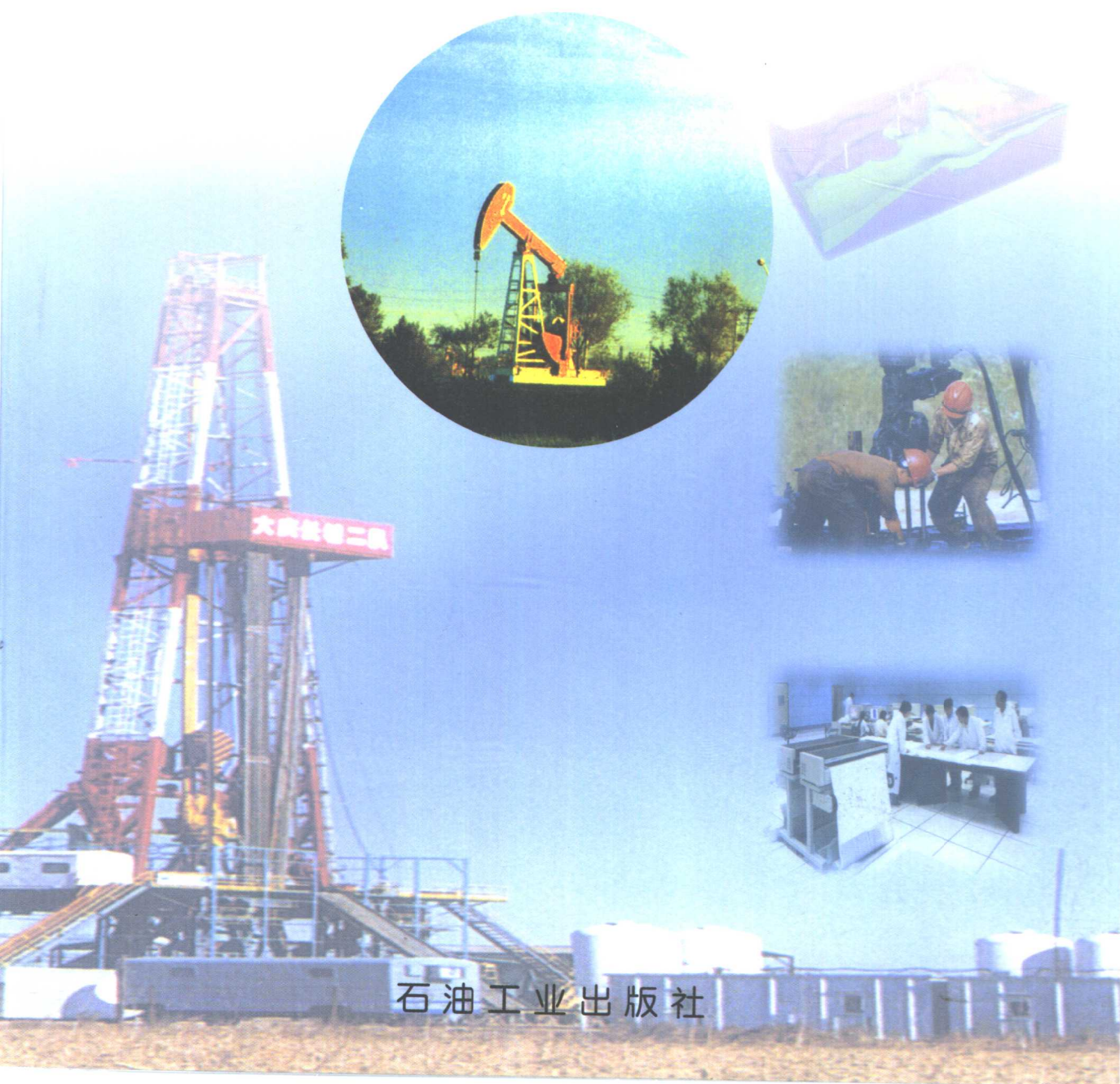


油气田主体专业高级技术人员继续工程教育系列培训教材

石油与天然气勘探

主 编 崔荣旺 杨树栋 王玉华
主 审 金成志 薛维志 王荣华



石油工业出版社

油气田主体专业高级技术人员继续工程教育系列培训教材

石油与天然气勘探

主 编 崔荣旺 杨树栋 王玉华

主 审 金成志 薛维志 王荣华

64504/03

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是大庆油田主体专业高级技术人才继续工程教育系列培训教材之一。全书共分石油与天然气勘探理论、技术、方法、管理四篇,前三篇主要讲述大庆近十年来松辽盆地岩性油藏勘探、深层复杂气藏勘探以及海拉尔等外围断陷盆地勘探的新成果、新进展、新方法。第四篇主要讲述大庆在勘探理念、体制、决策、运行、基础工作管理方面的最新认识、改革及做法。教材可以满足石油勘探工程师在职继续教育的需要,同时该书也可作为高校的石油勘探专业参考教材,有较强的实用性、系统性和新颖性。

图书在版编目(CIP)数据

石油与天然气勘探/崔荣旺等主编.

北京:石油工业出版社,2001.11

ISBN 7-5021-3551-0

I. 石…

II. 崔…

III. 油气勘探-中国-文集

IV. P618.130.8-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 069964 号

石油工业出版社出版
(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

石油工业出版社印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 34.75 印张 900 千字 印 1—5000

2001 年 11 月北京第 1 版 2001 年 11 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-3551-0/TE·2622

定价:70.00 元

《石油与天然气勘探》编委会

主 任 苏树林

副主任 萧德铭 侯启军

主 审 金成志 薛维志 王荣华

主 编 崔荣旺 杨树栋 王玉华

副主编 周备远 吴永刚 迟元林

编 委 (按姓氏笔划排序)

马尚贤 王玉华 王荣华 冯子辉 古广钦 付有生

石德勤 齐文会 李子顺 迟元林 任义庆 李 政

刘金发 刘顺生 刘振彪 许显志 张文宾 张显忠

吴永刚 杨树栋 陈树民 何隆运 李勤学 金成志

周备远 易维启 陶宏根 高 富 曹文富 常冠华

崔荣旺 蒙启安 窦永才 管叶君 戴平生 薛维志

**油气田主体专业高级技术人员继续教育系列
培训教材组织编著委员会**

主 任 杨可允 杨树栋

副 主 任 孙 彦 马天尊 李金波

组织策划 李 政

编 委 （按姓氏笔划排序）

于忠慧 丛冠新 孙庆友 孙瑞娜 安左红 李 政

李树军 张芳秀 邱 松 杨 辉 金元宪 赵 静

常进德 程淑芳 鲁建中 葛焱东 蔡景祥

总 序

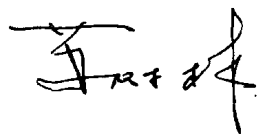
21 世纪是以智取胜的时代, 培养造就一批适应新世纪需要的高层次人才是我国石油企业生存与发展的第一要素。企业间的竞争, 归根结底将是人才的竞争。人才是企业技术创新的主体和根本, 培养一大批高素质的专业技术人才和经营管理人才, 是我国石油企业参与国际竞争取得较高资信的根本保证。作为现代企业人力资源开发管理最重要的一个环节——高层次人才培养, 应始终围绕着企业发展的总战略, 并要体现出适度的超前性。在这世纪之交的关键时刻, 企业培训工作者的一项重要历史任务, 就是要以敏锐的职业触角去捕捉企业继续工程教育面临的矛盾和问题, 深入研究企业培训的发展变化规律, 并创造性地解决培训工作面临的一系列重大课题。

石油企业科技人才的专业知识结构决定其科技进步程度, 因此, 今后针对油气田主体专业的中青年学术、技术带头人和高级专业技术人才设置的专业培训课程, 重点将放在专业知识的更新和拓宽方面。这类培训既不同于石油高校的高级学历培训, 也不同于一般的专业岗位任职资格培训。它是以改善石油企业中高级专业技术人才的知识结构和能力指向为目的, 培养油田跨世纪复合型高级专业人才的一项专业性培训。在这方面的培训中, 我们遇到的一个最基础而又最突出的问题, 就是缺少一套高水平、高质量、内容新的专业培训教材。在石油地质、油气勘探、油田开发、钻井工程、油气田环境保护和国际石油合作等专业培训中, 现场的学员急需一套能系统地反映本行业和本学科领域新理论、新技术和新工艺的专业培训教材, 以取代过去多年使用的培训讲义。针对这一问题, 委托大庆油田高级人才培训中心牵头组织, 联合了近 200 位具有较高的理论水平和丰富的现场经验的知名教授和专家, 经过近两年通力合作, 编著了这套油气田主体专业高级技术人才继续工程教育系列培训教材。

这套系列教材包括八册, 即《石油与天然气勘探》、《油藏工程》、《采油工程》、《钻井工程》、《提高油田采收率》、《油气田环境保护工程》、《国际石油合作》和《国际石油经济》。

油气田主体专业高级技术人才继续工程教育系列培训教材的编著是一项开拓性、创新性的工作, 十分艰巨复杂。这套培训教材除应符合体系科学、内容翔实得当、概念准确等要求外, 教材的内容体系还应有不同程度的创新, 蕴含在教材中的教法和学法也应有不同程度的改革, 整个编著过程实际上将是对油田专业培训工作发展规律和趋势进行一次深入细致的研究和探索。教材注重培训的实效性, 而非知识体系的完备性; 注重培养现场实证分析综合能力和对现代高新技术的推广应用能力, 而非纯粹理论水平的提高, 并力求体现出科学性、先进性、实用性、针对性、现实性和一定的超前性。

这套系列培训教材是十几家单位共同参与、团结合作的成果, 是众多专家、学者集体智慧的结晶。我们设想, 这套教材出版后, 不仅要使主体专业高层次人才的培训水平和培训质量得到明显提高, 更为重要的是为我国陆上油田在 21 世纪建立一套培训课程体系。然而这套教材能否较好地反映编著者的初衷, 还有待各位读者的评审, 希望编著者加强跟踪调查工作, 及时搜集广大读者的意见和建议。在适当的时候对教材做出必要的修订, 使之更趋完善。是以有序。



前 言

松辽盆地的石油勘探始于1955年8月。1959年9月26日,松辽盆地松基三井喜喷油流,标志着大庆油田诞生。46年来,大庆探区的勘探历程共分五个阶段,即1955年至1959年为油田发现阶段、1960年至1964年为第一轮大规模勘探阶段、1965年至1972年为少量勘探阶段、1973年至1984年为第二轮展开勘探阶段、1985年至2001年为岩性油藏勘探取得突破的新发展阶段。大庆油田的发现和勘探实践,是我国陆相生油理论指导找油的实践,是通过实践进一步丰富和发展我国陆相盆地成油理论的一个成功典范。油田发现和探明后,大庆的勘探队伍始终不懈地坚持探索和实践。十一届三中全会以后,大庆勘探工作者解放思想,锐意进取,大胆突破了背斜找油的传统思路,逐步转向向斜寻找非背斜油气藏,同时借鉴海洋国际合作勘探经验,对地震、钻井、录井、测井、压裂、试油等各施工专业都进行了刻苦攻关,在三肇、齐家—古龙等地区都取得了突破性进展,摸索和积累了一整套勘探大型砂岩油田的地质理论、工艺技术系列和科学的勘探方法。勘探创新不仅带来了油田储量增长的第二次高峰期,而且为油田在“十五”乃至更长远时期的储量接替提供了后备资源。

石油与天然气勘探是以经济效益为中心,以油气商业可采储量为目标,以勘探理论、技术、方法为手段,以勘探管理为保证的系统工程。面对知识经济新时代,作为支撑这个系统工程的勘探行业高级专业技术人才应具有创新型、外向型、复合型的特点。有这样的新型人才保驾护航,才能使勘探系统工程正常运行,摆脱石油勘探低、深、难困境,实现油田“高水平、高效益、可持续发展”的战略方针。为了培养上述“三型”人才,《石油与天然气勘探》编委会结合大庆油田勘探的经验,在总结最新理论、技术、方法及吸纳国内外勘探创新探索成果的基础上,编撰出版了本书。此教材并非包罗万象,但其特点是有新意。

本书共分石油与天然气勘探理论、技术、评价方法、管理四篇,前三篇主要讲大庆近十多年来松辽盆地岩性油藏勘探、深层复杂气藏勘探以及海拉尔等外围断陷盆地勘探的新成果、新进展、新方法。第四篇主要讲大庆在勘探理念、体制、决策、运行、基础工作管理方面的最新认识、改革及做法。教材可以满足石油勘探工程师在职继续教育的需要,同时该书也可作为高校的石油勘探专业参考教材,有较强的实用性、系统性和新颖性。

本书由大庆油田勘探部和油田高级人才培养中心等单位组织策划,由多名工作在油田科研和生产岗位的专业技术人员编写。其中第一篇和第三篇由大庆石油勘探开发研究院编写;第二篇由大庆石油勘探开发研究院、物探公司、录井公司、测井公司、钻井工艺研究所、试采公司、井下作业公司编写;第四篇由勘探部及勘探分公司编写。具体撰写人及审核人列表附于书后。在编写过程中,虽然正值大庆油田的体制改革,但编委们都能在百忙中挤出时间,精心编撰。张文宾、王永卓;易维启、高春文;孙宏智、郑德山;王亚民、王佰长分别对第一篇、第二篇、第三篇和第四篇进行审校。薛维志、王荣华对全书进行了审校,崔荣旺对全书进行了统稿,最后由金成志作最终审定。在文字编审过程中,大庆油田勘探开发研究院出版室给予了支持。石油工业出版社给予大力支持。在此一并表示感谢。

由于时间紧,水平有限,难免有错误之处,敬请批评指正。

编著者

2001年5月

目 录

第一篇 石油与天然气勘探理论	(1)
第一章 成盆理论	(3)
第一节 盆地演化理论	(3)
第二节 成盆动力理论	(7)
第三节 坳陷成盆理论	(14)
第四节 断陷成盆理论	(20)
第五节 层序地层学理论	(21)
第二章 成烃理论	(35)
第一节 松辽盆地有机地球化学研究及资源评价方法	(35)
第二节 松辽盆地未熟—低熟油的生成机理及地球化学特征	(48)
第三节 松辽及外围盆地煤系烃源岩的地球化学特征	(70)
第四节 松辽及外围盆地煤成油特征和油源对比	(85)
第三章 成藏理论	(97)
第一节 含油气系统理论	(97)
第二节 陆相碎屑岩成藏理论	(114)
第二篇 石油与天然气勘探技术	(157)
第一章 圈闭描述和储层预测技术	(159)
第一节 非地震物化探技术	(159)
第二节 高分辨率地震勘探技术	(164)
第三节 深层高信噪比地震勘探技术	(198)
第四节 烃类检测技术	(216)
第二章 油气层发现识别技术	(220)
第一节 录井技术	(220)
第二节 测井解释技术	(256)
第三章 油气层保护技术	(279)
第一节 钻井油气层保护技术	(279)
第二节 完井油气层保护技术	(287)
第三节 射孔、试油气及压裂改造油气层保护技术	(292)
第四章 油气层试油评价及改造技术	(299)
第一节 试油测试工艺技术	(299)
第二节 油气层酸化技术	(318)
第三节 油气层改造技术	(325)
第三篇 石油与天然气评价方法	(339)
第一章 盆地评价方法	(341)
第一节 盆地数值模拟概述	(341)

第二节	地史模拟	(348)
第三节	热史	(371)
第四节	源岩成熟史及生排烃史	(383)
第五节	运移聚集史模拟	(404)
第六节	盆地流体动力学	(418)
第七节	盆地模拟的工作流程	(429)
第二章	圈闭评价方法	(435)
第一节	松辽盆地北部圈闭评价方法	(435)
第二节	松辽盆地北部非构造圈闭识别方法	(453)
第三节	松辽盆地北部圈闭评价的发展方向	(457)
第三章	油气藏评价方法	(459)
第一节	油气藏评价的概述	(459)
第二节	油气藏评价的内容和程序	(460)
第三节	油气藏评价总结报告编写要求	(462)
第四节	油气藏评价方法及应用实例	(463)
第五节	大庆目前常用的储层预测技术对比	(477)
第四篇	石油与天然气勘探管理	(483)
第一章	勘探管理组织机构与业务流程	(485)
第一节	大庆油田有限责任公司管理机构设置	(485)
第二节	大庆油田有限责任公司勘探管理业务流程	(486)
第二章	勘探战略研究与管理	(488)
第一节	勘探战略研究的作用、目标及本质	(488)
第二节	编制勘探战略研究规划,确定发展方向	(489)
第三节	勘探战略管理的基础——勘探战略数据库	(490)
第四节	勘探战略项目的人员组成、工作模式	(492)
第三章	勘探规划、计划组织与管理	(493)
第一节	勘探规划、计划决策系统工程建设	(493)
第二节	不断发展完善勘探规划、计划编制方法,提高部署水平	(494)
第三节	完善资源管理与技术经济评价系统建设	(496)
第四节	依法进行油气勘探中的矿权管理	(498)
第四章	勘探项目管理	(501)
第一节	市场的概念及其作用	(501)
第二节	勘探项目的立项与总体设计、部署	(502)
第三节	招标及合同签订	(503)
第四节	过程管理与竣工验收	(507)
第五章	资源储量管理	(511)
第一节	资源储量定义及分类	(511)
第二节	资源储量计算简介	(516)
第三节	地质综合评价及价值评估	(522)
第六章	勘探基础工作管理	(528)

第一节 建立完善的勘探专业标准化体系..... (528)

第二节 贯彻 ISO9000 族标准，建立完善的油气勘探质量保证体系 (531)

第三节 HSE 管理 (532)

第四节 建立石油勘探科技创新体系，大力推行石油勘探科技创新工程..... (534)

第五节 勘探信息管理..... (539)

参考文献..... (542)

第一篇 石油与天然气勘探理论

第一章 成盆理论

第一节 盆地演化理论

一、简介

板块构造的出现被认为是地学史上的一场革命。从此,人们越来越注重从运动学和动力学角度来认识和研究地壳变形以及所形成的各种形形色色的变形特征。从全球构造系统来看,变形体制主要有伸展构造、压缩构造和走滑构造三种。沉积盆地是地球上重要的构造单元,从地球动力学角度,可将沉积盆地划分为:(1)裂陷盆地;(2)压陷盆地;(3)走滑盆地;(4)克拉通盆地四种基本沉积盆地类型(刘和甫,1995)。在伸展构造体系内,裂陷盆地存在三大演化阶段:(1)大陆裂谷阶段,通常与地幔热隆起有关,并形成垒、堑结构,无洋壳侵位,因而是陆内的,如渤海湾盆地;(2)陆间海阶段,大陆漂移开始,洋壳沿着中脊开始侵位和增生,如红海、我国的南盘江—右江盆地,在晚古生代至早中生代则可能属于古陆间海;(3)张裂大陆边缘阶段,即大陆漂移期,大规模沉降及扩张,沉降速率超过沉积速率,因此有较厚的进积沉积楔形体,如东海陆架盆地。拉张断陷盆地是裂陷盆地演化序列大陆裂谷演化阶段的产物,是地壳上普遍存在的一种伸展构造形式,并因其蕴藏着丰富的油气资源而引起地质学家的重视。对全球拉张动力系统下形成的伸展构造的认识起步较早,Gregory (1894)在研究东非大裂谷时,首先使用了裂谷(Rift valley)一词,用来描述东非那种有火山与地震活动的、狭长而深陷的大型断陷带。而真正引起人们重视是自20世纪70年代以来的事(马杏垣,1982,1983;王尚文,1983;张文佑,1984;朱夏,1986;朱志澄,1984;刘和甫,1995;J.D.Lowell,1972;E.Burke,1977,1978;Sengor,1978;D.P.Mckenzie,1978;M.P.coward;J.F.Dewey;P.L.Hancock,J.D.Lowell,1987;B.Wernicke,1982,1985;P.A.Ziegler,1990,1991,1992;C.K.Morley,1992)。

Burke (1980)将裂谷盆地定义为“整个岩石圈厚度在伸展中破裂了的地域上的狭长凹陷”。这个定义第一次将裂谷与地壳的伸展减薄联系在一起,并赋予了地球动力学上的内涵。Esuess (1985)最早用地堑(Graben)来界定那些两侧由边界正断层局限的下陷的构造带。后来,人们根据边界正断层在地堑中的结构形式,又把地堑分为单边地堑(半地堑,不对称地堑)、双边地堑和楔形地堑(一对倾向相对和相交的正断层围成的地堑,平面为扇形)等,主要是用它们来描述那些不同形式边界断层组合与不同形态的断陷构造形式。当今许多地质学家都认识到,裂谷盆地是地壳断陷和伸展减薄过程中形成的裂陷沉降带,并且大体上存在与裂陷沉降带对应的地壳深部地幔物质向上侵位的底辟带与大地热流异常带。而且许多大陆上的裂谷盆地的成生,最初是由张剪性大断裂或压剪性大断裂活动触发,并在重力作用参与下,断块体沿正断层面两侧作背离的斜向滑动,引起断陷逐渐加深和地壳逐渐减薄而形成的。

目前,描述伸展构造体系下沉积盆地的名词很多,如裂谷、裂谷系、地堑、半地堑等,容易引起混淆。

地堑与裂谷盆地既相互区别又紧密联系在一起，它们之间的关系主要在于：(1) 地堑与裂谷盆地，都是地壳上的断陷构造，但前者主要是指那些地壳表层或地壳上部产生的由正断层围限的在断层槽谷中形成的沉积盆地。它们的边界正断层一般只切入地壳上部的沉积盖层或埋藏较浅的基岩；地堑的规模较小；较粗的断陷沉积物中可能夹有中酸性的火山岩，很少或几乎不存在来自幔源的火山岩浆活动；盆地内部没有地壳的伸展减薄现象。后者则相反，控制裂谷或断陷的边界正断层，切穿了上地壳并达到中地壳软弱层或下地壳更深处；断层有明显的犁式形态，盆地或其中断陷的规模较大；多旋回的断陷沉积中常夹有多层基性火山岩，基性火山岩主要来自上地幔；盆地内部地壳有明显的伸展减薄现象和地幔隆起。(2) 地堑既可作为单独的盆地构造单元存在又可以依附于裂谷盆地，成为其中的次级构造单元，裂谷盆地是独立的盆地构造单元或大地构造单元，裂谷盆地往往包含了许多地堑。(3) 地堑不一定能形成裂谷，而裂谷在成生演化过程中，总要经历地壳上部发生断陷的过程。实际上，“拉张断陷盆地”在地质研究、特别是油气勘探研究工作中已被广大地质工作者普遍采用。(1) 拉张断陷盆地的使用，可以更好的描述伸展作用下形成的沉积盆地（或拗陷）。地堑与断陷盆地不宜混用，地堑只有“形”的概念，没有“动”的感觉，而“拉张断陷盆地”不仅有“形”的概念，而且有“动”的感觉，比如我们可以说“拉张断陷作用”，而不能说“地堑作用”。(2) 与裂谷相比，使用拉张断陷盆地，能更有效地描述同一区域背景下，由构造和沉积作用不均一性引起的不同构造单元的特点。如中国东部的渤海湾盆地是典型的裂谷盆地，但其中诸多的拗（凹）陷，虽然都处在中国东部这种大的区域构造背景下，但每个拗（凹）陷有其独特的构造、沉积特征及演化特征，甚至独成一体。因此，用拉张断陷盆地能更清楚地表述其特征。

二、拉张断陷盆地沉积层序和沉积建造

拉张断陷盆地的张裂活动对于盆地的层序、沉积系统、分散路径、相带和结构有明显的控制作用。其演化分为 3 个阶段，即裂前阶段（或称前裂谷阶段）、裂陷阶段和裂后阶段（或称后裂谷阶段）。在剖面上，拉张断陷盆地则表现 3 层结构，即盆地基底、下部盖层和上部盖层。下部盖层的沉积过程受断裂作用控制，是裂陷阶段发育的层序，称为裂谷巨层序（或断陷构造层），上部盖层受裂谷后的热作用和重力均衡作用控制，是裂后阶段（或称为后裂谷阶段）发育的层序，称为裂后巨层序（或拗陷构造层）。裂谷巨层序可以包括几个由局部或区域不整合面分隔的层序，它们是地壳多次渐进裂陷伸展的产物。在裂谷巨层序和裂后巨层序间也有一个区域不整合面作为巨层序的分界，称为解体不整合（Break-up unconformity 简称 BU 面）。解体不整合面在大陆内部裂谷盆地中代表裂谷向拗陷的转变事件和时间，在边缘海一侧大陆边缘裂谷盆地中代表大陆分裂和海底扩张的开始。后裂谷层序一般分布更广泛，且叠覆在裂谷层序之上，因而将这种双盖层结构形象地称作“舵头模型（Steer head model，也有人译为“牛头模型”）。裂谷阶段后也可以发生造山作用或构造反转，致使裂谷层序产生变形，形成反转构造和隆起。这种反转和隆起使裂谷层序暴露于地表经受剥蚀，从而使盆地的原形结构遭到破坏。

拉张断陷盆地是岩石圈张裂作用下所产生的纵长型断陷。影响其沉积的因素是多方面的，建造类型是多种多样的。裂陷形成与地幔热隆起有密切关系，在裂陷发育的地区，特别是在裂谷早期或形成之前常有大量火山喷溢活动形成火山岩和火山碎屑建造。张裂作用造成盆岭相间，地形高差较大，物源多为近距离，剥蚀和搬运速率都很高，陆源碎屑建造发育，多为不稳定的、成熟度低的碎屑物包括长石、石英、岩屑等组分，构成复（成分）陆屑建

造。气候带对裂谷盆地有明显的控制作用，在潮湿气候下可形成黑色或暗色建造、干旱气候下可形成红色建造、干旱—潮湿过渡型气候下可形成杂色建造。盆地下沉与补偿关系决定着古水深，在内陆和滨海沼泽环境下适于成煤，在深水湖盆、还原条件下适于生油。在陆源输入化学组分大量聚集时，可能在盆内形成稳定型碳酸盐岩建造和化学盐类沉淀。中国东部还可能有短期的海侵，带来海洋供应物质。半地堑式裂谷具有不对称性，因此，盆地两侧的建造也具有明显不同特点。

1. 类磨拉石建造

磨拉石 (Molasse) 原指阿尔卑斯山脉磨拉石盆地第三系砾砂岩堆积。多认为是造山带前陆的粗屑楔形体，是地槽或大洋终结的标志。在中国东部磨拉石建造仅发育于台湾省西部。中国东部大陆裂谷盆地中缺乏真正的磨拉石建造，但类磨拉石建造比较常见。类磨拉石建造是指一次强烈构造运动后，由于地势反差加大，在隆起和盆地边缘快速堆积了一套山麓洪积相—河流相粗碎屑岩。

2. 碎屑含煤建造

在潮湿气候条件下可以形成河湖沼泽相碎屑含煤建造，在中国东部中、新生代盆地中有较广泛的分布。

3. 内陆河湖杂色碎屑岩建造 (类复理石建造)

在潮湿气候向干旱气候的转变过程中，可形成一套灰色至杂色的河湖相碎屑沉积。其厚度可达数百至上千米。

4. 河湖红色建造

在相对于干旱气候条件下，沉积物的二价铁被氧化成大量红色沉积，有时夹有石膏夹层。厚度一般较大，可达数百米，甚至 2000~3000m。中国东部中新生代盆地中广泛分布着这种建造。

5. 火山碎屑岩建造

中国东部有多期的、广泛的、强烈的侵入和喷发活动形成大量侵入岩、喷出岩、火山—碎屑岩，它们和河湖相碎屑岩共生，形成了复杂的火山碎屑岩建造。晚侏罗世至早白垩世的火山活动最为强烈，自东北地区松辽盆地至东南沿海地区均有发育。

6. 内陆盆地生油建造

当盆地持续沉降，陆源碎屑供给不足，就出现了欠补偿环境，在静水、还原介质等适宜的条件下，大量生物繁殖并得以生存，可形成内陆盆地生油建造。

7. 内陆盐湖含盐建造

当干旱气候影响明显时，盆内蒸发作用强烈，淡水补给量小于蒸发量，水体含盐度渐浓，形成咸水湖，有较多的蒸发岩沉积，形成含盐建造。

8. 湖相碳酸盐岩建造

如中国东部济阳拗陷中沙四上段的灰质岩段，主要由灰色泥岩夹油页岩、石灰岩、生物灰岩和薄层砂岩组成。

9. 内陆冲积平原碎屑岩建造

当盆地由断陷转化成拗陷，沉积范围扩大，构造活动相对稳定，地形平坦，形成以网状河和曲流河为主的冲积平原和泥沼平原细碎屑岩建造。如渤海湾盆地中新统馆陶组 and 上新统明化镇组。

三、拉张断陷盆地几何学

从构造变形体制来看,拉张断陷盆地中的构造包括伸展构造、走滑构造、重力构造和挤压反转构造等4种类型,其在盆地演化过程中形成和演化是有规律可循的;其中伸展构造是最基本的也是最主要的构造变形,它控制着拉张断陷盆地的形成与发展。

1. 伸展构造

伸展构造的最基本构造要素是正断层。盆地边界的基底主断层是决定沉积凹陷演化的最重要条件。不同类型主边界正断层及基底次级正断层和盖层正断层所构成的各种样式的连锁断层系统,控制着不同样式沉积凹陷的分布和发育。

同期半地堑以同向或反向组合,相邻半地堑的边界断层的倾向基本一致称为同向组合,相邻半地堑的边界断层的倾向相反称为反向组合。同向半地堑组合又可以是串联式、并联式、雁列式等排列方式。反向半地堑组合可以是相对式、相背式和“y”式等排列式。不同时期半地堑则以独立的、相干的或继承的方式叠加在一起。

1) 正断层

正断层是最基本的伸展构造样式,在研究工作中,以几何学和运动学特征为基础对正断层进行了分类。Wernicke等(1982)在研究美国西部“盆岭区”伸展构造时,将正断层按其几何学和运动学特征分为两类三型。即按断层面形态分为“平面式”(planar)和“铲式”(listric,亦译为犁式);按断层两盘岩层及断层面本身是否发生旋转运动分为“非旋转的”(non-rotational)和“旋转的”(rotational)两类。实际上,正断层的几何形态可以是很复杂的。在盆地伸展构造中的正断层亦可像逆断层一样由多个较陡倾斜的“断坡”(ramp)和较缓倾斜的“断坪”(flat)联接成台阶状断层面形态,可称为坡坪式正断层。坡坪式正断层在盆地伸展构造中亦有广泛分布,我国的一些地质文献中所称的,“座椅式”、“台阶式”正断层都属于这类几何形态范畴。其上盘岩层在断层运动过程中常发生复杂的旋转掀斜,因而属于“旋转类”正断层。

综上所述,根据正断层的几何形态和运动学特征,将正断层划分为四种基本类型。即:(1)非旋转平面式正断层;(2)旋转平面式正断层;(3)铲式正断层;(4)坡坪式正断层。显然,不同规模或尺度的正断层都可分属于上述四种几何学和运动学类型,或用上述反映几何形态和运动学特征的术语对其进行描述。

2) 盆地伸展构造中的传递带

传递带(transfer zone)的概念在70年代广泛地应用于逆冲推覆构造的研究中,在逆冲断层带的走向上可以看到主逆冲断层某些部分沿走向变为二个或多个断层,或被褶皱取而代之。Dahlstrom(1970)将这种“传递”应变使逆冲推覆带收缩应变保持守恒或有规律变化的构造要素称为“传递带”(transfer zone,亦有人释为“转接带”、“变换带等),近些年来,随着油气勘探的发展及盆地伸展构造研究的深入,人们发现裂陷盆地的几何形态沿走向可发生明显的变化。同一裂陷盆地的不同地段,其构造样式、构造位态(包括主断层的位置、产状等)以及伸展应变量的分配形式等都可能具有显著的差异。于是,“传递带”的概念很自然地被人引入到伸展构造的研究领域中。

盆地伸展构造系统中的构造传递带可以以不同尺度和不同形式发生,这取决于不同地段伸展构造样式的变化情况及伸展主干断层的位态和规模。联接基底主断层的一些横向、斜向断层可谓是典型的传递带,其横向或斜向断层扮演着犹如板块构造系统中的转换断层(transform fault)的角色,称其为传递断层(transfer fault)。传递断层的运动性质受被传递

的主干伸展断层的位态及伸展位移方式、位移量等多种因素影响，一般多具有一定量的走滑运动。但是，传递断层与一般的走滑断层又有明显的区别。同一传递断层的不同地段可以是完全相反的走滑运动方向。此外，裂陷盆地中的传递断层亦多兼有正向倾滑运动特征，例如渤海湾盆地中不同尺度的北西、北西西向断层即具有这种运动学特征。

传递断层并非是传递伸展应变的唯一形式。Morley (1990) 通过东非裂谷伸展构造实例分析后认为，裂谷中的基底主断层多呈侧列 (relay)，断层间可以以走向斜坡 (strike ramp)、凸起带 (high zone)、复杂多边形断块体 (complex polygonal blocks) 等多种构造样式进行伸展应变的传递，而典型的传递断层并不常见。以断层在剖面上和平面上的组合关系为基础，Morley 等 (1990) 将传递带分为三类四型，每一类型的传递带又可以以不同样式表现出来。

2. 走滑构造

走滑构造是指由断块之间相对走滑形成的构造变形，包括走滑断裂及其各种伴生构造。中国东部的郯庐断裂带、依兰—伊通断裂带、密山—敦化断裂带所组成巨型断裂体系是纵贯全区的区域走滑断裂系。它们都具有复杂历史，经历过多次构造体制的变化。

3. 重力构造

地壳伸展可以导致盆地基底断块和盖层在重力作用支配下形成重力构造，包括重力滑动构造和底辟构造。中国东部伸展盆地的重力滑动构造可以分为基底断块的重力滑动构造和盖层重力滑动构造。基底断块沿着基底主断层或次要断层滑动形成掀斜断块和断阶。在基底掀斜活动的背景下，盖层中也相应产生重力滑动构造。盖层重力构造由滑动体、滑脱面等要素构成。在盖层密度倒置情况下，还常常与重力滑动构造相伴发育底辟构造。沉积盖层因压实而产生的一些轻微的褶皱构造也是重力构造的范畴。

4. 挤压反转构造

拉张断陷盆地在其发展演化过程中，出现由伸展转化为挤压，形成反转构造 (inversion structure)。正反转构造是在区域性挤压或扭压条件下形成的褶皱和冲断构造。许多油气构造都与正反转构造有关，反转构造一般成带分布，面积和幅度较大，具大中型油气田形成的构造条件。构造反转形成的背斜和断层圈闭发育于生油凹陷之上。具有较有利的配置关系。

第二节 成盆动力理论

盆地动力学是沉积盆地研究工作中的一项极为重要的前沿理论课题，其目的在于，通过对盆地形成、演化内在驱动机制、驱动方式及驱动过程的探索，揭示各种地质作用之间的内在联系，分析盆地中各种矿产资源形成、展布的潜在规律，以更好地服务于人类。

一、拉张断陷盆地形成机制的提出与发展

随着学科交叉的不断发展，任一学科理论的重大突破都可能引起其它学科的快速发展，事实上，拉张断陷盆地动力学的研究工作也遵循这一道理。有关裂谷概念的提出和发展，最早可追溯到本世纪 20 年代初，Gregory (1921) 在描述东非裂谷时首次采用了裂谷这一概念，然而，一直到本世纪 60 年代，人们对裂谷盆地的研究基本停留在对构造的识别与描述阶段。60 年代末板块构造理论的提出和发展，给地学领域带来了一次重大革命。受板块理论的启发，于 70 年代初，部分学者 (Brock, 1970; Burke and Wilson, 1972; Hinze et al.