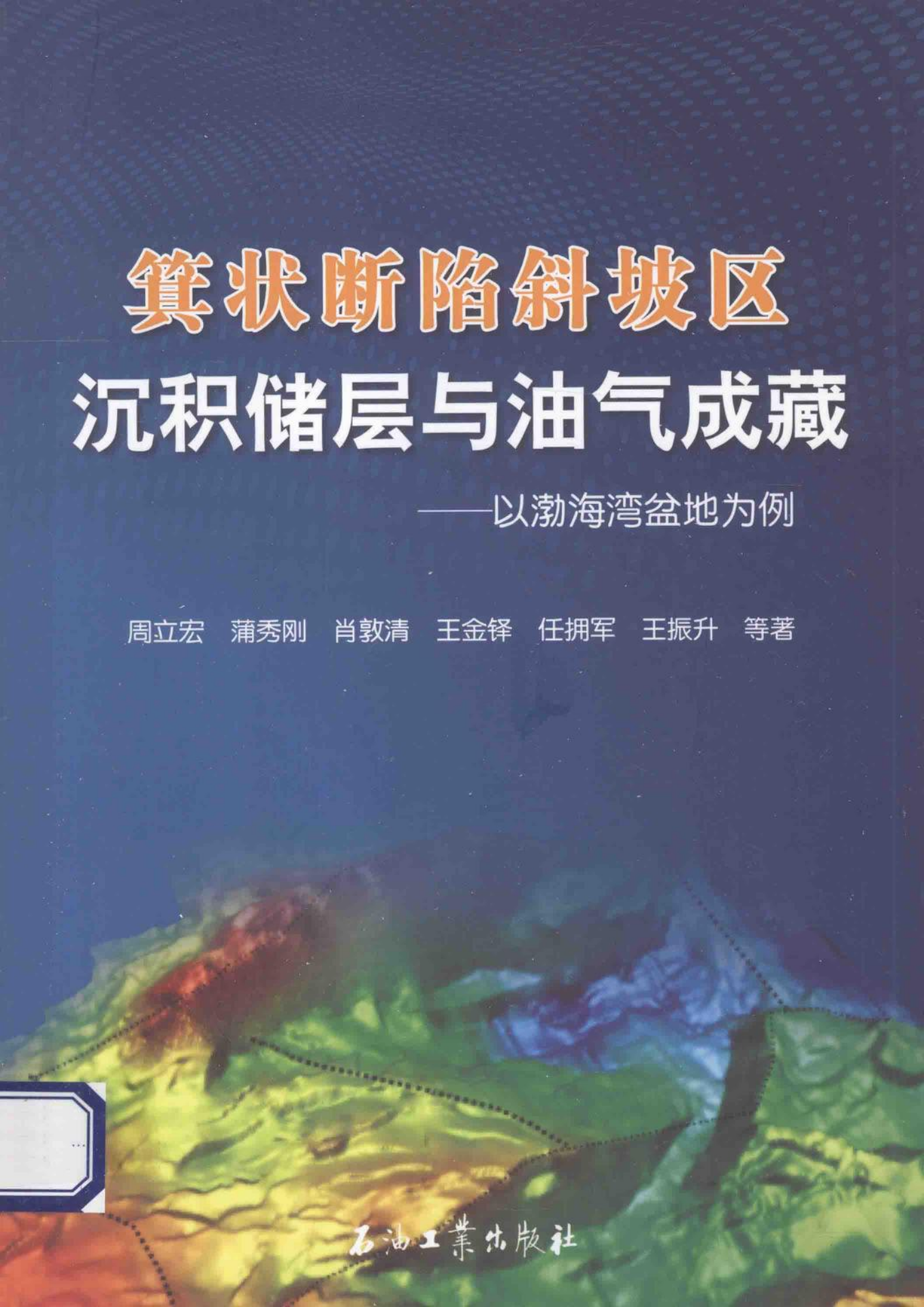


箕状断陷斜坡区 沉积储层与油气成藏

——以渤海湾盆地为例

周立宏 蒲秀刚 肖敦清 王金铎 任拥军 王振升 等著



石油工业出版社

箕状断陷斜坡区 沉积储层与油气成藏

——以渤海湾盆地为例

周立宏 蒲秀刚 肖敦清 王金铎 任拥军 王振升 等著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书紧密结合当今断陷湖盆油气勘探工作实践,理论联系实际,阐述了箕状断陷斜坡区这一特色构造单元中的沉积储层、烃源岩与岩性油气成藏等方面的最新成果与认识,围绕斜坡区岩性油气藏如何实现有效勘探与规模增储等问题进行了深入分析与探讨,并展示了斜坡区岩性地层油气藏的良好勘探前景。

本书可供从事油气勘探的科研人员使用,也可作为石油大专院校相关专业师生参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

箕状断陷斜坡区沉积储层与油气成藏:以渤海湾盆地为例 / 周立宏等著.
北京:石油工业出版社,2013.12

ISBN 978-7-5021-9757-5

I. 箕…

II. 周…

III. 断陷盆地-沉积-储集层-油气藏-研究

IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 211877 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: <http://pip.cnpc.com.cn>

编辑部:(010) 64523543 发行部:(010) 64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

2013 年 12 月第 1 版 2013 年 12 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:11.75

字数:298 千字

定价:80.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

序

渤海湾盆地是中国东部在古克拉通基础上发育的中—新生代裂谷系，箕状断陷特征明显。五十多年来，在这一地质条件独特裂谷型盆地取得了非凡的成果，建成了我国最大的油气区，油气区横跨五省市和渤海海域，形成了辽河、黄骅、冀中、济阳、临清和渤中 6 个含油气坳陷。截至 2010 年底，探明石油储量为 $130.5 \times 10^8 \text{t}$ 、天然气储量为 $3510 \times 10^8 \text{m}^3$ ，年生产油气当量近 $8000 \times 10^4 \text{t}$ ，成为中国最大的产油气盆地。

渤海湾盆地是在区域拉张应力场作用下，在中生代块断体基础上，形成了一系列相互分割的古近系箕状断陷，由 47 个箕状断陷组成的统一的块断沉陷区。每一个断陷自成一个独立古近—新近系的沉积体系和成油单元，这是盆地油气生成、运移和富集以及复式油气聚集区（带）形成的地质基础。断陷湖盆沉积均属河湖沉积体系，具有多物源方向、多沉积体系和多种砂岩体类型等特点，是本区多种类型地层岩性油气藏发育的重要基础；同时块断活动控制着构造圈闭、箕状断陷斜坡等的形成和分布。在二级构造带背景上有利于多种类型圈闭形成，发育背斜构造和断块圈闭，在不同层系中广泛分布了多种类型地层岩性圈闭。这些储油圈闭具有一定的地质成因联系，有相同的油气运移和聚集过程，形成了以一种油气藏类型为主，而以其他类型油气藏为辅的多种类型油气藏的群集体，具成群成带分布特点，在平面上构成了不同层系、不同类型圈闭油气藏叠置连片的含油气带，即复式油气聚集区（带）。

近十多年以来，随着油气勘探的深入，勘探的对象越来越隐蔽和复杂，勘探的领域从正向构造带向勘探程度较低的斜坡区逐步延伸，斜坡区作为复式油气聚集区（带）的拓展，成为一个重要的勘探新领域。

长期在油田工作的青年学者，通过在陆相断陷的斜坡区大量的实践和研究，在成藏理论和勘探技术方面取得了许多创新成果。对斜坡区的概念、构造的划分、砂体性质类型、储集相带和砂体的展布做了大量的研究，特别是对渤海湾各坳陷的典型凹陷斜坡及其成藏特点做了剖析，对渤海湾盆地的非构造油气藏或地层岩性油气藏的勘探具有重要的指导意义。本书的出版也激励广大从事油气勘探工作的青年学者，期盼他们有更多的科技创新成就。

中国工程院院士
2013 年 12 月

前言

位于中国东部的渤海湾盆地是典型的新生代断陷沉积盆地，是我国东部主要含油气盆地之一，总面积约 $20 \times 10^4 \text{km}^2$ ，其中陆地面积为 $12 \times 10^4 \text{km}^2$ 。盆地四周被不同时期的构造隆起所环绕，北有燕辽隆起，西为太行山隆起，东南为鲁西隆起，东为胶辽隆起。盆地内发育黄骅、济阳、冀中、辽河、渤中等拗陷，箕状断陷特征明显，斜坡区十分发育。

随着油气勘探的深入，正向构造带的勘探程度越来越高，针对构造油气藏的规模发现越来越少，而原先负向构造单元中的斜坡区勘探程度较低，地层岩性油气藏发育，斜坡区由此逐渐进入了石油勘探家们的视野并受到高度重视。斜坡区作为一个全新的重要领域，其构造单元如何划分？具有什么样的特征和成因？发育何种储集体？储集性能又如何？油源条件是否匹配？斜坡区岩性油气藏特征与成藏机理是什么？如何寻找其富集带？尤其是斜坡区一般都远离物源，碎屑储层往往埋深较大，沉积储层等因素是这些区域油气藏发育的重要控制条件之一，这些问题都需要找到答案来指导斜坡区油气勘探的决策与部署。

本书的编著正是针对上述问题而进行的，该书的作者们在总结大港探区歧口凹陷斜坡区、胜利探区东营凹陷斜坡区油气勘探研究成果的基础上，还收集整理了渤海湾盆地辽河探区与华北探区等的基础资料与研究成果，着重展示了针对大港探区黄骅拗陷中歧口凹陷古近系以及胜利探区济阳拗陷中东营凹陷古近系陡、缓斜坡区的最新成果与认识，以期为从事斜坡区油气勘探开发的专业人员提供一份有实用价值的文献。比如创新性地提出了“斜坡构造”的概念，首次在箕状断陷内二级构造单元的划分中明确提出了“斜坡”这一构造单元，并探索性地提出了以斜坡区为主线的箕状断陷斜坡构造两分法：即以凹陷最洼处为界，分为陡坡带和缓坡带两部分，当陡坡带平面范围很窄时，则统称斜坡区，不再细分，以期有效地指导富油气斜坡—凹陷区岩性地层油气藏的勘探工作。创新性地提出了坡—折体系的概念，首次识别出歧口凹陷斜坡区 4 种类型坡—折带，认识到坡—折带既是物源水下供给通道又是可容纳空间分布区，造就了斜坡、洼槽等负向构造区在富泥的背景上，砂体也十分富集，砂体分布具有“内外物源供砂，调节沟槽输砂，陡缓坡—折控砂，源型匹配聚砂”的内在机制。在等时地层格架下，针对歧口凹陷歧北、埕北等重点斜坡区开展精细沉积储层研究，完成了高分辨率层序地层学分析与四级层序沉积微相的工业化制图。碎屑岩储层研究建立了中深层砂岩成岩作用演化模式，系统分析了影响储集性能的主控因素，开展了储层定量评价，明确了有利储集相带展布规律。成藏研究则建立了不同斜坡带成藏新模式，认识到储集相带、油源与岩性圈闭是斜坡带油气成藏的关键所在，提出了油气在优势相中富集这一新概念。这些成果与认识为斜坡区有利目标优选与勘探部署奠定了扎实的基础，丰富和发展了渤海湾盆地岩性油气藏成藏理论。此外，还摸索、建立了一套适合于箕状断陷斜坡区的岩性地层油气藏勘探作业程序。

近些年来，针对渤海湾盆地“东部老油区”中的斜坡区研究获得的这些大量的创新认识，有效地指导了多类斜坡区岩性油气藏的勘探，取得了多个亿吨级的整装规模储量发现，展示了断陷湖盆斜坡区良好的油气勘探前景。

本书共分六章，前言由周立宏撰写；第一章由周立宏、蒲秀刚、付立新、王金铎、肖敦清、卢异等撰写；第二章由蒲秀刚、陈长伟、王金铎、林常梅、于正军、王锦程、杜玉梅等撰写；第三章由肖敦清、蒲秀刚、韩文中、张伟、滑双君、陈长伟等撰写；第四章、第五章由任拥军、周立宏、于学敏、肖敦清、姜文亚、刘海涛等撰写；第六章由周立宏、王金铎、王振升、肖敦清、蒲秀刚、袁淑琴、李洪香、韩国猛等撰写，最后由周立宏、蒲秀刚与肖敦清统编、修改，全书由周立宏审定。

在项目研究和本书的出版过程中，得到了国家重大专项“大型油气田及煤层气开发”课题五“渤海湾盆地北部油气富集规律与增储领域”的大力资助，本书为其部分研究成果。在研究过程中得到了国家重大专项专家组的大力指导，得到了大港油田公司李建青教授、吴永平教授、杨池银教授、周建生教授、廖前进教授、王文革处长、祝文亮教授和陈善勇、高嘉瑞、岳云福、柴公权、李玉海等领导、专家的关心与指导，还得到了中国石油科技管理部、勘探与生产公司、中国石油勘探开发研究院以及华北油田、辽河油田等单位领导和专家的大力支持与帮助，在此一并谢忱。另外，大港油田公司勘探开发研究院马玲、李瑞江、周静等同志在图件整理与清绘等方面付出了辛勤的劳动，在此致以诚挚的谢意。受编者资料掌握程度和研究深度的限制，错误和缺陷在所难免，恳请读者批评指正。

目 录

第一章 箕状断陷斜坡构造特征	1
第一节 传统的构造划分	1
第二节 斜坡构造的提出	7
第三节 斜坡特征及成因	13
第二章 斜坡区沉积特征与控砂机制	30
第一节 歧口凹陷沙河街组沉积环境	30
第二节 歧口凹陷歧北挠曲缓坡沉积特征与控砂机制——以沙三段为例	33
第三节 歧口凹陷埕北阶状缓坡沉积特征与控砂机制——以沙二段为例	40
第四节 歧口凹陷板桥陡坡区沉积特征与控砂机制——以沙三段为例	47
第五节 济阳拗陷缓坡区沉积特征与控砂机制	56
第六节 东营凹陷陡坡区沉积特征	67
第三章 斜坡区碎屑岩储层特征	76
第一节 歧口凹陷储层特征	76
第二节 歧口凹陷储集性能控制因素	79
第三节 歧口凹陷孔隙发育模式	90
第四节 东营凹陷储层特征	92
第五节 东营凹陷储集性能控制因素	94
第六节 东营凹陷孔隙发育模式	97
第四章 烃源岩分布与演化特征	99
第一节 烃源岩的宏观分布	99
第二节 烃源岩有机质的丰度与类型	102
第三节 烃源岩的演化特征	121
第五章 斜坡区油气成藏机理	131
第一节 源控论主导下的油气分布规律	131
第二节 斜坡区油气成藏模式	146
第三节 多种优势相叠合区油气富集	150

第六章 斜坡区油气勘探实例..... 153

 第一节 歧口凹陷歧北斜坡 153

 第二节 歧口凹陷埕北断坡 158

 第三节 济阳拗陷缓坡带 163

 第四节 东营凹陷北部陡坡 168

 第五节 饶阳凹陷蠡县缓坡 170

 第六节 斜坡区岩性油气藏勘探作业程序 174

参考文献..... 176

第一章 箕状断陷斜坡构造特征

第一节 传统的构造划分

构造运动对含油气系统的形成和破坏起着十分重要的作用，含油气盆地的结构、构造研究具有重要的石油地质意义。黄骅拗陷是中国东部渤海湾盆地中的一个典型的箕状负向构造单元，而渤海湾盆地是华北地台东缘最大的中生代断陷区。区内的一级构造一般按照负向与正向来划分，比如负向构造除了黄骅拗陷之外，还有冀中、济阳、渤中、辽河等拗陷；正向构造有沧县、埕宁隆起等。

对于拗陷内的二级构造单元划分，传统的划分原则也是遵循负向与正向单元来划分，负向构造单元称为凹陷，凹陷之间的正向构造单元或隆起（包含部分斜坡）称为二级构造带，它由若干个成因相近的局部构造组成，其界线原则主要是以勘探目的层构造图的最外一根圈闭等深线为准进行划定。比如，黄骅拗陷总面积 $1.7 \times 10^4 \text{km}^2$ ，其中陆地面积 $1.2 \times 10^4 \text{km}^2$ 。有 10 个凹陷，面积为 6320km^2 ，有 25 个二级构造带（图 1-1、表 1-1 和表 1-2），面积为 5680km^2 。按照二级构造带的成因，它们对沉积的控制作用，及其所处的区域构造部

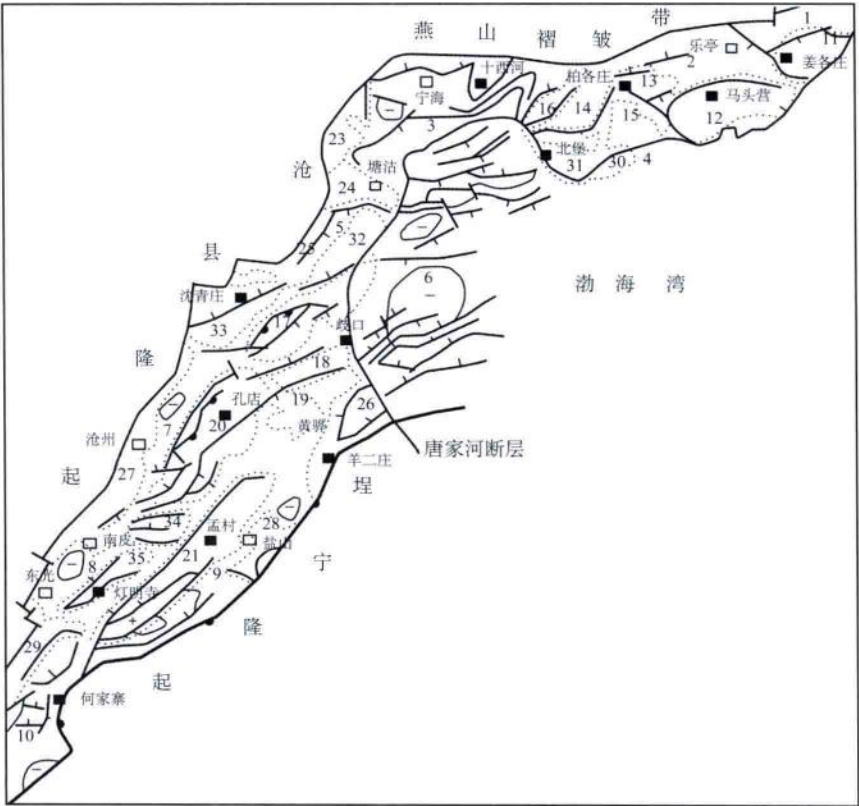


图 1-1 黄骅拗陷构造单元划分示意图
构造单元编号参见表 1-1 和表 1-2

位，将其分成三类：潜山构造带、断裂构造带以及鼻状构造带（《中国石油地质志（卷四）》，1991）。

表 1-1 黄骅凹陷构造单元划分数据表

构造单元编号	凹陷名称	凹陷要素			
		走向	长度 (km)	宽度 (km)	面积 (km ²)
1	昌黎凹陷	NE	40	14	580
2	乐亭凹陷	EW	67	5 ~ 15	1045
3	北塘凹陷	EW	56	6 ~ 22	800
4	南堡凹陷	NE	42	6	190
5	板桥凹陷	NE	42	4 ~ 7	350
6	歧口凹陷	NE	36	9 ~ 13	650
7	沧东凹陷	NE	50	9	450
8	南皮凹陷	NE	58	19	1030
9	盐山凹陷	NE	86	6 ~ 11	765
10	吴桥凹陷	NE	28	17	460
面积合计					6320

表 1-2 黄骅凹陷二级构造带划分数据表

构造单元编号	类别	二级构造带名称	构造带要素			
			走向	长度 (km)	宽度 (km)	面积 (km ²)
11	潜山构造带	姜各庄	近 EW	27	16	450
12		马头营	NE	37	12	445
13		柏各庄东	EW	18	25	45
14		柏各庄	NE	23	9	220
15		高尚堡	EW	27	4	110
16		老王庄	NE	17	7	130
17		北大港	NE	40	10	400
18		南大港	NE	27	5	130
19		羊三木	NW	16	7 ~ 10	120
20		孔 店	NE	45	14	590
21		徐杨桥 黑龙村	NE	75	9	690
22	鼻状构造带	柏 南	NE	42	3 ~ 15	85
23		于家岭	NE	25	7	170
24		塘沽	EW	17	7	120
25		增福台	NE	23	2 ~ 3	50
26		羊二庄	NE	38	6 ~ 10	340
27		沧 市	NE	85	2 ~ 5	420
28		盐 山	NE	13	10	120
29		东 光	EW	14	5 ~ 6	90
30	断裂构造带	老 堡				
31		北 堡	NE	20	8	160
32		板 桥	NE	31	7	210
33		沈青庄	NE	28	12	325
34		小集	NE	13	7	90
35		灯明寺	NE	34	2 ~ 5	170
面积合计						5680

与黄骅拗陷隔山（埕宁隆起）相望的济阳拗陷，面积为 $2.65 \times 10^4 \text{km}^2$ ，在 20 世纪八九十年代，其构造也是按照正负向作为基本单元加以划分，分隔拗陷的大型凸起（如陈家庄凸起）与凹陷称为一级构造单元；再结合济阳拗陷复式油气区的特点，将凹陷与凸起内又划分为古近—新近系构造带、潜山披覆构造带、洼陷以及斜坡等。凹陷为拗陷内次一级的负向构造单元，分布有较厚的古近系，是生油的一级单元。济阳拗陷内有东营凹陷，面积为 5700km^2 ；惠民凹陷，面积为 7000km^2 ；沾化凹陷，面积为 2800km^2 ；车镇凹陷，面积为 2100km^2 ；以及东部海域的青东凹陷，面积为 1100km^2 ；桩东凹陷，面积为 1500km^2 ；共 6 个凹陷，总面积为 $2.02 \times 10^4 \text{km}^2$ 。凸起是拗陷内次级正向构造单元。缺失古近系，在平面上分隔古近系凹陷。它与凹陷的具体分界线为古近系尖灭线，有的也以断层分界。如广饶凸起，面积为 440km^2 ；青城凸起，面积为 330km^2 ；滨县凸起，面积为 130km^2 ；陈家庄凸起，面积为 820km^2 ；义和庄凸起，面积为 310km^2 ；以及海域中的垦东—青坨子凸起，面积为 820km^2 ；共 6 个凸起，总面积为 2850km^2 。构造带和洼陷是凹陷内次一级的正、负向构造单元，这一部分也包括凹陷边缘的斜坡，以及由高低凸起发育起来的潜山披覆构造带（图 1-2、表 1-3）（《中国石油地质志（卷六）》，1991）。

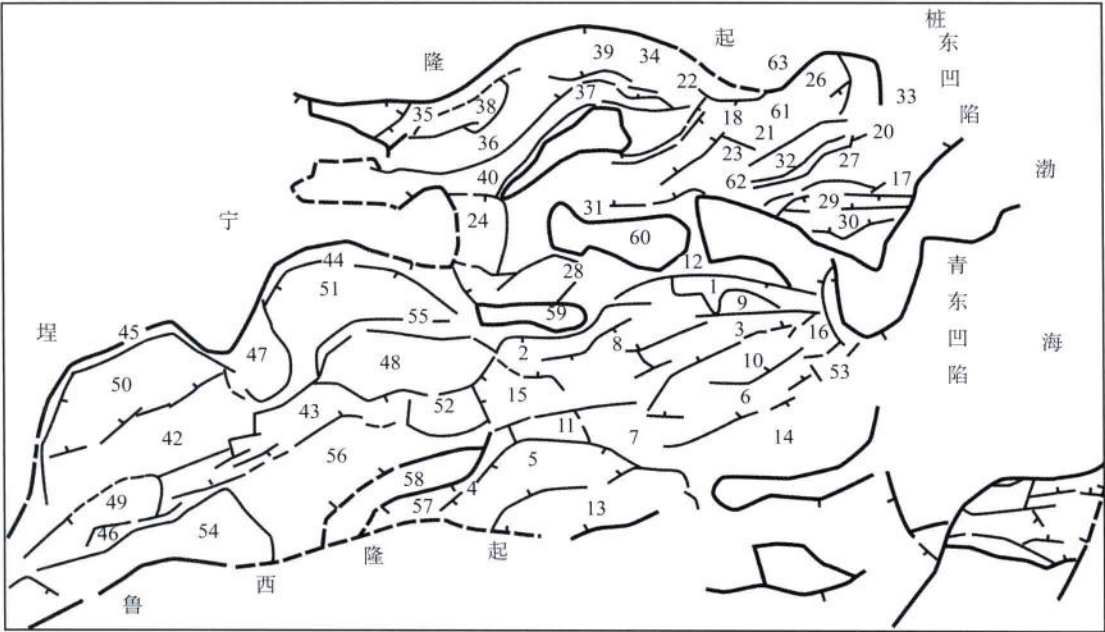


图 1-2 济阳拗陷构造带分布示意图
构造带编号参见表 1-3

随着勘探的深入，20 世纪 90 年代初期，胜利油田的专家学者在构造单元的划分中开创性地提出了“斜坡带”的概念。他们认为，斜坡带也称单斜带，从凹陷整体来看，斜坡带也应是箕状凹陷内的古近—新近系正向构造带。但它与古近—新近系构造带在成因上有区别。因此，未将斜坡带归属古近—新近系构造带之中。斜坡带是箕状凹陷内古近—新近系各组段产状呈区域性的单斜，即地层呈区域性向凹陷中央倾斜。多数斜坡带的构造形态受基底形态所控制。斜坡带通常都分布于各箕状凹陷的缓坡，即位于断阶带外侧。其特征为：（1）斜坡带位于箕状凹陷边缘，受基岩古地形控制，古近—新近系各组段在沉积上往往是层层减薄、超覆、退覆或剥蚀尖灭，易形成地层超覆与地层不整合圈闭；（2）古近—新近系盖层构造形态

一般比较简单，即在斜坡背景上存在一些不大的鼻状隆起构造与小型的古近—新近系披覆构造；(3) 斜坡带在潜山剥蚀面之上存在古近—新近系地层圈闭，如地层超覆、地层不整合圈闭；在潜山剥蚀面以下则存在潜山圈闭，如残丘与断块山等。因此斜坡带实际也是多层、多类圈闭所组成的复式圈闭带，但以古近—新近系地层超覆与地层不整合圈闭为主，故也称之为超覆不整合带；(4) 地层倾角缓、埋藏浅、水淡、油稠，基本是低产。斜坡带地处凹陷边缘，地层埋藏浅、倾角小，地表水长期不断渗入，造成地层水矿化度普遍偏低，原油受氧化变稠变重，所以油藏一般都是低产的稠油。他们当时将济阳拗陷共划分有 8 个斜坡带，如郑家—盐家、金家—柳桥、王家道口、四合村—益林、虎滩嘴、宗王庄—西黄、夏口与阳信南等。由此可见，他们所讲的“斜坡带”是狭义的箕状凹陷边缘超覆不整合带。

表 1-3 济阳拗陷构造带分类与分布表

凹陷	古近—新近系构造带						洼陷“向斜”带		斜坡带	潜山披覆构造带	
	断裂伴生构造带	塑性拱张构造带	断裂构造带	断裂带	断阶带	断鼻带	洼陷	向斜		新近系潜山披覆构造带	古近系潜山披覆构造带
东营	1. 坨—胜—永， 2. 滨南—利津	3. 东营中央		4. 高青—平南	5. 博兴， 6. 陈官庄—王家岗	7. 纯化—草桥	8. 利津， 11. 博兴	9. 民丰， 10. 牛庄， 53. 羊口， 57. 花沟西	12. 郑家—盐家， 13. 金家—柳桥， 14. 王家道口	58. 青城， 59. 滨县， 60. 陈家庄	15. 尚店—平方王， 16. 广利
沾化			17. 垦利， 18. 渤海农场	19. 义东， 20. 孤南， 22. 埕南		23. 罗家， 24. 下洼	25. 四扣， 26. 孤北， 27. 孤南	28. 流钟， 29. 富林， 61. 渤南， 62. 三合	30. 四合村—益林， 31. 虎滩嘴	32. 孤岛， 63. 埕东	33. 桩西—五号桩—孤东
车镇	34. 大王北			35. 盐场	36. 曹庄	37. 大王庄	38. 套尔河， 39. 郭局子		40. 宗王庄—西黄	64. 义和庄	41. 义和庄东都（凸起东部）
惠民			42. 临邑， 43. 魏家—白桥	44. 阳信北， 45. 磁镇北	46. 临南	47. 沙河街， 48. 林樊家	49. 临南， 51. 阳信	50. 磁镇， 52. 里则镇	54. 夏口， 55. 阳信南		56. 仁风

冀中拗陷内部构造单元的划分，从不同角度有过多种划分方案。对比之下，仍是采用了当时主流的凸起、凹陷的划分方案（1991）。当时，科研人员为了突出与油气关系密切的构造单元，在凹陷内又进一步划分出凹槽及构造带。其划分原则如下：凹陷为拗陷内的次一级负向构造单元，分布有较厚的古近系；凸起为拗陷内的次一级正向构造单元，一般缺失古近系，在平面上一般分割凹陷。(1) 凸起与凹陷的边界一般为大断层线和古近系缺失线，仅无极、藁城凸起因古近系为红色粗碎屑堆积，按其 500m 等厚线为界，小于 500m 者为凸起，大于 500m 者为凹陷；(2) 低凸起边界取古近系 2000m 等厚线。小于 2000m 者为低凸起，大于 2000m 者为凹陷；(3) 低凸起之间，凹陷之间的界线用分界断层作为鞍部中线。按此原则，在全区共划分出凸起 7 个（包括高阳及深泽两个低凸起），凹陷 11 个。可见，限于当时的勘探层次，未明确出来的斜坡基本是凹陷的一部分。

下辽河坳陷对古近系构造层一级构造单元的划分也是采用正向和负向的划分思路，将其划分为三个凸起和四个凹陷，这一点认识是统一的。但对二级构造带的研究与划分，大致有三个阶段：1972 年以前初步划分了 13 个二级构造带；1972—1977 年，根据沉积构造与基底的关系，划分为四种类型，即古潜山型（潜伏型、披覆型、地垒型）、同生构造型、斜坡型和断阶型共 20 个二级构造带；1977 年以后，随着勘探领域的不断扩大和新技术的推广应用，对地下情况不断有新的认识，不断修改和完善了二级构造带的划分工作，特别是 1984 年以来，对二级构造带进行了比较系统的研究，根据下辽河坳陷每个凹陷都存在斜坡带、深陷带和陡坡带三个油气聚集带，且这三个油气聚集带在沉积、构造、油藏类型等方面都有各自的特点，能形成多种不同油藏类型的复式油气聚集区（带），并可将每个凹陷划分出三个亚一级构造单元。在此基础上进一步划分二级构造带。所谓二级构造带是指位于一定区域构造背景上，由相邻的若干个形态相似，发育历史相近的局部构造（三级构造）组成的构造单元。下辽河坳陷二级构造带的种类甚多，有潜山构造带、逆牵引构造带、背斜构造带、断鼻构造带、断阶带、斜坡带、超覆带、披覆带、地层尖灭带等。可见 20 世纪 80 年代中期，基于构造背景以及对油气富集规律的深化认识，对于下辽河坳陷对古近系构造单元的划分，从油气勘探领域的角度，已在盆内二级构造带明确提出了斜坡带以及陡坡与缓坡的概念（图 1-3、图 1-4）。

中国石油天然气总公司石油地质勘探专业标准化委员会于 1995 年下发了由大庆石油管理局勘探公司高富等专家负责起草的《含油气盆地构造单元划分》石油天然气行业标准（SY/T 5978—94），该标准规定了含油气盆地的一、二、三级构造单元划分原则，可以看出，他们在一级构造单元中明确提出了斜坡单元，但在二级及二级以下单元中却没有详细阐述斜坡这一构造单元（表 1-4）。

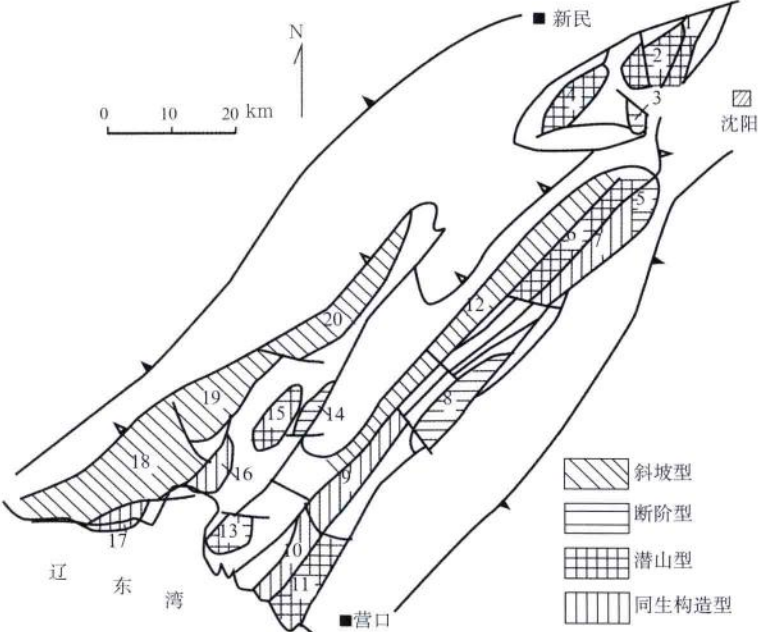


图 1-3 下辽河坳陷二级构造带分布图

1—曹台高垒带；2—静安堡断裂鼻状构造带；3—法哈牛断裂鼻状构造带；4—前进断裂鼻状构造带；5—沈旦堡断裂阶状构造带；6—茨榆坨断裂背斜构造带；7—牛居断裂背斜构造带；8—三界泡断裂背斜构造带；9—黄金带断裂背斜构造带；10—大平房断裂背斜构造带；11—油燕沟断裂背斜构造带；12—董家岗超覆带；13—海外河秃顶背斜构造带；14—冷东断裂阶状构造带；15—兴隆台断裂背斜构造带；16—双台子断裂背斜构造带；17—鸳鸯沟断裂鼻状构造带；18—欢喜岭断裂鼻状构造带；19—曙光断裂鼻状构造带；20—高升断裂鼻状构造带

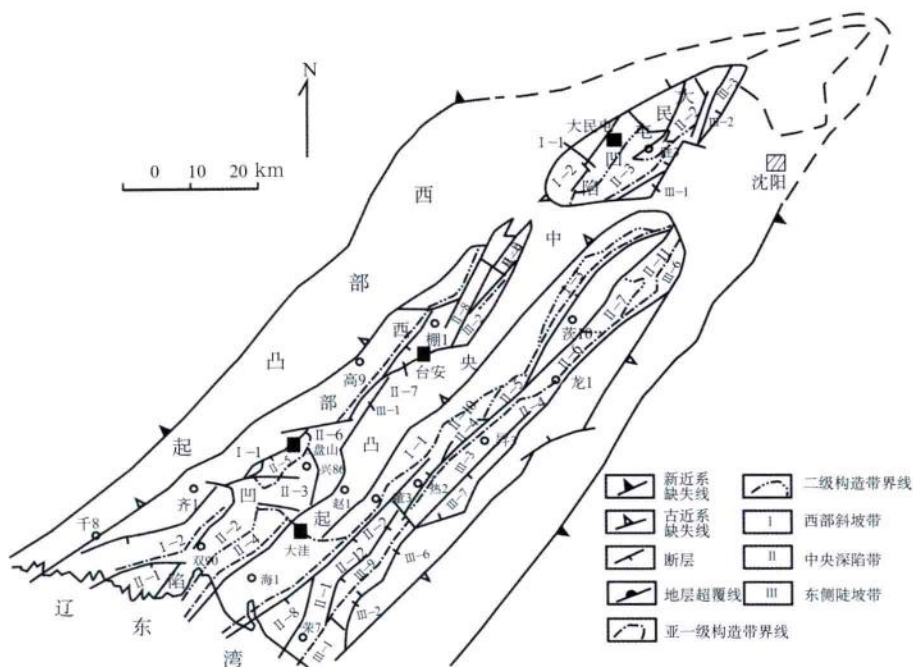


图 1-4 下辽河拗陷构造单元划分图

表 1-4 构造单元划分表 (SY/T 5978—94)

基本构造单元	一级构造单元	二级构造单元	亚二级构造单元	三级（局部）构造单元
断陷盆地	隆起 拗陷 斜坡	凸起 凹陷	断阶带、断鼻带、 断裂构造带、 单斜带、次凹	背斜、半背斜、鼻状构造、断鼻构造、断块、潜山、构造群
拗陷盆地	隆起 拗陷 斜坡	背斜带（长垣）、 构造带（阶地）、 单斜带、超覆带、凹陷	—	背斜、半背斜、鼻状构造、断鼻构造、断块、向斜、构造群

随着人们对盆地的构造格局有了新的认识，提出了一些新的构造单元划分方案，但没有一种方案获得广泛的认可，其重要原因是没有建立起有说服力的构造单元划分标准、依据和原则。但斜坡带作为盆内二级构造单元之一越来越受到人们的重视，比如塔里木盆地从实际情况出发，规定一级构造单元名称为隆起和拗陷；二级构造单元名称为凸起、凹陷、斜坡、冲断带和低凸起。划分依据包括界线依据和定名依据，界线依据为深大断裂、-6500m 等深线、地层的尖灭线、深大断裂走向趋势线、构造体系包络线和坡折带转折端；定名依据为深大断裂上、下盘、勘探目的层和烃源岩层、构造演化、基底和构造体系，其重要程度在台盆区和前陆区有所不同。根据油气勘探实际和盆地构造演化，提出了七项构造单元划分原则（王步清等，2009）。

进入 21 世纪，科研人员愈加意识到严格划分盆地内二级构造单元的地质意义，但对正向单元情有独钟（张国良，王德英，李颖，2001），对于渤海湾盆地古近系构造层，陆地部分如上所述基本沿用了传统的正向与负向单元的划分方案。对于渤海海域新生代盆地结构与构造单元的划分，也是强调了正向与负向的构造特点，对于大部分的斜坡带都划入了凹陷的范围。根据地质结构和沉积地层的差异，渤海海域可分为辽东湾拗陷（海域）、渤中拗陷、济阳拗陷（海域）、黄骅拗陷（海域）和埕宁隆起（海域）等 5 个一级构造单元，可进一步划分出二级构

造单元 35 个，其中凸起 13 个、低凸起 4 个、凹陷 18 个，凸起、低凸起和凹陷之间主要以断层、断阶带和斜坡带等 3 种方式衔接过渡（周心怀，余一欣，汤良杰等，2010）。

2010 年，中国石油大庆油田公司的专家对沉积盆地构造单元划分与命名规范化进行了深入讨论，他们认为，现有的构造单元划分标准已经对坳陷、断陷两种盆地类型做了明确规范。但在使用中也出现小沉积盆地构造单元划分层级多、其他构造单元与亚二级构造带混淆、构造单元命名五花八门的现象。为此，从使用简便、利于后续工作的角度考虑，提出对小沉积盆地可简化层级划分命名，按形成机制划分亚二级构造带的修改建议。要注意使用“区”、“带”的差别，避免同义多名或同名多义。凹陷带、断陷区、向斜区等名称不宜再使用，他们由此提出了构造单元划分的调整方案（表 1-5）。

表 1-5 构造单元划分调整方案

基本构造单元	一级构造单元	二级构造单元	亚二级构造单元	三级构造单元
断陷盆地	隆起 坳陷 斜坡	凸起 凹陷	断阶带、断鼻带、断裂构造带、 单斜带、潜山带、坡折带、次凹 （注陷）	背斜、半背斜、鼻状构造、断 块、断鼻构造、潜山、坡折、构 造群
坳陷盆地	隆起 坳陷 斜坡	凸起 凹陷	背斜带（长垣）、构造带（阶地）、 单斜带、超覆带	背斜、半背斜、鼻状构造、断 块、断鼻构造、向斜、构造群
冲断盆地	区	带	亚带	—
残留盆地	依据原型盆地划分			

随着油气勘探及研究工作的深入，对盆地内构造单元的认识和油气聚集单元的认识也在不断深化，有些名词也将随着认识而做相应的变化，这是从科学实践中获得的必然的结果。标准、规范可以在一定时期内起到推动成果和认识的广泛应用，但又有可能一定程度上束缚认识的深化和技术的发展。因此，在使用一定年限后，随着认识的深化，必然要对标准、规范进行修改、调整。但无论怎样变化，都应遵循使用方便、易于表述清楚的原则。尤其是对勘探程度较低、仍需要进一步勘探的沉积盆地，更应深入细致分析，最终达到在油气勘探中既实用、又适合于研究中的可交流性。对于特殊盆地，允许根据盆地具体特点命名相应的构造单元，从而更易使人理解各构造单元间的差异；更有利于在石油地质综合研究和勘探部署工作中避免产生不必要的混乱，避免影响后续工作（张吉光，王英武，2010）。

第二节 斜坡构造的提出

随着油气勘探的发展，正向构造勘探程度越来越高，规模发现越来越少。原先负向构造单元中的斜坡区逐渐进入了人们的视野并受到高度重视。

从 20 世纪 80 年代开始，已先后有多位学者对我国东部断陷盆地缓坡带的结构及其对油气运移聚集的控制作用进行过研究。童晓光（1984）最早把断陷盆地斜坡带划分为沉积斜坡、构造沉积斜坡和构造斜坡三种类型。刘玉英等（1988）把缓坡带进一步划分为继承性超覆型、继承性超剥型、先凹后斜型缓坡和构造型斜坡四类。继承性超覆型缓坡的特点是斜坡在古近系沉积前就存在，且原始坡度较大，古近系逐层向斜坡带超覆，虽然斜坡上有沉积间断，但对斜坡结构无明显影响，如霸县凹陷东坡和车镇凹陷南坡。继承性超剥型缓坡与超覆型类似，只是斜坡带在古近纪末期剧烈抬升，剥蚀严重，使新近系分别不整合在古近系各组地层之上，

如东营凹陷南部缓坡。先凹后斜型缓坡在古近纪初期尚未形成,普遍沉积了厚度较稳定的沙四—沙三段,沙三段沉积末期开始抬升形成斜坡,如辽河西部凹陷西斜坡。构造型斜坡形成时期较晚,在古近系沉积前无明显的斜坡存在,古近系沉积过程中的块断翘倾活动也不强烈,地层无明显超覆和退覆,厚度稳定,古近纪末期翘倾成为斜坡,古近系遭受剧烈剥蚀,新近系不整合于古近系不同层位之上,如东淮凹陷西斜坡。费宝生(1996)在对冀中坳陷和二连盆地的研究中,也把斜坡划分为沉积斜坡和构造斜坡两类;李丕龙(2001)根据缓坡带的坡度和构造特点把凹陷缓坡带分为三类:(1)宽缓型缓坡带。指箕状断陷中宽度比较大、坡度较缓的地段,一般指凸起至湖盆中心水平距离与湖盆深度的比值大于7(地层倾角小于 8°)。(2)窄陡型。凸起至湖盆中心水平距离与湖盆深度的比值小于5(地层倾角大于 10°),以发育一系列盆倾断层为特征,向洼陷带方向节节下降,向凸起方向呈台阶式上升。(3)双元型。缓坡带上以发育基底反向断层为特征,这些断层大多只活动至断陷早期,它控制了基岩反向屋脊断块的形成,同时影响着断陷期的地层发育及圈闭的形成。李火车等(2001)把断陷盆地斜坡带分为复杂斜坡和简单斜坡两大类,而复杂斜坡又进一步分为复杂厚斜坡、复杂薄斜坡、复杂构造斜坡、复杂断阶斜坡、复杂继承性斜坡、复杂多期斜坡、复杂后期斜坡、复杂板式斜坡、复杂鼻状斜坡、复杂向斜斜坡等10种类型;彭传圣(2005)根据缓坡带对沉积层序类型、地层结构特征的控制及地貌特征等因素,把缓坡带划分为单断—沉积坡折型、单断—斜坡型和双断—构造坡折型三类,它们对沉积作用和隐蔽油气藏的分布具有不同的控制作用;王海潮等(2006)将渤海湾盆地的沉积斜坡按结构分为3类4型,即继承型、凹坡型和台坡型,其中继承型又分为继承型超覆式和继承型超剥式两个亚类。

对箕状断陷盆地陡坡带的分类,也有许多学者做过研究。童晓光等(1983)根据地质结构特点,将凹陷陡坡带进一步划分为断阶型、断剥面型和单断型三类,其中断阶型为凸起与断陷中心区之间有若干条基底大断层呈阶状下降,断剥面型指凸起与断陷的接触面为一个比较陡的剥蚀面,古近系和新近系逐层向上超覆,单断型陡坡带则是凸起和断陷之间只以单一的大断层相交;谯汉生(1986)也对凹陷陡坡带的类型和成因进行了分析,根据断陷盆地陡坡带的成因和构造原形,可以把陡坡带划分为同向断阶、反向断阶和单斜型断超带三种类型;李丕龙(2001)把凹陷陡坡带划分为板式、铲式、马尾式、座墩式、阶梯式等五类,与前人的陡坡带分类相比,此分类显得较为详细。

由此可见,前人对凹陷盆地斜坡带的分类主要以形态、斜坡带结构或者是斜坡带形成时间作为依据。2006年,孟卫工在其博士论文《断陷盆地复杂斜坡带油气分布与成藏规律研究》中,提出了新的分类方案,见图1-5。

同期,歧口凹陷也针对斜坡带展开了深入的研究。歧口凹陷是渤海湾盆地重要的富油气箕状凹陷之一,大港探区内勘探面积为 5280 km^2 。受基底构造反转和继承性活动大断裂控制,歧口凹陷整体表现为多期旋回持续沉降的不对称箕状断陷特征(图1-6、图1-7),古近系烃源岩层系多、分布广,三角洲重力流等多种类型沉积体叠置分布、满凹富泥富砂,生储盖配置关系好,油气成藏条件优越。自20世纪60年代起,在复式油气藏勘探等理论指导下,主要立足凹陷内正向构造带进行油气勘探,相继发现了北大港、板桥等17个油气田,初步形成了以复杂断块油气藏为特色的油气勘探配套技术。截至2006年底,歧口凹陷累计探明石油地质储量六亿余吨,天然气地质储量七百余亿立方米,剩余油气资源大,勘探开发前景广阔。

2008年以来,为了在黄骅坳陷歧口凹陷古近系实现规模增储,在中国石油天然气股份有限公司重大科技专项和国家重大专项的联合支持下,开展了新一轮的构造、沉积储层与油气

成藏富集规律研究。歧口凹陷由一个主凹和四个次凹联合组成，主沉降中心位于歧口海域，新生界最大厚度达到 11000m。受歧口主凹持续、强烈沉降的影响，各次凹向凹陷中心倾伏，形成大面积分布的斜坡区，造成歧口凹陷凸小、凹多、斜坡广泛分布的地质特点，负向构造区占全凹陷面积 70% 以上，凹陷结构、构造特征与典型裂陷盆地形成鲜明的对比。

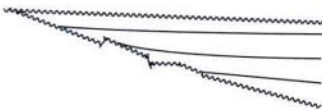
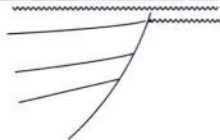
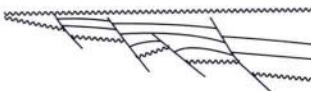
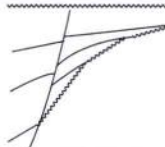
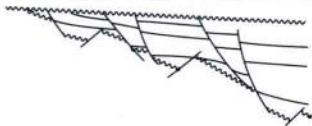
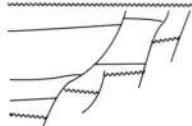
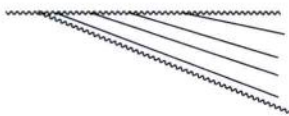
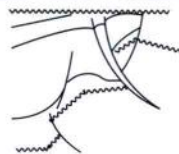
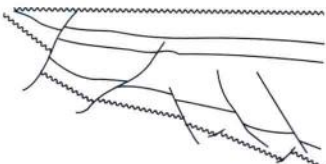
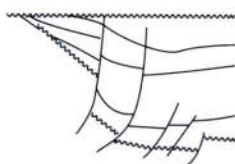
		缓斜坡		陡斜坡	
断陷期斜坡	超覆式		单断式		
	同向断阶式		断剥面式		
	复合断阶式		断阶式		
改造型斜坡	剥蚀型缓斜坡		继承型陡斜坡		
	继承型缓斜坡		先缓后陡型陡斜坡		

图 1-5 断陷盆地斜坡带分类图（据孟卫工，2006）

从形态与机制上看，任何一个盆地的负向构造区都存在不同规模的斜坡区，尤其对于箕状断陷，以凹陷中心为界，可以简单划分为断控陡坡带和大型缓坡带，渤海湾盆地中歧口凹陷、东营凹陷等就具有这样的特征，尤其是歧口凹陷古近系，南北向大剖面表现出典型的北断南超的箕状构造特征（图 1-7）。

2010 年，通过深入研究认识到，斜坡区是断陷盆地内部连接凸（隆）起与凹陷的构造单元，是盆缘、盆内砂体堆积的主要地带，也是大型岩性地层圈闭形成与分布的主要场所。因其紧靠生油气凹陷，处于油气运移的指向区，所以斜坡区是歧口凹陷油气规模聚集的有利构造单元，也是继“复式油气聚集带”之后歧口凹陷继续实现勘探突破与规模增储的有利勘探战区。然而，由于斜坡区油气成藏要素、油气分布特点与潜山构造带、断裂构造带有本质区别，传统的以正向构造单元为主的研究思路已不能满足歧口凹陷斜坡区油气勘探研究的需求，深化斜坡区形成机制、斜坡区分布规律及其构造控砂、控藏规律等方面的研究已成为歧口凹陷构造研究攻关的重点方向之一。基于此项研究，首次在箕状断陷内二级构造单元的划分中明确提出了斜坡这一构造单元，并探索性地提出了以斜坡区为主线的箕状断陷斜坡构造两分法：即以凹陷最凹处为界，分为陡坡带和缓坡带两部分，如板桥斜坡区可划分为北部的陡坡