

东海陆架盆地南部中生界及古近系 层序地层格架

段九春^{1,2}, 赵英杰¹, 米慧芬²

(1. 中国地质大学(北京) 能源学院, 北京 100083;

2. 中海油能源发展股份有限公司, 北京 100027)

摘要:根据地震反射终止类型, 结合探井资料, 在东海陆架盆地南部中生界及古近系地层中识别出4个一级层序界面和4个二级层序界面, 据此将该套地层划分为3个构造层序和7个超层序。通过分析各层序单元的沉积演化特征和空间展布规律, 提出东海陆架盆地南部中生代至古近系的沉积演化经历了坳陷期、弧前期、喷发期、裂陷期、裂后期、反转期6个沉积充填时期。

关键词:东海陆架盆地; 中生界; 古近系; 层序地层格架

中图分类号: P534

文献标识码: A

文章编号: 1006-6772(2010)06-0100-05

东海陆架盆地, 是中国近海面积最大的盆地, 油气主要集中在西湖凹陷和丽水凹陷。对东海陆架盆地的层序地层研究始于20世纪90年代, 主要集中研究西北部的西湖凹陷以及研究区内瓯江凹陷的新生界地层^[1-3], 以闽江凹陷为中心的东海盆地南部地区, 勘探和研究程度相对较低。笔者通过地震剖面、钻井综合分析, 建立了东海陆架盆地南部中生界及古近系层序地层格架。分析了各层序单元的空间展布特征和沉积演化规律。

1 层序界面识别

根据地震反射轴的终止类型与地震波阻特征, 以削截、上超、顶超和下超为识别标志, 结合钻井和测井资料对地震剖面进行综合分析, 图1为东海盆地南部层序底层划分。在东海陆架盆地南部中生界和古近系地层中, 自下而上识别出4个一级层序界面: T_8 、 T_5^0 、 T_4^0 和 T_2^0 , 4个二级层序界面: T_7^0 、 T_6^0 、 T_4^2 和 T_3^0 。

T_8 界面为一级层序界面, 是盆地沉积地层的底

界面, 其下没有可识别的有效反射波。界面反射波呈双轨, 中强振幅, 连续性较好。在闽江凹陷中心部位, 因褶皱强烈而不易识别; 在闽江凹陷北部地区, 因受火山岩影响, 识别也有一定难度; 在基隆凹陷中部, 因深度过大而无法确定; T_5^0 界面为一级层序界面, 是中新生界的分界面, 为区域性角度不整合面。其下地层经历强烈的挤压褶皱并遭受抬升剥蚀。图2为B-B'震剖面, 图3为A-A'地震剖面。王连进^[3]等根据镜质体反射率与深度关系曲线计算出其间的剥蚀厚度可达一千多米; T_4^0 界面为一级层序界面, 是典型的构造运动转换面, 该界面之下, 拉张性同沉积断裂很发育, 界面之上同沉积断裂停止活动。由图2可以看出, 在地震剖面上可见明显的上超下削现象, 闽江凹陷南部可见上覆波组对其上超; T_2^0 界面为一级层序界面, 由图2, 图3可以看出, 界面连续性好, 是区域内鉴别标志最清楚的区域不整合界面, 是前期反转构造运动的消失面, 界面之上为未经变形的水平地层。全区下削上超现象明显。

收稿日期: 2010-10-08

基金项目: 国家科技专项(2009ZX05009-002); 教育部油气沉积地质创新团队(IRT0864)

作者简介: 段九春(1969—), 男, 山西太原人, 高级工程师, 在读博士, 主要从事油气地质勘探工作。

T_7^0 界面为二级层序界面,是中生界内部的一个不整合界面,C-C'剖面显示明显的削截现象,界面上下的两套地层存在明显的沉积间断,表现为轻微的角度不整合; T_6^0 界面为二级层序界面,其上为火山喷发及火山沉积地层,由于火山岩的屏蔽作用,该界面在地震剖面上不易观察和追索,但是在钻井上可以清晰地识别出界面性质为喷发不整合界面;

T_2^0 界面为二级层序界面,界面性质为沉积间断面。由图3可以看出,在瓯江凹陷的边缘部位,上超下削特征明显。在雁荡凸起、台北凸起和渔山凸起上,超覆在不同时期的地层之上; T_3^0 界面为二级层序界面,分布于闽江凹陷东部及南部,西部被 T_2^0 界面削截,地震剖面反射波下削上超明显,局部发育下切谷,界面上下物性差异不大,属于沉积间断界面^[4]。

地层划分			岩性	地震波组	年龄 (Ma)	接触关系	沉积体系	海平面升降		层序划分		构造期
系	统	组						升	降	构造层序	超层序	
新近系						不整合	陆架体系			TS4		陆架期
古近系	渐新统	花港组			T_2^0 23	假整合	河湖体系				SS7	反转期
		温州组			T_3^0 36	海泛面	浅海体系			TS3		裂后期
	始新统	瓯江组				假整合	滨海体系				SS6	
		明月峰组			T_4^0 54	海泛面	浅海体系				SS5	裂陷期
	新统	灵峰组				假整合	滨海体系			TS2		
		月桂峰组			T_5^0 60	角度不整合	湖泊体系				SS4	
白垩系	上统	石门潭组			T_6^0 65	喷发不整合	喷发体系				SS3	喷发期
	下统	闽江组				湖泛面	湖泊体系			TS1		弧前期
		渔山组				假整合	河流体系				SS2	
侏罗系	上统	厦门组				不整合	湖泊体系					拗陷期
	中下统	福州组			T_7^0 155	角度不整合	河流体系				SS1	
三叠系(?)												
基岩					T_g							

图1 东海盆地南部层序地层划分

2 层序地层特征

在盆地充填序列中,构造层序是在大的区域构造应力场下,单型盆地的充填沉积,其相应界面代表了盆地构造性质的转变。超层序代表了在总体同一构造应力背景下充填演化的阶段性产物,其界面多为构造反转面^[2]。根据上述原则及图1可以

得出,东海陆架盆地南部中生界及古近系地层可以明显地分为3个构造层序、7个超层序。

2.1 TS1(中生界构造层序)

中生界构造层序的反射波频率较低,地震层速度明显高于上覆地层,由图2可以看出受断裂和褶皱改造强烈,在闽江凹陷靠近雁荡凸起东侧地区,

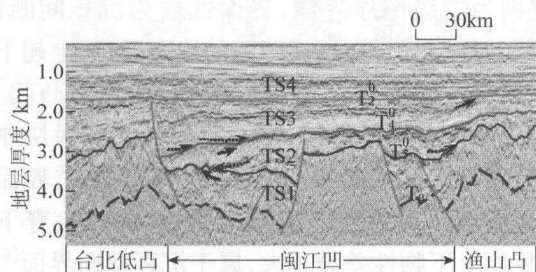


图2 B-B'地震剖面

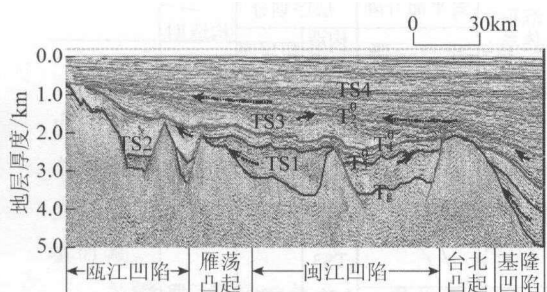


图3 A-A'地震剖面

地震反射清晰。原生沉积厚度受北东向构造带控制,沉积断裂不发育,具有显著的坳陷盆地特征^[1]。现存分布状态为后期剥蚀的残留地层形态,残余厚度明显受后期断裂控制。地层南厚北薄,以闽江凹陷最为发育,厚度可达5 km^[5]。该构造层序由SS1、SS2和SS3 3个超层序构成。

SS1由 T_2 区域不整合面与 T_1^0 不整合面所限定,钻遇地层由中、下侏罗统福州组砂砾岩、灰黑色泥岩构成,夹薄煤层,钻遇厚度401 m。福州组为一套含钙质超微化石的河流相地层,为华南海侵的背景下,形成的近海河流体系沉积^[4,6]。福州组之下还有千米以上的地层未钻遇,根据邻区福建浙江地层发育情况,推测下部未钻遇地层应为上三叠统地层,相当于浙江上三叠统乌灶组,福建上三叠统文宾山组,由海相泥岩为主构成,是一套有潜力的烃源岩。

SS2由 T_2^0 喷发不整合面与 T_1^0 不整合面所限定,相应的地层为上侏罗统厦门组、下白垩统闽江组和渔山组。厦门组钻遇厚度为577 m,上部为泥岩与砂岩互层,中部主要为泥岩,下部为长石砂岩;渔山组钻遇厚度为350 m,下部为砾岩,中部为砂岩,上部为泥岩与砂岩互层;闽江组钻遇厚度为450 m,岩

性为泥岩夹泥质粉砂岩。为一套干旱气候条件下的河湖相沉积。剖面显示SS2地层超覆于SS1地层之上,说明该时期的盆地范围扩大,沉积范围更广。

SS3由 T_2^0 喷发不整合面与 T_3^0 区域不整合面所限定,由上白垩统石门潭组构成。岩性以安山岩为主,夹凝灰岩及湖相杂色泥岩,最大厚度为超过1 km,为一套火山喷发相沉积,在闽江凹陷北部靠近雁荡凸起地区尤为发育。

2.2 TS2(古新统构造层序)

古新统构造层序发育受断裂控制明显。下部仅分布于瓯江凹陷,断裂系统控制着盆地的沉降、沉积中心,呈现隆凹相间的古地貌特征;上部层序全区发育,呈现出断拗转换期沉积特征,发育巨厚的海相地层。该构造层序由SS4和SS5 2个超层序构成。

SS4由 T_3^0 区域不整合面与 T_4^2 假整合面所限定,相应的地层为古新统月桂峰组。仅分布在瓯江坳陷,沉积中心位于雁荡凸起边界断裂附近。该层序沉积时,闽江凹陷尚处于抬升剥蚀状态,并且提供了部分物源。月桂峰组钻遇厚度400 m,为一套淡水湖相沉积,下部为泥岩,上部为泥岩与砂岩互层。与下伏中生界地层不整合接触。

SS5由 T_4^0 不整合面至 T_4^2 界面所限定,对应的地层为古新统灵峰组和明月峰组,为一套滨浅海沉积。灵峰组最大厚度500 m,由细砂岩、粉砂岩和泥岩构成下粗上细的正旋回,局部发育灰岩,代表一个海侵序列;明月峰组最大厚度1100 m下部为泥岩,中上部为粗砂岩与泥岩互层夹煤层,代表一个海退序列,在地震剖面上可见明显的前积反射结构^[7]。

2.3 TS3(始新统-渐新统构造层序)

由图3可以看出构造层序形态平缓,在东西向剖面呈凹陷状,由图2可以看出在南北向剖面呈现南断北超形态,层序上部地层在凸起区遭受剥蚀。除少数边缘断裂外,构造层序内部断裂活动较弱,对沉积的控制作用不明显。该构造层序由SS6和SS7 2个超层序构成。

SS6由 T_4^0 不整合面与 T_3^0 界面所限定,该层序内部反射波以水平平行状地震反射波为主,局部可见

斜交前积结构。对应的地层为始新统瓯江组和温州组。瓯江组为浅海沉积,下段以粗碎屑岩为主,中段发育灰岩,上段为泥岩与砂岩互层,最大厚度 1000 m;温州组为滨浅海沉积,以泥岩为主,夹粉砂岩及煤层,最大厚度 800 m。上述 2 套地层构成了由海进到海退的一个完整序列。

SS7 由 T_2^0 不整合面与 T_3^0 界面所限定,对应的地层为渐新统花港组,为一套陆相河流体系地层,岩性由砂岩、含砾砂岩和泥岩互层构成,夹少量煤层。受中新世的反转构造影响,该层序在区内西部地区被剥蚀而缺失,仅分布于闽江凹陷南部及基隆凹陷,基隆凹陷发育渐新统厚度可达 2~3 km^[8]。

3 层序发育演化史

根据上述层序界面的性质、构造层序的空间展布规律、超层序的叠置关系,综合分析东海盆地南部层序发育特征,提出该区中生代及古近纪的盆地充填演化,经历了以下 6 个相互继承的沉积充填阶段:

拗陷期($T_3 - J_2$):东海陆架盆地的沉积基底为中、上元古界的黑云母斜长片麻岩,晚三叠世至中侏罗世,基底之上发育克拉通拗陷盆地^[9],沉积了一套近海河流体系地层,沉积中心位于闽江凹陷南部。结合区域资料,可以确定其南海北陆的格局。

弧前期($J_3 - K_1$):经历抬升剥蚀后,盆地自晚侏罗世开始,发育一套干旱气候条件下的河湖沉积。冯晓杰等^[9]对东海盆地南部渔山组底部砾石进行研究,成分为玄武岩及安山岩,显示与岩浆弧有关,认为下白垩统物源来自闽浙隆起区的岩浆弧,据此推断该时期的沉积盆地类型为弧前盆地。

喷发期(K_2):进入白垩纪,盆地进入火山活动期,沉积物中岩浆弧成分不断增加^[9]。晚白垩世开始,火山喷发直接发生在盆地内,火山岩及火山沉积岩发育,形成了石门潭组火山喷发及火山碎屑体系沉积。区内的北部和西部,火山活动尤为强烈。

裂陷期(E_1):古新世时期,东海盆地南部进入裂陷阶段,呈现断陷盆地特征,东断西超。早期沉积中心位于瓯江凹陷,闽江凹陷缺失下古新统;晚期全区发育沉积,上古新统分布广,东厚西薄。发

育了半地堑式的箕状构造—断陷盆地,沉积了以浅海相沉积为主的古新统碎屑岩。

裂后期(E_2):始新世为东海盆地南部的裂后凹陷期。由图 3 可以看出盆地沉积充填呈现凹陷形态,沉积中心位于盆地中部。始新世早期是裂后衰退阶段,断层活动减弱,对沉积的控制作用不明显。始新世中晚期是裂后萎缩阶段,断层活动基本停止。蔡东升等^[10]认为,从始新世开始,东海盆地进入了由西向东迁移的弧后盆地发育过程。

反转期(E_3):渐新世中期开始,东海盆地南部进入反转构造期,处于挤压隆起状态,造成了瓯江凹陷长时期的抬升剥蚀,基本上缺失渐新统花港组地层,局部地区温州组也遭受剥蚀;闽江凹陷大部分地区也仅存厚度有限的花港组地层。东海盆地南部仅基隆凹陷得以保存较完整的渐新统沉积。

4 结论

(1)东海陆架盆地沉积地层中,可以识别出 4 个一级层序界面,4 个二级层序界面。将盆地充填沉积地层划分为 4 个构造层序,其中,中生界及古近系的 3 个构造层序,可以进一步划分为 7 个超层序。

(2)东海陆架盆地南部中生代至古近纪沉积充填演化,经历了拗陷期、弧前期、喷发期、裂陷期、裂后期、反转期等 6 个沉积充填过程。

参考文献:

- [1] 钟石兰,姜亮,李保华,等.东海陆架台北拗陷古近纪高分辨率生物地层及层序地层学[M].北京:石油工业出版社,2006.
- [2] 武法东,周平等.东海陆架盆地西湖凹陷第三系层序地层与沉积体系分析[M].北京:地质出版社,2000.
- [3] 王连进,叶加仁,吴冲龙.东海陆架盆地台北拗陷前第三系油气地质特征[J].天然气工业,2004,24(6):12-14.
- [4] 周蒂,孙珍,陈汉宗,等.南海及其围区中生代岩相古地理和构造演化[J].地学前缘,2005,12(3):204-218.
- [5] 刘建华,吴健生,方银霞,等.东海陆架盆地的前新生界[J].海洋学报,2007,19(4):66-75.
- [6] 刘建华,黎明碧,方银霞.东海陆架盆地海相中生界及其与邻近古海洋关系探讨[J].热带海洋学报,2005,24(2):1-7.

- [7] 刘景彦,陈志勇,林畅松,等. 东海丽水西次凹古新统明月峰组层序-体系域分析及沉积体系展布[J]. 沉积学报,2004,22(3):380-386.
- [8] 闫桂京,肖国林,陈建文,等. 基隆凹陷油气资源潜力[J]. 海洋地质动态,2003,29(1):24-26.
- [9] 冯晓杰,蔡东升,王春修,等. 东海陆架盆地中新世构造演化特征[J]. 中国海上油气,2003,17(1):33-37.
- [10] 蔡东升,冯晓杰,高乐. 中国近海前第三纪残余盆地及其勘探潜力与方向[J]. 中国海上油气,2004,16(1):1-61.

Sequence-stratigraphic framework on Mesozoic and Paleogene of the East China Sea shelf basin

DUAN Jiu-chun^{1,2}, ZHAO Ying-jie¹, MI Hui-fen²

(1. School of Energy Resources, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China;

2. China National offshore Oil Corp Energy Technology & Services Limited, Beijing 100027, China)

Abstract: According to seismic wave Termination type and borehole data, 4 first-class sequence boundaries and 4 second-class sequence boundaries are identified in Mesozoic and Paleogene of the East China Sea shelf basin. Moreover, these strata into 3 tectonic sequences and 7 super sequences are divided. Based on analyzing the evolution of sequence stratigraphy, it is pointed out that the evolution of sedimentary in the East China Sea shelf basin include 6 stages: Depress stage, Fore-arc stage, Volcanic stage, Rift stage, Post-rift stage and Inversion stage.

Key words: East China Sea shelf basin; Mesozoic; Paleogene; sequence stratigraphic framework

信息检索

欢迎订阅 2011 年《洁净煤技术》杂志

《洁净煤技术》杂志是由煤炭科学研究总院与煤炭工业洁净煤工程技术中心联合主办,经国家科委与新闻出版署正式批准,向国内外公开发行的国家级专业科技刊物,中国科技核心期刊。

《洁净煤技术》杂志是煤炭、电力、冶金、化工、机械等部门行业及厂矿企业的领导和工程技术人员的必读之物。主要刊载煤炭加工(洗选、型煤、水煤浆、配煤、煤泥利用),煤炭高效洁净燃烧(流化床技术、粉煤燃烧、燃煤联合循环发电、矸石发电),煤炭转化(气化、液化、焦化、燃料电池),污染控制与废弃物管理(土地复垦、烟气净化、粉煤灰综合利用、矿井水处理、矿区污染治理)等洁净煤技术方面的学术论文、研究报告、专题评述、国外技术动态和政策法规等文章。

《洁净煤技术》杂志统一刊号:CN 11-3676/TD,ISSN 1006-6772,双月刊,大 16K,每期定价 20 元,全年 120 元。本刊自办发行,请您直接与本刊编辑部办理订阅手续。

订阅方法:

邮局汇款:北京和平里煤炭科学研究总院,收款人:《洁净煤技术》编辑部,邮编:100013;

银行汇款:工商银行和平里支行营业室,户名:煤炭科学研究总院,

银行帐号:0200004209089115910;开户地:北京市朝阳区。

联系电话:(010)84262927,84262909;传真:(010)84262927;E-mail:jjmjs@263.net;

网址:www.jjmjs.com.cn。