



地球科学普及丛书

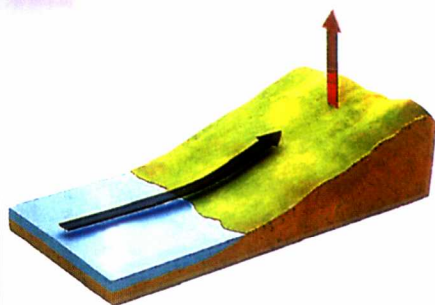
DIQIU KEXUE PUJI CONGSHU

丛书主编 杨遵仪

风云变幻的大气

章 淹 林之光 游来光

焦佩金 张秀雯 沈 愈 著



江苏科学技术出版社

地球科学普及丛书

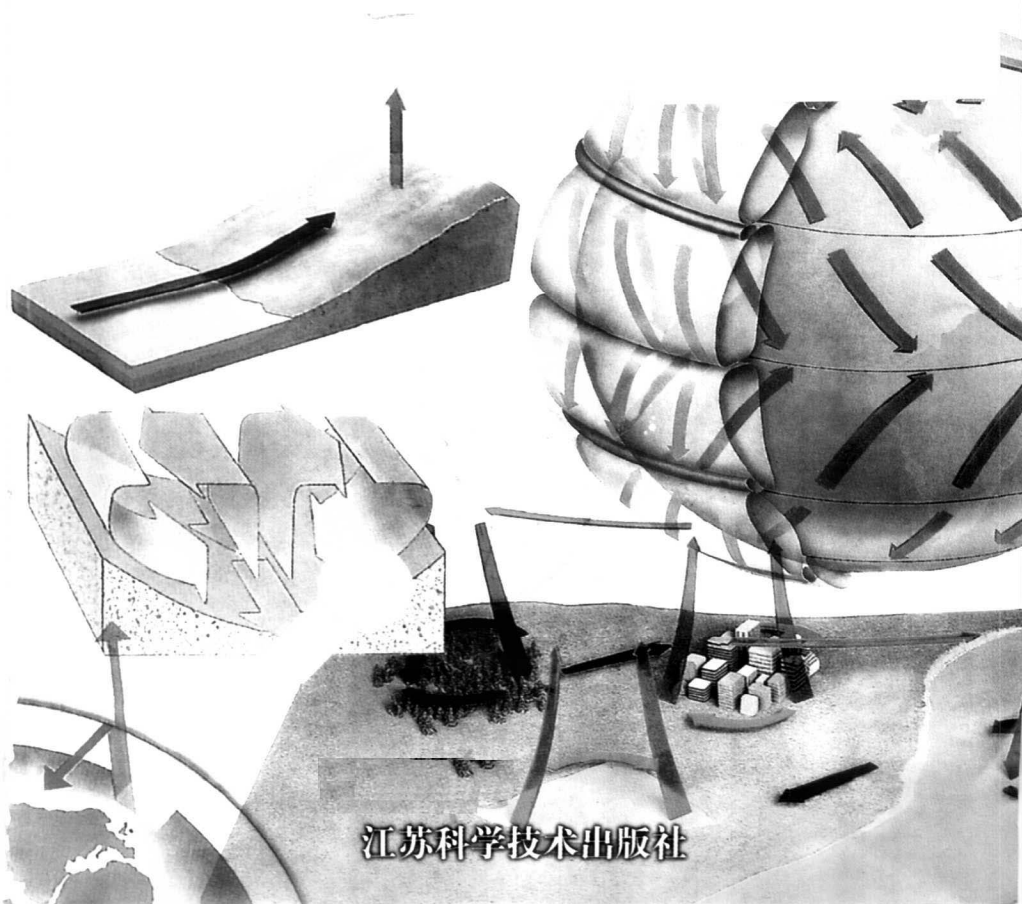
DIQIU KEXUE PUJI CONGSHU

丛书主编 杨遵仪

风云变幻的大气

章 淹 林之光 游来光

焦佩金 张秀雯 沈 愈 著



江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

风云变幻的大气/章淹等著. —南京:江苏科学技术出版社, 2003.5

(地球科学普及丛书)

ISBN 7—5345—3667—7

I. 风… II. 章… III. 大气科学—普及读物
IV. P4-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 062033 号

风云变幻的大气

著 者 章 淹 林之光 游来光 焦佩金 张秀雯 沈 愈
责任编辑 金宝佳

出版发行 江苏科学技术出版社
(南京市湖南路 47 号, 邮编: 210009)

经 销 江苏省新华书店
照 排 江苏苏中印刷厂
印 刷 南通韬奋印刷厂

开 本 850mm × 1168mm 1/32
印 张 8.875
插 页 2
字 数 215 000
版 次 2003 年 5 月第 1 版
印 次 2003 年 5 月第 1 次印刷
印 数 1—3 000 册

标准书号 ISBN 7—5345—3667—7/P·23
定 价 16.00 元

图书若有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。



致读者

社会主义的根本任务是发展生产力，而社会生产力的发展必须依靠科学技术。当今世界已进入新科技革命的时代，科学技术的进步不仅是世界经济发展、社会进步和国家富强的决定因素，也是实现我国社会主义现代化的关键。

科技出版工作肩负着促进科技进步，推动科学技术转化为生产力的历史使命。为了更好地贯彻党中央提出的“把经济建设转到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来”的战略决策，进一步落实中共江苏省委、江苏省人民政府作出的“科技兴省”的决定，江苏科学技术出版社于1988年倡议筹建江苏省科技著作出版基金。在江苏省人民政府、省委宣传部、省科委、省新闻出版局负责同志和有关单位的大力支持下，经省政府批准，由省科学技术委员会、省出版总社和江苏科学技术出版社共同筹集，于1990年正式建立了“江苏省金陵科技著作出版基金”，用作支持自然科学范围内的符合条件的优秀科技著作的出版补助。

我们希望江苏省金陵科技著作出版基金的建立，能为优秀科技著作在江苏省及时出版创造条件，以通过出版工作这一“中介”，充分发挥科学技术作为第一生产力的作用，更好地为我国社会主义现代化建设和“科技兴省”服务；并能带动我省科技图书提高质量，促进科技出版事业的发展和繁荣。

建立出版基金是社会主义出版工作在改革中出现的新生事物，期待得到各方面给予热情扶持，在实践中不断总结经



验,使它逐步壮大和完善。更希望通过多种途径扩大这一基金,以支持更多的优秀科技著作的出版。

这次获得江苏省金陵科技著作出版基金补助出版的科技著作的顺利问世,还得到参加评审工作的教授、专家的大力支持,特此表示衷心感谢!

江苏省金陵科技著作出版基金管理委员会



序

杨遵仪

地球科学,简称地学。顾名思义,它是研究地球和包围着它的水圈和大气圈的形成、组分、结构、构造及其运动规律的学问。地球科学包括若干大分支:如研究地壳和地球内部的地质科学;研究地球所有水体的水文科学;研究大气圈的物理、化学性质和大气及其运动的大气科学;研究地球的表层、水和大气及其与人类和生物关系的地理科学等。面对范围如此广泛的研究对象,人们不得不把它们分割开来进行研究。因此,各大分支又划分为许多学科和亚学科。地球科学中已经命名的学科不下 100 个。例如,地质科学又分为:研究地壳的矿物学、岩石学和矿床学,研究地球构造的大地构造学和构造地质学,研究地球形成约 46 亿年以来发展史的地史学,研究沉积地层及其化石的地层学和古生物学,以及研究地形的地貌学等。水文科学又分为水文学、海洋学、湖沼学、冰川学和水文地质学等。大气科学又分为气象学、大气物理学、天气学、气候学和海洋气象学等。地理科学又分为自然地理学、人文地理学和经济地理学等。

地球科学与人类生活和生产活动息息相关,为人类生活和生产的发展做出了重大贡献。例如,地质学教会人们怎样找到各种矿产并确定其储量;我们已经发现并开发了大量的





煤炭、石油和天然气等,今后还将继续发现和开发。钢铁工业急需的铁矿和锰矿等原料仍感不足,要依靠地质工作者的不断努力去寻找。金矿是贵重金属金的原料,亟须大力发现和开发,以增加国家财富。各种有色金属,如铜、铅、锌和钨等矿的不断发现和开发,都直接为相关工矿企业服务,推动着生产力的发展。水文学指导着水利工程的坝址选择和勘探、民用农用工业用地下水的寻找和溶洞水的利用。对水(地面水和地下水)的运动规律掌握愈深,则控制利用水资源的能力就愈强,对生产力发展的贡献就愈大。大气科学与人们也有着密切关系,天气预报、台风预报、大江大河汛期天气预报和其他气象灾害预报,都直接牵动国计民生。从地理科学方面说,无论是各种地理图件的编制,还是国土利用、城市规划和环境整治等,无不密切为国民经济发展服务。

综上所述,可见地球科学在我国社会主义经济建设和发展中无疑起着重大作用,而人们,特别是当代青少年对地球科学的性质、内容和重要性知之甚少。因此,普及地球科学知识刻不容缓。同时,科学家们指出的当代全球性的人口危机、资源危机和环境危机等已逐渐引起从国家领导人到广大人民的关注,因而普及地球科学知识,让人民大众了解人类赖以生存的地球,提高爱护地球资源和保护人类生存环境的意识,实为当务之急。为此,我们编写了这套《地球科学普及丛书》,向人们宣传地球科学的基本知识,以期更多的人认识地球科学,为地球科学和国民经济的发展做贡献。

这套丛书共三册:《人类的家乡——地球》,介绍地质科学的基本知识;《风云变幻的大气》,介绍大气科学的基本知识;《人类生存的环境》,介绍水文科学、地理科学和人类与环境的关系。



江苏科学技术出版社着眼于提高全民族的科学文化水平,着眼于长远的社会效益,决定出版这套丛书。这套《地球科学普及丛书》的问世是适应其时、符合急需的,相信必定能收到不可忽视的效果。对于江苏科学技术出版社的这种坚忍不拔的精神,我们代表广大地学界的同仁表示衷心钦佩和感谢。

希望广大读者能从本丛书中得到收获,并请对我们所编的这套丛书中的不足之处不吝指正。

2003 年 3 月



前 言

地球外面包围着厚厚的一层空气,称为大气圈。我们人类就生活在这大气圈的底部。多少万年以来,人类一直呼吸着大气圈中的空气,生存、繁衍和发展。

大气科学是研究大气中各种自然现象及其成因和人类活动对其的影响,并揭示其演变规律,从而利用它们为人类服务的一门科学,是地球科学的一个组成部分。大气科学是一门既古老而又年青的科学。当人类还在茹毛饮血时代,就不断地与大气中的雷、电、风、雨、雪、雹和寒暑等做斗争。这些自然现象与人类生活息息相关。因此,人类很早就注意到了大气中各种自然现象的变化,并留心观察它们的演变规律。我国最早的甲骨文中就有许多关于各种天气现象的记载。然而,大气中的各种变化十分错综复杂,人类至今还难以在有限的实验室内对大气进行完整的实验研究。人类只能以地球甚至其他星球上的大气圈为实验场,组织从局地到全球的气象监测网,运用多种监视和探测手段,对天气现象及其变化进行长期连续观测,从而分析、诊断和找出它们之间复杂交错的关系。观测结果直接影响着人们对大气奥秘的揭示和了解,是重要的基础资料,而这些与现代化探测和监测的发展及提高紧密相关。这是一项最需要全球统一运作、统一规划和标定的庞大事业,否则,就无法对流动于各国之间的大气现象进行不间断的和具有代表性的可比观测,尤其是在比较闭塞的区域,以及在广阔的海洋、高山、沙漠和极地等尚



无人或缺乏监测的区域。所以,牵涉到的问题非常之多,难度很大,因而过去大气科学的进展相对比较缓慢。而近百年来,尤其是 20 世纪 50 年代以来,由于电子技术、计算机、卫星、雷达和遥测遥感技术等的发展,使大气探测得到迅速发展和应用。许多过去监测不到的,诸如强烈风暴、山洪、泥石流等骤发性猛烈灾害发生和发展的气象条件等,如今已能捕捉到不少事例和资料;在气候变化方面也积累了相当长期的科学观测记录。加之,其他相关科学技术,如地质、地理、海洋、水文、环保和数、理、化以及遥感遥测、信息科学和电子计算技术等的发展及交叉渗透,使现代化大气科学迅速得到了很大发展,形成了创时代的新兴科学,并系统地建立了相应的分支学科,内容日臻完善。

为使广大科技爱好者、中青年和大中学生能简要地了解有关我们赖以生存的大气圈的基础知识和大气科学的若干新进展,我们撰写了《风云变幻的大气》一书。它与《人类的家乡——地球》和《人类生存的环境》两书相配合,使读者对我们赖以生存的整个地球有所了解。然而从人类有史以来的几千年看,大气科学所涉及的内容实难以胜数。由于受篇幅和作者力量所限,本书只能着重介绍部分有关大气科学的基础知识及云、天气和气候学等方面的一些知识。

章 淹

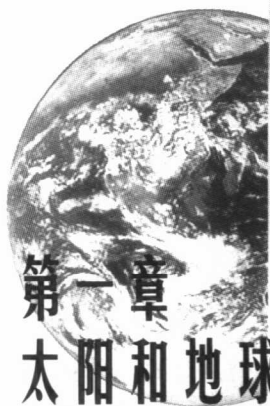
2003 年 3 月



目 录

前 言	1
第一章 太阳和地球的基础知识	1
第一节 太阳和地球	2
第二节 昼夜、季节和时间	6
第二章 大气	15
第一节 大气圈及其分层	16
第二节 大气的组成	22
第三章 天气系统	27
第一节 行星尺度天气系统	28
第二节 天气尺度天气系统	42
第三节 中小尺度天气系统	65
第四章 大气环流	79
第一节 对大气环流观测到的主要事实	80
第二节 大气环流的形成和维持	86
第三节 东亚环流的基本特征	92
第五章 云与降水	97
第一节 云在人类生活环境中扮演重要角色	98

第二节	从不同的角度看云·····	102
第三节	形形色色的云——云的家族·····	109
第四节	云的生命史·····	112
第五节	云是如何产生降水的·····	118
第六节	变害为利——人工影响天气·····	125
第六章	大气与海洋·····	131
第一节	大气与海洋的密切相互关系·····	132
第二节	大气与海洋偶合系统奥秘的揭开·····	133
第三节	咄咄怪事——热带海洋里的干旱带·····	135
第四节	厄尔尼诺现象及其附近的奇异陆海景象·····	138
第五节	厄尔尼诺出现的三种特征和年代·····	141
第六节	大气与海洋相互作用和我国梅雨的丰枯·····	142
第七章	气象灾害与减灾·····	149
第一节	“国际减轻自然灾害十年”·····	150
第二节	自然灾害的概观与特点·····	151
第三节	严重而多样的气象灾害·····	154
第八章	地球上的气候·····	165
第一节	什么是气候·····	166
第二节	全球气温分布·····	169
第三节	地球上的降水·····	197
第四节	地球上的风·····	224
第五节	世界和中国气候区划·····	248
第六节	人间正道是沧桑——气候在变化·····	262



第一章

太阳和地球的基础知识





第一节 太阳和地球

风、云、雨、雪等现象都是发生在围绕地球的大气中,而且与太阳及其活动有着紧密的联系。我们在研究大气中的物理现象和物理过程时,既要从大气运动本身寻找其变化的原因,又要考虑到与大气紧密联系着的太阳和地球的作用。因此,在学习大气科学知识以前,先了解一些太阳和地球的基本知识是必要的。

一、太 阳

太阳是离我们最近的一颗恒星,是地球所在的太阳系的中心,也是地球上能量的主要来源。

太阳直径约 140 万千米,是地球直径的 109 倍;它的体积则等于地球体积的 130 万倍。

太阳具有 2 000 亿亿吨的巨大质量,是地球质量的 33 万倍。太阳的巨大质量使得它具有很大的引力,地球就是在此引力的作用下绕太阳公转的。

根据测算,太阳表面温度约为 $6\,000^{\circ}\text{C}$,在这样的高温下,一切物质只能以气态存在,因此太阳又是一个炽热的气体球,其中心温度估计高达 $2 \times 10^7^{\circ}\text{C}$ 。

炽热的太阳表面不断地向宇宙空间放射出大量的光和热。每分钟由太阳表面放射出的热量要多于 5×10^{24} 千卡(千卡是 1 千克纯水升高 1°C 所需的热量)*。如果把整个太阳表

* 1 千卡等于 4.186 8 千焦。



面用一层厚 12 米的冰壳包起来,那么只要 1 分钟,全部冰壳就会被太阳所放射出的热所融化。由此可见太阳放射出的能量有多大了。

二、地 球

地球的东西半径稍长,南北半径稍短,两者之差仅 21 千米。由于这个差值与地球半径相比微不足道,因此在研究一般问题时,通常把地球看作正球体。按正球体计算时,它的半径为 6 371 千米。

地球的体积约为 1.1 万亿立方千米,质量为 5.98×10^{21} 吨。地球的巨大质量对地球上的以及与地球相联系着的一切物体具有强大的引力。

地球时刻在宇宙中进行着两种重要的运动:公转和自转。

地球围绕太阳公转的轨道是椭圆形的曲线,其长度为 9.34 亿千米。地球公转一周约需 365 天零 5 时 48 分 46 秒,故它的公转角速度约为每天 1° 。地球在轨道上的位置不同,与太阳的距离也就不同。地球离太阳最远的时候约在每年的 7 月 4 日(距离为 1.52 亿千米),这时地球在轨道上的位置被称为远日点;地球离太阳最近的时候约在每年的 1 月 3 日(距离为 1.47 亿千米),这时地球在轨道上的位置被称为近日点(图 1-1)。

地球在绕太阳公转的同时,还围绕自身轴线(地轴)自西向东自转。自转一周所用的时间是 23 时 56 分 4 秒。地球自转轴与地球绕太阳公转的轨道面之间的夹角为 $66^\circ 33'$ 。

地球的公转和地轴对于公转轨道面的倾斜,是形成四季交替的原因;地球绕地轴的自转则形成了昼夜的更换。

地球表面如此巨大,要在茫茫无际的地表上或海洋上寻



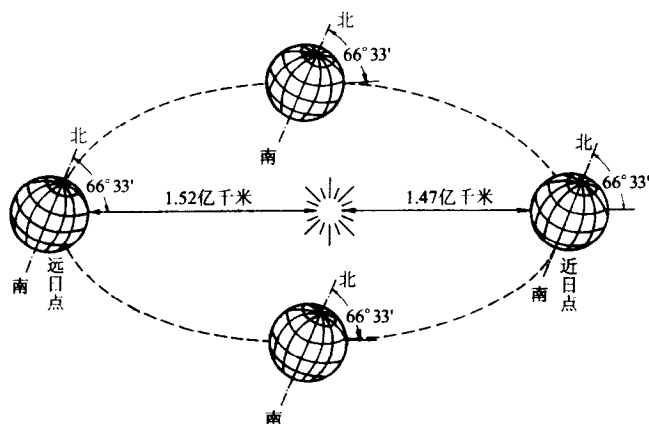


图 1-1 地球的公转

找某个地点确实困难。而在电影院里,按一定的排号和座号,就很容易找到自己的座位。因此,纵然“地大无边”,我们也可以利用类似上述“分排和编座号”的办法,来确定地球表面上的某一点的位置。这些“排和座”就是纬度和经度,统称为地理坐标。

地球上有许多具有特定含义的点和线。

南极、北极和赤道 地球的自转形成一条中心轴线,叫做地轴。地轴和地球表面交于两点,我们把朝北极星方向的一点叫做北极,另一点就叫做南极。

通过地心,并与地轴垂直的平面,与地表面相交形成的圆面叫做赤道;它恰好把地球划分为南北两个半球(图 1-2)。赤道上任何一点至南北两极的距离都相等。

经线和纬线 通过地球两极的大圆圈叫经线圈。两极把经线圈分成两半,每一半叫做一条经线(或叫子午线),图 1-2 上的纵列线条就是经线。因为凡是通过两极的大圆圈都是经



线圈,所以地球上的经线有无数条;地面上任一点都有一条经线通过。

与赤道平行的圆圈叫纬线圈。纬线圈由赤道向两极逐渐缩小,从两极上空向下看,纬线圈都是同心圆,两极各是一个圆心。

由于任何经线都通过南北两极,因此经线的方向就是南北方向;又由于纬线和经线相互垂直,因此纬线的方向就是东西方向。

经度和纬度 为了区别各条经线和纬线,很有必要给每一条经线和纬线以明确的标号;而在球面上,最好的办法是以度数来标号。作为地理坐标的经度和纬度就是这些标号。

通过每一条经线的平面,叫经线平面。两个经线平面之间的夹角(λ)叫经度(图 1-3)。但地球上经线有无数条,如果不确定一个起点,就无法计算经度,因此在 1884 年的国际子午线会议上,各国共同商定,以通过英国伦敦市东南郊格林尼治天文台的经线,作为计算经度的起点,

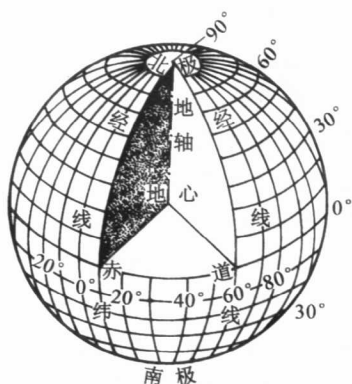


图 1-2 南极、北极和赤道以及经线和纬线

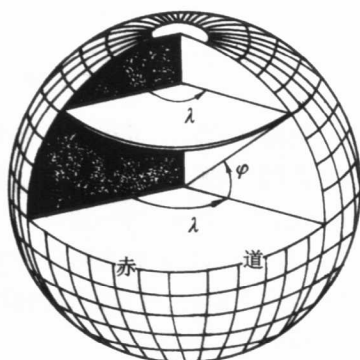


图 1-3 经度和纬度