

■ 中华学生百科知识

唐涛 周名成 白云冰 / 编著

DAQI QIHOUYUHAIIYANG

大气、气候 与海洋

远方出版社

传世藏书·中华学生百科知识

大气、气候与海洋

唐 涛、周名成、白云冰等/编



远方出版社

责任编辑:王托雅

封面设计:阿 明

bai ke 传世藏书·中华学生百科知识

大气、气候与海洋

编 著 者	唐 涛、周名成、白云冰 等
出 版	远方出版社
社 址	呼和浩特市乌兰察布东路 666 号
邮 编	010010
发 行	新华书店
印 刷	北京朝教印刷厂
版 次	2005 年 1 月第 1 版
印 次	2005 年 1 月第 1 次印刷
开 本	850×1168 1/32
印 张	820
字 数	4880 千
印 数	5000
标准书号	ISBN 7-80723-009-6/1·6
总 定 价	1800.00 元
本册定价	20.70 元

远方版图书,版权所有,侵权必究。

远方版图书,印装错误请与印刷厂退换。

前 言

“以学生发展为本”是新一轮课改所倡导的主导理念。以学生的发展为本,即以学生的发展为本、以学生的发展为主、以学生的发展为中心以及以学生的发展为基础的综合含义。以学生的发展为本,就是要使学生享有对教育的“参与性”和“选择性”,注重学生的全员发展、全面发展、全程发展和个性发展。在现在的教学体制中,每个班级学生数目较多,学生的基础与能力良莠不齐,在课堂教学中,往往能力强的学生思维敏捷,积极发言,更为自信、乐观、积极进取,更能在课堂上展现自我,而另一部分学生则做课堂上的旁观者,对学习缺乏兴趣,知识面窄、技能较差,难以跟得上整体学习的步伐,发言不积极,学习被动,在教室中表现的较为低调。

《中华学生百科知识》为广大学生提供了一座内容广泛、使用方便、功能较多、规模适度的知识宝库,它将为广大学生朋友架起通往新世纪科学文化的桥梁,成为我们的良师益友。

《中华学生百科知识》是一部包含了各个学科，涵盖了人类社会、人类历史、哲学和社会科学、文学艺术、自然科学等学科和知识领域，是一部编纂方法全新，内容全新的综合性袖珍百科全书。它是一部创造性的百科全书。在总体设计上独辟蹊径，抛弃了原有的分类模式，采用了国际上最新的知识圈学科分类理论，结合我国国情，框架设计体现了以人为本，以科学为神髓的原则，以理论科学和人类思想为轴心，将人类的一切知识循环排列全部正文以学科的门类和逻辑关系编排，使读者不但可以查，也可以读，增加了辞书的功能。在微观设计上，采用百科全书大小条目相结合的方式，长不过万言，短在百字以下。释义方式既不完全西方式，也不排斥中国的“训诂”式，以深入浅出、精确通俗为要义。

在本书的编写的过程中，我们得到了广大学者的支持和帮助，在此，向他们表示衷心的感谢，我们也会不断加强和改进我们的工作，为大家奉献出更多更好的图书精品。

——编者

目 录

大气科学.....	(1)
【大 气】.....	(1)
【标准大气】.....	(7)
【地球大气演化】.....	(9)
【气象要素】	(23)
【云】	(29)
【降 水】	(33)
【蒸 发】	(38)
【行星大气】	(40)
【大气科学发展简史】	(48)
【气象观测】	(68)
【地面气象观测】	(72)
【地面气象站】	(75)
【自动气象站】	(76)
【气象塔】	(77)
【地面气象观测仪器】	(78)
【高空气象观测】	(88)
【高空气象站】	(89)



【气象气球】	(90)
【无线电探空仪】	(93)
【高空风观测】	(94)
【气象火箭探测】	(96)
【大气遥感】	(98)
【气象雷达】	(101)
【气象卫星】	(105)
【大气物理学】	(109)
气候学	(113)
天气气候学	(113)
行星风系	(114)
大气活动中心	(115)
气 团	(117)
气候锋	(120)
季 风	(121)
梅 雨	(124)
热带气旋	(126)
寒 潮	(128)
季 节	(130)
应用气候学	(131)
农业气候	(132)
物候学	(134)
自然历	(138)
综合气候学	(138)
卫星气候学	(139)
气候分类	(140)



柯本气候分类.....	(141)
贝尔格气候分类.....	(143)
阿利索夫气候分类.....	(146)
索恩思韦特气候分类.....	(147)
斯特拉勒气候分类.....	(148)
气候区划.....	(152)
气候带.....	(154)
气候型.....	(156)
大陆度.....	(157)
区域气候.....	(158)
热带雨林气候.....	(158)
森林气候.....	(159)
草原气候.....	(161)
荒漠气候.....	(161)
极地气候.....	(163)
山地气候.....	(164)
高原气候.....	(165)
海洋气候.....	(166)
湖泊气候.....	(168)
地中海型气候.....	(169)
城市气候.....	(169)
中气候.....	(171)
小气候.....	(172)
地方性风.....	(173)
气候变迁.....	(176)
古气候.....	(178)



海洋科学	(183)
【海和洋】	(183)
【世界海洋研究史】	(188)
【海洋科学国际合作】	(205)
【中国海洋研究史】	(208)
【海洋物理学】	(229)
【海洋声学】	(236)
【大洋声道】	(241)
【海洋环境噪声】	(244)
【海洋生物发声】	(247)
【海水声吸收】	(249)
【海底声学特性】	(250)
【海洋声学层析术】	(251)
【海洋光学】	(252)
【海洋辐射传递】	(256)
【海洋电磁学】	(258)
【物理海洋学】	(261)
【海洋气象学】	(264)
【海洋化学】	(269)
【海洋生物学】	(271)



大气科学

【大 气】

包围地球的空气总体。它是地球上一切生命赖以生存的重要物质条件之一。大气不仅随地球而转动,而且相对于地壳,又有复杂的运动。大气是以氧、氮为主的多成分混合气体,地表附近密度最大,接近地表的干燥空气,在标准状况下每升重 1.293 克。海平面平均气压约 1013 百帕。大气的密度和气压均随高度的增加按指数律减小。大气总质量约 5.3×10^{18} 千克,约占地球总质量的百万分之一。大气总质量的 99.9% 集中在 48 公里以下,约在距地表一个地球半径以外的高空,逐渐向星际空间过渡。大气圈的上界是磁层顶。磁层顶的高度:向太阳的一侧低于背太阳的一侧,太阳活动期低于太阳宁静期。一般,人们将向太阳一侧的磁层顶高度(距地球中心约 10 个地球半径)作为大气上界的高度,它距地面约 57600 公里。由于地球表面的性质不同(如海、陆、植被等),大气的成分、物理性质和运动状态都存在着地区性的差异,但铅直方向的变化比水平方向的变化要大得多。

地球大气经历了一系列复杂的演化过程,才形成了现在这种大气组成、层次结构和物理属性(见地球大气演化)。

大气成分

大气中除了氧、氮等气体外,还悬浮着水滴(如云滴、雾滴)、冰晶和固体微粒(如尘埃、孢子、花粉等)。大气中的悬浮物常称为气溶胶质粒。没有水汽和悬浮物的空气,称干洁空气。大约在 85 公里以下的大气层,对流、湍流盛行,大气湍流扩散作用远大于分子扩散作用,这层大气的组分比例相同,称匀和层(曾称均质层)。匀和层内干洁空气的平均分子量约 28.96。约 110 公里以上的大气层,分子扩散作用超过湍流扩散作用,称非匀和层(曾称非均质层),这层大气的组分经重力分离后,轻的在上、重的在下,干洁空气的平均分子量随高度的增加而减小。85~110 公里是从湍流混合为主过渡到分子扩散为主的过渡带,称湍流层顶。湍流层顶附近湍流扩散和分子扩散具有同样重要性,大气成分具有从匀和层向非匀和层过渡的特点。

匀和层大气成分 基本不变的气体成分。主要成分氮、氧、氩占大气总体积的 99.96%。其余气体均是微量。在 85 公里以下,氮、氧等主要气体各自所占的体积比在各高度上基本相同。

可变的气体成分 主要有二氧化碳、水汽、臭氧等。这些气体含量虽少,它们对大气物理状况的影响却很大。

① 二氧化碳。在 11~20 公里以下,二氧化碳的分布比较均匀,相对含量基本不变。由于工业的发展、化石燃料(如:煤、石油、天然气)燃量的增加、森林覆盖面积的减少,二氧化

碳在大气中的含量有增加的趋势(见人类活动对气候的影响)。例如,1890年二氧化碳的含量为0.0296%(体积比),1978年已增至0.0332%(体积比)。二氧化碳吸收太阳辐射少,但能强烈吸收地面辐射并发出长波辐射,从而影响大气的温度(见温室效应)。二氧化碳含量增加对气候变化的影响,已引起广泛的重视。

②臭氧。主要分布在10~50公里之间,尤其集中在20~30公里范围内,那里的臭氧浓度常超过 1×10^{-6} (体积比)。大气低层的臭氧含量少,典型浓度是 $(0.005 \sim 0.05) \times 10^{-6}$ (空气未污染时的体积比)至 0.5×10^{-6} (空气受污染时的体积比)。高空的臭氧主要由光化作用形成,低空的臭氧一部分由闪电或有机物氧化产生,另一部分从高空输来。大气中的臭氧总量很少,对横截面积为1平方厘米的整个铅直大气柱中的臭氧,折算到标准状态(气压1013.25百帕,温度273K),臭氧的总累积厚度平均约有0.3厘米。臭氧总量的分布随纬度和时间而异。臭氧强烈吸收太阳紫外辐射(2000~3200埃,3200~3600埃),使平流层大气的温度较快地随高度增加,也使地面生物免受过量紫外辐射的伤害(见大气臭氧层)。

③水汽。大气中水汽的含量,随时间、地点变化很大。沙漠或极地上空的水汽极少,热带洋面上的水汽含量可多达4%(体积比)。在铅直方向,水汽含量一般随高度增加而减少。在大气温度变化的范围内水汽可发生相变,产生云雾雨雪。水汽在太阳辐射的近红外和红外区域,特别对地球长波辐射区域,有较强的吸收带(见大气吸收光谱)。

④其他成分。随着工业的发展和化石燃料耗量的增多,

污染性气体(例如二氧化硫、二氧化氮、一氧化氮、一氧化碳、硫化氢、氨、一氧化碳等)将日渐增多(见大气微量气体)。

气溶胶质粒 匀和层内除气体成分外,悬浮着大量气溶胶质粒,其含量和分布随时间、地点、天气条件而变。大气气溶胶质粒的总浓度一般是低空多、高空少,陆地多、海上少,城市多、乡村少。它们使能见度变坏,影响辐射传输,有的能起凝结核的作用。

非匀和层大气成分 110 公里以上的大气,各成分的铅直分布是按分子量(或原子量)的大小由下而上排列的。由此高度向上,原子氧逐渐增加,再向上依次为原子氧层、原子氮层(距地表 1000~2400 公里)和原子氢层(2400 公里以上)。

大气分层

整个大气圈,根据温度变化、电离状态和化学反应等特征随高度分布的不同,可分成若干层次。

按热力性质分层 根据大气温度随高度的分布特点,大气圈由地面向上可分成对流层、平流层、中层、热层。在热层之上,中性分子有向星际空间逃逸的现象,常称为外逸层。

对流层 位于大气圈最下部的层次,其底与地面相接。对流层厚度在赤道约 17~18 公里,在中纬度平均约 12 公里,在极地约 8 公里。赤道地区由于热力对流强烈对流层较厚。对流层内的温度一般随高度的增加而递减,其递减率平均约每公里 6.5°C 。这是由于太阳辐射主要加热地面,地面的热量通过传导、对流、湍流、辐射等方式再传递给大气,因而接近地面的大气温度较高,远离地面的大气温度较低。对流层中湍流、对流从不停止,大多数的云和天气系统均在这一层。对



流层同平流层之间的过渡区,厚度约几百米至一两公里,称对流层顶。对流层顶附近温度递减率发生突变,或随高度增加温度降低的程度变小,或随高度增加温度保持不变,或随高度增加温度稍有增高。在极地和赤道之间对流层顶不连续,在纬度约 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 之间常有复对流层顶。

平流层 从对流层顶至约 50 公里高度的大气层。平流层内,温度随高度的增加而增高,下半部温度随高度增高得少,上半部则增高得多。这种温度随高度而增加的特征,主要是大气臭氧对紫外辐射的吸收形成的。平流层内空气大多作水平运动,对流十分微弱。大气污染物进入平流层后,能长期存在,如在 20 公里高度上曾发现有硫酸盐层。在高纬度地区,冬季在 20~30 公里高度上有珠母云(又称贝母云)。平流层顶位于离地面 50~55 公里处,那里的温度约达 271K。

中层 从平流层顶至 85 公里左右的大气层。在中层,一则由于臭氧已稀少,二则由于氮、氧等气体所能直接吸收的波长更短的太阳辐射,大部分已被上层大气吸收,层内温度类似于对流层的情况,随高度的增加而迅速递减。中层有相当强烈的铅直对流。中层顶距地表 80~85 公里。该处年平均温度约 190K,有时出现夜光云。

热层 从中层顶至 250 公里(太阳宁静期)或 500 公里左右(太阳活动期)的大气层。热层大气由直接吸收太阳辐射而获得能量,温度随高度的增加而增高。在太阳宁静期的夜里,温度约为 500K 左右;在太阳活动期的白天,温度可达 2000K 左右。温度不随高度的增加而增高的起始高度称热层顶,在太阳宁静期此高度约为 250 公里,在太阳活动期此高度可增

至 500 公里左右。

外逸层 一般指距地表 500 公里以上的大气区域。外逸层大气十分稀薄。大气粒子很少互相碰撞,中性粒子基本上按抛物线轨迹运动,有些速度较大的中性粒子,能克服地球引力而逸入星际空间。

按电磁特性分层 根据大气的电离特性,大气圈可分成中性层、电离层和磁层。

中性层 指自地表至 60 公里左右的大气层。中性层大气有时虽然局部可有较多的带电粒子(如雷暴时),但一般情况下带电粒子少,主要由中性气体组成。

电离层 指自 60 公里到 500 或 1000 公里的大气层,系由较多气体分子吸收了太阳 X 射线和紫外辐射电离而成。习惯上按电子密度的大小,常把电离层自下而上分成 D 层(60~90 公里)、E 层(90~140 公里)、F 层(140~500 或 1000 公里)。各层的高度、厚度和电子密度随昼夜、季节、太阳活动而变化。1000 公里以上,也存在电子和离子,但数密度已很小,分布也极不均匀。电离层能反射无线电波,对电波通信很重要。

磁层 地球磁层始于地表以上 500~1000 公里处,向空间延伸到磁层边缘。太阳风动能密度和地磁场能密度相平衡的曲面,就是地球磁层的边界,称磁层顶。朝太阳一侧的磁层顶离地心约 8~11 个地球半径,太阳激烈活动时,被突然增强的太阳风压缩到 5~7 个地球半径。背太阳一侧,因太阳风不能对地磁场施以任何有效的压力,磁层在空间可以延伸到几百个甚至一千个地球半径以外,形成一个磁尾。磁尾中,两侧

磁力线突然改变方向的界面,称为中性片。磁层顶即作为地球大气的上界。

此外,距地表约 20~110 公里(也有主张由对流层顶至 195 公里左右)的大气层,由于太阳紫外辐射能使大气分子产生光分解或光电离等作用,被分解或电离的物质在一定条件下又能互相发生化学反应,因此,这层大气称光化层。

【标准大气】

铅直方向温度、气压和密度按一种假定的规律分布的模式大气。它能粗略反映中纬度地区多年的大气年平均状况,并得到一国或国际组织所承认。一种标准大气,除相隔多年发现和实际情况相差较大应做修正外,不许经常变动。如果同时考虑大气参数随纬度和季节等变化而拟订的大气模式,则称为参考大气或标准大气补充。

假定大气是静止而干洁的理想气体,在给定海平面上的温度、气压和密度以及温度随高度变化的廓线的条件下,由流体静力学方程(考虑 110 公里以上大气时用其推广形式)和气体状态方程(见大气动力方程)计算而得各高度的气压和密度的数据。在这样的标准大气中,除规定了按上述计算而得的各高度上的温度、气压、密度外,对大气成分、标高、重力加速度、空气质点数密度、质点平均速度、平均碰撞频率、平均自由程、平均分子量、音速、粘滞系数、热传导率等也有所规定。它可作为压力测高表校准、航空器性能计算、飞机和火箭设计、弹道查算表和气象图表制作的依据。



1919年A.图森提出了第一个国际标准大气提案。该模式采用的海平面温度为 15°C ；在11公里以下，高度每增加100米，温度降低 0.65°C ；在11~20公里范围内，温度保持 -56.6°C 。这个标准，在1920年被作为制定早期航空标准大气的基础，1922年被欧洲很多国家所采用。该模式给定的对流层中温度的分布，仍为现代各标准大气所采用。多年来，国际上曾出现过多种大气模式，其中除了有美、苏等国编制的标准大气外，还有为国际标准化组织(ISO)、世界气象组织(WMO)、国际民用航空组织(ICAO)和空间研究委员会(CO-SPAR)等所采用的标准大气或参考大气，在国际上影响较大的是1962年和1976年的美国标准大气。

1962年美国标准大气(USSA-1962)是由美国标准大气推广委员会(COESA)提出的，它能反映太阳黑子数从最小值到最大值期间，中纬度地区在 $-5\sim 700$ 公里高度范围的大气全年平均状况。1964年国际民用航空组织就采用它作为32公里以下大气的国际标准，1973年也采用它作为50公里以下大气的国际标准。ICAO和WMO参加了ISO的有关标准大气的全部起草过程，这一标准在当时为美、苏、英、法、日等20个成员国所赞成，并取得了国际上的广泛承认。以后，从火箭和卫星探测的丰富资料中人们发现，1962年美国标准大气规定的密度，在70~80公里范围内，约偏大10%，在90公里附近，约偏小10%；所规定的外逸层温度，偏高500K。因此，COESA对USSA-1962进行了修订，编制出1976年美国标准大气。它能代表中等太阳活动期间，中纬度地区由地面到1000公里的理想静态大气的平均结构。这个标准在