

广西宁明地区第三系沉积相研究 及对储集性的控制

李嵎 丘东洲 李国蓉

(成都地质矿产研究所) (成都理工学院)

[内容提要] 在总结前人资料基础上,依据岩性、古生物和地震资料,将宁明等三盆地第三系自下而上划分为:下大闸、上大闸、宁明、弄怀四个组。利用岩性、沉积特征、粒度、地震诸方面资料将本区第三系划分出:洪积扇、河流、湖岸、湖泊和沼泽等五个相,并对各种沉积微相特征进行描述。同时研究了本区第三系不同阶段的沉积相展布特征及沉积相对储集性的控制。

关键词 沉积相 储集性 储层评价

1 区域地质及地层

广西宁明地区的宁明、海渊和上思盆地是叠合在十万大山西北缘的三个新生代盆地,总面积约 1000km²,第三系沉积厚 932.5m,其中砂岩和暗色泥岩各占 1/3 和 2/3,是广西油气勘探的后备基地之一。

宁明盆地为一个由 NWW 向张扭性断裂和 NEE 向压扭性断裂控制所形成的近东西向长菱形盆地。盆地南北不对称,北侧为断层接触,南侧不整合在侏罗系地层之一,北翼倾角较陡,一般 20°—30°,南翼倾角一般为 10°—15°,为典型的不对称箕状断陷盆地。据盆内断层的分割和坳陷的相对位置,盆地可进一步分为北部断陷带、中央凹陷带、东部断阶带及周边斜坡带四个次一级构造单元。盆地的总体形态及其次级构造单元直接控制着第三纪沉积的发育与展布。

我们综合了岩性、古生物及地震资料,并总结前人的研究成果,将宁明等三盆地第三系地层统一划分为四个组,自下而上为:(1)下大闸组,与下伏地层呈区域不整合接触,主要岩性为灰黄、黄褐色砂岩与杂色、灰色泥岩,局部含砾岩。粘土矿物主要为高岭石、伊利石。主要矿产是煤。地层中含被子孢粉占 85%,裸子孢粉占 0.2%,蕨类孢粉占 15%。出现洪积扇、河流、三角洲、湖岸、浅湖、半深湖—深湖、水下扇等沉积相。地震特征底界相当于明 1 井井深 930m, T₁³ 界面;(2)上大闸组、与下伏地层呈地区不整合、假整合、整合接触,岩性主要为灰色、深灰色、灰黑色泥岩。主要粘土矿物是埃洛石、伊利石,主要矿产为煤、磷矿层、菱铁矿等。古生物包括被子孢粉 82%、裸子孢粉 18%、蕨类孢粉 0.4%和一些蚌、螺等。沉积相以半深湖—深湖相为主,夹浅湖相。地震特征底界相当于明 1 井井深 730m, T₁³ 界面;(3)宁明组:与下伏地层呈局部不整合、假整合、整合接触。岩性以灰、深灰色泥岩夹砂岩为主,局部含灰岩透镜体。含有伊利石、蒙脱石等粘土矿物,主要矿产为膨润土、天然气。古生物包括被子孢粉

77%、裸子孢粉 22%、蕨类孢粉 1% 及蚌、螺、菊类和疑源类等。沉积相以浅湖相为主, 夹半深湖相。地震特征底界相当于明 1 井井深 400m, T_1 界面; (4) 弄怀组, 与下伏地层呈地区不整合、假整合接触。主要岩性为灰白色、浅灰黄色砂岩, 夹薄层泥岩, 局部含砾岩透镜体。粘土矿物主要有高岭石、伊利石, 主要矿产是高岭土。地层中出现较多的松属、杉属及高腾粉。主要沉积相包括河流相、三角洲相、湖岸相和浅湖相。

2 沉积相的划分及其特征

宁明等三盆地第三系沉积相研究, 前人工作很少, 我们在地层划分、对比的基础上, 对本区第三系各组的沉积相首次作了较系统的研究和全面概括地描述。

2.1 洪积扇相

洪积扇沉积作为断陷盆地形成初期的标志, 主要发育于第三纪早大闸期宁明盆地东北缘风门岭一带的盆地边界断裂前缘, 可划分为三个亚相: (1) 扇根亚相, 岩性为一套黄褐色主河道砾岩、砂岩和泥岩组成的混杂沉积, 与下伏地层呈不平整接触, 以块状和透镜状构造为特征, 局部砾石略具高角度定向排列。砂、砾岩体产状宏观上具大型楔状, 向盆地方向变薄。粒度概率曲线具明显泥石流特点。地震相特点具外形锥状反射杂乱、振幅弱、连续性低; (2) 扇中亚相, 岩性为灰黄、灰褐色辫状河含砾砂岩、砂岩和泥岩。含砾砂岩底部常具冲刷面, 砾石具一定定向排列。砂岩见平行及槽状层理。粒度概率曲线具辫状河特点。地震相特征为外形锥状、反射杂乱、振幅中、连续性中—低; (3) 扇端亚相, 地表未出露, 从地震资料和明 1 井岩心岩屑观察, 主要为一套含煤的泥页岩与粉、细砂岩沉积。

2.2 河流相

宁明、上思盆地早大闸期河流相发育, 据野外观察和室内分析资料, 可按河道型式分为两种亚相: (1) 辫状河亚相, 发育于早大闸期宁明盆地东、西部, 上思盆地东、北部。为一套砾岩、含砾砂岩夹泥岩, 砾岩、含砾砂岩底部见冲刷面, 砾石具一定定向排列。砂体横向上不稳定, 多呈透镜状, 具心滩沉积特点。块状砾岩中见平行及槽状交错层理。垂直向序列具明显向上变细特征, 自下而上为砂砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩 (图 1); (2) 曲流河亚相, 宁明盆地东、西、西南部在早大闸期见典型曲流河亚相, 岩性为砾岩、含砾砂岩、粉砂岩和泥岩的组合。砾岩、砂岩底部见冲刷面, 砾石排列略具定向性, 砂岩体横向上相对稳定。砂岩中见平行层理、板状交错层理及大型槽状交错层理。垂向层序自下而上为含砾砂岩、砂岩、粉砂岩、泥岩, 即下部为河床、边滩沉积, 向上为堤岸和洪泛沉积 (图 2), 呈河道—堤岸—洪泛沉积三元结构明显。

2.3 湖岸相

本文将水深位于洪水位和枯水位之间、地理位置处于湖泊主体外围的沿岸沉积划为湖岸相, 可分为下列三个亚相: (1) 湖岸三角洲亚相, 发育于盆地东西长轴方向的较大河流入盆处, 平面上呈朵状。早大闸期, 分布在宁明盆地西南的松林—浦城—

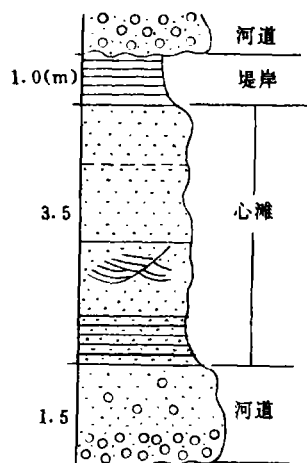


图 1 上思六甘 E_2d 辫状河垂向层序

Fig. 1 Vertical sequence of the braided river subfacies in Liugan, Shangsi during the early Dazhan stage (Middle Eocene)

在安之间、盆地东部的地板(见图4),海洲盆地的北江和上思盆地的迁隆。弄怀期,分布于上思盆地的弄怀等地。岩性为砂岩与泥岩互层,砂岩发育大型楔状交错层理。垂向层序自下而上为粉砂质泥岩—砂岩—砂质泥岩,呈细—粗—细韵律特点(图3)。粒度概率曲线反映出三角洲、前缘河口坝双向水流活动特点。地震资料特点为外形锥状、前积反射、振幅中等、连续性中;(2)湖坪亚相,发育于离河流入湖口较远的湖岸带。早大闸期,明盆地的雷蓬一带十分发育。据剖面观察,可进一步分为砂滩、泥坪、混合坪等微相;(3)湖岸扇亚相,指发育于湖盆陡侧的扇体沉积(相当于吴崇筠所划的近岸水下扇)。底部为一套砾岩、含砾砂岩、砂岩与泥岩的混杂沉积。粒度范围变化大,砾岩和砂岩的矿物成熟度及结构成熟度均低。地震相特点是锥状外形、前积反射、振幅低、连续性低。

2.4 湖泊相

据水深、沉积物和古生物特征,可进一步分出浅湖和半深湖—深湖亚相:(1)浅湖亚相,早大闸期发育于宁明盆地的中部、上思盆地的中北部。晚大闸期和宁明期,在宁明、上思等地均发育此亚相。岩性为灰、灰黄色中薄层状粉、细砂岩与灰、灰绿色泥岩互层,含菱铁矿薄层。见水平层理及波状交错层理。泥岩中含动、植物化石。地震相特征为外形席状、亚平行、振幅强、连续性中—高;(2)半深—深湖亚相,早大闸期在宁明盆地的中北部和晚大闸期宁明盆地的主体部位均发育此亚相。岩性为灰、深灰、Shngsi 灰黑色泥、页岩,局部夹泥灰岩、灰岩透镜体。发育微细水平层理,泥岩中含螺、蚌动物化石。地震相特征为席状外形、平行反射、振幅中—弱、连续性中—高。

2.5 沼泽相

区内沼泽相沉积普遍可见,发育于上思盆地早大闸期和晚大闸期,宁明、海洲盆地早大闸期。根据沼泽沉积时所处的环境背景,可分为洪积扇沼泽、湖泊沼泽和河流沼泽三种亚相。岩性主要为灰、深灰、灰黑色泥岩、泥页岩夹细、粉砂岩,含碳质泥页岩及菱铁矿结核,含大量植物化石。三种亚相所含煤层厚度不同,其中洪积扇沼泽亚相所含煤层较薄,而湖泊沼泽亚相的煤层较厚,河流沼泽亚相的煤层在横向上不稳定,厚度在数十米内可从 2.5m 变为煤线。

3 宁明盆地沉积相展布特征

3.1 早大闸期(图4)

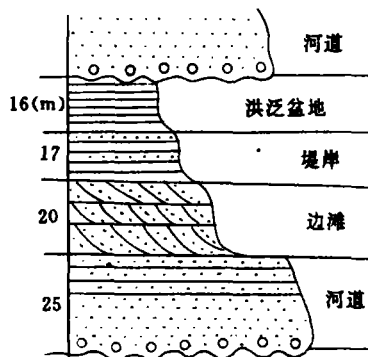


图2 宁明那留 E₂d 曲流河垂向层序

Fig. 2 Vertical sequence of the meandering river subfacies in Naliu, Ningming during the early Dazhan (Middle Eocene)

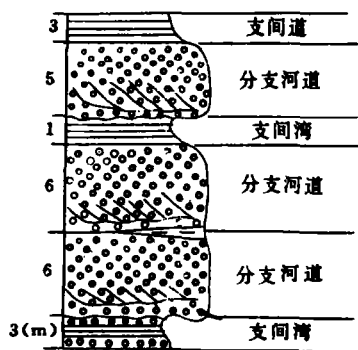


图3 上思迁隆 E₂d 三角洲垂向层序

Fig. 3 Vertical sequence of the lakeshore deltaic subfacies in Yulong, Shngsi during the early Dazhaian stage (Middle Eocene)

整个地区发育两个沉积体系:盆地东北部为由洪积相—湖岸扇相—湖泊相组成的潮湿气候断陷盆地体系;西南部为由河流相—湖岸相—湖泊相组成的潮湿气候坳陷盆地沉积体系,盆地沉积自陡翼向缓翼依次为:洪积扇—沼泽—浅湖—深湖—浅湖—湖岸—河流沉积体系(图 5)。

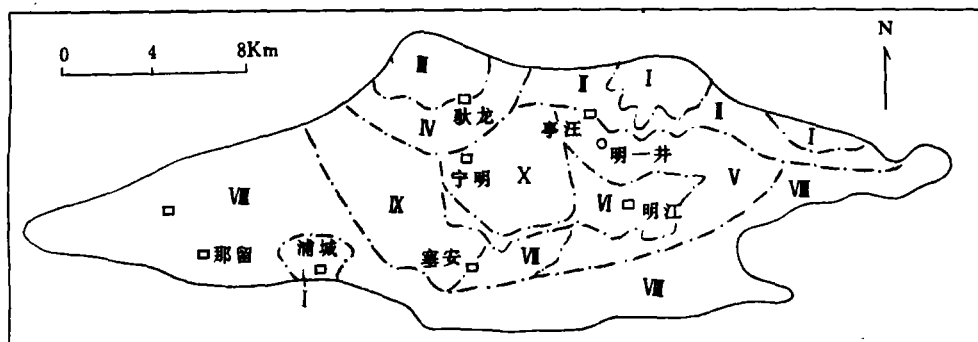


图 4 早大闸期沉积相略图

I. 洪积扇根; II. 洪积扇端; III. 湖岸扇根; IV. 湖岸扇端; V. 沼泽;
VI. 浅湖; VII. 湖岸; VIII. 河流; IX. 三角洲; X. 半深湖—深湖

Fig. 4 Sketch to show the distribution of the early Dazhan (Middle Eocene) sedimentary facies

I=pluvial fan root; II=pluvial fan end; III=lakeshore fan root; IV=lakeshore fan end; V=swamp; VI=shallow lake; VII=lakeshore; VIII=river; IX=delta; X=semi-deep-deep lake

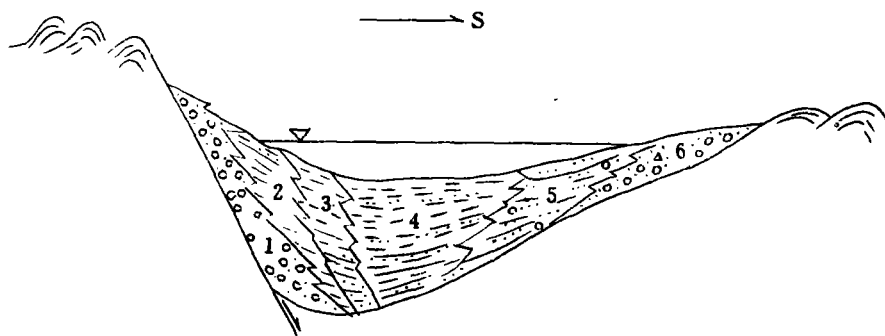


图 5 宁明盆地早大闸期沉积环境模式示意图

1. 洪积扇; 2. 沼泽; 3. 浅湖; 4. 半深湖—深湖; 5. 湖岸; 6. 河流

Fig. 5 Model for the early Dazhan depositional environments in the Ningming Basin

1=pluvial fan; 2=swamp; 3=shallow lake; 4=semi-deep-deep lake; 5=lakeshore; 6=river

3.2 晚大闸期(图 6)

湖盆水域扩大,除盆地北部驮龙东部一带继承性发育湖岸扇,风门岭一带继承性发育洪积扇和盆地南部、东端、西端仍继承性发育若干中、小型河流上,盆地广大地区均以湖泊沉积发育为主(图 7)。

3.3 宁明期

湖盆水域面积因气候变干旱较晚大闸有所缩小,水介质 pH 值增高。盆地北缘偏酸性火山岩风化后形成以蒙脱石为主的新生粘土矿物,带入湖盆沉积形成膨润土矿。湖盆沉积相、

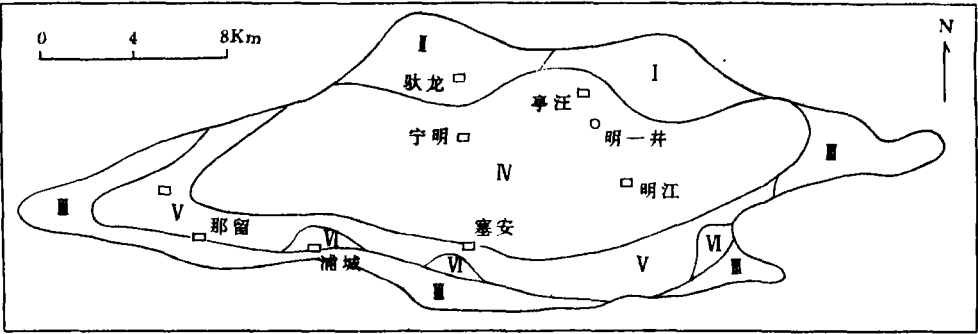


图 6 晚大闸期沉积相略图

I. 洪积扇; II. 湖岸扇; III. 河流; IV. 半深湖—深湖; V. 湖岸; VI. 三角洲

Fig. 6 Sketch to show the distribution of the late Dazhan sedimentary facies

I =pluvial fan; II =lakeshore fan; III =river; IV =semi-deep—deep lake; V =lakeshore; VI =delta

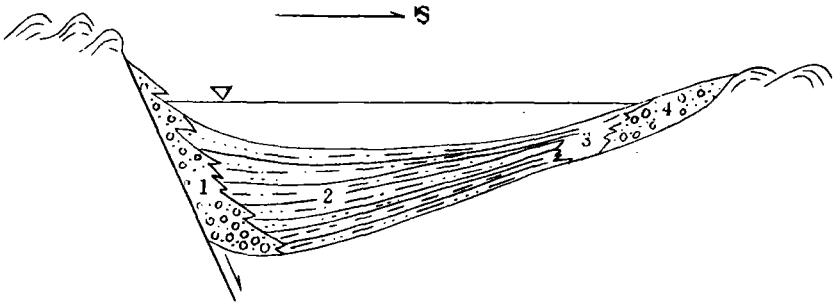


图 7 宁明盆地晚大闸期沉积环境模式示意图

1. 湖岸扇; 2. 半深湖、深湖; 3. 湖岸; 4. 河流

Fig. 7 Model for the late Dazhan depositional environments in the Ningming Basin

1=lakeshore fan; 2=semi-deep—deep lake; III =lakeshore; IV =river

沉积体系、沉积体系域格架特征与晚大闸期基本相似。

4. 第三纪碎屑岩的沉积相与储集性的关系

据明一井岩心和薄片的观察研究,得知其中砂砾岩的储集空间主要为原生粒间孔隙。而不同类型砂体的碎屑颗粒粒度、磨圆度、分选性、碎屑组分的抗压强度、粒间粘土杂基含量等的差异造成原始孔隙度的差异,故砂体的类型将对孔隙度有重要影响。

综前述可知,盆地内发育着 4 种不同类型的沉积砂体:三角洲砂体、浅湖相砂体、冲积扇砂体和河流相砂体。统计表明,不同类型砂体的粒间孔隙度(粒间孔隙度这里为现今面孔率+粒间充填的自生矿物)有较大差异(表 1),其中,三角洲砂体的原生孔隙最发育,其次为浅湖相砂体,冲积扇砂体的孔隙性较差。河流相砂体的孔隙性则与旋回部位有关,旋回下部粒度粗的砂岩孔隙性较好,而上部粒度细的则孔隙性较差。

由此,我们可以根据不同沉积相的砂体类型来粗略地预测未知区域的砂、砾岩层段的孔隙性。

表 1 砂体类型与原生粒间孔孔隙度的关系

Table 1 Relationship between sandbody type and intergranular porosity

剖面名称	砂体类型	粒间孔孔隙度	备 注
地板北	湖岸三角洲	23.6	
那堪东	三角洲	27	
佛 子	三角洲	22	
弄怀南	三角洲	27	弄怀组砂岩
雷 蓬	浅湖相	20.8	
渠凭—不偷	浅湖相	25	
那 留	河流相	8.7	小旋回上部
		11.4	小旋回下部
风门岭	冲积扇	5.9	

参考文献

丘东洲,1986,中国西北地质中新生界扇体沉积体与油气,4期,新疆地质。
丘东洲,1988,陆盆扇体沉积形成机制及油气意义——碎屑岩沉积相研究,石油工业出版社。
刘宝珩等,1985,岩相古地理基础与工作方法,地质出版社。
关士聪、丘东洲,1987,中国中新生代陆盆发育沉积与油气,石油工业出版社。
张文昭,1988,从百色“残留型”盆地的石油地质特征看我国南方小盆地找油前景,9卷三期,石油学报。

TERTIARY SEDIMENTARY FACIES AND THEIR CONTROLS ON THE RESERVOIR QUALITY IN THE NINGMING REGION, GUANGXI

Li Rong Qiu Dongzhou

Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources

Li Guorong

Chengdu Institute of Technology

ABSTRACT

The Tertiary strata in the Ningming, Haiyuan and Shangsi Basins, Guangxi can be grouped, from base upwards, into the following four formations: Lower Dazha, Upper Dazha, Ningming and Nonghui Formations on the basis of lithologic, palaeontological and seismic data coupled with the previous data, and further be assigned to the fluvial fan facies, fluvial facies, lakeshore facies, lacustrine and swamp facies in terms of lithological, sedimentological, grain size and seismic data. The present paper has also described the distribution and controls of individual sedimentary microfacies on the reservoir quality during the different stages of Tertiary time.

Key words: sedimentary facies, reservoir quality, reservoir evaluation