

天气学基础知识

阮均石 唐东昇

气象出版社

天气学基础知识

阮均石 唐东昇

气象出版社

内 容 简 介

本书主要介绍天气学基础知识。全书共分两篇(十二章): 第一篇(一—七章)介绍天气分析和预报的基础知识; 第二篇(八—十二章)介绍影响我国的主要天气过程及气象要素预报。

本书可供具有初中程度的气象工作者阅读, 也可供农业、林业、渔业、水利等专业人员参考。

天 气 学 基 础 知 识

阮均石 唐东昇

责任编辑 康文骅

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路46号)

北京印刷一厂印刷 新华书店北京发行所发行

开本: 850×1168 1/32 印张: 8.5 字数: 214千字

1985年2月第一版 1985年2月第一次印刷

印数: 1—12,000

统一书号: 13194·0199 定价: 1.90元

编 者 的 话

本书是为适应广大气象、农业、水利、渔业、林业等部门具有高中毕业文化程度以上的干部，技术人员和知识青年学习天气分析和预报知识而编写的天气学基础读物。编写中尽量避免过多的数学处理而着重于物理概念及天气意义的说明。

本书编写过程中参阅了北京大学、南京大学、中国科学院大气所，中国人民解放军空军司令部及空军气象学院，南京气象学院等老师和专家编著的教材和著作，还参阅了有关杂志的文章，并得到南京气象学院气象系领导及许多同志的鼓励和支持，朱云同志为本书绘制了全部插图，在此一并致谢。

本书的第六章和第七章由唐东昇编写，其余各章由阮均石编写。由于我们水平有限，内容和安排上缺点和错误在所难免，热情欢迎读者批评指正。

编者 1983.5.

引 言

在我们人类生活的地球表面包围着一层大气。这层大气对于人类的生存，是如此息息相关，就像鱼儿离不开水那样密切和重要。

人们对于发生在自地面至大约10公里高度的大气对流层里的各种大气现象，如风、云、雨、雪、雷电、酷热和寒冷等等是十分熟悉的。这些大气现象都直接或间接地影响着人类的生产和生活活动。如适时适量的雨水有利于农作物的生长，而连续的大暴雨却可造成洪涝灾害；台风侵袭带来的大风、暴雨及大海潮常常对渔业生产和海上航运以至人民生命财产有严重威胁……。人们多么希望能预先知道天气的变化，以便利用有利的天气而避开或战胜有害的天气，做大自然的主人！人们也自然会寻思：冬天里，寒冷的空气来自何方？夏秋季节的台风又是怎样形成和活动的？为什么有时会阴雨绵绵；有时却又雷鸣电闪，甚至出现冰雹、龙卷风？大自然的风雨阴晴变化是否有规律可循？气象部门又是如何分析和预报天气变化的呢？……要回答这些问题，就需要天气学知识。

我们所说的天气，是指某地区在某瞬间或较短时间内，所观察到的各种气象要素（如气温、气压、湿度、风、云等等）所综合体现的大气状态。天气学，简要地说，就是一门研究天气变化规律并用于预报天气变化的科学。

现代天气学理论告诉我们，天气是由大气中的各种天气系统造成的。那么，什么是天气系统呢？它一般是指在气压、风、温度等主要气象要素的空间分布上具有一定结构特征的大气运动系统（如高压、低压、锋面、高空槽和脊等），它们是各种天气现象的制造者和携带者。各种天气系统随着时间和空间的变化过程又构成了不同特色的天气过程。天气学的任务就在于揭露和研究各

种天气系统和天气过程的生、消、演变规律并作出准确、及时的天气预报，为我国社会主义经济建设和国防建设服务。

天气分析表明，大气中的天气系统，按其水平尺度特征可分为大、中、小三类。

(1) 大尺度系统 其水平尺度可达几百公里，甚至几千公里以上。生命期一般为几天到十几天。这类系统中又可分为两种：一是水平尺度大于3000公里的大气长波（行星尺度）系统，如副热带高压，赤道辐合带等；另一种则为较小一些的天气尺度系统，如温带气旋、反气旋、锋面、台风和东风波等。

(2) 中尺度系统 其水平尺度一般为几十公里到几百公里。生命期约几小时到十几小时。如小气旋、飚线等。

(3) 小尺度系统 其水平尺度一般小于10公里。生命期仅几分钟到几小时。如雷暴云和龙卷等。

下表列出上述三类系统主要特征尺度的数量级。其中 L ， H ， V 和 W 分别表示水平范围、垂直范围、水平速度和垂直速度的尺度。

类 别	L (米)	H (米)	V (米/秒)	W (米/秒)
大尺度系统	10^5-10^6	10^4	10^1	10^{-2}
中尺度系统	10^4-10^5	10^3-10^4	10^1	10^0
小尺度系统	$<10^1$	10^3-10^4	10^0-10^1	10^0-10^1

由表可知，在大尺度运动系统中，水平速度较大而垂直速度较小。在中、小尺度运动系统中，则垂直速度较大而水平速度较小。这是一个很重要的特征。需要说明的是，天气系统的分类方法很多，目前尚未统一，上述分类仅作参考。

上述各类系统在广大空间里不断生消、演变并互相制约、互相影响，其中各种尺度系统在一定条件下还会互相转化。为了能同时察看和分析各类天气系统的演变规律和研究广大空间里各种气象要素的分布特点，就需要有相应的工具。天气图就是应此需

要而逐渐发展和建立起来的。自从1862年世界上第一张天气图诞生以来，天气分析和预报的理论和方法都有了很大的发展。近代已出现了新的动力数值预报和概率统计预报方法，并已有卫星云图和雷达等资料广泛使用于气象业务中，进一步提高了天气分析和预报的水平。不过，尽管有上述进展，天气图仍是一种分析和预报天气的重要工具。天气学方法在现代气象业务中仍发挥着重要作用。

本书分上下两篇系统介绍天气分析和预报的基础知识和影响我国的主要天气过程，其中也概要地介绍了某些天气系统的卫星云图特征及MOS预报方法的思路。

目 录

编者的话

引言

上篇 天气分析和预报基础知识

第一章 天气图的一般知识	2
§ 1 天气图的底图	2
§ 2 地面天气图	4
§ 3 高空等压面图	8
§ 4 气压系统的垂直结构	13
第二章 空气的水平运动	17
§ 1 作用于空气的力	17
§ 2 地转风和梯度风	26
§ 3 热成风	29
§ 4 地转偏差	33
第三章 大气中的锋	41
§ 1 气团	42
§ 2 锋的概念	46
§ 3 锋面附近气象要素的分布特点及锋面分析	51
§ 4 锋面天气	58
§ 5 锋生和锋消	64
第四章 气旋与反气旋	66
§ 1 气旋和反气旋的一般特征	66
§ 2 锋面气旋	67
§ 3 冷性反气旋	79
第五章 大尺度环流系统	83

§ 1	大气长波	85
§ 2	阻塞高压	87
§ 3	切断低压	89
§ 4	急流	90
第六章	天气形势预报	95
§ 1	形势预报的基本原理	95
§ 2	气压倾向方程	97
§ 3	涡度及涡度方程	104
§ 4	高空和地面形势预报基本方程	114
§ 5	常用的形势预报方法	120
第七章	大气环流知识	133
§ 1	大气环流的主要观测事实	133
§ 2	大气环流的形成和大气环流模型	137
§ 3	我国各季环流概况和主要天气过程的特点	142

下篇 影响我国的主要天气过程

第八章	寒潮天气过程	147
§ 1	寒潮的源地和路径	148
§ 2	寒潮天气过程	149
§ 3	寒潮的预报	154
第九章	大型降水天气过程	157
§ 1	我国降水的气候概况	157
§ 2	降水成因	159
§ 3	我国主要降水天气系统	164
§ 4	暴雨天气过程	172
第十章	副热带高压和台风	179
§ 1	副热带高压概况	179
§ 2	西太平洋副高的位置变化和我国的天气	183
§ 3	青藏高压	187

§ 4	台风概况	192
§ 5	台风的结构特点及天气	195
§ 6	台风的移动	202
§ 7	台风的生成	210
第十一章	中小尺度天气系统	214
§ 1	中小尺度天气系统的主要特点	214
§ 2	几种中小尺度天气系统简介	215
§ 3	对流性天气形成的条件及预报	231
第十二章	要素预报简介	237
§ 1	风的预报	237
§ 2	气温的预报	245
§ 3	雾和云的预报	248
§ 4	县气象站预报	253
§ 5	MOS 预报简介	258

上 篇

天气分析和预报基础知识

大气是在不停地运动着的。这种运动造成了各地不同的天气变化，而大气的运动又与气压分布有密切关系。因此，本篇首先介绍主要表示气压分布的天气图的一般知识，以便了解如何从天气图上认识各种气压系统。然后阐明大气运动的基本规律，并介绍锋面、气旋、反气旋等天气系统的基本特征以及天气形势预报的原理和方法。

第一章 天气图的一般知识

天气图是指在天气图底图上填有(通过电讯快速集中起来的)各地同一时间的气象资料的特种地图。是目前气象部门进行天气分析和预报的一种重要工具。

在日常天气分析预报工作中,除了绘制地面天气图外,还要绘制高空天气图。将两者配合起来,就构成一幅某瞬间的气象要素和天气系统的空间分布图,连续分析这些天气图可使我们了解天气系统随时间和空间的演变情况,以便作出天气预报。

§ 1 天气图的底图

这是一种特制的地图,上面绘有地球的经纬线、海陆分布、河流和山脉等地形,还标有按气象工作需要划分的气象区区号,气象站站号以及主要城市名称等,供填图和分析预报天气使用。目前有许多种不同范围和比例尺的天气图底图,各地区可根据天气分析内容、预报时效和季节等选用。

地球是一个近似圆形的球体,如何把球形的地球表面特征表现在平面图纸上,这就必须采用专门的投影技术,得出投影图。这里简单地介绍一种常用的兰勃脱正形圆锥投影图。

兰勃脱正形圆锥投影方法,简单地说,就是将平面图纸卷成圆锥形,与地球仪的 30° 和 60° 两个纬圈相割,光源置于地球仪中心(图1.1中的O点),

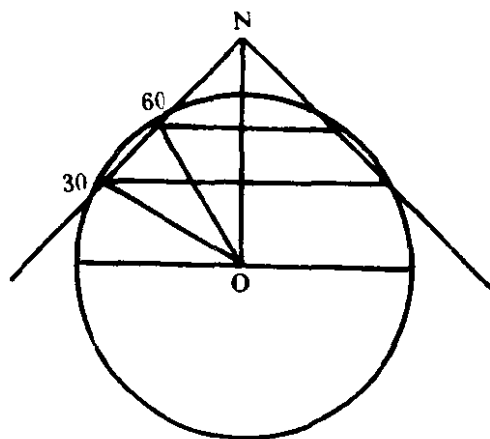


图 1.1 兰勃脱投影法

将经纬线及地形投影到圆锥形的图纸上,然后将图纸展开成扇形,这种投影法也称为双标准纬线的等角圆锥投影法。在这种投影图上,经线成放射形直线,纬线成同心圆弧,相割的两纬圈(30°和60°)长度与地球仪相应纬圈的实际长度相等,称标准纬线,在两标准纬线之间,纬圈长度是缩小的,在两标准纬线之外的纬圈长度是放大的(图1.2)。这种投影图最适用于作中纬度地区的天气图底图。所以,在我国气象部门,欧亚高空图和地面图都采用这种投影图。

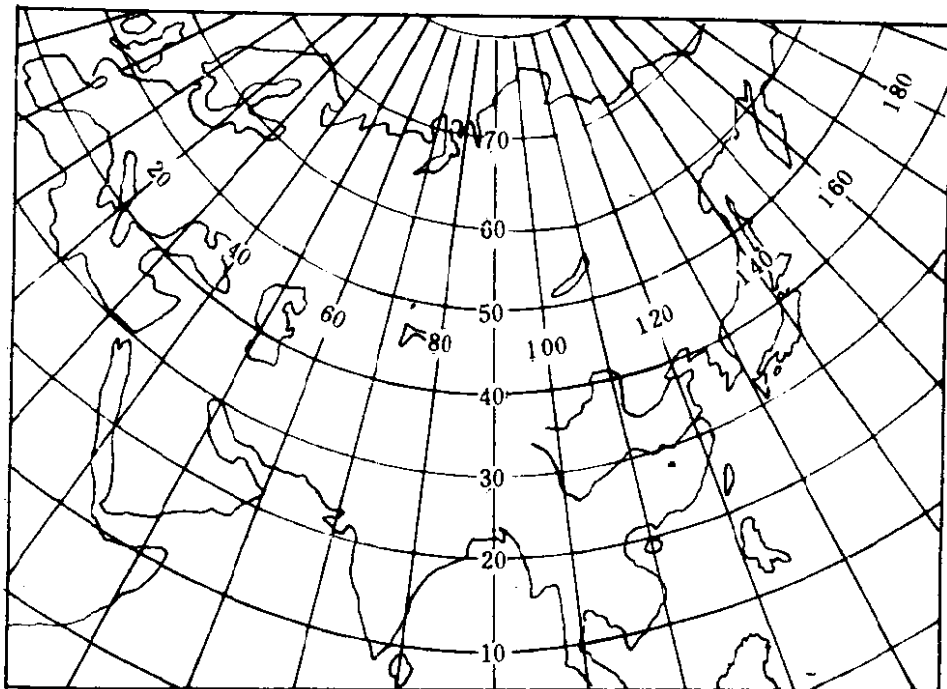


图 1.2 欧亚图

地图的比例尺是指地图上两点间的长度与地表上相应两点间的实际长度之比,或称缩尺。我国目前所用的东亚天气图的缩尺为1:10,000,000即图上1厘米=100公里,欧亚图的缩尺为1:20,000,000即图上1厘米=200公里。

§ 2 地面天气图

这是填有观测记录最多的一种天气图。每个站填有地面的各种气象要素，如气温、露点、风向、风速、能见度、海平面气压，以及降水等天气现象；还填有一些空中气象要素，如各种云状、云量和总云量等；另外，还填有一些反映近期内天气变化的记录，如三小时变压、气压倾向等。所以，地面天气图是天气分析和预报中最基本的工具，通常每天有四张（北京时02时，08时，14时和20时）。

图1.3是地面天气图上一个气象站的填图格式（左）和一个实例（右）。图中 $PPPP$ 为海平面气压。单位为毫巴（1毫巴相当于1平方厘米面积上承受1000达因的力），填写十位、个位和一位小数； TTT 为气温，单位为摄氏，将第三个数码四舍五入，填写两位整数； $T_d T_d T_d$ 为露点温度，与 TTT 填法相同； VV 为有效水平能见度，单位为公里，以数字表示； h 为最低云的云底高度，单位为米，以数字表示； RRR 为前6小时降水量，单位为毫米，以数字表示；风向用风向杆表示风的来向；风速填在风向杆上，每长划代表4米/秒，每短划代表2米/秒； ppp 为过去三小时本站气压变量，单位为毫巴，填一位整数和一位小数； a 为过去三小时的气压倾向； N 为总云量； N_h 为低云的云量； C_L ， C_M 和 C_H 分别为低云状，中云状和高云状； $W_1 W_2$ 为过去天气现象：

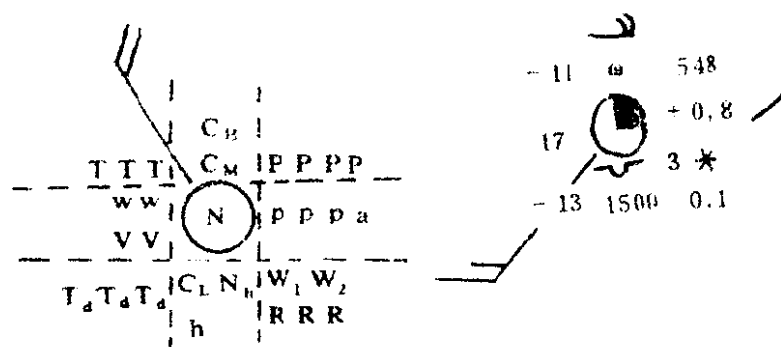


图 1.3 地面天气图填图模式和实例

ww为现在天气，均以填图符号(略)表示。图1.3的实例中某站为西南风6米/秒，海平面气压1054.8毫巴，气温-11℃，露点-13℃，有效水平能见度17公里，三小时气压倾向上升，气压变量+0.8毫巴。总云量2—3成，高云为密卷云，中云为透光高积云，低云为层积云，低云高1500米，低云量2—3成，过去六小时内有雪，前六小时内降水量为0.1毫米。现在天气无降雪、雨或雾等九十多种天气现象。

此外，根据天气情况，地面天气图上有时还填有最低或最高气温等项目对某些特殊天气现象如雷暴、龙卷或瞬时风速>16米/秒的阵性大风等则规定用红色按电码如实填写以引起分析时注意，这里就不一一介绍了。总之，熟悉天气图上各种天气符号，对于分析和预报天气是十分重要的。

为了进一步揭露气压及各种天气现象的分布情况，还需对地面天气图作分析。一般根据需要分析以下项目：

(1) 等压线 一般规定每隔2.5毫巴分析一条。通过等压线的分析可以揭露海平面气压的分布特征，称为海平面气压场。

(2) 三小时变压线 这对于了解近期内气压变化特点以便分析预报气压系统变化有重要意义，规定每隔1毫巴分析一条。

(3) 锋面 用彩色铅笔描绘锋面，其规定如图1.4。锋面是影响我国天气的重要天气系统之一，正确的分析锋面性质和位置是

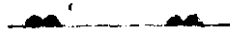
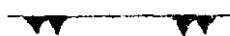
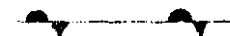
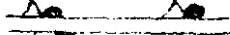
锋的种类	分析图上的符号	单色印刷图上的符号
暖 锋	—— 红色	
冷 锋	—— 蓝色	
准静止锋	—— 上蓝 下红	
暖性锢囚锋 冷性锢囚锋	—— 紫色	

图 1.4 锋的符号

天气分析的一个重要内容。

(4) 各种主要天气区 其描绘规定按图1.5所示。

除以上分析项目外，根据需要还可描出锋面或高、低压中心的过去位置，以便了解它们过去的移动路径和速度，便于预报员正确分析和预报天气。

	成片的	零星的	说明
连续性降水			绿色
间歇性降水			绿色
阵性降水			绿色
雷暴			红色
雾			黄色
沙(尘)暴			棕色
吹雪			绿色
大风			棕色

图 1.5 主要天气区表示方法

这里需要介绍一下气压场的概念及表示方法。气压的空间分布称为气压场。气压无论在水平方向或垂直方向上的分布都是不均匀的，气压的这种不均匀分布是大气运动的直接原因。因此，分析和研究气压的空间分布情况是天气分析和预报的重要内容。气象部门一般是通过绘制等高面图和等压面图来分析气压场的。

地面天气图对于气压来讲，就是一张高度为零的等高面图(因为地面图上的气压值都已订正为海平面气压值)。从地面图上等压线的分布特点，就可以清楚地看出海平面附近空间气压场的情况。通常在地面图上气压场有以下五种基本形式(图1.6)：

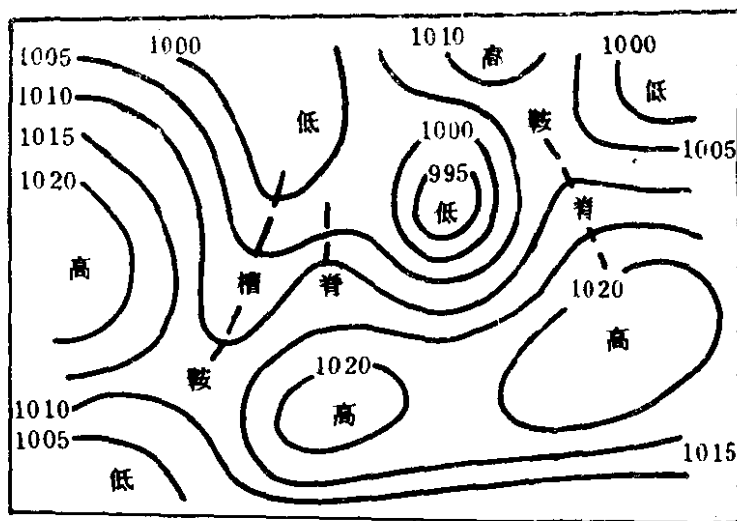


图 1.6 地面图上气压场的基本形式

(1) 低压 由闭合等压线构成的低气压区，气压从中心向外增大，其附近的空等压面，类似若干叠套在一起的锅，每个锅（即空等压面）与海平面相截即成为近似同心圆状的等压线。

(2) 高压 由闭合等压线构成的高气压区，气压从中心向外减小，其附近空等压面，类似若干叠套在一起的倒扣的锅，每个锅（即空等压面）与海平面相截即成为近似同心圆状的等压线。

(3) 低压槽 从低气压区中延伸出来的狭长区域，叫低压槽，简称为槽。槽中的气压值较两侧的气压低，槽附近的等压面，类似地形中的山谷。从南或西南伸向北或东北的槽称为倒槽，槽中各条等压线气旋性曲率最大点的连线称为槽线。

(4) 高压脊 从高压区延伸出来的狭长区域，叫做高压脊，简称为脊。脊中的气压较两侧的气压高，脊附近的空等压面类似地形中的山脊。脊中各条等压线反气旋性曲率最大点的连线称为脊线。

(5) 鞍型场 两个高压和两个低压交错相对的区域称为鞍型场，其附近空等压面的形态类似马鞍形状。