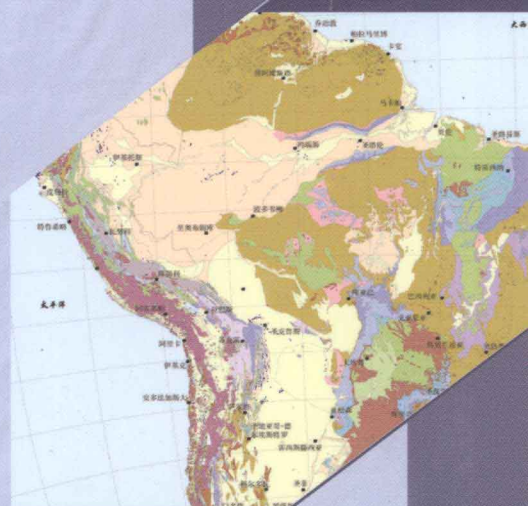


国/外/含/油/气/盆/地/丛/书

南美洲含油气盆地

朱伟林 白国平 胡根成 等 著



科学出版社

国外含油气盆地丛书

南美洲含油气盆地

朱伟林 白国平 胡根成 等 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以“油气富集程度”、“油气分布特征”和“控制油气分布的主要区域地质背景和石油地质背景”为主线,全面介绍南美洲区域地质背景、含油气盆地类型及其基本地质特征,重点描述具有典型意义的东委内瑞拉、马拉开波、奥连特、圣克鲁斯-塔里哈、内乌肯、坎波斯和桑托斯等7个含油气盆地。

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

南美洲含油气盆地/朱伟林,白国平,胡根成等著. —北京:科学出版社, 2012

(国外含油气盆地系列丛书/朱伟林主编)

ISBN 978-7-03-035164-7

I. ①南… II. ①朱…②白…③胡… III. ①含油气盆地-研究-南美洲
IV. ①P618.130.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第162769号

责任编辑:罗吉 王淑云 / 责任校对:张凤琴

责任印制:赵德静 / 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>

北京通州皇家印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012年7月第一版 开本:787×1092 1/16

2012年7月第一次印刷 印张:23 1/4

字数:528 000

定价:180.00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	聂志勤

《南美洲含油气盆地》

主要作者：白国平 胡根成

参撰人员：朱毅秀 秦养珍 陶崇智 高济稷 卢小新
周志龙 刘厚武 黄 娟 邓 超 仲米虹
刘君兰 邹建红 王大鹏 李进波

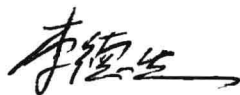
丛 书 序

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 5 000 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)》、《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》、《环北极圈含油气盆地》、《非洲含油气盆地》、《南亚-东南亚含油气盆地》和《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人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》、《环北极圈含油气盆地》、《非洲含油气盆地》、《南亚-东南亚含油气盆地》和《澳大利亚含油气盆地》。

本丛书主编为朱伟林,副主编为崔早云、杨甲明、杜栩,编委为马立武、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、聂志勳,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

《南美洲含油气盆地》是中国海洋石油总公司组织出版的《国外含油气盆地丛书》中的一部，本书以南美洲为研究对象，重点探讨南美洲区域石油地质特征及其主要含油气盆地的油气成藏特征。

本书以板块构造、盆地动力学、含油气盆地分析等理论为指导，以含油气系统分析、区带表征和 ArcGIS 编图为研究手段，以各种类型盆地的油气富集程度、油气分布规律以及控制油气分布规律的主要因素为贯穿全书的主线，较系统地表征了南美洲不同类型盆地的成因、构造-沉积演化特征、成烃和成藏特征。本书不仅归纳总结南美洲的区域油气分布特征，而且对主要含油气盆地内的诸多地质现象也有所分析、有所认识。

本书是在中海油重大基础研究项目——“南美洲主要沉积盆地油气地质特征与勘探潜力分析”的研究成果基础上系统总结完成的。第一章介绍南美洲区域地质背景。第二章讨论南美洲含油气盆地的类型及其基本石油地质特征，是本书重点之一。第三章至第九章分别介绍 7 个重点含油气盆地，这些盆地在南美洲都具有典型意义，其中的坎波斯盆地和东委内瑞拉盆地堪称世界油气地质经典的被动陆缘盆地和前陆盆地的代表，对这些盆地，本书做了较详尽剖析，这是本书的另一个重点。

本书精华之处可归纳为以下 8 点。

第一，南美洲的 79 个沉积盆地分为 6 大类、7 种类型，分别为：①大陆裂谷-拗陷盆地；②面向大洋的被动陆缘盆地；③走滑盆地；④与地体增生相关的大陆碰撞、岛弧碰撞和/或浅俯冲形成的盆地，这类盆地细分为弧后前陆盆地和弧间盆地两种类型；⑤形成于俯冲带边缘的弧前盆地；⑥内克拉通盆地。

第二，油气的富集程度与盆地类型有着密切的相关关系，弧后前陆盆地内富集的油气最多，占已发现油气总储量的 81.6%；其次是被动陆缘盆地，这类盆地内已发现的油气储量占油气总储量的 15.9%；再次是弧前盆地和走滑盆地，其油气储量分别占总储量的 0.9% 和 0.8%。

第三，南美洲的 43 个盆地内发现了油气田，但油气的分布极不均一，东委内瑞拉盆地、马拉开波盆地、坎波斯盆地和桑托斯盆地内发现的油气可采储量超过 $50 \times 10^8 \text{ m}^3$ 油当量（1068.55 m^3 天然气相当于 1 m^3 石油），圣克鲁斯-塔里哈盆地、亚诺斯-巴里纳斯盆地、普图马约-奥连特-马拉尼翁盆地、内乌肯盆地和圣豪尔赫盆地内发现的油气可采储量介于 $10 \times 10^8 \sim 25 \times 10^8 \text{ m}^3$ 油当量，这 9 个盆地内已发现的油气储量占南美洲油气总储量的 92.5%。

第四，南美洲油气产层分布于前寒武系-新生界的多套层系，但绝大部分油气储量储于中-新生界，储于古生界的石油和天然气探明加控制储量分别仅占南美石油和天然气总储量的 0.6% 和 12.5%，按油当量计，约占油气总储量的 3.2%。按已发现的油气

储量分布统计,南美洲最重要的油气储集层为中新统、渐新统、白垩系和始新统,储于这四套储集层的油气储量占南美洲油气总储量的比例依次为 32.5%、24.6%、21.4% 和 11.4%,合计为 89.9%。

第五,南美洲前陆盆地内已发现的油气主要分布于由被动陆缘演化而成的前陆盆地——东委内瑞拉盆地和马拉开波盆地,这两个盆地的油气储量占南美前陆盆地油气总储量的 81.2%。在层系分布上,已发现的油气储于志留系—更新统的多套储集层,但主要储集于中新统、渐新统、始新统和白垩系四套主力储集层,这四套储集层的油气储量分别占油气总储量的 37.7%、28.5%、12.1% 和 11.3%,合计占总量的 89.6%。

第六,安第斯南段和北段的前陆盆地为新生代前陆盆地,自南而北,烃源岩时代由早白垩世变为晚白垩世,油气储集层由老变新,从侏罗系—白垩系变为白垩系再变为古近系和渐新统一中新统;安第斯中段为古生代前陆盆地,并以产气为主。前陆盆地的烃源岩发育于现今的逆冲褶皱带附近,且成熟度一般不高;在同一前陆盆地内,从逆冲褶皱带到前陆区,主要油气产层的时代由老变新。圈闭、保存条件和断层是控制南美洲前陆盆地油气成藏的主要因素。

第七,南美洲被动陆缘盆地的油气分布极不均衡。区域上,目前已发现的油气主要集中于坎波斯盆地和与其相邻的桑托斯盆地和埃斯皮里图桑托盆地,分布于这三个盆地的油气储量占南美洲被动陆缘盆地油气总储量的 93.9%。层系上,油气储于前白垩系基底—新近系的多套储集层,但高达 74.0% 的油气储量分布于白垩系;其次是古近系,储于渐新统、始新统和古新统的油气储量分别占油气总储量的 8.2%、4.7% 和 3.7%,合计为 16.6%。然而受油气成藏条件发育差异的影响,不同盆地内主力储集层的层系不尽相同。在坎波斯盆地和埃斯皮里图桑托盆地内,阿尔比阶—始新统被动陆缘层系是绝对的油气主力储集层,分布于这套层系的油气储量占盆地油气总储量的 80% 以上。但在桑托斯盆地,下白垩统盐下同裂谷层系内的油气储量则占到盆地油气总储量的 76.6%。

第八,下白垩统同裂谷期优质湖相烃源岩和过渡层系蒸发岩,尤其是前者,是控制南美洲被动陆缘盆地油气富集程度的最主要因素,发育有湖相烃源岩和蒸发岩的富油气盆地(坎波斯盆地、桑托斯盆地和埃斯皮里图桑托盆地)的油气最为富集,其他盆地的油气远景在很大程度上取决于今后的油气勘探能否发现有效的烃源岩。

本书许多地方沿用“第三纪(系)”的旧有名词,这是因为在所引原著中未把古近纪(系)与新近纪(系)区分开来,只好直接引用原著。特此说明。

本书主要作者为白国平、胡根成,参撰人员为朱毅秀、秦养珍、陶崇智、高济稷、卢小新、周志龙、刘厚武、黄娟、邓超、仲米虹、刘君兰、邹建红、王大鹏、李进波。

在本书编写过程中,中国海洋石油(下称中海石油)有限公司勘探部崔早云总监、吴培康经理以及季洪泉、邵滋军等专家给予多方指导和大力帮助,中海石油研究中心前总工程师杨甲明先生、杜栩先生审阅本书的初稿,并提出众多建设性的指导意见,大大改进了本书的质量,在此,我们致以诚挚的感谢!

本书引用了 IHS 公司商业资料库的油气田储量数据和部分图件,对可以查到确切出处的图件,书中注明了原著者。对 IHS 公司未标注出处的图件,本书认为则是 IHS

的成果，书中引用时只注明：IHS，2010。根据 IHS 公司数据编制的表格，则标注为原始资源源自 IHS（2010）。对引证的 C&C 咨询公司的插图，本书做了与 IHS 类似的处理。在成书过程中，我们参阅大量文献，在正文中以著者-出版年形式注明出处，在参考文献中尽量与其对应，注明著者、出版年、文献名、出版机构等著录项目，但很难全面列举。在此，我们向所有文献作者表示感谢。

作者

2011 年 12 月

目 录

丛书序	
丛书前言	
前言	
概况	1
第一节 南美洲人文地理	1
第二节 南美洲油气勘探简史	2
第一章 南美洲区域地质背景	5
第一节 南美洲构造区划	5
第二节 构造和沉积演化史	8
小结	47
第二章 南美洲含油气盆地类型及其基本特征	48
第一节 盆地类型和油气分布	48
第二节 被动大陆边缘盆地	60
第三节 前陆盆地	87
第四节 内克拉通盆地	95
第五节 弧前盆地	105
第六节 裂谷盆地	119
第七节 拉分盆地	120
小结	121
第三章 东委内瑞拉盆地	123
第一节 盆地概况	123
第二节 盆地基础地质特征	124
第三节 盆地石油地质条件	136
小结	158
第四章 马拉开波盆地	159
第一节 盆地概况	159
第二节 盆地基础地质特征	161
第三节 盆地石油地质条件	176
小结	199
第五章 奥连特盆地	200
第一节 盆地概况	200
第二节 盆地基础地质特征	202

第三节 盆地石油地质条件·····	213
小结·····	228
第六章 圣克鲁斯-塔里哈盆地·····	229
第一节 盆地概况·····	229
第二节 盆地基础地质特征·····	230
第三节 盆地石油地质条件·····	238
小结·····	248
第七章 内乌肯盆地·····	249
第一节 盆地概况·····	249
第二节 盆地基础地质特征·····	251
第三节 盆地石油地质条件·····	261
小结·····	279
第八章 坎波斯盆地·····	280
第一节 盆地概况·····	280
第二节 盆地基础地质特征·····	282
第三节 盆地石油地质条件·····	290
小结·····	307
第九章 桑托斯盆地·····	308
第一节 盆地概况·····	308
第二节 盆地基础地质特征·····	310
第三节 盆地石油地质条件·····	324
小结·····	332
参考文献·····	334
附录 I 英中文翻译对照表·····	347
附录 II 中英文翻译对照表·····	352

概 况

第一节 南美洲人文地理

位于西半球南部的南美洲，西临太平洋，东濒大西洋，北濒加勒比海，南隔德雷克海峡与南极洲相望。大陆东至布朗库角（西经 $34^{\circ}46'$ ，南纬 $7^{\circ}09'$ ），南至弗罗厄德角

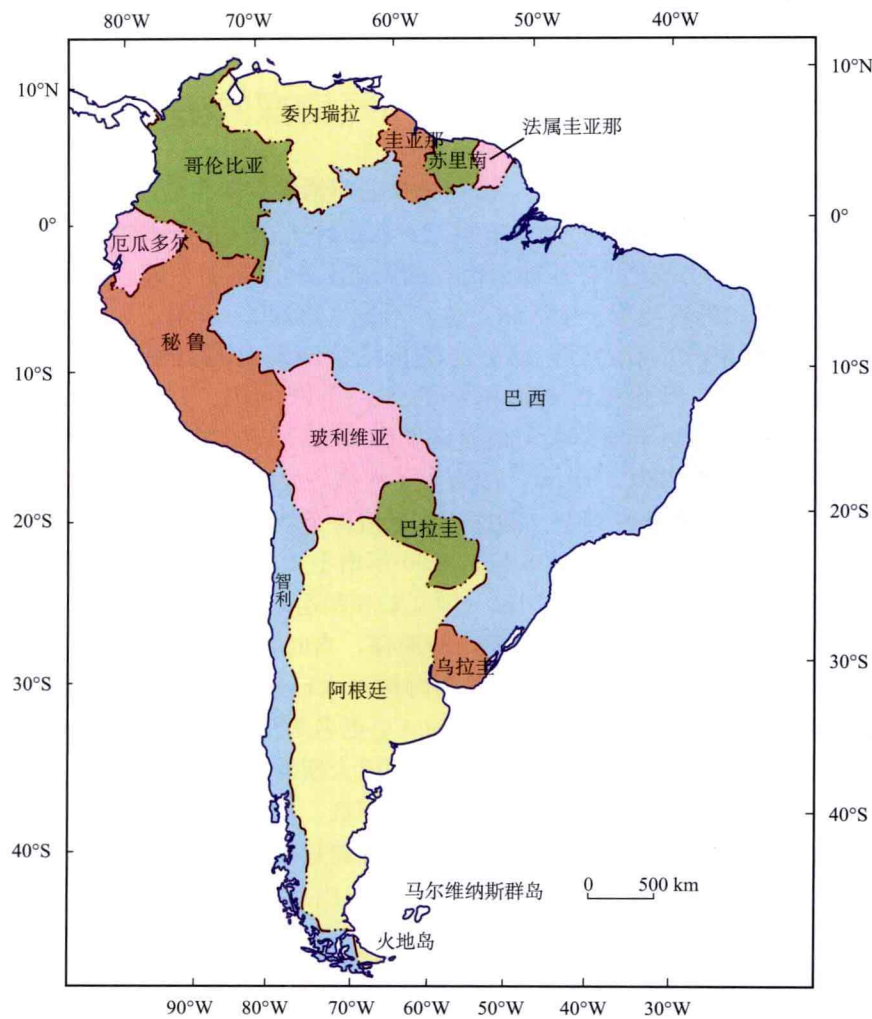


图 0-1 南美洲地理图

(西经 $71^{\circ}18'$, 南纬 $53^{\circ}54'$), 西至帕里尼亚斯角 (西经 $81^{\circ}20'$, 南纬 $4^{\circ}41'$), 北至加伊纳斯角 (西经 $71^{\circ}40'$, 北纬 $12^{\circ}28'$)。面积约 $1797 \times 10^4 \text{ km}^2$ (包括附近岛屿), 约占世界陆地总面积的 12%。

南美洲包括南美北部的圭亚那、苏里南、法属圭亚那、委内瑞拉和哥伦比亚, 安第斯山地中段的厄瓜多尔、秘鲁和玻利维亚, 南美南部的智利、阿根廷、乌拉圭和巴拉圭以及南美东部的巴西, 总计 13 个国家 (图 0-1), 其中巴西的面积约占南美洲大陆总面积的一半。

南美洲人口 40 100 万, 约占世界总人口的 5.6%。人口分布不均衡, 西北部和东部沿海一带人口稠密, 广袤的亚马孙平原是世界人口密度最小的地区之一, 每平方千米不到一人。人口分布的另一特点是人口高度集中在少数大城市。南美洲民族成分比较复杂, 有印第安人、白人、黑人及各种不同的混血型人种, 其中以印欧混血型人种最多。印第安人用印第安语, 巴西的官方语言为葡萄牙语, 法属圭亚那官方语言为法语, 圭亚那官方语言为英语, 苏里南官方语言为荷兰语, 其他国家均以西班牙语为官方语言。

第二节 南美洲油气勘探简史

早在哥伦布发现南美洲大陆之前, 委内瑞拉的印第安人就在马拉开波湖东岸的拉古尼亚斯 (Lagunillas) 等地采掘沥青。16 世纪, 西班牙人在马拉开波湖的沿岸附近发现油苗。19 世纪, 人们对南美洲各地油苗历程的调查和勘探更加频繁, 甚至在油苗附近挖坑采油, 并将采出的石油用于生活和工业。不过, 直到 1864 年, 人们才在秘鲁钻了南美洲的第一口探井, 五年之后在秘鲁的塔拉拉盆地发现南美洲的第一个油田——La Brea-Paríñas 油田。因此秘鲁是南美洲的第一个产油国, 1896 年其石油产量为 6990 m^3 。委内瑞拉于 1914 年在马拉开波盆地发展油田后, 石油工业发展迅猛, 至 1929 年, 其石油年产量达到 $2330 \times 10^4 \text{ m}^3$, 成为南美洲第一大产油国。20 世纪 40~50 年代, 南美洲的石油工作进入鼎盛发育期, 勘探工作成倍甚至数十倍的增长, 而且取得丰硕的勘探成果。1947 年, 阿根廷钻井 208 口, 1960 年增至 1050 口。委内瑞拉 1957 年钻井 1746 口, 是当时南美洲钻井最多的国家 (钟文新和张运东, 1998)。

南美洲早在 1924 年就开始了水域地区的勘探, 当时委内瑞拉开始在马拉开波湖内钻探石油, 并取得重大发现。近年来, 巴西海域深水已成为全球最热点的勘探地区之一, 而且勘探效果良好。2006 年发现的 Tupi (后更名为 Lula) 盐下油气田是近年来最重大的发现之一, 之后又陆续发现数个盐下巨型或大型油气田。

据 BP (2011) 的统计资料, 南美洲 1990 年年底、2000 年年底和 2010 年年底的剩余石油探明储量 (注意: 除非特别注明, 本书中的储量均指可采储量) 分别为 $112.8 \times 10^8 \text{ m}^3$ 、 $154.3 \times 10^8 \text{ m}^3$ 和 $379.4 \times 10^8 \text{ m}^3$, 分别占当年全球剩余石油探明总储量的 7.1%、8.8% 和 17.3% (图 0-2)。1990~2010 年, 南美洲累计生产石油 $75.3 \times 10^8 \text{ m}^3$, 但剩余探明储量仍增加 $266.6 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。南美洲已成为仅次于中东的富油区, 近年来剩余石油探明储量的增长得益于三个因素: ①东委内瑞拉的超重油于 2008 年开始记入 BP 的能源统计; ②近年来巴西深水盐下有重大发现; ③通过储量挖潜, 已发现油田的储量

有了进一步的增长（扩展储量）。与石油相比，南美洲的天然气在世界天然气资源中所占的比例要小得多，南美洲 1990 年年底、2000 年年底和 2010 年年底的剩余天然气探明储量分别为 $4.92 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 、 $6.32 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 和 $7.04 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，分别仅占当年全球剩余天然气探明总储量的 3.9%、4.1% 和 3.8%（图 0-3）。在 BP 统计的六个大区中，南美洲的天然气储量最少。

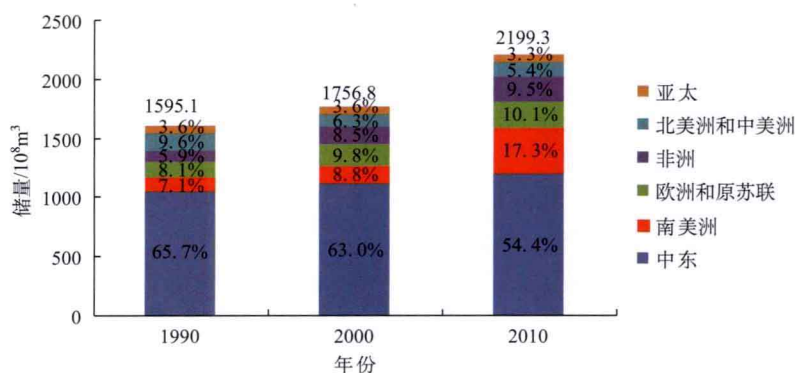


图 0-2 1990 年、2000 年和 2010 年全球剩余石油探明储量分布图（据 BP，2011 资料编汇）

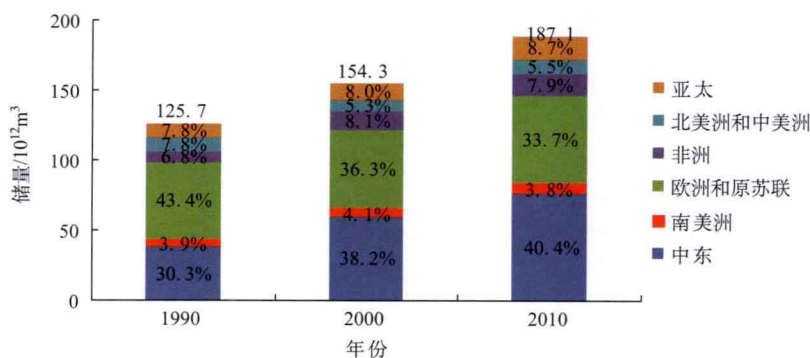


图 0-3 1990 年、2000 年和 2010 年全球剩余天然气探明储量分布图（据 BP，2011 资料编汇）

南美洲发育 79 个沉积盆地，其中 43 个含油气盆地已发现油气田（图 0-4）。截至 2010 年 8 月，南美地区共发现油气田 3434 个，累计探明和控制石油（包括凝析油和非常规石油）储量 $56\,390 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、天然气储量 $169\,485 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，合计为 $72\,251 \times 10^6 \text{ m}^3$ 油当量（IHS，2010）。在油气总储量中，石油储量占 78.0%，因此南美洲是一个相对富油的大洲。南美洲 9 个含油气盆地内已发现的油气储量均超过 $1000 \times 10^6 \text{ m}^3$ 油当量，依次为东委内瑞拉盆地、马拉开波盆地、坎波斯盆地、桑托斯盆地、圣克鲁斯-塔里哈盆地、亚诺斯-巴拉纳盆地、普图马约-奥连特-马拉尼翁盆地、内乌肯盆地和圣豪尔赫盆地，这 9 个油气最富集盆地内已发现的油气储量占南美洲已发现油气总储量的 92.5%。



图 0-4 南美洲沉积盆地和油气田分布图 (据 Schenk et al., 1997; 有修改)

盆地数字编号的百位数代表盆地类型 (具体编号请参见本书第二章)、其余的数字为同类盆地的序号

摘 要

◇ 南美洲分为五个大地构造区或超级地质省：巴西克拉通构造区、次安第斯山（Subandian）前陆构造区、巴塔哥尼亚（Patagonia）增生构造区、太平洋俯冲带构造区和特提斯碰撞带构造区，前两个构造区合在一起相当于南美地台。南美洲的区域构造演化经历了三大演化阶段：前寒武纪基底拼合阶段、古生代南美板块汇聚阶段和中-新生代南美板块定型阶段，其地貌特征、构造格架以及油气的形成与分布主要受控于三大构造事件：安第斯山系的发育、加勒比板块的演化和大西洋的开启。

◇ 南美洲的古生代沉积以碎屑岩沉积为主，碎屑岩沉积主要发育于南美洲内部的内克拉通盆地内，而且沉积中心发生了自西而东的迁移。中-新生代期间，发育了多种类型的沉积盆地，沿大西洋展布的被动陆缘盆地起因于白垩纪大西洋的张开，沿安第斯山系展布的前陆盆地定型于新近纪的安第斯造山运动。

第一节 南美洲构造区划

一、区域构造背景

南美洲和非洲于元古代结束之前拼合在一起，构成了西冈瓦纳大陆（Alkmim et al., 2001; Veevers, 2004）。南美洲包含了4个克拉通，即阿马佐尼亚（Amazonia）克拉通、圣弗朗西斯科（San Francisco）克拉通、拉普拉塔河（Rio de la Plata）克拉通和上巴拉圭（Alto Paraguay）克拉通（图1-1、图1-2）。潘匹恩（Pampean）地体（图1-3）也于新元古代与拉普拉塔河克拉通拼合在一起，两者之间的缝合线为糜棱岩化的与岛弧有亲缘关系的超镁铁质岩体。在玻利维亚，该缝合线构成伊索索格（Izozog）凸起的东界（图1-2）。

巴塔哥尼亚地体、智利尼亚（Chilenia）地体和前科迪勒拉（Pre-Cordillera）地体（图1-3）与冈瓦纳大陆的拼合时期是有争议的。Tankard等（1995）认为这些地体的拼合时期为古生代初期，而其他学者则有不同的意见，如De Wit和Ransome（1992）认为巴塔哥尼亚地体的部分地区直到中古生代才与冈瓦纳大陆拼合在了一起。有关前科迪勒拉地体与冈瓦纳大陆的拼合时期分歧更大，Thomas和Astini（2003）将拼合时期定为中奥陶世—泥盆纪，而Acenolaza等（2002）则把拼合时期定为泥盆纪。综合前人的研究结果，我们认为潘匹恩地体与冈瓦纳大陆的拼合期为新元古代，而其他几个地体与