

辽河盆地东部凹陷构造 及其含油气性分析

陈全茂 李忠飞 主编

地质出版社

辽河盆地东部凹陷构造 及其含油气性分析

陈金茂 李忠飞 主编

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书运用板块构造理论、含油气盆地分析原理和油气资源评价方法,对辽河盆地东部凹陷形成背景,演化程度,构造属性,构造几何学、运动学和动力学特征,油气地质条件,含油气圈闭综合评价及资源量计算等做了比较详细的论述。

本书适于从事石油地质生产科研人员、高等院校石油地质专业师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

辽河盆地东部凹陷构造及其含油气性分析/陈全茂,李忠飞主编. -北京:地质出版社,1998.10
ISBN 7-116-02668-1

I. 辽… II. ①陈…②李… III. ①含油气盆地-拗陷-研究-辽宁②含油气盆地-含油气性-分析-辽宁 IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 27821 号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑:王文孝

责任校对:田建茹

*

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092¹/₁₆ 印张:10.5 插页:2 字数:256000

1998 年 10 月北京第一版·1998 年 10 月北京第一次印刷

印数:1--600 册 定价:28.00 元

ISBN 7 116 02668-1
P·1930

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

前言

本书是在多年油气勘探和 1993 年至 1994 年进行综合研究基础上编写出来的。作者运用板块构造理论、含油气盆地分析原理和油气资源评价方法,研究了辽河盆地东部凹陷区域地质背景,火山岩地球化学特征及盆地构造属性,从沉降史,热史,流体包裹体性质与油气演化关系,构造几何学、运动学和动力学,盆地演化,油气地质条件等方面,探讨了油气聚集规律,评价了 44 个圈闭的含油气性,计算了各个圈闭的潜在资源量,并对所发现圈闭进行了优选排队,指出了有利勘探方向。主要认识如下:

1. 辽河盆地是第三纪断陷盆地。它位于幔隆之上,两者范围与走向基本一致。
2. 凹陷内老第三纪三期火山岩均以碱性玄武岩系列为主,为典型大陆内裂谷产物。火山岩基本上来自同一岩浆源,来源深,局部熔融程度低,无分异作用。
3. 沉降曲线具三段特点。 E_1f_1 (房身泡组) — E_2s_4 (沙四段) 沉降缓慢; E_2s_3 (沙三段) — E_3d (东营组) 快速沉降, E_3d 末抬升; Ng (馆陶组) — 第四纪持续缓慢沉降。
4. 热史研究表明,凹陷在初始沉降期间 (E_1f_1 — E_3d), 大地热流值随时间增大,到初始沉降结束热沉降刚开始 (E_3 末), 热流密度值最大,为 77.5 mW/m^2 , 古地温梯度最高,为 $4.23 \text{ }^\circ\text{C}/100\text{m}$ 。馆陶组沉积期至今 (Ng — Q), 热流密度值减小。现今平均热流密度值 $Q_0 = 62.8 \text{ mW/m}^2$, 地温梯度为 $3.0 \sim 3.85 \text{ }^\circ\text{C}/100\text{m}$ 。
5. 发现盐水包裹体等七种流体包裹体。包裹体测温显示的主要温度范围 ($85 \sim 165^\circ\text{C}$) 表明,东部凹陷老第三系烃源岩大多数处在主要生油阶段,主要运移时期大致为东营末期及其以后。南部黄 (金带) — 于 (楼) — 热 (河台) 地区油气演化程度高于北部牛居地区。
6. 以伸展断裂为主,许多断裂具右旋走滑性质。伸展构造样式包括翘倾断块、滚动背斜、断鼻、披覆背斜和叠覆构造。走滑构造样式有反转背斜构造、雁列褶皱和花状构造。
7. 发现五种类型传递带。平行型背向、平行型对向、平行型同向、叠覆型同向和叠覆型背向传递带。其中平行型背向、平行型对向和叠覆型同向传递带找油远景大。
8. 盆地平均伸展量、伸展率和伸展系数分别为 14 km , 18.9% 和 1.19 。与西部凹陷相比,东部凹陷单条断层伸展程度低,滑脱面深度大,断面陡。
9. 断块体差异垂直升降运动和翘倾运动明显,不同地区差异性大。主要断层在东营末期发生右旋走滑运动,走滑量 $3 \sim 4.5 \text{ km}$ 。
10. 走滑运动促成了东部凹陷中央断裂带内雁列式构造、反转构造和花状构造的形成,是油气聚集的有利部位。另外,走滑断层转折处或与断裂交切部位 (黄 — 于 — 热地区和郑庐断裂与腾鳌断裂交切处) 往往形成油气聚集带。
11. 提出了辽河盆地分层剪切伸展的动力学模式。该模式上层地壳为简单剪切伸展,中层地壳低速层可能是上、下地壳的滑脱层,下地壳和上地幔顶部以韧性纯剪切伸展为主。郑庐断裂可能是独立构造体系,改造了伸展构造。
12. 中生界具较好生油条件,单位体积生烃量达 3.3 Mt/km^3 , 好于 E_3s_{1+2} , 差于 E_2s_3 。

序

盆地综合分析是油气勘探的重要手段和有效途径。近年来,在全球范围内,通过综合研究开展盆地综合分析,使新区有新突破,成熟勘探区有新发现。辽河盆地总体上属于一个较成熟的勘探区,但不同区带和不同层系的勘探程度还很不均一。因此,无论是对老区的挖潜,还是新区的突破,盆地综合分析方法的应用无疑是有用的。中国地质大学(武汉)石油系与辽河油田石油勘探局勘探开发研究院合作完成的“辽河盆地东部凹陷构造分析及其含油气性研究”研究成果可堪称目前国内在这一领域的一个范例。

本书作者首先对辽河盆地所处的板块构造环境及其变迁以及深部构造背景进行了介绍,以便从更广泛的领域和更深层次把握盆地的属性。第二,作者运用盆地综合分析方法,从火山岩地球化学特征判断盆地形成与演化过程;从恢复盆地沉降史与数值模拟划分盆地沉降阶段、分析盆地的类型和成因模式;从恢复盆地热史与模拟,确定了古热流值和地温梯度,为评价烃源岩成熟度提供了依据。第三,应用盆地构造分析法,对盆地的构造几何学、运动学和动力学进行了解析。第四,在盆地分析的基础上,对油气资源量进行了估算,并对盆地演化与油气聚集的关系进行了探讨。最后,指出了油气勘探的有利区带和钻探目标。

可以看出,该项研究成果涉及了从板块构造到盆内圈闭的不同尺度,既应用了当今盆地分析中的前缘理论知识,又密切结合了辽河盆地东部凹陷的实际资料,从理论分析浓缩到具体的勘探目标,因而是一本兼具高深理论和实际应用价值的难得的好书。我相信,无论是从事理论和应用基础研究的科技工作者,还是生产单位的油气勘探家们,都将从本书中受益匪浅。

中国科学院院士 关士聪

1998年4月25日

13. 一级断裂演化控制了基底沉降、充填序列和相带展布；二级断裂控制二级构造带展布，决定了油气聚集的主方位；三级断裂促成局部构造形成。

14. 强烈的差异垂直升降、翘倾运动和平移运动，造成多种类型生储盖组合。

15. 凹陷北部的牛-青龙台断槽区的运移、盖层和局部构造条件均较差，找油前景不大。凹陷中部界东断槽区的生油、盖层和局部构造条件差，找油前景也不大。

16. 基底结构控制前第三系油藏分布。

17. 凹陷具有多种油气藏类型，如构造油气藏、岩性油气藏和复式油气藏。

18. 对东部陡坡带圈闭进行了综合评价和排队：Ⅰ类1个，Ⅱ类13个，其余为Ⅲ类和Ⅳ类。

根据上述认识提出如下建议：

1. 加强中生界油藏勘探。有利勘探方向在界3井以北，断层以东地区。

2. 着重勘探 E_2S_3 和 E_3S_1+2 油藏，注意寻找非构造油气藏。

3. 注意寻找中生界、古生界和太古宇潜山油藏。

本书是集体劳动的结晶。参加1993年至1994年研究工作和书稿编写的有：中国地质大学（武汉）石油系陈全茂、张光亚、梁晓东等；中国地质大学（北京）能源系陈昭年、陈京华；辽河石油勘探局王秋华、李忠飞、吴泽坚、廖兴明、姚继峰、于天欣、黄竹安、孙洪斌、时林春、孟卫工等。在研究工作中，得到辽河石油管理局、勘探部及勘探开发研究院、中国地质大学（武汉）石油系和中国地质大学（北京）能源系的大力支持和帮助，在此一并表示衷心感谢。

由于本书是在教学与科研两不误的条件下完成的，时间仓促，加上作者水平所限，缺点和错误在所难免，敬希读者批评指正。

SYNOPSIS

In this book, using the theory of tectonic plate, analysis principle of petroliferous basin, and the evaluation method of hydrocarbon resource, authors go into details on formation background, evolution level, tectonic attribute, features of structural geometry, kinematics and dynamics, geological condition of oil and gas generation, comprehensive evaluation of petroliferous traps, and calculation of resource capacity of East Depression in Liaohé basin.

This book could be regarded as a reference book for people who are engaged in production and scientific research on petroleum geology, as well as working or studying in petroleum speciality of university or college.

PREFACE

This book was compiled on the basis of hydrocarbon prospecting for a few years, and comprehensive research from 1993 to 1994. Using the theory of tectonic plate, analysis principle of petroliferous basin and the evaluation method of hydrocarbon resources, authors studied the region geologic background, geochemistry nature of volcanics, tectonic attribute, subsidence history, geothermal history, relationship between the feature of fluid wrapping bodies and hydrocarbon evolution, structural geometry, kinematics and dynamics, basin evolution, geological condition of oil and gas generation, et al. and then, approached the accumulation law of oil and gas, calculated the potential resource capacity, optimized and arranged the traps, at last, pointed out the favourable prospecting areas. The main knowledge and suggestion are as follows:

1. Liaohé basin was a Tertiary fault basin lying on a mantle swell. Its scope and trend is basically corresponding to mantle's.

2. Paleogene volcanics of three stages in East Depression were mainly alkaline basalt system resulting from intracontinental rift valley. Volcanics came from the same magma source, and the level of partial melt was low, without differentiation.

3. Subsidence curves possess a nature of three sections: subsided slowly from E_1f_1 (fangshenpao set) to E_2s_4 (Shasi member), fast from E_2s_3 (Shasan member) to E_3d (Dongying set) and rose at the end of E_3d . at last, subsided continuously and slowly from Ng (Guantao set) to Q (Quaternary).

4. The research result of geothermal history shows that the heat flow of the earth enlarged with time increasing during the period of initial subsidence of depression. At the end of initial subsidence and the beginning of heat subsiding (end of E_3), the heat flow of earth reached the greatest value— 77.5mW/m^2 , and the paleothermal gradient was also the highest— $4.23^\circ\text{C}/100\text{m}$. From Ng to Q, the heat flow of earth was decreasing. Nowadays, the average heat flow of earth is about 62.8mW/m^2 , and the geothermal gradient is $3.0\sim 3.85^\circ\text{C}/100\text{m}$.

5. Seven kinds of fluid wrapping body have been discovered. The main temperature scope ($85\sim 165^\circ\text{C}$) displayed by temperature measuring of wrapping bodies shows that most of the Paleogene hydrocarbon source rocks in East Depression were in the chief stage of hydrocarbon generation, and the major accumulation period was about at the end of E_3 and later. The evolution level of oil and gas in south area (Huangjindai-Yilu-Rehetai area, abbreviated to Huang-Yi-Re area) is higher than that in north part (Niuju area).

6. Extension faults are common and most of them possess strikeslip nature. Extension structure pattern include tilted fault block, rollover anticline, faulted nose, drapping anticline and overlap structure. The reversal anticline, en echelon folds and flower structure are the typical styles of strike-slip structure.

7. Five types of transfer zone have been found: collateral divergent, collateral convergent, collateral synclastic, overlapping synclastic and overlapping divergent. Petroliferous prospects are very considerable in collateral divergent, collateral convergent and overlapping synclastic transfer zone.

8. The average extension quantity, ratio and coefficient of basin are 14km , 18.9% and 1.19 , respectively. Comparing with West Depression, the extension level of single fault in East Depression is lower, the detachment face is deeper, and the fault plane is steeper.

9. Vertical differential rise-falling movement and tilted movement of fault blocks are very distinct, and the variation of difference in different area are also very obvious. The dextror-otatory strike-slip motion of great faults occurred at the end of E_3d . The sliding distance of each main fault is about $3\sim 4.5\text{km}$.

10. Strike-slip motion resulted in en echelon, reverse and flower structures in centre fault belt of East Depression. They are advantageous to the accumulation of oil and gas. Besides, the turning point of strike-slip faults or the intersecting parts with other faults (such as intersected with Teng Ao fault in Huang-Yi-Re area) are also the favourable zone for oil and gas accumulation.

11. Dynamic model of bedding shear extension has been proposed. In this model, the upper crust is simple shear extension, the low velocity layer of middle crust may be the detachment layer between upper and lower crust, whereas the lower crust attached with the top of mantle possess the idiosyncrasy of tenacious pure shear extension. Tanlu fault could be an independent system reforming the extension structures.

12. Mesozoic rocks have good generation condition of oil and gas. The quantity of hy-

drocarbon generation per unit volume is about $3.3 \times 10^6 \text{t/km}^3$. It is better than that in E_3s_{1+2} , but less than that in E_2s_3 .

13. Evolution of the first-class fault controlled basement subsidence, deposit sequence and the distribution of facies zone. The second-class fault controlled the scattering of secondary structure belt, and determined the main trend of hydrocarbon accumulation. The third-class fault promoted the formation of local structure.

14. Various combination of source bed, reservoir and cover was resulted from intense vertical differential rise-falling, tilted and translation motion.

15. Conditions of migration, cover and local structure in Niuju-Qinglongtai Fault Trough (north part of East Depression) were rather bad, and resulted in a shortage of petroliferous prospect. Resources of oil and gas in Jiedong Fault Trough (middle part of East Depression) was also not plentiful because of the unfavourable factors in source bed, cover and local structure.

16. Basement controlled the spread of Pre-Paleogene oil deposit.

17. There are various styles of oil pool in East Depression, such as structural, lithologic and compound oil pool.

18. The traps in east steep slope have been evaluated comprehensively. The results are one first-class, thirteen second-class, the rests third-class or fourth-class.

Suggestions:

1. Exploration of Mesozoic oil deposit should be emphasized. The favourable prospection area is on the north of well Jie-3 and the east of Jiedong Fault.

2. We ought to stress the exploration of E_2s_3 and E_3s_{1+2} oil pools, and attach great importance to find out non-structure oil and gas deposit.

3. Oil pool of buried hills in Mesozoic, Paleozoic and Archean should be brought to our attention to seek.

This book is a crystalline of collective labour. Researchists in the period from 1993 to 1994 are as follows: Chen Quanmao, Zhang Guangya and Liang Xiaodong-China university of Geosciences (Wuhan); Chen Zhaonian, Chen Jinghua-China university of Geosciences (Beijing); Wang Qiuhua, Li Zhongfi, Wu Zejian, Liao Xingming, Yao Jifeng, Yu Tianxin, Huang Zhuan, Sun Hongbin, Shi Linchun and Meng Weigong-Liaohe Petroleum Prospection Bureau.

During research, a lot of support and help were given by Liaohe Petroleum Bureau, Exploration Department, Exploration and Exploration Institute, China University of Geosciences (both Wuhan and Beijing). Authors express heartfelt thanks here.

In view of teaching, productive labour and writing at the same time, the time was quite pressed. In addition, authors' knowledge are rather limited, so shortcoming and mistakes in this book are hard to avoid. Request the honour of readers' valuable comments.

目 录

第一章 区域地质特征	(1)
第一节 区域地质背景	(1)
第二节 辽河盆地基底结构	(7)
一、太古宇至下元古界	(7)
二、中一新元古界	(9)
三、古生界	(9)
四、中生界	(9)
第三节 地层	(9)
一、前第三纪地层	(9)
二、新生代 (Kz) 地层	(10)
第二章 构造几何学、运动学分析	(12)
第一节 断裂特征	(12)
一、郯庐断裂在辽河盆地的展布及其特征	(12)
二、沉积盖层断裂展布及其特征	(14)
第二节 褶皱特征	(19)
一、伸展断层控制的褶皱构造的基本类型、特征及分布	(20)
二、走滑断层控制的构造类型、特征及分布	(20)
三、挤压断层上盘形成的构造类型	(23)
四、反转构造	(23)
第三节 传递带	(24)
一、传递带几何学的分类	(24)
二、辽河盆地传递带特征	(26)
三、传递带在油气勘探中的作用	(28)
第四节 构造运动学	(30)
一、与伸展作用有关的运动	(30)
二、与走滑作用有关的运动	(48)
第三章 构造动力学分析与盆地演化	(55)
第一节 火山岩地球化学特征	(55)
一、火山岩分布	(55)
二、火山岩与盆地构造背景	(59)
三、火山岩岩石学的一般特征	(59)
四、主要元素地球化学特征	(60)
五、稀土元素地球化学特征	(68)
六、微量元素地球化学特征	(77)

七、结论与讨论	(77)
第二节 构造动力学分析	(79)
一、地幔包体特征	(80)
二、深部构造背景	(80)
三、辽河盆地形成的岩石圈动力学机制	(82)
四、裂谷盆地形成的模拟	(86)
第三节 盆地演化	(86)
一、构造演化	(86)
二、沉积演化	(91)
第四章 辽河盆地东部凹陷埋藏史、热史分析	(99)
第一节 埋藏史分析	(99)
一、构造沉降分析基本原理	(99)
二、构造沉降量计算方法	(100)
三、构造沉降量计算步骤	(101)
四、辽河盆地东部凹陷沉降史分析	(103)
第二节 地热史分析	(106)
一、地热史分析的原理	(107)
二、辽河盆地地热史特征	(108)
三、对理论模拟古地温史的标定	(110)
四、有机质成熟度	(112)
第三节 流体包裹体测温结果	(113)
一、基本原理	(113)
二、东部凹陷流体包裹体基本特征	(113)
三、东部凹陷流体包裹体测温结果	(115)
四、东部凹陷油气生成、运移期及油气演化程度讨论	(116)
第五章 油气地质条件与综合评价	(118)
第一节 油气生成条件	(118)
第二节 储集条件	(121)
一、沉积特征与砂体展布	(121)
二、砂岩的岩石学组成与成岩作用	(123)
三、孔隙特征与储层物性	(128)
四、储层非均质性	(131)
五、储层评价与预测	(131)
六、小结	(134)
第三节 盖层条件	(135)
一、盖层展布及品质	(135)
二、盖层封闭性	(137)
第四节 圈闭条件	(138)
一、圈闭类型	(138)

二、圈闭形成机理	(140)
三、圈闭与油气的配置关系	(141)
第五节 综合评价与建议	(142)
一、构造与油气关系	(142)
二、圈闭含油气性评价	(145)
三、单个圈闭资源量预测	(149)
四、圈闭综合排队	(150)
五、勘探方向预测	(151)
六、认识、建议	(152)
主要参考文献	(154)

第一章 区域地质特征

第一节 区域地质背景

辽河盆地位于辽宁省南部下辽河地区，其范围北起沈阳，南至辽东湾，东、西两侧以沈大铁路和京沈铁路为界，地貌上为一宽阔平原，地势南低北高。盆地陆地面积约 12400 km²。第四系南厚北薄。根据第三系底界的起伏，盆内构造可分为沈北凹陷、大民屯凹陷、西部凸起、西部凹陷、中央凸起、东部凹陷和东部凸起七个单元，它们的轴向约为北东 43°（图 1-1）。本项目研究的范围主要为东部凹陷。

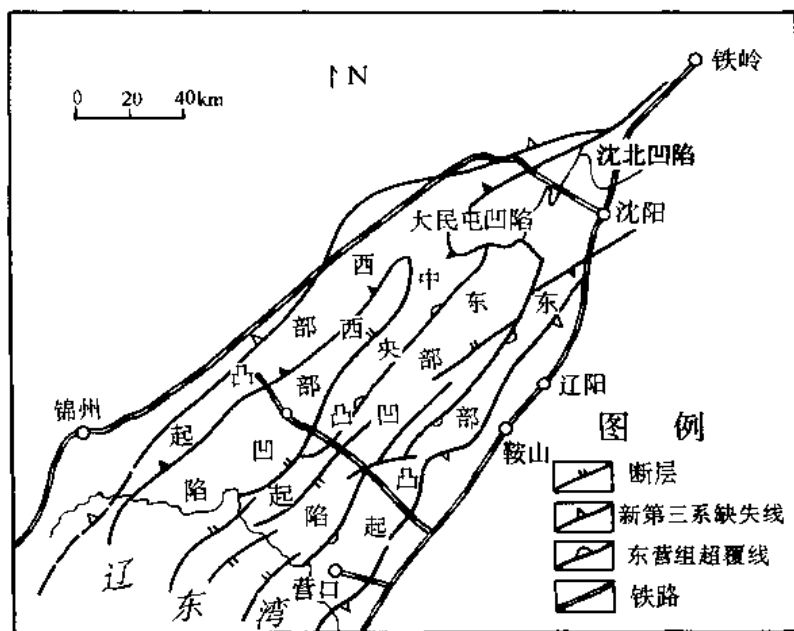


图 1-1 辽河盆地构造分区示意图

辽河盆地大地构造位置处于华北板块东北部。在早二叠世晚期，华北板块与西伯利亚板块缝合形成北亚大陆。北亚大陆形成后，由于这两大板块南北向挤压力仍继续存在，沿西拉木伦河附近东西向缝合带地区逐渐升高，导致后来发育的盆地在缝合带南北两侧随时间变新分别向南北方向迁移，水系也分别向南北汇集。辽河盆地主要地层和含油层系的发育时代，从沈北凹陷和大民屯凹陷的老第三纪沙四期和沙三期（即沙河街组第四期和第三期的简称，下同），往南至辽东湾变为东营期和新第三纪馆陶期，也是由这种背景造成的。

三叠纪，扬子板块与华北板块相接，亚洲大陆基本形成。侏罗纪—白垩纪，库拉板块

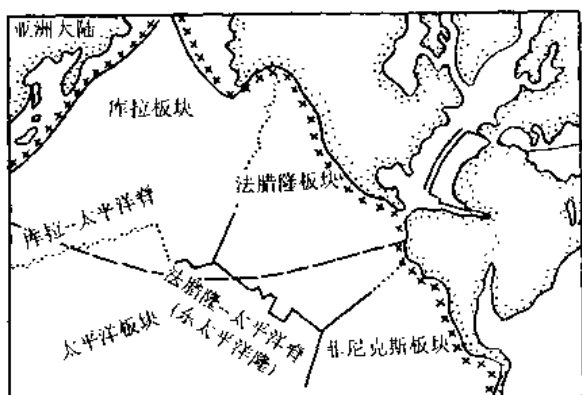


图 1-2 距今 110Ma 时可能的太平洋板块格局
(据 R. L. Larson and W. C. Pitman, 1972)

与太平洋板块以北北西方向向亚洲大陆边缘俯冲 (图 1-2), 大陆边缘内侧形成规模宏大, 平行大陆边缘的岩浆弧。在岩浆弧后和弧后的拉张环境中, 产生一批断陷盆地, 其总体方向呈北东和北北东展布。辽河地区就是在这种情况下开始裂陷的。在板块俯冲和弧后岩浆活动过程中, 亚洲大陆东缘还出现一系列北东和北北东向断裂, 其中以郯庐断裂系规模最大。它北起鄂霍茨克海, 经俄罗斯东部, 进入我国黑龙江省, 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 (图 1-3)。它的规模

和性质与北美西部圣·安得列斯断裂系相似, 是环太平洋带巨型地壳变动型式之一。中生代至老第三纪中期, 它受库拉-太平洋板块向北北西俯冲的影响发生左旋活动。在第三纪晚期, 太平洋板块西缘俯冲方向由北北西转变为北西西。同时, 印度板块在中国西南部与欧亚大陆相接, 对中国大陆中部和东部产生北东向推挤力 (图 1-4)。在这种情况下, 郯庐断裂系从左旋活动转变为右旋活动。根据野外观测、遥感和重磁资料, 郯庐断裂自沈阳南开始往北分为两支。东支为密山-敦化断裂, 方向北东。西支为依兰-伊通断裂, 方向北北东。两支均由断裂带组成, 断裂带常见断层角砾岩和断层泥 (图 1-5)。根据铁岭市西北角、四平-辽源公路段上哈福屯西北 1 km 处、抚顺西露天矿和辽阳市弓长岭独木露天铁矿等处断裂面和节理面擦痕判断, 依兰-伊通断裂和密山-敦化断裂均为右旋活动。两断裂在沈阳南西汇合后伸入辽河盆地。腾鳌断裂在千山南面往西延伸, 隐没于辽河盆地东部凹陷。

由于太平洋板块西缘向亚洲大陆的俯冲和印度板块向西藏和缅甸大陆下面的俯冲具有间歇性, 导致郯庐断裂系在不同时期具有不同的力学性质, 如具有张性、压性、张扭和压扭等特性, 并在郯庐断裂带及其附近形成一系列盆地, 其中有些盆地富含油气。中国地质学会构造地质专业委员会于 1980 年 11 月在山东潍坊举行的首届郯庐断裂学术讨论会上, 与会者得出的一些共同认识是: (1) 郯庐断裂带是中国大陆东部一条巨型断裂带, 也是一条控矿构造带和地震活动带。物探和钻探资料已证实它从郯城往北穿过渤海, 与下辽河断裂相连; (2) 它经历了复杂的形成与演化过程, 其活动方式在不同阶段、不同时期表现出明显的多样性, 造成了兼有挤压、剪切与引张、左旋与右旋等复杂多变的构造特征; (3) 它是现今仍在活动的断裂带 (国家地震局地质研究所, 1987 年)。根据资料记载, 公元前七十年六月一日山东诸城一带发生 7 级地震、1668 年 7 月 25 日, 山东中南部发生震动半个中国的震级达 8.5 级的千年罕见的特大灾难地震、1597 年 10 月 6 日和 1969 年 7 月 15 日在渤海中部先后发生 7.3 级和 6 级地震, 它们的震中位置都在郯庐断裂带上或附近, 这与郯庐断裂带间歇性活动有关, 也是郯庐断裂系至今仍在活动的标志。

东北地区航磁异常正负值呈较大面积片状相间分布。总体趋势以北东向为主。根据 ΔT_z 的异常图, 渤海至沈阳区间, 为不清晰的近北东向的带状异常区。在下辽河盆地垂直磁力

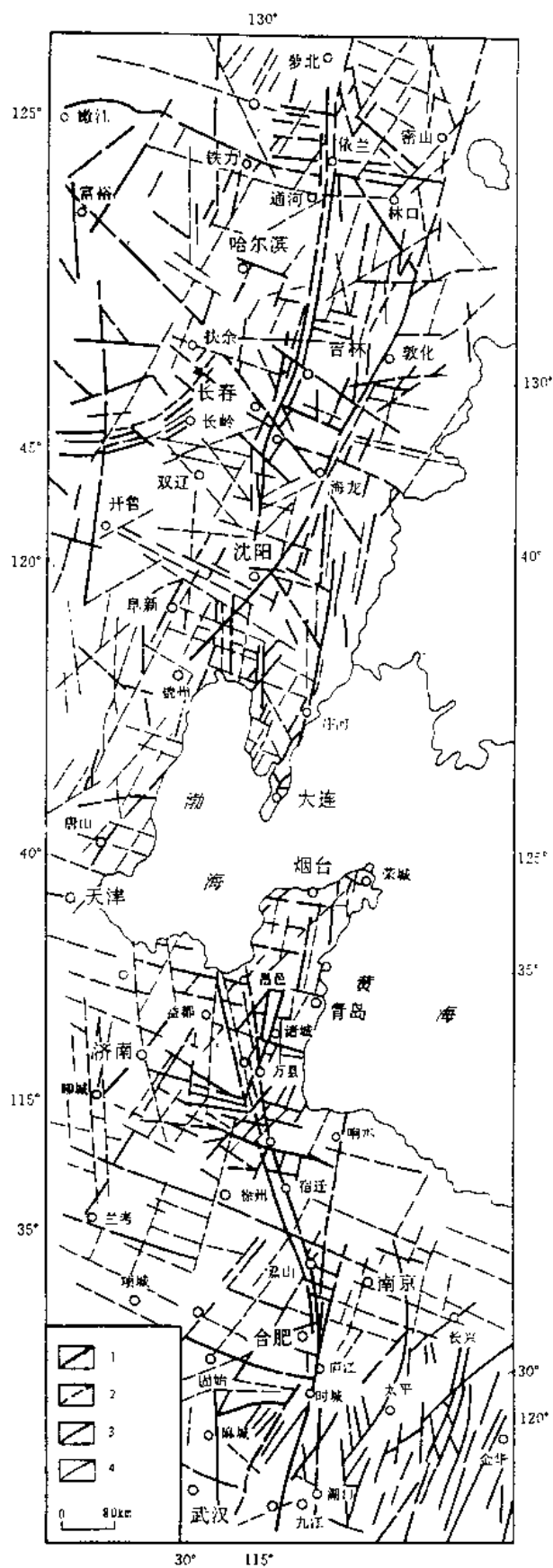


图 1-3 郯庐断裂及毗邻地区卫星影像解译图
(据计凤桔等, 1990)

1—解释标志明显的断裂；2—解释标志不明显的断裂；3—深大断裂；4—一般断裂

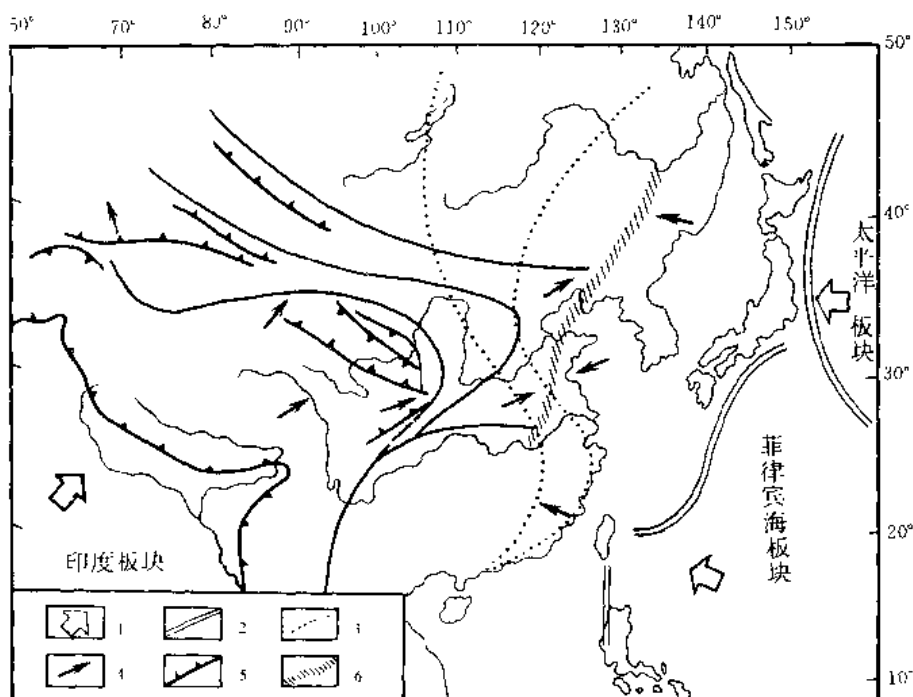


图 1-4 新构造期和板块运动与郅庐断裂构造应力场

(据国家地震局地质研究所, 1987)

1—板块运动方向; 2—西太平洋板块俯冲带; 3—板块构造运动影响范围; 4—板内构造应力方向;
5—逆冲 逆掩活动断层带; 6—郅庐断裂

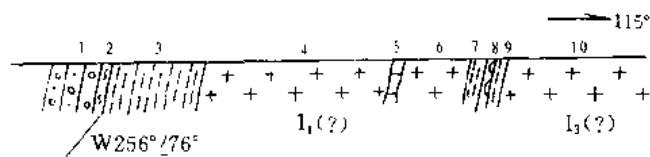


图 1-5 吉林省怀德县二龙山水库西牛头山剖面示意图

1—叶赫组, 紫红色砾岩, 砾石成分主要为花岗岩, 磨圆中等直径可达 30cm, 底部砾石被断裂切划明显;
2—墨绿色断层泥, 被挤压成片理状; 3—紫红色断层泥, 较疏松, 片理构造不明显; 4—紫红色花岗岩 γ_4 (?);
5—辉绿岩脉; 6—紫红色花岗岩 γ_4 (?); 7—紫红色断层泥; 8—辉绿岩脉; 9—紫红色断层泥; 10—黄色花岗岩 γ_3 (?)

异常平面图上, 沈阳南面至驾掌寺一线东西两侧磁力异常特征明显不同。东侧磁力异常变化大, 等值线走向近东西, 西侧磁力异常变化小, 等值线走向为北东。结合重力、天然地震和大地电磁测深资料, 地壳厚度等值线呈北东向展布。东北地区深部构造可划分为四个区域 (图 1-6): A 区布格重力值从东往西由 $-10 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ 降至 $-100 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$, 地壳厚度由 35 km 增至 39 km; B 区布格重力值为 $-5 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ 至 $+20 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$, 地壳厚度一般小于 35 km, 这个地区是上地幔隆起区, 松辽盆地和下辽河盆地均在此区内; C 区布格

重力值为 $(-5 \sim -35) \times 10^{-5} \text{m/s}^2$ ，地壳厚度 35~38 km；D 区布格重力值从南往北由 $-5 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$ 降至 $-140 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$ ，地壳厚度相应地从 36 km 增至 44 km。

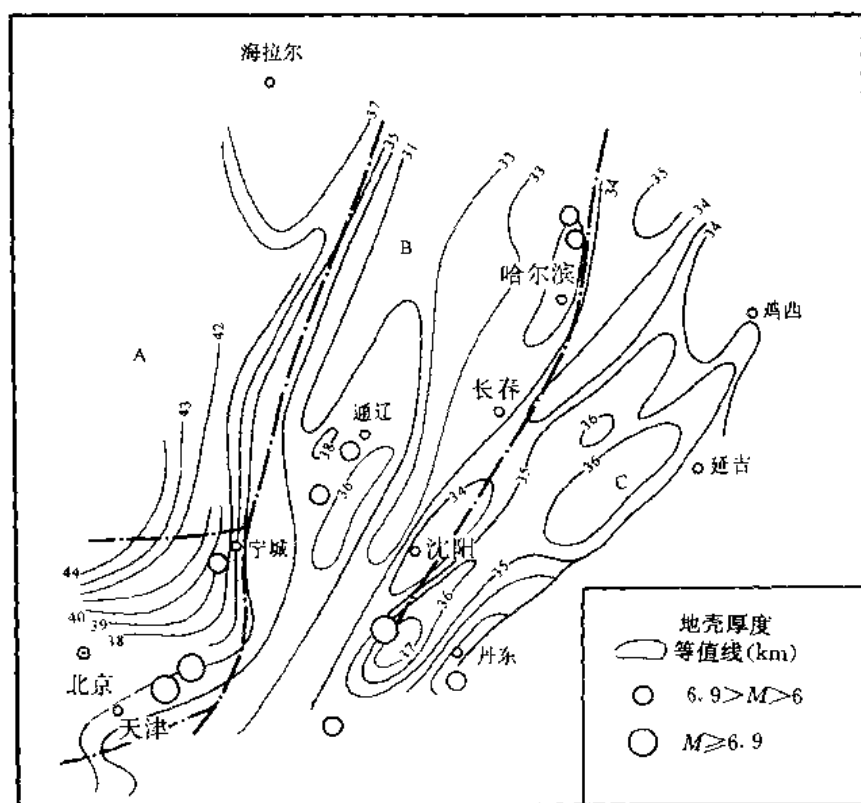


图 1-6 东北地区深部构造分区和地震震中分布图

(据魏斯禹等, 1990 修改)

下辽河盆地所对应的幔隆，是渤中幔隆区三岔分支的北支（图 1-7）。渤中幔隆区地壳薄、温度高。幔隆中心地壳厚度小于 28~30 km，在 2000m 深处的地温达 80~90℃，大地热流密度值平均为 87.9mW/m²。大地电磁测深表明，这个幔隆区与上地幔高导层隆起带相吻合。根据辽宁地区 13 条重力剖面计算的莫霍面深度，辽宁南部为 30~36 km，地壳等厚线走向呈北东向，其中东南部 and 西北部地壳较厚，中间地壳较薄（图 1-8）。80 年代中期，沿义县—辽河平原—辽东半岛—大孤山进行过地壳与上地幔的地震剖面探测，全长 350 km，记录了沉积基底、地壳内部、莫霍面和上地幔顶部 7 组震相。根据地震测深资料编制出一条地壳结构大剖面图（图 1-9）。

剖面深部构造形态明显反映出辽南地区是上地幔隆起区，东至析木，西至胡家，宽约 110 km。其中辽河盆地范围内地壳厚度最薄，为 31~32 km，东面辽东半岛和西面的燕山东部地壳厚度约 35~36 km。幔隆高处与地壳表层的辽河盆地相对应。在隆起带上，有 3 条岩石圈断裂，其分布位置一条在辽河盆地西部凹陷，大致与台安-大连断裂相对应，另两条在东部凹陷，可能与二界沟和佟二堡-营口断裂相连。在隆起带东部海城附近，有一个上地幔局部凸起，呈西缓东陡，顶点地壳厚度 32 km，凸起幅度 1~3 km。在区域重力异常图上，