

构造地质学 基础

[英] R. G. 帕克 著

地质出版社

构造地质学基础

(5431/33) 5431/16
〔英〕 R·G·帕克 著

李东旭 卢顺容 温长顺 译

郑亚东 等校

地质出版社

内 容 简 介

本书是R·G·帕克为初学地质学的学生编写的一本构造地质学简明教材。全书共分三部分，第一部分是形态——怎样对构造进行描述和分类；第二部分是变形——构造是怎样形成的；第三部分是大地构造学——地球的大型构造。虽然全书篇幅不长，但基本上概括了构造地质学的基本概念和这个领域的现代进展，内容精练，叙述深入浅出。因此，本书不仅可以直接用作大学、中专学生的构造地质学教材，而且对于广大地质工作者，都有参考价值。

Foundations of Structural Geology

R.G.Park

Reader in Geology

University of Keele, UK

Blackie

Glasgow and London 1983

构造地质学基础

[英]R·G·帕克 著

李东旭 卢顺容 温长顺 译

郑亚东 等校

责任编辑 张义勋 郑长胜

地质出版社出版发行

(北京西四)

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经销

开本：787×1092¹/₁₆ 印张：9.75 字数：221,000

1988年8月北京第一版·1988年8月北京第一次印刷

印数：1—2,770册 国内定价：2.75元

ISBN 7-116-00245-6/P·221

译 者 的 话

正如原著者所说,到目前为止已出版的构造地质学教材虽然不少,而且它们各具特色,有许多可取之处。但对于初学地质学的学生来说,这些书的内容在不同方面都有些偏多、偏深。实际上,在我国也有不少讲授构造地质学的教师也早有类似看法,因此,初见此书我们就毅然决定将其译为中文,以供我国地质院校同行教师借鉴及学生学习参考。

该书有以下突出的特点优于已出版的同类教材:1) 内容选取既‘博’又‘精’。作者力图在书中较全面地反映现代构造地质学发展的现状,因此,内容有较宽的覆盖面;但是又从中精选了最基本的内容,进行了较简练的阐述。2) 内容编排合理。作者力图在内容安排上符合初学者的认识规律,将全书分为三部分:第一篇是构造形迹的形态描述与分类;第二篇是岩石变形的应力和应变分析;第三篇是大地构造学,以介绍现今流行的板块构造学说为主,并力图将地质构造与板块构造模式联系起来,举出典型实例。这种从现象到本质、从局部到整体、从新到老的编排顺序,显然便于初学者接受。3) 作者在文字上也做了潜心推敲,使课文言简意赅、深入浅出;他还极力避免大段摘引他人文献,而使篇幅臃肿、前后矛盾或不连贯等弊病。并将非构造地质学的基本内容断然删略。4) 为了引导学生进一步深入钻研有关内容和弥补书中之不足,作者还精心挑选了主要参考文献并辅以必要的简要介绍分别列于每章之后;因此,本书虽然篇幅不长,但具有潜在的深度和广度。

此外,作者还直言不讳地告诫学生,不要把书本上的内容看成一成不变的永恒真理,书中的内容是随科学发展而变化的。这反映了作者的客观科学态度和教育思想,是难能可贵的。

总之,我们感到R·G·帕克先生编写这本教材的指导思想在某种意义上很符合我国教育改革所提倡的精神,是一部难得的可以直接使用的国外教材。

本书的翻译由中国地质大学(北京)地质力学研究室完成。其中第一篇卢顺容译;第二篇第五、六、七、十一、十二章顾德林译;第二篇第八、九、十章温长顺译;第三篇李东旭译。全书译文由北京大学郑亚东进行了校阅;李东旭、卢顺容也做了部分校阅工作。最后由温长顺整理完成。译文中错误及不妥之处,请读者指正。

译 者

1987年10月

序

现在已经有许多涉及构造地质学多方面的优秀著作，其中霍布斯 (Hobbs)、米恩斯 (Means) 和威廉斯 (Willians)、杰格 (Jaeger) 和库克 (Cook)、普赖斯 (Price)、兰姆赛 (Ramsay) 以及特纳 (Turner) 和韦斯 (Weiss) 等人的著作已为本书广泛引用，并列为本书的进一步学习的参考书。不过，这些教科书对初学地质的人来说程度颇深，多年来我一直感到缺少一本可推荐给初学者的合适的基础教材。

因此本书旨在提供一本构造地质学入门教材，作为现有教科书的补充，本书以充分的资料介绍整个构造地质学，借以激发读者的兴趣，并促进他们进一步学习较深的教材和科学论文。

作者非常感谢几位朋友、同事和译审者，他们阅读了我的初稿并提供了许多有益的改进意见；尤其要感谢基尔大学的库兹纳 (N.J.Kusznir)、海斯洛克 (P.J.Haselock) 和斯特罗恩 (R.A.Strachan) 等人的协助；还要特别感谢伦敦城市综合工艺学校的斯坦德利 (R.C.Standley) 对手稿进行仔细校对并提出了许多宝贵意见。许多图件是由波娜·海斯洛克 (Paula Haselock) 绘制的，没有她主动热忱的帮助，本书的出版将会大大的延迟。

最后，我想说明，许多很好的建议没有采纳是由于我竭力想使本书的篇幅尽量简短，因而本书中任何不当之处，概由本人负责。

目 录

绪论	(1)
第一篇: 形态——怎样对构造进行描述和分类	(3)
第一章 断层和断裂	(3)
1.1 岩石的断裂	(3)
1.2 断层的几何要素和命名	(3)
1.3 断层形成的碎裂岩	(5)
1.4 断层面的有关特征	(7)
1.5 断层组合	(8)
1.6 节理	(8)
第二章 褶皱	(11)
2.1 褶皱的涵义和意义	(11)
2.2 褶曲的主要几何要素和命名	(12)
2.3 褶曲方位	(11)
2.4 褶皱的分类	(12)
2.5 褶皱系的描述	(15)
2.6 三维空间的褶皱	(16)
2.7 断层、褶皱和韧性剪切带间的关系	(18)
第三章 面理、线理和组构	(20)
3.1 面理	(20)
3.2 线理	(25)
3.3 香肠构造	(26)
3.4 组构	(28)
第四章 火成岩体	(31)
4.1 火成岩体在构造地质学中的意义	(31)
4.2 火成岩体的内部构造	(31)
4.3 火成岩体的构造分类	(31)
第二篇: 变形——构造是怎样形成的	(34)
第五章 应力	(34)
5.1 力和应力	(34)
5.2 正应力和剪应力	(35)
5.3 “点”应力——应力分量	(36)
5.4 主应力和应力坐标轴	(36)
5.5 作用在一定面上的应力	(37)
5.6 静水应力和偏应力	(38)
5.7 应力场和应力轨迹	(39)
第六章 应变	(40)

6.1 应变性质	(40)
6.2 应变测量	(40)
6.3 主应变轴和应变椭球体	(42)
6.4 纯剪切和简单剪切(畸变和旋转)	(42)
6.5 均匀应变的特殊类型	(44)
6.6 变形时的体积变化	(44)
6.7 均匀应变图示	(44)
6.8 递进变形和有限应变	(45)
6.9 应力和应变的关系	(46)
第七章 材料的应力和应变	(48)
7.1 理想的弹性和粘性应变	(48)
7.2 粘弹性、弹粘性和塑性行为	(48)
7.3 脆性和韧性行为	(50)
7.4 应力变化的效应	(50)
7.5 应力、应变和时间的相互关系	(51)
7.6 围压的效应	(51)
7.7 温度的效应	(52)
7.8 孔隙流体压力的效应	(52)
7.9 应变速率的效应	(53)
7.10 小结: 控制应变行为的物理因素	(53)
7.11 岩石的变形机制	(54)
第八章 岩石应变的确定	(55)
8.1 主应变轴的确定	(55)
8.2 原始球形标志体的应用	(55)
8.3 变形砾石的应用	(56)
8.4 两侧对称化石的应用	(58)
8.5 三维应变的确定	(60)
8.6 褶皱组的应用	(61)
8.7 根据“平衡剖面”确定的二维应变	(62)
8.8 总体均匀应变	(62)
8.9 应变叠加	(64)
第九章 断层作用	(66)
9.1 剪应力和脆性破坏	(66)
9.2 断层方位与应力和应变轴的关系	(69)
9.3 断层作用与地震	(71)
9.4 逆冲断层带构造	(73)
9.5 剪切带	(75)
第十章 褶皱作用	(79)
10.1 褶皱作用机制和褶皱几何特征	(79)
10.2 根据岩层形态的褶皱分类	(82)
10.3 纵弯作用	(83)
10.4 斜向剪切或流动褶曲作用	(88)

10.5 膝折作用和尖楞褶皱的形成	(91)
10.6 褶皱机制的控制条件	(94)
第十一章 火成侵入体的侵位	(95)
11.1 岩墙和岩床的扩张侵位	(96)
11.2 锥状席体和放射状岩墙的侵位	(97)
11.3 大型侵入体侵位的方式	(99)
第十二章 重力控制的构造	(101)
12.1 地形起伏的影响	(101)
12.2 推覆体中的重力滑动	(101)
12.3 盐丘和底辟构造	(102)
12.4 披盖片麻岩穹窿	(103)
12.5 大型构造	(104)
第三篇: 大地构造学——地球的大型构造	(106)
第十三章 地球的大型构造	(106)
13.1 大陆与大洋	(106)
13.2 山脉、洋脊和海沟	(107)
13.3 现代构造活动性	(108)
13.4 稳定和不稳定构造带	(109)
第十四章 板块构造	(111)
14.1 历史的回顾	(111)
14.2 岩石圈板块的概念	(111)
14.3 板块边界的性质	(115)
14.4 板块运动的几何特征	(119)
14.5 板块运动的驱动机制	(121)
第二十五章 地质构造与板块构造	(122)
15.1 不活动板块边界的识别	(122)
15.2 建设性板块边界的构造	(122)
15.3 守恒性板块边界的构造	(123)
15.4 俯冲带的构造	(125)
15.5 大陆碰撞带	(125)
15.6 英国加里东造山带	(129)
15.7 前寒武纪造山运动	(133)

绪 论

构造地质学的涵义和范围 对地质构造举例说明要比下定义容易。“构造”一词是建筑或结构的意思。构造地质学家用这个词表示通过作用在地壳内部的力而产生的变形现象。构造是由平面、线、表面和岩体等的几何排列所组成，这种几何排列的方位和形态反映着变形力与先存岩体之间的相互作用。

构造的描述和分类 由于构造的几何形态非常重要，以致出现大量描述性的术语和分类。如果想要描述和认识构造，就要掌握这些术语和分类。本书的编排反映了我的这一看法，即先要知道是什么构造，而后才可以讨论应力、应变和变形过程问题，并企图用这些过程对它们进行解释。因此，在第二篇着手讨论变形之前，在第一篇先讨论构造地质中比较描述性的方面（形态学）。

变形 变形是改变岩体形态或形状的过程，也就是地质构造形成的过程。要了解变形必须了解应力和应变，因而应力和应变是研究物体对一组力的反应方式。还必须讨论材料的特性，因为岩石变形的方式取决于不同岩石的物理特性且随着温度、压力和时间变化而变化。然后我们才能将变形原理用于具体的构造类型。

大地构造 本书第三篇，试图简练地说明构造和变形怎样能与大规模的地球作用相联系。大地构造学的研究对象本质上就是大型构造地质学，象对造山带和大陆边缘一类大型地球构造的研究。板块构造学说的提出表明了迄今多种没有联系的地质现象可用地壳运动及其过程的统一理论来解释。构造地质学家的重要任务就是查明各个构造或变形地区的前因后果，并试图将之与某种大型构造联系起来，尽管这一试图后来证明是错了。只有通过这种方式，才能了解地球的发展。

省略的课题 有些课题删去了，一是想使本书尽量简短；二是这些课题是边缘性的，其它教科书已有充分的论述。在此必须特别提到沉积构造的内容。构造地质学家对固体岩石的变形很感兴趣，而对与沉积作用所产生的有关构造不大关心。然而，应当知道沉积岩石学和构造地质学间有些领域是相互重叠的。对野外地质工作者来说，一个重要的问题是要区分沉积构造和变形构造。在强烈变形的变质岩地区，这个问题尤为突出，早期形成的和保存很差的构造，成因常常很不清楚。由松软沉积物的滑坡和其它作用所产生的褶皱构造容易引起误解。当褶皱构造限制在一单层内（特别是这些构造被上面岩层所截）时，这些褶皱很可能是沉积成因的，必须慎重对待。

当然，许多沉积构造也能间接引起构造地质学家的兴趣，因为它们反映了构造的控制作用。这样一些指示松软或未固结的沉积物滑塌后滑动的形迹，往往是构造作用诸如地震、断层运动等的直接产物。某些沉积构造（如指示地层新老方向的标志）对构造地质工作者也是有价值的。在强烈变形区，交错层、递变层理和其它“朝上”构造已普遍地用于阐明大型构造。（参看图2.5）

另外删去的两个课题是：（1）根据地质图和航空照片解释地质构造；（2）构造地质学中赤平投影的应用。希望阅读本书的学生应具备上述两方面的全面基础，因为这两项内容

是从三维空间认识构造几何形态的基础。有关地质图、航空照片解释和赤平投影等方面已有一些很好的教科书，本书勿需赘述。

对学生的告诫 学生常误以为教科书中的内容是毋庸置疑的不变真理。然而，今天的事实可能变成明天被摒弃的理论，或许在地质学中这情况比其它学科更多些。本书许多材料取自一些公认的专家在有充分论据基础上提出来的意见，但某些材料尚有争议。

许多教科书摘引已出版的著作，不加评论地分散在课文中，而将所有的论述归于原作者。结果所表达的内容与原作者所立论的事实有出入，甚至有时意思相反。这本短篇教材没有仿效这一做法，以免大量引证会破坏课文的流畅性，令人费解。而采用在每章后有选择的列出文献，希望能鼓励读者选读一些有关课题的原著，并进一步去学习更深的课本。

第一篇 形态——

怎样对构造进行描述和分类

本篇是按照形状或形态（形态学）对各类地质构造进行描述和分类，按断层、断裂、褶皱、面理、线理和组构以及火成岩体的顺序进行论述。

第一章 断层和断裂

1.1 岩石的断裂

岩石断裂是很普遍的地质构造类型，在任一岩石露头上都能见到。它们是穿过岩石的失去材料内聚力的裂隙，可视为不连续面。凡横过断裂面可测量位移的断裂，即沿断裂一侧的岩石相对另一侧发生过移动的断裂称为断层。凡没有位移或位移太小以致不易察觉的断裂称为节理。但两者间的区别是相当人为的，通常只是取决于观测的尺度。

断裂在许多方面都很重要，断裂的存在对岩石的强度有很大影响，在土木工程施工时，如隧道工程和水坝工程，都必须对断裂细心地研究。断裂也是重要的矿化部位，因为张应力作用下形成扩张断裂，作为断裂张开所形成的空间通常被矿脉沉淀物质充填。

1.2 断层的几何要素和命名

断层的定义：断层是穿过岩石的一个断裂面，一般平行于断裂面的某一方向发生过位移。

位移的几何要素：断层位移的主要几何要素如图1.1所示。断层面非铅直时，断层面以上的岩块称为上盘，断层面以下的岩块称为下盘。断层面的倾斜常以断层面与铅垂面的夹角来度量，该角称为断层余角。两盘间断层面上的位移可沿断面中的任何方向，平行断面走向位移的断层称为走向滑动断层，平行断面倾向位移的断层称为倾向滑动断层。斜向滑动位移的断层是具有走向滑动分量和倾向滑动分量的断层如图1.1所示。走向滑动断层也可称为平挫断层、捺断层或横推断层。倾向滑动断层上的位移测量常根据位移的水平分量和铅直分量，分别称为平错和落差（图1.2）。对于倾向滑动断层通常是采用落差或铅直位移，而不是真位移。这些断层要素间的关系由下式给出：

$$\tan\alpha = \frac{\text{落差}}{\text{平错}} = \frac{l}{h}$$

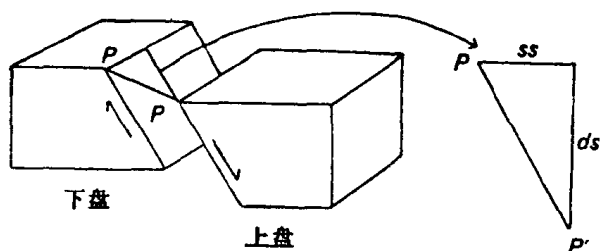


图 1.1 断层位移的分量
 ss . 走向滑动分量; ds . 倾向滑动分量; pp' . 真位移矢量

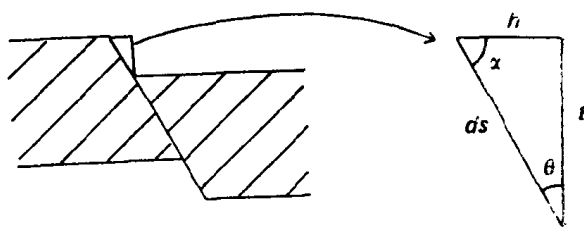


图 1.2 倾向滑动断层位移的几何特征
 h . 平错; t . 落差; α . 断层倾角; θ . 断层余角 ($= 90^\circ - \alpha$); ds . 位移的倾向滑动分量

而且

$$\sin \alpha = \frac{\text{落差}}{\text{真位移}} = \frac{t}{ds} \quad (1.1)$$

式中 α 为断层倾角。

实际上断层位移是很难测定的, 认识这一点很重要, 因为断层两盘准确的对应点常常不可能找到。如果层理错开了, 我们还不能确定视位移中有多少是由于倾向滑动的结果, 有多少是由于走滑运动的结果 (图 1.3A、B)。如果在断面上有擦痕条纹指示运动方向 (参看 1.4 节) 或者存在可测量的铅直构造水平断错如岩墙, 就可用它测量走向滑动的分量 (图 1.3C), 这个问题就能解决。

位移方向 关于相对位移方向很重要, 它取决于断层相对应力轴的方位 (参看 9.2 节)。

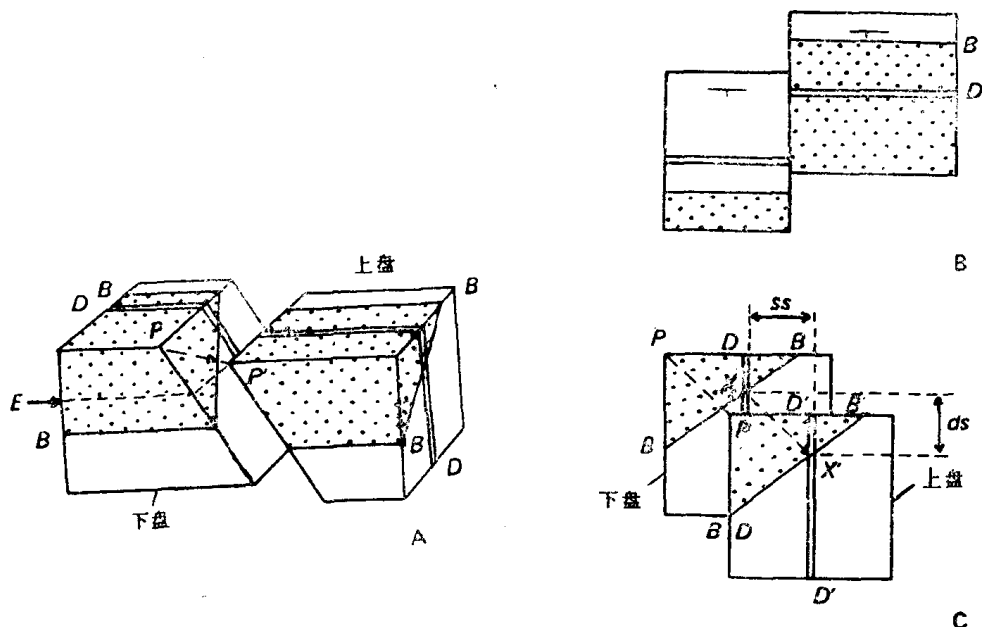


图 1.3 断层位移的测量

- A. 断层影响倾斜层面 $B-B'$ 和铅直岩墙 $D-D'$, 真位移矢量为 $P-P'$;
 B. 为 A 图中剥蚀水平面 E 的平面图, 表示层面和岩墙沿着断层的水平位移。注意位移量看来是不同的, 铅直岩墙 $D-D'$ 表示真水平位移;
 C. 从右边往下看断层面图, 表示下盘上的层面 $B-B'$ 和岩墙 $D-D'$ 的迹线位移至上盘上 $B-B'$ 和 $D-D'$ 的位置, 根据 $B-B'$ 和 $D-D'$ 的交点 X 移动至 X' 的位置来求得真位移。走向滑动分量 ss 由铅直岩墙 $D-D'$ 的位移给出, 倾向滑动分量 ds 必须利用岩墙和层面两者的位移来测量

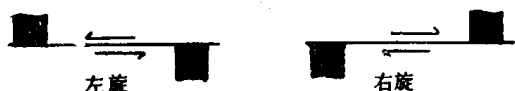


图 1.4 走向滑动断层的左旋和右旋位移（平面图）

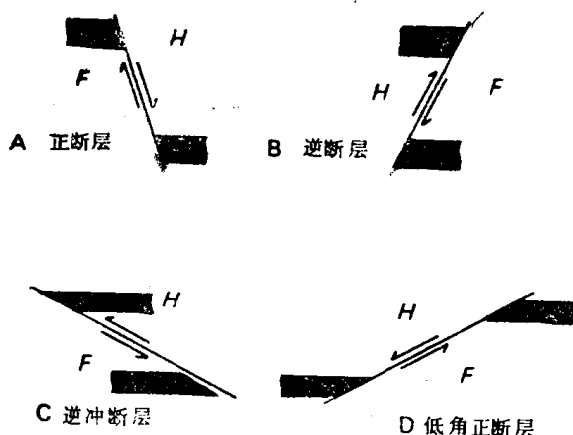


图 1.5 倾向滑动断层中正向和逆向位移，（垂直剖面）

F. 下盘；H. 上盘；A. 正断层；B. 逆断层；C. 逆冲断层；D. 低角度正断层

走向滑动断层的情况下，当观察者站在断层一边观察时，如果对盘向左运动，这种位移称为左旋；如果对盘向右运动就称为右旋（图1.4）。

倾向滑动断层的情况下，当上盘相对下盘往下运动，这种位移称为正向位移；而当上盘相对下盘往上运动称为逆向位移（图1.5）。另一种表示倾向滑动断层中位移方向的方法是指下落的方向，正断层的倾向朝向下落盘，而逆断层的倾向朝向上升盘。逆断层位移方向形成较低的岩层位于较高的层位上；而正断层情况则相反。

逆冲断层和低角度正断层 倾角小于 45° 的断层或低角度断层不同于高角度倾向滑动断层。如果运动方向是逆向的，称为逆冲断层；如果运动方向是正向的，称为低角度正断层。在造山带中逆冲断层特别重要，位移常常达数十公里。位于苏格兰西北部作为加里东造山带西北边界的莫因逆冲断层，位移估计约100km。逆冲断层带涉及复杂的几何形态术语，将在（9.4节）加以描述。

1.3 断层形成的碎裂岩

断层角砾岩和断层泥：许多断层以大小不同的破碎和压碎的岩石碎屑带为标志。当其中可见碎屑占显著比例时称为断层角砾岩。当其中大部分由细岩粉组成时称为断层泥。由于这种破碎带通常比未经断裂的岩石松软而易于剥蚀，所以和断层有关的露头常表现为明显的地形凹地。

胶结的压碎岩 近地表所见到的断层角砾岩和断层泥主要是结构松散的岩石。在地壳较深处岩石经石化可出现各种胶结的压碎岩石，许多情况下，压力和温度增加导致岩石结构的部分重结晶。当可见碎屑占统治地位的这种岩石称为压碎角砾岩，当岩石中细粒基质占有显著的比例者称为碎裂岩。

糜棱岩 构造地质学家通常想区分在脆性条件下由于物质破裂和压碎（碎裂）而形成的岩石和在韧性条件下由于连续的重结晶作用或流动而形成的岩石（见7.3节）。由于后者所产生的细粒压碎岩是坚硬的，“砾石状”的，具板状或条纹结构，这样的岩石称为糜棱

表 1.1 断层岩的分类
(据Sibson, 1977)

未胶结的		随机结构	叶片状
		断层角砾岩 (可见碎屑>30%的岩石总量)	?
		断层泥 (可见碎屑<30%的岩石总量)	?
胶结的		玻璃/脱玻 化玻璃	假玄武玻璃 ?
基质的性质 粒度的构造变小控制重结晶和新矿 化的颗粒生长	碎裂岩系列	压碎角砾岩 (碎屑>0.5cm) 细粒压碎角砾岩 (0.1cm<碎屑<0.5cm) 微粒压碎角砾岩 (碎屑<0.1cm)	0~10% 10~50% 50~90% 90~100%
		初糜裂岩	初糜棱岩
		碎裂岩	糜棱岩
		超碎屑岩	超糜棱岩
	颗粒生长显著	?	变余糜棱岩

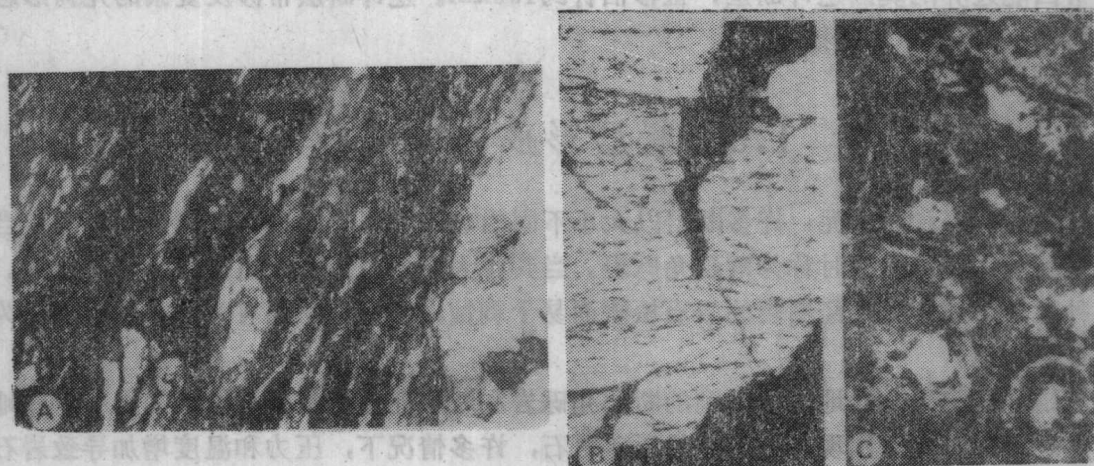


图 1.6 断层作用产生的压碎岩

A. 角闪岩中从右边未蚀变岩石经糜棱岩至左边的超糜棱岩逐渐变化, 采自Ness, Lewis. 单偏光×14(据Sibson, 1977, 图版3)。B. 暗色假玄武玻璃不整合侵入岩脉切割面理化片麻岩(采自苏格兰西北Gairloch. 单偏光, ×5)。C. 假玄武玻璃中脱玻化球粒构造, 采自苏格兰西北Gairloch, 切割Lewisian片麻岩的岩脉。单偏光, ×250。B和C据Park, R. G., Am. J. Sci. 259, 542—550, 1961, 图版1

岩（图1.6A）。重结晶占优势的岩石称为变余糜棱岩。

超糜棱岩和假玄武玻璃 极强的压碎作用产生一种暗色（常常是黑色）的由超微粒基质和破裂的碎屑所组成的岩石，这种岩石称为超糜棱岩（图1.6 A）。由于快速相对运动沿断层所产生的摩擦热熔化一些物质，形成一种玻璃物质（常含球粒）、称为假玄武玻璃。这种物质侵入附近破碎的岩石中形成岩脉（图 1.6 B、C）。因为玻璃物质通常脱玻化并含大量未熔化的碎屑，故除高度放大的情况下，通常难以和超糜棱岩区分。显然，假玄武玻璃只在中等负载压力和相对快速变形的地壳深度上形成。因而，断层在地表出现软泥，在地下中深部位可形成假玄武玻璃，而在深部可被韧性剪切带所取代。



图 1.7 手标本上表示断层面上的擦痕条纹（缩尺为6cm）

1.4 断层面的有关特征

擦痕面 由于对盘移动时产生的摩擦和磨光作用，断层面常表现为发亮或有条纹的面，这些形迹称为擦痕面，而擦沟或条纹指示断层相对运动的方向（图1.7）。其他的线状构造是由于纤维脉矿物如石英和方解石的长轴平行运动方向生长形成的。

断层伴生的挠曲 邻近断层的层状岩石常常表现为开阔褶皱或挠曲，它们显然与断层移动有关。这样的褶皱，一些作者称为“牵引褶皱”，但该术语应该废除，因为它假定褶皱的成因是由于断层两盘的牵引作用，这种机制是不太可能的。沿断层面的大多数挠曲是断裂前的初始韧性应变的产物（图1.8）。

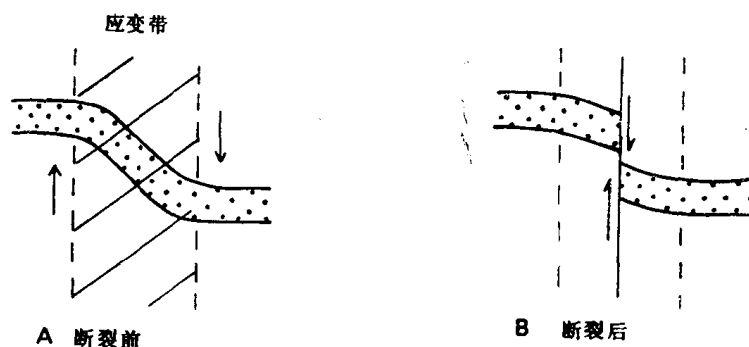


图 1.8 断层和挠曲的关系

应变带中的韧性弯曲可早于断层运动所引起断层附近岩石的挠曲

1.5 断层组合

同类的断层通常成组出现，因此具有很大位移的主断层可能伴生一组位移指向相同、相互平行的小断层。大型隆起或拗陷地块可以几组类型相同，而运动指向相反的断层为边界。以正断层为边界的拗陷地块称为地堑；以正断层为边界的抬升地块则称为地垒（图1.9）；延伸很长的大型地堑称为裂谷，两个著名的例子是非洲大裂谷和莱茵裂谷，两者均由一系列相连的地堑组成，延伸达数百公里。

断层组合不一定由平行的断层组成，排列非常复杂的分支断层可能与主干断层伴生（参看图15.3），而且一条断层的末端经常以马尾状分支断层为标志，这些断层位移扩散到更大范围内（图1.10）。

断层也可终止于其它不同类型的断层上，例如两条逆冲断层可被一条走向滑动断层连接，以致位移由一条断层转换到另一条断层上（图1.11）。

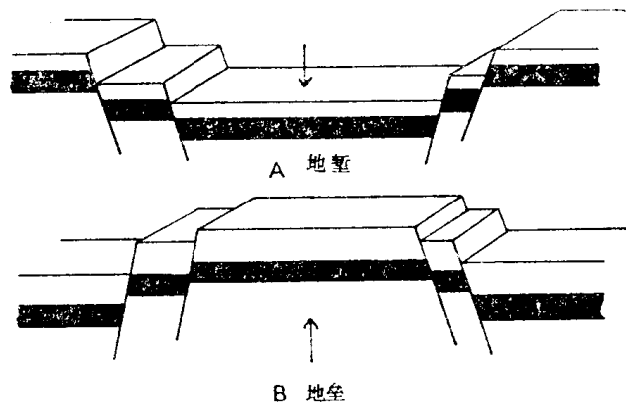


图 1.9 地堑和地垒构造

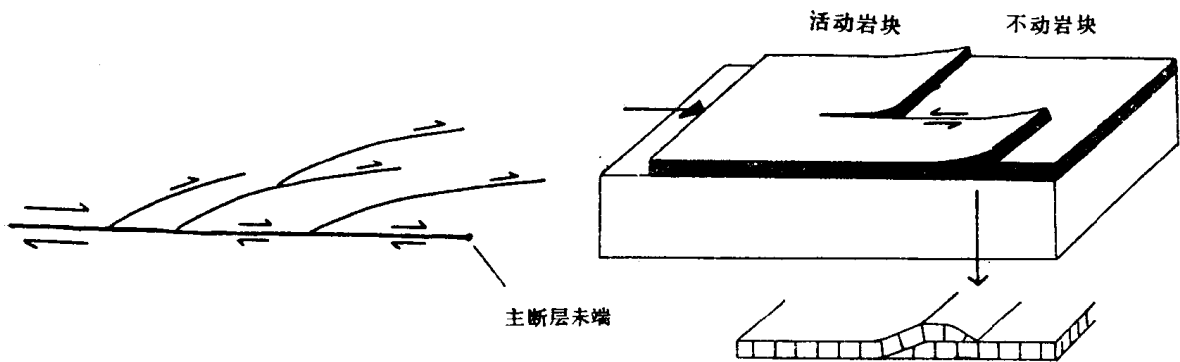


图 1.10 主断层末端的马尾状断层
由于分支小断层的位移积累效应，使主断层的位移
可扩散到附近更大范围内

图 1.11 位移从逆冲断层转换至走向滑动断层

1.6 节理

节理可呈平行的等间距的断裂组产出，并且在同一岩石中可出现几组节理，使露头具

有明显的断块状（图1.12）。然而，更普遍的是节理并不很规则和系统的。当有一组可辨认的节理时，通常可能与构造应力和包含节理的岩体几何形态有某种关系，例如节理组通常垂直和平行成层岩石的层理。垂直层理的节理可构成两个或多个相交的节理组并和区域性褶皱有简单的几何关系（图1.13）。

“卸载节理” 许多节理是由于岩层深埋所储存的应力释放的结果。上覆巨厚地层的重量使埋藏很深的岩石受到压缩，但是，一旦上覆岩石被剥蚀，负荷压力就降低，岩石就通



图 1.12 Nyasaland基岩中大规模的矩形节理
(据17000', No. 5436航空照片, 经Blantyre调查
所委员会同意)



图 1.13 节理组与主褶皱的关系
垂直于层理的规则节理组，可分为(1)纵向的
(平行褶皱轴)；(2)横向的(垂直于褶皱轴)；
(3)斜向的(与褶皱轴斜交)



图 1.14 Co. Antrim的 Giant's Causeway 玄武岩中形成柱状构造的多角冷缩节理
(据Holmes, A, Principles of Physical Geology, Nelson 1978, 图5.7(J. Allan Cash摄))