

陆相断陷洼槽聚油理论与 与勘探实践

——以冀中拗陷及二连盆地为例

赵贤正 金凤鸣 等著



科学出版社
www.sciencep.com

陆相断陷洼槽聚油理论与勘探实践

——以冀中拗陷及二连盆地为例

赵贤正 金凤鸣 等著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书在大量勘探实践和前人研究的基础上,对洼槽区地层岩性油气藏的形成条件、分布规律、关键技术和勘探方法进行了系统、全面的总结。在成藏理论方面,提出了陆相断陷洼槽区是独立的成藏单元,论述了洼槽控油论、油气分布的互补性、洼槽岩性油气藏形成的优势性和多元控砂—四元成藏—主元富集的聚油规律;在勘探实践方面,总结升华了洼槽不同构造部位的多种成藏模式及其勘探实例与启示;在勘探技术与方法方面,总结了洼槽区储层预测、油层测井识别、油层压裂改造、城矿区三维地震勘探等关键技术以及洼槽区地层岩性油气藏区带优选评价、圈闭落实评价以及油藏发现评价等三个不同勘探阶段的勘探程序和勘探方法。

本书可作为从事油气勘探地质综合研究和现场生产专业人员的参考用书,也可作为油气地质与勘探专业本科生和研究生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

陆相断陷洼槽聚油理论与勘探实践——以冀中拗陷及二连盆地为例/赵贤正,金凤鸣等著. —北京:科学出版社,2009

ISBN 978-7-03-024306-5

I. 陆… II. ①赵… ②金… III. ①陆相-构造盆地:含油气盆地-油气藏-河北省②陆相-构造盆地:含油气盆地-油气勘探-河北省 IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 044087 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:耕者设计工作室

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>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 4 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2009 年 4 月第一次印刷 印张:25 1/2

印数:1—1 500 字数:550 000

定价:220.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

本书撰写人员名单

赵贤正	金凤鸣	张以明	邹伟宏
杨德相	王 权	罗 宁	崔永谦
赵力民	易士威	梁宏斌	卢学军
王彦仓	李先平	周明顺	唐传章
王余泉	降栓奇	卢永合	曹兰柱
赵志刚	李 欣	韩春元	郭永军
崔周旗	王吉茂	高 双	秦凤启

序

欣然阅读了《陆相断陷洼槽聚油理论与勘探实践——以冀中拗陷及二连盆地为例》专著后，感到十分高兴。华北油田广大地质勘探科技工作者面对十分复杂的地下地质条件和二级正向构造带构造油藏勘探程度很高的实际状况，解放思想、创新思维，潜心研究、刻苦攻关，在地质认识上不断有新的创新，在勘探理论上不断有新的发展，在勘探实践中不断有新的发现，取得一个又一个新的重要成果，可喜可贺。

该书作者彻底跳出了二级正向构造带聚油的传统框框，在冀中拗陷和二连盆地近年来大量油气勘探实践中，积累了丰富的第一性地质资料基础上，以洼槽区作为一个完整、独立的油气运聚系统，科学、全面地总结了陆相断陷洼槽的地质特征、地层岩性油气藏形成条件、聚油理论、成藏模式、勘探关键技术和方法以及勘探实践。应该说，本书重点突出，观点新颖，论述集中，思路清晰，结构紧凑，整体性、针对性、实用性都比较强，既有理论创新，又有实践范例，贴近生产，切合实际，堪称理论与实践相结合的一本好著作。

该书创新了陆相断陷洼槽聚油理论，提出了洼槽控油论、油气分布的互补性、洼槽岩性油气藏的优势性、多元控砂—四元成藏—主元富集聚油规律等观点，为洼槽地层岩性油气藏勘探奠定了理论基础，依据充分，丰富和发展了陆相断陷盆地石油地质理论，具有较高的学术价值。创建了九种地层岩性油藏成藏模式，填补了该领域的空白，对陆相断陷油气勘探具有重要的指导作用和参考价值。研发了五项勘探关键技术和方法，为高效开展地层岩性油气藏提供了技术、方法的支持，值得很好借鉴。

时值我国东部陆相断陷从勘探构造油气藏向全面勘探地层岩性油气藏转变的重要时期，该书的出版将对我国陆相断陷洼槽油气勘探有适时的、重要的指导作用和参考价值。

喜值专著面世之际，写此数语，以之为序。

中国科学院院士 贾承造

2008年12月

前言

陆相断陷是我国东部主要含油气盆地类型,20 世纪 70~90 年代,运用“环注聚油”、“复式油气聚集带”成藏理论以及二维、三维地震勘探等技术,累计发现石油储量 109 亿 t。其石油产量占全国 40%左右,在保障国家能源安全和促进国民经济发展中发挥着重要作用。然而,随着勘探程度不断提高,东部陆相断陷储量增长进入徘徊期,石油产量进入总递减阶段。以华北油田为例,1976 年发现石油储量 47000 万 t,2000 年发现石油储量仅 2129 万 t,石油年产量由 1979 年最高的 1733 万 t 递减到 2000 年的 456 万 t,综合递减达 8%,并呈现出低位加速下滑趋势,生产形势日趋严峻。

我国东部断陷石油总资源量约 400 亿 t,过去所发现的石油储量主要分布在洼槽区周围的正向构造带(中央隆起带和背斜构造带等)。占断陷面积 70%左右的洼槽区为远离物源的负向构造区,勘探程度非常低,发现储量也很少。研究认为,洼槽区是剩余石油资源的主要分布区,勘探潜力巨大。但是,苦于缺乏有效的勘探理论和技术,导致洼槽区勘探成效差,多年来始终是勘探的“禁区”。尽快突破这一“禁区”,促进石油储量规模增长,是遏制我国东部油田产量递减、实现“东部硬稳定”国家石油战略的关键。

21 世纪初期,华北油田随着勘探程度的提高,研究工作的深入,技术、方法的进步和国民经济发展对能源需求的增加,面对大中型构造和潜山圈闭都已进行过勘探、地下地质情况十分复杂的局面,积极进取,转变勘探思路,大胆实践,“下洼”勘探地层岩性油气藏。在面临着没有现成的勘探理论指导、没有已知的成藏模式借鉴、没有适用的勘探技术方法三大国际性难题的情况下,勇于攻克难关,摸索前进,顽强找油,不断取得一个又一个新的突破和发现,成果喜人。大量实践积累了丰富、宝贵的第一性资料,获得许多新的认识。这些认识来自实践,贴近实际、贴近生产,反过来又有效地指导了油气勘探实践。

本专著就是在大量勘探实践和前人研究的基础上,重点对洼槽地层岩性油气藏的形成条件、分布规律、配套技术和勘探程序、勘探方法进行系统全面地总结、归纳,旨在丰富和发展断陷盆地成藏理论,指导油气勘探实践,为促进我国石油工业的发展尽微薄之力。

本专著共分六章:在第一章概论中,详细地论述了断陷盆地结构特征、断陷盆地成藏理论新进展,并指出了洼槽是独立的成藏单元;在第二章油气藏形成的地质条件中,从地层岩性油气藏形成地质条件:构造、沉积、烃源、坡折带等进行了详细地论述;在第三章洼槽聚油理论中,主要论述了断陷盆地成藏理论的新进展,提出了洼槽控油论、油气分布的互补性、洼槽岩性油气藏形成优势性和多元控砂—四元成藏—主元富集规律等;在第四章洼槽油气藏形成模式与勘探实践中,总结了洼槽不同构造部位的 9 种成藏模式以及勘探实例,发人深思,给人以启迪;在第五章洼槽油气勘探关键技术中,总结了在洼槽区开展油气勘探的储层地震预测、油层测井识别、油层压裂改造、城矿区三维

地震勘探等先进、实用技术；在第六章注槽油气勘探方法中，阐述了地层岩性油气藏区带优选评价、圈闭落实评价以及油藏发现评价等三个不同勘探阶段的勘探程序和勘探方法，内容丰富，资料翔实。它凝聚了华北油田几代石油人的艰苦实践，融合了广大石油科技工作者的集体智慧。

本专著由赵贤正、金凤鸣确定框架、拟定提纲并统编全书。集体讨论，分头执笔。第一章由赵贤正、金凤鸣、王权编写；第二章由杨德相、赵力民、邹伟宏、李先平编写；第三章由赵贤正、易士威、金凤鸣、卢学军、王权编写；第四章由金凤鸣、杨德相、梁宏斌、王余泉、降栓奇、赵志刚、曹兰柱编写；第五章由张以明、罗宁、崔永谦、王彦仓、周明顺、卢永合编写；第六章由王权、赵贤正、李欣编写。参加编撰工作的人员还有韩春元、郭永军、崔周旗、王吉茂、高双、秦凤启等。

本专著在撰写的过程中，始终得到了贾承造院士、赵政璋教授、杜金虎教授的热情指导，得到了华北油田各级领导的关怀以及勘探开发研究院、地球物理勘探研究院和勘探部等有关部门的大力支持和热情帮助，同时，费宝生教授为本书提供了大量素材并帮助审校了全书，在此一并致以衷心的感谢。

本专著的一些论点，还有待实践的检验、补充、修改和完善，加之时间短促，作者水平有限，不妥之处在所难免，恳请批评指正。

目 录

序

前言

第一章 概论	1
第一节 陆相断陷结构特征	1
第二节 洼槽是独立的成藏单元	10
第三节 陆相断陷成藏理论新进展	18
第二章 洼槽油气藏形成的地质条件	22
第一节 构造条件	22
第二节 沉积条件	45
第三节 烃源条件	71
第四节 坡折带条件	103
第三章 洼槽聚油理论	114
第一节 洼槽控油论	114
第二节 油气分布的互补性	117
第三节 洼槽岩性油气藏形成优势性	121
第四节 多元控砂—四元成藏—主元富集规律	132
第五节 洼槽地层岩性油气藏分布特征	216
第四章 洼槽油气藏形成模式与勘探实践	225
第一节 灶内陡坡带油气成藏模式与勘探实践	225
第二节 灶内缓坡带油气成藏模式与勘探实践	246
第三节 灶内洼中油气藏形成模式与勘探实践	256
第四节 灶外断层负地貌油气成藏模式与勘探实践	288
第五节 洼槽基底成藏模式与勘探实践	300
第五章 油气勘探关键技术	315
第一节 储层地震预测技术	315
第二节 油层测井识别技术	337
第三节 油层压裂改造技术	351
第四节 城矿区三维地震勘探技术	364
第六章 洼槽油气勘探方法	382
第一节 区带优选评价技术方法	382
第二节 圈闭落实评价技术方法	387
第三节 油藏发现评价技术方法	390
主要参考文献	395

第一章 概 论

第一节 陆相断陷结构特征

中国东部以陆相断陷（裂谷）盆地著称于世。这类盆地油气资源丰富，是中国目前主要油气生产基地之一。这里主要包括了中国东部陆相断陷及东北亚陆相断陷群，前者北起沈阳南达北部湾发育了一个巨型的线性陆相断陷带，呈北北东向展布，延伸长约3000km，宽度250~450km。陆相断陷的东西两侧分别受郯庐断裂带和紫荆关断裂带的控制；南北向受北西西向的阴山深断裂、北秦岭深断裂、南岭深断裂带限制或分割成三段，即渤海湾盆地区；南襄盆地、苏北盆地、江汉盆地区；百色盆地、莺歌海盆地、珠江口盆地区。后者位于西伯利亚地台南到中朝地台北广大地域上，呈北东向分布，延伸长约3000km，西到贝加尔湖，东至锡霍特—阿林构造带，宽约1250km。主要分布在中国东北部、蒙古和俄罗斯境内，包括海拉尔盆地、开鲁盆地、二连盆地、银额盆地以及蒙古塔姆察格盆地、东戈壁盆地、乔巴山盆地、俄罗斯贝加尔湖盆地等。

一、基底及深部结构特征

（一）基底结构特征

中国东部陆相断陷既可发育在地台基底之上，也可以发育在地槽褶皱基底之上。如渤海湾盆地发育在华北地台基底上，自侏罗纪至新近纪发育了两个断拗旋回，第一旋回为侏罗纪至白垩纪；第二旋回为古近纪至新近纪。古近纪渐新世沙三段是陆相断陷发育的全盛期，新近纪转入拗陷发育阶段，从而形成统一的盆地。南襄盆地发育在秦岭褶皱系太古宙和元古宙变质岩及中生代大片酸性侵入岩基底上，发育了一个断拗旋回，经历了晚白垩世初始裂陷，古近纪渐新世核桃园组是盆地发育的全盛时期，新近纪转入拗陷发育阶段。江汉盆地发育在扬子地台基底上，发育了一个断拗旋回，经历了晚白垩世初始张裂期，始新世晚期潜江组是盆地发育的全盛时期，新近纪转入拗陷发育阶段。珠江口盆地发育在华南地台基底上，发育了一个断拗旋回，经历了晚白垩世初始张裂期，古近纪始新世—渐新世恩平组是陆相断陷发育的全盛期，渐新世晚期盆地转入拗陷发育阶段。

在中国东北部和蒙古境内的盆地主要是发育在海西期地槽褶皱基底之上。

（二）深部结构特征

中国东部陆相断陷地壳厚度29~36km，向两侧明显变厚。上地幔隆起与上覆拗陷

呈镜像关系。根据渤海湾盆地辽河拗陷地学断面资料,下地壳具有较多的超铁镁质,莫霍面呈多层壳幔过渡带,地震波呈多个波组反射特征,估计壳幔混合带厚 15~20km。沉积了厚达 10000~13000m 的古近系和新近系河湖相沉积,并伴随着亚碱性火山活动。大地热流值较高,为 $1.48\sim 2.36\mu\text{cal}^{\text{①}}/(\text{cm}^2\cdot\text{s})$ 。说明这类盆地的形成,与地幔柱活动有关,一般盆地的规模较大。

东北亚陆相断陷群,从二连盆地和海拉尔盆地的资料来看,地壳的厚度 40~44km,上地幔隆起与上覆拗陷不呈镜像关系,未发现壳幔混合带,上地幔密度为 $3.35\text{g}/\text{cm}^3$,属正常值。发育有钙碱性火山岩,大地热流值偏高,为 $1.35\sim 1.58\mu\text{cal}/(\text{cm}^2\cdot\text{s})$ 。说明这类盆地的形成,与地幔柱活动关系不密切,而主要是受远程构造应力场的作用,一般盆地的规模较小、分割性强。

二、断陷结构特征

(一) 发育有盆缘或凹边或洼边大断层

陆相断陷一般发育有盆缘或凹边或洼边大断层。这些大断层往往是陆相断陷在伸展过程中的起始带和终止带;大都为同沉积基底正断层。它控制了盆地、拗陷、断陷和洼槽的形态、规模大小、沉积的发育和烃源岩的形成。

(二) 陆相断陷由正、负向构造带相间排列组成

一般表现为隆拗相间、凹凸相间(或堑垒相间)和构造带与洼槽相间排列;断陷结构以单断箕状断陷发育为其特色,其次为不对称双断断陷。一般单断断陷的分布在靠近隆起的部位,双断断陷多发育在拗陷内部,且少见。

(三) 断陷结构及构造带样式

以往按照断陷结构与边界断层组合特征,通常将陆相断陷划分出三个或四个构造单元,即陡坡带、洼陷带和缓坡带,当断陷比较开阔时,有时发育有中央构造带(图 1-1)。

1. 陡坡带

陡坡带是裂谷盆地伸展活动的起始带。不同地区、不同的构造背景、不同的伸展断层类型和组合,形成不同的沉积类型、不同的构造样式和不同的油气分布规律。陡坡带按成因,即控凹边界伸展断层的性质和断层组合进行分类。可分为平面式、铲式、坡坪式和阶梯式四种类型。

^①1cal=4.1868J。下同。

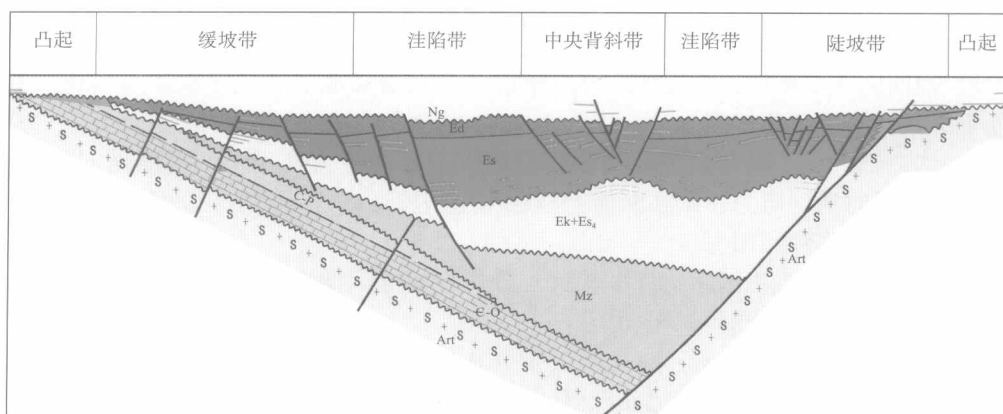


图 1-1 陆相断陷构造样式剖面模式图（李丕龙等，2003）

（1）平面式陡坡带特点

1) 控凹主断层特性：为旋转式平面断层，即断面产状不发生变化，而地层产状发生变化。断面陡峭而平直，断面倾角在 60° 以上。

2) 构造样式：简单，一般在断层的下降盘发育有鼻状构造，逆牵引背斜不发育。

3) 沉积特征：沉积物颗粒粗、大小混杂、分选性差，多发育近岸水下扇沉积和洪积扇。扇根大而厚，扇中及扇端分布范围很小。沉积作用主要表现为垂向加积，相带窄，围绕凸起呈窄条状分布。

4) 分布和油气聚集特点：这类陡坡带在断陷盆地中分布比较广，如二连盆地的赛汉塔拉凹陷、吉尔嘎朗图凹陷、乌里雅斯太凹陷的陡坡带等。这类陡坡带构造圈闭不发育，且岩性粗而混杂，储盖组合差，成藏条件不利，油气贫乏。

（2）铲式陡坡带特点

1) 控凹主断层特性：为铲式伸展断层，即断面和地层产状均发生变化。断面上陡下缓，上部倾角一般为 $45^\circ \sim 60^\circ$ ，下部倾角为 $30^\circ \sim 45^\circ$ 。如济阳拗陷胜北大断层断面倾角在 2000m 以上为 40° ，2000m 以下为 $38^\circ \sim 18^\circ$ 。黄骅拗陷港东主断层断面倾角在 1900m 以上为 70° ，2500m 以下为 $40^\circ \sim 30^\circ$ 。

2) 构造样式：该类陡坡带构造比较发育，一般发育有逆牵引背斜、断鼻和断块等。

3) 沉积特征：沉积区距物源区相对较远，分选性较好。一般发育有近岸水下扇、扇三角洲、小型的辫状河三角洲等多种沉积类型。扇体规模较大，期次较明显，垂向厚度不大，沉积作用主要表现为侧向加积。

4) 分布与油气聚集特点：这类陡坡带在裂谷盆地中分布比较普遍，如渤海湾盆地的赵兰庄构造带、港东构造带、永安镇构造带等。这类陡坡带构造圈闭发育，并有有利储集相带与之相配合，成藏条件有利，是有利油气聚集带。

(3) 坡坪式陡坡带特点

1) 控凹主断层特性: 为坡坪式伸展断层, 即断层和地层产状多次发生变化。断面上陡下缓, 并多次重复出现。

2) 构造样式: 一般在断坡段接受较厚的沉积, 在重力作用下, 沿断面向下滑动, 当达到断坪段时遇到阻力, 则在断面上覆层产生挤压形成背斜构造。另外, 还发育有断鼻、断块和地层岩性圈闭等。

3) 沉积特征: 沉积区距物源区较远, 分选性较好, 期次明显。一般发育有近岸水下扇、浊积扇、扇三角洲等沉积类型。

4) 分布与油气聚集特点: 这类陡坡带分布比较局限, 少见, 如临清拗陷丘县凹陷南段大名洼槽东陡坡带及冀中拗陷廊固凹陷大兴陡坡带等。这类陡坡带圈闭发育, 储层较好, 成藏条件有利。

(4) 阶梯式陡坡带特点

1) 控凹主断层特性: 由控凹主断层和多条与之近平行的顺向断层组成。这些断层向断陷方向, 节节下掉, 形成二台阶、三台阶等, 呈阶梯状。主断层为旋转式断层或铲式断层。

2) 构造样式: 该类陡坡带圈闭比较发育, 一般发育有断鼻、断块、背斜、潜山等。

3) 沉积特征: 沉积区距物源区相对较远, 分选性较好, 期次明显。一般发育有近岸水下扇, 在远端发育有滑塌浊积扇和深水浊积扇。

4) 分布与油气聚集特点: 这类陡坡带分布较广, 如渤海湾盆地的冀中拗陷霸县断阶带、新河断阶带、南马庄—留路构造带、留西构造带, 济阳拗陷的胜北地区、滨南地区, 海拉尔盆地的乌西断阶带等。这类陡坡带圈闭发育, 储集相带有利, 成藏条件优越, 是油气聚集有利带。

综上所述, 铲式陡坡带、阶梯式陡坡带构造圈闭发育, 沉积相带有利, 是油气聚集的有利带。

2. 缓坡带

缓坡带是箕状断陷的重要组成部分, 占断陷的总面积约 $1/2$ 或 $1/3$ 。它与整个断陷一样经历过多期构造活动和沉积变迁等。由于处在缓坡带特定的构造部位, 在构造变形和沉积特征等方面又具有自己的特色(童晓光, 1984; 费宝生, 1996, 1999)。

(1) 构造特征

缓坡带经历过多次构造运动, 经受过左旋剪切、右旋剪切应力场的作用。由于缓坡带基底埋藏浅, 刚性强, 属于较稳定的块体。相对来讲, 较陡坡带的构造变动要弱些。

褶皱变形主要为鼻状构造。这些鼻状构造的轴向与缓坡带的走向近乎垂直或斜交。它的形成, 据中国东部地区的资料分析: 燕山期在左旋剪切应力场的作用下, 受到北西-南东向的挤压, 产生北东向和北西向的共轭剪切断裂。在断裂的断棱部位形成北西向的古梁子, 并控制沉积。在古梁子部位沉积薄, 两侧沉积厚, 后期由于差异压实作用的结果; 同时后期又经受过右旋剪切应力场的作用, 受到北东-南西向的挤压, 叠加其

上，使之形成一系列的北西向的鼻状构造。另外，在缓坡带的低部位，由于顺向同生断层的滑脱作用，在断层的下降盘形成逆牵引背斜或半背斜，如辽河拗陷西部凹陷西斜坡的欢喜岭地区，发育有 9 个逆牵引背斜，沿断层下降盘呈串珠状展布（童晓光，1984）。

断裂系统：缓坡带发育有两组主要断裂：一是断层的走向与缓坡的走向一致。按倾向不同又可以分为两种情况：一种情况是断层的倾向与缓坡的倾向相反，与断陷边界主断层的倾向相同。这组断层一般与边界主断层同时发生，把基底切割成若干个翘倾断块。活动时间较早，结束时间也早，基本上在断陷期或断陷期末就停止了活动，对上覆的沉积盖层有一定的控制作用。因此，下部可以形成断块山，上覆盖层可以形成披覆背斜、断块或鼻状构造。另一种情况是：断层的倾向与斜坡的倾向相同，与边界主断层的倾向相反。这组断层形成的时间有两种情况：当平衡式的拉伸时，在坡底产生平衡断层。这种断层形成时间比边界断层形成稍晚。并常与边界断层形成深断槽，使生油层的厚度增大，成熟度提高，油气资源丰富，如二连盆地阿南凹陷的善南断槽，吉尔嘎朗图凹陷的宝饶断槽等。在断层的下降盘还可以形成逆牵引背斜。据童晓光分析，逆牵引背斜的形成与断距的大小有关，如辽河拗陷西部凹陷的西斜坡欢喜岭地区产生逆牵引构造的断距都在 200m 以上。另一种情况是：由于块体的翘倾和沉积盖层的滑脱作用所形成，并自坡顶向下，活动时间逐渐变新。这组断层的规模较大、延伸长、断距大，有时可以形成断层坡折带，对沉积有一定的控制作用。二是与缓坡带走向垂直或斜交的断层。这组断层在缓坡带上不发育，断层的规模不大，延伸较短，断距小。有时这组断层可以起到沟通油源的作用，作为油源断层。

(2) 沉积特征

在箕状断陷拉伸的过程中，当基岩块体的沉降幅度大于翘倾幅度时，缓坡上的地层发生超覆；当沉降的幅度小于翘倾的幅度时，缓坡上的地层发生退覆或剥蚀。同时缓坡带靠近物源区，物源充足，砂体发育。常发育有扇三角洲、三角洲或水下扇砂体，沿缓坡带呈裙边状分布（图 1-2），以及河道和滩坝砂体等。既有来自缓坡的物源，也有来

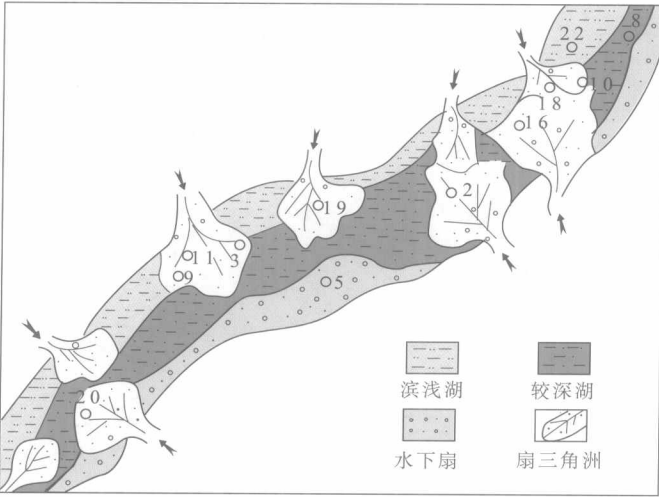


图 1-2 二连盆地洪浩尔舒特凹陷阿尔善组沉积环境图

自陡坡的物源。既可以形成下倾尖灭，也可以形成上倾尖灭。缓坡带还发育有构造坡折带、侵蚀坡折带和沉积坡折带，控制沉积相带的展布和沉积厚度的变化。这样，为缓坡带形成地层、岩性油气藏奠定了基础。当块断活动比较和缓时，水体变浅，含盐度增高，在缓坡带还发育有粒屑灰岩、礁灰岩、滩砂等。

(3) 缓坡带类型

缓坡带按照其沉积特点和构造演化特点的不同，大体上可以分为三类，即沉积缓坡带、构造-沉积缓坡带和构造缓坡带（图 1-3）。

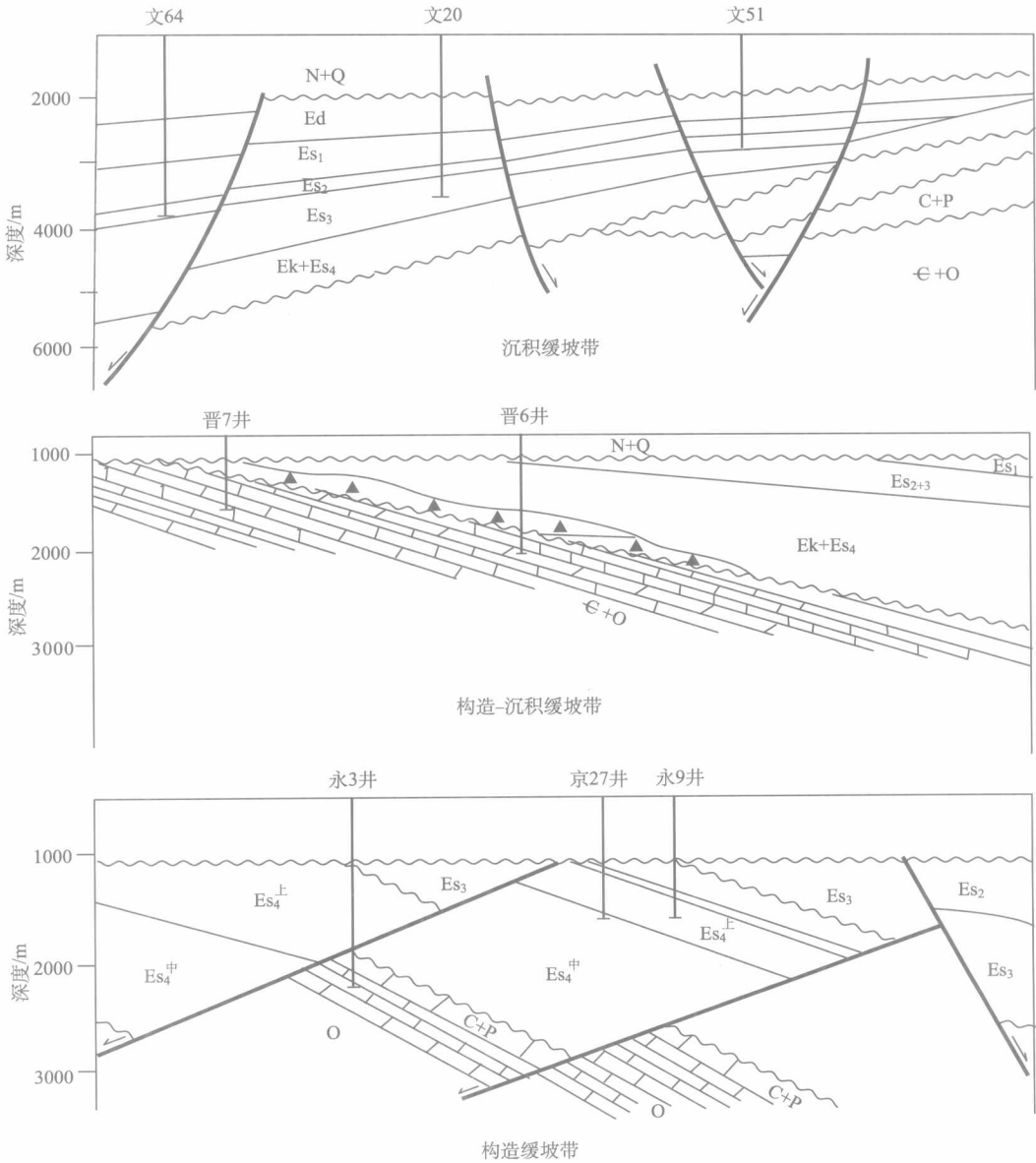


图 1-3 箕状断陷缓坡带类型图（费宝生，1999）

1) 沉积缓坡带: 在沉积时, 地形上就是一个斜坡, 原始坡度角较大。地层沿斜坡上倾方向逐层超覆或退覆, 斜坡顶部剥蚀微弱。这类缓坡带在箕状断陷中分布最广, 如冀中拗陷文安缓坡带、蠡县缓坡带、二连盆地阿南凹陷南缓坡带、辽河拗陷东部凹陷的西缓坡带等。这类缓坡带的油源主要来自邻近的生油深洼槽; 个别也可以来自缓坡带上的优质生油层的未熟-低熟油的油源, 如蠡县缓坡带上沙一段生油层; 还可以来自基底的烃源层的烃源, 如文安缓坡带上石炭系一二叠系烃源层。

2) 构造-沉积缓坡带: 在沉积时, 地形上就存在斜坡, 原始坡度角有大有小。沉积过程中, 块断活动明显, 块体翘倾, 坡度角逐渐增大; 沉积后期块断活动强烈。早中期以超覆沉积为主, 晚期以退覆沉积为主, 顶部剥蚀较强。这类缓坡带, 若早期原始坡度角很小, 说明当时沉积范围比较开阔, 烃源层发育, 本身就在烃源层范围内。后期翘倾、抬升剥蚀, 使之埋藏变浅, 并保留了“精华”部分。这种缓坡带油源丰富。它既有来自生油深洼槽的烃源, 也有来自缓坡本身的烃源; 且发育了多种类型的圈闭; 可以找到多种类型的油气藏。如辽河拗陷西部凹陷的西缓坡。若原始坡度角较大, 则油气丰度较低。这种缓坡带, 主要靠生油深洼槽中提供油源; 后期剥蚀较强, 又给油气保存带来一定的影响, 如冀中拗陷束鹿凹陷西缓坡带。

3) 构造缓坡带: 在沉积时还不是斜坡, 是在沉积后期, 由于块体翘倾活动, 使之抬升形成的斜坡。地层沿上倾方向有减薄的趋势, 但见不到地层超覆或退覆的现象, 顶部遭受剥蚀强烈, 使上覆层不整合在不同层位上, 如廊固凹陷的牛北缓坡带等。这类缓坡带油气保存条件较差, 目前尚未发现大型油气藏。油气藏类型主要有地层不整合面油气藏和断块油气藏等。

3. 洼陷带

洼陷带是陆相断陷长期发育的沉降带。当断陷不发育中央构造带时, 它夹持于陡坡带和缓坡带之间; 当发育中央构造带时, 则夹持于陡坡带和中央构造带、缓坡带和中央构造带之间。洼陷带一般约占断陷面积的 $1/2$ 。它与陡坡带和缓坡带没有明显的界线, 一般以断层或包凹等深线来划分。断层不发育, 构造样式简单, 在断陷期后期或拗陷期, 由于构造反转形成反转背斜构造, 如二连盆地赛汉塔拉凹陷乌兰反转背斜等。或由于边界断层的拆离滑脱作用, 还可以形成拆离滑覆构造体系, 如饶阳凹陷南部元昌楼—虎北拆离滑覆构造带等。沉积以深湖和半深湖亚相为主, 是盆地烃源层发育区。其次发育有滑塌浊积扇、深水浊积扇、湖底扇和扇三角洲前缘席状砂等。这些砂体楔入到烃源层之中, 为岩性油气藏的形成创造了条件。

4. 中央构造带

当陆相断陷比较开阔时, 在断陷中央常形成中央构造带。根据构造带的特征和成因不同, 可以分为多种类型的构造带, 其中主要有拱张背斜带、潜山构造带、隆起构造带和盐拱构造带四种有代表性的构造带。

(1) 拱张背斜带

以济阳拗陷东营凹陷中央背斜带 (图 1-4) 为代表。

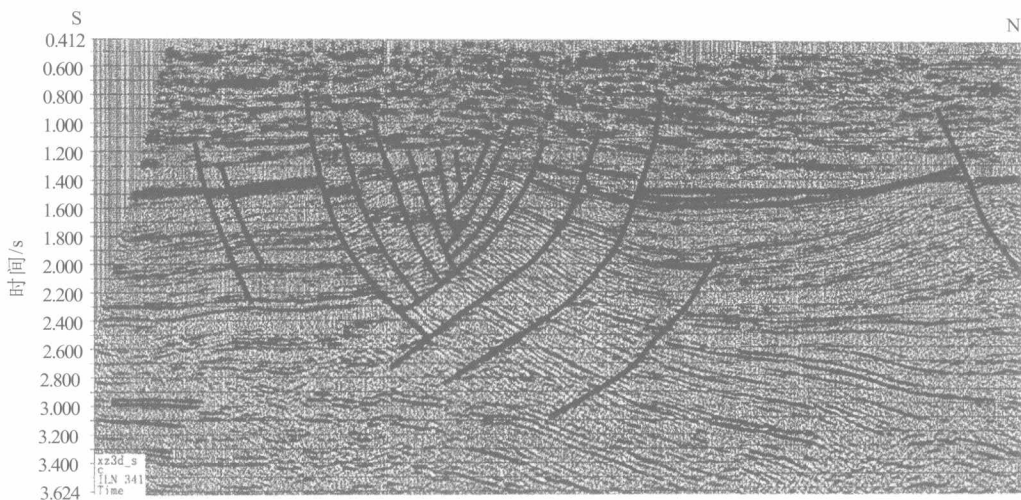


图 1-4 济阳拗陷东营凹陷中央拱张背斜带南北向地震剖面图（李丕龙等，2003）

1) 特征：整个带呈长轴背斜形态，在背斜轴部发育有相向而掉的断层，形成大地堑内套小地堑，呈莲花瓣式形态。但断层不切入基底。

2) 成因：陆相断陷在沿断面的拉伸过程中，随着沉积物的增厚，断面变缓，势必产生侧向的挤压力，同时在缓坡一侧刚性块体抬升阻挡，从而形成双向的挤压力，加之流动性较高的厚层膏、泥岩的上浮力的共同作用，形成中央拱张背斜带。

(2) 潜山构造带

以冀中拗陷饶阳凹陷任丘潜山构造带（图 1-5）为代表。

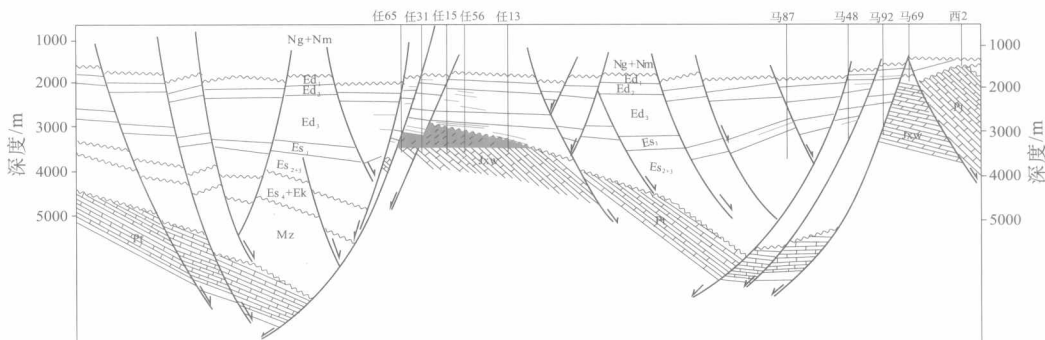


图 1-5 冀中拗陷饶阳凹陷任丘潜山构造剖面图

1) 特征：平行凹陷轴线分布的潜伏基岩突起带。发育有经过长期剥蚀、风化、淋滤，缝洞发育的古潜山储集体；在盖层中发育有披覆背斜；在断层的下降盘发育有逆牵引背斜；在潜山的围斜部分发育有地层岩性圈闭等。

2) 成因：在前裂谷（断陷）期存在基岩突起，在同裂谷（断陷）期盆地的伸展过

程中，以推进式的伸展运动方式，基岩块体发生翘倾活动，在上断棱部位形成潜山，在下断棱部位形成断槽。后期被同裂谷期（断陷）沉积覆盖，形成中央潜山构造带。

（3）隆起构造带

以海拉尔盆地贝尔凹陷苏德尔特构造带（图 1-6）为代表。

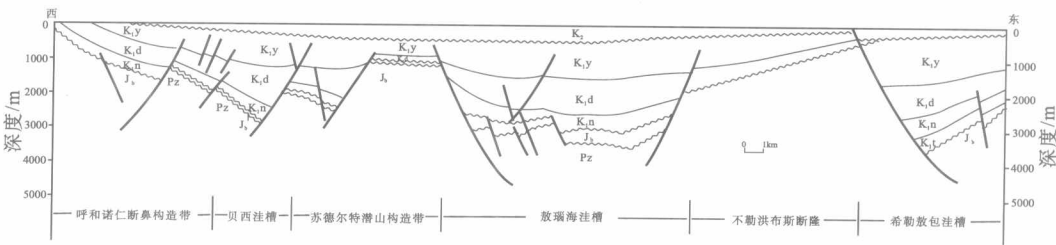


图 1-6 贝尔凹陷苏德尔特潜山构造带剖面图（王玉华等，2004）

1) 特征：构造带的两侧为背向大断层切割，呈不对称型地垒构造带。长期处于隆起，遭受剥蚀，直到断陷期中后期，才全部被覆盖。发育有潜山、披覆背斜、断鼻、断块和地层、岩性等圈闭。沉积上发育有滩砂、辫状水道砂、扇三角洲砂体等。

2) 成因：在陆相断陷初始张裂期，由于地壳拱升张裂，岩浆沿深大断裂的侵入和喷发，在地形上形成高地，并在两侧形成断层或脆弱带。在陆相断陷伸展的过程中，沿两侧断层伸展断陷，形成不对称型地垒隆起带。

（4）盐拱构造带

以渤海湾盆地东濮凹陷中央构造带（图 1-7）为代表。

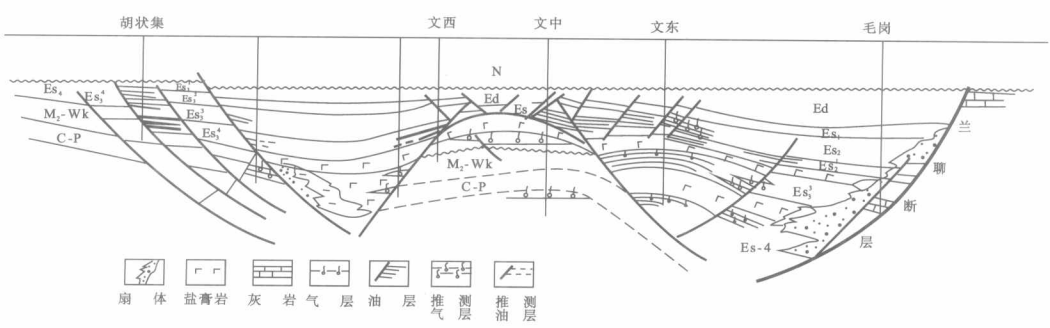


图 1-7 东濮凹陷中央构造带剖面图（齐兴宇等，1995）

1) 特征：处于双断凹陷中的中央构造带，为北东向长轴背斜。该背斜带是在基岩隆起的背景上（石炭系一二叠系），上覆中生界和古近系膏盐地层，盐体上拱，顶部陷落，形成花瓣式复式地堑。这些花瓣式的断层消失于膏盐层之中。

2) 成因：该类中央构造带的形成是在盆地的伸展过程中，东濮凹陷东侧兰聊断裂中生代末期开始活动，形成东陡西缓的箕状断陷雏形。并以推进式的方式发展，产生西