鸡西含煤沉积盆地早期油气勘探

王建国　王林凤

(大庆石油学院秦皇岛分院　河北秦皇岛　066004)

摘　要　鸡西盆地位于黑龙江省东部, 1985 年见天然气显示, 盆地有效勘探面积约占盆地面积的二分之一, 生油坳陷局部遭受破坏, 地质条件复杂, 勘探风险较大。盆内主要充填白垩系及第三系, 其中下白垩统分为鸡西群和桦山群, 主要含煤层系鸡西群是油气勘探的目的层。下白垩统东荣组含海湾泻湖相暗色泥岩, 而城子河组与穆棱组发育沼泽相煤和高碳泥岩。下第三系永庆组深湖相暗色泥岩丰富。烃源岩类型及纵向分布层位差异受沉积充填序列控制。孔隙型储层物性较差, 具有实际意义的是裂隙型储层。生储盖组合匹配, 已发现的天然气源于下白垩统鸡西群煤系地层, 含气层的盖层是厚层泥岩与凝灰岩。鸡西盆地含有较丰富的天然气资源, 大部分为煤成气, 是一个含气盆地, 应以天然气勘探为主要目标。建议在梨树镇坳陷下白垩统找气, 在平阳镇坳陷下第三系找油。

关键词: 含煤盆地　中—新生代　生储盖组合　油气勘探

1　前言

鸡西盆地位于黑龙江省东部, 盆地面积 3780km^2, 是一个中—新生代盆地。鸡西盆地是我国主要的露天采煤盆地之一, 盆地成因、地层充填、构造演化、聚煤规律等研究程度较高[1,2], 特别是中生界含煤地层鸡西群出露良好, 层序完整, 为本区建组剖面[3], 是盆地油气勘探的主要目的层之一。鸡西盆地是黑龙江省东部盆地群中唯一已见油气显示的盆地, 因此, 探讨该盆地的油气生成条件及勘探方向, 对指导该盆地及其周围盆地的油气勘探具有一定的现实意义。

作为残余型盆地, 鸡西盆地的油气勘探面临 3 个难题: (1) 原型盆地后期构造改造强烈, 有效勘探面积仅约占现今盆地面积的二分之一。鸡西盆地中部隆起区勘探目的层剥蚀殆尽, 南部坳陷的斜坡带(南带)及北部坳陷的斜坡带(北带)是目前煤田主采区, 40 余口煤田浅井已钻达基底, 盆地有效勘探面积为 1800km^2, 且主要集中在南部坳陷平阳镇、梨树镇坳陷区; (2) 早白垩世末, 兴凯地体沿敦密断裂带发生左行剪切滑动, 产生向北挤压应力, 使佳木斯地体发生逆冲叠覆, 原南北向盆地被改造成近东西向盆地[4]。盆地南部晚中生代生烃凹陷被后期敦密断裂带削截, 局部遭受破坏, 呈北东向残存于以梨树—下城子为轴线的槽状深埋区。笔者 1996 年野外调查发现下城子剖面出露单层厚达 56.5m 深湖相黑色泥岩, 表明盆地沉积深凹陷东南端已暴露地表。(3) 350 余条断裂[5]将盆地切割成许多大小不等的断块, 使残存盆地的南、北两大复向斜构造更加复杂, 断层期次、组合、封堵研究在目前条件下可谓勉为其难; 加之多期火山活动剧烈, 成藏保存条件尤差, 有效圈闭落实困难, 钻探风险加大。

2　鸡西盆地沉积充填特征

据野外实测剖面沉积环境分析, 鸡西盆地中、新生代岩相类型丰富, 成因环境多变, 反映了盆地形成、发展及消亡过程的复杂性。鸡西盆地是一个多期叠合的伸展盆地[4], 受盆地基底断裂、沉降及抬升控制, 盆地在纵向上形成了海陆过渡相、陆相与火山喷发岩相多旋回充填序列, 该序列控制了煤炭及油气生储盖层的垂向分布(图 1)。

2000-05-10 收到　2000-06-14 改回

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

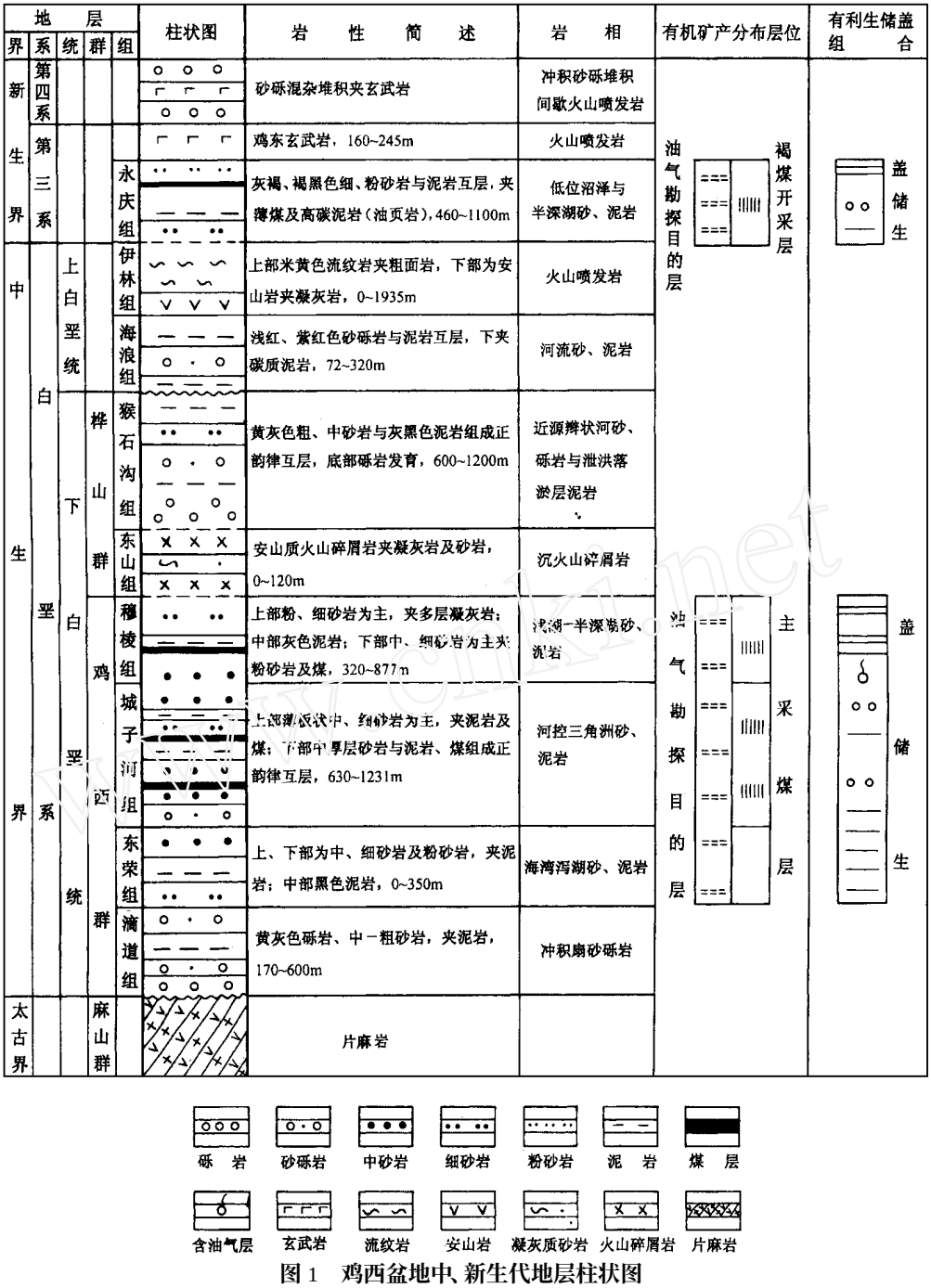


图 1　鸡西盆地中、新生代地层柱状图

2.1　断陷充填阶段　主要沉积了滴道组(K_1d)，厚度一般为 200m，最厚也只有 400m。以黄灰色砂砾岩为主，夹薄层泥岩及不可采“鸡窝”煤，上部见安山岩。该组是在盆地断陷快速沉降期充填于地堑及半地堑中的，北部厚，南部薄(图 2)，以冲积成因为主，粒度粗，泥岩及煤岩厚度小，烃源岩不发育。

2.2　拗陷沉降阶段　主要沉积了东荣组(K_1dr)，厚度一般 450m，最大 550m。该组因在张新、荣华、平岗等区发现*Buchia tenuitriata* 带化石而被确认为海侵层位[6]。该组岩性较细，为泥岩、粉砂岩及砂岩，其中泥岩以黑色为主，沉积厚度可达 100m，质地较纯，含丰富的双壳类、沟鞭藻、蚌类、淡水鱼等化石。东荣期盆地进入了欠补偿沉积发育阶段，沉降速度大，致使古鄂霍茨克海经俄罗斯的比金坳陷进入龙爪沟地区，再进入鸡西盆地南部，直达下城子，在我国境内沿虎林—密山—下城子形成北东向展布的海侵通道[7]，在半封闭的海湾

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

泻湖环境中形成了良好的生烃泥岩。盆内东荣组南厚北薄,埋深1000～2000m,最大埋深可达2600m,是盆地的主要烃源层之一。

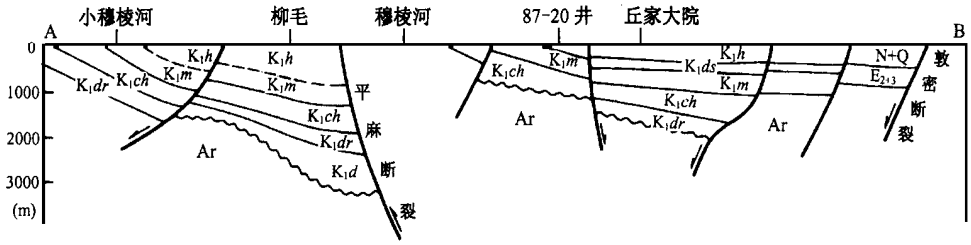


图2 鸡西盆地构造横剖面示意图

(剖面位置见图3)

2.3 拗陷补偿沉积阶段 主要沉积了城子河组(K_1ch),厚度一般800m,最大1231m。上部以薄板状中、细砂岩为主,夹薄层泥岩及煤;下部中厚层灰白色中、粗砂岩与灰黑色泥岩、煤组成正韵律互层。经东荣末期拗陷的填平补齐作用,海水退却,盆地淤浅,城子河期河控三角洲大规模入湖充填,具有泛沼泽化汇水湖盆沉积特征。湖区分布较小,稳定的河道(或分流河道)及持续的高位沼泽环境占主导地位,沉降速度与沉积补偿速度相当,形成了众多的主力采煤层,北带含煤16～48层,其中4～20层可采,煤层总厚11m,单层煤厚0.6～0.8m,最厚达3.9m;南带含煤16～36层,其中9～16层可采,煤层总厚11.3m,单层煤厚0.6～1.0m,最厚达4.0m。城子河组总体表现为下粗上细,内部正旋回可达40多个,每个旋回厚20～30m,这种旋回结构的发育造成煤层多而薄的分布特点。城子河组由西至东、由北至南厚度加大,埋深一般大于500m,最大埋深可达2000m,与上覆穆棱组共同构成盆地内煤成油的主要烃源岩发育层位。

2.4 萎缩抬升阶段 主要沉积了穆棱组(K_1m),厚度一般600m,最大1000m。上部以薄层灰绿色细、粉砂岩为主,夹多层凝灰岩;中部为黑色泥岩夹粉砂岩,含菱铁矿条带及铁质结核;下部以中、细砂岩为主,夹粉砂岩及薄煤层。穆棱组岩石粒度变细,颜色变深,层理变薄,砂、泥岩间互频繁,含煤性远不及城子河组,一般含煤10～17层,可采或局部可采煤2～6层,可采煤层总厚3.78～7.77m,单层煤厚0.6～1.0m,最厚不超过2.0m,由南向北含煤性变差。穆棱早—中期继续沉降,水体加深,为浅湖—半深湖沉积环境;晚期进入迅速萎缩阶段,基底抬升,湖水退却,地层暴露地表遭受剥蚀。在鸡西青龙山剖面,穆棱组与猴石沟组呈低角度不整合接触,缺失穆棱组上部及东山组,但盆地内穆棱组中部半深湖相黑色泥岩段被保留,成为有利的烃源层及有效的盖层。穆棱组残余厚度西大东小,埋深多小于600m,北带和南带最大埋深分别可达1200m及800m。

2.5 断陷深埋阶段 主要充填了桦山群,厚度变化较大,一般可达1000m,最大厚度可达2000m。主要为东山组(K_1ds)沉火山碎屑岩及猴石沟组(K_1h)冲积砂砾岩。东山组沉火山碎屑岩分布较广,层位稳定,但厚度较小,仅100～130m;猴石沟组分布稳定,厚度一般600～1200m,是盆地南、北带复向斜核部的覆盖地层。海浪组(K_2h)杂色砂、泥岩仅分布于穆棱—四平山地区,厚度72～320m。伊林组(K_2y)火山岩存在于穆棱县的下城子—伊林地区,以中、酸性火山喷发岩为主,厚度变化较大,最厚可达1935m。鸡西群有桦山群作上覆盖层,对油气保存是有利的。

2.6 第三纪箕状断陷发展阶段 第三纪箕状断陷分布于盆地的东南侧,受敦密断裂带控制,构成新生代盆地与中生代盆地的叠加。断陷油气勘探目的层为下第三系永庆组($E_{2-3}y$),厚度变化较大,86-47井在孔深472.1m穿过第三系见二叠系,其北相距仅1000m的87-82井深达1000.5m却未钻穿下第三系。永庆组最大厚度大于1245m,由细、粉砂岩与黑色泥岩组成,是盆地褐煤及新生界烃源岩分布的有利层位。上第三系鸡东玄武岩覆盖全区,厚度较稳定,一般160～245m,这为下伏永庆组泥岩有机质热演化提供了有利条件。

3 盆地构造格局

鸡西盆地是一个中—新生代近海盆地,位于佳木斯地体南缘,以敦密断裂带为界与东部兴凯地体相接,

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

盆地发展演化明显受佳木斯古隆起升降及敦密断裂带活动控制。盆地基底主要由太古界麻山群深变质岩组成。煤田钻孔、航磁、大地电磁等资料证实基底断裂发育, 盆地基底被断裂切割成几大断块。基底断裂控制盆地边界和盆内主要构造格局, 并对盆地充填演化起主导作用; 基底埋深多在 1000～2000m, 局部可达 4000m。

鸡西盆地可划分为 4 个一级构造单元和 4 个二级构造单元(图 3)。

3.1　鸡东坳陷　即盆地北带, 南界为麻山—鸡林—黑台逆断裂, 向北至盆地边界, 面积 1187km^2, 呈近东西向展布, 沉积盖层主要为鸡西群及桦山群, 基底呈总体向南倾的单斜, 基底埋深一般 1000～2000m, 最深可达 4000m。可划分为 2 个二级构造单元。(1) 滴道—哈达斜坡: 面积 254km^2, 鸡西群出露地表, 缺失桦山群及上部地层, 基底埋深 500～1000m, 为煤田主采区之一, 油气勘探前景较小。(2) 兰岭—黑台凹陷: 面积 933km^2, 基底埋深一般为 1500～2000m, 为一个残存的东西向复向斜构造。复向斜核部为猴石沟组覆盖, 其下伏层为鸡西群。

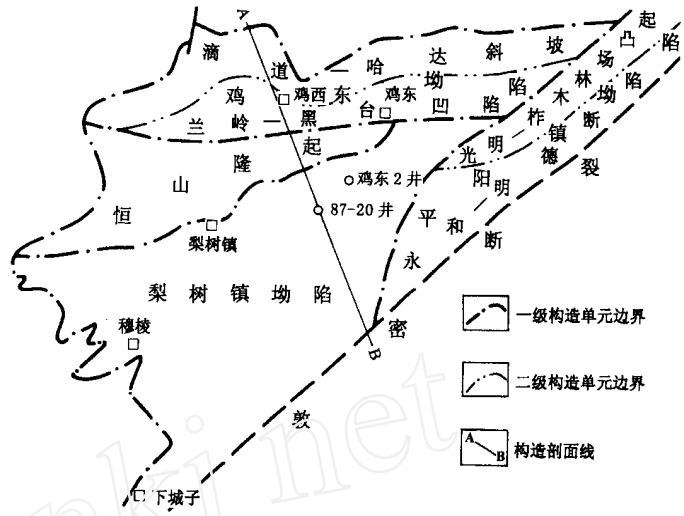


图 3　鸡西盆地构造单元分区

3.2　恒山隆起　位于盆地中部, 呈东西向带状展布, 是由断裂控制的基底断块隆起, 面积 363km^2, 基底埋深 0～500m, 总体东深西浅, 西部基底已出露, 东部覆盖鸡西群及第三系。

3.3　梨树镇坳陷　北界为光义东—恒山断裂, 东界为柞木林场—东海断裂, 南界为四平山—老道店断裂, 西至盆地边界, 面积 1048km^2, 呈北东东向展布, 基底埋深 1000～2500m, 褶皱、断裂发育, 构造较复杂, 具有多个次级缓波状背、向斜构造, 盖层为鸡西群和桦山群, 部分地区发育鸡东玄武岩。坳陷内地震概查测线稀疏, 较难确定局部构造, 已确认较可靠构造 4 个、待查构造 8 个, 共计 12 个局部构造, 以断鼻和断块为主。

3.4　平阳镇坳陷　为受敦密断裂带控制的断陷, 东南至盆地边界, 西北与梨树镇坳陷和恒山隆起相接, 面积 1182km^2, 按构造特征可划分成 2 个二级构造单元。(1) 光明—柞木林场凸起: 位于坳陷西南部, 面积 552km^2, 基底零星出露, 埋深多小于 1000m, 盖层主要为桦山群及第三系。(2) 永和-明德断陷: 位于坳陷东北部, 面积 630km^2, 基底埋深 1000～2000m, 基底岩性以古生界变质岩为主, 盖层以下第三系为主, 下伏残存的鸡西群, 新生界箕状断陷西北深、东南浅, 鸡东玄武岩广泛覆盖。

4　石油地质条件分析

鸡西盆地是一个富煤盆地, 因而主要为煤系地层生烃, 烃源岩类型为泥岩、高碳泥岩及煤, 见到了油气显示, 证实了该盆地油气生排运聚的过程。

4.1　烃源岩分布　从统计数据看, 东荣组、城子河组、穆棱组与永庆组泥岩、高碳泥岩及煤发育, 具有生烃条件。

东荣组(K_1dr)　分布面积 1200km^2, 地层平均厚度为 448m。暗色泥岩厚度约占地层厚度的 23.9%～31.7%, 平均 29.0%, 即暗色泥岩平均厚度为 130m, 体积为 156km^3。本组高碳泥岩与煤不发育, 但暗色泥岩以海湾泻湖泥岩为主, 沉积环境因素有利。

城子河组(K_1cd)　分布面积 2400km^2, 地层平均厚度为 800m。暗色泥岩厚度约占地层厚度的 10.2%～10.4%, 平均 10.3%, 即暗色泥岩平均厚度为 82.4m, 体积为 198km^3。高碳泥岩与煤厚度约占地层厚度的 20%, 即其平均厚度为 160m, 体积为 384km^3。城子河组烃源岩总体积达 582km^3, 具有典型煤系烃源岩特征,

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

高位沼泽沉积环境决定了干酪根以Ⅲ型为主,有机质含量高,生成气态烃的能力较强。

穆棱组(K_1m) 分布面积2100km^2,地层平均厚度为600m。暗色泥岩厚度约占地层厚度的30%,其平均厚度为180m,体积为378km^3。高碳泥岩与煤厚度约占地层厚度的12%,即其平均厚度为72m,体积为151km^3。穆棱组烃源岩体积达529km^3,但半深湖—深湖相暗色泥岩仅占烃源岩总量的8.5%,其它烃源岩均系浅覆水成因,且以沼泽成因为主。

永庆组($E_{2-3}y$) 分布面积630km^2,地层平均厚度为625m。地震解释预测泥岩厚度约占地层厚度的30%,72-205井、72-305井均见到单层厚度达100m以上的深湖相暗色泥岩。据测算,永庆组深湖相泥岩体积可达118km^3。

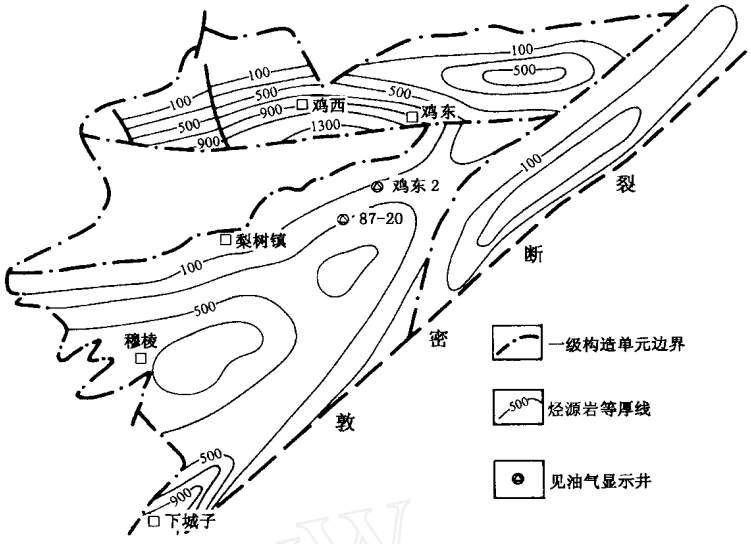


图4 鸡西盆地烃源岩等厚线图

据沉积环境分析,东荣组与永庆组烃源岩类型有利于生油,城子河组与穆棱组烃源岩类型有利于生气,烃源岩既有海相成因,也有湖相及沼泽相成因。从烃源岩分布与类型看,城子河组与穆棱组烃源岩量大质差,东荣组与永庆组烃源岩量小质优;鸡东坳陷和梨树镇坳陷烃源岩比较发育(图4)。

4.2 烃源岩地球化学特征 据样品实验分析,鸡西盆地烃源岩地化特征见表1。

表1 鸡西盆地泥岩地化特征统计表

分区	地层	有机碳(%)	氯仿沥青"A"(%)	总烃(ppm)	生烃潜量(mg/g)	干酪根类型	镜质体反射率(%)	最高热解温度(℃)	烃源岩综合评价
鸡东坳陷	猴石沟组	0.490(7)	0.0022(7)		0.07(7)	Ⅲ			差
	穆棱组	1.493(6)	0.1780(3)	>90(2)	7.25(2)	Ⅲ	0.96(1)	447(2)	中等
	城子河组	1.420(3)			0.98(3)	Ⅲ	1.02(3)	468(3)	较差
恒山隆起	城子河组	2.900(8)	0.5600(7)	398(6)	5.57(3)	Ⅱ-Ⅲ	0.94(3)	447(3)	较好
	猴石沟组	0.445(11)	0.0025(11)		0.03(11)	Ⅲ			差
	穆棱组	1.421(23)	0.2610(15)	92(7)	1.13(17)	Ⅲ	0.74(11)	442(17)	较差
梨树镇坳陷	城子河组	1.908(12)	0.0327(1)	173(3)	1.88(11)	Ⅲ	1.00(8)	443(11)	差
	东荣组	1.670	0.0720	364	2.70	Ⅱ-Ⅲ			较好
	下城子组	1.881(10)	0.0033(10)		0.14(10)	Ⅱ-Ⅲ			较差
平阳镇坳陷	永庆组	2.300	0.0789	584	23.65	Ⅰ-Ⅱ	0.5~0.8		好

括号内数字为样品数

从表中可以看出:泥岩烃源岩有机碳含量较高(1.420%~2.900%),但除永庆组泥岩外,生烃能力普遍较低。干酪根类型以Ⅲ型为主,少量Ⅱ型,只在永庆组见到Ⅰ型干酪根。鸡西群泥岩有机质成熟-高成熟,下第三系永庆组泥岩低成熟。按平均地温梯度4.3℃/100m计算,埋深达到1000~1200m有机质即进入油气生成阶段,因此在此埋深以下的永庆组泥岩仍可成熟。永庆组为本区最好的烃源岩,其次为东荣组,两者以生油为主;成煤沼泽环境沉积的城子河组与穆棱组,有机质丰度虽高,但总烃及氯仿沥青"A"值偏低,应以生成煤成气为主。

4.3 储层物性特征 据镜下观察,鸡西群储层以含岩屑长石砂岩类为主,结构成熟度与成分成熟度均较低,孔隙类型以粒间孔(溶孔与残余原生孔)及构造裂隙为主,表明储层物性受沉积岩结构(沉积环境)与断裂构造(构造运动)双重控制。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

样品分析表明: 孔隙度平均 8.2%～13.8%, 渗透率平均小于 $1.16\times10^{-3}\mu m^2$, 喉道半径平均小于 3.21μm, 鸡西群孔隙型储层以中-低孔低渗细喉型为主, 这类储层较差。煤田井下渗水以构造裂隙为主, 裂隙型储层为鸡西盆地中生界主要储层类型。第三系砂岩处于早成岩阶段, 野外调查揭示岩性较疏松, 储集条件较好(表 2)。

表 2　鸡西盆地鸡西群砂岩储层物性表

	城子河组	城子河组二段	穆棱组	猴石沟组
孔隙度 (%)	4.5～19.6 10.1(56)	8.8～24.4 13.8(44)	5.1～17.0 9.8(16)	1.2～19.9 8.2(22)
渗透率 ($10^{-3}\mu m^2$)	0.06～5.84 0.96(56)	0.07～9.73 0.72(44)	0.02～4.00 0.56(16)	0.02～12.30 1.16(22)
喉道半径 (μm)	1.78～4.85 2.96(8)	0.23～4.59 3.21(9)	1.89～3.86 2.92(3)	0.80～5.28 2.50(6)

注: 表内各组数字, 上为分布区间值, 下为平均值, 括号内为样品数

4.4　盖层　作为区域盖层, 鸡西群有泥岩与凝灰岩 2 种岩石类型。东荣组、城子河组、穆棱组泥岩发育, 其厚度平均占地层厚度的 30%～45%, 荣华 78-52 井东荣组泥岩单层最大厚度达 82.15m, 鸡D1 井城子河组泥岩单层最大厚度达 41.73m, 穆棱组泥岩单层最大厚度达 69.25m, 表明鸡西群泥岩可作为区域盖层或局部盖层。从纵向生储盖组合看, 鸡西群凝灰岩多达 30 余层, 其中穆棱组有 5 层在盆地内稳定分布, 成为区域地层对比的标志层, 单层厚度 1～37m 不等, 因而穆棱组泥岩与凝灰岩将封盖下伏各组段储层, 成为重要的区域盖层。

4.5　油气显示　1987 年 5 月, 小恒山南背斜煤田 87-20 井发生气喷, 日喷气量 $2\times10^4m^3$, 产层为井深 335m 以下的穆棱组粉砂岩, 该含气层的上覆岩层是穆棱组中部的暗色泥岩, 总厚 66m, 质地较纯, 其中夹 4 层凝灰岩, 厚达 23m; 气层的下伏层为穆棱组与城子河组煤系地层。气体密度 0.6064mg/cm³, 甲烷含量 81.28%～87.80%, 氮气含量 11.70%～16.60%, 甲烷碳同位素值为-36.73‰, 显示煤成气特征, 气源来自下伏煤系地层。鸡D2 井见 6.8m 油砂, 鸡D4 井测井解释具可疑气层。

4.6　油气资源　石油资源量为 0.701×10^8t, 天然气资源量为 $586\times10^8m^3$, 且以煤成气为主(表 3)。因而, 鸡西盆地为一含气盆地, 应以天然气勘探为主要目标。

表 3　鸡西盆地资源量统计表

	东荣组	城子河组	穆棱组	永庆组	合计
石油 (10^8t)	0.135	0.301	0.153	0.112	0.701
天然气 (10^8m^3)	16	96 342*	36 69*	15 12*	586

* 为煤成气资源量

5　结论

(1) 晚中生代构造沉降作用控制了鸡西盆地纵向沉积充填, 经断陷阶段快速沉积填平补齐后, 盆地进入拗陷阶段, 拗陷初期欠补偿沉积发生海侵形成海相泥岩, 之后长期稳定补偿沉积形成了多层可采煤, 到穆棱中期再次发生欠补偿沉积产生湖相泥岩, 这种两套泥岩层夹含煤岩层(海相泥岩-含煤岩层-湖相泥岩)的盆地沉积结构在我国仅见于黑龙江省东部的几个盆地。

(2) 早白垩世末构造运动使全盆地抬升剥蚀, 但生烃坳陷仅局部被改造, 供源条件得以保存。同时, 南北向挤压作用使恒山隆起产生, 形成了两坳夹一隆的现今构造格局, 后期的沉降与沉积作用受此格局控制, 桦山群与第三系只分布于南部坳陷。该期定型的构造圈闭意义较大。

(3) 建议在梨树镇坳陷加密地震测线, 落实构造圈闭, 确定钻探目标。平阳镇坳陷的永和-明德凹陷是敦密断裂带上有希望的地区之一, 目前已有煤田浅井及浅源地震资料可资利用, 但早第三纪地层分布与基底埋深仍不清楚, 可打一口预探井, 井深 2500m 可钻穿下第三系并可探明下白垩统煤系含油气情况。上述分析表明, 鸡西盆地具有鸡西群与第三系两套烃源层系, 生储盖组合匹配良好, 已见油气显示, 具有进一步勘探的价值。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

参 考 文 献

1 王思恩, 张志城, 姚培毅等. 中国侏罗-白垩纪含煤地层与聚煤规律. 北京: 地质出版社, 1994, 111～115
2 张韬, 张天鹏, 任玉林等. 中国主要聚煤期沉积环境与聚煤规律. 北京: 地质出版社, 1995, 201～211
3 黑龙江省区域地层表编写组. 东北地区区域地层表·黑龙江省分册. 北京: 地质出版社, 1979, 213～255
4 北京大学地质学系. 岩石圈地质科学. 北京: 地震出版社, 1996, 32～41
5 大庆油田石油地质志编写组. 中国石油地质志·大庆油田. 北京: 石油工业出版社, 1993, 778～784
6 姜剑虹, 孙礼文, 胡善亭等. 东北煤田地质研究新进展. 北京: 地质出版社, 1996, 72～77
7 李蔚荣. 黑龙江省海(陆)相侏罗纪-早白垩世地层、界限及成煤期. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1996, 67～78

(编辑: 项光)

PRELIMINARY PETROLEUM EXPLORATION IN JIXI COAL-BEARING BASIN

Wang Jianguo Wang Linfeng
(*Branch of Daqing Petroleum Institute, Hebei*)

ABSTRACT

Jixi Basin, located in the east of Heilongjiang Province, has a natural gas show in 1985, but only about half of the basin is effective exploration area, where hydrocarbon kitchens are partially destroyed, geological conditions are complex and exploration risk is high. It is mainly filled with Cretaceous and Tertiary sediments, and Lower Cretaceous is divided into Jixi and Huashan Groups, with the main coal-bearing series Jixi Group being also a target for petroleum exploration. Dongrong Formation (K_1d) contains dark mudstone of bay-lagoon facies, and Chengzihe Formation (K_1c) and Muleng Formation (K_1m) are coal and carbargillite of marsh facies. In Yongqing Formation (E_2y), there is a well-developed dark mudstone of deep-lake facies. The types and vertical distribution of source rock are controlled by sedimentary sequences. Although porous reservoirs have lower porosity and permeability, fractured reservoirs are practically meaningful. There are also source-reservoir-seal assemblages, and the gas found may derive from Lower Cretaceous coal-bearing strata (K_1c and K_1m), with thick mudstone and tuff beds serving as a seal. As a gas-bearing basin dominated by coal-generated gas, Jixi's main discoveries will be gas accumulations. It is suggested to search for gas in Lower Cretaceous of Lishuzhen depression and for oil in Paleogene of Pingyangzhen depression.

Key words: coal-bearing basin; Mesozoic-Cenozoic; source-reservoir-seal assemblage; petroleum exploration

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net