

56.74
CDX
56.74
CDX
高等学校教材試用本

沉积岩石学附编

沉积岩研究方法及实验指导书

成都地质学院岩石教研室編

中国工业出版社

本书为配合沉积岩石学理論学习而編。全书分两部分：
第一部分着重介紹沉积岩的各种专门研究方法的原理、內容
及使用范围；第二部分为沉积岩实验指导书。其內容与沉积
岩石学实验課內容紧密結合，对各个实验的目的、要求、方
法、操作步骤及实验中应注意的問題等都有較詳細的叙述。

本书为高等院校地质专业試用教材，也可供地质人員工
作中参考。

沉积岩石学附編

沉积岩研究方法及实验指导书

成都地质学院岩石教研室編

*

地质部地质书刊編輯部編輯 (北京西四羊市大街地质部院內)

中国工业出版社出版 (北京佟麟閣路10号)

(北京市书刊出版事业許可證出字第110号)

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印张 $8^{15/16}$ ·插頁3·字數171,000

1961年11月北京第一版·1962年6月北京第二次印刷

印数2,701—4,730·定价(10-6)1.10元

*

統一书号: K15165·1116 (地质-81)

前言.....	1
---------	---

第一部分 沉积岩研究方法

岩颜色的研究.....	5
一 野外研究.....	6
二 室内研究.....	7
II 形态分析.....	10
一 圆度的研究.....	11
二 球度的研究.....	12
三 颗粒的形状.....	13
四 等向系数, 扁平系数和不对称系数.....	15
五 研究砾石形状的意义.....	16
III 机械分析(粒度分析).....	18
一 粒度等级的划分、取样及样品处理方法概述.....	19
二 直接测量法与筛析法.....	19
三 水力法.....	20
四 离心分析.....	22
五 显微镜法.....	23
六 机械分析结果的综合研究.....	24
七 机械分析的实际意义.....	28
IV 矿物分析.....	29
一 取样、解离及分析前的样品处理.....	29
二 重液的选择.....	30
三 重液分离的方法.....	33
四 用易熔盐类分离重矿物的方法.....	34
五 矿物分析资料的综合研究.....	37
V 油浸法.....	40
一 浸油的选择和配制.....	41

二	浸油折光率的測定	42
三	矿物顆粒折光率的測定	45
四	其他的油浸法	49
VI	染色分析及光度分析	50
一	粘土矿物的光度分析(即染色分析)	50
二	碳酸盐矿物的染色分析	53
VII	电子显微镜法	54
一	方法的原理	54
二	电子显微镜的构造	55
三	試样的准备方法	57
四	利用电子显微镜鉴定矿物的方法	57
VII	热分析法	57
一	脫水曲线法(热天平法)	58
二	差热曲线法	59
IX	X射线分析	64
一	X射线分析的基本原理	64
二	工作方法(粉末照象法)	66
三	德拜图谱的判讀	67
四	矿物成分的鉴定	68
X	电子繞射相分析	70
一	方法之原理	70
二	电子繞射譜的計算与注釋	71
XI	化学研究法	73
一	化学分析	73
二	沉积岩石中液态物质成分的研究	75
三	岩石中微量元素组分的研究	76
四	沉积介质的地球化学性质的研究	80
	研究方法部分結束語	85

第二部分 沉积岩实验指导

沉积岩物质成分在薄片下的鉴定	86
----------------	----

一 沉积岩矿物成分在薄片下的鉴定	86
二 沉积岩生物成分在薄片下的鉴定	86
各类沉积岩在标本和薄片下的鉴定和描述方法	95
一 火成碎屑岩	95
二 碎屑岩	97
三 粘土岩	109
四 化学岩和生物化学岩	111
沉积岩的成岩后生变化在薄片下的研究	116
一 某些成岩后生变化现象	116
二 成岩后生过程中所形成的矿物	123
实验室中各种特殊的研究方法	124
I 机械(粒度)分析	124
一 前言	124
二 仪器设备	125
三 试样的制备	125
四 筛析法	126
五 阿兹尼法	128
六 沙巴宁法	129
七 移液管法(罗宾逊法)	131
八 显微镜法	137
九 机械分析成果的綜合整理	139
十 根据机械分析資料对岩石进行正确的命名	146
II 形态分析	148
一 圆度分析	149
二 球度分析	154
三 形状分析	155
III 颗粒表面现象的研究	157
IV 矿物分析	158
一 重矿物的分离	158
二 重矿物的鉴定, 描述及统计	162
[附录]: 重矿物鉴定表	166

	重矿物图版	171
V	粘土岩矿物成分的鉴定	180
	一 粘土染色法	180
	二 粘土油浸法	187
VI	碳酸盐岩的矿物成分鉴定	192
	一 碳酸盐矿物的染色法	192
	二 碳酸盐矿物的油浸法	198
VII	残渣分析	202
	一 简易的残渣分析方法	202
	二 精确的残渣分析	207
	三 分析资料的综合整理及实际意义	207
VIII	电子显微镜研究、热分析和差热射线分析	207
	一 电子显微镜照片的鉴别	209
	二 脱水曲线和差热曲线的判读	218
	三 德拜图谱的解释	231
IX	微裂缝的研究	234
	一 标本的采集和薄片的磨制	234
	二 自然裂缝和人为裂缝的鉴别	235
	三 岩石薄片和微裂缝特征的描述	238
	四 微裂缝的长度和宽度,薄片面积的测定	241
	五 孔隙度和渗透率的计算	246
	六 资料的整理和分析	247
	七 微裂缝研究的总结	247
X	砾石、斜层理或其他原生包体方位的测定	248
	一 砾石方位的测定	251
	二 斜层理的测定	257
	三 波痕的测定及其他	259
	四 资料的综合及整理	261
附录 I	重矿物分析课外作业	265
附录 II	薄片机械分析习题	277

緒 言

本书系为了配合沉积岩石学理論学习而編写的，在沉积岩石学教科书中各論部分均大略談及各类岩石的研究方法，但叙述过簡，本书拟对各种研究方法本身作較詳細而具体的介紹。

全书共分两部分，第一部分着重介紹各种专门沉积岩石学研究方法的原理、内容及使用范围；第二部分为沉积岩实验指导书，这一部分与沉积岩石学实验課的内容是紧密結合的，对于各个实验的目的，要求，操作步骤及方法、实验中应注意的問題等均有較詳細的叙述。为了避免重复，第一部分研究方法和第二部分实验指导作了必要的分工，前者着重介紹各种研究方法的基本原理，大致内容和使用范围，而后者着重操作步骤和具体应用，希同学们加以注意。学生通过对本书的学习，一方面能够对沉积岩石学的近代研究方法有全面的概念和了解；另一方面对一些常用的方法能正确无誤地进行实验操作。

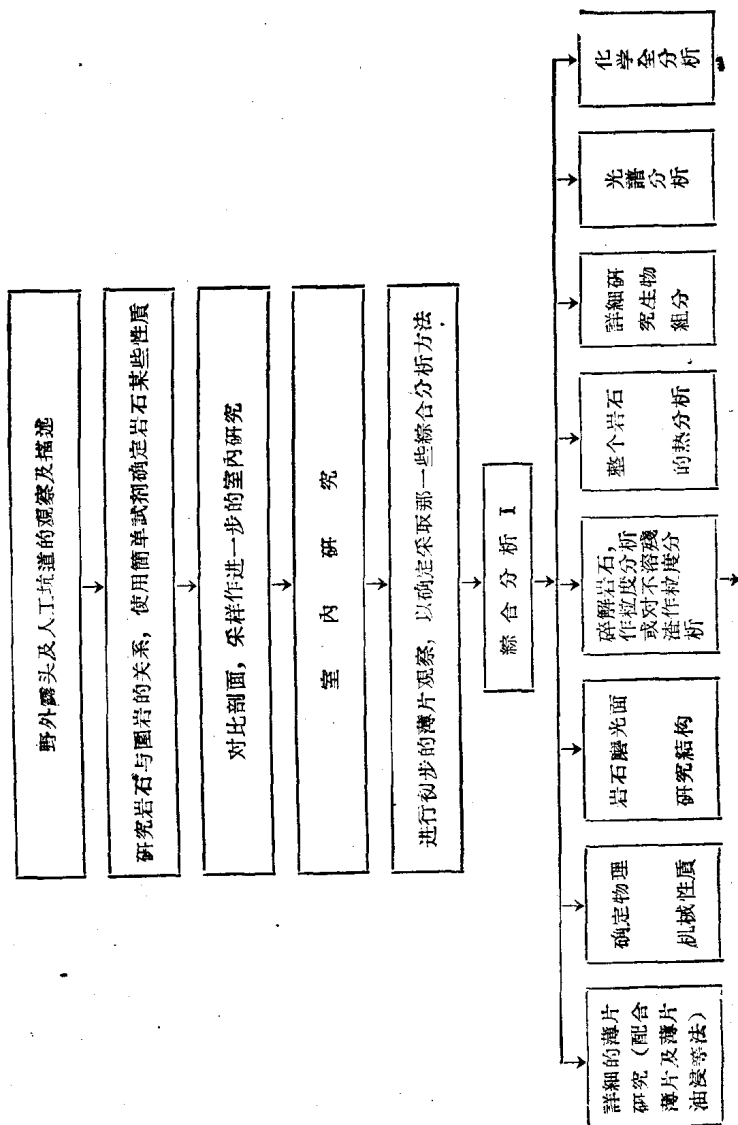
H. M. 斯特拉霍夫认为，在現代的概念中，对任何沉积岩或沉积物进行研究，都可归結为要解决以下四个任务：

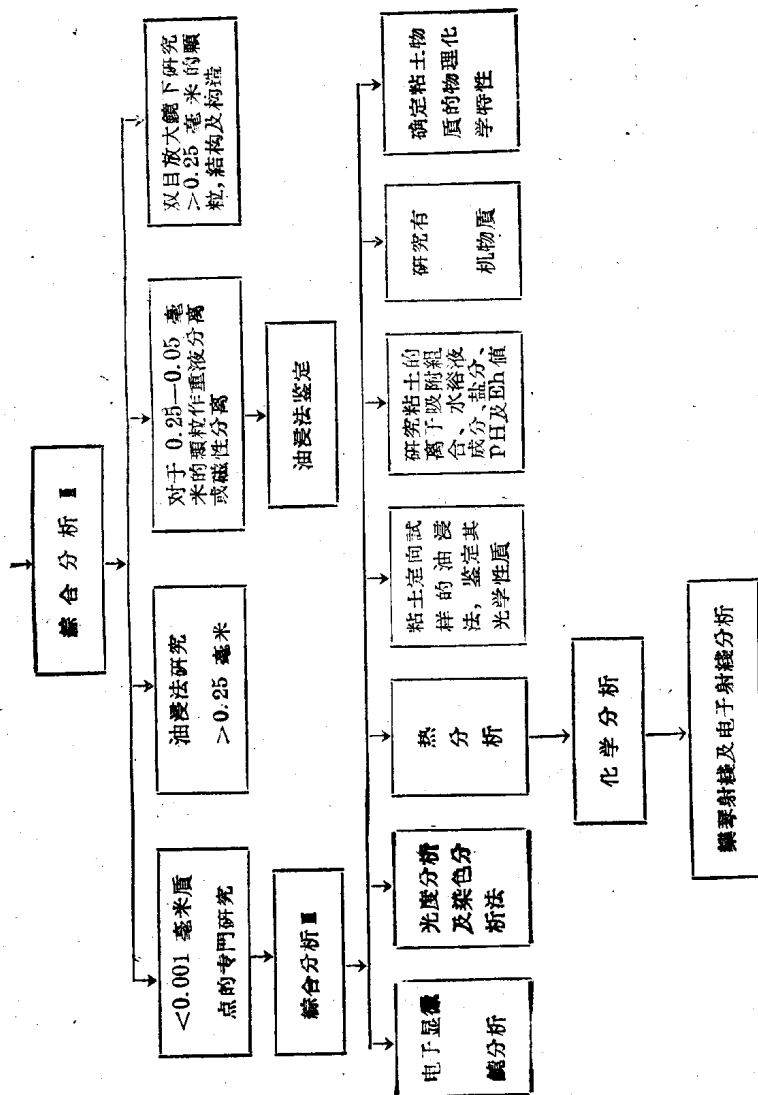
第一个任务是对岩石进行純粹的描述，包括对其物质成分，结构、构造、以及其中所含化石（包括化石的埋藏状况及与圍岩关系）。关于这一問題，在指导书中的“各类沉积岩在标本和薄片下的鉴定和描述方法”一节中有詳細的叙述。

第二个任务是通过对比岩石在不同阶段所形成的物质成分及其结构、构造特点的研究，来确定它在沉积、成岩以及后生阶段所发生的一些变化，以便恢复原生沉积特征及性质。斯特拉霍夫将这一工作称之为岩石的阶段分析。

第三个任务是对岩石进行相分析，其目的是重建沉积时的自然地理状况，这种研究是建筑在全面地研究沉积岩的特征及阶段分析的基础之上的。本书对主要的野外及室内相分析的实

沉积岩的综合研究簡表





驗方法均有敘述，至于綜合性的相分析工作(如對古地理、古氣候等的綜合研究法等)則在此處不作專門敘述。

第四個任務是要搞清岩石的某些性質，以確定其在國民經濟上的價值。關於這一方面，考慮到另有專門課程加以介紹，故本書不作敘述，只有個別的方法(如微裂隙的研究)，因與岩石學的研究法關係至為密切，並且在某些專業的岩石實驗中也有此內容，故予以介紹。

欲解決上述諸任務，對沉積岩的研究應該全面地、綜合地使用各種方法，近代的沉積岩石學研究法可以歸納為以下幾種：野外的地質學方法、室內的礦物岩石學方法、物理化學的方法、專門的技術性質的研究法、綜合的相分析法以及應用在地層對比方面的沉積岩石學方法。

沉積岩是分布于地殼中的地質體，因之對沉積岩應首先從野外開始使用地質學的方法進行研究，在野外應全面地研究其產狀、構造、分布、岩石本身特征及化石等；還必須注意沉積形成作用與其他地質作用的關係；注意搜集有關其生成條件的資料(相的鑑定及相分析材料)。

在室內要用礦物岩石學的方法及一些沉積岩石學的專門方法作進一步補充研究，室內研究的方法很多，不同岩石可採用不同的方法，但是對各種方法的使用，必須是有一定的程序，而且要綜合地進行研究，這可從附表中看出(沉積岩綜合研究表)。

為了某些特殊目的，還須進行專門的物理的或化學的研究，例如對粘土吸附離子的研究對某些可作為有用礦產的沉積岩的化學性質的研究及地球化學的研究等。至于岩石技術性質方面的了解，則經常是使用一些特殊的設備來研究的。

另外，在沉積岩的研究中，也經常使用數學的方法，對研究的結果及材料，進行教學的統計及分析。

第一部分 沉积岩研究方法

I 沉积岩顏色的研究

研究沉积岩的顏色有很大意义，例如玉門第三紀沉积中分为若干层，在室内可用重矿物組合分层，而在野外填图时就是根据各层具有不同的紅色来进行划分。在实际工作中分层和对比时都常常要考虑其顏色特征，这是因为顏色是一眼可見极为显明的标志。除了分层和对比地层外，顏色在解决古地理問題，特别是古气候、盆地的介質条件上也起很大的作用。J. B. 普斯托瓦洛夫所提出的地球化学相的根据就是鉄的生成状态。 Fe^{2+} 及 Fe^{3+} 可反映到岩石顏色上，含 Fe^{3+} 多的呈紅褐色；含 Fe^{2+} 多的則为綠色。例如紅土为代表热带或亚热带的干旱与潮湿交替的气候，因此 Fe^{2+} 能全部氧化成 Fe^{3+} ，而成磚紅色；砂漠沉积常是淡褐色；綠色的岩石常含 Fe^{2+} ，黑色則因为含碳質、瀝青或 FeS_2 ，代表閉塞之海灣、泻湖、沼澤等还原环境；含碳質較多时則又可以說明气候适于植物的生长，有些湖泊沼澤由于含藍鉄矿形成一种藍色色調；某些紅色綠色交替的海相地层則說明水盆地上的氧化还原电位时时有变化……等等。总而言之，顏色对解决古地理問題有很大作用。此外，顏色在寻找矿产方面，特別采用地球化学探矿法时也很重要。例如，目前发现沉积銅矿（有时含鈾及鈾）大部分生在紅色层中之綠色夹层里。次生顏色对找寻石油构造上也起着很大作用，例如Д. 加夫里雷在阿普歇倫、И. И. 札道夫等在庫亦貝爾斯克地区研究二迭紀沉积时，发现含油越多的沉积物中其次生顏色越发育。原生的玫瑰色、褐紅色在油气的影響下还原成淺黃色或淺黃綠色。特別是在穹隆构造的頂部、由于裂隙的发育、油气上移得較多，故在很大的厚度

內发生了变化,因此如對含油地層做仔細的顏色定量研究,可以幫助找尋儲油的構造。其他根據顏色標志來找礦的例子還可以舉出很多。總之,在野外不能忽略顏色的研究。在室內應更精確的確定岩石的顏色, B. II. 丹契夫建議不僅做地層剖面圖及地質圖,而且要做顏色剖面圖及顏色平面變化圖,幫助了解沉積岩及有關礦產的形成條件,也可以了解礦產受到的次生變化等。

一、野外研究

對沉積岩顏色的研究,應從野外的詳細描述開始。各類顏色的描述要包括以下三方面內容:深度、亮度及濃度。現舉一個完整描述的例子,如“濃而暗的淺藍色”……等。

假使一種顏色不能清楚地表示該岩石的顏色時,可以用復合的表示法,如淺綠-黃-灰色,最後的顏色代表主要的顏色,前面的為次要的、形容后面的顏色。應尽可能採用一些民間的用語,如蛋青、磚紅、杏仁色等。描寫岩石的顏色時應該註明狀態,特別是坑道下或岩芯更應注意。通常影響顏色的因素如下:

1. 日光的照射,在向光、背光處表現的顏色不同。
2. 濕度,濕的顏色常更深一些。
3. 粒度,顆粒越細,由於一部分光被吸收,不能全反射回來,故顏色深一些。

由於描述顏色時,在頗大程度上限於主觀印象,同種顏色被不同的人命以不同的名稱,而造成混亂,故增加了对比的困難,因之曾有人提出了色譜及顏色圖冊,以便求得統一。這種色譜或圖冊在英美等國使用很廣。其缺點是日久會脫色。也有人採用以不同顏色的標本做為統一的标准,但這也難達到統一。

二、室內研究

詳細地研究岩石的顏色，需在室內使用光度計進行精確的測量。最方便的光度計是蘇制 ΦM -萬能光度計，其構造為(圖 I-1 及 I-2)：

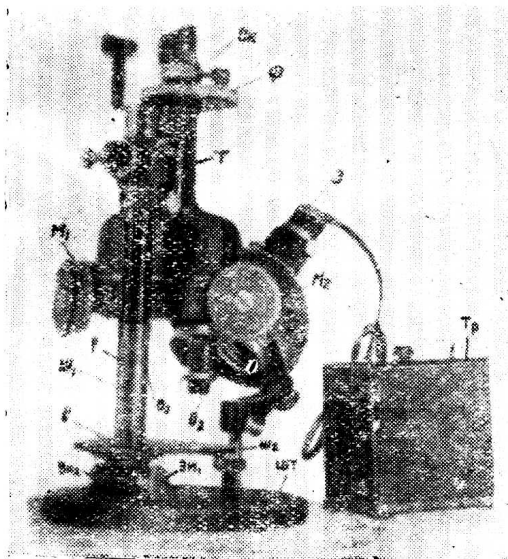


圖 I-1 ΦM 型光度計

(III) 為台座，台座上有兩個支柱，其中一個支柱(III₁)上裝鏡筒(T)，光度計另一支柱(III₂)裝有光度計的燈(3)；儀器的主要部分是由帶有目鏡(OK)及兩個物鏡(O₁)、(O₂)的鏡筒(T)組成；在鏡筒上部目鏡下裝着放濾光片的盤(Φ)；在鏡筒底部物鏡之上，有兩個鎖光圈，鏡筒兩側的帶有刻度的螺旋(M)可指示光圈張開的程度；在台座(III)上直接安裝載物盤(C)，當鑑定顏色時，在其上可裝上放標本的盤(A)及標準的白色板(B)，此盤可借螺旋(BH₁)及齒輪(P)上升和下降，并用螺旋(BH₂)將盤固

定; (TP) 为可变压器可控制光度灯(3)的照射。

由于样品的状态不同(如破碎度,湿度等)对颜色的鉴定影响较大,故须先破碎岩石,过0.1毫米的筛子,使达均匀粒度,然后置于温度为18—20°C的干燥箱内,几昼夜后即可进行测定。

光度计上有两个光栏«M»和«K»。「M»光栏可以得到比较清楚的光学特性,但是滤光片的透光度较小,因此工作时比较困难,只适于做少数标本的精确测量,不适于做大量的测定。而«K»光栏则适于做大量鉴定。它共有三个滤光片,包括了全部可见光的间隔(图 I-3)。

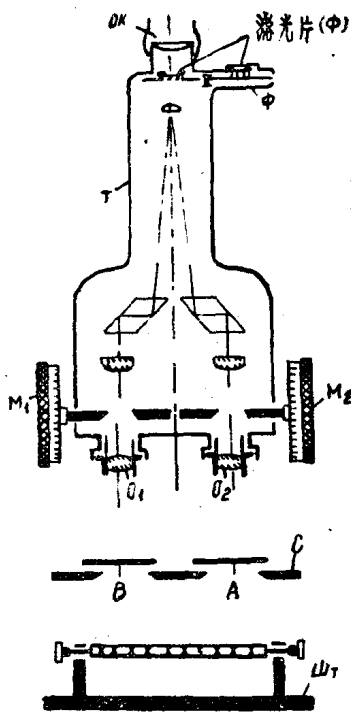


图 I-2 光度计的构造图

(请把滤光片分配位置套色图贴在此处)

图 I-3 可见光谱部分的滤光片分配位置

当测定时,将样品置于盘(C)上,轻轻压平,然后调节灯光使均匀地照在标准物质(无色的重晶石片)及样品上;分别换上每个滤光片,并调节锁光圈螺旋(M),使样品与标准物质的反射

能力完全一致即視域內亮度达完全均匀程度，固定鎖光圈螺旋的位置，并記下相应的讀数。此讀数即标志該色譜下样品之反射能力，以 τ 表示之。

τ 亦即射到标本上的光綫与从标本上反射的光綫的比值。 τ 值永远 ≤ 1 ，因为被射进的白光，多少总会被吸收一些。只有标准物質的无色片 $\tau=1$ ；黑色物体 $\tau=0$ ；染上某种顏色的物体使用不同的濾光片时，其反射能力不同， τ 值也就不同。因此測定各种帶顏色的标本时，应通过各个濾光片，并得出一系列的 τ 值（如欲精确測量，就用「M」光栏，一般測量时用「K」即可）。然后以濾光片的波长为横坐标， τ 值大小为縱坐标（单位%）作出曲綫来，曲綫的最高峰即代表岩石的顏色（图 I-4）。

根据反射曲綫，可得出以下三个特征数字：

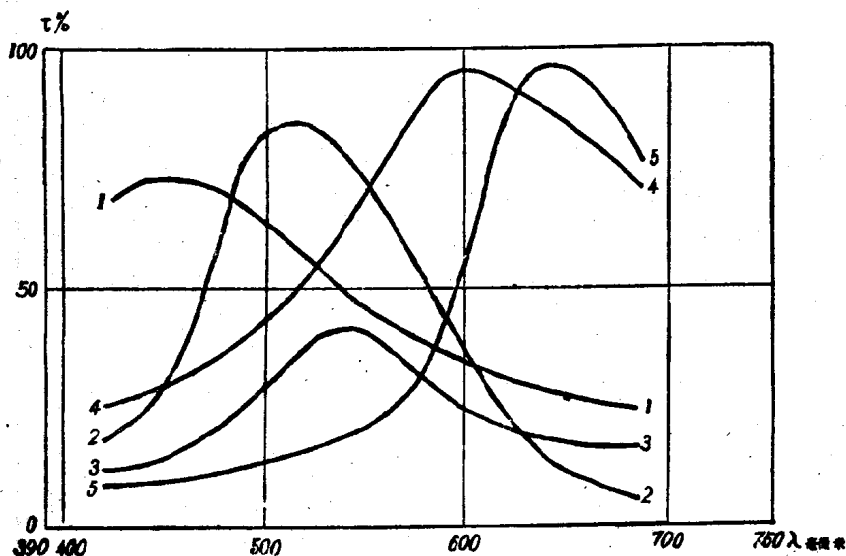


图 I-4 各种可見光的反射曲綫

W ——白度,即曲綫最低点坐标(τ 的最小值);

V ——色度,即曲綫最低点坐标与最高点坐标之差(τ 的极大值与极小值的差);

S ——黑度, $\tau=100\%$ 与曲綫最高点的坐标之差。

样品之顏色特征可以用公式 $aw + bv + cs = 100\%$ 表示之,例如某两样品經用《M》光片所得分析結果如表 I-1:

表 I-1 某两样品用《M》光片所得的分析結果

光片位置	M_{43}	M_{47}	M_{50}	M_{53}	M_{57}	M_{61}	M_{66}	M_{72}	
$\tau\%$	18	20	24	28	41	56	68	78	样品①
	51	55	58	62	58	55	53	50	样品②

則該样品的顏色公式为:

$$18W + 22S + 6V = 100\% \text{ ①及}$$

$$50W + 38S + 12V = 100\% \text{ ②}$$

当岩石顏色比較清晰时,則反射曲綫上的峰較突出, V 值亦大;反之則曲綫平坦, V 值亦小。詳細地研究某一地区沉积岩的顏色时,可以系統取样并求出各样品之 W 、 V 及 S 数值,然后分別作图,一般是以 w 、 v 、 s 做柱状图,即可进一步进行成因分析及对比工作。

II 形态分析

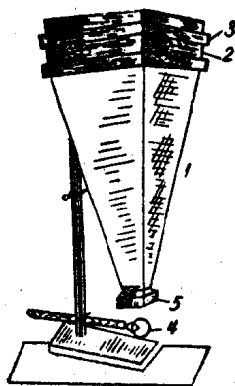
碎屑物質在搬运过程中,其外形要經受改造,主要是圓化及形态的变化;另外,表面特征亦有相应的变化。碎屑物質在形状上的变化除决定于其本身特性而外,与外界搬运介質条件有密切关系,因此可以根据对碎屑形状研究的資料,部分地解决古地

理問題，另外还可依之确定岩石的某些技术性质。

对碎屑顆粒进行形状的研究工作称之为形态分析，一般主要是对粗碎屑岩进行研究，但亦用于砂岩。分析的内容包括圓度、球度、形状等方面。

一、圓度的研究

所謂圓度系指顆粒棱角的圓化程度。可以采用肉眼观察对比的方法或者是度量棱角曲率半徑計算的方法求得。前者将碎屑与标准圓度图譜相比較确定之；后者在度量出曲率半徑后，代入 H. 魏德尔圓度公式 ($\rho = \frac{\sum r}{NR}$ ，其中 r 为各角之曲率半徑， R



为最大內切圓半徑， N 为棱角数)，求得之 ρ 值介于 0—1 之間。圓度图譜有的分成四級(棱角、次棱角、次圓和圓)。

对于顆粒較小的、固結較紧的砂岩，当測定其圓度时，可使用岩石薄片在显微镜目鏡之上加一投影器(图 I-5)，将砂粒外形投影于器上之毛玻璃上，而后求得其圓度。

图 I-5 描繪投影器

除上述最通用的魏德尔圓度公式外，其他学者也提出过另外一些圓度公式和方法。例如寇克斯提出的圓度公式为 K (圓度) $= \frac{4\pi A}{P^2}$ ，式中 A ——顆粒的投影面积； P ——顆粒投影面的周长。又如 H. A. 普列奥布拉任斯基提出的圓度公式为

$$K = \frac{N - \sum \frac{D-d}{D}}{N} = 1 - \frac{\sum \frac{D-d}{D}}{N},$$