

徐淮地区石炭—二叠系煤成气远景初探

张永鸿执笔*

(江苏石油普查勘探指挥部)

徐淮地区处在华北地台南缘,分布有徐州、淮北、淮南三大煤矿,周围绕以中、新生代叠合盆地。该区有煤成气生成、聚集和保存条件,是我们在找气工作中应予以重视的对象。

一、基岩结构和区域地质背景

据朱英^[2]研究,华北地台的结晶基底由多个古陆核拼接而成。其中的“河淮陆核”以同位素年龄18—25亿年之泰山杂岩为核心,北起天津、南经本区东半部而止于蚌埠,沿北北东向展布,呈长卵形。它未控制古生代地层的相带而控制其构造变形的方式,更控制中、新生代叠合盆地的分布格局,因而是燕山运动以来的隆起区。这个陆核隆起区决定了本区结晶基岩面西倾的总趋势。上覆地层亦随之由东而西变新。东部震旦亚界浅埋或裸露;中部是古生界组成的褶皱残山,石炭—二叠系煤层即保存在残山之间的向斜谷地和背斜翼中,埋深一般不足1000米;西部为上叠的中、新生代盆地,古生界埋深2000—7000米,估计结晶基岩埋深大于万米。

秦岭纬向构造带东延分为南北两支,分别经过本区南北两侧^[3]。受其影响而使区内结晶基岩面在西倾的背景下出现了东西方向的大幅度起伏。

在上述北北东向(未必新华夏系)和东西向构造共同控制下,全区主要断裂呈方格状相互切割,控制着中、新生代上叠盆地的展布(图1)。钻井资料证明,其中的黄口凹陷、周口盆地及合肥盆地东北角之定远凹陷深处,潜埋有石炭—二叠系含煤地层。

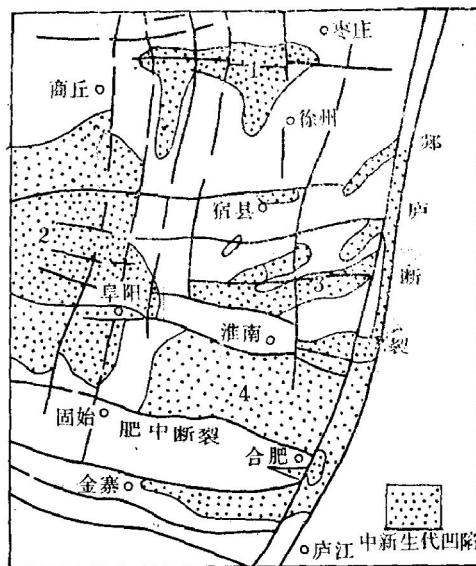


图1 徐淮地区断裂及断陷分布简图

- | | |
|---------|---------|
| 1. 黄口凹陷 | 2. 周口盆地 |
| 3. 泗县凹陷 | 4. 合肥盆地 |

二、含煤建造特征

徐淮地区的石炭—二叠系含煤建造盖覆在加里东运动的剥蚀夷平面上。根据地层对比和岩相分析得知,加里东运动后,从华北平原到扬子地区可能是辽阔的斜坡。当下扬子区沉积五通组(D_3)石英砂岩及金陵组一和州组(C_1)陆源碎屑及不纯灰岩等近岸的混浊海沉积时,本区仍同华北各地一样处在剥蚀夷平面之上。

中石炭世下扬子区沉积了黄龙组块状灰岩,标志着海域扩大。本区才开始接受滨海沼泽相的铝铁

* 参加本文工作者有朱立新、夏能新、黄炳鑫、周泽民、张锡庆、杨 景、李法书、陈国奎、李宪翔等

质泥岩及泥灰岩沉积,这便是本溪组(C_2b),假整合覆盖在马家沟组(O_{2m})或老虎山组(O_{2l})古风化壳之上,厚仅8—57米,非生油岩系,亦不含煤。

晚石炭世海侵最广。当时下扬子区沉积船山组(C_3c)。本区相当的地层是太原组(C_3t)。厚32—198米,通常100余米。灰岩达13层之多,一般厚数米,大者22米,总厚70余米。煤层2—12层不等。灰岩、页岩、煤层及砂岩的厚度比(以淮南区为代表)约为10:6:1:3,组成频繁之韵律。当时的华北地区普遍接受沉积,但以滨海平原相为主。据韩德馨、杨起等论述^[4],当时下扬子海侵的北界在郑州—徐州一线,显然受着秦岭北支的控制。从华北地台的北部、中部至本区,自北而南地层逐渐减薄,灰岩厚度及层数增加,煤层减少、减薄。但在东西方向上变化不明显。我们最近在几个点上采样分析得知,淮南区泥质岩有机碳含量为1.39—3.82%,平均2.81%;淮北区稍低,在1.57—1.75%之间。灰质岩的有机碳含量也在0.08—1.82%之间,平均0.63%(表1)。在族组分中,芳烃>饱和烃,沥青质+非烃>饱和烃+芳烃。应看作是生油(气)层。

表1 徐淮地区石炭一二叠系有机碳分析成果表

地 层	岩 性	淮 南 区	淮 北 区	备 注
二 叠 系	上 石 盒子组	泥质岩 $\frac{0.13-10.34}{2.40(6)}$	2.41(1)	表中数据的分子代表最大值和最小值,分母为平均值,括号内的数字是样品数。取样钻井有:淮南蔡家岗3孔、新庄孜6孔、颍上刘庄37孔、淮北肖县Dg-1孔、芦岭水文孔等。
	下 石 盒子组	泥质岩 $\frac{0.07-5.27}{1.28(19)}$	$\frac{0.086-1.50}{0.73(11)}$	
	山西组	泥质岩 $\frac{0.55-2.92}{1.68(6)}$	$\frac{0.23-3.35}{1.60(7)}$	
石 炭 系	太原组	泥质岩 $\frac{1.39-3.82}{2.81(5)}$	$\frac{1.57-1.75}{1.63(3)}$	
		灰 岩 $\frac{0.08-1.82}{0.63(9)}$		

早二叠世早期,下扬子海退缩,本区海水淤浅,成为泻湖海湾,接受山西组(P_{1s})沉积。所见为灰—灰绿色中—细粒砂岩、粉砂质泥岩及泥岩频繁互层,总厚32—155米,由北而南厚度减薄,颗粒变细。煤层变化大且多分叉尖灭。根据少数点作图(图2)表明,砂泥比等值线不沿东西方向延伸而是同该方向直交或斜交。在未进行系统的岩相工作之前,暂认为是一些不平行于岸线的舌状(?)砂体。

就目前所知,山西组煤层在区内厚度不大,厚者仅7米(铜山沱城J—4孔),薄者0.25米(涡阳前周庄67—32孔),一般2—3米左右。所夹泥岩普遍富含有机质,平均值1.60%左右,略逊于太原组(表1),仍不失为可能的生油(气)层。

早二叠世晚期,古华北冲积平原进一步推移到宿县—涡阳一线。以南属滨海平原,所沉积的下石盒子组(P_{1s})岩性为粉细砂岩与泥岩互层。泥岩中的有机碳平均含量在淮南为1.28%,淮北仅0.73%。底部常见粗粒长石石英砂岩或砂砾岩,当距陆源较近。从砂泥比图(图2)分析得知,当时在本区东部已经出现了北北东向的高带,是否意味着鲁苏隆起已升出水面,需进一步研究。

下石盒子组是本区主要的产煤层位。煤层北薄南厚,从鲁西南到本区丰、沛一带,由煤线变为总厚6米之煤层。到淮北增至10米,淮南更达17米。在东西方向上,从东到西煤层变差,但因控制点少,未必尽然如此。

晚二叠世早期,上石盒子组(P_{2s})是一套灰—灰绿色中—细粒砂岩与灰绿色泥页岩互层,以植物化石为主,但也具有海相之 *Lingula* sp., 属海陆交互相无疑。同下扬子区龙潭组(P_{2l})相比较,皆为

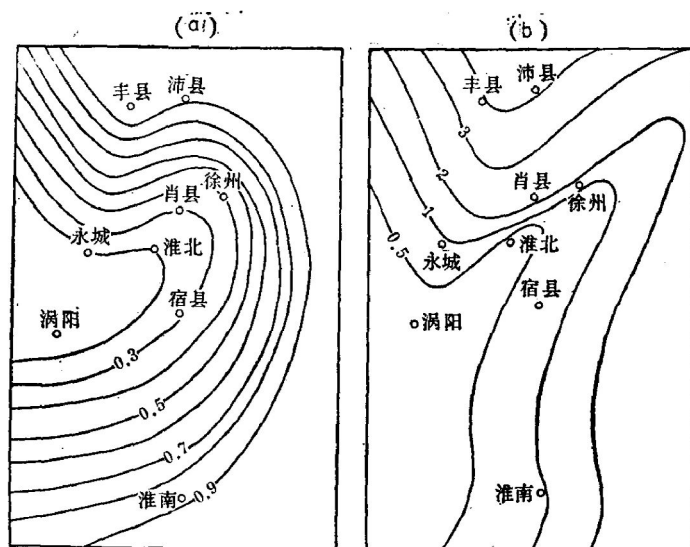


图2 徐淮地区下二叠统下石盒子组(a)、山西组(b)砂泥比等值线略图

泽环境。唯本区以陆相为主，而下扬子区的苏皖则以海相为主，反映了沉积基面南倾，北陆南海的总趋势。

晚二叠世晚期，海水完全退出华北地区。发育了石干峰组(P_2sh)红层，所见为肝紫、肉红色砂质泥岩、粉砂岩、石英砂岩互层。含石膏，底为灰白色中砂岩，局部为砾岩，厚602—922米不等。

综上所述，本区含煤建造有以下特征：

1. 煤系地层发育以滨海平原及泻湖沼泽相为主。主要含煤层位和相带随海水进退而迁移。
2. 含煤层系在空间迁移的规律如图3所示。与李四光早年关于海水进退规律的论述是一致的。

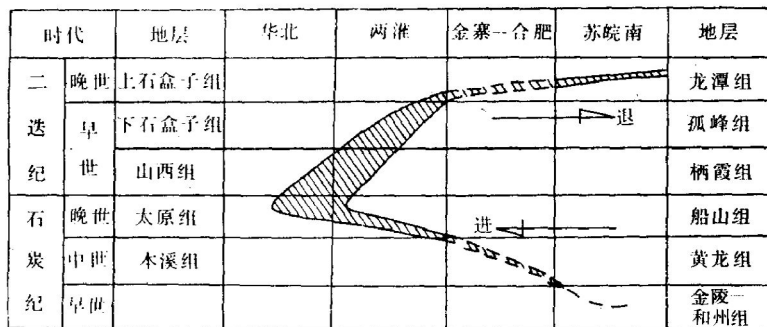


图3 石炭—二叠纪海水进退与含煤层位迁移示意图

3. 在本区范围内，随着晚石炭世最大海侵期后的大规模海退，煤层层位由北而南逐渐抬升，多层叠合垒积的结果，导致南部的煤层层数及总厚均比北部明显增加(图4)。

4. 各含煤地层的泥岩及灰岩均含有相当丰富的有机物质，可看作可能的生油(气)母岩。但相互比较下，以滨海—浅海相的太原组更为理想。

5. 地层、岩相受纬向构造控制而与北北东向的区域性倾斜面无关。根据这一特征，可以推测周口盆地潜伏的石炭—二叠系含煤建造以及相变规律大体上同工作程度较高的徐淮地区所见一致。进而认为，盆地之下同样拥有数量相当的生油(气)层。

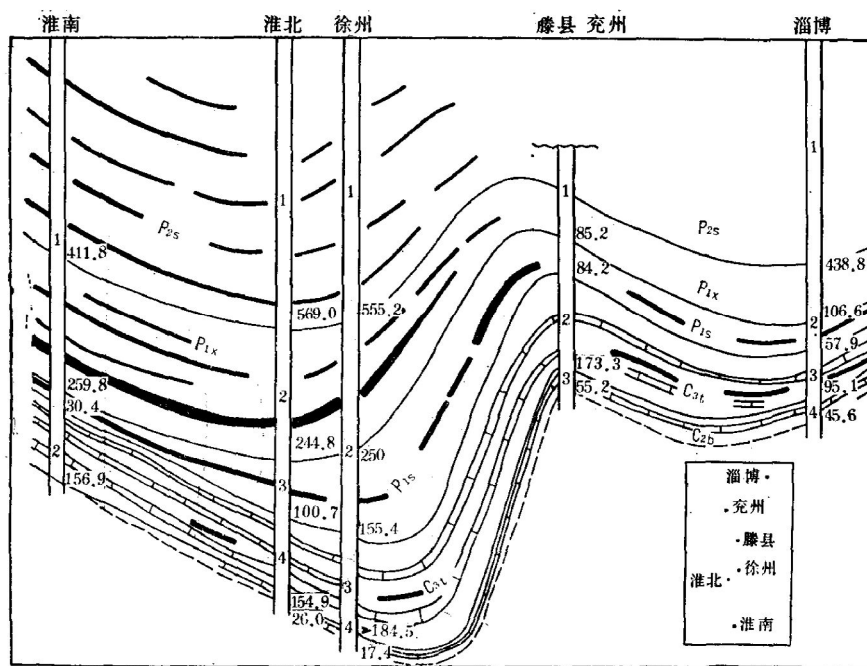


图4 淄博—淮南石炭—二叠系煤层对比图

淮南地区: 1.潘集X₉V₁₃剖面 2.大通煤矿石门剖面

淮北地区: 1.肖县新石台孜4-4孔 2.肖县刘庄北12-4孔 3.肖县杨洼北417孔 4.濉溪丁楼C_{3t}孔

徐州地区: 1.铜山马坡74-1孔 2.贾汪潘家庵P₁₂₅孔 3.铜山垞城J-4孔 4.铜山垞城Q₆₃孔

山东滕县、兖州地区: 1.滕县孔庄1-48孔 2.兖州东滩5-2孔 3.兖州丁村J87孔

淄博地区: 1.淄博大昆仑剖面 2.淄博八陡镇东黑山剖面 3.淄博博山冯八峪硫磺厂剖面 4.大昆仑东万山剖面

三、煤变质程度

本区地表及埋深800米以内的浅埋区所见主要是气肥煤。但在空间上存在着明显的规律性变化:

平面上,在大片气肥煤区内,从宿县北部到永城一线插入了一条高变质煤带,带的两侧为混合型煤(图5)。这个地带沿线分布有燕山期侵入岩体39处。侵入岩同位素年龄为1.08亿年(杨套楼岩体),1.28—1.46亿年(前常家岩体)。在丁里岩体中见到了山西组捕虏体。由此得知,局部的高变质带与后期岩浆活动有关。

煤质随埋深的变化也相当明显。淮南煤矿600—800米以上为气肥煤, $V^r=30-40\%$;以下出现焦煤, $V^r=30-23\%$ 。已有30个点得到证实。

一般认为,煤阶变化主要受地热增温率,即埋深控制。在正常地温梯度下,气肥煤的变质深度约在2000—2500米之间。本区地表及浅部所见的大片气肥煤区同形成该煤阶所需埋深之间,显然是互不协调的。目前可提出的解释是,假定全区煤层都曾埋深到所需的2000—2500米之后才回升到今日的浅部。这种解释与前面指出的“河淮陆核”后期上隆的见解可互相印证,但也意味着本区东部及中部煤田分布区内,只有残存的煤成气而无再生气可言。

周口盆地凸起部位上的阜深2井,在2859米井深穿过老第三系见石千峰组,至3287米见上石盒子组。按厚度推算,主要含煤层组埋深在3500—4000米左右。在正常地温梯度下,应达到焦瘦煤等高变质煤阶。表明盆地内即使在那些曾经一度上隆,缺失侏罗—白垩系的凸起地区,仍因埋深增加而可能发生再生的煤成气。盆地的深凹部位煤层埋深达到7000米,估计会出现贫煤或无烟煤。煤成气(包括

再生者)的发生率将会更高。

四、瓦斯分布规律

据淮南煤矿通风科不完全统计,该矿从1959年至1981年4月1日,发生过43次瓦斯突出。突出煤量超过150吨者3次,50—100吨者11次。其中谢三矿3211(3)溜煤道距地表445米深处的一次突出煤150吨,瓦斯30000米³,平均每吨煤伴有200米³气。这个数字说明瓦斯在突出点上有高度富集。

多年来矿上科研人员为了同灾害作斗争,进行了大量研究。淮北芦岭煤矿已取得初步成效。该矿自建井以来发生过瓦斯突出四次,突出煤多在200吨以上,由于瓦斯而造成燃烧两次。自1973年起用提前释放的方法抽放瓦斯,1974年后用瓦斯烧锅炉,1975—1978年2月抽放放空,1978年3月开始利用。目前共打排放井40口,瓦斯量4—4.5米³/分。供549户居民使用。从1973年起到1980年止,共抽出瓦斯390余万米³,其中,1980年抽量最大,近170万米³。即使如此,所抽瓦斯量仅占全年瓦斯总排放量的9.5%。大量瓦斯仍在通风时排走。

一般认为,瓦斯突出说明煤层中的大量天然气已经运移聚集形成“瓦斯包”,开采时打破压力平衡而排出。因此,每一个“瓦斯包”就是一个微型的自生自储的天然气圈闭。它的形成有以下条件:

- 1.有充足的气源。在煤层内含气量随埋深和煤变质程度而增加(图6)。
- 2.有大孔隙度低渗透率的储集条件。我们对芦岭超级瓦斯矿的煤样作电镜扫描发现,煤岩中多宽仅0.05微米的状如龟裂之超微裂隙。线密度约20根/0.01毫米。有宽约0.0002毫米的微裂隙将其穿透。但微裂隙的分布较稀,互不连通且不均匀。可以设想,在煤层中瓦斯只分布在岩性或构造控制的特定部位。也许正因如此,煤中的瓦斯才不致于均分全区而成为一系列孤立的瓦斯包。

3.有较好的盖层条件。目前所见各大型瓦斯突出点的煤层顶底板皆为泥岩。淮南煤矿屡见看到顶底板砂岩含瓦斯,证明瓦斯可以排入邻接的可渗透层。淮北芦岭煤矿8煤层顶板除局部为细砂岩外,余均泥岩,瓦斯含量高;其上方的7层煤顶板为细砂岩,含瓦斯量低得多。

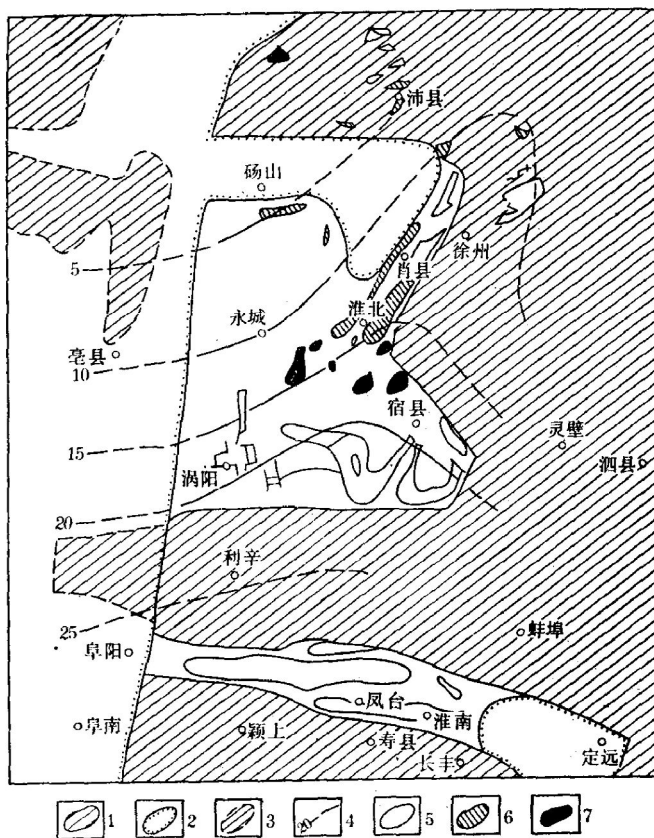


图5 徐淮地区可采煤层厚度及煤质分布图

1.石炭—二叠系剥蚀区 2.中、新生代上叠盆地 3.盆内基岩隆起
4.可采煤层等厚线 5.中变质煤 6.中—深混合变质煤 7.深变质煤

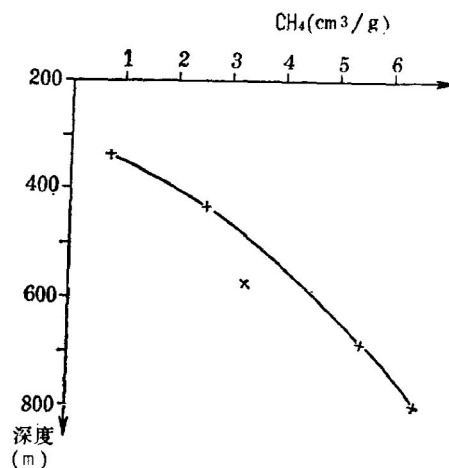


图6 淮北桃园井田CH₄含量曲线

4. 往往由于岩性、厚度变化或构造关系而形成局部的“圈闭”。表现在：(1) 瓦斯多富集在背斜高部位和煤层上部，且地层倾角陡的开放地区瓦斯含量少，倾角缓的开放性差的地区瓦斯含量多。在向斜轴部也往往因破碎裂隙少，封闭性好而含大量瓦斯。(2) 瓦斯突出地点往往在断层附近或煤厚突变点上。如谢二矿1972年7月30日发生的突出地点就处在交叉断裂处煤厚突变的地方。其余各次突出也多与断裂有关。

5. 压力越大煤突出机会越多，但两者又都是深度的函数(表2)。

表 2

平均开采深度(米)	瓦斯压力(大气压)	煤层瓦斯含量 (米 ³ /吨)
-220	2	2.5
-260	5	5.5
-300	10	9.5
-340	15	12.4
-400	22.5	15.5

从上述瓦斯分布及瓦斯突出条件看出，煤层自身不仅是生气层，在特殊条件下也可以是储层。如四川中坝、鄂尔多斯刘家庄等出现煤系自生自储的气藏。可以设想，在埋深更大的条件下，煤层自身会不会形成类似于超高压页岩那样的储气岩体？这是值得探索的课题。

综上所述，煤成气的富集条件主要有以下四点：一是充足的生气物质基础；二是足够的转化程度；三是良好的储集空间；四是适时的严密封闭。其中，圈闭是关键，没有圈闭就无所谓富集。而圈闭的优劣，又仰赖于盖层发育情况。因此，在生气母岩充足的前提下，盖层是形成大气藏的 决定性因素。

五、生、储、盖条件分析

本区各煤矿及附近浅埋区的石炭—二叠纪煤系的分布面积达2万平方公里。前已指出，区内岩相及地层厚度具有东西方向成带的特点，因此煤矿区所见基本上能够代表中、新生界覆盖下的周口盆地。在构造分析的基础上，可以认为东经115度以东的所有石炭—二叠系中都有同类的煤岩发育，总面积3万7千平方公里。煤层的累计厚度，大者49米，一般10余米，个别较薄地区3米。不同地区的煤容重分别为1.30—1.74吨/米³，折合储量约1万亿吨。由于变质条件不同（盆地按深度推测），煤阶自气肥煤至无烟煤皆有所发育。在不同地区不同部位，每吨煤的煤气生成量分别为221米³至大于400米³不等。先按气肥煤算，所得总量为240万亿立方米。假定中、新生界覆盖较厚的拗陷区聚集系数为2%，浅埋区为1%，则能保存下来的煤成气的远景储量可达3万7千亿立方米，其中已知煤田及浅埋区占1万亿立方米，推测深拗陷区占2万7千亿立方米。在这个基础上，还应增加富含有机碳的泥岩生气的远景储量5千亿立方米，深拗陷下沉过程中因煤阶提高而产生的再生气3千亿立方米，所得煤成气总远景储量应为4万5千亿立方米。这个数字并不夸张，因为我们所采用的煤储量数据不是工业储量，而是按照地层中实际的煤层体积折算的储量，包括了不可采的薄煤层及富含有机质的泥岩生气量。由于本区大部分为深拗覆盖区且薄煤层及次煤层厚度远大于可采煤层厚度，使得这一部分所获天然气储量比工业煤炭储量所获天然气储量增大15倍以上。当然，我们并不认为4.5万亿立方米这个数字有什么定量的意义，但却能定性地表明本区保存有数量可观的煤成气。

生、储、盖组合的方式可能是多种多样的。煤系地层生成的气可以垂直运移到上叠盆地的侏罗—白垩系储盖组合中，也可以因断裂侧向接触而向下古生界的储集层聚集。然而，煤系自身的组合条件也不容忽视。从已有资料看，煤系中的砂岩总厚达443—565米（表3）。从代表性钻井中采样分析所得

孔渗数据(表4),表明它们都具有一定的储集条件。与之配合的盖层则有石千峰组下部之紫色钙质页岩及上石盒子组顶部之青灰绿色页岩和含菱铁矿鲕状页岩。这套盖层在淮南煤田厚100—200米,虽有多层砂岩及扁豆状圆砾层夹于其间,但作为晚二叠世大型海退旋回的底部,页岩总不会变得太薄,层位也相当稳定。虽不太理想,但仍可勉强看作整个煤系地层的区域性(?)盖层。此外,其下尚有

表3 石炭—二叠系砂岩层发育程度表

厚度(米)	地区	淮 南	淮 北	徐 州
	地层			
二叠系	石千峰组	131.9	174.2	161.9
	上石盒子组	266.0	169.7	151.3
	下石盒子组	111.5	55.2	92.9
	山西组	36.1	37.3	58.9
石炭系	太原组	19.3	6.9	4.8
	合 计	564.8	443.3	469.8

表4 皖北石炭—二叠系砂岩物性统计表

地 层 时 代	孔隙度(%)	渗透率(md)
上石盒子组	$\frac{2.03-4.77}{3.42(4)}$	$\frac{0.24-2.13}{0.94(4)}$
下石盒子组	$\frac{2.12-9.30}{4.78(10)}$	$\frac{0.07-27.44}{4.75(10)}$
山 西 组	$\frac{2.15-3.89}{3.11(3)}$	$\frac{2.01-13.46}{6.04(3)}$
太 原 组	4.45(1)	2.65(1)

表5 石炭—二叠系煤组储盖条件简表

2、3、4盖层,组合情况如表5所示。在2、3、4这三套盖层之中,性能较好者,首推第4盖层,即11煤组之下的深灰色泥岩至太原组顶部灰岩层,厚11—39米,平均21.2米。在正常情况下,隔层上下地层之间无水力联系。其次为第3盖层,主要为灰色、雀斑状鲕状铝土岩组成,厚20米左右,全区稳定。这些盖层在煤矿中都对瓦斯起到封闭作用。

当然,表5所列组合到了周口盆地内可能有所变化,但煤系地层的韵律性决定了无论如何变化,总会存在着渗透层与非渗透层间互成层的特点。因此可以认为,石炭—二叠系煤系自身具备了自生自储的条件。

煤系之上的侏罗、白垩系及下第三系,目前所知主要是火山碎屑岩、火山碎屑沉积岩及陆相粗碎屑沉积岩为主。但也并非无盖层发育。例如泗县韩王庄72—78孔就见到侏罗系中一下统义井群(J_{1-2y})有多层含煤屑和植物化石碎片之泥岩;上统泗县组(J_{3s})夹多层泥岩及淡水灰岩。睢宁县李

时代	地层	煤 组	盖 层	储 层
二 叠 系	石千峰组	下部泥岩	① 紫红色钙质页岩含砂砾。厚175米 杂色页岩,铝土页岩及黑色页岩。厚<200米	
		1煤组		
		2煤组		
	上石盒子组	3煤组		①1—3层灰白色中—粗砂岩。厚20—30米
		4煤组	②深灰色泥岩微含粉砂。厚30—50米	
		顶板		
	下石盒子组	5煤组		
		6煤组		②细—中粒砂岩。厚50米左右
		7煤组		
	山西组	8煤组	③ 铝土质泥岩及杂色泥岩。厚3米左右 杂色泥岩。10余米	
		9煤组		③含砾粗砂岩。厚6米左右
		10煤组	?	
石炭系	太原组	11煤组		④细砂岩、粉砂岩。厚10米左右
		12煤组	④深灰色泥岩及海相泥岩至太原组第一层灰岩。厚11—39米	

甘庄71—2孔又见该组岩性主要为灰至深灰色砂质泥岩、粉砂岩、细砂岩并含石膏脉。固镇西马桥73—2孔上侏罗统亦有多层灰色钙质泥岩和泥岩出现。白垩系和下第三系也不乏泥岩及含石膏地层。因此推测,在周口等盆地的深部也应有较好的盖层发育。煤成气可望借助于上覆盖层形成圈闭。

六、可能的圈闭类型

徐淮地区的构造方向明显地受着东西向的秦岭带以及近南北向的郯庐断裂的控制。无论是印支期发生的只波及古生界及其以下地层的早期褶皱,或是燕山运动以来的控制着中、新生代盆地发育的晚期断裂,都一致地表现出这两种构造方向互相横跨和切割的特点。

分布在本区北部的“徐州弧”,由一系列地层直立甚至倒转的线状褶皱组成。即使在某些断裂上找到水平扭动的证据也难以抵消其强烈挤压的本质特征。因此,弧的出现并不一定就是旋扭构造的标志,而是一种走向近南北(北北东)的构造在跨越东西向低背斜时产生的水平切面上的几何效应(图7)。东西向低背斜的轴在永城—淮北一线。当南北向背斜跨越其上,枢纽线抬高,核部出露地层变宽,其东翼便表现为向东凸出的弧形,西翼表现为向西凸出之弧形。反之,当南北向向斜跨越其上,也因轴部抬高而使向斜核部地层出露的宽度变窄,东翼弧形西凸,西翼弧形东凸。正是这种简单的几何关系,使得南北向背斜的一翼(西翼)西凸成徐州弧,也形成了淮北以西的南北向向斜从永城—淮北一线向北,向肖县方向作喇叭形张开,插入黄口凹陷的形态特征。

淮南煤矿所见为走向东西之复式向斜,其南翼因老地层逆掩牵引而倒转。钻井及矿坑已证明前震旦系之下有石炭—二叠系煤层分布。

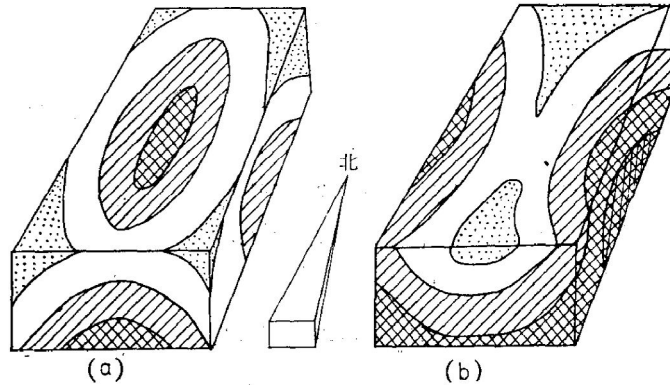


图7 当东西向背斜被南北向背斜(a)和向斜(b)横跨时水平面上的几何效应

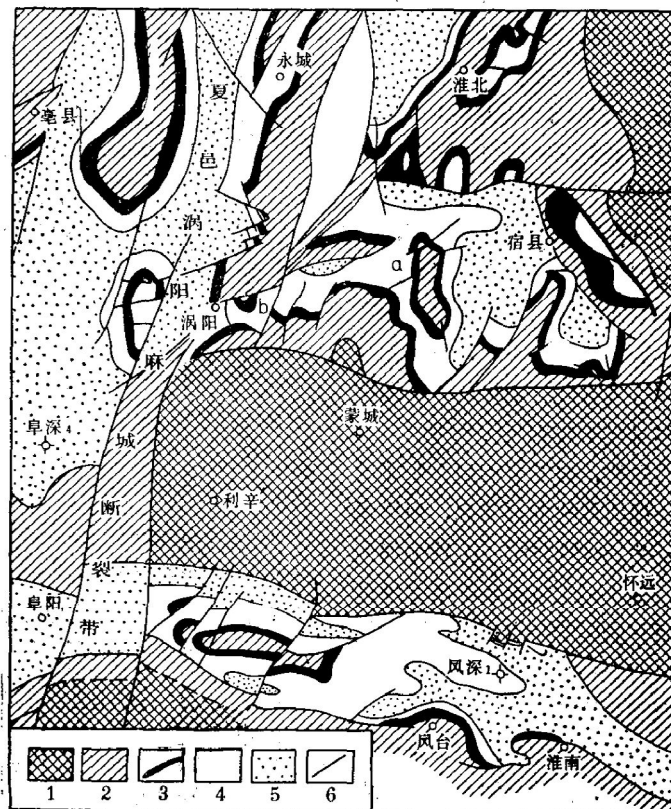


图8 徐淮地区基岩地质略图

1.震旦系及变质岩 2.下古生界 3.石炭系 4.下二叠统一上石盒子组 5.上二叠统石千峰组 6.断层 a.童亭背斜 b.西阳集—芮集断鼻

该复式向斜长200余公里,向东延伸到郯庐断裂边上的定远凹陷,向西潜入周口盆地内部。中心地带发育了一列同方向的长轴背斜(凹中隆)。由于南北向构造横跨,背斜枢纽线波状起伏形成多个高点,使之表现为串珠状分布的一排短轴背斜或断鼻。在南北向的四十里长山隆起通过处,这些背斜的轴部剥露了奥陶系。由此向东西两端,背斜埋深加大,轴部保留了石炭一二叠系。它们的面积一般不大,约在数十平方公里左右。

现在尚难断定那一组方向的构造形成在先,在地史发展中是否有多次活动。只能从基岩地质图(图8)的分析中得知,南北向构造靠近郯庐断裂者紧密些(图中未表现出来),东西向构造靠近大别隆起及肥中断裂者较显著。假如这个规律确实存在,即可推测周口盆地潜伏有较大型的背向斜,而且南部多东西向构造而北部多南北向构造。

由于燕山运动以来的块断活动,上述古生界背向斜无一完整。在淮南、淮北煤系浅埋区,东西方向的后期断裂较为显著,其延展长度及垂向断距远大于南北方向的后期断裂。但是在东经116度附近,出现了一组与郯庐断裂近于平行的南北向断裂,称夏邑—涡阳—麻城断裂。一般认为是新华夏系第二隆起带与第二沉降带之边界。亦即周口盆地的东界。在此边界线上可能存在东高西低的成组的断阶,并伴随有若干南北向之地垒和地堑。至盆地内部,两组断裂都相当发育,构成了周口盆地中、新生界底面多凸多凹的强裂分割的特征。尚未查明这些断块凸起和凹陷与下伏古生界背向斜之间有无联系,也未查明它们是侏罗—白垩纪时的同生断裂或是更早的基底起伏。无论如何,盆地内部应分别发育有侏罗—白垩系表层构造及其底面的不整合构造(古潜山?披盖背斜?),以及潜伏的古生界内幕构造这三种可能的构造类型。

除此而外,根据大区地层对比得知,在古生界内部历次地壳运动的不整合、假整合界面下,例如霍丘运动、怀远运动和太康运动界面下,都存在着一一些古构造和古隆起,使得下寒武统猴家山组盖在震旦亚界的不同层位之上;下奥陶统贾汪组杂色薄层页状泥灰岩盖在上寒武统凤山组不同层位之上;中石炭统本溪组盖在中奥陶统白土山组或马家沟组不同层位之上。这些大型的古隆起,古构造位于生气层之下。但是,在断陷盆地的边缘,当断距足够大时,它们也可以通过断阶带的侧向运移而成为可能的储气构造。

从陆相及海陆交互的事实以及煤层自身的再生气条件出发,岩性圈闭的存在应是可能的。

可见,徐淮地区具备着形成构造及非构造类各种圈闭的地质条件。

煤成气藏的形成,需要多方面有利因素的恰当配合。既包括静态的空间关系,也包括油气运移聚集是否适时等历史的动态的关系。仅就上述生气条件和聚集条件这两方面看,即可得出徐淮地区具有找气远景的基本认识。可能的煤成气富集带可从各个侧面进行推测。就生气母岩看,北部煤层总厚仅5—6米,南部近30米(图5),自然南优北劣;就沉埋条件看,东半部下古生界已经暴露,西半部及其它上叠盆地掩埋区保存较好,说明西优东劣。周口盆地东部断阶带及淮南复向斜东西两端深埋区生气母岩发育好,在深埋过程中有再生气发生,又发育有以背斜为主要类型的各类圈闭,应是煤成气富集的场所;盆地的深凹中心则是寻找超高压气藏的方向。煤矿附近的煤层浅埋区因工作条件好,是研究探索煤成气分布规律以便取得经验的地区。

(收稿日期 1981年6月5日)

参 考 文 献

- [1] 关士聪等, 1981, 对我国石油天然气资源前景的分析, 石油与天然气地质, 第1期。
- [2] 朱 英, 1979, 华北地块的大地构造和鞍山式铁矿的分布规律, 物探与化探, 第1期。
- [3] 李四光, 1962, 地质力学概论, 科学出版社, 1975。
- [4] 韩德馨、杨 起等, 1980, 中国煤田地质学, 下册, 煤炭工业出版社。

A PRELIMINARY STUDY OF THE PROSPECTS OF COAL-FORMED GAS IN CARBONIFEROUS-PERMIAN SYSTEM IN XU-HUAI REGION

Zhang Yonghong

(*Jiangsu Brigade of Petroleum Geology*)

Abstract

Xuzhou-Huaibei-Huainan region is one of the major coal industry bases in China. Around it are Mesozoic-Cenozoic overlapping basins of Zhoukou, Huangkou, Hefei, etc., which are the major prospective areas for exploring the natural gas formed by the metamorphism of coal-bearing formation.

The Carboniferous-Permian coal seams within this region are about 5-30m in thickness, with sufficient gas source. In the step-faulted zone in the east of Zhoukou basin and the deep-seated areas in both east and west ends of Huainan synclorium, the source rocks of gas is well developed. During its deep-buried process the regenerated gas was also formed. Additionally there exist anticline structure and other types of trap, so this region is the main accumulation area of coal formed gas, a major prospective area for exploration. Deep segs in the central basin are places to search for overpressured gas.

中国、西德合作用三维模拟方法研究临邑盆地

采用三维水动力模型研究沉积盆地的地质演化、古地温和古压力,进而定量计算沉积盆地的烃类生成量,并预测油气的潜在资源,是西德尤利希核能有限公司石油及有机地球化学研究所威尔特教授和尤克勒博士,基于有机质热演化成油原理和石油生成、运移、聚集均发生在一个三维环境中的认识,通过计算机把这个体系中发生的地质学、有机化学、物理学的各种作用,通过数学结合起来,运用到石油生成、运移和聚集的研究评价中来,把油气资源评价从定性引向定量预测。这个方法的特点是通过模拟沉积岩的压实作用,恢复盆地的地质发育过程,通过求解由压实产生排驱的水流方程和由岩石颗粒对颗粒热传导的热流方程,研究岩石和有机质的受热史。进而借助于罗帕丁温度-时间指数求出与古地温或镜煤反射率对应的烃生成量。于是可以根据古压力的分布研究油气运移方向,并根据给定的排出和聚集参数对盆地油气资源做出定量预测。

用三维模拟方法评价沉积盆地的油气潜力,首先要根据盆地的地质资料和实验室分析资料建立概念模型,然后根据概念模型设计数学模型,并通过选择和调整参数反复模拟以求与实际情况相逼近的结果。即用实际的地质资料和化验分析资料检验模拟的结果。当计算的地层厚度、孔隙度、地层温度、镜质体反射率和烃生成量等与实际情况的差异在允许误差范围时,即可以做进一步评价。

目前,胜利油田地质科学研究院根据中国、西德关于合作研究山东临邑盆地的议定书,和双方联合委员会第一次会议纪要规定以及石油部指示,分三个阶段派员前往西德参加合作。第一阶段的任务是用三维模型研究盆地的发育和古地温、古压力的演变。现在已进入第二阶段,主要任务是对临邑盆地的岩石和原油样品进行地球化学研究。第三阶段,研究油气运移,定量预测盆地潜力等工作,还将根据两国联合委员会第二次会议研究确定。

(王捷)