

国外含油气盆地勘探开发丛书

非洲苏尔特盆地和
尼日尔三角洲盆地

国外含油气盆地勘探开发丛书编委会 编

应维华 潘校华 编译

石油工业出版社

内 容 提 要

苏尔特盆地和尼日尔三角洲盆地是非洲的两个最重要的产油气盆地，苏尔特属克拉通内的衰亡裂谷盆地，尼日尔三角洲则是典型的被动大陆边缘的进积三角洲盆地。本书以上、下篇分别介绍了这两个盆地的石油地质特征、勘探历史、盆地演化和成因机制、油气田分布以及典型油田等。

本书可供广大油气勘探人员和地质工作者类比研究的参考，并可作为高等石油、地质院校有关专业学生的参考读物。

图书在版编目 (CIP) 数据

非洲苏尔特盆地和尼日尔三角洲盆地/ 应维华，
潘校华编译. - 北京：石油工业出版社，1998. 6
(国外含油气盆地勘探开发丛书)

ISBN 7 - 5021 - 2267 - 2

- . 非...
- . 应... 潘...
- . 油气勘探 - 含油气盆地 - 非洲
- . P618. 130. 208

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 08693 号

*

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

*

850 × 1168 毫米 32 开本 $7\frac{3}{4}$ 印张 200 千字 印 1 - 1000

1998 年 6 月北京第 1 版 1998 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7 - 5021 - 2267 - 2 T E · 1889

定价：20.00 元

国外含油气盆地勘探开发丛书编委会

顾 问：朱夏 李德生

主 编：甘克文

副主编：安作相

委 员：(按姓氏笔画为序)

龙祥符、史训知、李昭仁、李国玉、张万选、
张亮成、陈发景、林天琪、易大同、胡文海、
赵重远、徐 旺、黄希陶、韩跃文

前 言

石油地质学是地球科学中的一个分支。就地球科学来说，其特点是具有全球性，即对于任何地区地质学的研究和了解，都有全球意义。石油地质学同样如此。不了解世界，特别是与本地区相类似的油气盆地，就不可能更经济、迅速、有效地开展该地区的油气勘探开发工作。追溯百余年来的油气勘探开发史，每当有一个新地区、新层带或新远景圈闭的发现，无不给其它类似地区、类似层带和类似远景圈闭的勘探带来活力，从而导致一系列新的发现。

原石油工业部自成立以来，始终重视了解世界，借鉴国外的勘探开发经验，并于 1963 年组织专门的研究小组，从事收集、整理、研究和编写《世界含油气盆地资料》。这项工作虽然后来因历史原因没有能够坚持下去，但还是完成了波斯湾、墨西哥湾、墨西哥东部沿岸、原西德北部、马拉开波等 8 个专集。这套资料对于石油地质勘探人员了解世界和增长知识起了积极的作用，至今还具有一定的参考价值。

到了 70 年代晚期，我们希望恢复这项工作，但由于工作量太大，任务艰巨，人力不足而无法开展。在征求各单位有关石油地质勘探开发方面的专家和学者的意见时，都认为搞这样一套丛书，有利于开阔眼界，提高水平，不但对当代甚至对今后的勘探开发工作，都有参考意义。特别是国家实行改革开放政策以来，与外国各类石油公司的交往多了，国外的地质开发专家在讨论中，往往能够提出世界各地的多种油气地质模式，而国内专家比较局限于自己工作地区的特点。相比之下，显得更需要给广大石油地质勘探开发人员提供系统而较详细的世界性资料。

从 1981 年起，由原中国石油天然气总公司科学技术情报研究所领导下的石油地质勘探情报协作组组成编委会，致力于动员社会力量，着手编写《国外含油气盆地勘探开发丛书》。这项工

作虽然困难重重，但在中国石油天然气总公司勘探开发科学研究院、地质矿产部、石油地质研究所和各有关单位，特别是情报信息工作人员的共同支持下，终于与广大读者见面了。考虑到我国油气勘探开发的发展前景，我们首先组织了有关古生界含油气盆地，中、新生界的克拉通内裂谷型含油气盆地，块断的弧后盆地和某些被动大陆边缘盆地的丛书。如果条件允许，希望最后能把世界上的各个重要产油气盆地的全套资料提供给广大油气勘探开发工作者。

本书的编译工作上篇由潘校华编译，下篇由应维华编译。王雪吾和谭柳芳分别在编审过程中做了有关业务工作和图幅清绘工作。

目 录

上篇 利比亚的苏尔特盆地.....	(1)
第一章 绪论.....	(1)
第一节 苏尔盆地的概况.....	(1)
第二节 盆地的勘探历程.....	(2)
第二章 油气地质背景.....	(9)
第一节 区域大地构造.....	(9)
第二节 地层	(11)
第三节 构造单元划分和局部构造特征及其组合	(16)
第三章 盆地的演化史及其阶段划分	(23)
第一节 区域地质史	(23)
第二节 盆地发育历史	(24)
第三节 演化阶段的划分及其特征	(26)
第四章 油气的形成和分布规律	(45)
第一节 储油气层的分布和性质	(45)
第二节 储集层系的储量对比	(48)
第三节 生油层系	(50)
第四节 油气盖层	(54)
第五节 圈闭条件	(54)
第六节 生储盖的组合关系和油气运移	(69)
第七节 油气聚集带的划分及分布规律	(69)
第五章 苏尔特盆地成因机制探讨	(76)
第一节 盆地的成因机制	(76)
第二节 盆地形成的演化	(77)
第六章 主要油气田	(83)
第一节 萨里尔油田	(83)
第二节 梅斯拉油田	(84)
第三节 纳赛尔 (泽勒坦) 油田	(85)

第四节	阿马勒油田	(86)
第五节	奥季拉—纳富拉油田	(87)
第六节	因蒂萨尔油田群	(89)
第七节	哈特巴气田	(91)
第八节	苏尔特盆地大油田	(92)
第七章	总结	(94)
下篇	尼日尔三角洲盆地	(97)
第一章	概况	(97)
第二章	勘探史及经验教训	(99)
第一节	勘探史	(99)
第二节	经验教训.....	(108)
第三章	地层及沉积史.....	(109)
第一节	地层.....	(109)
第二节	沉积史.....	(125)
第四章	构造.....	(132)
第一节	区域构造.....	(132)
第二节	构造单元划分及分区.....	(136)
第三节	局部构造特征.....	(136)
第五章	尼日尔三角洲演化史.....	(140)
第一节	早期（白垩纪）的构造演化阶段.....	(141)
第二节	晚期（晚白垩纪—新生代）的构造演化阶段	(143)
第六章	油气藏的形成和油气富集的主要控制因素.....	(148)
第一节	油气层及其分布.....	(148)
第二节	生油层及热成熟史.....	(148)
第三节	油气运移和聚集条件.....	(174)
第四节	油、水性质.....	(176)
第五节	油气富集的主要控制因素.....	(179)
第七章	同生构造（包括泥脊和盐构造等）的成因 探讨及其意义.....	(181)

第一节	滚动背斜的成因机制.....	(181)
第二节	生长断层的形成机制.....	(186)
第八章	油气田各论.....	(189)
第一节	构造圈闭及典型油气藏.....	(189)
第二节	地层、岩性圈闭及其油气藏.....	(196)
第九章	尼日利亚油气勘探、开发中的几个特点.....	(200)
第一节	重视地震工作，不断提高勘探精度.....	(200)
第二节	多打井，多钻构造.....	(201)
第三节	地层松软，尽快完钻.....	(202)
第四节	开展多种项目测井.....	(202)
第五节	稀井高产开发油田.....	(202)
第十章	喀麦隆的杜阿拉盆地简介.....	(204)
附录 1	尼日尔三角洲盆地油气田基本数据表	(229)
附录 2	尼日尔三角洲盆地油田基本数据表	(231)
附录 3	喀麦隆杜阿拉盆地油田基本数据表	(232)
附录 4	单位换算表	(234)
参考文献	(235)

上篇 利比亚的苏尔特盆地

第一章 绪 论

利比亚是北非主要的石油生产国之一，位于北非地中海沿岸（图 1），东邻埃及，西邻阿尔及利亚和突尼斯，南为尼日尔、乍得和苏丹，北为地中海，面积约 178 万 km^2 ，范围在北纬 20° 到 $32^{\circ}50'$ ，东经 $9^{\circ}45'$ 到 $25^{\circ}00'$ 之间，沉积区（实际上为油气前景区）为 104 万 km^2 ，占整个国土面积的 58%。境内除北部沿海地区属亚热带地中海气候以外，90% 以上为撒哈拉沙漠和半沙漠区，大部分属于热带沙漠气候。

利比亚共有六个较大型的沉积盆地（图 2）。包括西部的佩拉杰、（吉夫腊）盆地，伊利济、哈姆拉盆地，迈尔祖格盆地；东南部的库弗腊盆地；中部的苏尔特盆地和东北部的昔兰尼加盆地。其中三个盆地发现了油气，但只有苏尔特盆地具有重要的意义。

本篇着重介绍苏尔特盆地的石油地质，并分析其油气聚集带的分布。

第一节 苏尔特盆地的概况

苏尔特盆地位于利比亚的北中部，面积约 40 万 km^2 。

盆地北接地中海，东面与昔兰尼加盆地和埃及的西部沙漠盆地相邻，南部为库弗拉盆地和提贝斯提隆起，西部为迈尔祖格盆

图 1 利比亚的地理位置

地、伊利济盆地和佩拉杰盆地。盆地内主要为晚中生界和新生界的沉积物所充填，表面为第四系的沙漠所覆盖。

自本世纪 50 年代末以来，苏尔特盆地已发现了大量的油气。到 80 年代大约有二百多个油田和气田。其中有 17 个属巨型油气田（图 3）。

据 1980 年的估计，整个盆地的石油最终可采储量大约为 $3.8 \times 10^9 \text{ m}^3$ ，天然气约 $640 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。几乎利比亚所有的工业性油气田都集中在该盆地。

第二节 盆地的勘探历程

利比亚在 1951 年独立之前，对本国的地质情况只进行过一些小规模的调查。最早的是在 19 世纪末期。当时主要是对国内部分地区的沉积岩进行了简单的描述。在本世纪初，人们在的黎

图 2 利比亚沉积盆地分布图

波里市附近的水井中首次发现了天然气显示，后来，又在该区发现了更多的油气苗。从本世纪 20 年代到 30 年代，Turin 大学的 Ardito Desio 教授等人开展了对该国油气前景的评价工作，并进行了较全面的地面地质调查。1937 年，意大利国家石油公司派出了一支调查队，在 Desio 教授的带领下，完成了全国地质图的编制工作，并把全国分成 12 个区带，其中，苏尔特盆地被认为是油气前景最有利的地区。到本世纪 40 年代，由于二次世界大战的干扰，几乎没有进行更多的地质调查。故对该国的地质情况的了解程度也没有多大进展。

到 50 年代，利比亚独立之后，由于新政府颁布了一系列新的石油法令，允许国外有关的石油公司利用租借地进行油气勘探

图 3 苏尔特盆地构造分区及油气田分布图

和开发。自此以后才真正开始了大规模的油气勘探工作。

第一批租借地是在 1955 年批准的。这批租地主要分布于利比亚北部的大部分地区以及西部的部分地区，总共 47 个租区。几十个国内外石油公司，如利比亚埃索美孚石油公司，尼尔逊、邦克、亨特石油公司，美国海外石油公司，加拿大莫尔比石油公司，绿洲石油公司等，纷纷涌入各租区，开始了大规模的勘探工作。在这一年中，仅对苏尔特盆地就进行了详细的地面普查和航空物探工作，发现并证明了盆地中存在巨厚的海相沉积，并大大增强了对该盆地进一步勘探的信心。

在 1956 年到 1957 年期间，几乎所有租区的勘探工作都得到了加强，苏尔特盆地除了靠沿海一带集中进行了大量的地球物理工作之外，还在盆地内打了十几口探井，取得了较多的资料。另外，还在利比亚西部靠近阿尔及利亚埃杰莱油田的第一号租区打出了第一口油井，但由于距离沿海港口太远，油井的产量又低，故没有多大的工业价值。

到 1958 年，利比亚油气勘探的重点开始集中于苏尔特盆地。这主要是由于绿洲石油公司在苏尔特盆地发现了两口产量较大的油井，巴希 (Bahi) A₁ - 3.2 和达哈拉 (Dahra) B₁ - 32，这两口井都自白垩系产油，日产量 500bbl (79.5 m³) 以上，原油相对密度为 0.8299 ~ 0.8448 g/cm³。另外莫尔比石油公司和埃索石油公司通过测井曲线发现该盆地第三系地层中也有较好的油气显示。1959 年初，苏尔特盆地的各石油公司在上一年所取得的成果的激励下，加紧了盆地的钻探工作，并在一些地区进行了仔细的地震勘探。到年底，共发现日产量 500bbl (79.5 m³) 以上的油田 14 个，气田 3 个 (其中最小的气田产量为每天 25202 m³，最大为 283168 m³)，钻井成功率高达 41.4%。在这些新发现的油气田中，埃索公司发现的泽勒坦 (后改名为纳赛尔) 油田显示出了巨大的潜力。其产油层为古新统礁灰岩，发现井日产量最大为 17,500bbl (2782.3 m³)，原油相对密度为 0.8398。美国海外石油公司 (Amoseas) 所发现的贝达 (Beda) 油田也是一个产量较大的第三系油田，发现井日产量为 3650bbl (580 m³)，原油相对密度为 0.8423。另外，莫尔比公司发现的阿马勒油田 B₁ - 12 井，产油层为古生界石英砂岩。到 1959 年底，苏尔特盆地共有 15 台钻机进行了钻探，同时还加强了地面地质、地震及重力等工作。

1960 年，各石油公司仍在继续增加钻探和地震调查工作，并在上一年所发现的泽勒坦和达哈拉等油田上打了一些开发井。到 1961 年苏尔特盆地又发现了五个新油田，它们都具有较大的潜力，其中最大的是英国的邦克·亨特石油公司在盆地东南部边

缘的卡兰舒沙漠中发现的萨里尔“C”油田，从而将盆地油气的勘探重点区从盆地中部和北部扩展到了盆地南部的沙漠区。该油田的油层为下白垩统砂岩，产能起初每天 100000bbl 以上，后来又很快增加至日产 300000bbl。其次为埃索公司发现的拉古拜 (Raguba) 油田，位于泽勒坦油田以西大约 64km 处，发现井日产量为 3000bbl，深度约 1620m。再次是绿洲石油公司发现的贾洛油田，发现井日产量为 1188bbl，深度约 1890m。到这一年底，人们已充分认识到，苏尔特盆地无论砂岩还是碳酸盐岩都具有很大的油气潜力，其中，白垩系和第三系可能是该国最大的油气产层。

1962 年，利比亚的探井成功率仍保持在较高的水平，大约为 32%。全年共打探井 173 口，其中有油井 56 口，包括 25 口新发现井，这些探井主要集中在苏尔特盆地，并在该盆地中又发现了 19 个新油田，其中较大的油田有第六号租区的 R₁-6 井，绿洲石油公司发现的赛马赫 (Samah) 油田以及莫尔比公司的奥拉 (Ora) 油田。到 1962 年底，仅在绿洲石油公司所属的第五十九号租区内就一共发现了八个油田，使该租区成为当时苏尔特盆地油田数量最多的租区。

1963 年和 1964 年，苏尔特盆地中继续进行大规模的钻探工作，但地震调查有所减少。两年中，仅发现了几个小型油田。另外，这两年还在一些已发现的油田区进一步钻探，如萨里尔“C”油田，赛马赫油田，瓦哈油田 (Waha)，霍夫拉 (Hofra) 油田等，探明了这些油田的油气储量，使该盆地已知的油气储量有了大幅度的提高，其累积最终可采储量的增加曲线出现猛增的趋势，如图 4 所示。

1965 年，苏尔特盆地的钻探和地震工作都有所减少。但尽管如此，盆地中仍有较大的发现，如美国海外石油公司发现的纳富拉 (Nafoora) 油田，该油田为第三系产油。

1966 年，发现量又有所增加。全年共发现七个油田，最大的为利比亚西方石油公司在盆地东部发现的奥季拉油田，其产油

图 4 利比亚油气的最终可采储量增长曲线

层主要为白垩系，发现井日产量为 9691bbl (1541 m^3)。其次是邦克·亨特公司的萨里尔“L”油田，其产油层为下白垩统砂岩，发现井 L₂ - 65 日产量为 800bbl (127 m^3)，另外还有埃索美孚石油公司的阿尔沙德 (Arshad) 油田，产油层为白垩系和寒武—奥陶系，产油量为 3200bbl (约 $510\text{ m}^3/\text{d}$) 等。

1967 年，苏尔特盆地的最大发现为英蒂萨尔三个古新统生物礁油田这三个生物礁油田。位于第 103 号租区，是由西方石油公司通过三口探井直接发现的，其深度都在 3000 m (10000ft) 以上，油柱高约 270 m，发现井日产量在 17600 ~ 74867bbl (2798

~ 11900 m³) 之间。

1967 年以后，苏尔特盆地的勘探工作大大减少，特别是 1968 年以后，勘探工作几乎出现停滞。以后，除 1971 年在贾洛油田以南的卡兰舒地区发现了较大的梅斯拉下白垩统砂岩油田之外，几乎没有更多的新发现，其累积最终可采储量的增长曲线趋于平缓，如图 4 所示。

综合苏尔特盆地的勘探历程，可以发现，盆地自 1958 年开始大规模油气勘探以来，其勘探历程中大致有三个具有较大发现的阶段，如图 4 所示，第一阶段为勘探开始发现的高峰期从 1958 年到 1961 年，这一阶段主要发现了泽勒坦油田、阿马勒油田、瓦哈油田、德法油田、霍夫拉油田、贾洛油田、萨里尔油田等，盆地的累计最终可采储量具有最大的增长幅度。第二阶段为 1965 年到 1967 年，这一阶段主要发现了奥季拉油田和因蒂萨尔三个生物礁油田。最后一个阶段为 1971 年前后，该阶段主要发现了梅斯拉等油田。三个阶段之间均没有较大的发现，最后发现量趋近于零，可采储量趋于稳定。

第二章 油气地质背景

第一节 区域大地构造

从大地构造上看，苏尔特盆地所处的位置属非洲大陆板内，北非克拉通临地中海的北缘，界于撒哈拉地盾和地中海大陆架之间。

图 5 苏尔特盆地垒堦结构分布图