七 章	鉚子的機械鍛製與修磨	146
第 1 節	鉚子鋼的選擇	146
第 2 節	關於鋼材熱處理的概念	148
第 3 節	燒鉚爐	151
第 4 節	控制測量儀表	153
第 5 節	鍛鉚機	159
第 6 節	用硬合金鑲焊鉚頭	164
第 7 節	修磨硬合金鉚頭的磨床	168
第 8 節	鉚子鍛製及鑲焊鉚子時的消耗定額	172
第 9 節	鍛造的、合金鋼的及鑲焊合金的鉚子堅固性的比較	174
第 八 章	準備及回採工作的清理與裝載	175
第 1 節	準備及回採工作清理方法的分類	175
第 2 節	準備及回採工作用的糞耙設備	176

第 3 節	礦耙設備的計算	197
第 4 節	在使用礦耙設備的準備及採礦工作面中的工作組織	199
第 5 節	裝載機械	204
第 6 節	用機械裝載時調換礦車的設備	225
第 7 節	應用裝載機械作快速掘進的組織	232
第 8 節	礦耙設備及裝載機械的技術操作	241
第 9 節	關於礦用康拜因的概念	245
第 九 章	地下採礦工作綜合機械化中主要與輔助作業的全面協調及全礦圖表的製訂	251
第 1 節	概述	251
第 2 節	落礦、清理、支柱及充填	252
第 3 節	地下運輸及提昇	255
第 4 節	排水及通風	257
第 5 節	對於已採材料的作業	258
第 6 節	製訂全礦圖表的原則	261
第 7 節	全礦工作過程的管理	263

緒論 蘇聯金屬採礦工業中地下及露天 採礦工作機械化的現狀及發展前途

蘇聯人民和平創造性的勞動乃是我國建設共產主義社會的基礎。被蘇聯人民稱為共產主義建築工程的伏爾加河、德聶泊河及阿母河上的偉大建築，假如不是蘇聯掌握了頭等高度發展的根本性的技術，尤其是採礦工程技術的話，是不可能實現的。實際上，第一階段的共產主義建築工程，無一例外的，就是大規模的露天開採工作，即挖掘千百萬立方公尺軟的及鬆散的土方。不使用蘇聯製造的重型及超重型掘挖機、鑿岩機、拖拉機式推土機、抽泥機設備，就不可能在這從未見過的，短短時期內完成這樣大的掘土工程。大斷面與很長的隧道工程是需要高度發展的地下採礦工程技術的。

此外，共產主義的建築工程還需要大量的碎石、塊石、水泥、黑色與有色金屬及其他材料，而採取這些材料並進行初步加工是直接與蘇聯的金屬採礦工業相聯系的。完成共產主義建築工程的需要及定貨，從其開始的第一天起就成了我們光榮的事業，從而採礦工業的勞動者們也就和蘇聯全體人民一樣，在光榮地履行着自己對祖國的義務。

蘇聯的採礦工業也在勝利地繼續供給國家國民經濟以黑色及有色金屬礦石、熔劑、耐火材料及其他冶金、機械製造、化學與許多其他工業部門必需的各種礦物原料。

由於黨和政府從成立世界上第一個蘇維埃國家的第一天起，就不斷關心和有計劃地發展採礦工業，裝備採礦工業以新的技術，使所有繁重的工作機械化，所以成功地有計劃地供給蘇聯國民經濟以各種礦石及其他有益礦物便成為可能的了。例如，遠在1918年，列寧就親自在我國最著名的地質學家、採礦工作者與其他學者及專家的參加下，製訂了「科學技術工作計劃草案」。

在革命前的舊俄時代，雖然許多卓越的俄國學者及發明家（其中必須指出姆·沃·羅蒙諾索夫、克·德·伏洛羅夫、阿·伊·吉美等人）在發展採礦科學及技術上無可爭辯地佔有優先的地位，但是不論在地下還是在露天的採礦中，機械化的發展是十分慢的。僅在十月社會主義革命後，採礦工作的機械化才開始以很快的速度發展起來，因此礦石的採掘量增加了數倍。例如在烏拉爾礦區的巴加利斯基、威索克高爾斯基及格洛布拉哥達特斯基這樣古老的礦山，在過去的150—200年內所採出的礦石都還比第四個斯大林五年計劃時期所採的礦石少好幾倍。

在偉大的衛國戰爭開始時，由於採礦工業根本改造的結果，所以地下採礦中主要生產過程的機械化與以前任何時間的比較都達到了最高的水平。假如說革命前地下採礦只是打眼工作機械化了的話（但這也不是很廣泛和很完全的，而且所有其餘的作業：裝載——工作面運輸、地下運輸、地面運輸都是用人力），那麼1940年在蘇聯最大的克里沃羅日鐵礦區主要的作業就已經機械化了：打眼達100%，工作面運輸達86%，地下運輸達87%，地面運輸達89%及往鐵路貨車裝礦石達96%。

1949年，在克里沃羅日鐵礦區就已大大的超過了戰前的機械化水平^①。如工作面運輸機械化增加到93.1%，地下運輸——93.7%，地面運輸——95.8%，往鐵路貨車中裝礦石——98.3%及在準備巷道中裝載——51.9%。

從這些材料中可以看出，假如不把地下採礦工作總體中在機械化方面最薄弱而落後的環節，即準備巷道中的裝載工作計算在內，那末克里沃羅日礦區的礦山在1949年就已接近完成所有主要生產作業的綜合機械化了。

1949年，烏拉爾鐵礦工業地下採礦工作機械化的水平可用如下的指標^②來說明，這就是打眼機械化達91.5%，工作面運輸達

① 沃·沃·涅金：「在克里沃羅日礦區礦山上的綜合機械化」，載於《礦業雜誌》1950年第7期。

② 沃·普·克母拍涅茨、伊·格·沙烏哈特及布·克·歐列大：「烏拉爾的採礦工業及其任務與前途」，載於《礦業雜誌》1950年第1期。

76%，地下運輸達 94%，地面運輸達 99%，往鐵路貨車中裝載達 91%。由此可見，在 1949 年，用地下方法採礦的烏拉爾鐵礦企業在打眼、工作面運輸及往鐵路貨車裏裝載的機械化方面是落在它的相近的克里沃羅日企業的了。

銅礦工業中的地下採礦工作比鐵礦複雜的多，在 1949 年其主要生產過程的機械化大約達到了烏拉爾鐵礦企業的水平，但也有個別的大企業達到了更高的水平，並且接近了完成綜合機械化。例如烏拉爾的一個大銅礦企業——布拉文斯基礦山主要生產過程機械化水平，在 1949 年已具有了如下的指標：打眼機械化達 100%，回採工作面運輸達 99.6%，地下運輸達 100%，掘進準備巷道的裝載工作達 99.6%，空場充填達 100%^①。1949 年在北烏拉爾鋁土礦及其他用地下方法採礦的烏拉爾企業中，主要生產過程機械化也達到了這樣高的水平。

大規模的露天採礦工作大部分是集中在烏拉爾，這裏的機械化水平也達到很高的程度。

1949 年，在烏拉爾鐵礦工業中，露天開採主要生產過程機械化的現狀已具有如下的水平：打眼機械化達 95%，裝載岩石達 99%，運輸達 100%。

如馬格尼托高爾斯基、克文拉德斯基礦山這樣巨大的露天開採國家企業，所有主要生產過程的機械化都達到了 100%。但也有些企業，其某些生產過程的機械化落後於先進企業機械化的一般水平。最落後的工作部分仍舊是捨場運輸工作。

蘇聯露天採礦工作機械化的速度早已佔了世界上的第一位，尤其是在偉大的衛國戰爭後，蘇聯的整個機械製造業完全轉入和平軌範裏去之後，這個速度是急劇的增加了。

同是一個時期，資本主義國家在繼續着狂熱的軍備競賽，而蘇聯却在創造着日新月異的和平勞動的機械，離開了這些機械就不可能在空前短短的時期內建築起這樣巨大的共產主義建築工

① 伊·弗·士拉也夫及沃·恩·斯傑泊諾夫：L 布拉文斯基礦山主要採礦工作的綜合機械化，載於 L 礦業雜誌 1950 年第 7 期。

程，像伏爾加河及德聶泊河上的水電站，像中亞細亞及克里木那樣空前長的運河。在這些偉大的工程中，掘土工程就是最大規模的露天採礦工作，其掘土量是要以成千百萬立方公尺計算的。

這些之所以可能，是由於蘇聯機械化的速度不僅在數量上增加，而且也在質量上提高所致。

蘇聯機械製造工業不僅製造了比包括美國在內的其他任何資本主義國家都更多的掘挖機，自翻車及其他設備，而且蘇聯的機械在質量上也超過了它們。

在露天及地下採礦工作機械化方面所達到的成就標誌着蘇聯高度的技術水平。但是蘇聯人民決不滿足於這種成就，因為在前面還有更廣闊的遠景與更複雜的任務。最近 10—15 年內的任務與遠景，斯大林同志於 1946 年 2 月 9 日在莫斯科斯大林選區選民大會上的演說中已明確的指出了。

在這個演說中對蘇聯的採煤工業所提出的任務是：採煤量要提高到五萬萬噸；對冶金，因而也就是對採礦工業所提出的任務是要使鍊鋼達到六千萬噸；對採油工業——要使採油量達到三千萬噸。

在過去的五個年裏，蘇聯人民包括採礦工業的工作者在內，證明了不僅能勝利地完成斯大林同志的指示，而且能超額的完成。

生產過程的綜合機械化，無疑地，就是完成這些指示的關鍵。

應當指出，在礦業過渡到綜合機械化方面起主導作用的必然是礦山機械數量種類在世界上佔首要地位的蘇聯採煤工業。

充分證明，蘇聯是用最完善的地下機械（蘇聯的設計師所創造的及我國工業所大量製造的採煤康拜因）來使工作面的工作得以綜合機械化的起源地，而同時，就像美國却沒有用於回採工作面的康拜因，至於其他資本主義國家還只是在試驗抄襲蘇聯機械的試驗樣品。

由於黨、政府及斯大林同志親自的關懷，力求減輕礦工的勞動並使其成為文明而生產率高的勞動，因而在採礦工作的綜合機

械化方面，蘇聯的採礦工業起着主導作用。

蘇聯有專業的研究院及其分院(礦山機械設計院、全蘇煤礦研究院等)，以及在專業的礦山機械製造廠裏也有數十個設計局在研究創造煤礦工業用的新的礦山機械。此外，在蘇聯還有一些世界上最大的重型及運輸機械製造廠、電氣及其他工業部門的工廠，按照政府的任務在創造和改善露天及地下開採用的機械的研究工作。

創造蘇聯煤礦工業用新機械的經驗，無疑地，必須要應用和普及到採礦工業中去，況且有很多的機械既能用於採煤又能用於採礦工業，或者在構造上加以不大的改變就能適用於採礦工業(打眼機械、裝載機械、掘挖機、電機車及其他機械)。

除此之外，對採礦工業必須有在採煤工作中所不用的新機械。因此必須考慮到僅僅採礦企業所特有的自然地質及採礦技術的條件，重新創造這些機械。所以正如「礦業雜誌」^①中所正確指出的：在黑色及有色冶金部門的系統中，組織設計新礦山機械及採礦工業用機械的專門研究所的必要性是早已成熟了。

採礦企業的採礦技術條件與煤礦企業的條件有三個主要不同的特點：(1)有益礦物及圍岩的硬度；(2)礦物的單位體積重量及(3)埋藏特性。

在煤礦礦井及露天採礦場裏很少會遇到硬度高於普氏係數12以上的岩石，而煤是具有很小的相對硬度，並且在大多數情況下容易用鏈式、棒式及圓盤式的截割機構切割；利用上述這些機構的原理，製造了像「頓巴斯」、斯·斯·馬克洛夫型及其他型的機械；當然鏈式截煤機是應用最廣泛的。

開採礦床時所遇到的是硬度為普氏係數12—20的礦石及岩石，在採掘這些礦石及岩石時，用鏈式截割機構的機械是不可能的，並且僅能用打眼及爆破的工作把它們從原礦體上分離下來。

煤的單位體積重量不超過1.25—1.40噸/立方公尺，而礦石

① 尤·沃·歌列德闊夫：「為採礦工作綜合機械化而奮鬥」，載於「礦業雜誌」1950年第7期。

的單位體積重量是在 2.5—5 噸/立方公尺的範圍內，也就是礦石最低限度要比煤重 1—2.5 倍。

煤層在大多數情況下是有明顯的接觸帶，均一厚度及或多或少成一定傾角的規則層狀；而礦體常常有不規則的形狀，接觸帶不明顯，厚度不均一並且傾角也是不定的。

考慮到礦床的這些主要特點，創造適用於採礦工業的新機械的工作正是也必須是專門研究院的任務。

在不久的將來必須創造出來的，屬於這種機械的有：

1. 輕型、堅固、使用方便、生產率高的衝擊電力鑿岩機及能在任何硬度，一直到普氏硬度係數 20 的岩石裏，打直徑 30—65 公厘，深達 6—8 公尺眼的電鑽；這種電鑽必須完全代替衝擊壓氣鑿岩機。

2. 輕便的、外廓尺寸小而生產率高的、在地下巷道中使用的繩索衝擊及旋轉式打深眼的機械。當有了這種能夠打直徑達 150—200 公厘，深度達 100 公尺眼的機械時，則地下採礦工作效率將接近於露天開採的工作效率。

3. 用於準備及回採工作中的，能裝載重量大的和塊度過大的礦石而能保證高度生產率的地下裝載機械。

4. 外廓尺寸最小，而帶有遠距離操縱的，兩個或三個捲筒的重型礦耙絞車。

5. 用於由上向下開鑿的，任何傾角的巷道中裝載重礦石及岩石的，生產率高的，特殊的裝載機械，以及開鑿垂直巷道用的裝載機械。

6. 能使落礦、裝載及從寬工作面（與煤礦工作面相似）回採工作中運輸礦石的工作完全機械化的，爆破裝載及工作面運輸的聯合機械。

至於露天工作，則必須有：

1. 除已製造出了的重量達 1300 公斤，中等能力的繩索衝擊穿孔機以外，要適當的製造重量為 600—700 公斤以下的供小的及中等生產率的露天礦用的輕型穿孔機，以及重量達 3000 公斤

的重型穿孔機。

2. 設計能用在任何硬度的岩石中，打直徑達 200—250 公厘的垂直、傾斜及水平深眼的旋轉鑽機。

3. 整頓大批有很大缺點的中等能力的，鏟斗容積為 1.5—2 立方公尺的掘挖機。實際上，我國的工業是大量的製造着鏟斗容積為 0.25—1.0 立方公尺的萬能式掘挖機及鏟斗容積為 3.0—4.0 立方公尺的 CЭ-3 重型掘挖機，並且也能大量的製造鏟斗容積為 15 立方公尺以上的超重型掘挖機；而生產採礦工業需要的，中等能力的掘挖機還沒有組織得很好。

4. 重新審查及改善現有的機械，並創造能用於單斗掘挖機採場及掘挖機捨場上移動鐵軌的新機械。

5. 創造鋪道碴及釘枕木的機械，因為這些繁重的工作，直到現在在許多的礦山中還是用人工，並且需要很多人員。

蘇聯的學者、工程師、技術人員及斯達漢諾夫式的發明家們很早就進行着創造許多上述機械的研究工作，並在他們的工作中得到了巨大的成就。

蘇聯的採礦工業將隨着這些研究工作的完成以及隨着新機械的創造，並且把它們應用到生產中去，而一步一步不斷地提高到新的，更高的技術發展階段，這個階段就是建設共產主義的基礎。

第一編 地下採礦工作

第一章 地下採礦工作機械化的基本概況

第1節 關於回採與準備工作綜合機械化的一般概念

用地下開採法採掘有益礦物的過程分為兩個主要的工作階段：(1)準備工作階段和(2)切割及回採或採礦工作階段。

準備工作也像在準備工作中所開鑿的準備巷道一樣又分為：(a)採礦基本工作和(6)採礦準備工作。

在新礦床或井田裏發展新礦的初期，只作礦山基本的準備工作。

在開拓第一階段後，首先開始作採礦準備工作，以後進行切割及回採工作。當礦山進一步發展時，採礦基本工作、採礦準備工作、切割及回採工作一般是同時進行的。

準備及回採工作是由主要的及輔助的生產作業所構成的。屬於主要作業的有：落礦(打眼及爆破工作)，在工作面裏裝礦或裝岩及將岩塊由地下巷道運輸到地面。屬於輔助作業的有：採空場支柱(如果需要時)，礦山巷道通風、排水。

在每個工作面裏一切主要及輔助的採礦作業都是按照事先製訂好的，利用機械或者人力勞動的循環圖表，順着一定的次序完成的。

在蘇聯，僅在晝夜產量為50—100噸的很少數礦山中還殘留着人力工作，即或在這種情況下也常常是利用半機械化的方法進行採礦工作，在這種場合下，一部分主要與輔助的作業是用人力工作，而其他部分則是利用機械來完成。

近十五年來，人力工作的比重逐年減少，而機械工作逐年增加，因此用地下方法採礦的，國家主要的採礦企業是逐年的日益

接近於全部綜合機械化。

所謂採礦工作的綜合機械化是這樣的：即生產過程中的一切主要作業及與主要作業有關的輔助作業是完全用機械來作，而這些作業中的每個作業機械化技術設備的能力及生產率完全與準備及回採工作面中所用主導機械的能力與生產率相適應。

當採礦工作綜合機械化時，生產過程的一切作業必須用機械完成，而人的作用就是操縱和維護機械以及合理的及最有效的使用機械。

採礦工業中勞動過程機械化能够：a)在降低成本的同時保證不斷的增加產量及提高勞動生產率；b)保證一切工業及運輸部門不停的工作，因為這些部門的生產活動是必須要加工及消耗金屬礦物及其他礦物的；B)造成增加工人健康及減輕勞動的優良條件；r)減少需要的人力。

第 2 節 準備及回採工作技術操作過程的概況

準備巷道、採礦準備巷道按其所在位置的特性可分為：(1)水平的；(2)傾斜的；(3)垂直的。

掘進水平巷道的技術操作過程是由以下幾種作業所構成的：(1)打眼；(2)裝藥及爆破；(3)爆破後工作面的通風；(4)往礦車中裝爆落的岩石；(5)重車由工作面運送到井底車場及空車送到工作面；(6)採空場支柱；(7)鋪鐵軌。

完成這些作業的順序及時間，一般是用一個特殊的圖表規定出來，這個圖表稱為循環圖表，在這個圖表上能表現出掘進技術操作過程的情況。在循環圖表中，在大多數情況下是把裝藥及運輸的作業合為一個總的作業——清理。

圖 1 是北烏拉爾鋁土礦用一個工作面快速掘進沿脈巷道的循環圖表的一個例子。如由圖表中所看出的，當每晝夜三班工作時，完成了六個循環，並且循環的各個作業——打眼、清理、支柱及鋪鐵軌不是依次而是平行完成的，即同時完成的。各種作業盡可能同時進行是達到掘進優良指標最主要的條件。

作業 時間	第一班												第二班												第三班																	
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
準備工作																																										
打眼																																										
清理																																										
支柱																																										
裝藥及爆破																																										
通風																																										
鋪鐵軌																																										

圖 1 快速掘進沿脈巷道的循環圖表

掘進傾斜巷道的技術操作過程也是由與掘進水平巷道相同的生產作業所組成的。然而由於掘進方法的不同，這個技術操作過程可能簡單了，或者相反的也可能更加複雜了。

當由下向上掘進傾斜巷道時，由於礦石或岩石藉爆破的力量會順着巷道的傾斜底板拋離距工作面相當遠的距離，而能減輕掘進的操作，而在巷道的傾角是 45° 或大於 45° 時，則岩塊一直向下滑動到放礦漏斗口。因此，清理工作本身是十分簡單而容易的。因為這等於是往運輸盛器裏放礦的清理工作。此外，工作面不能被爆落的岩塊堵住，所以通風後在工作面裏可以立刻開始打下一進尺的新炮眼。

從上向下掘進傾斜巷道的工作是相反的更加複雜了，這是因為崩下的岩塊能將工作面堵住。因為在這種情況下用普通的裝岩機是不可能的，所以裝爆落的岩塊是十分困難的。

開鑿垂直巷道與傾斜巷道相同，可以由上向下及由下向上進行。基本的垂直巷道（如提昇井及通風井），大多數是由上向下開鑿，而準備開採第一階段時的垂直巷道，大部是由下向上開鑿。用普通方法開鑿豎井時，其技術操作過程是由以下的作業組成的：（1）打眼；（2）裝藥及爆破；（3）工作面通風；（4）清理（裝載及提昇）；（5）支架臨時的或永久的支柱。

除普通鑿井法外，還有特殊豎井開鑿法：（1）灌漿法；（2）凍結法；（3）瀝青灌入法等等，如從工作面進行灌漿或灌入瀝青時，則使開鑿的技術操作過程更加複雜了。開井工作是採礦工程的特

殊部分，而在專門的參考書中詳細的論述。

開鑿垂直的採礦準備及切割巷道，一般是由下向上進行，因而也就使得開鑿的技術操作過程簡單了。其技術操作過程是由下列作業所構成的：(1)打眼；(2)裝藥及爆破；(3)工作面通風；(4)支柱及移動吊盤。在此情況下或者是完全不需要清理作業或者清理作業就是清掃遺留在吊盤上為量不多的礦石或岩石。

採礦工作中，採礦工作技術操作過程在最完整的情況時，是由以下的作業所組成的：(1)打淺眼或深眼；(2)裝藥及爆破；(3)工作面通風；(4)清理爆落的岩石；(5)採空場支柱；(6)採空場充填。

根據所用採礦方法的不同，採掘工作的技術操作過程可能是由上述的六種作業構成的，或者可能其中的一部分是用不着的，或者可能其中一部分是用其他作業來代替的。

例如，當用支柱採礦法及採空場充填法時，所有上述的作業全都需要，因此這些方法是最吃力的，同時採礦成本也高。

當用留礦法及空場階段法時，沒有清理、支柱及充填作業。當用分層及階段崩落採礦法時，崩落採空場(或稱之為落頂)的作業就代替了採空場充填作業。

當用無強迫崩落的礦塊崩落法時，沒有打眼、裝藥及爆破、採空場支柱及充填的作業，並且回採工作過程就是從用切割巷道切成的礦塊中放礦，因此，當很正確的利用礦塊崩落法時，礦石的成本比利用其他採礦法時更為便宜。

第3節 準備及回採工作主要生產作業機械化的基本方案

對掘進準備巷道速度有決定性影響的有兩個主要的作業，即打眼及清理。掘進水平巷道時，所謂清理就是往礦車裏裝載爆落的岩塊，並把它運到井底車場去。

掘進水平巷道的打眼，一般是用各種類型的壓氣鑿岩機。根據鑿岩機的類型和支架設備的不同，在水平巷道的工作面裏打眼有六種基本的方案，即：