

东濮凹陷潜山的地质特征与储层分析

刘玄烨

(中原石油勘探局物探公司研究所)

摘 要

刘玄烨. 东濮凹陷潜山的地质特征与储层分析. 石油地球物理勘探, 1994, 29(增刊1): 144~148

东濮凹陷潜山为后期断块山,按其成因和构造特征分为四种类型:①残丘型;②断块侵蚀型;③断块型;④断背斜型。东濮凹陷的加里东侵蚀面是潜山的良好储集场所,钻探结果表明:油气显示均在侵蚀面以下0~150m的地层内。

主题词 潜山 加里东运动 侵蚀面 储集层 裂缝 缝洞

东濮凹陷位于华北地台渤海湾含油气盆地南缘,属临清拗陷的一部分,始于燕山运动末期,盛于喜山运动时期,后经改造形成。目前,该地区的勘探程度相当高,有利于进一步研究区内的基底特征,寻找潜山油气藏。

基底构造的基本格局

东濮凹陷的基底构造被两组北北东、北东向的基底断裂分割为“两洼一隆一斜坡”的构造格局;但凹陷北部和南部基底构造特征却有差异。

如图1所示,在北部,长垣、石家集断裂系以西地区整体表现为一东倾断阶,称西部断阶带。该带被长垣、石家集、五星集等基底断裂分隔为若干个NE向条带状分布的基岩块体,自西向东呈阶梯状分布。在这些基底大断裂的附近发育了一系列潜山,这就是宋庙—庆祖集潜山带。文西—卫西断裂系以东,濮城断裂以西地区为北部中央隆起潜山带,向南向北逐渐消失。文留、卫城、文明寨等潜山分布在此潜山带上。濮城断裂以东为东部洼陷带。

东濮凹陷南部,长垣断裂以西地区为一东倾斜坡,构造比较简单,称高平集斜坡带。长垣以东、黄河断裂以西为西部洼陷带,由南向北逐渐变窄,被断层分割为若干区块。南部中央隆起带西以黄河断裂,东以桥东、马东、春东等断裂为界;在该区发育了桥口—新霍潜山带,徐集—马厂潜山带,范集—三春集潜山带。马东断裂、春东断裂以东,兰聊断裂以西为东部洼陷带。

基底性质与潜山分布规律

东濮凹陷为新生代裂谷盆地,基底由中生界、古生界及太古界组成。潜山的形成分为三个阶段:早期(中生代末),基底地层被北北东、北东向断裂切割,主要有兰聊、黄河、长垣断裂系;表现为整体抬升剥蚀,为准平原化地貌,没有明显的山丘和沟谷(图2)。中期(始新世晚期),基底被埋藏后,尽管受不同时期构造运动的影响,但基底只表现为块断体系。后期(渐新世早期)断裂活动加剧由基底块断上拱抬升形成潜山。华北运动Ⅰ幕又表现为整体抬升,仅使下第三系遭受剥蚀,最终定型于东营组末期。因此东濮凹陷潜山属于后期运动的断块体,与济阳拗陷的

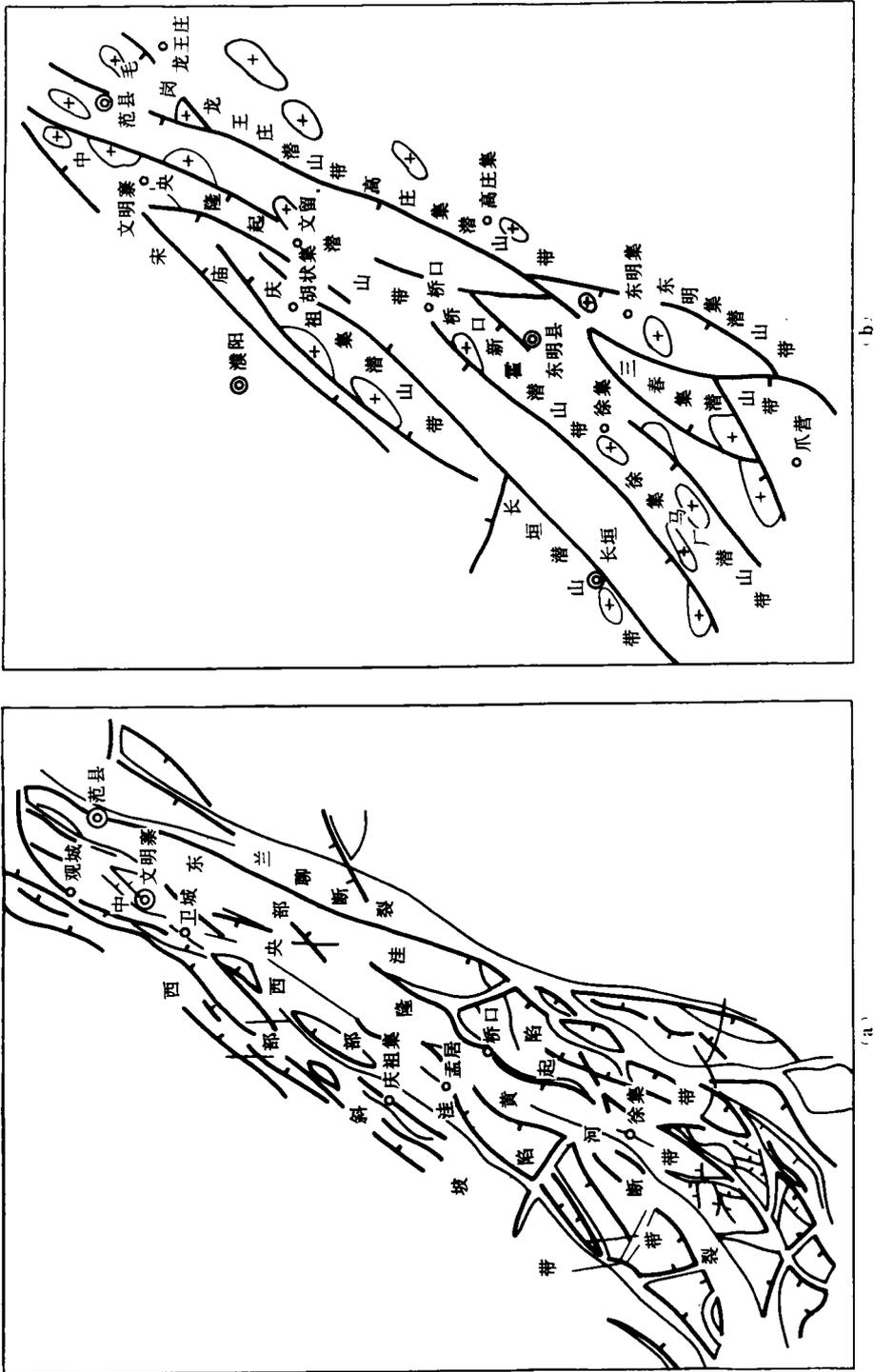


图 1 东濮凹陷基底断裂分布图(a)与潜山带分布图(b)

垦利潜山属于同一成因,但隆起的幅度普遍较小,故称之为潜山。而冀中拗陷的任丘古潜山,早期即形成古隆起并剥蚀,后期埋藏后被改造,加大了潜山幅度故称之为古潜山。

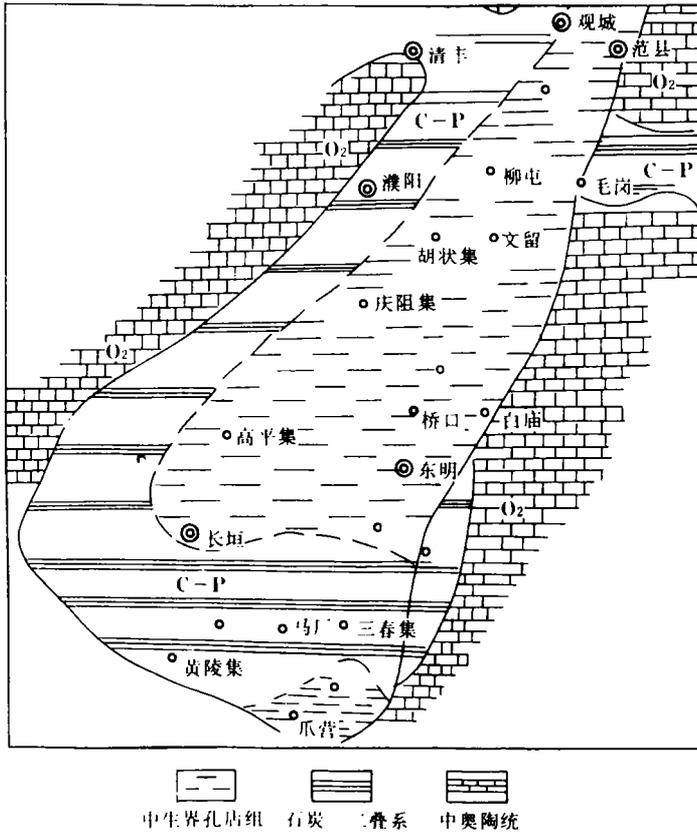


图2 东濮凹陷前第三纪地质图

由于基底断裂的影响,在断裂的上升盘形成断块潜山圈闭。凹陷南北潜山具有不同的特点,即南部以断块—侵蚀型潜山为主,北部以断块型潜山为主。由此看来,东濮地区潜山的形成与分布严格受基底断裂控制。据此全区可分为九个潜山带(图1):①毛岗—龙王庄潜山带;②高庄集潜山带;③东明集潜山带;④中央隆起潜山带;⑤桥口—新霍潜山带;⑥徐集—马厂潜山带;⑦三春集—瓜营潜山带;⑧宋庙—庆祖集潜山带;⑨长垣潜山带。

这九个潜山带在平面上呈雁行式排列,按成因和构造形态潜山可分为:残丘型,断块侵蚀型,断块型,断背斜型四种(图3)。现分述如下:

残丘型潜山 由差异侵蚀作用形成,残丘上部被新地层覆盖,主要分布在毛岗—龙王庄潜山带及高庄集潜山带。

断块—侵蚀型 由构造和侵蚀两种因素共同作用形成,是随着断层的活动上升盘地层不断遭受剥蚀的结果。主要分布在长垣、东明集、三春集、徐集—马厂潜山带。

断块型 由断裂活动使基岩块体抬升而形成,其特征是潜山侵蚀面与上覆层产状平行,断棱是潜山的高部位。分布于胡状集—庆祖集、中央隆起潜山带北段。

断背斜型 受较大断层夹持及边界同生断层—盘沉降产生的侧向挤压力的挤压,另侧受

边界条件阻碍产生向内向上的合力作用而形成。分布于中央隆起潜山带的文留地区。

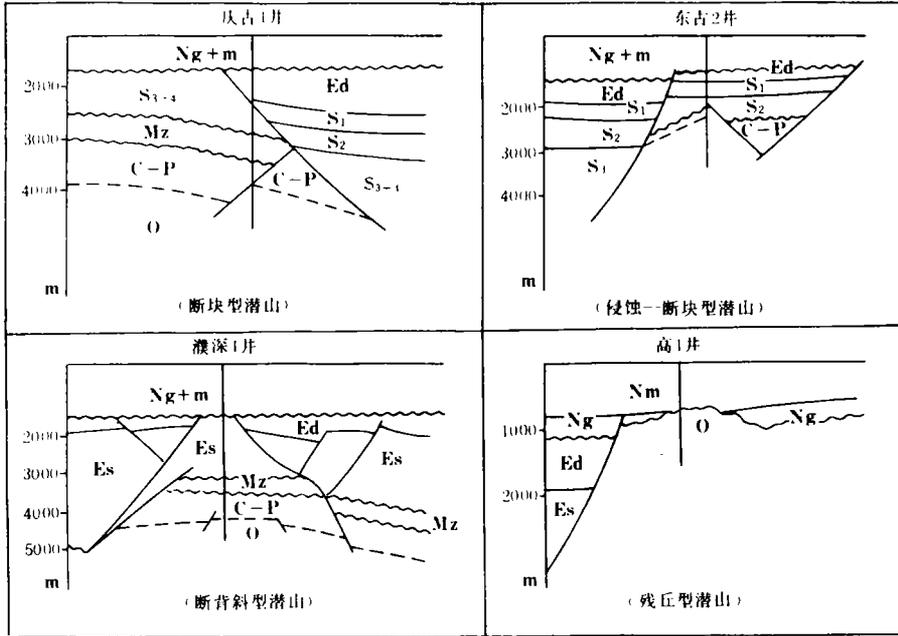


图 3 东濮凹陷潜山圈闭类型

地层分布及储层分析

东濮凹陷潜山在纵向上有多套储集层系,自上而下是中生界、上古生界碎屑岩及下古生界碳酸盐岩和太古界变质岩。

中生界地层分布于徐集以北广大地区,以南的爪营、埕阳一带有零星发现。钻井资料表明其厚度为 91~792m,为一套碎屑岩,砂岩约占地层厚度的 26.4%~58.8%,砂岩单层厚度为 0.5~15m。兰古 1 井中生界地层电测解释孔隙率为 12.5%~25%,平均为 17.1%;胡古 1 井,电测解释孔隙率为 10.5%;由开 35 井的物性分析知孔隙率为 2.13%~13.45%;渗透率一般为 $0.11 \times 10^3 \sim 0.88 \times 10^3 \mu\text{m}$ 。由此看出该层的物性较差,较难形成好的孔隙层;但该层刚性强,在构造应力集中的部位有可能产生裂隙及溶蚀孔隙,形成裂缝性储层。

石炭—二叠系为海陆交互的含煤碎屑岩沉积,分布广泛,砂岩发育。据钻井资料统计,砂岩占 11.8%~55.9%,单层厚度为 0.5~19.5m。经电测成果和物性分析知,庆古 1 井最大孔隙率为 21.6%,春古 4 井为 20.5%,而渗透率仅为 $0.1 \times 10^3 \sim 0.87 \times 10^3 \mu\text{m}$ 。总观该套储层物性较差,但也存在较好的储集层段,如埋藏较浅的兰古 1 井钻遇的储集层。

下古生界以碳酸盐岩为主,全区分布。由于构造运动,风化淋滤和地下水的溶蚀等作用,使其裂缝、溶洞较发育,形成自上而下有风化壳体和多套内幕储集层。

白云岩储集层 指下古生界一套台地相的碳酸盐岩,在此岩层中白云岩所占比例仅次于灰岩,约为 20%。奥陶系中统准同生白云岩平均孔隙率为 6.5%,最大孔隙率为 21%。

岩溶储集层 加里东期的构造运动受地壳升降的幅度、持续时间和水动力条件等诸因素的制约,在侵蚀面之下不同程度发育着储集性能比较好的岩溶空间。

裂缝储集层 裂缝主要发育在断裂带的附近和构造轴部等应力较集中的部位。它受构造

运动控制,并且和岩性有着密切关系。脆性岩石比塑性岩石更容易形成裂缝。裂缝的密度越大,张开度就越宽,渗透率就越高,岩石的储集性能也越好。毛4井奥陶系风化壳缝洞甚为发育,形成良好的储集空间。另外,自风化壳下至内幕,普遍存有较多井漏,并且漏量和漏速均较大。实际资料和钻探结果证明,该区下古生界缝洞发育,储层尚好。放空漏失现象在残丘型潜山储集空间最普遍,侵蚀断块山次之,断块山和断背斜型潜山最差。

加里东侵蚀面与油气关系

东濮地区普遍受加里东运动的影响,在奥陶系中统峰峰组沉积之后,地壳上隆露出水面,长期遭受不同程度的风化剥蚀,缺失奥陶系上统及志留系、泥盆系和石炭系下统;而以石炭系中统本溪组灰岩和铝土质页岩、灰色柴红色泥岩夹砂砾岩与下伏奥陶系地层呈平行不整合接触。由于间断时间长达1.3亿年,形成加里东侵蚀面(图4)。位于侵蚀面之下的下古生界碳酸盐岩,经过长期的风化淋滤、剥蚀形成很好的缝洞,为油气提供了非常好的储集空间。其后,由于燕山和喜山运动的强烈作用,使东濮凹陷的地层发生褶皱、断裂、产生断块,使油气通过断层面和地层不整合面向上运移,聚集在不整合面上、下的圈闭中,形成油气藏。东濮凹陷加里东侵蚀面无疑是潜山良好的储集场所。油气显示证明,其深度均在侵蚀面以下0~150m范围内。

东濮凹陷碳酸盐岩油气藏为“新生古储”型油气藏,它以下第三系地层为油气源。另外,还有以古生界地层为油气源的“自生自储”型或碳酸盐岩自身“下生上储”型的油气藏。其形成油气藏的因素有三:一是靠近油气源岩;二是储集物性好;三是地层不整合面和断层面是油气运移的良好通道。

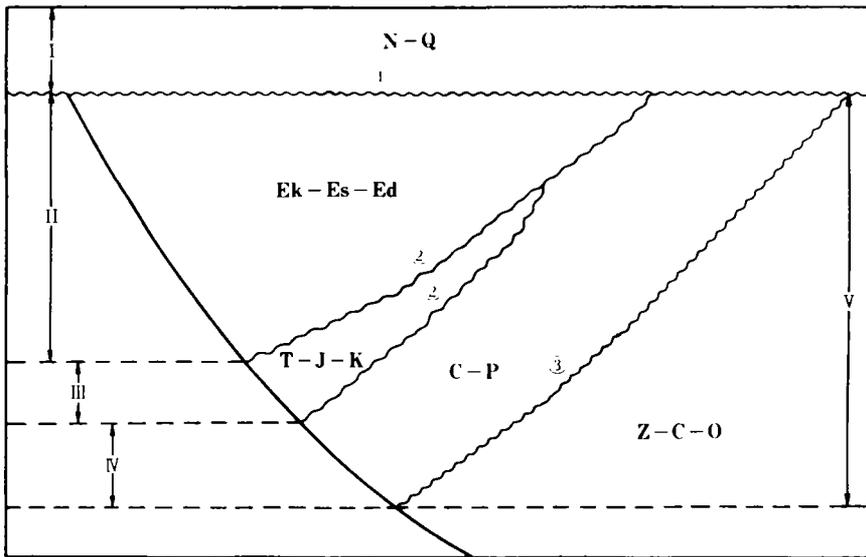


图4 东濮凹陷构造层划分示意图

①喜山侵蚀面;②燕山侵蚀面;③加里东侵蚀面

I:第一构造层;II:第二构造层;III:第三构造层;IV:第四构造层;V:第五构造层

东濮凹陷从宏观上看,潜山找油不如第三系有利,潜山圈闭形成大的油气藏可能性不大。但是,通过研究发现,在局部形成潜山油气藏是有希望的。因此需要坚定潜山找油的信心。

刘秋生同志认真审阅了本文,在此致谢。

白玉山 助理工程师,1969年生,1991年毕业于江汉石油学院物探专业。从事过地震资料现场处理工作,现在石油地球物勘探局第四地调处从事物探方法研究及施工质量监控工作。

杨贵明 工程师,1964年生,1985年毕业于华东石油学院物探专业。主持建立了塔里木盆地静校正基础数据库和编写了静校正应用软件。现在石油地球物理勘探局第三地调处从事物探方法研究工作。

李群河 助理工程师,1955年生,1987年毕业于合肥工业大学计算机与信息系软件专业。现在地质矿产部第四物探大队研究所从事工程地震勘查仪器维修及浅层地震研究工作。

谭明友 工程师,1963年生,1986年毕业于华东石油学院物探专业。主要从事物探资料解释方法研究,发表学术论文多篇。现在胜利石油管理局物探公司研究所从事油藏描述工作。

蔡大江 工程师,1950年生,1975年毕业于长春地质学院石油物探专业。从事过地震资料采集、处理、解释及方法研究工作。现在地质矿产部第五物探大队从事地震资料解释工作。

刘玄烨 工程师,1965年生,1986年毕业于长春地质学院石油地质专业。从事过物探资料综合解释等工作。现在中原石油勘探局物探公司研究所仍从事物探资料解释工作。

王丙坤 工程师,1962年生,1983年毕业于华东石油学院物探专业。长期从事地震资料解释及方法研究,发表学术论文数篇。现在玉门石油管理局地调处研究所从事技术管理和科研工作。

乔敏 助理翻译,1965年生,1989年毕业于四平师范学院俄语系。发表过译文多篇。现在吉林石油管理局地调处信息中心从事俄语翻译工作。

钟绍华 工程师,1955年生,1980年毕业于昆明地质学校物探专业;1988年毕业于成都地质学院物探专业(函授班)。长期从事地震勘探野外施工方法研究,参加过“七五”、“八五”国家重点科技攻关课题研究工作。现在地质矿产部第二物探大队245队从事技术管理工作。

李其敏 高级测绘工程师,1936年生,1963年毕业于武汉测绘学院天文大地测量专业。长期从事克拉玛依油田及其它地区的三、四等三角网布设和平差计算工作。现在新疆石油管理局地调处从事测量技术管理和方法研究工作。

郑鸿明 工人,1962年生,1986年毕业于江汉石油学院物探专业(进修学历)。从事过VSP资料处理和静校正方法研究。现在新疆石油管理局地调处研究所从事静校正方法研究和地震资料处理软件开发工作。

李杰 高级工程师,1949年生,1976年毕业于合肥工业大学自动控制专业。长期从事计算机硬件现场维护工作。现在石油地球物理勘探局研究院处理中心任计算机室主任。