

采油工人中級讀本

上 册

玉門石油工人技術學校 合編
独山子石油工人技術學校

石油工業出版社

內 容 提 要

“采油工人中級讀本”分上、下兩冊出版。上冊前七章主要介紹與采油有關的基本概念，其中包括普通地質和石油地質知識，油層物理性質，油層驅動，鑽井概念和試油；另外對祖國主要油氣田也作了概念性的介紹。第八章介紹自噴采油，包括油井自噴的原理，所用的設備，調節和管理自噴井的方法，以及試井和清蠟方法等等。最後一章介紹氣舉采油。由於這種采油方法在我國油礦上未得到廣泛採用，只作了概念性介紹。

本書下冊將介紹深井泵采油法、油井增產措施，油井小修和大修等等。

這套讀本，是根據玉門石油工人技術學校與獨山子石油工人技術學校的講義編寫的。

本書理論結合實際，文字通俗，適合石油工人技術學校教學使用；同時也可供采油廠短期培訓采油技術工人作培訓教材，和采油工人進修使用。

統一書號：15037·831

采 油 工 人 中 級 讀 本

上 冊

玉門石油工人技術學校 合編
獨山子石油工人技術學校

石油工業出版社出版（地址：北京大柵欄石油工業部內）

北京市書刊出版業營業許可證出字第068號

石油工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

850×1168 $\frac{1}{2}$ 開本 * 印張7 $\frac{1}{2}$ * 169千字 * 印1—5,000冊

1980年1月北京第1版第1次印刷

定價（10）1.10元

目 录

第一章 緒論	1
第1节 石油在国民經济中所占的地位	1
第2节 祖国石油工业发展簡史	3
第3节 我們的任务	5
第二章 普通地质与石油地质	5
第1节 普通地质	5
第2节 石油地质	17
第三章 祖国油、气田簡介	20
第1节 酒泉盆地	20
第2节 柴达木盆地	25
第3节 准噶尔盆地	26
第4节 四川盆地	28
第5节 鄂尔多斯地台	30
第6节 台湾油、气田	31
第四章 油层物理性质	32
第1节 孔隙度	32
第2节 渗透率	33
第3节 含油飽和率	34
第4节 油层压力和油层溫度	34
第5节 石油和天然气	39
第6节 油田水	45
第五章 油田开采基础	46
第1节 油层能量的来源	46
第2节 油田驱动类型	48
第3节 油田开采	54
第六章 钻井概念与油井完成	56

第1节	钻井方法	56
第2节	钻井设备	60
第3节	主要钻具	67
第4节	泥浆	70
第5节	钻井前的准备工作	71
第6节	旋轉钻井操作技术	72
第7节	起下钻	72
第8节	固井	73
第9节	钻开油层	77
第10节	油井完成方法	78
第七章	試油	87
第1节	誘导油流	87
第2节	油井生产率	92
第3节	試驗油井	96
第4节	油井产量的确定	99
第八章	自噴采油法	101
第1节	油井噴油的原因	101
第2节	油管	102
第3节	自噴油井的井口装置	106
第4节	选油站設備	130
第5节	調节自噴	146
第6节	自噴井的試井	148
第7节	仪表的校对	171
第8节	油品化驗	175
第9节	油井清蜡	182
第10节	自噴井管理	204
第11节	事故性的突噴	208
第12节	自噴井采油的安全技术及防火办法	209
第九章	气举采油法	211
第1节	气举采油的基本概念	211

第2节	气举采油原理与影响气举的因素	213
第3节	升举方法	214
第4节	气举井井口装置	216
第5节	气举井的开井	218
第6节	降低启动压力的方法	221
第7节	气体(空气或天然气)的分配系统	223
第8节	压缩机及压缩机站	225
第9节	气体的选择和气举周期流程	230
第10节	气举井的试井和工作制度的确定	232
第11节	气举采油的故障及判断和消除故障的方法	235

第一章 緒論

在这一章緒論中，我們准备談談石油在国民經济中所占的地位；談談祖国石油工业的发展历史；也談談我們的任务和努力方向。

第1节 石油在国民經济中所占的地位

我們常常听到人們說：石油是“黑色的金子”，是“工业的血液”。从人們对石油的这些贊美詞句中，我們不难理會到石油的重要性和它巨大的作用。

那么，石油到底有什么值得人們这样地来贊美它呢？我們看一看石油产品种类之多，用途之广，就可以理解人們用那样的詞句頌贊石油是有道理的。根据近代技术水平，由地下采出来的石油，经过各种各样的加工方法加工后，可以得到数千种的石油产品，这些石油产品在不同的企业部門內都有它不同的重大作用。例如供汽車、飞机用的汽油；供噴气式飞机用的航空煤油；供照明以及作燃料用的普通煤油；供各种柴油机（如內燃机機車、汽車、坦克、摩托車和各式小型舰艇）用的柴油；供大型軍舰、大型貨輪用的重油；供各种机械用的潤滑油；供照明及其他企业用的石蜡；供电气工业、土木建筑业、公路修筑做为保护剂用的瀝青等等，都是从石油中提炼出来的产品。

另外，从石油中还可以制造出許多非常寶貴的东西，如炭精、电石、石墨、人造革、人造橡胶、顏料、肥皂、油漆、各种香精、油脂、化妆用品、医药、食用油……等等各种产品达千种以上。随着石油工业的发展，可以肯定，人們将会直接或间接地从石油中提炼出更多、更新的产品。为了使同學們更清楚地了解石油的

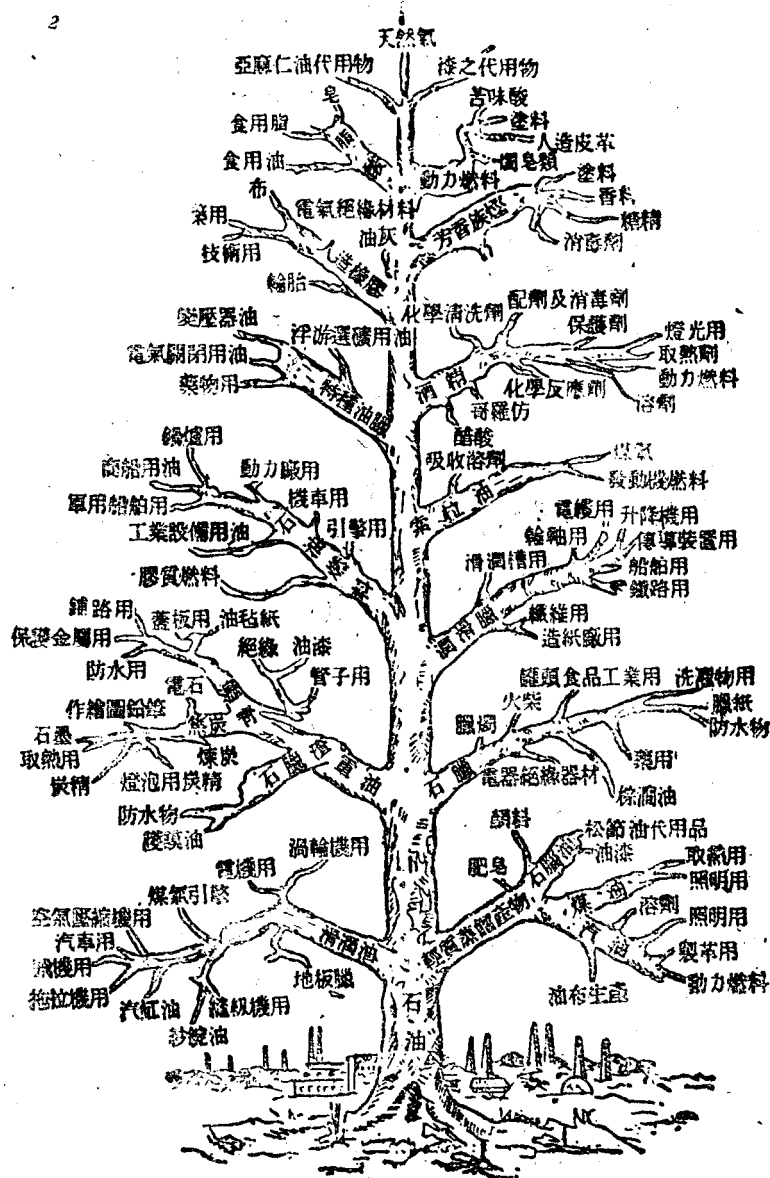


图1-1 石油树

用途，我們把石油产品及其用途繪一石油树（图 1-1）供大家参考。

第 2 节 祖国石油工业发展簡史

我国石油工业的发展有着悠久的历史，为了便于叙述，可以分为三个时期。

第一个时期是从发现了石油到十九世紀末。

远在1800年以前，我国著名的历史学家班固就在他的历史著作“汉书”（記載公元前206——公元23年的历史）中写道：“高奴县有洧水，肥可燃。”高奴县即現在的延安。可見，从我們祖先发现石油起到現在已經将近二千年了。

古时开采石油的方法是非常简单的，多是在油层露出地面的地方掘成小坑，然后用桶或用别的容器撈。

1521年，我国四川的劳动人民在打盐井时，打出了原油。由于井比較深，开始用轆轤吊油。四川的吊油設備是非常簡陋的，在井口立两根木柱，柱上架一条橫木，在橫木上装一滑車，地面装地滚子等設備。吊油时，用竹绳系一竹桶，通过地滚子，滑車下到井中，利用畜力来吊油。这样的方法一直延續了好多年，当然，这与当时的社会制度有关。在那种封建王朝統治的社会里，新技术是不会被重視和利用的，也就更談不到石油开采业的发展了。

第二个时期是从廿世紀到解放前，是旧中国石油工业在資本主义制度下得不到发展的时期。

1907年滿清政府雇用日本技师，用机械設備在陕北延長打了第一口油井，这口井初期自噴日产量达6吨以上，以后又进行了抽油（这也是第一次在我国使用抽油法）；1938年独山子探井出油；1939年甘肃玉門老君庙出油，而且油井都为自噴井。这时自噴油井設備已采用了井口控制設備——采油树，而且抽油井已采用抽油机了。但是，当时采油技术还是很低的，对油井也根本

沒有进行增产措施。

我国的石油资源是非常丰富的，我国的人民是勤劳而勇敢的，但是由于封建制度的长期束缚，帝国主义的侵略，以及反动统治阶级对外奴颜卑膝，对内残酷压迫，我国石油工业一直没有发展起来。从1907年清朝政府在陕北延长用机械设备钻成第一口井起，直到1948年全国解放为止的42年中，总共生产了27.8万吨原油，也只有延长、永坪、老君庙、独山子等油田及隆昌、石油沟两个气田。这些油、气田都未查明储量和科学的正式开采。另外，在这个期间总共打井38,000米，天然油年产量最高81,000吨。全国解放时石油地质人员只有18人，大、小型钻机总共18台。这就很清楚地看出，在反动统治的漫长岁月里，我国的石油工业是何等的落后。

第三个时期是从1949年起到现在为止，这是我国石油工业开始蓬勃发展的时期。全国解放后，在党和政府的领导下，石油工业得到了飞跃发展，取得了辉煌的成就。十年来，我们大力地开发了已有油田，并在原有的油、气田上进行了探边，扩大了含油面积，增加了原油储量。尤其是1958年大跃进以来，石油工业在地质勘探方面，打开了一个新的局面，共发现了32个油、气田，为解放十年来发现油、气田总数的72%。玉门、克拉玛依、柴达木三大油区，不仅巩固了现有阵地，而且油田面积不断扩大，可采储量不断增加。

新疆克拉玛依油田面积的扩大，玉门鸭儿峡高产油田和柴达木冷湖等油田的发现，这些，将使我国石油工业的发展进入一个新的阶段。

十年来，我们的采油技术同样有很大提高和发展。我们对老君庙油田采取的注水措施，大大地提高了油田的压力，并且在提高注水井注水量和水处理方面都有了一套较完整的经验和方法。此外，还成功地掌握了油层压裂这一新技术。特别是经过大搞技术

革命和文化革命，創造了一套中国式的油田开发和采油方法。

在采油設備方面，对自噴井井口裝置，因地制宜地进行了改装，把井口閘門由原来的十二个减到三个、两个，甚至一个；在淺井上用木制井架代替了鋼鉄井架；創制了輕便牙輪抽油机；用油桶制造了簡便的低压油气分离器等等。在采油工艺方面，采用了密閉采油系統；創造了烟道保溫，坑道輸油，等等。十年来，祖国的石油工业所取得的成績是巨大的，是空前的，到处都呈現着欣欣向荣的景象。

第3节 我們的任务

石油工业在国民經济中既占着如此重要的地位，并且已处于一个蓬勃发展的阶段，那么每个投身于石油建設事业的人們，应当担当起一个怎样的任务呢？

我們今天在学校学习。作为毛澤东时代的青年，作为石油工人的預备队，这是我們最大的幸福和驕傲。因此，我們絕不能辜负党對我們的关怀。应认真学习，刻苦钻研，学好本領，培养工人阶级的思想品质，为祖国的石油工业发出最大的光和热。

第二章 普通地质与石油地质

第1节 普通地质

地球的外貌

地球在漫长的岁月中，它的表面和内部不是永远保持不变的，而是經常在变动着。过去是大海的地方，如今却成为起伏的高山和丘陵；而过去是重山峻岭的地方，也可能变成平坦的田野或湖泊。我們有一句古語說：“滄海变桑田，桑田变滄海”也就是这个意思。那么，是什么力量促使它变化呢？从地质学的观点来看，使

地球表面发生变化的这种力量称做“地质作用”。根据力的来源，把地质作用分为内力和外力。

一、外力作用

外力作用的原动力来源于太阳发出的热，由于太阳的光和热，才有白天和黑夜，才有冷和热，才有风、云、雨、雹，从而在地球表面上才有河流、湖泊。下面讲一下外力作用的过程。

1. 风化作用：坚硬的岩石由于受到温度的影响，又由于岩石内部矿物成分不一，因之，在气温的作用下，它们的膨胀收缩程度也不一样，从而促使岩石本身受到破坏。

2. 剝蝕作用：風力的吹打，水流的冲击，空气的腐蝕等都会破坏岩石表面。另外河流对两岸岩层的浸蝕和冲刷，海浪、冰川对岩石的冲撞等等作用，都对岩石有破坏作用。这种破坏属于剝蝕作用。

3. 搬运作用：經風化和剝蝕的岩石碎屑与碎块，被流水、冰川、風力等携带到很远的地方是搬运作用。

4. 沉积作用：就是岩石碎屑在搬运过程中，由于搬运力量的减小，遂使所携带的物质逐渐堆集下来，形成沉积层。

二、内力作用

内力作用的形式有好几种，下面分別作一介紹。

1. 地壳运动：这种运动有两种：一是使大片陆地或海洋长期升降的升降运动，它改变了海、陆原来的面貌；另一种是本来水平或近于水平的地层变成弯曲的折皺运动。

2. 岩浆活动：地球内部的岩浆，順着裂縫上升到地面的現象，叫噴发作用，若仅浸入到上面的复盖层，則叫岩浆浸入作用，它們都会激起地震。

3. 地震作用：任何一种地壳变动能使地面发生震动时，叫地震。这种地震可以发生在陆地；也可发生在海洋。在地震时，地面的一切生物和建筑物都会受到强烈的破坏，也会造成山崩。

地陷。

由以上两种作用可以看出，内力作用的结果在地壳上造成了高低、崎岖不平的地形；而外力作用却正相反，常要削平高山，填平深谷，使地面趋向平坦。

岩石圈的岩石

地球的形状近似圆形，它周围是大气圈、水圈、生物圈和岩石圈。普通地质学就是研究岩石圈的。岩石圈由各种不同的岩石所组成，而岩石是由不同矿物组成，而矿物又是由不同元素化合而成的。我们在地表所看到的岩石，都是由下列若干元素组成的（如表2-1）。

表 2-1

元素 名称	含量占地 球重 %	元素 名称	含量占地 球重量 %	元素 名称	含量占地 球重 %	元素 名称	含量占地 球重量 %
氧	46.71%	钾	2.58%	锰	0.09%	硅	27.69%
镁	2.08 %	硫	0.052%	铝	8.07%	钛	0.62%
铜	0.05 %	铁	5.05%	氢	0.14%	碳	0.094%
钙	3.65 %	磷	0.13%	钠	2.75%	其他	0.244%

从表2-1中可以看出，氧占地球总重量的1/2，硅（又称矽）占1/4。这些元素都很少单独存在，多半都成为复杂的化合物（又叫矿物），而这些矿物又集合成为岩石分布于地球外壳。

组成岩石圈的岩石分为三类：火成岩，沉积岩，变质岩。

一、火成岩（岩浆岩）

地壳内受高压高温的岩浆，顺着地壳薄弱的地方喷出地面叫喷出岩。距地面很远而凝结者，谓之深成岩。距地面很近，未喷出地面而凝结，谓之浅成岩。

由于凝結环境不同，故結構有差別。噴出岩冷却快，而分子来不及很好的排列即凝固；相反，在地面以下的岩石，因冷却的慢，分子有充分時間进行排列，故它的分子排列較整齐。

根据火成岩的結構，我們將它分为許多类，如花崗岩（由石英、长石、云母組成），輝长石（輝长石和斜长石組成），如果輝长石噴出地面則叫玄武岩。

火成岩是块状岩石，一般都很致密、坚硬，既不能生成石油，也不能儲存石油。

二、沉积岩

經過風化剝蝕的产物，被風、水、冰川等力量搬到低洼的地方沉积起来，經过去水作用之后，胶結在一起（硅质、石灰质、泥质……等都可做胶結物），成为成层的沉积岩。

1. 沉积岩的特点：

（1）层理：由于沉积物顆粒大小不同；在重力的作用下，它是一层一层的沉积下来的。沉积物的成层現象，称“层理”，它分为斜交和水平交二种。

（2）波痕：由于流水波浪的力量，使沉积物表面形成波浪形的起伏，被沉积物复盖后保存下来。

（3）泥裂（龟裂）：河岸或湖边的泥土被晒干后发生收縮，形成裂縫，被沉积物复盖后保存下来。

（4）雨痕：雨水在岩石表面留下的痕迹，經沉积岩复盖后保存下来（只有在气候干燥的地方才可能保存下来）。

（5）足印：动物行走的足印，經沉积物复盖后保存下来，如非洲沙漠中的駱駝足印可保存15年之久。

（6）化石：过去的动植物遗体被埋在地下，受到矿化作用变成化石，所以某一个地层就有某一个时期的化石。动植物化石有助于研究沉积岩。

(7) 結核: 在地層中存在一種和周圍地層成分完全不一樣的球形或塊狀體。

2. 最常見的沉積岩:

(1) 礫岩: 山坡或河灘上的石子, 大小不等, 形狀不同, 有棱角的, 也有圓角的。這些小石子被礦物膠結起來叫礫石, 沒有膠結的 (這是地質年代最近的沉積), 可以叫做礫石層。這些石子的直徑都在 1 毫米左右。

(2) 砂岩: 河灘、海岸的散砂, 以及砂漠中的砂子 (直徑為 0.1~1 毫米) 埋壓于地下和其它礦物膠結成砂岩。

(3) 粘土: 粘土為碎岩屑的沉積, 組成的顆粒小於 0.01 毫米, 粘土的組成主要是水、硅酸鋁、硅酸氧化鋁等。粘土有白、綠、紅和黑等色)。

(4) 石灰岩: 它是化學沉積, 化學名稱叫做碳酸鈣。它是生物沉積, 現在的海或湖底常有灰泥, 這些灰泥沉澱壓縮去水後, 生成石灰岩。

石油是生成于沉積岩里的, 而且絕大多數都儲存在沉積岩的孔隙中, 或者裂縫里, 故沉積岩是石油探勘的主要對象。

三、變質岩

已經形成的火成岩或沉積岩, 由於地殼運動, 岩漿噴出等作用, 都會使這些岩石埋于地下, 在地下高溫和高压作用下, 使岩石原有的結構成份發生改變。受到這種變化的岩石謂之變質岩。

如花崗岩可變為片麻岩, 石灰岩變為大理石, 砂岩變為粘土頁岩等。

變質岩的特點是: 具有沉積岩的層理, 並有火成岩的結晶構造。

地质构造

1. 什么是地质构造

所謂构造，就是結構的意思。地质构造就是岩层的产状。更具体的說，地壳在外力和內力的作用下，常常有些地方上升，有些地方下降，甚至有些岩层因受力太大而发生弯曲、折皺、断裂等現象，这些不同的地层現象都叫做地质构造。

地质构造的形成方式有很多种，下面一一介紹：

(1) 纵向隆起：地面的垂直上升和下降現象称为纵向隆起。它是由于岩漿上升而引起的。岩漿穿透岩层后在两岩层之間形成菌状岩漿岩（图 2-1，1）。

(2) 盐丘上升：地层中熔融的岩盐受到挤压力而隆起（图 2-1，2）。

(3) 横向偶力：其基岩相对运动（图 2-1，5）。

(4) 横向压力：地层一端固定，另一端受力引起折皺。靠受力一端的折皺較严重（图 2-1，3）。

(5) 断层：有些地层折曲的太甚，致发生断裂現象（图 2-1，4）。

2. 地质构造的类型

在沒有介紹地质构造类型前，先談一下褶曲各部的名称。什么是褶曲呢？岩层受到力后要弯曲，我們把一个弯曲定名为褶曲（图 2-2）。褶曲各部的名称如下：

(1) 翼：褶曲的两侧叫翼，如图上所示 AEB 的曲面为褶曲的一翼。

(2) 頂：褶曲最高部叫頂，如图上 A 、 B 点。

(3) 脊綫：褶曲頂点的連綫叫脊綫。如图上 A 、 B 曲綫。

(4) 核心：两翼中間所夹的部分叫核心。

(5) 理想軸面：过脊綫平分核心之假想面，为理想軸面，如

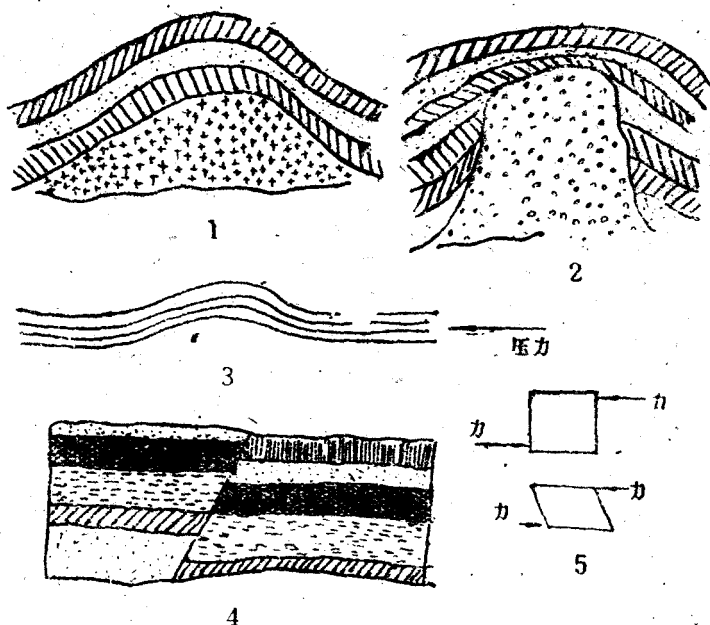


图2-1 地质构造形成方式图

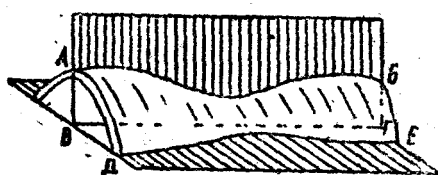


图2-2 褶曲要素示意图

图 AB、FE 所示之平面。

褶曲的类型有以下几种：

背斜褶曲：褶曲向上，两翼向下，中间为老岩层。它又分为下列几种（图3-3）：

对称褶曲（直立褶曲）：弯曲向上，两翼向下，中间为老岩层，

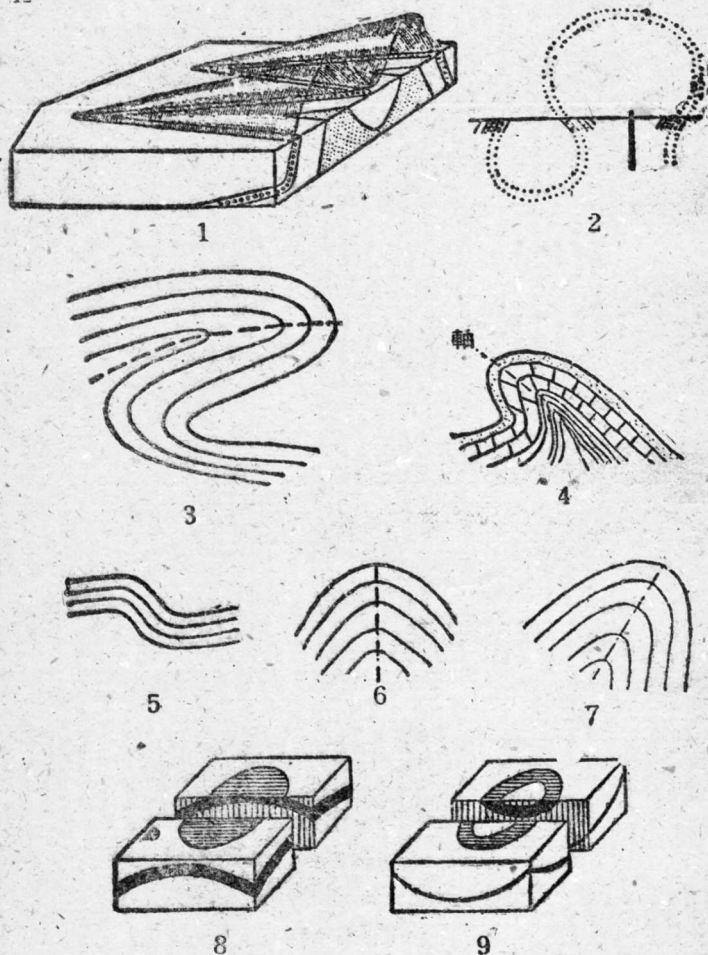


图2-3 背斜褶曲。

1—倾伏褶曲；2—扇形褶曲；3—平臥褶曲；4—倒轉褶曲；5—单斜褶曲；6—正立褶曲；7—傾斜褶曲；8—穹隆褶曲；9—盆地褶曲。

且理想軸面垂直于假想水平面（图2-3, 6）。

傾斜褶曲（不对称褶曲）：弯曲向上，两翼向下，中間为老岩