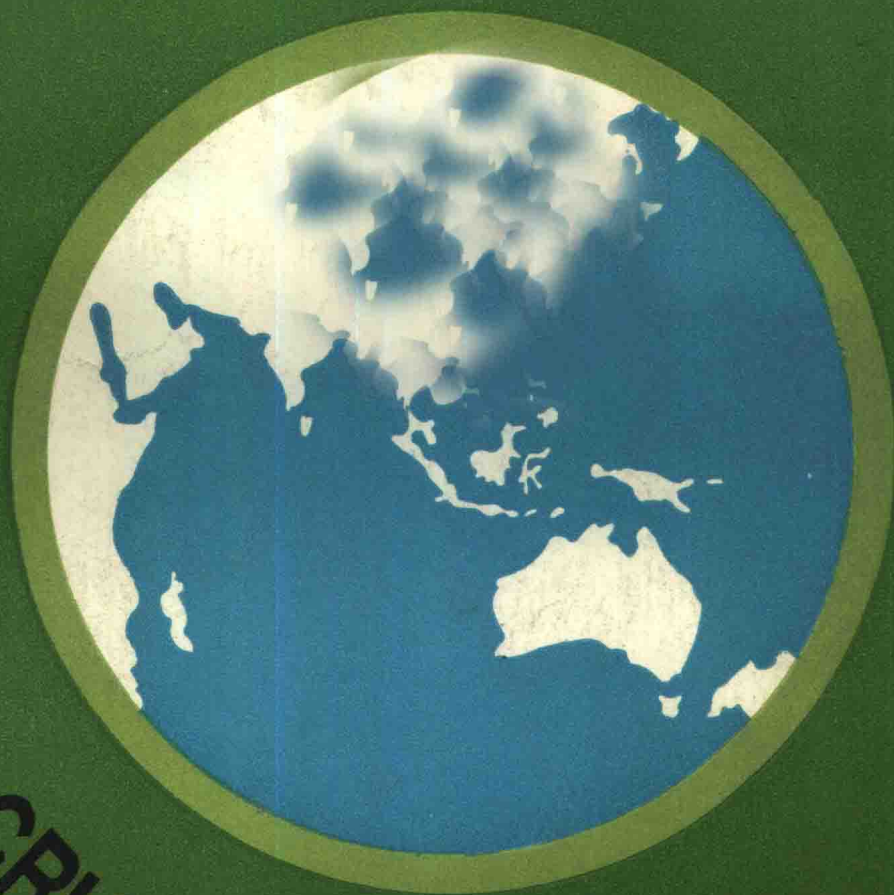


地质力学

地壳运动

GEOMECHANICS AND CRUSTAL MOVEMENT



孙殿卿 高庆华

地质出版社

地质力学与地壳运动

孙 殿 卿 著
高 庆 华

地 质 出 版 社

内 容 提 要

本书是继李四光教授所著《地质力学概论》1962年出版以来,系统地总结地质力学理论和方法,反映地质力学在实际应用中所取得的进展和成就的一本较完整的专著。

书中着重论述了改造与建造的关系,归纳了野外工作的主要方法和经验;同时就大陆构造,洋壳构造,现代洋流,气流运动和气候变迁等现象,探讨了全球构造的起因与地球自转的联系;并从鉴定新的构造型式,研究古构造体系及深部构造特征,地应力场与地球化学场,古生物分区、演化、迁移与地壳运动的关系等若干方面,提出了扩大地质力学研究领域的探索性意见。本书对地质工作者和有关科研人员具有重要参考价值,亦可供地质院校教学参考。

地质力学与地壳运动

孙殿卿 著
高庆华

地质矿产部书刊编辑室编辑

责任编辑 李鄂荣 张义勋

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本: $787 \times 1092^{1/16}$ 印张: $14^{3/8}$ 字数: 338,000

1982年9月北京第一版·1982年9月北京第一次印刷

印数1—4,920册·定价2.50元

统一书号: 15038·新820

目 录

前 言	1
第一章 研究构造地质的经验之回顾	4
一、结构面的力学性质分类及其特征	4
(一) 压性结构面	4
(二) 张性结构面	18
(三) 扭性结构面	22
(四) 压扭性与扭压性结构面及张扭性与扭张性结构面——复性结构面	28
二、构造形迹序次辨别的方法与实践意义	29
(一) 序次的概念	29
(二) 怎样辨别构造形迹的序次	33
(三) 辨别构造形迹序次的实践意义	41
三、构造体系的鉴定	48
(一) 构造体系鉴定的原则	48
(二) 我国构造体系的主要类型	48
(三) 构造体系的力学分析	55
(四) 构造体系的序次和成生时期的鉴定	58
四、构造体系复合关系的研究及其实践意义	60
(一) 构造体系复合的基本概念	60
(二) 怎样研究构造体系的复合关系	65
(三) 研究构造体系复合关系的实践意义	78
第二章 研究改造与建造的主要收获	84
一、地壳运动与地壳形变对沉积建造的控制	84
(一) 古地理条件	85
(二) 地壳升降的幅度、速度与频度	87
(三) 海水进退规程	89
(四) 气候对地层沉积的影响	94
二、构造体系对火成岩内部构造与岩相分布的控制	96
(一) 区域构造体系对火成岩原生构造的控制	96
(二) 火成岩的岩相分布与构造体系相联系的现象	104
三、变质岩的时空分布与构造体系相联系的现象	109
(一) 变质带的展布受构造体系所控制	109
(二) 变质相的分布也受构造体系所控制	110
(三) 变质时期与地壳运动时期基本一致	110
第三章 地质力学指导生产实践的观点与方法	111
一、运用地质力学指导找矿的观点与方法	111
(一) 在寻找内生矿产方面	111
(二) 在寻找外生矿产方面	138

(三) 在寻找变质矿床方面	162
二、地质力学在其它方面的运用	168
(一) 地质力学在地震地质工作中的运用	168
(二) 地质力学在水文地质方面的运用	176
第四章 地壳运动问题续论	178
一、大陆构造反映的地壳运动方式和方向	178
二、中国大陆的构造演化程式	179
(一) 中、新生代以来中国大陆地质构造的演化程式	179
(二) 中生代以前中国大陆地质构造的特点	181
三、洋壳构造反映的运动方式和方向	187
(一) 海岭的分布 (二) 海沟的分布 (三) 转换断层的分布	188
四、气流运动和气候变化的现象	193
五、现代洋流和地质历史上海水进退表现的运动方式	194
六、全球构造的起因与地球自转	195
第五章 地质力学的野外工作方法述要	202
一、室内准备	202
二、野外观察	202
(一) 地层工作	202
(二) 构造工作	203
(三) 火成岩工作	204
(四) 变质岩工作	204
(五) 矿产工作	204
(六) 其它	204
三、地质构造现象的归纳配套	205
四、运用构造体系的规律解决生产实践中的问题	206
(一) 找矿勘探 (二) 地震预报 (三) 其他方面	206
五、总结经验	206
第六章 地质力学发展中的主要问题	207
一、扩大构造体系的研究范围, 鉴定新的构造型式	207
二、研究构造形迹, 特别是巨型构造形迹的演化	208
三、关于古构造体系的研究途径和初步认识	209
四、探索深部构造的特征与研究方法	211
五、继续研究建造与改造问题	213
六、研究地应力场与地球化学场的关系	213
七、研究地壳运动与气候变迁问题	214
八、研究古生物的分區、演化、迁移与地质构造及地壳运动的关系	214
九、加强岩石力学性质与构造应力场的研究	215
十、地质力学要从广泛的力的观点去研究地质问题	215
十一、其它理论问题的研究	215
十二、构造研究手段现代化问题	216
主要参考文献	218

前 言

地质力学从启蒙时期到现在，已有半个世纪的历史。自1912年魏格纳大陆漂移学说问世以后，在地质学界掀起了轩然大波，由于这一学说打破了地壳运动以垂直运动为主的论点，因而引起了激烈的争论。李四光教授于1926年发表了《地球表面形象变迁之主因》的论文，在对大陆漂移学说进行检阅之后，他认为魏格纳的理论遇到的主要困难，并不在于有关大陆运动的方式和方向问题，而是它的动力基础；于是他在分析有关地质现象和海水进退规程等项资料的基础上，提出了一个新的论点，认为地球自转速率的变化是地壳运动的主因。

之后，他强调对于地壳运动所发生的地质构造现象的研究，因为从地质构造现象可以追索力的作用，从力的作用方式便可追索地壳运动的方式和方向，进而揭示地壳运动的规律，探索地壳运动的动力来源问题。在研究构造现象的力学属性、发生发展及其组合规律的过程中，建立了构造体系的概念。他于1929年发表了《东亚一些典型构造型式及其对大陆运动问题的意义》一文，第一次从纷繁的构造形迹中划分出不同型式的构造体系。根据构造体系类型所反映的动力作用方式，可以了解地壳运动的方式和方向。

根据这条思路，经过长期地质实践，特别是解放以后，做了大量的工作，于1962年出版了《地质力学概论》。这本书是自二十年代以来地质力学研究工作的一次重要总结，它为研究地质构造和地壳运动问题提出了一套新的工作方法和一条新的途径，并已为许多地质工作者所采用；它为指导找矿和解决其它地质问题都已起到一定作用，尤其在指导中国寻找石油等矿产资源方面做出了重大的贡献。

从《地质力学概论》第一次出版以来，已过去近二十年了，这一阶段又积累了大量地质资料；已将地质力学理论和方法逐步运用于不同矿种的矿田地质、地震地质、工程及水文地质、地热地质、区域地质、现今地应力测量以及古构造体系的研究等方面；并着手探索其它地质现象，如地层、火成岩、变质岩、矿产、地球化学带等与构造体系之间的内在联系，寻找它们在成生发展过程中的规律，用以指导找矿和解决地质实际问题。

地质力学正处于发展时期，它必须不断地探索自然现象的规律，并向不同学派学习，学人之长、补己之短，在其它学科的支援下，才能使地质力学迅速发展。因此，自从李四光教授逝世以后，地质力学的发展问题就现实地出现在所有地质力学工作者的面前，大家也正在致力于这一问题的研究之中。

我们曾在李四光教授指导下做过一些地质力学研究工作，根据学习和工作的体会，编写了这个册子，愿意就地质力学发展中的一些问题同大家讨论。

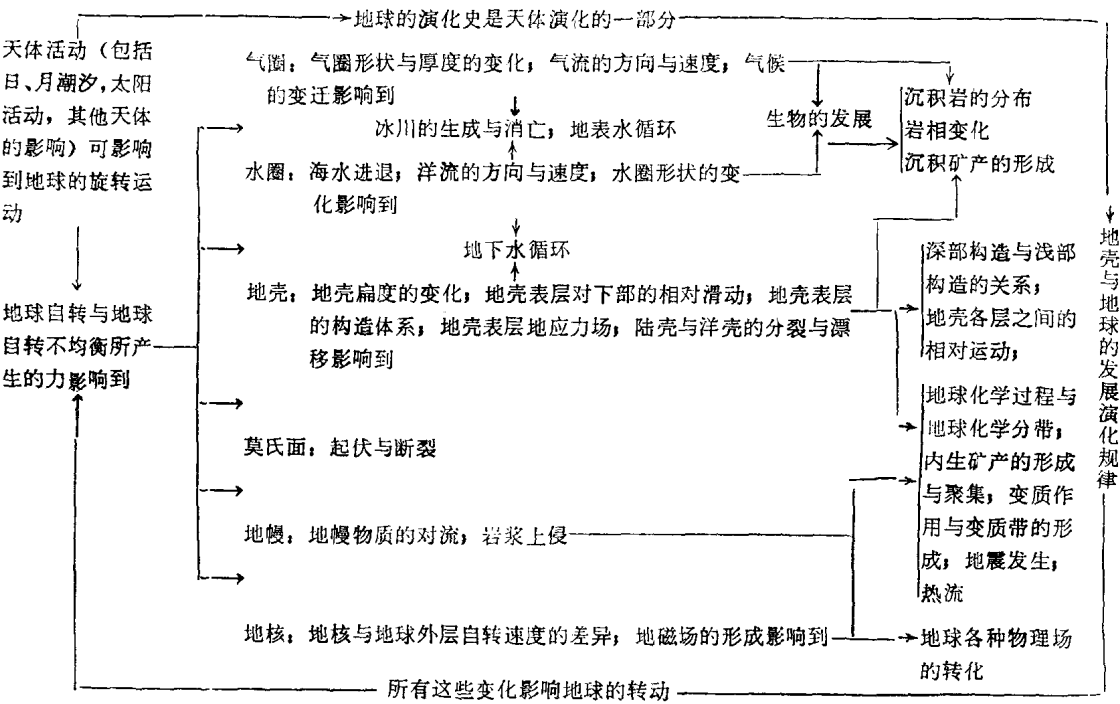
六十年代初，李四光教授即曾指出：“这门边缘学科领域，现在仅仅可以说略具粗糙的轮廓，它的发展远景怎样？这主要要看它在地质工作哪些方面能够做出什么样的成绩，同时，也要看有关学科给予它什么样的支援。”^{〔1〕}我们认为，地质力学现在研究领域远不是它的全部内容，随着地质资料的积累和其它学科的发展，地质力学的研究领域也将相应地扩大。

我们考虑这个问题的观点是：地球是天体中的一个成员，地球的运动要服从天体运行

的规律。天体最主要的一种运动形式是旋转运动，地球便可能是在旋转运动中产生和在旋转运动中发展的。因此地球各组成部分的运动，不会不受地球旋转运动的制约。在天体旋转运动过程中，由星云物质凝聚而成的地球，受离心力和引力的作用发生分异，大体按物质的比重，从外向内分化为气圈、水圈、地壳、上地幔、下地幔及地核等圈层。各圈层不同物质的不同运动形式，便形成了各种地质构造现象和与之相关的其它自然现象：如大气的运动出现气流、海水的运动出现洋流、岩块的相对运动出现断裂及其它变形、破碎的岩石圈运动出现板块运动、组成地壳物质的分子和原子的运动造成地球化学过程等等。所有这些现象不会没有内在联系，相互联系的纽带则是地球自转运动——天体运行的一部分。

地质力学研究的内容同地球自转与地球自转不平衡所产生的力之间的关系，以及它们与天体活动之间的关系，可用下表予以概括。

表一 地质力学研究工作所涉及的领域



从表中可以看出，地质力学所涉及的领域相当广泛，构造体系显然只是其中的一个部分，还有大量的课题亟待研究。这个册子，只是在《地质力学概论》的基础之上，根据一些新的资料，在某些方面提出了一些补充意见，并非地质力学需要研究和应该研究的全部内容。这些意见包括两个方面：一是根据工作实践对地质力学的基本工作方法（主要是野外地质工作部分）做了进一步阐述，并补充了一些细节；二是对构造地质以外的地质学领域的其它方面，试用地质力学理论进行一些尝试性的探索，仅当问题提出，以供大家研究参考。这些意见大都不够成熟，有的甚至还是推论。然而，在摸索前进中，任何一条途径，都不能在未经实践验证之前，就断言此路不通；反之，即使道路正确，在前进中也不会没有各种困难，总之，不付出巨大的代价，目的则难以达到。

应该指出，以下的论述不是结论，仅仅是艰苦探索的开端。

本书编写时，曾参阅大量资料文献与地质报告。初稿完成之后，崔盛芹、苗培实、李

东旭、幸石川等同志对全稿提出了宝贵的修改意见；李耀曾、王维襄、邵云惠、徐景文、黄庆华、康文华、潘建英等同志对部分章节，给予了具体帮助。定稿后孙哲庆同志做了全面校阅，所附图件由李淑芬、赵晓青等同志清绘，照片由孙愉荪同志翻洗。所以本书虽由我们执笔撰写，但实属大家共同的劳动成果，在此一并说明并致谢。

还需借此说明，全书脱稿于1979年4月，所用资料截止于此期间以前。然出版前的仓促定稿中，尚参阅了少数后期文献；而近年发表的大量专著，因篇幅所限，俱未能充分引用其可贵资料，谨此致歉。再者，由于种种缘故，本书错误之处在所难免，恳请读者批评指正。

一九八一年于北京

第一章 研究构造地质的经验之回顾

在《地质力学概论》中，李四光教授将地质力学的研究方法归纳为七个步骤^{〔15〕}，即大家熟知的：

- ①鉴定每一种构造形迹或构造单元（结构要素）的力学性质；
- ②辨别构造形迹的序次，按照序次查明同一断裂面力学性质可能转变的过程；
- ③确定构造体系的存在和它们的范围；
- ④划分巨型构造带，鉴定构造型式；
- ⑤分析联合和复合的构造体系；
- ⑥探索岩石力学性质和各种类型的构造体系中的应力活动方式；
- ⑦模型实验。

由于李四光教授和广大地质工作者的共同努力，在这七个方面进行了广泛的实践，并已取得丰富的经验。下面仅就野外地质工作中最为密切的几个问题谈谈我们的体会。其它如岩石力学性质和构造应力场的研究以及模拟实验已有专著论述^{〔51〕〔52〕〔53〕〔54〕〔55〕〔56〕〔57〕〔58〕}，本书不再重述。

一、结构面的力学性质分类及其特征

结构面就是构造面，又称结构要素（严格地说，前者则是表征后者三度空间方位的平面或曲面），或统称构造形迹。它是指在地应力的长期作用下，在地壳岩层或岩体中留下的永久形变的现象和相对位移的踪迹。它们虽然规模大小不一，形态千差万别，但就其受力的本质来看，据目前的认识，基本上可以分为压性结构面、张性结构面、扭性结构面，以及复合类型的压扭性与扭压性结构面及张扭性与扭张性结构面五类。为便于野外工作参考，有必要将前三种基本的结构面所包含的构造形迹和特征予以描述：

（一）压性结构面

除了一些特殊情况外，一般说，在平面上，与最大压应力作用方向垂直或与最大张应力作用方向平行的结构面为压性结构面。属于压性结构面的构造形迹很多，我们在论述中尽量使用大家已经熟用的各称，仅某些地方有所变动。

常见的压性结构面有：

1. 褶皱：

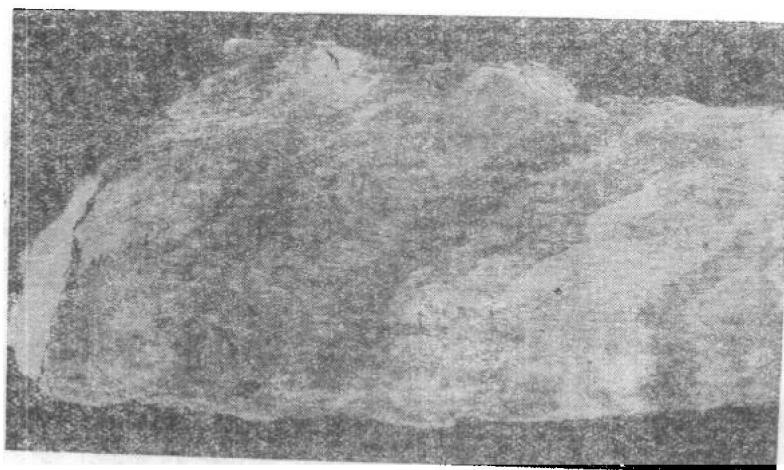
褶皱就是地壳岩层中的波状弯曲。小者只有在显微镜下才能看到的褶纹；大至延伸达数百乃至数千公里的巨大的地向斜和地背斜。尽管规模相差悬殊，但它们的轴面都代表压性结构面。

按照褶皱规模的大小和形态，习惯上还经常分为以下几类：

（1）褶纹

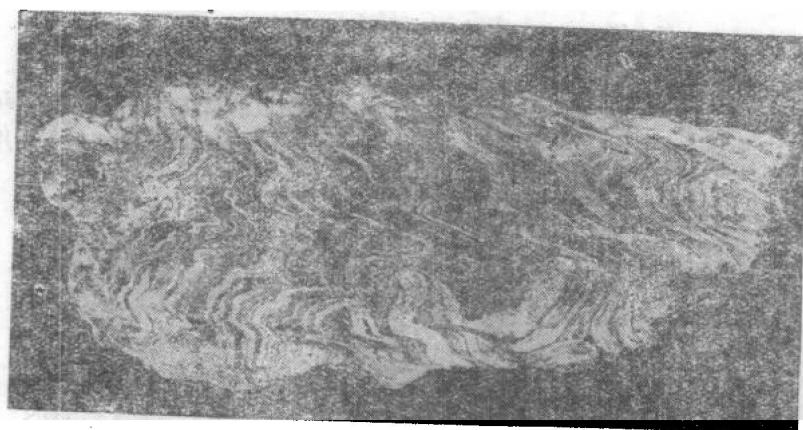
是指小型至微型的弯曲，在变质岩中尤其多见（照片1、2）极薄的层理、叶理、片理、劈理、板理等，甚至片状矿物的解理均可弯曲为褶纹。

褶皱的成因有两种，一是拖引，即由相对扭动形成的拖褶皱。其轴面常沿着一个方向作有规律的错列，褶皱轴面代表压性结构面。但一系列拖褶皱的总体排列方向的面则代表扭性结构面(详后)。另一些褶皱，纯由挤压造成，在此情况下轴面的倾向或平行或呈杂乱形象，但它们的走向则相互平行或大致平行，代表最大的张力方向(图1)。



照片 1 江西信丰 紧密小型褶皱与流劈理

照片比实物原大缩小约一倍(据江西908地质队)



照片 2 江西信丰小褶皱

照片比原大缩小约一倍(据江西908地质队)

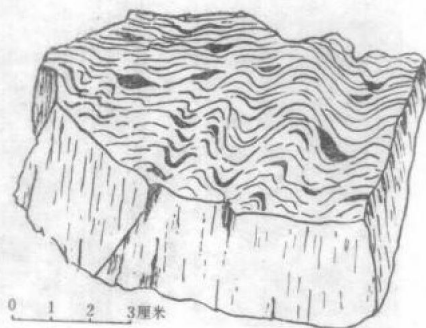
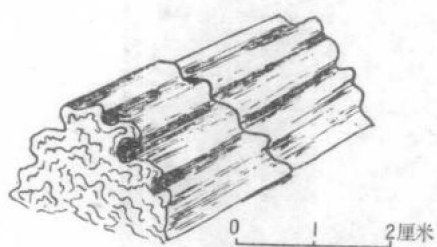


图 1 片岩褶皱标本素描

(2) 褶曲

指地层的弯曲。在简单的情况下(例如,非倒转、卷卧),隆起上凸者称为背斜;沉陷下凹者称为向斜。按照背斜和向斜构造的形态和复杂程度,还可进一步分为:

① 对称褶曲: 两翼向相反或相向方向的倾斜,倾角一致,轴面近于直立。根据褶曲顶



照片 3 河南方城 震旦系石英岩夹薄层绢云母石英片岩组成的褶曲中部的石英岩形成平底的箱形向斜,两翼陡峻并变薄。左侧为一尖棱的复式背斜,背斜核部为绢云母石英片岩
(据武汉地院区域地质教研室)



照片 4 河北建屏 太古界混合岩中的肠状褶曲
(据武汉地院区域地质教研室)

部的形态，又可再分为箱状褶曲、梳状褶曲等（照片3）。

②倾斜褶曲：两翼向相反或相向方向倾斜，但倾角不等，轴面倾斜。

③倒转褶曲：两翼向同一方向倾斜，但倾角不等，轴面向同方向倾斜。

④同斜褶曲：轴面与两翼平行，可以做任何角度倾斜。

⑤平卧褶曲：轴面近于水平（图2）。

⑥覆盖褶曲：即大型平卧褶曲。

⑦扇形褶曲：轴面可以是直立的，也可以是倾斜的，最突出的特征是两翼同时倒转，即背斜的两翼相向倾斜；向斜的两翼相背倾斜。

⑧复式褶曲：即褶曲的翼部再发生次一级乃至更次一级的褶曲（图3）。

⑨沙尼页：指大型覆盖褶曲，本身再发生褶曲现象。

⑩盘桓褶曲：即盘肠褶曲，是一种象盘绕的肠子一样复杂的褶曲（照片4）。

褶曲，特别是复杂褶曲的辨认，除了依靠地层的层序和沉积特征而外，还可根据次一级的伴生构造的综合分析进行判断，这一方面的现象将在本章第二部分介绍。

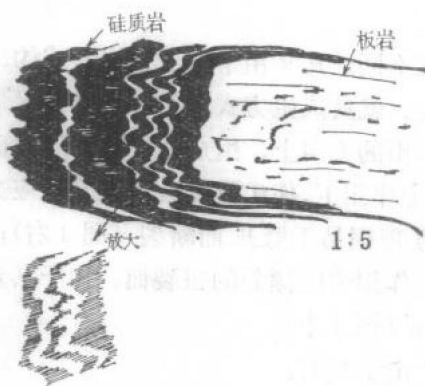


图2 小型平卧褶曲顶部加厚的现象与流劈理的关系

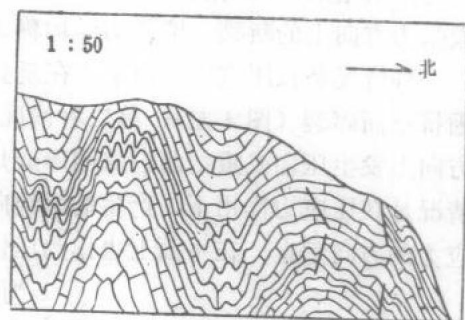


图3 自然剖面上的小型复式褶曲

(3) 单斜

指在较大范围内向一个方向斜倾的地层。单斜以及与它类似的膝状褶曲（挠曲），有时代表一个巨型或大型拗褶的一翼，应该属于压性结构面。但有时系断裂造成，不能一概而论。

(4) 拗褶

实际上是一种大型的褶皱，它可以由成层的岩石的大型弯曲表现出来；但通常是由地块的隆起或拗陷所反映。其中属于背斜型的有陆梁、穹窿和连串鼓包；属于向斜型的有陆槽、盆地等。拗褶的辨认，除了要考虑地层的产状之外，还要结合不同时代的地层的分布和古地理来确定。

有些隆起和拗陷的形成是由于断裂作用所致，不在此类之内。

地壳上特大型的隆起带和拗陷带，称为地向斜（地槽）和地背斜。

地向斜（地槽）：是地壳上巨大的向斜型沉降带，常有巨厚的堆积。

地背斜：是地壳上巨大的背斜型隆起带，由于它经常遭受侵蚀，因而常常被人们所忽略。

从地向斜和地背斜相辅而行的特征和明显的方向性来看，应是一种巨大的褶皱，在力

学性质上与一对背斜和向斜并无区别，同样代表压性结构面。

地向斜和地背斜的确定，除了考虑到构造特征外，还要研究地层的分布、厚度变化、岩相特征和古地理轮廓。

2. 压性断裂

通常，凡使岩石呈现不连续的微小裂开均可称为裂纹或裂缝。比较平直而有规律的裂缝叫作节理。规模稍大，但位移不大的裂缝或节理称为裂隙，具有显著位移的裂隙就是断层。裂缝、节理、裂隙、断层往往交织连贯在一起，可统称断裂。规模巨大的断裂叫大断裂。切割很深的断裂叫作深断裂。有人把大而深的断裂称为深大断裂。在地壳上确实存在着一些伸展甚远，切割深度很大的断裂，地震资料也指示有些断裂可能深达地下六、七百公里^[25]。但是有些地方看来很大的断裂不一定是深断裂，例如，发育在大背斜顶部平行于背斜轴的张性断裂，有些可与背斜的伸展并驾齐驱，规模很大。但是不难理解，它的深度不会太大，超不过背斜弯曲的“中和面”。一般说来，断裂，特别是规模较大的断裂，很少孤立出现，总是有一组大致平行者集中出现，此时，即称之为断裂带。

裂缝、节理、裂隙、断层、断裂、深断裂、断裂带当中的一部分属于压性结构面，亦称压性断裂。

这里所指的压性断裂与纯粹物理学解释的含义不同。凡是由于挤压作用形成的、居于最大张力方向上的断裂，地质力学均称为压性断裂。就其成生方式来说有三种情况最为常见：一种情况是在压应力作用下，在垂直压应力作用的方向上，组成岩块的岩石或矿物颗粒因挤压而碎裂（图4左）；第二种情况是在压应力作用下，使矿物颗粒在垂直压应力作用的方向上发生压扁或重结晶，从而形成片理、流劈理因易于劈开而断裂（图4右）；另一种情况是在压应力作用下，产生的两组向着压应力作用方向倾斜的扭裂面。由于其走向与压应力的方向垂直，在平面上也作为压性断裂看待（图4中）。

“压性断裂”的类型有：

(1) 冲断层（逆断层）

指上盘对于下盘相对上升的挤压性断层（照片5）。由于它引起地壳的缩短，隐含着压缩的作用，因此，尽管客观上它是一个扭裂面，但在平面应力场中是可以作为压性断裂看待的。

当冲断层的倾向与单斜地层的倾向相同，且断层面倾角大于地层倾角时，断层上盘的地层老于下盘的地层。在地层经过褶皱，甚至发生倒转以后，再出现冲断层时，新地层也会逆冲到表地层上面去，因此，虽然逆断层的上盘往往出现较老的地层，但此点不能作为鉴定逆断层的依据。同理，正断层也会使老地层盖在新地层之上（图5）。

有些逆断层倾角很小，称为逆掩断层（平冲断层）（图6）。规模甚大，断层面倾角甚缓的逆掩断层则称为拉铺（图7）。有些地方，逆掩断层或拉铺的上盘大部分被侵蚀掉，只剩下孤立的残留岩块叫作飞来峰（图8）；有的地方，逆掩断层的上盘，局部被侵蚀掉，露出下盘的岩石叫做构造窗（图7）。倾角很小的逆掩断层，其走向常随地层的起伏而弯曲。必须从宏观上全面测量，才能确定所受挤压力的方向。

在一个地区，一组逆断层向一个方向倾斜，好象房顶上的瓦块排列的样子叫叠瓦式断

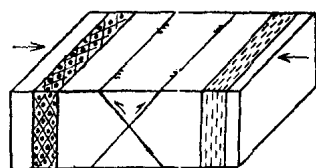
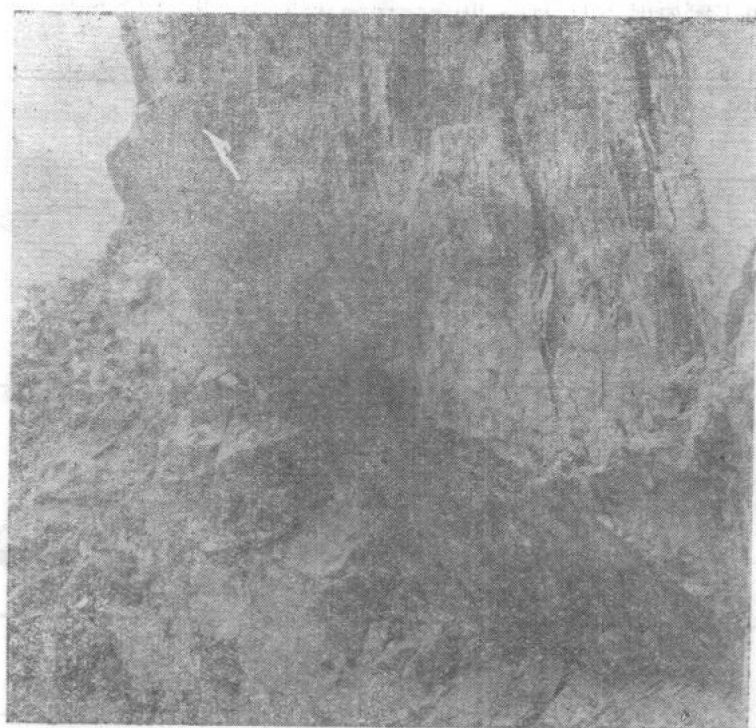


图4 压性断裂形成方式图解
(说明见正文)



照片 5 甘肃雨水 冲断层

断面上有垂直擦痕，断层上盘的挤压劈理与断面呈斜列关系(镜头向西照)

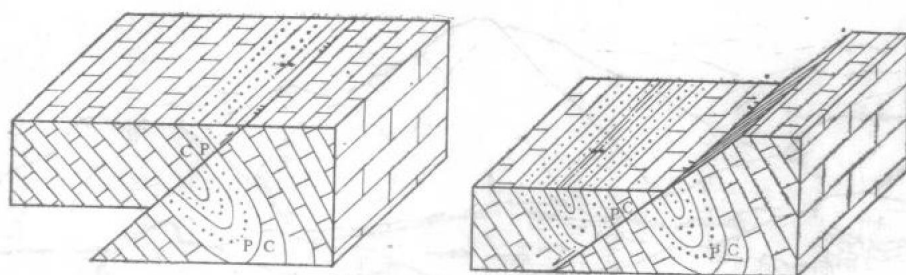


图 5 被逆断层(左)和正断层(右)破坏的褶皱

C—石炭系； P—二叠系

层(图9)。

在一个地区，有两组逆断层同时存在，它们的倾斜方向相背，叫做对冲断层(图10)。典型的逆断层，其上盘基本上是向上仰冲的(叫仰冲断层)，其断面上的擦痕近于垂直。但亦有冲断层的上盘是以一定的倾斜角度斜冲的，此种则称斜冲断层(图11、12)。斜冲断层除了具有压性外，还兼有扭性，属压扭性结构面。但也有的原是仰冲断层，以后因断层所在的地块发生倾斜改变了断层产状所致。

个别地方，由于断面弯曲或断层形成以后整个地层又发生了褶皱，压性断层也可局部表现为上盘下降。这种断层的性质与正断层不同，称为俯冲断层^①(图13)。俯冲断层一般

① 这里指的俯冲断层，是延用1962年《地质力学概论》中的构造名词，与以后板块构造提出的俯冲断层不是一个含义。

是高角度的，但由于嗣后地层的弯曲、褶皱，断层亦可呈低角度的姿态出现。

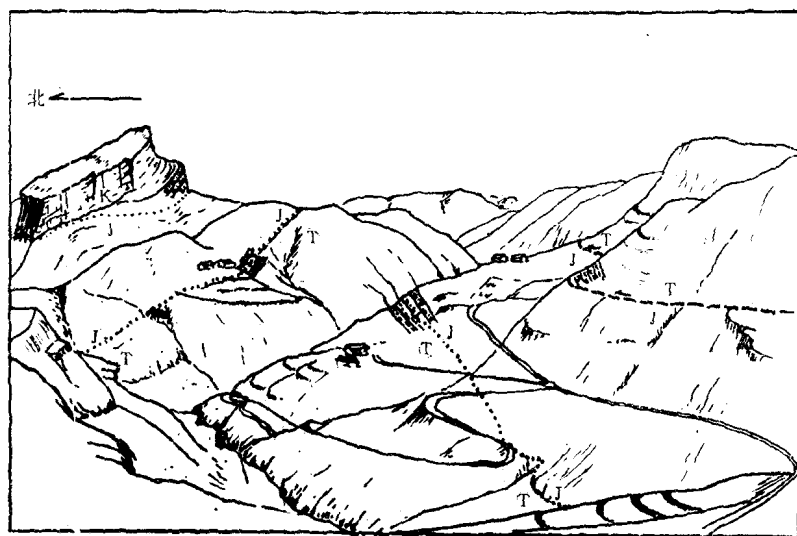


图 6 陕西西坡逆掩断层素描

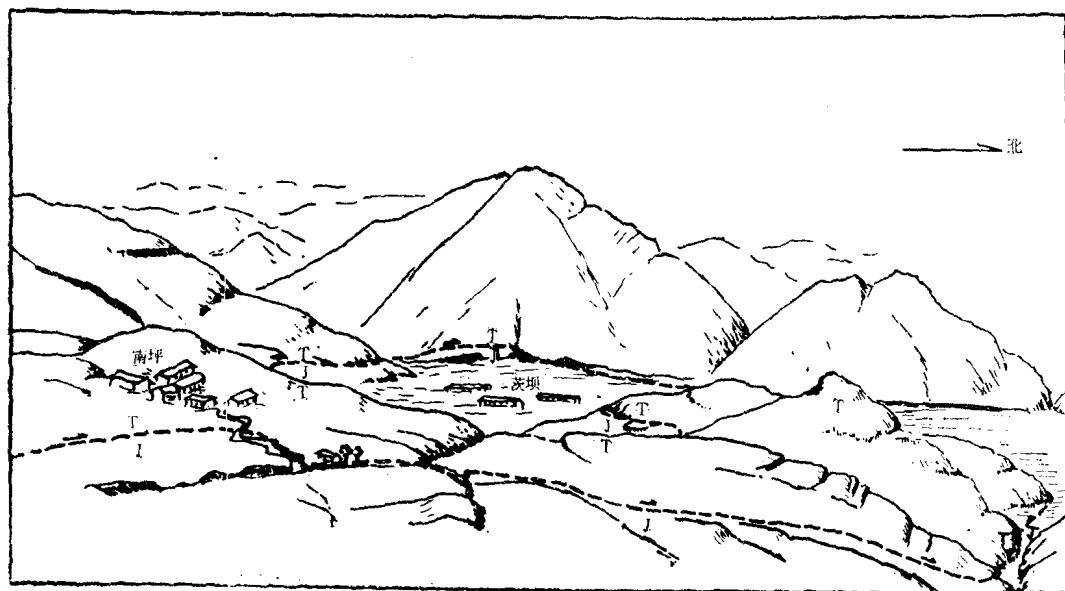


图 7 陕西茨坝附近拉铺构造与构造窗素描

T—三叠系； J—侏罗系

所示断层为一冲断层，断面弯曲，沿断面大部分表现为上盘上升，但因断面弯曲而发生的倾向变化的部分，则表现为新地层下降，这种断层从地层位错关系看来，象正断层，但其力学性质则为压性。

(2) 压性节理：

压性节理的规模和错距一般都很小，但在表现形式及力学意义上与压性断层相似。

(3) 挤压带：

挤压带是复杂的构造带,它可以包含褶皱、劈理、片理和各种性质不同的断裂和裂隙,组合复杂。不过作为一个总体,它反映了地应力的挤压作用。

挤压带大体可分三个类型:一是挤压褶皱带;二是挤压破碎带;三是挤压变质带。前

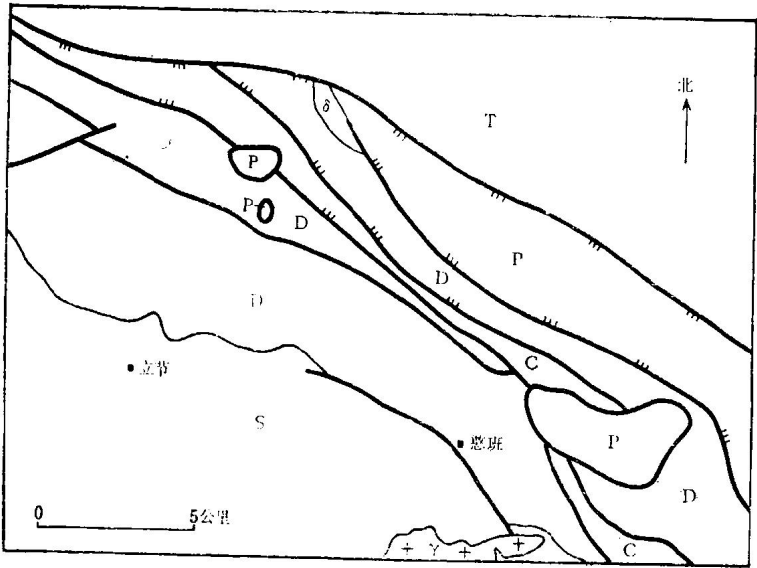


图 8 甘肃慈班以北的飞来峰构造

S—志留系; D—泥盆系; C—石炭系; P—二叠系; T—三叠系;
δ—闪长岩; γ—花岗岩; 黑粗线为冲断层

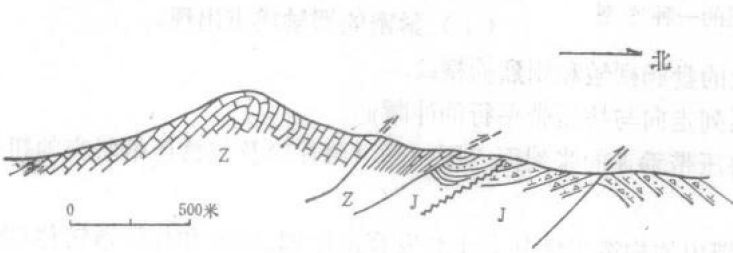


图 9 河北鸡鸣山叠瓦式断层

Z—震旦系; J—侏罗系; 一组冲断层使南侧地层叠次向北逆冲

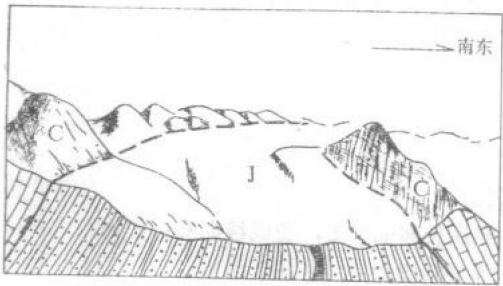


图 10 甘肃舟曲县金钱沟煤矿对冲断层素描图
C—石炭系灰岩; J—侏罗纪煤系; 粗黑线为冲断层

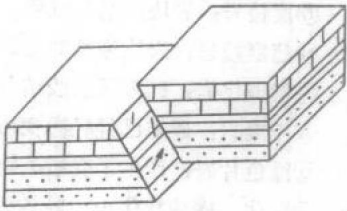


图 11 斜冲断层立体图解
箭头表示上盘运动方向

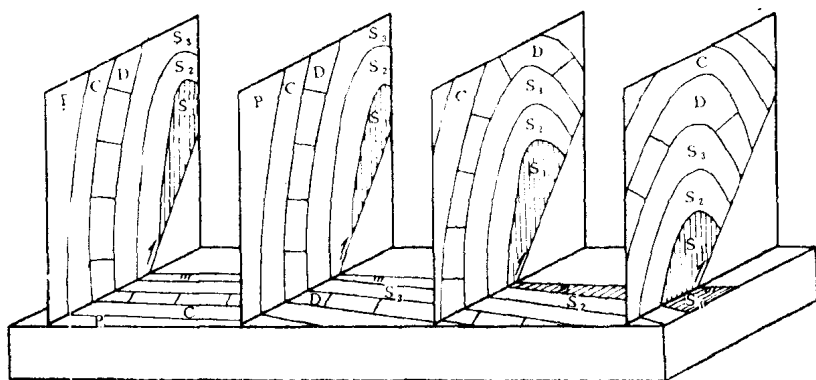


图 12 甘肃白龙江斜冲断层立体图

示志留系(S)的不同层位斜冲于石炭系(C)之上。这一条断层走向北西,向北北东倾斜,上盘自东北向南西方向斜冲,断面上的擦痕多向东倾斜,断面的性质除了脆性外,还兼有左推扭性,它斜切了走向北西的白龙江大背斜

者以塑性变形为主,表现为紧密的褶皱;第二种以脆性变形为主;第三种则出现动力变质或热力变质。不过这三种类型,在野外许多地方往往混杂在一起。

挤压带规模一般比较大,宽达几米、几十米乃至数公里,甚至更大。常呈舒缓的波状延伸很远。

挤压带常具有下列各项特征:

(1) 紧密的褶皱成束出现。

(2) 复杂的盘肠褶皱和剧烈的褶皱纹。

(3) 一系列走向与挤压带平行的冲断面。

(4) 与挤压带垂直的张裂面(图14)(照片6)及与挤压带斜交的扭裂面沿挤压带集中出现。

(5) 挤压带中的构造岩^①具有十分发育的片理、劈理和挤压透镜体(图15)(照片7、8)。

构造岩

综合起来可分十种:

构造岩

- ① 轻微碎裂岩: 看起来象一个整体, 但一碰易碎。
- ② 碎裂岩: 碎裂的各块体之间有明显的裂缝。
- ③ 角砾岩: 各块体之间发生扰动、张裂、旋转, 并互相分离开来。
- ④ 粗糜棱岩: 各块体之间有磨碎现象, 使块体变小。
- ⑤ 糜棱岩: 岩块被磨的很碎。
- ⑥ 超糜棱岩: 岩块被磨的更碎, 呈粉泥状。
- ⑦ 劈理化岩: 碎末重新胶结并发生劈理化。
- ⑧ 千糜岩: 碎末已经轻微变质, 出现千枚岩化。
- ⑨ 绿色片岩: 产生了变质矿物, 一些含铁、镁质较高的粉末, 变成绿泥石等矿物。
- ⑩ 硅化、碳酸盐化……等各种次生变化, 有外来物质加入。

^① 构造岩的分类是根据[104][103][133][172][188][210][223]等参考文献和作者的工作综合划分的。