

第一章 源控论的提出与应用

一、源控论的提出

源控论是在盆地（凹陷）控油学说基础上发展起来的理论。它萌芽于 1960 年 7 月，在我与汤麟尧、程学儒等编写的“松辽盆地陆相烃源岩的形成条件及其对油气田分布的控制作用”一文中，提出“松辽盆地的油气藏多分布在靠近生油岩的砂层内”，“从地区看，油气藏多分布在深水或半深水相地层内或与之邻近的浅湖相内，这和有机岩相区和油气短距离运移作用有紧密的联系。盆地内最深的深拗陷在大庆长垣西侧及南边的乾安—长岭西一带”；“深拗陷长期位于拗陷中心和沉积中心，是生油最有利地区。油气生成后向附近高处运移，考虑到陆相储层不很稳定，这种运移距离不会太远。据初步估算，形成大庆油田的供油面积约 5000~7000km²，水平运移距离最大 20~30km”。我在 1960 年 11 月全国油气田分布规律研讨会议的报告中进一步明确“深拗陷及其邻近地区生油最有利，有利于油气藏的形成，生油区控制油气田分布。据我们计算结果，本区油气水平运移距离不大，约数十千米，很可能在 20~30km，故大部分油生成后就在其附近聚集。深拗陷内生成的油气大部分也就聚集在深拗陷内部（如大庆长垣、龙虎泡油田）和其邻近的构造隆起中（如扶余油田）”。在 1961 年的松辽盆地研究年报中，我们更详细地阐述了生油区控制油气田分布的认识，靠近油源区找油有利，远离油源区的盆地北部等地区找油不利。这个观点对正确地优选勘探区带及时地起了指导作用。

1962 年 8 月我在松辽盆地勘探技术座谈会上宣读的综合报告中，将生油岩控制油气分布列为松辽盆地油气田分布规律之首，并对它进行了全面而系统的论述。当时确定的主要生油中心在古龙及三肇凹陷，最有利及有利生油区面积近 $5 \times 10^4 \text{km}^2$ ，主要生油层青山口组的灰黑色泥页岩最厚 1150m，平均厚 530m，有机碳含量 0.5%~1.68%，荧光沥青含量 0.0147%~0.053%。油气田均位于生油区或其邻近地区，西斜坡的油气运移距离最远 60~70km（图 1-1）。

值得注意的是，此处引用的图件及数据多采用 1962 年文章内的原有资料，以如实地反映当时的认识情况和水平。后来的数据图件有很多发展完善，但基本轮廓及结论是一致的（详见图 2-8）。

原油性质变化趋势与油气田分布有类似的环状特点。自古龙生油中心向外，原油密度由 0.8128g/cm³ 增大到 0.8679~0.941g/cm³，粘度由 0.0055Pa·s 增至 0.0322~0.0522Pa·s

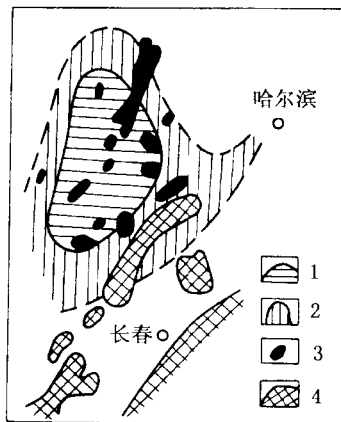


图 1-1 松辽盆地油气田分布与生油区关系图（胡朝元等，1962）
1—青山口组最有利生油区；2—青山口组较有利生油区；3—油田和油藏；
4—姚家组侵蚀区

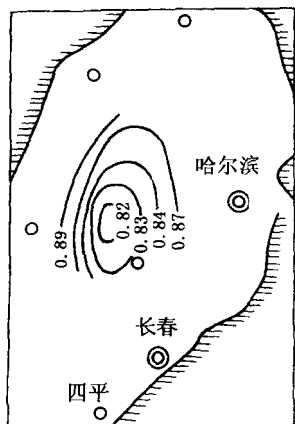


图 1-2 松辽盆地中部含油组合原油密度 (单位: g/cm^3) 等值线图
(胡朝元等, 1962)

(图 1-2)。当时已查明或发现的构造 107 个, 其它类型圈闭 9 个。钻探后得到的资料统计由表 1-1 所示。一级生油区内已钻探 20 个构造或地区, 13 个得到工业油气流或为油气田, 占 65%; 5 个见油显示, 占 25%; 只有 2 个未见油气显示, 占 10%。三级生油区内已钻探构造或地区 27 个, 获得工业油流者仅 1 个, 占 3.7%, 21 个构造或地区经钻探未发现任何油气显示, 占 77.7%。二级生油区内的钻探效果居于一、三类生油区之间。松辽盆地北部地区由于远离生油区, 虽有好储层及背斜构造, 但钻探结果未获任何油气显示。大量事实表明了生油区与油气田分布的紧密关系。

同时, 我们对导致松辽盆地油气运移距离短的地质因素也进行了较深入地探讨: (1) 由于松辽盆地为陆相沉积组成, 物源来自四周, 砂层均在中部深拗陷区附近减薄甚至尖灭, 相变为泥质岩, 无地层水畅流的联通体条件; (2) 由于构造及地形平缓, 含油层系的相对高差最大约 2000m, 坡度一般小于 20° , 流体势能小, 缺乏自流水盆地的水动力条件; (3) 盆地发育历史长期稳定下沉, 中央拗陷区与四周隆起均继承性强, 构造上为保存完整的闭塞盆地; (4) 盆地水文地质条件比较停滞, 仅四周边缘部分沿砂体存在不同程度的地表淡水渗入, 地层水矿化度仅 $253 \sim 457 \text{mg}/\text{L}$, 而盆地中心则增高到 $8000 \sim 10000 \text{mg}/\text{L}$ 。总之, 无论从钻探实践, 或从理论方面分析, 均表明生油区控制油气田分布的范围是一条可以确认的客观规律, 但当时还只限于松辽盆地一个地区的规律。

表 1-1 构造或地区含油气程度与生油区间关系

生油区级别	见工业性油气流或地区数	圈闭钻探成功率, %	见油气显示构造或地区数	未见显示构造或地区数	未钻探构造或地区数
一级	13	65	5, 占 25%	2, 占 10%	9
二级	4	8.9	10, 占 91%	0	15
三级	1	3.7	5, 占 23.8%	21, 占 77.7%	31

1964 年后, 我们随松辽会战勘探队伍的战略转移, 先到华北的大港、胜利油区, 后到江汉盆地及东濮等地区进行油气勘探及地质综合研究工作。从我亲身经历的工作中积累的认识, 结合东部其它盆地 (凹陷) 大量油气勘探与研究成果, 证实松辽盆地的油气田分布基本规律完全适用于东部数十个中、新生代陆相含油凹陷。

继松辽盆地早先确定油气运移距离短, 最大不超过 $60 \sim 70 \text{km}$ 后, 华北盆地及东部其它的江汉、南阳、苏北等盆地的几十个凹陷内, 均有系统资料表明油气运移距离在 $20 \sim 40 \text{km}$ 以内。渤海湾的济阳 (图 1-3)、黄骅、冀中、辽河、东濮及南襄、江汉、苏北等盆地油气运距均小于 40km 。冀中拗陷生油有利的饶阳—霸县凹陷及廊坊—固安凹陷, 生油层厚于 800m , 这里集中分布了全区大多数油田和绝大多数储量 (图 1-4)。潜江凹陷北部的生油中心区内, 生油层最大厚度大于 1900m , 全凹陷 90% 的油田和 80% 的储量均位于此区 (图 1-12)。

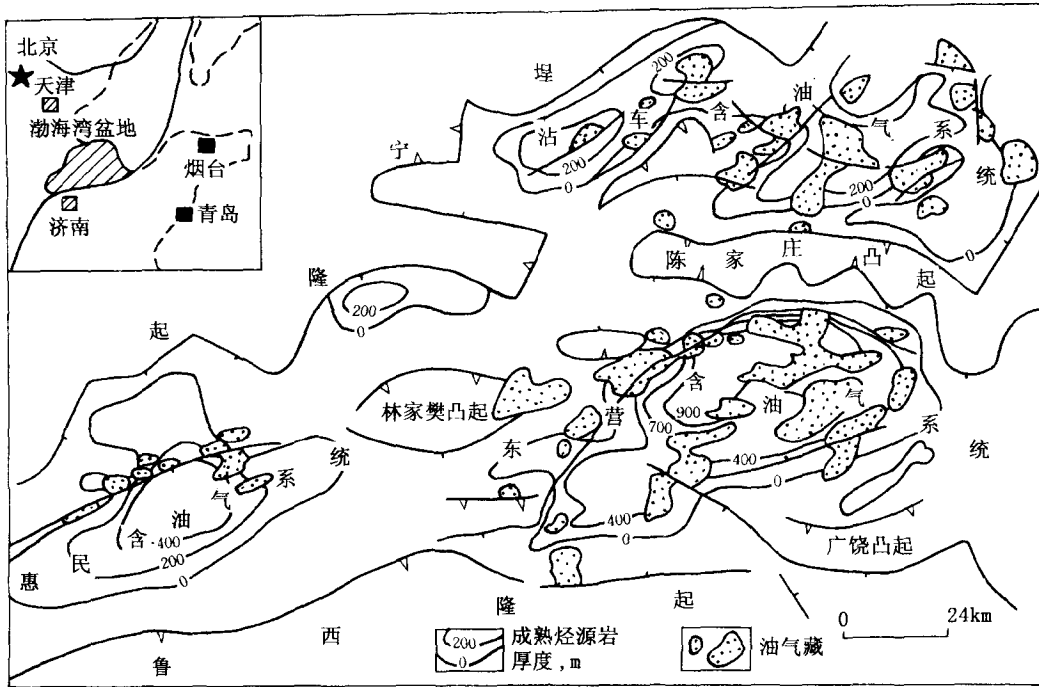


图 1-3 济阳坳陷油田与生油区关系图

在此基础上，我于 1980 年 7 月在巴黎举行的第 26 届国际地质大会上宣读，并在 1982 年《石油学报》上发表的论文“生油区控制油气田分布——中国东部陆相盆地进行区域勘探的有效理论”中，首次应用了源控论一词，作为东部陆相盆地内油气运移距离短、油源区控制油气田分布范围这一基本规律的概括。但那时我仍小心谨慎地认为“至于西北等区的陆相盆地，因只在局部完成了勘探工作，源控论是否完全适用于此，尚待今后进一步验证。”

随着我国海洋油气勘探大规模展开及中西部地区各含油气盆地全面地重新进行区域勘探和大规模开展天然气勘探工作，大量的新资料表明，源控论在这些地区的油田和气田分布预测中也完全适用，油气运移距离均小于 100km。柴达木盆地西部茫崖坳陷下第三系已找到的主要油田均在生油区内分布（图 1-5）。准噶尔盆地玛湖凹陷油气田呈马蹄状围绕生油中心分布，运移距离最大不超过 80km（图 1-6）。龚再升、陈斯忠、张启明等确定“我国近海已发现的大中型油气田或油气田群，都分布在富生烃半地堑及其周围”。中国近海各盆地 51 个凹陷中，辽中、渤中、岐口、惠州、神狐、涠西南凹陷 6 个富生油凹陷，拥有全部油气资源量 50% 以上，其油气运移距离一般均在 30~40km 以内，最远到东沙隆起的油气运移距离也只有 80km。油源区控制油气田分布的作用十分明显。我在 1985，1986，1987，1990 年的几篇论文中，才将源控论的适用范围扩展到这些地区。

源控论的正确性在中国各地区均相继被证实，并得到广泛的认可和成功应用。李德生院士将源控论定位于中国石油地质理论的核心内容，邱中建院士等主编的《中国油气勘探》巨著中，将源控论列为中国油气田分布规律的第二条，原中国石油天然气集团公司科技局傅诚德局长称赞源控论为“最有影响和效益的理论”，石宝珩等将它列为油气聚集理论之首。

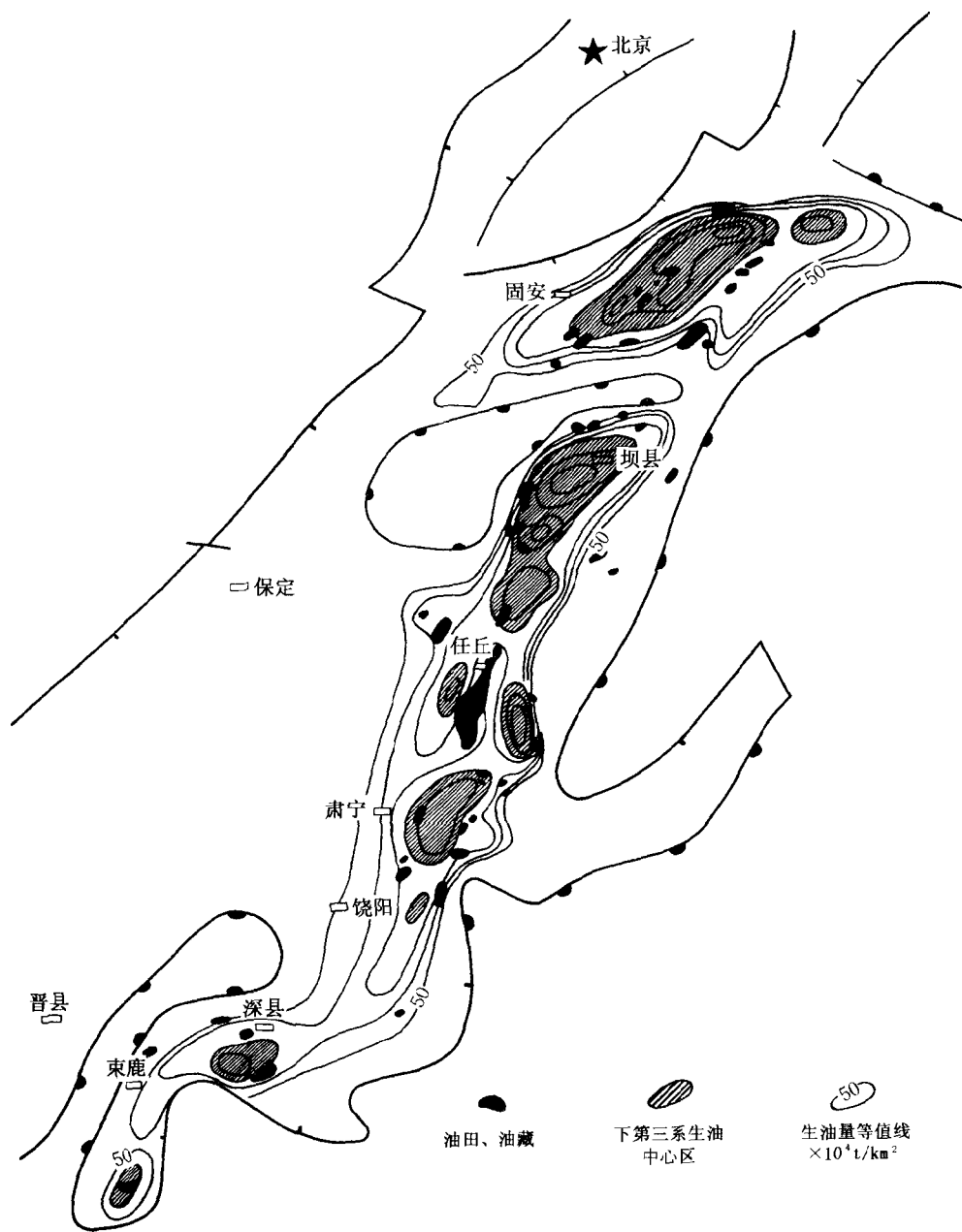


图 1-4 冀中拗陷油气藏围绕生油凹陷呈环带状分布图

20 世纪 70 年代后，国外也相继提出与源控论相近似的观点。1971 年蒂索研究巴黎盆地侏罗系道格统泥质岩生油问题时，发现所有油田及孤立的油流井均位于生油最好地区内，而生油潜量小于 500g/t 的地区都为干井（图 1-7）。

1978 年 B.D.Evamy 等确认尼日尔三角洲含油区为许多同生断层分割，每一分割区内生成的油气很难运移到另一个单元，它们均为相对独立的油气运移聚集单元（详见图 5-13）。

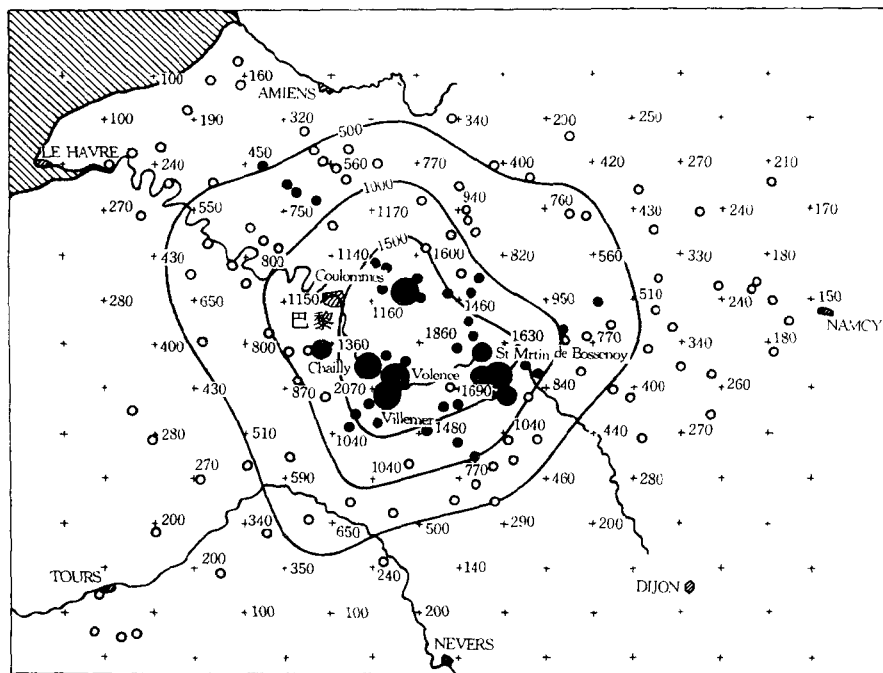
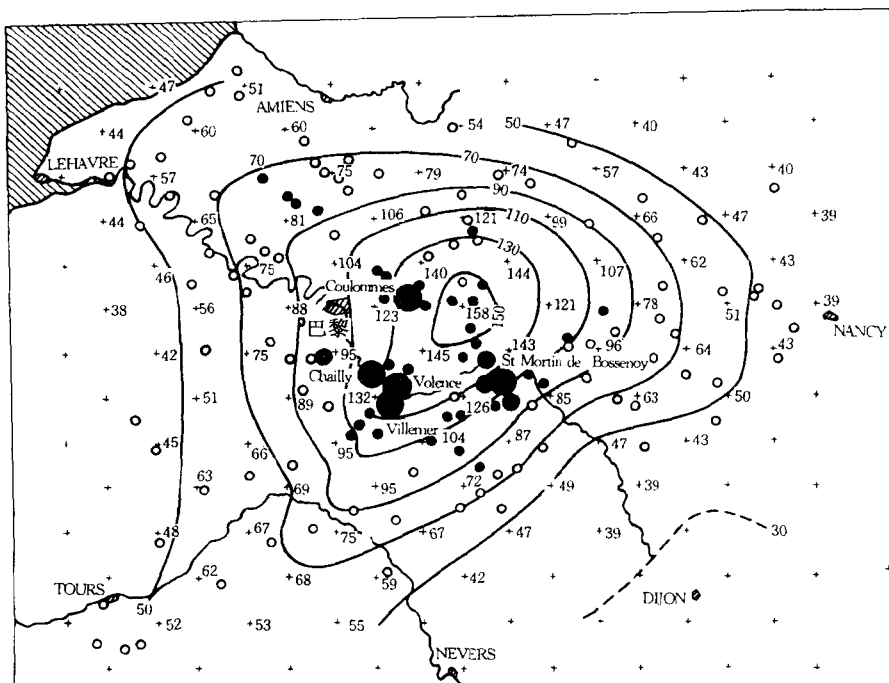


图 1-7 巴黎盆地侏罗系源岩生烃潜力和油田分布关系 (据蒂索, 1971)

(上: $\mu\text{g/kg}$ 有机碳, 下: $\mu\text{g/t}$ 岩石)

罗诺夫根据俄罗斯地台的 1100 块泥盆统生油岩样分析数据，得出如下的结论：平均有机物含量从非含油区页岩中的 0.4%，增加到伏尔加—乌拉尔含油区页岩中的 1.67%。泥盆统岩层在古比雪夫和乌法之间，盆地最富含油地区的含碳量为 2%~5%（图 1-8）。仅在古比雪夫到乌拉尔含碳量高的地区找到了大油田。

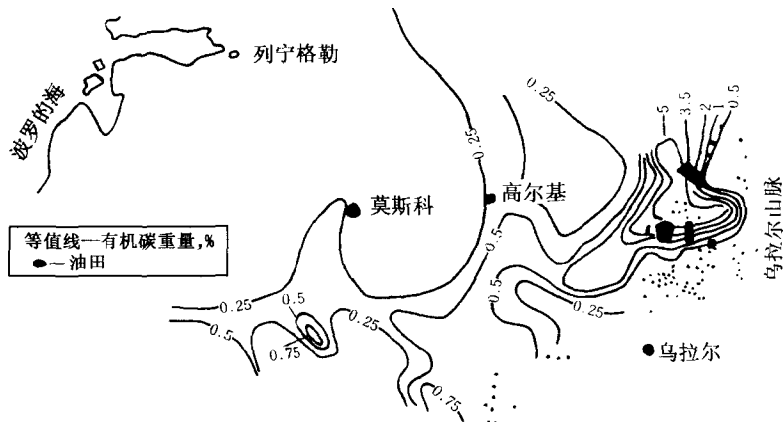


图 1-8 俄罗斯地台上泥盆统页岩有机碳含量与油田分布图

列什捷诺夫在其 1975 年的专著中，指出大油气田形成的首要条件是，位于最佳生油区的大型圈闭。据扎布列夫 1982 年的研究结果，西西伯利亚盆地 80% 的面积均为有利生烃区，但大气田分布与生气强度紧密相关，单位面积生气量大于 $60 \times 10^8 \text{m}^3/\text{km}^2$ 的最有利生气区是所有大气田和主要储量的赋存区。小于 $30 \times 10^8 \text{m}^3/\text{km}^2$ 的弱生气区，只有少数气田分布（图 1-9）。以热裂解气及生物气为主的生气中心在北部，至 1980 年底，那里共发现 51 个气田，储量 $24.2 \times 10^{12} \text{m}^3$ ，占全西西伯利亚的 96%，5 个储量大于 $1 \times 10^{12} \text{m}^3$ 的巨型气田全在该区。德默生在 1984 年引用了我的论点，并系统分析了全世界 12 个各类含油盆地的特点后，指出除部分前陆盆地外，其它各类盆地内的油气运移距离为几十英里。有些前陆盆地如中东油区白垩系含油气系统的油气分布也存在源控论规律。在波斯湾南侧白垩系埋藏较浅的地区内，几个大油田的油源似乎是上侏罗统。气田与深埋在 5000m 以下的处于过成熟作用阶段的白垩系区域相吻合。更有意义的是，富含有机质的白垩系广泛展布在地中海东部利万特地区（叙利亚、黎马嫩、约旦、以色列），其有机质丰度达到油页岩级。除叙利亚部分地区和靠近死海地区之外，由于生油岩层埋深不够，成熟度低，妨碍了它们形成大型油区。据德默生的统计，生油区的钻探成功率为 $1/2 \sim 1/3$ ，远离生油区的成功率为 $1/30 \sim 1/20$ ，甚至全为干井，成熟生油区拥有所有大油田和大部分油气储量。德默生的研究成果，在全球范围内推广和扩展了源控论的适用范围。

大量新的资料表明，源控论不仅对我国陆上及海域盆地适用，而且在全球范围绝大多数盆地内存在此规律，该理论具有很广泛的适用性。

二、源控论是盆地控油学说的重大发展

流传较久并得到法国裴拉栋、中国的黄汲清、翁文波、李德生、黄第藩、田在艺等很多

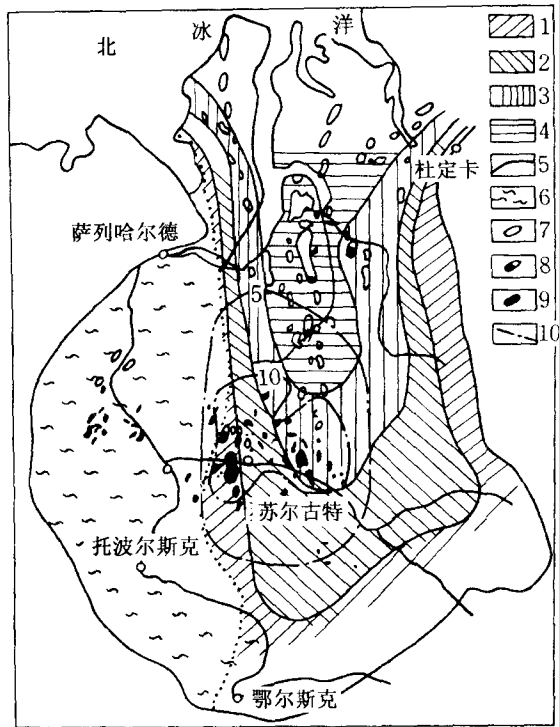


图 1-9 西西伯利亚盆地油气田分布与有机碳含量及甲烷生成强度关系图(扎布列夫)

生气强度：1— $(1\sim 10) \times 10^8 \text{m}^3/\text{km}^2$ 以下；2— $(10\sim 30) \times 10^8 \text{m}^3/\text{km}^2$ ；3— $(30\sim 60) \times 10^8 \text{m}^3/\text{km}^2$ ；
4— $60 \times 10^8 \text{m}^3/\text{km}^2$ 以上；5—盆地边界；6—泥欧克姆统一赛诺曼阶海相发育区；
7—气田；8—油气田；9—油田；10—有机碳含量等值线(%)

学者倡导的沉积盆地控油论，与源控论相近，但又有重大差别。沉积盆地或凹陷控制油气田分布的理论，比源控论先行一段时间，它对油气普查勘探方向的选择也有着较大的指导作用。1953年翁文波组织编制了全国含油气盆地地图，将全国分为东部与西部两大区，指出准噶尔、塔里木、吐鲁番、柴达木、酒泉、阿拉善、鄂尔多斯、四川、黔桂、华东、华北、松辽等12个地区为我国含油气有利地区。中国科学院兰州地质研究所黄汝昌、黄第藩等同志在1960年出版的《中国西北区陆相油气田的形成与分布规律》中，就明确提出油气田的空间分布由各时期的拗陷的发生、发展所决定。各时期形成油气田的分布随着各时期沉积中心的转移而转移。

田在芝指出“我们必须把握一个基本点，那就是盆地成油论，即油气的生成、演化、运移、聚集、保存和破坏，都是以沉积盆地作为基本的地质构造单元。也就是说，每个阶段都是在盆地相应过程中实现的。含油气盆地的类型、构造和发展对油气的分布，在平面上和纵向上都有控制作用。因此，要牢固树立完整的盆地概念”。法国 A.Perrodon 于1980年在其所著《石油地球动力学》一书的第一章中，开宗明义地指出：“没有盆地就没有石油”。前苏联罗德等指出，有些地区的油气聚集带分布于沉积盆地内长期持续下沉的部分。在一个新区开展油气普查勘探工作时，其它资料均很贫乏，只有区域地质调查、重磁力和少量地震剖面的情况下，盆地控油理论可起重要指导作用，可以用这些信息确定勘探方向，盆地拗陷

幅度可用为勘探决策的主要依据之一。然而，石油地质工作者的任务，是要充分结合油气勘探的实践，采用不断丰富和完善的理论和技术，分析影响沉积盆地中油气赋存的更多因素，便于更有效地指导油气勘探。大量的新资料表明，源控论比盆地控油论更能降低勘探风险，是盆地控油论的重大发展。

源控论直接从油源入手，进行评价分析，更接近油气运移聚集规律的核心，减少了沉积相、有机质丰度及演化特征等方面的不确定因素，可显著提高勘探成效。并且，盆地中沉积岩厚度对油气田形成的作用也是复杂的，并非沉积盆地愈大，盆地的拗陷幅度愈大，就一定含油最丰富。据纳里夫金的统计，当沉积岩厚度小于 8000m 时，含油丰度随厚度增大而提高，由 $2.1 \times 10^4 \text{t/km}^3$ 上升为 $3.2 \times 10^4 \text{t/km}^3$ 。但当厚度大于 8000m 时，含油丰度反而下降，最低达到 $1.1 \times 10^4 \text{t/km}^3$ 。如巴黎盆地面积大于 $10 \times 10^4 \text{km}^2$ ，且构造完整，但并未形成丰富的油田。

源控论至少在三方面可比盆地控油论能更有效地指导油气勘探。

1. 沉积盆地中含油气盆地仅占少数

全世界沉积盆地数目众说不一。1979 年哈尔布特划分出 600 个盆地，1984 年约翰认为是 799 个盆地。1986 年张亮成根据面积 1000km^2 以上、沉积厚度大于 1000m 的标准统计，全球共有 964 个沉积盆地。而据瑞士石油公司最近公布资料，共有 1468 个盆地按哈尔布特的统计，目前具有商业价值并大规模勘探开发的约 200 个含油气盆地，仅占全世界盆地总数 30%~14%。据张亮成的统计，目前全球在 256 个盆地中发现油气田，占盆地总数的 26.5% (表 1-2)。据李国玉、吕鸣岗 1988 年的统计，中国大于 1000km^2 的盆地有 373 个，其中有含油远景者仅 150 个，占 40.2%。据王永祥的统计，东北内蒙地区共发育中、新生代盆地或断陷 279 个，都是在相同的区域构造背景和气候环境下形成的，具有相似的裂谷发育特征，但由于大地构造位置的不同和裂谷发育的不一致性，导致各断陷生油气条件极大差别。根据烃源岩发育、质量、热演化程度，具生油气条件仅占 38%，其中还包括 I 类、II 类、III 类生油气断裂。据梁生正等 1995 年统计，二连盆地分为 23 个凸起和 46 个凹陷，已钻探 26 个凹陷，钻探井 294 口，总进尺 $51.11 \times 10^4 \text{m}$ ，证实有 16 个凹陷具生油条件，只在 7 个凹陷获得工业油气流。总之，大约只有 20%~40% 沉积盆地有含油气潜力。与此相反，凡具有有效烃源岩的盆地多含油气，基本上全部有现实勘探意义，均可视为含油气盆地

表 1-2 世界沉积盆地

单位：个

洲	沉积盆地	海上盆地 (深海)	油气盆地 (海上)	重要油气 盆地	具巨型油气 田盆地
亚洲	375	136 (35)	86 (29)	24	20
非洲	95	42 (9)	25 (11)	3	8
欧洲	84	50 (11)	39 (17)	13	12
大洋洲	86	63 (12)	15 (9)	4	4
拉丁美洲	123	72 (12)	45 (20)	11	8
北美洲	190	73 (20)	46 (9)	25	22
南极洲	21	15 (9)			
全球	964	451 (108)	256 (95)	85	74

2. 含油气盆地内仅部分地区具较好的生油母质富集和保存条件

一个盆地（凹陷）内，只有稳定的深水湖相区或湖沼区，是暗色泥岩或煤层等有机质含量丰富和保存较好的地区。但在一个盆地内，这类地区的面积所占比例不是很高，中国许多古代沉积盆地均具此特征。从我国一些现代湖泊水域与冲积及河流平原的比例中即可看到这一情况。如鄱阳湖冲积平原面积约 $2 \times 10^4 \text{km}^2$ ，水域面积约 5000km^2 ，太湖水域面积 2210km^2 ，洪泽湖水域面积 3980km^2 ，约占泛湖平原面积的 20% 多点，并且这些湖泊水域面积包括水深很浅的在内，并不全是生油有利区。当然有些湖沼区、含煤区也是天然气或少量石油的生烃母岩区，但所占比例甚少。尽快查明有机质富集且保存好的地区，优先进行勘探，投资风险可得到大幅度降低。

3. 有机质丰富地区内只有部分为有效烃源区

暗色泥岩、碳酸盐岩或煤层等富含有机质的岩层并非全部均可转化为生油母岩，只有热成熟度达到一定水平，并且具有砂层或其它孔洞层断层、不整合面等适时排烃的条件时，有机质才能不断地进行化学物理反应，转化为石油或天然气，成为油气藏形成的有效烃源岩，对勘探家才有实际价值，否则仅有理论意义而已。有效烃源区往往仅占有有机质富集区的很小部分，这可从江汉盆地潜江组等例子看到。

江汉盆地的潜江组为一套灰黑色泥页岩与盐膏层交互的盐湖沉积层，组成 157 个韵律层，盐膏层将泥页岩分隔封堵，加上砂岩只分布在潜江凹陷北半部，南半部无排烃通道，使大量有机质和烃类仍以分散形式赋存在生油层内，虽生油层厚度居全国前列，有机质含量也十分丰富，但转化率低。找到储量不多，其原因就在于有效生油岩分布面积不大。

江汉盆地潜江组暗色泥岩厚约 2000m，有机碳含量 0.63%，氯仿沥青“ A ”含量 0.2461%，分布面积 8590km^2 ，体积 4415km^3 ，而成熟生油岩面积为 1459km^2 ，占 17%；体积 610km^3 ，占 13.8%。并且四分之三的成熟的生油泥岩由于盐层阻隔，砂岩少，排烃差，有效生油岩分布面积仅 1200km^2 ，体积 125km^3 ，分别为成熟生油岩的 82% 及 22%（图 1-10 和图 1-11）。江汉盆地潜江组有效生油区面积仅为暗色泥岩分布区面积的 14%，为沉积盆地面积的 5%。

潜江凹陷潜江组的勘探程度高，油气运移聚集规律研究得较为清楚，油源控制油气田分布十分明显。潜江组砂岩仅分布在凹陷北部。潜江组成熟生油岩厚 1827m，面积 1180km^2 ，有机碳含量是 0.63%。有效生油岩厚度最大为 900m，面积仅为 500km^2 ，生油量 $9.9 \times 10^8 \text{t}$ 。蚌湖深凹陷为生油中心，该区排油量为 $3.6 \times 10^8 \text{t}$ ，石油资源量为 $1.09 \times 10^8 \text{t}$ ，聚集系数为 5.5%。全盆地 90% 的油田和 80% 的储量均位于此区。潜江凹陷南部拖船埠一带，虽暗色泥岩厚 1000m 以上，成熟的仅为 200m，又因缺乏砂层，没有排烃条件，无有效生油岩，虽然经过不少勘探工作，至今在潜江组无任何发现（图 1-12）。

在二连盆地的阿南凹陷内，一个断陷又可形成 5 个次洼，由于受烃源岩发育和成熟条件控制，一般仅一个次洼（主力沉降中心）为主要生烃、排烃中心。断陷盆地石油资源的形成和分布，主要受主力生油洼槽控制，各断陷油气藏主要围绕这个主力生油中心展布。如阿南断陷发育 5 个次洼，油气藏主要分布在阿尔善南主生油洼槽周围，而哈东和蒙西洼槽周围虽见油气显示，但尚未发现工业油藏，而萨东和连参 1 井次洼未见任何油气显示。松辽盆地、陕甘宁盆地中生界及南襄盆地、渤海湾盆地、准噶尔盆地等实际资料表明生油有效区仅占盆

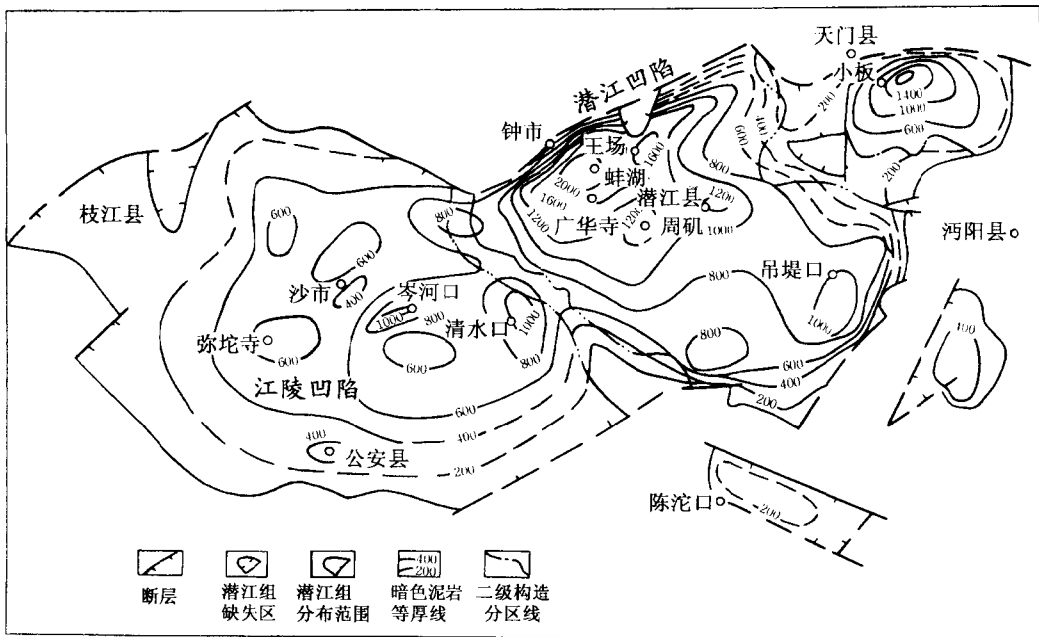


图 1-10 江汉盆地潜江组暗色泥岩等厚图 (据江汉石油勘探研究院资料)

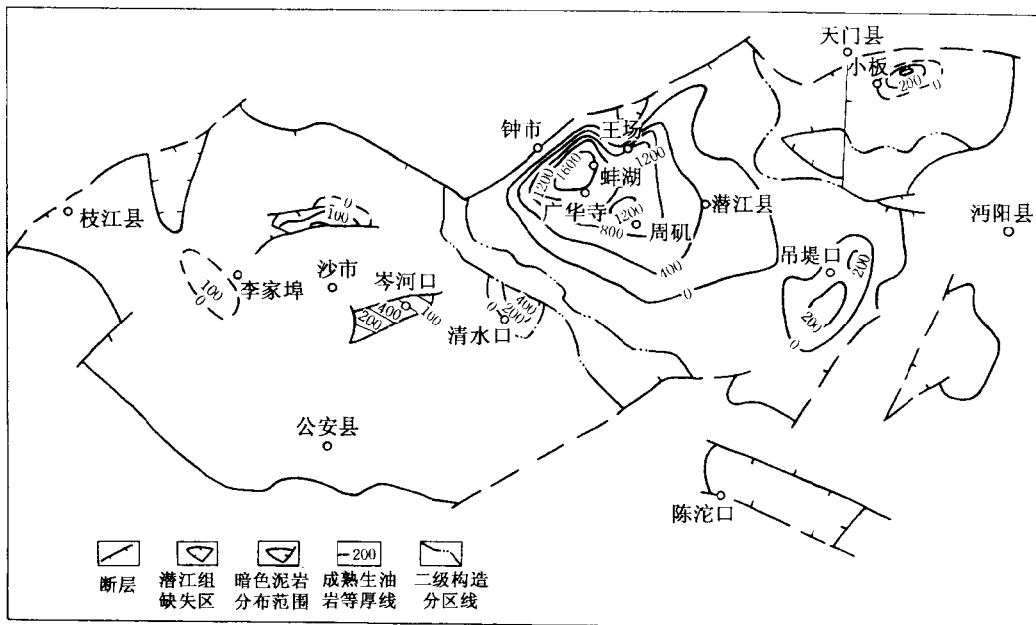


图 1-11 江汉盆地潜江组成熟生油岩等厚图 (据江汉石油勘探研究院资料)

地面积的 10%~35%。波斯湾盆地面积 $230 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，95% 的储量分布在其东北部生油有利的 $60 \times 10^4 \text{ km}^2$ 内。西西伯利亚盆地面积 $280 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，主要油气田分布在中、北部的 50 多万平方千米有利烃源区内或邻近地区。中外大多数盆地内均有相近的共同比值。

从上述含油气（凹陷）盆地占盆地总数的比值和含油盆地内部的有效生烃区面积同全盆地面积的比值中可明显看到，源控论能更准确地及时指明油气田分布有利区域源控论比盆地控油论降低了勘探风险一个数量级，由此源控论能更有效地指导油气勘探工作是不言而喻了。

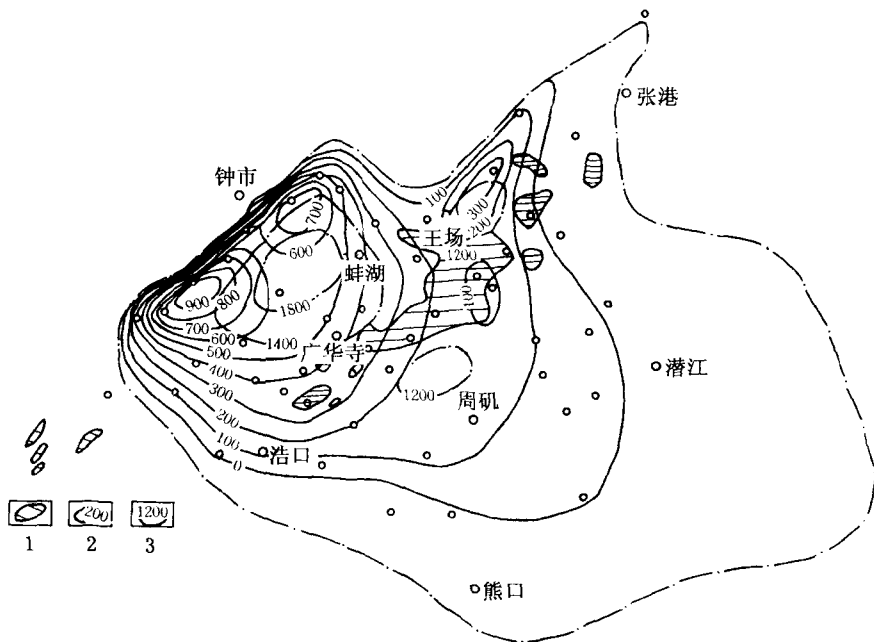


图 1-12 潜江凹陷北部潜江组有效生油岩与油田分布关系图（据江汉石油勘探研究院资料增补）
1—油田；2—有效生油岩厚度线；3—成熟生油岩等厚线

三、源控论是定凹选带区域勘探方法的指导理论

中国许多含油盆地的区域勘探中，成功地应用“源控论”做理论指导，用定凹选带的勘探方法取得显著勘探成效。回顾 50 年代我在清华大学和在苏联学习时，老师们多认为生油层研究只是理论探讨，与生产关系很少。源控论的创新在于将生油层的研究从纯理论研究，推向用于指导勘探方向的优选。定凹选带法的实质是，采用各种方法，尽快地查明新的有效生油凹陷。发现一个新生油区，必然会导致一群新油田的发现。

在油气田分布的控制因素中，源控论并未否定储层、圈闭等因素的重要作用，它仅是特别强调和明确了生油区的关键作用，解决了陆相盆地地区勘探中的战略立足点问题。60 年代初，对松辽盆地北部倾没带生油条件差，我们即预测找油不利，经过以后三次重新钻探检验，钻井约 20 口证实了源控论的预测是正确的。1964 年我们由大庆会战转移到华北会战。在黄骅拗陷整体部署了 3 条大剖面，探井 20 口，其中 5 口井分别位于板桥、岐口、沧东、北塘、南堡凹陷中心地带，很快确定岐口凹陷生油层最好，以此为重点，3 年就基本探明南、北大港等 6 个主力油气田。1982 年我们同油田同志分析黄骅拗陷南部资料后，发现孔店组有很厚的生油岩，但探明储量很少。及时向康世恩等领导建议，加强该区勘探工作。

1983~1987年方案实施后，王官屯、枣园储量扩大，又发现一群油田，储量由 $5000 \times 10^4 \text{t}$ 上升到 $2 \times 10^8 \text{t}$ ，产量由 $16 \times 10^4 \text{t}$ 增加到 $115 \times 10^4 \text{t}$ 。其它成功实例众多，不能枚举。源控论在东部的大量应用，逐步形成了定凹选带的区域勘探方法，其要点是用综合物探、地质的方法，结合钻参数井，确定有利的生油区，再在区内或邻近地带钻探有利的构造带，就可以较快地发现新油田。泌阳凹陷的勘探史是成功的勘探事例之一（图 1-13）。

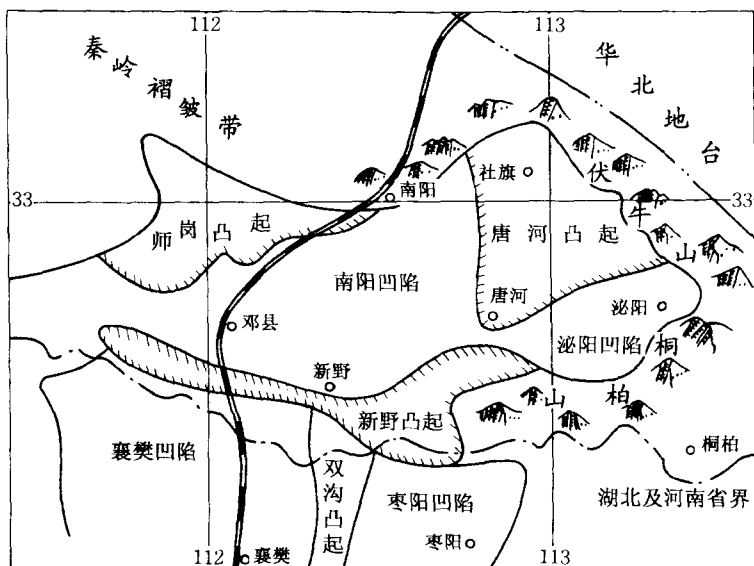


图 1-13 南襄盆地位置图

泌阳凹陷位于淮阳古陆之上，为南襄盆地向东伸出的一个小凹陷，面积 1000km^2 。西部以隆起与南阳凹陷相隔，其它三面均为前震旦纪变质岩、花岗岩出露，仅个别地方有零星的第三系露头，其余皆为近代沉积覆盖（图 1-13）。

1958~1973年间为找碱矿及其它矿产，先后对本区进行了地质调查、航磁、重力勘探。根据重力负异常，1974年初提出存在深凹陷的推断。快速上地震队完成 12 条测线，发现凹陷中有隆起。随即于 1975 年 3 月 13 日开钻一口参数井——泌 1 井。8 月 18 日在 2744m 完钻，钻遇约 1000m 生油有利的灰黑色泥页岩，并钻遇 20 多米油气显示层，试油获 350kg/d 油流、 $10.3 \text{m}^3/\text{d}$ 水。相继又在其附近及其西南的鼻状隆起上陆续钻井 2 口（泌 2 井）。1976 年 6 月 5 日在泌 4 井中获得 $116.7 \text{t}/\text{d}$ 高产油，发现一个新的双河大油田，地质储量 $1.11 \times 10^8 \text{t}$ ，总共才经过两年时间。接着又经两年工作，到 1978 年中，总共历时四年，打探井 76 口，基本探明了全凹陷的含油状况（图 1-14）。

在我国南海初期油气勘探中，乌石 16-1 油田的发现，是另一个源控论成功指导找油的实例。1979 年初，南海石油公司派人到北京与原石油部勘探司共同研究井位部署方案。我们仔细查阅了雷州半岛等邻区资料，经过分析，认为乌石凹陷大部分在海上，陆上只有小部分。在陆上已完钻的迈参 2 井，在 1434.5~3227m 井段的下第三系流沙港组，见到 374m 暗色泥岩，地球化学指标较好，有机碳为 0.59%~0.97%，氯仿沥青“ A ” 0.034%~0.058%，推测在相邻海域会有更有利的生油环境。同时仅有的一条区域概查地震剖面，证

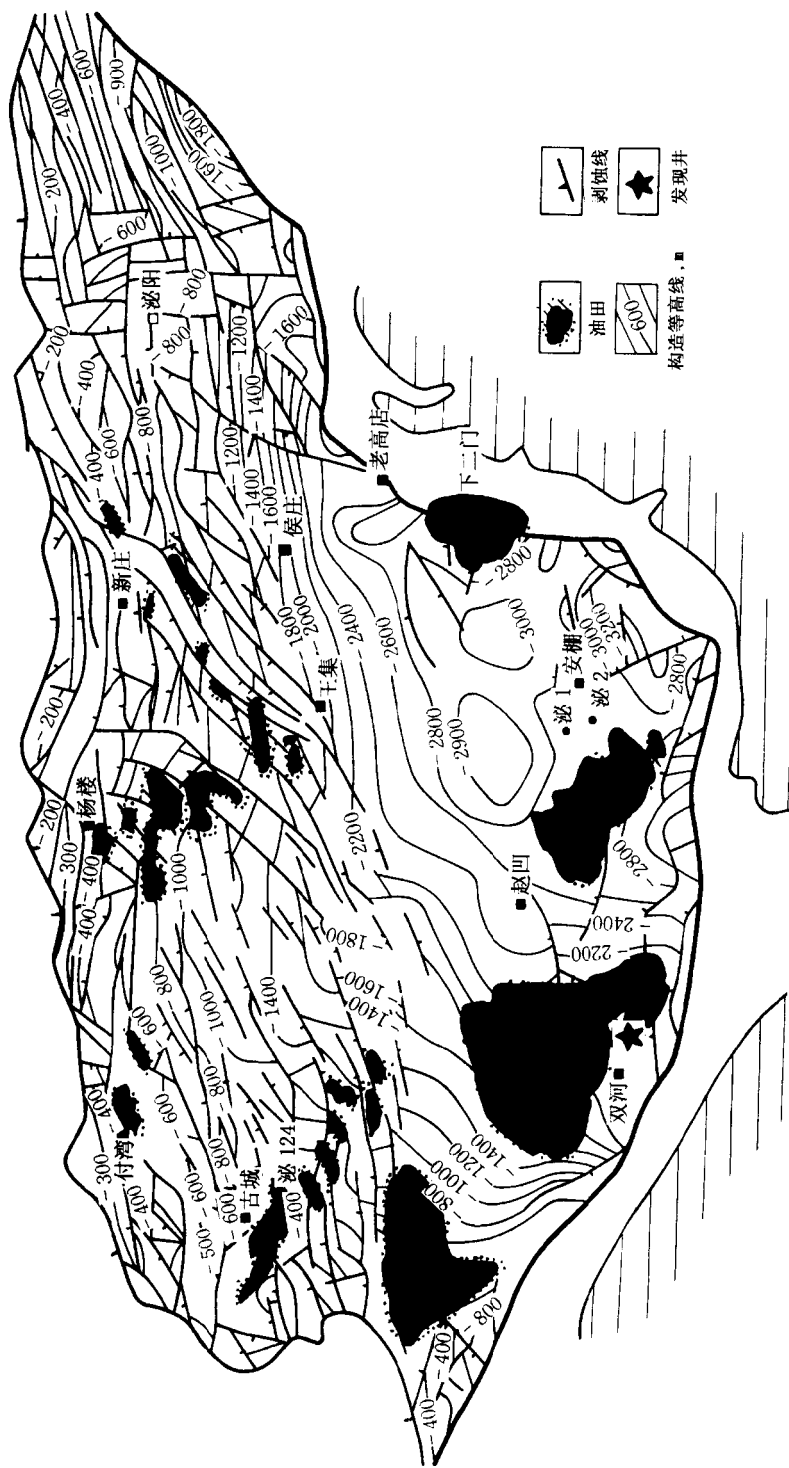


图 1-14 泌阳凹陷油、气田环状分布图

实了该凹陷的存在，也在凹陷中部见到一个抬斜断块高点。该高点以 800m 左右落差的断层与深凹陷相接触，靠近油源。经过讨论，作为定凹探油的参数井位就定在这个高点上。该井钻探后，获得良好效果。同年 6 月就在 2705.8~2724.2m 井段试油，获得 63m³/d 自喷油流。这是在物探、地质资料均很少的情况下，在源控论指导下，进行的一次成功的甩开勘探实例。

反面的经验也大量存在，不少盆地由于缺乏有效的油气生成岩体，就始终未发现油田。泌阳凹陷西南的枣阳凹陷同属南襄盆地，有相同的沉积和构造特征（图 1-13）。枣阳凹陷已钻遇的核桃园暗色泥岩厚度 531.5m，尚未见底，有机碳含量 0.8%（75 块样品），氯仿沥青“A”含量 0.055%，饱和烃 21.26%，总烃 30.09%。色谱分析的主峰碳 C₂₇，个别 C₂₅，OEP 值 1.6~7.17，由于埋深很小，泥岩具明显的成熟标志（表 1-3），因此虽然该凹陷已钻井 12 口，地震普查工作也已完成，但未发现任何油气显示。

表 1-3 南襄盆地核桃园组生油条件对比表

凹陷名称	层位	地层厚度 m	暗色泥岩厚度 m	占地层 %	有机碳 %	氯仿沥青“A” %	饱和烃 %	总烃 %	总烃 浓度 mg/L	色谱		代表井
										主峰 碳	奇偶 优势 OEP	
枣阳 凹陷	核桃 园组	968	531.5	54.9	0.80/75	0.0552/75	21.26/38	30.09/38	287/38	C ₂₇ , 个别 C ₂₅	1.60~ 7.17	枣 17
南阳 凹陷	核桃 园组	1380	1098	79.6	1.04/15	0.2320/15	38.35/13	52.71/13	1417.28 /13	C ₂₃ , 个别 C ₂₅	1.09~ 1.30	龙 22
泌阳 凹陷	核桃 园组	2256.96	1519.46	67.3	1.61/98	0.2775/20	30.09/10	46.01/10	1240.36	C ₂₂	0.94	泌参 1

美国科罗拉多州 Rio Grand 裂谷带，长约 1000km，含 14 个盆地。其中 Albuquerque 盆地面积 10000km²，沉积岩厚达 7350m，但主要为红色地层，局部有少量湖泊沉积，生油条件很差。Shell 等 6 家公司钻探井 12 口，最深者 6000m，至今无重要发现。

第二章 源控论的广泛适用性 ——油气运移距离频率直方图的编制

大量新的石油地质资料表明，绝大多数含油气盆地（凹陷、坳陷）和成油系统内，只发生过短距离的油气运移过程，油气就近聚集在烃源岩分布区内或其邻近地带，生烃区基本上控制了油气田的分布范围，这是源控论的主导思路。油气运移距离较短是源控论的核心，所以有必要对油气运移短距离问题进行专门论述。

一、油气运移距离研究现状

在众多石油地质问题中，油气运移距离大小是一个争议很大的重点问题。T.S.Hunt于1861年提出，石油在发现油田的原地生成。20世纪30年代，前苏联的卡里斯基也持相似的看法。今天几乎所有的专家都不同意这个意见，主张石油形成于含分散有机质的生油母岩中，经过运移聚集而形成油田。然而对运移距离却远未取得共识里奇是长距离运移的倡导者，他于1931年提出阿纳达科盆地中央勘莎斯隆起的石油经过长距离运移。Dallmus在1958年认为在构造简单的大型盆地（直径约500km）中，油气运移的距离将比250km大得多。前苏联的波里菲也夫及柯兹洛夫等也主张油气长距离运移，认为第二巴库的石油来自乌拉尔山前坳陷，油气运距长达1000km。同时，另外一些学者主张油气近距离运移，其实例也日益增多。1961~1962年，在中国第一个完成全面区域勘探与研究工作的松辽盆地，我们首次以系统的资料论述了该区油气运距最大不超过70km。之后在中国东部及西部各陆相含油盆地，也发现相类似的特点。1964年前苏联Г.奥瓦涅索夫等在研究巴什基利亚西北部早石炭世油田地质时，发现统称为大阿尔兰油田的分布范围与该地层的煤及碳质页岩发育地带大致吻合。因此，“早石炭世的煤与石油很可能具有内在的成因联系”（图2-1）。“显然，油藏与煤藏之间的这种联系不是偶然的”，1971年后蒂索、罗诺夫、札布列夫等相继提出相近似的认识（见图1-7至图1-9）。

Demaison在1984年分析全球12个含油盆地油田分布特点后，提出“油气运移距离范围一般为几十英里，而不是几百英里”，但“某些前陆盆地内证明确实有长距离运移的特殊例子”。Sluijk及Nederlof在1984年指出一般情况下，油气的水平运移距离大约为10km，也有相当数量的运移距离超过80km的实例。Hindle在1977年用几何原理分析油气富集程度与生烃区的相互关系，得出生烃区边界附近油气富集程度最高，远离生烃区油气富集逐渐减少的认识。含油气盆地的实际地质情况自然要复杂得多，但他这种纯理论的探讨，至少可以为我们增加一个对油气田分布的抽象思维模式，有一定的理论启示意义（图2-2）。

源控论的实质是油气短距离运移聚集。由于油气运移距离较短或很近，油气自烃源岩生成后，就近聚集在生油有利区或其邻近地带，这就是生油区控制油气田分布的理论——源控论。它是笔者在1960~1962年提出，经过近40年的追踪研究，总结中国上百个盆地（凹陷）的油气勘探实践与地质综合研究成果。下一节论述的近4年来的最新研究成果，进一步

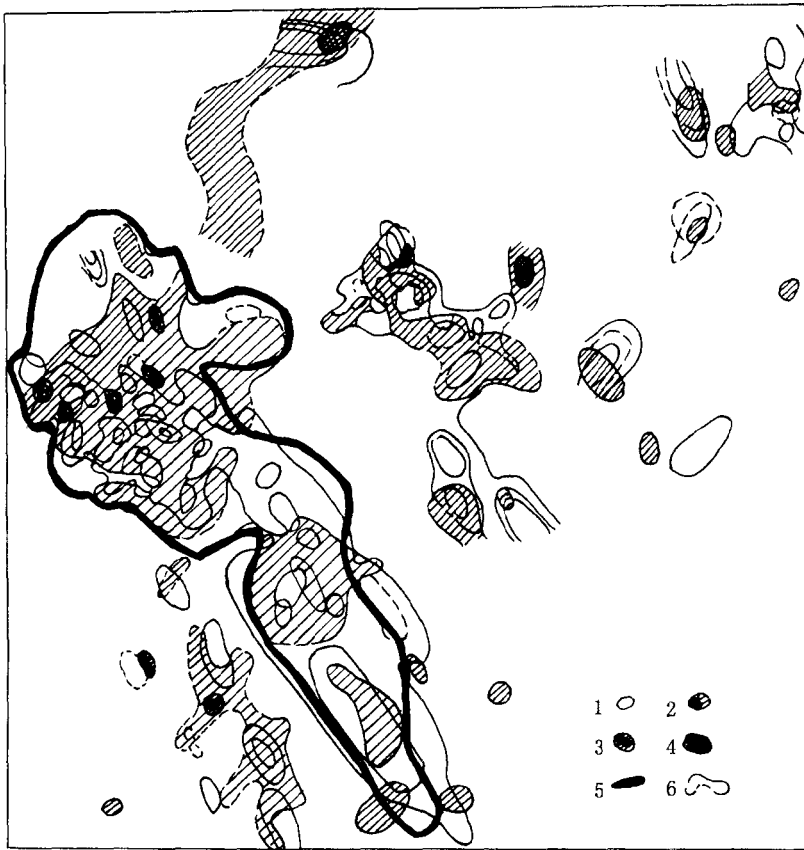


图 2-1 巴什基利亚西北部下石炭统陆源地层的含煤和含油特性 (据奥瓦涅索夫等)
 1—无煤地区; 2—煤和碳质页岩厚度不超过 5m 地区; 3—煤和碳质页岩厚度在 5~10m 的地区;
 4—煤和碳质页岩厚度大于 10m 地区; 5—含油区边缘; 6—含煤岩系顶板等值线

明确源控论在世界绝大多数地区适用, 是看似简单、实则具有较大理论与实际应用意义的规律。源控论不仅阐明了油气田形成与分布方面的实质性理论问题, 为长期争论的油气运移距离问题提供了大量论证依据, 同时查明了一个油源区, 就必将在该区发现一批新油气田, 显著地提高了勘探效率, 降低了风险, 对油气勘探工作有巨大指导作用, 被誉为“最有影响和效益的理论”。

二、油气运移距离与含油气盆地(凹陷)成油系统频率直方图的编制

源控论完全符合近代科学概念的三个特征: 重复性 (Reproducibility)、被动性 (Manageability, 条件改变立即引起对象作出相关的反应)、量度性 (Observability, 大小长短、轻重、强弱等)。源控论与许多物理、化学、地质、生物规律相似, 既符合“简单性原则”, 也均只在一定条件、一定范围内适用。在 1961~1963 年的文章中, 我只是非常谨慎地提出松辽盆地的油田分布受油源区制约。1980~1982 年我也仅将源控论的适用范围推广到中国东部各陆相盆地, 至于中国西北各盆地是否适用, 文章只作为今后密切关注的问题。此后, 随