

二氧化碳——中国东部中、新生代 盆地的重要资源

罗开平 夏遵义 徐言岗 郑伦举

(中国新星石油公司勘探研究院, 湖北荆州 434100)

高尚海

(中南石油地质局油气勘探开发研究院, 湖南长沙 410117)

中国 CO₂ 资源的主体——幔源岩浆成因 CO₂ 气集中分布在东部及大陆架的中、新生代伸展盆地, 气源断裂及幔源岩浆活动是该类 CO₂ 气藏(田)形成的主要条件。按其成因, CO₂ 气可分为幔源岩浆成因和热解成因两大类。目前所发现的 CO₂ 气藏(田)圈闭类型几乎都属于断层复合型。

关键词 中国东部 中、新生代 伸展盆地 气源断裂 CO₂ 资源

第一作者简介 罗开平 男 33 岁 工程师 石油地质与地球化学

CO₂ 是天然气的重要组成部分之一, 人类对 CO₂ 的研究比对烃类气体的研究更早更深入^[1]。CO₂ 气可分为有机成因和无机成因两大类, 有机成因 CO₂ 气是沉积有机质在成岩作用、热解作用及烃类氧化过程中生成的 CO₂ 气, 主要形成于成岩作用早期, 但由于其极易被水溶解, 大部分随压实流体(水)散失, 因此至今罕见这类 CO₂ 气藏; 无机成因气, 又分为幔源岩浆成因气和碳酸盐岩热解气^[2]两种。中国东部所发现的 CO₂ 工业气藏都属于无机成因气。

1 CO₂ 气成因类型及地球化学特征

至目前为止, 在中国东部松辽盆地、渤海湾盆地、苏北盆地、三水盆地及大陆架珠江口盆地、莺歌海盆地和东海盆地中共发现了 28 个 CO₂ 气藏。松辽盆地、渤海湾盆地、苏北盆地、三水盆地及珠江口盆地的 CO₂ 气成因已达成共识, 即属于幔源岩浆成因气。莺歌海盆地中央泥拱带的东方 1-1-2 井 1 331~ 1 361.5 m, 1 414~ 1 452.5 m 井段所发现的 CO₂ 气层, 其含 CO₂ 的体积分数为 62.86%, $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$ 值为 -0.38‰, $^3\text{He}/^4\text{He}$ 值仅为 0.07 Ra, 属碳酸盐岩热解成因, 之上 1 284~ 1 296 m 的气层, $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$ 值为 -1.5‰, 为典型有机成因气^[2,3]。笔者认为底辟热流活动是形成莺歌海盆地烃类气藏和 CO₂ 气藏的最重要因素。莺歌海组二段及梅山-三亚组为主要的氣源层, 不同期次底辟活动形成的烃类气体和 CO₂ 气体混合造成了莺歌海盆地独特的“CO₂-CH₄”气藏, 富 CO₂ 天然气(含 CO₂ 的体积分数大于 50%), 属碳酸盐岩(矿物)热解气。

2 CO₂ 资源空间展布及大地构造环境

中国东部幔源岩浆 CO₂ 气较集中分布在郯庐断裂带两侧的中、新生代伸展盆地, 这些气藏(田)沿 NNE 向构造绵延数千公里, 称之为亚洲东部幔源气藏聚集带^[1]。热解成因的 CO₂ 气藏则仅见于压扭性构造环境下的莺歌海盆地内。

莺歌海盆地为红河断裂南段莺歌海断裂走滑活动控制的走滑盆地, 在新生代经历了多期压扭和张扭性活动。沿盆地 NNW 向轴部形成了一组 SN 向展布的雁列泥拱带, 泥拱带的发育与轴部次生剪切断裂长期活动形成的高热流有关, 这种高热流导致泥岩产生塑性流动并软化底辟, 使岩石中的碳酸盐岩矿物分解释放 CO₂, 并于上部泥拱背斜中富集成藏^[3]。

热解成因 CO₂ 成因机制, 决定了其在时间、空间上分布的广泛性。理论上, 只要有碳酸盐岩分布, 加上热源就能形成 CO₂ 气。但是中国东部目前 CO₂ 资源的现实却并非如此, 仅在莺歌海盆地中发现了典型的热解成因 CO₂ 气, 其原因可能与该类 CO₂ 气源供气不足及 CO₂ 气藏的不稳定性有关。

3 CO₂ 气藏的基本类型

中国东部目前已发现的 CO₂ 气藏(田)皆与断裂有关, 也就是说断裂是形成 CO₂ 气藏(田)最重要的地质因素。但并非在每个断裂处都能找到 CO₂ 气藏(田), 只有那些作为地球脱气口和岩浆通道的断裂或者能产生大量构造热, 致使碳酸盐岩(矿物)发生变质分解反应的并具有圈闭能力的断裂才有可能形成 CO₂ 气藏(田), 这种断裂称之为气源断裂^[1]。就本区而言, CO₂ 气藏的类型主要有火山(岩浆岩)型、古潜山型、背斜型和断块型而且往往是某两种类型的复合。按其成因, 可分为幔源成因和热解成因两种类型。

3.1 幔源成因类型

3.1.1 万金塔型

万金塔气藏位于松辽盆地东南部德惠凹陷, 与郯庐断裂带相邻, 是一个受断裂控制的短轴或穹窿状背斜圈闭气藏, 处在一个古火山之上, 属典型幔源火山岩型 CO₂ 气藏(图 1)^[3]。

3.1.2 古潜山与火山岩型

这类气藏分布严格受断裂控制, 沿气源断裂(如黄骅拗陷港西断裂带)有火山活动, 而圈闭

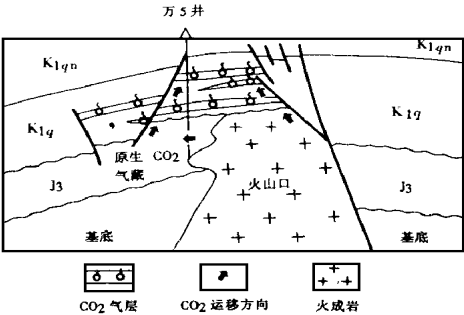


图 1 万金塔二氧化碳气藏形成模式

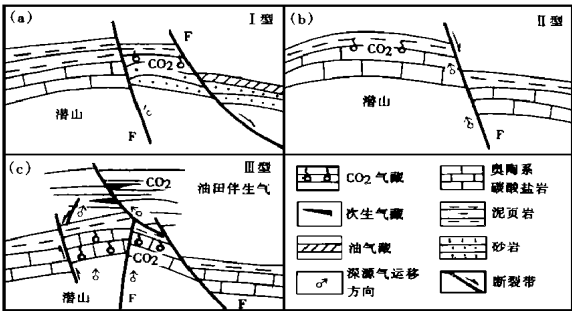


图 2 黄骅拗陷二氧化碳气藏类型

都与古潜山存在有关, 形成背斜圈闭、断鼻圈闭和断块圈闭。渤海湾盆地中的 CO₂ 气藏基本上属于这种类型(图 2)^[3]。

3.1.3 三水型

以三水盆地 CO₂ 气藏为代表, 发育在“垒”、“堑”式断块结构张性裂谷盆地中, 沿主要断裂有频繁的岩浆喷发活动, 圈闭构造与盆地性质密切相关, 为断层和岩性复合控制的“断块”型气藏, 苏北盆地黄桥气田与此类气藏相近(图 3)^[3]。

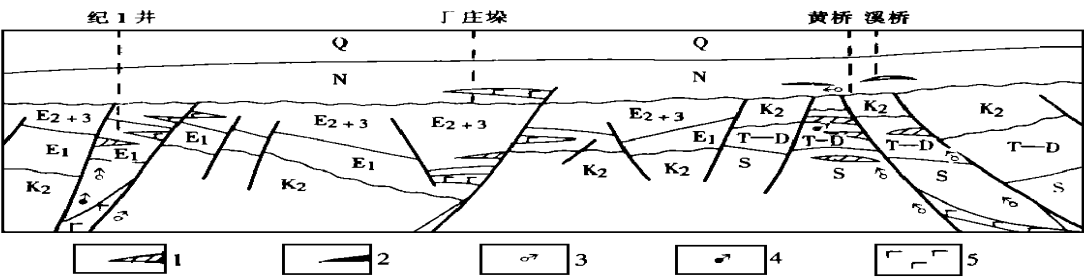


图 3 苏北盆地二氧化碳气田和氦气藏成藏模式

1—二氧化碳气藏; 2—氦气藏; 3—幔源-岩浆气运移方向; 4—变质成因二氧化碳运移方向; 5—玄武岩

3.2 热解成因类型

热解成因型 CO₂ 气藏以莺歌海盆地莺歌海坳陷泥拱带气藏为代表(图 4)^[3], 分布在压性构造环境下的走滑盆地中, 或者伸展盆地内局部为压扭性或张扭性构造性质为主的二级构造单元内(如黄骅坳陷的港西断裂带东北段 CO₂ 气藏), 构造热源产生热解成因 CO₂ 气聚集在底辟泥拱背斜圈闭中, 圈闭类型以背斜、断背、断鼻构造为主。

4 结论

- (1) 幔源岩浆成因 CO₂ 气主要分布在张性构造区的伸展盆地中, 而热解成因 CO₂ 气与碳酸盐岩(矿物) 分布和局部高热流有关。
- (2) 火山幔源活动提供了热力条件和主力气源, 幔源岩浆成因 CO₂ 气为中国东部盆地 CO₂ 资源的主体。
- (3) 气源断裂是形成 CO₂ 气藏的必要条件。

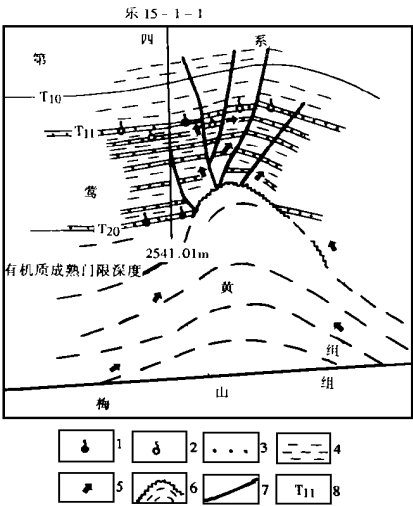


图 4 莺歌海乐 15-1 气田示意图

1—二氧化碳气藏; 2—烷烃气藏; 3—泥灰岩; 4—泥岩; 5—气运移方向; 6—泥底辟; 7—断层; 8—地震标准层

参 考 文 献

1 戴金星. 天然气地质学概论. 北京: 石油工业出版社, 1989. 184~ 201
2 戴春森, 宋岩, 孙岩. 中国东部 CO₂ 气藏成因特点及分布规律. 中国科学, 1995, 257(7): 764~ 771
3 戴金星, 宋岩, 戴春森, 等. 中国东部无机成因气及气藏形成条件. 北京: 科学出版社, 1995. 108~ 200
4 陈刚, 何家雄, 张伟. 莺歌海盆地 CO₂ 与国外典型 CO₂ 气藏的类比. 天然气地球科学, 1996, 7(4): 1~ 12
5 唐忠驭. 三水盆地 CO₂ 气藏地质特征及成因探讨. 石油实验地质, 1980, 2(3): 10~ 18

CO₂: AN IMPORTANT RESOURCE IN MESO – CENOZOIC BASINS OF EASTERN CHINA

Luo Kaiping Xia Zunyi Xu Yangang Zheng Lunju

(*Research Institute of Petroleum Exploration, CNSPC, Jingzhou, Hubei*)

Gao Shanghai

(*Research Institute of hydrocarbon Exploration and Development,*

Zhongnan Bureau of Petroleum Geology, Changsha, Hunan)

Abstract

The main part of China's CO₂ resources — mantle magmatogenic CO₂ is concentrated in the Mesozoic-Cenozoic stretching basins in Eastern China. The basic conditions for the formation of this kind of CO₂ pools or gas-fields are the faults cut deep in CO₂ gas source and mantle magmatic activities. The CO₂ gas pools could be divided into mantle magmatogenic origin and thermolysis origin. All the CO₂ gas pools and fields discovered are almost fault complex type.

(上接第161页)

RESERVOIRING PROPERTY OF RIVER CHANNEL SANDBODIES IN ZHAOSHIYAO AREA

Zhang Yundong

(*Petroleum Information Institute, CNPC, Beijing*)

Li Zhen Wen Xianduan

(*China University of Geosciences, Beijing*)

Abstract

The river channel sandbodies in Zhaoshiyao area are characterized by low compositional maturation and low textural maturation, high debris and feldspar contents. The filling materials of the sandbodies are mainly argillaceous, siliceous, iron substance and carbonatite. The sandbodies underwent three diagenetic periods such as syngenetic, burial and epidiagenetic periods. Their porosity and permeability are closely related to their granularity. The porosity of the sandbodies could be classified into 8 pore types and 4 kind of pore textures. The pore textures are related to the granularity and the filling materials. It has been proved by study that the mid and lower parts of the meandering river point bars usually have the best porosity and permeability, the bottom part is secondary and the top and marginal parts are the worst.