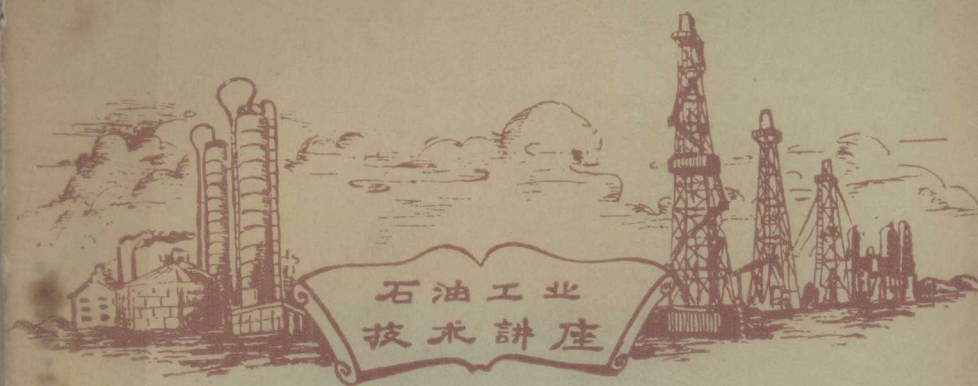




石油工业
技术讲座

地 質 勘 探

石油工业出版社

內 容 提 要

本書內容包括普通地質、石油地質、世界主要的油氣區、中國油氣資源、野外地質調查、鉆井地質和采油地質等七部分。從普通地質的基本知識談起，談到石油的形成，儲集石油的場所、條件，應如何尋找石油，進一步談到在鉆探、開采石油的過程中應收集哪些地質資料，並應如何利用這些資料，以求獲得豐富的油氣資源。

為了幫助讀者了解書中內容，書中附有70多幅插圖，並且結合我國的具體情況敘述。

本書適合石油系統職工學習用，尤其適合石油系統新轉業職工學習用，也可供其他有關地質人員參考。

統一書號：T 15037·358

石油工業技術講座

地 質 勘 探

本 社 編

*

石油工業出版社出版（社址：北京六鋪炕石油工業部內）

北京市書刊出版業營業許可證出字第093號

石油工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 印張7 $\frac{1}{2}$ * 插頁1 * 130千字 * 印1—2,000冊

1958年4月北京第1版第1次印刷

定價(10)1.20元

出版說明

为了帮助在职职工学习石油工业技术的基本知识，石油工业部机关党委和工会联合举办了“石油工业技术讲座”。这个讲座按专业分为地质勘探、地球物理、钻井、试油、采油、原油加工、人造石油、机械动力、石油产品储运、器材供应、生产经济组织和财务计划等部分，由石油工业部各有关专业部门工程技术人员分别讲授。讲座的讲稿经整理后陆续由我社出版，以供石油工业系统广大职工学习。

本书是由我社编辑室根据康一子、王康健等同志的讲课提纲加以补充后整理出来的。在整理过程中，蒙曾鼎乾、王康健、翟光明等同志多方予以协助、审校，谨致谢意。书中可能有些缺点和错误，希望读者提出改正的意见。

目 錄

出版說明

第一章 普通地質学.....	1
第一节 概說.....	1
第二节 地球的起源.....	3
第三节 地球的形狀、大小和物理性質.....	8
第四节 地球的構造.....	11
第五节 矿物.....	13
第六节 岩石.....	23
第七节 地壳的变化.....	33
第八节 地壳的历史.....	50
第二章 石油地質学.....	63
第一节 石油与天然气的基本性質.....	63
第二节 石油的生成.....	68
第三节 石油和天然气的游移.....	76
第四节 石油和天然气的聚集.....	81
第五节 油、气藏的类型.....	88
第三章 世界主要的油、气区	96
第一节 概說.....	96
第二节 苏联.....	100
第三节 羅馬尼亞.....	105
第四节 美国.....	106
第五节 中东及近东地区.....	110
第六节 委內瑞拉.....	115
第七节 其他各国.....	115

第四章 我国主要的油、气区	121
第一节 概說	121
第二节 酒泉盆地	122
第三节 准噶尔盆地	125
第四节 柴达木盆地	126
第五节 四川盆地	130
第六节 鄂尔多斯盆地	132
第七节 台湾省	135
第八节 其他含油、气区	136
第五章 油、气藏的調查和勘探	139
第一节 概說	139
第二节 地質調查的一般过程	139
第三节 地面地質調查的步驟	142
第四节 寻找油、气藏的最初对象——露头	146
第五节 野外地質工作基本知識	149
第六节 槽探、手搖鑽和輕便鑽井工作	159
第七节 地球物理和地球化学調查法	161
第八节 深井鑽探的先决条件和目的	165
第六章 鑽井地質	168
第一节 概說	168
第二节 鑽探前構造的選擇	170
第三节 总体設計和井位的佈置	177
第四节 鑽井过程中資料的收集	179
第五节 固井监督工作	188
第六节 試井工作和鑽探阶段的估价	189
第七章 採油地質	191
第一节 油、气儲量的分类和計算	191
第二节 油田開發方案的拟定	203

第三节	油田开发.....	207
第四节	油田和油井的增产措施.....	213
第五节	生产井的地質监督.....	215

第一章 普通地質学

第一节 概說

地質学是研究地壳的科学。具体地說，是研究关于地壳構造、矿物組成、發展規律以及地球历史的科学。

地質学与生物学、化学和物理学不同。生物学研究現在地球表面的生物界，而地質学只研究地球上的無生物界。地質学不研究組成地球的各种化学元素的性質、状态以及它們之間的相互作用，也不研究組成地球物質的性質、状态和它們在各种状态下的能力；前者是屬於化学研究的范围，而后者則是物理学研究的范围。地質学並不直接研究它們，而是利用这些科学研究的成果。

地質学的内容可以分为三部分：(1)靜力地質学，研究地壳的現狀和它的組成，包括矿物学、岩石学等；(2)动力地質学，研究各种地質作用以及由於这些地質作用而引起地壳中的各种变化，如構造地質学、地貌学等；(3)历史地質学，研究地球的历史以及各个历史时期的生物界，如地史学、古生物学等。

地質学同我們的生活有着十分密切的关系。目前，国家正在进行大規模的社会主义經濟建設，祖国的地下蘊藏着極丰富的各种矿产，寻找和開發这些矿产时，就要运用地質学的知識，找出这些矿产在地壳中分布的規律，从而决定勘探方向和制定适当而有效的勘探方法。在各项工程建設中，例

如厂房建筑、城市规划、铁道勘测与施工、水库建造、桥梁修建、建筑材料的选择和地下水源的寻找，等等，也都必须广泛应用地质学的知识。因此，地质学是祖国建设中不可缺少的一门基本科学。

作为一门系统的科学来说，地质学还是从鸦片战争以后才自国外输入中国的。但中国古代的学者，很早就提出了有关地质学的见解。尽管在两千多年的周朝，科学还很不发达，但当时的文学作品“诗经”中已有了“高岸为谷，深谷为陵”那样的诗句。那意思是说，现今高峻的河岸，就是当年的河谷，而现今低深的河谷，就是当年的山岭。这句话不仅有辩证的观点，而且也符合地质发展的情况。

这种朴素的地质学理论在以后还得到进一步的发展。我国古代流传着“沧海桑田”的说法^①，认为海洋可以变为陆地，陆地也可以变为海洋。公元1074年左右，北宋的学者沈括出使辽国，观察了河北一带的地形，在他的笔记“梦溪笔谈”中这样写着：“我在太行山北一带，看见山中的岩石往往夹杂螺、蚌壳，并有像鸟蛋一样的石头子儿，看来这是古时的海滨，而这些地方现在距海已接近一千里了。现今的陆地，是河中的泥砂淤积成的……”^②这里，沈括进一步用河流沉

① 见西晋葛洪所著“神仙传”。书中说：“麻姑谓王方平曰：‘接待以来，已见东海三为桑田，向到蓬萊水浅，浅於往者会时略半也，豈将复还为陆乎？’”葛洪在这里假托神仙的谈话提出了水陆交替变换的论点。

② 原文为“予奉使河北，边太行而北，山崖之间，往往衔螺蚌壳及石子如鸟卵者，横亘石壁如带。此乃昔之海滨，今东距海已近千里，所谓大陆者，皆淤泥所湮耳。堯殛鲧於羽山，旧说在东海中，今乃在平陆。凡大河、漳水、滹沱、涿水、桑干之类，悉是湍流。今关陕以西，水行地中，不减百余尺，其泥岁东流，皆为大陆之土，此理必然”。见“梦溪笔谈”卷二十四。

積說明了海變為陸地的原理。南宋的學者朱熹(1130—1200)在他的語錄中也曾提到高山的岩石中有螺、蚌壳，這種岩石從前是泥土，螺、蚌是生活在水中的，但時代的變遷却使得低窪的地方變成高山，使柔軟的泥土變成剛硬的岩石。朱熹並認為站在高山上望四周的羣山，好像波浪一樣，可見這些山都是從前的海底^①。朱熹不僅說明了化石的成因與沉積岩的生成，還正確地表達了造山作用的概念。這種見解的提出比西方地質學創始者芬奇(1452—1519)還要早三百多年。明朝學者陸深(公元1500年左右)更進一步發揮了這種觀點，他肯定認為岩石是水成的，並企圖用“水最高、山最低”的辨證觀點說明海洋和陸地的互變^②。

我國古代勞動人民很早就應用地質原理開採地下礦藏。還在兩千二百多年以前，四川的勞動者就已經在當地尋找地下的鹽鹵，鑽井採鹵，並利用鑽井中發現的天然氣煮鹽。以後，還逐漸建立了地下地質錄井的方法，摸索地層中裂縫的規律。

第二節 地球的起源

我們居住的地球是怎樣形成的？這個問題直到現在還沒

① 原文為“嘗見高山有螺蚌壳，或生石中，此石即舊日之土，螺蚌即水中之物，下者却變而為高，柔者却變而為剛”。“今登高山而望羣山，皆為波瀾之狀，便是水泛如此”。見“朱子語錄”。

② 原文為“薛文清公觀崖石，每層有紋橫界，層層相沓，謂為天地之初，陰陽磨盪而成，若水之濺砂，一層復一層也。殊不知實是水所濺耳……凡山阜皆從水中洗出，觀江河間沙洲可見。余嘗謂水天下之至高者也，山天下之至卑者也。故海底有石，山顛有水，然水亦實至高，霖霖雨雪是也”。見“玉堂漫筆”。

有找出一个绝对正确的答案。最近兩百多年来，科学一天天地發達了，因而人們也就逐漸地运用科学原理来研究这个問題。

一、太陽系

地球是太陽系的一个行星。像地球这样的行星，在太陽系中一共有九个(火星和木星間还有一羣小行星)，它們都繞着太陽旋轉。这些行星的名称、直徑以及它們与太陽的距离如表 1 所示。

太陽系的各个行星

表 1

名 称		直徑，以地球为單位 (地球的直徑 = 12,755 公里)	与太陽的距离，以地球与太陽的距离为單位 (地球与太陽的距离 = 149,500,000 公里)
太 陽	星	109.0	
水 星	星	0.4	0.4
金 星	星	0.9	0.7
地 球	球	1.0	1.0
火 星	星	0.45	1.5
木 星	星	11.3	5.2
土 星	星	9.5	9.5
天 王 星	星	4.2	19.2
海 王 星	星	3.9	30.2
冥 王 星	星	1.0 (約)	39.6

二、太陽系的形成

太陽系的形成不是偶然的，而是天体中物質演变的結果。很多年来，科学家就在研究着这个問題，發表了各式各样的假說，其中最主要的有以下几种：

1. 拉普拉斯的假說 1796 年法国学者拉普拉斯提出了这样一个假說，他認為太陽最初是一团温度很高的气体，叫做星云。星云由西向东沿着自己的軸旋轉，在它的中心形成一个核，这个核心逐漸發展成为太陽，在核心的外面，星云圍繞着核心繼續旋轉，密度逐漸增加，轉速加快，星云的形狀也逐漸扁平。在这种情况下，核心以外的星云体就逐漸出現若干个环形体，这些环形体分裂后，再聚成一些比太陽小的星球，这些星球便是太陽系的行星，行星一方面繞着太陽旋轉，另一方面也繞着自己的軸旋轉，这样，就構成了太陽系。

这种假說在十九世紀很受欢迎，但以后人們却發現天王星、海王星的旋轉方向同其他行星相反，还有其他一些理由，都証明拉普拉斯的假說很多地方与觀察到的具体事实有矛盾。因而以后又有了其他一些假說。

2. 金斯的假說 1930 年英国学者金斯提出了浪潮假說。他認為太陽系的行星产生以前，有另一个星球接近了太陽，这个星球比太陽大，由於相互吸引，使太陽上形成很大的潮汐，太陽的一部分被吸引而突出，並伸向这个大星球，在这个大星球更接近太陽的情况下，突出体破裂了，經冷却后，就成为一系列由小到大，再由大到小的行星和它們的衛星，如圖 1 所示。

这种說法虽然有一定的道理，但却無法說明形成的行星为什么会旋轉，也很难說明当那个大星球离开太陽时，形成的行星为什么不被大星球帶走或被太陽吸回去。同时，金斯的假說也很难說明行星距离太陽为什么那样远，例如冥王星与太陽的距离竟比太陽的直徑大 4000 多倍。金斯假說最大

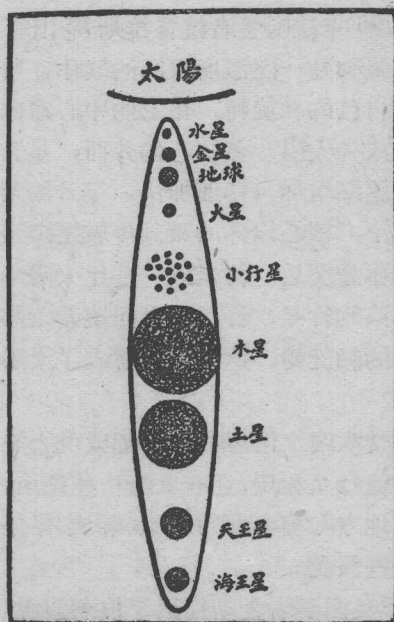


圖1 金斯的浪潮假說示意圖

塊，就是一系列行星。当行星未冷却凝固时，受到太陽的吸引而發生潮汐現象，使行星的一部分与行星脱离成为衛星。这种說法，也有一些不够完善的地方，如行星距太陽很远，是否可能由於潮汐作用而产生衛星；同时各个行星旋轉方向不一致的問題也沒有很好地解决。

4. 斯密特的假說 以上各种假說都有一个共同的特点，即認為太陽系的行星都是从母体——太陽中分出，並逐漸冷却而形成的。苏联科学家斯密特提出了一种不同的看法，他認為在銀河系里有許多星体，也有許多像隕石那样的星云团，太陽系在运动中曾經和这些星云相遇而掠夺了其中的一

的缺点就是把太陽系的形成看成是一种偶然發生的事情。

3. 費森科夫的假說

苏联科学家費森科夫認為太陽系的形成並不是宇宙間偶然發生的事情，而是必然的結果。他以現代原子物理学的成就來說明太陽系的形成，認為由於太陽內部發生的原子核反应，放出大量的能，使太陽由於能量变化而發生旋轉。由於轉数增加，失去稳定性而逐漸拉長，最后被拋擲出来成为一些碎

部分，被掠奪的星云體有一部分留在它的周圍形成了隕星羣，由於這些隕星互相衝擊，便密集聚合成為行星和衛星，靠近太陽的是一組密度大、質量小的行星——水星、金星、地球、火星，較遠的是另一組密度小、質量大的行星——木星、土星、天王星、海王星。由於這些行星都是從天體中的隕星聚集的，所以它們的軌道和方向便不一定一致。按照斯密特的說法，地球開始形成時比現在是小得多的，隨著降落到地球的隕石的增加，地球體積逐漸增大，但在最近 20 億年，隕石的數量的增加已經很少了。

斯密特認為地球形成時是冷的，由於放射性元素的作用而逐漸變熱，形成熔融體，於是較重的地塊逐漸下沉，成為地球的核心；較輕的地塊逐漸上升，再經冷卻成為地殼。

斯密特的學說運用了數學、物理學和天文學的新的成果，因而能夠比較圓滿地說明太陽系的形成。當然，這種說法還有待於進一步的研究和証實。人類對於客觀世界的認識是永無止境的，隨著科學的發展，必然還會有更新和更完備的理論來說明太陽系的形成。

三、地球的形成

最初的地球，假定是熔融狀態或一部分呈氣體狀態的。經過漫長的歲月，逐漸冷卻、硬化，形成硬的地殼^①，再繼續冷卻，才逐漸出現了海洋、江河，最後，出現了生物。

應當指出，從地球形成到現在，地殼並不是靜止不變的，而是時時刻刻在變化着。高山逐漸變為丘陵和平地，新的山

① 這裡講地殼的形成，仍然是從地球最初是熱的這一觀點出發的，關於斯密特的觀點，前面已經介紹過了。

脈又在繼續形成，江河的位置經常變遷，岩石和礦物的成分與結構也經常受機械、化學作用的影響而變化，改變着地球的外貌。地球外貌改變的原因有各種各樣，總括起來不外乎兩類：有一類是來自外力，例如溫度的變化，氣流的影響，雨水的淋蝕，河流的沖刷，生物活動以及化學作用等，這些因素是由於太陽的熱能所引起的，能力來自地球以外，因而叫做外力作用。另一類是來自內力，如火山噴發，地震以及岩層發生褶曲和斷裂的現象等，因為能力來自地球內部，所以叫做內力作用。內力作用和外力作用總稱為地質作用。而研究地質作用的類型及其結果，則是普通地質學的主要內容。關於地質作用，將在第七節中具體說明。

這裡必須說明，大多數地質作用的進行是十分緩慢的。例如黃土堆積每 1 公尺厚需要 1,000 年；挪威西海岸卑而根附近地區，100 年內只上升 0.6 公尺；北美的尼加拉大瀑布具有 2,000 萬匹馬力的能量，沖刷河岸的結果每年后退 0.3 公尺。這些例子都說明地質作用的進行是很緩慢的，但由於長年累月的進行，結果使得地殼發生極其巨大的變化。

第三節 地球的形狀、大小和物理性質

地球是什麼形狀的呢？古時候人們曾相信過“天圓地方”的說法，現在，懂得一些地理知識的人自然是不相信這種說法了，都知道地球是個圓球體。實際上地球也並不是真正的圓球體，而是橢圓的球體。地球的直徑在南北極之間是 12,712 公里，赤道直徑是 12,755 公里^①，扁平率大約是 $\frac{1}{297}$ 。地球

① 根據美國最近發表的經過精確測量的資料，地球赤道直徑是 12,756.52 公里——見“科學新聞”1956 年第 3 期。

的面积大約是 509,950,714 平方公里，体积大約是 10,830 亿立方公里。地球的表面是凹凸不平的，最高的地方是我国西藏高原的珠穆朗瑪峯(8,882 公尺)；最低的地方是菲律賓羣島附近的凹槽(-10,793 公尺)。兩者相差达 19,855 公尺。

根据比較精密的測量，地球的平均比重是 5.52，但地壳表面岩石的平均比重只有 2.7，可見地球內部物質的比重是很大的，而且愈接近中心比重愈大。地球中心的物質比重在 11.3 左右，压力在 180 万个大气压以上。

地球不是靜止不动的，它一方面以通过兩極的直徑为軸进行自轉，另一方面又沿着一定的軌道繞着太陽旋轉，叫做公轉。自轉一週 24 小时(严格地說，是 23 小时 56 分零 4 秒)；公轉一週要 365 天又 4 小时。为了計算上方便，取 365 天为一年，而把四年中多出的 24 小时加到 2 月份的第 29 天，这就是閏年。

通过地球的兩極，可以在地球表面上画一个圓圈，这就是子午綫(子午就是日中的意思)。由赤道沿子午綫向兩極各分成 90 度，这个分度叫緯度，赤道以北的叫北緯度，以南的叫南緯度。赤道本身是个圓周綫，把它分成 360 度，以英国倫敦的格林威治天文台为起点，向东及向西各分成 180 度，天文台以东的叫东經，以西的叫西經。这就是經緯綫(圖 2)，用它可以表示地球表面任何一个地方的位置。

因为地球实际上是个扁圓体，而重力(地球的吸引力)的大小是同被吸引物距地心的平方成反比的，同时，由於地球的旋轉，离心力在赤道总要比兩極大，所以地球上重力的分佈是由兩極向赤道逐漸降低的。我們可以从理論上計算出地球上每一点的正常重力，但当地壳內有密度与岩石不相同的

矿物时，在这个地区进行重力勘探，测得的重力值便違反理論上的正常現象，这种情况叫做重力異常。在地質勘探工作中，常用这种方法寻找金屬或石油矿藏。

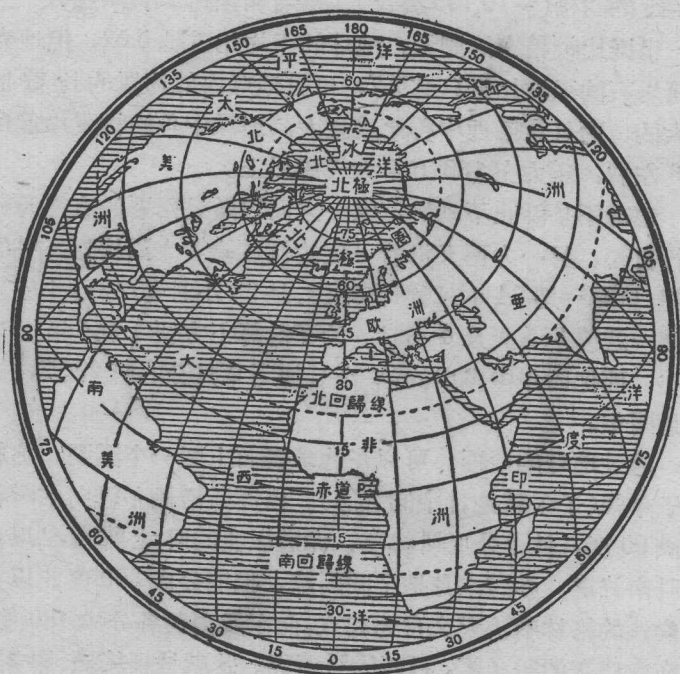


圖2 經緯綫

地球本身是一个巨大的磁体，有兩個磁極——地磁南極与地磁北極。圍繞着地球周圍有許多条磁力綫，它們从地球的一極出来，又回到另一極去(圖3)。

地球的磁極同地理上的兩極並不一致，因而通过兩個磁極作出的磁子午綫同我們前面所講的地理子午綫並不符合，

兩者之間有個夾角，這個夾角叫地磁偏角，或簡稱磁偏角。磁偏角的大小各地並不一致，而且有的向西偏，有的向東偏。向東偏的角度習慣上加以正號（+）；向西偏的則加以負號（-）。指南針所指的北方，是磁北極而不是地理北極，必須根據磁偏角校正才能定出正確的方位。一般地形圖都以正北作圖的上方，否則即應註明。

在有些地方，地殼中蘊藏着巨大的鐵礦或有大裂縫，磁力綫會違反了正常的方向而發生偏移，這種現象叫磁力異常。應用磁力異常可以尋找鐵礦及研究地質構造。

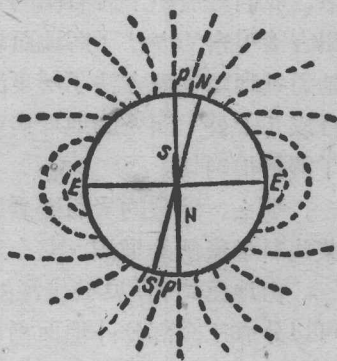


圖3 地球的磁場

N, S —地球的地理極； P, P' —地磁極的近似位置； E, E' —磁赤道的位置；虛綫表示磁力綫。

第四節 地球的構造

地球的外部是一層厚約 500 公里的大氣圈，空氣在大氣圈的上層最稀薄，愈接近大地愈濃厚。離地面 10—17 公里以內的大氣層，是大氣圈內空氣最濃厚的一層，叫做對流層。對流層空氣的主要成分是氧和氮，還有少量的氫、氫、氬等氣體以及含量不太固定的二氧化碳和水蒸汽。

大氣圈包圍着一層水圈和岩石圈。水圈是由海洋、湖泊、河流、沼澤等組成的。水圈大約佔表面面積的 70%。

與我們關係最密切的是岩石圈，它是地質學研究的主要對象。由於目前鑽機最大的能力只能鑽 6,000 公尺左右，所