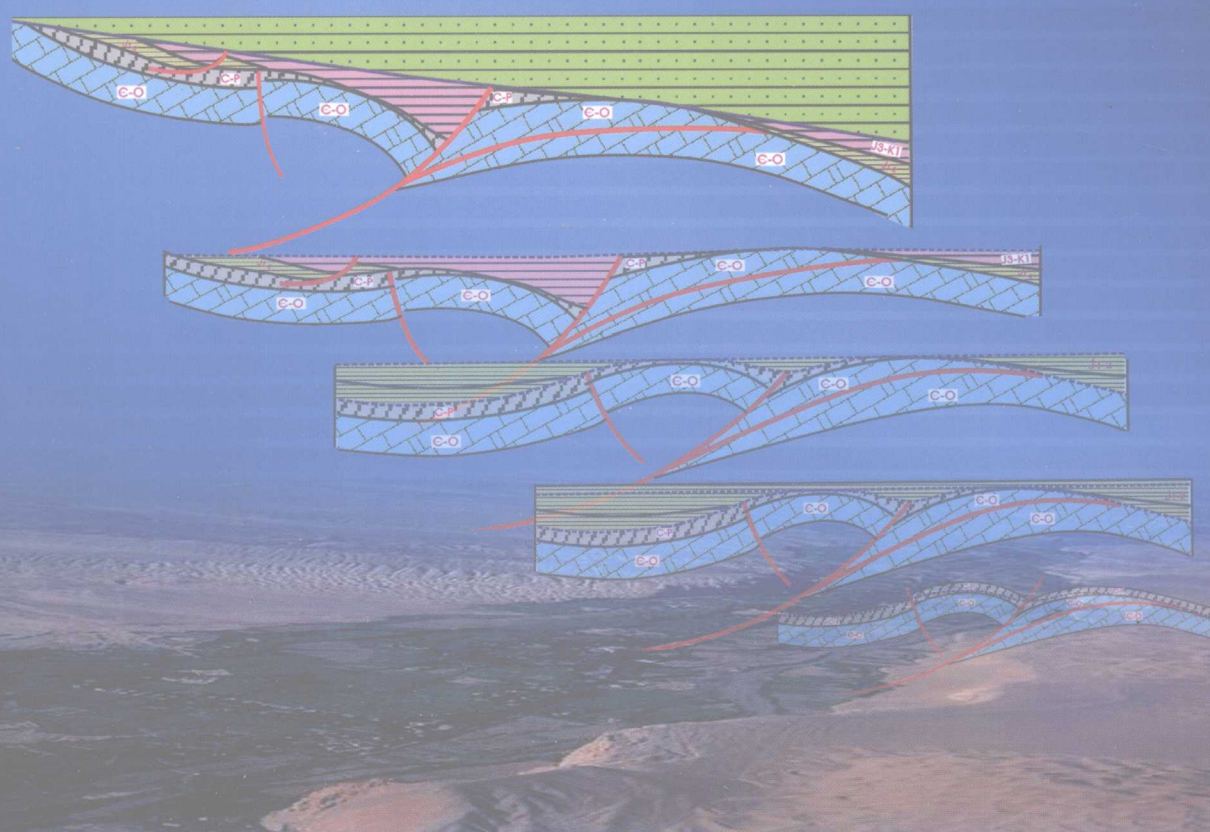


中国东部断陷盆地 中—新生代构造演化

——以济阳坳陷为例

于建国 韩文功 王金铎 著



石油工业出版社

中国东部断陷盆地中—新生代构造演化

——以济阳坳陷为例

于建国 韩文功 王金铎 著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书在详细介绍渤海湾盆地中—新生代大地构造背景的基础上,系统总结了济阳坳陷中生代的沉积特征,探讨了岩浆活动规律,分析了断裂系统及深层构造层序的构造样式,最后得出了济阳坳陷的构造演化史。

本书可供从事油气勘探的科研人员使用,也可作为大专院校相关专业师生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

中国东部断陷盆地中—新生代构造演化:以济阳坳陷为例 / 于建国等著.
北京:石油工业出版社,2009.6

ISBN 978-7-5021-7129-2

I. 中…

II. 于…

III. 新生代—构造盆地—研究—济阳县

IV. P548.252.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 068167 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) 64523694 发行部: (010) 64523620

经 销: 全国新华书店

印 刷: 石油工业出版社印刷厂

2009 年 6 月第 1 版 2009 年 6 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 15.75

字数: 400 千字 印数: 1—1000 册

定价: 90.00 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

从事济阳拗陷石油勘探多年，许多构造演化的问题需要与大家一起讨论和交流，本书在笔者多年积累和研究的基础上，查阅了国内外大量文献资料，系统总结了我国东部断陷盆地中—新生代构造演化的基本问题。

构造地质演化对于油气资源的勘探，就好像是人的哲学与人的思维和行动，构造地质研究是盆地油气勘探的灵魂。盆地构造研究更是一个很有意思的研究领域，从研究的探测手段、技术方法到解决问题的思路，都是非常的独特。研究工作是探究和创新的过程，需要有否定的勇气 and 创新的意志。许多专家、学者在对渤海湾盆地构造和油气关系的研究中做了许多理论性和基础性的工作，取得了丰硕的成果。本书本着从宏观科学问题出发的设想，希望给出真实反映济阳拗陷形成演化的认识。宏观的问题相对地理顺了、解决了，将有利于更准确地把握油气勘探的具体问题。因此，本书提出了渤海湾盆地（包括济阳拗陷）形成的动力机制这一重点关键科学问题。围绕这一主题，对以下几个方面进行了深入研究：①济阳拗陷及周边地区岩浆热事件，解决渤海湾地区成盆的深部动力学问题；②我国东部断裂系统与夷平面事件和济阳拗陷深层构造层序的构造样式，解决成盆过程中地壳应力场演化的问题；③济阳拗陷中—新生代沉积环境的时空演化，解决拗陷发展的外动力特征和油气成藏的作用机理的问题。

本书共分七章。第一章综述了渤海湾盆地中—新生代的大地构造背景。第二章根据钻井、录井及三维地震等资料，系统总结了济阳拗陷中生界不同组系的发育特征和相标志，探讨了中生代沉积环境的时空演化。第三章通过济阳拗陷及周边不同构造单元的岩浆岩产状及其活动强度、岩浆岩岩石学、岩石地球化学和同位素地球化学的分析，讨论了岩浆活动的时空分布特征及其构造控制因素、岩浆起源深度及其与莫霍面隆升的关系、不同序列构造—岩浆—热事件的岩石圈深部构造环境，研究济阳拗陷成盆的深部动力学背景。第四章以航磁、卫片、重力等资料为基础，结合地表地质与地震反射剖面等资料，介绍了济阳拗陷及其周边三个不同时期的夷平面和中—新生代构造断裂系统，讨论了区内的主要构造事件及其构造应力条件，解决地壳应力场的演化问题。第五章在介绍济阳拗陷深层构造样式成因类型的基础上，通过一系列针对性的剖面构造解释、分析工作，讨论了拗陷深层构造层序的构造样式，并进而探讨构造演化的动力学背景。第六章详细分析了济阳拗陷中生界的空间分布特征，结合前文对济阳拗陷及其周边地区岩浆热事件、中—新生代时期发育的构造断裂系统、华北山地地台期夷平面和济阳拗陷深层构造样式的研究，探讨了济阳拗陷中—新生代构造地质演化的历史。第七章介绍了采用构造模拟手段再现盆地构造形成的动力学机制的成果，包括岩石圈减薄数值模拟，典型伸展、挤压和走滑构造样式物理模拟，以及盆地深层构造数值模拟，并对东营凹陷采用曲率分析和应力分析，提出了深部一级和二级油气预测区。

本书在济阳拗陷及周边构造演化的深部动力学背景、地壳应力场的演化、拗陷深层构造样式成因类型等方面提出了许多新认识，对叠合盆地深层油气藏的勘探和开发具有重要意义。

(1) 盆地构造演化中, 盆地所在的地壳或岩石圈的垂向结构和物质组成的变化是盆地演化的决定性原因, 盆地所在的区域应力场特点和气候等地球外部层圈的作用是其演化的两个重要外因。热力学作用是造成渤海湾盆地及济阳坳陷地壳和岩石圈减薄、莫霍面上隆的主要动力学机制, 深部地幔物质大量上涌是岩石圈伸展减薄的重要驱动力, 包括济阳坳陷在内的渤海湾盆地是软流圈地幔对流上涌的产物, 中国东部渤海湾盆地属于“主动式”裂陷伸展盆地。

(2) 区内燕山早期广泛发育的埃达克岩, 代表地壳加厚, 以挤压造山构造环境为主; 燕山晚期岩浆活动以形成钾质岩为特征, 代表岩石圈减薄和伸展构造环境; 古近纪晚期以碱性玄武岩活动为主, 代表地幔上隆与地壳伸展, 为裂陷盆地发育阶段; 馆陶期之后, 岩浆活动减弱, 构造活动相对平衡, 济阳坳陷处于整体拗陷阶段。

(3) 郯庐断裂带是与太平洋板块 NW 向运动俯冲有关的 NW—SE 向主压应力场背景下, 沿着 NNE 剪切构造面发育的左旋走滑运动的断裂带, 其活动时限是在古新世—早始新世, 而不是目前所认为的中生代。

(4) 渤海湾盆地存在 NE 向的黄河断裂系和 NW 向的共轭断裂系统, 该系统主要是由于太平洋板块 NWW 向运动, 在渤海湾盆地及其周边形成近 E—W 向的区域主压应力场背景下, 沿着 NE 向和 NW 向共轭剪切面发育的右旋和左旋走滑构造, 其活动的时代是中始新世 (43Ma, 济阳运动) 后, 对渤海湾盆地的形成和盆地内潜山的形成和分布具有非常重要的制约作用。

(5) 济阳坳陷于印支期及燕山早期形成了 NW 向褶皱构造与逆冲断层、燕山中—晚期 NW 向断层发生构造反转、燕山晚期—喜马拉雅期构造阶段 NW 向断层停止活动并形成新的 NE 向断层。区域构造演化也同样经历了印支期及燕山早期挤压造山、燕山晚期走滑拉分、喜马拉雅早期伸展裂陷及喜马拉雅晚期整体拗陷等几个重要阶段。

(6) 中生代盆地时间演化和空间变迁具有一定的规律性, 下—中侏罗统主要发育于济阳坳陷中部, 晚侏罗世—早白垩世盆地可分为三个近 E—W 向箕状断陷盆地, 盆地范围扩大, 并受追踪张断裂控制, 晚白垩世盆地分布范围向北大大缩小, 主要受 NW 和 NEE 向张性断裂控制。

(7) 济阳坳陷内的大部分潜山是在始新世中期—渐新世形成, 为后成潜山。制约潜山形成的因素主要有两个: 一是近 E—W 向主压应力场背景下 NE 向右旋断裂系及其共轭的 NW 向左旋断裂系活动; 二是始新世中期—渐新世时期快速的潜山剥露作用和凹陷的较快速沉积作用。

在本书编写过程中, 得到了中国科学院杨长春研究员、夏斌研究员, 北京大学季建清教授, 中国地质大学任建业教授, 中国海洋大学李三中教授、郑建斌副教授的帮助, 特别是李丕龙、张善文等领导的大力支持, 在此谨表谢意。本书不仅对中国东部构造基础理论研究、油田生产和勘探部门的地质人员有重要参考价值, 也可作为相关基础地质研究人员和研究生学习的重要参考。

由于笔者水平有限, 书中不当之处在所难免, 敬请专家和读者批评指正。

目 录

第一章 渤海湾盆地中—新生代地质背景	(1)
第一节 中生代地层组成.....	(2)
第二节 中生代构造背景.....	(4)
第三节 新生代构造背景.....	(8)
第二章 济阳坳陷中生代沉积特征	(10)
第一节 济阳坳陷中生代地层发育特征.....	(10)
第二节 济阳坳陷中生界相标志和沉积相.....	(21)
第三节 典型地区单井沉积环境、沉积相分析.....	(30)
第四节 济阳坳陷中生界沉积环境时空演化.....	(33)
第三章 济阳坳陷及周边地区岩浆热事件	(35)
第一节 济阳坳陷中—新生代岩浆岩时空分布特征.....	(35)
第二节 济阳坳陷中—新生代岩浆岩特征及演化.....	(43)
第三节 不同时期区域岩石圈及地壳厚度估算.....	(67)
第四节 中—新生代岩浆岩对区域构造的指示意义.....	(76)
第四章 中国东部断裂系统与夷平面事件	(86)
第一节 中国东部断裂系统.....	(86)
第二节 济阳坳陷沉积不整合与夷平面事件.....	(105)
第五章 济阳坳陷深层构造样式及动力学特征	(109)
第一节 济阳坳陷深层构造层序格架与构造样式成因类型.....	(109)
第二节 印支运动时期深层构造样式及其动力学特征.....	(112)
第三节 燕山运动时期深层构造样式及其动力学特征.....	(129)
第四节 孔店—沙四期深层构造样式及其动力学机制.....	(153)
第六章 济阳坳陷中—新生代构造演化与盆地原型	(172)
第一节 济阳坳陷中生界空间分布.....	(172)
第二节 济阳坳陷中—新生代构造演化.....	(178)
第三节 济阳坳陷及邻区中—新生代盆地原型.....	(184)
第四节 济阳坳陷新生代断裂改造.....	(193)
第五节 济阳坳陷潜山形成.....	(197)
第七章 盆山演化与构造特征模拟	(206)
第一节 渤海湾盆地岩石圈减薄数值模拟实验.....	(206)
第二节 典型构造样式物理模拟.....	(211)
第三节 盆地深层构造数值模拟.....	(217)
第四节 东营凹陷基于曲率分析和应力分析的深层油气预测.....	(229)
参考文献	(235)

第一章 渤海湾盆地中—新生代地质背景

渤海湾盆地地处中国东部华北平原、下辽河平原和渤海湾，大致介于东经 114° ~ 124° 和北纬 35° ~ 42° 之间，地域涉及辽宁、河北、山东、北京和天津等省市，总面积约 $20 \times 10^4 \text{km}^2$ 。其大地构造位置属华北板块东部，东界为郯城—庐江断裂（简称郯庐断裂），南界为鲁西隆起，西界为太行山东缘断裂带，北界为燕山陆内造山带（图 1-1）。它是在鲁西型前寒武系结晶岩和华北克拉通盆地古生界碳酸盐岩及含煤碎屑岩组成的稳定地台基础上发展起来的中—新生代陆相断陷盆地，是我国新生代大型陆内含油气盆地之一。

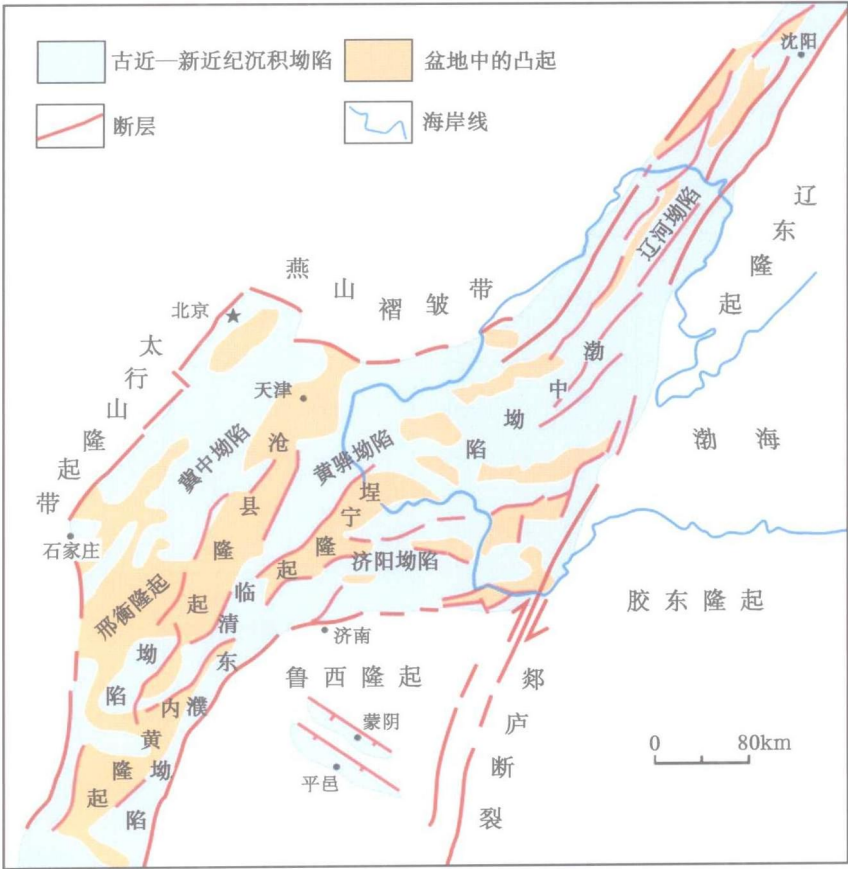


图 1-1 济阳拗陷构造位置图

渤海湾盆地内基本构造单元包括 7 个拗陷和 4 个隆起，即北部的辽河拗陷，中部的渤海中拗陷、济阳拗陷、埕宁隆起、黄骅拗陷、沧县隆起、冀中拗陷、邢衡隆起，南部的临清拗陷、内黄隆起和东濮拗陷。发育有几百米至近万米厚的新生代陆相沉积层，具有丰富的油气资源，目前已建成陆上辽河、黄骅（包括冀东）、冀中、济阳、东濮等油气勘探开发基地，是我国东部主要的油气产区之一。

第一节 中生代地层组成

渤海湾盆地潜山内幕地层由鲁西地块的基底、太古宇泰山群和古生界沉积层以及中生界沉积层组成。太古宇泰山群为巨厚的浅棕红色片麻岩（混合岩化黑云二长片麻岩和黑云斜长变粒岩）和角闪岩系；古生界与泰山群非整合接触，中间缺失元古宇。古生界包括下古生界海相寒武—奥陶系及上古生界海陆交互相石炭—二叠系。上古生界和下古生界之间为假整合接触，中间缺失上奥陶统一石炭统。中生界由侏罗系及白垩系组成，普遍缺失三叠系。山东省区域地质调查研究在鲁西北部紧邻济阳拗陷南部地区划分出孙家沟组、刘家沟组和二马营组，与二叠系石盒子组平行不整合接触，从下往上由底部砾岩、中部细砂岩、粉砂岩—粉砂质泥岩、浅褐色钙质粉砂岩、紫红色泥岩组成，含大量的轮藻化石。中—下侏罗统与上侏罗统一白垩统之间为角度不整合接触。上白垩统与上侏罗统一白垩统之间为微角度不整合。

以下以济阳拗陷邻区中生界作为区域地层参照（表 1-1）。

表 1-1 渤海湾盆地各拗陷沉积建造及其层间接触关系

地层	北京	南堡	冀中	天津西	临清	济阳	构造环境	变形期 与构造层	
E							挤压造山		燕山末
K ₂	土井子组	唐海组	无极组	无极组	马头组	王氏组	造山带崩塌、 拉伸	K ₂	上层
							走滑—挤压 造山		燕山晚
K ₁	青石砬组	石臼砬组	丘成组 (丰台组)	津西组	丘成组	西洼组（青 山组）	总体挤压， 局部拉张	J ₃ K ₁	中层
	南店组		临西组 (芦沟桥 组)						
	花吉营组				临西组				
	西瓜园组								
J ₃	大北沟组	上侏罗统	辛庄组			蒙阴组（分 水岭组）			燕山中
	张家口组								
	白旗组								
J ₂	后城组	涧河组				三台组 (汶南组)	挤压造山	J ₂	下层
	髻髻山组								
	九龙山组								
J ₁	下花园组	南堡组	窑坡组	下花园组		坊子组	局部拉伸或 中性	J ₁	燕山早
	南大岭组								
T ₃	杏石口组						造山带崩塌、 拉伸	T ₃	印支晚
T ₁₊₂	二马营组			中 下 三叠统	二马营组	二马营组 刘家沟组 孙家沟组	挤压造山	T ₁₊₂	印支早

一、中一下三叠统

中一下三叠统残留地层主要分布在渤海湾地区西南部的临清拗陷和黄骅拗陷南部的古近纪断陷内。临清、开封拗陷的中一下三叠统岩性以紫红色砂泥岩为主，并含有可以与盆地周边地区出露的刘家沟组、二马营组对比的轮藻和孢粉化石。黄骅拗陷南部和冀中拗陷西北部的中一下三叠统以红色碎屑岩为主，无化石，以前作为上二叠统石千峰组，还有济阳拗陷南部以往也划为上二叠统石千峰组。考虑到这套地层的岩石特征，认为与京西出露的中一下三叠统双泉组相当（漆家福等，2003），故提出在淄博附近和埕北局部地区存在该套地层，称为孙家沟组、刘家沟组和二马营组。

二、中一下侏罗统

渤海湾地区中部的一些古近纪断陷内部和斜坡上残留有成片分布的中一下侏罗统，如冀中拗陷西部斜坡、黄骅拗陷南部的凹陷内部和埕宁隆起北部斜坡、济阳拗陷北部的车镇—沾化凹陷、埕北凹陷、昌潍拗陷内部和斜坡边缘、渤中拗陷北部及冀东地区等。其岩性以含煤碎屑岩为主，可以与广泛分布于燕山—辽西地区的中一下侏罗统煤系地层进行对比，但“煤层”所占比例明显减少，暗色泥岩成分明显增多（漆家福等，2003）。

三、中侏罗统三台组

公认的三台组分布在淄博—章丘一带，在济阳拗陷内，其分布范围与坊子组一致，两者为假整合接触关系。在济阳拗陷孢粉含量丰富，产 *Conuerrucosisporites*—*Maculatisporites* 孢粉组合，此孢粉组合面貌与坊子组相近，不同的是三角块瘤孢属、斑纹孢属等发育，这是鄂尔多斯盆地延安组和直罗组的常见分子，所以，将三台组的时代定为中侏罗世。

在济阳拗陷内，该组分上、中、下三部分：上部为紫红色、灰色砂泥岩互层，中部为深灰色紫红色砂岩、泥岩互层，下部为灰色泥岩不等厚互层，地层中可见云煌岩脉。地层识别标志整体以红色为主，代表干热气候，岩石普遍较细，如孤古 13、桩古 21 井。埕岛地区的钻井中有凝灰质砂岩。

蒙阴盆地内曾将一套厚约 130m，具交错层理的紫红色砂砾岩、砂岩夹紫色、黄绿色、灰黑色砂页岩与泥岩的河流相沉积称为蒙阴组汶南亚组（山东省区域地层表编写组，1978），置于坊子组之上，相当于淄博、章丘一带的三台组。陈丕基等（1980）根据在蒙阴盆地发现的叶肢介化石改称这套沉积为汶南组，归之于下侏罗统上部。胜利油田关于中生界的研究中，曾经采用过该套地层划分方案。从岩石地层学上看，汶南组应与淄博一带三台组相近，另外，汶南组中产丰富的克拉松粉，它反映的是干热气候。汶南组岩石的颜色以紫红色为主，也反映当时气候炎热，氧化性强。三台组虽无化石，但在岩石地层中反映出相同的气候条件。其中岩石颜色也以红色为主，反映的也是强氧化环境。从地层层序的对比来看，二者亦应属相同或至少相近的层位。因此，汶南组与三台组是同一套地层，属于同物异名，据优先律原则，采用三台组一名，其时代归于中侏罗世。

四、上侏罗统（下白垩统）分水岭组

该地层组在鲁西南区的蒙阴、莱芜一带出露最好。鲁西南的蒙阴组地层含义已经变化，该名称已逐渐为学术界所废弃，其中的原分水岭亚组和原汶南亚组升格为分水岭组和汶南组（济阳拗陷为三台组）。因此，蒙阴组宜称之为分水岭组。

该组可分上下两部分，上部为灰、灰紫色泥岩、砂质泥岩、泥质砂岩不等厚互层；下部为灰杂色砾岩、细砂岩与灰紫红色泥岩不等厚互层。

产叶肢介化石 *Eosestheria*，鱼化石 *Lycoptera*，软体动物 *Probaicalia*，*Sphaerium*，

Mengyinaia mengyinensis, 孢粉化石组合为 *Classopollis*–*Cycadopites*–*Schizaeaceae*, 裸子植物花粉占优势 (占 89.3%)。其时代大致可与鄂尔多斯盆地上侏罗统安定组比较, 与辽西义县组、九佛堂组所产化石在总体面貌上一致, 可纳入热河生物群。热河生物群的时代长期以来有争议, 现占主导地位的意见是归于早白垩世, 考虑到华北地块区域上中、晚侏罗世之间为燕山主期构造幕的构造背景, 本区可能缺失晚侏罗世地层, 因此将分水岭组暂时归为早白垩世为妥。目前, 由于资料有限, 也没有确凿的证据来证明本区缺失晚侏罗世地层, 因此, 在本书中仍然保留油田的方案, 暂将分水岭组归于上侏罗统。

五、下白垩统西洼组

西洼组是陈丕基等 (1980) 根据鲁西南蒙阴县城西洼剖面命名的。济阳拗陷的西洼组以中基性喷出岩为主, 不见酸性产物, 呈 NW 向展布, 分上、中、下三部分。上部灰色凝灰质砂泥岩不等厚互层, 中部为灰色、杂色凝灰质砂岩, 下部凝灰岩及杂色砾岩不等厚互层。

济阳拗陷西洼组所产的 *Cicatricosisporites*–*Classopollis* 孢粉组合中未见被子植物花粉, 以裸子植物占优势, 蕨类次之, 其中 *Classopollis* 含量最高。相当的孢粉组合在蒙阴地区西洼组及莱阳地区莱阳组也有发现。介形类以 *Cypridea* (C.) *mengyinensis* 为主。叶肢介化石虽仍以 *Eosestheria* 为主, 但出现了 *E. cf. middedorffii*。以上化石均显示了早白垩世的特征 (李守军, 1998)。因为 *C. (C.) mengyinensis* 化石层分子在鲁西南蒙阴地区是产在西洼组的中部至中下部, 而在济阳拗陷垦利孤东地区却位于西洼组顶部火山岩系之上的一套红色火山碎屑岩中, 同时出现的还有早白垩世常见的 *Flabellochara* sp., 所以可以推断, 济阳拗陷的火山喷发结束期早于鲁西南区。

六、上白垩统王氏组

山东王氏组的标准地点在莱阳王氏村, 广泛分布于胶莱拗陷之内, 为一套红色为主的陆相碎屑沉积, 厚度达 2000m, 含 *Tanius*、*Talicyprida*、*Cypridea* (*Pseudocypridina*) *gigantea* 等晚白垩世标准化石。因此, 王氏组的时代应该属于晚白垩世 (李守军, 1998)。

渤海湾盆地区上白垩统零星分布在冀中拗陷、黄骅拗陷北区和济阳拗陷内部及其边缘地区, 与邻区出露地表的相应地层可以对比。在济阳拗陷林樊家地区钻井过程中, 钻遇了一套红色砂、泥岩和砾岩层夹含泥膏岩, 揭开了顶部 200 ~ 300m, 未见底。据地震反射资料, 向下数千米无反射层。已钻穿的地层被称之为“王氏组” (胜利油田石油地质志编写组, 1993)。这套地层与胶莱拗陷的王氏组一样, 为典型的陆相河湖碎屑沉积。

第二节 中生代构造背景

现今大量研究表明, 在结构复杂的板块内部的盆地演化多受挤出构造控制。挤出构造基本含意是指刚性压头前沿的变形被断裂围限的块体在垂直于刚性压头位移方向的侧向运动所取代, 形成走滑断裂及侧向挤出的几何学、运动学特征 (曾佐勋等, 2001)。具有复杂大陆地壳结构的华北板块在中—新生代期间与世界其他陆内挤出构造控制的盆地一样, 也表现出受这种挤出构造的制约。挤出构造的发生发展可通过盆地中的沉积岩相分布、沉积范围及其变迁规律得以揭示。

早—中三叠世时期, 华北板块上形成的盆地主要为鄂尔多斯盆地, 分布于鄂尔多斯、南北华北西部及太行山一带, 为开阔的内陆拗陷湖盆, 岩相为北粗南细, 厚度北薄南厚, 沉积中心偏南; 晚三叠世三角形的阿拉善地块在 NS 挤压力的作用下向东逃逸 (吴奇之等, 1997),

在鄂尔多斯西缘出现前陆盆地雏形，太行山逐渐抬升，盆地范围缩小（图 1-2）。济阳拗陷在华北克拉通的东部，印支末期，华北板块与扬子板块 N—S 向最终汇聚挤压，其作用波及华北板块内部，形成了一系列 NWW 向至近 E—W 走向的宽缓褶皱为主的构造样式。

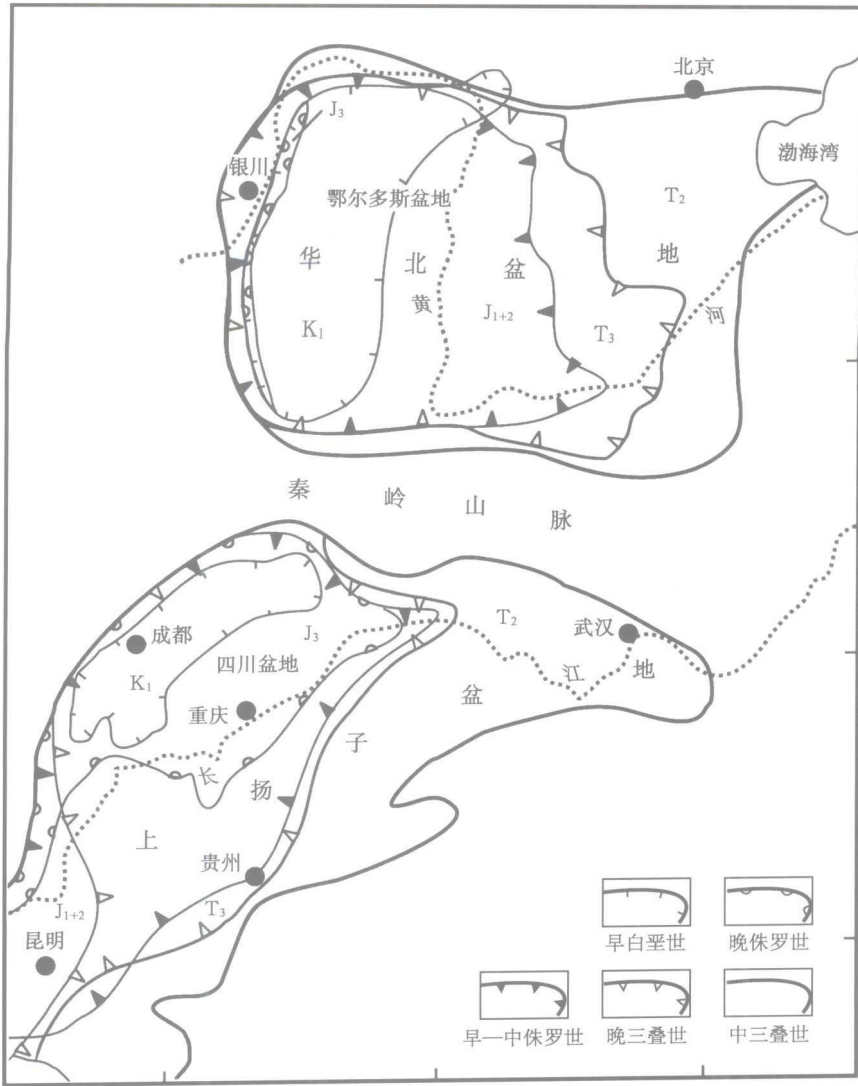


图 1-2 鄂尔多斯、四川盆地演化过程示意图（据赵重远，1990）

早侏罗世早期，中国西南为班公湖—怒江和雅鲁藏布江两个海域，在中国东北存在与三叠纪相比明显变浅的那丹哈达岭海槽。此时，中国北部阴山—燕山造山带业已强烈挤压和收缩，中国的两个主要板块——扬子板块和华北板块也已碰撞，但在西南部中特提斯构造域和东南部滨太平洋构造域的共同作用下，仍在进一步发生陆内俯冲变形。这种构造背景正如现今印度板块楔入欧亚板块导致安拉脱利亚地块和印支地块的挤出一样，当时也使得华北与扬子板块中的一些三角形地块在 NW—SE 向的挤压作用下，分别发生了向 NE 和 SW 的逃逸（图 1-3），形成了走滑逃逸盆地群（图 1-4）。该盆地群由在地块不同部位同时发展的拉分盆地、断陷盆地和拗陷盆地或前陆盆地组合而成。拗陷盆地或前陆盆地往往形

成于三角形块体受阻的前缘，如合肥盆地和鄂尔多斯盆地，一直延至早白垩世，下、中侏罗统南厚北薄，由南向北超覆。走滑拉分盆地往往形成于三角形块体的两侧或中部。断陷盆地往往形成于三角形块体的后缘或内部老构造带或古隆起部位，如石拐子、京西、滦平、赤峰、本溪、北票等小型断陷盆地（图 1-4）。

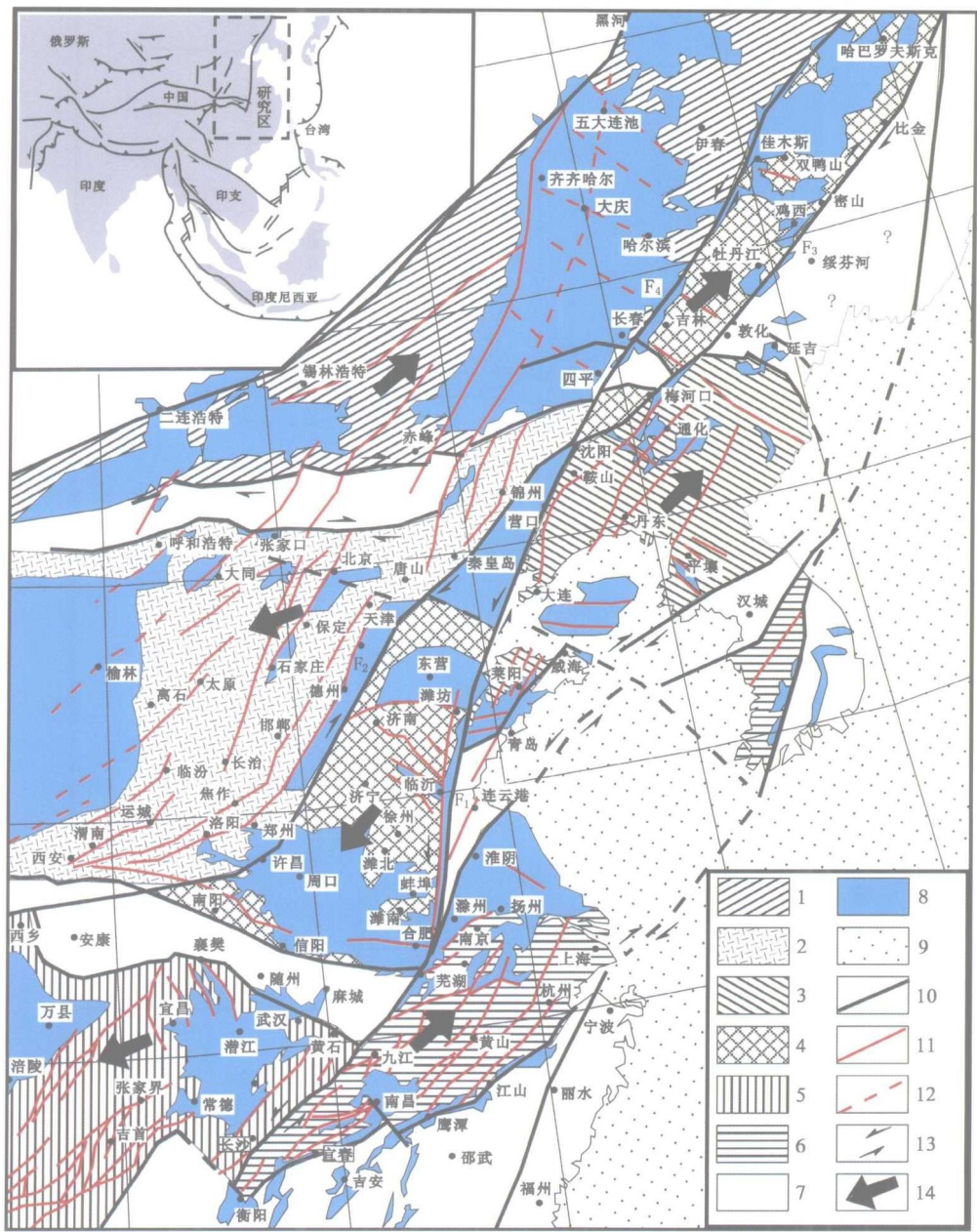
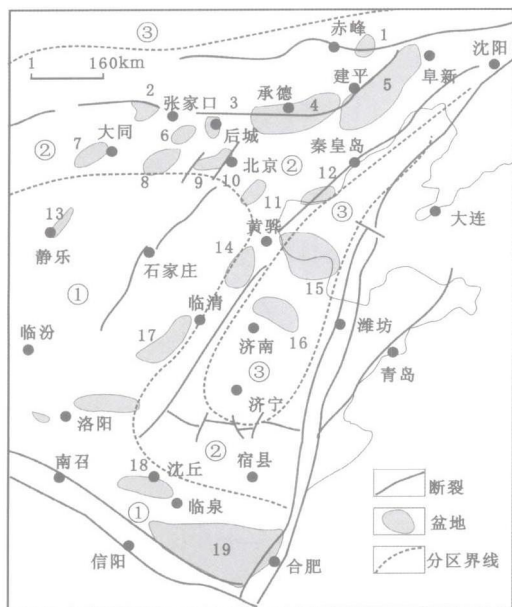


图 1-3 中国东部中生代地块逃逸构造图

1—二连—松辽地块；2—晋冀—鄂尔多斯地块；3—胶北—辽东—吉南地块；4—渤海—鲁西地块（南）或辽北—佳木斯地块（北）；5—中上扬子地块；6—下扬子—南黄海地块；7—造山带；8—中生代盆地；9—海域；10—地块或造山带分界断裂；11—一般断裂；12—推断断裂；13—走滑方向；14—地块逃逸方向；F₁—郯庐断裂；F₂—兰考—聊城—盐山断裂；F₃—敦化—密山断裂；F₄—依兰—舒兰断裂



A. 早—中侏罗世



B. 晚侏罗世—早白垩世

图 1-4 渤海湾盆地及邻区盆地类型与分区 (据杜旭东等, 1999, 略改)

盆地编号及名称: A 图: 1—敖汉旗, 2—尚义, 3—后城, 4—承德, 5—北票—建昌, 6—下花园, 7—大同, 8—蔚县, 9—京西, 10—北京, 11—武清, 12—南堡, 13—彭乐, 14—东光, 15—黄河口 曲堤, 16—淄博, 17—济源 临清, 18—沈丘, 19—合肥; B 图: 1—陆家堡, 2—哲中, 3—双辽, 4—张强, 5—铁岭—昌图, 6—赤峰—元宝山, 7—平庄, 8—建昌 喀佐, 9—阜新, 10—下辽河, 11—水泉, 12—花吉营, 13—凤山, 14—滦平, 15—北京, 16—大厂, 17—葛渔城, 18—黄骅, 19—五号桩, 20—惠民—东营, 21—东光, 22—饶阳, 23—石家庄, 24—临清, 25—沂源, 26—莱芜, 27—蒙阴, 28—平邑, 29—郯庐断裂中段, 30—莱阳, 31—汶泗, 32—巨野, 33—济宁, 34—商丘, 35—宿县, 36—泗县, 37—合肥—横昌, 38—霍山, 39—晓天, 40—义马, 41—济源, 42—沈丘, 43—临泉, 44—阜阳, 45—瓦穴子, 46—南召, 47—白湾, 48—汝南, 49—任店; ①挤压挠曲 (拗陷) 盆地发育区; ②走滑—拉分盆地发育区; ③拉张断陷发育区

中—晚侏罗世, 正是中国东部构造转折阶段, 中侏罗世末期强烈的构造运动和大规模的 NE 向构造开始形成。中—晚侏罗世的沉积作用基本上仍然集中于华北北部的燕山、大别山北麓地区一带, 表现为山间和山前磨拉石沉积和强烈的火山活动。这种类型的盆地在两侧分别表现为同造山或造山后缘的拉张, 并且强烈地改造了先期盆地的沉积特征。华北北部盆地总体表现为长轴以 NE 向为主, 覆盖和破坏了三叠纪—早侏罗世的盆地, 而南华北地区盆地分布具有与造山带走向相一致的特征。白垩纪和晚侏罗世盆地叠加于中—晚侏罗世形成的向北冲断的盆地基底构造带上。

华北地区大量缺失上白垩统, 只是在个别盆地中能见及。如河北丘县冀参五井上白垩统厚 1915 ~ 2055m、临六井上白垩统厚 3032 ~ 2190m。主要岩性为砖红色细砂岩、中粒砂岩夹泥岩。鲁西地区一些断陷盆地内也有上白垩统河湖相沉积。地壳开始向冷却、收缩方向转化, 在此转变阶段, 地壳构造运动暂时处于停顿状态, 标志着拉分盆地的消亡。

白垩纪虽然存在一个短暂的红层沉积时期, 但也不排除一些盆地如合肥盆地以及周口盆地、鲁西盆地等具有含油层系, 渤海湾盆地基底等也应该有一致的红层沉积。总体上, 此时期的沉积和剥蚀状态反映了华北地区的抬升以及边缘构造带的总体抬升, 如太行山、大别山、燕山造山带等此时的隆升。

第三节 新生代构造背景

中国东部及邻区在新生代进入了以太平洋板块向欧亚大陆岩石圈板块俯冲碰撞作用阶段，由此而引起的岩石圈与软流圈的相互作用所导致的陆内伸展扩张是中国东部的构造—热事件，并形成了包括渤海湾盆地、南黄海盆地和东海盆地等在内的一系列大型伸展盆地（图 1-5），它们是中国东部陆缘扩张所致（陈国达，1997）。

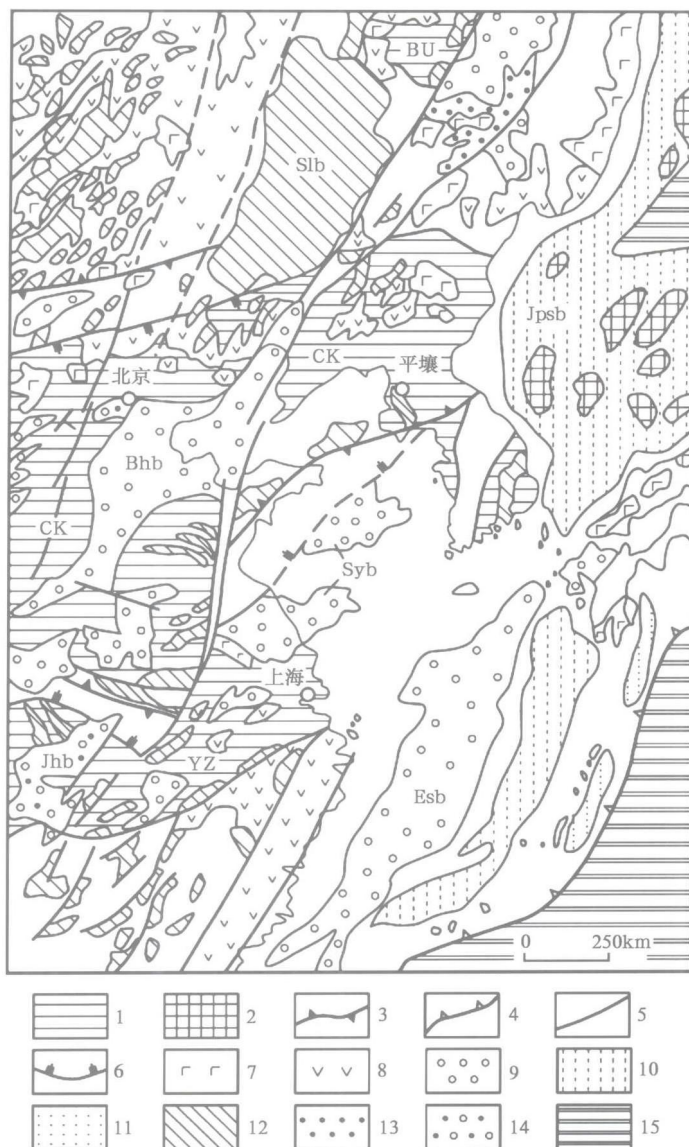


图 1-5 中国东部及邻区中 新生代盆地及其板块构造背景

1 地块和微地块；CK—中朝地块，YZ—扬子地块，BU 布列亚微地块；2 陆壳残片；3 中生代缝合带；4 新生代俯冲带；5—区域性断裂；6—逆掩断层；7—新生代火山岩；8 中生代火山岩；9—新生代伸展盆地；Bhb—渤海湾盆地，Syb—南黄海盆地，Esb—东海盆地；10—新生代弧后盆地；Jpsb—日本海盆地；11—新生代海沟；12—白垩纪断陷盆地（群）；Slb—松辽盆地；13—中生代断陷盆地；14—中生代拗陷盆地；Jhb—江汉盆地；15—洋壳

华北板块与华南板块在新生代虽已形成了统一的板块，但内部构造变形特征仍然具有明显的区域块体特色。渤海湾盆地新生代构造和沉积中心迁移表现得极为明显，主要表现为自西往东、自南往北。其中古近纪表现为南部不断抬升，尤其是鲁西隆起，构造活动和沉积中心逐渐往北迁移，即自惠民向东营、沾化、渤中迁移。新近纪因太行山脉的不断隆起，构造和沉积中心自冀中向黄骅及渤中迁移。这种迁移与整个东亚构造的迁移密切相关，并且渤海湾盆地新生代以来始终处于地壳减薄区。

界岩性比较复杂，变化较大。本区大面积缺失三叠系，侏罗系和白垩系为中生界主要构成地层。因受后期块断升降作用的影响，区内残留中生界主要分布于各凹陷及凸起斜坡，凸起部位大都剥蚀，其中坊子组、三台组和西洼组分布较广，分水岭组和王氏组则分布局限。济阳拗陷各凹陷今构造格架是北断南超的箕状凹陷，展布方向为北西。以断层为界，下降盘是断洼，上升盘是断隆，地层呈区域性北东向倾没。因此总体上看，中生界的横向分布特征一般都显示了NW向成带分布的特点。如车镇凹陷东部、沾化凹陷东部、惠民凹陷东部和东营凹陷东部均表现出NW向展布的特征。但是在沾化西部、惠民凹陷西部和东营凹陷的利津洼陷则表现出NE或NEE向展布的特征。

济阳拗陷中生界岩性、孢粉化石组合和识别综合列于表2-1。下面对各组地层的特征和识别标志分别予以描述。

表 2-1 济阳拗陷中生界不同组系地层发育特征

地层	残余厚度 (m)	主 要 岩 性	孢粉化石组合	识 别 标 志
坊子组	90 ~ 330	灰色砂岩、含砾砂岩、细砂岩与灰色—深灰色泥岩、泥质砂岩互层，下部含有黑色、暗色煤层和碳质泥岩层，红色岩性存在，但极不普遍	石松孢粉属、四字粉属及斑点凹边瘤面孢属	顶部砾岩和底部煤系地层或黑色碳质泥岩。红层仅局部发育
三台组	240 ~ 470	紫红色、灰色砂泥岩、深灰色、紫红色砂岩、含砾砂岩、泥岩互层	与坊子组相似，但三角块瘤孢属、斑纹孢属特别发育	红色—杂色地层。总体上具“砂泥互层”沉积特征，粒度较坊子组稍细
分水岭组	370 左右	紫红色砂岩、灰色砂质泥岩、泥质砂岩、泥岩及砾岩和含砾砂为特征，夹有少量安山岩、玄武岩、煌斑岩	内环粉属、苏铁粉属及海金砂科	红色地层。底部大套厚层砾岩、含砾砂岩。岩性剖面总体上呈现“砂砾包泥”特征
西洼组	150 ~ 860	紫色的安山岩、灰色玄武岩与杂色砾岩、砂岩、泥岩互层，为火山岩及火山碎屑岩建造	无突肋纹孢粉属、两环粉属	红色、杂色地层。以大套中基性火山岩及火山碎屑岩为特征
王氏组	分布局限 200 ~ 300	紫色泥岩、砂岩、粉砂岩及紫红色粉砂质泥岩为特征，夹有蓝灰色泥岩	希指厥孢属、皱极粉属、鹰粉属组合	

1. 中—下侏罗统坊子组

坊子组区域残余厚度 90 ~ 330m，最大残余厚度 900m，如桩古 19 井的坊子组残余地层厚 740m 左右。岩性主要为灰色砂岩、含砾砂岩、细砂岩与灰色—深灰色泥岩、泥质砂岩互层。总体上分为上、下两部分。上部为灰、深灰色、杂色砂砾岩夹泥岩、白云质泥岩；下部为灰、深灰色砾岩、砂岩、灰质砂岩及煤层（图 2-2）。含煤层数不等，少则不见煤层，如大古 23 井和大古 60 井只含碳质页岩层；多则煤层可达 14 层，如罗古 1 井。埕北 304 井、埕北 305 井、埕北 306 井、埕北 30 井、桩古 45 井、桩古 39 等井的煤层约 3 ~ 5 层。局部夹有凝灰岩、安山岩和玄武岩。黑色泥岩中含有丰富的孢粉化石。主要孢粉化石组合为石松孢粉属、四字粉属及斑点凹边瘤面孢组合。为潮湿气候下的含煤陆屑建造。砂砾岩为块状，电性呈梳状中高阻值；河流—河漫沼泽沉积组合含有丰富的煤层和煤系地层，煤层测井曲线比较复杂。如煤系地层在自然电位曲线上没有明显的响应，基本与泥岩一致，视电阻率为低阻，在其他测井曲线上为高伽马、低密度和高电阻特征。