

中国东部 CO₂ 气地球化学特征及其气藏分布*

LIAO FengRong, WU XiaoQi and HUANG ShiPeng

100083

Research Institute of Petroleum Exploration & Development, Petrochina, Beijing 100083, China

2011-07-30 收稿, 2011-10-30 改回.

Liao FR, Wu XQ and Huang SP. 2012. Geochemical characteristics of CO₂ gases in eastern China and the distribution patterns of their accumulations. *Acta Petrologica Sinica*, 28(3):939-948

Abstract CO₂ gas accumulations are distributed widely and complexly in eastern China. This study focuses on the origin and distribution of CO₂ gases in eastern China based on the geochemical analyses of samples from so-called basins in the eastern China such as Songliao, Bohai, Sui Sanshi, East China Sea, Pei, Rize, Bohai, Jinghai, Qingdongnan and others as well as Shangdian in Inner Mongolia and some economic agricultural regions. The distribution of CO₂ contents in natural gases is similar to the typical U-type. The CO₂ contents range from 0-10% and secondarily 20-100%. The $\delta^{13}C_{CO_2}$ values show a normal distribution in the range of -10‰ to -20‰. Combined analyses of CO₂ contents, $\delta^{13}C_{CO_2}$ values and R Ra values indicate that high CO₂ in gases is dominated by iogenic gases and related to iogenic and related iogenic ones. The distribution of CO₂ gas accumulations is in accordance with the Neogene Quaternary tectonic zoning in eastern China. The deep-seated magmatism and associated volcanic and diagenetic zoning are the main factors controlling the accumulation, migration and distribution of iogenic CO₂ gases.

Key words CO₂; Iogenic gas; Carbon and helium isotopes; Accumulation; Distribution

摘要 中国东部 CO₂ 气田(藏)发育广泛,分布复杂。本文对中国东部 CO₂ 气田(藏)气中 CO₂ 含量、 $\delta^{13}C_{CO_2}$ 和 R Ra 值进行了分析,探讨了 CO₂ 气的成因和分布。中国东部 CO₂ 气田(藏)分布广泛,CO₂ 含量为 0-10%,其次为 20-100%。 $\delta^{13}C_{CO_2}$ 值呈 U 型分布,在 -10‰ 至 -20‰ 之间。CO₂ 含量、 $\delta^{13}C_{CO_2}$ 和 R Ra 值分析表明,中国东部 CO₂ 气田(藏)分布广泛,CO₂ 气以 iogenic 气和 iogenic 气为主。中国东部 CO₂ 气田(藏)分布广泛,CO₂ 气以 iogenic 气和 iogenic 气为主。

关键词 CO₂; 气; 碳和氦同位素; 分布

中图分类号 I 18.43

CO₂ 2000 CO₂ CO₂ S i h and h e n e g i 8 2 e t a l. i 22
 C a o n i 22 i 22 a i e t a l. i 22 W c h e u e e t
 a l. i 22 h a n g e t a l. 2008 CO₂
 1
 CO₂ SR



* 第一作者: i 28

(SR) CO₂, 国
(Car et al., 2003, 200 ; ,200)
(H cheon et al., 2002)中 CO₂
CO₂, CO₂
CO₂ 中 中、
CO₂ 中 中、
()。发 CO₂
() 中国、国、国、国、
()、中中国 发 CO₂
、北
()。北
(Li et al., 2008)对 (油
) (,2010) 发了 CO₂,
中国 CO₂ 中国、北、
、北、对 中 CO₂
研究,探 中国 CO₂
。国 CO₂
研究, 研究
发 CO₂ (北 对 CO₂
)、 中国 CO₂,
CO₂; $\delta^{13}C_{CO_2}$ R Ra
CO₂ (,
CO₂) 中国 CO₂
。中国 CO₂

1 地质背景

中国 是 一
、北、
(,)。 ,中国
, 2 ; , 22
3 ;发 一 —— (国
研究 ,187),
, CO₂ (,
,)。中国
中 , 发 ,
(,188)。
,中国 北
北 ,北

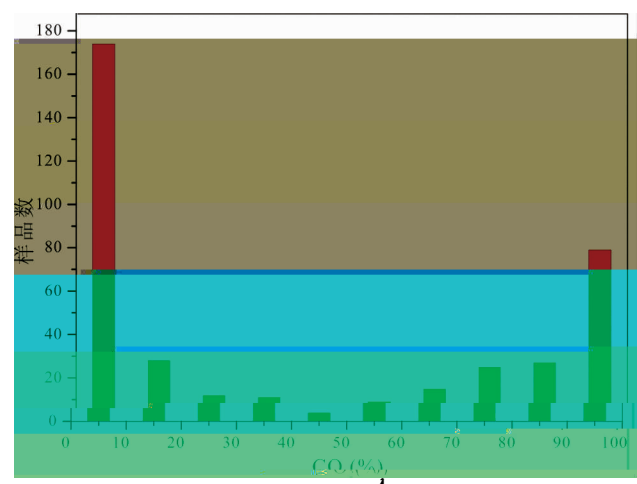


1 中国 CO₂

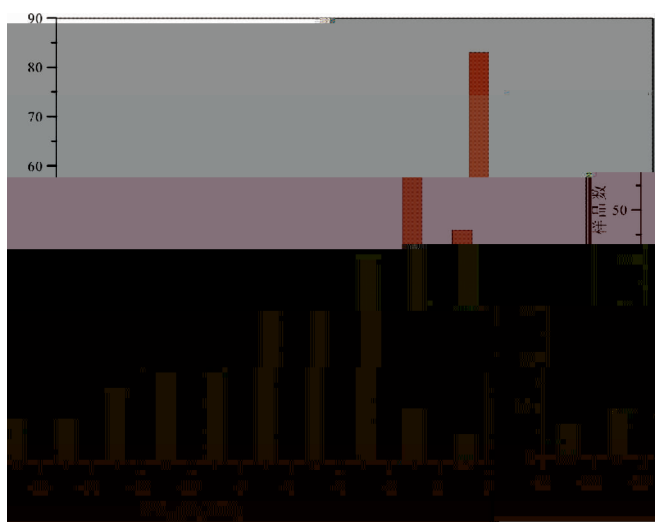
- 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; ; 1 ; 7 ; 21 ;
- 8 ; 1 ; 10 ; 11 ; 12 ; 2 ; 13 ;
- 4 ; 1 ; 1 ; 17 ; 3 ; 3 ; 18 ; ;
- 1 ; 20 ; 21 ; 22 ; 23 ; 石 ; 2 ;
- 13 ; 1 ; 18 ; 27 ; 22 ; 28 ; 2 ; 1
- 1 ; 30 ; 1 ; 31 ; 21 ; 32 ; 8 ; 33 ; 1 ; 1 ;
- 2 ; 3 ; 1 ; 3 ; 3 ;

Fig.1 is i tion of he Neogene (N) and Q a e na (Q) asa e s and a iogenic CO₂ gases in eas e n China

北北 中 中国



2 中国 CO₂ 气
Fig. 2 Histogram of CO₂ content in natural gases in eastern China



3 中国 CO₂ 气 δ¹³C_{CO₂}
Fig. 3 Histogram of δ¹³C_{CO₂} values of CO₂ in eastern China

体的，中国北部（1）（国研究，1987）。
高 CO₂ 的气（），主要砂、
（），SR 后改 CO₂ 的；
另一发温，
CO₂ 常常是温（）气中的要（）。

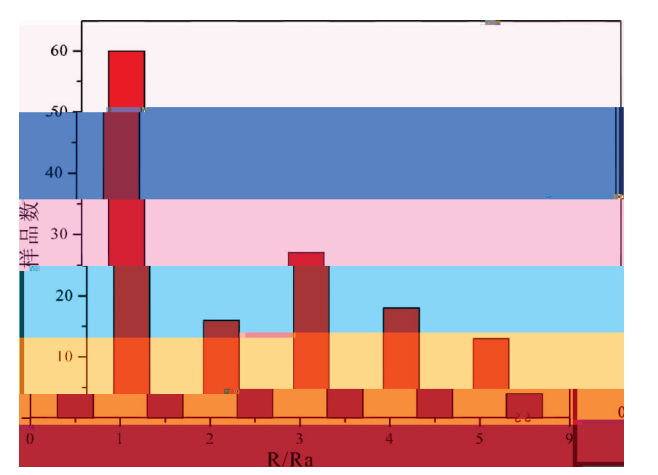
，间 8 2 (3)。δ¹³C_{CO₂} 0 的样
品少，有，。中国
CO₂ 气的 δ¹³C_{CO₂} 间有，
δ¹³C_{CO₂} 间 2.1 4 2；
δ¹³C_{CO₂} 间 2.7 2.1；北 δ¹³C_{CO₂}
要间 1 3 2.1 样品
δ¹³C_{CO₂} 30.73 (31, 122)；北
δ¹³C_{CO₂} 10.08 0.1；
δ¹³C_{CO₂} 要间 0.3，有样品
δ¹³C_{CO₂} 22.2 (LF 1, Chen et al., 2008)；
δ¹³C_{CO₂} 间 2.7 2.1；

2 中国东部 CO₂ 气地球化学特征

中国 CO₂ 气的，
、稳定 位素 氮 位素的，揭示
有益的信息。中国 一些典 高 CO₂
气的 数 1。

2.1
统计结，中国 CO₂ 气的，
0.02 2， 3， 要间 0
10， 100， CO₂ 4.0 0
间的样品数少，呈典的 U
(2)。、、北 CO₂ 气 要
0.20 80 100 间，
有一样品 CO₂ 0.80，
有。

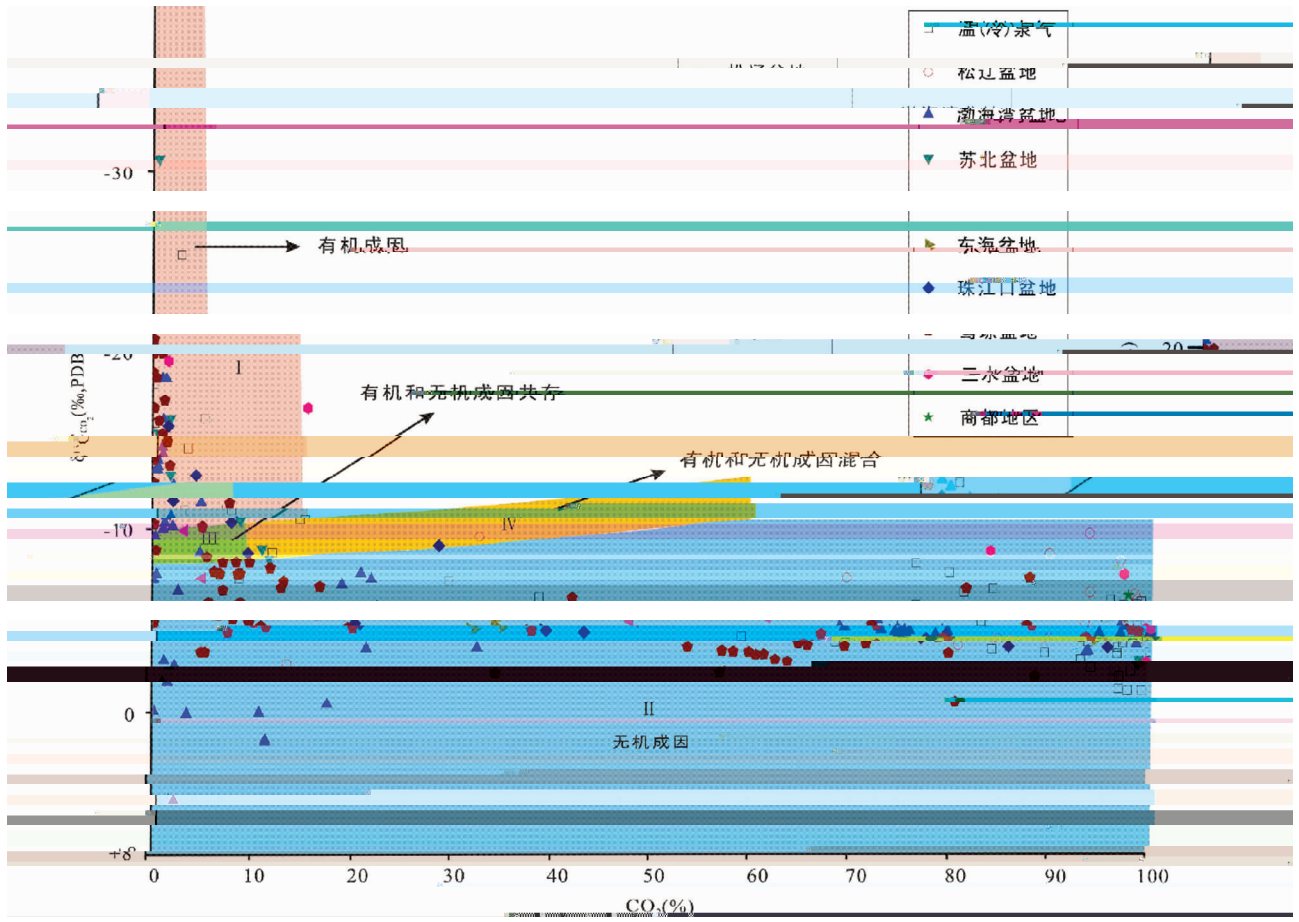
2.2
中国 CO₂ 气的 δ¹³C_{CO₂} 间 30.73
2， 20， 呈典的



4 中国 高 CO₂ 气 的氮 位素 R/Ra
Fig. 4 Histogram of R/Ra values of the nitrogen in natural gases of high CO₂ content in eastern China

表 1 中国东部一些高含 CO₂ 天然气的地球化学数据

Table 1 Geochemical characteristics



中国 CO₂ 气 δ¹³C_{CO₂} 分布图 (引自 王 等, 2012)

资料来源: Xiang, 2012; Bai et al., 2003, 2008; Xu et al., 2007; Xiang et al., 2003; He and Li, 2008; Chen et al., 2008; Li et al., 2010

δ¹³C_{CO₂} 在 -20.7‰ 至 -0.1‰ 之间; 三水 δ¹³C_{CO₂} 在 -2.2‰ 至 -4.1‰ 之间。

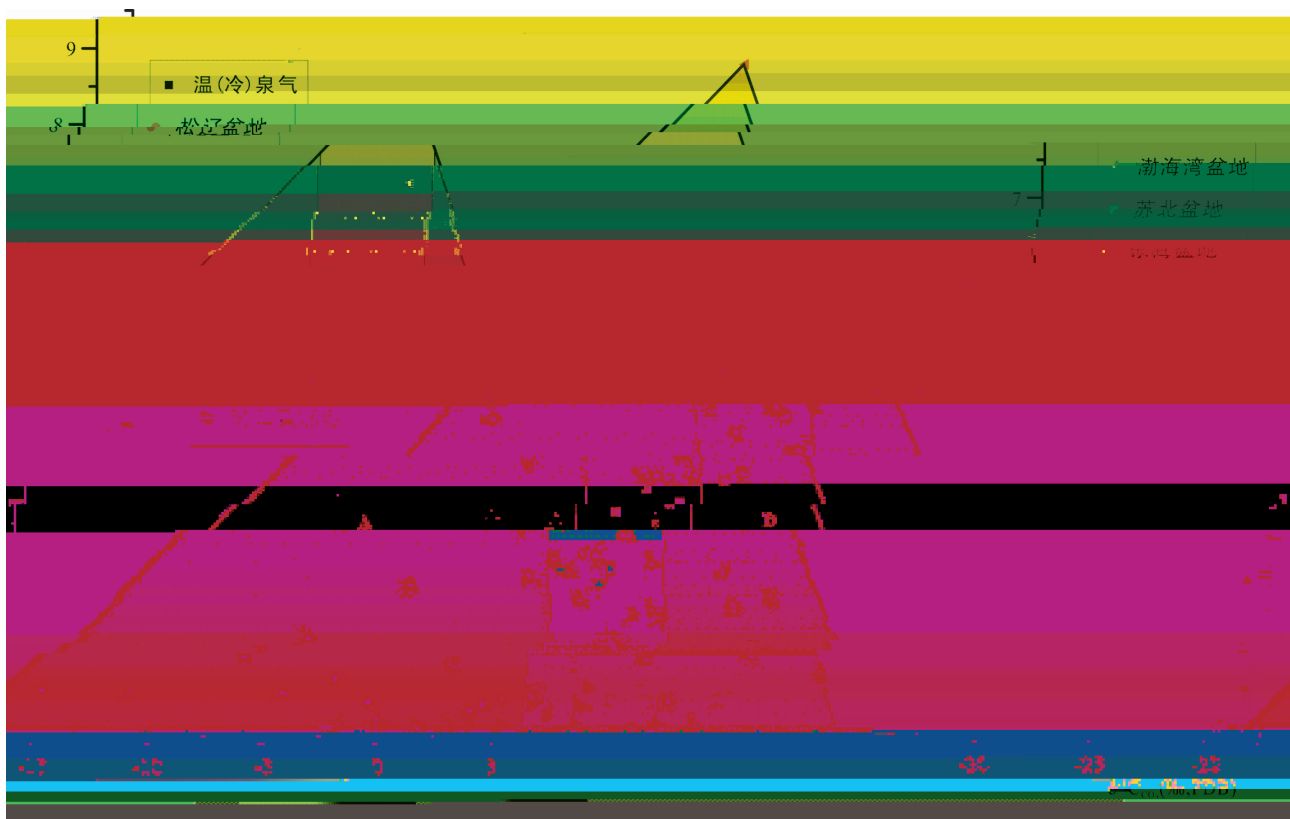
2.3 氦同位素特征

中国高 CO₂ 气藏的 R_{He} (R_{He} = ³He/⁴He, Ra 气的 ³He/⁴He, 一般在 10⁻³, a in et al., 1970) 一般在 8.7 (渤海湾凹陷 W 13 1 1, Chen et al., 2008), 典型特征。R_{He} 一般在 0.011 (南部地区), 的特征。莺琼气中 R_{He} 一般在 0.011 (南部地区), R_{He} 均最高, 一般在 1.0。渤海湾气中 R_{He} 一般在 0.1~2.0。松辽、苏北、三水、珠江口 R_{He} 一般在 0.1~2.0。总体上, R_{He} 一般在 0.1 左右。

3 中国 CO₂ 气

3.1 CO₂ 气鉴别指标

CO₂ 气鉴别指标 (δ¹³C_{CO₂}) 的特征是 CO₂ 气的有利工具。有机的 CO₂ 一般在 -20‰ 至 -30‰ 之间, 都是 (王 等, 2012)。无机的 CO₂ 具有正的 δ¹³C_{CO₂}, 国内很研究: God et al. (1981) 认为 CO₂ 的 δ¹³C_{CO₂} 一般在 -2‰ 至 +2‰ 之间 (1980), CO₂ 的 δ¹³C_{CO₂} 一般在 -1‰ 至 +1‰ 之间, CO₂ 的 δ¹³C_{CO₂} 一般在 -1‰ 至 +1‰ 之间。



1 中国 CO₂ 位素 R Ra
 数 : 典, 122 ; , 122 , 2003, 2002;

R Ra $\delta^{13}C_{CO_2}$ (1) 中国 CO_2 气分

A : $\delta^{13}C_{CO_2}$, R Ra , 有分
 CO_2 有 , 有分
类的 CO_2 要 、 分温

() 。 中 有 的

3 气 ($\delta^{13}C_{CO_2}$) , R Ra

0 , 1 中 A 。 R Ra

氮的 , $\delta^{13}C_{CO_2}$ CO_2 要有 ,
 CO_2 He 时 的 He 很 , 合

发 律

律律

律

律律

邻,位 特 的 地 构造位置, 的 数
 ,商 的 CO₂气 是 在 的
 的 CO₂气 之 是 非 在 气 地 的 唯
 CO₂气 , 因 CO₂气 具 一 的 泛 ,
 在 类 地 背 景 域 均 具 有 CO₂气 的 远 景
 (薛军民 ,2010)。

结论

(1) 东 CO₂气 的 分 上 型 典 的 U
 字 型, 分 间 0 10 , 20 100 ; $\delta^{13}C_{CO_2}$
 值 型 典 的 单 式 分 , 值 1 ; R R 值
 介 0 之 间 的 样 品 数 最 , 2 3 之 间。

(2) CO₂ 、 $\delta^{13}C_{CO_2}$ 值 R R 值 东
 CO

Xiang F / 1992 / Carbon dioxide seepage and its significance of hydrocarbon accumulation in eastern Pea, Rie, o h' asin' China. *Oil and Gas (Geology)*, 8(3): 1-2 (in Chinese with English abstract)

Xie XN, Li S, H X, Song WL and Hang Q / 1997 / Conditions and mechanism of hydrocarbons in diagenetic oil in the Jiyang basin, China. *Science in China (Series B)*, 20(1): 1-71

Xie J, Jian SC, Li J, H G, Li S and Cha CH / 2001 / Geochemical characteristics and origin of Feiyang'an Formation oil shale natural gases in northern Sichuan basin. *Geochimica*, 33(1): 7-73 (in Chinese with English abstract)

X WL, Jiao RC, Lei J and Huo J / 1997 / Geochemical and isotopic characteristics of the Gas China Sea. *Progress in Geophysics*, 10(2): 32-38 (in Chinese with English abstract)

X C / 1977 / Helium isotope distribution of natural gases and its significance. *Journal of Science Foundation*, 3(4): 18-20 (in Chinese with English abstract)

X C, Shen P, Yao X and Li WH / 1977 / Geochemical and isotopic characteristics of natural gases in eastern China oil gas basins (I): A note on helium isotope geochemistry and its significance in the sedimentary basins. *Science in China (Series B)*, 10(2): 120-122

X C, Shen P, Li WH, Yao X, Sun L and Guo J / 1987 / Note on Gas Geochemical characteristics in Natural Gas Field: Petroleum Industry Press, 1-227 (in Chinese)

Xie J, Li H, Wei XX, Gao X and Ren L / 2010 / The genesis and significance of carbon dioxide gas in the Shangdian region of Inner Mongolia, China. *Journal of China University of Geosciences*, 20(2): 2-22 (in Chinese with English abstract)

Yang X, Li L and Yao S / 1997 / Correlations and interpretations of inclusions in the natural gas reservoirs in the Aqipei Sinica, 20(1): 1-23 (in Chinese with English abstract)

Hang W, Hang J, Bai J et al. 2008 / Origin and accumulation of carbon dioxide in the Hanghai depression, Bohai basin, China. *AAPG Bulletin*, 2(3): 1-8

Hu N / 1997 / Research development of geochemical nonhydrocarbon gases in natural gas. *Natural Gas Geoscience*, (1): 1-2 (in Chinese)

附中文参考文献