

怎样看地质图

(修订本)

郑 威编著

石油工业出版社

069761



00686631

怎样看地质图

(修订本)

5407/09

郑 威 编著



200379731



石油工业出版社

(京)新登字082号

内 容 提 要

本书是在石油工业出版社1987年出版的《复样看地质图》一书的基础上修订而成。

这是一本地质通俗读物，全书从地质图上的各个要素谈起，介绍有关地质专业的普通知识和地质图上所使用的符号，给读者一些关于地质图及地形图的地质概念及识图的方法。

可供石油地质及地质技术工人学习阅读。



怎样看地质图

(修 订 本)

郑 威编著

(根据原石油化学工业出版社纸型重印)

石油工业出版社出版

(北京安定门外安华里二区一号楼)

北京印刷二厂排版

北京顺义燕华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米32开本 3印张 64千字 印27,311—30,310

1980年2月北京新1版 1992年7月北京第4次印刷

ISBN 7-5021-0782-7/TE·735

定价：0.70元

编 者 话

本书是在前石油工业出版社1957年出版的《怎样看地质图》一书的基础上修订而成。

主要介绍各种地质图、地形图的一般地质概念及识图方法。

在编写过程中，国家计划委员会地质局、中国科学院地质研究所及有关石油厂矿，在组织审稿和提供资料等方面，给予了大力支持和协助，在此表示感谢。

由于编者的政治和技术水平有限，书中可能存在一些缺点甚至错误，尚希读者批评指正。

1974年12月

目 录

第一节 概说	(1)
一、什么叫做地质图	(1)
二、一般性的地质图符号	(5)
第二节 地形图和符号	(8)
一、地形图的航空摄影测量	(8)
二、等高线	(11)
三、比例尺、图例、经纬线、座标	(19)
第三节 岩石和年代的符号	(23)
一、沉积岩和它的符号	(23)
二、岩浆岩和它的符号	(27)
三、变质岩和它的符号	(28)
四、第四系地质和它的符号	(28)
五、地层的年代和符号	(31)
第四节 构造地质和构造符号	(35)
一、水平构造和符号	(35)
二、单斜构造和符号	(39)
三、褶曲构造和符号	(46)
四、断层构造和符号	(51)
五、不整合构造和符号	(58)
六、岩浆岩的产状和图示方法	(61)
第五节 地质图是怎样说明地质现象的	(65)
一、水平构造地质图	(65)
二、单斜构造地质图	(67)
三、褶曲构造地质图	(68)
四、断层构造地质图	(71)
五、不整合构造地质图	(72)
六、复杂构造地区的地质图	(74)
七、岩相图	(75)
八、地质柱状剖面图	(78)
九、构造等高线图 and 构造剖面图	(84)

第一节 概 说

一、什么叫做地质图

在社会主义建设中，地质工作的意义是非常重大的，不仅勘探石油、煤炭、金属矿产等资源时需要进行地质调查，就是筑水坝、建厂房、修铁路等也都得将施工地点的地质情况勘查清楚，才可以进行下一步工作。

我们除了用文字将地质调查的结果写成记录以外，还得将地面起伏的形态，组成的岩石及其年代、构造特征等用各种规定的符号和颜色绘成“地图”。这种特殊的“地图”就叫做地质图。地质图是地质调查工作中的重要图件。最基本的地质调查，就要求编制出地质图来。因为有了地质图，才能进行规划部署。

我们要求在地质图上，不仅能一目了然地看出一个地区平面的地质情况，而且在可能条件下还希望能把深层的岩石和构造情况表示在地质图上。所以一般的地质图包括有平面地质图和剖面地质图两种，它们是互相对照，相互补充的。

编制一幅地质图是需要经过巨大的劳动的，需要把一个地区的地质情况了解得很清楚才行。这种在野外进行勘查，研究岩石和构造，收集整理有关材料，编制地质图的工作叫做地质制图。地质制图是研究区域地质情况的一种重要方法。也是开采石油、煤矿、金属矿产，修筑道路、建设水库

等工作中所不可缺少的生产技术。

为了说明地质图的重要性和它的作用，我们不妨在这里约略谈谈地质工作者是怎样进行地质制图工作的。

在调查地区内，选择了许多作为详细观察地质情况的地方，这些地方就叫做地质观察点。地质工作者们就在地质观察点上仔细地研究岩石的分布、性质、成分和颜色。他们用地质罗盘仪测定岩石露头的各种产状要素和构造线，并且把它们正确地标示在地形图上。

有时候地表被一些冲积物质覆盖住，看不清底下是什么岩石，那就需要挖掘探坑或探槽。如果这些上覆的冲积层很厚，就需要用钻井来帮忙，才能把地下深处的岩石和构造研究清楚。

对于特别重要的岩石露头，还需要用照相和素描记录下它们的形象，采样后进行化学分析。同时必须收集动物植物的化石标本进行鉴定，用来推测沉积物质形成的时代和古地理条件。根据这些记录，按照规定的符号和线条，编制成地质图。

用这种方法编制出来的地质图是非常实用的，它好象建筑师所绘制的房屋结构图能正确说明建筑物的内容一样，可以充分反映出一个地区中地质情况的全貌，把大地构造的秘密清清楚楚地揭露出来。我们根据这些正确的地质图，就可以认识地层的构造，预测调查地区内是否可能发现某种矿产，决定逐步规划进行某项工程的措施。

当然这是指一般的情况而言，特殊的工作还需要有特殊的要求。就拿石油勘探工作来说，还可以区别出两种不同的情况：

1. 在有岩石露头的地区 就需要先用地面地质调查法

寻找有利于石油生成和聚集的沉积盆地，查明沉积地层的分布情况，地层的沉积时代，生油层、储油层、盖层的条件，区域构造的轮廓，并收集油、气苗，寻找储油构造；勘探人员应在每个地质点上仔细观察和记录，并把它们标注在地形图上，编成地质图，成为普查工作的基础图件。

在我国，地质普查工作已经广泛地采用了航空地质方法。这种方法是首先在空中进行航空摄影，得到了勘探地区全色的、彩色的、红外线的或分光谱段的航空象片；勘探人员在开展工作之先，就可预先在室内用立体分析法和谱线对比法从航空象片上研究区域地质特点，区分出基本的岩性界线，识别出主要构造的分布，测定出它们的产状，选定出最有利的野外勘查路线和地质点，从而加强了勘探工作的预见性和计划性（参见图27乙）。在野外，有了航空象片上明显的地区影象作为指导，不仅对所勘查的问题做到心中有数，而且定点的精度，绘制界线的详细程度也大大提高，扩大了地质工作者的视野，加快了勘探工作的速度，提高了勘探工作的水平。有时，即使缺乏地形图，仍可进行野外勘探工作。如在四川、青海等地的石油普查和全国各地的地质普查工作中，都有不少宝贵的经验。

在进行构造详查时，要在较有希望地区查明和选择有利于油、气聚集的储油构造，要追踪标准层，了解储油构造的圈闭情况，划分地层，描述含油层特征，岩层厚度变化，以及储油层的物理特性等。

细测时，要测绘出储油构造的精确构造图，编制出地层剖面图及综合柱状图等。选出最有利的构造，定好井位，给钻探提供可靠的依据。

这些阶段使用航空方法，摄取的比普查阶段使用的比例尺

还大一些的航空象片，其优越性也十分显著，航空象片更能显示出构造的细节，清晰地暴露出标准层的延展情况，对于精确地选定井位是很有帮助的。

2. 在岩石被覆盖的地区 当岩层的特征不能直接在地面暴露时，首先应依靠地球物理勘探方法。这是根据地下岩石的密度、磁性、电性、弹性等物理性质的不同来了解地下岩层的分布，以达到寻找储油构造，进一步发现油、气藏的目的。地震勘探是借岩石的弹性震波在陆上和海洋底下寻找储油、气构造的。重力勘探是测量由于地下岩石密度不同而引起的重力异常来寻找储油构造的。磁法勘探是根据岩石磁化率的异常来检查沉积岩厚度和基底起伏的。电法勘探是借测定岩石的大地电流和电阻率来探测地下岩层分布的。就目前石油勘探的主要方法来说，基本上是靠地震勘探确定油、气田的大致范围，配合钻井可进一步找出高产部位和油水界面。

当然，直接肯定地下是否有油、气田，还必须通过钻井。钻井按其地质目的及要求，一般分为初探及详探。

初探是在有利的二级构造带上，甩开钻探，取出地下岩心直接观察岩层。通过综合对比，古生物鉴定，岩性分析等，查明含油面积有多大，油层有多少，油藏类型如何，取得有关地下油层的各种数据、资料，查明油、气、水分布界限，通过单层试油，取得分层油田开发资料，计算出储量，绘出油田地质图件，为合理开发，安排生产井打下基础。

由此可以看出，如果我们能将勘查工作中所编制出来的那些地质图件中所表示的意义了解清楚，看懂图上每个图例符号所说明的地质事实，对于我们的生产工作，显然是会有很大帮助的。不论是开采石油、煤矿，了解地质图的常识都是

需要的。在这本书里，打算将普通地质图上主要的符号内容作一些基本的介绍，使我们从地质图上可以了解到一个地区的岩石差异，构造特点等等，以能使我们的生产工作不断取得主动权，为社会主义建设多出一份力量。

二、一般性的地质图符号

地质图是用规定的线条或符号，把地面或地下各种地形、岩石和构造表示在平面图上的一种图幅。

当我们第一眼看到地质图时，会觉得图上的线条和颜色很复杂，如果仔细地观察和研究这些符号以后，就会觉得这些符号是配置得极有意义，而且是很规律的。

地质图的基础是地形图。在地形图上，除了用等高线表现地面的形态、高低以外，还有河流、海洋、城镇、交通线、国界、行政区划等等的记号。

但是地质图并不等于地形图，除了用地形图作轮廓以外，还有大量的符号是用来说明岩石种类、构造类型和矿产位置的。所以，如果将地质图上的符号加以分类，我们可以看出，它是综合了地形符号、岩石符号和构造符号等组成了地质图上的全部内容。

首先谈一下地形图和地形图符号的内容。

在进行地质调查的区域内，必须先测制等高线地形图，等高线地形图是表现一个地区的面积范围和起伏形态的基本地图。在进行地质制图时，不仅依靠它来计划要调查的路线，识别地面的位置，而且对所调查地区的地质情况，也要用符号标志在地形图上。如果没有地形图，也就不能直接进行地质制图工作，除非携带了航空象片到野外去工作，将地质情况标注在航空象片上，或标注在蒙在象片表面的透明纸

上。

在地形图上，表示地面高度和形态的曲线叫做等高线。不能用等高线表示的地面形态，要用地物符号来说明。例如断崖、沼泽、水系等地物，看图时可参考图旁的图例。

此外，在地形图上，还有表示图幅的长度已被缩小了几千或几万倍的比例尺和表示地理位置的经纬线网格。

岩石符号是用来表示沉积岩、岩浆岩、变质岩、第四纪地质各种沉积物和它们生成年代的符号。这些符号画到什么地方，就表示这种岩石分布到什么地方。符号是用各种不同的花纹、点线组成，也可以用不同颜色来表示。说明岩石生成年代的方法，也可以在它上面注上一定的字母来表示。

构造符号是用来说明岩石的产状的。譬如沉积岩，在最原始生成的时候，总是水平地、一层一层地盖在上面。但经过了剧烈的地壳运动，它的原来形态就要发生改变，或者被掀起成为倾斜，或者发生褶曲断裂，这就不仅要说明倾斜地层的产状要素，还要说明褶曲轴和断层线的分布位置和它们的性质。当我们看到地质图时，根据这些符号，就可知道这一地方已经经历过地壳的剧烈变动，原来的地层受到很大的破坏，其位置也被移动过了。

用以上几种符号来表示区域地质情况的时候，我们还应注意：地质图终究是用平面的符号来说明立体的地质现象的。因此，有很多情况在地质图上是难以表示得很全面的。例如，当基岩上又堆积了第四纪疏松地层时，在表示区域地质情况的概略性的地质图上，往往只表示基岩，而将厚度不大的第四纪疏松物质略去。如果第四纪疏松地层特别厚，并且也不容易了解到基岩是什么时，就不一定将基岩表示出来。只有在编制第四系地质图时，才需要将地面所有分布的

第四纪物质全部绘制出来。

地面的侵蚀作用能够破坏地表的构造，蚀去表面的地层，使基岩出露在地面的情况变得非常复杂，使我们不容易在地质图上看出原来的构造情况。所以，当我们利用地质图时，一方面要注意岩石符号和构造符号的表示，另一方面，还必须有剖面图的配合才能使我们比较清楚地理解地质图上的各种内容。

这是指一般常用的地质图而言。为特殊目的而应用的地质图也是不少的，例如油田中就常用构造等高线来表示某一目的层的形态，用等厚图来表示某一油层的体积范围等等。

第二节 地形图和符号

将地面起伏的形态（如山势的高低、河谷切割的深浅）用等高线和图例明确地標示在图上，这种地图就叫做等高线地形图，简称叫地形图。地形图在国民经济建设的许多方面，都占有重要的地位。

在地质调查中，地形图就是用作规划考查路线，标定地质符号的基本地图。如果地形图的质量很差，距离方位表示不正确，或者地形反映得不真实，那么，要作精确的地质图是不可能的。只有在完善而精确的地形图上，才能编制出正确的地质图，把所有主要的地质现象充分地反映出来。

一、地形图的航空摄影测量

在地形图上需要测定等高线及标定图例。

解放以前，旧中国测制地形图所使用的技术非常落后，需要依靠繁重的体力劳动。

解放以后，在我国领土上全面测制地形图的工作，早已采用了航空摄影测量技术。

应用航空摄影测量技术测制地形图的工作可以分为两个重要的部分，即控制测量和立体摄影测量。

进行控制测量为的是要测定地形图的骨架，它的目的就是要确定地形图在地球表面的绝对位置。首先要测出重要地点的天文座标，定出它们的经纬度是多少，然后在这个区域内布置好三角网、导线网、水准网，测定这些图形的边长、

角度和每一点高出海平面的高程。它好像人体的骨骼脉络一样，地形图的骨架也是依靠它们建立起来的。我们在地形图上，常常看见许多注有高度数字的三角形或小圆圈；在相应的地面上，我们也常可看见许多钢制的高塔或木制的三角架，这就是为测制地形图骨架用的三角点记号和相应的地面标志。

那么航空摄影测量又怎样测制地形图上的等高线呢？

在测量地区内由飞机携带航空摄影机根据一定的航线和一定的高度向地面进行连续的高空摄影，这样，地面的山脉、河流、城市道路和测量标志，一律都会被摄入镜头；岩石构造矿点自然也能丝毫不漏地被记录在影象上了。为了使这些航空象片可以进行立体测图并能使地图大片联系起来不致产生漏洞，在航线方向，象片要有60%的重叠，航线与航线之间，象片要有35%的重叠（如图1所示）。

不像往日的地形测量那样，地形测量员们有的在陡峻的山坡上扶着尺子，有的在架着经纬仪在望远镜里读取尺子的分划来测计着每一立尺点的高程和距离。地形图上的等高线就是经过这样一点一点地把地面高程测定后，在野外看着实地地形的高低、起伏、缓陡变化用高程内插法勾绘出来的；而现在，只是在野外测定少数象片控制点以及测绘一些地名和注记之外，大量的高程加密和等高线测绘工作，都是在实验室中进行，使用机械化和自动化立体摄影测量仪器，而对着由航空象片光学摄影所建立起来的地面逼真的立体光学模型用来确定高程和勾绘等高线（如图2）。随着测绘技术的不断改进，测制地形图的立体摄影测量技术的自动化和数值化程度也就愈来愈高了。这不仅大大改善了地形测量员们的劳动条件，也加速了我国国防、交通、林业、水利、

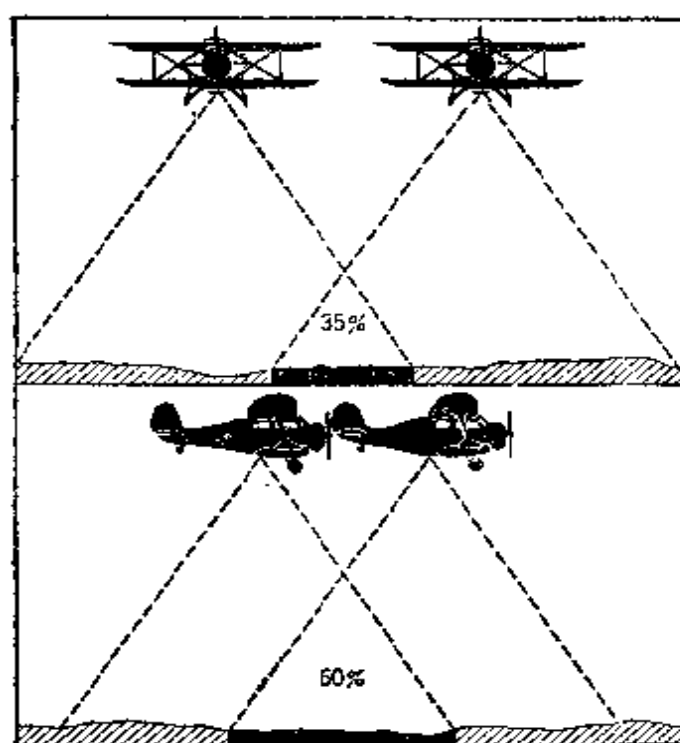


图 1 地形图的航空摄影测量



图 2 根据航空象片测量高程和勾绘等高线

找矿等工业的进展。

二、等高线

在地质露头显露在地面的地区，测制地质图是依靠地形图来进行的。所以了解地形图的意义是我们野外工作准备阶段中的一个非常重要的方面。

因为地形图是用等高线表示地面的起伏类型和高度的。因此，我们首先必须明白什么样子的等高线代表什么样的地形，然后我们才能从图上知道野外的地面实际情况。

等高线是指地面相同高度的联线。这些线都须投影到平面上来才能成为地形图。例如有一个小山丘，它的山脚是50米，山顶是70米，如果每隔5米的高度画出一圈等高线，并把它投影到平面上来，那么它们所造成的图形就像图3那样成为许多圆圈，50、55、60、65、70米的等高线各代表一个圆圈的高度。因为山脚所占的面积最大，由等高线所围成的圆圈也最大，山顶所占的面积最小，所以圆圈也是最小。从这里，我们可以想像得到，如果地形不同，画出来的等高线形式也是不一样的。

在等高线上所标注的高度数值有两种：

1. 绝对高度——它以标准海平面为0米开始计算的高

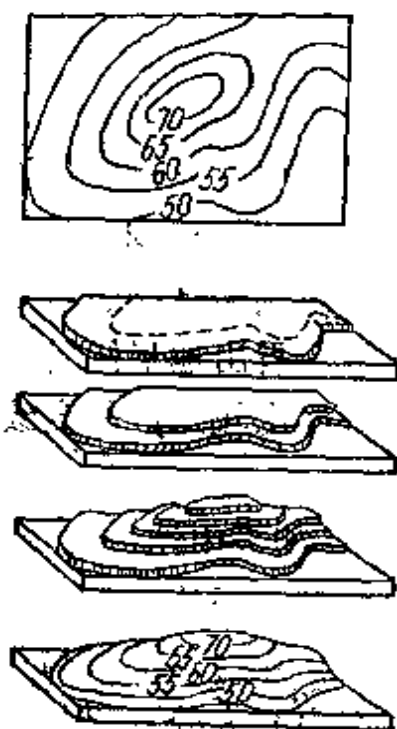


图3 等高线原理示意图

度。我国国家测制的地形图高度就是这样计算的。

2. 相对高度——它是假定一处高度为 0 米依次计算上来的高度。一些矿区、油田、工地、农场、厂址的局部地形图没有与标准海平面联测的高度属于这一类。

用等高线来表示地形的基本原理如下，了解它，对我们从等高线来认识地形是有很大帮助的。

1. 同线等高——每一条等高线，在一幅地形图中只表示一种高度，也就是说，在地形图上，各相同高度的点是用一根曲线联结起来的。

2. 等高线自行闭合——有人比喻等高线为被水围绕着的山地浸水线，它是同山地紧密相依的曲线，它没有间断地环绕着山地。在地球表面，0 米的等高线依理就是海水和陆地交界线的平均位置（因为海水经常有高低的变化）。如果水位高，浸水线也会逐渐缩小范围而自己闭合起来。有时山的体积比较大，它的等高线在一幅图内没有闭合，但它在相邻的图幅中，也一定能闭合的（如图 4）。

3. 在同一幅地形图中，如果每二根等高线所间隔的高度差（这叫等高线的间距）是一致的话，从等高线相隔的疏密，可以看出地形倾斜的缓急。等高线相隔比较密的地方，地面坡度比较陡；等高线相隔比较稀疏的地方，地面坡度就比较缓。

4. 如果山地被流水侵蚀，就会发生侵蚀沟谷（图 5）；在有侵蚀沟谷的地方，等高线不是圆滑的，而是有一个像 V 字形的突起，它的尖端是指向沟谷的上游。也就是山顶的方向（图上有 ↓ 处）。相反地，在山脊上的等高线，突起成为 U 字形（图上有 ↓ 处），它的前端是指向山麓的方向。在地形图上，山沟和河谷所分布的地方叫流水线，也叫分水线，它

是降雨时水流集中的通道，是地面较低的地方。这种地形在等高线上表示的特征是V字形的尖端指向上游。所有山脊分水岭的连线叫做分水线，是地面较高的地形。在分水线上，等高线都是向山麓方向突出的（参见图6）。

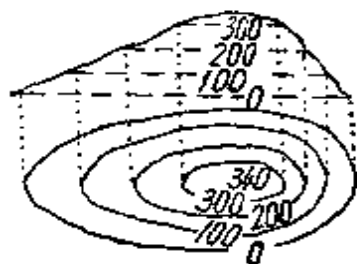
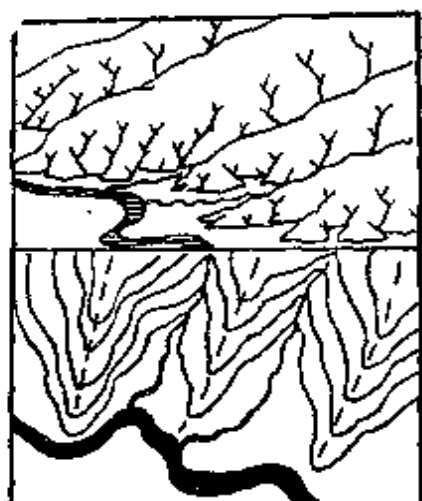


图4 等高线自行闭合



图5 沟谷等高线的V字形尖端指向山顶↓；山脊等高线的U形突起前端指向山麓↓



---分水线 → 合水线

图6 分水线及合水线

5. 地面如果是陡崖，地形图上的等高线是密集的，甚至互相叠合起来，通常要另外加上陡崖符号来辅助说明（图7）。

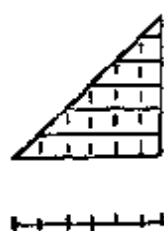
6. 如果山坡倾斜角度变化是均匀的，也就是说，从山顶到山麓的坡度是相同的，所绘成的等高线间隔也是均匀的；如果在地形图上由山顶到山麓，等高线的间隔由疏逐渐变密，这就表示出山坡由缓变到陡，这种坡是呈凸形的；如果等高线的间隔由密逐渐变疏，这就说明山坡由陡变到缓，

表示这是凹形的山坡；如果在地形图上所绘成的等高线，从山顶到山麓，先是稀疏，以下是加密，再又变成稀疏，这样的坡是由缓到陡再变缓，综合起来是一个凸凹形坡（图8）。

7. 为了说明山坡的方向，我们常在等高线上画一垂直的短划来表示，这一垂直等高线的短划叫做示坡线。高地的示坡线向外侧，洼地的示坡线向内侧（图9）。



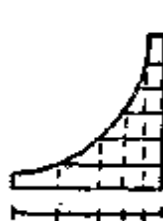
图7 陡崖的符号



均匀坡



凸坡



凹坡



凸凹坡

图8 坡型与等高线

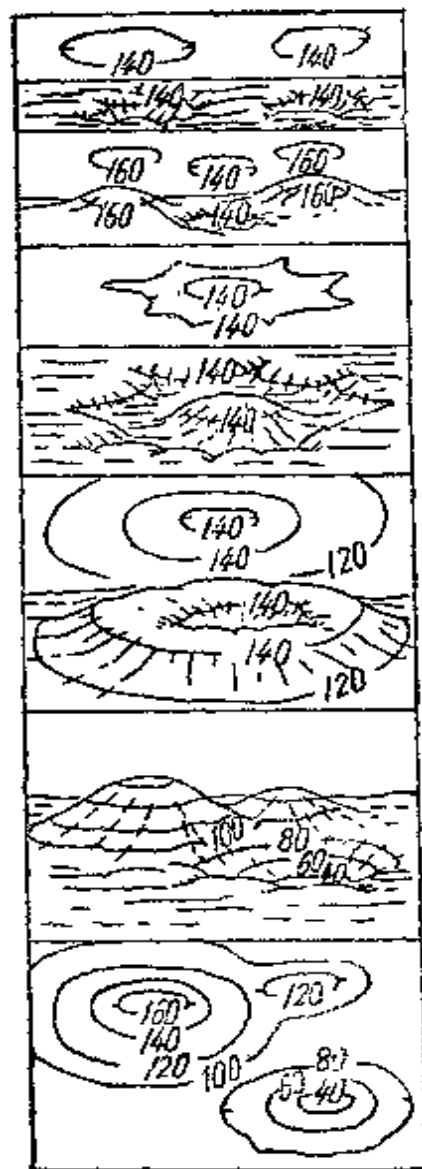


图9 洼地和高地的示坡线

8. 同样的理由, 如果我们要表现海底的地形深浅和起伏形态, 就要求在图上表示出低于海平面是多少米。如果有一座海底山峰, 低于海平面是825米, 即它的高度是“-825米”, 读做“负825米”, 表示它位于深达825米的地方。同深度点的联线叫等深线, 用等深线来表示海底地形的原则和等高线是一样的。

9. 不论是煤层、油层或是含某一种化石的地层, 只要知道它们层面上各点的高度和位置, 都可以用同高度联线的方法把它们的形态结构表现出来。只是高度的注记, 在海平面以上的, 应该是正值; 位于海平面以下的, 则高度应是负值, 即在高度数字的前面, 有一个“-”号(负号)。

我们再来研究一下不同的地形是怎样用不同结构的等高线来表示的。

图10中1~5是几张等高线图和立体图的对照, 可以帮助我们了解等高线同地形间的关系。这些地形图上等高线的间距是10米, 也就是每隔10米有一条等高线表示地形。

图10中的1是山嘴地形, 山地和平地在这里交界, 两支山嘴从这里伸出来, 它们的等高线U字形顶端(开口处的反方向)指向山麓的方向。根据等高线可以看出, 此面的一座山头高出平地约90米, 而南面的一座山头高出平地约110米。

图10中的2是阶地地形, 它经常分布在河流的两岸, 其特征是在陡坡之上有一带宽长的平坡, 成为一级阶梯的样子。在等高线图上, 陡坡处等高线是密集的, 平坡处等高线就稀疏得多了。陡坡的高度可以从排列得很密的等高线的根数和间距相乘求出来。在图上, 第一级(下面的一级)陡坡的高度(90米-40米)为50米, 这就是阶地的高度。

图10中的3是三列南北走向的单斜山地。由于岩层向西

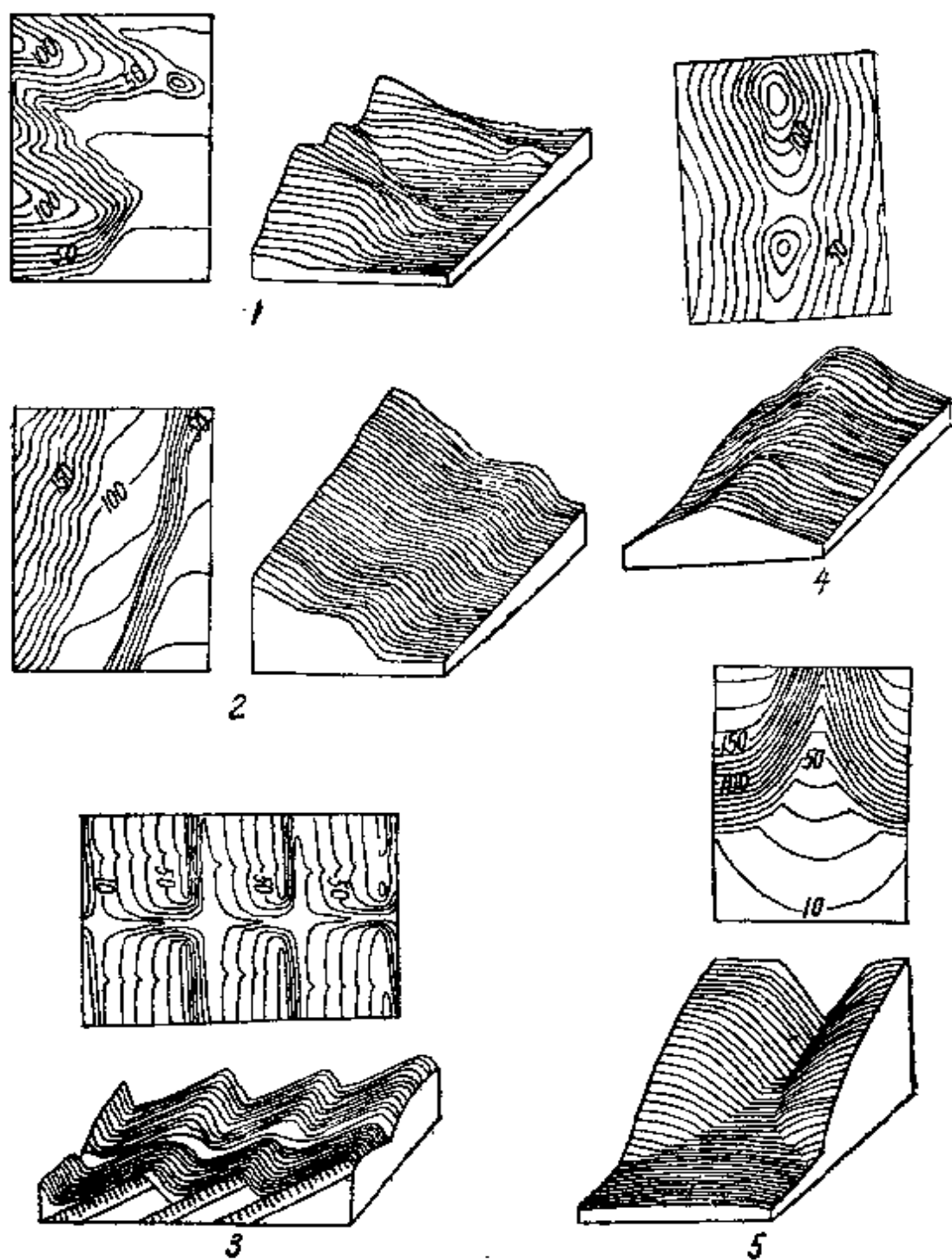


图 10 等高线和地形

1—山嘴；2—阶地；3—单斜山地；4—山脊和鞍部；5—冲积扇

面倾斜，使西面生成缓坡，东面生成陡坡。坡缓的一面等高线稀疏，坡陡的一面等高线密集。这三列山地中，两个山顶之间形成切沟把它们垂直地切割开来了。谷地中，V字形等高线的尖端所指的方向就是切沟的上游。从等高线图上可以看出，这些山地高出河谷50~60米。

图10中的4是山脊和鞍部的地形。这山脊有两个突起的山顶，两个山顶之间较低的地方有一个低陷的缺口，这种地形叫做鞍部。山脊延长的方向，也就是等高线平行排列的方向。从等高线的高度数值中可以看出，一个山顶高130米，一个山顶高100米，鞍部高70~80米。

图10中的5是一个冲积扇地形，当河流由谷地流到平原时，会将泥砂堆积在谷口，成为表面凸起的扇形地，这也叫冲积扇。在河谷中，等高线V字形尖端指向谷内，但冲积扇上的等高线却呈向外凸出的圆弧，分布得好像一把折扇。从等高线图上可以看出这个冲积扇高达60米（即70米-10米），因为它从顶部到底部相隔着6根等高线。

从上面所列举的例子来看，测制精确的等高线地形图是很能详细说明地形的。我们从图上，可以预先看出山系的结构，河谷的形态，地面的起伏等各种地形情况。在野外工作的时候，图上的地形必须同实际的野外地形对照起来，并找到自己的所在地，填绘地质点的工作才能进行。

不仅如此，等高线除了用来表示地面形态之外，即使表示地下的煤层或油层的形态和厚薄深浅，也是同样适用的，以后虽然还要谈到，但它的原理我们就不再叙述了。因此我们再举出一张比较复杂的地形图，仍旧采用等高线与立体图相对照的方法来说明，希望能看出它们两者之间的联系。

从图11中可看出：等高线的高程注记中可以看出，这一

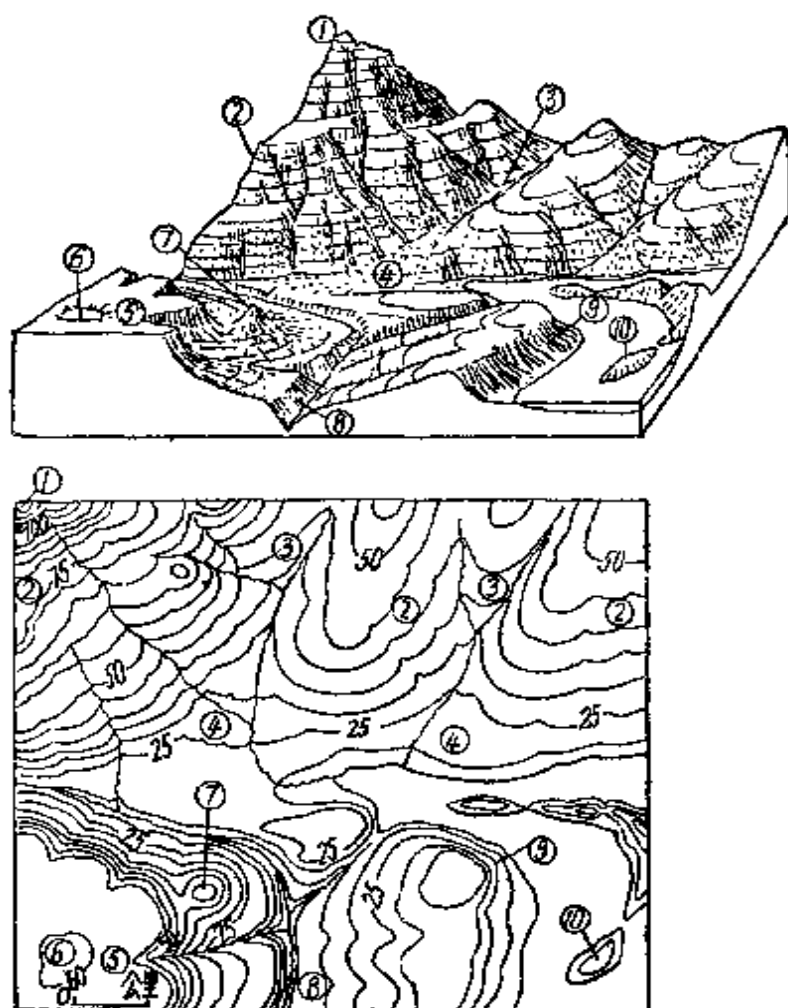


图 11 等高线与地形图示意

1—山峰；2—陡崖；3—河谷；4—冲积扇；5—平台；6—洼地；7—
孤山；8—峡谷；9—陡岸；10—岛屿

幅地形图两根等高线之间高度相隔为5米。先从图的西北角上看起，本图这座最高的尖顶山峰①，高度为115米，高出附近最低的山麓平地为95米（即115米-20米）。山峰南坡在高度为70~75米的地方，有一级陡崖②，它的坡度显得十分陡峻；陡崖有10米高，因为有两根等高线通过它。

这座山的东侧，为一座山顶高达55米的缓顶小山，它的山脊比起西边这座尖顶山峰来，就平缓得多了。两山之间，

是一支河谷③，从等高线的结构上可以看出来，它的V形尖端是指向上游的。它的下游，河谷忽然宽敞，地面坡度减缓，25米和30米的等高线象扇子一样向下游凸出，这是河流流到山口，坡度变缓以后所夹带的泥砂也都沉积下来堆积在谷口所造成的冲积扇④，这样相同类型的河谷与冲积扇，也分布在它的东边谷口。

再看图的西南角。这是一座平台⑤，高为55米，顶部很平坦，只有一个洼地⑥，平台高出附近平地40米（即60米-20米）。在平台的东北坡，有一座高达45米的小孤山⑦。平台东坡脚下，是一峡谷⑧，是河流深切入地下所造成的，谷地很窄，谷坡却很陡，谷坡达15米高，因为有三根等高线迫近河道。峡谷之东，是一片不对称的坡地，它的东坡是滨湖的陡岸⑨，高15米；它的西侧，是一片已被切割的缓坡。

图的东南角，是一个湖泊，湖中有几座岛屿⑩，最高的这座岛，高出水面达15米。

三、比例尺、图例、经纬线、座标

地形图上还有几个要素，对于了解地形图的内容也是不能忽略的，在这里，我们还必须提一下。

1. 比例尺 当我们测制地形图的时候，不可能照地面的距离完全一样大小地画出来，必须按照地面的长度缩成几千分之一或几万分之一来画。这种在测制地形图的时候将地面距离缩短的倍数，叫比例尺，或叫缩尺。这里所说的地形图比例尺，也就是地质图的比例尺，因为我们常常拿地形图作为基础来测制地质图的。例如，如果地面上1公里长（=100,000厘米）的道路，或者是岩体，我们画在图上只长1厘米，这就是说，地图的长度只有地面真实长度的十万分之一。

这样，我们就叫这幅地图为十万分之一的地图，也可写成1:100,000。有时我们也可以在地图的下边画出1厘米长的线段，并注上1公里的字样来表示它。因此，我们可以说，比例尺是地图上的距离和地面距离的相比值，写成分数形式就是：

$$\text{比例尺} = \frac{\text{图上的距离}}{\text{地面的距离}}$$

不同比例尺的地质图，它的内容详细程度和用途就不同。

1:4,000,000、1:2,000,000及1:1,000,000的地质图，叫做国家概略地质图，用来表示全国范围的地质概况的。区域性地质图的比例尺为1:500,000、1:200,000、1:100,000。为工程建设，为矿山或油田所测制的详细的小区域的地质图比例尺是1:50,000、1:25,000、1:10,000、1:5,000或其他更大一些的比例尺。

2. 图例 在地形图上，除了用等高线表示地形以外，还有许多用等高线表示不出来的地物，这就必须用另外一些符号来代表它们，这种符号叫做图例。在一般比例尺的地形图上用得最多的符号如下：

1) 地貌辅助符号——如断崖、石崩、深沟、陡岸、陷穴、沙丘、戈壁、雪线、冰川等。

2) 河流和水体符号——河流、湖泊、水库、沼泽、井泉、海岸、渠系、蓄洪区等。

3) 界线符号——国界、省、自治区、直辖市界等。

4) 交通线符号——铁路、公路、大路等。

5) 居民地符号——居民地外廓及它的性质根据需要分出工厂、学校、人民公社等。

6) 土壤植被符号——盐碱地、龟裂地、针叶林、阔叶

林、混交林、灌丛、草地等。

7) 其他符号——长城、测量标、气象台、水文站等。

以上这些图例根据需要而选用，应在地形图的一边详细地附图说明。

3. 经纬线 在地形图上，有时画着横的和纵的细线，横的叫纬线，纵的叫经线，经纬线构成了地图的座标，是用来表示这张地形图是位于地球上哪一部分的。每一张地形图所包括的范围，可以从地图的四角看出来，它是从经度哪一度到哪一度，纬度从哪一度到哪一度，就可以知道它的座标位置。

同时，经纬线也有指示方向的作用。经线指示南北方向，纬线指示东西方向。如果地形图上没有画上经纬线，那一般就要画出指北方向线来，才能说明地形图所代表的方位。如果地形图上既没有经纬度也没有指北方向线时，那地形图的上边为北，下边为南，左为西，右为东（图12）。

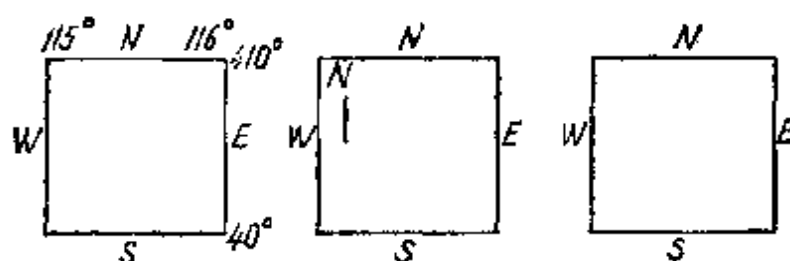


图 12 确定地形图方位的方法

（图中：N为北，S为南，W为西，E为东）

4. 直角座标 用经纬度来表示地形图在地球上的位置，这已经考虑到地球是一个椭球体了，这是比较严格的定位法，也可以说，这是绝对定位法。有时，在一个3~5平方公里的范围内作临时性的测量，可以直接用平面座标方法来确

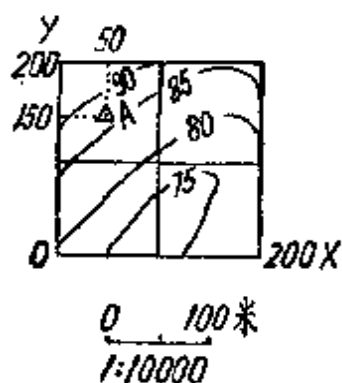


图 13 用座标法确定位置

如图 13 中点 A，则位于 $X=50$ 米， $y=150$ 米的地方。

定地形图上每一点的位置，用的是纵横方格方法。纵线，是指南北的，横线是指东西的，以假定原点为 0 坐标，只要定出在纵向上距原点距离多少米，在横向上距原点为多少米，按照比例尺缩小的倍数绘在图上，就可将地物的平面位置标出来。这是一种相

第三节 岩石和年代的符号

无论是地质图、剖面图还是柱状图，都必须说明岩石的分布和岩石的生成年代。用来表示它们的符号，经常被安排在地质图的一边，并且有详细的文字说明来解释它们的意义。

在小于 1:100,000 的地质图上，沉积地层的年代是采用国际通用的标准色彩来表示的，在彩色的岩石底子上，加上表示地层年代和岩石性质的符号。而在每一系中，又可以用淡颜色来表示新地层，深颜色表示较老的地层，而岩浆岩的分布，可用各种不同的颜色加上岩石符号来表示（参见表 1 及图 14）。这像 1:200,000 的、1:1,000,000 的、1:2,000,000 的和 1:4,000,000 的地质图都是如此。

在大比例尺的地质图上，在实际应用时，大多数采用单色线条和图案来表示的，在各种比例尺的地质图上，区域不同，出现的岩石也有差异，所使用的符号也有所不同。在实际应用时，一方面应考虑到区域地质情况，使符号和岩石成因特征具有一定的联系，并且要表示得醒目、清楚，容易区别开来。

一、沉积岩和它的符号

沉积岩是由于各种岩石经过长期的风化侵蚀逐渐破坏，所产生的碎屑、泥砂和其他矿物质，被风和流水等自然力搬运到海洋、湖泊等低洼地区沉积下来，不断加厚，受到挤

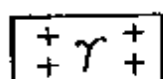
压、胶结而后形成的岩石。

由于沉积岩在形成的时候，不同颗粒大小和不同成分的

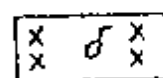
表 1 地层时代符号及色标

界	系		色 标
新 生 界 Kz (黄色)	第四系Q		黄 色
	第三系R (橙黄色)	上第三系N 下第三系E	浅土黄色 深土黄色
中 生 界 Mz (浅蓝色)	白垩系K 侏罗系J 三叠系T		黄 绿 色 天 蓝 色 紫 色
古 生 界 Pz (棕色)	二叠系P 石炭系C 泥盆系D 志留系S 奥陶系O 寒武系 ϵ 震旦系Z		褐 色 灰 色 棕 色 绿 色 蓝 绿 色 墨 绿 色 褐 红 色
元	古	界 Pt	棕 红 色
太	古	界 Ar	粉 红 色

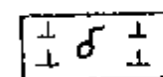
符
号
及
彩
色
花
纹



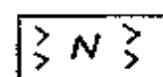
花岗岩(深红色花纹)



花岗闪长岩(肉红色花纹)



闪长岩(深杏黄色花纹)



基性岩类(深绿色花纹)

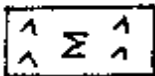
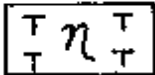
符号及彩色花纹		超基性岩类(深紫色花纹)
		碱性岩类(深橙黄色花纹)
符号与底色	花岗岩 γ (红色)	粗面岩 τ (褐色加红色)
	辉长岩 ν (绿色)	正长岩 ξ (金红色)
	闪长岩 δ (桃红色)	碱性岩类 η (黄色)
	辉绿岩 λ (蓝绿色)	基性岩类 N (蓝色)
	橄榄岩 \circ (浓紫加绿色)	超基性岩类 Σ (紫色)
	斑岩 π (浓红加淡橙色)	玄武岩 β (浓绿色)
	玢岩 μ (浓紫加淡橙色)	安山岩 α (褐加紫色)

图 14 岩浆岩岩石花纹、符号及色标

岩石碎屑一层一层地有规律地排列起来，构成了成层的式样，如果在沉积时地盘有升降运动，岩石的碎屑物质发生了变化，一层和一层便会明显地分开，所形成的这些平面就叫做层面，在底部平坦的静水中沉积的时候，层面和层面之间是接近于水平的，在同一层岩石中，成分的变化和上下地层比较起来是较小的。

因此，在地质图上，表示沉积岩的符号，一是应反映出它们在颗粒粗细、形状上的差异，例如用小圆表示砾石、小点表示砂子，短划表示粘土、泥岩、页岩等；二是应将符号作平行分层状排列，以表示出这些物质在自然界是一层一层地分布着的（参见图15中之1）。

至于不同的沉积矿床以及动植物化石产地，可以运用不同的几何符号来表示。

沉积岩在陆地表面分布最广，不少沉积矿产如石油、煤

炭、岩盐、石膏等，都蕴藏在这种岩石里面。例如煤层就沉积在距海平面很近的经常被淹没的沿海沼泽之中；生油岩系如泥岩、页岩、泥灰岩等，它们是沉积在浅海或湖泊等低洼地区。而那些多孔隙且渗透性良好的砂岩、砾岩等碎屑岩和多裂缝的灰岩、白云岩等碳酸盐岩石，则为油、气储集层；而有较厚和不易渗透的页岩、粘土等可作为储油层的顶盖和底层，而把含油、气层保护起来。因此，在绘制地质图、柱状图或剖面图时，还应该清楚地反映出它们应用在生产上的一些特点。

1—沉积岩符号



角砾岩 粗砂岩 灰质砂岩 页岩 硅质页岩 泥质灰岩



砾岩 砂岩 硬砂岩 砂质页岩 石灰岩



砂砾岩 泥质砂岩 粘土泥岩 灰质页岩 砂质灰岩

2—岩浆岩符号

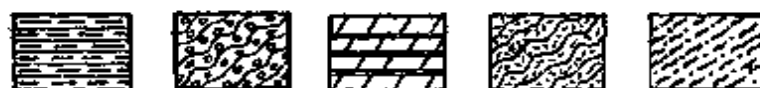


花岗岩 正长岩 正长斑岩 流纹岩 粗面岩 安山岩



玄武岩 煌斑岩 伟晶岩 闪长斑岩 辉绿岩

3—变质岩符号



千枚岩 石榴子石片岩 硅化灰岩 角闪片岩 混合岩



石英岩 片岩 正片麻岩 大理岩 蛇纹岩

图 15

二、岩浆岩和它的符号

岩浆岩是由地球内部的岩浆侵入到地壳中（叫侵入岩）或喷发到地壳表面（叫喷发岩）经过冷却，凝固后而形成的。

由于岩浆在冷却凝结时会形成不同的矿物结晶，并且岩浆本身的化学性质也有酸性、中性、基性、超基性等不同，因此表示岩浆岩时需要用不同的符号，如小十字，小短划，小尖角，小三角形等有规律地排列来表示这一特性。

另一方面，由于岩浆距地面的深度不同，矿物凝结的快慢也不一。岩浆距地面深的，凝结得就慢，矿物结晶就大；岩浆凝结时距地面浅的，冷却得快，凝结得就快，矿物的结晶就小。而那些喷出到地面来很快冷却甚至来不及结晶的，例如，同是酸性岩浆，在深成的时候形成了均粒状的花岗

岩，到浅成的时候，就凝结成为斑状的花岗斑岩，至于岩流溢出地表时，就形成细斑状的流纹岩了。因此，为了表现这一特性，在设计符号的大小时，还应区分出岩浆岩在深成、浅成和喷发等不同作用中，在形成矿物晶体大小方面的差异（参见图15中之2）。

很多金属矿床，如铜、铬、镍、钨、锡、钼、金及铋等，都和各个时期的岩浆活动有很大的关系。

三、变质岩和它的符号

变质岩是已经形成的沉积岩和岩浆岩，由于受地壳变动，又遭受高温高压作用，使原来岩石的结构、化学成分和矿物形状等，都发生了变化而形成的新岩石。如沉积岩中，砂岩会变成石英岩、石英片岩；页岩会变成板岩、千枚岩；石灰岩会变成结晶石灰岩和大理岩等。

拿岩浆岩来说，花岗岩能够变成片麻状花岗岩、花岗片麻岩；辉长岩会变成角闪状辉长岩、角闪岩等。

有时岩石受到一定方向的压力也会形成构造角砾岩及糜棱岩。如果岩浆侵入到周围的岩石中去和周围岩石的成分发生了混合作用，也会形成各种片麻状的混合岩。因此，在设计变质岩符号的时候，常采用它原来的沉积岩或岩浆岩的符号，与各种水平波纹曲线组合起来，反映出它们各种片理和片麻状的结构特点以及与原来的岩石在成因上的联系（参见图15中之3）。

四、第四系地质和它的符号

第四系地质是覆盖在地表上最新形成的沉积物。它们的质地很疏松，成分不复杂，分布在一定的位置上，厚度一般

也不很大。

在地质图上，当基岩被第四纪地层覆盖时，就需要将这些疏松沉积物所造成的原因，它们的物质和年代表示出来。在一般情况下，表示年代和成因是用文字符号或者用颜色标出，而被说明的物质是用线划符号。

1. 成因符号

1) 残积层的符号是 Q^{el} ，其中 Q 代表第四系， el 是残积层的符号。残积层是一种疏松的碎块岩石，由于基岩表面受到风化作用而形成的，这种疏松物质还没有经过搬运而残留堆积在原地。没有层理，大大小小带有棱角的颗粒混杂在一起，堆积物的性质上下是一样的。地质图上可用淡紫色表示。

2) 坡积层的符号是 Q^{pl} 。雨水或雪水在地面流动时，把地表的碎屑物质如残积物质搬运到斜坡下部堆积起来，这就是坡积层。它的堆积物质没有层理，分选性差，碎石常带有棱角。地质图上可用淡棕色来表示。

3) 冲积层的符号是 Q^{al} ，它是由河流带来的砾石和细砂所组成的。分选性很好，磨圆程度很高，有很好的层理。当河流流入海洋或湖泊时，河口会形成河流与海洋、湖泊堆积相过渡的三角洲堆积。这种堆积中，有时可以分出最上部的顶积层（由砂岩、泥岩、粉砂岩、褐煤等组成），中间的前积层（由分选好的厚砂质岩组成，有时也含少量泥质）以及分布在水下部分的底积层（由暗色的泥质岩组成，含有大量极细的有机质）组成。在不少的古三角洲中，尤其是后两层，它们对油、气的形成和储集都很重要。第四纪的冲积层图上可用浅黄绿色表示。

4) 洪积层的符号是 Q^{fl} 。它是洪水带来的有棱角的石块，堆积在山间河谷里，或小河流注入到大河流的地方，或

者是在山麓地带堆成一个圆锥或扇形的样子，所以这种堆积也会形成洪积锥或洪积扇地貌。山间河谷里的洪积层有时会有斜层理。地质图上可以用桔黄色表示。

5) 湖积堆积的符号是 Q^l 。它是大洼地积水所形成的堆积物。一般堆积有水平层次的砂、泥层和有机腐泥。在盐湖中尚含有氯化钠、氯化镁及硫酸镁等，在碱湖中，则含有丰富的碳酸钠、硫酸钠，有时也含有硼砂。地质图上可以用天蓝色表示。

6) 沼泽堆积的符号是 Q^h 。它是在大陆或三角洲经常积水盛长植物的凹陷地区所堆积的有机腐泥、褐煤或泥炭堆积。地质图上以黑色表示。

7) 冰川堆积的符号是 Q^{gl} 。这是气候特别寒冷时，被地面覆盖着的流动的冰河所留下来的沉积物，包括终碛、侧碛、中碛和底碛。这种沉积物颗粒大小混杂，有时有砂岩夹层和砂岩透镜体。地质图上以棕色表示。

8) 冰水沉积的符号是 Q^{st} 。这是冰川融化后的水流所搬运的沉积物在地面上所造成的蛇形丘和冰水平原。冰水冲破终碛也可造成冰水扇。地质图上用浅绿色表示。

9) 风积堆积的符号是 Q^{cal} 。这是指由风力作用将沉积起来的砂层造成沙丘、沙垅、沙岗等地貌。黄土是由风的吹扬而形成的粘土质堆积物质。地质图上用黄色表示。

10) 坠积、坍积、崩坍堆积的符号是 Q^{col} 。它是在陡坡悬崖地区，高处的岩石因裂隙逐渐发展，在重力的作用下以极快的速度崩落下来，堆在崖脚下，有时也堆成锥形。带棱角的碎屑大小混杂在一起。地质图上用墨绿色表示。

11) 滑坡堆积的符号是 Q^{del} 。它是由于地下水和地表水的活动，斜坡上的岩石或土块在重力作用下沿着一个或几

个坡面向下滑动，称为滑坡。下滑部分称为滑坡堆积。地质图上用深棕色表示。

12) 其他堆积。除上面所提到的各种疏松堆积物外，第四纪堆积中还有海洋堆积，它的符号是 Q^m ，用蓝色表示；化学堆积 Q^{ch} ，以灰色表示；火山堆积 Q^v ，用红色表示；泥火山堆积 Q^b ，用玫瑰红色表示；融冻泥流堆积 Q^{cf} ，用粉红色表示；生物堆积 Q^o ，用绛紫色表示等。如果成因不能确定的堆积，也可把它归成一类，用 Q^{pr} 符号代表。

2. 物质符号

以上这些第四系地质中的物质，如土状堆积物，可用垂直的平行线表示；角砾，可用排列不规则的小三角表示；砾石，可用排列不规则的小圆表示；砂土可用散列的小点表示；粘土，可用平行横线来表示；淤泥可用横划与小点相间的平行线表示。如经胶结，可以用相当的沉积岩符号来表示。

五、地层的年代和符号

地球表面的岩石，不是一朝一夕形成的，据地质工作者用科学方法测算，它们都经历过30~40亿年了。在这漫长的日子里，所发生的变化是非常复杂的。火山喷发作用，会在地面铺上新的岩石；已经形成的岩石，又因为风化破坏、雨水的冲刷、水流的搬运等，会重新在海洋里堆积起来；早先堆积起来的岩石，又会被后来堆积的岩石盖上；地壳的升降，地震，山崩，地陷，地滑，岩浆的侵入和喷出等作用又会把原来形成的岩石改变面貌。这样，地球本身经受着内部的和外部的综合而复杂的变化，才使地球表面造成今天的样子。我们为了要搞清楚，什么时代，发生过什么变化，就必须先

了解什么岩石是在什么时代形成的，它们应该位于什么位置，这样才能了解在它们形成之后，已经经历过多少沧桑变动。

地质工作者确定岩石的年代用的是：岩浆岩与变质岩是用放射性同位素年龄测定法；沉积岩是用古生物鉴定法。确定岩石的时代之后，才有可能恢复它们原始的情况。因为沉积岩排列的正常规律是：较新的沉积岩一定是覆盖在较老的地层之上；岩浆岩却是后期的侵入体可以穿过比它更年老的岩石。如果不是如此，就可以肯定地说，已经发生过许多变动了。而且，我们也可以由此了解到，这些变动是在什么时代发生的。

不论是在地质图上，还是在剖面图上，都需要注明地层所生成的时代，有时可以用符号表示，或者在图例里面加以说明。为了把地质时代划分成许多阶段，通常是用代、纪、世、期的等级来表示时间；用界、系、统、阶的等级，表示相应时间内沉积的地层（参见表2）。

表 2 地质年代表

界(代)	系(纪)	统 (世)	符号	距今年数(亿)	地壳运动
新 生 界 (代) K ₂	第四系(纪)	全新统	Q ₄	0.01~0.02	喜 马 拉 雅 运 动
		上更新统	Q ₃		
		中更新统	Q ₂		
		下更新统	Q ₁		
	第三系(纪)	上新统	N ₂	0.02~0.12	
		中新统	N ₁	0.12~0.25	
		渐新统	R	E ₀	
		始新统		E ₂	
		古新统		E ₁	
				0.25~0.40	
				0.40~0.60	
				0.60~0.80	

续表

界(代)	系(纪)	统 (世)	符号	距今年数(亿)	地壳运动		
中生界 (代) Mz	白垩系(纪)	上白垩统(世)	K ₂	0.80~1.40	燕山运动		
		下白垩统(世)	K ₁				
	侏罗系(纪)	上侏罗统(世)	J ₃	1.40~1.95			
		中侏罗统(世)	J ₂				
		下侏罗统(世)	J ₁				
	三叠系(纪)	上三叠统(世)	T ₃	1.95~2.30			
		中三叠统(世)	T ₂				
		下三叠统(世)	T ₁				
	古生界 (代) Pz	上古生界 (代)	二叠系(纪)	上二叠统(世)		P ₂	海西运动
下二叠统(世)				P ₁			
石炭系(纪)		上石炭统(世)	C ₃	2.80~3.50			
		中石炭统(世)	C ₂				
		下石炭统(世)	C ₁				
泥盆系(纪)		上泥盆统(世)	D ₃	3.50~4.10			
		中泥盆统(世)	D ₂				
		下泥盆统(世)	D ₁				
下古生界 (代)		志留系(纪)	上志留统(世)	S ₃	4.10~4.40	加里东运动	
			中志留统(世)	S ₂			
			下志留统(世)	S ₁			
		奥陶系(纪)	上奥陶统(世)	O ₃	4.40~5.00		
			中奥陶统(世)	O ₂			
			下奥陶统(世)	O ₁			
		寒武系(纪)	上寒武统(世)	t ₃	5.00~6.00		
	中寒武统(世)		t ₂				
	下寒武统(世)		t ₁				

续表

界(代)	系(纪)	统 (世)	符号	距今年数(亿)	地壳运动
前 寒 武 系 (纪) Ar	元 古 界	上震旦统(世)	Z ₃	8.00~17.00	吕梁运动
		中震旦统(世)	Z ₂		
		下震旦统(世)	Z ₁		
	Pt	上元古	Pt ₂	17.00~25.00	
		下元古	Pt ₁		
	太 古 界 Ar	上太古	Ar ₂	25.00~35.00	
下太古		Ar ₁			
Ar	远太古代			>35.00	

第四节 构造地质和构造符号

一幅地质图上，除了画上地形的起伏形态和岩石的分布以外，还要说明这些岩石是否经历过造山运动和造陆运动，以致发生褶曲、断层和不整合等等现象，并应该用各种符号来表示这些构造的性质和分布。

下面分别叙述各种岩石的构造形态在地质图上的表示方法以及所使用的符号。

一、水平构造和符号

沉积岩最初在海洋中沉积起来的时候还没有受到地壳变动的影响，岩石是一层一层地平铺着的，较老的岩石铺在底层，较新的岩石铺在上层，显得很整齐。如果沉积作用进行得很均匀，而且所沉积的基底也较平坦的话（没有原始倾斜），岩石的厚度也将是一样的。如果后来虽然由于海水后退，或者是陆地缓慢地隆起，使沉积物堆积到陆地上来，如果岩层表面没有受到过侵蚀割切作用，那么，水平岩层仍然会在地面铺得很平坦。在地质图上所能看见的岩石，只有分布在地表面的一种地层（当然也包括它的风化壳残积层在内）。

如果地面受到过侵蚀作用，地面的起伏就会加大，地形图上的等高线也会加多而曲折起来。在河谷的地方，等高线的V字形尖端指向上游；小丘的等高线一圈一圈地围绕着山

顶好像同心圆的样子。伏在底层的岩层就会因侵蚀作用而被切开露出地表，所有水平岩石的露头轮廓在地质图上是等高线的轮廓平行一致的，等高线怎样曲折，岩石的露头线也就怎样曲折。底层的岩石分布在低的地方，表层的岩石分布在高的地方（如图16）。

图16，就是一幅水平构造地质图的一个例子。我们用平面地质图和附在下面的立体图对照起来，可以看出：原来这个地区，地表面最上层铺着的是砂岩，砂岩的下面顺次铺着的是灰岩、页岩、粘土岩；由于地层是水平的，在没有受到侵蚀的情况下，地面的起伏也应该是较平坦的。由于向东南方向流动的河流的侵蚀作用，这片地区的绝大部分表面岩石已经被侵蚀掉了，只有西北部和西部一小片地方，还保留着侵蚀后残余的砂岩。残余砂岩分布的地面，从立体图上可以看出，已成为几片突起的高地。其余的地方，如北面和西面的一部分地面，砂岩已经被蚀去，地面表层露出了原来位于砂岩之下的灰岩水平地层；这时所形成的地形也比砂岩要低些。至于分布在灰岩下层的页岩，由于所形成的是一个斜坡，所以它围绕在灰岩的南坡和东坡，好像镶着一带花边的样子。至于本区东南部一大片地方，正位于河流的下游，地表上层铺着的砂岩、灰岩、页岩都已被侵蚀干净了，只留下来分布在地层底部的一大片粘土层。所以这片地方，地形也是最低下的。

必须注意的是：在图16上部的平面地质图上，砂岩、灰岩、页岩的分布界线，与等高线的曲折相一致；在粘土层上绘出的曲线则是表示地形高低的等高线。图16下部是一幅同一地区的立体图，图上表示了地质图上相对应地区的地形高低起伏。至于它的地质符号，没有表示在立体图的表面上，

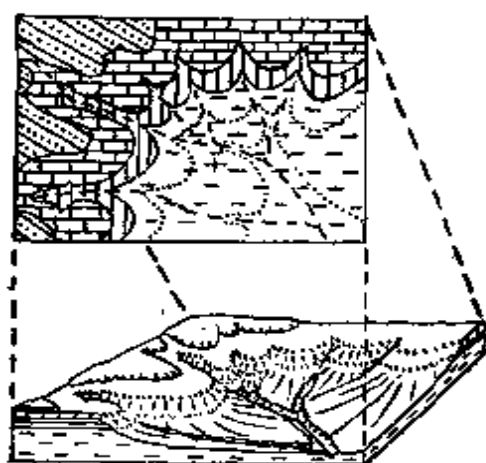
而表示在立体图南侧和东侧的断面上。

让我们再来分析一下，在不同的地形位置上，同是水平构造的地层，在平面图上会出现怎样的图形。

河谷中的岩石露头轮廓线和小丘上的岩石露头轮廓线的形态是不同的，河谷中岩石露头轮廓呈V字形，它的尖端指向上游。小丘上的岩石露头轮廓呈环状，一圈一圈地围绕着山顶（如图17）。

斜坡上的岩石露头从上到下是呈带状地分布着。至于在洼地里出露的岩石，中心部分应该露出底层岩石，而在四周，应该围着表层岩石。

即使其一层岩石的厚度到处是一样的，但它露出在地表的宽度却不一定相同。这要看当地地形情况而定。地形越平



砂岩 页岩
灰岩 粘土层

图 16 水平地层的地质图



图 18 露头的宽狭示意图

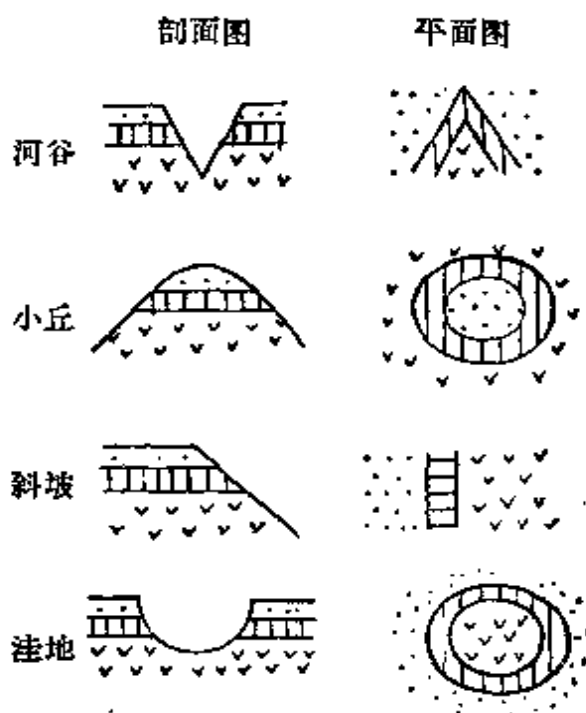


图 17 水平地层露头的轮廓线

缓，岩层出露在地表上的宽度越大(如图18中A处)；如地形越陡峻，岩层出露在地表的宽度就缩小了(如图18中B处)。

必须在水平岩层的露头上画上水平产状的符号。符号像个十字，横的长，竖的短，它的中心点应画在发现露头的地方。

虽然，地层的原生沉积构造是水平的，但同一沉积岩中它的成分不一定均匀，由于在沉积过程中，水量大小发生变化，所沉积下来的物质颗粒也有粗细的不同，如果在细粒的泥岩中包含着一些粗粒的砂岩，夹在里面好像透镜一样，叫做砂岩凸镜体，这种砂岩中可以储集油、气(如图19中之1)。

有时，如古河道、砂岩体、古海岸线砂堤所造成的狭长砂岩体，埋藏在粘土质的沉积物中，使所组成岩石内部的孔隙度与渗透率局部增高了，这也会形成良好的油、气圈闭(如图19中之2,3)。

当沉积盆地相对下降时，水面扩大，沉积的范围也随着

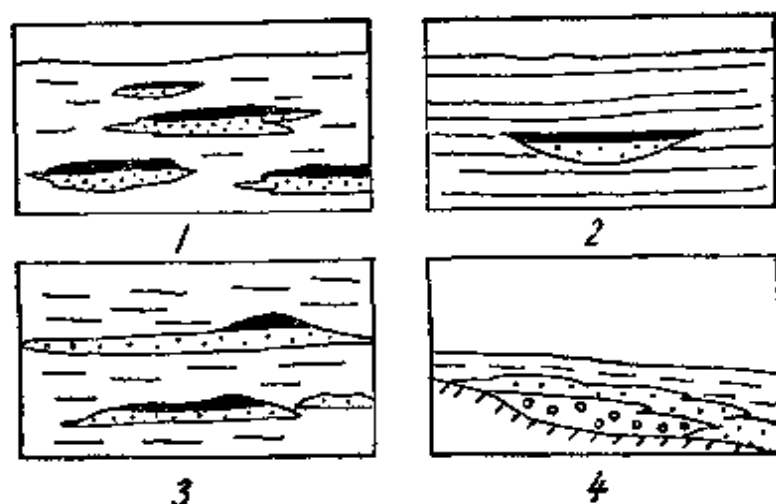


图 19 原生的水平沉积构造和油、气的储集

1—砂岩凸镜体；2—古河道砂岩体；3—古海岸砂堤；4—地层倾斜

扩大，在沉积盆地边缘，较新的地层会覆盖到较老的地层上面，沿斜坡一层层地铺上去，这称之为地层超覆现象。当粗粒的砂岩层被较细的泥岩层覆盖起来时，如有油、气流过，有时也会聚集起来形成油、气藏（如图19中之4）。

因此，分析原生的各种水平沉积构造的特点，正确地在地质图上表示出来，对于了解油、气的储集是有实际意义的。

二、单斜构造和符号

水平岩层受到地壳运动的影响，它的位置会发生改变，最简单的一种改变形式，就是岩层一律向一个相同的方向倾斜，这种产状叫做单斜。在地球表层，单斜构造分布得较广。

在地质图上，要表示岩层怎样倾斜，必须用产状要素符号来表示。产状要素符号必须表示出岩层的走向、倾向和倾角（图20）。

岩层的倾斜面同水平面相交的直线叫做走向线，走向线表示岩层在地表面延长的方向。当岩层延长的方向发生改变，平面图上走向线的方向也跟着改变。

表示岩层在地表上倾斜方向的直线叫倾向线，倾向线的方向一定和岩层的走向线相垂直，同它呈 90° 的角度。岩层就是从地面倾向线所指示的方向倾没到地下深处的。

岩层的倾斜面和水平面所夹的最大角度叫做倾角。倾角越大，岩层在地面上越陡立；倾角越小，岩层在地面上就显得越平缓。

表示岩层的倾斜，要在地形图上相当于倾斜岩层露头的地方画上产状要素符号。走向符号用一短划表示，它的方向，就是走向线的方向。倾向符号是同走向符号相垂直的一

个小箭头，箭头所指的方向就是倾向。岩层的倾角是直接画在倾向箭头的旁边，写上倾斜角的度数来说明。

1. 使用罗盘仪测定岩层产状的步骤（如图20）

（1）测走向 使罗盘仪与N、S两字平行的一边紧贴住岩层倾斜面，罗盘仪应放平稳，让水泡在正中，然后放松制动器，等磁针静下来，磁针指北的一端在刻度盘上指出的方向读数就是岩层的走向。

（2）测倾向 把测量走向的罗盘仪的位置转过 90° 角，使S的一边紧靠岩层倾斜面，N字的方向同倾斜方向一致，磁针指北端便会在刻度盘上指出倾斜方向的读数来。

（3）测倾角 这时需要用测斜仪。先扭紧罗盘仪上的制动螺丝，使它顶住磁针。然后将罗盘仪竖起来，用有分度弧的一边紧靠层面，让悬锤自由地垂挂下来，这时候悬锤的尖端便能在分度弧上指出岩层的倾角来。必须测出倾角的最大值，因为它才是岩层的真正倾角。在测量倾角时要注意，

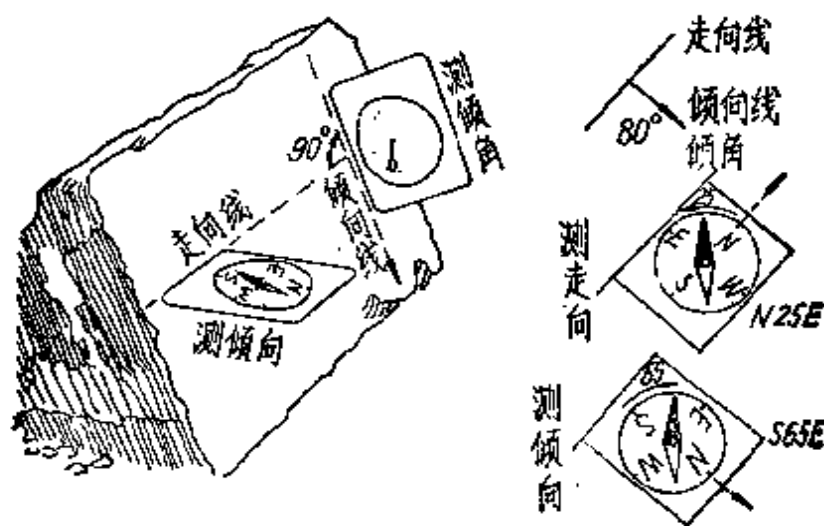


图 20 用罗盘仪测定岩层产状要素

如果是水平的桌面，测斜仪上的悬锤应指出是 0° ，如果是垂直的墙壁，测斜仪上悬锤所指出的应是 90° 。

在罗盘仪上读出走向和倾向的方法是：

第一步必须先读出磁针指北端（涂有黑漆的一端）在度盘中是属于NE、NW还是SE、SW。

第二步是读度数，看磁针指北端距N字或S字是几度。如果是在NE象限内，磁针指北端距N字是 25° ，方位的读数是N偏E 25° ，或写作N 25° E。

2. 在地质图上标出产状要素符号的方法

根据地面测量，知道某处露头A的走向是S 40° W，倾向是S 50° E，倾角 27° ，岩层真厚度为10米，现在要在地质图上标出产状要素符号，并在等高线图上画出岩层的分布轮廓。

应先在地形图上确定A点的位置，通过这一点画一十字形的坐标线代表E、W、S、N四个方位。通过中心在SW象限内画一放射线，要使它同S的方向线构成 40° 角，并在SE象限内也作一放射线，使它同S的方向线构成 50° 角，并画上小箭头，这是倾向符号。走向线和倾向线应该是互相垂直的。在符号的附近注上 27° ，这表示岩层的倾角（图22）。

标好了产状要素后，就可以在等高线图上画出岩层分布的轮廓。

在画图以前，我们先谈一下原理（参见图21）。

在地质图上画出倾斜岩层的露头，它的实质，就是要画出地层平面和地面平面的交线，因为无论在什么时候，只要地层的高度与地面的高度相等，地层就会在地面出露，这也就是说，地层露头的位置为同样高度的等高线与走向线的交点所决定；只要把这些点定出，并把它们联结起来，就得到

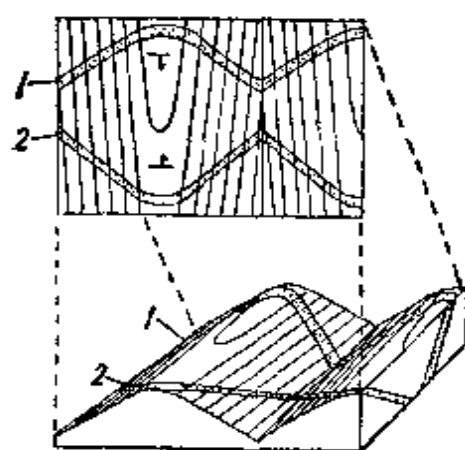


图 21 在地质图上画出倾斜地层的原理示意图

- 1—地层倾向与地形坡向一致；
2—地层倾向与地形坡向相反

露头在地形图上的位置。

因此，地层露头在地形图上的分部形状，不仅同地层露头的走向、倾向、倾角、厚度有关，也同当地的地形有关。

如果地层的倾向同地面坡向相反，在河流谷地，地质图上地层平面轮廓的V字形尖端指向谷地的上游；在山脊处，地质图上地层平面轮廓的U形顶端是朝向山麓的。

如果地层倾向同地面坡向一致，那么，在地质图上所表示的地层平面轮廓正同它相反。河谷地区的地层露头的V字形尖端是指向下游的，而在山脊上，地层露头的U字形顶端是指向山顶的。

说到这里，我们就可以开始作图。假定我们所用的地形图比例尺为1:5,000，通过A点（参见图22），延长已经画好的S40°W的走向线直到图框外，在同这条延长的走向线相垂直的位置上画一组平行线，平行线的相距，应该同地形图的比例尺一致，即用2毫米的距离来代表地面10米的高度。与平行线呈27°倾斜相距为2毫米的二平行线，代表厚为10米的地层（煤层或含油目的层）的顶面和底面。在画出地形剖面之后，在顶面同平行线的交点处画出地层走向线的平行线，使它与地形图上高度一样的等高线相交。用平滑的曲线把各交点联结起来，这就是顶面在地形图上的分布界线。

用同样的方法，经过剖面上地层的底面线同平行线相交的点，向地形图引出走向线的平行线，使它同图上高度一致

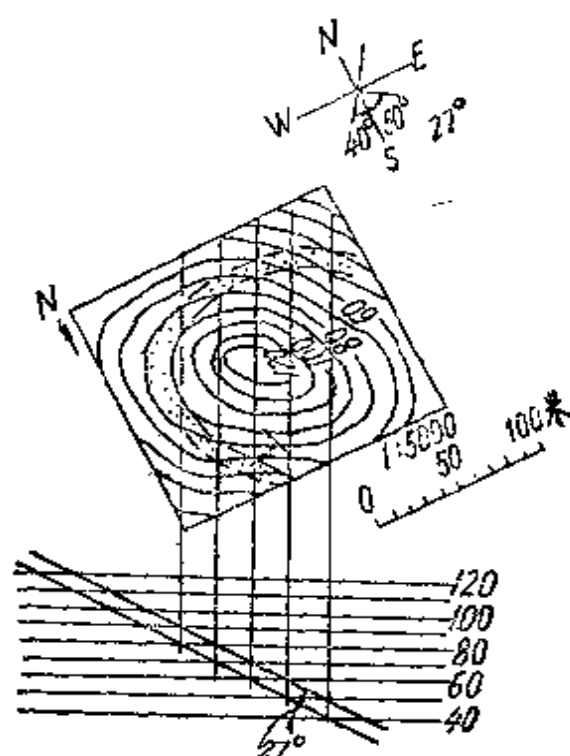


图 22 在地质图上标出产状要素

的等高线相交。当用平滑的曲线把交点联结起来时，就能画出地层底面在地形图上的分布界线。

在地形图上画好了地层的产状符号、顶面和底面的分布界线，地层的分布轮廓就决定了。

由于地层的倾向与地形的坡向相反，地层又是分布在山坡上，地层的分布轮廓的U形顶端根据原理朝向山麓方向应该是正确的。

3. 根据地层分布界线测定产状要素（图23）

如在地形图上已画好了岩层的分布轮廓线，我们也可以用几何方法测定出地层的走向、倾向和倾角。

例如在一处凸起的小山脊的地形图上，画着地层分布的轮廓线，像U形的弧状，它的顶端指向山顶，这表明了地层

的倾向是与地面斜坡的倾斜方向相一致的。因此，我们须在露头线上找出三点来，其中两个点（A、B）要同高，即在同一等高线上，现选40米高处。另一点（C）高于它们，现选在90米高处。用直线把A、B联结起来。这条AB线是在地层的层面上，因为它的两端高度相同，所以它是水平的。这也就是岩层的走向线。从C点引CD线，与走向线AB相垂直，就是地层的倾向线。

地层的倾角可以这样求得：在走向线上截取DE线段，它的长度，应等于C点与AB线之间的高差（90米 - 40米 = 50米），按照地形图比例尺缩小了的长度，把C点与E点联结起来， $\angle DCE$ 就是地层的倾角（ $\angle \alpha$ ）。

在图上画出岩层的走向线、倾向线和倾角以后，可用量角器，测出它们的方向和角度。

如果是在一个谷地，地形图上的等高线形态正同这种情况相反，谷地中心低而两侧高；如果地层的倾向仍同斜坡的方向一致，地层出露在地面上的露头轮廓线，V字形尖端是指向下游的。那么，联结相同高度的两点也可以求得地层的走向；但求倾向时，必须在V字形尖端附近找出最低点来作走向线的垂线，才能定出倾斜方向来。至于求倾角的方法，则同上面的方法一样，不再重复。

4. 应用钻探资料确定地下地层的产状（图24）

在石油或煤炭矿床的开采中，深埋在地下的石油目的层或煤层，又怎样来确定它们的产状要素以了解它们的构造形态呢？方法是，钻三口井，构成一个三角形，把它们的位置标定在图上，并记下钻到这同一层的深度，用下面的方法就能测定它们的产状。

例如已知钻井A标高10米，钻到200米，发现目的层，

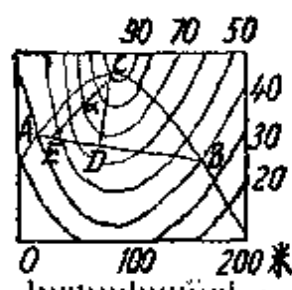


图 23 根据地层分布
界线测定产状要素

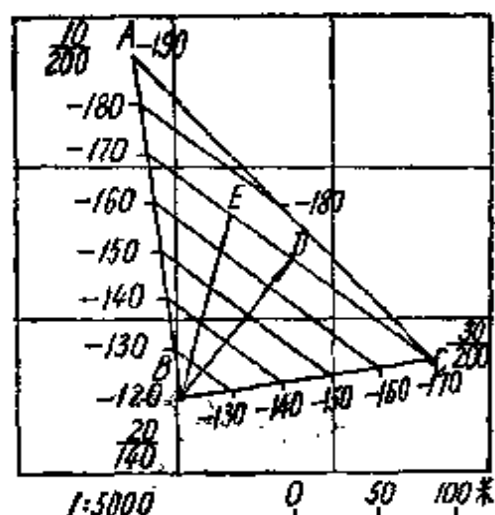


图 24 应用钻探资料确
定地下岩层产状

即 A 为 -190 米；B 标高 20 米，钻至 140 米发现目的层，即 B 为 -120 米；C 标高 30 米，钻至 200 米发现目的层，即 C 标高 -170 米。根据这一记录可以看出，B 点的层位最高，C 点次之，A 点最低。如果我们把 BC 等分为 5 段，即可得到标高为 -130、-140、-150、-160 的各个分点。同样，如果将 BA 划分为 7 等份，也可以得到 -130、-140、-150、-160、-170、-180，各标高的各个分点。把 BC 线上与 BA 线上的同高点联结起来，这些等深线，也就是这一地层的走向。同样，AC 可以划分为二等分，等分点高为 -180 米，与 BA 线上的 -180 米分点相联，亦为这一地层的走向。

如果我们从 B 点作 BD，与 -170 米的等深线垂直，那么，BD 所指方向，即为地层的倾向。在 -170 米的等深线上截取 DE，其长度使等于本图比例尺的 50 米（因 BD 的高差为 50 米），则 $\angle EBD$ 即为这一地层的倾角。

在单斜地层中，如果在它上面沿地层上倾方向渗透率高

的岩层被页岩所限制了，如尖灭的单斜砂岩被夹在页岩之间，便会形成油、气藏（图25中之1）。

有时必须有不整合构造，将层状的单斜储油层封闭起来，才会形成油、气的储集（如图25中之2）。

因此，在地质图上详细表示单斜构造的特点，在石油地质工作中是很必要的。

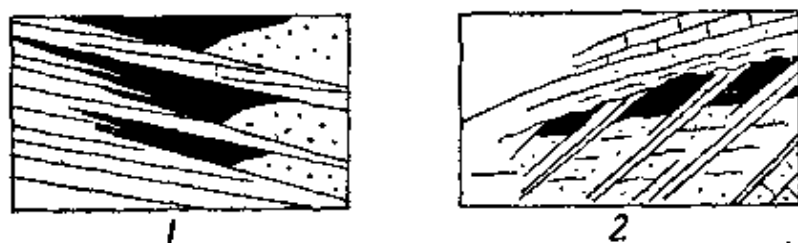


图 25 单斜构造与油、气储集

1—尖灭的单斜砂岩被夹在页岩之间；2—单斜地层被不整合构造封闭

三、褶曲构造和符号

水平的地层被地壳运动时所产生的压力所挤压，有的地方凹下去，有的地方隆起来，变得非常弯曲，这样的构造叫做褶曲。在地层褶曲的地方，地层会皱起来，所占的面积也比原来的水平地层小得多了。

一个褶曲可以分为轴线、两翼、轴面、顶等几个部分（参见图26）。

在褶曲的地层中，有两个方向不同的倾斜面，这两个倾斜面延展后相交界的地方叫轴线，在轴线两侧的倾斜地层叫两翼；通过褶曲轴线把褶曲平分为两半的平面叫做轴平面；褶曲中隆得最高的部分叫做顶。褶曲的中心叫核部。

褶曲可以分为背斜和向斜两大类。

地层隆起向上弯曲的叫背斜褶曲，背斜褶曲的地层以轴线为中心，地层向周围倾斜。在地质图上，须勾画出背斜轴的位置和符号。背斜轴的符号是一段画在轴线位置上的直线，它的两侧附有尖端向外的小箭头，表示岩层是以轴线为中心分向两侧倾斜的构造形式。

在地面，如背斜构造已经受过长期的侵蚀，盖在顶上的新地层被侵蚀掉了，底部老的地层也就露出来。这时候，地质图上可以看到的地层种类不止一种，而是从新的到老的都有，最老的地层出现在褶曲的轴部，两侧逐渐出现比较新的地层。当然它们排列的顺序是以背斜轴线为中心向周围从老到新地分布着，加上两翼地层都有产状要素符号，说明岩层分向两侧倾斜的；这样就很明显地可以看出这是背斜构造。

如果所有的地层都凹下弯曲就叫做向斜褶曲，向斜褶曲中地层的倾向同背斜相反，两翼的地层都向轴部倾斜，方向是相对的。在地质图上，向斜的标志是在直线的两侧画有相对的箭头指向中心轴的符号。

已经遭受过侵蚀的向斜构造，在地面所显露出来的新老地层排列次序同背斜相反。向斜轴部分布着最新的地层，从轴向两侧可以逐渐看见较老地层，这也是在地质图上识别向斜构造的重要标志。

在复杂的褶曲区，向斜构造和背斜构造是相间出现的，两个背斜构造中间就是一个向斜构造。同样地，两个向斜构造中间就是一个背斜构造。

在野外，我们可以看见，背斜的轴不一定是水平的，而是倾斜的。如果轴倾斜得越大，则背斜构造出露得越短，这种现象叫褶曲的倾伏。

相同的情况也可以在向斜构造中找到。向斜轴抬起同水

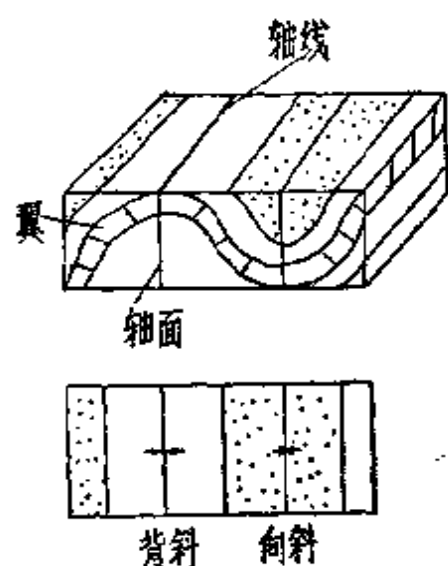
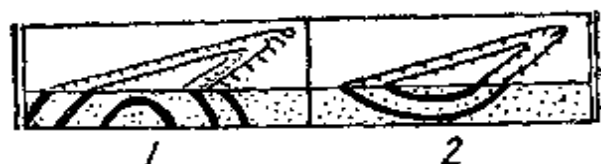
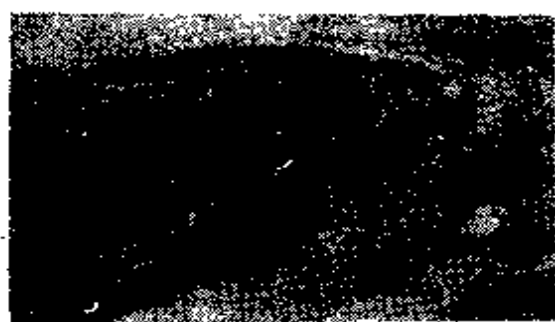


图 26 背斜和向斜示意图



(甲) 外倾转折端和內倾转折端
1—倾伏背斜外倾转折端，2—倾
伏向斜內倾转折端



(乙) 倾伏背斜航空象片

图 27

平面相交的角度越大，轴部越短，这叫做褶皱的仰起。

必须注意背斜倾伏和向斜仰起轴部同地平面相交的一部分地层会发生转折，在地质图上，它们构成一个V字形尖端。背斜倾伏褶皱的地层转折处，地层是向外倾的，叫做外倾转折端(图27甲中之1)；向斜仰起褶皱的地层转折处，地层都是内倾的，叫做内倾转折端(图27甲中之2)。从地层产状要素符号上，我们可以把它们识别出来。

图27乙是倾伏背斜的航空象片，它是从飞机上向地面摄取的。在这幅象片上，可以看出，这一背斜构造的轴是东西向的，并且向东倾伏；在它倾伏的方向上，地层形成一圈一圈的向外倾斜的V字形，这就是外倾转折端。这一背斜的北翼陡、南翼缓。从象片上可以真实地显示出野外的背斜构造的实际情况。

当褶皱的倾伏和仰起连续出现时，地层会发生波浪似的上升和下降，叫做波动。当地层发生波动现象而它们的顶部岩层又被侵蚀掉时，地面上地层露头的分布是曲曲折折地像“之”字一样；在地质图上，我们可以用很鲜明的图案画出这种构造（图28）。

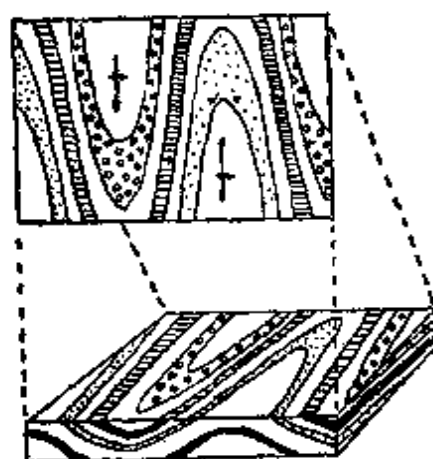


图 28 地层的波动

当地质图上的外倾转折端和内倾转折端靠得很紧时，褶皱轴间也相距得很紧密，并且延伸得较长，这说明褶皱作用发生得很剧烈，把地层压得很紧。

如果地质图上外倾转折端和内倾转折端表示得很短，顶部的地层也成为闭口的椭圆形，这就说明，这种褶皱作用并不强烈，是由局部的上升力量所造成的。我们可以比较图29中两幅图的褶皱轴的长短，顶部地层露头轮廓是尖梭状还是圆梭状都可以很清楚地区别开来。



陡长的褶皱



短的闭口褶皱

图 29

还有一种褶皱构造叫做穹窿，它是由上升的力所造成的。穹窿构造中，地层都向上隆起，露在地面好像一个椭圆

形,它的短轴和长轴的比一般由 1:1 到 1:2。在地质图上,用向外的尖齿符号来表示(如图30)。

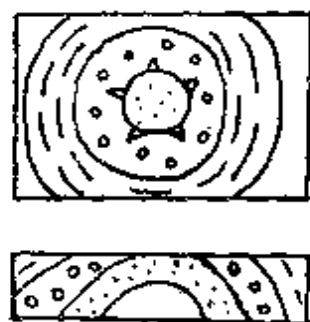


图 30 穹窿构造

保持得非常完整的穹窿构造是不多的,它的顶部很容易被破坏。在地质图上画着的穹窿构造,地层是一圈一圈的,由中心向外,地层逐渐从老到新。

我们再来看看,通过褶曲轴线把褶曲轴面平分为两半,这与褶曲构造的形状有什么关系。

如果轴面是垂直于水平面,褶曲的两翼倾向相反而倾角相同,那么,褶曲两翼是对称的,叫做对称褶曲(图31)。

如果轴面和水平面是斜交的,它的两翼就不对称,两翼的倾角也不相同,这就称为不对称褶曲。在地质剖面图上,我们可以看出两翼倾角的不一样的现象(图32)。

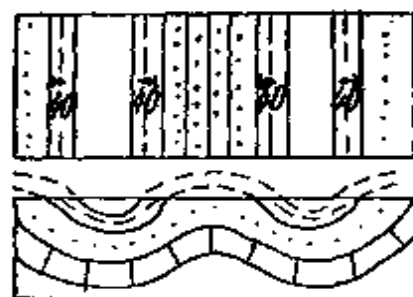


图 31 对称褶曲

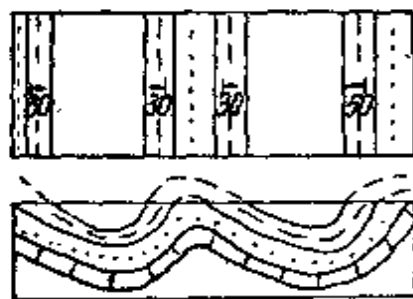


图 32 不对称褶曲

在褶曲地质图上,如果只画出岩石的分布情况而没有画出产状要素符号,看图时就容易看错。如图33所示,它的地层虽然呈环状分布,如果没有注上产状要素符号,就会把它看作是背斜,也可能看作是向斜,也有可能当成地层是水平的小丘,或者当成地层是水平的洼地。因此,在地质图上必

须正确地标注产状符号。

各种背斜或穹窿构造，当它们的顶部和底部有致密的页岩、粘土等作为盖层和底层，中间又夹有渗透性好的砂岩或砾岩时，这常常是储集油、气的好地方。因为构造运动时，使储油层倾斜，会把油驱到可能达到的最高位置去。因此，在石油勘探时，详细研究和正确表示各种背斜或穹窿构造是很重要的（如图34）。

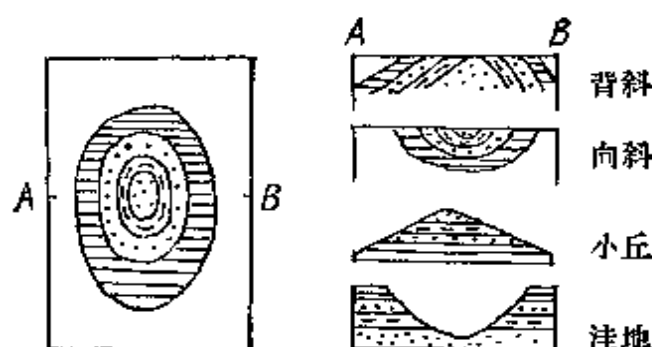


图 33 没有绘出地层产状要素的褶曲

四、断层构造和符号

如果在地壳运动的时候，地层发生断裂并沿着断裂的切口移动，这种现象叫做断层。断层有很多形式，表示在地质图上的形式也各不相同。

不仅水平的地层可以发生断裂，单斜构造褶曲构造的地层也可以发生断裂。甚至发生过一次断裂的地层也可能发生第二次第三次（或更多次）断裂。这样，就使断裂的形式更加复杂起来。这时候，断层符号可能和单斜符号褶曲符号一同在地质图上出现。

， 应该在地质图上表明断层面的走向、倾向和倾角。

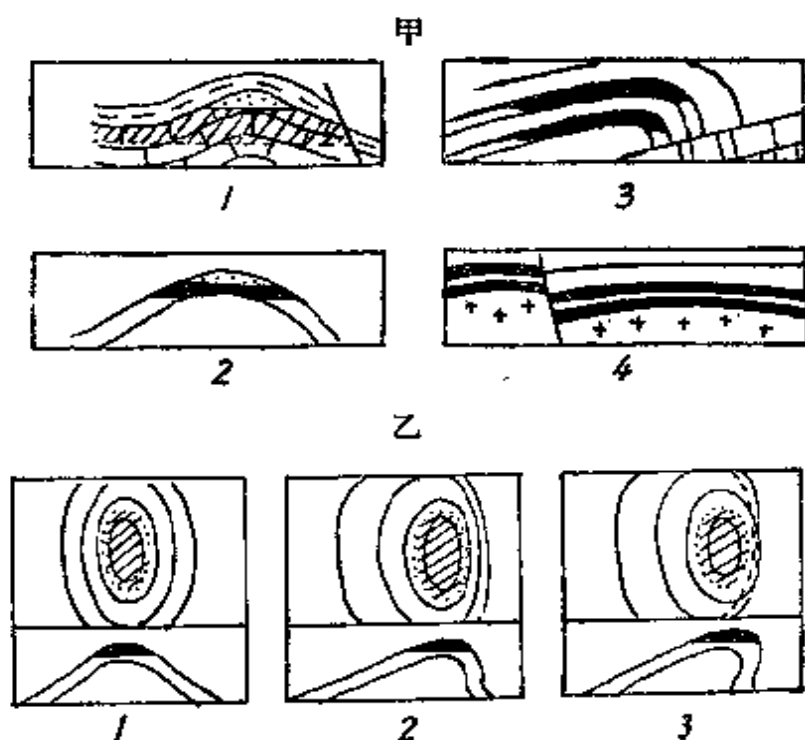


图 34 背斜构造与油、气聚集

甲，1—背斜中的块状油、气藏；2—层状穹窿油、气藏；3—被破坏的背斜油、气藏；4—被断层切割的平缓背斜油、气藏
乙，1—对称褶曲；2—不对称褶曲；3—倒转褶曲

发生断层时，断层面的断裂岩层叫上盘，断层面下面的岩层叫下盘。按照断层发生时上盘和下盘运动的位置关系，我们可以把断层主要分成正断层、逆断层和平移断层三种类型（图35）。

正断层是指断层面上部叫做上盘的岩层，沿着断面向下滑落，也就是沿着断层面倾斜方向滑落，这是由于地层两端张性的拉力所造成的。在剖面图上看起来，上盘的岩层沿着断层面的斜坡向下滑落，在平面图上看起来，原来的岩层被拉开了，在断层带上露出了它下面的老岩层。

在地质图上，断层面的走向用直线表示，倾向用箭头画在同它相垂直的位置上，在走向线上同倾向相一致的地方附

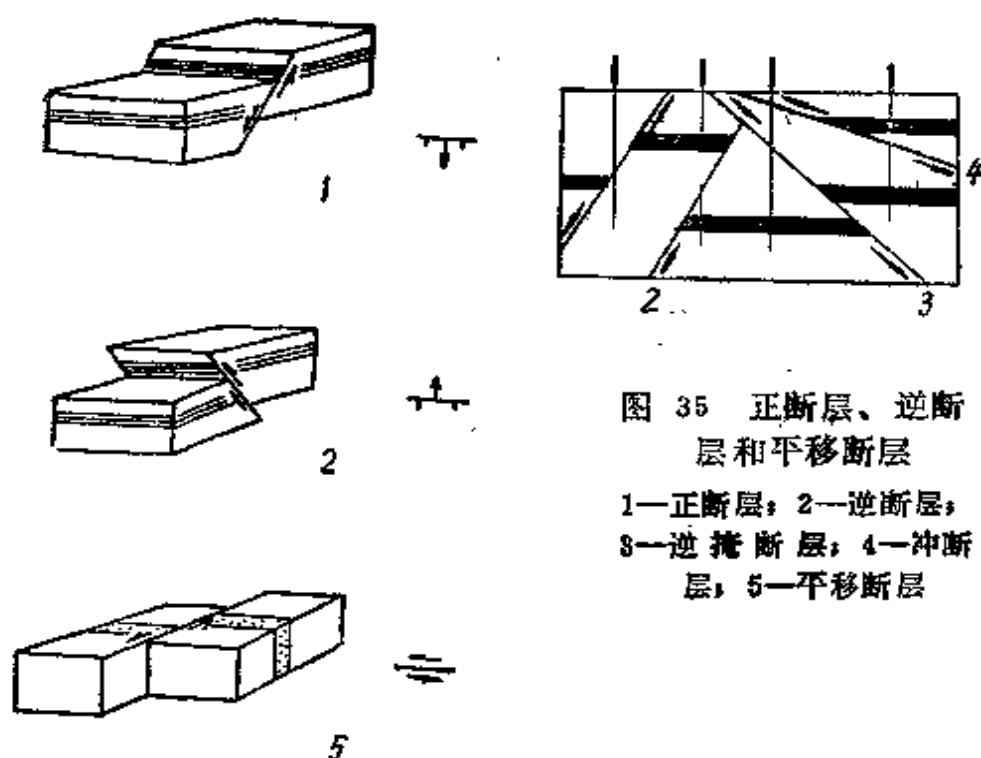


图 35 正断层、逆断层和平移断层

1—正断层；2—逆断层；
3—逆掩断层；4—冲断层；5—平移断层

加两支垂直的小短划，来指出上盘滑落的方向。这是正断层的符号。

逆断层是断层面上部的上盘地层向上滑动，把下盘地层掩盖了一部分。这是由于地层两端受到压性的相挤的力之作用而造成的。在剖面图上，我们可以看出上盘岩石沿着断层面上向上滑动的图形。在平面图上看，因为一部分地层被掩盖，地层就显得缩短了。逆断层的符号中指示上盘滑动方向的两支垂直小短划在箭头的另一侧。逆断层中还可分为逆掩断层和冲断层等类型（图35中之3、4）。

地层水平方向的扭力使地层产生断裂移动，这称为平移断层。这种断层水平地把地层从原位折断而推开，它的运动方向是：一边沿着断层面前进，另一边相对沿着断层面后退。平移断层的符号是在走向线的两侧，一边画着一个前进

方向的箭头，另一边画着一个反方向运动的箭头，表示左右两盘方向相反地移动着。

另一种说明断层的方法是按照断层面的走向和被切断的地层走向关系来区别。这可以分为横断层、纵断层和斜断层。

被断层所切断的岩层走向如果同断层面的走向相垂直时，便叫做横断层（图36）。发生横断层以后，地层便产生上下运动；这时候如从剖面上看，上升的岩层被抬高了位置，如遭受侵蚀削平后再从平面上看，地层的位置却发生前后移动，仿佛是平移断层那样，这是要注意辨明的地方。

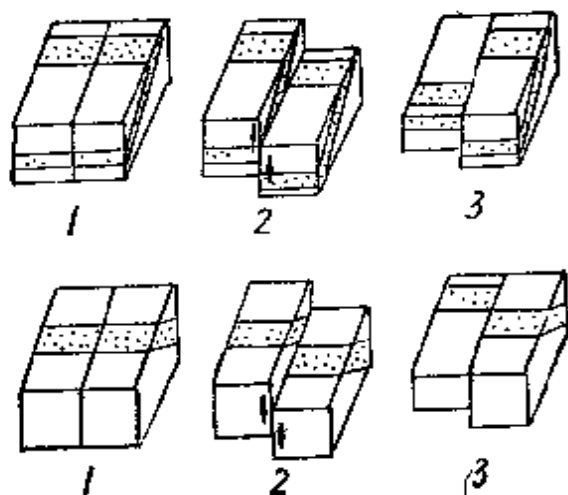


图 36 横断层

1—断层前；2—断层后；3—侵蚀削平

纵断层是指断层面的走向同岩层走向相互平行的一种断层。产生断层以后，又经过侵蚀作用，地面上会有相同地层重复出现的现象，或者是部分地层消失了的現象。但在发生断层之后，地层的走向是没有改变的（图37）。

如果地层的走向同断层面的走向是斜交的，就叫做斜断层。发生斜断层以后的情况，在剖面图上和平面图上，都可

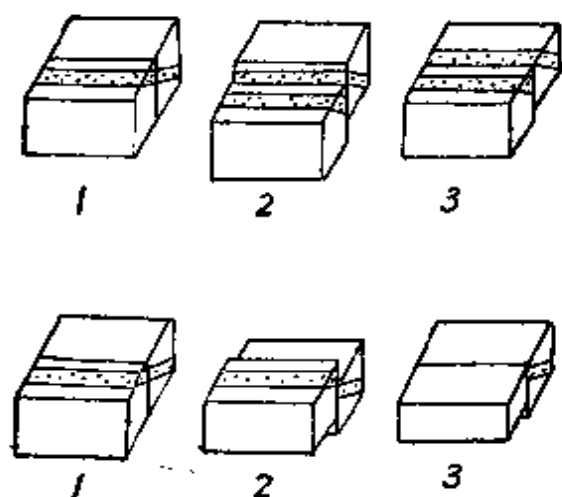


图 37 纵断层

1—断层前；2—断层后；3—侵蚀削平

以看见相同岩层重复出现的现象（图38）。

也有不是全部地层都发生上下或前后移动的，中间有一部分地层还是联系着，而两边地层沿着断层面作反方向的旋转运动，这叫做枢纽断层（图39）。

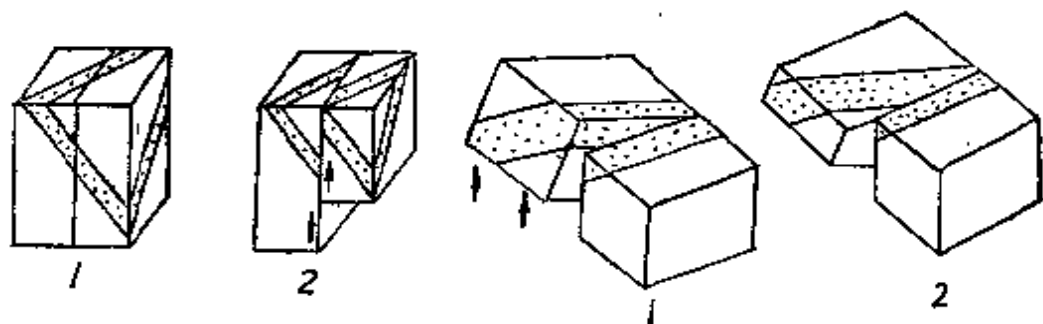


图 38 斜断层

1—断裂前；2—断裂后（地层重复）

图 39 枢纽断层

1—断裂后；2—断裂前

枢纽断层发生的结果，使地层原来相同的走向现在不一致了。在地质图上，可以看出上下盘地层走向斜交的现象。

综合以上的介绍，看看下面两幅地质图上绘制的是什么样的断层。

如图40所示，断层面与地层走向近似垂直，应该是横断层；而上盘地层是向上运动的，应是逆断层；我们称这样的断层为逆横断层。

如图41所示，断层面的走向与地层的走向近似平行，这应称为纵断层；而上盘又是向下运动的，这应是正断层；我们称这样的断层为正纵断层。

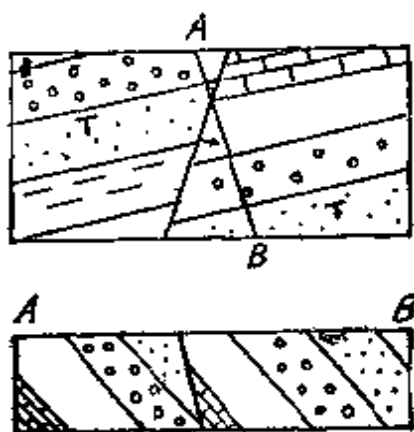


图 40 逆横断层
(下盘向下，上盘向上，断层线同岩层走向垂直)

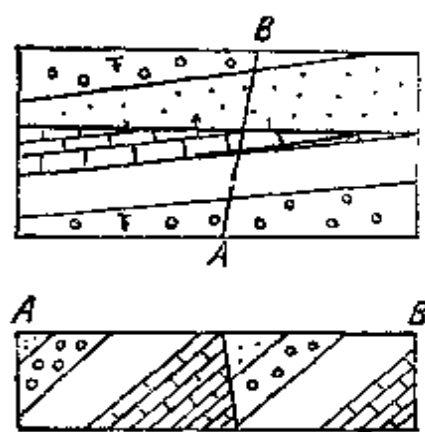


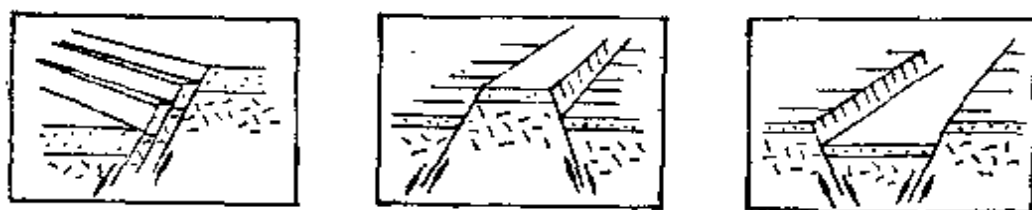
图 41 正纵断层
(下盘向上，上盘向下，断层线同岩层走向近于平行)

以上所谈的都是单独发生的断层现象在地质图上表示的方法。但在很多情况下，在一个地区中，许多断层同时存在成为一个断层系，这种现象表现在图上，符号就比较复杂一些。

许多正断层平行地排列着，断裂后的地层成为一级一级的，好像阶梯，这种断层叫做阶梯断层。在地质图上，可以从平行排列着的正断层符号中看出阶梯断层。

如果地壳表面有两个断层面方向相反的正断层发生，使它们中间的地块上升，这就叫做地垒。

同地垒相反，两个相对的正断层，使中央的地块下降，



阶梯断层

地 垒

地 堑

图 42

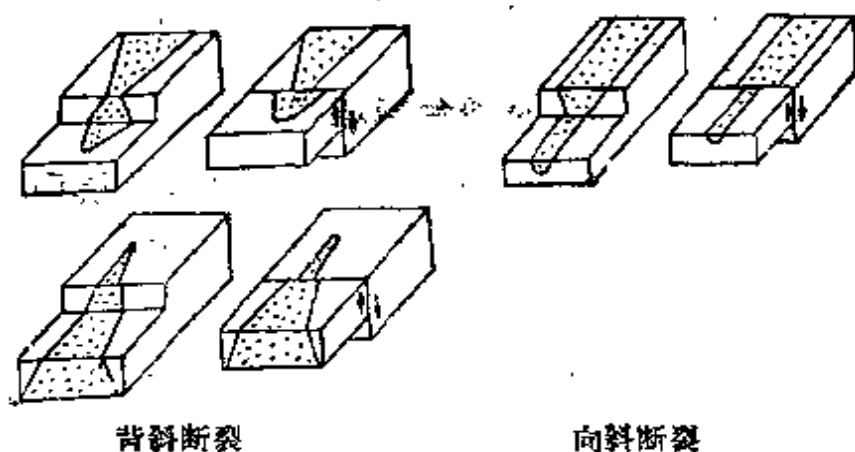
叫做地堑（如图 42）。

其实，地堑和地垒是一系列阶梯断层的一部分。

如果发生过褶曲作用的地方再发生断裂，我们又怎样去辨别哪一盘上升，哪一盘下降呢？

我们知道，背斜两翼的地层总比顶部附近的地层展开得宽些，发生断层以后，如果在地质图上发现，上下两盘地层展开的宽度不等时，宽的一盘总是从翼部由下向上抬升的；窄的一盘总是由顶从上向下降落的。

向斜构造如果被断层割裂，情况恰巧相反，因为向斜的顶部在下，两翼在上，如果地质图上发现地层宽窄不一致时，窄的一盘是向斜顶部由下向上抬升的一盘，宽的一盘，却是从翼部自上向下降落的一盘（图 43）。



背斜断裂

向斜断裂

图 43

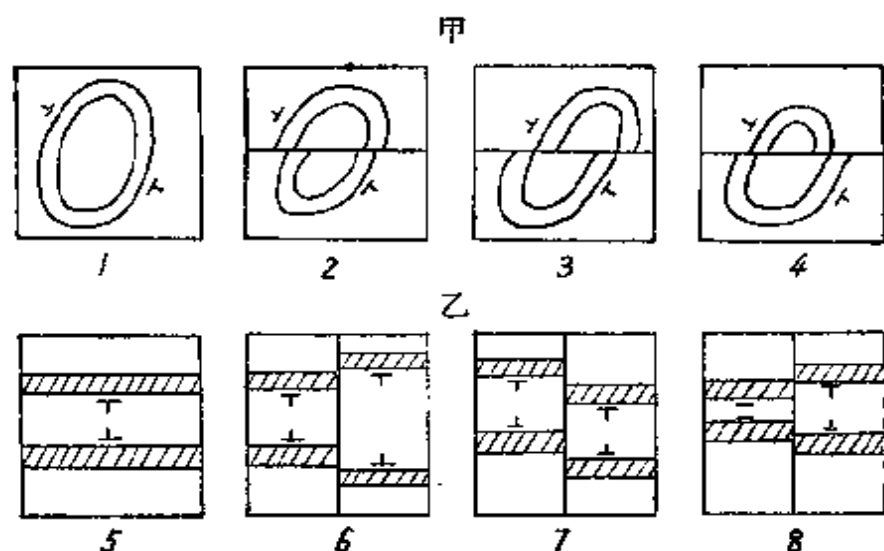


图 44

甲：穹窿的断裂

1—断裂前；2—南盘下降；3—平移断裂；4—北盘下降

乙：向斜的断裂

5—断裂前；6—东盘下降；7—平移断裂；8—西盘上升

至于穹窿受断裂后，其情况和背斜一致（如图44）。

断层作用对于油层和煤层的影响很大。有时油、气可以沿着断层面向上移动形成通道；当断层面是不渗透地层时，又能把油、气层挡住，或分别把它们断开。由于断层面起着分隔油层的作用，如果又是渗透力弱的岩层，就会使地层封闭，形成的油、气藏，称为断层遮挡油、气藏（图45）。

五、不整合构造和符号

在野外，我们常可发现两种构造不同的地层重叠在一起的现象，这叫做不整合构造。这是由于地壳抬升沉积作用发生了间断，使原来的地层及构造受到侵蚀削平之后，地壳又发生了下沉，重新堆积了新地层，使新老地层之间，构造和地层都不相衔接所造成的。这也称为构造的不整合现象。

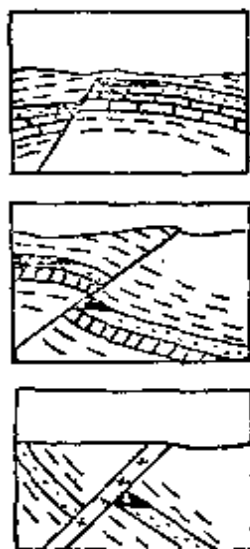


图 45 断层和石油的储集

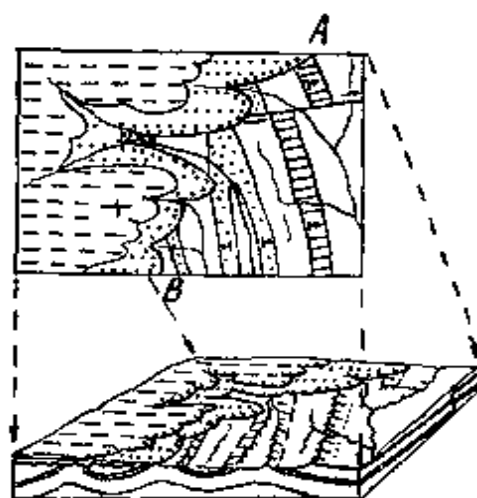


图 46 不整合构造 (一)

上层—水平构造；下层—褶曲和断层构造

这两种不同性质、不同构造的地层叠在一起的接触面叫做不整合面。不整合面上有时还可以发现受侵蚀后所形成的砾石层，砾石层如已胶结，可以形成底砾岩。在剖面图上这种性质的不整合面是用曲线和点线来表示的，这也就成为两种不同构造、不同地层的接触线了。

如果不整合面上部的地层被侵蚀了一部分，露出了下层的岩石来，这时候在地面上可以看出上下两种地层露头曲曲折折的接触线来，这条接触线就叫做不整合线。在地质图上，不整合线是用一条粗的曲线和点线来画的，曲线的一边画着不整合面下部岩层，曲线的另一边画着不整合面上部的岩层。

例如图46中，表示了下部是受到平移断层割切的波状褶曲构造，上部是水平地层两者相接触的不整合现象。

图47中表示了上部的水平地层覆盖在一个向斜构造地层

的削平面上的不整合现象。

有时候，不整合面上部的地层和不整合面下部的地层，构造是一致的，也就是说，地层虽是互相平行的，但发生过沉积间断，这种现象叫做平行不整合，或叫假整合（图48）。在剖面图上，上下地层之间用间断的横线来表示。

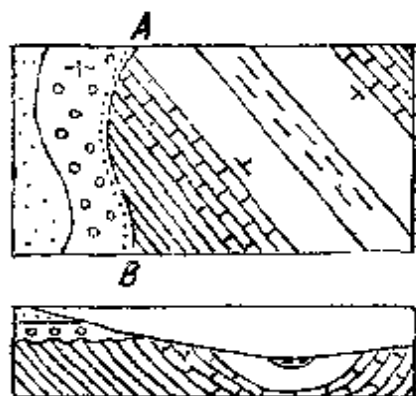


图 47 不整合构造（二）
上层—水平构造，下层—向斜构造



图 48 平行不整合

不整合面上的风化碎屑物质渗透性好，空隙度高，如果它的上面所覆盖的地层不渗透，油、气进入以后，就造成了地层遮挡油、气藏。所以不整合面对于油、气的储集关系很大。各种类型不整合油藏的例子，参见图49。

不整合面也不一定是水平的，有时也有高低起伏。在长期的侵蚀中，致密的岩石（如结晶岩和石灰岩等）露出于地面，造成地形上相当大的高低起伏，有时形成了真正的山丘和山岭，碎屑物质就堆积在它们的斜坡上。随后，海水的迅速入侵，这种高低起伏的地形没有来得及变为平坦，就被淹没在新的沉积物下面，形成了潜伏山脉，又称潜山。在潜山的顶部，受古风化作用形成了高孔隙带及高渗透带，往往可形成块状油、气藏。

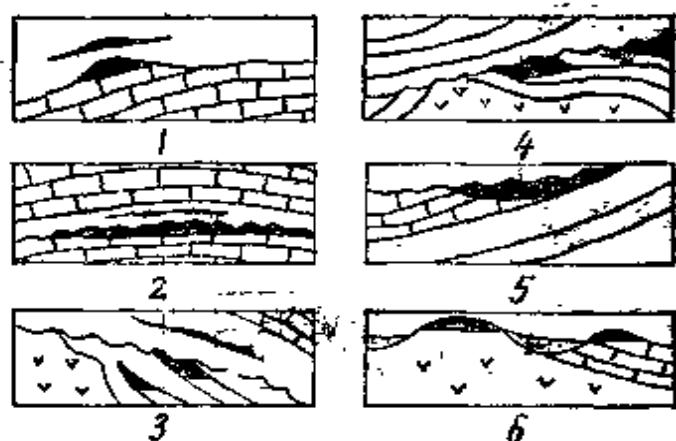


图 49 各类型不整合油藏

1—侵蚀残余潜丘凸起油藏；2—平缓穹窿状的地形凸起油藏；3—构造顶部凸起油藏；4—潜伏拱形隆起油藏；5—隆起斜坡上的地层油藏；6—古代潜伏侵蚀地形凸起油藏

六、岩浆岩的产状和图示方法

岩浆岩有侵入岩和喷出岩两大类产状，它们的图示方法是各不相同的。

属于岩浆侵入作用所造成的产状有岩床、岩盘、岩盆、岩饼、岩墙、岩基等几种（如图50）。

岩床是在倾斜和缓的覆盖层中，岩浆沿着地层的夹缝中侵入进去而形成。在剖面图中看起来，它同沉积岩或其他的岩浆岩形成互层。厚度不大的岩床通常叫做层状岩脉。在平面图上，它呈狭长的条带状，走向同被它所侵入的岩层一致。

岩盘的样子在地质图上看起来好像是向上凸起的大面包。这是侵入到平铺地层中去的岩浆把上面所覆盖的岩石顶起来所造成的。岩盘的中心厚，边缘薄，它的底部一般是比较平的，但也有向上凸起的样子。当岩盘的顶部被侵蚀，出露在地质图上的轮廓是一个椭圆形。

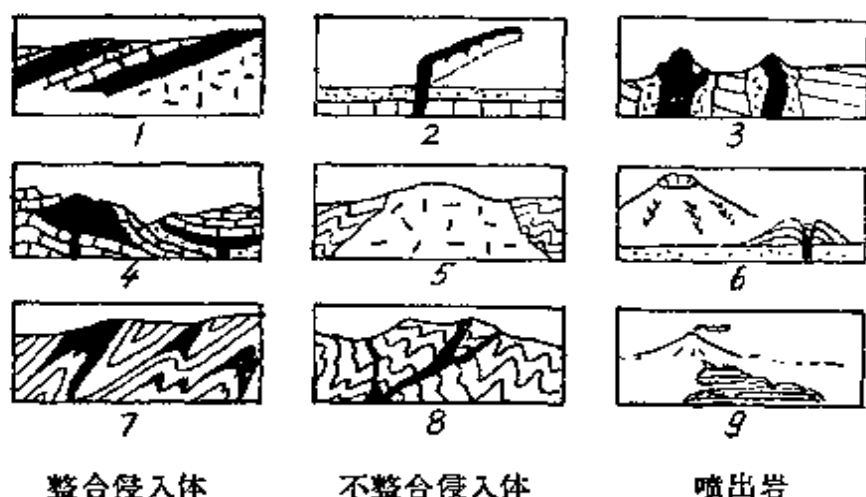


图 50 岩浆岩的产状

1—岩床；2—岩墙；3—火山颈；4—岩盆、岩盆；5—岩基；6—火山
锥；7—岩饼；8—岩脉；9—岩流

岩盆是一个像盆子似的侵入体，这是岩浆侵入到盆地构造中造成的。岩盆的上面和下面的地层都向中心倾斜。在剖面图上，岩盆呈现出向下凹的扁豆状。在平面图上，它却像一个环（如图51）。

岩饼是在褶皱作用时，地层发生弯曲，夹层中的空洞被岩浆填满后形成的。它被关闭在背斜的顶部或向斜的凹槽中。在剖面图上，岩饼的形状像弯曲的透镜似的。

岩墙，也叫割切岩脉，是岩饼沿着地层的裂缝充填起来而造成的。它切穿岩石的层理。在剖面图上，呈直立的长条状。当它出现在地表时，却直立着很像墙壁；在平面图上，像一条宽带（图52）。

最大体积的侵入体是岩基。它分布的面积常达数十、数百平方公里，表面成弓形，底部很庞大，在地质图上，它的形状很不规则。

喷出岩是火山喷发时造成的岩流。

火山的上部成为一个锥形，这是火山爆发时从火山口内

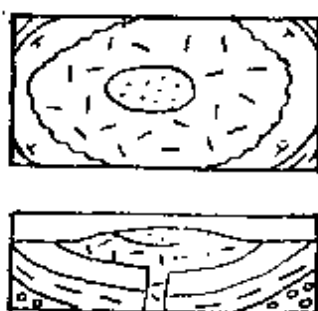


图 51 岩盆

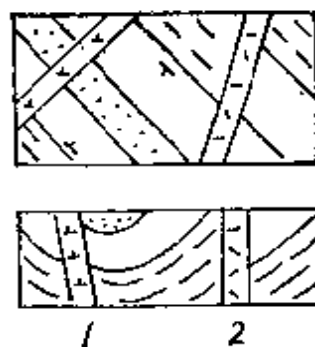


图 52 岩墙

1—岩墙穿过向斜构造；2—岩墙沿断层线侵入

喷出的碎屑和火山灰堆成的。它的四周，包围着流出来的岩流。在地质图上，应标明火山口的位置、火山锥和岩流的分布界线。

在岩浆岩与沉积岩接触处形成石油聚集，图53是一个例子。当沉积岩层被岩浆岩侵入，发生隆起并被封闭时，石油在封闭的地方聚集。石油是在岩浆侵入以后才运移来的。如果石油的聚集是在岩浆侵入以前，形成的石油聚集就易被破坏。

但是在火山口较远处，地温梯度增高，反而可促使油、气的形成和运移，使有机质充分地转化为油、气，所以，原油颜色浅，有机质少。

地质图上常用的构造符号见图54。

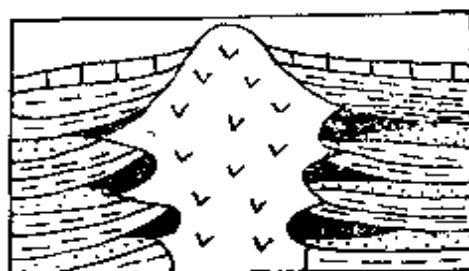


图 53 穹窿遮挡油藏（以火山颈为核心）

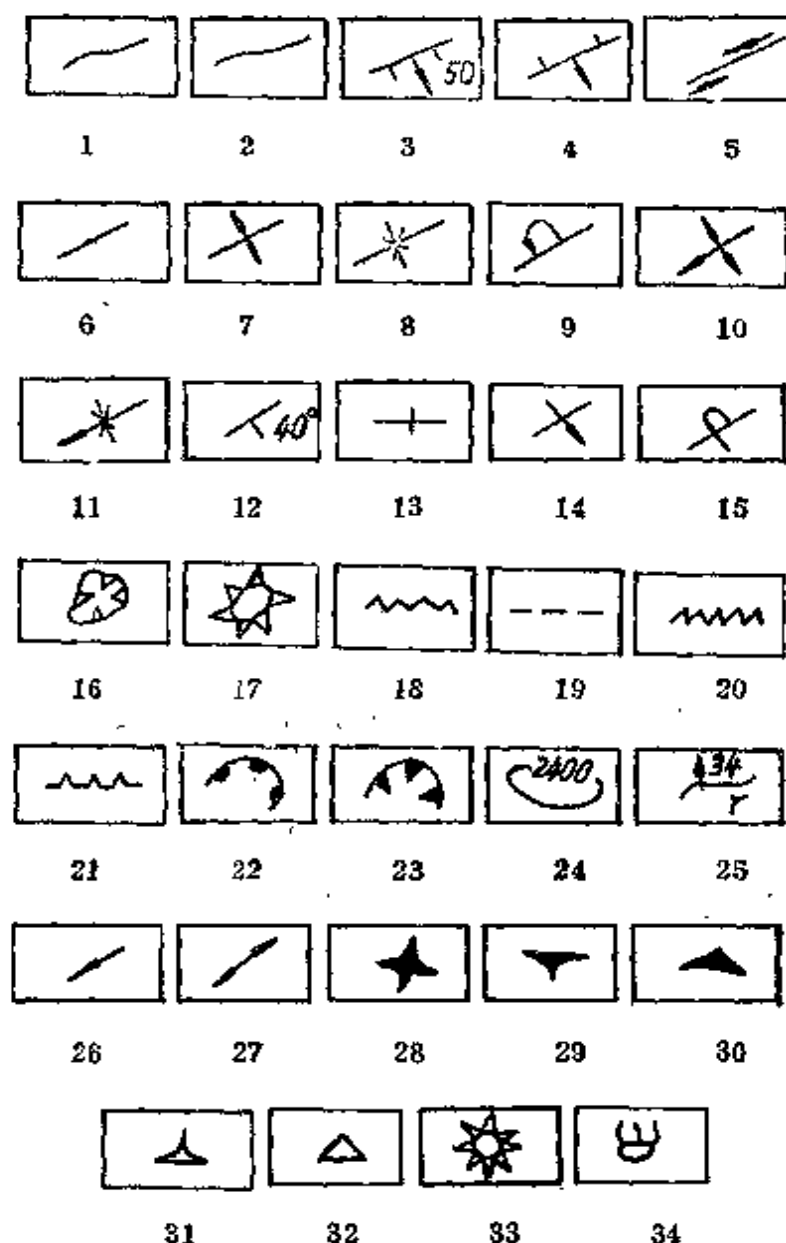


图 54 地质图上常用的构造符号

1—地质界线；2—地层不整合界线；3—正断层（红色）；4—逆断层（红色）；5—平移断层（红色）；6—性质不明的断层（红色）；7—背斜轴；8—向斜轴；9—倒转向斜轴；10—倾伏背斜轴；11—倾伏向斜轴；12—岩层走向、倾向、倾角；13—水平岩层产状；14—垂直岩层产状；15—倒转岩层产状；16—盆地；17—穹窿

（新生代用黄色，
中生代用橙黄色）

第五节 地质图是怎样说明

地质现象的

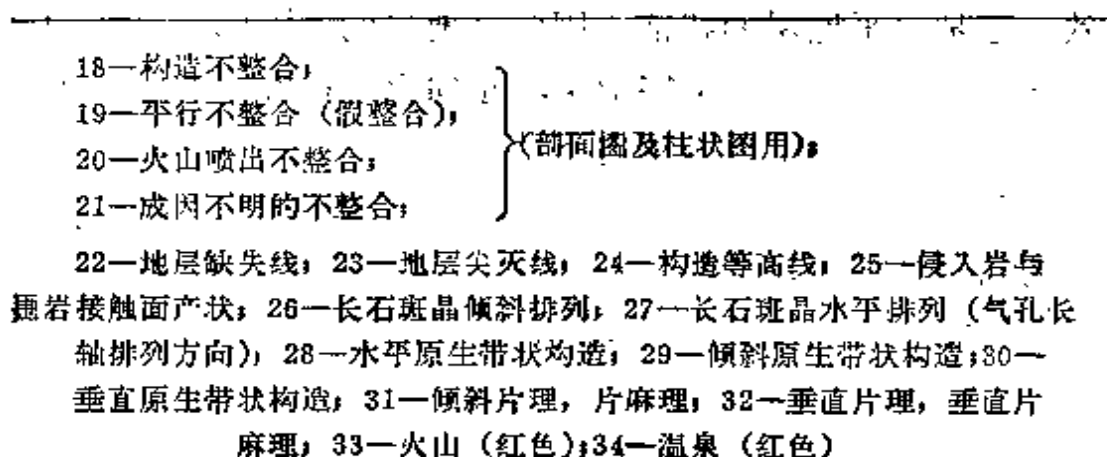
谈到这里，我们已经将地形图、岩石和构造符号的简要意义叙述完了。它们是地质图上的基本要素，我们根据这些符号来理解地质图就可以基本不感困难了。这一节，我们准备根据一些地质图的实例来进一步分析，看地质图是怎样说明地质现象的。

看图的次序，先应根据等高线了解地形的特点，起伏变化，然后注意岩层的分布，是什么构造，它与地形有什么关系。

现分别举例说明几种地质图。

一、水平构造地质图

图55所示，是一幅水平构造的地质图，先根据等高线来



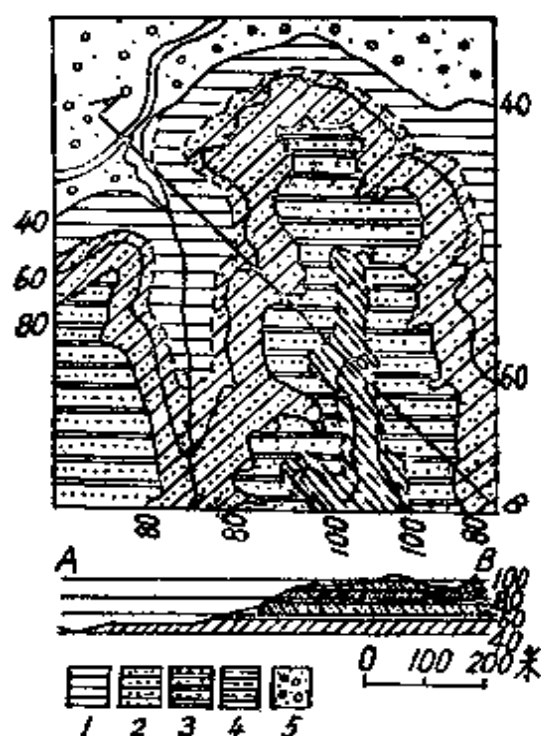


图 55 水平构造地质图

1—石炭系下部页岩；2—石炭系上部砂岩；3—二叠系下部石英岩；4—二叠系上部泥质砂岩；5—近代河流冲积砾石层

认识地形。等高线的间距为20米。

从图上我们可以看出，地形东南高西北低，东面是一长山脊，由南向北逐渐低缓，山顶最高为100米，西面是一低山脊，也自南向北延伸，在二山脊之间，是一由南向北敞开的谷地，谷地中有一小河，由南向北流入主干河道。支流和主干交汇的地方不到40米。

再看地层的轮廓线是完全和等高线相

平行的，也就是说，地层的轮廓线的曲折同等高线的曲折相一致，这是水平地层的特征。因此，地层的界限同等高线的走向一样，在河谷中，V字形尖端指向上游；在山脊上，地层的轮廓线的U字形顶端朝向下游。

从图上，我们还可以读出每一地层的厚度来。因为等高线的间距是20米，如果地层的分布界线处在二等高线中间时，看它所在的位置，可以估计地层所在的高程。例如图55所示，石炭系下部页岩下限高40米，上限约55米，岩层厚约15米。石炭系上部砂岩下限高55米，上限高80米，岩层厚约

25米。

从图上可以看出，自下而上的地层是由老而新的平铺着。它的顺序是：

石炭系下部页岩是本区最老的地层，出露在河谷中；其次是石炭系上部的砂岩，二叠系下部的石英岩，它们自下而上——一层一层地平铺上来，最上部组成这幅地质图中最高山脊的岩石是二叠系上部泥质砂岩。河流两旁堆积的是第四系的冲积砾石层。

从剖面图上看起来，这些岩石一层一层地平铺着，彼此是互相连续的，中间没有沉积间断的现象，所以我们叫这种构造是整合的水平构造。

二、单斜构造地质图

图56是一幅单斜构造的地质图，地形的底图与上一幅图相同。

从地层的产状符号可以看出，所有地层的走向是北东—南西，倾向是北西，所以我们叫它为单斜构造。

从地层的轮廓线与等高线的各交点，可以求出地层的走向和倾向，其方法可参考本书第39至45页。

在这幅地质图上，地层的新老次序可以这样认识出来，越向西北，地层越新，越向东南，地层越老。

根据图例可以看出，各种符号代表的是什么时代，什么岩石。根据地层从老到新的次序由东南向西北的次序看上去，应该是：

- 下侏罗统以前的岩浆岩；
- 中侏罗统的粗砂岩；
- 上侏罗统的灰岩；

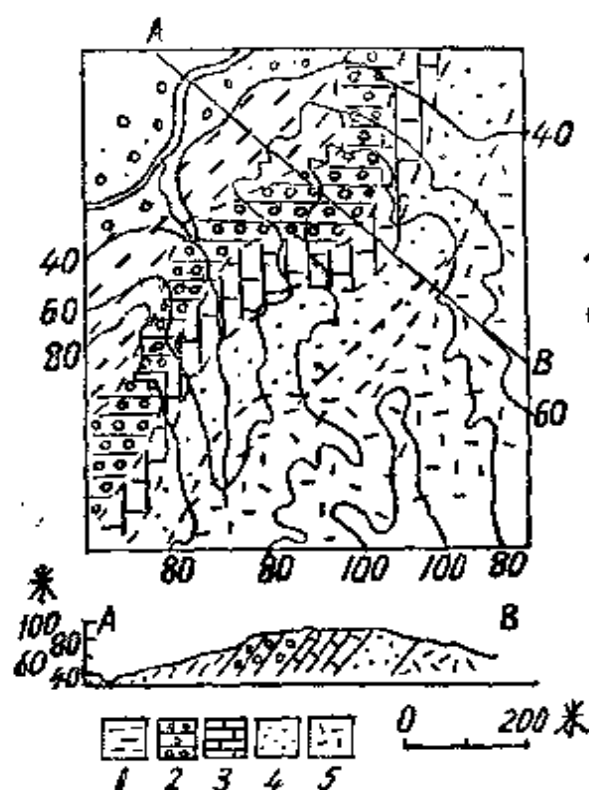


图 56 单斜构造地质图

1—上白垩统粘土层；2—下白垩统砾岩；3—上侏罗统灰岩；4—中侏罗统粗砂岩；5—下侏罗统前的岩浆岩

下白垩统的砾岩；

上白垩统的粘土层。

我们根据地质图上的地形起伏和地层的走向，由西北到东南与地层相垂直的方向画出剖面图。在剖面图上可以看出倾向一致的地层顺着倾斜方向由老到新地排列着。

三、褶皱构造地质图

褶皱可分向斜和背斜两个大类。在地质图上，褶皱轴两侧的翼部地层都是互相对称的，这一特点可以将褶皱构造同

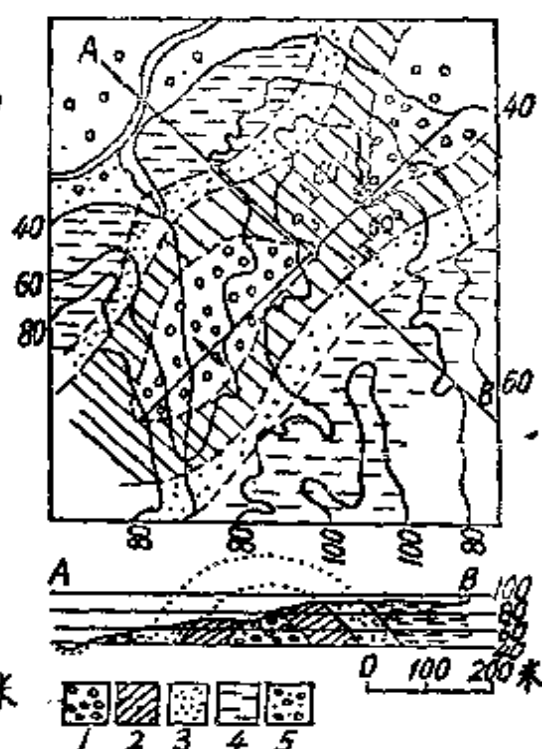


图 57 背斜构造地质图

1—上三叠统砾岩；2—下侏罗统硅质页岩；3—中侏罗统粗砂岩；4—上侏罗统页岩；5—近代冲积砾石

其他构造明显地分开。

图57是一幅背斜构造地质图。这个背斜构造轴部的走向是北东—南西，在图上特别看得明显的现象是：褶曲轴两边的地层是互相对称的，轴的左边有什么地层，右边也有什么地层；但是，褶曲轴左右地层排列的次序恰巧相反。

为什么说这是背斜构造呢？

第一个现象是，褶曲轴左右地层的倾向符号是相反的；

第二个现象是，褶曲轴中心的地层最老，越向两边地层越新，这是由于地面的侵蚀作用已经将褶曲构造的顶部地层蚀去，最老的地层在轴部露出，较新的地层在两翼出露。

从等高线和地层轮廓线的交点可以看出，左翼地层和右翼地层的走向是大致平行的，倾向相反，倾角却相同，所以这还是一个对称的背斜褶曲构造。

根据岩石和它们的年代顺序，可以把地层从老到新，排列成这样一个次序：

上三叠统的砾岩；

下侏罗统的硅质页岩；

中侏罗统的粗砂岩；

上侏罗统的页岩；

河谷中堆积着第四系砾石层。

画在地质图下面的，是一幅同背斜轴相垂直的剖面图，可以把背斜构造表示得很明白。

在复杂褶曲地区，背斜与向斜总是一同出现的，地层起伏好像波浪。如果褶曲轴与地平面不是平行而是形成一定交角，那么，背斜的倾伏和向斜的昂起又会在地质图上组成另一种形式的图案。

图58是一幅被侵蚀以后波状起伏的褶曲地质图。在图上，

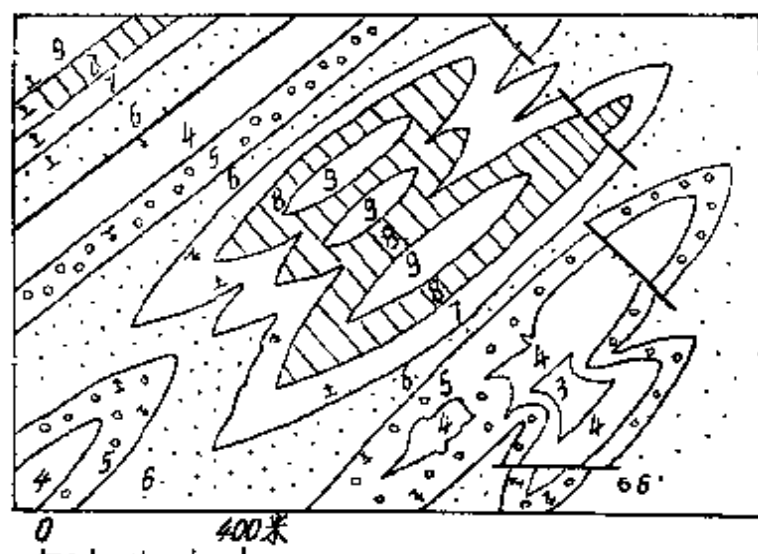


图 58 波状起伏褶曲地质图

向斜或背斜褶曲轴部的地层轮廓线表现出椭圆形的样子，边缘部分的地层成为“之”字形的条带状。

图上所注的数字是从老到新排列的，数字的值越小，表示地层越老，埋藏在地下越深。这样，我们可以发现，如果由轴部向两翼看，地层由老到新，就是背斜；相反地，如果轴向两翼，地层由新到老，就是向斜。

由于褶曲轴的倾斜，向斜的两翼和背斜的两翼地层是互相连续并且发生转折，于是造成了褶曲的转折端。在图上可以看出，每一个构造轴的尖端地层都是经过转折的。

地质图的中部，是三个连续的向斜构造，褶曲轴北东—南西向，且互相连接起来，成为一个复向斜构造。每一个向斜构造的尖端都是内倾转折端。

图的东南角是两个背斜，也可以连接成一个复背斜。每个背斜构造的尖端都是外倾转折端。

在这幅地质图上，有些地方曾经发生过断裂，我们将留在断层地质图中说明它。

四、断层构造地质图

断层现象在地质图上有以下几个特征：（一）地层不连续，沿断层线错开；（二）同样的地层重复出现；（三）缺失一部分地层；（四）露头走向发生很大的变化。以上特征，凡具有一个或者几个时，都有可能是断层现象。

在水平地层上，在单斜或褶曲的地层上，都会发生断层。因此，我们看地质图时，要先查清地层原来的构造是什么样子。

例如图59是一个谷地，所有地层都向南倾斜，为一单斜构造。由于同地层走向相垂直的断层把单斜构造地层割裂，使地层东西不连续，这种断层叫做横断层。

根据上一节断层构造符号中谈过的原则，再参看横断层的形式和平面图上所画的图样，可以认为东侧的地层是下降的一盘。因为单斜构造经过横断层切割，又经过侵蚀削平以后下降的一盘要比上升的一盘位置要后退一些。

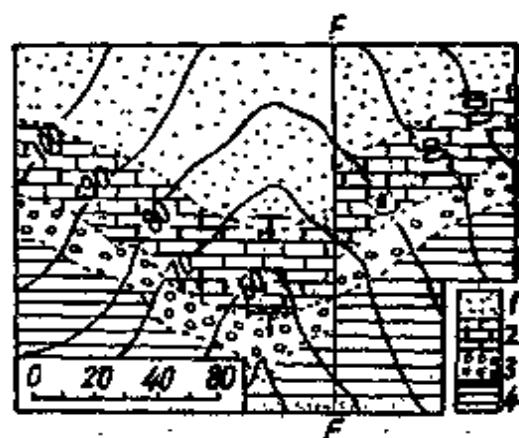


图 59 断层构造地质图
(横断层)

FF—断层线；1—砂岩；2—灰岩；
3—砾岩；4—页岩

在图60上，可以看出断层线同地层走向线相一致的现象，这是纵断层地质图。图上的特征是地层前后重复出现，断层线以北有灰岩、砾岩和砂岩的露头，断层线以南也有灰岩、砾岩和砂岩的露头。当图上的单斜地层北半段断裂

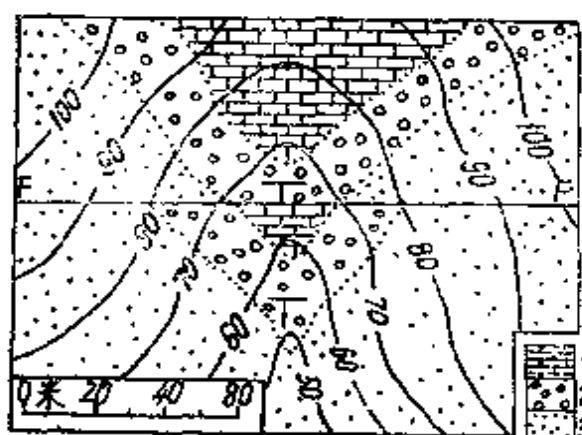


图 60 断层构造地质图 (纵断层)

FF—断层线；1—灰岩；2—砾岩；3—砂岩

(参见图58)。

图的西北角上的逆断层破坏了一个背斜构造，断层线北东—南西向，褶曲轴的走向和地层的走向也都一致。断层的上盘（东南侧）向上移动，把地层“5”掩盖了，这种断层叫做逆纵断层。

我们需要特别注意图东北角上发生的向斜内倾转折端上的断层。图上所见是地层宽窄的不连续，因为向斜构造宽的翼部在上，窄的顶部在下，下降的一盘总比上升的一盘来得宽些，所以宽的一盘是下降的一盘。

发生在背斜外倾转折端上的断层情况恰巧相反，因为背斜窄的顶部在上，宽的翼部在下，上升的一盘要宽于下降的一盘，下降的一盘要窄于上升的一盘。这就是地质图上东南角的背斜构造发生了断层以后所表示出来的图形。

五、不整合构造地质图

两个产状要素不同、地层性质也有区别的图形如在一起，

下降，南半段断裂上升，再经过侵蚀削平，平面图上会出现地层重复的现象。所以这幅地质图北边是下降的一盘；或南面是上升的一盘。

至于褶曲地区发生断裂现象的地质图，我们仍可举第五节第三项所提到的例子来说明

地质图上就会表示出两种不相协调的图案。造成不整合构造的两个新老岩层，它们的时代也是不相衔接的，中间会发生地层缺失的现象，这表示了在这两种地层的形成过程中发生过地壳运动，改变了下面一套地层的产状，并且侵蚀掉它的一部分。

举图61为例：分布在谷地中有两套产状要素不相同的地层，它们都重叠在一起。无疑的，这是不整合构造的平面图形，这两套地层的交接线称为不整合线。

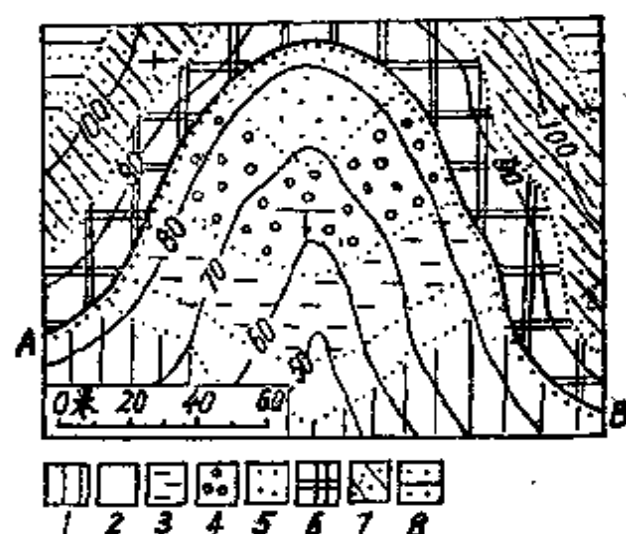


图 61 不整合地质图

1—泥盆系；2—石炭系；3—下二叠统；4—上二叠统；5—三叠系；
6—上白垩统；7—始新统；8—渐新统

年代较老的一套地层分布在85米高程以下的谷地中，向南倾斜，是单斜构造；年代较新的一套地层掩盖在较老的一套地层之上，高程在85米以上，是水平构造。

由图例看来，上白垩统的地层直接覆盖在三叠纪地层上面，中间缺少了上白垩统和侏罗纪地层。这表示在上白垩统和三叠系之间的年代里曾经发生过地壳运动，把下层的地层

倾斜地掀起，这时候沉积作用停止了，而且一套较老的地层也遭受到侵蚀。直到上白垩统时，地盘才下降，然后沉积作用继续进行；这段地质历史，就是这张不整合地质图中所提供的。

六、复杂构造地区的地质图

在区域地质调查中，我们常常发现一个地区的地质构造往往是很复杂的，它不会只有一种构造形式，或者是断层和褶曲构造，或者又有单斜又有断层，往往有两种或两种以上的构造现象交错出现，因此，以上所提到过的各种构造原理，在看区域地质图时都是要用到的。

图62就是这种地质图的一个例子。

我们试沿着 AB 剖面来看，从西到东，首先遇到的是在高约100~150米地面上的一个白垩系砂质页岩的背斜构造，再往东南是一个向斜构造的小丘，是由第三系砾岩组成的。再向东南100多米，是一个宽达300多米的河谷，谷地中分布了第四系砾石堆积。

在河谷的东南岸，有一列南北走向、高约150米由侏罗系硅质灰岩组成的山地，在构造上，这山地属于倒转褶曲，因为它的轴面倾斜，两翼的岩层也向同一方向倾斜。

这幅地质图的最东边，是高约250米的褶曲构造山地，岩石是寒武纪的石英岩。它是很老的地层，由于逆断层作用，把它从深处抬到地面上来，并且同三叠系的灰岩断层相接触。断层线的走向近南北；这是石英岩同灰岩的分界线，也是山地同山麓平原的分界线。

在这幅地质图上，没有画上产状要素符号，地层的构造都表示在剖面图上，这在看图时是需要注意到的。

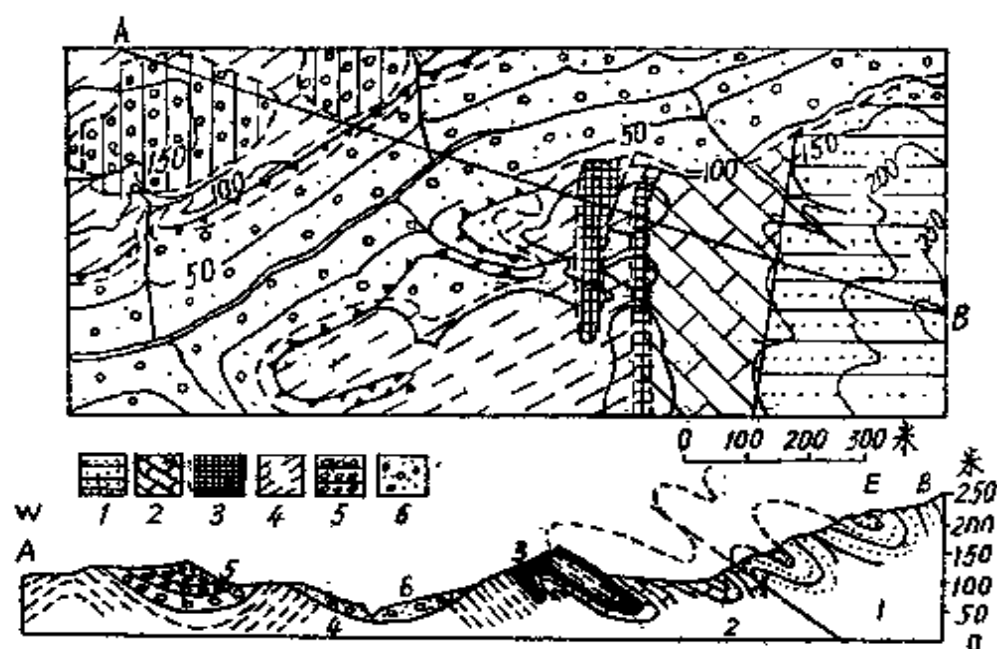


图 62 复杂构造的地质图

1—寒武系石英岩；2—三叠系灰岩；3—侏罗系硅质灰岩；4—白垩系砂质页岩；5—第三系砾岩；6—近代砾石堆积

在这幅地质剖面图上，垂直比例尺和水平比例尺是一致的，这样可以在剖面图上看出岩层和构造线的真正倾斜角度。

七、岩 相 图

把一个地区内，同时代的不同岩层，根据它们在不同的环境中所形成的不同沉积物，划分成不同的相，并用一定的符号或颜色，画成分布图，这种地质图，叫做岩相图，也叫相图。绘制岩相图的目的是为了说明，不同地质历史时期，沉积物质的性质和分布是怎样变化的，以推论当时的沉积环境如何。岩相图可用来分析哪一个地区最利于储油。编制这一种图，可用来指示找油的方向。

例如图63这幅岩相图，是划分了三段不同的地质历史时期来画的。图例中所说的基岩，指地壳隆起缺乏沉积物堆积，并受到侵蚀的地方。在钻井资料中，砂岩累计厚度大于50%

的，以砾岩、砂岩为主的，属于浅水湖相；砂岩占30~50%的泥质砂岩及砂岩占10~30%的砂质泥岩，属半深水湖相；生物灰岩分布的地区，说明当时水温适中，水域平静，沉积环境闭塞，为有碳酸盐供给的半深水湖相。至于含砂岩小于10%的泥质岩，属于深水湖相。

我们再根据不同地质历史时期的岩相图来分析，看看这一地区曾发生过什么变化。

时期①，是最老的阶段，在这段时期中，隆起的基岩面积最大，泥质岩分布的深水湖区，只局限于东北和西南角两小片地方。浅水湖区范围也不大，半深水湖区和它所堆积的砂泥沉积分布在北东—南西向的狭长地带。

时期②，分布在本区东南部的基岩面积缩小了，说明这里地壳下沉，湖水加深；半深水湖相的生物灰岩由于气候转暖，水温提高，有碳酸盐补给而大片发育；因为碳酸盐成分在冷水中是处于溶解状态的，不会大量沉淀堆积起来。在这里，生物灰岩把北东—南西向的大片“走廊”地带都占满了。

时期③，同上一时期比较起来，只除了几处孤立的基岩以外，其他地区几乎全部分布了深水湖相的泥质岩，说明了在这时期中，地壳在不断地下沉，湖水不断加深，并扩大了面积。

从这三幅岩相图上我们要特别注意的是：从岩性变化来看，先是砂岩，然后是生物灰岩，再是泥岩的沉积，是本区最主要的沉积物质，颗粒不断变细，说明它是一个缓慢下沉的沉积盆地，当然中间是具有节奏性的变化，轻微的升降运动，因为沉积物质是交互沉积的。这样的岩性组合有利于使生油层中生成的油、气，因受到压力而运移到大孔隙的地层中去。

沉积盆地被基岩在北东—南西向分割开来，有机物质搬

运的路线短，容易保存。

从图上看没有岩浆岩的侵入，因为岩浆岩的侵入会破坏有机质的积累。盆地的缓慢下沉中，没有回返现象。这种现象由构造抬升运动引起，会对有机质起破坏作用。

含砂岩10~30%的半深水湖相的砂质泥岩，在本区分布面积很广，这种岩相，如果生、储、盖层组合得很好，对储油是很有利的。砂粒太粗，对储油反而不利。同时本区生物灰岩的分布面积很广，这种岩层有裂隙，连通性好，1~2米厚就能含油。由此看出，本区对油、气生成、运移、聚积，都是有利的。

根据以上资料进行分析，对大范围内找油是有很大作用的。

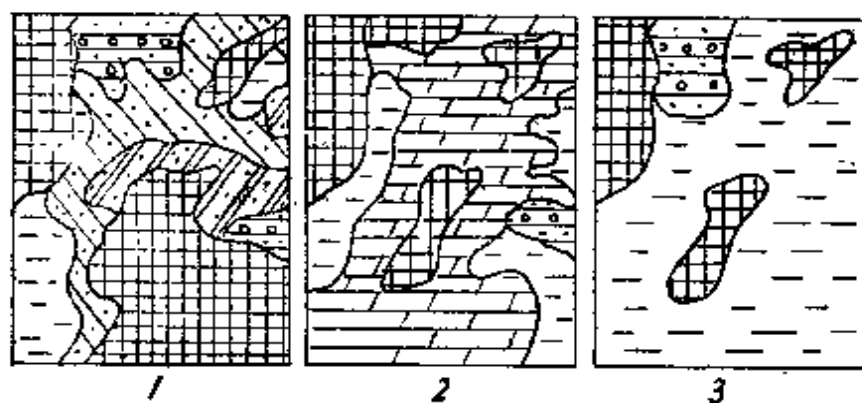
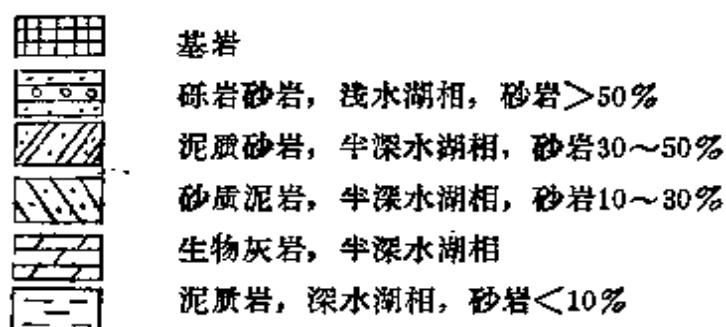


图 63 岩相图



八、地质柱状剖面图

在一个地区内调查了地质露头之后,或者经过钻井之后,把这个地区,从地下到地表,自最老到最新的全部地层岩性、厚度、化石、构造等现象,用柱状的图表表示出来,这种地质图件叫做柱状剖面图。柱状剖面图是区域地质中的重要材料,经常把它同平面地质图、地质剖面图画在一起。

例如图64就是根据地面地质资料综合以后画出来的。

地层时代	柱状剖面图	厚度(米)	累计(米)	岩层简述
白垩纪		8.5		黄褐色泥质石灰岩
		7.0	15.5	暗灰色粘土质页岩
侏罗纪		11.5	27.0	暗灰色粘土,底部是砾石
二叠纪		18.5	45.5	白色石英质砂岩,与上层不整合
		5.0	50.5	灰色石英质灰岩
石炭纪		15.0	65.5	淡红色厚层砾岩
		10.0	75.5	薄层页岩,砂岩夹煤层
奥陶纪		12.0	87.5	灰色白云岩与上层不整合
		7.5	95.0	淡黄色泥质石灰岩

图 64 地质柱状剖面图

根据这张柱状剖面图来看,这个地区最老的是奥陶纪的地层,最新的是白垩纪的地层,其中有两个不整合。一个是侏罗纪地层直接和二叠纪的地层相接触,中间缺失了三叠系;另一个不整合发生在石炭系和奥陶系之间,缺失了志留纪和

泥盆纪两个时代的地层。说明在这些地层缺失的时代里，本地区正经历着地壳运动，地壳在抬升，遭受到地表的侵蚀而没有厚层的沉积物堆积起来。根据岩层的厚度，可以看出各时代沉积时间的久暂，其中以石炭纪的沉积时间最长，地层总厚达25米，侏罗纪的沉积时间最短，因为它的地层厚度为11.5米。同时，在剖面图上也显示出来，地层彼此都是水平的，虽然有过地层的缺失，发生了沉积间断，造成了不整合，但这是平行不整合，说明这个地区海水只有深浅的变化，地壳运动是以上下起伏式的振荡运动为主。从燃料资源来说，早期石炭纪是本区重要的成煤时期，反映出这时期中，本区正处于近海的洼地中，气候条件也比较潮湿。

图65则是利用钻井进行油田初探时从地下所取得的地层资料编制出来的地质柱状剖面图。

从图中可以说明，在本区所出现的地层包括白垩系与第四系之间，地层基本上是连续的，但有较短的间断，如在老第三系（E）和新第三系（N）之间出现了燧石砾岩，老第三系（E）与白垩系（K）之间出现了砂砾岩就是证明。从沉积的厚度来说，白垩系的资料不完整不计外，比较起来，以第三系始新统（E₂）沉积厚度最大，为146米，而以第四系沉积的厚度最薄，为24米。从沉积物质和沉积环境来看，晚第三纪（N）时期内，以泥岩、砂岩的互层组成了沉积物质，说明了这是在湖水有深—浅的变化条件下形成的韵律节奏；早第三纪（E）时期内的沉积物质是由泥岩、砂岩、油页岩的互层组成的，说明了这时湖水有深—浅—深而静的变化，因为油页岩是在静水的缓慢沉积条件下形成的，并经受过压实作用，有机物被封闭在很细的沉积物中。沉积物具有这样的韵律节奏，它反映了本区地壳有周期性的缓慢微弱升

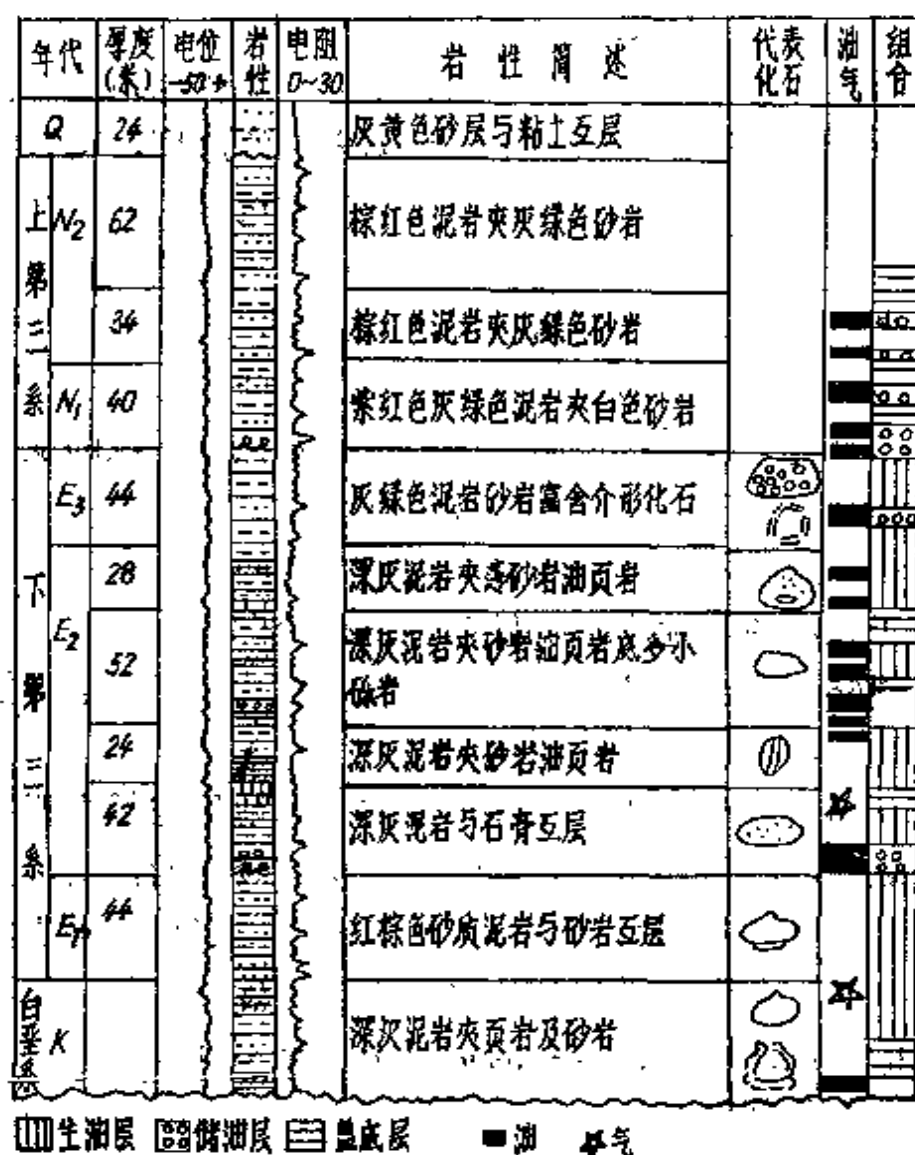


图 65 综合柱状图

降运动，称之为造陆运动（振荡运动），这对石油的生成、聚积是很有利的。

特别要指出的是，在不同的地层年代中，生长着一定的古生物，这可以让我们来认识地层形成的时代用，另一方面，通过与古生物的对比，还发现了不同时代的沉积物外貌性

质上也有一定的特点，这样两者结合起来，对于我们准确地对比各井剖面，认识沉积物形成的先后年代就更可靠了。例如在本区，新第三系中新统（ N_1 ）底层燧石砾岩既是代表本区较大面积中的一个特征性的标志层，也是新老第三系之间不整合面上的沉积间断的证明。老第三系渐新统（ E_3 ）底层的芝麻饼泥岩、老第三系始新统（ E_2 ）上层的灰质岩，中层在温暖环境中生成的生物灰岩，底层在干燥和炎热气候的咸水湖条件下生成的石膏层，都是本区重要的标志层，既容易辨认，用来说明沉积物形成的环境，也可以用来帮助说明它的形成时代，因而是十分重要的。

图上也反映出燃料资源的分布层位，新第三系中新统（ N_1 ）与老第三系始新统（ E_2 ）之间约230米范围内为本区富含油、气的生产层。

这是一幅综合的柱状剖面图的例子。

根据若干钻井资料综合起来，说明在一个地质剖面上的构造和地层特点，这是地层构造剖面图的作用。地层构造剖面图和柱状剖面图结合起来，可以具有互相说明，互相补充的优点。

图66是根据一系列钻井资料把一个地下地质剖面完整地反映出来的一个例子。

图上所显示的各种构造请先根据第四节所叙述过的原则进行分析，然后再看以后的讨论。

首先会使我们注意到的，是在这剖面中部所发生的一个断层现象；它切割了第三系和白垩系的所有地层和构造，并使地层产生位移，这是上盘向下滑动，下盘向上滑动，所以是一个正断层。断层发生的时间，根据剖面图上所表示的，应是在晚第三纪，因为它切割了所有的老地层；而断层发生以

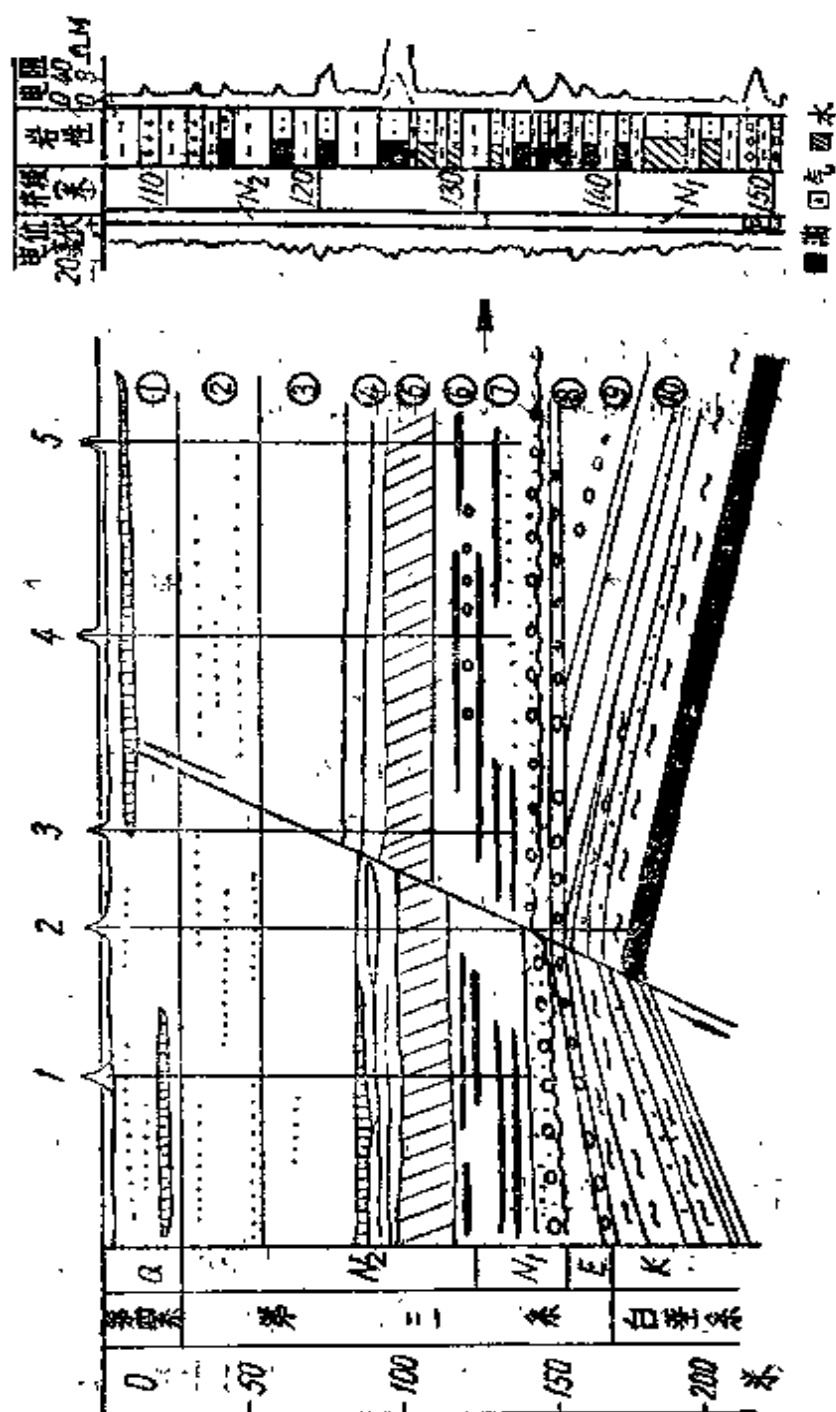


图 66 地层构造剖面图

①—黄色粗砂与粘土互层；②—黄色粗砂与粘土互层；③—淡红色泥岩；④—红色泥岩；⑤—紫色泥岩；⑥—绿色泥岩；⑦—粗砂夹砾石（不整合面）；⑧—绿色砾岩；⑨—红棕色砂质泥岩与砂砾岩；⑩—绿色凝灰质砂岩夹紫色砂岩

后，再堆积了第四系沉积，所以第四系沉积仍保持水平的状态，没有受到挫动。

白垩系沉积的绿色凝灰质砂岩夹紫色砂岩⑩及其上部的红棕色砂质泥岩与砂砾岩⑨，经过地壳运动的隆起作用，已是一个背斜构造了，但它的顶部已经被削平，并盖上了绿色砾岩⑧，说明经过了地壳的上升，发生过沉积间断。

在老第三系和新第三系之间，为一粗砂夹砾石的不整合面，说明了地面又经过抬升和削平的过程，产生了沉积的间断。

新第三系中新统的地层⑥，是绿色泥岩夹砾岩的重要含油层。

以后，上新统的沉积，是一些淡红色的，红色的和紫色的泥岩⑤④③，说明这时候的湖水还深。至于上新统的后期和第四系的沉积物，是一些黄色细砂与粘土互层，这时，湖水已经很浅了。

从图上看来，可以使我们这样认为，在晚第三纪上新统发生了正断层切割了所有的老地层之后，原有储集在白垩系绿色凝灰质砂岩夹紫色砂岩背斜构造中的油层沿着断层面运移，遇到了中新统的绿色泥岩夹砾岩时，呈透镜体的砾岩正好被泥岩封闭住，造成了一个较好的储油层，它的上层，又有厚层紫红色的泥岩作为盖层，使封闭更加完善。

在地层构造剖面图旁边的柱状图，是绿色泥岩夹砾岩含油层⑥的扩大图。图上说明了油、气、水的分布层次和地球物理测井数据。

在一个地下背斜储油构造中，如果要得到它的地层构造横剖面资料，必须在垂直于它的走向方向设置三个以上的钻井；如果要得到它的地层构造纵剖面资料，必须在它的走向

方向设置三个以上的钻井（图67）。

在一个新区进行初步钻探工作后所绘制出来的柱状剖面图和地层构造剖面图，对于进一步开展钻井工作，是能起指导作用的。

因为有了这些图，可以知道，大致钻到什么深度，会遇到什么地层，会遇到什么问题，应采取什么措施，事先可以有所准备。

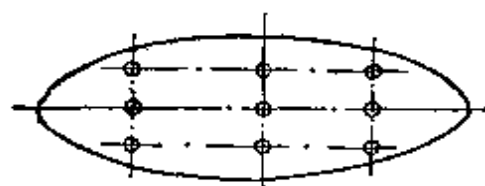


图 67 背斜构造初探井布置略图

例如，可以根据将会遇到的地层软硬不同而采用不同的钻头。如将会遇到砾岩，应使钻头防跳；遇到断层，要防止

泥浆漏失；遇到高压油、气层，应防止井喷；遇到流沙，应防井壁倒塌；遇到倾斜地层，应注意防斜，等等。

如果根据已有柱状剖面图作为参考时，钻井所遇到的层位有时会提前，有时会拖后，说明了所遇到的地层比已有柱状剖面图有变薄或加厚的变化（或倾角有变化）。

九、构造等高线图和构造剖面图

采用等高线的方法，把某一层岩石、煤层或油层的构造形态描绘出来，这种表示地质构造的地图叫做构造等高线图。在油田地质、煤田地质中应用得很普遍。

构造等高线图是画出一个标准地层的顶面或者是底面的起伏形状，它所用的等高线高度也是从海平面开始计算的。低于海平面的等高线在表示深度的数字前要加负号。

我们要画出标准地层的等高线，必须利用各种钻孔、探坑、露头的高度或深度记录，用高程内插法，才能在平面图

上用一定间距的等高线画出它们的形态来。

用这样的方法所绘制出来的构造等高线图的实用意义是多方面的：

可以用它在平面投影上表示出广大地区内的油田地质情况；

可以用它来确定油田构造上井位的分布；

根据构造等高线图，可以算出矿区内每一点上标准层的深度；

在图上可用来选择新井位，选择哪些合适的构造位置，和距邻井相当距离的位置；

根据构造等高线图，可以算出矿区任何一点有关地层的走向、倾向和倾角，并可从图上看出哪些是适于储集油、气的地带。

因此，充分了解构造等高线图的意义对油田勘探和开发工作是很有帮助的。

如同用等高线表示地形的原则一样，构造等高线表示标准层或目的层的构造形态，也是需要确定等高线间距，即上下两根等高线相距多少米，一幅图中要有统一的规定。同样情况，如果标准层的坡度均匀，那构造等高线的上下间隔就应一致；坡度愈陡，构造等高线也显然应该愈密集。

在单斜构造上，构造等高线在图上就应表示出等距的图形(图68)。在鼻状构造前缘的陡坡上，构造等高线就比周围的缓坡地段的等高线来得靠拢些(图68中之2)。在断层的地方，构造等高线就应因断层面坡度的陡峻而显得密集，甚至互相靠拢以至于重叠(图68中之3)。对于构造阶地来说，与表示河流沿岸的阶地一样，因为要表现出缓坡之下出现的陡坡，陡坡之下又出现缓坡那样，构造等高线也应该反映出疏一密一疏

的结构方式（图68中之4）。这是由于基底断裂变动所产生的。

如果是一个穹隆构造，岩层向上隆起，它的构造等高线应该同小山丘的等高线一样，中心最高，四周最低。

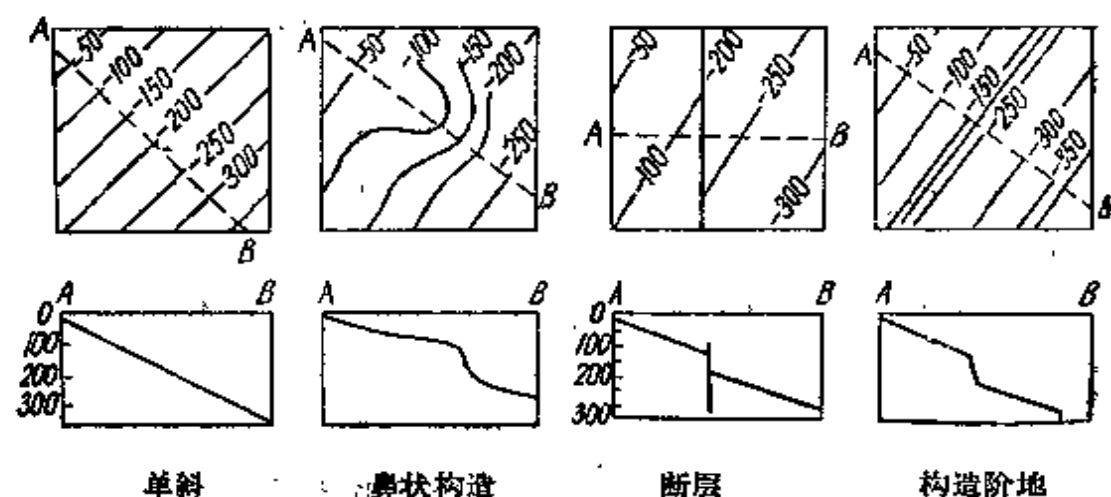


图 68 构造等高线图

呈链式排列着的多个穹隆或者是短轴背斜可以构成雁行的结构（图69）。两个隆起并列，两峰之间就较低一些，高低相间，也就构成了鞍部构造（图69中之2）。

至于是背斜隆起——长垣（图69中之3），那构造等高线

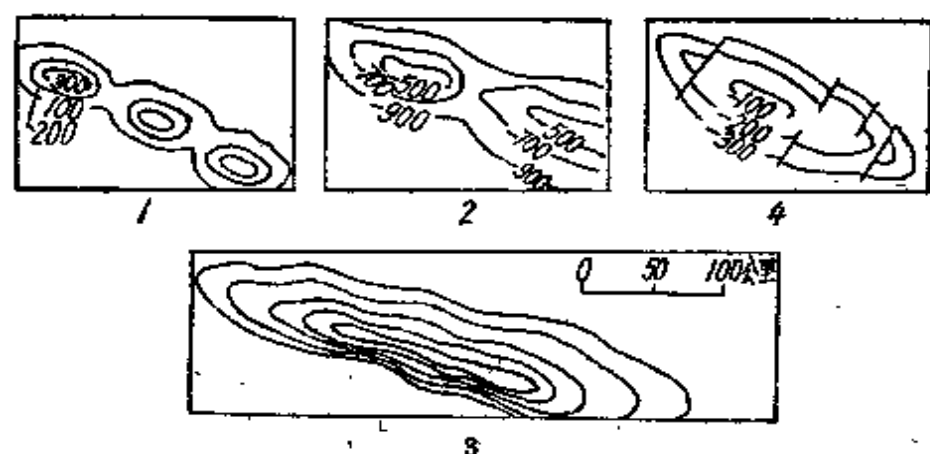


图 69 各种隆起构造等高线

1—雁行排列的链状隆起；2—鞍部；3—长垣；4—为断裂所切割的背斜

应反映出它是长而窄的凸起褶皱，两翼倾角上小下大的特点，两翼经常不对称，是规模较大，长达数百公里的二级大地构造单元。有时背斜构造会被伴随着的一些断层所切割（图69中之4）。

背斜构造如果又经受断裂，如在图70中所示的那样，断层线和背斜轴垂直，并切断了背斜轴的外倾转折端，造成了断层的下盘。图上断层面的构造等高线是用虚线表示的，上盘比下盘低15米，这说明了发生的是正断层。

图70中表示的是逆断层，因为断层的上盘正向上滑动，断层面也被上盘盖住了，在构造等高线图上已不能表示，断层线同背斜轴平行，并切断了背斜轴的一翼，成为断层的下盘。根据构造等高线可以看出，断层的下盘比上盘低50米。

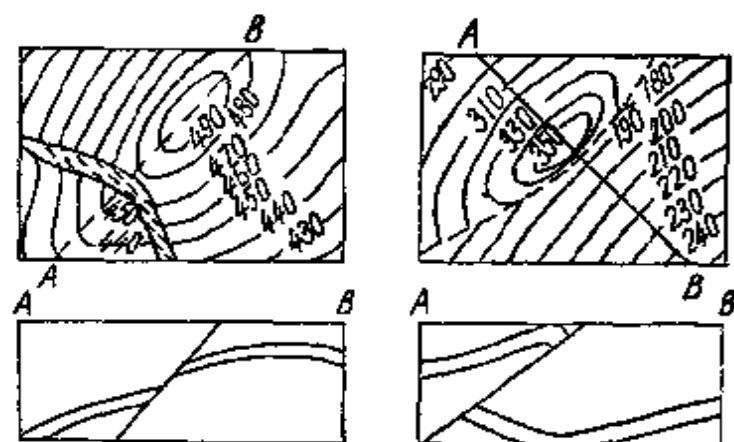


图 70 断裂背斜

再举几种构造类型的构造等高线，看看它们各具有什么特点。

图 71 中之 1 表示出构造等高线顶部沉积岩层已经尖灭，说明已受侵蚀，为距海平面 -135 米深，“+”表示是凸出来的，比周围岩层要高；它的西坡由 -170 米逐渐降低到 -190

米，并被一支东西走向的断层所切割，这断层使西南角落差达10米，这是一个凸起构造。

图71中之2是周围高-270~-280米、中间低-300米的构造，中心的“-”号，说明这是低下去的构造，称之为凹陷。凹陷构造为北东-南西向，在它的西北翼，被一条与凹陷走向平行的断层线所切割，使它的西北部上升达10米。

图71中之3上表示出有几支近东西走向的断层把地层平行地分割开来，从高程注记看来，它们是南高，北低，一级一级地下降，每一梯级差15~30米不等，像阶梯的样子。每一梯级中，是东高逐渐向西降低，这样的构造叫做断阶构造。

图71中之4的中部，有一支由北向南的长条突起，向南倾没，向北展开，长条突起的两侧，都是比它低的凹地，这是一支鼻状构造的构造等高线。从图上看，高处为-150米，前缘低处为-170米。

在构造等高线图上，可以直接标定气、油、水的分界线，

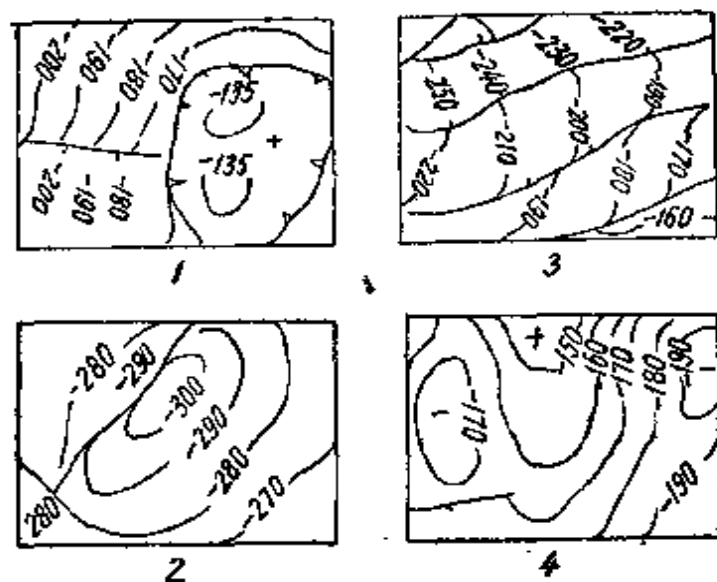


图 71 几种构造类型

1—凸起构造；2—凹陷构造；3—断阶构造；4—鼻状构造

钻井的位置，并可算出标准层上每一点的深度，如果根据这些资料做成构造剖面图，整个构造的特点就更清楚了。

图 72 就是构造等高线图和构造剖面图相结合的一个例子。这一个背斜油藏的一边已受断层切割，上盘比下盘高约 10 米，受断层的影响，油层的高度也发生了变化，下盘油层的深度为 -105 米 ~ -80 米，上盘油层的深度为 -95 米 ~ -75 米。在储油构造中，天然气、石油和水按照不同的比重上下分开：天然气最高，石油居中，水在最下层。在等高线图上，油和气的界限、油 and 水的界限，各用不同的线号画出它们的高度。在剖面图上，可用不同的图案画出油、气、水的分布。

根据构造等高线图，也可求出标准层的走向、倾向和倾

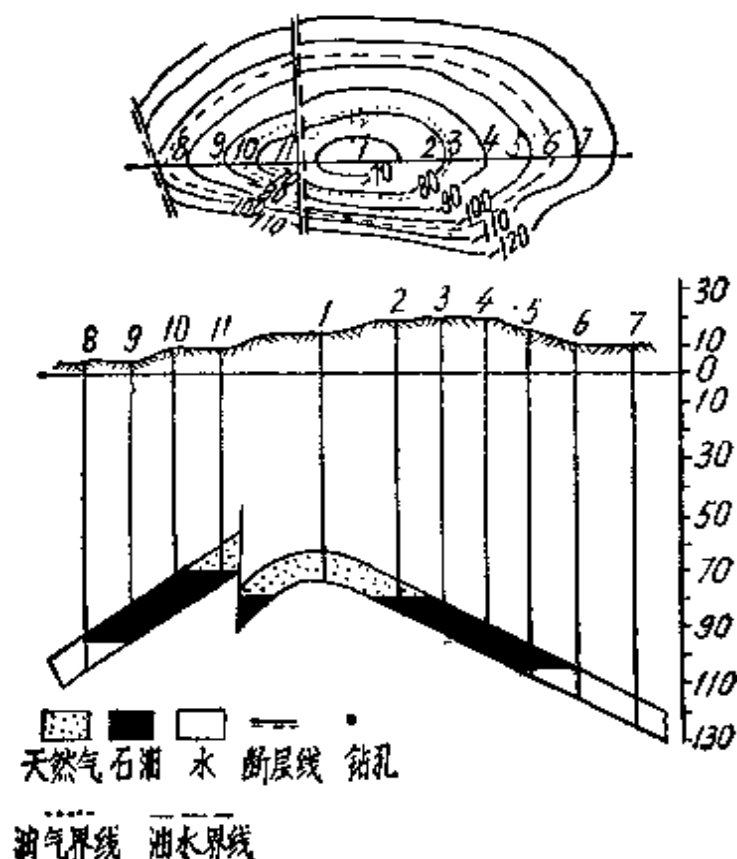


图 72 构造等高线和构造剖面图

角。

因为在构造等高线图上，构造等高线就是层面上高度相同点的联线，所以构造等高线实质上是层面同水平面的交线，可以代表走向线。如果我们要求图上某一点A的地层走向，只要通过这一点作一条等高线的切线，这切线的方向，就是走向。至于它的倾向，就是通过这一点作走向的垂线，垂线指向低于它的相邻等高线的方向，就是倾向。因为地层永远是高度大的向着高度小的最短方向倾斜。在同一幅构造等高线图中，构造等高线越密，表示地层的坡度越大，也就是倾角越陡。要求用作图法量出A点的倾角的数值时，需要作一直角三角形，用与构造等高线图相同的比例尺，使它的底边等于两条等高线间的水平距离AB，对边，是两条等高线间的高差AC，则斜边与底边的夹角 $\angle ABC$ 就是地层的倾角，其大小可用量角器直接量出（图73）。

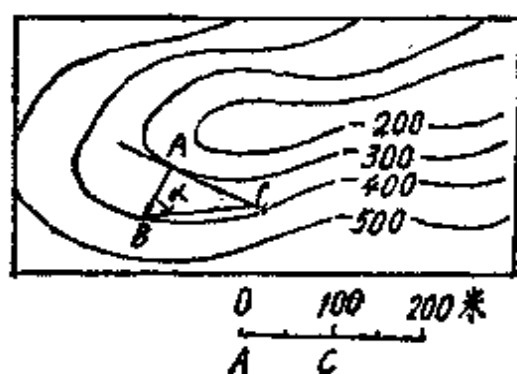


图 73 在构造等高线图上
测量标准层的产状

为了计算油层、煤层或标准层的厚度，需要绘出地层厚度的等值线来，这样的地质图叫做等厚图。将厚度相同的各点联结成的曲线，叫做等厚线。在什么地方某一地层有多少厚，地下构造是根据各钻孔的记录来确定的。地面的构造，是根据

地层的厚度测量结果来确定的。

它的编制方法是先画出一张地层顶面的构造等高线图，再画出一张地层底面等高线图，将它们套合起来，两组等高

线的交点就是顶面高度与底面高度的相差值,即地层的厚度。根据这些厚度值即可绘出等厚度曲线。

同样的道理,已经知道地层厚度值绘出了等厚度线图,只要将它们和顶面构造等高线图套合在一起,两组曲线的交点,注上地层顶面与厚度的差,可以得到各点地层底面高度,用等值线将它们联结起来,也可以得到地层底面等高线图。

图 74 中之 1 是一幅地层顶面的构造等高线图,表示出两个背斜构造,东面的一个背斜向南倾伏。在图 74 中之 2 的等厚图上,已说明地层北厚南薄,把顶面等高线图和等厚图套合起来,相交的各点就是顶面高度减去地层厚度的数值,也就得出地层底面的高度。地层底面的构造等高线图,就是根据这些高度记录绘制出来的。从图 74 中之 3 上可以看出,它的形态与顶面不同。在顶面上东面的一个背斜轴原来是向南倾伏的,到了底面上,已变成向北倾伏了。

根据等厚度图可以预计钻到某一地层需要多少深度,计算油田或煤矿储量时就需要用它。

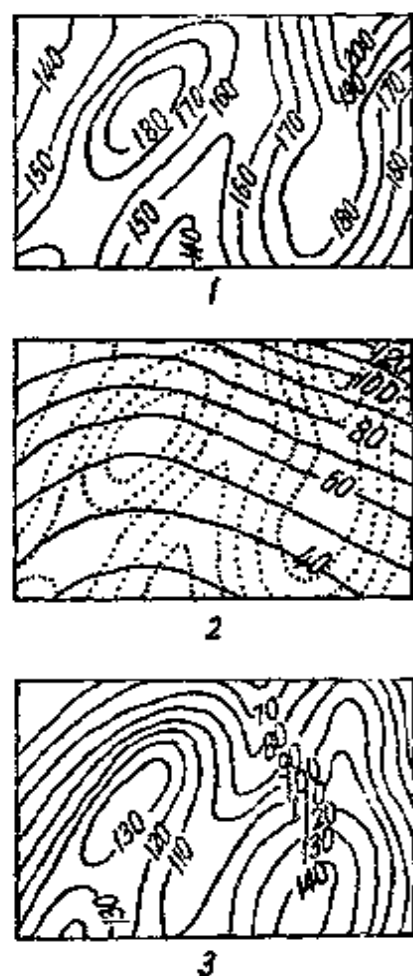


图 74 等厚线图

1—地层顶面等高线图; 2—等厚线图(实线); 3—地层底面等高线图

