

中央人民政府高等教育部推薦
高等學校教材試用本

採 礦 學

第 三 卷

蘇聯 爾·德·舍維亞科夫院士著
中國礦業學院編譯室譯
中國礦業學院採煤方法教學研究室審訂

燃 料 工 業 出 版 社

中央人民政府高等教育部推薦

高等學校教材試用本的說明

充分學習蘇聯的先進經驗，根據國家建設需要，設置專業，培養幹部，是全國高等學校院系調整後的一項重大工作。在我國高等學校裏，按照所設置的專業試用蘇聯教材，而不再使用以英美資產階級教育內容為基礎的教材，是進一步改革教學內容和提高教學質量的正確方向。

一九五二年九月二十四日人民日報社論已經指出：「蘇聯各種專業的教學計劃和教材，基本上對我們是適用的。它是真正科學的和密切聯繫實際的。至於與中國實際結合的問題，則可在今後教學實踐中逐漸求得解決。」我們現在就是本着這種認識來組織人力，依照需要的緩急，有計劃地大量翻譯蘇聯高等學校的各科教材，並將陸續向全國推薦，作為現階段我國高等學校教材的試用本。

我們希望：使用這一試用本及今後由我們繼續推薦的每一種試用本的教師和同學們，特別是各有關教研組的同志們，在教學過程中，對譯本的內容和譯文廣泛地認真地提出修正意見，作為該書再版時的參考。我們並希望各有關教研組在此基礎上逐步加以改進，使能結合中國實際，最後能編出完全適合我國需要的新教材來。

中央人民政府高等教育部

目 錄

鹽 礦 的 開 採

第十八章 岩鹽與鉀鹽的開採方法	491
第1節 岩鹽與鉀鹽礦藏的形狀	491
第2節 岩鹽的開採方法	492
第3節 鉀鹽的開採	499
第4節 鹽柱的計算法	508
第5節 建築石料的地下採掘法	514
第十八章參考文獻	516

金屬礦床的開採方法

第十九章 足以影響金屬礦床開採方法的選擇的因素	517
第1節 序論	517
第2節 礦床的厚度	517
第3節 傾斜角	518
第4節 金屬礦床的埋藏深度	519
第5節 金屬礦石的物質成分	520
第6節 礦石與岩幫的硬度及穩固性	523
第7節 礦石的碎塊性	525
第8節 另外一些足以影響開採方法的選擇的因素	527
第9節 開採金屬礦床時，在採礦工作中進行探測工作的意義	528
第十九章參考文獻	529
第二十章 薄的金屬礦床與中厚的金屬礦床的開採	531
(甲) 緩斜的與傾斜的礦床	
第1節 全面開採法的示例	531

第2節 矽礦石的柱式開採法	532
第3節 燐礦石的柱式開採法	536
第4節 綫斜的金屬礦床的房柱開採法示例	537
第5節 砂礦的開採	538
(乙) 急傾斜的礦床	
第6節 礦脈的開採	551
第7節 正梯形採礦工作面開採法的概念	561
第二十章參考文獻	561
第二十一章 厚金屬礦床的開採	564
第1節 開採厚金屬礦床時岩幫控制的重要意義	564
第2節 保留支撐礦柱的開採法	564
第3節 小階段巷道開採法	563
第4節 使用構架式支架的開採法	571
第5節 厚金屬礦床的充填開採法	574
第6節 礦石暫時存儲不放的開採法	577
第7節 使上蓋岩層塌落的開採法	590
第8節 小階段塌落的開採法	594
第9節 礦石的強制塌落開採法	599
第10節 礦石自動塌落的開採法	605
第11節 各種岩幫控制方法的混合法	610
第12節 關於寶石開採的說明	610
第13節 敞露式漏斗開採法	613
第14節 礦石濾漚法的概念	616
第二十一章參考文獻	616
第二十二章 密接礦層的開採	618
第1節 密接礦層的採動	618
第2節 密接煤層的開採實例	623
第3節 密接煤層組開採的同時準備工作	626
第4節 開採自然性的煤層時組用巷道的作用	629
第5節 利用暗井或溜井來進行煤層組的同時準備工作的概念	632
第二十二章參考文獻	632

第二十三章 地下採掘工作對於地面的影響	834
第1節 表現於地面上的岩石移動	834
第2節 保安礦柱	838
第二十三章參考文獻	846
第二十四章 開採方法的分類與選擇	848
第1節 開採方法的研究與說明的程序	848
第2節 開採方法的分類	850
第3節 開採方法的選擇	854
第二十四章參考文獻	855
第二十五章 露天開採工作	866
第1節 進行露天開採工作必須具備的條件	866
第2節 露天開採深度的計算	868
第3節 露天開採法與地下開採法比較上的優點與缺點	864
第4節 梯段工作面開採方法	866
第5節 某些岩石的體積重量、鬆散係數及自然休止角， 露天礦廠的邊緣角	871
第6節 在梯段工作面上採掘礦石	874
第7節 露天礦廠的放炮爆破工作	875
第8節 電鏟（鏟土機）的應用	880
第9節 扒礦機的應用	891
第10節 整塊石材的開採	896
第11節 露天開採的運輸工具	899
第12節 廢石堆場及其設備	704
第13節 露天開採工作的總系統	713
第14節 壑溝的開掘	722
第15節 露天採礦工作中的水力機械化方法	724
第16節 利用挖泥船開採砂礦	733
第17節 露天礦廠的排水	737
第18節 露天礦廠的保安措施	741
第二十五章參考文獻	743

鹽 礦 的 開 採

第十八章 岩鹽與鉀鹽的開採方法

第 1 節 岩鹽與鉀鹽礦藏的形狀

鹽礦是水成的礦床，因此在地質構造上沒有什麼變動或者不整合的情況不太劇烈的地區內，鹽礦多成厚度不等的平緩礦層。很好的一個例子就是頓巴斯的阿爾特莫夫斯克區的岩鹽層，厚達 40 公尺，在很大的一個面積內，埋藏非常穩定，幾乎成水平的狀態。

北部烏拉爾的很著名的索立喀穆斯克鉀鹽與鎂鹽礦床，一般來說，也是在廣大的面積內成水平層狀，雖然在某些地點鹽層也有很大的褶曲，其中與岩層的斷脈發生易位的情況。此處的有用礦物係氯化鉀 (KCl 與岩鹽的化合物) 及光鹵石 ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$)。

光鹵石是用以提取鎂及其化合物的。

岩鹽與鉀鹽和其他岩石相比，其可塑性程度特別大，因此很多岩鹽鉀鹽礦體都成一種圓錐形（岩瘤 купол）（圖 288）。鹽礦的這種形狀大概是由於其可塑性特別大受到岩層的壓力而被頂到地表的緣故。鹽礦的岩瘤畫出平面圖來，通常（但不是絕對這樣）成為橢圓形，軸長 1.5—3 公里，向地下陡急地深入。靠近鹽瘤的岩層，

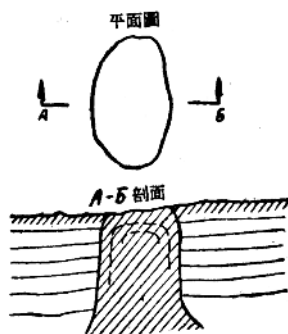


圖 388 鹽瘤的示意圖

在形成鹽瘤的時候已經被擠壓，因此也就多少凸起一些，這是我們不得不這樣來推測的。在蘇聯所開採的典型的鹽瘤是位於南部烏拉爾的索立-伊列次克，它的地質構造與圖 288 所表示者相同。鹽瘤的長軸約長 2 公里，短軸約長 1 公里。經過地面以下深度 500 公尺的探鑽結果，證明在這個岩瘤裏的岩鹽是連續不斷地埋藏着，可是根據地球物理探勘的結果，這裏的岩鹽從地面起一直深藏到最少 1.5 公里的地方。

很多鹽瘤的地質構造情形遠比圖 288 所示的情況要複雜得多。

還有很多尚未開採的鹽瘤，根據地質調查的結果，都位置在靠近裏海以北的廣大地帶。

足以影響選擇岩鹽開採方法的情況有兩種：第一，因為鹽礦最容易被水溶化，所以在開採時必須防止地面水和地下含水層的水侵入開採的巷道；第二，鹽礦的天然埋藏量非常大，對於在開採時如何來減少鹽的損失一節，毫無顧慮的必要。結合着這些理由，所以在開採岩鹽礦的時候，以及常常在開採鉀鹽礦的時候，都使用留鹽柱的開採法。保留鹽柱就可以避免採空區上部岩層的移動了。

第 2 節 岩鹽的開採方法

在頓巴斯的阿爾特莫夫區，岩鹽層是埋藏在地面以下 120—200 公尺的深度。開採的主要鹽層，即所謂布良才夫斯基層，厚度是 30—40 公尺。岩鹽層開採區的傾斜約 4° 。鹽的埋藏量事實上是取之不盡，用之不竭的。

倉房 A、A 是位於同一個方向，彼此平行（圖 289），或者用兩個不同的系統，平行的倉房彼此相交（圖 290）。在倉房之間保留鹽柱 a、a（鹽柱），這種鹽柱就用以支撐上部的岩層，不再採出。在開採岩鹽礦時，無論如何，不可使頂板塌落。落頂不僅造成本身工作的危險，特別是在巷道寬度與高度都很大的情況下，假如頂板塌落，在岩層上造成裂縫，就有使上部含水岩層的水侵入巷道的重大危險了。在某些情況下，岩層所造成的這種裂縫有時可以一直達到

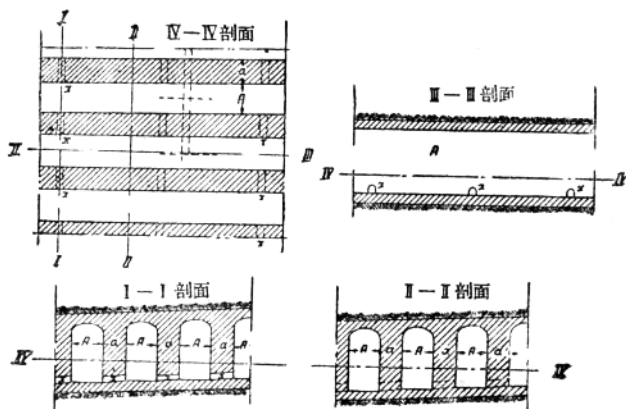


圖 269 保留牆壁狀的礦柱來開採岩鹽礦

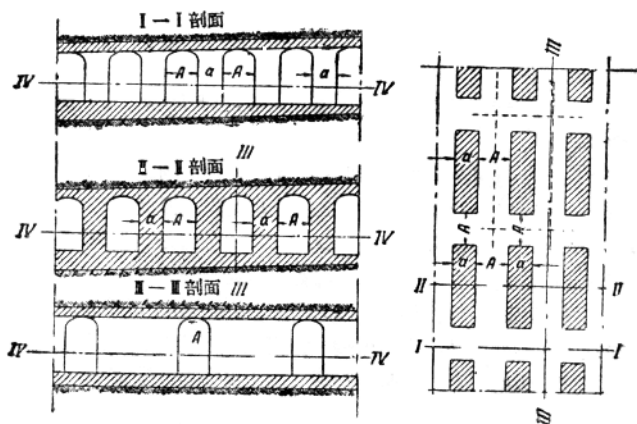


圖 390 保留矩形截面的礦柱來開採岩鹽礦

地面，因此也就有使地面水侵入巷道的危險；在所有的煤礦上幾乎都可以看到這種現象。但是由於岩鹽（鉀鹽亦同）易溶於水，所以水的侵入是極其危險的。爲了防止頂板塌落，就必須正確地選定礦柱的尺寸與倉房的寬度。礦柱的尺寸必須足夠承擔上部岩層的重量。在國外的探礦工作中，就曾由於礦柱的尺寸不夠而發生了很大的災變。但是也要注意，礦柱的尺寸超過了需要，也同樣地要造成岩鹽的無益損失。礦柱尺寸的計算，一面要根據礦柱所承擔的壓力（負荷），另一面要根據礦柱的抗力（сопротивляемость）。關於這一點，將在下文說明（第4節）。

倉房最大的尺寸究竟應當定爲多少，這是要根據經驗來決定的。因爲目前在理論上還沒有一種可靠的規定方法。以往使用手工探礦時，倉房的寬度只有12—15公尺，但是目前在掘進工作面上已經採用了機械式的開採方法（參閱下文），並儘量使用炸藥，因此倉房的寬度一般定爲17公尺。

礦柱的形狀，則可斟酌倉房的位置情況，採用支撐的牆壁狀（圖289），利用這種牆把相鄰的倉房隔開，或者採用矩形截面的礦柱狀（圖290）。在阿爾特莫夫斯克礦區幾乎沒有用正方形截面的礦柱的。各相鄰的倉房之間利用寬2—5公尺、高2—3公尺的巷道接通，這種巷道是在礦柱內每隔30—60公尺開掘一個，巷道的頂成拱形。

倉房完全開掘在岩鹽內，也就是說，在倉房的上邊應保留通常厚達1—3公尺的一層鹽頂，在底板上也要保留厚度差不多的一層鹽。但是爲了保存倉房的底板，假如倉房的位置是順着礦層傾斜面或者與走向成對角線的形式時，那麼常常要在底板上保留水平的鹽層，厚達10公尺，甚至15公尺的樣子。在鹽層的頂板與底板保留一層鹽不採的原因是，岩鹽由礦山技術條件來看是一種非常穩固的，密度很大的岩石。但是假如鹽層的上邊是無水石膏時（而不是粘土），那麼有時候，特別是在鹽層不太厚的時候，倉房頂部也可以一直達到無水石膏層。倉房的頂部應掘成很低的拱形。

因為鹽層的傾斜度不大，所以倉房的位置，可以順着走向，也可以順着傾斜面，也可以和走向成對角的方向。

順走向的倉房，其底部是水平的（圖 289 及圖 290）（III—III 剖面圖）^①，倉房的頂部與底部所保留的鹽層是同等厚度，也正如倉房的高度永遠不變是一樣的。這樣的位置法有一個不便的地方，就是連接各倉房的巷道 X 的牆壁就要有很顯著的傾斜，在巷道內推動礦車時，多少又感覺一些困難。假如把倉房順着鹽層傾斜面來佈置，那麼要使倉房頂部與底部所保留的鹽層厚度保持不變就必須使被保留的頂底鹽層也具有與鹽層傾斜度相等的坡度，這樣對於軌道的運輸也將感覺不便。所以某些礦井，在整個井田範圍內，或者最少在井田的大部範圍內，要使倉房的底板成為水平的，因此頂部小層的厚度雖然相同，但是鹽的倉房的高度以及底部小層的厚度却要逐漸地發生變化（圖 290，剖面 I—I，II—II）。因為使用這種開採法時，倉房底部的鹽並不再探出，所以使倉房的底部再保持水平的位置，就成了這種辦法的許多優點中的缺點了。

雖然上面指出許多缺點來，但是使用順走向的倉房位置法仍然是比較正確的。使用對角式的倉房位置是介乎上述兩種方法之間的一種折衷辦法。假如採用順走向的倉房法，那麼井田內採鹽工作即將如下述的程序來進行（圖 291）。從提升井筒 A 順傾斜面開掘巷道 AS 與 AB。斟酌巷道 AB 的傾斜度，可以採用適合的一種運輸方法來運鹽。巷道 AB 從井筒開掘應有坡度。為了減少線路的坡度以利運輸，就可以開掘兩個對角式的運輸巷道 AB₁ 與 AB₂，使 AB₁、AB₂ 與水平面所成的傾斜度比較小一些，而不要只開一個巷道 AB。通風井筒 Γ 的位置，通常距離提升井筒 A 不遠。利用窄的小巷穿通牆狀的鹽柱造成通風系統如圖 291 所示的情況。採礦工作的發展是由井筒向各個方向進行，大體是很均勻的。

現在我們來研究一下布良才夫斯克鹽層的巷道掘進與採礦工作

① 假如為了運輸時的便利，故意使倉房的底板具有很小的坡度，則不在此限。

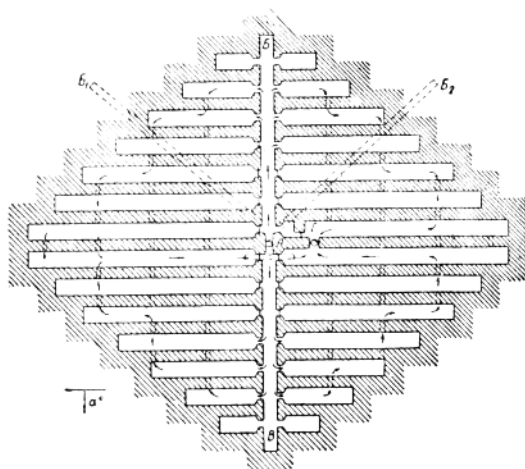


圖 291 鹽礦井田內巷道的位位置系統圖

的進行次序。布良才夫斯克鹽層是緩斜的，厚達 40 公尺，埋藏在地下深度 150 公尺的地方，這在上文已經說過了。該鹽層的開採方法如圖 292 所示的情況^①。

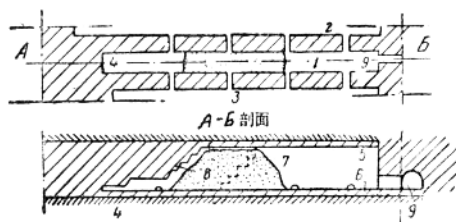


圖 292 在倉房內採掘岩鹽

倉房寬 1—17 公尺，倉房之間的鹽柱厚為 2—8 公尺。每隔 30

^①根據列維次基 (Г. И. Ловицкий) 所提供的材料。

公尺應在鹽柱上開掘連絡風眼 3 將鹽柱接通，也就是說，鹽柱的底座尺寸是 8×30 公尺。因為倉房的頂部小層 5 與底部小層 6 根本不再採出，所以倉房的高度是 25—27 公尺。

在開採每一個倉房之前，應先開掘巷道。巷道 4 應按倉房的全部寬度開掘，但其高度則只有 2 公尺。用割礦機先割槽，其深度為 2 公尺，造成採鹽工作面。在工作面每割槽面積達 32 平方公尺，即需要一個工作班。在割槽的同時，用電鑽打炮眼，其直徑為 25 公厘。炮眼的位置是兩排，一排靠近工作面的頂板，另一排則稍為低一些，炮眼的排列應成棋盤形。打眼工與其助手在每一工作班內可打炮眼 300 公尺。放炮是用點火導線。在巷道掘進面上的放炮可以獲得鹽約 150 噸。為了運出鹽，應將鐵軌鋪到採鹽工作面。

等到巷道掘進面已經進到距倉房「頸部」9 有兩個連絡風眼的距離時，就開始採鹽工作。

為了使倉房能得到預定的 25—27 公尺的高度，在距離開始開採工作地點不遠的地方就應當在巷道的頂板上掘鹽，亦即當地所謂的「升頂」工作（「поднятие потолка」）。採鹽時應使工作面成倒梯形。工作面逐漸地上移，因此也就向各方面擴展。打眼時是站在已經掘下的鹽堆上。為了打眼的便利，應隨時扒鹽堆，使其距離工作面的高度經常保持着一個人的身長。

等到工作面已經達到預定的倉房高度時，鹽堆的兩個傾斜面的天然休止角為 $38-40^\circ$ ：前方的傾斜面 8，是向着工作面的那一面，後方的傾斜面 7，是向着倉房開頭的那一面。再繼續採鹽時就從傾斜面 8 進行。鹽堆逐漸地向倉房的開採方向增加，而在 7 的一面，則把採下的鹽進行裝車與運輸。但是由於鹽礦一經採碎，其體積就要增加，為了保持一定的空間使打眼工能够繼續進行以及使空氣能够進入工作面起見，從 8 的一面，也照樣需要運出一部分鹽。

梯段的高度（在傾斜的工作面內）為 1.5 公尺。倉房工作面每月的進度為 15—20 公尺，或更多一些。全礦井的炸藥消耗量每採

鹽 1 噸為 170—180 公分。

從鹽堆的傾斜面 7 運鹽是使用扒鹽機。在每一個探鹽的倉房中裝有兩個開動扒鹽機的絞車。絞車是裝在活動的金屬架子上，距離鹽堆 12—15 公尺的地點。這兩個絞車是由 6 個人組成的一個工作隊來照料：兩個照料絞車，兩個照料扒鹽機（主要地是管理鹽塊的碰碎工作），另外兩個是在鹽堆上把鹽扒下來。這個工作隊的生產率是每班 600 噸鹽。從鹽堆的前方傾斜面裝鹽的工作，與此相同。

因為在探鹽時要消耗大量的炸藥，而倉房的高度又很大，所以必須保持很好的井下通風。關於通風系統的很好的例子就是上面已經提到的烏拉爾的伊列次克鹽礦的地下巷道通風系統。

圖 293 所示的開採法與上述的開採法相似：倉房高度是 25 公尺。空氣從提升井筒 1 進來，經過運輸巷道 2，更進入倉房中。因為通風巷道 3 是沿着倉房之間的鹽柱，靠近倉房的頂部開掘的，所

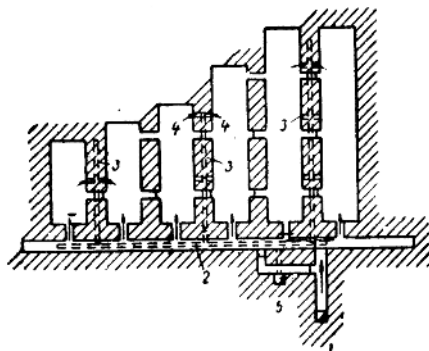


圖 293 伊列次克鹽礦的通風系統

以風流經過連絡風眼 4 先進入巷道 3，然後再轉入通風井筒 5。

在第 1 節裏所說的伊列次克地方的大鹽瘤是在很早以前就用露天法開採了。自從 1889 年開始，這個鹽瘤就在所謂「老倉房」內

開採。到了1925年，因為頂部已經有裂縫，有水滲入把鹽溶化，所以才停止了工作。這個倉房雖然已經放棄了，但是由於它的已採掘的地下巷道的尺寸特別大，所以還值得提出來談一談：倉房高達106公尺，上邊的寬度是14.5公尺，下邊的寬度是25公尺，長達245公尺。由於當初是採用梯形的採鹽工作面，所以倉房的高度（其實正是它的深度）是逐年增加的。鹽的運出是在倉房的壁上掘成一個垂直凹槽狀的很深的垂直井筒來運送。倉房除了用斜樑木架直接支在頂板下邊以外，並沒有其他任何支架。

在開採鹽礦時，只要已經算好在倉房內應留的礦柱以外，根本不再使用任何支柱；可是倉房的面積很大，因此也就可以在倉房內利用各種不同的機器來進行採鹽、裝鹽與運鹽工作。除了一般的割礦機，裝車機以及運輸機之外，還可以使採小型的電鏟。為了倉房的開採工作，為了能夠實行機械化的裝車，最好使用容積較大的礦車，因為巷道的空間尺寸很大，使用大容積礦車的運行是毫無困難的。但是為了使用箕斗式的提升，就必須在地下裝置處理大塊的碎礦機。

第3節 鉀鹽的開採

上文已經講過，在索立喀木斯克附近的第一個鉀鹽礦是開採氯化鉀及光鹵石。礦體是埋藏在地下270—310公尺的深度。所開採的鉀鹽層系如圖294所示的情況。光鹵石礦帶是由含有岩鹽的光鹵石構成，其厚度為75—80公尺。在光鹵石的下邊是氯化鉀礦帶，厚度為30—35公尺，由氯化鉀層與岩鹽層交互埋藏而成。目前所開採的礦層是AB層（當地的叫法），厚達3—3.5公尺及L克拉斯內II層，厚達6—8公尺。

一般地來看，礦層是緩斜的，一般是穩定在4—7°的傾斜上，但是岩層具有很多的小褶曲，因此鹽層的底板就成了波浪起伏的形狀。

開採是用倉房法（圖295）。倉房的軸一般是沿着褶曲的軸的

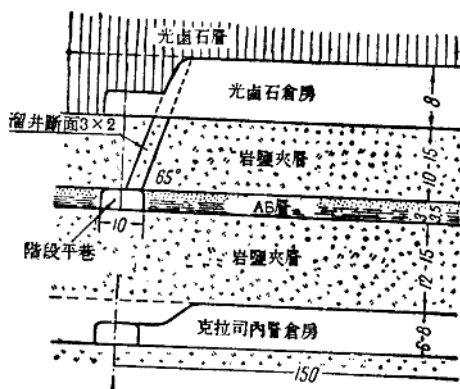


圖 294 鉀鹽礦內開採鹽層的位置略圖

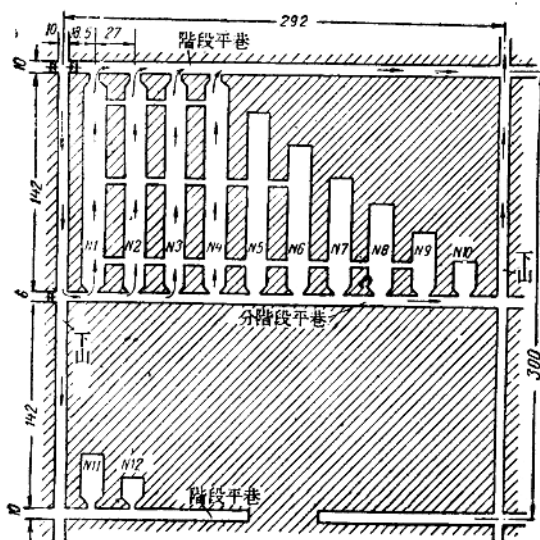


圖 295 鉀鹽礦內的倉房位置圖

方向。

倉房的尺寸（公尺）如下：

	AB層	氯化鉀 L 克拉斯內 II 層	光鹵石層
寬度	15	15	8
高度	3—4	6—8	6—8
長度	150	150	75
倉房之間礦柱 的厚度	12	12	19

光鹵石層的倉房寬度大為縮小，其理由是光鹵石的穩固性較差，而且它的濕度比氯化鉀大。至於光鹵石層內的倉房高度也採用 6—8 公尺，則完全是爲了在倉房內進行工作便利的關係。

爲了使倉房之間的礦柱能够穩固，在這三個礦層中所有各倉房的軸，都是採用一個壓在一個的上邊的辦法。光鹵石並不在整個井田範圍內開採。凡在開採光鹵石的地方，AB 層就不開採（圖 294）。

因爲光鹵石質比較軟，而且還含有爆炸性瓦斯，因此就要用風鎬來開採。爲了採礦的便利，採掘的梯段應用正梯形（圖 296）。

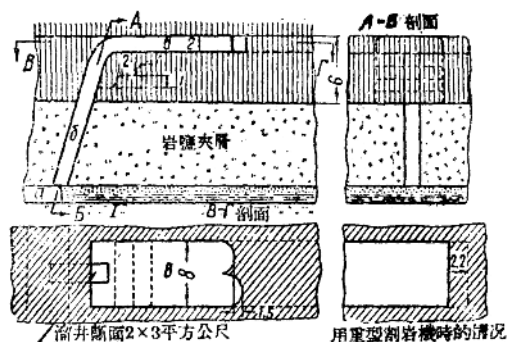


圖 296 光鹵石的開採法

從運輸巷道 a 在氯化鉀層 AB 內開掘一個溜井，一直開到原計劃的倉房頂部，然後再由該處開掘工作面，其寬度與倉房寬度相等，為 8 公尺；其高度為 2 公尺。在這個工作面上使用割礦機割槽。採礦梯段作正梯形，梯段的高度為 1 公尺，寬度為 2 公尺。兩個採礦工在一個工作班內可以採出光鹵石 30 噸。從工作面把鹽運到溜井是利用運輸機。為了使倉房內的爆炸性瓦斯能夠很均勻地排出，就要打一些排氣眼。由於光鹵石很軟，倉房的頂部及牆部可能塌落，礦柱的堅固性也可能減小，因此就必須進行充填。充填材料係利用地面上加工製鹽工廠所拋棄的廢渣。

氯化鉀（克拉斯內）的採礦工作程序如圖 297 所示的情況。首先順礦層底板開採一層鹽，厚為 2 公尺，寬度與倉房寬度相等。割槽是利用電氣割礦機。每一個割礦機司機在一個工作班內割完兩個倉房的槽，也就是等於 50—60 平方公尺的槽口。因為氯化鉀很硬，所以應用炸藥落礦。炮眼深度為 2 公尺，其位置如圖所示。從掘進

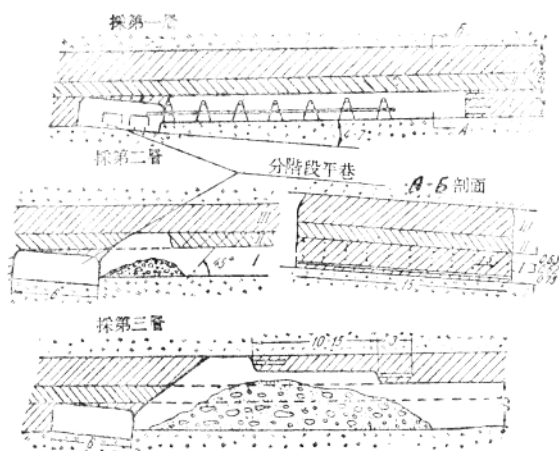


圖 297 氯化鉀的開採法