

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

# 胜利油田边缘及外围找寻不同类型 深部天然气的可能性

赫英

(西北大学地质系,西安,710069)

**内容提要** 笔者依据对前人资料和本人的研究成果的综合分析,提出在胜利油田的边部碱性橄榄玄武岩发育地带找寻无机成因二氧化碳气藏和在油田外围金伯利角砾岩筒或含地幔岩包体的碱性玄武岩火山口附近找寻地球深部来源烃类气藏的建议。

**关键词** 胜利油田 地球深部来源二氧化碳气藏 地球深部来源烃类气藏

随着我国国民经济的飞速发展,国家对石油和天然气的需求也日益增加。然而浅部油气资源是有限的,人们开始把目光转向深部。最近,胜利油田地质工作者大胆探索,在油田内部有利区段布置了一口深钻探查深层油气。但至今钻进已过5000 m,尚未见油气显示。深部油气特别是天然气到哪里去找,是一个十分实际且迫在眉睫的问题。

天然气一般认为是有机成因的,但国外也有无机成因的说法<sup>[1,2]</sup>。我国亦有徐永昌、王先彬、戴金星、杜乐天等学者主张有无机成因的天然气,这一观点正日益受到重视<sup>[3~6]</sup>。其中戴金星、刘兴材等研究二氧化碳气藏,指出中国东部一些二氧化碳气藏可能源自幔源岩浆的去气作用,使无机成因天然气的研究从预测和推断走向有经济意义的开发<sup>[5,7~13]</sup>①。迄今为止,尽管国内外已有迹象显示一些烃类气可能是无机成因的,但尚未发现一个有科学根据的无机成因烃类气藏。

地球深部气体的性质和成分是目前国际学术界热烈争论的热点课题。火山及其气体中含有大量的水蒸气、二氧化碳、二氧化硫、少量烃类气体、氢气以及稀有气体这一事实在已经没有人怀疑,而沿一些深大断裂带及地震期前后可有烃类气体和二氧化碳以及稀有气体放出更是众所周知的事实。近些年对火山岩及其中地幔岩包体及流体包裹体的研究揭示,其中的流体相主要为水、二氧化碳、烃类气体、氮气、氢气、硫化氢及一些稀有气体等,并有在金刚石、二辉橄榄岩捕掳体及玄武岩的地幔包体中发现大量烃类和一氧化碳等可燃性气体的报道<sup>[14~16]</sup>。而俄罗斯学者发现和研究了雅库特金伯利角砾岩筒金刚石的卫星矿物中的含烃类和二氧化碳包裹体和沥青,在阿尔丹地盾的脉石英中的流体包裹体中见有石油、沥青、烃类和二氧化碳<sup>[17]</sup>。可见,地球深部可能是烃类和二氧化碳等天然气的重要来源。进一步地,刘若新、林传勇等研究认为,中国华北地区地球深部从上到下依次为尖晶石二辉橄榄岩、尖晶石-石榴石二辉橄榄岩和石榴石二辉橄榄岩。前者代表岩石圈地幔,后者则代表软流圈地幔<sup>[18,19]</sup>。而夏林

注:本文为国家自然科学基金资助项目(编号49573186)。

① 刘兴材,潘元林,王秉海等.胜利油气区非烃类气成因、成藏规律.勘探开发技术及综合利用.1996.

② 赫英,朱兴国,徐培苍.胜利油田火山岩单个包裹体的碳同位素及其意义.地质科学,待刊.

本文1997年2月收到,1998年2月改回,周健编辑。

圻等分析了各类二辉橄榄岩包体中流体包裹体的收缩气泡中各类气体的含量,结果表明,石榴石二辉橄榄岩含氢气和甲烷最高,分别可达 12.1% 和 10.8%,还有 3% 左右的乙烷。二氧化碳含量较低,一般低于 60%;而尖晶石二辉橄榄岩含氢气和甲烷较低,只有 1%~2%。但二氧化碳含量较高,可达 90% 以上<sup>[6]</sup>。因而,地球深部不同圈层可能孕育有不同性质和类型的天然气,地球深处由浅至深有  $H_2O-CO_2-CH_4-H_2$  的富集趋势。其中康氏面或莫霍面附近可能是二氧化碳的聚集带,岩石圈和软流圈的界面附近可能是烃气的聚集带,而氢气则有更深的来源。这一认识是与近些年对地球构造圈的多波地震研究结果和胜利油田深部的实际地震资料一致的。俄罗斯学者通过对前苏联一些地区的研究,注意到在由地震信息过渡到地质解释过程中人们常常漏掉了一些重要的隐蔽信息。在对有关地震信息重新解释后,他们发现这些地区的深部构造圈呈“骨架状构造”,即由软流圈向上伸出一些树枝状通道将岩石圈分割为一些块体并在地壳 15~25 km 处形成近水平的软流带<sup>[20]</sup>。而中国胜利油田的深部地震研究资料亦表明盆地内在中地壳附近存在低速体,其分布范围可达 10000 km<sup>2</sup>,与二氧化碳气藏关系密切<sup>①</sup>。而盆地外隆起区却不存在低速体,超深断裂直接与软流圈沟通,这可由盆地外火山岩中常可见各类橄榄岩包体而盆地内火山岩中却极罕见这一事实加以佐证。

人们进一步会问,这些深部来源的天然气聚集成藏的事实究竟怎样?

(1) 一些稀有气体的气藏其深源性早已被证实<sup>[3,4]</sup>。

(2) 全球目前已发现很多二氧化碳气藏,特别在环太平洋带的火山岩发育区它们更为富集。而我国东部 80 年代以来陆续发现的松辽、胜利、苏北和三水等二氧化碳气藏,亦明显受通及地幔的郯庐深大断裂控制。上述基本地质事实推动众多学者研究并认识到这些二氧化碳气藏可能为地幔来源。中国东部的二氧化碳气藏中,胜利油田是有代表性的。在主持国家自然科学基金项目和参加胜利石油管理局主持的八五攻关项目过程中,我们已基本上证明胜利油田的二氧化碳气藏与幔源岩浆有成因上的联系。其证据主要有以下几个方面:① 胜利油田火山岩可以分为石英拉斑玄武岩、橄榄拉斑玄武岩、碱性橄榄玄武岩和碧玄岩或碱性苦橄玄武岩 4 类,其中盆地边部相对隆起区,常有碱性橄榄玄武岩分布,多形成于盆地演化的中晚期,与二氧化碳气藏有空间关系;② 这些碱性橄榄玄武岩相对更富碱、富轻稀土、富大离子亲石元素和贵金属元素而贫铬、镍等相容元素的微量元素特征反映它们应源于富集地幔;③ 二氧化碳气藏区和非二氧化碳气藏区火山岩中包裹体的二氧化碳的碳同位素有重要区别,并且与相应气井气有对应关系,即二氧化碳气藏区火山岩中包裹体的二氧化碳的碳同位素约为 -5‰,与相应气井气及地幔岩的碳同位素值相近;而非二氧化碳气藏区火山岩中包裹体的二氧化碳的碳同位素多为 -10‰ 以下,亦与相应气井气的碳同位素值相近;④ 二氧化碳气藏区和非二氧化碳气藏区火山岩中包裹体的二氧化碳含量有重要区别,即二氧化碳气藏区火山岩中包裹体的二氧化碳含量均大于 60%,而非二氧化碳气藏区火山岩中包裹体的二氧化碳含量均小于 60%,说明碱性橄榄玄武岩有可能是二氧化碳气藏的气源岩;⑤ 二氧化碳气藏区和非二氧化碳气藏区火山岩中包裹体的玻相网络类型和断键程度有重要区别。前者富层状网络分子并有高的断键程度,反映碱性橄榄玄武岩浆是富含挥发份的岩浆<sup>[9~13]</sup><sup>②</sup>。这些证据表明地球深部来源的二氧化碳气藏是客观存在的事实。

① 刘兴材,潘元林,王乘海等.胜利油气区非烃类气成因、成藏规律.勘探开发技术及综合利用.1996.

② 赫英,朱兴国,徐培苍.胜利油田火山岩单个包裹体的碳同位素及其意义.地质科学,待刊.

(3) 近十多年来,有关地球深部来源的烃气的报道引起人们的兴趣。戴金星、郭占谦、王先彬等对松辽盆地、东海盆地、黄骅坳陷等地非生物成因气进行探讨,发现其油气中有幔源烃的存在<sup>[21,22]</sup>;张景廉等研究新疆沥青脉,认为可能存在地幔起源的非生物成因烃类物质<sup>[23]</sup>;罗自立比较渤海湾盆地东西两带含油丰度的差异,提出可能与无机成因烷烃供应程度有关<sup>[24]</sup>。

所有上述事实能使我们得出一个基本认识,即地球深部来源的非烃气藏是存在的,应该引起人们高度重视;而地球深部来源的烃气也是存在的,但它们在盆地内大量聚集成气藏的依据目前尚不足。

那么,在胜利油田应该到那里去寻找地球深部来源的烃类气藏呢?我们运用拉曼光谱方法,研究了胜利油田火山岩的包裹体中的各类气体含量<sup>[9]</sup>。值得注意的是,胜利油田火山岩的包裹体中的二氧化碳和甲烷的含量由盆地内向盆地外表现出有规律的变化,即盆地内火山岩(临盘,非二氧化碳气藏区)的包裹体中二氧化碳含量一般低于60%,甲烷0~9.1%,平均4.7%;盆地边部火山岩(阳信,二氧化碳气藏区)的包裹体中二氧化碳含量一般高于60%,甲烷5.5%~11.7%,平均8.1%;而盆地外火山岩(昌乐)的包裹体中二氧化碳含量亦高于60%,甲烷含量明显增加至17.2%。上述火山岩的包裹体中的二氧化碳和甲烷的含量由盆地内向盆地外表现出的规律性变化,恰相应于盆地内部源区较浅的橄榄拉斑玄武岩经相对更富碱、富轻稀土、富大离子亲石元素和二氧化碳而贫铬、镍等相容元素而源自富集地幔的碱性橄榄玄武岩至最富碱、富轻稀土、富大离子亲石元素和烃类气体而源自更深地幔的碱性苦橄玄武岩、碧玄武岩的变化。既然在盆地边部碱性橄榄玄武岩发育区已有地球深部来源的二氧化碳气藏发现,我们可以合理地推测,在盆地外碱性苦橄玄武岩、碧玄武岩发育地带,有可能找到地球深部来源的烃类气藏。

地球深部来源的烃气上升运移的通道,主要是通及地球深部烃气聚集带的深大岩石圈断裂。而胜利油田济阳盆地内的断裂,主要的都是铲式断裂。它们看似较深,其实向深部皆渐趋平缓。而壳内低速体的存在,亦限制了盆地与软流圈的直接沟通。与软流圈相比,处于岩石圈中的软流带或低速体比较氧化是二氧化碳的充气带却没有烃气存在的条件<sup>[25]</sup>。深大岩石圈断裂主要是在盆地外的露头区。含大量还原性气体的地球深部岩浆得以侵位、伴随的还原性气体得以保存的最有利构造环境就是盆地外隆起区。含金刚石角砾岩筒、含地幔岩包体的火山口如蒙阴、无棣、昌乐等地均处于盆地外隆起区而盆地内极罕见这一事实就是证明。地球深部来源的烃类气经通达软流圈的树枝状超深断裂运移过程中,不长期中转停留而直接到达地壳浅部储存,对于地球深部来源的烃气藏的形成是十分重要的运移条件。金伯利岩浆沿巨型线性构造在有利部位(如断裂交汇区上的环状旋钮构造)迅速上升穿透地壳,而一些含地幔岩包体的强碱性玄武岩浆则在裂谷盆地演化后期沿盆地边缘和盆地外隆起区的大断裂分布。因此,烃气藏的找寻应冲破沉积盆地的限制而把目光投向盆地外隆起区。当然,地球深部来源的烃气藏的形成除了气源和运移条件之外,非常重要的还有储集和保存条件。通达软流圈的树枝状超深断裂是沟通软流圈烃气源与储集岩(层)的唯一通道,一切依附于它们并受其控制的圈闭应是深源烃类气体聚集最优先的场所。特别是其分支断裂切穿到哪里,那里就是深源烃类气体成藏的最高部位。断裂两侧的储集岩(层),都有同样的机率供成藏选择。而断裂及与其有关的岩浆强烈活动时期虽然有大量气体放出,但由于其开放条件,并非烃类气体有利聚集期。烃类气体聚集真正有利的时期应是构造—岩浆活动的后期并且此后一直比较稳定。这方面的工作还远远不够。特别是盆地外深大断裂周围古生代地层及其与断裂和基底间有关的深部实际资料,不是没有

就是很少。但是,从现有资料分析,在胜利油田济阳盆地外隆起背景中的凹陷区伴有强碱性、超基性火山口出现的深大断裂附近的隐伏张性构造带、破碎带、逆掩断层以及古生代地层,特别是其与基底间的不整合面和断层构成的有利圈闭,有可能是发现地球深部来源烃气藏的有利场所。建议有关方面加强这方面的研究与勘探工作,特别是深部地震资料的重新解释、详细的地质和地球化学研究以及深钻勘探。

### 参 考 文 献

- 1 Соколов В А. Геохимия природных газов. Москва: Изд. Недра, 1971. 11~188.
- 2 Gold T, Soter S. The deep earth gas. *Sci. Am.*, 1980, 242(6):130~137.
- 3 徐永昌. 稀有气体及其同位素在石油地质学中的应用. 石油地质学论文集(3). 北京:科学出版社,1976. 299~308.
- 4 王先彬. 地球深部来源的天然气. 科学通报,1982,27(17):1067~1071.
- 5 戴金星,宋岩,戴春森,陈安福,孙明良,廖永胜. 中国东部无机成因气及其气藏形成条件. 北京:科学出版社,1995. 80~190.
- 6 杜乐天. 地幔流体与软流层(体)地球化学. 北京:地质出版社,1996. 7~424.
- 7 廖永胜. 应用碳同位素探讨油气成因. 石油学报,1981,增刊:52~60.
- 8 孙明良,陈践发,廖永胜. 济阳拗陷天然气氮同位素特征及二氧化碳成因与第三纪岩浆活动的关系. 地球化学,1996,25(5):475~480.
- 9 赫英,王定一,冯有良等. 胜利油田火山岩中的流体包裹体成分及其意义. 地球化学,1996,25(5):468~473.
- 10 赫英. 比较矿床学导论. 西安:西北工业大学出版社,1996. 86~101.
- 11 赫英. CO<sub>2</sub>气藏区和非CO<sub>2</sub>气藏区火山岩在微量元素上的区别及其意义. 北京:地震出版社,1998. 873~877.
- 12 赫英,王定一,刘洪营等. 胜利油气区二氧化碳气藏成因. 石油与天然气地质,1997,18(1):82.
- 13 He Ying, Zhu Xingguo, Xu Peicang. Magmatic network structure of volcanic rocks in the Shengli oilfield, eastern China. *Acta Geologica Sinica*, 1998, 72(2): 191~197.
- 14 Giardini A, Melton C, Mitchell R. The nature of the upper 400 km of the Earth and its potential as the source for non-biogenic petroleum. *J. Petrol. Geol.*, 1982, 5: 173~190.
- 15 O'Reilly S Y, Griffin W L, Segelstad T V. The nature and role of fluid in the upper mantle; evidence in xenoliths from Victoria, Australia. In: Nixon P H, ed. *Mantle xenoliths*. John Wiley and Sons Ltd., 1987. 315~323.
- 16 杜乐天. 地幔岩中微粒合金和还原气体. 科学通报,1995,19:1787~1791.
- 17 Касимов Ф И, Мельников Ф П. Об углеводородных включениях в минералах-спутниках алмаза из кимбелитовых трубок Якутии. *Вестн. Моск. УН-ТА. Сер. 4. Гелогия*, 1997, 5: 56~59.
- 18 中国矿物岩石地球化学学会地幔矿物岩石地球化学专业委员会. 中国上地幔特征与动力学论文集. 北京:地震出版社,1990. 1~7, 8~13.
- 19 林传勇,史兰斌,陈孝德,张小鹏,徐义刚, Mercier J-C C, Ross J V. 浙江新昌石榴石二辉橄榄岩包体的流变特征及其地质意义. 岩石学报,1995,11(1):55~64.
- 20 Николаевский В М, Шаров В И. Разломы и геологическая расслоенность земной коры. *Изв. АН СССР. Физика Земли*, 1991. 16~28.
- 21 戴金星. 各类天然气的鉴别. 中国科学(B辑),1992,(2):185~192.
- 22 郭占谦,王先彬. 松辽盆地非生物成因气的探讨. 中国科学(B辑),1994,24(3):303~305.
- 23 张景廉,朱炳泉,张平中,涂香林,刘菊英,刘颖,施泽恩,张宁. 克拉玛依乌尔禾沥青青 Pb-Sr-Nd 同位素地球化学. 中国科学(D辑),1997. 27(4):325~330.
- 24 罗自立. 地裂运动与中国油气分布. 北京:石油工业出版社,1992. 16~158.
- 25 Jakobsson S, Oskarsson N. Experimental determination of fluid composition in the system C-H-O at high P and low  $f_{O_2}$ . *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1990, 54(2): 355 ~ 362.

### 作 者 简 介

赫英,男,1944年生。1968年毕业于北京大学地质地理系地球化学专业,1981年在中国地质科学院获硕士学位,1992年在莫斯科地质学院获博士(Ph. D.)学位。现任西北大学地质系教授。主要从事矿床、岩石和地球化学的教学与研究。通讯地址:710069,陕西省西安市西北大学地质系。

---

## The Possibility of Discovering Deep-Seated-Source Gas Deposits on Borders and in Surrounding Areas of the Shengli Oilfield

He Ying

*(Department of Geology, Northwest University, Xi'an, Shaanxi, 710069)*

### Abstract

The possibility of discovering deep-seated-source CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> gas fields is discussed, and a suggestion of looking for deep-seated-source CO<sub>2</sub> gas fields in the area of alkali-olivine basalt on borders of the Shengli oilfield and deep-seated-source CH<sub>4</sub> gas fields in the area of kemberite or alkali basalt containing mantle-derived xenoliths in surrounding areas of the oilfield has been made in this paper.

**Key words:** Shengli oilfield; deep-seated-source CO<sub>2</sub> gas field; deep-seated-source hydrocarbon gas fields

---

---