

气象学与气候学基础

李爱贞 刘厚凤 编

气象出版社

气象学与气候学基础

李爱贞 刘厚凤 编

气象出版社

内 容 提 要

本书是大学本科地理学专业的专业基础课教材,以气候系统为主线,讲述了气象学、天气学和气候学的基本理论和基础知识。全书共分十一章,内容包括气候系统概述、辐射过程、大气热力学过程、大气中的水分、气压变化和空气运动、大气环流、天气系统、下垫面在气候形成中的作用,人类活动对气候的影响、气候的分布和分类、气候的变化等。结合各章的基本理论和基础知识,本书对气象、气候学领域的研究新成果进行了介绍,阐述了人类与大气圈的相互关系,由于人类的不合理开发活动造成的全球气候问题,以及与此有关的环境问题。

本书以其新颖的版式更接近于读者,适于用作高等院校地理专业的教材,亦可供环境、水文、农林等专业师生作教材,也可作为有关技术人员和中学地理教师的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

气象学与气候学基础/李爱贞,刘厚凤编. —北京:气象出版社,2001.9
ISBN 7-5029-3201-1

I.气… II.①李…②刘… III.①气象学-高等学校-教材②气候学-高等学校-教材
IV.P4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 044214 号

气象学与气候学基础

李爱贞 刘厚凤 编

责任编辑:陶国庆 终 审:周诗健

责任技编:王丽梅 责任校对:谷 青

出版发行: 气象出版社

出版社地址:北京海淀区中关村南大街 46 号

出版社电话:68407112

电子邮箱:cmp@rays.cma.gov.cn

邮政编码:100081

传真号码:62176428

经 销:新华书店总店北京发行所

印 刷:北京昌平环球印刷厂

开 本:787mm×960mm 1/16

印 张:20.50

彩 色 插 页:8

字 数:410千字

版 次:2001年9月第1版

印 次:2001年9月第1次印刷

印 数:0001~2000

定 价:30.00元

版权所有 侵权必究

前 言

多年来作者一直从事高等师范学院地理本科专业的气象学与气候学的教学工作,对一本好的适用教材的重要性有着深切体会。借助“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革研究”的东风,山东师范大学立项进行《气象学与气候学基础》教学内容和教材建设。

经过历时两年的精心调查、探索和总结,我们完成了本教材的编写,它融入了课题组教师多年来在气象学与气候学课程上的教学经验和心得。针对课程设置的目的是要求、教学对象素质不断提高以及在教学计划中教学时数有所减少等实际情况,我们精心选择了教材的内容和合理安排了章节的构架。

《气象学与气候学基础》是大学本科地理学专业的专业基础课,因此本书以气候系统为主线,围绕着影响气候形成和变化的各主要要素安排教学内容。第一、二章概述了气候系统,第三、四章分别介绍辐射过程和大气热力学过程,第五章介绍大气中的水分,第六章介绍气压变化和空气运动,第七章介绍大气环流,第八章介绍天气系统,第九章介绍下垫面在气候形成中的作用,第十章介绍人类活动对气候的影响,第十一章介绍气候的分布和分类,第十二章介绍气候的变化。

本教材编写的指导思想,一是全面介绍气象学和气候学基本

理论和基础知识,以满足读者在学习其他相关课程,如地理学和环境学中所需的气象学和气候学基础知识;二是体现本领域最新的研究成果;三是能够适用于教和学。作为一本教学或自学用的教材,重要之处莫过于呈现给读者一个完整清晰的知识轮廓。我们在内容的选择、章节的编排、版式结构和形式上都尽量考虑到这一点。以下几方面是本书的特点:

简明清晰:为了充分适应学生的使用,本书在形式上一改同类教科书过于严肃单一的格式,在版式上力求创造一种清晰、易于接受的方式,如重要理论、结论、专业名词术语都以特殊字体或符号突出显示;引入身边发生的有关实例、气象谚语穿插于教材中,既加深对理论的理解,又提高了学生的学习兴趣;每一章最后的总结提要以最简洁的语言概括本章的重要内容,便于学生在学习时抓住重点;每章后附有的复习思考题,为学生复习提供了重要的辅助工具。

反映学科最新研究成果和动态:本书既完整介绍本学科的理论体系,更溶入了当代气象学和气候学最新研究成果和动态。如海气相互作用、厄尔尼诺-南方涛动;青藏高原对气候的影响的研究;城市气候、全球增暖、酸雨、臭氧洞等人类面临的环境问题等方面研究成果。注重人地和谐、可持续发展观念的培养。为了培养学生环境意识,建立人地和谐、可持续发展的观念,本书始终贯穿人与大气圈相互影响的内容,尤其第十章以整章篇幅论述人类对气候的影响以及由此产生的全球气候和环境问题,警示读者从我做起,保护大气环境和自然环境。

难易兼顾,选择自如:考虑到课程时间安排,本书在内容选择上进行了精心的设计,在全面介绍核心内容的基础上,将较高深的内容以特殊字体单独安排,并在标题上标注“*”号,这部分内容作为选学内容,可以满足课时充裕的或求知欲特别强的学生;教学中时间特别紧促时可以跳过较难的部分,并不影响对本门课程核心内容的掌握。

配有多媒体直观教学软件:针对气象学、天气学教学抽象、难以建立空间概念的特点,本书在编写过程中特地制作了与教材内容密切相关的多媒体动画教学软件一套,将教材中难以理解的内容,如大气环流的形成、锋面气旋的结构、台风的形成和移动、梅雨形成的大气环流机制等以动画的形式展示其形成发展过程,减少了教和学的难度。

由于时间仓促,水平所限,本书一定存在不少缺点和不足,衷心希望广大读者给予批评指正,以便再版时修改。

作 者

2001年4月于山东师范大学

目 录

前言

第一章 绪论	(1)
§ 1.1 气象学与气候学的概念	(1)
§ 1.2 气象学与气候学在国民经济中的意义	(3)
§ 1.3 气象学和气候学的发展	(6)
总结与提要	(8)
复习思考题	(8)
第二章 大气的基本情况	(9)
§ 2.1 大气圈和气候系统	(9)
§ 2.2 主要气象要素	(19)
§ 2.3 空气的状态方程	(25)
总结与提要	(28)
复习思考题	(28)
第三章 辐射过程	(29)
§ 3.1 辐射的基本知识	(29)
§ 3.2 太阳辐射	(33)
§ 3.3 地面和大气的辐射	(45)
§ 3.4 辐射差额	(48)
§ 3.5 全球热量平衡	(53)
§ 3.6 天文气候带	(55)
总结与提要	(57)
复习思考题	(58)
第四章 大气的热力学过程	(59)
§ 4.1 大气垂直运动中的热力学过程	(59)
§ 4.2 大气静力稳定度	(64)
§ 4.3 空气温度的局地变化	(72)
§ 4.4 气温的时间变化	(75)
总结与提要	(80)
复习思考题	(81)
第五章 大气中的水分	(83)
§ 5.1 蒸发和凝结	(83)

§ 5.2 地表面的凝结现象·····	(89)
§ 5.3 大气中的凝结现象·····	(92)
§ 5.4 降水·····	(100)
总结与提要·····	(107)
复习思考题·····	(108)
第六章 气压变化和大气水平运动 ·····	(109)
§ 6.1 气压的变化·····	(109)
§ 6.2 气压场·····	(116)
§ 6.3 大气的水平运动·····	(122)
§ 6.4 空气的垂直运动·····	(134)
总结与提要·····	(134)
复习思考题·····	(136)
第七章 大气环流 ·····	(137)
§ 7.1 大气环流形成的基本因子·····	(137)
§ 7.2 大气环流的平均特征·····	(143)
§ 7.3 大气环流的变化·····	(152)
§ 7.4 环流在气候形成中的作用·····	(154)
总结与提要·····	(159)
复习思考题·····	(160)
第八章 天气系统 ·····	(161)
§ 8.1 气团和锋·····	(161)
§ 8.2 中高纬度天气系统·····	(175)
§ 8.3 低纬度天气系统·····	(185)
§ 8.4 天气预报简介·····	(199)
总结与提要·····	(207)
复习思考题·····	(208)
第九章 下垫面对气候的影响 ·····	(209)
§ 9.1 海陆差异对气候的影响·····	(209)
§ 9.2 地形起伏对气候的影响·····	(222)
§ 9.3 冰雪覆盖对气候的影响·····	(229)
总结与提要·····	(233)
复习思考题·····	(234)

第十章 人类活动对气候的影响	(235)
§ 10.1 大气成分改变对气候的影响	(235)
§ 10.2 下垫面的性质与局地气候的形成	(245)
总结与提要	(257)
复习思考题	(258)
第十一章 气候的分布和气候分类	(259)
§ 11.1 气温和降水的地理分布	(259)
§ 11.2 气候分类的基本原理	(265)
§ 11.3 世界气候分类方法	(269)
总结与提要	(284)
复习思考题	(284)
第十二章 气候变化	(285)
§ 12.1 气候变化的史实	(285)
§ 12.2 气候变化的可能原因	(295)
总结与提要	(303)
复习思考题	(304)
附图 世界气温、降水资料测站位置图	(305)
附表 世界气候资料表	(306)
主题词索引	(313)
参考文献	

第一章 绪 论

§ 1.1 气象学与气候学的概念

包围地球的气体圈层,称为大气层。研究大气结构、组成、物理现象、化学反应、运动规律及其它问题的科学,称为**大气科学**。大气科学按传统概念可分为两门学科——**气象学与气候学**。

一、气象学的概念

气象学是大气科学的主要部分,是地球物理学中的重要分支。气象学是研究大气现象(风、云、雨、雪、干、湿、雷、电等)及其状态(温度、压强、湿度、密度等)的形成原因、变化规律和时空分布的科学。大气中的冷与暖、高压与低压、干与湿、晴与雨、动(风)与静等矛盾,既表现为对立,又在一定条件下呈现出相对的统一。正是这种矛盾的对立与统一决定了气象现象与气象过程的演变和发展。气象学的任务是查明大气中各种现象和过程之间互相联系、互相制约的规律性,并把这些规律应用于实际,以便合理地利用自然和改造自然,为人类造福。

由于气象学的范围很广泛,不同问题的研究方法也有一定差异,所以气象学在发展过程中分成了许多分支学科。例如,根据研究方法可分为理论气象学和实验气象学,前者包括动力气象学和大气物理学,后者包括大气探测、雷达气象学、无线电气象学、气象仪器学等。按传统,气象学可分为以下三个分支:

1. 物理气象学

从物理学方面来研究大气的现象和过程,揭露支配它们发展的物理定律,称为**大气物理学**。大气物理学包括大气热力学、大气动力学、大气光学、大气电学、大气声学等。其中大气动力学部分发展比较完善,构成了**动力气象学**。

2. 天气学

某一瞬间大气的状态和大气现象的综合称为**天气**。研究地理条件不同的区域内所发生的大气过程的规律,以寻求预测天气变化方法的学科便是**天气学**。

3. 动力气象学

运用大气动力学与大气热力学相结合的观点和方法研究大气现象的理论性学科是动力气象学。动力气象学主要研究大气运动状态,选取气压、大气密度、水汽含量等参量

以及空气运动的三个速度分量,建立大气方程组,用解析法或数值法求解。

如按地球表面对大气物理现象和物理过程影响的程度,将大气人为地分为三层,作为研究对象,因而构成了三个气象学部分:把研究发生于近地面层(约 1500m 以下)大气的物理现象和过程的部分,称为近地面层大气物理学;将在近地面层之上,直到约 100km 高空中发生的物理现象和过程的研究,称为高空气象学,或称为自由大气物理学;对于 100km 以上高层大气的现象和过程的研究,则构成高层大气物理学。由于贴地气层有限区域里大气的物理现象和过程,最深刻地影响着地表各种各样的生命活动,不少学者长期对此作了颇有成效的研究,因而又发展为另一气象学部分,称为微气象学。

从应用观点出发,气象学可分为农业气象学、水文气象学、污染气象学、航空气象学、航海气象学、军事气象学、医疗气象学等。

二、气候学的概念

气候的概念是和天气的概念紧密联系着的。气候是在太阳辐射、下垫面和大气环流的影响下形成的天气的多年综合状况。气候不同于天气。天气是短时间尺度(或高频)的大气现象和过程;气候则是长时间尺度(或低频)的大气现象和过程,是多年天气的综合,包括多年的大气平均状态和极端状态。一个地区的气候条件通常使用气候要素的平均值与极端值表示。世界气象组织认为,30 年时段的气候平均状况具有一定的代表性,基本上能反映出当地的气候特征。这个 30 年为一周期的统计时段就是表示气候特征的最短年限,而各个 30 年统计时段气候的统计平均之间的差异称为气候变化,在 30 年内各个年份之间的差异称为气候变率。

气候学是研究气候的特征、分布、变化、形成及其与人类活动相互关系的学科。由于气候的特征反映了天气的多年综合情况,因此气象学是建立和发展气候学的一个主要基础。本书的气候学部分主要涉及天气气候学,它是研究那些造成某种类型气候的气候形成过程,它特别重视环流因素,并用一般大气环流过程来解释各种气候;当然,它也考虑到太阳辐射和下垫面的影响。

气候学内容丰富,范围广泛,分支也多。如按研究所用的原理和方法可分为天气气候学、物理动力气候学和自然气候学等。按研究的尺度可分为大气候学、中气候学和小(微)气候学。按研究时段和所用资料可分为古气候学或地质时期气候学,历史时期气候学和近代气候学等。

气候学在国民经济和国防建设中有广泛的应用,结合各相应专业的特点,就发展成各应用气候学的分支,如建筑气候学、农业气候学、航空气候学、航海气候学、医疗气候学等。在解决气候学问题时,要结合实际,综合运用各种方法,所以气候学的分支彼此相辅相成,并无矛盾。

§ 1.2 气象学与气候学在国民经济中的意义

天气气候是自然环境的一个组成部分。人类的经济和社会发展活动,如果顺应气象学和气候学规律,就能提高其完成各项活动的的能力,在不同的天气、气候条件下,做到顺天时,量地利,获得最大的经济效益和社会效益;若违背气象学和气候学规律,就要受到来自自然界的惩罚。

一、气象气候情报服务

对气象观测资料进行整理分析,找出它们的规律性,供生产建设部门应用,是气象气候的情报服务功能。农业是与气象和气候条件关系最密切的部分,为农业和有关经济部门提供定期和不定期的农业气象和农业气候服务,以便分析与鉴定气象和农业气象条件正常与异常状况及其对各种作物生长发育的利弊,包括灾害种类、强度、受灾范围等,从宏观上了解与掌握过去一段时间内农业生产概况和发生的重要事件,评价作物生育期或全年的农业气候条件,及时作出安排和调整。除农业外,气象气候情报服务的范围很广,例如,在水利建设中,为了做好流域的总体规划、水库设计、灌溉工程、防洪等工作,需要月、年平均降水量、最大降水量、降水强度、暴雨持续时间与范围、降水变率等等的统计资料及其综合研究成果。在城市建设中,为了合理地布置工厂与住宅区,需要盛行风向、风速和浑浊度指数的资料;建设高大建筑物(如电视塔、水塔、烟囱)时,需要风压和雪压资料。在设计粮食仓库、印刷厂、造纸厂时,需要考虑温度、湿度和风的状况,进行厂房内的温度、湿度调节和通风。又如航空运输,随时都需要气象情报来保证飞行安全,飞机的起飞、飞行和降落,都要参照天气情况来决定。至于飞机场的选择,跑道方向的决定,非有当地的气候资料不可,例如在西南风盛行的地方,机场跑道呈西南—东北向就更为适宜。

二、天气、气候预报服务

(一)天气预报服务

准确的天气预报,对于合理安排工农业生产,预防自然灾害,最大限度地减少灾害造成的损失,都有着重大意义。气象保障在国防建设和科学技术的发展中同样有着重要作用。例如,利用短期和中、长期的天气预报,可以加强各种农事活动的计划性,如播种、移栽、收割等。比较当前的天气条件和农作物的发育过程就可预测到将来的收成。为了保护农作物,避免或减轻一切不良天气现象,如霜冻、干旱、大风、暴雨等的危害,必须洞悉这些天气现象的发展规律以及造成这些现象的天气过程的机率,这不仅能提高预报效果,并有助于找出防止有害天气和气候影响的更有效方法。此外,农业虫害、病害、病

毒的发生与气象条件有一定的关系,如能深入地分析彼此间的关系,找出其发生的前期气象因子,便可根据这些气象因子的出现作出预报,采取相应的防治措施,减轻病虫害的危害。又如,海、陆、空交通和邮电通讯也与天气条件有密切关系。海洋上常有大风和海雾,对航行有很大影响,必须弄清海域的盛行风向、风暴路径与频率、海冰的厚度、浓雾的频数,以便选择安全、节能、省时的航线。在航行时,要依靠天气预报,作好防御工作。阵雨、大风、积雪和雨淞都会影响陆上交通和通讯,特别是大量雨淞会压断电线、折断电杆,使通讯遭受破坏。航空路线的选择,应根据云量、云状、云高、风向、风速、能见度等气象资料,来确定安全舒适的航线。

此外,水利建设、森林保护、渔业和盐业生产、医疗卫生等部门都需要天气预报。例如,防汛抗洪需要汛期降水量预报,特别是大雨、暴雨的落区、持续时间的预报。预防森林灾害,如火灾、风灾、雪压等,都必须利用天气预报及早采取措施,防患于未然。捕鱼与风的关系密切,风力适宜既有利于渔船出海,又有利于鱼类群栖,因此准确的风力预报可以指导渔业生产。盐业生产过程实质上是海水蒸发过程,需要了解日照、气温、湿度、风向、风速和晴雨日数等气象资料,一次生产作业过程最好有七八天的晴天,最忌中途出现大雨,这就需要准确的天气预报。

(二)气候预报服务

气候预报是一个复杂的综合性科学问题,现在还处在试验研究阶段。目前正在研究试验利用物理的方法预报气候系统的自然变化,而基本上使用统计学方法并综合其它方法做出的预报,都是建立在某些假定基础上实现的,多是一些气候变化趋势的概率预测,虽然可靠性受到一定的限制,但仍有一定的实用价值。

为了做好国民经济长期发展规划,需要对未来气候变化趋势作出预测。据研究,从现在起到本世纪中期气候变化的总趋势是增暖。在气候变暖时期,降水量、降水的地区分布以及蒸发量、河川径流量都会发生变化。在作长期发展规划时,必须考虑这些气候变化趋势。气候变暖,海平面上升,大片海涂被淹没,海岸侵蚀加剧,海堤需加高加固,风暴潮影响增加,内陆排水困难,海水内侵,沿岸建筑受到威胁。在开发沿海地区时,必须考虑这些因素。

我国地域辽阔,经常发生气候异常,发展农业生产需要了解气候异常及其所引起的灾害。例如,安排明年农业生产,就要提前知道春旱、伏旱、夏季低温、春季低温、连阴雨、秋季寒露风等气候灾害是否发生及其发生的时间和地点。这就要求了解这些气候灾害发生的物理原因和大气环流背景,根据前期大气环流与气候变化的关系,预测未来气候异常出现的时间、地点及其造成的灾害。各有关部门根据气候预测,及早采取措施,进行防御。

(三)展望性气候影响评价

各生产建设部门即使获得了天气预报和气候预报,也常常不能确定所预报的天气

现象、气候状态对他们会有什么样的影响。展望性气候影响评价就是为解决这些问题而开展的一种服务活动。

展望性气候影响评价的形式和思路有以下四种：

①依据长期天气预报编制展望性评价。这是在长期天气预报较准确的前提下,对所预报的气象因子在未来一定时期内的影响进行评价;

②利用气候影响的滞后性编制展望性评价。这是对大量的气候和经济资料进行统计分析,或通过试验方法找出某些气候因子对某些经济生产后期过程的影响指数或评价模式,对有关经济或产量等作出预测;

③采用积温法编制展望性评价。某一作物由一个生育期到另一个生育期所需要的有效积温是比较稳定的,因此可利用有效积温和生物学下限温度来预测物候期、收获期和病虫害发生期;

④早期警告评价。对已经发生或正在发生的重大天气、气候事件(如台风、龙卷风、干旱、洪涝、高温、强冰雹、霜冻、雪灾等)在将来一定时期内,可能造成的不利影响进行估计,以专门报告或其他形式及时提供给有关部门或用户。

三、气候资源的开发利用

资源是同物质财富生产有关的原材料和能源。**气候资源**就是可以在生产物质财富的过程中作为原材料或能源利用那些气候要素或现象的总体。例如,大气降水是人们生活和生产活动必不可少的水分来源,太阳辐射则是农作物光合作用必不可少的能源,空气的温度是人们生活和作物生长的重要条件,大气中的氧和二氧化碳等要素都是生物必需利用的重要物质,这些都是气候资源的重要组成部分。随着社会的发展,越来越多的气候要素和气候现象有了资源价值,原来的气候资源的价值也越来越显著。例如,旅游业的兴起使许多无法得到开发利用的气候要素,转变为宝贵的气候资源。众多的人类活动对气候的要求不一。对某种活动有益,是一种资源,但对另一种活动就可能不利,却是一种灾害。如持续干旱,对农业生产不利,使它缺乏十分重要的水资源,但对盐业生产来说,正是日光能源丰富的生产良好季节。

在深入了解各地气候特点的基础上,合理开发利用和保护当地的气候资源,对于维持经济、社会、环境这一复合生态系统的动态平衡及提高社会、经济的可持续发展能力有重要意义。

四、人工影响天气和改善气候环境

人工影响天气是用人工方法改变天气发展过程的措施。如人工增雨、人工抑雹、人工消雾、人工消云、人工防霜、人工抑制闪电和人工削弱台风等。

人类对气候环境的改善,有大范围的,也有小范围的。大范围改善气候环境的工程

有:跨流域调水,大面积垦荒,兴建大型水库,营造防护林带等等。这些大工程对农业、对人类关系重大,气候工作者要预先作好研究,提出建议,使其为人类造福。小范围改善局地气候环境主要是通过改变下垫面的辐射特性、温湿状况和动力条件等,使其有利于人类活动和动、植物生长,如绿化城市、绿化荒山、建造房屋、兴建水库、玻璃温室、塑料大棚、地膜覆盖、设置风障、营造防护林等等。这是人们利用局地气候易于控制和改造的特点,克服不利的气象条件的一种重要手段。

我国是世界上气象灾害种类最多、损失最严重的少数几个国家之一。国家气象系统以保护人民生命财产安全和为社会主义建设服务为宗旨,及时提供各种气象服务,为减灾防灾努力工作,作出贡献。

中央电视台卫星频道每天还向全国和全世界五大洲 80 多个国家和地区播出电视天气预报,约有 8 亿多人收看,是收视率最高的节目之一。国家气象中心电视天气预报节目开创于 20 世纪 80 年代初,是世界上第一个由气象部门独立建立系统并制作电视天气预报节目的国家,现在正在筹建新一代数字化电视天气预报制作系统,系统建成后将使我国电视天气预报制作系统达到世界先进水平。

海洋气象导航是利用现代天气预报技术和海洋气象导航业务系统,结合航海、计算机和通信技术,为国内外远洋航行提供最佳航线推荐、跟踪导航保障服务。目前导航范围遍及全球三大洋和南北极海域,准确、及时、全天候的技术咨询,有效地指导船舶安全航行,获得节时、节能等经济效益。我国已成为世界上能开展气象导航业务的为数不多的国家之一。

§ 1.3 气象学和气候学的发展

气象和气候很早就为人类所注意了,这是因为人们生活在大气之中,无论是生产活动或日常生活,都会受到天气和气候的影响。随着人类社会生产的发展,气象学与气候学也逐渐发展起来。

我国自周朝以来,许多典籍中都有关于气象和气候知识的记载。像《易经》、《书经》、《诗经》、《礼记》等历代史书、地方志等;又如《孙子兵法》、《本草纲目》、《博物志》、《山海经》、《田家五行》等,即使唐诗、《楚辞》等文学作品中也收集有很多描述天气的内容。古代遗留下来的宝贵经验,在《图书集成》一书中集其大成。

在国外,古代的底格里斯河和幼发拉底河流域的楔形文字碑上,也记载许多有关天气的知识。古希腊人、哲学家和医生的天气神话和推测各种天气和气候发生原因的知识也是很丰富的。例如,希腊哲学家亚里士多德(Aristotle)所著《气象学》(约为公元前 350 年),对于一些天气现象作过适当的解释。而传统意义上的“气象学”这个名词正是源于希腊文 meteoros 和 logos,意为“上空的”和“推理”。又如,希腊医生希波克拉底

(Hippocrates)所著《空气、水和地方》(约为公元前 400 年)是一篇较好的气候志。

从古代到 16 世纪,气象和气候的研究只限于零碎的定性观察和描述,还谈不到是独立的科学。由于 17 世纪工业的发展,推动了自然科学的发展,物理学有显著的成就,较精密的气象仪器相继发明,气象和气候的理论也得到大大提高,使气象学和气候学逐步发展为独立的科学,进入了定量描述阶段。19 世纪初到 20 世纪中叶,由于天气图的发明和使用,锋面学说、长波理论和降雨学说的出现和应用,大气现象得到了系统研究。20 世纪 50 年代以后,气象学与气候学的发展更为迅速。**大气科学**这个术语也随之日益广泛应用,大大扩充了传统气象学的研究内容。其发展大致有以下四个特色:第一是开展大规模的观测实验。由于观测系统有了激光、雷达、人造地球卫星,大规模的综合遥测、遥感,使得几小时的短期灾害性天气预报不再纯是预报问题,而变成了对实况的跟踪加预报。技术的进步促进了基础理论的发展,如现在已能把大气环流基本状态和它的季节变化模拟出来,从而对它有了更深入的理解。探测技术的发展还促进了光和辐射等在大气中传播规律的基础研究。第二是利用计算机对大气现象定量地进行数值模拟试验。从此,气象科学摆脱了定性描述阶段,进入定量地深入地研究各种大气物理过程的新阶段。第三是越来越把大气作为一个整体进行研究,把对流层与平流层,中、高纬度与低纬度,南半球与北半球结合起来进行研究。同时,也越来越注意海洋与陆地表面的物理性质对天气和气候的影响。第四是越来越注意人类活动与气候之间的相互影响方面的研究,特别是人类活动有可能引起全球尺度气候变化的问题,发展了气候模拟技术,同时越来越注意气候变迁的研究。

与 20 世纪前 60 年相比较,气候学的概念发生了深刻变化。如果把 20 世纪 70 年代以前的气候学称为**传统气候学**,而把 70 年代及其以后的气候学称为**当代气候学**,那么当代气候学至少具有以下三个特点:

①传统气候学把气候当作静态来研究,只是描述某地区的气候特点,而当代气候学则把气候看作是具有不同尺度(如年际尺度、十年际尺度、百年际尺度和千年际尺度等)变化的复杂系统,要求预测某个地区或全球范围的各种时间尺度的气候变化;

②传统气候学把气候因子局限于大气内部种种过程,而当代气候学认为气候形成和变化不仅是大气内部状态和行为的反映,而且是与大气有明显相互作用的海洋、冰雪圈、陆地表面及生物圈所组成的复杂系统的总体;

③在研究方法上,当代气候学除了继承并发展了传统气候学的统计方法外,还要求对气候系统进行全面系统的观测和综合分析,并对气候系统相互作用过程和气候形成、变化的动态过程进行物理—动力学理论研究和数值模拟。

气象学与气候学正在经历着深刻的变革,已经以“大气科学”这个统一的学科名词出现在世人面前,而且它将在这场变革中发展自己的理论,并在生产建设中发挥更大的作用。

总结与提要

在绪论的学习中应该了解如下问题：

1. 气象学与气候学的研究对象

大气圈与岩石圈、水圈、生物圈共同组成了自然地理环境，作为一门自然地理学学科——气象学，其研究对象即为大气圈。在大气中发生着不同的物理过程，如：辐射能的发收与放射、热量的传导和对流、水分的蒸发和凝结，这些物理过程在一定条件下产生风、云、雨、雪、虹、晕和雷电等壮观多变的大气现象。由于地理位置和太阳的周年变化形成了寒暑交替的四季变化和不同地域的气候和地理景观千变万化，所有这些构成了气象学与气候学的研究内容。概括地说：气象学与气候学的研究对象是大气的物理过程和物理现象及其时间与空间分布规律。由于研究方法差异和角度的不同，气象学有许多分支学科。

2. 为什么学？

(1) 人类生活在大气中，天气气候与人类息息相关。气象与农业、渔业、交通、工业、国防、水利建设等都有密不可分的关系。天气气候可以给人类提供资源，也会给人类带来灾害，地球上频繁发生的自然灾害中，气象灾害约占7成。干旱、洪涝、台风等对人类财产和生命构成极大威胁。另外，一些新的气候问题也困扰着人类，如：全球变暖、臭氧洞的产生、厄尔尼诺等气候异常。要解决这些问题，减少气象灾害对人类的危害，只能依赖对大气内在规律更深入的研究和探索。

(2) 气象学和气候学是其它地理学和环境学等相关学科学习的基础。大气圈作为自然地理环境的组成部分与其它各圈层相互影响、相互作用：地球上的不同植被类型的分布基本上决定于气候条件，主要是热量和水分；气候条件还形成了不同地域的水文特征，同时还与岩石条件共同造就了不同的地貌和土壤特征。有人甚至提出气候是自然环境的第一决定因素。另外，气象条件是大气污染的重要决定因素之一。

(3) 气象学和气候学的发展大致经历了萌芽时期、发展时期和近代发展三个阶段。

复习思考题

1. 什么是气象学？什么是气候学？它们有哪些主要分支？
2. 气象学和气候学在国民经济中的重要作用主要表现在哪些方面？