

中原，华北油气区《煤型气》 地化特征初探

徐永昌 沈平

(中国科学院兰州地质研究所)

剖析世界各国天然气工业发展的历史，结合我国的地质特点，《煤成气的开发》课题受到国家极大重视。近两年来，无论在生产或研究中都取得了可喜的进展。由于煤成气的地球化学特征和判识问题，直接影响着生产勘探的井位布置、井深设计、资源量估算等基本问题，因此，对煤成气地球化学特征的讨论就不仅有重要的理论意义，而且有巨大的实际意义。本文即以中原和华北油气区的实际资料为主，对此问题作初步探讨。文中所指中原、华北油气区即中原油田（与东濮凹陷相当）和华北油田所辖范围，其基本地质情况报导甚多，不予赘述。

可燃天然气有许多分类，本文作者拟归纳为：油型气、煤型气，生物气和深部气四种。这里所说的《煤型气》，即目前所称的煤成气，由于此名称易于产生误解，故笔者拟以《煤型气》一词代之。以下对此四类气体作简要的阐述。

油型气 指成油为主的有机母质，（通常指 I、II 型干酪根）在成油演化过程所形成的可燃天然气。其形成贯穿石油演化的全过程（从石油形成到消亡）。但笔者未将成岩作用阶段，生物化学作用所形成的生物气包括在内。具有工业价值的油型气可以石油伴生气、油田气顶、凝析油气田和纯气田的形式产出。

煤型气 即目前我们所称的“煤成气”。它泛指煤系有机质（包括煤和煤系地层的分散有机质，主要相当于 III 型干酪根）在成煤的热演化过程中所形成的可燃天然气，同样也未将早期生化作用阶段形成的生物气包括在内。改称《煤型气》的好处是对应于油型气而称煤型气对其成因便于理解。有利于消除将煤成气理解为仅仅是由煤所成的气或煤层中的气体。有的同志拟将煤成气改称《煤系气》。相对而言，笔者仍认为改称《煤型气》为好。同时，根据传统习惯，建议对煤层中的气体仍称煤田瓦斯，与油型气中的油田伴生气相对应。具有重大工业价值的《煤型气》主要以纯气藏的形式产出。是本文讨论的主体对象。

生物气 指成岩作用阶段，各种类型有机质由于生物化学作用所形成的可燃天然气。就其母质而言可以有与煤系和生油岩有关的两种类型。由于这种类型的天然气在世界天然气总储量中占20%，而且通常埋藏较浅，在相同的条件下，勘探较易，成本较低，应予相当重视的能源资源领域。

深部气 本文主要指可能来源于地幔的可燃天然气。这是当前地学基础研究受到极大重视的一个领域,学术思想和科学探索都极为活跃。由于这种气体资源的潜在储量非常巨大,如能有所突破可能对二十世纪以后的能源有深远的影响,对此,我们不应忽视,应进行必要的基础性探索工作。

对于油型气、煤型气、生物气的识别W. Stahl等的工作具有代表性。他们主要根据M. Stahl $\delta^{13}\text{C}_1 - \text{R}_0$; $\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4} - \delta\text{D}_{\text{CH}_4}$; $\delta^{13}\text{C}_1$ —甲烷同系物的比值等关系来区分这三种类型的气体及其混合气。

关于深部气 H. Craig等根据 $^3\text{He} - \text{CH}_4$; $^3\text{He}/^4\text{He} - \delta^{13}\text{C}_1$; $\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4} - \delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$ 等关系来探讨识别问题。

本文主要讨论中原、华北油气区油型气和煤型气的判识问题。和国外情况相似作为主要和基本的判识依据,国内也是用地质背景和甲烷碳同位素与有机质成熟度关系等指标,但本文主要根据我所在中原和华北油田的研究工作,用天然气中氦同位素、天然气中汞丰度、以及凝析油碳同位素特征等指标,综合探讨中原、华北油区油型气和煤型气的判识。

一、地质背景和甲烷碳同位素研究

提出了东濮凹陷文留气藏,华北油田苏桥及深县地区天然气与石炭—二叠煤系地层有关,中原油田有关研究已有报导^[1]。华北油田在一些有石炭—二叠煤系覆盖的潜山油气比特别高,甲烷碳同位素也比一般油型气富集 ^{13}C ,显示可能有石炭—二叠煤系形成天然气的混入。在这些研究工作中,W. Stahl 1977年以来所建立的各种模式是讨论问题的主要依据。在此不作更多叙述。

二、天然气中氦同位素研究及煤型气判识

有关天然气氦同位素研究的方法、原理等参见^[2]。东濮地区天然气氦同位素研究参见^[3]。现将中原及华北油田天然气中氦同位素研究资料汇总于表1。其中文留气田文23井,1982年测定的平行样有一个结果偏低,文献^[3]报导了该测量结果。根据氦的方法学特征和数据处理的原则未引用该值。表1报导了文23井1983年三个样品的重复测量结果, $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 的平均值930,与1982年的引用值相近。

中原、华北油区石油、天然气的区域地质特征为用氦同位素组成识别煤型气提供了重要基础。这里目前所发现的石油和天然气田无论其储层时代为何层系,但主要生油岩系却是下第三系的沙河街组。(以Es表示)。根据四川地区天然气中氦同位素研究结果— ^{40}Ar 的年代积累效应。凡由沙河街组形成的天然气—油型气,应当具有较低的 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 比值一般情况应在400左右,而本区与石炭—二叠煤系有关的天然气—煤型气,其 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 比值应大约在800—1100的范围或更大,两者比值相差悬殊。因此,有可能根据天然气中氦同位素丰度比来讨论天然气气源岩是石炭—二叠煤系地层或为第三系沙河街组的油源岩。

中原油田应用 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 区分煤型气、油型气和二者混合气是比较成功的〔3〕。笔者在华北油田取得五个油气藏的氩同位素资料，凡天然气的储层为沙河街者（泉-2井、岔12-7、京256）或储层为古潜山，但潜山附近只有第三系沉积者（马-27井、储层震旦系） $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 在334—430之间，参看〔2〕。这是一组比较典型的第三系为气源岩的天然气的。此认识与该区地质背景和有机地化研究的结果吻合。华北油田的深县泽43井，储层为奥陶系灰岩，在这里除第三系外还存在石炭—二叠煤系地层，该区泽43井天然气量大，怀疑有石炭—二叠系煤型气加入的泽43井天然气氩同位素比值达1340。此比值表明天然气主要成分不是与第三系有关而是与石炭—二叠系相关。也就是说，对泽43井而言，天然气的气源主要来至石炭—二叠煤系，第三系气体所占份额极少。

表 1 中原、华北油气区天然气氩同位素分析结果

Table 1 Analysis results of argon isotope in natural gases of Zhongyuan-Huabei Oil-Gas Area.

气 藏 名 称	井 号	层 位	Ar总浓度(PPm)	$\frac{\text{Ar}^{40}}{\text{Ar}^{36}}$
濮城油气田	濮3-16	ES ₂ F	283	578
		ES ₂ F	343	571
	濮39	ES ₄	368	868
		ES ₄	378	843
文留气藏	文-23	ES ₄	459	1175
文南气藏	文-32	ES ₂ F	393	612
		ES ₂ F	434	626
文东气藏	文13	ES ₃	453	570
卫城油气田	卫11	ES ₄	429	780
白庙含气构造	白3	ES ₃	478	958
	白3	ES ₃	450	1239
文留气藏	文23	ES ₄	352	930*
深 县	泽-43	0	895	1339
刘 其 营	京256	ES ₄	532	385
岔 河 集	岔12-7	ES ₃	548	334
马 厂	马-27	Sn		427
柳 泉	泉-2	ES ₃	494	431

*1983年三个样品的复测平均值

华北油田氩的工作进一步证明了华北油田油气主要来源于第三系，是新生古储。马-27井储层为震旦系，而 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 仅为427，为第三系气源岩的表征值。可是代表古老气源的四川威远构造震旦系气藏天然气的 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 比值平均达7000。同为震旦系储层，由于气源岩不同其氩同位素组成也迥然不同。华北油田的研究结果进一步肯定了用氩同位素比值追索气源岩的可行性。

三、利用凝析油碳同位素判识煤型气的探索

凝析油的成因目前至少有两种认识;

(1)、以蒂索为代表^[5],认为凝析油是有机质向成油方向转化高成熟阶段的产物,其相应的有机物成熟度为 $R_0 = 1 - 1.3\%$ 。

(2)、M.A.罗杰斯(1979)^[6]L.R.斯洛敦等^[7](1982)认为由陆相生油母质,在成熟度不高的情况($R_0 = 0.4 - 0.6\%$),可由树脂体等直接转化为凝析油。

在一定意义上(1)所代表的凝析油主要与油型气并存,在(2)的情况则主要与煤型气共生。所以,在有机物热演化的低成熟阶段产出凝析油,可以作为判识煤型气的一种参考性指标。

本节主要根据在中原油气区采集的凝析油碳同位素分析结果,探讨以此为指标判识煤型气和油型气的可能性。分析结果如表2所示。

表2 中原油气区凝析油碳同位素分析

Table 2 Analysis results of the condensate carbon isotope of Zhongyuan-Hubei Oil-Gas Area.

地 区	井 号	层 位	$\delta^{13}C_{PDB} \%$
文 留	文23	ES ₄	-24.5
白 庙	白 8	ES ₃	-27.04
白 庙	白12	ES ₄	-28.45
桥 口	桥14	ES ₄	-27.00

从表2资料可知,代表煤型气的文23井的凝析油 $\delta^{13}C = -24.5\%$,而其它各井的凝析油 $\delta^{13}C$ 值为 $-27 - -28.5\%$,平均值为 -27.5% ,二者相差达 $2.5 - 3\%$,即代表煤型气的文23井的凝析油的碳同位素明显富集了 ^{13}C 。通常影响烃类物质碳同位素组成的主要因素是有机母质的特征及其成熟度,文23井凝析油富集 ^{13}C 可能是受煤系有机母质的影响,前人研究表明^[8]在陆相环境中湖泊水生生物具有较轻的碳同位素组成($\delta^{13}C$ 平均值约为 -31%)这可能是陆相原油较海相原油碳同位素组成轻的原因。但是在与成煤有关的陆相沼泽的情况下,有机母质主要来源于沼泽相的高等植物,其碳同位素组成分为两组; $\delta^{13}C$ 平均分别为 -24% 和 -14% 。此外,由于海相高等植物高度富集 ^{13}C ($\delta^{13}C$ 平均值约为 -12%)因此,中原、华北油气区以海陆交互相为特征的石炭一二叠系的煤系,就原始有机母质而言碳同位素组成可能是偏向于 ^{13}C 的富集。为阐明文23井凝析油和东濮凹陷其它油、气藏产出凝析油碳同位素差异的内在制约因素尚需做许多工作;目前已获得的结果是东濮凹陷内各钻井中,石炭一二叠煤系煤样、煤屑的碳同位素分析,有关资料列于表3

从表中所列数值可以清楚看出,煤样碳同位素普遍 ^{13}C 含量较高。 $\delta^{13}C$ 范围 -22.43

表 3 中原油气区, 煤样碳同位素分析资料

Table 3 Analysis results of the coal carbon isotope of Zhongyuan-Huabei Oil-Gas Area.

地 区	井 号 层 位	煤中 $\delta^{13}\text{C}\%$	井 深 (米)
东 濮	濮深 1 井 P	-24.927	4429—4425
	濮深 1 井 C	-23.725	4518—4514
东 明	东 1 井(1) C—P	-25.174	2124—2125
	东 1 井(2) "	-23.496	2187
马 厂	马古11(1) "	-24.927	2928—2981
	马古11(2) "	-24.870	3032—3039
	马古11(3) "	-23.913	3088—3104
白 庙	白 8 井 "	-22.429	4019.77
	卡 1 井 "	-25.666	3090—3105

—25.67‰平均值-24.35‰。笔者在河南鹤壁煤矿采集的石炭纪和二叠纪煤样 $\delta^{13}\text{C}$ 分别为-24.59‰和-24.18‰。我国陆相地层中标准的Ⅲ型干酪根 $\delta^{13}\text{C}$ 值为-22.5—24.5‰^[4], 这些资料在一定程度上可以作为文23井凝析油与石炭—二叠系煤系有成因联系的一种旁证。此外, 国外著名的煤型气产区, 澳大利亚库珀盆地二叠纪煤系中产出的石油和凝析油五十个试样总烃的碳同位素平均值为-24—-25‰, 也是一个可供借鉴的资料。

我国其它一些有煤型气产出的气田也有类似情况, 如四川中坝气田, 有两个气藏, 上部气藏产于上三叠煤系须家河组, 其下部气藏产于中三叠系雷口坡组的灰岩中, 目前认为上部气藏为煤型气, 下部气藏为油型气, 这两个气藏均有凝析油, 碳同位素分析结果列于表4。

从表4可见, 从绝对值而言, 中坝须家河组煤系地层中产出的凝析油碳同位素较中

表 4 中坝气田须家河组与雷口坡组凝析油碳同位素组成

Table 4 Analysis results of the condensate carbon isotope Tr and T3x₂ of Zhongba Gasfield.

井 号	地 层	凝析油 $\delta^{13}\text{C}\%$	备 注
中 2 井	T ₃ X ²	-28.87	煤系地层
中 2 井	"	-28.7*	凝析油
中29井	T ₃ X ²	-28.90	
中24井	Tr	-31.35	灰岩中
中23井	Tr	-31.59	凝析油

*根据陈文正资料

原油田文23井的凝析油为轻,但与同一气田的油型气相关的凝析油比较,则碳同位素组成仍然是相对富集 ^{13}C ,二者的差值为2.6‰。与中原油田两种成因凝析油碳同位素组成的差值相似。

基于中原油气区凝析油碳同位素组成与四川中坝气田的实例初步可以认为成熟度对凝析油碳同位素组成的影响是不明显的。据程克明通讯资料,文23井凝析油的成熟度大大高于该区其它各气藏产出的凝析油,但它相对于区内其它凝析油和原油具有较重的碳同位素组成,而中坝气田须家河组的凝析油显然比下伏中三叠雷口坡组凝析油成熟度低,但它比雷口坡凝析油富集 ^{13}C 2.6‰。也就是说,在中原油区,与煤型气有关成熟度高的凝析油和与油型气有关成熟度较低的凝析油相比,是与煤型气有关,成熟度高的凝析油富集 ^{13}C 2.5—3‰。但在四川盆地,与煤型气有关成熟度较低的凝析油和与油型气有关但成熟度较高的凝析油相比仍然是与煤型气相关的凝析油富集 ^{13}C 2.6‰左右即在东濮和四川盆地这两种成因不同的凝析油碳同位素是有差别的,但造成这种差别的原因主要不是有机质的成熟度。

综上所述,笔者认为在东濮和四川盆地凝析油的碳同位素组份主要受成油、气母质的制约,代表煤系地层所形成的凝析油与同一构造单元由石油演化到高成熟阶段所形成的凝析油相比较,前者富集 ^{13}C ,我们认为这是煤系有机母质富集 ^{13}C 的同位素继承效应的表现。从而可以考虑用凝析油碳同位素作为一项判识煤型气的指标。

从凝析油有机地化特征看,文23号井凝析油也可能与石炭一二叠煤系地层有关。程克明等研究了东濮坳陷凝析油有机地化特征,根据他们的研究结果,文23井凝析油的成熟度非常明显地高于全区其它各井的凝析油。文23井凝析油中代表与陆生高等植物有关的芳香族组份也非常明显的高于其它凝析油,这些研究也有助于说明文23油气来源于石炭一二叠煤系地层。

四、天然气中汞丰度是判识煤型气一项有意义的指标

国外对天然气中汞丰度研究表明,油型气和煤型气比较,煤型气常具有较高的汞的丰度。如世界著名的“煤型气”田格罗宁根汞丰度为 1.8×10^5 毫微克/立米(单位下同),中欧盆地的另一煤型气田武斯特洛夫汞含量更高达 3×10^6 。中欧盆地另两个储于石炭煤系地层中的气田汞含量为 $3—3.4 \times 10^5$ 。苏联前高加索盆地和德涅泊屯涅茨盆地一些与煤系地层相关的气田汞含量也较高,因此,在综合判识煤型气时,天然气中汞的丰度也是一项重要而有意义的指标。

天然气中汞的主要来源可能有二,一是有机质有较强的吸聚汞的能力,在外生过程能将沉积介质中的汞吸聚浓集,特别是腐殖质有机质这种能力更强;二是深部来源气体所带来的汞,因此在天然气中普遍含汞的同时,煤型气汞丰度较高,这可能与腐殖质对汞有高的吸聚能力有关。

为研究各种成因天然气中汞丰度分布特征,必须建立灵敏而精确的天然气的汞测定方法。我所周泽等建立的原子吸收汞测量方法灵敏度为15毫微克/立米(采样80升),相对偏差为2%。

1983年笔者在中原和华北油气区,用金丝捕集法在10个油气藏上采集了天然气中汞

表5 中原、华北油气区天然气中汞含量分析结果

Table 5 Analysis results of the mercury content in natural gases of Zhongyuan-Huabei Oil-Gas Area.

井号	层位	汞含量毫克/立方米
中 原 油 气 区		
濮城 1-95 井右	ES ₂ 上	9.05×10^2
" " 左	ES ₂ 上	4.31×10^2
文25-33井	ES ₂	1.4×10^5
文23	ES ₄	5.11×10^4
卫22-4井	ES ₃	4.16×10^3
卫城 7 井	ES ₂ 上	2.73×10^2
华 北 油 气 区		
任丘马-27井	X	1.42×10^5
柳泉泉-2井	ES ₃	4.88×10^2
苏桥苏 1 井右	0	2.04×10^5
" " 左	0	1.99×10^5
任丘京256井	ES ₄	5.00×10^2
深县泽43井左	0	1.80×10^5
" " 右	0	2.54×10^5

的样品，分析结果列于表5。从表5资料可以得出如下初步的认识：

中原油气区：

1) 与油型气有关的天然气，汞含量一般在 $n \times 10^2$ 毫克/立米的量级，如濮城濮1-95井， $4.31-9.05 \times 10^2$ ，卫-7井， 2.73×10^2 。

2) 与煤型气有关的天然气文23井，汞含量 5.11×10^4 比一般油型气汞含量高了两个量级。

3) 存在过渡型汞含量，如卫22-4井，汞含量为 4.16×10^3 。

上述三种情况与该区地质背景和用其它地化指标所作的判断相互吻合极好。但是在该区文25-33井应属油型气，而所测结果，汞具有最高的丰度（ 1.4×10^5 ）说明汞即是一项判识煤成气的有意义的指标，又存在着多解性，应在煤型气综合判识中有条件的加以应用。

华北油气区：

1) 与第三系成油地层有关的天然气汞含量一般也在 10^2 的量级，如柳泉泉-2井， 4.88×10^2 任丘京256井， 5×10^2 。

2) 但是在与石炭一二叠煤系地层有关的古潜山储油构造中，在观察到天然气甲烷碳同位素异常和氩同位素异常表明可能有煤型气的同时，汞的丰度也非常高，如苏桥 1

井为 2×10^5 。深县泽43井 $1.8-2.5 \times 10^5$ ，比该区油型气高了二个量级还多，可以认为是与煤型气相关。

3) 但是任丘马-27井，显然与油型气相关，可是汞丰度达 1.4×10^5 ，与该区煤型气汞丰度的表征值相似，这也有待进一步认识。

综上所述，笔者认为天然气中汞的丰度在多指标综合判识时，它可以成为一项重要佐证性地化标志，但应注意其具有多解性。

此外，在利用此项指标时，也要注意区域地质特征的差异，特别是不同单位和作者提供数据时方法间可能存在系统误差。

五、煤型气的综合判识及煤型气开发

本文基于中原、华北油气区的实际资料，讨论了该区煤型气的地化特征。主要是依据甲烷碳同位素组成，天然气氩同位素特征，凝析油碳同位素组份，以及天然气中汞的丰度等讨论区域内油型气和煤型气在组份组成和同位素组份间的差别，并根据造成这种差异的内在制约因素讨论了二者综合判识的指标。二者最本质的差别是成气和成油母质类型的不同，主要是母质的同位素组份的继承性效应造成了甲烷和凝析油碳同位素富集 ^{13}C 的特征。油气源岩地质时代的巨大差异是在本区用氩同位素 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 丰度比判识煤型气和油型气的基础，汞作为一项综合判识指标与煤系的腐殖质对汞的高吸聚性能紧密相关。总而言之，正是油型气和煤型气原始有机母质的差异而导致二者地化特征的不同，根据现有综合资料，对文23井天然气来说，从地质背景、甲烷碳同位素组成、天然气氩同位素特征、凝析油碳同位素组成、凝析油组份的有机地化特征，以及文23井天然气中汞的丰度都显示了与石炭—二叠煤系有着密切的成因关系，各项指标相互映证，相互吻合极好，可以认为文23井是相当典型的煤型气。在华北油田深县的泽43井天然气也具有地质背景，甲烷碳同位素、氩同位素、汞丰度……等多项指标综合判证其为煤型气。从现有文献资料看，我国对“煤型气”判识的论证相当严谨，相当全面，综合性高，科学性强。论证是从不同学科、不同地球化学体系加以探讨，最终达到异途同归，证明了中原、华北油气区确实存在以石炭—二叠煤系为气源岩的天然气的工业储集。这样就有力的证明了在华北地台广泛分布的石炭、二叠煤系是该区一个重要的气源岩，在条件适合的地方，也体现了气藏形成所需的生、储、盖、运、聚、保的全部条件。综合性证实文留等气田为煤型气田就大大增强了在我国勘探开发煤型气藏的信心和决心。以文留、苏桥、深泽等气藏为典型，进行系统科学的解剖将为我们在华北地台，进而对我国其它聚煤盆地煤型气田的开发提供重要的科学信息，从而指导面上的勘探开发工作。

在进行此项研究时，中原油田的朱家蔚、许化政，华北油田的梁生正、梁狄刚等同志给予了许多指导性的帮助。兰州地质所的申建中、周泽、申歧祥、文启彬等同志完成了实验室工作。申建中、张继忠参加了野外考察，在此一并表示深切的谢意。

收稿日期1984年10月

参 考 文 献

- [1] 朱家蔚等, 1983, 文留煤成气藏的发现及其对华北盆地找气的意义。石油勘探与开发 第1期 4—12。
- [2] 徐永昌等, 1979, 天然气中稀有气体同位素, 地球化学, 4期 271—282。
- [3] 朱家蔚、徐永昌等 1984 东濮凹陷天然气氦同位素特征及煤成气判识, 科学通报, 1期41—44。
- [4] 黄第藩等, 1984, 干酪根的类型及其分类参数的有效性、局限性和相关性。沉积学报, 2卷 3期 18—33。
- [5] Tissot D.H. Welte 1978, Petroleum Formation and Occurrence—A New Approach to Oil and Gas Exploration, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York,
- [6] A. Rogers, 1979 Application of Organic Facies Concept to Hydrocarbon Source Rock Evaluation, 10th World Petroleum Congress PDI
- [7] L.R. Snowdon and T.G. Powell, 1982. Immature Oil and Condensate-Modification of Hydrocarbon Generation Model for Terrestrial Organic Matter, A.A.P.G., Vol.66, No. 6,
- [8] E.T. Degens, 1969. Biogeochemistry of Stable Carbon Isotopes, in Eglinton G., Hurphey MTI (ed), Organic Geochemistry, Springer, Berlin, Heidelberg, New York,

A PRELIMINARY STUDY ON GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF COAL-TYPE GAS IN ZHONGYUAN-HUABEI OIL-GAS AREA

Xu Yongchang Shen Ping

(Lanzhou Institute of Geology, Academia Sinica)

Abstract

There is a brief discussion about the naming of several main combustible natural gases in the first part of this paper. The authors suggest that the natural gas relative to the formation of oil be named oil-type gas; the one now called coal-gas be named coal type gas; however, the gas in coal bed continue to be called the coal-mine gas corresponding to the oil-field associated gas in oil-type gas.

The identification of methane carbon isotope which this paper briefly covers is at present considered as the main index to identify natural gases with different genesis. It is also one of the geochemical indexes which are most widely used at home.

Argon isotope used as an identification index. Since the source-rock ages of coal-type gas and oil-type gas respectively belong to the Carboniferous—the Per-

mian and the Lower Tertiary, there is a sharp disparity in their ages. As a result, it is possible to distinguish these two kinds of natural gases according to the chronological accumulation effect of ^{40}Ar in natural gas. The determination of the abundance ratios of $^{40}\text{Ar}/^{38}\text{Ar}$ in the natural gas of Zhongyuan-Huabei Oil-Gas area has shown that in the study area the $^{40}\text{Ar}/^{38}\text{Ar}$ ratios in the natural gas relative to the Tertiary oil-type gas are comparatively low, between 355--590; however, those relative to the coal-type gas, of Wen Well 23 in Zhongyuan Oilfield are between 930--1340. Moreover, some few gas reservoirs in Zhongyuan Oilfield have demonstrated a feature of the mixed gas of coal-type gas and oil-type gas.

Mercury abundance in natural gas used as an identification indicator of coal-type gas. The determination of the mercury abundance in the natural gas of Zhongyuan-Huabei Oil-Gas Area has shown that the average mercury abundance of the natural gas relative to oil-type gas in Zhongyuan Oilfield is about $n \times 10^2$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (the same unite below). For instance, the mercury abundance of Pu Well 1--95 is about $4.9\text{--}9.11 \times 10^2$, but the one, relative to coal-type gas, of both Well 23 is about 5.11×10^4 , which is nearly about $n \times 100$ times higher than the average one relative to oil-type gas. The similar result of mercury abundance determination has been obtained in Huabei Oilfield. Therefore, there are some examples of higher mercury abundance in the natural gas relative to typical oil-type gas in the both fields. Obviously, the mercury abundance in natural gas used as an identification indicator of coal-type gas indicates several possibilities.

Research on using the condensate carbon isotope as the identification of coal-type gas. It is an identification index that has not yet been used before. Generally speaking, very few studies have been made on the condensate carbon isotope. The study result of the condensate carbon isotope of Zhongyuan and Sichuan oil-gas areas has initially shown that the condensate relative to coal-type gas is comparatively constituted by heavier carbon isotopes. For instance, the ^{13}C value of the condensate in Wen Well 23 is -24.5% , however, those in other oil-gas wells are $-27\text{--}28.5\%$, namely, the condensate relative to coal-type gas is $2.5\text{--}3\%$ richer in ^{13}C than one relative to oil-type gas. The similar result has been obtained from Zhongba Gasfield in Sichuan Province. The authors think that it may have a relation to the ^{13}C enrichment of organic mother matters of lake-marsh facies of coal formation, and it is also the reflection of isotope inheritance effect.