

文章编号: 1000-0550(1999)04-0620-07

中国煤型气区的构造环境、典型气藏及勘探方向 II —— 中、新生界煤型气

陶明信 徐永昌 陈践发 沈平

(中国科学院兰州地质研究所 气体地球化学国家重点实验室 兰州 730000)

摘要 本篇论述中、新生界煤型气的有关问题。中生界煤型气资源集中分布在北方,气源岩以侏罗纪煤系为主,以西北区资源前景最好。其中吐—哈盆地最具代表性,构造环境反转是本区煤层气形成并富集的特殊构造条件。新生界煤型气资源则集中分布于大陆架裂谷系,第三纪煤系为主力气源岩,裂谷高温构造环境是源岩热演化生烃的有利条件,而背斜—断层圈闭是最有利成藏的构造类型。崖13—1气田为本区典型代表并具自生自储的特点。

关键词 煤型气藏类型 构造环境 气体地球化学 西北构造反转区 大陆架裂谷系

第一作者简介 陶明信 男 1953年出生 博士 研究员 博士生导师 气体地球化学和构造地质学
中图分类号 P618.11 **文献标识码** A

本文上篇^[1]讨论了中国上古生界煤型气的有关问题,本(下)篇主要讨论中国中、新生界煤型气的有关问题。

1 中、新生代中国大地构造格架与煤系分布

1.1 大地构造格架与构造环境分区

如本文上篇所述,前中生代的中国大地构造格架以南、北分异为其基本特征。进入中生代以后,由于西太平洋板块俯冲带的形成与发展,不仅使中国大陆板内遭受到自东向西的俯冲挤压作用,同时还遭到反时针向的剪切作用(太平洋板块向北的扩张分量所致),更重要的是引起了中国大陆壳幔结构的变化,由此造成中国板内构造格局的深刻变化:即由印支运动前的构造南北分异格架演变为东西构造分异格架,其最主要的标志是地壳厚度呈东西分异,并沿大兴安岭—太行山—武陵山一线和贺兰山—龙门山一线形成两条北北东向的地壳厚度陡变(梯度)带,从而表现出自东向西厚度增加的台阶状结构。这也在一定程度上反映了上地幔顶部的结构特征。

上述两条北北东向的地壳厚度梯度带,同时也是重力梯度变化带,在构造上则表现为隆起带并发

育巨型断裂带。大兴安岭—太行山—雪峰山带的东缘,在大兴安岭段发育嫩江断裂,向南穿越阴山纬向构造带后为太行山东麓的紫荆关断裂带,穿越秦岭构造带向南经湖北黄陵后沿雪峰山、武陵山一线南伸,其线性构造特征极为明显而壮观^[2]。在贺兰山—龙门山梯度带北段发育银川断裂带,穿过秦岭构造带则为龙门山断裂带并与龙泉山断裂相联结,再向南则延至昆明一带,又称之为银川—昆明断裂带。这两条构造带也是中国大陆上的两条北北东向的地震带。

根据上述两带的壳幔结构、地球物理场与构造地质特征,可将其称为构造地球物理梯度带。这两条构造地球物理梯度带是印支运动以来形成的重要构造界线,以此为界,可将中国中生代大陆分为东部、中部和西部三大构造区。进入新生代,由于印度板块向北推挤并与中国大陆西南部碰撞缝合,致使青藏地区大幅度隆升而西部构造区发生南北分异,进一步形成特提斯(青藏)和西北两个构造区^{[3]①}。

1.2 煤系地层的空间分布与煤型气资源概况

1.2.1 中生界煤系与煤型气资源

侏罗纪是中生代最重要的成煤期。侏罗纪煤系主要分布在大兴安岭—太行山—武陵山构造带以西

① 陶明信. 中国含油气区大地构造环境分区与天然气形成条件. 天然气地球科学, 1998, 9(1): 1~15

收稿日期: 1999-05-12

的中、西部地区,特别是集中于昆仑山—秦岭构造带以北,太行山构造带以西的地区(西北区和中部区的鄂尔多斯盆地)。其中鄂尔多斯盆地侏罗纪煤系极为发育,含煤总面积约 200 000 km²,煤炭储量约占全国储量的五分之一,仅东胜—神木—榆林煤田的探明储量就达 2 300 亿吨^[4]。目前在该区中生界探明若干个油田,含气量均很低,仅李庄子、马家滩和直罗等 3 个油气田的气顶气达到商业产量,但其产层均为三叠系延长组,而在侏罗系中尚未找到气藏^[5]。其主要原因可能是该盆地属克拉通构造稳定区,古地温场偏低,源岩热演化进程慢(生、排烃相对滞后)而未进入大量生气阶段。这一问题尚需进一步深入研究。

西北构造区内的天山造山带南、北山前地区,早、中侏罗世煤系极为发育而广泛分布。据研究,海西构造运动所形成的古天山山体在侏罗纪之前已基本夷平,现天山山脉及其南、北山前地区在侏罗纪时形成一聚煤盆地^[6],煤系地层广泛分布,煤型气的资源潜力很大。

四川盆地在印支期海退后,发育了上三叠统须家河组(香溪群)煤系地层,已在该套地层中发现中坝气田。此外,东部构造区松辽盆地也发育侏罗纪煤系,具有一定的煤型气资源潜力。

1.2.2 新生界煤系与煤型气资源

第三纪是另一重要的成煤期,但煤系的发育与分布比较零星。在中国东部大陆架裂谷系(其主体现为海域)内,下第三系煤系发育,是我国煤型气资源的又一集中分布区。在该区已探明南海崖 13-1、神狐 9-2 和东海平湖等大中型煤型气田。即大陆架裂谷系是中国煤型气资源丰富的构造区之一。

以上特征表明,西北地区是中生界,特别是侏罗系煤型气的有利形成与富集区,而大陆架裂谷系则是第三系煤型气最有利的富集区。故本文重点论述这两个地区煤型气的有关问题。

2 西北区大地构造环境与煤型气

2.1 西北区的大地构造环境性质

西北区指贺兰山—六盘山构造带以西,昆仑—西秦岭构造带以北的广大地区。有关西北区各主要沉积盆地的大地构造环境性质,学术界长期认为属压(扭)性,但部分学者也注意到其中有些盆地经历过裂谷或伸展性演化阶段。例如,童崇光提出准噶尔盆地在石炭—二叠纪时为裂谷盆地,具有外压

内张的成盆机制^[7],杨克明和李学慧等认为塔里木盆地的部分地区在早古生代、准噶尔—吐哈地区和柴达木等盆地在晚古生代期间都经历过张性盆地演化阶段^[8,9]。但在天山、昆仑山海槽自海西—印支期褶皱成山之后,西北区各盆地进入陆相盆地演化阶段的中、新生代,其大地构造环境究竟属何性质,是一个值得深入研究的重大科学问题。陶明信等先后发现本区内窑街(民和)盆地和吐—哈盆地为伸展性断陷盆地^[10,11],进而提出西北含油气区在中、新生代为“构造反转次稳定区”^[3]。新的资料及有关成果进一步支持上述认识^[12,13]^①,即从初步研究结果看,西北各含油气盆地在中(新)生代较普遍地为伸展性盆地,后期受挤压改造而发生构造(正)反转。其中以吐—哈、民和、走廊及银根等中、小型盆地的伸展性构造与结构保存的尤为清晰。

2.2 西北区煤型气的勘探现状与远景

西北区天然气的探明储量相对于其资源量所占比例很低。其中吐—哈盆地台北凹陷为典型的侏罗系煤型气,至 1997 年底,探明天然气地质储量(含溶解气)740 亿 m³^②;塔里木盆地至 1996 年底共发现 9 个气田,70%以上属煤型(凝析)气;准噶尔盆地继马庄气田之后,近期又在大南缘西部新发现了呼图壁气田,已查明含气面积 20 多平方公里,控制地质储量约 180 亿 m³,源岩层可能为侏罗纪煤系;近期在柴达木盆地冷湖地区冷科 1 井探明侏罗系厚 1 272 m 的优质烃源岩层,分布面积约 2.3 万 km²,确定其石油资源量为 17 亿 t,天然气资源量达 3 000 亿 m³。近期还在阿尔金断裂带南侧与柴达木盆地(西侧)相毗邻的吐拉盆地(行政区隶属于新疆且未县)上侏罗统中发现百余米厚的油砂岩,并含大量沥青脉,其源岩为中、下侏罗统暗色泥岩和煤系^[14]。在西北构造区范围内,共发育约 60 个面积不等的沉积盆地,预测油气资源量约 130 亿 t^②。这表明西北区中生界煤型气具有广阔的勘探前景。

2.3 典型盆地与气藏

2.3.1 吐—哈盆地

吐—哈盆地位于东天山造山带之内,其北侧为博格达—哈尔里克褶皱带,南侧为觉罗塔克褶皱带,

① 陶明信,张晓宝,李晶莹.大中型气田区的构造地球化学研究专题 96—110—01—02 成果简介.天然气地球科学,1998,19(6): 38~39.

② 西北油气勘探,1998,10(1~3): 69~74; 64~68; 59~61.

故传统地质学视其为典型的“山间盆地”。如前所述,就大地构造环境性质讲,吐一哈盆地是西北区最典型的构造反转盆地。

吐一哈盆地目前探明的油气藏主要集中在台北凹陷,包括丘东和红台2号两个纯气藏和一系列油气藏。

有关吐一哈盆地天然气的成因类型,前人已做了大量的研究工作,并认为属典型的煤型气,而吐一哈盆地则为典型的煤成烃盆地^{[15]①}。本文则以红台2号气藏为例,侧重讨论构造环境与成藏的关系问题。

红台2号气藏位于台北凹陷东北部,为一背斜圈闭气藏。该背斜主体位于NNE向的红台主断裂带西侧,长轴为NE向,NW翼较缓,SE翼较陡(图1A);该背斜被断裂切割为若干个断块,这几条断裂

现呈逆断层,但断裂上(北)盘中、下侏罗统的厚度明显大于其下(南)盘,而上侏罗统的厚度则小于其下盘,之上地层中的断距则又明显变小(图1B)。这显示,此断裂带在早、中侏罗世为同生正断层并控制煤系地层的沉积,到晚侏罗世发生反转(逆化);断裂带的主要活动期为侏罗纪,之后有活动,但强度较弱,地层也未卷入褶皱。故红台2号背斜为晚侏纪世形成的反转构造。

红台2号气藏储层为中侏罗统西山窑组(J_{2x})上部、三间房组(J_{2s})和七克台组(J_{2q})下部。该气藏甲烷的浓度为85.47%,乙烷的浓度为6.17%,C₁/C₁₋₅为0.887,重烃含量高而为湿气。显示其源岩热演化程度不高、天然气运移距离不大或为自生自储的特点;其δ³C₁值(PDB,下同)为-39.1‰,δ³C₂值为-26.5‰,δ³C₃值为-25.4‰,δ³C₄值为-25.2‰,重烃具煤型气的同位素组成特征;⁴⁰Ar/³⁶Ar值为571,代入估算气源岩时代的公式^[16]:

$$T(\text{Ma}) = 530.8 \log \left(\frac{^{40}\text{Ar}}{^{36}\text{Ar}} \right)_{\text{样品}} - 1323.1$$

得到红台2号气藏气源岩的年龄(T)为140.12Ma,相当于侏罗纪中、晚期。结合气藏的地质特征分析,可认定该气藏为中侏罗统自生自储的煤型气藏。

红台2号井天然气的³He/⁴He值为1.64×10⁻⁷,这与气藏所处的构造位置和大地构造环境性质相一致。典型壳源气体的³He/⁴He值为n×10⁻⁸,如鄂尔多斯盆地和四川盆地天然气。在中国东部裂谷型盆地中,近邻庐断裂带地区天然气的³He/⁴He平均值为10⁻⁶量级,表明含有约50%左右的幔源氦,在离邻庐断裂带较远的冀中和临清拗陷内,天然气的³He/⁴He平均值为10⁻⁷量级,表明含少量的幔源氦^[16,17];红台2井天然气的³He/⁴He值也达到10⁻⁷量级,含少(微)量幔源氦。该气藏紧靠博格达山前断裂带,一组北东向的断裂切割该背斜气藏(图1)。这一构造地球化学特征表明,该断裂带较深,可能深切下地壳乃至上地幔,但由于构造环境性质反转,断裂在后期处于挤压状态,故仅有少量幔源氦沿断裂带向上运移,并复合到烃类气体中。

以上各方面的资料与特征表明,早期的伸展性同生正断层控制了烃源岩的沉积与分布,后期的反转构造则控制了油气的聚集成藏,即构造环境与构造型反转及其在时空上的有利配置,控制了吐一哈

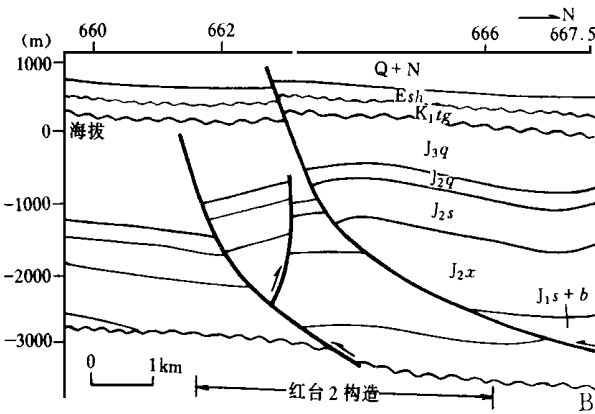
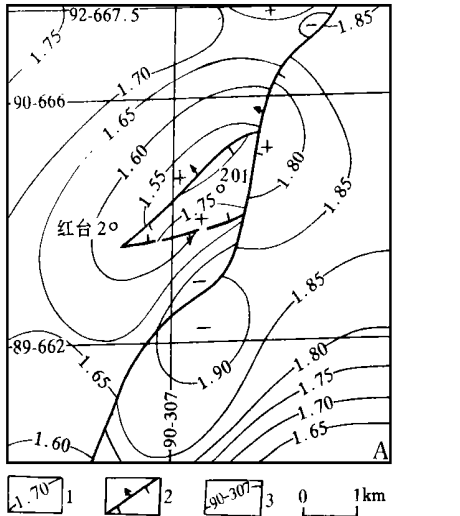


图1 红台2号背斜构造(据吐一哈油田资料)
A. 三间房组(J_{2s})底界等T₀构造图 B. 构造剖面图

Fig. 1 The structure of Hongtai anticline II

A. Structural contour map of the bottom boundary of the Sanjianfang Formation (J_{2s}) B. the structural cross-section

① 徐永昌,刘文汇,沈平,陶明信,张晓宝.吐一哈盆地煤成烃同位素和气体地球化学特征(研究报告),1994.

盆地煤型气的形成与成藏特征。

2.4 准噶尔盆地马庄气藏

马庄气藏位于准噶尔盆地东南缘三台南侧的博格达山前中、新生代背斜构造带上, 储层为上侏罗统齐古组(J_3^q)。本区缺失上侏罗统上部喀拉扎组(J_3^k)、白垩系、古新统和始新统, 渐新统直接覆于齐古组之上。气藏为一背斜圈闭构造, 博格达山前的台13井南断裂和五梁山断裂分别切割该背斜的南、北两翼(图2)。

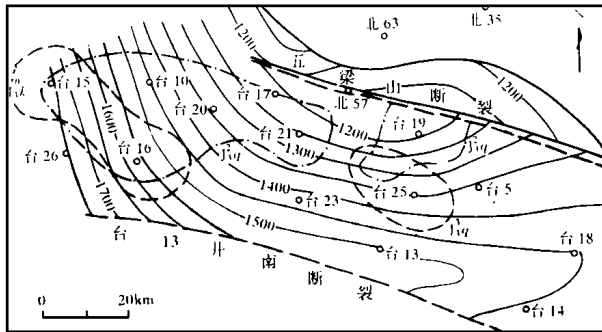


图2 马庄气藏构造等高线图(据惠荣耀等, 1992)

Fig. 2 The structural contour map of Mazhuang gas pool

经对马庄气藏台19、台20和台002井天然气采样测试, 天然气中 CH_4 含量为95.3%~96.71%, C_{2-4} 的含量为0.9%~1.60%, 为干气; $\delta^{13}C_1$ 值为-47.4‰~-46.4‰, $\delta^{13}C_2$ 值为-34.3‰~-29.2‰; 其中台19井丙烷和丁烷的 $\delta^{13}C$ 值为-32.6‰和-31.5‰。

气藏所在剖面上齐古组及其上的渐新统为地为一套碎屑岩建造, 无生烃能力; 齐古组之下为头屯河组(J_2^t)八道湾组(J_1^b), 二者之间缺失中侏罗统下部西山窑组(J_2^x)和下侏罗统上部三工河组(J_1^s)。头屯河组为一套泥岩夹砂岩建造, 八道湾组则为一套煤系建造。据惠荣耀等研究, 本区中、下侏罗统的机质丰富, 且以腐殖型为主。该区东侧康凹陷埋深2000~3000 m的侏罗纪煤系的 R_o 为0.5%~0.8%, 本区埋深在700 m以上的侏罗纪煤几乎均为褐煤, 热演化程度很低。其中马庄气藏附近的小西沟西山窑组煤的 R_o 值为0.47%~0.61%, 吉木萨尔东北八道湾组煤的 R_o 值为0.33%~0.40%^[18]。根据以上 R_o 值的分布范围, 并结合本区的油气地质地球化学特征, 取 R_o 值为0.55%作为本区气源岩镜质体反射率的平均值, 利用沈平(1991)提出的 $\delta^{13}C_1$ 值与 R_o 值的关系式计算,

煤型气 $\delta^{13}C_1 = 4.05 \log R_o - 34$ (‰) ($0.3 < R_o < 1.2$)

油型气 $\delta^{13}C_1 = 21.7 \log R_o - 43.3$ (‰)
得到所生成天然气的 $\delta^{13}C_1$ 值分别为-44.5‰(煤型气)和-48.93‰(油型气), 与实测样品值非常接近(文献[18]报道的该气藏的 $\delta^{13}C_1$ 值为-45‰~-49‰), 表明马庄气藏的气源岩应为储层齐古组之下的中、下侏罗统。

上述3口气井乙烷的 $\delta^{13}C$ 值为-34.3‰~-29.2‰, 偏向油型气特征; 而文献[18]报道该气藏西部气井的 $\delta^{13}C_2$ 值为-24.9‰~-26.9‰, 具煤型气特征。结合本区八道湾组煤系发育的地质条件分析, 马庄气藏应以煤型气为主, 从其 $\delta^{13}C_1$ 值及源岩的热演化程度分析, 马庄气藏的成因类型为生物—热催化过渡带气。

3 大陆架裂谷系的煤型气

3.1 大陆架裂谷系的构造与含油气基本特征

大陆架裂谷系为东部裂谷构造活动区的次一级构造单元, 主要由海域一系列含油气盆地组成, 自北而南为苏北—南黄海盆地、东海盆地、台西南盆地、珠江口盆地和琼东南盆地, 均表现为伸展性裂谷盆地^[3]。新的资料显示, 大陆架裂谷系于第三纪前即开始发育。例如东海盆地侏罗系一下白垩统可能已属裂谷型沉积, 其主裂谷期为中生代中、晚期到早第三纪^[19]。

大陆架裂谷系的油气源岩主要为下第三系, 其中发育一套煤系, 为主要气源岩。研究与勘探结果均表明, 本区以产煤型气为主。其中崖13-1气田属大型煤型气田而具代表性, 下面以其为代表探讨中国海域第三系煤型气田的地球化学特征与形成条件。

3.2 崖13-1煤型气田

3.2.1 大地构造环境特征

崖13-1气田产于南海琼东南盆地。盆地位于海南岛南侧海域, 西以红河大断裂与莺歌海盆地相邻, 其东北侧为珠江口盆地。南海北部地区处在中国东部北东向(华夏式)构造带与西南区特提斯—喜马拉雅构造域的接合部位, 该区新生代以来的新构造活动特别强烈而构造格架比较复杂。琼东南盆地构造线呈北东向, 为一半地堑式裂谷盆地。气田位于琼东南盆地西南端的崖13-1背斜隆起部位, 其西侧被红河断裂(称1号断裂带)所切割(图3)。

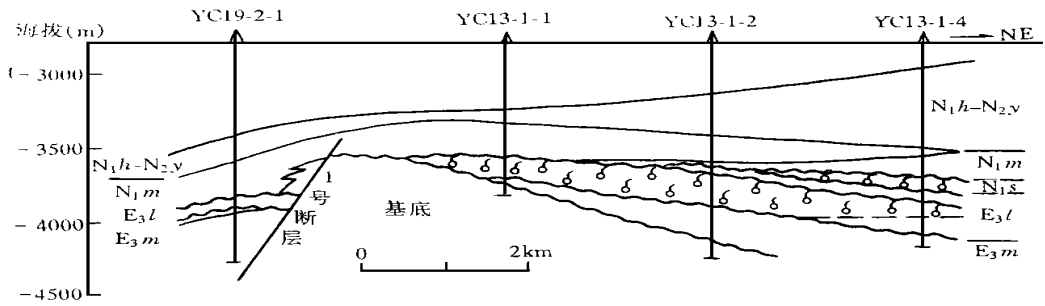


图3 崖13-1气藏横剖面图(据龚再升, 1997)

Fig. 3 The cross section of Yal 3-1 gas pool

琼东南盆地具有中国东部裂谷型盆地普遍所具有的高地温场特征, 而且特别显著。全盆地的地温梯度变化在 $3 \sim 4.39^\circ\text{C}/100\text{m}$ 之间, 平均为 $3.86^\circ\text{C}/100\text{m}$; 其中崖13-1气田所在的崖南凹陷地温梯度还偏高, 为 $3.76 \sim 4.39^\circ\text{C}/100\text{m}$, 平均为 $4.05^\circ\text{C}/100\text{m}$; 盆地的大地热流值为 $48.15 \sim 73.57\text{mW}/\text{m}^2$, 平均为 $63.6\text{mW}/\text{m}^2$, 而在崖南凹陷达 $66.46\text{mW}/\text{m}^2$ 。在崖13-1构造埋深3100m层位的地温为 $139 \sim 154^\circ\text{C}$, 地温梯度高于 $4^\circ\text{C}/100\text{m}$, 特别是沿崖13-1构造西侧的红河(1号)断裂带形成高地温异常带, 地温梯度均在 $4^\circ\text{C}/100\text{m}$ 以上, 大地热流平均值高达 $69.26\text{mW}/\text{m}^2$ 。崖13-1气田正处于这一高地温异常区内。

3.2.2 天然气及源岩地球化学特征

崖13-1气田天然气的储集层主要为下第三系渐新统陵水组(E_3l)。天然气中 CH_4 的含量主要分布在 $83\% \sim 90\%$ 之间, 重烃含量分布在 $0.04\% \sim 10.4\%$ 之间, $\text{C}_1/\text{C}_{2+3}$ 比值为 $12 \sim 119$, 以湿气为主; 甲烷的 $\delta^{13}\text{C}$ 值为 $-39.9\% \sim -35.5\%$, 表明属热解气。乙烷的 $\delta^{13}\text{C}$ 值为 $-26.8\% \sim -24\%$, 为煤型气特征; 崖13-1气田中凝析油气的全烃碳同位素的 $\delta^{13}\text{C}$ 值为 $-25.4\% \sim -26.8\%$, 与我国煤型凝析油气的 $\delta^{13}\text{C}$ 值的分布范围 ($-24\% \sim -27\%$) 相一致。以上天然气的地球化学特征表明, 崖13-1气田的天然气的陆源腐殖型有机质所生成, 即为煤型气田。

该气田主力产气层之下的崖城组为一套煤系地层, 生气强度达 $40 \sim 60\text{亿 m}^3/\text{km}^2$, 高居我国各含气盆地之首。此外, 其上、下还发育泥岩类烃源岩, 有机质的热演化达过成熟及高成熟阶段, 故该区的实际生气强度可达 $90\text{亿 m}^3/\text{km}^2$ 。以上地质与地球化学特征表明, 崖13-1气田天然气的主力气源岩应为崖城组煤系地层, 该气藏因之也具有自生

自储或短距离运移的特征。

根据收集到的该盆地地层埋深与其镜质体反射率 R_o 资料回归出其地层埋深(D)与其 R_o 之间的关系式:

$$D = 3269.26 \log R_o + 3878.57$$

$$r = 0.9570192$$

根据崖13-1气田天然气 $\delta^{13}\text{C}_1$ 值与其源岩 R_o 值回归出二者的关系式为:

$$\delta^{13}\text{C}_1 (\%) = 60.21 \log R_o - 36.24$$

$$r = 0.9887$$

以上关系式表明各自具有良好的相关性而可反映该区天然气的演化特征。利用上述关系式计算出该区源岩埋深, 再结合储层埋深, 则计算出天然气的垂向运移距离。计算结果表明, 崖13-1气田陵水组中天然气的运移距离为 $33 \sim 321\text{m}$, 这与前述崖城组煤系为其主力烃源岩的认识相一致。在有关崖13-1气田的天然气的来源问题上, 前人曾认为是从其西侧的莺歌海盆地通过1号断层经水下运移而来的。上述结果则表明崖13-1气田的源岩主要为其下的崖城组煤系, 天然气的运移距离不大, 基本可视为自生自储型气田。

3.2.3 成藏特征与条件分析

崖13-1构造为一短轴背斜, 轴向北西而与切过其西翼的红河大断裂基本平行, 表明二者在成因上具有密切的关系。1号断层走向NW、倾向SW, 呈正断层型式, 即其南西侧的莺歌海盆地相对于琼东南盆地处于下降盘。1号断层具有自其东南段向北西段“持续活动时间越来越长”, 最晚甚至持续到现今的特点。从崖13-1背斜的地层发育特征分析, 在背斜顶部, 渐新统崖城组和陵水组明显减薄或

① 黄忠明. 琼东南盆地地温场研究. 南海石油, 1992, 9(1): 19-24

部分缺失(图3),其上地层也不同程度减薄,表明该背斜的主要形成时期为渐新世并延续到晚第三纪。随着背斜构造的发育和上第三系的沉积,背斜东侧(翼)崖城组煤系的埋深与热演化进程逐步增加,而且中新统三亚组(N_1^s)和梅山组(N_1^m)泥岩类发育,构成良好的盖层,煤系所生成烃类遂向背斜核部构造高部位运移聚集。背斜西翼则为1号断层所切割而其具有侧向封堵的特征,即1号断层由早期的张(剪)性演变为封闭性较高的压(剪)性断裂,但逆转后上盘垂向上升位移量显著小于早期的断陷下降位移量,故仍呈现为正断层型式。这可能是崖13-1气藏形成的一个重要圈闭条件。1号断层西侧莺歌海盆地中天然气的 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 值为 $8.26 \times 10^{-8} \sim 4.72 \times 10^{-7}$,基本为壳源气体^①。这表明尽管该区地壳很薄(20余km),但1号断层与地幔的连通性很差而具有较高的封闭性。这与前述地质构造方面的分析结论相一致。这也从另一个侧面支持崖13-1气田天然气来自本盆地而非莺歌海盆地的认识。

以上特征表明,丰富的气源物质基础、高地温场和良好的圈闭构造是形成崖13-1大气田的主要地质构造条件。此外,了解并认识1号断层的这一构造演化特征,还对于研究莺歌海盆地的形成演化及区域大地构造有重要的意义。

4 结语

综合各方面的资料与研究结果,中生界煤型气资源集中分布在中国北方,气源岩以侏罗纪煤系为主,其中以西北区资源前景最好。

西北区煤型气以吐一哈盆地最具代表性,吐一哈盆地形成煤型气藏的主要条件为:一是具有丰富的煤成烃母质,二是具有构造反转的特殊构造演化史与构造圈闭条件。即早期伸展构造为烃源岩的堆积与演化提供了有利的构造条件,而后期的挤压构造反转又为气藏提供了良好的圈闭构造。此种类型对于西北诸盆地煤型气的寻找与勘探具有重要的借鉴作用。

中国新生界煤型气资源则集中分布在大陆架裂谷系,气源岩主要为第三系煤系地层,可以琼东南盆地崖13-1大气田为代表。此种类型气藏的主要形成条件为:裂谷构造环境中广泛发育烃源岩的高地温场加速烃源岩的热演化和后期背斜或背斜—断层圈闭构造的发育及其在时空上的良好配置。从崖

13-1气田的特征看,此类气藏以自生自储或短距离运移为特征,故应在烃源岩之上或邻近区有利圈闭构造部位寻找此类气藏。而且在裂谷构造系内,此种背斜类圈闭所形成的气藏规模一般大于断块气藏的规模,因而具有更大的实践意义。

本文(上、下篇)讨论了中国煤型气资源的主要聚集分布区、构造环境代表性气藏及其类型,也是进一步寻找煤型气的前景区与主要勘探类型。即上古生界煤型气的最佳远景区为华北地块;中生界(侏罗系为主)煤型气资源主要分布于北方,特别是以西北诸盆地前景最好;第三系煤型气的勘探远景区则为海域大陆架裂谷系内诸盆地。

致谢:气体样品测试由文启彬研究员、李立武高级工程师和孙明良研究员等在气体地球化学国家重点实验室的有关仪器上完成,成文过程中还得到高波同志的帮助,特此表示诚挚的谢意!

参 考 文 献

- 1 陶明信,徐永昌,陈践发等.中国煤型气区的构造环境、典型气藏及勘探方向—1.上古生界煤型气[J].沉积学报,1998,16(3):25~30
- 2 谭忠福,张启富,袁正新等.中国东部新华夏系[M].北京:中国地质大学出版社,1989.22~100
- 3 陶明信.中国天然气资源的构造地球化学分区、类型与潜力.资源、环境与持续发展战略[M].北京:中国环境科学出版社,1995.66~70
- 4 王煦曾,朱榔如,王杰.中国煤田的形成与分布[M].北京:科学出版社,1992.78~80
- 5 长庆油田石油地质志编写组.中国石油地质志(卷十二)长庆油田[M].北京:石油工业出版社,1992.175~176
- 6 陶明信.新疆乌鲁木齐—乌苏地区中、新生代构造应力场特征[J].地质学报,1992,66(3):206~218
- 7 董崇光.中国大陆裂谷盆地与油气资源[J].成都地质学院学报,1986,13(3):51~84
- 8 杨克明,熊永旭,李晋光等.中国西北地区板块构造与盆地类型[J].石油与天然气地质,1992,13(1):47~56
- 9 李学慧,黄福林,刘厚仁.西北地区主要盆地天然气赋存条件及远景评价[J].石油与天然气地质,1992,13(1):78~84
- 10 陶明信,陈发源,徐永昌,窑街 F_{10} 断裂带地质构造特征与演化分析[A].中国科学院兰州地质研究所气体地球化学重点实验室研究年报(1990~1992).兰州:甘肃科学技术出版社,1993.130~136
- 11 陶明信.吐一哈盆地大地构造环境分析—兼论大陆板内盆地与造山带的成因关系[J].沉积学报,1994,14(4):40~50

① 沈平,陈践发,陶明信等.莺歌海盆地天然气气源及运移的地球化学特征.天然气地球科学,1996,7(1):9~16

- 12 张虎权, 杨中轩. 民和盆地的构造特征[J]. 石油实验地质, 1996, 18(3): 284~288
- 13 邵学忠, 徐树宝, 周东延. 塔里木盆地地壳结构特征[J]. 石油勘探与开发, 1997, 24(2): 1~5
- 14 郭召杰, 张志城, 曾凡刚. 吐拉盆地侏罗纪巨厚油砂岩和沥青的发现及其意义[J]. 科学通报, 1998, 43(8): 886~888
- 15 王昌桂, 程克明, 徐永昌等. 吐哈盆地侏罗系煤成烃地球化学[M]. 北京: 科学出版社, 1997, 191~263
- 16 Xu Yongchang, Liu Wenhui, Shen Ping, Tao Mingxin. Geochemistry of noble gases in natural gases[M]. Beijing: Science Press, 1996, 129~138
- 17 孙明良, 陶明信. 天然气氦同位素分布与大地构造环境[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 1993, 29(4): 245~251
- 18 惠荣耀, 许万飞, 范光华等. 准噶尔盆地马庄气藏—I. 地球化学特征[J]. 中国科学(B辑), 1991, 21(12): 1304~1312
- 19 陈建文. 东海陆架盆地与松辽盆地的类比分析[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1994, 14(3): 19~32
- 20 孙嘉陵. 南海崖13-1气田特征及富集成藏条件[J]. 天然气工业, 1994, 14(2): 1~7

The Tectonic Environment, Typical Gas Pools and Exploration Direction of Coal-type Gas Provinces in China II—Coal-type Gas of Mesozoic and Cenozoic

TAO Ming-xin XU Yong-chang CHENG Jian-fa SHEN Ping

(State Key laboratory of Gas-Geochemistry, Lanzhou Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000)

Abstract

The coal-type gas resource of Mesozoic mainly concentrates on the North China where the Northwest area is the most favorable region, and the gas source rocks are almost Jurassic coal series. The Turpan Basin is a typical coal-type gas basin where C_1/C_{1-5} value of HongTai 2 gas pool is 0.887, and its $\delta^{13}C_{1-4}$ values and $^{40}Ar/^{36}Ar$ ratio are -39.1% , -26.5% , -25.4% , -25.2% and 571, respectively. And these indicate that the Middle Jurassic series are self-generated and self-reservoired coal-type gas pools, and the reversion of tectonic environment is the special structural condition for source rock to generate and concentrate coalbed gases.

The coal-type gas resource of Cenozoic mainly concentrates on the rift-valleys of continental shelf along the seawest of the East China, and the Upper Tertiary coal series and their chief source rocks. The Ya 13-1 gas field located in the South of HaiNan Province is also a typical one that its $\delta^{13}C_1$ value varies from -39.9% to -35.5% , $\delta^{13}C_2$ value varies from -26.8% to -24% , and its gas belongs to pyrolysis genesis. The high-temperature tectonic environment (thermal gradient of the Earth exceeds $4^\circ C/100 m$) is the favorable factor for the Tertiary to generate hydrocarbon, however, anticline and fault trap is the most helpful structural condition of concentration and reservation.

Key words types of coal-type gas pools tectonic setting gas geochemistry tectonic reversion in Northwest china continental shelf rift system