

石油及天然氣 礦藏的普查與探勘

上 冊

蘇聯 莫·伏·阿布拉莫維赤著

石油管理總局編譯組譯



燃料工業出版社

石油及天然氣 礦藏的普查與探勘

上 冊

編輯 王 德 明 主編 王 德 明
副主編 王 德 明 王 德 明 王 德 明

石油工業出版社

附 錄 一

本書是根據作者多年從事國際經濟學教學和研究的經驗，並參考國內外有關教材和參考文獻編寫的。本書力求做到概念清晰、重點突出、由淺入深、循序漸進、力求做到理論與實際相結合。本書可供高等院校經濟管理類專業師生參考，也可供有關部門的經濟管理人員參考。

本書在編寫過程中，參考了有關教材和參考文獻，並得到了有關部門的領導和同志的支持，在此表示衷心的感謝。

編者

（姓名）

附 錄 二

本書在編寫過程中，參考了有關教材和參考文獻，並得到了有關部門的領導和同志的支持，在此表示衷心的感謝。

編者

本書在編寫過程中，參考了有關教材和參考文獻，並得到了有關部門的領導和同志的支持，在此表示衷心的感謝。

本書在編寫過程中，參考了有關教材和參考文獻，並得到了有關部門的領導和同志的支持，在此表示衷心的感謝。

本書在編寫過程中，參考了有關教材和參考文獻，並得到了有關部門的領導和同志的支持，在此表示衷心的感謝。

本書在編寫過程中，參考了有關教材和參考文獻，並得到了有關部門的領導和同志的支持，在此表示衷心的感謝。

本書在編寫過程中，參考了有關教材和參考文獻，並得到了有關部門的領導和同志的支持，在此表示衷心的感謝。

本書在編寫過程中，參考了有關教材和參考文獻，並得到了有關部門的領導和同志的支持，在此表示衷心的感謝。

本書在編寫過程中，參考了有關教材和參考文獻，並得到了有關部門的領導和同志的支持，在此表示衷心的感謝。

本書在編寫過程中，參考了有關教材和參考文獻，並得到了有關部門的領導和同志的支持，在此表示衷心的感謝。

本書在編寫過程中，參考了有關教材和參考文獻，並得到了有關部門的領導和同志的支持，在此表示衷心的感謝。

本書在編寫過程中，參考了有關教材和參考文獻，並得到了有關部門的領導和同志的支持，在此表示衷心的感謝。

目 錄

第一版序言	1
第三版序言	3
總 論	4
第一節 探勘礦藏的基本意義	4
第二節 從探勘的觀點來看油、氣藏的特性	7
第三節 普查和探勘的步驟	11
第四節 本課程的內容和計劃	18
第五節 在某一地區進行探勘以前，地質工作者應有的 準備工作	20

第一篇 油、氣藏的地面普查

第一章 普查的方法	22
第一節 普查方法發展的概觀	22
第二節 快速探勘法	24
第三節 地質探勘方法	26
第四節 地球化學和物理化學探勘法開始時的情況	31
第二章 代表性的岩層和含油、氣岩系的特徵	34
第一節 油、氣岩系及其存在的特徵	34
第二節 含油層的野外勘察	36
第三節 瀝青及瀝青岩的勘察	43
第四節 焦性火瀝青質岩	46
第五節 含油岩、瀝青岩和焦性火瀝青岩勘測法的總結	49
第六節 勘測油、氣露頭的基本作用	51
第七節 地面上油苗天然露頭的形狀，和對於這些露頭 的勘測	52
第八節 假的石油露頭	55
第九節 天然氣及其露頭的勘測	57

第十節	泥火山·····	62
第十一節	油、氣露頭的地質特徵·····	64
第十二節	對作為指示有礦藏存在的油、氣露頭的 價值的評價·····	69
第三章	地面物理-化學勘查方法以及含油、氣層 系的間接徵象·····	73
第一節	物理-化學方法的種類·····	73
第二節	關於生油、氣的岩層這一個問題以及與油、 氣層系伴生的岩層·····	75
第三節	油、氣移棲的痕跡，氣測法以及與氣測法 類似的方法·····	81
第四節	應用和氣測法不同的方法進行勘查天然 氣移棲的痕跡·····	90
第五節	與油、氣存在有關的岩層和地下水組成 分的特點·····	92
第六節	概述物理-化學勘查法實際的意義·····	96
第七節	勘查時具有實際意義的石油伴隨現象·····	97
第四章	地質探勘工作上的先決條件·····	103
第一節	儲油層和儲氣層·····	103
第二節	有利於形成油、氣集瀝的各種條件·····	105
第三節	油藏的分類及其對探勘工作者的意義·····	107
第四節	保護油藏的條件·····	111
第五節	岩層受到壓力而起變化的作用·····	113
第五章	初步調查-普查。選擇進行詳查的地區·····	116
第一節	初步調查-普查·····	116
第二節	選擇進行詳查的地區第一階段·····	118
第三節	選擇進行詳查的地區第二階段·····	124
第四節	掩蓋或潛埋油藏·····	128
第五節	在普查工作中對油區進行廣泛探勘的必要 性，以及這些探勘的任務·····	132
第六章	研究地下構造的各種地球物理方法應用於	

探勘油、氣藏	135
第一節 緒論	135
第二節 應用地球物理方法探測地下構造的基本概念	138
第三節 地球物理方法在應用上的限制性的種種條件	141
第四節 從地質探勘工作者的觀點來估計地球物理探勘法勘測的結果	142
第五節 應用地球物理方法直接發現地下含有油、氣地層的可能性	146
第六節 有成效地採用地球物理探勘所具有的條件，以及在調查—探勘過程中，地球物理探勘方法所佔的地位	147
第七章 根據地質詳究結果對於所調查區域遠景的評價	154
第一節 緒論	154
第二節 一般地質條件	155
第三節 經過詳細普查階段區域評價的資料提綱含油的基本條件	156
第四節 普查區域評價提綱說明	159
第五節 根據詳細普查的資料對於區域作比較評價	164
第六節 對於調查區域作評價的例子	167

第一版序言

這是闡述油藏的調查和探勘的一本教材，裏面包括有關石油地質學、野外地質學、採礦學、研究地殼構造的各種地球物理探勘方法以及經濟學等等方面的許多問題。這一門教程的課程大綱，應當把所有這些問題，都逐一予以足夠詳盡的說明，同時又要避免對於上面所列舉的各項科目，敘述得過於深入。因此，這一本教科書，不涉及到地質上的測量工作，但有些野外地質學所必須，而對於油、氣藏探勘有特殊關係的一些專門問題——就是一方面要繪製構造圖，同時就需要進行地質測量（構造測量），並構製深層褶皺剖面圖——這些都在第八、九兩章內敘述。

必須對於本書的命名，說明一下。應用於油氣藏普查與探勘這一個過程裏面，普查階段是需要經過一個相當長的時期，這是它的特點之一，這不比其它的有效礦藏在普查和探勘過程中，普查所佔的時期，是極為短促的。確切地來說，只有當普查順利結束，礦層發現時，才能說是探勘工作的開始。對於油、氣藏來說，不僅僅要在經過某一些時期的地質普查，常常也要應用到地球物理方法的勘測以及鑽探探井，才算進入探勘階段，它的普查階段，常常會延長到好多年，但是，普查工作延續時間的長短，不僅僅決定於普查工作本身的複雜性如何，並且也要決定於普查工作的業務組織，所採用的工作方法以及所做地質準備工作達到的水準。鑒於時間長短是由於上述諸種原因，並且顧念祖國對於新礦藏的迫切需要，而石油又居於首要地位，所以探勘工作者應當在提高工作質量的基礎上，更應把加速進行普查工作，作為一個主要的任務。

地質探勘的主要工作，正是和普查過程具有密切聯系的，而在探勘階段（這個階段歸結到鑽探井）中地質工作者的工作，具有特殊的性質，和油藏開採的工作結合在一起（地質在開採油藏這一方面所研究的工作，是屬於地下地質這一門課程）。因此，我們認

爲必須強調一下,普查階段在整個油、氣田地質探勘工作中,是具有特殊意義的,所以提出把本書的命名不叫做「油、氣田的探勘」,而叫做「油、氣藏的普查與探勘」。『礦藏』這一個術語,對於表示地下油、氣的集滯來說(油、氣集滯的形成過程,往往使我們仍舊不能了解),要比「油田」這一個術語較爲適合恰當,「油田」可能保留用爲某些區域內好多油、氣藏的總合在一起的名稱。

第三版序言

蘇聯石油工業的發展和成長以及戰後五年計劃，擺在蘇聯石油工作者面前增加油和天然氣的產量這一個任務，都是要求地質探勘工作者，把他們的工作，予以相當大的擴展和加深。

1941 年所出本書第二版，有需要加以修正和補充之處。

現出第三版裏面，對於取心鑽井的技術，只是從應用這種鑽井，作為構造探井及製圖淺井的觀點來看，約略涉及。至於有關這些技術問題，以及普查與探勘的工作組織，都應列入各種專門課程範圍以內，本書不加討論。

總 論

第一節 探勘礦藏的基本意義

普查和探勘礦藏的工作，是開採礦藏整個過程的一個開端。在普查及探勘時，必須經常要應用到地質、工程技術以及經濟許多部門的方法與資料，但同時也不應忽視探勘工作是屬於生產中的一部分，並且探勘時必須要按照一定的目的來做觀測和勘查。譬如，勘查油區時，地質探勘工作者的工作方法和任務，就和專為測製地質詳圖而進行地質調查的地質工作者，有所不同；這個問題，我們回頭在後面再為詳談（第一、五、八、九章）。

另一方面，探勘工作的勞動生產率和探勘本身的效果，首先決定於探勘時，我們所能掌握有關於那些礦藏的地質知識；地質上的成就可以使探勘工作進行順利，所以在普查和探勘時所獲得的資料，應當符合於科學工作上的一切要求，並且應當充實我們的知識，以供改善和減輕未來工作上困難之用。所以在普查和探勘時，科學研究工作以及工作計劃的編製和審查，絕不應當放鬆，必須遵照一定的方針來進行。

普查的任務，在於擬定地下可能發現具有工業價值礦藏的區域，在這些區域來進行探勘，就是要解決有無礦藏的問題，如果是肯定有時，就要取得為工程技術和經濟設計、以及開採計劃所必須的一切資料（初探和詳勘）。

這些資料的搜集，首先要圍繞着兩個主要問題：（1）礦藏形狀以及它向各方面延展的範圍（礦藏型式）和（2）礦藏裏面所儲積的有用礦產，以及共存在一起的岩石種類，礦產在礦藏的各部分的分佈情況（礦藏含量及礦產儲量）。第三個枝節問題，就是礦藏是形成於那一種岩層裏面，礦產的伴隨物是什麼，以及與礦藏有關的岩層有沒有發生變質作用，這些都應當用探勘來說明；這

裏還有一個問題，就是能否在地面看到，並且能够指出地下有礦藏存在的徵象問題。

綜合研究礦藏的含量和型式，它的終點和結果，就是爲了解決礦藏的生成問題，祇有在明瞭了礦藏的生成過程以後，才可以肯定出探勘所要進行到礦藏，在這一個區域內可能分佈的地點（特別是深度），並且要能獲得調查新礦藏的引導指標，因爲這一個礦藏的生成知識，可以使我們理解到這種類型礦藏的一般形成條件^①。

探勘本身的任務，並不是要解決礦藏形成過程的問題，但這一問題的研究是和探勘工作最有關係；對於每一個礦藏進行探勘時，都應當獲得闡明這一個問題的資料；甚至就是爲了解決這樣一個問題，還需要進行純粹的科學研究工作。

在研究礦藏類型和含量的同時，可以蒐集那些在進行詳探和開採時，解決礦藏形狀的正規性，以及礦藏含量的均一性等等問題的基本資料。任何探勘（和開採）都是以礦藏的一定規律性爲基礎的。在某一個點上和許多點上打開礦藏後，我們就可以推測在這裏發現的礦藏的一定的性質，在其它地點也仍然保持着，並且礦藏有延續部分；我們便可根據礦藏地質特點的知識作出推斷，以擬定礦藏延續部分的方向，而由下一步的探勘工作進行檢查，這一個推斷，是否正確。

對於某一些礦藏，我們可以預知它的類型和含量（譬如對於厚層煤礦），而另一類礦藏，祇能預知其所屬類型（譬如對於金礦），至於第三類礦藏，則什麼也不能預知（譬如對於浸染礦藏——礦體摻雜分散的礦藏）。

① 關於油藏形成條件的概念，對於調查方面所發生的影響，我們可以舉出確定烏拉爾山西麓油藏分佈疆界的問題，作爲一個例子。按照許多地質家的意見，這些油藏（從二疊紀到泥盆紀）是和所謂多瑪尼克的生油層有關。多瑪尼克就是上泥盆紀（ D_3 ）的岩相之一； D_3 在許多地方都出現有碳酸鈣質的岩相，沒有瀝青質岩石。根據有些地質家（像格·朴特爾維奇於1932年所著在楚索夫油田的東部邊區進行地質調查）的假定論據，調查油藏的工作應當在 D_3 有多瑪尼克生油層出現的區域內進行。但是這個假定後來並沒有得到證實。

探勘工作規模的大小、探勘所需時間的長短，以及開採礦藏的工作範圍，在極大程度上，都是要取決於礦藏的正確幾何形狀，及其含量的均一程度的。譬如，在把石炭礦藏與囊狀金屬礦藏作比較時，這種情況，就可以顯明地表現出來。在打開各煤層後，我們通常可以預知它的延續部分，在極大面積上探索這些煤層，並可以在較短時間以內，探明煤層中煤的儲量和品質；但遇到礦囊時，我們只有進行長時間的工作，才可以決定出礦囊的分佈面積，以及礦產在這裏面的平均含量等；在個別情況下，礦藏可能既不同類又不規則，以致在探勘礦藏和確定它的儲藏量時，幾乎需要把全部礦藏打開，要把探勘工作與開採工作合併在一起進行。以煤礦為例，我們應當注意到的，就是這些礦藏的形狀並不永遠是規則的，如果煤層被斷層所破壞，那末，對於這種煤層，所要進行的探勘工作，就更為複雜化了，並且還可能需要進行大量的探勘工作。

從採礦工業的歷史裏面。可以找出許多有關採礦工作的例子，這些採礦工作，都是在沒有足夠完全的探勘，甚至沒有經過任何探勘的情況下進行的；這些例子，就表示出這種工作，在技術上和經濟上一切不合理的現象。我們不難相信，沒有足夠的探勘工作，就不可能正確地進行開採工作。採礦成本的高低，和礦藏中的礦產能否全部採出，就是估計該礦藏開採工作效率的重要指標。成本的高低主要決定於所需償還的投入資金數量的多少。例如，每生產一噸礦產，需償還投入資金若干，這就是說，在耗用一定數量的資金下準備好了的可採儲量越多，成本就越低，而要準備好這種可採儲量，只有在探勘工作完成以後，如果探勘工作做得不夠完全，或者結果不夠正確，那末，在一定數量的資金投入後，所得到的儲量，就會太小，因此，償還投入資金的數額和礦產的成本就會過高。

本世紀初葉，在頓巴斯曾經有過這樣的一些例子：當時，有一些大礦用蒸汽機等從礦井採煤，但它的成本要比鄰近用馬吊昇等土法採煤的小礦為高，因為這些大礦，對於地下藏量沒有經過

充分探勘，雖然大礦的生產量很高，而土法開採的小礦對於投入資金的償還數額，却比較低，因而採煤成本也就比較低了。產生這種情況的原因，就是在於探勘工作做得不夠。

在石油工業史中，類似這樣的例子也很多，在探勘結果尚未弄清以前，就開始鑽生產井，以致完全遭到失敗，或者使開採的成本過高。

用一定限度的成本，由地下取得全部礦物，是合理開採礦藏的另一個主要的條件。祇可以在預先查明礦藏的類型和含量以後，才能全部達到這一個條件；祇有在這一個條件下，我們才能利用那些在有利條件下形成比較豐富的礦藏，而且還能利用那些較為貧瘠部分的礦藏來進行開採工作。沒有具備對於整個礦藏類型和含量的知識，就必然要在探勘不足的地段，剩餘下一部分礦產，而最後在開採工作基本結束時，再轉回來採掘這些剩餘部分的礦產，往往是不可能的。

採礦工業上探勘工作的重要性，在全蘇地質探勘事業工作者大會(1938年4月8日至16日)上獲得了新的證明，勒·姆·卡岡諾維奇同志在會上指出，地質探勘工作的最大弱點之一，就是目前在礦產總的儲藏量，和已經探明並且準備開採的儲藏量之間，存在有脫節現象。

第二節 從探勘的觀點來看油、氣藏的特性

石油和當作有用礦產(當作探勘和開採的調查對象)的碳氫化合物(天然氣)具有許多特性。在談到這些之前，必須要說明一下所採用的術語。第一，應當指出「石油」和「天然氣」的概念，本身就不夠明確；用這些名稱所標明它的組成分是極不相同的，不可能像礦物或岩石一樣，歸納到已經確定的分類範圍以內。我們採用廣泛通用的名詞「石油」和「天然氣」(指的是碳氫化合物)；必須把類似石油的「瀝青類」(參閱第二章第二節)和石油分別開來(根據納·奧爾洛夫和維·烏斯賓斯基的見解)。第二，應當對於「油、氣田」及「油、氣藏」這兩個名詞詳加說明；有時在使

用這兩個名詞時沒有區別，譬如，有人也說油、氣田的探勘。

爲了準確地敘述起見，我們還是應當保留「油藏」這一個名詞，因爲在大多數情況下，我們對於油田的準確意義，還不知道，我們只是要找出在地下形成油藏的石油集滯。就「油田」的一般意義來說，與其說它是探勘的對象，還不如說它是不直接屬於生產的科學研究對象，因爲探勘工作，祇能以油藏爲對象來進行，也就是說，所謂油藏，祇是能在當前技術和經濟情況許可下，應用鑽井能够採取出來的地下集滯。

其次，應當注意，油藏和碳氫氣藏之間，在形成條件上，具有密切的相同點，而在大多數情況下，它們之間也有共生的關係。雖然氣藏的發現，不是依於油藏爲轉移，但是它的普查方法，和探勘技術，與氣和油成層在一起的礦藏，區別很小。所以在大多數情況下，可以說油、氣藏，而祇有對於個別問題，才有必要來作關於純氣藏特性的一些說明。

從地質和技術方面來看，油氣藏的特徵，對於普查和探勘方法起着深刻的影響。一般祇有在普查和探勘過程中，才能確定地下是否存在有工業價值的礦藏，才能查明這種礦藏中所有一切的有效礦產。但是，對於大多數礦產，用地面調查的方法就可以得到一些啓示，指明有礦藏存在（換句話說，就是由於地面上有礦苗顯示），這種指示是十分肯定的。

在許多情況下，由於侵蝕以及其他原因，使礦藏可以直接露出地面，我們就能够在地面上直接觀測和調查礦藏的柱狀剖面（當然，要有曾經風化等的條件）。譬如，如果有了礦脈或者煤系的地面露頭，那末應用追蹤露頭的方法，對於礦脈或者煤系的延續伸展，礦藏的成層性質和形狀，以及礦藏的含量，我們就可以獲得一個十分精確的概念。

對於油藏或者氣藏就不是這樣，因爲油、氣藏常常是和地面相隔離，並不露出地面；油、氣藏時常在地面上什麼顯示都沒有暴露出來，即便有了油氣藏的地面顯示，大體上也不能和礦藏的實際價值相符合，並且時常完全不能成爲有工業價值的油藏。所

以對於油、氣藏來說，它們的地面顯示，在表明地下有這些礦藏存在的許多象徵中，還不能夠佔第一位，而能佔第一位的，是其它的象徵，並且祇有把這些象徵得出綜合後，才是表明有油、氣藏存在的極其重要的指標。

探勘的對象，是可以鑽井來開採的油藏，也就是油和氣在一定壓力下在裏面形成的油藏，而這種油藏，應當和地面相隔離；如果油、氣藏也有地面露頭，那末這種露頭也祇能是在它的枯竭部分^①。如上所述，由於我們不可能在地面上看到油藏，而所能看到的，只是它的殘餘或者所謂它的暗示，所以絕不能夠估計出它的實際價值。祇有把和地面隔離的地下油藏鑽開之後，才能解答關於該油藏是否有工業價值這一個問題。因此，祇有鑽井，才能徹底解決該區內有無工業價值的油藏的問題。並且和其他礦產來作比較對於調查油、氣藏來說，我們所能得到肯定的和可靠的指示要少得多。

其次，要解決一個新發現的油、氣藏，工業價值是如何這樣一個問題，要比解決其它礦產的這樣的問題難得多，並且常常需要極大的耗費。如果我們開發金屬礦藏和煤礦等，那末一般就能夠很快地斷定出它們的工業價值。對於石油則不是這樣，在這裏，我們祇能在很少的情況下，才可以立刻估計出探井所鑽出油層的工業價值。常常必須先把水隔離開來，才能在該井或者新井中進行試油。

上面已曾指出，普查和探勘礦藏的均一性和經常性的重要意義。從形狀規則和含量均一這些觀點來看，油、氣藏所屬的地位，介於大的層狀礦藏和脈狀礦藏之間，一般來說，油、氣藏是接近大層狀礦藏的，但有時也會接近脈狀礦藏。

在某一個點上鑽開了油藏之後，我們在許多情況下，就可以知道這個油藏是具有一定的延伸，並且在查明了地下地質結構（構造）之後，對於應當向那些方向，去找出油藏的延續部分，就會得

^① 已知個別的地層中有油集瀝的例子，在地層中沒有氣體，石油純粹在重力的作用下由地層中滲出。從探勘的觀點來看，這種礦藏，是屬於大層礦藏。

到一個概念，但是油藏的含量，和它的飽和情況，可能有很大的變化。在某些情況下，連油藏的形狀也不是經常不變的，因此探勘工作，就會難以進行。油藏或者氣藏的不均勻性，基本上是和油、氣藏的形狀及含油、氣岩層的成層條件有關（譬如，地層的含油量，沿着下傾方向往下逐漸減低等），或者是不決定於形狀，而決定於含油岩層的岩性成分（由於滲透率減低，有粘土質填充物或者夾層的存在等）。有些礦藏，由於斷層或者不規則形狀的地質沉積時，（鏡狀砂塊和石灰岩礁），我們要預知它們的分佈情況是極為困難的。

油藏和氣藏最突出的特點，就是油、氣藏裏面的油氣，在不同情況下，能够在地下移流（移棲），主要是沿着滲透性岩層向上移流。

因此，飽和石油和天然氣的岩層，祇是在構造中一定部分的全部油層中的個別地段，換言之，油、氣的分佈情況，是決定於含油、氣的岩層構造，並且這種依存關係，可能不十分明顯，但是在盡力探勘以後，總是可以發現出來的。地下構造和礦物分佈之間的關係，也會在其它礦藏中存在，但祇是局部現象（鉛礦和其它鑛產是在褶皺劇烈曲折處地層剝落的地方，朱砂是在背斜褶皺曲折處地層沿裂縫的地方，瀝青脈是在裂縫中，等等）；對於油、氣（及水）來說，這個關係，是確定礦藏形狀和位置的主要條件之一。我們把地下的構造，調查得愈清楚、愈充分，則我們對於油、氣在它裏面的分佈情況，在不同地點的各飽和度和礦藏邊界等，也就預測得更為充分。

在不了解地下構造的情況下，在任何一點上鑽開油藏之後，我們完全不能得到進一步打探井所需的資料，並且由於當時沒有查明油藏的構造，所以祇得盲目地去鑽下一口探井。

並且，還應當注意探勘油氣的下列特點。除了極少的例外（用鑽井開採硫及鹽水），其它的礦物都可以在地下礦藏鑽開之後，利用坑道進行採礦，有了這些坑道，就能在它的埋藏地點，進行調查，進行測量和試驗等工作。