

中原油田科技攻关地学成果

东濮凹陷及邻区构造 特征与油气关系研究

中原石油勘探局 编

石油工业出版社

P618.13
017

053410



中原油田科技攻关地学成果

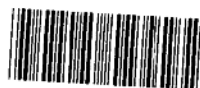
东濮凹陷及邻区构造特征 与油气关系研究

中原石油勘探局 编

5934/17



200202878



053410



石油工业出版社

内 容 提 要

本书为中原油田科技攻关会战地学研究成果之一,收集了参加会战单位的研究论文共5篇。内容包括东濮凹陷及邻区的深部地质特征、卫星影像特征及其地质意义、中生代盆地构造特征形成演化及其与油气的关系、中生代盆地构造类型及其油气特征、凹陷北部的构造与油气。

本书可供有关地质工作者阅读参考。

中原油田科技攻关地学成果 东濮凹陷及邻区构造特征与油气关系研究

中原石油勘探局 编

石油工业出版社出版

(北京安定门外安华里二区一号楼)

北京门头沟妙峰山印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 16开本 6印张 1插页 139千字 印1—1,200

1991年3月北京第1版 1991年3月北京第1次印刷

ISBN 7-5021-0529-8/TE·505

定价: 5.00元

出版者的话

中原油田是我国东部渤海湾地区70年代中后期发现和建成的油气田。油气田所在的东濮凹陷是一个次一级断陷盆地。其地质条件除了具有渤海湾地区其它含油气凹陷的复杂性之外,还有其更复杂的一面。主要表现在断裂更发育,沉积变化更剧烈,油气藏类型更多。这种复杂性成为快速勘探开发中原油田在认识上和实践上极为不利的客观条件。

党中央、国务院十分重视中原油田的勘探开发建设。1983年3月12日正式批复石油工业部组织中原油田科技攻关会战,指出:“中原油田会战是几年来石油勘探、开发的重要会战,对扩大油气储量保持全国原油稳产有重要意义。会战所需解决的科学技术难题请你部与科学院、国防科工委、教育部等部门协商,并组织论证攻关或签订科研合同,短期内国内不能解决的技术和装备可以申请从国外引进”。

根据党中央、国务院的指示,在石油工业部的组织下,中原石油勘探局编制了《中原油田石油天然气勘探开发建设规划(1983—1985)》。规划拟定从石油地质、地震勘探、钻井工艺、泥浆技术、测井技术、开发工艺技术、试油工艺、油气集输八大方面进行科技攻关,进行了我国石油会战史上第一次以科技攻关为主要内容和形式的夺油大会战。在充分动员全局广大职工认真执行这个规划投入科技攻关会战的同时,与中国科学院地学部、有关高等院校、石油部内的科研院所、兄弟油田等39个单位,共同承担了约80个科技攻关课题。结合引进国外先进技术与21个国家和地区接触,形成了国内外相结合、部内外相结合、上下结合、厂校结合、专项攻关与群众性技术革新相结合的科技攻关会战局面。

由于科技攻关会战紧紧围绕着勘探开发和生产建设,结合实际重在应用,大大促进了科学技术水平的提高和生产的发展。经过1983—1985三年会战,提前实现了“规划”所规定的探明石油地质储量5亿吨、天然气储量500亿立方米、生产原油500万吨的目标,使中原油田迅速发展成一个新兴的石油天然气工业生产基地。

在科研方面,取得了一批比较份量大的研究成果,解决了一批关键技术,连同消化引进的先进技术和科研装备一起,使中原石油勘探局的科学技术水平有了较大幅度的提高,在石油工业科技发展史上书写了重要的一章。

目前中原石油勘探局所发现的油气田集中在东濮凹陷。

东濮凹陷处于临清坳陷的南端,南邻开封坳陷,东西分别被鲁西和内黄隆起所夹持,南北长、东西窄,为北东—北北东向发育在华北古生界地台上的中新生界、以新生界为主的狭长裂陷盆地。经过几期构造运动和断裂活动之后,构成了盆地内部十分复杂的局面。由于基底断裂活动对上覆盖层的控制,以及盖层内部的次一级断裂活动的影响,不同时期的、不同方向运动的断块差异活动使东濮凹陷的今构造格局极为复杂。内陆盆地的多物源条件和频繁的升降活动,造成各时期复杂的古地貌景观,使沉积物在平面上产生多类型、多形态和纵向上多旋回的特征。下第三系沙河街组以闭塞盐湖相沉积有别于渤海湾地区的其它沉积盆地。除存在着大量的构造与断层分别或同时起控制作用的油藏外,又存在着岩性(包括成岩作用)和地层起控制作用的油气藏,并且油气水关系复杂。

中原石油勘探局为了把三年来东濮凹陷石油地质研究成果表现出来，与有关单位协商决定出版这方面的论文集三本，分别是《东濮凹陷油气生成地球化学研究》、《东濮凹陷下第三系沉积相与成岩作用研究》、《东濮凹陷及邻区构造特征与油气关系研究》。并且邀请王文彦、刘和甫、朱国华、田在艺、吴奇之、卢松年、陈昌明、陈发景、张恺、张万选、张厚福、周自立、徐永昌、钱绍新、黄第藩、傅家谟、程克明、裘亦楠、薛叔浩等专家对稿件进行了评审。本书由赵春元负责主编。

虽然这场石油科技会战已经过去5年了，但从这些论文中还可以看到我国石油科技前进的步伐。

目 录

东濮凹陷及邻区深部地质特征.....	杨宗仁 程真 (1)
东濮凹陷及邻区卫星影像特征及其地质意义.....	林舸 (20)
东濮凹陷及邻区中生代盆地构造特征形成演化及与油气 的关系.....	欧阳沙怀 (39)
东濮凹陷及邻区中生代盆地的构造类型及控油气特征.....	龙汉春 (64)
东濮凹陷北部构造与油气.....	安舆 郝钧 (79)

东濮凹陷及邻区深部地质特征

杨宗仁 程 真

(中国科学院长沙大地构造研究所)

摘 要

本文根据华北地区的区域地球物理和地壳测深资料的分析处理,获得了东濮及邻区的深部地质特征。油气盆地主要分布在上地幔隆起地壳受拉张的狭长地带,盆地的演化经历了由断陷到拗陷发展的两大阶段,前者以地幔上隆为主,后者以重力均衡调整为主而形成,盆地基底与莫霍面形态呈“镜相关系”。又根据重力资料构制出临清地区盆地基底三维立体构造模型,显示出盆地基底北北东(NNE)向隆拗相间的构造格局。

引 言

随着全球“板块构造”学说的兴起,地球物理手段在研究构造方面应用日趋广泛,出现了构造地球物理学新的学科。应用地球物理资料可以获得地壳深、中、浅立体构造的概念,尤其在广泛被新生代沉积覆盖的华北平原地区,地球物理勘探成了研究中新世油气盆地的主要手段。东濮及邻区为华北地洼区(地台活化区)的一部分,地球物理和深部构造的研究,既提供了板块运动、地幔活动的证据,又为地洼区形成的力源,机制和油气盆地形成、演化提供了依据。

作者分析处理了中原地区大量的地球物理资料,提取了本区地壳深、中、浅三层构造信息,特别是首次利用大比例尺重力资料对中新世盆地基底进行了重力三维构造研究,取得了反映盆地基底起伏的立体图。进而探讨了东濮及邻区中新世油气盆地形成的力源机制,划分出盆地发展的两大阶段,指出了值得进一步研究和勘探的油气远景区。

一、岩石物性特征及其地质意义

地壳岩石的物性指密度、磁化率、弹性波速率等参数,它反映了地质时代中成岩过程的早晚、岩浆活动强弱、变质深浅等地质作用,同时形成各种地球物理异常场。中原地区岩石物性与华北地区基本一致,见表1。

从表1可总结如下的特征,岩石的磁性层主要分布在前震旦纪形成的地层中,说明地壳形成的早期,岩浆活动比较强烈,来自深源的铁镁质成分较多。磁性最强的为太古界的花岗片麻岩、云母片麻岩,磁化率达数千个单位(10^{-6} CGSM)。震旦系岩石具有中等磁性,磁化率为几百个单位。而震旦系以上的古生界、中生界岩石属弱磁性或无磁性。燕山期的火山岩和侵入岩及第三系的玄武岩磁性较强,但较为分散、规模小,容易从地球物理异常中加以区分。

密度方面的特征,表1中反映有三个明显的密度界面。第一界面位于上第三系与下第

表 1 华北岩石物性特征表①

地 层 时 代		岩 性	磁 化 率 (10^{-6} CGSM)	密 度 (g/cm^3)
界	系			
新生界	Q	粉砂、粘土	0~9	2.02
	N	砂岩、泥岩	0~10	2.15
	E	砂岩、泥岩、页岩		2.36
中生界	K	泥岩、砂岩、砾岩		2.42
	J	砂岩、页岩	10~20	2.46
	T	泥灰岩、砂岩、页岩	0~20	2.67
古生界	P	页岩、砂岩	0~20	2.60
	C	砂岩、页岩、灰岩	0	2.67
	O	灰岩、泥质岩	0	2.60
	S	灰岩、页岩	0	2.69
	Z	砂页岩、灰岩	0~400	2.66
元古— 太古界	(Pt)	斜长云母片岩	0~6700	2.84
	(Ar)	角闪片麻岩	40~80	2.64
		花岗片麻岩	0~1700	2.79
		云母片麻岩类	2300	2.90
		片麻岩类	300~810	2.72

①根据胜利油田、地矿部航空物探大队资料。

三系之间,存在 $0.21g/cm^3$ 的密度差,同时也是地质上带区域性的不整合面;第二界面位于白垩、侏罗系与三叠系及以下的古生界之间,也存在 $0.21\sim 0.25g/cm^3$ 的密度差,反映成岩的环境不同,与燕山运动有关;第三个界面位于古生界与元古—太古界之间,平均密度差为 $0.1g/cm^3$,前者未变质后者大多已变质,显然与变质作用有关。此外,根据统计结果,地壳的平均密度($2.84g/cm^3$)与上地幔物质的平均密度($3.27g/cm^3$)之间存在 $0.43g/cm^3$ 的密度差,成为一个明显的密度界面——莫霍界面,地幔物质的化学组成和流变性方面都与地壳不同,前者多具刚性,后者带有流变性,因此,这一界面的活动性在地壳演化中影响较大,对本区中新生代的盆地形成演化起着控制作用。

二、区域重力异常与深部构造

中原地区的布格重力异常特征,对通过济南EW向和SN向两条剖面分析,异常由两部分组成,以长波长为特征的宽缓异常反映了本区的地壳厚度变化,称之为深部重力异常;以短波长为特征的局部异常反映盆地基底的起伏(图1)。为取得深部构造的信息,对大华北地区的重力资料进行电算处理,取得了深部重力异常结果,结合地壳测深资料,对重力资料反演得到了华北地区的莫霍面深度结果^[1]。

大华北地区的深部重力异常,反映了本区深部构造和上地幔的状态(图2、图3),在郑庐断裂和太行山前断裂带之间的华北平原地区,以衡水—菏泽一线为分界,东西两侧的地壳、上地幔状态有明显的差别,东侧以面状分布的重力高、低相间为特征。渤海湾为重力高区,莫霍面呈现上隆形态,地壳最薄,也是华北平原沉降最深的地方,而鲁西地区

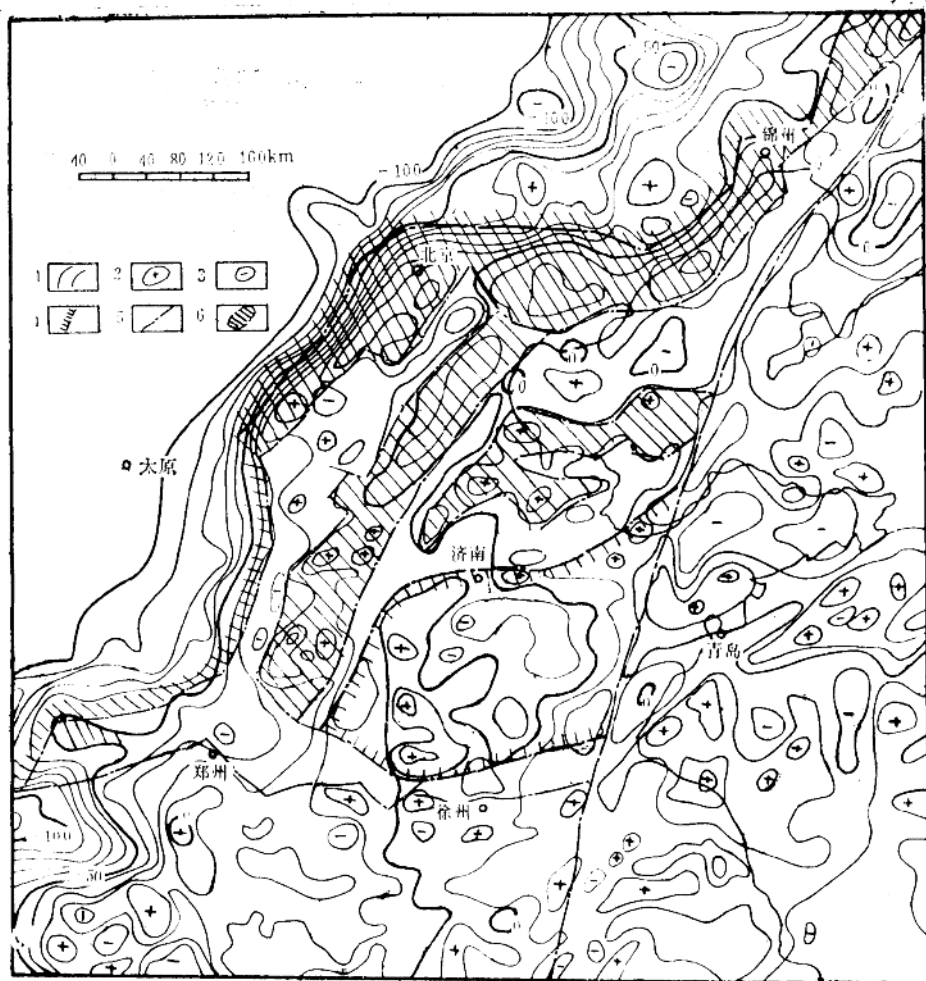


图 1 华北盆地重力异常与构造略图

1—异常等值线；2、3—异常值增加（减小）范围；4—盆地边界；5—盆地内部构造单元边界；6—基底隆起范围

属于重力低区，为莫霍面凹陷区；西侧重力异常为缓慢降低的NNE向梯度带，反映莫霍面向西缓慢变深，而太行山地区则处于地壳急剧加厚的重力异常梯度带上，由于华北平原处于地壳拉薄的应力状态中，可以推测地幔存在由西向东的蠕动。

在上述的深部构造背景下，中原地区北部地壳被一系列NNE向的深断裂所切割，莫霍面形成沿NNE方向局部的隆起和拗陷，而中原地区的南部，由于秦岭大别山活化和深部地幔活动的影响形成EW—NWW向的上地幔局部隆起和拗陷。而中原地区正处于上述地区的交汇地带，因此，在深层构造和浅层构造的格局上都显得非常复杂。

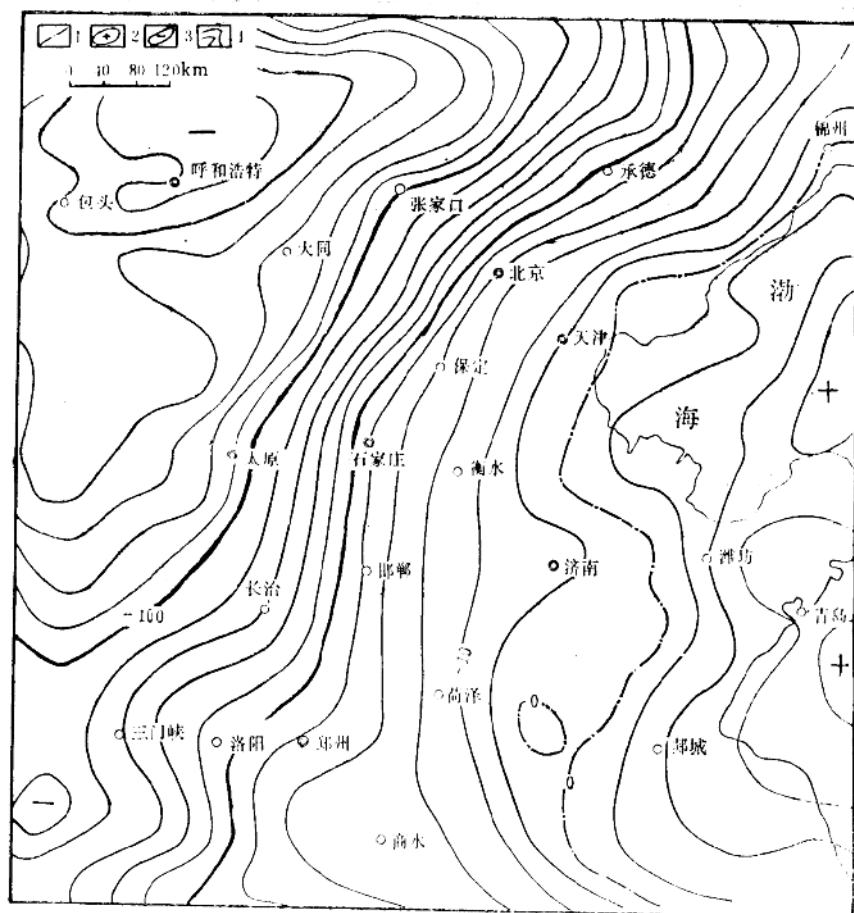


图 2 华北深部重力异常图
1—零等值线；2—异常增值区；3—异常减值区；4—等值线

三、航磁异常与结晶基底

在地矿部航空物探大队编制的1/100万的航磁异常基本图件中，本区的航磁异常根据强度和形态可分成三类：一类为宽缓的正异常，从地面和井下标本磁性测定证明，由前震旦系强磁性变质岩产生；另一类为宽缓的负异常，同样方法证明它由前震旦系的弱磁性变质岩形成；第三类为局部变化较大的正负异常，由浅层的磁性体（中新世代的火山岩）或变质岩基底的凸起与深拗陷产生。为了通过航磁资料研究结晶基底的构造特征，提取不同规模 and 不同深度的构造信息，对原始资料需进行不同方法的数学处理，地矿部航空物探大队和地矿部计算技术应用研究所进行了这方面的处理。我们利用了部分的处理结果（图件）。

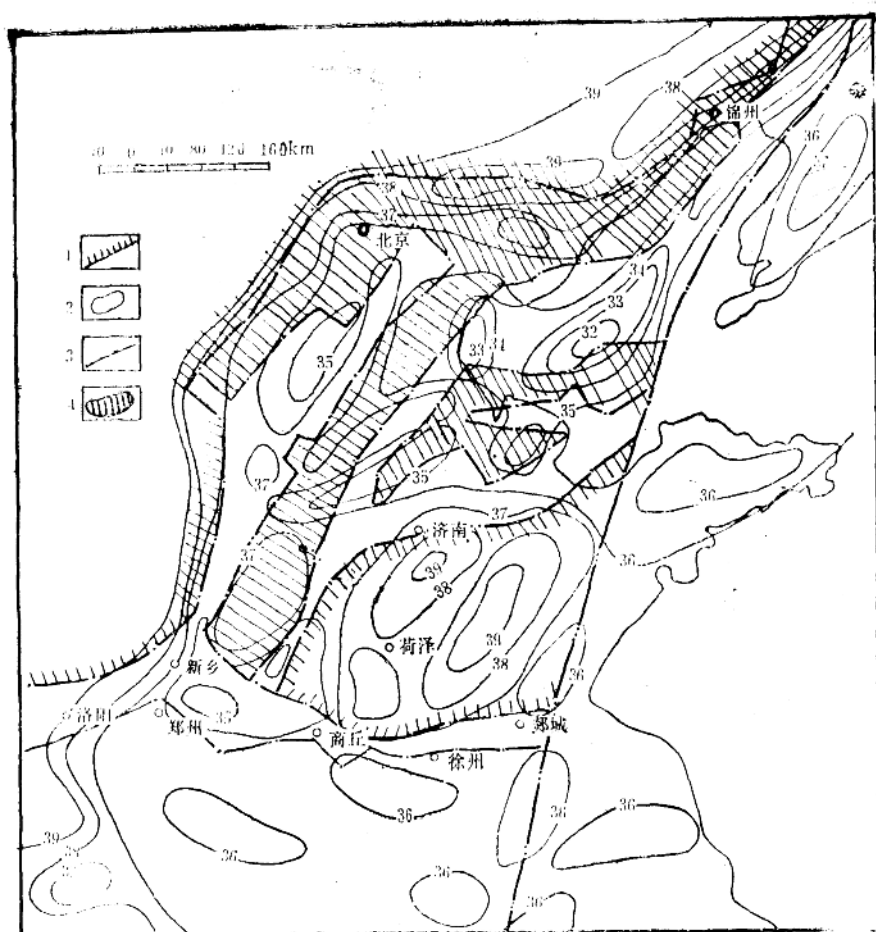


图 3 华北盆地莫霍面深度与构造略图

1—盆地边界；2—莫霍面等深线；3—盆地内部构造单元边界；4—盆地内基底
隆起范围

(一) 深层异常和结晶基底轮廓

在向上延拓100km的磁异常结果中(图4)反映的深层磁异常较为简单,圈出了结晶基底的轮廓和内部结构。图中有两个明显的正异常区,一个在太行山和吕梁山区之间的太原、临汾地区,由两个不同方向的正异常组成,太原西部的正异常 PW 方向展布,临汾地区的正异常呈 NE 向,推测它是由两个更古老的地块拼接而成的山西地块;另一正异常区在承德—天津—衡水—菏泽一带, NNE 方向分布,由三个近等轴状的正异常组成,推测它们由一系列小地块拼接而成的华北东部的古老地块,于元古代时与山西地块合并而成为华北地块。另一特点是,东部 NNE 分布的异常线位置正好在郑庐断裂带上,并构成一明显的梯度陡变带,可见郑庐断裂带是一条地质年代古老的界线,推测在太古代就已经存在。

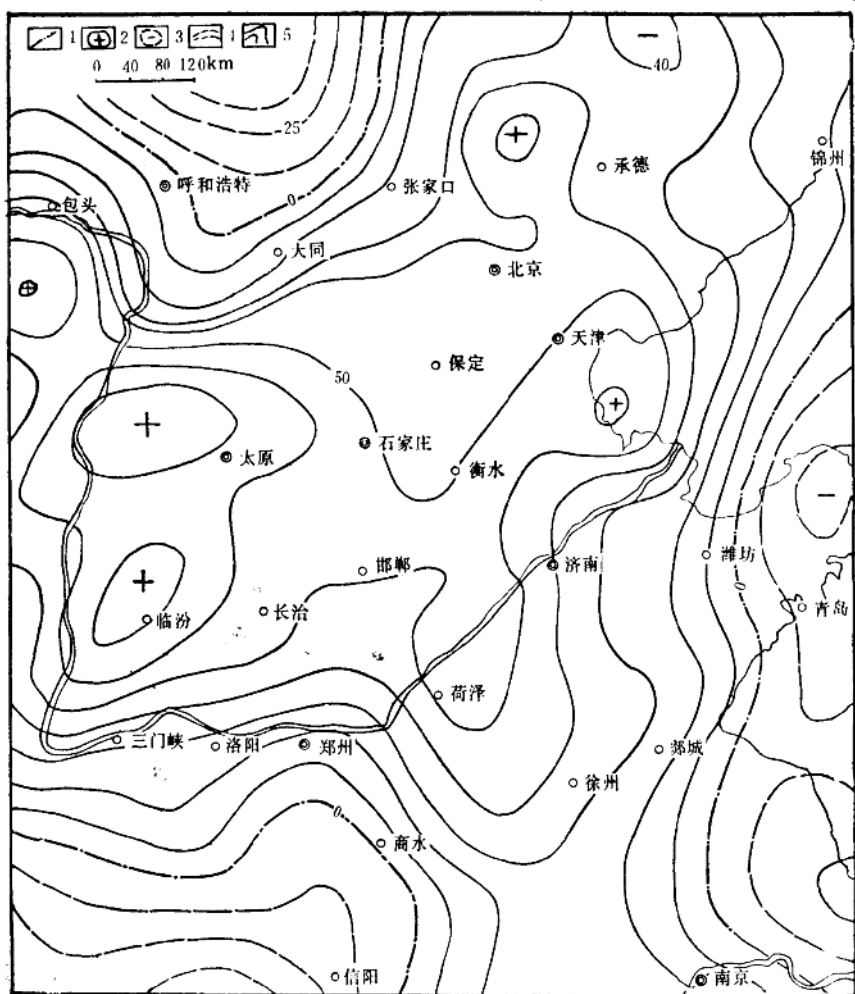


图 4 华北地区航磁化极上延100km异常图(据地矿部航空物探大队)

1—零等值线；2—异常增值区；3—异常减值区；4、5—负、正异常等值线

(二) 区域异常与结晶基底内部构造

在上延40km的区域异常结果中(图5)异常比较复杂,但总体上具有东西分带 南北分块的特点,这种构造格局是后期经过多次构造运动形成的,最显著的是早元古代的吕梁运动和中生代的燕山运动,前者以基性为主的岩浆活动和褶皱运动形成了基底内部以NE和EW向为主的构造格局和磁异常带;后者以断块活动为特征,形成NNE向的构造格局和叠加的磁异常。东西分成3个NNE方向不同的磁异常带和基底构造带,东部磁异常高带分布在承德—天津—济南—菏泽—商水一线以东,郯庐断裂带以西,磁异常大多呈等轴状或椭圆状,正异常均为结晶基底凸起部分,负异常为凹陷部分,块断升降运动明显。张家口

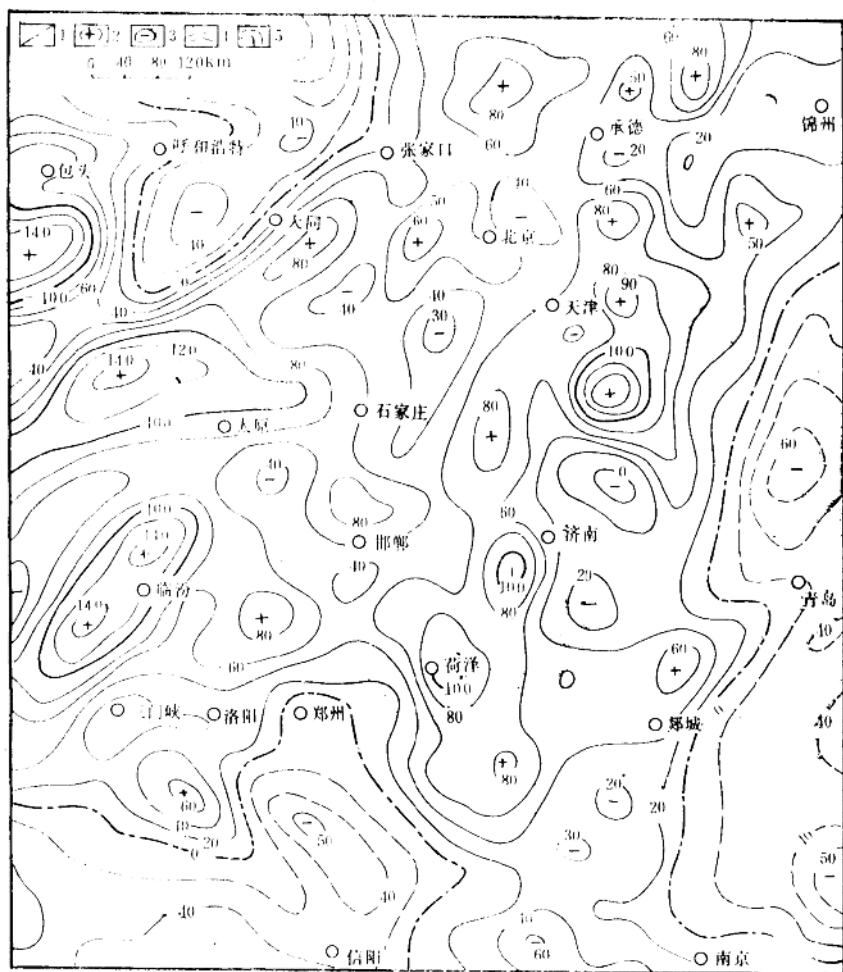


图 5 华北航磁化极上延40km异常图(据地矿部航空物探大队，
图例说明同图4)

—太原—临汾—三门峡一线以西也是磁异常高带，异常特征以NE向和EW向带状分布，对结晶基底内部早期（吕梁运动）的岩浆活动带和构造特征保留较完整。两磁力高带之间受燕山运动改造较大，磁异常以块状为特点，方向性不明显，大致以太原—济南一线以北，为NNE向正负异常相间排列，南部则以EW向或NEE向正负异常相间排列。这种磁异常的特征反映结晶基底结构的不均匀性，或由沉积岩组成或由岩浆岩组成，铁磁性物质含量高低（或含基性岩成分的多少），岩石的变质程度的差别（正异常多为正变质岩，负异常多为负变质岩），致使岩石的刚性强度不一致，它控制了后期构造的发展和油气盆地的分布。中原地区正处于上述中部磁异常南段，结晶基底EW向构造发育，以复背斜为主，刚性比北段大，是中新世代的盆地发育比北方受到限制的原因之一。

四、中原地区盆地基底构造特征

根据区域地球物理资料及临清地区和黄河流域东西方向一段的大比例尺重力资料的处理和地震剖面资料进行盆地基底构造分析,可以对中原地区若干盆地的油气远景进行分析。

(一) 临清地区

通过对临清地区1/20万重力资料的分析和电算处理结果(包括区域异常、剩余异常和二阶导数),结合地震剖面分析,临清地区的基底构造主要为EW向或NEE向,如邯郸—广宗为NEE磁力高带,广宗凸起已证明为太古界变质岩;肥乡—临清—济阳一线也是重、磁负异常带,呈NEE方向断续分布,根据临清地区地震剖面证实是晚古生代以来的继承性沉积盆地。磁县—冠县与滑县—濮阳之间EW向或NEE向隆坳相间的基底构造格局更加明显,有魏县凹陷、回龙镇凸起、元村集凹陷、浚县—清丰凸起,上述构造格局在经过化极处理的区域航磁异常(图5)中最为明显,说明临清地区结晶基底构造处于复向斜的部位,向斜轴位于肥乡—临清—济阳一线,同时也是基底比较软弱的部位,沉积岩厚度最大。在区域重力异常中以负异常为主(图6)。

经过处理的重力区域异常中临清地区重力异常的格局主要为NE向的展布,反映基底构造NE向起伏、隆坳相间,由东到西有广宗凸起、丘县—肥乡凹陷、武城—馆陶凸起、临清—冠县凹陷,堂邑凸起、莘县凹陷,阳谷凸起。但太行山前为SN向一连串凹陷,而南部则为EW向分布的凸凹相间排列。

在反映基底构造中的局部次凹、次凸分布的格局由剩余重力异常和重力垂向二阶导数图反映出来。剩余异常和二阶导数的正负异常(值)都以EW向为多,显示出新生代以前的构造遗迹。图中的堂邑潜山带是由埕宁西部NE向隆起带向西南的延伸部分,终止于堂邑西南5km的一重力异常高部分,而冠县和堂邑之间EW向展布的重力高带原为一EW构造经NNE向断裂分割成二部分,经过二次微商分离发现,由二个NNE向正异常组成,西边的正异常属于魏县凹陷南部弧形隆起带的东翼,东边的正异常为堂邑潜山带的尾部,说明临清—冠县实际上由NNE和EW向两组构造叠加而成,莘县凹陷也是如此。就是武城—馆陶、明化镇—广宗两个NNE向的次级隆起带也受到武城、临清之间EW向构造的干扰,并为NW向隆尧—广宗断裂所错断。而肥乡—丘县—清河一线的凹陷是临清地区中新生代的深坳陷带。南部由于内黄EW向构造带的阻挡,限制了NNE构造的发展,凹陷面积更小。至于太行山前的SN向展布的负异常带,是冀中坳陷南延部分,由于形成时间较东部晚,形态狭长,坳陷面积也不大,油气远景不如东部。

通过电子计算机对重力资料的三维立体造型试验,基底构造格局更为突出,奇迹般地显示出基底构造的空间形象。图7为由南向北的立体透视图,突出了临清地区北部的凸起与凹陷,如武城凸起、临清—冠县凹陷、清河凹陷、明化镇凸起、广宗凸起、隆尧凸起和太行山前凹陷带。临清地区的重力三维立体构造反映了本区早第三纪末形成的基底构造格局。

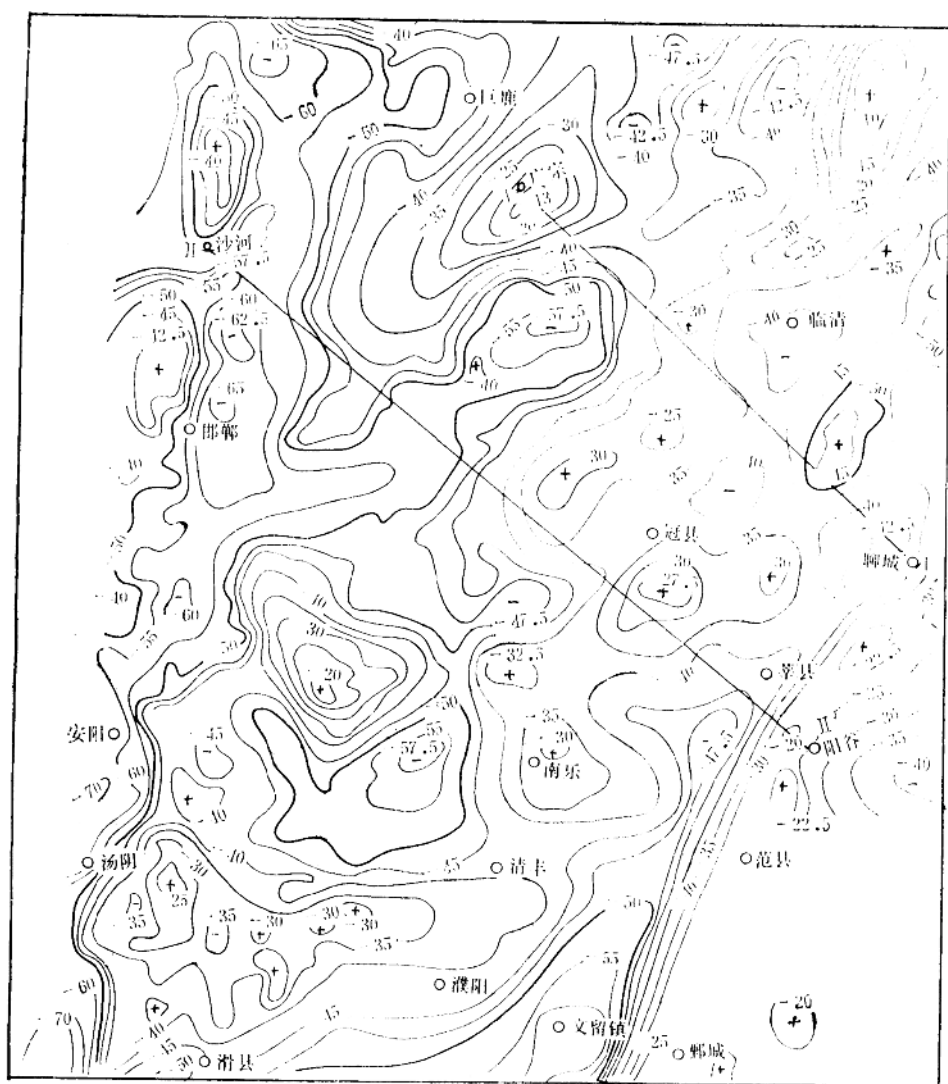


图 6 临淄地区重力异常图

(二) 东濮地区

由1/10万的重力异常资料圈出东濮凹陷的范围是由范县以南的聊兰重力梯度带（聊兰断裂）和长垣重力梯度带（长垣断裂）之间；由区域重力资料可知（图1），它是渤海湾盆地发展延伸的结果。通过重力异常趋势分析和地震剖面证实，凹陷的基底构造特征是两洼一隆，两侧断裂形成洼陷带，中间形成中央隆起带，为典型的地堑盆地，具有裂谷构造的特点。通过重力异常的二阶导数计算分析，在中央隆起带上，由许多EW向的断裂分割成断块构造，较大的断块区有文留断块、桥口断块、马厂断块。

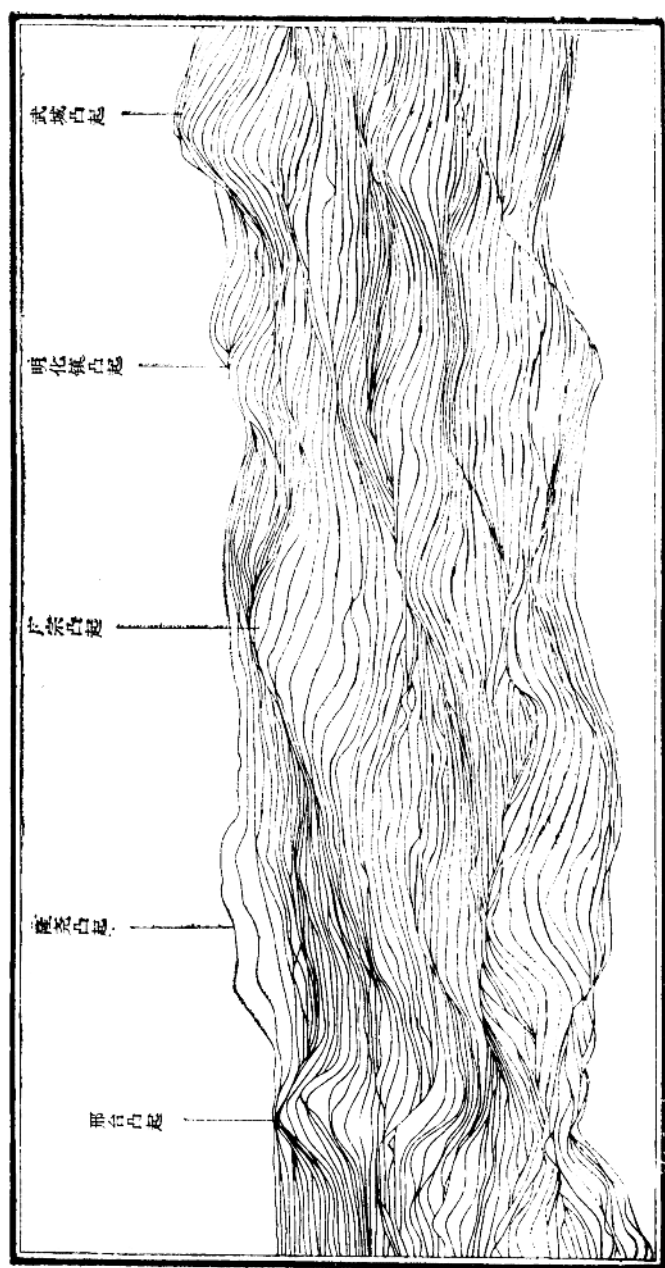


图 7 临清地区重力三维构造图(由南向北)

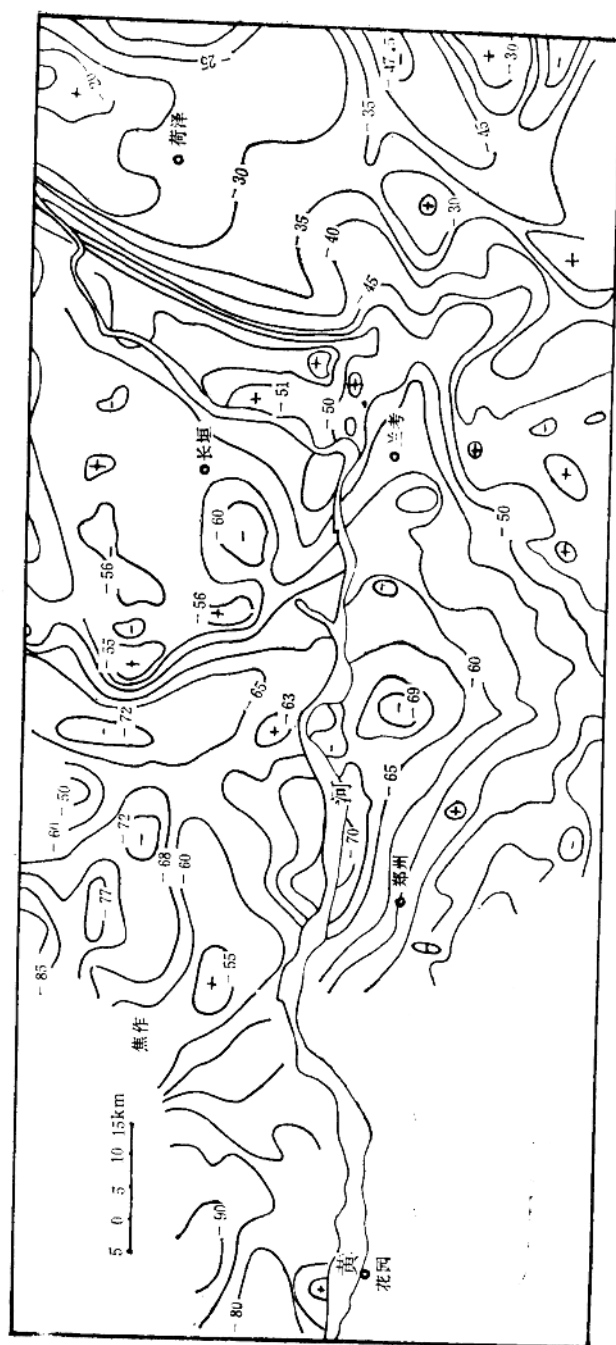


图 8 河南中部地区重力异常图