

广东三水盆地 沉积构造演化

GUANGDONG SANSHUI PENDI CHENJI
GOUZAO YANHUA

侯明才 林良彪 陈洪德 著



地质出版社

广东三水盆地沉积构造演化

侯明才 林良彪 陈洪德 著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书系统论述了位于华南大陆边缘的三水盆地的地层、沉积、层序、岩相古地理格局和沉积构造演化,探讨了盆地形成的大陆动力学机制。

本书适用于基础地质、矿产地质、石油天然气地质工作者,尤其适用于已具备地质基础知识并系统掌握盆地分析和层序地层学理论的地学研究生参考和学习。

图书在版编目(CIP)数据

广东三水盆地沉积构造演化/侯明才等著. —北京:
地质出版社, 2010. 9

ISBN 978-7-116-06860-5

I. ①广… II. ①侯… III. ①构造盆地-沉积构造-
研究-华南地区 IV. ①P512. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 167652 号

责任编辑: 罗军燕

责任校对: 杜 悦

出版发行: 地质出版社

社址邮编: 北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话: (010) 82324508 (邮购部); (010) 82324514 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zbs@gph.com.cn

传 真: (010) 82324340

印 刷: 北京长宁印刷有限责任公司

开 本: 787 mm × 1092 mm ¹/₁₆

印 张: 6.25 插页: 1 页

字 数: 110 千字

版 次: 2010 年 9 月北京第 1 版 · 第 1 次印刷

定 价: 20.00 元

书 号: ISBN 978-7-116-06860-5

(如对本书有建议或意见, 敬请致电本社; 如本书有印装问题, 本社负责调换)

**本专著的出版得到了油气藏地质
与开发工程国家重点实验室（成都理
工大学）和四川省构造地质学重点学
科建设项目（SZD）的资助**

前言

《广东三水盆地沉积构造演化》一书应用沉积学、层序地层学、古生物地层学、构造地质学、区域构造学、岩石学、盆地分析等技术,研究三水盆地的沉积构造演化,取得了以下几个方面的创新认识:(1)确认了白垩纪-古近纪三水盆地存在冲积扇、扇三角洲、河流(辫状河)、三角洲、湖泊等五大沉积体系,并研究了它们的时空分布。(2)首次在三水盆地系统地开展了白垩系-古近系的层序地层学研究,主要内容有:①识别出古风化壳、区域构造不整合面、河道侵蚀冲刷面、钙铁质结核层、相序不连续或相转换面五种形式的层序界面和以油页岩、石膏层、泥灰岩、鲕粒灰岩等为标志的最大洪泛面;②厘定了三水盆地的层序划分方案,建立了三水盆地的层序地层格架,即以层序界面为标志,综合年代地层和生物地层的研究成果,应用构造层序的研究方法,将三水盆地划分为两个盆地充填层序 FSQ1 和 FSQ2,4 个构造层序 (TSQ1 ~ TSQ4),10 个层序 (SQ1 ~ SQ10);③以层序为单位,系统编制了 10 张三水盆地白垩纪-古近纪的层序岩相古地理图,这 10 张古地理图系统反应了三水盆地白垩纪-古近纪的古地理变迁。(3)确定了盆地性质。通过与走滑盆地的经典实例——里奇盆地 (Ridge basin) 进行对比,将三水盆地定义为“一个发育在海西-印支褶皱基底上的走滑盆地”。走滑作用分为 FSQ1 (白垩纪) 时期的左行走滑挤压和 FSQ2 (古近纪) 时期的右行走滑拉张两个阶段。(4)探讨了盆地的形成机制。印度板块对欧亚大陆板块的碰撞作用使华南地块和印支地块向东挤出。白垩纪,印支地块被挤出而且向东移动的速度大于华南地块的移动速度,使盆地北西向的三州-西樵山断裂和西江断裂产生左行走滑,同时,太平洋-库拉板块对欧亚板块的碰撞,使三水盆地所处的应力场为挤压性质,故白垩纪为左行走滑挤压盆地;古近纪,华南地块被挤出而且向东南移动的速度大于印支地块移动的速度,同时,南中国海的扩张使

三水盆地处于张性的构造环境，而东边太平洋-库拉板块对欧亚大陆的碰撞作用减弱，此三者共同作用的结果，使三水盆地的四条边界断裂发生顺时针旋转，盆地性质转为右行走滑拉张。

本研究工作得到了中国石油化工股份有限公司科技开发部和油气藏地质与开发工程国家重点实验室（成都理工大学）的高度重视和大力支持。资助项目有：（1）中石化重大基础研究项目：中国南方中新生代构造-层序岩相古地理研究及编图；（2）四川省构造地质学重点学科建设项目（SZD）。成都理工大学覃建雄教授参加了项目的野外工作，广东佛山地质队的黎汉明高级工程师、原地矿部第十二石油普查勘探地质大队的张显球高级工程师提供了全程的野外指导，苏中堂博士、万梨硕士负责了专著全部的图件清绘和文字的校对。对他们的辛勤的付出表示由衷地感谢！由于作者的水平和能力有限，疏漏之处在所难免，诚请各位同行、专家批评指正。

作者

2010年8月

目 录

前 言

第1章 绪论	(1)
1.1 研究现状	(1)
1.2 研究思路和方法	(4)
第2章 地质背景	(5)
2.1 区域构造	(5)
2.2 地层	(5)
第3章 沉积体系	(13)
3.1 岩相类型	(13)
3.2 沉积体系类型	(15)
3.3 沉积体系特征	(15)
3.3.1 冲积扇	(15)
3.3.2 河流沉积体系	(16)
3.3.3 扇三角洲沉积体系	(17)
3.3.4 三角洲沉积体系	(19)
3.3.5 湖泊沉积体系	(19)
3.4 沉积模式	(23)
第4章 层序地层	(26)
4.1 层序界面	(28)
4.1.1 古风化壳	(29)
4.1.2 区域不整合面	(29)
4.1.3 河道侵蚀冲刷面	(29)
4.1.4 钙铁质结核层	(30)
4.1.5 相序不连续或相转换面	(30)
4.1.6 最大洪泛面	(31)

4.2	层序划分	(31)
4.2.1	层序划分的依据和思路	(31)
4.2.2	层序划分方案	(31)
4.3	层序特征	(32)
4.3.1	白垩系层序特征	(32)
4.3.2	古近系层序特征	(37)
4.4	层序对比	(41)
4.4.1	白垩系层序对比	(41)
4.4.2	古近系层序对比	(46)
第5章	层序岩相古地理特征及演化	(47)
5.1	层序 SQ1 (百足山期) 岩相古地理展布	(47)
5.2	层序 SQ2 (白鹤洞期) 岩相古地理展布	(47)
5.3	层序 SQ3 (三水期) 岩相古地理展布	(48)
5.4	层序 SQ4 (大塍山期) 岩相古地理展布	(49)
5.5	层序 SQ5 (莘庄村早期) 岩相古地理展布	(49)
5.6	层序 SQ6 (莘庄村中-晚期) 岩相古地理展布	(50)
5.7	层序 SQ7 (怖心期) 岩相古地理展布	(50)
5.8	层序 SQ8 (宝月早期) 岩相古地理展布	(51)
5.9	层序 SQ9 (宝月中、晚期) 岩相古地理展布	(51)
5.10	层序 SQ10 (华涌期) 岩相古地理展布	(51)
第6章	盆地演化	(62)
6.1	基底性质	(62)
6.2	边界断裂性质及特征	(66)
6.2.1	吴川-四会断裂带	(67)
6.2.2	恩平-新丰断裂	(67)
6.2.3	三州-西樵山断裂	(67)
6.2.4	高要-惠来深断裂带	(68)
6.3	火山岩类型及特征	(68)
6.3.1	岩石类型及分布	(68)
6.3.2	火山岩岩石地球化学特征	(71)

目 录

6.4 沉积充填序列、盆地演化阶段	(73)
6.4.1 底部粗碎屑进积阶段	(73)
6.4.2 首次湖泛阶段	(74)
6.4.3 湖泊细碎屑加积阶段	(74)
6.4.4 顶部粗碎屑填积阶段	(75)
6.5 盆地性质讨论	(75)
6.5.1 有关走滑盆地的一些基本概念	(75)
6.5.2 三水盆地走滑的地质学证据	(76)
6.5.3 三水盆地与里奇盆地的对比	(77)
6.6 盆地形成的动力机制	(79)
第7章 结论与讨论	(83)
参考文献	(86)

第1章 绪 论

1.1 研究现状

从1992年日本京都的第29届国际地质大会到2004年意大利米兰的第32届国际地质大会,连续四届,无一例外地反映出沉积盆地研究始终保持着地学热点领域地位(尹福光等,2005;许效松,1996;张光亚,1994)。因为沉积盆地不但提供了再造地球动力学历史独一无二的有力工具,而且在满足人类对矿产和能源要求方面也将继续作出更大的贡献。同时,随着人类对环境问题和全球变化的关心和重视,沉积盆地已成为固体地球及其水圈、大气圈和生物圈相互作用研究的一个焦点。

过去的20世纪对于地球科学来讲,最令人振奋的莫过于板块构造理论的形成,它使整个地质学发生了彻底的革命。而建立在大地构造与沉积作用上的沉积盆地分析研究也因板块构造理论的形成进入了系统化、理性化的阶段。在这方面典型的代表人物为 Dickinson W. R. 和许靖华(Hsu K. J.)等(王成善等,2003)。

在板块构造理论框架下,沉积盆地分析的第一个进展就是通过确定充填在沉积盆地中的硅质碎屑成分来研究沉积盆地形成时的构造背景。这在某种程度上构建了碎屑岩物源区与板块构造的关系。

盆地分析的第二个进展就是沉积环境的解释。在盆地分析框架下进行沉积体系和沉积环境的典型研究,首推 Crowell (1974a) 对加利福尼亚盆岭地区渐新世盆地的研究,他通过分析沉积体系与盆地构造背景,认为里奇盆地(Ridge basin)是在圣安德烈斯转换断层系(transform faults)演化过程中形成的一个小型拉分盆地(pull-apart basin)。

盆地分析的第三个进展就是描述盆地埋藏历史以及与盆地沉降模拟相关的研究。它从一个单纯裂谷盆地的热分析到与沉积速率、水深史和压实史相结合所进行的地史分析(geohistory analysis),就是被后人所称道的 Van Hinte 图解(1978)。

盆地分析的第四个进展就是地球物理学家和地质学家在地震反射资料基础上所发展起来的地震地层学(seismic stratigraphy),它使得我们更加清楚和科学地解释埋藏于地下的大陆边缘盆地。此外,这方面发展的“副产品”并且是一个令人

兴奋的进展就是 Exxon 公司研究组提出的海平面变化曲线以及随后形成的层序地层学 (sequence stratigraphy)。由于层序地层学创造性地将沉积作用、海平面变化、构造作用等因素有机地结合在一个模式中,并在油气勘探中取得了明显的效果,所以至今它仍然是盆地分析研究中的重要领域之一。

综上所述,现代沉积盆地分析的理论是建立在板块构造框架基础上,强调将盆地视为一个整体,通过多学科和多手段综合研究盆地充填物特征,特别强调盆地形成时的背景分析(如大地构造、古气候、海平面等),科学客观地分析构造演化与沉积演化的关系,充分注重时空配置的关系以及盆地后期改造的恢复。

亚洲东部大陆边缘是大陆岩石圈与大洋岩石圈的交接带,是全球岩石圈结构最复杂的地带。亚洲东部大陆边缘的构造扩张出现在晚白垩世-新生代,其最重要的事件就是西太平洋一系列海沟、岛弧和边缘海的形成。虽然目前许多学者对沟、弧、盆的成因尚存在着不同的解释,但愈来愈多的地质和地球物理资料表明,大陆边缘的构造扩张是主要的背景(杨森楠等,1992)。华南地块作为东亚陆缘最典型的一部分,它位于海陆板块作用的前沿。白垩纪以来,成串珠状分布于华南地块东南边缘的中新生代红盆记录了这些地质信息,是进行东亚陆缘研究的理想场所。本研究选择三水盆地作为该盆地群的代表,应用盆地分析的理论和方法,研究其沉积构造演化,旨在进一步查明亚洲东部大陆边缘中新生代的构造活动机制。

三水盆地位于广东省中部,面积约 3300km²,为一近似菱形状的白垩纪-古近纪盆地。盆地夹持于北东向的吴川-四会断裂及恩平-新丰断裂之间,盆地东北部及西南部边界则由发育较晚的北西向的三水断裂系控制。盆地内以北东向及北西向断裂为主;横贯盆地东西向的广三断裂(罗得山断裂西段)对盆地的形成及演化起着重要作用(图 1.1)。

三水盆地白垩纪-古近纪地层发育良好、层序清楚、化石丰富、研究较详细(唐鑫等,1964;王将克等,1981;沈炎杉等,1979;张韦等,1983;黄宝玉等,1982;余汶等,1982;余静贤等,1981;黄仁金等,1984;宋之琛等,1986;张显球,1984),是我国非海相白垩纪-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。近 20 多年来,因油气、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,有近 200 口钻井共采集微体化石样品约 12000 个,分析结果含介形虫化石的样品有 4319 个,含轮藻化石的样品有 1833 个。还采集分析鉴定了有孔虫、多毛类虫管、鲕鲕类和沟鞭藻、叶肢介、双壳类、腹足类、昆虫、鱼类、恐龙蛋、哺乳类、孢粉和植物等门类化石。

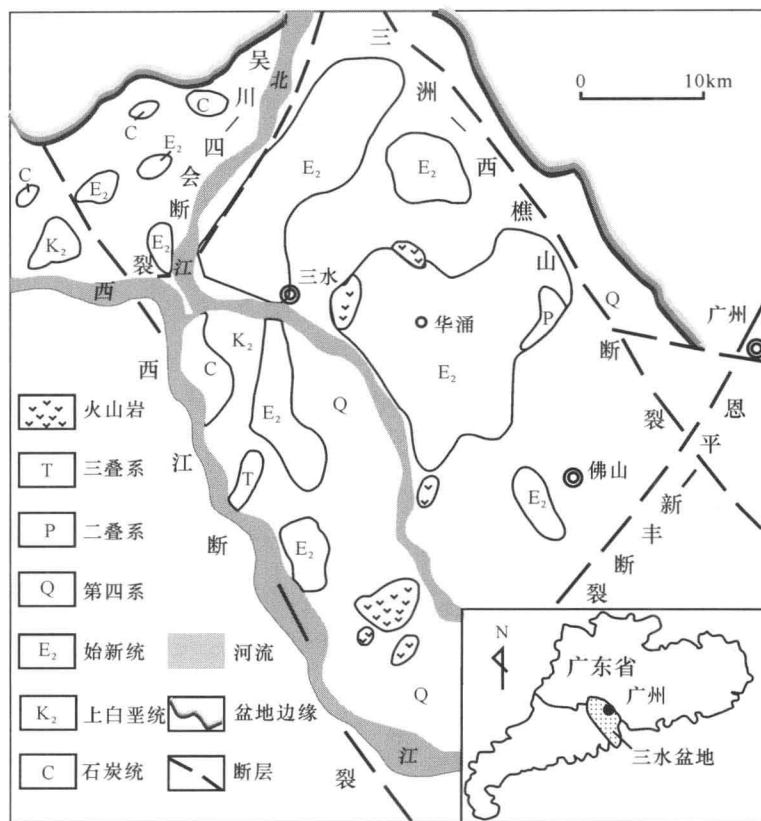


图 1.1 广东省三水盆地地质简图

(据刘春莲等, 2004)

并有专题研究成果：中国科学院贵阳地球化学研究所等单位对盆地内的火山岩作过较系统的 K-Ar 法同位素年龄测定，中国科学院南海海洋研究所（侯红明等，1994）对盆地东南部顺德市小劳-伦敦一带水 71 ~ 74 井的白鹤洞组至莘庄村组作过较系统的古地磁测定，原地质矿产部第二海洋地质调查大队对隔坑地区隔 1 和隔 5 井的宝月组和华涌组下部地层也作过较系统的古地磁测定。刘春莲等（2004）研究了三水盆地古近系湖相沉积岩的氢、碳同位素地球化学记录及其环境意义，李志宏（2003）分析了三水盆地渐新世晚期沉积物粒度，许业熙等（2000）研究了古近纪三水盆地的充填序列及构造演化特征，袁友仁等（1992）讨论过华南三水盆地白垩纪-古近纪古纬度漂移与南海演化的关系。通过上述工作，大大提高了三水盆地的研究程度，从众多的钻井剖面中所获取的各项丰富资料及其专题研究成果为三水盆地沉积构造演化的研究提供了有利条件和坚实的基础。

1.2 研究思路和方法

沉积盆地的形成直接受控于盆地基底岩石圈的各种地质作用，盆地中充填的沉积物是盆地水系范围内造山带岩石经风化、剥蚀、搬运并沉积下来的，这些沉积物不仅反映盆地在接受沉积物充填过程中盆地基底的动力学性质，而且还反映周围造山带岩石圈的基本特征。而层序地层学是将沉积作用、海平面变化、构造作用等因素有机地结合在一起的一门学科。因此，本文的总体思路是：以板块构造学、盆地分析、沉积地质学、层序地层学理论为指导，以野外剖面 and 钻井资料为基础，充分结合测井与地震资料，深入认识盆地演化过程中的沉积体系类型及时空展布规律，建立等时层序地层格架。通过系统编制具有精确性、等时性、成因连续性等优点的构造-层序岩相古地理图来反映不同时期盆地的沉积层序发育特征，探讨层序发育特征与盆地演化关系，深刻认识层序充填演化、层序岩相古地理演化与构造演化的规律性，最终查明岩石圈板块活动机制对盆地的控制（图 1.2）。

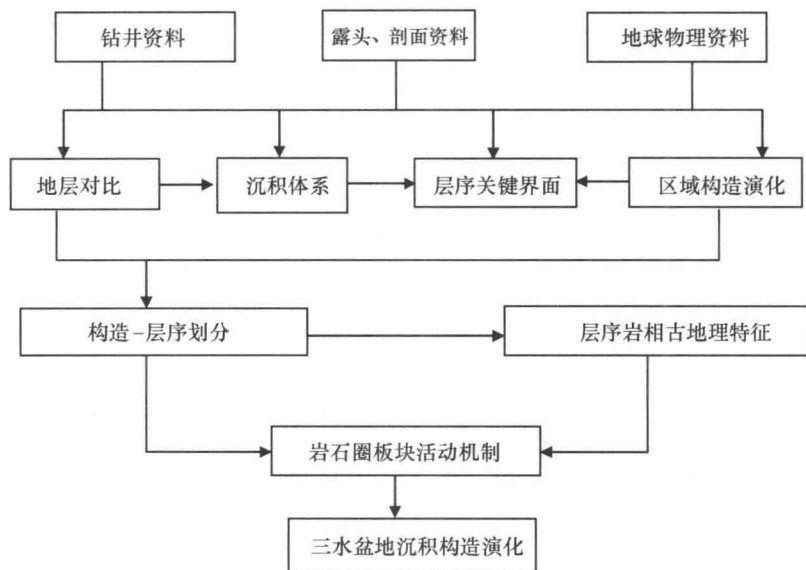


图 1.2 技术路线图

第2章 地质背景

2.1 区域构造

中国东部（大兴安岭、太行山、武陵山一线以东）大陆及沿海大陆架范围内，中生代沉积盆地有 230 多个，其中面积大于 10000 km² 的沉积盆地有 20 多个，其余一大批属于数百至数千平方千米的中小型沉积盆地。三水盆地为中国东南沿海中生代串珠状红盆群的一个（图 2.1）。地理上位于珠江三角洲西北部，北至广东清远市区，南至南海九江，西至高要市广利，东至广州黄埔港。包括广州、佛山、南海及三水市全部，以及清远、四会、高要等市县的一部分，面积约 3300 km²（图 2.1）。三水盆地被夹持于粤中坳陷北东向的恩平-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。盆地内部自西向东可分为大坑凹陷、三水鼻状隆起、石角-三江丹灶凹陷、大沥-官山凸起、盐步石湾凹陷、平洲斜坡，南部为白坭斜坡（李国玉等，2002）（图 2.2）。基底为海西-印支褶皱带，布格重力异常为正值，反映它是一条东西向展布的上地幔隆起带（李志宏，2003）。

2.2 地层

盆地基底为海西-印支期褶皱带。盖层自下而上为下白垩统百足山组（K_{1b}）、下白垩统-上白垩统白鹤洞组（K_{1-2bh}）、上白垩统三水组（K_{2s}）及大塍山组（K_{2d}）。古新统莘庄村组（E_{1x}）、古新统-始新统怖心组（E_{2bx}）、始新统宝月组（E_{2by}）和华涌组（E_{2h}）。地层产状较缓，钻遇最大地层倾角为 24°。

华涌组（E_{2h}）：位于宝月组之上的一套碎屑岩和火山岩。其下部灰白色及紫灰色砂砾岩、含砾砂岩、粉砂岩与火山碎屑岩、流纹岩、粗面岩与玄武岩互层或互为夹层；上部为砖红色-棕红色砂砾岩、含砾砂岩、粉砂岩、泥岩，夹少量玄武岩或凝灰质砂岩。底部以火山岩或火山碎屑岩为标志与下伏宝月组成喷发不整合

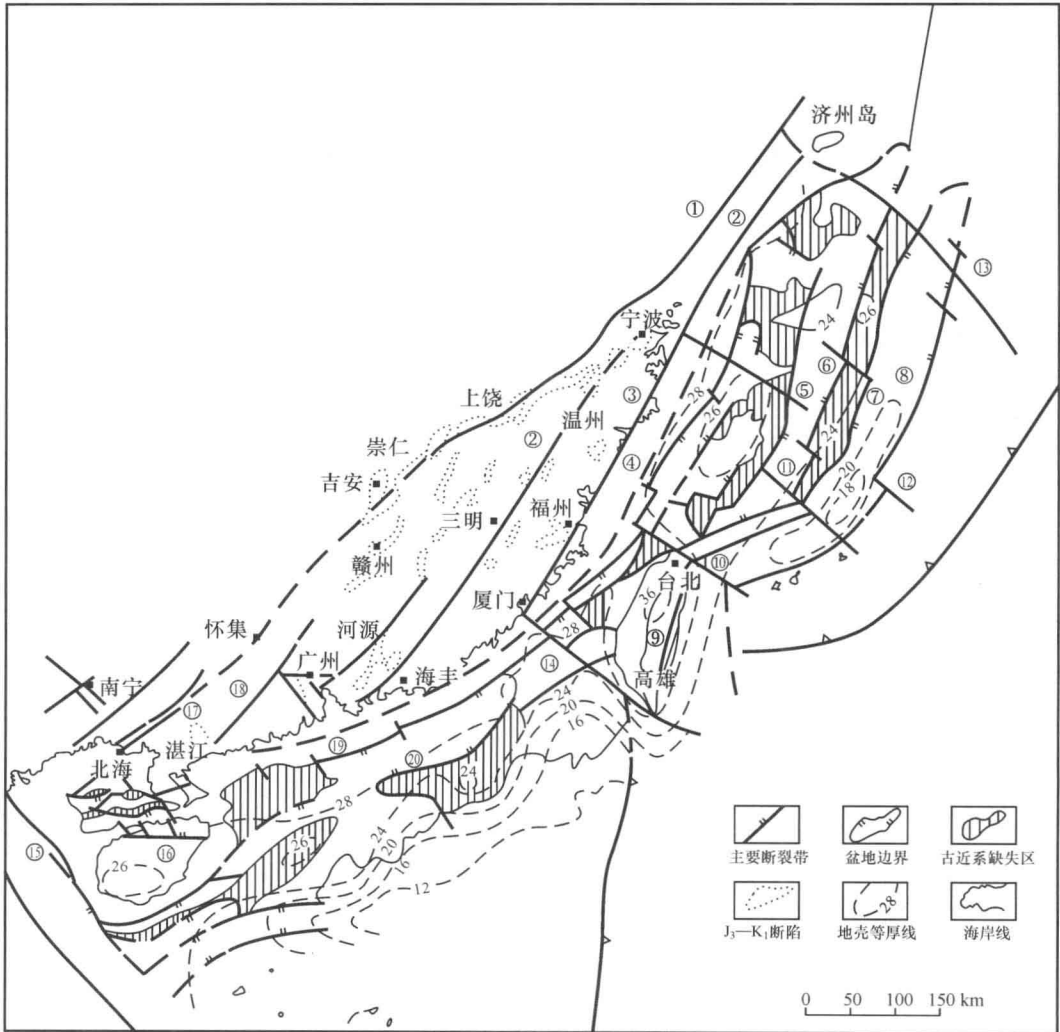


图 2.1 中国东南沿海大陆边缘盆地分布及构造格架图

(譙汉生等, 1999)

- ①江山-绍兴断裂; ②丽水-海丰断裂; ③长乐-南澳断裂; ④渔东山断裂; ⑤东部凹陷带西缘; ⑥陆架外缘隆起西缘; ⑦冲绳海槽西; ⑧冲绳海槽东; ⑨台东纵谷; ⑩闽江东; ⑪梨山; ⑫宫东; ⑬恶石岛-济州岛西南; ⑭巴士海峡; ⑮红河断裂; ⑯安定断裂; ⑰合浦断裂; ⑱吴川断裂; ⑲珠江口盆地; ⑳珠-南盆地

或整合接触, 顶部遭受剥蚀。在正型剖面所在地南海华涌水 3 井总厚度大于 806.80m。分布于三水盆地。下部以熔岩和火山碎屑岩为主, 火山碎屑沉积岩次之, 局部夹玄武岩或凝灰质砂岩。在区域上, 自盆地中心向边缘碎屑变粗, 而火山碎屑的层数及厚度迅速递减。在南海华木、莲子塘、白沙桥、刘边等地, 该组灰色、深灰色泥岩较发育。

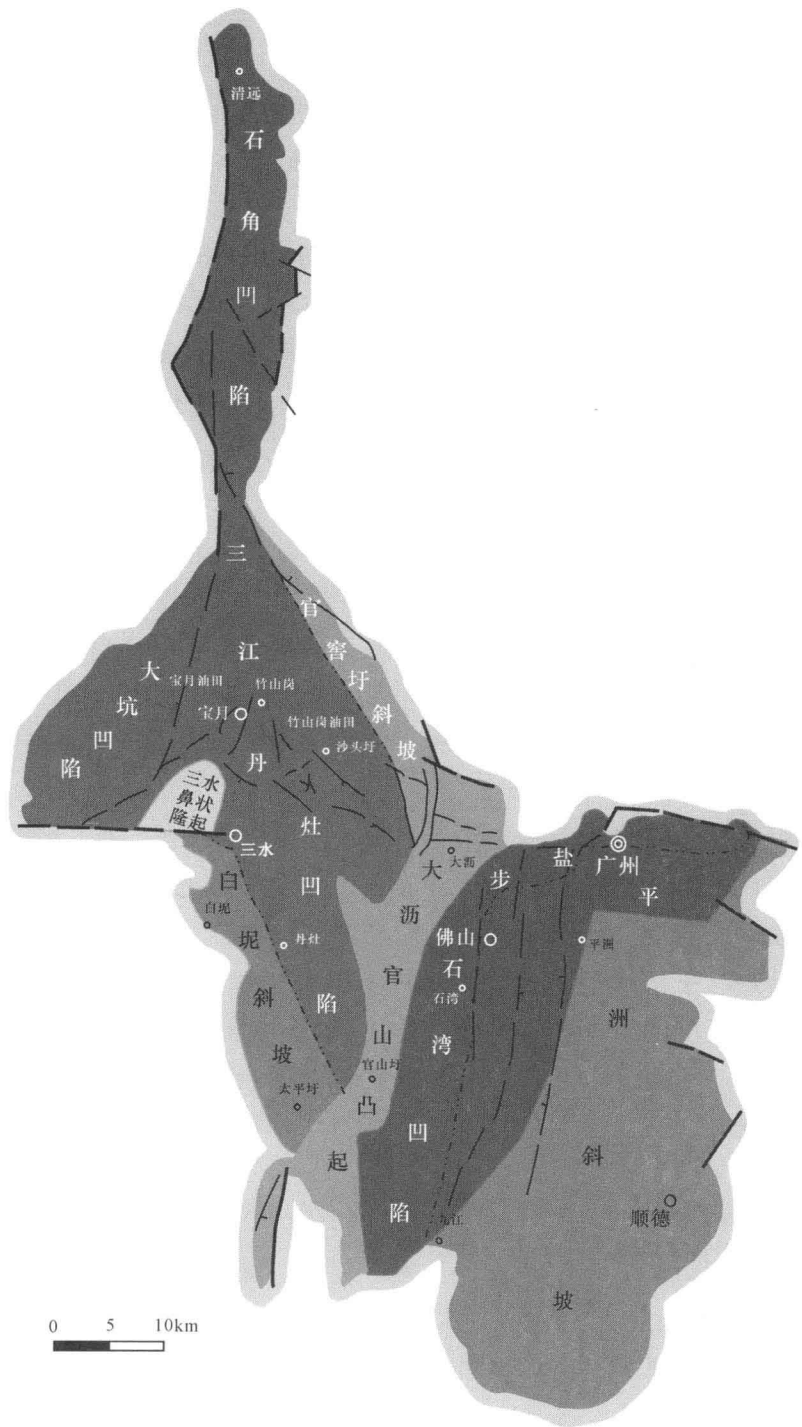


图 2.2 三水盆地次级构造单元划分图
(李国玉等, 2002)

宝月组 (E_2by): 位于怖心组与华涌组之间的一套红色碎屑岩。其下部为深灰色、灰色钙质泥岩与钙质粉砂岩互层, 夹细砂岩; 中部为紫灰色粉砂岩、细砂岩夹含砾砂岩及泥岩; 上部为紫红、棕红、浅灰色砂砾岩与砂岩、粉砂岩互层, 夹泥岩。底部以粉砂质泥岩、粉砂岩、砂岩、含砾砂岩互层为标志与下伏怖心组呈整合接触, 与上覆华涌组凝灰岩或凝灰质砂岩呈整合或平行不整合接触。在正型剖面所在地三水竹山岗水 23 井厚度大于 786.5m。沉积厚度分布如图 2.3 所示。分布于三水、东莞、河源、龙川等地。在三水盆地, 该组岩石自下而上变粗, 沉积韵律发育, 自南向北, 有变细的趋势, 在三水南边, 砂砾岩和含砾砂岩显著减少; 南海丹灶、华涌、沙头等地, 夹有火山岩和火山碎屑沉积岩薄层。

怖心组 (E_2bx): 位于莘庄村组与宝月组之间的一套深灰色岩层。由钙质泥岩、泥灰岩、油页岩、粉砂岩和砂岩组成, 以含油气、膏盐等矿产为主要特征。底部以油页岩为标志与下伏莘庄村组呈整合接触; 与上覆宝月组紫红色砾岩呈整合或平行不整合接触。在正型剖面所在地三水县红岗剖面厚度 99.80m。分布于三水、东莞、河源、龙川等地。在三水盆地宝月至华木一带怖心组的砂岩、泥岩发育, 而灰岩很薄或尖灭。在南海华木和吉利, 下部有厚度达 70~80m 由灰岩砾石组成的砾岩。而在三水乐平、南海官窑、马头岭等地, 砂岩减少, 甚至完全尖灭, 灰岩却逐渐增多。

莘庄村组 (E_1x): 位于大塍山组与怖心组之间的一套下粗上细的红色地层。其下部为暗红色砾岩、砂砾岩、含砾砂岩; 中部及上部为暗红色、灰、灰黑色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、钙质泥岩夹钙质粉砂岩、泥岩、泥灰岩和石膏层。底部以砂砾岩为标志与下伏地层呈整合或平行不整合接触, 与上覆怖心组 (油页岩) 呈整合接触。在正型剖面所在地三水大塍山 ZK52 井总厚度 162.50m, 沉积厚度分布如图 2.4 所示。粒度下粗上细, 在三水盆地的四会大坑, 中部夹薄层灰岩、泥灰岩。南海盐步中部灰岩、泥灰岩发育。在大涡塘、华木、民乐等地, 砂砾岩、含砾砂岩增多, 灰岩、泥灰岩减少。

大塍山组 (K_2d): 整合于三水组与莘庄村组之间的一套灰紫色或暗红色粉砂岩、细砂岩夹砂砾岩、不等粒砂岩和灰黑、灰绿、深灰色钙质泥岩及泥灰岩。以下部粒度较粗, 砾岩、砂粒岩较发育, 上部较细, 泥岩、泥灰岩较发育为特征。在正型剖面所在地三水大塍山 ZK2 井总厚度大于 368.7m, 沉积厚度分布如图 2.5 所示。分布于广州、三水、高要、东莞等地。岩石具有下粗上细的变化趋势, 在三水盆地内自西北往东南变细。在河口, 该组上部砂砾岩较发育, 三水南岸全由砂砾岩组成。在广州长途汽车站、石苇塘, 南海盐步、大沥、沙坑及顺德潭村等