

礦井基本巷道和準備巷道 掘進工讀本

苏联 爾·格·巴露納克揚等著



燃料工業出版社



礦井基本巷道準備 掘進工讀本

蘇聯 爾·格·巴露納克揚 斯·姆·赫拉姆佐夫著

劉立達 郝乃毓譯

蘇聯煤礦工業部幹部司審定作為培訓班教材

燃料工業出版社

內 容 提 要

本書綜合地說明了掘進基本巷道和準備巷道的——切問題，並介紹了有關主要掘進工序的機械化問題。

本書對勞動組織、技術定額和工資問題以及在複雜的水文地質條件下掘井井筒的特殊掘鑿方法都分別作了說明。

* * *

礦井基本巷道和準備巷道掘進工讀本

ПРОХОДЧИК КАПИТАЛЬНЫХ
И ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

根據蘇聯國立煤礦技術書籍出版社(УГЛЕТЕХИЗДАТ)

1955年列寧格勒俄文第一版翻譯

苏联 P. Г. ПАРУНАКЯН С. М. ХРАМЦОВ 著

刘立達 郝乃毓譯

燃料工業出版社出版 (北京前門外大街)

北京市印刷一廠排印

新華書店發行

編譯：白戀恬 校對：郭峨 何忠

書號 537 煤 211

850×1092 1/32 開本 * 68 印張 * 164 千字 * 定價 (8) 一元二角一分

一九五五年十月北京第一版第一次印刷 (1—1,000 冊)

苏联共产党第十九次代表大会為苏联發展國民經濟的战後第二個五年計劃指出了基本方向。根據五年計劃，1955年煤的產量應比1950年增加43%左右。因此，如果沒有大批新的礦井投入生產，如果不給新礦井配備能力強大的掘進機械與機器，如果不提高掘進工的勞動生產率，如果不大大地加快礦山巷道的掘進速度，要想有巨大的煤的生產量是不可能的。

現在，苏联各礦井正大量使用能力強大的掘進機械。這些機械已使掘進循環的主要而繁重的工作全部機械化。另外還有大量新型的掘進機械正在設計及進行工業試驗。

但是，沒有大量受過訓練的幹部，單憑設備解決這一面臨的任務——加快巷道掘進速度，是不可能的。為了達到充分地利用設備，就必須使掘進工們能熟練地掌握技術、善於充分地利用設備，並善於採用適合此種高度生產技術的新式勞動組織。

為了完成此項任務，苏联煤礦工業部設立了無數的培訓班，研究和學習掘進工程並掌握礦山機械，以提高工人及工程技術人員的業務能力，特別是使他們能够掌握新式的勞動組織。

本書就是為了幫助掘進工及掘進隊長們提高技術知識水平而編寫的。

目 錄

前 言

第 一 章	礦山地質概述	4
第 1 節	岩石及它的物理機械性質	4
第 2 節	有用礦物及其用途	8
第 3 節	水成岩埋藏形狀簡述	8
第 4 節	煤層埋藏要素及斷層形狀簡述	10
第 5 節	採煤方法概述	12
第 二 章	礦山巷道、巷道用途、斷面形狀及尺寸	14
第 1 節	礦山巷道	14
第 2 節	礦山巷道的斷面形狀及尺寸	16
第 三 章	煤產地開發概述	18
第 四 章	垂直巷道的普通開鑿法	21
第 1 節	豎井井頸的開鑿	22
第 2 節	豎井井筒的開鑿	27
第 3 節	開鑿豎井井筒時的裝岩工作	38
第 4 節	開鑿豎井井筒時的排水	47
第 5 節	開鑿豎井井筒時的通風	50
第 6 節	開鑿豎井井筒時的照明	52
第 7 節	開鑿豎井井筒時的信號	53
第 8 節	豎井井筒的臨時井壁	54
第 9 節	豎井井筒的永久井壁	56
第 10 節	開鑿豎井井筒時的施工組織	67
第 11 節	豎井井筒開鑿時的技術保安問題	80
第 12 節	盲井、垂直暗井及水窩的開鑿	81
第 五 章	豎井井筒的特殊開鑿法	84
第 1 節	凍結岩石法	88
第 2 節	水泥漿注入法	90
第 六 章	豎井井筒的延深	93
第 七 章	水平巷道的掘進	101
第 1 節	岩層內水平巷道的掘進	102

第2節	井底車場及峒室的開鑿	118
第3節	在岩層內掘進水平巷道時的勞動工作組織	123
第4節	平巷的掘進	130
第5節	不必進行拉底或挑頂時的煤層中平巷的掘進	131
第6節	用窄工作面法沿岩石與煤層掘進巷道	137
第7節	用寬工作面法沿煤層與岩石掘進巷道	144
第 八 章	傾斜巷道的掘進	143
第1節	斜井及下山的掘進	149
第2節	下山及斜井井筒的掘進工作組織	151
第3節	上山的掘進	159
第 九 章	其他各種巷道的掘進	170
第1節	溜煤坡的掘進	170
第2節	煤眼及橫巷的掘進	174
第 十 章	巷道的支護	175
第十一章	巷道掘進時的井下運輸	180
第1節	運輸綫路	181
第2節	排水溝	185
第十二章	掘進工作中的勞動組織、技術定額及工資制度	188
第1節	勞訊組織	188
第2節	技術定額	190
第3節	工資	191
第十三章	礦井地面佈置	194
第1節	煤及岩石的地面收容	195
第2節	機械修理廠	195
第3節	鑽釘修整廠	195
第4節	清洗室	196
第5節	木材加工廠	196
第6節	礦燈房	196
第十四章	安全技術	197
第1節	水平巷道及傾斜巷道掘進時的一些安全規則	198
第2節	井下運輸工作中的一些安全規則	199
第3節	預防事故及消滅事故的計劃	199

第一章 礦山地質概述

第1節 岩石及它的物理機械性質

地殼是由各種硬的、軟的、易碎的和鬆散的礦物集合體組成的，這種礦物集合體叫做岩石。

岩石基本分為兩種：表土和基岩。每一種又包括無數種物理-機械性質完全不同的岩石。

表土是基岩被風、水及氣溫變化等破壞後形成的。

表土通常是由礫石(粒度大於20公厘)、卵石(粒度2—20公厘)、砂子(粒度0.05—2公厘)、軟泥和粘土(粒度0.005—0.05公厘)層的交替沉積物(機械混合物)構成的。

表土層的厚度範圍為2—70公尺，一般都在12—22公尺之間，然而在各別地區內可達50—70公尺。

表土層如果含水，就變成穩定性較小的岩層，而且，粘土和砂質粘土層的含水量增多，即膨脹變為不穩定，因之促成岩石膨脹現象。

含水的砂質軟泥層和粉砂(粒度0.05—0.5公厘)有很大流動性。

粉砂和細砂層的含水量超過25%(與乾砂重量比)時，即成為流砂質岩石，並且其中含有粘土及軟泥顆粒時，更不易透水，同時所含的水也不易排出。

基岩按其成因，可分為火成岩、水成岩及變質岩三種。

火成岩是地殼深部溢出的液體熔岩(岩漿)在地殼表面或地殼內部凝成的一種形狀不規則的岩石。花崗岩是火成岩中分佈最廣的岩石。某些地區，花崗岩的分佈面積經常達到數百平方公里，甚至有時達到數千平方公里。

水成岩是各種物質(其中亦包括火成岩的顆粒)在大陸上或海洋中沉積而成的岩石。

水成岩一般都成層狀。

水成岩包括砂岩、粘土、泥質頁岩、煤、油母頁岩或瀝青頁岩等。

變質岩是水成岩受到高溫、高壓及其他等因素影響後形成的（由於礦物成分或化學成分變化）。變質岩包括結晶頁岩、石英岩、片麻岩等。

全部岩石按物理機械性質可分為下面幾類：1)硬岩——緊密岩石；2)易碎岩石；3)流動性岩石。

具有彈性、韌性及顆粒間凝聚力較大（用很大的力量方能將各顆粒分開）的岩石叫做硬岩。

彈性很小、韌性非常大的岩石叫做可塑性岩石。這種岩石以潮濕粘土為代表。

顆粒形狀及粒度相同或不不同的岩石及不易凝聚在一起的岩石叫做鬆散岩石。砂石及卵石等屬於此類岩石。

由粉砂及粘土或軟泥所構成的，含水很大並且不易凝聚在一起的岩石叫做流砂性岩石或流砂。

流砂有壓力流砂及無壓力流砂兩種。無壓力流砂就是含大量軟泥及粘土而且不易排水的稀薄砂子。

成分與無壓力流砂相同，祇是處於壓力水的壓力環境下的流砂叫做壓力流砂。

礦山岩石的成分及其構造條件，對礦山工程的進行及岩石堅固性的判定有着非常重要的實際的意義。礦山巷道的支護方法及掘進機械類型的選擇主要決定於岩石的物理機械性質。

任何岩石的構成顆粒間都有內部摩擦力及內部凝聚力。

岩石受到各種不同外力後便產生下面各種性質。

堅硬性，就是岩石抵抗另外物體進入本身的能力。

韌性，就是岩石整體被分割時的一種抵抗性質。韌性的強弱與岩石的構造和成分，顆粒的大小及形狀以及它的濕度有關，石灰石的韌性假定為1時，則砂岩的韌性為1.1，花崗岩為1.3，石英石為1.9等等。

裂隙性，即表示在岩石內含有較大或較小的裂縫。岩石按它內部裂縫大小的程度分為大裂縫岩石、中裂縫岩石、小裂縫岩石及無裂縫岩石。

開鑿大裂縫岩石時，經常是利用手持風鎚工具，但開鑿無裂縫岩石時一般需要進行放炮工作。

脆度是表示岩石在受到衝擊及爆破後而破碎的一種程度。

岩石的孔隙度即表示岩石的滲水能力，這種性質影響岩石的堅固性。

岩石的鬆散性，就是它從整體被鑿下時的一種體積增大性質。岩石的鬆散值，即破碎後的體積與在整體上的體積比的大小，這種鬆散值根據岩石的硬度及其開鑿方法來確定。

岩石硬度可根據各種不同的分類方法來確定(姆·姆·普羅托吉亞可諾夫教授分類法、建井總局分類法、阿·佛·蘇哈諾夫教授分類法、金礦總局分類法等)。

姆·姆·普羅托吉亞可諾夫教授(表1)及建井總局(表2)的岩石分類法，比較廣泛採用。

表1

類別	岩石硬度程度及其代表性岩石	硬度係數
I—III	高度堅硬的(玄武岩、石英石)至硬性的(硬質花崗岩、砂岩)岩石	20—8
III—V	堅硬的至中等硬度的岩石(非硬質頁岩、緻密泥灰岩)	8—3
V—VI	中等硬度的至相當軟的岩石(軟質頁岩、凍結土壤、碎石質土壤)	3—1.5
VII	軟質岩石(緻密粘土)	1.0
VII—VIII	軟性岩石至浮砂質岩石	1.0—0.5
IX	浮砂質岩石	0.5
X	流砂質岩石	0.3—0.1

這種岩石硬度係數是根據它抵抗壓碎的能力分類的。此表內是把最大抗張力為100公斤/平方公分的岩石的硬度係數確定為1，這就表明此種岩石的每平方公分的表面承擔100公斤壓力時

不致破碎。

硬度係數為3.0的岩石，在受到稍大於300公斤/平方公分的壓力時即破碎。硬度係數為0.1的岩石的每平方公分表面可以抵受10公斤的壓力。

頓巴斯礦區最廣泛採用的岩石分類法，為建井總局分類法（表2）。

表2

級 別	鑽頭在鑽入每 1公尺炮眼時 的磨損數	各 級 岩 石 的 特 徵
I	5.7	細粒緻密的砂岩及石灰岩，緻密的石英質砂岩
II	2.5	帶節理面的細粒砂岩、緻密的石灰岩
III	1.4	中等硬度的粗粒砂岩
IV	1.0	緻密的砂質頁岩、堅硬泥質頁岩、微質砂岩
V	0.6以下	緻密的泥質頁岩、鬆軟的砂質-泥質頁岩

建井總局的分類表內載的祇是利用放炮工作開鑿的岩石。

這種分類表，是根據鑽頭每鑽進1公尺深的炮眼時的磨損數值編製的。

岩石的硬度係數及級別，對編製掘進循環各種工序的工作定額及確定工資是非常必要的。

確定岩石硬度係數時，應特別注意該種岩石的各種性質（裂隙性、層理等），因為同一名稱的岩石有時硬度係數卻不相同的。

岩石的可鑽性，是指岩石在受到外來物體的衝擊作用時的破損能力，換句話說，就是在鑽進時岩石的破損能力。在衝擊作用下阻力較大的岩石（鑽進時鑽具在工作面內發生反衝作用）叫做彈性岩石。

岩石的爆破性係指岩石爆破時的破壞能力。硬度大、韌性小的岩石——脆弱性的岩石爆破性最適宜。韌性較大的不堅硬的岩石有一種延展性，而且爆破亦很困難。

岩石的採掘性係指開採時，岩石受外力作用時的破壞能力。

岩石的堅固性、可鑽性、爆破性及採掘性，是對所需設備的選擇、掘進工作的組織形式、勞動生產率的高低及工作定額的確定，起着指標的作用。

第2節 有用礦物及其用途

可作工業原料及日常生活用品用的岩石及一些礦物等，叫做有用礦物。

自然中的有用礦物呈固體(煤、金屬礦、岩鹽、磷鈣、土等)、液體(石油、鹽水、水)及氣體(天然的可燃瓦斯)狀態。

有用礦物應用範圍極廣。如有些可作燃料用(石油、煤、油母頁岩及可燃瓦斯)，有些可作金屬冶煉材料(金屬礦石)、建築材料(石膏、石灰石、凝灰岩、粘土、砂子、石塊)及農業肥料(磷鈣土、磷灰石)等，還有很多種礦物可作化學工業原料。

與有用礦物埋藏在一起或在其周圍的、並不能供人類利用的岩石叫做廢石。採煤時最常遇到的廢石為砂岩、砂質頁岩、泥質頁岩及石灰岩等。

同一種岩石，在不同的條件下，可能是有用礦物也可能是廢石。

例如，採煤用的巷道所穿過的石灰岩就是廢石，可是為燒製石灰從採石場內採出的石灰岩就是有用礦物。

有用礦物於地殼內的自然積聚體叫做有用礦物的礦體。

礦體按其外形可分為規則的和不一規則的兩種。

礦層、層形礦體及礦脈，屬於規則的礦體。

岩株、巢狀、扁豆狀等形狀的金屬礦體屬於不一規則的礦體。

煤田通常呈層狀。

金屬的有用礦物通常為礦脈狀和扁豆狀礦體。

第3節 水成岩埋藏形狀簡述

煤及其周圍的水成岩是以層狀埋藏於地殼內。

水成岩的边界如果是兩個近於平行的平面時，其埋藏形狀即叫做層(圖1)。



圖1 岩層間的煤層

与煤層的寬度及長度比較時，煤層的厚度通常不大。煤層兩側的岩石叫做頂底板岩石。

煤層底部的岩石叫做底板岩石或下盤岩石，煤層上部的岩石叫做頂板岩石或上盤岩石。

煤的直接頂板，如果是厚度不大並易於冒落的岩石，就叫做偽頂。

与上述岩石相類似的底板岩石叫做偽底。

煤層的頂底板岩石一般都是石灰岩、泥質頁岩、砂岩、緻密的粘土、砂或砂与粘土的混合物。

不適於開採的薄煤層叫做夾煤層。有用礦物內所夾的薄岩層叫做夾石層。

煤層或岩層如果不是由完整的煤或岩石所構成，而是分成很多薄層時，这种薄層叫做自然分層。自然分層間的接觸面叫做層理面。

煤層及岩層除去有層理面以外，經常还有一种沿另外方向構成的面，沿此种面開採時很容易將其分割開。此种性質叫做解理性，而这种面或裂縫就叫做解理。

煤層兩個境界間(頂底板間或上盤与下盤間的距離)的最短距離(垂直距離)的層間厚度叫做層厚。

煤層的厚度又可分為總厚和真厚。

真厚就是不包括煤層內夾石層的煤層厚度。煤層內如果沒有夾石層，則它的總厚就等於真厚。但厚度在 10 公厘 以下的夾石

層例外，這種夾石層如果在開採時很難與煤層分別採出，即應將它計算在煤層的厚度中。

煤層按其厚度可分為：

極薄煤層	厚度在0.5公尺以下
薄煤層	厚度在0.5—1.3公尺間
中厚煤層	厚度在1.3—3.5公尺間
厚煤層	厚度在3.5公尺以上

厚度在0.4公尺以下的煤層，目前，在大多數的情況下是不開採的，因而此種煤層叫做不可採煤層。

第4節 煤層埋藏要素及斷層形狀簡述

地殼內煤層的位置是按着其埋藏要素——走向及傾斜確定的。

煤層層面上之水平線 ABB (見圖2)所表示的方向叫做煤層的走向。

煤層層面上與走向綫成直角的 BT 綫表示煤層的傾斜方向。

煤層傾斜方向與水平面所構成的角叫做煤層的傾斜角。

按傾斜角度煤層可分為：

緩傾斜煤層	傾斜角為0至 25° (圖3, a)
傾斜煤層	傾斜角為 25 至 45° (圖3, b)
急傾斜煤層	傾斜角為 45 至 90° (圖3, c)

所有煤層在生成時期全是水平狀態。

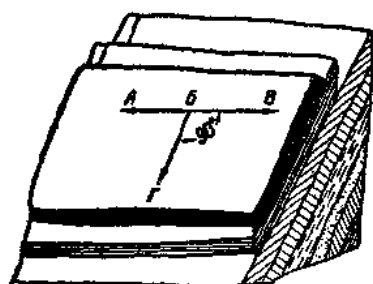


圖2 煤層埋藏要素
 ABB —走向綫； BT —傾斜綫。

由於地殼各區域間向不同方向的運動(或一般稱做造山運動)的結果煤層形狀便發生變化。這種移動不僅引起煤層位置的變化，而且也是煤層中出現斷層的原因。

由於造山運動，岩層改變了原有的水平位置，而發生隆起或陷落，形成各種形狀的褶皺。

圖 4, *a* 所表示的褶皺(凸出褶皺)叫做背斜; 此种褶皺的頂點叫做背斜鞍。

圖 4, *b* 所表示的褶皺(凹下褶皺)叫做向斜。

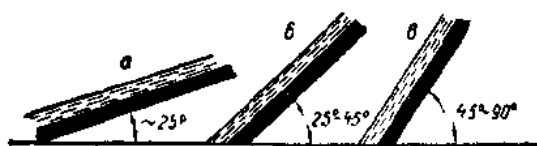


圖 5 有用礦物埋藏圖

a—緩傾斜煤層; *b*—傾斜煤層; *c*—急傾斜煤層。

背斜褶皺及向斜褶皺的兩側叫做褶皺兩翼。

岩石及煤層由於位移結果, 形成了正斷層及平移斷層。

如果位移是沿水平方向進行的, 此种位移叫做平移斷層(圖 5, *a*), 如果位移是沿垂直或傾斜方向進行的, 这种位移叫做正斷層(向下位移, 圖 5, *b*)或逆斷層(向上位移, 圖 5, *c*)。

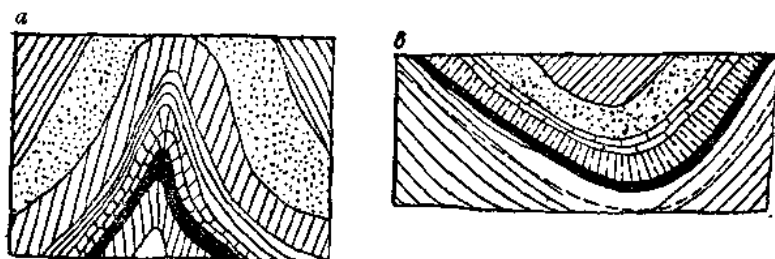


圖 4 岩石的褶皺

a—背斜; *b*—向斜。

岩層局部發生位移但仍然連續在一起時, 叫做岩層彎曲或單斜(圖 5, *c*)。

煤層中有斷層, 尤其斷層很多時, 採煤工作就發生困難, 在這種情況下, 為了勘察煤層的切斷部分, 在廢石中應進行大量工作。

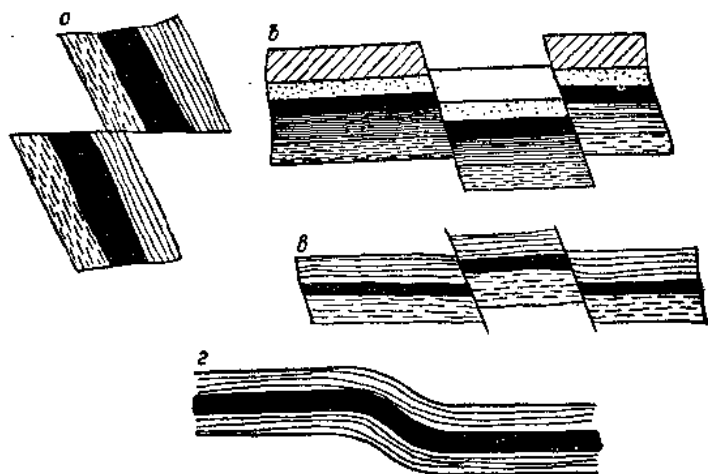


圖 5 煤層的斷層

a—平移斷層；b—正斷層；c—逆斷層；d—單斜。

第 5 節 採煤方法概述

地殼內煤層埋藏的深度不同，在某些情況下，煤層距地表很近；幾乎上面只覆蓋一層表土，但在另外情況下，煤層却埋藏在深 600—700 公尺以及更深的地殼內。

根據煤層的厚度及其埋藏深度，煤層可以用露天方式或井巷方式開採。

直接露出地面或被薄層表土覆蓋的厚煤層，以露天方式開採較為適宜。

煤層適於用露天方式或井巷方式開採的問題，祇有根據各個情況及進行適當的經濟計算之後才能確定，並應選擇最經濟與合理的方法。

用露天方式開採煤層時，採掘綫比較寬闊，適於在剝離及採煤工作方面採用大型機器。

此時，每噸煤的成本較井巷開採的成本低，而且勞動生產率也能顯著提高。

露天採煤在露天礦場內進行。

露天採煤方式，在最近幾年間由於創造了巨型的國產機械與找到了適合用此種方法開採的礦體後，才被廣泛採用。

蘇聯各主要煤田的煤層的埋藏深度，不適於採用露天開採方式。所以目前主要採煤法是一種比較複雜並且需要大量資金及較長的建設時間的採煤方式——井巷開採方式。

煤主要分三種：褐煤、煙煤及無煙煤。

褐煤含 67—75% 的碳，濕度達 35%，發熱量為 4200—6200 大卡/公斤。這種煤的灰分較大。

褐煤可作燃料或煉製各種貴重化學產品的原料用。

煙煤含 75—93% 的碳，濕度為 0.5—4%，發熱量為 7600—8700 大卡/公斤。

蘇聯各礦區開採各種標號的煙煤。煙煤的標號是按其中揮發分和灰分的含量多少，高溫下的粘結性和煉焦性的強弱(表 3)分類的。

表 3

煤 号	圖例	揮發分含量 %	
長焰煤	Д	42以上	不粘結的，粉狀的或聚結的
瓦斯煤	Г	35—44	粘結的，熔化的，有時是膨脹的(疏鬆的)
汽肥煤	ПЖ	25—55	粘結的，熔化的，堅固的或中等堅固的
煉焦煤	К	18—26	粘結的，熔化的，堅固的或中等堅固的
汽粘結煤	ПС	12—18	粘結的或熔化的，堅固的至中等堅固的
瘦煤或無煙煤	Т	小於17	不粘結的，粉狀的或聚結的

Д 及 Т 号煤作動力燃料用，Г 号煤可作為煉動力瓦斯用，ПЖ、К 及 ПС 号煤作煉焦及其他等特殊目的用。

無煙煤含的碳量最高達 95% 以上，其發熱量為 8200—8700 大卡/公斤。

無煙煤主要作動力燃料以及其他種特殊用。

第二章 礦山巷道、巷道用途、斷面 形狀及尺寸

經過礦山開鑿工程，在地殼內人工鑿成的洞穴叫做巷道。巷道可在地面上開鑿（露天工程），也可在地下開鑿。

第1節 礦 山 巷 道

地下礦山巷道，按其縱中心綫與水平間的關係，可分為垂直巷道，傾斜巷道及水平巷道三種。

垂直礦山巷道包括：豎井井筒、小井、盲井及昇井。

豎井井筒是一種可以直接通向地面的，用來進行井下工作的垂直地下巷道。按用途豎井井筒可分為探井（詳細勘探煤田用）與生產井（提昇有益礦物及矸石、上下人員、向井下運送設備及材料、通風及開採煤產地時其他等目的用）。

井筒按它的主要用途及所裝備的提昇設備的類型又可以叫做：箕斗井筒，罐籠井筒（按提昇設備類型）；提昇井筒，通風井筒；主井，副井；岩石延深井筒（按其用途）等。

小井是作為勘探有用礦物用的一種有直接可以通達地面出口的垂直巷道（一般斷面較小和深度較淺），但有時也可作通風、運送坑木與下充填材料等其他目的用。

盲井（提昇暗井）是一種沒有直接通達地面出口的垂直巷道，作為利用機械由下部工作水平向上部水平提昇有用礦物及其他材料等用。

暗井是一種沒有直接通達地面出口的垂直巷道，作為人員上下，通風及由上部水平向下部水平溜放有用礦物等用。

屬於傾斜礦山巷道的有：斜井井筒、斜峒、下山、上山、溜煤坡、煤眼等。

斜井井筒是一種有直接通達地表面出口，作為進行地下採礦工作的傾斜地下巷道（向井口內側傾斜）。