

世界油气田分布的 基本规律

И.О. 布罗德著

李国玉译

内部发行

中国工业出版社

世界油、气田分布的 基本规律

И. О. 布罗德著

李国玉译

内部发行

中国工业出版社

目 录

世界油、气田分布的基本规律	(1)
一、对世界油、气田分布规律認識的发展过程	(1)
二、含油、气盆地的分类原則	(6)
1. 陆台型平原含油、气盆地	(8)
2. 山前含油、气盆地	(10)
3. 山間含油、气盆地	(12)
三、含油、气盆地的分布規律	(14)
1. 东太平洋山脉带	(14)
2. 西太平洋山脉带	(15)
3. 东半球东西向山脉带	(16)
4. 北部陆台带	(17)
5. 南部陆台带	(19)
結 論	(19)
参考文献	(20)
从生油层学說的观点論油、气聚集的形成問題	(26)
一、各种类型的油、气聚集在形成条件上的 原則区别	(26)
二、区域性的含油岩系和区域性的生油岩系	(27)
三、油、气聚集时的区域性条件	(33)
四、各种运移过程对油、气聚集形成的作用	(38)
主要結論	(44)
参考文献	(48)
瀝青生成过程和油、气生成过程的鑑別标志	(53)

世界油、气田分布的基本規律

一、 对世界油、气田分布規律認識

的发展过程

在石油和天然气科学发展的早期，人們就已对这两种有用矿产的分布規律有了認識，当时，就提出了划分大油、气区的問題。

十九世紀初，俄国Г.阿比赫院士根据对高加索东南部資料的研究，提出了有关油、气田区域性分布的見解（1847年，1876年）。他認為，噴发热气的泥火山和油田都与断裂带有关。

十九世紀中期，“石油带”說在德国、羅馬尼亚和美国相当流行，当时人們認為，地面油、气苗就是分布在这种石油带中。俄国Д.И.門捷列夫在1877年发表他的見解說：油、气苗在山脈与平原交接地方之所以能成条带状分布，是因为地殼中有断裂的关系，石油就是沿着这些断裂从地下深处的油源运移到地面上来的。

到十九世紀后半期，美国的黎茲（1865年）、俄国的Г.罗曼諾夫斯基（1877年）和С.О.古里沙穆巴洛夫（1883年）曾根据地理特征做了划分含油、气区的尝试。此后不久（1902年），穆拉泽克发表了論文，专门討論了羅馬尼亚含油、气区的分布規律。在这篇論文中，他从喀尔巴阡山脈的地层和构造两方面研究了油田的区域分布情况。为了研究油田分布

規律，在俄国，当时由地質委员会組織力量对高加索、中亚細亞和里海窪陷进行了区域地質研究。

德朗奈 (Delaunay) 在他1913年发表的探討世界有用矿产分布的地質特征的論文中，曾作了一次新的嘗試，他想从构造帶方面找出某些石油和含瀝青岩石分布的規律；結果，他分出了古生界油、气聚集帶、中生界油、气聚集帶和第三系油、气聚集帶。

К.И.巴格达諾維契在列宁格勒矿业学院講学的講义中，曾討論过油、气田和含瀝青岩石分布地区的問題。他認為油、气田和含瀝青岩石的形成与地殼发展过程中的主要的巨大的运动有关，因为这种运动会产生新的构造单元，並改变原有大地构造单元的面貌（1921年）。德朗奈和巴格达諾維契与很多其他研究人員不同，他們研究的不是个别的油、气田，而是这些有用矿产分布的大地区。

在1919—1920年期間，有許多地質家就北美地区的情况发表了論文，他們認為这里的油、气田都分布在大构造单元中。当时，在地質文献中出現了含油、气省的名詞。这个名詞最初是烏卓夫（1919年）和斯吉丘特（1919年）开始应用的，随后列雷（1923年）和其他地質家也采用了这个名詞。这些人根据地質標誌曾將北美划分为若干含油、气省。

这些地質家所說的含油、气省，指的是分布着大量油、气田的大地質构造区。例如，他們把落基山脈和北美陆台中部（中央大陆）这样的大地构造单元作为是单独的大地質区。随后，沃尔·維比（1930年）提出了比較詳細的构造分区，在他划分出来的含油、气省中，既包括了像北美陆台中部含煤盆地这一类型的大陆台盆地，也包括了陆台型的穹状隆起

和綫狀巨型構造帶。

И.М.古勃金在研究油、氣田分布問題時，把眼界放得很寬。他在談到油田分布規律時曾經指出：油田既分布在山脈的邊緣和下傾部份，也分布在沉積岩厚度很大的平原地區。同時他還指出，評價大區的含油、氣遠景時，應特別重視對沉積岩層形成條件的研究，以便能找出區域性含油、氣地層。

Н.Ю.烏斯賓斯卡婭在許多著作中（1946、1947、1952年）進一步發展了含油、氣省的概念，並對含油、氣省作了分類。根據她的定義，“含油、氣省，是包括若干油、氣田的大區，這個大區的地質構造和地質發展史應完全一樣，而且其岩相以及在瀝青和石油的形成方面起控制作用的構造類型也應該一樣”。由於她持有這樣的觀點，所以她有時候把不同地質年代的盆地叫做含油、氣省，有時候把寬大的穹狀隆起叫做含油、氣省，甚至有時候把大山脈斜坡的隆起帶也叫做含油、氣省。在我們的許多著作中，當我們把有關油、氣埋藏條件的資料加以系統歸納的時候，尤其是在闡述油、氣聚集帶的概念時，我們也談到過含油、氣省的定義和分類原則（1944、1946、1950、1951年）。

雖然И.М.古勃金（1932年）、F.克拉普（1910—1930年）、E.布倫莫爾（1919年）和其他一些人在談含油、氣區分類時，未曾明確地提出過油、氣田呈帶狀分布的概念，但他們在描述油、氣田時，總是把若干油、氣田放在一起。所以說，在他們的描述中，實際上也包含着這種思想。在二十世紀三十年代以前，研究人員都把注意力主要放在研究許多油、氣田與背斜帶的關係上。但А.Г.萊復生（1936年）却相反，他認為，許多油、氣藏都很有規律地分布在地殼上巨大

坳陷区的边缘。而且与油藏构造成因說相反，他提出了油藏地层成因說。所謂地层成因的油藏，指的是含油岩层因岩性变化而尖灭时形成的油藏，或者是含油岩层沿上傾方向向上与其它岩层成不整合接触时形成的油藏；这种油藏也是成带状分布的。在同一时期，苏联的М·Ф·密尔欽克也提出了地层成因的油藏在油、气的区域性分布方面所起的作用(1941、1943年)。

从成因上將含油、气带分为构造类型和地层类型的原則是正确的。包含有許多油、气田的地带叫做油、气聚集带(布罗德，1944、1946、1951年)。“油、气聚集带”这个名詞，在苏联的专业書籍中应用頗广(Н.Ю.烏斯宾斯卡婭，1946、1947年；А.А.巴基洛夫，1948、1951年；М.Ф.密尔欽克，1951年；Н.Б.瓦索耶維奇和В.А.烏斯宾斯基，1954年；Б.Е.哈因，1954年)。現在已經証实，在各种极其不同的地質条件下都可以有成羣的油、气聚集，其中有些是在巨大的构造隆起带，有些是在巨厚沉积岩层(要夹有渗透性良好的岩层)成区域性尖灭或区域性不整合的地方(即地层类型的油、气田)。

背斜油、气聚集带两侧的向斜构造，就是它的供油区(古勃金，1940年)。因此可以說，在构造带中，碳氢化合物一般由两侧供給。当碳氢化合物从低处向背斜构造带最高部份的短軸背斜构造和穹隆构造中运移时，它們就聚集在背斜构造的頂部，或者聚集在背斜构造两翼或两端的圈閉中，这样就形成了油(气)藏。

至于地层类型的油、气聚集带，因为它們是在单斜构造或均斜构造中因地层成区域性尖灭或区域性不整合而形成的許

多圈閉，所以碳氫化合物的供給情況就不同。這時，當碳氫化合物從低處沿區域性傾斜面往高處運移時，它們就聚集在儲油層尖滅帶或不整合帶形成的各式各樣的圈閉中。在這種圈閉中，碳氫化合物的供給是單方面的，供油區是在單斜構造和均斜構造下傾較低的部位。

在研究油、氣田分布規律時，油、氣聚集帶在地殼中的相互關係及其分布情況是一個極其重要的問題。B. 普拉特（1942年）和 G. 蓋斯特爾（1944年）在他們的著作中曾經指出，地球上油、氣田的分布很不均勻，油、氣資源主要蘊藏在地殼拗陷最深、沉積岩最厚的地區。為了研究這個問題，我們編制了世界含油、氣區和有含油、氣希望地區的分布圖，根據這幅圖研究的結果，找出了油、氣聚集的基本規律（布羅德，1947、1951年）。這個規律是：油、氣的聚集過程，主要取決於我們所研究地區的下陷範圍和時期，以及所形成油藏的保存程度。在地殼振盪運動的各個時期，當下降運動勝過上升運動時，就會促進瀝青的生成過程和油、氣的聚集過程。

對該問題深入研究的結果證明，所有我們已知的油、氣聚集帶，都是現代地殼構造中大的閉合拗陷區。顯然，油、氣田的這種分布並不是偶然的。這是因為油、氣藏都分布在局部的圈閉中，而這些局部的圈閉又是巨大的水驅沉積層的一個小的構成部份。在我們研究的現階段，圈閉中的油、氣與滲透性良好的地層（流動物質的天然聚集層）中所含的水處於平衡狀態。因此，在研究水、油、氣相互關係的規律時，應當按每一套單獨的水驅地層單元分別進行研究。在水驅地層中，油、氣藏能否保持平衡，要取決於它們與水的壓力和

流动方向之間的关系。水的压力和流动方向又取决于供水区和洩水区的位置。現在已經証实，油、气藏的形成与破坏，主要受区域水文地质条件的控制。在現代的地殼构造中，分布着許多油、气田，形成了油、气聚集带，这就为我們提供了把这些盆地看作含油、气盆地的根据（布罗德，1953、1957年）。現在这一概念已在苏联油、气地质文献中得到了广泛地应用（瓦索耶維奇、烏斯宾斯基，1954年；哈因，1954年，和其他人等等）。

每一个含油、气盆地都是自流盆地，其中包括着許多区域性的含油、气岩系，每一个岩系是一套水驅沉积层。虽然，每一套水驅沉积层都有自己的特点，但它們全部是同一自流盆地的构成部份。因此，在研究含油、气盆地时，要求对每个区域性含油层和整个盆地都进行研究。

世界上的含油、气盆地都是在大型的构造带中，这就决定了它們的分布規律。

二、 含油、气盆地的分类原則

为了研究世界上油、气田的分布規律，我們曾对所有已知的以及可能的含油、气盆地試作了分类（布罗德，1953年）。当时，我們根据含油、气盆地的大地构造位置以及地质和地貌特征，提出了它們的分类原則。不久，我們又編制了世界含油、气盆地图（布罗德，1957年）。在我們重新研究了含油、气盆地的資料之后，对以前編制的图又作了修訂。

研究含油、气盆地时，首先必須注意对它們在含油、气远景方面进行比較性的评价。只有对各盆地在地质发展中所經歷的各种变化都考虑到以后，才能对整个含油、气盆地进行

远景的比較性評價或是对其中个别部份进行含油、气远景的比較性評價。只有在掌握了盆地中沉积岩层的厚度和岩性变化情况以后，才能确定出渗透性良好的地层（聚集层）和渗透性不好的地层（泥岩）之間最适于油、气聚集的相互关系。但是，从另一方面来講，无论現在油、气田分布的地方从前曾經发生过多么大的变化，对于油、气田的存在來說，起决定性作用的还是它們現在在含油、气盆地（拗陷区）构造中所处的位置。因为油、气聚集带中的每个单独的油、气田，都是流动物質在渗透性良好的地层中（即在流动物質的天然聚集层中）运移和分离的过程中形成的。每一个油、气田，只有在油、气不能流移出来的圈閉中才能形成和保存下来。因此，每个盆地中油、气聚集带所以能有規律地分布，这首先取决于盆地的現代构造及控制着地下水的压力及流动方向的地貌特征。

考虑到上述的特点后，我們在含油、气盆地的分类原則中，既采取了构造地質標誌，也采取了地貌標誌。地貌標誌的意义是很大的，因为盆地內沉积岩聚集层中所含流动物質的流动方向，在很大程度上决定于盆地的地形及其周圍邊緣的地形。

所以，我們把地貌標誌和大地构造標誌結合起来作为含油、气盆地分类的原則。考虑到这些標誌各种可能的相互結合情况，我們將世界上已知的閉合拗陷区分为三大类：

第一大类 陆台型平原含油、气盆地。在这一类盆地中所包括的是地殼上那些曾經经历过陆台发育阶段的平原拗陷区。这类盆地的四周，多以陆台型穹状隆起的斜坡为界；同时，也有許多是以相邻盆地之間的直綫状潛伏隆起帶为界的。有

时，这类盆地边圍部份的某些小段地区，是由已被削平了的第三紀以前的山脈构成，这些山脈在地面上的显示很弱。

第二大类 地殼上山前拗陷区的含油、气盆地。这类盆地，一面以大山为界，另一面則以平原型的陆台斜坡为界。

第三大类 在构造位置、地質构造和地質发展史上不相同的各种山間含油、气盆地。

前两类盆地，又可根据年代作进一步的分类。陆台型平原盆地可根据基岩的年代和构造来划分；而山前盆地則可根据其边圍褶皱山脈的年代来划分。山間盆地也可根据其构造特征作进一步的分类（参閱盆地分类表）。

1. 陆台型平原含油、气盆地

陆台型平原含油、气盆地，一般面积很大，全区範圍内地层傾角較小，只有很少一部份地层出露地表，因之，地面水渗入到地下去的很少。油、气田形成在陆台发展时期盆地內所形成的沉积岩层中。而在构成陆台基底的、經過地槽发育时期的变質岩或結晶岩中，只有当碳氢化合物从基岩上面未固結的复盖层中渗透下来时，才会发现油、气藏。沉积岩层中各种类型的构造带和局部隆起，主要是在基岩断块发生分異运动的时候形成的。

陆台型平原含油、气盆地又可分为三类。第一类是基底由寒武紀前地层組成的盆地，第二类是基底由古生代地层組成的盆地，第三类是基底由年代不同、构造复杂的地层組成的盆地（参閱盆地分类表）。

基底由寒武紀前地层組成的陆台型平原盆地，大都是在現代陆台的中央部份（参看图1）。这类盆地中的沉积岩

层厚度一般不超过2000—4000米，含油、气层主要是古生代地层。

基底由古生代地层組成的陆台型平原盆地，分布在古老陆台的边缘，或者分布在古老陆台之間的年青陆台中。含油层是未固結的上古生代和中生代地层。

上述这两种陆台型平原盆地中的油、气聚集带，大都分布在陆台的长垣中和阶地构造的隆起中，也有的分布在均斜构造中儲油层尖灭和不整合成层的地方。油、气聚集带一般位于盆地的边缘和内部穹状隆起的斜坡上，也有的分布在盆地中部的潛山上。

基底由年代不同、构造复杂的地层組成的陆台型平原含油、气盆地，大都分布在古老陆台的边缘部份，或者是在年青陆台中（参閱盆地分类表和图1）。这类盆地中的区域性含油、气层，有的是古生代和中古生代的，有的則是第三紀的。盆地中部的基底埋藏深度，往往超过10,000米。已发现的含油层和可能含油层的地質年代，在盆地各个部份都不一样。在这些盆地中，油、气聚集带大多分布在盆地边缘的各种构造中，也有的分布在盆地中部的潛伏穹隆和潛山中。同时，这里的油、气聚集带往往也分布在盐丘构造中。

从图1中可以看出，在欧亚和北美的陆台区內，这一类的盆地分布很广。在南美和澳洲也发现了一些面积不大的这一类盆地。非洲含油、气远景极大的撒哈拉含油、气盆地，也属于这一类。

在油、气产量和儲量方面起主要作用的，是基底由年代不同、构造复杂的地层組成的陆台型平原含油、气盆地。属于这类盆地的有北美的墨西哥湾盆地、二叠紀盆地和西内盆地；

歐洲的北里海盆地和波羅的海盆地。

2. 山前含油、氣盆地

山前含油、氣盆地最主要的特点是，它具有不對稱的形狀，這一點在地下水的壓力上表現得特別明顯。這類盆地，有一個邊緣很陡很窄，常常由邊山的前緣褶皺組成，另一個邊緣是平原，一般是廣闊的陸台型的均斜構造，上面有一些階地構造和平緩的陸台背斜構造。

從盆地分類表中可以看出，在古生代和中生代的山前盆地中，我們只列舉了那些山脈邊緣表現很明顯的盆地，這是因為正是這些邊緣決定着地下水的壓力和流動方向。我們所以要提出這樣的限制，是因為中生代山脈，特別是古生代山脈，往往被削平的很厲害，以致看不出大山的样子。在已被削平了的大山的山前盆地基礎上形成起來的盆地，已不具備山前盆地所應有的主要特征——邊緣部份在地貌上的不對稱性，因之，這類盆地應列為陸台型平原盆地。蘇聯俄羅斯陸台的德聶伯羅-頓涅茨盆地，就是這類陸台型的平原盆地，這個盆地過去是個古生代山脈的山前窪陷，現在已被完全削平，其西部是烏克蘭結晶地塊，其東部則是頓巴斯前緣褶皺。

在山前盆地中，褶皺山脈山前帶基底埋藏最深的地方，沉積岩厚度可達6000—10000米。

從產油層的地質年代來看，在古生代山脈的山前盆地中，主要是古生代；在中生代山脈的山前盆地中，主要是中生代；而在中新生代山脈的山前拗陷中，主要是第三紀和中生代。

山前盆地陸台型邊緣上的油、氣田形成和保存條件與陸台型平原盆地內的相似。

在山前盆地的前山带中，油、气聚集带的形成具有許多特点，这是因为这些油、气聚集带有的形成于地槽发展阶段，有的形成于地槽发展阶段完成之后。在地槽发展阶段，有机物質的保存和轉化是在碎屑成份佔优势的大量沉积物迅速堆积的情况下进行的。因为地层很厚而且下陷很深，所以温度很高压力很大，这样就促进有机物的分解，然后形成瀝青。巨厚地层所具有的很高的靜止压力以及強烈的构造运动，使流動物質易于运移。地层中产生的各种規模不同的許多断层，可促使流動物質穿过巨厚的地层在油潯以外运移。由于侵蝕基准面和坳陷底部經常发生劇烈的振动，使岩相在時間和空間上发生显著的变化，从而造成有机物質轉化条件和儲油层堆积条件的显著变化。最深坳陷区的經常移动，以及新隆起和新坳陷的不断形成，使油、气聚集区也經常发生移动。地下水的強烈循环以及流動物質的激烈运移，使原先已形成的油、气藏遭到破坏，使碳氢化合物从新分配，因之，使油、气聚集带在各个时期沒有繼承性。

在山前盆地的褶皺带中，油、气聚集带一般是在很明显的构造形式中，它們一般分布在大型背斜褶皺中。另外，还有一些地层类型的油、气聚集带，它們是由于儲油层尖灭后或是不整合面被剝蝕后形成的。

山前含油、气盆地又可分为两类，第一类是古生代山脈的山前盆地，第二类是中新生代山脈的山前盆地（參閱盆地分类表）。

在我們已知的盆地中，大多数是在新生代山脈和部份中生代山脈形成以后形成的山前盆地。在这类盆地中，沉积岩层主要是中新生代地层。

东半球有若干山前盆地帶，它們从南北两面环繞着欧亚大陆的年青的山脈；北面的是阿克維坦盆地、兰盖达克盆地、前阿尔卑斯盆地、西庫班盆地、亚速-庫班盆地、中里海盆地、卡拉庫穆盆地等等；南面的是波斯湾盆地、巴基斯坦盆地、孟加拉盆地等等。西半球的山前盆地帶，从东面环繞着北美的落基山脈和南美的安第斯山脈；其中北美的是北阿拉斯加盆地、西加拿大盆地和威利斯頓盆地，南美的是西委內瑞拉盆地、东委內瑞拉盆地、上亞馬遜河盆地等等（參閱图1）。

可列为古生代山脈山前盆地的地区是极其有限的，这是因为絕大多數古生代山脈的山前拗陷現在已成了平原而被列入陆台区的范围。

可列为古生代山脈山前含油、气盆地的有苏联北烏拉尔山的別乔拉-吉曼山前拗陷和美国的阿帕拉契的山前拗陷。看来，南非盆地和中澳盆地，也可列入此类盆地，但对这些盆地还研究得很不够。

3. 山間含油、气盆地

这类含油、气盆地的共同特点是，它們的四面都被成因和年代不同的褶皺山脈和断块山脈所包圍。从这些盆地的沉积环境、瀝青生成条件以及油、气田形成条件来看，其边缘部份一般与山前盆地相似，而其中央部份則往往与陆台型平原盆地相似。

如果对山間盆地也像对陆台盆地和山前盆地一样采用年代标志来进一步分类，那是不妥当的。因为这些盆地周圍边山最終隆起的时间，以及盆地最終下陷的时间（即决定盆地現在所处构造位置的下陷运动），都是在新生代。所以，山

間盆地的进一步分类不应以年代标志为根据，而应当以决定其内部构造的一个最主要的构造特征为根据。这样，山間盆地就可分为两类：一类是在中間地块或其大单元的基础上形成的山間盆地；另一类是在个别拗陷或局部地堑的基础上形成的山間盆地。

在这两类盆地中，沉积岩层的厚度和年代变化范围很大，因为它们构造和边圍山脈的形成历史都极其不同。

第一类盆地，即在中間地块或其大单元的基础上形成的山間盆地。这类盆地在中亚和东亚分布很广，如塔里木盆地、柴达木盆地、四川盆地、鄂尔多斯盆地等等。在地中海地槽区一带属于这类盆地的有：欧洲的北意大利盆地、盤諾盆地、特兰西瓦尼亚盆地、东黑海盆地；亚洲的南里海盆地和中伊朗盆地；南美的极其丰富的馬拉凱博盆地。

第二类山間盆地，即在个别拗陷或局部地堑基础上形成的山間盆地，分布极其广泛。在欧洲有萊茵盆地和維也納-摩拉瓦盆地；在亚洲地区，因为普遍地都曾經经历过剧烈的上升运动，造成了許多巨大的山脈，因而也形成了下列盆地：楚河盆地、伊犁盆地、塔吉克盆地、吐魯番盆地、前南山盆地，以及許多其它盆地；北美落基山脈中有一排这样的盆地；南美安第斯山脈中有哥倫比亞盆地和的喀喀盆地。前面已經提到，在北美的科迪勒拉山脈和南美的安第斯山脈的东面，分布着若干山前盆地，而这些山脈的西面則是一些在个别拗陷的基础上形成的山間盆地。这个盆地帶与沿太平洋的地殼断裂帶有关，它在北美由南阿拉斯加盆地和西加利福尼亚盆地組成，而在南美則是由古亞吉爾盆地組成。

三、含油、气盆地的分布规律

世界上含油、气盆地的分布规律是由它们与巨型的大地构造带之间的关系而确定的。含油、气盆地可按大地构造带进行分区，每个大地构造带中分布着上述三大类盆地中的一些类型的盆地。

世界上已知的含油、气盆地和可能的含油、气盆地可划分为五个大地构造带（参阅图2）。其中三个大地构造带包括了世界上所有的与巨大山脉有关的含油、气盆地，另外两个则包括了世界上主要与陆台平原区有关的所有含油、气盆地。

有两个山脉带中的盆地自东、西两面环绕着太平洋，另一个山脉带中的盆地则以东西向横切东半球。东西向山脉带的东端与南北向的西太平洋山脉带连接在一起，而其西端的延续部份则深入在大西洋中，可能在加勒比海区与东太平洋山脉带连接在一起。

北部陆台带包括北美陆台、波罗的海地盾斜坡带、外阿尔卑斯西欧区、俄罗斯陆台和西伯利亚陆台等地的含油、气盆地。南部陆台带包括巴西陆台、非洲陆台和澳洲陆台的巨大拗陷中的盆地。

组成上述五个构造带的盆地，是按其大地构造位置、地理位置以及构造地貌特征加以分区的。

1. 东太平洋山脉带 其中共可划分出四个盆地群（参阅图3），有两个盆地群位于该带的北美部份。

前科迪勒拉山盆地群是沿科迪勒拉山的东斜坡分布的。在这个盆地群北部的一个亚群中，包括北阿拉斯加盆地、西