

石油工业基本知識叢書

普通地質与石油地質

川南石油矿务局編

石油工业出版社

內 容 提 要

本書是川南石油礦務局結合培訓工作集體編寫的。全書共分六部分。開始從一般地質談起，介紹了各種地質現象、礦物成分、岩石類別、特性、地壳運動、地質年代的劃分等；進而談到石油的生成條件、滲移規律以及如何去尋找石油等地質問題；同時也簡單地介紹了我國幾個主要油、氣田的分布情況。

本書後半部分從鑽井地質、地球物理及采油地質等方面，分別敘述了各種工作方法，如岩屑、岩心、鑽時、鑽速等求產辦法，並介紹了鑑定岩樣的各種方法及原理等。

本書文字通俗易懂，所舉實例很多，便於讀者理解問題。是石油地質工一本較好的讀物，同時也適合於石油部門一般技術人員及一般幹部閱讀。

統一書號：13037·30

石油工業基本知識叢書

普通地質與石油地質

川南石油局編

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085022

石油工業出版社印刷廠印刷 經售書店發行

787×1092毫米開本 * 印張9 1/4 * 189千字 * 印1—2,000冊

1959年12月北京第1版第1次印刷

定價（10）1.25元

前 言

四川地区在1955年及1956年底，曾两次编写过地质采集員讲义。由于以往的材料结合实际較少，且文字不够通俗，学习常感不便。为适应新形势的发展和滿足职工們的学习要求，重新编写了这份讀物。

本書的特点是通俗易懂，联系实际較紧，比較全面系統地介紹了有关問題，适合于干部和工人閱讀。它將在今后技术革新和技术革命运动中，起到一定的促进作用。

编写这份学习資料的人員是由各探区工作崗位上抽調来的，由于時間短、实际經驗缺乏、理論知識又学得不夠，担负这样的任务，在知識和精力等方面，受到一定的限制。在这个大胆的尝试中，錯誤与缺点是难免的，請讀者指正。

本書在编写前曾得到~~某某~~探区领导的大力支持，得到技术人員和工人同志的熱情帮助。初稿完成以后，部份工人同志参加了討論，对这本书提出了許多补充和修改的意見，在此致以感謝。

川南矿务局

目 录

前 言

第一章 地質常識	I
第一节 什么是地質学	1
第二节 为什么要学地質学	3
第三节 关于地球的一般知識	5
第四节 地質学研究的基本对象——矿物、岩石	9
第五节 地質作用	35
第六节 构造地質一般知識	70
第七节 地質上的历史分期	97
第八节 大地构造和找矿方向	108
第二章 石油地質	114
第一节 概論	114
第二节 石油及天然气的物理化学性質	116
第三节 儲藏油、气的岩石	119
第四节 油、气藏的形成	125
第五节 油、气藏及油、气田的分类	136
第六节 目前我国已知油、气田的分布概況	145
第三章 地質調查及油、气勘探	161
第一节 概說	161
第二节 野外地質調查的目的及任务	162
第三节 野外地質調查方法	162
第四节 地面地質調查的一般步驟	168
第五节 深井鑽探的目的及条件	171

第四章 鑽井地質	175
第一节 概說	175
第二节 砂样(岩屑)录井	176
第三节 鑽时(速)录井	186
第四节 泥浆录井	190
第五节 岩心录井	201
第六节 岩样的含盐量及碳酸盐量的試驗	209
第七节 資料的綜合整理研究	214
第五章 矿場地球物理	226
第一节 概說	226
第二节 基本常識	227
第三节 研究井中的地質剖面	238
第四节 各井地层剖面的对比	271
第五节 油井技术	276
第六节 气測井	280
第六章 采油地質	284
第一节 試油层位的拟定	284
第二节 自噴井試油資料	285
第三节 低压井試油資料	288
第四节 試气井	288

第一章 地質常識

第一节 什么是地質学

大家都知道，我們是生活在地球上的，只要我們有机会跑到野外去看看，我們就会发现到处有石头，在地質学上把这些石头叫做“岩石”。再进一步对它們仔細的观察一下，就会看到有許多石头既有着不同的顏色，又有各种不同的形状：有的是成块的，有的是成片的，有的很平整，有的又是弯弯扭扭的，有的用手可以捏碎，有的用鑊头都打不开。

如果我們再向远处瞭望一下，又可看到高处是青山，低处有流水，有的地方很平坦，有的地方又是陡崖。如果我們沒有忘掉，某年在某处发生了洪水，水退了留下一片沙滩……大家就不免要提出問題：这究竟是什么原因呢？是不是自从“盘古开天辟地”以来就是这幅景象呢？它是不是永远不变的呢？这許多現象和我們寻找有用的矿产又有什么关系呢？像这样一连串的問題，地質学都会給我們滿意的答案。

那末，什么是地質学呢？簡單的說，地質学就是研究地球的科学，它同物理学、化学、生物学等都屬於自然科学。当然，地球是很大的，上有天空，下有大地，地質学还不能研究它的全部問題。地球的形狀近似圓形，它的周圍是大气圈、水圈、生物圈和岩石圈。这些部門在科学上进行了分工：大气圈屬於气象学研究；水圈屬於水文学研究；生物圈屬於生物学研究；而岩石圈才是屬於地質学所研究的对象，

也就是說，地質學是研究“地壳”的。由此可見，我們所研究的東西，正是我們日夜踩着的大地，它並不是摸不着、看不見的東西，所以地質學不是神祕不可捉摸的，它是可以為廣大羣眾所掌握，並用來為我們偉大的社會主義建設服務。

雖然地質學是研究岩石圈（地壳）的，但是它与空氣、水和生物是分不開的。而且，空氣、水和生物經常在影響着地球表面，使岩石圈不斷地改變原有的面貌，這就是我們在後面要講到的“地質作用”（這裡所指的是外力作用，此外，還有內力作用）。所以“地質作用”就成為地質學要研究的項目之一了。

岩石圈不僅在表面有變化，就是在地下深處也是在不斷變化着的。也許大家熟悉“地震”、“火山”這些名詞，有時在平靜的山谷里突然沖出一般熱流，或者當我們正在安心工作的时候，忽然感到地動山搖，這就是地震和火山在作怪，它能使大塊岩石彎曲或斷開，或者使原來在上面的岩石，翻壓到下面去，這些也是地質學要研究的，這叫做“構造地質學”。

上面已經談到了，由於地球表面不是長久不變的，所以形成了各種不同的地質現象，這許多地質現象，不是一個早上或是一個晚上就能形成的。正和人不能在一天長大一樣。人有年齡，地壳上各種地質現象也是有它的年齡。地質的“年齡”是以“代”來表示的。確定地質的時代，最好的辦法是從岩石中找很早就死去了的生物遺體，它們和石頭結在一塊已變成了“化石”。根據各種化石，我們就可以判斷出大概是什麼時候的地層。這也是地質學的一部份，叫做“歷史地質學”。

在这一章一开始，我們就談到了岩石。岩石不是一个简单的东西，它是由許多矿物組合而成的。这些矿物有的用眼睛可以看見，有的要經過精确地分析才能辨别出来。假若这些矿物在一个地区集中起来，它就成为一个矿区，为社会主义建設提供足夠的矿产資源。

从以上所談到的情况来看，地質学无疑的是一門科学，它所研究的東西也很广泛。我們研究地質学的目的，就是要找出地球上各种地質現象产生和变化的規律，再根据这些規律，找出有利于經濟建設的各种有用矿产，而石油和天然气只是这許多矿产中的一种。

第二节 为什么要学地質学

設想在很早很早以前，人类还没有发明火的时候，除了太阳能在白天給人們一些光和热以外，人們得不到一点光与亮。太阳一落山，又成了一片黑暗，人們就在与黑暗和寒冷作斗争。在科学不发达的时候，人們只能等待自然給我們的恩賜。一旦自然界发生了災害，人类还要遭到无情地打击，甚至死亡，这种时代該是多么可怕！

人类为了生存，就一定要向自然作斗争，天长日久，人类就进化了，科学也随着发达起来。到現在，有了各种不同的科学部門，可以利用科学去制服自然，讓自然为人类服务。地質学就是这許多科学中的一种。

因此，地質学和其他科学一样，它是为生产实际服务的，它使生产不断发展和提高，以满足我們生活中各种各样的需要。現在党号召我們要“以鋼为綱，带动全面”，可是鋼鉄从哪里来呢？其中重要条件之一，就是要有丰富的鉄矿

石，还要有冶炼时的辅助材料，如石灰石、焦炭、铬、锰、钨等矿石。如果炼不出钢来就制不出各种各样的机器，而要使机器转动就需要煤、石油、天然气等燃料作动力。其中石油和天然气在工业、农业和国防工业上都具有重大的作用。自从人们找到了煤、石油和天然气以后，生活在20世纪的人们所获得的光和热有80%是来自这三种矿物的。我们可以说煤、石油和天然气使世界变得光明灿烂（参考图1—1）。

在近代，和平利用原子能也愈来愈广泛，寻找和勘探原子能矿物也就变得更加重要了。在地质学中对所有这些矿产的性质、成份、形成原因和寻找方法都有详细说明，所以学习地质学就是为了更好地找到丰富的矿产资源，以加速祖国的社会主义建设。

在国民经济其他部门里，地质学也担负了一定的任务，譬如要修建一座水库或大的厂房，就要考虑到厂址应选择在什

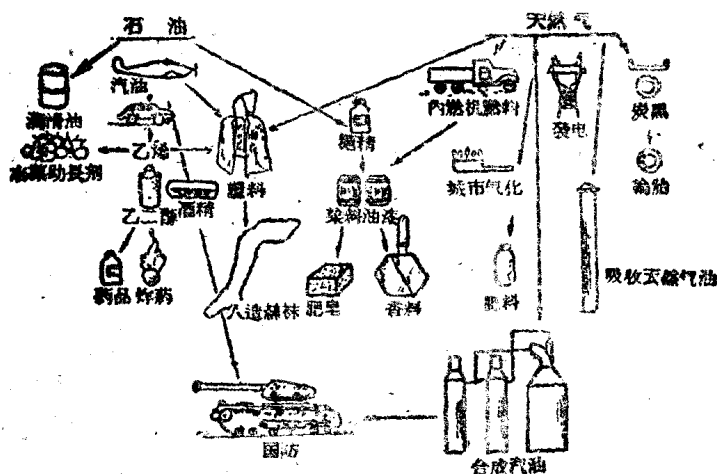


图 1—1 石油和天然气的用途

么地方才合适。如果把这样重大的建筑物安置在松软的地基上，就会使工程质量受到很大的影响，给国家带来很大的损失。要避免这些损失，就要事先收集有关设计施工的资料；要收集这些资料首先要懂得地质学。至于寻找建筑上不可少的粘土、砂子、卵石和水泥材料，等等，更是地质工作者不可推卸的责任。

在修筑铁路上，如选择路线、架桥樑、打山洞都要考虑到地质条件和岩石性质，否则，就很难避免损失。例如宝成铁路路轨的两边曾经经常塌方，严重的阻碍了交通。可见地质学在交通运输上也有很大的意义。

地质学在国防上也有很大的意义，国防上需要的钢铁、火药都需要有矿产资源。抗美援朝时，我们建立了坚固可靠的工事，同样要有地质学的知识。

总之，地质学在国民经济和国防上都有着重要的作用。要多快好省地建设社会主义，就必须全党全民一齐动手，大家学地质，大家找矿，在最短的时间内准备足够的矿产资源，为早日实现社会主义工业化，为在最短期间内赶上和超过英国，为幸福美好的生活，把我们丰富的地下宝藏找出来。

第三节 关于地球的一般知识

一开始就谈到了地质学是研究地球的科学，那末，现在我们就谈谈有关地球的一般知识。

一、太阳系中的一颗行星——地球

太阳从东方升起又到西方落下，看起来好像是太阳在

轉，其实太阳并不轉。根据科学的敘述，太阳是永远不动的，所以把它叫作恆星，而地球却在繞着太阳轉，所以把它叫作行星。

驟然看来，地球似乎大得无比，但是根据天文学的研究，在广闊无边的太空里，地球只是太阳系中无数星羣中的一个行星而已，而太阳系又是宇宙中大約200万个銀河系中的一个系統。这些暫且不去管它，我們只談談太阳系吧！

太阳系中有些什么成員呢？比如說，整个太阳系是一个大家庭，除了太阳是这个大家庭的家长外，还有九个儿子，它們是水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星。这九大行星都是圍繞太阳轉的(见图1—2)。

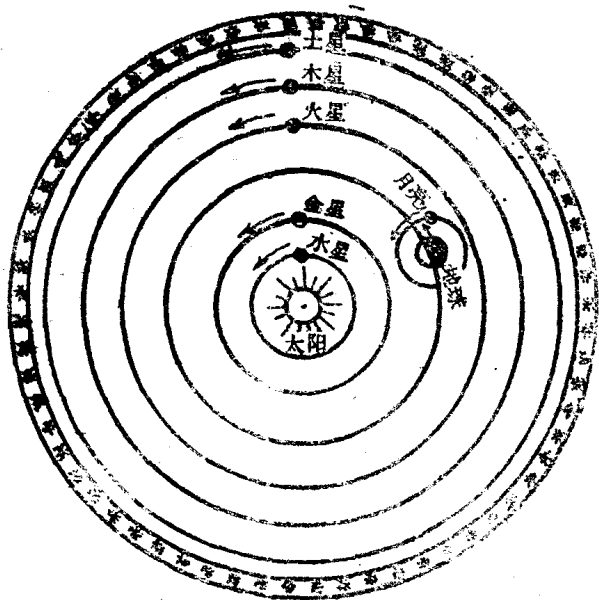


图1—2 宇宙体系

圍繞地球轉的是月亮，它是这个大家庭中的一个孙子。在这个“人口兴旺，子孙满堂”的大家庭里，按大小来排，地球只是居第五位。由此可見，地球和整个宇宙相比，真是像大海中的一粒米，实在小得可憐。

二、地球的形狀

古語說“天圓地方”，这是人們对地球最早的認識，这个認識是不对的。住在海边的人，眺望远方航行归来的船，常常是先看到船的桅桿，然后看到船体，船逐漸走近了，最后才看到整个船身。根据我們日常的經驗，水面永远是平的，只要沒有东西挡住視線，我們就能一眼看到整个船身，为什么会出现这种情况呢？这就說明地球是圓的。

实际上，地球不是一个絕对的圓形，它的最长直径是12755公里，最短直径是12712公里，两个相差34公里。所以它是一个稍微有点扁的橢圓球体。这个橢圓球体上起伏不平，凸起的有高山，下陷的有海洋（海洋所佔地球面积將近 $\frac{3}{4}$ ）。要是把所有的高山都鏟平填到海中去也是填不平的，这說明这个橢圓球体的表面上水的面积要比陆地面积大得多。

三、地球的特点

地球有些什么特点呢？有两点要提出来作一个简单的介紹。

（一）地球本身是一个大磁体 大家都知道，只要把指南針放在水平位置上讓它自由靜止，最后它总是指向南北的，这就是因为地球本身是一块大磁鉄，由于地磁的作用，吸引了指南針，使得它在地球任何地方都永远指向南北（图1—3）。

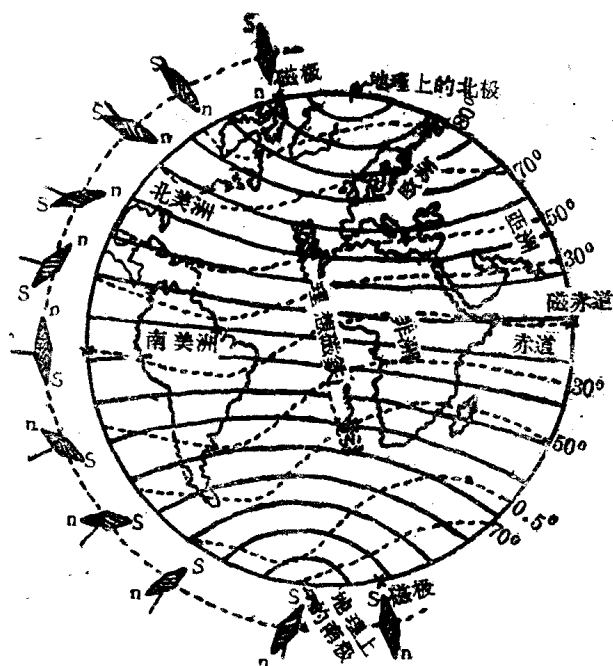


图 1—3 地球是一块巨大的磁铁

有时指南针会突然跳动，不再指向南北，而指向别的地方，这种现象叫“磁性反常”，这说明某个地方的磁力大于地球磁力。根据这种现象常常会发现不少的磁铁矿。

(二) 地球有吸引力 我们向空中抛出一块石头，仍然会落下地来。又假如我们直立地站在我们居住的地方，而在我们的脚下，居住在另一半地球上的人在我們看来，他们是倒立的，但为什么他们不会落入空中呢？这就是因为地球有吸引力的关系，它会把各个角落里活动的东西都拉住，不让它们跑掉（图 1—4）。

这种吸引力叫做重力，由于这种重力使物体才有重量。

四、地球的組成

地球像一個煮熟了的雞蛋，雞蛋從外到有蛋殼、蛋白、蛋黃，而地球由外到有是地殼、中間帶、地核等三個部分。

地殼密度約2.6—3。厚度各處不一樣，大約40—120公里之間，這就是我們前面所指的岩石圈，是由各種不同的岩石組成的。現今我們所獲得的許多礦產都存在于這個岩石圈里。

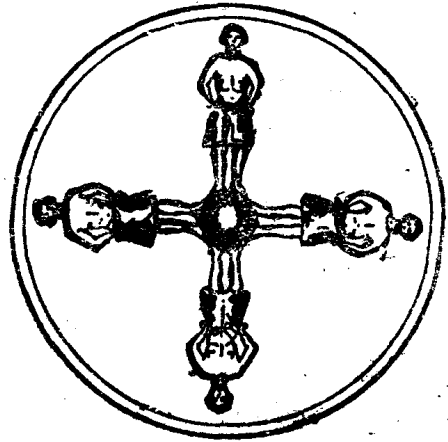


圖1—4 地球和腳底下的人

中間帶密度4.6，深度從120—2900公里，也就是說厚度大約是2700公里。在這個帶里有很多金屬礦物。

地核密度最大，平均密度9.6，最大可以到11，主要是由鐵和鎳組成。

由上面的厚度數字比較來看，地殼只是很薄很薄的一層，真像是雞蛋殼一樣，就在這個薄薄的殼上，人類在進行各種活動。

第四節 地質學研究的基本對象——礦物、岩石

在學了關於地球的一般知識以後，讓我們再把範圍縮小

些，进一步看看我們上面所比喻的雞蛋壳——即岩石圈是怎么回事。

从岩石圈这一名詞上我們就会想到，它是由各种不同的岩石所組成的。有人問：岩石又是什么組成的呢？不論那种岩石都是由許多矿物組成的，而矿物又是由不同的元素互相化合而成的。

这里出現了三个互相有关的名詞，即元素、矿物和岩石。这里所指的元素是沒有和別的东西化合的元素。例如氯（Cl）和鈉（Na），两个都是元素，如果两个化合了，就成了我們日常生活中不可少的盐（NaCl），盐就不是元素而是化合物了。

到現在已經发现的元素（当然还在繼續发现），共有101种。元素虽然只发现了101种，但据現在所知道的，由元素所組成的矿物已經有三千多种了。

因为元素是属于化学范畴，这里不去討論，只分別介紹一下矿物和岩石。

一、 关于矿物的基本知識

在石油部門里，地質学的任务是寻找和勘探石油和天然气。但是在野外进行調查的时候也会碰到其他各种有用矿产，石油地質工作者不能对这些有用矿产丢下不管。在打井时，也有矿物来自地下，我們必須去認識它，并对它作出正确地鑑定。这就要求我們对常見的矿物也要有一般的了解。

（一）什么是矿物 有的元素本身就是矿物，例如金子、銀子、石墨等。但这是极个别的，在大多数情况下，一种矿物都是由两种或者两种以上的元素化合而成。所以有天

然元素矿物，也有化合物的矿物。因此，矿物是有一定的化学成份的。

矿物在自然界可以有不同的状态，也就是说有固体的（如铁矿石、煤），有液体的（如水银、石油），还有气体的（如天然气、硫化氢）。各种矿物有不同的外形，我们把这些就叫矿物的物理性质。不同的矿物，物理性质也不同。

矿物很少能够单独存在，它都是包含在岩石里面。例如花岗岩是一种岩石，一般都是由石英、长石、云母三种不同化学成份和不同物理性质的矿物组成的。

那末，究竟什么是矿物呢？用一句话来表示，矿物是存在于自然界组成岩石最小的单位，它有一定的化学成份和一定的物理性质，是在各种不同的地质作用影响下形成的。

当然，除了地质作用影响下形成的矿物以外，人工也可以制造矿物，例如人造金刚石、人造石油等，这就不属于地质学所要讨论的范围了。

（二）矿物的化学成份 由已知的101种元素可组成3000多种矿物。根据这些矿物的化学成份可以归纳成七大类。这七大类的详细划分和常见矿物的鉴定在后面要专门列个表来说明，这里只简单介绍一下是哪七大类：

1. 天然元素矿物：在地壳中存在的天然元素矿物有30种以上，大部份都是金属（固体的），一部份是气体，很少是液体。在这一类里，我们常见的矿物有硫磺（S）、石墨（C）、金（Au）、银（Ag）、水银（Hg）等。

2. 硫化物矿物：这一类中大多数都是含有硫的化合物，有许多是工业上有用的矿产资源。除了我们大家都熟悉的硫化氢以外，都是固体的，常见的矿物有黄铁矿（ FeS_2 ）、黄铜

矿 (CuFeS_2)。

3. 氧化物矿物：金属与氧或者是氢氧相化合的矿物。因为氧在岩石圈里大约佔了49.13%，所以这一类矿物在地壳中佔了很大的优势，常见的矿物有石英 (SiO_2)、燧石、赤铁矿 (Fe_2O_3)、磁铁矿 ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$)。

4. 卤化物矿物：在化学里称氟、氯、溴、碘四种元素为卤族元素，所以凡是与卤族元素化合成的矿物就叫做卤化物矿物。我们最熟悉的就是岩盐，也是我们日常生活中不可缺少的矿物。

5. 含氧酸盐矿物：这类矿物可以分成碳酸盐矿物、硫酸盐矿物、磷酸盐矿物等。它们都含有氧。碳酸盐矿物有大家熟悉的方解石 ($\text{CaO} \cdot \text{CO}_2$)、石灰石 (CaCO_3)、白云石 ($\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{CO}_2$)。硫酸盐矿物有石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)、重晶石 (BaSO_4)。磷酸盐矿物有磷灰石 ($\text{FCa}_5\text{P}_3\text{O}_{12}$)。

6. 矽酸盐矿物：常见的有长石 ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$)、云母、海绿石 ($\text{KH}_2\text{Fe}_3(\text{Al} \cdot \text{Fe})\text{Si}_3\text{O}_{12}$)、高岭土 ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 等。

7. 可燃有机矿物：这一类是由动物或者植物形成的矿物，可以燃烧，这就是石油、天然气、煤、瀝青等。

(三) 矿物的物理性質 任何物質既有它們的化学成份，也有物理性質，下面介紹一下矿物的物理性質：

1. 矿物的外形：任何一件东西我們都能用眼睛看出它的外表形状来，矿物也是如此。我們在前面說到，矿物有固体的，有液体的，还有气体的，但是，大家知道液体和气体矿物是沒有一定的形状的，你把它装在圓瓶子里它就是圓的，把它装在方瓶子里它就是方的，而固体矿物就不同了，它是