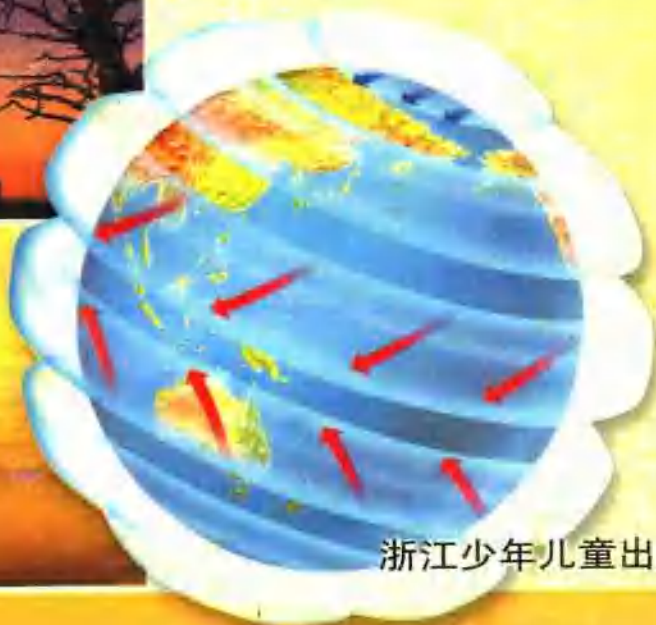


小海豚科学丛书



漫话地球大气

周诗健 阮忠家 著



浙江少年儿童出版社



90194147

小海豚科学丛书

◆地学辑◆

主 编 章道义

副 主 编 陈天昌

本辑主编 林之光

漫话地球大气

周诗健 阮忠家 著



PWT/2887/02

浙江少年儿童出版社

责任编辑 陈业欣
封面设计 顾尧庐
图片复制 蔡玉斗
吴 珩

小海豚科学丛书

(地学辑)

漫话地球大气

周诗健 阮忠家 著

浙江少年儿童出版社出版发行

(杭州体育场路 347 号)

杭州富春印务有限公司印刷 全国各地新华书店经销

开本 787×1092 1/32 印张 2.625 字数 56000

1999 年 3 月第 1 版 1999 年 3 月第 1 次印刷

该套书的条码及书号定价见盒套(全套 8 本)

作者简介

周诗健 1940年生。1962年南京大学气象系毕业。在中国科学院大气物理研究所从事大气物理、大气探测等方面研究工作多年。1986年调至中国气象局气象出版社,负责英文书刊出版工作。编审,全国科学技术名词审定委员会大气科学名词审定委员会主任委员,中国科普作家协会会员。1992年获国务院颁发的政府特殊津贴。科普作品有《大气中的声光电》、《大气探测》、《巡天千里眼》(译著)等。参加过多种辞书编写(如《大气科学辞典》、《中国大百科全书·大气科学卷》等)、科技译著(如《雷电物理学》、《大气辐射导论》等)工作。

阮忠家 1936年生。大学学历,编审。现任英文版《大气科学》副主编,该刊由美国纽约 Allerton 公司印刷、出版和发行;英文版《大气科学进展》执行主编;全国科学技术名词审定委员会大气科学名词审定委员会委员;中国气象学会气象科普工作副主任委员;中国科学院自然科学期刊编辑研究会理事;国际交流与合作主任委员;中国科普作家协会会员。是中国优秀的科普作家。1992年获国务院颁发的政府特殊津贴。

序

章道义

人类即将进入一个新的世纪和新的千年——21世纪了。21世纪的人类社会将会有哪些发展变化,世界会变成什么样子?未来学家、社会学家、经济学家和自然科学家们为即将到来的21世纪描绘了一幅色彩纷呈的图画,并明确阐述了两大基本观点:一是科学技术在人类社会所处的地位越来越重要,它不仅是富国富民的第一生产力,强国强兵的神奇战斗力,大国象征的政治影响力和社会进步的首要推动力,还将深入到人们生活的方方面面,让您感觉到它无时不在,无处不有;二是人与自然必须协调发展,共存共荣。也就是说,人类不能随心所欲地去“征服自然”,更不能肆无忌惮地去破坏自然,人类必须关注和珍惜自己的生存环境,学会和自然界“和睦相处”,否则将会遭到大自然的疯狂报复与无情打击。

因此,普遍提高人们的科学技术素养,提高人对自身和自身生存环境的认识,就成为当代社会的一项十分重要的任务。一位专家说得好:21世纪的新科技是一个浪潮,将淹没那些在这一浪潮中还没有学会游泳的人。这就是我们组织编写这套丛书的主要目的。

“小海豚科学丛书”以新世纪的第一代接班人——今天的中小學生为主要读者对象,在他们的课堂学习之外,着重给他们讲述一些有关人类自身和人与自然的科学知识。其中的生物卷,从生命的起源、生物的进化、人的由来、人的种族和民族,讲到人的身体、人为什么会生病以及人类的朋友

和敌人——微生物。目的是加深人对自身的认识,以便更好地把握自己、发展自己。地学卷从高山平川、江河湖海、泉水地震讲到地球大气、四季变化、雷电冰雹和衣食住行与气象,天文卷从宇宙、太阳、月亮、彗星和流星,讲到天空奇观、日食月食,直至地球等主要天体的运行规律及其相互关系。从这里我们可以看出,人类的摇篮——地球,在宇宙这个无边无垠的大世界中,只不过是一个小小的泥丸;地球上的人又是何等的微不足道,真可谓沧海一粟,但人类的智慧和能力又是何等的伟大,它能让您飞出地球,飞向太空,甚至超越时空的局限。作为新世纪的接班人,少年朋友应当站得高些再高些,看得远些再远些,树立更加崇高的理想境界和更加远大的志向抱负,为了人类的今天和明天,为了您,为了他,也为了我们大家作出更大的贡献!

这套丛书的作者,大多为该学科的专家或科技工作者,又多为长于写作的科普作家或编辑家。因此,科学内容大多写得深入浅出,文笔也比较简明流畅,有的还很生动有趣,读来饶有兴味。而所讲内容大多是课堂学习所少有的,是一套既适合中小学图书馆购置、又适合家庭书库收藏的中小学生学习课外读物。它对丰富少年朋友的科学知识,开阔他们的视野,提高他们的素质,启迪他们的智慧是大有裨益的。

这里要说明的是,这套丛书虽只是一些学科的入门向导,但却是基础科学的半壁江山,目的在于培养兴趣。只有当学习充满兴趣时,读书才更为有效。面对信息社会的挑战和知识经济时代的来临,少年朋友必须学会怎样学习和怎样思考,更新自己的观念,激活自己的思路,走在时代的最前列。让我们为此而不断努力吧!

1998年12月26日于北京



目 录

一、得天独厚的地球大气	1
1. 大气与人类生存环境	1
2. 球外星空	4
3. 大气科学	8
二、大气家族	11
1. 氮气和氧气	12
2. 惰性气体	14
3. 二氧化碳和臭氧	15
4. 水汽和微尘	19
5. 大气演化	21
6. 气温与气压	23
三、大气垂直分层	26
1. 对流层和平流层	28
2. 中间层、热层和外层	31
3. 均质层和非均质层	33

4. 电离层	35
5. 磁层	38
四、大气运动	41
1. 风的形成	41
2. 大气环流	45
3. 周期性的风	48
4. 大气的旋转运动	52
5. 大气的无规则运动	56
五、被不断污染着的大气	58
1. 什么叫大气污染	58
2. 大气污染的源地和危害	60
3. 酸雨、光化学烟雾和全球变暖	66
六、保护大气资源	72
1. 颁布“清洁空气法令”	72
2. 大气污染的监测和防治	74
3. 大气污染的预报	76



一、得天独厚的地球大气

我们居住的地球被大气圈包围着，大气圈随地球一道转动，形成一个整体。如果我们从星际空间鸟瞰地球，大气圈就像一层淡蓝色的薄幕紧裹着地球。透过这层薄幕，可以看到地球上空飘浮着的千姿百态的云团，在无云的地方，还能清晰地看到陆地和海洋。

向空间弥漫伸展的大气圈就像漫无边际的气体海洋，人类就生活在这个茫茫气海的底部。气海之于人类，犹如水之于鱼，生死攸关，人类片刻离开不得。

1. 大气与人类生存环境

人类赖以生存的环境由五大系统构成，即大气圈、水圈、冰雪圈、岩石圈和生物圈。大气圈首当其冲，它供给人类呼吸所需的氧气和植物光合作用所需的二氧化碳。人可以数日不进食物和水而生存下来，但只要窒息几分钟，就会导致大脑缺氧而死亡。

大气圈像一床毯子，它使地球上得到的太阳热量不易散失，从而使地球上温度宜人。大气圈又像一副盔甲，它能吸收和减弱来自星际空间的高能宇宙射线和来自太阳的紫



外辐射,从而保护人类和生物免受伤害。同时,大气圈也保护了地球,使它不致被流星和陨石砸得坑坑洼洼、丑陋不堪。大气中的水汽能够成云致雨,是水循环的重要环节。由于大气的巨大容量,它可以对排放的各种废气和有



从星际空间摄得的地球照片

害气体进行稀释,并通过降水过程净化自身,从而使人类有一个干净而舒适的大气环境。

值得指出的是,大气资源并不是无限的,随着工业化程度的提高和人类活动的增加,人类对大气圈的影响也日趋严重。如超音速飞机的频繁飞行、农业肥料和工业氟利昂冷冻剂的大量使用都会破坏大气臭氧层,其后果至少是使皮肤癌发病率增加;由于煤和石油等化石燃料消耗量逐年增加以及森林大规模砍伐而导致的大气中二氧化碳含量大量持续上升,可能会引起全球增温以及随之而来的一系列恶果;由城市工业排放物造成的化学烟雾和酸雨,将危害人类健康,使森林大面积死亡,鱼类灭绝,从而严重破坏生态平衡。总之,人类活动正在把大气圈变成一个受污染的、危机四伏的环境。如果不采取适当的限制措施,人类将自毁家园。



除了作为重要的环境资源之外，大气也为各种各样的天气现象提供了活动的舞台，使它们在大气环境中孕育成长。

作为环境资源的大气往往易被人们忽视，但对于由大气孕育生成的各种天气现象人们却不能置之不理，因为天气的寒暑阴晴对人们的衣食住行有着直接影响。“天有不测风云”，一场突然袭来的冰雹会使丰收在望的庄稼毁于一旦，连续暴雨引起的洪水会使你家破人亡。总之，这种突然降临的灾害性天气，会使你望而生畏。另一种是持续存在的灾害性天气，如长期干旱，同样会使国民经济受到严重损失。

自 20 世纪 80 年代以来，全球出现了许多气候异常现象，致使世界上天气灾害频繁，如非洲大陆的持续干旱，某些地区的暴雨成灾等等。有人认为这就是人类活动对大气环境影响的结果，当然也有人持其他观点。其中值得一提的是厄尔尼诺这个“圣婴杀手”。厄尔尼诺在西班牙语中是“圣婴”之意，指的是南美洲厄瓜多尔南部和秘鲁北部沿岸海面温度的异常升高现象。这种现象早在 1795 年就有观测记录，它给当地的渔业带来严重损失。近年来的研究发现，通过海洋与大气的相互作用，它还会造成世界范围的天气异常，因而被戴上“杀手”的帽子。厄尔尼诺现象的出现具有 2~7 年的周期性，而对近几年来的气候异常，人们通过调查研究后发现，“圣婴杀手”又出现了。而且 1997~1998 年厄尔尼诺的强度比历史上最强的 1982~1983 年的厄尔尼诺还要强。

总之，茫茫气海与人类休戚相关，人类必须共同保护和



合理利用大气资源,在这一点上,大家的目标是一致的。

2. 球外星空

地球大气对人类的极端重要性,平时我们体会不深,一旦脱离地球,就深有感触。为了进一步了解地球和寻找更广泛的生存空间,人类一直未间断对周围星球的探索。

月球

人类到达的第一个其他星体是月球。1969年7月20日,美国载人宇宙飞船“阿波罗11号”首次在月球着陆。当宇航员踏上月球并富有诗意地说出“对一个人来说,这是一小步;但对人类来说,这是跨了一大步”这句经过多次排练的话时,迎接他们的并不是婀娜多姿的嫦娥仙子,没有想象中的神话世界,而是一个无风云、无雨雪、死一般寂寞荒凉的恐怖世界。在这个世界里,没有人类生存的最基本条件——地球大气。

由照片上我们可以看到,尽管月面受到太阳照射而反射发光,但由于月球没有大气层,所以月球天空始终是漆黑一片,没有地球上常见的蓝天白云,更谈不上柔和的曙暮光,灿烂的朝晚霞、虹、晕、以及华等等美丽的大气光象。由于没有大气,月球上也就没有传播声音的介质,就是在身旁放炮我们也听不见,所以那里是死一般的沉寂。

没有大气,也就没有人类呼吸必不可少的氧气。没有大气,也就失去了调节星球温度的保温层,使得月球表面温



度白天高达 120°C 以上，夜间又冷到 -180°C 。这就是为什么登月宇航员要穿着笨重的太空服在那里小心翼翼地行走和工作的原因，稍有疏忽，就会危及他们的生命安全。



宇航员登月

人类将眼界

扩大到了整个太阳系。除月球之外，人类还发射了仪器探测其他星球的情况。有些星球与月球不同，它们也有自己的大气圈，且让我们看看地球的左邻（金星）和右舍（火星）吧。

金星

金星是地球的姐妹星，它的大小、质量、密度都和地球非常接近。每当早晨或傍晚，在东方或西方的天空中可以看到这颗明星，它唤你早起、伴你晚归，民间常称之为启明星、长庚星、太白星或太白金星。金星有一层厚厚的大气，质量是地球大气的90倍左右，所以其表面气压亦为地球表面气压的90倍，质量差的钢筒会被压扁。金星大气的主要成分是二氧化碳，占97%以上。由于二氧化碳产生非常强烈的“温室效应”，金星表面温度可高达 $465\sim 485^{\circ}\text{C}$ ，而且基



本没有地区、季节、昼夜的区别。所以金星是一个高温、高压、干燥而缺氧的世界,人类无法在上面生存。

火星

火星是人类最感兴趣的一颗行星,它与地球有许多类似的地方。火星上有明显的四季变化,它的一昼夜为 24 小时 39 分,火星表面的平均温度比地球低 30°C 以上,虽然偏冷些,还不是不能忍受。尤其是长达一百多年的关于“火星”的争议更是引人入胜。火星大气非常稀薄,质量只有地球大气的百分之一左右,它的主要成分也是二氧化碳(约占 95%),氧气和水汽都非常少,这样恶劣的环境也不适于人类生活。由火星探测器——“海盗号”探测的结果来看,迄今还未发现火星上有生命存在的证据。

与“海盗号”的探测活动相隔 21 年之后,1997 年 7 月 4 日,“火星探路者号”探测器在火星大地上平安着陆,并把一个叫“索杰纳”的火星车机器人放出来。“索杰纳”的大小像一台微波炉,重 10.4 公斤,有 6 个轮子。它步履稳健,每秒钟只移动 1 厘米,活动范围相当于一个足球场。“索杰纳”在火星上工作了两个多月才“寿终正寝”,远远超出预定的 7 天指标。它向地球发回了大量的珍贵照片和数据,是人类星际探测的新成就,为此在世界上又一次掀起火星热。

由这次“火星探路者号”对火星大气层进行的探测,可得到下面的初步印象。火星大气层极不稳定,气压和气温变化很快,气温在几分钟甚至几秒钟内就会升降 $17 \sim 22^{\circ}\text{C}$ 。火星上有水,但肯定不是液态,而是以冰的形态存在,火星上肯定不会下雨。火星上有云,云是粉红色的,但太阳



一出来即消散。当然,这些初步印象还要进一步研究证实。

木星、土星及其他行星

人类星际探测的足迹在不断延伸,1977年发射的“旅行者号”太空探测器,首先在1978年探测了木星,它是太阳系九大行星中最大的一颗,体积为地球的1316倍,素有太阳系“老大哥”之称。木星有稠密的大气,主要成分为氢和氦,一般认为木星呈平行带状是木星存在大尺度纬向环流所致。木星外表具有美丽云团大红斑和高于地球20~40倍的强磁场,都令人着迷。

“旅行者号”于1981年逼向上星。土星是太阳系中极具神秘色彩的行星,其腰部缠绕着绚丽多彩的光环,本身保留着大量的太阳系形成时的原始物质,同时还有不少天然卫星围绕它飞行。土星也有它的富含氢气的大气层。

1997年10月15日,“卡西尼”土星探测器终于出征远航了,它定于2004年到达土星轨道,我们预期着届时它将会发回更详实的土星探测资料。

“旅行者号”在1985~1986年造访了天王星,1989年造访了海王星,现正向太阳系边缘飞去,直至飞出太阳系。按原设计,它的寿命可到2020年。飞船上还携带了地球人献给外星人的礼物——《地球之音》唱片,期望在茫茫太空中能发现高级智慧生物——地球人的知音。



3. 大气科学

由于大气的重要性，一门研究大气的科学得到了迅速的发展，这就是“大气科学”。它是研究大气圈的各种性质和现象、研究大气运动及其变化规律的一门学科。

大气科学经历了萌芽、成长和发展三个阶段，有着漫长的历史。大气科学原先只限于气象学的范畴，一般认为从古代到16世纪末是萌芽时期。这一时期，人类对天气的了解还停留在感性认识阶段，人们根据一系列日测的结果，参照在生产实践中积累的祖辈相传的天气谚语，再加上个人的经验和推断，来猜测未来的天气。16世纪末至19世纪中叶是大气科学的成长时期。这一时期，一系列大气测量仪器（温度表、气压表等）的发明使定量测量大气成为可能，一系列物理和化学定律的发现（牛顿三定律、气体状态方程等）为定量研究大气奠定了基础。而从19世纪中叶至今的一百多年，是大气科学作为一门独立学科飞速发展的时期，迄今所取得的重大成果都来自这一阶段。

科学技术的发展促进了大气科学的发展，火箭、卫星、电子计算机等新技术的出现，使大气科学的研究发生飞跃。新的探测工具的使用，使人们能够更全面、快速地了解大气状况，而电子计算机的问世，则使大气中的各种重要现象都可以进行数值模拟和预报，这种定量方法称为数值试验和数值天气预报。从此，大气科学成为实验科学，摆脱定



性研究而进入定量研究的时代。随着生产实践的需要和研究的深入,大气科学已发展成为门类众多、分支繁茂的重要自然学科之一。

大气科学主要研究大气中各种现象的形成原因,时间、空间分布和演变规律以及如何利用这些规律为人类服务。人们首先要认识大气中的各种现象及其演变,寻求预报未来天气和气候的各种方法,并对不利的天气和气候进行人工防御和调节,防灾减灾,使灾害天气造成的损失减到最小程度。由于广大气象台站的业务人员和气象科研人员的努力,我国在以天气预报为主要标志的气象事业的各个方面(如大气探测、天气预报、气象应用与服务等)都取得了令世界瞩目的成就。尤其是1997年6月我国发射了“风云2号”地球同步卫星,能够在大约36000公里的高空固定地监视着我国及其周围约1亿平方公里范围内的风云变化,使我国进入世界上为数不多的能发射气象卫星的国家行列。

当今大气科学的特点是:(1)有了先进的探测手段。自本世纪60年代大气遥感技术兴起之后,特别是气象卫星的相继发射,开创了从宇宙空间观测全球大气的新时代。目前正朝着建立以常规探测(地面和高空气象观测站)为基础、以气象卫星为骨干的全球综合观测系统迈进。全球综合观测系统包括卫星、火箭、雷达、飞机、船舶、定高气球、海洋浮标和地面常规观测站网等。这样,使新的大气现象以前所未有的速度出现于人们面前。(2)微观与宏观相结合。为了更好地解决大气问题,往往需要研究小到分子尺度、大到全球尺度的各种现象,将它们加以综合考虑。近年来,人