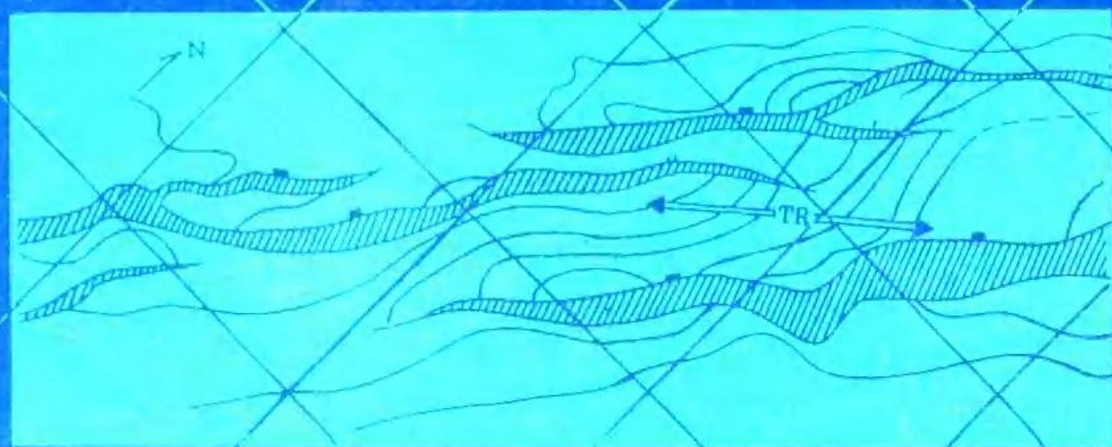


长

下辽河—辽东湾 新生代裂陷盆地 的构造解析

漆家福 陈发景 著



北京)
0.2
1



地质出版社

下辽河—辽东湾新生代 裂陷盆地的构造解析

漆家福 陈发景 著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

(京) 新登字085号

内 容 提 要

作者运用“解析构造学”的原理和方法系统地研究了辽河—辽东湾新生代裂陷盆地的构造特征、形成与演化,并应用盆地模拟技术分析了盆地的构造沉降史、热演化史和有机质成熟度,在此基础上讨论了盆地新生代构造与油气的关系。作者将辽河—辽东湾盆地中的新生代构造解析为“伸展构造”和“走滑构造”两个相互独立并有关联的构造系统,从几何学、运动学方面描述和论证了它们在盆地中的表现及在盆地演化过程中的作用,讨论了它们之间的复合、叠加构造关系。根据盆地浅层次地壳构造特征,结合深部构造及新生代岩浆活动信息,作者提出了一种分层拆离伸展构造模式来解释辽河—辽东湾盆地的新生代构造演化,并认为盆地区岩石圈的“主动裂陷”是形成新生代裂陷盆地及盆地伸展构造的动力学机制,而叠加在主动裂陷机制上的区域应力场(板块边界作用力传递到板内的应力场)是形成盆地区走滑构造的动力源。

本书是关于辽河—辽东湾盆地新生代构造的研究专著,也系统介绍了裂陷盆地构造解析的理论和方法。全书共分8章及3个附录。可供从事盆地分析、区域构造及油气勘探等有关方面的科研、生产和教学工作者参阅。

图书在版编目(CIP)数据

辽河—辽东湾新生代裂陷盆地的构造解析/漆家福,陈发景著.-北京:地质出版社,1995.4
ISBN 7-116-01716-X

I. 下… II. ①漆… ②陈… III. 新生代-裂隙-油气藏-石油生成-研究-辽宁 IV. P618.130.2

中国版本图书馆CIP数据核字(94)第08874号

地质出版社出版发行

(100013 北京和平里七区十楼)

责任编辑:韩效亭

北京地质印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092¹/₁₆ 印张:10 字数:231000

1995年4月北京第一版·1995年4月北京第一次印刷

印数:1—450册 定价:8.60元

ISBN 7-116-01716-X

P·1381

前 言

在地质构造学领域中，很早就有了一些反映地壳或岩石圈在引张条件下形成的构造及其构造作用的概念，如裂谷 (rift valley)、地堑 (graben)、正断层 (normal fault)、裂谷作用 (rifting) 和裂陷作用 (taphrogenesis) 等。但是，直到最近10多年来，人们才真正认识到地壳（或岩石圈）引张产生的伸展构造 (extensional tectonics) 与挤压产生的造山带构造 (orogenic belt) 或收缩构造 (contraction tectonics) 具有同样重要的地位，并逐渐产生了现代有关地壳伸展变形的一些重要理论和概念。

目前，伸展构造仍然是国际地学界瞩目的前沿研究课题。一大批地质学家通过对裂陷盆地及伸展造山带的深入研究不断有新的发现，其中包括系统研究受大陆伸展变形体制所支配的构造、沉积盆地、沉积作用、岩浆活动、变质作用和成矿作用等方面所产生的有关新概念和新认识。早在1981年，马杏垣就强调了研究伸展构造在理论和实践上的重要意义，为在我国开展伸展构造研究起了积极的推进作用。1991年11月，中国地质学会构造地质专业委员会主持召开了第一次伸展构造专题学术研讨会，全面检阅了我国开展伸展构造研究的现状。与世界一些工业化国家相比（如美国、英国等），我国的伸展构造研究工作还做得很不够，其广度和深度上都还有一定的距离。其实，我国地域辽阔，无论是造山带伸展构造还是盆地伸展构造都有广泛的分布类型。系统研究这些伸展构造及其与能源、矿产、地质灾害等方面的关系，对于提高我国构造地质学的研究水平、促进我国国民经济的发展都具有重要意义。这也是摆在我们前面的重要研究课题。

裂陷盆地是地壳尺度的一种大型伸展构造，其内部还包容有不同尺度、样式的构造类型。裂陷盆地作为含油气盆地的一种类型一直是油气地质勘探的重要领域。随着勘探技术的不断发展及油气勘探工作的不断深入，人们对裂陷盆地构造的复杂性有了进一步的认识。裂陷盆地构造研究取得的一些重要成果为现代伸展构造理论的形成和发展作出了积极的贡献。同时，应用现代伸展构造理论重新解析那些积累了大量油气勘探资料的裂陷盆地构造，必然会有新发现和新认识，此对于这些盆地的油气勘探具有积极的促进作用。

这本专著是我们应用现代伸展构造理论研究下辽河—辽东湾新生代裂陷盆地构造的工作总结。我们按照马杏垣倡导的“解析构造学”原理和方法，从几何学、运动学、动力学等3个方面对下辽河—辽东湾盆地的新生代构造特征、形成和演化进行了系统的分析，并运用盆地模拟技术分析了盆地区的新生代沉降史、热演化史和有机质成熟度，在此基础上讨论了盆地新生代构造与油气的关系。用“解析构造学”的思路进行裂陷盆地构造研究，对我们来说是一次新的尝试。我们用构造平衡概念（平衡剖面方法）分析盆地构造变形的几何样式和运动形式，并将构造的总体特征分解为不同的构造系统（如伸展构造系统和走滑构造系统）或构造单体、要素的同时，强调对不同尺度、不同层次、不同样式和类型的构造组合、复合和叠加关系的研究，并且注重构造作用对沉积作用的控制及沉积对构造的反映等辩证关系的解析。在对裂陷盆地的构造动力学问题进行探讨时，将不同层次的构造现象予以综合考虑，把浅层次地壳的裂陷盆地的形成过程与各种深部过程（如软流圈上

穹、玄武岩喷溢等)联系起来,并结合大区域范围内的构造背景和板块边界条件来探讨盆地形成的地球动力学环境和机制。

这本专著的蓝本是我们于1988—1990年完成的渤海石油公司地质研究院“辽东湾地区石油地质若干问题研究”科研项目的成果报告之一。该项目研究过程中得到了渤海石油公司、辽河油田等单位有关部门的大力协助,渤海石油公司的韩庆炳、周德湘、赵德华等高级工程师及辽河油田的葛泰生、王秋华、姚继锋等高级工程师为作者收集资料提供了大量的帮助并就研究工作中的有关学术问题与作者进行过有益的讨论。中国地质大学(北京)石油教研室陈昭年助教及87级硕士研究生卢兵力、谢锐杰、王果寿等在收集整理资料方面做了一些辅助性工作。本书的出版还得到了马杏垣、刘光鼎、田在艺、刘和甫、王德发和陆克政等教授的关怀和鼓励。他们或是对本书的蓝本提出重要和有启发性的修改意见,或是在有关学术问题的研究中给作者以热情的指点。在此,对上述为本书的出版作出贡献的单位和个人表示深切的感谢。

最后,作者希望本书的出版能为推动我国裂陷型含油气盆地的研究贡献一份力量,也希望有更多的地质学家和地球物理学家对我国盆地伸展构造研究有更浓厚的兴趣。本书从蓝本到最后定稿历经了近3年时间,其间三易文稿,但作者仍感到在很多问题上还缺乏深入的研究。庆幸的是,作者仍有机会不断接触渤海湾地区各油田提供的新的油气勘探资料,作者仍有兴趣对我国裂陷型含油气盆地进行更深入细致的构造解析。

目 录

第一章 绪论	(1)
一、“裂陷盆地”及其有关的若干概念	(1)
二、盆地构造分析中的新构造观与方法论	(2)
第二章 下辽河—辽东湾盆地及周边地区区域地质概况	(4)
一、“下辽河—辽东湾盆地”概念及其大地构造位置	(4)
二、下辽河—辽东湾盆地及周边地区区域地质演化阶段	(6)
三、地台基底形成阶段的区域地质特征	(7)
(一) 地层建造	(7)
(二) 构造-热事件与构造变形	(8)
四、地台盖层发育阶段的区域地质特征	(10)
(一) 地层建造	(10)
(二) 构造运动与构造变形	(11)
五、中、新生代地台“活化”阶段的区域地质特征	(13)
(一) 地层建造	(13)
(二) 构造运动与构造变形	(14)
第三章 下辽河—辽东湾盆地的构造几何学特征	(17)
一、盆地的基本构造格局和次级构造单元	(17)
(一) 基本构造格局	(17)
(二) 次级构造单元	(20)
二、断层类型及其特征	(21)
(一) 基底主断层	(22)
(二) 基底次级断层	(24)
(三) 盖层断层	(25)
三、伸展构造系统	(26)
(一) 伸展构造的基本概念	(26)
(二) 下辽河地区的伸展构造系统	(33)
(三) 辽东湾地区的伸展构造系统	(35)
(四) 渤海地区的伸展构造系统	(39)
(五) 伸展构造系统中的传递带	(41)
四、走滑构造系统	(44)
(一) 走滑构造的基本概念	(44)
(二) 主干走滑位移带(PDZ)	(47)
(三) 走滑断裂带的伴生构造	(49)
五、伸展构造、走滑构造以及郯庐深断裂带之间的关系	(53)
(一) 伸展构造与走滑构造的叠加关系	(53)
(二) 浅层次构造与深层次构造的过渡关系	(55)

第四章 下辽河—辽东湾盆地的构造运动学特征	(58)
一、水平伸展运动及水平伸展量	(58)
(一) 水平伸展运动	(58)
(二) 水平伸展量的估算原理及方法	(59)
(三) 下辽河—辽东湾盆地新生代水平伸展量分析	(60)
二、垂直升降运动与构造沉降分析	(63)
(一) 垂直差异升降运动	(63)
(二) 基底沉降及构造沉降分析的原理及方法	(63)
(三) 下辽河—辽东湾盆地的基底沉降与构造沉降	(64)
三、断块掀斜运动及对盆地沉积作用和沉积岩相分布的影响	(68)
(一) 断块掀斜运动及其表述方法	(68)
(二) 下辽河—辽东湾盆地的断块体掀斜运动特征	(69)
(三) 断块体掀斜运动对盆地沉积作用和沉积岩相分布的影响	(70)
四、相对走滑运动及对盆地沉积作用和沉积岩相分布的影响	(76)
(一) 相对走滑运动及在盆地中的表现特征	(76)
(二) 断块体相对走滑运动对沉积作用和沉积岩相分布的影响	(80)
五、构造运动的发展与构造迁移规律	(80)
(一) 构造运动发展的阶段性(构造-沉积演化过程)	(81)
(二) 裂隙作用及沉降-沉积中心的迁移规律	(84)
第五章 下辽河—辽东湾盆地的构造动力学分析	(85)
一、下辽河—辽东湾盆地新生代火山岩特征及构造环境分析	(85)
(一) 新生代火山岩的时空分布特征	(85)
(二) 新生代火山岩岩石化学特征	(87)
(三) 新生代火山岩反映的构造环境	(91)
二、下辽河—辽东湾盆地区的深部构造背景	(93)
(一) 水平成层和横向不均匀的地壳结构	(93)
(二) 地壳或岩石圈尺度的深断裂破碎带	(95)
(三) 深部构造与裂隙盆地呈镜像反映	(95)
(四) 盆地地区大地热流值比周围山区大地热流值明显偏高,早第三纪古热流值比现今热流值偏高	(98)
三、大陆伸展构造模式	(98)
(一) 几种流行的大陆伸展构造模式	(98)
(二) 适用于下辽河—辽东湾盆地区的伸展构造模式	(100)
四、下辽河—辽东湾盆地形成和演化的动力学过程	(102)
(一) “主动裂隙”机制和“被动裂隙”机制的一般概念	(102)
(二) 下辽河—辽东湾盆地形成和演化的动力学过程	(103)
(三) 几个有关构造动力学问题的讨论	(104)
第六章 下辽河—辽东湾盆地构造演化的理论模拟分析	(106)
一、裂隙盆地理论模拟分析的几种理论模型简介	(106)
(一) 均匀伸展模型	(106)
(二) 双层非均匀伸展模型	(107)

二、下辽河—辽东湾盆地新生代构造沉降的理论模拟分析	(109)
(一) 理论模拟中有关参数及其假定值	(109)
(二) 理论模拟中各种参变量对盆地构造沉降的影响	(109)
(三) 下辽河—辽东湾盆地构造沉降的理论模拟分析	(110)
三、下辽河—辽东湾盆地新生代地温史的理论模拟分析	(113)
(一) 裂陷盆地地温史的理论量板	(113)
(二) 下辽河—辽东湾盆地地温史理论模拟分析	(115)
四、下辽河—辽东湾盆地有机质成熟度的理论模拟分析	(117)
(一) 成熟度参数 C 与镜质体反射率 R_o 的关系	(117)
(二) 辽东湾地区若干测点有机质成熟度的理论模拟分析结果及其讨论	(119)
第七章 下辽河—辽东湾盆地新生代构造与油气的关系	(121)
一、构造作用控制沉降—沉积作用及烃源岩的时、空分布	(121)
(一) 构造作用与沉降—沉积作用的关系	(121)
(二) 构造作用与烃源岩时、空分布的关系	(122)
二、构造作用控制着油气生成、运移和聚集过程	(124)
(一) 构造热作用、盆地性质与油气生成的关系	(124)
(二) 构造运动学特征与油气运移的关系	(125)
(三) 构造样式与油气聚集的关系	(126)
第八章 结束语	(130)
附录A 伸展构造的伸展量及拆离面深度的测算方法	(132)
(一) 伸展量的测算方法	(132)
(二) 拆离面深度的测算方法	(136)
(三) 平衡剖面及构造复原准则	(136)
附录B 构造沉降的测算方法	(139)
(一) 地层压实校正方法	(139)
(二) 构造沉降量的测算方法	(141)
附录C 构造沉降的理论模拟方法	(142)
(一) McKenzie 模型	(142)
(二) Royden 和 Keen 模型	(143)
参考文献	(146)

第一章 绪 论

石油的生成、运移、聚集和保存与盆地的性质、形成与演化过程有密切关系。因此，盆地的综合分析已经成为石油勘探中的一种重要的研究途径。盆地的构造解析是含油气盆地综合分析的一个重要方面。近几年来，我们对中国东部的裂陷型含油气盆地进行过不同程度的构造解析，其中以下辽河—辽东湾盆地的构造解析较为系统。该书试图以下辽河—辽东湾盆地为例，总结大陆裂陷盆地的构造解析的基本思路、方法和理论。

一、“裂陷盆地”及其有关的若干概念

早在 20 年代，一些地质学家就已注意到与造山作用（orogenesis）相对应的有一种“区域规模的引张并使地块裂开和沉陷造成沟槽的构造作用”，这种构造作用被称为“裂陷作用”（*taphrogenesis*、*taphrogeny*，亦译为地裂作用、地裂运动），而东非被认为是代表裂陷构造的典型地区。马杏垣（1982）认为裂陷作用是造山作用的对应物，是既裂又陷形成沟槽的构造过程。由区域性裂陷作用造成的盆地被称为“裂陷盆地”。马杏垣（1982）提出的裂陷盆地概念与英文的 *rift basin*、*rifting basin*、*extensional basin* 等术语的地质涵义基本相同。马杏垣主编的《1:400 万中国及邻近海域岩石圈动力学图》及其说明书中，明确地将断陷盆地分为“裂陷”和“压陷”两类，受正断层围限、与区域性引张块断作用相联系的断陷盆地称为裂陷盆地。

裂陷盆地与裂谷（*rift valley*）亦有近似的地质涵义。“裂谷”一词首先是由 Gregory（1894, 1921）用来描述东非地区地表狭长的负向地貌及其地质构造，其原意是指夹持于正断层之间的狭长凹陷，并认为“地堑”（*graben*）亦可称为裂谷。可见裂谷的原始概念纯粹是一个描述性的构造几何学名词。近30年来，关于裂谷的研究取得了很大的进展，裂谷的概念也不断得到更新。1980年，Burke 修正了裂谷的定义。他认为裂谷是“在拉伸过程中整个岩石圈都发生破裂的地区内形成的狭长凹陷”。这一定义强调“裂谷”这一地质构造术语的两个重要涵义，即引张作用和整个岩石圈在拉伸中破裂，寓含有构造动力学的意义。从这一角度看，裂陷盆地比裂谷的概念具有更广泛的适用性，那些由区域正断层控制的、但并非一定造成整个岩石圈破裂的盆地构造称为裂陷盆地更合适些。

裂陷盆地属于伸展构造的一种类型。所谓伸展构造是指在引张作用下形成的以正断层为基本结构要素组成的构造系，是裂陷作用、伸展作用造成的使区域地表面积增大或地壳（岩石圈）剖面长度增加的各种构造的总称。马杏垣（1982）将伸展构造分为 8 类：地堑、裂谷、半地堑、盆—岭构造、大型裂陷盆地、深断槽、滑脱断层（或拆离断层、剥离断层）及其相关的韧性流动带、岩墙群等。它们是不同的尺度、不同层次的伸展构造的典型型式。

在造山带中，种类繁多、丰富多彩的挤压性构造变形直接裸露地表，便于人们观测和研究。而裂陷盆地中的伸展构造则往往被沉积层掩盖，以致人们不能直接观测到丰富的伸

展变形型式。随着地震勘探技术的不断改进（如多次覆盖的数字地震勘探技术、三维地震勘探技术、地震CT技术等），不同层次、丰富多彩的大陆伸展变形现象大量被揭示出来。地质学领域继60年代“裂谷研究热潮”之后，80年代又出现了“大陆伸展构造研究热潮”。特别是北美西部科迪勒拉山脉“盆-岭区”中大规模拆离断层（detachment fault）的发现和研究，以及与之相关的出露在地表的变质核杂岩（metamorphic core complexes）、韧性剪切带（ductile shear zone）的发现和研究，极大地丰富了伸展构造的研究内容。同时，使人们对裂陷伸展作用造就的构造变形的复杂性有了进一步的认识。伸展作用不只是造就了盆地，亦可造成山脉。在大陆构造的发展过程中，伸展与收缩可以同时发生或交替出现。因此，有关伸展构造的现代概念亦是相当广泛的。譬如，一个大型裂陷盆地本身可作为一种大区域尺度的伸展构造，裂陷盆地内部由正断层及其块断系统构造的各式构造形态亦可描述为不同样式、不同尺度的伸展构造。而裂陷盆地内部除了广泛发育伸展构造外，亦可能还发育有其他型式的构造，如走滑构造、反转构造等。同样，在区域走滑作用下形成的剪切-拉张盆地（拉分盆地）可以作为一种区域尺度的走滑构造，但其内部的正断层及其块断系统亦可以描述为伸展构造。由此可见，伸展构造广泛发育于不同的构造环境，包括复杂多样的构造样式和种类繁多的类型。本书中我们用“伸展构造”一词描述裂陷盆地内部由正断层及其块断系统构造的各式构造形态。

二、盆地构造分析中的新构造观与方法论

自60年代板块构造学说问世以来，地质构造学领域出现了许多新思想、新概念和新观点，逐渐形成了一种新的构造观。马杏垣曾对新的构造观作了简要的概括，认为“板块构造的出现标志着过去准静态的地球模式已被抛弃，代之以高度活动的动力地球观”（马杏垣，1987）。朱志澄将新的构造观归纳为以下四点：“第一，以水平运动为主导的活动论以及渗进突变的旋回式发展是认识和分析构造的根本思想；第二，岩石圈是层圈式的，各分层界面常常是活动性构造界面，各分层构造是不协调的，横向上是不均一的；第三，构造是多因、多级、多时、多性的；第四，挤压构造、伸展构造和平移构造共同组成了岩石圈各级各类构造”（朱志澄，1988）。新的构造观之核心是以水平运动为主导的活动论。岩石圈板块是活动的，板块内部的不同级别、不同层次的块体亦是活动的。板块构造的不同部位及其演化的不同阶段的活动特征则可以是多种多样的，既有运动速率的差异，亦有运动方式的差异，因而不同尺度、不同层次的岩石圈构造具有丰富多彩的样式。

盆地构造分析积累的大量资料和获得的研究成果对于新构造观的形成和发展具有重要意义，将新构造观应用到盆地构造分析中又进一步推动了盆地构造学科的发展。一些学者用新构造观去认识沉积盆地的形成与演化过程并进行盆地分类和构造样式的研究，使盆地构造分析理论得到发展，并在油气勘探中发挥着积极的作用（Dickinson, 1977; Harding and Lowell, 1979）。盆地构造分析中新构造观的基本点在于将沉积盆地的形成过程与板块构造活动密切联系起来。不同类型的沉积盆地具有不同的沉积特征、构造型式和热体制，这些特征都是在板块构造活动前提下受盆地所处的构造位置和构造阶段所制约的。

无疑，新构造观是盆地构造分析的指导思想。此外，盆地构造分析还应该遵循一套科学的方法论。近些年来，盆地分析已经发展成为一个特殊的学科，用多学科、系统分析的

方法将盆地作为一个地质整体进行综合研究是盆地分析的发展总趋势 (Klein, 1987)。盆地构造分析是盆地分析的一个重要组成部分, 亦应该用现代系统科学方法论去解析盆地构造的基本特征及形成、演化过程。马杏垣 (1983) 倡导的“解析构造学”是地质构造研究中的一种新的思维方法, 在我国构造地质实践中, 特别是在造山带及变质岩构造研究中得到广泛的应用 (单文琅等, 1991; 马杏垣等, 1981)。本书作者试图将“解析构造学”方法应用于盆地构造分析中, 按照“几何学的、运动学的和动力学的解析”程式系统地研究了辽东湾—辽东湾盆地新生代的构造特征、形成与演化。在进行构造几何学、运动学解析时, 注重用构造平衡思想 (平衡剖面方法) 分析构造变形的几何样式和运动形式, 并在将总体构造分解为不同的构造系统 (如伸展构造系统和走滑构造系统) 或构造单体、要素的同时, 强调不同尺度、不同层次、不同样式和类型的构造组合及复合、叠加关系。在对裂陷盆地的构造动力学问题进行探讨时, 将不同层次的构造现象予以综合考虑, 把浅层次裂陷盆地的形成过程与各种深部过程 (如软流圈上穹、玄武岩岩浆喷溢和侵入、壳下岩石圈减薄等) 及区域范围内的板块构造环境联系起来综合分析。

计算机技术在构造分析中的应用, 使得用数值模拟方法对盆地的构造沉降史、热演化史等进行定量分析成为可能。本书在对辽东湾—辽东湾盆地新生代构造进行系统的构造解析的同时, 应用数值模拟方法计算了盆地的构造沉降史、热演化史及有机质成熟度等理论值, 并对照盆地的实际资料进行了综合研究。此外, 本书还在盆地构造分析的基础上讨论了下辽河—辽东湾盆地新生代构造与油气的关系。

1988—1990年, 作者等受渤海石油公司研究院委托对辽东湾地区新生代构造特征进行系统研究, 该书即是在完成了这项研究的基础上撰写的。研究工作中所用的基础资料 (地震剖面、钻井测井剖面、航磁与重力测量等基础图件等) 均由渤海石油公司和辽河石油勘探管理局提供。其中地震反射剖面均系1986年以后施工、处理的最新资料 (1:25000, 多次覆盖、数字记录的二维地震时间剖面, 常规叠偏处理或水平叠加处理), 并参考了部分1985年以前处理的地震资料。作者系统观测了近200条横穿盆地的地震剖面 (约14000km), 对比、解释了70余条地震剖面 (约4500km), 详细研究了30余条地震剖面 (约1500km)。观测和研究了10余口井的测井剖面柱状图及7口井的岩心标本。同时, 查阅和分析了渤海石油公司及辽河石油勘探管理局的大量内部原始资料及研究成果, 并收集了邻近区域 (黄骅盆地、依兰—伊通地堑带等) 的有关资料进行了对比研究。尽管如此, 我们所使用和参考的资料仍然是很不全面的, 这项研究所得出的一些结论性认识仍然是初步的, 需要在进一步的深入研究及油气勘探实践中不断修正、补充和完善。撰写这本书的目的是希望将作者在下辽河—辽东湾盆地进行盆地构造分析中的一些心得奉献给广大的油气勘探工作者, 为他们在下辽河—辽东湾盆地进行油气勘探和油气评价提供一些基础性资料与成果。

第二章 下辽河—辽东湾盆地及 周边地区区域地质概况

一、“下辽河—辽东湾盆地”概念及其大地构造位置

我们称谓的“下辽河—辽东湾盆地”在地理区划上包括下辽河平原和辽东湾海域两部分所组成的狭长盆地地貌单元。其东侧为辽东半岛低山区；西侧为辽西—燕山丘陵低山区。在地质构造特征上，“下辽河—辽东湾盆地”是一个统一的和相对独立的“盆地”构造单元，充填了巨厚的新生代沉积地层，而两侧的丘陵低山区是新生代隆起区，广泛出露前新生代不同时期的沉积地层和结晶基底变质岩地层。因此，地质意义上的“下辽河—辽东湾盆地”是一个新生代沉积盆地。

下辽河—辽东湾盆地走向北东—北北东向，长约400km，宽约50—100km（以盆地中下第三系分布范围计算），南宽北窄，面积约28000km²，其中被海水覆盖的辽东湾部分约为16000km²，约占57%。盆地内部充填的下第三系沉积地层最大厚度达4000—5000m，上第三系和第四系厚度达1000—3000m。盆地中的下第三系含有丰富的油气资源，是石油勘探的主要目的层。自从1964年地质部石油普查大队在下辽河平原钻探并发现下第三系油层后，地质和石油部门在下辽河—辽东湾盆地中展开了全面的石油地质勘探，先后在下辽河平原和辽东湾海域发现了一大批油气田，使下辽河—辽东湾盆地成为我国东部石油和天然气生产的重要基地之一。

在以地槽-地台学说为基础的中国大地构造区划图中，下辽河—辽东湾盆地属于华北地台辽冀台向斜的北段。其西侧为燕山台褶带，东侧为辽东台背斜（图2-1）。在马杏垣主编的1:400万中国及邻近海域岩石圈动力学图中，下辽河—辽东湾盆地处于黑龙江亚板块松辽—兴安块体的东南角部位（马杏垣，1987）。实质上，不同地质时期的岩石圈动力学体制可以是不同的，不同大地构造单元的边界位置是可以发生变化的。即便是同一动力学体制下的不同地质时期，大地构造单元的位置和构造边界的性质亦可发生变化。因此，大地构造位置具有时间性。图2-1主要是反映前中生代或前燕山期下辽河—辽东湾盆地的大地构造位置；而1:400万中国及邻近海域岩石圈动力学图中将下辽河—辽东湾盆地划归为黑龙江亚板块松辽—兴安块体则主要是反映第四纪或全新世，甚至现代构造作用时期下辽河—辽东湾盆地的大地构造位置。新生代时期，下辽河—辽东湾盆地的地质背景及构造演化特征与华北平原区和渤海湾地区众多的新生代盆地相似。因此，就新生代构造背景而论，下辽河—辽东湾盆地属于下辽河—渤海湾—华北平原新生代盆地区（或盆地省）的东北支（图2-2）。

关于下辽河—渤海湾—华北平原新生代盆地区的构造性质和构造类型还存在不同的认识，大致可以归纳为以下几点。

（1）就盆地区形成的力学机制而言，大致有两种看法。一种观点认为盆地区形成的

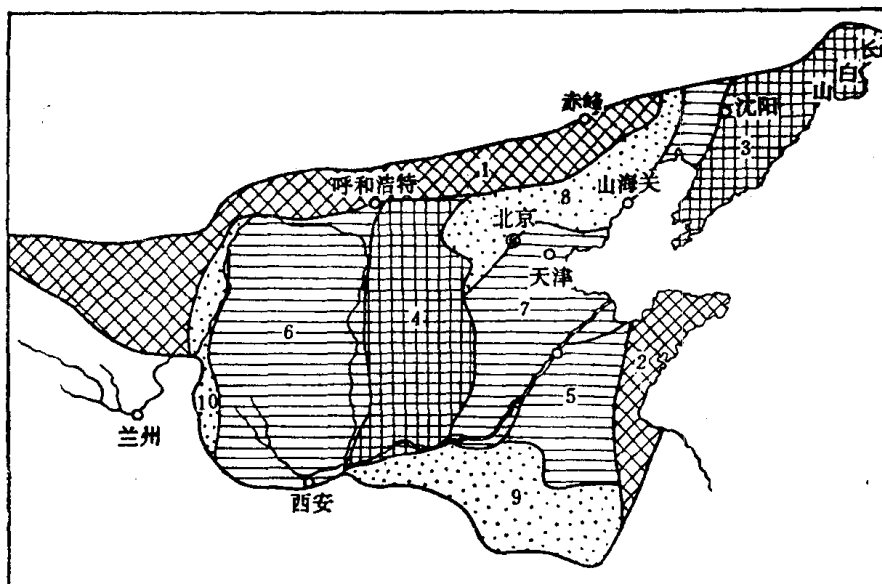


图 2-1 华北地台大地构造分区图

(据杨森楠、杨巍然, 1985)

1—内蒙地轴；2—鲁东地盾；3—辽东台背斜；4—山西台背斜；5—鲁西台背斜；6—鄂尔多斯台向斜；
7—辽冀台向斜；8—燕山台褶带；9—豫淮台褶带；10—贺兰—六盘台褶带

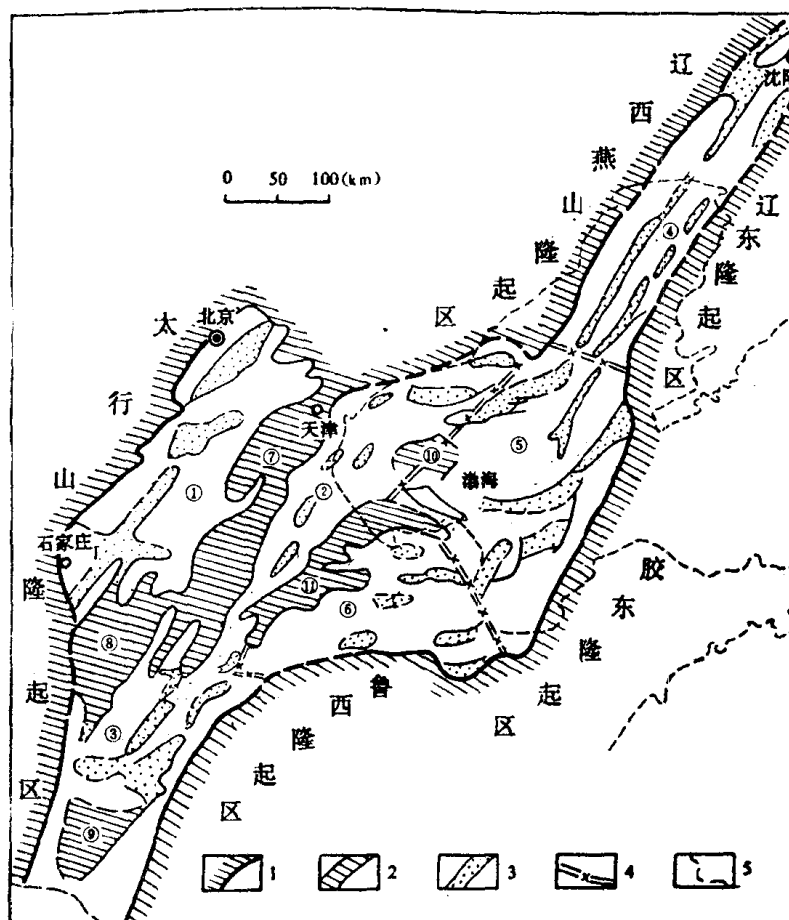


图 2-2 渤海湾盆地构造单元分布略图

1—盆地区边界；2—盆地区内的隆起构造单元（下第三系缺失区）；3—盆地区内的盆地构造单元及盆地
内的凸起构造（空白部分为凹陷构造）；4—构造单元之间的大致界线；5—海岸线
盆地构造单元：①冀中盆地，②黄骅盆地，③临清—东濮盆地，④下辽河—辽东湾盆地，⑤渤中盆地，
⑥济阳盆地；隆起构造单元：⑦沧县隆起，⑧邢衡隆起，⑨内黄隆起，⑩沙垒田（海中）隆起，
⑪埕宁隆起

主要力学机制是地壳或岩石圈的引张作用,即盆地区属伸展或张性盆地性质(陈发景,1983;高名修,1975等);另一种观点认为盆地区形成的主要力学机制是地壳或岩石圈的扭动剪切作用或扭张作用(刘和甫,1983等),即盆地区属于扭动盆地或大型拉分盆地(pull-apart basin)性质,其中特别强调郯庐深断裂等大型断裂带的走滑剪切作用。

(2)就盆地区形成的大地构造背景及地球动力学原因而言,大致有3种观点。其一,认为下辽河—渤海湾—华北平原新生代盆地区属于弧后盆地(或弧后裂谷盆地)类型,也就是说盆地区的产生原因是新生代时期太平洋板块向亚洲大陆俯冲产生的弧后扩张沉降作用(高名修,1983;张恺等,1989)。其二,认为下辽河—渤海湾—华北平原新生代盆地是大陆板块内部的主动裂谷盆地(或裂陷盆地)类型。持这一观点的一部分人强调区域性软流圈的不均匀活动及热脉动(马杏垣等,1983;徐杰等,1985);另一部分人则强调以渤海为中心的“地幔柱”作用及“三联点”式裂谷作用(李继亮等,1980)。其三,认为下辽河—渤海湾—华北平原新生代盆地区形成的动力学原因是印度板块与亚洲大陆板块碰撞引起“中国板块分体东移”(朱夏,1979),也就是说盆地区属于被动裂谷盆地类型,与特提斯构造体系演化过程中引起的区域应力场作用有关。

(3)关于下辽河—渤海湾—华北平原新生代盆地形成机制除上述一些有代表性的观点外,还有各种不同的观点。比如,李扬鉴等(1988)认为断陷盆地区中的正断层是“水平挤压力和地壳重力共同作用下产生的、平面上和垂向上同时呈X型的压剪性断裂,与拉张作用无关”。

无论哪一种观点或看法,一般都承认正断层或走滑正断层是控制下辽河—渤海湾—华北平原新生代盆地中各次级“断陷”的主要断层。我们认为下辽河—渤海湾—华北平原新生代盆地具有马杏垣所定义的“裂陷盆地”的特征。本书后续部分所描述和讨论的下辽河—辽东湾盆地新生代构造特征、形成与演化等亦将支持这一基本观点。

我们将下辽河—辽东湾盆地视为“新生代裂陷盆地”。这里的“裂陷盆地”一词在概念上稍有扩充,它包括由正断层控制的早第三纪“断陷”以及裂陷期后由于岩石圈冷却松弛产生的晚第三纪—第四纪“拗陷”两部分。后者实际上亦是裂陷作用的地质响应。“断陷”及后续发生的“拗陷”是同一裂陷作用旋回中的事件序列。将由正断层控制的断陷盆地及其上叠的拗陷盆地看作是统一的“裂陷盆地”概念,其目的在于强调盆地形成于裂陷构造环境及具有统一的裂陷作用动力学过程。

下辽河—辽东湾盆地在大地构造位置上还有一个重要的特点:纵贯中国东部、对区域地质发展有重大影响的郯庐深断裂自盆地东部地区通过;或者说下辽河—辽东湾盆地是位于郯庐深断裂带之上的。这种特殊的构造位置使盆地的构造特征、形成和演化进一步复杂化。

二、下辽河—辽东湾盆地 及周边地区区域地质演化阶段

大陆岩石圈经历了漫长的地质演化历史,但其演化过程具有阶段性(王鸿祯,1982)。早期的地质历史奠定了后期地质发展的基础。

一般认为,下辽河—辽东湾盆地所处的华北构造区大致经历了3个大的地质历史演化

阶段：(1)太古代至早元古代地台基底形成阶段；(2)中一晚元古代至古生代（包括早、中三叠世）稳定地台发展阶段；(3)中、新生代地台“活化”阶段。太古代至早元古代时期，华北构造区经历了若干次构造-热事件和复杂的变形-变质作用，使早先分离的若干陆核在地壳运动发展过程中逐渐固结形成统一的地台基底（结晶基底）。这一时期地壳的构造作用相当强烈，而且不同区域构造作用的差异性也十分明显，大规模的垂直差异升降、裂陷伸展和挤压褶皱作用以及与之伴随的岩浆作用和沉积作用使地壳（或岩石圈）的成分、结构（或构造）、力学性质等不断改组。总的趋势是地壳的成分由富含铁镁质向富含硅铝质演化，地壳的结构由不稳定向稳定（主要指密度结构）演化，地壳的力学性质由刚度小、韧性强向刚度增大、韧性减弱演化。早元古代末期的构造-热事件（吕梁运动，1700 Ma）被认为是完成华北构造区结晶基底克拉通化过程的重要标志。中一晚元古代时期，华北构造区的构造作用明显减弱，发育一套未变质的地台沉积盖层。但这一时期华北构造区内部的构造作用及沉积作用的差异性仍然存在。古生代时期，华北构造区内部的构造作用的差异性进一步减小。整个华北构造区作为一个稳定的整体发生“振荡运动”，具有较典型的地台型构造作用和沉积作用特点。华北构造区地台盖层的发展一直延续到早、中三叠世。晚三叠世时期的印支运动在华北构造区的演化历史上又是一个质的转折，“稳定”的地台发生“活化”，并经历了中、新生代两个裂陷作用旋回，发育中、新生代不同世代和期次的大陆裂陷盆地沉积地层。

很多著作（黄汲清等，1980；王鸿祯，1981；张文佑等，1984；杨巍然等，1984；任纪舜等，1990）专门讨论了华北构造区的地质演化历史及不同阶段的地质特征。尽管不同的大地构造学派对华北构造区地壳或岩石圈构造演化特点的认识有所不同；但一般都承认地质历史演化过程具有阶段性，不同阶段的地质作用特点存在着差异性。同样地，在相同的地质历史阶段中，不同区域的地质作用过程也存在着差异性。下面的内容，我们将根据下辽河—辽东湾盆地及周边地区的地层建造、岩浆作用和构造变形特征等扼要讨论在上述3个地质演化阶段中本区域的地质特点及演化过程。

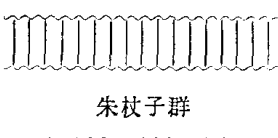
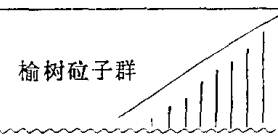
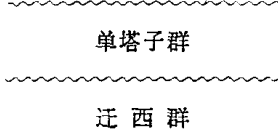
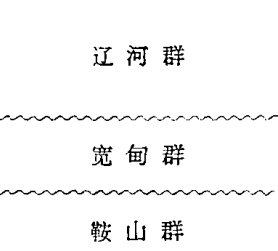
三、地台基底形成阶段的区域地质特征

（一）地层建造

由太古界及下元古界组成的地台基底地层主要出露在下辽河—辽东湾盆地两侧的山区。其中以辽东的鞍山—本溪地区和冀东的燕山地区分布最为广泛。辽南旅大地区及辽西建平地区亦有太古界出露。在下辽河平原的油气勘探中多处钻遇太古界及下元古界，它们或是直接构成新生代盆地的基底，或是被中、新生代地层覆盖。下辽河—辽东湾盆地两侧区域出露的地台基底地层存在一定的差异性。综合前人研究成果，将辽东地区（以鞍山—本溪地区为主）和冀东—辽西地区（以迁安地区为主）的地台基底地层名称及其对应关系列于表2-1中。下辽河平原油气勘探中钻遇的部分太古界和下元古界则大致可以与冀东辽西地区或辽东地区相应的地层进行对比。

早太古代的迁西群和鞍山群在地层建造上有相同的特征，均为绿岩建造。恢复其原岩主要为基性火山岩和碎屑岩，夹数层铁硅质透镜体。底部或多或少有些超基性火山岩及火山碎屑岩；上部则出现中酸性火山碎屑岩，具华北构造区原地槽沉积的特点（张兆忠等，

表 2-1 下辽河—辽东湾盆地两侧区域出露的地台基底地层划分对比表

地 区	冀东—辽西地区	辽 东 地 区
上 覆 地 层	长 城 系	榆树砬子群
下 元 古 界	 1700Ma 1900Ma 朱杖子群 2500Ma	 1700Ma 辽 河 群 2500Ma
太 古 界	 单塔子群 3000Ma 迁 西 群	 宽 甸 群 2900Ma 鞍 山 群

1980；张秋生等，1988）。辽东地区与冀东地区的晚太古代和早元古代地层在岩层系列上均是由下部的火山岩、火山沉积岩过渡到上部的正常沉积岩系列；但在岩性上，辽东与冀东两地的相应地层间存在明显的差异。冀东的单塔子群原岩为含铁的火山岩、火山沉积岩夹磁铁石英岩，其地层建造继承了迁西群的某些特征；朱杖子群的原岩建造主要为碎屑岩—粘土岩组合（张兆忠等，1980）。辽东的宽甸群原岩建造为一套含硼的火山岩、火山沉积岩（与冀东的单塔子群含铁建造有明显差异）；辽河群原岩建造主要为碎屑岩—含镁碳酸盐岩组合（与冀东的朱杖子群碎屑岩—粘土岩建造有明显差异），且具不稳定的相变特征（刘鸿允等，1984；姜春潮等，1987）。

辽东与冀东两地出露的两种类型的地台基底地层在下辽河—辽东湾盆地的覆盖层之下可能都有分布。盆地西部区域的地台基底地层可能与冀东地区出露的地台基底地层较接近；盆地东部区域的地台基底地层则可与辽东地区出露的相应地层对比。这两类地台基底地层建造的分布界线大致是沿下辽河—辽东湾盆地轴向延伸的“古郯庐断裂带”。

（二）构造-热事件与构造变形

本区域地台基底的形成过程与华北构造区其他区域一样，经历了若干次构造-热事件。其中重大的构造-热事件有3次：2900—3000Ma的迁西（鞍山）运动，2500Ma的阜平运动和1700Ma的吕梁运动。早太古代末期的构造-热事件（迁西运动）使迁西群、鞍山群普遍受麻粒岩相和角闪岩相的变质作用，并有强烈的花岗岩化和混合岩化现象，形成一系列浑圆、卵形的混合岩—片麻岩穹窿或花岗岩—片麻岩穹窿（如冀东的迁安穹窿、辽东的鞍山穹窿、海城穹窿等），构成本区最古老的陆核。晚太古代时期（3000—2500Ma），是陆核向萌地台演化的阶段，大地构造的差异性逐渐地明显起来。冀东地区的单塔子群（或栾县群、青龙群等）可能代表环绕古陆核形成的边缘海槽环境中的地层建造；辽东地区的宽甸群则可能是古陆核解体形成的裂隙槽环境中的地层建造（邴贵先，1984）。晚太古代末期的构造-热事件（阜平运动）使单塔子群、宽甸群等形成围绕古陆核或片麻岩—混合岩穹窿外侧的紧密褶皱带，并发生角闪岩相和/或绿片岩相的变质作用。晚太古代末期构造-热事件的结果导致古陆核横向增生并使“孤立的”古陆核相互联合在一起，地壳厚度亦相应增加，使本区域成为统一的华北“萌地台”的一部分。早元古代时期（2500—1700Ma），萌地台

又经裂隙解体 and 广泛的改造，并表现为大面积的稳定地块（原地台）与地块边缘、地块内部的“线性”活动带（原地槽或原地向斜，其中断裂对活动带的控制作用明显增强）所构成的大地构造格局。就本区域而言，古郯庐断裂两侧的大地构造环境仍然有明显差异。早元古代末期的构造-热事件（吕梁运动）使本区域原地槽或原地向斜中充填的朱杖子群或辽河群等地层褶皱隆起，并发生区域热变质作用，从而完成了地台基底的克拉通化过程，使本区域成为广泛的中朝地台的一部分。

地台基底地层的划分、对比还存在一些问题，但对于本区域而言有两点是比较清楚的。第一，冀东的迁西群和辽东的鞍山群与它们上覆的上太古界及下元古界在变质程度和变形样式方面均存在明显的差异。下太古界（迁西群或鞍山群）变质程度深，变形样式复杂，穹窿构造内部显示多期褶皱作用叠加的复杂干扰图像。反映古陆核形成初期的地壳刚度较小，深层次的深熔作用、岩浆底辟作用等垂向构造力作用是主导的构造变形机制（马杏垣等，1987）。上太古界和下元古界的变质程度相对要浅，且由下而上呈递减趋势；在变形样式方面则显示出清楚的构造线方向。反映古陆核形成以后的地壳刚度逐渐增大，水平方向的构造力作用在构造变形中占有重要的地位。第二，辽东地区与冀东燕山地区的地台基底演化过程存在明显差异。反映在地层建造、构造-热事件的强度及发生的时代、构造线方向等方面均有不同。目前，尚不能确切论证本区域中辽东的鞍山群和冀东的迁西群所代表的古陆核在早太古代末期是否属于统一的“萌地块”。但基本可以断定在晚太古代本区域开始出现了不同的大地构造单元——隆起区与沉降区，并且，辽东与冀东燕山地区的晚太古代及早元古代地层建造代表不同的古大地构造环境中的产物。“古郯庐断裂”带在地台基底演化阶段就可能存在，并在分隔、联系、控制不同的古大地构造单元中起重要作用。据报导，晚太古代一早元古代的含硼火山-沉积岩建造在吉林东南地区（集安群）、胶东地区（胶东群）以及朝鲜半岛西部地区均有分布；而在郯庐断裂带以西地区的相应地层中均没有含硼这一地球化学特征（洪作民等，1984；王东方，1984）。说明古郯庐断裂带对当时的岩相古地

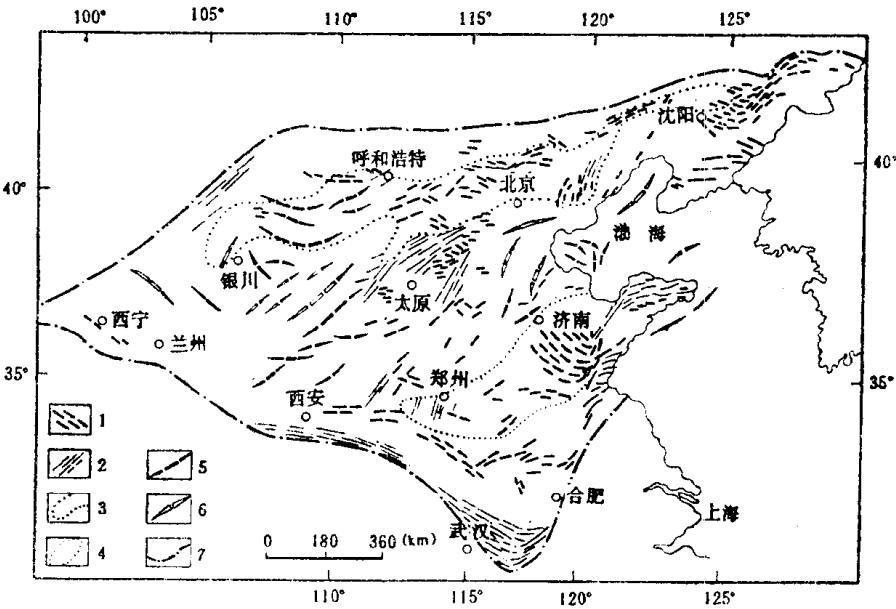


图 2-3 华北构造区地台结晶基底古构造略图

（张家声等，1987）

1—太古界及其构造走向；2—下元古界及其构造走向；3—太古界麻粒岩相地体；4—上太古界（不含大理岩建造）的变质杂岩；5—航磁线性异常轴线（正）；6—航磁线性异常轴线（负）；7—推测的华北古克拉通边界