断陷斜坡油气藏形成分布与精细勘探

——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

断陷斜坡油气藏形成分布与精细勘探

——以冀中拗陷及二连盆地为例

赵贤正　金凤鸣 等　著

常州大学图书馆
藏书章

科学出版社
北　京

内 容 简 介

断陷盆地斜坡带是油气勘探的重要领域。本书在大量实践的基础上，系统全面地总结了斜坡带的地质特征、油气分布和富集规律、成藏机理、勘探实例和勘探技术方法。该专著来源于实践，切合实际，贴近生产，对斜坡带油气勘探有重要的指导作用和实用价值。同时为陆相断陷盆地油气成藏理论增添了新的篇章。

本书可供广大石油地质工作者和大专院校石油地质专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

断陷斜坡油气藏形成分布与精细勘探：以冀中拗陷及二连盆地为例／赵贤正等著．—北京：科学出版社，2012

ISBN 978-7-03-035900-1

Ⅰ.①断… Ⅱ.①赵… Ⅲ.①断陷盆地-油气藏-形成-研究②断陷分地-油气藏-分布-研究③断陷盆地-油气藏-油气勘探-研究 Ⅳ.①P618.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 256142 号

责任编辑：韩 鹏 谢洪源 李 静／责任校对：刘小梅

责任印制：钱玉芬／封面设计：耕者设计

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

北京通州皇家印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 11 第 一 版 开本：787×1092 1/16

2012 年 11 第一次印刷 印张：15 3/4

字数：360 000

定价：168.00 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　王　权　崔周旗　曾溅辉

杨德相　韩春元　张万福　刘井旺　刘力辉

曹兰柱　秦凤启　王元杰　郭　凯　侯凤香

董雄英　王余泉　降栓奇　康如坤　才　博

仪忠建　唐传章　田福清　陈　珊　郭永军

王吉茂　周　赏　蓝宝锋　罗金洋　高正虹

序

近年来，华北油田在勘探程度较高、勘探难度较大的冀中拗陷及二连盆地进行精细研究与勘探，在斜坡带不断取得新的发现、新的突破。如在冀中拗陷饶阳凹陷的蠡县斜坡，该斜坡构造圈闭不发育，长期以来未取得大的发现和突破，近年来通过精细的三维地震采集与处理、精细的小断层及微幅度构造解释、精细的储层预测、精细的沉积微相分析和精细的压裂工艺选择，发现了一批油气藏和规模石油储量，实现了老探区精细研究与勘探的新突破。

该专著从断陷盆地斜坡带的地质特征、油气分布与富集规律、油气藏形成机理、典型勘探实例和针对性的勘探技术方法等方面进行系统全面的研究与论述，提出了宽缓型沉积斜坡多发育在主动式断陷盆地、窄陡型沉积斜坡多发育在被动式断陷盆地中，常发育有多级坡折带。经精细勘探研究与发现确定，断陷宽缓型沉积斜坡是油气分布的有利区；斜坡鼻状构造是油气富集的有利场所；斜坡坡折带是寻找地层岩性圈闭油气藏的有利方向，斜坡基底反向断裂带是潜山油气藏形成的有利带；来自陡坡带的物源有利于在斜坡带形成砂岩上倾尖灭岩性圈闭油气藏。这对我国东部地区及许多世界断陷盆地斜坡带油气勘探具有一定的借鉴作用。这些新的认识，丰富了断陷盆地成藏理论，具有理论和应用价值，为我国石油工业的发展做出了新的贡献。

中国工程院院士

2012 年 5 月 31 日

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

前　言

我国东部地区从北部边陲到南疆海域，广泛发育断陷盆地。斜坡带是断陷盆地特别是单断箕状断陷盆地的重要构造单元，一般可占到断陷面积的 1/3 或 1/2，勘探领域非常广阔。

断陷盆地斜坡带构造圈闭往往欠发育，但其离物源区近，沉积体系类型丰富，砂体十分发育，埋藏浅，储层物性好，而且是断陷盆地油气运移的主要指向区，具有油气供给条件良好、多期成烃、复式成藏的特点。多年勘探已经发现了济阳拗陷东营凹陷南斜坡带的乐安油田与八面河油田、辽河拗陷西部凹陷西斜坡带的高升油田、兴隆台油田和曙光-欢喜岭油田，以及南襄盆地泌阳凹陷西斜坡带的双河油田等多个亿吨级和数十个千万吨级储量的大、中型油气田（油气藏），斜坡带已成为断陷盆地最重要的勘探领域之一。

随着勘探程度的不断深入，斜坡带勘探对象和油藏类型目前已经由构造油藏转向地层岩性油藏，勘探领域更加广泛，但也同时面临着国内外原有的地质理论和勘探技术已不能完全满足和适应斜坡带以地层岩性油藏为主的多领域深化勘探的需要。“十一五”以来，华北油田组织了斜坡带油气藏勘探的专项攻关研究，对斜坡带类型划分、构造样式、输导体系、成藏机理、油气分布、富集规律和勘探技术方法等进行了深入研究。研究成果推广应用，在冀中拗陷的蠡县斜坡、文安斜坡发现了两个亿吨级规模石油储量区，在二连盆地乌里雅斯太、吉尔嘎朗图等凹陷的斜坡带发现了多个 3000 万 ~ 5000 万吨级规模石油储量区，为华北油田原油产量稳定与逐步回升发挥了重要作用。同时，兄弟油田在渤海湾盆地岐口、辽河西部等凹陷的斜坡带也相继取得油气勘探的重大发现，展现了我国东部断陷盆地斜坡带良好的勘探前景。

通过不断创新研究和强化斜坡带整体勘探，在不断取得油气勘探重要成果的同时，也取得了十分丰富的沉积、储层、油气成藏与富集规律等方面的创新地质认识，为本书的撰写提供了丰富的资料与翔实的素材。本书在前人研究的基础上，从地层层序特征、沉积特征、构造特征等三方面阐述了斜坡带的地质特征；通过斜坡带类型、构造特征、油气源供给、优质储层特征、圈闭类型与分布等方面的综合分析，论述了斜坡带的油气分布和富集规律，提出了宽缓型的沉积斜坡带是油气区域分布的有利区、鼻状构造是斜坡带油气聚集最有利的场所、基底反向断裂带是斜坡潜山油气藏形成的有利带、坡折带是斜坡带勘探地层岩性油气藏有利方向、来自陡坡带的物源有利于上倾尖灭岩性油气藏的形成和斜坡带不同构造部位发育有不同的油气藏类型等系列斜坡带油气成藏新认识；通过开展斜坡带油气成藏物理模拟实验，以斜坡带油气输导体系、油气优势运移通道的研究分析为重点，揭示了斜坡带油气藏形成机理；通过华北探区四个斜坡带勘探实例的典型解剖，总结了斜坡带

成藏特征、精细勘探实践与精细勘探技术方法。希望通过本次断陷斜坡油气藏形成分布与精细勘探的系统总结，不但可以对今后华北油田斜坡带勘探起到重要的指导作用，而且对中国东部乃至全国具有类似成藏条件斜坡带的油气勘探，能够起到重要的借鉴作用，为油气资源的发现和上产增储做出更大的贡献。

全书由赵贤正、金凤鸣确定框架、拟定提纲和组织编写。具体编写工作由华北油田科研技术人员、中国石油大学（北京）教授，以及中国地球物理勘探有限责任公司和中国石油勘探开发研究院廊坊分院等技术人员集体分工完成。全书共分六章，其中前言及第一章由赵贤正、金凤鸣、王权编写；第二章由崔周旗、王权、韩春元、郭永军、董雄英编写；第三章由赵贤正、金凤鸣、崔周旗、罗金洋编写；第四章由曾溅辉、郭凯、金凤鸣、曹兰柱、田福清、王吉茂编写；第五章由金凤鸣、杨德相、王余泉、降栓奇、刘井旺、王元杰、侯凤香、蓝宝锋编写；第六章由金凤鸣、王权、张万福、刘力辉、康如坤、才博、仪忠建、唐传章、秦凤启、周赏、陈珊编写，全书图件由董雄英、罗金洋、高正虹修改整理。最后由赵贤正、金凤鸣统稿定稿。

本书在编写的过程中始终得到了华北油田分公司各级领导的关心、支持和鼓励，以及中国石油大学（北京）同行专家、学者的热情帮助与赐教，特别是还得到了华北油田已退休老专家费宝生教授级高工的热情帮助和指导并提供大量素材，在此一并表示衷心地感谢！

由于内容丰富，难免顾此失彼，挂一漏万；加之作者多以业余时间编写，时间短促和编写水平有限，错误和遗漏之处在所难免，敬希批评指正。

目　　录

序
前言
第一章　概论 …… 1
　第一节　斜坡带勘探研究现状 …… 1
　第二节　斜坡带的构造背景 …… 2
　第三节　斜坡带类型 …… 12
第二章　斜坡带地质特征 …… 18
　第一节　地层层序特征 …… 18
　第二节　沉积特征 …… 30
　第三节　构造特征 …… 35
　第四节　坡折带特征 …… 45
第三章　斜坡带油气分布与富集规律 …… 56
　第一节　宽缓型沉积斜坡带是油气区域分布的有利区 …… 56
　第二节　鼻状构造是斜坡带油气聚集最有利的场所 …… 61
　第三节　基底反向断裂带是斜坡潜山油气藏形成的有利带 …… 64
　第四节　坡折带是斜坡带地层岩性油气藏形成的有利区 …… 70
　第五节　小型断陷斜坡带可以形成陡带物源岩性油气藏 …… 72
　第六节　斜坡带的坡中部位油气藏类型多、油气富集程度高 …… 75
第四章　斜坡带油气成藏机理 …… 80
　第一节　斜坡带油气输导体系 …… 80
　第二节　斜坡带油气运移通道与优势运移路径 …… 91
　第三节　斜坡带油气运移和聚集物理模拟及成藏机理 …… 125
第五章　斜坡带油气藏精细勘探实践 …… 146
　第一节　饶阳凹陷蠡县斜坡带精细勘探 …… 146
　第二节　霸县凹陷文安斜坡带精细勘探 …… 155
　第三节　吉尔嘎朗图凹陷南斜坡带精细勘探 …… 166
　第四节　乌里雅斯太凹陷斜坡带精细勘探 …… 177
第六章　斜坡带油气藏精细勘探技术方法 …… 192
　第一节　精细地质研究方法 …… 192
　第二节　精细微构造解释技术 …… 195
　第三节　精细地震储层预测方法 …… 204
　第四节　地震沉积学研究方法 …… 218
　第五节　低渗透薄稠油层精细压裂技术 …… 229
　第六节　稠油层射流泵排液技术 …… 234
主要参考文献 …… 239

第一章　概　　论

陆相断陷盆地在我国东部地区广泛分布，从北部边陲到南疆海域，发育有海拉尔盆地、松辽盆地深层、开鲁盆地、二连盆地、额银盆地、渤海湾盆地、南襄盆地、苏北盆地、江汉盆地、洞庭湖盆地、百色盆地、莺歌海盆地和珠江口盆地等。这些断陷盆地是在伸展构造环境下形成的，具有独特的结构特征，其中以箕状断陷最为发育。箕状断陷的斜坡带占断陷面积的1/3～1/2，且是油气长期运移的指向，因此研究箕状断陷的斜坡带，对指导油气勘探实践具有十分重要的意义。

第一节　斜坡带勘探研究现状

20世纪70年代末，我国开始在渤海湾盆地辽河、济阳和冀中拗陷的箕状断陷斜坡带开展油气勘探，相继在辽河拗陷西部凹陷、济阳拗陷东营凹陷的斜坡带找到了5个亿吨级大油田（曙光-欢喜岭油田、兴隆台油田、高升油田、乐昌油田和八面河油田）、20余个中小油田（油藏），发现石油地质储量近15×10^8t（王海潮等，2006），证实斜坡带为复式油气聚集带，具有广阔的油气勘探前景。1987年第12届世界石油大会上《中国克拉通盆地和油气聚集》一文的发表，引起了石油地质界对斜坡带油气勘探的高度重视，并极大地推动了箕状断陷斜坡带油气成藏条件的深化研究与勘探实践。

华北油田斜坡带油气勘探的历程是一个实践—认识—再实践—再认识的过程。大致经历了三个阶段。

一、潜山油气藏勘探

冀中拗陷斜坡带勘探始于斜坡带潜山领域的勘探，首先是在霸县凹陷东部斜坡带——文安斜坡的中段寻找潜山油气藏。文安斜坡为一北东向西倾单斜，基底地层西老东新，由西向东依次为寒武系、奥陶系、石炭-二叠系和中生界，古近系、新近系由西向东逐层超覆，覆盖在不同基底地层之上。经过多轮重力、电法、地震、地质等资料的综合分析，研究人员在该区发现了受平行斜坡走向的反向正断层控制的苏桥潜山带。1982年5月，在该潜山带上首钻苏1井，于奥陶系峰峰组灰岩中获高产油气流，一举发现了苏桥凝析气藏。

苏桥油气藏发现后，对该油气藏的特征和成藏条件进行了深入分析，认为：①苏桥潜山油气藏是以奥陶系为储层，石炭-二叠系为盖层，中生界和石炭-二叠系为封堵层，古近系和石炭-二叠系为油气源的新生、古储、中堵的凝析气藏；②斜坡带上基底反向正断层使基岩块体翘倾，在上断棱形成断块山是勘探潜山油气藏的有利部位。

在上述认识指导下，快速圈定了苏桥断裂潜山油气聚集带，发现了苏桥、信安镇、信安镇北奥陶系凝析气藏及苏桥、文安二叠系砂岩气藏等。

二、断鼻、断块构造油气藏勘探

20 世纪 80 年代中后期，随着潜山勘探不断深入，浅的、大的、易发现的潜山相继被发现，勘探难度越来越大。为此实施勘探战略转移，勘探重点由潜山转向古近系、新近系，加强了对斜坡带的研究，经过近 10 年的勘探，先后在饶阳凹陷的蠡县斜坡、霸县凹陷的文安斜坡、束鹿凹陷的西斜坡和晋县凹陷的西斜坡等发现了一批以断鼻、断块油气藏为主的、千万吨级储量规模的油田，并实现了华北油田古近系、新近系原油产量 1989 年首次超过潜山，为油田稳产发挥了重要作用。

三、地层岩性、构造及复合油气藏精细勘探

在潜山及断鼻、断块油气藏勘探程度不断提高、发现越来越少的情况下，进一步开展了斜坡带精细勘探。

首先是斜坡带坡折带的地层岩性油气藏勘探。在二连盆地乌里雅斯太凹陷东部斜坡带坡折带，发现了木日格腾一下亚段湖底扇砂体上倾尖灭岩性油藏、苏布腾一下亚段扇三角洲前缘砂体上倾尖灭岩性油藏及阿尔善组地层不整合油藏，发现了 5000×10^4t 级石油地质储量，取得了斜坡带地层岩性油气藏勘探的重大突破。随后，在吉尔嘎朗图凹陷南斜坡也取得了坡折带地层岩性油气藏勘探的重要发现。

其次是斜坡带地层岩性、构造及复合油气藏的精细勘探。在冀中拗陷饶阳凹陷西部斜坡带（蠡县斜坡），针对该区构造圈闭不发育、储层厚度薄的地质特点，通过精细二次三维地震资料采集与处理、精细小断层-低幅度构造解释、精细小砂体预测描述、精细压裂工艺技术选择、精细勘探开发一体化实施等技术和工艺环节，从四个方面取得了突破：一是斜坡北段潜山围斜部位或断层坡折带下部地层超覆、地层不整合、岩性上倾尖灭油藏和构造岩性复合油藏的突破；二是斜坡中段低幅鼻状构造和堑垒相间构造背景上构造岩性复合油藏和岩性油藏的突破；三是滚动勘探开发区构造翼部岩性油藏的突破；四是斜坡带坡顶断层上升盘构造岩性复合油藏的突破。新增三级石油储量达亿吨级，实现了斜坡带精细勘探的新突破。此后，在霸县凹陷文安斜坡精细勘探，发现了文安城东、长丰镇等微幅构造油藏、河道砂岩性油藏等，也取得了亿吨级规模油气储量的发现。

华北油田斜坡带的油气勘探历程，可以说是斜坡带油气勘探的缩影。通过勘探实践，不仅认识了斜坡带的成藏条件和油气分布规律，也摸索出了一套斜坡带的油气勘探配套技术、方法。

第二节　斜坡带的构造背景

断陷盆地一般由单断箕状断陷和双断地堑式断陷组成，以单断箕状断陷为主。本节主要论述单断箕状断陷的结构特征。

一、单断箕状断陷构造带样式

单断箕状凹陷一般由三部分组成，即陡坡带、洼槽带和斜坡带，当凹陷比较开阔时，

有时发育有中央构造带（图 1-1）。

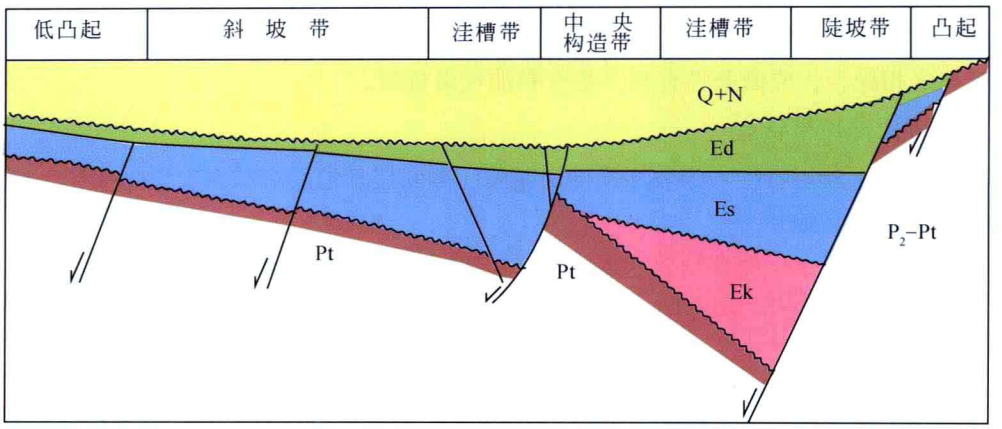

图 1-1　陆相断陷构造带样式剖面示意图

（一）陡坡带

陡坡带是断陷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可分为平面式、铲式、坡坪式和阶梯式四种类型。

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，多发育近岸水下扇和洪积扇。扇体一般厚度较大、分布范围较小，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°～60°，下部倾角为 30°～45°。例如，胜北大断层断面倾角在 2000m 以上为 40°，2000m 以下为 38°～18°；港东主断层断面倾角在 1900m 以上为 70°，2500m 以下为 40°～30°。

（2）构造样式：该类陡坡带构造比较发育，一般发育有断鼻、断块和逆牵引背斜等。

（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

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

大，沉积作用主要表现为侧向加积。

（4）分布与油气聚集特点：这类陡坡带在断陷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，并发育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、扇三角洲等沉积体。

（4）分布与油气聚集特点：这类陡坡带分布比较局限且少见，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。这些断层向凹陷方向，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、南马庄-留路构造带、留西-大王庄构造带，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，是有利的油气聚集带。

由此可见，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。

（二）洼槽带

洼槽带位于断陷的中央部位，夹持于陡坡带和缓坡带之间，是断陷盆地长期发育的沉降带。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。洼槽带一般断层不发育，构造样式简单，在断陷期后期或拗陷期，可因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，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。洼槽带沉积以深湖和半深湖亚相为主，是盆地烃源层发育区；同时发育有滑塌浊积扇、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中，为岩性油气藏的形成创造了条件。

（三）中央构造带

当断陷盆地比较开阔时，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 1-2）为代表。

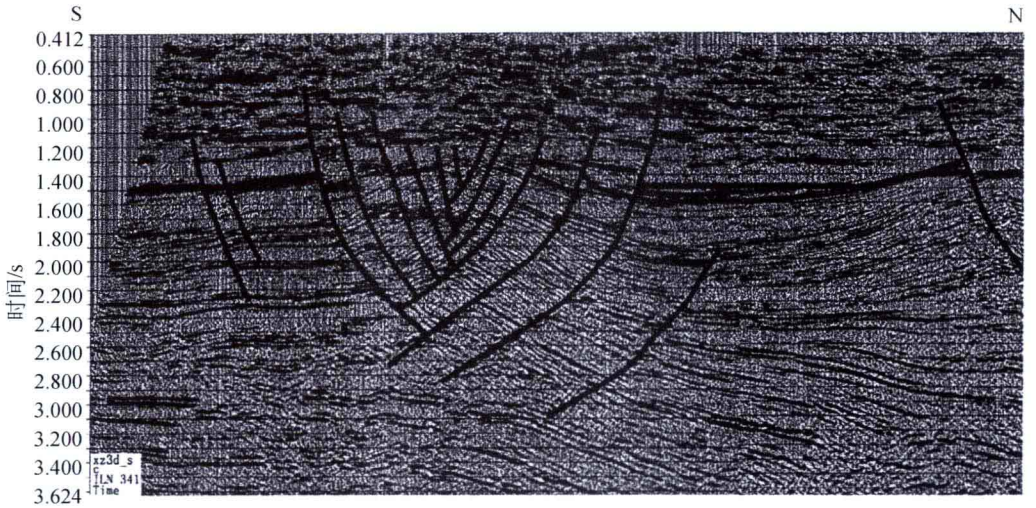

图 1-2　济阳拗陷东营凹陷中央拱张背斜带南北向地震剖面图（据李丕龙等，2003）

（1）特征：构造带呈长轴背斜形态，在背斜轴部发育有相向而掉的断块，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：断陷盆地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，同时在斜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 1-3）为代表。

（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；在潜山的围斜部位发育有地层岩性圈闭等。

（2）成因：在前断陷期存在基岩突起，在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。后期被断陷期沉积覆盖，形成中央潜山构造带。

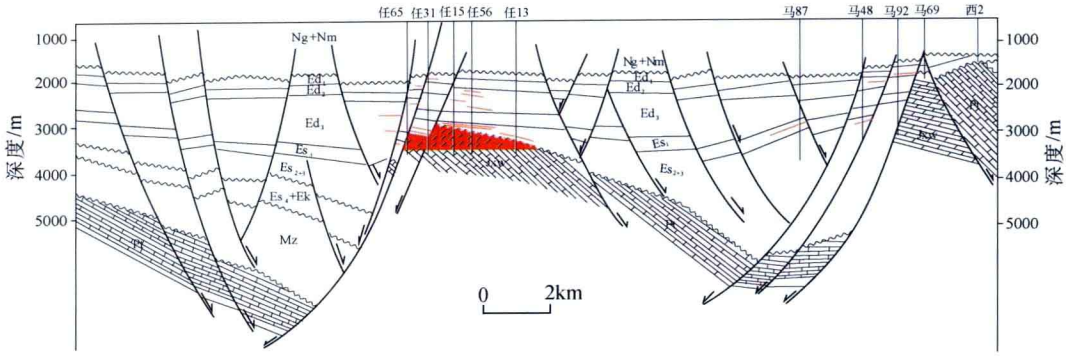

图 1-3　任丘潜山构造带剖面图

3. 隆起构造带

以海拉尔盆地贝尔凹陷苏德尔特潜山构造带（图 1-4）为代表。

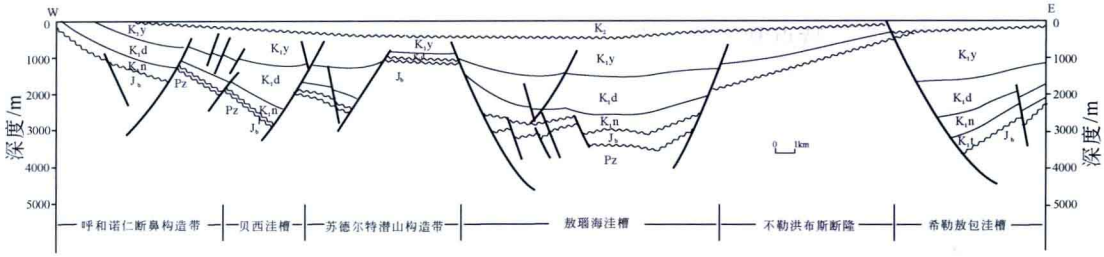

图 1-4　苏德尔特潜山构造带剖面图（据王玉华等，2004）

（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、扇三角洲砂体等。

（2）成因：在断陷盆地初始张裂期，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。在断陷盆地伸展的过程中，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 1-5）为代表。

（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—二叠系），上覆中生界和古近系膏盐地层，盐体上拱，顶部陷落，形成莲花瓣式复式地堑。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断陷盆地的伸展过程中，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，产生西掉的黄河断层，形成中央翘倾断块；进一步推进时受阻，从而产生东掉的平衡断层——长垣断层。在兰聊断层和长垣断层的相向作用下，中央带拱升，促进黄河断层和东侧东掉断层的发育，加之盐体上拱的双重作用力，形成了该中央盐拱背斜构造带。

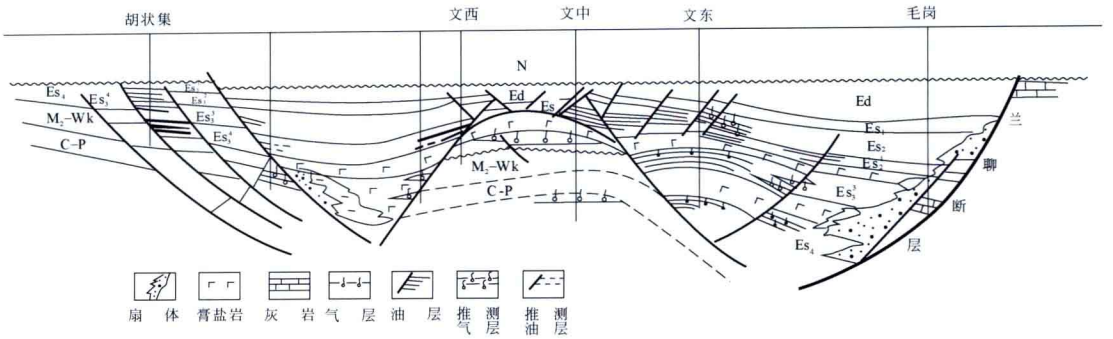

图 1-5　东濮凹陷中央构造带剖面图（据齐兴宇等，1997）

斜坡带的分类和特征将在下节进行详细论述，此处暂不赘述。

二、单断箕状断陷横向分区特征

单断箕状断陷，往往被横向变换带（简称变换带）分割为若干个洼槽。每个洼槽具有自己的沉积特点、生烃特点和成藏风格；同时变换带也影响了斜坡带的分段性。现就变换构造带特征和断陷横向分区特征简述如下。

（一）变换构造带概述

断陷盆地中的变换构造带（也有人称为传递带、调节带、转换带和横向带），早已被许多学者所关注和研究。变换构造带是为了保持断陷盆地区域伸展应变守恒而起调节作用的变形或位移的一种构造带。变换构造带可以由变换断层，也可以由与沿断陷盆地走向平行的侧接断层，或者由控凹主断层的断距不均衡变化而形成。

1. 分类

根据变换带的成因，可将变换带分为四大类及若干小类：

（1）横向变换断层有关的变换带；

（2）一组纵向断层侧接（侧叠）有关的变换带；

（3）控凹边界断层断距变化有关的变换带；

（4）复合型变换带，即早期为与变换断层有关的变换带，晚期转化为与一组侧接断层有关的变换带，或者一条变换带在同一时期内由两种成因形成，即可以同时由变换断层及控凹主断层断距的变化而形成。

另外，变换带也可以按几何形态特征分类。依据大断层的相对倾向关系，可分为同向型和共轭型两种类型。共轭变换带又可以细分为会聚和离散两个亚类（图 1-6）。

2. 分级

根据变换带控制的范围大小，将变换带分为不同的级别，一般可分为三级。

一级变换带：控制不同伸展构造体系的分区，它控制凹陷的形态、结构的变化和变形强弱程度，以及沉积条件、烃源岩的发育程度和有机质类型。

二级变换带：控制凹陷之间的形态、沉积发育和烃源岩的展布。

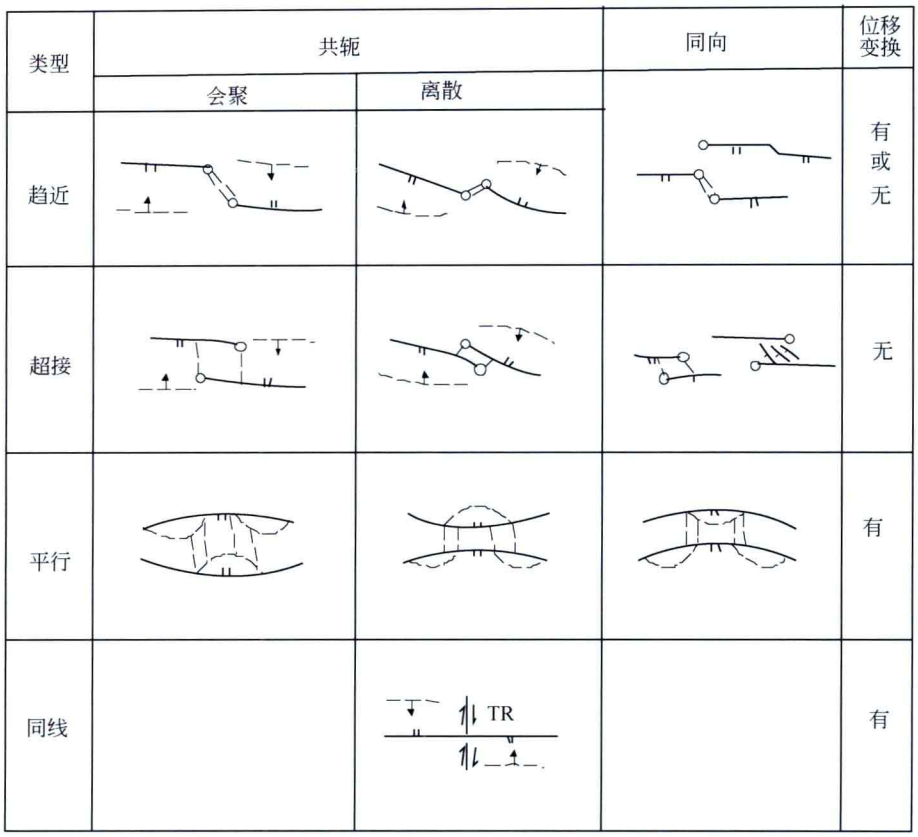

图 1-6　变换带分类图（据 Morlcy 等，1990）

1. 正断层及其端部；2. 地层倾向；3. 变换带位置；4. 变换断层

三级变换带：控制凹陷内洼槽的形态、沉积发育和烃源岩的展布。

3. 变换带的地质作用

（1）变换带是拗陷和断陷内的天然分区界线。如徐水–安新和无极–衡水一级变换带将冀中拗陷分为南、中、北三区，使各区在基底特征、凹陷结构、形成演化、沉积环境及油气性质等方面都有明显的差异。

（2）变换带是油气运聚的重要指向。由于变换带是位于两个凹陷或洼槽之间的构造带，是两侧凹陷或洼槽中油气运移的指向，具有双向供油的特点；同时变换带由断层及其伴生构造、潜山组成，为油气聚集提供了有利场所，因此变换带是油气聚集的有利带。几乎所有的二级变换带上均发现了油气藏，如徐水—安新一级变换带上的鄚州油田等，就是由霸县凹陷和饶阳凹陷烃源岩生成的油气向变换带上运移的结果。又如晋县凹陷中赵县—南柏舍变换带上的赵州桥油田、束鹿凹陷中台家庄变换带上的台家庄油田，以及荆丘变换带上的荆丘油田等。

（二）横向分区特征

现以冀中拗陷为例，论述一、二、三级变换带的横向分区特征。

1. 冀中拗陷的横向分区特征

1）一级变换带特征

冀中拗陷发育有徐水-安新和无极-衡水两个一级变换带，将冀中拗陷分为南、中、北三个伸展构造区（图 1-7）。这三个区的凹陷形态结构、沉积发育、烃源层特征乃至油气性质都存在着明显的差异。

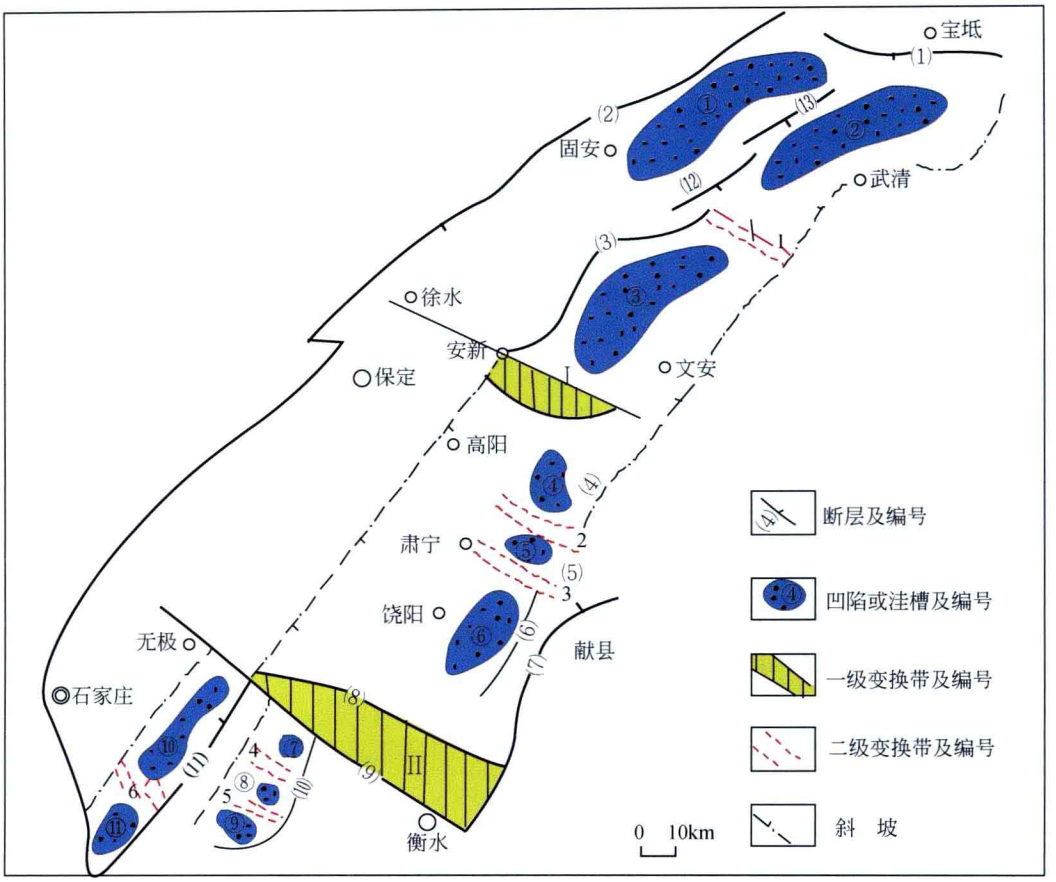

图 1-7 冀中拗陷变换带平面分布图（据刘池阳等，2000 修改①）

断裂：（1）宝坻断裂；（2）大兴断裂；（3）牛东断裂；（4）马西断裂；（5）河间断裂；（6）留路断裂；（7）献县断裂；（8）旧城北断裂；（9）衡水断裂；（10）新河断裂；（11）宁晋断裂；（12）大尹北断裂；（13）河西务断裂

变换带：一级变换带：Ⅰ. 徐水-安新变换带；Ⅱ. 无极-衡水变换带

二级变换带：1. 里兰变换带；2. 八里庄变换带；3. 留路-大王庄变换带；4. 台家庄变换带；5. 荆丘变换带；6. 赵县-南柏舍变换带

凹陷或洼槽：①廊固凹陷；②武清凹陷；③霸县凹陷；④马西洼槽；⑤河间洼槽；⑥饶南洼槽；⑦⑧⑨束鹿凹陷北、中、南洼槽；⑩⑪晋县凹陷中北洼槽与南洼漕

① 刘池阳. 2000. 冀中拗陷构造演化研究及有利勘探区带选择（内部资料）

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com