

KE XUE WEN GONG

科学文丛

地球的大气和气候



科学文丛

地球的大气和气候

(45)

广州出版社出版

图书在版编目 (CIP) 数据

科学文丛. 何静华 主编. 广州出版社. 2003.
形继祖

书号 ISBN7-83638-837-5

I. 科学... II. III. 文丛

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 082275 号

科学文丛

主 编: 何静华
形继祖

广州出版社

广东省新宜市人民印刷厂

开本: 787×1092 1/32 印张: 482.725

版次: 2003 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

印数: 1-5000 套

书号 ISBN 7-83638-873-5

定价: (全套 104 本) 968.80 元

目 录

先说几句开场白	(1)
行星气候各不相同	(3)
行星气候的三个因素	(3)
水星还是有大气	(4)
金星是个闷热的地狱	(4)
绿色植物改造了地球大气	(6)
火星上不可能有生命	(8)
木星是一个大氢球	(9)
土星只有外表美	(11)
天王星上两种云	(11)
海王星也很奇特	(12)
冥王星还是个谜	(12)
爱我们的地球	(13)
现代地球大气的成分	(15)
谁是大气的主角	(15)

水汽的四大功劳	(17)
不要忽视固体物质	(19)
地球大气的结构	(20)
大气圈究竟有多厚	(20)
人类为什么关心对流层	(21)
平流层内不平静	(22)
中间层也有对流	(23)
卫星没有在热层熔化	(23)
空气分子从散逸层逃走	(24)
太阳辐射	(25)
地球上的主要能源	(25)
太阳辐射怎样闯三关	(26)
太阳辐射的地理分布	(28)
太阳辐射与气候	(29)
太阳辐射与生物	(30)
大气温度	(32)
怎样使用三种温标	(32)
气温、地温和水温的关系	(33)
从赤道到极地	(35)
冬暖夏凉与冬冷夏热的秘密	(36)
高处不胜寒	(36)
柑桔在这里躲过冻害	(37)

气温与农业生产	(38)
气温与生活	(39)
空气湿度	(41)
水汽压和相对湿度	(41)
湿度的月变化和年变化	(42)
水汽压的地理分布	(43)
湿度与工农业生产	(43)
湿度与生活	(44)
云	(45)
怎样划分阴晴	(45)
云也是个大家族	(45)
产生云的两个条件	(47)
看云预报天气	(48)
雨和雪	(50)
雨和雪何处来	(50)
对流雨	(51)
地形雨	(52)
锋面雨	(52)
台风雨	(53)
小雨大雨和暴雨	(54)
地球上两个多雨带	(55)
人工降水也是南北不同	(56)

大气压力	(58)
怎样测量大气压	(58)
等压线的作用	(58)
气压也有系统	(59)
辐合与辐散是怎么回事	(61)
气压与生活	(62)
风	(63)
风向与风速	(63)
谁是空气运动的起动力	(65)
有趣的风压定律	(67)
大气环流	(68)
行星风系	(69)
大气活动中心	(70)
季风	(70)
海陆风	(72)
山谷风	(72)
焚风和布拉风	(73)
气候带	(75)
天文气候带与物理气候带	(75)
赤道气候带	(77)
热带气候带	(77)
副热带气候带	(78)

温带气候带	(79)
冷温带气候带	(79)
极地气候带	(80)
气候型	(82)
基本的气候型	(82)
大陆性气候	(83)
海洋性气候	(83)
海岸气候	(84)
季风气候	(85)
沙漠气候	(86)
草原气候	(87)
地中海式气候	(87)
苔原气候	(88)
冰原气候	(88)
山地气候	(88)
季节	(91)
各种各样的季节	(91)
二十四节气是阳历	(92)
三伏与三九	(93)
季节与生活	(94)
气候变迁	(95)
大冰期与气候变化	(95)

第四纪冰期的气候变化	(97)
历史时代的气候变化	(98)
近代的气候变化	(99)
人类活动对气候的影响	(100)
气候变迁对人类的影响	(102)

先说几句开场白

我们生活在地球上,它有着难得的天文环境,适宜的自然环境和优越的生态环境,天、地、生巧妙的配合,才使人类繁衍生息到今天。

地球是太阳系的一颗行星,宇宙空间的一个天体。地球不停地绕着太阳旋转,公转一周为时一年,并有春、夏、秋、冬的季节变化;它又以地轴为中心,每天从西向东自转,自转一周为 23 小时 56 分 04 秒,并产生了昼夜的交替。地球距离太阳 149597800 公里,不近也不远,从而获得了不多也不少的太阳辐射能量。

地球是一颗美丽的行星,它的 5.1 亿平方公里的表面积有 70% 为海水所覆盖,大陆只占 29%,好象突出海面的岛屿。海洋上,辽阔而且呈蓝色的水面波涛汹涌;陆地上,山峦起伏,平原、盆地、沙漠相间排列,湖泊、河流交织分布,绝大部分陆地表面为绿色植物所覆盖;地球还被大气层包装,碧蓝色的天空、变幻无常的风云,把地球打扮得更加绚丽多彩、千姿百态。

地球上不断地地质运动,为我们积累了丰富的矿产资源,可供人们长期使用;造就了多种多样的地表形态,可供人们选择栖息。地球不断地进化,形成了繁多的生命,它们生生不息、相互依存,为人们提供了优越的生态系统,使人们赖以正常地生存和生活。

但是,地球的不断变化,也酿成各种自然灾害。地震、火山爆发、泥石流、台风、暴雨、冻害、病虫害等等自然灾害,经常影响工农业生产,造成巨大的社会经济损失,干扰人类的正常生活,使人类面临着一个又一个生死存亡的实际问题。根据科学家的估计,自然灾害的 60—70% 是气象灾害,世界各地的气候经常呈现异常的变化,大大小小的旱灾、水灾连年不断,风灾、雹灾、霜冻和冷害

此起彼伏。近年来,许多科学家纷纷预言:由于大气中二氧化碳(CO_2)含量的不断增加,2000年后整个地球将会变暖,其结果是使地球两极地区的冰盖加速融化,从而导致海平面大幅度地上升,将对工农业发达、人口密集的沿海地区带来巨大的灾难。

随着社会经济的发展,大气、天气和气候在人们的社会经济生活中的重要性愈来愈显著。人类也愈来愈需要了解自己周围的大气环境,观测它的状态,认识它的特点,掌握它的规律,预测它的未来变化。人类生活在大气中,为了自身的生存和发展,一直在和大自然作斗争。本书写作的目的,就是向读者介绍大气、天气和气候方面的基本理论和基本知识,如果本书能对读者在了解大气和气候方面有所帮助,我将感到特别的欣慰。

行星气候各不相同

行星气候的三个因素

地球是一颗行星。太阳系共有九大行星。行星的气候是由三类因素决定的。地球也不例外,这三类因素是:

第一类因素是行星大气的成分和质量。行星上的大气起源和产生条件很不相同,各个行星的大气成分差别很大。例如,除地球以外,我们还没有发现其他行星大气主要是由氮和氧组成的。有些行星大气主要由氢组成,具有还原性质,有些行星大气主要由二氧化碳组成,具有氧化性质。只有地球大气的成分特别,虽然也具有氧化性质,但是氮和氧是主要成分。至于大气的质量,通常与行星引力的大小有关。如果行星比较小,引力不大,气体分子就很容易摆脱该行星的引力,只要较小的速度就能逃逸该行星的引力范围,飞向宇宙空间,这样的行星大气就会逐步减少。如果行星比较大,引力就大,大气就容易保留在行星上。

第二类因素与行星的运动有关。如行星的公转和自转周期,行星赤道面与黄道面的交角,以及行星与太阳的距离等等。这些因素决定行星上的季节和昼夜长短。太阳系的每一颗行星的季节和昼夜长短差别很大;距离太阳远近也有很大差别。因此,在一年中或一天中获得的太阳辐射能量是不相同的。

第三类因素是行星表面的起伏平整程度和有无海陆分布。行星表面状态起伏不平,不但影响太阳辐射能量的分布,而且也影响大气的运动。海陆分布决定着大气的热量转换和热量平衡,也影响大气运动。现在已知行星的表面形态都不规则,实际情况各种各样,所以行星上的气候也各有其复杂性。

由于这三类因素的差异,使太阳系九大行星的大气和气候极不相同,情况各异。了解各个行星的大气和气候,不但十分有趣,而且对我们认识地球大气和气候也会有很大帮助。

水星还是有大气

水星是距离太阳最近的行星。我国古代又称为“辰星”。由于体积和质量都比较小,脱离速度只有 4.2 公里/秒,气体很容易逃逸;加之距离太阳又太近,只有 0.579 亿公里,在水星形成过程中,大气分子都被太阳吸收过去了,所以,以前总认为水星上没有大气。后来,“水手 10 号”探测得知,水星上还是存在极端稀薄的大气,大气分子并没有跑光。不过大气压力极小,不到 2×10^{-7} 帕,只有地球大气压力的五千万分之一。大气的主要成分有:二氧化碳(CO_2),水汽(H_2O),氧(O_2),氮(N_2),氢(H_2)等。由于水星的大气过于稀薄,温室效应不明显,水星表面温度昼夜相差很大,白天太阳光直射的地方,温度达到 700°K ,夜晚温度降低到 100°K 。说明在水星上,气候环境十分恶劣。

金星是个闷热的地狱

金星是距离地球最近的行星,我国古代又称为“启明”、“长庚”、“太白”或“明星”。因为是地球的近邻,它的大小、质量和密度又同地球十分相似,所以人们对金星的兴趣很大。自 1961 年以来,美国和前苏联相继发射了近 20 个行星探测器飞向金星,因此,对金星的了解要比其他行星多。根据探测得知,金星表面覆盖着浓厚的大气层,它的质量几乎是地球大气质量的 100 倍,密度也比地球大气的密度大 100 倍。在金星固体表面上的大气压力达 100 个大气压左右,而地球表面平均只有 1 个大气压。

金星大气的主要成分是二氧化碳(CO_2),占金星大气总量的 96.4%,可使人立即窒息,其次是氮(N_2),只有 3% 左右,水汽

(H_2O)约占 0.1%,氧(O_2)则不到 0.1%,金星低空大气中有高浓度的硫的化合物,主要是二氧化硫(SO_2),硫化氢(H_2S),还有游离的硫(S)。由于二氧化碳(CO_2)阻止太阳辐射达到金星表面,使金星表面显得十分昏暗,但是有微光可以拍照,使我们能够得知金星表面一些情况,这种微光就是来自硫化物的发光。探测器也测得金星表面上覆盖着的浓厚的硫酸云,并不是水汽,组成物质都是浓硫酸,云量达 100%,而地球只有 56%左右。在金星表面看天空,不是蔚蓝色,而是黄橙色、黄红色或褐色。云可以分成四层。高空云层流动得很快,每小时可达 300 公里,相当于地球大气层的急流,云层绕金星一周需要 4 天,比金星自转一周所需的时间(243 天)快 60 倍。下层流动慢,愈近地面,云层愈稀薄,而且流动最慢。金星大气浓厚的云层有很大的反射率,达 77%以上,太阳辐射的可见光及红外线几乎全被反射,紫外线则在大气层内全部被吸收。

金星由于有浓厚的二氧化碳(CO_2)存在,产生了强烈的温室效应,比地球上二氧化碳和水汽产生的温室效应强得多。金星大气层表面温度 250°K (-23°C),热量来自太阳直接辐射。由大气层表面向下,温度逐渐升高,到金星固体表面已高达 750°K ,其热量不是直接来自太阳辐射,而是来自大气层的温室效应,金星上的气温因此没有季节和昼夜的明显差别。太阳辐射虽然只限于白天,即面日半球,背日半球得不到太阳的直接辐射,温度却和面日半球一样高。金星表面这种昼夜温度相同的情况,说明二氧化碳可以吸收金星表面的红外线,使热量不致于向太空散失,二氧化碳又能让太阳可见光通过照射金星表面,从而产生温室效应。这样经过若干亿年,金星表面热量逐渐累积,形成了惊人的高温,这就是温室效应的结果。金星温室效应的 70%来自二氧化碳的影响,只有约 15%左右是水汽和二氧化硫及尘埃的影响。

金星大气层热状况的这种情况,表明金星大气层是不透明的,金星表面热量收支不平衡,收大于支。因此金星大气层底部热而顶部冷;地球大气是透明的,地球表面热量平衡,因此地球大

气底部冷而顶部热。金星和地球的第二个差别是地球大气层有一个中间区域,在这一个区域温度上升到一个局部的极大值,这是由于地球大气层中有一个臭氧层,吸收紫外线辐射加热了大气。

金星上的大气环流十分简单,金星具有两个很大的对流环流圈分布于金星赤道两侧。金星大气层有高速度的纬向风。由于金星自转方向和地球相反,是逆向转动,纬向风自东向西逆向吹动,风速由表面到高空逐渐增大。金星表面的风速大约是2—3米/秒,40公里高处达60米/秒,50—70公里高处则存在强大的旋风,风速大得惊人。

金星上终年高温高压,还有浓密的硫酸云笼罩,使金星得了个“闷热的地狱”的外号,生命是不可能适应这种恶劣环境的。

绿色植物改造了地球大气

地球是我们人类居住的星球。在地球的引力和磁场的作用下,大量气体聚集在地球周围形成一个气层,称为地球大气层,或称大气圈。根据科学家的研究,在地球形成初期(60—46亿年前)的原始大气,至少在30个大气压以上,并以氢(H_2)和氦(He)为其主要成分,可是在地球漫长的演化过程中,这种原始大气几乎逃逸殆尽,现在只能在一些岩石中找到原始大气的证据。

地球上的现代大气是一种“次生大气”,是在地壳的去气作用过程中,产生的火山气圈演化而来的。大约在46—40亿年前,强烈而频繁的火山去气作用,使地球表面气温高于水的沸点,水汽不能冷凝,所有的挥发成分都聚集在大气中,形成稠密的大气圈,大气压约在100个大气压左右,同现在金星的大气压差不多,不过其主要成分是水汽,其次是二氧化碳(CO_2),并含有大量强酸性的还原性气体。

到了约40—26亿年前,火山去气作用开始减弱。气温下降,水汽冷凝生成水,形成海洋。这时海水是强酸性和还原性的,大

气成分以二氧化碳为主,并随着火山去气作用而继续增加,形成二氧化碳(CO_2)气圈。地质科学研究说明,大概在约 30 亿年前,地球海洋上出现了第一批原始生命,从而开始地球进化的新时代。

地球演化到 26—8 亿年前,火山去气作用继续减弱,海洋变成弱酸性弱还原弱氧化环境,大气中的二氧化碳(CO_2)随着海洋氧化作用增强而逐渐沉积。约从 20 亿年前开始,大气中逐渐有游离氧(O_2)的聚集,并且氧化作用越来越强。原始生命演化到这一阶段,出现了能初步利用可见光能量的叶绿素的原始聚合物,以后又进化成能有效地进行光合作用的叶绿体。光合作用析出氧(O_2),大气中出现了臭氧(O_3)层,为以后的生物登陆创造了条件。

约从 8 亿年前以来,地壳开始稳定,火山去气作用变得微弱,海水从弱酸性向弱碱性发展,大气中二氧化碳(CO_2)大幅度下降,并和海水保持稳定的动态平衡,大气圈由二氧化碳(CO_2)型气圈,过渡到氮(N_2)—氧(O_2)型气圈,出现了高等植物和动物,海洋和大气都演化成强氧化环境。特别是寒武纪(约 6 亿年前)以来,生物进化步伐加快,绿色植物的光合作用的规模越来越大。有人估计,现今植物每年能吸收约 1500 亿吨碳,并释放 4000 亿吨氧,可见是绿色植物将二氧化碳(CO_2)为主的大气改造成为现在的氮(N_2)—氧(O_2)为主要成分的大气。现今大气中的氮(N_2)主要来自火山喷发,其次是来自生物途径的不断积累。到第四纪(约 200—300 万年前开始至今),地球上出现了人类,人类活动深刻地影响着地球大气,有积极的作用,也有消极的影响。

所以,现代的地表大气是一种次生大气,是经过生物,特别是绿色植物改造过的大气。这种大气从寒武纪以来相对稳定,绿色植物则是这种稳定的决定性因素。通过生物圈的作用,地球化学元素如氮(N_2)、氧(O_2)、二氧化碳(CO_2)等在大气圈和其他圈层之间保持相对稳定的循环。

地球大气的质量为 5.136×10^{21} 克,大约占地球总质量(5.976

$\times 10^{27}$ 克)的百万分之一。地球表面大气平均温度为 15°C ，海平面平均气压为 1 个标准大气压。地球大气虽然延伸到 2000—3000 公里以上的广阔空间，但是 99.9% 集中在距离地面 50 公里的范围内，90% 集中在离地面 15 公里的范围内。关于地球大气的各种性状，是本书的基本内容，我们将在以后逐渐介绍。

火星上不可能有生命

火星是和地球有很多相似的行星。在我国古代称为“荧惑”，按距离太阳远近次序为第四颗行星。从地球上看到火星呈火红色，光泽极其美丽，因为火星表面多绿色土，火星的反射率为 15%，但是在紫外线附近的可见光反射率只 5%，而在红外线附近反射增加到 30%。反射率随着波长增大而急剧增加，所以夜间看火星呈红色。

火星存在十分稀薄的大气层，它的密度不到地球大气的百分之一。火星表面气压只有 7.5 百帕，也不到地球大气的百分之一。大气层的厚度只有 200 公里，在距离火星表面 200—2000 公里处，大气已十分稀薄。根据“海盗 1 号”探测，火星大气的主要成分是：二氧化碳(CO_2) 约占 95%，氮(N_2) 占 2.7%，氩(Ar) 占 1.6%，氧(O_2) 占 0.13%，一氧化碳(CO) 占 0.07%，还有极少量的臭氧(O_3) 和氢(H_2)，在大气下层有数量很少的水汽，约占 0.003%。即使火星大气中的水汽全部凝结，也只能形成 0.01 毫米厚的水膜覆盖火星表面。火星大气都是来自火山喷发，不过喷出表面的水汽极少。

火星表面温度约为 226°K ，到 50 公里高空已降到 150°K 。火星稀薄而干燥的大气，虽然主要由二氧化碳组成，但是由于温室效应的增温只 10°C 左右，不到地球(32°C) 的 $1/3$ 。因此火星表面昼夜温差很大，常常超过 100°C 。在火星赤道表面，白天温度可达 28°C ，夜间降至 -132°C ，可见火星气温的日变化远远大于地球气温的日变化。但是火星与地球一样，一昼夜约 24 小时，也有四季