

有一气、水过渡带，其间并无其它条件的阻隔或封闭，水起了封闭阻隔作用。因此，美国地质学家称其为水封气藏（Water brock），而麦斯特强调这类气藏是出现在向斜盆地深凹中，且常有巨大储量，命名为深盆气圈闭或深盆气（Deep basin gas trap）；

4. 含气层位多、储层厚度大、含气面积广，是这类气田的又一共性。如圣胡安盆地的向斜深凹部位，厚达1525米的白垩系中的每一层组砂岩中都饱含有天然气，其储量达 $7000 \times 10^9$ 立方米。西加拿大盆地整个中生代分布区的 $690 \times 96$ 平方公里面积内也都饱含有气，其储量达 $12,400 \times 10^9$ 立方米。丹佛盆地气储量也达 $365 \times 10^9$ 立方米；

5. 深盆气实际上并不深，从1000米到4000米均有含气层，只要钻遇白垩系砂岩层就有气层。以西加盆地为例，单井气产量每日可达2.8—5.6万立方米，个别最高日产可达42万立方米。关于气源岩问题，认识还不统一，一般认为来自白垩系富含有机质泥页岩，但从钻井成功率来说，只要下部有白垩纪煤系存在，就可百钻百中，这些气很可能来自煤系地层。

北美深盆气圈闭类型的突破，不仅对该区的能源危机有所缓和，而且对石油地质的发展也将产生深刻的影响。

我国的四川、鄂尔多斯、准噶尔、吐鲁番、塔里木盆地等的地质构造，与北美的几个深盆气产地的地质构造特征相类似，都是不对称的向斜盆地，在向斜深凹中发育有三叠纪、侏罗纪煤系和白垩纪砂泥岩的前渊沉积，构造不发育，储层物性都较差，深盆气圈闭所必须的基本条件都有存在。因此在这些盆地寻找深盆气的前景是很大的。另外，在松辽盆地南部的中央拗陷和开鲁拗陷，其地质构造虽有别于上述盆地，但仍不失为寻找深盆气的有利地带。

深盆气圈闭是近年来石油地质科学重大突破之一，要寻找深盆气必须冲破某些老概念的束缚，那种认为在向斜盆地的深凹中岩性细、物性差、无构造圈闭而对盆地深凹作出否定评价的结论是值得商榷的。

（孙肇才）

## 生物成因气值得重新认识重新评价

富含有机质的沉积物，在低温、缺氧、低硫酸盐环境下，厌氧细菌对有机质的大分子进行分解而产生的烃类气体称之为生物成因气。近代沼泽湖泊的淤泥中，海相沉积物中，都富含有机质，都可形成大量生物成因气。不过因其上覆静水压力很小或缺失封闭、储集条件而散失。但当在快速沉积、快速沉降的地质条件下，喜氧细菌因缺氧而不能使有机质大量分解，相反，厌氧细菌则可保持生态系统的连续性而大量繁殖，在其分解作用下可使富含有机质的沉积物形成大量甲烷气。此时上覆水体产生较大静水压力使甲烷大量溶解在隙间水中或吸附在松散沉积物中而不致形成气泡向上散失，其溶解度随深度增加而增加。成岩作用初期，在上述条件下形成的甲烷气，有的呈水溶气存在于隙间水中，有的呈游离气储集在被泥质岩所封闭的沙层中，有的则在高压低温环境下形成固体水化物。据D. D. Rice等人对生物成因气研究，认为加拿大阿尔伯达东南部的白

要系浅层天然气、美国得克萨斯州和路易安娜州浅海区的中新世气藏、西西伯利亚的乌连戈依气田等大部或部分都是属于生物成因气。它们的共同特征是埋藏浅，分布广，储量大，都出现在未熟带的储层中。气体组份：甲烷占绝对优势， $C_2$ 以上含量极少， $C_1/C_2 + C_3$ 比值为100—1000， $\delta C^{13}$ 为-90‰—-50‰，具轻碳同位素组成特征。

我国东部几个大型含油气盆地，新第三纪和第四纪松散砂泥沉积物厚达1000—2500米，其中未成熟的富含有机质的沉积物厚度很大。松散砂层为良好储层，致密泥质层（岩）可作盖层。在继承性隆起部位或老第三纪末期的古地貌所控制的构造部位可作为圈闭，是寻找生物成因气的最有利地带。如苏北—南黄海盆地的周庄鼻状构造，在新第三纪盐城组底部即发现有生物成因气藏，周2井在钻遇盐城组的一个含气层（井深为954.4—956.4米），经射孔测试，日产天然气达17万立方米，气体成分主要为甲烷，含氮2—4%不等，对于这种埋藏浅、岩石中有机质处于未成熟阶段的气藏，应属生物成因气。苏北—南黄海盆地新第三纪、第四纪沉积物分布广泛，沉积较厚，而且有向海域增厚的趋势，显然是寻找生物成因气的有利层位。

华北—渤海盆地的第四系、上第三系分布广泛，沉积总厚在1000—3000米。上第三系明华镇组发育有多层暗色富含有机质和丰富化石的泥岩层，为生物成因气母岩。其中多层透镜体砂岩可作为储气层。如中9—11井、渤35井等即分别在井深180—770米的明华镇组中发生过气喷，出现过以甲烷为主的天然气流。显然在这些层段和地区也是寻找浅层天然气的对象。

松辽盆地松花江群嫩江组和明水组，为富含有机质的泥页岩，嫩二段厚约200米，全为暗色泥岩，局部可称为油页岩，有机碳含量为：0.93—1.76%不等。在盆地中深部埋藏较深，但在大部分地区埋藏均浅于1000米，低于生油门限值，属于未成熟带，应是浅层生物成因气的良好气源岩。在这套地层中，所夹砂岩的孔、渗性良好，可作储气层。如大庆长垣的嫩江组，普遍含有浅层天然气，大部分单井日产量可达一万立方米。又如在红岗子构造的明水组内也见到浅层天然气，单井初产日产可达六万立方米。值得特别提出的是“迟到早退”的开鲁拗陷，松花江群下部和上部缺失的层组较多，但嫩江组、明水组在全拗陷内都有分布，厚度亦较大，为生物成因气提供了充足的气源，显然，这些地区也是寻找浅层天然气的有利地带。

柴达木盆地东部第四系七个泉组分布广泛，厚约200—1000米，其中富含有机质、炭质的暗色粘土层总厚可达400—700米，所见的螺蚌介壳和植物碎屑石化程度很低，炭质碎屑处于泥炭化阶段，埋藏深度小于1200米。推测古地温最高也不会超过50°C。在盐层下部已发现多个浅层天然气藏，单井日产已超过10—20万立方米。柴达木盆地中东部地区，第四纪盐层分布广、厚度大，可作为生物成因气的良好盖层。由此可见，本区亦应是寻找天然气的有利地区。同样在塔里木、准噶尔盆地的第四系和上第三系分布地区，也应是寻找生物成因气的有利地区。

我国长江中下游一带的浅层天然气，早在六十年代初期即已确认为生物成因气。先后发现气苗6000多处，断续分布面积达几万平方公里，有上、中、下三个含气层，埋深5—50米不等，单井日产气100—1000立方米。这类“贫而广”的浅层天然气的勘探与开发，有利于缓和民用燃料的紧张状态。

值得特别提出的是我国四大海域及其广阔的陆架地区,新生代分布极为广泛。据少量钻探揭露,已见有大量未熟有机质的砂泥岩和泥砂岩,并见有多层煤层和含植物碎屑砂泥岩,腐植型有机质均处于未熟阶段。当然,这些区域也是寻找浅层生物成因气藏的有利地带。

近年来,国外也很重视浅层生物成因气的开采和利用。常在过去被关闭的“小而贫”的低产浅层气藏附近,重新评价和钻探测试,增加了含气层位,扩大了含气面积,气储量有了急剧的增长。如美国在五十年代仅对东部平原区白垩系浅层天然气作了另星开发,七十年代加强了勘探,浅层天然气田成倍增长,1980年对全平原30万平方公里的浅层天然气资源预测达2.8万亿立方米。加拿大从1973年开始对莎菲尔德地区的评价性钻探。已查明了2600平方公里的含气面积,储量达1万亿立方米。在苏联浅层天然气占有很重要的位置(包括永久冻土层下的天然气),据估计占苏联天然气储量的20%。

浅层生物成因气的特点是埋藏浅,产量低,分布面积广,资源量大,它是重要能源之一。由于某些历史原因和认识上的问题,对浅层生物成因天然气未予重视,只注意了“大而富”的油气,忽略了“小而贫”的浅层气;或以大比重泥浆钻井,在液压超过气压的情况下遗漏了浅层气;或者以未熟带无油气远景而予以否定。这些人为因素所造成的错误,应予纠正,有必要对浅层生物成因气来一个重新认识、重新研究、重新评价。

(熊寿生 卢培德)

## 谈谈生物气的形成环境和寻找方向

生物气占世界天然气探明储量的20%以上,其中一部分是大型气田。

生物气生成的先决条件是要有丰富的有机质作为甲烷生成菌的养料。甲烷菌依靠有机质(即碳水化合物或部分蛋白质)在发酵作用下释放的 $H_2-CO_2$ 气体和乙酸而生活。木质素和脂类则难以消化,故有利的母质主要是草本腐殖型和腐殖、腐泥过渡型。因此生物气在具有陆源植物供给的沿海(湖)岸一带最为丰富。单位面积甲烷生产率在港湾、沼泽和淡水湖泊沉积物中比开阔大陆架沉积物高一个数量级,比大洋沉积物高四个数量级。

生物气在沉积物表层即可大量生成,但极易散失。聚集成为气田需要二方面的条件:一是有利的沉积环境,可以抑制生物气在沉积物表层的生成速度,使其延迟至较大的埋深;二是有利的封存条件。

甲烷生成菌在负300毫伏以上的强还原条件下生长,只有在氧气和硝酸盐全部消失,硫酸盐大部分被还原以后,才能大量繁殖。水体和沉积物在垂向上明显分带:上部含氧带,中部过渡带,下部甲烷带。当沉积物表面位于含氧带时,底栖和潜穴动物繁殖,消耗大量有机质,不利于生物气的生成。当沉积物表面位于甲烷带时,甲烷生成的数量多,但散失也多。只有在过渡带具一定厚度时,甲烷气生成才最为有利。这种有利的环境常见于海(湖)进和海(湖)退期。如近代黑海曾随海进海退而出现缺氧到含氧的过渡环境。上海、浙江沿海一带的第四系生物气形成于海进环境中。