

華 南 農 學 院

土壤學附地質學讲义

土 壤 學 教 研 組 編 印

1956年6月

原书

缺页

原书

缺页

原书

缺页

原书 缺页

原书

缺页

原书

缺页

原书

缺页

原书

缺页

原书

缺页

第一章 地质学基础

地质学概念

恩格斯说：“整个自然界，从它的微小颗粒到最大的物体，从砂粒到太阳，从低等动物到人类，都在不断地产生与消滅，不断地运动着与变化着”。从这样看来，世界没有一个地方是绝对静止的，一切都在不停地运动着，完全不动的或不变化的东西是没有的。由于遭受不停的，複雜的及巨大的变化，自然界中一切事物都有其产生发展的历史。

我们人类所在的地球也是不停地运动与变化着，过去的地球形状不知经过了多少複雜的发展过程才成为现在的形状，根据研究结果的报告，从地壳产生到现在，已经有了二一億年以上的历史，地球现在的状态，不是别的，而是地球过去長期不断的变化所成的结果。

研究地球构造成分及發育的科学称为地质学。

地质学则是研究地球的科学，土壤学与地球有很大的亲缘性，为了更深入地研究土壤，所以更要学习地质学。

地球的概念

关于地球的概念，可以分下列的几项来谈

(一) 地球的形状大小

地球是太阳系中九大行星之一，这九大行星是水星，金星，地球，火星，木星，土星，天王星，海王星，冥王星。木星最大，水星最小。太阳系中除去这九大行星之外，还有一千多个小行星。某些大行星还有其自己的小红星，例如地球有一个红星——月亮。天王星有四个红星，海王星有一个红星，土星有八个红星以及一个环，木星有九个红星，而火星有二个红星。

太阳是太阳系的中心最巨大的星体，体积大过地球一百三十萬倍。

地球与太阳的距离是 149,500,000 公里。它的形状並不是一個正圆体，赤道半径長於兩極半径，所以是扁平的迴轉体，但如和正圆球之間相差得非常之小，不過 $\frac{1}{300}$ ，赤道大圓如繪大圓相差 $\frac{1}{500}$ ，因此，地球不是正圆体而是扁平的球体。

地球在太阳系中以大小而言，排行第五，根据国际地理学协会计算它大小的数字如下：

平均半径

6371.2 公里

赤道半径
两极半径

6378.4 公里 }
6357.9 公里 }

相差 21.5 公里

赤道大圆
经线大圆

40076.6 公里 }
40009.1 公里 }

相差 67.5 公里

地球总面积

510,000,000 方公里。

(二) 地球内部构成

地球表面地壳部分组成的物质，现在已能明确知道了。但内部的实际情形，不容易直接去观察，在目前世界最深的矿井其深度还没有超过四公里。这种深度的距离，与地球半径相比是非常微小的，因此，在目前我们还没有直接观测的方法。因为地球半径这么大，而地壳又这么坚实，我们不能钻进去。但地球内部的情形，就不能知道了吗？不是的，我们可以根据生产实践的经验如科学研究的結果，可以把推算出来。现在把主要的情形来谈一谈。

密度：地球的密度，随深度而增加，因此，地球的内部一定是一种重的物质组成的。构成地球表面的岩石的密度是 2.6—2.8，可是不能根据地球表面岩石的密度来判断整个地球的密度。地球的平均密度，可以用重力定律为基础求出来，所得的数值为 5.5，如果假设的注意到，地面岩石的密度等于 2.6，而地球表面上还有绝大部分是水的密度等于 1 的水所占据着，那么，要得出 5.5 的地球的平均密度，就必须假设地球内部有比地面上所知道的密度更大的物质存在着。地球的密度是这样向地心而逐渐增加的。

地球表面的密度为	2.6
500 公里深处密度为	3.3
800 公里深处密度为	3.75
1300 公里深处密度为	5.00
2500 公里深处密度为	7.20
5000 公里深处密度为	10.80
地球中心密度为	11.34

压力：和密度逐渐向地心增加的同时，由于岩石层全部重量的总和所引起的压力也向地心逐渐增大起来。如果把地表岩石的密度作为是 2.6—2.8 的话，那么，每平方公分上的压力，就象下面这样随深度而增大。

离地面 100 公尺深处	26—28 公斤
离地面 1 公里深处	260—280 公斤
离地面 10 公里深处	2600—2800 公斤
离地面 100 公里深处	26000—28000 公斤

这样，地心便等于 1339680 公斤。换算成大气压就是 180 万大气压。
(注) 但由于地心比重大于地面，因此，地心实际的约等于 300 万大气压。

层圈：關於地球內部的研究，根據現有的資料，尚全可以確定，地球內部溫度幾千度，由於壓力巨大的影響，不是液體，而是固體狀態，並有液體的特性，整個地球的平均比重為 5.5，中心部分為 10，地殼岩石的比重平均為 2.7，已知上述，這件事情，指明地球內部比外部比重大得多。雖然地球組成情形很複雜，但就溫度來說，討論地殼有存，隨著和地球內部的距離不同，而輕而重，有一定的規律性，主要的原因，無疑是受地心吸力作用的影响，變成內重外輕的狀態。我們根據這些規律，就把地球的堅包分為若干層圈。

核心球（重圈，地核）：根據新的規律解釋，地心是由重金屬鎳和鐵的成分所組成，這是地球尚在赤熱時期，比較重的元素，當時就沉澱下來，而輕的元素就浮在上面的結果。核心球的半徑為 3500 公里，比重為 9—11，溫度可達幾千度。因受着上面地層巨大压力的影响，儘管溫度很高，現在不是液體而是固體狀態。

中間層（或矽石層，半金屬層）：這層在核心球的外面，成分除鐵鎳外，大部分為氧化銨和硫化物所組成，厚度為 1900 公里，溫度為 1600°C 。

重岩層（重岩漿岩帶）：這層在中間層的上部，主要由重矽酸外殼所組成，厚度達 1200 公里，溫度約 900°C ，物質呈岩漿狀態，而有液體特性。以花崗岩，玄武岩為代表。

岩石層（地殼）：在地球最表面上，因此，稱為地殼，這層的厚度為 60—120 公里，平均比重為 2.7，所含物質以矽鎂為主，由花崗岩，花崗岩，可作代表。

大塊的結晶物質，組成了地殼，地殼還受風化分解的影响，在最表面的一層，可能是由各種鬆散的風化物質，以及由這些物質變化所形成的產物二灰或泥灰物所組成。

地熱：地球熱的來源有二，一從外部即太陽而得來，一從內部即地球的深處而得來。地球表層的熱量，幾乎全部是外來的，由內部而來的只佔外來的熱量 5%。

地球吸收太陽的熱量，因緯度不同，地面熱的程度也不同，傳入的溫度也不一樣，在兩極地區，只有在夏天的時候，最表面的土壤層存在的水才解凍，底層的总是在零度以下，而在熱帶地區，地面溫度卻能達到 $60-70^{\circ}\text{C}$ 。

太陽送到地面上的熱，對於同一地來說，也隨季節和日夜的變化而變化，因此，地表的溫度就不能固定。到達一定的熱度的則不受季節晝夜的影响，溫度經常不變，這一層叫做常溫層。常溫層的厚度各處不一，在赤道地區，這一層通常深約一、二公尺深的地方，在中緯度地區，溫度變化較顯著，通常所在的位置是比較深一些，有些達到

19公尺，而在两极地区常温层的深度位置反而又接近地面起来，常温层的温度大致等於当地的常年平均温度。如果常温层的温度低於零度，那么，那时候地面渗透下去的水，就要在这裡变成冰，而发生土壤永久冻结的现象。

常温层以下地温，随深度增加而增加，这些情形，可在鑽眼墜道鑽井而得到証明。美国涅瓦達州的科本斯托瓦金礦坑，達到600公尺的深度，温度已經在 42.2°C ，这些温度已達到人在坑內可以工作的極限，因而不得不把礦坑放棄。在阿爾斯山裡前鑿車勃龍大墜道到離地面2690公尺的深度，温度就達 50°C 了。根据日本帝國大學深井的實驗，上部的地温率為每34公尺增攝氏一度，下部的增温率每45公尺增高一度，是近地表處之增温率較大，而愈到深處則漸減少。

使地温增高 1°C 需要向地下深入的距離叫地温增温率，地温增温率平均是35公尺。

如果用地温增温率來計算地心的温度，結果必然是很高的，約在十萬度以上，可是許多學者都認為地心的温度並沒有這麼高，不會超過 4000°C — 5000°C 。

地热的來源，可能有各种各样的。如果依據地球是由灼熱的熔融体的物質所組成的假說來看，則地热可以看作是由表面開始冷却的物体的殘热。然而，我們有根据推論，組成地球的幾種岩石的放射熱可能是体内高温的原因。例如，鈾的蜕变進行得非常之慢，但却放出大量的熱能。

地球磁性：把羅盤擺在任何地方，指針却向著一定的方向來轉動。磁針北端指向北，南端指南，這就証明地球內部具有磁性。地球磁性可以比做一塊碩大無朋的磁石，這塊磁石的兩極和地球的兩極並不完全相符，吸引磁針北端的磁極，位在北美洲的最北邊境，而吸引磁針南端的磁極，却在南極大陸上。

研究地球磁極的結果証明，圍繞地球存在着一個磁力場，彷彿是由假在地心的一塊極其強大的磁石所引起的，這塊磁石和地球南北軸相交成一定的角度。從這塊磁石發出的磁力線，就從一極發出而回到另一極。磁針在地面上任何一處所指的方向，就是磁針所在那個地方的磁力線的方向。

關於地球磁性，我國很早以前就已發覺，利用以定方向。近代研究地球磁性，是在十八世紀開始的，是地球物理學的主要組成部分。磁性對於探礦和其他建設工作上，是有很大幫助的。

(三) 地球外部的構成

地球外部的層圈，可分為大氣圈，水圈和生物圈三層。這三層圈

都不是孤立存在着的，而是互相联系互相制约经常变化和发展的。

大气圈：这个圈就是包围着地球的周围的空气层，成一个厚有500公里的洁层。这层空气的成分，氮佔78.08%，氧佔23%，其他稀有元素如氦，氖，氬，氡，共佔0.90%，二氧化碳佔0.03%，水蒸气亦属组成成分，但因地面不同而异，此外尚有尘埃等杂质。根据空气成分的不同，可以把大气圈分为四层：

(1) 稀有气体圈：主要是稀有气体，质量很轻，在距离地面上200—500公里间。

(2) 氢圈：主要是氢气，在100—200公里间。

(3) 氮圈：主要是氮气，在70—100公里间。

(4) 氧圈：主要是氧气，在70公里至地面向。在氧圈中又可分为上下两层，下层是自地表到10公里处，因为这层里具有上升气流和下降气流，经常在起着混合作用，所以叫做对流层，寒带和热带的气流，都可以在这一圈层内流动。温度自下而上逐渐减低，每升高一百公尺，温度下降约 0.6°C ，在10里高空处，气温约是 -50°C ，10公里高度以上，在平流层里直到35公里的高度，气温是近乎稳定不变的，停留在 -55°C 至 -55°C ，叫做同温层，同温层里15—35公里内有臭氧层。再往上气温又逐渐增高起来，在40—50公里高度是 -35°C 继续往上，气温又逐渐低下，在100公里高度仅达 -200°C 。

对地质学来说，大气的这一些性质是很重要的，即足以引起外在的地质作用，所谓“外力作用”的这一些性质，促进这种作用的根本原因就是热。热是大气中一切变化的基本根源。

水圈：地球上凡是低洼聚水的地方，如江湖河海和大洋的地方，都叫做水圈。水圈并不是在地球周围形成一个连续不断的圈，而只是包围着地球表面的低洼之处。水圈所佔的面积大约有整个地球表面 $\frac{3}{4}$ ，全部海洋里的水有137,000万立方公里，约等於全部地球重量的7%，地球表面约有29%是陆地，形成所谓大陆，71%属于水底下。

海洋和陆地之间的水的循环是不断地进行着，其规模之大，令人惊讶，这样一来，大小河流，湖泊，沼泽水雪，以及地下水等，都是陆地与海洋之间的水的循环的各个不同的环节。这个过程开始于蒸发，接着是雨雪的降落，成为降水，然後渗透到土壤中，或成逕流，汇成河流，再送回海洋去。

生物圈：这是地球上生命发育的地方，它包括部分的岩石圈，水圈及大气圈，根据研究的材料证明，生物圈上部的界限达到空气层5公里高的地方，而最轻的微生物孢子能够上升得更高。整个的水圈都有生命存在，从鱼类，水母，各种海洋动物的幼虫，藻类，珊瑚，海百合以及微小的微生物都集居在海洋中。

生物侵入岩石圈內並不太深，各種動物植物以及微生物大都聚集棲息於地殼表面的一些層次內。生物的數量，按地層的深度而遞減。在個別的情況下，深入土表 13 米的地方，仍可發現細菌。

生物對於地質的作用，是有很大關係的，如岩石的分解，沉積岩的生成以及礦藏的產出，有一部分都是生物作用的結果。

構成地殼的成分

地球表面圈體的一層叫地殼，它是由各種不同的岩石所構成的，而岩石又是從各種礦物組成的。礦物的種類多至三十餘種，所以構成地殼的物質是非常複雜的。

地殼表面岩石的組成，確實知道的約在 15—16 公里左右的地方，更深的祇靠科學的理論來推斷。地殼上部主要是花崗岩，花崗岩含矽鋁較多，密度也較小，約為 2.6，這一層又叫矽鋁層（Si—al）；地殼下部以玄武岩為主，密度為 3.0，含矽鎂較多，又稱矽鎂層，用（Si—Mg）表示之。

地殼的化學成分是非常複雜的，內部含有自然界所有的化學元素，約共有九十多種，這些元素在各層含量是不相同的，哥拉克氏搜集 6000 個岩石分析的結果，得出地殼岩石化學成分平均的數字如下表。

地殼的岩石的平均化學成分（克拉克氏分析）

化學元素	%	化學元素	%	化學元素	%
氧	46.71	鎂	2.08	磷	0.13
矽	27.69	鈉	2.75	硫	0.094
鋁	8.07	鉀	2.58	氯	0.052
鐵	5.05	鈦	0.62	其他	0.35
鈣	3.65	氫	0.14		

從上表所列，我們可以知道前面九種元素約佔地殼 98.3%，其餘的元素僅佔 1.2%。地殼的化學元素，氧差不多佔了一半，矽佔 $\frac{1}{4}$ ，鋁佔 $\frac{1}{12}$ ，鐵佔 $\frac{1}{20}$ ，鈣佔 $\frac{1}{27}$ ，鎂佔 $\frac{1}{48}$ ，鈉佔 $\frac{1}{32}$ ，鉀佔 $\frac{1}{39}$ ，鈦 $\frac{1}{160}$ 。所有這些元素，在地殼上的分佈並不平衡，有富集成為礦床，亦有許多稀有元素如鈾錒等，含量極少，被開採出來利用，對於現代工業技術起着重要的作用。

礦物與岩石的一般概念

礦物的概念

(4) 地殼是由岩石組成的，岩石又是由礦物組成的。但什麼叫做礦物

？它的性質怎樣？現在來開始談它。礦物是由一種元素或幾種元素彼此結合而成的單純化合物，具有一定的物理性質及化學成分的結晶或非結晶的同類自然的均質體。它是在地殼的岩石圈或氣圈中進行某些物理化學過程的產物。在所有三千種礦物中，由一種元素組成的礦物如金剛石，自然金，自然硫等叫做天然元素，由多種元素結合的礦物如方解石，石英，長石等，叫做化合物。根據物質的狀態，又可把礦物分為液體礦物如石油，固體礦物如長石，石英等。固體礦物又可分為結晶的非結晶的礦物。組成岩石的重要礦物，稱為造岩礦物。目前所知最主要的造岩礦物不多，共約有五十多種，在自然界中已知道的礦物有三千多種。

礦物的形成有三種不同的方式。第一是由熔岩的岩漿直接形成的。第二是岩石風化及沉積岩的形成中也有成礦的作用，而在礦物形成作用中，水和生物起着巨大的作用，如高岭土，石膏，食鹽，方解石，菱鐵礦，砂岩土石油等形成是。第三是岩漿在岩漿的蒸汽及氣體，它們脫離岩漿進入周圍礦物體的孔隙中而形成的。

礦物的種類：根據礦物的化學成分，可以把它分為下列的若干類：

- 一. 自然元素：(1) 金剛石 C ，(2) 石墨 C ，(3) 金 Au ，(4) 銀 Ag ，
(5) 銅 Cu ，(6) 硫 S ，(7) 鉑 pt 。
- 二. 氧化物：(1) 石英 SiO_2 ，(2) 赤鐵礦 Fe_2O_3 ，
(3) 褐鐵礦 $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ ，
(4) 磁鐵礦 Fe_3O_4 ，
(5) 剛石 al_2O_3 。
- 三. 硫化物：(1) 黃鐵礦 FeS_2 ，(2) 方鉛礦 PbS 。
- 四. 鹵族化礦：(1) 鹽礦 $NaCl$ ，
(2) 光鹵石 $KClMgCl_2 \cdot 6H_2O$ ，
(3) 螢石 CaF_2 。
- 五. 硫酸鹽：(1) 結晶石膏 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ，
(2) 硬石膏 $CaSO_4$ ，
(3) 芒硝 $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ 。
- 六. 硝酸鹽：(1) 智利硝石 $NaNO_3$ ，
(2) 鉀硝石 KNO_3 。
- 七. 碳酸鹽：(1) 方解石 $CaCO_3$ ，(2) 白雲石 $CaMg(CO_3)_2$ ，
(3) 菱鐵礦 $FeCO_3$ 。
- 八. 磷酸鹽：(1) 磷灰石 $3Ca(PO_4)_2 \cdot CaF_2$ ，
(2) 磷灰石 $Ca_3(PO_4)_2$ 。