

中国东部太平洋沿岸石油地质

李 国 玉

1988 年 10 月 28 日



中国东部太平洋沿岸石油地质

李 国 玉

女士们、先生们：

我接受美国东西方中心瓦林萨教授的邀请来讲讲中国东部太平洋沿岸石油地质，感到非常高兴，因为有机会能与各国地质界朋友探讨石油地质问题，这将是一件很有意义的事。请允许在此对瓦林萨教授的邀请表示感谢。

中国石油地质条件是复杂的，但中国找油的领域很广阔，而且油气资源也很丰富。中国石油工业发展比较快，而且不断有新油气区发现，海洋合作开展取得新进展。所有这些，不仅使我们对中国石油地质的研究十分重视，而且也引起石油地质界同行的莫大兴趣。

一、中国石油地质

中国位于亚洲东部，太平洋西岸。面积约 960 万平方公里。中国地势西高东低，从西向东可分三大阶梯。第一阶梯是西南的青藏高原，海拔 4000 多米，有世界最高的珠穆朗玛峰，海拔 8848 米。主要山脉有天山、昆仑山、喜马拉雅山、祁连山等。我国最大的长江、黄河发源于此，自西向东流入太平洋。第二个阶梯，为青藏高原以东和以北的高原和盆地，海拔 1000—2000 米，主要包括云贵高原、塔里木盆地、四川盆地等。第三阶梯是中国东部的丘陵平原

区，海拔 200—1000 米，其中包括东北平原、华北平原、长江中下游和东南丘陵地带。我国大部分地区位于北温带和亚热带，属季风气候区。

1. 区域构造：中国位于欧亚板块东部，以中国地台为主体，北有西伯利亚地块，东为太平洋板块，西南为印度洋板块，相互间的挤压冲撞作用形成了一个独特的构造格架。中国地台包括中朝、塔里木、扬子等台块或地台，是前寒武系组成的稳定基底。上覆古生代海相沉积，经加里东和海西两次升降运动。二迭纪至三迭纪后海水自北向南退出，块断切割形成以中生代为主的陆相沉积盆地。中朝准地台与扬子准地台间，古生代时曾经裂开，西段甚至延续到三迭纪，构成秦岭地槽褶皱带。

中国地台与西伯利亚地块间为中亚蒙古地槽褶皱体系。在我国境内包括阿尔泰、天山、大兴安岭褶皱系，主要是自北向南挤压，最后经海西运动与中国地台冲撞拼接在一起。

西南部属特提斯地槽褶皱体系。古生代以来不断向南推挤发育，从北向南各褶皱带发育时代依次变新，直到最后与印度板块冲撞拼接在一起。这些褶皱带包括祁连加里东褶皱带、昆仑海西褶皱带，松潘甘孜印支褶皱带，滇藏中生代褶皱带和喜马拉雅第三纪地槽褶皱带。

中国地台以东为太平洋地槽褶皱体系。包括华南加里东褶皱带和东南沿海海西褶皱带。中生代时从侏罗纪开始由于西太平洋向西南俯冲，形成环太平洋的火山岩系。早第三纪时出现台湾地槽褶皱带，并在中国东部出现一系列张扭块断的沉积盆地。晚第三纪在西太平洋岛弧后面出现一系列边缘海盆地，如东海外缘的冲绳海槽和

南海。

上述构造格局对中国含油气盆地的分布起重要的控制作用。已知的产油气盆地主要有 1. 古老地台区的沉降盆地如鄂尔多斯和四川；2. 地槽褶皱带硬化后块断沉降形成的盆地，如松辽和准噶尔；3. 老地块基底后期块断沉降的盆地，如塔里木和柴达木；4. 受太平洋板块影响分布于我国东部的第三纪拉张断陷盆地，在中国地台上的为华北、江汉、苏北，迭覆在早期褶皱带之上的有南阳、北部湾、台湾珠江口等。

2. 生油条件

我们之所以对中国今后发展潜在能力估计高，而且对今后石油工业发展充满信心，生油条件好是其中一个重要条件。

基本条件是：

第一、沉积岩厚度大，生油层厚度也大。一般盆地沉积岩厚度 4000—8000 米，最厚 14000 米。生油层厚度一般 300—500 米，最厚 3000 米。

第二、有机物质丰富，海相沉积一般不到 1%，而陆相沉积可达 1—1.7%，有时 2.25%。

第三、地温梯度高，有利于转化，东部地区地温梯度一般在 3.5—4.5℃/100 米，西部也达到 2.3—2.7℃/100 米。

中国主要盆地生油层资料

盆 地	沉积岩厚度	生油层厚度
	(米)	(米)
渤海湾	8000—10000	1000—1600
松 辽	6000	500
准噶尔	5000—12000	1500—2800
陕甘宁	4000—5000	500
四 川	6000—14000	200

油气藏分类：根据国内外大量油藏实际资料，从理论与生产实际相结合的原则，以我国油气藏为主，可分为十类四十四亚类。由于各类油气藏的结合方式很多，所以对混合类型未单列分类。分类中对油气藏成因、油气藏形态和油气层岩性同时作了考虑（见附图）。

中国的油气藏类型是与中国几个大油区的发展紧密联系在一起的。1964年以前的几十年中，以背斜论为指导先后在酒泉、四川、准噶尔、松辽等山前和山间盆地找到背斜构造油气田，开展油气勘探开发工作，成功地发现了一批背斜油气田，包括老君庙、独山子、圣灯山、龙女寺、萨尔图等油气田。1964年从松辽盆地转入渤海湾断陷盆地，主要是各类型的断块油气藏勘探开发。济阳坳陷的东辛油田，面积210平方公里，断层210条，将油田切割成180个断块，每个断块面积1—0.5平方公里，经多年勘探证实有104个断块含油。也有胜坨等构造相对简单的油田。1975年冀中坳陷任丘古潜山油田的发现，又出现了一大批各式各样的上元古界、古生界、中生界古潜山。如四川大批石灰岩气藏以及龙女寺的侏罗系裂缝性砂岩油田。1970年以来大规模开展鄂尔多斯盆地的勘探工作后证实，这里主要是河道砂岩发育的以岩性油藏为主的地区。另外，在中原、江汉、莺歌海等地出现一些盐岩和泥岩油气藏。近年来又在西北的准噶尔等盆地出现了大型逆掩断层带油气藏。

为了便于识别油气藏类型，以利开展勘探开发工作，这些分类中，以中国油气藏为主，也参用了世界其它地区的少数典型油气藏实例。按十大类分述如下：

油 气 藏 分 类

序号	分 类	亚 类	实 例
1	背斜油气藏	1 穹窿背斜油气藏 2 断裂背斜油气藏 3 逆牵引背斜油气藏 4 石灰岩背斜油气藏 5 盐拱背斜油气藏 6 泥拱背斜油气藏	萨尔图 喇嘛甸 欢喜岭 威远 文留 北部湾的油田
2	断块油气藏	1 简单多断块油气藏 2 复杂多断块油气藏 3 断阶油气藏 4 屋脊断块油气藏 5 高垒断块油气藏 6 夹缝断块油气藏 7 逆掩断块油气藏 8 单边断块油气藏	扶余 东辛 永安镇 港东 孤岛 海四井区 克拉玛依北缘 义和庄
3	地层油气藏	1 地层超复油气藏 2 地层不整合油气藏 3 地层尖灭油气藏 4 双边不整合油气藏 5 两侧超复油气藏 6 火成岩层油气藏	齐家 曙光 美国东德克萨斯油田 北三台 马岭 凤河营
4	古潜山油气藏	1 块状灰岩古潜山油气藏 2 古潜山内幕灰岩层油气藏 3 灰岩古潜山多层油气藏 4 不整合面古潜山油气藏 5 砂岩古潜山多层油气藏 6 花岗岩古潜山油气藏 7 玄武岩古潜山油气藏 8 礁块古潜山油气藏	任丘 南孟 河间 留路 哈利布特 (澳大利亚) 东胜 风化店 流花 11—1

序号	分 类	亚 类	实 例
5	岩性油气藏	1 砂层尖灭油气藏 2 凸镜体砂岩油气藏 3 砂岩物性变化油气藏 4 砾石锥油气藏 5 灰岩尖灭油气藏 6 灰岩物性变化油气藏	双河 牛庄 红井子 桐柏镇 周清庄 深河
6	裂缝油气藏	1 泥岩裂缝油气藏 2 砂岩裂缝油气藏 3 灰岩裂缝油气藏	油泉子 龙女寺 石油沟
7	刺穿油气藏	1 泥火山刺穿油气藏 2 盐丘刺穿油气藏 3 泥丘刺穿油气藏	苏联比比埃巴特 西德海伊得 美国
8	水动力油气藏	水动力油气藏	单北
9	向斜油气藏	1 气水例置油气藏 2 向斜中岩性油气藏	艾尔姆华士（加拿大） 渤南油田
10	沥青封闭油气藏	油水例置油气藏	曙光

3. 中国石油天然气的潜力

中国石油天然气的潜力很大，正处在向上发展阶段。这可从以下几个方面来论证：

第一、中国的石油潜力可与美国进行类比，无论从沉积岩面积、盆地构造、地质发展史，还是从油气藏类型等许多方面来看，中国有类似之处，既然美国已经过全盛时代，在830万平方公里沉积岩面积区，打井280多万口，找到160亿吨石油可采储量，其中已采出120多亿吨，还有预测的尚未发现的石油可采储量140亿吨。1970年最高年产油5.3亿吨，到现在年产油还维持在3.9亿吨，天然

气4000亿立方米。中国沉积岩面积为545万平方公里，才打井9万口，累计采出石油18.7亿吨，现在年产油1.37亿吨，天然气138亿立方米。因之潜力很大，这是宏观上的一个对比。

第二、中国开始勘探时间晚，累计打探井2.5万口，大致平均每200多平方公里打一口探井，勘探程度较高的地区只占全国沉积岩总面积的13%，刚刚开始勘探的盆地面积也只占20%，也就是说还有70%的地区有待进一步加强勘探。象塔里木这样面积56万平方公里的世界巨型盆地至今工作仍很少。

第三、中国广泛分布的陆相沉积，面积大，凹陷深，有机物丰富，地温梯度高，有利于油气转化。油层多、物性好，可高产。油气藏类型多种多样。

第四、中国广泛分布的古生代海相沉积，包括地面暴露地区和深埋在地下深处的地区，共计300万平方公里，是一个潜力巨大的后备层。

鉴于上述原因，我们对中国石油天然气潜力抱有十分乐观的态度，我国大陆架的油气资源量约占全国油气资源量的20~30%。因之，我们对中国石油工业的发展充满了信心。

二、中国东部太平洋沿岸地区含油气潜力

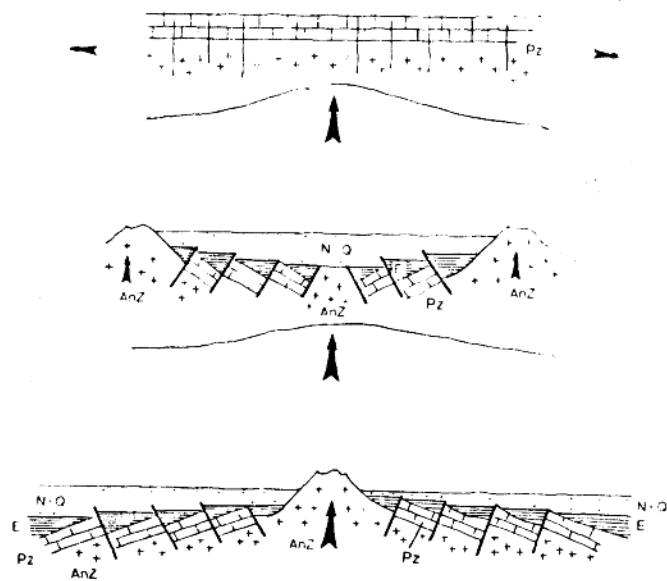
所谓中国东部太平洋沿岸地区，包括中国大陆的松辽盆地、渤海湾盆地以及江苏等盆地，还有沿海大陆架的渤海、南黄海、东海、珠江口等盆地。

中国1988年原油产量1.37亿吨之中，90%以上在中国东部，显示出中国东部的含油气远景及其在中国石油工业发展中的重要

性。

这一地区的范围，包括太平洋沿岸的陆地部分、浅海部分和大陆架部分三类地区组成。从辽河拗陷开始，经黄骅、济阳拗陷，到苏北盆地，一直到珠江口等地区，这是一个从第三纪沉积盆地为主的海陆相连的整体含油气大区。

从大地构造上讲，中国东部自中生代以来，由于太平洋板块向西俯冲，使陆壳产生一系列北北东方向的微型扩张。古生界和前古生界的地台产生块断破裂，以后发育有中生代断陷，拗陷型盆地。这类盆地一般经历了四个阶段。1. 中晚元古代（震旦亚代）为准地槽沉积发育阶段，沉积岩最厚 9150 米，是一套碳酸盐岩为主的地层。2. 中晚元古代（下寒武纪—中奥陶世）为地台沉积发育时期，沉积有厚度 1000—1500 米的以碳酸盐岩为主的地层，夹有少量泥岩。3. 晚古生代（中石炭世—二迭纪）为地台含煤建造发展时期，岩性有两部分，含煤建造厚度 200—400 米海陆交替相地层，二迭系本身为厚度 300—1500 米的砂泥岩互层。4. 中生代断陷与拗陷沉积时期，有过多次断陷拗陷过程。早侏罗世断陷期到晚侏罗世拗陷期，砂泥岩和火山岩，最厚达 10000 多米。早白垩世断陷期和晚白垩世拗陷期，火山岩和砂砾泥岩，最厚达近 10000 米。早第三纪断陷期到第四纪拗陷期，主要为砂泥岩，砂岩和生物灰岩，最大厚度也近 10000 米。这个地区地壳厚度一般为 20000—30000 米，这就形成了能够形成油气并聚积为众多油气田的雄厚的物质基础。这样巨厚的沉积物，填充在多种多样的裂谷断陷盆地中，形成多种类型的油气藏。从断陷—拗陷发展图和渤海湾盆地发展图可以清楚的看到中国东部构造演变过程。



渤海湾盆地和苏北盆地箕状凹陷形成机理图 (据李德生)

从沿海的陆上和海上的沉积盆地来看，基本上都是第三系的沉积为主要生油和含油层，部分为古生界石灰岩。而巨厚的中生界地层的含油气潜力还没有发挥。从中国主要含油气区含油气层系表中可以看出，就全中国而言，含油地层的地质年代几乎是包括了所有各时代的地层，但西部、中部、东部、南方、海域的侧重点不同。中国东部发现的油田数量最多，海上陆上合起来将近 200 个。

中国东部第三系盆地的特点是沉积岩厚度大，达 8000—10000 米，生油层厚度大，为 1000—1600 米，有机质含量丰富，达 1—2.25%，地温梯度高达 3.5—4.5℃/100 米，有利于有机质的转化。含油井段长达 500—1000 米。油层厚度 15—100 米，渗透率 500—10000×10³ 二次方微米，孔隙度 25—35%，油田储量大，单个油田地质储量不少在 1—3 亿吨，单位面积储量多，300—500 万吨/平方公里，原油单井产量也高，30—50 吨。

以山东济阳拗陷为例：该拗陷面积 3.5 万平方公里，广泛沉积了古生界和中新生界地层，全拗陷共有五个凹陷和七个凸起，共发现基岩落差 1000 米以上的断层 26 条。中新生界沉积岩厚度近万米，从第三系砂泥岩层为主，生油层厚度 1200—1900 米，有机碳含量 1.45—2.47%。储集层以砂岩为主，也有生物灰岩、石灰岩、白云岩、花岗岩和火山岩。圈闭类型多，以多断层背斜构造为主，也有地层不整合油藏、岩性油藏和古潜山油藏。目前一共发现 50 个油田。这个拗陷是 1962 年 9 月获得工业油流，1987 年原油产量达到 3350 万吨，是中国第二个大油区。不仅陆上有胜坨、孤岛、孤东等大油田，今年 9 月又在水深 3—10 米处发现了一个新的大油田—埕岛油田，石油地质储量超过 1 亿吨。将采用建人工岛的办法开

采。这个油田位于黄河入口处，距岸 5 公里，4 口井均见油层，并获油源，埕北 12 井油层厚度 81.2 米，探明面积 34 平方公里，这个油田的特点是面积大，含油层系多，储量丰富，产量高，油质好，自喷采油。

另外，近来在东部海域还发现一批面积大储量丰富的油田。

渤海的绥中 36—1 油田：1986 年发现，断层背斜油田，油层为第三系砂岩，油层深度 1300—1900 米，油层厚度 3—40 米，孔隙度 15—34%，渗透率最高 5000×10^3 二次方微米，原油比重 0.96，石油地质储量超过 1 亿吨，单井日产 93 方。

锦州 20—1 油田，靠近绥中 36—1，也在渤海之中，1986 年发现，背斜构造，油层为第三系砂岩和中生界石灰岩和火成岩，深度 1500—2400 米，油层厚度 3—96 米，孔隙度 2—30%，渗透率 $0.21 - 198 \times 10^3$ 二次方微米，储量巨大。

南海珠江口盆地的流花 11—1 油田，1987 年发现，背斜构造，第三系礁灰岩含油，深度 1100—1200 米，油层厚度 27 米，孔隙度 25%，原油比重 0.928，石油地质储量超过 2 亿吨，展示了这一地区的找油远景。

总之，中国东部，无论陆上和海上，不仅是当前中国找油的最有远景的地区，而且也是今后含油气潜力最大的地方，包括第三系、中生界和古生界巨厚的沉积岩层，广阔的海域，以及浅海地区。

三、中国海洋石油合作

中国海洋石油对外合作，是我国政府 1978 年以来实行对外开放的一项重大决策。1979 年已与美、英、法、日等国石油公司签订合

同，开始区域性地球物理勘探。1982年2月成立中国海洋石油总公司，正式开展大规模地对外合作。在将近十年的时间内，发展顺利。取得了巨大的成绩。

中国海洋对外合作，是在我们对大陆架基本情况不清楚的情况下开始的，因此首先从区域地球物理勘探入手，从1979年开始，有13个国家48家公司参加，共一年多时间，用1.09亿美元，完成11万公里地震剖面，在利用先进仪器采集大型电子计算机处理后，取得了丰富的地质资料，找到了400多个构造，展示了中国海洋的远大前景。

随后，以双边谈判方式签订了五个合同，这就是中日、中法在渤海湾与北部湾的合同。已取得良好效果。1982年进行第一轮招标，投标33个公司，评标结果与27家公司签订了18个合同，总面积将近4万平方公里。根据合同要在三年内打120多口探井，其中1984年要占50多口，一年之内用6.7亿美元投资。最近陆续在珠江口、莺歌海、北部湾、渤海湾都有不少新发现。

1984年11月——1985年1月进行第二轮招标，招标面积约为11万平方公里，共划分为11个区块，其中莺歌海东部面积1.3万平方公里，珠江口5.2万平方公里，南黄海4.2万平方公里。这次招标分为两批进行，结果每批都有20~30家公司投标。

中国政府今后对海洋的政策是多轮招标方式。到目前为止，海洋石油合作事业在不断发展，感兴趣的公司越来越多。资料多了，发现多了，吸引力大了，海洋石油合作将得到更大的发展。

到1987年11月，我国海洋石油对外合作取得巨大成就。通过两轮招标和双边谈判，已与美国、英国、法国、日本、意大利等72个

国家的45家石油公司共签订了37个石油合同和3个地球物理协议，外国石油公司共投入勘探开发资金21.7亿美元。已完成地震勘探总工作量为37.4万公里，共打预探井138口，评价井58口，共钻探138个构造，找到含油气构造34个，发现一批油田。

现在已投入开发的油田有中日渤海合作区的埕北油田和B2-28-1油田，以及中法在北部湾合作区的涠10-3油田。正在酝酿开发的有莺歌海崖13—1气田。另外，在我国海区尚有10个油田有待开发，其中渤海4个，珠江口4个，北部湾2个。这些油气田投产将大大提高海上原油产量。

我国渤海，是一个内海，面积7.7万平方公里，平均水深20米。从大地构造上讲，这是整个渤海湾含油气盆地的一个组成部分，其地质发育史是一个整体，只是第四纪下才沉为海。

这个地区是太平洋西海岸的裂谷盆地，基底为太古界一下元古界混合花岗岩组成。中上元古界为地台型沉积盖层，分布局限。下古生界为浅海相碳酸盐岩，大面积分布。寒武—奥陶系以白云岩为主，夹石灰岩。缺失上奥陶至下石炭统地层。中石炭统至下二迭统为灰色泥岩与砂岩互层，夹石灰岩、煤层，分布范围小。上二迭统为陆相紫红色砂岩为主。中新生代盆地进入发展阶段，有两个区域不整合面。中生代燕山运动使该区进入裂谷形成阶段，发生断陷，岩浆侵入并喷发，侏罗、白垩纪形成大面积巨厚覆盖层。早第三纪开始，断层活动加剧。

下第三系是渤海的主要生油和含油气层系，为浅湖和河流相沉积，在凹陷内多处形成冲积扇、水下扇和浊积体。还有生物灰岩等。下第三系生油层厚度累积可达3900米。储集层有砂岩、白云岩、

火山岩和碳酸盐岩四种。油气藏类型有：断鼻构造、披覆构造、滚动背斜、岩性和古潜山等五种。

这个地区从石油地质的角度讲，是十分有利的。

勘探工作是50年代开始的。1959—1964年进行1:100万的航空磁测与区域性地震大剖面。

1965—1972年继续进行重力与地震。1960年12月开始钻第一口海上探井，随后又钻12口探井，初步了解了沉积层与区域构造，共划分为四拗一隆共五个构造单元，并认识到下第三系是主要的含油层系。1973—1979年地震测线总长度达12万公里，大部分地区地震测线密度1×1公里。

1980年开始合作开发，同时合作勘探开发的外国公司有法国的埃尔夫—阿奎坦公司以及日本的石油公团。

埃尔夫—阿奎坦公司在渤东构造带打井3口，因成果不理想而于1984年5月停止工作。

日本石油公团在渤海西南于1980年5月24日签定合作合同，第一阶段到1987年6月9日期满，共完成地震2.6万公里，打井35口。在此期间，发现一批油田，包括BZ28-1、BZ34-1、BZ36-1等等。这个合同将于1990年6月终止。这些油田的油层有砂岩、石灰岩、白云岩等，取得良好成绩。这个合同区原先面积25500平方公里，第一阶段完成后退还了一大部分，现在只剩2549平方公里。

与此同时，还与日本公司合作开发埕北油田，这是一个稠油油田，油层为第三系砂岩，深度1680米，油层厚度13.6米。有50口油井，平均单井日产17.8吨，原油比重0.955，1987年产油40万吨。

据1989年1月3日宣布：我国开始第三轮海洋石油招标。

中国海洋石油总公司宣布：海洋石油第三轮招标今天开始。总公司已向购买了招标海区物探资料的外国公司以及已表明有投标志愿的外国公司发送了第三轮招标“通知书”和有关文件。预计这一轮招标将会推进我国海洋合作事业的发展。

总之，中国的未勘探地区还很广阔，无论陆上和海上，找油前景很大。中国与外国公司合作勘探开发也将逐步发展。