

滨里海盆地东缘中区块 油气成藏特征和勘探实践

徐可强 ◎ 主编

石油工业出版社

滨里海盆地东缘中区块 油气成藏特征和勘探实践

徐可强 主编

石油工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

滨里海盆地东缘中区块油气成藏特征和勘探实践/徐可强主编.
北京:石油工业出版社,2011.6
ISBN 978-7-5021-8481-0

I. 滨…

II. 徐…

III. 里海-含油气盆地-油气藏形成-研究

IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 098942 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
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

2011年6月第1版 2011年6月第1次印刷
787×1092毫米 开本:1/16 印张:19.75
字数:500千字 印数:1—1000册

定价:160.00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

《滨里海盆地东缘中区块油气 成藏特征和勘探实践》 编辑委员会

主 任：王仲才

副主任：徐可强

编 委：徐安平 黄先雄 吴林钢 方甲中 赵晓明
金树堂 关维东 邵建鸿

编 写 组

主 编：徐可强

副主编：黄先雄 关维东 于炳松 郑俊章 朱筱敏

主要编写人员：

王燕琨 金树堂 邓志展 程绪彬 代双河
石 新 郭双根 郭洪明 赵良孝 郭 平
王 震 陈 波 王黎栋 廖纪佳 罗 曼
热合买提拉 高 军 杨立新 赵喜元
张宝瑞 陈 成 李来运 单守会 汪周华
陈洪涛 张红军 田园圆 朱世友 彭继超
王 瑞

序

石油科学技术的发展与进步是中国石油集团建设综合性国际能源公司的总体目标，实现资源、市场和国际化战略的基石。加快发展海外油气合作、保障国家能源安全、拓展中国石油集团发展空间必须依靠我国石油科学技术的发展与进步。中国石油集团在中亚地区辉煌发展的十几年，取得的一个又一个骄人业绩，都是我国石油科学技术的发展与进步的直接结果。

在滨里海盆地东缘中区块油气勘探中，中油阿克纠宾公司采用先进的油气勘探技术和理念，在地质综合研究的基础上，通过盐下地震成像、构造识别和碳酸盐岩储层预测等技术攻关，唤醒了这个勘探近百年被公认为无勘探价值的区块，实现了哈萨克斯坦自独立以来陆上最大的油气发现。2005年，在阿西赛构造部署的A-1井首次喜获工业油流，打破了该区块勘探技术瓶颈；2006年，在北特鲁瓦构造部署的CT-1井多层喷出工业油流，锁定了北特鲁瓦这个亿吨级大油田。

今天，很高兴看到总结中区块近十年来油气勘探理论和实践经验的专著——《滨里海盆地东缘中区块油气成藏特征和勘探实践》付梓。细细品来，耐人深思：第一，理论研究成果对实际工作的指导性。中油阿克纠宾公司的专家们把对中区块油气成藏条件与富集机理研究所取得的认识，用于指导中区块勘探实践，取得了中区块的重大突破。第二，先进适用的新技术对提升油田勘探成效的重要性。中油阿克纠宾公司的专家们针对中区块巨厚盐层下特殊的成藏条件，加强区域地质综合研究，探索的盐下含油气构造识别的叠前深度偏移技术、储层预测技术、盐丘成像技术和速度场研究技术等，以及碳酸盐岩储层和流体地震测井配套识别技术，在中区块盐下油气藏勘探中发挥了重要作用。第三，工作方法和理念对集团公司拓展海外油气事业的借鉴性。在滨里海盆地东缘中区块油气勘探实践中，中油阿克纠宾公司的专家们所形成的一整套行之

有效的工作方法和理念对中国石油集团加快海外其他油气合作区的建设具有普遍的借鉴意义。

“十二五”期间，中国石油集团将进一步加快海外五个油气合作区建设。中亚地区要实现油气并举，率先建成海外油气合作示范区，就必须加快总结十几年来在中亚地区积累起来的油气勘探开发的理论和方法，培养一批懂技术、有经验的油气勘探开发专家，增强公司技术持续创新能力。我相信，《滨里海盆地东缘中区块油气成藏特征和勘探实践》一书的出版，将大大丰富中亚地区油气勘探开发专家们的知识，使他们能够更加深入地认识中亚地区特殊的油气成藏条件和富集规律，为中油阿克纠宾公司在滨里海盆地东缘中区块建成年产 $300 \sim 400 \times 10^4 \text{t}$ 的希望油田，为开创中亚地区油气勘探开发新局面奠定坚实的基础。

A handwritten signature in black ink, reading '周广平' (Zhou Guangping). The characters are written in a cursive, flowing style.

2011 年 4 月 11 日

前 言

滨里海盆地 (Precaspian Basin 或 North Caspian Basin) 主体位于哈萨克斯坦境内, 北部、西部及西南部为俄罗斯所有, 面积约 $55 \times 10^4 \text{ km}^2$, 是里海地区 5 个含油气盆地 (滨里海、中里海、南里海、卡拉库姆及北乌斯纠尔特盆地) 中油气资源最丰富的盆地之一 (李国玉, 2000)。目前, 滨里海盆地已发现 200 多个油气田, 其中近 600 多个油气藏的绝大部分沿盆地周边分布, 滨里海盆地东缘是重要的含油气区之一。中国石油天然气集团公司 (简称 CNPC) 在滨里海盆地东缘中区块盐下碳酸盐岩进行了近十年的勘探, 在综合研究的基础上, 通过加强盐下地震成像、构造识别和碳酸盐储层预测技术攻关, 使勘探已近百年的区块重又焕发活力。2005 年在阿西萨依构造上部署的第一口探井 (A-1 井) 首获工业油流, 实现了该区勘探的重要突破。2006 年在北特鲁瓦构造上部署的第一口探井 (CT-1 井) 多层获得工业油流, 从而发现北特鲁瓦亿吨级大油田 (之后命名为希望油田), 这是哈萨克斯坦独立以来陆上最大的油气发现。

一、勘探历程与勘探现状

中区块的石油勘探历经百年历史。1907 年, 原苏联进行地质勘查时, 在阿克纠宾地区发现地面油苗。1914 年, 工区北部的莫尔图克盐上获得了少量的氧化稠油。1931 年, 在盐上二叠系和三叠系中首次获得工业油流。1933 年, 工区西北部扎克瑟玛依油田的发现证实了盆地东缘乌拉尔—恩巴地区具有良好的含油气前景。1947—1948 年间地质勘探、构造普查、深部探井的钻探与地球物理勘探、地球化学勘探、地貌学紧密结合, 完成了 1:200000 的地质探测工作。

20 世纪 50 年代末至 60 年代初, 随着地震勘探技术的发展与钻井技术的提高, 对阿克纠宾地区重新进行了详细地研究和含油气前景评价。1959 年, 中区块北部发现了肯基亚克盐上稠油油田; 1971 年发现肯基亚克盐下油田; 1978 年, 紧邻中区块北部边界发现了大型凝析油气田—让那若尔油田; 1992 年让那若尔油田北发现了东扎卡布拉克油田。截至中国石油进入之前, 阿克纠宾州所辖范围内, 发现 8 个盐上油田, 11 个盐下油田, 但是中区块勘探区内的十八口井均因没有发现工业油气流而地质报废, 这些井主要集中在中区块西部和北部, 东部和南部较少。

中区块勘探是 CNPC 在中亚地区第一个风险勘探项目。CNPC 进入该区后, 首先利用老资料进行快速解释与评价, 就地震测网较稀的地区和重点目标进行补充加密地震测网部署, 然后利用先进的处理技术对新、老资料统一处理参数重新处理。2005 年, 在工区东部阿西萨依构造上钻探的 A-1 试油获得成功, 实现该区勘探的首次突破。经过评价, 石油地质储量 $156 \times 10^4 \text{ t}$ 。2006 年钻探的北特鲁瓦构造 CT-1 井在石炭系 KT-I 中途测试获得工业油流, KT-II 获得工业气流, 通过系统试油, 两层均获得工业油流。此后的评价并在不同层系均获得工业油流, 评价井成功率 93%。经过评价, 石油地质储量约 $2 \times 10^8 \text{ t}$, 标志着北特鲁瓦大油田的成功发现。

二、中区块的研究意义

随着我国经济高速发展,对石油的需求也快速增长,供需矛盾日益突出。2008年,我国石油对外依存度首次突破50%。根据预测,到2020年,中国的石油进口将达到今天美国的规模,相当于 $6 \times 10^8 \text{t}$ 水平。

面对世界能源危机,2005年9月党的十六大报告明确提出,实施“走出去”战略是对外开放新阶段的重大举措。从20世纪90年代起,国内石油企业开始走出国门,海外油气业务从无到有,从小到大,取得辉煌的成就。截至2008年底,中国石油企业在全球31个国家从事海外油气投资业务,逐步形成了以非洲、中亚、南美、亚太和中东为主的五大油气合作区。海外事业的蓬勃发展已经成为我国能源安全战略的重要措施。

哈萨克斯坦是中亚地区幅员最辽阔的国家,油气资源丰富。据BP 2008年能源统计结果,哈萨克斯坦原油剩余探明储量为 $54 \times 10^8 \text{t}$,居全球第八位。中亚和俄罗斯由于和我国地理接壤、政治观点接近、国情相似等方面的因素,自然成为我国能源战略多元化的战略方向。中哈原油管道2005年12月建成,是我国第一条跨境输油管线,在我国能源战略上具有重要的作用,预计陆路管道石油进口在未来应占进口石油的20%。预计2010年之后,来自哈萨克斯坦的管道石油达到 $2000 \times 10^4 \text{t/年}$,来自俄罗斯的管道石油达到 $3000 \times 10^4 \text{t/年}$ 。

滨里海盆地是世界上大型含油气盆地之一,是哈萨克斯坦最主要的含油气盆地。该盆地盐下层系勘探潜力巨大,在盐下层系中已经发现田吉兹、卡莎甘等举世瞩目的特大型油气田。CNPC在滨里海盆地东缘拥有三个开发项目(肯基亚克盐上、肯基亚克盐下、让那若尔)和一个勘探项目(滨里海盆地东缘中区块)。CNPC将继续参与区块周边油气勘探开发许可证区块的竞买投标,以扩大现有油气的生产规模,保证中哈输油管线充足的油源。2006年5月6日,中哈原油管道一期工程开始向中国供油,初期输油能力为 $1000 \times 10^4 \text{t/年}$,目前有50%的原油来自于中区块。计划二期工程铺设终点为本区的肯基亚克油田,届时本区每年将提供 $1000 \times 10^4 \text{t}$ 的原油。

滨里海盆地勘探潜力大,各区探明程度均不超过50%,CNPC在滨里海盆地东缘地区勘探开发的可持续性仍有很大潜力。由此可见,滨里海盆地中区块将在我国能源战略中发挥越来越重要的作用,具有举足轻重的地位。

三、中区块盐下成藏条件特殊

滨里海盆地沉积上的最大特点是在下二叠统沉积了巨厚的盐层,后期发育成大大小小的盐丘、盐株、盐墙等,这也是该盆地成藏条件与其他盆地的不同之处。以下二叠统空谷阶的盐岩为界,将滨里海盆地的油气成藏体系分为两种:即盐上层系油气成藏组合和盐下层系油气成藏组合。盐上主要有侏罗—白垩系和上二叠—下三叠统含油气组合;盐下主要有亚丁斯克—上格舍尔组砂泥岩含油气组合、让那若尔断阶中格舍尔—亚丁斯克组碎屑岩和肯基亚克断阶中石炭—奥克组碳酸盐岩含油气组合、让那若尔断阶下石炭统中维宪组—上泥盆统碎屑岩含油气组合、肯基亚克断阶碳酸盐岩、泥质碳酸盐岩含油气组合,以及下泥盆统碳酸盐岩含油气组合。

滨里海盆地已发现的油气田大部分分布在盐丘上下,盐丘对油气聚集成藏的控制作用主要表现在:

(1) 盐岩层作为优质盖层,对盐下油藏起着重要的封闭作用。在盐下分布的有田吉兹、阿斯塔拉、卡拉恰甘纳克和肯基亚克等几个大型油气田。盐丘的存在造就了盐下多具有异常

高压的性质，且在盐下上部地层中有比下部更高的异常压力。异常高压的存在可以大大改善储层的储集性，而且异常高压的形成与盆地内区域性厚盐层的封闭作用有直接关系。

(2) 由于盐的密度小，使得盐下地层承受的压力相对较小，被压实程度低，有利于盐下储层孔隙度的保存。

(3) 盐丘促成了盐上、盐下构造圈闭的形成。因为盐丘翼部对下伏地层的负荷高于盐丘顶部，在长期的上覆地层的差异压实情况下，有利于盐下构造圈闭的形成，因此盐丘与盐下构造有一定的对应关系。同时，由于盐岩塑性活动可使盐上沉积序列发生明显变形而形成盐丘构造，为盐上层系油气的富集提供圈闭条件。油气勘探实践表明，许多盐上油气藏与盐丘构造有关。

(4) 盐体的存在对沉积盆地的温度场也有较大的影响。膏盐岩、膏泥岩主要通过影响地热场的方式来影响烃源岩的热演化过程。

四、勘探难度大、技术要求高

随着国外一些与盐系地层有关的含油气盆地及含油气区的不断发现，例如美国墨西哥湾、西非海岸、东非海岸、波斯湾盆地、北德盆地、滨里海盆地等等，勘探家们面临的一个十分困难的问题就是盐丘和盐丘底部构造形态成像问题。这个问题主要是由于不规则的盐丘形态和盐丘陡翼会产生较大的干扰信息而引起的。通过盐丘顶部的波被强烈地折射，由盐丘底部产生的大多数反射波都可能超出正常的记录孔径而到达地面，不能用于成像。从 20 世纪 70 年代开始，世界上许多大的公司，如壳牌公司、BP 石油公司、Exxon 公司、Phillips 公司、Chevron 石油公司等都相继开展关于盐体及下部构造成像的专题研究，取得了非常大的进展。近年来，通过对三维地震资料进行叠前深度偏移处理成像，取得了较好的效果。对于叠前深度偏移技术的应用，国际上大的地球物理公司 WGC、CGG、Paradigm 都有成功实例，但大多为海上资料，像陆上复杂盐丘的叠前深度偏移处理成像成功的实例还鲜有报道。

与海洋盐丘发育区的地震资料相比，陆上盐丘发育区的地震资料有着自身的特点，如干扰波发育、信噪比较低、静校正问题严重、盐下反射能量弱、低频信息相对缺乏、偏移距相对较小等。陆上盐丘经常是成群出现、形态各异、大小不一，这就使得盐丘间所发育的巨厚沉积层，不但厚度变化较大，而且因受盐丘的影响，盐间沉积层变形严重、成像差异大，这也导致盐丘侧翼与围岩的接触情况复杂，不同盐丘的侧翼成像差异大。此外，陆上盐下构造密度大、构造变形严重，给盐下目的层的构造落实增加了更大的难度。对于陆上盐丘的这些特殊情况，就必须针对不同的目标制定相应的策略，进行针对性的处理，特别是不同于海洋资料的盐间沉积层的建模处理。

针对东区块特殊的成藏条件，探索陆上巨厚盐层影响的有效勘探技术是勘探成败的关键。滨里海盆地东区块盐下层系近年的勘探实践，在盐丘和盐下构造的精细刻画、盐下储层的识别和预测等关键技术进行了有益地探索和尝试，取得了显著成效。近年勘探中主要探索并采用了 Kirchhoff 叠前深度偏移技术，通过叠前深度偏移处理，基本解决了高速盐丘造成的时间域剖面地层的上拉效应，盐下构造形态更加真实。滨里海东缘碳酸盐岩储层主要为开阔海台地的台内滩相沉积，储层类型主要为裂缝—孔隙型，但是储层分布分散、单层厚度小，储层预测难度很大。有效的储层识别和预测技术成为制约勘探成功与否的又一关键技术。在近年的勘探实践中，通过技术攻关，建立了一套地质模型约束下的碳酸盐岩储层地球物理识别和预测技术。该技术强调通过井—震紧密结合，在层序地层、沉积相和储层成因类

型研究的基础上，首先建立正确的储层发育地质模型；其次在地质模型的指导下，利用沉积相预测有利储层的相带分布；最后利用三维地震进行精细沉积微相和孔隙度预测，获得了很好的效果。例如，希望油田的第一口井 CT-1 井，其 KT-I 层油层有效厚度达 22.6m，单层有效厚度 16m，孔隙度最高达到 21%；其 KT-II 层油层和气层厚度达到 44m。此后利用储层预测技术使得本区的评价井成功率高达 95%。

综上所述，中区块盐下层系具有巨大油气勘探潜力，其油气勘探的突破对于我国石油工业布局具有重要的战略意义。由于巨厚盐层覆盖条件下盐下层系特殊的油气成藏条件，导致了勘探难度大，必须探索适用于巨厚盐下层系的勘探技术和方法。近年在中区块勘探的巨大成功，一方面为我国石油工业的发展做出了巨大贡献；另一方面，也为我国探索在特殊的巨厚盐层下油气勘探技术积累了宝贵的经验。因此，出版专著的目的，在于正确认识中区块特殊的油气成藏条件和富集机理，总结适用于盐下油气勘探的一套行之有效的技术和方法。这不仅对于优选中区块最有利的钻探目标，提高探井成功率，从而缩短发现规模油气田的周期，节约勘探投资具有重要意义。而且，也有助于为类似盆地或地区的油气勘探提供指导，为中国石油寻找新的油气生产基地，扩大海外的油气储量、产量提供技术帮助。

目 录

第1章 滨里海盆地区域地质特征	(1)
1.1 区域地层和沉积特征	(1)
1.1.1 基底特征	(2)
1.1.2 下古生界	(3)
1.1.3 上古生界	(3)
1.1.4 中—新生界	(7)
1.2 区域构造与盆地演化	(8)
1.2.1 大地构造位置	(8)
1.2.2 盆地构造区划	(8)
1.2.3 盆地构造演化	(10)
1.3 油气地质条件	(12)
1.3.1 生油层	(12)
1.3.2 储层	(14)
1.3.3 盖层	(15)
1.3.4 油气成藏特点	(15)
第2章 石炭系层序地层与沉积相	(17)
2.1 滨里海东缘石炭系沉积背景	(17)
2.1.1 滨里海东缘石炭纪构造演化	(17)
2.1.2 滨里海东缘石炭纪古地理背景	(19)
2.2 石炭系层序地层格架	(20)
2.2.1 钻井层序地层格架	(22)
2.2.2 地震层序地层格架	(27)
2.2.3 井—震综合层序地层格架与基准面变化旋回	(36)
2.3 石炭系主要沉积相类型与特征	(37)
2.3.1 相带特征	(37)
2.3.2 亚相与微相特征	(39)
2.4 石炭系沉积相时空展布	(50)
2.4.1 SS1 层序沉积相展布	(53)
2.4.2 SS2 层序沉积相展布	(54)
2.4.3 SS3 层序沉积相展布	(55)
2.4.4 SS4 层序沉积相展布	(56)
2.4.5 SS5 层序沉积相展布	(57)
2.4.6 中区块石炭系沉积模式	(60)

2.5 特殊地质体属性与分布	(62)
2.5.1 SS1 层序低位扇	(62)
2.5.2 SS1 层序高位、SS2 层序、SS4 层序粒屑滩	(63)
2.5.3 SS3 层序前积透镜体	(63)
第3章 碳酸盐岩储层特征	(65)
3.1 储层岩石学特征	(65)
3.1.1 矿物组分	(65)
3.1.2 结构组分	(66)
3.1.3 岩石类型	(67)
3.1.4 KT-I 油层组白云岩的成因类型分析	(70)
3.2 储层物性特征	(72)
3.2.1 孔渗分布特征	(72)
3.2.2 孔渗相关性分析	(78)
3.3 储集空间与成岩作用特征	(80)
3.3.1 储集空间类型	(80)
3.3.2 孔喉结构特征	(89)
3.3.3 主要成岩作用类型与成岩环境	(91)
3.3.4 成岩序列与储集空间演化	(101)
3.3.5 KT-I 白云岩储层沉积—成岩模式	(103)
3.4 有效储层分布预测	(105)
3.4.1 KT-I 层储层分布预测	(105)
3.4.2 KT-II 层有效储层预测与分布特征	(118)
3.5 储层发育影响因素	(121)
3.5.1 白云岩储层发育影响因素	(121)
3.5.2 石灰岩储层发育影响因素	(122)
第4章 石炭系碳酸盐岩储层测井识别方法	(125)
4.1 碳酸盐岩测井识别方法	(125)
4.1.1 中子—声波交会法	(125)
4.1.2 光电吸收指数 P_e 值直观判别法	(126)
4.1.3 光电吸收指数—密度交会法	(126)
4.2 储层划分及储层类型的判别	(127)
4.2.1 裂缝测井识别方法	(127)
4.2.2 溶蚀孔洞的识别	(137)
4.2.3 孔隙结构的识别	(139)
4.2.4 储层划分及类型判别	(143)
4.3 储层流体类型的判别	(146)
4.3.1 油层或气水层的判别	(146)
4.3.2 油气层的判别	(148)
4.3.3 差气层或干层的判别	(151)

4.3.4	疑难层流体类型的判别	(153)
4.4	碳酸盐岩储层测井识别方法的应用	(155)
4.4.1	北特鲁瓦构造 KT-I 储层测井识别	(155)
4.4.2	中区块其他构造 KT-I 储层测井识别	(157)
第5章	石炭系油气成藏特征	(162)
5.1	烃源岩特征	(162)
5.1.1	滨里海盆地盐下层系烃源岩特征	(162)
5.1.2	滨里海盆地东缘烃源岩特征	(171)
5.1.3	中区块烃源岩特征	(173)
5.2	滨里海盆地东缘流体特征	(178)
5.2.1	北特鲁瓦油藏流体分布特征	(178)
5.2.2	典型油田流体特征对比及影响因素分析	(183)
5.3	油源对比及典型油藏解剖	(190)
5.3.1	油源对比	(190)
5.3.2	典型油气藏解剖	(198)
5.4	油气成藏主控因素及含油气系统划分	(216)
5.4.1	烃源岩条件分析	(216)
5.4.2	输导体系类型	(216)
5.4.3	油气运移分析	(219)
5.4.4	盖层条件分析	(220)
5.4.5	成藏主控因素分析	(221)
5.4.6	含油气系统划分	(226)
5.5	有利成藏组合与区带预测	(228)
5.5.1	有利成藏组合分析	(228)
5.5.2	有利区带预测	(235)
第6章	盐下碳酸盐岩油气藏地球物理勘探技术	(239)
6.1	盐下构造识别技术	(240)
6.1.1	地震采集和处理技术	(240)
6.1.2	盐丘边界精细解释技术	(247)
6.1.3	速度模型与时深转换技术	(248)
6.1.4	精度校验技术	(251)
6.1.5	叠前深度偏移技术	(254)
6.2	盐下碳酸盐岩储层预测技术	(259)
6.2.1	测井储层评价技术	(259)
6.2.2	沉积层序与沉积相分析技术	(259)
6.2.3	地震相分析技术	(259)
6.2.4	地球物理综合预测技术	(270)
6.3	盐下勘探技术发展方向	(279)
6.3.1	盐构造成因机制及其对盐下圈闭发育的影响	(279)

6.3.2	盐下构造圈闭识别	(279)
6.3.3	储层地震预测的地球物理方法	(280)
6.3.4	地震采集、处理、解释一体化技术	(282)
第7章	中区块碳酸盐岩油气勘探实践与启示	(283)
7.1	勘探策略与部署	(283)
7.1.1	勘探决策	(283)
7.1.2	勘探部署	(285)
7.2	勘探效果分析	(291)
7.2.1	技术进步	(291)
7.2.2	勘探效果	(293)
7.3	勘探经验与启示	(297)
参考文献		(300)

第 1 章 滨里海盆地区域地质特征

滨里海盆地位于里海以北，呈东西方向延伸，长 1000km，最宽处达 650km（王涛等，2004）。轮廓近似椭圆形，盆地面积 $50 \times 10^4 \text{km}^2$ 。区域构造上，滨里海盆地位于古东欧克拉通东南隅，属于其边缘一深拗陷，盆地呈环状阶梯式下拗（图 1-1）。盆地的西部和北部边缘沿晚二叠世碳酸盐岩陡坎延伸，东部边界为乌拉尔褶皱带的南端，乌拉尔褶皱带以东为哈萨克斯坦板块。盆地的东南边界为南恩巴褶皱带，西南部边界被卡尔平脊褶皱带所围限。盆地的西坡和北坡较陡，南坡和东坡较平缓。空谷期以前的古生代盆地的范围比现代边界范围大得多，并且包括了东欧克拉通东南部的广大领域和相邻的海西褶皱带（王鸿祯，1990）。

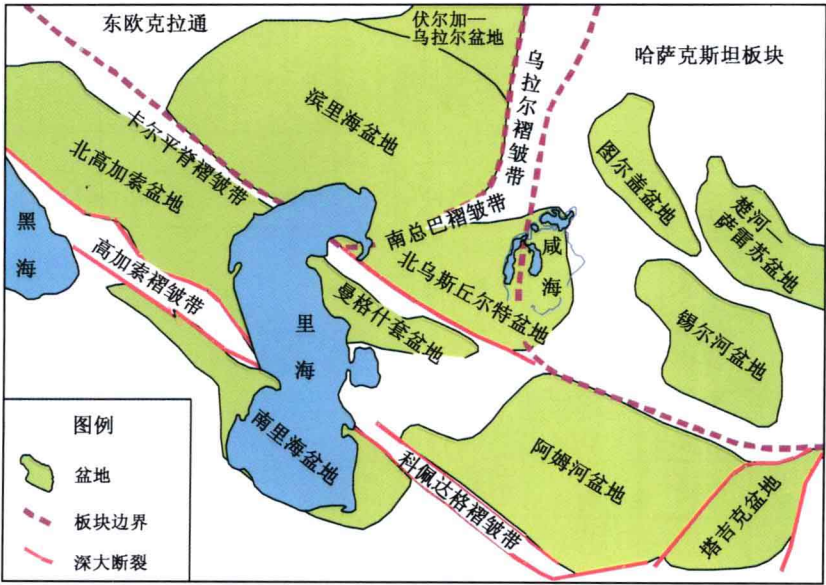


图 1-1 滨里海盆地区域大地构造位置

1.1 区域地层和沉积特征

滨里海盆地经过漫长的地质历史，以太古代变质岩为基底，在结晶基底上形成了自古生代以来的巨厚沉积盖层，成为世界上沉降最深、沉积厚度最大的含油气盆地之一（图 1-2）。不同时期盆地经历不同的构造运动，其沉积特征各不相同。

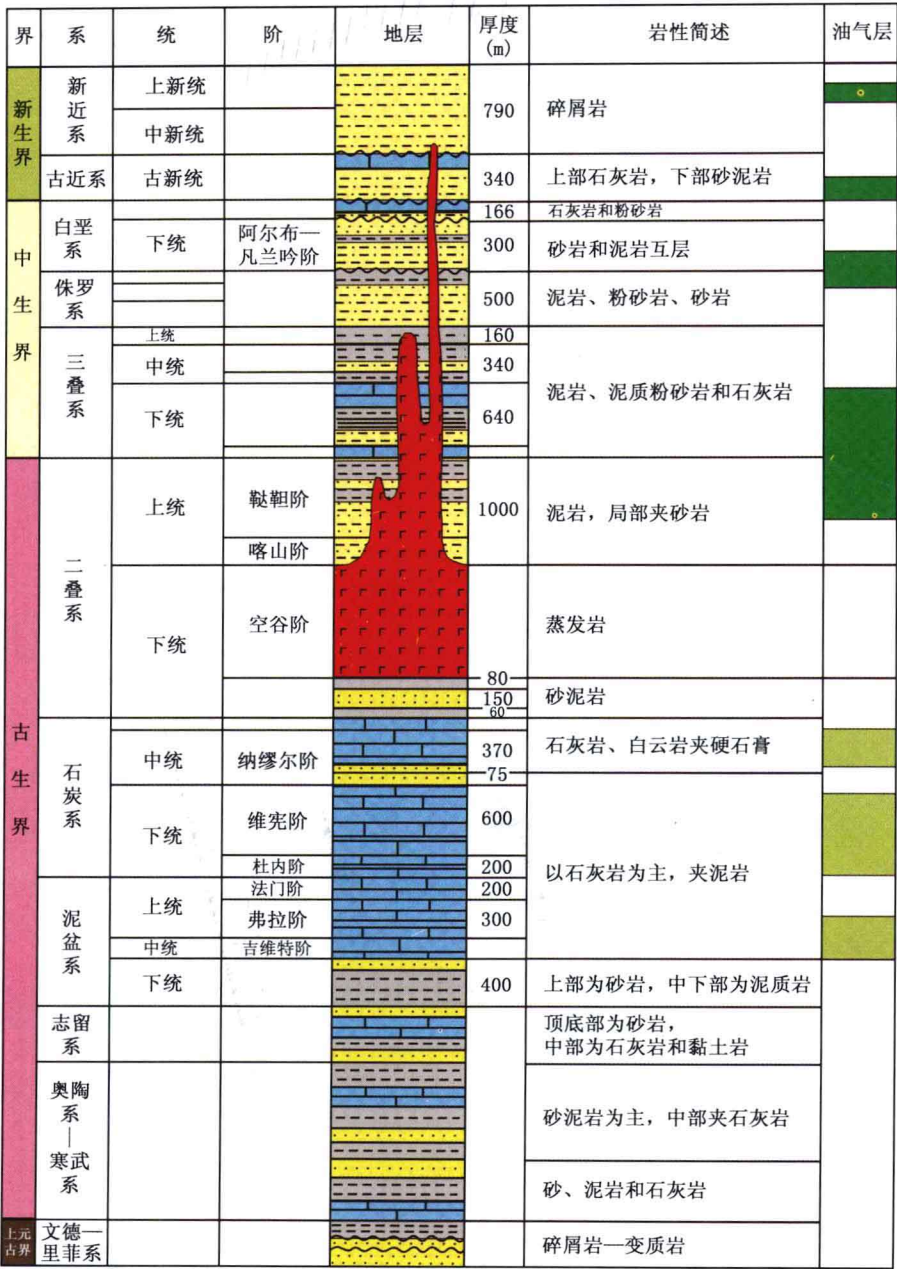


图 1-2 滨里海盆地综合柱状图

1.1.1 基底特征

根据重力、磁力和地震折射波勘探资料等的综合分析可知, 滨里海盆地的结晶基底具有断块结构特征, 断距达 2~3km, 起伏明显。基底顶面深度变化范围很大, 由盆地边缘带向盆地中部呈阶梯式下降, 表现为北深南浅的不对称结构特点。盆地北缘和西北缘呈现阶地状

断陷的展布特征。一些规模不等的断块组成一些幅度由几百米至上千米的局部隆起与坳陷。根据深部地震资料,盆地深部的莫霍面总体位于32.5~47.5km深度范围内。其中,盆地西部和西南部,莫霍面埋深较大,约40~47.5km;在盆地中央凹陷带,莫霍面埋藏较浅,约32.5~40km。地球物理资料显示,滨里海盆地中央凹陷带花岗质陆壳普遍变薄,有些地区基本消失。前人以太古宙卡列利阿结晶基底顶面反射轴为标志进行追踪,发现盆地的结构具有明显的不对称性。盆地西部边缘和北部边缘陡峭,而东部和南部边缘较平缓,这种特点也影响了后期的沉积作用。在西部和北部基底埋深约2~3km,中央凹陷带基底埋深约20~23km,南部和东部开阔的阿克纠宾—阿斯塔拉隆起带基底埋深达7~9km,盆地东部边缘地区深度更大。

盆地西北边缘的结晶基底由太古宇花岗岩—片麻岩组成,厚度达32~36km;盆地中心最深地区的地壳结构缺失花岗岩地壳,仅仅由厚10~12km的玄武岩地壳组成。在这种地壳结构中,仍然保存着大陆碰撞所产生的构造痕迹以及不规则的构造接触带。

1.1.2 下古生界

滨里海盆地早期范围横跨滨里海坳陷和伏尔加—乌拉尔背斜区。从寒武纪、奥陶纪到早泥盆世这一阶段以碎屑岩—碳酸盐岩沉积为主(表1-1)。在志留纪,现代滨里海中中部坳陷区可能为陆棚碳酸盐岩沉积(钻井资料较少)。而到早泥盆世,则形成了东欧地台南部广阔的相对沉降带。盆地不同区域经历的构造运动不同,因此形成了各有特色的地层特征。

在北部的伏尔加—乌拉尔背斜区早古生界主要由砂岩、粉砂岩、泥岩夹砾岩组成。在靠近乌拉尔山的奥伦堡地区已经钻井证实有中—上奥陶统。在东奥伦堡隆起上有奥陶—志留系,其地层剖面由灰色和杂色砂岩、粉砂岩和泥岩互层组成。在滨里海盆地海域的卡什甘隆起上,钻井揭示了完整的地层序列,下部为下元古界片麻岩,上覆为结晶片岩。结晶片岩的年代范围较宽:从晚元古代到志留纪。在卡拉博加兹隆起和中乌斯秋尔特的艾布格尔隆起上见到厚度不大(1~30m)的大理岩化石灰岩和白云岩层,地层时代可能为寒武纪,分布于砂岩—页岩—砾岩层之上。

在北部和西北部断阶带下早古生界主要由泥岩、粉砂岩、砂岩组成,并含白云岩夹层,厚度可达2km。这套地层在西北阿库利科夫地区和索尔布拉克隆起上,钻井揭示了厚度为160~210m的喷发岩—片岩层系。岩性为炭质片岩、千枚岩、玄武岩和玄武玢岩互层,地层年龄大致为志留纪。

盆地的中央坳陷带主要由碳酸盐岩和同时期沉积的深海盆地沉积物组成。在盆地东部隆起区主要由台地相生物碎屑碳酸盐岩、生物礁和碎屑岩组成,且钻井证实该区碳酸盐岩具有形成油气聚集带的条件。关于更老的地层如元古界的文德群、里菲群,所获资料甚少,地层特征不详。

1.1.3 上古生界

上古生界主要由泥盆系、石炭系、二叠系的碎屑岩和碳酸盐岩组成。其中,石炭系以碳酸盐岩为主,在下石炭统的维宪阶有碎屑岩,上二叠统碎屑岩在盆地边缘含角砾,颜色较红。在北部和西北部断阶带、东部隆起下二叠统发育有生物礁和生物碎屑灰岩。滨里海盆地已发现的储量80%都分布在上古生界中。