



全国高等师范专科学校教材

气象学与气候学

张菀莹 主编

北京师范大学出版社

全国高等师范专科学校教材

气象学与气候学

张苑莹 主编

张苑莹 石焱 朱宗季 编

北京师范大学出版社

全国高等师范专科学校教材

气象学与气候学

张苑莹 主编

张苑莹 石焱 朱宗圣 编

•

北京师范大学出版社出版

新华书店总店科技发行所发行

北京怀柔东晓印刷厂印刷

开本：850×1168 1/32 印张：13.75 字数：334千

1991年4月第1版

1991年4月第1次印刷

印数：1—4 000

ISBN7-303-01100-5/P·7

定价：4.25 元

内 容 简 介

本书是根据国家教委1989年4月印发的二年制师范专科学校地理教学大纲(3)编写的,是师专地理系的专业基础课教材。

全书共分大气的热能和温度、大气运动、大气水分、天气系统及气候形成、分类和变化等八章。深入浅出地阐述了气象学与气候学的基本知识和基本原理,并以气候的形成、分类和变化规律为重点。在内容上尽量联系实际,力求反映一些新的科学成果,如卫星云图、气象传真、气候系统等知识。

本书为师专地理专业统编教材,也可供教育学院、函授和初中教师进修以及有关科技人员选用。

前 言

根据国家教育委员会师范教育司编印的二年制师范专科学校地理专业教学大纲(3), 特为二年制地理专业编写了《气象学与气候学》教材。

全书包括气象、天气、气候和实习等四个组成部分, 以气候部分为重点。气象部分主要讲大气的组成和结构、大气的热能和温度、大气的运动以及大气水分等, 其中以大气环流的形成为重点; 天气系统部分则以中纬地区天气系统为重点, 高纬天气系统仅是简略概括地介绍; 气候部分是全书的重点, 除讲了气候成因、气候带和气候型以及气候变迁外, 对气候系统作了较多的介绍; 为加强理论联系实际, 将实习部分分别放在有关章节的后面, 以便学过理论, 立即动手实践, 改变讲、做分离脱节的状态。为适应广大县级、农村中学教师的需要, 在有关章节增添了与农业关系密切的内容, 可供学生自学; 为方便教者, 还在附录中提供了有关的录相片、幻灯片目录以便选用。上述尝试当否需在实践中摸索总结, 请多提意见。

全书共八章。绪论、第六、七、八章及附录1由张菀莹副教授编写; 第一、四、五章由石焱副教授编写; 第二、三章和附录2由朱宗圣讲师编写。全书由张菀莹统一修改定稿。最后由北京师大地理系张如一教授主审。

在编写过程中, 得到北师大出版社、北京师大地理系以及大庆师专、南京师专、许昌师专等单位的领导大力支持。本书又承王淑芳、陈华绘制了全部插图, 在此一并深表谢意!

由于编者水平所限, 时间仓促, 疏漏之处, 恳请广大读者批评指正。

编者1990. 8 于北京

出版说明

党的十一届三中全会以来，师范专科教育有了很大的发展，但是，作为师专教学三大基本建设之一的师专教材建设，却始终没有得到很好的解决。近几年来，有的地区和学校为了改变这种状况，也零星地编写了一些师专教材，可是，不成套，有的学科甚至编写了几种，质量参差不齐。虽对师专无教材的局面有了部分改变，但终因没有一套全国统一的、高质量的教材而影响了师专的教学质量。

为了进一步发挥师专的办学效益，彻底改变师专没有适合自己特色的教材局面，国家教委师范司在1987年制订了《二年制师范专科学校八个专业教学计划》；继之又约请了全国有教学经验的专家、教授编写了这八个专业的《教学大纲》；1988年7月在长春又召开了全国二年制师专教材编写出版规划会议，会上研究制订了《1988~1990年二年制师专八个专业教材编写出版规划》。八个专业是：中文、历史、政治教育、数学、物理、化学、生物和地理。

在国家教委师范司的统一部署、各省市自治区教委、高教局的大力帮助和出版社的积极组织下，这套教材聘请了一些长期从事师专教学工作，具有丰富的教学实践经验和较高学术水平的教授或副教授担任各种主编。各科教材由学术造诣比较深，熟悉师专教学情况的专家负责主审。各位主编根据国家教委师范司拟定的《关于编写二年制师专教材的指导思想和基本原则》及各科《教学大纲》的精神，组织编者收集资料，综合研究，争取编出一套具有师专自身特色的教材，以适应师专教育的迫切需要。

现在，在各方面的大力支持下，经过主编、主审和各位编写人员的努力和辛勤劳动，这套教材将陆续面世。我们热忱地欢迎师

专的广大师生使用它，并在使用过程中，多提宝贵意见，使之不断完善，不断提高，以保持与当代科学和师专教育实践的同步发展。

1990年8月

目 录

绪论	1
第一章 大气概述	6
第一节 大气的组成	6
一、干洁空气	6
二、大气中的水汽	8
三、大气中的固体杂质和液体微粒	9
四、大气成分的变化和污染	9
第二节 大气的结构	11
一、大气的高度	11
二、大气的垂直分层	11
第三节 大气的基本物理特性	16
一、主要的气象要素	16
二、大气的基本物理性状	22
三、状态方程	22
第二章 大气的热能和温度	28
第一节 太阳辐射	28
一、辐射概述	28
二、太阳辐射	32
三、太阳辐射在大气中的减弱	35
四、到达地面的太阳辐射	38
五、地面对太阳辐射的反射	41
第二节 地面辐射和大气辐射	43
一、地面辐射	43
二、大气辐射	44
三、地面有效辐射	45
四、地面及地—气系统的辐射差额	46

第三节	大气的增温和冷却	47
一、	海陆增温和冷却的差异	47
二、	大气的增温与冷却	49
三、	大气稳定度	55
第四节	气温的变化	60
一、	气温的时间变化	60
二、	气温的空间分布	66
第五节	温度与农业生产	75
一、	农业指标温度	75
二、	积温	76
三、	温度的调节	77
实习	气温、地温、日照观测	80
第三章	大气的运动	90
第一节	气压的变化	90
一、	气压随高度的变化	90
二、	气压随时间的变化	97
第二节	气压场	103
一、	气压场的表示方法	103
二、	气压场的基本型式	107
三、	气压系统的垂直结构	109
第三节	大气的水平运动	113
一、	作用于空气的力	113
二、	自由大气中的空气运动	126
三、	自由大气中风随高度的变化	133
四、	摩擦层中的空气运动	137
第四节	风与农业生产	141
一、	风对水分和热量的调节	141
二、	风对农作物生理过程的调节	142
三、	农业生产中常见的风害及预防	142
第五节	大气环流	144

一、影响大气环流的主要因素及其作用	144
二、大气环流的基本特征	150
三、大气环流的变化	162
实习 气压和风的观测	166
第四章 大气中的水分	178
第一节 蒸发与凝结	178
一、水相变化	178
二、饱和水汽压	179
三、影响蒸发的因素	183
四、大气湿度的变化	184
五、大气中水汽凝结的条件	186
第二节 地面和大气中的凝结物	188
一、地面的水汽凝结物	188
二、大气中的水汽凝结物	190
第三节 大气降水	195
一、降水的形成	195
二、降水的类型	198
三、降水的时间变化	199
四、降水量的地理分布	202
五、人工降雨	204
第四节 降水与农业生产	205
一、降水量、强度、日数等对作物的影响	205
二、降水时间对作物的影响	206
实习一 空气湿度的观测	208
实习二 云、蒸发和降水的观测	212
第五章 天气系统	216
第一节 气团和锋	217
一、气团	217
二、锋	222
三、锋面天气	227

四、锋的生、消·····	233
第二节 中高纬度主要天气系统·····	233
一、气旋和反气旋概述·····	233
二、锋面气旋·····	234
三、冷性反气旋与寒潮·····	239
第三节 副热带天气系统·····	244
一、概述·····	244
二、西太平洋副热带高压与天气·····	244
三、梅雨·····	248
第四节 热带天气系统·····	252
一、赤道辐合带·····	252
二、东风波·····	253
三、热带云团·····	254
四、台风·····	254
第五节 局地强对流性天气·····	262
一、雷暴·····	262
二、冰雹·····	263
三、龙卷风·····	264
第六节 天气预报简介·····	265
一、天气图预报方法·····	266
二、数值预报方法·····	268
三、概率统计预报·····	269
四、卫星云图的识别·····	269
实习一 天气现象的观测及符号的识别·····	274
实习二 简易天气图的认读·····	274
第六章 气候的形成·····	280
第一节 气候和气候系统·····	280
一、气候和气候系统的概念·····	280
二、气候系统的性质·····	281
三、气候系统的属性·····	284

第二节 气候形成的辐射因子	286
一、天文辐射的分布	286
二、天文气候带	286
三、辐射差额和热量平衡	288
第三节 气候形成的环流因子	293
一、大气环流与热量输送	293
二、大气环流与水分循环	294
三、大气环流与气候	295
第四节 气候形成的下垫面因子	297
一、海陆分布对气候的影响	297
二、洋流对气候的影响	309
三、地形对气候的影响	312
第五节 冰雪覆盖与气候	322
第六节 小气候	32
一、小气候的概念	328
二、小气候的一般特征	329
三、几种小气候	330
第七章 气候带和气候型	338
第一节 气候分类	338
一、气候带和气候型	338
二、气候带、气候型的划分原则	338
三、气候分类的评价	343
第二节 全球主要气候类型	349
一、低纬度气候	349
二、中纬度气候	352
三、高纬度气候	359
四、高地气候	362
实习 气候资料的统计	375
第八章 气候变迁	389

第一节 气候变迁概况	389
一、地质时期的气候变迁	389
二、近一万年来气候变化	396
三、现代气候变化	399
第二节 气候变迁的原因	401
一、太阳辐射的影响	401
二、大气环流和洋流变化的影响	403
三、下垫面变化的影响	405
四、人类活动的影响	406
五、冰雪覆盖的影响	409
六、火山活动的影响	410
七、宇宙—地球物理因子变化的影响	411
第三节 未来气候的变化	412
附录一 地面气象观测场地的选择和仪器安装	416
附录二 现代气象技术简介	419
附录三 录相幻灯片目录	425

绪 论

一、气象学与气候学的研究对象和任务

自然界的物质都在不停地运动着、变化着，地球外围的大气层，也时刻在进行着各种物理过程，产生着各种物理现象。比如风、云、雨、雪、寒、暖、干、湿以及雷电、风暴等等。气象学就是研究大气中各种物理过程和物理现象的科学。

大气中所发生的一切物理过程和现象，不仅与大气自身的特性有关，也与太阳辐射、下垫面状况有着密切联系。还同人类活动息息相关。研究多年时期内的大气的统计状态，称为气候学。

气候和天气是两个既有联系又有区别的不同概念。气候是在太阳辐射、下垫面状况、大气环流和人类活动等因素长时间相互作用下，在某一时段内大气过程的综合表现。它既包括该地多年来经常发生的平均大气状况，也包括某些年份偶尔出现的极端大气状况。

气候是在对大气多年观测的基础上经过统计，分析所得出的总结和概括。天气是指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、雨等）的综合表现。天气过程是大气的短时间状态。天气具有瞬时多变的不稳定性，而气候在一定的时间阶段里，既显示出相对的稳定性，又具有运动性。因此具体的气候是与一定的时段相联系的，而不存在绝对的气候概念。70年代以来曾提出了气候系统的概念，并把气候系统看成是包括大气以及海洋、陆地表面、冰雪覆盖层、生物圈等组成的庞大系统，它是气候形成和变化的重要基础。

二、气象学、气候学与自然地理学的关系

气象学、气候学是地球大气科学的分支科学，地球大气层是其研究对象，而大气层是地球的最外圈层，也是自然环境的组成部

分。自然地理环境是由地球的大气圈、岩石圈、水圈和生物圈组成的自然综合体，圈层之间是相互影响相互渗透和相互制约的。

大气不仅聚集在地球的最外层，它还渗透到地壳的岩石裂隙、孔洞、疏松土层以及各种水体和生物体中；同时又是地表岩石风化、物质运移的重要营力之一，成为地表形态的塑造者；它也是全球水分循环的重要环节和生物体生长发育的必要条件。假如没有大气的渗透和作用，其他圈层就不可能具有今天的特性，甚至某些圈层也难以形成和发展。

水分、固体杂质和有机质也混入大气之中，它们主要集聚在大气低层，对大气中的水相转换，热力变化及天气演变都具有重要影响。大气存在和活动的下垫面是岩石圈、水圈和生物圈，它们不仅是大气中热量和水分的源地，而且它们性质的差异，必然会影响着大气中各种过程的形成和变化。可见，不可能离开自然地理环境去研究大气，也不可能离开大气去研究自然地理，两者是密切相关的。

气候条件在地貌的形成和发展中的作用也是不容忽视的。如，岩溶地貌的地带性足以说明气候对地貌形成的深刻影响。热带高温多雨的气候特点，给岩溶以强烈作用，致使地表和地下岩溶都很发育；温带季风气候区降水年内分配不均，有集中的雨季，因而地表岩溶得不到充分发育，但因地表水渗入地下滞留时间较长，地下溶洞比较发育；而在高纬和高寒山区，气温很低，一般出现多年冻土和季节冻土，溶蚀作用极为缓慢，虽经长期岩溶作用，其规模、程度无法与热带岩溶地貌相比。从另一方面看，地貌又是气候形成的一个重要因素，地表形态从热力和动力两方面影响着大气的物理过程。例如，巨大山体不仅影响邻近地区的气候，山体本身还发育成明显的垂直气候带，并成为气候分区的界线。

气候条件对降水量大小、强度、地理分布和季节分配状况，

对地表水、地下水的来源、运动、循环以及水系的分布、河川径流有直接影响。而下垫面的干、湿和水体分布状况又直接影响着气候。

气候条件中的光照、温度、水分等是植物生长的必要条件。所以，气候是影响植物生长发育和地理分布的重要因素。当气候类型发生变化时，植物的生长、生态、种类分布也发生变化，动物的生长、繁衍和分布也和气候条件有关。

土壤的形成和不同类型土壤的地理分布与气候条件的关系也是很密切的。而土壤类型、性状又直接或间接影响小气候的特点。

地理环境是多种圈层组成的综合体。而具有流动性和连续性的大气圈，其水热特性变化迅速和剧烈，因而大气圈成为地理环境演化中最活跃的因素。气象学与气候学是学习自然地理学的重要基础。

三、气象学与气候学在四化建设中的应用

人类生活在大气圈的底层。对于人类的生存和活动来说，大气既是重要而有限的自然资源，又是时刻不能缺少的必要条件。

农业与气象、气候的关系极为密切。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。要进行合理的大农业的生产布局，就必须以翔实的气象资料为依据。要想搞好播种、移栽、收割等农事活动，也必须根据短期和中、长期天气预报来安排耕作日程，以避免和减少寒潮、霜冻、低温、阴雨、大风、暴雨等灾害性天气以及旱、涝异常带来的损失。林业和畜牧业的生产也与气象条件密切相关。

沿海地区的渔、盐业生产，受气候条件影响很大。鱼的生长和繁殖都有一定的适温范围。而海上浮冰所造成的异常低温，或较长时间尺度的气候变化所引起的温度升高等，都将导致海洋鱼类产量的下降。而捕捞作业又与风的关系很大，若风力适宜，既

利于渔船出海，又利于鱼类群栖。海盐的生产过程，实质上是海水的蒸发过程，需要掌握日照、气温、湿度、风向、风速及晴、雨日数等资料。一次晒盐作业过程最好能有连续7、8天的晴天，才能保证生产顺利进行。可见，晴雨预报的准确与否极为重要。

陆、海、空交通和工程建设方面也离不开气象条件和气象资料。如，航空工作需要准确的气象情报。每次飞机的起飞、飞行和降落，要依照天气情况来决定。航线的选择和飞行高度的确定，都要根据云量、云状、云高，沿途盛行风向和风速等气象资料来进行。至于飞机场的位置和跑道方向的选定，更需有当地的气候资料为依据。大风、海雾和台风等是海上航行的主要障碍，必须依据天气预报作好防御工作。陆上交通和通讯也受到天气和气候的影响。如，大风会折断电杆，雨淞会压断电线，中断通讯；在气候寒冷地区，积雪所造成的交通障碍最为显著，常常使火车运行和汽车行驶受阻。

建筑海港，不仅要依港湾地形，还要利用当地盛行风向及风速资料。海港的口门方位设计，海港位置的选择需要考虑大雾出现的频率和冬季水面冰冻资料等。公路和铁路的规划和建设要掌握冻土深度、最低气温和 0°C 以下气温连续出现的日数。因为气温能改变路基土壤内部水分的状态和运动，影响路基强度。最大降水量和连续最大降水量，是公路、铁路桥涵设计的重要依据。

在水利工程建设中，需掌握流域内与水文有关的气候资料，尤其是各种降水资料。如，年、月的平均降水量、最大和最小降水量、降水强度、持续时间、降水变率和周期以及蒸发量等。这样才能搞好该流域的总体规划、水库设计、灌溉工程和防洪工程设计等。

在城市建设规划方面，要作到合理布局工厂、机关、学校和住宅区等，就需要有当地的盛行风向、风速和混浊指数等等资