

# 人类面临的生态难题

人类面临的生态难题编写

世界图书出版公司



# 前 言

所谓的生态资源是指在人类生态系统中，一切能被生物和人类的生存、繁衍和发展所利用的物质、能量、信息、时间和空间，都可以视为生物和人类的生态资源。从这个概念的外延中，我们可以看出，不单单传统观念中的矿产、土地、水、森林草地、所有生物等都属于生态资源，就连摸不着看不见的大气、耀眼的阳光、变化多端的风这些抽象的东西也都是生态资源的一份子。

生态资源关乎着人类的生存、生产、生活，人类每一刻都生活在生态资源的“包围”中，人类需要呼吸空气，需要吃饭，需要生产再创造，这一切都离不开生态资源，现在离不开，将来也离不开，永远都离不开。实际上，人类也是生态资源的一部分，只不过比较特殊罢了。

人类与生态资源有着千丝万缕的关系，人类的活动影响和改变着生态资源世界，另一方面生态资源世界也无时无刻不在反影响和改变着人类。

世界人口的激增和科学技术的巨大变化使得人类以前所未有的规模和速度改变着生存环境，这些变化，一方面推动了人类社会经济的发展，另一方面由于工农业生产、交通运输、城市化所导致的大气及水体污染、土地退化，乃至气候的变化从区域扩展至全球范围。这些由于人类活动直接或间接造成的生态世界的变化，正日益把一系列严重的生态问题摆在人类



面前：温室效应导致全球气候变暖，致南北极冰川正在消融，全球海平面上升，进而导致海啸、台风、水灾频频发生；由于人类无节制的滥砍滥伐，致使森林草地覆盖面积急遽减少，造成水土流失、土地退化、狂风肆虐；每年数以万万吨级的垃圾又使地球表面伤痕累累、负载重重，太多太多的生态苦果已使人类苦不堪言，而这一切又怨得了谁呢？

本书从多角度入手，多视角着眼，把现今有关人类应该重视的生态问题列举出来，以期引起重视，从而加入到爱护家园的行列中来，为建设我们美丽的家园出一份力。本书有述有议，图文并茂，可读性强，是一本不可多得的科普读物。



# 地球——人类生态资源的载体

## 地球的内部圈层

1

### 地核

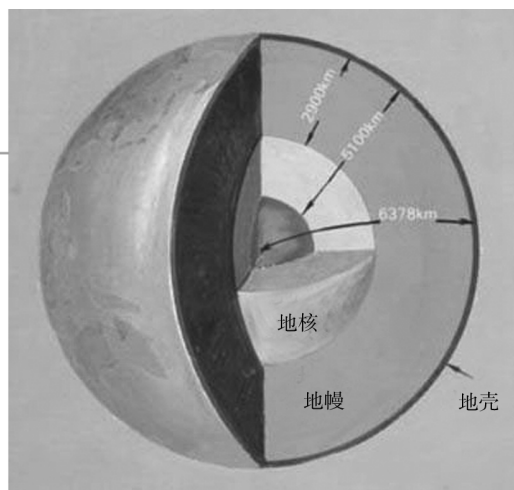
众所周知，地球的平均半径为 6371 千米。地球物理学研究揭示，从地心向外，可以分为以下几个圈层：地核、地幔、地壳。地核又分为固态内核和液态外核。

#### 固态内核

固态内核是地球的核心部分，呈固态，或认为因受超强压力 [  $(3.33-3.67) \times 10^{11}$  帕 ] 作用使原子壳层破坏而呈超固态，比重达 10 克/立方厘米~12 克/立方厘米，温度达  $4000^{\circ}\text{C} \sim 4500^{\circ}\text{C}$ 。内核的半径约 1225 千米。

#### 液态外核

液态外核厚约 2250 千米，



地心结构



温度约  $3000^{\circ}\text{C} \sim 4000^{\circ}\text{C}$ ，压力约  $(1.5 \sim 3.0) \times 10^{11}$  帕，密度约 6 克/立方厘米 $\sim$ 10 克/立方厘米，据推测，由液态铁组成，其中可能含镍约 10%，并有大约 15% 较轻的元素，如硫、硅、氧、钾和氢等存在。

地核质量约占地球全部的 33%。

## 地 幔

地幔位于地核与地壳之间的构造层，厚约 2860 千米，主要由橄榄岩类组成，即富含铁、镁的硅酸盐岩石，与其上的地壳成分不同。根据地震波速在 400 千米和 670 千米深度上存在两个明显的不连续面，可将地幔分为 3 部分：

### 上地幔

地壳以下至 400 千米深度。地幔的顶部和地壳刚性较好、温度较低，这部分称为岩石圈，其厚度不甚均匀，海洋下较薄，洋中脊最新部分仅 6 $\sim$ 8 千米，最老部分约 100 千米。大陆上较厚，约 100 $\sim$ 400 千米。岩石圈以下温度较高而刚性较弱，能缓慢变形，这部分称为软流层。

### 过渡层

深度在 400 $\sim$ 670 千米之间。

### 下地幔

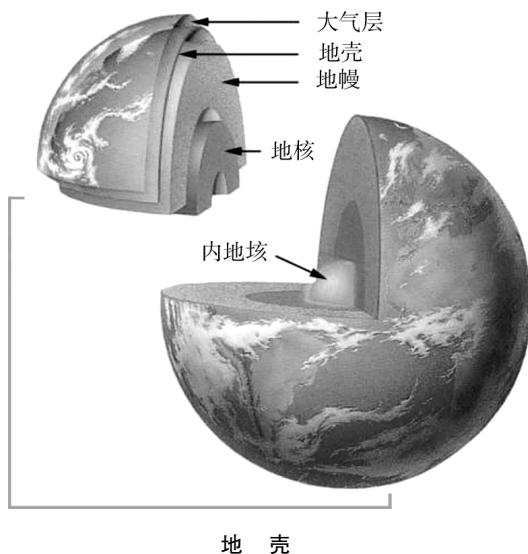
深度在 670 $\sim$ 2891 千米之间，成分与构造比较均匀。地幔中存在着物质的对流：一方面，洋壳板块向下俯冲而逐渐消减，另一方面地幔下部物质又沿某些特殊的“通道”向上运动，形成地（幔）柱，或称地幔羽。地幔中温度约  $1000^{\circ}\text{C} \sim 3000^{\circ}\text{C}$ ，压力约  $(2 \sim 100) \times 10^5$  帕，岩石密度约 3.5 克/立方厘米 $\sim$ 4.5 克/立方厘米。

## 地 壳

地壳包裹着整个地球内部的薄壳。质量只占全球的 0.2%。厚度不均



匀：洋壳极薄，仅 2~11 千米（包括海水），平均约 7 千米，密度 3 克/立方厘米~3.1 克/立方厘米，主要由镁铁质火成岩，即玄武岩和辉长岩组成，上覆极薄的深海沉积物；陆壳较厚，约 15~80 千米，平均 35 千米，密度 2.7~2.8 克/立方厘米，由火成岩、变质岩和沉积岩组成，因此其成分不均匀。地壳与地幔之间地震波和传导速度有突然的变化，这个界面称为莫霍面。



地壳就其厚度而言仅及地球半径的 5%，形象地说，就像一只苹果的表皮那样薄薄的一层。

然而正是这个薄层内包含了大陆与海盆，也是大陆与海洋沉积物、海洋盐类、大气圈气体、海洋、陆地与大气中一切自由水的源泉。同时，它还是人类所需各种化石燃料和矿物原料的储藏所。

## 地球的外部圈层

### 大气圈

大气圈就是指包围着整个地球的空气层。大气圈的边界很难确定，但从流星和北极光的最高发光点推算，在离地球表面 800 千米的高空还有少量空气存在。一般来说，大气圈的厚度为 1000 千米。

大气圈的总质量估计为  $5.2 \times 10^{15}$  吨，相当于地球质量 ( $5.974 \times 10^{21}$  吨) 的百万分之一。大气质量在垂直方向的分布是极不均匀的。由于受地心引力的作用，大气的质量主要集中在下部，其中的 50% 集中在离地面 5



千米以下；75%集中在10千米以下，90%集中在30千米以下。

按照分子组成，大气可分为2个大的层次：均质层和非均质层（或同质层和异质层）。

均质层为从地表至90千米左右高度的大气层，其密度随着高度的增加而减小。除水汽有较大变动外，它们的组成是稳定均一的。这是由于大气低层的风和湍流连续运动的结果。

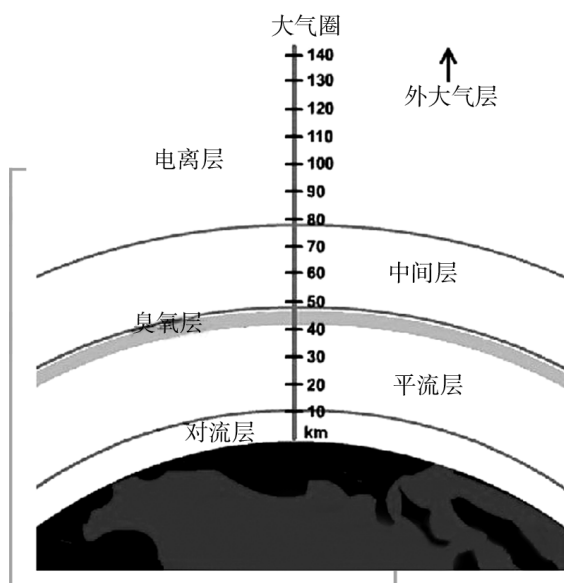
均质层上面是非均质层，根据其成分又可分为4个层次：氮层（距地面90~200千米）、原子氧层（200~1100千米）、氦层（1100~3200千米）、氢层（3200~9600千米）。在这4个层次之间，都存在过渡带，没有明显的分界面。

按大气的化学和物理性质，大气圈也可分为光化层和离子层，两层大致以平流层顶为分界线。

大气圈垂直方向有各种各样的分层方法。目前世界各国普遍采用的分层方法是1962年世界气象组织执行委员会正式通过国际大地测量和地球物理联合会建议的分层系统，即根据大气温度随高度垂直变化的特征，将大气分为对流层、平流层、中间层、热成层和逸散层。

### 对流层

大气圈的最低一层，其平均厚度约为12千米。对流层是大气中最活跃的一层，存在着强烈的垂直对流作用，同时也存在着较大的水平运动。对



大气层结构示意图



流层里水气、尘埃较多，雨、雪、云、雾、雹、霜、雷、电等主要的天气现象与过程都发生在这一层里。此层大气对人类的影响最大，通常所指的大气污染就是对此层而言。尤其是在靠地面 1~2 千米的范围内，受到地形、生物等影响，局部空气更是复杂多变。对流层内大气温度随高度的增加而下降，其平均温度递减率约为  $-6.5^{\circ}\text{C}/\text{千米}$ 。

对流层顶的实际高度随纬度位置和季节而变化。平均而言，对流层的高度从赤道向两极减小，在低纬度地区对流层高约 18 千米，中纬度地区为 11 千米，高纬度地区为 8 千米。

对流层相对于整个大气圈的总厚度来说是相当薄的，而它的质量却占整个大气总质量的  $3/4$  以上。

#### 平流层

从对流层顶以上到 50 千米左右的高度叫平流层，也叫同温层。平流层的下部有一很明显的稳定层，温度不随高度变化或变化很小，近似等温。然后随高度增加而温度上升。这主要是由于地表辐射影响的减少和氧及臭氧对太阳辐射吸收加热，使大气温度随高度增加而上升。这种温度结构抑制了大气垂直运动的发展，大气只有水平方向的运动。

在平流层中水汽和尘埃含量很少，没有对流层中那种云、雨等天气现象。

在平流层之上，距地面大约 50 千米的地方温度达到了最高值，这就是平流层顶。

#### 中间层

平流层顶以上到大约 80 千米的一层大气叫做中间层。在这一层中温度随高度增加而下降。在中间层顶，气温达到极低值，是大气中最冷的一层。

在中间层内，大气又可发生垂直对流运动。该层水汽浓度很低，但由于对流运动的发展，在某些特定条件下仍能出现夜光云。在大约 60 千米的高度上，大气分子在白天开始电离。因此，在 60~80 千米之间是均质层转向非均质层的过渡层。



### 热成层

在中间层顶之上的大气层称为热成层，也称作增温层或电离层。在热成层中大气温度随高度增加而急剧上升。到大约 1000 千米，白天气温可达 1250~1750K。在热成层中由于太阳和其他星球辐射各种射线的作用，该层中大部分空气分子大都发生电离，成为原子、离子和自由电子，所以这一层也叫电离层。

在热成层中由于太阳辐射强度的变化，而使各种成分分解过程表现出不同的特征。因此大气的化学组成也随高度增加而有很大的变化。这就是非均质层的由来。

### 逸散层

在热成层之上的大气层称为逸散层，也称外大气层，是大气圈的最外层，大约在 800 千米以上。在外层，大气极为稀薄，地心引力微弱，大气质点之间很难相互碰撞。有些运动速度较快的大气质点有可能完全摆脱地球引力而进入宇宙空间去。

大气的主要成分是氮和氧，这种大气的化学组成在太阳系的九大行星中非常特殊。离地球最近的两颗行星——金星和火星的大气化学组成就与地球大气完全不同，其主要成分是二氧化碳，氧含量极少，几乎不存在。

地球大气的成分除主要气体氮和氧外，还有氩和二氧化碳，上述 4 种气体占大气圈总体积的 99.99%。此外还有氦、氩、氖、氙、氢、甲烷、一氧化二氮、一氧化碳、臭氧、水气、二氧化硫、硫化氢、氨、气溶胶等微量气体。

在组成地球大气的多种气体中，包括稳定组分和可变的稳定组分。氮、氧、氩、氦、氖、氙、甲烷、氢、氙等是大气中的稳定组分，这一组分的比例，从地球表面至 90 千米的高度范围内都是稳定的。二氧化碳、二氧化硫、硫化氢、臭氧、水气等是地球大气中的不稳定组分。

另外，地球大气中还含有一些固体和液体的杂质。其主要来源于自



然界的火山爆发、地震、岩石风化、森林火灾等和人类活动产生的煤烟、尘、硫氧化物和氮氧化物等，这也是地球大气中的不稳定组分。

地球大气圈的形成与演化，经历了漫长的地质时期。现在大气圈的面貌是地球各圈层（主要是生物圈）塑造的。生物圈各组分与大气之间保持着十分密切的物质与能量的交换，它们从大气中摄取某些必需的成分，经过光合作用、呼吸作用和其残体的好气或厌气分解作用，又把一些气体释放到大气中去，使大气的组分保持着平衡。

如果大气组分的这种平衡一旦遭到破坏，就会对许多生物甚至会对整个生物圈造成灾难性的生态后果。

就以大气组分中的二氧化碳而论，尽管它在大气圈中只占 0.03%，但对地球上的生物却很重要。据估算，生物圈每年由大气吸收的二氧化碳约为  $480 \times 10^9$  吨，而向大气排放的二氧化碳也差不多是这一数值。19 世纪工业革命以前，大气中二氧化碳的浓度一直保持在 0.028%。工业革命后，随着人口增加和工业发展，人类活动已经开始打破了二氧化碳的自然平衡。植被（尤其是森林）的破坏和大量化石燃料及生物体的燃烧使生物圈向大气排放的二氧化碳量超过了它从大气中吸收的二氧化碳量，使大气二氧化碳浓度逐年上升，目前已经达到 0.035% 左右。由于二氧化碳具有吸收长波辐射的特性，而使地球表面温度升高，并因此导致一系列连锁反应，其中对人类影响较大的是温度上升会使极地冰帽融化，海平面上升，世界上许多地区将被淹没在海水之下。

相反，如果二氧化碳含量减少，则会引起气温下降，这种温度下降的幅度即使很小，也会带来很大的影响。因为温度下降会使作物生长期缩短，而导致产量减少。

对于含量极少的甲烷也是如此，其浓度目前为 1.4ppm（意为百万分之一，现在通常用其法定计量单位“毫克/千克”来表示），只要略有增高，在现有氧的浓度下就会因闪电而燃烧。而更重要的是，甲烷的“温室效应”比二氧化碳效果强 300 多倍。对全球变暖起着重要作用。

对于生命活动至关重要的氧更是如此。大气中氧浓度的降低或增高都会影响许多重要的生命过程和产生一些意想不到的恶果。氧浓度的大小决



定了生物的演化过程。30 亿年前，地球大气中氧的浓度只有现在浓度的 1‰，生命只可能出现在水下 10 米深处。大约距今 6 亿年时，地球大气中氧的浓度达到了现在浓度的百分之一，生物开始出现在水面上，这是生物发展史上的第一个关键浓度。到了大约 4 亿年以前，大气中氧的浓度达到了现在浓度的 1/10，生物从海洋登上了陆地，这是生物发展史上的第二个关键浓度。此后，地球大气中氧的浓度尽管也出现过小幅度的波动（比现在浓度高），但一直保持在一定的水平上，即复氧与耗氧之间达到了某种平衡。

另外，大气中氧含量如果由现在的 21% 增高至 25%，则雷电就能把嫩枝与草地点燃，造成连绵不断的火灾，使全球植被化为乌有。当然，这只是一中假想的情况，因为发生森林火灾的同时也消耗了大气中的氧，这里还存在一些负反馈机制问题。

诚然，大气圈以其巨大的体积与质量，更由于存在着反馈机制，要想改变其组成的 1%，1‰乃至 1‰‰并非易事。然而，人类以其巨大的数量和今日高度发展的科学技术，对大气圈发生着一定的影响。

## 水 圈

海洋面积占地球表面的 71%，如果把海洋中所有的水均匀地铺盖在地球表面，地球表面就会形成一个厚度约 2700 米的水圈。所以有人说地球的名字是取错的，应该叫它“水球”。

不过，在四五十亿年前，当地球刚刚诞生的时候，它的表面几乎找不到一滴水，当然不会有任何生命。后来，地球渐渐冷却下来，弥漫在大气层中的水蒸气开始凝结成雨，不断地降到地球上，流向低洼的地方，日积月累，逐渐形成了原始的湖泊和海洋。地球上最早的生命物质，就是从原始海洋中萌发的。

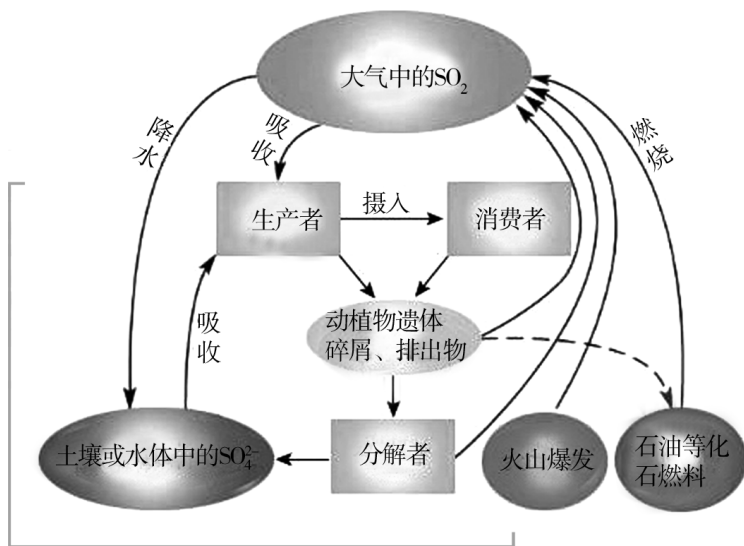
地球水圈介于大气圈和岩石圈之间，它由海洋、湖泊、江河、沼泽、地下水及冰川等液态水和固态水组成。据科学家估算，地球表层的总水量约为 14 亿立方千米，其中海洋水占 97.3%，以冰川为主的陆上水占 2.7%，大气中的水，与前两者在太阳的照射下，地球水圈处于不间断的循环运动之中。海洋和陆地上的水受热蒸发形成水汽升入空中，成为大气水；大气



水在适宜的条件下又凝结为雨雪降到地面或海洋。地面上的水或汇入江河湖海，或渗入土壤和岩石缝隙成为地下水，或又直接蒸发进入大气，循环往复。在这循环运动中，大气是水分的重要的“运输工具”。由于地球上永不停息地进行着大规模的水循环，才使得地球表面沧桑巨变，万物生机盎然。

### 生物圈

在太阳系中，地球是唯一存在生命的星球。无论是冰天雪地的南极，还是赤日炎炎的热带；无论是干旱燥热的沙漠，还是碧波万顷的海洋；无论是地层深处，还是高空，到处都可以找到生命的踪迹。人们把地球上动物、植物和微生物所存在和活动的圈层，称为地球生物圈。



生物世界中的物质循环

植物是生物圈中的重要成员。许多科学家认为，在地球形成的早期，大气中的主要成分是二氧化碳，氧气的含量极少。直到大量植物出现以后，由于植物的光合作用而产生大量的氧气，才使具有高度智慧的人类和大量动物得以生存。据统计，地球上的植物大约有 50 多



万种。那些生长在一起的植物叫植被，如森林植被、草原植被、荒漠植被等。

生物圈中的动物分布极为广泛。据估计，地球上的动物约有 150 万种左右。根据不同的自然景观中动物类群的生态特征，可将它们分为森林动物、草原动物、荒漠动物、苔原动物和高山动物等。

地球上的生物都有很强的适应环境的生存能力，尤其是微生物，具有顽强的生命力和繁殖能力。地质勘探表明，在地下几百米甚至 1 千米的深处，都有细菌存在。有些鱼类和低等浮游生物可在十几千米以下的深海中生活。

生命的过程就是生物不断地把太阳能转化成化学能的过程。煤和石油都是由于生物死亡后堆积演化而成的；岩石的风化，土壤的形成，都离不开生物的积极参与。

地球生物圈经历了十几亿年的繁衍发展，才形成今天一切生物得以生存的环境。在这个漫长的发展演化过程中，地球的大气圈、水圈及地壳表面都积极参与其中。因此，生物圈的形成，是大气圈、水圈和地壳间相互接触、相互渗透、相互影响的结果。



# 地球上的自然资源

## 矿产资源

11

截至目前为止，全世界发现的矿产近 200 种（我国发现 168 种），据对 154 个国家主要矿产资源的测算结果，世界矿产资源总的潜在价值约为 142 万亿美元。

世界上蕴藏量最丰富的大概就是黑色金属了。黑色金属，包括铁、锰、



三水铝矿 Bauxite Sanshui



磷矿 Phosphate mine



方解石 Calcite



石灰石矿 Limestone Mine

矿产资源



铬、钛和钒等 5 种矿产。

1992 年世界铁矿石储量为 1500 亿吨，前苏联、澳大利亚、巴西、加拿大、美国、印度和南非 7 国共占有世界铁金属储量的 84%。按年产 10 亿吨铁矿石计算，目前世界铁矿石储量的静态保证年限为 151 年。

锰储量为 7.26 亿~8 亿吨，未包括海底锰资源。世界锰储量的 80% 以上集中在前苏联和南非。上述储量的静态保证年限为 40 年。但由于有海底锰结核和锰结壳这一未开发的资源潜力，世界不必担心锰矿资源不足。

铬、钛、钒金属已探明的储量分别为 14 亿吨、2 亿吨（钛铁矿）、1000 万吨，静态保证年限分别为 132 年、55 年和 312 年。

有色金属，包括铝、铜、铅、锌、铝、钨、锡、钼、锑、镍、镁、汞、钴、铋等 13 种矿产。

世界铝土矿资源丰富，储量巨大，探明储量达 230 亿吨。澳大利亚、几内亚、巴西、牙买加等国是世界铝土矿资源大国。世界现有储量的静态保证年限达 216 年以上。



铝土矿

除铝外，世界钴资源保证年限也较高，其储量为 400 万吨，静态保证年限为 168 年。此外，海底丰富的钴资源可以确保人类无缺钴之虑。



其他有色金属中，钼、钨、镍、铋的探明储量静态保证年限均在 50～60 年，铜、铅、锌、镁、汞、铋则显得有所不足，其静态保证年限一般在 30 年或 30 年以下。

贵金属和稀土，除金、银储量消耗过快外，铂族金属和稀土氧化物资源不足为虑。

非金属，包括硫、磷、钾、硼、碱、萤石、重晶石、石墨、石膏、石棉、滑石、硅灰石、高岭土、硅藻土、金刚石等矿产。这些是世界上极为丰富的资源之一，其中除硫、金刚石，特别是金刚石资源严重不足，静态保证年限较低以外，其他都可以成为未来工业和人们生活可资依赖的矿产原料来源。

总的看来，世界矿产资源中期供需形势较为缓和；但资源短缺与人口增长及经济发展的需求之间的矛盾将继续存在，资源供需形势将出现周期性波动。

20 世纪 90 年代初期，世界矿产资源供需形势与 20 世纪 80 年代末期相比没有出现重大转机。由于全球性特别是在世界经济中占主导地位的工业化国家经济持续不景气，加之前苏联和东欧各国经济在转轨过程中大幅度下滑，全球经济进入了长达五六年的调整阶段。世界经济增长率明显下降，继 1991 年出现 0.3% 的负增长之后，1992 年工业化国家平均经济增长率为 1.6%，东欧和独联体各国经济继续大幅度下滑。与此相对照，发展中国家作为一个整体，其经济呈现出良好的势头，1991 年增长 3.4%，1992 年达 4.5%，亚洲国家超过 6%。

由于工业化和经合组织国家经济结构改组、新技术革命导致基础原材料消耗降低以及节约、替代等原因，矿产原料的使用强度正在逐年减少。工业化和经合组织国家的矿产原料消费量增长缓慢，多数矿产品供过于求，导致生产能力过剩、矿产品积压、价格下跌——呈现全球性的矿业萧条。

这段时间里，矿产品需求的增长主要在发展中国家和地区，特别是亚太地区。在工业化国家和经合组织国家的钢、铝、铜、锌等消费量以不同幅度下降时，亚太地区的金属使用强度呈上升趋势。过去 10 年中，亚太地区钢的用量平均年增长 2.2%，锌年增长 0.5%，铜的使用强度平均年增长



率高达 8.4%。今后 10~20 年内, 亚太地区的矿产品消费量仍将有较快的增长, 原因是拥有庞大人口的国家——中国和印度, 人均有色金属消费量只及日本或英国的 1/20~1/10。

能源和矿产资源供需形势变化还可以从另外一个角度去分析。20 世纪以来, 人类对矿产资源的需求显著增加了, 1901~1980 年间全世界采出的矿物原料价值增长了 9.6 倍, 其中后 20 年为前 60 年的 1.6 倍。石油农业的发展使农业对矿物原料的依赖程度提高了, 工业和整个经济对能源和矿产资源消耗的规模进一步加大。对 1986 年 50 个国家的统计表明, 人均国民生产总值与能量及人均能源消耗呈线性正相关关系: 人均国民生产总值不到 1000 美元时, 人均能耗在 1500 千克 (标准煤) 以下; 人均国民生产总值为 4000 美元时, 人均能耗随之上升, 达 10000 千克 (标准煤) 以上。近年来, 虽然世界对矿物原料需求速度相对有所降低, 但资源消费的绝对数量仍然在增加。而且, 80 年代时期, 世界矿产品贸易额不断增长, 到 1987 年出口贸易额 (包括能源产品) 已达 4420 亿美元, 占世界出口总额的 17.7%。1991 年世界矿产品出口贸易值约为 6850 亿美元, 比 1990 年增长 6%。进入 21 世纪, 世界矿产品贸易额仍呈缓慢增长的趋势。

大量的统计资料表明, 人类社会在不同的经济发展阶段, 对矿产资源的消耗强度呈生命曲线。所以在观察矿产资源供需形势时, 我们要掌握 2 点: 一是不同国家不同发展阶段的需求不同, 大多数发展中国家在未来 30~50 年中, 年轻矿产仍保持一定的需求增长, 而新矿产则呈强劲增长趋势。

## 土地资源

土地是地球表面人类生活和生产活动的主要空间场所。土地资源则是指在一定生产力水平下能够利用并取得财富的土地。地球上能够被人类支配的土地大约为 2010 亿亩, 其中耕地 225 亿亩, 天然草地 450 亿亩, 林地 600 亿亩, 城市居民点、工矿交通用地及山脉、沙漠、沼泽等 73.5 亿亩。另有终年冰雪覆盖的土地 225 亿亩, 这部分土地不能为人类所利用而不在土