

普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套教材

程捷 主编

第四纪地质学与地貌学 实习指导书

地质出版社

第四纪地质学与地貌学 实习指导书

程 捷 张绪教 杨桂芳 昝立宏 孙洪艳 编

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材《第四纪地质学与地貌学》(田明中与程捷主编)的配套实习指导教程,由四部分组成:室内实习、野外工作方法、课间野外实习路线和《第四纪地质学与地貌学》教材各章的思考题。

本书可作为地质、自然地理及相关专业学生教学用书,也可供相关专业人员参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

第四纪地质学与地貌学实习指导书 / 程捷主编; 程捷等编. —北京:地质出版社, 2009. 8

ISBN 978-7-116-06152-1

I. 第… II. ①程…②程… III. ①第四纪地质 - 高等学校 - 教学参考资料②地貌学 - 高等学校 - 教学参考资料
IV. P534.63 P931

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 109148 号

责任编辑:李凯明

责任校对:杜悦

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话:(010) 82324508 (邮购部); (010) 82324514 (编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010) 82324340

印 刷:北京地质印刷厂

开 本:787 mm × 1092 mm $\frac{1}{16}$

印 张:7.5

字 数:180 千字

印 数:1—2000 册

版 次:2009 年 8 月北京第 1 版·第 1 次印刷

定 价:9.80 元

书 号:ISBN 978-7-116-06152-1

(如对本书有建议或意见, 敬请致电本社; 如本书有印装问题, 本社负责调换)

前 言

为了配合普通高等教育“十一五”国家级规划教材《第四纪地质学与地貌学》(田明中与程捷主编)的教学,我们编写了《第四纪地质学与地貌学实习指导书》,旨在帮助学生更好地理解教材内容、增加感性认识和掌握基本知识,达到提高教学质量的目的。第四纪地质学与地貌学课程需要有较强的实践教学环节,除需要室内的实践教学外,还需要野外的实践教学,尤其是在地貌形态、沉积物剖面观察等方面的教学,必须通过野外的实践教学才能达到理想的教学效果。因此,本实习指导书在内容编排上重点考虑如何提高学生的野外工作能力,以及在室内如何对野外收集的资料进行分析和整理,因而实习内容包括了室内实习和野外实习,以及野外工作的方法。另外,结合“十一五”国家级规划教材的内容还编写了新版教材每一章的思考题,帮助学生复习和掌握所学内容。

《第四纪地质学与地貌学实习指导书》包括室内实习、第四纪地质与地貌的野外工作方法、课间野外实习路线和思考题四部分,具体的编写分工如下:室内实习一、二、三、四、五、六、八,第四纪地质与地貌的野外工作方法一、二、三、五,课间野外实习路线由程捷编写;第四纪地质与地貌的野外工作方法四,第一章至第八章的思考题由杨桂芳编写;第九章至第十五章的思考题由孙洪艳编写;室内实习七由咎立宏编写;全书由程捷统稿修改完成。张绪教副教授参加了室内实习一、二部分的前期编写工作。

由于编者水平有限,错漏在所难免,敬请读者赐教。

编者

2009年5月于北京

目 录

前 言

第一部分 室内实习

实习一 砾石统计与分析	(1)
实习二 河谷形态及河流阶地分析	(16)
实习三 读地貌图	(23)
实习四 读第四纪地质图	(30)
实习五 第四纪地质图的图切剖面	(37)
实习六 哺乳动物化石观察	(41)
实习七 第四纪沉积物粒度分析	(50)
实习八 第四纪环境综合分析	(56)

第二部分 第四纪地质与地貌的野外工作方法

工作方法一 野外工作程序与基本方法	(60)
工作方法二 第四纪地层天然剖面的观察、实测与综合剖面图的编制	(66)
工作方法三 第四纪洞穴地层研究方法	(72)
工作方法四 钻孔的岩性分层、描述及柱状图编制	(77)
工作方法五 孢粉取样和哺乳动物化石采集	(81)

第三部分 课间野外实习路线

实习路线一 大石河河流地貌及第四纪地质观察	(88)
实习路线二 周口店第四纪地质与古人类遗址观察	(92)

第四部分 思考题

第一章 绪论	(99)
第二章 第四纪地质学与地貌学的基本问题	(99)
第三章 风化壳、斜坡重力地貌及其堆积物	(100)
第四章 陆地流水地貌及沉积物	(101)
第五章 岩溶地貌及岩溶堆积物	(103)
第六章 冰川与冻土地貌及堆积物	(104)
第七章 风力地貌及堆积物	(105)

第八章	海岸海底地貌、海洋沉积物及海平面波动	(106)
第九章	第四纪生物界	(107)
第十章	第四纪地层	(108)
第十一章	第四纪气候变迁及其动力机制	(109)
第十二章	火山地貌及堆积物	(110)
第十三章	新构造运动与新构造	(111)
第十四章	第四纪年代学	(112)
第十五章	应用第四纪地质	(113)
参考文献		(114)

第一部分 室内实习

实习一 砾石统计与分析

一、实习目的和意义

在第四纪地质研究中，沉积物研究是重要的内容之一。陆相第四纪沉积物通常都含砾石层或砾石透镜体，不同成因的砾石层其特征不同，研究砾石层的特征可获得很多其形成时的环境信息，对重建古沉积环境具有重要的意义。因此，作为第四纪地质研究者应该懂得在野外如何进行砾石层的测量以及在室内如何分析砾石测量资料。本次实习的目的是了解砾石层的野外观察和测量方法，并学习在室内如何进行砾石测量资料的统计分析及古环境的恢复。

二、实习内容和要求

- (1) 根据实习指导书提供的砾石测量资料，统计砾石层的砾石成分、磨圆度、风化程度、 a 轴长度的特征，并编制相关的图件。
- (2) 分析砾石层的沉积环境特征和成因类型。
- (3) 分析古流向和水动力条件。
- (4) 实习用具：铅笔、计算器、橡皮、三角尺、量角器。
- (5) 要求学生独立完成实习作业。

三、实习步骤和方法

- (1) 学生在上实习课之前对本次的实习内容进行预习，了解砾石统计的基本内容和统计方法。
- (2) 仔细听教师讲解砾石层的野外测量方法和室内统计分析方法。
- (3) 对所提供的 100 个砾石测量数据资料按照要求进行统计、分析以及编制相关图件。编制的相关图件有：砾石成分百分率饼图或直方图、砾石 a 轴倾向等密度图、砾石风化百分率图、砾石磨圆度百分率图。
- (4) 列表计算砾石的球度、扁度和平均磨圆度。

四、砾石野外测量和室内统计分析

(一) 测量砾石层剖面的选择

在野外进行砾石层研究和砾石测量时，首先要选择良好的沉积物剖面，选择了好的剖面就可事半功倍。研究剖面的选择虽然没有固定的原则，但通常的情况下应考虑以下几个方面的要求。

(1) 剖面的露头要清晰，便于观察和测量。通常情况下，把观察和测量的剖面选择在冲沟两侧的沟壁上、河床的旁边、阶地的阶坡（陡坎）等部位，在这些地方砾石层的露头较好，其出露的厚度可能也较大。

(2) 在一个地区进行砾石层研究时，如果有多种成因的砾石层，对每种成因的砾石层都应进行观察，因而要选择各种成因的砾石层剖面。对同种成因的砾石层要选择多个地点的剖面进行观察和研究。这样便于进行研究区各种成因砾石层特征的了解和对比，以及相同成因砾石层形成环境的分析和对比。

(3) 如果在研究区存在不同时代的砾石层，如多级阶地或多期洪积扇，需要对每个时期形成的砾石层进行观察，因而要选择各个时期的砾石层剖面进行研究。这些剖面的选择应尽可能地处于河谷或盆地中几条横穿谷地的剖面上。

(4) 如果在一个剖面上，出现多层砾石，应该对每一层砾石进行研究和砾石测量，收集每一砾石层的特征。

(二) 砾石测量的方法

在野外对砾石层研究时，需要对砾石特征进行测量和统计（砾石组构测量），其方法可分两步：

(1) 测量范围的确定。在已选择好的砾石层剖面或露头上，选择砾石较为丰富的部位，取 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 的范围作为砾石测量和统计区，再采用网格法（ $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ ）（可采用将室内做的网格扣在剖面上，也可以在实地画线）将测量区划分出小的方格，然后进行有序地测量。通常在每个小方格中随机测量 1~3 个砾石，共测量统计砾石 100~300 个（特别大的和小于 2cm 的砾石除外），并做好记录。

(2) 砾石的测量。测量过程是：①将待测量的砾石从剖面中取出，但在取砾石时，要确保砾石被取出后在剖面上留下砾石印模的三维空间比较完整，以便于在剖面上找到砾石 a 、 b 、 c 三个轴的方位；②测量砾石的 a 轴走向和 ab 面产状，在剖面上找到砾石留下空间的 a 轴方位，用铅笔与之重合，测量铅笔的走向即为砾石 a 轴的走向，用野外记录簿与被取出砾石在剖面上留下的空间 ab 面重合或平行即可测量砾石 ab 面的产状；③测量 a 、 b 、 c 三轴的大小；④观察砾石的磨圆度、表面特征；⑤把砾石砸开，观察岩性和风化程度。上述的测量顺序不能颠倒，否则得不到真实的结果。

(三) 砾石观察与测量的内容

在野外，砾石测量和观察的内容主要包括：砾石成分、砾径（ a 、 b 、 c 轴）、 a 轴走

向、*ab* 面产状（倾向和倾角）、磨圆度（极圆状、圆状、次圆状、次棱角状、棱角状）、风化程度（全风化、半风化、弱风化、未风化）、表面特征等（表 1-1）。对砾石的表面特征观察，应注意某些特殊形状或表面擦痕，不同成因的砾石其形态和表面特征不同，比如就形态而言，泥石流成因的砾石呈棒状，冰川成因的砾石呈熨斗状、三角状、五角状等；就砾石表面擦痕或撞击痕形态而言，泥石流成因的砾石为点状、纺锤状，冰川成因的砾石为“丁头鼠尾”状。

表 1-1 砾石测量统计表

地点_____		时间_____		地貌位置_____		层位_____		测量和记录人_____											
编号	砾石成分	砾径/mm			方位/(°)		ab 面产状/(°)		磨圆度					风化程度				其他	
		a	b	c	a	倾向	倾角	0	1	2	3	4	I	II	III	IV			
1																			
2																			
3																			
4																			

(四) 砾石测量资料的室内统计与分析

在室内要对在野外测量的砾石资料进行统计和分析，并绘制成表格或图件，总结砾石的各方面特征，分析砾石层形成的环境、水动力条件以及成因。

1. 砾石成分的统计和分析

根据砾石的成分可推算砾石搬运距离，分析物质来源以及成因。将砾石成分组成百分率的统计结果绘制成表格或图件，图件通常能更为直观地反映各种岩性所占的比例。若砾石成分比较简单时，可选用饼图表示（图 1-1A）；若成分复杂、各种砾石成分百分率又比较低时，则可选用成分频率分布直方图来表示（图 1-1B）。

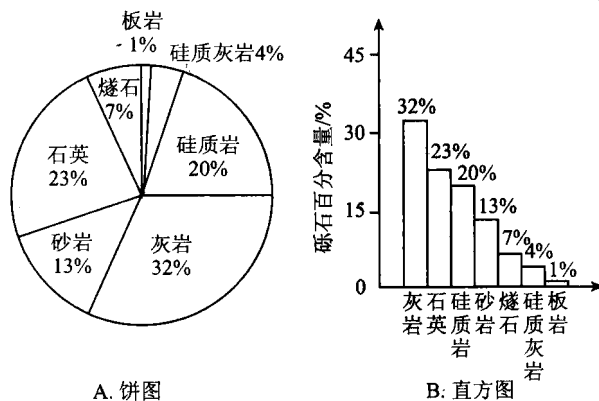


图 1-1 砾石成分百分比图

2. 砾石形态的统计和分析

砾石的形态包括形状、圆度、球度和扁度。砾石的形态是砾石层最显著的特征之一，也是野外观察的重点内容，它们反映了砾石被搬运的距离、营力类型、介质特征等，是判断砾石成因的重要标志。

(1) 形状分析

无论砾石大小，每块砾石都包含了 a 、 b 、 c 三个轴（图 1-2），其中 a 轴为砾石的最长轴， b 轴为次长轴， a 轴和 b 轴组成的面为 ab 面，也称最大扁平面， c 轴为垂直 ab 平面的最大直径。 a 、 b 、 c 三轴是相互垂直的。津格（Eingg, 1935）根据砾石 a 、 b 、 c 三个轴的比值（ b/a ， c/b ）将砾石的形状划分为 4 种形状（图 1-3）。

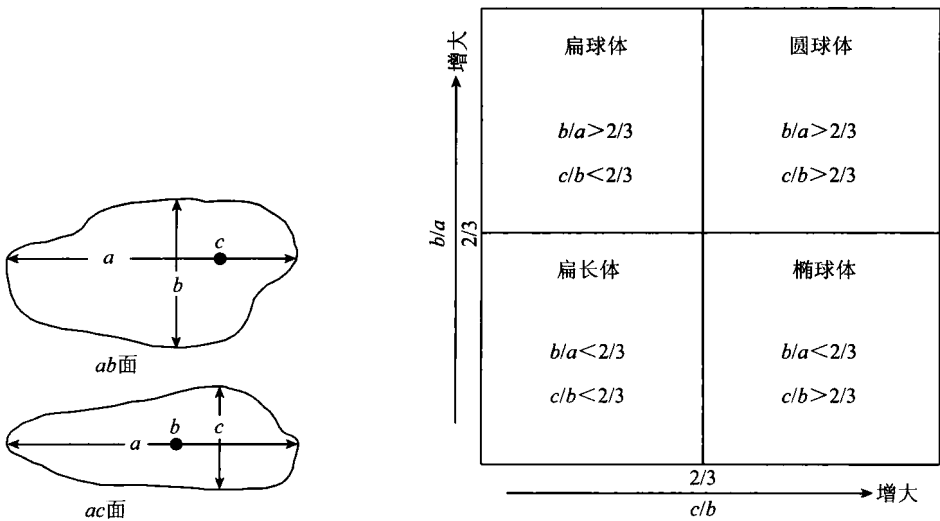


图 1-2 砾石的 a 、 b 、 c 轴

图 1-3 砾石形状分类图

(2) 圆度分析

圆度是指砾石的棱和角被磨蚀圆化的程度，随着砾石的棱和角被磨蚀，砾石的外形则逐渐变圆。

圆度的相对等级。对砾石进行肉眼观察，可以利用比较法进行宏观上的圆度估测，根据砾石棱和角磨蚀的程度，以及棱线的形态特征，一般把砾石的圆度划分为 5 级（括号中数字为该圆度级的基数）或 4 级。

棱角状 (0) 碎屑颗粒的棱和角尖锐，未被磨蚀，棱线向内凹进。这类砾石通常未经搬运，或在搬运过程中砾石未经磨蚀，如重力堆积物、冰碛物堆积物等。次棱角状 (1) 砾石具稍磨蚀的棱和角，但其仍清晰可见，棱线为直边或凹边，一般说砾石经短距离搬运，如洪积物等。次圆状 (2) 砾石的棱和角有显著的磨损，近圆形，但原始轮廓清晰可见，棱线多为凸边，表明砾石经过较长距离的搬运，如河流沉积物、洪积物等。圆状 (3) 砾石的棱和角基本全部被磨损，原始轮廓已基本消失，棱线为凸出的弧状，一般表明砾石经过长距离的搬运和磨损，如河流沉积物、滨海沉积物、湖滨沉积物等。极圆状 (4) 砾石已无棱角，原始轮廓完全消失，棱线明显向外凸出呈弧状，表明砾石经过相当长时间的搬运和磨损，如滨海沉积物、湖滨沉积物等（表 1-2）。

表 1-2 砾石磨圆度相对等级的划分

相对等级	特征
棱角状(0)	砾石具有尖锐的棱和角,棱线向内凹进,很少有凸边
次棱角状(1)	砾石的棱和角均稍有磨蚀,但棱和角仍清晰可见,棱线为直边或凹边

相对等级	特征
次圆状(2)	砾石的棱和角有显著的磨损,棱线多为凸边,但原始轮廓清楚可见
圆状(3)	砾石的棱和角基本全部被磨损消失,棱线为凸出的弧状,原始轮廓已基本消失
极圆状(4)	砾石已无棱角,棱线明显向外凸出呈弧状

平均圆度(圆化程度)。可根据上面划分的5个级别的砾石数量,利用下列公式求得平均圆度:

$$P = \frac{(4n_4) + (3n_3) + (2n_2) + (1n_1) + (0n_0)}{\sum 4N}$$

式中: n_4 、 n_3 、 n_2 、 n_1 、 n_0 分别为极圆状、圆状、次圆状、次棱角状、棱角状的测量砾石数, $\sum N$ 为所测量砾石总数。

(3) 球度分析

球度是指砾石接近球体的程度。球度取决于 a 、 b 、 c 三轴的比例。克鲁宾(W. C. Krumbein) 提出一个计算球度的公式:

$$\phi = \sqrt[3]{\frac{bc}{a^2}}$$

式中: ϕ 为球度系数; a 、 b 、 c 分别代表砾石三轴的长度。球度系数值最大约等于1, 最小接近于0。但要注意, 球度与圆度并不等同, 球度高的砾石磨圆度不一定好。

(4) 扁度分析

扁度表示砾石扁化的程度, 同样亦取决于 a 、 b 、 c 三轴的比例。凯耶(1952) 提出了一个计算扁度的公式:

$$K = \frac{a+b}{2c}$$

式中: K 为扁度; a 、 b 、 c 代表砾石三个轴的长度。表1-3 为不同成因砾石的扁度。

表1-3 不同环境碳酸盐岩砾石扁度

形成环境	扁度 K
河道残留砾石	1.2~1.6
冰川底碛砾石	1.6~1.8
冰水砾石	1.7~2.0
海滩砾石	2.3~3.8
湖(日内瓦湖)岸砾石	2.0~3.1
冻裂块砾	2.3~4.4
温带河流砾石	2.5~3.5

(据凯耶, 1952)

3. 砾石产状的统计和分析

砾石的产状通常系指 ab 面的产状, 可判断砾石搬运的动力条件及搬运方向。砾石在被搬运和沉积过程中, 形成的砾石排列方向 (a 轴排列方向) 和 ab 面的倾向及倾角与沉

积时的水动力条件密切相关，因此砾石的产状是确定砾石层成因类型和指示动力条件的重要标志之一。研究表明，河流形成的砾石的 a 轴与水流方向平行， ab 面倾向河流上游，倾角一般在 $15^\circ \sim 30^\circ$ 之间；而海滩砾石的 a 轴与海岸线平行， ab 面倾向海洋，倾角一般在 $3^\circ \sim 15^\circ$ 之间；泥石流、冰川、重力等成因的砾石产状常无明显的规律。

在对砾石产状数据统计和分析时，常编制 a 轴走向和 ab 面倾向及倾角图件，表示方法有两种，一是玫瑰花图；二是用赤平投影方法做的等密度图。

(1) 玫瑰花图

砾石 a 轴走向玫瑰花图的作法。

首先将野外测得的砾石 a 轴走向换算成北东（南西向换算成北东向）和北西向（南东向换算成北西向）（但也是可以不换算，按 360° 来作图），再按其走向方位角的一定间隔分组。分组间隔大小依作图要求和实际情况而定，一般采用 5° 或 10° 为一间隔，如分成 $0^\circ \sim 9^\circ$ ， $10^\circ \sim 19^\circ$ ，…，习惯上把 0° 归入 $0^\circ \sim 9^\circ$ 组内， 10° 归入 $10^\circ \sim 19^\circ$ 组，依此类推，将所有测得的砾石 a 轴走向归入到相应的组中。然后统计每组砾石 a 轴走向的数目，计算每组 a 轴的平均走向，如 $10^\circ \sim 19^\circ$ 组中有 a 轴走向为 16° 、 15° 、 14° 三个砾石，则其平均走向为 15° 。把统计整理好的砾石 a 轴走向数目和平均走向填入表中（表 1-4）。

表 1-4 砾石 a 轴走向统计表

走向间隔	砾石数目	平均走向	走向间隔	砾石数目	平均走向
$0^\circ \sim 9^\circ$	5	6.0°	$270^\circ \sim 279^\circ$	2	274.0°
$10^\circ \sim 19^\circ$	30	15.0°	$280^\circ \sim 289^\circ$		
$20^\circ \sim 29^\circ$	2	26.5°	$290^\circ \sim 299^\circ$		
$30^\circ \sim 39^\circ$			$300^\circ \sim 309^\circ$	1	307.0°
$40^\circ \sim 49^\circ$			$310^\circ \sim 319^\circ$		
$50^\circ \sim 59^\circ$			$320^\circ \sim 329^\circ$		
$60^\circ \sim 69^\circ$	2	65.0°	$330^\circ \sim 339^\circ$		
$70^\circ \sim 79^\circ$	1	72.0°	$340^\circ \sim 349^\circ$	2	346.5°
$80^\circ \sim 89^\circ$			$350^\circ \sim 359^\circ$	4	355.5°

其次是确定作图的比例尺，依作图的大小和各组砾石的数目，选取一定长度的线段代表一个砾石，然后以等于或稍大于按比例表示的、砾石数目最多的那一组的线段的长度为半径作半圆（如果按 360° 来作图，画一个完整的圆），过圆心作南北线及东西线，在圆周上标明方位角（图 1-4A）。

最后是投点和找点连线完成玫瑰花图。投点从 $0^\circ \sim 9^\circ$ 一组开始，按各组平均走向方位角在半圆周上做一记号，再从圆心向圆周上该点的半径方向上，按该组砾石数目和所定比例尺量出的长度在半径方向上标出一点，此点即代表该组砾石 a 轴平均走向和砾石数目。各组的投影点确定后，顺次将相邻组的点连线。如其中某组砾石个数为零，则连线回到圆心，然后再从圆心引出与下一组相连。这就完成了砾石 a 轴走向的玫瑰花图（图 1-4A）。

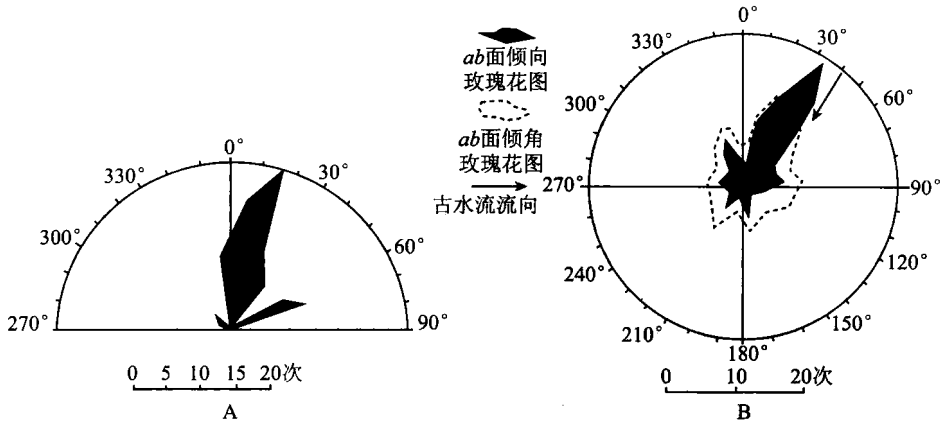


图 1-4 砾石 a 轴走向 (A) 和 ab 面倾向及倾角玫瑰花图 (B)

砾石 ab 面倾向和倾角玫瑰花图的作法。

砾石 ab 面倾向玫瑰花图的作法与 a 轴走向的作法相似，首先按砾石 ab 面倾向方位分组，通常以 10° 为间隔，如 $0^\circ \sim 9^\circ$ ， $10^\circ \sim 19^\circ$ ， \dots ， $350^\circ \sim 359^\circ$ ；其次统计各组砾石的数目，并求出各组砾石 ab 面的平均倾向；然后选取一定长度的线段代表一个砾石，取等于或大于砾石数目最多的一组的砾石数目按比例尺确定半径作圆，圆周方位代表砾石 ab 面平均倾向，用半径长度代表砾石数目，作法同 a 轴走向玫瑰花图，所不同的是用整个圆作图 (图 1-4B)。

倾角玫瑰花图的作法是：依上述砾石倾向方位的分组，求出每一组 ab 面的平均倾向，然后用砾石平均倾向和平均倾角作图，圆周为砾石 ab 面的平均倾向，半径为倾角，并由圆心到圆周从 0° 至 90° 。根据求得的每一组的平均倾向和平均倾角，先在圆周上找到 ab 面平均倾向的位置，然后再从此点到圆心的半径上依平均倾角找到相应的位置，该点为此组的投影点，依次类推。连线的方法与 ab 面倾向玫瑰花图相同。

(2) 等密度图

砾石 ab 面产状等密度图的作法：首先将砾石的 ab 面产状投到吴氏网、赖特网或方格网上。若投影在赖特网上，投影网的最外圈为 90° ，中心为 0° ，在外圈顺时针方向上，找出 ab 面的倾向方位，在这一方位上从外圈向里找出倾角，该点即为一个砾石的极点投影，在统计各网格内的投影点的数目，根据内插法绘制等密度图 (图 1-5)。目前，有计算机软件可用，只要把砾石 ab 面的产状输入，软件就可自行成图，非常简便快捷。

4. 砾石风化程度统计和分析

砾石层形成之后，在地表要遭受风化，如果成分相同的砾石，因沉积时代不同，其风化程度也不一样。时代越早，砾石的风化程度越深，时代越晚，其风化程度就越浅。因此，可根据砾石的风化程度来确定砾石层时代的相对顺序。砾石的风化程度一般可分为 4 级 (表 1-5)：

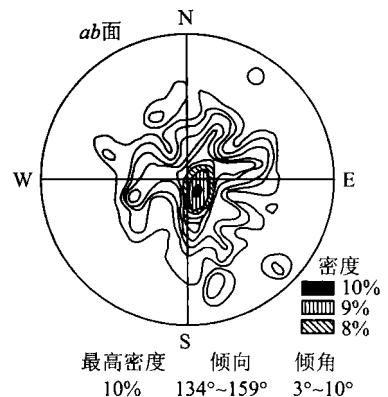


图 1-5 砾石 ab 面产状密度图
(据曹伯勋, 1995)

表 1-5 砾石风化程度等级划分及特征

等级	全风化 (I)	半风化 (II)	弱风化 (III)	未风化 (IV)
特征	用锤击即碎, 或长石已风化成高岭石	砾石被敲开后, 能见到一定厚度的风化圈或较疏松的物质	岩石较坚硬, 不易敲开, 只能见到很薄的风化圈	砾石坚硬, 不易敲开, 敲开后未见风化圈

在室内对在野外测量的砾石资料进行统计分析, 计算每个风化级别的百分比, 可做砾石风化级别频率图, 据此可比较不同砾石层的风化程度, 判断砾石层形成的先后顺序或时代。

如果需更精确地研究砾石的风化程度, 必须测量砾石的风化皮厚度。在每个砾石层选用 70~100 个砾石, 最好是成分相同或相近, 切开磨光后再测量其风化皮 (氧化圈) 厚度, 单位以 mm 计, 求其平均值和标准差, 绘制风化皮厚度频率直方图, 其可比较不同砾石层的砾石风化皮厚度, 判断形成时代的先后顺序。

五、实习作业

学生根据实习指导书提供的砾石测量资料 (表 1-12) 完成以下作业。

(一) 分析砾石成分百分含量特征

根据提供的砾石测量资料统计砾石成分 (表 1-6), 并作砾石成分百分率饼图和直方图 (图 1-6)。

表 1-6 砾石成分统计表

岩性 含量/% 测点	石英岩	砾岩	石英砂岩	粉砂岩	长石砂岩	花岗岩	红柱石角岩	闪长岩	板岩	片岩	千枚岩	细砂岩	粗砂岩	含砾砂岩	凝灰岩	脉石英	灰岩
第三级阶地																	

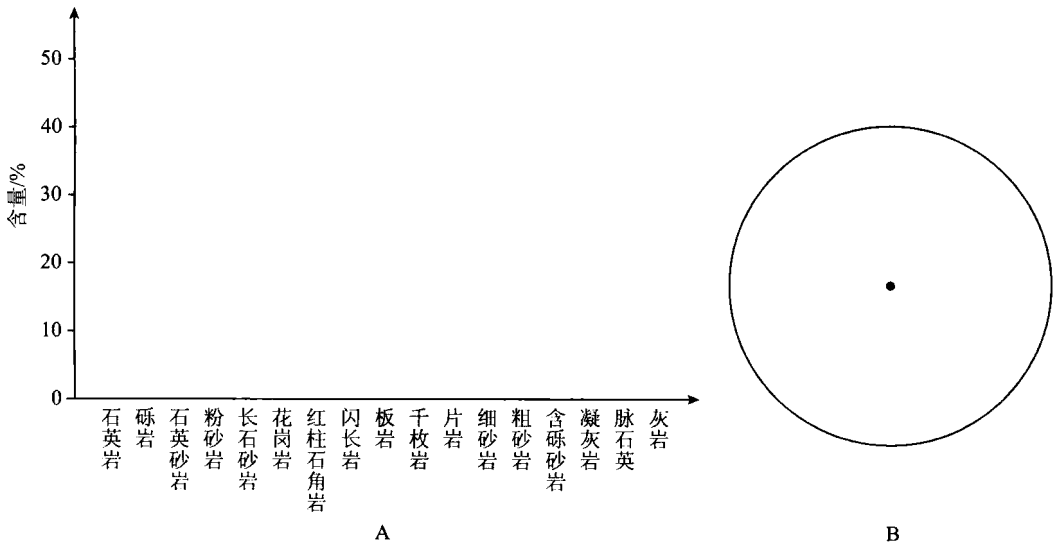


图 1-6 砾石成分百分含量直方图 (A) 和饼图 (B)

(二) 分析砾石圆度特征

将统计的结果填入表 1-7，并求平均圆度，绘制圆度频率直方图和百分率饼图（图 1-7）。

表 1-7 砾石圆度统计表

含量/% \ 级别	棱角状	次棱角状	次圆状	圆状	极圆状
测点	0	1	2	3	4
第三级阶地					
平均圆度					

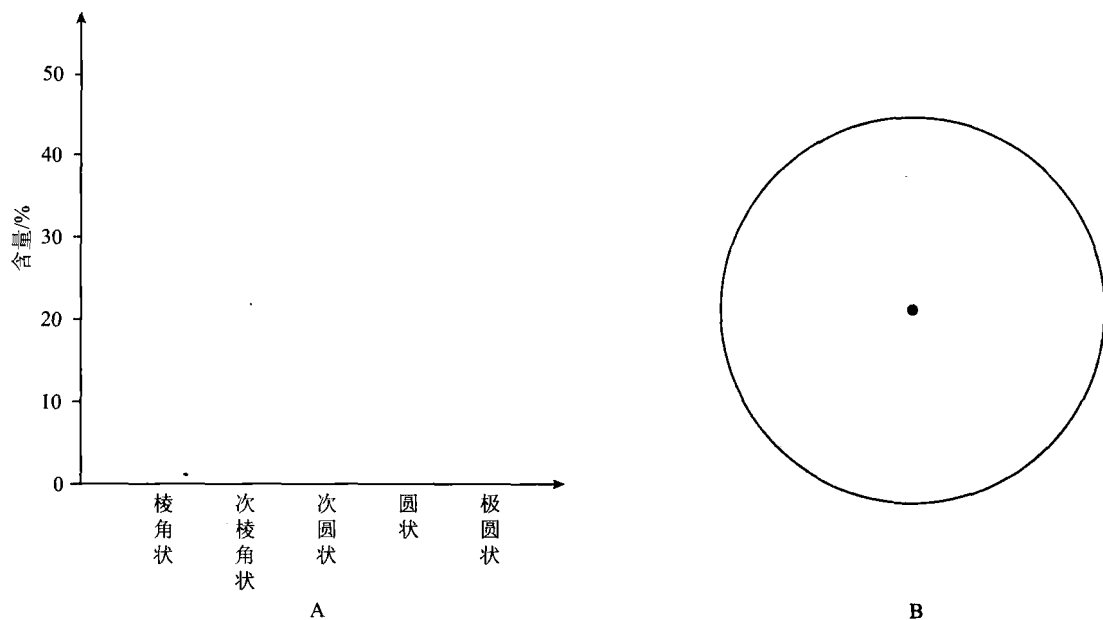


图 1-7 砾石圆度直方图 (A) 和饼图 (B)

(三) 分析砾石的风化程度特征

将砾石的风化程度统计结果填入表 1-8 中，并绘制风化程度百分含量直方图和饼图（图 1-8）。

表 1-8 第三级阶地砾石风化程度含量表

含量/% \ 级别	未风化	弱风化	半风化	全风化
测点	IV	III	II	I
第三级阶地				

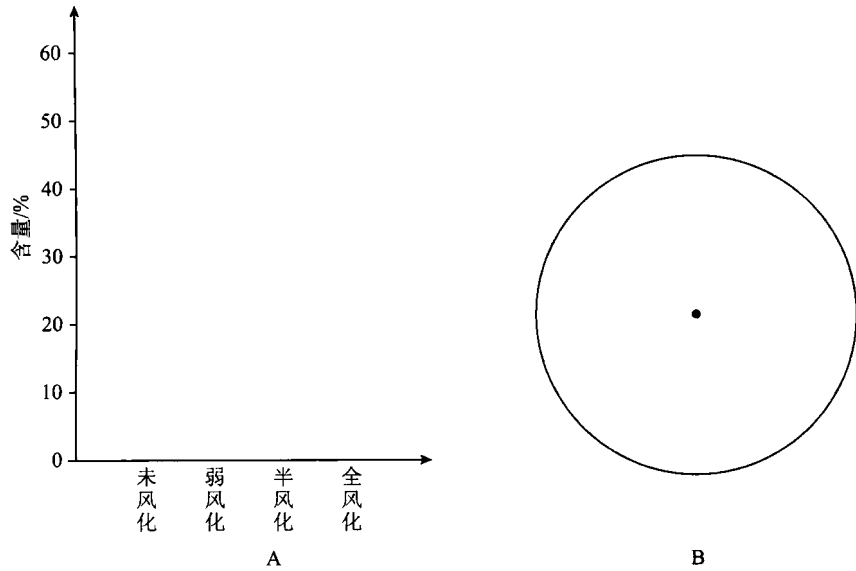


图 1-8 砾石风化程度百分含量直方图 (A) 和饼图 (B)

(四) 分析砾石 a 轴的特征

将统计的结果填入表 1-9 中, 并绘制 a 轴长度频率分布柱状图 (图 1-9)。

表 1-9 第三级阶地砾石 a 轴长度统计表

含量/% \ 长度/mm	0 ~ 10	11 ~ 20	21 ~ 30	31 ~ 40	41 ~ 50	51 ~ 60	61 ~ 70	71 ~ 80	81 ~ 90	91 ~ 100
测点										
第三级阶地										

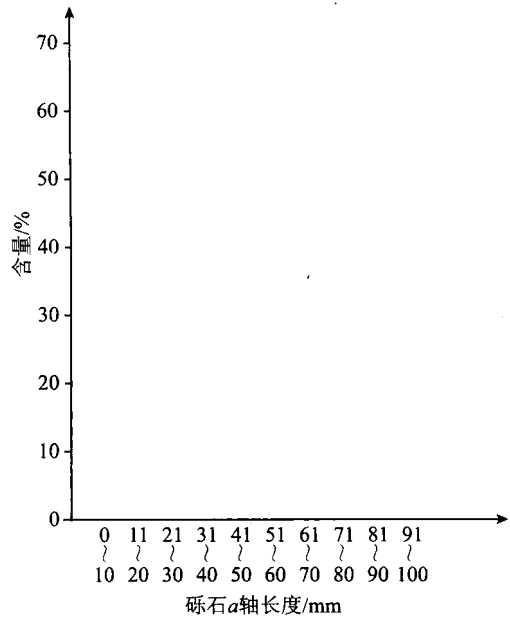


图 1-9 砾石 a 轴长度频率分布柱状图

(五) 编制砾石 a 轴和 ab 面产状玫瑰花图

首先对砾石测量资料进行 a 轴方位角的整理, 把南西方位换算成北东方位, 把南东方位换算成北西方位, 再按 10° 的间隔进行方位角的分组, 即 $0^\circ \sim 9^\circ$, $10^\circ \sim 19^\circ$, \dots , 统计每一组砾石的个数, 并计算平均方位角 (表 1-10), 然后编制砾石 a 轴走向玫瑰花图 (图 1-10A)。

表 1-10 砾石 a 轴走向统计表

走向间隔	砾石数目	平均走向	走向间隔	砾石数目	平均走向
$0^\circ \sim 9^\circ$			$270^\circ \sim 279^\circ$		
$10^\circ \sim 19^\circ$			$280^\circ \sim 289^\circ$		
$20^\circ \sim 29^\circ$			$290^\circ \sim 299^\circ$		
$30^\circ \sim 39^\circ$			$300^\circ \sim 309^\circ$		
$40^\circ \sim 49^\circ$			$310^\circ \sim 319^\circ$		
$50^\circ \sim 59^\circ$			$320^\circ \sim 329^\circ$		
$60^\circ \sim 69^\circ$			$330^\circ \sim 339^\circ$		
$70^\circ \sim 79^\circ$			$340^\circ \sim 349^\circ$		
$80^\circ \sim 89^\circ$			$350^\circ \sim 359^\circ$		

按上述同样的方法, 统计每一组的砾石 ab 面倾向砾石数目和平均倾向 (表 1-11), 然后编制砾石 ab 面倾向玫瑰花图 (图 1-10B)。

表 1-11 砾石 ab 面倾向统计表

倾向间隔	砾石数目	平均倾向	倾向间隔	砾石数目	平均倾向
$0^\circ \sim 9^\circ$			$180^\circ \sim 189^\circ$		
$10^\circ \sim 19^\circ$			$190^\circ \sim 199^\circ$		
$20^\circ \sim 29^\circ$			$200^\circ \sim 209^\circ$		
$30^\circ \sim 39^\circ$			$210^\circ \sim 219^\circ$		
$40^\circ \sim 49^\circ$			$220^\circ \sim 229^\circ$		
$50^\circ \sim 59^\circ$			$230^\circ \sim 239^\circ$		
$60^\circ \sim 69^\circ$			$240^\circ \sim 249^\circ$		
$70^\circ \sim 79^\circ$			$250^\circ \sim 259^\circ$		
$80^\circ \sim 89^\circ$			$260^\circ \sim 269^\circ$		
$90^\circ \sim 99^\circ$			$270^\circ \sim 279^\circ$		
$100^\circ \sim 109^\circ$			$280^\circ \sim 289^\circ$		
$110^\circ \sim 119^\circ$			$290^\circ \sim 299^\circ$		
$120^\circ \sim 129^\circ$			$300^\circ \sim 309^\circ$		
$130^\circ \sim 139^\circ$			$310^\circ \sim 319^\circ$		
$140^\circ \sim 149^\circ$			$320^\circ \sim 329^\circ$		
$150^\circ \sim 159^\circ$			$330^\circ \sim 339^\circ$		
$160^\circ \sim 169^\circ$			$340^\circ \sim 349^\circ$		
$170^\circ \sim 179^\circ$			$350^\circ \sim 359^\circ$		