

高等学校教学用书

沉积环境和沉积相

王良忱 张金亮 编



石油工业出版社



高等学校教学用书

沉积环境和沉积相

王良忱 张金亮 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书主要包括沉积环境和沉积相的基本概念、地质时期主要沉积相类型的基本特征和模式。突出了现实主义原则在相分析中的应用,加强对各类沉积相现代环境的介绍。对各类沉积相模式的阐述也多选用典型地区和经典论著的研究成果和资料,在论述体系方面特别强调沉积相的层序结构及其与地壳运动和海平面波动的联系。

本书既是大专院校各地质类专业(地质、地层古生物、石油、煤田、水文、矿产普查勘探等)大学生和研究生的教材,也是从事地质工作的技术人员和研究人员的重要参考书。

图书在版编目(CIP)数据

沉积环境和沉积相/王良忱,张金亮编.
北京:石油工业出版社,1996.6
高等学校教学用书
ISBN 7-5021-1657-5

I. 沉…
II. ①王… ②张…
III. ①沉积环境-高等学校-教材 ②沉积相-高等学校-教材
IV. P588.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 22934 号

石油工业出版社出版
(100011 北京安定门外安华里 2 区 1 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

*
787×1092 毫米 16 开 17 $\frac{3}{4}$ 印张 437 千字 印 1-1500
1996 年 6 月北京第 1 版 1996 年 6 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5021-1657-5/TE·1412(课)
定价:15.00 元

前 言

“沉积相古地理学”是许多大专院校各地质类专业(地质、地层古生物、石油、煤田、矿床普查勘探、以及水文地质等)为大学生和研究生开设的一门专业课程。各校虽然采用的课程名称不同(如“岩相古地理学”、“沉积环境和沉积相”、“沉积相”等)但基本内容主要为沉积环境和沉积相方面的基本知识。作者认为“沉积相古地理学”的主要任务是研究和探索古代地质时期沉积岩层形成的自然地质条件,恢复古地理面貌,揭示古地理演化规律。其基本内容应包括以下四个方面:①相标志的研究:描述现代沉积和古代地层中形成和保存的各种物理的、生物的和化学的成因构造,研究其形成机制,探讨其环境意义;②沉积环境和沉积相的研究:应用现实主义原则,对比研究古今各种沉积环境以及在其中形成的各类沉积相的特点、层序结构及相变规律,建立各种沉积相模式;③研究和改进恢复古地理环境的原则和方法,编制岩相古地理图;④恢复各地质时期的古地理面貌,探讨古地理演化规律。因此,沉积环境和沉积相不仅是“沉积相古地理学”的一个组成部分,同时也是最重要的基础部分。基于以上认识,本书采用“沉积环境和沉积相”这个书名。

本书是在中国地质大学内部出版的试用教材《沉积相古地理学基础》(王良忱编,1989)第二篇《沉积环境和沉积相》的基础上,结合最近几年国内外有关沉积环境和沉积相研究的新成果,经过增补和修改而成。为了适应石油地质院校的专业要求并能反映我国在含油气盆地沉积相研究方面取得的重要成果,本书特别增写了“扇三角洲沉积环境和沉积特征”一章,并对“湖泊沉积环境及沉积相特点”一章作了重新改写。其他各章则仍保留了原书的体系,重点和风格。

本书主要内容包括沉积环境和沉积相的基本概念、地质时期常见的主要沉积相类型的基本特点及其相模式。本书在阐述沉积相特点时特别强调地层剖面层序分析在沉积相古地理研究中的重要性,加强对地壳运动和海平面波动与剖面结构在成因联系方面的讨论。根据多年教学实践的经验,作者认为:缺乏现代沉积学知识是初学者深入理解和掌握沉积相古地理基本理论和研究方法的主要障碍,也是研究工作中常发生错误的原因之一。为此,本书突出了现实主义原则在相分析中的应用,特别加强了对各类沉积相现代环境的介绍。对各类沉积相模式的阐述也尽量选用国内外公认的经典地区和经典论著的研究成果和资料,力求术语和概念的准确性和科学性。

“沙”和“砂”二字在地质类名词术语中的使用很不统一,编者在这次编写认真查阅了一些有代表性的地质、地理书刊和词书,并考虑到地质、地理界多数人的习惯用法,在本书中将此二字暂作区分。

“砂”用于形容已成岩的地质体类名词,侧重强调其物质组成(物理)特点,如砂质、砂岩、砂体、砂层、砂床、砂粒、砂屑灰岩、砂屑岩……;“沙”用于形容由“砂”质组成的地理的、地形的、地貌的形态或现象类的名词,如沙滩、沙坝、沙洲、沙丘、沙脊、沙岭、沙坪、沙嘴、沙原、沙堆、沙席、

沙垄、沙楔、沙隆、沙带、沙漠、沙火山、沙斑、沙波痕、沙波纹、沙波层理、沙波、沙暴、沙洪、沙流……。

在形容“相”的类型时,对于解释性的“相”(即沉积相),可用“沙”来形容,如沙滩相、沙坝相等;对于描述性的“相”(即各类“岩相”),可用“砂”来形容,如砂岩相、石英砂岩相等。

《沉积相古地理学基础》自1989年内部发行后,除中国地质大学地质专业、地层古生物专业本科生及有关专业研究生使用外,也曾被其他地质院校选用为大学生教材和教学参考书,同时也深受从事沉积岩区测填图和地层工作的野外技术人员的欢迎。本书于1992年由江汉石油学院推荐,1993年6月经中国石油天然气总公司石油高校教材编审委员会负责人扩大会议审议批准,作为“八五”期间第二批石油高校统编教材公开出版。

本书由中国地质大学王良忱和西安石油学院张金亮共同负责编写。第一、二、三、五、六、七、八、十、十一、十二、十三和十四章由王良忱编写,第四、九章由张金亮编写。王良忱对第九章部分内容作了补充。全书最后统编和定稿由王良忱负责。在编写过程中还参阅了1987年由张金亮编写的江汉石油学院内部试用教材《沉积相》。

贵州工学院付琨教授、中国地质大学罗新民教授曾对本书提出过宝贵的意见。石油勘探开发科学研究院石油地质研究所教授级高级工程师薛叔浩审阅了全书,并提出了详细而具体的修改意见。在此一并表示深切的谢意。

作者

1995.9

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 沉积环境和沉积相的概念	(1)
一、沉积环境的概念	(1)
二、沉积相的概念	(1)
第二节 沉积相分析的原则和方法	(3)
一、沉积相分析的原则	(3)
二、沉积相分析方法	(3)
第三节 沉积相模式	(4)
第二章 冲积扇环境及沉积相	(5)
第一节 概述	(5)
第二节 半干旱—干旱气候区冲积扇沉积相特点	(8)
一、泥石流沉积相	(8)
二、水道沉积相	(8)
三、片流沉积相	(8)
四、筛积相	(9)
第三节 冲积扇的层序与旋回	(10)
第三章 河流沉积环境及沉积相	(14)
第一节 概述	(14)
第二节 辫状河流环境及沉积相特点	(15)
一、砾质辫状河流沉积相特点	(15)
二、砂质辫状河流沉积相特点	(18)
三、不同类型辫状河流垂直层序的参考模式	(22)
第三节 曲流河环境和沉积相特点	(24)
一、曲流河沉积环境概述	(24)
二、曲流河沉积相特点	(26)
三、曲流河沉积相模式	(30)
第四节 网状河流沉积环境及沉积相特点	(31)
一、网状河流的概念	(31)
二、网状河流沉积相特点	(32)
第四章 湖泊沉积环境及沉积相	(36)
第一节 概述	(36)
第二节 湖泊作用类型	(38)

一、湖浪	(38)
二、湖流	(38)
三、湖震	(39)
四、湖泊水体分层	(40)
第三节 湖泊相带的划分及其特点	(41)
一、碎屑型湖泊相带的划分及其特点	(42)
二、碳酸盐湖泊相带的划分及其特点	(44)
三、盐湖(及干盐湖)相带划分及其特点	(46)
第四节 湖泊砂体类型	(50)
一、湖泊三角洲沉积相及三角洲砂体	(51)
二、湖泊滩坝沉积相及滩坝砂体	(53)
三、湖泊浊积岩相及浊积砂体	(54)
四、湖泊风暴沉积与风暴砂体	(60)
五、洪水岩砂体	(62)
第五节 湖泊相垂向层序及演化模式	(65)
一、垂向层序	(65)
二、演化模式	(66)
第五章 陆源碎屑型滨海环境及沉积相	(72)
第一节 概述	(72)
第二节 水动力状况及环境的划分	(73)
一、波浪	(73)
二、近岸流	(75)
三、潮汐和潮汐流	(75)
四、陆源碎屑型滨海环境的分类	(77)
第三节 浪控型滨海环境及沉积相模式	(78)
一、环境的划分及沉积特点	(78)
二、进积型海滩沉积相模式	(82)
第四节 潮控型滨海环境及沉积相模式	(84)
一、潮控型滨海环境的一般特点	(84)
二、潮控型滨海环境沉积相特点	(84)
三、潮坪海岸沉积相模式	(91)
第五节 障壁岛—泻湖环境及沉积相特点	(92)
一、障壁岛—海滩环境及沉积相组合	(92)
二、潮道—潮汐三角洲沉积环境及沉积相	(94)
三、泻湖及其伴生的沉积相	(96)
四、障壁岛—泻湖沉积体系地层模式	(96)
第六章 陆源碎屑浅海环境及沉积特点	(99)
第一节 控制陆架浅海沉积作用的因素	(99)

一、概述	(99)
二、控制陆架浅海沉积作用的因素	(100)
第二节 潮控陆架浅海环境及沉积特点	(101)
一、陆架浅海潮汐沉积作用及砂体类型	(101)
二、潮汐砂体的几个古代实例	(104)
第三节 风暴浪控陆架浅海环境及风暴沉积	(111)
一、浅海风暴沉积环境及风暴流的形成	(111)
二、风暴沉积层序及风暴岩	(112)
三、风暴沉积的侧向变化	(114)
第七章 深海碎屑沉积环境与沉积相	(116)
第一节 深海沉积作用及沉积相的划分	(116)
一、控制深海沉积的因素	(116)
二、深海沉积相的划分	(119)
第二节 深海重力流与浊积岩相模式	(119)
一、深海粗碎屑沉积物的发现与浊流理论的形成	(119)
二、深海重力流沉积作用与沉积类型	(120)
三、浊流沉积特点与鲍马层序	(125)
四、细粒浊积岩相	(127)
五、深海扇及其沉积模式	(131)
第三节 等深流沉积相	(136)
一、等深流沉积相的类型及特征	(136)
二、等深岩相的综合层序	(137)
第四节 远洋和半远洋岩相	(138)
一、远洋和半远洋沉积物分类	(138)
二、远洋生物软泥	(139)
三、远洋泥质软泥	(140)
四、远洋粘土	(140)
五、半远洋岩	(141)
第五节 深海远洋各类沉积相相互关系	(141)
第八章 三角洲沉积环境和沉积相	(145)
第一节 前言	(145)
第二节 影响三角洲发育的主要因素	(146)
一、气候	(146)
二、流域盆地的地形	(147)
三、河流的流量体制	(147)
四、沉积物的生产量	(147)
五、河口区的水动力状态	(147)
六、波浪作用	(149)

七、潮汐作用	(149)
八、风系	(150)
九、海流	(150)
十、陆架形状	(150)
十一、受水盆地构造	(150)
十二、受水盆地形状	(150)
第三节 三角洲的分类	(152)
一、费舍尔等的分类	(152)
二、盖洛韦的分类	(152)
三、柯尔曼和赖特的分类	(153)
四、关于三角洲沉积相模式的建立问题	(154)
第四节 河控三角洲沉积环境及沉积相特点	(156)
一、河控三角洲的背景环境	(156)
二、河控三角洲的内部环境及沉积相的特点	(157)
三、河控三角洲沉积的垂直层序及其相变	(163)
第五节 其他类型三角洲沉积的一般特点	(165)
一、潮汐作用为主的三角洲(潮控三角洲)	(166)
二、波浪作用为主的三角洲(浪控三角洲)	(166)
三、沿岸流作用为主的三角洲	(169)
四、河流—波浪—潮汐联合作用的三角洲	(169)
第六节 三角洲的废弃与三角洲旋回	(170)
一、三角洲的废弃及废弃相	(170)
二、三角洲旋回	(171)
第九章 扇三角洲沉积环境及沉积特征	(176)
第一节 概述	(176)
一、扇三角洲的概念	(176)
二、扇三角洲发育的有利条件	(178)
第二节 扇三角洲环境的划分及沉积相特点	(179)
一、扇三角洲平原	(179)
二、扇三角洲前缘	(181)
三、前扇三角洲	(184)
四、扇三角洲的一般特点	(184)
第三节 扇三角洲的沉积模式	(186)
一、斜坡型模式	(186)
二、陆棚型模式	(187)
三、吉尔伯特型模式	(188)
第四节 我国湖泊扇三角洲的沉积特点	(190)
一、水进型模式	(190)
二、水退型模式	(192)

三、吉尔伯特型模式	(195)
第十章 海洋碳酸盐沉积的一般特点	(197)
第一节 碳酸盐沉积物的产生条件	(197)
第二节 碳酸盐沉积物的供给来源	(199)
第三节 碳酸盐沉积物的搬运和沉积	(201)
第四节 碳酸盐沉积物堆积的有利地带	(202)
第五节 碳酸盐沉积物的沉积速率	(203)
第六节 碳酸盐沉积体的特有形态——碳酸盐建隆	(204)
第十一章 现代海洋碳酸盐沉积环境	(207)
第一节 大巴哈马滩	(207)
一、地理位置与地质背景	(207)
二、自然地理概况	(208)
三、岩相、生境和生物群落	(209)
第二节 佛罗里达南部地区	(211)
一、自然地理概况	(212)
二、沉积特点	(213)
第三节 波斯湾南岸(特鲁西尔海岸)	(216)
一、自然地理概况	(216)
二、沉积特点	(217)
第四节 澳大利亚大堡礁	(219)
第十二章 碳酸盐陆棚内部环境及沉积相特点	(221)
第一节 概述	(221)
第二节 碳酸盐潮坪环境及沉积相特点	(222)
一、潮湿带正常海的潮坪环境及沉积特点	(223)
二、干旱带超咸水潮坪环境及沉积特点	(225)
第三节 陆棚泻湖环境及其沉积特点	(230)
一、正常盐度泻湖	(230)
二、半咸水泻湖	(231)
三、超盐度泻湖	(232)
第四节 碳酸盐陆棚的向上变浅层序——沉积模式	(233)
一、概述	(233)
二、潮坪层序的类型及特点	(234)
第五节 浅水陆棚碳酸盐沉积的旋回性	(236)
一、小尺度的旋回层序	(237)
二、大尺度的旋回层序	(238)
三、旋回的变化性	(239)
四、洛弗尔旋回——向上变深的层序	(239)

第十三章 碳酸盐陆棚边缘沉积环境和沉积相特点	(241)
第一节 概述.....	(241)
第二节 陆棚边缘礁与礁相.....	(242)
一、礁的概念	(242)
二、造礁生物与喜礁或附礁生物	(243)
三、造礁生物的造礁方式和礁岩类型	(244)
四、生物礁的类型	(245)
五、陆棚边缘礁的相带划分及其特点	(247)
六、礁的发育阶段	(250)
七、生物礁的死亡	(252)
第三节 生物丘.....	(253)
一、生物丘的一般特点	(253)
二、生物丘的岩石组成和层序	(253)
第四节 滩相.....	(255)
第十四章 碳酸盐台地斜坡及相邻海盆的沉积环境和沉积特征	(258)
第一节 概述.....	(258)
第二节 控制台地斜坡及相邻海盆沉积作用的因素及斜坡类型.....	(260)
第三节 碳酸盐台地斜坡沉积相的主要类型.....	(264)
一、环台地泥相	(264)
二、重力滑塌沉积相	(265)
三、环台地再沉积碎屑裙相	(265)
四、碳酸盐浊流沉积相	(265)
五、远洋—半远洋泥质沉积相	(266)
主要参考文献	(267)

第一章 绪 论

沉积环境和沉积相是沉积学的重要组成部分,是恢复古环境、研究沉积地层层序结构、解释地震相、进行盆地分析和再造古地理的基础,对石油、天然气、煤等能源和许多金属非金属矿产资源的普查、勘探和开发具有重要意义。本课程主要讲述古代地层中最常见的某些沉积相类型的形成环境及特点,以便使学生了解和掌握鉴别沉积相和解释古环境的基本知识和技能,更好地从事地质生产和科研工作。

第一节 沉积环境和沉积相的概念

一、沉积环境的概念

“沉积环境(Sedimentary environment or depositional environment)”这个术语按沉积学的意义通常是指沉积作用进行的自然地理环境。在地球表面不同的部分所发生的自然作用(物理的、化学的和生物的)都是不同的,因此可将地球表面区分为不同的自然地理单元,每一个单元即构成一种自然地理环境。暴露在地表的各种地质体,从遭受风化、剥蚀、搬运到沉积形成各种沉积物,自始至终都是在各种自然环境中进行的。虽然沉积作用也受地质构造控制,而且这种控制是极为重要的,甚至是具有决定意义的,但地质构造作用总是通过改变自然地理条件间接地对沉积作用和沉积过程施加影响。所谓自然地理条件主要是地貌、气候、动植物、水深、水温、水动力和水化学等因素。在这些因素中地貌特点对限定各类环境的范围起着重要作用,所以人们习惯地根据地貌单元来划分沉积环境。例如河流环境、湖泊环境、三角洲环境、滨海环境、生物礁环境、海底扇环境等。

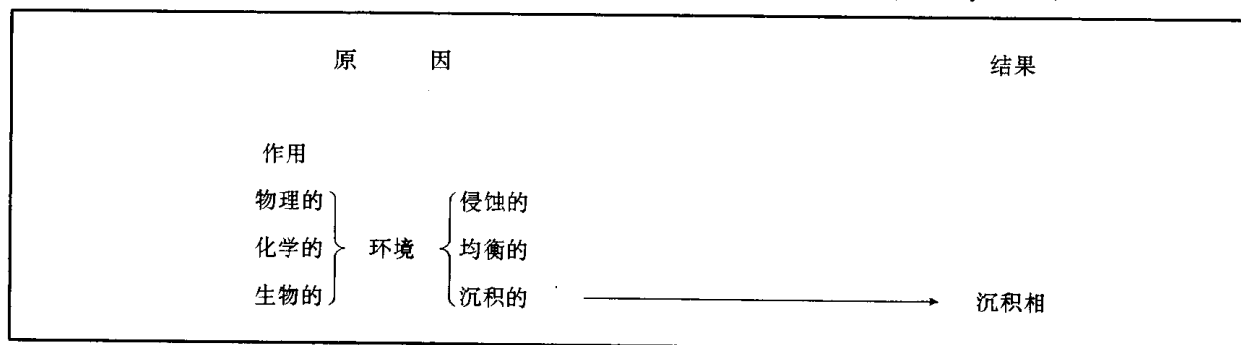
二、沉积相的概念

沉积学中的“相(facies)”或“沉积相(sedimentary facies)”是地质学中的一个基本概念,然而也是一个长期有争议的概念。在地质学发展的早期,“相”这个术语就被丹麦学者斯丹诺(N. Steno, 1669)引入到地质文献中来了。当时斯丹诺只是从地层学的意义上用“相”来表示“时期”和“阶段”。最早赋予“相”以沉积学含义的是瑞士学者格列斯利(A. Gressly, 1838)。当时格列斯利在研究瑞士西北部侏罗纪地层时,发现该地层在岩性和古生物面貌方面有极大的变化。于是,格列斯利就用“相”来描述这种变化。他认为地层单位的“相”或“象(aspect)”的种种变化具有两个主要特点:一是岩性相似的地层单位必然具有相同的古生物组合;另一点是不同岩性的地层单位不可能具有同一属种的生物群(Miodleton G. V. 1978)。然而,后来的地质学家在用“相”这个术语时却发生了混乱,出现了种种不同的理解。有的指地层的岩石类型,如“砂岩相”、“灰岩相”等;有的指岩石的成因作用类型,如“浊积岩相”、“生物礁相”等;有的指沉积环境,如“河流相”、“滨海相”等,还有的与构造环境联系起来,如“磨拉石相”、“复理石相”等,而将“相”作为地层学中的一个地层单位来应用的观点则很少有人再使用了。由于“相”这个术语的含义比较混乱,有人曾主张在使用“相”的术语时,“只要明确指出这个词的含义,那末,‘相’这个术

语的各种用法都是可行的”(Reading H. G. 1986)。

近些年来,随着沉积学飞速的发展,人们对“相”的认识也逐渐趋向统一。当前国内外地质界多数人的认识是把“相”或沉积相看作是沉积环境的物质表现。在一定的沉积环境中进行着一定的沉积作用,并形成一定的沉积组合。沉积环境和沉积作用的各种特点,必然会在这些沉积产物中留下某些记录。这些记录主要表现为岩石组分、几何形态、结构、构造、生物化石等方面的差异。所以“相”应是能表明沉积条件的岩性特征和古生物特征的规律综合((Л. Б. Рухин, 1953,1959;Reineck H. E. 和 Singh I. B,1980)。根据这个定义,“相”与“环境”不是同一的概念。“环境”是条件、原因,而“相”是环境中诸作用的产物、结果。塞利(Selley R. C. 1976;1985;)曾用简略的图解明确地表示出“环境”和“相”之间的这种因果关系(表 1-1)。

表 1-1 环境与相之间的关系(一种沉积环境形成一种沉积相)(据 Selley,1976;1985)



据上所述,“相”或“沉积相”对恢复古环境来说,应是一种解释性的术语。在实际工作中常遇到这样一些情况:或者由于地质记录的不完备和特征性的标志没有暴露,“相”的类型无法确定;或者由于人们认识上的差异,对同一现象常有不同的解释,从而导致在确定“相”类型时常出现意见分歧。为此,曾有人主张引入“岩相(lithofacies)”和“生物相(biofacies)”两个术语为描述意义的相(descriptive facies),用以表示沉积岩体中可观察到的特征。“岩相”是表示岩石综合特征的岩石单位,“生物相”则是表示生物特征的岩石单位。前者如“交错层砂岩相”、“纹层状泥灰岩相”等;后者如“笔石页岩相”、“壳相”等。作者认为,如将“岩相”及“生物相”作为描述性术语使用,那末,“沉积相”则可作为具有成因含义的术语。因此,在实际工作中,只有综合分析了所收集到的岩石的、生物的、化学的特征以及厚度,形态和接触关系等各种反映沉积环境的信息,并对其形成的环境作出判断后才可使用“沉积相”这个术语。例如“浅海砂岩相”意味着这套砂岩(或以砂岩为主的一段地层)是在浅海中形成的;“生物礁相”意味着它们是在生物礁环境中形成的;其它如“浊积相”、“河流相”等。所以,“沉积相”是具有解释性的术语。

此外,近二十年来,随着在碳酸盐岩中油气勘探工作的需要及新的碳酸盐沉积学理论的发展,开创了根据岩石薄片进行微相分析的新领域。早在 1943 年布鲁恩(Brown)曾提出“微相(microfacies)”术语用以表示在显微镜下所显示出来的环境特征(E. Flugel,1982)。埃里克·弗卢格(E. Flugel,1982)、威尔逊(J. L. Wilson,1975)等人都研究过一些微相类型。埃里克·弗卢格在总结前人研究的基础上对“微相”下了一个简明定义。他认为“微相”是在薄片、揭片和光面上表现出来的古生物的和沉积的标志的综合。术语“微相”首先是在碳酸盐岩石学的研究中得到广泛地应用,随后又扩展到碎屑岩领域。“微相”研究为环境分析提供了大量有价值的微观信息。

第二节 沉积相分析的原则和方法

一、沉积相分析的原则

探讨地层形成的自然地理环境,恢复再造沉积时期古地理面貌的基本方法是沉积相分析法。相分析的原则就是众所周知的“现实主义(actualism)”。原则。这个原则是莱伊尔(Charles Lyell)在1830年的著名专著《地质学原理》中详细论述的一个原则。其真正的涵义为:现在正在进行着的地质作用,也曾以基本相同的强度在整个地质时期发生过,古代的地质事件可以用今天所观察到的现象和作用加以解释。1905年盖基(A. Geiki)又提出“现代是打开过去的钥匙”的著名原则。在我国常将这个原则通俗地称为“将今论古”。或“历史比较法”,这些称谓都是同一个意思。需要指出的是,不应将现实主义原则与“均变论”^①等同。前者强调通过对现代地质作用的认识去分析判断古代曾发生过的地质作用,而后者是关于事物演化规律的一种观点。它强调事物发展的均变性,而忽视事物演化的突变性,与“突变论”是对立的。实际上事物发展即有均变的特点,也有突变的特点,二者是辩证的统一。这种辩证统一的性质在现代的地质作用如此,地质时期也如此。正是由于人们认识了现代地质过程的这种辩证统一规律,才能正确地解释和认识地质时期也曾发生的地质过程。现实主义原则作为地质科学的一种方法论和基本原则,对沉积相分析和古地理研究尤为重要。

另外,需要特别指出的是:在应用现实主义原则时必须考虑到地质历史是发展的,各地质时期的地质作用方式和特点既有继承性也有变化性,即有连续性又有阶段性。例如,元古代的碳酸盐潮坪环境中曾有广泛的叠层石发育。而到显生宙时,同样是碳酸盐潮坪环境,但由于食藻类生物的出现,叠层石分布的范围和数量则大为缩小。又如,现代正处在更新世后海平面上升时期,我们可以比较容易地将现代滨岸地带的海侵剖面与古代海侵期的相应剖面进行对比,但对于地质时期中多次出现的海退型剖面则难于找到现代的类比物。所以,我们在应用现实主义原则时,决不能简单地把今日的现象与古代完全等同看待,而必须根据多方面的事实进行历史的分析才能得出合乎逻辑的科学解释。

总之,现实主义原则不仅是研究和恢复古代沉积环境的指导理论,而且为进一步发展沉积学和古地理学指出了一条正确途径。这就是为了能更准确地解释过去,必须加强对现代沉积环境、沉积作用及其产物的研究。从某种意义上说,谁对现代沉积学的知识了解得更多,谁就能更好地解释过去。近三十年来沉积学所取得的每项重大进展和成就(如浊流理论的提出;碳酸盐沉积学新理论的提出;潮坪、风暴岩、三角洲、等许多沉积相模式的建立等)就是最好的证明。

二、沉积相分析方法

沉积相分析方法可区分为野外相分析、室内相分析和地下相分析。

野外相分析是指在野外对自然露头、人工露头、钻孔岩心等地质实体进行直接地观察、描述、测量、取样以及制图。作为环境解释依据的原始资料大部分是在野外研究的基础上取得的,相分析的初步结论也应该在野外确定下来。

^① “uniformitarianism”一词也常被译为“均变论”,意指变动的速率比较平稳。用“actualism”这个词表示以现实为原则,只是说明现代的现象过去也有。(许靖华:《沉积学讲座》,1980,内刊)

室内相分析指的是在实验室内对野外所取得的标本样品用各种仪器进行各种必要的分析和测试,对野外所测量的数据进行加工整理和分析研究,以充实补充野外观察的不足。

地下相分析是利用钻井过程所测得的地下各个地层的物性资料(简称测井曲线)进行岩性判别和岩相分析。也包括利用地震测量资料通过对各沉积体和沉积界面的反射曲线研究而进行沉积相的分析,即地震相分析。地下相分析是研究油区地下地层和沉积相以及圈定油气储集层的重要手段。

野外相分析、室内相分析、地下相分析等各种相分析方法在实际应用中应相互结合,只有在综合了各种实际资料后,才能正确确定相的类型和恢复沉积环境。在这些相分析方法中野外相分析是基础和对比的标准,室内相分析是野外相分析的补充,室内研究必须在野外研究的基础上进行。地下相分析应与地面相分析结合,地下相分析也能起到地面相分析所不能起到的作用,因为地表露头常受地形、植被以及风化剥蚀的影响,地质记录往往零散而不完备,常常难以获得连续而完整的资料。

第三节 沉积相模式

沉积相模式(sedimentary facies model)是对沉积环境、沉积作用及其产生的结果(沉积相)三者相互联系的揭示和描述,是对沉积相的成因解释和理论概括。沉积相模式既表现了沉积相最典型的特征,也说明了沉积相形成的机制和过程,是沉积相与环境本质联系的反映。

从本世纪 60 年代以来,由于利用钻井和坑道对现代沉积层的揭露和研究,人们对沉积相在三度空间的变化及其形成过程有了更详细的了解,从而建立了自然界各种沉积环境的沉积相模式。沉积相模式的建立是现代沉积学研究所取得的重要成就。

沉积相模式的建立是一项基础性研究工作。某类沉积环境的相模式的建立,均需选择具有典型的现代沉积地区,对该地区内沉积环境的各种沉积作用及沉积特征进行全面和系统的研究。通过去粗取精的详细分析,略去次要的和地方性的细节特点,集中其共有的具代表性的特点进行本质的概括。每一种相模式的建立,都是在现代沉积学研究的基础上进行的。例如,河控三角洲沉积相模式主要是通过对现代密西西比河三角洲的研究建立的;碎屑型潮坪相模式和潮控型陆架浅海的相模式主要是根据北海及北海东部德国与荷兰海岸现代沉积学研究总结的;通过对加勒比海等地区现代碳酸盐沉积学的研究建立了碳酸盐台地及其相邻海盆的沉积相模式;通过波斯湾沿岸地区现代碳酸盐—蒸发岩沉积学的研究建立了萨布哈沉积相模式,……等等。由此可见现代沉积学研究的重要性。

沉积相模式的建立充实了沉积学的内容,深化了古环境的恢复和古地理的研究。沃克(Walker, 1984)曾以浊积岩相模式为例,指出相模式可以起到的四个作用:①在对比中能起标准的作用;②在观察中能起提纲和指导作用;③在新的地区能起预测作用;④在进行水动力解释中起基础作用。利用相模式进行相分析是古地理研究的重要方法。

沉积环境和沉积相与地质生产工作有密切的关系。在实际工作中,沉积环境和沉积相的研究,对与沉积地层有关的石油、天然气、煤等能源;铝、铁、锰、磷、铜、铀、硫、石膏、岩盐、钾盐等金属、非金属、化肥和化工等自然资源的预测,普查、勘探与开发均起着重要的理论指导作用。

第二章 冲积扇环境及沉积相

第一节 概 述

冲积扇(alluvial fan)是指河流流出峡谷后,在山口地区形成的粗碎屑扇状沉积体,在我国地貌学和第四纪地质学界又习称为洪积扇。冲积扇有别于堆积在一些冲沟口的冲积锥。后者是由降落在山坡上的雨水或融雪水所形成的片状水流,将山坡上冲刷下来的坡积物快速堆积在冲沟口而形成的一种小型沉积体。冲积锥也可呈扇状(或锥状),但规模小,分布零散,多与抬升的剥蚀区相联系。在地质时期,随着地壳上升和剥蚀区扩大,冲积锥保存下来的很少。冲积扇是一种水道化的水流沉积,但从其发育的特定的地质地理位置、特征的扇状外形和内部结构,又与典型的河流相不同。冲积扇也不同于扇三角洲(fan delta),前者完全发育在地表,是一种纯陆上沉积体,而后者是由于冲积扇直接沉积到一个相对稳定的、独立的水体(湖或海)后,并遭受湖泊或海洋作用改造而成的一种陆上与水下过渡类型的沉积体系。扇三角洲沉积相在我国中生代盆地中极为发育,常构成重要的油气储集层,我们将在后面专门一章予以讲述。

冲积扇的形成要求有充足的陆源碎屑供应和从山区向盆地过渡的高差悬殊的地形突变。被峡谷所限的山区河流携带着从源区剥蚀的大量碎屑物质,一旦冲出谷口,因地势突然展开,坡降减缓,河道加宽变浅,流速降低,搬运能力骤然减弱,大量底负载迅速堆积下来,从而在谷口外形成一个以谷口为顶点向外辐射散开的扇状沉积体,这就是冲积扇。在干旱半干旱气候区,植被不发育,物理风化强烈,降雨量虽少但多为暴雨,洪水短暂而猛烈,在山区向内陆盆地或平原过渡的地形转变地带多有冲积扇发育。例如我国西北地区沿祁连山—阿尔金山—昆仑山北麓地带发育有一系列冲积扇,它们相互叠接绵延长达数千公里,极为壮观。所以,干旱半干旱气候区是最有利于冲积扇发育的地区。在潮湿或半潮湿气候区,雨量充沛,植被发育,但是如有合适的地质构造和地形条件及充分的物质供应,也可形成规模巨大的冲积扇。例如地处喜马拉雅山南麓热带潮湿气候区的柯西河,由于水量充足,坡降陡、水流急,侧向摆动迅速,仅在近两个多世纪以来,即从东向西侧移 170 公里,从而形成著名的柯西河冲积扇(图 2-1)。又如黄河下游冲

冲积扇的形成要求有充足的陆源碎屑供应和从山区向盆地过渡的高差悬殊的地形突变。被峡谷所限的山区河流携带着从源区剥蚀的大量碎屑物质,一旦冲出谷口,因地势突然展开,坡降减缓,河道加宽变浅,流速降低,搬运能力骤然减弱,大量底负载迅速堆积下来,从而在谷口外形成一个以谷口为顶点向外辐射散开的扇状沉积体,这就是冲积扇。在干旱半干旱气候区,植被不发育,物理风化强烈,降雨量虽少但多为暴雨,洪水短暂而猛烈,在山区向内陆盆地或平原过渡的地形转变地带多有冲积扇发育。例如我国西北地区沿祁连山—阿尔金山—昆仑山北麓地带发育有一系列冲积扇,它们相互叠接绵延长达数千公里,极为壮观。所以,干旱半干旱气候区是最有利于冲积扇发育的地区。在潮湿或半潮湿气候区,雨量充沛,植被发育,但是如有合适的地质构造和地形条件及充分的物质供应,也可形成规模巨大的冲积扇。例如地处喜马拉雅山南麓热带潮湿气候区的柯西河,由于水量充足,坡降陡、水流急,侧向摆动迅速,仅在近两个多世纪以来,即从东向西侧移 170 公里,从而形成著名的柯西河冲积扇(图 2-1)。又如黄河下游冲

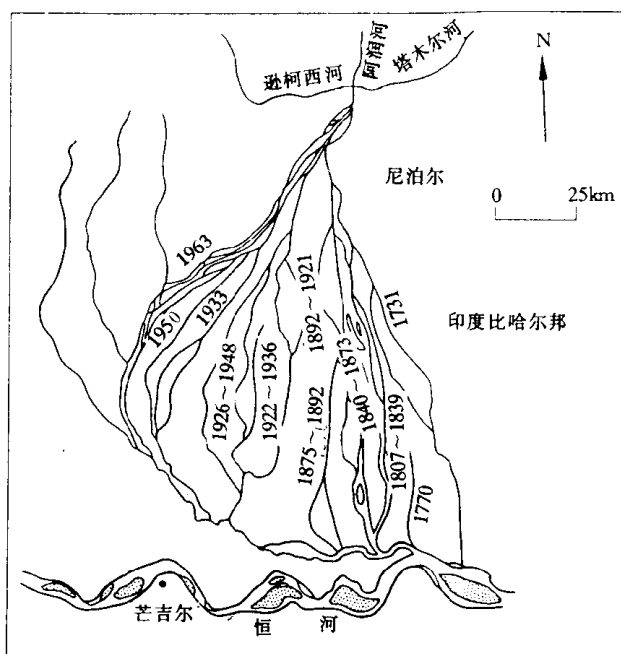


图 2-1 喜马拉雅山南麓柯西河冲积扇
这一巨大的湿地扇主要是河床在 230 年期间由东向西迁移所造成的
(据 Gole 和 Chitale, 1966)

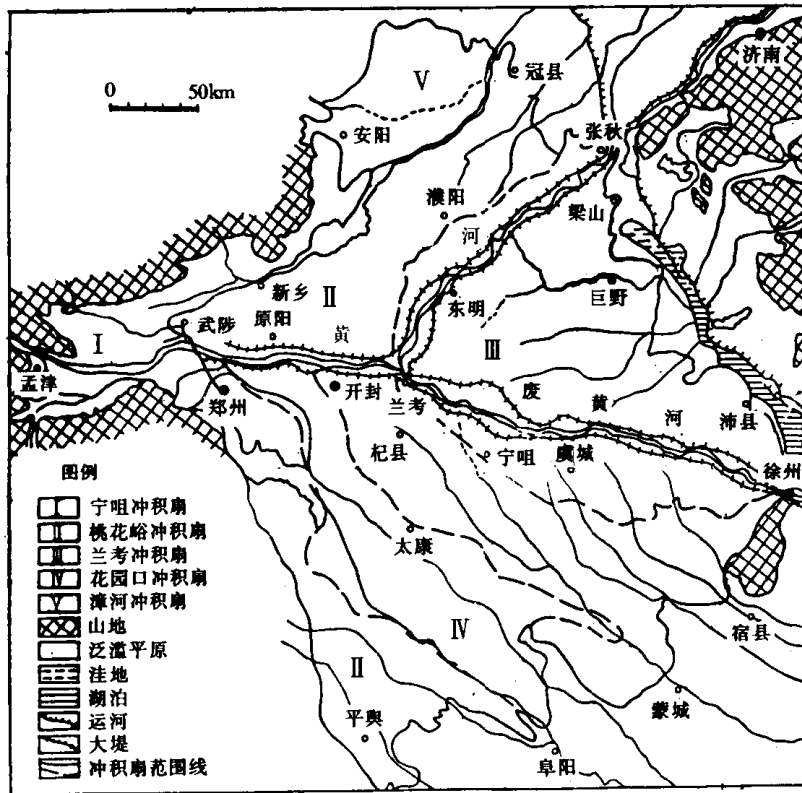


图 2-2 黄河冲积扇类型图
(据叶青超等,1990)

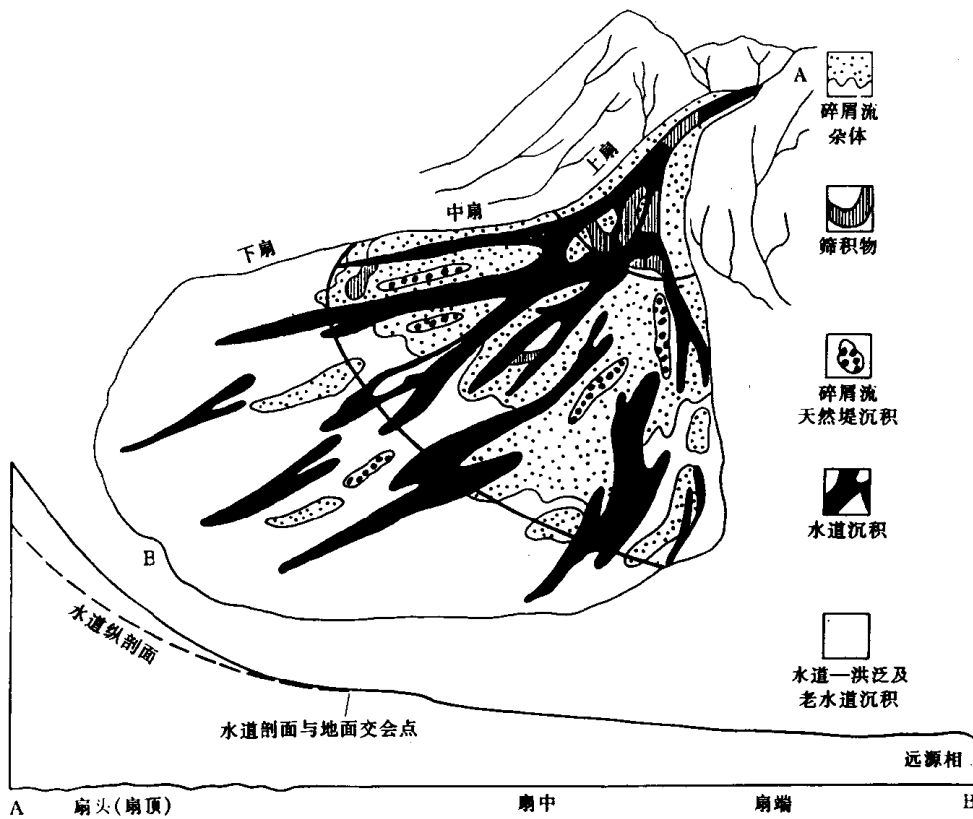


图 2-3 一个理想的干旱地区冲积扇形态及相的分布图
(据 Spearing,1974)