

气象知识丛书

大气探秘

科学普及出版社

《气象知识》丛书

大气探秘



科学普及出版社

内 容 提 要

本书系《气象知识》丛书,介绍大气本身的物理特性和各种各样的奇异天气与天空奇景以及大气中的许多为什么;汇集国内外的气象趣闻,并给以通俗的科学解释;重点介绍探测大气的现代化工具与手段,包括气象卫星、气象雷达和火箭探测等等;并介绍天气预报方法和人工影响天气的一些途径。

《气象知识》丛书

大 气 探 秘

责任编辑:童乐天

美术设计:杨世奇 李 平

科学普及出版社出版(北京海淀区白石桥路 32 号 邮编:100081)

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本:787×1092 毫米 1/32 印张:7.5 字数:170 千字

1992 年 10 月第一版 1992 年 10 月第一次印刷

印数:10000 册 定价:3.95 元

ISBN7-110-02604-3/x·18

普及气象知识增
强人民与大自然奋斗
的能力。

宋健

一九九〇年
九月九日

《气象知识》丛书编委会

主任委员:彭光宜

副主任委员:曹希孝 石资民 叶于新

委 员(以姓氏笔画为序):马丹妮 叶于新

石资民 庄肃明 张金枝 杜筱进

李镇江 陆文杰 欧阳儒兴

胡学文 曹希孝 童乐天 彭光宜

主 编:叶于新

目 录

一、奇妙的大气

太阳辐射.....	(2)
大气的家族.....	(4)
云——天气的招牌.....	(9)
台风	(12)
台风的国际标准	(15)
台风的千秋功罪	(18)
形形色色的龙卷	(19)
暴雨	(23)
闪电与雷击	(27)
次生闪击	(30)
奇异的黑色闪电	(31)
霜冻	(33)
冻雨	(36)
彩色的冰雪	(37)
大冰雹形成之谜	(40)
露珠,闪光的露珠.....	(44)
雷雨风雪,昼夜之间.....	(47)
赣闽六月曾飞雪	(49)
漫天黄沙滚滚来	(50)
奇异的水平冰柱	(52)

二、奇光异彩

峨眉山日晕奇观	(54)
峨眉山日晕奇观浅析	(55)
几个太阳并现的奇观	(59)
飞来石旁赏宝光	(64)
华及其人工再现	(67)
谁持彩练当空舞	(68)
蜃景	(70)
奇特的双日蜃景	(73)
我们看见了“太阳在跳舞”	(75)
暗夜奇观——极光	(79)
瑰丽的南极光	(80)
奇妙的光	(81)
飞碟与气象	(85)

三、大气之谜

为什么高山冷而平地热	(88)
电线奏鸣曲是谁演奏的	(88)
为什么下雪不冷化雪冷	(91)
为什么雷打一条线	(92)
冰雹里为什么会有小虫子	(93)
冰棒纸上的水珠从何而来	(94)
危险信号为什么用红色	(95)
降雪后为什么使人感到特别寂静	(96)
中午为什么会变成“黑夜”	(97)
为什么有时烟升到某一高度呈水平扩散	(98)

为什么海上落日有时发绿	(99)
云雨为何多西来	(100)
林区为何降雹少	(101)
为何河声远闻雨将临	(102)
为什么干空气比湿空气重	(103)
为什么含羞草能预兆天气	(103)
台风为何这样移动	(104)
为什么我国常出现旱一片、涝一线的天气	(107)
梅雨与人们生产生活有什么关系	(108)

四、大气趣闻

摩天大楼下的“龙卷风”	(110)
农妇腾空“飞行”记	(110)
乘风飞去又归来	(112)
八旬老太盲眼复明记	(115)
雷电之功	(116)
球状闪电趣事	(118)
雷击奇闻	(120)
国外台风命名趣谈	(123)
火龙卷	(126)
庐山的雨外雨	(128)
山路元无雨,空翠湿人衣	(130)
天气现象与山水美景	(132)
应向草木寄深情	(133)
天外突降的“陨冰”	(136)
星光密语	(140)

五、大气探测

百叶箱的作用.....	(143)
干湿表漫谈.....	(145)
浅谈毛发湿度表.....	(148)
气象上的“表”与“计”.....	(151)
UVW 风速表	(152)
浅谈探空仪.....	(154)
无球探空.....	(157)
激光大气遥感.....	(159)
导航测风.....	(162)
雷达气象与气象雷达.....	(164)
无人气象站.....	(167)
气象卫星 30 年	(169)
飞进台风眼.....	(173)
未来的测雨天使.....	(176)
气象工作的千里眼、顺风耳	(178)
估计气温的简易方法.....	(180)
气温因风而感觉不同.....	(181)
改装的收音机能测雷雨.....	(182)
自制气压表.....	(183)
没有雨量仪器能否知道降水量.....	(188)
辨雨.....	(190)
怎样正确使用气象仪器.....	(191)
天空是个什么样子.....	(194)

六、天气预报和人工影响天气

浅谈现代化的天气预报服务.....	(199)
用计算机预报天气.....	(201)
人工智能天气预报.....	(206)
活灵活现的电子显示.....	(208)
气象广播用语解释.....	(210)
八月十五云遮月.....	(213)
人工降水史话.....	(214)
怎样预防冰雹.....	(219)
人工增雨可缓解旱情.....	(220)
人工清除暖雾.....	(222)
不应忽视的低空水资源.....	(226)

(一)

奇妙的大气

太阳辐射

吴 祖 常

清晨,光芒夺目的太阳从东方升起,万道霞光洒满了神州大地。什么是太阳辐射呢?太阳辐射对地球有何作用呢?

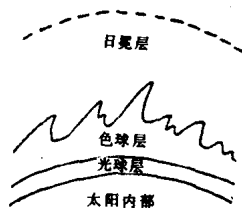
我们知道,太阳是一个炽热的气体球,其内部不断地进行着由氢聚变为氦的热核反应,表面则是一片沸腾的火海。这表面可分成三层:光球层、色球层和日冕层。平常肉眼看到的明亮圆盘即是光球层的视平面,光球层厚度约 300 公里,温度约 6000K,密度是水的几亿分之一。它能全部吸收来自太阳内部的辐射,从而把太阳内部的情况深深地隐藏起来,自己却永不停息地向太空进行热辐射,放射出波长 0.1 微米至 4 微米的电磁波。色球层厚度达 2500 公里,温度从紧靠光球层处的几千度向外递增到几万度,它既放射热辐射,也喷射高能带电粒子流。此层气体比光球层稀疏得多,辐射的总能量仅为光球层辐射能的十万分之一。平时我们看不到色球层,日全蚀时所看到的日盘外有一彩环,此即色球层。日冕层厚薄不一,有的地方可延伸到几个太阳直径以外。这层的物质粒子非常稀少,实际上日冕层上层和宇宙空间无明显差别,日冕层温度高得惊人,达 100 万度,它只向太空喷射高能质粒流,所放射的总能与光球层的相比是微不足道的。总括起来,我们把由光球层、色球层、日冕层向宇宙空间放射的热辐射和微粒辐射称为太阳辐射。太阳辐射的能量十分巨大,据估算 1 秒钟放射能量约为 34×10^{25} 焦(相当于 1.16×10^{16} 吨标准煤完全燃烧释放出

的能量)。其中 99.76% 是光球层以电磁波形式放射的热辐射。色球层、日冕层以微粒辐射的形式向外喷射的高能带电粒子流称太阳风,由于地球磁层的保护,太阳风一般是不能抵达地面而伤害人类的。

太阳辐射的电磁波以 30 万公里/秒的速度传播,经 8 分 19 秒左右即达地球。虽然某时刻到达地球大气顶的能量只占太阳辐射总能的 20 亿分之一,但对地球来说已是一份“厚礼”了。气象上常把“抵达大气顶的太阳辐射”简称为太阳辐射或阳光。已经测定在大气顶垂直于太阳光线的 1 厘米² 面积每分钟获得的太阳辐射能为 8.12 焦(太阳常

数)。太阳辐射经大气顶向下深入会遇到两种前途:被“吃掉”或被反推出门外。就全球平均而言,其中约 30% 被空气、云、地面等反射回太空;约 19% 被空气分子、水汽、尘埃、云等吸收;余下的 51% 为地面(包括植物等)所吸收。最后这部分与我们关系最大,有时人们便把能抵达地面并为地面所吸收的这部分太阳辐射称为太阳辐射或阳光,植物学家就常常这样说。

太阳是大地的母亲,正是地球接受了太阳辐射,才有疾风劲吹、江河奔流、人类生息、鸟语花香。科学家们已测知,能透射到地面的太阳辐射,约一半是可见光(波长 0.39~0.76 微米),一半是红外线(波长 0.76~3.0 微米),3% 是波长为 0.29 微米左右的紫外线。可见光和红外线给我们送来光和热,把地球造就成为生气勃勃的光明世界。如果没有它们,地球便沉沦



附图 太阳表面示意图

于永恒的黑暗之中,温度将降到 -270°C ,那将是一个毫无生气的、人类无法生存的冷寂世界!紫外线有强烈的生物效应,它能杀灭多种有害微生物而起消毒作用。一切植物只有靠阳光才能正常生长。植物叶绿素吸收可见光与 CO_2 、 H_2O 进行光合作用制造碳水化合物、蛋白质、脂肪,并放出 O_2 ;红外线晒热植株为植物生长供给热量;紫外线进入植物内部促进植物细胞原生质和细胞壁的形成,还促进植物合成维生素,对果实成熟也有作用。太阳辐射是地面能源的总来源,煤、石油、天然气、柴草等所含的能量,都是通过植物的光合作用由太阳能转化而来,水力风力能亦来源于太阳辐射。太阳的紫外光和X射线能使离地面100公里左右的氮和氧的分子和原子电离而形成电离层,电离层会反射短波无线电波,使向遥远地方的广播、通讯得以实现。太阳辐射是天气气候变化的决定因素,地球各地的纬度、水陆分布、地形地势等不同,使接收太阳热能有多寡之分,从而造成冷暖不同,高温区空气膨胀密度变小使气压降低,低温区恰相反。空气要从高压区流向低压区,风云雨雪便可随之发生。

大气的家族

李 栖 筠

人类生活在大气海洋里。人类与大气如同鱼水,息息相关。世界上一切生命都离不开大气。地球若失去了大气,将变得象月球一样,成为死寂的世界。正由于有了大气,才使地球

生机盎然,气象万千。

很早以前就发现天空并不空,人们的周围弥漫着气体,但这种气体是无色、无味、透明的气体,摸不着,看不见,所以叫它“空气”。

后来发现空气是多种气体和其它微粒组成的混合物。这种认识是有一段漫长过程的。人们首先发现空气中有助燃的气体和不助燃的气体。给助燃的气体起了个名字叫“氧”,是“热烈”的意思。不助燃的气体叫“氮”,是“无生命”的意思。随着分析手段的提高,又发现空气中还有二氧化碳、臭氧和其它惰性气体。至目前发现干洁大气的组成成分如表 1。

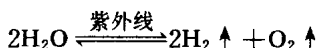
表 1 干洁大气的成分(25 公里以下)

气体成分	干洁空气含量		分子量
	按容积	按质量	
氮 N ₂	78.08	75.52	28.02
氧 O ₂	20.94	23.15	32.00
氩 Ar	0.93	1.28	39.88
二氧化碳 CO ₂	0.03(变动)	0.05	44.00
氖 Ne	0.0018	—	20.18
氦 He	0.0005	—	4.00
臭氧 O ₃	0.00006	—	48.00
氢 H ₂	0.00005	—	2.02
氪 Kr	痕量	—	83.70
氙 Xe	痕量	—	131.30
氡 Rn	痕量	—	222.00
甲烷 CH ₄	痕量	—	16.04
干洁空气	100	100	28.97

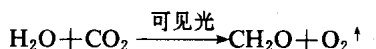
大气的成员并非从古至今一成不变的,它也有其发展过

程：在 45 亿年前，许多类似陨石的固体物质，相互凝聚成地球，同时存在着原始大气。原始大气在地球形成后不久即消失。后来，地球内部由于核反应的增强，加热了地球内部，岩浆沿着地壳脆弱部分喷发。火山喷发出大量气体，其中水汽占 85%，二氧化碳占 10%，还有少量的二氧化硫、硫、氮和其它惰性气体，这就是次生大气。

火山喷出的水汽，除了散逸到太空和渗漏到地下而外，一部分留在大气中，一部分保留在地表，成为江、河、湖、海。水汽在紫外线照射下，可以分解成不稳定的氢和氧，这叫水的离解



另外水和二氧化碳在阳光下(可见光)可以生成碳水化合物和氧。这叫光合作用。



碳水化合物是生命物体细胞的最基本形式。这种过程为生命在地球上出现，创造了先决条件。绿色植物的出现，光合作用得到了加强。水的离解和光合作用是地球大气中的氧和氢的主要来源。

氧气是大气中最活跃的成分。人类、动物和植物的呼吸作用都离不开氧；各种燃烧也必须有氧参加；氧气对很多金属具有氧化能力，使铁、铜生锈，还能使岩石风化、有机物腐烂、染料退色等等。

大气中的水汽除了来自火山喷发外，还有水面、土壤蒸发，冰面升华，植物蒸腾等。虽然水汽仅占大气总体积的 0~4% 左右。但分布十分集中，主要集中在 2~3 公里以下的底层。在 1.5~2 公里高处，仅是近地面水汽的 1/2。在 5 公里高

处是地面的 $1/10$ 。水汽随高度迅速减少。

水汽密度小于大气 ($\rho_{\text{水}}/\rho_{\text{气}}=0.622$)，但为什么又集中在大气的底层呢？这是因为大气下层离蒸发源近，另外气温在对流层随高度递减，水汽上升到一定高度会发生凝结，变成液体和固体凝结物（雨、雪、雹、霰等），降落到地面。再者，对流层顶有逆温层，阻挡了对流的发展，也影响了水汽向高层输送。所以水汽虽然比大气轻，但很难进入大气的上层。水汽的水平分布也很不均匀。一般来说，低纬度大于高纬度，海洋上大于陆地上。

水汽在天气变化中扮演了一个十分重要的角色。大气中正因为有了水汽才有了云、雨、雪、雹等天气现象。水汽还具有吸收地面长波辐射（ $4.5\sim 80$ 微米）的能力，而对太阳短波辐射却无能为力，大部分透过。所以水汽和玻璃一样，对地面起到保温作用，也叫温室效应。

大气中的二氧化碳来自火山喷发和有生命物体的呼吸作用及有机物燃烧、腐烂分解作用。它也具有吸收地面长波辐射的本领，而对太阳短波辐射却是透明的。因而对地球表面也有保温作用。有人计算地球若没有大气，平均气温应为 -23°C ，由于有了大气，平均气温升了 38°C ，变成了 15°C 。

臭氧是氧分子在紫外线的照射下，分解为氧的原子，氧的原子再同氧分子结合，形成 3 价的臭氧。所以臭氧最集中的地方，应是氧原子和氧分子同时最多的地方。离地面 $20\sim 25$ 公里高空臭氧最多。那里紫外射线比较强，很多氧分子离解成氧原子，但紫外线又不过强，所以还有相当多的氧分子，因而在该高度上形成了臭氧层。在 25 公里以上，紫外线过强，几乎所有的氧都以原子状态存在。而低于 20 公里，由于紫外线被上层大气消弱，氧多以分子状态存在。因为缺少氧分子和氧原子