



中等专业学校教学用书

油、气田的调查和勘探

上册

苏联 И.О.布罗德等著

石油工业出版社

中等专业学校教学用书

油、气田的调查和勘探

上册

苏联И.О.布罗德 Е.Ф.弗罗洛夫著

石油工业出版社

內 容 提 要

本書首先介紹一些有关調查和勘探工作的概念——矿床、矿藏、有用矿产儲量的計算和調查勘探工作，以及怎样保护地下矿床並对它的經濟价值进行评价等。接着介绍了有关調查勘探油、气田方面的基本知識，从調查勘探的地質先决条件談到油、气（藏）的形成，油、气儲集層的分类，生油層沉积的确定和油、气苗等对調查勘探工作的意义。

書中重点介紹野外調查勘探工作的几种方法——地質、地球物理、矿場地球物理、地球化学、探坑、鑽井（手搖鑽、輕便鑽、深鑽），等等。从各种方法能解决什么地質問題談到实际操作。

本書原系苏联中技教材，可供地質人員和 有关院校師生学习、參考

И. О. БРОД, Е. Ф. ФРОЛОВ

ПОИСКИ И РАЗВЕДКА НЕФТЯНЫХ

И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

根据苏联国立石油燃料科技書籍出版社(ГОСТОПТЕХИЗДАТ)

1957年莫斯科增訂第2版翻譯

統一書号: 15037·876

油、气田的調查和勘探

上 册

陈 鎔 源等譯

石油工业出版社出版（社址：北京大柵欄石油工業局內）

北京市書刊出版業營業許可証出字第083號

石油工业出版社印刷厂印刷 新华書店发行

850×1168 $\frac{1}{2}$ 开本 • 印张5 $\frac{1}{2}$ • 139千字 • 印1—3,000册

1960年7月北京第1版第1次印刷

定价 (10) 0.93元

序 言

調查和勘探油、气儲集时的主要任务，就是要发现油、气藏，确定已找到的和所研究的油、气田开发的技术經濟条件。

为了保証調查和勘探工作能合理地进行，必須闡明調查、勘探工作的理論和工作方法。因此，本書闡述了目前在不同地質条件下綜合应用的調查、勘探方法，以及根据区域地質条件、勘探程度和技术經濟能力解决具体問題的調查、勘探工作的設計和組織。

本書的中心問題是石油地質，因为在解决实际的調查、勘探問題时，究竟应进行哪一些研究更为合理是决定于石油地質情况。所以，本書着重闡述石油地質的問題。

在編写“油气田的調查和勘探”这本书的过程中，考虑到了各門科学之間的联系，以及更有效地将調查勘探方法从一个科学部門轉移到另一科学部門的种种情况。

本書考虑到从事石油和天然气調查、勘探綜合工作的地質人員，必須利用此种綜合工作的其他方法取得的資料，并亲自进行各种地質研究，所以本書詳尽地闡述了地質工作的方法和技术，而对調查勘探綜合工作中所采用的其他方法仅介紹了关于这些方法所得資料的应用方面的一般知識。

在本書的第一篇(中文版为上册，二、三篇为中、下册——出版者註)首先論述了調查勘探綜合工作——了解地下地質构造的唯一途径——的特点，然后闡述了調查勘探工作的各种方法。第二篇闡明了油、气儲集的調查問題。第三篇闡述了油、气田的勘探方法。第二、三两篇都是按照逐步綜合解决某一地区調查勘探問題的生产过程編写的。

本書对在地質构造不同的含油、气盆地內合理地进行調查勘探綜合工作的問題闡述得很不够。我們的科学研究机关还在繼續对此問題进行研究中。

在附录里列举了解决某些問題时所需要的提示，以及帮助掌握本書材料的各种例題。实践証明，学习这一課目必須广泛地运用課外作业和課堂討論，在課堂上討論学生在实习过程中已經知道的那些地区的調查史和勘探方法的报导是很有益的。

目 录

序言

石油和天然气調查、勘探工作的一般問題

第一章 調查、勘探工作的基本任务和工作方法的概念	1
第一节 矿藏和矿床的概念	1
第二节 調查、勘探工作和工作方法的概念	4
第三节 矿床几何测量的概念	11
第四节 有用矿产儲量的計算	13
第五节 矿床的經濟評價	18
第六节 地下矿藏的保护	17
参考文献	18
第二章 石油和天然气調查、勘探方法的发展, 以及石油和天然气現代調查、勘探工作的概念	19
第一节 苏联革命前后石油和天然气調查、勘探方法发展的主要阶段	19
第二节 石油和天然气綜合調查、勘探工作的特征	30
参考文献	42
第三章 作为調查勘探对象的地下石油和天然气	43
第一节 地質先决条件的概念	43
第二节 石油和油藏形成的主要問題, 及其在解决調查勘探任务方面的意义	46
第三节 油、气聚集的分类	57
第四节 生油岩层的鑑定	76
第五节 油、气显示在判定油、气资源分布时的一般意义	78
参考文献	80

第四章 石油和天然气調查、勘探过程中的野外研究方法.....81

第一节 野外地質研究.....83

第二节 野外地球物理研究.....87

第三节 野外地球化学研究.....97

第四节 調查、勘探过程中的地形测量工作.....107

参考文献.....110

第五章 石油和天然气調查、勘探过程中的矿山作业和

鑽井.....111

第一节 坑道、坑道的意义和挖掘技术.....112

第二节 鑽井的意义和种类.....128

第三节 手搖鑽井技术.....132

第四节 輕便鑽机和輕便鑽井技术.....141

第五节 深井的鑽井技术.....153

第六节 矿场地球物理和地球化学研究.....168

第七节 鑽井編录.....175

参考文献.....179

石油和天然氣調查、勘探 工作的一般問題

第一章 調查、勘探工作的基本任務 和工作方法的概念

第一節 礦藏和礦床的概念

地殼內含有很多可供工業和日常生活中利用的岩石和礦物。在現有的知識水平和技术条件下，地殼內能夠有效地在經濟上滿足人類需要的每一種礦物都叫作有用礦產。

有用礦產中包括的岩石和礦物種類極其繁多。可以把它們分成三個主要的大類：間接有用礦產、直接有用礦產和可燃有用礦產（或可燃生物岩）。

間接有用礦產（通常叫作礦石）在供人們使用以前必須經過專門的機械加工或化學處理。首先必須從礦石中將有用物質提煉出來。礦石分為：（1）金屬礦石——鐵礦石、銅礦石、鋅礦石、鉛礦石、金礦石，等等；（2）非金屬礦石——磷灰礦石、硫礦石、磷礦石，等等。組成礦石和能夠提煉出金屬或非金屬有用物質的礦物叫作間接礦物。

直接有用礦產無論是未經加工的或者是從其中取得的衍生物都可加以利用。這一類礦產包括全部建築材料（石灰岩、粘土、砂子、石膏、礫石、瓦板岩、花崗岩），以及下列工業和化學原

料：石棉、云母、螢石、重晶石、剛玉、金剛石、食鹽、鉀鹽和其他鹽類。

第三類有用礦產（通常叫作可燃生物岩）包括全部有機生成的可燃礦物質。按照這一類有用礦產儲集的形成條件又可以分成兩類：煤類和瀝青類。煤類有用礦產包括各種類型的泥炭和煤。這些泥炭和煤都是可燃性的有用礦產，它們是由于有機體在積聚的地方經過轉化而形成的。屬於瀝青類有用礦產的是，由于有機物質在岩石內部移動時積聚和轉化成分散狀態而形成的可燃有用礦產。瀝青類有用礦產包括各種不同的可燃性岩石，這種岩石含有分散的有機物質，主要是含有碳氫化合物氣體、石油、瀝青和地蠟等。

天然氣、石油、瀝青和地蠟都是最有價值的有用礦產。在很早以前，石油、瀝青和地蠟就已被人們利用了，而天然氣却是在不久以前才開始被廣泛地利用的。革命前的俄國是沒有天然氣開采工業的，也就是說，在那一個時期並沒有把天然氣看作是有用礦產。

地殼內任何一種有用礦產的自然聚集（這種聚集被圍岩相當清楚地包圍着），都叫作礦藏。如果礦藏內含有在國民經濟方面具有經濟價值的有用礦產，那末這種礦藏就叫作工業性礦藏。在同一面積上，成因相同的許多有用礦藏的總和叫作礦床。

石油和天然氣這兩種有用礦產都具有許多特點。它們都是容易流動的物質，並且不能形成單獨的層狀或較複雜的形態。正象油、氣儲集中經常伴生的水一樣，天然氣和石油也是充滿在滲透性良好的岩石（主要是砂層、砂岩和石灰岩）孔隙和裂縫內。這種含有天然氣、石油和水並且能夠讓它們遷移的岩層叫作儲集層。

在頂部和底部，也就是說上面和下面被滲透性差的岩石包圍着的儲集層可形成油滯。在油滯中，流動物質（流体）能夠很容

易地自由流动。天然气和石油的流动性决定着这些有用矿产儲集的形成过程，以及勘探和开采它們的方法。

石油和天然气通常不是佔有油瀝的整个容积，而只佔有它的一部分。油瀝的大部分充滿着水。浮在水上面的天然气和石油都聚集在油瀝的高处，高起的这一部分是石油和天然气的圈閉。

根据以上所述，應該把油瀝內的天然气或石油的单个儲集叫作气藏或油藏。油、气藏的形狀取决于圈閉的形狀；油、气藏的大小是很不相同的，面积的大小却决定着它們的工业价值。

分散在岩石中而沒有形成儲集的气态和液态碳氢化合物不能叫作矿藏，这正同不能把它們的分布区域叫作矿床（矿产地）一样。

在矿业中，“矿床”这一个術語的概念是有用矿产儲集的地方，也就是有用矿产生成的地方。研究了油、气田以后，應該把“油、气田”这一術語看作是天然气或石油儲集的地方，也就是一个或数个相重迭的矿藏形成的地方，而不是石油或天然气生成的地方。因为石油或天然气在地层內都具有流动的性能。

現在可以証实，油、气藏的形成同沉积岩层折皺的构造形状有关，在这种沉积层內，有聚集石油和天然气的油瀝。因此，應該把油、气田理解为同一地区內油、气藏的总和，而这些油、气藏的形成須决定于同一构造要素（褶曲頂部、背斜的端部、单斜的一部分、向斜）。

一个油、气田的分布区域，或在勘探和开采方面具有相同地理經济条件的几个油、气田的分布区域叫作含油、气区。

油、气藏同含油、气层系有关。所謂含油、气层系就是包含有充滿着油、气、水的油瀝，以及能将油、气、水分开的渗透性差的岩石的岩层。

包含有工业性油、气藏的含油、气层系通常叫作生产层系。含油、气层系的概念并不是抽象的，而是十分具体的。除了含

油、气层系和生产层系以外，在石油和天然气地質学中还用“生油相”或“生油建造”一术语。这一概念是理論性的，是从碳氢化合物由泥質（淤泥）沉积，即石油和天然气形成的地方迁移到油瀝而形成油、气儲集的概念中得出的。

在勘探和开发油、气田的过程中，主要的研究对象包含有油、气藏的油瀝和生产层系。在調查过程中，也就是在需要評價广大区域的含油、气远景并划分出可能含油、气区的分布地带时，在地質剖面中区分出生油相和生油建造也是必要的。

第二节 調查、勘探工作和工作方法的概念

按照国民經济的需要而組織的調查勘探工作，應該在最短期間內以最少的費用依次解决下列三个基本任务：

1. 找到有用矿产；
2. 查明有沒有工业性的矿藏；
3. 确定开发矿床的价值和技术經濟条件。

調查、勘探工作在目前是利用野外地質、地球物理、地球化学、坑道和鑽井等各种不同的方法来进行的。無論用那一些方法，或同那种方法結合，它的主要目的是能获得計算儲量和拟定油、气田开发計劃所必需的可靠的地質資料。

調查、勘探工作的第一个阶段是調查阶段。任何有用矿产的調查工作都是从調查的地質先决条件（它指出了发现有用矿产的可能性）出发，以該地区的地質构造分析成果为根据。調查工作的任务就是要作出广大区域的远景地質評價，以及从許多地区中，划分出需要进行勘探的最有希望的地区。对于一些应当作詳細研究的地区，必須根据有用矿产的产状和分布条件，并利用地質和地球物理，以及鑽井和坑道等的研究結果来加以选择。在这一（調查）阶段，工作的主要方法是野外地質研究。在进行野外地質研究时，應該尽量考虑到以前进行的、并同調查該有用矿产有关

的許多工作的資料。

調查工作之后紧接着就是勘探工作。勘探工作的任务是，对調查工作所确定的在地下可能有有用矿产有远景的地段，进行更进一步的、詳細的研究。勘探工作常应用較重的設備和各种不同的研究方法来进行，目的是要詳細地調查各个地段。

在大多数情况下，不应该一开始就对矿床进行极詳細而精确的研究，因为这样研究就需要使大量坑道和鑽井集中在不大的范围内，应该对整个矿床进行工作。

在預探的第一阶段內，多用稀疏的坑道来研究矿床，这些坑道虽然彼此相距很远，但能很快地——尽管不是特別精确地，而是初步地——了解有关整个矿床或很大一部分矿床的情况。

預探的主要目的和任务是大致地确定矿床的大小(規模)，概要地評述有用矿产的質量和产状，选择矿床最有希望和儲量最大的地段，以便以后进行詳細研究。

由此可見，預探是詳探的基础，并可确定詳探所需要的費用。預探也能了解矿床的远景和开采的可能性，但要完全弄清楚还須在詳探后才有可能。

如果預探証明所研究的矿床毫无疑义地是工业性的矿床，那末預探的資料在未来企业設計的开始阶段可被采用。

矿山企业設計也是分若干阶段进行的。首先要拟定所謂計劃任务——即确定企业一般輪廓的大体方案。拟定計劃以后，根据勘探的补充資料着手拟定設計任务，在設計任务中須具体地确定出企业的規模、設備、技术加工程序和生产率。最后，为了直接进行建筑，还須拟定一个技术設計，在技术設計中应詳細地探討同企业建設有关的一切問題，并应彻底地闡明原料的开采方法及其加工技术。

預探一般可为拟定計劃任务提供材料，但在实践中（如研究規模不大但极其貴重的金屬矿床时）进行得好的預探，往往可以

作为設計任务的基础。

詳探或工业勘探是利用很多勘探坑道，精确地弄清矿床的构造、开发时的地質和矿山技术条件，并应保证有用矿产的儲量計算和划分各个技术加工品級的可能性。根据詳探的資料可以拟定企业建造的技术設計和工业建設的投資。

生产勘探应当十分精确地了解有关有用矿产的构造、形状、質量和产状情况。生产勘探是在大的生产坑道中与矿床的开采准备工作 and 开发工作同时进行的，但它主要是在已拟定开采的最近地区进行。在生产勘探資料的基础上进行当前的生产計算。

考查了勘探的各个阶段以后，我們可以确信勘探过程是逐步开展的。在初期阶段可以得到能說明有用矿产的質量及其儲量的初步的（即并非經常都是相当精确的）資料。計算出来的儲量同地下实有的儲量間可能誤差的大小，直接决定于鑽井、坑道网的密度和矿床本身的地質特点。随着坑道数目的增加，勘探的可靠程度和計算出来的有用矿产儲量的可靠程度也将随着增高。

在勘探工作发展的过程中，在同一矿床的不同地段上，所計算的矿产儲量往往有着不同的可靠程度。在勘探坑道网很密的地段，計算出的儲量的可靠程度比在尚未挖掘坑道或挖得不够的地段算出的儲量的可靠程度高得多。

后期的較詳細阶段的勘探、企业的工业設計和施工，以及开采工作，都是用前面各个勘探阶段获得的儲量作为基础的。同时在以后开拓矿床的每一个阶段中，对儲量可靠程度的要求愈来愈高。这就必須根据可靠程度和矿床研究的詳細程度将有用矿产的儲量分为 A、B、C₁ 和 C₂ 各級（儲量分級的原則将在第四节和表 1 中敘述）。

有用矿产儲量的确定及其質量的評价都是根据取样进行的。

矿藏取样工作的一般概念

在一切有用矿产的综合调查勘探工作中，取样工作是最重要的步骤之一。在固体有用矿产中，无论是假定含有矿苗的岩石或者是有用矿产本身、或不同的矿石和矿物原料等，都要进行取样。

取样工作的任务是在各个调查勘探阶段内取得有关有用矿产的各种必需资料。在调查工作的初期，主要的任务是确定有没有有用矿产，而在以后几个阶段内则对有用矿产象原料一样进行周密的质量鉴定。

取样工作包括试样的采集、试样的加工和试样的研究等三个主要的独立工序。

根据试样的用途，取样工作可以分成化学取样、技术取样和技术加工取样等三种主要类别。化学取样的目的在于确定有用组份和有害夹杂物的含量。有用矿产的技术取样是在根据化学分析（例如对云母、建筑用的石料等）不能做出质量鉴定的条件下进行的。技术加工取样的目的在于研究矿产的各种技术加工的性质，根据这些性质可以确定以后矿石的工业加工和处理的技术操作过程。

有时还采用矿物取样，矿物样品有两种用途，一方面是用来研究矿物的物理性质，另一方面是利用它来研究有用矿产内的各种矿物的生成条件和相互关系。

试样是从坑道、炮眼、鑽井、废石堆和矿堆中采取的。

在矿床调查、勘探和开采的实际工作中，通常都是采用攫取法、方格法、打眼法、刻槽法、剥层法和全巷法等方法取样。

攫取法取样工作是在爆破后在掌子面的矿堆中进行的。因此，先在矿堆上划成网格，再从正方形网格中间取一定重量的样品，并以这一部分样品组成矿堆的原始试样。

在掌子面上用方格法取样时，应该先在有用矿产的边界范围内划出正方形的网格，然后从每一格子中采取矿石碎块。将它们合併在一起，就组成掌

子面的一組總試樣。

打眼取樣就是在有用礦產中所鑽的孔眼里收集岩粉。

刻槽取樣是在礦石露頭表面上進行刻槽。剝層取樣就是在掌子面的表面上剝下薄薄的一層（約 10 厘米）礦石，所獲得的全部礦石就是試樣。

全巷法取樣就是把在礦體一定地段上挖掘坑道時所獲得的全部礦石作為試樣。

鑽探井時的取樣工作就是用各種方法從井底或井壁取樣，或者從泥漿中取岩屑。

試樣的加工是一個十分重要的工序，因為它能夠給出一小部分樣品以供試驗。

選取樣品後試樣的重量取決於試樣顆粒的大小、試樣的均勻程度、選取後的允許誤差。在選取大顆粒的樣品以前，先用適當的方法把試樣碾碎，然後用機械方法，鉄錘或環錘拌勻。

用環錘法拌勻時，首先把試樣在平場上堆成環形，然後逐漸把礦料從環形堆錘到中心，堆成錐形；用木板把圓錐展成圓盤，再把圓盤堆成圓環；如此反復進行，直到獲得均勻的混合物時為止[4]。

樣品的選取是用下列幾種方法進行的：（1）四分法，採用此法時，從堆成圓盤的樣品中拋掉兩個相對的象限，其餘兩個象限中的樣品便是選取的試樣；（2）鉄錘法，用鉄錘把樣品分成兩堆，其中的一堆便可作為選取的試樣；（3）利用自動分樣器將通過儀器的樣品分成幾份。

樣品的試驗是按照試樣的用途在野外（野外分析）或實驗室內進行的。技術加工的樣品用工廠方法或半工廠方法進行試驗，作這樣的試驗時，通常需要大量的有用礦產。

在調查勘探工作的各個階段中，所進行的油、氣田取樣工作具有不同的目的，所以用的方法也不同。

油、氣苗的取樣工作是在踏勘和全面地質測量的過程中進行的。同時，對蓄水盆地中的天然氣苗、泥火山氣體、水面上的油膜、少量濃厚石油的聚集、瀝青和地蠟的聚集、石油浸染的岩石和其他油、氣顯示等進行取樣。

根據油、氣顯示的試樣，不可能了解深處油、氣藏的特性，

通常甚至不可能直接肯定深处有没有油、气藏。

浅坑道、探坑和鑽井内油、气显示的取样試驗只能評述所測岩层的含油情况，而不能确定深处岩层的含油情况，尤其是含气情况。除了极少数的情况以外，浅坑道的取样試驗不可能发现具有工业价值的油藏。

在預探和詳探阶段內，从井內取样的目的是要研究調查井和探边井中的各岩层。如果在取样时发现油流或气流，就必须对該井进行試采。

对于地蜡和瀝青的取样，可以采用研究固体有用矿产时所拟定的許多方法。

石油和天然气取样的方法将在第七章第三节和十一章五、六两节內敘述。

勘探的基本原则

任何一个矿床的勘探都包括沿走向（其中也包括沿地表露头）和傾向追索已发现的矿体和圈定每个矿床，以便确定它們的形状和空間位置。

追索和圈定的結果，应当是将矿体的形状、产状及各品級的分布情况真实地描繪出来。

描繪有用矿产的形状和产状，并非只为了要作出插图和图解来补充有关矿床的資料。根据坑道和鑽井繪制附图，本身就是研究矿床——已勘探地段的矿体形状、不同品級矿石的分布情况和有用矿产产状的一种方法，这一方法叫作矿床的几何測量（見本章第三节）。

勘探事业的实际工作确定了勘探（用坑道或鑽井）下列三种主要有用矿藏的基本原则：陡傾斜层状矿体、緩傾斜层和形状不規則的矿藏。

1. 为了說明陡傾斜层和层状矿体，应该繪制同走向垂直的地

固体有用矿产矿床的储量分级

表 1

分 级	储量的探明程度和研究程度	储量的工业用途
● A ₁ 级	已经完全确定,并在坑道圈定矿体时作过取样试验的储量。根据工业规模研究了质量和加工的技术条件	作为拟定开采工作生产计划的根据
A ₂ 级	经过详细勘探和取样并开坑道、鑽井或二者相结合所查明的储量 用典型的试样研究了有用矿产的质量和加工的技术条件	作为确定技术设计和建设投资的根据;在适当的情况下还可作为拟定开采工作总生产计划的根据
B 级	经过勘探后在数量上已经相当精确地确定了储量。矿体的形状或有用矿产天然类型的分布情况,或加工的技术条件都了解得不清楚	可作为拟定设计任务的根据,而在具有某一数量的A级储量时,可作为拟定技术设计和建设投资的根据,以及作为拟定详探和生产勘探工作设计的根据。形状或分布情况复杂的矿床储量被独立地用作技术设计和建设投资的根据
C ₁ 级	同较高级储量的范围以外的勘探地段相邻接的推测储量,以及根据天然露头 and 稀疏的人工露头和地球物理资料所作的地质研究而推测的储量。组分的分布情况特别复杂而且不规律的、勘探得差的储量。在个别的点上作过有用矿产取样	作为工业远景计划和地质勘探工作投资的根据,而对稀有金属、金和铜则用来拟定设计任务和技术设计
C ₂ 级	单个矿床的储量,以及根据地质先决条件确定的矿床群和矿化带的推测储量	用来拟定国民经济的远景计划和地质勘探工作的计划

附注 本表适用于固体有用矿产矿床储量分级的一般情况。

质剖面图。第一条勘探线要放置得能够绘制最完全的标准剖面图。

2. 勘探水平或缓倾斜层和层状矿体的基本原则就是作两个