

含油气断陷湖盆盆地 分析



朱筱敏 编著

石油工业出版社

80.2

3

1018.130.3 081466

038



含油气断陷湖盆盆地分析

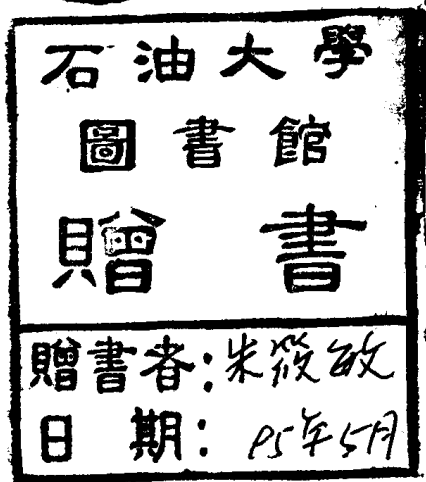
SU38/15

朱筱敏 编著



送交图书馆

95.5



200289810

石油工业出版社

(京)新登字 082 号

内 容 提 要

本书以中国东部东濮凹陷、惠民凹陷、东营凹陷等多个含油气盆地为例,在充分利用地质、测井、地震及室内分析化验资料的基础上,以盆地埋藏史、构造发展史、沉积充填史和油气演化史作为盆地分析的基本内容,以盆地构造岩相分析作为盆地分析的核心内容,对含油气盆地进行了整体解剖和综合分析,特别是阐述了构造活动与沉积作用之间的相互关系,表明了盆地构造岩相带的构造特征、沉积类型以及油气分布特征,从而为含油气断陷盆地的油气田勘探和开发工作提供了良好的地质基础。

本书系统叙述了含油气断陷盆地的盆地分析原理和方法,介绍了盆地埋藏史、构造发展史、沉积充填史和油气演化史研究的技术步骤,因此,这本书不但可作为本科生、研究生的教学参考书,而且可以作为广大石油地质和地球物理工作者的科研参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

含油气断陷湖盆盆地分析/朱筱敏编著

—北京:石油工业出版社,1995.2

ISBN 7-5021-1390-8

I. 含…

II. 朱…

III. 含油气盆地-分析

IV. P618.130.2

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里 2 区 1 号楼)

北京市密云县育红激光照排厂排版

石油管道报社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开 11.5 印张 275 千字 印 1-1500

1995 年 2 月北京第 1 版 1995 年 2 月北京第 1 次印刷

定价: 14.50 元

前 言

作为石油天然气勘探开发研究的对象，盆地一直受到广大石油地质和地球物理工作者的高度重视。近30年来，人们不仅研究盆地内部某地区或某层段的地层特征、构造特征和沉积等特征，而且将盆地作为油气田勘探和开发的基本单元，对盆地进行整体解剖和综合分析，进而研究控制油气富集和分布的构造和沉积因素的特征及其相互关系，以更为有效地指导油气田勘探和开发工作。因此，以多学科先进理论为基础的盆地分析工作得到了迅速发展并不断趋于完善。国外地质学家以板块构造理论为指导，在分析不同板块类型或同一板块不同位置，不同演化历史阶段中出现的沉积体系类型，深入研究盆地的成因和分类、区域和局部构造对沉积作用和沉积体几何形态的控制等方面取得了长足进展。然而，利用板块构造理论难以对中国东部断陷湖盆，特别是盆地内部构造作用与沉积作用的关系进行深入详细研究，因此，有必要发展适用于中国东部断陷盆地的盆地分析原理和方法。1983年以来，笔者在信荃麟教授等人的指导下，先后对惠民凹陷、廊固凹陷、东营凹陷、东濮凹陷及辽东湾盆地等多个含油气断陷盆地进行了沉积学、地震地层学和盆地分析工作，掌握了一定的实际资料。近几年来，先后多次为本科生和高级培训学员讲授《盆地分析》课程。在这一系列的教学和科研活动中，笔者深感有必要将这十年的教学、科研认识总结出来，以便与更多的石油地质和地球物理工作者进行学术交流。

本书由六个章节组成。第一章介绍了含油气断陷湖盆的盆地分析原理和内容、盆地分析方法和技术以及盆地分析的研究历史和现状。第二章叙述了现代地层学在盆地地层格架分析中的应用、盆地埋藏史分析的原理和方法以及盆地古气候、古水深、古盐度和古物理化学环境分析的方法。第三章系统阐述了断陷盆地的构造特征、盆地内部二级构造带的类型和分布以及盆地构造演化史和盆地构造沉降史分析的方法。第四章在总结了覆盖区沉积体系研究方法以后，以实际资料表明了断陷湖盆中常见沉积体系类型的特征，建立了断陷盆地沉积体系模式。第五章指出，断陷盆地构造活动对沉积作用具有明显的控制，盆地构造单元与沉积单元可组成有机的统一体——构造岩相带，进而叙述了断陷湖盆构造岩相带类型和演化模式。第六章在分析断陷盆地油气富集控制因素基础上，以实际资料研究了盆地油气演化史，对储集体进行了综合评价，指出了油气勘探的有利方向。

在最近十年工作期间，得到了信荃麟教授、冯增昭教授、刘泽容教授、管守锐教授等益师的精心指导，得到了石油大学、胜利石油管理局、中原石油勘探局、地球物理勘探局等单位的大力支持，在此深表衷心感谢。由于笔者学术水平有限，书中不妥之处，敬请指正。

朱筱敏

1994年5月

Preface

As a research object of oil and gas exploration and development, basin is always focused on highly by all the petroleum geologists and geophysical workers. In the past 30 years, wholly dissection and intergrated analysis of basin which is a fundamental unit of oil and gas exploration and development have been studied. Furthermore, the tectonic and sedimentary characteristics and ttheir relations, which control the oil-gas accumulation and distribution, have been studied in order to explore and develop efficiently oil-gas field. As a result, basin analysis, on the basis of advanced multidisciplinary theories, has been developed promptly and become perfect more and more. Many foreign geologists, using plate tectonic theory, have made much progress in analyzing types of depositional systems that occur in different types of plates or different setting and evolution stages in the same plate as well studying deeply the origin and classification of basin, controls of regional and local tectonism on sedimentation and sedimentary unit geometry. It is difficult, however, to have a deep and detailed insight into the relations, using plate tectonic theory, between sedimentation and tectonism in faulted down basin of eastern China, especially in the interior of basin. So it is necessary to develop the principle and method of basin analysis which can apply to faulted down basins in eastern China. Since 1983, I, supervised by professor Xin Ouanlin, have done some work concerning sedimentology, seismic stratigraphy and basin analysis in many oil-gas-bearing basins, such as Huiming depression. Langgu depression. Dongying depression. Dongpu depression and Liaodongwan basin and obtained a lot of real data. In recent years, I have been teaching the lesson of basin analysis many times for undergraduate and advanced training fellows. During these series of teaching and scientific research activities. I feel deeply that it is necessary to summarize the knowledge of basin analysis which was acquired during the ten years of teaching and scientific research in order to communicate academically with much petroleum geologists and geophysical workers.

This book is composed of six chapters. Principle and content of basin analysis, method and technique of basin analysis and research history and current situation of basin analysis are introduced in the first chapter. The second chapter narrates the applications of modern stratigraphy to strata framework analysis of basin, principle and method of burial history analysis as well as paleoclimate, Paleodepth, paleosalinity and paleo-physi-chemical environment analysis of basin. The third chapter states systematically tectonic characteristics of faulted down basins, types and distributions of second class tectonic belts in the interior of basin and method of tectonic evolution analysis of basin. After summarizing the research methods of depositional systems in underground strata, the fourth chapter demonstrates the characteristics of common types and models of depositional systems in faulted down basins. The fifth chapter points out that tectonic activities in faulted down basins have clearly controls on sedimentation, tectonic and depositional unit in basin and can compose an organic

whole-tecto-lithofacies belt, furthermore, it states the types and evolution models of tecto-lithofacies belts in faulted down basins. On the basis of major controls on oil and gas abundant accumulation, hydrocarbon evolution in the basins has been indicated with the real data, and intergrated evaluation of reservoir and advantage regions for oil-gas exploration have been made in the last chapter.

Zhu Xiaomin

May, 1994

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 盆地分析的研究历史和现状	(1)
一、盆地概念和盆地分类	(1)
二、盆地分析的概念和发展历史	(3)
第二节 盆地分析原理和方法	(6)
一、盆地分析原理和内容	(6)
二、盆地分析方法和技术	(8)
第三节 陆相断陷湖盆的基本特征	(12)
一、陆相断陷湖盆的分布	(12)
二、陆相断陷湖盆的石油地质特点	(14)
三、盆地分析在油气勘探中的重要作用	(15)
第二章 盆地地层分析	(17)
第一节 盆地地层格架分析	(17)
一、盆地地层单元类型	(17)
二、盆地地层单元划分原则和方法	(21)
三、盆地地层单元的对比方法	(26)
四、盆地不整合和沉积旋回分析	(32)
五、盆地地层格架特征分析	(35)
第二节 盆地埋藏史分析	(38)
一、盆地埋藏史分析的原理和方法	(38)
二、盆地埋藏史和沉积速率分析实例	(41)
第三节 盆地古生态分析	(44)
一、盆地古气候分析	(44)
二、盆地古水深分析	(45)
三、盆地古盐度分析	(49)
四、盆地古物理化学环境分析	(49)
第三章 盆地构造分析	(51)
第一节 盆地区域构造特征分析	(51)
一、断陷盆地的构造格架分析	(51)
二、断陷盆地构造特征分析	(53)
第二节 盆地二级构造带和断裂分析	(58)
一、断陷盆地二级构造带特征	(58)
二、断陷盆地内断裂特征分析	(63)
第三节 盆地火山岩分析	(67)
一、覆盖区火山岩的识别标志	(67)

二、火山岩活动时期和分布研究	(70)
三、火山活动与断裂活动关系研究	(73)
第四节 盆地构造演化史分析	(74)
一、断陷盆地形成机制分析	(74)
二、断陷盆地构造演化史分析	(75)
第五节 盆地构造沉降史分析	(77)
一、盆地构造沉降史分析方法	(77)
二、盆地构造沉降史实例分析	(78)
第四章 盆地沉积体系分析	(80)
第一节 盆地沉积体系研究方法	(80)
一、覆盖区沉积体系研究的地质方法	(80)
二、覆盖区沉积体系研究的地球物理方法	(81)
第二节 冲积扇沉积体系	(86)
一、沉积背景和分布	(86)
二、冲积扇的沉积特征	(86)
三、沉积类型和沉积模式	(87)
第三节 河流沉积体系	(89)
一、河流沉积体系类型和分布	(89)
二、曲流河沉积体系特征	(89)
三、曲流河微相序列和沉积模式	(92)
第四节 三角洲沉积体系	(94)
一、三角洲的沉积背景和分布	(94)
二、河控三角洲的基本特征	(94)
三、三角洲的沉积特征	(94)
四、三角洲~滑塌浊积扇沉积体系的确定	(98)
五、东濮凹陷马厂三角洲~滑塌浊积扇的微相特征	(99)
六、复合型三角洲~滑塌浊积扇沉积模式	(103)
第五节 滩坝沉积体系	(104)
一、沉积背景和沉积类型	(104)
二、砂质滩坝沉积特征和沉积模式	(104)
三、生物滩和鲕粒滩沉积特征和分布	(108)
第六节 扇三角洲沉积体系	(109)
一、扇三角洲沉积背景和分布	(109)
二、湖泊扇三角洲沉积特征和沉积模式	(110)
三、与河控三角洲的区别	(113)
第七节 近岸水下扇沉积体系	(114)
一、近岸水下扇沉积体系的确立	(114)
二、白庙近岸水下扇的微相沉积特征和沉积模式	(116)
三、与扇三角洲的区别	(119)
第八节 轴向重力流水道沉积体系	(120)

一、形成条件	(120)
二、轴向重力流水道沉积特征	(120)
三、沉积环境和沉积模式	(124)
第九节 风暴流沉积体系	(126)
一、沉积背景和分布	(126)
二、基本沉积特征	(126)
三、风暴流沉积模式	(127)
第十节 断陷盆地沉积体系模式	(128)
一、断陷盆地地貌三分性和地势高差旋回变化	(128)
二、复杂的母岩和较稳定的水系	(129)
三、重要的河流和重力流作用	(130)
四、断陷盆地沉积体系的展布和演化	(134)
第五章 盆地构造岩相分析	(137)
第一节 盆地构造对沉积作用的控制	(137)
一、盆地构造对沉积作用的控制是盆地构造岩相 分析法提出的基础	(137)
二、区域构造对盆地结构和古地理环境的控制	(137)
三、断裂活动对沉积作用的控制	(138)
第二节 盆地构造岩相带类型	(142)
一、构造岩相带的概念	(142)
二、构造岩相带的划分	(143)
第三节 构造岩相带特征和平面分布	(143)
一、陡坡构造岩相带域	(143)
二、深洼构造岩相带域	(144)
三、中央隆起构造岩相带域	(145)
第四节 盆地构造岩相带的垂向演化	(146)
一、盆地断陷阶段 ($E_{s_4} \sim E_{s_3}$) 构造岩相带	(146)
二、盆地断拗阶段 ($E_{s_2} \sim E_d$) 构造岩相带	(147)
三、盆地拗陷阶段 (N) 构造岩相带	(148)
第六章 盆地含油气分析	(148)
第一节 油气分布和控制因素分析	(148)
一、油气分布特征	(148)
二、油气富集条件分析	(149)
第二节 油气演化史分析	(150)
一、有机质丰度和干酪根类型	(150)
二、油气演化史分析	(153)
第三节 盆地数值模拟	(156)
一、盆地数值模拟原理和模型	(157)
二、东濮凹陷盆地数值模拟分析	(159)
第四节 有利储集体评价	(162)

一、河流和三角洲储集体	(162)
二、扇三角洲和近岸水下扇储集体	(163)
三、轴向重力流水道和浊积扇储集体	(164)
第五节 油气藏类型和勘探方向分析	(165)
一、东濮凹陷东南部下第三系油气藏类型和分布	(165)
二、东濮凹陷东南部下第三系油气勘探方向分析	(168)
参考文献	(170)

Catalogue

Chapter one Introduction	(1)
Section one Research history and current situation of basin analysis	(1)
Section two Principles and methods of basin analysis	(6)
Section three Fundamental characteristics of continental faulted down basins	(12)
Chapter two Strata analysis of basin	(17)
Section one Strata framework analysis of basin	(17)
Section two Burial history analysis of basin	(38)
Section three Paleocology analysis basin	(44)
Chapter three Tectonic analysis of basin	(51)
Section one Reginal tectonic characteristics analysis of basin	(51)
Section two Second class tectonic belt and fault analysis of basin	(58)
Section three Igneous rock analysis of basin	(67)
Section four Tectonic evolution analysis of basin	(74)
Section five Tectonic subsidence history analysis of basin	(77)
Chapter four Depositional system analysis of basin	(80)
Section one Research methods of depositional systems of basin	(80)
Section two Alluvial fan depostional system	(86)
Section three Fluvial dpositional system	(89)
Section four Delta depositional system	(94)
Section five Beach-bar depositional system	(104)
Section six Fan-delta depositional system	(109)
Section seven Nearshore subaqueous fan depositional system	(114)
Section eight Axial gravity channel depostional system	(120)
Section nine Storm depositional system	(126)
Section ten Depostional system models in the faulted down basin	(128)
Chapter five Tecto-lithofacies analysis of basin	(137)
Section one Controls of tectonism on sedimentation of basin	(137)
Section two Types of tecto-lithofacies belt of basin	(142)
Section three Characteristic and distribution of tecto-lithofacies belts	(143)
Section four Vertical evolution of tecto-lithofacies belts of basin	(146)
Chapter six Basin bearing-hydrocarbon analysis	(148)
Section one Analysis of hydrocarbon distribution and control factor	(148)
Section two Hydrocarbon evolution analysis	(150)
Section three Numerical simulation of basin	(156)
Section four Advantage reservoir evaluation	(162)

Section five	Analysis of pool types and exploration directions	(165)
Reference literature		(170)

第一章 绪 论

第一节 盆地分析的研究历史和现状

一、盆地概念和盆地分类

1. 盆地概念

盆地作为石油天然气勘探开发的对象,一直受到人们的高度重视。人们在研究盆地时,由于各自的研究目的不同,所以给予了盆地不同的概念。盆地这个概念最初是由地理学建立的,人们对它最深刻的理解莫过于地理景观特征。后来,地质学的发展以及沉积矿产研究的不断深入,盆地概念被引入到地质学领域并被地质学分支学科采用且赋予了新的涵义。从沉积角度看,盆地被定义为沉积物聚集的地区或沉积物聚集而形成的沉陷区。针对我国 300 多个沉积盆地的地质特征以及盆地的发展与构造活动之间的关系,特别是我国东部中生代含油气盆地的石油地质特征,本文将盆地定义为在一定地质历史阶段中,受构造运动控制所形成的统一沉积区。从构造意义上来说,沉积盆地就是指岩石圈表面相对沉降的区域,其中可以充填深达万米的沉积物以及火山活动形成的物质,而此岩石圈表面沉降区四周为相对隆起区,它不断地遭受风化剥蚀,为沉降区提供了不同类型的丰富物源,从而构成了物源区与沉积区的平衡统一体。

受构造运动影响,不同的盆地具有不同的发展演化历史,从而使得盆地的沉积物充填厚度、盆地的沉降历史、盆地的规模和形态、沉积盆地中的沉积矿产富集程度等方面可以相差很大。我们所指的含油气盆地就是指具有比较持久的沉积沉降中心、发育一定规模的生油岩和不同类型的储集岩并且构成良好的生储盖组合、存在多种类型圈闭、具有潜在的含油气远景或已发现工业性油气的沉积盆地。事实上,在一定的地质历史时期内,含油气盆地是接受富含有机质的沉积物沉降并使其埋藏至一定深度生成石油和天然气,受构造运动影响所生成的油气发生运移和聚集形成油气田的基本地质单元。正如许多地质学家所指出的,没有盆地便没有油气。因此,朱夏先生在总结油气勘探时指出:“寻找油气的工作要从盆地整体着眼,率先考虑全貌,然后再从沉积,构造等条件来选择有利地区。”实践表明,为了在盆地中找到更多的沉积矿床,必须将沉积盆地作为一个基本单元进行整体解剖和综合分析,以盆地演化史为线索,分层段系统研究盆地埋藏史、构造发展史、沉积充填史和油气演化史。只有这样,才能更快、更好地寻找到更多的沉积矿产资源,更有效地为国民经济发展服务。

2. 盆地分类

关于盆地分类,中外地质学家的分类方案很多,侧重点不大相同。有些学者考虑中国含油气盆地大地构造特征、特别是盆地形成时的地应力性质,将中国的盆地划分为引张型和挤压型两大类盆地。也有的学者根据盆地发展的时空辩证关系,将盆地划分出槽盆和广盆两大基本类型(关士聪,1981)。近 30 年来,板块学说的完善发展,产生了许多依据板块构造理论所提出的现代盆地分类方案,如 Dickinson (1974, 1980), Bally (1980), Kingston (1983), Miall (1984) 和 Klein (1987) 等。其中 Miall 根据盆地所处的地壳类型(陆壳、洋壳及过渡型地壳)、盆地相对于板块边缘的位置(板块内部、板块边缘、缝合线处等)和盆地

位于板块边缘附近的情况下，在沉积作用进行过程中所发生的板块相互作用的类型（碰撞、离散、转换、克拉通等），将盆地划分成五大类 13 种类型（见表 1-1），并深入探讨了五大类的盆地生成的板块构造作用过程、地壳沉降机制、盆地构造地质特征以及沉积体系的演化发展，建立了能系统描述盆地沉积体系、构造地质特征的盆地模式，为人们提供了解释区域板块构造历史的有力工具。

表 1-1 沉积盆地类型划分（据 A. D. Miall, 1984）

<p>1. 离散边缘盆地</p> <p>裂谷盆地</p> <p>张裂拱形盆地</p> <p>环形盆地</p> <p>大洋边缘盆地</p> <p>红海型（“年轻的”）</p> <p>大西洋型（“成熟的”）</p> <p>拗拉谷与衰萎裂谷</p> <p>2. 会聚边缘盆地</p> <p>海沟和消减杂岩</p> <p>弧前盆地</p> <p>弧间和弧后盆地</p> <p>后弧（前陆）盆地</p>	<p>3. 转换断层和横推断层盆地</p> <p>盆地位置：</p> <p>板块边界转换断层</p> <p>离散边缘转换断层</p> <p>会聚边缘横推断层</p> <p>缝合带横推断层</p> <p>盆地类型：</p> <p>在网状断裂系中的盆地</p> <p>断裂末端盆地</p> <p>在雁列状断裂体系中的拉裂盆地</p> <p>4. 在大陆碰撞和缝合过程中发育的盆地</p> <p>前陆盆地</p> <p>周缘（前渊）盆地</p> <p>缝合带内内凹盆地（残留洋盆）</p> <p>伴生的横推断层盆地^①</p> <p>5. 克拉通盆地</p>
--	--

①这种类型的盆地可以在两个标题下分类。

中国陆相含油气盆地石油地质综合研究表明，采用依据板块构造的观点所划分的盆地分类方案去阐明陆相盆地特别是陆相盆地内次级构造单元的含油气性是很困难的。众所周知，一个盆地能否具备生成油气的物质基础，在某种程度上取决于盆地沉降历史与盆地沉积历史之间的关系。只有那种盆地沉降幅度大于盆地沉积厚度的饥饿型盆地才能保证较大的水体深度，保证有机质得以有效地保存和向烃类转化，形成油气富集的含油气盆地。而这种饥饿型盆地的发育往往与陆相盆地的构造作用、所处的位置以及气候条件密切相关。因此，依据中国陆相盆地石油地质特征，着重考虑盆地构造作用、盆地分布位置和气候条件，可将中国陆相盆地划分为 12 种类型（见表 1-2）（据中国油气储层研究大纲，1989）。

表 1-2 中国中生代陆相沉积盆地分类

盆地类型		二级类型		三级类型		实例
I	潮湿带盆地	1	近海盆地	①	断陷盆地	珠江口盆地(E)
				②	坳陷盆地	松辽盆地(K ₁)
		2	内陆盆地	③	断陷盆地	百色盆地(E)
				④	坳陷盆地	鄂尔多斯盆地(T ₃)
II	过渡带盆地	3	近海盆地	⑤	断陷盆地	渤海湾盆地(E)
				⑥	坳陷盆地	
		4	内陆盆地	⑦	断陷盆地	酒西盆地(K ₁)
				⑧	坳陷盆地	准噶尔盆地(E)

盆地类型		二级类型		三级类型		实例
I	干旱带 盆地	5	近海盆地	⑨	断陷盆地	
				⑩	拗陷盆地	塔里木盆地(E)
		6	内陆盆地	⑪	断陷盆地	江汉盆地(E)
				⑫	拗陷盆地	柴达木盆地(E-N)

很显然,采用这种盆地分类方案非常利于中国陆相含油气盆地的盆地分析,特别利于研究控制盆地油气富集的构造作用、储层类型以及气候条件等因素的主导作用,更有效地确定富集油气的盆地类型和分布地区。

二、盆地分析的概念和发展历史

1. 盆地分析概念

盆地分析这个学科的发展历史是比较短的,正如人们对盆地概念的理解和对盆地进行分类一样,存在着不同的看法,因此有必要介绍一下几种常见的盆地分析概念。

Conybeare (1979) 可以说是较早对盆地分析进行定义的地质学家。他认为盆地分析是指将沉积盆地的发展序列划分成岩性的、时间地层的、生物地层的和生态的单元,进一步了解气候和沉积环境以及各单元之间的古地理关系,了解构造作用对盆地的成因影响等。

后来, Davis (1983) 在他的专著《沉积体系》中,对沉积盆地分析的概念进行了高度概括,指出盆地分析只不过是地层学和沉积学在盆地地质历史研究中的应用。

1984年, Miall 指出盆地分析是地层学、构造学和沉积学等重要内容的综合,其最重要的研究结果是揭示沉积盆地古地理的演化。

1983年以来,信荃麟等人就倡导对含油气盆地进行整体解剖和综合分析,指出盆地分析就是将沉积盆地作为一个基本研究单元,以盆地演化为线索,分层段地系统研究盆地埋藏史、构造发展史、沉积充填史和油气演化史,建立盆地分析模式,并预测油气富集地区和油气分布规律。

2. 盆地分析发展史

盆地分析的发展历史是比较短的,根据自然辩证法的观点,可以将盆地分析这门学科的科技发展历史划分为两大阶段。

(1) 60年代前的初期发展阶段

沉积盆地分析起源于沉积学和岩相古地理学的研究,它的发展与沉积学和岩相古地理学的发展密切相关,所以,沉积学和岩相古地理学仍是当今盆地分析工作的重要内容。在40年代以前,尽管出现了像 Walther, Sorby 和 Gilbert 等一批划时代的地质学家,但沉积学研究大多限于单纯岩类学研究。1940年,美国著名石油地质学家 Halbouty 等人详细研究了湾岸盆地第三纪沉积作用、物源方向、海水进退、古岸线位置、地层尖灭和地层圈闭的形成,并进行了盆地的含油气远景评价。我们可以将这项工作看成是盆地分析的最初期工作。

第二次世界大战之后,沉积学处于迅速发展阶段。F. J. Pettijohn, W. C. Krumbein 和 L. L. Sloss, R. A. Bagnold 等人对沉积作用机制、水槽实验、古水流、岩相分析以及沉积物定量研究等作出了突出贡献,并特别注意到了大地构造对岩相的控制作用,从而真正拉开了盆地分析工作的序幕。Krumbein 和 Sloss 等人认为,应当由岩境、生物境、构造境及古地理条件重塑古地理环境,认识到构造境是最根本的控制因素。长期的盆地分析工作表明,至今构

造与沉积作用相互关系研究仍成为贯穿盆地分析各阶段的基本内容。后来，人们用槽台学说解释大地构造与沉积建造之间的关系，认识到沉积建造的形成、发育与地壳构造背景、与造山运动密切相关。比如，在前造山期形成前复理石、同造山期形成复理石、造山期后形成磨拉石。我国地质学家孟详化也总结了我国沉积建造的发育特点，探讨了构造与沉积建造之间的密切关系，丰富了盆地分析的内容。

(2) 60年代以来的迅速发展阶段

60年代以来，随着石油工业的迅猛发展，盆地分析工作不断系统、深入和完善。究其原因，不外乎以下几方面。

首先，60年代板块构造理论的成熟和发展，使人们再度对大地构造与沉积作用之间的关系产生了广泛兴趣。W. R. Dickinson, A. G. Fisher, H. G. Reading 等都曾利用板块构造理论的观点，对沉积盆地的成因和分类、盆地发育历史以及沉积盆地构造与沉积作用之间的关系进行了深入研究，确定了在不同板块类型、板块不同发育演化阶段中出现的沉积相类型。如 Dickinson (1974) 根据板块构造观点提出了盆地分类方案，导致了盆地分类研究的迅速发展。他使用“岩石大地构造组合”概念来阐明大地构造背景及其产生的沉积相组合之间的关系，为人们了解盆地的发展历史提供了良好基础。再如，W. A. Wescott 等深入研究了牙买加 Yallas 扇三角洲沉积学与大地构造背景之间的关系，G. C. Nadon 等人关于区域和局部构造作用对沉积作用、沉积体系几何形态和内部结构控制作用的研究，都将构造与沉积关系的研究推向了一个新阶段，使人们更加重视了盆地分析工作中构造作用与沉积作用之间关系的研究，从而奠定了盆地分析的基础。

第二是沉积体系概念得到广泛使用。Fisher 和 McGowen (1967) 首次将沉积体系概念用于沉积学研究，提出在认识大地构造环境和沉积环境的基础上，解释大型沉积体的相互关系。沉积体系是指在一定地质历史阶段中具成因联系的沉积相三维组合，它的分析目的与常规沉积环境分析不同，它非常强调沉积盆地的整体沉积面貌、盆地中大型沉积体的空间组合关系，强调沉积体内部和外部几何形态的研究，因而能有效地用于指导寻找沉积矿产。在含油气盆地分析中，一旦准确恢复了盆地不同时期沉积体系的三维配置关系，就为预测有利生油层、储集层和盖层的分布提供了扎实的沉积基础，因而，沉积体系分析方法受到了广大石油工作者的高度重视。

第三是地震地层学、层序地层学、测井地质学、计算机盆地模拟技术等边缘学科和方法技术的发展为含油气盆地分析提供了强有力的理论基础和先进工具。70年代，Vail (1977) 等人提出发展了地震地层学技术，使地层学的研究迈入了一个崭新阶段。地震地层学认为，沉积物的地震反射层基本是年代地层学的对比线。现代地震勘探和处理技术能使人们依据地震反射记录的特征来确定全盆地的地层空间组合关系，确定盆地的沉积物充填序列和沉积体系类型，使人们在无井区或少井区能识别地下地层单元并能对这些单元进行细致的编图解释。Vail 还认为，许多盆地的沉积物都可以被划分成一些彼此独立的序列，这些序列可以在世界范围内作盆地间对比。全球海平面变化是这种彼此独立序列形成的唯一可能机制。80年代后期，诞生了对油气勘探具有重大影响的层序地层学。层序地层学是根据地震、钻井和露头资料，结合有关沉积环境和岩相古地理解释，对地层型式作出综合解释的地层分支学科。它的基本观点是，地层单元的几何形态和岩性受构造沉降、海平面变化、盆地沉积物供给和气候的控制。层序地层学在详细划分确定了层序、准层序的边界和空间组合关系后，可进一步研究这个年代地层框架内体系域类型和沉积体系类型，分析构造沉降、全球海平面变化及沉积

物供给三者之间的相互作用,进而确定或预测各体系域中生储盖的分布。很显然,层序地层学研究能为盆地分析建立等时地层格架,划分不同沉积体系域。沉积体系域确定又为编制高分辨率岩相古地理图件、预测储集砂体的分布提供了良好基础。

测井地质学是在石油地质学、沉积学和测井解释学的基础上发展起来的边缘学科,它的理论基础是各种测井资料与地质物理响应之间的关系。它的主要研究内容包括单井沉积构造、沉积序列、沉积相的综合解释,多井精细沉积学研究和储层及精细构造分析,并用定量的数学方法和计算机图形手段提供反映地质信息的多种图件。显然,测井地质学的发展为人们在缺少取心井的地区进行沉积学研究、在多井地区进行沉积学和储层精细描述提供了先进的盆地分析方法和技术手段。近期发展的盆地模拟技术从石油地质的物理化学机理出发,建立多种概念模型和数学模型,进而在时空概念下输入参数,由计算机定量模拟盆地形成过程、沉积物的埋藏历史和烃类生成、运移及聚集量;进而对盆地作出科学的含油气远景评价。这项工作的完成,不仅丰富了盆地分析的研究内容,使盆地分析工作走向量化,而且科学地评价了盆地油气资源,为油气勘探提供了可靠的决策依据。显然,盆地模拟是盆地分析的一项不可缺少的具有重要实践意义的工作。

第四是盆地分析专著的出版标志着盆地分析迅速发展并取得系统的成果。具有代表性的著作有《古水流和盆地分析》(Pitijohn, 1963),《沉积环境和相》(Reading, 1978),《沉积盆地的岩性地层学分析》(Conybeare, 1979)和《沉积盆地分析原理》(Miall, 1984)。特别是Miall的《沉积盆地分析原理》一书将地层学和沉积学作为盆地分析的中心内容,以现代地层学和沉积体系理论为依据,全面论述了盆地分析原理的理论和方法,强调了对野外露头、钻井、岩心和地球物理资料的收集和综合解释,反映了地震地层学、数学地质、计算机绘图和盆地埋藏史等方面的研究成果,突出了沉积作用与板块构造之间的关系,提出了新的盆地分类方案,建立了离散边缘盆地、会聚边缘盆地、转换断层和横推断层盆地、在大陆碰撞和缝合过程中发育的前陆盆地和克拉通盆地的盆地模式,将盆地分析工作推到了一个理论系统化、实际应用广泛的新阶段。

在70年代,中国地质学家在研究含油气盆地地层展布、构造活动和沉积相及岩相古地理等方面取得了成功,并且充分认识到,盆地构造活动对沉积作用具有明显的控制作用,从而针对断陷湖盆的具体发育特征,提出了适合断陷湖盆的盆地分析方法。关士聪、陈昌明等在分析我国中生代沉积盆地地质构造、沉积建造和含油气性时,十分强调盆地发育的阶段性和总结了盆地发育各阶段构造岩相组合关系;认为盆地发育各阶段的沉积模式既有统一规律性,又有独特性;提出应建立盆地成生发育模式和不同类型盆地的沉积模式。1983年以来,信荃麟等人倡导提出了综合多学科的盆地分析方法——含油气盆地构造岩相分析法,即把地层分析、构造体系分析、沉积体系分析和有机地球化学分析有机结合起来,以盆地构造岩相分析为核心内容,揭示断陷湖盆中构造活动与沉积体系的内在联系,研究盆地埋藏史、构造发展史、沉积充填史和油气演化史及其相互关系,探讨盆地中构造岩相带的分布规律及与油气的关系,以指导盆地的油气勘探工作。实践亦已证明,这是对断陷湖盆进行盆地分析的一种行之有效的重要方法。

3. 盆地分析的今后发展方向

随着多种相关地质学科的不断相互交叉渗透和多种新理论、新技术的涌现并不断地被应用到盆地分析领域,盆地分析工作在不断加强构造作用与沉积作用相互关系研究的基础上,将在下述方面得到人们重视和迅速发展。