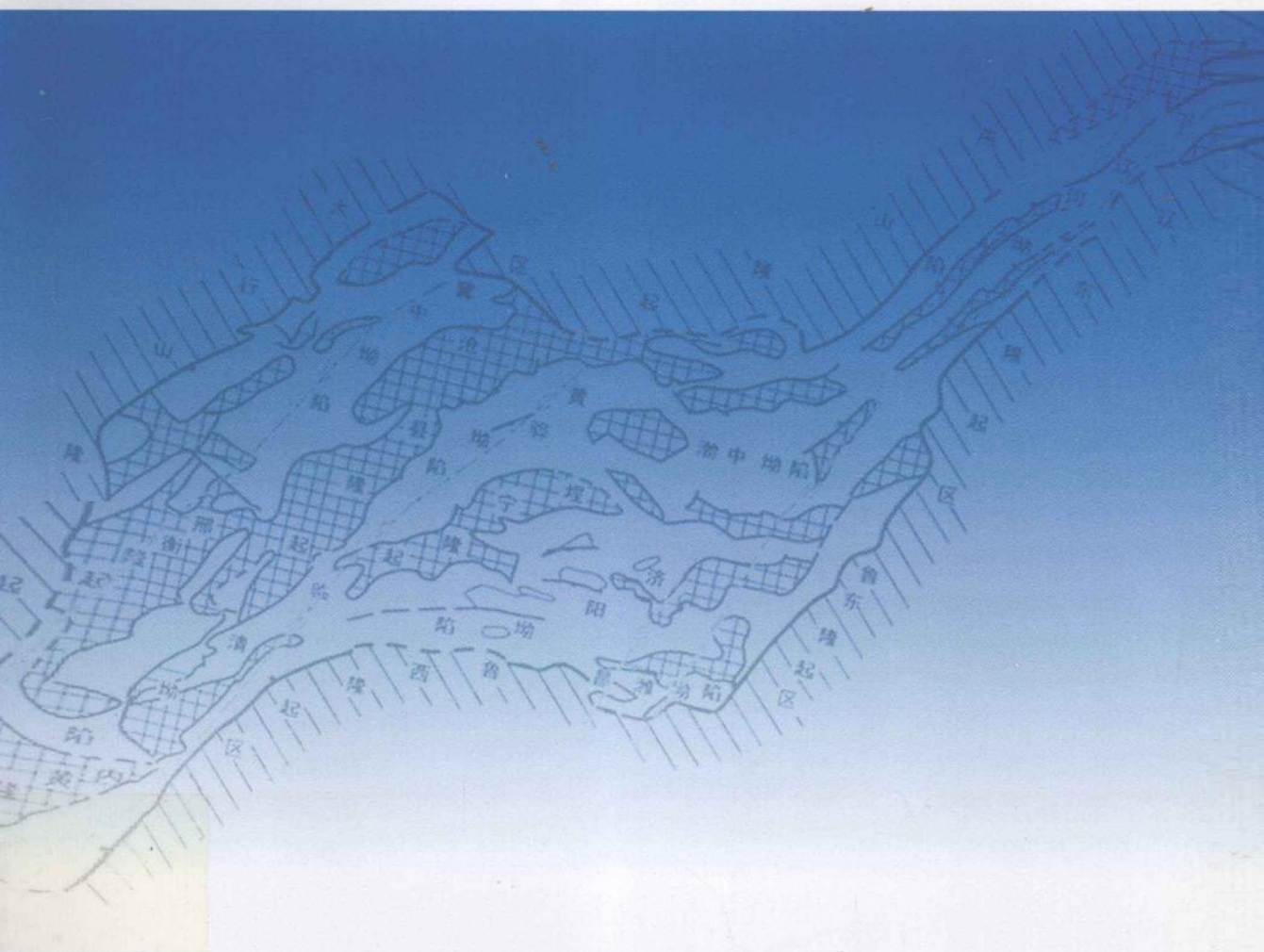


孤岛地区石油地质特征 与勘探实践

蔡燕杰 杨晓敏 著



石油工业出版社

孤岛地区石油地质特征 与勘探实践

蔡燕杰 杨晓敏 著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书系统总结了胜利油田孤岛地区 40 余年的油气勘探成果,介绍了油气地质特征及油气成藏规律,对指导孤岛地区今后的油气勘探有重要作用,并对国内其他老油田的勘探开发有一定借鉴意义。

本书可供从事油气勘探的管理人员、技术人员及大专院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

孤岛地区石油地质特征与勘探实践/蔡燕杰,杨晓敏著.

北京:石油工业出版社,2010.7

ISBN 978-7-5021-7865-9

I. 孤…

II. ①蔡…②杨…

III. ①岛-石油天然气地质-研究

②岛-油气勘探-研究

IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 116418 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: www.petropub.com.cn

编辑部: (010) 64523544

发行部: (010) 64523620

经 销: 全国新华书店

印 刷: 保定彩虹印刷有限公司

2010 年 7 月第 1 版 2010 年 7 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 11.5

字数: 288 千字 印数: 1—1000 册

定价: 42.00 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

前 言

岁月如梭,时光飞逝。2008年,孤岛地区的油气勘探工作已进行了整整40年,回顾孤岛地区的勘探历程,清晰地记载了孤岛石油人为祖国石油工业艰苦奋斗的精神,见证了中国第二大油田——胜利油田蓬勃发展的历史。40年的风风雨雨,铸就了孤岛人与时俱进、开拓进取、百折不挠的气概,也收获了孤岛地区油气勘探开发的累累硕果!孤岛采油厂不仅创造了年产500万吨保持12年、年产400万吨达到20年的辉煌历史,而且至今仍在演绎着激昂的上产乐章。截至2007年底,孤岛地区共发现了孤岛、孤南、垦利、垦西和河滩等5个油气田,累计探明含油面积 140.0km^2 ,探明石油地质储量 $4.96 \times 10^8\text{t}$;探明含气面积 51.3km^2 ,探明天然气地质储量 $95.57 \times 10^8\text{t}$,累计生产原油 $1.58 \times 10^8\text{t}$ 。

孤岛地区是指中国石化胜利油田分公司孤岛采油厂所辖的勘探、开发区域,位于山东省东营市河口区与垦利县境内。地表为黄河入海口附近的冲积平原和三角洲地带,地势平坦,地面海拔 $3 \sim 10\text{m}$ 。在区域构造上,孤岛地区位于渤海湾盆地济阳拗陷沾化凹陷的东南部,主要包括“三凸(孤岛凸起、陈家庄凸起、垦东—青坨子凸起)”、“两洼(孤南洼陷、富林洼陷)”、“三斜坡(孤北斜坡、垦西斜坡、孤东斜坡)”等8个次级构造单元,勘探总面积约 1050km^2 。

1967年5月26日,垦1井测试成功,正式揭开了孤岛地区油气勘探工作的序幕。1968年4月19日—5月1日,在孤岛凸起钻探第一口探井——渤2井,同年5月15日,对渤2井 $1211.8 \sim 1285.8\text{m}$ 井段7层 35.2m 的油层进行测试,3mm油嘴求产,日产原油13.2t,从而发现孤岛油田,开创了我国石油勘探史上“凸起找油”的先河,破除了“凸起无油”的传统认识。从此,济阳拗陷的油气勘探再无禁区,一个个油气田被相继发现。

经过40年的勘探、开发,孤岛采油厂管理的5个油田均已步入开采的“三高”阶段。而随着勘探程度的不断提高,孤岛地区也逐渐进入以隐蔽油气藏为主的勘探阶段,勘探难度越来越大,产能接替严重不足。在这种严峻的形势下,作为高成熟探区,必须加强地质综合分析和勘探理论研究,才能继续保持良好的勘探开发效益,确保孤岛采油厂的持续稳定发展;同时,也必须积极大胆探索、不断创新工作思路,并运用各种勘探新技术、新方法,发展精细勘探、综合勘探和战略勘探,向新区带、新层系、新领域进军,才能保持油气勘探工作的持续稳定发展和取得更大的突破。

孤岛地区的地质研究与油气勘探实践促进了胜利油区的稳定发展和不断进步,并极大地丰富了我国的陆相石油地质理论。本书在总结前人工作的基础上,对孤岛地区的油气勘探研究成果进行整理和综合分析,并进一步深化、提高,希望能够承前启后,起到抛砖引玉的作用,为孤岛地区今后的油气勘探提供借鉴。同时,也希望广大地质科技人员与时俱进、开拓创新,不断开辟新的勘探阵地,保证储量和产能建设的接替,为区带勘探和滚动勘探走向良性循环奠定基础,并为指导老区的勘探研究工作发挥积极作用。

本书前言、第一章至第四章由蔡燕杰执笔;第五章至第七章由杨晓敏执笔。全书由蔡燕杰修改统稿。

需要指出的是,在本书的编写过程中,参阅了胜利油田分公司孤岛采油厂、地质科学研

究院、物探研究院多年来大量的科研、生产成果和大量公开发表的著作和论文，是集体劳动的结晶。本书的编写工作得到了胜利油田分公司、孤岛采油厂领导的大力支持。地质科学研究院沾车海室的郭玉新、王智帮等同志和孤岛采油厂地质研究所勘探室的姜晓健、朱之锦、郭振廷等同志帮助提供收集部分资料和数据核对；孤岛地质研究所吏锋兵、卫建荣、刘娟、王辉、郝丽萍等同志帮助编制清绘图件。本书完稿后，得到了毕研鹏教授级高级工程师、束青林教授级高级工程师等的细心审核，提出了宝贵意见。在此一并表示衷心感谢！

由于笔者水平和掌握的资料有限，许多论述还显得肤浅，书中缺点及错误在所难免，敬请读者批评指正。

目 录

第一章 构造特征与演化	(1)
第一节 区域构造背景与特征	(1)
第二节 构造演化与构造层	(11)
第三节 断裂特征	(17)
第二章 地层特征	(23)
第一节 太古宇	(23)
第二节 下古生界	(24)
第三节 上古生界	(27)
第四节 中生界	(31)
第五节 新生界	(34)
第三章 沉积特征	(50)
第一节 古生界、中生界沉积特征	(50)
第二节 古近系沉积特征	(52)
第三节 新近系沉积特征	(67)
第四节 沉积充填模式	(75)
第四章 烃源岩	(78)
第一节 烃源岩基本特征	(78)
第二节 烃源岩演化	(83)
第三节 油气地球化学特征及油源对比	(89)
第五章 储集层	(96)
第一节 新生界碎屑岩储集层	(96)
第二节 古近系碳酸盐岩储集层	(106)
第三节 下古生界碳酸盐岩储集层	(111)
第六章 油气藏特征	(120)
第一节 盖层特征及生储盖组合	(120)
第二节 油气二次运移	(122)
第三节 油气成藏模式	(130)
第四节 油气藏类型	(135)
第五节 孤岛地区油气田	(147)
第六节 油气资源评价	(154)
第七章 勘探技术应用及勘探现状	(156)
第一节 勘探技术应用	(156)
第二节 勘探现状	(165)
第三节 回顾及体会	(170)
参考文献	(172)

第一章 构造特征与演化

第一节 区域构造背景与特征

一、区域构造背景

孤岛地区是指孤岛采油厂所辖的勘探、开发区域，区域构造上隶属于渤海湾盆地济阳坳陷的沾化凹陷。

渤海湾盆地是叠置于华北地台之上的一个中、新生代陆相断陷盆地，位于华北东部和东北南部，跨辽宁、河北、北京、天津、山东、河南六省市及渤海海域。盆地整体为北东走向，平面形态呈略变形的“S”型，面积约 $20 \times 10^4 \text{km}^2$ 。盆地周围为隆起环绕，西为太行山隆起，北为燕山隆起，东为辽东隆起和鲁东隆起，南为鲁西隆起。渤海湾盆地包括辽河、冀中、黄骅、渤中、济阳、临清、昌潍等7个坳陷和沧县、埕宁、内黄、邢衡隆起等4个盆地内隆起，各坳陷均以隆起（凸起）或大断裂相隔（图1-1）。断裂和裂陷活动是渤海湾盆

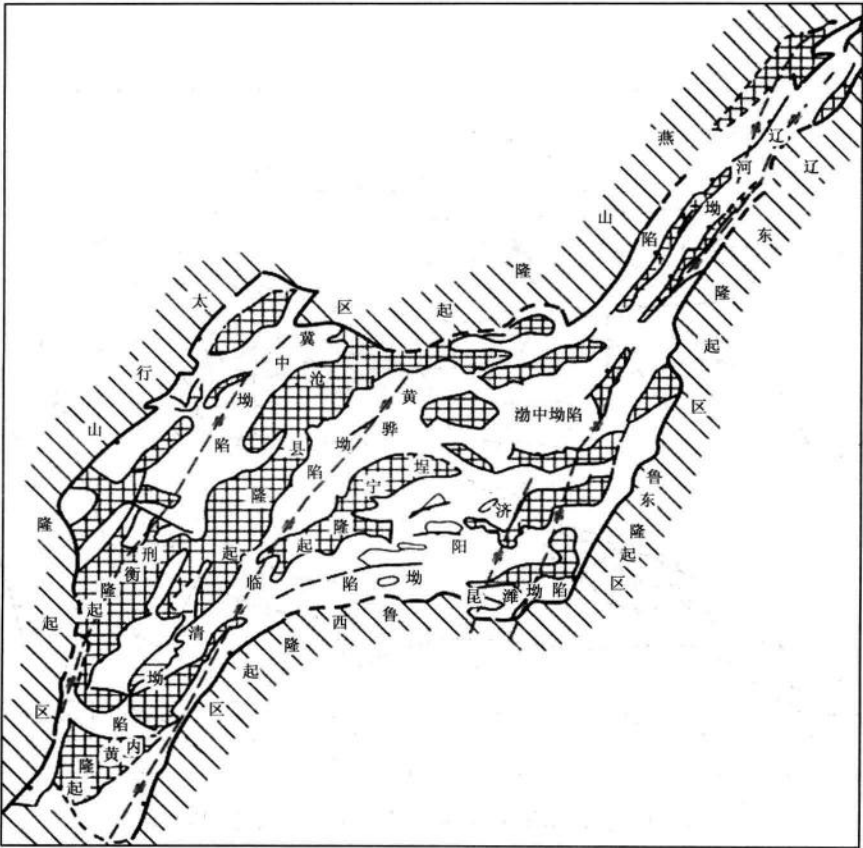


图1-1 渤海湾盆地构造略图（据漆家福等，1998）

地新生代构造变形的主导方式，盆地内主要发育有北北东向、近东西向（或北西向）两组断裂系统。北北东向断裂主要有郯庐断裂北段、太行山东麓断裂、沧东断裂带和兰聊断裂，近东西向断裂主要有宝坻—昌黎断裂、齐河—广饶断裂、黄河断裂等，这些断裂控制着渤海湾盆地的构造演化与沉积充填序列。

济阳坳陷位于山东省北部，东临渤海，西至津浦铁路，北以四女寺河与河北省为界，南至胶济铁路，行政区域包括东营、滨州、淄博、济南、德州等6市的22个县（区）。在区域构造上，济阳坳陷处于渤海湾盆地的东南隅，北部以渤南凸起和渤中坳陷相隔，东部以郯庐断裂带与鲁东隆起相邻，南部以齐河—广饶断裂与鲁西隆起分界，西南部与临清坳陷相连，西部以埕宁隆起与黄骅坳陷相隔。平面形态西窄东宽，总面积为 $2.55 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。济阳坳陷是一个经过多期构造运动改造的中、新生代断陷—断坳—坳陷叠合型盆地。中生代盆地样式主要表现为双断地堑盆地，新生代古近纪发展为单断地堑盆地，新近纪转化为坳陷盆地，最终成为统一的渤海湾盆地的一部分。内部构造特征极为复杂，谓之“盆中有盆、盆上有盆、盆下有盆”。中、晚始新世沙河街组沉积时期以来的盆—岭构造格局为断陷与坳陷的叠合，而断陷期则形成多断块、多断陷和凹凸相间的构造格局。济阳坳陷内发育东营、惠民、沾化、车镇四个凹陷，其间为青城、滨县、陈家庄、无棣、义和庄、孤岛等凸起分隔，具有“群山环湖，群湖环山，山中有湖，湖中有山”的古地理面貌（图1-2）。各凹陷的北部边界均为长期持续活动的同沉积断层，呈“北断南超、北深南浅”的箕状结构，其有一定的成因联系和某些共同特点，但彼此之间也存在差异，形成了各自独立的沉积、构造及油气生、运、聚单元。

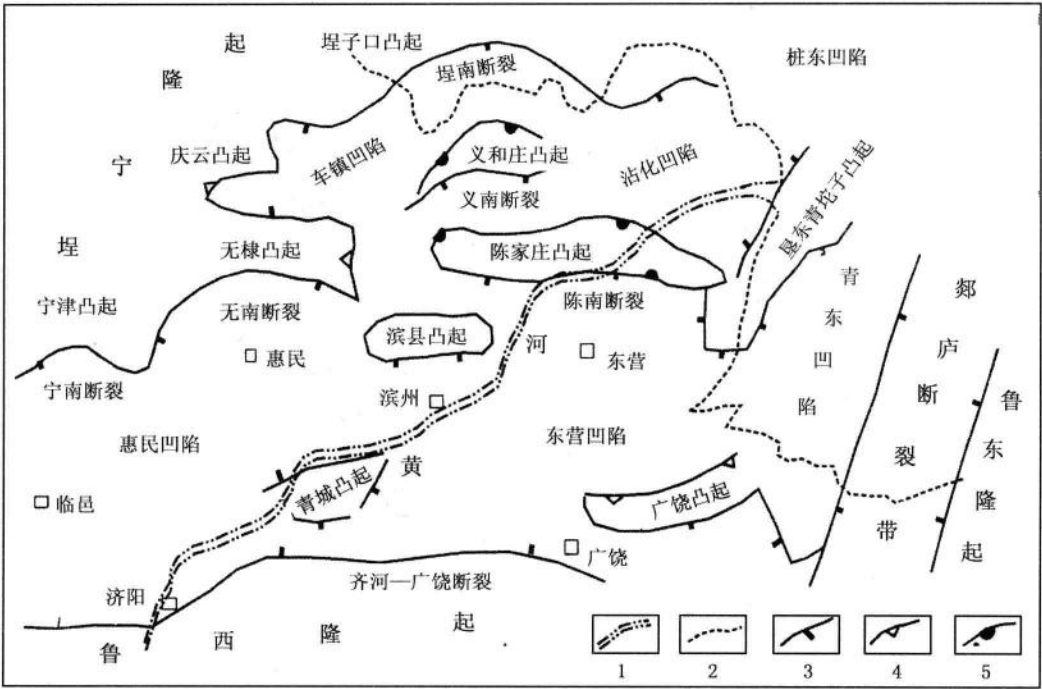


图1-2 济阳坳陷构造略图（据王秉海，钱凯，1992）

1—河流；2—海岸线；3—断层；4——古近系尖灭线；5——古近系超覆线

沾化凹陷位于济阳拗陷的东北部,大致介于东经 $118^{\circ}30'$ — $119^{\circ}30'$ 、北纬 $37^{\circ}30'$ — $38^{\circ}40'$ 的地理范围内,面积约 3600km^2 。北以埕东凸起、桩西潜山与埕北凹陷相邻,东以长堤—孤东潜山构造带、垦东凸起与桩东凹陷(黄河口凹陷)、青东凹陷(莱州湾凹陷)相隔,南为陈家庄凸起、滨县凸起,西邻义和庄凸起、无棣凸起。作为济阳拗陷及渤海湾盆地的一部分,沾化凹陷的形成、发展与渤海湾盆地的整体演化是统一的,即处于统一的地球动力学背景中,在盆地的构造演化阶段上基本一致。沾化凹陷是在变形的基底岩系上发育起来的一个复式半地堑型的断陷盆地,受陆相断陷盆地特殊的成因机制影响,显示出复杂多变的构造形态。由于沾化凹陷的发育主要受北东、北东东向的张性、张扭性大断裂控制,古近纪剧烈的块断差异运动形成一系列呈北东、北东东向展布的大小不一、形态各异的翘倾断块,造成了沾化凹陷具有多个“北断南超”的半地堑和低凸起组成复合构造格架特点,平面分隔性较强(图 1-3)。在南北向上形成缓坡带(或低凸起)洼陷带、陡坡—断裂带组成的构造样式,在东西向上被一系列北西向或近南北向的断裂复杂化,形成多个次级洼陷和洼间低凸起。缓坡带的大型鼻状同沉积构造近南北向伸入洼陷内,将近东西向半地堑洼陷带分隔成串珠状或斜列的次级洼陷。在平面上沾化凹陷表现为近北东向的复式“半地堑”构造带(下部构造层序)与近南北向低幅度基底凸起的叠加,形成南北分带和东西分块的构造格局。由于所处的盆地区域、地质、地理等条件不同,同一类型的构造带可具有不同的结构形态,造成各二级构造带的发育具有多样性。

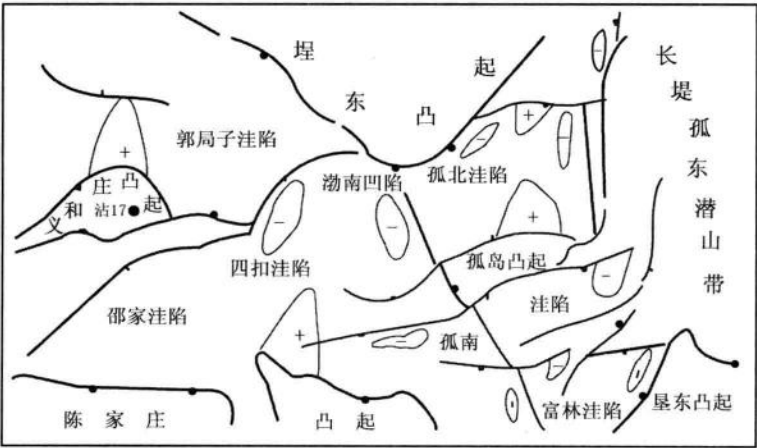


图 1-3 沾化凹陷构造纲要图

二、孤岛地区构造特征

孤岛地区包括陈家庄凸起、垦东凸起(一级构造单元)的一部分和孤岛凸起(二级构造带、孤南洼陷和富林洼陷(二级构造带)、孤北斜坡带、垦西斜坡带和孤岛东斜坡带(三级构造带),工作中通常称为“三凸”、“两洼”和“三斜坡”。由于所处的区域构造位置与形成演化机制的差异,各构造单元分别具有不同构造及圈闭特征。

1. 孤岛凸起

孤岛凸起位于沾化凹陷的中部,是一个主要受北东—北东东向的孤北断层、孤南断层和北西向的孤西断层控制的地垒式潜山,其南、北两侧分别为孤南洼陷和孤北洼陷,东、西两侧分别为孤岛东斜坡带和垦西斜坡带。潜山总体轴线成北东东走向,长约 20km,宽约

10km, 面积约 200km² (图 1-4)。

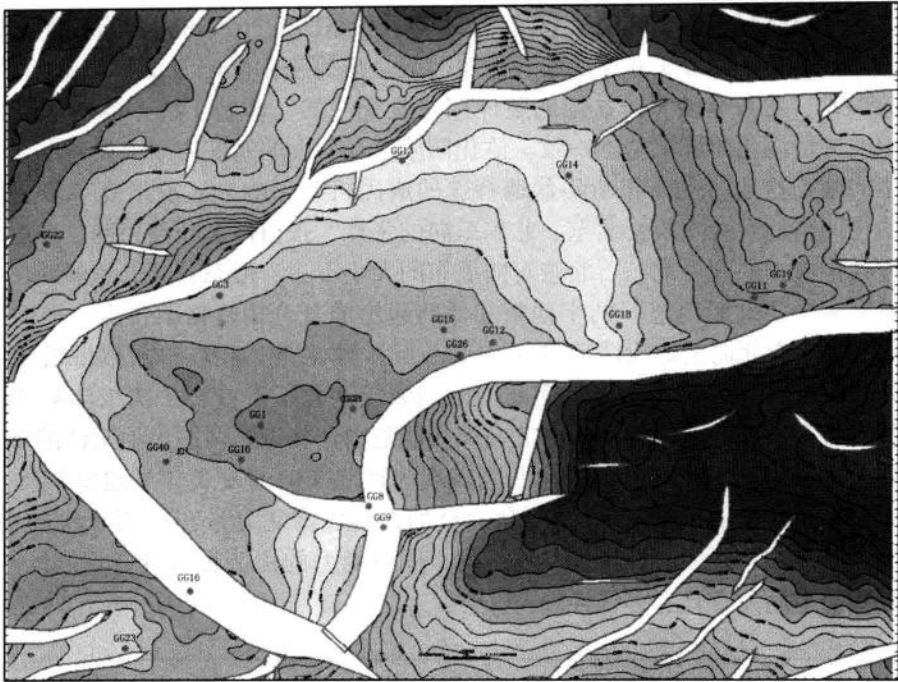


图 1-4 孤岛凸起 T₁ 构造图

孤岛凸起是一个受后期构造变动改造的继承性复合构造带。印支期受郯庐断裂左旋挤压的影响, 古生界褶皱变形, 形成北西走向的压性构造带, 地层总体上呈北东或北北东倾。燕山期受孤西与孤北、孤南断层活动的影响, 抬起成山, 使中、古生界遭受强烈剥蚀。古近纪早期, 该潜山开始缓慢沉降, 接受了厚度不大的古近系沉积, 各层系由低到高逐层超覆。从中新世起, 整个潜山明显沉降, 接受了厚达千余米的新近系和第四系堆积, 由于沉积地层的差异压实作用而形成大型披覆构造。

孤岛凸起的主体由太古宇和古生界组成, 四周为中生界围绕, 潜山顶面总体呈西南高、东北低的形态特征。从东向西依次出露中生界、上古生界、下古生界, 渤 12、渤 10 井区为上侏罗统砂岩和火成岩系, 孤古 13 井区为中下侏罗统含煤系地层, 孤古 15、渤 2 井区古近系直接覆盖于石炭一二叠系之上, 到潜山的主峰古 1 井区, 在新近系之下为奥陶系。潜山内部断层十分发育, 以北西走向、西南倾的正断层为主, 与孤西断层大致平行, 东部发育一系列东西向的正断层, 与孤南、孤北断层大致平行。构造发育的继承性比较明显, 各层系的构造形态、高点位置是一致或基本一致的, 但由老到新, 构造幅度变小, 地层倾角变缓, 如中、古生界地层倾角为 15°左右; 古近系地层倾角为 2°~3°, 很少超过 5°; 新近系为 1°左右。

孤岛潜山带中古生界主要发育残丘潜山、断块潜山、地层不整合等圈闭, 古近系与新近系则以地层超覆、背斜、断块、断鼻、岩性及构造—岩性等圈闭为主。

2. 陈家庄凸起

陈家庄凸起位于沾化凹陷的南部, 南以陈南断层与东营凹陷相接, 北以斜坡形式倾没于

沾化凹陷，东、西两端分别与青坨子凸起、无棣凸起相邻，勘探面积约 1200km²。陈家庄凸起被北北西向的罗西断层形成的古沟谷分为东、西两部分，东部大部分地区为孤岛采油厂勘探区域（图 1-5）。

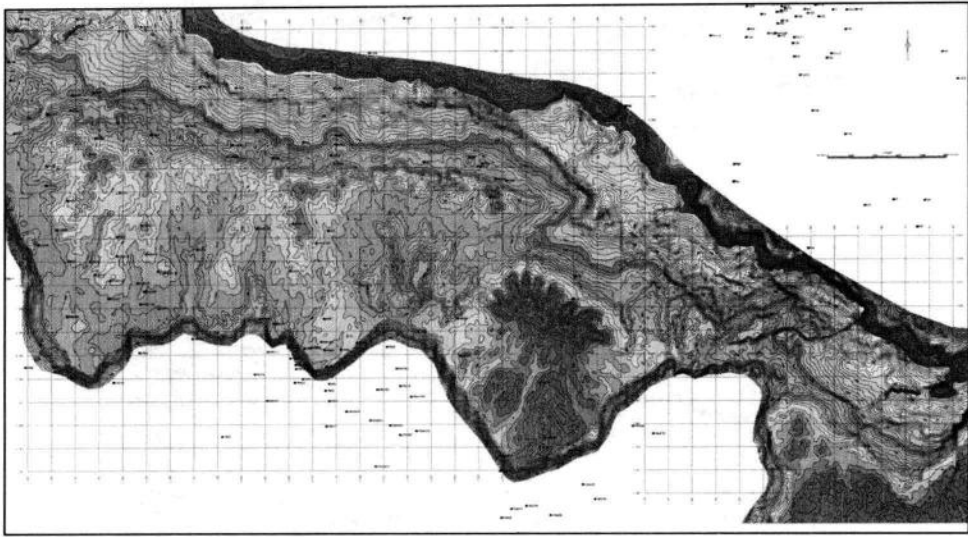


图 1-5 陈家庄凸起东部 T₁ 构造图

陈家庄凸起是一个以太古宇、古生界、中生界为基底的大型潜山披覆构造带，纵向上具有前新生界和新生界组成的双层地质结构。古构造高点集中于凸起主体北部边缘，形成近北西西走向的分水岭。整体构造特征比较简单，除发育西部的罗西断层、南部的盐北断裂带两组边界断层外，次级断层极不发育。北部斜坡带发育北东和近东西向一系列喜山期同沉积断层，延伸距离短、落差小，对沉积和构造格局基本不起作用。

由于构造抬升和风化剥蚀作用，基岩顶面形成北高南低、沟梁相间的古地貌特征。从南向北，依次呈条带状出露太古宇、下古生界、上古生界和中生界，地层总体北倾被近北东向的反向断层切割，形成小型反向断块潜山及残丘潜山。古近系由南向北逐层超覆、减薄直至尖灭，在斜坡部位形成不同层系的地层超覆圈闭，同时受古地貌背景控制，形成一系列低幅度小型向斜和背斜构造。

3. 垦东凸起

垦东凸起位于沾化凹陷东部，西部以垦东断层与孤南、富林洼陷相连，南部以垦东南断层与青东凹陷相接，东以莱西断层与莱州湾凹陷相连，北部以斜坡过渡到桩东凹陷，勘探面积约 1200km²，其中属于胜利油田矿产登记范围内的勘探面积为 720km²。黄河在中部横穿而过，将垦东凸起分成南、北两区，黄河以南为孤岛采油厂勘探区域（图 1-6）。

垦东凸起是一个以中、古生界为基底的大型潜山披覆构造带，纵向上具有典型的双层地质结构。不同层系的分布范围不同，同一层系在不同构造位置的厚度变化也很大。古生界只出露于凸起西南部的垦古 1 井区，以下古生界寒武—奥陶系的灰岩、泥岩、白云岩为主，分布范围较小，而广大地区则出露中生界，以硬砂岩、含砾砂岩、安山岩、凝灰岩为主。古近系超覆沉积于东北斜坡部位，东营组至沙一段地层分布范围小、厚度薄，最大厚度仅为 300m，而沙三—沙二段分布范围相对较大，最大厚度大于 1200m。新近系披覆沉积展布于

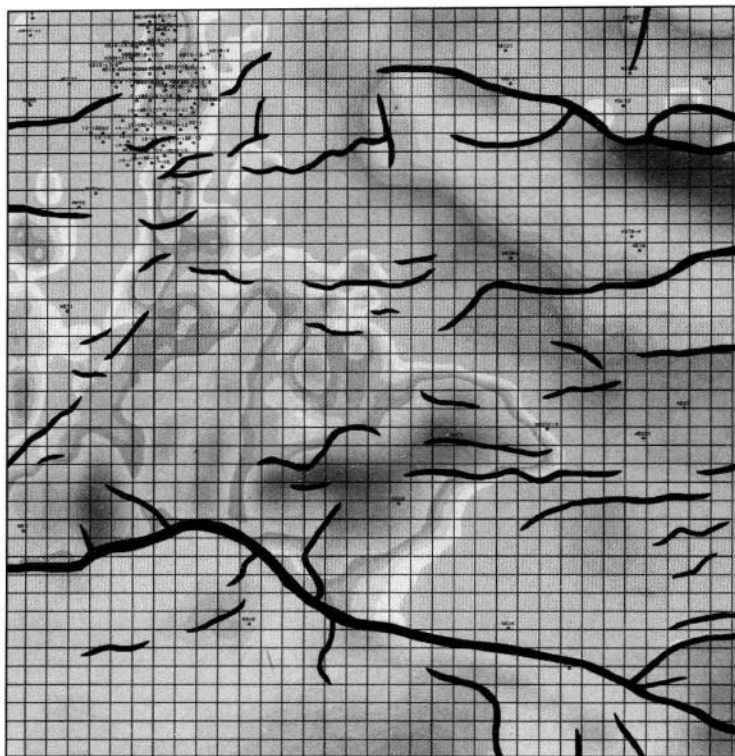


图 1-6 垦东凸起南部 T_1 构造图

全区,主体部位馆下段沉积不全,明显受控于古地貌;馆上段、明化镇组分布全区,厚度变化较小,总体上具有由南向北、由西向东逐渐变厚的趋势。

由于长期的构造运动和风化剥蚀,使中、古生界顶面呈现南高北低、中间高东西低的构造格局,明显分为东、西两部分。西部为潜山构造的主体,在南高北低的古地貌背景上,发育两个北北东向的残丘潜山,其间以鞍部相隔,形成沟、梁相间的古地形形态;新近系直接覆盖在古潜山上,形成了两个局部的披覆构造,具有明显的继承性,构造幅度小,断层不发育;东部为凸起的斜坡带,整体向北东方向倾没于桩东凹陷,构造特征较为复杂,发育多条近东西走向的断层,一般持续活动到新近系明化镇组,形成多个反向断块或断鼻构造。其中垦东 1—垦东 30 断层和垦东 12 断层为继承性发育的较大断层,将潜山切割成三个反向屋脊断块,并控制了新近系沉积。

垦东凸起上发育有多种类型的圈闭,西部以在古地貌背景上发育的低幅背斜圈闭和岩性—构造圈闭为主,单个圈闭幅度面积较小。东部则主要发育在反向断块背景上形成的断鼻、断块圈闭,幅度小,但面积较大。

4. 孤南洼陷

孤南洼陷北邻孤岛凸起,东为垦东 6 断裂带,南与富林洼陷连通,西以斜坡过渡到陈家庄凸起,平面形态北宽南窄、东宽西窄,面积约 400km^2 (图 1-7)。

孤南洼陷是发育在孤南断层、垦利断层和垦东 6 断层之间的一个近东西走向的狭长形断陷,整个洼陷总体表现为北断南超、东断西超的箕状半地堑结构,并被孤南断层的弧状弯曲

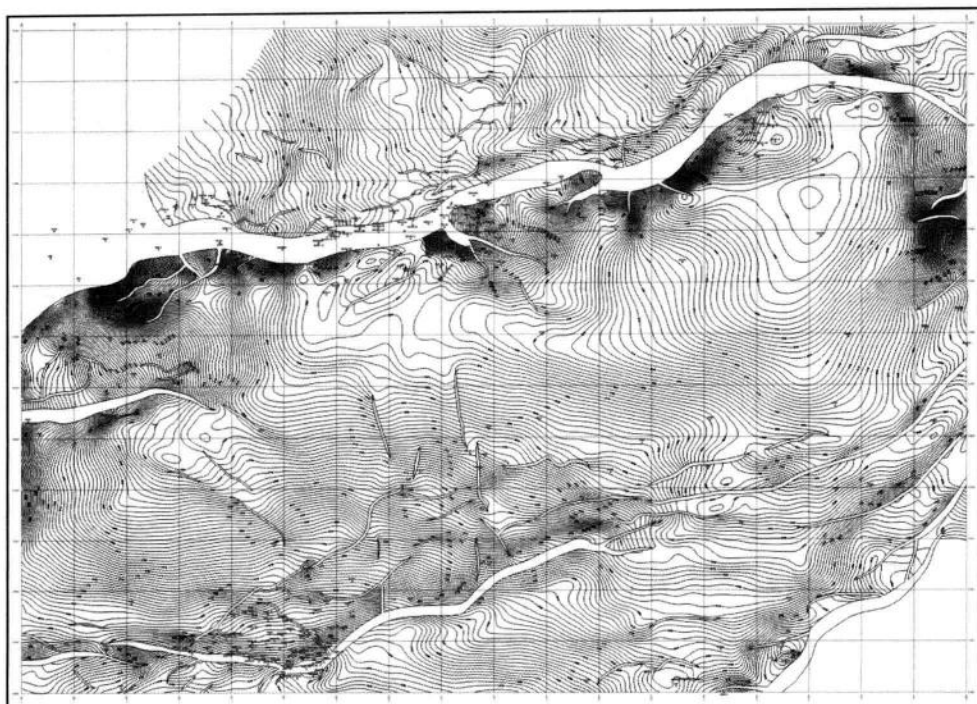


图 1-7 孤南洼陷 T_2 深度构造图

所形成的两个次隆起分隔形成三个次级洼陷。东次洼基底埋深达 4.6 ~ 4800m；中心次洼的分隔为一走向北东、倾向北西的断层（垦东 6 断层）与孤南断层东段弧形弯曲处相接；西次洼小而浅， T_0 界面最大埋深为 2860m，但表现出相对独立的特征，又称为三合村洼陷。

洼陷内部构造形态简单，整体表现为向南抬升的斜坡，在不同方向断裂系统的共同影响下，在孤南洼陷内形成了数量众多、规模不一、走向不同的断层。主要断层走向有北东—北东东、北西—北西西、近东西向三组，以及一些走向不规则的断层，组成复杂的断层分布格局，形成了一系列断鼻（正牵引）、滚动背斜（逆牵引）及其他一些断块构造。

5. 富林洼陷

富林洼陷北以垦利断层与垦利潜山带相邻，东以垦东断裂与垦东—青坨子凸起相邻，西南以斜坡形式向陈家庄凸起过渡。平面形态呈倒三角形，面积约 400km²。洼陷内发育的两条北东东向断层将其分隔成三个次洼（图 1-8）。

东次洼位于垦利断层的下降盘，为垦利断层和垦东断层所夹的部位，面积约 90km²。由于受垦利断层、垦东断层和洼陷内近东西向断层的共同控制，具有多个沉降中心。该次洼包含了第一断陷期（沙三段—沙二段沉积期）和第二断陷期（沙一段—东营组沉积期）的沉降中心，但两期的沉降中心不完全吻合，表现为由东向北迁移。该次洼面积大、湖泊环境广布；生油层系发育，厚度达数百米；埋藏深，最大埋深可达 3700m，是富林洼陷主要的生油区。但是邻近垦东断层的东部发育了扇三角洲前缘环境，影响了湖相沉积的发育。

中次洼位于垦利断层下降盘，垦利断层与垦东六断层所夹持的西部部位，面积约 40km²。主要受垦利断层和垦东六断层控制，最大埋深也可达 3700m。该次洼主要发育于第

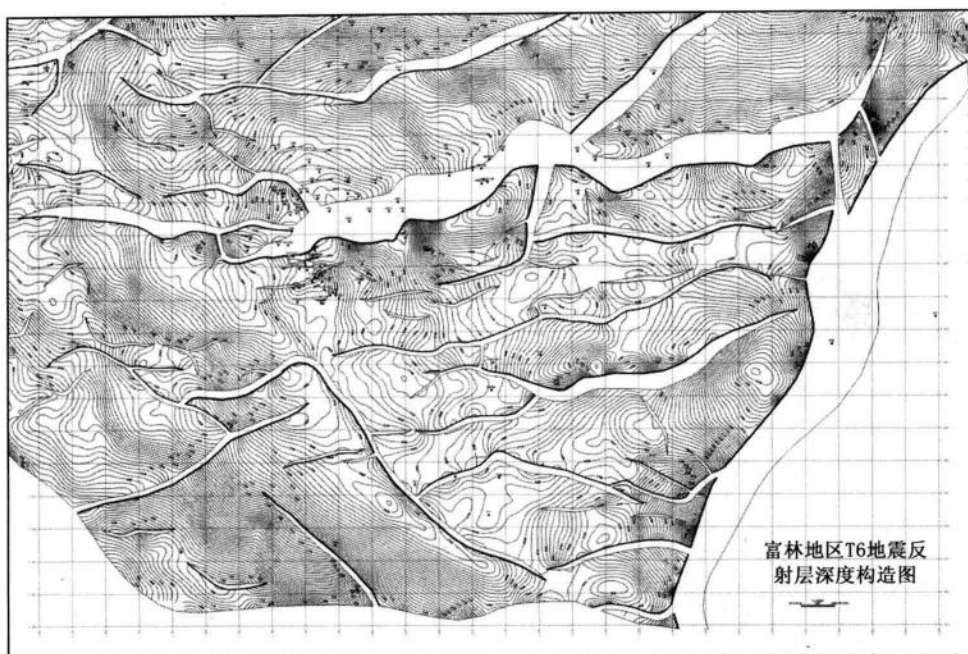


图 1-8 富林洼陷 T₆ 构造图

二断陷期，沉降中心靠近垦利断层一侧；而在第一断陷期属于东次洼沉降中心的西北斜坡带，在沙三上亚段沉积期开始形成独立的次洼。除沿北部边缘发育小型的扇三角洲外，均为湖泊沉积环境，也是富林洼陷重要的生油区。

西次洼位于孤西断层下降盘，其发育主要受孤西断层控制。该次洼呈北西向长条状分布，面积约 80km²。埋藏最浅，最大埋深约 2700m，仅在第一断陷旋回为局部的沉降中心；在第二断陷旋回，除靠近垦利断层下降盘有一个小的沉降中心外，该次洼表现为向西南部抬升的斜坡。西次洼埋藏浅，热演化程度低。

6. 孤北斜坡带

孤北斜坡带是孤北洼陷的南部缓坡带，南以孤北断层与孤岛凸起分界，西隔孤西断层与渤南洼陷相连，北、东均以单斜形式倾没于孤北洼陷，面积约 200km²（图 1-9）。

作为孤北洼陷的一部分，孤北斜坡带的形成、演化与孤北洼陷完全一致，并与孤西断层的发育密切相关。

孤北斜坡带具有先形成斜坡、再产生断裂的演化历程，因此其构造形态比较简单。前古近系断层相对不发育，包括北西向、近南北向、北东东向 3 组，规模均较小，各层系地层顶面遭受不同程度的剥蚀，发育地层不整合与构造—地层圈闭；古近系主要发育一组北东东走向的盆倾断层，构成缓坡断裂阶状构造带，在平面上呈现出由北向南逐级抬升的构造格局，来自孤岛凸起的水下冲积扇砂体，受断层切割，形成一系列规模不等的构造—岩性圈闭。

7. 垦西斜坡带

垦西斜坡带位于孤岛凸起西南部的倾伏端，习惯上也称为“垦西凸起”。垦西斜坡带北以孤北断层与渤南洼陷为界，东接孤岛凸起，南隔孤南断层与三合村洼陷相邻，西为陈家庄凸起与罗家鼻状构造，面积约 120km²（图 1-10）。

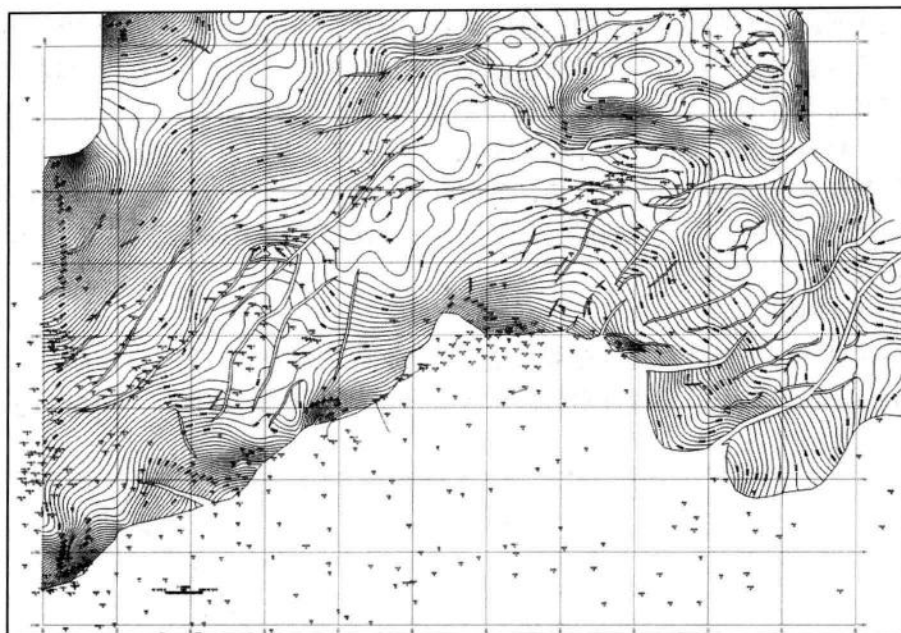


图 1-9 孤北斜坡带 T_6 构造图

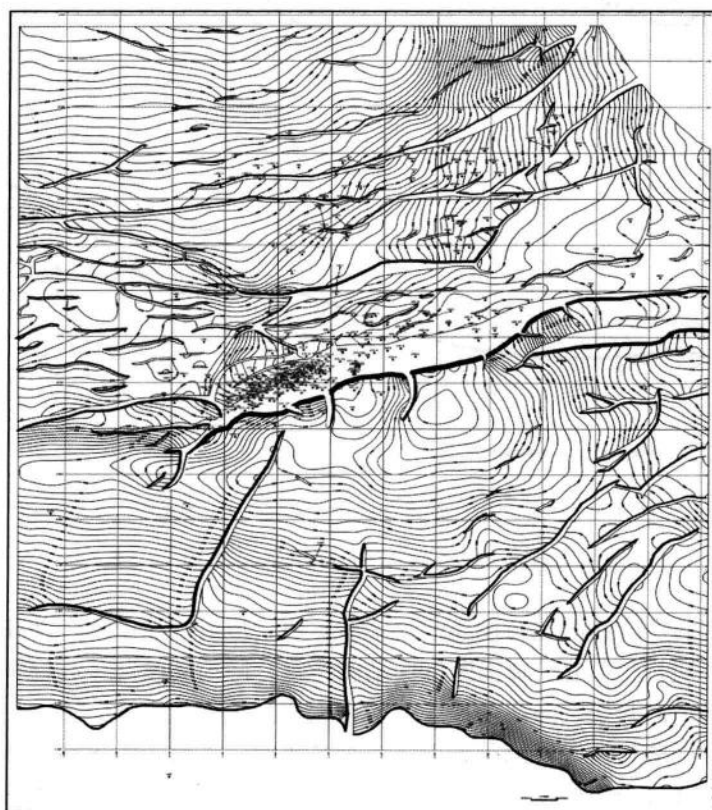


图 1-10 垦西斜坡带 T_6 构造图

垦西斜坡带的形成、演化与孤岛凸起有着相似的地质背景,但由于其隆起幅度较低而有所差异。从沙四段至东营组沉积时期,垦西斜坡带总体表现为自东南向西北方向倾伏的沉积古斜坡。尽管古近系自西向东有明显的超覆减薄、尖灭现象,但其层位却发育较全。

垦西斜坡带夹持于三合村洼陷(孤南洼陷西次洼)与渤南洼陷之间,呈北东东方向展布。平面上,垦西斜坡带中间窄(不足1.5km)、两端宽,尤其东端更宽,达3 km。剖面上为相背倾斜的孤北断层和孤南断层夹持,呈现出典型的地垒构造形态,顶面总体倾向北。古近系发育四组北东东向的同沉积断层,其上发育一些次级断层,对局部构造圈闭的发育具控制作用,如垦24断块构造等。

8. 孤岛东斜坡带

孤岛东斜坡带位于孤岛凸起的东部,是孤岛凸起向东延伸的一个单斜构造带,南北分别与孤南洼陷、孤北洼陷为邻,东西分别与孤东潜山、孤岛凸起相接,面积约100km²(图1-11)。

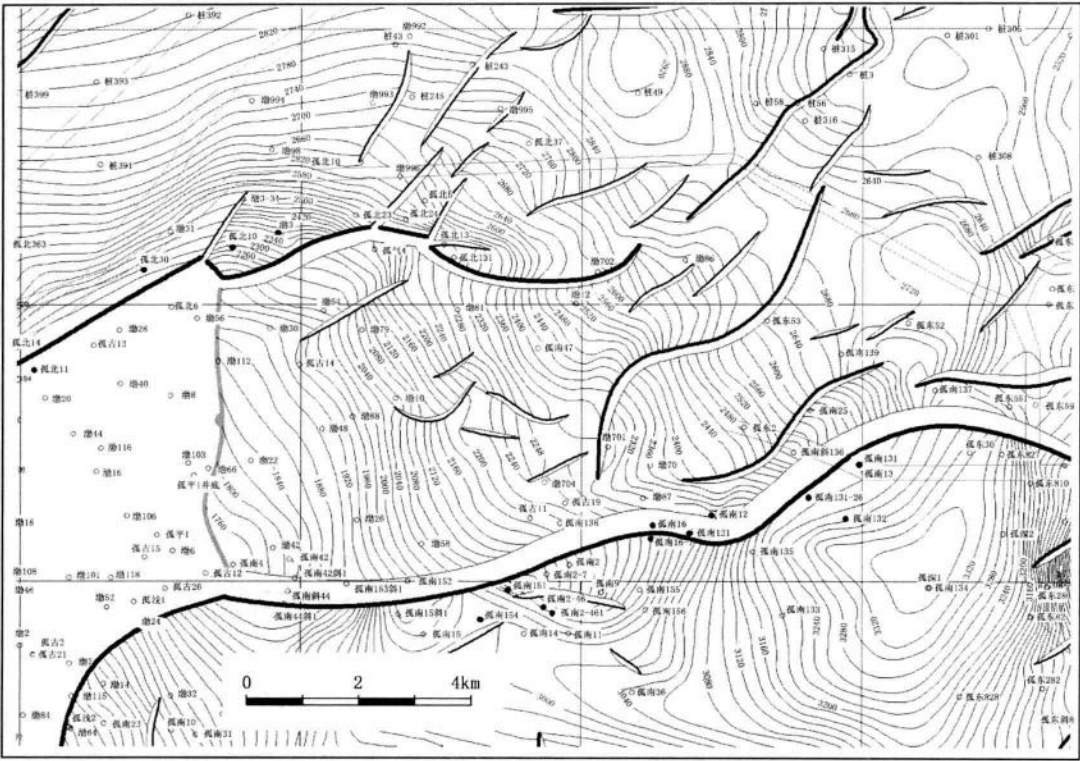


图1-11 孤岛东斜坡带 T₂ 构造图

孤岛东斜坡带的形成和演化与孤岛凸起基本一致,形成于燕山期,并在喜马拉雅期继承性发展。中生代末期,受孤北、孤南断层活动的影响,随孤岛凸起一起逐渐抬升,使中生界遭受剥蚀。古近纪早期开始沉降,使孤南洼陷和孤北洼陷相互连通。

孤岛东斜坡带构造特征比较简单,中生界呈北东倾,古近系超覆或披覆其上,整体表现为一个西高东低的披覆单斜构造。沙三段、沙二段、沙一段、东营组由东向西超覆,形成古近系地层超覆带。除孤南、孤北两条边界断层外,发育北东向、北西向和近东西向的三组断层,规模一般较小,延伸距离1~5km,断距在20~200m。不同方向的断层相互切割,形成

一系列小型断块、断鼻构造，同时受古地貌背景影响，也发育小型的背斜构造。

第二节 构造演化与构造层

一、构造演化

陆相断陷盆地形成、演化的周期性，取决于大洋板块俯冲的活动周期。块断差异运动是断陷盆地的基本运动形式，包括断裂运动和块断运动两个方面。断裂运动为一系列相互联系的断块沿破裂面发生相对运动，形成线性破裂带；块断运动是指断块体间的遗迹块体内部各部分的差异升降发生断陷和翘倾。块断差异运动包含着两者相互制约、相辅相成的统一运动过程。

根据盆地内的构造发育特征、地层充填序列和火山岩活动特征，可以把济阳拗陷的形成演化过程划分为三个阶段，即裂陷期、断陷期和拗陷期（图 1-12）。在其发生、发展、消亡的整个演化历史进程中，始终贯穿着幕式演化的特征。

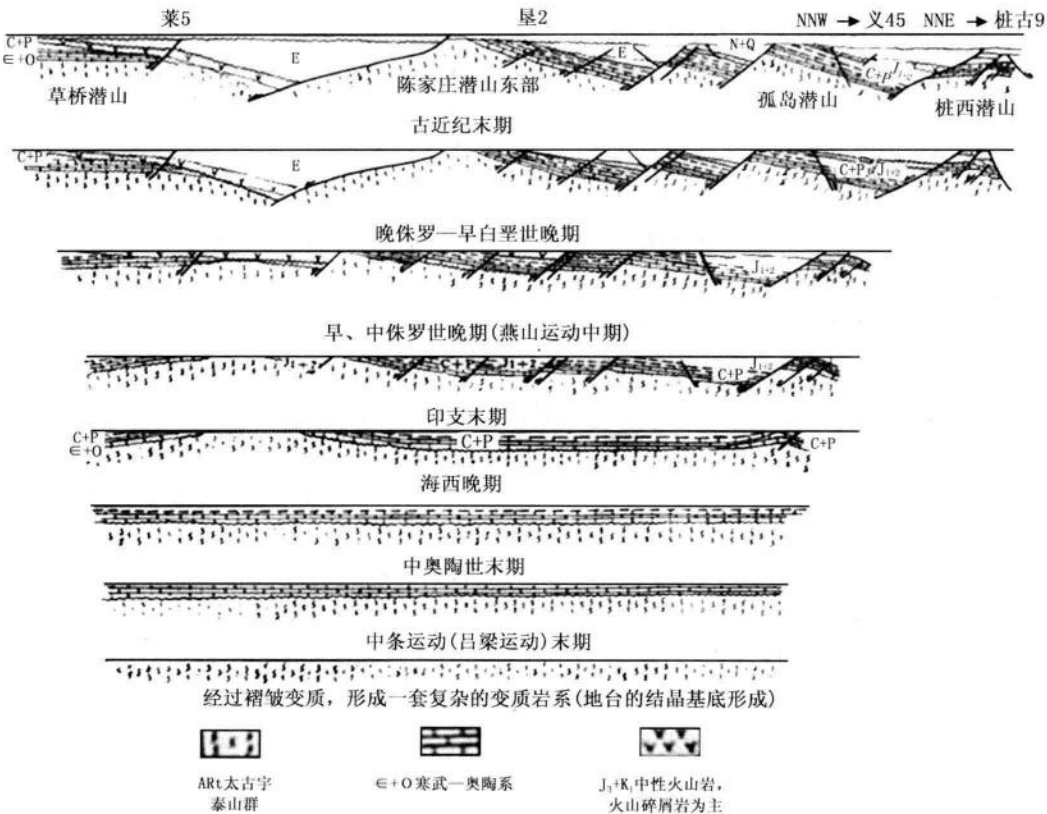


图 1-12 济阳拗陷构造发展阶段图（据王秉海，钱凯，1992）

1. 裂陷期

裂陷期是陆相断陷盆地发育的初始阶段，该阶段以强烈的断裂活动、岩浆喷发和快速充填沉积为主要特征。

作为华北地台的一部分，济阳拗陷经受了泰山、加里东、海西、印支等多期构造运动的