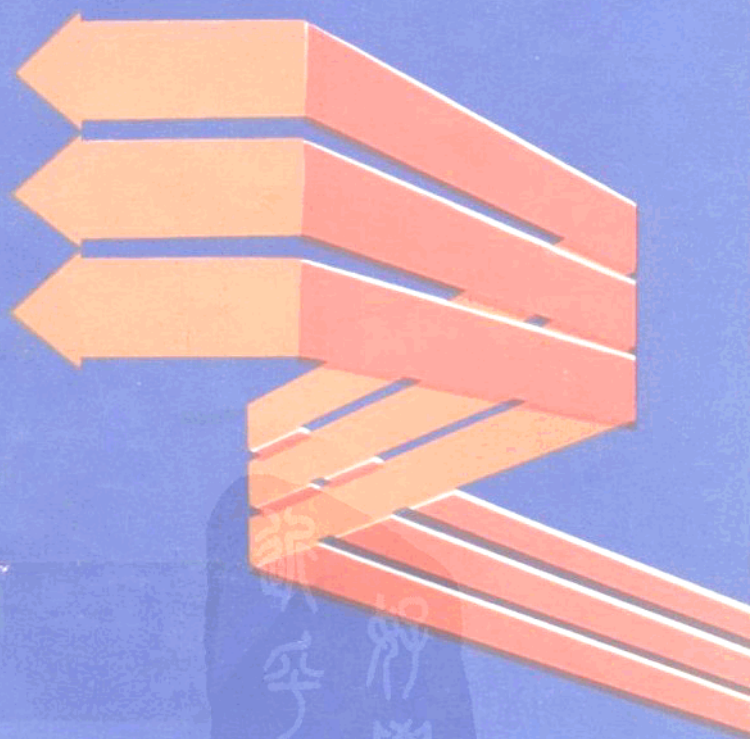


深层油气藏的形成与分布

[苏]С. П. 马克西莫夫 等



石油工业出版社

数字图书馆
PDG

目 录

前 言	(1)
第一章 深层油气藏分布的基本规律	(3)
一、超过4000m深度的含油气盆地和含油气大区的类型	(3)
二、深层油气藏的地层分布	(104)
第二章 深层的含油气标准	(112)
一、深层油气藏形成的大地构造条件	(112)
二、深层油气圈闭的形态和成因类型	(129)
三、深层的储集体和流体封隔体	(138)
四、深层的油气生成岩	(163)
第三章 深层油气藏的形成	(197)
一、构造作用和沉积作用稳定期和活跃期在深坳陷的油气生成和聚集中的作用	(197)
二、深层烃的相态和沉积盖层中工业含油气性的下限	(199)
三、深层石油和凝析油的破坏作用	(217)
四、按分异聚集原理深层油藏、凝析气藏和气的形成	(229)
五、凝析气藏形成中的反凝析现象	(245)
六、深层独立烃系统的形成	(250)
七、深层油气藏形成的时间	(251)
第四章 对苏联深层含油气性的预测	(255)
结束语	(279)
参考文献	(281)

前 言

世界上许多国家在超过4000m的深度已发现油气聚集带。对沉积盖层深层的研究已修正了人们对某些地区地质构造的认识,使人们用新的观点来研究深部构造单元和过渡性岩系的形成机理。在深部已肯定存在着控制油气聚集带的一级大型正向构造。根据对油气藏纵向分布的更加充分的研究,进一步证实了油气垂向分带的基本原理。根据在较大的温度和压力变化范围内,对分散有机物质深成变化的研究,以及对油气生成的物理化学过程的认识,大多数研究者得出这样的结论:油气生成过程具有脉冲的特点,其生成和迁移过程在地层剖面上曾不止一次发生。

在超过6 km深度,不仅在裂隙型,而且在孔隙型高容积性和高渗透性岩石中均发现油气藏,在这种发现以后,关于形成各种类型储集体的认识有了很大变化。查明了地层异常高压的性质及其对岩石孔隙空间的保存和微裂隙形成的影响,查明了地层异常高压参与了分散有机物质、石油、天然气和凝析气的改造作用。

但是,阐述深层油气藏形成过程的肯定方面并不意味着4000~8000m深度段具备油气藏形成的最佳条件。正如在4000m以内的情况一样,在深层由于每个具体地区构造发展的特点而可能造成圈闭、储集体、流体封隔体和油气源岩等缺失的不利条件,因此,采用对比法来论证深层含油气远景经常会导致严重的失误。综合分析有关深层油气藏分布的现有实际资料,研究已发现油气藏的形成问题具有重大的理论和实际意义。研究高温高压条件下油气藏的形成、油气的聚集和保存将会扩大和证实关于油气生成

①对非科学技术方面的内容做了删节——译者。

和聚集过程的总认识，同时，油气藏形成理论的基本原理也将在研究深层时经受“考验”。这将进一步促进在未勘探区油气藏勘探理论基础的完善。

世界上对深层油气藏分布的问题已进行了许多研究，但是一般均综合分析苏、美两国的资料，而现在其他地区，如西欧、澳大利亚、中美和南美等也都具有研究结果，有必要从统一的成因观点对世界上普查勘探工作提供的实际资料加以综合分析。过去主要注意研究4~8 km深度段油气藏的分布，而对油气藏形成问题很少注意，作者试图弥补这一空白。

书内采用含油气大区(провинция)作为苏联油气地质分区的基础(根据С.П. 马克西莫夫, Г.Х. 基肯什特等), 采用含油气盆地作为其他国家的油气地质分区基础(根据К. 伯卡和И.В. 维索茨基^[2], В.И. 维索茨基, А.Н. 古谢娃^[25]等)。

在研究深层油藏、凝析气藏和气藏形成条件时，我们综合考查了在含油气盆地和含油气区不同地质发展阶段中，油气生成强度、储集体和流体封隔体变化特征，以及油气聚集、保存特点的各种准则：岩性-地层，大地构造，地球化学，水文地质等。对大油气田，还研究了其形成时间，烃组分特点和水文地质特征。

可以认为，已建立了油气藏形成理论的基本原理，但仍然还有许多有争论和未决的问题，因此这些基本原理有待于实际资料的积累而加以不断地修正。

第一章 深层油气藏分布的基本规律

一、超过4000m深度的含油气盆地和含油气大区的类型

目前在世界的陆地和水域证明有199个盆地和大区具有工业性油气产量，其中只有57个盆地和大区(即三分之一的盆地和大区)确定在大于4000m深度具有工业含油气性。尽管深层钻井的区域在增加，但沉积盖层下部的研究程度仍然很低，深层的远景尚未最终查明。

根据现有资料，在某种程度上可以确定各类型含油气盆地和大区中，在4~8km深度，油气藏空间分布的一般规律和局部规律，确定其分布的地层范围，结合其他重要的远景评价准则，可预测在大于4000m深层发现大油气田的可能性。

阐明巨厚(达25km)沉积盖层的含油气盆地的深拗陷性质对可靠地预测深层含油气远景具有特殊意义。根据此问题的研究可阐明盆地的大地构造类型，正确地再塑其地质发展史和构造层之间的关系，揭示剖面上缺失某些地层的原因，确定与油气聚集带有关的区域隆起的形成机理和时间等。

在地球的所有五大洲均发现在深层具有含油气工业价值的盆地和区域。在深层含油气的57个盆地中，有27个盆地在欧亚大陆，10个盆地在北美大陆，11个盆地在南美大陆，3个盆地在非洲大陆，6个盆地在澳大利亚和新西兰。

在这五大洲有六个古地台区：东欧地台，西伯利亚地台，北美地台，撒哈拉-阿拉伯地台，南美地台和澳洲地台。在这些地

台区均发现在深层具有工业性含油气价值的盆地^①：在北美地台有 6 个盆地，在东欧地台有 4 个盆地，在南美地台有 4 个盆地，在澳洲地台有 5 个盆地，在撒哈拉-阿拉伯地台有 2 个盆地。这些盆地的远景面积(10^4km^2)相应为：387, 285, 195, 104 和 534；这些盆地深层的总面积为 $725 \times 10^4\text{km}^2$ ，占这些盆地总面积的 48.2%。这些盆地的沉积岩体积(包括深层)如下(10^6km^3)：波斯湾盆地 18，北美地台区 11.3，东欧地台区 10.3，撒哈拉-阿拉伯地台区 9.5，南美地台区 8.6，澳洲地台区 3.6^[2]。

东欧地台，北美地台和深层有远景的西伯利亚老地台属于北方型(劳亚型)地台。东欧地台和北美地台的特点是在显生宙各阶段均稳定下降。在东欧地台区，地壳硬结时间为 $16.50 \times 10^{12}\text{a}$ ，北美地台区为 $13.50 \times 10^{12}\text{a}$ ，西伯利亚地台区为 $20 \times 10^{12}\text{a}$ ，即沉积盖层的形成开始于早-中里菲纪(晚元古代)和中元古代^[37]。

东欧地台的最大下降速度是在二叠纪(100m/Ma ^②)，石炭纪(90m/Ma)和泥盆纪(120m/Ma)。北美地台也具有类似的下降强度，其最大沉积速度是在二叠纪(98m/Ma)，石炭纪(90m/Ma)，其次是在寒武纪和奥陶纪(达 40m/Ma)。这些地台的大多数沉降区具有古生代地层剖面比较完全的特点，并反映在古生界深层广泛含油气(图 1)。

另一类地台属于南方型(冈瓦纳型)地台，其特点是大地构造运动方式不稳定，其地壳硬结时间较晚(晚元古代—早寒武世)，典型代表是澳洲地台和南美地台^[39]。这些地台上盆地的特点是古生代地层剖面减薄。北美地台的盆地中，古生界，中生界和新生界总厚度的关系是 8 : 3 : 1，而在南美地台则相应为 1 : 2.5 : 3。在南美地台尚未发现比寒武系更老的沉积层。图 1 中反映显生宙各阶段盆地下降速度的曲线，表明下降最大和最小速度相间

①西伯利亚地台区包括三个含油气区，均在 4000m 以下发现油气流，其工业价值尚未进行评估。

②Ma 为百万年。

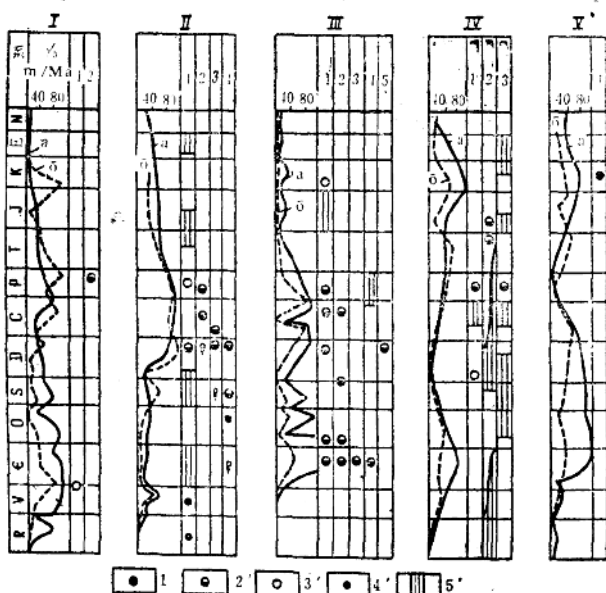


图1 在老地台超过4000m深度油气的分布

I—西伯利亚地台；含油气大区：1—勒拿-通古斯；2—勒拿-维柳伊；
 II—东欧地台；含油气大区：1—伏尔加-乌拉尔；2—滨里海；3—第聂伯-普里皮亚特；4—蒂曼-伯朝拉；III—北美地台；含油气盆地：1—二叠纪盆地；
 2—西内部盆地；3—阿巴拉契亚盆地；4—维利斯顿；5—斯沃德鲁普和西加拿大；IV—澳洲地台；含油气盆地：1—澳大利亚东内盆地；2—佩思盆地；3—博纳帕特湾盆地；V—撒哈拉-阿拉伯地台的撒哈拉部分：1—撒哈拉-东地中海盆地。a—最大下降速度，m/Ma；6—基岩分布面积，%（100%—盆地或大区的总面积）。油气藏：1'—油藏；2'—油-气藏和油-凝析气藏；3'—气藏和凝析气藏；4'—油气显示；5'—无沉积

交替出现，从古生代到新生代，下降速度增加。不稳定地台的最大下降速度为60m/Ma，而稳定地台为1.720m/Ma^①。

①原文为1:720m/Ma，可能有误——译者。

撒哈拉-阿拉伯地台包括两个巨型含油气盆地,其沉积岩体积超过老地台上述所有盆地沉积岩体积的总和,并且具有南方型和北方型地台的特征。它的基底早期硬结,在整个显生宙强烈下降,古生界、中生界和新生界厚度比为1:1.3:1.3;强烈下降延续到中生代和新生代。

在老地台的大于4000m 深层已发现401个油气藏(表1)。

表1 老地台深层的含油气特征

盆地或区	—4 km等高 线范围的远景 面积 10^4km^2	产层深度超 过4 km 的 油气田数	超过4 km深度 的勘探程度 口井/ 10^3km^2	产层最大 深度 m
第聂伯-普里皮亚特	6.9	84	14	5850
伏尔加-乌拉尔	22.2	6	0.2	5400
滨里海	54.3	11	0.64	5000
蒂受-伯朝拉	28.8	5	0.3	5629
勒拿-通古斯	92.8	1		4096
勒拿-维柳伊	46.6	1	0.1	4169
叶尼塞-哈坦加	—	1		4501
西加拿大	47.2	3	0.1	5230
二叠纪盆地	2.3	128	163	7955
西内部盆地	3.0	94	139	8088
维利斯顿盆地	2.2	8	6.5	4500
阿巴拉契亚	15.0	1	0.2	4200
斯沃德鲁普		2	—	—
上亚马逊	22.0	2	—	4200
安底斯山前中部盆地	29.7	9	—	5214
奥里诺科	3.6	8	—	5190
巴里纳斯-阿普雷	2.5	3	—	4150
撒哈拉-东地中海	82.0	3	—	4500
波斯湾	268.4	22	0.14	6000
阿拉斯加北坡	49.0	3	—	4860
澳大利亚东内盆地	0.4	1	—	4200
博纳帕特湾	4.0	1	—	4352
布劳斯	2.0	2	—	4400
旁遮普	1.2	2	—	4400
总 计	786.1	401	—	

老地台的盆地具各种不同的地质构造和发展史。这些盆地可能属于内克拉通盆地，在这些盆地中裂谷阶段和台向斜阶段出现在盆地不同发育阶段，具有不同的发育程度。不是所有的盆地都具有地台构造回返发育阶段。有的拗陷区是在边缘拗陷上叠加了广阔的台向斜，还有的盆地是地台单斜或老的边缘带被新的边缘拗陷所复杂化。这类盆地是勘探深层油气藏特别有利的地区。在超过4000m深度仅发现少量油气的只有一个盆地，它属于地台型盆地，是同沉积发育的台向斜，但其中部内部尚未研究清楚，不排除其深部属于裂谷构造的可能性。如果这一点被证实，则其深层发现大量油气的可能性是存在的。

具有巨厚沉积拗陷的大多数区域以其过渡型地壳为特征，花岗岩层减薄，地壳厚度达20~35km。

西内部盆地：是北美地台中含油气的内部深拗陷的典型代表，具有前寒武纪褶皱基底，表现为裂谷成因，其深层的研究程度高，-4 km等高线的圈闭面积为 $3 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，研究程度为139口井/ 10^3 km^2 ，而5500m深度的研究较少(8口井/ 10^3 km^2)。盆地的主要构造单元是：中堪萨斯隆起，塞米诺尔和尼马哈隆起，道奇城拗陷，萨利纳拗陷，林城拗陷，狭窄的阿纳达科深拗陷及其东南倾没部分——阿德莫尔拗陷。阿纳达科拗陷的基底顶面的深度可达18km(图2)，是深层勘探工作集中的地方；超过4 km深度的深层沉积岩体积为 594 km^3 。在前寒武纪晚期至早寒武世，阿纳达科拗陷是早古生代形成的原始大西洋的一个裂谷或三联裂谷(тройное сочленение)的一个支裂谷^[42]。最老的岩石是在边缘阿巴克尔隆起上的前寒武纪花岗岩，花岗闪长岩和闪长片麻岩。

元古代至早寒武世岩层称为提尔曼群，是由变质的杂砂岩、泥岩、石英质和砂质岩组成，这些岩石的变质作用可能是在区域发展较晚阶段火成岩岩床和岩脉侵入所造成。这时期正是阿纳达科和阿德莫尔拗陷形成的早期裂谷阶段，这两个拗陷此时曾为一个统一的构造。

晚寒武世沉积了底砂岩(雷甘组)。从此裂谷阶段结束，开始

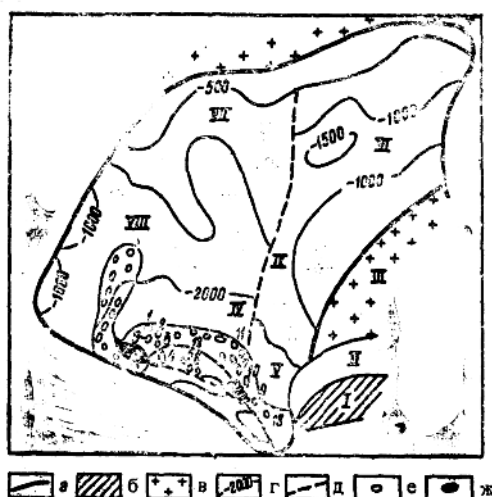


图2 在西内部盆地大于4 km深度的油气田分布图

а—盆地边界；б—古生代褶皱地层；в—出露地表的或在较薄沉积盖层之下的前寒武纪基底；г—基底顶面等高线，m；д—断层；e—气藏和凝析气藏；ж—油藏 构造单元：I—沃希托褶皱隆起；II—阿科马拗陷；III—奥扎克穹状隆起；IV—阿纳达科拗陷；V—阿巴克尔隆起；VI—林城拗陷；VII—中堪萨斯隆起；VIII—道奇城拗陷；IX—尼马哈隆起 油气田：1—马塞斯-朗奇；2—布法洛-埃洛；3—盖日奈溪；4—米尔兹-朗奇；5—西麦菲尔-德；6—埃尔城；7—塞门特；8—奥启塔溪；9—卡特尔-霍克；10—卡斯特尔城；11—普特纳姆；12—塔尔-朗奇；13—奇特伍德-阿列克

新的区域发展阶段——台向斜。在此时期 沉积了晚寒武-早奥陶世阿巴克尔组碳酸盐岩，其厚度向东南方向增加，并在沃希托逆掩断层带中尖灭。

中-上奥陶统的辛普森组由绿色泥岩、砂岩和石灰岩组成，显示沉积环境已有明显变化。

往上为上奥陶统的比奥拉石灰岩，西尔万薄层页岩和志留系亨顿组石灰岩，白云岩和泥灰质页岩，再往上为伍德福德组泥

岩。伍德福德组厚度在阿纳达科坳陷和陆棚区大致相同，这说明阿纳达科坳拉槽与其相邻的地台的其他区有相同的下降速度。富含有机质的伍德福德组与其上覆的密西西比系表明沉积环境由浅海相变为深海相。在阿纳达科坳陷，密西西比系厚1650m，而在陆棚区仅150m，即在密西西比期产生了相应于阿纳达科坳陷的裂谷活化过程〔42〕。

西内部盆地的现代构造格局奠定于宾夕法尼亚纪，这时发生强烈变形运动，阿纳达科坳陷轴线发生偏移。莫若期和狄莫期的造山运动（早宾夕法尼亚世）造成裂谷中部沃希托-阿马里洛块断地垒的形成。沿着前缘的正断层带（断距9 km）下伏的古生代地层发生位移，并在阿拉达科坳陷形成许多大的背斜构造。

在较晚的回返阶段（晚宾夕法尼亚世）形成了阿巴克尔隆起，而在邻区形成阿德莫尔坳陷。同时也形成了沃希托逆掩带和沃希托-阿马里洛褶皱带，根据P. 韦伯斯特（1980年）的看法，它们的形成是晚古生代北美和南美大陆碰撞的结果。目前对沃希托和阿巴克尔地区造山运动产生的机理还未取得一致看法。近几年从水平运动观点来解释本区造山带和坳陷的形成很符合逻辑。在这种格局下应当能追踪到侧向表层位移，但实际上基本未见到这种情况，这就是关于造山带形成机理存在其他解释的原因。根据B. E. 赫姆的资料，沃希托褶皱带形成于早寒武世，以后随之发生辉长岩和花岗岩的侵入。此块断隆起带的硬化持续进行在整个古生代。此隆起带的存在使沉积中心向北移到阿纳达科坳陷，在早古生代此坳陷呈地堑形式下降。

在宾夕法尼亚纪末—二叠纪初，阿纳达科和阿德莫尔坳陷仍然是下降区，在阿纳达科坳陷宾夕法尼亚系下沉深达4.5 km，二叠系下降2.1 km。根据B. E. 赫姆的资料，在阿德莫尔坳陷二叠系和宾夕法尼亚系上部大部被剥蚀。

造山期后的二叠纪地层主要由红色碎屑岩和广扩陆表海中沉积的蒸发岩所组成。从二叠纪开始，西内部盆地的构造运动减弱，但在本区东南部发现有厚度不大的下白垩统，说明白垩纪浅

海覆盖了老坳拉槽。

因此，可以将西内部盆地的地质构造发展史分为以下几个主要阶段：

(1) 裂谷阶段，从晚元古代到早寒武世；

(2) 台向斜阶段，从晚寒武世到早密西西比世，包括在晚寒武世到泥盆纪末海相碳酸盐岩的沉积；

(3) 下降作用的活化和回返期(坳拉槽回返期)，从密西西比纪到宾夕法尼亚纪末；

(4) 活动性很小的台向斜阶段，从二叠纪到白垩纪，形成红层和在陆表海形成厚度不大的蒸发岩。

盆地的上述发展特点决定了深层的含油气特征，即在4~8 km深度段，从宾夕法尼亚系(晚石炭世)到阿巴克尔组(寒武-奥陶纪)的广泛地层范围内均发现油气藏。在典型海相碳酸盐岩和碎屑岩以及边缘坳陷型地层中均发现油气藏。尽管4~5.5 km深度的深层研究程度已相当高，阿纳达科坳陷大部分地层剖面还未被钻井揭示(在超过4 km深度，只有1%的沉积岩体积经过了钻探)，其深层天然气探明储量达 $810 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，而预测储量为 $2.4 \sim 5.4 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。

二叠纪盆地：在大地构造和地质发育史方面，此盆地类似西内部盆地(图3)。在二叠纪盆地所发现的深层油气田和油气藏数目(128个)是老地台中最多的。И. В. 维索茨基将二叠纪盆地归类为同沉积的地台内部台向斜。近几年深井和超深井资料说明该盆地的地质构造和地质发育史比较复杂。在初期发展阶段(晚元古代至晚寒武世)，盆地按裂谷构造方式发育，以后是盆地的台向斜发育阶段和回返阶段。

盆地最深部位是特拉华坳陷和瓦尔沃德坳陷，其中的沉积岩厚度可达12 km(图3)。在晚元古代至晚寒武世，这两个坳陷是前寒武纪超级大陆的组成部分，此超级大陆的南缘处于原始大西洋水下(即南美和北美洲之间)。两坳陷曾以转换断层为界^[42]。在前寒武至早古生代构造运动期，从晚寒武世至早宾夕法尼亚世

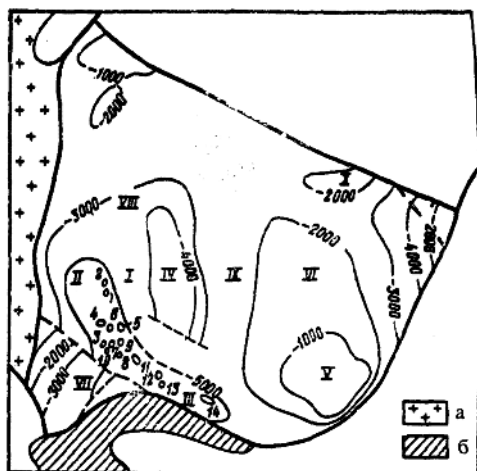


图3 二叠纪含油气盆地中, 大于4 km深层的油气田分布图

a—前寒武纪基底; b—海西褶皱带出露地表或在小厚度沉积盖层之下, 其他图例见图2所示

构造单元: I—中央台地; II—特拉华拗陷; III—瓦尔沃德拗陷; IV—米德兰拗陷; V—拉诺基底隆起; VI—本德穹状隆起; VII—马尔法拗陷; VIII—西北单斜陆棚; IX—东部单斜陆棚; X—红河隆起

超过4 km深层的油气田: 1—安提洛帕-里奇; 2—阿雷纳-罗哈; 3—托罗; 4—米瓦依达; 5—洛克霍奇; 6—罗达-沃尔克尔; 7—巴尔斯托依; 8—林特尔纳; 9—考耶诺萨; 10—罗哈-卡巴洛斯; 11—戈麦兹; 12—普盖特; 13—格列朗奇

发生裂谷运动, 这时特拉华拗陷, 瓦尔沃德拗陷和德维尔斯河拗陷开始部分地向南倾没, 此后开始了构造活动平静期。在平静期沉积了硅质的滨岸碳酸盐岩(埃伦伯格组, 相当于西内部盆地的阿巴克尔组)。在早奥陶世末有一大的沉积间断, 但在拗陷中仍有厚达900m的奥陶系。在志留纪至泥盆纪盆地范围保持不变, 并在滞流环境下沉积了泥盆纪至密西西比纪伍德福德组页岩。在晚密西西比世至早宾夕法尼亚世, 特拉华拗陷和瓦尔沃德拗陷的南部

和中部抬升，仅在坳陷北部有厚度不大的宾夕法尼亚系。从晚寒武世到早宾夕法尼亚世，这两个坳陷尚未分离。只有在中-晚宾夕法尼亚世，它们才变成德维尔斯河隆起和沃希托隆起的边缘坳陷。在早二叠世沃希托隆起的推覆体抬升和突出最明显。

根据P. 韦伯斯特(1980年)的资料，沃希托和德维尔斯河隆起是北美和南美地台相碰撞而形成。K. 尼科尔斯和B. 罗泽达尔认为德维尔斯河隆起是一个屏障，它阻止了瓦尔沃德坳陷的碳酸盐-硅质岩免遭挤压，这是许多边缘盆地的一个特点。

在二叠纪强烈下降的特拉华和瓦尔沃德坳陷中沉积了狼营组碎屑岩，几乎是整合地埋藏在宾夕法尼亚系之上。在瓦尔沃德坳陷，宾夕法尼亚至二叠系厚度达5000m，坳陷东南界是延伸长121km和断距达3000m的古生代深大断裂。

在特拉华和瓦尔沃德坳陷中，上二叠统连续沉积在下二叠统之上，无沉积间断。在整个二叠纪，沃希托-马拉松褶皱带的构造活动是造陆运动和剥蚀作用。三叠系至白垩系的中生界厚度不大，分布不广。

因此，二叠纪含油气盆地的主要发展阶段如下：

- (1) 裂谷阶段，晚元古代至早-中寒武世；
- (2) 台向斜阶段，晚寒武世一早宾夕法尼亚世；
- (3) 回返阶段或分异阶段，中宾夕法尼亚世至二叠纪。

二叠纪盆地与西内部盆地的不同点在于前者深层的二叠系也含油气，而且大于4~5km深度的埃伦伯格组(寒武-奥陶系)中发现的油气藏更多。

二叠纪盆地-4km等高线圈闭的远景面积为 $2.3 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，其研究程度为163口井/ 10^3 km^2 。5.5km和更深地层的的研究程度为9口井/ 10^3 km^2 。大于4.5km深度的天然气探明储量为 $1.3 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ，远景储量为 $2.9 \times 10^3 \text{ m}^3$ ，资源开发程度接近50%。

第聂伯-普里皮亚特含油气大区：它是东欧地台的一个内部盆地，盆地中部就相当于第聂伯-普里皮亚特拗拉槽(图4)。

B. Г. 邦达尔丘克等认为：第聂伯-顿涅茨盆地(位于此含油



图4 第聂伯-普里皮亚特含油气区大于4 km深层的油气田分布图

a—乌克兰地质结晶岩露头, б—顿巴斯褶皱带; в—造成地堑的正断层; г—基底面等高线, м; д—断层; е—油藏; ж—气藏和凝析气藏

油气田: 1—阿尔丘霍夫; 2—阿纳斯塔西也夫; 3—盖加奇斯, 4—提莫菲耶夫; 5—科捷列夫; 6—科齐耶夫; 7—别列佐夫; 8—斯捷波夫; 9—沃洛霍夫; 10—奥泽梁; 11—卢泽科夫; 12—别洛乌索夫; 13—瓦西里耶夫; 14—苏姆斯克; 15—克宁斯克-克拉斯诺明斯克; 16—哈尔科夫采夫; 17—雅布卢诺夫; 18—科舍沃依; 19—索洛霍夫; 20—奥波什梁; 21—戈戈列夫; 22—谢苗佐夫; 23—阿巴佐夫; 24—东波尔塔夫; 25—马舍夫; 26—尼科拉耶夫; 27—波加托依

气大区东部——译者)是一个次地槽, 盆地中部是潜伏的贝加尔褶皱系发育区。他们认为顿涅茨中央深大断裂是一个右旋的平移断裂带。在这个次地槽中, 发生地壳块体的水平位移, 同时又有来自南北方向的挤压, 这就是深拗陷带的成因。在深拗陷带中央部分发育了克拉通外地壳, 而在褶皱边缘带发育了典型大陆地壳。在拗陷最深部位地壳厚度减小到15~20km(消减型地壳)。

此拗拉槽总长2000km。根据地球物理资料, 在东面拗拉槽以里海北部的横断层为界。此大型构造的东部(顿巴斯和卡尔宾斯基大长垣)的地质发展史完全不同于西部(即第聂伯-普里皮亚特拗拉槽本身)。在石炭纪(特别是中石炭世)东部以强烈下降为特征, 造成巨厚的石炭系(8 km 或更厚), 形成冒地槽。石炭纪以大规模回返运动和海西造山运动的褶皱而结束。因此, 顿巴斯和卡尔宾斯基大长垣被认为是苏联南方广大海西褶皱系边缘带的

构造。

第聂伯-普里皮亚特拗拉槽的特点是在石炭纪下降程度小得多, 泥盆系剖面不同, 回返运动规模比顿巴斯褶皱带小, 没有顿涅茨型褶皱。正是这些特点可以解释第聂伯-普里皮亚特拗拉槽范围内, 古生界具有的区域含油气性和顿巴斯和卡尔宾斯基大长垣古生界基本上无含油气远景。将第聂伯-普里皮亚特拗拉槽归属于老东欧地台也清楚地表示了此广泛拗拉槽东部和西部的差别。因此, 仅从构造观点来看, 应当在统一的普里皮亚特-第聂伯-顿涅茨拗拉槽中划分出它的西部(即第聂伯-普里皮亚特拗拉槽), 就是第聂伯-普里皮亚特含油气大区。

第聂伯-普里皮亚特拗拉槽延伸长 1000km, 宽 75~130km。它的地质发展史可分为几个阶段。初期阶段是裂谷形成阶段, 沉积了厚达 5~10km 厚的里菲系(相当于震旦系——译者)。根据 B. B. 索洛古布(1979年, 1980年)的地球物理资料解释, 裂谷宽度比泥盆纪地堑小 $1/3 \sim 1/2$ 。前泥盆纪地层仅在普里皮亚特拗陷西北部井下见到, 并完全可能与沃雷诺-奥尔桑古拗陷相一致, 这个古拗陷沿普里皮亚特拗陷边缘, 从西南向东北延伸。在普里皮亚特拗陷其他地区, 正如在第聂伯地堑西北部一样, 前里菲纪基底被泥盆系所覆盖, 在第聂伯地堑西北部泥盆系埋深 4~4.5km, 在其东南部沉积盖层最厚达 16~17km, 钻井只打到下石炭统和泥盆系。

在第聂伯地堑, 基底地形可分为三个带: 北部边缘带, 南部边缘带和中央地堑。在边缘带基底面呈单斜产状, 深达 3~4 km, 地层从韦宪阶(C_1)上部开始。本书不讨论边缘带。拗拉槽的第聂伯地区以后称为第聂伯地堑, 普里皮亚特地区称为普里皮亚特地堑。

第聂伯地堑中划分出的边缘带, 在普里皮亚特地堑实际上不存在或者说其宽度极小。

第聂伯-普里皮亚特拗拉槽与其边缘带的交界带被大断裂系统复杂化, 此断裂系统称边缘断裂带, 是由正断层、逆断层和其他

断层组成的断裂带。边缘断裂贯穿全区构造单元，呈北西总走向，但走向多次改变，在普里皮亚特地堑变为东西走向。第聂伯-普里皮亚特拗拉槽的基底表层结构复杂。在普里皮亚特地堑，基底表层为沿盆地走向展布的构造阶地系统，阶地之间为断距 $2\sim 3\text{km}$ 的断层所分隔，从而形成基底的延伸形断块，如列奇次科-维桑斯克断块等。基底面最大深度 $5.5\sim 6\text{km}$ 。普里皮亚特地堑和第聂伯地堑之间是一大型隆起——契尔尼戈夫-布拉金隆起，它是第聂伯-普里皮亚特拗拉槽系统中抬升最高的部分，隆起区基底深度为 $1\sim 2\text{km}$ ，在西北部倾没深达 3km ，再往西北方向隆起可能被一个断层复杂化，并在此隆起和边缘断裂带之间造成一个较狭窄的深拗陷带。

在第聂伯地堑东南最边部，基底埋深达 $16\sim 17\text{km}$ 。在地堑边缘带有一些纵向凸起和凹陷。在地堑中央带有一科舍列夫凸起($50\times 30\text{km}$)，其基底深 $4\sim 4.5\text{km}$ 。在此带的东南方向，基底面主要发育的是凹陷：涅仁斯克、德斯良斯克、伊奇尼亚和波尔塔夫等凹陷，其基底深度依次从 $5\sim 6\text{km}$ 至 $7\sim 12\text{km}$ 以上，还有包括斯列布涅和柳捷科夫凹陷的中部拗陷。凹陷和拗陷的规模很大，长 $100\sim 120\text{km}$ ，宽 $30\sim 50\text{km}$ 。除了凹陷及其间的鞍部外，还可能存在比科舍列夫凸起更低的凸起。Ю. А. 阿尔西里等人的资料可证明此点。他们认为，在第聂伯地堑范围，基底具块断结构和一系列凸起(布鲁西洛夫-科舍列夫，普利斯科夫-雷索哥尔，利波沃多林等)和凹陷(斯列布涅，柳捷科夫，楚托夫等)。凸起和凹陷之间高差可达 $1\sim 2\text{km}$ 。凸起和凹陷呈北西向延伸。

因此，第聂伯-普里皮亚特拗拉槽基底表层构造具有如下特点：

(1) 普里皮亚特地堑和第聂伯地堑的基底表层构造不相同；在普里皮亚特地堑基底主要是被断层分隔的纵向构造阶地，而在第聂伯地堑基底主要是一些凸起和凹陷；

(2) 第聂伯地堑的中央带倾没最深，基底深度西北浅，东南