

QI XIANG WAN QIAN



大气

朱振全

DAQI

气象出版社

气象万千

大 气

朱振全

气象出版社

图书在版编目(CIP)数据

大气/朱振全编著. —北京:气象出版社, 2002. 7

(气象万千)

ISBN 7-5029-3363-8

I. 大... II. 朱... III. 大气科学—青少年读物

IV. P4—49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 040583 号

气象出版社出版

(北京中关村南大街 46 号 邮编:100081)

责任编辑:郭彩丽 终审:黄润恒

封面设计:蓝色航线 责任技编:都平 责任校对:张清芬

*

北京昌平环球印刷厂印刷

气象出版社发行 全国各地新华书店经销

*

开本:787×1092 1/32 印张:2.875 字数:58 千

2002 年 7 月第一版 2006 年 7 月第三次印刷

定价:5.00 元

《气象万千》编委会

主 编 毛耀顺

副 主 编 王奉安

编 委 于系民 王奉安 毛耀顺

朱振全 李光亮 陈云峰

张 沅 张家诚 张海峰

汪勤模 金传达 赵同进

胡桂琴 韩世泉 谢世俊

斯 迪

出版前言

许多极端天气气候事件,如沙尘暴、台风暴雨、干旱、洪水、极端高温等越来越引起人们的广泛关注。承载我们人类的地球生命支持系统,如食物、水、洁静空气和有益于人类健康的环境正越来越强烈地受到全球天气气候变化的影响。

根据“政府间气候变化专门委员会”对未来气候变化的评估结论,气候变化对人类的生存将有如下威胁:

- 可能加剧许多干旱与半干旱地区的沙漠化,使那里的环境进一步恶化。
- 热带和亚热带地区,农业生产力将下降,特别是非洲和拉丁美洲,预计 21 世纪内农业生产力将下降 30%。
- 将改变生态系统的生产力与构成,减少生物多样性。生态系统的变化将影响其向人类提供的福利,如食物、纤维、药材的来源,休闲与观光等等。
- 与高温有关的死亡率增加和在酷热期导致预期的疾病增加;生物体携带细菌的季节和范围扩大,因而细菌感染性疾病的传播可能越来越多。
- 海平面会上升,对人类居住、观光旅游、淡水供应、水产业等都有消极影响,会导致经济下滑、陆地减少和数千万人口迁徙。

等等。

人类居住的地球正面临着前所未有的环境威胁,众多学术组织及不同领域的科学家正在分析和研究对策。就是普通百姓也开始热衷于了解像厄尔尼诺、拉尼娜、臭氧洞、全球变暖等气象科学名词。为了使广大读者更深入地了解气象科学,更深入地理解我们人类乃至个人在解决全球气候变化问题中应承担的责任和义务,我们出版了《气象万千》这样一套通俗易懂的科普图书,内容涉及所有的大气现象及人们最为关心的一些天气气候热点问题。我们希望通过这套书来强化人们的气象意识,了解气象,用好气象服务产品。

全套书共 18 册,图文并茂,理论与现象结合,阐述简明,通俗易懂,适合广大青少年及对气象感兴趣的读者阅读。愿这样一套书能对读者有所裨益,发挥她应有的作用。

气象出版社

2002.5

目 录

地球大气的由来

从地球的形成说起..... (1)

大气的演化..... (3)

大气的成分

内涵丰富的大气..... (5)

氧和奇氧——大气中的活跃分子和紫
外辐射的屏障..... (8)

二氧化碳——大气温室的重要构筑者
..... (11)

水汽——大气舞台的主要演员
..... (14)

大气中的颗粒物——污染物和水汽凝
结核 (20)

大气的结构

大气有多厚? (22)

大气的垂直分层 (23)

大气的电离分层 (26)

不应忽略的“忽略层”	(29)
------------------	------

大气与地球生命

大气与生命的起源	(33)
----------------	------

生命的保护层	(33)
--------------	------

温暖的生命之巢	(35)
---------------	------

生命对大气的反馈	(36)
----------------	------

气候生态型和四时物象——大气物理	
------------------	--

特征影响生命的状态	(37)
-----------------	------

大气的主要物理特征

大气压力	(39)
------------	------

空气流动就是风吗?	(42)
-----------------	------

大气对辐射的影响	(44)
----------------	------

地球大气的温度特征	(47)
-----------------	------

大气的湿度	(53)
-------------	------

大气运动与天气气候

影响大气运动的因素	(56)
-----------------	------

大气环流	(58)
------------	------

大气环流与气候带	(62)
----------------	------

海陆与季风气候	(64)
---------------	------

“山雨欲来风满楼”——风伯与雨师互	
-------------------	--

动	(65)
---------	------

气团的运动与天气	(66)
----------------	------

人类活动对大气的影响及其后果

也是证据	(69)
------------	------

温室“纵火”者	(74)
---------------	------

“天塌”的罪魁	(76)
---------------	------

“注意大气元素的增变”	(77)
-------------------	------

拯救大气	(79)
------------	------

地球大气的由来

大气自身的各种物理变化造就了万千气象；大气层便是这万千气象表演的舞台。所以，欲知气象万千的奥秘，必须先了解地球的大气。

从地球的形成说起

地球的表面覆盖着一层厚厚的大气，在这层大气里，生存着我们人类和众多的生物，发生着无数奇妙的现象。大千世界，气象万千都在大气这个舞台上演出。要想知道大气的由来，还得从地球的起源说起。

大家知道，宇宙是物质的，物质是运动的。

大约在 46 亿年前，有一团星云沿着银河系的一个曲臂旋转。由于物质分布得不均匀，在万有引力的作用下，这云团形成大小不等的几大块。位于中央的演变为太阳，其他几块依次演变为：水星、金星、地球、火星、木星、土星、天

◆ 王星、海王星、冥王星九大行星。那些靠近各大块星体的小块物质或者变成小行星，或者被行星捕获成为行星的卫星，或者成为陨石变成星体的组成部分。

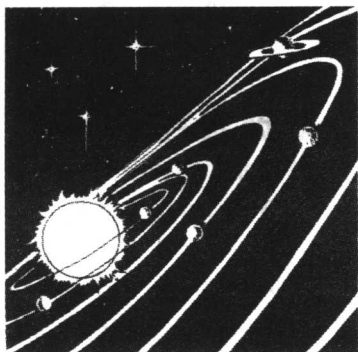


图1 太阳系九大行星图

地球在刚分化出来凝聚成均质地球时，就集结并吸附了宇宙中的主要成分，如氢、氦和星际尘埃等物质。

那时，地球受太空飞来的大量流星陨石之类物质的轰击，动能转化为热量。另外，地球因重力（地心的引力）而收缩，释放出相当大的热量。地球内部的放射元素铀、钍等的衰变也放出大量的热量。于是地球内部温度升高，使各种物质熔化，较重的物质逐渐向地心沉降，较轻的物质则浮上来。最重的物质汇聚于地球深处，构成地核；较轻的物质形成熔融的地幔；更轻的物质上升到地表凝固成岩石——地壳。

在地球形成的过程中，由于地球的引力作用，原始太阳系星云的一部分气体被吸引到地球周围，成为一层原始的大气圈。这个原始的大气圈与现代大气不同，没有氧，没有氮，也没有二氧化碳；只有氢、氦、氖、氩、氙、甲烷和水汽等。原始大气的量很大，单是氢一项就相当于现在构成固体地

球的镁、硅、铁、氧这四个基本元素的总量的 400 倍之多。

地球表面的原始大气，受到来自太阳的粒子流——太阳风的猛烈冲击。那时的原始太阳风非常强烈，地球上的原始大气大约经过几千万年就被太阳风扫除了。

大气的演化

在原始大气被原始太阳风扫除后，地球表面一度没有大气。不久，地球内部的挥发性物质向地表泄漏出来，这些物质主要是水汽、二氧化碳、甲烷、一氧化碳、氮、氨、硫化氢。这时的太阳风没有原来那么强烈了；而且地球由于地核铁心的形成，地球磁场也逐渐形成，磁场有抵抗太阳风的作用。所以它们再未被太阳风扫除，在地球引力的作用下没能逃逸到星际空间去而被保存了下来。这就是地球的次生大气。

物质在不断地运动和变化，这是宇宙的基本规律。大约又过了 10 多亿年，地球表面开始变冷，大气中水汽凝结为雨降落到地面形成最早的江河和湖泊。火山不断爆发，排出的大量水汽，又变成雨降落到地面，并有一部分渗入地下。同时，水分又蒸发到大气中。就这样水在地面和大气间不停地循环，经过漫长岁月的变迁，便在地球表面形成了江河湖海，同时在大气中保持了一定量的水汽。

次生大气中的二氧化碳和其他气体，一部分被雨水溶解降落到地面，渗入地下，储存于地壳中或大海里。同时，又有气体从地层和岩石被释放出来。构成当时的大气与地层间的气体平衡。

地球大气进一步漫长地演化，有两类过程几乎是同时进行着，那就是“造气过程”和“耗(除)气过程”。

造气过程包括下列六个方面：第一，火山活动以及熔岩凝固释放出气体；第二，水汽在光的作用下离解产生氧和氢；第三，绿色植物出现后，光合作用产生氧气；第四，放射性元素铀和钍衰变产生氦；第五，放射性元素钾-40衰变产生氩；第六，太阳风中由质子和电子高温电离的气体，有极小一部分冲破地球磁场进入大气上层。

耗(除)气过程包括以下五个方面：第一，高层大气的氢和氦挣脱地球引力跑到宇宙空间；第二，一部分吸收了二氧化碳的生物体被埋于地下，后来成为煤、石油等；第三，碳酸盐，如碳酸钙、碳酸镁等生成时吸收二氧化碳；第四，氢、铁、硫等大量元素被氧化时都要消耗氧气；第五，生物的呼吸作用和有机物腐烂消耗氧气。

这两类主要包括 11 方面的造气和耗气过程，在数十亿年的演化中逐渐形成了现在包围着地球的大气。应当指出，在地球 46 亿年的历史中，火山活动扮演着重要角色，它是大气中的水、二氧化碳、氮的主要提供者。

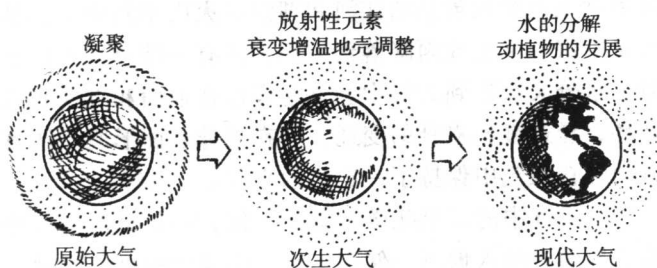


图 2 地球大气的演化图

大气的成分

地球表面覆盖着厚厚的大气，人们生活在地球周围的大气之中，时刻都离不开它。可是大气是什么？其中有些什么成分，有多少？都有什么特性？你却未必知道。

内涵丰富的大气

大气是什么？

地球大气是包围着地球的气体及其内含物的混合物。空气是大气的主体，是大气最主要的部分。空气是无色、无嗅、无味的混合气体。它看不见，摸不着，却有着惊人的质量。地球空气的总质量达 5300 万亿吨，相当于地球上所有水的总质量的 $1/300$ 。大气是生命的保障，是人类生存的第一需要。人可以几天不吃饭、不喝水，但是不可以 5 分钟不呼吸。大气是地球生命的“保护伞”。它阻挡了对地球生命有害的紫外线、X 射线和宇宙线，还过滤了大量来自星际空

间的流星对地面的袭击。大气是地球热量的“调节器”。它好像一床无形的被子，覆盖在地球表面，对太阳辐射有缓冲作用，又不使热量大量散失，从而保障了生物所需要的温度环境。大气还是一架无形的“运输机”。它通过本身的运动以及与海面的物质交换，把热量、动量和水汽运送到高纬度地区和内陆地区。大气中还蕴藏着多种气候资源和宝贵的风力资源，仅风力发电一项就可为我们节约数亿万吨的煤和石油。

大气的成分有什么？

起先，人们只认为大气是一种简单的物质。直到 19 世纪末，人们才知道大气是由干燥洁净的空气、水汽和悬浮于大气中的各种颗粒物组成的。干燥洁净的空气是大气的主体。

大气的主要成分包括含量基本不变的和含量变化的两类气体。目前在大气中含量基本不变的气体主要有：氮、氧、氩、氖、氦、甲烷、氙、氢、氙等。其中，氮气占空气总体积的 78.084%，氧气占空气总体积的 20.9476%，氩气占空气总体积的 0.934%，氖气占空气总体积的 0.001818%，氦气占空气总体积的 0.000524%，甲烷占空气总体积的 0.0002%，氙气占空气总体积的 0.000114%，氢气占空气总体积的 0.00005%，氙气占空气总体积的 0.0000087%。这部分气体总量占空气总体积的 99.9684%。

大气中还有大约万分之三是目前含量仍在变化的气体，包括：碳、氮、硫等的氧化物，臭氧等。其中，二氧化碳平均占空气总体积的 0.033%，在近地面层空气中大约占空气体积的 0.01% ~ 0.17%；二氧化硫占空气总体积的 0 ~ 0.0001%；一氧化二氮占空气总体积的 0 ~ 0.00003%；二氧化氮占空气总体积的 0 ~ 0.00002%；一氧化碳占空气总体积

的 $0 \sim 0.00001\%$ ；臭氧的含量更少，夏半年占空气总体积的 $0 \sim 0.000007\%$ ，冬半年占 $0 \sim 0.000002\%$ ，而且空间分布极不均匀。

大气中水汽的含量也是变化的，随时间、地点变化很大，沙漠和极地上空水汽很少，而热带海洋上空水汽含量多达空气总体积的 4% 。大气中的水汽相当于全球 25 毫米左右的液体水分。

大气微粒是悬浮在大气中的非气态的颗粒物，这些颗粒物包括冰晶、小水滴、尘埃、花粉、孢子、细菌、盐粒等等。

从上面可以看出，化学性质不活跃的氮气占了 78% ，化学性质活跃的氧气占了接近 21% ，氮氧合计接近 99% ，成为大气的主体。虽然其他气体含量很少，但是它们对于气象万千的大气舞台、对于生物（包括人类本身）的意义却不可小看。例如，二氧化碳既是光合作用必需的原料，又是重要的温室气体；含量极少的臭氧，却是紫外线的屏障；水汽则是大气舞台的主要演员。大气的生命“保护伞”作用、热量“调节器”作用、能量等“运输机”作用，全都靠它们。

就单个的气体分子而言，体重最轻的是氢气，体重最重的是氙气。若把氢气分子的体重定为 2 ，则氙气分子的体重为 131.3 ，氧气分子的体重为 32 ；干空气分子的平均体重为 28.9 ，而水汽分子的体重为 18 。所以湿空气比干空气轻，而且湿空气含的水汽越多越轻。



氧和奇氧

——大气中的活跃分子和紫外辐射的屏障

大气中的活跃分子 我们说氧是大气中的活跃分子，是因为它最易与其它元素化合而成为具有新特性的物质。绝大部分元素都会被氧化。氧与其它元素强烈化合时可发出大量光和热，这就是我们日常看见的燃烧现象。氧是生命活动光合作用和呼吸作用必不可少的参与者，为生命所必需，几乎成了生命“活”的代名词。可见氧的“活”跃是毋庸置疑的。

氧是活跃分子，而氧的一种特殊状态——“奇氧”更活跃，人们平常所说的氧气是由 2 个氧原子组成 1 个氧分子，而奇氧是由 3 个氧原子组成 1 个氧分子，且奇氧、奇氧以及氧

要的温室气体；含量极少的臭氧，却是紫外线的屏障；水汽则是大气舞台的主要演员。大气的生命“保护伞”作用、热量“调节器”作用、能量等“运输机”作用，全都靠它们。

就单个的气体分子而言，体重最轻的是氢气，体重最重的是氙气。若把氢气分子的体重定为 2，则氙气分子的体重为 131.3，氧气分子的体重为 32；干空气分子的平均体重为 28.9，而水汽分子的体重为 18。所以湿空气比干空气轻，而且湿空气含的水汽越多越轻。

分子在反应中仅作为媒介(触酶),本身并无变化。

臭氧的另一来源是发生在低层大气中的一些物理化学过程,例如火山爆发、雷电、森林火灾等,人类的某些活动也会产生极少量臭氧。

臭氧遇上低温 虽然说臭氧是氧的一种特殊状态,但是,它毕竟已组成另一种分子,具有自己的若干特性。臭氧有一种特殊的臭味,纯净的臭氧在常温下是浅蓝色的气体。它在人为设置的 -112.4°C 的环境下,就不再跑来跑去,很快变为暗蓝色的液体;人们继续把温度降低,当温度降至 -251.4°C 时,臭氧连流动的力气也没有了,不久便凝固成紫黑色的晶体。

臭氧劫获紫外辐射 太阳辐射中小于0.4微米的紫外辐射大约占9%,如果到达地球表面就会对人和生物造成很大伤害。臭氧在大气的10~50千米高空巡逻。虽然它只占空气总量的不足百万分之一,大气中臭氧总累积厚度只有1.5~4.5毫米,但是它却有一种特殊的功能——对波长小于0.4微米的紫外辐射特别感兴趣,把太阳紫外辐射99%都吸收掉了,使得到达地面的紫外辐射仅剩1%左右。

我们知道少量的紫外线对包括人类的大多数生物是有益的。太阳的紫外辐射被臭氧大量吸收后,对于地球上的生命则可变害为益了。这当然是臭氧的功劳。

臭氧与阳光的消耗战 应当注意,大气中的臭氧在生成和吸收紫外辐射的历程中,还进行着与阳光的消耗战。臭氧在与波长较长的阳光的消耗战中被分解为氧分子和氧原子。氧原子在第三种分子参与下结合为氧分子,有的氧原子直接与臭氧结合为两个氧分子。

于是臭氧在波长较长的阳光较为丰富的地方,有许多臭