

[美] Cathy Busby Antonio Azor 主编

张功成 崔敏 阳怀忠 董伟 等译

沉积盆地构造学进展

**TECTONICS OF
SEDIMENTARY BASINS**
RECENT ADVANCES

石油工业出版社

沉积盆地构造学进展

[美] Cathy Busby Antonio Azor 主编

张功成 崔敏 阳怀忠 董伟 等译

石油工业出版社

内 容 提 要

本书从活动构造、构造年代学、物理与数值模拟以及不同大地构造背景下盆地构造的研究等方面综合论述了最新的沉积盆地构造分析技术和研究方法,代表了盆地构造学的研究现状。

本书主要作为高等院校石油、地质专业硕士和博士研究生的教学参考书,也可供相关专业的研究生和从事石油勘探的技术人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

沉积盆地构造学进展/(美)巴斯比(Busby, C.), (美)阿佐尔(Azor, A.) 主编;张功成等译. —北京:石油工业出版社, 2016. 6
书名原文:TECTONICS OF SEDIMENTARY BASINS(RECENT ADVANCES)
ISBN 978-7-5183-1228-3

I. 沉…

II. ①巴…②阿…③张…

III. 沉积盆地-沉积构造-研究

IV. P531

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 074149 号

Tectonics of Sedimentary Basins: Recent Advances

Edited by Cathy Busby and Antonio Azor

ISBN 978-1-4051-9465-5

Copyright © 2012 by John Wiley & Sons Ltd

All Rights Reserved. Authorised translation from the English language edition published by John Wiley & Sons Limited. Responsibility for the accuracy of the translation rests solely with Petroleum Industry Press and is not the responsibility of John Wiley & Sons Limited. No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of John Wiley & Sons Limited.

本书经 John Wiley & Sons Limited 授权翻译出版,简体中文版权归石油工业出版社有限公司所有,侵权必究。

北京市版权局著作权合同登记号:01-2013-1871

Copies of this book sold without a Wiley sticker on the cover are unauthorized and illegal

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

编辑部:(010) 64523543

图书营销中心:(010) 64523633

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

2016 年 6 月第 1 版 2016 年 6 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:46.75

字数:1190 千字

定价:280.00 元

(如出现印装质量问题,我社图书营销中心负责调换)

版权所有,翻印必究

译者的话

近年来随着盆地构造学研究的进一步深入,出现了许多新的技术方法和研究成果,尤其是在活动构造、构造年代学、构造物理与数值模拟和不同大地构造背景下盆地构造的研究等方面取得了长足的进步和重大成果。国际上盆地构造相关的教科书相对较少,而且大多集中在单个盆地或局部构造的研究;此外,关于盆地构造研究的综述性论著也鲜有出版,缺乏盆地构造的最新研究方法和综合性研究论著。然而,高校和科研院所的学生和科研工作者需要掌握和学习这些最新的盆地构造分析技术和研究方法,了解全球不同构造背景下盆地构造的研究进展。在这一背景下,Cathy Busby 教授和 Antonio Azor 教授组织了盆地构造学领域一批杰出专家教授编写了《*Tectonics of Sedimentary Basins Recent Advances*》一书,总结了近 15 年来沉积盆地构造学的最新进展。

中海油研究总院勘探研究院组织翻译的《沉积盆地构造学进展》(《*Tectonics of Sedimentary Basins Recent Advances*》),恰好满足了目前教学和科研工作中盆地构造学的迫切需要,可以帮助高校和科研院所的相关教学以及科研工作。中海油研究总院勘探研究院的张功成教授级高级工程师、崔敏、阳怀忠、董伟、祁鹏、韩银学、纪沫、郭帅、赵钊、孙钰皓、蔡露露、陈莹、郭佳、王鹏、郭瑞、曾清波、廖计华、朱石磊,中国科学院地质与地球物理研究所胡圣标研究员、饶松,西北大学屈红军教授、蒲仁海教授、白升、牛宁、董治斌、王云、杨志文、章志明,同济大学邵磊教授、蔡国富、崔炳松、李阳、李政斯、吴哲、张浩、赵梦,吉林大学刘长利等分别翻译和校对了有关章节。张功成、崔敏、阳怀忠和董伟对本书作了统一校对整理。

最后,感谢本书的主编 Cathy Busby 和 Antonio Azor 给我们带来的盆地构造学的最新进展,展现了全球沉积盆地构造学研究的新技术方法和最新的研究成果。感谢 Wiley-Blackwell 允许出版中文译本。

张功成

2016. 6

前言

20 世纪 60 年代的板块构造革命首次为造山带和盆地提供了统一的框架模型。此后的 20 世纪 70—80 年代,出现了大量里程碑式的论文。当时(20 世纪 80 年代晚期),Ingersoll 和 Busby 正在讲授“沉积盆地构造学”这门课程,他们发现关于盆地构造地质学的教科书或综述性论文非常缺乏。迫于无奈,教授们只得为学生们罗列出很长的文献清单供学生们参考阅读,并且尽力帮助学生总结。鉴于此, Busby 和 Ingersoll 教授决定为 Blackwell 公司撰写一本主要针对研究生和地质学家的,关于盆地构造学的教科书,两位教授共用了 5 年的时间才撰写完成,这本书(Busby 和 Ingersoll, 1995)在 1995 年出版。这本书主要是关于沉积盆地构造学的总结性简述,其网络版由出版商提供。我们建议本科水平的地质专业学生须先阅读 1995 年的版本,研究生以及专业人员在必要时也可参阅。

15 年来,我们对于板块构造对沉积盆地形成及演化的控制作用的研究有了许多新进展,主要集中在活动构造方面,由于全球定位系统和地层(或地表)定年技术的进步,我们能够在数千年的时间尺度上将现今的板块运动与构造发育进行对比。基于数值—物理模拟和精细的现场监测,我们对构造事件的沉积响应有了进一步的认识。通过地壳到上地幔构造的地震勘测以及盆地充填的三维地震勘测,有些地区还有岩心作为证据,对地下岩石的研究有了重要进展。碎屑矿物的同位素(如:锆石的 U-Pb)研究现在广泛用于构造事件重建,包括:大尺度的盆地转换、盆地周缘的剥蚀样式、陆上沉积物的搬运过程重建。古地磁法现在被广泛应用于地层的精确定年与校正、大量火山物质来源和流经路径的确定,以及不同构造旋转程度的评估。另一种理解构造地质问题的新方法是 ArcGIS 数据库对地质年代学、地球化学、生物地层学和古地磁学数据的运用,以及人造卫星、航空照片和地质图的使用。同时,丰富的复杂火山—火山碎屑搬运—沉积体系的精确模型,使得我们能够对更多具有准确充填时间的盆地类型进行精确地构造重建。此外,地质动力过程的数值模拟和类比模拟要比以前更复杂了。

本书是关于沉积盆地构造学内容的更新和修正,因此命名为“沉积盆地构造学进展”。我们的任务是在盆地构造学领域组建全明星专家阵容,给他们一个场馆展示“前缘”成果。与 1995 年版本不同,本书没有将构造学这个主题的全部内容综合到一起。15 年前出版的 1995 年版本,在当时是很有用的,但是随着网络版形式的出现,这种综合性已经不那么重要了。另外,我们认为新版本代表了盆地构造学的研究现状,撰写新版很快(约 2 年时间),因为本书包含许多较短的章节,这些较短的章节只被一、两位创作出版。笔者们简述了过去 15 年重要的成果。在本书中一般未阐述基本素材,但是基本素材的来源标注清楚,读者可以根据标注找到所有各主题重要的研究进展文章。我们认为这些阐述结果的章节展现了采用的创新方法和结论,使得我们对构造地质过程有了新的理解和认识,并且由此延伸到其他领域。下面对本书涉及的主要研究主题作了简单的小结,按照先后顺序阐述了各部分的基本内容。

(1) 第一部分:绪论。

第一部分是沉积盆地构造学的综述,由 Ingersoll 撰写(第1章)。本章是 Ingersoll 教授对他在美国地质学会学报(Ingersoll, 1988)上发表的文章和沉积盆地构造学(Ingersoll 和 Busby, 1995)一书中关于沉积盆地构造学内容的更新和修正。本章为读者解释了本书后续章节中常见的地质作用和术语。

(2) 第二部分:新技术与模拟。

由于新技术不断涌现,与15年前相比已经有了很大的进步,参与撰写的各位专家们一致认为《沉积盆地构造学进展》一书有必要包含论述这些技术的章节(1995年版没有涉及技术的章节)。为使各章节尽可能简短,我们有意地减少了技术应用的讨论部分,仅提供应用实例的参考文献。本部分综述了沉积盆地构造分析技术的重要进展。碎屑锆石地质年代学方法(第2章)和陆地宇宙成因核素技术(第3章)现在已被广泛应用。同时,磁性地层学技术、地震解释技术和盆地—地层模拟技术也有了很大的进步(第4章至第8章)。本部分未涉及已有几十年发展历史的庞大而多样化的化学地层学技术,再版时将论述这部分内容。

根据构造背景,按离散和聚敛两大类边缘撰写了本书的第三和第四部分。

(3) 第三部分:裂谷型、后裂谷型、张扭型和走滑型盆地。

第三部分,首先论述了典型的正在活动的裂谷——东非裂谷(第9章),然后论述了“成熟”大陆裂谷环境的张扭裂谷盆地(加利福尼亚湾,第10章),以及还在形成过程中的张扭裂谷(沃克裂谷,第11章)。本部分没有涉及转换边缘,如想全面了解走滑断裂体系,请参阅 Paul Mann 教授2007年发表的文章第142页(Geological Society of London Special Publication, 卷290)。为了与构造和沉积主题保持一致,本书第三部分也包括了被动边缘的内容,论述了海底扩张后的变形(第12章和第13章)。

(4) 第四部分:聚敛边缘。

第四部分内容包括海沟至靠近大陆一侧的构造,以及海底俯冲背景至碰撞背景下的构造。论述内容包括俯冲开始过程(第14章);现今研究的最复杂的俯冲体实例(第15章);板块俯冲引起的弧前变形(第16章);将火山弧拖入大陆俯冲带的盆地记录(第17章);以安第斯弧前盆地为例的海底俯冲(第18章);美国西南部的伸展和张扭弧内盆地(第19章);与俯冲相关的碰撞前陆盆地的综述(第20章)。文中阐述了俯冲和碰撞环境中,位于造山带顶部的内陆盆地(安第斯山脉和青藏高原),时间尺度从几百万年(第21章)到几十万年及几千年(第22章)。文中还阐述了西班牙贝蒂克(Betic)山的山间盆地,该盆地被认为是受到地幔剥离和(或)板片后退或拆离作用的制约,最终形成于造山运动晚期的伸展盆地(第23章)。随后论述了位于大陆一侧构造背景下的前陆盆地。第24章论证了加拿大西部前陆盆地发生挠曲沉降的样式,并推测它主要受控于大洋板块俯冲,而在科迪勒拉山尺度上受控于地体增生事件的影响。第25章对比了典型连续前陆盆地(玻利维亚)和破碎前陆盆地(阿根廷)的特征。此后,阐述了逆冲楔/前陆系统的常用动力学模型(第26章)和挤压环境下,生长断层相关褶皱的模型(第27章)。第四部分没有涉及大洋—岛弧聚敛边缘的盆地构造研究,这些内容会在再版时加以论述。

(5) 第五部分:板内盆地及其他类型盆地。

本书的最后部分没有将沉积盆地构造只局限于离散型和聚敛型板块构造背景。相对于盆地的规模和长期的构造及地层记录而言,板内多阶盆地非常重要(第28章)。在超大陆形成的背景下描述了格伦维尔构造事件的大量沉积记录(第29章)。第30章论述了克拉通盆

地，克拉通盆地被认为是发育在较厚的、相对稳定的大陆岩石圈上、长期存在的圆形或椭圆形地壳拗陷，其主要形成于较低应变率的板块长期伸展的背景下。最后，第 31 章论述了不同构造环境下内流盆地中常见的特有地层和沉积相特征。

在本书编写及出版的过程中，还有一些重要的进展值得关注。Ingersoll 教授的术语修正章节（第 1 章）包括含有油气的盐体动力盆地。新技术得到了迅速发展，如运用古土壤、化石、硅酸盐和火山玻璃中稳定同位素对盆地进行研究，通过沉积盆地充填能够推断出古高程等，这些内容可参阅期刊（Review in Mineralogy 和 Geochemistry, 2007）。全球地震层析成像技术正在飞速发展，运用该方法可以推断地幔和地表过程之间的关系。例如，由地幔—岩石圈下沉引起地表沉降的重要程度如何？是否会因为它们太小以及太短暂就不重要了？巨大的海底高原的俯冲作用如何控制大陆的隆起和沉降？如何从地表构造盆地形成过程获得俯冲过程的地形成像记录？本书讨论了板片后退作用，那么其他过程（如：停滞板片和破碎板片）的作用是什么样呢？

与所有的其他地质研究一样，本书是关于沉积盆地构造学的研究进展。我们认为最近几年来沉积盆地构造学研究取得了很大的进步，希望本书能让读者觉得非常有用。我们真诚地感谢为本书提供宝贵意见的各位专家。

我们尤其感谢西班牙教育部资助 Cathy Busby 和 Antonio Azor 于 2007—2008 年及 2010 年在格拉纳达大学地质动力学部门的工作。

主编：Cathy Busby 和 Antonio Azor

2011 年 2 月

章节评论人

匿名评审专家 3 人

Ramon Arrowsmith, Arizona State University

Peter Burgess, Royal Holloway University

Kevin Burke, University of Houston

Reynaldo Charrier, University of Chile

Peter Clift, University of Aberdeen

Christopher Connors, Washington and Lee University

Rob Crossley, Fugro Robertson Ltd

Peter DeCelles, University of Arizona

Alex Densmore, Durham University

Mark Deptuk, Canada Nova Scotia Offshore Petroleum Board

William R. Dickinson, University of Arizona

Christopher Fedo, University of Tennessee

Stanley C. Finney, California State University, Long Beach

William Galloway, University of Texas Institute

for Geophysics

Miguel Garcés, University of Barcelona

Martin Gibling, Dalhousie University

Adrian Hartley, University of Aberdeen

Richard Heermance, California State University, Northridge

William Helland-Hansen, University of Bergen

Paul Heller, University of Wyoming

Matthew Horstwood, British Geological Survey

Brian Horton, University of Texas at Austin

Raymond V. Ingersoll, University of California, Los Angeles

Cari Jonson, University of Utah

Teresa Jordan, Cornell University

Paul Kapp, University of Arizona

Tim Lawton, New Mexico State University

Andrew Leier, University of Calgary

Nathaniel Lifton, Purdue University

Juan M. Lorenzo, Louisiana State University
Paul Mann, University of Texas Institute for
Geophysics

Mariano Marzo, University of Barcelona

Margot McMechan, Geological Survey of Canada

Andrew Miall, University of Toronto

Ivan Marroquin, Paradigm Geophysical

Nick Mortimer, GNS Science

Lorean Moscardelli, University of Texas at
Austin

Michael Murphy, University of Houston

Andrew Meigs, Oregon State University

Nadine MacQuarrie, Princeton University

Neil Opdyke, University of Florida

Michael Oskin, University of California, Davis

Chris Palola, University of Minnesota

Kevin Pickering, University College London

Marith Reheis, US Geological Survey

Ken Ridgway, Purdue University

Scott Samson, Syracuse University

David Scholl, US Geological Survey

John Shimeld, Geological Survey of Canada

Glen Stockmal, Geological Survey of Canada

Manfred Strecker, Universität Potsdam

Michael Taylor, University of Kansas

Reinoud Vissers, Utrecht University

Martha Withjack, Rutgers University

(张功成 译校)

目 录

第一部分 绪 论

- 第 1 章 沉积盆地的构造特征及其术语修正 RAYMOND V. INGERSOLL (3)

第二部分 新技术与模拟

- 第 2 章 碎屑锆石的 U-Pb 测年: 现状和展望 GEORGE GEHRELS (61)
- 第 3 章 陆相岩层宇宙成因核素技术在评估构造活跃地区地表年龄和沉积物暴露史
中的应用 JOHN C. GOSSE (80)
- 第 4 章 磁性地层学的原理与应用
..... GUILLAUME DUPONT-NIVET, WOUT KRIJGSMAN (100)
- 第 5 章 三维地震解释技术在盆地分析中的应用
..... CHRISTOPHER A-L. JACKSON, KARLA E. KANE (115)
- 第 6 章 沉积盆地内构造成因的冲积相砾石的搬运与保存
..... PHILIP A. ALLEN, PAUL L. HELLER (133)
- 第 7 章 构造地层模型中源—汇体系内沉积物的体积分配研究: 方法与结论
——以拉腊米型大陆架—深水盆地为例 ... CRISTIAN CARVAJAL, RON STEEL (157)
- 第 8 章 前陆盆地中岩石圈与地表地质作用的模拟
..... DANIEL GARCIA-CASTELLANOS, SIERD CLOETINGH (182)

第三部分 裂谷型、后裂谷型、张扭型和走滑型盆地

- 第 9 章 大陆裂谷盆地: 来自东非裂谷的新认识
..... CYNTHIA EBINGER, CHRISTOPHER A. SCHOLZ (221)
- 第 10 章 沉积物输入以及斜向板块运动对斜向离散活动板块边缘盆地发育的影响
——以加利福尼亚湾和索尔顿海槽为例
..... REBECCA J. DORSEY, PAUL J. UMHOEFER (250)
- 第 11 章 活动张扭型陆内盆地——以美国大盆地西部的沃克通道为例
..... ANGELA S. JAYKO, MARCUS BURSIK (270)
- 第 12 章 东北大西洋和南大西洋边缘的后裂谷变形: “被动边缘”真的是被动吗?
..... DOUGLAS PATON (295)
- 第 13 章 早白垩世加拿大东部近海斯科舍被动边缘盆地构造变形对沉积的影响
..... GEORGIA PE-PIPER, DAVID J. W. PIPER (318)

第四部分 聚敛边缘

- 第 14 章 板块边缘的转化及其沉积响应 KATHLEEN M. MARSAGLIA (339)
- 第 15 章 日本西南部俯冲带沉积环境的演化: 来自南海 (Nankai) 海槽发震带试验中 Kumano 断面的最新结果
..... MICHAEL B. UNDERWOOD, GREGORY F. MOORE (362)
- 第 16 章 板块俯冲作用对大陆弧前盆地的影响: 以阿拉斯加南部为例
..... KENNETH D. RIDGWAY, JEFFREY M TROP, EMILY S. FINZEL (382)
- 第 17 章 弧—陆碰撞背景下的盆地特征 AMY E. DRAUT, PETER D. CLIFT (406)
- 第 18 章 智利北部塔潘帕·德尔·塔马鲁加尔 (Pampa del Tamarugal) 弧前盆地:
构造与气候的相互作用 PETER NESTER, TERESA JORDAN (433)
- 第 19 章 伸展型和张扭型大陆弧盆: 以美国西南部为例 CATHY J. BUSBY (449)
- 第 20 章 前陆盆地系统综述: 不同构造背景下响应的多样性
..... PETER G. DECELLES (475)
- 第 21 章 安第斯山和青藏高原腹地新生代盆地演化 BRIAN K. HORTON (501)
- 第 22 章 盆地对青藏高原腹地活动伸展和走滑变形的响应
..... MICHAEL H. TAYLOR, PAUL A. KAPP, BRIAN K. HORTON (526)
- 第 23 章 西班牙东南部贝蒂克 (Betic) 山间盆地的地层、沉降及构造演化史
..... JOSE RODRIGUEZ-FERNANDEZ, ANTONIO AZOR,
JOSE MIGUEL AZANON (545)
- 第 24 章 中白垩世加拿大西部前陆盆地内浅海相地层的构造沉降、沉积作用以及
不整合之间的动力学关系: 与科迪勒拉构造的关系
..... A. GUY PLINT, ADITYA TYAGI, PHIL J. A. MCC AUSLAND,
JESSICA R. KRAWETZ, HENG ZHANG, XAVIER ROCA, BOGDAN L.
VARBAN, Y. GREG HU, MICHAEL A. KREITNER, MICHAEL J. HAY (565)
- 第 25 章 连续型前陆盆地和破碎型前陆盆地的构造、地貌及沉积特征: 以玻利维亚
和阿根廷西北部安第斯山脉中部东侧为例
..... MANFREN R. STRECKER, GEORGE E. HILLEY,
BODO BOOKHAGEN, EDWARD R. SOBEL (596)
- 第 26 章 逆冲楔/前陆盆地系统 HUGH SINCLAIR (613)
- 第 27 章 挤压背景下生长断层相关褶皱的二维运动学模型 JOSEP POBLET (631)

第五部分 板内盆地及其他盆地类型

- 第 28 章 板内多阶盆地 CAPIL JOHNSON, BRADLEY D. RITTS (661)
- 第 29 章 大型格伦维尔沉积事件: 罗迪尼亚超大陆形成的记录
..... ROBERT RAINBIRD, PETER CAWOOD, GEORGE GEHRELS (679)
- 第 30 章 克拉通盆地 PHILIP A. ALLEN, JOHN J. ARMITAGE (702)
- 第 31 章 内流盆地 GARY NICHOLS (724)

第一部分 绪 论

第1章 沉积盆地的构造特征 及其术语修正

RAYMOND V. INGERSOLL

(Department of Earth and Space Sciences, University of California, Los Angeles, California)

摘要：现今的板块构造是深入了解沉积盆地构造特征的重要研究内容。在离散、聚敛、转换、板内、混合和混杂的大地构造背景下都可以形成沉积盆地。盆地的构造背景是可以发生转变的，这取决于其下伏地壳的类型、构造位置、沉积物供给以及所继承的原型盆地的性质。沉积盆地的沉降主要是由以下几方面因素引起的：(1) 地壳减薄；(2) 地幔岩石圈增厚；(3) 沉积物和火山负载；(4) 构造负载；(5) 地壳下的负载；(6) 软流圈流动；(7) 地壳密度增大。不同沉积盆地的规模、演化周期和保存潜力差异很大。活动构造背景下形成的盆地，特别是在洋壳上形成的盆地，其演化周期短，保存潜力低；而形成于板内背景的盆地演化周期长，保存潜力高。

大陆裂谷可以演化成初始大洋盆地，进而形成大洋盆地。根据盆地的结构特征，可以将与大陆边缘相邻的大洋盆地划分为：陆架—陆坡—陆隆型、转换型和陆堤型三种。未演化为大洋的大陆裂谷可形成夭折裂谷，进而发展为陆内盆地和坳拉槽。当大洋盆地内部或附近所有的板块边缘都不再活动时，就形成休眠大洋盆地，其下伏的洋壳被陆壳包围。

在会聚背景下，可以形成沉积盆地的位置有海沟、海沟斜坡、弧前、弧间、洋内弧后和陆内弧后。在复杂的岛弧—海沟体系动力学背景下，形成了多种与岛弧相关的盆地类型。值得一提的是，由于岛弧—海沟体系总体为挤压背景，所以沿着岩浆弧或在岩浆弧后形成了多种类型的构造响应。强烈伸展的岛弧内发育的裂谷通常演化为弧后洋盆，并最终扩张形成新的洋壳。在中性岛弧的弧后地区可能存在任何类型的地壳，这些地壳在俯冲带刚开始发育的时候就卷入了构造变形。强烈挤压的岛弧可以演化为弧后逆冲带和相关的后前陆盆地，或者后陆盆地；在极端的情况下，在早期克拉通阶段可能发育有破碎后前陆盆地。

非俯冲大陆地壳或者岛弧地壳被携带到俯冲带附近后，就会发生地壳的碰撞。碰撞一般从一个点开始，然后逐渐扩展，形成缝合带。在原始碰撞点的两侧形成残余大洋盆地，然后残余大洋盆地很快被来自缝合带的沉积物所充填。随着碰撞的继续，残余大洋盆地的沉积物供给量会持续增加，同时盆地发生收缩，直到最终出现增生体的缝合和仰冲为止。碰撞的同时，在大陆地壳俯冲板块上形成前陆盆地，而在仰冲板块上形成了碰撞后前陆盆地，也可能形成碰撞裂谷、破碎前陆和后陆盆地。

在转换背景以及与会聚有关的复合走滑断裂体系背景下，力学机制的改变与断裂走向的不规则变化、岩石类型和板块运动有关。力学机制的变化可形成走滑伸展、走滑挤压和走滑旋转环境，并形成与之相关的复合的、多样的、短期发育的沉积盆地。

最近，以前未命名的两种盆地类型越来越受到关注，即盐岩盆地（与盐体构造活动有关，主要沿着具有陆堤结构的板块边缘分布）和陨石撞击盆地（由地球之外的陨石撞击形成）。随着控盆作用的中止，无论是在离散、会聚、转换背景，还是混合背景下，沉积物都会在随后形成的盆地内聚集。

对所有沉积盆地进行分类和综述的最终目的是通过运用现在的盆地演化模型，提高对古构

造和古地理重建的认识水平。利用多个学科的研究，对这些模型进行检验将提高我们对地球演化史的认识。

关键词：盆地命名 板块构造背景 沉降机制 保存潜力 古构造重建

1.1 引言

十几年前，笔者在 Dickinson (1974b, 1976a) 根据构造对盆地进行分类的基础之上，对盆地进行了详细的分类，并修正了部分专业术语 (Ingersoll, 1998; Ingersoll 和 Busby, 1995)。最近，盆地的分类又出现了一些新认识和模型；此外，也出现了一些新的专业术语。因此，我们现在有必要对沉积盆地的分类进行强调和修正，并讨论如何将其与盆地的构造特征联系起来。

之前有关盆地分类的文章中，笔者采用了 Dickinson (1974b, 1976a) 对盆地的命名和分类。这种盆地分类方案建立在现实存在的板块构造作用和构造特征之上。板块构造作用和构造特征最终控制了不同构造背景下，沉积盆地发育的位置以及盆地的形成和演化。板块的水平运动、地热随着时间的变化、地壳的伸展和收缩、重力均衡调整、地幔动力学和地表地质作用，甚至地球之外的事件都会影响沉积盆地。而对沉积盆地其他方面的研究，必然会使盆地的模型更加复杂。虽然我们应该利用统一的方案，根据盆地的形成过程和结果，建立盆地的模型；但是复杂的现实地质条件使得我们对于沉积盆地的认识不断提高，从而不得不建立复杂的模型来解释一些现象。因为一些现实存在的沉积盆地中，具有不符合现有盆地分类的特征，所以，许多新的沉积盆地类型被添加到 Ingersoll 和 Busby (1995) 提供的分类中。Gould (1989, 1998) 提出：“分类学并不仅仅是用于避免目录编辑中出现混乱的方法，而是关于自然规律的基础理论”。希望我的论述可以提供以下两个用途：(1) 减少命名混乱；(2) 为理解控制沉积盆地形成和演化的因素提供框架。

1.2 分类原则

沉积盆地的一级分类标准 (Dickinson, 1974b, 1976a) 是：(1) 距离盆地最近的板块边缘的类型；(2) 盆地与板块边缘的距离；(3) 盆地基底的类型。因此，根据标准 (1) 和标准 (2)，盆地的一级分类包括离散型、板内型、聚敛型、转换型、混杂及混合型 (表 1-1)。以上的盆地分类，取决于基底的类型 (大洋型、过渡型、大陆型和异常地壳)、构造位置、沉积物供给和继承性特征。

表 1-1 盆地分类 (含现代和古代实例)

背景	盆地类型	定义	现今实例	古代实例	模拟模型
离散型	大陆裂谷	大陆地壳内部的裂谷，伴有双峰式火山活动	里奥格兰德裂谷	元古宙基维诺裂谷	3B
	新生大洋盆地和大陆边缘	发育在新洋壳之上，侧向为年轻大陆边缘的初生盆地	红海	侏罗纪东格陵兰	3C

续表

背景	盆地类型	定义	现今实例	古代实例	模拟模型
板内型	板内大陆边缘				
	陆架—陆坡—陆隆结构	成熟的板内裂谷的大陆架边缘, 紧邻陆壳洋壳分界	美国东海岸	古生代美国和加拿大境内的科迪勒拉山脉	3D
	转换结构	源于转换板块边缘的板内大陆边缘	西非南海岸	前寒武纪—早古生代阿拉巴马—俄克拉何马转换地区	3E
	陆堤结构	进积于洋壳之上的板内大陆架边缘	密西西比河的海湾海岸区	早古生代加拿大的阿巴拉契亚地带	3F
	克拉通内盆地	下部发育古裂谷的宽阔克拉通盆地	乍得盆地	古生代密歇根盆地	3A
	大陆台地	被薄而广泛的沉积覆盖的稳定克拉通	巴伦特海	中生代北美大陆中部	3A
	活动大洋盆地	在离散板块边缘形成的、以洋壳为基底的盆地, 与岛弧—海沟体系无关	太平洋	多种类型的蛇绿岩组合	3G
	大洋岛屿、海底山、无震洋脊和海底高原	在大洋背景下形成的沉积平原和台地, 与岛弧—海沟体系无关	皇帝—夏威夷海山	中生代 Snow Mountain 火山的复合体 (加利福尼亚州北部的 Franciscan)	3G
聚敛型	休眠大洋盆地	以洋壳为基底, 既无扩张, 也无俯冲	墨西哥湾	古生代塔里木盆地 (中国) (?)	3H
	海沟	由大洋岩石圈俯冲作用形成的深海槽	智利海沟	白垩纪 Shumagin 岛 (阿拉斯加南部)	4A
	海沟—斜坡盆地	在俯冲杂岩上发育的局部构造拗陷	美洲中部的海沟	白垩纪威尔士板片 (加利福尼亚州中部)	4B
	弧前盆地	发育在岛弧—海沟之间的盆地	苏门答腊大陆架	白垩纪大峡谷 (加利福尼亚州)	4B
	弧内盆地				
	大洋型弧内盆地	沿着大洋中的岛弧台地发育的盆地, 包括被超覆和超覆的火山	Lzu Bonin 海沟	Copper 和 Gopher 山脉的组合 (侏罗纪, 加利福尼亚州)	4A
	大陆型弧内盆地	沿着大陆边缘岛弧台地发育的盆地, 包括被超覆和超覆的火山	尼加拉瓜湖	早侏罗世内华达山脉 (加利福尼亚州东部)	4C
	弧后盆地				
	大洋型弧后盆地	在洋内岩浆弧后发育的洋盆 (包括活动弧和残留弧之间的弧间盆地)	马里亚纳弧后	侏罗纪 Josephina 的蛇绿岩 (加利福尼亚州北部)	4A, B
	大陆型弧后盆地	大陆边缘岩浆弧后发育的大陆盆地, 无前陆褶皱冲断带	桑达大陆架	晚三叠世—早侏罗世美国境内的科迪勒拉山脉	4C

续表

背景	盆地类型	定义	现今实例	古代实例	模拟模型
聚 敛 型	后前陆盆地				
	弧后前陆盆地	大陆边缘弧—沟体系内，大陆一侧发育的前陆盆地	安第斯山脉	白垩纪美国境内的科迪勒拉山的塞维尔前陆	4E
	碰撞后前陆盆地	板块碰撞时，在上覆板块之上发育的前陆盆地（可能含有后弧的前体部分）	塔里木盆地西部（中国）	三叠—侏罗纪鄂尔多斯盆地（中国）	4F
	破碎后前陆盆地	在弧后前陆背景下，以基底为核心的隆起间形成的盆地	Sierras Pampeanas 盆地（阿根廷）	晚白垩世—古近纪美国科迪勒拉山脉内的拉腊米盆地	4D
	残余大洋盆地	在碰撞陆缘，及弧—沟体系内形成的收缩洋盆，最终在缝合带内被俯冲和变形	孟加拉湾	宾夕法尼亚纪—二叠纪沃希托盆地	4E
	前前陆盆地	当大陆或者岛弧发生碰撞时，在俯冲板块内的，陆壳之上发育的前陆盆地	波斯湾	中生代瑞士磨拉石盆地	4F
	楔形顶部盆地	形成于逆冲席之上，并且随着逆冲席移动的盆地	白沙瓦盆地（巴基斯坦）	新近纪亚平宁山脉（意大利）	4F
	后陆盆地	形成于前陆褶皱逆冲带后侧，盆地下伏的地壳增厚	阿尔蒂普拉诺高原（玻利维亚）	新近纪札达盆地（中国西藏）	4D
转 换 型	走滑伸展盆地	沿着走向滑动断层系拉张而形成的盆地	死海	石炭纪马达兰盆地（圣劳伦斯海湾）	5A
	走滑挤压盆地	沿着走向滑动断层系挤压而形成的盆地	圣巴巴拉盆地（前陆类型）（加利福尼亚州）	中新世山脊盆地（断层转向型）（加利福尼亚州）	5B
	走滑旋转盆地	走向滑动断层系内，地块绕垂直轴旋转而形成的盆地	西阿留申前弧前盆地（？）	中新世洛杉矶盆地（托潘加盆地）（加利福尼亚州）	5C
混 杂 及 混 合 型	拗拉槽	与造山带成高角度相交的重新活动的古裂谷	密西西比河河湾	古生代阿纳达科拗拉槽	6A
	碰撞裂谷	与造山带成高角度相交的裂谷，之前没有造山运动（与拗拉槽不同）	贝加尔裂谷（远源的）（西伯利亚）	莱茵地堑（近源的）（欧洲）	6B
	碰撞破碎前陆盆地	由于远程碰撞作用使得地壳变形而形成的各种类型的盆地	柴达木盆地（中国）	宾夕法尼亚纪—二叠纪，美国科迪勒拉山脉内古落基山盆地	6B
	盐岩盆地	由于盐体的变形而形成的盆地，通常发育于大陆堤和周缘前陆盆地内	墨西哥湾深部的小盆地	白垩纪—古近纪 La Popa 盆地（墨西哥）	3F
	陨石撞击盆地	由地球外的物质撞击地球表面而引起的沉陷	陨石坑（亚利桑那州）	白垩纪—古近纪希克苏鲁伯盆地（墨西哥）	3E
	继承性盆地	在局部造山或地裂活动停止后，在山间环境下形成的盆地	盆岭省南部（亚利桑那州）	古近纪的 Sustut 盆地（？）（不列颠哥伦比亚）	5C

笔者根据盆地各沉积时期的特征对盆地进行了分类和命名。在板块构造控制下形成的地层层序具有多地区和多时期分布的特点。单一的地层层序可代表几种不同的构造背景。“沉积盆地的演化可以看作是，在一系列不连续的板块构造背景下，各个板块之间连续相互作用的结果”（Dickinson，1974b）。

理解“盆地”的含义很重要，本文中的盆地是指沉积岩或火山岩地层的堆积；盆地的三维结构表现为碟形、楔形、席状以及不规则状。此外，基底沉降、沉积物搬运受到阻挡、先存空间的充填或源—汇系统的相对运动都可以形成盆地。

1.3 沉降机制和保存潜力

地表沉积物的沉降机制可以归纳为七个方面（Dickinson，1974b，1976a，1993；Ingersoll 和 Busby，1995）（表 1-2）：（1）伸展作用、侵蚀或者岩浆侵位导致的地壳减薄；（2）在冷却过程中地幔和岩石圈的增厚；（3）沉积岩或火山岩的负载（局部地壳均衡补偿或区域岩石圈挠曲）；（4）地壳和岩石圈的构造负载；（5）地壳和岩石圈的壳下负载；（6）软流圈流动的动力学作用；（7）地壳密度的增大。图 1-1 阐述了早期扩张阶段地壳减薄形成的盆地（例如裂谷和走滑拉分盆地）和海底扩张初始阶段地幔—岩石圈增厚形成的盆地（位于离散大陆边缘周围，在裂谷期向漂移期转换过渡阶段所形成的盆地，这些离散大陆边缘最终演化为陆内边缘）。大陆板块—大洋板块边缘的沉积作用主要由河流和三角洲提供物源（比如大陆堤和残余洋盆地）。构造运动控制的盆地类型与地壳消减带控制的盆地类型一致（比如海沟和前陆盆地）。通常，其他三类沉降机制是次要的。

表 1-2 下沉机制

地壳减薄	伸展作用、侵蚀或者岩浆侵位导致的地壳减薄
岩石圈变厚	在冷却过程中地幔和岩石圈的增厚
沉积物和火山的负载	在沉积作用和火山作用的影响下，局部地壳均衡补偿或区域岩石圈挠曲
构造负载	在仰冲作用和俯冲作用的影响下，局部地壳均衡补偿或区域岩石圈挠曲
地壳和岩石圈的壳下负载	板块底部岩石圈密度变大引起的岩石圈挠曲
软流圈的流动	软流圈流动的动力学作用，通常由地壳俯冲而引起地壳下冲或者会聚而引发软流圈流动
地壳密度增大	由温度或压力的变化，或者高密度的熔融物侵位到低密度的地壳中，而引起地壳密度增大

不同构造类型的沉积盆地，在规模、演化周期和保存潜力上存在很大的差异（图 1-2）（Ingersoll，1998；Ingersoll 和 Busby，1995；Woodcock，2004）。大多数沉积盆地在沉积后，在较短的时间内被破坏（比如大多数位于洋壳或者快速抬升的造山带中的盆地）。相对来说，在陆壳伸展过程中或者伸展之后（大陆裂谷演化为海底扩张或者不演化为海底扩张）形成的盆地具有较好的保存潜力，因为这些盆地随着裂谷的裂开，不断地发生沉降并被埋藏于沉积物之下。另一方面，一部分沿着大陆边缘分布的地层发生俯冲，被下拉到海沟之下，使得它们保存在中等至很深的地壳中，从而形成变形复杂的地体。这种变质沉积岩和变质火山岩地体，以及大量的残余洋盆沉积物，是陆壳的重要组成部分。这些地体的基底（洋壳）大多在俯冲过程中，被消减掉了（Graham，1975；Ingersoll，1995，2003）。