



石油高等教育“十二五”规划教材

沉积岩与沉积相

Sedimentary Rocks & Sedimentary Facies

主 编 朱世发

主 审 朱筱敏





石油高等教育“十二五”规划教材

沉积岩与沉积相

主 编 朱世发
副 主 编 袁红旗 杨俊生
参 编 阮 壮 董艳蕾 孙海涛
主 审 朱筱敏

图书在版编目(CIP)数据

沉积岩与沉积相 / 朱世发主编. — 东营: 中国石
油大学出版社, 2015. 8

ISBN 978-7-5636-4909-9

I. ①沉… II. ①朱… III. ①沉积岩—高等学校—教
材 ②沉积相—高等学校—教材 IV. ①P588.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 191928 号

石油高等教育教材出版基金资助出版

书 名: 沉积岩与沉积相

主 编: 朱世发

责任编辑: 王金丽(电话 0532—86983567)

封面设计: 王焕明

出 版 者: 中国石油大学出版社(山东 东营 邮编 257061)

网 址: <http://www.uppbook.com.cn>

电子信箱: shiyoujiaoyu@126.com

印 刷 者: 青岛炜瑞印务有限公司

发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 0532—86981531, 86983437)

开 本: 185 mm × 260 mm 印张: 17.5 字数: 404 千字

版 次: 2015 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 41.00 元



内 容 提 要

本书主要介绍了沉积岩与沉积相的基础知识、基本原理及其在石油地质工作中的应用。本书主要作为石油高校勘查技术与工程、地球化学、地球物理学等专业学生的使用教材,也可供其他高校、科研院所的有关专业教学使用,煤田、矿山等地质工作者亦可参考。

前言

作为战略资源的石油与天然气绝大部分储存于沉积岩中。石油地质和勘查工作者致力于寻找有效的储集体,落实储集体的岩石学和沉积学特征,特别是储集体空间几何形态和分布。石油工程工作者则更多地关注储层的性质、保护储层,设计合理的开发方案和注采关系,高效开发剩余油,提高采收率。

本书主要是针对勘查技术与工程、地球化学、地球物理学、石油工程等本科专业的教学要求而编写的,约 50 学时。本书主要介绍沉积岩的物质成分、沉积岩的结构和构造、沉积岩类型和特征、沉积相的概念和分类、不同碎屑岩和碳酸盐岩沉积相的基本特征、主要相标志、沉积相带与油气生成和储集之间的关系、沉积相模式等。

本书的编写是以参编教师的授课讲义为基础,并参考了大量国内外优秀的沉积岩石学教材,例如朱筱敏教授主编的《沉积岩石学》(第四版)等。

本书由中国石油大学(北京)、东北石油大学、中国石油大学(华东)、中国地质大学(北京)四所高校教师共同编写,由朱世发担任主编。具体分工是:第一章由朱世发、杨俊生和袁红旗编写,第二章的第一节至第三节、第五章和第十一章由朱世发和袁红旗编写,第二章的第四节、第四章的第五节和第十章的第一节由孙海涛编写,第三章由朱世发和杨俊生编写,第四章的第一节、第三节和第四节由董艳蕾编写,第四章的第二节和第十章的第二节由朱世发编写,第六章由杨俊生和阮壮编写,第七章由朱世发和阮壮编写,第八章由杨俊生、董艳蕾和孙海涛编写,第九章由杨俊生编写,第十章的第三节由杨俊生和董艳蕾编写,第十二章由袁红旗和杨俊生编写,第十三章由袁红旗和阮壮编写。全书由朱世发统稿。

中国石油大学(北京)朱筱敏教授对本书进行了评审。主审人认真地审阅了全部稿件,并提出了详细具体的修正意见。根据主审人的意见,各编写人员又对稿件进行了修改和加工。

在本书的编写过程中,中国石油大学(北京)教务处和地球科学学院的领导给予了大力支持和具体指导,季汉成教授、王贵文教授和谢庆宾副教授对本书的编写提供了大力帮助,另外三所高校的相关领导也给予了关心和指导;本书的编写获得了中国石油大学出版社石油高等教育教材出版基金的支持,在此深表感谢。

由于编者水平有限,书中不足之处,敬请读者批评指正。

编者

2015年6月

目 录

101	第一节	碎屑岩的概念及一般特征	1
101	第二节	碎屑岩石学的研究意义、研究内容及研究方法	5
301	第一节	母岩的风化作用——沉积岩最原始物质的形成	8
301	第二节	碎屑物质的搬运和沉积作用	15
301	第三节	溶解物质的搬运和沉积作用	26
301	第四节	沉积后作用及其阶段的划分	30
011	第一节	碎屑岩的成分	32
011	第二节	碎屑岩的结构	40
011	第三节	碎屑岩的沉积构造和颜色	50
011	第一节	砾岩和角砾岩	68
011	第二节	砂岩	70
011	第三节	粉砂岩	78
011	第四节	粘土岩	79
011	第五节	碎屑岩的成岩作用及成岩阶段	84
011	第一节	火山碎屑岩的成分	101

第二节	火山碎屑岩的结构、构造特征及颜色	103
第三节	火山碎屑岩的分类及命名	104
第四节	主要岩类及其特征	106
第五节	火山碎屑岩的成因类型及其标志	107
第六章	碳酸盐岩概述	110
第一节	碳酸盐岩的成分分类及颜色	110
第二节	碳酸盐岩的结构组分	114
第三节	碳酸盐岩的构造	121
第七章	碳酸盐岩分类及其特征	125
第一节	石灰岩	125
第二节	白云岩	129
第三节	碳酸盐沉积物的沉积后作用	138
第八章	其他沉积岩及矿产	147
第一节	其他沉积岩	147
第二节	煤及其形成演化	149
第三节	油页岩	153
第九章	沉积相概念及综合分类	155
第一节	沉积相的概念及相序定律	155
第二节	沉积相综合分类	157
第十章	陆相组	159
第一节	冲积扇相	159
第二节	河流相	164
第三节	湖泊相	175
第十一章	三角洲相	185
第一节	三角洲沉积环境特点及其沉积作用	185
第二节	三角洲沉积特征	189
第三节	古代三角洲沉积鉴别标志	202
第十二章	海洋碎屑沉积相	204
第一节	海洋沉积环境与沉积特征	204
第二节	无障壁海岸相	207

第三节	障壁型海岸相	209
第四节	浅海陆棚相	218
第五节	半深海及深海沉积	220
第六节	重力流沉积及沉积相	222
第十三章	碳酸盐岩沉积环境及沉积相	235
第一节	碳酸盐沉积作用及现代沉积环境	235
第二节	碳酸盐岩沉积相模式概论	238
第三节	碳酸盐沉积环境分述——台地	244
第四节	碳酸盐沉积环境分述——礁	251
第五节	碳酸盐沉积环境分述——湖泊	259
参考文献		262

第一章 沉积岩的概念及一般特征

一、沉积岩的概念

沉积岩是组成地球岩石圈的一大类岩石。沉积岩、变质岩、岩浆岩三者之中,“它是在“地壳表层”条件下,由原岩的风化产物、火山物质、有机物质经沉积作用所形成的。沉积岩的沉积作用可以是在海洋中或陆地上形成的。沉积岩的“地壳表层”是指大气圈的底部,水圈和生物圈的范围。在岩石圈的上部,又称为“沉积岩圈”或“沉积圈”。沉积岩是地壳中分布最广的岩石,也是形成于地壳表层,由沉积作用所形成的岩石。

沉积岩和变质岩、岩浆岩的划分是根据形成于地壳表层(地壳厚度小于150 km)和(10⁵~10⁶ Pa)条件下,同时接受大气、生物和重力作用所形成的。

沉积岩的沉积作用可以分为机械沉积、化学沉积和生物沉积。机械沉积作用是指碎屑物质的沉积,化学沉积作用是指溶解物质的沉积,生物沉积作用是指生物遗体的沉积。沉积岩的沉积作用受多种因素影响,如气候、地形、生物、重力、地壳运动等。沉积岩的沉积作用是一个长期的、连续的过程,也是地壳演化的重要环节。

沉积岩的沉积作用可以分为机械沉积、化学沉积和生物沉积。机械沉积作用是指碎屑物质的沉积,化学沉积作用是指溶解物质的沉积,生物沉积作用是指生物遗体的沉积。沉积岩的沉积作用受多种因素影响,如气候、地形、生物、重力、地壳运动等。沉积岩的沉积作用是一个长期的、连续的过程,也是地壳演化的重要环节。

二、沉积岩的分类

沉积岩可以根据成因分为机械沉积岩、化学沉积岩和生物沉积岩。机械沉积岩是指碎屑物质的沉积,化学沉积岩是指溶解物质的沉积,生物沉积岩是指生物遗体的沉积。沉积岩的分类还可以根据颗粒大小、沉积环境、沉积速率等进行。沉积岩的分类对于研究地壳演化、资源勘探等方面具有重要意义。

沉积岩的沉积作用可以分为机械沉积、化学沉积和生物沉积。机械沉积作用是指碎屑物质的沉积,化学沉积作用是指溶解物质的沉积,生物沉积作用是指生物遗体的沉积。沉积岩的沉积作用受多种因素影响,如气候、地形、生物、重力、地壳运动等。沉积岩的沉积作用是一个长期的、连续的过程,也是地壳演化的重要环节。

第一章

绪论

第一节 沉积岩的概念及一般特征

一、沉积岩的概念

沉积岩是组成地球岩石圈的三大类岩石(岩浆岩、沉积岩、变质岩)之一。它是在“地壳表层”条件下,由母岩的风化产物、火山物质、有机物质等沉积岩的原始物质成分,经搬运作用、沉积作用以及沉积后作用而形成的一类岩石。这里的“地壳表层”是指大气圈的下层、水圈和生物圈的全部以及岩石圈的上层,又被称为“沉积岩生成圈”或“沉积圈”。母岩风化所指的母岩是早于该沉积岩而存在的岩浆岩、变质岩或更老的沉积岩。

与岩浆岩和变质岩相比,沉积岩的特点是形成于低温(通常小于 150 °C)、低压(0.1~2 MPa)条件下,同时受水、大气、生物和重力作用等影响明显。

虽然沉积岩是地球外力作用(流水、风等)主导的产物,但与地球内力作用关系密切。特别是一些突发事件的沉积作用及其岩石类型,如沉积物重力流和浊积岩、风暴沉积作用和风暴岩、地震沉积作用和震积岩等,常常为板块运动、岩浆作用等地球内力作用所诱发和产生。

从整个地壳形成演化历史来看,目前已确定的地壳最古老岩石的年龄为 46 亿年,而沉积圈岩石最老的年龄为 36 亿年(位于俄罗斯科拉半岛),其中有生命记载的岩石年龄为 31 亿年(位于南非)。所以,沉积岩是研究地球发展和演变历史不可缺少的宝贵资料。

二、沉积岩的分布

沉积岩在地壳表层的分布很广,约 75% 的陆地表面被沉积岩或沉积物所覆盖,最大厚度可达 13 000 m,平均厚度约为 1 800 m;已探明的海底、洋底几乎全部被沉积物和沉积岩所覆盖,其厚度为 200~3 000 m,平均厚度约 1 000 m。当然,有的地方可以没有沉积岩和沉积物,直接出露岩浆岩或者变质岩。从体积而言,沉积岩仅占岩石圈体积的 5%,约为 $4.4 \times 10^8 \text{ km}^3$ (Pettijohn, 1975)。

沉积岩的种类繁多,但自然界分布最多的是粘土岩(页岩、泥岩),其次是砂岩和石灰岩,三者约占沉积岩总量的 95% 以上(何幼斌和王文广, 2007)。

三、沉积岩的分类

国内外存在多种沉积岩的分类方案(Pettijohn, 1957, 1975; Selly, 1976; 曾允孚和夏文杰, 1986; 桑隆康和马昌前, 2012), 本书根据沉积物的来源和沉积岩的形成作用(冯增昭, 1982, 1992), 将沉积岩划分为以下四种基本类型(图 1-1):

- (1) 主要由母岩风化产物组成的沉积岩;
- (2) 主要由火山碎屑物质组成的沉积岩;
- (3) 主要由生物遗体组成的沉积岩;
- (4) 主要由宇宙物质组成的沉积岩。

其中, 主体由母岩风化产物组成的沉积岩是最主要的类型, 它还可以根据母岩风化产物的类型(碎屑物质和溶解物质)及其搬运沉积作用的不同(机械的和化学的)划分为两类: 碎屑岩和化学岩(包括生物化学岩)。碎屑岩可以根据其主要的结构特征(即粒度), 再进一步划分为砾岩、砂岩、粉砂岩和粘土岩。化学岩可以根据其主要成分特征, 再进一步划分为碳酸盐岩、硫酸盐岩、卤化物岩、硅岩及其他化学岩。

主要由火山碎屑物质组成的沉积岩即火山碎屑岩, 可以根据其成分和结构特征再进行细分(详见第五章)。

主要由生物遗体组成的沉积岩即生物岩或有机岩, 还可以根据其是否可燃, 再划分为可燃生物岩(如煤和油页岩)和非可燃生物岩。

主要由宇宙来源的陨石组成的沉积岩可称为陨石岩。

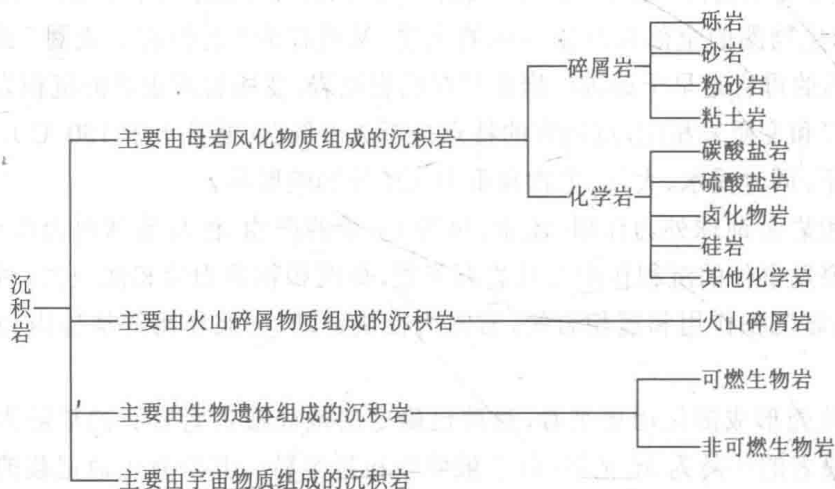


图 1-1 沉积岩基本类型划分

四、沉积岩的一般特征

与岩浆岩和变质岩相比, 沉积岩的矿物组成、化学成分以及结构和构造特征显著不同, 这里进行简要对比。

(一) 矿物组成

迄今为止, 在沉积岩中已发现的矿物达 160 种以上, 但它们中的绝大多数都比较稀少或分散, 常见的不过 20 余种, 而且存在于同一岩石中的矿物最多不超过 5~6 种, 有些仅 1~3 种。由于成因、形成条件的不同, 沉积岩中的矿物具有与岩浆岩不同的特点(详见第

三章第一节)。

(1) 高温矿物少见。岩浆岩中大量存在的矿物如橄榄石、普通辉石和角闪石等铁镁矿物以及基性斜长石,在沉积岩中则很少。这些矿物是在高温、高压下由岩浆结晶形成的,而转入地表的常温、常压条件后极不稳定(表 1-1)。

表 1-1 沉积岩与岩浆岩的平均矿物成分

(单位:%)

矿物	沉积岩 (利思与米德, 1915)	沉积岩 (Krynine, 1948)	岩浆岩 (65%花岗岩 + 35%玄武岩)
橄榄石	—	—	2.65
普通角闪石	—	—	1.60
普通辉石	—	—	12.90
长石	15.57	7.50	49.29
石英	34.80	31.50	20.40
云母 + 绿泥石	20.40	19.00	7.76
氧化铁矿物	4.10	3.00	4.6
玉髓	—	9.00	—
粘土矿物	9.22	7.50	—
碳酸盐矿物	13.63	20.50	—
石膏	0.97	—	—
炭质	0.73	—	—
其他	0.58	3.00	0.08

(2) 岩浆岩中含量较高的矿物如钾长石、酸性斜长石及石英,在沉积岩中也广泛存在。这些矿物析出于岩浆结晶晚期,因而在地表环境中比较稳定,其中尤以石英最为稳定,在沉积岩中的石英相对含量甚至可超过在岩浆岩中的含量。由于中、基性斜长石在地表均不稳定,所以在沉积岩中较少。

(3) 在沉积成岩过程中新生成的自生矿物,如某些氧化物和氢氧化物、粘土矿物、盐类矿物、碳酸盐矿物,是沉积岩的主要矿物成分之一,但在岩浆岩中极少;部分出现在变质岩中。

由此可见,沉积岩和岩浆岩在矿物成分上既存在继承性,又有差异性。继承性反映了两者的成因联系,岩浆岩的风化产物是沉积岩的主要来源;明显的差异是由两者的生成条件不同决定的。

(二) 化学成分

沉积岩和岩浆岩化学成分的平均数据比较接近(表 1-2),这是因为沉积岩基本上是由岩浆岩的风化产物所组成。但由于两者形成过程及条件不同,其化学成分上仍有若干差别。

(1) Fe_2O_3 和 FeO 的含量。沉积岩与岩浆岩中铁的总量大体相当,但在岩浆岩中 FeO 含量略高于 Fe_2O_3 ,而在沉积岩中 Fe_2O_3 含量要高于 FeO 。这是由于地表比地下深处有更多的自由氧,使沉积岩中的 Fe 多以高价态形式存在。

表 1-2 沉积岩与岩浆岩的平均化学成分

(单位: %)

氧化物	沉积岩			岩浆岩 Clark(1924)
	Clark(1924)	Krynine(1941)	Schikowski(1952)	
SiO ₂	57.95	58.16	59.17	59.12
TiO ₂	0.57	0.94	0.77	1.05
Al ₂ O ₃	13.39	15.93	14.47	15.34
Fe ₂ O ₃	3.47	8.54	6.32	3.08
FeO	2.08		0.99	3.80
MnO	—	0.64	0.80	0.12
MgO	2.65	3.58	1.85	3.49
CaO	5.89	6.26	9.90	5.08
Na ₂ O	1.13	1.85	1.76	3.84
K ₂ O	2.86	2.85	2.77	3.13
P ₂ O ₅	0.13	0.26	0.22	0.30
ZrO ₂	—	—	—	0.039
Cr ₂ O ₃	—	—	—	0.055
CO ₂	5.38	—	—	0.102
H ₂ O	3.23	—	—	1.15
其他	—	—	—	0.304
总计	98.73	99.01	99.02	100.00

(2) K₂O 和 Na₂O 的含量。沉积岩中碱金属的含量远低于岩浆岩,尤其是 Na 的含量,且岩浆岩 Na₂O 含量高于 K₂O,而沉积岩中则相反。这是由于它们在地表条件下易于从母岩中析出,大量流失并进入海水中,且 Na 的流失更明显。在沉积岩中,富钾的白云母、绢云母相对稳定,岩浆岩风化后生成的胶体分散物(粘土矿物)易吸附钾。因此,导致沉积岩中 K₂O 含量高于 Na₂O。

(3) H₂O 和 CO₂ 的含量。沉积岩形成于地表条件下,其中富含 H₂O 和 CO₂;岩浆岩形成于高温、高压环境;这两种成分几乎没有。

(4) 沉积岩中常常富含有机质。除了煤这种可燃有机岩(生物岩)以外,一般沉积岩中的有机质主要赋存在泥质岩和部分碳酸盐岩中,其他岩石中的含量常在 1% 以下。有机质中可溶于有机酸的部分是沥青,难溶于常用无机或有机溶液的部分称为干酪根(kerogen),两者都是沉积有机质经沉积后降解的产物。在岩浆岩和变质岩中,有机质少见。

(三) 结构和构造

与岩浆岩和变质岩整体上都具有结晶的结构面貌不同,沉积岩的结构更为多样,其中碎屑结构、粒屑结构和生物结构都是沉积岩所特有的;晶粒结构虽然与岩浆岩的结构相似,但它们形成的热力学条件迥然不同。沉积岩可具有各式各样的孔隙,而岩浆岩和变质岩一般缺少孔隙。

绝大部分沉积物是在流体(水、空气)中进行搬运和沉积的,因此在沉积岩中常常具有

成层构造、层内构造以及层面构造。尤其是层内构造中的层理构造,在岩浆岩中除少数情况(层状岩浆岩)外很少见到,所以层理构造是沉积岩的基本特征构造。此外,各种层面构造、缝合线、叠锥、叠层构造等也是沉积岩所特有的(详见第三章)。

第二节 沉积岩石学的研究意义、研究内容及研究方法

沉积岩石学(sedimentary petrology)包括岩石学和沉积相两方面内容,是研究沉积岩的物质成分、岩石类型、结构构造、沉积物沉积作用和沉积后作用、沉积物形成环境以及沉积岩分布规律的一门学科。

沉积岩石学不仅研究古老的沉积岩层,还大量研究现代沉积物,进行比较沉积学分析;除了研究沉积物沉积的特点外,还进行(水槽)模拟实验,深入探讨沉积作用的机理;不仅全面、系统地进行沉积相和岩相古地理条件分析,如古气候、古水文条件、古地形等,还研究沉积相时空演化和分布规律及其与大地构造、沉积矿产勘查之间的关系等。

一、研究意义

沉积圈蕴藏着丰富的矿产和能量资源。可燃性矿产(石油、天然气、煤、油页岩)、铝土矿、锰矿、盐矿及钾盐矿等几乎全为沉积类型;绝大部分铁矿、磷矿亦属于沉积或沉积变质类型;在放射性原料、有色金属(铜、铅、锌)、稀有和分散元素、非金属(重晶石、萤石)等矿产中,沉积类型也占很大比例;不少金、铂、钨、锡、金刚石等矿产也来源于沉积的砂矿。据统计,沉积和沉积变质型矿床占世界资源总储量的80%。

值得进一步说明的是,作为战略资源的石油与天然气绝大部分储存于沉积岩中。地质和勘查工作者致力于寻找有效的储集体,落实储集体的岩石学和沉积学特征,特别是储集体空间几何形态和分布。石油工程工作者则更多地关注储层的性质、保护储层,设计合理的开发方案和注采关系,高效开发剩余油,提高采收率。

除了上述沉积矿床外,有些沉积岩本身就是多种工业的主要原料或辅助原料。如石灰岩及白云岩为冶金工业中常用的熔剂,石灰岩又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。纯净的粘土岩按其性质不同可作为耐火材料、陶瓷原料、钻井液原料、吸收剂、填充剂和净化剂等。石英岩及石英砂可作为玻璃原料。

沉积物和沉积岩还是重要的地下蓄水层。通过沉积岩石学研究可寻找地下蓄水层,解决水库、港口和河流的冲淤及土壤的侵蚀问题。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(物)的研究密切相关。

沉积岩的研究不仅具有上述重大的实际意义,而且也具有重大的理论意义。它在地表分布广泛,在地质历史时期中延续的时间极长,成为研究地球发展和演化历史的重要资料。

二、研究内容

沉积岩石学是在19世纪初期发展起来的。早期的研究仅限于岩石特征的描述、岩性的鉴定,作为地层划分和对比的依据之一。近20年来,沉积岩石学的研究内容有了巨大的发展和补充,主要表现在以下几个方面(图1-2):

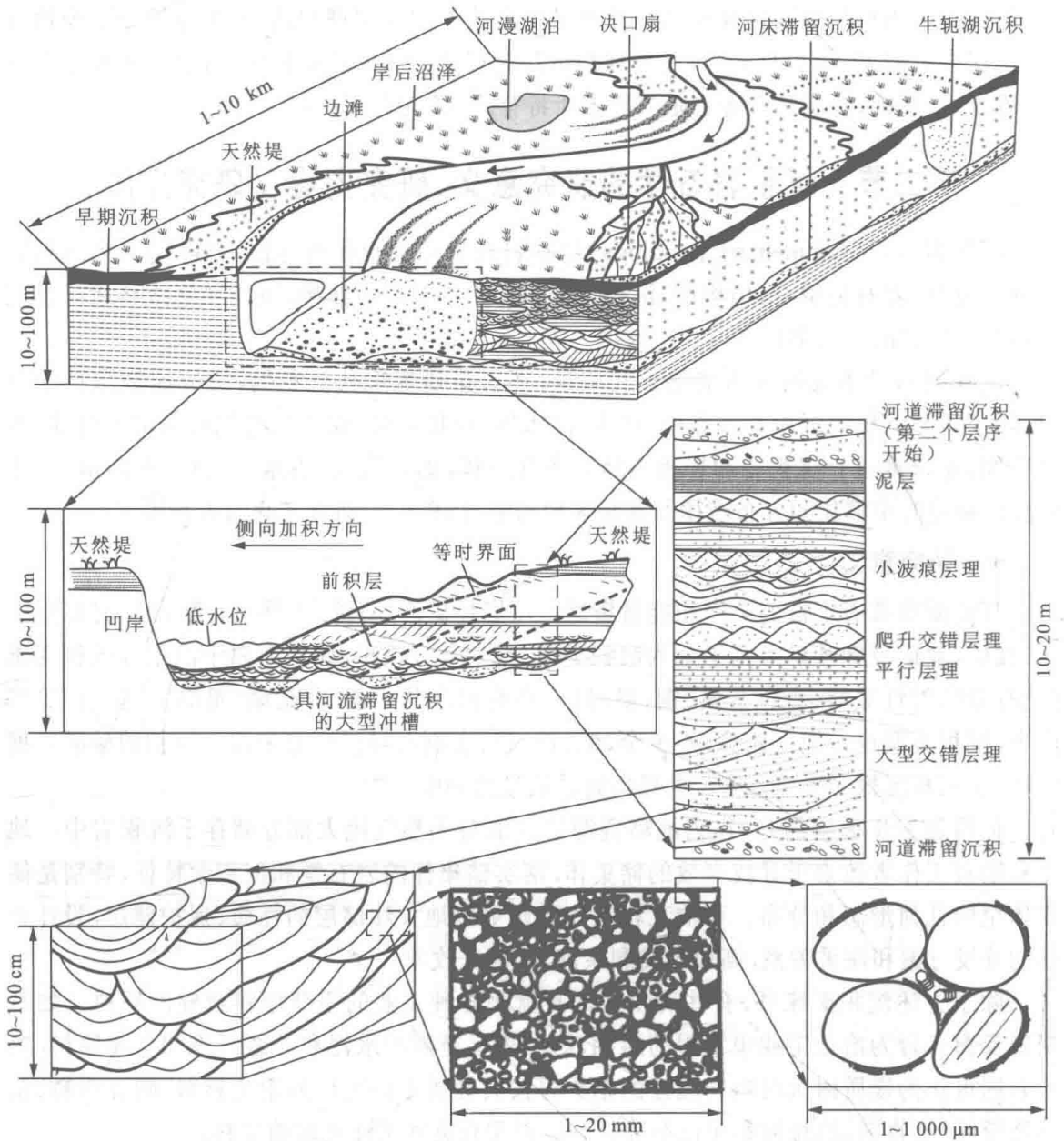


图 1-2 沉积岩石学研究对象的尺度
以河流沉积为例,立体图和剖面图分别据 Allen(1964)和 Reineck(1973)

(1) 全面地研究沉积岩(物)的物质组分、结构、构造、分类命名、沉积体产状和岩层之间的接触关系,为阐明其成因与分布规律提供依据。

(2) 探讨沉积岩石的形成机理,包括风化作用、搬运作用、沉积作用以及沉积后的变化等,特别是要研究沉积矿产(包括有机可燃矿产中的石油和天然气等)的形成机理、富集和储存规律。

(3) 进行古沉积条件分析,恢复古沉积环境。根据沉积岩中多种沉积相标志及其时空分布特点的综合分析,恢复沉积岩形成时的古气候条件、古地理条件、古介质条件以及大地构造条件等。

(4) 全面研究沉积岩的基本特征和沉积条件,建立沉积相模式,为地层学、层序地层

学、古地理学、地球化学、矿床学、储层地质学以及油气地质学提供沉积地质基础,并不断地为矿产资源普查和勘探提供新的科学依据和信息。

另外,沉积岩石学分析沉积岩的形成演化与地质灾害之间的关系,对相关自然灾害进行科学的预测和防范。

三、研究方法

沉积岩的研究包括野外地质、覆盖区地质与地球物理、室内分析化验以及模拟实验等方法(朱筱敏,2008)。

野外地质观察和描述是研究沉积岩的基础。在野外工作中,可以初步鉴定沉积岩的岩性,描述原生沉积构造,测量岩层产状和厚度,确定岩层之间的接触关系及其成因标志。综合分析研究野外观察到的地质现象,编制相应的野外地质图件,建立沉积岩的沉积序列,明确沉积体的规模和分布,分析沉积岩层的形成条件和成因环境,初步判断沉积岩的含矿性。

在覆盖区(即未出露地表)的沉积岩研究中,最直接的手段是岩心(及岩屑)观察和描述,充分利用岩心资料,对关键井的沉积类型做出科学的判断。由于钻井取心数量有限,还要充分利用多种测井、录井和地震资料进行岩性、电性、物性和含油气性分析,进行沉积相标志、测井相标志和地震相标志的综合研究。利用层序地层学理论,确定沉积序列,建立不同井之间的等时地层格架,恢复沉积盆地不同沉积时期的沉积面貌,揭示沉积体系类型及其空间分布规律。常用的测井曲线包括自然电位、自然伽马、微电极、感应、密度、声波、地层倾角以及成像测井等。常用的地震资料主要是能够反映沉积体系特征的二维地震反射剖面 and 三维地震数据体。

以油气勘探和开发为目标的室内常规分析化验侧重微观的岩石学和岩石地球化学分析,常用岩石薄片和铸体薄片确定岩矿组成、岩性、孔隙类型等,再进行粒度分析、物性分析等。针对不同的岩类和研究目的,进一步采用扫描电子显微镜、电子探针与能谱、X射线衍射、阴极发光、显微荧光、图像分析、包裹体分析、有机地球化学指标分析,以及主量、微量元素分析和碳、氧稳定同位素分析等。利用上述的室内分析化验资料,综合研究沉积岩的岩石学特征,分析其成因,推断沉积环境。同时,可以进行生油层和储层的评价。

20世纪60年代以来,针对世界油气勘探的实际需要,广泛开展了现代沉积考察和室内水槽模拟实验。20世纪90年代以来,建立了河流、三角洲、湖泊以及重力流等沉积体系的大型水槽模拟实验装置。在进行水槽物理模拟实验的同时,也开展了数值模拟研究和沉积物的成岩模拟实验研究。这些实验模拟试图从正演和反演两种途径再现沉积物和沉积岩形成的全过程,为回溯沉积岩的形成和成矿规律提供定性和定量的科学依据。

第二章

沉积岩的形成及演化

沉积岩形成及演化的全部地质历史过程大致可分为三个阶段,即沉积岩原始物质的形成阶段、沉积岩原始物质的搬运和沉积阶段(即沉积物的形成阶段)、沉积后作用阶段。沉积岩的原始物质有母岩的风化产物、火山物质、有机物质以及宇宙物质等,其中母岩的风化产物是最主要的。如前所述,母岩(source rock)是供给沉积岩原始物质成分的岩石,主要是岩浆岩和变质岩,也包括早已形成的沉积岩。

第一节 母岩的风化作用——沉积岩最原始物质的形成

一、风化作用的概念

风化作用(weathering)是指地壳表层的岩石在温度变化、大气、水、生物等因素作用下,发生机械破碎和化学成分变化的一种破坏作用。按其性质可分为物理风化作用、化学风化作用及生物风化作用。

(1) 物理风化作用。

岩石主要发生机械破碎而化学成分不改变的风化作用称为物理风化作用。引起物理风化作用的主要因素有:温度的变化,重力作用,生物的生命活动,晶体生长,水、冰及风的破坏作用。物理风化的总趋势是使母岩崩解,产生碎屑物质(称为陆源碎屑),其中包括岩石碎屑和矿物碎屑。碎屑按大小可进一步划分为砾、砂(沙)、粉砂和泥。

(2) 化学风化作用。

在氧、水和溶于水中的各种酸的作用下,母岩遭受氧化、水解和溶解等化学变化,使其分解而产生新矿物的过程称为化学风化作用。化学风化作用不仅使母岩破碎,而且使其矿物成分和化学成分发生本质的改变。它们在适当的条件下就形成粘土物质和化学沉淀物质(包括真溶液及胶体溶液)。

(3) 生物风化作用。

在岩石圈的上部、大气圈的下部和水圈的全部,几乎到处都有生物的存在。故生物,特别是微生物,在风化作用中能起到巨大的作用。生物对岩石的破坏方式既有机械作用,又有化学作用和生物化学作用;既有直接的作用,也有间接的作用。比如,生物的自然生长直接造成岩石机械破碎;生物生长分泌的有机酸间接造成岩石化学风化。