



北京市高等教育精品教材立项项目

沉积学 及古地理学教程

陈建强 周洪瑞 王训练 编
中国地质大学 (北京)

地质出版社

沉积学及古地理学教程

陈建强 周洪瑞 王训练 编

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书为北京市高等教育精品教材,主要介绍了沉积学及沉积古地理学的基本概念和基本理论,并收集了自20世纪80年代以来该学科的重要研究进展和实例。本教材可作为地质学专业、地球化学专业、资源勘查工程专业本科生30~60学时教材使用,也可作为非地质类专业本科生及研究生教学参考书使用。

图书在版编目(CIP)数据

沉积学及古地理学教程/陈建强,周洪瑞,王训练编.
北京:地质出版社,2004.12
ISBN 7-116-04323-3

I. 沉... II. ①陈... ②周... ③王... III. ①沉积学—高等学校—教材②古地理学—高等学校—教材
IV. ①P588.2 ②P531

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第137187号

CHENJIXUE JI GUDILIXUE JIAOCHENG

责任编辑:王 璞

责任校对:丁海云

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

电 话:(010)82324508(邮购部);(010)82324572(编辑部)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010)82310759

印 刷:北京市朝阳区小红门印刷厂

开 本:787mm×960mm¹/₁₆

印 张:18

字 数:400千字

印 数:1—2000册

版 次:2004年12月北京第一版·第一次印刷

定 价:20.00元

ISBN 7-116-04323-3/P·2544

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社出版处负责调换)

序

《沉积学及古地理学教程》是高校地球科学本科生和研究生共用的教材。沉积学和古地理学都是从事地球表层研究的分支学科。在当前地球系统科学的概念已经形成,而高校地学系统课程体系亟须建立和教学内容更新正待开展之际,迅速出版一批专业基础类和专业类教材,无疑是非常适时的。

地球科学研究的基本任务之一是恢复和重建地球的演化史。地质历史时期的沉积作用及其空间分异和分布是地球演化史的一个重要方面。因此在地球科学中,沉积学及古地理学占有相当关键的位置。沉积学源于19世纪中叶形成的沉积岩石学。20世纪60年代沉积动力学理论和成因机制观点的出现促成了沉积学的大发展。古地理学是以19世纪末J. Walther的沉积“相对比定律”为理论依据,以沉积相分析及其分布为研究目标而形成的分支学科。其发展进程是研究空间范围的不断扩大和研究方法的逐步完善,而其质的飞跃则是20世纪60年代全球构造(板块)活动论的出现。作为课程,过去“沉积学”和“古地理学”的内容分别见于“沉积岩石学”和“地史学”。在20世纪60年代地学革命以后才成为独立的课程。根据近年的教学实践,将这两门密切相关的分支学科合为一门课程讲授是恰当的。

在20世纪最后十年里,地球系统科学的概念已经初步建立,并对地球和地质科学的科研及教学产生了普遍影响。地球系统科学要求将地球看成一个整体,将各学科也看成相互联系的整体。我们从事的地学研究和课程教学只是地球科学的极小部分,但科研和教学的主导思想和根本认识却不能脱离这个整体。因此每门教材在知识资料的选取和教学体系的配置上,都应当在符合教学规律的前提下争取贯彻这个整体联系的概念要求。

这本教程的特色是基本上做到了“沉积学”和“沉积古地理学”两部分的有机结合,包含了沉积盆地分析、沉积作用理论及其构造控制,以及古地理制图的基本知识等,反映了当代沉积学及古地理学的基本知识和理论方法,也初步体现了各学科相互联系的整体概念。内容论述清晰,取材简明,部分图件也有了可喜的更新和改进。

我谨在此为这本教程作为北京市高等教育精品教材的公开出版,向编者们致以衷心的祝贺,并竭诚期望有更多的地球科学配套精品教材继续面世。

王明德

2004年12月

前 言

为了适应当前地质教育改革和课程建设的需要,反映当前本学科的新理论和新方法,作者将“沉积学”与“沉积古地理学”紧密结合,编写成一部比较完整和系统的《沉积学及古地理学教程》。本教材的编写和出版,将缓解当前国内高等院校这方面教材紧缺的状况。

本教材是北京市高等教育精品教材建设立项项目(2002年)的成果。本教材的内容、体系和篇幅是根据原国家教委1998年《普通高等学校本科专业目录》(草案)的要求编写的。初稿于1998年完成,并作为中国地质大学(北京)校内教材试用。2002年取得了“北京市高等教育精品教材”建设立项后,经过近两年的认真修编,使之以更加完善的内容和体系出版面世。本教材能满足目前地质学专业、地球化学专业和资源勘查工程专业等(32~60学时)专业基础课和专业主干课的教学需要,并可作为非地质类专业本科生和研究生的教学参考书,同时还可以作为科研、生产人员的参考工具书。

本教材的内容和编写主要参考和引用了曾允孚、夏文杰主编的《沉积岩石学》(1986),孙永传、李蕙生主编的《碎屑岩沉积相和沉积环境》(1986),余素玉、何镜宇主编的《沉积岩石学》(1989),何镜宇、孟祥化主编的《沉积岩和沉积相模式及建造》(1987),刘宝珺、曾允孚主编的《岩相古地理基础和工作方法》(1985),沉积构造与环境解释编写组编写的《沉积构造与环境解释》(1984),王良忱、张金亮主编的《沉积相和沉积环境》(1996),贾振远、李之琪主编的《碳酸盐岩沉积相和沉积环境》(1989),冯增昭主编的《沉积岩石学》(1993),赵澄林等的《沉积学原理》(2001),姜在兴主编的《沉积学》(2003)等教材。国外教材主要参考和引用了G. M. 弗里德曼等编著的《沉积学原理》(中译本,1987),J. D. Collinson 和 D. B. Thompson 编著的《Sedimentary Structures》(second edition, 1989),H. G. Reading 编著的《Sedimentary Environments and Facies》(1978, 1986),P. E. Potter 和 F. G. Pettijohn 编著的《Paleocurrents and Basin Analysis》(1977),R. Wicander 和 J. S. Monroe 编著的《Historical Geology》(second edition, 1989),R. Wicander 和 J. S. Monroe 编著的《Historical Geology》(third edition, 2000)。

本教材由中国地质大学(北京)的教师编写。第一章由陈建强和周洪瑞完成;第三章、第四章、第六章、第七章由陈建强完成;第五章、第九章、实习部分由周洪瑞完成;第二章、第八章由王训练完成;第十章由周洪瑞和王训练完成。由陈建强负责全书文字和图件审定统稿工作。

该教材的编写得到中国地质大学(北京)、地球科学与资源学院、地层古生物教研室的大力支持,并得到王鸿祯院士、宋志敏教授和方念乔教授的关心和指导;教材稿件由宋志敏教授和梅冥相教授审阅,提出了许多有益的修改意见;本书插图的计算机绘制由张金亮和王东辉协助完成;同时,中国科学院院士、著名地质学家和地质教育家王鸿祯教授为本书作序,在此一并表示衷心感谢。

把“沉积学”和“沉积古地理学”相结合,编写为一部教材是一个尝试,加之编者水平有限,书中错误和不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

2004年11月1日

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 沉积环境和沉积相的概念	(2)
一、沉积环境	(2)
二、沉积相	(2)
三、瓦尔特相律	(3)
四、沉积相模式	(4)
五、沉积环境的分类	(4)
第二节 沉积学及古地理学的研究意义及方法	(6)
一、研究内容	(6)
二、研究意义	(6)
三、研究方法	(7)
第三节 沉积学及古地理学发展简史	(8)
一、古代沉积学及古地理学启蒙阶段	(8)
二、近代沉积学及古地理学早期阶段	(9)
三、现代沉积学及古地理学发展阶段	(10)
四、沉积学及古地理学在中国的发展	(12)
第二章 沉积物的来源	(14)
第一节 概述	(14)
第二节 沉积物的主要来源——母岩风化产物	(14)
一、母岩的风化	(14)
二、主要造岩矿物和岩石在风化带中的稳定性和习性	(18)
三、母岩风化产物——沉积物的主要来源	(20)
第三节 沉积物的其他来源	(22)
一、生物来源的沉积物	(22)
二、深部来源的沉积物	(23)
三、宇宙来源的沉积物	(23)
第三章 与沉积学相关的流体力学基本原理	(24)
第一节 概述	(24)
第二节 流体的黏滞性和内摩擦定律	(24)
一、黏滞性的概念	(24)
二、牛顿内摩擦定律	(25)
第三节 急流、缓流和福劳德数	(26)

第四节 层流、紊流与雷诺数	(27)
第五节 悬浮载荷和漩涡紊动作用	(29)
第六节 空气的几个流体力学问题	(29)
一、空气流动时的流态	(29)
二、空气搬运能力低于流水的原因	(30)
三、碎屑颗粒在空气中搬运时的起动条件	(31)
第四章 沉积物的搬运和沉积作用	(32)
第一节 概述	(32)
第二节 沉积物风化、搬运和沉积的主要地质营力	(33)
第三节 搬运和沉积中流体的基本类型	(33)
第四节 沉积物的机械搬运方式和床沙形体	(34)
第五节 沉积物的搬运方式和沉积方式	(36)
一、机械搬运和沉积作用	(36)
二、溶解物质的搬运和化学沉积作用	(47)
三、生物的搬运和沉积作用	(48)
第五章 沉积环境的判别标志	(51)
第一节 沉积构造标志	(51)
一、沉积构造的概念及分类	(51)
二、物理成因的沉积构造	(52)
三、化学成因的沉积构造	(70)
四、生物成因的沉积构造	(70)
第二节 岩石结构和粒度标志	(73)
一、岩石结构标志	(73)
二、粒度分布特征及其环境意义	(74)
第三节 岩矿成分和地球化学标志	(82)
一、岩矿成分标志	(82)
二、地球化学标志	(84)
第四节 判别沉积环境的生物标志	(87)
一、生物对盐度的指示	(87)
二、生物对水体深度的指示	(88)
三、生物对底质的指示	(89)
四、生物对海水浊度的指示	(90)
第五节 古水流的判别标志及其环境意义	(91)
一、指向构造和组构与古水流	(91)
二、非定向标志和古水流	(93)
三、古流向资料的环境意义	(94)

第六章 大陆环境及其相模式	(96)
第一节 概述	(96)
第二节 冲积环境及其相模式	(96)
一、冲积扇环境及其相模式	(96)
二、河流环境及其相模式	(100)
三、河流沉积与油气资源的关系	(110)
第三节 湖泊环境及其相模式	(111)
一、湖泊环境的一般特征	(111)
二、陆源碎屑淡水湖泊相特征	(111)
三、碳酸盐-膏盐湖泊相特征	(114)
四、湖泊沉积与油气资源的关系	(115)
第四节 其他大陆沉积环境	(116)
一、沼泽沉积环境及沼泽相	(116)
二、沙漠沉积环境及沙漠相	(116)
三、冰川沉积环境及冰碛相	(117)
第七章 海陆过渡环境及其相模式	(118)
第一节 概述	(118)
第二节 三角洲环境	(118)
一、三角洲形成的流体力学	(119)
二、三角洲的形成和发育	(119)
三、三角洲的类型	(121)
第三节 三角洲的沉积环境与沉积模式	(124)
一、河控三角洲的沉积环境与沉积模式	(124)
二、河控三角洲的沉积序列	(126)
三、现代三角洲沉积实例	(128)
四、古代三角洲的鉴别标志	(129)
五、三角洲沉积与油气关系	(129)
第四节 河口湾环境	(131)
一、沉积特征	(132)
二、沉积层序特征	(132)
第五节 扇三角洲环境及其相模式	(133)
一、扇三角洲概念	(133)
二、扇三角洲发育条件	(134)
三、沉积特征和沉积相模式	(135)
四、扇三角洲的主要类型	(136)
第六节 辫状河三角洲相	(138)
一、辫状河三角洲的概念	(138)

二、辫状河三角洲发育条件	(139)
三、沉积特征与相模式	(140)
四、扇三角洲和辫状河三角洲与三角洲之间的区别	(142)
五、扇三角洲和辫状河三角洲与油气的关系	(143)
第八章 海洋环境及其相模式	(144)
第一节 概述	(144)
一、海洋环境一般特征	(144)
二、海洋环境分带	(144)
第二节 陆源碎屑沉积海洋环境及其相模式	(145)
一、海岸(滨海)环境	(145)
二、浅海环境及其沉积特征	(160)
三、半深海—深海环境及其沉积特征	(165)
第三节 海洋碳酸盐沉积环境及其相模式	(174)
一、碳酸盐沉积相模式	(175)
二、潮坪碳酸盐沉积相模式	(179)
三、台地边缘浅滩相碳酸盐沉积特征	(181)
四、生物礁沉积特征	(182)
五、风暴成因的浅海碳酸盐沉积	(186)
六、大陆斜坡碳酸盐沉积特征	(190)
七、远洋深水碳酸盐沉积特征	(193)
第九章 板块构造与沉积作用	(194)
第一节 构造运动对沉积作用的控制	(194)
第二节 板块构造的沉积盆地分类	(196)
第三节 主要盆地类型及其沉积作用	(199)
一、裂谷带的沉积作用	(199)
二、被动大陆边缘的沉积作用	(202)
三、主动大陆边缘的沉积作用	(203)
四、碰撞带的沉积作用	(206)
五、大洋盆地的沉积作用	(208)
六、大陆板块内部的沉积作用	(209)
第四节 沉积盆地的构造背景分析	(209)
一、岩相与构造背景	(209)
二、地层厚度与构造背景	(210)
三、沉积岩成分与构造背景	(210)
第十章 沉积盆地及古地理分析	(219)
第一节 概述	(219)
第二节 沉积盆地的古地理分析	(219)

一、陆源区的分析	(219)
二、古海岸位置的确定	(223)
三、水介质的物理—化学条件分析	(223)
四、古气候分析	(225)
五、古流向分析	(228)
六、古构造分析	(229)
第三节 盆地地层格架的建立	(232)
一、地层的沉积作用	(232)
二、地层对比与地层格架的建立	(234)
第四节 盆地的充填和演化分析	(237)
一、沉积相和沉积体系分析	(237)
二、沉积旋回与地层旋回	(238)
三、盆地的沉降和充填分析	(239)
第五节 沉积古地理研究与编图方法	(240)
一、编图工作的设计和准备	(241)
二、野外工作	(242)
三、室内工作	(245)
四、综合图件的编图	(249)
实习一	(254)
实习二	(256)
实习三	(258)
实习四	(259)
实习五	(263)
附录:汉英沉积学常用词汇	(266)
主要参考书目	(276)

第一章 绪 论

地质学的基本任务之一是恢复和重建地球的发展演化历史。地质历史时期的沉积作用、沉积环境和古地理格局是地球历史的重要方面之一,因而在地质学发展历史中,沉积学和古地理学方面的研究占有十分重要的地位。沉积学和古地理学是地球科学中具有较强综合性和理论性的分支学科。与沉积学和古地理学关系最为密切的是沉积岩石学。

沉积岩石学(Sedimentary Petrology)是研究沉积岩的物质成分、结构构造、分类及其形成作用、沉积环境的一门科学。沉积岩石学不仅研究古代岩石,还大量研究现代沉积;除了研究沉积岩的特征外,还进行模拟实验,并探讨其沉积作用的机理;不仅全面、系统地进行环境分析,而且还研究其时空演化、分布规律以及与大地构造之间的关系。沉积岩石学已进入到一个新的、更为广阔的研究领域。欧美学者常用“沉积学”术语来代替沉积岩石学,或两者混用。

沉积学(Sedimentology)是在沉积岩石学基础上发展起来的。“沉积学”这一术语最早由特罗布里奇(Trowbridge, 1925)提出。沃德尔(H. A. Wadell)1932年认为“沉积岩石学”主要是对沉积岩的薄片研究,提出“沉积学”是研究沉积物的学科。1978年弗里德曼(G. M. Friedman)对“沉积学”做了较为完整的定义,即“研究沉积物、沉积过程、沉积岩和沉积环境的学科”。目前多数学者认为,沉积学是研究沉积物的来源、沉积条件、沉积环境、沉积作用及沉积物转变为沉积岩的一系列复杂的成岩作用变化。“沉积岩石学”虽然也包括对现代沉积物特征和成因的研究,但更多侧重于岩石本身和岩类学的研究;虽然对宏观岩石学同样予以重视,但更多立足于显微镜和电子显微镜下的室内研究。因此,“沉积岩石学”和“沉积学”的研究内容是相互渗透和不可分割的,同时又有不同的侧重和分工。

沉积古地理学(Sedimentary Paleogeography)是对一定地质历史时期形成的地层进行沉积相分析,研究当时不同地区的沉积环境条件及其相互关系,再造当时的海陆分布、自然地理和气候特征的学科。它与沉积岩石学、沉积学和地层学的关系最为密切。沉积古地理学又是一门自然地理学与地史学之间的边缘学科。

总的来说,沉积学及古地理学是一门综合性的地质学的分支学科,它所涉及到的学科包括:沉积岩石学、地层学、古生物学、古生态学、海洋地质学、流体力学、地球化学和现代地理学、地貌学等。

第一节 沉积环境和沉积相的概念

一、沉积环境

环境是地理学中的概念。地球表面划分为不同的地理单元,如山脉、河流、湖泊、沙漠、海洋等,就是自然地理环境单元(地貌单元)。沉积学研究的是沉积物质沉积时的自然地理环境,称之为沉积环境(sedimentary environment 或 depositional environment)。沉积环境是一个发生沉积作用的、具有独特的物理、化学和生物特征的地貌单元,并以此与相邻的地区相区别。

环境单元包括的因素有三个方面:①物理因素,包括温度、压力、引力、重力等,以及由此引起的风、波浪、潮汐、水流、海流、风暴流、冰川、沉积物流和它们的作用强度、方向、变化梯度和降雨量、降雪量等;②化学因素,包括水圈、气圈和岩石圈的化学成分、沉积介质的地球化学性质、pH 值、 E_h 值、溶解度、化学平衡程度、生物化学作用等;③生物因素,包括生物的类型、多样性、丰度以及生物物理和生物化学作用等。

由此可见,环境是表述现代的概念,指的是现代地球表面的一个范围,环境单元可以根据上述三方面的因素进行划分。沉积环境只是环境的一个主要部分。古环境是地质历史中某一时期曾经出现过的一个地理单元。然而,沉积学研究的对象是沉积岩,是古代沉积环境的产物。古代沉积环境和古地理面貌现在已不能直接观察到,只能通过保存于地层中的信息去分析和恢复,所以恢复的古沉积环境也只是古环境的一个主要部分。

二、沉积相

沉积相(sedimentary facies,简称相, facies)的概念早在 1669 年就被斯坦诺(N. Steno)所用。他是从地层学意义上用“相”来表示“时期”和“阶段”的。最早赋予“相”沉积学含义的是格列斯利(A. Gressly, 1838),他发现瑞士西北部侏罗纪地层在岩性和古生物面貌方面存在极大的差异。他将这些不同的岩石特征和生物特征称之为不同的相。后来,关于“相”的术语使用出现了不同的理解:①指地层的岩石类型,如“海绿石砂岩相”、“灰岩相”等;②指岩石的成因作用类型,如“浊积岩相”、“生物礁相”等;③作为沉积环境的同义语,如“河流相”、“滨海相”等;④认为“相是一定岩层生成时的古地理环境及其物质表现的总和”,即包括了沉积物形成条件(环境)及其沉积特征,如“河流砂岩相”、“浅海灰岩相”,国内外 20 世纪 50 年代至 60 年代普遍持这种观点;⑤与大地构造环境相联系,使用大地构造相的概念,常用的如“磨拉石相”、“复理石相”。

由于相的术语使用比较混乱,雷丁(H. G. Reading, 1986)主张在使用术语“相”时,只要明确这个词的含义,那么“相”的各种用法都是可以的。

近年来,随着沉积学飞速的发展,对“沉积相”的认识也逐渐趋向统一,当前国内外多数

人都把“沉积相”看作是沉积环境的物质表现,即将“沉积相”理解为一个“沉积环境”中所有的原生沉积特征的总和,包括岩石、古生物和岩石地球化学等特征。沉积环境和沉积作用的各种特点,必然会在其沉积物中留下某种记录。这种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,即能反映该环境特征的沉积标志。

我们认为应将“沉积环境”和“沉积相”这两个概念区分开来,“沉积环境”是指沉积物形成的自然环境条件,而“沉积相”则是指自然环境的产物,即沉积环境的物质表现。在名称的使用上,本书采用雷丁(1986)的观点,即明确“沉积环境”和“沉积相”这两个词的含义,术语使用中采取词干相同而词尾不同的方法来区别,如用“河流环境”表示其沉积环境,用“河流相”表示其沉积相。

“沉积相”对恢复古沉积环境来说,是一种解释性(描述性)术语,在实际工作中,根据研究目的和研究程度的不同,常使用“岩相”和“生物相”等次级术语来描述沉积特征。“岩相”是能够反映沉积环境的综合岩石特征,如交错层理砂岩相等。“生物相”是指能够反映沉积环境的综合生物特征,如笔石页岩相等。可以简单地理解为:“岩相”+“生物相”=“沉积相”。目前,也有许多学者使用广义“岩相”的概念,与“沉积相”同义。

三、瓦尔特相律

德国学者瓦尔特(J. Walther)很早(1893~1894)就提出了相共生原则,后被称为瓦尔特相律。他指出“相的纵向相序也是它的横向相带”(图1-1),亦即:“在没有沉积间断的条件下,只有在横向上相邻的相,才能在纵向上互相叠覆”。该定律的基本含意是:在连续的地层剖面中,垂向上几种有成因联系的沉积相相互出现的次序,与它们在横向上所出现的相带毗邻顺序是一致的。

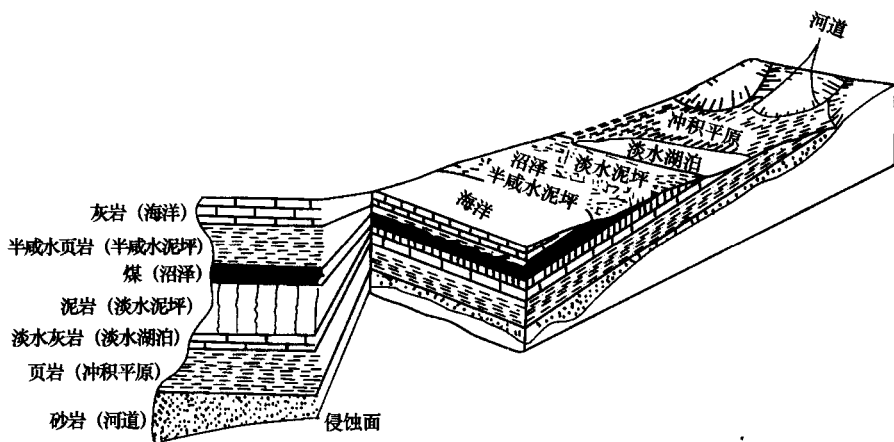


图1-1 瓦尔特相律示意图
(据 Blatt 等,1980,略加修改)

瓦尔特相律具有很大的实际意义。人们可以根据垂向沉积序列的研究来推断和预测可能出现的沉积相和沉积环境的横向变化关系。反之,也可根据现代和古代沉积环境横向上的岩相资料来建立垂向沉积序列。

四、沉积相模式

由于现代沉积研究工作的大量开展,古代沉积环境资料的大量积累,以及室内模拟实验的深入,人们对沉积环境及其沉积作用有了更全面的了解,有可能对某种沉积环境进行全面的概括,从而提出了“沉积模式”的概念。

沉积模式(sedimentary models/depositional models)或相模式(facies models)或沉积相模式(sedimentary facies models)是对沉积环境的沉积特征、发展演化及其空间组合形式的全面概括,是以图形或文字方式表现的一种理想的、概括的沉积相格局。沃克(R. G. Walker, 1967)认为沉积模式是“删除地方性的细节,而保留其纯粹本质上的东西(理论模式)”。所以沉积模式就是对于沉积环境及其产物和作用过程的高度概括。

沉积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,集中其共有的具有代表性的特点,进行本质的概括。沉积相模式的建立完善了沉积学的内容,深化了古环境的恢复和古地理的研究,沃克(1984)认为沉积相模式起到3个作用:①起到一个对比标准的作用,垂向序列模式可作为对比和解释沉积环境的标准;②起到提纲和指南的作用,根据沉积模式,可以更有目的地观察、收集和分析地层剖面中的有关资料,以便建立某一地区的地方性沉积模式;③起到预测的作用,不仅可以观测地层剖面中可能出现的沉积相和沉积环境,而且也可以推断它们在横向上可能出现的变化。

沉积相模式的类型主要有以下几种:①直观模式(visual models),以简化的图式直观地表现出沉积环境、作用过程和最终产物之间的复杂关系;②事实模式(actual models),以现代有代表性的地区或古代沉积岩层的相组合、相序为基础建立的模式,如巴哈马碳酸盐台地的沉积模式;③静态模式(static models),表示在特定时间内沉积层内的沉积环境特征和沉积物的相变规律,这种模式能用来预测物源的位置,预测资料不足地区的古沉积环境,以及再造古地理;④动态模式(dynamic models),表示一个特征沉积体的沉积作用全过程的沉积模式,如垂向模式就是表示沉积作用在纵向上(随时间)的变化;⑤模拟实验模式(scaled experimental models),以模拟实验所获得的沉积特征为基础而建立的沉积模式,有助于查明具特殊沉积特征的沉积物成因;⑥数学模式(mathematical models),以数字方法模拟复杂的地质作用过程的模式,例如用数学方法和计算机技术模拟海平面上升、降雨量增加、沉积物供应等与沉积作用的关系。

五、沉积环境的分类

根据上述沉积环境的概念,自然地理条件和地貌特征是沉积环境划分的主要依据。一般

首先按大的一级地貌单位划分各种沉积环境,然后在每个环境内再根据次一级的地貌特征细分亚环境。不同学者对沉积环境的划分略有不同,表 1-1 和图 1-2 为常用的分类方案。

表 1-1 沉积环境(沉积相)分类体系表

沉积环境组 (沉积相组)	沉积环境 (沉积相)	沉积亚环境 (沉积亚相)
大陆环境组 (大陆相组)	残积环境(残积相)	
	坡积环境(坡积相)	
	冲积扇环境(冲积扇相)	扇根、扇中、扇端
	河流环境(河流相)	河床、边滩(或心滩)、天然堤、决口扇、泛滥平原、牛轭湖
	湖泊环境(湖泊相)	滨湖、浅湖、深湖
	沼泽环境(沼泽相)	
	沙漠环境(沙漠相)	
海陆过渡环境组 (海陆过渡相组)	冰川环境(冰川相)	冰碛、冰湖、冰海
	三角洲环境(三角洲相)	三角洲平原、三角洲前缘、前三角洲
海洋环境组 (海洋相组)	河口湾环境(河口湾相)	
	海岸环境(海岸相)	障壁海岸:潮坪、潟湖、障壁岛、海滩 无障壁海岸:海岸沙丘、后滨、前滨、临滨
	浅海环境(浅海相)	上部浅海、下部浅海
	半深海环境(半深海相)	
	深海环境(深海相)	

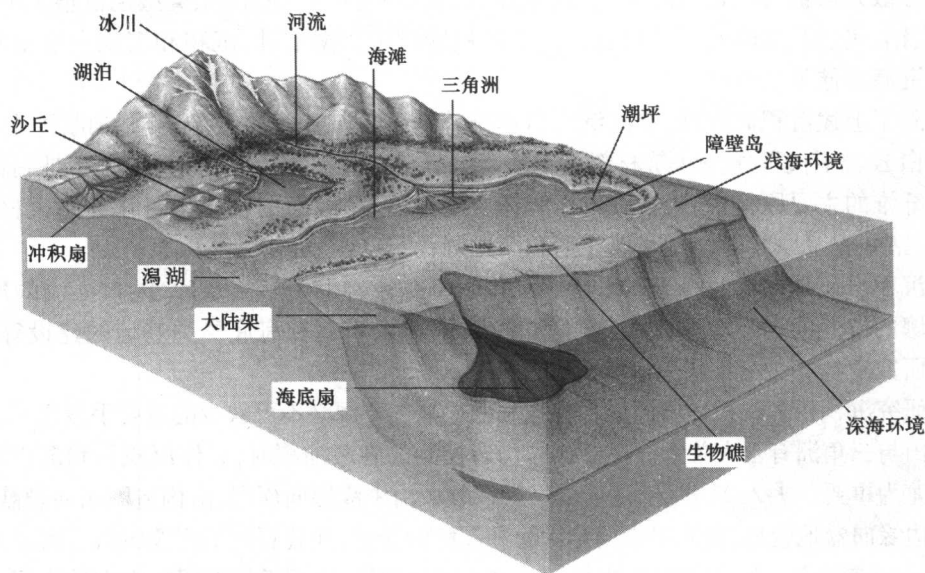


图 1-2 主要沉积环境类型

(据 R. Wicander, J. S. Monroe, 2000)

第二节 沉积学及古地理学的研究意义及方法

一、研究内容

沉积学及古地理学的研究内容和任务包括如下几个方面:①研究沉积物的来源,确定其是陆源母岩风化的产物还是生物成因的产物,是化学沉积的产物还是属于火山来源物质,或是含有宇宙来源物质等;②探讨沉积岩的形成机理,包括风化作用、搬运作用、沉积作用以及沉积期后变化的机理,特别是要研究沉积岩及其中有用矿产的形成机理及富集规律;③进行沉积环境的分析,根据沉积岩的原生特点以及时空分布规律,恢复沉积岩形成时的古气候条件、古地理环境以及大地构造环境。

二、研究意义

地球的历史约有 46 亿年,已知最古老的沉积岩年龄达 36 亿年,因此这漫长的沉积记录对研究地球的历史演化和发展规律有着十分重要的理论意义和实际价值。

岩石圈中沉积岩总体积约达 4.4 亿 km^3 ,其中蕴藏着丰富的矿产和能源。可燃性矿产(石油、天然气、煤和油页岩)、铝土矿、锰矿、盐矿以及钾盐矿等几乎都属于沉积矿产;大部分铁矿、磷矿亦都属于沉积或沉积变质类型矿产;在放射性原料、有色金属(铜、铅、锌)、稀有和分散元素铍、镓、铟、镉、非金属(重晶石、萤石)等矿产中,沉积类型也占很大的比重;不少金、铂、钨、锡、金刚石等矿产也产出于沉积砂矿中。据估计,沉积和沉积变质型矿产可占世界资源总储量的 80%。

除了上述沉积矿产外,有些沉积岩本身就是多种工业的主要原料或辅助原料。如石灰岩和白云岩不仅可作为建筑材料,而且还是冶金工业中常用的熔剂,同时还是制造水泥和人造纤维的主要原料;白云岩则可作为镁质耐火材料;纯净的粘土岩可作为耐火材料、陶瓷原料、钻井泥浆原料、吸收剂、填充剂和净化剂;石英砂岩可作为玻璃原料。

沉积岩还是重要的地下蓄水层。沉积学研究还有助于解决水库、港口河流的冲淤问题和土壤的侵蚀问题。此外,在国防上如军港的设计、潜艇和海底导弹基地的建设等,均与沉积岩研究密切相关。

研究沉积相和沉积环境已成为寻找和勘探油气资源必不可少的重要手段之一。如尼日尔油田与三角洲有很大关系。在寻找非构造控制的隐蔽油藏时,砂体沉积相和沉积环境的研究就尤为重要。进入 21 世纪,随着油气勘探领域由中浅层向深层、由构造圈闭向隐蔽圈闭、由盆地边缘向盆地腹地、由海岸带向半深海和深海的转移,随着石油工程领域由二次采油向三次采油、开采剩余油、提高采收率、以效益为中心的转移等,沉积学正发挥着重大的作用。沉积学与人类生存和可持续发展也是密不可分的,目前它在地质灾害预测研究和环境保护中正发挥着越来越大的作用,并产生了新的分支学科——环境沉积学。