



中小学教育装备用书

中小学 气象科技活动 指南

任咏夏◎著



气象出版社
China Meteorological Press

中小学教育装备用书

中小学气象科技活动指南

任咏夏 著



内容简介

本书系统地介绍了大气、大气科学发展、气象与人类的关系、校园地面气象观测站的创建、气象观测、物候观测、气象观测的记录与资料整理、天气预报等气象科学的基础知识;通俗地阐述了气象科学在中小学中的教育范围与内容、气象科技活动的历史与特点;提出了气象科技活动的理论思考和总体构想以及气象科技活动的基本建设与校内、校外、校际开展气象科技活动的手段、方法、方式。同时还特别介绍了我国比较典型的气象科普教育基地和国内及香港特区中小学气象科技活动先进范例。

本书既有助于广大中小学气象科技活动的开展,同时也为各地少年宫、青少年科技活动中心、气象科普基地和各地气象学会帮助中小学开展气象科普活动提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

中小学气象科技活动指南/任咏夏著. —北京:气象出版社,2009.4

ISBN 978-7-5029-4747-7

I. 中… II. 任… III. 气象—科学技术—活动课程—中小学—教学参考资料 IV. G633.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 057190 号

Zhongxiao Xue Qixiang Keji Huodong Zhinan

中小学气象科技活动指南

任咏夏 著

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68407112

网 址: <http://www.cma.gov.cn>

责任编辑:吴晓鹏

封面设计:博雅思企划

印 刷:北京昌平环球印刷厂

开 本:787 mm×1092 mm 1/16

字 数:487 千字

版 次:2009 年 5 月第 1 版

印 数:1~3000

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: qxcbs@263.net

终 审:周诗健

责任技编:吴庭芳

印 张:19.5

印 次:2009 年 5 月第 1 次印刷

定 价:36.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换

普及气象科技知识
促进学生素质发展

许小峰

中国气象局副局长许小峰博士的题词

序

随着国民经济的发展、人民生活水平的提高,气象对人们的日常活动、社会发展与国家安全越来越重要。特别是 20 世纪以来气候变化引起的一系列环境问题,越来越受到社会各界和人民群众的广泛关注。提高气象科学水平,普及气象科学知识,已成为当前重要而又紧迫的任务。

在中小校园中开展气象科技活动是学校进行气象科学教育不可或缺的一项教学活动,它既能延伸、补充课本上的气象科学知识,使课本上要求掌握的科学技术技能在实践中得到训练与熟悉,又能拓宽学生们的科学视野,同时,通过少先队、共青团组织活动,可以增强青少年的组织观念和团队意识,所以积极开展气象科技活动,可以起到培养青少年科学态度、科学思维、科学精神和科学方法以及提高综合素质的作用。

我国早在 20 世纪 30 年代,一代气象宗师、教育巨匠竺可桢先生就积极倡导在中小校园中开展气象科技活动。新中国成立后,党和国家一直非常关注和重视这项活动。首先是有关部门鼓励广大中小师生自制教具开展气象科技活动;继之国家教育部在《教学大纲》、《课程标准》中做出规定,要求各中小校园要开展气象科技活动,并在《中小校园各科教学仪器配备目录》中为气象科技活动配备相应的仪器;共青团和少先队先后参与了各中小校园气象科技活动的领导。相关单位和不少的气象专家、教育专家也出版了许多有关开展中小校园气象科技活动的著作。

多年来,中国气象局和中国气象学会命名了大批“全国气象科普基地”,开放了从中央到地方的气象科学业务平台,为各地建设了大量气象科普场馆、气象科普活动中心。中国气象学会还在《学会章程》中做出关于“开展青少年气象科技活动,配合教育部门开展课外活动”的规定,每年“世界气象日”还把“气象”送进学校;每年夏天举办“全国青少年气象夏令营”和各省分营以及全国性的气象征文、气象知识竞赛等大型活动。各地的气象业务部门还帮助当地的中小校园建立校园气象站,到学校作气象科普报告,对师生进行气象科学技术传授和业务辅导等。

这些多方面的努力,为我国中小校园的气象科技活动深入开展提供了重要的条件,推动了气象科普事业的蓬勃发展。中小校园中的气象科技活动正在不断发展与壮大,它受到了广大青少年的欢迎,也得到了社会各界的公认和肯定。进一步加强中小校园气象科技活动,是贯彻落实党中央、国务院“科教兴国”战略和对中小校园生实施科技教育的一项具体措施,是实施“科教兴国”战略和科技教育的一项基础工程。

任咏夏同志长期在中学从事教学工作,积极从事中小校园气象科学教育和气象科技活动的研究工作,考察了十几所中小校园气象站,在多种期刊上发表了许多有关的文

章,并著有《中小学校园气象站》等书,对在中小学开展气象教学与活动具有非常丰富的经验,在此基础上,今又编写了《中小学气象科技活动指南》一书,详细阐述了气象科学在中小学中的教育范围与内容、气象科技活动的历史与特点;分析了国内外气象科学实验的现状、形式与内容;提出了气象科技活动的理论思考和总体构想以及气象科技活动的基本建设与校内、校外、校际的手段、方法与方式,是一本很有出版意义的参考书。

我相信本书的出版,既有助于广大中小学气象科技活动的开展,同时也为各地少年宫、青少年科技活动中心、气象科普基地和各地气象学会帮助中小学开展气象科技活动提供参考,为气象科学的普及与提高起到一定的作用。

伍荣生

中国科学院院士、南京大学教授
(第二十五届中国气象学会理事长)

2008年12月

前 言

1653年,在意大利土斯坎大公斐迪南二世的领导下,由西门脱先生操作执行,于意大利北部的佛罗伦萨诞生了世界上第一个气象观测站。此后,世界上各国纷纷仿效,陆续建立起了大量的气象观测站,形成了一张监测天气风云的气象观测网。

20世纪30年代,竺可桢先生将地面气象观测站作为地理学科的课程资源和中小学生学习课外活动的平台引进校园,从此我国的中小学有了校园气象站。从那时至今,屈指算来已经有八十来年的历史了。

八十年来,从功能与作用方面去考究,校园气象站由简单的地理课程教学资源,逐步发展成为中小学生的课外活动和共青团、少先队组织活动的项目;在科技教育成为国际教育改革热点的今天,它又发展成为科技教育实践活动的载体与平台。从仪器装备方面去考究,校园气象站由简单的自制仪器使用,发展到用标准气象仪器进行配备;在我国教育事业飞速发展的今天,许多校园气象站采用现代化的气象仪器来装备。从规模类型方面去考究,我国的校园气象站从简陋的地面气象人工观测站开始运转,后来有很多中小学把地面气象自动观测站引入使用;又有一些中小学将地面气象人工观测站和地面气象自动观测站进行综合运用。最近,大连市沙河口区中小学生科技中心创建了一座大型的地面气象三维综合观测站。该站不但建有地面气象人工观测站和地面气象自动观测站,而且还别出心裁地创设了一个地面气象模拟人工观测站,为我国当前的科技教育提供了崭新的平台。因此,该站于2008年11月16日,被中国科协和中国气象局命名为“全国气象科普教育基地”,开创了我国校园气象站之最。

从我国校园气象站八十年来发展历史来看,它为我国中小学的学科教育和现代化人才的培养立下了汗马功劳,表现出它顽强旺盛的生命力,显现了它不可比拟的功能与作用。从我国校园气象站发展的现状来看,它是中小学学科教育、科技教育、素质教育一个优秀的载体与平台。

然而,八十年来,校园气象站的使用者一直是模仿地方气象站的观测方法与过程循环往复地进行活动;而且还一直脱离不了课本的枷锁与学校的围墙。在我国的教育改革、科技教育、素质教育实施以后,校园气象站的教育、活动、使用与运转虽然有长足的进步,但却没有很多实质性的突破。特别是一直没有人能够对校园气象站的教育、活动、使用与运转的内涵机制进行深刻的钻研和理论上的深入探究。

鉴于此,笔者通过对大量相关资料、文献的刻苦学习,了解和摸索了校园气象站内涵机制的脉络;通过对国内多个省、市、区的几十个校园气象站和大型的气象科普教育基地的大范围的考察、访问、学习,归纳总结出部分校园气象站使用与运转的实践经验,撰写成

《中小学气象科技活动指南》一书。

本书共有八章,系统地介绍了大气、大气科学发展、气象与人类的关系、校园地面气象观测站的创建、气象观测、物候观测等气象科学的基础知识;通俗地阐述了气象科学在中小学中的教育范围与内容、气象科技活动的历史与特点;提出了气象科技活动的理论思考和总体构想以及气象科技活动的基本建设与校内、校外、校际开展气象科技活动的手段、方法、方式。同时还特别介绍了我国比较典型的气象科普教育基地和国内及香港特区中小学气象科技活动先进范例。是一本专门阐述中小学气象科技活动的综合性的参考书。

由于作者知识肤浅,对中小学气象科技活动内涵的探索与理解还很初步,考察走访的范围还比较狭窄,所获得的材料还不够全面。因此,疏漏、欠妥之处在所难免。希望能得到前辈、专家、同行和广大读者的指点!

任咏夏

2008年10月于温州

目 录

序

前 言

第一章 绪 论	(1)
第一节 大气及其分层	(1)
第二节 我国大气科学发展简介	(6)
第三节 中小学科学教育中的气象内容	(16)
第四节 高考地理试卷中的大气科学测试题目简析	(20)
第五节 中小学各学科中的气象知识	(24)
第六节 中小学气象科技活动的发展	(28)
第七节 气象科技活动的特点	(35)
第二章 气象与各行各业	(39)
第一节 气象与农业	(39)
第二节 气象与交通	(43)
第三节 气象与军事	(46)
第四节 气象与健康	(50)
第五节 气象与城市	(56)
第三章 气象科技活动的组织与实施	(60)
第一节 中小学气象科技活动的理论思考和总体构想	(60)
第二节 校园气象科技活动中心	(66)
第三节 校园气象观测组	(70)
第四节 学校气象科技活动室	(71)
第五节 气象科技教育校本教材	(75)
第六节 天气日记	(79)
第七节 气象科技论文	(84)
第八节 气象科技散射式探究活动	(89)
第九节 气象知识竞赛	(92)

第十节 乡土气象调查研究活动·····	(96)
第十一节 天气谚语的收集和整理·····	(100)
第十二节 参观气象科技馆、气象台站 ·····	(104)
第十三节 气象夏令营的组织和开展·····	(107)
第十四节 参加世界气象日纪念活动·····	(117)
第十五节 开展丰富多彩的气象科学实验·····	(123)
第十六节 创建校际气象科技活动网·····	(126)
第十七节 中小学校园气象灾害分析及防御对策·····	(129)
第四章 创建校园地面气象观测站 ·····	(134)
第一节 我国校园气象站的发展·····	(134)
第二节 地面气象观测场·····	(138)
第三节 地面气象观测仪器·····	(141)
第四节 配置和制作气象观测工具·····	(146)
第五节 制订地面气象观测规章制度·····	(149)
第六节 建立校园气象科技活动档案·····	(152)
第五章 校园地面气象人工观测 ·····	(157)
第一节 地面气象观测的分类、时间、项目和程序·····	(157)
第二节 云的观测·····	(160)
第三节 能见度的观测·····	(167)
第四节 天气现象的观测·····	(171)
第五节 风的观测·····	(179)
第六节 空气温度的观测·····	(182)
第七节 空气湿度的观测·····	(185)
第八节 气压的观测·····	(188)
第九节 降水的观测·····	(191)
第十节 蒸发与日照的观测·····	(193)
第十一节 地面气象观测资料的整理与统计·····	(197)
第十二节 天气预报 ·····	(199)
第六章 校园物候观测 ·····	(203)
第一节 物候观测的“仪器”·····	(203)
第二节 物候观测的准备工作·····	(211)
第三节 物候观测的方法·····	(214)
第四节 物候观测项目的记录和资料整理·····	(217)

第七章 我国著名气象科普教育基地介绍	(221)
第一节 中国近代气象科学的发祥地——南京北极阁	(221)
第二节 我国首家气象专业科普馆——上海浦东气象科普馆	(227)
第三节 一座建在风口浪尖的博物馆——中国台风博物馆	(230)
第四节 中国江北最大的气象科普教育基地——山东聊城气象科普基地	(234)
第五节 大学中的大学——竺可桢纪念馆	(237)
第六节 香港天文台及其特色气象科普活动	(241)
第七节 我国颇具规模的校园气象站——大连市沙河口区中小学生科技中心	(246)
第八章 气象科学教育和气象科技活动示例	(250)
第一节 竺可桢中学的气象科学教育	(250)
第二节 小小气象站 服务大农业	(253)
第三节 吹遍全香港的气象风	(260)
第四节 《蚊子和天气》论文的诞生地	(265)
第五节 海抱浪摇的校园气象站	(270)
第六节 一个由三百多人组成的校园气象观测组	(272)
附 录	(276)
附录一 全国气象科普教育基地名单	(276)
附录二 全国部分气象科普馆名录	(278)
附录三 大气科学知识竞赛试题	(280)
附录四 全国部分校园气象站通讯名录	(289)
后 记	(296)
参考文献	(299)

第一章 绪 论

天气连着千万家,气候系着各行各业。在漫长的历史进程中,人们自觉或不自觉地对气象予以极其密切的关注,通过日积月累代代相袭,伴随着科学技术的进步,逐渐形成了一门有关天气现象及其变化规律的气象科学。由于大气的状况和现象与人们的生存生活休戚相关,气象科学便成为人们身边的科学。

气象科学的形成、发展及其传播,可以上溯到远古,对青少年的气象科学知识教育也有几千年的历史。然而,把气象科学知识作为科学体系内容编入教科书对中小學生进行教育,却只有一百多年历史。1902年,我国中小学正式设置地理课程后,气象科学知识便逐渐以比较完整的科学体系形式编入地理教科书。在长期的气象科学知识教学过程中,师生们还创设出气象课外活动的学习形式。

新中国成立后,党和国家高度重视中小学的气象科学教育,不但在课程标准和教学大纲中规定了具体的教学内容标准,教科书中编入了相当完整的气象科学知识体系的教学内容,还通过共青团、少先队等组织中小学学生开展课外气象科技活动,并取得了丰硕的成果。

第一节 大气及其分层

我们生活的地球是广袤宇宙中的一颗行星。如果在气象卫星上从宇宙空间俯瞰地球,我们就会看到地球周围包裹一层缥缈轻薄美丽而又千变万化的浅蓝色的气体。这层气体在气象学上叫做大气或大气层、大气圈,是地球上五大圈(岩石圈、冰雪圈、水圈、生物圈和大气圈)之一。我们人类世世代代祖祖辈辈就生活在这层大气海洋的底部。

大气的范围极广。在水平方向,它笼罩着整个地球,地球表面任何一处都有它的存在;在垂直方向,上界比地球上最高的山峰还要高。

大气虽然看不见,摸不着,但它却是实实在在客观存在着的物质。据科学推算,大气的质量非常惊人,它的总重量超过 5300 亿吨,可以和一个直径 1000 米的铜球的重量或五座喜马拉雅山的重量相当。

浩瀚的大气是地球上所有生命赖以生存发展的重要物质。同时,它既是地球上平稳和谐局面的维护者,也是自然界风云变幻的导演和自然灾害的肇事者。

一、地球大气的演变

宇宙是物质的,物质是运动的。大约在 46 亿年前,作为太阳系八大行星之一的地球在宇宙的银河系中诞生。刚诞生的地球是一个火球,表面温度极高,经过几十亿年的演化,地球表面的温度逐渐下降。随着时间的流变,慢慢地形成了能孕育生命万物的大千自然世界。

伴随着地球的形成过程,包裹着地球的大气也神秘地诞生。地球诞生后经过 46 亿年的无数次嬗变,逐渐演变成今天的大气。科学研究表明:大气的演变过程大致可以分为三个阶段。

(一)原始大气阶段

几十亿年以前,刚刚诞生的地球外围就包裹着一层气体,这就是原始大气。原始大气主要是由污染星云中的气态物质如氢和氦等附着而成,称为星云大气。刚刚形成的地球,由于内部放射性物质的演变,引起了能量的转换,再加上太阳风的强烈作用和刚形成的地球引力较小,随地球一起诞生的原始大气就很快消失了,只有短短几千万年的寿命。

(二)次生大气阶段

由于生成后的地球表面发生冷凝现象,温度急剧下降,而地球内部的温度仍然极高,促使火山频繁活动。火山爆发时所形成的气体代替了原始大气,形成了次生大气。次生大气的主要成分是二氧化碳、甲烷、氮、硫化氢和氨等,这大约发生在 30 亿年之前。

(三)现在大气阶段

由于太阳辐射逐步向地球表面纵深发展,强烈的紫外线照射和生物的光合作用使次生大气中出现了氧,并不断增加着。氧是生命之源,经过几十亿年的分解与演变,终于发展成现在大气,同时也孕育了生命。

二、大气的组成

大气是由于洁空气、水汽和悬浮颗粒物组成的,其中干洁空气是主体。然而大气的成分非常复杂,本身包含着多达几十种气体。根据这些气体的不同性质,人们把集中在 90 千米以下低层大气中的各种气体分为大气恒定成分和大气可变成分两大类。

(一)大气恒定成分

大气恒定成分主要有:氮、氧、氩、氦、氖、甲烷、氙、氢、氙等气体。在这些气体中,氮气约占大气总体积的 78%,氧气约占大气总体积的 21%。大气恒定成分占大气总体积的 99%以上。所谓“恒定”就是说这些气体在大气中的含量比例比较稳定地维持,不会随时间地点的变化而变化。这些气体对于地球上所有生命的存在发展,对于维持自然界平稳和谐状态是不可缺少物质。

(二)大气可变成分

大气可变成分主要有:碳、氮、硫等的氧化物和臭氧、水汽等。大气可变成分的数量极少,只占大气总体积的万分之三左右,常常随时间和地点的变化而变化。它们家族虽小,却非常活跃。它们活动过剧时会给地球上所有生命带来灾难。不过,它们也能给地球上所有生命带来舒适的生存环境和丰硕的生存生活资源。

(三)对人类活动和天气变化产生影响的主要大气成分

大气是由多种气体(包括水汽和悬浮物质)组成的混合物。在这个混合体的大家族中,所有成分的气体都能对人类活动和天气变化产生影响,只不过大气恒定成分造成的影响比较平

稳和谐,有时是间接的;而大气可变成成分的影响有时是比较剧烈特殊。

1. 氮气:氮气是大气中的恒定成分,它是大气中所占比例最高的一种气体。它的体积约占大气总体积的 78%。氮气的性质比较稳定,但还是有极少量的氮气被生物或微生物固定在土壤和海洋里,变成有机化合物。在特殊的天气里,也有极少量的氮气会被闪电氧化,变成二氧化氮,被雨水吸收后落入土壤中变成有机化合物,成为植物所需的肥料。

2. 氧气:大气中氧气的含量相对来说变化不大,不过它是最为活跃的分子,最容易和其他元素化合生成另外一种特性的新物质。氧气与其他元素化学反应强烈时会发出强烈的光和热(即燃烧现象)。氧气是人类和所有动植物生存繁衍所必需的物质,而且在工业、农业、医疗等方面都有广泛的应用。

3. 二氧化碳:二氧化碳属大气可变成成分。它无色、无味,在大气中所占的比例极小,但它的作用极大。首先,它是大气温室的构筑者。它像一张单向过滤的网,太阳的光辐射可以穿透它,使陆地和海洋被加热,而地球表面发出的红外辐射却大部分被它吸收,不致散失到太空,从而保持了地球表面的温度,起到了温室作用。其次,它是植物光合作用的原料。植物的光合作用能把无机物变成有机物。二氧化碳的主要来源是有机物的腐烂,生物的呼吸,火山活动和岩石风化等。

4. 臭氧:臭氧是高层大气中的分子氧在强烈的紫外线作用下分解与其他氧分子重新结合的产物。臭氧在大气中的含量极小,总量不足大气总体积的百万分之一。然而其功能却非常奇特,它喜欢在大气层的 15~40 千米高空巡逻,特别善于吸收太阳的紫外线辐射,有效地保护了地球上所有的生命。

5. 水汽:水汽在大气中的含量极小。多时只占大气总量的 4%,少时却只有大气总量的 0.1%。水汽绝大部分集中在大气的低层,10000 米高度以下的大气层中占 99%,四分之三的水汽集中在 4000 米高度以下的大气层,有一半以上的水汽集中在 2000 米高度以下的大气层中。

大气中的水汽主要来源于地球表面。由于水汽有随时间、地点变化而变化的特性,因此大江、河流、湖泊和海洋中的水及潮湿物体和植物叶面的水分时刻被蒸发到大气之中变为水汽。另外,寒冷地区的冰雪也会慢慢地升华成为水汽。

大气中能容纳水汽的量是极其有限的,如果达到这个限量时,叫做“饱和状态”,如果超过这个限量时,叫做“过饱和状态”。水汽在大气中呈“过饱和状态”时,如果遇到气温高于 0°C 时,多余的水汽就会凝结成小水滴,如果遇到低于 0°C 时,多余的水汽就会凝华成冰晶。这些小水滴和冰晶受上升气流作用而悬浮在大气中,我们把它叫做“云”,当小水滴或冰晶增多增大到上升气流托不住时,便降落到地球表面,我们把它称为“降水”。水汽从地球表面蒸发到大气层中,又从大气中降落到地球表面这一过程,我们把它称为“水循环”。水汽在蒸发(升华)、凝结(华)、降落的运移过程中所形成的气态、液态、固态变化,我们称之为“水的相变”。

水汽是大气中最活跃的分子,它不但能自身多变成云致雨,还能强烈地吸收地球表面发出的长波辐射,同时自己也放出长波辐射。它的这种剧烈运动,不但直接影响地球表面和大气的温度,而且还直接影响到大气的运动和变化。可以说水汽既是地球生命舒适生存环境的制造者,也是恶劣天气和自然灾害的发端者。

6. 悬浮颗粒物:大气中的悬浮颗粒物是指悬浮在大气中非气态的粒状物。它包括自然界形成的微粒,如冰晶、小水滴、尘埃、火山灰、花粉、孢子、细菌、盐粒等,也包括人为因素形成的

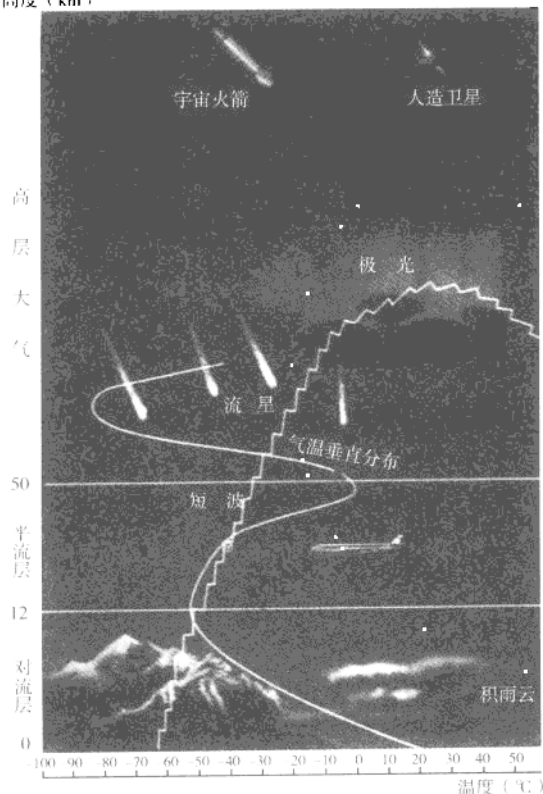
微粒,如烟尘、微粒状废弃物、工业粉尘等。

大气中悬浮的颗粒物集中在一起直接影响到大气的能见度;不过,它们能充当水汽凝结的核心,加速水汽成云致雨的过程;另外,它们还能吸收部分太阳辐射,削弱太阳直接辐射强度和阻挡地面长波辐射,对地面和大气的温度变化产生一定的影响。

三、大气的垂直分层

大气像一层轻纱包裹着整个地球。这层轻纱到底有多厚?也就是说从地球表面垂直向上到大气层顶到底有多高?根据不同的判定依据,人们曾给出不同的结论。

高度(km)



历史上,人们曾用肉眼能看到的大气现象的最大高度作为判定依据,人们估计大气的厚度应该是从地球表面垂直向上直至1000千米。这是因为在1000千米的高处人们偶尔还能看到极光现象。

如果以大气层是在地球引力作用下聚集在地球表面作为判定大气层顶高度的依据,人们通常会把与地球表面垂直高度1000千米处认定为大气层顶。据卫星探测,1000千米高处以上,地球引力极弱,几乎为零。

如果以大气密度作为判定大气层离地球表面垂直高度的依据,那么,人们通常把离地球表面垂直高度2000~3000千米处认定为大气层顶。因为根据卫星探测该处的大气密度几乎是零值界。

其实,大气没有截然分明的层次界限。但是不同高度的大气性质也确实有所不同。例如:从地球表面越往太空高处,大气的密度也越来越小,甚至趋于零;大气组成的成分也逐渐发生变化,最后剩下的不是气体的

分子,而是气体的原子及原子再分裂而产生的粒子。

根据大气的温度、成分、密度以及运动状况等物理性质在垂直向上方向的变化,科学家将大气层分为五层,自下而上依次为:对流层、平流层、中间层、热层和外逸层。

(一) 对流层

对流层是贴近地球表面的一层大气,因为受地面的热力影响和地球表面状态的影响,这里空气上下对流运动明显,所以叫对流层。对流层的下界是地面,上界因纬度不同和季节变化而不同。低纬度地区对流层的上界为地面垂直方向17~18千米处,中纬度地区对流层的上界为地面垂直方向10~12千米处,高纬度地区对流层的上界为地面垂直方向8~9千米处。同时夏季对流层的厚度要大于冬季。

对流层是整个大气中空气分子最密集的一层。大气质量的 80% 以上和几乎所有的水汽、悬浮颗粒物都集中在这一层。风、云、雷、电、雨、雾等各种天气现象都发生在这一层。人类也就生活在这一层的底部。它有以下特点：

(1) 对流层的气温随高度的增加而降低。因为地球表面是对流层气温的直接热源，离地面越高，大气的温度就越低。

(2) 对流运动受纬度影响。低纬度地区地面受热多，对流运动相对旺盛，高纬度地区受热少，对流运动相对减弱。

(3) 天气现象复杂多变。对流运动将近地面的水汽和悬浮颗粒物输送到上空，形成了复杂多变的天气现象。

(二) 平流层

平流层的范围在对流层顶部直到离海平面 50~55 千米处。平流层内气流比较稳定，以水平运动为主，所以称为平流层。这层大气中水汽含量极少，因此没有云雨现象，经常是万里晴空。平流层有以下特点：

(1) 平流层底有一个同温层。由于平流层运动相对稳定，因此在该层造成一个大约厚度达几千米的温度大致相同的区域，叫做同温层。

(2) 温度随高度的增加而升高，到平流层顶，温度可以从平流层底部 -50°C 以下上升到 -2°C 左右。

(3) 在距地球表面 20~30 千米的高处，是臭氧相对集中的，含量达到最大值，形成臭氧层。臭氧层通过吸收太阳紫外线辐射而使该层气温升高的。

(4) 有利于高空飞行。因为平流层的大气运动以水平运动为主且较稳定，飞机在平流层中飞行没有颠簸或颠簸很弱。

(三) 中间层

从平流层顶到距地球表面 80 千米高度这一层称为中间层。这层大气有以下特点：

(1) 大气层内有相当强烈的大气垂直运动，所以有人称中间层为高空对流层。

(2) 温度随高度上升而下降。中间层顶部是地球大气层中最冷的区域，年平均温度为 -83°C 。夏季北极地区中间层顶气温低达 -100°C 。

(四) 热层

从中间层顶部到海拔 800 千米的这一层叫热层。热层有以下特点：

(1) 声波难以传播。这层大气中空气密度极小，整层大气的重量只占大气层总重量的 0.5%。在海拔 270 千米高处，大气的密度只有地面大气的一万亿分之一。

(2) 温度随高度的升高而升高。据卫星探测，海拔 200 千米高度处的温度为 700°C ，300 千米高度处的温度大约为 1000°C ，在太阳活动强盛的白天，温度可达 1700°C 左右。该层的高温起因于热层中的原子、离子对波长小于 $0.175\ \mu\text{m}$ 的太阳紫外辐射的吸收，它不是通常意义上所说的分子热，它仅表示粒子运动速度的一种度量。

(五) 外逸层

热层顶以上的大气称为外逸层，也叫散逸层或外层。这层是地球大气的最高层，高度最高

可达海拔 3000 千米。也是地球大气层和行星之间的空间过渡区域。这层大气有以下特点：

(1) 空气十分稀薄, 几乎处于完全电离状态。组成空气的成分是最轻的元素氢和氦。

(2) 地球引力场的能力极弱。大气层是由地球引力聚集在地球表面的。到了外逸层, 地球引力极弱, 以致无法约束那些高速运动的空气分子, 致使它们可以挣脱地球引力逃逸到宇宙空间去, 由此该层得名外逸层。

(3) 温度极高。外逸层大气的温度极高, 通常在 $700\sim 1700^{\circ}\text{C}$ 左右(同热层一样, 它仅是粒子运动速度的一种度量)。

第二节 我国大气科学发展简介

大气科学是一门古老的学科。它的萌生时间和人类在地球上诞生的时间几乎是同时的。因为人类是在地球大气环境中诞生与发展的, 大气变化无时无刻不在影响人类的生存活动, 所以人类自诞生起就对大气的变化予以密切的关注, 因此也就萌生了大气科学。为叙述方便, 且将大气科学的发展分为四个阶段进行简述, 而且以介绍我国大气科学发展为主。

一、史前大气科学的萌生

地球上任何有生命的动植物的诞生都需要一定的生存条件。在这些生存条件中, 气象条件是首当其冲的。根据考古分析, 人类在发明火种和学会采用外物御寒之前, 总是要选择气候温和的地方生存居住。

人类选择气候适宜的地方生活, 说明了人类自诞生起就有了气象意识。虽然这种意识是被动的, 但却是人类多种意识中最早萌生的生存意识。从猿向人类进化, 一开始人类就要面对而且必须应付自然环境的变化。这是人类被动地与大气变化的斗争。

莽莽苍苍繁茂无边的原始森林原本是古人类生活的极其优越的环境, 由于多次剧烈的大气环境变化, 促使古人类从树巢下到地面, 而后又离开了森林踏上了和自然风雨搏斗的艰难历程。正是这种艰难搏斗, 使人类对大气变化有了初步的认识, 产生了对大气变化进行关注和抵御的意识, 同时也带来了“人猿相揖别”的人类自身进步和发展的结果。

自从人类离开森林以后, 自然气候给了他们更多的考验和锻炼。他们原本长期享用的森林中鲜美的甜果、多汁的块茎和鲜嫩的植物叶子已经大量减少, 在他们面临饥饿的时候, 迫使他们扩大食源, 如昆虫、鸟蛋等, 甚至动物性食物如鸟、鱼、兽等。食源的扩大, 增强了他们的体质和体力, 同时也导致他们为逐食而向气候条件优越的地区迁徙。

人类从树巢上走下地面, 跨出了“人猿相揖别”的决定性一步。两只眼睛不只是专门向下看, 而能观看四面八方, 看到更远更广阔的范围。头脑中获得更加丰富的外界映象, 从而打开了人类的意识之门。看到天高云淡, 微风轻拂, 阳光灿烂, 他们就会欢欣鼓舞, 笑容满面; 看到赤日炎炎, 骄阳似火, 他们会觅阴寻凉; 看到彤云密布, 狂风怒吼, 他们会避风躲雨。大气的千变万化, 使他们渐渐学会了观云识天, 探索并掌握了一些与自然灾害作斗争的方法。比如学会了制火用火, 用兽皮树叶成衣御寒遮阳等技术。在漫长的岁月中, 我们的祖先从本能被动地受自然气象条件的驱使, 到了有初步的自我意识, 对自然气象条件作出有利生存的主动反应, 其实这就是人类对自然界气象条件感受、认识和适应的过程。