


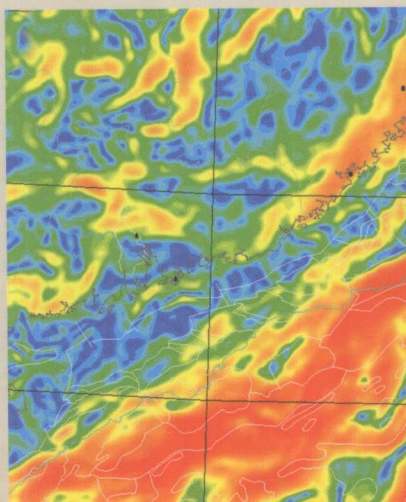


中卷

中国油气区 地质-地球物理解析

杨宝俊 张梅生 王璞珺 著

 科学出版社
www.sciencep.com



中国油气区地质-地球物理解析

中 卷

杨宝俊 张梅生 王璞珺 著

科 学 出 版 社

北 京

**GEOLOGICAL-GEOPHYSICAL ANALYTIC
INTERPRETATION ON OIL AND GAS
POTENTIAL REGION OF CHINA**

(Volume II)

Yang Baojun Zhang Meisheng Wang Pujun

**Science Press
Beijing**

内 容 简 介

本专著《中国油气区地质-地球物理解析》(中卷)主要包括:区域地球物理资料综合研究;岩石地层、层序地层序列及综合地层对比;区域构造演化与控盆作用;断裂构造特征;中、新生代火山岩及其与构造和成盆的关系;沉积相发育与展布特征;重点盆地分析。

本书可供石油地质勘查、地球物理、构造地质学和沉积学专业的科研、技术人员和大专院校师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

中国油气区地质-地球物理解析·中卷/杨宝俊,张梅生,王璞珺著. —北京:科学出版社,2009

ISBN 978-7-03-024541-0

I. 中… II. ①杨…②张…③王… III. 石油天然气地质-地球物理学-研究-中国 IV. P618.130.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第06888号

责任编辑:谢洪源等 / 责任校对:陈玉凤

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:王浩

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京佳信达欣艺术印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009年6月第一版 开本:787×1092 1/16

2009年6月第一次印刷 印张:27

印数:1—1 000 字数:624 000

定价:90.00元

如有印装质量问题,我社负责调换

前 言

吉林大学(原长春地质学院)“油气深层项目组”在完成(原)中国石油天然气总公司“九五”科技攻关课题“中国东部陆缘主要盆地区及邻区区域构造和深层油气目标研究”之后,接续承担了中国石化总公司“十五”科技攻关课题“中国东部陆缘中区区域构造成盆规律综合研究”和“东海盆地丽水凹陷区域构造背景和古新统油气有利带分析”。本书是在上述新项目研究成果基础上,结合近年国内外新进展,提炼、加工而成;也是《中国油气区地质-地球物理解析》(上卷)的接续卷。本书中“中国东部陆缘”是中国东部陆地边缘的简写,指位于大兴安岭-太行山-武陵山重力梯级带以东的地带。除了“上卷”涉及的松辽盆地群和渤海湾盆地群以及它们的周缘地区,还包括南华北盆地群、郯-庐断裂带以东盆地;中卷涉及的油气区位于中原地区和华东地区。

本书包含的主要研究结果:①将中国东部中、新生代构造发展阶段划分出古亚洲构造域发展截断(T)、古亚洲洋构造域和环(滨)太平洋构造域叠加转换发展阶段(J₁-J₃晚期)、环(滨)太平洋构造域发展阶段(J₃早期-Cz);②中国东部陆缘中区深大断裂分四大断裂系、中-新生代断裂四种构造迁移类型以及六个重要的区域断裂活动期;③渤海湾盆地区域构造线明显具三个分区特征,南华北盆地群分成北、中、南三个带;④新生代火山岩发育位置对应盆地沉降中心,中生代火山岩可能形成于与俯冲作用有关的构造背景,新生代火山岩可能形成于与裂谷作用有关的构造背景;⑤中-新生代五个主要成盆期、二个大成盆区域,以及盆地沉积序列的8种类型;⑥在构造层序框架内进行层序划分,研究区划分为21个层序,6种层序类型;⑦研究区地幔流三维运动的区域构造作用,盆地区中部地壳具有低速高导层带,南华北盆地群一带的地壳结构不同于(下)扬子地台一带,南襄盆地一带具有特殊的壳幔结构;⑧渤海湾盆地中、西部断裂主体方向直到南华北盆地南带,表现出明显的“逆时针”变化,并有一定的继承性。

中国东部大陆古生代以来构造演化先后经历了古亚洲洋构造域和特提斯构造域及环(西)太平洋构造域的复合作用;中-新生代,在(西)太平洋板块、西伯利亚板块和印度板块共同作用下,中国油气区普遍经历了挤压、拉张、升降、走滑、转换等地质过程,构造形迹以近东西向和近北东-南西向为主。由于板块作用的多期和多阶段性,构造应力场的方向和强度随时间不断变化,因此导致板内和板缘出现不同尺度的构造→成盆→成烃的多次复合和叠加。常常是一个陆相盆地存在两套或多套构造-沉积旋回(如断陷→拗陷);油气区和沉积盆地不同尺度的构造、地层特征使相应的地球物理场也呈现出尺度、范围(规模)的变化。因此,要揭示它们的地质特征和成盆、油气聚集规律,必须进行地质-地球物理复合尺度解析。本专著尝试对中国东部大型盆地区及邻区的地质-地球物理进行复合尺度解析。其中的大尺度方法有GGT资料解释,小尺度方法如一个深层目标的圈定等。“复合尺度”可能是油气区研究的综合的必要手段;综合解析可能是复合尺度工作手段的自然归宿。不仅在GGT研究中需要综合,而且在盆地

构造研究中也需；如火山岩储层的地质-地球物理综合研究，控盆断裂的地球物理特征及其地质意义，等等。盆地构造是大尺度区域构造作用和油气地质条件间的一个过渡，研究深层油气问题需要地学不同学科间的不同尺度的复合性解析研究。盆地构造是壳幔构造运动、大洋板块运动、海平面升降作用的复合效应，即研究盆地构造需要考虑到时空四维动态过程。在油气勘探中，油气聚集带是重要大尺度目标；对于大型盆地它是盆内带，对于小型盆地或盆地群则是盆间构造带。

本书由杨宝俊、张梅生、王璞珺撰写，孙晓猛、程日辉、刘财也参加了部分内容的撰写。另外，主要参研人员还有单玄龙教授、刘鹏举教授、孟令顺教授、焦新华教授、李月教授，刘万洙副教授、郝福江副教授等。在本书打字、绘图和其他相关工作中付出辛勤劳动的有白岩女士、王典博士、赵雪平博士、林红波博士、袁野博士、杨冬博士。

感谢科学出版中心李锋主任和刘少华博士为出版本书给予的支持以及谢洪源副编审在编审该书稿时所付出的艰辛劳动。由衷感谢教授级高工张洪年、关德范、朱铨在研究过程中给予的支持、指导和帮助。特别感谢戴金星、刘光鼎、李廷栋、肖序常、滕吉文、马宗晋六位中国科学院院士和陈焕疆、邱家骧两位教授对研究成果的充分肯定。在研究中，我们和德国 Tuebingen 大学的 Einsele G 教授和 Satir M 教授、美国 Stanford 大学的 Klemperer S L 教授、Cornell 大学的 Brown L D 教授、西班牙 Zaragoza 大学的 Badal J I 教授，俄罗斯科学院 Пузырев Н Н、Гольдин С В 院士等学者专家进行了卓有成效的合作研究，在此一并表示衷心的感谢。

在研究工作中，得到了中国石油化工科技开发部有关负责人的热情关怀，得到了上级项目领导的大力支持和项目研究人员的帮助；得到中国石油化工石油勘探开发研究院、中国石油天然气勘探开发研究院、中国地质科学院、中国科学院地质与地球物理研究所和中国地震局地球物理研究所等单位的多位专家、学者的热心指导；同时也得到华北油田、中原油田、胜利油田、江苏油田、南阳油田、东海油田有关专家的积极配合与支持；此外还得益于中国石油大学、中国地质大学、同济大学、长江大学（江汉石油学院）、成都理工大学多位学者的指教；还得到吉林大学有关领导的指导与支持。在此向以上单位及各位领导、专家学者致以诚挚的谢意。

敬请读者批评指正。

作者

2005年12月

目 录

前言

第一章 区域地球物理资料综合研究	(1)
第一节 研究区及邻区区域地球物理场基本特征	(2)
一、研究区构造地球物理综合信息解释.....	(2)
二、研究区古地热流密度及莫霍界面埋深分布.....	(3)
第二节 研究区及邻区壳幔结构	(6)
一、研究区地壳结构.....	(6)
二、5条地学断面的解释.....	(7)
第三节 长地震剖面的构造格架分析	(13)
一、长剖面的解释研究.....	(13)
二、其他长剖面的基本解释结果.....	(25)
第四节 研究区反射地震构造图、重力布格异常图与盆内典型剖面研究	(28)
一、研究区地震反射构造图一般描述.....	(28)
二、重力场研究.....	(31)
三、重力场与盆地构造.....	(36)
四、重力地学断面.....	(37)
五、典型剖面解释.....	(38)
第五节 秦岭-大别造山带内盆地群的比较研究	(41)
一、秦岭-大别造山带岩石圈结构主要特点.....	(41)
二、关于秦岭-大别造山带内盆地群〔南襄盆地(南阳-泌阳)、桐柏盆地、信阳盆地和合肥盆地〕的地震构造格架问题.....	(43)
第六节 关于郟-庐断裂带的地球物理研究	(45)
一、郟-庐断裂的地表特征及地球物理现象.....	(45)
二、地学断面资料对郟-庐断裂性质认识提供的依据.....	(49)
第七节 研究区地震反射构造图的再讨论	(53)
第八节 微弱同相轴的混沌振子检测技术	(56)
第二章 岩石地层、层序地层序列及综合地层对比	(58)
第一节 岩石地层序列	(58)
一、早、中三叠世地层序列.....	(58)
二、晚三叠世地层序列.....	(67)
三、早、中侏罗世地层.....	(69)
四、早白垩世地层序列.....	(77)
五、晚白垩世地层.....	(91)

第二节	层序地层划分	(96)
第三节	综合地层对比	(103)
一、	三叠纪地层对比	(103)
二、	早、中侏罗世地层对比	(107)
三、	早白垩世地层对比	(110)
四、	晚白垩世地层对比	(113)
第四节	中生代地层展布特征	(116)
一、	早、中三叠统展布特征	(116)
二、	上三叠统展布特征	(117)
三、	中、下侏罗统展布特征	(117)
四、	早白垩世地层展布特征	(119)
五、	晚白垩世地层展布特征	(122)
第三章	区域构造演化与控盆作用	(124)
第一节	前中生代大地构造特征与控盆作用	(124)
一、	中国中东部前中生代板块大地构造单元划分及其特征	(124)
二、	早古生代盆地发育基本特征	(129)
三、	晚古生代盆地发育基本特征	(132)
第二节	中生代区域构造特征与控盆作用	(139)
一、	中生代区域构造基本特征	(139)
二、	中国东部中生代盆地的发育演化	(144)
第三节	新生代区域构造特征与控盆作用	(158)
一、	古近纪区域构造特征与控盆作用	(158)
二、	新近纪区域构造特征与控盆作用	(161)
三、	中国东部新生代大陆裂谷作用与盆地发育的基本特征	(163)
第四章	断裂构造特征	(167)
第一节	深大断裂级别划分	(167)
一、	岩石圈断裂	(167)
二、	壳断裂	(167)
三、	基底断裂	(168)
四、	盖层断裂	(168)
第二节	区域深大断裂系统	(168)
一、	商城-丹凤断裂带和阜平-五莲断裂带	(168)
二、	勉略断裂和连云港-黄梅断裂	(169)
三、	秦岭-大别-苏鲁造山带地球物理场特征	(169)
四、	秦岭-大别造山带北部中-新生代逆冲推覆构造特征	(170)
五、	太行山南-丰沛断裂特征	(173)
六、	郟-庐断裂中段构造特征	(175)
七、	太行山东麓断裂带的构造特征	(179)
八、	沧东断裂	(182)

九、兰聊断裂·····	(184)
十、夏邑-涡阳-麻城-团风断裂带·····	(187)
十一、中国东部陆缘中区深大断裂时空分布规律·····	(188)
第三节 控盆断裂特征·····	(190)
一、济阳拗陷控盆断裂特征·····	(190)
二、临清拗陷控盆断裂特征·····	(192)
三、东濮凹陷控盆断裂特征·····	(194)
四、合肥盆地控盆断裂特征·····	(195)
五、周口拗陷控盆断裂特征·····	(198)
六、南襄盆地控盆断裂特征·····	(200)
七、胶莱盆地控盆断裂特征·····	(204)
八、苏北及南黄海盆地控盆断裂构造特征·····	(206)
九、东海陆架盆地控盆断裂特征·····	(210)
第五章 中、新生代火山岩及其与构造和成盆的关系·····	(214)
第一节 火山岩特征和分布·····	(214)
一、中生代第一期火山岩·····	(214)
二、中生代第二期火山岩·····	(216)
三、新生界火山岩·····	(223)
第二节 火山岩地球化学与构造背景·····	(229)
一、火山岩的化学成分·····	(229)
二、火山岩的系列组合·····	(238)
三、碱度与构造环境·····	(238)
第六章 沉积相发育与展布特征·····	(249)
第一节 沉积相类型和特征·····	(249)
一、沉积相类型·····	(249)
二、主要沉积相特征·····	(250)
第二节 沉积相发育与演化·····	(253)
一、山东地区·····	(253)
二、南华北地区·····	(262)
三、下扬子地区·····	(280)
第三节 沉积相平面分布及规律(岩相古地理特征)·····	(287)
一、华北区沉积相发育与岩相古地理·····	(287)
二、下扬子地区沉积相发育与岩相古地理演化·····	(292)
第四节 重点盆地沉积体系·····	(294)
一、胶莱盆地·····	(295)
二、济阳拗陷及鲁西地区·····	(295)
三、临清拗陷·····	(295)
四、济源凹陷及邻区·····	(295)
五、周口拗陷·····	(296)

六、合肥-信阳盆地	(296)
七、苏北盆地及邻区	(296)
八、黄口盆地	(297)
第五节 有利盖层及储集相带发育与展布	(297)
一、重点盆地储盖组合及有利储集相带发育与展布	(297)
二、重点盆地有利盖层发育与展布	(303)
第七章 重点盆地分析	(306)
第一节 渤海湾盆地重点油气区	(306)
一、东濮凹陷	(306)
二、临清拗陷	(314)
三、济阳-昌潍拗陷	(324)
第二节 南华北盆地群重点油气区	(335)
一、济源凹陷盆地分析	(335)
二、周口盆地	(346)
三、合肥盆地	(355)
第三节 郯-庐断裂带以东重点油气区	(365)
一、胶莱盆地	(365)
二、苏北-南黄海南部盆地	(373)
三、东海盆地	(392)
参考文献	(402)
英文目录 (Contents)	(412)
英文摘要 (Abstract)	(417)

第一章 区域地球物理资料综合研究

在本研究区的区域地球物理资料综合研究包括以下五项工作：①重新整理解释 5 条地学断面（其中 4 条为 GGT）；②选取 19 条地震长剖面进行对比解释（包括单条对比和必要的连结对比）（图 1.1）；③利用已有的大比例尺局部地震反射构造图进行连片成图（包括 T_7 、 T_9 和 T_g ，分别相当于古近系和新近系底界、中生界底界和奥陶系顶界面反射）；④利用区域地球物理资料（图件和数据），编制区域地球物理图件（包括研究区地热、莫霍界面埋深、地幔流方向、岩石圈厚度等信息）；⑤对特定的重要的构造系统的专门研究（包括秦岭-大别造山带壳幔结构、郯-庐断裂带的地质地球物理性质和特征）。在具体研究工作基础上，就研究区的盆地群问题、油气富集带问题、盆地沉积构造变化问题、控盆断裂等问题进行一定的分析，得到几点初步认识。

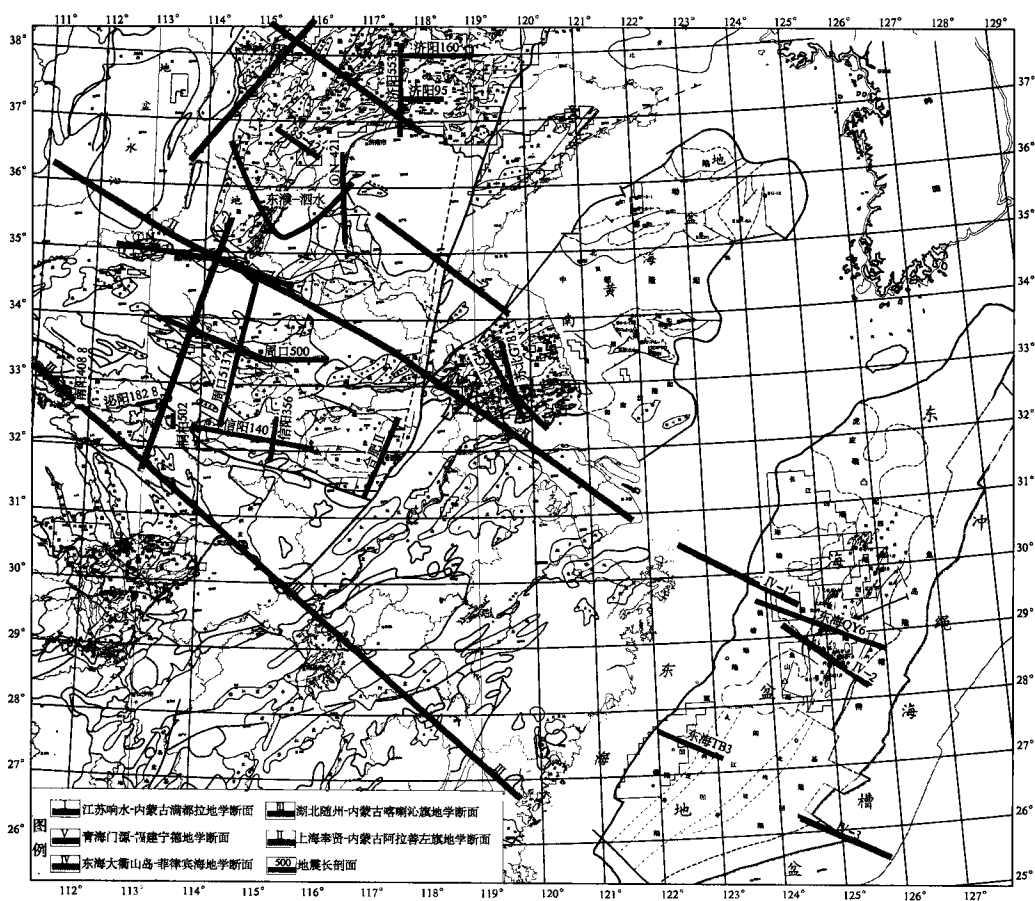


图 1.1 中国东部陆缘中区地学断面及地震长剖面测线位置图

第一节 研究区及邻区区域地球物理场基本特征

一、研究区构造地球物理综合信息解释

参见图 1.2，图中包括四种地球物理信息（区域大尺度地幔流方向、板块运动方向、局部中尺度地幔流方向和岩石圈厚度分带）和四条主要构造带（大兴安岭-太行山-武陵山重力梯级带、郯-庐断裂带、西湖-基隆断裂带和秦岭-大别造山带）。限于研究人员的知识水平，仅对综合信息进行“构造效应”方面的讨论不涉及综合信息的成因（曾融生，1984，1991；魏斯禹等，1990）。

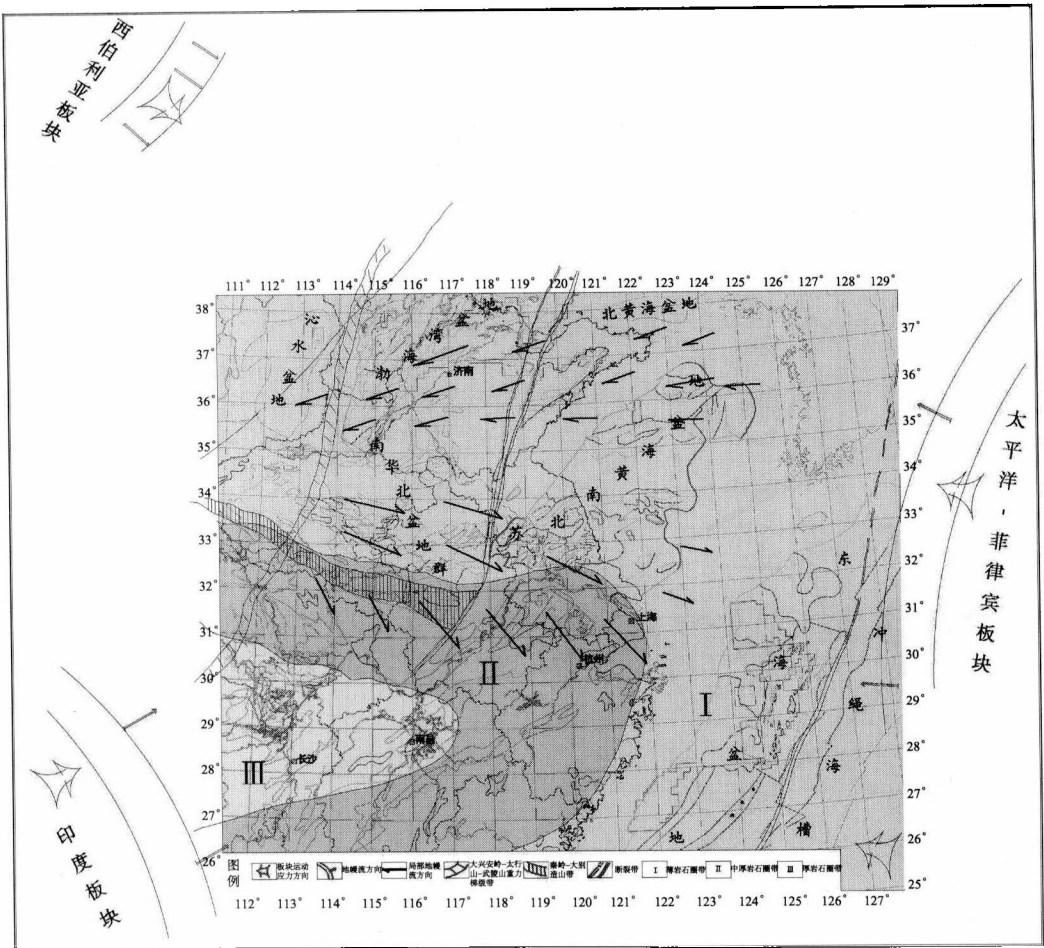


图 1.2 中国东部陆缘中区盆地区及邻域构造地球物理综合信息图

1) 徐嘉炜等 (1992) 曾写过大兴安岭重力梯级带以东的中国大陆边缘带均属于郯-庐断裂 (系统) 带。我们不论述该论点的可信性, 但郯-庐断裂带是中国东部陆地边缘带的一条非常主要的区域性控制断裂是大家的共识。郯-庐断裂是一条具有一定宽度变

化和纵向变化的陆缘走滑断裂,其两侧地层至少平移几百公里,甚至达到700多公里。西湖-基隆断裂切割达万米,有可能向北延伸至韩国东南角地带。在本章第七节将较详细论述。

2) 图中区域地幔流方向和相应的西伯利亚板块、印度板块、太平洋板块、菲律宾板块运动方向基本一致(刘光鼎,1992);很可能该地幔流是三大板块运动的基本动力。对于本研究区而言,太平洋板块运动所产生的 Benioff 带与大兴安岭重力梯级带基本平行,有可能该重力梯级带是大洋板块俯冲的应力场效应边界;西伯利亚板块向东南的运动虽然未形成另一条重力梯级带,但华北阴山-燕山带以及东北松辽盆地中的东西向构造线似可与西伯利亚板块运动有关;印度板块北向俯冲所形成的青藏壳幔物质东移,其应力场可能达到鄂尔多斯和越南红河一带,这表明对本研究区亦产生推挤应力作用(Maruyama,1994)。

3) 地幔流运动一直是复杂多变的(邓晋福等,1996;Campbell and Griffiths,1990;Carter and Tsenn,1987)。在区域流背景下,本研究区可分为两大部分,江苏-河南(34°N)以北的局部地幔流方向近南西西(北侧南西,南侧近东西),34°N以南局部地幔流方向呈放射状,主体方向是东南(在秦岭-大别造山带附近为近南南东)。北华北的渤海湾盆地向西南延伸,南华北诸盆地(群)的星罗棋布是否与上述局部地幔流方向有关亦可讨论(Herrstrom et al.,1995)。

4) 郯-庐断裂带的走滑性质被接受,直接涉及其西侧的地层对比;一方面该断裂控制着江苏盆地的断陷过程,合肥盆地的南北分带,渤海湾盆地的北东-南西拉伸,另一方面伴随郯-庐断裂形成一系列次级断裂如兰聊断裂等,它们控制着次级拗陷和断陷发展过程。现在又提出郯-庐断裂南延至南岭东缘附近(张中杰等,2004)。基隆-西湖断裂若延至韩国参山附近形成南北延伸至千余公里的规模,加上切割深达10000m,这显然是一条西太平洋海域重要的控盆断裂,需要在探讨东海盆地形成演化过程中加以考虑。

5) 本研究区大致处在薄岩石圈范围中,仅秦岭-大别造山带的岩石圈属中厚;三条基本平行的近北东-南西向构造带控制着相邻盆地的形成与演化;局部地幔流方向组成北部向西、南部向东的总体“尖角”形式,交汇处位于秦岭北坡,其“中轴”位于①_N线一带即三门峡凹陷-济原凹陷-中牟凹陷-民权凹陷-黄口凹陷等盆地群,它们的规模都不大,地层亦不同;该盆地群即是南华北盆地北带。研究区内各盆地主延伸方向的规律,似乎局部地幔流的作用对盆地形成起更大的作用,即34°N以北的近北东-南西走向和以南的盆地向东南变宽;东海盆地主要受基隆-西湖断裂带和陆架盆地西缘断裂所控制。

二、研究区古地热流密度及莫霍界面埋深分布 (马杏垣,1987;袁学诚、华九如,1996)

研究区地热数据与莫霍界面埋深基本特点为:

(1) 大地热流密度分布特征

以34°N为界,以北自东而西由60mW/m²缓慢变至60~70mW/m²;以南大致在50~

60mW/m² 间变化, 在周口拗陷-固镇拗陷-合肥盆地-无为盆地一带偏高(60mW/m²)。

(2) 地热梯度变化

在研究区就有地热梯度资料的地域而言, 渤海湾盆地内呈多环状高值带, 由 3.5~4.0°C/km 变化。苏北盆地内亦呈相对周边的环状高值带, 3.0~3.5°C/km。南华北盆地群内, 包括周口拗陷、合肥盆地、南襄盆地等, 亦呈环状高值区, 3.5~4.0°C/km。而在隆起区(如鲁西隆起)和胶莱盆地, 地热梯度表现为低值带, 变化范围为 3.5~2.0°C/km。

(3) 大地热流采样数据

苏北盆地无资料。以 1.5mW/m² 为界, 渤海湾盆地属高值区, 南华北盆地为高低值相间区(1.00~2.07); 而在鲁西隆起区大地热流呈低值变化(1.15~1.43mW/m²)。

(4) 莫霍界面埋深变化

莫霍界面埋深的趋势是东浅西深(Zandt and Furlong, 1982)。具体地, 东海盆地变化范围为 22~30km; 苏北南黄海盆地 31~32km; 渤海湾盆地 31~36km; 南华北盆地内东部约 34km, 西部出现与总体趋势不一致的深度即在洛阳盆地、临汝盆地、襄城凹陷一带莫霍界面埋深变化范围为 34~30km; 西北部的沁水盆地渐深至 40km。

分析上述数据初步认为:

1) 对三种地热指标的讨论。大地热流单位 mW/m² 是静态地热指标 (A), 地温梯度 (°C/km) 是壳内平均地温增加速率, 为一种静态地热指标的垂向变化大小 (B); 而大地热流密度 (mW/m²) 是地热状态的动态变化指标 (C), 相当于地热流发散的快慢, 与地热“散度”相近。

2) 在渤海湾盆地 (A), (B), (C) 三种指标都为高值, 表明在通常意义下该盆地的热状态是“暖”的而不是“冷”的。在苏北盆地, (B) 指标较高, 而 (A) 指标偏低, 表明该盆地的“中温”性质。南华北盆地的 (A) 指标亦较高, (B) 指标也不低, (C) 指标为高低值相间, 表明该地区比苏北盆地要“暖”。在鲁西隆起带和胶莱盆地一带, (B), (C) 指标均较低, 那里具有“冷”的地热状态。

3) 比较莫霍界面埋深大小的变化特征与地热状态指标 [(A), (B), (C)] 的变化特征可知, 在研究区地热状态与莫霍界面埋深变化无关; 这说明地热状态一方面源自壳内物质热演变过程, 另一方面可能与地幔流运动(如上涌)有关。地幔流上涌可能一直在进行, 它的作用也一定经过莫霍界面对地壳热状态产生影响(杨宝俊等, 2003), 但未发现莫霍界面表现有埋深大小与热状态有关; 因为莫霍界面埋深呈近似南北条带状分布, 跨过“暖”、“冷”不同地壳带, 所以可以认为即使莫霍界面有地温方面的对应变化, 仍然难以说明莫霍界面埋深与地热状态有关。从莫霍界面地温分布(袁学诚等, 1996)可见, 总的趋势是东部低西部高, 在不同区域内亦呈高低相间状态; 对于郑州、洛阳以南的临汝盆地一带, 地壳厚度变薄, 其莫霍界面地温变化亦在 550~600°C 变化; 这种变化在该盆地以外地壳亦有不同范围的地温变化。这表明莫霍界面埋深大小与地热

状态变化不存在相关关系 (Fukao et al., 1992; Ringwood and Irifurne, 1988; Ringwood, 1982)。

典型地区大地热流值特征为:

1) 下扬子地区。晚白垩纪和新生代期间, 下扬子区处于欧亚板块和太平洋板块作用背景之中, 在苏北地区形成了以陆相沉积为主的拉张盆地, 是我国重要的油气远景区之一。

由计算结果和前人的结果, 王良书等 (2000) 绘制了下扬子地区的大地热流密度分布图 (图 1.3)。下扬子区大地热流密度分布表明, 大部分地区热流密度在 $60\text{mW}/\text{m}^2$ 左右, 代表了下扬子区大地热流密度背景值, 与全球大陆平均热流密度相近。苏北盆地是高热流密度区, $62\text{mW}/\text{m}^2$ 的热流密度等值线与盆地边界基本一致。但在天长和秦州之间有一低热流密度区, 与盆地中的浅变质岩基底深凹地带相对应。

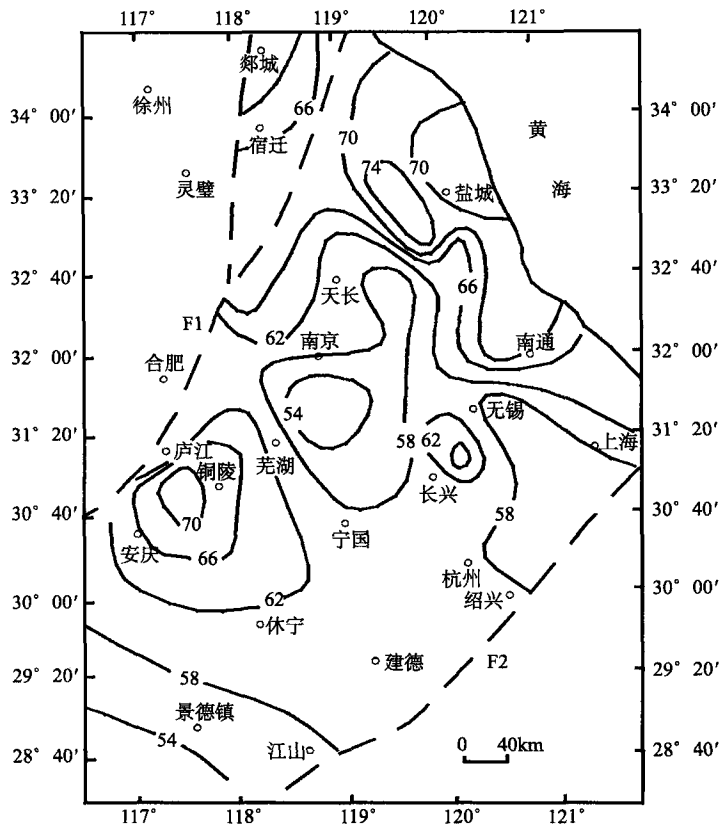


图 1.3 下扬子区大地热流密度分布 (据王良书等修改, 2000)

2) 济阳拗陷。济阳拗陷是渤海湾含油气盆地的重要组成部分, 中、浅部地层获得了丰富的油气储量。深层勘探尤其古近系沙四-孔店时期地层找油是今后增储上产, 稳定东部的新领域。深层新生界古近系沙四-孔店的油气勘探需要研究这一阶段原型盆地的构造特征, 演化规律和动力学过程及其油气的生成、运移和聚集。

王良书等 (2000) 依据 13 口井的系统测温数据和 700 余口井的浅油测温数据, 给

出了济阳拗陷及外围的 13 个大地热流实测数据和 101 个大地热流估算值 (图 1.4)。结果表明, 济阳拗陷具有较高的大地热流背景, 现今热流平均为 $(65.8 \pm 5.4) \text{ mW/m}^2$; 盆地区热流的横向变化特征与基底的埋深相关, 基底浅的凸起区和新生代火山岩分布区热流高, 而基底埋深大的凹陷区热流相对低; 沾化凹陷平均为 $(67.4 \pm 5.3) \text{ mW/m}^2$, 高于全区平均值, 东营凹陷和惠民凹陷为 $(63.6 \pm 5.0) \text{ mW/m}^2$ 、车镇凹陷为 $(65.1 \pm 3.7) \text{ mW/m}^2$, 与全区平均值较接近。实际上, 盆地区的基底埋深和盆内凸起或凹陷分布是由新生代岩石圈拉张过程控制的, 火山岩分布也与这期岩石圈拉张过程相关。所以, 济阳拗陷大地热流分布特征是新生代构造-热事件决定的。

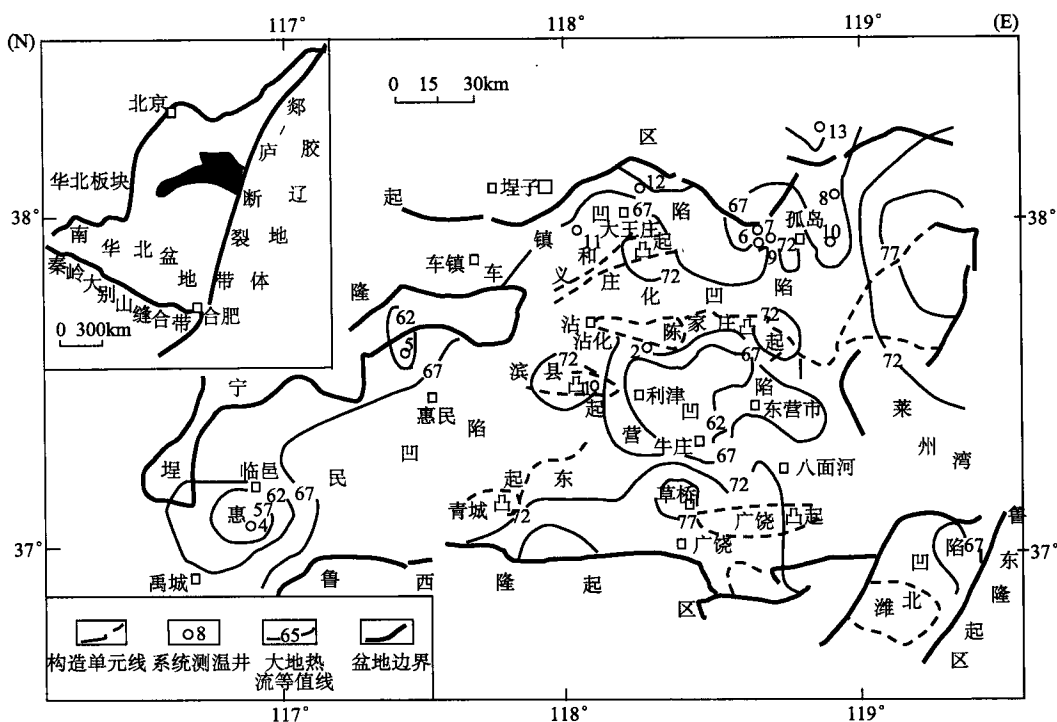


图 1.4 济阳拗陷构造区划和热流分布图 (据王良书等修改, 2000)

第二节 研究区及邻区壳幔结构

一、研究区地壳结构

由 5 条地学断面来研究研究区地壳结构, 其中 4 条 (I. 响水-满都拉; II. 奉贤-阿拉善, III. 宁德-门源; V. 喀喇沁-随州) 是 GGT (马杏垣等, 1991; 孙武城等, 1992a, 林中洋等, 1992), 另外一条 IV: 大衡山岛-菲律宾海 (图 1.1)。

分析 5 条地学断面具体数据, 可以得出: ①地壳结构均具二维不均匀性 (Fountain and Salisbury, 1981), 这在 GGT I, III 表现尤为突出。②在同一条断面域上的不同地

质单元处，即使同样为三分地壳，其特征也不相同；研究区的地壳基本为三分地壳，其中一种是上、中、下部地壳复杂程度较为接近；另一种是上部或中部或下部地壳较为简单。③在研究区属中国东部陆地边缘中区一带，从东至西地壳厚度变化与莫霍界面起伏一致，即东薄西厚（该地壳厚度变化与岩石圈厚度变化趋势相近）。④莫霍界面变化较大的地壳为大兴安岭重力梯级带附近和郯-庐断裂带附近；莫霍界面具有内部结构。与莫霍界面有关的下部地壳底部速度异常共有两种，即低速低阻带（Ⅱ的南华北断拗和徐淮断隆附近，Ⅲ的秦岭-大别造山带一带），低速块层和速度快变带（Ⅴ地学断面）。⑤大兴安岭-太行山-武陵山重力梯级带是白垩纪以来中国东部大陆上最重要的一条地球物理界线，其东侧是亚洲大陆东缘裂陷型盆地群，它处在西太平洋 Benioff 带为界的新的构造活动带上（任纪舜等，1992；杨宝俊等，2003）。⑥地壳内天然地震震源深度自东而西变深，如中国台湾省北部为 13km 左右，到华北地区则为 18km 左右，再向西到西安附近则深至 25km 左右。震源带与地壳内低速低阻带常相伴随，该“易震层”处于深变质和花岗质岩石组成相对弹性较强的层次中；此即产生地震的结构条件和动力学条件（Nelson et al.，1996；杨宝俊，1999）。

二、5 条地学断面的解释

1. 江苏响水-内蒙古满都拉地学断面（GGT）（Ⅰ）

响水-满都拉地学断面长 1200km，跨过本研究区中的华北裂谷盆地区、郯-庐断裂带等。由原发表的地学断面资料经过选择对比保留其主要地球物理特征部分，形成图 1.5。由该图可见，华北裂谷盆地和郯-庐断裂带都对应着软流圈顶界隆起，在郯-庐断裂带的隆起还要大于盆地的幅度。相比之下，郯-庐断裂带的中部地壳具有更为复杂的地球物理特征，为互层低速带和低阻块带，在盆地的中部地壳亦存在低速层；下部地壳，盆地区比郯-庐断裂带的复杂，具有低阻层带和低速层带；近期盆地区范围内的天然地震活动要强过郯-庐断裂带地区。莫霍界面的起伏两个地区比较相近（Hansen and Mount, 1990；卢造勋，夏怀宽，1991）。

在地学断面上，华北裂谷盆地宽约 700km，该盆地区的莫霍界面深度比太行-五台块体地区浅 13~15km，在盆地区莫霍界面深度变化不大，软流圈顶界具有较大范围抬升。这些都表明在该盆地区受地幔上涌的作用，可以推测太平洋板块向西的俯冲（多期）可能引起东亚大陆边缘地带上地幔物质的热不平衡，从而发生热量上升作用，引起盆地的初始开裂。由裂谷盆地的定义可知，上述地质过程表明华北盆地为裂谷型。问题在于在华北盆地的基底上部存在低角度断层（即滑脱断层），该断层的早期推覆过程和后期的拉张过程也与盆地形成有关，即后期的拉张作用是华北断陷盆地的成因因素之一。在以上两种成因因素都存在的情况下，若地幔上涌为主则为主动裂谷型，若拉张作用为主则为被动裂谷型。为此，需要考虑板块俯冲、Benioff 带形成、地幔上涌等地质过程的时间和强度，以及上部基底滑脱形成时间和后期拉张作用时间，它们与盆地形成的具体关系。然后才能确定裂谷类型。