

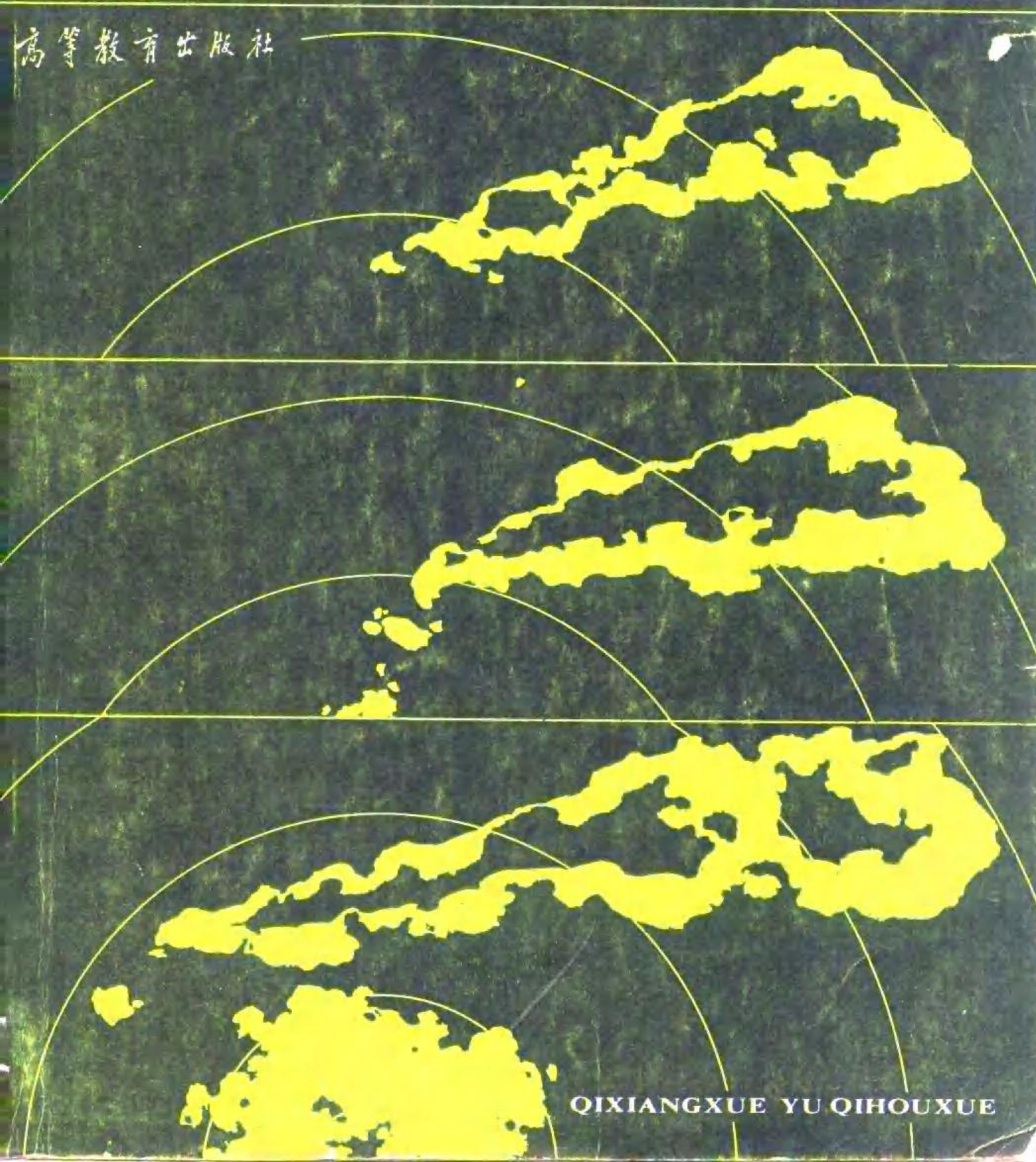
高等学校教材

气象学与气候学

【第二版】 周淑贞 主编

周淑贞 张如一 张超 编

高等教育出版社



QIXIANGXUE YU QIHOUXUE

高等学校教材

气象学与气候学

(第二版)

周淑贞 主编

周淑贞 张如一 张超 编

高等教育出版社

一九八四年十月

内 容 简 介

本书是在《气象学与气候学》第一版的基础上修改补充而成，是高师地理系的一门专业基础课教材。书中主要介绍了气候形成基础的大气热力、大气水分、大气运动以及天气系统的基本知识，也比较系统地阐述了气候形成、类型以及气候变化的理论和方法。

第二版共分八章，除在内容方面做了修改和补充外，还更换和补充了部分插图，反映了一些新的科学成就。

本书可供高等学校地理、气象专业教学用书，亦可供气象、水文、农林、环境等专业师生、有关科技人员和中学地理教师参考。

责任编辑：张月娥

高等学校教材

气象学与气候学

(第2版)

周 淑 贞 主 编

周淑贞 张如一 张超 编

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京印刷一厂印装

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 22.75 字数 520,000

1979年3月第1版 1985年5月第2版 1985年5月第1次印刷

印数00,001—14,200

书号12010·048 定价4.40 元

(平装本)

再 版 前 言

本书第一版自1979年问世以来，在全国高等院校已使用了六年。在此期间曾分别在上海、广州、长春、兰州和昆明等地举行过五次教材评介和分析会议，并结合教材内容进行了不同地区的气候调查。广大师生在教学实践过程中，对本书作了肯定，也提了不少改进意见。近几年来国内外气象学与气候学又有了新的进展。为了适应当前教改形势的需要，反映本门学科的最新成就，有必要在总结过去教学经验的基础上，对原书进行修改和补充。

根据1982年4月5日—14日在昆明召开的教材会议上的决定，这一版教材的绪论和第六、七、八等章仍由周淑贞教授编写，第一、二、三等章由张超副教授编写，第四、五两章由张如一副教授编写，全书仍由周淑贞教授主编。

在修订过程中，我们力求保持原教材的优点，并针对课程设置的目的是要求，进一步精选内容，加强“三基”，突出重点。整个教材仍安排了气象、天气、气候及实习等四个方面的内容，重点放在气候上。第一至第四章气象部分是气候学的物理基础，第五章天气系统和天气过程是气候学的天气基础，第六至第八章则在前面的基础上，系统地阐明气候的形成、气候带和气候型的划分和分布规律，以及气候变化和人类活动对气候的影响，并以大气环流作为承上启下的纽带，从它的形成原理、主要系统、运动规律和它对热量、水分的输送等，把整个课程内容贯串起来。为配合上述内容的教学，有机地安排了实习内容，以利于培养学员实际动手和分析问题、解决问题的能力。

为了加强基础理论、反映最新科学成就和便于教学，各章均作了不同程度的增删、调整和修改。例如，在第一章中增加了地球大气起源的内容，以帮助学员对大气组成有进一步的理解；原来分散在第二至第四章中论述的各主要气象要素，调整合并到了第一章第三节中全面阐明。这样使学生在课程开始就具有大气物理诸要素的基本概念，既便于以后各章的教学，也便于及早进行气象观测实习。为了使学员对大气增温和冷却的时空变化过程这个重要基础理论问题有较深入的了解，在第二章中将热力学第一定律作了简单的介绍，并增加了气温个别变化和局地变化的内容，给出了在天气气候中常用的热流量方程。其数学推导，考虑到师范院校地理系的数学基础，力求通俗易懂，简明扼要；同时加强了对方程各项物理意义的解释。

第三、第四两章的变动较大，内容是重新组织编写的。第三章着重阐明大气中水分相变的物理过程，对饱和水汽压与温度及蒸发面性质等的关系，增加了定量表达式；同时增加了降水分布的内容。第四章删减了与本书关系不十分密切的内容，增加了运动方程、角动角输送、瓦克纳环流和一些国内外新的科学成就。

第五章仍按地理纬度编排体系，这有助于揭示天气系统和地理环境的紧密联系。为了扩大学员的知识面，增加了一些重要天气系统如极涡、热带季风低压等，删去了天气预报简介

一节，其中一部分内容，安排在实习教材之内，这样更有利于理论与实际的联系。

在第六至第八章气候部分，也作了不少修改和更新。首先在第六章中用系统理论阐明气候概念，明确指出气候形成有五大因子，即：太阳辐射、大气环流、下垫面（包括海陆、洋流、地形、冰雪覆盖和局部下垫面的土壤植被特征等）、宇宙地球物理因子和人类活动的影响等，删去了一些较陈旧的内容（如某些大陆度的计算公式等），增添了气候系统中冰雪覆盖对气候的影响一节。在论述中，从地带性因子讲起，由大至小，逐步分析了各个非地带性因子在气候形成中的作用，力求层次分明，重点突出。在第七章中根据最新资料对斯查勒分类法作了补充，介绍了桑斯威特分类法与斯查勒分类法的联系，使气候带与气候型的划分更为清晰。在山地气候一节中，突出了在不同纬度带中垂直气候分异的特征，并作了简明扼要的分析 and 总结。在第八章中，保留了原教材的精华部分，删去了某些较为陈旧的内容（如地理纬度的改变等），重点加强了两个方面：一是关于研究历史时期和地质时期气候的方法；一是人类活动对气候的影响，特别突出“城市”这个人为因素对改变局地气候的作用。其目的不仅在使学员了解地球气候变化的来龙去脉，更能指导他们研究气候变化的方法，培养其思考问题和解决问题的能力。

为了密切联系中国实际，我们有意识地在举例中突出了我国学者在气象气候方面所做出的贡献和成就。例如，青藏高原对气候的影响，我国各种不同地形区的气候特征，地表冰雪覆盖面积的变化对我国梅雨和东北气温的影响，中国历史时期气候变化和城市气候研究的成果等等，都在有关的章节中加以引用。书末附有主要参考文献，便于读者查阅有关内容的来源和进一步研究这些问题。

这一版教材是在征集几年来我国高师院校广大师生在教学实践中所提出的宝贵意见的基础上，加以修改的。在修改过程中又得到国家气象局气象科学院张家诚教授和北京师范大学施尚文副教授的帮助。如果说它比第一版有所改进的话，那确是倾注了集体的智慧。但由于编者水平所限，鲁鱼亥豕仍在所难免，希望读者继续加以批评指正。这一版新增的一些插图，是由华东师大刘永瑜同志清绘的，在此一并致谢。

编者

1984年9月

目 录

绪 论

一、气象学与气候学的研究对象和任务.....	(1)
二、气象学、气候学与自然地理学的关系.....	(2)
三、气象学与气候学在生产建设中的应用.....	(4)
四、气象学与气候学发展简史.....	(5)

第一章 大气概述

第一节 大气的组成	(11)
一、干洁空气.....	(11)
二、大气中的水汽.....	(13)
三、大气中的固体杂质和液体微粒.....	(14)
四、大气污染.....	(14)
第二节 大气的结构	(15)
一、大气的高度.....	(15)
二、大气的垂直分层.....	(16)
第三节 主要气象要素	(20)
一、气压.....	(20)
二、气温.....	(22)
三、湿度.....	(22)
四、风.....	(24)
第四节 大气的基本物理性状.....	(25)
一、大气的基本物理性质.....	(25)
二、状态方程.....	(26)

第二章 大气的热能和温度

第一节 太阳辐射	(30)
一、辐射的基本知识.....	(30)
二、太阳辐射.....	(34)
第二节 地面辐射和大气辐射.....	(40)
一、地面、大气的辐射和地面有效辐射.....	(40)

二、地面及地-气系统的辐射差额	(42)
第三节 大气的增温和冷却	(43)
一、海陆的增温和冷却的差异	(43)
二、空气的增热和冷却	(44)
三、空气温度的个别变化和局地变化	(51)
四、大气稳定度	(54)
第四节 大气温度随时间的变化	(60)
一、气温的周期性变化	(60)
二、气温的非周期性变化	(62)
第五节 大气温度的空间分布	(63)
一、气温的水平分布	(63)
二、对流层中气温的垂直分布	(66)

第三章 大气的水分

第一节 蒸发和凝结	(70)
一、水相变化	(70)
二、饱和水汽压	(72)
三、影响蒸发的因素	(75)
四、湿度随时间的变化	(76)
五、大气中水汽凝结的条件	(77)
第二节 地表面和大气中的凝结现象	(79)
一、露和霜	(79)
三、雾凇和雨凇	(80)
三、雾	(80)
四、云	(81)
第三节 降水	(87)
一、云滴增长的物理过程	(87)
二、雨和雪的形成	(89)
三、各类云的降水	(90)
四、人工影响云雨	(91)
五、降水分布	(92)

第四章 大气的运动

第一节 气压的变化和分布	(96)
一、气压随高度的变化	(96)
二、气压系统	(101)

三、气压的时间变化.....	(106)
四、全球气压带.....	(109)
第二节 大气的水平运动.....	(110)
一、作用于空气的力.....	(110)
二、自由大气中的空气水平运动.....	(118)
三、摩擦层中空气的运动.....	(124)
第三节 大气环流.....	(126)
一、大气环流的主要特征.....	(127)
二、大气环流的形成和维持.....	(133)
三、大气环流的变化.....	(137)

第五章 天气系统和天气过程

第一节 气团和锋.....	(141)
一、气团.....	(141)
二、锋.....	(145)
第二节 温带气旋和反气旋.....	(155)
一、概述.....	(155)
二、锋面气旋的结构和天气.....	(156)
三、锋面气旋的发生和发展.....	(156)
四、气旋族.....	(158)
五、冷性反气旋和寒潮.....	(159)
第三节 中高纬度高空主要天气系统.....	(164)
一、高空大型天气系统.....	(164)
二、西风带中型扰动.....	(166)
第四节 副热带高压.....	(168)
一、结构.....	(169)
二、天气特征.....	(170)
三、西太平洋副高的活动规律.....	(170)
第五节 热带天气系统.....	(173)
一、赤道辐合带.....	(173)
二、东风波.....	(174)
三、云团.....	(175)
四、台风.....	(175)
五、季风低压.....	(181)
六、中层气旋.....	(181)
第六节 中小尺度天气系统.....	(182)

一、中小尺度天气系统的主要特征.....	(182)
二、中小尺度系统简介.....	(183)
三、龙卷.....	(185)

第六章 气候的形成

第一节 气候形成的辐射因子.....	(187)
一、太阳辐射与天文气候.....	(187)
二、辐射差额与热量平衡.....	(193)
第二节 大气环流在气候形成中的作用.....	(199)
一、大气环流与热量输送.....	(200)
二、大气环流与水分循环.....	(202)
三、低、中、高纬度环流与气候.....	(204)
第三节 海陆分布对气候的影响.....	(208)
一、海陆的冷热源作用与气温.....	(208)
二、海陆分布对大气水分的影响.....	(213)
三、海陆分布与周期性风系.....	(214)
四、海洋性气候与大陆性气候.....	(218)
第四节 洋流与气候.....	(223)
一、世界洋流分布形势.....	(223)
二、洋流对气温的影响.....	(225)
三、洋流对降水和雾的影响.....	(228)
第五节 地形与气候.....	(229)
一、世界陆地地形.....	(229)
二、地形与辐射.....	(230)
三、地形与气温.....	(233)
四、地形与地方性风.....	(240)
五、地形与降水.....	(243)
六、山脉是气候的分界.....	(246)
第六节 冰雪覆盖与气候.....	(246)
一、世界上冰雪覆盖概况.....	(247)
二、冰雪覆盖与气温.....	(249)
三、冰雪覆盖与大气环流和气候异常.....	(251)
第七节 下垫面局部特性与小气候.....	(253)
一、小气候的概念.....	(254)
二、小气候形成的物理基础.....	(254)
三、小气候的一般特性.....	(257)

第七章 气候带和气候型

第一节 气候带与气候型的划分	(261)
一、柯本气候分类法	(262)
二、斯查勒气候分类法	(264)
三、气候分类法评议	(271)
第二节 低纬度气候	(274)
一、赤道多雨气候	(274)
二、热带海洋性气候	(275)
三、热带干湿季气候	(276)
四、热带季风气候	(277)
五、热带干旱与半干旱气候	(278)
第三节 中纬度气候	(282)
六、副热带干旱与半干旱气候	(282)
七、副热带季风气候	(284)
八、副热带湿润气候	(286)
九、副热带夏干气候(地中海气候)	(287)
十、温带海洋性气候	(288)
十一、温带季风气候	(289)
十二、温带大陆性湿润气候	(290)
十三、温带干旱和半干旱气候	(291)
第四节 高纬度气候	(295)
十四、副极地大陆性气候	(295)
十五、极地长寒气候(苔原气候)	(297)
十六、极地冰原气候	(299)
第五节 高地气候	(300)
一、赤道高山气候举例	(300)
二、热带、副热带高山气候举例	(301)
三、中纬度内陆干旱区高山气候举例	(302)
四、温带季风区山地气候举例	(306)
附录: 桑斯维特水分平衡气候分类法简介	(308)

第八章 气候变化和人类对气候的影响

第一节 研究气候变化的方法	(310)
一、历史文献气候记载的研究方法	(310)
二、物候学方法	(312)

三、生物学方法.....	(312)
四、自然地理因子的方法.....	(316)
五、同位素方法.....	(316)
六、古代岩层、古生物化石和古土层的研究方法.....	(317)
第二节 气候变化的史实.....	(318)
一、地质时期的气候变化.....	(320)
二、历史时期的气候变化.....	(323)
三、近代气候变化特征.....	(324)
第三节 气候变化的因素.....	(327)
一、太阳辐射的变化.....	(327)
二、宇宙—地球物理因子的影响.....	(331)
三、下垫面地理条件的变化.....	(333)
四、大气环流和洋流的变化.....	(335)
第四节 人类活动对气候的影响.....	(336)
一、改变下垫面性质引起的气候变化.....	(337)
二、改变某些大气成分引起气候的变化.....	(340)
三、人为热释放与气候变化.....	(342)
四、城市气候.....	(343)

绪 论

一、气象学与气候学的研究对象和任务

由于地球引力的作用，地球周围聚集着一个气体圈层，构成了所谓大气圈。

大气的分布是如此之广，以致地球表面没有任何地点不在大气的笼罩之下；它又是如此之厚，以致地球表面没有任何山峰能穿透大气层，而且就以地球最高峰珠穆朗玛峰的高度来和大气层的厚度相比，也只能算是“沧海之一粟”。我们人类就生活在大气圈底部的“下垫面”上。大气圈是人类地理环境的重要组成部分。

地球是太阳系的一个行星，强大的太阳辐射是地球上最重要的能源，这个能源首先经过大气圈而后到达下垫面。大气中所发生的一切物理过程和物理现象，除决定于大气本身的性质外，都直接或间接与太阳辐射和下垫面有关。这些物理现象与物理过程对人类的生活和生产活动关系至为密切。人类在长期的生产实践中不断地对它们进行观测、分析、总结，从感性认识提高到理性认识，再在生产实践中加以验证、修订、逐步提高，这就产生了专门研究大气物理现象和物理过程，并直接或间接地用之于指导生产实践的科学——气象学。

气象学的领域很广，其基本内容是：（1）把大气当作研究的物质客体来探讨其一般特性，如大气的组成、范围、结构和密度等；（2）研究导致大气现象发生、发展的能量来源、性质及其转化；（3）研究大气现象的本质，从而能够解释大气现象，寻求控制其发生、发展的规律；（4）探讨如何应用这些规律来改造自然，使之能更适合于人类的生活和生产的需要。

由于生产实践对气象学所提出的要求范围很广，气象学所涉及的问题很多，在气象学上用以解决这些问题的方法差异很大，再加上随着科学技术发展的日新月异，气象学乃分成许多部门，例如，有专门研究大气物理性质及其变化原理的大气物理学，有着重讨论天气现象及其演变规律，并据以预报未来天气变化的天气学等，而其中与地理学科关系最密切的是气候学。

气候学研究的对象是地球上的气候。气候和天气是两个既有联系又有区别的不同概念。从时间上来讲，天气是指某一地区在某一瞬时或某一短时间内大气中气象要素（如温度、湿度等）和天气现象（如云、雾等）的综合。天气过程是大气中的短期过程，而气候则指的是在太阳辐射、下垫面性质、大气环流和人类活动长时间相互作用下，在某一时段内大量天气过程的综合。它不仅包括该地多年来经常发生的天气状况，而且包括某些年份偶尔出现的极端天气状况。例如从上海近百年的长期观测总结出，上海在6月中旬到7月中旬，经常会出现阴雨连绵、闷热、风小、潮湿的梅雨天气。但是有的年份（如1958年）会出现“空梅”，也有的年份（如1954年）6—7月连续阴雨50—60天。“开梅”和“断梅”的迟早也历年不同，这是上海初夏时的气候特征。

由此可见，要了解一地的气候，必须作长时期的观测，才能总结出当地多年天气变化的情况。决不能单凭1958年一年的观测资料，来说上海的初夏气候是干旱无雨，也不能凭1954年一年的情况，就说上海的初夏气候有持续50—60天的阴雨。那都是个别年份出现的具体天气现象，而气候是在多年观测到的天气基础上所得出的总结和概括，也就是说气候过程是在一定时段内由大量天气过程综合而得出的长期大气过程。二者之间存在着统计联系，从时间上反映出微观与宏观的关系。另外，从内容上，气候系统包括了大气、海洋、陆地表面、冰雪覆盖层和生物圈等组成的庞大系统，而天气系统则可看作单纯的大气系统。气候所包含的内容要比天气复杂得多。例如，对农作物来说，气候的干旱与否不仅决定于大气状况（降水量、空气湿度等），还取决于土壤状况和作物本身的耐旱性等，这就不能用天气的总和来概括。由此可以看出，天气和气候这两个概念是有区别的。

天气具有瞬息多变的不稳定性，而气候在一定的时间阶段里，则显示着相对的稳定性。但是，在整个地球发展的历史中，各地的气候还是有变化的。它的变化规律性表现为冷、暖或干、湿阶段的交替所组成的周期性振动。

气候学是研究气候的形成过程、分布和变化规律的科学。在研究气候变化规律时，要着重解决气候发展史、气候变化的规律性、气候预报和气候变化与人类的关系等主要任务，从而达到改造气候，改造自然的目的。它既是气象学中的一个分支，也是自然地理学中的一个部门。实际上它是气象学与自然地理学之间的边缘科学。

在地理系开设的气象学与气候学，是以普通气象学为基础、以气候学为重点的专业基础课程，也是基本技术训练课程。它的基本任务是：

（一）通过实践，掌握气象观测、气候统计分析和气候调查的方法，来记叙大气中所观察到的现象，从定性和定量两方面说明它们的特性。

（二）探讨对它们的正确解释和研究它们发展的规律，特别要掌握天气演变和气候形成过程的物理规律性。解释各不同地区的气候特征及其地理分布，进行气候分类和气候区划，研究气候变迁的原因及其规律。

（三）根据所发现的规律，研究预测未来天气变化的途径和单站天气预报的方法，以便为生产服务。

（四）应用已发现的规律，探讨人类改造气候条件的途径，进而为改造自然服务。

二、气象学、气候学与自然地理学的关系

自然地理学研究的对象是自然地理环境。自然地理环境是由地球的大气、岩石、水和生物等圈层组成的自然综合体。在自然地理学领域中，因研究对象的侧重面和所采用的方法不同又分为：普通自然地理、部门自然地理和区域自然地理三大分科。在部门自然地理许多分支中，气候学就是其中之一。由于组成自然地理环境诸要素是相互影响和相互制约的，因此气象学、气候学与自然地理领域中各门科学的关系都是十分密切的。

地球表面的岩石、土壤、水和植被等构成了大气圈的下垫面。下垫面是地球上吸收太阳辐射能的最主要部分，并将这种能量转变为热能，然后传到大气中去。下垫面是大气的主要

热源，同时又是供给大气的水汽泉源。由于下垫面位置和性质的不均一：有纬度高低的差别，海陆分布的差异，洋流冷暖的不同，地形起伏的高低，冰雪覆盖的有无，植被的疏密和土壤性质的不同等等，使这种热量和水汽的传输发生很大的地区差异。这就大大影响了各种复杂的气象现象，形成了多种不同的气候。因此不可能脱离自然地理的条件来研究大气中所发生的一切现象，也可以说一切大气现象都是在自然地理环境中发生发展着的。还必须指出，大气中的物理过程、物理现象和气候条件又反过来对所在的下垫面产生极大的作用。例如，大气环流就提供促使海水运动的动能，制约着洋流运动的方向和温度，对海陆间的水分循环起着重要的作用。在气温、降水和风的长期共同作用下，可以改变地形的高低和起伏，影响植被和土壤的性质，从而使自然综合体发生改变。由此可以看出，气象学、气候学与普通自然地理和区域自然地理有着极为密切的关系。

气象学、气候学与其他部门自然地理之间的关系也很密切。以陆地水文学而论，气候条件对地面水、地下水的来源、运动、循环以及水文网的分布，有着直接的影响，特别是降水量的大小、强度、地理分布和季节分配对河川径流关系最大。其次如气温、湿度和风向、风速等对水文情况亦有一定的影响。著名气候学者沃耶伊科夫(А. И. Воейков)曾说：“河流是气候的产物”，并以河流的情况作为划分气候类型的依据；另一方面，下垫面的干、湿和水体分布又直接影响着各地的气候。

气候条件通过外力作用对地貌的形成和发展产生巨大的影响。例如在中、低纬的干旱与半干旱气候区，由于气温昼夜变化剧烈，岩石受到热胀冷缩的影响，物理风化作用强烈，易于发生疏松和破碎的现象，再加上干旱少雨，植被缺乏，风易对地表物质进行侵蚀、搬运和堆积，产生各种风成地貌；又例如，在高纬和高山地区，因长年低温，有严重积雪和冰冻现象，因此在那里形成冰川地貌和冻土地貌，在地貌学中已形成一个分支——气候地貌学。反过来，地貌也是气候形成的一个重要因子，它从热力和动力两个方面影响着大气的物理过程，巨大山体不仅本身会产生垂直气候带，还影响邻近地区的气候，并成为不同气候区域的分界线。

任何植物都必须在一定的环境中生长发育，气候条件中的阳光、温度和水分对植物的生存关系最为密切。气候是引起植物的地理分布的重要因素之一。当气候类型发生变化时，植物的分布也就随之变化。动物受气候的影响不像植物那样明显，但它们所摄取的食物直接、间接都取自植物，因此动物的分布也和气候条件有关；反过来，生物界对气候也有很大的影响，特别是植物群落对下层大气的热量平衡和水分平衡起着重要的作用，对近地面小气候的形成影响很大。

此外，气候也是土壤形成的因素之一，土壤类型的地理分布与气候的关系非常明显，而土壤类型和各种土壤的物理性状又直接影响着小气候。

因此，在气象学与气候学的研究和教学中，应充分考虑到它和自然地理学的依存关系。除完成这门学科本身的任务外，还要注意为其他部门自然地理和区域自然地理等后续课程奠定必要的基础。

三、气象学与气候学在生产建设中的应用

气象学与气候学在生产建设中的应用主要表现在以下三个方面：

(一) 提供气象观测资料,并加以整理分析,找出它们的规律和特性,供生产建设部门应用。

(二) 提供未来天气预报和气候变化趋势预报,做生产建设部门的参谋。

(三) 根据生产的需要,提供人工控制局部天气和改造小气候的条件。

其中以前二项应用最广,已经在农林、渔盐、交通、工程、医疗卫生和军事国防等方面取得良好效果。

农业与气象、气候关系最为密切,因为各种农作物的生长、发育都必须具备一定的温度、日照和降水等气候条件。在进行农业区划时,必须根据这些有关气象要素统计资料,充分利用气候资源,合理地解决农业生产布局问题。在进行播种、移栽、收割等农事活动时,必须利用短期和中、长期天气预报来安排工作,利用有利的天气时机,克服不利的天气条件,采取有效措施,预防灾害性天气带来的危害。还可利用气候学原理,改善田间小气候,夺取农业丰收。

植树造林同样也要研究气候条件,例如种植大规模的防护林时,先要调查造林区的盛行风向和风力,根据这些气候条件合理规划防护林带的位置、宽度、走向和间距,使防护林带发挥最大的效用。要预防森林灾害,如风折、雪压、霜冻等,必须利用天气预报及早采取措施,防患未然。

沿海的渔盐生产和气象条件关系也十分密切。就渔业生产来讲,我国的渔场的面积很大,在世界渔场中占有相当的比重。捕鱼与风的关系最大,风力适宜既利于渔船出海,又利于鱼类群栖,抢风头、赶风尾,往往取得良好的成绩。因此正确的风力预报,可以指导渔业生产。又如浅海养殖中的牡蛎,必须生活在比重为1.020—1.024的海水中,如果降水量多,海水被冲淡,比重降到1.020以下,牡蛎便要死亡。因此海洋水产养殖业还需参考各海区的降水资料。至于水产加工更需要根据天气预报来安排工作。海盐生产过程,实质上就是海水蒸发过程,需要了解日照、气温、湿度、风向、风速以及晴、雨日数等气候资料,一次生产作业过程中最好有连续七、八天的晴天,切忌中途出现大雨,这就需要准确的天气预报。

在海、陆、空交通和工程建设方面都需要应用气候资料和天气预报。海上航行,在很大程度上与天气有关。大风、海雾、台风等灾害性天气对航行有很大障碍,必须依靠天气预报,作好防御工作。建筑海港,需视港湾形势,利用当地盛行风向、风速资料,设计海港的口门方位。海港位置的选择亦必须考虑雾的出现频率、冬季冻冰情况等气候条件。

陆上交通也受到气象条件的影响,例如,大风会折断电杆,雨淞会压断电线,使通讯遭受破坏。大雾会影响铁路和公路运输。公路和铁路的建筑必须知道冻土深度、最低温度和低于0℃温度的连续出现日数。气温能够改变路基土壤内部水分的重新分布,影响路基强度。降水的一次最大量和连续最大量,为公路和铁路桥涵设计的必要依据。如果没有足够的气候资料,没有掌握天气变化的极端情况,在雨季或暴雨时,就会发生路基崩塌、路面翻浆、

排水道溢流、桥梁冲毁等等事故。

航空路线的选择需要根据云量、云状、云高、沿途风速和盛行风向、能见度等气象资料，来确定最有利的航线和飞行高度。飞机场不宜建筑在多雾的地方，飞机跑道的方向要参考当地盛行风向而定。在飞机起飞、航行途中和降落时，都必须根据当时的天气情况和天气预报采取措施，保证安全，特别是当盛夏午间空气对流旺盛时，容易导致飞机颠簸；穿过过冷却水滴构成的云层时，会产生飞机结冰现象，可改变飞机的动力性能，往往因此发生航行事故，应加以防范。

在水利建设中，为了作好某流域的总体规划、水库设计、灌溉工程、防洪、防风以及洪水预报等，就需要该地区和水文有关的气候资料，特别是降水方面的资料，年、月的平均降水量、最大降水量、最小降水量、降雨强度、降水持续时间、暴雨持续时间、暴雨范围、降水变率、降水周期、蒸发量等等统计资料及其综合分析的研究成果，并且还要考虑这些水利工程设施后的气候效应。

在城市建设方面，为了合理布置工厂、机关、学校与住宅区，就需要盛行风向、风速和混浊指数等资料。例如，北京新的工业区选择在东南郊，其原因之一就是由于北京常年盛行西北风，这样使工厂区位于下风方向，工厂的烟尘就不致大量扩散到市内。在营造高大建筑物如铁塔、水塔与烟囱等时，就需要风压和雪压资料。在设计粮食仓库、印刷厂与造纸厂时还需要考虑温度、湿度和风的资料。没有这些资料，在进行厂房内的温度、湿度调节和通风设备等设计时是有困难的。

由于近代工业的发展，出现城市人口密集的现象，工厂、汽车和居民所用炉灶等排放出的烟尘废气，使大气污染，直接、间接影响着人体健康。大气污染监测、大气污染预报、大气污染气候与大气环境评价以及做好大气环境保护等方面的工作，都需要应用气象、气候资料和及时的天气分析和预报。

人体健康与气象条件关系十分密切。疗养地点的选择，对日照、气温、湿度、大气透明度和风速等都有一定的要求。病菌的繁殖与温度、湿度关系很大，人体抗御疾病的机能，也和天气情况有关。例如每次寒潮爆发，都会导致患呼吸器管疾病的人病情加重，因此，医疗卫生部门必须重视天气变化，及早采取措施，防病治病，提高医疗效果。

在国防建设中，海、陆、空军事基地的选择，都必须慎重考虑气候条件；在战争中，气象情报是军事行动的重要保证之一。正确利用气象条件和天气预报，制订周密的作战计划，才能收到克敌制胜的效果。

综上所述可见，气象、气候在生产建设和人们的生活中的应用是十分广泛、十分重要的，并已分门别类形成各自独立的应用气象学和应用气候学，如农业气象（气候）学、林业气象（气候）学、盐业气象学、渔业气象学、航空气象学、航海气象学、医疗气象学、建筑气象学、污染气象学和军事气象学等等。

四、气象学与气候学发展简史

气象学与气候学来源于生产实践，又服务于生产实践，随着社会生产的发展，运用愈来愈

愈进步的方法和技术而逐步提高的。综观三千多年来气象学、气候学发展的历史，可以概括为以下三个时期。

(一) 萌芽时期

气象学与气候学发展的萌芽时期主要是指十六世纪中叶以前这一段漫长时期，这时期的特点是由于人类生活和生产的需要，进行一些零星的、局部的气象观测，积累了一些感性认识和经验，对某些天气现象做出一定的解释。

我国在这一时期在气象学中也有不少成就，而且是居于世界领先行列的。远在三千年前，殷代甲骨文中已有关于风、云、雨、雪、虹、霞、龙卷、雷暴等文字记载，还常卜问未来十天的天气，称为卜旬，并将实况记录下来以资验证。周代曾经设立了进行天文和云气光象观测的高台(灵台、清台、观台)，建立有关部门，专司观测工作，其中就有观测“云物”来判断未来天气变化的项目。春秋战国时代已能根据风、云、物候的观测记录，确定廿四节气，对指导黄河流域的农业生产季节意义很大，并沿用到现代。秦汉时代还出现了《吕氏春秋》、《淮南子》和《礼记》等内容涉及物候的书籍，这些都是世界上最早的关于物候学的文献。

气象观测仪器也是我国最早发明。在西汉时(公元前104年)已盛行候、铜凤凰和相风铜鸟等三种风向器。到唐代又发展到在固定的地方用相风鸟，在军队中则用鸡毛编成的风向器。在唐代李淳风所著《乙巳占》一书中曾指出：“常住安居，宜用鸟候，军旅权设，宜用羽占”。欧洲到十二世纪也有用候风鸟测风的记载。我国在西汉时就利用羽毛、木炭等物的吸湿特性来测量空气湿度。宋代曾有僧赞宁(公元十世纪人)利用土炭湿度计来预报晴雨。在欧洲，十五世纪出现用比较羊毛和石块的相对重量来测空气湿度。我国古代对降水的观测十分重视，降水记录亦最早，据《后汉书》记载，在当时曾要求所辖各郡国，每年从立春到立秋这段时间内，向朝廷汇报雨泽情况。此后历代对各地雨情都很重视。所以我国的雨量和水旱灾记录丰富、历史也很悠久。至于测量降水的仪器最早见于南宋数学家秦九韶所著《数学九章》(约在公元1247年)的命题中，有关于“天池测雨”、“圆罍测雨”、“峻积验雪”、“竹器验雪”等四道算题，要求根据不同形状的盛雨(雪)器，计算出相当于平地的雨水深度(雪厚度)。在欧洲，到1936年也出现了用容器收集雨水进行计量的方法。

由于生产和生活上的需要，人类迫切要求预知未来天气的变化，并在长期观察实践中，积累了不少经验，要求用简短韵语来表达，便于记忆和运用，这就是天气谚语。我国天气谚语是极丰富的，除一部分封建迷信的内容外，大多是历代劳动人民看天经验的结晶。唐代黄子发的《相雨书》，元末明初出现的娄元礼编的《田家五行》和明末徐光启编写的《农政全书占候》都是总结群众预报天气经验的著作。

关于解释天气现象的理论，我国古代也有不少成就。例如，东汉王充在其名著《论衡》中的《龙虚》和《雷虚》两文中，对于雷暴的形成已作了初步解释。他说：“雷者太阳之激气也，何以明之，正月阳动，故正月始雷，五月阳盛，故五月雷迅，秋冬阳衰，故秋冬雷潜”，这个见解是有道理的。在宋代沈括的《梦溪笔谈》中记载着孙彦先对虹的解释：“虹乃雨中日影也，日照雨则有之。”这是符合虹的形成原理的。其他如西汉董仲舒在《雨雹对》中对雨滴的形成过程，宋代朱熹对云的形成，都有合乎科学的解释。