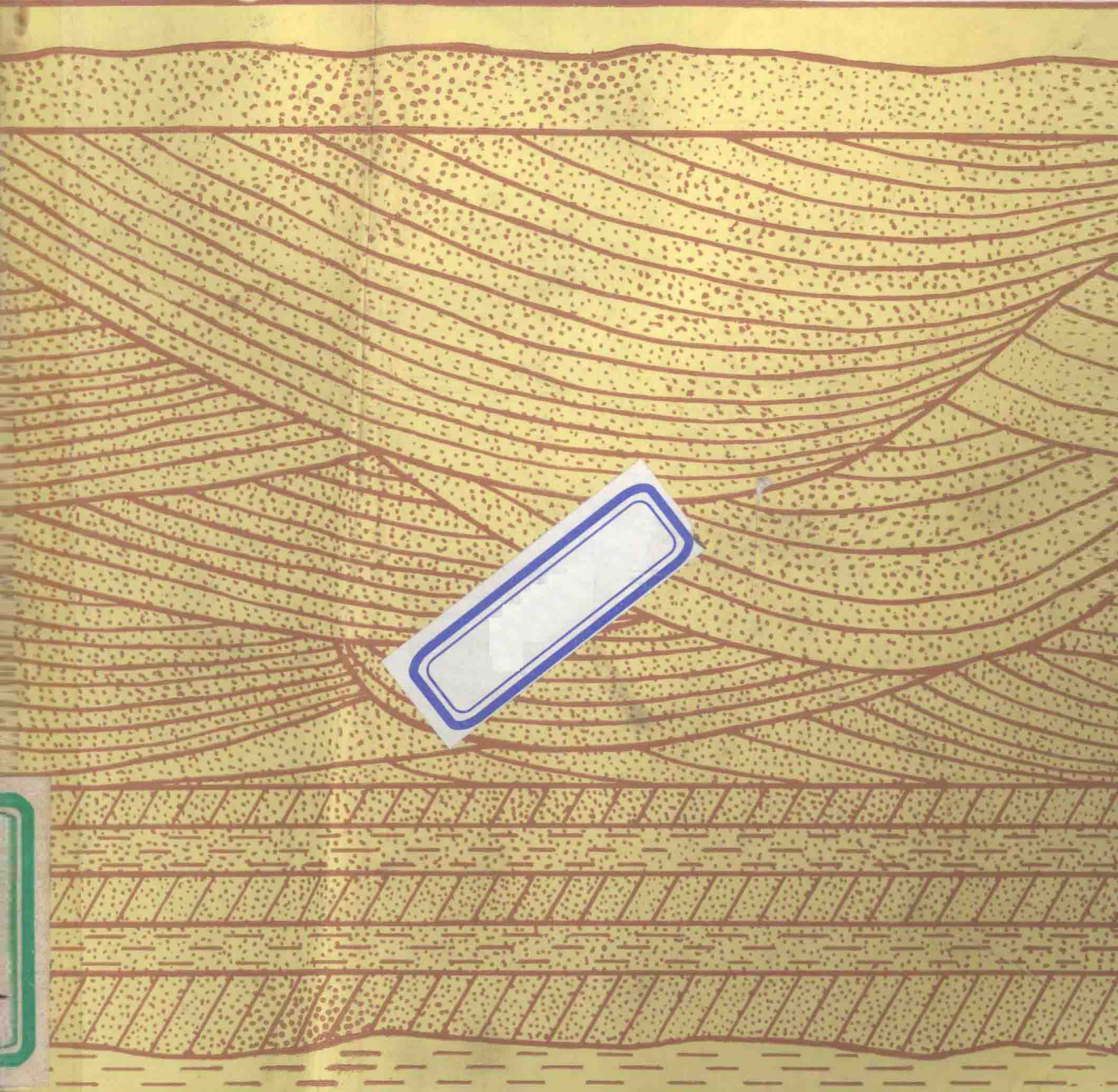


高等学校教学参考书

实用沉积学

[美]D.W.刘易斯 著



地质出版社

.....

实用沉积学

.....



高等学校教学参考书

实用沉积学

[美]D.W.刘易斯 著

丁山 高玄 译

何起祥 校

地质出版社

内 容 简 介

作者根据多年讲授沉积岩石学的经验,将课程中最成熟、最实用的内容编成了这本教学参考书。本书以阐述常见沉积物为主,充分利用图表的形式和“烹调要诀”那样的分析技术为特点,作为一般教科书的补充。主要内容包括沉积环境、沉积过程、沉积构造、碎屑沉积物的结构和成分、沉积碳酸盐、蒸发盐岩、铁质岩等。还编入了测井简介、图件种类和野外工作建议等专门章节及示范性的两个课程练习。

本书除作为地质专业教学用书外,还可作为石油、煤田等沉积地质、沉积矿产的技术人员和研究人员的参考手册。

PRACTICAL SEDIMENTOLOGY

D. W. Lewis

Hutchinson Ross Publishing Co.

1984

高等学校教学参考书

实用沉积学

[美]D. W. 刘易斯 著

丁山 高玄 译

何起祥 校

*

责任编辑:周继荣

地质出版社出版

(北京和平里)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店总店科技发行所发行

*

开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 13.125 字数: 319000

1989年10月北京第一版·1989年10月北京第一次印刷

印数: 1—1270 册 定价: 2.65元

ISBN 7-116-00516-1/P·441

前 言

本简明教程取材于作者精心论述的沉积岩石学课程中最成熟和最实用的内容，并由此组成一套有用的（绝不是无价值的）资料。研究方法与R. L. Folk的《沉积岩石学》（1965—1974）相似，不过涉及的范围更广泛些。本书着重向读者提供有助于描述和解释常见沉积物的图表，及类似于“烹调要诀”那样的实用分析技术（这些技术既不需要昂贵的设备，也不需要高深的数学知识）。作者的意图是为大学二年级以上的学生补充正式教科书中的不足，并对某些专题和实验作些充实。这样，大多数章节首先考虑的是公允地向学生介绍讨论的主题，并不带过多的先入之见；其次考虑的是为已经毕业并有一定实践经验的地质工作者重温主题的重要内容。

作者不想在这本教材中概括所有的沉积物类型，各章中某些方面的处理也难免有不足之处。此外，本书仅编入了几个实验，对此教师可根据自己的意愿做出安排。抱着本书得以再版的期望，恳请读者提出改进意见。如果读者希望增加另外的实验，作者乐于与他们合作；并望提供典型实例，对此作者将不胜感激。

D. W. 刘易斯

目 录

前言

第一章 导言	v
沉积物和沉积岩的一般描述	1
第二章 沉积作用的环境	3
海进-海退和沉积组合发育的习题	17
第三章 沉积作用中的过程	19
§ 3.1 搬运作用	19
§ 3.1.1 被动悬移	19
§ 3.1.2 挟带流	19
§ 3.1.3 重力流	20
1. 浊流	21
2. 颗粒流	21
3. 液化流	21
4. 碎屑流	21
§ 3.2 化学影响	24
§ 3.3 成岩作用	26
§ 3.3.1 化学成分上的变化	28
§ 3.3.2 结构上的变化	29
第四章 沉积构造	31
§ 4.1 无机的构造	31
§ 4.2 生物成因构造	39
第五章 碎屑沉积物的结构	45
§ 5.1 分类系统	45
§ 5.1.1 含砾沉积物	45
§ 5.1.2 不含砾沉积物	47
§ 5.1.3 应用	47
§ 5.1.4 补充资料	48
1. 众数	48
2. 分选性	49
3. 圆度	49
4. 球度	51
5. 表面结构	52
6. 组构	52
§ 5.2 结构的定性解释	54
结构成熟度	54
§ 5.3 结构的定量解释	56

§ 5.3.1	方法学	56
§ 5.3.2	资料处理	57
§ 5.3.3	解释	59
§ 5.3.4	薄片分析	64
§ 5.4	实验室方法	65
§ 5.4.1	样品的预处理	65
1.	物理解聚作用	65
2.	用化学方法除去胶结物	66
3.	粘土的分散	68
4.	化学处理后的洗涤	70
§ 5.4.2	粒度分析	70
1.	采取有代表性的分样	70
2.	砂样的筛析步骤	71
3.	泥样的粒度分析	73
4.	砂/粉砂/粘土比值的快速分析	90
第六章	碎屑沉积物的成分	93
§ 6.1	砂岩的分类系统	93
§ 6.1.1	命名法的改进	96
§ 6.1.2	完整的分类	97
§ 6.2	砾岩和角砾岩的分类	97
§ 6.3	泥岩的分类	99
§ 6.4	某些常见砂屑岩组分的岩石学划分	100
§ 6.4.1	石英	100
1.	描述变种	100
2.	成因变种	100
§ 6.4.2	长石	102
§ 6.4.3	岩屑	103
§ 6.4.4	重矿物	105
§ 6.4.5	基质和胶结物	106
§ 6.5	砂屑岩成分的解释	107
§ 6.5.1	石英砂屑岩	108
§ 6.5.2	长石砂屑岩	115
§ 6.5.3	岩屑砂屑岩	119
§ 6.6	砂屑岩分析的实验室技术	121
§ 6.6.1	薄片的准备	121
1.	固结的不溶岩石的磨片	121
2.	易碎岩石、易溶岩石和易膨胀岩石的磨片	122
§ 6.6.2	长石染色法	122
§ 6.7	重矿物	123
§ 6.7.1	解释	123
§ 6.7.2	分离技术	125
1.	初步准备	125

2. 重液分离	125
3. 电磁分离	127
§ 6.7.3 松散颗粒的制片	127
§ 6.8 粘土矿物	129
海绿石	133
第七章 沉积碳酸盐	139
§ 7.1 矿物	139
§ 7.2 分类	141
§ 7.2.1 成分	141
§ 7.2.2 结构	142
§ 7.2.3 石灰岩精确分类举例	143
§ 7.3 解释	145
§ 7.4 研究方法	147
§ 7.4.1 薄片研究	148
§ 7.4.2 研究石灰岩结构的醋酸脂揭片	148
§ 7.4.3 碳酸盐矿物的染色	148
1. 用茜红素 S 染色	150
2. 用费格尔 (Feigl) 溶液染色	150
3. 用铁氰化钾染色	150
4. 用梅根 (Meigen) 溶液染色 (修正方案)	151
第八章 蒸发盐沉积物	152
第九章 铁的沉积作用	156
第十章 测井导论	160
§ 10.1 装备和测井种类	161
§ 10.2 一般问题	164
§ 10.3 地震测量研究	164
§ 10.4 地球物理资料的解释	164
§ 10.4.1 岩性	164
§ 10.4.2 烃类	167
§ 10.4.3 煤	167
§ 10.5 根据小样品解释古环境	167
第十一章 图件种类	169
§ 11.1 地质图	169
§ 11.2 古地理图	169
§ 11.3 地质剖面图	169
§ 11.4 等值线图	170
§ 11.4.1 绘制等值线图的一些规则	171
§ 11.4.2 建议	172
§ 11.4.3 地质等值线图种类	173
§ 11.5 用等值线表示地下地质资料的练习	173

第十二章 野外工作建议	177
§ 12.1 野外用图	177
§ 12.2 计划调查路线	177
§ 12.3 利用转石填图	180
§ 12.4 构造特征	180
§ 12.5 地质单元的选择	181
§ 12.6 地层时代	181
§ 12.7 变质特征	181
§ 12.8 地质剖面测量	182
§ 12.9 采样	182
§ 12.10 基地工作——晚间和天气不好时	182
§ 12.11 最终报告	186
参考文献	187

第一章 导 言

沉积学家的任务是解释沉积物的历史。所研究的对象是十分广泛的，既要研究作用过程，包括沉积物的来源、搬运作用、沉积作用和沉积后的改造作用，又要研究沉积物的横向和纵向分布及其与现代和古代的地理环境、气候环境的关系。本书将从概略地回顾沉积作用发生的环境入手，提供经过挑选的垂直相模式，并以此作为解释古环境的指南，概述在沉积作用中具有重要意义的物理和化学过程。

本书的总体构思是论述沉积物的三个基本特性，即构造、结构和成分。对构造的论述相当简略，这是因为有许多出色的书籍和文章都强调了这方面。与结构和成分相比，构造主要应在野外研究。这三种特性都是由作用于特定地质格局中的各种作用过程按特定方式组合的产物。因此对每种特性的解释，将提供有关作用过程不同组合方式和不同地质格局方面的信息。其关系可以归纳如下：

$$D=S+T+C$$

D代表沉积物，S代表构造，T代表结构，C代表成分。

$$E+G \xrightarrow{mcbt} S$$

$$E+P+D \xrightarrow{mcbt} T$$

$$P+Te+Cl(C+E+D) \xrightarrow{mcbt} C$$

$$E=f(Te+Cl+G)$$

m、c、b，分别代表机械的、化学的、生物的作用和能阶，t为时间因子。E为特定的沉积环境，G为地理，Cl为气候，P为物源区，Te为构造运动，D为成岩作用。

本书的最后部分将介绍测井原理、用于地质解释的各种图件以及野外工作中需要考虑的某些方面。

沉积物和沉积岩的一般描述

对地质调查和地质报告来说，描述是首要的和最基本的。尽早建立可靠的描述程序可以省时省力。既可避免重新去观察露头和样品，也可以防止一些错误的解释和由于资料不足而造成的混乱。

下述特征对所有的沉积物都是应该描述的，它们是：颜色、固结程度、构造（沉积的和构造变动的）、结构和成分。

颜色 最好是参照标准岩石色谱来描述（Goddard等，1951）。标准色谱以Munsell体系为基础，这个体系是一种普遍采用的颜色确定标准。颜色用简略符号来表示：色调(hue)（用数码）表明颜色红(R)、黄(Y)、绿(G)、蓝(B)或紫(P)等的色彩程度；亮度是指颜色的深浅值；色品则指颜色的强度或饱和度。例如：5R3/4表示色调为红5，亮度为3，色品为4。图1表示出色谱的结构，描述时应指出样品是干的还是湿的；如果有可能，要把干的颜色和湿的颜色加以标注。假如不用色谱，则沉积物的基色对不同的人来说往往是不

一致的，如有人称为“栗色”，而另一些人可能称为“巧克力褐色”或“紫丁香色”。

固结程度 对此多少带些主观性，但下列术语提供了有用的标准：疏松的、易碎的（用手指轻压，颗粒就会散开）、固结的、强固结的（岩石破碎时颗粒不碎）、极强固结的（岩石破碎时颗粒也破碎）。

沉积物的常见沉积构造、结构和成分将在以后的章节中给予论述。

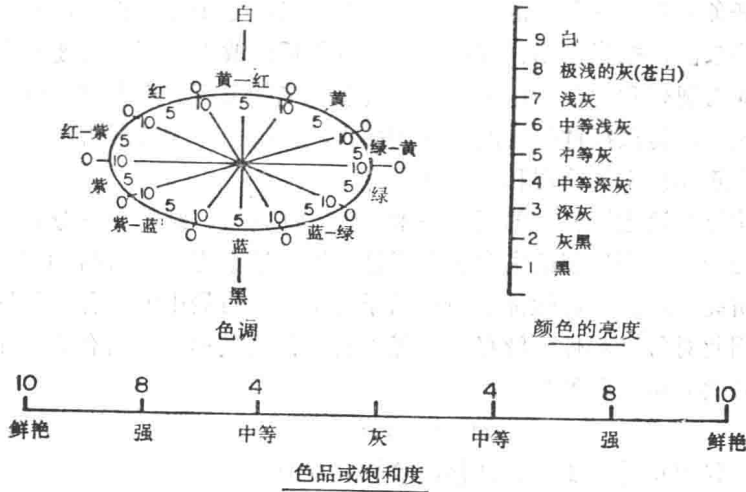


图 1 岩石颜色标准色谱的构成

第二章 沉积作用的环境

沉积地质学研究的最终目的，多数是为了对古环境进行解释。从广义上讲，沉积环境包括从沉积物形成直至它们被研究这一期间内所卷入的所有物理的、化学的、生物学的物质以及各种作用的总和。因此，构造背景、地理、气候、物源区、成岩条件和后期（石化以后）风化作用的各种影响都必须加以考虑。本章从狭义上考虑，认为沉积作用的环境乃是沉积物实际堆积的范围较为有限的环境。

图2是一个加以适当综合了的沉积环境一览表，其中的许多环境已示于图3。表1概括了海洋环境——大部分沉积物是在其中沉积——的重要特征。本章末所列的一般性文献只是对有关古环境解释的大量出版物提供初步的介绍。

解释沉积环境需要将全部的推断加以综合，而这些推断可以由以下几个方面得出：不同岩石单元的三维几何形态和地层关系；岩石单元内特有的内部沉积构造（见另章）；岩石单元内的结构（见另章）和成分（主要是非碎屑组分），因为它反映了化学条件（见另章）。必须估计到原生结构和成分在沉积后的（成岩的）改造，并且从现有的岩石特征中予以“消除”（另行讨论）。而几何形态反映了环境、作用过程和时间因素——地理影响，搬运和沉积作用的性质、能阶和事件，海进海退以及进积、退积等因素的相互作用。所以，当地层中没有明显的侵蚀间断或不整合时，纵向序列就是解释古环境的最有力的依据之一。这种序列之所以重要，是因为层序中上下叠置的岩石代表了原来在横向上邻接的相（即Walther定律，见Middleton, 1973）。例如，在进积或海退的海洋环境中，不同亚环境之间的界线向海方向移动。如果纯属堆积作用，则岩石单元的纵向堆积以逐渐变为近岸沉积为特征。海侵时的情况相反（退积作用意味着侵蚀，不大可能有沉积层序）。类似的亚环境进积叠复现象还出现在非海相环境中，或者与海岸线无关。例如，曲流河道越出河谷侧向迁移，就能在窄的天然堤和泛滥平原沉积物之上加积多层砂质和砾质沉积；同样，海底扇的舌状体可沿不同方向延伸，沉积在深底沉积物之上。因此，一个地质学家可以利用地层的纵向序列来重建原先范围甚广的沉积环境，而毋需横向上去追索岩层或者去观察实际的岩层穿插关系。本节末有一个海侵和海退内容的练习，来说明这些概念的应用。

已经对很多环境设计出了沉积“模式”或“相模式”。一般的或“理想的”模式说明“预期的”组合和关系。用这些模式作为现实层序与实际存在的相的组合和关系进行对比的基础，有助于指导对古环境的解释。为了解释观测的序列，还设计了特殊的模式（见图4），这些模式与理想的模式可能稍有差别或有明显的不同。研究人员只有辨认出这些差别，才能考虑其差别原因的解釋。信息的反馈又会使一般的相模式更趋完善。代表特定环境的自然模式和地层模式的实例见图5—14及表2。

请记住，地质解释在汇总所有有关资料方面只是一种尝试，是根据现有资料最大可能作出的解释。在很多情况下地质解释不可能是肯定的结论，因为如果原始资料模棱两可，得出的地质结论必然是多解的。

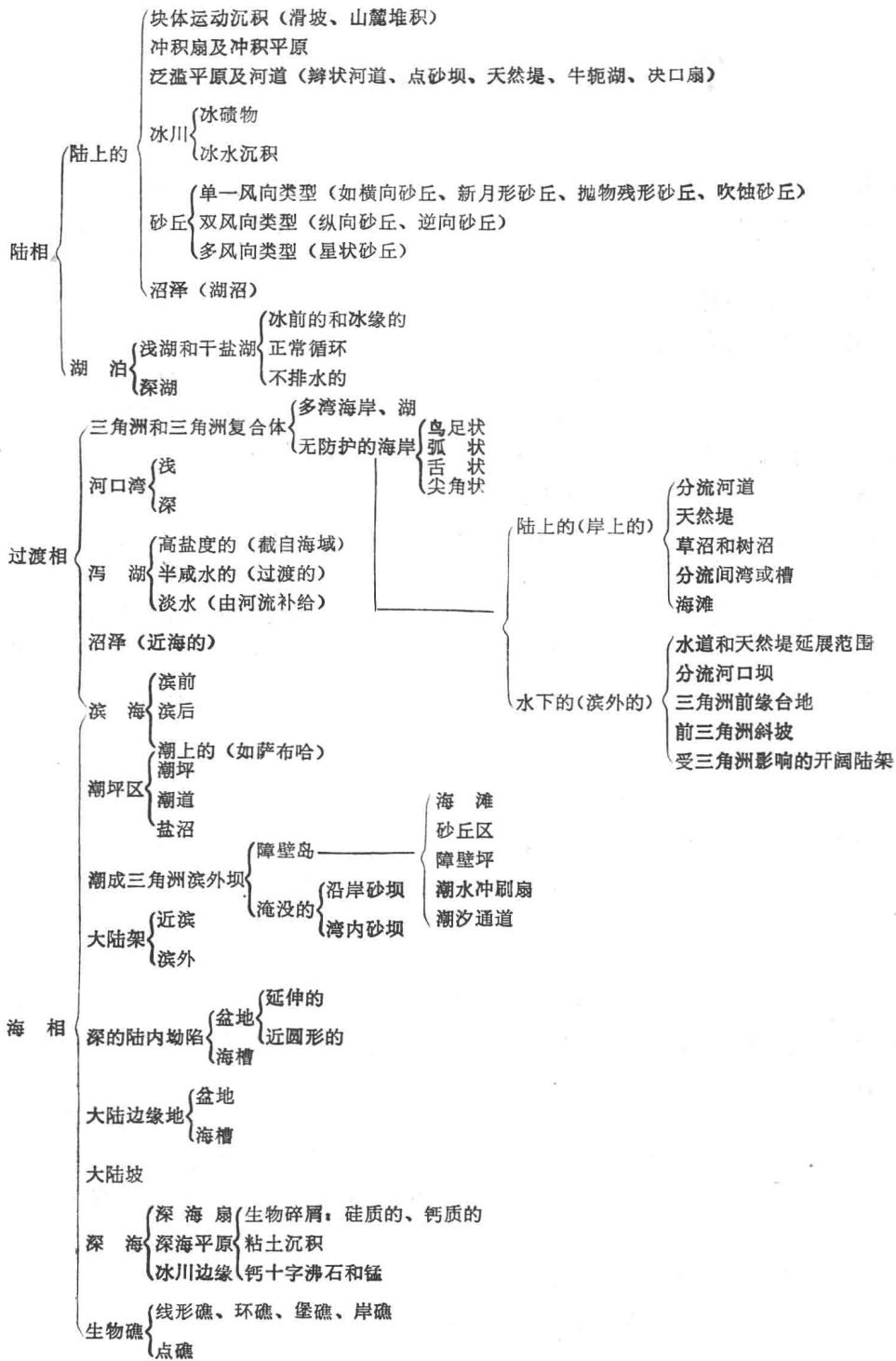


图 2 沉积环境的分类

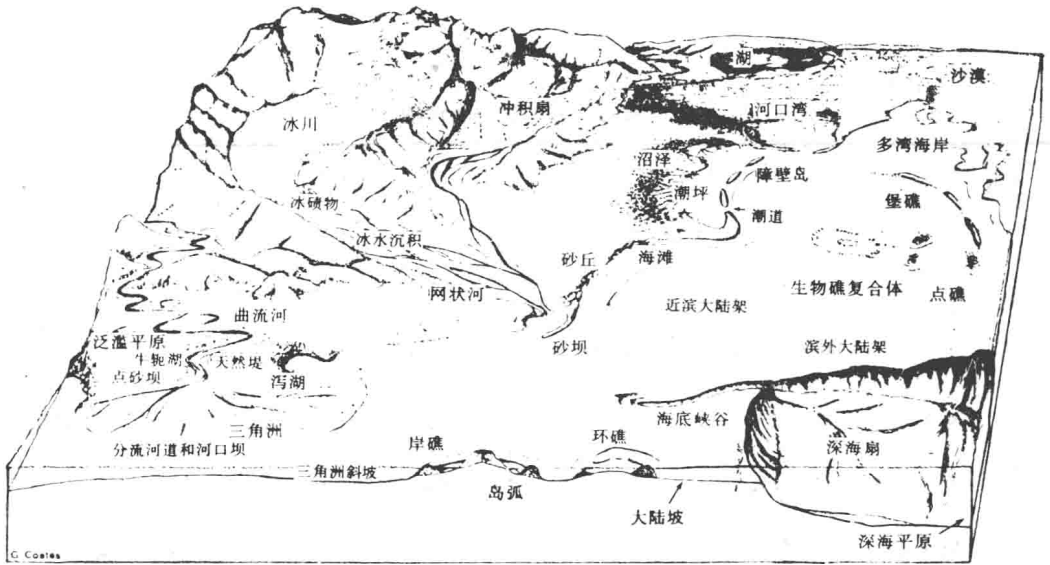


图 3 主要沉积环境示意图

注：为了将如此众多的环境表示在一张图内，需要作些不甚真实的压缩 (G. Coates 绘)

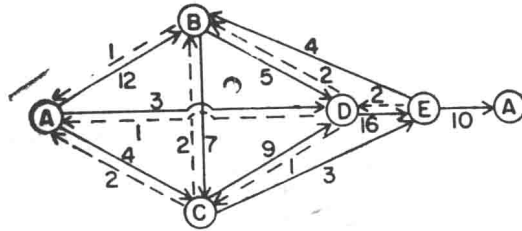


图 4 根据地层相互间关系确定相模式的方法

这是一个相关关系的图解，说明在一假设岩层中岩石类型（用字母表示）间的许多过渡关系。岩石类型可以根据结构和（或）内部构造和（或）成分加以区别。特征性序列可以通过对原始数据的主观估价，或对数据的客观的概率分析予以确定（见 Walker, 1979 第一章实例）。用此图解必须假定该序列符合 Walther 相律，即不存在明显的不整合。这种图解可以用不同的线条表示突变接触还是渐变接触，或者用研究者认为重要的其它方法予以改进。本方法尤其适用于测井曲线和岩性录井图的分析（见下文）

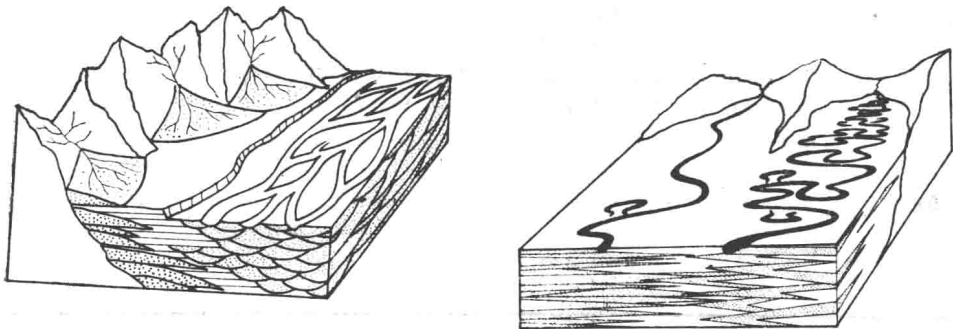


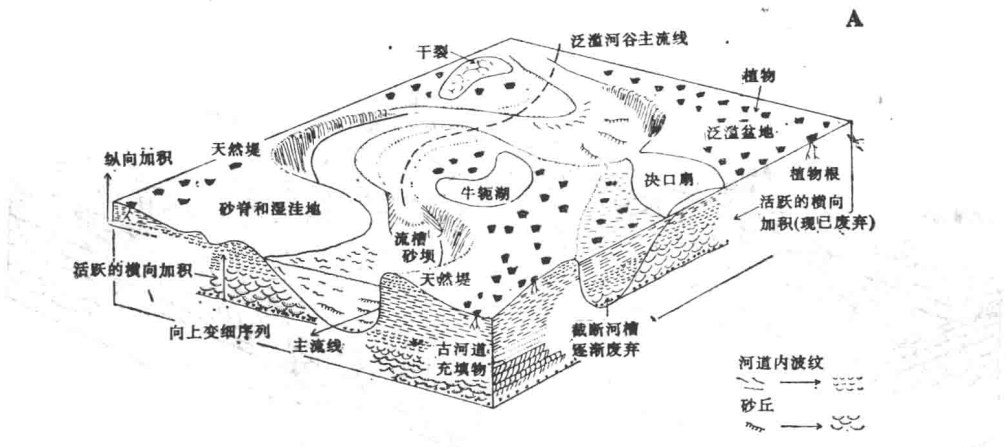
图 5 说明一般冲积相的各种环境和几何形状特征的简化模式

左图：山麓冲积扇和辫状河流；右图：低弯度和高弯度的曲流河

(据 Allen, 1965)

表 1 海洋环境的特征

深度带	滨 海	陆架或浅海 (0—200m)	半 深 海 (200—1000m)	深 海 (1000 + m)
光 线	可能受悬浮物所限：在热带清澈的水体中，光的强度在20m深度时降至35%，40m时为20%，60m时为13%，100m时仅为5%；光线穿透的深度因不同波长而异		水体表层同浅海 光线不能到达底部	
温 度	变化很大	随纬度、气候、表层流而变	温跃层随深度迅速降低	狭温的约4℃
无 盐 度	变化很大	随纬度、气候、表层流而变	狭盐性	
机 搅 动 强 度	高或低	多变，受暴风浪影响	低：偶有浊流	
因 结 构	砾、砂；有些潮坪上有泥	不同的砂、泥；分选好至不好（经风暴再沉积或生物扰动）	泥夹砂质浊积岩：海底峡谷附近的砾质块体流沉积	
素 构 造	海滩纹理、沙丘交错层，压扁层理/透镜状层理 波浪、泥裂 海滩岩	各种板状、交错和粒序层理、生物扰动构造	钙质软泥 硅质软泥 规则的板状层理、粒序层理；斜坡底部杂乱的/扭曲的滑动块体	
自 生 的 / 近 位 成 因 的 成 分	胶结物	海绿石	磷酸盐类	Mn结核
		黄铁矿		
		蒸发盐类		
		鲕状岩		
	破碎的介壳			
	白云石			稀疏的菱面体
底 植 物 群	红树林	各种海草		
栖 生 动 物 群	蓝绿藻（藻席和叠层石） 红藻石 钙化绿藻 穿孔藻和菌类	藤壶，瓣鳃类，珊瑚，有孔虫，苔藓动物，头足类，棘皮动物 环虫动物，甲壳类（所有深度带的代表）		
群 遗 迹 化 石	足迹	居住遗迹	进食遗迹	摄食遗迹
				(种类最多)



三种可能供应渠道的实例

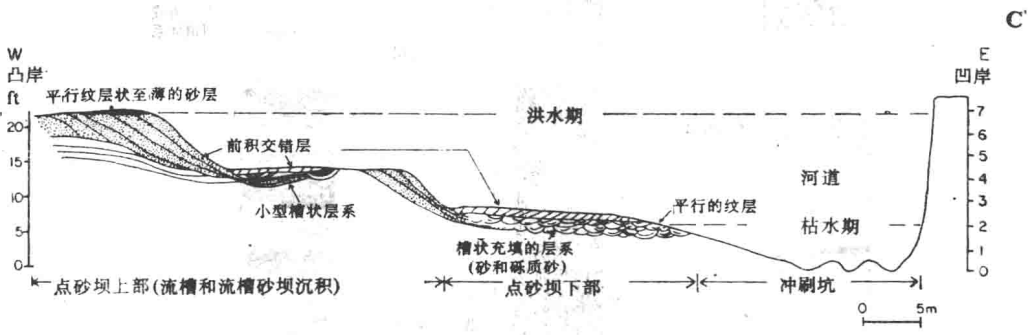
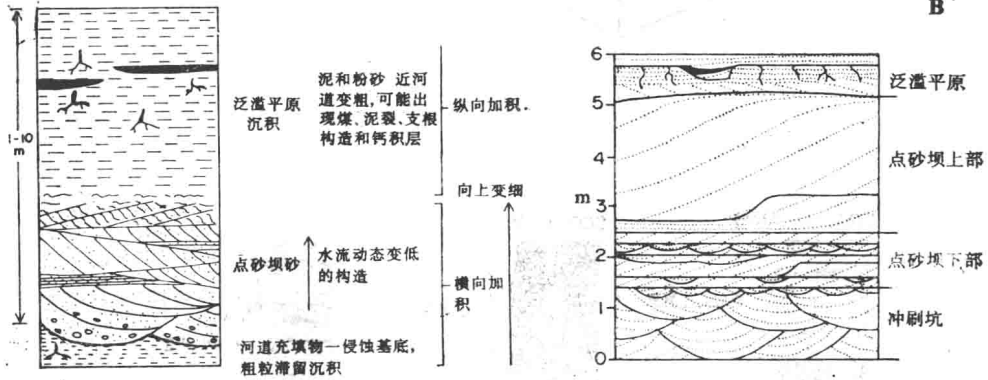


图 6 曲流河模式

- A. 曲流河系统的主要地貌单元。由点砂坝(凸岸)增长引起的横向加积,形成了向上变细的序列,其上覆有纵向加积的泛滥平原沉积(据R. G. Walker和Cant引自Walker, 1979)。
- B. 理想化的加积曲流河沉积向上变细的序列。可能出现复杂的情况。例如,随着河道的突然废弃可形成决口扇沉积(在被洪水冲开的河道天然堤中沉积了粗粒沉积物楔形体——这些沉积的垂直剖面可能与浊积岩序列类似)和(或)牛轭湖沉积(废弃的曲流环状河道)。在泛滥平原沉积上或许还可能可能有风成砂沉积。
- C. 粗粒点砂坝至河道体系的剖面图(据McGowan和Garner, 1970)

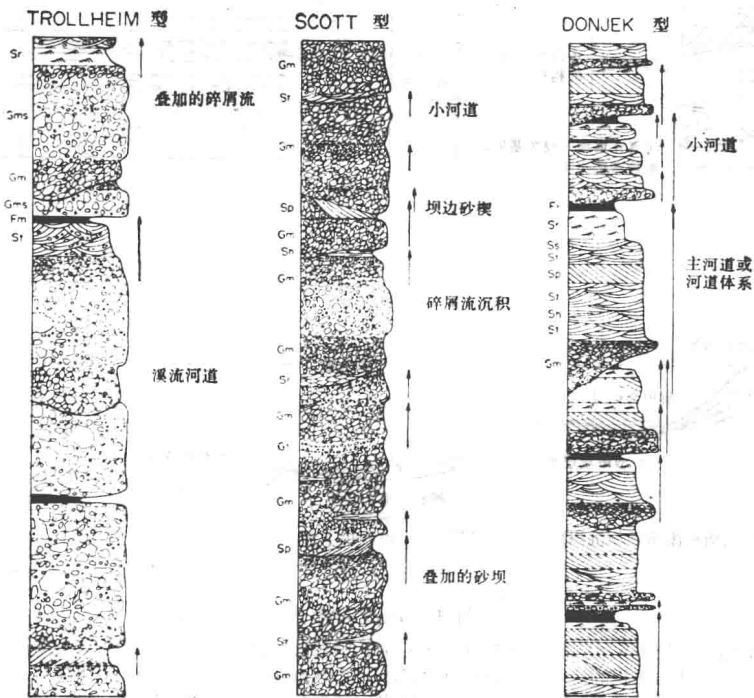
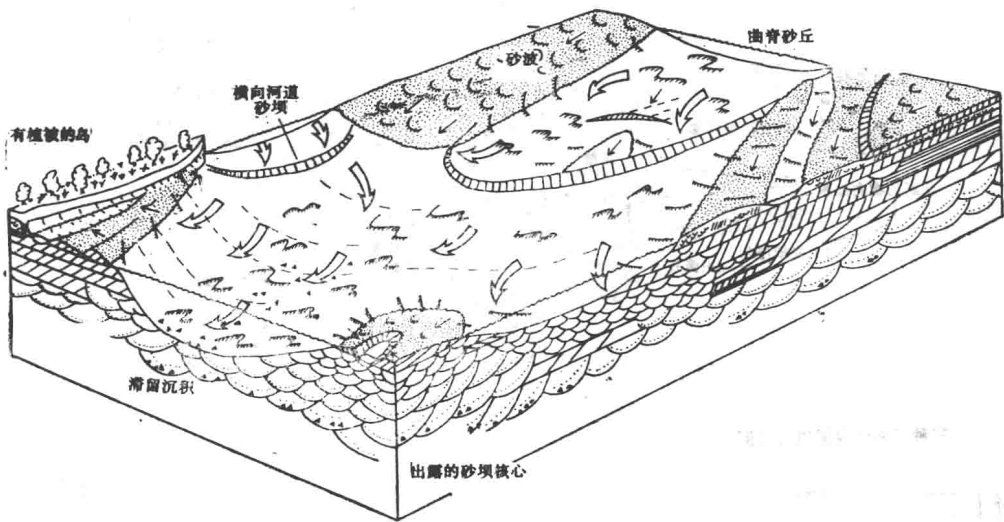


图 7 辫状河流沉积模式(立体图及剖面图)