

中央人民政府高等教育部推薦高等學校教材試用本

礦 山 運 輸

上 冊 ·

蘇聯科學院通訊院士、工學博士
阿·奧·斯比瓦闊夫斯基教授著

北京礦業學院編譯室翻譯
北京礦業學院礦山運輸教研組審訂

★蘇聯高等教育部批准作為高等礦業學院礦山機電專業教材★

內 容 提 要

本書闡述各種礦山運輸設備的理論和計算方法，研究各種運輸機械的構造，比較它們的技術上和使用上的特徵，敘述它們的合理應用範圍、工作組織和運輸系統。

本書上冊的主要內容為運輸機運輸（工作面運輸）；下冊為軌道運輸（巷道運輸），井底車場及井上建築物的運輸機械設備，地面及露天採掘場的運輸，有益礦物倉場的設置和排土場的運輸設備等。

本書是高等礦業學校教材，並可供礦山設計人員和技術人員參考之用。

* * *

* *

*

礦 山 運 輸

Рудничный транспорт

上 冊

根據蘇聯國家煤礦技術出版社（Углетехиздат）1949年莫斯科俄文第一版翻譯

А. О. Спизаковский 著

北 京 礦 業 學 院 編 譯 室 翻 譯

北京礦業學院礦山運輸教研組審訂

燃料工業出版社出版

（地址：北京東長安街中央燃料工業部）

中國圖書發行公司發行 北京市印刷一廠排印

編輯：程道濟 熊大海 校對：張國樞 李三錫

書號：118—1 • 25開本 • 244頁 • 210,000字 • 定價：16,000元

一九五三年十一月北京第一版（1—8,000冊）

版權所有 ★ 不許翻印

出版者的話

礦山運輸工作是整個採礦企業工作中具有頭等重要意義的一個環節，它直接影響礦物的產量和成本，也決定着工人勞動的繁重程度和工作效率。

蘇聯在建設社會主義礦山企業的過程中，曾為運輸工作的機械化作過堅持不懈的努力，並取得了卓著的成效。目前在蘇聯礦山運輸工作中，人力運輸全為精良的機器所代替，基本上實現了全面機械化，繁重的人力運輸已是一去不復返的事了。本書的原著乃是在這樣高度技術水平的基礎上編著的，它從設計理論與實際應用方面闡明了礦山運輸的各項問題，內容豐富，體系完整，綜合了蘇聯在礦山運輸方面的經驗和技術成果。

為了大量開採礦物資源以保證國家建設事業的勝利完成，我們礦山企業的發展與改建必須走向機械化，才能以低廉的成本、高度的效率，從事大規模的生產。在這樣一個從設備簡陋轉為全面機械化的過程中，如何將耗費勞動力最多、影響效率最大和最為繁重的人力運輸轉向機械化，乃是一個特別值得重視的問題。這一個問題的解決，是應該向在這方面已取得了鉅大成就的蘇聯切實學習的。在目前採礦技術書籍遠不能滿足需要的情況下，出版這本原為蘇聯高等學校專業教材而且在設計及運行方面均極適用的書來滿足國內礦業技術人員及高等學校師生的需要，是十分迫切的。我們希望這本書的出版，能使礦業技術教材缺乏的困難，得到部分的解決，也希望對設計方面和運行方面所存在的技術問題的解決，有所幫助。

本書由中央人民政府高等教育部推薦為高等學校教材試用本。

本書原著計分二十八章，中譯本分上、下兩冊出版。上冊包括第一章至第十一章，下冊正在翻譯、審校中，1954年當可出版。

本書係由北京礦業學院編譯室張式平同志翻譯，礦山運輸教研組尹清泉同志審訂，在翻譯及審訂過程中，該院採煤系主任兼礦山運輸教研組主任馬載之教授曾給予大力支持與熱誠的幫助。書中公式 (79)、(83)、(132)、(132')、(133)、(133')、(180)、(183)、(185)，第121頁第8、9、14、15、16、17、20、23、28行，第123頁第10、11、13、15、21、22行，第225頁倒第3行及表5中若干符號及數字原著誤排之處，已由翻譯者及審訂者共同作了修正。本書譯文雖經多次校訂，但錯誤之處仍恐難免，我們誠懇希望讀者發現本書的缺點時，來信告訴我們，以便再版時訂正。

1953年11月

著者序言

這本書係以恩·斯·波里雅科夫（Н. С. Поляков）教授和我合著的、1944年出版的「礦山運輸」一書為基礎而編寫的。

由於五年計劃法規給探礦工業提出了新的任務，礦山運輸及裝載工作的機械化得到了高速的發展和進一步的鞏固；我們的構造師和設計人員創製了很多種新式礦山運輸機械，擬定了礦山的總體設計；許多計算方法得到了改善。凡此種種，都說明1944年出版之「礦山運輸」一書，無論在文字或圖式方面，都有重新改寫之必要（有幾章除外）。

本書係供礦山機電專業用。按照該專業的教學計劃，「機車運輸」部分應從「礦山運輸」課程中分出來，成為一項獨立的課程——「電機車運輸」。但為了使本書內容完整，特別是為了使各種運輸類型的應用範圍之界限明確起見，在這本書中補充了1944年出版之「礦山運輸」一書中所缺的「機車運輸」一章，簡明地分析了各式地下機車及其運輸的工作組織和計算原理。

與1944年出版之「礦山運輸」一書比較，本書還刪節了關於幾種機械構造的敘述，因為這一部分，各院校的學生們在進行實驗室的實物教學和現場的生產實習時，將有充分研究的機會。此外，還刪去了一些數字資料的圖表。只有這樣，才能更集中地研究和比較各種運輸類型的基本特徵，並得以擴充某幾章的篇幅，特別是「裝載工作的機械化」和「露天採掘場的運輸」等章。此外，關於金屬礦運輸機械設備的舉例，在數量上亦稍有增加。

烏克蘭蘇維埃社會主義共和國科學院通訊院士、1944年出版之「礦山運輸」一書的合著人波里雅科夫教授不能參加本書的編著，著者深感遺憾！

著者

目 錄

著者序言

第一編 礦山運輸的一般問題

第一章 礦山運輸的一般特徵及其任務	1
第1節 運輸工作在礦山企業中的任務及其意義	1
第2節 運輸設備的類型	3
第3節 礦山運輸系統	6
第4節 礦山運輸工作小史	10
第5節 礦山運輸之科學及其文獻	18
第6節 礦山運輸工作的發展和任務	24
第二章 運輸設備的計算原理	27
第1節 礦山運輸工作的經濟指數	27
第2節 運輸的生產率及後備量	29
第3節 生產率規格的計算	32
第4節 設備的功率及阻力係數	34
第5節 軟曳引運輸設備的功率及阻力之計算	38
第6節 拉力的傳動	46
第7節 傳動裝置的位置	51
第8節 曳引部分最小張力點的選定	55

第二編 工作面運輸、裝載和充填

第三章 自重放落	57
第1節 適用範圍	57
第2節 基本的運動方程式	58
第3節 工作面自重放落	58
第4節 沿溜道和溜礦井的自重放落	62

第5節 溜煤槽和溜煤開門	65
第四章 工作面用鏈板運輸機	68
第1節 一般構造及應用	68
第2節 鏈板運輸機的主要類型	71
第3節 操作方法及優缺點	74
第4節 幾種特殊型式的鏈板運輸機	78
第5節 關於鏈板運輸機的計算	88
第五章 帶型運輸機	92
第1節 一般構造及應用	92
第2節 帶型運輸機的構成部分	95
第3節 幾種特殊型式的皮帶運輸機	112
第4節 帶型運輸機的計算	116
第5節 帶型運輸機的操作	124
第6節 金屬帶運輸機	126
第六章 簾動式運輸機	130
第1節 簾動式運輸機的一般構造	130
第2節 構成部分	136
第3節 FK-19 型傳動裝置的計算和理論	144
第七章 扒礦設備運輸	154
第1節 適用範圍及一般構造	154
第2節 構成部分	155
第3節 扒礦設備的計算	167
第4節 扒礦設備之舉例	170
第八章 裝載工作機械化	175
第1節 緒論	175
第2節 對裝載機械的主要要求	177
第3節 撿拾機構的類型	178
第4節 轉運裝置的類型	181
第5節 移行裝置的類型	181
第6節 大場子裏運輸機的裝載工作	183
第7節 工作面裝載機的類型	187

第8節 轉載器	197
第9節 機械化的裝車工作	198
第10節 裝車機之類型	200
第11節 利用裝車機的工作面運輸	211
第九章 工作面運輸工具的主要類型	219
第1節 需要的運輸生產率	219
第2節 幾種工作面運輸工具之特徵的比較	220
第十章 充填機械	223
第1節 概說	223
第2節 皮帶投擲機之理論	224
第3節 皮帶投擲機之構造	231
第十一章 水力運輸和風力運輸	234
第1節 應用範圍及其利弊	234
第2節 有益礦物的水力運輸	235
第3節 充填材料之水力運輸	237
第4節 充填材料之風力運輸	239

第一編 礦山運輸的一般問題

第一章 礦山運輸的一般特徵及其任務

第 1 節 運輸工作在礦山企業中的任務及其意義

運輸設備在礦山企業中的任務，是從工作面經地下或露天井巷，把有益礦物輸送到提昇地點，然後再在地面將礦物運至選礦廠和鐵路裝車站。此外，運輸工作還包括從工作面或地下井巷的其他地點將廢石運到提昇井筒，然後在地面上從井筒口或選礦廠將廢石運至矸子山。在露天礦場上剝離的廢石是直接運到排土場的。運輸工作在礦山企業中，也可從相反方向輸送所需貨載：即將支架用木料、機械零件、充填材料及其他器材等，從地面上運到井筒，然後在地下沿巷道從井筒運至工作面。除此以外，地下運輸還包括將人員從井筒運送至工作地點，或從工作地點運送至井筒。

作為運輸途徑的礦山井巷，長達數公里。因為在礦井中，照例不只是一個工作面工作，而是數個乃至數十個探礦工作面和掘進工作面同時工作，所以井下運輸的支線異常繁多。由於開採方法之不同，礦山運輸的路線，在複雜程度上可能有些差別。有些礦山企業，由於井下的水平和傾斜的採掘區互相交錯，而使得井下運輸工作複雜化。

待運貨載，如煤炭、金屬礦石、鉀鹽、磷礦和其他礦物等，通常都包含有碎屑、大塊，甚至有時還有塵粉。在同一礦井中，將兩種以上未予混合的、不同等級的礦物實行分別運輸者，亦不少見。

與其他工業部門之運輸工作不同，礦山地下運輸還具有一個專

業性的特徵，那就是由於礦山井巷之斷面很小，所以運輸工作受到很大的限制。

礦山運輸還有一個特點，就是其運輸設備的流動性，——隨着工作面的推進，就要求移動運輸設備，延長或縮短運輸路線。這一特點在探礦區內表現得尤為顯著。鑑於上述情況，我們就必須對礦用運輸設備及運輸機械之構造提出種種特殊之要求。並且，上述情況也是使這些設備與機械之操作複雜化的原因。

為了正確經地營礦山企業，必須使礦山運輸工作十分精確，持續不斷，保證及時自工作面運出全部有益礦物，而不妨礙和限制探礦工作，使強化的探礦工作法的應用成為可能，而且應保證企業在需要時有發展和擴充的可能。

此外，對礦山運輸的一般要求還有：盡可能地減少生產費用，盡可能地減輕勞動繁重程度和盡可能地提高工作的安全性。

在煤礦中，運輸費用在產品成本中佔有很大的比重，因此，運輸費用的任何減低，都能使企業總生產費和產品成本獲得顯著的降低。

運輸作業的繁重程度也是這樣：運輸工人的數字極大，從事運輸及裝載工作的工人人數，時常達到企業中全體工人之半數。

如果想到戰後斯大林五年計劃所要求於探礦工業的發展規模和速度，那麼就不難理解，全面和廣泛的機械化，是完全必要的。因為生產手續的機械化，是我們所應實行的一個新穎的和有決定意義的辦法，否則不能支持我們的發展速度，也不能維持我們的新的生產規模。〔斯大林：「列寧主義問題」，蘇聯外國文書籍出版局1949年莫斯科中文版，第449頁〕。

然而礦山運輸系統在井下常是由許多並行及交叉的路線交織而成的，而且各個環節設備的類型也不同，所以問題就不僅在於分別實行個別環節的機械化，而在於創造在技術上和組織聯繫上整體化和規律化的工作系統。這一點非常重要，因為各運輸環節有時由於缺乏充分的組織聯繫，而致彼此互相阻滯，並且還要在各環節的結合處浪費許多勞動力。

正確有效的礦山運輸工作，需要下列條件的保證：

(1)根據礦井的自然條件和開採方法，確定適當的運輸總體系和設備的類型；

(2)在計算運輸工具的主要規格時，對於其生產能力和出力的潛力應保有正確的計劃定額；

(3)運輸機械應具有適當的構造和製造質量，須能保證有足够的堅固性與足够的防止外界有害影響的可能性，能够擔當可能發生的緊急超載任務和無需特別複雜、熟練的管理；

(4)組織及時的機械檢修和維護工作；

(5)盡量利用信號裝置，聯動裝置和閉塞設備，各種運輸設備盡可能採用自動化的，同時，還應考慮到保安方面的各項要求。

第 2 節 運輸設備的類型

礦山運輸乃是工業運輸的一種，它具有若干特徵。在工業運輸中，如建築工地、轉運站等，搬運貨載的設備，共分兩種，即提昇設備與運輸設備。提昇設備(грузоподъемные устройства)，如起重機，提昇絞車，滑車，千斤頂等，主要是用於搬運單體之貨載，並且其搬運方向永遠是沿垂直線從上往下或從下往上的。

運輸設備(транспортные или транспортирующие устройства)則恰好相反，它用於搬運群集貨載(массовые грузы)。所謂群集貨載，或者是由大量塊度相仿的礦物和碎屑組成的散集的貨載(насыпные грузы)，或者是儲藏或運輸時呈堆集狀態的貨載，或者是大量的形狀與重量相同的同類貨載。

在礦山運輸中，貨載主要的類型是成群的散集貨載。其搬運方向有水平的或近似水平的，也有傾斜的或垂直的。

運輸設備按其動作方式可以分為兩種：

(1)不斷動作式：動作不斷，在長時間內動作不變者；

(2)間歇動作式：動作間斷，按一定的循環週期工作者。

不斷動作式的運輸設備開動後，即可自動運行；間歇式的設備

則與之相反，通常需要操縱管理。

不斷動作式運輸設備包括：

(1) 無極繩（或鏈）礦車運輸設備：其軌道是鋪設在底板上、地上和棧橋上的鐵軌，或者是懸軌（包括架空索道）；

(2) 各式運輸機：以流水之方式搬運散集貨載之機械設備，或雖非以流水方式搬運，但動作間斷不大者；

(3) 風力或水力運輸設備：利用氣流和水流輸送散集貨載之設備；

(4) 利用貨載本身重量使貨載沿傳導物體移動之設備（鋪板，溜槽，鐵管等）。

間歇動作式運輸設備包括：

(1) 扒礦設備；

(2) 有極繩鐵軌運輸設備；

(3) 機車運輸設備；

(4) 使礦車在鐵軌上自行溜動之設備；

(5) 在地面上的無軌運輸設備：輪軸車輛及履帶車輛等。

在礦山運輸工作中，不論在露天中，地下井巷中，或地面上，上述各式運輸設備均有採用。按其構造，這些運輸設備還可分為八類：

(1) 運輸機：鏈板式運輸機，帶型運輸機，簾動式和顫動式運輸機，板式運輸機，螺旋式運輸機，杓斗式運輸機和杓斗式升降機；

(2) 風力設備和水力設備；

(3) 扒礦設備；

(4) 用絞車繩索的軌道運輸設備；

(5) 架空索道；

(6) 各種機車——電氣機車，柴油機車，壓縮空氣機車——的軌道運輸；

(7) 礦車自溜設備；

(8) 汽車、拖拉機（無軌）和無軌自行礦車的運輸。

此外，還有許多服務於礦山運輸的輔助性機械設備，它們是：

(1)裝載機 其用途是將散集之貨載收集起來，再行裝載至運輸機上和礦車中；

(2)轉載器 其用途是將來自溜槽或用其他機械送到的貨載轉載到運輸機上或礦車中；

(3)充填機 其用途是供給探空地點以充填材料；

(4)餵礦機 其用途是將散集的貨載均勻地供給運輸機，碎礦機，或各種洗選機械；

(5)閘門 其用途是作為開關礦倉或漏斗的門戶，並調節自倉內流出之貨載的分量；

(6)翻車器 其用途是以翻轉之動作將貨載自礦車中卸出；

(7)爬鏈及推車器 其用途是在裝罐籠，裝翻車器和在溜礦眼下部裝車時，拖動或推動礦車，使之移動；

(8)停車或調節礦車行速之道路設備。

上述每一類設備，無論是運輸的，裝載的，或是輔助的，都有很多種構造型式，能適合於多種多樣的工作條件。而在每一種構造型式的範圍之內，又以生產率、功率及體積之大小不同，而有類式規格的區別。由此可見，在礦山運輸工作中，運輸設備的種類極多，而且新型的運輸設備，還在不斷地湧現着。

在井巷中最主要的運輸類型是運輸機運輸和軌道運輸。在金屬礦中，還包括有扒礦機運輸。

軌道運輸可以直接從工作面開始，一直到井筒。但在大多數場合下，從工作面開始的運輸是用運輸機或扒礦機進行的：礦物用運輸機或扒礦機運到井巷的幹線之後，才裝入礦車，然後再沿軌道運走。到達軌道之前的運輸（即運輸機運輸和扒礦機運輸）稱為「工作面運輸」（доставка）。沿鐵軌的運輸稱為「巷道運輸」（откатка）。沿垂直或傾斜（ 30° 以上）之井巷和自露天掘場將礦物載入罐籠、平台或箕斗而送至地面的運輸工作，稱為「提昇」（под'ем）。從露天掘場或礦井中將貨載置於運輸機上沿直井或斜井（傾角不定）運至

地面的工作，稱為「運輸機提昇」(конвейерные подъем)①。

所有上述的機械設備，按其運貨之方式，又可分為下列三種：

(1)直接沿地面、底板、鋪板或溜槽滑動之方式：諸如扒礦運輸、鏈板式、螺旋式和簸動式運輸機運輸，及沿溜槽自由放下等；

(2)將貨載放在持送機構上運送的方式：持送機構本身或藉助於與其相聯的機件在自動滾軸或固定滾軸上移動，或其本身是滑動的裝置（例如皮帶運輸機之皮帶，杓斗昇降機之杓斗等）；

(3)盛於容器中運送的方式：利用車輪在底板上、地面上或軌道上移動（礦車，載重汽車等）。

第 3 節 礦山運輸系統

現在我們舉三個煤礦運輸系統的例子——水平礦層的運輸系統，緩傾斜礦層的運輸系統和急傾斜礦層的運輸系統——來作為研究的對象。

圖 1 中是水平煤層的運輸系統。圖中左面是倉房式回採工作面，右面是大採煤場子。左右兩翼中都可以看到掘進巷道的工作面。

倉房中的裝載機 1，來往於各工作面中，將煤炭裝到鏈板運輸機上。鏈板運輸機隨着工作面的推進而延長，形成一條運輸機縱線 2。縱列之運輸機將煤炭轉運至與其垂直的皮帶式運輸機 3 上，然後皮帶運輸機再在運輸平巷中把煤炭裝入礦車 4 內。從大採煤場子往外運煤的工作由與煤面平行的鏈板運輸機 5 擔任。隨着工作面的推進，亦即每採完一槽煤以後，將運輸機 5 移置一次。鏈板運輸機將煤炭裝在集中運輸機 6 上，再由集中運輸機將煤炭送到運輸大巷，將其裝入礦車 7 中。

電機車從運輸巷道的裝車地點將礦車拖至井底車場 8。在回採工作面和採掘區的小平巷中應用運輸機，是為了避免把礦車驅入「死

①此種運輸設備在「礦井提昇」課程中講授，本書不予研究。

巷1；因為那裏巷道窄小，採煤工作緊張，調動車輛非常不便，所以不如在運輸平巷裝車。在運輸平巷中，車輛可以自由向兩面穿梭式地來往，所以就沒有調動困難的麻煩了。

從掘進工作面9來的礦車，掛於由採煤工作面裝車地點開來的車列中，一同開往井底車場。

在圖1所示的提昇系統中，礦車提上地面之後，不離翻轉罐籠便直接將煤炭傾入漏斗10中。煤炭流入漏斗後，落在一條不長的手選（揀矸）皮帶11上，然後轉至碎煤機12和篩煤機13中。此後煤炭之移運全由皮帶分別担任，大塊煤炭經皮帶14直接裝入停放在鐵路上的車箱中。較為細碎之煤炭經昇降機15送至氣選設備，然後再經另一條皮帶16裝入停放在鐵路上的車箱中（此車圖中未畫出）。如不即行裝車，可將煤炭經一斜皮帶17送至儲煤場18儲存；待需要從儲煤場取煤裝車時，再用皮帶19將煤炭運回裝車地點。

如係提昇岩石（廢石），則可藉助於翻轉板將它轉入底部漏斗20並盛入礦車21中，經架空索道運往矸子山22。

現在常見的緩傾斜礦層的典型運輸系統之一，如圖2所示。其沿採煤場子的運輸是由鏈板運輸機1担任。上部採煤場子的煤炭到達中間平巷後，即裝入礦車，以兩部單滾筒絞車2和3沿中間平巷將礦車拖向中間輪子坡（採掘區的小輪子坡）。中間平巷中的另一部單滾筒絞車4的用途，是在裝車時將礦車曳引至裝車地點。沿中間輪子坡的運輸工作，由一部位於上部絞車房中的單滾筒絞車5担任，它的作用是將礦車從轉彎岔道口拖至輪子坡，和當礦車自行沿輪子坡向運輸平巷滑行時控制其速度。

下部採煤場子的裝車工作是直接在上部運輸平巷中進行的。運輸平巷中鋪有雙軌，由電機車將礦車拉到主要輪子坡。主要輪子坡的運輸方法，與中間輪子坡的方法相同。

運輸大巷左翼的礦車，要通過繞道6才能達到主要輪子坡。繞道是在輪子坡之頂部岩層中開掘的一條巷道。

主要運輸大巷在井底車場附近，與井底車場開掘於同一水平。

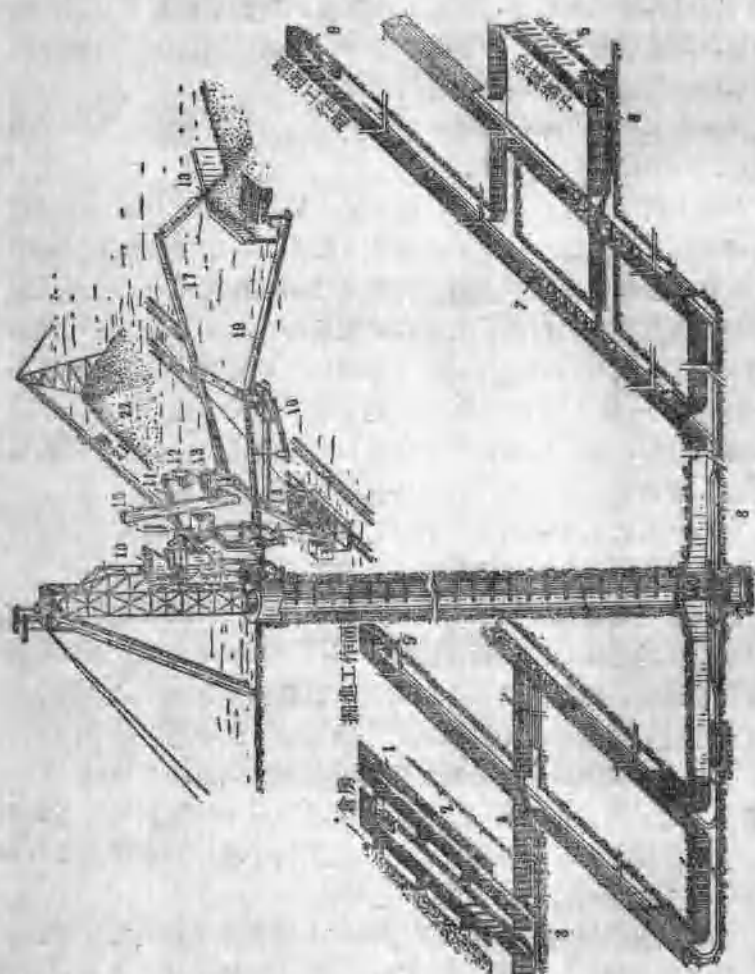


圖 1 煤礦運輸系統圖 (水平底層)

主要運輸大巷中的運輸也是由電機車擔任。圖中的井底車場是箕斗、罐籠兩用車場。在井底車場的範圍內，有井兩口：一為箕斗井，一為罐籠井，皆位於礦田中央。

木料之運送，是經主要輪子坡而至通風平巷，再用蓄電池機車

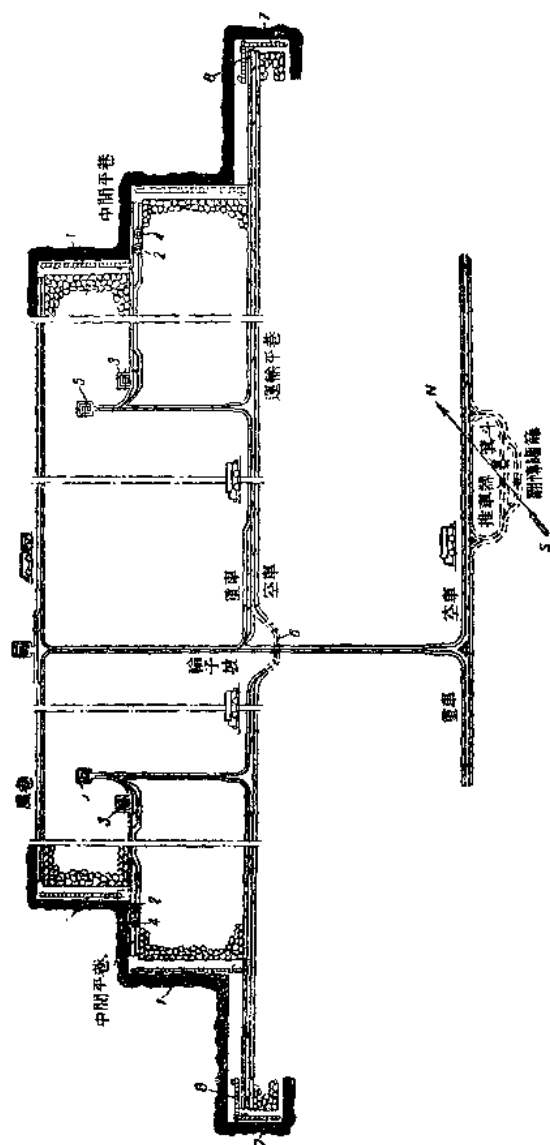


圖 2 煤礦井下運輸系統圖（經風斜煤管）