



中国石油勘探开发研究院出版物

南美洲前陆盆地 油气地质与勘探

谢寅符 刘亚明 马中振 张志伟 等著



石油工业出版社

内 容 提 要

本书介绍了前陆盆地的基本特征,论述了南美前陆盆地的构造、沉积演化、油气地质特征以及油气藏的形成与分布规律,对东委内瑞拉、马拉开波、亚诺斯、奥连特—马拉农、玛德莱德迪奥斯、查考、内乌肯等7个前陆盆地的油气地质特征与勘探现状进行了分析和论述,提出了南美前陆盆地的油气勘探前景与勘探对策。

本书可供从事油气地质勘探的科技人员和石油院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

南美洲前陆盆地油气地质与勘探/谢寅符等著.

北京:石油工业出版社,2012.7

ISBN 978-7-5021-8811-5

I. 南…

II. 谢…

III. ①前陆盆地-石油天然气地质-南美洲

②前陆盆地-油气勘探-南美洲

IV. P618.130.677

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 239724 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

编辑部:(010)64523544

发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

2012年7月第1版 2012年7月第1次印刷

787×1092毫米 开本:1/16 印张:15.75

字数:400千字

定价:130.00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

目 录

1	绪论	(1)
1.1	前陆盆地的概念	(1)
1.2	前陆盆地的类型及分布	(1)
1.3	南美前陆盆地概况	(4)
	参考文献	(6)
2	南美前陆盆地构造特征	(7)
2.1	大地构造背景与演化	(7)
2.2	安第斯褶皱系构造特征	(12)
2.3	安第斯褶皱系北段构造演化	(15)
2.4	安第斯褶皱系中南段构造演化	(19)
2.5	次安第斯前陆盆地构造演化	(25)
	参考文献	(27)
3	南美前陆盆地沉积演化特征	(29)
3.1	地层发育特征	(29)
3.2	沉积演化阶段	(31)
3.3	沉积体系和沉积模式	(35)
	参考文献	(41)
4	南美前陆盆地油气地质特征	(42)
4.1	烃源岩发育特征	(43)
4.2	储层发育特征	(54)
4.3	盖层发育特征	(64)
4.4	成藏组合划分	(64)
	参考文献	(70)
5	南美前陆盆地油气成藏特征	(73)
5.1	油气藏类型与展布	(73)
5.2	油气藏形成与演化	(81)
5.3	油气藏分布规律	(84)
	参考文献	(93)
6	东委内瑞拉盆地油气地质与勘探	(95)
6.1	概况	(95)
6.2	构造	(96)
6.3	沉积特征	(98)
6.4	生储盖层	(100)
6.5	油气成藏	(103)

6.6	奥里诺科重油带	(108)
6.7	资源潜力与勘探前景	(113)
	参考文献	(114)
7	马拉开波盆地油气地质与勘探	(116)
7.1	概况	(116)
7.2	构造	(117)
7.3	地层	(119)
7.4	生储盖层	(122)
7.5	油气成藏	(124)
7.6	资源潜力与勘探前景	(129)
	参考文献	(130)
8	亚诺斯盆地油气地质与勘探	(131)
8.1	概况	(131)
8.2	构造	(132)
8.3	地层	(134)
8.4	生储盖层	(135)
8.5	油气成藏	(139)
8.6	资源潜力与勘探前景	(144)
	参考文献	(145)
9	奥连特—马拉农盆地油气地质与勘探	(146)
9.1	概况	(146)
9.2	构造	(147)
9.3	地层	(150)
9.4	生储盖层	(155)
9.5	油气成藏	(163)
9.6	资源潜力与勘探前景	(170)
	参考文献	(174)
10	玛德莱德迪奥斯盆地油气地质与勘探	(175)
10.1	概况	(175)
10.2	构造	(176)
10.3	沉积特征	(178)
10.4	生储盖层	(180)
10.5	油气成藏	(187)
10.6	勘探潜力分析	(192)
	参考文献	(194)
11	查考盆地油气地质与勘探	(196)
11.1	概况	(196)
11.2	构造	(197)

11.3	地层	(198)
11.4	生储盖层	(202)
11.5	油气成藏	(204)
11.6	资源潜力与勘探前景	(208)
	参考文献	(209)
12	内乌肯盆地油气地质与勘探	(211)
12.1	概况	(211)
12.2	构造	(212)
12.3	地层	(214)
12.4	生储盖层	(215)
12.5	油气成藏	(220)
12.6	资源潜力与勘探前景	(225)
	参考文献	(226)
13	南美前陆盆地勘探前景	(228)
13.1	南美前陆盆地的勘探潜力	(228)
13.2	南美前陆盆地的勘探方向	(230)
13.3	南美前陆盆地的勘探策略	(240)

1 绪 论

前陆盆地是世界含油气盆地中重要的一种盆地类型,蕴藏着丰富的油气资源。南美地区共有前陆盆地 15 个,均有油气发现,一直是南美地区油气勘探最重要的战场之一。截至 2009 年底,南美前陆盆地共发现油气田 1793 个,探明石油可采储量 $226156 \times 10^6 \text{ bbl}$,探明天然气可采储量 $467750 \times 10^9 \text{ ft}^3$,剩余探明石油可采储量 $133630 \times 10^6 \text{ bbl}$,剩余探明天然气可采储量 $217400 \times 10^9 \text{ ft}^3$ (ISH, 2009; Oil and Gas Journal, 2010)。预测南美地区前陆盆地待发现石油可采资源量 $59000 \times 10^6 \text{ bbl}$,天然气可采资源量 $111600 \times 10^9 \text{ ft}^3$ (RIPED, 2010),待发现油气可采资源约占到探明可采储量的 1/3。前陆盆地总的油气可采资源量(探明可采储量 + 待发现油气可采资源量)达到 $205944 \times 10^6 \text{ bbl}$ 油当量(其中,石油 $150617 \times 10^6 \text{ bbl}$ 、天然气 $331965 \times 10^8 \text{ ft}^3$),占南美洲总油气可采资源量的 78.6%,剩余勘探潜力非常巨大。

1.1 前陆盆地的概念

前陆盆地的研究历史不长,Price 等于 1971 年首次将术语“前陆褶皱和逆冲带 (foreland-fold and thrust belt)”应用于加拿大落基山带,是前陆盆地研究的先驱。1974 年, Dickinson W. R. 正式提出了“前陆盆地 (foreland basin)”的概念,随后,其他学者陆续开展了大量的研究工作。

综合已有研究(何登发等,1996;金之钧等,2004;安作相等,2003;邱中建,2002;张光亚等,2002),经典的前陆盆地概念可定义为:发育在造山带与相邻克拉通之间,主体坐落在与克拉通相关的陆壳上,是板块会聚或碰撞条件下形成的平行于造山带呈狭长带状展布的不对称挠曲盆地。

1.2 前陆盆地的类型及分布

1.2.1 前陆盆地类型

根据盆地所处的大地构造背景和板块会聚方式,前陆盆地可分为周缘前陆盆地 (peripheral foreland basin) 和弧后前陆盆地 (retroarc foreland basin) 两种基本类型。

1.2.1.1 周缘前陆盆地

周缘前陆盆地位于 B 型俯冲带的俯冲板块之上,紧靠大陆与大陆碰撞形成的造山带,并平行于造山带延伸。

这类盆地的典型实例有阿尔卑斯山前的磨拉石盆地,扎格罗斯山前的波斯湾盆地和喜马拉雅山南麓的锡瓦利克盆地。Baly A. W. 等(1980)将这类盆地称为前渊盆地 (foredeep),与深海沟一起归属于缝合带周缘盆地 (perisutural basin)。前渊的形成与大陆地壳内部的 A 型俯冲带有关(图 1.1a)。

1.2.1.2 弧后前陆盆地

位于 B 型俯冲带的仰冲板块之上,岛弧或陆缘山弧(如安第斯山弧)后面紧邻大陆板块的

地带,又称后退弧盆地(retroarc basin)。Bally A. W. 等(1980)把这类盆地和弧前盆地一起归属于缝合带内盆地(图 1. 1b),如南美安第斯山东侧前陆盆地群,北美的落基山东侧前陆盆地群等。

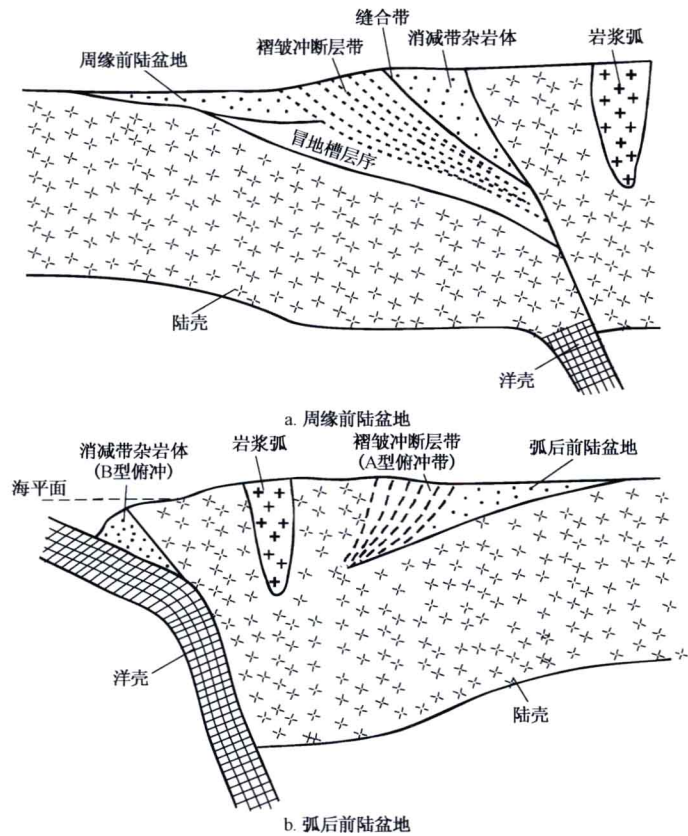


图 1. 1 前陆盆地的两种成因类型(据 Dickinson W. R. 1974)

1. 2. 2 前陆盆地基本特征

1. 2. 2. 1 分布位置和地壳性质

前陆盆地是形成于造山带前缘与相邻克拉通之间的沉积盆地,主体坐落在与克拉通相关的陆壳上,靠造山带一侧发育蛇绿岩套和火山弧。前陆盆地与收缩造山带相伴而生、同步消长、有机耦合。有前陆盆地,必有与之有成因联系的收缩造山带,但有造山带,不一定就有前陆盆地形成。只有(较)强烈挤压、断褶和隆升的造山带,才同生有前陆盆地。

1. 2. 2. 2 动力学机制与发育时限

前陆盆地的形成主要与收缩造山带及相关俯冲体系的地球动力学过程有关。前陆盆地通常叠加在前期不同类型的盆地之上,发育时限与此造山过程大致同步,挤压构造负荷引起的挠曲沉降是盆地形成的主因。

1. 2. 2. 3 平面展布

盆地平行于造山带呈狭长带状延展,其纵向范围大致与相邻造山带前缘的冲断—褶皱带的长度相当。

1.2.2.4 剖面结构

前陆盆地的横剖面结构明显不对称(图 1.2)。由造山带往克拉通方向,典型前陆盆地依次呈冲断带—前渊带—斜坡带的结构特点(图 1.2C)。毗邻造山带一侧,遭受挤压构造变形强烈。向克拉通方向,变形强度递减,在克拉通一侧可发育正断层,盆地基底埋深变浅,沉积地层厚度减薄。随着造山过程的发展,前陆盆地的剖面结构常发生往克拉通方向的横向迁移。所以,前陆盆地的基本结构和主要单元的位置在不同演化阶段是动态变化的,常会出现不同时期各构造单元上下错位叠置的现象(图 1.2B,C)。另外,受多种因素的影响,前陆盆地的规模和形态不尽一致,盆地的剖面结构中有的单元发育不完全,特征不典型。

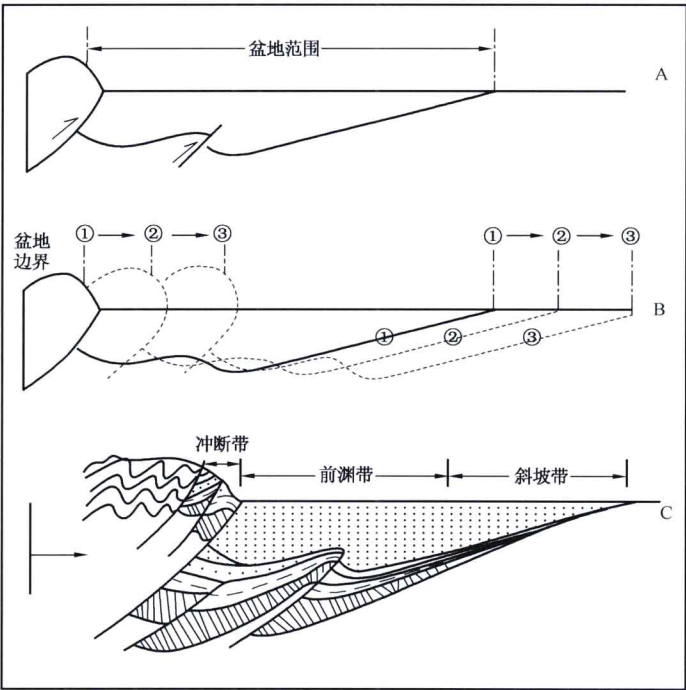


图 1.2 前陆盆地剖面结构

1.2.2.5 沉积建造

前陆盆地在强烈挤压环境中挠曲沉降,山盆相邻,隆降同步地形高差大且不断发展,并逐步向陆迁移。故前陆盆地的沉积建造以堆积速度快(过补偿)、厚度大、粒度粗、向克拉通方向递变较快为特征,磨拉石建造为其(近山一侧)常见且具代表性的岩石类型。沉积物源主要来自造山带和克拉通,建造以河流—三角洲沉积体系较为常见。

1.2.3 全球前陆盆地分布

典型的弧后前陆盆地和周缘前陆盆地与地球上两种俯冲造山带相邻,即 A 型俯冲造山带和 B 型俯冲造山带(Bally 等,1975; Dickinson 等,1976; 王同良等,1997)。目前,全球范围内 A 型俯冲带包括晚古生代阿巴拉契亚俯冲带和乌拉尔俯冲带,中生代阿尔卑斯俯冲带, B 型俯冲带主要是环太平洋俯冲带(图 1.3)。前陆盆地主要与上述几个俯冲带相伴生,包括:乌拉尔盆地、阿巴拉契亚盆地、阿尔卑斯盆地、美洲科迪勒拉山东侧前陆盆地群等。

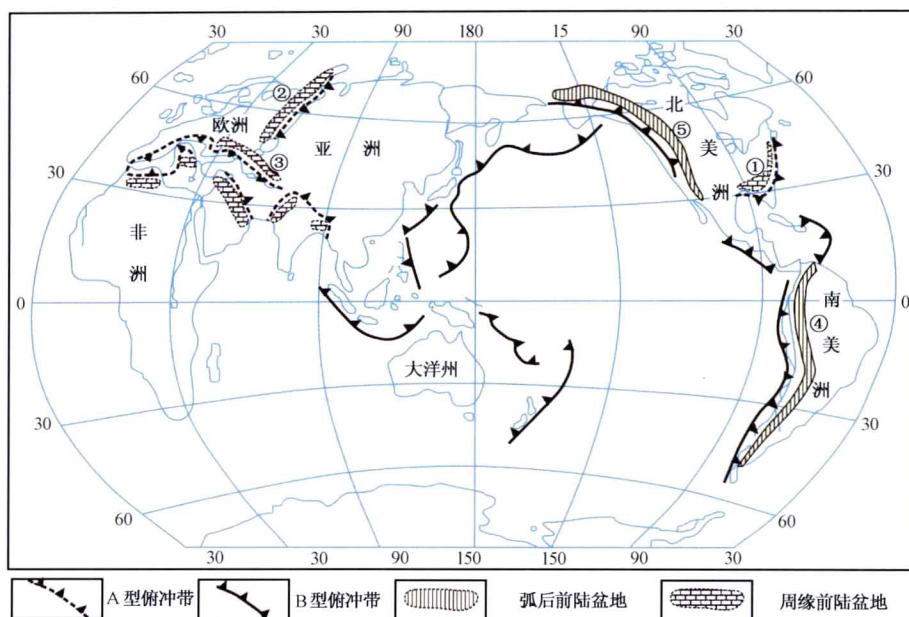


图 1.3 全球 A、B 型俯冲带与前陆盆地分布 (据 Bally 等,1975; Dickinson 等,1976;王同良等,1997)
① 阿巴拉契亚盆地;② 乌拉尔盆地;③ 阿尔卑斯盆地;④ 安第斯山东侧前陆盆地群;⑤ 落基山东侧前陆盆地群

1.3 南美前陆盆地概况

1.3.1 南美前陆盆地的类型及分布

南美的前陆盆地是典型的与 B 型俯冲相关的前陆盆地。盆地形成于太平洋板块向南美板块俯冲的大陆消减过程中,发育时限与安第斯造山过程大致同步,主体位于安第斯山向陆一侧的冈瓦那地盾上,呈平行于安第斯山的狭长带状延展,该区域通常被称为次安第斯山 (Sub - Andean) 前陆盆地区 (图 1.4)。

次安第斯前陆盆地区规模宏大,宽达数十千米至 400km,长约 8000km,面积约 $300 \times 10^4 \text{ km}^2$,呈长条状延伸,具全球性尺度。位于前陆盆地区内的盆地包括委内瑞拉的东委内瑞拉 (East Venezuela) 盆地、马拉开波 (Maracaibo) 盆地、巴里纳斯—阿普尔 (Barinas Apure) 盆地,哥伦比亚的普图马约 (Putumayo) 盆地、亚诺斯 (Llanos) 盆地,厄瓜多尔的奥连特 (Oriente) 盆地,秘鲁的马拉农 (Maranon) 盆地、乌卡亚利 (Ucayali) 盆地、玛德莱德迪奥斯 (Madre de dios) 盆地,玻利维亚的查考 (Chaco) 盆地,阿根廷的内乌肯 (Neuquen) 盆地、圣豪尔赫 (San Juan) 盆地、奥斯特拉尔 (Austral) 盆地等 (Carlos 等,1999; Mathalone 等,1995; Debra 等,2001)。

1.3.2 勘探历程

南美前陆盆地的油气勘探活动起步较晚,其工业性油气勘探活动始于 20 世纪初期,以地面地质调查为主,利用油气苗资料进行浅井钻探。1914 年,在委内瑞拉的马拉开波盆地发现了前陆盆地的第一个油田。随后的二三十年间,阿根廷、哥伦比亚、厄瓜多尔等国都在各自国家的前陆盆地内开展了全面的石油地质调查,重、磁、电等早期的地球物理技术广泛应用,取得小规模发现。

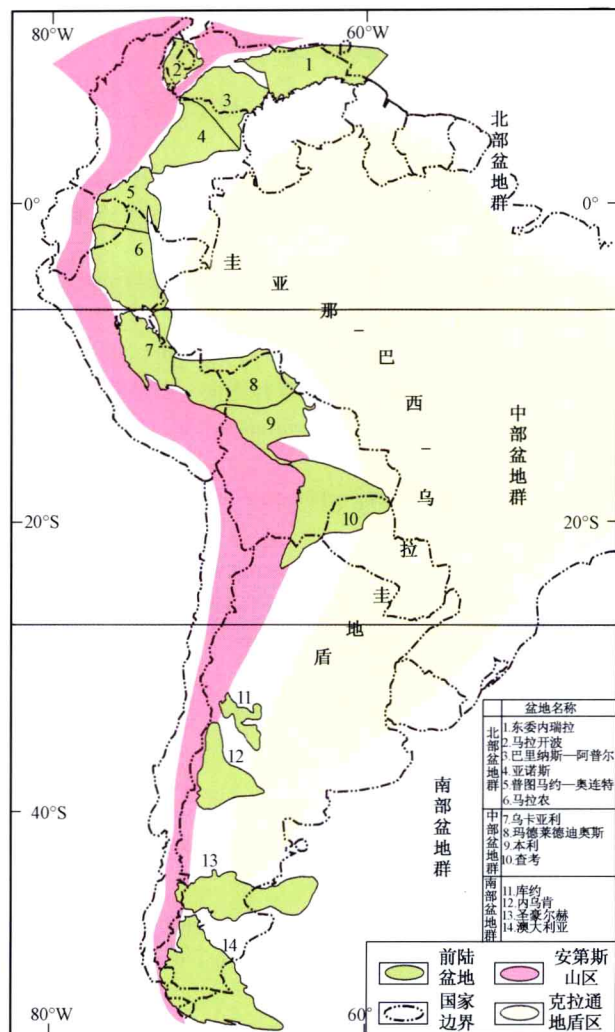


图 1.4 南美洲西缘前陆盆地群平面展布

20 世纪 40—50 年代间,随着地震勘探技术的广泛应用,委内瑞拉、阿根廷、哥伦比亚、厄瓜多尔等国在前陆盆地的斜坡带相继取得了一大批重要的发现,如东委内瑞拉盆地 1958 年发现的 Morichal 油田,储量规模 1275×10^6 bbl 油当量;1941 年发现的 Mulata 油田,储量规模 5044×10^6 bbl 油当量。马拉开波盆地 1955 年发现的 Urdaneta Oeste 油田,储量规模 2772×10^6 bbl 油当量;1957 年发现的 Lama 油田,储量规模 5000×10^6 bbl 油当量。内乌肯盆地 1956 年发现的 Sierra Barrosa - Aguada Toledo 油田,储量规模 210×10^6 bbl 油当量等。上述的一批重要发现,带动整个南美的石油工业快速发展。

在 20 世纪 60—70 年代间,随着先进的地质理论和地球物理技术的应用,南美前陆盆地达到勘探高峰期,如东委内瑞拉盆地逐步探明了大奥菲西纳、埃尔富尔—基利基雷、大阿科纳、滕布拉德、拉斯梅赛德斯等 5 大油区;马拉开波盆地的勘探逐步从陆上拓展到湖上;奥连特盆地、亚诺斯盆地、内乌肯盆地在此期间也获得多个可采储量在 5000×10^6 bbl 的大油气田,从而一举确立了前陆盆地在南美石油工业中的重要地位(Dashwood 等,1990;Valasek 等,1996;Parnaud 等,1995)。

参 考 文 献

- 安作相,马宗晋,马纪,庞奇伟. 2003. 全球石油系统概貌. 地学前缘(中国地质大学,北京),10(特刊): 51-57.
- 何登发,吕修祥,林永汉等. 1996. 前陆盆地分析. 北京:石油工业出版社,212.
- 金之钧,汤良杰,杨明慧,王清晨. 2004. 陆缘和陆内前陆盆地主要特征及含油气性研究. 石油学报,25(1): 8-12,14.
- 邱中建. 2002. 关于前陆盆地油气勘探的几点建议. 见:中国石油勘探与生产分公司编. 中国中西部前陆盆地冲断带油气勘探论文集. 北京:石油工业出版社,12-14.
- 翟光明,王建君. 2000. 论油气分布的有序性. 石油学报,21(1):1-9.
- 张光亚,薛良清. 2002. 中国中西部前陆盆地油气分布与勘探方向. 石油勘探与开发,29(1):1-5.
- Bally A M. 1975. A geodynamic scenario for hydrocarbon occurrences[A]. Proc. the 9th World Petrol. Congr. ,Tokyo, V. 2, Applied Sci. Pub. ,Ltd.
- Carlos H L Bruhn. 1999. Reservoir Architecture of deep—Lacustrine Sandstones from the Early Cretaceous Rift Basin, Brazil. AAPG Bulletin,83(9):1502-1525.
- Dashwood M F, and Abbotts I L. 1990. Aspects of the petroleum geology of the Oriente Basin, Ecuador, Brooks, J, e- d. Classic petroleum provinces:Geologic Society Special Publication,50:89-117.
- Debra K Higley. 2001. The Putumayo - Oriente - Marañon Province of Colombia, Ecuador, and Peru Mesozoic - Cenozoic and Paleozoic Petroleum Systems. USA:U. S. Geological Survey,1-31.
- Dickinson W R, Yarbough H. 1976. Plate tectonics and hydrocarbon accumulation[A]. AAPG. Continuing education course note series. New Orleans,1-56.
- IHS 数据库,2009.
- Mathalone J M P and Montoya M. 1995. Petroleum geology of the sub - Andean basins of Peru. in Tankard, A, Suárez Soruco R, Welsink H J, eds. Petroleum Basins of South America. AAPG Memoir 62,423-444.
- Oil and Gas Journal,2010.
- Parnaud F, Gou Y, Pascual J C, Capello M A, Truskowski I, and Passalacqua H. 1995. Stratigraphic synthesis of Western Venezuela, in Tankard, A. J. , Suarez, R. S. , and Welsink, H. J. , eds. Petroleum basins of South America: AAPG Memoir, 62:681-698.
- Valasek D, Alem an A M, Antenor M, et al. 1996. Cretaceous sequence stratigraphy of the Marañon - Oriente - Putumayo Basins, northeastern Peru, eastern Ecuador. and Southeastern Colombia. AAPG Bulletin,80(8):1341-1342.

2 南美前陆盆地构造特征

2.1 大地构造背景与演化

位于安第斯山脉东侧的南美前陆盆地体系被认为是弧后前陆盆地的典型例子,在岩浆弧后形成,与B型洋壳俯冲有关(罗志立,李景明等,2004),是纳兹卡(Nazca)板块向南美板块下俯冲消减产生的,褶皱带变形强烈,与蛇绿岩套伴生。前陆盆地均发育在造山带和克拉通(或地块)之间,盆地主体位于克拉通之上,具有前陆冲断带、前渊带和斜坡带等基本结构单元。

2.1.1 板块构造运动对南美前陆盆地的控制作用

2.1.1.1 南美板块构造位置

南美大陆独踞西半球的南半球中央部位,除了经巴拿马陆桥与中美洲陆地相连外,四周环海,东西各与南大西洋中脊和东南太平洋洋脊相对,南北两端又分别为两个弯月形岛弧的弧后海盆,南边是德雷克海(峡),北边是加勒比海。南美洲西部为中—新生代科迪勒拉褶皱体系,东部为前寒武系的圭亚那—巴西—乌拉圭地盾。

南美板块是由古老地盾演化而来,圭亚那—巴西—乌拉圭地盾由前寒武系结晶岩系组成,内部有一些沉积盆地,发育了古生代及部分中、新生代沉积地层。据南美大陆区重力资料推算,东部和中部的地壳厚度40km左右,厚度变化平缓,地势上表现为宽缓的平原、低山丘陵和高台地。地盾东部的大西洋沿岸,由于大陆分离而形成许多新生代断陷盆地。

南美板块西侧从北向南依次与加勒比海板块、科科斯板块、纳兹卡板块和南极洲板块相邻(图2.1)。南美西部前陆盆地属于环太平洋俯冲构造系的东南太平洋区段,包括纳兹卡板块俯冲到南美板块之下形成的俯冲带和科科斯板块俯冲到北美板块和加勒比海板块之下形成的俯冲带,俯冲带在南美板块的明显标志就是秘鲁—智利海沟。

科迪勒拉褶皱体系从北美洲向南,经墨西哥下加利福尼亚和马德雷山脉至危地马拉分为两支。一支继续向东经中美洲从巴拿马进入南美洲,直下火地岛,形成向东凸出的弧形,经南桑德韦奇群岛,与南极半岛的褶皱山系相连,在南美洲也称安第斯褶皱体系(图2.2)。褶皱带的靠太平洋一侧(西部),主要发育有酸性侵入岩和喷出岩,向陆地一侧以中生代火山岩为主。向海一侧古近—新近纪火山岩发育,靠大陆一侧(东部)主要发育变质岩和沉积岩。褶皱带内形成一些山间盆地。另一支从危地马拉向东凸出,经大、小安德列斯群岛,至委内瑞拉加勒比海沿岸山脉与安第斯褶皱山系汇合。后一支褶皱带主要由变质岩和沉积岩组成,并有酸性、基性侵入岩和喷出岩,古近—新近纪火山活动频繁,形成火山岛弧,褶皱带内存在一些断陷盆地。

新生代以来,纳兹卡板块持续向南美大陆俯冲削减,形成了海沟—陆缘岩浆弧—弧后前陆盆地的安第斯山型大陆边缘系统,整个南美大陆呈现出东西分带的构造特点。南美洲总体上可以分为南北走向的五个构造区,从东向西依次为:西海岸弧前盆地区、安第斯山区、次安第斯前陆盆地区、发育有古生代凹陷的内陆地盾区以及东海岸被动边缘和裂谷盆地区(图2.2)。



图 2.1 南美大陆板块构造位置(据马宗晋,2003)

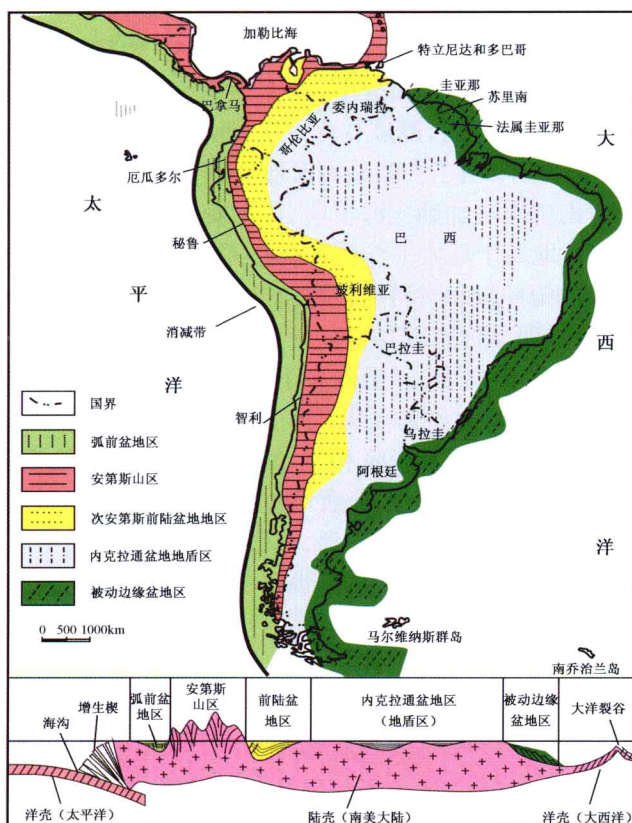


图 2.2 南美大陆构造分区(改编自谢寅符,2009)

2.1.1.2 大地构造演化

根据构造特征,可以将安第斯褶皱带的演化划分为四个阶段:冈瓦纳古大陆的初始边界和 PaMpean 造山旋回(500Ma 以前)、FaMatinian 造山旋回(早奥陶世—早石炭世,490—350Ma)、Gondwanian 造山旋回(晚古生代—三叠纪,350—200Ma)和 Andean 造山旋回(侏罗纪—新生代,200—现今)。南美板块是古冈瓦纳大陆的组成部分,是最古老的南方陆块之一。古生代,劳亚大陆和冈瓦纳大陆还没有分离,西太平洋沿岸一带为与北美相连的科迪勒拉活动带,该活动带向西南一直延伸到墨西哥湾甚至巴哈马台地地区。南美洲的地盾则为稳定隆起区,但偶有海水侵入内部的沉降区,如巴西的亚马逊、马拉尼翁等盆地。整个古生代以碎屑岩沉积为主,局部地区沉积了地台型的碳酸盐岩。加里东运动和海西运动造成短期的褶皱隆起和发生岩浆侵入,海水向西侧退出,石炭—二叠纪曾发生过一次大规模的海侵。

亚马逊地块(或巴西地盾)受剥蚀的沉积物于 450—250Ma 前沉积在地块的西侧。初期碎屑沉积物的重力加载使地壳下陷,产生的压力和热量又使其演变成为变质岩。

约 250Ma 前,陆壳板块结合成超级大陆—联合大陆。后来南部冈瓦纳古陆发生分裂,板块向外分离形成现在的几个大陆。

约 170Ma 前,南美板块随东面大西洋的打开而向西漂移(图 2.3),纳兹卡大洋板块的东缘深部受到南美大陆板块西缘的挤压向下俯冲,南美板块开始向上隆起。伴随该俯冲—隆起过程,大量来自地幔的岩浆物质侵入,形成南美大陆板块西部边缘的火山弧,而后炽热的熔岩喷发到周围大陆的岩石中,产生了大量的岩脉和矿脉。

新生代,特别是在 15—60Ma 前,岩浆活动的强度进一步加强,于是形成了今天科迪勒拉(Cordillera)山系的外形。山系高差极大,秘鲁—智利(阿塔卡马,Atacama)海沟底部与该高岭之间的高差超过 12192m。形成安第斯山脉的地壳运动迄今尚未结束,作为环太平洋火山带的一部分,安第斯山系现在仍处于火山活动期,容易发生破坏性的地震。

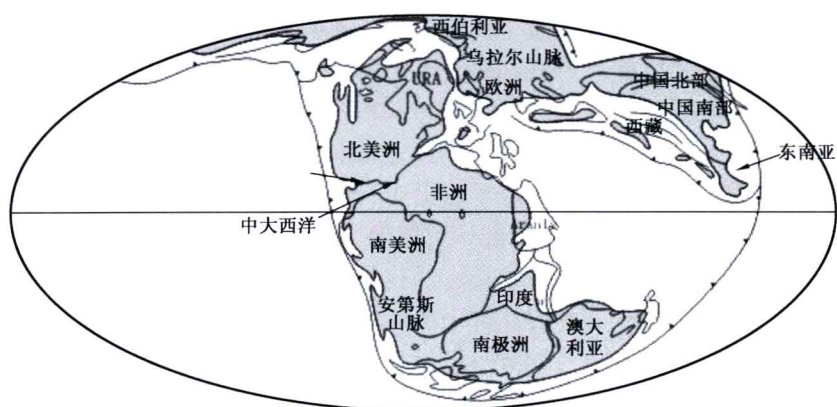
由于东太平洋弧后前陆盆地主要发育时期是中新生代,所以这里关于冈瓦纳古陆形成演化过程不做深入讨论,而从古生代末联合古陆形成开始分析南美板块的演化过程。超级大陆在三叠纪早期达到全盛,但从运动学的角度看联合古陆,其完成拼合的同时就是分裂的开始酝酿。三叠纪末的印支运动导致古特提斯洋封闭和新特提斯洋扩张,联合古陆的最初开裂也从印支运动后开始。

中生代初期,南美洲大部分地区接受侵蚀和陆相沉积。三叠纪时期,劳亚大陆、冈瓦纳大陆之间以及冈瓦纳大陆与南极大陆之间开始分离。侏罗纪晚期,冈瓦纳大陆解体,南美洲和非洲大陆开始分离,墨西哥湾和加勒比海开始下沉,海水侵入,其西部边缘为半岛状陆地和海底山脊,从西向东接受陆相和海相沉积。

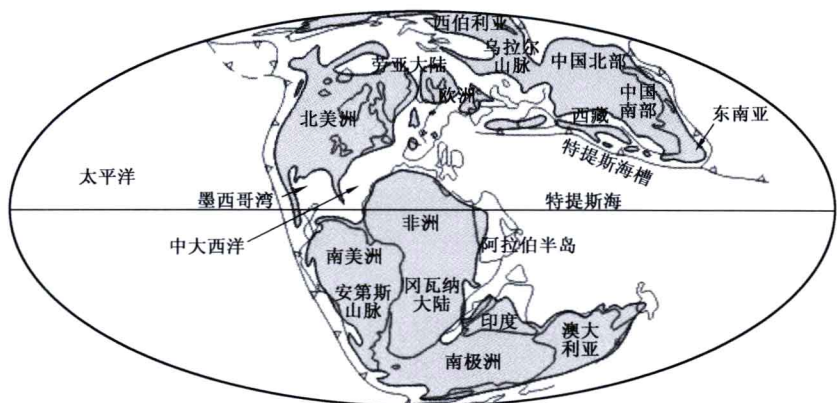
2.1.2 区域构造运动对南美前陆盆地的影响

南美大陆西部边缘的安第斯山脉是著名的陆弧,它是以古生代和中、新生代的沉积地层为主体的褶皱带,少数地段出露古老的变质岩系。安第斯山系是新生代板块运动的结果,形成于白垩纪末至新近纪阿尔卑斯运动,现在的地势大部分是新生代以来发展起来的。安第斯褶皱带经受了多期的构造变动、岩浆活动和成矿作用,地形复杂,新生代以来有大量的近代火山喷发与强烈地震。

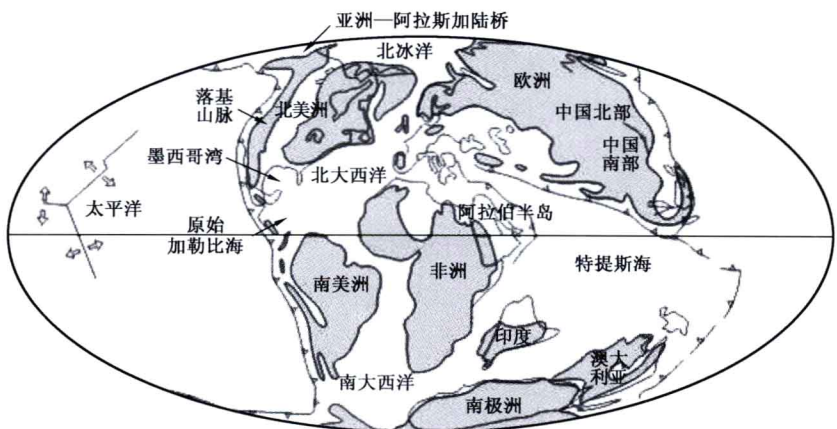
随着板块构造学说的兴起,这里更作为板块边缘俯冲带的典型地段之一而被重点加以研究。狭窄的山系南北长逾 9000km,宽一般为 200km,南段低,山体破碎,冰川发育,多冰川湖;



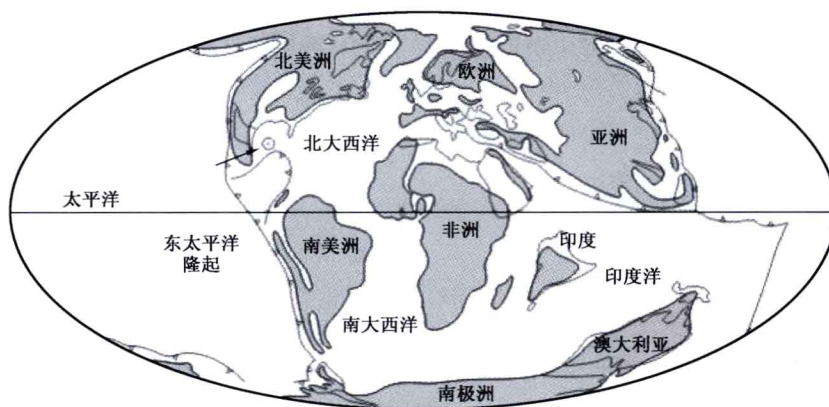
(a) 早侏罗世(195Ma)



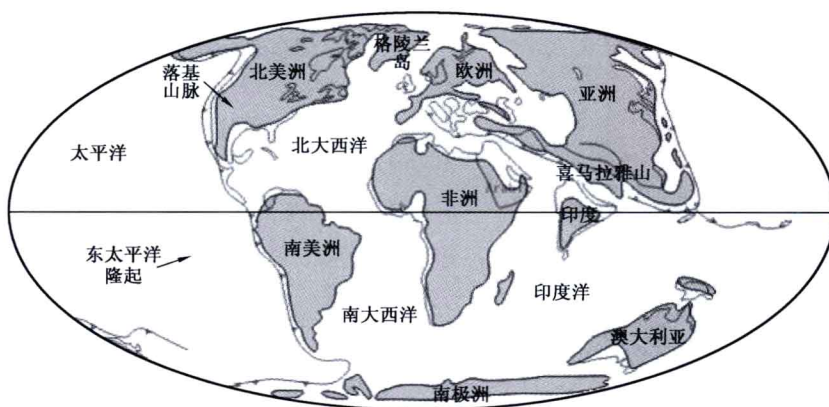
(b) 晚侏罗世(52Ma)



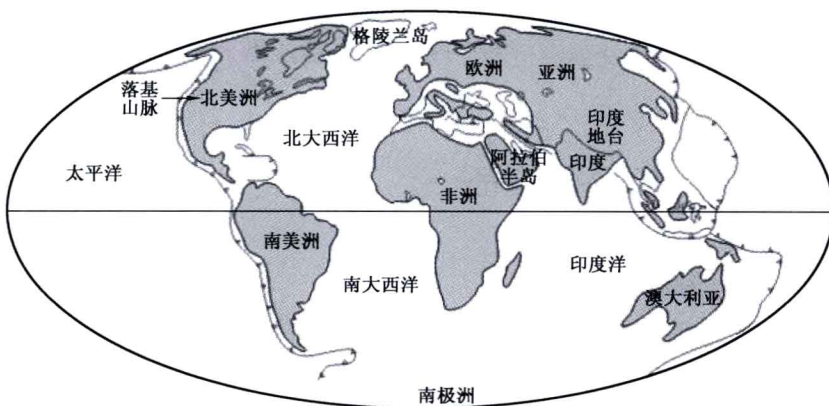
(c) 晚白垩世(94Ma)



(d) 白垩纪末(66Ma)



(e) 中始新世(50.2Ma)



(f) 中新世(14Ma)

图 2.3 侏罗纪以来的板块运移示意图(改编自网页: www.scotese.com)

中段海拔最高,夹有宽广的山间高原和深谷;北段山脉条状分支,间有广谷和低地。目前地壳活动仍在继续,为环太平洋火山、地震带的一部分,火山、地震频繁。位于阿根廷境内的阿空加瓜山(Aconcagua)海拔6962m,是世界上最高的火山,也是最高的死火山,是西半球的最高峰;安第斯山脉中的哥多伯西峰(Cotopaxi)是世界上最高的活火山,海拔5897m。

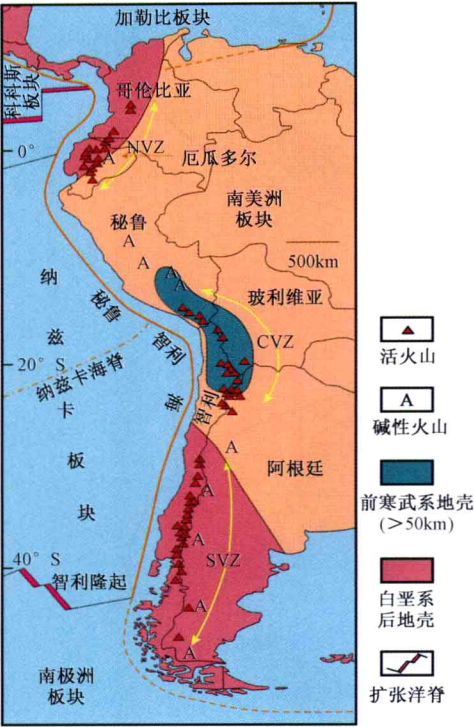


图 2.4 南美洲西部火山带分布特征
NVZ, CVZ, SVZ: 北部、中部、南部火山带

对于南美洲西部的前陆盆地而言,安第斯山脉的这种纬向分割现象对含油气盆地的沉积及构造发育特征、圈闭形成以及油气成藏过程都具有决定性的影响作用。从而造成了南美洲西部前陆盆地油气富集程度由北到南呈现分段性规律,相应的成藏组合等石油地质特征也呈现分段性特征。

2.2 安第斯褶皱系构造特征

2.2.1 构造区划及演化阶段划分

结合 Morres 和 Twiss(1995)的研究和地形特征,可以将安第斯褶皱系从南到北分为三大部分(北段、中段和南段):北安第斯,包括厄瓜多尔、哥伦比亚和委内瑞拉(加勒比)科迪勒拉山系;中安第斯,包括智利和秘鲁科迪勒拉山系;南安第斯,包括火地岛和巴塔哥尼亚科迪勒拉山系。在此基础上进一步划分为七个小段(A—G 段),每一段都具有不同的构造特征,并形成了不同的沉积盆地。

前陆盆地构造演化是与造山运动分不开的,安第斯前陆盆地实质上是安第斯褶皱运动的