

探礦工程

董 綸 編 著

中 國 科 學 圖 書 儀 器 公 司

出 版

探 礦 工 程

董 綸 編 著

中國科學圖書儀器公司
出 版

內 容 介 紹

本書就探礦工程的基本原理、操作方法以及各種裝備和設施的功用與構造等加以簡要而有系統的敘述。同時對於地質礦床及選礦工作亦均論及。

全書凡分十二章 120 節，附有插圖甚多，可供一般礦場的初中級幹部業餘學習之用，亦可備中等礦業技術學校教學時參攷之需。

探 礦 工 程

編 著 者 董 綸

出 版 者 中國科學圖書儀器公司
印 刷 者 上海延安中路 537 號 電話 64545

總 經 售 中國圖書發行公司
★ 有 版 權 ★

MM. 3—0.12 25 開 186 頁 259 千字 每千冊用紙 15.18 令
新定價 ¥ 18,700 1954 年 5 月初版 0001—2500

上海市書刊出版業營業許可證出零貳柒號

編輯要旨

一、本書對於採礦作業的基本原理，操作方法以及各種裝配設施的功用和構造等，均經加以簡明扼要而有系統的闡述，目的是爲了供一般礦場的初中級幹部作業餘學習或中等技術學校學生作課外讀物之用。

二、採礦工程所關聯的方面至爲廣泛，本書所述以屬於純粹採礦學的範圍爲限，但對於地質，礦床及選礦等學科，爲了便利讀者的參考起見，亦經擇要加以論述。

三、書中所用的度量衡，基本上是採米突制，但內有少數仍用呎磅制，則因部分資料或係譯自英美書籍，或者數有奇零，如經折合在閱覽上反感不便。

四、關於採礦技術上的名詞，目前在國內尙無適當的標準，故書中專門名詞除一般通用者外，均加註原文，以便互相對照。

五、本書資料主要是從國內外最近出版的採礦書籍引用或譯述而來，內容難免參差不齊，編者學識鄙陋且又缺乏經驗，書中錯誤恐不在少，希望讀者同志多賜批判或指正，以便日後更正。

董 綸 1954年1月於漢口

主要參考文獻

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 蘇聯爾·德·舍維亞科夫著
中國礦業學院編譯室譯 | 採礦學 |
| 周道隆等 | 普通採礦學講義 |
| 東北有色金屬管理局 | 採礦規程 |
| 許自新譯 | 煤礦技術基礎讀本 |
| 燃料工業出版社 | 新採煤方法 |
| 胡榮銓 | 採礦工程 |
| 中央地質部 | 鑽探初級教程 |
| 蘇聯羅金特列切爾著
張式平譯 | 井下採煤工作 |
| 蘇聯斯比瓦闊夫斯基著
張式平譯 | 礦井運輸與提昇講話 |
| 王達岳 | 選礦 |
| 永積純次郎 | 採礦學 |
| 三川一一 | 採炭學 |
| 山田復之助 | 礦山の開發と經營 |
| 日本礦業會 | 礦業便覽 |
| 內田信義 | 實用工業礦物便覽 |
| 岩崎重三 | 日本採礦法 |
| 日野神兒 | 坑內運搬と捲揚 |
| 厚見利作 | 坑內通氣論 |
| Young | Elements of Mining |
| Peele | Mining Engineer's Hand-book |

序

當前中國的社會，是一個過渡性質的社會，在這個時期國家的總路綫和總任務就是要充分地發展社會主義工業，而第一個五年計劃把發展重工業作為五年建設的中心環節，因為祇有重工業發展了，才能建立我國工業的堅實基礎，才能使我國由工業不發達的落後的貧弱的農業國變為工業發達的先進的富強的工業國。採礦工業是重工業裏面的先行的和主要的工業，因為離開了煤炭，鋼鐵和有色金屬等就沒有了工業，更說不上重工業。這幾種產品都是埋藏在地下的資源，須有大規模地採礦工業的設施，並須有大批懂得採礦技術的職工，才能把它們由地下取出來，製成有用的產品。

現在第一個五年計劃業經開始，大規模採礦工業的興建，正在籌備，今後必將逐漸吸收大批新的職工從事於此項工作。凡已從事採礦工作或準備參加斯業而對於採礦技術尚未熟悉或尚未學習者，均須努力於此項技術的學習。而準備為此類學習的資料以滿足這些人員的需要，洵為當前最必要之舉。

關於採礦工程的書籍，解放後由於各方面的努力，新著的及翻譯的為數頗夥，但不是屬於學校的教本，就是失之繁深或是失之簡略，欲求一全面的適當的可供初從事礦業的人員的學習或參考者，尚不可多得。

董綸同志所編採礦工程，從地質礦床叙起，將採礦、打鑽、鑿岩、開拓以及採掘，運輸、捲揚、排水、通風等工程和選礦概要均簡明扼要地予以闡述，有理論，有實際，簡繁適宜，行文平易，而且插圖豐

富,手此一編,無論對於煤礦或金屬礦的採礦過程及其主要內容,可以一覽無遺,實爲此類書籍中不可多得之作。

董同志寫此書時,曾將底稿送我校閱,我認爲值此大規模經濟建設開始,採礦工業提到重工業的首要地位的時候,將有萬千新的人員參加採礦工作,亟需此類有關採礦技術的適當的書籍以供學習或參考,特請他付印出版,並略叙數言如上,以爲介紹。

邗人傑 1954年1月15日寫於中南煤管局

目 錄

第一章 緒說	1-17
1. 探礦工業.....	1
2. 有用礦物的分類.....	4
3. 礦體的開採價值.....	6
4. 礦體的各級礦量.....	7
5. 我國豐富的礦產資源.....	8
6. 我國古來在礦冶技術上的 偉大創造.....	15
第二章 地質礦床述要	18-43
第一節 地質	18
7. 地殼之變遷.....	18
8. 岩石.....	19
9. 地層之變化.....	21
10. 地史系統.....	24
第二節 礦床	25
11. 礦床的成因及其分類.....	25
12. 礦床的形狀.....	28
13. 礦床內部的變化.....	29
第三節 重要金屬礦物	30
14. 如何鑑定礦物.....	30
15. 鐵及錳.....	34
16. 銅,鉛,鋅.....	35
17. 鎢,銻,錫(附鉬,鉍).....	38
18. 鋁及鎂.....	40
19. 金及銀.....	41
20. 稀有金屬.....	41
21. 其他(汞及砷).....	42
第三章 探礦及打鑽	44-72
第一節 礦山勘探法	44
22. 概說.....	44
23. 地質勘查.....	45
24. 地面徵兆.....	47
25. 轉石及露頭之追尋.....	49
26. 礦石的最低品位.....	50
27. 廢礦之調查等.....	51
28. 地球物理探礦法.....	52
第二節 打鑽法	55
29. 概說.....	55
30. 衝擊式打鑽法.....	56
31. 旋轉式打鑽法.....	62
32. 油田的鑽探.....	66
33. 孔壁崩壞時的處理.....	67
34. 施行打鑽時應注意事項.....	68
35. 鑽探結果之測定.....	69
第四章 鑿岩及爆破	73-98
36. 岩石的開掘.....	73
37. 打砲眼作業.....	77
38. 爆破作用的原理.....	81
39. 砲孔的排列.....	83

40. 炸藥的種類及性能·····	89	41. 裝填及點火·····	94-123
第五章 礦體的開拓·····	99-123		
42. 概說·····	99	46. 直井開鑿法·····	112
43. 煤礦的開拓與準備·····	103	47. 開井的特殊方法·····	115
44. 金屬礦床的開拓與準備·····	107	48. 其他·····	122
45. 平窿與斜坑掘進法·····	110		
第六章 採掘方法·····	124-182		
第一節 採煤法·····	124	57. 空峒法·····	147
49. 概說·····	124	58. 充填法·····	151
50. 全面採煤法·····	124	59. 方框法·····	151
51. 長壁採煤法·····	127	60. 留礦法·····	154
52. 殘柱採煤法·····	130	61. 崩落法·····	156
53. 厚煤層之開採法·····	131	第三節 其他·····	164
54. 工作面的頂板管理·····	133	62. 露天採掘法·····	164
55. 採煤工作的機械化·····	138	63. 沖積礦床採掘法·····	169
第二節 金屬礦床採掘法·····	143	64. 石油的採取法·····	176
56. 概說·····	143		
第七章 坑內支柱·····	183-195		
65. 概說·····	183	68. 採掘場的支柱·····	189
66. 直井筒的構造·····	183	69. 無用支柱之撤去·····	192
67. 平窿或坑的構造·····	185	70. 採空區的充填法·····	193
第八章 運輸及捲揚·····	196-250		
第一節 坑內運輸·····	196	78. 概說·····	229
71. 概說·····	196	79. 捲繩·····	229
72. 採掘場運輸·····	198	80. 罐籠及罐道·····	232
73. 工作面運輸機·····	201	81. 空車實車之替換·····	236
74. 礦車及軌道·····	207	82. 井底車場及調車·····	238
75. 車輛抵抗·····	211	83. 井架及天輪·····	240
76. 水平坑道運輸·····	214	84. 捲揚機械·····	241
77. 斜坑運輸·····	222	85. 箕斗捲揚法·····	247
第二節 直井捲揚·····	229		

第九章 坑內排水	251-264
86. 水之坑內浸透.....	251
87. 坑內之防水設施.....	253
88. 坑內水之排出法.....	255
第十章 通風及照明	265-315
第一節 通風理論	265
91. 坑內空氣.....	265
92. 煤礦之爆發性瓦斯.....	267
93. 坑內溫度及濕氣.....	269
94. 坑內通風之目的及必要的 空氣量.....	271
95. 風道之摩擦抵抗.....	272
96. 坑內風路之抵抗能力及通 氣容量.....	276
97. 氣流之分割及計算.....	281
98. 氣流及氣壓之測定.....	285
第二節 通風方法及設施	288
99. 自然通風.....	288
100. 人工通風.....	291
101. 通風方式.....	293
102. 通風設備.....	296
103. 局部通風法.....	304
104. 扇風機.....	306
105. 出風坑口的設備.....	308
第三節 坑內照明	311
106. 概說.....	311
107. 明火燈.....	311
108. 安全燈.....	312
109. 蓄電池礦燈.....	313
第十一章 礦山災變	316-333
110. 災變的種類.....	316
111. 瓦斯及煤塵爆發.....	318
112. 自然發火.....	324
113. 救護器.....	328
114. 救護隊.....	333
第十二章 選礦一斑	334-362
115. 概說.....	334
116. 碎礦作業.....	335
117. 分粒及分級作業.....	343
118. 手選礦、比重選礦法及磁力 選礦.....	348
119. 浮游選礦法.....	353
120. 選場附屬設備.....	358

第一章

緒 說

1. 採礦工業

(一) 採礦工業的重要性

採礦工業供應各種礦物原料和燃料以及國家所需要的其他礦物和岩石，是國民經濟中一個非常重要的部門。

任何一個工業部門莫不與礦產品發生關係，或者利用其原礦石，或者利用其加工後的產品。例如鐵礦石經過適當的冶煉後，即可製成各種生鐵或鋼材。鋼鐵是冶金業、機器製造業、造船業、鐵道、橋梁、鋼筋混凝土建築，武器裝備以及日用品製造的基礎，而為一切物質文明的中心。煤炭供給冶煉工業所必需的還原劑（焦炭）；同時又為最重要的工業用燃料。石油及其副產品在工業發展上亦起重大的作用；而可燃氣體的用途，近年亦在日益加大了。

由銅、鉛、鋅、錫、鎳等礦石所鍊出的有色金屬，在冶金業、電氣工業、造船業、機器製造業以及其他工業的發展上起鉅大作用。而各種重金屬如鎢、銅、鈮、鉻等在國防工業上有特別重要的意義。

輓近混凝土的應用頓形發達，水泥的需要日增，試一考其原料，則為石灰石與石膏及粘土等，殆莫不取給於採礦工業。農業方面所需要的人造肥料，亦是以礦產品為主；其他生活資料的生產，直接間接莫不與礦產品息息相關。

此外如金銀及鉑等類貴金屬供飾物及貨幣等用；寶石類可作飾品及藝術品用，各種石材為建築材料；石英，長石及陶土等則供作

瓷器及陶器之原料。

以上所述，僅屬礦產品用途之一斑，其他實例，不勝枚舉，於此可見採礦工業的重要性，倘無採礦工業的產品，就談不到任何經濟建設了。

(二)採礦工業與其他產業的比較

(1) 先就原料產業來說，例如農業，只要有土地和勞動力，每年栽下種子，施以肥料，耕之耘之，即可逐年產出農作物而永遠不絕。在林業雖因採伐而減少，但由於造林又可增殖而恢復。漁業在不濫捕的限度內，亦不失其富源的永久性。但在採礦工業則完全不同，礦產資源是一種遞耗資產，採取一噸即減少一噸，而無法增殖或補充。因此吾人對礦業的發展，不但須根據人民的需要而作合理的計劃，並須針對礦產資源的特殊性，充分加以愛惜和節約，以免造成破壞和浪費，使長遠的國民經濟建設遭受不良的影響。

(2) 又如製造工業是由購入原料而加以製造的，可以根據自己的需要，而選定最適合而有利的原料來進行生產。但在礦業是採掘固定的礦床，只能針對礦床的天然條件，選定適當的方法進行生產。又在製造工業當製造某種產品時，原料大致相同，其操作方法亦無多大的差別。但在礦業，礦體在地下的自然條件是因地而異，因此，各礦山的生產設備和作業方法，自然亦不能一致，故在甲礦成功的方法，未必在乙礦亦能成功。又在採礦工業，尤其是金屬礦山，礦體的形狀和品位，有時是隨地位而變化的，故其生產設備和方法，尤須隨時斟酌情況而加以適當的變更。

(3) 採礦工業在技術作業上，頗類似土木工事，但土木工事大多係屬公共事業，一般是可以推想若干年後發展的情況為目標，而作一較大規模的計劃。但礦山設備是以礦石儲藏量和服務年限為標

準的，超過此標準時即毫無必要了，故對於小規模的礦床，只能作臨時性的小設備，而恆久性的設備，只限於礦產豐富和開採壽命長久的礦山。

(三)採礦工業的特殊困難

礦山的開發，一般是由淺入深，愈深則地熱愈增，據實驗結果，平均每深入地下 30 公尺，溫度升高 1°C 。巴西莫洛維爾霍⁽¹⁾金礦，早在 1923 年已深入地下 2050 公尺，岩石溫度已昇到 50°C ，採礦工作面的空氣溫約為 40°C ，因此該礦裝有強力的空氣冷卻設備。在高溫的地下，如因地層含水量多致使空氣中相對溫度也增高時，則在鬱蒸之下，汗水無從發泄，工作必極感困苦，甚至不可能工作。反此，在高溫下相對濕度一般銳減，身體的蒸發非常旺盛，也容易疲勞。在此種情況下，即必須補充含有濕氣的冷氣流。此外，在高溫乾燥坑內常常助長火災的發生，在煤礦內則有引起瓦斯爆發的危險。因此在深處採礦，不但需要良好的通風設備，而且對其他的採礦作業，也發生很大的影響而增加其困難。

在深的地下採掘瓦斯煤層時，因為大氣壓力增大，而有助長爆炸的危險；根據實驗證明，含沼氣 7.5% 的空氣中，在常壓(760 公厘水銀柱)之下易於激烈爆炸，但氣壓降至 200 公厘以下時，則很難爆炸，反之，壓力增大及溫度上昇都可以增加沼氣的爆發性。換言之，在高壓高溫下，含沼氣在 7.5% 以下的空氣亦容易爆炸，因此在深坑內採煤，更須有完善的保安設備。

一般的烟煤礦中，不但有沼氣爆發的威脅而且亦有大量飛散煤塵的爆炸。煤塵不但自身爆炸，而且能助長沼氣的爆炸，煤塵含揮發份與可燃物質之比達 10% 以上時，其煤塵已具有燃燒性，就必

(1) Morro Velho

須有撒布岩粉及撒水的設備。

火災亦是礦山中的特色，在烟煤礦中，如煤壁長久暴露或煤層被破壞而生裂縫時，因其不斷吸收氧氣而發熱，遂致自然發火。在山西大同煤田中有一些老窯燃燒十年至數十年的。煤礦中的自然發火，不但與採礦以很大的困難和釀成災變，而且可以毀損天然資源。在金屬礦中如黃鐵礦、黃銅礦和磷硫鐵礦等亦常因氧化而發熱發火。自然發火礦山的對策，主要在改善採礦的方法，就是以快速的，少用木料的和後退式的方法為宜，因此常常迫使採礦工作者放棄一個更有利的採礦方法。

2. 有用礦物的分類 凡可供人類利用的礦物與岩石，稱為有用礦物。有用礦物一語應作相對的理解，因同屬一種礦物或岩石，在不同的情況下，有時可作為有用礦物加以採掘，但有時只能將其當做無用的廢石，例如石灰石可以用作煉鐵爐化鐵時的熔劑，而在採石場大量開採，但在煤礦坑道內所遇到石灰石，就只能視為廢石，因此在此種場合，如欲予以利用實不合算。

有用礦物可能是固體的，液體的或氣體的。又由於近年科學技術的發展，有用礦物的種類亦日見增加。例如十九世紀末葉發現了放射性的現象，於是 useful 礦物中又增加了放射性礦物的一類。又有時因生產技術的進步，原被拋棄的廢石竟有變為有用礦物者，如撫順油頁岩因新提煉法的成功而成為製鍊石油的原料。鐵礬土因礬土電解法的發明而成為冶鍊的主要礦石，似此實例，不勝枚舉。

茲按照工業上的用途，並依據費爾斯滿⁽¹⁾的方法，將有用礦物作以下的分類。

(1) А.Е. Ферсман

(一)金屬礦石與金屬(鐵,錳,金,鉑,銀,鉛,鋅,鋁,錫,銅,鎳,鎢,鉬,鈷,銻,汞等)。

(二)燃料(煤,泥炭,石油,可燃瓦斯等)。

(三)非金屬礦物。

(1) 鹽類(食鹽,鉀鹽,鎂鹽,硝石,天然鹼,芒硝等)。

(2) 磋磨用材料如金鋼砂,鋼玉,浮石,磨石,燧石等。還有金鋼石與柘榴石可算作這一類,同時也可算作下列的寶石類。

(3) 陶器材料,玻璃材料,絕緣材料(石綿,白雲石,抗酸粘土,耐火粘土,石英,石英岩,長石,雲母,滑石及其他很多種的材料)。

(4) 建築材料(瀝青,石膏,無水石膏,頁岩,石灰岩,粘土,砂,礫,大理石,建築石材,各種水泥材料等)。

(5) 各種工業用材料(重晶石,石墨,黃鐵礦,礦物顏料,石印用石材,菱苦土礦,白堊,石臘,硫磺,矽藻土等)。

(6) 礦物肥料(磷灰石,磷灰土,鉀鹽及其他)。

(7) 寶石類(金剛石,綠柱石,電氣石,柘榴石,貓眼石,藍寶石,各式的石英,琥珀,孔雀石,碧玉及其他)。

(8) 工業技術用石材(冰洲石,瑪瑙,水晶,壓力起電晶體及其他)。

(9) 天然瓦斯類(氧,氮,氫,及其他貴重瓦斯,氦及其他)。

(10) 放射性與稀有元素化合物,如鐳,鈾,鋰,鈷及其他(查稀有金屬係金屬礦物,但其原礦物有可列入寶石類者,因費氏分類法將此類礦物列入非金屬礦物類,茲仍照列)。

上述的分類法在一定範圍內,是具有相對性的,因為有些礦物和岩石可以放到兩類裏,例如金剛石及鉀鹽等。

3. 礦體的開採價值 有用礦物在地殼內的積聚部份,叫作有用礦物的礦體(或礦床)。適於開採的礦體叫做可靠的礦體,它與不可靠的礦體是不同的,礦體可靠性的意義是相對的,它不僅決定於礦體的地質特性,同時還決定於礦體的開採對於國民經濟所起的作用,在資本主義的條件下,凡是開採能獲利潤的礦體,就是可靠的礦體,但在社會主義的條件下,必須從國民經濟的觀點來考慮,如果礦體的開採是合乎經濟上的原則的,那麼這個礦體才是有開採價值的礦體。

足以決定礦體可靠性的因素有兩類;第一儲藏量與礦物品質以及礦體的地質條件,第二礦體的開採對於國民經濟可能發生的作用。

屬於第一類的因素有下列各項:

(1) 可供開採的礦體,應有能被開採的經濟厚度,結構,及物理和化學的性質。

(2) 有足夠開採的有用礦物的儲藏量。

(3) 有相當正常的地質條件。如遇嚴重的地質變動,使礦體分割成若干小區域,在開採時則將發生很大的困難。但有些礦體所經過的地質變動雖甚劇烈,若礦體的局部仍保有很大的面積,足夠使用一定的方法來開採,則這些礦體仍然是適於開採的。

(4) 礦體的埋藏深度如有增加,則岩層溫度和壓力亦隨着增加,而在採礦工程上造成很大的困難。因此在某些鉅大的煤田內,煤層雖可深入地下數公里,但在計算地質儲藏量時,仍以現代技術條件下,可以克服上述各困難的深度為限。

(5) 不利的天然因素,如含水性很大,礦體的含氣性很大,圍岩軟弱等等,雖可增加開採的困難,但是並不能成為放棄開採的理

由。

屬於第二類的因素，有下列各項：

- (1) 國家需要此種有用礦物程度，以及需要由該礦體採出此種有用礦物的程度。
- (2) 產地的地理情況。
- (3) 現有的交通路線或建設交通路線的條件。
- (4) 現有或可能獲得的工作幹部，生活必需品，動力，材料，設備等。

在資本主義制度下，以上所列舉的和另一些類似的先決條件，是開採礦體所應具備的，而這些條件的獲得，照例是獨立於採礦企業的活動以外的。在社會主義的條件下，這些開採礦體的前提，假如在開採前還不具備時，即可以定出計劃來創造這些前提。用此種方法來處理國家的天然礦產富源，在蘇聯有很多的例子。

4. 礦體的各級礦量 礦體的儲藏量可以根據勘探的程度分為三種，所謂儲藏等級，以字母 A、B、C 來代表。簡單地來說，A 級礦量就是經過勘探工作，已證明其確實存在，同時儲藏物的性質已經詳細研究過的礦量，即所謂確定礦量。B 級礦量是經過一些探勘工作和地質調查，而認為是可以設想的礦量，即推定礦量。C 級礦量是根據地質學上的理論所推測其存在的礦量，而這種地質學的理論之一部分，又是經過地球物理探礦法及個別的人工開掘或礦體的自然外露而得證明的，即所謂估計礦量。A 級與 C 級礦量又可以各自分為 A_1 、 A_2 和 C_1 、 C_2 兩小級。

次將蘇聯有用礦物儲量分類表列下，以資參考。