

# 黄陵矿区煤、油、气共生概况及 综合勘探的重要性

俞桂英 冯景昌

(陕西 194 煤田地质勘探队 铜川 727000)

**摘要** 黄陵矿区含煤地层中有油气显示和气喷现象, 有些地区已造成气藏压煤, 给煤田开发造成困难。因此, 必须进行综合勘探与开发, 才能充分利用资源和保证矿井的安全生产。黄陵矿区延安组属湖、沼相沉积, 发育了分布稳定的煤层和厚层黑、暗色泥岩, 据有机碳、氯仿沥青“A”等资料, 属中等~好的生油(气)岩。延安组地层呈砂泥岩互层, 多层的泥岩对油、气运移形成多层遮挡, 是良好的盖层; 砂岩的渗透率差异较大, 故在物性条件较好或裂隙发育地区, 可形成中、小型的油、气藏。

**关键词:** 煤、油、气共生 综合勘探

## 1 矿区概况

黄陵矿区处于陕北斜坡的南部, 构造简单, 基本为一倾向北西的单斜层, 倾角一般 $2^{\circ} \sim 4^{\circ}$ 。其上有起伏不大的宽缓褶皱, 轴向以北东东为主。

地层由老至新有上三迭统延长群, 下侏罗统富县组, 中下侏罗统延安组、中侏罗统直罗组和安定组、下白垩统志丹群、第三系、第四系等。含煤地层为延安组, 一般厚 80~120m, 北厚南薄, 最厚可达 188m。自下而上划分四段: 第四段由砂、泥岩组成, 仅保存在矿区北部; 第三段及第二段上部以厚层灰黑、黑色泥岩为主, 夹粉砂岩及薄层细砂岩; 第二段下部及第一段由砂、泥岩、煤层组成, 含煤三层。主要可采煤层为位于第一段的 2 号煤层, 一般厚度 2m 左右, 分布广, 厚度稳定, 属低~中灰、特低硫、高发热量、富油的弱粘~气煤。

区内瓦斯据现有资料表明含量较低, 浅部一般为低沼气矿井。主要为  $N_2-CH_4$  气带, 而  $CH_4$  和  $CO_2-N_2$  气带呈零星分布。瓦斯成份以  $CH_4$  和  $N_2$  为主。瓦斯含量变化趋势是: 背斜部位高于向斜部位, 浅部向深部增高。

## 2 油气显示

据不完全统计, 煤炭系统竣工的钻孔中, 已有 95 个见油气显示。其分布特点是深部多于浅部, 北部多于南部。含油(气)层层位直罗组有 53 个钻孔, 延安组有 33 个钻孔, 富县组有 10 个钻孔, 延长群有 23 个钻孔。含气层或气喷钻孔有 7 个, 其中直罗组 1 个, 延安组 4 个, 延长群 2 个, 气喷孔的气压为 4~20 个大气压, 气喷高度一般可达 10 多米,  $F_{28}$  号孔现场估计气量为  $1 \text{ 万 m}^3/\text{日}$ 。

石油系统在本区施工的钻井, 据不完全统计有 14 个钻井见油(气)显示, 共见有 26 个层点, 直罗组 1 个, 延安组 11 个, 富县组 2 个, 延长群 12 个。有 7 个钻井见气层或气喷, 气层层位以延安组为最多。气喷井气压为 3~5 个大气压, 有的很高, 气喷高度达 30 余米, 气量为  $388 \sim 400 \text{ cm}^3/\text{日}$ 。

综上所述, 本区油气显示较多, 以北部、深部为主。仅个别获低产油流。含气钻孔亦分布在北部或西北侧, 层位以延安组第三段底部及延长群为主, 气量一般为千方左右。

### 3 油气特征

#### 3.1 生油(气)岩

鄂尔多斯盆地是一个以中生代沉积为主的大型内陆拗陷, 由于南降北升的差异, 在盆地南部形成了一系列的生油拗陷, 黄陵矿区即位于其中之一的铜川拗陷中。

盆地在延长群中期( $T_3y+T_3h$ )发育相当规模的较深湖区, 形成有利的生油环境, 总厚500~800m。末期( $T_3w$ )进入三叠纪盆地的萎缩阶段, 沉积一套以浅湖、河流、沼泽纵横向更迭的含煤砂泥岩建造。岩性为灰黑色泥岩、灰绿色砂岩互层夹薄煤。由于后期剥蚀, 保存不全, 愈向南缺失愈多, 在葫芦河一带厚193.60~292.50m。延长群生油层多, 厚度大, 分布广, 故为重要的生油(气)层段。

延安组为一套湖沼相沉积。初期沼泽相发育, 矿区内广布厚度稳定的2号煤层及局部3号煤层; 北部湖洼区为砂、泥岩互层, 沼泽相不发育。中期为湖相鼎盛时期, 发育二套较深湖相的黑色泥岩(各厚20~40m)。晚期生成一套下细上粗的砂、泥岩沉积, 仅分布在矿区北部, 其它地区缺失。黑色泥岩, 暗色泥岩和煤层样品, 所进行的生油常规分析, 其结果见表1。

表1 生油(气)岩生油常规分析

岩性	有机碳 (%)	还原硫 (%)	烃含量 (%)	氯仿沥青 “A” (%)	族组分(%)				“A”/有 机碳	烃/有 机碳
					饱和烃	芳 烃	沥青质	非 烃		
黑色泥岩	3.89(7)	0.16(7)	0.030(6)	0.1671(8)	11.71(8)	23.04(8)	42.33(8)	22.91(8)	43	0.77
暗色泥岩	2.16(7)	0.06(6)	0.0197(6)	0.0624(8)	9.13(7)	19.15(7)	49.14(7)	22.61(7)	28.9	0.91
煤	74.71(1)		0.718(1)	2.27(1)					30.4	0.96

生油条件以湖相黑色泥岩最好, 生气条件则以煤层最佳。从有机碳、氯仿沥青、烃含量看, 本区黑、暗色泥岩属好~中等生油(气)岩。其转化率低, 一般均小于1, 故生油能力受到一定的限制, 但在强还原条件下, 仍有生油的可能。

延安组地层含煤系数为2~3.13%, 煤层总厚一般为2.60~2.8m。据生油常规分析, 其各项指标均为其它岩性。根据2号煤层的煤岩显微含量统计来看, 镜质+半镜质组为33.8~56.2%, 平均为45.7%; 半丝+丝质组为28.3~57.4%, 平均为43.8%; 稳定组为0.6~3.2%, 平均为1.6%(烛煤可达10~22%)。镜质组是产气的母质, 在强还原条件下可为油气母质; 丝质组是产气母质; 稳定组是油气母质。所以说, 煤层是个重要的生气岩, 在一定条件下, 也可作为生油岩。2号煤层的镜煤反射率为0.710~0.839%, 平均为0.756%, 属烟煤的第二变质阶段。从焦油产率平均为60%看, 属富油煤, 说明本区煤层具一定的生油潜力。

#### 3.2 油(气)层划分及物性特征

通过初步对比, 共划分16个油(气)层。(图1)

直<sub>1</sub>、直<sub>2</sub>油(气)层岩性为灰紫色中、粗粒长石砂岩。碎屑成分中石英占70%, 长石大于25%, 分选性差, 次棱~棱角状, 泥铁质接触~孔隙式胶结。直<sub>3</sub>、直<sub>4</sub>油(气)层岩性为灰白、灰绿色中、粗粒长石石英砂岩。碎屑成分中石英占74~77%, 长石占6~

时 代	岩 性 柱 状 1:1000	油(气)层 编 号	油(气)层 岩 性	油(气)层划 分 标 准	油(气)层 厚 度(米)	备 注
J <sub>2</sub> z <sub>2</sub>		直 <sub>1</sub> 直 <sub>2</sub>	中粗粒 砂岩	旋回中、下部	1 - 2 2 - 6	油层为主
J <sub>2</sub> z <sub>1</sub>		直 <sub>1</sub> 直 <sub>4</sub>	中粗粒 砂岩	旋回中部 旋回下部	2 - 5 2 - 3	油层为主 俗称直罗砂岩
J <sub>1-2</sub> y <sub>3</sub>		延 <sub>1</sub>	细砂岩	旋回下部 (第一套黑泥岩带底)	2 - 3	第一套黑泥岩带
		延 <sub>2</sub>	粉细砂岩	旋回底部	2 - 4	主要气层 油气层均有
J <sub>1-2</sub> y <sub>2</sub>		延 <sub>3</sub>	细砂岩	上旋回底部 (第二套黑泥岩带底)	2 - 6	第二套黑泥岩带
		延 <sub>4</sub>	中细粒 砂岩	下旋回底部	3 - 8	油、气层均有 油气层均有 俗称七里镇砂岩
J <sub>1-2</sub> y <sub>1</sub>		延 <sub>5</sub>	中细粒 砂岩	2、3号煤层之间	2 - 4	2号煤层 油气层均有
		延 <sub>6</sub>	中细粒 砂岩	旋回底部	3.50	3号煤层 油层为主 俗称延安砂岩
J <sub>1</sub> f		富 <sub>1</sub>	中粗粒 砂岩	中部上旋回底部	2 - 5	油层为主
		富 <sub>2</sub>	中粗粒 砂岩	下部中旋回底部	2 - 5	
		富 <sub>3</sub>	细粗粒 砂岩	下旋回底部	2 - 3	
T <sub>3w</sub>		长 <sub>1</sub>	中细粒 砂岩	距顶10米左右	2 - 3	油气层均有
		长 <sub>2</sub>	中细粒 砂岩	距顶30米左右	4 - 6	
		长 <sub>3</sub>	中细粒 砂岩	距顶80米左右	3 - 6	

图1 油(气)层划分

15%，分选性差~中等，次圆~次棱角状，泥、钙质接触~孔隙式胶结。直<sub>3</sub>为直罗组主要含油层，分布在隆起边缘，背斜翼部和矿区北部。

延<sub>1</sub>油(气)层岩性为灰白、灰绿色细粒岩屑长石石英砂岩。碎屑含量75~85%，其中石英占65~85%，长石10~17%，岩屑5~14%，次圆~次棱角状，分选性中等~好，胶结物含量9~20%，以方解石、石膏为主，胶结类型多种，有熔蚀、嵌晶、孔隙、接触、基底式等，杂基为3~6%。为矿区的主要气层。延<sub>2</sub>油(气)层岩性为灰、灰白色粉~细粒岩屑长石砂岩。次棱角状，分选中等，泥、钙、铁质胶结。延<sub>3</sub>油(气)层岩性为灰、灰白色细粒岩屑石英砂岩。碎屑含量80~86%，其中石英占78~91%，长石1~6%，岩屑5~10。次圆~次棱角状，分选性较好~好，杂基含量3~10%，胶结物含量6~12%，以钙铁质孔隙式胶结为主，接触式次之。延<sub>4</sub>油(气)层岩性为灰白中~细粒长

石英砂岩或岩屑石英砂岩。碎屑含量 80~90%，其中石英占 72~89%，长石 7~15%，岩屑 2~18%，次圆~次棱角状，分选性中等~较好。胶结物含量 10~13%，方解石为主，粘土次之，少量硅、铁质，孔隙式胶结为主。为延安组主要油气层，当其为 2 号煤层直接顶板时，即成为煤层气的储集层。延<sub>5</sub>油（气）层岩性为灰白色中~细粒砂岩，泥质孔隙式胶结。延<sub>6</sub>油（气）层、岩性为灰白色中粒砂岩，分选性中等，泥钙质胶结。为陕北、庆（阳）、华（池）、英（旗）、油区的主要油层。但本区不发育。

富<sub>1</sub>、富<sub>2</sub>油（气）层岩性为浅灰、灰白色中~粗粒石英砂岩。碎屑含量 73~92%，其中石英占 87~94%，长石 1~3%，云母 1~7%。次圆~次棱角状，分选性较差~好。胶结物含量 8~27%，以钙泥质为主，少量硅质，孔隙式胶结。富<sub>3</sub>油（气）层岩性为灰绿色细粒石英砂岩，泥钙质胶结。

延长群含油（气）层分为长<sub>1</sub>、长<sub>2</sub>、长<sub>3</sub>，其岩性均为灰白色粉~细粒石英砂岩。碎屑含量为 86~92%，其中石英占 35~42%，长石 33~44%，云母和绿泥石 7~14%，次圆~次棱角状，分选性较好~好。胶结物含量 9~14%，以钙、泥质接触式胶结为主，孔隙式次之。该三层均为油气储集层，尤其在矿区北部、西北侧含气现象普遍。

主要油（气）层的物性特征列如表 2。

按孔隙度本区的油（气）层以中等（10~15%）为主，仅直<sub>3</sub>、延<sub>4</sub>、延<sub>6</sub>油（气）层的孔隙度好（15~20%）。渗透性普遍较低，特别是延长群油层均小于 1md，属非渗透性；渗透性微弱（10~1md）的有延<sub>4</sub>、延<sub>6</sub>油（气）层；渗透性中等（100~10md）的有富<sub>1</sub>、富<sub>2</sub>油（气）层；渗透性好（>100md）的仅有直<sub>3</sub>油（气）层。

### 3.3 盖层

本区盖层主要为泥质岩类，地层呈砂、泥岩互层时，形成多层遮挡，为良好的盖层。对孔隙度、渗透性极差的粉、细砂岩或饱含水、排替压力不高的细砂岩，亦可充当遮挡层，起着盖层的作用，本区油（气）层的连通性差，可能与此有关。

### 3.4 油、气性质

延长群油层原油呈淡黄色，质轻；延安组原油呈黄绿色；直罗组原油呈褐~褐黑色，色浓、质重、污手。据 F<sub>28</sub> 号孔延<sub>1</sub> 气层中天然气分析结果：CH<sub>4</sub> 占 87.33%，C<sub>2</sub>~C<sub>5</sub> 0.52%，N<sub>2</sub> 10.83%，O<sub>2</sub> 0.93%，CO<sub>2</sub> 0.39% 属含氮干气； $\delta^{13}\text{C}$  为 -38.66，镜煤反射率 0.756，属煤成气。富<sub>2</sub> 井延<sub>1</sub> 气层的 CH<sub>4</sub> 为 85%，N<sub>2</sub> 11~13.3%，重烃 < 3%，亦属含氮干气。

直罗镇气田的延安组中天然气，总烃含量变化大（20~97%）；其中甲烷（22~97%）和重烃（2.3~53.5%）的变化亦大；天然气属烃类气体、含氮干气及含氮湿气。

表 2 油（气）层物性特征

油气层号	有效孔隙率 %	水平渗透率 %	油水饱和度		碳酸盐含量 %	含盐量 PPm	含油程度
			油	水			
直 <sub>3</sub>	12.1 (1)	116 (1)					均匀含油
延 <sub>4</sub>	15.24 (5)	7.12 (5)	23.23 (2)	8.61 (2)	1.89 (2)	800 (2)	含油气
延 <sub>6</sub>	16.8 (2)	2.25 (2)	19.85 (2)	50.55 (2)	0.3 (2)		均匀含油
富 <sub>1</sub>	12.42 (5)	43.85 (5)	23.58 (5)	24.66 (5)	10.13 (2)	200 (2)	不均匀含油
富 <sub>2</sub>	13.75 (5)	11.05 (5)	23.24 (5)	32.32 (5)	0.73 (2)	250 (2)	不均匀含油
长 <sub>1</sub>	12.23 (13)	0.32 (13)	26.45 (2)	13.46 (2)	3.15 (2)	1300 (2)	不均匀含油
长 <sub>2</sub>	14.77 (3)	0.38 (3)	21.8 (3)	25 (3)	0.83 (3)	1367 (3)	油气显示
长 <sub>3</sub>	13.91 (11)	0.29 (9)	20.3 (11)	31.96 (11)	1.61 (11)	823 (11)	不均匀含油

（本表仅表示平均值及样品数）

总之, 本区天然气类型较为复杂, 一般延安组以煤成气为主, 延长群以油型气为主。

### 3.5 含油(气)地层组合

本区的生、储、盖组合形成以正常式成油组合为主, 即自下而上顺次分布生油层、储集层和盖层。例如延<sub>1</sub>、延<sub>2</sub>油(气)层, 下为J<sub>1-2y</sub><sup>2</sup>段黑泥岩带, 上为J<sub>1-2y</sub><sup>3</sup>段黑泥岩带。直<sub>3</sub>、直<sub>4</sub>、延<sub>1</sub>~延<sub>5</sub>油(气)层, 多以此形式组合。

其次为侧生式, 本区有三种: 一是在侵蚀面下为延长群生油(气)岩, 上为富县、延安组的储层和盖层; 二是直罗组起覆在延长群之上; 三是生油(气)层的油、气通过裂隙系统, 在垂向上作较长距离的运移, 穿越较厚地层储集在上。延<sub>6</sub>、富<sub>1</sub>~<sub>3</sub>、直<sub>1</sub>~<sub>4</sub>都以此形式为主。

此外, 在煤层中有自生自储组合形式, 即是煤层生成天然气, 又被本身吸附, 形成煤层甲烷气层。当其顶板为孔隙式砂岩, 同样形成甲烷气层。延<sub>4</sub>~<sub>5</sub>即为此形式。

本区油(气)藏, 根据构造、地层、油气显示来看, 油气的储存以岩性油(气)藏为主, 掌握储集层物性变化将是寻找油(气)藏的关键。

## 4 综合勘探的重要性

煤、油、气共生现象, 愈来愈引起人们的重视, 特别是含煤地层中蕴藏着丰富的天然气资源。世界上大气田和天然气储量的 70~80%, 来自含煤地层, 占能源结构的比重达 20%, 并在日益增长。而我国仅占 2.1% (1988 年), 远远落后于美、苏等国。因此, 我国对天然气的勘探、开发, 是具有广阔的前景, 并将逐步成为我国能源的重要组成部分。

黄陵矿区含煤地层中, 煤、油、气共生现象显著, 并蕴藏着丰富的天然气资源。以往的煤炭勘探、开发中, 视油、气为煤炭开发的危险因素, 是按“害”对待的, 故而失去不少获取油(气)流及基础资料的机会。更重要的是, 国家急需的黄陵三号井, 因气藏压煤而终止勘探。因此, 在新形势下, 煤田地质勘探与开发, 要改变过去单一勘探、采煤的老路子, 应引进石油、天然气地质理论和勘探、开采的工艺技术, 走煤、油、气同时勘探, 同时开发的新路子。吸取石油系统的先进经验, 采用物探、化探、油(气)测井等多种手段, 进行综合勘探。还要选择有代表性的地区, 投入适当的力量, 重点解剖, 摸索出规律, 然后逐步推广。只有这样, 才能充分利用能源, 才能保障矿井安全生产, 才能使煤田地质勘探达到一个新水平, 为我国的能源结构改变做出贡献。