

建筑勘察基本知识丛书

地质学基础

同济大学工程地质与水文地质教研室

中国建筑工业出版社

地质学基础

地质学基础

地质学基础

地质学基础

建筑勘察基本知识丛书

地质学基础

同济大学工程地质与水文地质教研室

中国建筑工业出版社

本书较系统地介绍了地质学的基础知识。全书共九章：地球的一般知识、矿物、岩浆作用及岩浆岩、风化作用、沉积岩、沉积相、变质作用及变质岩、构造地质概述和地史。内容比较精练，文字通俗易懂，图文对照，便于自学，适合于勘察设计人员参考。

建筑勘察基本知识丛书

地 质 学 基 础

同济大学工程地质与水文地质教研室

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米1/32 印张：9¹/₄ 字数：207千字

1979年10月第一版 1979年10月第一次印刷

印数：1—25,240册 定价：0.68元

统一书号：15040·3596

前 言

为了给广大勘察人员在地质学基本知识方面提供一些参考资料，我们编写了《地质学基础》一书。本书是在我室1974年为我校工程地质与水文地质专业编写的《工程地质、水文地质基础》（上册）的基础上，搜集有关资料重新编写的。

根据生产与教学方面的实践，本书对各种地质作用及其产物做了适当的精减和调整，作为建筑勘察基本知识丛书之一。因而着重介绍了矿物、岩浆岩、沉积岩、变质岩以及地史等方面的基本知识，并力求结合工程勘察实践中的具体问题加以讨论。关于构造地质与地质力学的详细内容，将在丛书的另一册中介绍。

在编写过程中，曾得到南京大学地质系、成都地质学院地勘系、浙江大学地质专业、浙江工业设计院勘测大队及我校海洋地质系以及我室的许多同志的热情帮助，在此表示衷心的感谢。

本书由段光贤、郑家欣、吴奕贵三位同志执笔，并由郑家欣同志负责校对。

由于我们的理论水平和实践经验有限，书中难免有不少缺点和错误，热忱地希望读者批评指正。

1978年7月

目 录

第一章 地球的一般知识	1
第一节 地球在宇宙中的地位	1
第二节 地球的形态及其表面特征	3
第三节 地球的构造	4
第四节 地球的主要物理性质	9
第五节 地壳的物质组成	12
第六节 地质作用概述	13
第二章 矿物	16
第一节 矿物的基本概念	16
第二节 结晶体及晶系的概念	18
第三节 矿物的外表形态	20
第四节 矿物的主要物理性质	24
第五节 常见矿物的主要特征	31
第六节 矿物的鉴定方法与步骤	50
第三章 岩浆作用及岩浆岩	54
第一节 岩石概述	54
第二节 岩浆作用	55
第三节 岩浆的喷出作用——火山作用	57
第四节 岩浆的侵入作用	62
第五节 岩浆岩的基本特征	65
第六节 岩浆岩的分类及各类主要岩浆岩简述	78
第七节 岩浆岩的鉴定	88
第八节 岩浆岩多样化的原因	92
第九节 岩浆岩的工程地质研究	94
第四章 风化作用	96

第一节	风化作用在工程地质上的意义	96
第二节	风化作用的因素及风化类型	97
第三节	风化作用对岩石性质和状态的改变	104
第四节	风化现象的类型及其在工程地质上的作用	107
第五节	风化壳的分带及各带岩石特征	109
第六节	岩石风化的速度及其确定	114
第七节	防止岩石风化的措施	116
第五章	沉积岩	117
第一节	沉积岩的概念	117
第二节	沉积岩的物质成分特征	118
第三节	沉积岩的形成过程	121
第四节	沉积岩的结构构造	131
第五节	沉积岩的分类	140
第六节	沉积岩各类岩石简述	141
第六章	沉积相	165
第一节	沉积相的概念及其分类	165
第二节	大陆相	166
第三节	海陆过渡相	173
第四节	海相	175
第七章	变质作用及变质岩	179
第一节	变质作用、变质岩的一般概念	179
第二节	变质岩的特征	184
第三节	变质作用的类型及其主要岩石	188
第四节	变质岩的工程地质研究	193
第五节	变质岩的肉眼鉴定	194
第八章	构造地质概述	197
第一节	地壳运动的类型	197
第二节	地层之间的接触关系	200
第三节	岩层的产状	202

第四节	岩层的褶皱构造	204
第五节	断裂构造——节理和断层	209
第六节	地质图	214
第九章	地史	218
第一节	化石	218
第二节	岩石相对地质年代的确定	226
第三节	地层单位及地质时代	230
第四节	前古生代地史	235
第五节	早古生代地史	243
第六节	晚古生代地史	255
第七节	中生代地史	270
第八节	新生代地史	280

第一章 地球的一般知识

地质学是一门研究地球的科学，主要研究地球的表层——地壳。地壳是地质人员进行生产实践和科学实验的主要对象，而地壳的发展与变化是与整个地球分不开的。因此，我们对地球要有所了解，才有助于理解地壳的物质组成、构造以及促使地壳不断发生变化、运动的各种地质作用。

第一节 地球在宇宙中的地位

地球是天体中的一个星球，是太阳系的一个成员。太阳系以太阳为中心，还有九大行星——水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星和冥王星。除九大行星之外，还有1813颗小行星，行星不但围绕太阳公转，它们自己也在自转。在大行星周围有的有卫星，此外还有行迹不定的彗星和流星等。这些天体都在不断地运行着（图1-1）。

九大行星的特征（表1-1）。

地球以太阳为中心绕太阳旋转一周为公转。公转一周所需时间为365天5小时48分46秒，行程长达9亿万公里，即几乎以30公里/秒的速度在运行。

地球围绕着自己的一条方向固定不变的轴——地轴旋转一周为自转。地轴是通过地球南北极连线的几何轴。地轴与地球公转轨道平面——黄道面呈 $66^{\circ}33'$ 的倾斜角关系。地球始

九大行星特征表 1-1

行星	距太阳的平均距离 (百万公里)	公转周期	绕轴自转 周期	赤道直径 (公里)	质量 (地球=1)	体积 (地球=1)	密度 (水=1)	逃逸速度 (公里/秒)	卫星数目
水星	57.9	87.97天	88天	4.840	0.055	0.055	5.73	4.3	0
金星	108.2	224.7天	244天	12.228	0.816	0.88	5.13	10.3	0
地球	149.6	365.26天	23小时56分	12.742	1.000	1.00	5.52	11.2	1
火星	227.9	686.98天	24小时37分	6.770	0.108	0.15	4.15	5.1	2
木星	778.4	11.87年	9小时50.5分	140.720	317.9	1318	1.33	60.2	12
土星	1424	29.37年	10小时14分	116.820	95.8	769	0.71	36.3	10
天王星	2874	84.21年	10小时49分	47.100	14.56	50	1.56	22.1	5
海王星	4516	165.9年	15小时	44.600	17.24	42	2.48	25.3	2
冥王星	5911	248.4年	6天9小时22分	6.400	0.11	0.13	4.86	?	?

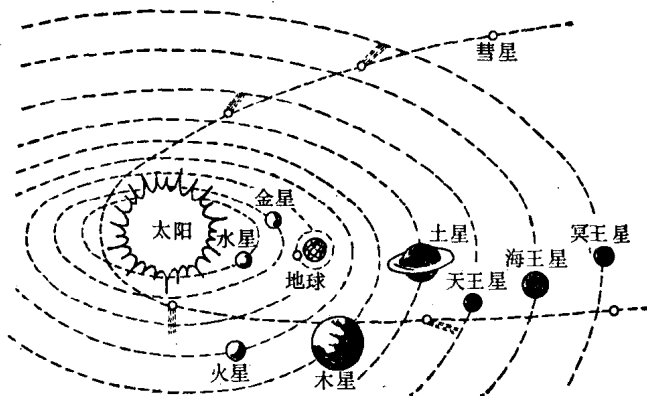


图 1-1 太阳系示意图

终保持这一角度自西向东运行。自转一周所需的时间约23小时56分钟。地球的自转速度经观察和计算，证明不是匀速，而是在一年内或几十年内呈变速旋转。地球绕轴旋转这一客观事实，给地球以深刻的影响。因此，地球成为一个巨大的应力场，地壳上构造现象的产生和构造规律的存在都与其紧密相关。

第二节 地球的形态及其表面特征

根据测量与计算，地球的大小数据如下：

表 1-2

赤道半径	6378.160公里	赤道圆周长	40076.25公里
两极半径	6356.755公里	面 积	510100933.5平方公里
平均半径	6371.025公里	体 积	1083319780000立方公里
扁 率	1/298.25	质 量	5.98×10^{21} 公斤

从表 1-2 的数据，可以看出地球是一个赤道半径大于两极半径的近似“椭球体”。这是由于地球绕地球自转轴旋转，赤道部分离心力大，故而突出。这种独特的形状，目前还不能用一般数学术语来表示，故特名为“地球体”。

地球的自然表面，高低起伏，随地而异，但基本上可以分为两大部分：大陆和大洋。大陆占地球总面积的29.3%，海洋占70.7%。

大陆表面的起伏，相当悬殊，有高大的山地、高原；有低平的平原，也有深陷的凹地。世界的最高峰是我国的珠穆朗玛峰，高出海面达 8848.13 米，而陆地上的一些深陷凹地有的低至海面以下，如我国的新疆吐鲁番盆地，最低的地方低于海面293米。

海底也有很大的起伏变化，有很高的海底山峰（海山）和海底山脉（海岭），也有很深的海沟。世界最深的海沟是菲律宾的马利亚纳海沟，其最深点深度为11034米。

综上所述，不论是大陆还是海底，都有比较大的起伏变化。如果把陆地最高处（珠穆朗玛峰）和海洋最深处（太平洋中靠近菲律宾的马利亚纳海沟）相比，两者相差达20公里。

第三节 地球的构造

地球的构造是指地球的组成物质在空间的分布和彼此间的关系。根据地球的物质成分和分布现状得知，其物质分布是不均匀的，而且具有层圈状构造。地球固体表面以上的各层圈为外部层圈，包括大气圈、水圈和生物圈；自固体表面以下的各层圈为内部层圈，包括地壳、地幔和地核。

一、地球的外圈构造

(一) **大气圈** 是环绕地球的空气层。它由气体尘埃等微物质机械混合组成。气体主要是由氮、氧、氢和两种气态化合物——二氧化碳和水蒸气组成。大气圈的界限一般是以大陆和海洋的表面为下限。随着高度的增加，地球离心力逐渐加大，吸引力减小，空气越来越稀薄。根据人造卫星所得的资料，证明大气分布的上限可达1000公里。

由于大气层在不同高度上组成成分的特殊差异和物理性质的不同，从地表向上到高空的大气圈可以分为四层，即：对流层、平流层、电离层和扩散层。

(二) **水圈** 地面上的水体占整个地表面积70.7%。以海洋水、陆地水和陆地附近海洋上的冰等不同形态包围着地壳，形成水圈。水圈的全部体积为14亿立方公里，其中海洋水占98.1%，冰约占1.6%，陆地水占0.3%。此外，地表上的水还广泛渗入到地表下面去。

在海洋和陆地、空中和地下之间的水形成无休止的循环。因而水是改变地表形态、外力地质作用的积极因素之一。

(三) **生物圈** 是指生活在地表上的动植物以及在空气、土壤和岩石中的生物、微生物组成的圈层。生物和地壳一起演化着，彼此影响，互相联系，也是外力地质作用因素之一。

地球外部层圈中的大气、水和生物，对于地壳表层的矿物、岩石的变化，以及地壳外表形态的变化都有着巨大的作用，因此，具有重要的地质意义。

二、地球的内部构造

关于地球内部的情况，我们能够直接观察到的范围有限，只能依靠间接的方法加以推测。根据对地震资料的研究，发现地球内部地震波的传播速度，在两个深度上作显著跳跃式的变化（图1-2），反映出地球内部物质以这两个深度作为分界面，上下有显著的不同。上分界面又称莫霍面，位于地表以下平均约30~45公里处，下分界面位于地表以下2900公里处。根据这两个分界面，目前把地球内部的构造由外到内分为地壳、地幔和地核三个层圈（图1-2，图1-3）。如果把地球比作鸡蛋，那么地壳相当于蛋壳，地幔相当于蛋白，而地核相当于蛋黄。

（一）地壳 为地球最表面的一层外壳，位于地幔之上，即以莫霍面为界与地幔分开（表1-3）。地壳的厚度各地有很大的差异，变化于20~30公里之间，在大陆范围内一般厚30~40公里，而越往高山地区厚度愈大，如我国的西藏高原及天山地区厚度达70公里左右。大洋地区厚度最小，如大西洋和印度洋厚度为10~15公里，在太平洋中央部分厚度只有5公里。

地壳的表层由未固结或已固结的各种沉积岩、变质岩所组成厚约0~5公里。地壳的上层为花岗岩层，组成该层的物质成分近似花岗岩类，其化学成分富含硅、铝，故又称硅铝层。地壳的下层为玄武岩层，其化学成分除硅铝外，铁、镁相对增多，故又称硅镁层。根据探测的结果表明，在花岗岩层与玄武岩层之间有时存在一分界面，称康拉德面（表1-3），但它的分布不如莫霍面那样具有世界性。

（二）地幔 由地壳以下到深度为2900公里的部分。深

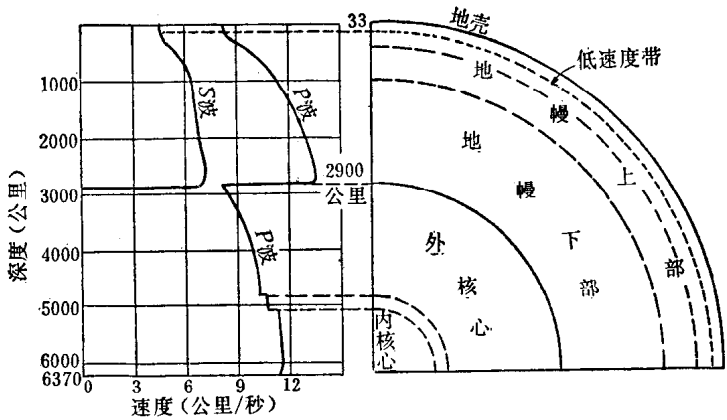


图 1-2 地球构造及地震波传播图

度在 984 公里处存在一个分界面，它将地幔分为上地幔和下地幔（表 1-3）。上地幔成分除硅、氧外，铁、镁显著增加，铝退居次要地位，总的成分类似橄榄岩。物质状态属固态结晶质，塑性增大。

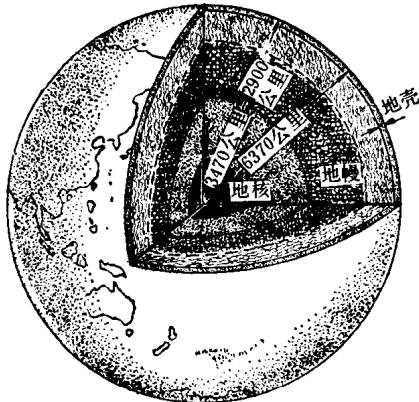


图 1-3 地球内部分层构造示意图

下地幔的物质

成分除硅酸盐外，金属的氧化物和硫化物，特别是铁、镍显著增加，物质状态属非晶质固态，塑性很大。

（三）地核 分为外核与内核。其分界面在 5125 公里深处。由于横波（S）不能穿过外核，所以认为外核部系处于

地球内部分层结构

表 1-3

分 层	不连续面	深度(半径) (公里)	位置 深度 (公里)	纵波速 度(P) (公里 /秒)	横波速 度(S) (公里 /秒)	密 度 (克/立方 厘米)	压 力 (大气压)
地 壳		海平面 (6371)	地面	5.5	3.2	2.7	
			10~15	5.6	3.2		
	-康拉德界面-	(6351)	-20-	-6.4-	-3.7-	-2.8-	
				7.6	4.2	2.9	
	=莫霍界面=	= (6338) =	= 33 =				= 9000 =
上 地 幔	古登堡低速层	地下50 至 250	} 低 速 度 带	80	7.8	4.5	3.32
				150	7.9	4.4	3.42
				190	8.1	4.4	3.47
				270	8.4	4.6	3.53
	-拜尔勒界面-	(5958)	-413-	-8.97-	-5.0-	-3.64-	-140000-
高里村高速层	720					270000	
	(最深地震)	900	11.3	6.3	4.60		
下 地 幔	-雷波蒂界面-	(5387)	-984-	-11.42-	-6.3-	-4.64-	-382000-
			1800	12.5	6.8	5.13	
			2700	13.6	7.3	5.60	
				13.64	7.3	5.66	
	=古登堡界面=	= (3473) =	= 2893 =				= 1368000 =
外 核 — 过 渡 层 — 内 核		速度降低		8.1	—	9.71	
		(1667)	-4703-			-11.7-	-3180000-
			4980	10.4	—	12.0	
			5120	11.2	—	15.0	
		(1216)	-5154-			-约16-	大约3300000-
			5200	9.6	—		
	(中心)	6371	11.3	—	17.9		大约3600000

流体状态。至于纵波(P)则可穿过整个地核,但传播速度较地幔下部有显著的降低,其成分推测可能为富含铁、镍的复杂的物质,呈非晶质状态。

第四节 地球的主要物理性质

地球的物理性质包括密度、压力、重力、磁性（地磁）、温度（地热）、放射性等。都从不同的侧面反映了地球的特征，是我们认识地球不可缺少的知识之一，随着科学技术的发展，它们也是人类向地球进军，逐步深入地认识自然利用自然改造自然的重要领域。下面对地球的主要物理性质作简略的介绍。

一、地球的质量和密度

地球的体积很大，它的质量不能直接测定，而是根据万有引力定律计算出来的。计算的地球质量是 5.976×10^{27} 克。了解地球的质量以后，根据其与地球体积的关系，可以计算出地球的平均密度为5.517克/立方厘米。实际测定地壳上部物质（岩石）的平均密度为2.7~2.9克/立方厘米。因此，推测地球深处必定存在密度较大的物质，并认为组成地球物质的密度是随深度而递增的。根据地震资料推导地球内部的密度确实是随深度而增加着，并且分别在深度984公里、2898公里和5125公里的地方作跳跃式增加（表1-2）。这表明地球内部物质并非均匀一致，可能是几个密度有显著差别的物质层所构成的，地核处于高密度状态。

二、地球的重力

地球对于一切物体的引力就是重力。引力的大小与距离的平方成反比，对重力来讲，离开地心愈远，重力愈小。我们知道，地球是一个旋转的近乎椭圆形的球体，它的极半径