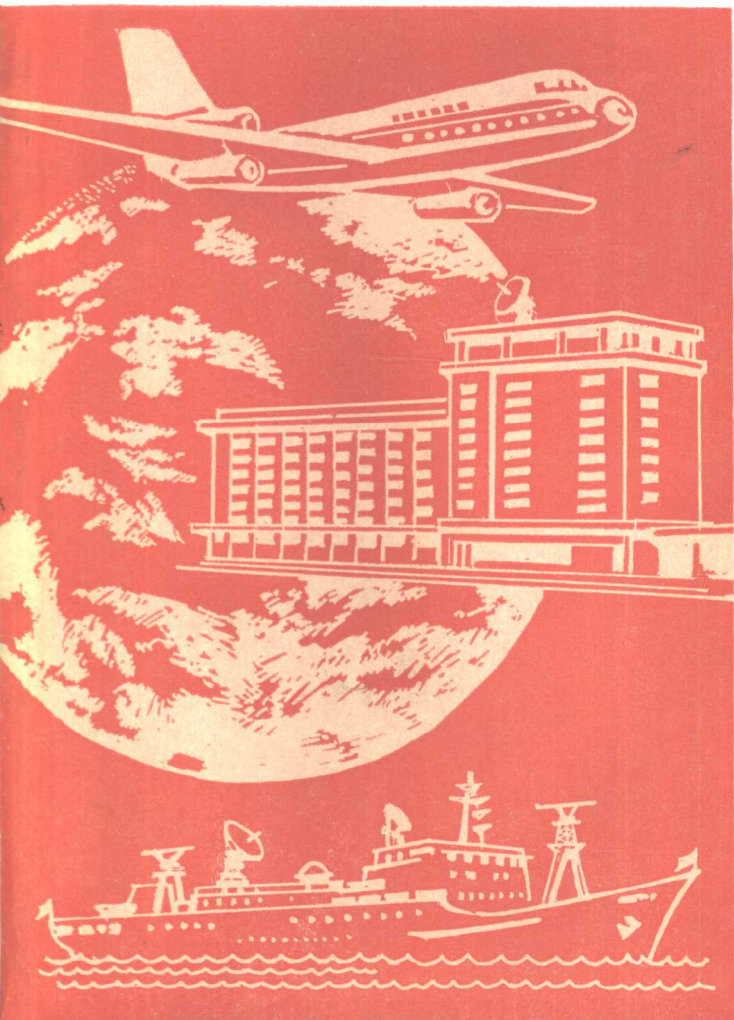
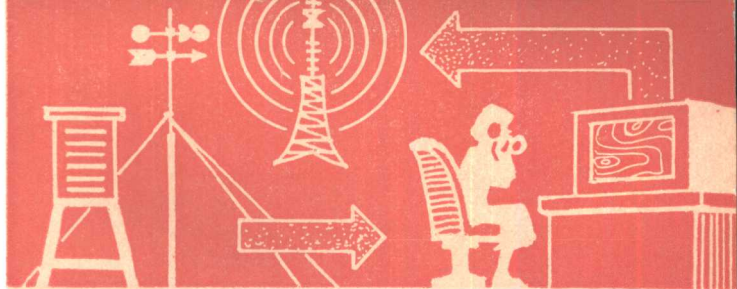


气象知识丛书



气象概观

气象出版社

气象概观

周琳 谢世俊

气象出版社

内 容 简 介

气象科学是一门古老而又年青的科学，也是一门经验、理论、应用相结合的科学。本书纵观古今，客观地总结了气象科学的历史与现状，介绍了气象科学研究的对象和包括的范围，概述了气象在人类生产生活各方面的应用以及气象业务情况，并展望了气象科学的发展前景。

本书内容翔实，材料新颖，语言流畅，是一本全面了解气象科学概况的参考书。

气 象 概 观

周 琳 谢世俊

责任编辑 史秀莉

* * *

气象出版社出版

(北京西城白石桥路16号)

北京印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行 全国各地新华书店经售

* * *

开本：787×1092 1/32 印张：3.25 字数：68 千字

1987年5月第一版 1987年5月第一次印刷

印数：1—10000

统一书号：13194·0383

定价：0.63 元

出版前言

在浩瀚的大气的海洋里，有着无穷的奥秘，需要人们去认识和探索；蕴藏着丰富的资源，可供我们去开发和利用。

为了帮助广大青年、中小学教师、气象爱好者以及各行各业的科技工作者，更好地认识大气的现象，了解天气变化的性质和规律，我们和中国气象学会决定共同组织出版一套《气象知识丛书》，通俗地、系统地介绍大气、气候、天气和应用气象等方面的基本理论和基础知识。本丛书共十八册，每册约五万字，分别介绍某一方面的内容；同时各册又相互配套，形成一个比较完整的系列。本丛书力求材料新颖、内容丰富，反映出八十年代气象科学的新水平。

本丛书计划于一九八五年底以前陆续出齐。我们把她奉献出来，希望能对迫切需要气象知识的广大读者，有所满足，有所裨益。

气象出版社

44-416/3-04

序 言

人类生活于大气之中，为了自身的生存和发展，一直在和大自然作种种斗争。自古以来，观测和研究大气现象，趋利避害，发展生产，一直是人类的一项重要工作。

十七世纪以前，人们依靠肉眼观察，对天气和气候现象积累了丰富的经验，但那时基本上还是处在定性的认识阶段。

自从温度表、气压表、风向风速仪以及毛发湿度表等测量仪器出现之后，气象的观测和研究开始进入了定量的阶段。近三、四十年来，随着科学技术的迅速发展，尤其是人造卫星和电子计算机引入气象学领域，使这门学科出现了飞跃。

气象科学的应用性很强。随着科学技术的发展，人们对大气现象的认识越来越深刻，对它的利用也越来越广泛，目前几乎已深入到国民经济的各行各业。

现代化农业的发展，除有关农业技术等学科外，离不开长、中、短期天气预报；现代化的农业区划也离不开对气候的研究。

大型工业等产生着大量对人类有害的气体 and 微粒。如何把这些气体排放在无害或危害最小的地方，就得有效地利用气象条件。许多工业、建筑、交通都需要利用气象参数进行设计，例如工厂车间的采暖通风，建筑物的风雪荷载，以及水库、大坝、铁路、公路、桥梁的建筑规模等等。

各种军事活动通常要有一定的气象条件作保障。航海、航空与气象条件的关系更为密切。

综上所述，气象科学对生产、生活十分重要，可以预料，

随着我国四化建设的发展，各行各业将对气象科学提出越来越高的要求。

气象出版社和中国气象学会共同组织编辑出版的《气象知识丛书》，系统地介绍了气象科学各分支的基本理论和基础知识，有助于满足广大读者在四化建设中对气象知识的需求。

当然，这套丛书不可能涉及到气象学的所有分支，还只能着重介绍对我国当前四化建设急需的气象知识。我相信，这套丛书的出版，对具有初中以上文化程度的青年、业余气象爱好者、中小学教师、农村和工厂的干部和技术人员将会有所帮助。我希望，今后能继续出版更多的气象科普书籍，为广大读者，特别是为青年们，提供更为丰富的精神食粮。

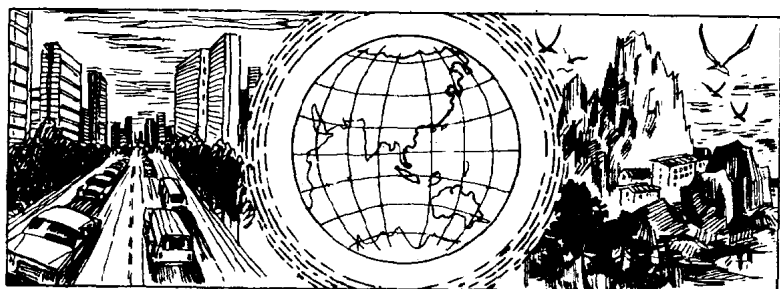
叶笃正

一九八三年五月七日

目 录

序言

- 一、生命的理想环境——地球大气……………(1)
地球大气,得天独厚(1) 地球大气的演变史(6) 不平
静的大气——气象变化(13)
- 二、生活在大气中的人类——气象与人……………(20)
人类在与大自然斗争中发展(20) 老问题还没彻底解决——
气象与农业(25) 社会发展提出了新要求——气象与工业、
交通等事业(27) 善为将者,须知天时——气象与军事
(32) 谐和运气,颐养天年——气象与健康(36)
- 三、古老而又年青的科学——气象科学的历史与现状 …
……………(41)
气象科学的历史渊源(41) 当代气象科学概况(48) 新技
术在气象科学中的应用(55)
- 四、高度分散又高度集中——气象业务工作……………(63)
星罗棋布的气象台站(64) 气象信息网络(73) 国家气象
机构(77) 当代的国际气象协作(83)
- 五、广阔天地,大有作为——气象事业的未来……………(86)
自动化和高速化的新发展(87) 迅速发展的基础理论——
地球流体力学(90) 气象事业更密切为人类服务(91)



一 生命的理想环境——地球大气

包围地球的空气称为大气。象鱼类生活在水中一样，人类生存在地球大气的海洋的底部，一刻也离不开大气。大气为地球生命的繁衍，人类的发展，提供了理想的环境。它的状态和变化，时时处处影响到人类的活动与生存。千万年来，人类在生活与生产实践中认识它、适应它和利用它，有意识地做了不少工作，从而积累了丰富的知识；这些知识发展到今天，已形成了一门系统的科学，即气象学。

气象学是研究地球大气的物理性质、状态及其变化的科学。在实践中发展的气象科学事业，已经建成一个组织严密、遍布全球、深入万家、影响百业的现代气象工作体系。气象科学和气象工作研究和处理的对象，简单说来就是大气。那么，让我们先来了解一下大气的概况吧。

地球大气，得天独厚

宇宙虽大，生命难寻 天文学告诉我们，宇宙之大，在空间上无边无际，在时间上无始无终。我们的地球只是太阳

系里一颗行星，太阳系又只是银河系里一千多亿颗恒星之一。银河系的直径是十万光年，可算很大了，但在可观察到的一百亿光年之内的宇宙里，有上千亿个类似银河系的星系存在，称为总星系。总星系以外又是何种情况，难以说清。那么，宇宙中还有没有类似太阳的恒星呢？现在还难以提出答案，所以只能在太阳系里来认识我们的地球。

现在可以确切地知道，太阳系的行星中，边远的天王星、海王星、冥王星表面温度都在 -200°C 左右，难以有生命存在。木星和土星都有深厚的大气圈，其成分主要为氢，其次为氦、氨、甲烷、水等，表面最高温度都在 -150°C 左右，密度很小，星体表面很可能覆盖着很大的液区。

七十年代宇宙飞船已探明，木星上面宽7千英里、长3万英里的暗红色巨斑，是一个猛烈而持久的旋风，其速度按地球时间算为每天8千英里，说明大气下层星体表面温度可能高得惊人。这样的环境下，即令有生命发生，也不会发展到高级阶段。

离太阳最近的水星，可能有一层由惰性气体组成的稀薄大气。由于长达87.5天的长夜和长昼，表面向太阳的一面最高温度可达 400°C 以上，没有生命发生的条件。

金星是天空中除太阳、月亮外最明亮最美丽的星体。它的体积、质量、密度等都最接近于地球，也有浓厚的大气层，按说产生生命的可能性很大。可是，经宇宙飞船实际探测得知，金星大气90—95%为二氧化碳，只有0.4—0.8%的氧和0.1—0.7%的水分。表面大气压力为地球大气压力的九十多倍。表面温度高达 $465-485^{\circ}\text{C}$ ，足以使铅、锡、锌等金属熔化，不会有液态的水存在。这样的大气环境完全是与生命无缘的。有人估计，金星大气上层20%的范围内，才可能有生

命发生的条件。

人类寻求天涯芳邻，寄希望最大的是火星。火星上的斑纹过去被有些人说成是“火星”开凿的运河，以为星体上有高等动物存在。现代探测表明，火星大气异常稀薄，表面气压只有6百帕，比起地球表面1000百帕左右的气压来是太微不足道了。而且火星大气95%的成分是二氧化碳，水汽只占0.01—0.1%，还有微量的氧和惰性气体。在地球上看到的火星的白色极冠，是一层薄薄的霜雪。整个火星表面没有液态水。两极的温度在 -70°C 到 -140°C 之间，赤道地区在 30°C 到 -50°C 之间。常有沙尘滚滚的风暴席卷火星半球。在这样的大气条件下，最多只可能有低等生物存在。1976年在火星着陆的飞船对那里的土壤进行分析的结果表明，没有发现任何有机物的痕迹，从而否定了火星上存在生命的说法。

离地球最近的天体——月球，人们已经多次登临，对它的了解很清楚了。“广寒宫”里没有水，没有空气，白天酷热，高温达 120°C ，夜间酷冷，低温达 -200°C 以下。月球表面崎岖不平，岩石裸露，砂砾累累。这是一个没有生命的世界。

地球，只有地球，离太阳不太远也不太近，体积和质量不太大也不太小，转动速度不太快也不太慢，有利于形成和维持理想的生命环境条件的大气。

太空绿洲，生机盎然 人类已知的行星都是荒凉死寂的世界，唯独我们居住的地球得天独厚，富有生命，是太空的绿洲。从太空遥望在深厚大气层包围中的地球，它象一颗晶莹湛蓝的圆宝石，镶嵌在黑天鹅绒般的天幕上，美丽非凡，傲视苍穹。接近些看，它象一只光洁朗润、蓝地白花的玉盘，白云给它描绘出千姿万态的花纹。降落到大气层里，可以看到地面上丰富多采的景色：浩瀚的海洋，辽阔的陆地；山岭



图 1 人类的故乡——地球
(从卫星拍摄的地球照片)

起伏，江河奔流；郁郁苍苍的是森林植被，皎皎皑皑的是雪峰极冰；鸟、兽、虫、鱼，繁衍不绝，到处存在生命。最可宝贵的是这里生存着富有高超智慧的生物，即万物之灵的人类。我们人类经过几百万年的发展，运用双手和大脑，在地球上创造了灿烂辉煌的文化，推动着历史和社会向前发展，使这美丽的星球充满无限的活力。凡此一切，都缘于地球具有得天独厚的大气。

宇宙中生命的发生首先要有物质基础，要有碳、氢、氧、氮等构成生命的元素。宇宙物质就其化学成分而言，具有同

一性，这些元素在宇宙中到处可以见到，甚至连能演化出生命的分子状态的水和有机物乙醇，在星际物质中也能找到。但是，这些元素存在的状态和比例必须适宜，才能有生命发生。地球大气对于生命发生是十分适宜的。

发生生命所要求的温度范围十分狭窄，特别是高等生物，只能生存在零摄氏度上下几十度的范围内。这在宇宙物质的温度谱上，只不过是一条窄缝。宇宙间天体温度高到几十万摄氏度，低到零下几百摄氏度，都是常事。高温会导致生命物质的瓦解，低温则会造成生命的停滞。在地球大气保护下，已观测到地面极端最高温度为 58°C （利比亚的阿济济亚），极端最低气温为零下 94.5°C （南极），这个温度范围正适于生命活动。已知的其他星球就不具备这个温度条件了。

没有水就没有生命。构成生物体的物质大部分是液态水。生物体内的物质循环，新陈代谢，全靠水作为介质。地球上的生命起源于水，离开水，生命就会枯萎。历数宇宙中的星球，只有地球保持有大量的水，而地球大气又基本上保障了生命之水的循环变化，使太空绿洲常绿。

生命过程自始至终需要与环境进行物质交换。这就需要环境大气具有一定的密度，或者说一定的大气压力。其他行星的大气压力不是过高便是过低，如金星的大气压力为地球的100倍，火星气压仅为地球的二百分之一。地球大气压力保持在1000百帕左右，变化幅度在百分之十以内。恰到好处的大气密度支持了生命的发生与发展，并保住了地球表面的水不被蒸发耗散。

地球大气各种成分的分布，能对太阳送往地球的辐射进行调节，既保证了生命活动所需的能源，又保护了生命不受过量的太阳辐射而致杀伤，使生命得以繁衍，代代不息。

以上种种，说明了地球大气的得天独厚。

地球大气的演变史

我国古代对于宇宙的形成，曾有这样的说法：“混沌初开，乾坤始奠，气之轻清上浮者为天，气之重浊下凝者为地。”这种朦胧的原始认识，倒也有几分符合现代关于地球及其大气形成的理论。今天的大气，是经历了亿万年的演变才形成的。

地质时代的大气演变 根据地质学的研究，在46亿年前，地球开始形成时是一个固态与液态物质构成的圆球，包围在一团高温的原始大气中。大气的成分主要是水汽、一氧化碳、二氧化碳、氨和甲烷。

随着地球的冷却，大气也不断变化。

经过漫长的演变，水汽受太阳紫外线照射分解成氧和氢。氢气浮于上层，受射线激发产生高速离子，大部分逃逸到宇宙空间。氧气同一氧化碳结合产生二氧化碳，或从甲烷和氨里夺走氢气而生成二氧化碳和氨与水。结果，大气里的二氧化碳和氮逐渐增多。

约在35亿年前，浅海里出现了生命物质。30亿年前，有原始藻类生活在水中。生物利用太阳能进行光合作用，生产有机物质，分离出氧。随着藻类大量繁殖，大气中游离氧不断增加，因而二氧化碳也越来越多。约在二十亿年前，大气中生成了有效的臭氧层，阻挡住大部分的太阳紫外线，于是有海洋生物的大量繁殖，并且逐渐登上陆地。它们的不断发展，使二氧化碳继续增加，到10亿年前，在大气成分中取得优势，开始了二氧化碳大气的时代。

那是个绿色的时代。地球大陆上植物茂密，森林连绵，

为我们今天留下了大量的煤炭资源。可是，在植物盛大发展的过程中，光合作用大量地消耗二氧化碳，放出氧气。二氧化碳减少、氧增多的过程一直延续着。同时，从繁殖极盛的动植物代谢过程中排出的蛋白质的分解，又不断产生氮气。氮的性质不活泼，在常温下不易同其他元素化合，因而在大气中越积越多，终于取代了二氧化碳的地位而成为大气的主要成分。这样，就形成了适于高级生命发展的氮氧大气。



图 2 生命与二氧化碳循环

现代的地球大气 现代的大气，大致在 1—2 亿年前就形成了。约在 6500 万年前，大气中氧的浓度基本上达到生成和消耗之间的动态平衡，一直稳定地维持到今天。

现代地球大气，总质量约 5300 万亿吨，占地球总质量的 120 万分之一。约有 99% 的大气质量集中在离地面 60 公里高度以内；75% 集中在离地面 10 公里以内；50% 集中在离地面 5.5 公里以内。大气密度随高度很快减小，逐渐向星际空间过渡，没有明显的上界。

离地约 800 公里以上的大气称为外层大气。外层大气虽

然稀薄，在1600公里高处大气密度只有海平面大气密度的千万亿分之一，但仍为星际空间物质密度的10亿倍。而且，它们是由受地球磁场控制的质子和电子等粒子组成的磁层。磁层能阻挡太阳辐射出来的高能带电粒子流——太阳风，使之方向偏转，不致冲击到地面，因而保护了地球上的生命。

外层大气以下，离地面60公里以上，存在较多的粒子和电子，形成电离层。电离层能反射地面上发射的无线电波，文明的人类赖以发展通讯事业，于是有了广播和电视，地球上的居民足不出户而能知天下事。

距海平面8—12公里以内，气温随高度降低，从大气温度来划分，这层大气叫做对流层。对流层顶部温度可低到零下50℃。再往上约到50公里，大气主要作水平运动，气温随高度微微升高，到顶部升到0℃左右，这一层叫平流层。平流层里有臭氧存在，其数量约为地球大气总量的十万分之一，集中在20—25公里的高度上。臭氧层阻拦了大量的太阳紫外线，使地球上生物的细胞组织不受破坏。从50公里高度往上，气温又随高度而降低，在80—100公里处降到-90℃，这一层称为中间层。中间层和平流层合称中层大气。从地面到中间层，在100公里厚的气层内，大气中各种化学成分的比例基本不变，这一范围的大气又称均质大气。中间层往上气温又随高度升高，到300—500公里高度上，温度可达1000℃左右，称为热层，其高度变化于400—800公里之间，美丽的极光就出现在这一层里。再往上，温度更高，大气极稀薄，成分是电离状态的氮和氢，是大气的最外层，叫做外逸层。

对流层是天气变化的舞台。它的底部，从地面到1—2公里的高度，叫做边界层。这里是大气的主要能源和能汇。

现代大气的成分简单而少变化，以氮、氧为主。氮的体

积百分比为78.08%，质量百分比为75.5%；氧的两项比率分别为20.95%和23.1%。其他成分按体积百分比来说，氩为0.934%，二氧化碳为0.031%，氦为0.0018%，氖为0.00052%，甲烷为0.00015%，氮为0.00011%，氢、一氧化碳、一氧化氮、氫、臭氧等在0.0001%以下。如前所述，这些成分比例直到100公里高度都保持不变。100—1000公里之间的大气层，组成成分主要为原子状态的氧；1000—2400公里之间氮占优势；2400公里往上氢占优势。

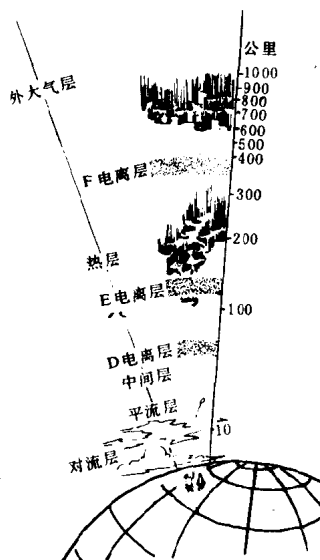


图 3 大气层次

水汽在大气中，是变化最大的成分。它的分布随时间、地点而不同。近地面层，空气最干燥时水汽不到0.01%，最潮湿时却可达到4%，是造成气象变化的重要因素。

不可忽视的大气变化趋向 “自然界是在永久的流动和循环中运动着”。大气的演变，一刻也没有停止。万、亿年后大气将变成什么状态，现在还很难确切说明。而当前的变化趋势却不容人类忽视。

前面所列举的大气成分，是对干净的大气而言。实际上，大气从来没有干净过。大气中经常存在着悬浮的固体颗粒，各式各样的气溶胶，这类东西应视为大气中的污染物质。在

大气的发展史中，火山爆发，森林燃烧，风力吹扬，海浪浮沫，生物腐烂，以及大气中氧的光离解，甲烷的反应和土壤的生物作用等，都不断向大气里排放污染物质。这种大气污染的自然过程，规模很大，对大气会造成巨大影响，是人力难以改变的。然而，生物和人类在长期进化过程中，已经适应了包括自然污染物质在内的大气生态平衡环境，所以，这类自然污染可视为大气的常态。

但是，自从人类物质文明经历了农业社会的历史时期之后，情况起了变化。人类活动增加了大气污染的新途径。随着人口增多和生产发展，大气污染愈演愈烈。工业革命后，人类向大气排污量急剧增加。污染物占大气质量的百分比虽小，但作用甚大，已经影响到气候变化和生物生存。这个变化趋向，到目前已经成为对全人类的一个严重的挑战。

人类活动排入大气的固体颗粒，主要是由化石燃料燃烧和工业生产过程所产生的烟粒、粉尘、金属颗粒、金属氧化物、碳粒等，据估计，每年约有二千多万吨。气体污染物除由于燃烧和工业生产产生外，还源于交通运输工具。估计近十年来世界各地排放的气体污染物约有 5.5 亿吨，主要为硫化物、氮化物、卤化物、碳氢化合物及氧化剂等。气体污染物中，有些在空中受阳光照射后形成光化学雾，有的溶于空气中的雾状水形成气溶胶，其毒性更大。大气中的二氧化硫和氮氧化物在大气中或云滴、雨滴中转化为硫酸和硝酸，降落地面会形成酸雨。弱酸性的天然降水，可溶解地壳矿物质，供植物吸收，对生态还是有利的。但如酸性过强，就会给地面生态带来种种危害。如使土壤酸化变得贫瘠；溶解有毒金属，伤害植物根系；引起水体酸化，伤害鱼类；酸雨还能腐蚀建筑物材料和古迹。近几年来，一些古迹特别是石刻石雕