



台灣 的 礦業

中國文化大學董事長 張鏡湖
經濟部礦務局長兼礦業司司長 朱明昭 推薦
經濟部中央地質調查所所長 林朝宗
魏稽生、嚴治民 著

黃金 石油其實在你我腳下就有，
差別只在它的產量值不值得開採



國家圖書館出版品預行編目資料

臺灣的礦業 / 魏稽生, 嚴治民著. -- 第一版.

-- 臺北縣新店市: 遠足文化, 民97.01

面; 公分. -- (臺灣地理百科: 94)

ISBN 978-986-6731-11-2 (精裝)

1. 礦業 2. 臺灣

450.933

96024172

臺灣地理百科94

臺灣的礦業

推薦者 張鏡湖、朱明昭、林朝宗
作者 魏稽生、嚴治民
攝影 魏稽生、嚴治民、吳志學、余炳盛、方建能、賴佩茹、
廖俊彥、羅秀雲、洪素貞、陳哲民、劉英毓、宋聖榮
插畫 吳淑惠、林姚吟、嚴治民
總編輯 陳雨嵐
執行編輯 唐忻忻
本書特約編輯 余素維
本書特約美編 陳育仙、林姚吟

社長 郭重興
發行人兼出版總監 曾大福
創業夥伴 楊基陸、黃樹錚、楊宗河
顧問 黃德強 陳振楠
出版者 遠足文化事業股份有限公司
地址 231 台北縣新店市中正路506號4樓
電話: (02)22181417
傳真: (02)22181142
E-mail: service@sinobooks.com.tw
郵撥帳號: 19504465
0800221029
客服專線 http://www.sinobooks.com.tw
網址 華洋國際專利商標事務所 蘇文生律師
法律顧問 成陽印刷股份有限公司 電話: (02)22651491
印製

定價 400元
第一版第一刷 中華民國97年2月

ISBN 978-986-6731-11-2
©2008 Walkers Cultural Print in Taiwan

版權所有 翻印必究
本書如有缺頁、破損、裝訂錯誤, 請寄回更換

94 台灣地理百科

台灣的礦業

Taiwan

魏稽生、嚴治民◎著

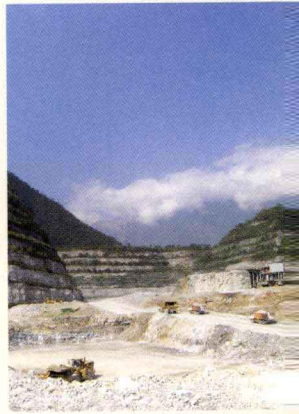


多面向的礦業

國內民眾對於「礦產」這個名詞相當陌生，主要是因為台灣本身在地球科學教育方面的普及度不夠，以及本國礦業開發規模較小。而隨著21世紀的來臨，國際間充斥著經濟發展與環境保護的衝突。一方面產業界對能源與工業原物料的需求相當重視；另一方面，為維護地球生態的平衡，各國已著手全球溫室效應的抑制、減緩臭氧層的破壞等議題，以至於有「京都議定書」等相關限制規範。此刻，《台灣的礦業》一書出版的正是時候。

本書第一章即著重在「礦產」的基本知識介紹，作者由礦產的成因、用途與其分布之時空關係連結了人—地互動的複雜關係。第二章則引進了「自然襲產」觀念，逐一介紹台灣的礦產分布與開發進程，其重點在於使讀者瞭解台灣究竟有哪些礦產資源在時代演進的過程中對社會的貢獻。第三章「礦業開發之環境影響」說明了礦

業的開發自有其風險與代價存在，特別是在過去曾幫助國人度過二次能源危機的煤礦。雖然這些礦區已被撤註銷，但在作者近年實際參與政府部門（經濟部中央地質調查所、經濟部礦務局）多年的礦區調查與實務經驗，發現了潛在的環境安全隱憂，值得礦業專家及相關環境學者共同去探討。最後一章則強調「永續經營」的概念，作者以其自身參與礦區整復規劃之經驗提出「礦一地」多元利用的思考，探討幾個國內礦業轉型要素與案例，使讀者能瞭解礦業的開發不僅在經濟產值，它更具有知識、景觀以及人文等其他面向的價值與意義。綜觀人類歷史，從各級產業逐漸轉移的過程中，在不同的時代總是有急流湧退者，台灣礦業如何去面對未來的社會發展？價值定位為何？本書可提供讀者另一思考面向。



中國文化大學董事長

張鏡湖

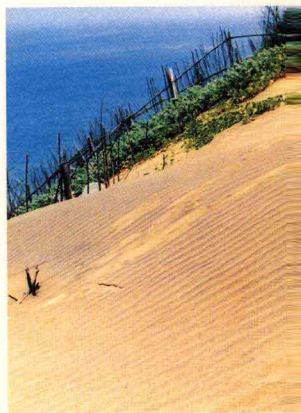
台灣礦業的未來

寫這本書時，有多少人知道「台灣的礦業」？自地質專業與礦床資源領域一路走來，隨著社會演進與經濟結構的轉變，我們可發現「礦」的時代意義也在改變。以「地質體」(Geologic body)的觀念來看，礦產資源是大地賦予的產物，從太古之初就存在於地下深處，是人類發現它的用途與功能後，才問諸於世的。因此如何將這項資源取之於地、用之於地、還之於地，在在考驗著人類的智慧。

台灣位於歐亞板塊與菲律賓板塊碰撞之處，地質作用使得這個面積不到三萬六千平方公里的土地上，蘊藏了多樣化的自然礦產。我們擁有世界第二老的油井——苗栗出磺坑、伴著大家走過兩次能源危機的煤礦，以及紋理優美的大理石石材等等，這些都曾在歷史上留下璀璨的一頁；遺憾的是，礦產開發對土地而言也是一種暫時性的破壞。因此，本書特別著重在「環境影響」與「永續經營」兩個議題上，前者主要針對不同的開採行為對環境所造成的影響，其中不容忽視的是廢棄煤礦區的地盤下陷與礦渣堆問題。這些礦權用地在撤、註銷後，大部分都歸還地方政府，或國有財產局，這在未來土地利用上值得政府相關部門持續關注。另外一項則是砂石資

源問題，砂石是現代國家在公共建設不可或缺的料源，然而它的來源卻是山區居民擔心的土石流。我們將過去多年來在砂石資源調查的經驗與流程也一併介紹，希望讀者能瞭解資源的一體兩面。在永續經營課題上，我們提出礦產資源的多元價值意義，不論從產業升級觀點，或是從環境教育著手，如何使礦業注入更多的人文關懷精神與社會教育材料，將是未來努力的方向。

本書得以出版除了要感謝遠足文化總編輯陳雨嵐小姐的大力支持之外，由於內容涉及了許多地質學與礦床學的專業知識，文字編輯余素維小姐及美編群在這部分也下了許多功夫，使這本書變得圖文兼具、精美而不失專業的科普教育精神。而書中引用大量的相關礦區照片與研究資料，係由經濟部礦務局與經濟部中央地質調查所多年支持的研究計畫下得以完成，足見政府相關部門相當重視台灣礦業的發展與其對環境的影響，在此一併致謝。雖然本書礙於篇幅所限，但我們衷心希望能將礦產資源的知識與相關資訊傳達給每位讀者，並引起共鳴。因為這是一項台灣特有的自然襲產，它是大家共享的資源，是要以長遠的眼光來規劃並珍惜的資產。



魏稽生 嚴治民

Taiwan Mining 目錄



推薦序／多面向的礦業 ... 2

作者序／台灣礦業的未來 ... 4

chapter 1 總論 ... 08

礦產資源 ... 10

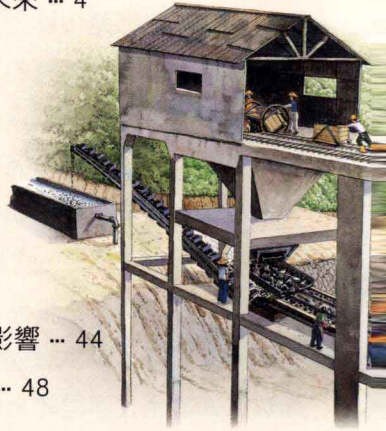
礦產資源的分類 ... 32

礦產資源的成因 ... 34

礦產的用途 ... 42

礦產資源的開發與環境影響 ... 44

礦業開發對環境的影響 ... 48



chapter 2 礦產分布與礦業發展 ... 50

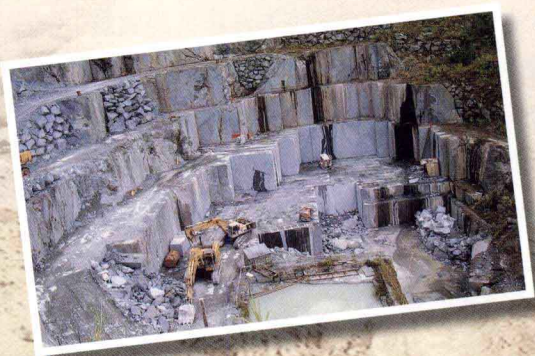
礦產資源分布與礦業發展 ... 52

台灣礦業的發展 ... 60

火成岩區 ... 64

變質岩區 ... 76

沈積岩區 ... 94





chapter **3** 礦業開發與環境衝擊 ... 126

開採方式與環境衝擊 ... 128

露天開採與環境影響 ... 138

地下開採與環境影響 ... 150

chapter **4** 礦業之永續經營 ... 166

台灣礦業永續經營的概念 ... 168

礦區的復元與土地二次利用 ... 172

礦區的價值再造 ... 178

礦業永續經營策略 ... 186



chapter

1

總論

Taiwan

Mining

- 礦產資源
- 礦產資源的分類
- 礦產資源的成因
- 礦產的用途
- 礦產資源的開發與環境影響
- 礦業開發對環境的影響





礦產資源



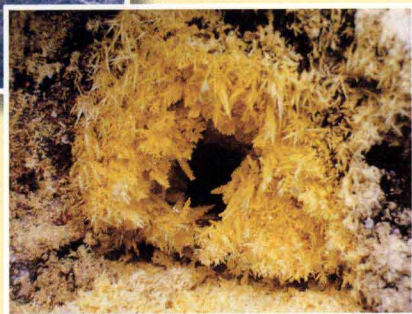
「礦產資源」這個名詞，看似陌生，卻又熟悉。簡單來說，凡是自然形成且具有經濟價值，能為人類應用、供應生活所需的礦物或岩石，即可稱為礦產資源。從地質的專業角度而言，在特殊的地質條件下，如岩漿成分、地殼的溫度、壓力，以及因受板塊擠壓等等因素，使得礦物富集，具有經濟開採價值時，則稱為礦床（Ore Deposit）。所以「礦床」可以由原來岩漿裡的組成元素，經由岩漿富集作用而形成的礦體；也可以是原來的岩體（或岩層）經由風化作用、變質作用或礦化作用而形成的。

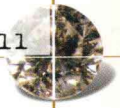
從上述對礦床的描述中，我們可以知道礦產資源的形成與地質學中的岩石、礦物、地球的板塊運動，以及物理、化學的地質作用等息息相關。它是大自然經過數百萬年，甚至數千萬年的時間才能孕育形成的。



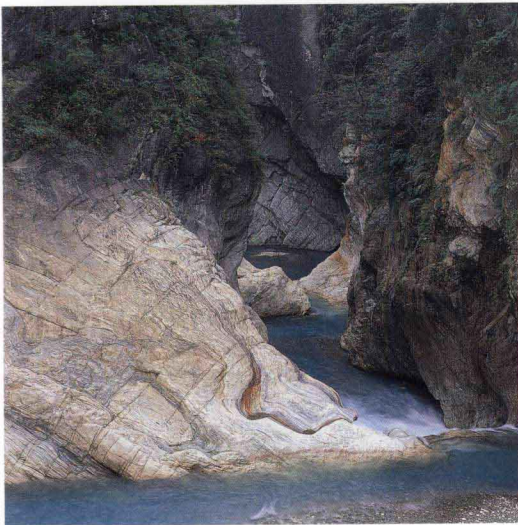
↑→硫磺礦

台灣北部大屯火山區是著名的火山地質區，目前仍處於後火山作用時期。地表裂縫的噴氣孔周圍，常可看到硫磺的結晶體聚集成硫磺礦床。





↑ ↓ 台灣東部紋理線條優美的大理岩不僅見證了台灣複雜的地質構造演化史，同時也蘊藏了豐富、多樣的礦產，坐落此區中的太魯閣國家公園更擁有世界級地質景觀。



岩漿富集作用 magmatic concentration / magmatic segregation

是指岩漿在地殼深處冷卻、結晶的過程中，因為礦物的成分、比重等性質而集中、結晶成具有經濟價值的礦體。通常這種礦床可分布於火成岩中，或集中於岩漿庫底部。

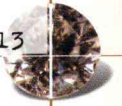


礦產資源與礦物－岩石

礦產資源與礦物、岩石有何關係？當我們在山林裡悠閒的散步時，如果注意看地面上一顆顆堅硬的固體，我們可以很快的辨識出那是一顆石頭（岩石），但如果要進一步看出這塊石頭是由何種物質組成、有什麼特性，那就不容易了。地球表面覆蓋了一層厚度不等的固體，稱之為地殼。組成地殼的主要物質稱為岩石，而岩石又是由一種或一種以上的礦物所組成，例如花崗岩可由石英、長石以及雲母等礦物組成。為了透視這個複雜的地球系統，我們必須先由「小尺度的岩石與礦物」來解析礦產資源與礦物－岩石之間的屬性關係，並一窺這些岩礦「顯微世界」的奧秘，然後再由「大尺度的板塊構造」瞭解礦產資源的成因、產狀型態，以及形成的地理區位。

↓ 礦產與岩石是一體兩面的關係。

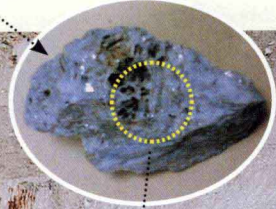




從微觀到巨觀的不同尺度來看礦物、
岩石以及礦產資源的屬性關係



← 雲母片岩。



↓ 雲母礦物。



↑ 台東向陽雲母礦場。



→ 光學顯微鏡下的白雲母礦物呈長條型排列，具有藍、綠及粉紫色等干涉色光學性質。



三大類岩石中常見的礦石礦物

主要礦石礦物	岩 類		
	火成岩	沈積岩	變質岩
自然金 (Au)	自然金 (Au)		
磁鐵礦 (Fe ₃ O ₄)	磁鐵礦 (Fe ₃ O ₄)		
黃銅礦 (CuFeS ₂)			黃銅礦 (CuFeS ₂)
	軟錳礦 (MnO ₂)		
黃鐵礦 (FeS ₂) 	黃鐵礦 (FeS ₂)		黃鐵礦 (FeS ₂)
瀝青鈾礦 (U ₃ O ₈)	瀝青鈾礦 (U ₃ O ₈)		
	石膏 (CaSO ₄ · 2H ₂ O)		
	岩鹽 (NaCl)		
硫磺 (S) 			
雲母 (KAl ₃ Si ₃ O ₁₀) · (OH) ₂			雲母 (KAl ₃ Si ₃ O ₁₀) · (OH) ₂
	方解石 (CaCO ₃)		方解石 (CaCO ₃)
			石棉 (Mg ₃ Si ₂ O ₅) · (OH) ₄
			石墨 (C)
金剛石 (C)	金剛石 (C)		

註：本表礦石礦物以主要的岩類為主。

礦物的定義

礦物是組成岩石的基本單元，爲了更進一步瞭解礦產資源的特性，我們得先爲礦物下定義。

「礦物」的定義爲：（一）必須是自然生成的均質固體。礦物以固態爲主，所以冰是礦物，但水就不是了；唯一的例外是汞（水銀）。通常礦物是由兩個以上的元素所組成的化合物，但也有單一元素所形成



的，如自然金、硫磺。（二）礦物是由無機作用所形成的，由生物作用形成類似礦物的物質如珍珠、貝殼，以及人體結石等都不算礦物。（三）礦物有一定的化學成分和物理性質，但有時也會有一定範圍的成分變化。（四）組成礦物的原子或離子具有一定的排列方式，也就是結晶構造。

近年來，越來越多的教科書將礦產資源稱為地質資源（geologic resources）。因為這些資源都是取之於地球，且範疇包括了石油、煤以及天然氣等；如果根據礦物的定義：「必須是結晶的固體」，那麼，礦產資源的定義就較狹隘了。因此，本書所指的礦產資源除金屬、非金屬外，還包括石油、天然氣等，並且是一旦用盡後，不能再生的（non-renewable）。

礦物通常可分為兩大類，一種是組成各類岩石的基本礦物，例如石英、雲母、方解石以及角閃石等，稱之為造岩礦物（rock-forming minerals）。另一種是含有經濟價值的金屬礦物，例如黃銅礦、閃鋅礦以及赤鐵礦等，稱為礦石礦物（ore minerals）。由於礦物具有一定的物理和化學性質，因此以下介紹幾個重要的礦物特性：

↓ 煤礦亦屬礦產資源之一。

