

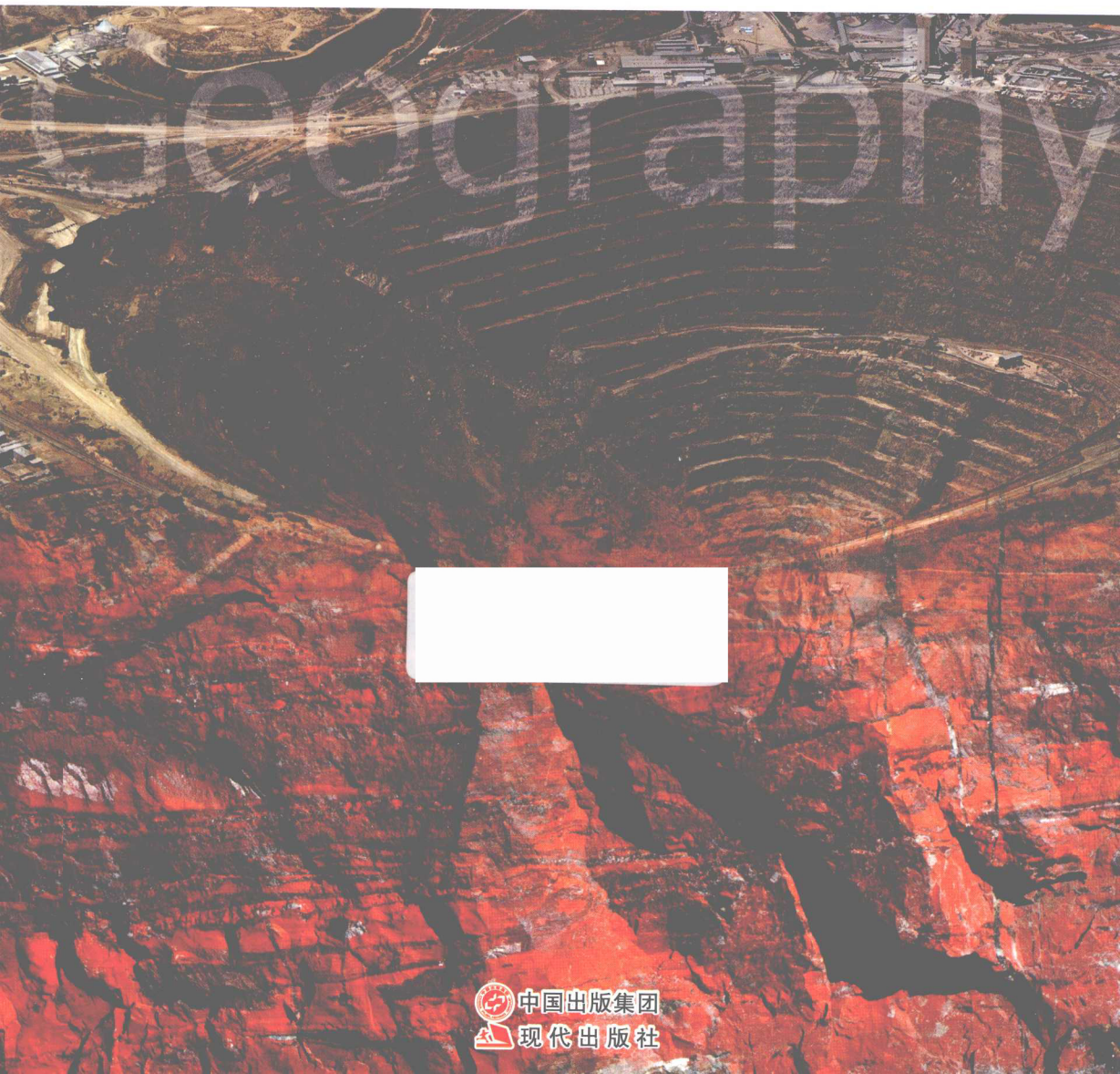


地球上一切矿产的形成和分布都有它自身的内在规律，既不是处处都有矿，更不是任何人随时随地都可以找到矿，只能“藏”在某个特定的地方，因此人们称之为“矿藏”。

细数地下矿产宝藏

领略大自然的鬼斧神工

编著◎吴波



人类文明的足迹



地理 百科

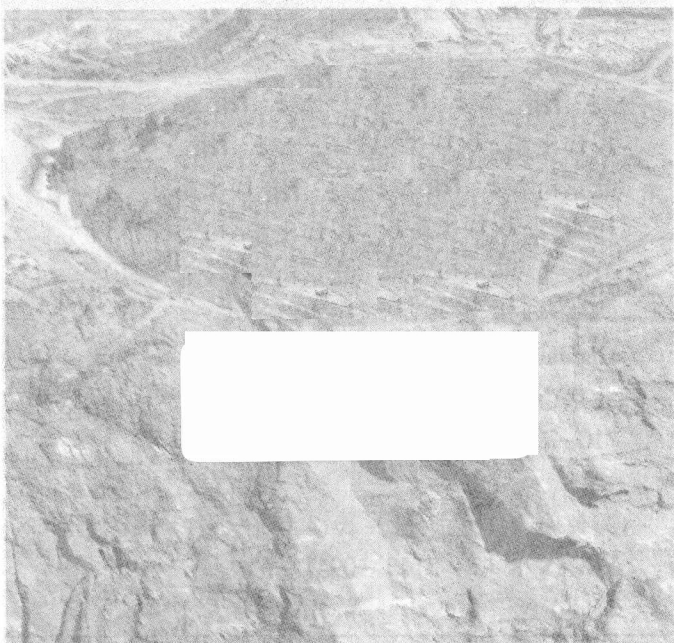
图文并茂，具有趣味性、知识性

细数 地下矿产宝藏

领略大自然的鬼斧神工

编著◎吴波

Geography



中国出版集团

现代出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

细数地下矿产宝藏 / 吴波编著. —北京: 现代出版社, 2012. 12

(人类文明的足迹·地理百科)

ISBN 978 - 7 - 5143 - 0941 - 6

I. ①细… II. ①吴… III. ①矿产资源 - 普及读物
IV. ①TD98 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 275297 号

细数地下矿产宝藏

编 著	吴 波
责任编辑	刘 刚
出版发行	现代出版社
地 址	北京市安定门外安华里 504 号
邮政编码	100011
电 话	010 - 64267325 010 - 64245264 (兼传真)
网 址	www.xdcb.com
电子信箱	xiandai@cnpitc.com.cn
印 刷	北京市业和印务有限公司
开 本	710mm × 1000mm 1/16
印 张	12
版 次	2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978 - 7 - 5143 - 0941 - 6
定 价	23.80 元

版权所有, 翻印必究; 未经许可, 不得转载



前言

在日常生活中，我们经常听到煤炭、石油、铜矿、铁矿、金矿、大理石之类的说法，这实际上都是一些矿种名称。在当今世界上，人类已发现的独立矿种达 200 种，从大的方面来说，可以分为能源矿产、金属矿产、非金属矿产几大类。

地球上一切矿产的形成和分布都有它自身的内在规律，既不是处处都有矿，更不是任何人随时随地都可以找到矿，只能“藏”在某个特定的地方，因此人们称之为“矿藏”。

矿藏是在一定的自然环境或地质作用下形成的。我们知道，自地球诞生以来，其地表和内部便一直处于运动之中，自然界中的元素及其化合物也随之在不断地运动着，其中表现突出的有分化作用和富集作用。在漫长的地质历史进程中，某些元素及其化合物富集的程度超过它们在地壳里的平均含量，那么矿藏就形成了。矿藏是多种多样的，它们的形成过程也是复杂多样的。

地球给我们提供了它所蕴藏着的种类繁多的矿产资源，人类正是依赖于这些矿产才能在地球上休养生息。

然而，自从第二次世界大战以来，全世界各种矿产资源的开采量和消费量平均每年以 5% 左右的速度增长，每隔 15 年就要翻一番。自 20 世纪 60 年代以来，矿产资源的消费量增长更快。据统计，从 1961—1980 年的 20 年间，全世界共采出铁矿石 150 亿吨，采出煤炭 600 亿吨，分别占此前 100 年中，人类从地壳内采出铁矿石和煤炭的 50% 和 60%。



为了满足各种需求，人类在古代只需要 18 种化学元素，到 17 世纪增加到 25 种，19 世纪为 47 种，至 20 世纪中期，人类就需要 80 种元素了。如今，全世界每年要从地下采出各种矿产约几亿吨。而且，出露地表或埋藏于地壳浅层的矿产资源已日益减少。

在严峻的事实面前，许多头脑清醒者开始担忧：地球上的矿产资源究竟能维持多久？这种担忧并非杞人忧天，因为沉睡地下的约 200 种矿产，绝大多数都是不可再生的资源，如金、银、铜、铁、锡、煤炭、石油、天然气等。随着岁月推移，地质历史上形成的各种矿产资源也有开采尽的一天。如果那一天真的到来，人类又将如何应对？

另一方面，一些工业发达国家消费的矿产原料很大，但本国的资源却有限。由于矿产资源的地理分布不均衡，尤其是一些重要资源集中在少数国家和地区，所以如何保证正常供应和贸易关系，成为各个国家极为关心的问题，这也往往会引起国际局势的动荡。

当前，合理有效地利用地球资源，维护人类的生存环境，已经成为当今世界所共同关注的问题。正有鉴于此，我们组织编写了这本《细数地下矿产宝藏》。在这本书里，我们除介绍一些对人类比较重要的矿藏外，同时也呼吁人类要常怀感恩之心，感谢地球母亲馈赠给我们的宝贵矿藏，并合理地利用它们为自己造福。



目 录

地球与矿产资源

地球起源	1
地球的结构	6
矿物的形成	11
矿产大国：美国	17
矿产大国：俄罗斯	21
矿产大国：中国	26

能源矿产

煤炭概述	33
煤炭资源概况	37
煤炭与人类的生产生活	43
石油概述	46
石油资源概况	51
石油的开发利用	57
天然气概述	62
天然气资源与开发	66



金属矿产

铜与铜矿	71
铁与铁矿	76
铝与铝土矿	83
金与金矿	89
银与银矿	97
汞与汞矿	105
钨与钨矿	109
钛与钛矿	115
锰与锰矿	119
铅与铅矿	126
宝贵的稀土矿产	131

非金属矿产

金刚石	139
刚 玉	144
石 棉	149
大理石	153
萤 石	157
磷 矿	161
石榴石	165
石 盐	169
水 晶	172
玛 瑙	176
玉 石	180

地球与矿产资源

地球是人类栖身之所，衣食之源。地球上的矿物已知有3 300多种，并构成多样的矿产资源。人类目前使用的95%以上的能源、80%以上的工业原材料和70%以上的农业生产资料都是来自于矿产资源。

矿产资源一般分为能源矿产、金属矿产、非金属矿产等，有固体、液体、气体3种形态。矿产资源被誉为现代工业的“粮食”和“血液”，是人类社会发展的命脉。矿产资源不仅是人类社会赖以生存和发展的重要物质基础，更是全球经济的产业基础。

这些资源是在地壳元素运动过程中，由地质作用所形成的天然单质和化合物，它们具有相对固定的化学成分。这是因为地球上的矿产大多是在地球形成和演变的过程中形成的。只有了解了地球的形成和演变，才能更深入地了解这些宝藏的存在。

地球起源

地球是怎样起源的？许多人都想揭开这个谜。有人说地球是上帝创造的，有人说地球是宇宙中物质自然发展的必然结果。这两种针锋相对的意见反映了唯心主义和唯物主义两种对立的宇宙观。



唯心主义认为，地球和整个宇宙都是依神或上帝的意旨创造出来的。300多年前，爱尔兰一个大主教公开宣称：“地球是公元前4004年10月23日一个星期天的上午9时整被上帝创造出来的。”在我国古代，人们认为远古的时候还没有天地，宇宙间只有一团气，它迷迷茫茫、浑浑沌沌，谁也看不清它的底细，在18 000年前，盘古一板斧劈开了天地，才有了日月星辰和大地。

上帝创造了地球和盘古开天辟地这两种说法显然站不住脚。那么，地球究竟是如何起源的呢？要了解地球的起源，就必须了解太阳的起源，因为地球和太阳的起源是分不开的。

历史上第一个试图科学地解释地球和太阳系起源问题的是康德和拉普拉斯两位著名学者。

康德是德国哲学家，拉普拉斯则是法国的一位数学家。他们认为太阳系是由一个庞大的旋转着的原始星云形成的。原始星云是由气体和固体微粒组成，它在万有引力作用下不断收缩。星云体中的大部分物质聚集成质量很大的原始太阳。与此同时，环绕在原始太阳周围的稀疏物质微粒旋转的加快，便向原始太阳的赤道面集中，密度逐渐增大，在物质微粒间相互碰撞和吸引的作用下渐渐形成团块，大团块再吸引小团块就形成了行星。行星周围的物质按同样的过程形成了卫星。这就是康德—拉普拉斯星云说。

星云说认为地球不是上帝创造的，也不是以某种巧合或偶然中产生的，而是自然界矛盾发展的必然结果。然而，由于历史条件的限制，这个星云说也存在一些问题，但它认为整个太阳系包括太阳本身在内，是由同一个星云主要是通过万有引力作用而逐渐形成的这个根本论点，在今天看来仍然是正确的。

关于地球和太阳系起源还有许多假说，如碰撞说、潮汐说、宇宙大爆炸说等等。自20世纪50年代以来，这些假说受到越来越多的人质疑，星云说又跃居统治地位。国内外的许多天文学家对地球和太阳系的起源不仅进行了一般理论上的定性分析，还定量地、较详细论述了行星的形成过程，他们都认为地球和太阳系的起源是原始星云演化的结果。

我国著名天文学家戴文赛认为，在50亿年之前，宇宙中有一个比太阳大几倍的大星云。这个大星云一方面在万有引力作用下逐渐收缩，另外在星云内部出现许多湍涡流。于是大星云逐渐碎裂为许多小星云，其中之一就是太

阳系前身，称之为“原始星云”，也叫“太阳星云”。由于原始星云是在湍涡流中形成的，因此它一开始就不停地旋转。

原始星云在万有引力作用下继续收缩，同时旋转加快，形状变得越来越扁，逐渐在赤道面上形成一个“星云盘”。组成星云盘的物质可分为“土物质”、“水物质”、“气物质”。这些物质在万有引力作用下，又不断收缩和聚集，形成许多“星子”。星子又不断



地 球

吸积、吞并，中心部分形成原始太阳，在原始太阳周围形成了“行星胎”。原始太阳和行星胎进一步演化，而形成太阳和八大行星，进而形成整个太阳系。我们居住的地球，就是八大行星之一。这就是现代星云说。

除星云说以外，前苏联科学家施密特的“陨石说”也产生了很大的影响。施密特根据银河系的自转和陨石星体的轨道是椭圆的理论，认为太阳系星体轨道是一致的，因此陨星体也应是太阳系成员。

1944年，施密特提出了“陨石说”的假说：在遥远的古代，太阳系中只存在一个孤独的恒星——原始太阳，在银河系广阔的天际沿自己轨道运行。在大约60亿~70亿年前，当它穿过巨大的黑暗星云时，便和密集的陨石颗粒、尘埃质点相遇，它便开始用引力把大部分物质捕获过来。其中一部分与它结合，而另一些按力学的规律，聚集起来围绕着它运转，乃至走出黑暗星云。这时这个旅行者不再是一个孤星了。它在运行中不断吸收宇宙中陨体和尘埃团，由于数不清的尘埃和陨石质点相互碰撞，于是便使尘埃和陨石质点相互焊接起来，大的吸小的，体积逐渐增大，最后形成几个庞大行星。行星在发展中又以同样方式捕获物质，形成卫星。

这就是施密特的“陨石说”。根据这一学说，地球在天文期大约有两个



阶段：

第一个阶段是行星萌芽阶段，即星际物质（尘埃，陨体）围绕太阳相互碰撞，开始形成地球的时期。

第二个阶段是行星逐渐形成阶段。在这一阶段中，地球形体基本形成，重力作用相当显著，地壳外部空间保持着原始大气。由于放射性蜕变释热，内部温度产生分异，重的物质向地心集中，又因为地球物质不均匀分布，引起地球外部轮廓及结构发生变化，亦即地壳运动形成，伴随灼热融浆溢出，形成岩侵入活动和火山喷发活动。

从第二阶段起，地球发展由天文期进入到地质时期。地质时期我们将在下一节中再详细介绍。

现在，我们知道了地球是如何形成的。那么，地球从形成到现在有多少年了呢？从远古时期开始，人类就一直在苦苦思索着这个问题。

玛雅人把公元前 3114 年 8 月 13 日奉为“创世日”；犹太教说“创世”是在公元前 3760 年；爱尔兰一个大主教推算“创世”时间是公元前 4004 年 10 月 23 日星期日；希腊正教会的神学家把“创世日”提前到了公元前 5508 年。著名的科学家牛顿则根据《圣经》推算地球有 6 000 多岁。

而我们中华民族的想象则更大胆，神话故事“盘古开天地”中说：宇宙初始犹如一个大鸡蛋，盘古在黑暗混沌的蛋中睡了 18 000 年。他一觉醒来，便用斧劈开了天地。就这样，又过了 18 000 年，天地便形成了。

即便以“盘古开天地”的日子作为地球诞生之日，那么，它离地球的实际年龄 46 亿年仍是差之甚远。那么，人们是用什么科学方法推算出地球年龄的呢？那就是天然计时器。

最初，人们把海洋中积累的盐分作为天然计时器。认为海中的盐来自大陆的河流，便用每年全球河流带入海中的盐分的数量，去除海中盐分的总量，算出现在海水盐分总量共积累了多少年，就是地球的年龄。结果，人们得出的数据是 1 亿年。显然，这个方法并不能计算出地球的年龄。

于是，人们又在海洋中找到另一种计时器——海洋沉积物。据估计，每 3 000~10 000 年，海洋里可以堆积 1 米厚的沉积岩。地球上的沉积岩最厚的地方约 100 千米，由此推算，地球年龄约在 3 亿~10 亿年。这种方法忽略了在有这种沉积作用之前地球早已形成。所以，结果还是不正确。

几经波折，人们终于找到一种稳定可靠的天然计时器——地球内放射性元素和它蜕变生成的同位素。放射性元素裂变时，不受外界条件变化的影响。如原子量为 238 的放射性元素铀，每经 45 亿年左右的裂变，就会失去原来质量的一半，蜕变成铅和氧。科学家根据岩石中现存的铀量和铅量，就可以算出岩石的年龄了。



沉积岩

地壳是岩石组成的，于是又可得知地壳的年龄是大约 30 多亿年。岩石的年龄加上地壳形成前地球所经历的一段熔融状态时期，就是地球的年龄了。科学家据此测算出地球约 46 亿岁。

今天，通过天文观测以及星际的宇宙航行，特别是射电天文望远镜的日趋完善，人们对地球和太阳系起源的认识已经达到了相当深的程度，但是这种认识还很很不完善，仍然存在着许多疑点和问题，有待我们进一步去探测和研究。

知识点

放射性元素

放射性元素是能够自发地从不稳定的原子核内部放出粒子或射线（如 α 射线、 β 射线、 γ 射线等），同时释放出能量，最终衰变形成稳定的元素而停止放射的元素。这种性质称为放射性，这一过程叫做放射性衰变。含有放射性元素的矿物叫做放射性矿物。

原子序数在 84 以上的元素都具有放射性，原子序数在 83 以下的某些元素如 Tc（锝）、Pm（钷）等也具有放射性。放射性元素分为天然放射性元素和人工放射性元素两类。



延伸阅读

地球的演化过程

46 亿年前，地球诞生了。地球演化大致可分为 3 个阶段。

第一阶段为地球圈层形成时期，其时限大致距今 4 600 ~ 4 200 Ma (Ma 为百万年)。刚刚诞生时候的地球与今天大不相同。根据科学家推断，地球形成之初是一个由炽热液体物质（主要为岩浆）组成的炽热的球。随着时间的推移，地表的温度不断下降，固态的地核逐渐形成。密度大的物质向地心移动，密度小的物质（岩石等）浮在地球表面，这就形成了一个表面主要由岩石组成的地球。

第二阶段为太古宙、元古宙时期。其时限距今 4 200 ~ 543 Ma。地球不间断地向外释放能量。由高温岩浆不断喷发释放的水蒸气、二氧化碳等气体构成了非常稀薄的早期大气层——原始大气。随着原始大气中的水蒸气的不断增多，越来越多的水蒸气凝结成小水滴，再汇聚成雨水落入地表。就这样，原始的海洋形成了。

第三阶段为显生宙时期。其时限由 543 Ma 至今。显生宙延续的时间相对短暂，但这一时期生物极其繁盛，地质演化十分迅速，地质作用丰富多彩，加之地质体遍布全球各地，广泛保存，可以极好地对其进行观察和研究，为地质科学的主要研究对象，并建立起了地质学的基本理论和基础知识。



地球的结构

地球是一个由不同状态与不同物质的同心圈层所组成的球体。这些圈层可以分成内部圈层与外部圈层。

地球的外部圈层包括大气圈、水圈和生物圈。

1. 大气圈

从地表到 16 000 千米高空都存在气体或基本粒子，总质量达 5×10^{15} 吨，占地球总质量的 0.000 09%。主要成分氮占 78%，氧占 21%，其他是二氧化

碳、水汽、惰性气体、尘埃等，占1%。

地球的表面为什么形成大气圈，这是与地球的形成和演化分不开的。地球在其形成和演化的过程中，总是要分异出一些较轻的物质，轻的物质上升，积少成多形成大气圈。我国古代也有这样的话：“混沌初开，乾坤始奠，轻清者上升为天，重浊者下沉为地。”其实这就是讲的物质分异作用。上升的气体为什么不会从地球的表面跑到宇宙空间中，其主要原因是地球的引力把大气物质给拉住了，形成一个同心状的大气圈。

物体脱离地球的临界速度是每秒11.2千米，尽管气体物质很轻，其运动速度也很快，如氧分子的运动速度是每秒0.5千米，氢分子的运动速度是每秒2千米，但这种速度并不能使气体物质脱离地球的引力场。只有一部分氢和氦，在宇宙射线作用下可以被激发，产生很高的速度而跑掉一些。

地球大气圈成分是随着时间而变化的。当初大气中的二氧化碳可能达到百分之几十，大约在3亿年前，由于植物大规模繁盛，才演化成接近现今的大气成分，目前大气中的二氧化碳只有4.6/10 000。大约在1亿年前，大气的温度才接近现今的温度。

大气圈是地球的重要组成部分，并有重要的作用：

- (1) 大气可以供给地球上生物生活所必需的碳、氢、氧、氮等元素。
- (2) 大气可以保护生物的生长，使其避免受到宇宙射线的危害。
- (3) 防止地球表面温度发生剧烈的变化和水分的散失，如若没有大气圈，地球上将不会存在水分。
- (4) 一切天气的变化，如风、雨、雪、雹等都发生在大气圈中。
- (5) 大气是地质作用的重要因素。
- (6) 大气与人类的生存和发展关系密切。大气容易遭受污染，大气环境的质量直接关系着人类健康。

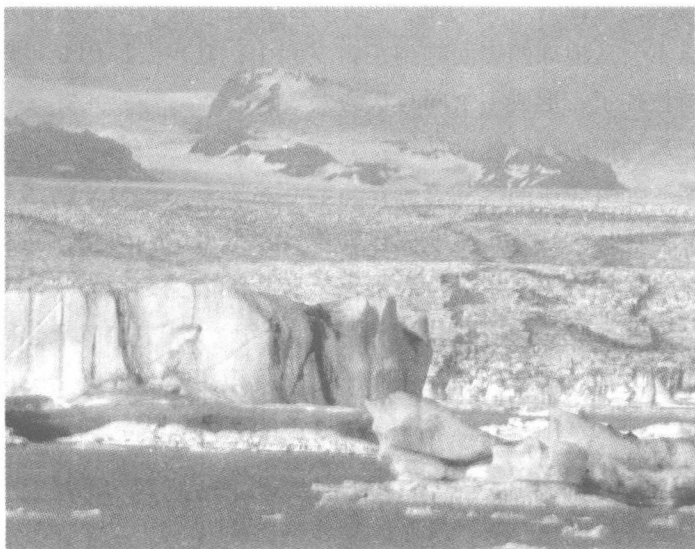
2. 水圈

水圈主要是呈液态及固态出现的。它包括海洋、江河、湖泊、冰川、地下水等，形成一个连续而不规则的圈层。

水圈的质量为 1.41×10^{18} 吨，占地球总质量0.024%，比大气圈的质量大得多，但与其他圈层相比，还是相当的小。其中海水占97.22%，陆地水（包括江河、湖泊、冰川、地下水）只占2.78%；而在陆地水中冰川占水圈



总质量的 2.2%，所以其他陆地水所占比重是很微小的。此外，水分在大气中有一部分；在生物体内有一部分，生物体的 3/4 是由水组成的；在地下的岩石与土壤中也有一部分。可见，水圈是独立存在的，但又是和其他圈层互相渗透的。



冰 川

地球上的原生水，是地球物质分异的产物。目前火山喷发常有大量水汽从地下喷出便是证明。如 1976 年阿拉斯加的奥古斯丁火山喷发，一次喷出水汽即达 5×10^6 千克。当然地球上的水圈是逐渐演化而成的。

水圈是地球构成有机界的组成部分，对地球的发展和人类生存有很重要的作用：

- (1) 水圈是生命的起源地，没有水也就没有生命。
- (2) 水是多种物质的储藏床。
- (3) 水是改造与塑造地球面貌的重要动力。
- (4) 水是最重要的物质资源与能量资源，水资源的多寡和水质的优劣直接关系到经济发展与人类生存。

3. 生物圈

目前世界上已知的动物、植物大约有 250 万种，其中动物占 200 万种左

右,植物占34万种左右,微生物大约有3.7万种。整个生物圈的质量并不大,仅仅是大气圈质量的1/300,但它起到的作用却是很大的。生物圈具有相当的厚度。绿色植物的分布极限大约是海拔6 200米左右。根据资料,在33 000米高空还发现有孢子及细菌。

总的来讲,生物圈包括大气圈的下层,岩石圈的上层和整个水圈,最大厚度可达数千米。但是其核心部分为地表以上100米,水下100米,也就是说大气与地面、大气与水面的交接部位是生物最活跃的区域,其厚度约为200米,因为在这个范围内具有适于生物生存的温度、水分和阳光等最好的条件。

地球的内部圈层指从地面往下直到地球中心的各个圈层,包括地壳、地幔和地核。

地壳是地球表面上的固体硬壳,属于岩石圈的上部。地壳主要由硅酸盐类岩石组成,它的质量为 5×10^{19} 吨,约占地球质量的0.8%,体积占整个地球体积的0.5%。

地壳中含有元素周期表中所列的绝大部分元素,而其中氧、硅、铝、铁、钙、钠、钾、镁8种主要元素占98%以上,其他元素共占1%~2%。组成地壳的各种元素并非孤立存在,大多数情况是相关元素化合形成各种矿物,其中以氧、硅、铝、铁、钙、钠、钾、镁等组成的硅酸盐矿物为最多,其次为各种氧化物、硫化物、碳酸盐等。这些矿物是地球宝藏的一部分。各种不同矿物,特别是硅酸盐类又组成各种岩石,所以说地壳是岩石圈的一部分。

地壳的厚度大致为地球半径的1/400,但各处厚度不一,大陆部分平均厚度37千米,而海洋部分平均厚度则只有约7千米。一般说来,高山、高原部分地壳最厚,如我国青藏高原地壳最厚可达70千米。

地幔指地球莫霍面以下到古登堡面以上的圈层。深度为从地壳底界到2 900千米,其体积占地球总体积的82%,质量为 4.05×10^{21} 吨,占地球总质量的67.8%。地幔下部的物质密度接近于地球的平均密度,压力随深度而增加,温度也随深度缓慢增加。

地核位于深2 900千米古登堡面以下直到地心部分称地核。据推测,地核物质非常致密,密度9.7~13克/立方厘米,地核总质量为 1.88×10^{21} 吨,占整个地球质量的31.5%;压力可达 $3.0 \sim 3.6 \times 10^{11}$ 帕;温度为3 000℃,最



高可能达 5 000℃ 或更高。

地核的形状一直是科学家们所关注的问题。最近美国哈佛大学的地球物理学家根据地震波在地球内部传播情况的监测和分析,发现地震波在包含地球自转轴的平面方向容易穿透地核,而在与地球自转轴垂直的赤道平面则较难穿透地核,从而提出地核形状接近于圆柱体的形状,其中轴线与地球的自转轴重合。当然这样的问题有待于不断深入论证。



知识点

元素

元素,又称化学元素,指自然界中存在的 100 多种基本的金属和非金属物质,同种元素只由一种或一种以上有共同特点的原子组成,组成同种元素的几种原子中每种原子的每个原子核内具有同样数量的质子,质子数决定元素的种类。

到目前为止,人们在自然界发现的物质有 3 000 多万种,但组成它们的元素目前(2010 年)只有 118 种。



延伸阅读

元素之最

发现元素最多的国家是英国,共 22 种。

发现元素最多的一年是 1898 年,共 5 种。

地壳中含量最多的元素是氧。

地壳中含量最少的元素是砷。

大气中含量最多的元素是氮。

海洋中含量最多的元素是氧。

人体中含量最多的元素是氧。