

文章编号: 1009-3850(2007)02-0037-08

广东三水盆地古近纪岩相古地理特征及演化

侯明才, 陈洪德, 田景春, 万 梨

(成都理工大学 油气藏地质及开发工程国家重点实验室, 四川 成都 610059)

摘要: 根据大量的区域地质、钻井岩心、野外露头等资料, 以及年代地层和生物地层的研究成果, 将三水盆地古近纪地层划分出一个盆地充填层序、两个构造层序和 6 个层序; 在构造层序地层研究基础上, 以层序为编图单元, 采用压缩法和瞬时作图法, 编制了三水盆地古近纪层序岩相古地理图, 系统地阐述了层序岩相古地理特征; 通过古近纪不同时期的层序岩相古地理演化, 将沉积充填分为湖泊细碎屑加积和顶部粗碎屑堆积两个演化阶段。

关键词: 三水盆地; 古近纪; 构造层序; 岩相古地理; 广东

中图分类号: P512.2

文献标识码: A

1 概述

三水盆地为东南沿海中、新生代串珠状红盆群之一, 位于珠江三角洲西北部, 北至广东清远, 南至南海九江, 西至广利, 东至广州黄埔港, 面积约 3300km²。三水盆地夹持于粤中拗陷北东向的恩平-新丰断裂带与吴川-四会断裂带和北西向的西江断裂与三州-西樵山断裂带之间, 具有东西向和南北向双重分布的特点, 盆地内以北东向及北西向断裂为主。横贯盆地的东西向广州-三水断裂(罗得山断裂西段)对盆地的形成及演化起着重要作用(图 1)。

三水盆地古近纪地层发育良好, 层序清楚, 化石丰富, 研究较详细^[1-9], 是我国非海相古近纪地层及生物群研究程度较高的盆地之一, 经常被作为典型地区加以对比和引用。20 多年来, 为油气、膏盐等矿产资源和水文、工程地质勘查, 在三水盆地中施工了 400 多口钻井(其中深井 187 口), 积累了十分丰富的地层和化石资料。据不完全统计, 近 200 口钻井共采集微体化石样品约 12000 个, 主要为介形虫化石和轮藻化石, 含有有孔虫、多毛类虫管和沟鞭藻等多种化石。并且针对研究区做了许多有关古生物^[2,5]、

古地磁测定^[7]、沉积物粒度分析^[8]、盆地充填序列及构造演化等专题的研究^[9], 但是沉积体系及岩相古地理特征及演化方面的研究却很少。本文通过对大量的区域地质、岩心、露头、录井、测井和地震资料的详细研究, 在层序和层序关键界面研究的基础上, 充分吸收和利用年代地层和生物地层的研究成果, 对研究区古近系进行了构造层序划分。并以层序为编图单元, 采用压缩法和瞬时作图法, 编制了三水盆地古近纪层序岩相古地理图, 为三水盆地的进一步油气勘探提供指导。

2 构造层序划分

2.1 层序界面识别

盆地充填层序作为三水盆地最低级别的层序, 反映了陆盆转换或复合陆盆产生、叠加与封闭的过程, 其层序界面应为盆地性质发生转换的构造事件所形成的不整合面。构造层序是盆地充填层序阶段性的反映, 由一系列层序构成, 其分界面为大区域不整合, 记录着构造过程性质的转换或重大构造事件; 层序是构造层序的基本组成单元, 相当于一个“中级”基准面穿越旋回(0.5~5Ma)所形成的地层体。

收稿日期: 2007-05-08

第一作者简介: 侯明才, 1968 年生, 副教授, 从事层序地层学和含油气盆地分析。

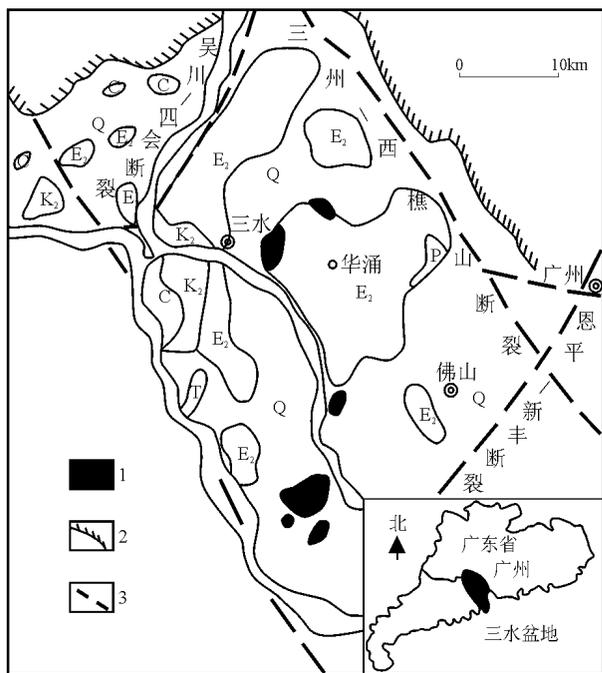


图1 广东省三水盆地地质简图^[1]

Q. 第四系; E₂. 始新统; K₂. 上白垩统; T. 三叠系; P. 二叠系; C. 石炭系。1. 火山岩; 2. 盆地边缘; 3. 断层

Fig. 1 Simplified geological map of the Sanshui Basin, Guangdong (after Liu Chunlian, 2004)

Q= Quaternary; E₂= Eocene; K₂= Upper Cretaceous T= Triassic; P= Permian; C= Carboniferous. 1= volcanic rock; 2= basin margin; 3= fault

基准面旋回二分时间单元界线转换点,即可容纳空间增加到最大值或减少到最小值单向变化的极限位置,可作为层序划分界面或对比的优选位置。这转换点在层序中的表现为:(1)基准面下降形成的地表削蚀作用、河流回春下切形成的河道滞留物、三角洲的深切谷以及河道间的古土壤层、钙质结核层等早期暴露成岩标志,以及基准面高位时沉积物,如黑色粘土岩、蒸发岩盐、自生碎屑岩富集层、煤层等;(2)岩相类型或组合在垂向剖面的相序转换位置,如水体向上变浅相序(组合)或水体向上变深相序(组合)的转换处,以及其所反映的砂、泥岩厚度比或叠加样式旋回性变化。

2.2 层序划分方案

三水盆地古近系自下而上为莘庄村组(E_{1x})、怖心组(E_{1-2bx})、宝月组(E_{2by})和华涌组(E_{2h})。地层产状较缓,钻遇最大地层倾角为24°。根据构造层序的划分方法,将其划分为一个盆地充填层序(FSQ1)、2个构造层序(TSQ1、TSQ2)、6个层序,层序平均年龄7.5Ma。按照最大洪泛面,将各构造层序

划分为基准面上升的湖盆扩张体系域(EST)和基准面下降的湖盆收缩体系域(WST)(图2)。

3 岩相古地理特征

本文采用压缩法和瞬时作图法,以层序为主要成图单元编制了三水盆地古近纪共6张层序岩相古地理图。

3.1 层序SQ1(莘庄村早期)

层序SQ1代表了莘庄村组下部马房段(图3)。此时沉降中心迁移至西部的三水、宝月、河口地区,东部演变为冲积平原、沼泽。由于燕山运动V幕的影响,先前沉积的SQ4期的沉积物多遭受剥蚀,因此SQ1沉积物总体较粗。在东南边广州盐步—白鹤洞附近,为沼泽相的砂泥岩沉积,含多层石膏;在佛山—南海以南的石湾地区(以水17井、水38井、水36井和水59井为代表),也为沼泽相沉积;西部河口、三水、宝月等地区,为浅湖相沉积物。其中,河口—宝月一线以西发育两个扇三角洲沉积体系,沉积物粒度较粗,分选较差,显示了近源沉积的特征;以东的三水—宝月地区,为浅湖相沉积区。其余广大地区为冲积平原沉积区。露头 and 钻井资料显示,在北边的乐平—官窑—广州以北、水74井—西樵山—冯村以南,没有接受沉积。

3.2 层序SQ2(莘庄村中—晚期)

同SQ1相比,层序SQ2湖侵范围有所扩大,水体进一步加深,尤以盆地西部的宝月、河口、三水地区表现得较明显(图4)。在盆地东南部的盐步—白鹤洞为浅湖相沉积区(季节性),在石湾等地为沼泽相的砂泥岩。盆地西部的宝月、河口、三水地区,浅湖沉积区演变为半深湖沉积区,沉积物为暗红、暗紫红色与深灰、灰黑色相间的灰质泥岩、泥灰岩、泥质粉砂岩,夹多层石膏。富含介形虫、叶肢介、腹足类、轮藻、孢粉等化石。在三水—水53—水深6—南3—隔5—一线以东,水66—水深21—水深39—水55—水深40—水40以西为浅湖沉积区。北边清远石角高嘴有扇三角洲自北向南注入湖盆。SQ5期为无沉积区的乐平、官窑地区和南边的西樵山—冯村地区,也演变为冲积平原区。

3.3 层序SQ3(怖心期)

层序SQ3是三水盆地发育的鼎盛时期,沉降幅度最大、覆水最深,以发育大套深灰色灰质泥岩、泥灰岩为主要特征。除盆地边缘以外,沉积厚度达300~700m(图5)。深湖沉积区位于西部的宝月—水深1井—ZK37—ZK28—ZK27—一线,以含大套的油

年代地层		岩石地层					岩性特征	层序地层					
系	统	组	段	代号	柱状图	厚度(m)		盆地充填层序	构造层序	体系域	层序	层序界面	
第四系		Q					48	淤泥、粘土、砂砾层					
古近系	上新统	华组	金星岗段	E_2Jj		323	浅灰、棕灰色砂砾岩、含砾砂岩。红棕色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩夹深灰色灰质泥岩。	FSQ1	TSQ2		SQ6		
			西樵山组	西樵山段	E_2Jx		396						灰绿色凝灰岩，角砾凝灰岩、粗面岩、玄武岩，与浅灰色砂砾岩、棕色粉-细砂岩，深灰、杂色泥岩夹薄层灰岩，泥灰岩。
				山段	E_2Jy		263						灰绿色角砾凝灰岩、凝灰质砂砾岩、流纹斑岩与浅灰色砂砾岩、棕色粉-细砂岩夹泥岩。
		宝月组	三段	E_2Jy^3		326	紫灰、暗紫红色砂质泥岩、泥质粉-细砂岩与浅灰色含砾砂岩、砂砾岩互层夹杂色泥岩。						
			二段	E_2Jy^2		307	棕褐色粉砂岩与细-中粒砂岩互层，夹含砾砂岩和深灰色泥岩，粉-细砂岩交错层理发育。						
			一段	E_2Jy^1		193	深灰、棕色灰质泥岩夹粉砂岩、细砂岩。						
	下始新统	怖心组	高岗段	E_2bg		143	深灰色灰质泥岩夹棕色粉砂岩、泥岩、盐岩，底为凝灰岩。						
			丰岗段	E_2bf		130	深灰色含膏灰质泥岩夹粉-细砂岩和盐岩层。						
			大岗段	E_2bd		130	灰色中-粗粒砂岩，深灰色泥岩互层，含石油、天然气。						
			红岗段	E_2bh		266	深灰色灰质泥岩。泥灰岩、灰岩、劣质油页岩夹粉砂岩、凝灰岩。						
		莘庄村组	良坑段			100	暗棕色与深灰色相间的泥岩、泥灰岩、粉砂岩夹石膏层。						
			大坑段			140	棕红色泥岩、粉砂岩夹深灰色泥岩和石膏层。						
		马房段			60	砂砾岩，含砾砂岩。							

图2 三水盆地古近系层序划分方案

Fig. 2 Division of the Palaeogene sequences in the Sanshui Basin

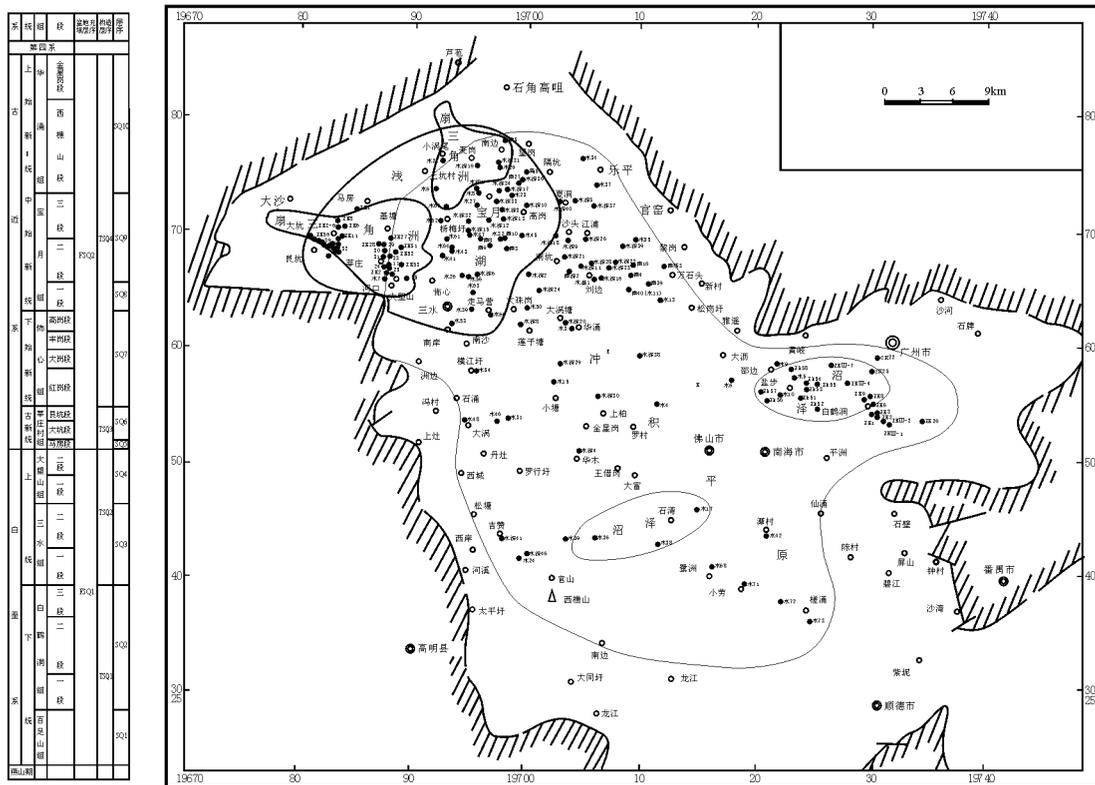


图3 三水盆地层序SQ1岩相古地理图

Fig. 3 Sedimentary facies and palaeogeographic map during the deposition of the sequence SQ1 in the Sanshui Basin

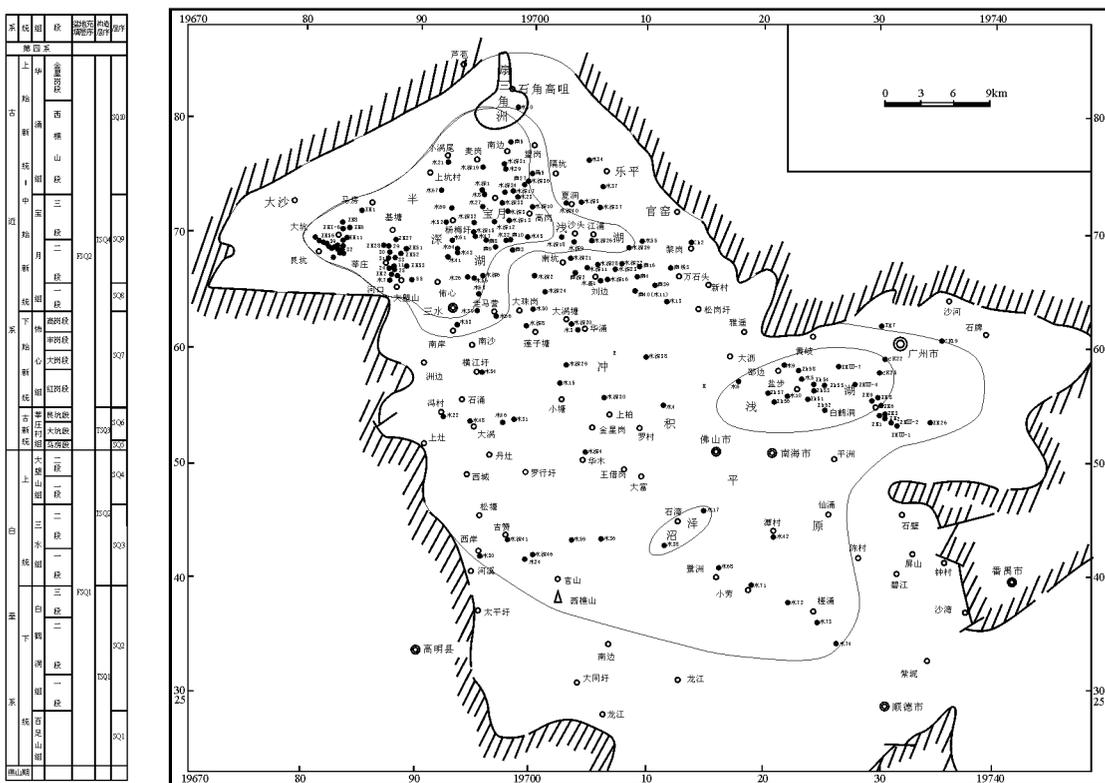


图4 三水盆地层序SQ2岩相古地理图

Fig. 4 Sedimentary facies and palaeogeographic map during the deposition of the sequence SQ2 in the Sanshui Basin

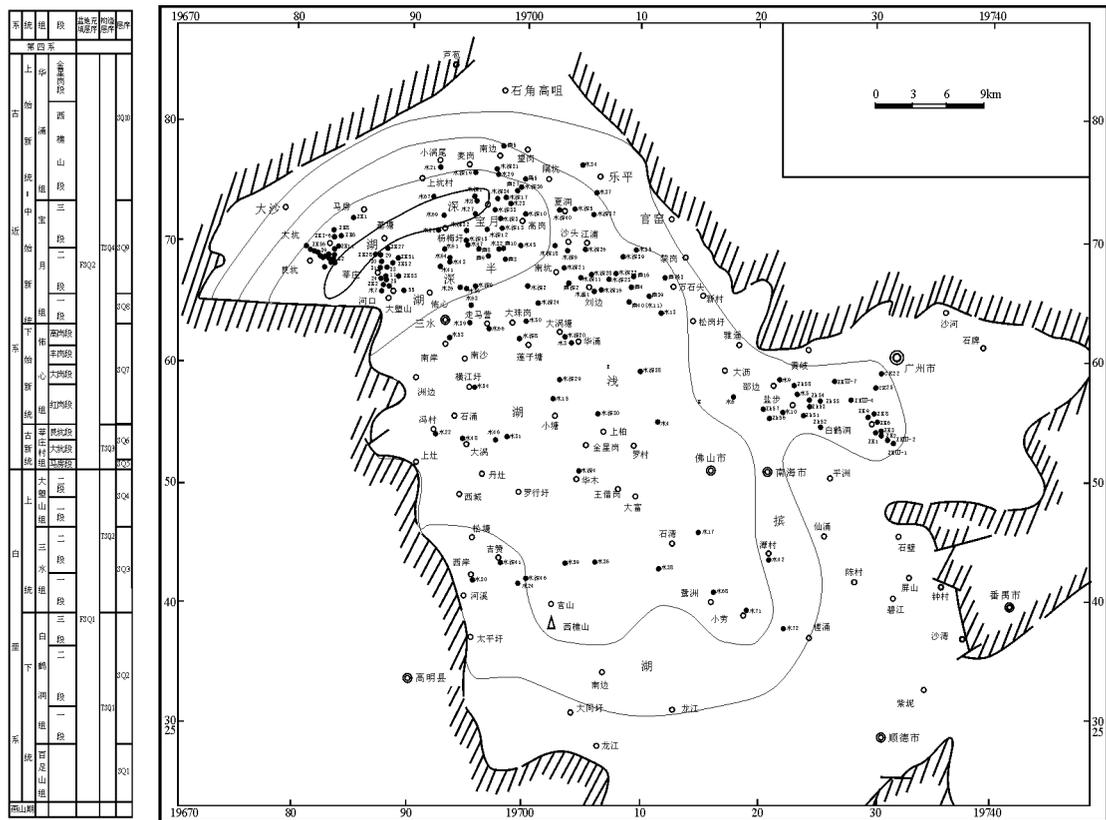


图5 三水盆地层序SQ3岩相古地理图

Fig. 5 Sedimentary facies and palaeogeographic map during the deposition of the sequence SQ3 in the Sanshui Basin

页岩为特征, 夹有泥灰岩、鲕粒灰岩, 也是三水盆地的主力烃源岩分布区。在宝月、河口、三水至深湖沉积区的区域为半深湖的灰质泥岩、含膏泥岩。大沙—乐平—官窑—佛山—潭村—西樵山—线以内的广大地区为浅湖沉积区, 以外的区域为滨湖沉积区。与前几个层序明显不同的是, 以前一直为浅湖沉积区的盐步地区演变为滨湖区, 很可能意味着盆地的沉降中心由东向西转移。另外怖心组的油页岩中含有海相浮游有孔虫化石 *Miliolidae*, *Discorbidae*, *Nonionidae*, *Spirillinidae*, *Serpulidae*^[9]。刘春莲等(2004)对三水盆地古近系湖相沉积岩的氧、碳同位素的研究结果显示, ¹⁸O 比值的变化在怖心组红岗段的底部、中部和上部中出现三次明显的突然高值期, 变化幅度分别达7.4‰、5.37‰和7.48‰。上述事实说明在盆地强烈扩张期曾部分与外海沟通。但是沟通的通道在何处, 需要进一步深入研究。

3.4 层序SQ4(宝月早期)

同SQ3相比, 层序SQ4沉积格局没有大的变化, 但湖侵范围稍有缩小(图6)。沉积物总体为较细粒的深灰、紫灰色灰质泥岩与灰色、紫灰色灰质粉砂岩, 夹紫灰、浅灰色细砂岩, 在边缘有交错层理的

含砾砂岩、砂砾岩、粉砂岩。产介形虫和腹足化石。宝月一带仍然为半深湖相沉积; 三水—河口—水21井—乐平—大沥—盐步—佛山—水71—线以内的广大区域为浅湖相的沉积区, 向外逐渐过渡为滨湖相沉积区。由于湖平面的下降, 陆源碎相盆地注入, 在南部的冯村和西南部的龙江—西樵山—线发育扇三角洲沉积。

3.5 层序SQ5(宝月中—晚期)

与SQ4相比较, 层序SQ5盆地水体进一步变浅, 沉积范围进一步收缩(图7)。宝月、小塘、民乐3个沉降中心由西北向东南顺次展布, 皆为浅湖沉积区, 沉积物为深灰色灰质泥岩、粉砂质泥岩、粉砂岩。之前为滨浅湖沉积物覆盖的区域演变为冲积平原, 以氧化色调的砂砾岩沉积为主。在广州以西, 发育冲积扇。特别提及的是, 在丹灶、华涌、沙头圩等地的钻井中, 发现宝月组有凝灰岩或凝灰质砂岩的夹层, 说明火山活动在局部区域发生。

3.6 层序SQ6(华涌期)

层序SQ6代表三水盆地最晚期的沉积。由于新构造运动的剥蚀, SQ6层序保留不全, 大多数地方缺失层序上部的金星岗段。与前期沉积相比, 湖盆



图 6 三水盆地层序 SQ4 岩相古地理图

Fig. 6 Sedimentary facies and palaeogeographic map during the deposition of the sequence SQ4 in the Sanshui Basin

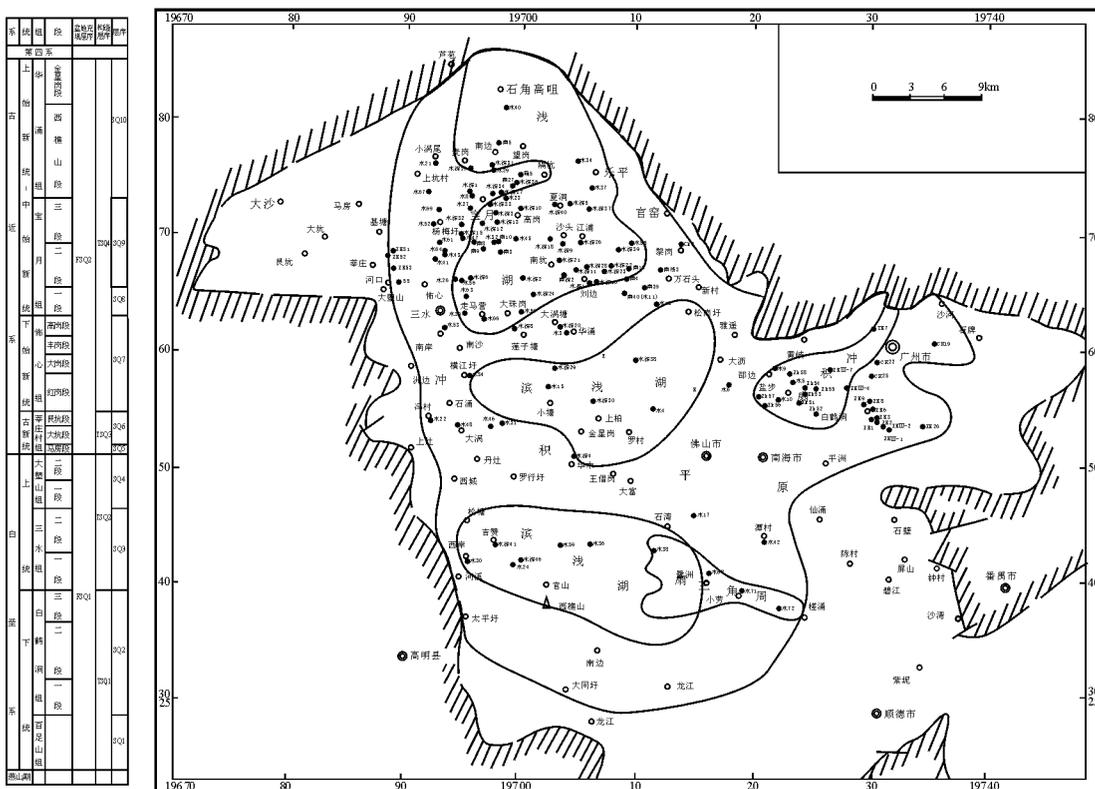


图 7 三水盆地层序 SQ5 岩相古地理图

Fig. 7 Sedimentary facies and palaeogeographic map during the deposition of the sequence SQ5 in the Sanshui Basin

范围大大缩小。沉积物分布在盆地中的宝月—乐平以南,西樵山以北,西南镇—太平圩以东及乐平—石湾镇以西的南坑—华平—华涌—小塘—华木—西樵山等地(图8)。浅湖相沉积物被围限在华涌—水基1井—水深23井—南浅3井—水深17井—水37井—水深40—水37井—水66井—水52井之内,西部河口附近发育一扇三角洲。其余为冲积平原沉积区。除此之外,在小塘、水30井、水15井、水59、水36井有火山岩喷发。

4 沉积演化

通过三水盆地白垩纪沉积体系^[10]和层序岩相古地理展布特征的研究,可以清楚的阐明垂向上的沉积演化序列。根据盆地充填物的情况,可以将古近纪盆地的沉积充填分为以下两个阶段(图9):

4.1 湖泊细碎屑加积阶段

该阶段包括层序SQ5、SQ6、SQ7发育时期。岩相组合和沉积面貌与前两个阶段差别明显。以细碎屑的悬浮载荷占优势,尤以SQ7时更加明显。仅在SQ5时期,于盆地的西部边缘地带发育粗碎屑的扇三角洲沉积。沉积中心和沉降中心向西转移。从这3个时期的古地理图可以清楚的看到,从SQ5→SQ6

→SQ7,东部地去由大面积的冲积平原、沼泽,演化为滨—浅湖沉积区。SQ7时期,三水盆地达到最大湖泛期,在盆地西部宝月一带,出现了以油页岩为代表的深湖相沉积。这意味着盆地裂隙最大,基底沉降速度稳定而且大。在半深湖—深湖相区, $A/s > 1$, 盆地处于欠补偿沉积状态。

值得注意的是盆地西部SQ5、SQ6时期的沉积体系展布。SQ5时期发育在西端大沙和水21井附近的两个扇三角洲;在SQ6时期,迁移到了盆地北部的清远石角高嘴一带。显示了吴川—四会等北东向断裂的右行走滑作用。

4.2 顶部粗碎屑填积阶段

该阶段相当于SQ8、SQ9、SQ10沉积时期。其与下伏沉积物呈过渡关系,垂向上显示向上变粗的旋回,表现为明显的水退序列。盆缘沉积物供应充足,通常以冲积扇、扇三角洲的形式向盆地进积。同时火山活动加强,喷发的规模越来越大,喷发的频率也越来越高。表明盆地走向衰亡。

由此可以看出,三水盆地古近纪沉积时期,盆地充填经历了SQ1、SQ2和SQ3时期的湖泊细碎屑加积阶段,到SQ4、SQ5和SQ6时期的顶部粗碎屑填积阶段,盆地逐渐走向消亡的过程。

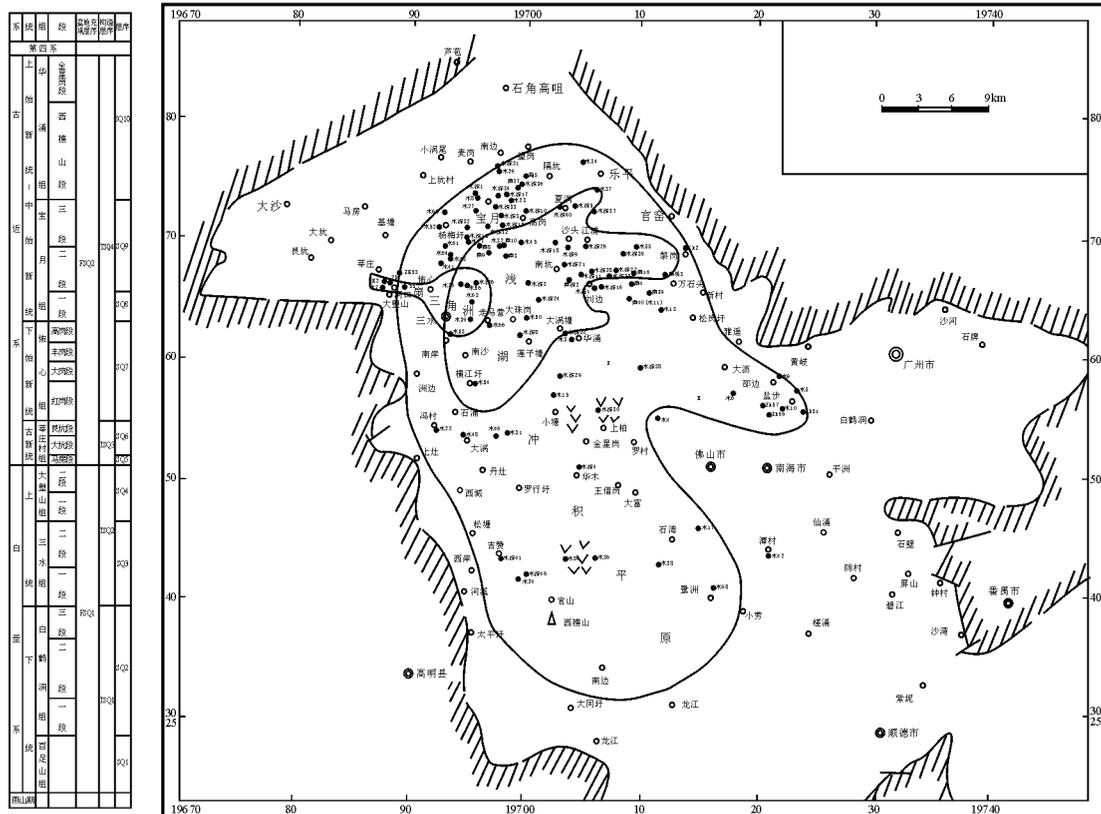


图8 三水盆地层序SQ6岩相古地理图

Fig. 8 Sedimentary facies and palaeogeographic map during the deposition of the sequence SQ6 in the Sanshui Basin

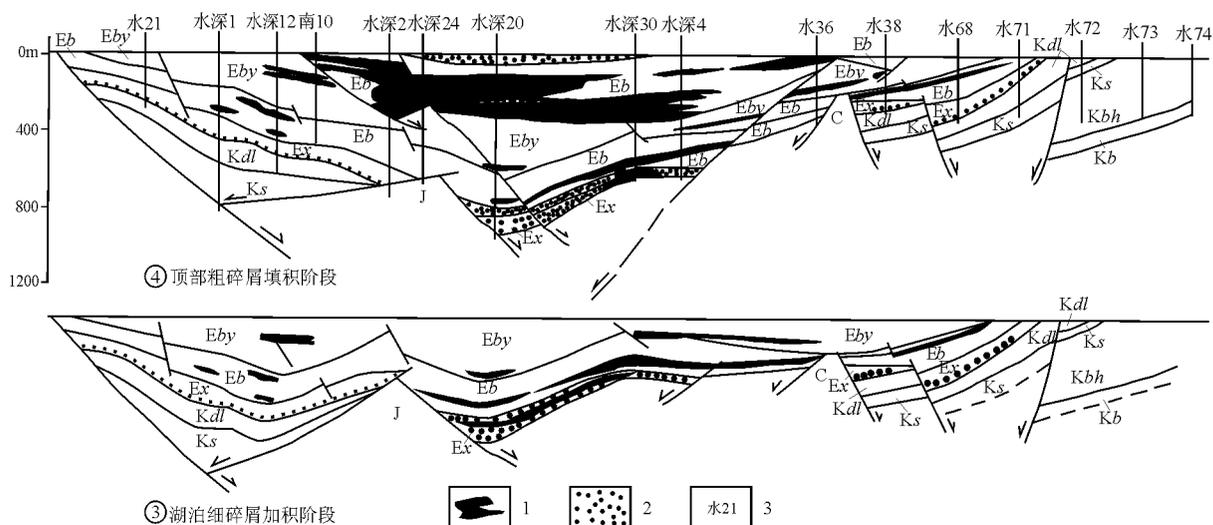


图9 三水盆地古近纪演化阶段示意图(据侯明才等, 2006)

1. 火山碎屑岩; 2. 底砾岩; 3. 钻孔编号

Fig. 9 Sketches to show the evolution of the Sanshui Basin during the Palaeogene (after Hou Mingcai et al., 2006)

1= volcanoclastic rock; 2= basal conglomerate; 3= borehole

参考文献:

- [1] 刘春莲, Franz T F, 白雁, 等. 三水盆地古近系湖相沉积岩的氧、碳同位素地球化学记录及其环境意义[J]. 沉积学报, 2004, 22(1): 36-40.
- [2] 李金刚, 洪文勇, 温永文, 等. 广东三水芦苞一大塘地区古近系早中期淡水生物群落的发现及其地质意义[J]. 华南地质与矿产, 2005, (3): 72-76.
- [3] 董月霞, 肖龙, 周海民, 等. 广东三水盆地双峰式火山岩的空间展布、岩石学特征及其盆地动力学意义[J]. 大地构造与成矿学, 2006, 30(1): 82-92.
- [4] 肖龙, 周海民, 董月霞. 广东三水盆地火山岩: 地球化学特征及成因——兼论火山岩性质的时空演化和南海形成的深部过程[J]. 大地构造与成矿学, 2006, 30(1): 72-81.
- [5] 张伟, 陈丕基. 广东白垩系叶肢介及红层的初步研究[J]. 古生物学报, 1983, 22(3): 56-62.
- [6] 张显球, 周晓萍, 陈修奕. 三水盆地白垩纪—第三纪钻井地层划分对比图集[M]. 北京: 海洋出版社, 1993. 5-82.
- [7] 侯红明, 袁友仁. 广东三水盆地晚白垩世—始新世古地磁研究及构造意义[J]. 热带海洋, 1994, 13(4): 65-72.
- [8] 李志宏. 三水盆地渐新世晚期沉积物粒度分析[J]. 中山大学研究生学报(自然科学、医学版), 2003, 24(2): 2-8.
- [9] 许业熙, 黎汉明, 庄文明. 早第三纪三水盆地的充填序列及构造演化特征[J]. 广东地质, 2000, 15(3): 60-66.
- [10] 侯明才, 陈洪德, 梨治忠, 等. 广东三水盆地沉积体系研究[J]. 地质通报, 2006, 25(9-10): 1175-1183.

Sedimentary facies and palaeogeography of the Sanshui Basin, Guangdong during the Palaeogene

HOU Ming-cai, CHEN Hong-de, TIAN Jing-chun, WAN Li

(State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploration, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China)

Abstract: The tectonic sequences are examined for the Sanshui Basin, Guangdong on the basis of regional geological, well logs, field outcrops, chronostratigraphic and biostratigraphic data. One basin-filling sequence, two tectonic sequences and six sequences have been distinguished and six sheets of sedimentary facies and palaeogeographic maps have been constructed for the Palaeogene strata in the basin. The deposition and filling of the Sanshui Basin spanned two stages: lacustrine fine clastic aggradation in the early stage and coarse clastic filling at the uppermost part in the late stage.

Key words: Sanshui Basin; Palaeogene; tectonic sequence; sedimentary facies and palaeogeography, Guangdong