四川盆地油气普查勘探展望

钟 特 强

（地质部第一石油普查勘探指挥部）

能源是整个国民经济发展的一个主要制约因素，而石油和天然气又是一种高质量的能源，是多用途的宝贵化工原料，是重要的战略物资。当前，国家已探明的油气资源量比较紧张，石油和天然气的储采比严重失调，后备基地严重不足。为了进行四个现代化建设，党和国家期望我们的油气普查勘探工作能尽快取得新的突破，并希望广大地质工作者认真研究我国地下的“国情”，摸清地下的地质、矿藏资源情况。这是我们所担负的光荣而又艰巨的任务。

四川盆地虽然是一个老油气区，已找到了五、六十个气田和一批小油田，但从整个区域看，普查勘探程度还比较低，平均每百平方公里只有一口钻井，而且工作很不平衡，还大有可为。盆地范围内广泛分布有海相、海陆交互相和陆相三大套地层，其中发育了一系列生油层系，并有多种储油岩和多种圈闭类型，油气显示不论在平面上和剖面上都十分丰富。我们对那些新领域、新类型作好勘探规划。

同时，对四川盆地的须家河（香溪）含煤层系和鄂尔多斯盆地的延长群的含气性作出评价，包括资源、开采和利用等方面。因为这些层系是可以期待发现大气田的。

最后，在当前贯彻国民经济八字方针的时期，对于天然气的勘探和开采，在经济政策上适当进行调整，例如下达找油任务时，也可以同时下达找气任务，对于基层勘探单位找油和找气应当给予同等重视，找到的油、气蕴藏量可以互相顶替。这样安排将扩大我国东部主要产油地区的勘探范围，可以把找油找气工作结合起来，节约勘探力量和费用。否则，有可能在若干年后，又要回过头来再单独地组织力量对天然气资源进行勘探，造成大量的浪费。

总之，只要有坚定的找气信心，采取正确的措施，重视解决关键技术问题，就可以把我国的天然气产量增长的可能性变为现实性。

本文是在翁文波教授指导下完成的，戴金星、甘克文和刘淑萱等同志参与讨论或提供资料，一并表示感谢。

参考文献

[1] 翁文波 《石油学报》第二卷第一期，1980，第一页。

[2] 张万选等 《石油地质学》，石油工业出版社，1981年，第47页。

[3] 李永康等 《石油学报》第二卷第一期，1981年，第36～37页。

[4] 田克勤等 《石油学报》第二卷第一期，1981年第23～24页。

[5] 费富安等 《石油与天然气地质》第二卷第一期，1981年第24页。

[6] 杨万里等 《中国科学》1981年第8期第1006页。

[7] Masters.J.A 《AAPG》Vol. 63, No.2, 1979年，第152～181页。

和新的深度的普查勘探工作，可以说还刚刚开始；就是对以前工作较多的领域和类型，也还在不断取得新的成果。因此，四川盆地的油气资源还大有潜力，普查勘探前景仍然十分广阔。最近地质部召开的全国地质局长会议又确定四川盆地是近期油气普查勘探工作的重点。

在我国各类沉积盆地中，四川盆地是有代表性的一个大型含油气盆地。盆地内虽然包含了古生界到中、新生界的沉积剖面，但作为一个独立的沉积盆地却是在印支运动直接影响下形成和发展起来的，与此同时也将前期的古生代至中生代初期的台地沉积盖层改造并纳入到后期的中新生代盆地范畴之内，最后经过四川运动奠定了盆地现在构造的基本轮廓和格局。所以我们讲四川盆地分布有三大套地层或沉积旋回时，并不是指这些地层都是四川沉积盆地的产物。从震旦系到中三迭系是一套海相沉积，为地台相的；晚三迭世则经历了从海盆到陆盆的发展阶段，整个上三迭系可视为海陆交互相沉积；而侏罗系、白垩系和第三系则为一套陆相沉积，才是四川沉积盆地的典型产物。这三大套地层，从油气的生成、运移、聚集、保存和演化的观点看，都与后期的四川盆地形成和发展有密切关系。为此，在四川盆地沉积剖面上，我们划分了震旦系～志留系（Z～S）、泥盆～石炭系（D～C）、二迭～三迭中下统（P～T_{1+2}）、上三迭统（T_3）、侏罗系（J）等五套含油气层系（图1），这就是我们进行普查勘探的主要目的层系。下面，分别来讨论其油气普查勘探前景。

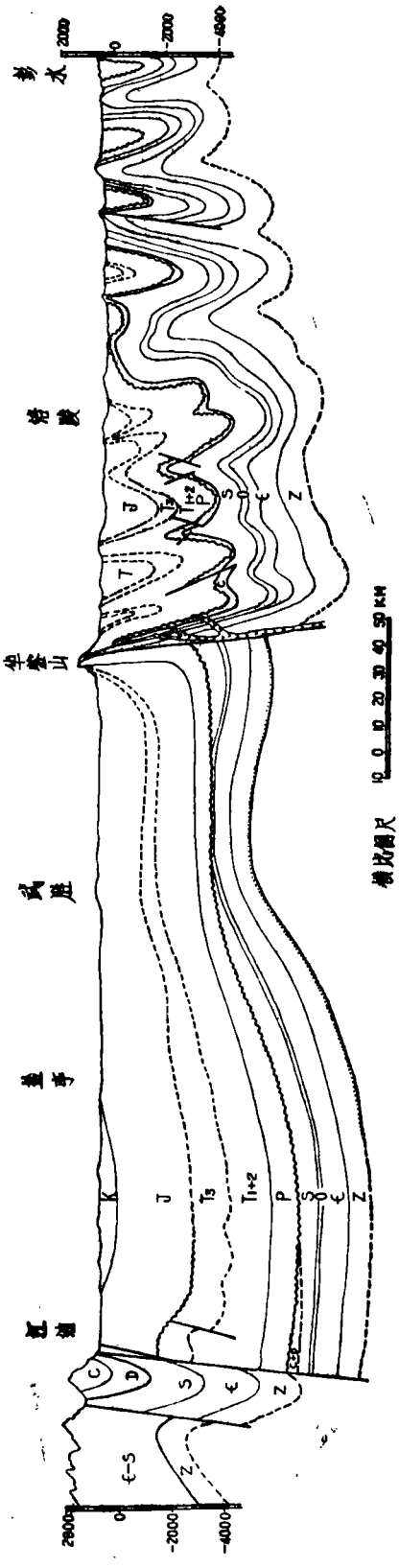

图1 四川盆地含油气层系剖面图

（一） 下古生界含油气层系

它包括震旦系～志留系，广泛分布在盆

地范围内，基本上是一套连续的浅海相沉积，虽然也曾有过地壳活动，但主要表现为短暂的上升剥蚀。整个下古生界，生、储、盖组合条件是优越的，从震旦到志留系都发育有良好的生、储、盖层，特别是寒武系下统；除川中古隆起外，志留系巨厚的页岩还可以作为区域盖层。下古生界生油岩的总厚度和面积都是很大的，而且成熟度很高，但都处于烃的阶段内，由于缺乏资料没有估算过其生油气总量，然而其油气潜在量应当是最大的，油气源最丰富。目前除威远气田外，盆地内只有极少数深井钻到下古生界，但它无疑是一个很重要的后备远景目标，这是不能够低估和忽视的。

打开下古生界领域应主要从哪里入手？从岩相条件和油苗分析，大巴山和紧邻大巴山前的下寒武系评价很高，但由于深部构造不明，施工条件困难，看来在这里创造一个后备普查勘探基地的条件不很理想，但是象马鞍坝这类目的层埋藏不太深的构造，还是可以适当开展地震勘探工作或打3200米普查井的；龙门山及山前的寒武系、震旦系等也是如此，从矿山梁、天井山一带下寒武系相当可观的沥青脉矿来看，这里曾有过大规模的石油聚集，有条件时可在龙门山前地区适当开展工作。为了创造下古生界领域广阔的新的普查勘探基地，从现实考虑应当重视川中加里东隆起带和川东北达县～通江一带的背斜群，其生、储条件都比较好，并且有三迭系很厚的蒸发岩作区域盖层。

川中加里东隆起带，呈北、东、东向横贯四川盆地中部，范围广阔，其北、东、南三面都是下古生代的沉积凹陷区，因此它长期处于油气运移指向带，远景不可忽视，关键是注意寻找深部的油气圈闭条件，同时应使用深层地震方法和少量深井钻探进一步查明这个隆起带的性质，特别是它对古生代岩相的控制，区域隆起带上的次级古构造作用。目前已在隆起带的南坡发现了威远气田（Z），并在龙女寺构造的女基井（O_1）中获得了工业气流，展示了川中古隆起带下古生界油气普查勘探的良好前景。

川东北达县～通江一带的背斜群为北东和北西两个构造方向的复合，约有30多个高点，其中华莹山北倾没端、铁山、雷音铺、七里峡、黄龙、双石庙，以及黄金口背斜带、涪阳坝背斜带，使用6000～7000米钻机可钻达寒武系。由于川东北地区深部构造变异大，需认真进行地震勘探工作，查明深部构造情况，现已在黄金口背斜带的罗家坪断、陡构造上取得了成效，可以基本上解决古生界的地质构造问题，这对今后开展工作是很有利的。

还有，川东地区（包括川南）的下古生界也应当重视，这里寒武系、奥陶系和志留系的生、储油条件和保存条件都是具备的，而且又有众多的地表和潜伏构造，是一块不容忽视的有利地区。

此外，探索下古生界的油气，还要认真研究加里东、海西和印支运动的作用，特别是前二迭纪区域性大的侵蚀间断与油气的关系。

（二）泥盆～石炭系含油气层系

由于加里东运动，四川盆地内大部分地区隆起，缺失泥盆、石炭纪沉积，只在川西北有一近似船形的狭长凹陷中有厚达数千米的泥盆、石炭纪沉积；同时在川东地区有石炭系地层超覆，分布面积约四万多平方公里，残余厚度0～60米不等，为海湾相潮坪沉积。

由于川东地区的石炭系，下面是超覆，上面是剥蚀，所以储集性能变好，在一定的圈闭条件下，聚集了可能来自志留系二次生

成的天然气。经过近年来的普查勘探，已证实其为工业气层，发现了一批气田，在四川盆地又突破了一个新的领域。因此，我们将这种区域隆起背景上局部沉积并遭受剥蚀的泥盆、石炭系，单独划为一个含油气层系，是有其实际意义的。

川东石炭系的勘探表明，既要重视圈闭条件，也要重视保存条件，成功的钻井多在构造圈闭范围内，同时上面的盖层比较完好。因此，进一步勘探应主要抓宽向斜带以及高背斜的倾没端，在高背斜上石炭系一般多为水层。宽向斜如：石柱向斜、忠县向斜、万县～拔山寺向斜、梁平向斜、罗成寨向斜、大竹～邻水向斜，以及开县以东的江口向斜，宣汉以北的五宝场向斜、以南的亭子向斜，甚至华蓥山西侧，都需要认真进行工作，不仅要注意寻找和钻探宽向斜中的低背斜构造，也要注意寻找和钻探宽向斜两翼上翘部分与断层有关的各种圈闭。同时，从川东石炭系发现侵蚀窗的情况看，还值得重视侵蚀窗周围可能存在的地层尖灭气藏。

龙门山及山前的泥盆系露头中，有大量的油砂岩。由于泥盆系从龙门山向盆内短距离尖灭，很快的相变，因此具有形成多种油气藏类型的条件，可以在江油海棠铺至安县睢水一带，适当布置钻井进行探索。

（三） 二迭～三迭中下统含油气层系

在四川，从二迭系～中三迭系构成一个完整的海进海退沉积旋回，主要为一套浅海相的碳酸盐岩沉积，沉积相对稳定，变化不大，是目前四川盆地的主产气层，已知的有川南、川西南和川东三个气区的五十多个气田，探明了相当的储量。但是，二、三迭系海相碳酸盐岩的天然气潜在量还是很大的，远没有找完，还应进一步开展勘探，努力扩大成果，多找气田，增加储量。主攻方向有以下三个：

1.在川南、川西南、川东三个气区，对那些没有钻探过而又有希望的局部构造可以适当进行钻探；在已知气田上则注意寻找新的裂缝系统和加强目前还不是主力产层的工作；同时，继续在高背斜之间的向斜区寻找局部构造（包括断鼻）并进行钻探。这样，相信还可以找到一批气田或扩大含气面积，如川南丹凤场和川东张家场、黄草峡、卧西等，都是近年来进一步勘探发现的新气田。

2.在上述三个气区以外的川中、川东北和川西北边缘及龙泉山等远景区，开展普查勘探工作，一般使用5000～6000米钻机可钻穿二迭系。这些远景区差不多相当于三个已知气区的面积，初步估算其天然气资源量，仅二迭系阳新统就有2000多亿方，并且已在这些远景区的一些局部构造上钻获了下二迭系和中下三迭系的工业气流，展示了良好的前景。可以认为，在这些远景地区，只要圈闭条件良好，取得成功的把握性是比较大的。

3.在四川要抓住储层这个关键，从加强碳酸盐岩的成岩次生变化的研究入手，注意寻找好的次生变化带（如白云岩化带等），进而发现新的油气田。这条路子是很有希望的，如资中地区的嘉陵江组和江油～安县一带的雷口坡组等，就是由于白云岩化作用强，改善了储层条件，使油气聚集成藏的。事实上，不仅二、三迭系的碳酸盐岩储层是如此，四川盆地各个层系的碳酸盐岩甚至碎屑岩储层，都经历了相当强烈的成岩次生变化，并直接影响和控制油、气的运移、聚集。针对这种情况，只研究岩相古地理就不够了，必须在这个基础上认真研究储集相，研究成岩次生变化及其与油气的关系，相信加强这项工作一定能使四川的油气普查勘探更好地前进，并有更多的发现。

（四） 上三迭统含油气层系

晚三迭世时，在印支运动的直接影响下四川盆地才开始形成和发展起来，并从西部的陆缘海盆向陆相湖盆过渡，发育了一套海陆交互相的沉积，这就是上三迭统含油气层系，分布在四川盆地的西半部（即川西海盆），面积约七万二千平方公里，向盆地的东部则过渡为陆相含煤层系。

上三迭统生油凹陷，包括了“须下盆”和“须上盆”。“须下盆”的沉积包括马鞍塘组、小塘子组和须家河组二、三段；“须上盆”沉积包括须家河组四、五段。由于这两套盆地在川西迭合，有共同性，以往总是混同一起，分不开，实际上这两套盆地的性质是很不相同的。“须下盆”是由陆缘海盆逐渐变化而来的，是主要的生油盆，为陆缘海碳酸盐岩～泥质岩建造以及河流～半咸水湖泊碎屑岩和含煤建造；“须上盆”完全是陆相，为河流～淡水湖泊磨拉石及泥质岩建造，生油条件差。“须下盆”的中心偏西并被边缘大断裂切割了一大部分，推到天上去了；“须上盆”中心则向东移至绵阳、罗江一带。两套盆既迁移又迭合。“须下盆”时及在这之前，四川地台与西部活动带呈拉张关系，西降东升，两个地块呈左旋方向相互活动；从“须上盆”开始，两个地块转变为压性关系，西升东降，彼此活动呈右旋方向，所谓四川盆地边缘从这时正式开始形成。因此，两套盆之间可能有一个重要的变动期，在安县～绵竹一带的地震剖面上，可以见到须四段与下伏的须三段呈明显的截合关系，向东则变为平行不整合和整合接触。但是，两套盆的沉积在地史上是连通的，并组成上、下两个生储盖组合：下组合以马鞍塘组、小塘子组作为生油层，须二段为主要储集层，须三段作为盖层；上组合以须三段作为生油层，须四段为主要储集层，须五段作为主要盖层。

川西上三迭统凹陷，是四川盆地发展过程中幅度最大的生油凹陷，其沉积岩体积很大，沉积速度达5800立方公里/百万年，和国内外的含油气盆地对比，是属于中上等的。初步估算川西海盆上三迭统的生油气总重量约1500亿吨，按威克斯（1958年）提出的世界沉积盆地中非储油岩和储油岩中原油体积比值为94:1计算，上述所生成的油气进入储层的约有16亿吨，折合天然气体积为10000亿方。预测的这个数字大约相当于远景储量或资源量；又假定进入储层的这些油气，有20%能够富集成藏，并保存下来，那么还有2000亿方，预测的这个数字大约相当于地质储量；如果乘以30～50%的采收率，得数就是几百亿至上千亿方，这就是粗略预测的最终可采储量。看来川西海盆上三迭统的油气普查勘探工作，是有良好前景的，但工作的艰巨性也很大。目前，已经找到了一个中坝气田和若干个含气构造，相信经过努力奋战，再找到一批中坝规模的气田是可能的。

上述生油气量，几乎都是“须下盆”的，“须上盆”的油气主要靠“须下盆”向上运移。而且这些生油气量，又主要集中在彭、灌凹陷中心一带，约占总生油气量的⅔左右，显然这里是主要油气源区。而这些生油气量的总分配趋势是：主要向西运移到川西地区的西带和向上运移到中带，其次是向东运移到川西地区东带缓坡上。西带坡度大，发育有印支古构造，早期圈闭条件好，并有大量的砂岩体，又邻近主要油气源区，无疑是油气运移的主要指向带，中坝气田就位于此带。不足的是西带的一部分油气，遭到了一定程度的破坏。川西地区中带地处主要油气源区及其附近，是平缓褶皱区或微褶区，以发育印支古构造和晚期形成的构造以

及两者复合型的构造为特征，已知的九龙山、文星场、老关庙、八角场、孝泉、大兴场等含气构造，均位于此带；川西地区的东部缓坡带，本地的生油气量较小，离凹陷中心又远，这里虽不是油气运移的主要指向带，但却是油气长期运移的指向带，兼有岩性圈闭条件，保存完好，所以值得重视。从总体和长远看，川西地区上三迭统的普查勘探要注意两点：第一，还是要花大力气抓早期形成的圈闭，包括古构造、古断块和岩性圈闭等；第二，上组合虽然现实，但下组合很重要，虽埋深较大，也要作为川西的主要目标来抓。

毗邻川西海盆的川中地区，是一个次有利区，也应给予适当注意，它可以多少接受来自上三迭统本身及中、下三迭统的油气，在一定条件下聚集成藏，如遂南气田及安岳县通贤场的工业油井，均属这种情况。而川东等地区的上三迭统，本身缺乏生油条件，保存条件也欠佳，虽然有的钻井也钻遇一些油气，但主要是次生的，为一般远景的地区。

（五） 陆相含油气层系

四川陆相盆地是地台上的迁移性迭合盆地。自晚三迭世以来，盆内各阶段的次级小盆，各有其独特性质，又有相互的关系，表现为既迁移又迭合。其边界条件是甘（孜）、阿（坝）活动地块作用于稳定地块，这两个地块相互活动的方式和阶段，直接影响到台上各小盆的形成和变迁。各小盆之间，既有继承过渡的，也有间断的甚至强烈构造运动。四川盆地内这种次级小盆主要有两类：第一类是“东迁迭合盆地”型，有前面提到的“须下盆”、“须上盆”，还有侏罗纪的“珍、东盆”、“大安寨盆”、“千佛崖盆”，都是生油盆地，由于西部活动带逐步抬升，它们自西而东向地台稳定区发展；第二类是“西迁迭合盆地”型，有“通江盆（J_3）”、“剑阁盆（J_3～K_1）”，“川西盆（K_2～E）”，都是非生油盆，但它们严重影响和改造下伏的生油盆地。

所谓陆相含油气层系，实际上就是指侏罗纪“东迁迭合盆地”的一套生油相沉积，其中最主要的是“大安寨盆”和“千佛崖盆”。这两个湖盆时期，在川北、川中和川东地区沉积了一套有利于生油的黑色页岩，并发育了一套有利于储油的介屑、介壳灰岩和砂岩，形成了良好的生储盖组合条件。现在，陆相地层找油气的最有利地区—川北和川中地区，都处在“大安寨盆”和“千佛崖盆”的主体之中，但生油中心却在川北地区。大安寨段的生油中心在川北仪陇一带，和沉积中心是吻合的，黑色页岩累积厚度50～80米，残余烃含量达3106ppm，油气已处于高成熟到过成熟阶段；而千佛崖组的生油中心比大安寨段略偏东，在仪陇双河～平昌一带，但又比千佛崖组的沉积中心（达县～平昌一带）偏西，生油中心和沉积中心是不一致的。在仪陇双河一带残余烃含量可达1600ppm，而达县一带只有几百ppm。

据粗略计算，川北加川中地区大安寨段的生油气总重量约170亿吨，千佛崖组生油气总重量约150亿吨，加在一起约320亿吨，而川北和川中两个地区的生油气量又差不多各占其一半。但从总的来看，大安寨段的生油条件比千佛崖组好，川北地区又比川中好；川北的生油岩比较集中一些，川中则比较广薄。

川北地区经初步钻探证实，陆相侏罗系地层有广泛的油气分布，其中也存在较为富集的局部（如石龙场油气田），重要的是努力寻找稍具规模的油气富集带。首先抓大安寨段邻近生油中心的介屑滩、介壳灰岩带，

并注意研究和寻找千佛崖组、大安寨段的有利砂岩体，同时应重视在这些有利相带中的背斜构造，把岩相条件和构造因素结合起来，这就是川北地区的主攻方向。但在川北要找到很大的陆相油气田，也有其内在的不利因素：第一，迁移迭合盆地的性质决定了整个陆相侏罗系的生油凹陷不突出，生油岩累积最厚的也只有近百米，一般几十米，平均每单位面积内能生成的油气量比较少，能进入储层的更少，因此，它基本上不具备形成大油气田的物质基础；第二，缺少范围广阔的孔隙储层，油气难以进行远距离的运移并集中起来；第三，缺乏适时、高大的聚油能力强的大型圈闭。但是，和工作程度很高的川中油区比较，川北地区生油条件比川中好些，油气的活动性强些，生储配置条件也好些，构造控制因素明显一些，这是川北比川中相对有利的几个方面。而川中在普遍贫矿中仍出现蓬莱、桂花较富集的地带（约占川中5％的地区，产出70％的油），所以在川北找到较为富集的地带也是有希望的。川中搞了二十多年，找到十几个小油田，拿到一定的地质储量，通过进一步工作近年来又有一些新的发现（如金华镇地区）。预测川北地区的前景要比川中油区好些，几倍于川中是可能的，关键是要认真进行工作。

除上述川北、川中最有利地区外，寻找陆相油气还有三个可以适当开展工作的有利地区。①威远背斜周围及盆地北部边缘地区：这里侏罗系的生油岩比川北、川中地区显著减薄，一般＜20米，但还有一定的生油能力，并可以接受侏罗系下面运移上来的油气，已在威远背斜西南端的犍为县罗城、井研县竹园等浅井中，发现了有一定利用价值的油气流；②川东地区：这里的大安寨段和千佛崖组还是一套生油相沉积，其生储条件不比川中地区差，主要是后期地壳运动使这里形成比较强烈的褶皱上升，侏罗系地层遭受剥蚀，油气受到破坏，但不能认为已经破坏殆尽了，事实上在储油层尚未暴露的低背斜构造（如新市构造、福成寨构造等）和平缓向斜翼部（如拔山寺向斜东翼）等，在大安寨段还钻遇到了良好的油气层，并发生井涌、井喷，有一定数量的油气产出；③川西地区（主要指龙泉山以西的成都平原地区）：这里侏罗系本身一般缺乏生油条件，但“须上盆”沉积的一些腐植质可以生成天然气，并运移到侏罗系的砂岩中储集，在川西地区的许多钻井中，普遍钻到这些浅气层，分布在白田坝组到蓬莱镇组的各层段中，有的发生强烈井喷（如孝泉构造），有的经测试获得工业气流（如大兴构造），有的则长期稳定低产（如白马关构造）。可见，川西地区侏罗系浅层天然气是有一定远景的，特别是由于成都平原工农业发达，能源又比较紧张，无论从地质找矿观点和经济效果来看，都值得我们重视。

四川盆地的油气普查勘探工作已经进行几十年了，做了大量工作，并可以划分出很多工作阶段，但大的阶段可以分为两个：第一，从五十年代到六十年代是初期阶段，或叫第一轮普查，取得了很大的成果，四川80％左右的天然气储量是这个时期获得的，川中油区也是这个时期发现的；第二个阶段，是以川西北的中坝气田和川东石炭系的突破为转机，促使我们认真考虑四川含油气盆地诸如油气运移聚集条件等若干带根本性的问题。可以说，四川盆地的第二轮普查，从七十年代起，实际上已经开始了。但好找的、容易找的大部分都工作了，所以第二轮普查比第一轮普查将更为艰巨。在这个新的工作阶段中，我们应当注意油气并举，海陆相兼顾，同时注意深浅结合，综合找矿，并积极向新领域、新类型和新的深度进军，努力找到更多新的油气田，为社会主义现代化建设服务。

四川盆地的气源与勘探

程耀黄　陈盛吉

（四川石油地质勘探开发研究院）

本文主要根据天然气分析资料，结合其他地化指标及地质条件，探讨了四川盆地的天然气特征及其来源，论述了四川盆地以产干气为主的原因。根据气体特征及其产状判断：盆地内存在深部天然气向上运移的现象。深部有较好的生油层。因而认为，深大断裂两侧保存条件较好的构造，是有利于聚集天然气的地区。

天然气特征

四川盆地已在震旦、石炭、二迭、三迭及侏罗系地层中钻获天然气藏；在寒武、奥陶及泥盆系等地层内，钻遇天然气显示。上述气藏，按不同的气水分布关系，纵向上大致可以分为11个以上储集单元，都已获得工业性气井。各储集单元的天然气性质详见表1。它们总的可分为湿气（C_2^+含量大于5%）和干气（C_2^+含量小于5%）两类，按其成份特征，又可细分为六种。

一、六种各具特征的天然气

1.无H_2S低异丁烷湿气：重烃含量一般为10%左右，伴产原油和凝析油，ic_4/nc_4比值在0.25～0.75之间，主要产层为J_1^4，产层的目前埋深1100～2800米。

2.无H_2S高异丁烷湿气：重烃含量一般为10%左右，不含H_2S，伴产凝析油，ic_4/nc_4值在0.65～1.3之间，主要产层为T_h（或T_{3x}），目前埋深2000～4000米左右。

3.高H_2S含量湿气：重烃含量一般为5～15%，H_2S含量可高达5%左右，伴产凝析油和原油，主要产层为Tr，中坝气田的目前埋深3300～4000米左右。

4.无或高H_2S含量干气：重烃含量一般均在2%以下。主要产层为Tc^1～P_1^2，在

本文吸收了王金琪同志的一些观点并得到了他的指导。编插图过程中，还参考了王庭斌、安凤山、彭俊才、李宗文、罗奖礼、舒文震等同志拟编的有关图件，在此一并致谢。

参考文献

[1] J.M亨特："沉积岩中烃类的分布"，《石油地质学译文集》第三集，科学出版社，1970年。

[2] 李汶国："各类干酪根不同成熟阶段生油气量的探讨"，《石油与天然气地质》第2卷、第3期，1981年。

[3] 郭正吾："两个中生界大型含油气盆地的对比"，《石油地质文集——区域评价》第1集，地质出版社，1981年。

[4] 冯福闿、吴承业："印支运动在四川含油气盆地发展过程中的作用"，《石油地质文集——构造》第2集，地质出版社，1981年。

[5] 秦同洛："重视中小型中低压气田的勘探开发"，《天然气工业》第3期，1981年。