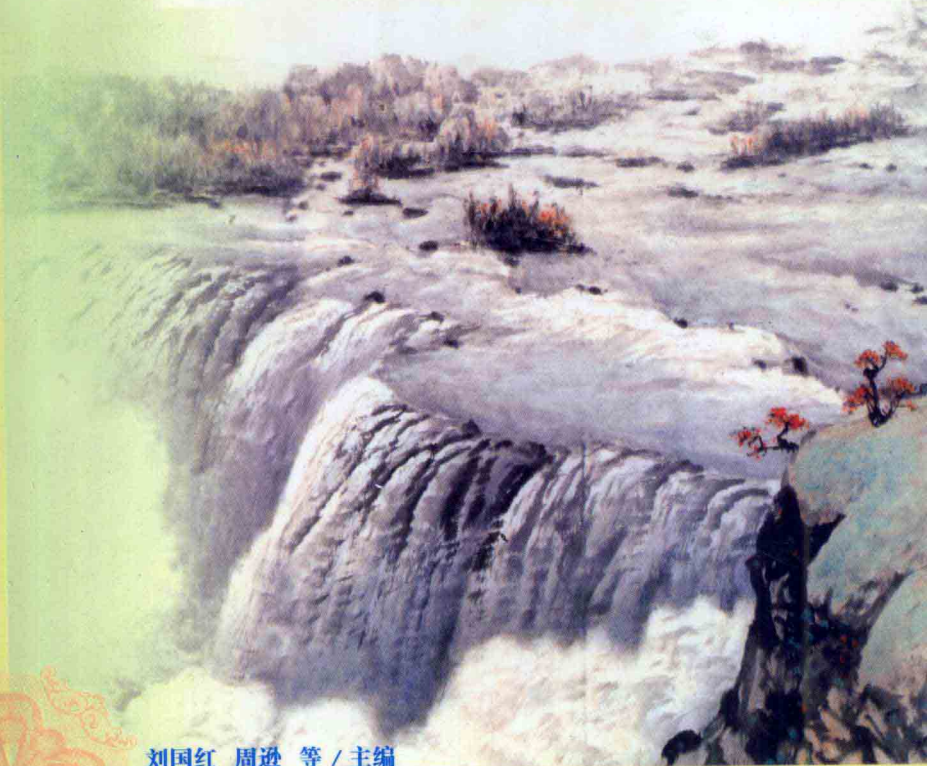


青年必读

青年百科知识文库



刘国红 周逊 等 / 主编

# 大气科学·海洋科学

远方出版社

青年必读——青年百科知识文库

# 大气科学·海洋科学

刘国红、周逊 等/编

远方出版社

责任编辑:王月霞

封面设计:冷 豫

青年必读——青年百科知识文库  
大气科学·海洋科学

---

编 著 者 刘国红、周逊 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 北京兴达印刷有限公司  
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 710  
字 数 4960 千  
印 数 5000 册  
标准书号 ISBN 7-80723-002-9/I·1  
总 定 价 1580.00 元  
本册定价 23.40 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。



时光如炬，告别了令人欣喜的 2004 年，我们又满怀激情、昂首挺胸地迈入了 2005 年。

在过去的 2004 年，我国的教育事业得到了长足的进步，教育部也提出了 2005 年教育工作的指导思想——以邓小平理论和三个代表重要思想为指导，深入学习和贯彻党的十六大精神和十六届三中、四中全会精神，牢固树立和全面落实科学的发展观，坚持“巩固、深化、提高、发展”的方针，推进《2003—2007 年教育振兴行动计划》的实施，促进各级教育全面、协调、可持续发展，努力办好让人民满意的教育。

学校教育在未成年人的思想建设中处于主渠道、主阵地、主课堂的作用。各级教育机构担负着培养博识青年的重任，因此，对于教育基地的建设尤为重要。近年来，国家对教育的改革逐步地深入，提出“育人为本，德育

为首”的观念,加强和促进德育工作,全面推进素质教育。素质教育就是要以培养学生的实践能力、创新能力为重点,促进学生德智体全面发展。因此,就要着重于对学生知识结构的优化,充分挖掘他们的潜力,激发他们主动学习的兴趣,由被动地接受为主动地吸收,这才是未来教育工作的主要方向。

正是基于这一点,我们组织了一些专家、学者共同编写了这套丛书——《青年百科知识文库》,希望以尽我们微薄之力,给广大青少年朋友的学习和生活带来必要的帮助。

## 编写说明

《青年百科知识文库》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、工程技术等学科和知识领域,是一部编纂方法全新,内容全新的综合性小百科全书。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。

《青年百科知识文库》的出版,为广大学生提供了一座内容广瀚、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 21 世纪科学文化的桥梁,成为我们的良师益友。

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

【大气科学】 .....	(1)	【地面气象观测仪器】 .....	(97)
【大 气】 .....	(16)	【高空气象观测】 .....	(106)
【标准大气】 .....	(22)	【高空气象站】 .....	(107)
【地球大气演化】 .....	(24)	【气象气球】 .....	(109)
【气象要素】 .....	(39)	【无线电探空仪】 .....	(111)
【云】 .....	(45)	【高空风观测】 .....	(113)
【降 水】 .....	(49)	【气象火箭探测】 .....	(115)
【蒸 发】 .....	(55)	【大气遥感】 .....	(117)
【行星大气】 .....	(57)	【气象雷达】 .....	(120)
【大气科学发展简史】 .....	(65)	【气象卫星】 .....	(124)
【气象观测】 .....	(86)	【大气物理学】 .....	(128)
【地面气象观测】 .....	(90)	【大气化学】 .....	(131)
【地面气象站】 .....	(94)	【动力气象学】 .....	(135)
【自动气象站】 .....	(95)	【天气学】 .....	(139)
【气象塔】 .....	(96)	【气候学】 .....	(144)





## 海洋科学

- 【海洋科学】 ..... (151)
- 【海和洋】 ..... (172)
- 【世界海洋研究史】 ... (177)
- 【海洋科学国际合作】 .....  
..... (195)
- 【中国海洋研究史】 ... (198)
- 【海洋物理学】 ..... (218)
- 【海洋声学】 ..... (225)
- 【大洋声道】 ..... (230)
- 【海洋环境噪声】 ..... (232)
- 【海洋生物发声】 ..... (235)
- 【海水声吸收】 ..... (237)
- 【海底声学特性】 ..... (238)
- 【海洋声学层析术】 ... (239)
- 【海洋光学】 ..... (240)
- 【海洋辐射传递】 ..... (243)
- 【海洋电磁学】 ..... (246)
- 【物理海洋学】 ..... (248)
- 【海洋气象学】 ..... (252)
- 【海洋化学】 ..... (256)
- 【海洋生物学】 ..... (258)
- 【海洋地质学】 ..... (266)
- 【区域海洋学】 ..... (275)
- 【海洋环境科学】 ..... (277)



## 大气科学

### 【大气科学】

大气科学是研究大气的各种现象(包括人类活动对它的影响),这些现象的演变规律,以及如何利用这些规律为人类服务的一门学科。大气科学是地球科学的一个组成部分。它的研究对象主要是覆盖整个地球的大气圈。此外,还研究太阳系其他行星的大气、大气圈,特别是地球表面的低层大气,以及和它相关的水圈、岩石圈、生物圈是人类赖以生存的主要环境。大气的各种现象及其变化过程,既可带来雨泽和温暖,造福人类;也可造成酷暑严寒,以至旱涝风雹等灾害,直接影响人

类的生产和安全。人类在生产生活的过程中,也不断地影响着自然环境(包括大气)。如何认识大气中的各种现象,如何及时而又正确地预报未来的天气、气候,并对不利的天气、气候条件进行人工调节和防御,是人类自古以来一直不断探索的领域。随着科学技术和生产的迅速发展,大气科学在国民经济和社会生活中的巨大作用日益显著,其研究领域已经越出通常所称的气象学的范围。本文仅对大气科学的研究对象、研究特点、学科分支、同其他学科的关系以及发展状况作一概括描述,大气科学丰富的内容和



悠久的历史则由本卷其他有关条目介绍。

### 研究对象

覆盖整个地球的大气,质量约  $5.3 \times 10^{21}$  克,约占地球总质量的百万分之一。由于地心引力的作用,大气质量的90%聚集在离地表15公里高度以下的大气层内,99.9%在48公里以内。2000公里高度以上,大气极其稀薄,逐渐向星际空间过渡,无明显上界。大气本身的可压缩性、太阳辐射、地球的形状和它的重力、地球的公转和自转、地球表面的海陆分布和地形起伏、地球的演化和地球生态系统等是造成地球大气特定组分、特定结构和特定运动状态的主要自然条件。人类活动及其对生态因素所起的作用,是影响大气组分、大气结构和大气运动的人为条件。

地球大气的组分以氮、

氧、氩为主,它们占大气总体积的99.96%。其他气体含量甚微,有二氧化碳、氦、氟、氖、甲烷、氢、一氧化碳、氙、臭氧、氫、水汽等。大气中还悬浮着水滴、冰晶、尘埃、孢子、花粉等液态、固态微粒。太阳系的九大行星,都存在大气(见行星大气)。地球大气中的氧气是人类赖以生存的物质基础,氧气的出现及其含量的变化,同地球的形成过程和生物的演化过程密切相关(见地球大气演化)。大气中的水汽来自江河、湖泊和海洋表面的蒸发,植物的散发,以及其他含水物质的蒸发。在夏季湿热处(如高温的洋面或森林),大气中水汽含量的体积比可达4%,而冬季干寒处(如极地),则低于0.01%。水汽随着大气温度发生相变,成云致雨,成为淡水的主要资源。水的相变和水文循环过程不仅把



大气圈同水圈、岩石圈、生物圈紧密地联系在一起,而且对大气运动的能量转换和变化有重要影响(见大气环流的能量平衡和转换)。大气中的二氧化碳含量受植物的光合作用、动物的呼吸作用、含碳物质的燃烧以及海水对二氧化碳的吸收作用所影响,在工业发展、化石燃料(如煤、石油、天然气)燃量增加、森林覆盖面积减少的情况下,已观测到二氧化碳含量与年俱增。大气中本来没有或极少存在的如甲烷、一氧化二氮等气体,由于人类活动的影响,近年来它们的含量也迅速增加。这些有温室效应的气体含量的变化对大气温度的重要影响,已成为研究现代气候变化的一个前沿课题。大气中臭氧的含量很少,即使在离地表20~30公里的浓度最大处,其含量也不到这层大气的十万分

之一。然而大气臭氧层能够大量吸收太阳紫外辐射中对生命有害的部分,起着对人类十分重要的保护作用。另外,大气臭氧层的存在,对平流层大气的温度也有重要作用。由于人类活动对高空光化学过程的影响会引起臭氧含量的变化,人类活动对臭氧含量影响的研究,已成为医学界和气象学界共同关注的问题。

地球大气的密度、温度、压力、组分和电磁特性等都随高度而变化,具有多层次的结构特征。大气的密度和压力一般随高度按指数律递减;温度、组分和电磁特性随高度的变化不同,按各自的变化特征可分为若干层次。

地球大气按温度随高度的变化,由地表向上,依次分为对流层、平流层、中层和热层。对流层紧邻地表,其中温度随高度增加而降低,平均每



升高 1 公里约减少  $6.5^{\circ}\text{C}$ ，至对流层顶温度降到极小值。对流层中的对流运动显著，是热量铅直输送的主要控制因子，云和降水主要发生在这一层。对流层顶的高度在赤道地区约 18 公里，中纬度地区约 12 公里，极地地区约 8 公里。平流层位于对流层之上，平流层顶离地表约 50 公里。平流层中的臭氧层吸收太阳紫外辐射，是使这层大气温度随高度增加而上升的主要因子。这层大气温度层结非常稳定，其中的热量铅直输送以辐射传输为主。中层位于平流层之上，中层顶离地表约 85 公里，层内温度随高度增加而下降。热层位于中层之上，热层顶离地表约 500 公里。这层大气由于吸收太阳紫外辐射，温度随高度增加而上升。热层顶以上为外逸层，那里大气已极稀薄，每立方厘米不到

$10^7$  个原子（海平面处每立方厘米约  $10^{19}$  个原子）。

地球大气按组分状况可分为匀和层和非匀和层。离地表约 85 公里高度以下为匀和层，层内的大气组分比例相同，平均分子量为常数。约 110 公里高度以上为非匀和层，层内大气组分按重力分离后，轻的在上，重的在下，平均分子量随高度增加而减小。离地表 85~110 公里为匀和层到非匀和层的过渡层。

地球大气按电磁特性可分为中性层、电离层和磁层。由地表向上到 60 公里高度为中性层。离地表 60 公里到 500~1000 公里高度为电离层。离地表 500~1000 公里以上为磁层。电离层能反射无线电波，对电波通信极为重要。磁层是地球大气的最外层，磁层顶是太阳风动能密度和地磁场能密度相平衡的



曲面。

地球大气的运动非常复杂。地球的自转和公转运动以及地球自转轴的方向产生了地球上的昼夜交替、四季变化和温度自赤道向两极递减的规律。由于海陆分布和地貌等的不均匀性,地表的温度并不完全按纬圈带分布,而呈现出非带状的不均匀分布。大气的温度、压力和密度之间有密切的关系。大气压力分布(即气压场)的不均匀会导致大气的运动,大气的运动又会引起气压场的重新调整。大气的水平辐合运动和辐散运动会引起大气在铅直方向的上升运动和下沉运动,大气的铅直运动也会影响大气的水平运动。大气通过机械运动、热运动等多种运动形式进行水平方向和铅直方向的物质和能量的传输和转换。整个大气圈通过各种机制相互

紧密地联系在一起,形成了空间尺度小至几米以下、大至几千公里甚至上万公里,时间尺度短至几秒、长至数十天或更长时间的多种大气运动系统。在影响大气运动的因素中,人为的因素在变化着(如工农业生产引起大气中有温室效应的气体增加,大面积森林砍伐等),自然的因素也在变化着(如火山爆发等引起辐射能的变化,地球自转轴方向的变化等)。有些变化是有规律的,有些变化是无规则的。大气的运动也就呈现出既有规律性又有随机性的特征。

大气科学的研究对象——地球大气,无论它的组分,它的结构,还是它的运动,都存在着确定性和不确定性两个方面。这正是大气科学研究复杂性的一面。天气变化、气候异常以及大气质量变化同人类的生活和生产活动休



戚相关,正确的天气预报、气候预测以及改善大气污染情况对人们具有极大的迫切性,这正是大气科学研究为人类紧迫所需的应用性的一面。这种艰巨而有意义的科学事业不断吸引着人们去探索地球大气的奥秘。

### 研究特点

大气科学研究不能仅限于大气圈 在地球表层,除大气圈以外,还存在着水圈、冰雪圈、岩石圈和生物圈,这些圈层组成一个综合系统。大气圈中发生的各种变化都受其他圈层的影响;反之,大气圈也影响着其他圈层的变化。研究大气运动的能源,大气中的物质循环、能量转换和变化过程,大气环流及天气、气候的分布和变化,都必须考虑大气圈同水圈、冰雪圈、岩石圈、生物圈之间的相互影响和相互作用。如:大气运动的根本

能源是太阳辐射。但大气直接吸收的太阳辐射能仅占到达大气上界辐射能的 19%,大部分太阳辐射能(约 51%)是被地表吸收后,再通过感热通量、潜热通量和辐射通量方式供给大气的。这些通量受近地层大气状态、地表的状态(如海洋、陆地、植被、冰雪)及其热力特性等所控制。又如:大气的组分及其物理和化学性质,除受大气内部物理、化学过程的影响外,还受水圈、冰雪圈、岩石圈和生物圈的影响。海洋通过水的相变、水汽通量和感热通量过程,植被通过光合作用和散发过程,土壤通过水汽通量和感热通量过程等影响大气的温度、水汽和二氧化碳等的含量。火山爆发和人类活动等影响大气中气溶胶含量、大气成分和辐射过程等。再如:地形起伏和植被状况对气流的摩擦作用,影



响着地表和大气之间的动量交换(见大气角动量平衡);大地形对气流的强迫绕流和强迫爬升及下滑作用,影响着大气的环流特征;海陆分布的不均匀性,影响着大气环流和天气、气候的非带状分布和南北半球的非对称分布。

大自然是大气科学研究的实验基地。大气圈不是孤立的。在空间和时间上具有宽广尺度谱的各种大气现象也不是孤立的。它们种类繁多,相互叠加又相互影响。即使同一类现象,其结构也不尽相同。影响这些大气现象的因素非常复杂,人类至今还很难在实验室内用人工控制的方法对它们进行完整的实验和研究。只能以大自然为实验室,组织从局地到全球的气象观测网,运用多种观测手段(如气象卫星、气象雷达、飞机等)对大气现象进行长期的连

续的观测,特别是定量的观测,以获取资料;对有关气候现象还需搜集地质考查、考古发掘和历史文献等资料。大气科学家们通过对大量资料的综合和分析,提炼出量与量之间的定性的或定量的关系,归纳出典型现象的模式特征,如锋面、气旋、大气长波等,在模式的基础上运用已知的物理学和化学的基本原理以及数学工具和计算技术进行理论上的演绎和模拟,导出新的结论。理论模式是否合理,还需回到大自然的实验室中进行检验,有些理论模式还有待于新的观测资料加以证实。经实践检验的理论才可指导实践(如指导天气预报等)。大气科学正是通过大自然这个实验室,遵循观测(实践)—理论—观测(实践)这个基本法则不断发展,不断为社会的生产和人类的生活服务的。





国际合作是推动大气科学发展的必要途径。全球大气在不停地运动着,而且是一个整体,一个地区的大气运动受着其他地区大气运动的影响,不同尺度的大气运动又相互作用着,其变化之快、变化范围之广、变化形式之多,是自然界突出的。为掌握大气运动变化快、范围广、形式多的特征,就必须对大气进行连续的、高频率的、全球性的观测。为掌握全球大气的各种信息,必须在站网布局、观测项目、资料处理规范、信息传输等方面作出统一规划和求得协调。全球数以万计的为天气预报进行观测的气象站,要在相同的时间、用接近相同的仪器和观测方法,在全球各地进行同步观测;由气象卫星、气象雷达等探测手段观测的大量资料,凡用于天气预报业务的资料还要作同步处理。

这些资料都要在观测完毕后的短短数十分钟内迅速集中到世界气象中心和各国的气象中心。再加上为数更多的水文气象站的观测资料。资料的范围之大、数量之多、传递之快是惊人的,这是自然科学中的奇观。这一切只有通过国际间的密切合作才能实现。大气科学研究中的这种高度分散(观测站点)、高度集中(资料迅速集中)、高度协调(观测站址、观测仪器和方法)、高度合作(国际间合作)的特点,是其他学科无法比拟的。

### 学科分支

大气科学的分支学科主要有大气探测、气候学、天气学、动力气象学、大气物理学、大气化学、人工影响天气、应用气象学等。

大气探测是一门研究探测地球大气中各种现象的方