

南海西南部北康盆地新生代沉积演化史

王嘹亮¹ 吴能友¹ 周祖翼² 陈 强¹

(1.广州海洋地质调查局,广东 广州 510760 2.同济大学,上海 200092)

提要 :北康盆地位于南沙地块的西南边缘,为南沙中部海域的新生代沉积盆地,具有良好的含油气潜力。近年广州海洋地质调查局在盆地六万多平方千米范围内完成了近20 000 km的地震测线,及相应的重力与磁力测量。本文在区域地质背景分析基础上,对盆地进行了地震地层对比和详细的地震相分析,划分了3个超层序、7个层序,对其中的5个层序进行了沉积相分析,并编制了沉积相平面图。晚始新世以前,北康盆地位于古南海西北缘,盆地西北部为陆相环境,东南部为滨-浅海环境。晚始新世—早渐新世早期,南沙地块从华南陆块裂离向南漂移,随古南海洋壳的被动消减和南海的扩张,盆地水体加深,除西北尚有陆相沉积外,主要为海相环境。早渐新世后,南沙地块与婆罗洲地块拼贴,北康盆地逐渐处于浅海-半深海环境。与盆地沉积演化规律相对应,早第三纪发育的湖相和沼泽相泥岩及早中新世发育的浅海相泥岩为有利烃源岩,同期的三角洲相砂岩、滨海相砂岩及晚中新世发育的浊积岩为主要储层,区域性盖层为晚中新世以来的浅海-半深海相泥岩、砂质泥岩,局部性盖层有湖相泥岩、浅海相砂质泥岩、泥岩和灰质泥岩。

关键词 :南沙地块;北康盆地;新生代;沉积相

中图分类号 :P736.21⁺¹ **文献标识码** :A **文章编号** :1000-3657(2002)01-0096-07

随着勘探战略的调整和勘探技术的进步,近年广州海洋地质调查局对南沙中部海域北康盆地进行了大量的地球物理调查,获得了约20 000 km的地球物理综合调查资料,圈定了盆地范围,对盆地的油气资源进行了初步评价。北康盆地面积约50 000 km²,最大沉积厚度超过11 000 m,是南沙中部海域具良好油气潜力的新生代沉积盆地。南海地区构造复杂,多个地块裂离、漂移与拼贴,深刻地改造该地区各新生代盆地的构造与古地理环境。本文结合区域地质背景资料,以地震地层分析为基础,重点对北康盆地的地震相进行详细分析,探讨了北康盆地新生代沉积演化规律。

1 区域构造背景

南海及其围区的构造非常复杂。在白垩纪,古南海张开^[1-2];约90 Ma时,西南加里曼丹地块从印支陆块边缘裂离与从澳大利亚板块漂移而来的Meratus

地块碰撞,形成西加里曼丹地块^[3]。这次碰撞引起古南海洋盆向西加里曼丹-苏禄地块俯冲,在北部亚洲边缘产生东北向张裂运动。50 Ma,印度大陆与欧亚大陆的碰撞,导致亚洲板块的破碎^[4]、印支地体顺时针旋转^[5]、裂谷作用以及随后南海的张开^[6]。50~35 Ma,印支陆块南部的东马-西婆罗洲地块逆时针旋转结束,曾母地块南移与婆罗洲地块相撞,古南海开始消亡。32 Ma,南海扩张,西沙-中沙地块沿南海西缘断裂向东南运动,并和印支陆块分离,礼乐-东北巴拉望地块从华南陆块分离并向南运动。11 Ma时与婆罗-苏禄地块碰撞^[7]。西南海盆扩张时期,南沙地块与西沙-中沙地块分离,大约在16.3 Ma,与曾母地块、沙巴克罗克俯冲带碰撞。17~10 Ma期间,太平洋板块对欧亚板块作用力加强,菲律宾板块上的吕宋岛与欧亚板块的卡加延脊及北巴拉望碰撞^[8],东南苏拉威西地块与西苏拉威西地块碰撞、礼乐-东北巴拉望地块与加里曼丹-苏禄地块碰撞,导致

收稿日期:2001-10-21;改回日期:2001-10-31

基金项目:国家“973”项目(G2000078501)资助。

作者简介:王嘹亮,男,1964年生,博士,高级工程师,主要从事海洋矿产地质调查与研究工作。

古南海消亡,新南海被封闭。

北康盆地位于现今南沙地块西南部,南以廷贾断裂为界与曾母盆地相邻(图1)。南沙地块原属华南陆块的一部分^[9-10]。晚始新世时,南海北部南北向拉张应力增强,南沙地块与亚洲大陆分离,并向南运动,西南海盆扩张。北康盆地自形成至今,随南沙地块经历了从华南陆块裂离、漂移再与曾母地块拼接的发展历程。古新世到早始新世,盆地位于华南地块上,主要表现为地块的隆升与张裂;中始新世,开始沉积物大量充填,盆地进入早期发育阶段。

中渐新世(30 Ma)时,巽他地块除加里曼丹东南缘外,均为陆地^[8,11-12]。112°E以西的现南海西部区,除中建南盆地区为浅海外,其余均为陆地分布。万安盆地晚渐新世全为陆相,盆地以冲积与洪泛环境为主,零星分布构造湖泊。到早中新世,演变为潮上三角洲平原和潮间红树林带(泥岩与煤为主)环境,盆地东北部为潮下港湾环境。早中新世早期,在现今曾母盆地北部和北康盆地南部区(5°50'~6°40'N,109°40'~112°40'E)的西部以海岸平原环境为主,占60%面积。往北东方向,依次出现滨-浅海环境,东缘有浅海页岩和碳酸盐岩沉积。到中中新世,巽他地块整

体为陆相环境;中中新世晚期—晚中新世,安达曼海张开,出现浅海相环境,现在的泰国湾那时仍为陆地。纳土纳群岛以南的亚南巴斯群岛、淡美兰群岛直到邦加岛一带的广大地区,早上新世时仍为陆相环境。

根据上述地质背景资料推断,渐新世末南海西南部的河流体系与现今的河流体系有根本区别。湄公河入海口可能直达西雅隆起区,卢帕尔河入海口可达现今的南微西盆地。在巽他地块和万安盆地区,主要为河流沉积环境,网状河发育。

2 北康盆地沉积演化特征

2.1 地震层序划分

北康盆地内可识别出 T_g 、 T_5 、 T_4 、 T_3^1 、 T_3 、 T_2 和 T_1 7个地震反射界面。 T_g 界面是长期风化剥蚀形成的盆地的基底面,也是分隔盆地前张裂期和同张裂期地层的分界面。 T_g 对应神弧运动(燕山运动末期),神弧运动引起造山带岩石圈拆沉,岩石圈张裂。 T_5 界面对应西卫运动,是分隔同张裂期和后张裂期地层的破裂不整合面, T_5 之下为窄盆, T_5 之上为广盆,该界面还与中始新世末的低海平面对应。 T_3 界面对应

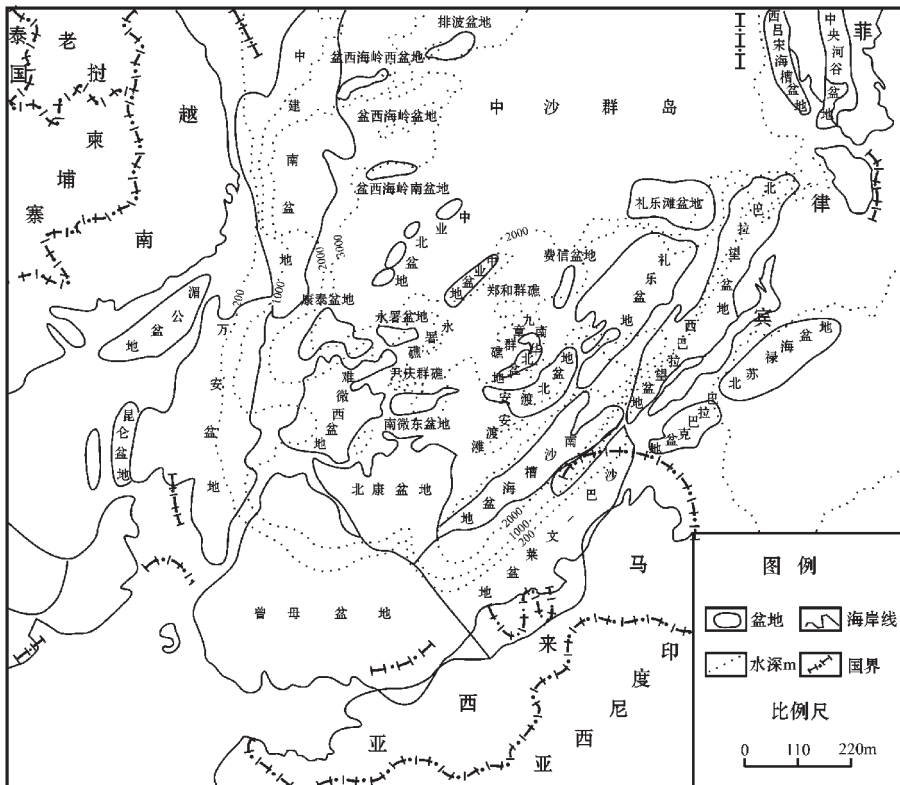


图1 北康盆地地理位置图

Fig. 1 Location map of the Beikang basin

万安运动,分隔变形层与水平层,且与10.5 Ma左右的中中新世最大海平面下降吻合。北康盆地以这3个界面为界,由上而下划分出 I、II、III 3个超层序。超层序 I 由A、B和C层序组成,超层序 II 由D、E和F层序组成,超层序 III 由G层序组成(表1^[13],图2)。

2.2 地震相与沉积环境

2.2.1 超层序 III

超层序 III 对应盆地初始发育阶段的沉积,时代为老第三纪早期。从已知的钻井资料看,区内尚未发现古新统,但考虑到在深凹部位没有钻井资料控制,而盆地最初的沉积往往分布于零星的断陷内,所以将其发育时代定为古新世—中始新世。

古新世—中始新世,现今的南海西南部主体为陆相环境,仅东缘处于海相环境。主要物源为北、西、南三面的隆起高地,海水自东面的古南海向西侵入。从地震剖面分析,北康盆地G层序(T₅—T_g)主要有中—强振幅、中连续、中频反射地震相,中—强振幅、中连续、中—低频反射地震相,变振幅、低连续反射地震相和杂乱反射地震相。平面上,盆地西北及西南大部以杂乱反射地震相为主,北部边缘有中振幅、断续、发散结构反射地震相,而东部和中部以中强振幅、低连续—断续、中频反射地震相为主。这些反映

了盆地北部和西北的水体多不稳定,沉积环境以动荡或间歇性水流作用为主,而盆地东部与中部沉积环境以相对稳定水体、中—低能为主。结合地震层速度分析资料、地层分布特征与砂泥岩比资料,认为在G层序沉积阶段,北康盆地东部为浅海砂泥互层相、滨海砂相和海岸平原砂相,由东往西依次呈南北向条带状展布。在东南部浅海环境中,分布一北东向展布的浅滩,以砂质沉积为主。邻近海岸带发育湖泊,它们由早期断裂构造形成,构成盆地早期发育阶段的沉积中心(图3)。北康盆地西部,为冲积平原环境,以砂质沉积为主,在构造沉降凹地和先前的低洼地带,发育小型湖泊与沼泽环境,以碳质泥岩、泥岩和煤沉积为主,构造高部位大部分时间为剥蚀状态。中始新统—古新统的地层分布明显受基底地形和早期断裂的控制。基底低洼地区一般发育成沼泽和小型湖泊,沉积厚度较薄—中等。基底断裂控制的地堑和半地堑,往往发育成较大规模的构造湖泊,沉积巨厚。滨—浅海区沉积厚度较大。冲积平原沉积较薄,局部隆起地带为剥蚀区。与相邻盆地对比,该期的湖相泥岩与沼泽泥岩为重要的烃源岩。

2.2.2 超层序 II

超层序 II 的形成时代为晚始新世—中中新世,

表 1 北康盆地地震层序划分

Table 1 Seismic sequence division of the Beikang basin

地质时代			地震反射界面	地震层序	超层序	地质事件	
名称	代号	年龄 Ma					
第四纪				A			
新第三纪	上新世		1.8	T ₁	B	区域沉降	
	中新世	晚	5.3	T ₂	C		
		中	11.2	T ₃	D		
		早	16.4	T ₃ ¹	E		
	渐新世		23.8		F	II	坳陷沉降
晚	28.5	T ₄					
老第三纪	始新世		33.7			III	西卫运动 裂古拉张
	中	晚	41.3	T ₅			
		早	49.0				
	古新世	晚	54.8				
		早	61.0				
前第三纪		65.0	T _g			神弧运动 (燕山末期运动 礼乐运动)	

注: 地质年龄据 F. gradstein等, 1996.

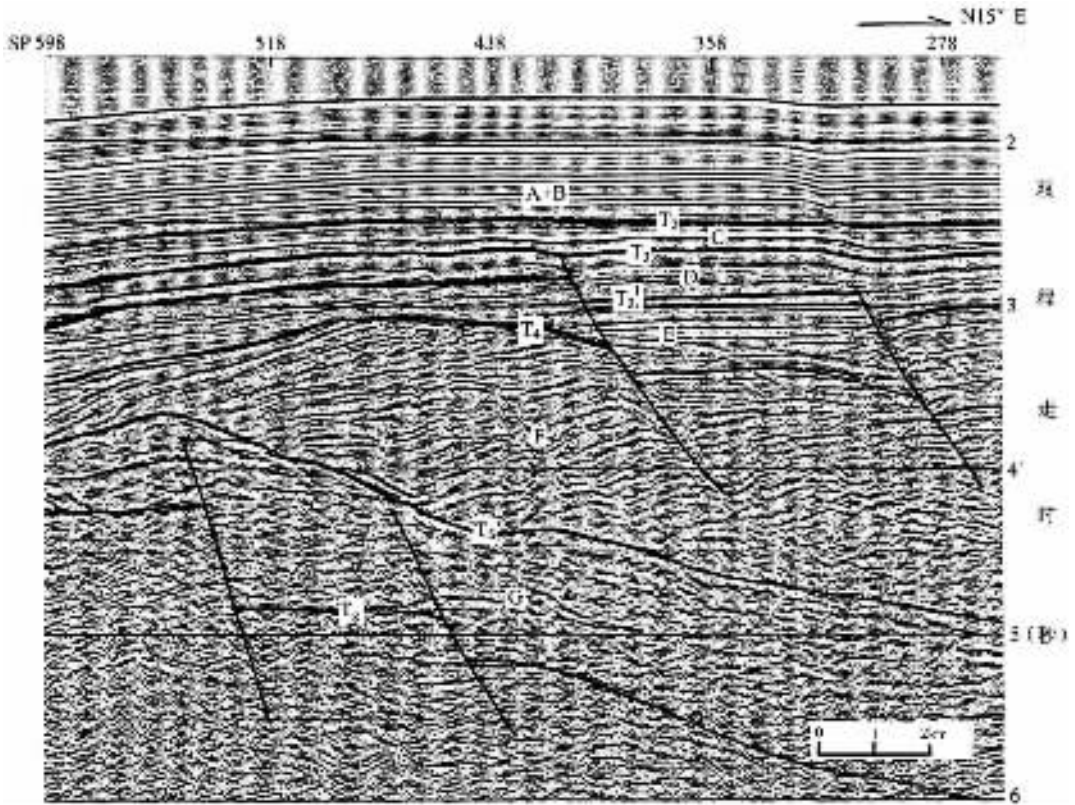


图2 北康盆地ZM492(SP603—266)地震剖面地层划分

Fig. 2 Stratigraphic division of seismic section ZM492 (SP603-266), Beikang Basin

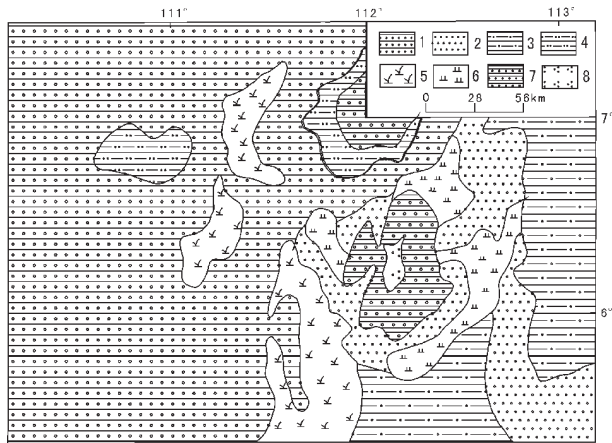


图3 层序G(T₅—T₆)沉积相分布图

Fig. 3 Distribution of sedimentary facies of sequence G (T₅—T₆)

- 1—冲积平原相 2—滨海相 3—浅海相 4—滨-浅海相；
- 5—河泛平原沼泽相 6—滨岸沼泽相；
- 7—浅-半深海相 8—湖泊浅滩相

为坳陷阶段的广盆型沉积。从F层序(T₄—T₅)地震相的平面分布特征分析,北康盆地西部以中振幅、断续、中频反射地震相和中弱振幅、杂乱反射地震相为

主,北康盆地南部坳陷、北部坳陷东缘以中-强振幅、高连续反射地震相为主,盆地东缘以弱振幅、低连续-中高连续、低频反射地震相分布最为普遍。地震相特征反映曾母盆地和北康盆地西部和西南部水体动荡,北康盆地中南部水体开阔稳定,东缘水体相对宁静的水动力特征。北康盆地沿北康暗沙往北延有一向北变窄的杂乱反射地震相分布带,对应盆地中的隆起高地,为水体动荡环境。

早渐新世,受全球海平面上升最大,受此影响,古南海海平面升高,北康盆地接受海侵,中东部普遍成为海相环境,西部的陆相环境分布区较始新世时明显减小。沉积环境由东往西依次为浅海-半深海、滨-浅海、三角洲和冲积平原。主要沉积相为浅-半深海泥砂相-砂泥互层相,滨浅海偏砂相-砂泥相,三角洲砂泥相、滨岸沼泽、河漫沼泽和冲积平原偏砂相(图4)。沉积相带呈北东向-南北向展布。物源方向仍然在北西南三面,海水由东往西侵入。

随32~28 Ma期间的南海扩张,晚渐新世时北康盆地完全处于海洋环境。E层序(T₃—T₄)主要地震相特征表现为盆地中南部多为中-强振幅、高连续、

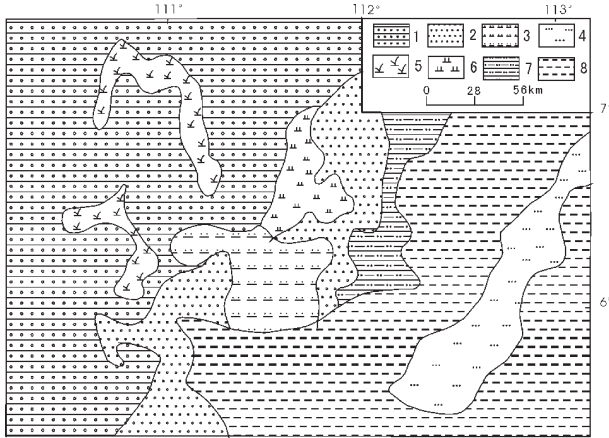


图4 层序F(T₄—T₅)沉积相分布图

Fig. 4 Distribution of sedimentary facies of sequence F (T₄—T₅)

- 1—冲积平原相 2—滨海相 3—三角洲相 4—浅滩相；
- 5—河泛平原沼泽相 6—滨岸沼泽相；
- 7—滨-浅海相 8—浅-半深海相

中-高频反射地震相；中北部、中西部和东缘中南部局部为中振幅、中连续、中-低频反射地震相；中部偏西、偏北区域为中-强振幅、低连续-断续、中-低频反射地震相；东部隆起带南端为低频、弱振幅-空白反射地震相；西北部和西南缘为中振幅、断续-杂乱反射地震相。由东往西，依次为半深海环境偏泥相、浅海环境砂泥互层相、滨-浅海环境泥砂相和滨海环境砂相(图5)。晚渐新世时，工区大的沉积中心在中东部区，呈北东向展布，多为东断西超的半地

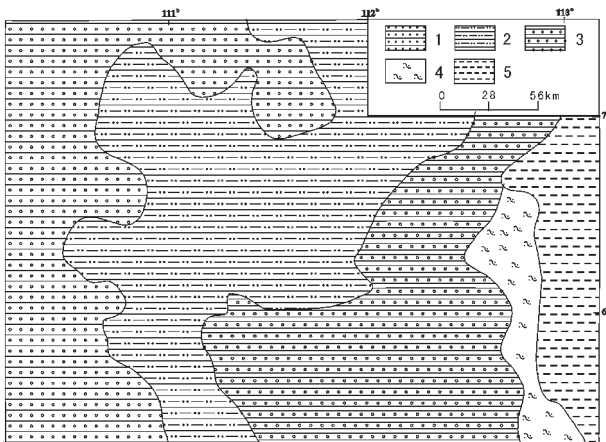


图5 层序E(T_{3'}—T₄)沉积相分布图

Fig. 5 Distribution of sedimentary facies of sequence E (T_{3'}—T₄)

- 1—滨海相 2—滨-浅海相 3—浅海相；
- 4—浊积岩相 5—半深海相

堑。地堑内发育两套沉积层，下部岩性较均匀，以粗粒沉积为主，上部岩性不均匀，粗细交替，浊积砂岩发育，产状较稳定。半深海环境以泥质沉积为主，地层厚度薄而稳定，间有浊积砂岩发育。盆地西北部滨-浅海环境，有次级沉积中心，具双向上超特征，多为继承性沉积凹陷。晚渐新世—早中新世，北部物源对本区的影响减弱，印支半岛南部和巽他陆架成为主要物源区。海水自东向西侵入。

早中新世末向南漂移的礼乐地块与逆时针旋转的沙巴-苏禄复合体碰撞，南海停止海底扩张。中中新世时，南海处于构造活动相对平静期，南海西部全部成为海相环境，沉积环境稳定。湄公河的入海口退至现今湄公盆地区，卢帕尔河入海口退至现今的达士湾，碎屑沉积推进到纳土纳以东，西纳土纳盆地第一次变成了海洋环境。北康盆地远离物源区，处于赤道带附近的温暖海域，碳酸盐岩台地和生物礁得以大量发育。

平面上D层序主要地震相分布特征为：盆地中东部为中-弱振幅、高连续-连续、中-高频反射地震相，呈不规则半圆形条带展布，盆地中部和西北大部分地区为中-弱振幅、中-低连续、中-低频反射地震相；西南部为弱振幅、断续-杂乱反射地震相；丘状外形、空白反射结构地震相—台滩状地震相零星分布在盆地各个隆起高地或断块上升盘，顶部多具披盖构造。由东往西，工区内依次为浅海环境泥砂相、浅海-半深海环境浊积岩砂泥互层相、浅海环境泥灰岩泥岩互层相、台地灰岩-生物礁相、浅海环境泥砂相和滨海环境砂相。除滨海带外，其他各相带内均有生物礁分布，在火成岩附近有火山碎屑岩分布(图6)。中中新世时，北康盆地内的隆拗格局不如先前明显，但因中中新世末强烈的区域性构造运动，造成了中中新统地层的褶皱与断裂，差异升降，隆升部位和高断块接受剥蚀，故保存下来的中中新统厚度不稳定，且缺失现象普遍。

2.2.3 超层序 I

晚中新世以来，可能受连续的热收缩影响，南海西南部进入稳定沉降阶段。广阔的三角洲不断向外推进，加里曼丹岛上的拉让河、卢帕尔河三角洲一直推进到巽他陆架北部，终止了北康暗沙大部分地区的碳酸盐沉积。在区域沉降背景下，北康盆地水体加深，主体处于浅海-半深海环境。

C层序为一套中-高连续、中-高频、中-弱振幅

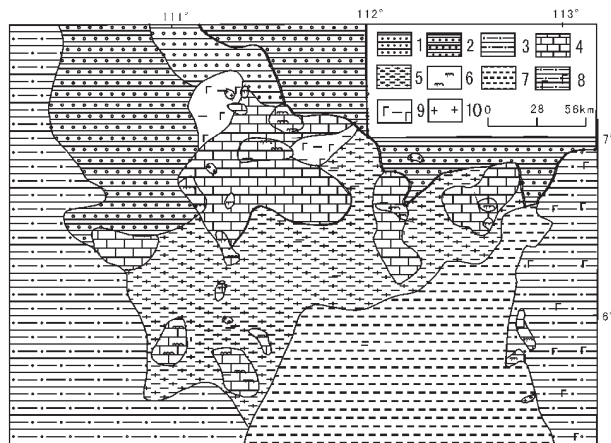


图6 层序D(T₃-T₃')沉积相分布图

Fig. 6 Distribution of sedimentary facies of sequence D(T₃-T₃)

1—浅滩相 2—浅海相 3—滨海相 4—台地相 5—浅海泥灰岩-泥岩相 6—生物礁相 7—浅海-半深海相 8—浅海砂泥岩夹火山碎屑岩相 9—火山碎屑岩相 10—火成岩侵入体

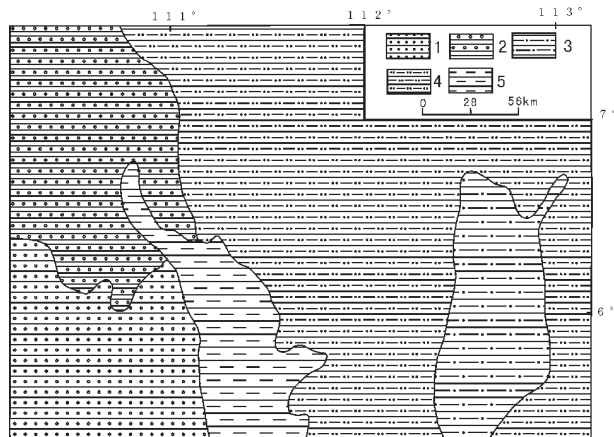


图7 层序C(T₂-T₃)沉积相分布图

Fig. 7 Distribution of sedimentary facies of sequence C(T₂-T₃)

1—三角洲前缘相 2—浅海相 3—浅滩相 ; 4—浅海-半深海相 5—前三角洲相

反射层组 ,平行-亚平行结构 ,席状外形。C层序厚度较小 ,南厚北薄 ,西厚东薄。从C层序地震相带的展布特征看 ,当时的主要物源应来自西南面。北康盆地C层序由西往东依次为三角洲、浅海-半深海和浅海台地(图7)。

上新世以来 ,北康盆地成为真正的斜坡盆地 ,主体处于浅海-半深海环境 ,以半深海环境为主。

A+B层序构造变形微弱 ,大部分区域为强-弱振幅交替、中频、中-高连续反射地震相 ,具平行结构、席状外形。从地震相特征和区域沉积环境特征分析 ,上新世以来北康盆地总体以半深海环境为主 ,上新统一第四系为一套披覆沉积层 ,沉积中心位于盆地西南部 ,为三角洲前缘-前三角洲分布区。

3 结 论

(1)北康盆地自形成至今 ,随南沙地块经历了从华南陆块裂离 ,漂移再与曾母地块拼接的发展历程。古新世到早始新世 ,盆地隆升与张裂 ,中始新世沉积物大量充填 ,晚中新世以来整体沉降。

(2)北康盆地发育时期 ,南海西部、西南部逐渐海侵 ,渐新世末湄公河入海口可能直达西雅隆起区 ,卢帕尔河入海口可达现今的南微西盆地。

(3)盆地沉积演化过程经历了 :古新世—中始新世的陆相为主沉积环境 ,并发育一套主力烃源岩—湖沼环境泥岩 ;晚始新世—中中新世海陆过渡环境

向浅海环境演化 ,生油层、储层和局部盖层发育 ;晚中新世以来为浅海-半深海环境 ,区域盖层发育。

参考文献 :

[1] Fan P F. Tectonic patterns and Cenozoic basalts in the western margin of the South China Sea[A] In : Teh G H(ed.) Proc. AAPG-GSM international Conference on Southeast Asia Basins : Oil and Gas for the 21st Century[C] Bull. of the Geological Society of Malaysia ,1995 37 , 90~99.

[2] Yu Z. Pre-Jurassic Evolution of East Asia[A] 4th Int. Symp. IGCP Project. Rep. Abstr. 1989 ,1 , 11~12.

[3] Brasnsden P J E. and Matthews C R. Structural and stratigraphic evolution of the East Java Sea[A] Indonesia. Proc. 21st Ann. Conv. IPA , 1 ,1992 , 453~496.

[4] Rodolfo K. S. Bathymetry and marine geology of the Andaman Basin and tectonic implications for Southeast Asia[J] Geol. Soc. Am. Bull. , 1969 , 80 ,1203~1230.

[5] Haile N S. McElhinny M W. and McDougall I. Paleomagnetic data and radiometric ages from the Cretaceous of West Kalimantan (Borneo) and their significance in interpreting regional structure[J] J. Geol. Soc. London , 1977 , 133 , 133~144.

[6] Tapponnier P, Pletzer G, Le Dain A Y, et al. Propagating extrusion tectonics in Asia , new insights from simple experiments with plasticine[J] Geology , 1982 , 10 , 611~616.

[7] 姚伯初 ,曾维军 ,Hayes ,等.中美合作调研南海地质专报[M] 武汉 :中国地质大学出版社 ,1994.191~194.

[8] Hall R. The plate tectonics of Cenozoic SE Asia and the distribution of land and sea[A] In Robert Hall and Jeremy D. Holloway (ed.) , Biogeography and Geological Evolution of

SE Asia[C]1998.99~131.

[9] 姚伯初. 东南亚地质构造特征和南海地区新生代构造发展史[J]. 南海地质研究, 2000, (11): 1~13.

[10] 吴进民. 南海西南部人字形走滑断裂体系和曾母盆地的旋转构造[J]. 南海地质研究, 1997, (9): 54~66.

[11] Abdul M M, Robert H F, Wong. Seismic sequence stratigraphy of the Tertiary sediments, offshore Sarawak deep water area, Malaysia[A]. In: Teh G.H. (Ed.) Proc. AAPG-GSM international Conference on Southeast Asia Basins: Oil

and Gas for the 21st Century[C]. Bull. of the Geological Society of Malaysia. 1995, 37, 345~361.

[12] Matthews S J, Fraser A J, Lowe S et al. Structure, stratigraphy and petroleum geology of the SE Nam Con Son Basin, offshore Vietnam[A]. In: Fraser J, Matthews S J and Murphy R W(eds) Petroleum Geology of Southeast Asia. Geological society special publication[C]1997 (126): 89~106.

[13] 王嘹亮, 梁金强, 曾繁彩. 北康盆地新生代沉积特征[J]. 南海地质研究, 2000, (12): 58~72.

History of the Cenozoic sedimentary evolution of the Beikang Basin, southwestern South China Sea

WAND Liao-liang¹, WU Neng-you¹, ZHOU Zu-yi², CHEN Qiang¹

(1. Guangzhou Marine Geological Survey, Guangzhou 510760, Guangdong, China;

2. Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: The Beikang Basin is an important Cenozoic sedimentary basin located at the southwestern margin of the Nansha massif, in the middle part of the Nansha sea area. It has good petroleum potential. In recent years, the Guangzhou Marine Geological Survey has completed about 20,000 km seismic profiles and related gravity and magnetic surveys in an area of more than 60,000 km² in the basin. On the basis of an analysis of the regional geological setting, the authors have carried out the correlation of seismic strata and detailed seismic facies analysis, and then three super-sequences and seven sequences are distinguished. The sedimentary facies of five sequences among them have been analysed and their sedimentary facies maps drawn. Before the late Eocene, the Beikang basin was located at the edge of the Paleo-South China Sea, and its northwestern part was marked by continental facies and the southeastern part was marked by the littoral-neritic environment. In the late Eocene to the early part of the early Oligocene, the Nansha massif was separated from the South China continental block and drifted away to the south. Concomitantly with the passive subduction of oceanic crust of the Paleo-South China Sea and spreading of the Neo-South China Sea, the waters of the basin deepened. Then except in its northwestern part where there was continental facies, the basin was mainly occupied by the marine environment. After the early Oligocene, the Nansha massif was amalgamated with the Borneo massif. Then the neritic-bathyal environment gradually predominated in the Beikang basin. Pursuant to the law of sedimentary evolution of the Beikang basin, Paleogene lacustrine and swampy mudstone and early Miocene neritic mudstone are favorable hydrogen source rocks, contemporaneous deltaic sandstone and littoral sandstone and late Miocene turbidites are main reservoir rocks, the regional covers consist of neritic to bathyal mudstone and sandy mudstone developed since the late Miocene, and the local covers include lacustrine mudstone and neritic sandy mudstone, mudstone and lime mudstone.

Key words: Nansha massive, Beikang basin, Cenozoic, sedimentary facies