

文章编号: 1000-0550(2012)04-0696-10

叠合断陷盆地沉积体系分析^①

——以东海丽水—椒江凹陷为例

田兵^{1,2} 李小燕³ 庞国印^{1,2} 唐俊^{1,2,4} 唐丽^{1,2} 王琪¹

(1. 中国科学院油气资源研究重点实验室 兰州 730000; 2. 中国科学院研究生院 北京 100049;

3. 中国科学院资源环境科学信息中心/中国科学院国家科学图书馆兰州分馆 兰州 730000; 4. 内蒙古科技大学数理与生物工程学院 内蒙古包头 014010)

摘要 丽水—椒江凹陷是我国近海海域典型的叠合断陷盆地。综合分析岩芯、地震、录井、测井等资料,对东海丽水—椒江凹陷沉积体系开展了重点研究。分析认为,古新世研究区主要发育5种沉积体系:扇三角洲体系、三角洲体系、湖泊体系、海洋体系及重力流体系。在此基础上对古新统各组的沉积体系展布进行了深入探讨,其中断陷初期月桂峰组为湖泊沉积环境,而后断陷继续,海侵发生,沉积环境转变为海洋环境;古新统沉积期三角洲体系主要发育于凹陷西缓坡,以闽浙隆起为物源,扇三角洲主要发育于同沉积断裂控制的东侧陡坡带,在月桂峰及灵峰组沉积期,灵峰潜山出露水面,其两侧形成多个扇三角洲(近岸水下扇)沉积。基于以上研究,预测出研究区的两个有利勘探相带:灵峰潜山两侧扇三角洲(近岸水下扇)及滨浅海(湖)砂体、丽水西次凹西斜坡南部与断块有利构造相匹配的三角洲前缘及滑塌重力流砂体。

关键词 丽水—椒江凹陷 古新统 叠合断陷盆地 沉积体系 有利相带

第一作者简介 田兵 男 1985年出生 博士研究生 储层沉积学与储层地球化学 E-mail: tb0915@sina.com

通讯作者 王琪 E-mail: qiawang@lzb.ac.cn

中图分类号 TE121.3 **文献标识码** A

在伸展裂谷期依此发育陆相、海陆过渡相及海相沉积充填的断陷盆地称为叠合断陷盆地,该类型盆地在形成的构造环境、沉积相、烃源岩等方面与断陷期完全为陆相地层充填的陆相断陷盆地有显著区别。叠合断陷盆地主要形成于被动大陆边缘、陆间大陆边缘等大地构造环境中。沉积充填主要为滨海、浅海、半深海及河流三角洲沉积^[1]。叠合断陷兼具沉积叠合、构造断陷两大特征,伸展的区域构造作用与海相沉积作用在同时同地发生。目前,相对于陆相断陷盆地,叠合断陷盆地研究程度和油气勘探程度都要低一些,但是从该类型盆地中已发现的油气储量规模上看^[2,3],它是一个非常重要的勘探领域,具有很大的勘探潜力。

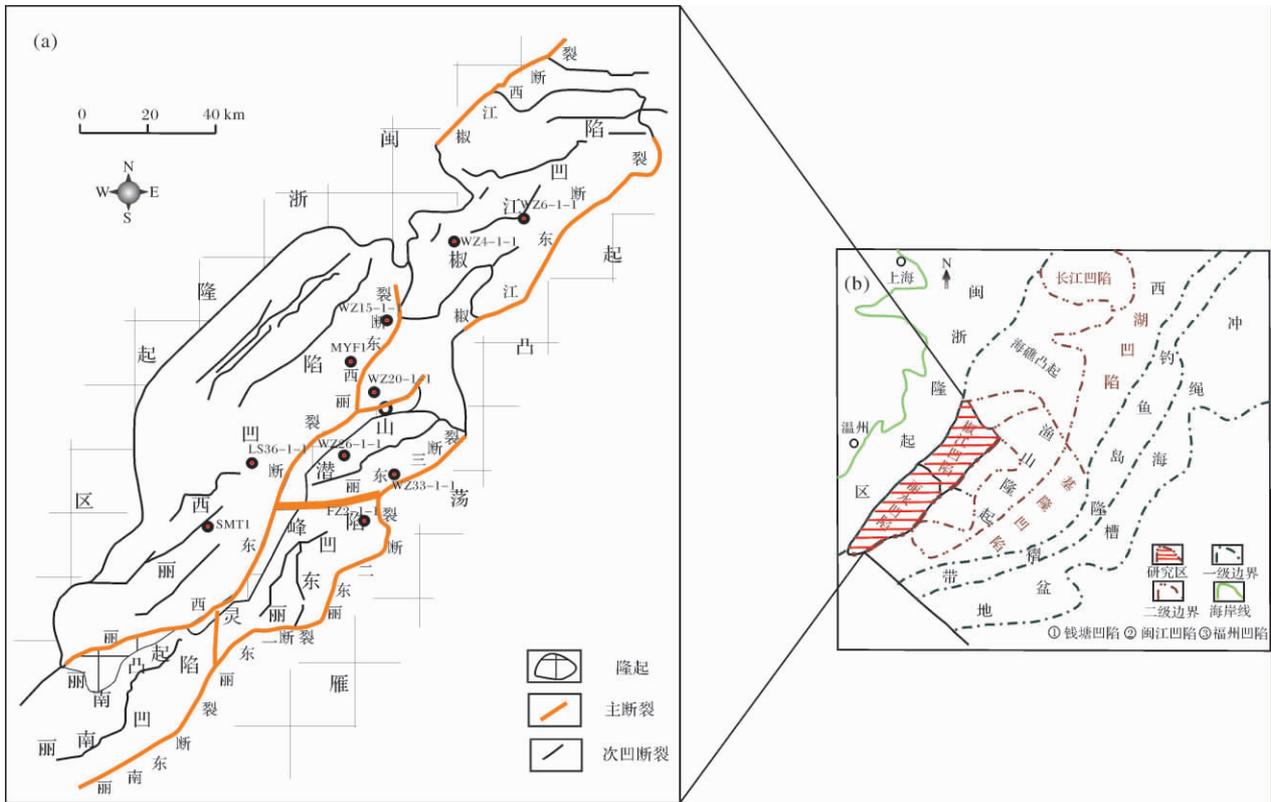
东海陆架盆地的丽水—椒江凹陷是我国近海海域的一个重要油气勘探领域^[4,5]。晚白垩世时期,太平洋板块NNW向俯冲,在中国大陆东缘产生了左旋张性应力场,在此应力作用下,产生基底卷入型的NNE、NE向伸展裂谷现象,活动强烈,在同生裂谷期,海水大规模侵入凹陷,导致凹陷分割性减弱直至统一,发育海相沉积作用,因此形成了典型的中新生代

叠合断陷盆地—丽水—椒江凹陷^[6~8]。研究丽水—椒江凹陷的沉积体系类型及演化特征不仅对该区的油气资源勘探有重要的作用,而且对叠合断陷盆地的研究有重要的意义。

1 区域地质概况

丽水—椒江凹陷位于我国海域最大的含油气盆地东海陆架盆地西南部,北部与钱塘凹陷相邻,东部以雁荡凸起与福州凹陷、闽江凹陷相隔,西部和南部与闽浙隆起区相接,总体上呈北东—南西向展布,是在中生代残留盆地基础上发育起来的具有典型的新生代东断西超特点的断陷。盆地形态受北东向分段断裂的控制,具有南北分块、东西分带特征。灵峰潜山的北缘又把研究区分割成南北两个区域,北部椒江凹陷早期是一个独立的凹陷,为不对称的双断凹陷。南部丽水凹陷地质构造相对比较复杂,正断层成排出现,局部地区还发育有与断层反转有关的背斜式的构造反转带和与基底活动有关的披覆构造,位于凹陷中部纵贯南北的灵峰潜山将丽水凹陷带分为东西两个次凹,他们均成北东、北北东向雁行式排列(图1)。

^①国家科技重大专项海洋深水油气勘探关键技术(编号:2008ZX05000-025)和中国科学院“西部之光”联合学者计划项目资助。
收稿日期:2011-09-10;收修改稿日期:2011-11-02



A 丽水—椒江凹陷构造分区及主要断裂; b. 丽水—椒江凹陷地理位置; c. 丽水—椒江凹陷充填序列

图 1 丽水—椒江凹陷地质背景

Fig. 1 Location map showing the geological background of the Lishui-Jiaojiang Sag

丽水—椒江凹陷发育上白垩统至第四系, 缺失上始新统及渐新统, 以发育较厚的古新统和始新统为特征, 代表了不同沉积盆地演化阶段的沉积充填特征。

本次研究主要针对断陷期古新统, 古新统自下而上又可细分为月桂峰组、灵峰组及明月峰组。

下古新统月桂峰组底界为 T5⁰地震波组, 为一区

域角度不整合。由两套粗—细—粗沉积旋回迭加而成,上旋回的砂岩粒度较下旋回的粗且含量高,下旋回以暗褐色、黑褐色泥岩为主,上旋回为浅灰色、灰色、暗灰色、黑灰色泥岩与浅灰色细—中粒砂岩近等厚互层,与下伏石门潭组呈角度不整合接触;

上古新统灵峰组岩性以灰色、暗灰色、黑灰色泥岩、粉砂质泥岩为主,夹薄层浅灰色含钙粉砂岩、细砂岩和少量薄层钙质细砂岩,砂岩由细砂向上渐变为粉砂,构成下粗上细的正旋回,与下伏月桂峰组呈角度不整合接触;

上古新统明月峰组下部主要为浅灰色—褐灰色夹钙质粉砂岩和细砂岩,丽水东次凹数个探井在该段钻遇一套生物粒屑灰岩和泥粒灰岩,上部为浅灰色、灰白色含砾粗砂岩、中砂岩、细砂岩、粉砂岩与灰色、褐灰色泥岩呈不等厚互层,顶部含有多层黑色煤层。与下伏灵峰组呈整合接触。

2 沉积体系类型及特征

在众多前人研究成果的基础上^[9-12],本次研究根据区域沉降作用和沉积格局等沉积体系划分标志,从研究区岩芯成因相的精细解析出发,以沉积体系内部构成和过程沉积学分析为基础,通过对研究区的钻井岩芯观察描述、测井及地震等沉积响应分析^[13-16],识别出5种沉积体系。

2.1 扇三角洲沉积体系

扇三角洲沉积体系主要发育于灵峰潜山两侧和雁荡凸起东侧,在研究区内各层段都有发育。地震剖面上多表现为楔状杂乱—前积反射特征,其中,根部楔状杂乱反射结构对应扇三角洲平原,中前端前积反射结构对应前缘。

在研究区现有的钻井中主要在明月峰组钻遇扇三角洲平原,总体上岩性较粗。岩性主要为浅灰色细砂岩、砂砾岩夹灰色泥岩、薄层黑色煤层。其电测特征为中高幅齿化钟形—箱形、钟形或指形,以箱形为主,总体反映正韵律的沉积特征。

扇三角洲前缘水下分流河道沉积广泛发育于各层段,主要为浅灰色、灰色的砂砾岩、中细砂岩和细砂岩。岩芯上见发育板状交错层理、平行层理,并且河道底部冲刷,岩性较粗,见砂砾岩、泥砾,泥砾呈定向排列;物源相对较为充足时,河道单层厚度较大,测井曲线上呈块状、箱型,易于识别,反映近岸陡坡带堆积特征。丽水东次凹东侧该相总体上砂岩单层厚度较薄,电测曲线多呈指状或尖峰状,见于WZ26-1-1井,

通过岩芯观察,期间存在滨浅湖砂滩交互沉积(图2)。分流间湾沉积与水下分流河道沉积共生,主要为粉砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩和泥岩,发育波状层理、水平层理,局部具有生物扰动和虫孔砂质充填。厚度变化较大,自然伽玛曲线呈高幅齿状或平直状。

扇三角洲前缘河口坝发育于明月峰组和上灵峰组早期,主要为浅灰色粗砂岩、中砂岩、细砂岩。WZ26-1-1取芯可见向上变粗的河口坝沉积,发育槽状交错层理、板状交错层理、平行层理,岩性向上变粗。自然伽玛曲线和自然电位曲线呈向上变粗的漏斗型。

前扇三角洲主要发育深灰色泥岩相、粉砂质泥岩相,夹泥质粉砂岩和细砂岩相。发育块状层理和水平层理,纹层厚度薄,泥岩中含较多微体古生物化石和黄铁矿微粒。自然伽马曲线呈高幅齿状或平直状。

2.2 三角洲体系

该体系在研究层段各时期均有发育,主要分布在丽水—椒江凹陷的西斜坡,现有钻井中只有丽水凹陷钻遇该相。该体系发育三角洲平原亚相、三角洲前缘亚相和前三角洲亚相。

研究区目的层段所钻遇的三角洲平原亚相主要分布在明月峰上段。岩性主要为浅灰色细砂岩、砂砾岩夹灰色泥岩、薄层黑色煤层。分流河道沉积电测特征为钟形—箱形、钟形或指形,总体反映正韵律的沉积特征。岩性主要为浅灰色砂砾岩、细砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩。泛滥平原沉积以泥质沉积为主,主要为泥质粉砂岩、粉砂质泥岩及泥岩沉积,在明月峰组中下段发育薄层黑色煤层。泥岩电测曲线为齿状或平直状,煤层的电测曲线为尖峰状、指状。

三角洲前缘亚相在研究各层段都有发育,岩性主要以浅灰色砂砾岩、中砂岩、细砂岩夹灰黑色泥岩为主,分选差—中等,一般为次棱—次圆状。水下分流河道是三角洲平原分流河道向湖或海内的继续延伸,电测特征与三角洲平原的分流河道特征相似,为钟形—箱形、钟形或指形,同样总体上表现为正韵律的沉积特征。岩性主要为浅灰色砂砾岩、中砂岩、细砂岩。岩芯上表现为底部冲刷,含泥砾、生物碎屑、菱铁矿,向上岩性变细。

河口坝沉积微相在各个层段都较为发育,主要为粉细砂岩和泥质粉砂岩,少量粉砂质泥岩,呈灰色—橄榄灰色,发育板状交错层理,底部见生物碎屑、菱铁矿,纵向上构成反粒序或反韵律,单个韵律厚一般为3~6m。在测井响应上,GR曲线多呈齿化漏斗状或指状。

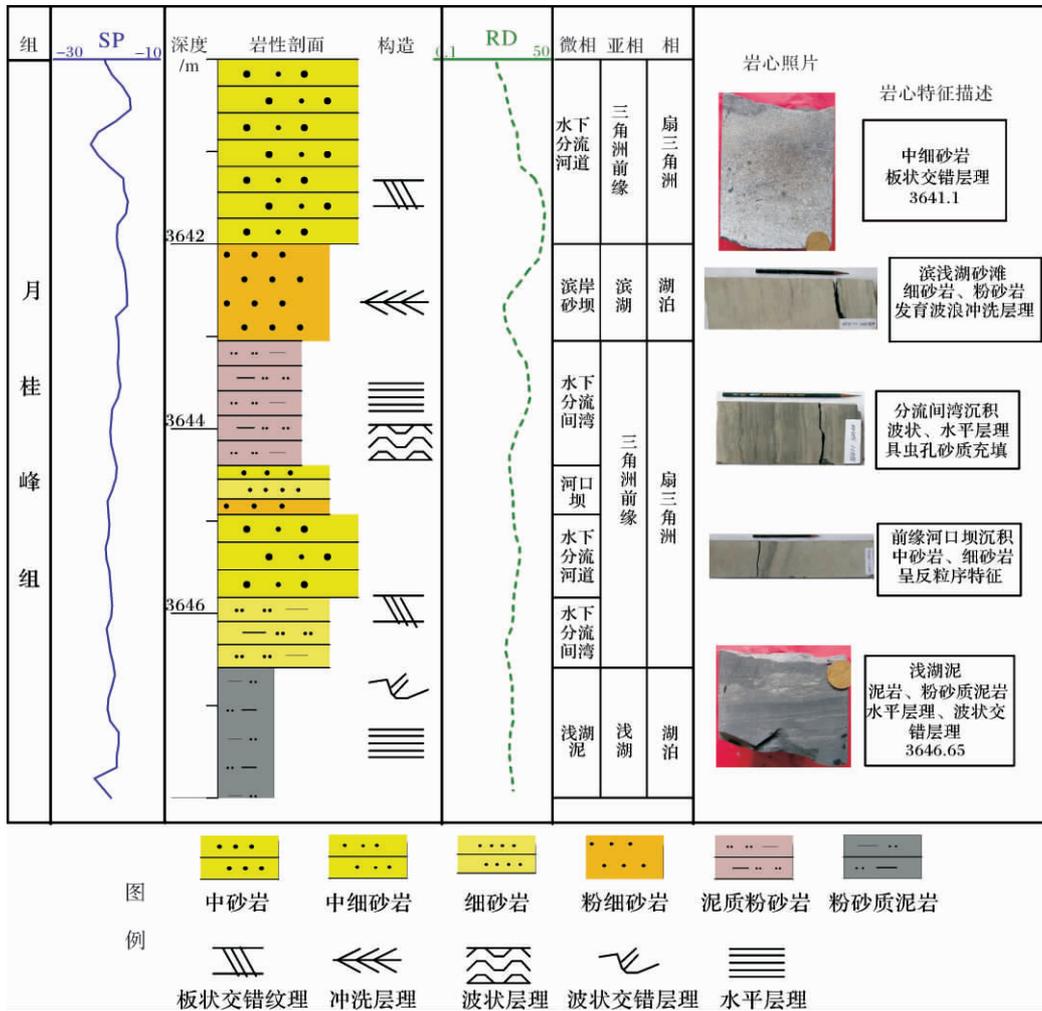


图 2 WZ26-1-1 井扇三角洲岩电性特征

Fig.2 Characteristics of lithology and electrical property of fan delta facies of the Well WZ26-1-1

前三三角洲亚相已进入较深水至深水区,水体相对安静,沉积物主要为深灰色泥岩和粉砂质泥岩,夹泥质粉砂岩和细砂岩,测井相 GR 曲线为高幅齿化平直状,发育块状层理和水平层理,泥岩中含较多微体古生物化石和黄铁矿微粒,发育有虫孔砂质充填。测井相 GR 曲线为高幅齿化平直状。

2.3 湖泊沉积体系

湖泊沉积体系主要发育于月桂峰组,沉积类型复杂,主要沉积砾、砂、泥,主要发育滨湖和浅湖亚相。滨湖亚相在研究区发育砂坝、沙滩、泥坪沉积微相。沙滩电测曲线呈指形或尖峰齿形,岩芯上见波浪冲洗层理,岩性为细砂岩、粉砂岩。泥坪微相以泥质沉积为主,电测曲线多平直或微齿形。浅湖亚相为富含有机质的页岩、油页岩、泥岩,为缺氧的深水环境,一般为良好的生油层,测井曲线低平。

2.4 海洋沉积体系

灵峰组沉积期开始,受构造运动及全球海平面变化影响,丽水—椒江凹陷沉积环境发生改变,由陆相演变为海相沉积环境,凹陷中心沉积以海洋沉积体系发育为主。研究区的海洋沉积体系类型主要包括:滨岸体系、浅海体系及碳酸盐岩台地沉积体系。

2.4.1 滨岸沉积体系

滨岸沉积体系在研究层段广泛发育,发育滨海相。滨岸砂的横向环境组合,向海洋一侧是过渡带和陆架泥,向陆一侧是冲积平原。一般根据海岸砂的发育特征和水动力条件,可以划分出风成砂丘—后滨—前滨—临滨,临滨逐渐过渡为远滨或陆架区。沙滩沉积微相岩芯上见于 WZ26-1-1 井明月峰组,岩性为细砂岩、粉砂岩,发育波浪冲洗层理。

2.4.2 浅海沉积体系

浅海沉积体系是深水盆地区形成的静水细粒沉积。可分为浅海泥微相和远端浊积岩微相。浅海泥

微相是浅海中主要沉积类型,主要为粉砂质泥岩和泥岩,呈灰色、深灰色、灰黑色,块状、波状层理和水平层理发育,常见虫孔砂质充填(图3),含丰富浮游生物和黄铁矿微粒,因还原性强缺氧而少见底栖生物和生物扰动构造。远端浊积岩是浊流能量严重衰减时期在浅海环境形成的,由粉砂和泥组成。测井相为高幅齿状或指状,夹于平直泥岩段中。

2.4.3 碳酸盐岩台地沉积体系

碳酸盐岩台地的主要岩性为生物粒屑灰岩和泥粒灰岩,并且含微量泥质、黄铁矿和丰富的红藻碎屑(指示温暖的海洋环境)。在研究区WZ33-1-1井的1720~1765 m、WZ20-1-1井的2180~2250 m、FZ2-1-1井的1858~1874 m、WZ15-1-1井的1840~1872 m可见此类沉积。碳酸盐岩中泥质含量较低,WZ20-1-1井碳酸盐岩含砂质,表现为低自然伽马、低

声波时差和高电阻率并且呈箱形的特点。主要形成于研究区东部的深水中的浅水区和断阶处的洁净温暖的环境中。

2.5 重力流体系

丽水—椒江凹陷古新统重力流体系类型主要包括滑塌重力流体系及近岸水下扇体系。

2.5.1 滑塌重力流体系

研究区滑塌重力流体系主要发育于灵峰组及明月峰组上段的LS36-1-1井区。滑塌型重力流沉积以灰白色块状含砾粗砂岩、中—细砂岩等岩性为主,普遍夹有扁平状泥砾,底冲刷局部可见,含大量撕裂泥岩碎块,同时可见炭化植物茎、炭屑以及双壳化石等,具滑塌变形构造、交错层理、波状层理、递变层理以及平行层理,在砂岩之间多夹有深灰色水平层理、质纯的泥岩,局部夹有薄层的透镜状细砂岩。

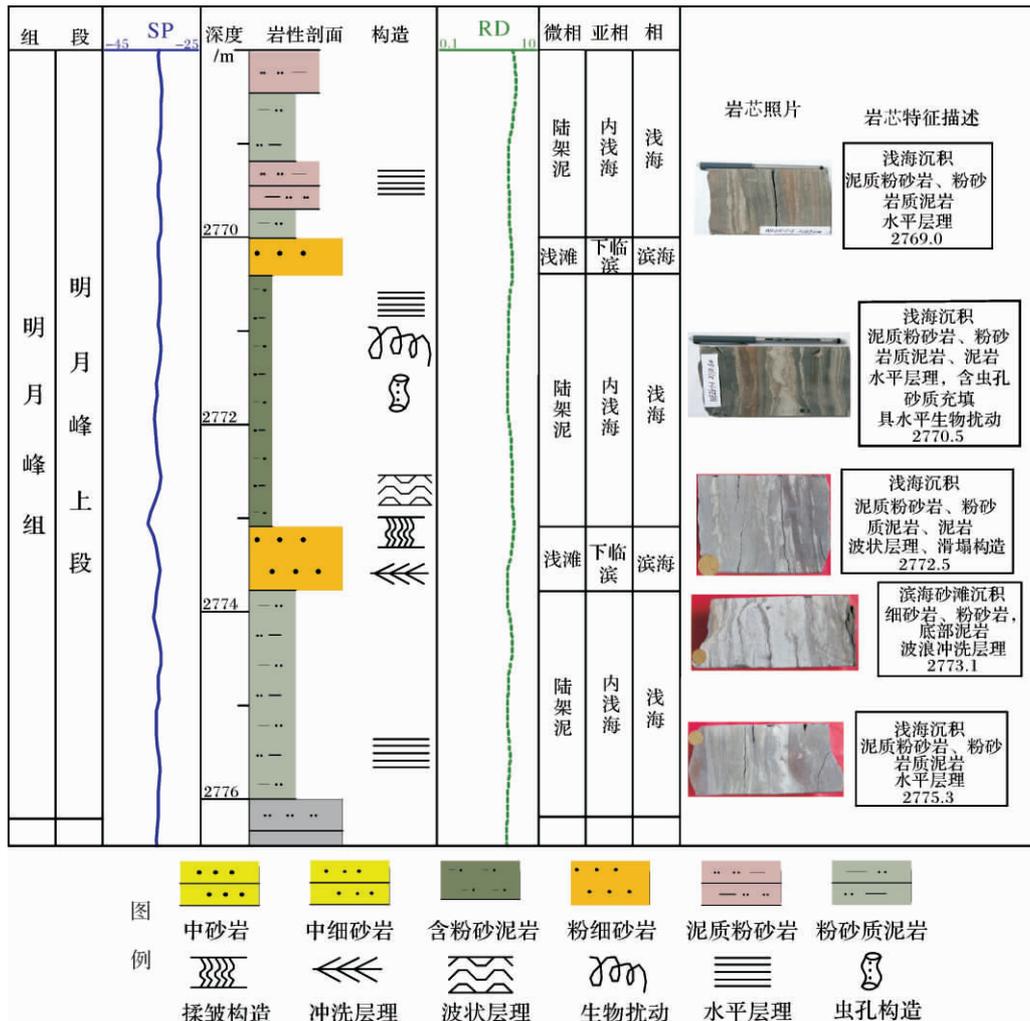


图3 WZ26-1-1井滨海—浅海岩电性特征

Fig. 3 Characteristics of lithology and electrical property of littoral-neritic facies of the Well WZ26-1-1

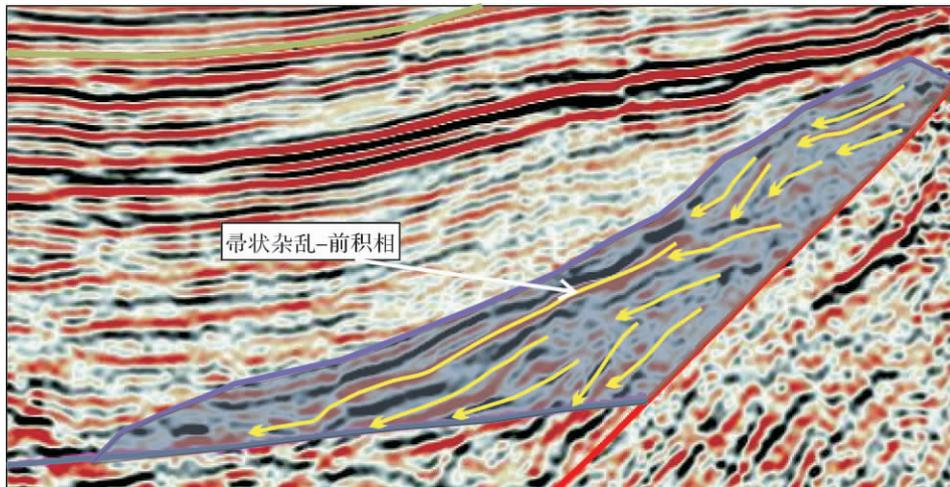


图4 丽水凹陷中部近岸水下扇典型地震相特征

Fig.4 Characteristics of seismic facies of nearshore subaqueous fan in the centre of Lishui Sag

2.5.2 近岸水下扇体系

近岸水下扇为近源洪水携带大量陆源碎屑直接入湖,并在湖盆边缘陡岸的深水环境中形成的水下扇形体,以粒度变化大、分选性差为特征。研究区近岸水下扇主要发育于月桂峰组灵峰潜山东侧陡坡,在地震剖面上呈帚状—杂乱前积相反射结构(图4)。近岸水下扇上、下泥岩呈深灰色,水平层理,质纯,见少量双壳动物化石和较多的介形虫化石,反映深水沉积背景。近岸水下扇扇根相砾岩分选差,呈漂砾状漂浮于粗砂岩中,但砾石具有较好的磨圆度,呈圆—次圆状,底部冲刷,总体显示洪水型浊流成因。

扇中主要分布于靠近湖盆陡岸的较深水环境中。它是近岸水下扇的主体部分,具明显的水道特征,为一正旋回序列,其岩性主要为递变层理含砾砂岩、块状层理、平行层理中细砂岩及交错层理砂岩。单个韵律也为正旋回,一般厚度约1~4m,与下伏地层呈冲刷接触,与其伴生的泥岩为灰绿、灰色,具块状或水平纹理。电测曲线呈钟形。

扇端位于近岸水下扇末端。该处水体较深,地形较为平缓,水下水道已不发育。主要由波状交错层理粉砂岩、水平纹理粉砂质泥岩和块状层理暗色泥岩组成,单个旋回也为正旋回,单个旋回厚度约0.8~2m,自然电位曲线为低幅锯齿状。

3 沉积体系展布特征

3.1 月桂峰组沉积体系展布特征

该沉积期凹陷处于断陷早期,总体为滨湖—浅湖沉积背景。研究区由闽浙隆起区和雁荡低凸起提供

物源,灵峰潜山在月桂峰组沉积期亦是区内重要的物源供给区。通过SMT1井、WZ26-1-1井及WZ4-1-1井可以看出总体上凹陷沉积物源补给充足,砂岩成层叠置。研究区西侧缓坡区由古鳌江、古瓯江、古灵江等数个古水系形成多个三角洲沉积体,丽水东西次凹被灵峰潜山分隔,临近丽水西次凹凹陷半深湖—深湖沉积的潜山西侧发育两个直接入湖的近岸水下扇沉积体,潜山东侧靠近丽水东次凹东缓坡则形成数个扇三角洲砂体沉积。研究区的东侧由雁荡凸起提供物源,形成近源堆积的多个扇三角洲。三角洲和扇三角洲之间为滨湖—浅湖的砂泥岩沉积,深湖相泥岩沉积不甚发育,且主要集中在丽水西次凹中央洼陷带(图5)。

3.2 灵峰组沉积体系展布特征

灵峰组下段,盆地进一步断陷,发生第一次较大规模的海侵,海水由东南方向向北侵入凹陷,钻井上呈正韵律的退积特征。凹陷东西两侧延续月桂峰组沉积特征,东侧陡坡带发育扇三角洲沉积,西侧以三角洲沉积为主。该时期西部斜坡主要发育西南、中部及西北部三个三角洲发育区,西南侧三角洲受断陷坡折带控制向前延伸滑塌,在LS36-1-1井区形成滑塌重力流沉积区。灵峰潜山范围相对减小。丽水西次凹东侧扇三角洲较为发育,SMT1井区扇三角洲主要来自灵峰潜山沉积物补给,北部MYF1井区扇三角洲呈叠置沉积,为雁荡北凸起提供物源。东次凹仍旧受灵峰潜山和雁荡凸起物源的控制,形成近源楔状前积的扇三角洲沉积。椒江凹陷东侧扇三角洲主要分布于WZ4-1-1井和近WZ15-1-1井区(图6a)。

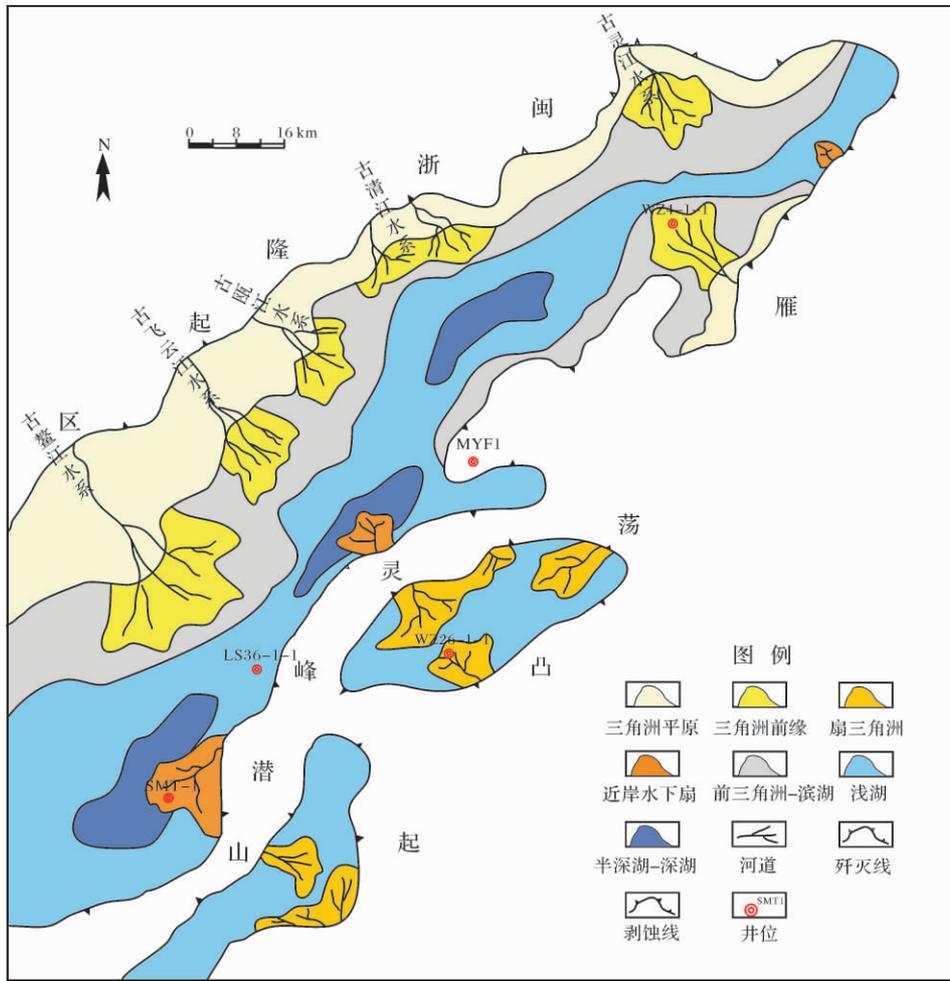


图5 月桂峰组沉积体系平面展布

Fig.5 Distribution of sedimentary systems of the Yueguifeng Formation in Lishui-Jiaojiang Sag

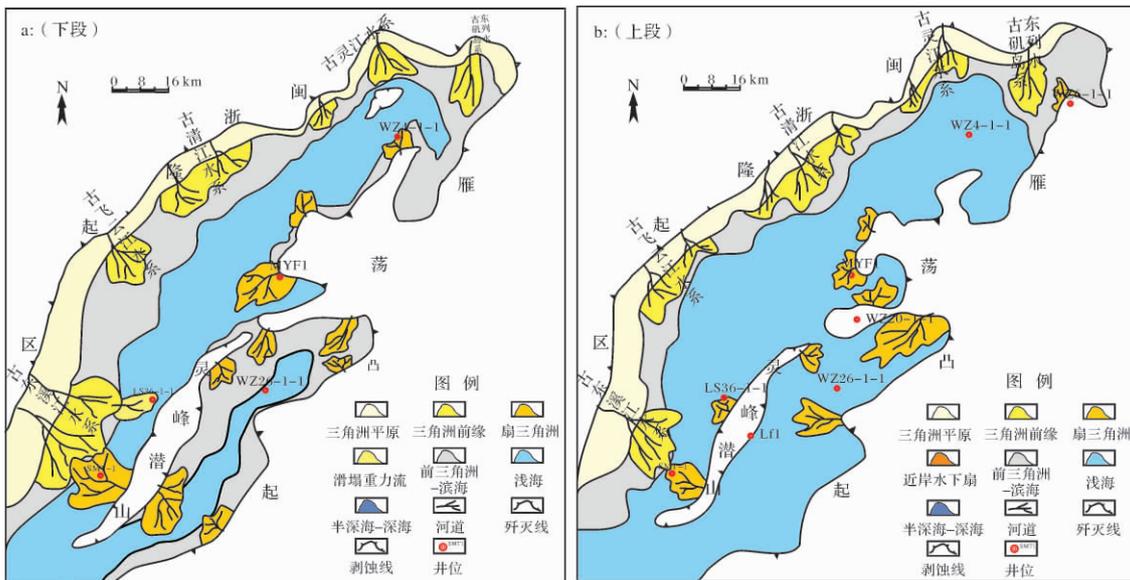


图6 灵峰组沉积体系平面展布

Fig.6 Distribution of sedimentary systems of the Lingfeng Formation in Lishui-Jiaojiang Sag

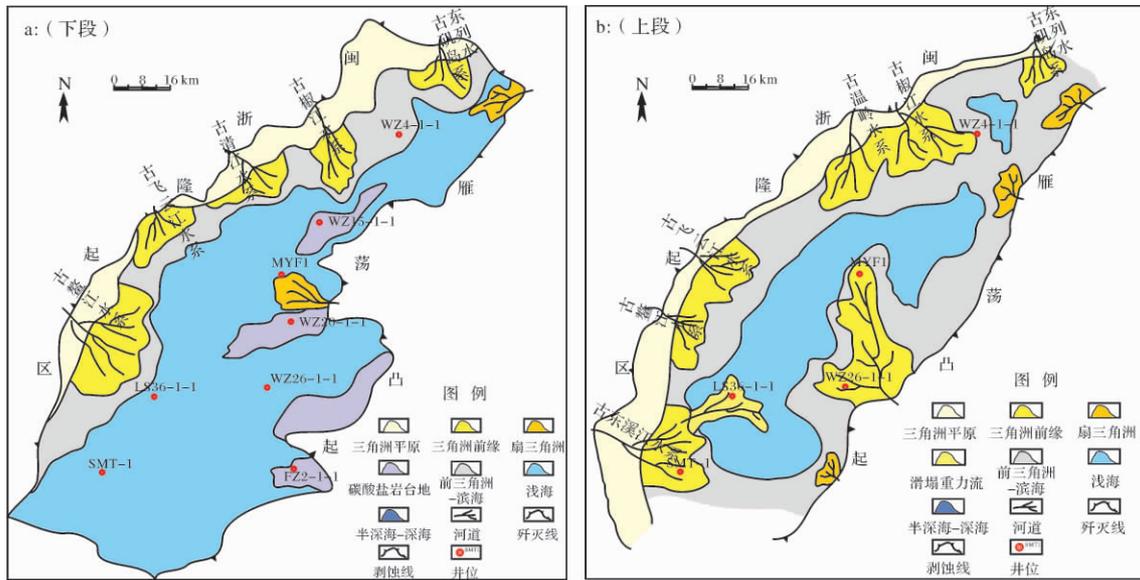


图7 明月峰组沉积体系平面展布

Fig.7 Distribution of sedimentary systems of the Mingyuefeng Formation in Lishui-Jiaojiang Sag

灵峰组上段,盆地再次幕式下降,海区范围相对扩大明显,灵峰潜山范围继续缩小,虽仍旧作为供给物源,但其供给范围及规模收缩明显。西次凹西南三角洲受西南闽浙隆起物源的控制,沉积物补给充足,水下分流河道的水动力相对较强,使其三角洲前缘向凹陷延伸至 SMT1 井区。同样根据 WZ13-1-1、WZ26-1-1 和 NP6-8-1 等井的钻井揭示,研究区发育大区域的厚层滨海—浅海沉积(图 6b)。

3.3 明月峰组沉积体系展布特征:

明月峰组下段与灵峰组上段相比,沉积体系的分布具有一定的继承性,在西部斜坡形成五个主要的裙边状三角洲朵叶体区。随着水域扩大,淹没了东侧部分剥蚀区,灵峰潜山也进一步淹没直至完全没入水下,使得在东边界 WZ33-1-1、WZ20-1-1、FZ2-1-1、WZ15-1-1 等数个井区及附近发育碳酸盐岩台地沉积,此时东边界作为物源供给量不大,扇三角洲主要分布在 MYF1 井区和东次凹的东北侧以及椒江凹陷 WZ6-1-1 井区,为雁荡凸起和部分灵峰潜山物源补给(图 7a)。

明月峰组上段初期,海水进一步上升,达到最大海泛,主要发育三角洲、和滨海—浅海相。该时期沉积物补给充足,灵峰潜山和研究区东侧雁荡凸起已被海水淹没,闽浙隆起成为研究区沉积物的补给区。而后闽浙隆起及凹陷东侧先后开始区域隆升,水体变浅,水域范围也大大缩小,周围三角洲继续向凹陷推进,总体上该时期三角洲沉积的范围较大,根据连井

对比,SMT1 井区三角洲范围延伸至 NP11-4-1 井, NP11-4-1 井区主要为河口坝沉积,向北延伸,在 LS36-1-1 井区发育一滑塌型重力流沉积。东侧 WZ26-1-1 井区亦发育一大型三角洲沉积,其最大范围向凹陷延伸达 MYF1 井区附近。扇三角洲主要分布椒江凹陷的 WZ6-1-1 井区,椒江凹陷东南侧及丽水凹陷东南侧亦发育两个小型扇三角洲沉积体(图 7b)。

4 有利相带分析

丽水—椒江凹陷早古新世月桂峰组主体为湖相沉积环境,通过沉积相分析及钻井岩样分析,该时期发育的中深湖相泥岩是研究区的主力烃源岩^[17]。

灵峰组海侵发生,凹陷演变为海相环境,两侧沉积体系继承性发育。晚古新世明月峰组凹陷逐渐向断拗过渡,灵峰潜山和雁荡低凸起开始接受沉积,西部发育三角洲—浅海沉积体系,三角洲向凹陷内部推进。

灵峰组和明月峰组发育的浅海相泥岩也具有一定的生烃潜力。

通过前面的沉积体系研究,灵峰至明月峰时期灵峰潜山东侧东次凹缓坡带的滨浅海(湖)砂体和西侧西次凹陡坡带发育扇三角洲(近岸水下扇)砂体,由古新统顶部不整合面导致的表生成岩作用使得这类储集体(甚至是底部的灰岩)有了更好的储集性能,这些有利砂体以明月峰组海泛时期区域泥岩为盖层。

此外,在丽水西次凹西斜坡南部,由早期地堑西边界断层持续活动和后期顺向断层共同形成的断块构造组成有利构造带,一般顺着地堑边界断层下降盘分布。该构造带位于凹陷边缘,三角洲前缘砂体发育,交互沉积滨—浅海相泥岩,储盖层发育适中,储盖组合好,而且由于断层的持续发展使得盆地反转时的海相区域盖层得到了保存,形成了良好的储盖组合。此地堑边界断层形成的一个断陷坡折带为三角洲的发育提供了条件。在海退期,由于海平面迫降,在断层上升盘多形成下切水道,在下降盘形成三角洲或在盆地中央形成滑塌型重力流浊积等独特的沉积单元。这种沉积单元主要见于明月峰组下部和灵峰组,可以作为该区带的主要勘探目的层。由于该区月桂峰组埋深较浅,故月桂峰组上部砂岩也可以作为主要目的层。

5 结论

(1) 丽水—椒江凹陷古近系古新统主要发育5种沉积体系类型:扇三角洲体系、三角洲体系、湖泊体系、海洋体系及重力流体系。

(2) 凹陷断陷期月桂峰组沉积期为湖泊环境,灵峰组及明月峰组受构造运动及全球海平面变化影响,过渡为海洋环境,具典型的叠合断陷盆地特征。古新统沉积期东西两侧的闽浙隆起带和雁荡低凸起为主要物源,在西缓坡形成一系列三角洲为主的沉积体,东侧陡坡以扇三角洲沉积为主。灵峰潜山在月桂峰组及灵峰组沉积期亦为一重要物源,在其两侧形成数个扇三角洲(近岸水下扇)沉积体。

(3) 分析预测认为灵峰潜山两侧扇三角洲(近岸水下扇)及滨浅海(湖)砂体、丽水西次凹西斜坡南部与断块有利构造相匹配的三角洲前缘及滑塌重力流砂体为研究区的两个有利勘探相带。

参考文献 (References)

- 童崇光. 中国东部裂谷系盆地的石油地质特征[J]. 石油学报, 1980, 1(4): 19-26 [Tong Chongguang. Some characteristics of petroleum geology of the rift system in Eastern China[J]. Acta Petrolei Sinica, 1980, 1(4): 19-26]
- 龚再升, 李思田, 谢泰俊, 等. 南海北部大陆边缘盆地分析与油气聚集[M]. 北京: 科学出版社, 1997 [Gong Zaisheng, Li Sitian, Xie Taijun, et al. Continental Margin Basin Analysis and Hydrocarbon Accumulation of the Northern South China Sea [M]. Beijing: Science Press, 1997]
- 邓运华. 试论中国近海两个拗陷带油气地质差异性[J]. 石油学报, 2009, 30(1): 1-6 [Deng Yunhua. Analysis on differences of petroleum type and geological conditions between two depression belts in China offshore[J]. Acta Petrolei Sinica, 2009, 30(1): 1-6]
- 陈志勇. 丽水-椒江凹陷油气潜力分析和勘探突破口的选择[J]. 中国海上油气: 地质, 1997, 11(6): 451-458 [Chen Zhiyong. Analysis of hydrocarbon potential and selection of exploration prospect of Lishui and Jiaojiang sags [J]. China Offshore Oil and Gas: Geology, 1997, 11(6): 451-458]
- 陈志勇, 吴培康, 吴志轩. 丽水凹陷石油地质特征及勘探前景[J]. 中国海上油气: 地质, 2000, 14(6): 384-391 [Chen Zhiyong, Wu Peikang, Wu Zhixuan. Petroleum geology and exploration potential of Lishui sag [J]. China Offshore Oil and Gas: Geology, 2000, 14(6): 384-391]
- 靳久强, 宋建国. 中国板块构造对含油气盆地演化和油气分布特征的控制[J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(1): 2-8 [Jin Ji-qi, Song Jianguo. Control of plate tectonics over evolution of petroliferous basins and characteristic of oil and gas distribution in China [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(1): 2-8]
- 贾军涛, 郑洪波. 东海的形成与构造演化[J]. 海洋地质动态, 2010, 26(1): 1-5 [Jia Juntao, Zheng Hongbo. Formation and tectonic evolution of the East China Sea [J]. Marine Geology Letters, 2010, 26(1): 1-5]
- 郑求根, 周祖翼, 蔡立国, 等. 东海陆架盆地中生代构造背景及演化[J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(2): 197-201 [Zheng Qiugen, Zhou Zuyi, Cai Ligu, et al. Meso-Cenozoic tectonic setting and evolution of East China Sea shelf basin [J]. Oil and Gas Geology, 2005, 26(2): 197-201]
- 姜涌泉. 浅析东海陆架盆地沉积作用的主要控制因素[J]. 南方油气地质, 1994, 1(1): 68-75 [Jiang Yongquan. Analysis for the main factors controlling sedimentation in East China Sea Basin [J]. South China Petroleum Geology, 1994, 1(1): 68-75]
- 周士科, 徐长贵. 轴向重力流沉积: 一种重要的深水储层——以东海盆地丽水凹陷明月峰组为例[J]. 地质科技情报, 2006, 25(5): 57-62 [Zhou Shike, Xu Changgui. One kind of important deep-water reservoir: The longitudinal gravity current sediments: A case study in Mingyuefeng Formation in Lishui Sag, East China Sea Basin [J]. Geological Science and Technology Information, 2006, 25(5): 57-62]
- 靳久强, 宋建国. 中国板块构造对含油气盆地演化和油气分布特征的控制[J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(1): 2-8 [Jin Ji-qi, Song Jianguo. Control of plate tectonics over evolution of petroliferous basins and characteristic of oil and gas distribution in China [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(1): 2-8]
- 姜亮, 李保华, 钟石兰, 等. 东海陆架盆地台北拗陷月桂峰组生物地层及古环境[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2004, 24(1): 37-42 [Jiang Liang, Li Baohua, Zhong Shilan, et al. Biostratigraphy and paleoenvironment of the Yueguifeng Formation in the Taipei depression of the continental shelf basin of the east China sea [J]. Marine Geology and Quaternary Geology, 2004, 24(1): 37-42]
- 弗里德曼 G M, 桑德斯 J E. 沉积学原理[M]. 北京: 科学出版社, 1987: 252-276 [Friedman G M, Saunders J E. Principles of Sedimentology [M]. Beijing: Science Press, 1987: 252-276]

- 14 冯增昭, 赵澄林. 沉积岩石学 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1993: 101-112 [Feng Zengzhao, Zhao Chenglin. Sedimentary Petrology [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1993: 101-112]
- 15 Vails C. K. Sequence Stratigraphic Principle (integrated analysis of sea level changes) [M]. Translated by Xu Huida, et al. Beijing: Petroleum Industry Press, 1993: 47-254
- 16 黄锋, 李志荣, 廖玲, 等. 利用地震资料进行沉积相分析 [J]. 物探计算技术, 2003, 25(3): 197-201 [Huang Feng, Li Zhirong, Liao Ling, et al. Sedimentary facies analysis using seismic data [J]. Computing Techniques for Geophysical and Geochemical Exploration, 2003, 25(3): 197-201]
- 17 贾成业, 夏斌, 王核, 等. 东海陆架盆地丽水凹陷构造演化及油气地质分析 [J]. 天然气地球科学, 2006, 17(3): 397-401 [Jia Chengye, Xia Bin, Wang He, et al. Characteristic of tectonic evolution and petroleum geology in Lishui sag, east China sea basin [J]. Natural Gas Geoscience, 2006, 17(3): 397-401]

Sedimentary Systems of the Superimposed Rift-Subsidence Basin: Taking Lishui-Jiaojiang Sag of the East China Sea as an example

TIAN Bing^{1 2} LI Xiao-yan³ PANG Guo-yin^{1 2} TANG Jun^{1 2 4} TANG Li^{1 2} WANG Qi¹

(1. Key Laboratory of Petroleum Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049;

3. Scientific Information Center for Resources and Environment/ Lanzhou Branch of National Science Library, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000;

4. School of Mathematics, Physics and Biological Engineering of Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou, Inner Mongolia 014010)

Abstract: Lishui-Jiaojiang Sag is the representative offshore superimposed rift-subsidence basin of China. Integrated study of well core, seismic, drilling, and logging shows that there are five sedimentary systems of the Paleocene in Lishui-Jiaojiang Sag: fan delta system, delta system, lake system, system and gravity flow system. The distribution patterns of the depositional systems in space are analyzed as that there was lacustrine environment in the Yueguifeng Formation, and then, strong rifting proceeded, the basin underwent a large-scale transgression, sedimentary environment changed into marine environment, delta system developed in the west gentle slope which was provided by the Minzhe uplift, fan delta system developed in the east steep hill which was controlled by synsedimentary faults. Lingfeng buried hill was out of water surface in the Yueguifeng and Lingfeng Formation, there deposited several fan delta systems and nearshore subaqueous fan systems in its both sides. Based on the research, two favorable areas are proposed as fan delta (nearshore subaqueous fan) and littoral-shallow sea (lake) sand body on both sides of the Lingfeng buried hill, delta front and slumping gravity flow sand body matching fault block favorable structure in the south of the western slope of West Subsag of Lishui Sag.

Key words: Lishui-Jiaojiang Sag; Paleocene; superimposed rift-subsidence basin; sedimentary systems; favorable areas