

苏联高等学校教学用书

石油及天然气 地质学原理

И. О. 布罗德 Н. А. 耶列明科著

地质出版社

普通地质学原理教学指导

石油及天然气 地质学原理

石油地质学 第二版 普通地质学

石油工业出版社

石油及天然气 地质学原理

苏联 И.О.布罗德 著
H.A.耶列明科

北京地质勘探学院石油教研室译

修正和增订第二版

苏联文化部审定作为综合
大学和石油学院教学用书

地质出版社

1958·北京

И. О. БРОД и Н. А. ЕРЕМЕНКО ОСНОВЫ
ГЕОЛОГИИ НЕФТИ и ГАЗА

издание второе, исправленное и дополненное

ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

內 容 提 要

“石油及天然气地质学原理”主要叙述地壳中石油及天然气聚积的产状和分布的主要概念，石油成因的各种学说，石油及天然气聚积与运移的过程及油气藏形成的条件。

本书除供石油地质院校师生们阅读外，还可供石油地质工程人员及石油地质科学研究人员参考。

石油及天然气地质学原理

著 者 И. О. 布 罗 德
Н. А. 耶 列 明 科

译 者 北京地质勘探学院石油教研室

出版者 地 质 出 版 社

北京宣武门外永光寺西街3号

北京市书刊出版业营业许可證出字第050号

发 行 者 新 华 书 店

印刷者 天 津 人 民 印 刷 厂

印数(京)1—2,500册

1958年6月北京第1版

开本31"×43¹/₂"

1958年6月第1次印刷

字数340,000字

印张157¹/₂ 插页3

定价(10)2.10元

目 錄

緒言	5
第一章 石油和天然氣礦產	15
§1. 初步石油運用	15
§2. 關於石油與天然氣的開採和利用方面的工業發展	20
§3. 石油的鬥爭史	27
第一章參考文獻	32
第二章 石油與天然氣的一般概念	33
§4. 天然油氣顯示的分布	33
§5. 分散的含瀝青物質	43
§6. 天然油氣顯示及其分類的意義	51
§7. 關於地球內部油氣產狀早期概念的發展	57
§8. 可燃礦產的概念	61
第二章參考文獻	69
第三章 天然瀝青類的性質	70
§9. 天然氣	70
§10. 石油和粘性瀝青	79
§11. 石瀝青和火瀝青	95
第三章參考文獻	101
第四章 自然界中有機物質的堆集和可燃礦產的成因	102
§12. 成因問題的實用意義和理論意義	102
§13. 自然界中有機物質聚集的條件和有機物質轉化的途徑	106
§14. 殘余有機岩和硫的成因	118
§15. 腐植類有用礦產的成因	119
§16. 瀝青類可燃礦產形成時有機物質的轉化	122

第四章参考文献	125
第五章 石油的成因	126
§17. 无机假說	126
§18. 石油生成的放射性假說	133
§19. 有机体内碳氢化合物的合成	135
§20. 由脂肪形成碳氢化合物	136
§21. 碳氢化合物由蛋白質形成	139
§22. 石油由碳水化合物形成	141
§23. 石油混合生成的假說	148
§24. 石油成因的現代概念	154
第五章参考文献	167
第六章 含石油及天然气的岩層	169
§25. 孔隙度的概念	169
§26. 岩石的渗透性	174
§27. 儲油層的分类	178
§28. 天然油瀝的概念	182
第六章参考文献	192
第七章 石油与天然气的运移	193
§29. 各种运移概念的產生	193
§30. 引起流动物質在岩石中移动的因素	196
§31. 关于石油和天然气运移的一些基本爭論問題	209
§32. 运移作用的分类	218
第七章参考文献	224
第八章 油气藏的形成	225
§33. 母岩系中油气藏的形成	225
§34. 母岩系外油气藏的形成	227
§35. 油气藏的破坏作用	236
§36. 油藏类型	238

§37. 油气藏的过渡类型.....	259
§38. 根据油藏中天然气、石油和水相互关系的分类.....	260
第八章参考文献.....	265
第九章 石油和天然气矿床的类型	267
§39. 石油矿床和天然气矿床的分类.....	267
§40. 短背斜褶曲油气矿床及其所属的油气藏.....	273
§41. 与单斜层有关的油气矿床.....	287
§42. 与陆台穹窿形和短背斜隆起有关的石油矿床.....	291
§43. 和侵蚀块及珊瑚礁块有关的油气矿床.....	303
§44. 和大单斜层有关的油气矿床.....	307
§45. 与向斜层凹陷有关的石油矿床.....	310
第九章参考文献.....	311
第十章 油气盆地和油气聚积带	312
§46. 油气盆地和油气聚积带的概念.....	312
§47. 在陆台和地槽内在油气聚积条件上的不同和油气盆地的 主要类型.....	316
§48. 陆台内部窪地的油气盆地.....	319
§49. 陆台边缘油气盆地.....	332
§50. 古块状山油气盆地.....	337
§51. 年青山地的油气盆地.....	339
第十一章 在地壳中石油及天然气分布的一般规律.....	350
§52. 油气聚集“极”.....	350
§53. 在地下保存石油和天然气聚集的区域条件.....	354
第十二章 苏联石油富源开发的概况	356
§54. 苏联山间和山前油气盆地开发.....	356
§55. 苏联平原地区的油气资源之开发.....	368
結論.....	379

緒 言

社会主义的基本經濟法則是：在高度技術基礎上不斷增長和不斷改進社会主义生產的辦法，來保證最大限度地滿足整個社会經常增長的物質和文化的需要。這一偉大而崇高的目的正在推動着我們苏联社会和所有的國民經濟部門，沿着進步和繁榮的道路前進。

在第十九次黨代表大會指示中規定了第五個五年計劃的基本任務，這個五年計劃表明了我國沿着社会主义向共產主义發展的道路又邁進一大步。這個計劃決定了苏联各個經濟部門的強大高漲，並保證了人民的物質福利和文化水平更進一步的增長。

第十九次黨代表大會於1951—1955年苏联發展第五個五年計劃的指示中指出，大力地發展國民經濟中像石油工業這樣最重要的部門。

在第十九次黨代表大會的指示中指出：“保證高速度地發展石油工業，規定進一步發展海中石油礦床的石油生產”^①。

根據1955年石油生產的顯著增長比1950年增加了85%，第十九次黨代表大會指出，保證石油加工工業的發展，同時使石油加工工廠與石油產品的消費地區接近，在五年計劃內，把初次煉油廠的生產量大約增加到兩倍，而原料的熱裂廠的生產量則增加到2.7倍。

在第五個五年計劃中同時也指出：大量增建和使用油管干綫、以及儲存石油和石油產品的油庫。

在生產天然氣這方面也開闢了廣闊的遠景。在十九次黨代表大會的指示中對第五個五年計劃指出：“保證進一步發展瓦斯工業。在五年期間，使天然瓦斯……的產量大約增加80%，以及從煤和油頁岩中增產瓦斯，擴大利用瓦斯來滿足生活上的需要，擴大利用瓦斯來作汽車燃料並從瓦斯中制取化學產品”^②。

① “第十九次黨代表大會關於苏联1951—1955年間發展第五個五年計劃的指示”，國家政治書籍出版社，第7頁。

② 同上，7—8頁。

第十九次党代表大会所提出的任务和斯大林同志在代表大会的閉幕会上的發言中，对科学和技术工作者們，对所有礦產研究家們都提出了很大的要求，“在为进一步的技術進步而斗争中，——馬林科夫在第十九次党代表大会上說——我們的科学在促進技術的進一步發展方面起着巨大的作用；它正以它的發現來帮助苏联人民及全面地了解和更有效地利用自然的富源和力量”^①。

石油成因及其化学和物理性質的問題，調查石油和天然气的組織問題及石油天然气進一步的工業開發問題，現在对最大限度地滿足于不断增長的國民經濟和苏联广大劳动群众的迫切需要，有着非常重大的意义。

因此，关于在書中所闡述的像石油和天然气这种礦藏的生成及形成問題不僅在理論上，而且在实际工作中都具很大的意义。倘若对油气藏的形成条件沒有清晰的概念，也不注意科学和技术上的最新成就，就不可能發現油气礦床。

礦藏是集中在对于它們的生成条件最有利的地方。

在勝利了的社会主义國家，不同于資本主义國家，根据偶然的标志和推測就進行石油及天然气的調查勘探工作是完全不能容許的。靠地質学家、研究工作者和生產工作者的集体努力建立了調查油气礦床的有科学根据的理論。由И.М. 古勃金院士所奠定的这种理論是穩固地建筑在辯證唯物主义学說的基礎上的。

И.В. 斯大林在其“辯證唯物主义与歷史唯物主义”的著作中說道：“与形而上学相反，辯證法不是把自然界看作什么彼此隔离，彼此孤立，彼此不相依賴的各个对象或各个現象底偶然堆積，而是把它看作有內在聯繫的統一整体，其中各个对象或各个現象是互相密切聯繫着，互相依賴着，互相制約着的”^②。作为馬克思哲学唯物主义的第一个特点，斯大林同志說道：“……而馬克思底哲学唯物主义却与此相反，認為：世界按其本質說來是物質的；世界上形形色色的現象是

①馬林科夫：第十九次党代表大会关于联共（布）党中央委員會的工作總結报告（1952年41頁）。

②列寧主义問題，人民出版社，1955年版，690頁。

运动着的物質底各种形态；各現象由辯証法所判明的相互聯繫和相互制約是运动着的物質底發展規律；世界是按物質运动規律發展着，而并不需要什么‘宇宙精神’”^①。

十分明顯，用辯証法來認識在自然界中油气生成和油气聚集過程的規律是唯一正確的方法。

研究在地下油气聚集分布的規律性證明存在有某些決定油气形成和油气聚集作用的主要方向的一定的地質条件。在这一方面缺乏清晰的概念則無論是对大区域含油气远景的比較估价或者是目标集中地選擇首要地区开始深的調查井的鑽進都是不可能的。

为了大大地增加石油的开采量和准备雄厚的天然氣資源，这些資源將可能使輸送瓦斯的管綫網遍布全國，使工業和農業中心瓦斯化。因此，苏联地質学家必須用先進的科学理論武裝起來。

地下石油和天然氣分布的基本規律是由俄罗斯理論学派闡明的。

在这方面俄罗斯科学的优越地位是外國学者們所不能否認的。例如，Г. 盖菲尔（Гефер）早在十九世紀末就这样寫道：“化学和石油地質的嚴整理論是在俄罗斯学者广泛的参加之下建立起來的。这些学者的名字是門德雷也夫、別尔什金（Бельштейн）、庫尔巴托夫（Курбатов）、馬尔柯弗尼柯夫（Марковников）、奧格洛布林（Оглоблин）、阿比赫、康森（Коншин）、安德魯索夫（Андрусов）、切尔尼柯夫（Черников）、古利沙姆巴洛夫（Гулишамбалов）以及其他許多俄罗斯学者，他們在石油科学的發展歷史上是永垂不朽的”（Г. 盖菲尔著：“石油及其衍生物”，俄文版，1908年）。

早在石油工業發展的初期，俄罗斯学者阿比赫、康森、罗莫諾夫斯基（Романовский）就确定了油、氣聚集与背斜褶皺的規律关系。

Г. 阿比赫在1847年首次發表了油气、礦床广泛分布与断裂有关系的見解。

在十九世紀的下半期，我們偉大的学者 Д. И. 門德雷也夫在石油方面的著作有着特別重大的意义。他非常注意在十九世紀下半期建立

①列宁主义問題，人民出版社，1955年版，697頁。

起來的工業，他預料到石油在技術和文化發展中的巨大意義，他首先建立了岩層孔隙能夠儲油的概念。同時，門德雷也夫也指出了那些當油氣藏在地球內部形成時應當起作用的物理規律。關於這一點在1877年他寫過下列名言：“我們設想砂岩地層像充滿了石油的海綿一樣，這樣的海綿為不滲透的牆壁包圍着，然後我們想像在封閉的空間里有高處和窪地。進一步我們想到在這樣封閉的地層里有被壓縮的氣體……，氣體必須聚集在這個空間之上部，而石油是在下部”。他第一個建立了石油由無機物質生成的學說。如古勃金所指出的，雖然按照這種方式發生石油的工業聚集的可能性完全為地質學家們所否定，但是這並不排斥碳氫化合物可以由無機合成。

接近於現代的石油成因見解是在十九世紀末和本世紀初安德魯索夫和米哈依洛夫斯基所發表的。例如米哈依洛夫斯基曾就高加索石油生成問題寫過如下的話：

“我想高加索石油是由以下的方式生成。在陡峭岸旁深處迅速地堆積着灰質粘土軟泥，各種動物界和植物界的有機體和軟泥質點一同沉積到底部。因為迅速的沉積並且地層是在靜水中形成的，所以沉積物是不動盪的，海水的氧很少進入已沉積的物質里面，而且每一層又被後來的一層迅速地復蓋。

由於任何腐朽分解作用都是細菌活動的結果，因此可以推斷、發生有機物質分解的第一階段是由於細菌的活動，但是隨着這些地層很快地被新的地層復蓋，於是最初是有氧的而後是無氧的細菌都相繼死亡。

腐朽分解作用被所謂的“瀝青化”作用所代替，在這個過程中已沒有細菌參加了，而礦物鹽類溶液的作用和越來越增加的壓力是唯一的因素。當含瀝青岩層達到相當厚的時候，增高的溫度就成為第三個因素。

當高加索含油岩層是水平的時候，也就說當它在海平面下的時候，不管多少一點石油聚集的形成都不可能存在。每一層和上一層被隔開了，在含瀝青岩層中石油雖已開始形成，但是由於此岩層的緊密和缺乏孔隙，石油仍然不能大量地集聚在岩層中。將來可以成為油瀝

的疏松砂岩为几乎不渗透石油的岩層互相隔离。可以想像在这一个时期，如果石油早已經形成，那末石油也是以單独的滴点和不大的聚集形式分散在含瀝青岩層中。

最后進到第三个时期：在造山作用的影响之下，岩層从海平面下露出來，出現了裂縫、断層及平推断層，一方面把石油的母岩——含瀝青类的粘土、粘土質頁岩及泥灰岩，另一方面把石油的接收者——疏松的岩層（砂岩、孔隙性灰岩和白云石）以及礫岩相連通起來。如果在平緩的背斜上部有着厚的疏松的沒有受到侵蝕的岩層，那末在这些部分中是特別容易聚集和保存石油”。

К.П. 卡里茨基（Калицкий）对于石油成因持有完全不同的另外一种意見（第四章）。他所觀察的岩層中石油和天然气的產狀常常都是和安德魯索夫、米哈依洛夫斯基以及他們的拥护者所發展的假說相矛盾的。

卡里茨基的理論前提在于油藏的形成是在發生有机物質堆積的那些地方和那些岩層中，这一概念在他研究的初期就已形成。所有卡里茨基以后研究的出發点是以否認地壳中石油运移現象为根据的。早在1916年發表的著作中他就坚持着油藏的形成是發生在成岩时期，油藏是和岩層同时形成的。卡里茨基举出許多实例論証了石油聚集和地層的弯曲的構造形狀沒有明顯的規律关系，于是他就断言地說：以此推断就証明了当有孔隙岩層弯曲成褶皺时在其中不含有石油的运移作用。在上述著作原序中卡里茨基指出：“当某岩系的一些油層的地下地勢相同时，石油完全独立地分布在每一層中，由此証明石油地下的分布和含油層地質構造完全无关”。就在那著作里他說：“如果把範圍已确定的油藏和含油層的地下地勢加以对比，則可提出一个問題：地下石油的分布是否与地層的一定形狀有关呢？回答是否定的”。

卡里茨基那时認為关于油藏与構造隆起有关的概念乃是由于不以实际材料为根据的論述石油和天然气有运移的某些假定而引起的誤謬。当时卡里茨基所指的这些实际材料只是在上面划有油藏边界的一些構造圖。

不管卡里茨基否認了油藏和背斜層有規律的連系，但是在費爾干盆地、土庫曼和達格斯坦在他參加下所發現的一切礦床都是生于短背斜的褶曲中。這就是很好的說明。

在這裡我們看到一個明顯的例子，那就是，形而上學的思維不可避免地會引導到與出發點完全相反的結果。

安德魯索夫和米哈依洛夫斯基的概念在新的理論基礎上，在大量累積實際材料的基礎上重新恢復起來了。阿爾漢蓋斯基關於北高加索的著作，維爾那斯基和澤林斯基的研究工作對石油有機物質生成的問題又給了特別的注意。

以古勃金院士為首的蘇聯學者們集体的工作證明了卡里茨基及其繼承者的概念是毫無根據的。這樣學說遭受到古勃金的開滅性的批評。以馬克思辯證法為基礎的新的學說建立起來了。

談到石油成因和油田形成時古勃金曾在自己的名著“石油學”初版序言中說道：他將“試圖從辯證的觀點解決石油生成和石油礦床形成過程的問題，由這個思想出發，則這種過程是整個地球的辯證發展過程的一脈……”。再者，“……如果注意到在任何條件下發生的有機物質的堆積和其以後的變化，直到在腐泥性質的岩層中有星散的石油形成和石油進一步的向孔隙地層的运动過程，並且在這種岩層中由於表面張力和重力（石油礦床形成的重力學說的影响，石油就向最終聚集的地方運移，這樣我們將看見地殼中石油發生和其聚集形成的全部過程，如果在此地經常發生地殼的破壞作用和剝蝕作用以及由上列作用而引起的儲油構造形狀的破壞作用，那末在石油礦床形成的畫面也就要補充上石油礦床逐漸的破壞和由於石油逐漸滲出及漏氣而導致石油消滅的景象”。

古勃金在上列著作中引用了含油氣面積的勘探開采和研究實踐的許許多多的例證。令人信服地表明石油形成和石油聚集的一切過程都是有相互的因果關係。

因此，古勃金十分明確地把石油發生及其以後聚集形成的統一完整的過程區分為兩個階段：第一個階段即是有機物質變為星散的石油（也即是石油生成階段），第二階段即是石油運移到孔隙地層中，并

且在這些孔隙地層中石油還向其聚集的地方運移（這就是石油聚集階段）。油藏的形成的和它以後的破壞作用可以當作是它有規律的和不變的發展過程。

這個偉大學者的一生是很有趣的。古勃金在1871年生于奧卡河右岸穆羅姆旁的一個小鄉村里。他在童年時代作過牧童。夏季牧放牲畜，冬季在學校里學習。當時學習對於這樣一個貧窮的鄉下孩子來說是很困難的，但是他的頑強的學習精神却是超乎一般的。他讀完了鄉村小學和師範中學。師範中學畢業之後他就作鄉村教師。以後伊凡·米哈伊洛維奇以校外考生的資格通過了實科中學（即是完全中學）的考試，並且他向彼得堡礦業學院提出入學申請，該學院是俄國最好的的一個高等技術學校。在革命前，一個鄉村教師考入礦業學院這是很困難的。往往一個空位有10—20人來競爭，並且所錄取的大都是特權階級的代表。但是古勃金却光榮地考進了這個學院。

從1909—1913年古勃金在麥闊普區進行獨立的地質工作。在他的地質活動初期他根據涅弗帖希爾凡面積的鑽井資料，研究了石油的特殊產狀，並在庫班查明了新型的“帶狀”油藏。古勃金明確地指出，為了在調查石油上進行鑽探我們決不能只依靠石油的天然露頭或者尋找岩層的背斜彎曲。

古勃金是世界上第一個編制反映浸透石油的砂體形狀的圖幅，這個圖並沒有為工業家們所使用。這圖能夠指示出埋在泥質岩河床深處的油沙透鏡體的輪廓。這些材料只是在蘇維埃時代才用於勘探工作上。

古勃金關於石油生成和石油聚集過程的理論原理，和根據這個理論原理有科學根據的對蘇聯各個地區含油氣遠景所做的估價在實際工作中得到了很好的証實。在高加索有些巨大石油礦床的發現，其中包括局限於被刺穿構造複雜化的短背斜中的許多儲量豐富的油藏，都是和古勃金的名字相連系的。

古勃金和Д. В. 戈盧比亞特尼科夫一起首先提出在包圍着我國的石油的珍珠——阿普賽龍半島周圍的海上面積內發現石油礦床的任務。如眾所知，這一任務已得到了良好的解決。古勃金創造性研究的

最大成就之一就是在烏拉尔伏尔加之間俄罗斯陸台上的遼闊的地方——就是在“第二巴庫”泥盆系地層中預測有最丰富的工業油藏發現。

古勃金在“石油学”一書中和在其他許多著作中所指示的地質科学進一步發展的道路，給我們在進行大規模的調查勘探石油和天然氣工作方面很大的幫助。無論在科学研究機構和工業部門工作的大多数地質学家都应当遵循着这个有科学根据的道路前進。

衣車由開源而生，到漢魏期間，已成為南北各處主要織造工具。
 服器則由業工而富，中景皆隨而小，則亦益繁。服器二端，皆具於一。
 採買則由示部而中，中者又在部中，中者又在部中，一“平商”之金幣古
 戶幾天時，而百對帳食，而對帳大行，而亦門建，而亦門建，而亦門建，而亦門建。
 楚楚大商，而亦門建，而亦門建，而亦門建，而亦門建，而亦門建，而亦門建。
 而亦門建，而亦門建，而亦門建，而亦門建，而亦門建，而亦門建，而亦門建。

第一章 石油和天然气礦產

§ 1. 初步石油运用

石油自古代起即为人所週知。石油 “нефть” 一字出自 “на-фата”，用小亞細亞的話來講即是“滲出”的意思。古代称此种冒出的可燃性天然气为“永恒之火”。这是因为它們一經燃着以后即繼續几十年地燃燒下去，关于石油的記載可在古代各种不同的手稿和書籍中找到。甚至在聖經中也提到在死海附近的許多“松脂泉”。柏路塔尔赫（紀元一世紀）描寫馬其頓亞歷山大的出征时，在阿姆河發現的油泉，亞歷山大的卜者礼拜了这个泉，在古代石油和天然气的冒出被人們看作是神聖的。拜火曾是傳布最广泛的一种崇拜方式，在伊朗紀元七世紀前拜火特別盛行，顯然这种情况与这个國家中有丰富的可燃性气有关。

石油自古即有各种不同的用途，如用做医藥、潤滑油、照明、在交战时的燃燒物、建筑材料等等。如众所週知，还在紀元前几百年的期間，为了建筑目的而在美索不达米亞开采了石油瀝青的露头。这样的最古老开采法中的一种表示在圖 1 上。古老的世界七奇蹟之一塞米拉米达的“花園”就是用瀝青作粘結物而建筑成的。有名的瓦維隆堡壘，驚人的坚固与不可攻克，就是用瀝青建筑成的。

十九世紀后半期之前，石油采掘仍只是在石油的天然露头旁用手工業方式小規模的進行。用抹布勺子有时偶而用桶从井內把油收集起來。井深一般不超过 1—2 公尺，僅僅在很少的情况下达到几十公尺。