



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高等院校石油天然气类规划教材

# 沉积岩石学

(第四版)

朱筱敏 主编

石油工业出版社  
Petroleum Industry Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
高等院校石油天然气类规划教材

# 沉积岩石学

(第四版)

朱筱敏 主编

石油工业出版社

## 内 容 提 要

本书是我国石油高等院校地质资源与地质工程、地质学、石油工程等理工科专业沉积岩石学课程规划教材,是在1982年第一版、1992年第二版和2001年第三版教材的基础上修订而成的。全书全面系统地叙述了沉积岩石学的基础知识、基本原理和基本技能,介绍了沉积岩的形成与演化,沉积岩的成分、结构和构造特征,沉积相类型及沉积相模式。该教材内容丰富、概念清楚、图文并茂、理论联系实际、可读性强,反映了近期沉积岩石学、沉积学和岩相古地理学的新进展。

本书除供石油、地矿等高等院校有关专业本科生和研究生的沉积岩石学及沉积相教学需要外,亦可供其他专业教学及广大地学科技人员参考使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

沉积岩石学/朱筱敏主编. - 4版

北京:石油工业出版社,2008.9

普通高等教育“十一五”国家级规划教材·高等院校石油  
天然气类规划教材

ISBN 978-7-5021-6755-4

I. 沉…

II. 朱…

III. 沉积岩石学-高等学校-教材

IV. P588.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第133978号

---

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.cn](http://www.petropub.com.cn)

编辑部:(010) 64523694 发行部:(010) 64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂

---

2008年9月第4版 2008年9月第8次印刷

787×1092毫米 开本:1/16 印张:31

字数:794千字

---

定价:42.00元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

## 编写组人员名单

主 编：朱筱敏

主 审：郑浚茂 中国地质大学（北京）

顾家裕 中国石油勘探开发研究院

参加编写的教师及单位（按姓氏笔画为序）：

王贵文 中国石油大学（北京）

朱筱敏 中国石油大学（北京）

陈世悦 中国石油大学（华东）

何幼斌 长江大学

季汉成 中国石油大学（北京）

沈昭国 西南石油大学

金振奎 中国石油大学（北京）

柳成志 大庆石油学院

钟大康 中国石油大学（北京）

谢庆宾 中国石油大学（北京）

鲍志东 中国石油大学（北京）

## 序 一

中国石油大学（北京）朱筱敏教授主编的《沉积岩石学》教材，经评审及多次修改，现已定稿。它是在前三版的基础上，集中了当前我国石油院校主讲该课程的中青年骨干教师补充修订而成，是石油系统几代沉积学家、教育家，根据教学要求，结合我国油气勘探开发实际所精心编著的教材的继承与发展。

沉积岩石学是石油地质及工程等专业的重要基础课，教材第四版全面系统叙述了沉积岩石学的基础知识、基本原理和基本技能，它包括了各类沉积岩石类型、它们的组成成分、结构构造特征、岩石相类型、沉积相模式……简明介绍了相关工作方法，列举了一些典型实例等。

在第四版的编著工作中，特别注意学科近年来的新进展，在继承原有基本内容和体系的基础上，在各类沉积岩的成因、沉积体系、沉积作用及沉积与油气关系等方面补充了最新的理论与成果。

《沉积岩石学》（第四版）是一本内容丰富、概念清楚、图文并茂，充分反映沉积岩石学的基础性、先进性、实用性，特别是与油气勘探与开发工作密切相结合的特色突出的精品教材。它的出版将为提高教学质量，培养学生的基础理论作出重要贡献，也将使广大的石油地质工作者及其他沉积矿床工作者受益！

朱筱敏

2007. 11. 20.

## 序 二

沉积岩石学是“研究沉积岩（物）的沉积过程、沉积岩的结构、构造、成因、分布和沉积环境产物的科学”（Friedman et al, 1978），主要探讨沉积岩（物）的物质组成、结构、构造、产状和接触关系，并进一步阐明其成因及分布规律，总结沉积岩（物）的形成理论，包括风化、剥蚀、搬运和沉积作用过程及其后时期变化等，进而摸清其有关的成岩和成矿作用机理；分析沉积岩（物）发育特征和空间分布，恢复其形成时的古地理和大地构造环境。随沉积矿产的勘探和开发理论的深化、技术的进步，研究内容越来越精细，技术含量越来越高，沉积岩石学从沉积矿产勘探和开发的实践中汲取营养，同时在沉积矿产的勘探和开发中发挥越来越重要的作用，并指导沉积矿产的勘探和开发。

由朱筱敏教授主编的普通高等教育“十一五”国家级规划教材《沉积岩石学》（第四版）马上就要问世了。受出版社的委托审阅，有幸先睹此书。

本书是在前三个版本的基础上进行的修订，因本人曾先后认真拜读过此书的第二版和第三版，并以此书作为博士生入学考试的参考书，因此该书在我的心目中是一本不可多得的好书，这次修订不但继承了原书的基本精髓，而且增加了不少本学科前沿的最新内容和作者及其同事们在科学实践中所总结的理论、方法，使该书理论性更强、实践上更有用，特别是对大学生更易理解和结合实际的应用，对于硕士和博士生更有新的深度和广度。

本书分为五篇三十章，第一篇分绪论与沉积岩的形成及演化两章，绪论中简要地介绍了沉积岩的基本概念和基本特征，沉积岩石学的研究内容及研究方法，沉积岩石学的历史、现状和发展趋势，以及沉积岩的分类，使读者对沉积岩石学有一个初步的认识，了解一些最基本而又必须掌握的内容，从而引导读者有兴趣进入这个神秘的科学大门。第二章以深入浅出而不失科学严谨的语言介绍了沉积物从原岩的风化、搬运、沉积到成岩的过程及成岩的阶段划分，从而认识沉积岩形成和演化的过程。

第二、第三、第四、第五篇是本书的重点，作者用了很大的篇幅进行了详细的论述，其中第二篇碎屑岩及火山碎屑岩，用了八章的篇幅论述了碎屑岩的成分、碎屑岩的结构及粒度分析、碎屑岩的构造和颜色，同时以粒级分类对碎屑岩中的砾岩和角砾岩、砂岩及粉砂岩、粘土岩、碎屑物沉积后的成岩作用和火山碎屑岩都有详尽的描述，使读者对沉积岩中的碎屑岩的成分、结构粒度、颜色、构造和不同粒级的碎屑岩的特征等有一个基本的认识，对成岩的类型特征和沉积后的成岩过程有一个清晰的概念。

第三篇碳酸盐岩，共四章，介绍了碳酸盐岩的基本特征、两类碳酸盐岩——石灰岩和白云岩的分类和不同岩类的特征、碳酸盐岩沉积后的作用，特别是对白云岩的形成机理作了较详尽的介绍，开阔了读者的眼界，引导读者展开想象的翅膀在科学的海洋中遨游。

第四篇，共一章，介绍了其他沉积岩和矿产。在重点介绍最常见的两种岩石——碎屑岩和碳酸盐岩后，还介绍了能形成重要沉积矿产的蒸发岩、煤和油页岩，反映出作者思维的细致和周到。

第五篇，共十五章，碎屑岩和碳酸盐岩沉积相，本篇是从现代认识古代的钥匙，是以沃尔索相律为基本指导思想的认识论，是用现代和古代相比较的比较沉积学方法而展开的。介

绍了沉积相的概念、综合分类，详尽地论述了碎屑岩沉积中的山麓洪积相、河流相、湖泊相、三角洲相、几种过渡相和海相组沉积相、重力流沉积及沉积相中亚相微相的划分、特征、识别标志、成因，通过对成因的分析，引导读者展开丰富的想象和分析。特别是增加了20世纪90年代以后，随着深海和大洋钻探的开展而发展和完善起来的等深流沉积和内波、内潮汐沉积的理论和实践知识，极大地开拓了读者的视野和知识范畴。对碳酸盐岩沉积相的内容也作了较大的调整，不但介绍了碳酸盐岩沉积相模式，分述了不同沉积单元沉积相的特征、模式和深水碳酸盐岩沉积，还较大幅度地增加了湖泊碳酸盐岩沉积的比重，重点介绍了湖相碳酸盐岩和沉积条件、分布、沉积类型和沉积模式，对陆相碳酸盐岩中的沉积矿产勘探和开发有重要的指导作用。最后一章讨论了沉积作用的控制因素，包括了大地构造、物源、全球海平面变化和气候，引导读者从更宽广的角度去认识沉积岩的成因和分布。

特别应该指出的是，本书的最后给出了一个附录（油区岩相古地理研究方法提纲），并在相关章节后面增加了与油气相关的阐述，对从事油气勘探和开发的人员有重要的引领作用。

总之，本书内容丰富，涉及沉积岩石学的各个方面；结构严谨，层次分明，知识内容逐渐递进；文字流畅简洁，基本概念、定义正确清晰，先介绍前人的概念和定义，后根据当前认识加以说明或重新定义；尽量把最新的资料通过组织、分析和提升后全面地介绍给读者；本书中有大量从中国沉积矿产勘探和开发实践中总结出来的理论和实际的例子，使读者更亲切和可用；书中提供了大量配合文字说明的图件，设计精美、图文并茂。该书无论对于在校的本科生、硕士研究生、博士研究生，还是相关学科的科研人员来说都是一本难得的好书，出版后一定能成为相关学科读者的良师益友。

顾家裕  
2007年11月

## 前 言

沉积岩石学是研究沉积岩（包括沉积矿产）形成、沉积特征、沉积相类型和沉积岩时空分布规律的一门地质科学。沉积岩石学研究具有近 200 年的历史，20 世纪中叶，沉积岩石学得到迅速发展和广大地质工作者的普遍关注。1953 年，在北京石油学院成立之际，吴崇筠教授就在石油地质勘探专业开始了沉积岩石学教学工作。

1958 年，北京石油学院吴崇筠教授编写了《沉积岩石学参考材料》，约 30 万字。此书是我校以后编写并公开出版的沉积岩石学的先导教材和专著。

1961 年，中国工业出版社出版了由北京石油学院矿物岩石教研室主编的《沉积岩石学》，此书是我国第一本公开出版的沉积岩石学教材，全书 38 万字。编写者除主编吴崇筠外，还有冯增昭、冯宝华、赵澄林、管守锐、安延恺、张家环等。

1977 年，华东石油学院勘探系基础地质及石油地质教研室主编的《沉积岩》由石油化学工业出版社出版，全书 53 万字。这是我校编写并公开出版的第二本沉积岩石学专著，全面叙述了不同成因类型砂体与油气勘探之间的关系。

1977 年末，华东石油学院勘探系开始酝酿编写能适应恢复高考后石油高校油气地质与勘探专业教学需要的、反映沉积岩石学新进展的沉积岩石学教材。1982 年，由冯增昭任主编，赵澄林任副主编的《沉积岩石学》（上、下册）由石油工业出版社出版了。该教材大约 71 万字，是我校编写并公开出版的第三本沉积岩石学教材。它在我国石油高校以及其他高校的沉积岩石学教学和科研工作中，发挥了重要作用，得到了广大师生及读者的好评，也受到了联合国教科文组织有关专家的好评。

1986 年，在主编冯增昭教授组织下，开始酝酿《沉积岩石学》（第二版）的编写工作。该教材约 100 万字，1992 年由石油工业出版社出版后，不仅对石油高校沉积岩石学的教学工作起到了很大作用，而且对于石油勘探开发的科研工作起到了积极推动作用，在学术界引起了广泛的反响。该教材曾于 1995 年获石油高校第三届优秀教材特等奖，并于 1997 年获国家优秀教材二等奖。

1998 年，赵澄林教授积极组织编写《沉积岩石学》（第三版），青年教师朱筱敏、鲍志东、季汉成、金振奎、王贵文、涂强、谢庆宾参加教材编写工作。编写人员本着加强基础理论和知识传播、反映学科前沿动态、简明扼要、系统性和可读性强的原则，对《沉积岩石学》（第二版）做了较大的修订工作，特别是在碎屑岩和碳酸盐岩沉积相方面作了较大的改动。该教材在 2001 年由石油工业出版社出版，适应了新时期石油高校教学改革的需要，在地质教学和石油勘探开发研究中发挥了积极作用。该教材被教育部评为普通高等教育“九五”国家级重点教材，并于 2004 年获北京市高等教育精品教材奖。

前三版《沉积岩石学》教材已印刷 10 余次，发行 5 万余册。

随着 21 世纪世界石油工业的快速发展，要求出版能反映在现代沉积环境、海陆相沉积相序、沉积岩石学研究方法、沉积作用模拟、层序地层学（地震沉积学）以及岩性油气藏勘探等领域取得重大进展的沉积岩石学教材。2004 年以来，石油工业出版社和中国石油大学抓住了这个重要机遇，组织中国石油大学、大庆石油学院、西南石油大学和长江大学的教师

对《沉积岩石学》(第三版)教材进行修订完善,并对编写人员进行了调整。《沉积岩石学》(第四版)是“十一五”国家级规划教材,它继承了《沉积岩石学》(第三版)教材概念清楚、理论先进、方法实用、与油气勘探实际密切结合的特点,继承了在沉积岩的形成及演化、沉积岩主要类型和特征、沉积相标志、主要沉积体系类型和特征等方面的完整体系,同时调整了碳酸盐岩沉积的章节,增加了深水牵引流和主要沉积类型的最新理论和实际研究成果,形成了系统、新颖、反映学科前沿动态的教材体系。

沉积岩石学是地质工程专业(石油地质专业)重要的专业基础课之一,可为地层学、层序地层学、地球化学、石油地质学、储层地质学以及测井地质学、地震地层学(地震沉积学)学习和研究提供沉积学基础。该课程是石油地质、矿产普查与勘探、地质工程及相近专业的必修课和专业基础课。课程的主要内容是,全面研究沉积岩的物质成分、结构、构造、岩石产状和岩层之间的关系;总结沉积岩形成的理论,包括风化、搬运、沉积及沉积后变化的理论,特别是研究沉积作用及沉积后作用所形成的物质组分和结构、构造特点;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、主要识别标志和与油气分布之间的关系、沉积相模式、沉积砂体的时空分布,恢复沉积古地理面貌,预测沉积矿产的有利分布地区。同时,介绍沉积岩岩石描述、确定沉积过程、恢复沉积相以及预测有利生储盖分布地区的综合研究方法。

该课程的教学思想是:“拓宽基础知识,提高理论水平,推行素质教育,突出实际能力”,建议教学学时为120学时(含20学时实验课)。

本书继承了《沉积岩石学》前三版的体系和主要内容,吸收了许多著作者的见解和成果,在此深表谢意。《沉积岩石学》(第四版)教材编写人员均是石油院校主讲教师,具有丰富的教学和相关科研经验,这次教材的具体编写分工如下:

朱筱敏任主编,编写第一、第五、第七、第十六、第十七、第十八、第二十、第二十二、第二十四、第三十章;季汉成编写第二、第六、第八、第十章;谢庆宾编写第三章和附录;柳成志编写第四章;钟大康编写第九、第十四章;金振奎编写第十一、第十三、第二十六章;鲍志东编写第十二、第二十五、第二十八章;王贵文编写第十五、第十九、第二十九章;陈世悦编写第二十一章;何幼斌编写第二十三章;沈昭国编写第二十七章。

2007年10月全书修订编写完毕,并提交中国地质大学(北京)郑浚茂教授和中国石油勘探开发研究院顾家裕教授评审。主审人对教材进行了认真详细审阅,提出了许多建设性的修改意见。根据主审人的评审意见,各位编者又对所编章节进行了修改,最后经主编统一审校、加工、定稿后交石油工业出版社出版。

在教材编写过程中,石油工业出版社和中国石油大学领导给予了关心和支持。石油工业出版社教材出版中心的领导和责任编辑、中国石油大学教务处的领导也给予了大力帮助,在此深表感谢。

愿《沉积岩石学》(第四版)这本精品教材对我国高等院校本科生、研究生的沉积岩石学的教学和沉积矿产勘探开发研究工作的发展能够起到地质理论基础作用和应用指导作用。

朱筱敏

2007年10月10日

# 目 录

## 第一篇 总 论

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| 第一章 绪论                   | ( 1 )  |
| 第一节 沉积岩的基本概念及基本特征        | ( 1 )  |
| 第二节 沉积岩石学的基本概念、研究内容及研究方法 | ( 2 )  |
| 第三节 沉积岩石学的历史、现状及发展趋势     | ( 4 )  |
| 第四节 沉积岩的分类               | ( 7 )  |
| 第二章 沉积岩的形成及演化            | ( 9 )  |
| 第一节 母岩的风化作用——沉积岩最原始物质的形成 | ( 9 )  |
| 第二节 碎屑物质的搬运和沉积作用         | ( 17 ) |
| 第三节 溶解物质的搬运和沉积作用         | ( 31 ) |
| 第四节 沉积后作用及其阶段的划分         | ( 35 ) |

## 第二篇 碎屑岩及火山碎屑岩

|                 |         |
|-----------------|---------|
| 第三章 碎屑岩的成分      | ( 40 )  |
| 第一节 碎屑成分        | ( 40 )  |
| 第二节 填隙物成分       | ( 46 )  |
| 第三节 化学成分        | ( 49 )  |
| 第四章 碎屑岩的结构及粒度分析 | ( 53 )  |
| 第一节 碎屑颗粒的结构     | ( 53 )  |
| 第二节 胶结类型及颗粒支撑性质 | ( 62 )  |
| 第三节 孔隙结构和结构成熟度  | ( 63 )  |
| 第四节 粒度分析        | ( 64 )  |
| 第五章 碎屑岩的构造和颜色   | ( 80 )  |
| 第一节 沉积构造的分类     | ( 80 )  |
| 第二节 层理          | ( 81 )  |
| 第三节 层面构造        | ( 91 )  |
| 第四节 变形构造        | ( 94 )  |
| 第五节 化学成因构造      | ( 96 )  |
| 第六节 生物成因的构造     | ( 98 )  |
| 第七节 碎屑岩的颜色      | ( 100 ) |
| 第六章 砾岩和角砾岩      | ( 103 ) |
| 第一节 砾岩的一般特征     | ( 103 ) |
| 第二节 砾岩的分类       | ( 103 ) |
| 第三节 砾岩主要成因类型    | ( 105 ) |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| <b>第七章 砂岩及粉砂岩</b> .....      | (109) |
| 第一节 砂岩的一般特征.....             | (109) |
| 第二节 砂岩的分类.....               | (109) |
| 第三节 石英砂岩类.....               | (114) |
| 第四节 长石砂岩类.....               | (117) |
| 第五节 岩屑砂岩类.....               | (119) |
| 第六节 杂砂岩类.....                | (122) |
| 第七节 粉砂岩类.....                | (123) |
| 第八节 砂岩油气储集性能及研究方法.....       | (124) |
| <b>第八章 粘土岩</b> .....         | (126) |
| 第一节 概述.....                  | (126) |
| 第二节 粘土岩的物质成分.....            | (126) |
| 第三节 粘土岩的结构、构造和颜色.....        | (130) |
| 第四节 粘土岩的分类和沉积后变化.....        | (132) |
| <b>第九章 碎屑沉积物的沉积后作用</b> ..... | (137) |
| 第一节 压实和压溶作用.....             | (137) |
| 第二节 胶结作用.....                | (140) |
| 第三节 交代作用和重结晶作用.....          | (144) |
| 第四节 溶解作用与次生孔隙.....           | (148) |
| 第五节 碎屑岩成岩阶段划分及其主要标志.....     | (151) |
| <b>第十章 火山碎屑岩</b> .....       | (154) |
| 第一节 火山碎屑岩的成分.....            | (154) |
| 第二节 火山碎屑岩的结构、构造特征及颜色.....    | (156) |
| 第三节 火山碎屑岩的分类及命名.....         | (157) |
| 第四节 主要岩类及其特征.....            | (158) |
| 第五节 火山碎屑岩的成因类型及其标志.....      | (160) |

### 第三篇 碳酸盐岩

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| <b>第十一章 碳酸盐岩概论</b> ..... | (163) |
| 第一节 概述.....              | (163) |
| 第二节 碳酸盐岩的成分及颜色.....      | (165) |
| 第三节 碳酸盐岩的结构组分.....       | (168) |
| 第四节 碳酸盐岩的构造.....         | (177) |
| <b>第十二章 石灰岩</b> .....    | (182) |
| 第一节 石灰岩的结构分类.....        | (183) |
| 第二节 石灰岩的主要类型.....        | (188) |
| <b>第十三章 白云岩</b> .....    | (191) |
| 第一节 白云岩岩类学.....          | (191) |
| 第二节 白云岩的生成机理.....        | (193) |
| 第三节 白云岩的成因分类.....        | (200) |

|             |                           |       |
|-------------|---------------------------|-------|
| <b>第十四章</b> | <b>碳酸盐沉积物的沉积后作用</b> ····· | (202) |
| 第一节         | 碳酸盐沉积物沉积后作用的主要类型·····     | (202) |
| 第二节         | 碳酸盐沉积物沉积后作用的环境及特征·····    | (208) |
| 第三节         | 成岩序列和成岩阶段·····            | (210) |

#### **第四篇 其他沉积岩及矿产**

|             |                       |       |
|-------------|-----------------------|-------|
| <b>第十五章</b> | <b>其他沉积岩及矿产</b> ····· | (214) |
| 第一节         | 其他沉积岩·····            | (214) |
| 第二节         | 煤及其形成演化·····          | (234) |
| 第三节         | 油页岩·····              | (239) |

#### **第五篇 碎屑岩和碳酸盐岩沉积相**

|              |                                 |       |
|--------------|---------------------------------|-------|
| <b>第十六章</b>  | <b>沉积相概念及综合分类</b> ·····         | (241) |
| 第一节          | 沉积相概念·····                      | (241) |
| 第二节          | 沉积相综合分类·····                    | (245) |
| <b>第十七章</b>  | <b>山麓—洪积相</b> ·····             | (248) |
| 第一节          | 山麓—洪积相沉积过程及沉积类型·····            | (248) |
| 第二节          | 冲积扇沉积模式·····                    | (251) |
| 第三节          | 古代冲积扇鉴别标志及冲积扇与油气关系·····         | (254) |
| <b>第十八章</b>  | <b>河流相</b> ·····                | (257) |
| 第一节          | 河流沉积过程及河流分类·····                | (257) |
| 第二节          | 河流沉积模式·····                     | (260) |
| 第三节          | 古代河流鉴别标志及河流与油气关系·····           | (273) |
| <b>第十九章</b>  | <b>湖泊相</b> ·····                | (276) |
| 第一节          | 湖泊沉积环境特点及其沉积作用·····             | (276) |
| 第二节          | 湖泊沉积模式·····                     | (280) |
| 第三节          | 古代湖泊鉴别标志及湖泊与油气关系·····           | (288) |
| <b>第二十章</b>  | <b>三角洲相</b> ·····               | (291) |
| 第一节          | 三角洲沉积环境特点及其沉积作用·····            | (291) |
| 第二节          | 三角洲沉积特征·····                    | (296) |
| 第三节          | 古代三角洲沉积鉴别标志及三角洲与油气关系·····       | (316) |
| <b>第二十一章</b> | <b>障壁岛、潟湖、潮坪和河口湾相</b> ·····     | (319) |
| 第一节          | 障壁岛、潟湖、潮坪和河口湾沉积环境特点及其沉积作用·····  | (319) |
| 第二节          | 障壁岛、潟湖和潮坪沉积特征·····              | (321) |
| 第三节          | 河口湾沉积特征·····                    | (328) |
| 第四节          | 古代障壁岛、潟湖、潮坪和河口湾鉴别标志及其与油气关系····· | (330) |
| <b>第二十二章</b> | <b>海相组沉积相</b> ·····             | (333) |
| 第一节          | 海洋沉积环境与沉积特征·····                | (333) |
| 第二节          | 海相碎屑岩沉积模式·····                  | (342) |
| 第三节          | 海相组沉积鉴别标志及其与油气关系·····           | (353) |

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| 第二十三章 深水牵引流沉积·····        | (355) |
| 第一节 等深流沉积·····            | (355) |
| 第二节 内波、内潮汐沉积·····         | (361) |
| 第二十四章 重力流沉积及沉积相·····      | (372) |
| 第一节 沉积物重力流形成的基本条件和类型····· | (372) |
| 第二节 重力流沉积物(岩)的基本特征·····   | (378) |
| 第三节 浊流沉积相模式·····          | (384) |
| 第二十五章 碳酸盐岩沉积环境和沉积相·····   | (392) |
| 第一节 碳酸盐沉积作用的基本特点·····     | (392) |
| 第二节 现代碳酸盐沉积环境·····        | (393) |
| 第三节 碳酸盐岩沉积相模式·····        | (399) |
| 第二十六章 碳酸盐台地沉积环境·····      | (407) |
| 第一节 沉积环境类型及特征·····        | (407) |
| 第二节 台地沉积模式·····           | (411) |
| 第三节 碳酸盐台地沉积与油气关系·····     | (417) |
| 第二十七章 礁和礁相·····           | (419) |
| 第一节 礁沉积环境特点及其沉积作用·····    | (419) |
| 第二节 礁相和礁复合体沉积模式·····      | (425) |
| 第三节 礁的分布规律及礁与油气关系·····    | (429) |
| 第二十八章 海相深水碳酸盐沉积·····      | (435) |
| 第一节 正常沉积作用·····           | (435) |
| 第二节 事件沉积作用·····           | (437) |
| 第二十九章 湖泊碳酸盐沉积·····        | (444) |
| 第一节 湖相碳酸盐岩沉积条件与分布规律·····  | (444) |
| 第二节 湖相碳酸盐岩沉积类型与沉积模式·····  | (446) |
| 第三节 湖相碳酸盐岩的鉴别标志与油气关系····· | (453) |
| 第三十章 沉积作用的控制因素·····       | (455) |
| 第一节 地质历史中的沉积作用·····       | (455) |
| 第二节 沉积作用控制因素分析·····       | (459) |
| 附录 油区岩相古地理研究方法提纲·····     | (464) |
| 参考文献·····                 | (480) |

# 第一篇 总 论

---

## 第一章 绪 论

### 第一节 沉积岩的基本概念及基本特征

沉积岩是组成地球岩石圈的三大类岩石（沉积岩、岩浆岩、变质岩）之一。它是在地壳表层的条件下，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。

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。它是包围地球表面的一个特定圈层，沉积岩就生成在这个圈层中，所以可以把它称作沉积岩生成圈或沉积圈。

地壳表层条件具有特定的地质含义，是指地表温度、压力和存在的多种风化搬运沉积作用。具体的特征如下。

#### 一、温度

地壳表层的温度变化范围不大。根据现代的地理学资料，地表最高温度见于非洲中部，可达  $85^{\circ}\text{C}$ ；最低温度见于俄罗斯西伯利亚北部勒拿河右岸北极圈内的维尔霍扬斯克，可达  $-70^{\circ}\text{C}$ 。因此，地表的最大温差达  $150\sim 160^{\circ}\text{C}$ 。

#### 二、压力

海平面的压力为  $0.1\text{MPa}$  ( $1\text{atm}$ )，山区不到  $0.1\text{MPa}$ 。如果按水深每增加  $10\text{m}$ ，压力增加  $0.1\text{MPa}$  计算，则  $200\text{m}$  水深的浅海海底压力约为  $2\text{MPa}$ ，深海海底的压力为  $100\text{MPa}$  以上。一般来说，绝大部分沉积岩形成的压力在  $0.1\sim 2\text{MPa}$  范围内。

#### 三、水和大气的作用

水和大气是母岩风化的主要营力，也是母岩风化产物以及火山物质等搬运的主要介质。绝大多数沉积岩都是在水体中沉积的，所以有些人把沉积岩称作水成岩。此外，还有主要由风的作用形成的风成岩和主要由冰川作用形成的冰碛岩等沉积岩。相反，在岩浆岩和变质岩的形成过程中，水和大气作用是不重要的。

#### 四、生物作用和生物化学作用

生物作用和生物化学作用也是沉积岩形成的重要因素。有的沉积岩，如生物礁石灰岩、硅藻岩和煤等，主要是由生物遗体形成的，此即所谓的生物岩。还有一些沉积岩，是在生物

作用的影响下或参与下，通过生物化学作用形成的，这类沉积岩统称为生物化学岩。相反，在岩浆岩及变质岩的形成过程中，生物作用及生物化学作用则是微不足道的。

## 五、事件沉积作用

目前已发现的事件沉积作用及其岩石类型是多种多样的，它在沉积岩的形成过程中具有特定的作用。如沉积物重力流形成的浊积岩、风暴沉积作用形成的风暴岩、洪水沉积作用形成的洪水岩、等深流沉积作用形成的等深积岩、地震沉积作用形成的震积岩、火山爆发沉积作用形成的火山碎屑沉积岩以及陨石雨作用形成的陨石岩等。它们与其他正常沉积作用和沉积岩共生在一起。

## 六、沉积岩的分布

沉积岩在地壳表层分布甚广，陆地面积的大约四分之三被沉积物（岩）所覆盖着，而海底几乎全部被沉积物（岩）所覆盖。但从体积而言，沉积岩约占岩石圈体积的 5%，而岩浆岩及变质岩约占 95%。由此可知，沉积岩主要分布在岩石圈的上部和地壳表层部分。至于沉积岩在地壳表层的具体厚度，则是变化很大的。有的地方可达几十公里，如高加索地区，仅中生代和新生代的沉积岩厚度就达 20~30km；但有的地方则很薄，甚至没有沉积岩的分布，直接出露岩浆岩和变质岩。地球物理和深井钻探证实：现代和古代沉积物大量沉积的场所为大陆边缘和大陆内部的拗陷带，在这些地方可以形成巨厚的沉积岩层，是沉积地质学的主要研究对象。

沉积岩中蕴藏着大量矿产。世界资源总储量的 75%~85% 是沉积和沉积变质成因的。石油、天然气、煤、油页岩等可燃有机矿产以及盐类矿产，几乎全部是沉积成因的。铁矿的 90%、铅锌矿的 40%~50%、铜矿的 25%~30%、锰矿和铝矿的绝大部分以及其他许多金属和非金属矿产，也都是沉积或沉积变质成因的。可见，沉积岩及沉积矿产在国民经济中占有极为重要的地位。

## 第二节 沉积岩石学的基本概念、研究内容及研究方法

### 一、基本概念

沉积岩石学是研究沉积岩的物质成分、结构构造、岩石类型、沉积物沉积作用和沉积物形成环境以及沉积岩分布规律的一门科学。

沉积岩石学不仅研究古代的沉积岩层，还大量研究现代沉积物，进行比较沉积学研究；除了研究沉积物沉积特点外，还进行模拟实验，深入探讨沉积作用机理；不仅全面、系统地进行沉积相和岩相古地理条件分析，还研究其时空演化及其与大地构造、沉积矿产勘查之间的关系。现在，人们越来越明显地把沉积岩石学与沉积学研究密切地联系起来，因为沉积学是在沉积岩石学的基础上发展起来的，两者的研究内容是相互渗透和密不可分的。

石油及天然气生成于沉积岩中，绝大部分也储集于沉积岩中。其实，石油和天然气本身也和煤、油页岩、盐类及其他一些沉积矿产一样，也是一种沉积岩，只不过是液态和气态罢了。因此，从事沉积矿产普查与勘探的地质研究人员，必须了解和掌握沉积岩石学的基本知识、基本理论和研究方法。沉积岩石学（含沉积相）是一门重要的基础地质课程。

## 二、主要研究内容

沉积岩石学是在 19 世纪初期发展起来的。早期的沉积岩石学研究仅限于岩石的描述、鉴定，作为地层划分和对比的依据之一。近二十年来它的研究内容有了巨大的发展，主要表现在以下几个方面。

(1) 全面地研究沉积岩(物)的物质组分、结构、构造、分类命名、岩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，并不断为矿产资源普查和勘探提供新的科学依据和信息。另外，还研究沉积岩的形成演化与地质灾害之间的关系，科学地对相关自然灾害进行预测。

## 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以及室内分析化验等方法。

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，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。

在覆盖区的沉积岩研究中，最直接的手段是沉积岩的岩心观察和描述，要充分利用岩心资料，对关键井的沉积类型作出科学判断。由于钻井取心数量有限，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，表明沉积体系类型及其空间分布规律。经常使用的测井曲线是自然电位、自然伽马和微电极、感应、密度、声波、地层倾角以及成像测井等。经常使用的地震资料主要是能够反映沉积体系特征的二维和三维地震反射剖面。

以油气勘探和开发为重点的室内常规研究主要是以薄片鉴定为主，再辅之一些常规分析，如铸体薄片分析、粒度分析和物性分析等；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，以及粘土矿物和碳、氧、硫等的稳定同位素分析。利用上述室内分析化验资料，综合研究沉积岩的岩石学特征，推断恢复沉积环境。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，还广泛开展了现代沉积考察，室内水槽模拟实验。20 世纪 90 年代以来又建立了河流、三角洲、湖泊以及重力流等沉积体系的大型水箱模拟实验装置，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。

### 第三节 沉积岩石学的历史、现状及发展趋势

#### 一、沉积岩石学的诞生、发展及沉积学的形成

回顾过去展望未来,沉积岩石学的发展与人类的生存和能源工业发展密切相关。

近代地质科学的奠基者是 C. 莱伊尔。1830 年,莱伊尔出版了具有划时代意义的《地质学原理》,建立了地质学研究的现实主义方法,成为地质科学领域各方面研究的指南。“现代是打开过去的钥匙”就是对现实主义方法的阐明,现今我们常用“将今论古”或“比较地质学”的术语来表述现实主义方法。《地质学原理》出版之后,莱伊尔的现实主义地质观念成为研究地质学的主导思想。1894 年,沃索(J. Walther)出版了专著《作为历史科学的地质学导论》,在这本专著中,沃索提出了现今被大家广泛使用的相序定律(Walther's law),使地质学及沉积学成为比较系统的地质科学。后来,瑞士地质学家研究阿尔卑斯山冰川沉积时提出了岩相(facies)概念。1837~1842 年,C. 达尔文随挑战号考察船周游世界时研究过珊瑚礁。

沉积岩石学作为一门独立的学科出现在 19 世纪后半叶。英国地质学家索比(Sorby, 1850)是沉积岩石学的奠基者,他是第一个用显微镜研究沉积岩的科学家。从此,沉积岩石学的研究领域由宏观深入到了微观,这是一个突破性发展。

1894~1931 年,沉积学进入专业化研究阶段,开始应用声波测深技术探测水深、X 衍射技术研究细粒沉积物成分。1913 年,葛利普出版了反映现实主义原理的专著《地层学原理》。1914 年,吉尔伯特(G. K. Gilbert)利用水槽实验研究沉积作用机制。1926 年,温特沃斯(C. K. Wentworth)提出了符合流体力学规律的、以 2 的幂次作为划分碎屑颗粒的粒级界限,以 2mm 直径作为砂的粒级上限。1913 年,美国经济古生物学家和矿物学家学会出版了《沉积岩石学杂志》第一卷,成为沉积学专业化的标志。

到 20 世纪上半叶,沉积岩石学有了较全面的发展,特别是在沉积岩类、成岩作用、沉积学定量研究、沉积作用与构造作用之间的关系等方面取得了明显进展。这一时期,欧美国出版了一些具有代表性的沉积岩石学专著和教材,如,哈奇和拉斯泰尔(Hatch and Rastall, 1913, 1923, 1938)的《沉积岩石学》、米尔纳尔(Milner, 1922, 1927)的《沉积岩石学导论》、米尔纳尔(Milner, 1929, 1940)的《沉积岩石学》、童豪富(Twenhofol, 1925, 1932)的《沉积作用文集》、童豪富(Twenhofol, 1939, 1950)的《沉积作用原理》、裴蒂庄(Pettijohn, 1949)的《沉积岩》、克鲁宾和施洛斯(Krumbein and Sloss, 1950)的《地层学与沉积作用》等。

20 世纪 40~50 年代,前苏联的沉积岩石学研究大有后来居上之势,如普斯托瓦洛夫(Пустовалов)的《沉积岩石学》、什维佐夫(Швецов)的《沉积岩石学》、鲁欣(Рухин)的《沉积岩石学原理》、斯特拉霍夫(Страхов)主编的《沉积岩研究方法》、鲁欣(Рухин)主编的《沉积岩石学手册》、斯特拉霍夫(Страхов)主编的《沉积岩石学原理》等,使沉积岩石学又有了新的发展。这些著作和教材在我国被广泛应用,产生较大影响。

20 世纪 60~70 年代,沉积岩石学的发展首先表现在浊流学说的提出(Kuenen and Mighiorini, 1956)和完善(Bouma, 1962),之后浊流学说又发展成为沉积物重力流理论