

合肥盆地中新生代构造 演化与油气地质特征



● 陈建平 著

地质出版社

内 容 提 要

本书是对合肥盆地石油地质研究的总结与升华,在大量地质、地球物理、化探等资料基础上,系统地运用构造地质学、地球物理学和地球化学等多学科理论和方法,对合肥盆地的构造格架、形成演化,大别造山带与盆地的耦合关系,郯庐断裂对盆地的影响以及盆地的油气地质特征等进行了较全面的研究。书中新技术、新方法的应用,对合肥盆地未来的勘探开发具有一定的启示与借鉴作用。

本书可供从事石油地质、构造地质学及地球化学等专业的研究人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

合肥盆地中生代构造演化与油气地质特征/陈建平
著. —北京:地质出版社, 2005. 5

ISBN 7-116-04457-4

I. 合... II. 陈... III. ①中生代-含油气盆地-
石油天然气地质-研究-合肥市②新生代-含油气盆地-
石油天然气地质-研究-合肥市 IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 052990 号

责任编辑:陈 磊

责任校对:王素荣

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) 82324565 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zbs@ gph.com.cn

传 真: (010) 82310759

印 刷: 北京长宁印刷厂

开 本: 787mm × 1092mm ¹/₁₆

印 张: 11.5 图 版: 15 面

字 数: 300 千字

印 数: 1—600 册

版 次: 2005 年 5 月北京第一版·第一次印刷

定 价: 38.00 元

ISBN 7-116-04457-4/P · 2584

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社出版处负责调换)

序

合肥盆地位于安徽省中部，勘探面积约 $2.0 \times 10^4 \text{km}^2$ 。自 1958 年起，石油地质工作者对其断断续续地进行了研究及油气勘探，积累了较丰富的地质资料，但迄今仍未实现油气突破，究其原因，主要是对该盆地的沉积、构造、地球物理、烃源岩等重要地质问题认识不清。以前的地质调查表明，合肥盆地地表多处发现了沥青和油迹，充分表明合肥盆地有过生排烃历史，值得我们去深入的工作。

该书不仅深入地研究了合肥盆地（深部）地质构造格架及其演化历史，而且系统论述了大别构造带和郯庐断裂带的形成演化乃至中国东部大地构造的相关问题，均具有较重要的科学意义。近年来，由于油气勘探工作的需要，使学术界对合肥盆地的研究方兴未艾，同时也促进了地质工作者对大别构造带、郯庐断裂带的深入研究。

作为中国东部中新生代叠合多旋回陆相盆地，合肥盆地囿于地表条件复杂等多种因素，研究难度极大。陈建平博士经过实地考察防虎山、圆筒山—周公山、霍山但家庙—六安凤凰台等剖面，关系统采样化验分析，明确建立了该盆地沉积体系及沉积充填序列。在构造特征研究中，该书首次在合肥盆地重、磁、电、震等资料的研究基础上，实行联合反演，确定了盆地断裂系统南北分带的盆地结构，肥中、六安等先逆后正的动力学机制，揭示了盆地中部隆四周拗和近东西向断层切割明显的构造格局；并结合沉积建造分析以及前陆盆地和大陆板块边缘动力学等理论，把合肥盆地构造演化细分为前侏罗纪盆前阶段、侏罗纪前陆盆地阶段、早白垩世挤压走滑阶段、晚白垩世—古近纪伸展阶段、新近纪和第四纪拗陷阶段。在此基础上通过多种有机地球化学指标，研究盆地中新生代油气地质特征，认为肥中断裂带以北的石炭—二叠纪煤系属于好的

煤层气源岩，下侏罗统防虎山组属于较好的烃源岩。下古生界及其以下储集层主要为碳酸盐岩，中、新生界储集岩主要为碎屑岩，且中、新生界定远组、邱庄组具有较好的储层物性。书中研究认为，盆地内生储盖形式多样，以上生下储式为重要的类型。盆地中部为最有利的含油气区，首选的构造圈闭是木场埠断背斜和朱巷鼻状构造。盆地东部为较有利含油气区，南部为含油气远景区。与此同时，该书还对盆地内的火山岩进行了研究。

总之，《合肥盆地中新生代构造演化与油气地质特征》一书的出版，深化了合肥盆地在石油地质学、大地构造学、沉积学等领域的研究力度，也为合肥盆地未来的勘探工作提供了新的思路和启迪，是合肥盆地研究中的大事。在该书即将付梓之际，我非常愿意为其做序，并相信该书的出版一定会促进合肥盆地的基础地质研究及油气勘探工作。

王
3P10
二〇〇五年五月十日

前 言

合肥盆地是中国东部中生代叠合多旋回陆相沉积盆地，其形成主要经历了前中生代的稳定大陆边缘盆地、弧后前陆盆地，中生代再生前陆盆地以及后来的复合前陆盆地演化阶段，构造演化具有明显的多期次叠合，多构造作用的特点。

整个盆地蕴含了丰富的油气资源，勘探开发 40 多年来，尽管付出很大的努力，但由于还没有非常有效的方法以及受盆地地表条件复杂等多种因素的制约，合肥盆地目前仍是一个勘探早期的盆地。本书首次在合肥盆地重、磁、电、震等资料平面统计推理、原理分析的基础上，实行联合反演，确定了盆地断裂系统南北分带的盆地结构，肥中、六安等先逆后正的动力学机制，揭示了盆地中部隆四周拗和近东西向断层切割明显的基本构造格局。利用钻井、重磁等地球物理资料，以肥中断裂为界把合肥盆地中生界划分为肥北斜坡区和肥南断拗区两个构造单元，其中肥北斜坡区可以划分为霍邱凸起、吴山庙低凸起、大桥凹陷和定远凹陷；肥南断拗区可以划分为小庙断褶低凸起、丁集凹陷、舒城凹陷和肥东凹陷，并结合沉积建造分析以及前陆盆地和大陆板块边缘动力学等理论，把合肥盆地构造演化细分为前侏罗纪盆前阶段、侏罗纪前陆盆地阶段、早白垩世挤压走滑阶段、晚白垩世—古近纪伸展阶段、新近纪和第四纪拗陷阶段。在此基础上通过多种有机地球化学指标，研究盆地中生代油气地质特征，认为肥中断裂带以北的石炭—二叠纪煤系属于好的煤层气源岩，下侏罗统防虎山组属于较好的烃源岩。下古生界及其以下储集层主要为碳酸盐岩，中、新生界储集岩主要为碎屑岩，且中、新生界定远组、邱庄组具有较好的储层物性。盆地内生储盖形式多样，以上生下储式为重要的类型。盆地中部为最有利的含油气区，首选的构造圈

闭是木场埠断背斜和朱巷鼻状构造。盆地东部为较有利含油气区，南部为含油气远景区。

本书是在笔者博士论文基础上完成的，在研究中得到中科院广州地球化学研究所夏斌研究员、中国石油大学（华东）钟建华教授的悉心指导及饶孟余博士等人的热情帮助。我藉本书付梓之机，向参与和关心本书出版的专家和朋友们表示深切的谢意！

作 者
2005 年 3 月 7 日

目 录

序

前 言

引 言	(1)
一、盆地分析研究现状	(1)
二、合肥盆地研究现状	(2)
三、存在的问题以及今后的发展方向	(4)
第一章 合肥盆地地质概况	(6)
第一节 大地构造位置	(6)
第二节 盆内主要断裂及一批新断裂	(9)
第三节 构造层划分	(10)
第二章 合肥盆地地层与沉积相	(12)
第一节 合肥盆地前中生界地层	(12)
第二节 合肥盆地中生界地层	(15)
第三节 合肥盆地中生界沉积环境和沉积相	(18)
一、肥北地区中生界沉积环境和沉积相	(19)
二、肥南地区中生界沉积环境和沉积相	(22)
三、盆地中生界沉积体系和沉积相模式	(25)
四、盆地中生界沉积充填序列	(29)
第三章 合肥盆地构造特征	(32)
第一节 合肥盆地前中生代基底构造特征研究	(33)
一、前中生界基底特征	(33)
二、前中生界构造属性	(35)
三、前中生界构造单元划分	(38)
第二节 合肥盆地中生界构造特征	(39)
一、中生界构造单元划分	(39)
二、盆地断层特征研究	(43)
第三节 合肥盆地中生代岩浆活动	(48)
一、中生代火山岩和侵入岩	(48)
二、新生代火山岩和潜火山岩	(54)

三、中生代岩浆活动与构造演化	(59)
第四节 合肥盆地构造应力场分析	(62)
一、印支期构造应力场特征	(62)
二、燕山期构造应力场特征	(63)
三、喜马拉雅期构造应力场特征	(63)
四、盆地现代构造应力场和构造运动特征	(63)
第四章 合肥盆地重、磁、电、震联合反演研究	(66)
第一节 盆地重、磁、电、化学场特征研究	(66)
一、重力场特征	(66)
二、磁力场特征	(70)
三、电场特征	(72)
四、地球化学场特征	(74)
第二节 资料的常规处理与初期成果解释	(76)
一、重力资料处理	(76)
二、磁力资料处理	(79)
三、大地电磁测深资料处理	(82)
第三节 重、磁、电、震联合反演	(86)
一、问题的提出	(86)
二、不同地球物理场之间具有内在的成因联系	(86)
三、联合反演的定义	(87)
四、重、磁、电、震联合反演获得了印支面、结晶基底构造图	(93)
第五章 郯庐断裂带对合肥盆地形成演化的影响	(96)
第一节 郯庐断裂带的构造演化	(97)
一、平移运动	(97)
二、伸展运动	(99)
三、逆冲活动	(100)
第二节 郯庐断裂带早白垩世的走滑运动与盆地原型	(100)
一、张八岭隆起带	(100)
二、盆地东缘郯庐断裂带的走滑构造特征	(101)
三、郯庐断裂带的平移时代	(101)
四、早白垩世合肥盆地原型	(104)
第三节 郯庐断裂带晚白垩世—古近纪的伸展活动与盆地原型	(106)
第四节 郯庐断裂带新近纪以来的逆冲活动与盆地消亡	(110)
第六章 合肥盆地构造演化及形成机制	(113)

第一节 大别造山带与合肥盆地的耦合	(113)
第二节 前侏罗纪盆前阶段	(115)
第三节 侏罗纪类前陆盆地阶段	(120)
第四节 早白垩世挤压走滑阶段	(125)
第五节 晚白垩世—古近纪伸展阶段	(131)
第六节 新近纪—第四纪拗陷阶段	(133)
第七章 合肥盆地油气地质特征研究	(136)
第一节 盆地油气显示	(136)
一、油气苗地面显示	(136)
二、金寨县张店中侏罗统三尖铺组油砂岩地球化学特征	(137)
第二节 盆地烃源岩分布及特征	(141)
一、寒武系烃源岩有机地化特征	(141)
二、石炭—二叠系烃源岩分布及特征	(142)
三、中生界烃源岩分布及特征	(143)
第三节 盆地储集层特征研究	(154)
一、储集层分布特征	(154)
二、储集空间类型	(155)
三、储层物性及孔隙结构特征	(155)
四、储集层成岩作用	(159)
五、盆地储集层评价	(160)
第四节 盆地油气保存条件与生储盖组合	(161)
一、盆地中、新生界盖层条件	(161)
二、盆地中、新生界圈闭条件	(163)
三、盆地中、新生界生储盖组合	(164)
第五节 盆地构造特征与油气成藏	(166)
一、盆地构造演化与生储盖组合	(166)
二、盆地可能的储油构造类型	(166)
第六节 盆地含油气远景评价	(168)
参考文献	(171)

图 版

引言

一、盆地分析研究现状

合肥盆地是中国东部中生代叠合多旋回陆相沉积盆地,它位于华北、大别、下扬子几个性质不同的大地构造单元的接壤地带(陈建平,2003)。在大别造山带和郯庐大断裂活动的共同影响下,盆地中生代经历了多期的构造运动。其独特的构造发育历史、多旋回的沉积演化史,形成了合肥盆地的多套生储盖组合以及特有的油气聚集条件,蕴含了丰富的油气资源。而复杂化、多样化的构造变形及其变形样式的相互叠加,使盆地的研究成为地学界研究的热点和难点(郑文武、杨志坚,1964;王鸿祯、朱夏,1983;徐树桐,1992;廖静娟、薛爱民,1994;王清晨,从柏林等,1996;赵宗举,2000;贾红义,刘国宏等,2001;刘国生,朱光等,2002)。其具体内容涉及盆山耦合关系、前陆盆地构造沉积演化、大陆板块边缘动力学及中国中生代叠合含油气盆地研究等当今地球科学前沿研究的重点和难点问题。

1. 盆山耦合关系研究

造山带和沉积盆地的耦合关系是当今大陆板块动力学研究的热点和难点之一。从1825年施图德(Rernard Studer)提出磨拉石的概念后,造山带和盆地的演化研究便紧密得联系在一起。所谓盆山的耦合关系(coupling)是指受控于统一的地球动力学系统,而运动方式成镜像或其他相协调的方式形成的一对盆地和造山带。耦合关系所反映的实际是一种成因和运动机制上的联系,统一的地球动力学背景是盆山耦合的原因和基础,它们是地球内部各圈层相互作用综合调节的结果。因此,同时性和同一地质作用过程是盆山耦合的两个重要特点,也是盆山耦合体系划分的出发点。造山和成盆既存在耦合的关系也存在非耦合的其他关系,时空关系对盆山耦合是非本质的东西,是耦合的必要条件,决定性的因素是看它们是否形成于统一的地球动力学系统中。成盆作用和造山作用在盆山耦合中并不具有同等的作用,造山作用占主导地位,它决定着成盆作用,因此盆山耦合关系的类型一般是根据造山作用的特点来划分的。

盆山耦合的机制是相当复杂的,原因主要是地球内部地球圈层的相互作用和调节机制缺乏有效的地球物理探测技术。随着近年来造山带内部结构的深入研究,区域性大尺度地球物理剖面的测量以及地球板块动力学说的发展,盆山耦合关系的研究也不断深入。吴根耀等(2002)将造山带的演化划分为伸展、消减、碰撞和后碰撞四个阶段,并根据空间和区域构造应力场方面的关系,划分出四种机制:一是区域挤压应力场与区域拉张应力场空间上互为依存,即一个地区的拉张必然伴有邻近一个地区的挤压;二是走滑断裂的转换作用,即挤压带通过剪切带而转换成拉张带;三是深部过程的制约,如因岩石圈的拆沉作用造山带发生快速的坍塌而在地表形成坍塌裂谷和碰撞谷,即深部造山,浅部成盆;四是构造逃逸,通过两种机制发生,一是深部热作用使增厚的地幔岩石圈物质因塑性流动而侧

向挤出,另外一种浅部因走滑断裂的作用使地壳物质发生侧向运移。

张原庆、钱祥麟(2001)根据地表和地壳的浅部资料,配合以造山成盆作用理论,提出三种盆山耦合机制:一是浮力底托造山带伸展耦合机制;二是加载—挠曲耦合机制;三是俯冲弧盆耦合机制。

2. 前陆盆地分析

自1883年Suess提出前陆的概念以来,前陆盆地学或前陆盆地分析就逐渐发展成为一门新兴的学科。前陆是稳定区(克拉通)和活动区(地槽或造山带)之间的过渡带。Hills(1940)将前陆定义为“……在一系列逆冲带前面的地区”;Stille(1936)对前陆的定义为“不再受阿尔卑斯式褶皱作用的大地构造单元,至多不过发生日耳曼型的变形”;Eardley(1951)的定义是“在阿尔卑斯大量复杂的地槽沉积物,加上侵入岩,被向北推动了许多英里,运动所向的北面的稳定的陆地即前陆。”

前陆盆地位于造山带边缘,其中蕴含了丰富的油气资源。从1973年Price首次将冲断作用、地层沉积、挠曲沉降有机地结合在一起来讨论前陆盆地的演化时,表明前陆盆地挠曲沉降模式的开始,层序地层学理论的应用使前陆盆地的构造变形作用、沉积作用、沉降作用等因素有机结合在一起研究盆地整体的演化,表明前陆盆地模式理论的发展已趋于成熟。

关于前陆盆地研究的成果不断涌现,其主要成果有国外Allen(1986)主编的《前陆盆地》、Macqueen等(1992)主编的《前陆盆地与褶皱带》(美国石油地质学家协会丛书之五十五)、Allen(1990)编著的《盆地分析原理与应用》;国内陈发景教授主编的《前陆(挠曲)盆地分析》、甘克文教授主编的《前陆盆地的沉积层序、构造风格与油气聚集》。

作为一种特殊的盆地模式,它具有独特的构造沉积演化、结构及大地构造背景。其基本类型的划分也不尽相同。Dickinson(1976)根据板块构造学说,提出了前陆盆地的三种经典类型:周缘前陆盆地(Peripheral foreland basin)、弧后前陆盆地(Retroarc foreland basin)、破裂前陆盆地(Broken foreland basin)。Watts(1992),Beaumont(1988)根据前陆盆地发育在弹性板块或粘弹性板块上的异同,分出弹性和粘弹性板块之上的前陆盆地。在研究挤压环境中的冲断作用时,Shannon和Naylor(1989)提出了大前陆盆地(Major foreland basin)和小前陆盆地(Minor foreland basin),认为前陆盆地的实际位置取决于拆离面的位置和仰冲板片的厚度。

前陆盆地作为一个盆地系列,有其特征的构造背景、沉积体系、构造样式、沉降机制、成因机理与油气聚集特点,即特殊的盆地模式。Miall(1990)认为应该从以下几个方面探讨前陆盆地:①生成盆地的板块构造作用过程;②地壳沉降的机制;③盆地的构造地质学特征;④典型沉积体系的演化发展。

二、合肥盆地研究现状

(一) 合肥盆地油气勘探历史

自1958年合肥盆地开始油气勘探以来,盆地已经有40多年的油气勘探历史,尽管付出了很大的努力,然而由于受到合肥盆地地表条件复杂等多种因素的制约,合肥盆地目前仍是一个处于勘探早期的盆地。盆地的勘探历史,大体可以划分为如下几个研究阶段:

1. 第一阶段(1958~1964年)重、磁、化探普查阶段

本阶段完成了1:20万航磁、地面重、磁普查,在盆地北部做过少量垂向电测深测量

并在部分地区进行了化探工作。本阶段在盆地内打了 43 口地质浅井（井深在 1000 m 以内），总进尺 25172 m。通过上述工作，对盆地内构造单元进行了初步划分，并在盆地北部朱 1 井首次发现了下白垩统朱巷组 30 多米厚的暗色泥岩，分析认为是可能的生油岩。

2. 第二阶段（1970 ~ 1985 年）光点模式地震普查阶段

1964 年夏至 1970 年秋，合肥盆地的油气普查勘探工作暂时停止。1970 年，成立了安徽石油勘探处后，即以合肥盆地为重点开始了新一轮勘探，先后钻深井 6 口，总进尺 16511 m，地质浅井 14 口，进尺 12293 m，完成地震测线 1520.25 km，其中光点地震剖面 500 余千米。钻井中未见直接的油气显示，地震资料质量较差，仅能用于研究区域地质构造。通过本阶段的工作，对盆地内的基底、地质结构、中、新生代地层沉积发育情况以及生储盖组合等有了进一步认识。除证实了下白垩统朱巷组生油岩在东部大桥凹陷内比较发育，新发现有上白垩统响导铺组下段和下第三系定远组两套可能的生油岩，并指出了盆地东部为勘探的有利地区。

1976 年合肥盆地的勘探工作随着光点模式地震勘探的结束，合肥盆地油气勘探工作又中断了 11 年。

3. 第三阶段（1988 ~ 1996 年）二维数字地震普查阶段

本阶段进行了以数字地震勘探为代表的油气普查勘探工作。中国石油天然气总公司物探局二处从 1988 ~ 1989 以及 1991 ~ 1992 年度在盆地东部以白垩系、古近系为主要勘探目的层，完成数字地震测线 13 条，长 694 km。其中区域大剖面 2 条（89 - 50、89 - 212），未发现可靠的局部构造。在此期间中国石油天然气总公司物探局五处及中国科技大学，先后在盆地内完成 5 条 MT 区域大剖面。1992 ~ 1993 年度石油物探局二处继续完成数字地震测线 3 条 261 km，其中两条为区域大剖面（92 - L23，93 - 212）。1993 年下半年起，南方新区油气勘探经理部接手合肥盆地的油气普查勘探工作，根据石油物探局所做的贯穿全盆地中部的南北向 HF93 - L23 地震大剖面，在下侏罗统上部发现可能的含煤建造以及印支面以下可能有较厚的古生界。从 1993 ~ 1996 年，连续三个年度在盆地中部目标区部署地震测线 19 条、在盆地西部部署区域大剖面 5 条（94 - 135、94 - 80、95 - 50、96 - 150、96 - 40）合计 24 条共 1285 km。

4. 第四阶段（1999 年至今）盆地综合普查阶段

这一阶段主要由胜利油田承担，1999 年至 2000 年，胜利油田物探公司首次完成了覆盖全盆地的 9 条区域地震大剖面，总长 1366.75 km。并对 9 条剖面进行了解释。随后在新发现的双敦集构造上部署了一口探井——安参 1 井。同时，1999 年至 2000 年胜利石油管理局勘探事业部也开展了“合肥盆地油气地质前期评价”的研究工作，对下侏罗统及石炭系、二叠系两个主要烃源岩的平面展布、热演化历史进行了较深入的分析、评价，并进行了油气资源量估算，指出有利的勘探区带和局部构造。

（二）合肥盆地研究现状

对合肥盆地的研究已经有很久的历史，早在 20 世纪初中外学者就对合肥盆地周围出露的地层进行采样研究。新中国成立后，众多地质工作者都对合肥盆地进行过研究。20 世纪 50 年代初，朱庭枯、张祖等曾对大别地区进行地质调查，并划分出地层单位。60 年代，郑文武、杨志坚对大别山北部佛子岭群进行研究，相继识别出梅山群和三尖铺组。该段时期的研究，主要针对地层层序方面。80 年代后，王鸿祯、朱夏、朱光、许志琴、王

清晨、薛爱民、徐春华等对合肥的形成演化以及盆地与大别造山带和郯庐大断裂的关系等问题进行了一系列专题研究。大规模详细的盆地地质研究是以找油找气为目的的石油地质勘查研究开始的。

自 1958 年以来,先后有地质部、石油工业部、华东石油勘探局、地质部航磁大队、地质部华东石油物探大队、安徽石油勘探处和石油地球物理勘探局等十几家勘探队伍进行过油气勘探。依据这些资料,前人曾对合肥盆地进行了一定程度的研究,除了盆地内地层的划分和基底特征外,也对构造地质特征进行了一些研究,如中国石油地质志编写组(1992)较为全面的研究了合肥盆地的构造演化史和构造单元特征,并且指出了较有利的勘探区块。他们认为根据盆地的基底、盖层、断裂及中、新生代的沉积分布特征,可将合肥盆地划分为颖上凹陷、瓦埠—吴山庙凸起、定远凹陷、大桥凹陷、六安凸起以及舒城凹陷七个二级构造单元。对于构造演化史,他们则将合肥盆地的地史发展过程分为如下三个阶段,前震旦纪的地史发展阶段、震旦纪至三叠纪阶段和中、新生代阶段,并且认为作为一个油气普查的基本单位——沉积盆地而言,合肥盆地只在中生代时期才组成一个统一的沉积盆地。合肥盆地在中、新生代阶段经历了早侏罗世的填平补齐的充填式沉积—中侏罗世的全面拗陷—晚侏罗世及白垩纪的强烈断陷—第三纪的萎缩直至消亡的发生、发展的全过程。但就区域构造性质而言,它却分别隶属两个性质不同的大地构造单元。以肥西—六安深断裂为界,其北属华北地台,其南则是在北淮阳地槽褶皱带的基础上发展起来的。此外他们还对合肥盆地的主干断裂进行了一些研究。

当然,也有学者从其他方面对合肥盆地进行了研究。如王蓉和沈后利用孢粉资料对合肥盆地各时期的气候进行了研究;薛爱民和杨小毛(1994)则利用磷灰石裂变径迹资料反演了合肥盆地的古地温并估计了沉降率与剥蚀率;廖静娟和薛爱民于 1994 年采用开放系统热解实验对合肥盆地白垩系朱巷组、响导铺组和古近系定远组三个生油岩样品进行了分析,并得出了合肥盆地不同时代生油岩的动力参数;而王鑫(1996)则利用薄片观察、阴极发光和扫描电镜等技术对侏罗系低渗透致密砂岩进行了研究,不仅探讨了其成因,而且结合有机地球化学和地震地层学等研究认为合肥盆地侏罗系地层具有优质砂岩储层发育的潜力,而且优质储层可能存在于断裂系统发育、位于油气运移指向、邻近生油岩发育的地区。

三、存在的问题以及今后的发展方向

由以上论述我们可以看出,合肥盆地的勘探程度相当低,目前还仅仅处于区域研究阶段,不管是实际资料和理论认识都比较少。同时由于资料的掌握程度以及学科观点的不同,目前对合肥盆地的研究还存在较多的分歧和不足。

首先是构造单元的划分不统一,不同学者有不同的划分方案。其次对于合肥盆地的形成及中生代原型盆地的性质不同学者也有不同看法,陈发祥(1992)认为它是在印支隆起背景上,受南北向拉张作用形成的断陷盆地;认为欧亚板块东缘新生代盆地的成因为右行剪切拉伸作用,合肥—周口盆地和江汉盆地可能是郯庐断裂南尾端形成的边缘型盆地,其边界断裂可能利用了早期近 EW 向和 NW—NWW 向断裂。

此外对于主干断裂的构造发育史也不是很清楚。而从其他几个类似的盆地的勘探历史我们可以发现,作为一个中生代的断陷盆地,盆内断裂的发育,尤其是主干断裂的发育,对油气的生成运移和聚集起着很重要的影响。而前人对于这方面的研究很少。

再者,合肥盆地形成演化与邻近的大别造山带、郯庐断裂的关系认识不一致。最近一些年,又有学者对合肥盆地的构造特征(包括基底属性、成因机制和演化特征)进行研究,许多学者(徐树桐,1995;王清晨,1997)认为合肥盆地紧邻大别山北麓,其形成和演化显著受控于大别造山过程。其他像沉积学和矿物学方面也做了不少工作,如李忠等(2000)曾根据侏罗系砂岩碎屑的岩矿组成及主元素地球化学分析,认为合肥盆地南部侏罗系物源主要来自大别造山带,具有明显的陆壳-岛弧混杂属性。主要物源类型经历了下—中侏罗统的“再旋回造山带”类型向上侏罗统“弧造山带”类型的复杂演变,期间中侏罗世特别是相当于凤凰台组时期由于强烈的剥离作用,大别造山带切割的(dissected)岩浆弧物源已有所暴露。据古地理恢复,推断侏罗纪合肥盆地南部沉积演化曾受控于挤压动力体制,极可能与扬子板块进一步陆内俯冲作用有关。然而,也许是研究的目的不同,以往学者的研究仅仅把合肥盆地的形成同大别造山带或是郯庐断裂带简单的对应起来。而盆地的形成和演化往往受控于多种因素,Dickinson(1993)指出,许多盆地的演化过程都是复杂的,受控于多重机制的联合作用,并随时间有明显的改变,因此重要的在于进行动力学分析。因此合肥盆地的形成和演化并不是简单的受一种因素控制,在早期是以大别造山带的隆升为主要因素,但到了后期就应该是受到郯庐断裂带活动的影响,当然控制整个合肥盆地的形成和演化的因素和过程应该还是比较复杂的,这就需要进行更精细的研究。

大别造山带的隆升对早期合肥盆地的演化具有重要的影响,二者之间应该纳入统一的盆山耦合系统中进行研究,这也是当今研究盆地和造山带的主要方向。当代地球科学界都把大陆动力学研究视为建立新的地球观的突破口,其中最重要和最直观的研究内容就是大陆构造,而大陆上最基本的构造单元为盆地和造山带,因此新的大陆构造思想的生长点必须是建立在造山带与沉积盆地精细研究的基础上。造山带与沉积盆地是大陆上最基本的两个构造单元,具有盆山转换和盆山耦合的地质特征。造山作用主要体现为逆冲作用和走滑作用,造山带逆冲推覆作用所产生的构造负荷是前陆盆地生长的构造动力,控制前陆盆地的沉降,形成可容空间,并提供物源,导致盆地的沉降和物源在垂直造山带方向的迁移;造山带走滑作用不仅控制造山带内走滑挤压盆地的形成,而且控制前陆盆地的沉降和物源在平行造山带方向的迁移,以及盆地的抬升与侵蚀。沉积盆地地层记录是研究和再造造山带造山作用的窗口,因此不管是研究造山带还是研究沉积盆地,都应该对其进行系统的分析,通过探讨造山带的形成进而研究沉积盆地形成的动力学机制,通过研究盆地的沉积记录来反推造山带的形成过程。这是合肥盆地研究的一个方向。

郯-庐断裂带是我国东部一条重要的深断裂带。它北起鄂霍茨克海,经俄罗斯东部,从黑龙江省进入我国东北地区,纵穿吉林和辽宁两省,往南至安徽庐江和江西九江,然后断断续续延伸至北部湾。目前尽管对郯庐断裂带的认识还不统一,但在中生代期间强烈活动被公认,而且整体断裂的活动以左旋平移为主。其历史可归结为“三部曲”即三叠—侏罗纪以左旋平移为主,具压剪性,白垩纪—古近纪以断裂为主,新近纪—第四纪以挤压为主,并有小幅度右旋平移。因此合肥盆地中生代以来的演化必然被郯庐断裂带所左右,研究合肥盆地的构造特征尤其是中期的形成和演化必然要将郯庐断裂带纳入到研究中。这也是今后合肥盆地研究的一个方向。

第一章 合肥盆地地质概况

合肥盆地是中国东部目前勘探程度最低的一个大型盆地，它位于安徽省中部，东经 $116^{\circ} \sim 118^{\circ}$ 和北纬 $31^{\circ}19' \sim 32^{\circ}40'$ ，介于大别山、张八岭、凤阳山区和四十里长山之间，东西长约 200 km，南北宽约 150 km，面积 $2.3 \times 10^4 \text{ km}^2$ （以龙梅断裂为界），是一个整体呈近长方形、大型中生界陆相盆地。行政区划包括合肥、六安、颍上、霍邱、寿县、长丰、定远、肥西、肥东、舒城、金寨以及霍山等 12 个县市。合肥盆地西南与大别山脉相邻，海拔在 1000 m 以上，东南侧为巢湖，其东侧、北侧以及西北侧为低山、丘陵，盆地内部是属于分割长江和淮河两大水系的大片的低缓江淮丘陵，总体上呈西高东低，南高北低之势，盆地内部发育了自南向北和自西向东的两个水系，地面则大部分为第四系掩盖（图 1-1）。

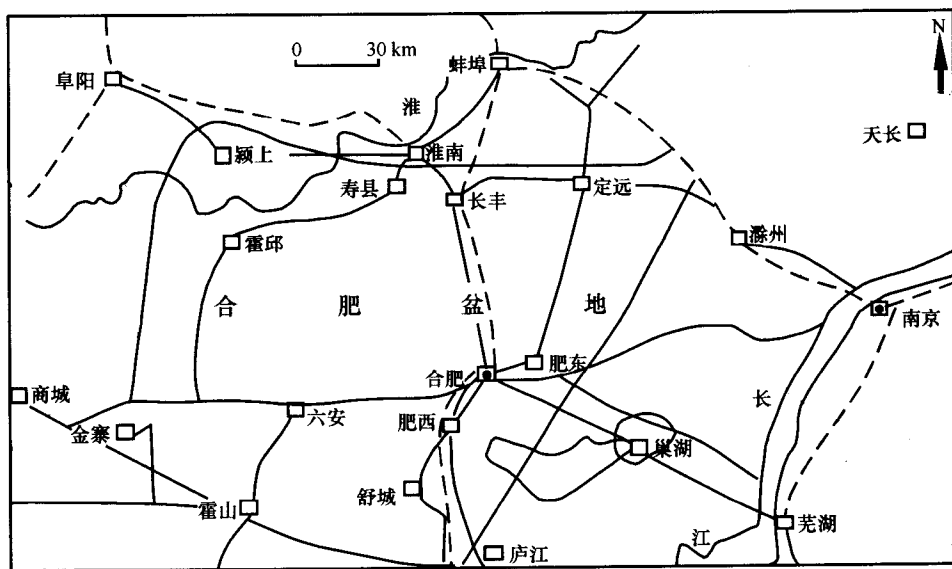


图 1-1 合肥盆地地理位置图

第一节 大地构造位置

合肥盆地东西长约 200 km、南北宽约 150 km，总面积 $2.3 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。盆地东以郯庐断裂与张八岭隆起相邻，南抵大别山造山带，北以寿县-定远断裂与蚌埠隆起相接，西北与长山隆起相连，西南与信阳凹陷相通。大地构造上夹持于大别造山带和郯庐断裂带两大构造体系之间，是扬子板块和华北板块相互碰撞作用下形成的中、新生代山前陆相残留沉

积盆地。经过全盆地的重、磁、电、地震及地表地质工作，目前合肥盆地的边界得到了确定，即东界为郯庐断裂带，南界为大别造山带北缘的龙梅断裂，西界为吴集断裂，北界为寿县断裂、定远断裂（图 1-2）。

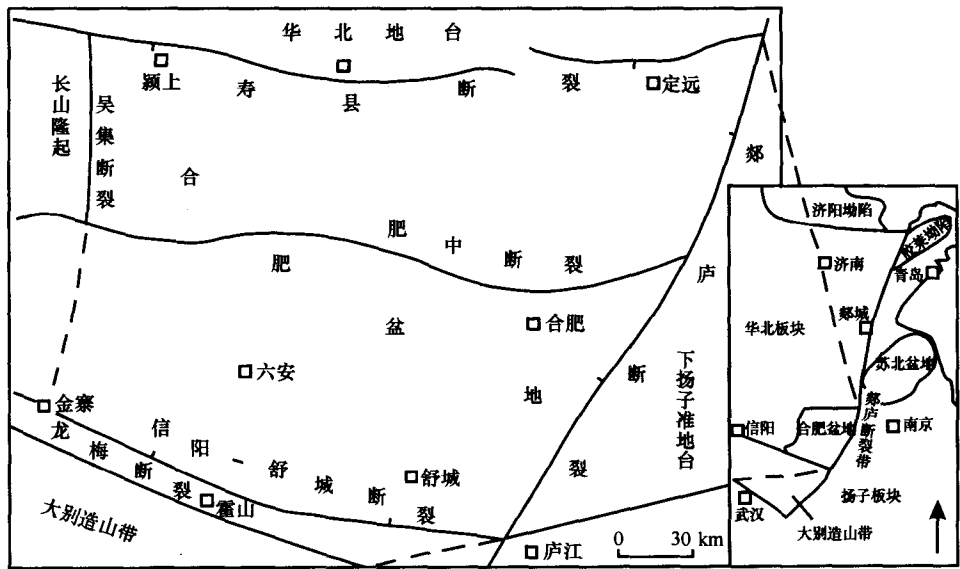


图 1-2 合肥盆地区域构造位置图

1. 东界为郯庐断裂带

郯庐断裂带是中国东部纵贯南北的巨型断裂构造带，其南起长江北岸的黄梅，经安徽庐江、山东郯城，过渤海湾后经东北地区后延入俄罗斯远东地区，全长达 2400 km 以上。该断裂带总体走向为北北东，据碱性玄武岩包裹体测定，推测其深度在 33 ~ 100 km。该断裂在布格重力异常图上反应为明显的北北东向梯级带，最大可达 $13 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ 。

郯庐断裂带在合肥盆地附近地区主要由四条断裂组成，即：五河-合肥断裂、石门山断裂、池河-西山驿断裂和嘉山-庐江断裂。郯庐断裂带的西界断裂，为池河-西山驿断裂，是合肥盆地的东界断裂，它在区域范围内表现为条带状重力异常。盆地内近东西向的构造，如肥中断裂、六安断裂等被断裂所截切，并显示左旋牵引构造。

经过四十多年的研究（徐嘉伟，1978；万天丰，1996；朱光，2001），郯庐断裂带的演化规律逐渐为人们所认识。该断裂带经历过走滑运动、伸展运动和逆冲运动的“三部曲”演化过程。这“三部曲”的演化与中国东部大地构造演化规律一致，主要受控于太平洋板块运动所产生的区域动力，并控制着合肥盆地的形成演化。

近些年来，通过对郯庐断裂带上走滑期糜棱岩类、岩浆岩等同位素年代学的研究，表明郯庐断裂的大规模平移发生在晚侏罗世末—早白垩世，它使中国东部前期的构造单元被左行错移，最突出的是将原先近东西向、统一的大别-胶南造山带左行错移大于 550 km（朱光，2001）。断裂带在晚白垩世—新近纪转变为伸展运动，控制发育了一系列的断陷盆地（朱光，2001）。郯庐断裂带上的断陷盆地一部分在结束断陷活动以后就抬升、消亡（如潜山盆地、胶莱盆地、合肥盆地），一部分在新近纪后转变为残留的拗陷型盆地（如

渤海湾盆地和依兰-伊通盆地局部)。断陷盆地的整体抬升和消亡是区域性挤压的结果,这一挤压活动使郯庐断裂带出现正反转,即由前期的断陷转变为逆冲。而断裂带在燕山-喜马拉雅早期的具有明显左旋平移的张扭性活动,控制着盆地东部中、新生界沉积与分布,使盆地中新世代沉积中心逐渐向东迁移。

2. 南界为大别造山带北缘的龙梅断裂

大别造山带为华北板块与扬子板块的陆-陆碰撞带,最终碰撞发生在早三叠世末的印支期。其自北向南可分为北淮阳构造带、北大别杂岩带、超高压变质带与宿松构造带。在构造上表现为一系列由前中生界、岩石组成的构造岩片,组成了大别造山带北部的、向北逆冲的逆冲-推覆带。北淮阳构造带的北界为信阳-舒城断裂,南界为磨子潭-晓天断裂。信阳-舒城断裂为北淮阳逆冲-推覆带的前缘断裂带,由一系列断面南倾的叠瓦冲断层组成,呈向北突出的近东西向弧形展布。信阳-舒城断裂与晓天-磨子潭断裂之间的北西西向延伸的龙梅断裂,也称龟梅断裂,在遥感图像上十分清晰,大别山区一系列水库沿此断裂带分布。该南界断裂使佛子岭群向北逆冲于侏罗纪三尖铺组之上。由于强烈的逆冲作用,船板冲一带龙梅断裂带下盘三尖铺组砂砾岩岩层产状直立或倒转。晚白垩世-古近纪,由于南部舒城凹陷为北断南超的格局,这时盆地南界变成了沉积超覆的边界,目前保留的上白垩统一古近系边界已经是残留边界。

3. 西界为吴集断裂

吴集断裂是盆地的西部边界断裂,也称为南照集-口孜集断裂或丰(沛)涡(阳)断裂,总体走向北北东。该断裂北起山东丰县,经豫皖边境地区、涡阳、口孜集、南照集等地,延入合肥盆地的西部边界,构成了长山隆起与颍上凹陷的边界断裂。该断裂基本上全被新生界覆盖,只在四十里长山地区,可见受断层所影响的一些构造现象出露。合肥盆地西界上的吴集断裂北起颍上县的南照集,向南经霍邱县的周集西部,在沈老庄以南与肥中断裂相交,该段长约 50 km。在吴集断裂的影响下,其西侧长山隆起上形成了一系列北北东向的右行平移构造,次级断裂发育,断裂处岩石破碎,硅化强烈,并且出现了一系列沿断裂侵入的北北东向中-酸性岩墙。该断裂在晚白垩世-古近纪也转变成正断层,控制发育了近北北东向的颍上凹陷。

沿吴集断裂,重、磁异常交变带特征清晰,断裂的西侧为重高、磁高,而东侧则是重低、磁低,明显地反映出两侧地质体性质的不同。从 365 测线视电阻率剖面展开图可见,西端 157~158 之间的吴集断裂为明显的电性界限,断裂以西为高阻体,以东浅部为盆地沉积物反映的低阻体,电性界面指示断裂向西陡倾。吴集断裂西侧的长山隆起,浅部为电阻率 500~700 $\Omega \cdot m$ 的寒武系和震旦系白云岩、石英砂岩地层。从电性上看,长山隆起之下总的反映电阻率不高,没有高阻的霍邱群反映。深部相对低的电性层可能与大套的新元古界未变质碎屑岩存在有关。

由于后期东西向大型正断层的活动,一些东向西向的凹陷向西越过吴集断裂后继续延入河南境内,指示吴集断裂南段在伸展期活动微弱,强度明显不如北段。

4. 北界为寿县断裂、定远断裂

大量的地球物理与地质资料显示,合肥盆地的北界为寿县断裂、定远断裂,走向为近东西至北西西向,全长约 180 km。这两条断裂曾被认为一条连续的断裂,而新的地球物理资料揭示是由寿县断裂和定远断裂两条组成,其间为北西向的耿集所左行错断。这两条