

170801

館
方
閱
讀

北京石油學院講義

基本館藏

油、气藏及油、气田的 調查与勘探

上 册

附 矿山業務基础

苏联 П. П. 扎巴林斯基教授著

2

274.3

石油工業出版社

北 京 石 油 学 院 讲 义

油、气藏及油、气田的 调查与勘探

上 册

附 矿 山 业 务 基 础

苏联 И.И.扎巴林斯基教授著
北京石油学院译

石油工业出版社

內 容 提 要

本書系苏联專家 П. П. 扎巴林斯基教授在北京石油學院講授“石油及天然氣調查與勘探”這一門課程的講稿，上冊中包括概論、普查、詳查三編，先行付印。其餘尚有第四編預探，第五編詳探及生產勘探，第六編固體瀝青及含瀝青岩的調查與勘探以及所附礦山業務基礎，將編入下冊出版。

著者全稿經整理後，不久即將在苏联原文付排。但因國內各學院秋季開學在即，故特將上冊以講義形式趕速印出以應急需。本書特別注重講述探區面積的評價，預探的編制及變為報告的方式，並明確規定在各不同勘查階段中的任務，這些都是針對我國目前教學上的需要以及野外工作人員在工作上所應注意各點撰写的，因此，這本書正可以補本社所已出版 М. В. 阿布拉莫維赤所著“石油及天然氣礦藏的普查與勘探”一書的不足。此外，書中在繪制剖面圖方面，講述比較詳細，附圖也很多，這對於從事油、氣勘查工作者是很重要的。所以本書出版，不僅適用於高等學院作為教材，即對於一般勘查油、氣區域的地質工程技術隊，亦將起有莫大的指示作用。

ПРОФ. П. П. ЗАБАРИНСКИЙ

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ

И-РАЗВЕДКИ ЗАЛЕЖЕЙ И МЕСТОРОЖДЕНИЙ

НЕФТИ ГАЗА И ТВЕРДЫХ БИТУМОВ

根據北京石油學院教授苏联 П. П. 扎巴林斯基講義稿編譯

統一書號：15037·178

油、氣藏及油、氣田的調查與勘探

上 冊

附 礦 山 業 務 基 礎

北京石油學院譯

*

石油工業出版社出版（地址：北京六條槍石油工業部十号楼）

北京市書刊出版審查證許可証出字第083号

北京市印刷一厂排印

新华書店内部發行組發行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 开本 * 印張8号 * 插頁2 * 158千字 * 印1—5,250册

1956年10月北京第1版第1次印刷

定价(10)1.40元

目 录

第一編 概 論

第一章 緒 言	4
§ 1. 任务, 課程内容及組成部分	4
§ 2. 石油及天然氣調查与勘探在其他科学及課程中的地位	5
第二章 調查与勘探油、氣藏的地質先决条件	9
§ 3. 瀝青生成过程的現代概念。生油層系及相	9
§ 4. 油、氣聚集, 石油及天然氣藏的保存条件、油藏 及油田类型	14
§ 5. 石油及天然氣調查与勘探工作先决条件的一般概念	23
§ 6. 含油(生油)層系存在的直接和間接先决条件	24
§ 7. 含油相的大地構造先决条件	27
§ 8. 地層、岩性以及其它先决条件	28
第三章 油、氣藏和油、氣田調查与勘探的一般概述	32
§ 9. 調查与勘探的基本任务	32
§ 10. 粗查	40
§ 11. 和其他有用矿藏进行比较, 油、氣藏所具的特点	41
§ 12. 現有的油、氣藏調查与勘探方法	42
§ 13. 油、氣藏及油、氣田的地質調查与勘探法	42
§ 14. 石油及天然氣的地質調查与勘探法所采用的矿山 作業及其分类	45
§ 15. 地球化学調查法	53
§ 16. 石油及天然氣調查工作中放射性測定的应用	57

第二編 普 查

第四章 普 查	62
§ 17. 普查的任务及方法	62

§ 18. 油、气調查測量, 它的种类及采用条件	63
§ 19. 在地質測量中地形測量工作的意义及作用	66
§ 20. 地面航空照片的利用	67
§ 21. 油、气測量工作的設計和組織	68
§ 22. 油、气調查測量的技术	74
§ 23. 地面上的油、气显示及其研究	82
§ 24. 油、气測量工作的經濟預算及論証	90
§ 25. 在地質測量工作中矿山坑道的采用条件	96
§ 26. 探槽及探坑的記錄	106
§ 27. 探槽設計及探坑設計的預算	111
第五章 制圖鑽井	113
§ 28. 制圖鑽井的目的、任务以及所采用的条件	113
§ 29. 選擇制圖井的分佈系統, 解决主要及次要任务时制 圖井的数目与鑽井位置	114
§ 30. 制圖井的地質記錄	116
§ 31. 制圖鑽井的預算	126
第六章 普查阶段对于面积的估价	126
§ 32. 根据普查資料估計工作結果以及生油層系存在的 可能性	126
§ 33. 沉积物聚集的大地構造条件(狀況)分析法	128
§ 34. 普查阶段工作报告的内容	141
§ 35. 报告的圖表附件	145
§ 36. 剖面圖, 構造圖及立体圖的繪制	148
第七章 标准井	175
§ 37. 标准井的任务	175
§ 38. 标准井的簡單历史	178
§ 39. 有关标准井設計的資料	180
§ 40. 鑽标准井时的地質、地球物理以及其他研究工作 所解决的总任务	181
§ 41. 标准井报告的編制	183

第三編 詳 查

第八章 構造測量	184
§ 42. 詳查的任务及方法	184
§ 43. 地質構造測量及其采用条件	185
§ 44. 構造測量的工作技术	187
§ 45. 構造測量技术設計及預算的編制	196
第九章 構造鑽井	197
§ 46. 構造鑽井的任务及其采用条件	197
§ 47. 構造井的設計、佈井系統、鑽井位置以及井数的選擇	198
§ 48. 構造井的地質研究, 地球物理測井以及其他分析	206
§ 49. 編制構造井的柱狀剖面及其对比方法	215
§ 50. 構造井設計地質部分的編制	223
§ 51. 气測井和瀝青測井	224
第十章 根据詳查資料进行面积估价	234
§ 52. 估价的實質及其基本根据	234
§ 53. 詳查阶段工作报告的內容	236

第一編 概 論

第一章 緒 言

§ 1. 任务、課程內容及組成部分

調查与勘探業務可以肯定是一門經濟地質課，它的任务是以有用礦藏形成的科学概念为基础，叙述寻找这些礦藏的方法，并根据矿山技术及開發的經濟条件来对它們估价。

根据这个定义，“有用礦藏調查与勘探”（特别是勘探油、气及固体瀝青礦藏）的指导手册的任务，除了以現代的气态及液态瀝青的生成概念及其礦藏形成条件为基础，来说明調查和勘探工作的先决条件而外，还要根据面积的研究程度及其地質構造来说明选择工作的方法和工作設計、探坑記錄、現有的儲量計算方法以及在各个阶段工作結果的估价方法。

“調查与勘探”課和所有的实用課一样，是一門綜合性的課程，它包括一系列其他科学技术領域所研究的問題，例如，必須闡明石油生成、油藏形成的主要学說及油藏分类等等，这些資料就必须取自“石油学”。

地質制圖、矿山業務基础、对面积和井的地球物理及地球化学研究以及其他問題，在“野外地質”、“矿山業務”、“地球物理勘探法”等課程中要詳細說明。在本課程中只简要叙述。

整个課程分成了几个部分。其中第一部分是叙述調查与勘探的概念以及調查与勘探事業的历史材料，此外，还概括地叙述了石油的生成、油、气藏的形成及其分类、生油相及生油層。

系的概念、調查与勘探工作的先决条件及其方法等。

第二部分是普查(油、气調查測量, 制圖鑽井及标准鑽井)。

第三部分是講述詳查的任务及方法(構造測量及構造鑽井)。

第四及第五部分是講述預探、詳探及生产勘探的主要任务、井的設計及記錄、結果的估計等。

第六部分是講述有关固体瀝青的分类及其埋藏狀況, 固体瀝青調查与勘探的先决条件及方法, 以及固体瀝青的儲量估价及計算。

我們認為正确的选择工作方法(其中包括所設計的探井系統及数目, 探井加密方法)和考虑到各該面积的地質及古地理特点及工作的經濟条件, 来估計工作效果——研究程度等是調查及勘探業務中的主要問題, 在講課中對這些問題將給以極大的注意。

§ 2. 石油及天然氣調查与勘探在其他科学 及課程中的地位

“油、气藏及油、气田調查与勘探”并不是一門孤立的課程, 而是和其他实用性及理論性的科学紧密相关的(圖1)。

勘探課和“石油学”(它所研究的是有关石油, 天然气和固体瀝青在地壳中生成的过程, 以及这些矿藏形成的过程和保存的条件等等地質学方面的問題)之間有着極其紧密的联系。石油学是勘探的理論基础。

調查与勘探和矿山業務及鑽井業務之間的联系也是很密切的, 因为差不多在整个勘探阶段都要进行各种矿山作業探坑、探槽一直到几千公尺深的探井。

調查与勘探从“野外地質”中引用了油、气調查測量和構造測量, 这些測量在普查及詳查阶段是被广泛应用的。

“地史学”及其相近课程帮助工作者确定含油層系及油、气藏对某些固定地層的区域屬性，也就是利用找矿的地層先决条件。

古地理及古大地構造分析对寻找油、气藏具有巨大的意义，它使我们能够确定出古沉积盆地中含油、气相存在的可能性，并以某种准确程度作出可能含油的結論。

研究構造形狀的“構造地質学”在石油及天然气的勘探阶段有很大的意义。研究天然油藏物理参变数的方法也有很大的意义，因为把含油、气層系的成層条件和層系單个地層的儲油性質結合起来，基本上就能确定出是構造油捕或是地層油捕或是岩性油捕，即确定了油藏类型。

在很多情况下把地形和地質構造結合起来研究，即研究“地貌学”，会使我們能利用这些資料来分出值得进行詳查及勘探的面积。

以岩石的各种物理性質(磁性，导电性及密度等等)作为基础来寻找構造及研究井所鑽开的剖面也有很大的意义，这些將由地球物理和其个别章节来講述。

与地球物理調查及測井法發展的同时，近年来广泛地采用了所謂調查油、气藏的地球化学法，它的基础就是烴类气体、石油及石油气可透过盖層到达地表，在地表可以根据烴类气体的出現(气体測量法)或瀝青存在，或根据土壤及地下水成份的变化察覺出它們。根据在土壤層中氧化甲烷及其他烴类气体的微生物，有时可以确定有这种烴类气体散在。这就是为什么石油及天然气的調查及勘探應該和生物化学、化学、地球化学及土壤学相联系的原因。

当設計和进行調查及勘探工作及編制地質剖面圖、構造剖面圖和立体圖时沒有这些極其实用的科学，如“大地測量”、“地形測量”、“矿坑測量”及“画法几何”是不行的。

最后，当找到并試驗了油、气藏之后，便要對油、气藏進行估價，這時就必須獲得天然氣或石油的化學成份資料，這也就利用到屬於“有機化學”或“無機化學”所研究的部分。在所研究的面积上計算石油及天然氣儲量時，就必須依靠數學。

當選擇調查與勘探的方法時，經濟計算的意義也是很大的，沒有這點，不論對個別調查與勘探的階段來講，或是對油田的開發來講，都是沒有根據的，不合理的。這就是為什麼在勘探工作中要研究“經濟學”及生產組織和生產計劃的原因。

上面已經指出了，不論是調查工作或是勘探工作，如果沒有油、氣生成及油、氣藏形成所遵守的基本規律的知識，就不能設計，也不能進行工作；如果不管沉積區的大地構造情況、地球化學條件、構造形成歷史等、就來研究這些問題，那就不能得到有關這個基本規律的完整概念。所有這些問題（如逐漸發展我們對地殼內部有用礦藏的認識）必須像辯證法所教給我們那樣，要互相聯繫的研究它們，但是要做到這點，沒有辯證唯物論的基礎知識是不可能的。

至於有機體的变化，在任何情況下，推測都有強烈的加氫因素——游離氫存在，它的來源，可能是細胞的發酵作用（根據某些人的意見）、金屬氧化物的加水分解、放射性物質作用於水的分解，或是由地下深處運移上來的。

現代科學證明，石油的生成問題沒有必要採用“半石油”的人工加氫假說。在淤泥里有機殘體（動植物的浮游生物）在還元環境中堆積，並在淤泥里進行生物化學變化，形成脂肪酸、酮以及碳氫化合物的疊合物系統，在這個混合物中還散有腐脂酸。

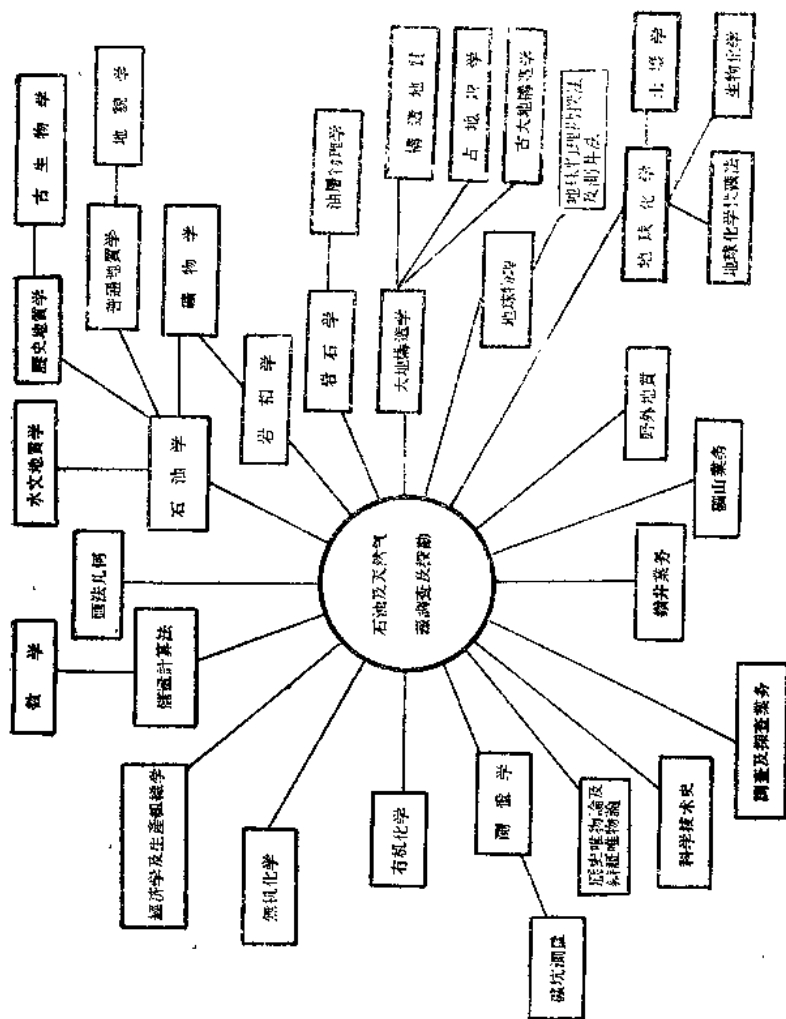


圖 1 油、气、煤調查及勘探和其他課程及科学上的联系

第二章 調查与勘探油、气藏的 地質先决条件

沒有(或是概要的)有关地壳中油、气形成条件及矿藏形成过程的知識，而要說明油、气藏可能存在的調查与勘探的標誌，是不可想像的。

§ 3. 瀝青生成过程的現代概念。生油層系及相

在地壳中石油和天然气藏形成的过程是很長并且極其复杂的，到目前为止研究的还很不够。这个过程大致可分成兩部：1)石油(或瀝青)生成过程，2)油、气聚集过程。第一个过程，包括有机殘余物在含油、气盆地中积聚的条件及其轉变成碳氢化合物的生物化学过程。油、气聚集过程則包括所有液态及气态碳氢化合物运移的因素、运移的途徑以及它們在天然油儲中聚集的条件。

瀝青生成过程是和生油層系的沉积及再結合作用紧紧相关的，生油層系沉积的地質条件(相、大地構造狀況等等)最終还是表現在这个層系剖面的岩性及其他特点上。可是油、气的聚集則和地質構造，即褶皺形成过程、局部構造及鹽丘構造的形成等等紧密相关的。

就現代科学資料来看，瀝青生成过程應該分成下列三个問題来研究：1)什么是形成石油及天然气的原始物質？2)这些物質变成富烴类組份物質的过程是怎样的？3)在什么地方和在什么地質条件下發生物質的积聚和变化？

生成石油的原始物質是植物和动物界的有机殘体，其中主要有浮游生物，大概还有異营养細菌(它可以把死的有机物完

全破坏以至不能保存)的殘体。

問題在于活有机物的那种成分是烴类物質中形成石油及天然气的最主要物質。关于这个問題 Н. Д. 澤林斯基(Зелинский)院士及其学生有过巨大貢獻。他們証明, 几乎一切有机体的成分(脂肪, 蛋白質, 碳水化合物等等)不論是植物的, 还是动物的都可以作为形成石油的原始物質, 而石油的品質就是由这些原始物質来决定的。

这种混合物变成石油, 是由生物化学分解及細胞的氫發酵^①作用而产生的。这些过程, 看来基本上就是在無机[硅酸鋁鹽——按 А. В. 福拉斯特(А. В. Фрост)]和有机生成的催化剂参加之下, 以及在温度与高压作用(这种作用目前还不清楚)之下發生的深度還元、去胺, 去羧基和加氢过程。近来还有人認為岩石的放射性的非原始物質, 特別是埋在軟泥中的某些水藻和細菌在石油(瀝青)生成的过程中是起一些作用的。

关于石油生成的原始物質問題, В. А. 烏斯宾斯基的观点是有些不同的, 他認為这些分散在生油層中的有机物質, 基本上是由深度叠合及絡合物構成的, 它們的来源是蛋白質、脂肪及有机物的其他組份。这些物質与石油的瀝青-膠質組份不同。

正如古勃金(И. М. Губкин)所指出, 那种生物因素的作用是極大的。細菌作用, 自植物和动物殘体在海底堆积时开始,

① 細胞的“氫發酵”問題, 还在 1897 年俄罗斯学者 В. Л. 奥麦里亞斯基(Омельянский)証实有兩種参加細胞之氧分解, 并产生甲烷及氫的細菌(*Bacillus cellulose methanice Omel* 及 *Bacillus cellulose hydrogenia Omel*)存在。現在 Т. Л. 金斯布尔克-卡拉蓋切娃(Гинзбург-Карачева)在含油層系中找到了這兩種細菌, 她还發現了引起蛋白質氫發酵的 *Bacillus albumeusishy drogenica Omel* 細菌。

上面所說的學者証明了: 隨着去羧基作用的油酸生物加氫, 轉变为飽和烴的可能性, 以及蛋白質、脂肪及碳水化合物在乏氧環境的各種細菌影响下有轉变为含瀝青物質及烴类气体的可能性。

一直到油藏存在的整个时期都繼續着。这点是苏联学者Г. Л. 金斯布-卡拉哥契夫(Г. Л. Гинзбург-Карагечев)的出色工作所証实,他在高加索油田数千公尺深的地下发现有活的微生物存在。

这个学者的基本結論,是微生物,特别是在石油中找到的微生物,不仅仅积极参与石油的生成过程,而且也参与石油在油藏中繼續的地球化学变化过程。

由于“氫的問題”很难解决,迫使一些学者[Н. Б. 瓦沙耶维奇(Н. Б. Вассоевич)以及其他等人]由另一途徑去解决有关石油及瀝青生成的原始物質問題,維尔納德斯基(В. И. Вернадский)提出,石油是由有机体本身内部生成的碳氫化合物所形成的。这是非常引誘人的,因为它不需要去解决可能的化学反应的問題了。虽然,只有某些种类的微生物才能在自身内部蓄积碳氫化合物。但是有机物产生的碳氫化合物,并不像以前所說的那么少。根据威特莫尔(Уитмор)的資料,每年全世界海洋中的有机物內可形成 1.2×10^7 吨碳氫化合物,如果全世界石油儲量总共为 6.5×10^{10} 吨时,那么,这些資料,就充分地令人信服的解决了数量方面的問題。

以現代資料来看,石油(瀝青)生成的地質条件如下:

有机物質的堆积,是在淺海盆底(大多数情况下)不太深的地方(不超过200公尺)和在特殊的水动力条件下發生的,例如在沒有大量氧气存在及适于堆积淤泥和碳酸淤泥物質的停滯海盆中。在那里主要的条件是,沉积在海底的有机物質立刻就防止了氧化,也就是說,很快地为新的地層所埋葬,而这点只有当沉积物是以很大的速度堆积的时候才有可能。就这点来看,不能想像有机殘体会大量地堆积在粗屑沉积(砂層等)層中的,因为这种沉积物是在不断帶來大量新氧的急流中沉积的,同时在这些多孔隙的地層中要防止有机物殘体的氧化,也是不可能

的。

在盆地中有机殘体是和矿物質点^①同时沉积的，它組成了富有有机物質的泥質軟泥或碳酸鹽軟泥。这样，这些有机殘体变成石油及瀝青的进一步反应，就在富含乏氧水的軟泥層中發生，在这种軟泥中，乏氧(異营养)有机物是可以活动的，这时不能(如常常所做的那样)忽略時間的因素。应该明白，沉积中的泥質或碳酸鹽質的軟泥被压紧之后，其中流体的运动便要停止，任何的交替反应也就不再發生了。同时因为軟泥的压紧进行的非常快，所以应该認為石油形成的过程是極短促的。这也就是为什么在自然界中沒有一个地方能够發現轟动一时的半石油品，即某种石油的过渡物質的原因，接着可以想一下，一部分已变化的有机殘体，因为沒有来得及由軟泥轉移到相鄰儲油層里去而殘留在生油層中，在这里它受到了周圍介質进一步的接触作用(这时已經沒有細菌参加了^②)，便变成了更为富碳的物質，即固体瀝青及煤的同类物質。

上面所講述的一些有关有机殘体堆积及其变成石油和瀝青的地質条件，使得我們可能引出所謂生油(生瀝青)相的概念，它即是有机殘体的堆积及变成石油和其他碳氢化合物的有利环境。由此就可明白生油層系的概念，就是沉积層，在它沉积时大量的有机殘体也同时沉积，并伴隨着这个層系沉积过程，石油和其他的瀝青也生成了。

不要把生油層系的概念和含油(含瀝青)層系的概念混淆起来，含油層系是包含具有一定数量石油或瀝青的沉积層，这里是不問石油和瀝青形成的地点在那里的。

苏联科学院士阿尔汉格爾斯基(А.Д. Архангельский)仔細研究了格魯茲內区生油層系中碳及瀝青的含量，同时又整理了

① 这点在原则上是区别于形成煤时的有机殘体堆积条件。

② 因为这里水沒有了，而水是一切微生物生活的主要条件。

黑海海底現代沉積物中有机殘体的資料，最后作出了生油層系的理論。有关这些研究的資料，曾在1927年發表过。

說明了生油層系及生油相的沉積条件，还需要了解它們沉積的大地構造基本特点。这些基本特点，根据苏联大地構造学家 В. Е. 哈英 (В. Е. Хайн) В. В. 別洛烏索夫 (В. В. Белоусов) 等的著作說明如下：

1. 盆地的个别地帶下降時間很長，速度很快（这是含油、气盆地的特征），其結果造成：

- 1) 堆积着大量的有机殘体，它一般是和層系厚度成比例；
- 2) 有机殘体埋藏很快；
- 3) 盆地靠近底部是停滯状态；

4) 压力加大（如某些研究者所認為的）將促进石油生成过程。

2. 在含油、气盆地中，常常發現的沉積物堆积的下降补偿作用是很准确的，由于这个緣故，沉積物表面的海底面一般不变，即相的条件保持不变。可是决定海的深度的补偿面，也可能有韵律的变动，于是岩石的顆粒組成也就有变化，也就是泥岩層为砂層所替换等等。

3. 含油、气盆地的特点，是它的帶狀分割性，即底的形狀不是平面的，这使得沉積物不会被搬运很大的距离，也就是說，不会被反复冲洗便沉積下来，促进了有机殘体更好的保存。在含油、气盆地的剖面上，它的特点，就是特有的厚度梯度变化，有关这些問題，在大地構造特性中有詳細的講述。

此外，В. Е. 哈英認為当生油相沉積以后，是沒有火山侵入体及大地構造狀況的迴返發生，或者它們显示的很弱，以及形成褶皺和局部構造（在台地上）过程的特殊性，都是对生油相有利的。

把上面所述的概括一下，可以認為石油成因的許多基本間

題:如原始物質、和它的积聚条件,及其可能变化的途徑等都已解决,并証明了在这些变化中的生物化学作用。但是还有很多石油生成过程的細节,有待进一步的肯定,这些問題,計包括:有机殘体的那些組分是有主要意义的,原始組分对石油成份的影响,温度和压力的作用,石油生成过程的速度,生油岩石岩性的意义以及其他等問題。

§ 4. 油、气集聚, 石油及天然气藏的保存条件、 油藏及油田类型

我們把石油及天然气藏形成过程称之为油、气集聚。这个过程是和石油及天然气(在生油及含油層(儲油層)中的运移(通路, 因素, 运动条件)相关联的, 也和石油及天然气在儲油層的某些部分(油捕)里蓄集的情况相关联的。

流体第一次的运移应在生油層系内部, 首先是在石油生成过程的各种交替反应中所生, 接着又在生油層紧縮时發生。这种运移的理由是無可爭辯的, 因为任何岩層的压紧都会引起孔隙总体積减小, 甚至在岩層再結合作用的早期, 也必然引起流体由压縮大的地区向压縮小的地区运移。由这个观点(古勃金院士所提出的)出發, 很容易了解所生成的石油及天然气將由强烈紧縮的生油層中迁移到紧縮很少的砂岩夾層中(儲油層)去。根据流体运移的性質(情况)来講所謂分子运移將是主要的, 在这种情况下, 單一的分子或分子組(分子薄膜)克服了毛細管附着力, 透过泥岩微細孔隙进行运移。可以認為: 这种运动, 还在石油形成的阶段就發生了, 由于这个运动, 促进接触剂的影响并引起所有的交替反应。

絕大多數學者都承認, 地球靜压力是流体运移的基本因素。至于流体究竟是在石油生成过程的那一阶段, 才由生油層轉移到儲油層这一个問題至今还在爭論着。例如 H. A. 尤路基也