

蘇聯技工訓練教學用書

坑道掘進學

沃多皮揚諾夫著

地質出版社

學進掘道坑

沃多皮揚諾夫 著

地質出版社

1955 • 北京

071592

簡 介

本書扼要地論述了坑道的掘鑿和金屬礦床的揭露，詳盡地敘說了坑道掘進循環的主要工序及近代鑿岩和清除碎石的機器。書中還論到勞動組織問題，並舉了一些斯達漢諾夫式的工作實例。

本書可供訓練新掘進工用，也可供技術熟練的掘進工和探礦技術人員參考，並可供中等專業學校教學參考。

本書係根據蘇聯國立黑色與有色冶金科技書籍出版社(Металлургиздат)1932年於莫斯科出版的“Проходка горных выработок”一書譯出的，係蘇聯沃多皮揚諾夫(С.А.Водопьянов)著。

本書是由地質部編譯出版室唐瑞樓、劉彥德、譚筱波譯。

書號0146 坑 道 掘 進 學 245千字

著 者 沃 多 皮 揚 諾 夫

出 版 者 地 質 出 版 社

北京安定門外六鋪炕

北京市書刊出版業營業許可證出字第零伍零號

發 行 者 新 華 書 店

印 刷 者 北 京 市 印 刷 一 廠

北京西便門南大道乙一號

印數(京)1—4,500冊 一九五五年五月北京第一版

定價1.67元 一九五五年五月第一次印刷

開本31''×43'' $\frac{1}{4}$ 印張11張 插頁1

目 錄

原 序	7
第 一 章 岩石的地質情況及其性質之簡述	9
第一節 概論	9
第二節 岩石、礦物、礦產、脈石	9
第三節 岩石的產狀	11
第四節 岩石產狀單位	13
第五節 岩石的主要物理機械性質	14
第六節 岩石的分類	17
第 二 章 金屬礦床的普查和勘探	18
第一節 概論	18
第二節 普查工作	18
第三節 初步勘探	19
第四節 詳細勘探或工業勘探	19
第 三 章 坑道	20
第一節 概論	20
第二節 坑道的分類	20
第三節 坑道的形狀及其橫斷面的尺寸	23
第四節 排水溝	30
第 四 章 礦床的揭露	32
第一節 概論	32
第二節 平窿揭露	32
第三節 井筒揭露	33
第 五 章 打眼工作	37
第一節 鑿岩工作概論	37
第二節 鑿岩方法	37
第三節 風動鑿岩機	38
第四節 鑿岩機推進的自動化	53

第五節	安置鑿岩機於工作面上的設備	57
第六節	鑿岩機壓縮空氣的輸送及其分配	68
第七節	鑿岩機的基本使用規程	70
第八節	影響鑿岩進度的主要因素	76
第九節	電鑽	78
第十節	鑿岩機型式的選擇	85
第六章	釐子及其修整	86
第一節	釐子的構造及釐子套組	86
第二節	製造釐子的材料	88
第三節	釐子鋼的熱處理	90
第四節	炭素鋼釐子的製造、修復和淬火	92
第五節	鍛釐室設備	94
第六節	硬合金鑲鋸釐子及其製造和磨銳	96
第七節	活釐頭	98
第七章	炸藥及爆破工作	102
第一節	爆破及炸藥的概念	102
第二節	炸藥的類別	104
第三節	炸藥的試驗	109
第四節	起爆的工具及起爆附屬物	111
第五節	電源	115
第六節	測量儀器	116
第七節	爆破工作的進行	119
第八節	炸藥筒大小的確定	120
第九節	炸藥筒起爆的方法	122
第十節	進行爆破工作的技術操作	137
第十一節	填塞材料的作用及規格	141
第八章	工作面上爆破孔的佈置	143
第一節	概論	143
第二節	水平坑道掘進時爆破孔的佈置	145
第三節	水平坑道工作面上爆破孔的數目	150
第四節	掘進豎井時爆破孔的深度及佈置	153

第九章 坑道支護	157
第一節 地壓和坑道支架作用的一般概念.....	157
第二節 坑道支架材料.....	158
第三節 水平坑道支護.....	162
第四節 水平坑道的分岔點和交叉點的支護.....	176
第五節 垂直坑道和傾斜坑道的支護.....	176
第十章 坑道掘進時碎石的清除	181
第一節 概論.....	181
第二節 工作面落石用的工具.....	181
第三節 人工清除.....	183
第四節 水平坑道掘進時碎石的機械化清除.....	184
第十一章 坑道通風	220
第一節 坑內空氣成分.....	220
第二節 有害氣體.....	220
第三節 空氣量標準.....	222
第四節 獨頭工作面的通風.....	223
第五節 扇風機.....	223
第六節 風筒.....	223
第十二章 坑道掘進時的防塵	233
第一節 概論.....	233
第二節 消除坑內岩塵的方法.....	234
第三節 炮眼的沖洗.....	235
第四節 乾式除塵.....	237
第五節 噴水和水幕的造成.....	237
第六節 個人防塵工具.....	239
第十三章 地下坑道照明	240
第一節 概論.....	240
第二節 移動式照明.....	240
第三節 固定式照明.....	243
第十四章 水平坑道掘進	244
第一節 掘進工作的循環組織.....	244

第二節	水平坑道掘進的主要方法	247
第三節	掘進循環各個工序進行的程序	247
第四節	保證既定工作組織進行的主要條件	254
第五節	實例	257
第十五章	垂直和傾斜坑道掘進	233
第一節	概論	233
第二節	垂直井筒的普通掘鑿法	234
第三節	井筒支護	273
第四節	垂直井筒的特殊掘鑿法	274
第五節	垂直井筒加深法	279
第六節	傾斜坑道掘進	282
第七節	升井的掘鑿	283
第八節	硃室掘鑿法	287
第十六章	掘進工作的保安措施	292
	參考文獻	295

原 序

完成恢復和發展國民經濟的第一個戰後五年計劃的總結說明了蘇聯人民在共產黨的領導下，對恢復和進一步發展國民經濟做了巨大的工作。在這個五年計劃的後期所達到的生產水平，遠遠超過了戰前的水平。

就採礦工業而言，在恢復、改建和新建我遼闊祖國的各地區採礦企業的工作中也獲得了很大的成就。這些成就對進一步發展黑色、有色和稀有金屬的開採工作有着莫大的意義。

隨着現已生產的採礦企業數目的增大，由於進一步實行機械化，而使這些採礦企業的工作方法有了重大的改變。

我國大多數採礦企業已為先進的國產技術設備裝備起來，而且其中很多都已成為全盤機械化的企業。在這些企業裏，採礦工作的一切生產過程都是機械化了，人工的任務也只是在於操縱機械。

採礦工作的高度機械化使現已生產的礦山採礦量大大提高，並加速了新的採礦企業的建設。

在很多有色金屬礦山及某些黑色金屬礦山裏，坑道（地質勘探坑道、採礦主要坑道和採礦準備坑道）掘鑿工作量比採礦工作量要大。

這類坑道掘進的快慢和好壞決定着新礦井和新礦坑能否更早開工，並決定着計劃厚度的開採，以及現已生產的礦山新水平的及時準備。

掘進工作具有重大意義僅只就以下事實即可看出，即從1947年以來，我們就進行了採礦掘進小組的全蘇社會主義競賽，並以獎金和全俄職工會總會流動紅旗授予先進者。

坑道的順利掘進和我國礦山現有設備之充分運用，在頗大的程度上決定於掘進小組長、技術員和採礦工人的技術知識水平。

現代的機械化水平和採礦的工作組織，要求工人須具有豐富的技術知識和經驗。這樣就必須進一步開展採礦工人的技術訓練，並提高其文化技術水平到工程技術人員的水平。

這本書闡述了坑道掘進的基本問題。

重點是放在水平坑道上。豎井的掘鑿只是泛泛地談談，因為這類工作，在其現代高度機械化的情況下，是由專門的豎井建築組織來進行，這種組織是有高度技術熟練的人員參加的。

本書是按照主要職業是從事於金屬礦山坑道掘進的採礦技術員和採礦工人訓練班的教學大綱而編寫的。

我衷心希望讀者們對本書提出意見和批評。

我應當深深地感謝技術科學博士阿戈什科夫教授，感謝他在我編著本書時所給予的寶貴指示。

著 者

第一章 岩石的地質情況及其性質之簡述

第一節 概 論

大地的表面就其形狀來說像一個球，這個球的直徑約有 13,000 公里。就深的礦井和鑽孔的觀察結果表明，地球內部的溫度隨其深度的程度而不斷增高。現已確定，大約深度每增加 30—33 公尺，溫度平均上升 1 度。這就說明了為什麼深井裏的溫度比地表層的溫度要高得多。在距地表約一百公里的深處，其溫度根據學者的推斷就達到 1500 度，在這種溫度裏，我們所熟悉的固體岩石已成熔融體了。當火山爆發時，在地表上就噴出所謂岩漿或熔岩的灼熱液體物質。

第二節 岩石、礦物、礦產、脈石

構成地殼的物質叫做岩石。

岩石是由一種或數種礦物組成。

所謂礦物就是在地殼裏在自然條件下所形成的均一的無機物質（石英、鹽岩、閃鋅礦、方鉛礦等）。礦物多為固體的，但液體的亦間而有之（如汞）。

由一種礦物所組成的岩石叫做簡單岩石（白堊、鹽岩等），而由兩種或兩種以上的礦物所組成的就叫做複雜岩石（花崗岩、斑岩等）。

岩石就其生成情況可分為火成岩、沉積岩和變質岩。

火成岩係地球深處熔融的岩漿侵入到地殼的裂隙和空隙中或噴出於地表凝固而成的。

火成岩的特點是完全沒有層理（如花崗岩、斑岩、玄武岩、角閃岩等）。

沉積岩乃火成岩或動植物的遺體遭到破壞的產物沉積在地面上或河、湖、海及洋的流動範圍內而生成的。沉積岩的特點，是它有層

理，因而名爲成層岩。這類岩石有煤、頁岩、石灰岩等。

變質岩係火成岩與沉積岩在地球深處受高溫、高壓及化學作用的影響起了變化而形成的。

凡直接或經適當加工後在工業上能够利用的金屬或非金屬的礦物及岩石稱爲礦產。

礦產有氣體的、液體的和固體的三種。第一種有可燃氣；第二種有石油、各種鹽水；第三種包括所有的各種礦物、礦物質的及有機質的化合物，這些化合物有的在原料狀態時，也就是說剛將其由地下採上來（如煤、寶石、建築材料等）就可利用，或者是經過選礦，熔煉、由溶液沉澱、化學加工等辦法後就能利用。

礦產產於地下各種不同深度的岩石裏。

蘊藏有礦產的岩石叫脈石。通常脈石是不含礦產或含有工業價值的很小礦產。

對於礦產和脈石的看法，是依科學和技術發展的水平、地區和其他條件爲轉移。同樣的岩石由於各種條件的不同，或可視爲礦產，或可視爲脈石，譬如，在開採多金屬或煤礦時順便採出的石灰岩被視爲是脈石，而同一種石灰岩，若爲燒石灰、熔礦生產或用做建築材料而開採者則被視爲礦產。

在由地下採出後需要進一步加工，由其中提出有用金屬之礦產叫做礦石，而也有些礦產，如煤、鹽岩、石油、泥煤等，往往生來就可使用。

礦石分成單一的和多金屬的兩種。

單一礦石只含有一種金屬，而多金屬的則含有幾種金屬（如鋁、鋅、銀、金等）。

凡地殼內之礦產的天然堆積物，與其圍岩或多或少有着顯著區別者叫做礦床；而有足以供工業開採的金屬堆積物，稱爲金屬礦床。

第三節 岩石的產狀

所有的岩石（包括礦床）就其產狀來講，不論其生成的情況如何，都可分為規則的和不規則的兩類。

屬於第一類的有各種岩層和層狀岩體；屬於第二類的有各種岩脈、岩株、岩鐘、凸鏡體及岩袋。

岩石產狀的長度很大，並且與圍岩相接觸的兩個面或多或少是平行的，這種岩石產狀叫做岩層（圖 1，a）。

不同岩層的交接面叫做層面。

所謂礦脈就是在地殼裏充滿有與圍岩不同的、這種或那種礦物的裂隙（圖 1，b）。

岩層和岩脈與圍岩相接觸的面叫做接觸面。接觸面分上盤接觸面和下盤接觸面。

所謂細脈就是比較細小的單獨岩脈或主脈的各別分支。

由岩脈分出來、同時又在不遠的地方就尖滅了的比較小的細脈叫做岩枝。

岩脈分為簡單的和複雜的。

所謂簡單岩脈就是地殼上充滿有與圍岩有顯著區分的礦物，從而又有明顯的接觸面的裂隙。

所謂複雜岩脈就是由很多綜錯於圍岩的細脈所組成，從而其接觸面不明顯或往往根本就看不出的岩脈。

若干多少有些平行的岩脈形成了所謂岩脈組。岩脈組中最厚的岩脈通常稱為主岩脈，而其餘較小岩脈叫伴生岩脈。

岩株是一種形狀不規則而體積非常大的岩體。如岩株的厚度很大，其長度有時可達幾公里（圖 1，c）。

岩袋的形狀與岩株形狀相同，但其體積較少（圖 1，d）。

具有岩層形狀和層狀岩體形狀的，主要是沉積岩（頁岩、砂岩、石灰岩、煤、鉀鹽等）。

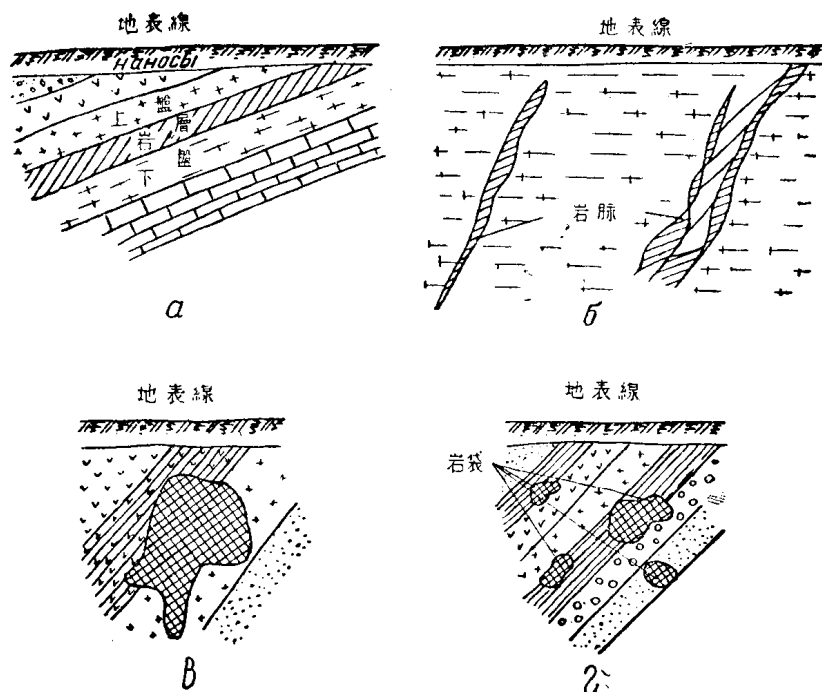


圖 1. 岩石的產狀

呈岩脈、岩株和岩袋狀生成的有火成岩或與火成岩有關的礦產。

大多數的有色、稀有和貴重金屬礦床都是呈岩脈狀。

與岩層、岩脈、或岩株狀岩體相毗連的岩石稱為圍岩；上覆的岩石稱為頂板或上盤，下伏的岩石稱為底板、底盤或下盤(看圖 1, a)。

岩層是礦物在水流盆地底部的沉積，因此所有岩層的產狀最初都是平行的。嗣後歷受地殼上所發生的各種天然作用，岩層就改變了自己原來的狀態而遭到了各種破壞。這些破壞現象有褶皺、正斷層、

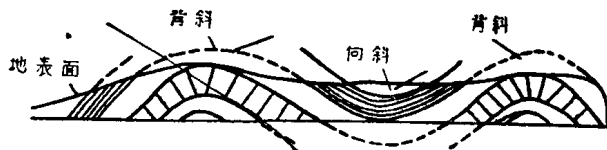


圖 2. 岩層的各种褶皺

平移斷層。

最普通和最常見的岩層的破壞現象是褶皺（圖2）。褶皺的形狀頗多，其凸起部分叫背斜褶皺或背斜，而凹下部分叫向斜褶皺或向斜。

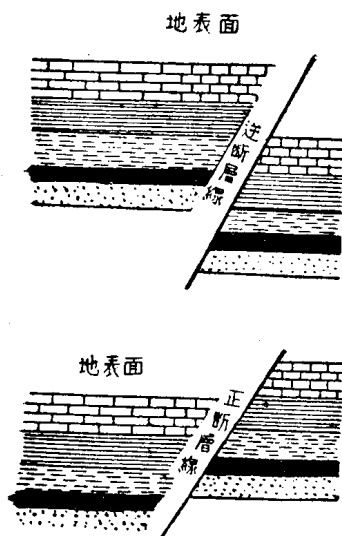


圖3. 岩層呈正斷層和逆斷層狀的破壞

在垂直方向或傾斜方向上的岩層移動並帶有斷裂現象者，叫做正斷層或逆斷層。發生岩層斷裂的面叫做正斷層面或逆斷層面（圖3）。岩層的水平移動

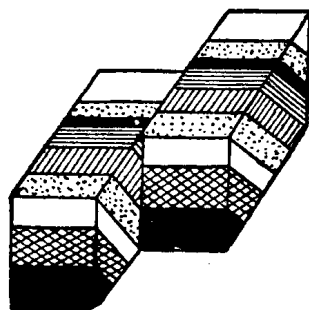


圖4. 平移斷層

叫做平移斷層（圖4）。

岩層能在很大的範圍內保持着自己的形狀，但有時也在厚度上起着變化，如通常所說的，岩層變薄、或變厚、或甚至尖滅。

上述的變薄、變厚和尖滅現象如果在不遠的距離反覆出現，那麼礦層就會失去其連續性，並且也往往成一種形狀不大規則的地層，其各部分因圍岩的分割而彼此脫離。

這種岩層叫做層狀岩體。

第四節 岩石產狀單位

岩層、岩脈、層狀岩體和岩株在空間的位置決定於其產狀單位：

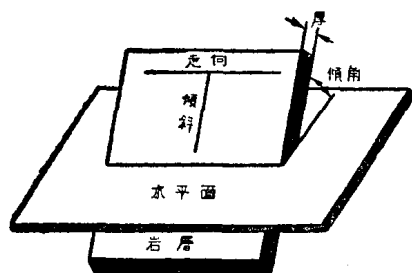


圖 5. 岩層的產狀單位

厚度、走向及傾角（圖 5）。

沿上盤與下盤之間的垂直線而量的岩層（岩脈）的厚度稱做厚。

岩層、岩脈或其他任何形狀的礦物聚積體的延長方向稱為走向。

水平面與岩層或岩脈之交線叫做走向線。

岩層、岩脈或凸鏡體與水平面的夾角叫做傾角，而其沿傾斜向地下深處的延伸方向即為傾斜線。

第五節 岩石的主要物理機械性質

岩石彼此間在其物理機械性質（硬度、裂隙性等）上有着顯著的區別。為了比較各種岩石則須利用各種分類。

熟悉岩石的性質對進行山地工作有很大的實際意義。

岩石最主要的物理機械性質有：

1. 彈性——在作用於岩石上的力停止後岩石能回復原來形狀和體積的性能。彈性表現在多少能使衝擊工具（如，釵子）由岩石上跳回。彈性在打爆破孔時有很大的實際影響。

2. 硬度——岩石對鑿入本身的尖銳工具的抗拒力。

3. 韌性——岩石對欲自其本體分離某一部分的抗拒性能。這種性能，像硬度一樣，表現着岩石各部分中間的聯結力的程度。韌性在進行爆破工作時所起的影響很大。岩石的韌性愈大所消耗的炸藥也愈多。

4. 穩固性——在各個露頭的地方，所露出的岩石之不可被破壞的性能。礦物和岩石就其穩固的程度可分為穩固性小的、較穩固的、穩固的和非常穩固的幾種。

5. 脆性——硬度大，韌性小的岩石，在受擊打或爆破時能破裂成為或大或小的碎塊的性能。

6. 裂隙性——因地殼裏破壞作用所產生的裂隙在岩石中的存在情況。按裂隙性程度的不同，岩石分裂隙性大的、中等裂隙性的、裂隙性小的及完整的或緻密的。

7. 層理——岩石易於順層面分開的性能。這種性能在打爆破孔時可以利用，就是爆破孔都打得與層理面垂直。

8. 含水性——岩石含水的性能。

9. 鬆散性——岩石當離開整體時，使體積增大的性能。岩石的鬆散性決定於岩石結構和破碎時的細小程度，鬆散性是用鬆散係數來表示。

鬆散係數就是表示破碎岩石的體積較其原來整塊的體積大幾倍的數值。

硬度和韌性大的岩石其鬆散係數就大，如玄武岩、鱗片頁岩等，鬆散係數最小的岩石是膠結程度差的岩石（砂子、土壤的植物層等）。

顆粒大的鬆散岩石，其鬆散係數比只有小顆粒的岩石為大。

某些岩石鬆散係數的平均值列於表 1。

岩石的鬆散係數

表 1

岩 石 名 稱	鬆 散 係 數
純砂和礫	1.10—1.20
砂質緻密土壤	1.10—1.15
泥岩	1.15—1.20
含有礫石的黏土及緻密黏土	1.30—1.40
碎石質土壤	1.40—1.45
漂礫河流沉積岩	1.40—1.60
黏土頁岩	1.40—1.60
石灰岩及砂岩	1.25—1.50
堅硬岩石	1.35—1.80
片狀岩石	1.50—2.50
其他堅硬岩石	1.80—2.50

表 2

普氏岩石分類表

級 別	堅 硬 程 度	岩 石	堅硬係數
I	高度堅硬的岩石	最堅硬的、緻密的和韌性最大的石英岩和玄武岩 特別具有堅硬性的其他岩石	20
II	很堅硬的岩石	很堅硬花崗質岩石。石英斑岩、很堅硬的花崗石、砂質頁岩、硬度比 以上所述較小的石英岩。最堅硬的砂岩及石灰岩	15
III	堅硬岩石	花崗岩（緻密的）及花崗質岩石。很堅硬的砂岩及石灰岩。石英礦 脈。堅硬礫岩。很堅硬的鐵礦石	10
IIIa	堅硬岩石	石灰岩（堅硬的）。不堅硬的花崗岩。堅硬的砂岩、堅硬大理岩、白 雲岩。黃銅礦	8
IV	相當堅硬岩石	普通砂岩、鐵礦石	6
IVa	相當堅硬岩石	砂質頁岩、片狀砂岩	5
V	中等硬度岩石	堅硬頁岩。不堅硬的砂岩及石灰岩、軟的礫岩	4
Va	中等硬度岩石	各種頁岩（不堅硬的）。緻密泥灰岩	3
VI	相當軟的岩石	軟頁岩、很軟的石灰岩、白堊、岩鹽、石膏。凍土、無烟煤。普通泥 灰岩。碎砂岩、膠結礫岩。岩質土壤	2
VIa	相當軟的岩石	碎石質土壤。碎頁岩、碎礫石和碎石、堅硬的煤、硬化黏土	1.5
VII	軟岩石	黏土（緻密的）。軟質煤。堅硬浮土、泥質土壤	1.0
VIIa	軟岩石	輕砂質黏土、黃土、砂礫	0.8
VIII	土質岩石	植物土壤。泥炭。輕砂質黏土、濕砂	0.6
IX	浮砂質岩石	砂、細砂礫、小礫、堆積土、已採出的煤	0.5
X	流砂質岩石	流砂、沼澤土壤、稀薄黃土及其他稀薄土壤	0.3