

沉积岩石学 实习指导书

● 中国地质大学出版社
邬金华 编

054547

沉积岩石学实习指导书

Sy/0/11

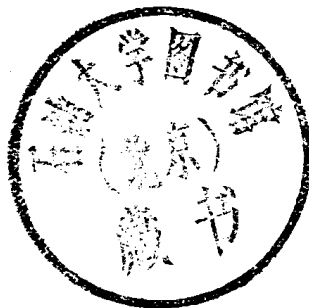
郭金华 编



200388981



00466455



中国地质大学出版社

前 言

本实习指导书是在我室多年教学实践中不断总结经验的基础上按全国岩石学教材编审委员会制定的沉积岩石学教学大纲编写而成的。1982年和1986年，曾先后由杨慕华、徐安顺执笔编写而在内部出版过《沉积岩实验指导书》和《沉积岩实习指导书》。在此基础上，这次修编加强了各类岩石手标本和薄片观察鉴定的一般方法指导；在实习内容安排上，同时照顾到了沉积特征和成岩特征两个方面，对某些难点或容易混淆、忽略之处作了提示；对附录内容作了适当增减。

本书是按30—36学时编排的，适用于地质类各专业，但具体内容和要求可以灵活掌握。文中提及的手标本和薄片及其编号系我室的统一编号，实习提示也是针对这些标本和薄片而言的。

沉积岩实习是与沉积岩理论教学紧密配合的，是学好沉积岩不可缺少的环节。通过实习要求达到以下三个目的：

1. 学会常见沉积岩的观察、鉴定和描述方法。
2. 掌握各类沉积岩的基本特征和命名原则。
3. 理论联系实际，学会对具体岩石作初步的成因分析。

每次实习前，一定要对有关理论教学内容有充分理解。实习过程中，要勤于思考，善于观察，不能只满足于认识沉积岩的表象，还要透过表象去认识它的实质。

余素玉副教授和刘士东同志对初稿提出了许多宝贵的修改意见。对她们的热情帮助和指教本人表示真诚的谢意。

由于编者水平所限，内容安排和阐述上难免有疏漏和不妥，恳请使用者批评指正。

中国地质大学岩石教研室 邬金华

1990年5月

目 录

前 言

第一部分 沉积岩的一般特征..... (1)

实习一 沉积岩的常见造岩矿物..... (1)

实习二 常见沉积构造..... (2)

第二部分 沉积岩主要岩石类型、命名及成因分析..... (4)

一、粗碎屑岩类..... (4)

实习三 砾岩和角砾岩..... (6)

二、砂岩类..... (6)

实习四 石英砂岩(1) (9)

实习五 石英砂岩(2) (10)

实习六 长石砂岩..... (10)

实习七 岩屑砂岩..... (11)

实习八 粒度分析..... (12)

三、粉砂岩和泥质岩类..... (14)

实习九 粉砂岩和泥质岩..... (15)

四、碳酸盐岩类..... (16)

实习十 内碎屑灰岩、泥晶灰岩和结晶灰岩..... (23)

实习十一 鲕粒灰岩..... (24)

实习十二 生物碎屑灰岩..... (24)

实习十三 核形石灰岩和藻叠层灰岩..... (25)

实习十四 白云岩..... (26)

五、其他自生沉积岩类..... (26)

实习十五 硅质岩和石膏岩..... (26)

附 录

一、粘土矿物简易提纯..... (28)

二、粘土矿物的差热分析..... (30)

三、碳酸盐矿物的染色分析..... (30)

四、颗粒磨圆分选的目估..... (33)

第一部分 沉积岩的一般特征

实习一 沉积岩的常见造岩矿物

目的要求

掌握沉积岩常见造岩矿物肉眼和显微镜鉴定特征。

实习内容和材料

常见它生矿物：石英 长石 白云母

常见自生矿物：方解石 白云石 玉髓 自生石英 自生长石 海绿石 石膏

手标本：海绿石石英砂岩（228或236）

长石砂岩（224） 粉砂岩（251） 石灰岩（362或371） 白云岩（337） 硅质岩（305或346） 石膏（301）

薄片：海绿石石英砂岩（ B_3 或 $B_{3.7}$ ） 长石砂岩（ B_7 、 B_8 或 $B_{8.1}$ ） 粉砂岩（ B_{11} ） 白云质鲕粒灰岩（ $B_{2.4}$ ） 燧石条带白云岩（ $B_{2.5}$ ）

实习提示

手标本观察：一般不易区分钾长石和斜长石，但可据光泽和有无解理区分长石和石英。石英具油脂光泽，玉髓无光泽或呈暗淡的蜡状光泽。白云母呈细小的片状，银白色，具玻璃光泽。海绿石为绿色鳞片状集合体，易氧化成褐铁矿。方解石和白云石常呈粒状，色多呈浅淡，解理面十分发育，玻璃光泽，小刀可以刻划留痕。常温下，方解石与稀盐酸反应迅速，白云石只有粉末才与稀盐酸反应（详见碳酸盐岩部分）。石膏可呈板状、柱状、粒状或针状、纤维状等，无色透明，有一组解理，玻璃光泽或珍珠光泽，纤维状集合体呈丝绢光泽，硬度很小（小于方解石）。

薄片观察：

石英：无色透明，表面光洁，低正突起，无解理，最高干涉色为一级黄白，性质稳定，无任何风化蚀变现象。它生石英常为等轴粒状或呈一向伸长，可含尘点状、针状、短柱状或片状包裹体，有时有裂纹或波状消光。碎屑岩中的自生石英多呈加大边形式环绕在它生石英的周边，有时也呈全自形的三方柱状出现（在碳酸盐岩中更易见到）。硅质岩中由玉髓转化而来的自生石英呈镶嵌粒状。

长石：常见的它生长石为钾长石（多为正长石、微斜长石、条纹长石）及酸性斜长石。根据特殊的双晶、条纹、环带、蠕英石构造、解理和易高岭土化或绢云母化等特征，不难将钾长石与石英区分。如不具上述特征，只能用锥光判别，但石英受应力影响也会出现一个小到中等大小的光轴角。常见的自生长石也多呈加大边形式环绕在它生长石的周边。自生长石是由粘土矿物转化而来，故常因含杂质而很污浊。偶而也有板柱状的自生长石产出。

白云母：无色透明，片状，具一组极完全解理。垂直解理面的切面有较强的低正一中正闪突起，平行消光，干涉色可达二级顶部，很鲜艳。性质稳定，无风化蚀变现象。平行解理的

切面闪突起不明显，易与石英相混，但突起比石英高，可微见糙面。

方解石：无色透明，它形粒状或针状、柱状、叶片状、糙面十分显著，有极强的中高一低负闪突起，两组极完全解理相交成菱形，常发育聚片双晶，双晶纹平行菱形解理的长对角线，高级白干涉色，薄片过薄或近垂直光轴的切面可呈三到四级的斑斓状干涉色。

白云石：光性与方解石极相似，在沉积岩中易呈菱形自形晶出现，有时还有杂质或铁质的雾心或环带。解理和双晶可能不如方解石发育，如同时发育双晶和解理，则双晶纹平行菱形解理的短对角线。现在常规鉴定白云石多用染色法（见碳酸盐岩部分或附录三）。

玉髓：无色或稍带褐色，低负突起，晶体轮廓不固定，正交镜下静止物台常见纤状、扇状、放射状集合体或为边界弯弯曲曲的粉晶级粒状，随物台转动，其边界可在附近小范围内呈扫动或扩散、收聚式移动。最高干涉色为一级灰白。纤状玉髓的延性可正可负，分别称为正玉髓和负玉髓。玉髓易失水重结晶成镶嵌粒状石英，轮廓遂固定。

海绿石：新鲜者呈深浅不同的绿色，受氧化影响可呈红褐色。多呈鳞片状集合体出现，集合体呈颗粒状或填隙状。因其颜色较深，一般难辨其干涉色。海绿石有典型的集合偏光现象，即由极细小的单一矿物相构成的集合体在正交镜下不消光，因为这些细小微粒在集合体内的空间取向是随机的，从统计学上说，物台处在任何位置，总有大致相等的颗粒数处在干涉位。一般只有当矿物颗粒小到不易辨别时这种现象才比较典型。在沉积岩中，具有这种现象的还有泥晶碳酸盐矿物、各种粘土矿物和绿泥石等。

石膏：无色透明，板状、粒状、柱状或针状、纤维状，低负突起，一组完全解理，板、柱状晶体可发育燕尾双晶。最高干涉色为一级黄白。在蒸发岩和咸水白云岩中常见，也可作为碎屑岩的胶结物。脱水后变成硬石膏。硬石膏呈低正突起，干涉色可达三级。

实习报告

据你观察，记录手标本它生石英、长石、白云母和薄片玉髓、海绿石、白云石、泥晶方解石的鉴定特征。

思考题

1. 在什么样的条件下方解石和白云石可成为它生矿物？海绿石可成为它生矿物吗？为什么？
2. 显微镜下如何区分下列矿物？
长石和石英 自生石英和它生石英 长石和石膏 粒状玉髓和石英

实习二 常见沉积构造

目的要求

熟悉沉积岩常见构造的形态特征和显现机理，学习常见沉积构造的观察、度量和描述（包括素描）方法，加深对沉积构造形成过程及其地质意义的理解。

实习内容和材料

物理构造：

①层理构造：水平层理 平行层理 各种交错层理 波状层理 脉状层理 透镜状层理
粒序层理 韵律层理

②顶面和底面构造：波痕 晶痕（假晶） 干裂 雨痕 槽模 沟模 重荷模

③其它构造：冲刷构造 滑塌构造 包卷层理

化学构造：鸟眼构造 缝合线 叠锥 结核 假层理

生物构造：虫孔（潜穴） 爬痕 藻叠层

实习提示

对任何沉积构造，除注意观察其形态外，均需注意“量”上的特征，如纹层（层理中的细层、藻叠层中的纹层）和层系的厚度，交错层理交错角的大小，波痕指数，槽模高宽及密集度，冲刷面、缝合线等的起伏规模，干裂的垂直深度和水平宽度，晶痕、鸟眼、结核、虫孔的大小、多少等等。对各种层理、冲刷、滑塌、包卷层理、鸟眼、结核、藻叠层等构造，还需注意它们是由哪种因素表现出来的（粒度、成分或颜色）。

有些沉积构造可指示古水流方向，如槽模、不对称波痕、大多数交错层理等等；有些构造可指示岩层的顶底面，如振荡波痕、干裂、槽模、部分交错层理、柱状叠层石等等，观察时应注意这些特征。

实习报告

详细描述一种交错层理、脉状或透镜状层理、波痕、槽模、鸟眼、藻叠层、虫孔等构造并绘素描图。如果构造可指示古水流或岩层顶底面，在素描图上可用箭头表示出来。

思考题

1. 下列构造有何异同点：

槽模和重荷模 水平层理和平行层理 结核和鸟眼 层纹石和水平一微波状层理

2. 为什么大多数交错层理可以指示古水流方向，槽模和柱状叠层石可以指示岩层顶底面？

第二部分 沉积岩主要岩石类型、命名及成因分析

任何岩石的观察都分手标本（及野外露头）和薄片两个部分，前者具有宏观和空间性质，后者则是微观和断面的显示，两者相辅相成，不能偏废。按照认识事物的一般规律，观察总是从整体开始，逐渐深入到各个细部，再从细部回到整体上来。有时甚至要经过多次反复才能对岩石的特征获得较全面而深刻的认识。

一、粗碎屑岩类

粗碎屑岩即砾岩和角砾岩。由于粒度较粗，无较大视域则不能观其全貌，故许多特征（如岩石的颜色、碎屑的粒度、含量、成分、磨圆度、分选性、支撑等）应在野外露头上考察。供室内观察研究用的手标本也应根据粒度大小尽可能大一些。

（一）手标本观察

颜色是指岩石整体的颜色，它与主要砾石和填隙物的颜色有关。

结构由主要砾石的粒度和圆度决定。观察时应注意砾石的形态（等轴、扁平或其它形状）以及最大、最小及主要砾石的粒度（或范围），并据此判断其分选程度。磨圆度也应根据大多数砾石的圆度来确定。在估计砾石含量时，注意其支撑类型，进而观察相邻砾石的接触关系。当砾石为扁平状或长条状时，要注意最大扁平面和长轴的定向性，有无叠瓦状构造、叠瓦角的大小或其它定向构造。

砾石常是岩石碎屑，矿物（晶体）碎屑多在细砾岩或填隙物中出现。如果砾石内部结构过细，肉眼不能准确鉴别其岩石类型时，可根据颜色、断口、光泽、硬度等整体特征推测其所属大类。原则上，不同岩性的砾石要分别估计含量，也可用主要、其次、少量或较多、较少、偶见等程度词表述。

填隙物是泛指砾石颗粒之间的物质，可能是基质和胶结物，也可能只是其中之一。特征明显时，应尽量将它们分开；如有困难，也可不必严格区分。常见胶结物为硅质、钙质和铁质。粘土基质在重结晶过程中也可将砾石胶结起来。这些物质的鉴定特征可参看后面的砂岩部分。

（二）薄片观察

粗碎屑岩薄片观察主要是为了确切鉴定砾石的种类，详细研究填隙物的成分、结构、颗粒之间的关系及其他自生变化。由于砾石种类可以是岩浆岩、变质岩和沉积岩中任何一种岩石，因此确定砾石种类就需要全面掌握各种岩石类型的主要鉴定特征；如花岗岩主要由石英

和长石组成，带有花岗结构的特征；各种喷出岩具斑状结构或霏细、玻璃质结构，斑晶和基质成分随岩类而异；变质岩具有特征的变质矿物和特有的结构构造等等。观察时一般采用较低倍率的镜头。当砾石较粗大时，注意不要将砾石和填隙物混淆。这时，可先用肉眼观察薄片，待确定了它们的相对位置和大致范围后再放到显微镜下观察。

（三）命名方法

目前粗碎屑岩的命名原则还未完全统一。由于我们将砾级碎屑的含量超过30%（不是50%）的岩石称为砾岩或角砾岩，故涉及到粗碎屑的岩石命名与其它岩石稍有不同。以砾岩为例：

1. 砾石 $>30\%$ ，基质 $<50\%$ 时，岩石命名如下：

按粒度：如细砾岩、中砾岩、粗砾岩。

按砾石成分：成分单一，如燧石岩砾岩、花岗岩砾岩；成分复杂，即复成分砾岩。

按胶结物：如硅质砾岩、钙质砾岩。

综合命名：如粗砾硅质燧石岩砾岩、中砾钙质复成分砾岩。

2. 砾石 $>30\%$ ，基质 $>50\%$ 时，基质应参加命名：

砂基为主，称砂质砾岩。

泥基为主，称泥质砾岩。

混基，称砂-泥质砾岩或泥-砂质砾岩。

其它单因素命名原则同上。

综合命名：如细砾钙质胶结砂质复成分砾岩。

3. 砾石5—30%，命名时应在主要岩石名称前加“含砾”二字，如含砾粗粒钙质岩屑砂岩。

（四）成因分析

粗碎屑岩中具环境意义的特征，包括砾石成分、粒度、磨圆度、形状、表面特征、分选性、定向性以及基质成分和粒度、丰度（或支撑性质）等。通过综合分析可以推测沉积区离源区的远近、沉积速率、沉积环境的水力学特征等。如配合粒度、组构的测量和层序研究，分析将更加具体。

砾岩描述举例

产地：河北宣化 层位：白垩系

手标本描述：

浅灰色。中细砾结构，块状构造。砾石约占80%，填隙物约占20%。颗粒支撑。砾石均为等轴状，以次圆和次角状为主。大小不太均匀，粒径最大20mm，最小2mm，以10—15mm多见，分选程度中等。

砾石成分以白云岩为主，其次是硅质岩。白云岩灰白色，粉末滴稀盐酸起泡。硅质岩深灰或黑色，致密坚硬。另有少量砾石呈浅紫红或暗灰色，无光泽，断口粗糙，推测为中性喷出岩。

胶结类型为孔隙式。胶结物灰色，局部带绿色色调，可与稀盐酸反应，说明含有钙质。胶结十分紧密。

薄片描述：

砾石成分为石灰岩、白云岩、燧石岩、粗面岩和安山岩。白云岩砾石中有时含硅质条带。燧石岩中也常有少量次生交代的白云石晶体。粗面岩和安山岩具斑状结构，较新鲜。

砾石间分布有大量砂级、粉砂级碎屑，成分以石英为主。胶结物为方解石。

岩石命名：中细砾钙质复成分砾岩

成因分析：

该砾岩的砾石有较多抗风化力弱的岩石，成分比较复杂，分选磨圆均不大好，且有较多中细碎屑混入，说明沉积物未经长距离搬运和簸选淘洗，推测沉积区离源区不远，水动力相对较弱。

实习三 砾岩和角砾岩

目的要求

掌握砾岩和角砾岩肉眼和显微镜观察要点及描述方法，领会形成条件和形成过程对砾岩角砾岩成分和结构的控制作用。

实习内容和材料

手标本：石英岩砾岩（201） 复成分砾岩（202，203，214） 洞穴角砾岩（204）
粘土胶结石灰岩角砾岩（205） 砂质砾岩（208）

薄片：石英岩砾岩（B₁）

实习提示

手标本观察：比较砾岩和角砾岩的磨圆程度，单成分砾岩或角砾岩与复成分砾岩的成分差异。对砂质砾岩砂基的观察，可参考砂岩部分。

薄片观察：首先观察石英岩砾石，注意其矿物成分（以石英为主，少量白云母或硬绿泥石）和结构（粒状，大部分呈缝合线状镶嵌）。部分薄片中的砾石由直边镶嵌的石英组成，可能由石英岩或燧石岩重结晶造成。然后观察填隙物，注意其中的石英质砂基。大部分泥基已变成硬绿泥石（板片状或束状集合体，暗绿色或浅灰绿色，多色性明显，高正突起，可见一组完全解理，最高干涉色为一级橙红，一般切面仅为一级灰左右且被颜色覆盖），少部分变成白云母或石英。以上特征说明岩石已受低级变质作用的影响。

实习报告

描述复成分砾岩手标本（202）和石英岩砾岩薄片（B₁），并附镜下素描图。

思考题

1. 利用粗碎屑岩作母岩恢复时应注意什么问题？
2. 砾石的圆度和成分有何环境意义？

二、砂岩类

（一）手标本观察

1. 颜色。也是指岩石整体颜色。要注意观察颜色分布是否均匀、主要是由哪部分组分显示出来的，从而确定是继承色、原生色还是次生色。

2. 结构构造。所有砂岩均具砂状结构，但需进一步确定是粗砂状、中砂状还是细砂状。粗、中、细的划分是根据主要粒级的粒度大小。但在手标本上一般难以看出其确切数值，这

时,可与砂样管进行对比。要求学生经过几次砂岩实习后,能对粗砂、中砂、细砂集合体获得一个整体印象,能对未知样品“一目了然”。在观察粒度大小的同时,要注意其大小分布是否均匀(分选性),并需用放大镜从不同角度观察砂粒的磨圆情况。实习用的手标本一般块度不大。常常不能全面反映构造形迹的空间特征,一般可省略对构造的观察。但如手标本上有明显的构造显示,也应按要求观察并进行必要的度量。

3. 碎屑成分。最常见的矿物碎屑是石英、长石和白云母,其鉴定特征可参阅实习一。岩屑多是结构较致密或隐晶质的;颜色较深,光泽暗淡,如暗灰、暗红、暗绿等,但也有颜色浅淡的岩屑,如某些燧石岩、石英岩等等。对岩屑的观察是概略的,准确鉴定只能在镜下进行。对不同碎屑应分别估计百分含量(全碎屑占全岩的百分比及各碎屑占全碎屑的百分比)。

4. 胶结物。手标本上有时难以区分胶结物和基质,可统称为填隙物。常见胶结物有硅质(自生石英、玉髓和蛋白石)、方解石、白云石、铁质、海绿石、粘土等。

硅质:最常见的是自生石英,一般为碎屑石英的加大边,但它已与碎屑混为一体,手标本上呈似结晶结构。玉髓和蛋白石胶结物多出现在富含火山岩岩屑的砂岩中,通常颜色浅淡,也可能呈现较深的颜色,其主要鉴定特征是硬度大,无光泽,由其胶结的岩石断面常切过碎屑颗粒(完全由石英胶结的砂岩或砾岩也有此特征)。但玉髓和蛋白石在手标本上却难以分开。

方解石和白云石:方解石常称钙质。二者均为白色或灰色,硬度较小,可用稀盐酸鉴别。

铁质:呈黄褐、紫红等色。多为赤铁矿。易风化成褐铁矿,风化后硬度降低。

海绿石:呈各种绿色。填隙状或粒状。小刀可以刻划。在氧化环境中常变为褐铁矿而呈褐紫色斑点或斑块,严重时很象铁质胶结,故需在新鲜岩面上观察。

粘土矿物:多呈浅的颜色(白、灰白等),含色素离子或有机质时也可能较深。无光泽。粗糙疏松,易刻成粉末。不与稀盐酸反应。

(二)薄片观察

1. 粒度。根据已知的视域直径或目镜微尺估计或度量砂粒的粗细。对单个碎屑,取最长视直径作为粒径值。注意最大、最小和大多数颗粒的粒径,并按大多数颗粒的粒径范围确定岩石的结构类型,当石英、长石有加大边时,要注意颗粒的真实大小。

2. 分选磨圆。一般使用低倍率镜头观察,这样视域大一些,较易得到正确结论。磨圆度应以大多数颗粒的圆度为准,但少数颗粒的特殊圆度变化也需在描述时提及(有时可能暗示着碎屑的来源)。观察分选磨圆时,同样要注意加大边以及交代作用造成的假象。

3. 支撑类型。砂岩中,由于砂粒形状变化不大,可按基质的含量来确定支撑类型:

基质<2%	颗粒支撑
基质=2—10%	少泥颗粒支撑
基质=10—25%	多泥颗粒支撑
基质>25%	泥基支撑

4. 碎屑成分和含量。砂岩的碎屑成分主要靠薄片观察确定。对晶体碎屑,不能仅限于确定其矿物名称,还要注意它们的标型特征,如外形(主要指石英是否有六方假象或一向伸长,石英、长石有否熔蚀现象)、包裹体、波状消光、长石双晶类型、双晶纹的粗细疏密、错动以及环带、条纹、石英加大边有否磨蚀等等。另外,手标本上一般难以辨认重矿物,镜下可作一定弥补(注意:一块薄片通常不能反映岩石全部重矿物的组成)。碎屑含量是指全

部碎屑占全岩的体积百分比，与填隙物含量之和为100%，它受沉积环境水动力、淘洗时间和成岩压实作用的控制。另一种含量是指碎屑的组成，即不同碎屑占碎屑总量的体积百分比，它是成分成熟度的反映，控制因素较复杂。这两种含量均可用机械台较精确地测得，在一般的岩性鉴定中常凭经验估计。两种含量均应以具体的百分数来表示（描述）。

5. 填隙物。镜下观察填隙物应严格区分基质和胶结物。基质常以粘土为主并混有其它杂质，镜下呈污浊的尘点状。基质若以水云母为主或变为绢云母时，正交镜下可见密集的闪亮小点或小片。长石碎屑高岭土化或绢云母化后易与基质相混，但多少还可见到均匀的一级灰背景干涉色或双晶；若见不到干涉色或双晶，可根据具有碎屑外形识别之。广义上，粘土基质对碎屑颗粒也可起胶结作用。许多时候，岩石可能具有两种或两种以上成分的胶结物，它们可能只出现在特定部位（如颗粒表面或粒间孔的中央部分），也可能是随机分布；它们之间可能只是简单的先后关系，也可能为交代关系。确定了胶结物后应进一步判断胶结类型和胶结物自身的结构。

6. 其他成岩后生变化。包括压实（和压溶）作用、交代作用和重结晶作用等。要注意碎屑颗粒之间的接触强度（点接触、面接触、凸凹接触、缝合线状接触）、过分填集、压实定向、柔性碎屑（如泥质岩岩屑）的变形、刚性碎屑的破裂以及胶结物和交代物的生成顺序等等。但对石英颗粒的裂纹和长石双晶纹的错动要分清是继承性的还是沉积压实形成的。要注意胶结物对碎屑颗粒以及不同成分胶结物之间有无蚕食现象。

（三）命名方法

1. 单因素命名：

①按颜色：如红色砂岩、绿色砂岩等等。

②按粒度：如中砂岩、细砂岩、中细粒砂岩等等。

③按胶结物：如钙质砂岩、铁质砂岩等等。如不止一种胶结物，可取含量较高或具特殊沉积成岩标志的那种胶结物作为词头。

④按杂质含量：如净砂岩和杂砂岩。若岩石被粘土胶结（含量 $>15\%$ ），原则上应分清这些粘土的成因，若为基质成因的称为杂砂岩；若为胶结物成因的，则称为粘土质砂岩。考虑到基质也可起胶结作用，也可将它们统称为粘土质砂岩。

⑤按碎屑组成：如石英砂岩、长石砂岩等等。

2. 综合命名。按研究程度，综合各种单因素，作尽可能全面、确切的命名。各单因素在名称中的排列顺序是：

颜色-粒度-胶结物-碎屑组成

如红色中粒铁质砂岩、暗绿色细粒海绿石石英（净）砂岩、灰白色粗粒钙质长石石英杂砂岩等等。

（四）成因分析

分析依据是岩石的构造、成分成熟度、结构成熟度、各种自生矿物和成岩后生变化等。分析内容包括碎屑物质的来源（母岩分析）、大地构造背景、气候状况、搬运方式、沉积水能量的高低、成岩方式、成岩物化条件等等，即与岩石形成条件和形成过程有关的诸方面的特征。

砂岩描述举例

产地：河北唐山 层位：震旦亚界

手标本描述：

灰绿色。中粒砂状结构。粒度均匀，分选性好，磨圆度多为圆状。碎屑含量约85%，胶

结物约15%。颗粒支撑，孔隙式胶结。

碎屑几乎全由石英组成。石英无色，微透明，油脂光泽，硬度很大。胶结物为海绿石，暗绿色，无光泽，小刀可以刻划，部分氧化成褐铁矿，形成疏松的褐色斑点。有些海绿石呈颗粒状，为自生碎屑，粒径与石英碎屑相仿。

可见由海绿石含量变化显示的平行纹理，纹理厚约1mm。

薄片描述：

岩石具中粒砂状结构。多数颗粒粒径在0.2—0.4mm之间，分选好，磨圆度为圆到极圆状。碎屑含量80%，胶结物20%。碎屑由陆源碎屑和自生海绿石碎屑组成，它们分别占碎屑总量的90%、10%。陆源碎屑中97%以上都是石英，仅有极少量的长石和锆英石、帘石等重矿物。

石英无色，表面干净，圆到极圆状。部分具不规则裂纹或有尘点状包裹体，多数有明显的波状消光。长石无色，可见解理，多为微斜长石和斜长石，偶见条纹长石，一般呈次圆状。有的长石因高岭土化略带褐色或混浊不清。重矿物粒度较细，但磨圆度很高。

自生海绿石碎屑为鳞片状集合体，外形浑圆，粒径多在0.4—0.5mm之间。分布比较均匀。鲜绿色，多有集合偏光现象。少数鳞片较大者可见明显多色性和二级干涉色。

胶结物为海绿石和自生石英，以自生石英为主。胶结方式为孔隙式。自生石英均为碎屑石英的加大边。两种胶结物不在同一粒间孔中出现。胶结十分紧密严实。

部分海绿石（碎屑或胶结物）已氧化成褐铁矿，不透明。

岩石命名：灰绿色中粒海绿石质石英岩状砂岩

成因分析：岩石中石英碎屑含量极高，分选、磨圆度均好，即两个成熟度都较高，说明碎屑石英经过了长距离搬运，又经反复筛选磨蚀，不稳定组分已大量淘汰，泥基已被冲洗干净，碎屑形成于稳定地台区。海滩是形成上述特征的有利地段。海绿石为典型的海相指示性矿物，故此砂岩的形成可能与浅海环境有关。沉积物无明显压实现象，其成岩方式主要为胶结作用。在同生阶段仅有少量海绿石胶结物，随着埋深增加，进一步被共轴增生石英胶结而成岩。

实习四 石英砂岩（1）

目的要求

掌握石英砂岩手标本和薄片观察描述方法；了解石英砂岩碎屑成分和结构的一般特征，加深对石英砂岩形成条件的理解。

实习内容和材料

手标本：海绿石石英砂岩（225，232，236） 铁质石英砂岩（229）

薄片：海绿石石英砂岩（B₃）

实习提示

手标本观察：海绿石的颜色因其阳离子中 $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ 比率的不同而不同， Fe^{2+} 含量高显绿色。海绿石可呈填隙状也可呈颗粒状。铁质石英砂岩中的石英碎屑可能呈铁锈色，这是因为其外表常敷有一层铁质薄膜的缘故。

薄片观察：碎屑的组成几乎全是单晶石英，仅有很少的长石、多晶石英和重矿物。这是石英砂岩碎屑组成方面的基本特征。海绿石胶结物呈填隙状，自生碎屑呈颗粒状。部分海绿石已氧化成不透明的褐铁矿。许多石英碎屑有加大边（即还有硅质胶结物），它与碎屑间的

界线是由点状杂质表现出来的（即有痕加大），有时清楚，有时仅隐约可见。此时，应注意观察碎屑的轮廓以确定其粒径和磨圆程度，并进一步观察加大边的发育程度（宽窄、是否自形等）以及它与海绿石胶结物的分布特征。

实习报告

描述海绿石石英砂岩手标本和薄片，并附镜下素描图。

思考题

1. 石英砂岩在成分和结构上有何特征？
2. 试述共轴增生石英的物质来源和形成阶段？

实习五 石英砂岩（2）

目的要求

进一步熟悉石英砂岩的碎屑成分和结构特征，了解成岩后生变化对碎屑颗粒的再改造作用。

实习内容和材料

手标本：白云质石英砂岩（227） 粘土质石英砂岩（226） 沉积石英岩（230）

薄片：白云质石英砂岩（B₆）

实习提示

手标本观察：注意比较白云质石英砂岩和粘土质石英砂岩的胶结物在结晶程度、透明度和粗糙程度上的差异。沉积石英岩在外观上已看不出碎屑结构。

薄片观察：注意石英碎屑的溶蚀现象。有极少数碎屑颗粒已全部碳酸盐化，试按其外形推测原来可能是什么矿物。薄片可见两种成分的胶结物，对其中的白云石，应注意观察其形态和光性特征。仔细观察两种胶结物之间以及胶结物与碎屑颗粒之间的关系。注意碎屑颗粒的接触强度。

实习报告

描述白云质石英砂岩手标本和薄片，并附镜下素描图。

思考题

1. 有哪些地质因素能使砂岩碎屑中的长石减少石英增多、多晶石英减少单晶石英增多？
2. 镜下观察砂岩的成分和结构有哪些成因意义？

实习六 长石砂岩

目的要求

熟悉长石砂岩碎屑成分和结构的一般特征；掌握长石砂岩手标本和薄片的观察鉴定要点；学习利用成分成熟度和结构成熟度对岩石形成条件作综合分析。

实习内容和材料

手标本：长石砂岩（222，224，235，237）

薄片：长石砂岩（B₇）

实习提示

手标本观察：由新鲜钾长石为主的长石砂岩多呈淡红色，以酸性斜长石或高岭土化长石为主的长石砂岩多呈灰白色。要仔细区分长石碎屑和石英碎屑并估计其相对含量，鉴定胶结物的成分。

薄片观察：总结镜下区分长石和石英、钾长石和斜长石的方法；对其中的重矿物进行鉴定。长石碎屑易高岭土化和绢云母化。高岭土为尘点状集合体，可使长石表面变污浊。绢云母为鳞片状集合体，较透明，干涉色最高可达二级，常见一级黄白。注意：不同长石颗粒新鲜程度不同。仔细辨认高岭土化或绢云母化强烈的长石碎屑。胶结物成分主要是粘土。注意：胶结物有无重结晶现象。是否有的已变成长石的加大边；这种加大边与石英加大边有何不同；是否还有别的胶结物；有无粘土交代石英的现象。

实习报告

描述长石砂岩手标本（224）和薄片，并附镜下素描图。

思考题

1. 比较长石砂岩和石英砂岩在成分和结构方面的差异。
2. 如何根据长石砂岩的结构成熟度进行成因分析？

实习七 岩屑砂岩

目的要求

掌握岩屑砂岩手标本和薄片的观察鉴定要点；学习几种常见岩屑的镜下鉴定方法；学习根据成分和结构特征分析具体岩屑砂岩的形成条件和形成过程。

实习内容和材料

手标本：岩屑砂岩（218，223，253）

薄片：菱铁矿质岩屑砂岩（B₆₀）

实习提示

手标本观察：一般岩屑砂岩比其他成分砂岩的颜色暗一些。要用放大镜仔细观察，注意碎屑成分中岩屑与石英长石等的区别。

薄片观察：先观察碎屑颗粒。估计碎屑总含量，注意其结构特征（粒度、磨圆、分选等）。碎屑成分中除岩屑外，还有多种晶体碎屑。要求估计晶体碎屑的相对含量，确定所鉴定岩石是否属岩屑砂岩，并进一步观察岩屑的类型。岩屑类型较复杂，观察时可作简单记录，待正式描述时再按岩浆岩、变质岩和沉积岩三大类归纳。观察过程中，应随时注意碎屑与胶结物的关系。然后观察胶结物菱铁矿的特征，包括颜色、形态、粒度、突起（闪突起不明显）和干涉色，并与其它碳酸盐矿物、尤其是白云石对比。具十字消光影的球粒也是菱铁矿，呈放射纤维状（注意菱铁矿其它特征）。试分析判断菱形菱铁矿与球粒状菱铁矿间的关系。注意菱铁矿胶结物的分布特征。在粒间还有另一种胶结物。要求鉴定后一种胶结物的成分，并判断上述两种胶结物沉淀的先后顺序。

实习报告

描述岩屑砂岩手标本（218）和薄片，并附镜下素描图。

思考题

1. 砂岩和砾岩中的岩屑有哪些不同？为什么会有这些不同？
2. 岩屑砂岩中有哪些具成因意义的特征？试作具体分析。

实习八 粒度分析

目的要求

通过对松散砂样的筛析，掌握一般粒度分析的工作程序和数据的处理；学习累积概率曲线的分析解释方法。

1. 筛析步骤：

(1) 决定套筛规格：套筛是指一组上下相互套叠在一起的筛子，其筛孔直径由上到下逐渐减小。先目估砂样的最大粒径，取比最大粒径更粗一级的筛子用手试筛，如全部砂样均可筛下，即以此筛作顶筛。如有部分砂粒不能筛下，可换更粗一级的筛子再试筛，最后取全部砂样均能筛下的筛子作顶筛。往下按 0.25ϕ — 0.5ϕ 的间距将套筛配齐。底筛孔径可用 4ϕ ，过细容易堵塞，干筛效果很差。

(2) 检查安装套筛：所选套筛不能有破损、筛孔变形或被堵的情况，也不能有碎渣、杂物残留。全套筛子按上粗下细的顺序套叠在一起。筛底加上托盘（以上步骤由实验员完成）。

(3) 取样过筛：为减少人为因素的影响，用缩分器将砂样缩分至50g左右，称其总质量 G （不能随意增减，精确到0.01g），作好记录。然后将砂样倒入顶筛，加盖。最后将套筛置于震筛机上振动10分钟。

(4) 分级称量：将筛分好的砂样分级取出（先倾倒，后清扫，不能有损失），称其质量 W_i （精确到0.01g）。作好粒级及质量记录。

(5) 计算并查表：先根据下式计算各粒级的质量百分数 X_i ，

$$X_i = \frac{W_i}{G} \times 100\%$$

然后，再从粗到细计算各级累积百分数。全部粒级的累积百分数应为100%，不足或超过100%的部分应按各粒级质量百分数进行分配。

2. 数据处理：数据处理方法有计算法、图算法和作图法。计算法是用数理统计原理进行纯数学计算，使用较少，故从略。

(1) 图算法：先作累积频率曲线，然后在曲线上量取所需特征数 ϕ_x ，最后用这些特征数计算粒度参数。

① 累积频率曲线的作法：粒径用 ϕ 单位

时可用算术坐标纸。以粒径为横坐标，累积频率百分数为纵坐标，分别确定各粒级相应的点，

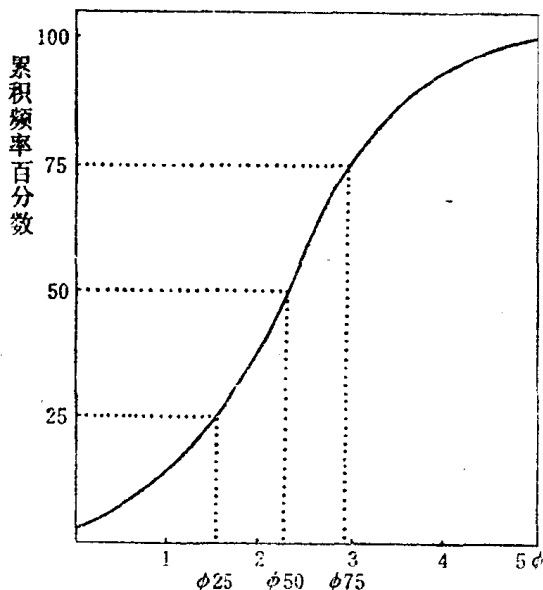


图1 特征数 ϕ_x 量取示意图

再用圆滑曲线将各点相连即为累积频率曲线(图1)。

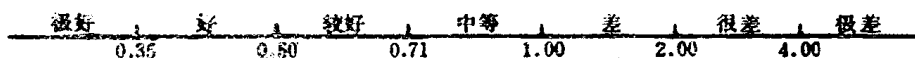
②特征数 ϕ_x 的量取： ϕ_x 是指在累积频率曲线上累积百分数为 x 的点所对应的粒径 ϕ 值。如在图1中， $\phi_{25}=1.55$ ， $\phi_{50}=2.25$ ， $\phi_{75}=2.90$ 。福克和沃德粒度参数公式使用的特征数为： ϕ_5 、 ϕ_{16} 、 ϕ_{25} 、 ϕ_{50} 、 ϕ_{75} 、 ϕ_{84} 、 ϕ_{88} 、 ϕ_{95} 。

③粒度参数的计算(按福克和沃德, 1957)：

$$\text{平均值 } M_z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$$

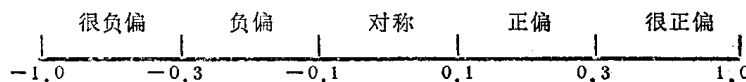
$$\text{分选系数 } \sigma_1 = \frac{\phi_{88} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6.6}$$

按 σ_1 大小的分选分级：



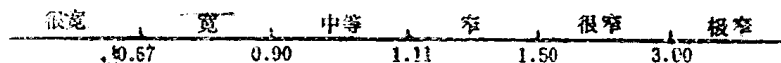
$$\text{偏度 } SK = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$$

按 SK 大小的偏度分级：



$$\text{峰度 } KG = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2.44(\phi_{75} - \phi_{25})}$$

按 KG 大小的峰度分级：



(2) 作图法：将统计数据作成图件直接反映粒度分布及其相应沉积环境的水动力特征。除上述累积频率曲线外，还可作直方图、累积概率图等等。这里只介绍概率图。概率图作图需换用正态概率坐标纸。在坐标纸上先按 ϕ 值和累积频率百分数标定各粒级相应的点。处在一条直线上的各点可用直接相连。一条直线一般要求有4个以上的点(由于各种原因，这些点可能与直线稍有偏离)，如果套筛间距过大，也可能只有3个点。最后图形可能由几段相交的直线构成，这说明样品是不同正态总体的混合物(图2)。直线之间的交点称截点。在截点附近(图2为细截点附近)，可能有的点偏离直线，可另连成短线，称其为过渡带；或只能大致用一弧线相连，称其为混合度。混合度用截点到此弧线的距离来度量。

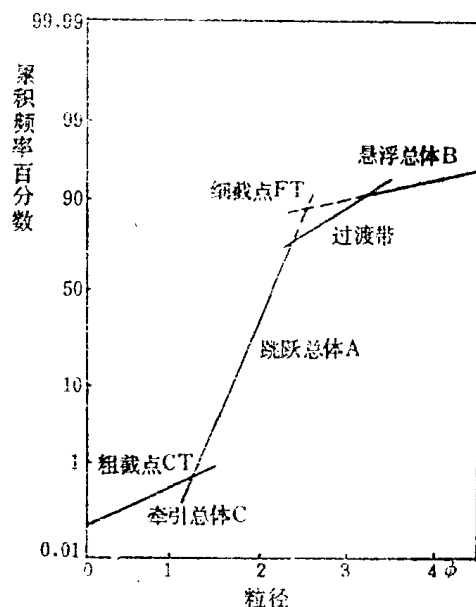


图2 搬运方式与正态总体的关系