

黄骅拗陷二氧化碳气与油气藏分布关系

高锡兴

(石油工业部大港油田)

六十年代初,黄骅拗陷在石油普查过程中,首先在北大港潜山构造带发现CO₂气。七十年代初,又分别在翟庄子鼻状构造及友爱村断块再次发现高含量CO₂气,以后又相继在不同的断块探井中也见到了CO₂气流。勘探实践表明,港西地区井涌、井喷现象与富含CO₂气密切相关,一些岩性尖灭油气藏也与CO₂气含量有密切关系。研究区内CO₂气与油气藏分布关系,不仅有利于CO₂的开发利用,而且有助于油气田的勘探开发及综合评价。

一、二氧化碳气藏的地质特征

黄骅拗陷CO₂气分布较广,在潜山构造带、断块和某些背斜或鼻状构造中都钻迂有CO₂气。已发现赋存有CO₂气的层组有明化镇组、馆陶组、东营组、沙一下段和奥陶系等,其中以奥陶系灰岩和沙一下段生物灰岩含CO₂气较高,并常与烃类气和液态烃相伴存。不同构造部位和不同层组的气体组成参见表1和图1。现将区内几个主要的CO₂气藏地质特征分述如下:

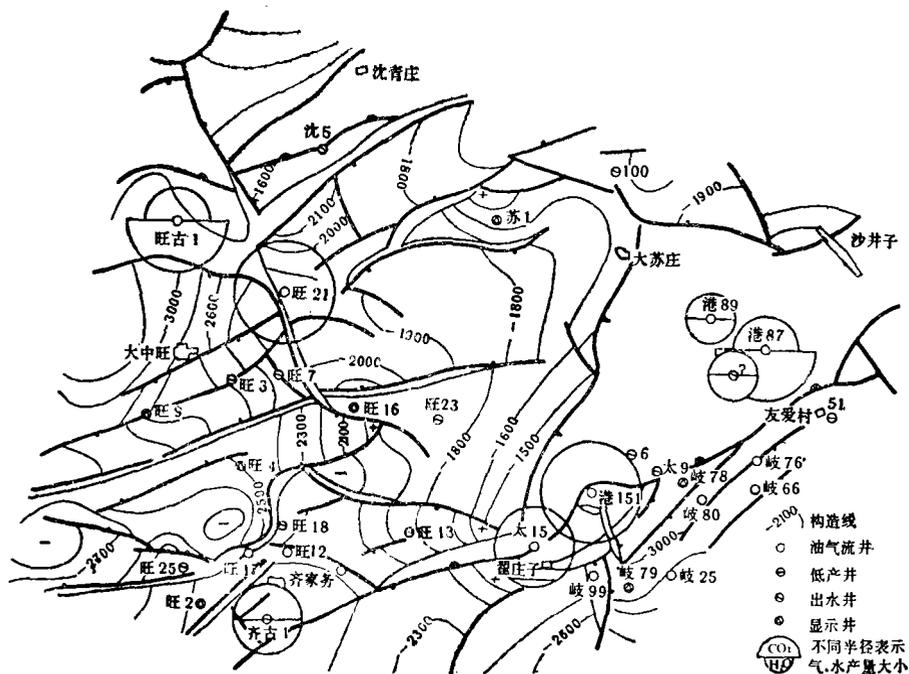


图1 北大港潜山构造带CO₂气藏分布图

黄骅坳陷烃与非烃气体组成 表 1

| 构造 | 井号 | 层位 | 气组份 | | | | | | | 析 | 比重 | 测试结果 |
|------------|------|------|-----------------------------------|----------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------|-------------------------|------|
| | | | CO ₂ +H ₂ S | N ₂ | CH ₄ | C ₂ H ₆ | C ₃ H ₈ | C ₄ H ₁₀ | C ₅ H ₁₂ | | | |
| 翟庄子 北断块 | 港151 | 沙一下 | 98.33 | 0.22 | 0.99 | 0.44 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 1.5068 | CO ₂ 气层 | |
| | 太15 | " | 97.86 | 0.17 | 1.94 | | 0.02 | | | 1.4996 | CO ₂ 气层(微带水) | |
| 大中旺 | 旺21 | " | 79.05 | 3.65 | 17.10 | 0.12 | | | | 1.3134 | CO ₂ 气层 | |
| | 旺古1 | 奥陶系 | 95.09 | 2.96 | 1.95 | | | | | 1.4842 | 水层含CO ₂ 气 | |
| 齐家务 | 齐古1 | " | 67.35 | | 15.29 | 5.82 | 1.16 | | 3.46 | | " | |
| | 港87 | " | 88.120 0.23 | 0.31 | 11.0 | 0.17 | 0.04 | | 0.03 | 1.4103 | " | |
| 港西潜山 | 港1 | " | 30.22 | 1.39 | 51.95 | 5.22 | 5.72 | | | 1.0141 | " | |
| | 港2 | " | 88.59 | 1.85 | 8.63 | 0.36 | 0.05 | | H2046 | 1.4179 | " | |
| 港西潜山 | 港59 | " | 74.81 | 0.05 | 19.74 | 1.80 | 0.9 | | 1.18 | 1.3357 | " | |
| | 港23 | 东营组 | 25.37 | 1.43 | 63.09 | 5.48 | 1.66 | | | 0.8777 | " | |
| 港西油田 | | 明化镇组 | 7.59 | 1.03 | 88.64 | 2.19 | 0.32 | | 0.01 | 0.6489 | 油气共存 | |
| | | 宿陶组 | 8.52 | 1.19 | 83.85 | 4.57 | 1.16 | | | 0.6861 | " | |

1. 翟庄子鼻状构造CO₂气藏地质特征

翟庄子鼻状构造位于港西潜山西南斜坡，东邻周清庄油田，西与齐家务构造以断层相联，南以凹陷与孔店潜山构造带相隔，为一被港西主断层所复杂化的鼻状构造。北东向港西主断层具有基底同生断层性质，控制了中新界沉积，四条北北西向断层形成较晚，将鼻状构造切割成阶梯式的不同断块。二氧化碳气藏与油气水分布严格受到断层的控制，翟庄子鼻状构造较高部位的北断块，主要为二氧化碳气分布区，而较低的南断块为油、气富集带，更低部位即为含油水和油水过渡带（图2）。

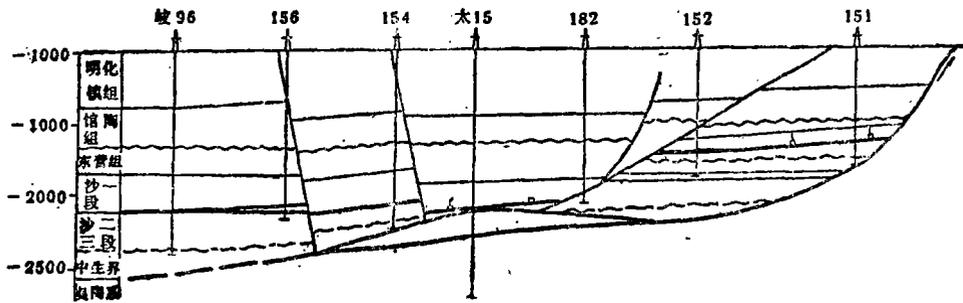


图2 翟庄子鼻状构造岐96—港151横剖面图

主要目的层为沙河街组一下段的第一、二岩性段，在砂泥质碎屑岩中发育有较稳定的生物灰岩和白云质灰岩，厚度7—10米不等。生物灰岩裂隙较发育，有效孔隙率17.4—21%，渗透率184—318千分达西，而白云质灰岩较致密，次生裂隙常被方解石充填，储集物性较差。

2. 港西潜山友爱村断块CO₂气藏

港西潜山为古生代灰岩所组成，在北东向主断层控制下，复被北西向断层切割为不同的断块，奥陶系灰岩埋深2000—2500米不等。位于高部位的友爱村断块，曾集中钻探、重点解剖，打了六口探井（港87、黄5、港23、港1、港2、太12），证实CO₂和油气水分带现象极为明显，即高部位为纯CO₂气和一定量的H₂S，向较低部位即过渡为水溶性CO₂气，更低部位为含CO₂烃类气和液态烃。原油比重为0.8515，粘度为9.05厘泊，证实原油性质并不因含CO₂而遭受氧化或演化（图3）。

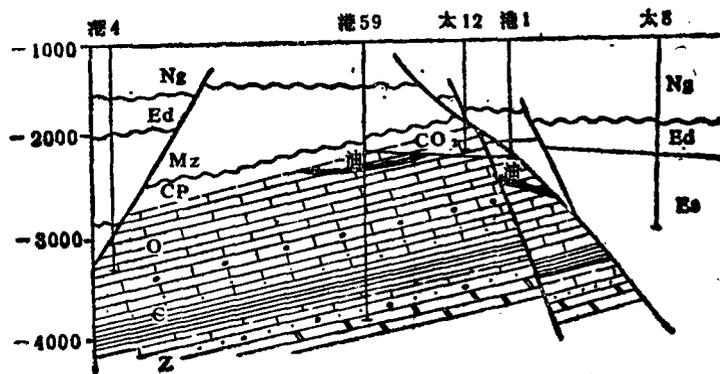


图3 港西潜山港4—太8剖面图

3. 大中旺背斜构造CO₂气藏

背斜构造位于沈清庄潜山南部, 面积9.5平方公里, 闭合高度为20—550米, 轴部被北西向大中旺断层切割, 位于高部位的旺21井和旺古1井都钻迂高含量的CO₂气, 旺21井储气层为沙河街组一下段的白云质灰岩及粉细砂岩, 而旺古1井的储层为奥陶系灰岩。在断层下降盘的构造低部位则为含油及油水过渡带。

4. 齐家务潜山CO₂气藏

潜山由奥陶系灰岩组成, 埋深3000—3400米, 潜山构造面积10.5平方公里, 呈南北向分布, 近轴部被一南北向断层切割, 齐古1井位于高点东翼, 在钻迂奥陶系灰岩时, 于3350—3556米曾多次井漏, 井涌和井喷, 为含烃类气的CO₂气, CO₂含量达67.35%, 属水溶性CO₂气。

5. 港西油田上第三系碎屑岩中与烃类气共存的CO₂气

上第三系明化镇组下段和馆陶组泥质粉砂岩的原油伴生气中, 常含有较多的CO₂气, 最高含量可高达19.28—23.45%, 平均含量为7.59—8.52%, 不同构造或断块的含量相差较大, 在同一构造或断块的不同部位也有差异。一般近断层部位CO₂含量较高, 其气源显示出受断裂的控制。

二、二氧化碳气与石油烃类气的分布关系

根据钻探资料和部分分析资料, 黄骅坳陷产出的CO₂气与石油烃类气有密切关系。

1. 二氧化碳气可作为岩性尖灭油气藏的标志, 高浓度CO₂气藏, 主要分布于断块构造较高部位, 而且仅见于沙河街组一下段的生物灰岩中。含烃类CO₂气分布于较低部位, 更低部位则为低含CO₂烃类气和液态烃, 呈明显的环带构造。钻探实践表明, 在砂泥质碎屑岩系的生物灰岩中, 常有浓度较高的CO₂气出现, 随着生物灰岩厚度减薄或尖灭, CO₂气的含量亦随之减少而逐渐过渡为含CO₂烃类气或液态烃。据根CO₂气含量变化, 可有效地指导普查勘探岩性尖灭油气藏。

2. 水溶性CO₂气是油田水重要标志, 黄骅坳陷奥陶系基岩潜山曾遭受长期淋漓侵蚀, 孔、洞、缝发育, 地下水活跃, 油气显示明显。在钻井过程中常见有井漏、井涌、井喷现象, 根据录井和分析资料推断, 出现这些现象是含有大量的水溶性CO₂所引起。一般CO₂含量为30—75%, 甲烷和重烃含量为8—20% (见表1)。由于CO₂气溶解于水的溶解度远大于烃类气, 而CO₂气的压缩系数又远小于甲烷气, 因此二者的气浸及在钻井过程的溢流有显著的不同, 通常甲烷气引起的溢流或井喷, 常有先兆的预警时间, 而CO₂气具有较大溶解度和较低的压力, 常在井筒的较上部发生脱气膨胀, 其引起的溢流或井喷常没有先兆而为突发性, 据根井口气测压力变化情况, 可分辨是否为水溶性CO₂所引起。一般在油田水中都含有水溶性CO₂气, 有的深井则为含CO₂烃类气或液态烃, 有时则为含CO₂的油、气、水同时产出。从其伴生共存关系分析, CO₂气不是油气氧化的衍生物, 出现有CO₂气并不说明油气藏曾遭受氧化水洗, 相反CO₂可作为油气普查标志之一。

3. 黄骅坳陷二氧化碳气是多源成因的, 可归纳为三种成因类型: (1) 有机质热成

因，有机质热降解成烃过程，伴有少量 CO_2 ，主要分布于油田水和液态烃中；（2）深源热裂解成因，碳酸盐岩热裂解所放出的 CO_2 气，溶于地层水或油田水而形成水溶性 CO_2 气；（3）混合成因气，上述两种成因相互混合，多在油气藏顶部或作为边水的水溶气出现。此外水中溶解的 CO_2 气的来源，还应包括岩浆或地幔脱气作用所产生的有关气体。 CO_2 气多分布在断裂破碎带附近，地温梯度介于 $3.616\text{—}3.842^\circ\text{C}/100\text{m}$ ，高于远离断层不产 CO_2 地区的地温梯度。二氧化碳的碳同位素比值介于 -5% ，可见深部来源的 CO_2 气是不容忽视的。

总之黄骅坳陷二氧化碳气具有多源成因类型，它能与烃类气和液态烃共生伴存，也能以多源水溶性 CO_2 气型式与油气水异生伴存，同时也常能以高浓度气顶型式出现于构造较高部位，呈明显的环带构造。二氧化碳气是具有较高经济价值的气种之一，据根据其产出地质特征和含量变化，能有效地指导烃气和液态烃的普查勘探工作。

（收稿日期：1985年1月14日）

THE DISTRIBUTIONAL RELATIONSHIP BETWEEN CO_2 GAS AND OIL—GAS POOLS IN HUANGHUA DEPRESSION

Gao Xising

(Dagang Oil Field, Ministry of Petroleum Industry)

Abstract

Depending on the summary of the geological characteristics of CO_2 gas produced from Huanghua Depression, the paper states that the CO_2 gas is a type of multiple sources. It can be either intergrown and accompanied with hydrocarbon gas and liquid hydrocarbon or hetero-growthed and accompanied with oil/gas water in the pattern of water-soluble CO_2 gas of multiple sources, meanwhile, it can be accumulated to be highly concentration CO_2 gas and distributed on the high locations of petroliferous structures.

The variations of CO_2 gas content and the geological characters of CO_2 gas producing can be used as a director for reconnaissance and exploration of the hydrocarbon gas and liquid hydrocarbon.