

“十二五”国家重点图书出版规划项目

国/外/含/油/气/盆/地/丛/书

中亚-里海含油气盆地

朱伟林 王志欣 李进波 王伟洪 等 著



科学出版社

“十二五”国家重点图书出版规划项目

国外含油气盆地丛书

中亚-里海含油气盆地

朱伟林 王志欣 李进波 王伟洪 等 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

中亚-里海地区包括中亚五国及里海沿岸地区,除滨里海盆地属于东欧克拉通外,其余部分涉及不同时代拼贴形成的褶皱区/系,如阿尔泰褶皱区、斯基夫-南图兰褶皱系、特提斯褶皱区;作为劳亚大陆南缘的持续增生区,中亚-里海地区自古生代以来经历多次陆块拼贴和增生,形成古大陆边缘、克拉通内拗陷、弧后裂谷、前陆等多种类型的沉积盆地;综合研究表明,由北向南中亚-里海地区的含油气层系年代逐渐变新:滨里海盆地丰富的油气与东欧克拉通东南缘的晚古生代被动边缘层序有关;阿姆河、北乌斯秋尔特、曼格什拉克、北高加索地台等盆地的油气主要与中生代—早新生代特提斯北缘弧后伸展形成的大高加索-里海超级盆地有关;南里海地区丰富的油气则与压陷条件下快速沉降、快速沉积的新近纪盆地有关。中亚-里海地区被认为是世界上最有远景的含油气区之一。本书对中亚-里海地区的地质特征进行综合分析,重点介绍滨里海、阿姆河、南里海、北乌斯秋尔特、曼格什拉克等含油气盆地的油气地质特征、油气分布规律和主控因素,并对其他沉积盆地的基本地质特征和含油气潜力进行简要介绍。

本书可供石油勘探开发研究人员以及石油和地质院校相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

中亚-里海含油气盆地/朱伟林等著. —北京:科学出版社, 2016. 5

(国外含油气盆地丛书/朱伟林主编)

ISBN 978-7-03-048271-6

I. ①中… II. ①朱… III. ①含油气盆地-研究-中亚②里海-含油气盆地-研究 IV. ①P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 100689 号

责任编辑:罗 吉 曾佳佳 / 责任校对:何艳萍 于佳悦

责任印制:肖 兴 / 封面设计:许 瑞

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 5 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2016 年 5 月第一次印刷 印张:26 3/4

字数:630 000

定价:298.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《国外含油气盆地丛书》 编辑委员会

主 编：朱伟林

副主编：崔早云 杨甲明 杜 栩

委 员：（按姓氏笔画排序）

马立武	马前贵	王志欣	王春修	白国平
江文荣	李江海	李进波	李劲松	吴培康
陈书平	邵滋军	季洪泉	房殿勇	胡 平
胡根成	钟 锴	侯贵廷	宫少波	聂志勳

《中亚-里海含油气盆地》

主要作者：王志欣 李进波 王伟洪

参撰人员：丁宝来 王学军 逢林安 孙鹏超

郭 敏 王 进

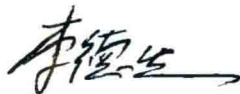
丛 书 序

我国海洋石油工业起步较晚。20 世纪 80 年代对外开放以来,中国海洋石油总公司和各地分公司在与国际石油公司合作勘探开发海洋油气过程中全方位引进和吸收了许多先进技术,并在自营勘探开发海洋油气田中发展和再创新这些技术。目前,中国海洋石油总公司在渤海、珠江口、北部湾、莺歌海和东海等盆地合作和自营开发 107 个油田,22 个气田。2010 年,生产油气当量已超过 5000 万 t,建成一个“海上大庆”,成绩来之不易。

进入 21 世纪,中国海洋石油总公司将“建设国际一流能源公司”作为企业发展目标,在党中央、国务院提出利用国际、国内两种资源,开辟国际、国内两个市场的决策下,中国海洋石油总公司开始涉足跨国油气勘探、开发业务。迄今已在海外多个石油区块进行投资,合作勘探开发油气田。

我国各大石油集团公司在国际油气勘探开发方面时间短,经验少。我国多数石油地质科技工作者对国外含油气盆地缺乏感性认识 and 实践经验。因此,在工作中系统调查研究海外油气地质资料,很有必要。自 2011 年起,由中国海洋石油总公司朱伟林主编的《国外含油气盆地丛书》(共 11 册)由科学出版社出版。该丛书包括《全球构造演化与含油气盆地(代总论)》和《欧洲含油气盆地》、《中东含油气盆地》、《北美洲含油气盆地》、《南美洲含油气盆地》、《俄罗斯含油气盆地》、《中亚-里海含油气盆地》、《环北极地区含油气盆地》、《非洲含油气盆地》、《南亚-东南亚含油气盆地》、《澳大利亚含油气盆地》,对区域构造、沉积背景、油气地质特征、油气资源、成藏模式及有利目标区和已开发典型含油气盆地、重要油气田等进行详细阐述。该丛书图文并茂,资料数据丰富,为从事海外油气业务的领导、技术专家、工作人员和关心石油工业的学者、高等学校师生提供极其有益的参考。在此,我谨对该丛书作者所做的贡献表示祝贺!

中国科学院院士



2011 年 11 月于北京

丛书前言

改革开放以来,我国各大石油集团公司相继走上国际化的发展道路,除了吸引国际石油公司来华进行油气勘探开发投资外,纷纷走出国门,越来越多地参与世界范围内含油气盆地的油气勘探开发。

然而,世界含油气盆地数量众多,类型复杂,石油地质条件迥异,油气资源分布极度不均。油气勘探走出国门,迈向世界,除了面临政治、宗教、文化、环境差异等一系列困难外,还存在对世界不同类型含油气盆地地质条件和油气成藏特征缺乏系统、全面的认识和掌握等问题。此外,海外区块的勘探时间常常受到合同期的制约。因此,如何迅速、全面地了解世界范围内主要含油气盆地的地质特征和油气分布规律,提高海外勘探研究和决策的水平,降低海外勘探的风险,至关重要。出版《国外含油气盆地丛书》,以飨读者,正当其时。

本丛书在中国海洋石油总公司走向海外的勘探历程中,对世界 400 多个主要含油气盆地进行系统的资料搜集、分析和总结,在此基础上,系统阐述世界主要含油气盆地的区域构造背景、主要盆地类型及其石油地质条件,剖析典型盆地的含油气系统及油气成藏模式,未过多涉及石油地质理论的探讨,而是注重丛书的资料性和实用性,旨在为我国石油工业界同仁以及从事世界含油气盆地研究的学者提供一套系统的、适用的工具书和参考资料。

《国外含油气盆地丛书》共 11 册,包括《全球构造演化与含油气盆地(代总论)》、《欧洲含油气盆地》、《中东含油气盆地》、《北美洲含油气盆地》、《南美洲含油气盆地》、《俄罗斯含油气盆地》、《中亚-里海含油气盆地》、《环北极地区含油气盆地》、《非洲含油气盆地》、《南亚-东南亚含油气盆地》、《澳大利亚含油气盆地》。

本丛书主编为朱伟林,副主编为崔旱云、杨甲明、杜栩,委员为马立武、马前贵、王志欣、王春修、白国平、江文荣、李江海、李进波、李劲松、吴培康、陈书平、邵滋军、季洪泉、房殿勇、胡平、胡根成、钟锴、侯贵廷、宫少波、聂志勤,中国海洋石油总公司勘探研究人员以及国内相关科研院校的数十位专家和学者参加编写。在此,向参与本丛书编写和管理工作的团队全体成员表示诚挚的谢意!

本丛书各册会陆续出版,因作者水平有限,不足之处在所难免,恳请广大读者批评、指正,以便不断完善。

主 编

2011 年 11 月

前 言

中亚-里海地区位于欧亚大陆腹地，北邻领土面积最大的俄罗斯联邦，东接中国新疆，南接阿富汗和伊朗，向西包括里海海域及其西岸的部分地区，全区总面积超过 $5 \times 10^6 \text{ km}^2$ ，沉积岩分布面积超过 $3 \times 10^6 \text{ km}^2$ ，其中具有油气勘探远景的面积约 $2.5 \times 10^6 \text{ km}^2$ 。该地区累计探明和控制石油 $119.79 \times 10^8 \text{ m}^3$ 、凝析油 $17.35 \times 10^8 \text{ m}^3$ 、天然气 $24.13 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ，油气总储量约合 $363.92 \times 10^8 \text{ m}^3$ 油当量，是世界上油气资源最为丰富的地区之一。其中，阿姆河、滨里海和南里海盆地油气储量最丰富，分别占全区已探明和控制油气储量的 36.7%、30.4% 和 19.0%；已发现油气储量大部分集中在研究区西部的里海周边地区，而研究区中东部各盆地规模偏小，油气资源潜力较低。

中亚-里海地区大部分处于北方的劳亚古陆与南方的冈瓦纳古陆之间的褶皱区，具有非常复杂的区域构造特征，涉及东欧古老克拉通、阿尔泰褶皱区、斯基夫-南图兰褶皱系和特提斯褶皱区。研究区东北部的滨里海盆地在构造上属于东欧克拉通，但其基底经历了破碎和解体，是东欧地台内沉降幅度最大的地区；滨里海地区在奥陶纪（甚至更早）开始裂谷作用，之上叠加了晚古生代被动边缘型盆地和新生代克拉通内拗陷型盆地，充填了巨厚沉积盖层。包括哈萨克斯坦中东部、乌兹别克斯坦北部和吉尔吉斯斯坦的大部分地区属于阿尔泰褶皱区，其中包含了古生代期间拼贴到一起的一系列古老地块、加里东褶皱带和海西褶皱带，之上发育了古生代微陆块边缘残余盆地和中新生代克拉通内拗陷盆地，褶皱区南部受新构造运动影响形成了一系列小型山间盆地。在东欧克拉通和阿尔泰褶皱区以南发育了斯基夫-南图兰褶皱系，可能由一系列岛弧地体剪切堆叠而成，之上叠加了一系列大型中新生代弧后裂谷-克拉通内拗陷盆地。大高加索和科佩特达格以南属于特提斯褶皱系，由一系列西莫里陆块、晚西莫里褶皱带构成，之上发育了晚中生代和新生代盆地，并受到新构造运动的强烈挤压，在中亚东南部的陆-陆碰撞区形成了一系列周缘前陆盆地和山间盆地，而在南里海-大高加索一带形成了弧后前陆盆地。

中亚-里海地区西部油气资源丰富，而东部油气资源相对贫乏；大部分油气资源集中在滨里海、阿姆河和南里海三个盆地内。

滨里海盆地以上古生界碳酸盐岩富含油气为特征。该盆地可能从奥陶纪开始裂谷作用，至泥盆纪广泛发育被动大陆边缘环境，其中的浅水礁滩碳酸盐岩为油气聚集提供了良好的储层和圈闭，深水盆地相富含有机质泥岩或泥质碳酸盐岩则构成了主要烃源岩；晚古生代晚期的板块碰撞导致滨里海盆地周边褶皱抬升，盆地主体形成局限盆地，沉积了巨厚的蒸发岩，这套蒸发岩几乎全盆地分布，构成古生界含油气系统的区域性盖层，将绝大部分油气封闭于盐下层系中；蒸发岩的超强封闭性还导致盐下层系普遍存在超高地层压力；晚二叠世以来滨里海地区成为劳亚大陆内部的一个大型拗陷，主要沉积了陆源碎屑岩；受下二叠统蒸发岩复杂的盐构造活动影响，滨里海盆地的盐上层系发育了数量众多、类型各异的盐构造；盐上层系缺少有效烃源岩，少量从盐下运移上来的油气在

盐丘相关构造中形成了各种类型的油气藏。

阿姆河盆地是中亚地区天然气资源最为丰富的盆地之一。该盆地的基底为卡拉库姆地块及晚海西期一早西莫里期岩浆弧和褶皱带，中生代的阿姆河盆地是受新特提斯洋北缘弧后伸展影响形成的大高加索-里海超级盆地的一部分。主要烃源岩包括下中侏罗统陆相碎屑岩夹煤层及上侏罗统盆地相泥岩和泥质碳酸盐岩；主要储层包括下中侏罗统陆相砂岩、卡洛夫—牛津阶台地碳酸盐岩和下白垩统浅海相砂岩；晚侏罗世晚期盆地萎缩形成半闭塞蒸发盆地，所沉积的一套蒸发岩的分布范围在很大程度上控制了该盆地油气藏的分布；在上侏罗统蒸发岩发育区，绝大部分油气分布于卡洛夫—牛津阶生物礁地层圈闭中；而在盆地周边蒸发岩盖层缺失的地区，气藏主要分布于下白垩统圈闭中。盆地内已发现的油气藏大多与中新世以来新构造运动形成的构造型圈闭有关。

南里海盆地是世界上含油气层系年代最新的含油气盆地之一。该盆地位于特提斯褶皱区，属于新生代弧后前陆盆地，渐新世以来快速沉降、快速沉积，新生界最大厚度可达 20 km。渐新统一下中新统富含藻类有机质页岩构成了南里海盆地的主要偏油型烃源岩；上新统三角洲砂岩成岩胶结作用弱，孔渗性高，构成该盆地的主要含油气储层；受新构造运动影响，沉积盖层中形成了大量构造圈闭，为油气运移聚集提供了有利条件；快速沉积的沉积物中捕集大量地层水，导致地层超压，并因频繁的构造活动导致泥火山喷发和丰富的油气苗；现今的南里海地区仍是构造活动活跃的地区。

中亚-里海地区共有 20 多个沉积盆地，类型以克拉通内盆地和前陆（包括周缘前陆、弧后前陆）盆地为主，含油气潜力差别很大。滨里海盆地早期属于裂谷-被动边缘盆地，海西造山之后演化为克拉通内拗陷盆地，但油气主要与早期的被动边缘层序有关。克拉通内拗陷盆地下部多存在裂谷层系，但绝大部分油气分布于地台层系内；这类盆地含油气性差别较大，其中阿姆河盆地是研究区内油气资源最丰富的盆地，研究区西部的此类盆地如北乌斯秋尔特、曼格什拉克等盆地均含有一定的油气资源，还有些盆地如楚-萨雷苏、田尼兹、巴尔喀什等盆地是在晚古生代稳定性较差的哈萨克古陆上形成的克拉通内拗陷盆地，沉积盖层以浅海相上古生界地层为主，后期又经历了多次构造运动的叠加改造，含油气潜力相对较低。研究区西部的弧后前陆盆地具有较高的含油气远景，如南里海盆地、大高加索山前的捷列克-里海盆地、因多-库班盆地；东部的周缘前陆盆地含油气远景则较低，西天山地区的山间盆地除了费尔干纳盆地外，其他盆地规模较小，目前还没有油气发现。

在本书编写过程中，中海石油国际有限公司勘探部吴培康经理以及季洪泉、房殿勇、胡根成等专家给予了多方指导和大力帮助；在书稿完成过程中，杨甲明、杜栩等老专家提供了宝贵的修改意见，在此一并致谢。

本书为石油专项“全球剩余油气资源研究及油气资产快速评价技术”（2011ZX0502806002）课题的部分研究成果。受研究和写作水平所限，书中可能存在诸多缺点和错误，敬请同行们批评指正。

作 者

2015 年 9 月

目 录

丛书序	
丛书前言	
前言	
绪论	1
第一节 中亚-里海地区概况	1
第二节 中亚-里海地区油气勘探简史	4
第三节 中亚-里海地区油气勘探发展方向	10
第一章 中亚-里海地区区域地质特征	14
第一节 中亚-里海地区区域构造特征	14
第二节 中亚-里海地区区域构造演化	28
小结	53
第二章 中亚-里海地区含油气盆地类型与基本特征	54
第一节 中亚-里海地区沉积盆地类型及含油气性	54
第二节 内克拉通盆地	62
第三节 古被动大陆边缘盆地	69
第四节 前陆盆地	73
第五节 裂谷盆地	90
小结	99
第三章 滨里海盆地	100
第一节 盆地概况	101
第二节 基础地质特征	107
第三节 石油地质特征	134
第四节 典型油气田	168
小结	197
第四章 阿姆河盆地	198
第一节 盆地概况	199
第二节 基础地质特征	205
第三节 石油地质特征	226
第四节 典型油气田	246
小结	255
第五章 南里海盆地	256
第一节 盆地概况	257

第二节 基础地质特征.....	263
第三节 石油地质特征.....	277
第四节 典型油气田.....	306
小结.....	317
第六章 曼格什拉克盆地.....	318
第一节 盆地概况.....	318
第二节 基础地质特征.....	324
第三节 石油地质特征.....	335
第四节 典型油气田.....	353
小结.....	364
第七章 北乌斯秋尔特盆地.....	365
第一节 盆地概况.....	365
第二节 基础地质特征.....	373
第三节 石油地质特征.....	382
第四节 典型油气田.....	395
小结.....	404
参考文献.....	405

绪 论

第一节 中亚-里海地区概况

中亚通常指哈萨克斯坦、土库曼斯坦、乌兹别克斯坦、塔吉克斯坦、吉尔吉斯斯坦五个国家。从盆地研究的角度来看，里海在中亚含油气盆地中占有重要地位，因此将本书的研究范围确定为中亚-里海地区，它除包含上述中亚五国之外，还涉及整个里海海域、里海西岸的阿塞拜疆、格鲁吉亚、俄罗斯联邦的北高加索大区、南部大区东部和沿伏尔加大区南部，以及伊朗东北部和阿富汗北部，大致位于东经 $44^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 、北纬 $36^{\circ}\sim 53^{\circ}$ ，区域总面积超过 $5\times 10^6\text{km}^2$ （图 0-1）。



图 0-1 中亚-里海地区的主要国家

全区地形具东高西低、南高北低的特征。东部为天山山脉及阿尔泰山山脉向西的延伸部分；东南部为帕米尔高原，向西延伸为兴都库什山脉和班迪突厥斯坦山脉；南面以

科佩特达格山脉与伊朗高原相接,再向西则为厄尔布尔士山脉、小高加索山脉和大高加索山脉。北部地貌相对平缓,平原广布,沙漠横亘,平原之间为低矮的丘陵和高原。

研究区内包括东欧平原、乌拉尔山地、中亚平原和丘陵、外里海(里海东侧)低地和山脉、中亚山地、高加索山地、里海盆地等主要地貌单元。

东欧平原又称俄罗斯平原,从北冰洋沿岸延伸到黑海和里海沿岸,从俄罗斯的西部国境延伸到乌拉尔山麓,其延伸到研究区内的部分称为滨里海低地。

滨里海低地是位于里海西北侧、北侧和东北侧的广阔低矮平原,分别属于俄罗斯和哈萨克斯坦的滨里海地区。局部地表面海拔为 $-27\sim-28$ m。低地全部为草原半荒漠型或荒漠型平原地貌,发育一些特殊的、由粉砂和泥质或砂和泥质混合物组成的低丘;有的地方发育干旱的或潮湿的盐碱地(索尔)。

现今滨里海低地的地理范围明显大于地质概念上的滨里海盆地。

在里海东岸的布扎奇半岛,滨里海低地过渡为低起伏的丘状平原,海拔上升到60 m。

乌拉尔山地介于东欧平原和西西伯利亚平原之间,北起北冰洋岸,南至乌拉尔河,蜿蜒2000多km,宽60~150 km,为乌拉尔河、伏尔加河流域与鄂毕河流域之间的分水岭。南乌拉尔的倾没端延伸至研究区内,称为穆戈贾尔山,海拔一般在500 m以下。

中亚平原和丘陵主要包括里海以东,科佩特达格山、西天山以北,西西伯利亚平原以南的广大地区。

该地貌区南部为图兰平原,其中发育了卡拉库姆沙漠(土库曼斯坦境内)、克孜尔库姆沙漠和咸海沿岸卡拉库姆沙漠。北部为哈萨克丘陵,其最高峰阿克索兰山海拔1565 m;哈萨克丘陵以北为西西伯利亚低地南部的伊希姆平原和库仑达平原。哈萨克丘陵以南、西天山以北,发育了莫因库姆沙漠、塔乌库姆沙漠和萨雷耶西克阿特劳沙漠。

图尔盖高原位于哈萨克丘陵以西、穆戈贾尔山以东,中间有图尔盖河谷由北向南延伸,向南到咸海地区与图兰平原相接,由此平原地貌一直向南延伸到科佩特达格山前。

里海与咸海之间为高度不大的乌斯秋尔特荒漠化高原,高程为130~150 m;向西与曼格斯套山东坡相接,其最高点别绍克山的高程为556 m。这些低山向里海的哈萨克斯坦沿岸带方向上呈台阶状降低。

卡拉博加兹湾是一个巨型的淤塞海湾,其南侧为高度不大(平均300~700 m)的高原和山脊(克拉斯诺沃茨克高原、切林克雷高原、阿克尔山和库兰达格山)。

外里海低地和山脉。里海的东南侧称为外里海,局部处于海拔 $-26\sim-28$ m以下。该低地以东分布着大/小巴尔坎山地(1880 m)和科佩特达格山脉(2942 m)。

中亚山地包括吉尔吉斯斯坦和塔吉克斯坦绝大部分地区以及乌兹别克斯坦的东南部,它们属于天山山脉西段及其支脉,不少高峰海拔超过5000 m,高山常年积雪,多冰川,地震频繁。

高加索山地位于黑海与里海之间,北起大高加索山北麓,南至小高加索山脉。

小高加索和塔雷什山脉向东与里海相接。小高加索为高山和火山高原,吉亚梅什山主峰海拔3724 m;塔雷什山主峰海拔2492 m。大高加索山脉向东南延伸并终止于阿普

歇伦半岛, 其主峰巴扎尔纠纠峰海拔 4466 m。大/小高加索山脉之间发育了流向里海的库拉-阿拉克斯水系, 在里海沿岸发育了连科兰低地和半荒漠化平原, 最低海拔 $-26 \sim -27$ m。

里海盆地。里海是研究区内最大的内陆水体, 也是现今仍在沉降并接受沉积的盆地, 是研究区内最低洼的地区。海平面变化较大, 平均海平面比全球大洋平均海平面低 28 m。里海南北向长约 1200 km, 平均宽约 320 km, 海岸线长达 7000 km, 水域面积为 $(37.8 \sim 39.0) \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

里海海水平均温度由北向南有增高的趋势, 平均每一个纬度相差 0.8°C 。夏天北里海海水表层水温为 $20 \sim 24^\circ\text{C}$, 中里海为 $24 \sim 25^\circ\text{C}$, 在南里海为 $26 \sim 28^\circ\text{C}$ 。北里海海水很浅, 冬天的表层到海底水温基本相同, 一般为 $0.4 \sim 0.6^\circ\text{C}$, 接近于冰点。较深海域水温可达 6°C 。

里海主体部分的盐度为 $12.8\text{‰} \sim 13.0\text{‰}$ 。在巴库群岛附近水域局部盐度较低, 为 12.6‰ 。里海东南部缺少淡水注入的水域盐度局部超过 13.0‰ 。

以曼格什拉克水下隆起带和阿普歇伦-宾巴尔坎水下隆起带为界, 可以将里海的海底划分成三部分: 北里海、中里海和南里海。

曼格什拉克水下隆起带从哈萨克斯坦一侧的蒂布卡拉甘半岛延伸到达吉斯坦沿岸的阿格拉汉半岛, 构成北里海与中里海的分界。

阿普歇伦-宾巴尔坎水下隆起从阿塞拜疆一侧的阿普歇伦半岛向东延伸到土库曼斯坦一侧的切列肯半岛, 水下隆起幅度为 $10 \sim 15$ m 到 $300 \sim 450$ m, 构成了中里海与南里海的分界。

北里海水体最浅, 平均水深 $5 \sim 8$ m, 面积接近 $80\,000 \text{ km}^2$ 。该海域可以看成是滨里海低地被海水淹没的部分。

中里海的面积为 $138\,000 \text{ km}^2$ 。杰尔宾特深凹陷或达吉斯坦深凹陷一带最大水深超过 700 m。

南里海面积约 $160\,000 \text{ km}^2$, 其中部最大水深为 1025 m。南里海西侧陆架是相对狭窄的水下平原, 水深在 $40 \sim 200$ m, 受晚新生代构造挤压影响形成背斜和向斜相间的波状, 并受到侵蚀和沉积的进一步改造。东侧陆架表现为侵蚀-堆积平原, 称为土库曼阶地, 水深在 $7 \sim 200$ m, 它是古阿姆河和古阿特列克河三角洲经过海蚀改造的产物。

研究区经纬跨度较大, 加上南北地貌差异较大, 形成了不同的气候条件。

包括哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦和土库曼斯坦大部分地区在内的中北部属于温带大陆性沙漠气候, 夏季炎热干燥, 冬季寒冷少雪, 冬夏和昼夜温差大, 多日照, 少雨水。平均气温 1 月为 $-18 \sim 3^\circ\text{C}$, 7 月为 $26 \sim 32^\circ\text{C}$ 。年降水量平原地区为 $80 \sim 300 \text{ mm}$, 荒漠地带不足 100 mm 。土库曼斯坦属强烈大陆性气候, 是最干旱的地区之一。

位于研究区东南部西天山地区的塔吉克斯坦和吉尔吉斯斯坦全境属典型的大陆性高山气候, 随海拔增加, 大陆性气候加剧。河谷盆地 1 月平均气温 -6°C , 7 月 $15 \sim 23^\circ\text{C}$ 。年降水量 $200 \sim 800 \text{ mm}$, 高山地区达 1000 mm 以上。帕米尔山西部终年积雪, 形成巨大的冰川。

研究区西南部, 包括伊朗北部、阿塞拜疆东部的里海沿岸地区, 属于亚热带温湿气

候, 年平均降水量达 1000 mm 以上, 炎热潮湿。高加索山区为高原冻土带气候, 年平均降水量高达 2000 mm 以上; 格鲁吉亚西部受黑海影响, 向风山地比较湿润, 东部则比较干燥。

里海以西、大高加索山脉以北地区, 属于温带温暖气候, 夏季里海东岸气温通常要比西岸高几摄氏度。

里海北部为大陆性气候带: 冬季海域北部为寒冷的冬季暴风气候, 而在南部温度较高; 夏季天气炎热、干燥、无风, 温差很小, 7 月到 8 月的平均气温在北部为 24℃, 在南部达到 28℃。气候条件随着纬度和季节有明显的变化。冬季有大风, 而且气温相当低。在 1 月至 2 月, 北里海的平均气温为 -8~-10℃, 在中里海为 3~5℃, 在南里海为 8~10℃, 有时达到 12℃。

里海是研究区内最大的内陆湖泊, 流向里海的地表径流包括大大小小的河流约 130 条; 这些河流的年度径流量变化很大, 在降水丰富的年份可达到 372.5 km³, 而在降水稀少的年份可减少到 243 km³; 1940~1970 年这些河流的平均年径流量达到 286.4 km³, 流向里海的径流量最大的季节在春季和夏初, 这与融雪有关。

在里海不同地区的河流水量不同。在北里海仅有三条河汇入——伏尔加河、乌拉尔河和捷列克河, 然而这三条河带来了占总量 90% 的地表径流量, 而流入中里海和南里海的库拉河、萨穆尔河和苏拉克河流量仅占 9%; 来自伊朗一侧的径流量仅占 1%; 里海东岸没有常年性河流。

咸海位于图兰平原的西部, 有阿姆河和锡尔河分别从南、北注入。阿姆河发源于帕米尔高原, 在塔吉克斯坦境内向西南流过杜尚别后折向南, 在与发源于兰加尔附近的喷赤河会合后, 则流向西, 成为塔吉克斯坦和阿富汗的界河; 在木雷克附近转而流向西北, 进入土库曼斯坦境内, 经土库曼斯坦与乌兹别克斯坦边界线后, 向北注入咸海。锡尔河发源于天山山脉的伊什提克附近, 向西流入吉尔吉斯斯坦, 在流经费尔干纳盆地后, 再经塔吉克斯坦和乌兹别克斯坦至塔什干以西, 再向西北进入哈萨克斯坦, 注入咸海。

在哈萨克斯坦东南部有区内最大的淡水-半咸水湖——巴尔喀什湖, 该湖南临萨雷耶西克阿特劳沙漠, 伊犁河自南岸注入, 卡拉塔尔河、阿克苏河、列普萨河等从北边注入。该区内比较大的湖泊还有伊塞克湖、阿拉湖、艾达尔库湖等。

在研究区东北部, 发源于阿尔泰山脉的额尔齐斯河向西流入哈萨克斯坦境内, 注入斋桑泊, 出斋桑泊后沿西北方向流入西西伯利亚平原, 汇入鄂毕河后注入喀拉海。发育于哈萨克斯坦北部的伊希姆河向北经伊希姆平原汇入额尔齐斯河。因此, 伊希姆河和额尔齐斯河是研究区内仅有的通向大洋的河流, 其他河流均为内流河。

第二节 中亚-里海地区油气勘探简史

中亚-里海地区具有丰富的油气资源, 特别是里海及其周边沉积盆地, 这里是人类发现和利用石油最早的地区。早在公元 9 世纪和 10 世纪, 古希腊、波斯和阿拉伯的史书就对前高加索东部的天然油气苗进行了描述; 在 10 世纪阿拉伯旅行家马苏德和伊斯

塔赫里的笔记中就有关于阿普歇伦半岛、库拉河下游地区石油的文字记录,当时开采的石油主要是用于取暖和照明,或用于医药;在13世纪的《马可·波罗游记》中也有该地区利用石油的相关记录。但里海地区真正的油气勘探是19世纪才开始的。该地区的油气勘探开发大致可以分为以下四个阶段。

一、沙俄时期

中亚-里海地区绝大多数国家为苏联加盟共和国,或在十月革命之前就已经并入俄国,因此1991年之前的油气勘探主要受俄国和苏联主导。

18世纪初,彼得堡皇家科学院(现俄罗斯科学院)对前高加索东部进行了最早的研究。1882年,俄国地质委员会建立,开始对前高加索盆地进行系统的研究。19世纪初,阿塞拜疆并入俄国,1847年在阿普歇伦半岛钻了第一口机械探井,也是里海地区最早的钻探工作,并发现了比比爱伊巴特油田;19世纪末至20世纪初,又在该油田的海上延伸部分完钻了第一口采油井,这也是里海海域的第一口油井(Глумов и др., 2004)。1871年利用当时最先进的钻井技术发现了巴拉汉-萨本奇-拉马尼大型油田,巴库由此成为沙皇俄国产油中心。巴拉汉-萨本奇-拉马尼大型油田的含油层为上新统中部的“产层群”三角洲砂岩,至今已累计产油超过 3×10^8 t。

但上述油田的发现主要是根据油苗钻探的结果。19世纪80年代开始在阿普歇伦半岛和北高加索地区进行地质勘探测量,已发现背斜含油构造。

1864年首次采用机械钻井,在北高加索克拉斯诺达尔地区的阿纳普附近发现了库达古油田,之后又相继发现了老格罗兹尼特大型中新统油田,在克拉斯诺达尔发现了一批上新统油田和渐新统迈科普组油田,这些油田成为北高加索油区最早的一批油田。十月革命前,在哈萨克斯坦的恩巴地区的侏罗系和下白垩统地层中发现了盐丘构造油田(多索尔油田、马卡特油田);在西天山地区的费尔干纳盆地,发现了一系列小型油田,产层为古近系。

滨里海盆地的石油勘探开始于19世纪末。最初的勘探集中在盆地东南部的南恩巴地区,因为这里发现了油苗;1898年这里发现了第一个油田——卡拉顺古尔油田;1908年发现了多索尔油田,在埋深仅226 m的侏罗系砂岩中获得了高产油流,由此掀起了南恩巴地区石油勘探的热潮。

在十月革命和苏俄内战期间,石油产量锐减,勘探开发工作实际陷入停顿。

二、苏联早期

十月革命和苏俄内战期间该地区的勘探陷入停滞。十月革命后的数年间,老油区逐步恢复生产,并在这些油区开展已发现油田的补充勘探和新油田的预探,前高加索地区发现并提交了一批新油田。1929年,在前高加索盆地进行了首次地球物理测量,并利用地面地质和地球物理相结合的方法识别出了捷列克河流域的多个背斜构造。这标志着该地区的油气勘探进入了以发现背斜构造为目标的新阶段。

十月革命后至第二次世界大战前,阿普歇伦半岛的巴库地区和北高加索油区仍是整个苏联的主要产油区。这一阶段主要是对高加索地区进行开发,这一时期苏联的新增石油储量约 60% 来自阿塞拜疆,40% 来自北高加索。这一状况一直持续到第二次世界大战爆发。

在南里海盆地,除阿塞拜疆的巴库地区外,格鲁吉亚和土库曼斯坦也于 20 世纪 30 年代开始了石油勘探。在阿塞拜疆一侧有较大的发现,因此勘探工作量明显增加;土库曼斯坦一侧也发现了巨型油气田。

南里海是世界上最早进行海上油气勘探的海域,除了在比比爱伊巴特油田海上延伸部分的第一口油井之外,20 世纪 30 年代在南里海阿普歇伦半岛附近海域钻了第一口海上探井,并在 1946 年发现了海上第一个油气田——古尔干-德尼兹;随后在海上发现了一系列油气田,其中最大的储量可达 $2 \times 10^8 \text{ m}^3$ 油当量。

到 1923 年,在南恩巴重新开始勘探;直到 20 世纪 50 年代,该地区的主要勘探目标为盐上中生界地层,发现了大量与盐丘构造有关的小型油田(如卡拉通、穆奈雷、杰列努祖克等油田)。

卫国战争期间,北高加索地区的石油勘探和开发实际上已经停止,而阿塞拜疆的勘探和开发钻井工作量也大大萎缩,为了保障军队和后方的石油供应,伏尔加-乌拉尔地区的勘探开发工作量开始急剧上升。20 世纪 30 年代,伏尔加-乌拉尔地区的探明储量和石油产量远低于阿塞拜疆,直到发现了特大型的泥盆系油田——杜伊马兹油田(1937 年)和罗马什金油田(1942 年),伏尔加-乌拉尔才奠定了“第二巴库”的地位。在此期间,北高加索、格罗兹尼和克拉斯诺达尔等地区的石油勘探仍在继续,除了已知的第三系含油层之外,还在白垩系和侏罗系地层中发现了油气田,但新发现的储量较小,与伏尔加-乌拉尔地区的新油田已经无法相提并论。

第二次世界大战之后,苏联的石油工业得到全面恢复。在中亚-里海地区的阿塞拜疆、西土库曼、哈萨克斯坦的恩巴地区、中亚南部的费尔干纳盆地都发现了新油田。20 世纪 50 年代,在乌兹别克斯坦西部、土库曼东部和中部、南曼格什拉克等地区开展了区域勘探和预探,确定了图兰年轻地台的中生界(侏罗系和白垩系)地层的含油气性,在格罗兹尼地区发现了白垩系含油层。南里海海域勘探再获突破,发现了“油石头”大型油田。

这一时期在图兰、前高加索等年轻地台区发现了一系列油气田,如乌兹别克斯坦的布哈拉含气区(阿姆河盆地),前高加索东部的普里库姆油区,以及前高加索东部的含气区(包括奥泽克-苏阿特、威利恰耶夫卡、耶伊斯克-别列赞等大型气田)。1953 年,在西西伯利亚盆地西缘的滨乌拉尔地区发现了侏罗系的别廖佐沃小型气田,证实了年轻地台的中生界层系具有广泛含油气性,此后苏联开始将油气勘探的战略方向转向了这里。

三、苏联晚期

以对西西伯利亚盆地的大规模勘探和开发为标志,苏联的油气工业迎来了全盛时