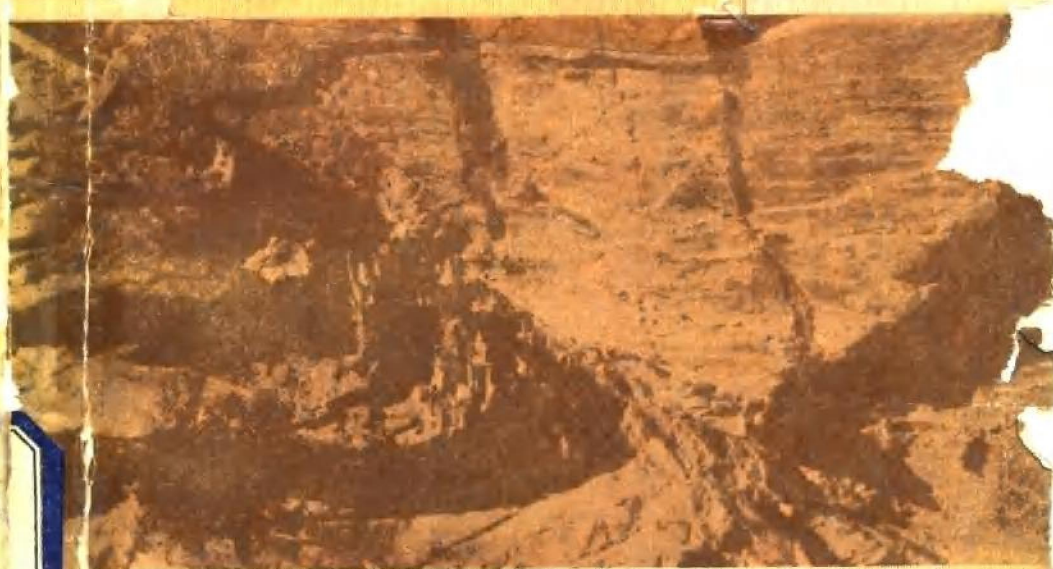


地质工人自学丛书

构造地质

GOU ZAO DI ZHI

孙超 著



地质出版社

7226

地质工人自学丛书

构造地质

孙超著



200391147



00265621

地质出版社

地质工人自学丛书

构造地质

孙超著

*

地质部书刊编辑室编辑

责任编辑：荣灵璧 李德方

地质出版社出版

(北京西四)

地质印刷厂印刷

(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：850×1168¹/₃₂印张：6¹/₈字数：159,000

1981年11月北京第一版·1981年11月北京第一次印刷

印数1—7,480册·定价1.10元

统一书号：15038·新691

编 者 的 话

本书是根据地质部书刊室为普及地质科学基本知识，提高从事地质工作的初级技术工作者，地质工人和非专业人员对地质科学基本内容的了解，进行自学而编写的一套基础知识丛书中的构造地质学部分。

构造地质学是学习地质科学和从事地质工作的重要基础学科之一。它的实践性较强，涉及的理论问题也较多。考虑到阅读对象的初学和自学的特点，本书在内容上是以沉积岩地质构造为基本内容，以较常见的、易于辨认的褶皱构造、断裂构造为重点编写的。在内容的处理上，对有关的理论问题只做了简要的叙述。为增强对地质构造现象的认识，较多地采用了地质素描图、照片，地质构造发生过程的立体图和平面图等以有助于读者能较容易地建立地质构造的立体概念。

在内容上适当地增加了有关地质构造在其他地质科学领域和地质工作方面的应用和举例，以提高读者对学习本学科的兴趣和重要性的认识。

构造地质学是地质科学中重要的分科之一。它包括的内容也是比较广泛的，从宏观到微观，从几平方公里内的地质构造到全球的地质构造等。在研究方法和手段上也是多方面的。近些年来，国内外的构造地质工作和其他地质学科一样又有了长足的发展，尤其是各学科间的互相渗透和广泛地采用新技术、新方法，使构造地质研究的内容更加扩大。作为普及本学科的基本知识，显然是不可能对本学科所包括的全部内容都加以叙述和说明，只能着重于一些最基本的构造形态的识别和描述方面，即大部分内容侧重于有关地质构造现象的认识和观察，以及对观察内容，方法的叙述方面，以做为进一步深入学习本学科和其他地质学科打下初步的基础。

在编写中承蒙马杏垣、邓乃恭、贾精一、王新华等同志，以及甘肃省地质局地质力学区域测量队的许多同志审阅原稿并提出很多宝贵的意见，苏凤琴同志帮助绘制插图，在此表示深切的感谢。

由于编写水平的限制，错误和不足之处很多，请读者给予批评和指正。

一九八〇年五月

目 录

第一章 概述	1
第二章 岩层的产状	7
一、几种常见的岩层产出状态	7
二、岩层的产状要素	10
三、各种产状的岩层在地面上的出露特征	14
四、在探矿工作中岩层产状要素的简单应用举例	22
第三章 褶皱	25
一、概述	25
(一) 什么是褶皱	25
(二) 褶皱的基本单位	26
(三) 褶曲的基本要素	29
(四) 褶曲有哪些常见的类型	30
(五) 褶皱构造的组合形态	39
二、岩层是怎样形成褶皱的	44
(一) 岩石变形的力学知识和岩石的力学性质	45
(二) 褶皱形成的力学方式	52
(三) 若干褶皱构造形成的基本原因	57
三、在野外怎样观察褶皱	59
(一) 怎样确定褶皱的存在	59
(二) 观察褶曲的内部构造	62
(三) 观察褶皱的出露形式	68
(四) 观察褶皱的内、外倾转折	70
(五) 观察褶皱在地貌上的表现	72
(六) 利用不整合构造观察褶皱形成的相对时期	74
四、褶皱构造和矿产资源的关系	75
(一) 褶皱和内生矿产的关系	75
(二) 褶皱和沉积矿产的关系	77

(三) 褶皱和石油、天然气矿产的关系	81
(四) 褶皱和地下水的关系	85
第四章 断裂	89
一、节理	89
(一) 什么是节理	89
(二) 节理是怎样形成的	90
(三) 节理的类型和它们的特征	92
(四) 节理的野外观察	97
二、断层	105
(一) 概述	105
(二) 断层的类型	110
(三) 断层的野外观察	123
(四) 掌握断裂构造的规律为社会主义建设服务	153
第五章 劈理、片理、片麻理和线理	164
一、劈理	164
(一) 劈理是怎样形成的, 有哪些主要类型	165
(二) 观察和研究劈理的实际意义	170
二、片理和片麻理	175
(一) 片理	175
(二) 片麻理	177
三、线理	177
(一) 概述	177
(二) 线理的几种主要类型	178

第一章 概 述

摊开我们伟大祖国的地图，展现在我们眼前的是哺育着中华儿女的千里沃野纵横山川、浩瀚海洋和星罗棋布的岛屿。这里有世界上最大、最高的高原—青藏高原；有最年青、最壮观的喜马拉雅山脉和世界的最高的山峰—珠穆朗玛峰；还有世界上最大的内陆盆地—塔里木盆地。有许多绵亘千里的巍峨山脉做地形的骨干，而广阔的平原、盆地和高原纵横交替地分布在山系之间。

就在这些高山峻岭之中，广阔平原之下，浩瀚海洋的海底和海洋中的岛屿之上又都蕴藏着极其丰富的矿产资源。

如果从北部的天山—阴山山脉说起，在这里就蕴藏着丰富的铁、锰、钛、钒、铜、铅、锌和铬、镍、钴、铂以及稀有、分散元素，还有很多的煤田。它的南边的昆仑—秦岭山脉则蕴藏着丰富的铜、金、铅、锌、铁、钨、铬、钼、重晶石、白云母，以及大型的磷矿。再向南的南岭山系则是我国有色金属和稀有金属的宝库。主要有钨、锡、铜、铅、锌、铋和稀土、稀有、分散元素等矿产。横断山脉地区、西藏的喜马拉雅山系等地区所蕴藏着的丰富金属和非金属矿产等还有待于进一步的勘查和探明。

松辽平原、华北平原、江汉平原以及几个大的内陆盆地和我国周围的海域都是盛产石油、天然气的地方和这些矿产的极有远景的地区。

东北地区 and 天山脚下，内蒙古高原和山西台地，又都是我国煤炭资源储量最丰富的地方。

为什么巍峨的山脉，雄伟的高原，宽广的平原和盆地，以及奔腾的河流和秀丽的湖泊会呈现这样的分布？

为什么煤和石油等这些工业的“粮食”和“血液”大都分布、蕴藏在盆地之中和平原之下，甚至大陆架上？

为什么铁、锰、钨、锡、铜、铅等金属矿产，石棉、磷、硫、水晶石、金刚石等非金属矿产又大部分蕴藏在峰峦起伏，岩石嶙峋的山区？

这些自然的现象和自然的规律虽然看起来错综复杂，但却有着一些共同的形成的基本原因，其中之一就是：它们都和地球及其外壳—地壳的不断运动，尤其是由地壳的不断运动所产生的各种各样的地质构造有着密切的内在联系。

那么，什么是地质构造呢？

要了解什么是地质构造，要先从地球和地壳的构造说起。地球的构造是指地球的组成物质在空间的分布和彼此的关系。根据地球的物质成分和分布的现状得知，其物质成分是不均匀的，但具有层圈分布的特征。就地球内部层圈来说，由外向内，分为地壳、地幔、地核三个部分（图1—1）。

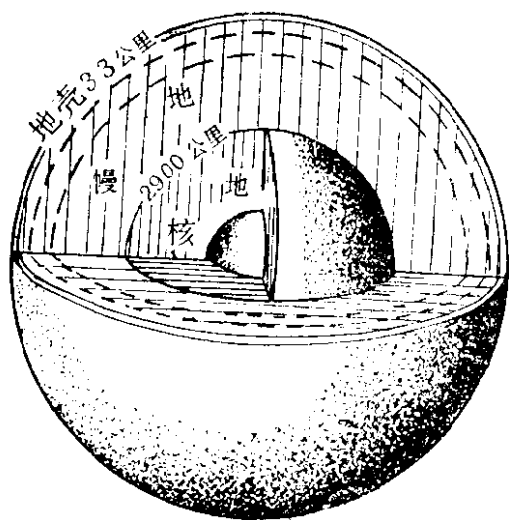


图 1—1 地球内部层圈构造示意图

人们对地球内部特征的研究和了解，主要依靠两种手段。一种手段是利用地球物理方法，就是通过对大自然地震资料的分析尤其是深源地震资料的分析。近年来，对采用巨型的爆破方法形成的地震波进行分析研究也占有重要的位置，取得了重大成果。另外就是借助于高温、高压的实验研究，以及矿物，岩石的物理实验资料，对地球内部构造和物理状态有了进一步的

了解。但还都是间接的，不够详尽的。

目前地质科学对地球的研究，主要还只限于地球的表层—地壳。地壳是指地球表面上的一层硬壳，是由各类岩石组成的。地壳表面在陆地上直接暴露出来，在有水体的地方，特别是海洋区则被水覆盖。地壳又可分成大陆部分和大洋部分（图1—2），它们不仅在构造上不同，而且厚度也有很大的差异。大陆部分的地

壳比较厚。例如，经测定青藏高原地区的地壳厚度是：珠穆朗玛峰地区地壳厚48公里，在山势不高的拉萨附近，地壳厚度竟达到70公里。天山地区的地壳也很厚。美国上湖区的地壳厚度也超过60公里。大陆地壳的平均厚度是33公里。大洋地壳较薄，大西洋、印度洋的洋壳厚10—15公里，太平洋的中央部分厚度只有5公里。这说明不光是地壳的表面起伏不平，而且它的下界面也是起伏不平的。这个下界面叫做莫霍面（有人认为莫霍面不是一个面，而是具有一定厚度的层。）。整个地壳平均厚度约16公里，只有地球半径的四百分之一。所以有人把地球的构造比做鸡蛋，蛋黄犹如地核，蛋白犹如地幔，蛋壳犹如地壳。

地壳还可以再分为两层。上层，或叫做地壳的上部，一般叫硅铝层，这一层并不是连续分布的，只在大陆部分才有，洋底没有这一层。地壳的下部，一般叫硅镁层，这一层是连续分布的，大陆下和大洋底下都有。

地壳是在不断地运动着的。人们都知道的地震就是地壳运动的一种表现，是地壳的一种快速、短暂而且是突然出现的运动的结果。长期的、缓慢而持续的运动形式则需要通过

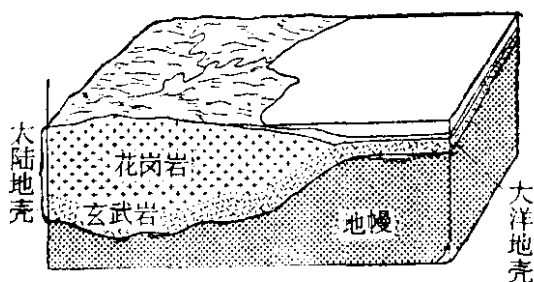


图 1—2 地壳构造示意图

各种精密仪器来观测，还要对地壳运动造成的各种地质现象进行观察才能为我们所觉察。

反映地壳运动和运动情况的重要的地质现象之一，是各种各样的地质构造。

我们所能直接观察到的是地壳的较上部位，是由各类岩石所组成，主要是沉积岩，另外还有岩浆岩和变质岩，这三大类岩石又以各种关系组合在一起。尤其是沉积岩等层状岩石，在地壳表层占的面积很大，可以呈现各种各样的产出状态。有的可以保持其原始沉积的水平状态，而大部分形成了倾斜的产出形状或甚至被弯曲成褶皱或被破坏形成断裂。

所以说，地质构造就是在地球的内力地质作用下（主要是地壳运动），使组成地壳的岩层或岩石产生变形或变位的现象，具体表现为岩石的褶皱、断裂、劈理等等。

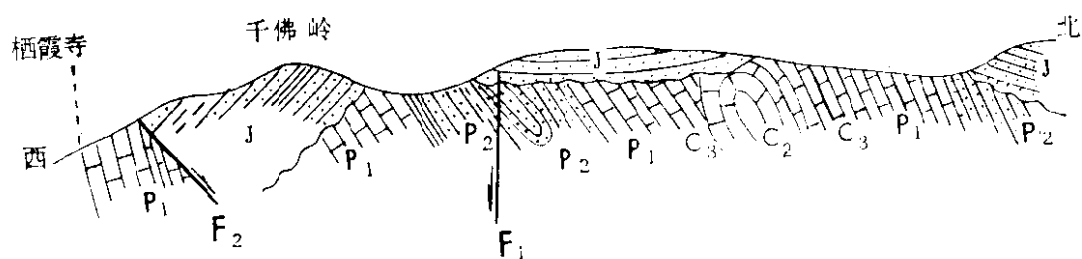


图 1—3 南京栖霞山一带的地质剖面图（部分）
C₂、C₃—石炭系中统及上统；P₁、P₂—二叠系下统及上统；J—侏罗系（据朱森）

图1—3表示地质构造的地质剖面。在图中可以看到，侏罗系地层呈不整合地覆盖在被褶皱了的二叠，石炭系地层之上。侏罗系地层在局部地方还保持着近于水平的产状，而有的地方则出现了朝不同方向倾斜的倾斜产状。二叠—石炭系地层被弯曲成褶皱。还有的地方发生了断层，使地层产生了错动。我们把这些地质现象统统叫做地质构造。图3—7和图 3—68 是以立体图的形式更清楚地描绘了某一地段之内的地质构造现象。当然，地质构造还不只是这些，还包括因岩浆活动形成的侵入岩和喷发岩，在岩浆流动和凝固时所形成的各种构造现象，以及侵入或喷发到其他岩石中或其上部构成各种各样的接触，组合关系，也包括因变形而同时发生变质作用所形成的变质岩中产生的各种构造现象。

研究地壳地质构造的学科，叫构造地质学，它是地质科学中的一个基础的重要分科。这门学科所研究的范围既包括地壳中局部地区内的中、小型地质构造，也包括范围较大的区域性地质构造，甚至全球性构造。地壳的地质构造最初研究的，只限于大陆地壳的地质构造，但近二十年来，随着科学技术的不断发展，人们已将研究的范围扩大到海洋洋壳的地质构造上去了，而且正在不断地取得新的成果。

对地壳上各种各样的地质构造，如褶皱、断裂等做形态方面

和系统分类上的研究，运用力学原理分析各种地质构造形态的形成方式、形成条件和组合规律，从而了解其中的内在联系。研究各种地质构造形态的阐明方法和表示方法，分析各种地质构造和矿产、水文、工程、石油地质、地震、地热等的关系是构造地质学所探讨、研究的任务。

我国的社会主义革命和建设正处在一个重要的历史发展时期。我们要全面实现农业、工业、国防和科学技术的现代化，使我国国民经济走在世界的前列，这就对地质工作者提出了艰巨而光荣的任务：及时提出更多的地质资料以满足工业、农业、国防等对矿产资源日益增长的要求。因此地质构造的调查、研究有着十分重要的作用。

地质调查和生产实践都清楚地证明，地壳中的矿产分布和富集是受一定的地质构造控制的。因为各种矿产的形成，一方面要有一定的成矿物质来源，另一方面也要具备一定的空间和场所，使成矿物质得以运转、聚集、沉淀和赋存。这些空间和场所都和一定的地质构造条件有关。例如，某些内生金属和非金属矿产的形成都和岩浆活动、岩层的褶皱和断裂有关。同时，许多已经形成的矿产后来又常常受到构造运动产生的各种地质构造的改造和破坏。煤和许多沉积矿产形成在地壳上的一些大大小小的拗陷地带。再如石油和天然气常常蕴藏在封闭的穹窿背斜构造中或某些断裂带的附近；要寻找石油和天然气，首先要找到储油构造。寻找地下水也要寻找对地下水运移、赋存有利的蓄水构造等等。因此，在寻找勘探和开采各种矿产资源时，总是离不开地质构造的观察和研究。

此外，对地球能量资源重要来源之一的地热的开发和利用，对各种大型工程的建设等也都需要有充分的地质构造条件和地质资料做为开发矿业和工程施工设计的重要依据。

地震是地壳现代构造运动表现的结果。全世界每年大约发生五百多万次地震，而有感地震约占百分之一，其中破坏性地震带给震区国家和人民造成损失。地震总是发生在现代构造运动最为

强烈的地方，如发生在复杂的断裂带，不同性质的构造交接的地带等。所以，地震的发生尤其是多数的构造地震，显然是和地质构造，更主要是断裂构造密切相关。对探测和预报地震，最重要的一环就是研究地震区的地质构造和有关的应力活动情况。

所以说，以地壳的地质构造做为研究对象的构造地质学，是地质科学领域中的重要组成部分，是地质科学中的基础学科，也是地质工作者必须很好掌握的基础知识之一。

近二十年来，国内外随着新科学、新技术的发展和推广，各学科之间的相互渗透，使构造地质的研究和观察的领域更加扩大。例如，在宏观方面，航空、航天的遥感技术的应用，得以在更大范围内更加直观地观察研究地质构造。在微观方面广泛地利用了显微镜，以至电子显微镜来观察岩石和矿物中更加微细的构造。能利用各种地球物理的方法帮助人们探查地壳深处的构造情况等。

由于构造地质学所涉及的范围较广，对于初学者来说，主要是先了解局部地区里的中、小型构造的地质特征。本书介绍的是构造地质的基本知识只侧重于比较概括地描述一些小型地质构造的形态特征和最常见的一些基本类型，介绍一些基本的观察方法等，为进一步学习构造地质和其他地质学科提供条件。

我们要更好地掌握从事地质工作的实际技能，为实现四个现代化做出贡献，就要从基本理论和基本的实践技能学起，从观察中，小型地质构造的特征和认识分析这些观察着手，积累实践经验，为深入学习这门学科和搞好地质工作打下较为坚实的基础。

第二章 岩层的产状

地质构造在层状岩石中表现得最清楚。层状岩石主要是指沉积岩，也包括喷发岩和由它们经过变质作用所形成的变质岩。在不呈现成层构造的岩浆岩和部分变质岩中也可以因地壳运动发生变形、变位而出现各种构造现象，但它们的特征和层状岩石有所不同。

沉积岩是地表分布面积最广的岩石，约占地壳表面积的75%。所以我们先从沉积岩的地质构造讲起。

一、几种常见的岩层产出状态

1. 水平产状

让我们先来看一下左边的这张照片，这是辽宁复县复州湾地区，奥陶系灰岩层所构成的一种产出状态。很明显，它的产状是近于水平的。

我们知道，成层的岩层都是在一定的地质历史时期和地质环境中形成的，是由这个平行或近于平行的面所限制，由某种岩性的岩石所组成的。它们都具有层理或层状构造。在形成过程中，在空间或时间上都有一定的顺序，叫做岩层的层序或层位。它们都是在接近水平的状态下，一层层堆积形成的。形成以后，可能经过了一次或多次的地壳运动。如果经历了地壳运动，但还能保持原来相对的原始沉积时的水平状态，就构成了岩层的水平产状。一般把倾斜不超过 5° 的叫做水平产状或水平岩层。

在比较广阔而平坦的沉积盆地（海洋盆地和湖泊）中的沉积物，它们形成时的原始位置一般是水平的或近于水平的。也有的沉积岩层在形成时，其接受沉积的底面就是倾斜的，例如，沉积

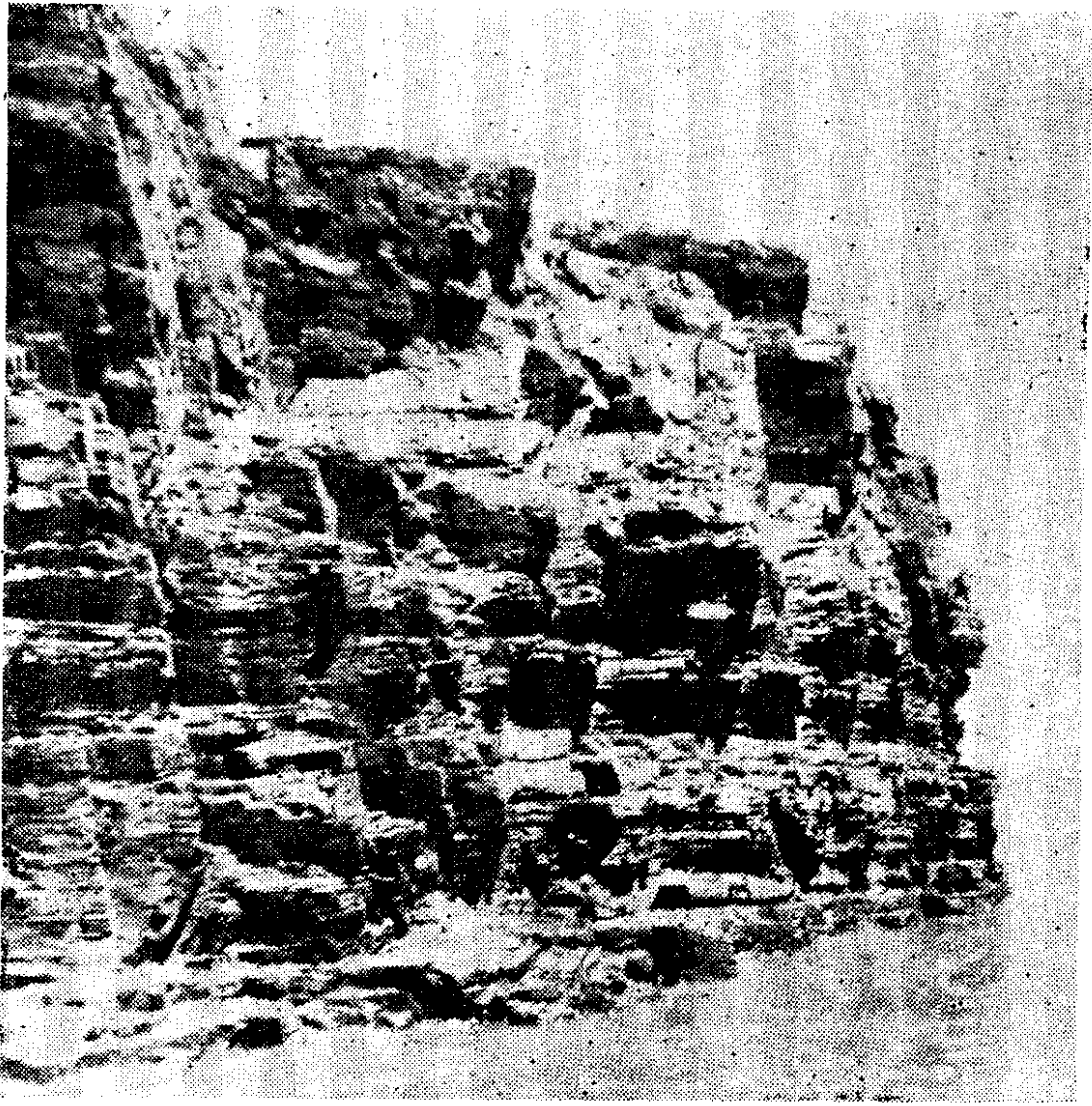


图 2—1 辽宁复县复州湾地区由奥陶系地层构成的近水平产状

在沉积盆地的边缘或岛屿的周围或在有水底隆起等处的沉积岩层，由于原始地形的影响，其原始产状就可能稍呈倾斜，叫原始倾斜。

呈水平产状的岩层，时代相对新的总是分布在地势较高的位置，时代相对较老的总是分布在地势较低的部位（图2—7）。

产状水平或近于水平的岩层，大部分是出现在受地壳构造运动影响较轻或是地壳运动的形式是以垂直升降运动为主的地区。水平产状或近于水平产状的岩层，在我国的许多地区都有大面积的分布。如四川中部上侏罗系和白垩系地层，陕北的中生界地层，山西、河北交界处的部分元古界和古生界地层等在一些地方

都还保持着水平或近于水平的产状。

2. 倾斜产状

图2—2是一套倾斜产状岩层的照片，它们的特点是岩层的层面和水平面之间呈现一定的倾斜角度。产状倾斜的岩层叫倾斜岩层，是成层岩层最常见的一种产状。

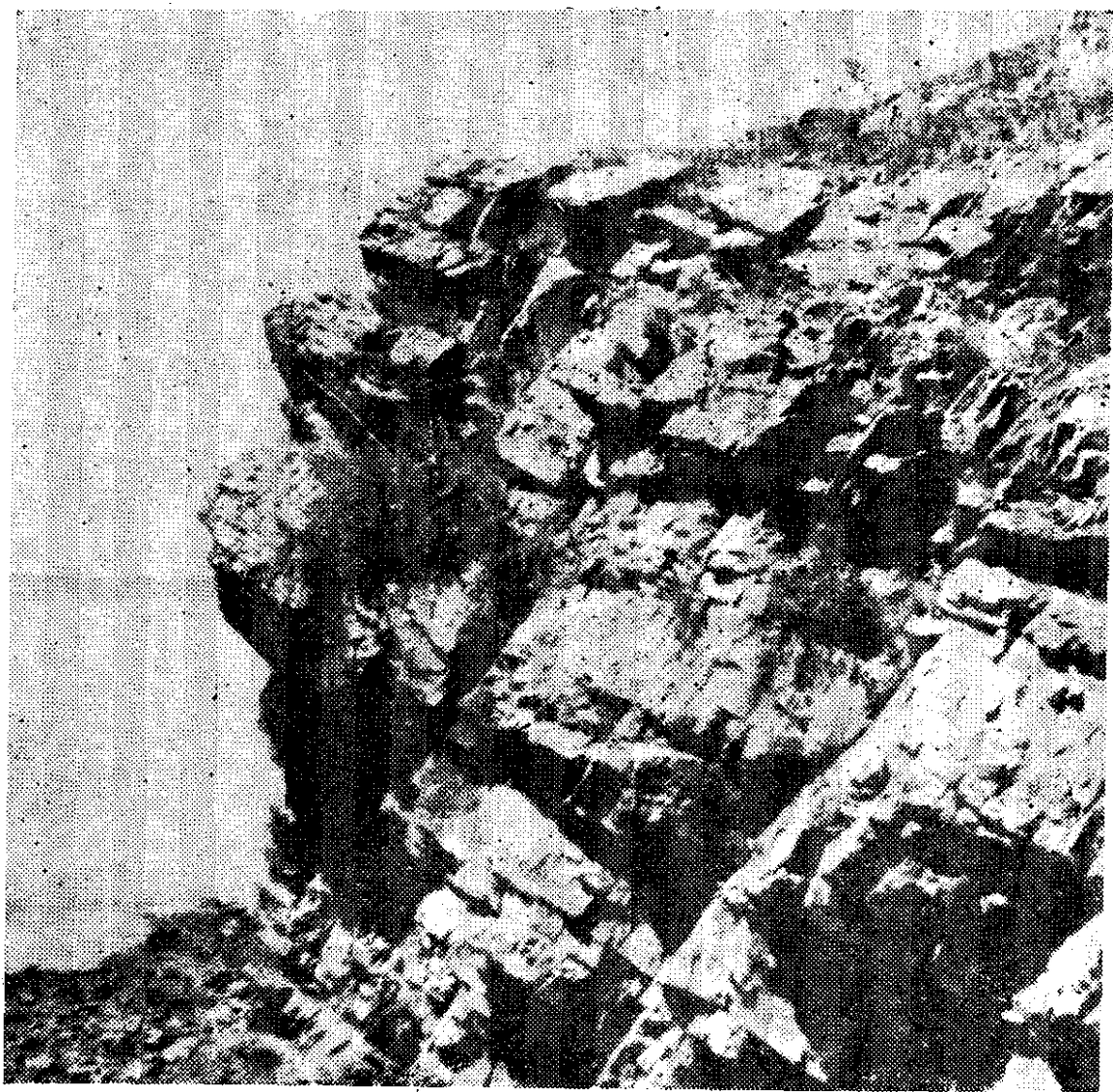


图 2—2 辽宁复县复州湾地区由奥陶系地层构成的倾斜产状

在地壳构造运动或岩浆活动等作用下，使原来处于原始产状的岩层发生了变动，使一套岩层在一定的地段内大致向一个方向倾斜，就形成了倾斜产状。如果某一地区中，岩层都朝一个方向倾斜，倾角又大致相同的，也叫做单斜岩层或单斜构造。

在正常情况下，具有倾斜产状的岩层，不管地形有什么变

化，顺着倾斜方向去观察，岩层的相对时代是愈来愈新的。

倾斜岩层常常是某些构造，如褶曲两侧翼部的组成部分或断层两侧的两个断盘。也就是说，在倾斜岩层的分布区，如果把观察的范围扩大，可能会见到一套向一定方向倾斜的岩层，会转向另一方向倾斜，它们可能各自成为褶曲的一翼。也可能在倾斜方向或倾斜角度不同的岩层之间，被一条断层所穿切，各自成为断层的一盘。所以，岩层的倾斜产状既可能在较大范围内出现，也可能在局部地段内存在，既可以是因地壳的不同地段发生差异升降运动造成的，也可以是岩层发生了褶皱或断裂造成的。岩浆侵入等的上拱作用也可以使岩层产生倾斜产状。

3. 陡立和倒转产状

在受地壳运动作用较为强烈的地区，岩层的产状由缓变陡，以致达到直立状态，就构成陡立或直立产状。

如果岩层的产状倾斜，但它的层序和正常的倾斜产状不同，它的特征是顺沿倾斜方向老地层覆盖在新地层之上。这种岩层顺序颠倒的岩层产状叫倒转产状。

在有陡立或倒转产状岩层分布的地方做地质观察时要给予充分的注意。因为它们的出现，说明了此地的岩层曾受到比较强烈的变位，不是有断裂构造，就是有挤压强烈的褶皱。

二、岩层的产状要素

如上面所讲的，在野外可以看到岩层有各种各样的产状。怎样能更确切地说明它们空间位置的特征呢？

除水平产状外，具有倾斜产状的岩层总是要在水平方向上向一定的方向延伸，同时又以一定的角度向地下倾斜下去。

为了确切地确定岩层的空间位置，可以在倾斜的岩层面上取两条垂直相交的直线，一条是用任意一个水平面和岩层面相交的直线，另一条是用任意的一个铅直面和岩层面相交的直线（图 2—3），前者叫做走向线，后者叫做倾斜线。由此可以得出表示岩层