

油气资源与勘探技术教育部重点实验室资助

# 中国南方

ZHONGGUO NANFANG

BAIEXI YOUQI DIZHI TEZHENG

## 白垩系油气地质特征

● 陈 波 著



石油工业出版社

油气资源与勘探技术教育部重点实验室资助

# 中国南方白垩系油气地质特征

陈 波 著

石油工业出版社

## 内 容 提 要

本书共分六章,主要包括:南方白垩纪盆地发育的大地构造背景分析;不同类型白垩纪盆地的构造特征及构造演化特征;南方主要白垩纪盆地的沉积储层特征的描述和分析;白垩纪盆地的油气地质特征及南方白垩系的油气成藏规律和勘探潜力。书中重点阐述了南方白垩系所具有的储层、盖层优势及与它生气源形成的成藏组合特征、白垩系的油气成藏规律、成藏模式及白垩系的勘探潜力。

本书适合从事油气勘探的科技人员及高校相关专业师生参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

中国南方白垩系油气地质特征/陈波著.

北京:石油工业出版社,2008.9

ISBN 978-7-5021-6508-6

I..中…

II. 陈…

III. 白垩纪-石油天然气地质-研究-中国

IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 029971 号

---

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www.petropub.com.cn

发行部:(010)64210392

经 销:全国新华书店

排 版:北京乘设伟业科技排版中心

印 刷:石油工业出版社印刷厂

---

2008 年 9 月第 1 版 2008 年 9 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:17

字数:411 千字 印数:1—500 册

---

定价:55.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

# 序

几年前,当中南石油局在江汉盆地西南缘于白垩系钻出第一口高产油气流井后,一直有幸与以作者为代表的长江大学(原江汉石油学院)的诸多老师进行这一领域的科研合作。在工作之余,我们都曾反复讨论过中国南方白垩系油气资源的勘探潜力,并有针对性地收集了若干相关资料,展开了较为深入的研究。记得在2005年初,长江大学在松滋油田进行慰问演出,我们共同创意的主题是“畅想中国南方白垩系油气田”。由此可见,我们对中国南方白垩系这一长期未被人们充分注意的油气勘探领域充满着找油人的期望。

作者就是带着对中国南方白垩系油气勘探的热爱与渴望,在拥有大量资料和亲身实践的基础上,悉心编撰了《中国南方白垩系油气地质特征》一书。阅后,耐人寻味,深受启发。

不可否认,中国南方白垩系油气勘探与开发很难形成像大庆油田的发现那样对推进国民经济建设步伐所产生的巨大影响。但是作为一个石油人,他们的责任就是尽可能做到不放弃任何能找到油气的痕迹并通过他们的发现引发出人们找到更大规模油气田的遐想。我想,这也许是作者编著此书的根本目的所在。

感谢作者的辛勤劳动,为我们系统了解中国南方白垩系油气地质条件的基本情况提供了全面的资料。祝愿从事中国南方油气勘探的同志们有更好、更大、更多的发现。

曾清亮

2008年5月

# 前 言

中国南方白垩系是指秦岭—大别—苏鲁造山带以南、龙门山造山带以东、华南造山带以北的地区,主要包括四川、重庆、湖北、湖南、江西、安徽和江苏等省市,分布约  $10 \times 10^4 \text{ km}^2$  的白垩纪沉积。

中国大陆在印支运动之后,各大板块相继拼合为统一大陆,燕山运动晚期,白垩纪在统一的大陆背景下沉积了一套陆相碎屑岩、火山岩和火山碎屑岩沉积,在中国大陆及东部沿海地区广泛分布。与全球油气分布时代的规律一样,白垩系也是中国重要的油气聚集成藏的层位,油气资源相当富集,但南、北白垩系差异很大,北方白垩系发现了大量的油气资源,如松辽盆地、二连盆地、鄂尔多斯盆地和准噶尔盆地。与之相反,在南方白垩系发现的油气资源寥寥无几,同时勘探程度也低。南方白垩系多以红色、紫红色碎屑岩为主,常夹铜层和蒸发岩,大多为河湖相沉积,其次为微咸—咸湖沉积。反映覆水面欠广、为氧化带内的沉积,俗称“红层”,普遍缺乏生油岩系,因而对南方白垩系的勘探潜力评价不高,客观上影响了对它的勘探投入。就油气成藏条件而言,白垩系较好的储层条件和以蒸发岩系为代表的优质盖层条件在一定背景下能够成为重要的它生油气藏的层位,在一定程度上弥补了烃源岩层系不发育的制约。

事实上,在南方中、新生代含油气盆地与中生代、古生代海相盆地的沉积构造演化过程中,白垩系起到了极为重要的作用,概括起来包括 3 个方面,其一是作为新生界的基底,南方大部分新生代盆地都是在白垩纪盆地的基础上发育起来的;其二是作为海相地层的盖层,白垩纪地层大部分覆盖在古生代—早中生代海相地层上,与海相地层共生;其三是作为构造沉积环境变迁的转换层,白垩纪处于构造环境从挤压到拉张、沉积环境从海相到陆相的过渡阶段。南方白垩系的这种特征不仅决定了白垩系具有重要的研究意义,同时决定了白垩系具有独具特色的成藏模式和成藏规律。如白垩系既可以与富烃的前白垩系海相烃源岩构成古生新储的油气成藏组合,又可以与上覆的新生界烃源岩层构成新生古储型的油气成藏组合或两者兼而有之,白垩系良好的储盖条件为这些成藏组合提供了必要条件。近年来的勘探证实了这一认识,在江汉盆地白垩系先后发现了古生新储的开先台油气藏和新生古储的谢凤桥油田,在苏北盆地白垩系发现了古生新储的朱家墩气藏等。特别是近年来中石化中南分公司在江汉盆地西南缘发现的谢凤桥白垩系油田,到 2005 年底,探明石油地质储量  $500 \times 10^4 \text{ t}$ ,控制和预测储量  $400 \times 10^4 \text{ t}$ ,开创了白垩系的重大新突破。这些发现揭示了南方白垩系独具特色的油气成藏模式、成藏规律和良好的勘探前景。

本书是在我们近年来与中石化中南分公司合作,在江汉盆地西南缘白垩系油气勘探实践中共同形成的一些成果和认识,借鉴江汉油田分公司在江汉盆地白垩系的勘探成果,总结、吸

收前人在南方海相及白垩系研究成果的基础上,对前白垩系的沉积构造演化特征、白垩系发育的构造背景、沉积储层特征及油气地质特征进行了较为系统的研究和阐述,结合对白垩系典型油气藏的解剖,对白垩系油气地质特征和油气成藏规律进行了系统总结,并形成如下认识:

(1)南方白垩纪盆地众多,所处的前白垩系构造区域不同,前白垩系受到的剥蚀程度不同使白垩系覆于不同时代的海相地层之上,形成白垩系与下伏不同海相地层的接触关系,对其形成古生新储型成藏组合具有重要的控制作用。同时白垩系及其上覆地层形成于不同的区域构造背景,包括前陆背景下形成的四川盆地白垩系、在拉张背景下形成的江汉盆地白垩系和在张扭或拉分背景下形成的苏北盆地白垩系等。

(2)尽管白垩纪盆地形成的区域构造背景存在差异,但沉积特征类似,以干旱气候条件下的紫色、灰色粗碎屑沉积夹紫色、灰色细粒沉积为主,伴有以泥膏盐、膏盐和盐岩为主的蒸发岩系沉积。早白垩世处于从挤压造山向拉张成盆转化的初期,物源丰富,沉积处于过补偿状态,主要沉积类型为冲积扇及冲积平原相,局部发育河流和盐湖沉积。晚白垩世随着填平补齐作用的结束,除发育冲积扇沉积外,还发育风成沉积体系、河流—三角洲沉积体系、滨浅湖沉积体系及盐湖沉积体系,在一些大型盆地中局部还发育半深湖沉积体系。这些粗碎屑沉积分布广泛,构成了白垩系优质储层的发育带。以含膏泥岩、泥膏盐、膏盐和盐岩为代表的蒸发岩组成白垩系的高效区域盖层。

(3)根据南方白垩系油气成藏组合的不同,我们将白垩纪盆地划分为3种类型,即①侏罗纪—白垩纪盆地,烃源岩主要来自古生代或中生代地层,形成“古生新储”类油气藏的盆地,如四川盆地、鄱阳盆地、楚雄盆地;②白垩纪—古近纪盆地:白垩系直接覆盖在元古宙地层之上,以新生代和中生代白垩纪暗色泥岩为烃源岩,主要形成“新生古储”或“自生自储”类油气藏的盆地,如衡阳盆地;③叠合盆地:在古生界—中生界和古近系中均发育有良好的烃源岩,可形成“古生新储型”和“新生古储型”两类油气藏的盆地,同时局部地区还可形成“自生自储型”油气藏,如江汉盆地、苏北盆地、洞庭盆地等。在这三类盆地中,以叠合盆地最具有勘探潜力,其次是侏罗纪—白垩纪盆地,白垩纪—古近纪盆地勘探潜力不大。

(4)从发现的白垩系油气藏分析,决定白垩系油气成藏的关键是输导体系。在输导体系中,断裂系统是沟通白垩系储层与其他层系油源的最重要的输导系统。由于大部分白垩纪盆地及上覆新生代盆地发育于拉张及张扭性构造环境,断裂发育,为白垩系油气成藏提供了良好的输导体系。

(5)通过对白垩纪盆地成藏组合类型、烃源岩条件、输导系统和储层发育程度等因素的综合分析,江汉盆地、苏北盆地、鄱阳盆地和洞庭盆地是南方白垩系最具有勘探潜力的盆地。

受资料条件及认识水平的限制,上述这些认识仅揭示了南方白垩系油气地质特征及油气成藏规律的“冰山一角”,随着研究程度的深入和认识的提高,南方白垩系勘探必将获得更大成果,我们相信,南方白垩系的油气勘探同整个南方的油气勘探一样,道路虽然曲折,但勘探前景光明。

本书在编写过程中得到了中石化中南分公司雷清亮、邹家健、易积正、韩定坤和肖秋苟等领导、专家和同仁的大力支持和指导,雷清亮教授在百忙中为本书作序,在此表示衷心的感谢。本书中引用了中石化中南分公司研究院和江汉油田研究院有关江汉盆地及其他作者的研究成果,在此谨向相关单位和作者表示衷心的感谢! 特别感谢罗明霞对本书的编著及赵海涛、夏永涛、黄发木、刘计勇、兰正凯和皮定成等为本书的研究成果和制图所做的大量工作,在此我谨向他们表示衷心的感谢!

由于作者水平有限,错误在所难免,敬请批评指正。

作者

2008 年 5 月

# 目 录

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| 第一章 中国南方白垩纪盆地形成的大地构造背景 .....    | (1)   |
| 第一节 中国南方白垩纪地层分布特征 .....         | (1)   |
| 第二节 中国南方主要构造单元划分 .....          | (5)   |
| 第三节 中国南方盆地构造演化 .....            | (11)  |
| 第四节 中国南方白垩纪盆地类型划分 .....         | (24)  |
| 第二章 中国南方白垩纪盆地的构造特征 .....        | (28)  |
| 第一节 中国南方白垩纪盆地发育区域背景的差异性 .....   | (28)  |
| 第二节 主要白垩纪盆地的构造演化特征 .....        | (35)  |
| 第三节 中国南方白垩纪盆地构造格架特征 .....       | (53)  |
| 第三章 中国南方白垩纪盆地沉积充填特征 .....       | (79)  |
| 第一节 白垩纪盆地的形成背景与盆地类型 .....       | (79)  |
| 第二节 主要白垩纪盆地的沉积特征 .....          | (84)  |
| 第三节 中国南方白垩纪沉积盆地生、储、盖条件分析 .....  | (126) |
| 第四章 中国南方白垩系油气地质特征 .....         | (129) |
| 第一节 白垩系及上覆、下伏地层烃源岩条件分析 .....    | (129) |
| 第二节 白垩系储层特征 .....               | (150) |
| 第三节 白垩系盖层特征 .....               | (175) |
| 第四节 白垩系生储盖组合类型及特征 .....         | (180) |
| 第五节 构造活动对白垩系油气保存的影响 .....       | (185) |
| 第五章 中国南方白垩系油气成藏规律研究 .....       | (194) |
| 第一节 江汉盆地西南缘白垩系典型油气藏解剖 .....     | (194) |
| 第二节 江汉盆地沔阳凹陷开先台白垩系油藏解剖 .....    | (221) |
| 第三节 苏北盆地陈堡地区上白垩统典型油藏解剖 .....    | (226) |
| 第四节 朱家墩白垩系典型气藏解剖 .....          | (229) |
| 第五节 南鄱阳盆地白垩系油气藏解剖 .....         | (240) |
| 第六节 南方白垩系油气成藏规律分析 .....         | (247) |
| 第六章 中国南方白垩系油气藏勘探潜力及有利方向评价 ..... | (251) |
| 第一节 中国南方白垩系油气成藏条件 .....         | (251) |
| 第二节 中国南方白垩系有利成藏组合 .....         | (252) |
| 第三节 中国南方白垩系有利勘探方向 .....         | (253) |
| 参考文献 .....                      | (259) |



# 第一章 中国南方白垩纪盆地 形成的地质构造背景

## 第一节 中国南方白垩纪地层分布特征

### 一、南方白垩纪地层分布特征

中国的白垩纪地层主要发育陆相沉积、火山岩和火山碎屑沉积,且分布广泛。根据地层发育特征可将其划为10个地层区(郝诒纯等,2000)。其中,白垩纪地层在南方和北方的沉积类型明显不同。

中国北方白垩纪地层以暗色或夹杂色的泥岩、粉砂岩、细砂岩为主,夹中、粗砂岩,砾岩较少,通常发育煤层或油页岩,主要为一套湖泊相和河流相的碎屑岩沉积组合。反映覆水面较广,在氧化带之下的沉积环境。其中,松辽盆地白垩系发育最全,是北方白垩系的典型代表。

南方白垩系多以红色、紫红色碎屑岩为主,常夹铜层和蒸发岩,大多为河湖相沉积,其次为微咸—咸湖沉积。反映覆水面欠广、在氧化带内的沉积环境。发育大量白垩纪亚热带、热带大中型陆相红色沉积盆地,以四川盆地为代表。但在中国东南部如浙闽地区白垩系则主要由火山岩、火山碎屑岩、火山碎屑沉积岩及正常的陆相沉积岩组成,是大陆火山活动区的火山—沉积的综合性组合。

依据前人的研究分析,中国南方白垩系主要发育在5个区块:扬子地层区、东南地层区、昆仑—滇西地层区、西藏地层区以及台湾地层区(表1-1)。

#### (一) 扬子地层区

主要发育一套北东向分布的断陷或坳陷盆地沉积,东部地区含火山岩系。根据盆地类型、沉积物组合和火山活动强烈程度可将扬子地层区分为4个分区:

(1)康滇地层分区:为一套断陷盆地沉积,岩石组合为紫红色砂泥岩,局部地区下部夹灰绿色含铜砂页岩,上部夹石膏层。

(2)上扬子地层分区:主要为坳陷盆地沉积。由于白垩纪以来盆地不断缩小,沉积物分布不广,并在西部山前发育巨厚的红色碎屑岩,仅在川西雅安地区发育较全,下部为红色泥岩、砂质泥岩,上部为红色砂岩与泥岩互层,偶夹泥灰岩、钙芒硝及石膏层。

(3)中扬子地层分区:发育一套山间和断陷盆地沉积。在湘西为一套山麓相红色粗碎屑岩沉积;东部衡阳地区则发育一套河湖相红色砂泥岩,下部夹玄武岩,局部夹含铜砂岩、石膏层;广西南宁地区中白垩世地层较发育,下部多由碎屑岩组成,上部在东部主要为火山碎屑岩。

(4)下扬子—诸广地层分区:为断陷盆地沉积。苏浙皖地区下部为火山碎屑—中性火山喷发岩系,底部为红色砂砾岩,中部为中酸性至碱性火山岩夹沉积岩,上部为滨湖相杂色砂泥岩含石膏、芒硝、盐岩等。在诸广地区楚雄盆地下部为一套中酸性火山岩、火山碎屑岩,中部为红色碎屑岩夹石灰岩,上部为红色砂泥岩。



## (二) 东南地层区

西部发育红色碎屑岩夹中、酸性火山岩;中部下部为一套火山岩、火山碎屑岩,上部为红色碎屑岩夹石膏或泥灰岩、油页岩;东部早期火山岩发育,晚期转为正常河湖相沉积。根据其岩石组合特征及火山岩发育程度可分为武夷山—云开地层分区和沿海地层分区。

## (三) 昆仑—滇西地层区

以陆相沉积为主,局部地区发育海相沉积。羌塘—昌都—思茅一带发育以陆相为主并夹海陆交互碎屑岩及泥质碳酸盐岩的沉积建造。

## (四) 西藏地层区

在冈底斯—腾冲地层分区发育一套海陆交互相含煤碎屑岩、碳酸盐岩夹火山岩建造,而在喜马拉雅地层分区则为海相沉积。

## (五) 台湾地层区

仅在脊梁山脉和北港—澎湖地区见有出露。前者发育晚白垩世千枚岩夹结晶灰岩、板岩夹砂岩、含砾砂岩,后者为中白垩世海相砂页岩、石灰岩、砾岩和少量玄武岩。

# 二、地层演化特征

中国南方震旦纪—第四纪共经历了加里东、海西、印支、燕山、喜马拉雅5个沉积—构造旋回。其中,对白垩系油气藏起控制及调整作用的主要是印支运动、燕山运动和喜马拉雅运动(关于这3个运动对中国南方沉积、构造演化的影响将在本章第三节详细说明)。盆地性质在震旦纪—早奥陶世为被动大陆边缘,中晚奥陶世—晚志留世转为前陆盆地,泥盆纪—中三叠世为大陆边缘,中晚三叠世—中侏罗世受印支运动和燕山运动的影响,变为前陆盆地,该阶段为中国南方前陆盆地发育的鼎盛阶段。晚侏罗世—第四纪盆地进入陆内造山阶段(表1-2)。

震旦系在上、中、下扬子和华夏块体上均有分布。其中,上震旦统陡山沱组、灯影组磷块岩、磷结核、黑色页岩等发育,在川东—鄂西盆地为重要的烃源岩。

寒武纪是早古生代的最大海侵期,在扬子区形成碳酸盐岩台地。早寒武世梅树村期和筇竹寺期海侵达最大,广泛发育了硅质岩、黑色页岩及浊积岩等深水沉积建造。扬子克拉通盆地中广泛沉积了黑色页岩及磷块岩,有机质丰富,为南方重要的主力烃源岩(马力,2000,2004;高瑞祺,赵政璋,2001),特别是四川盆地、川东—鄂西、下扬子等均以该套地层为主。

奥陶纪是南方构造和沉积演化的变革阶段,始于被动大陆边缘转为前陆盆地的过程,为碳酸盐岩与泥质岩频繁交替的沉积组合。上奥陶统五峰组为含笔石的黑色页岩,厚度不大但稳定,富含有机质,为重要的烃源岩。

志留纪是前陆盆地的发展阶段,华夏块体大部分无沉积。值得提出的是下志留统龙马溪组底部的黑色页岩,与上奥陶统五峰组页岩具有共性,也是扬子地区特别是四川盆地重要的烃源岩。

南方泥盆纪盆地为加里东构造运动后的新盆地,沉积格局完全不同于早古生代。泥盆系与下伏志留系间为显著的不整合接触,主要发育区为华南区及其相邻的黔南和滇东等地区,扬子区沉积较薄。早石炭世初期再次海侵,在华南区、中、下扬子区和部分上扬子区沉积了海陆交互的碎屑岩、碳酸盐岩,部分地区夹煤层。中、晚石炭世海侵范围扩大,以台地相碳酸盐岩沉积为主,局部为潮坪相白云岩、角砾云岩和石灰岩沉积。

表 1-2 中国南方地层演化及盆山转换表(据马力等,2004)

| 地质时代(Ma)<br>及代号 |                  |      | 盆山转换阶段                    |                | 盆地性质               | 海平面升降                                        | 构造域        | Mord<br>划分 | 朱夏<br>划分   |
|-----------------|------------------|------|---------------------------|----------------|--------------------|----------------------------------------------|------------|------------|------------|
| N               |                  | 23.3 | VI晚喜马<br>拉雅旋回             | 中喜马拉雅运动        | 湖泊<br>↑<br>↓<br>湖泊 | VI<br>↑<br>↓<br>VI                           | 太平洋<br>印度洋 |            |            |
| E               |                  |      | V早喜马<br>拉雅晚燕<br>山旋回       |                |                    |                                              |            |            |            |
| K               | K <sub>3</sub>   | 65   | IV中燕<br>山旋回               | 早喜马拉雅运动        | 陆内造山造盆             | V<br>↑<br>↓<br>V                             | 陆相         |            |            |
|                 | K <sub>2</sub>   |      |                           | 晚燕山运动          |                    |                                              |            |            |            |
|                 | K <sub>1</sub>   |      |                           |                |                    |                                              |            |            |            |
| J               | J <sub>3</sub>   | 137  |                           | 中燕山运动          |                    |                                              |            |            |            |
|                 | J <sub>2</sub>   |      |                           |                |                    |                                              |            |            |            |
|                 | J <sub>1</sub>   |      |                           |                |                    |                                              |            |            |            |
| T               | T <sub>3</sub>   | 205  | III早燕山—晚印支旋回              | 安源运动           | 前陆盆地               | III<br>↑<br>↓<br>III                         | 海陆交互相      | 新特提斯       |            |
|                 | T <sub>2</sub>   |      |                           | 印支运动           |                    |                                              |            |            |            |
|                 | T <sub>1</sub>   |      |                           |                |                    |                                              |            |            |            |
| P               | P <sub>2</sub>   | 250  | II <sub>2</sub> 早印支—晚海西旋回 |                | 盆山转换②              | II <sub>2</sub><br>↑<br>↓<br>II <sub>2</sub> | 转折         | 古特提斯       | 潘基亚<br>B—A |
|                 | P <sub>1</sub>   |      |                           | 东吴运动           |                    |                                              |            |            |            |
|                 | C                |      |                           | C <sub>2</sub> |                    |                                              |            |            |            |
| D               | D <sub>3</sub>   | 295  | II <sub>1</sub> 早海西旋回     | 紫云运动           | 大陆边缘               | II <sub>1</sub><br>↑<br>↓<br>II <sub>1</sub> | 海平面上升      |            |            |
|                 | D <sub>2</sub>   |      |                           |                |                    |                                              |            |            |            |
|                 | D <sub>1</sub>   |      |                           |                |                    |                                              |            |            |            |
| S               | S <sub>3</sub>   | 410  |                           | 广西运动           | 前陆盆地               | I<br>↑<br>↓<br>I                             | 海平面下降      | 前古特提斯      | 潘基亚<br>B   |
|                 | S <sub>2</sub>   |      |                           |                |                    |                                              |            |            |            |
|                 | S <sub>1</sub>   |      |                           |                |                    |                                              |            |            |            |
| O               | O <sub>2+3</sub> | 438  | I加里东旋回                    | 都匀运动           | 盆山转换①              | 被动大陆边缘                                       | 转折         |            |            |
|                 | O <sub>1</sub>   |      |                           | 郁南运动           |                    |                                              |            |            |            |
| Є               | Є <sub>2+3</sub> | 490  |                           |                |                    |                                              |            |            |            |
|                 | Є <sub>1</sub>   |      |                           |                |                    |                                              |            |            |            |
| Z               | Z <sub>2</sub>   | 543  |                           | 晋宁运动(雪峰运动)     |                    |                                              |            |            |            |
|                 | Z <sub>1</sub>   |      |                           |                |                    |                                              |            |            |            |
| 前震旦纪            |                  | 680  |                           |                |                    |                                              |            | 罗丁尼亚       | E          |

早二叠世(栖霞期和茅口期)是晚古生代以来南方最大的海侵时期,沉积层包括粒泥灰岩、颗粒灰岩、硅质灰岩、硅质岩等,是一套以碳酸盐岩烃源岩为主的沉积。晚二叠世,南方沉积了一套以泥页岩为主夹砂岩、碳酸盐岩及煤层的海陆交互相地层,并形成富煤带,亦为一套主要的烃源岩层。

早三叠世,除下扬子西缘形成陆相地层外,下三叠统均为海相沉积。中三叠世在造山带边缘是向前陆盆地或陆相盆地演化的转折阶段,晚三叠世华南周边转为前陆盆地或陆相盆地,上三叠统由海陆过渡相演化为陆相沉积,为一完整的向上变浅的层序。

侏罗纪华南已形成统一大陆,除粤中有海相层外均为陆相环境,由河流向湖泊转化。下、中侏罗统以发育河流相和洪积物为主,除下侏罗统底部有少量砾岩外,均以盆内碎屑岩为主。晚侏罗世是华南的造山期,上侏罗统仅分布在中上扬子地区,在山前带形成河流湖泊沉积体系。

早白垩世华南东部为火山热活动,华南西部湖相盆地缩小,主要为一套粗碎屑及火山沉积。晚白垩世,受晚燕山运动的影响,古气候转为炎热、干旱环境,以红色碎屑岩沉积为主。

综合上述分析可知,中国南方发育多套烃源岩。其中,下寒武统、上奥陶统一志留统烃源岩主要分布在扬子地块,上二叠统、下二叠统在整个华南板块都有分布。这四套烃源岩分布面积广泛,有机质丰富,为区域性烃源岩。

## 第二节 中国南方主要构造单元划分

运用板块构造理论,突出含油气区块的地质变迁,把造山带和地块作为一级单元,以盖层的沉积特征和形变划分二、三级单元。造山带指经历了洋盆的形成到消减,洋盆闭合后的陆(弧)—陆(弧)碰撞和碰撞后的大规模陆内变形而成的一个复杂的构造拼贴体,原先被洋盆分隔的两个大陆及其大陆边缘的沉积与洋盆内的洋底、海山、陆隆、岛屿等的沉积物在造山带内已混杂、拼凑在一起。地块指造山带之间的陆壳块体,造山带内部的陆壳块体称块,都是相对稳定的构造单元,但后者受后期的构造变动更强。依据上述划分方案,中国南方的构造单元主要可划分成3个造山带——秦岭大别造山带、华南造山带、三江造山带,1个基底拆离造山带——江南雪峰基底拆离造山带,3个地块——中、上扬子地块、下扬子地块、滇黔桂湘地块(图1-1)。

### 一、中、上扬子地块

指红河断裂、普河—小金河断裂、龙门山断裂以东,大巴山、襄樊—广济断裂以南,团一麻、溱浦—四堡、垭紫罗、师宗—弥勒断裂以西的广大地区,是中国南方最主要的构造单元。进一步可分为上扬子地块和中扬子地块两个单元。

中、上扬子地块在震旦纪至中三叠世形成海相稳定地台型沉积,并被加里东造陆运动分成震旦纪—志留纪、泥盆纪—中三叠世两个沉积构造旋回,沉积受基底构造格局控制,地块主体形成台地沉积或隆起,地块四周形成大陆边缘沉积,地块上褶皱基底厚度有薄有厚,厚度较薄区,海相中、古生界沉积厚度较薄,水体较浅,构造相对稳定;褶皱基底厚度较大区,海相中、古生界沉积厚度较大,水体较深,后期变形较强。

印支运动使全区抬起,地块四周成为造山带,地块内形成不同类型的前陆盆地和前陆隆起。除最西部的龙门山附近川中西部外,中燕山期都发生强烈的挤压改造运动,不同程度地破坏了前陆盆地。晚白垩世—古近纪发生拉张,形成江汉盆地等断陷盆地,新近纪开始又发生构造反转,普遍抬升、改造。

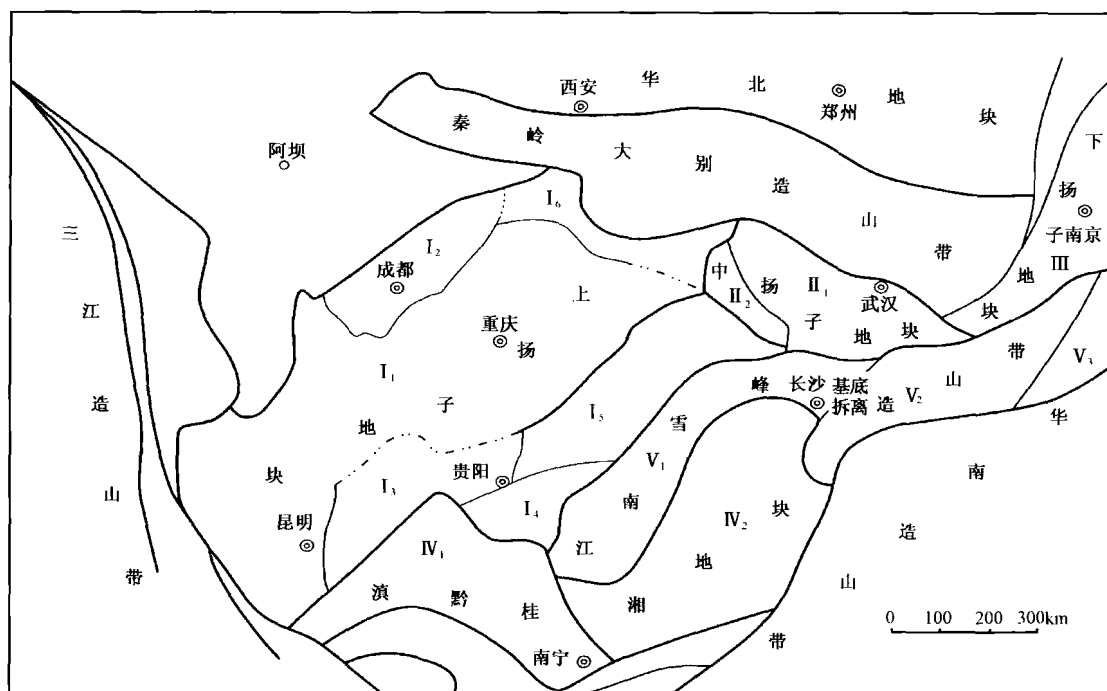


图 1-1 中国南方构造区划示意图  
(据张旗等,2001)

I<sub>1</sub>—上扬子盆地; I<sub>2</sub>—龙门山前陆盆地; I<sub>3</sub>—滇东黔中隆起; I<sub>4</sub>—黔南凹陷;  
I<sub>5</sub>—武陵—湘鄂西凹陷; I<sub>6</sub>—大巴山前陆盆地; II<sub>1</sub>—中扬子上叠盆地; II<sub>2</sub>—黄陵前陆隆起;  
III—下扬子地块; IV<sub>1</sub>—南盘江盆地; IV<sub>2</sub>—湘桂盆地; V<sub>1</sub>—雪峰亚带; V<sub>2</sub>—九岭亚带; V<sub>3</sub>—怀玉亚带

上扬子和中扬子地块以新华断裂为界,青白口纪至早震旦世分别是被裂陷槽包围的独立古陆。

两者的主要区别是:(1)上扬子地块面积大,结晶基底有较多岩体侵入,中扬子地块面积小,岩体少。(2)上扬子地块古生代沉积相变大,形成差异沉陷的克拉通盆地,中扬子地块相变小,形成整体沉陷的克拉通盆地。(3)晚震旦世至早奥陶世,上扬子地块的北、西、南三面为被动大陆边缘,而中扬子地块只有北部为可靠的被动大陆边缘,南部的大陆边缘已破坏殆尽,很难辨别。(4)中扬子地块泥盆系、石炭系分布范围广,上扬子地块仅小范围分布。(5)中三叠世晚期至晚三叠世二者生物群明显不同,中扬子地块与环太平洋区或北极太平洋区关系密切,上扬子地块与典型的特提斯区关系密切(陈金华等,1998)。(6)中燕山运动时期,中扬子地块改造强烈,上扬子地块弱。(7)晚白垩世至古近纪中扬子地块强烈伸展形成独立的江汉盆地,而上扬子地块相对抬升,并发生挤压改造。

但两者又有不少共同的特征,这些主要共同点包括:(1)两者古地磁接近。(2)海相原型盆地均为稳定地台型沉积,都被加里东运动分成两个沉积构造旋回。(3)加里东运动都为造陆运动。(4)晚震旦世、中寒武世—早奥陶世、早二叠世位于统一的巨型碳酸盐岩台地内,南侧和北侧形成统一的被动大陆边缘。(5)晚三叠世至早侏罗世基本同时回返形成前陆盆地。因此可把它们归在统一的大地块内。

二、下扬子地块

位于连—黄断裂和团—麻断裂以东,东至一周王—湖苏断裂以北,长乐南澳断裂带及其延伸带以西,范围包括陆上的苏皖南地区、苏北盆地和海域中的南黄海盆地,现存的下扬子地块是经多期改造后的残留盆地。

研究表明,下扬子地块在古特提斯演化阶段是独立于华北和扬子地块之外的一个构造单元。晚印支期楔入华北、扬子地块间,晚侏罗世—早白垩世时因苏鲁洋的消减闭合而与华北地块(东南部的胶辽地块)发生碰撞。

下扬子地块是古特提斯演化阶段的一个独立构造单元的主要依据是(马力等,2004):

(1)下扬子地块的西北侧存在一个由古特提斯洋关闭形成的苏鲁造山带(吴根耀,2002)。对中、上扬子,华北,下扬子地区古地磁资料的研究分析表明(图1-2)。中、上扬子克拉通在三叠纪时曾发生过快速向北漂移,晚三叠世秦岭洋最终闭合。而下扬子地块则明显不同于中、上扬子地块,三叠纪时它也向北漂移,但漂移速度较中、上扬子区慢。中、上扬子地块在晚三叠世时已与华北克拉通完成拼合,而下扬子地块到早中侏罗世才与已拼合了的华北—中、上扬子克拉通接近,早白垩世时下扬子地块才与华北—中、上扬子克拉通拼合。

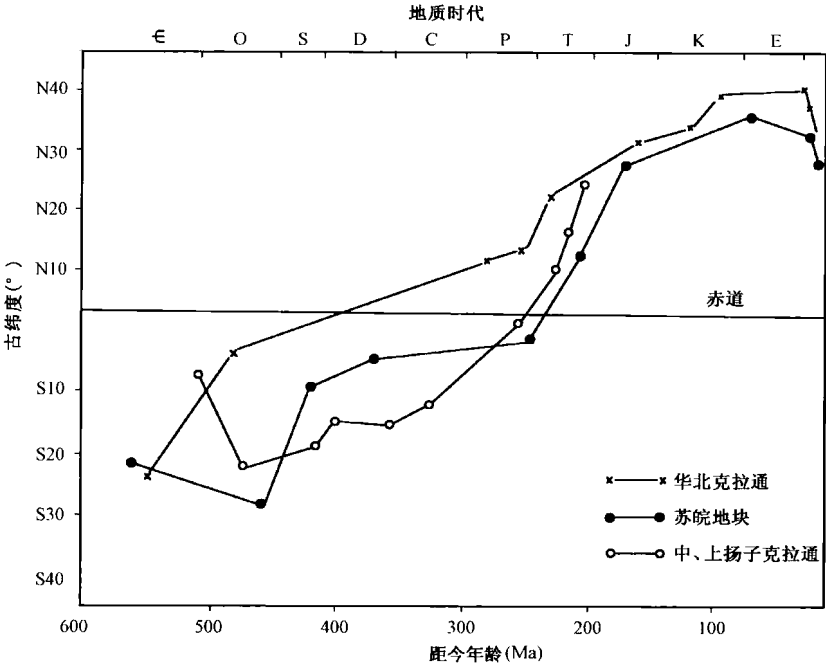


图1-2 华北克拉通、扬子克拉通和苏皖地块显生宙内的古纬度 (据马力,2004)

(2)下扬子地块燕山期火山岩和花岗岩的独特性。下扬子地块存在同位素化学急变带,应是一个不同于中、上扬子地块的活动较大的独立体。另外,下扬子地区晚侏罗世—早白垩世火山岩十分发育,分布范围和规模都非常可观。苏皖南地区燕山期花岗岩也十分发育。

(3)下扬子地块沉积建造与中、上扬子克拉通的差异。震旦纪—中奥陶世,下扬子地块的沉积建造与中、上扬子克拉通区相似,说明它们形成于南方的一个大海盆内。

晚奥陶世—志留纪,下扬子地块的沉积发展史与中、上扬子地块不同:中、上扬子地块总体为潮坪浅海碎屑沉积,岩相变化不大,晚志留世除局部外,全区普遍隆起,没有磨拉石沉积;下扬子地块岩相变化大,表现为聚敛型挠曲盆地特点,活动性明显比中、上扬子地块强,上奥陶统为含火山岩的硅质岩,早志留世南部有浊流沉积,晚志留世有巨厚的磨拉石沉积(徐克定等,1996)。说明晚奥陶世后下扬子地块与中、上扬子地块已分开,相隔距离加大。

泥盆纪—三叠纪,下扬子地块与中、上扬子地块相比有很多独特的沉积特点(马力,2004),说明下扬子地块和中、上扬子地块已分离,形成古特提斯洋中的独立地块。

侏罗纪—白垩纪时下扬子地块的特殊性也是显而易见的,即:下一中侏罗统普遍角度不整合于下伏地层之上,属磨拉石建造。晚侏罗世—早白垩世,强烈的火山活动遍布下扬子地区。

(4)下扬子地块构造运动和变形的独特性。下扬子地块在燕山期发生过多期构造运动和变形,并存在在西北及东南的应力场作用下形成的双向对冲、变形的构造格局。

### 三、滇黔桂湘地块

滇黔桂湘地块是新命名的一个块体(马力,2000),西界溱浦、四堡、垭紫罗、师宗弥勒断裂;南界富宁那坡、小董垌中断裂;东界茶陵、郴州、梧州、博白断裂;北界安化断裂。包括南盘江盆地和湘桂块体两部分。

大地电磁测深反映基底特点与扬子明显不同,基底埋深10~12km,盖层底部有很厚的高导层,推测是以泥板岩为主的下古生界;中新元古代形成褶皱基底,基底构造复杂,形变较强,固结程度较差。早古生代震旦纪、寒武纪,西部为浅海台地沉积,往东水体变深,成深海半深海;加里东运动使下古生界受到不同程度的区域变质,但东强西弱,形成的褶皱系轴线近东西,和周围单元有明显的区别(杨惠明等,1999)。因此,块体可能具有结晶基底和下古生界变质基底;晚古生代至中三叠世,槽盆相间成为边缘海盆地,大体分布在湘桂地块及其边缘,说明湘桂地块与周围单元碰撞拼合后,仍控制着后期古地理环境,其与中、上扬子地块不同的是发生过明显的加里东运动,而与华南洋、华夏地块的差别是早古生代地层没有明显的混合岩化与区域变质。印支运动强烈,西部形成增生弧形造山带,东部形成弧后前陆盆地,晚白垩世至古近纪引张,发育大小不等的造山期后陆盆地。

### 四、秦岭大别造山带

秦岭大别造山带位于北纬26°~30°间,近北西西向分布,是一个多旋回复合造山带(图1-3)。造山带内包含早古生代扩张俯冲的商丹带,晚古生代至中三叠世扩张缝合的勉略带。两个造山缝合带把秦岭大别造山带分为:(1)商丹带以北的北秦岭造山带,为早古生代华北板块南缘的活动大陆边缘。(2)商丹带与勉略带之间的南秦岭推覆造山带,下有中秦岭地壳。(3)商丹带之南、勉略带之北有西秦岭造山带、南秦岭前缘造山带、桐柏造山带、大别造山带、苏鲁造山带,为早古生代扬子北部被动大陆边缘,晚古生代大面积隆升,印支期褶皱形成的造山带。

印支—早燕山期发生自北而南多层次逆冲推覆,分北秦岭、南秦岭、南秦岭前缘三个大型推覆体。南秦岭前缘推覆体前形成前陆盆地,包括大巴山与桐柏山两个前陆盆地。

中燕山期发生平移走滑,形成花式造山,北秦岭北侧形成后陆盆地。

勉略带以南的秦岭造山带受转换断层分割,具东西分块特点,不同块体各具特色的造山过程,形成各不相同的前陆盆地。



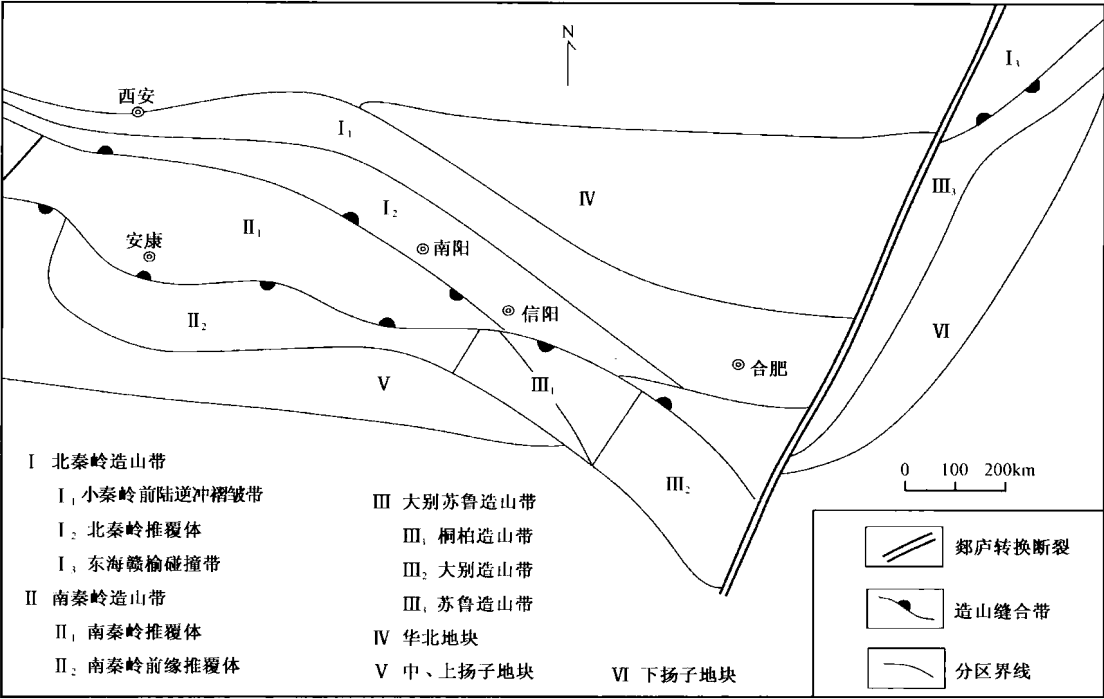


图 1-3 秦岭大别造山带位置及主要构造单元分布图  
(据马力等,2000)

五、华南造山带

华南造山带是指下扬子地块南,中、上扬子地块东南,粤海造山带北的广大地区,加里东期前主要由闽浙块、华夏块、云开块等多个分散的块体和块体间深海、半深海沉积形成的浅变质岩组成,总体形成边缘海性质的华南海。加里东运动后,深海、次深海区分别抬升褶皱,形成武功山造山带、赣南造山带,块体上的沉积也褶皱抬升,一起组成复合造山带。复合造山带和中、上扬子地块拼合成为华南海,其上形成海西印支期不稳定的台型盖层。

华南造山带加里东期运动强烈,可分为三期:早期发生于早奥陶世,称郁南运动,主要在大明山、大瑶山、云开块一带;中期发生于奥陶纪、志留纪间,称早加里东运动,使华南海大部分地区褶皱上隆;晚期发生于志留纪、泥盆纪间,称晚加里东运动,影响全区,使华南海全面褶皱回返成华南褶皱造山带,泥盆纪地层广泛海侵,不整合在不同时代的老地层上。

加里东运动后,华南造山带与中、上扬子地块拼合,形成统一的华南海,并发生准平原化,成为年轻地台,但原华南造山带地区构造活动仍非常强烈,至喜马拉雅期又经历了多期复杂的构造岩浆活动。

(一) 华夏块

位于江山—绍兴断裂南,崇安石城断裂东,长乐南澳断裂西,是一个前震旦纪形成的变质陆核(弧核),最早陆核形成于新太古代。

华夏地块紧邻前古特提斯缝合带、古特提斯粤海缝合带、新特提斯长乐南澳缝合带边缘,经多期地块之间的拼合碰撞,活动性大。

晚元古代晚期随着罗丁尼亚超大陆裂解,华夏地块范围内部形成许多深海槽,这些深海槽