

高等学校试用教材

沉积岩石学

成都地质学院 刘宝珺 主编

地质出版社

高等学校试用教材

沉积岩石学

成都地质学院

刘宝珺 主编

地质出版社

内 容 简 介

本书主要介绍沉积岩的形成机理、各类沉积岩的特征及成因、沉积环境的鉴别,以及沉积作用演化与成岩成矿作用的某些规律性。书中不仅叙述了各种沉积岩的主要特点,而且特别注意阐明各种特点的成因意义及分析方法,重点阐明了沉积特征在分析古环境中的意义。在介绍沉积形成机理时,深入地说明了沉积形成及演化的过程,以及由此而在沉积岩中留下的痕迹——沉积环境(或成因)标志,及成岩后生的标志。

用板块构造的观点来分析沉积盆地的成因和沉积作用问题,以及用成岩后生作用的原理来解释沉积期后矿床的形成作用问题,是近几年来国内外方兴未艾的研究课题,在本书中,作者根据国内外最新的材料也作了介绍和讨论。

本书主要作为找矿、勘探、石油地质专业院(系)学生的教学用书,也可供广大地质、矿山工作者及有关研究人员参考。

全书共 75 万余字,附图 300 余幅。

沉 积 岩 石 学

成都地质学院

刘宝珺 主编

地质部教育司教材室编辑

地质出版社出版

(北京西四)

地质印刷厂印刷

(北京安德路47号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张:31 $\frac{5}{8}$ ·字数:769,000

1980年7月北京第一版·1980年7月北京第一次印刷

印数 1—17,390 册·定价 4.40 元

统一书号:15038·数 83

前 言

沉积岩石学是一门地质基础理论学科，它主要研究沉积物和沉积岩的形成机理、主要岩石类型的特征及其成因、现代的特别是古代的地理景观及其对沉积的影响和不同环境下所形成的沉积物（岩）的特征。

本书内容和份量适合找矿、勘探、石油地质等地质类专业，以及综合性大学地质系学生之用，也可供地质、矿山、石油、煤田地质工作者，及有关地质人员参考。

本书是根据由十几个地质院（系）审订的教材编写大纲写成的，书中特别注意阐明基础理论（如水力学、物理化学）在解释沉积形成机理方面的应用问题，概念与定义、分类与命名问题，现代沉积模式的应用问题；加强了对沉积特征的观察与分析方面的问题，以及应用于成矿作用及大地构造作用的沉积学原理的讨论。

本书由成都地质学院岩石教研室刘宝珺副教授担任主编，参加编写的人员有成都地质学院余光明、张锦泉、王正瑛、张长俊、徐新煌、夏文杰、李建林、冯国荣、林文球、田启芳、崔秉荃等同志，以及曾冗孚副教授；此外，武汉地质学院何镜宇副教授、长春地质学院孟祥化副教授、南京大学方邳森老师也参加了一部分编写及修改工作。最后审订工作由何镜宇副教授担任。

在本书编写过程中，华东石油学院冯增昭副教授、西安地质学院邵维俊副教授、西南石油学院方少仙同志，以及其它兄弟院校和生产单位同志还热心提供资料或提出宝贵意见，还得到成都地质学院绘图室和照相室同志的大力支持，在此表示感谢！

由于编者学习和实践不多，本书错漏和讲解不够清楚之处在所难免，衷心希望广大读者不吝指教。

编者 1979年7月

CAL 65/09

目 录

前 言	I
绪 论	1
一、沉积岩的基本概念	1
二、沉积岩石学及其任务	4
三、沉积岩石学的研究方法	4
四、沉积岩石学的现状	6
第一篇 沉积岩的形成及一般特征	
第一章 风化作用	8
第一节 概 述	8
第二节 物理风化作用	9
第三节 化学风化作用	9
第四节 生物风化作用	14
第五节 元素的风化分异和风化作用的阶段性及分带性	15
第六节 主要造岩矿物在风化带中的稳定性和习性	18
第七节 风化产物和母岩在风化过程中的变化	21
第八节 影响风化作用的主要因素	25
第二章 物质的搬运与沉积作用	27
第一节 概 述	27
第二节 水的机械搬运与沉积作用	27
第三节 风的搬运与沉积作用	39
第四节 冰的搬运与沉积作用	42
第五节 浊流的搬运与沉积作用	42
第六节 搬运过程中碎屑物质的变化	45
第七节 溶解物质的搬运与沉积作用	48
第八节 生物的搬运与沉积作用	54
第九节 关于沉积分异作用	55
第三章 沉积物埋藏后的变化	59
第一节 概 述	59
第二节 沉积演化阶段的划分及特点	60
第三节 各阶段变化的控制因素	67
第四节 主要的成岩—后生变化简述	72
第四章 沉积岩的基本特征	80
第一节 概 述	80
第二节 沉积岩的物质成分	80

第三节 沉积岩的构造·····	81
第四节 沉积岩的颜色·····	97

第二篇 沉积岩各论

第五章 沉积岩的分类·····	99
一、概 述·····	99
二、重要的分类方案的述评·····	100
三、本书采用的沉积岩分类·····	103
第六章 陆源碎屑岩—砾岩、砂岩及粉砂岩·····	104
第一节 概 述·····	104
第二节 碎屑岩的结构·····	105
第三节 碎屑岩的物质成分·····	113
第四节 砾岩和角砾岩·····	117
第五节 砂岩·····	123
第六节 粉砂岩·····	136
第七章 粘土质岩石(泥质岩)·····	137
第一节 概 述·····	137
第二节 粘土质岩石的物质成分·····	139
第三节 粘土质岩石的结构、构造与颜色·····	150
第四节 粘土质岩石的分类和主要类型·····	153
第五节 粘土质岩石的成岩后生变化·····	157
第六节 粘土矿床·····	162
第八章 火山碎屑岩·····	166
第一节 概 述·····	166
第二节 火山碎屑物质·····	166
第三节 火山碎屑岩的结构与构造·····	169
第四节 火山碎屑岩的分类与命名·····	174
第五节 火山碎屑岩的类型·····	175
第六节 火山碎屑岩的成因类型及形成机理·····	180
第七节 次生变化及有关矿产·····	190
第九章 碳酸盐岩·····	192
第一节 概 述·····	192
第二节 碳酸盐岩的成分·····	192
第三节 碳酸盐岩的结构、构造及孔隙·····	194
第四节 碳酸盐岩的分类和命名·····	203
第五节 碳酸盐岩的岩石类型·····	210
第六节 碳酸盐岩的成因·····	215
第七节 碳酸盐岩的成岩后生变化·····	219
第十章 硅质岩·····	225
第一节 概述·····	225

第二节	硅质岩的主要类型	226
第三节	硅质岩的成因	229
第四节	硅质岩的成岩后生变化及硅化作用	232
第五节	硅质岩的地质分布和实际用途	233
第十一章	其它沉积岩类	235
第一节	铝质岩	235
第二节	铁质岩	241
第三节	锰质岩	246
第四节	磷质岩	248
第五节	蒸发岩	257
第六节	铜质岩	266
第七节	沸石质岩	272
第八节	海绿石质岩	276
第三篇 沉积环境及古环境分析		
第十二章	环境、相、沉积模式的概念及分类	281
第十三章	沉积环境的识别标志	286
第一节	概述	286
第二节	成分的成因意义	286
第三节	生物标志	295
第四节	粒度分布及粒度参数	307
第五节	作为成因标志的波痕与层理	320
第六节	沉积岩的定向性标志及与沉积环境的关系	338
第十四章	沉积环境分论 (一)	345
第一节	冰川环境	345
第二节	沙漠环境	350
第三节	河流环境	354
第四节	湖泊环境	370
第五节	沼泽环境	379
第六节	三角洲环境	381
第七节	河口湾环境	393
第十五章	沉积环境分论 (二)	396
第一节	无障壁海岸 (滨海) 环境	397
第二节	有障壁海岸及陆表海环境	406
第三节	浅海陆棚环境	425
第四节	生物礁	430
第五节	次深海及深海环境	437
第六节	浊流环境	439
第四篇 沉积作用的演化及成岩成矿作用方面的某些规律性问题		
第十六章	沉积盆地及沉积作用的规律性	449

第一节	沉积盆地·····	449
第二节	板块构造和沉积盆地的分类·····	453
第三节	沉积建造·····	458
第四节	气候对沉积岩形成的影响·····	466
第五节	生物对沉积岩形成的影响·····	469
第十七章	沉积形成演化过程中的成矿作用问题·····	471
第一节	沉积演化的阶段与层状矿床和层控矿床的形成·····	471
第二节	风化分异作用、沉积分异作用及沉积期后分异作用与矿床的形成··	472
第三节	成岩—后生—表生成岩变化过程中控制成矿的因素·····	474
第四节	层状矿床和层控矿床的岩相控制·····	481
附录：	碳酸盐岩生物化石碎屑的研究·····	490
主要参考文献 ·····		495

绪 论

一、沉积岩的基本概念

沉积岩是在地表及地表下不太深的地方形成的一种地质体，它是在常温常压下由风化作用、生物作用和某种火山作用形成的物质经过改造（如搬运、沉积与石化作用）而成的岩石。

同岩浆岩、变质岩相比较，沉积岩是有自己的特点的，这些特点表现在以下方面。

一、矿物成分的特点

在沉积岩中已知的矿物达 160 种以上，但是组成岩石的 99% 以上的矿物只有 20 种，而在一种岩石中常见的主要（造岩）矿物不过 1~3 种，通常不超过 5~6 种。沉积岩的矿物组成与岩浆岩不同，它有自己的特点（表1）。

从表 1 中可以看出，沉积岩的矿物组成可分为三类：

沉积岩与岩浆岩的平均矿物成分（%）

表 1

矿 物	沉 积 岩		岩浆岩平均成分 (65%花岗岩 + 35%玄武岩)
	按列斯与密德 (1915)	按 克 里 宁 (1948)	
石英	34.80	31.50	20.40
玉髓	—	9.00	—
云母 + 绿泥石	20.40	19.00	7.76
长石	15.57	7.50	49.29
高岭石及其它粘土矿物	9.22	7.50	—
碳酸盐	13.63	20.50	—
氧化铁矿物	4.10	3.00	4.6
石膏	0.97	—	—
碳质	0.73	—	—
橄榄石	—	—	2.65
普通角闪石	—	—	1.60
普通辉石	—	—	12.90
其它矿物	0.58	3.0	0.88

1. 在岩浆岩中大量存在，而在沉积岩中很稀少的矿物，如橄榄石、普通角闪石、普通辉石等铁镁矿物。这些矿物是在高温高压下由岩浆作用形成的，而转入地表的常温常压条件下则不稳定。在风化作用阶段被大量地风化分解，能保存下来的是很少的，仅在个别的情况下能以含量很少的重矿物的形式保存下来。

2. 在岩浆岩和沉积岩中都是比较多的矿物，如钾长石、酸性斜长石及石英。这些矿物是在岩浆作用的晚期形成的，因而在地表环境中就比较稳定，在沉积岩中的含量也就比较

高。其中以石英最为稳定,含量也最多,其在沉积岩中的相对含量甚至超过了岩浆岩。长石系列中比较稳定的是钾长石和酸性斜长石,而基性斜长石和中性斜长石是岩浆早期和中期形成的,它们在地表条件下不稳定或比较不稳定,在沉积岩中很少见,因此在沉积岩中的长石含量比起岩浆岩来要少得多。

3. 在沉积作用的过程中新生成的矿物,如盐类矿物、某些氧化物或氢氧化物、粘土矿物、碳酸盐矿物等。其中一部分是在石化作用的过程中形成的。它们又称为自生矿物。这部分矿物也是沉积岩的主要矿物组成之一,是在地表的常温常压、而且是在 O_2 、 CO_2 、 H_2O 很充足的条件下生成的。

由此可见,沉积岩与岩浆岩在矿物成分上的差异,无论是在质的方面或者量的方面都表现得十分清楚。它们在矿物成分上的差异,主要是由于它们在生成条件方面的不同所决定的。如果说,岩浆岩矿物是由于岩浆熔融体冷凝结晶形成的,即由于复杂的物理化学作用的结果而产生的,那么,沉积岩矿物则是在更为多样的表生作用环境下形成的。而且沉积岩矿物的生成作用还往往是在有机物或者某些细菌的直接或者间接地参与下进行的,这更是沉积岩矿物的一个独特的成因特点。

二、化学成分的特点

如果我们把沉积岩和岩浆岩化学成分的平均数据(见表2、表3)加以比较时,就可以发现,这些数据是十分接近的。这并不是一种偶然的现象,因为沉积岩基本上是由岩浆岩的风化破坏产物而生成的。但是,如果仔细研究这些数据,就可以发现,在化学成分上,沉积岩同岩浆岩仍然有很大的差别。如:

沉积岩和岩浆岩的平均化学成分 (按元素%)

表 2

元 素	沉 积 岩 (按费尔斯曼, 1934, 维尔纳茨基, 1950)	沉 积 岩 (按魏克曼, 1954)	岩 浆 岩 (按华盛顿和克拉克, 1924)
O	49.95	约46.0	46.4
Si	27.55	28.7	27.7
Al	6.93	9.5	8.1
Fe	3.90	5.8	5.1
Ca	3.82	0.4	3.6
Mg	1.53	1.4	2.1
K	2.33	2.6	2.6
Na	0.82	1.0	2.8
Ti	0.34	0.6	0.7
C	2.01	—	—
其 它	0.83	4.0	1.0
总 和	100.00	100.00	100.00

1. Fe_2O_3 与 FeO 的对比关系,在沉积岩和岩浆岩中铁的总含量是大体相同的,但在沉积岩中多半是 Fe_2O_3 ,而在岩浆岩中 FeO 则略高于 Fe_2O_3 。这是因为岩浆岩是在地下深处缺乏自由氧的条件下生成的,所以氧化亚铁多于氧化铁。相反,沉积岩则是在有充足的自由氧的地表的条件下形成的。当岩浆岩出露于地表经受风化作用时,受到了强烈的氧化作用,将低价氧化物转变为高价氧化物。

沉积岩和岩浆岩的平均化学成分
(按氧化物%)

表 3

氧化物	沉积岩 (按克拉克, 1924)	沉积岩 (按舒科夫斯基, 1952)	岩浆岩 (按克拉克, 1924)
SiO ₂	57.95	59.17	59.14
TiO ₂	0.57	0.77	1.05
Al ₂ O ₃	13.39	14.47	15.34
Fe ₂ O ₃	3.47	6.32	3.08
FeO	2.08	0.99	3.80
MnO	—	0.80	—
MgO	2.65	1.85	3.49
CaO	5.89	9.90	5.08
Na ₂ O	1.13	1.76	3.84
K ₂ O	2.86	2.77	3.13
P ₂ O ₅	0.13	0.22	0.30
CO ₂	5.38	—	0.10
H ₂ O	3.23	—	0.15
总和	98.73		99.50

2. 在 K₂O 和 Na₂O 的含量对比上, 沉积岩中总是钠比钾少, 而在岩浆岩中则恰好相反。这是由于在沉积物的形成带, 含钾的矿物如白云母, 绢云母等都是相当稳定的矿物, 它们不易风化分解。此外当岩浆岩风化后所生成的一些胶体分散矿物 (如部分粘土矿物) 还能吸附一些钾, 并一同沉积下来。所以钾的含量在沉积岩中就比较低。钠则不同, 当岩浆岩风化以后, 它常常形成易溶于水的钠的氯化物、硫酸盐等可溶盐类, 而大量集中于海水之中。因此, 在由岩浆岩破坏后所产生的沉积物中, Na₂O 的含量相对减少, 而 K₂O 的含量则相对增高。

3. 由于沉积岩是形成于富含 H₂O、CO₂、O₂ 的地表环境里, 所以沉积岩就特别富含 H₂O、CO₂, 尤其是 CO₂ 较多。而它们在岩浆岩中则几乎是没有的。

4. 沉积岩的生成往往会导致游离的 SiO₂ 呈石英、玉髓、蛋白石以及其它变种的形式聚集起来。而岩浆岩中的 SiO₂ 则呈石英及其它高温变种产出。

在这里, 沉积岩化学成分的计算没有考虑到有机物的作用。有机物具有特殊的化学性质, 它在地表分布很广, 根据维尔纳茨基的计算, 有机物的总重量约为地壳总重量的 0.001% (地壳按 20 公里厚度计算)。有机物中所含的元素已知在 60 种以上, 各种元素的含量由百分之几十到 $n \times 10^{-12}\%$ 。而其中某些有机物则甚至是个别元素的强集中体, 如石灰岩中的 Ca 与 C、硅藻土中的 Si、磷块岩中的 P 等。

三、结构和构造的特点

沉积岩的结构、构造特点与岩浆岩的不同。沉积岩的结构类型及其特点取决于岩石的形成作用。例如, 由母岩机械破碎作用的产物所形成的岩石具有“碎屑结构”; 由机械悬浮沉积作用或者胶体凝聚作用所形成的岩石具有“泥状结构”; 由化学或生物化学沉积作用形成的岩石则为“晶粒结构”; 由生物遗体或生物碎屑组成的岩石则具“生物结构”; 由火山喷发作用形成的碎屑再经沉积作用所组成的岩石则有“火山碎屑结构”。其中“碎屑结

构”与“生物结构”是沉积岩所特有的。化学与生物化学成因岩石的“晶粒结构”虽与岩浆岩的结构相似，但它们各自形成的热力学条件却迥然不同。

沉积岩是在地表的条件下，在各种地质营力（如流水、空气等）的作用下堆积而成，常常具有各种各样的成层构造和层面构造。尤其是层理构造，在岩浆岩中除少数情况外，很少见到层理，故层理构造乃是沉积岩的基本构造特征。常见如水平层理、沙纹状层理、交错层理等。其它如各种层面构造（波痕、干裂、象形印模等）、缝合线构造、叠层构造、鲕状构造等都是沉积岩所特有的。此外，由于沉积岩是在地表或接近地表压力条件下形成的，因而沉积岩都富于孔隙性，而结晶岩一般是孔隙性很差的。

二、沉积岩石学及其任务

沉积岩是分布面积很广的地表生成物，它构成了所谓的成层岩石圈—地壳的沉积岩石圈。就其分布面积而论，大陆的70%以上为巨厚的沉积盖层，海洋几乎100%的为沉积岩与沉积物所覆盖。就其年龄而言，目前从整个地壳发展的历史来看，地壳最老岩石年龄为46亿年，而沉积圈岩石的年龄最老的竟达36亿年（苏联科拉半岛），其中有生命记载的岩石年龄为32亿年（南非）。因此，沉积岩石学是研究地球发展和地球演变的重要手段之一，它是研究沉积岩（物）的特点及其形成过程的一门科学，包括研究沉积岩（物）的岩石学特征，它的分类、成因及分布规律等方面。

在沉积圈里蕴藏着丰富的矿产能量资源。其中可燃性矿产（包括石油、天然气、煤和油页岩）和盐类几乎全为沉积类型，而放射性原料、黑色金属（包括铁、锰）、有色金属（包括铜、铅、锌）、稀有和分散元素、矿物肥料（如磷、钾）、非金属矿产（如重晶石、萤石）等资源中，沉积类型占很大比重。据估计，沉积和沉积变质型矿产要占世界资源总储量的80%。

可见，沉积岩石学的研究具有重大的理论意义和实际意义。

在找矿勘探的工作中，主要研究沉积岩石的以下几个方面：

1. 全面地研究沉积岩的物质组份、结构、构造、岩石产状和岩层之间的接触关系，为阐明其成因及分布规律提供依据。

2. 总结沉积岩形成的理论，包括风化作用、搬运作用、沉积作用以及沉积期后（沉积物埋藏以后）的变化的理论。特别是要研究沉积作用及沉积期后的变化所形成的物质组份和结构构造的特点，搞清楚沉积物（岩）的成因和某些矿床的成岩成矿机理。

3. 进行沉积环境的分析。这主要是根据沉积岩的物质组份与原生的结构构造特点以及空间分布的状况，恢复沉积物形成时的古地理环境以及大地构造的环境。

全面地研究沉积岩的特点和沉积环境，还可以用来划分对比地层，和研究沉积岩中有关矿产的赋存条件和分布规律，以便为区域地质测量及找矿勘探工作服务。

三、沉积岩石学的研究方法

沉积岩的研究方法可以分为野外和室内两个方面。沉积岩石学是地质科学的一个组成部分，沉积岩是分布于地壳中的一种地质体，因此，同其它地质体一样，在野外对沉积岩

进行研究时首先要使用地质学的方法，即在野外要全面地研究沉积岩的物质组份、沉积结构与构造、岩体产状、岩层间的接触关系、岩层厚度和成因标志特点、其变化及沉积组合特点等等，以确定沉积岩的特点及其在空间和时间上的分布规律。在对沉积岩石进行研究时，必须要注意沉积形成作用和其它地质作用，特别是与构造作用的关系。要把其它地质学科的资料、知识恰当地运用到对沉积岩的研究上来，这样才能使我们获得关于沉积岩的全面认识。

关于室内的研究方法，到目前为止，薄片法或显微镜法仍是在沉积岩研究中不可少的基本方法。薄片法主要可以鉴定沉积岩的矿物成分，研究它的结构、显微构造、生物碎屑以及成岩后生变化的特点等。通过岩石薄片的研究，可以确定岩石的名称和提供大量关于岩石成因及岩相古地理的资料。但是薄片研究有一定的局限性，如一些细分散颗粒的岩石（如泥质岩等）以及某些岩石中的重矿物和不溶的残余矿物成分，就很难靠薄片研究解决。此外，薄片研究的另一个缺点，是只能对极小的一块岩石标本进行研究，并不一定能反映岩石的全部面貌。尽管如此，薄片研究在沉积岩的研究中仍不失为一重要的基本手段。

沉积岩的室内研究，除了薄片法外，还有如下一些重要方法：

1. 机械（粒度）分析 用于研究岩石的颗粒大小（粒度），以确定岩石的粒度分布，分选性以和其它有关的成因特点。近年来，根据对现代沉积物的粒度分析资料来研究古代沉积环境，根据粒度分布特征来解释搬运和沉积作用，以及将数理统计方法引入粒度的研究工作中，都取得了很大的进展。现在，粒度分析已经成了沉积成因研究工作中非常重要的一种手段。对于古代岩石来说主要采用薄片粒度分析法，而对现代沉积物则用筛析法。此外粒度分析过去主要用于正常沉积的陆源碎屑岩类，现在火山碎屑岩等也开始使用了粒度分析法来研究其成因。

2. 重矿物分析 这种方法是用重液将比重大于2.86的重矿物（一般为砂级与粗粉砂级）分离出来，进行矿物鉴定和数量统计，可以提供地层对比和古地理的研究资料。

3. 残渣分析 是将碳酸盐岩石中的酸不能溶解的残余组份进行矿物鉴定和数量统计，也可以提供关于地层对比及古地理的研究资料。

4. 热分析 主要是对粘土矿物、碳酸盐矿物及其它铁、锰、铝质矿物进行加热脱水分析及差热分析，可以准确地鉴定矿物成分。

5. 光谱分析 对各种岩石中的微量元素的含量进行测定，可以提供地层对比及沉积、成岩作用的地球化学特征的资料。

6. 化学分析 主要是对碳酸盐岩、粘土岩等进行化学分析，可以提供化学成分的特点以及矿物成分含量的资料。

近年来，由于测试分析新方法的引进，在沉积岩的研究上也出现了很多新方法。如广泛地使用了碳、氧、硫、钙的同位素分析，以研究沉积岩的形成条件，如古气候、古温度、古盐度等。在研究沉积岩石组成上，也普遍采用了原子吸收光谱、红外光谱、X衍射及电子探针等多种新技术。在研究沉积岩的组份、结构、显微构造和超微古生物组成方面，也采用了扫描电子显微镜、X射线照相等新技术。由于新技术与新方法的引进，大大地促进了沉积岩石学的发展，在向沉积岩的微观深入，向成因本质深入上，使得对于沉积岩的客观规律的研究与认识上都达到了一个新的水平。

四、沉积岩石学的现状

由于沉积学（包括沉积岩石学）具有重大的理论意义和实际意义，近十几年来它成了地质学中非常活跃的、也是发展很快的分支学科之一。新技术的引进和与其它学科先进理论的结合，使沉积岩石学正经历着重大的变革。新的事实和概念都在不断出现，陈旧的观点也正在被摒弃，定量统计的研究和成因规律的研究正在逐渐代替定性的和描述性的研究，向微观深入、向全领域扩展取得很大进展。沉积岩石学正以一个崭新的面貌出现。

沉积学（包括沉积矿床学）十分活跃的表现，首先就是国际性、全国性和地区性的专门学术讨论会十分频繁。如国际沉积学会会议在1967年、1971年和1975年分别召开了第七次、第八次及第九次会议。第七次会议的议题是《沉积理论与实验》，苏联于1968年也召开了全苏第八次沉积岩讨论会；苏联沉积岩委员会所属的火山沉积分会于68年、71年、73年召开了三次火山沉积的讨论会；美国石油地质家协会还成立了碳酸盐岩分会，在1962年、1965年和1967年的三次会议上分别讨论了碳酸盐岩的分类、白云岩化和石灰岩成岩作用、碳酸盐岩沉积环境等等。此外，如像大陆沉积、沉积结核和结核的分析研究，也都专门召开过会议进行讨论。而一些地区性的沉积讨论会就更频繁了。

沉积学的国际性和地区性的专业刊物与总结性专著的大量出版是沉积学进展的一个重要表现。专业性的刊物如像美国的《沉积岩石学杂志》(1931)，苏联的《沉积岩石学和沉积矿产》(1963)，荷兰出版的国际沉积学会刊物《沉积学》(1962)与《沉积地质学》(1967)，加拿大的《海洋沉积》，英国的《粘土与粘土矿物》与《粘土矿物》和日本的《粘土科学》等等。近年来有关沉积学和沉积矿床学的专著愈来愈多，如：斯特拉霍夫的《沉积成因的理论基础》，恩格尔哈特等的《沉积岩石学》(三卷)，莱奈克等的《陆源碎屑沉积环境》，裴蒂庄的《沉积岩石学》第三版，威尔逊的《地质历史的碳酸盐相》，荷兰埃尔塞维尔出版公司出版发行的《沉积学进展》专集（已出24卷）以及乌尔夫主编的《层控矿床及层状矿床手册》（共7卷）……等等。

关于沉积岩石学的重要的进展可归纳为如下几个方面：

首先是沉积岩研究工作和理论认识的深入。对于沉积岩石学的深入研究已经涉及到它的物质组成、结构构造、岩石的分类、岩石的形成、沉积环境和沉积建造等许多方面。其中最突出的是碳酸盐岩的研究，仅在最近的十五年内，就经历了三个明显的发展阶段，从最初的认为碳酸盐岩是单一的化学沉积到现在已经彻底地改变了这种旧有认识，认识到碳酸盐岩除了化学和生物化学的成因外，而更多的是属于机械沉积作用形成的。最近用电子显微镜深入地研究了碳酸盐岩石的基质(微晶)，经放大3000~7000倍，发现它们都是由超微化石组成。此外，还系统地研究了从潮汐带到深海环境的碳酸盐沉积物，详细划分了各种微相，总结了这些微相的沉积特点及鉴别标志。

对于火山碎屑沉积岩着重地研究了现代大陆和海洋火山沉积物及火山沉积作用的机理；研究了火山碎屑沉积岩的划分原则、研究方法和主要成因类型等等。

此外，如像对于碎屑沉积（砂岩）的沉积作用的机理，着重了从流体力学的研究和对于古代这类沉积环境的鉴定，以及对于浊流沉积作用的研究也都有了很大的发展和变化。

第二方面是沉积学基础理论的研究得到了很大地加强，这表现在关于古代沉积岩的研

究、关于现代沉积物的研究以及实验沉积学的研究等三个方面，尤其是在对现代沉积物的研究上。近年来对各种大陆和海洋沉积物的研究，不仅弄清了一些典型地区的沉积特征，而且还制定了各种沉积作用的沉积模式。对于风化、搬运、沉积作用和沉积期后变化（成岩后生作用）的实际研究和模拟实验也有很大进展，尤其是对于沉积期后变化的研究，大大地促进了石油地质及其它矿床地质学如层状及层控矿床的理论与找矿工作的发展。

第三方面是新型沉积矿床的发现和成矿理论研究的深入。如像在火山碎屑沉积岩中找到了石油和天然气（苏联、日本），铜矿和铍矿（美国）以及铀矿等（南斯拉夫）；又如海底油气藏的勘探与开发、红海与索尔顿海富含金属的热卤水的发现、现代含铜沼泽的发现、油积岩中的石油、黑页岩中的多金属矿床等等。在这些新的事实面前，经典的岩浆期后热液成矿理论暴露出了很大的缺点，因而出现了很多新的成矿学说，如矿源层论、固结水成矿说、侧分泌说及卤水成矿说等。同时在成矿的模拟实验方面也取得成绩，如铁、铜等的相平衡研究，石油和煤的成因、特别是有机质转化为石油的过程的研究，都取得了重要突破。

第四方面应该特别提到的是数理统计和计算技术在沉积学中的应用。这项工作 在 20 世纪 30 年代就已经开始了，当时主要是在沉积岩颗粒大小的统计分析和岩层厚度分布方面的一些零星的研究。到 50 年代电子计算机开始在沉积学中使用，但仍限于一般的统计分析，还没有建立起沉积学中各种复杂过程的数学模型。从 60 年代开始，电子计算机和控制论方法在地质学中得到广泛的运用，这才有效地利用数学来解决沉积学中的各种复杂问题。代表性的论文有克鲁宾的《沉积作用的统计模型》与《史托哈斯基模型和马尔科夫链》，维斯捷利乌斯的《沉积作用的史托哈斯基模型和它们在沉积学中的应用》等。

在我国，随着铁、锰、铝、磷、煤、石油等矿产地质勘探事业的迅速发展，沉积学地质工作者，不但为祖国找到了很多大油田、气田，而且还总结了我国自己的陆相生油理论；在层状铜矿床、沉积铀矿床的成因及控矿因素上也提出了总结性理论，在生产上也取得初步可喜的效果，又如在川东运用岩相古地理方法找沉积铁矿也有很大成绩。对我国一些典型地区的海相碳酸盐岩石、陆相碎屑沉积以及某些层状或层控矿床的成岩成矿机理的研究，和所提出的沉积学模式，不仅促进了我国沉积学的发展，也丰富了世界沉积学的研究内容。我国地大物博，有丰富多彩的地质条件，中国应当对于人类有较大的贡献，我们相信，在中国共产党的正确领导下，我国广大地质工作者一定会为沉积学和沉积矿产的找矿工作做出更大的贡献。

第一篇

沉积岩的形成 及一般特征

第一章 风化作用

第一节 概 述

风化作用是指地壳最表层的岩石在大气、水、生物等营力的影响下，发生机械和化学变化的一种作用。它包括物理风化、化学风化和生物风化三种主要的作用过程，发生于岩石圈、水圈、大气圈和生物圈的界面相互交错重叠的带内，即表生带内。

表生带物理化学环境的特点是低温、低压、富含水、氧和二氧化碳，生物活动强烈。在地壳深部形成的岩石一旦进入这种表生环境，由于物化条件发生巨大变化，原有的平衡就会被破坏，并力图通过风化过程建立起新的平衡。具体表现为原来的矿物和岩石破坏和分解，元素发生分离，一部分被地表水及地下水带走，另一部分则在原地组成表生条件下相对稳定的新矿物。

风化作用的产物或直接留在原地，或经局部搬运后在距离不远的地方形成堆积，其结果就导致了风化壳（由风化产物组成的地壳部分）的形成。无疑，大量的风化产物将被流水长途搬运至异地水体中聚集，成为沉积物的主要来源。

风化作用不仅发生在大陆上，而且也可以发生在海底，在海水的作用下进行，有人称此为海底风化作用。黑云母变成海绿石，火山灰变成蒙脱石等就是海底风化作用的结果。本章仅讨论大陆的风化作用。

研究风化作用及风化壳有极大的理论和实际意义。首先，由于沉积岩最主要的物质来源是大陆的风化产物，因此，有关风化作用的知识有助于正确了解沉积环境、堆积速度和沉积岩中矿物共生组合等问题；其次，风化作用可导致元素或矿物在风化壳中相对集中或产生次生扩散。前者导致各种类型的风化矿床的形成（Fe、Al、Mn、Ni、Co、Au、Pt、W、Sn、TR、Nb、Ta、U、V等金属矿产，金刚石、刚玉、蓝晶石、重晶石、磷灰石、水晶、高岭石、粘土等非金属矿产），后者则是开展地球化学找矿的基本原理；再次，古风化壳的存在是地层不整合的重要证据之一，其发育程度、成分、产状反映了风化壳形成时一定的自然地理条件，可提供有关古地理、古气候方面的材料；最后，研究风化作用和风化壳有助于正确地预测地下水的成分及评价岩石的工程地质问题。

第二节 物理风化作用

物理风化作用是一种以崩解方式机械地把岩石破碎成细块和微粒的作用。促使岩石发生机械破碎的主要因素有冰劈作用，植物根系的楔插作用，周日温度的变化，暴风砂的冲击作用及冰川的侵蚀作用等。此外，流水（如海洋、河流）的冲击、构造运动、重力效应和人类的活动也均可造成岩石的破裂。

冰劈作用的物理基础，是水到冰的相变期间，其体积增加9.2%。在结冰和解冻作用循环进行的地区，充满岩石细小裂隙和孔隙中的水，由于比容变化而对裂隙和孔隙壁所造成的巨大压力（一般可达6000公斤/厘米²）足以促使裂隙扩大，并最终导致各个岩块之间的联系被削弱和破坏。

生物作用的效果从机械风化能力的意义上来说，可能仅次于冰劈作用。据观察，十分细小的地衣菌丝（根）可渐渐瓦解页岩，它钻入闪长岩中，可从矿物表面剥开片状颗粒。一些大的植物根系的楔插作用所造成的机械破坏就更为明显。

周日温度的变化之所以能使岩石发生机械破碎，一种原因是基于岩石是一种不良导热体，当岩石受日光曝晒时，其表面的膨胀要比几吋或几呎以下强烈得多。这样就可能促使岩石的表层与其主体分离，产生通常所见的球状风化和层状剥落现象。另一种原因是由于组成岩石的各种矿物及同一矿物晶体不同方向上的热膨胀系数和吸热速度的不同，产生差异膨胀而使岩石和矿物发生崩解。

在沙漠地区，无论是风化还是侵蚀，水只起次要的作用，而风是最大的营力。大风暴常夹带砂粒冲击岩石露头，磨蚀它们并使其慢慢地破坏成小块。冰川在其运动中可剥蚀下岩石块，但因冰川的覆盖面积还不到现代大陆面积的12%，而且，在大部分地史时期，冰川所起的作用比现代还小，所以，在物理风化作用中冰川的侵蚀不具很大的意义。

总的来说，与化学风化作用相比，物理风化作用在岩石的风化过程中所起的作用是极其次要的。但在严寒的极地，气候干燥、温度变化剧烈的沙漠地带及温带的高山区，它却起着主导作用。

第三节 化学风化作用

由于化学作用，使组成岩石的矿物发生分解，直至形成在表生环境中稳定的新矿物组合的过程，称为化学风化作用。引起化学风化作用的主要因素有水、氧和二氧化碳。有机酸也常起很大作用。从本质上讲，化学风化的过程就是富含氧及二氧化碳的水（雨水和土壤水）与矿物发生化学反应的过程。所以，研究化学风化作用必须了解雨水和土壤水的分布和性质，以及与化学风化有关的主要化学反应。

一、雨水和土壤水

水的循环及其化学性质与化学风化有密切的关系。河流将水从大陆带到海洋里，由海洋里蒸发而落到大陆上的雨水保持了平衡系统。大气圈中水蒸气的总量近 $0.13 \cdot 10^{20}$ 克，这些水蒸气的完全更新大约需要3—4个星期。大陆上的平均降雨量约为66厘米/年，这