



洋地质调查

世界区域油气分布规律

地质部海洋地质调查局科技情报资料室

一九八〇年十一月

前 言

当前业已积累了关于世界许多地区含油气性的大量实际资料，并在这些地区范围内很好地研究了它们各个方面的问题。对地区之间含油气性的比较分析，特别是全球规模的比较分析，则进行得很少。在一系列包含了世界性资料的著作中，一些具体地区之间的对比或者未见提及，或者仅对地区的含油气性进行了简略的叙述。在其它著作中，虽然进行了对比性分析，但涉及到的或者是含油气性的个别方面，或者是个别的地质构造要素，或者，一些材料局限于有限数量的地区。仅仅在М.К.Калинко的著作中，在足够代表性数量的地区中进行了对比性分析，同时研究了它们含油气性的各个方面。但是М.К.Калинко的书是在1964年问世的，在过去这些年代里，又获得了大量实际资料，大大增加了世界上经过充分调查的地区数量，扩大和加深了我们对油气生成和聚集过程的认识。所以，我们认为，对世界很多地区含油气性重新进行多方面的综合对比分析的条件已经成熟了。这种对比分析应当引伸到研究含油气区类型的新水平上来，以便在地壳中划分具有油气生成、聚集和保存过程相似方向性以及具有近似含油气特点的地段。这种分类使得我们有可能划分标准地区，与这些标准地区进行对照，可有助于对研究较差的地区的含油气远景进行较客观的定性和定量评价。

本文旨在对世界很多地区的含油气特点进行这种对比分析的尝试。应当指出，在进行全球性资料分析时，不可能停留在具有不同含油气特征地区的这样或那样的局部性和具体性问题上。在这种资料对比中，特别是在以分类为目的时，不可避免地要有些简化的情况并在强调含油气区现时特征时有些扩大。

本文主要研究对象是区域，在大部分情况下是指沉积岩分布的盆地，同时也涉及从构造上包括部分地台和山前拗陷的不均质盆地。在这种情况下，一方面把区域理解为沉积盆地的地台部分和山前拗陷的外翼（对它们来说，保留了盆地的称呼），另一方面，包括了其中的褶皱翼部（称之为拗陷）。这种划分往往引起下述情况，即一般所指出的盆地的一些部分既在地质发展史上又在含油气特征上都具有本质上的差别。根据上述原因，还分别研究了墨西哥湾沿岸外侧的北部（这里的产层主要是中生代沉积）和内侧的南部（含油气层主要是新生代岩层），西西伯利亚的北部和南部。在第七章里，在分析区域之间的各种潜力时，是从沉积盆地的整体上作对比的，因为对于这个问题没有象上面那样单独划分的必要性。

该著作是在国外地质科学调查实验室完成的。

在编著该书过程中，地质学家Л.В.Галимова和Э.Н.Петрикевич等参加了收集和整理实际资料的工作，而图件的编制是И.И.Голованова完成的。作者衷心地感谢他们所给予的帮助。



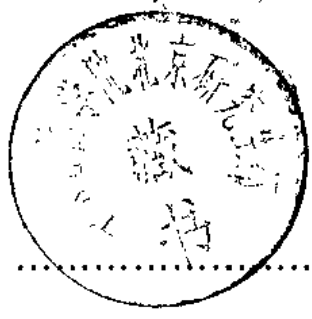
200357345

9441

P736
011



00280082



目 录

5059/21

前 言 (1)

第一章 关于石油及天然气生成的垂向带状分布的一般
概念..... (2)

第二章 在各种地质构造条件下不同相态碳氢化合物矿
藏和储量的分布规律..... (10)

第三章 世界区域性大型、巨大型和特大型油气田的分
布规律..... (44)

第四章 不同地质条件下的油气藏主要富集带的分布特
征..... (52)

第五章 各类地区油气田形成的主要时期..... (55)

第六章 在不同地区石油和天然气储量分布的特征..... (57)

第七章 石油和天然气储量在显生宙剖面中的分布..... (65)

第八章 根据石油和天然气储量大小进行盆地分类..... (68)

第九章 含油气区的分类..... (73)

第十章 油气藏和油气储量在大深度内的分布规律..... (79)

结 论 (83)

前 言

当前业已积累了关于世界许多地区含油气性的大量实际资料，并在这些地区范围内很好地研究了它们各个方面的问题。对地区之间含油气性的比较分析，特别是全球规模的比较分析，则进行得很少。在一系列包含了世界性资料的著作中，一些具体地区之间的对比或者未见提及，或者仅对地区的含油气性进行了简略的叙述。在其它著作中，虽然进行了对比性分析，但涉及到的或者是含油气性的个别方面，或者是个别的地质构造要素，或者，一些材料局限于有限数量的地区。仅仅在М.К.Калинко的著作中，在足够代表性数量的地区中进行了对比性分析，同时研究了它们含油气性的各个方面。但是М.К.Калинко的书是在1964年问世的，在过去这些年代里，又获得了大量实际资料，大大增加了世界上经过充分调查的地区的数量，扩大和加深了我们对油气生成和聚集过程的认识。所以，我们认为，对世界很多地区含油气性重新进行多方面的综合对比分析的条件已经成熟了。这种对比分析应当引伸到研究含油气区类型的新水平上来，以便在地壳中划分具有油气生成、聚集和保存过程相似方向性以及具有近似含油气特点的地段。这种分类使得我们有可能划分标准地区，与这些标准地区进行对照，可有助于对研究较差的地区的含油气远景进行较客观的定性和定量评价。

本文旨在对世界很多地区的含油气特点进行这种对比分析的尝试。应当指出，在进行全球性资料分析时，不可能停留在具有不同含油气特征地区的这样或那样的局部性和具体性问题上。在这种资料对比中，特别是在以分类为目的时，不可避免地要有些简化的情况并在强调含油气区现时特征时有些扩大。

本文主要研究对象是区域，在大部分情况下是指沉积岩分布的盆地，同时也涉及从构造上包括部分地台和山前拗陷的不均质盆地。在这种情况下，一方面把区域理解为沉积盆地的地台部分和山前拗陷的外翼（对它们来说，保留了盆地的称呼），另一方面，包括了其中的褶皱翼部（称之为拗陷）。这种划分往往引起下述情况，即一般所指出的盆地的一些部分既在地质发展史上又在含油气特征上都具有本质上的差别。根据上述原因，还分别研究了墨西哥湾沿岸外侧的北部（这里的产层主要是中生代沉积）和内侧的南部（含油气层主要是新生代岩层），西西伯利亚的北部和南部。在第七章里，在分析区域之间的各种潜力时，是从沉积盆地的整体上作对比的，因为对于这个问题没有象上面那样单独划分的必要性。

该著作是在国外地质科学调查实验室完成的。

在编著该书过程中，地质学家Л.В.Галимова和Э.Н.Петрикевич等参加了收集和整理实际资料的工作，而图件的编制是И.И.Голованова完成的。作者衷心地感谢他们所给予的帮助。

第一章 关于石油及天然气生成的垂向带状分布的一般概念

石油及天然气生成的垂向带状分布很早就确定了。重要的是确定主要成油相(带)。在当前,一些调查者认为还存在着主要的成气带。

关于主要成油相,很多研究者一致认为它属于有机质中期化学变质的初期和中间阶段。当母岩层以腐泥型有机质为主时,石油形成的高峰是在中期化学变质的初期阶段,相应于长焰煤和气煤的形成;而当为腐植型有机质时,则相应于气煤和油质煤的形成(图1),一般认为,石油的生成主要决定于温度的作用,而且主要成油相在60℃到150℃之间进行。与此同时,还表明,主要成油相还依赖于有机质的类型和上述温度所作用的时间,这个问题的进一步探讨与所指出的石油形成的共同情况的细节有关。

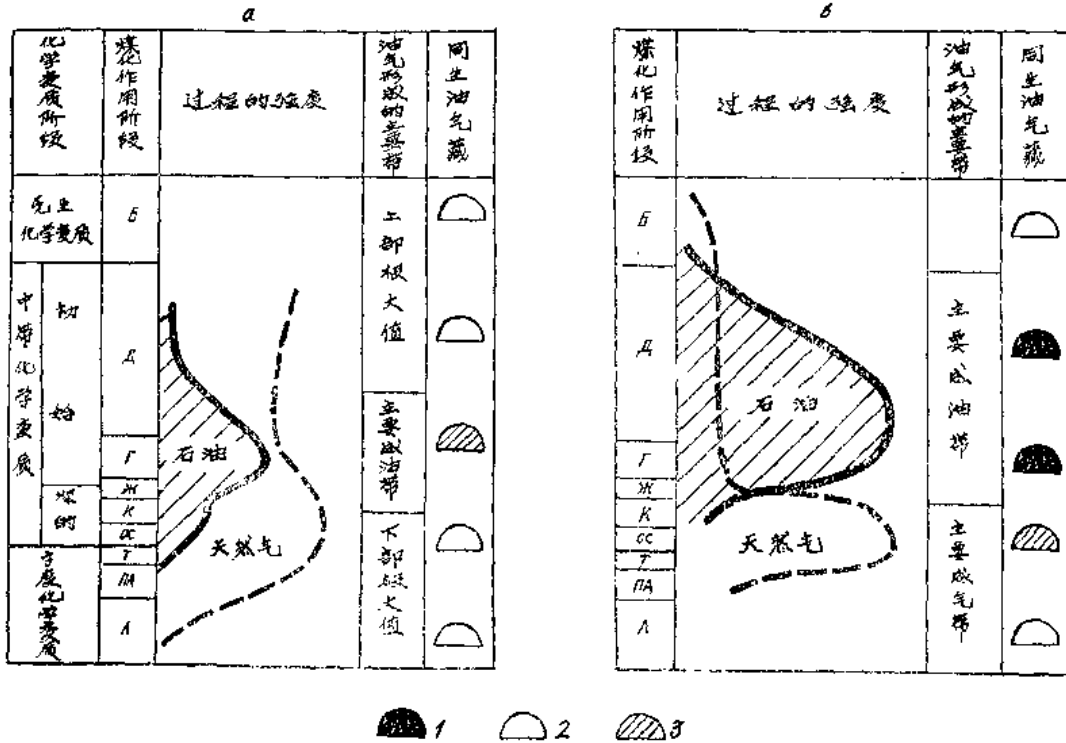


图1 油气生成强度及在垂向剖面中依据母岩岩系有机质类型的各种相态的同生烃类矿藏分布图 (在腐植型有机质情况下同生烃类矿藏分布的资料是作者提供的); a—据根Конторович资料的腐植型有机质; б—据根 Неручев 资料的腐泥型有机质
矿藏: 1—石油, 2—天然气, 3—凝析油

作者和 К.А.Черников 一起,更加明确了当生油泥岩中以腐泥型有机质为主时各种岩层中主要成油相的温度和深度状况,为此而引用了各种各样的资料。

根据 B. Д. ЛИТОВ 的资料，同一成岩阶段的陆源沉积——在开始变质和深变质之间的界限——里费岩系中，在深不到 1 公里的地方；于乌拉尔—伏尔加流域的古生代沉积中，在 1.3 至 1.7 公里的深处；西西伯利亚中生代沉积中，在近 2.5 公里的深度；而在阿塞拜疆的晚第三纪沉积中则在深于 4.5 公里的地方（图 2）。所引用的 B. Д. ЛИТОВ 的资料认为，在岩石形成过程中，地质时代这个影响因素是不可辩驳的见证。这种结论是正确的。在上述地区中，压力的作用并非是主要的，因为在岩层改造的同一个阶段却处于非常不同的地层压力条件下，而在所有的这些地区水的静压力几乎相等。在所研究的地区中，岩层的当代温度条件如下：在乌拉尔—伏尔加流域的古生代沉积中 1.3—1.7 公里深处的平均温度是 30—40℃，在西西伯利亚中生代沉积中 2.5 公里深处为 85℃，在阿塞拜疆 4.5—5 公里深度范围的晚第三纪沉积的温度近 100℃。如果考虑到一系列研究者的资料，在新生代沉积中，现代温度在其全部存在历史中均处于高峰（在没有经历过较大抬升的地区），在中生代沉积中接近

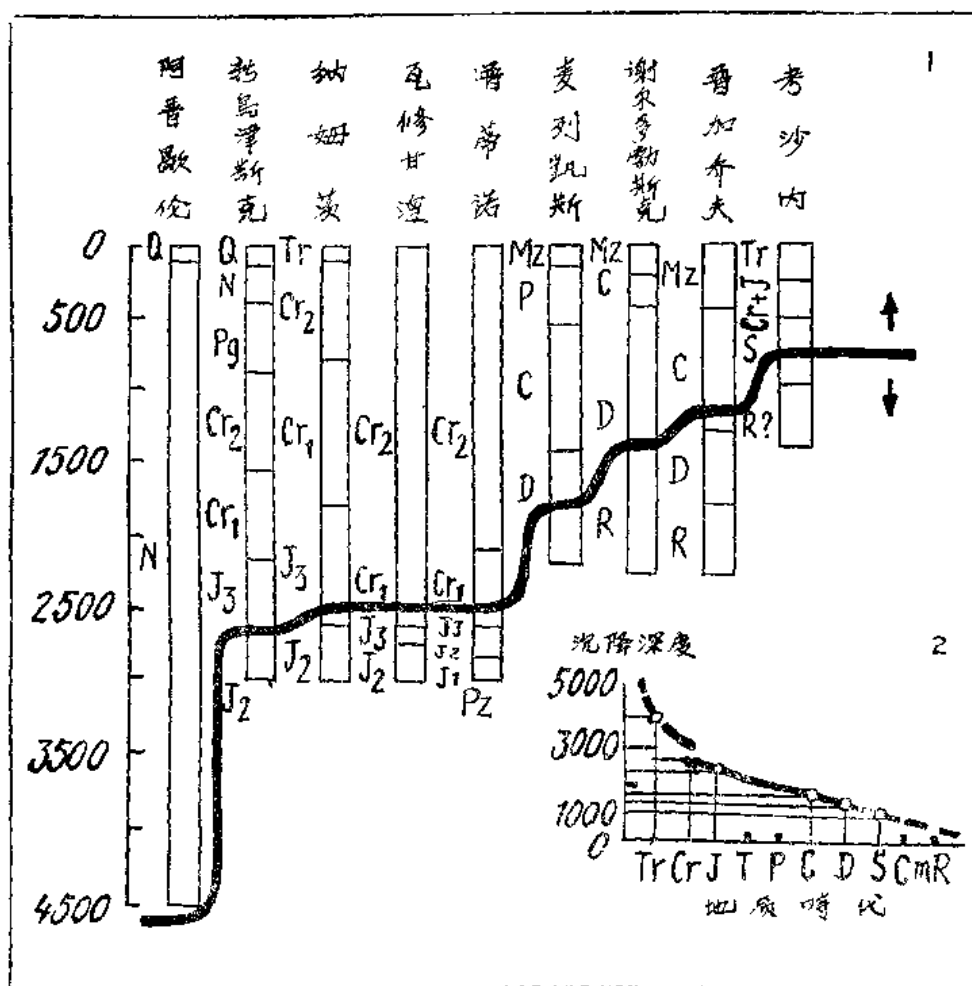


图 2 各时代陆源沉积岩系中初始和深部变质界限的垂向位置
1—在深井剖面上的情况，2—界限位置取决于岩层地质时代的情况（据根 ЛИТОВ）

于高峰，而在古生代沉积中，在中等深度比古温度小50—60℃。那么，从上述资料可以得出，后成带界限的位置这里不仅仅与温度相联系。这样，B. Д. Шутов 的结论就成了有权威的了：地质时间（准确一些说是一个很长的过程）与温度一起组成陆源岩层岩石成因的最重要的因素。

非常有趣的是追踪各种温度对泥质岩系中矿物改造程度的持续作用的影响。这种泥质岩系正象已经知道的那样，是基本的生油岩系。

Г. В. Лебедева (1971) 指出，在比如象提曼—伯朝拉和西西伯利亚这些地区的中生代沉积中，在不同成分的泥质矿物岩系分布上，发现了相同温度的带状分布。比如在泥质岩系中当温度在50℃以内时观察到矿物的初步聚合，它们之中膨胀了的矿物实际上仅有纯碎的蒙脱石（第一带）。当温度在50—70℃时，在混杂层理矿物中膨胀相矿物的含量很快减少到

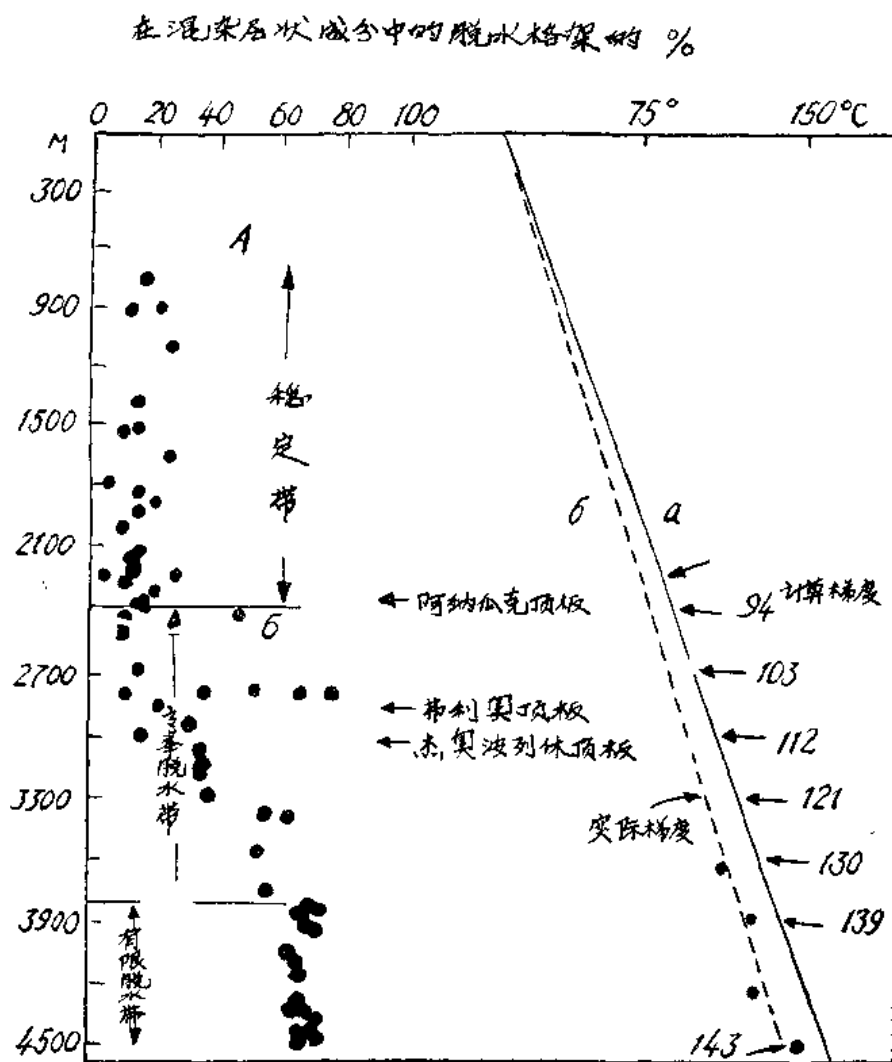


图3 墨西哥湾沿岸新生代沉积中泥岩脱水带的深度和温度情况（根据 Бёрст）

40%或稍小于40%（第二带）。在温度继续增高的条件下，膨胀相矿物含量则慢慢地继续下降到其全部消失（第三带）。在古生代岩层中可观察到同样的次序（提曼—伯朝拉盆地）。

这样，清楚地确定了在混杂层理泥质矿物成分中，地层温度与膨胀相成分之间的关系，并且可以直接说明在泥质岩系外力变质中温度条件起主要作用。

但是，在不同时代沉积中，蒙脱石改造成水云母的过程是在不同温度和不同深度条件下进行的。根据М.К.Пауэрс的资料，在墨西哥湾沿岸新生代沉积中，这个过程始于温度80℃的1800米深处，完成于温度116℃的2700—3600米之间。在西西伯利亚中生代沉积中，根据Г.В.Лебедева和К.А.Черников的资料，则在温度60—80℃的1500—2000米深度进行。根据Г.В.Лебедева 1971年的资料，在提曼—伯朝拉盆地古生代沉积中，于30—50℃这个温度下进行，相当于1200—2500米深度。

很有趣的是泥岩脱水过程中的温压带状分布。这个问题 Дж.Берст 在墨西哥湾沿岸详细研究过。根据他的资料，在墨西哥湾沿岸新生代沉积中，大部分层间水是从温度为86—125℃的1700—3900米深处的岩石中失掉的。在 Дж.Берст 引证的一个钻孔中，泥岩脱水的高峰是在温度80—120℃的2400—3800米范围内进行的（图3）。

根据Г.В.Лебедева 和 К.А.Черников的资料，在西西伯利亚中生代泥岩中，这个过程发生在60—80℃温度下和1450—2000米的深度（图4）。

总之，上述资料说明，在年青沉积中泥岩的改造和脱水作用较之古老岩系发生在较大的深度和在较严酷的温压条件下。由此得出了关于地质时间的持久性的重要作用，在这个漫长过程中，这些过程有的刚刚开始，有的则正在结束。

下面看一下在不同时代的沉积中改造的动力过程。

М.Л.Левенштейн 确定了煤向较高级别的化学变质过渡所必需的最高温度，发现了其对包含在煤系地层中的岩石年龄的依赖性。Ю.Карвайль、М.Тейхмолер 和 Р.Тейхмолер 和 Н.В.Лопатин 及其他人，发现了地质时间在煤的碳酸盐岩化中具有相当的

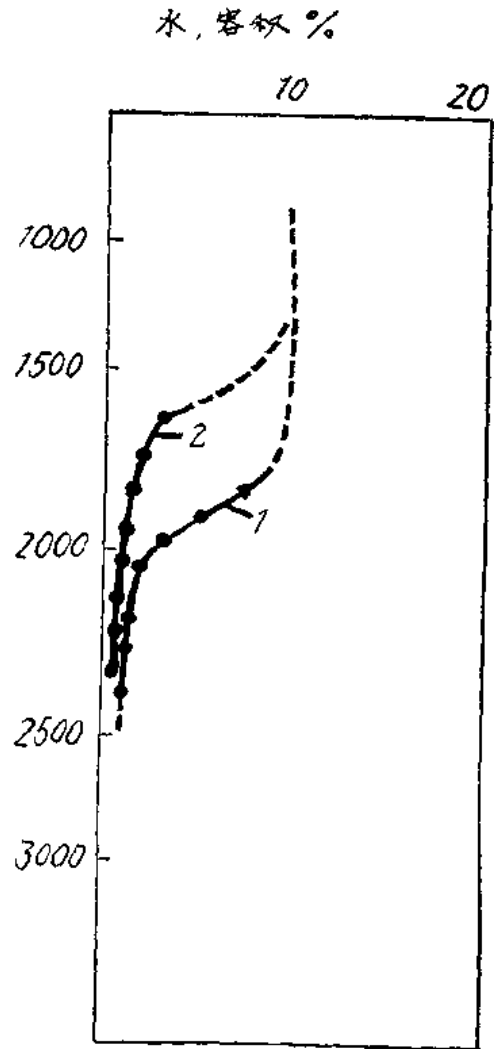


图4 西西伯利亚中生代泥岩脱水带深度图（根据 Лебедева 和 Черников 的资料），曲线表示在背斜范围内蒙脱石脱失层间水的位置。
1—苏尔古特背斜，2—下瓦尔托夫背斜

作用。比如 Ю. Карвайль 研究了最高温度在长期地质时间中对煤变质的影响后,认为在 210℃ 的温度情况下,使煤达到油质阶段有 1000 万年就足够了(溢出的挥发成分为 25%)。在 80℃ 时要使其达到同样的变质程度则需要 3 亿年。

Н.Б.Вассоевич 早在 1954 年就指出了考虑一定温度长期作用于有机质“成熟”过程的必要性。正象已经指出过的,主要成油相与分散有机质长期热化学变质阶段相联系。所以要研究这样一个问题,是由于它具有重要意义,即在具有不同时代沉积物的盆地中,在什么样的温压条件下,分散有机质可达到主要成油相的长期化学变质阶段。为此目的,我们分析一下主要成油相在不同的单个盆地中出现条件的资料。

Н.Б.Вассоевич、Ю.И.Корчагина、Н.В.Лопатин 等在研究西岸班坳陷迈考普页岩中分散有机质状况时指出,在 2200—2300 米深的 75~90℃ 的温度带内(有机质长期化学变质阶段),自氯仿提取的组份和元素中,观察到了说明主要成油相缺失的显著变化。因为迈考普泥岩中的有机质在这些温度条件下经过的时间不超过 1700—1800 万年,那么,按上述作者们的观点,在它们中的主要成油相还未到达成熟阶段。它(主要成油相)甚至于在 4000 米深处的 140℃ 温度下尚未被发现。

Дж.Т.Филиппи 在加利福尼亚新生代沉积中发现了同样的现象。他写到:在洛杉矶和文图拉盆地中,“大部分石油在温度高于 115℃ 的情况下生成”,在这些盆地中主要含油带处在大于 2.5—3 公里的深处。

根据 О.К.Баженова 的资料,在堪察加新生代沉积中,主要成油相在 4.5 公里的深度和大于 100℃ 的情况下开始进行。

在研究西西伯利亚盆地中生代泥岩的沉积中,分散有机质在长期受热阶段被变质,也就是在深度靠近 2 公里和当代温度 50℃ 的情况下进入主要成油阶段,这比前高加索新生代中的低 25—40℃。但是在中鄂毕河盆地中,晚侏罗—早白垩纪的页岩处于 50℃ 的温度作用下,如果将巴列姆期—亚普第期都算上,则大体经历了一亿年的过程,即比迈考普页岩的有机质延长五倍。在英吉利—巴黎盆地的托阿尔期(早侏罗世晚期)泥岩中,М.Луи和Б.Тиссо发现,在相应于主要成油相开始时,有机质中的碳氢化合物和沥青质的含量有所增加,而这大体上也在相似的温压条件下,即在温度 60℃ 的 2000 米深度。

在中鄂毕含油区,这里最高温度在大部分情况下不高于 130℃。几乎全部凡兰吟—侏罗纪岩层的有机质均没有达到化学变质的油质阶段的结束,直到目前仍处于主要成油相阶段。根据 В.Д.Наливкин 的资料,这个阶段的结束在西西伯利亚确定为温度 150℃,这个温度应当在盆地北部地区的早侏罗纪剖面中存在,推想这里是有机质化学变质的炭化油质阶段。在 150—160℃ 这个温度界限时,发生碳氢化合物液态期的蜕变,看来在东前高加索中生代沉积中主要成油相也结束了。

在古生代陆源沉积中,主要成油相的现代界限位于还要小一些的深度和温度条件下,比如,在伏尔加格勒伏尔加流域的泥盆纪,根据 П.А.Карпов、Н.В.Лопатин 的资料,发现有有机质长期化学变质阶段(有机质化学变质长焰煤阶段)在当代温度 30—35℃ 的 1000—1100 米的中等深度。而油质阶段则结束于温度 70—80℃ 的 2750—2850 米的深度。在古比雪夫—伏尔加流域(根据 В.И.Горшков)和在提曼—伯朝拉盆地(В.В.Иванцова、Г.С.Калмыков、

Г.П.Сверчков) 的石炭泥盆纪的情景与上面所描述的相接近。

在阿纳巴尔大背斜的南坡上玛尔欣钻孔中的中一晚寒武纪沉积中, 由褐煤向烟煤过渡被确定在200—300米深处, 同时这里的温度任何时候也未曾超过38—43℃, 得出这些资料的 К.К.Макаров 在1969年曾指出过, 在这些古生代沉积中, 使有机质达到这样或那样化学变质阶段的一般温度情况, 比起著名的(据С.С.Филатов 的资料)维柳依陆向斜的中生代和西西伯利亚的中生代(А.Э.Конторович 的资料)都要低得多。

有资料指出, 在路易斯安那于晚中新世沉积的5440米深处, 在温度140℃的情况下有机质化学变质达到气煤阶段, 与此同时, 象在乌拉尔—伏尔加流域的古生代沉积中, 在5012米的深度和125℃的温度时才达到炭化阶段。

总之可以认为, 在地台区古生代陆源沉积中, 主要成油相开始时的温度条件(也就是有机质化学变质的烟煤阶段), 在当前要比在中生代记录到的低20—40℃, 要比新生代记录到的低45—65℃。对于有机质化学变质和进入主要成油相所必需的温度来说, 在古老沉积中比在年青沉积中的这种温度上的不足是以较长的过程加以补偿的(图5)。

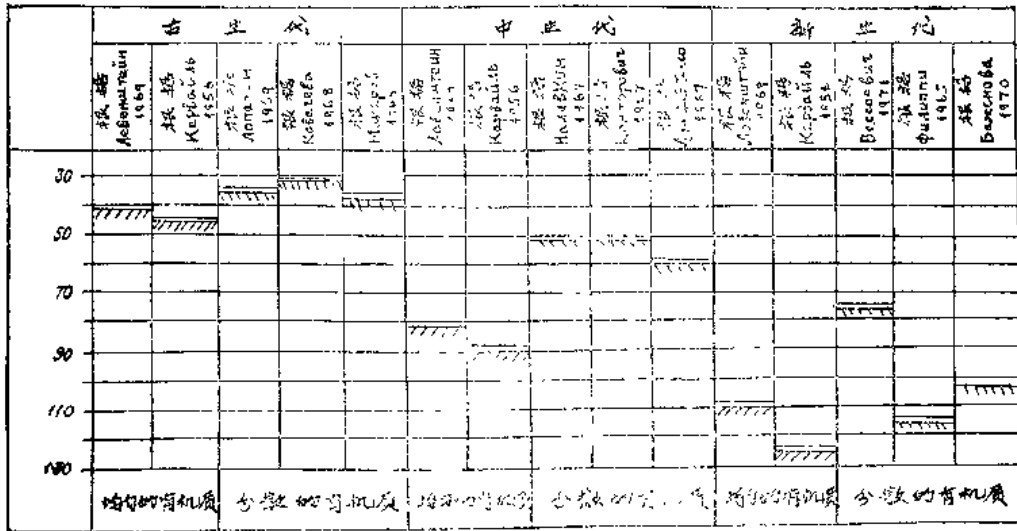


图5 在不同时代泥岩中达到有机质初始长焰煤变质阶段(主要成油相的开始)的温度条件图

在不同时代岩层中具有不同的温度和深度条件, 这不仅对于有机质化学变质的长焰(煤)阶段的情况是如此, 而且对于石油从母岩沉积中的大量迁移也是如此。根据 Н.А.Еремченко 和 С.Г.Неручев、С.С.Филатов、И.С.Ковачева 以及其他人的资料, 在岩层沉降过程中沥青质剧烈的酸化, 反映了石油自母岩层中的相当程度的迁移。在乌拉尔—伏尔加流域的古生代沉积中这种迁移开始于靠近1500米的深度(35℃), 而在西西伯利亚中生代页岩中则在2300—2500米和80—85℃(图6)。

最后, Б.Тиссо和Р.Пеле做的石油生成过程的模拟试验结论可以作为间接的证据。这些研究者确定, 在不同地区(喀麦隆, 加利福尼亚)各个时代(白垩纪、中新世)岩层中, 由于沉降深度和温度的不同而产生的石油量也不同。从上面图6的资料看出, 在白垩纪沉积中,

石油生成量的大部分是在 70—140℃ 这个温度范围内（深 2—4 公里）进行的。成油的高峰是在近 100℃（深度为 2700—2800 米）。

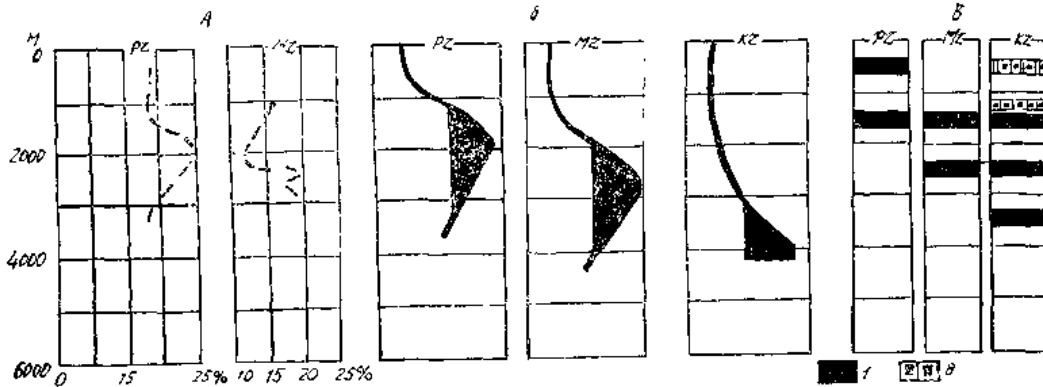


图 6 母岩中较强烈的石油迁移带、不同时代岩系中主要成油带和主要含油层的深度分布图
1—三氢甲烷沥青质的元素成分 (N+S+O)，根据 Кавачева 和 Филатов；2—按古生代、中生代
和新生代岩层沉降深度形成石油的数量，根据 Тиссо 和 Пеле，并有补充；3—主要含油层的深度
图例：1—在地台区，2—在年青褶皱区

在中新世沉积中，大量石油生成于温度 120℃ 和深度大于 3000 米，而在作者所研究的温度高峰界限（到 160℃）和深度 4000 米以内，在白垩纪石油生成的高峰也是在 100℃ 附近，在中新世沉积中则还没有达到（160℃）。

在石油生成模拟实验的基础上，根据上述 Б.Тиссо 和 Р.Пеле 的资料，在古生代沉积中主要成油量应当发生在 1000 米到 3000 米范围内（当代的温度从 30—60℃），其高峰成油相在 2000 米附近（35—45℃）

到目前为止，我们分别研究了岩石和有机质改造的特点。在这些过程中许多研究者发现了它们之间的相互联系。

Г.В.Лсбедева 发现，不管是年青的还是古老的沉积中，凡是在同时代的泥页岩沉积中，在分散有机质的改造程度和在混杂层理矿物成分中的膨胀相矿物含量之间，存在着密切的反比关系。当有机质化学变质程度逐步增高时，混杂在有机质页岩中的膨胀相矿物成分的含量则下降；与此同时，膨胀相矿物成分%比的剧烈下降（根据 Лсбедева 第二带的开始）与有机质化学变质的烟煤阶段的开始相对应。这种情况相当重要，因为蒙脱石水云母化带具有一系列发生在岩层中的相互联系的现象，并且除了促使有机质沥青化过程的强化外，还能改善碳氢化合物初次运移的广泛发展的条件。估计到下列一些情况：

1. 从页岩中挤压出的水的数量剧烈增长，这种水具有增高的溶解性能，很明显，这种水同时带出了大量沥青物质。

2. 孔隙度随深度逐步减小的过程被破坏。孔隙度可能稳定下来，甚至可能由于层间水的挤出而导致泥质矿物颗粒的接近而增加。这势必促进沥青物质从被束缚状态过渡到自由状态。

3. 泥页岩的吸收容量减小。

4.在有机质中,表现主要成油相开始的沥青质成分剧烈增加的背景下,流动的低分子的碳氢化合物量有很大的增长,这种低分子的碳氢化合物属于石油中的汽油和煤油的馏分。

5.在原地生成的沥青质成分中,共生的差别性开始占巨大优势,其类别属于具有相对中性成分的沥青质,这种沥青质具有在自然力作用下的增高了的移动性能和抽提性能,及其与有机质和岩石的吸附作用变坏。

6.在有机质中,观察到反应性作用的组分消失,聚合物均匀程度增加,而且由此引起有机质吸收性能的降低。

7.在蒙脱石中处于交换位置的碳原子解放出来,活性碳的解放应当导致分散在泥、页岩中的有机质的水化作用,而且,看来与沥青质生成过程的加剧和在岩石中出现共生沥青质有关。

正如上边所列举的,在化学变质的长焰煤初始阶段发生在岩石和有机质中的变化,导致形成大量轻质中性沥青和它初始运移条件的改善。所有这些对于主要成油相比较典型的特征,出现在不同深度和温度的各种时代的岩石中:在古老岩层中,出现在比较低的温度下,在年青沉积中则处于高的温度下。

这就是具有不同时代沉积岩地区在腐泥型有机质中主要成油相出现的条件。也有例外,就是有机质在成岩作用中受到年青褶皱和其它一些因素的氧化作用的影响。

通过对许多有不同时代沉积岩层地区的主要成油相出现条件及岩石和有机质改造过程的动力学分析,我们可以得出下列结论:

1.温度是制约生油层有机质的成熟和达到主要成油相的重要因素。同样重要的因素还有温度作用于有机质的延续性。在同样温度下,处于这个温度作用的延续时间越长,有机质将变质得越强烈。在所研究的这个过程中,关于准确计算地质时间数额这个问题,Н.Б.Вассоевич 写到:时间不是一个独立的因素,而是一种在其它因素作用下的乘数,好象一个不断变化的积分的“延长线”一样。

2.在新生代沉积中出现主要成油相的当代温度(也往往是最大的温度)等于 $100 \pm 20^\circ\text{C}$ (见图5)。

可以推测,在较老的岩层中,当母岩具有同样的腐泥型有机质时,则主要成油相开始于相接近的温度下。但是,在较老的岩层中有机质成熟过程要比新生代沉积持续的时间大大加长。由于其主要成油相的持续开始于温度 100°C 附近,尔后可以在较之为低的温度下进行,同时,岩层年代越老,越能在较低的温度下进行这一过程。这样可以认为,沉积系岩时代越老,在温度较低深度较浅的地区主要成油相的上下界限运移的时间就越多。

看来温度近 50°C 是古生代沉积中主要成油相出现的上部界限,而在古生代沉积中,这个过程完成的最低温度接近 100°C 。在新生代沉积中,主要成油相开始于 $100 \pm 20^\circ\text{C}$, 结束于最高温度约 200°C 。在中生代沉积岩系中,主要成油相完成的温度间距处于中间状态(60°C 、 70°C 、 150°C 、 160°C)。

关于这种结论的根据,除上面指出的资料外,还有下面援引的资料(见第二章)。被划分出的界限,对于没经历过年青的剧烈拗陷作用地区不同时代的岩层具有代表性。

Тиссо 在分析了西部加拿大、阿尔及利亚、法国、东非、加利福尼亚的资料后，同样得出主要成油相从较老沉积到较新沉积倾伏的结论。

如果说主要成油相大体属于中期化学变质作用这一点，大部分研究者的观点趋于一致的话，那么关于天然气形成的主要相（带）的状况则还有争论。А.Э.Конторович 认为没有主要天然气生成相（带），而存在着两个天然气形成的高峰，这两个高峰出现在化学变质的早期和完结期。И.П.Жабров 和其他人也发现了类似的两个高峰，但把它们与气——油的和其它的阶段联系在一起。

В.П.Строганов 推测，主要的天然气形成于改造的早期，而大部分研究者把这个阶段归于有机质化学变质的后期阶段。很多专家发现相当大量的天然气形成于成岩作用阶段。

在图 1 上，援引了一些主要学者关于石油和天然气在有机质各种化学变阶段的形成中由于有机质类型不同而具有不同强度的论述。

第二章 在各种地质构造条件下不同相态碳氢化合物矿藏和储量的分布规律

碳氢化合物在地球活动带的分布

在地球活动带大部分范围内的含油气性对比分析中（后成地台型造山区和褶皱带），首先进行了目的在于发现对于上述地质构造单元中最重要的含油气特征的分析。

美国的落基山诸盆地就是后成造山带的典型例子。在这个地区的地台发展阶段（在古生代甚至整个中生代阶段）基本上沉积了一套海相地层。在中生代末和包括始新世在内的这个时期里，这里发生了构造运动（并在减弱的形式下继续到后来），导致形成巨大的断块隆起和较深的山间盆地，在这个时期沉积了陆相煤系地层。

在所有山间盆地（比格霍恩、格林河、温得河等）中发现了增高的含气性和含油性之间，沉积物类型和它们地层属性之间的相当清楚的联系（图 7）。在图 8 上指出了油气储量的分布和岩石岩相在综合剖面中的变化，对于上白垩系和新生界来说含气性增高，而对于所有较老的地层则含油性增高。在沉积岩系中含煤性和含气性之间的联系还证明了这样一种情况，即在圣胡安盆地发现了巨大储量的天然气，而该区上部磨拉石沉积岩系中具有最好含煤性。

关于天山后成地台型造山区山间盆地的含油气特征，在 А.М.Акрамходжасв, З.А.Табасаранский 和其它人的著作中都阐述过。对于费尔干和阿富汗—塔吉克盆地则具下列特征：中生代陆相煤系地层是重要的含气地层，早第三纪海相沉积为含油地层。不仅这里，而且也在落基山诸盆地发现了初始有机质类型和液态及气态碳氢化合物分布之间的联系。

被提到的古生代沉积，其含油性增高的其它因素是，它们具有强烈的断裂活动，所以导致其发生根本上的脱气作用。

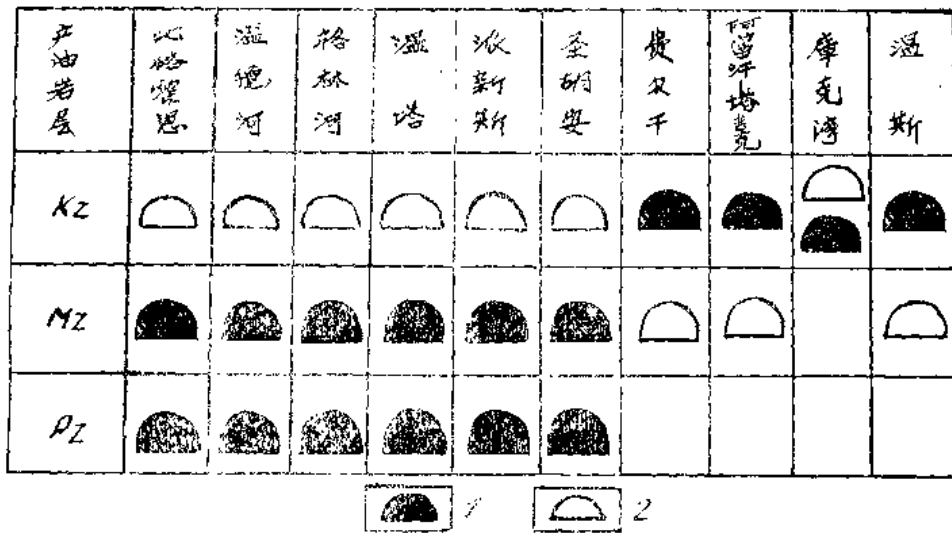


图7 处于地球活动带的一系列地区岩层剖面中各种相态主要类型烃类矿藏分布图
矿藏：1—石油，2—天然气

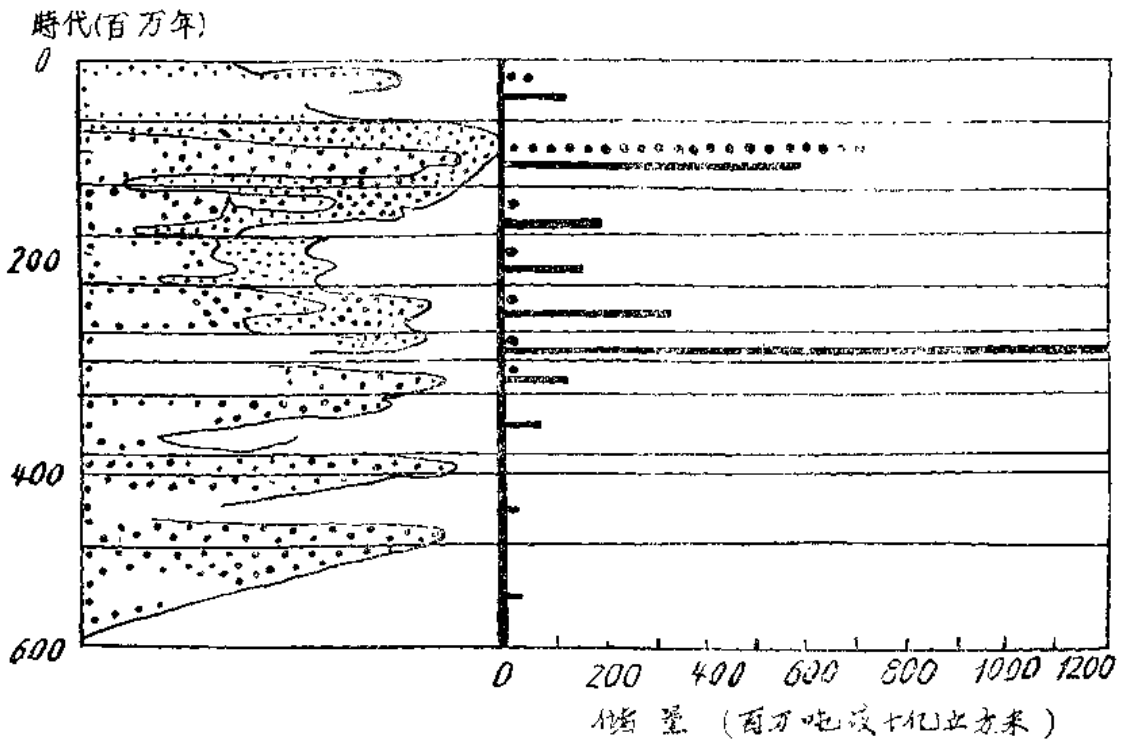


图8 美国落基山地区不同岩相的石油和天然气储量分布略图
沉积岩：1—海相的，2—陆相煤系地层
地质勘探储量：3—石油，4—天然气

化学变质，在这个阶段中基本上是天然气的形成和存在。

除所指出的因素以外，古老山前拗陷的褶皱翼部也受到其它一些条件的制约：沉积中经常发育的含煤地层，使岩石储油性能变坏（这可导致天然气通过，但阻碍石油的运移）。

在褶皱带范围内，古生代沉积中天然气藏的完整性可以用下面一些因素解释：很显然，有机质和碳氢化合物的变质是一个相当长的过程，这个过程以减弱形式一直延续到现在。从有机质形成的天然气，由于破坏作用在拗陷内沿着断层和裂隙带早就运移而且可能现在仍自很深的地方运移着。垂直运移首先在破坏程度较大的拗陷区的褶皱边缘进行着。在乌拉尔山前拗陷的萨拉托夫构造上，在不具良好遮挡性的泥灰岩盖层下形成了相对巨大的天然气藏（储量近300亿M³），就是天然气刚刚不久才进入构造的一个说明。

在与相邻的古老地台比较之下，山前拗陷中碳氢化合物气体在地层水中的气饱和度要高2—4倍这一点，证实了天然气不久以前才形成和聚集这个结论。

天然气富集后未被破坏的补充因素，看来是随着时间的推移天然气的扩散过程也停止了。

在地壳的活动地带最广泛的含油气区，是当今地球活动带及阿尔卑斯褶皱区范围的山前拗陷的内缘和山间盆地。在大部分情况下，这些地区首先具有含油剖面的特征，且经常达到已被研究的最大深度5—6公里（见图9）。很多研究者记载了这个规律，并找出下列主要原因，可归纳为：

1. 沉积岩壳和局部构造具有相当程度的破坏性；
2. 由于很大的垂直运动幅度，其结果是导致在隆起上有大的剥蚀；
3. 对于碳氢化合物来说，构造油捕形成的时间较晚，即在地槽回返时期；
4. 增强了的构造运动的剧烈性，导致碳氢化合物矿藏不止一次的改造及重新形成。

所指出的这些条件，无疑导致了剖面上部大量碳氢化合物的流失和矿藏强烈的脱气作用。

在所研究地区范围中，到很大的深度都具有石油的存在和分布。从我们的观点看，还有以下的影响因素：第一，在含有分散的腐泥型有机质为主的年青新生代沉积中，主要成油相一般在3—4到5—6公里的深度（可能还要深些）。在一般情况下，主要成油相位于新生代沉积中的深度要比在较之古老岩层的深度大。这种情况已在作者与К.А.Черников的共同著作中写过了。第二，在地质方面，烃类矿藏在新生代沉积中的形成并使之沉降于较大的深度还不久（一般规律是不超过1000—1500万年）。由于这种结果，现在虽然在这样高的岩层温度下存在着碳氢化合物矿藏（有时大于150℃），但还未强烈影响石油使之向改造成气态碳氢化合物的方向转化（图10）。

在谈到一般特征的同时，还必须指出年青的山间盆地和山前拗陷褶皱翼部含油气特点的一些区别。

在山间盆地中，似乎有一定规律，石油的最大储量是在1公里的深度内（图11）。在山前拗陷则见到的是另一种情景，石油最大的储量经常在大于1—2公里的深度见到（图11）。

在山间盆地，沉积岩壳在很大程度上遭到断裂的破坏（一直到很大的深度）。这个特点导致碳氢化合物从下部往上部的大量运移，使得天然气发生较大的逸散，而石油则集中在靠近上部的地层中。

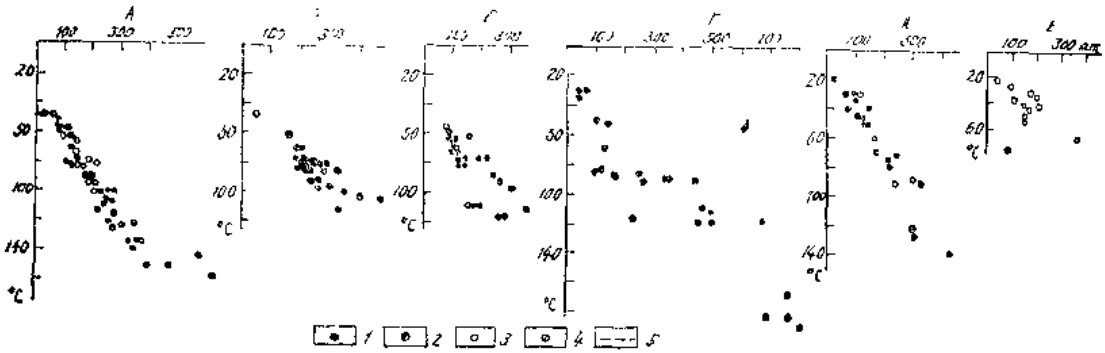


图10 在一系列年青褶皱带不同相态烃类矿藏存在的温压条件图

地区: A—圣华金(古生代), B—文图拉(古生代), B—洛杉矶(新生代), Г—捷尔斯克—里海(中新生代), Д—因道洛—库班(新生代), E—亚得里亚(新生代)

矿藏: 1—油田, 2—油气田, 3—天然气田, 4—凝析气田, 5—各种相态烃类矿藏温压界限的分布

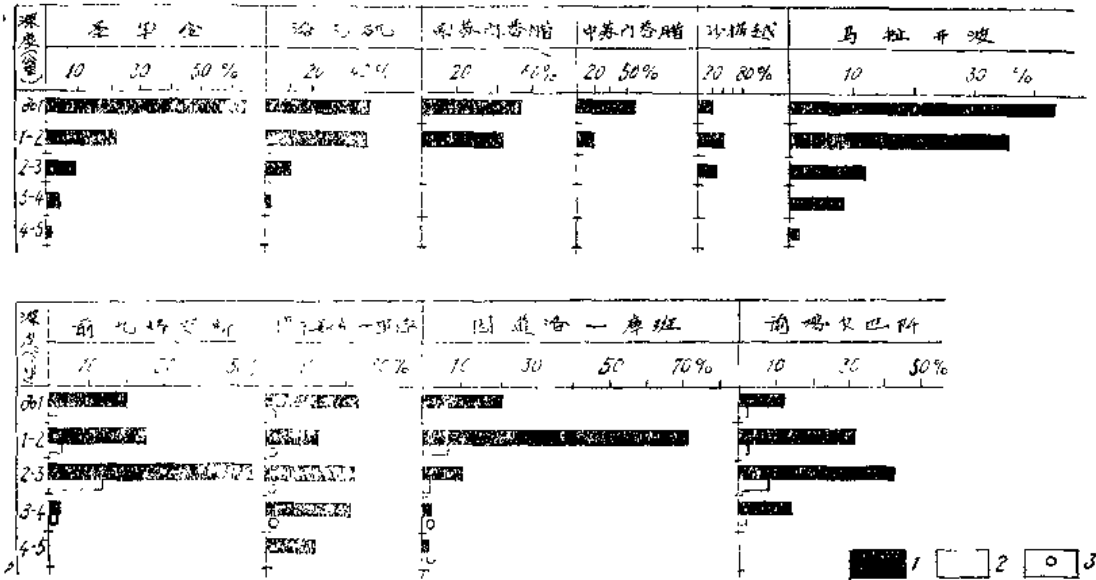


图11 阿尔卑斯褶皱带内山间盆地、山前拗陷内缘地区和当代地壳活动带中已经探明的石油、天然气和凝析气地质储量深度分布图

储量: 1—石油, 2—天然气, 3—气流

山前拗陷一般在地台的边缘部分形成, 所以常常在下部构造层发育弱的或者强烈破坏但仍属地台型的构造。很清楚, 这种构造比上部构造层遭到强烈破坏的构造更利于把大量碳氢化合物阻留起来。由此导致这样的结果, 即在山前拗陷褶皱边缘, 经常在1—3公里的深度富集