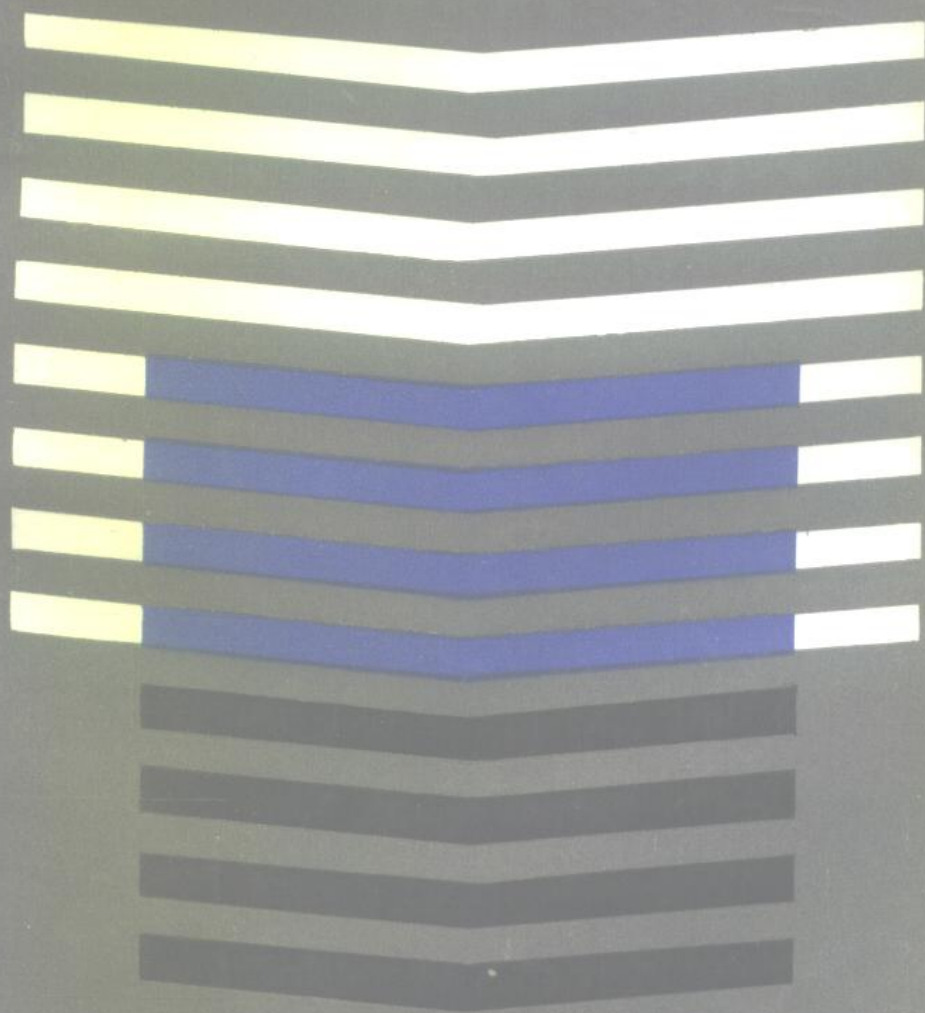


石油工业企业基层干部岗位培训试用教材

修井工程

中国石油天然气总公司人事教育局组织编写



石油工业出版社

7E358/007

069768

石油工业企业基层干部岗位培训试用教材

修井工程

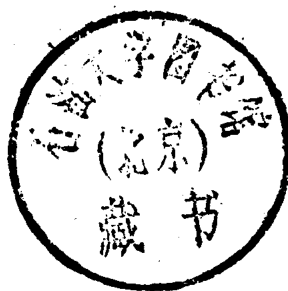
中国石油天然气总公司人事教育局组织编写



200349006



00692427



石油工业出版社

(京)新登字082号

内 容 提 要

本书比较系统地介绍了井下作业的设备、工艺技术、安全操作及有关的基础知识。

全书共分二十章，主要内容包括修井设备、试油、有杆泵采油、无杆泵采油、注水、压裂、酸化、防砂、堵水、稠油热采、井下工具与管柱结构、井下事故处理、油水井封串、作业资料录取以及和井下作业有关的地质、测井、机械基础、用电安全等知识。它是一本内容比较系统、全面、新颖的专业教材。

01241/18

石油工业企业基层干部岗位培训试用教材

修 井 工 程

中国石油天然气总公司人事教育局组织编写

*

石油工业出版社出版

(北京安定门外安华里二区一号楼)

北京密云华都印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092毫米 16开本 27¹/₄印张 684千字 印：1—3,000

1992年9月北京第一版 1992年9月北京第一次印刷

ISBN 7-5021-0745-2/TE·704

定价：12.65元

编写说明

这套书是中国石油天然气总公司人事教育局，为适应石油工业企业基层干部岗位培训的需要，组织胜利石油管理局、大庆石油管理局、大港石油管理局、中原石油勘探局等单位部分教师，在近几年基层干部岗位培训试点的基础上，编写的石油工业企业基层干部岗位培训试用教材。适用对象主要是石油基层队干部、车间主任和油矿大队干部。

这套试用教材由两部分组成：一部分是各个专业岗位适用的技术课教材，另一部分是各个专业岗位通用的公共课教材。公共课教材包括《坚持改革开放的总方针总政策》、《石油工业企业思想政治工作》、《石油工业企业管理基本知识》、《应用文写作》、《法学基础知识》等。

《修井工程》是这套试用教材的专业技术课教材之一，是由胜利油田职工大学勘探开发系教师编写的。全书共二十章，编写人分工：胡明君第一、十一、十五、十七章，程诗团第二、四、五章，丁梅爱第三、七、十章，李连顺第六章，郑国芹第八章，李爱芬第九、十二章，路秀广第十三、十四、十八章，赵景山第十六章，沈希秀第十九、二十章。全书由李连顺、胡明君担任主编，单新一担任主审。编写中参考了《油矿修井工人读本》、《采油工艺原理》、《采油工程》、大庆石油管理局吴志义编《修井工程》以及胜利石油管理局张景山、曾庆坤、刘震泽、余成刚、贺庆、郝敬贤、白增杰、戈培华等同志编写的修井讲义等资料。在编写过程中，武金坤、梁文喜同志给予了指导和定稿工作，黄金柱、孙伟香、秦华三同志参加了该书的绘图工作。

这套教材的出版，得到了上述几个局的教育培训部门及有关方面的大力支持，在此表示感谢。

由于编写时间短促，对于书中的缺点、错误，希望读者给予批评指正。

编者

1990年4月

目 录

第一章 地质基础知识.....	(1)
第一节 地壳的物质组成.....	(1)
第二节 地质时代及地层单位.....	(4)
第三节 地质构造.....	(6)
第四节 油气藏.....	(10)
第二章 完井.....	(15)
第一节 油井完成.....	(15)
第二节 射孔.....	(22)
第三节 油层污染.....	(25)
第三章 生产测井及其应用.....	(28)
第一节 油、水井动态监测.....	(28)
第二节 工程测井.....	(39)
第四章 试油.....	(45)
第一节 试油的目的和任务.....	(45)
第二节 试油工艺.....	(45)
第三节 试油资料的录取.....	(54)
第五章 修井设备.....	(57)
第一节 修井动力设备.....	(57)
第二节 修井井架.....	(65)
第三节 吊升旋转设备.....	(67)
第四节 循环冲洗设备.....	(71)
第五节 井口工具与地面工具.....	(74)
第六节 不压井不放喷作业设备.....	(77)
第六章 有杆泵采油.....	(83)
第一节 抽油机.....	(84)
第二节 有杆泵.....	(89)
第三节 有杆抽油泵的配套工具.....	(115)
第四节 抽油机检测技术.....	(119)
第七章 无杆泵采油.....	(134)
第一节 水力活塞泵采油.....	(134)
第二节 电动潜油离心泵采油.....	(144)
第八章 注水.....	(160)
第一节 试注.....	(160)
第二节 注水工艺技术.....	(163)

第三节	注水井测试工艺	(174)
第四节	注水井增注的措施	(177)
第五节	注水工艺技术目前水平、存在问题及发展展望	(179)
第九章	油水井酸处理工艺	(181)
第一节	概述	(181)
第二节	酸处理工艺分类及其特点	(181)
第三节	酸液及其添加剂	(182)
第四节	碳酸盐岩地层酸处理	(185)
第五节	砂岩地层酸处理	(190)
第六节	酸化井层的选择	(194)
第七节	酸化现场作业	(195)
第八节	酸化效果的分析	(197)
第九节	其它酸处理措施	(199)
第十章	压裂	(202)
第一节	压裂井(层)的选择	(203)
第二节	压裂方式	(204)
第三节	压裂液	(206)
第四节	压裂支撑剂	(209)
第五节	压裂设备	(210)
第六节	压裂设计	(213)
第七节	压裂施工	(221)
第十一章	防砂技术	(225)
第一节	概述	(225)
第二节	绕丝筛管砾石充填防砂	(227)
第三节	蒸汽吞吐井砾石充填防砂	(237)
第四节	环氧树脂砂粒滤砂管防砂	(239)
第五节	化学防砂	(241)
第十二章	找水与堵水	(246)
第一节	油井出水的原因、危害及防水措施	(246)
第二节	油井出水层位的确定	(247)
第三节	油、水井堵水原理	(249)
第四节	机械堵水技术	(251)
第五节	化学堵水技术	(253)
第十三章	稠油热采	(263)
第一节	稠油的地质特点及注蒸汽的地质条件	(263)
第二节	蒸汽吞吐及其工艺技术配套	(265)
第三节	蒸汽吞吐工艺技术	(269)
第四节	注汽井作业	(275)
第十四章	井下工具及管柱	(281)

第一节	封隔器的结构及应用	(281)
第二节	封隔器的类型及其型号编制方法	(283)
第三节	几种封隔器的简介	(287)
第四节	控制工具	(296)
第五节	锚定工具	(300)
第六节	各种工艺管柱	(301)
第十五章	井下事故处理	(314)
第一节	常用名词和计算	(314)
第二节	处理前的调查	(316)
第三节	卡钻事故处理	(317)
第四节	落物事故处理	(320)
第五节	处理井下事故的工具	(322)
第十六章	套管外漏串及挤注水泥	(342)
第一节	套管外漏串原因及危害	(342)
第二节	找串工艺	(343)
第三节	封堵串槽的方法	(347)
第四节	油井水泥及水泥浆	(351)
第五节	注水泥	(356)
第六节	注灰塞	(361)
第七节	挤水泥	(364)
第十七章	套管损坏及修理	(371)
第一节	套管损坏现象及原因	(371)
第二节	套管变形的修理	(372)
第三节	套管破裂的修理	(375)
第四节	套管断错的修理	(376)
第十八章	修井作业资料的录取及修井作业的安全	(379)
第一节	修井作业资料的录取	(379)
第二节	修井作业安全	(386)
第十九章	机械基础知识	(393)
第一节	基本概念	(393)
第二节	常用的几种传动方式	(396)
第二十章	安全用电及电动机	(404)
第一节	电的基本知识	(404)
第二节	低压配电装置	(406)
第三节	测量仪表与使用	(410)
第四节	安全用电	(412)
第五节	电动机	(420)

第一章 地质基础知识

第一节 地壳的物质组成

地球由地壳、地幔、地核组成。在地球漫长的发展演化过程中，地壳每时每刻都处于不休止的运动和变化之中，如山崩、地裂、洪水、地震等都是我们熟知并且能感受到的运动和变化。有些运动和变化我们感受不到，但实际上变化和发展却从来也未停止过。这种引起地壳物质组成、内部结构和地表形态变化与发展的作用称为地质作用。地质作用包括外动力地质作用和内动力地质作用。内动力地质作用是由地球内部的热能、重力能、地球自转产生的动能所引起的。它主要发生在地壳深处和地球内部，其表现形式有地壳运动、岩浆作用、变质作用及地震作用等。内动力地质作用直接控制着岩浆岩、变质岩的形成和分布。外动力地质作用是由地球范围以外的能源引起的。它是指太阳辐射能、日月引力能等引起的温度、风、雨水、河流、地下水、生物的活动和变化，从而对地表岩石进行风化剥蚀，继而搬运和沉积，改变地表面貌的地质作用。它包括风化作用、剥蚀作用、沉积作用和成岩作用。外动力地质作用主要是在地表进行，结果形成沉积岩。

地壳是由岩石组成的，岩石又是由矿物组成的。矿物是地壳中的化学元素在各种地质作用下形成的自然产物，它具有一定的化学成分、物理化学性质以及比较均一的内部结构。矿物是由一种或多种元素组成的单质或化合物，如金刚石、方解石、石英等，自然界中已发现三千多种矿物。一种或多种矿物在地质作用下，有规律地组合在一起就形成了岩石。地质作用是相当复杂的，不同的地质作用形成不同类型的岩石。按其成因，岩石可分为岩浆岩、变质岩和沉积岩三大类。石油主要生成于沉积岩，而且绝大部分也储集在沉积岩中，因此沉积岩是石油工作者重点研究的对象。由于三大类岩石密切联系，而且岩浆岩和变质岩也可储集油气，因此在研究沉积岩的同时，也必须研究岩浆岩和变质岩。

一、岩浆岩

地下深处存在着高温、高压、高粘度、成分极其复杂的硅酸盐炽热融熔体，称为岩浆。其主要成分是 SiO_2 ，其次为 Al_2O_3 ， Fe_2O_3 ， FeO ， MgO 等。一般认为岩浆发源于地幔上部及地壳中部地段。

通常，岩浆在地下深处与其周围的环境处于平衡状态。当地下温度、压力变化或发生地壳运动时都会破坏这种平衡，引起岩浆活动。当地壳中存在脆弱地带或岩石中出现裂缝时，岩浆就向压力减小的地方流动，冲入脆弱地带，或沿着构造裂缝侵入地壳上部，甚至喷出地表。岩浆在向上运动的过程中，温度逐渐降低，渐渐冷凝结晶成岩石。这种从岩浆形成、运动直至冷凝结晶成岩石的全过程叫岩浆作用。由岩浆作用所形成的岩石称为岩浆岩。若岩浆未达到地面，仅上升到地壳一定深度的部位后，冷凝结晶的作用叫侵入作用，由此而形成的岩石叫侵入岩；岩浆冲破上覆岩层，喷出地表引起火山喷发的作用叫喷出作用或火山作用，喷出的岩浆在地表冷却，凝固后形成的岩石叫喷出岩或火山岩。

组成岩浆岩的主要矿物有石英、正长石、斜长石、黑云母、角闪石、辉石、橄榄石等七种。岩浆岩的主要化学成分为 SiO_2 ，它的含量直接影响着岩浆岩的性质，根据 SiO_2 的含量可把岩浆岩分为超基性岩、基性岩、中性岩、酸性岩四大类，然后再以矿物成分、结构、构造为依据进行细分，常见的岩浆岩有花岗岩、流纹岩、安山岩、玄武岩、橄榄岩等。

二、变质岩

地壳中已经形成的岩浆岩和沉积岩，它们所处的平衡状态是相对的、暂时的。当其所处的环境发生改变时，就会打破原来的平衡状态，并随环境的变化而变化。一种变化是已经形成的岩石随地壳上升暴露地表，在地表常温、常压条件下，遭到风化、剥蚀、搬运和沉积，最终形成沉积岩，这类变化不属变质作用；另一种变化是已形成的岩石下降到地壳深处，在温度升高、压力增大的条件下，物质发生重结晶，不同成分的矿物重新组合，生成新的矿物，结果使原有岩石的物质成分或结构发生改变，从而形成一种新的岩石类型。这种受地球内力作用的影响，由于物理化学条件的改变，使早已形成的岩石，在固体状态下发生成分、结构和构造变化的作用叫变质作用。由变质作用形成的岩石为变质岩。

变质岩是由岩浆岩和沉积岩变质而来，而且岩浆岩和沉积岩在发生变质时直接在固体状态下进行，未经过熔融状态，因而变质岩的成分、结构、构造与岩浆岩、沉积岩有相似之处，同时，变质岩也有与原岩不同的自身特征。就矿物成分来说，除了存在与岩浆岩、沉积岩共有的矿物外，如石英、长石、云母、角闪石等，变质岩中含有在变质过程中新形成的变质矿物，如十字石、蓝晶石、硅线石、阳起石、滑石、红柱石等。变质岩中不存在非结晶质矿物，如花岗片麻岩，它是由花岗岩变质而来，其主要矿物成分与花岗岩相似，有石英、长石、云母等；还存在变质矿物，如石榴石、十字石等。常见的变质岩有片岩、片麻岩、大理岩、石英岩等。

三、沉积岩

（一）沉积岩的概念

沉积岩是外力地质作用的产物。它是在地表常温、常压条件下，主要由母岩的风化产物，经过搬运、沉积及成岩作用而形成的岩石。

（二）沉积岩的形成过程

1. 母岩风化产物的形成

母岩主要是指暴露在地表或接近地表早先存在的岩浆岩、变质岩和老的沉积岩。这些岩石长年累月地经受日晒雨淋、水流冲刷、风吹冰冻、生物活动，从而发生破碎和分解，转化为风化产物。这一过程称为风化作用。

母岩的风化作用是一个非常复杂的地质过程。风化作用的结果形成三种不同的产物，即碎屑物质、新形成的矿物和溶解物质。碎屑物质是指母岩风化后破碎的碎屑，包括岩石碎屑和矿物碎屑。新形成的矿物是指在母岩风化过程中新生成的矿物，如水云母、高岭石、蒙脱石等粘土矿物。溶解物质是母岩风化过程中被水溶解的那些成分，包括 Cl^- 、 S^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ 等以离子状态存在的真溶液物质和 Fe 、 Al 等以分子状态存在的胶体溶解物质。

2. 母岩风化产物的搬运和沉积

母岩风化的产物除少部分残留原地外，大部分要在流水、风、冰川等自然运动的介质携带下，离开原地向它处迁移，这个过程叫搬运作用。碎屑物质和新形成的矿物呈碎屑状态搬

运为机械搬运；溶解物质呈真溶液或胶体溶液搬运为化学搬运。

随着搬运介质动力条件和化学条件的改变，被搬运的物质在适当的场所按一定的规律和先后的顺序沉积下来，称为沉积作用。机械搬运的碎屑物质在重力影响下按颗粒大小、相对密度、形状依次沉积。颗粒大、相对密度大、粒状的碎屑物先沉积。化学搬运的溶解物质按溶解度由小到大依次沉积。溶解度小的先沉积。

3. 沉积物的成岩

由沉积作用沉积下来的松散物就是沉积物。在地壳连续下沉的背景下，沉积物一层层地沉积下来。先沉积的沉积物被后继的沉积物埋藏起来，而且埋得越来越深。随着埋藏深度的增大，沉积物所受的压力也越来越大，从而被压实。同时，碎屑颗粒之间的孔隙中充满水，水中的溶解物质在温度不高、压力不大的条件下发生化学沉淀，把碎屑颗粒胶结起来。最终、松散的含水沉积物，通过压实、胶结等作用的影响转变为固结的沉积岩。这一过程称为成岩作用。

(三) 沉积岩的主要特征

1. 矿物成分

沉积岩在其形成过程中，母岩风化产物中一些抗风化能力低的矿物，如橄榄石、辉石、角闪石等，被风化分解成其它物质，而抗风化能力强的矿物，如石英、长石、云母等则保留下来，组成沉积岩的主要成分。同时，形成一些富含二氧化碳和水的矿物，如粘土矿物等。

2. 层理构造

沉积岩具有成层性，即有层理构造，是区别于岩浆岩和变质岩的一个显著特征。层理是岩石性质（如成分、结构、颜色等）沿垂直方向发生突变或渐变而显示出来的成层现象。它能够反映沉积环境以及沉积岩的非均质性。常见的层理有水平层理、波状层理和斜层理等。

3. 层面构造

层面构造是指在沉积岩层面上的构造，常见的有波痕、泥裂等层面构造。

4. 颜色

颜色是沉积岩又一个重要特征，它能够反映岩石的成分、结构和成因，并能推断出沉积环境。如黑色和灰色表示还原性沉积环境，红色为氧化性沉积环境。

5. 化石

大部分沉积岩中含有生物化石。

(四) 沉积岩的分类

依据风化产物的类型、成因，沉积岩可分为三大类，即碎屑岩、粘土岩、化学岩。化学岩还可以根据其成分特征，进一步分为碳酸盐岩、硫酸盐岩、卤化物岩、硅岩等，与石油有关的主要是碳酸盐岩。

1. 碎屑岩

碎屑岩是由碎屑物和胶结物两大部分组成的沉积岩，其中碎屑含量大于50%。碎屑物包括矿物碎屑和岩石碎屑。矿物碎屑主要是石英和长石，其次为云母。岩石碎屑是指各种岩石破碎的碎块。胶结物是指将疏松的碎屑物质胶结在一起的成分，主要有泥质、钙质、硅质、铁质四种。胶结物主要是从溶液中以化学方式沉淀的物质。

碎屑岩依据其碎屑物质颗粒大小分为砾岩、砂岩、粉砂岩三大类，见表1-1。

表1-1 碎屑岩分类表

名	称	直径mm
砾 岩	巨 砾 岩	>1000
	粗 砾 岩	1000~100
	中 砾 岩	100~10
	细 砾 岩	10~1
砂 岩	粗 砂 岩	1~0.5
	中 砂 岩	0.5~0.25
	细 砂 岩	0.25~0.1
粉砂岩	粗粉砂岩	0.1~0.05
	细粉砂岩	0.05~0.01

2. 粘土岩

粘土岩主要由颗粒直径小于0.01mm的粘土矿物所组成的岩石,粘土矿物含量大于50%。粘土矿物主要是高岭石、蒙脱石、水云母等。根据粘土岩的成分,粘土岩可分为高岭石粘土岩、蒙脱石粘土岩和水云母粘土岩等。粘土岩中常含有大量的有机质,从石油地质角度来讲,它是生油岩。

3. 碳酸盐岩

碳酸盐岩主要是由方解石和白云石等矿物组成的沉积岩,除了方解石、白云石外,还存在许多其它矿物,如文石、蛋白石、石膏等。根据方解石和白云石相对含量,把碳酸盐岩划分为石灰岩和白云岩两大类,即方解石含量大于50%,属石灰岩类;白云石含量大于50%,属白云岩类。

第二节 地质时代及地层单位

一、地质时代

地球作为一颗原始行星在太阳系中出现,已经经历了46亿年的漫长历史。到目前为止,在地球表面发现标志地壳开始形成的最古老岩石的年龄是38亿年。以38亿年为界线,把地球的整个发展历史分为天文时期和地质时期。天文时期是行星形成和发展时期,属天文学研究的范围。大约在距今5.7亿年的时候,地球的演化发生了一次大的飞跃,在地球表面出现了大量的生物。因此,又以5.7亿年为界线,把地质时期分为两个阶段。38~5.7亿年的时期为隐生宙;5.7亿年至今有大量生物化石出现的时期称为显生宙。

显生宙表示在这个时期地球上有着显著的生物出现。根据生物演化的不可逆性和阶段性,显生宙又分为三个代,即古生代、中生代和新生代。古生代指古老生物时代,时间从距今5.7亿年至2.25亿年,标志着生物已大量发育;中生代是指中期生物时代,时间从距今2.25亿年至0.65亿年,这个时期以爬行动物繁盛为特点;新生代是指近代生物时代,时间从距今0.65亿年至今,其生物种属与近代生物密切相关,哺乳类动物大量繁衍。

隐生宙由于没有显著生物存在,人们就根据岩层发育,地壳运动 and 同位素年龄,把它分为太古代和元古代。

每个代可进一步划分为若干纪,如古生代分为寒武纪、奥陶纪、志留纪、泥盆纪、石炭

纪、二叠纪六个纪；中生代分为三叠纪、侏罗纪、白垩纪三个纪。纪又再分为世，除少数几个纪二分外，其余的纪都为三分。二分的纪分为早、晚两世，如白垩纪分为早白垩世和晚白垩世；三分的纪分为早、中、晚三个世，如寒武纪分为早寒武世、中寒武世、晚寒武世。地质时代划分详见表1-2。

表1-2 地质时代及生物历史对照表

相 对 时 代				绝对年龄(百万年)	生物开始出现时期			
宙(宇)	代(界)		纪(系)	世(统)	百万年	植 物	动 物	
显生宙	新生代 Kz		第四纪 Q	全新世 更新世	2或3	被子植物	哺乳动物	
			第三纪	晚第三纪	上新世 中新世			25
				N	渐新世 始新世 古新世			
				早第三纪 E				
			中生代 Mz		白垩纪 K			晚白垩世 早白垩世
	侏罗纪 J	晚侏罗世 早侏罗世			136			
	三叠纪 T	晚三叠世 早三叠世			190			
	古生代 Pz	晚古生代	二叠纪 P	晚二叠世 早二叠世	225	裸子植物		
			石炭纪 C	晚石炭世 早石炭世	280			
			泥盆纪 D	晚泥盆世 早泥盆世	345			
			志留纪 S	晚志留世 早志留世	395			
			奥陶纪 O	晚奥陶世 早奥陶世	430			
			寒武纪 E	晚寒武世 早寒武世	500			
					570			
	隐生宙	元古代Pt				2500	菌藻类	无脊椎动物
		太古代Ar				4000		

二、地层单位

地层是在地质历史发展过程中，在一定地质时期内所形成的岩石的总称。地球自形成以

来经历了漫长的历史，在地球历史发展的每一个阶段，地球表面都有一套相应的地层形成。正常情况下，先形成的地层在下，后形成的地层在上。长期以来，由于生产实践的需要，人们研究了地壳上的地层和它们的层序，根据其形成的时代，把全部地层分为宇、界、系、统不同级别的单位，并取了与地质时代相应的名称。

宇 相当于一个宙的时间内所形成的地层，宇与宙名称相对应。在显生宙这段时间内形成的地层称为显生宇。

界 相当于一个代的时间内所形成的地层，宇分为界，界与代相对应。如中生代这段时间内形成的地层称为中生界。地壳上的全部地层分为太古界、元古界、古生界、中生界和新生界。

系 相当于一个纪的时间内所形成的地层，界分为系，系与纪相对应。如在寒武纪这段时间内形成的地层称为寒武系。

统 相当于一个世的时间内所形成的地层，一个系分为两个或三个统。统的名称是在系的名称前加下、中、上字样构成。如奥陶系分为下奥陶统、中奥陶统、上奥陶统，二叠系分为下二叠统和上二叠统。具体地层划分见表1-2。

三、地质时代单位与地层单位的关系

地层单位与地质时代单位之间的关系是非常密切的。其中界、系、统完全对应于代、纪、世，见表1-3。

表1-3 地质时代与地层单位对照表

地 质 时 代	地 层 单 位
代	界
纪	系
世	统

第三节 地 质 构 造

一、地壳运动及地质构造

沉积岩大多数是在广阔的海洋和湖泊中形成的，起初都是水平的。这些水平的岩层都是按老的在下，新的在上，一层盖一层地分布于地壳中。但通常我们所看到的岩层大多数都不是水平的，而是出现了各种各样的变化，有的发生了倾斜，有的变得弯曲，有的发生了断裂，也有的产生了错动。这就是说沉积岩层的原始形态发生了巨大的改变。是什么原因促使地层发生了变化？是地壳运动，也称构造运动。

地壳运动是指由地球内力引起的地壳内部物质缓慢变化的机械运动。它使地球表面海陆发生变化，并使岩层发生变形和变位，形成各种各样的形态。地壳运动分为水平运动和升降运动。水平运动是指组成地壳的物质沿平行于地球表面方向的运动。这种运动使地壳受到挤压、拉伸或平移等作用。升降运动是指组成地壳的物质沿垂直于地球表面方向的运动，即地壳上升或下降。它主要引起海洋和陆地的变化，地势高低的改变。

地壳运动使沉积岩层发生弯曲，产生裂缝断裂，并留下永久形迹，这样就形成了地质构

造。所谓地质构造就是由地壳运动引起的岩层变形和变位的形迹。地壳运动是形成地质构造的原因，地质构造则是地壳运动的结果。

二、岩层的产状

1. 水平岩层、倾斜岩层

水平岩层是指成层的岩石形成之后，受到地壳运动的影响不显著，同一层面上的各点具有基本相同的海拔高度的岩层。

倾斜岩层是指原来水平的岩层，由于受到地壳运动的影响发生了倾斜，从而使岩层层面与水平面呈一定角度的岩层。

2. 岩层的产状

在实际工作中，要确定任意一套岩层的空间位置，这样就引入了产状的概念。岩层的产状是指岩层在地壳中的空间位置和产出状态。对岩层的产状，地质学上用走向、倾向、倾角三个要素来表示，见图1-1。

走向 指岩层在空间水平延伸方向。岩层层面与任意水平面的交线(AA')，称为走向线。

倾向 指岩层倾斜的方向。垂直于走向线，沿层面向下延伸的线称为倾斜线(OB)。倾斜线(OB)在水平面上的投影(OC)所指的方向为倾向。

倾角 指倾斜线(OB)与其水平投影(OC)的夹角。

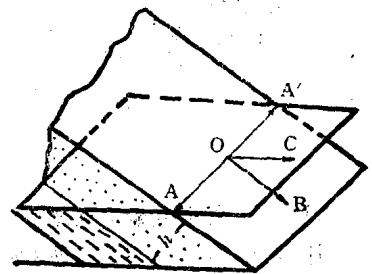


图1-1 岩层产状要素示意图

三、褶皱构造

在地壳运动的影响下，地壳中的沉积岩层形成了各式各样的波状弯曲的形状，并保持岩层的连续性的构造称为褶皱构造。

1. 褶曲的基本类型

褶曲是岩层的一个弯曲，它是组成褶皱的基本单位，两个或两个以上的褶曲组合叫褶皱。褶曲的形状尽管各式各样，但基本形态只有两种，即背斜褶曲和向斜褶曲，见图1-2。



图1-2 背斜和向斜示意图

背斜 岩层向上拱起，中心部分(核部)由较老地层组成，两侧(翼部)由较新地层组成，并对称出现，两翼岩层相背倾斜。

向斜 岩层向下弯曲，中心部分(核部)由较新地层组成，两侧(翼部)由较老地层组成，并对称出现，两翼岩层相向倾斜。

2. 褶曲的要素

为了形象地描述一个褶曲，需要认识以下几个要素，见图1-3。

核 褶曲中心部分的岩层。

翼 褶曲两侧部分的岩层，核与翼的范围是相对的。

转折端 褶曲一翼转到另一翼的弯曲部分。

轴面 平分褶曲的一个假想面，这个面可以是平面，也可以是曲面；可以直立，也可以倾斜。

枢纽 轴面与岩层面的交线。

脊 背斜在横剖面隆起最高的部分为脊，所有脊的连线称为脊线。

3. 褶曲的形态分类

褶曲在横剖面上的形态分类:

直立褶曲 轴面直立, 两翼倾向相反, 且倾角相近, 见图1-4a。

斜歪褶曲 轴面倾斜, 两翼倾向相反, 但倾角不等, 一翼陡一翼缓, 见图1-4b。

倒转褶曲 轴面倾斜, 两翼倾向相同, 倾角不等, 见图1-4c。

平卧褶曲 轴面近于水平, 两翼地层产状近于水平, 一翼地层层序正常, 另一翼地层层序倒转, 见图1-4d。

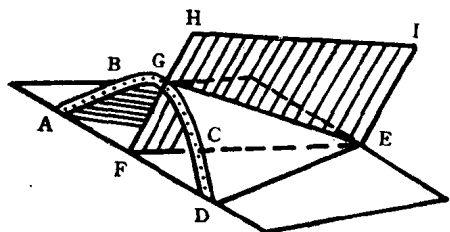


图1-3 褶曲要素示意图

AB, CO, 翼; 被ABGCD包围的内部岩层; 核; BGC, 转折端; GE, 枢纽; EFHI, 轴面; EF, 轴

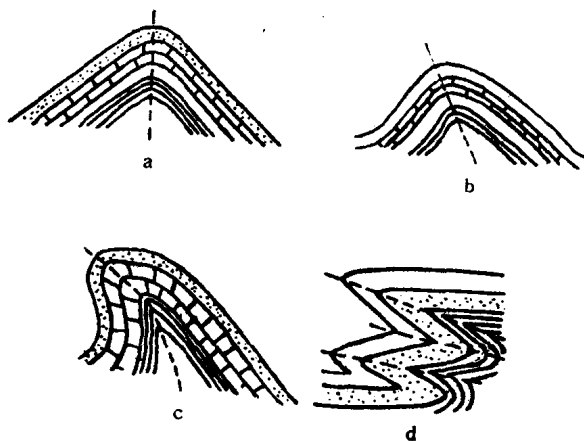


图1-4 褶曲在横剖面上的分类示意图

a—直立褶曲; b—倾斜褶; c—倒转褶曲;
d—平卧褶曲

褶曲在平面上的形态分类:

褶曲在平面上的形态多种多样。由于枢纽的起伏, 使得褶曲核部某些岩层的分布在平面上有长度和宽度的变化, 这个变化能很好地反映褶曲的形态, 故根据长宽比将褶曲分为以下几类。

线状褶曲 枢纽在一定距离内保持水平状态, 长宽比大于10:1, 也可是波状的。

长轴褶曲 长轴与短轴之比为5:1~10:1。

短轴褶曲 长轴与短轴之比为5:1~2:1的褶曲。其水平面的投影近似椭圆形。

穹隆构造 长轴与短轴之比小于2:1的背斜, 形状似馒头。

鼻状构造 又称半背斜, 它的枢纽一端向下倾伏, 一端抬起, 形状似人的鼻子的背斜。

四、断裂构造

断裂构造是指岩层受力后发生了脆性变形, 而失去了岩层原有的连续完整性的一种构造。断裂构造分为两大类, 即裂缝和断层。

1. 裂缝

裂缝是指岩石受力发生断裂后, 断裂面两侧的岩石沿断裂面没有发生明显相对位移的断裂构造。根据力学成因, 裂缝分为张裂缝和剪裂缝。

张裂缝 张裂缝由张应力产生的。其特点是裂缝张开, 裂缝面粗糙不平, 裂缝面上没有摩擦现象, 裂缝延伸距离不远, 宽度不稳定。

剪裂缝 剪裂缝是由剪应力作用而形成的。其特点是裂缝紧闭, 裂缝面比较平直、光

滑，常有擦痕。裂缝延伸较远，一般成对出现。

2. 断层

断层是指岩石受力发生断裂后，断裂面两侧的岩石沿断裂面发生了明显地相对位移。断层是裂缝的进一步发展。

断层要素 为了研究断层，我们就必须了解断层的基本要素，图1-5所示。断层面、断层线、断盘、断距等都是断层的要素。断层面是岩层的破裂面，沿这个面两侧的岩层发生了明显的相对位移。断层线是断层面与地面的交线。断盘是断层面两侧的两个岩块。断层面倾斜时，在断层面以上的岩块为上盘，在断层面以下的岩块为下盘。断距是断层两盘上相邻两点相对位移的距离。

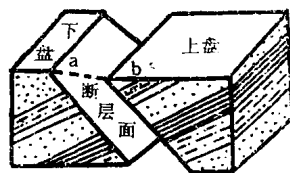


图1-5 断层要素示意图

断层的类型 根据断层上、下盘沿断层面相对移动的方向分为正断层、逆断层、平移断层。正断层是上盘相对下降，下盘相对上升。逆断层是上盘相对上升，下盘相对下降。平移断层是断层的两盘沿断层线方向发生了相对移动。

五、地层的接触关系

地壳时时刻刻都在运动着。同一地区在某一时期可能是以上升运动为主，形成高地、遭受风化剥蚀；另一时期可能是以下降运动为主，形成洼地，接受沉积；也可能是长时期内下降，不断接受沉积。这样就使得早晚形成的地层之间具有不同的相互关系，即地层接触关系。

1. 整合接触

沉积物连续堆积，新老地层之间产状完全一致，时代连续。岩石性质与生物演变连续而渐变，表明地层是在沉积区持续稳定下降的背景下沉积的。

2. 平行不整合接触

地壳缓慢下降，沉积区接受沉积，然后地壳上升成陆，沉积物露出水面遭受风化剥蚀，接着地壳又下降接受沉积，形成了一套新的地层。这样，先沉积的地层与后沉积的地层之间是平行叠置的，但并不连续，具有沉积间断。

3. 角度不整合接触

地壳下降，沉积区接受沉积，然后地壳上升成陆，受到水平挤压形成褶皱和断裂，并遭受风化剥蚀，接着又下降接受沉积，形成一套新的地层。这样，先沉积的地层与后沉积的地层之间不是平行叠置，而是成一定角度，并且有明显的沉积间断，时代不连续。

4. 超覆不整合接触

地壳下降，沉积盆地的水体逐渐扩大，沉积范围也逐渐扩大。在盆地的内部，沉积物按正常的层序沉积，而在盆地的边缘地带，越来越新的沉积地层依次向陆地方向扩展，逐渐超越下面的较老地层，形成不整合接触，称为超覆不整合。

超覆不整合接触的特点是发育于盆地边缘，是一种过渡现象。同一时代的地层与下伏地层向盆地内变成整合，向盆地外变成不整合。在超覆区内，新地层总是直接盖在剥蚀面上，在新地层和下伏地层之间缺失部分地层，而且向盆地外缺失的地层越来越多。

第四节 油 气 藏

石油和天然气是宝贵的能源和化工原料，尤其是石油，在国民经济中发挥着重要作用，被人们称为工业的血液。

石油和天然气在地壳中分布很广泛，而且主要分布在沉积岩地区。除少部分以油苗、气苗和沥青出露于地表之外，绝大部分油气埋藏于地下一定深度的岩层中。这些埋藏在地下的石油和天然气，有些呈分散状分布，有些在具备一定遮挡条件的地层中聚集起来形成具有相对开采价值的油气藏。因此，油气藏包括油气和圈闭两个基本要素。本节针对油气藏的两个基本要素作简单介绍。

一、油气及其形成

1. 油气

石油是一种埋藏于地下的岩石之中，具有流动性的、可燃的有机矿产，是以液态碳氢化合物为主的复杂混合物。组成石油的主要化学元素是C、H，它们占石油成分的97%~99%，其次为O，S，N等元素。

石油具有自身的特性，但由于石油的成分非常复杂，不同油田甚至同一油田不同油层的石油性质都存在一定的差别。这些差别主要表现在相对密度、颜色、粘度等几个方面，它们反映了石油的品质。以相对密度来说，石油相对密度变化界限一般在0.75~1.10之间，相对密度小于0.9为轻质石油，工业价值高；相对密度大于0.9的为重质石油。如大庆油田的原油相对密度为0.857~0.860为轻质石油，胜利油田部分原油相对密度为0.90~0.93，甚至有相对密度为1.0的重质石油。在颜色方面，不同地区的原油颜色差别也很大。如四川的石油为黄绿色，大港油田有些石油为无色，大庆、胜利、玉门等油田的石油为黑色。从粘度来说，有的石油稀，有的石油则稠。胜利油田单家寺地区的原油就是稠油，粘度很高。

广义地讲，天然气是指自然界中已知的一切天然生成的气体，包括空气、气态碳氢化合物、二氧化碳、硫化氢等气体。在石油工业上，我们通常说的天然气是指以碳氢化合物为主的可燃气体。它以甲烷为主，次之为乙烷、丙烷和丁烷等。

2. 油气的成因

石油和天然气的成因问题，是石油地质学界研究的主要对象之一，也是自然科学领域中争论很激烈的一个重大课题。从18世纪70年代到现在，人们对油气的生成问题，先后提出了几十种假说。这些学说归纳起来有两大派别，即无机成因说和有机成因说。无机成因说认为石油及天然气是在地下深处高温高压条件下由无机物转化而来的。有机成因说认为石油和天然气是在地质历史中由分散在沉积岩中的动、植物的有机质转化而来。现在，尽管对油气的成因说还存在争论，但是由于有机成因说能比较充分、准确地解释现今已发现的油气田分布规律，又能有效地指导油气田勘探。因此，有机成因说已被大多数石油地质工作者所接受。下面我们针对有机成因说简单介绍一下石油成因。

(1) 生成油气的原始物质

有机成因说认为生成油气的原始物质是沉积岩中的有机质。有机质就是生活在地球上的生物遗体。自然界中生物种类繁多，既有低等生物，又有高等生物。它们死亡后的遗体都可以作为生成油气的原始物质，但比较起来，由于低等生物繁殖能力强，数量多而且多为水生