



新疆克拉玛依 石油科普读本

◎ 《新疆克拉玛依石油科普读本》编写组 编

POPULAR PETROLEUM SCIENCE OF
XINJIANG KARAMAY



石油工业出版社

新疆克拉玛依 石油科普读本

◎《新疆克拉玛依石油科普读本》编写组 编



石油工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

新疆克拉玛依石油科普读本 / 《新疆克拉玛依石油科普读本》编写组编 .

北京 : 石油工业出版社, 2011.11

ISBN 978-7-5021-8552-7

I . 新…

II . 新…

III . 石油工业 - 概况 - 克拉玛依市

IV . F426.22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 138762 号

出版发行 : 石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址 : www.petropub.com.cn

编辑部 : (010) 64523574 发行部 : (010) 64523620

经 销 : 全国新华书店

印 刷 : 石油工业出版社印刷厂

2011 年 11 月第 1 版 2011 年 11 月第 1 次印刷

710 × 1000 毫米 开本 : 1/16 印张 : 11

字数 : 168 千字

定价 : 32.00 元

(如出现印装质量问题, 我社发行部负责调换)

版权所有, 翻印必究

序

正当油城各族人民满怀信心、踌躇满志地按照市委、市人民政府总体规划和思路建设六大基地、培育发展三大新兴产业，推进两个平台建设和全力打造世界石油城之际，由克拉玛依市委宣传部倡导，克拉玛依市科学技术局等单位组织，新疆石油学院负责编写的《新疆克拉玛依石油科普读本》（以下简称《读本》）正式出版发行了。这无疑是一件令石油系统和油城各族人民欣喜的大事。

《读本》从油气的生成运移、油气藏的发现、油气田开发、油气储运、油气加工和绿色油气田的创建等六个方面，采用形象比喻等手法，深入浅出、循序渐进地进行了详细的叙述，配置了精美的插图。各章节中蕴含着丰富的史料和大量的石油科普知识，充分反映出了油田勘探、开发、储运、炼油化工的石油生产全过程的基本流程和克拉玛依油田勘探开发建设50年来的技术特色与成就。

众所周知，克拉玛依油田是新中国成立后开发建设的第一个大油田，经过55年的拼搏和发展，已在中国西部地区建成了最完备、最发达的石油石化工业及科研体系，形成了油气田勘探开发、石油工程服务、炼油化工、油气储备、石油装备制造等上下游完整的产业链，使克拉玛依成为名符其实的石油城。勤劳智慧的克拉玛依人，坚持科学发展，在实践中不断创造辉煌，谱写了一曲曲艰苦奋斗、迎难而上、奉献石油、报效祖国的壮丽篇章。彩南油田、石西油田、陆梁油田、漠北油田、盆五井气田，一个个都成了艾青诗中真正的“沙漠美人”。一个从生态学角度讲属于封闭无序、亘古以来无寸草“死态”的沙漠，如今已更容为生机勃勃、充满活力的沙漠绿洲，一个充满归属感和家园感的宜居城市。

油田的发展历程，展现的是一部科学技术进步的历史。几十年来，特别是改革开放以来，市委、市政府更加重视公众的科普教育，采取多种形式开展群众喜闻乐见的科普教育活动，形成了政府推动、全民参与的科普工作新格局，极大地提高了广大市民和青少年学科学、爱科学的热情，取得了明显的效果。但是，我们也清楚地看到，大多长期生活在

油城的市民、青少年学生对油田基本知识了解甚少，对油气的生成、运移、加工及大量的石化衍生产品存在很多疑惑，一些不科学、不准确的观念和行为普遍存在。针对这种情况，我们组织编写了这本《读本》，重点是面向广大的非石油专业人员和具有初中以上文化知识的人员，通过这本书来了解和认知油田，并力求使这本书成为石油科普读物的精品，成为油城学校的课外读物和乡土教材，成为普及石油知识、倾力打造世界石油城的有机组成部分。

2006年2月6日，国务院正式发布了《全民科学素质行动计划纲要（2006—2010—2020年）》（以下简称《纲要》），提出了到2020年我国公众科学素质在整体上要有大幅度的提高，达到世界主要发达国家21世纪初水平的目标。一项调查表明，2000年，美国公众达到基本科学素质水平的比例为17%，而我国2003年的比例仅为1.98%。显然，我们与世界主要发达国家相比还有很大差距。为此，《纲要》要求各级党委、政府要将全民科学素质建设纳入重要的工作议程，要在未成年人、农牧民、城镇劳动人口、领导干部和公务员中大力普及科学知识。编写出版这本《读本》，是贯彻落实《纲要》的重要举措，更是时代赋予我们的责任和义务。

该书图文并茂、内容丰富，诚如评审专家们所说：“读本内容系统完整，寓教于乐，体现了科普读物的科学性、知识性、趣味性，是一本非常难得的石油科普教材和读物”。希望看到本书的人都能怀着轻松的心情认真读一读，充分地了解油田、认识油田、热爱油田，共同建设好我们的油田和美丽的家园。

《读本》的出版发行，仅仅是我们尝试开展石油科普教育和宣传的一个起点。随着六大基地建设和世界石油城的推进，还需要向油城各族人民以及关注油气事业发展的广大群众普及更多的油气田常识。同时，也希望今后有更多的专家、学者关注和编写更多更好的反映石油石化的科普读物，为各族市民提供丰足的科学精神食粮，为提高全市公众科学素质，打造世界石油城做出积极的贡献。


2010年12月26日

目 录

CONTENTS

第一篇 油气田是怎样形成的

油气田形成的地质基础	1
破解石油、天然气生成之谜	15
分散油气大团聚——油气田的形成	23

第二篇 油气田是怎样找到的

从油气田勘探方法说起	31
找油气的“窍门”	39
循规蹈矩，排兵布阵，实施找油大计	43

第三篇 油气田是怎样开发的

认识油气藏，制订开发方案	51
开发过程中的工艺技术	59

第四篇 油气是怎样储运的

原油、天然气是怎样得到的	91
原油、天然气是怎样运输和储存的	103

第五篇 油气是怎样炼制加工的

油气加工常识	121
石油产品“万花筒”	140
新疆石油产品的家	147

第六篇 绿色油气田是如何创建的

什么是绿色油气田	153
如何创建绿色油气田	156

参考文献	163
------	-----

后 记	164
-----	-----

第一篇

油气田是怎样形成的

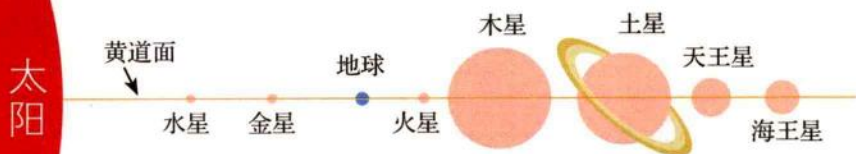
油气田形成的地质基础



茫茫宇宙，无边无际。夜晚，在晴朗的天空，人们可以看到密密麻麻、闪闪烁烁数不清的星星构成的银河系，太阳系便是银河系的一小部分。

太阳系以太阳为中心。太阳的质量巨大，据科学家计算，太阳的质量为 2×10^{30} 千克，相当于地球的33万倍。太阳以它那巨大的质量产生巨大的万有引力，共同组成太阳系。

靠太阳最近的是水星，其次是金星。这两大行星吸收太阳的光和热偏高，它们的表面温度高达 400°C 以上；靠太阳较地球远的行星，如火星、木星、土星、天王星和海王星，因距太阳较远，接收太阳的光和热较少，因此太冷；唯有人类的家园——地球，距太阳不远不近，接收太阳的光和热不多不少，使地球表面温度不高也不低。而且，地球绕着太阳公转和自转，使地球有四季之分、昼夜之别，也因此有了寒带、温带、热带和亚热带的气候分区。当太阳的光辉照耀地球大地时，地表便有了液态水，生命物质（或者叫生物）也首先诞生于海洋，后来又登上陆地，生息繁衍，逐渐成了地球的主宰。它们死亡之后，被泥沙掩埋，成了生成石油和天然气原料的绝大部分。有了油气，才有油气田。由此可见，地球上能有油气田的形成，首屈一指的功劳应属地球在宇宙中抢占的恰当位置。



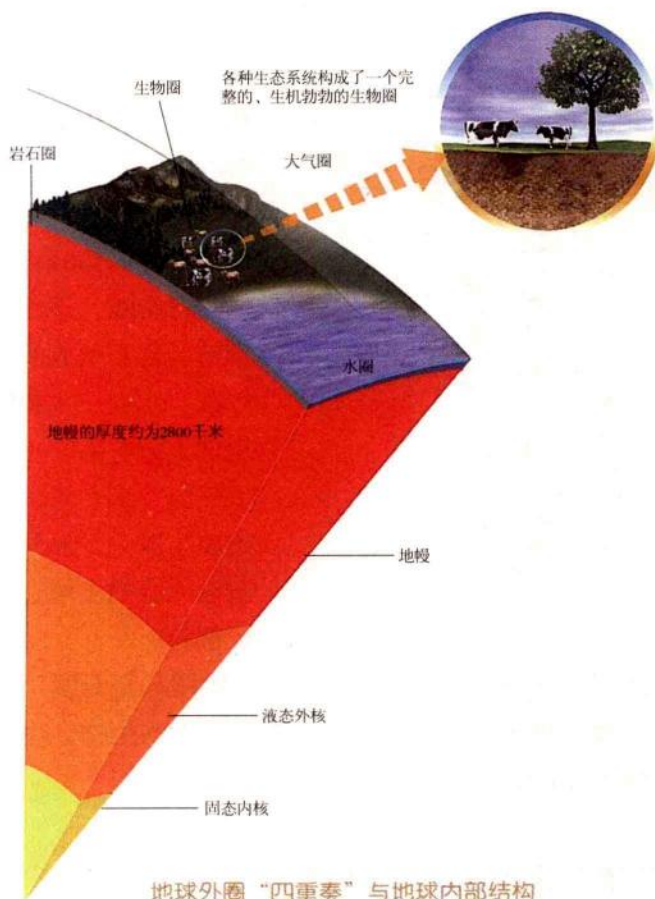
地球在太阳系八大行星中的位置



地球外圈“四重奏”

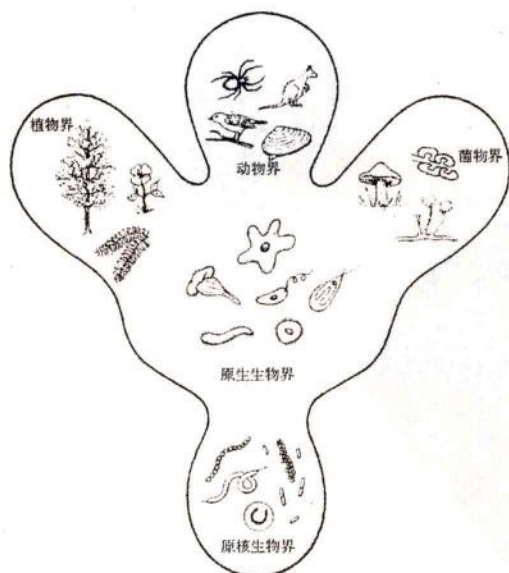
地球外部有几个层圈，它们是大气圈、水圈、生物圈和岩石圈。这几个层圈之间相互关联、互相渗透又无明显界线，所发生的一切都互相影响、互有牵连，俨然演绎一部“四重奏”。我们人类生存和生活的质量，与这部“四重奏”关系密切。石油、天然气、煤、铁以及其他许多矿产，都是在“四重奏”中形成、开发与利用的。

从宇宙空间观看地球，地球好像被一层透明的纱布包着，我们称它为大气圈。大气圈虽然看不见、摸不着，但是风、雨、云、雪、电闪、雷鸣均发生在这一层，我们人类以及绝大多数的动植物赖以呼吸和光合作用的空气也都在这一层。离地面20余千米有一个臭氧层，是我们人类和一切生命物质的头号保护伞。如果破坏了它，太阳的紫外线可长驱直入，使地球上的人类皮肤癌变、白内障增多、免疫功能下降，动物难以生存，植物生长受影响，均衡的生物链被打破，地球上如诗如画的美景将荡然无存，这是多么可怕的情景！通过减少污染物排放来呵护臭氧层是多么重要啊！



地球上存在着水圈。除了陆地上有河、湖、冰川及地下水等以外，地球表面还有71%的面积被海水覆盖着，这就是四大洋：太平洋、大西洋、印度洋和北冰洋。海洋水、陆地水、大气水都在太阳热辐射和地球重力双重作用下，进行着全球水的循环。就是说，海洋水、河水、湖水、冰川水、地下水，经过日照和植物蒸腾进入大气圈，在这里形成雨、雪、冰雹又降到地面。其中，有的汇成江河流入湖泊和海洋，有的渗入地下岩石成了地下水，还有的被植物吸收进行光合作用去了。水圈里的水就是这样从天上到地上、再由地上到天上，与大气圈、生物圈、岩石圈相互作用着、依存着、不停地循环着。

顾名思义，生物圈一定是生物生存、繁衍的空间。这个空间包括地球表面的岩石圈、水圈和大气圈，从海洋里深10千米的海沟一直到大气



生物圈中的生物

圈地表之上20千米左右，组成厚约30千米生物生活的层圈，在这个层圈里生活着地球上所有的生物——原核生物界、原生生物界、植物界、动物界和微生物界等150余万种。

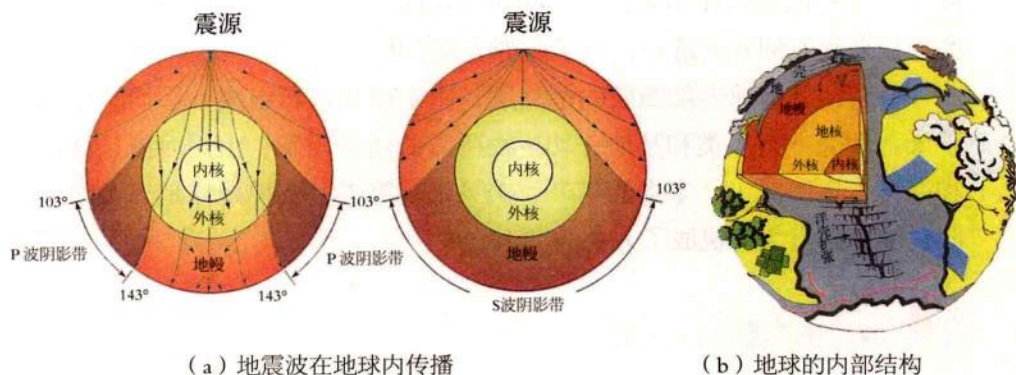
岩石圈，是由地壳和地幔顶部的岩石组成的层圈，是大气圈、水圈、生物圈的根基。地球上所有矿产（包括石油、天然气、煤、铁、盐等）都在这里生成、开发和利用。人类赖以生存的土壤，也是它的组成部分。

地球的外部层圈——大气圈、水圈、生物圈和岩石圈，相互依存，互相渗透，演绎出地球“四重奏”，为普天之下的生物，也包括人类自己，创造了赖以生存繁衍的环境。

地球内部圈套圈，圈圈有奥秘

人类的家园——地球很大，它的平均半径是6371千米。这个长度大约相当于乌鲁木齐至郑州乘火车往返的里程。这样大的地球，内部温度有多高？内部压力有多大？内部物质是软的还是硬的？一系列相关问题都是人类想知道的。然而，时至今日，人类还没有小说《封神演义》中所描述的土行孙作土遁到地下看一看的本事。聪明的科学家想到用地震观测的方法来探索地球内部的奥秘。

大家知道，地震是突发性的自然灾害，而且是百害之首。发生在美国的唐山地震、汶川地震和玉树地震，造成房倒、屋塌、家破、人亡，尽管如此，地震还是有用处的，可以用来研究地球内部结构，地震产生地震波，接收地震波的仪器叫地震仪。震源发出地震波，有的波不能穿



(a) 地震波在地球内传播

(b) 地球的内部结构

地震波与地球的内部结构

过液体，有的波能穿过液体但传播方向改变。科学家们根据在各地接收的地震波的速度和时间，把地球圈套圈的模样弄了个一清二楚：原来地球内部是由地壳、地幔和地核三大圈组成。有人把地球比喻为鸡蛋，地核相当于蛋黄，地幔相当于蛋白，无疑那蛋壳或蛋皮就相当于地壳。

地核是地球的核心部分，分为内核与外核，主要由铁和镍组成。内核不但温度特别高（约为 4300°C ），而且压力特别大，所以这里的物质有钢铁般的坚硬，又有沥青般的柔性；外核温度依然很高，但压力略低，所以物质为液态。降落到地球的铁陨石的成分与这里的物质成分很相似。

幔指布幔、帷幔，是起隔离、遮挡作用的“布”。如此说来，地幔可理解为地核外面的一层“布幔”，它把地核包起来，又把地壳与地核隔开，正好处于二者之间，厚度约2800千米，约占地球总体积的80%，温度高达 $1000\sim 2000^{\circ}\text{C}$ 。地幔顶部温度略低，由固体岩石和地壳一起组成岩石圈。顾名思义，岩石圈是由各种岩石组成的。岩石圈下面是“软流圈”，因这里的物质既有固体性质又有液体的流动性而得名。这里的物质温度高、压力大，活跃好动，是岩浆的大本营，也是赫赫有名的“麻烦制造者”，世界上发生的火山喷发、地震和海啸都直接或间接和它有关。岩石圈是硬的，软流圈物质是软的，可以流动。地球上一块一块的岩石圈漂浮在软流圈上，就像船浮在水上一样，而且可以“长途跋



涉”。喜马拉雅山和印度，就是4000万年前一块岩石圈由软流圈从遥远的南极来到亚洲安家落户，成了亚洲大家庭的一员。

地壳，是地球内部圈层的最外层，由土壤和岩石组成，平均厚度33千米。地壳上有人类和其他一切生物所需的化学元素、山川河流、湖泊和海洋、良田沃土、丰富的矿产、美景奇观等等。要说地球是人类的家园，地壳则当之无愧成了人类的“大仓库”。



地球的雕刻师——地质作用

地球的面貌可称得上是多姿多彩，如高山深谷、蜿蜒的河流、明镜般的湖泊。在我国，峰峦挺秀的峨眉山、松奇石怪的黄山、别有洞天的桂林山水、阿勒泰山上冰川刨出的喀纳斯湖、交河古城的断壁残垣、神奇的新疆魔鬼城等，无一不是大自然伟力之杰作。那么大自然的伟力是怎样来的呢？

地球自形成以后的各种变化多是地质作用的结果。地质作用又因力的来源不同分为外力地质作用和内力地质作用。外力地质作用的能量主要靠太阳的热辐射，表现形式是风化作用、剥蚀作用、搬运作用和沉积作用；内力地质作用的能量来源主要是地球内部的热能，表现形式是地壳运动、岩浆作用、变质作用和地震。这神奇的内力地质作用和变化莫测的外力地质作用，共同演绎着对地球的雕刻、改造，使地球“日新月异”。

内力地质作用也好，外力地质作用也罢，根据其作用的快慢和人对作用的感性认识，又可以分为两种：一种是突发性、灾变性地质作用，如火山、地震、海啸、山崩、山洪和泥石流等；另一种是缓慢、平静、潜移默化的地质作用，这种作用，由于表现缓慢、时间漫长而且影响区域大，常不被人们觉察，如地壳的升降、海陆变迁、峡谷形成、湖泊沉积、岩石风化等等。

距离克拉玛依市区100千米的乌尔禾区有一座“鬼斧神工”的“魔鬼城”，可以说是集外力地质作用（风化、剥蚀、搬运和沉积）之大全。这里原本分布的是近水平的白垩纪砂泥岩层。由于地壳上升，流水垂直



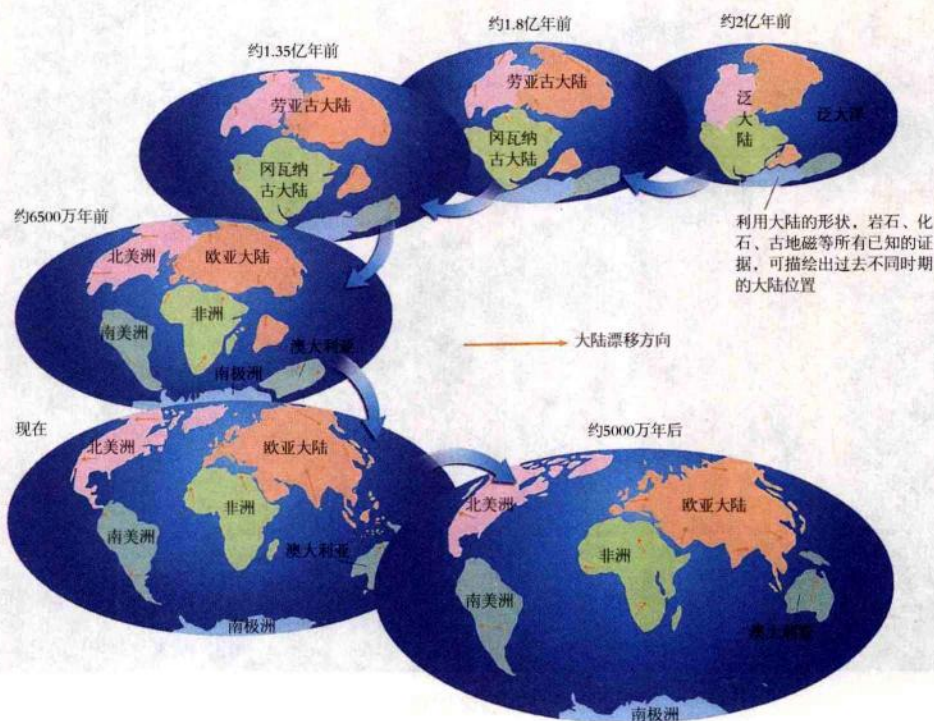
新疆魔鬼城

侵蚀，在连续的岩层上冲出纵横交织的沟。地壳越上升，流水越下蚀，久而久之，冲沟或直或弯，都成了风肆虐的通道。狂风卷起的砂石，无情地吹磨着软硬不同的岩石，日久天长，就形成了独具一格的地质景观。“魔鬼城”到处是石壁、石墙、石柱、石塔，还有像人、像走兽模样的石头。到了夜晚，风啸沙鸣，“魑魅魍魉”影闪，俨然置身于鬼蜮世界。风不但是剥蚀作用的里手，而且还是搬运和沉积作用的行家。

“沧海桑田，海陆变迁”是内力地质作用的结果。大陆漂移即内力地质作用的表现。你知道吗？大约在2亿年以前，全世界的大陆是联在一起的，四周被统一的大海包围着，后来因地壳运动，大陆分裂、移动，直到距今5500万年前才形成今天的大陆和海洋。在准噶尔盆地范围内，大约3亿年前，也是波涛汹涌的海洋。后来，这里地壳上升，海水



退走，才成为陆地。再后来，四周山脉升起，中间下降而成了有河流、有湖泊的盆地。



大陆漂移过程

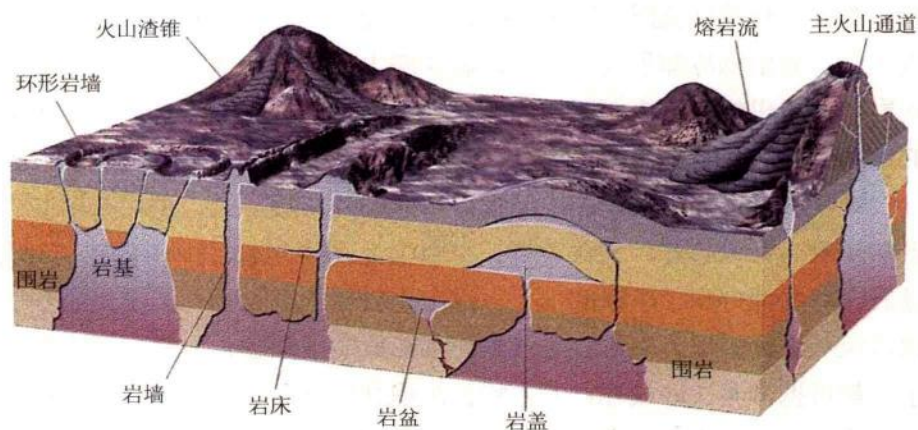


人类生存的根基、矿产资源的大本营——岩石

岩石随时可见、到处都有。我们人类认识和利用岩石的历史十分悠久。早在远古时代，人类就利用坚硬的岩石制作各种简单的劳动工具，用于打猎、屠宰猎物、切削食物和剥取树皮。大约在50万年前的直立人时代，人类就会用火。这时人类用火的来源，一是钻木取火，一是用岩石敲击取火。我们的祖先还选择在岩洞栖身，因为坚固的岩石给予他们安全感。由此可见，岩石伴随人类的发展、进步，自古至今。

地壳上的元素经过地质作用形成矿物，矿物的集合体就是岩石。岩

石组成了人类和其他一切有生命的物质生存繁衍的基础——岩石圈。组成岩石圈的岩石有三大类：岩浆岩、沉积岩、变质岩。



安山岩



橄榄岩



玄武岩



花岗岩

火成岩的产状类型和常见的火成岩



泥质岩



碳酸盐岩



砂岩

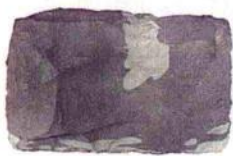
常见的沉积岩



岩浆岩又称火成岩，顾名思义，它的形成和“地火”有关。地下岩石燃烧、发热又发光，就是“地火”。由于“地火”是液体，很像炼铁炉里的铁水，只不过具有高温、高压又含多种气体，所以称它为岩浆。岩浆的大本营是软流圈。岩浆流动就是“地火”运行。岩浆喷到地表形成火山，喷出物冷却形成喷发岩；岩浆向上运行，在地下冷却，形成侵入岩。克拉玛依步行街石雕用的花岗岩，就是其中之一。我们人类所需的金属矿产，主要产于火成岩。

顾名思义，沉积岩是经过沉积作用形成的岩石。风，是司空见惯的自然现象。大风起处，天昏地暗，空中尘土飞扬，地面沙石滚滚。大风过后，有的地方积了厚厚的尘土，这尘土就属于沉积物；沙漠里的沙子也是风从遥远的地方搬来，经沉积作用形成的沉积物；海水、湖水和河水，都可携带泥、砂或死亡的生物，沉积之后就成为沉积物。沉积物经过埋藏、压实、脱水、胶结，就成了沉积岩。沉积岩有以下几个方面的特点：一是成层有序，先沉积的在下，后沉积的在上，层层叠叠，一层挨一层；二是有粗有细，粗到鹅卵石组成的砾岩，细到烧石灰的石灰岩，两者之间是砂岩和泥岩；三是往往含古生物化石或生物碎屑。沉积岩是外力地质作用的产物。常见的沉积岩有砾岩、砂岩、泥岩、页岩和石灰岩。沉积岩中的矿产主要有石油、天然气、煤、铁和盐类。

变质岩是由变质作用形成的岩石。变质作用是指已经形成的岩石——不论是岩浆岩，还是沉积岩，由于地下温度升高、压力加大而变成新的岩石。例如，灰色甚至黑色的石灰岩变成洁白如玉的大理岩；松软的泥岩、页岩变为坚硬的板岩、千枚岩甚至片麻岩；花岗岩也可变为花岗片麻岩。铜、铅、锌、钨、锡等是变质岩中的主要矿产。



板岩



片岩



片麻岩



大理岩

常见的变质岩

地球的史书——地层

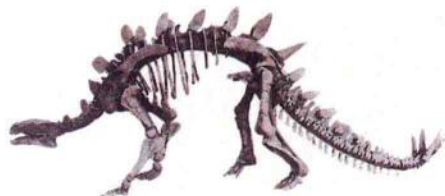
组成岩石圈的岩石有三大类，其中沉积岩和变质岩是成层的。地质学中把一层挨着一层、层层叠叠，有如书本一般的岩石称为岩层。如果知道岩层形成的时间，这种岩层便可称为地层。地层出现于距今35亿年，之所以称得起是地球的历史书，就是因为地层和它所含的古生物化石是地球发展演化的记录。比如，海洋沉积形成的地层有海洋特点并含有海洋生物化石；陆地上的河流和湖泊沉积的地层也各有特点，并含陆地生物化石如树叶化石等。若说地层是地球的历史书，那么古生物化石就好比是书中的插图。沉积岩是先沉积的在下面，后沉积的在上面，这种规律叫“沉积叠置律”。地球上古老的生物称古生物。它们死亡之后随着沉积物一起埋藏，经过漫长的时间，变成了仍有生物模样的岩石，这就是古生物化石。沉积岩中往往含古生物化石。由于生物演化遵循从单细胞到多细胞、从低级到高级的规律，所以，最低级的菌藻化石出现于距今35亿年的岩石中，三叶虫成了古生代早期的标准化石，爬行动物特别是恐龙成了中生代特有的化石。古生物化石这种老的在下、新的在



三叶虫化石



植物树叶化石



恐龙化石



微体化石

古生物化石