

树人
文库

工业技术丛书

神秘的地质勘探

掀起地质勘探的神秘面纱

陶滔 王哲盛 宋古天 冯丽 / 主编

远方出版社



树人文库

工业技术丛书

神秘的地质勘探

主编：陶滔、王哲醛、宋古天、冯丽

远方出版社

责任编辑:胡丽娟

封面设计:杨 静

树人文库——工业技术丛书
神秘的地质勘探

主 编	陶滔、王哲醛、宋古天、冯丽
出 版	远方出版社
社 址	呼和浩特市乌兰察布东路 666 号
邮 编	010010
发 行	新华书店
印 刷	北京朝教印刷厂
版 次	2005 年 1 月第 1 版
印 次	2005 年 1 月第 1 次印刷
开 本	850×1168 1/32
印 张	708
字 数	4500 千
印 数	5000
标准书号	ISBN 7-80723-008-8/1·5
本册定价	20.00 元

远方版图书,版权所有,侵权必究。

远方版图书,印装错误请与印刷厂退换。

前 言

地球大约有 50 亿年的历史,30 亿年前就有了生命活动,数百万年前出现了人类。人类在数万年的劳动中不断演化,其速度相当缓慢。只是到了近代二三百年来,才发生了突飞猛进的发展,大大地加快了人类文明的进程。不过这二三百年的飞跃发展,却是以几百万年的文明累积为基础。

钢铁及钢铁制造业的变革开始,以电力的应用为标志,以产业结构的巨大变化为告终。在这期间,不仅传统的钢铁工业、机器制造业发生了根本性变化,而且兴起了电气、化工、汽车、石油等一系列生产部门。这又是一次真正的巨大变化,使人类的物质生活得到了巨大的改善。

继现代物理学革命之后,20 世纪中期以来,由于原子能、电子计算机和空间技术的出现,新的技术手段也深刻地改变着现代科学研究的技术和方法,促进了自然科学新的发展。在物理学、化学的影响下,现代生物学有了决定性的突破;分子生物学的兴起,标志着生物学进入了一个崭新的阶段。

科学技术的一系列划时代的进展,揭示了物质世界不同层次的运动规律和相互联系,出现了许多分支学科、边缘学科,还产生了象控制论、信息论、系统论等这样的综合性、基础性理论。现代科学革命和技术革命的丰硕成果,不仅带来了社会生产力的巨大飞跃,而且对社会生活的各个方面都已经或正在继续产生极深刻的影响。许多现代的新兴工业和行业在不断地涌现,为人类创造出更加丰富的物质文明。

《工业技术丛书》具有较高的知识性、科学性,它能帮我们了解更多的工业技术知识。

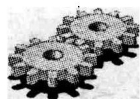
本丛书的编写过程中,参阅了大量资料,谨向作者和支持本丛书出版的各界朋友表示衷心的感谢。因为时间仓促,疏漏之处希望读者朋友批评斧正。

编者



目 录

第一章 地质学.....	(1)
第一节 地质学是一门什么科学.....	(1)
第二节 地质学概述.....	(3)
第三节 构造地质学	(22)
第四节 矿物学	(27)
第五节 成因矿物学	(31)
第六节 工程地质学	(33)
第七节 地质学与地球	(36)
第二章 中国地质学的成就	(52)
第一节 中国最早的地质科学研究机构	(52)
第二节 地质力学的奠基人—李四光	(54)
第三节 普查与勘探	(57)
第四节 资源与能源	(59)
第五节 中国煤炭工业的成就	(61)
第六节 中国的油田	(63)



第七节 中国工程地质成就	(66)
第三章 形形色色的岩石	(76)
第一节 认识脚下的岩石	(76)
第二节 沉积岩—水中形成的岩石	(90)
第三节 奇特的变质岩	(101)
第四节 迎接天外来客	(110)
第四章 油气勘探	(120)
第一节 我国采油简史	(120)
第二节 产在岩石中的石油和天然气	(122)
第三节 石油勘探	(123)
第五章 煤矿开采	(131)
第一节 采矿技术	(131)
第二节 矿井开采	(137)
第三节 对煤炭业的思考	(139)
第六章 非金属矿产	(157)
第一节 中国的非金属矿产	(157)
第二节 非金属矿产资源及其用途	(159)
第三节 宝石王——钻石	(161)
第七章 地质环境系统	(164)
第一节 应用地质学的先导	(164)
第二节 工程地质学研究领域	(174)
第三节 地质灾害的种类	(182)
第四节 地质环境与人类	(187)



神秘的地质勘探



第八章 其他的地质资源.....	(192)
第一节 中国的金矿	(192)
第二节 探求大洋中的矿产资源	(197)
第三节 源源供给的活矿床—碱矿	(200)
第九节 温泉—造福人类的源泉	(201)
第五节 事件沉积学	(203)
第九章 资源、环境与地质	(206)
第十章 著名的地质学家.....	(227)



第一章 地质学

第一节 地质学是一门什么科学

人类生存在地球上,它生活的环境和从事生产所需要的物质资料都离不开地球。远古时代我们的祖先便试着了解地球,因而有了 Geology(地质学)这门学科,它与 Geography(地理学)、Geometry(几何学)、Geomorphology(地貌学)等都是关于大地的论述。地质学真正成为一门独立的科学是在 18 世纪后半叶。随着认识能力的提高、探测手段的进步和资料知识的丰富,地质学的研究内容也在不断地扩大和更新。

蒸汽机的使用使采煤量大大增加了,工业革命要求矿业和冶金业迅速发展,推动了大面积的区域地质调查。至 20 世纪中期,基础地质学已形成了三大分支系统,第一是研究地壳的组成和物质成分,第二是研究地壳或地质作用的发展历史,第三是研究地壳的变动和动力地质作用。应用地质学则形成了两大分支



系统,一是研究各种矿产的生成、运移、富集的规律,可称经济地质学,二是直接服务于各种工程建设的工程地质学和水文地质学。简言之,该阶段的地质学研究的对象主要是陆地,揭示的只是地球表层(以上部地壳为主)的发展过程。一系列分支学科的出现标志着地质学的欣欣向荣。

20 世纪 60 年代开始出现的板块学说使地质学进入了一个全新的发展时期。地质学的研究内容大大拓宽了,可通俗地用“上天、入地、下海”六个字来比喻,即:海洋、地幔、岩石圈乃至外地核,来自宇宙(地外)的陨石等,都是地质学的研究对象。地质学发展的主要特点,一是由自身的分科走向综合,二是地质学与其它学科的交叉渗透。由于从全球观点出发对地质现象进行综合考察成为地质研究的必由之路,“固体地球科学”一词有时能更确切地表述原地质学的研究内容。新的地质学分支学科常是基于全球构造格局而集中于某一特定区域而提出的,如大陆边缘地质学、大陆裂谷地质学、特提斯地质学、冈瓦纳地质学等。

近半个世纪来,由于过分加速的城市化和沙漠化,人类的生存环境正受到日益严重的威胁,环境地质已成为人们所关注的一个研究领域。人口的急剧增长和资源的过量开采造成若干资源能源迅速枯竭,可持续发展已成了迫在眉睫的问题。在我们跨入新千年时,应用地质学的核心问题是解决资源和环境问题。

1980 年,在巴黎召开的第 26 届国际地质大会上,法国总统德斯坦和大会主席奥布安都表述了这样的思想:20 世纪末的中心问题是能源和资源,所以地质学是通向 21 世纪的一个必要条



件。相信在 21 世纪内,地质学会增添许多新的内容,为人类的生存和发展作更大的贡献。

第二节 地质学概述

地质学是关于地球的物质组成、内部构造、外部特征、各层圈之间的相互作用和演变历史的知识体系。

地球自形成以来,经历了约 46 亿年的演化过程,进行过错综复杂的物理、化学变化,同时还受天文变化的影响,所以各个层圈均在不断演变。

约在 35 亿年前,地球上出现了生命现象,于是生物成为一种地质应力。最晚在距今 200~300 万年前,开始有人类出现。人类为了生存和发展,一直在努力适应和改变周围的环境。利用坚硬岩石作为用具和工具,从矿石中提取铜、铁等金属,对人类社会的历史产生过划时代的影响。

随着社会生产力的发展,人类活动对地球的影响越来越大,地质环境对人类的制约作用也越来越明显。如何合理有效的利用地球资源、维护人类生存的环境,已成为当今世界所共同关注的问题。

1. 地质学发展回顾

人类对地质现象的观察和描述有着悠久的历史,但作为一门学科,地质学成熟的较晚。地质学的研究对象是庞大的地球



及其悠远的历史,这决定了这门学科具有特殊的复杂性。它是在不同学派、不同观点的争论中形成和发展起来的。

地质学的萌芽时期(远古~公元 1450 年) 人类对岩石、矿物性质的认识可以追溯到远古时期。在中国,铜矿的开采在两千多年前已达到可观的规模;春秋战国时期成书的《山海经》《禹贡》《管子》中的某些篇章,古希腊泰奥弗拉斯托斯的《石头论》都是人类对岩矿知识的最早总结。

在开矿及与地震、火山、洪水等自然灾害的斗争中,人们逐渐认识到地质作用,并进行思辨、猜测性的解释。我国古代的《诗经》中就记载了“高岸为谷、深谷为陵”的关于地壳变动的认识;古希腊的亚里士多德提出,海陆变迁是按一定的规律在一定的时期发生的;在中世纪时期,沈括对海陆变迁、古气候变化、化石的性质等都做出了较为正确的解释,朱熹也比较科学的揭示了化石的成因。

地质学奠基时期(公元 1450~公元 1750 年)

以文艺复兴为转机,人们对地球历史开始有了科学的解释。意大利的达·芬奇、丹麦的斯泰诺、英国的伍德沃德、胡克等等,都对化石的成因作了论证。胡克还提出用化石来记述地球历史;斯泰诺提出地层层序律;在岩石学、矿物学方面,李时珍在《本草纲目》中记载了 200 多种矿物、岩石和化石;德国的阿格里科拉对矿物、矿脉生成过程和水在成矿过程中的作用的研究,开创了矿物学、矿床学的先河等等。

地质学形成时期(公元 1750~公元 1840 年)



神秘的地质勘探



在英国工业革命、法国大革命和启蒙思想的推动和影响下，科学考察和探险旅行在欧洲兴起。旅行和探险使得地壳成为直接研究的对象，使得人们对地球的研究从思辨性猜测，转变为以野外观察为主。同时，不同观点、不同学派的争论十分活跃，关于地层以及岩成因的水成论和火成论的争论在 18 世纪末变得尖锐起来。

德国的维尔纳是水成论的代表，他提出花岗岩和玄武岩都是沉积而成的，并对岩层作了系统的划分。英国的赫顿提出要用自然过程来揭示地球的历史，以及地质过程“即看不到开始的痕迹，也没有结束的前景”的均变论思想。水火之争促进了地质学从宇宙起源论、自然历史和古老矿物学中分离出来，并逐渐形成了一门独立的学科。在中国，出现在 17 世纪的《徐霞客游记》也是对自然考察所获得的超越时代的成果。至 1840 年，底层划分的原则和方法已经确立，地质时代和地层系统基本建立起来。

而此时的矿物学沿着形态矿物学和矿物化学方向发展，美国丹纳的《矿物学系统》标志着经典矿物学的成熟；1829 年，英国的尼科尔发明了偏光显微镜，使得显微岩石学的迅速发展成为可能；法国博蒙于 1829 年提出地球冷缩造山的收缩说，对近百年来的构造理论产生重大影响。

这样，有关地球历史的古生物学、地层学，有关地壳物质组成的岩石学、矿物学，和有关地壳运动的构造地质理论所组成的地质学体系逐渐形成了。

19 世纪上半叶，有关灾变论和均变论的争论，对地质学思



想方法产生了历史性的影响。居维叶是灾变论的主要代表,他提出地球历史上发生过多次灾变造成生物灭绝的观点。英国的莱伊尔是均变论的主要代表,他坚持“自然法则是始终一致”的观点,并提出以今论古的现实主义方法。在争论中,地质均变论逐渐成为百余年来地质学及其研究方法的正统观点。

地质学的发展时期(公元 1840~公元 1910 年)

随着工业化的发展,各工业国家都开展了区域地质调查工作,是地质学从区域地质向全球构造发展,并推动了地质学各分支学科的迅速建立和发展。

其中重要的有瑞士阿加西等人对冰川学的研究,以及英国艾里、普拉特提出的地壳均衡理论;有关山脉形成的地槽学说,经过美国的霍尔和丹纳的努力最终确立起来;法国的贝特朗提出造山旋回概念;奥格对地槽类型的划分使造山理论更加完善;奥地利的休斯和俄国的卡尔宾斯基则对地台作了系统的研究;休斯的《地球的面貌》是 19 世纪地质学研究的总结,同时休斯用综合分析的方法,从全球的角度研究地壳运动在时间和空间上的关系,预示了 20 世纪地质学研究新时期的到来。

现代地质学的发展(公元 1910~)

进入 20 世纪以来,社会和工业的发展,使得石油地质学、水文地质学和工程地质学陆续形成独立的分支学科。在地质学各基础学科稳步发展的同时,由于各分支学科的相互渗透,数学、物理、化学等基础科学与地质学的结合,新技术方法的采用,导致了一系列边缘学科的出现。



神秘的地质勘探



地震波的研究揭示了固体地球的圈层构造以及洋壳与陆壳结构的区别；高温高压岩石实验研究，为人们认识地壳深处地质过程提供了较为可靠的依据。所有这些都促进了地质学研究从定性到定量的过渡，并向微观和宏观两个方向发展。

20 世纪 50~60 年代，全球范围大规模的考察和探测，使地质学研究从浅部转向深部，从大陆转向海洋，海洋地质学有了迅速发展。同时古地磁学、地热学、重力测量都有重大进展，为新的全球构造理论的产生提供了科学依据。在这个基础上，德国的魏格纳于 1915 年提出的与传统海陆固定论相悖离的大陆漂移说得以复活。

20 世纪 60 年代初，美国的赫斯、迪茨提出的海底扩展理论较好地说明了漂移的机制。加拿大的威尔逊提出转换断层，并创用板块一词。60 年代中期美国的摩根、法国的勒皮雄等提出板块构造说，用以说明全球构造运动的基本理论，它标志着新地球观的形成，使现代地质学研究进入一个新阶段。

2. 地质学的研究对象

地球的平均半径为 6371 公里。其核心可能是以铁、镍为主的金属，称为地核，半径约 3400 公里。在地核之外，是厚度近 2900 公里的地幔。地幔之外是薄厚不一的地壳，已知最厚处为 75 公里，最薄处仅 5 公里左右，平均厚度约 35 公里。

地核的内层是固体，也有科学家认为是在强大压力下原子壳层已被破坏的超固体。外层是具有液体性质的物质，还推测有电流在其中运动，被认为是地球磁场的本原。外层的厚度约



为 2220 公里。

地幔下部是含有较多金属硫化物和氧化物的非晶体固体物质；地幔上部成份与橄榄岩大致相当；与地壳相接部分和地壳均具有刚硬的性质，合称为岩石圈，厚度约为 60~120 公里；在岩石圈之下为一层具有可塑性、可以缓慢流动、厚度约为 100 公里的软流圈。

地壳表面的海洋、湖泊、河流等水体约占地表总面积的 74%。成液态的地表水与冻结在两极地区和高山上的冰川，以及土壤、岩石中的地下水，组成地球的水圈。

地球的外层是大气圈。大气主要集中于高度不超过 16 公里的近地面中，成份以氮和氧为主。离地越远，大气越稀薄，而且成份也有变化。在 100 公里外，大气逐渐不能保持分子状态，而以带电粒子的形态出现，其稀薄程度超过人造的真空。带电粒子受到地球磁场的控制，形成能够阻挡来自太阳和宇宙带电粒子流冲击的电磁层。

地球的水圈和大气圈通过水的蒸发、凝结、降水和气体的溶解、挥发等方式互相渗透和影响。固体的地球界面上下，是大气和水活动的场所。岩石圈的物质也不断运动，并通过火山喷发的形式进入水圈和大气圈。地球各圈层的相互作用不断改变着地球的面貌。

地球的这些圈层，是由于其组成物质的重力差异作用而逐渐形成的。地球上的任何质点均受到地球引力和惯性离心力的作用，这两种力的合力就是重力。地球表面重力吸住了大气和



神秘的地质勘探



水,并对他们的运动产生了影响。

3. 矿物和岩石

在地球的化学成分中,铁的含量最高(35%),其他元素依次为氧(30%)、硅(15%)、镁(13%)等。如果按地壳中所含元素计算,氧最多(46%),其他依次为硅(28%)、铝(8%)、铁(6%)、镁(4%)等。这些元素多形成化合物,少量为单质,它们的天然存在形式即为矿物。

矿物具有确定的或在一定范围内变化的化学成分和物理特征。组成矿物的元素,如果其原子多是按一定的形式在三维空间内周期性重复排列,并具有自己的结构,那么就是晶体。晶体在外界条件适合的时候,其形态多表现为规则的几何多面体,但这种情况很少。

矿物在地壳中常以集合的形态存在,这种集合体可以由一种,也可以由多种矿物组成,这在地质学中被称为岩石。

地球中的矿物已知的有 3300 多种,常见的只有 20 多种,其中又以长石、石英、辉石、闪石、云母、橄榄石、方解石、磁铁矿和粘土矿物最最多,除方解石和磁铁矿外,它们的化学成分都以二氧化硅为主,石英全为二氧化硅组成,其余则均为硅酸盐矿物。

由硅酸盐溶浆凝结而成的火成岩构成了地壳的主体,按体积和重量计都最多。但地面最常见到的则是沉积岩,它是早先形成的岩石破坏后,又经过物理或化学作用在地球表面的低凹部位沉积,经过压实、胶结再次硬化,形成具有层状结构特征的岩石。