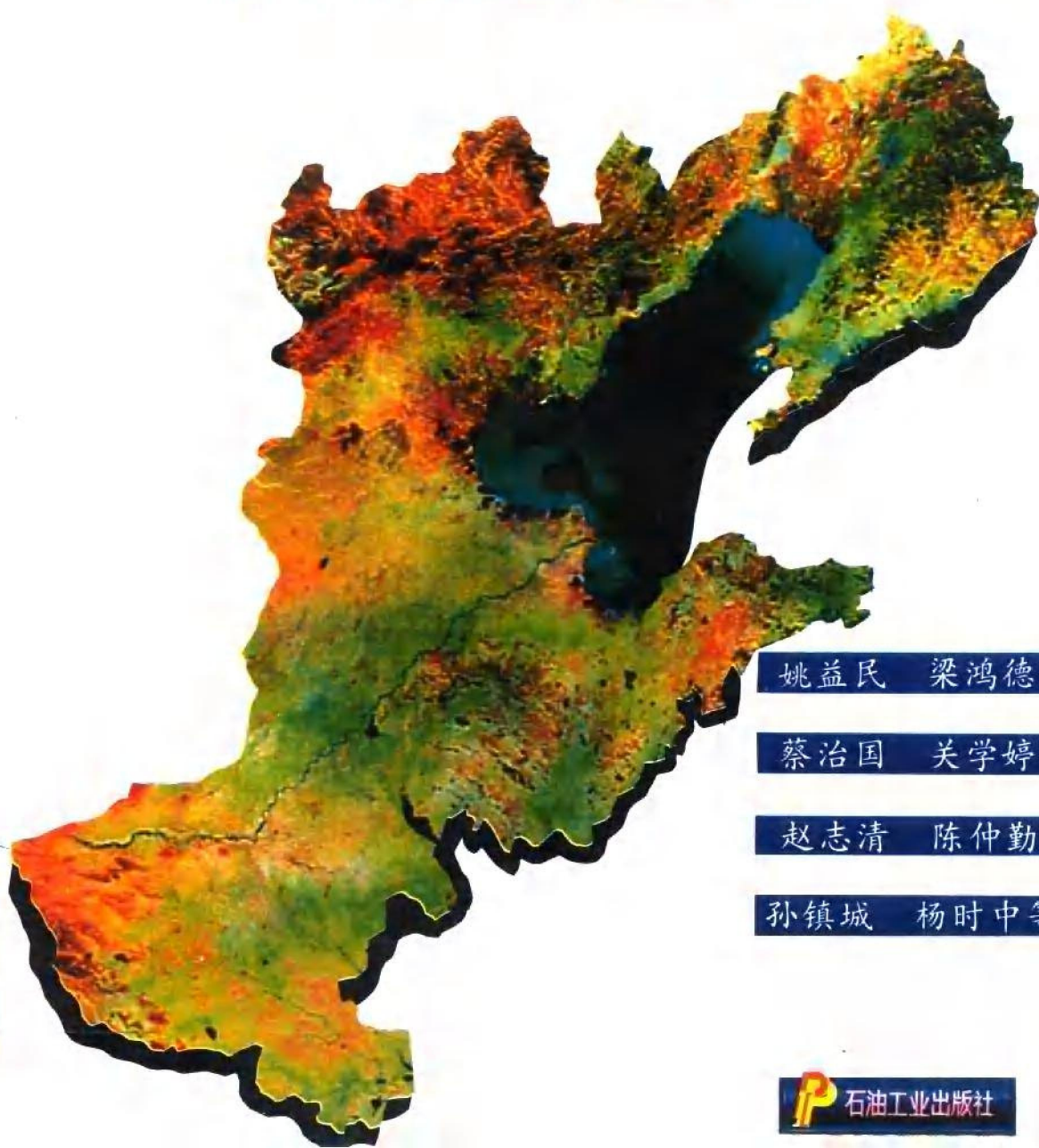


中国油气区第三系

(IV)

渤海湾盆地油气区分册



姚益民 梁鸿德

蔡治国 关学婷

赵志清 陈仲勤

孙镇城 杨时中等 著

 石油工业出版社

登录号	086994
分类号	P618.130.2
种次号	093-4

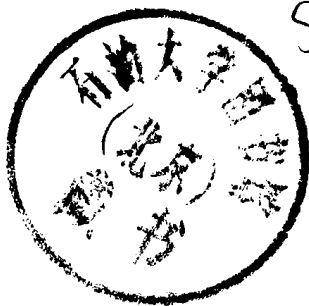
中国油气区第三系

(IV)

渤海湾盆地油气区分册

姚益民 梁鸿德 蔡治国 关学婷 赵志清

陈仲勤 孙镇城 杨时中 等著



石油工业出版社

(京) 新登字 082 号

《中国油气区第三系》分册目录

TERTIARY IN PETROLIFEROUS REGIONS OF CHINA

Contents

第一分册	总论	Volume I	Introduction
第二分册	西北油气区分册	Volume II	The Northwest Region of China
第三分册	东北油气区分册	Volume III	The Northeast Region of China
第四分册	渤海湾盆地油气区分册	Volume IV	The Bohai Gulf Basin
第五分册	鄂豫皖油气区分册	Volume V	The Hubei-Henan-Anhui Region
第六分册	东南油气区分册	Volume VI	The Southeast Region of China
第七分册	滇桂油气区分册	Volume VII	The Yunnan-Guangxi Region
第八分册	南海北部大陆架油气区分册	Volume VIII	The North Continental Shelf Region of South China Sea

中国油气区第三系
(IV)

渤海湾盆地油气区分册

姚益民 梁鸿德 蔡治国 关学婷 赵志清
陈仲勤 孙镇城 杨时中 等著

*

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

石油工业出版社印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 15 $\frac{3}{4}$ 印张 384 千字 印 1-1000

1994 年 12 月北京第 1 版 1994 年 12 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-1049-6 / TE · 976

精装定价: 34.00 元

平装定价: 24.00 元

《中国油气区第三系》编辑委员会

顾 问 郝诒纯 史训知
主 任 曾宪义 石宝珩
副主任 关德范 叶得泉 孙镇城 罗春熙
委 员 钟筱春 杨 藩 姚益民 张师本
唐文松 赵秀兰 蒋仲雄 赵传本
杨时中

责任编辑 马 纪

封面设计 刘刚毅

正文设计 高丽娜

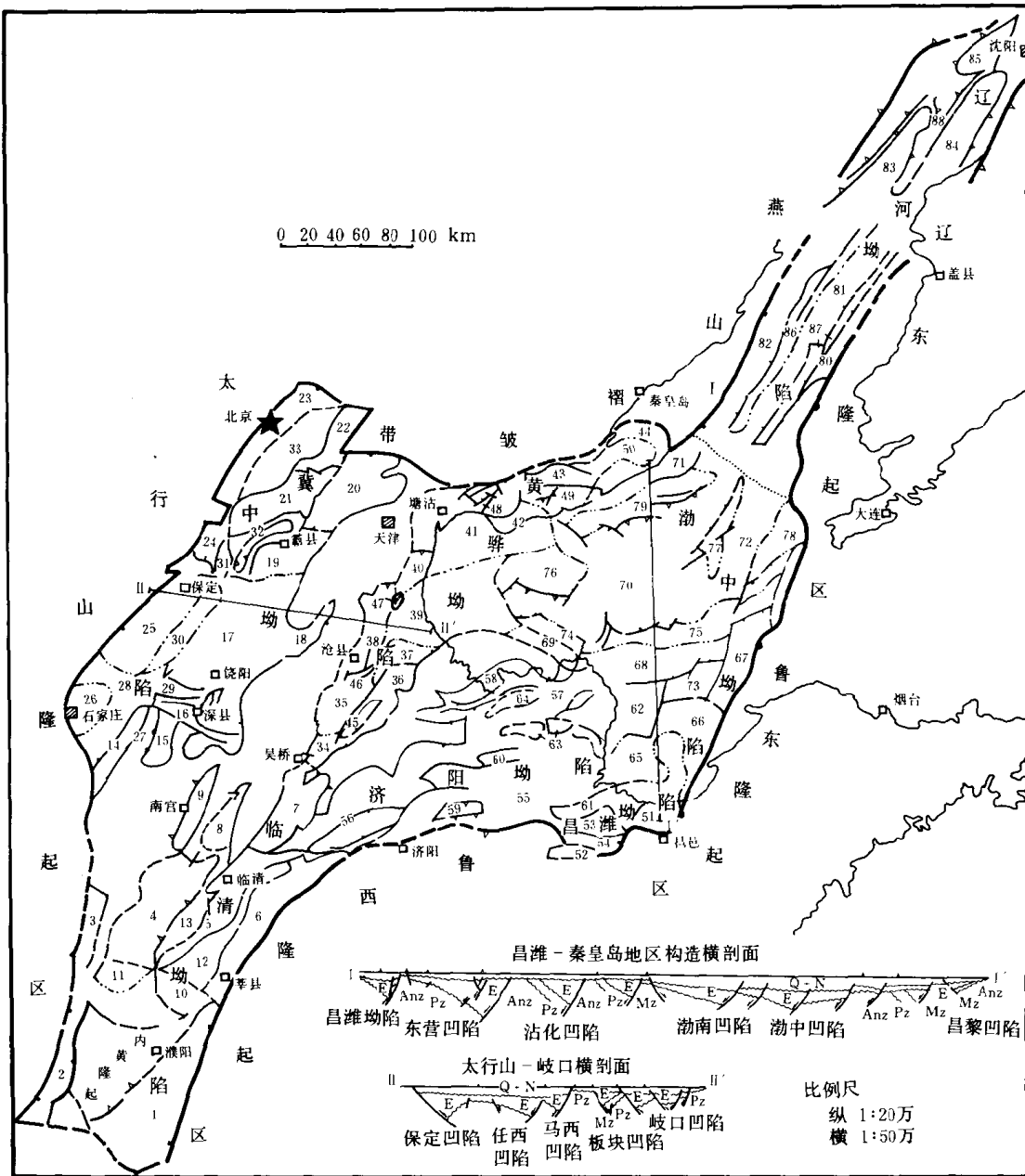
前 言

渤海湾盆地位于我国东部渤海海域及其沿岸，地跨辽宁、河北、河南、山东和北京、天津等省、市，北至沈阳，南近开封，西到北京—石家庄一线，东达潍坊—营口一线，外围环以燕山、太行山、鲁西和胶辽山地。南北长 2600km，东西宽 1200km，总面积达 20 万 km²。构造上，渤海湾盆地处于中朝陆块的东部，三叠纪印支运动后，发生了巨大的变化。中生代至新生代早第三纪形成了若干大陆板内裂谷盆地及盆间隆起。其中，大型的有辽河、渤中、黄骅、冀中、济阳和临清等六个拗陷或断陷(见图)。由于差异块断裂陷活动，又造成了若干个次一级的断裂凹陷及凸起。晚第三纪才开始整体沉降。这一构造格局的发展直接控制了生、储、盖岩系的发育和油气的聚集。盆内新生代地层最大厚度超过万米，油气资源极为丰富。

整个第三纪期间，渤海湾盆地经历了数次大的相对沉降和回返上升，形成了多种有利于油气生、储和运移的岩相及通道，常见的有：干旱气候条件下沉积的蒸发岩相；受咸化环境影响而局部出现的礁灰岩相；受古湖盆地形控制而分布的深水泥质岩、浊积岩、水下扇、河流三角洲和碳酸盐岩相以及围绕着区域地层剥超而形成的不整合面。所有这些都为渤海湾盆地提供了丰富的油藏类型。其中与第三系生物地层学有关的地层、岩性油气藏占有相当的比重。在纵向序列中，地层油气藏多形成于生油层上、下的不整合面附近；岩性油气藏则常发育于被生油层封堵的碎屑岩或碳酸盐岩储层中。在横向序列中，由于盆地基底的差异块断和扭转沉降，地层油气藏多集中于低隆起和陡坡超覆带或缓坡剥超带，尤其和水进岩相系列有关；岩性油气藏则主要分布于盆边及盆内洼陷中。

油气勘探，特别是上述非构造油气藏的勘探，离不开生物地层的研究，即离不开正确的地层划分、对比和岩相古地理的再造，而后者又必须基于全区性的第三纪生物群、古生态和标准剖面等项基础资料之上。渤海湾盆地各油田在第三系的研究方面已经做了大量工作，并取得了重要的成果，但也经历了一番艰苦的历程。

早在 50 年代，李四光教授就指出中国东部的新华夏复式沉降带有含油远景。1955 年，地质部、石油工业部和中国科学院组成了石油普查委员会，在华北展开了以重力、航磁、电法和地震为主要手段的石油调查。1956 年，石油西安地质调查处华北钻探大队(后为华北石油勘探处)与石油科学研究院，分别在豫、冀、鲁进行了华 1 至华 8 等八口基准井的钻探和包括古生物地层工作在内的井下岩样分析化验。50 年代，勘探的主要目的层是上第三系覆盖下的古、中生界高凸起。因此，当时对第三系的研究主要涉及上第三系，基于河北南宫县华 1 井和馆陶县华 3 井揭示的地层，分别命名了明化镇组和馆陶组。1960 年，华北石油勘探处在取得了“渤海沿岸是一个很有含油远景地区”的认识后，勘探东移。同年，通过山东惠民县沙河街构造上华 7 井的钻探，发现了近千米的早第三纪暗色地层，揭示了渤海湾盆地的主力生油层，并命名为沙河街组。1961 年又经山东东营地区的华 8 井钻探，发现了沙河街组之上，上第三系馆陶组之下的一套含油碎屑岩地层，并首次在华北石油勘探中喜获 8.t/d 的工业油流，从而揭开了华北石油会战的序幕，这套地层也因此被命名为东营组。以后，1962 年在山东济阳拗陷的营 2 井、1963 年在河北黄骅拗陷的黄 3 井、



渤海湾盆地第三纪构造地理位置图

临清拗陷：1—东濮凹陷；2—汤阴凹陷；3—邯磁凹陷；4—丘县凹陷；5—冠县凹陷；6—莘县凹陷；7—德州凹陷；8—大营镇凹陷；9—南宫凹陷；10—南乐凸起；11—楚旺凸起；12—堂邑凸起；13—馆陶凸起；冀中拗陷：14—晋县凹陷；15—束鹿凹陷；16—深县凹陷；17—饶阳凹陷；18—里坦凹陷；19—霸县凹陷；20—武清凹陷；21—廊固凹陷；22—大厂凹陷；23—北京凹陷；24—徐水凹陷；25—保定凹陷；26—石家庄凹陷；27—宁晋凸起；28—无极凸起；29—深泽低凸起；30—高阳低凸起；31—容城凸起；32—牛坨镇凸起；33—大兴凸起；黄骅拗陷：34—吴桥凹陷；35—南皮凹陷；36—盐山凹陷；37—常庄凹陷；38—沧东凹陷；39—歧口凹陷；40—板桥凹陷；41—北塘凹陷；42—南堡凹陷；43—乐亭凹陷；44—昌黎凹陷；45—徐扬桥—黑龙江村凸起；46—孔店凸起；47—港西凸起；48—河西凸起；49—老王庄凸起；50—马头营凸起；昌潍拗陷：51—潍北凹陷；52—吕乐凹陷；53—侯镇凹陷；54—寿光凸起；济阳拗陷：55—东营凹陷；56—惠民凹陷；57—沾化凹陷；58—车镇凹陷；59—青城凸起；60—滨县凸起；61—广饶凸起；62—垦东—青坨子凸起；63—陈家莊凸起；64—义和庄凸起；渤中拗陷：65—羊角沟凹陷；66—莱州湾凹陷；67—庙西凹陷；68—黄河口凹陷；69—埕北凹陷；70—渤中凹陷；71—秦南凹陷；72—渤东凹陷；73—莱北低凸起；74—埕北低凹陷；75—渤南凸起；76—沙垒田凸起；77—渤东低凸起；78—庙西凸起；79—石臼坨凸起；辽河断陷：80—辽东凹陷；81—辽中凹陷；82—辽西凹陷；83—西部凹陷；84—东部凹陷；85—大民屯凹陷；86—辽西低凸起；87—辽东凸起；88—中央凸起

1969年在辽宁兴隆台的兴1井、1975年在河北冀中坳陷的任4井以及1975年在河南东濮凹陷的濮参1井中,相继获得工业性或高产油流,由此,渤海湾盆地的油气勘探全面铺开,第三纪生物地层的研究,也因此相随而进入了一个新的阶段。

1987年之前,渤海湾盆地的第三系生物地层学研究已经取得了很大的成绩,大致经历了四个发展阶段:①1955年以前的外围露头区的地层研究;②1955~1964年期间的第三系建组;③1965~1978年期间渤海湾盆地第三系的统层以及主要化石门类属种的描述和组合的建立;④1979~1987年第三纪“古生态、古地理、古气候”研究的开展。但作为油气勘探和生、储岩层研究的一项重要基础工作来看,至1987年,渤海湾盆地的第三系研究尚有重大的不足:①渤海湾盆地全区性的综合生物地层剖面尚未建立;②渤海湾盆地各油区部分第三系组、段的划分,特别是孔店组至沙河街组四段、沙河街组二段和上第三系明化镇组下段的界线限定,还不完全一致,需要统层;③各组段缺少同位素年龄值的标定,因此影响了与区域和国际间的地层对比、板块构造的研究以及生油期的划分和生油量的计算等一系列工作的深入;④古生态的研究缺乏全区性的分析和认识,用于油气远景的预测更少。基于这一现状,1986年初在北京召开的石油工业部第二次古生物工作会议上,提出了开展“中国油气区第三系研究的建议”,并于同年6月被批准为部级“七五”联合攻关项目。12月,遵照“中国油气区第三系研究”项目设计要求,渤海湾盆地胜利石油管理局地质科学研究所、辽河石油勘探局地质勘探开发研究所、中原石油勘探局地质勘探开发研究所、华北石油管理局地质勘探开发研究所、大港石油管理局地质勘探开发研究所和渤海石油公司地质科学研究所等6个单位承接了“渤海湾盆地油气区第三系研究”课题。1987年10月,制定了“以生物地层学为主,结合磁性和同位素年代地层学的研究计划,重点解决渤海湾全盆地对比中的遗留问题及其与全国油气区和国际间的第三纪地层对比、探讨包括‘海侵’在内的若干长期争议未决以及与油气预测相关的‘三古’问题。”

经过四年多的系统研究工作,该课题终于得以完成。可以说,本成果是在总公司科技发展局和各油田科技处直接领导下完成的,它是渤海湾油气区6个油田地层古生物工作人员多年辛勤劳动的经验总结。参加这项研究的人员多达数十人,本书主要章节及其研究人员为:前言 姚益民、蔡治国、杨臣琼、孙镇城、关学婷、毛秀兰、杨时中、杨新昌;第一章 蔡治国、梁鸿德、贾本生、张广亮、向维达、陈仲勤、王素民;第二章 介形类:单怀广、施裕平、陈仲勤、杨新昌、巩福生、魏美田、李宏蓉、杨时中、张慧娟、王军芝,腹足类:夏玉蓉、陈仲勤、赵鸥、毛秀兰、张桂兴,轮藻:赵志清、吴守法、李华南、杨臣琼、于为民、蒋飞虎,沟鞭藻和疑源类:郑岳芳、徐金鲤、唐升层、李光星、郭蔚虹、程建春、朱神照、潘昭仁,孢粉:关学婷、李经荣、郑国光、郭蔚虹、秦德荣、罗海岑、唐升层、朱宗浩、陶明华;第三章 梁鸿德、姚益民、贾本生、郑国光、陈仲勤、彭辉;第四章 姚益民、蔡治国、梁鸿德、关学婷、陈仲勤、赵志清、高平、李经荣;第五章 孙镇城、杨时中、单怀广、赵志清、陈仲勤、刘东方、于为民、徐金鲤、秦德荣、黎明碧、周开义;第六章 梁鸿德、张永才、巩福生、郑国光、刘东方、潘昭仁、朱神照、聂郁胜。

我们深感渤海湾盆地第三系的资料丰富和宝贵,但四年研究时间显得如此短暂,以至于有些原想做的工作无暇顾及或作深入研究,加之我们水平有限,不当之处难免,敬请指正。此外,在本课题研究过程中,中国石油天然气总公司科技局石宝珩和关德范同志始终给予了极大的关怀和不断的指导;渤海湾盆地6个油田的科技处和地质研究院的领导始终把本课题作为重点,从人、财、物和时间等各个方面给予了充分的保证。在成果报告的打印、图件清

绘中，秦俭、陈长贞、张燕红、曲日涛、祁玉平、祝幼华、伊茂恒、范乃敏、杨育梅、霍连玉、周素梅、胡文增、王慧、何萍等给予了热情的帮助。在此，作者一并致谢!

目 录

前言	
第一章 渤海湾盆地第三系	(1)
一、建组剖面	(1)
二、地层层序	(3)
三、地层划分与对比的标志层	(13)
四、沉积特征、横向差异及对比	(15)
第二章 渤海湾盆地第三纪生物群	(26)
一、介形类	(26)
二、腹足类	(32)
三、轮藻类	(38)
四、沟鞭藻类和疑源类	(42)
五、孢子花粉	(48)
第三章 火山岩同位素和古地磁极性年代	(77)
一、火山活动与同位素年代	(77)
二、古地磁极性年代	(82)
第四章 与国内部分有关盆地的第三系对比	(88)
一、与渤海湾盆地邻区的第三系对比	(88)
二、与西北区的第三系对比	(90)
三、与东北区的第三系对比	(92)
四、与扬子区的第三系对比	(93)
五、与华南区的第三系对比	(95)
六、与东南沿海及陆架盆地第三系对比	(97)
第五章 古生态、古地理、古气候	(102)
一、渤海湾盆地第三纪生物相标志及相模式	(102)
二、生物相带分布及古环境分析	(119)
三、古环境的变迁及其控制因素	(128)
四、海陆相判别标志的讨论和渤海湾盆地含盐湖泊特征	(132)
第六章 含油气远景的预测	(145)
一、有利生油水体的计算与远景预测	(145)
二、湖水升降与生、储岩类的发育	(150)
三、水体盐度对生油岩类的影响	(151)
第七章 结论	(153)
参考文献	(156)
附录 1 渤海湾盆地第三系微体化石垂直分布表	(161)
附录 2 化石属种名称拉汉对照表	(194)

第一章 渤海湾盆地第三系

渤海湾盆地的第三系自下而上分为孔店组、沙河街组、东营组、馆陶组和明化镇组，其层序和时代归属如下(图 1-1、1-2)。

一、建组剖面

(一)孔店组

孔店组为原石油工业部六四一厂第一勘探处曾宪嘉等，于 1964 年 9 月，据河北省沧县李木乡军马站东南 1200m 处，黄骅拗陷南部孔店构造上的孔 1 井 1566~3019m 井段地层而命名，为一套红、黑、红，粗、细、粗三分性明显的湖河相碎屑岩地层，因此，自下而上划分为孔三段、孔二段和孔一段(图 1-3)。近期的研究揭示，昌潍拗陷、辽河断陷和临清拗陷的德州凹陷等地区与孔三段至孔二段下部(孔二段下亚段)相当的地层为大套的火山岩地层，经同位素年代测定，该期火山活动年龄值在 65~56.4Ma 之间，此外，在上部泥质岩夹层中见到古新统孢粉化石组合，因此，以昌潍拗陷的侯 2 井 2086.5~2467.5m 井段和昌 36 井 1988~2622.5m 井段地层为标准，建立了侯镇组(图 1-4)(李经荣等，1989)。侯镇组二分为侯下段和侯上段，大致分别相当于孔三段和孔二段下亚段，归属于古新统。其上，孔二段上亚段至孔一段划归下始新统。

(二)沙河街组

沙河街组是由原石油工业部华北石油勘探处(现胜利石油管理局)101 综合研究队帅德福等，于 1960 年据山东惠民县沙河街镇惠民凹陷沙河街构造上的华 7 井 1272~2150m 井段地层命名(图 1-5)。命名剖面的沙河街组主要为暗色湖相砂泥岩，夹少量碳酸盐岩和生物碎屑灰岩，产较丰富的渤海湾盆地地方性微古生物群，自下而上分为沙四段(包括下、中、上三个亚段)，沙三段(包括下、中、上三个亚段)，沙二段(包括下和上两个亚段)和沙一段(包括下、中、上三个亚段)。据辽河断陷火山岩同位素测定，沙四段上亚段火山活动期年龄为 45.4~44.1Ma，沙三段为 42.4~39.5Ma，沙一段为 38.4~36.9Ma。据济阳拗陷的古地磁测定，沙三段中、下亚段分界在 18 极性，相当于 42Ma 的上始新统底。此外，辽河拗陷的沙三段上亚段发现晚始新统哺乳动物石炭兽 *Anthracotheriidae* 的前白齿化石；济阳拗陷沙四段上亚段上部至沙三段下亚段含北美中始新统绿河组 *Knightsia* 和 *Diplomystus* 鱼群。因此，沙四段和沙三段下亚段划归中始新统，沙三段中至沙二段下亚段划归上始新统；沙一段置于下渐新统。

(三)东营组

东营组的命名剖面为山东省东营市东营村东营凹陷北部的华 8 井 1452~1745m 井段地层。东营组三分，自下而上称东三段、东二段和东一段(图 1-6)。现据辽河断陷东营组火山岩同位素测定，火山活动期年龄为 36.9~24.7Ma，大致相当于晚渐新世。

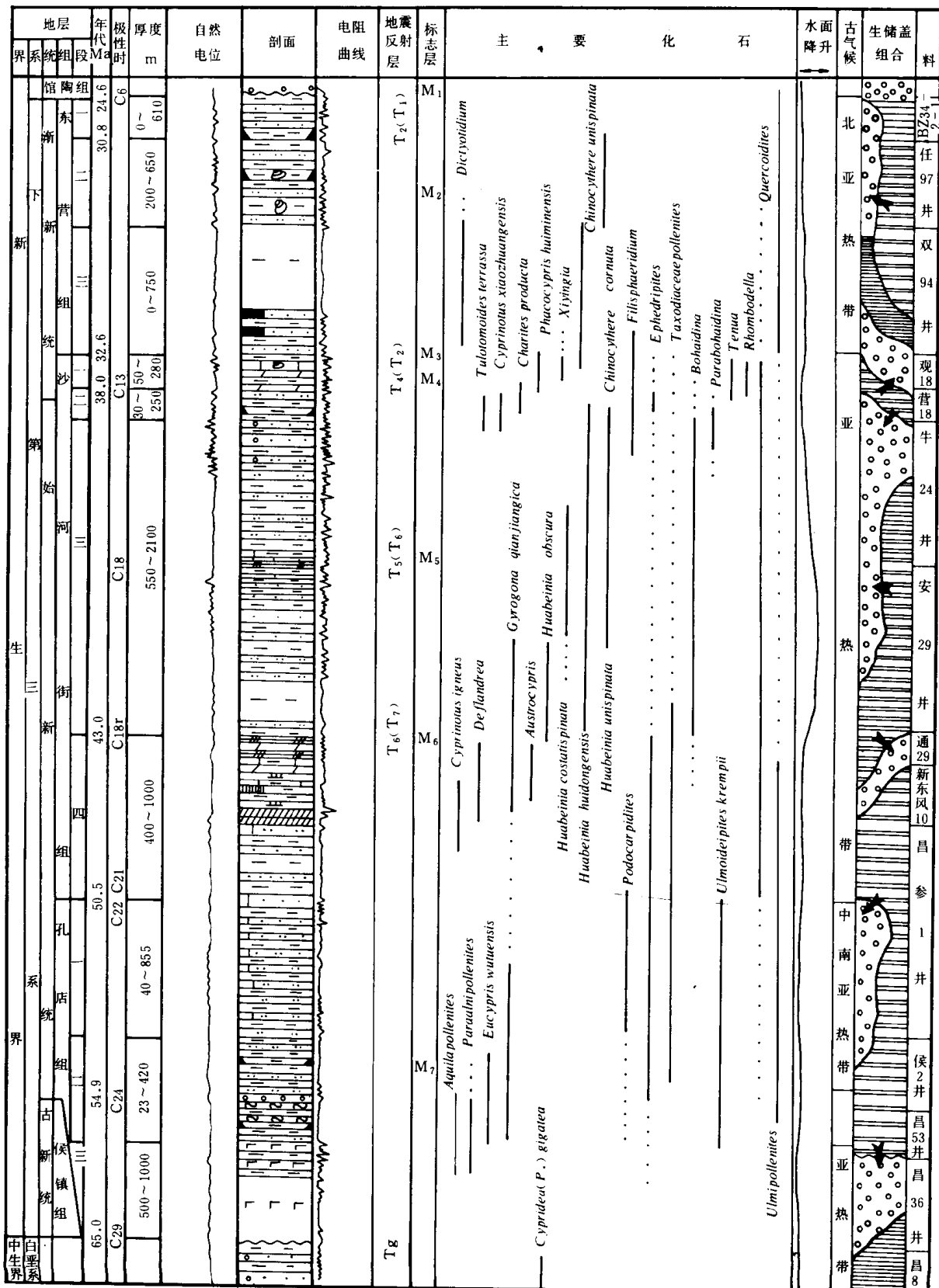


图 1-1 渤海湾盆地地下第三系综合柱状图

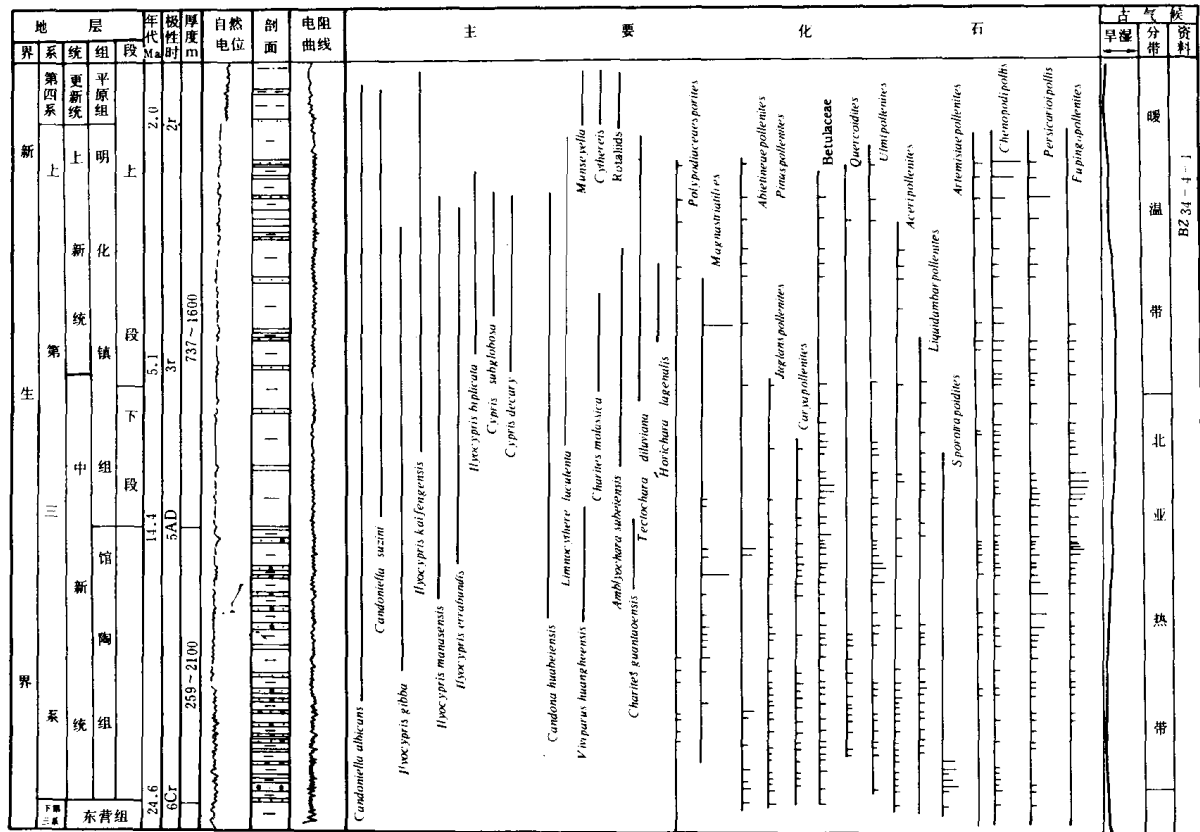


图 1-2 渤海湾盆地上第三系综合柱状图

(四)馆陶组

馆陶组的命名剖面为河北省馆陶县临清坳陷馆陶凸起的华 3 井 905~1400m 井段地层。据馆陶组沉积期的岩浆岩同位素测定，早期年龄为 24.03Ma，大致相当于早中新世的沉积。

(五)明化镇组

明化镇组的命名剖面为河北省南宫县临清坳陷明化镇凸起中西部的华 1 井。代表剖面为渤中 34-4-1 井 538~1798m 井段。明化镇组二分，包括下和上两个亚段。济阳坳陷明化镇组底部和顶部古地磁测定，分别包含 5AD-5-1 极性时，14~9Ma 和吉尔伯特、高斯及部分松山极性时，4.12~2.0Ma 地层，相当于中、上中新统和上新统。

二、地层层序

(一)古新统

1. 孔三段($E_1^3k_3$)和侯镇组下段($E_1^1h_1$)

代表剖面为孔 1 井 2640.0~3019.0m 井段，以及昌 36 井 1988~2622.5m 井段。前者为棕红、棕褐色砂岩、泥质砂岩、砂砾岩与泥岩呈不等厚互层，夹少量灰绿色泥岩；后者为深灰、灰绿和暗紫色玄武岩夹灰、灰紫色泥岩和碳质泥岩，产 *Paraalnipollenites-Betulaepollenites plicoides-Aquilapollenites* 孢粉组合。顶部火山岩同位素年龄值为 55.74Ma，与下伏上白垩统王氏组呈角度不整合接触。

2.孔二段下亚段($E_1^2k_2^1$)和侯上段($E_1^2h^u$)

代表剖面为孔 1 井 2463.5~2640.0m 井段, 以及侯 2 井 2086.5~2467.5m 井段。前者为灰色和深灰色砂岩、粉砂岩、砂质泥岩和泥岩呈不等厚互层, 下部夹含砾砂岩, 产轮藻类 *Gobichara deserta*、*Neochara huananensis*、*Peckichara*; 后者为灰色和褐灰色泥岩夹粉砂岩、细砂岩和碳质泥岩, 产 *Paraalnipollenites*-*Betulaepollenites plicoides*-*Aquilapollenites* 孢粉组合。与下伏孔三段或侯下段为整合接触。

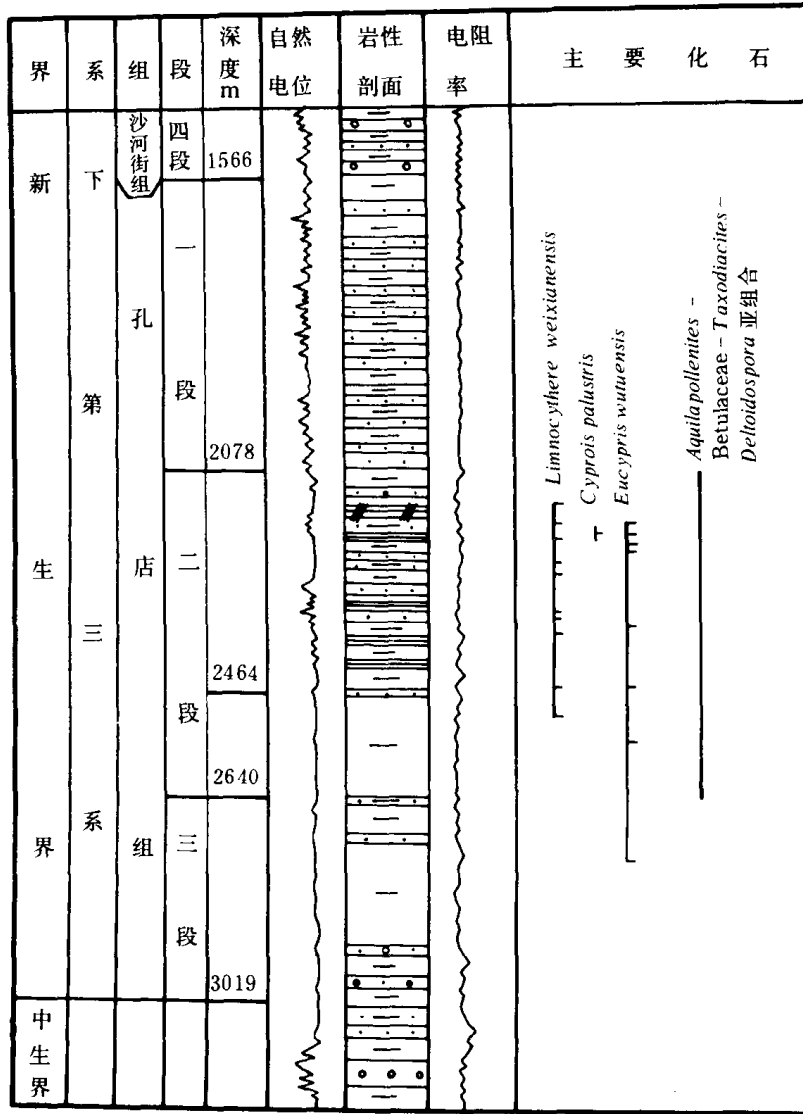


图 1-3 河北黄骅坳陷孔 1 井孔店组生物地层综合柱状图

(二)下始新统

1.孔二段上亚段($E_2^1k_2^u$)

代表剖面为孔 1 井 2078~2463.5m 井段地层。与孔三段相比, 此亚段在渤海湾盆地中分布范围较广, 岩相相对稳定, 为深灰色、灰色泥岩和灰色粉砂岩、钙质粉砂岩, 夹碳质泥页岩、油页岩, 局部夹紫灰色砂泥岩, 底部有较大面积的杂色砾岩或含砾砂岩层, 与下伏孔二段下亚段或侯镇组呈假整合或整合接触。本亚段在辽河断陷为玄武岩, 在冀中坳陷的中北

部和南部相变为硬石膏和盐岩；在临清坳陷为红色砂岩夹泥岩。化石丰富，有介形类 *Eucypris wutuensis*、*Cypris changyiensis*、*C. niushanensis*、*C. decaryi*、*Cyclocypris changleensis*、*Metacypris changzhouensis*、*Paracandona euplectella*、*Limnocythere weixianensis*；腹足类 *Truncatella weixianensis*、*Physa changleensis*、*P. subcylindrica*、*Sinoplanorbis planospiralis*、*Glessula luminosa*、*Aplexa*；轮藻类 *Peckichara wutuensis*、*Grovesichara changzhouensis*、*Gobichara deserta*、*G. lauta*、*Gyrogona qianjiangica*、*Obtusochara jianglingensis*；藻类 *Pediastrum* 以及 *Ulmoideipites*-*Momipites*-*Podocarpidites* 孢粉组合。

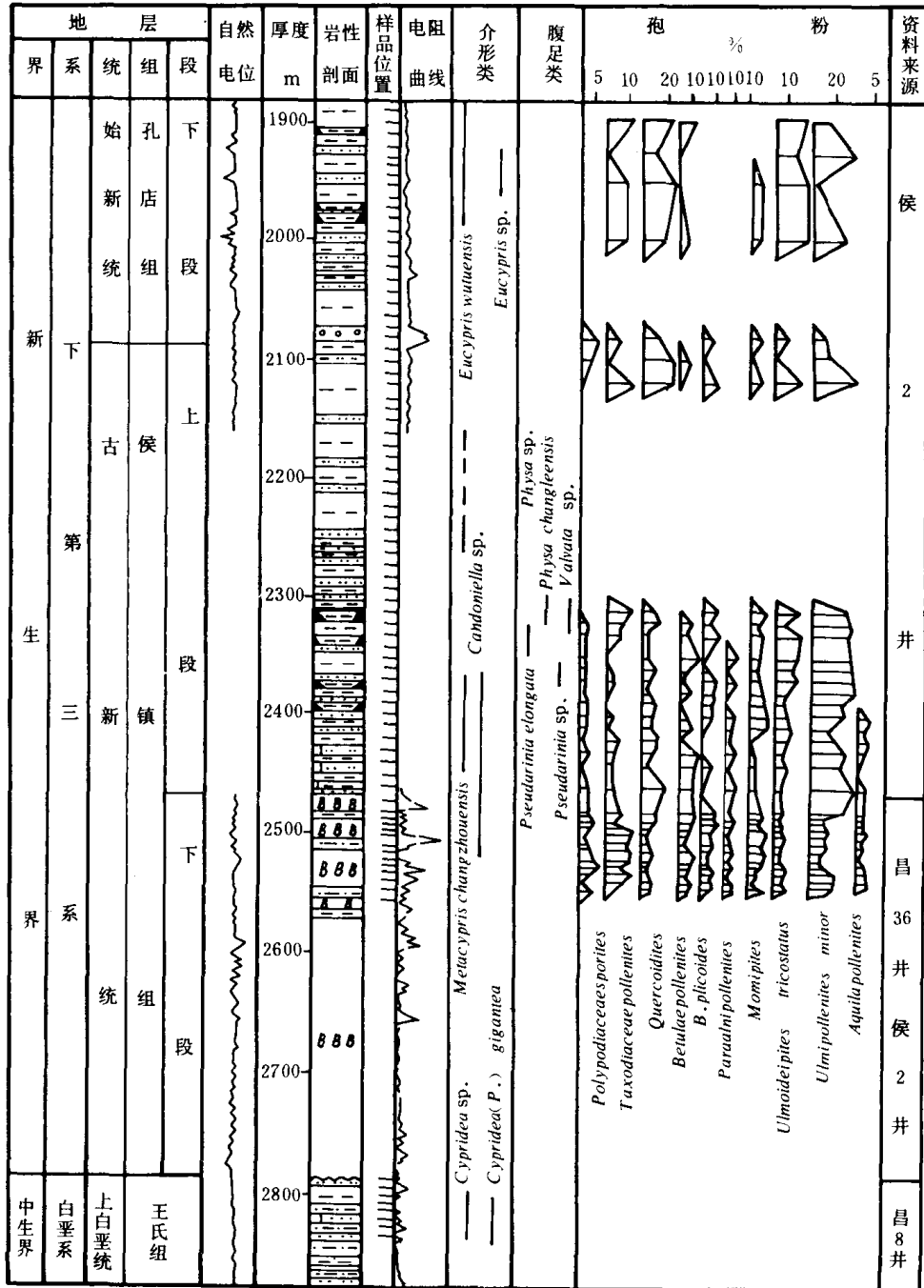


图 1-4 山东昌潍坳陷古新统侯镇组生物地层综合柱状图

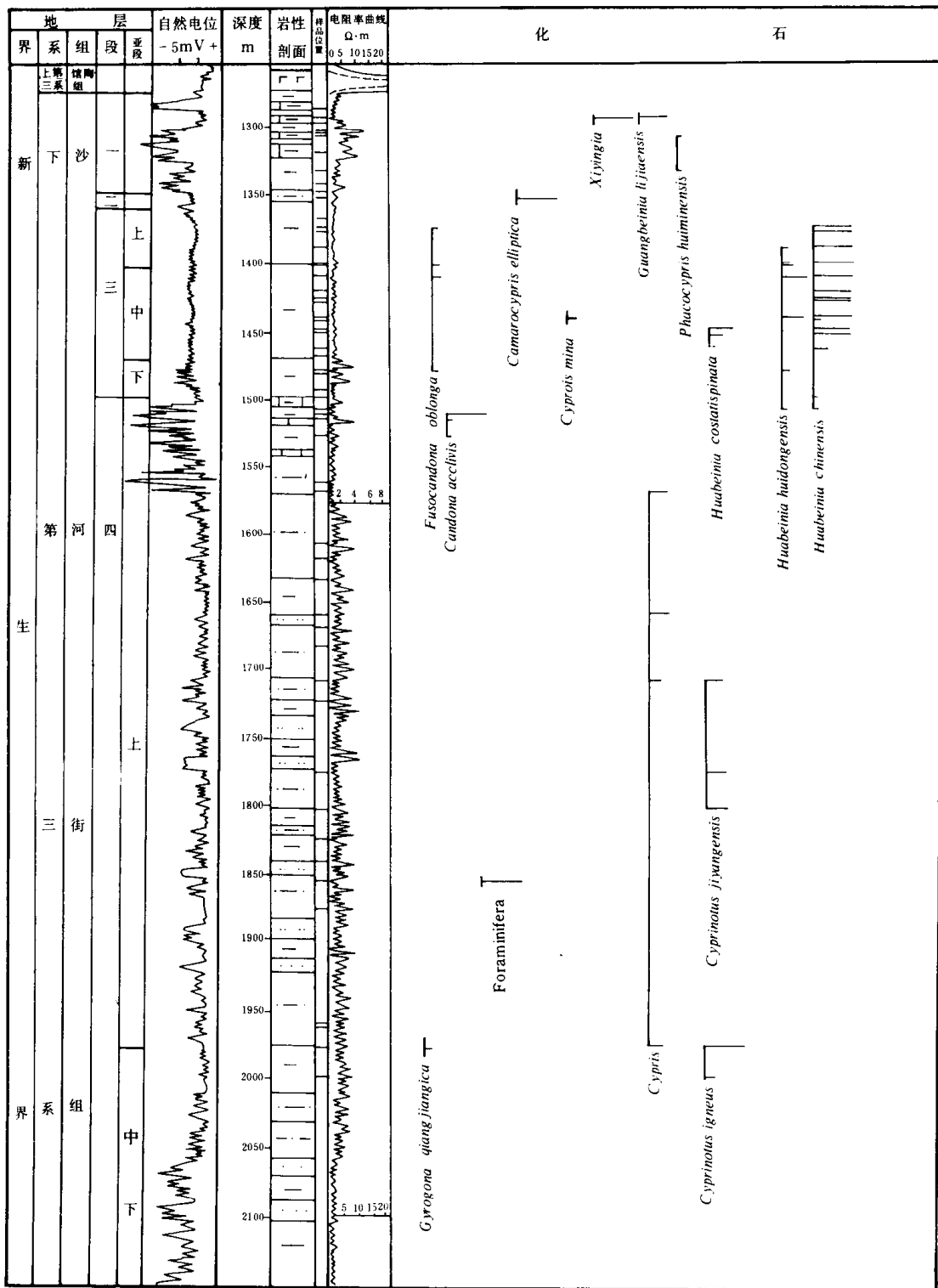


图 1-5 山东济阳坳陷华 7 井沙河街组生物地层综合柱状图

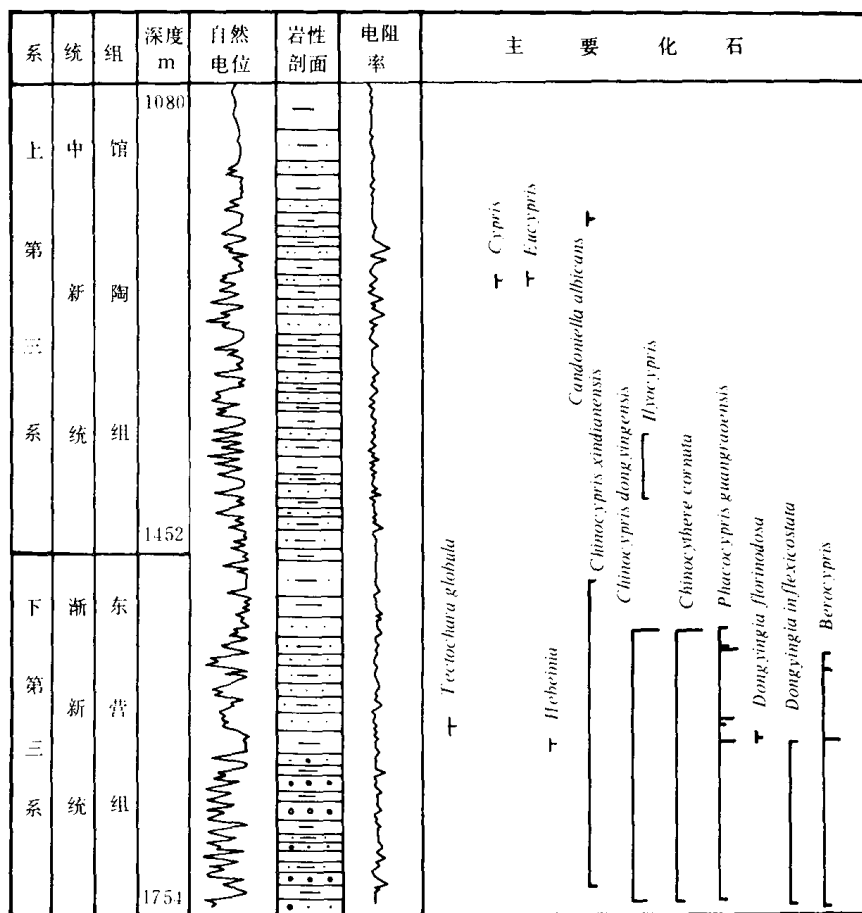


图 1-6 山东济阳拗陷华 8 井东营组生物地层综合柱状图

2. 孔一段($E_2^1k_1$)

代表剖面为孔 1 井 1566.0~2078.0m 井段。孔一段的分布范围很广，几乎遍及全区，主要为河流相棕红色、棕褐色砂岩、泥质粉砂岩、砂质泥岩和泥岩呈不等厚互层，偶夹浅灰色砂岩、砂质泥岩和碳质泥岩。在辽河断陷为玄武岩，在冀中拗陷的中北部和南部以及济阳拗陷的东部夹有或相变为硬石膏和盐岩层。生物化石较单调，有介形类 *Cypris niushanensis*、*C. changyiensis*、*Cypris palustris*、*Limnocythere weixianensis*；轮藻类 *Gyrogona qianjiangica*、*Obtusochara jianglingensis*；以及 *Ephedripites-Ulmipollenites minor-Rhoipites-Schizaeoisporites* 孢粉组合。与下伏孔二段之间为整合接触。

(三)中始新统

1. 沙四段下亚段($E_2^2s_4^1$)

代表剖面位于山东省潍坊市昌邑县西渔利村北 20km 处，潍北凹陷中南部斜坡上的昌参 1 井 1758~2300m 井段地层。沙四段下亚段几乎遍及渤海湾盆地的全区，为紫红色泥岩夹棕色、棕褐色粉砂岩和砂质泥岩。在济阳拗陷的东部和冀中拗陷的中北部和南部以及黄骅拗陷的南部此亚段夹有或相变为硬石膏岩和盐岩层，在辽河断陷为火山岩层。化石较少，并以干旱类型的生物为主，有介形类 *Cyprinotus igneus*、*Cypris*、*Limnocythere*；轮藻类

Gyrogona qianjiangica, *Obtusochara jianglingensis*, *Charites stenoconica*; 腹足类 *Sinoplanorbis*, *Gyraulus*; 以及 *Ephedripites-Ulmipollenites minor-Rhoipites-Schizaeoisporites* 孢粉组合。本亚段与下伏孔一段之间为整合接触。

2. 沙四段中亚段($E_2^3s_4^m$)

代表剖面为山东省东营市胜利石油管理局农副业处居民点北 50m, 东营凹陷辛镇北鼻状构造高点上的新东风 10 井 3150~3670m 井段地层。中、下部为灰白色硬石膏岩、盐岩、含膏泥岩夹灰色泥岩和紫红色泥岩; 上部为蓝灰色泥岩夹绿灰色泥质白云岩和白云岩。化石主要产于上部的泥质和白云质岩层中, 有介形类 *Cyprinotus igneus*; 腹足类 *Lymnaea binxianensis*, *Succinea dongyingensis*, *Sinoplanorbis intermedia*, *Australorbis*; 轮藻类 *Gyrogona qianjiangica*, *Obtusochara jianglingensis*; 有孔虫 *Triloculina*; 沟鞭藻与疑源类 *Subtilisphaera dongyingensis*, *S. ovata*, *Senegalinium microgranulata*, *Deflandrea shandongensis*, *Luxadinium auriculatus*, *Palaeoperidinium angularium*, *Palaeostomocystis minor*; 以及 *Ephedripites-Taxodiaceapollenites-Ulmoideipites tricostatus* 孢粉组合。

渤海湾盆地沙四段中亚段只在济阳拗陷东南部较易分出, 其上为含 *Austrocypris* 的沙四段上亚段灰质岩段; 其下为沙四段下亚段的红色砂泥岩层。而在渤海湾其他地区与沙四段下亚段的岩性相近, 特别是岩屑钻孔资料难以区分, 所以常称沙四段中、下亚段或统称为沙四段下亚段, 两者间为整合接触。

3. 沙四段上亚段($E_2^3s_4^u$)

代表剖面为山东省东营市广饶县牛庄南 12km, 东营凹陷南部斜坡带上的通 29 井 2012~2165m 井段地层。此亚段的主要岩性为深灰色、灰褐色泥岩、油页岩、泥质灰岩和灰岩互层, 上部夹生物灰岩和白云岩, 局部形成枝管藻点状礁白云岩。济阳拗陷的北部和临清拗陷的南部含硬石膏和盐岩层。本亚段化石丰富, 渤海湾盆地早第三纪地方性属种出现并迅速繁盛, 含介形类 *Austrocypris levis*, *A. posticaudata*, *Eucypris beizhenensis*, *E. albata*, *Cypris postilonga*, *C. chunhuaensis*, *C. bella*, *C. postilonga*, *Cyprinotus jiyangensis*, *C. altilis*, *Huabeinia obscura*, *H. primitiva*, *H. huidongensis*(偶见于最顶部), *Pterygocypris caudata*, *Ilyocypris*, *Candona acclivis*, *Limnocythere longipileiformis*, *L. dectyophora*, *L. dorsiconvexa*, *L. longicostata*; 腹足类 *Hydrobia liuqiaoensis*, *Sinoplanorbis sinensis*, *Bthynia cf. hobeiensis*, *Tropidina?humerata*; 有孔虫 *Ammonia liuqiaoensis*, *Nonion*, *Florilus*, *Triloculina*; 多毛类 *Serpula shandongensis*; 鱼类 *Diplomystus shengliensis*, *Knightia bohaisensis*, *Tungtingichthys eocaenus*; 枝管藻类 *Cladosiphonia sinensis*, *C. shandongensis*; 轮藻类 *Gyrogona qianjiangica*, *Charites stenoconia*, *Sphaerochara minor*, *Obtusochara laticonica*, *Harrisichara yunlongensis*; 沟鞭藻与疑源类 *Subtilisphaera dongyingensis*, *S. ovata*, *Senegalinium microgranulata*, *Deflandrea*, *Palaeostomocystis minor*, *Bohaidina granulata*; 钙质超微化石 *Reticulofenestra bohaisensis*, *Sphenolithus*; 以及 *Ephedripites-Taxodiaceapollenites-Ulmipollenites tricostatus* 孢粉组合。与下伏沙四段中亚段之间为整合接触。

4. 沙三段下亚段($E_2^2s_3^1$)

代表剖面位于河北省永清县刘其营乡台子庄东南约 200m, 廊固凹陷中央背斜带南部与河西务构造之间鞍部上的安 29 井 1792~2890m 井段。为褐灰、深灰色泥岩夹泥灰岩、油页岩和浅灰色粉砂岩; 在冀中拗陷的中北部和南部以及东濮凹陷的南部, 夹有或相变为灰白色