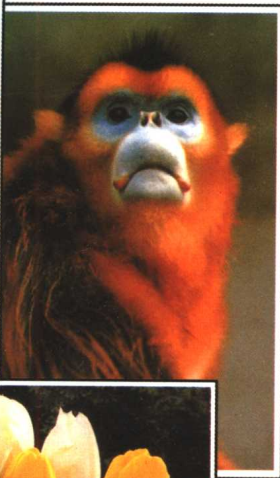
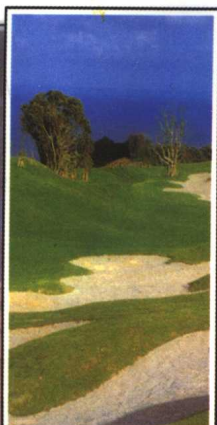
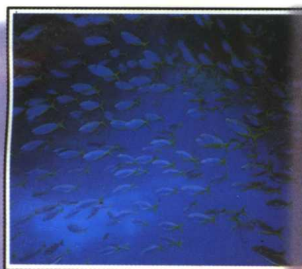


2

为了我们的家园

地球的保护伞—大气

● 主编 胡玉华



● 环境保护知识丛书



● 同心出版社

为了我们的家园

——环境保护知识丛书之二

地球的保护伞——大气

丛书主编 胡玉华
本册编著 洪 洋 王贤杰 张 平
 吴锁柱 图 娅 田维平
 张福国

同心出版社

为了子孙后代
保护共同家园

解振华
一九九二年十月

中华人民共和国国家环境保护局
局长 解振华题词

编辑委员会

主任 曾中平

主编 胡玉华

编委 (按姓氏笔画顺序排列)

丁洪美 王遇杰 叶万辉 孙相滨

刘泽林 朱祖希 李 华 李慎英

阿荣其其格 杨 蓉 雨 露

洪 洋 高吉喜 高桂芳 黄大英

傅 桦 傅和玉

前 言

经过数亿年演化,地球大气圈形成了有序的结构和固定的组成,地球大气系统按照一定的规律运动,这种结构、组成和运动为地球上一切生命提供了最基本的生存环境。

随着人口规模的不断扩大,以及对资源的不合理开发、利用,使大气圈受到了前所未有的冲击。人类似乎忘记了大气圈对生命系统的维持作用,对大气圈的脆弱性和“忍耐力”缺乏了解,肆无忌惮地把大气圈作为处理有害气体的纳污库。“上帝使其死亡,必先使其疯狂”。《圣经》上这句带有哲理性的话语恰如其分地描述了人类破坏大气圈所带来的种种后果。区域性大气组成的变化每年造成大量人口过早地死亡;大气运动规律的变化给地球各个角落造成了数不胜数的社会——自然复合性灾害。而臭氧层破坏、全球温室效应所带来的更大灾害正悄悄地逼近,这绝非杞人忧天,更非耸人听闻。

面对大气环境变化造成的严酷现实,令人恐怖的未来,人类的理智正在苏醒。人类对大气环境的认识达到了前所未有的高度,保护大气环境已成为全人类的共同呼声,正在成为全人类的共同行动。本书正是基于以上认识编写的,希望本书能够帮助读者掌握大气圈及大气环境保护的基本知识,对读者在参与保护大气环境的实际工作中有所启迪。

“20世纪人类对未来的最大贡献,不是发现了遗传基因,不

是发明了原子弹和计算机,更不是完成了太空探险;而是懂得了要控制人类自身的行为,要保护好赖以生存的环境。”也许历史会证明我们的这一评价。

由于作者水平有限,不当之处在所难免,恳请读者指正。

编 者

目 录

一、奇妙的大气圈.....	(1)
1. 地球大气的形成和演化.....	(1)
2. 特定的大气组成.....	(4)
3. 有序多姿的垂直结构.....	(5)
4. 大气的能量收支.....	(7)
5. 风和云.....	(10)
6. 绚丽多彩的空中奇景.....	(12)
二、大气圈——最直接的生命维持系统.....	(15)
1. 大气的组成与生命.....	(15)
2. 完美的“地球之伞”.....	(17)
3. 大气环境与生态系统.....	(21)
三、人类对大气环境的影响.....	(31)
1. 大气污染源和污染物.....	(31)
2. 城市大气环境污染.....	(34)
3. 大气污染对社会财产的破坏.....	(50)
4. 大气污染对植物的影响.....	(52)
5. 酸雨——“空中杀手”.....	(58)
6. 特异型污染物对土壤和食物链的影响.....	(61)
7. 人类活动对气候的影响.....	(62)
8. 臭氧层破坏对生命系统的影响.....	(69)

四、大气环境恶化的预防和治理	(72)
1. 保护臭氧层的联合行动	(73)
2. 举步艰难的全球气候保护行动	(76)
3. 我国保护气候的行动	(80)
4. 我国城市大气污染的综合整治	(85)
5. 汽车尾气污染防治	(92)
6. 实施可持续发展战略是防治大气环境恶化的 根本出路	(96)
五、迅猛发展的大气环境保护事业	(100)
1. 大气环境保护的科学研究	(100)
2. 大气环境监测	(103)
3. 大气污染治理的产业和技术	(108)
六、大气环境管理和公众参与	(115)
1. 大气环境管理	(115)
2. 公众参与	(120)
主要参考文献	(124)

一、奇妙的大气圈

每当仰望那浩瀚碧蓝的天空,观看电视屏幕出现那由远而近点缀着白絮的水晶般的地球卫星云图,都会引起人们无限的遐想和疑问,那包裹着地球的大气是怎样形成的?是由什么组成的?它的结构是什么样的?变化莫测的天气现象是怎样形成的?一种探幽寻秘的激情油然而生。

1. 地球大气的形成和演化

地球大气在时间的长河中经历了漫长的演化过程,这种演化是如何进行的,目前在科学界尚没有形成一致的认识。下面所讲的演化过程是能被大多数科学家所接受的一种解释。

(1)地球大气独特的化学组成

近些年的空间探测证明,地球大气的化学组成在太阳系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与地球大气完全不同。金星大气的密度是地球大气密度的 90 倍,其中 90% 以上是二氧化碳,几乎没有氧气;金星表面的温度接近 480℃。火星的大气非常稀薄,其密度仅为地球大气的 0.5%,主要成分也是二氧化碳。按理说,地球大气的组成也应以二氧化碳为主,而事实上地球的大气是以氮气和

氧气为主，二氧化碳的浓度很低。这种在太阳系中显得“不正常”的地球大气是怎样形成的？又是怎样维持的？一直是使科学家们长期困惑而又孜孜以求的一个问题。

地球作为宇宙空间中现在已知的唯一有生命的星体有它自己独特的生命演化史，它在形成和发展的某个时期出现了孕育生命的特定自然环境。在诸多因素中，适当的日——地距离和适当的地球尺度是重要的原因。适当的日——地距离，使地球形成固体核心以后保持了适中的地表温度。适当的地球尺度，适中的温度产生了有利的原始大气，并在一定阶段形成了液态水。有利的原始大气和足够的液态水孕育了地球上的生命。地球一旦产生了生命，它就与地球大气结下了不解之缘。正是生物圈和大气的相互作用最终形成了今天的地球大气和绚丽多彩的地表世界。

(2) 地球大气形成的初始阶段

和宇宙中其它的星体形成过程一样，地球的形成也是由宇宙星云逐渐碰撞凝聚演化形成的。中心形成固体，离中心越远，粒子越稀薄。经过长期的演化，最外层主要由甲烷、水汽、氨、硫化氢等含氢化合物气体成分组成。

在地球的演变过程中，曾经出现过一段独特的时期，那时的温度和重力条件特别有利于水汽变成液态水，并使之在固体地表累积起来。液态水的累积孕育了地球上的生命，生命过程又反过来进一步影响地球外层气体的演化。

(3) 地球次生大气

到了大约 45 亿年以前，地球已形成了固体的核心，并形成

了一个叫地幔的坚硬外壳。地球的固体核心向外释放气体，主要是火山爆发。地幔早期释放的气体主要是二氧化碳、甲烷、氨气和水汽。这一时期，地球大气的主要成分是二氧化碳，另外还有相当多的水汽，地球表面累积了液态水。在大约 30 亿年以前，地球中二氧化碳的浓度大约是现在浓度的 10 倍。随着大气二氧化碳的积累和水汽的增多，大气阻碍了地球热量向宇宙辐射，地球表面的温度很高，大气成为控制地球表面温度的主要因素。在此阶段，由于太阳的辐射作用，气体中的水汽被离解形成了氧分子和臭氧分子，臭氧使到达近地表的紫外线大为减少，同时空气中二氧化碳与地表的镁等结合，减少了空气中的二氧化碳浓度。

(4) 生物活动与地球大气演化

地表上的水和空气中的氧气、二氧化碳构成了生命存在的基本条件。大约在 6 亿年以前，地球大气的氧浓度达到了目前的百分之一，地球上出现了生命现象，绿色植物的光合作用进一步减少了大气中的二氧化碳，增加了氧气的浓度。大约在 4 亿年以前，大气氧浓度达到了现在的十分之一，臭氧浓度进一步增加，且形成了大气的对流层和平流层结构，并为生物的进一步发展创造了条件。随着绿色植物的积累，有机物腐败氧化，消耗氧随之增加，最后光合作用产生的氧气与氧化作用消耗的氧气之间达到了一定的平衡，地球大气的氧浓度达到了目前的水平。

大气中的氮气主要来自火山爆发，生物圈对大气氮的调控作用还有很多未解之谜，有待进一步探索。

生命的出现和生物圈的形成在地球的演化过程中起到了重要的作用。适当的日—地距离使地球表面形成了恰当的温度条件，使水汽得以凝结，液体水在地表累积，水汽分解产生了少

量氧,水的累积和少量氧气为生命出现创造了条件。生物的发展使大气中氧气增加,二氧化碳减少,也使大气中氮气增加,最后形成了现在的特殊的地球大气和生物圈。在人类活动影响尚未十分强烈以前,生物圈的自身调控维持了这种特殊地球大气的相对稳定。

2. 特定的大气组成

经过漫长的自然进化,我们所居住的地球的大气层形成了相对固定的质量和组成。大气层的大气总质量达到 5300 万吨!其中 98.2%集中在距地表 30 公里高的范围。受地球重力的影响,空气的密度随高度的增加而逐渐降低。我们生活在浩瀚空气海洋的底层,即地球的表面。由于地球重力的作用,上层空气就像海水一样压迫着它的下层。所以地球上的任何物体都接受着来自大气层的压力,即大气压。陆地上的居住者只能忍受三分之一个大气压至三个大气压间的气压变化。海平面上的大气压平均每平方厘米为 1.033 公斤。人体的表面积平均为 1.5 平方米,这就是说周围空气对人体所施的压力为 10000 多公斤,要比一辆解放牌汽车还重,但因为我们的压力等于大气的压力,所以我们并未感到这一重压。

自然状态下的大气是由混合气体、水汽和杂质组成的。如果除去水汽和杂质后,对干洁空气进行测试分析,则会发现,干洁空气的组成是几乎固定不变的。按体积计算,氮气(N_2)占 78.08%、氧气(O_2)占 20.95%、氩气(Ar)占 0.93%,这三种气体占干洁空气总体积的 99.6%以上。其它成份包括二氧化碳(CO_2)、氖(Ne)、氦(He)、氪(Kr)、氙(Xe)、氢(H_2)、臭氧(O_3)等

占总体积的 0.04%，它们各自所占的体积百分数详见表 1—1。

表 1—1 干洁空气成分

气体类别	含量 (体积百分数)	气体类别	含量 (体积百分数)
氮 N ₂	78.09	氦 Kr	1.0×10^{-4}
氧 O ₂	20.95	氢 H ₂	0.5×10^{-4}
氩 Ar	0.93	氙 Xe	0.08×10^{-4}
二氧化碳 CO ₂	0.03	臭氧 O ₃	0.01×10^{-4}
氖 Ne	18×10^{-4}		
氦 He	5.24×10^{-4}	干空气	总计 100

3. 有序多姿的垂直结构

大气层在垂直方向上具有明显的分层现象,根据垂直方向热状况的不同,可分为对流层、平流层、中间层、暖层四层;按照分子组成成分,可分为均质层和非均质层两层。大气的垂直分层对生命系统具有重要的意义。

(1) 对流层

对流层是大气的最低层。它的厚度随地球的纬度和季节而变化。在南极和北极的冬季,对流层的上界接近地表;在赤道的夏季,其厚度可达 17 千米;在中高纬度地区,厚度在 8~12 千米。对流层的气温随高度的增加而降低,平均每升高 100 米,气温下降 0.65℃;对流层顶,气温达 215K,对流层的主要特点是

空气垂直运动强烈；由于温度、湿度水平分布的不均匀，空气也出现水平运动。云、降水等与生命密切相关的天气现象都发生在这一层中。

(2)平流层

从对流层顶到 55 千米左右这一层称为平流层。平流层的气温随高度的增加而升高，至平流层顶，气温上升到 270K 左右。平流层的主要特点是空气垂直运动十分微弱。平流层底部空气中臭氧浓度开始增加，到 22~25 千米处臭氧浓度达到最大值，然后减少。臭氧能吸收大量的紫外线，对地球生命系统有不可替代的保护作用。

(3)中间层(中层)

离地面 55~85 千米左右这一层称为中间层。气温随高度的增加而下降，到 85 千米高度，气温下降到 180K 左右。这一层的奇观是出现夜光云。

(4)暖层(热成层)

暖层的范围从中间层顶向上到几百千米高度，此层气温随高度的增加而升高，到了暖层顶部气温可达 500~2000K。这层空气已十分稀薄，声波在此层不能传播，如果我们在这一层里，那么，我们都将成为“聋子”。

大气的垂直分层详见图 1-1。

按照分子的组成，大气可分为均质层和非均质层。均质层为从地表到 90 千米的大气层。除水汽有较大的变动外，空气的组成基本上是均一的。

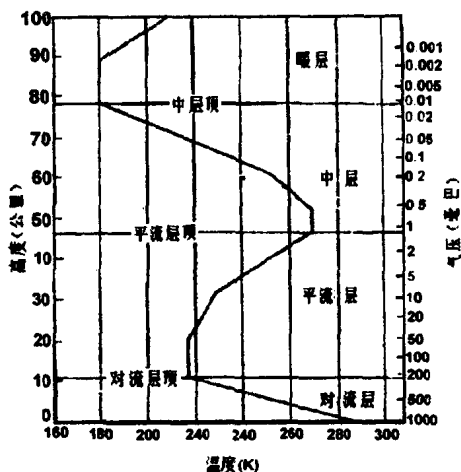


图 1-1 大气的垂直分层

在均质层以上是非均质层,气体的组成和结构发生明显的变化。在 90~200 千米,是以氮分子为主的氮层;在 200~1100 千米是氧原子层;在 1100~3200 千米是氦层;在 3200~9000 千米是氢原子层。

大气的分层现象对生命有极为重要的意义,我们在后面将逐一介绍。

4. 大气的能量收支

(1) 太阳辐射

地球上所有的生命过程都为来自太阳的辐射所推动。太阳

的表面温度约 6273K,它以电磁波的形式向外辐射能量,电磁波以每秒 30 万公里的速度进行直线运动,从太阳到地球运行 1.5 亿万公里需要 $8\frac{1}{3}$ 分钟。太阳辐射是分散的,地球每年所截获的太阳能量为 1.3×10^{24} 卡热量,相当于 190 万亿吨标准煤,占其输出量的二十亿分之一。

太阳辐射的电磁波具有不同的波长,从能量很强的短波紫外线到能量很弱的长波红外线均有分布。太阳辐射电磁波的波长对生命意义重大。

(2)大气对太阳辐射的影响

当太阳辐射通过地球的大气圈时,它的能量以不同的方式被吸收和转换。在 150 千米的高度上,太阳辐射能量损失很少,再向下其能量出现部分的损失。大气对太阳辐射的消耗和衰减主要通过三种形式:

①吸收

当太阳光线在穿过暖层时(距地表 85 千米以上),电磁波中高能量的 X 射线几乎完全被吸收,一部分紫外线也被吸收;光线继续向下,大气中的水汽、二氧化碳和臭氧对电磁波有选择地吸收,水汽和二氧化碳主要吸收长波部分,臭氧能强烈地吸收紫外线;太阳辐射被大气吸收后变成了热能。

②反射

云层和地面对太阳辐射作用很显著,云层越厚,反射作用越强;有积雪的地区,地面反射率也很高。

③散射

使太阳辐射的直线射程发生偏斜,向四面八方散开的现象

称为散射。大气中的云、空气分子和尘粒对太阳辐射都有散射作用，经散射后的阳光一部分到达地面，一部分返回宇宙空间。

经过以上过程，在晴朗的天空，太阳辐射大约有 80% 到达地面；而在有云的时候，太阳辐射仅有 45% 或更低到达地面。大气对太阳辐射影响的详细情况见图 1—2。

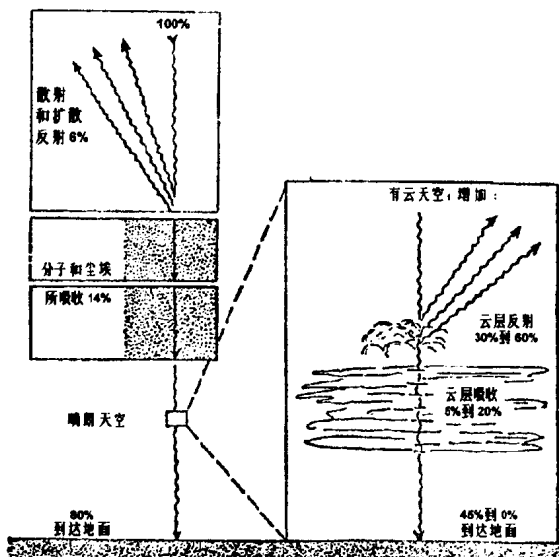


图 1—2 晴朗天空进入的太阳能损失(左)
比有云的天空(右)小得多

(3)大气对地面辐射的影响

地面吸收了太阳辐射后要释放长波辐射，由于被大气中的水汽、二氧化碳和云层大量吸收，仅有很少一部分进入到宇宙空