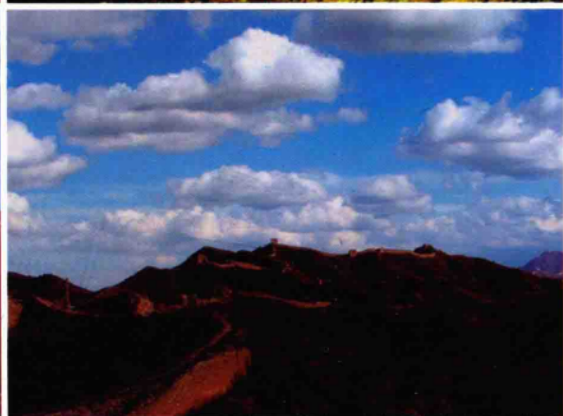
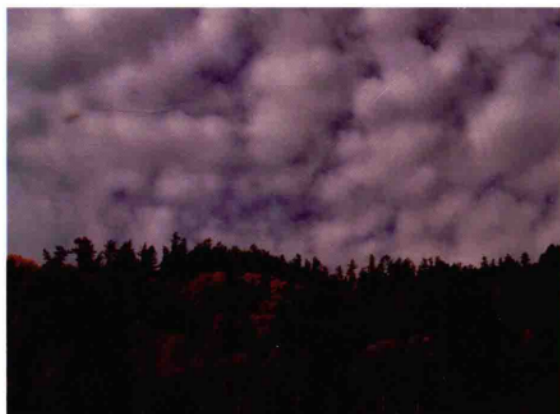


QIXIANGXUE YU QIHOUXUE SHIXI ZHIDAO

气象学与气候学实习指导

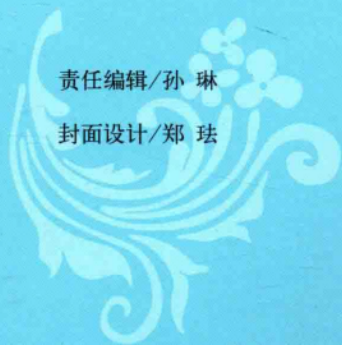
张明庆 编著



首都师范大学出版社
CAPITAL NORMAL UNIVERSITY PRESS

责任编辑/孙琳

封面设计/郑珅



ISBN 978-7-5656-3213-6



定价: 25.00 元

本书得到“首都圈环境过程与数字模拟”专项的资助

气象学与气候学实习指导

张明庆 编著



首都师范大学出版社

CAPITAL NORMAL UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

气象学与气候学实习指导/张明庆编著. —北京: 首都师范大学出版社, 2016. 11

ISBN 978-7-5656-3213-6

I. ①气… II. ①张… III. ①气象学—实习—高等学校—教学参考资料 ②气候学—实习—高等学校—教学参考资料 IV. ①P4-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 233980 号

QIXIANGXUE YU QIHOUXUE SHIXI ZHIDAO

气象学与气候学实习指导

张明庆 编著

责任编辑 孙琳

首都师范大学出版社出版发行

地址 北京西三环北路 105 号

邮编 100048

电话 68418523(总编室) 68982468(发行部)

网址 www.cnupn.com.cn

印刷 北京九州迅驰传媒文化有限公司

经销 全国新华书店

版次 2016 年 11 月第 1 版

印次 2016 年 11 月第 1 次印刷

开本 787mm×1092mm 1/16

印张 9.75 插页 4

字数 191 千

定价 25.00 元

版权所有 违者必究

如有质量问题 请与出版社联系退换



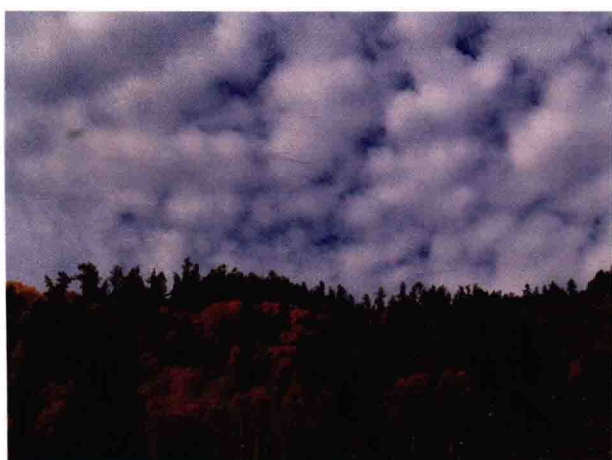
淡积云



浓积云



鬃积雨云



透光层积云



蔽光层积云



积云性层积云



荚状层积云



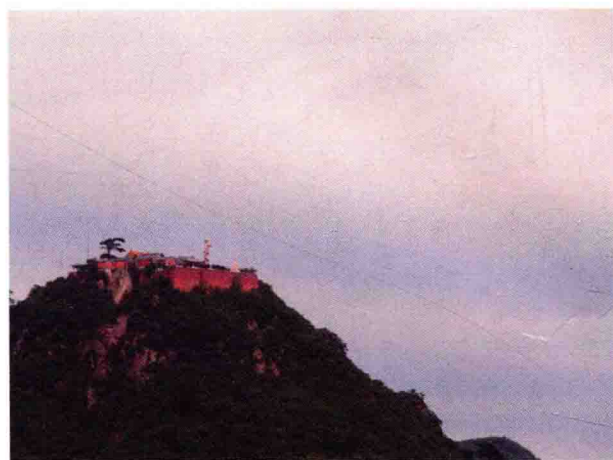
层云



雨层云



透光高层云



蔽光高层云



透光高积云



蔽光高积云



荚状高积云



絮状高积云



毛卷云



密卷云



钩卷云



毛卷层云



卷积云



飞机尾迹



闪电



虹霓



雾



燃烟与辐射逆温

前 言

气象学与气候学是地理科学专业的基础课，实习是该课程的重要组成部分。通过实习，不仅能够加强学生对课堂教学内容的理解，补充和巩固课堂讲授内容，而且有助于培养学生实际动手观测、分析、统计、考察和理论联系实际等能力。

20 世纪 90 年代末，我们就编写了实习讲义，与《气象学与气候学（第三版）》（周淑贞主编）配套使用。本书是在该讲义的基础上，不断修改完成的，主要包括三部分内容：一是地面气象观测，着重介绍温度、湿度、气压、降水、风、云、天气现象等气象要素的观测；二是天气图分析；三是气候资料的整理、气候类型的判别和气候调查。

我从事气象学与气候学及其实习的教学工作已经近三十年了，在本书完成之际，深切怀念我的导师刘桂莲先生。记得刚参加工作时，就是在先生的指导下讲授气象学与气候学实习，先生一生认真、严谨，课前对教案的检查、批改，课后对教学的建议，至今历历在目，师恩难忘！

本书的编写和出版，得到了资源环境与旅游学院李小娟院长的大力支持；中国科学院大气所李鸿洲研究员和我院杨国栋教授审阅了本书初稿，并提出了宝贵的修改意见；首都师范大学出版社的沈小梅编辑对本书的编辑、出版也提出了许多非常好的建议；学生刘洋协助清绘了部分图片。在此一并表示衷心感谢！

由于作者水平有限，书中难免有疏漏和不妥之处，热切盼望读者批评指正。

张明庆
2016 年 6 月

目 录

第一章 地面气象观测场的建立	(1)
第一节 建站观测获取气象数据的基本要求	(1)
一、观测资料的代表性	(1)
二、观测资料的准确性	(1)
三、观测资料的可比较性	(2)
第二节 观测场址的选择与仪器安置	(2)
一、观测场址的选择	(2)
二、观测场的规格	(3)
三、观测仪器的安置	(3)
第三节 地面气象观测项目与观测程序	(4)
一、地面气象观测的分类与任务	(4)
二、地面气象观测项目	(6)
三、地面气象观测程序	(7)
四、气象观测常用的时制和日界	(7)
第二章 温度的观测	(9)
第一节 温度测量的基本原理和温标	(9)
一、测温的基本原理	(9)
二、温标	(10)
第二节 温度表和温度计	(11)
一、气象观测中几种常用的温度表	(11)
二、双金属片自记温度计	(13)
三、铂电阻温度传感器	(17)
第三节 气象站哨温度的观测	(17)
一、气温的观测	(17)
二、土壤温度的观测	(20)
三、温度表的误差	(23)
第三章 湿度的观测	(26)
第一节 大气湿度及其观测方法	(26)
一、表示湿度的几个物理量	(26)
二、大气湿度的测量方法	(26)

第二节 常用测湿仪器及其使用方法	(28)
一、固定式干湿球温度表	(28)
二、通风干湿表	(30)
三、毛发湿度表和湿度计	(32)
第四章 气压和风的观测	(36)
第一节 气压的观测	(36)
一、气压及其单位	(36)
二、水银气压表	(36)
三、空盒气压表	(44)
四、气压计	(45)
五、电测气压传感器	(46)
第二节 风的观测	(46)
一、风的两个基本要素	(47)
二、测风仪器简介	(48)
第五章 降水、蒸发和日照观测	(53)
第一节 降水的观测	(53)
一、雨量器及其使用	(53)
二、虹吸式雨量计	(54)
三、翻斗式雨量计	(55)
第二节 蒸发的观测	(56)
一、仪器及其安置	(56)
二、观测和记录	(56)
第三节 日照的观测	(56)
一、暗筒(乔唐)式日照仪	(57)
二、聚焦(康培司托克)式日照计	(58)
第六章 云、能见度和天气现象的观测	(60)
第一节 云的观测	(60)
一、云状的观测	(60)
二、云量的观测	(64)
三、云高的观测	(64)
第二节 水平能见度的观测	(66)
一、水平能见度的概念	(66)
二、水平能见度的观测	(66)
三、能见度观测仪	(68)
第三节 天气现象的观测	(69)

一、天气现象的特征	(69)
二、观测和记录	(72)
第七章 自动气象站	(73)
第一节 自动气象站的发展概况	(73)
一、国外自动气象站的发展	(73)
二、国内自动气象站的发展	(74)
第二节 自动气象站的原理和功能	(74)
一、组成与结构	(75)
二、工作原理	(75)
三、主要功能	(76)
第八章 天气图的分析	(78)
第一节 天气图的一般知识	(78)
一、天气图底图	(78)
二、天气图种类	(78)
三、天气图采用的时间	(79)
四、地面天气图的填写	(79)
五、高空天气图(等压面图)的填写	(82)
第二节 地面和高空天气图分析	(82)
一、地面天气图的分析项目及表示方法	(82)
二、高空天气图的分析项目及表示方法	(85)
第九章 气象观测资料的统计	(89)
第一节 统计时段和主要项目	(89)
一、不同观测时次记录的代表性	(89)
二、统计时段的划分	(90)
三、历年值的统计	(92)
第二节 气温资料的统计	(96)
一、候、旬平均气温	(96)
二、界限气温出现的初、终日期及初终间日数	(97)
三、日平均气温稳定通过界限气温的统计	(99)
四、积温的统计	(101)
五、气温频率和保证率	(102)
六、气温日、年变化值的统计	(103)
第三节 降水资料的统计	(103)
一、平均降水量	(103)
二、降水量变化的统计	(103)

三、各级别降水日数	(104)
四、降水连续性的统计	(105)
五、降水量级别的统计	(105)
六、降水强度	(106)
七、各时段和一日最大降水量的统计	(106)
八、降水量的季节分配	(107)
九、降水量的频率和保证率	(107)
第四节 风资料的统计	(109)
一、风向的统计	(109)
二、风速的统计	(110)
三、基本风压的计算	(112)
 第十章 气候考察	(113)
第一节 气候考察的目的与分类	(113)
一、气候考察的目的	(113)
二、气候考察的种类	(113)
三、气候考察资料收集的主要方法	(114)
第二节 山地气候考察	(118)
一、山地气候考察的布点	(118)
二、山地气候观测的时间和次数	(119)
三、观测方法和资料分析	(119)
第三节 城市气候考察	(121)
一、参照站的建立	(121)
二、定点观测站网的建立	(121)
三、流动观测	(121)
四、多层次观测	(122)
第四节 农田小气候观测	(122)
一、观测的特点与要求	(122)
二、观测方法	(122)
 第十一章 气候类型的划分	(124)
第一节 实验分类法	(124)
一、柯本气候分类法简介	(124)
二、柯本气候分类法评述	(126)
第二节 成因分类法	(127)
第三节 理论分类法	(129)
一、斯查勒气候分类法简介	(129)
二、斯查勒气候分类法评述	(131)

附 录	(133)
附录 1 天气预报中的时间和空间用语	(133)
附录 2 气象卫星和卫星云图常识	(139)
主要参考文献	(145)

第一章 地面气象观测场的建立

第一节 建站观测获取气象数据的基本要求

地面气象观测是对地表一定范围内的气象状况及其变化过程进行系统、连续的观察和测定，为天气预报、气象情报、气候分析、科学研究和气象服务等提供重要的依据。气象观测是在自然条件下进行的，大气作为湍流介质，使气象要素值在空间分布上不均一，在时间上具有脉动的特点。大气的这种特性，就要求在气象台站高度分散的情况下，气象资料必须能够准确代表一个地区的气象特点；而在资料使用高度集中的情况下，各个地区的气象资料能够相互比较，使研究人员了解地区之间的差异。因此，气象观测所获取的数据应具有代表性、准确性和可比较性。

一、观测资料的代表性

气象观测资料的代表性是指气象探测值应能代表测站周围较大范围内的平均状况，即气象观测资料能够代表所在地区的气象特点。代表性是指某空(时)间范围里的一组测量值，反映相同的或不同的空(时)间范围里实际状况的程度。代表性既有空间性概念，即点对点的代表性程度，点对平面区域以至空间的代表性程度；也有时间代表性含义，即一个点在给定时段内的测量值对该点不同时段或另一时段被测量值的代表性程度。

各类气象观测站，比如天气站、气候站、水文雨量站、农(林)业气象站、环境监测站等，站址的选择和观测场的建立就需要考虑点对空间的代表性。天气站(场)和气候站(场)的定址，应尽量防止和减小大气中乱流不规则运动和局部地形地物所造成的气象不规则变化对观测结果的影响，站址四周必须空旷平坦，避免设在陡坡、洼地或邻近有丛林、铁路、公路、工矿、烟囱和高大建筑物的地方。

二、观测资料的准确性

准确性是指观测资料反映气象要素的真实程度。这主要取决于仪器和观测方法的精确程度，也受所获得资料代表性程度的影响(如表 1-1 所示)。

表 1-1 天气观测中主要气象要素的精度要求

要素	精度要求	说明
气温	$\pm 0.1^{\circ}\text{C}$	—
最高、最低气温	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$	—
气压	$\pm 0.1\text{hPa}$	—

续表

要素	精度要求	说明
相对湿度	$\pm 5\%$	小于 50%
	$\pm 2\%$	大于 50%
风向	$\pm 5^\circ$	10 分钟的平均值
风速	$\pm 0.5\text{m/s}$	小于 5m/s
	$\pm 10\%$	大于 5m/s

一般来说，只要所获得的数据能够满足实际工作提出的精度要求，且所测得的要素值反映了该要素当时的客观特征，这样的资料就可以认为是准确的。

三、观测资料的可比较性

可比较性是指不同测站同一时间取得的同一要素值，能够进行互相比较，并显示出这个要素的地区分布特征；也指同一测站不同时间的同一要素能进行比较，从而说明该要素随时间的变化特点。在气象观测中，性能不同的仪器，所得结果不适宜比较。为了保证良好的可比较性，气象观测站网必须使用同一类型仪器，采用共同的观测方法、统一的观测程序和记录处理方法。

气象观测获取资料的代表性、准确性和可比较性之间是互相联系、互相制约的。观测资料的代表性建立在准确性的基础之上，没有准确性也就谈不上代表性。然而，只有准确性而没有代表性的观测资料，也是难以使用的。同时，观测资料的可比较性，也必须以观测资料的代表性和准确性为前提，因为如果观测资料既无代表性，又无准确性，也就失去了时空比较的意义。所以观测资料质量的好坏，均以观测资料的“三性”来衡量。

此外，气象要素是随时间不断变化的，这种变化只有通过通过对大气的连续观测，并进行天气学分析才能进一步深入了解。因此，气象观测要保持连续性，不能中断或短缺。气象观测的连续时间越长，价值就越大。

第二节 观测场址的选择与仪器安置

一、观测场址的选择

气象台站是取得观测资料的主要来源，必须依照一定的密度分布，组成气象台站网。目前我国已有国家级地面气象观测站 2423 个，国家级无人自动气象站 473 个，区域自动气象站 55488 个。从观测记录的代表性方面考虑，气象站之间的距离应视平原和山区而定，由于平原地区记录的代表性比山区范围大，所以气象台站之间的距离在平原地区约为 150km 左右，而在山区应为 100km 左右。从对气象要素测量精度要求，以及对中小尺度天气系统监测的角度考虑，气象台网还要适当加密。因此，即使对那些因自然条件给人们生活带来不便，而必须取得观测资料的地区，也需要建立自动遥测无人气象站。

气象站点的建立，应尽可能减少特殊地形的影响，以便取得具有代表性的气象资料，从而能够较好地反映本地较大范围气象要素的特点。

观测场地四周必须空旷平坦，无高大建筑物、树木和大水池等。观测场边缘与孤立障碍物的距离，应达到该障碍物高度的3倍以上；观测场边缘与成排障碍物的距离，至少是该障碍物高度的10倍。观测场四周10m范围内不允许种植高秆作物，以保证通风流畅。设在高山、海岛和丘陵山区的台站，根据客观限制或设立测站目的的差异，则可灵活掌握。

二、观测场的规格

(一)观测场的大小

标准气象观测场的大小主要有两种，一种是25m×25m，四边与东西南北方向一致；一种是20m(南北向)×16m(东西向)。对于有辐射观测的站点，可再向南扩充10m。对于高山站、海岛站和无人站等，因条件限制，观测场的大小可不受限制。学校气象园则可根据观测仪器和观测项目的多少，结合校园实际情况确定观测场地的大小。

(二)观测场地的要求

对于地面气象观测场，第一，要求观测场地平整；第二，观测场地内要覆盖均匀的草层，草高不超过20cm；第三，观测场地内铺设0.3~0.5m宽的小路，通往观测仪器；第四，观测场四周需设立1.2m高的稀疏白色围栏。

三、观测仪器的安置

观测场内仪器的安置应遵循互不影响、便于操作的原则。具体要求如下：高的仪器要安置在北面，矮的仪器顺次安置在南面，仪器东西成行；仪器南北之间的间距不小于3m，东西之间的间距不小于4m，仪器距离围栏不小于3m；观测场的门开在北侧，仪器安置于东西向小路的南侧，观测人员由北侧接近仪器。

观测场内仪器具体安置如图1-1所示，各类仪器安置的高度、深度、方位、纬度、角度要求，其基准部位要符合表1-2所列地面观测仪器安置要求。

表 1-2 观测场内仪器安置要求及其允许误差范围

仪器	安置要求	允许误差范围	基准部位
百叶箱通风干湿表	高度 1.5m	±5cm	感应部分中心
干湿球温度表	高度 1.5m	±5cm	感应部分中心
最高温度表	高度 1.53m	±5cm	感应部分中心
最低温度表	高度 1.52m	±5cm	感应部分中心
温度计	高度 1.5m	±5cm	感应部分中心
湿度计	在温度计上层横隔板上	—	—
雨量器	高度 70cm	±3cm	口缘
虹吸雨量计	仪器自身高度	—	—