

青少年气象科学知识

主编 向英 柯儒杰

副主编 陈国胜 徐东升

天气的奥秘

中国建材工业出版社

-49

青少年气象科学知识

天气的奥秘

向英 柯儒杰 主编

前 言

21世纪是一个高科技的世纪，是一个人才竞争、教育竞争的世纪。为了迎接新世纪的挑战，提高全民族的素质是一个首要的任务。而素质提高的一个重要方面是科技素质的培养，也就是要培养人才的科技素养。在学生中普及科学知识不失为提高科技素质的一个良好途径。

针对中小学正在提倡的素质教育的需要和农村青年对于科技下乡的迫切需要以及厂矿、部队基层青年在提高文化修养的同时，对科技知识和劳动技能的广泛需要，以当代社会科学与自然科学的基础知识为基本出发点，我们编纂了一批通俗易懂，实用性强的系列科普读物。

每个时代图书最大的读者群是 10至 20岁左右的青少年。每个时代能够影响深远的图书是那些可以满足社会需要，传播知识，具有时代特点的图书。希望我们所精心编纂的这些书籍，能够为青少年朋友开阔眼界、增长知识、提高科学素养尽一份力。

本丛书是我们推出的科普系列读物之一。

气象科学是一门古老而又年轻的学科。气象知识与我们的生活息息相关，无时不在。本丛书共 12分册，以通俗易懂的语言，向我们介绍了大气、天气、气候等的形成及演变；分析了气象与农业生产、工程建设、仓储运输等方面的密切关

系；介绍了常用的气象观测仪器及观测方法，以及天气预报的制作原理和方法；同时教会学生们一些简单的气象活动、测天方法和观测仪器的简易制作；另外还介绍了人类影响天气、改变天气的一些方法。本书对于人类发展使大气遭受的破坏给予了格外的关注，呼吁大家保护大气，保护人类共同的家园。

本套丛书内容丰富、实用易懂，对于青少年掌握基本的气象知识，使之服务于生产、生活大有帮助。

目 录

第一章 大气中的气团和锋	(1)
第一节 气团	(3)
一、气团的分类和天气	(3)
二、气团形成的物理过程	(4)
三、活动在我国境内的气团	(6)
第二节 锋的概念	(7)
第三节 锋面附近气象要素的分布	(12)
一、温度与湿度分布特点	(12)
二、气压的分布特征	(15)
三、风的分布特征	(16)
四、变压的分布特征	(17)
五、云和降水	(19)
第四节 锋面天气	(19)
一、暖锋天气	(19)
二、冷锋天气	(20)
三、准静止锋天气	(23)
四、锢囚锋天气	(24)

第五节 锋生和锋消	(26)
第二章 气旋和反气旋	(29)
第一节 气旋和反气旋的特征与分类	(29)
一、气旋和反气旋的一般特征	(29)
二、气旋和反气旋的分类	(31)
三、气旋和反气旋的空间结构	(32)
第二节 锋面气旋	(33)
一、锋面气旋形成的类型	(33)
二、锋面气旋的结构模型	(37)
三、锋面气旋的天气特征	(42)
第三节 中国的气旋活动	(44)
一、蒙古气旋	(44)
二、黄河气旋	(45)
三、江淮气旋	(47)
四、东海气旋	(48)
五、西南涡	(48)
第四节 温带反气旋	(49)
一、冷性反气旋的温压场结构和天气特点	(50)
二、冷性反气旋的活动	(51)
二、冷性反气旋的天气特征	(53)
第三章 副热带高压和青藏高原	(55)
第一节 副热带高压的形成	(55)

第二节 副热带高压的结构及其性质	(57)
第二节 副热带高压的位置和强度变动	(59)
一、多年变化	(60)
二、季节变化	(60)
三、副热带高压的中短期变动	(61)
第三节 副热带高压与天气	(62)
第四节 副热带高压与周围环流系统的 关系及其预报	(64)
一、副高与东西风环流的关系	(64)
二、青藏高原与副高的关系	(65)
三、东风带和台风对副高的作用	(66)
四、副高变化的若干局地特征	(66)
第五节 青藏高原	(67)
一、青藏高原的成因和结构	(68)
二、青藏高原位置的季节变化和主要流型	(71)
三、青藏高原对我国旱涝的影响	(72)
第四章 热带天气系统	(75)
第一节 低纬度天气气候概况	(76)
一、低纬度环流概况	(76)
二、低纬度地区气象要素的变化特征	(77)
第二节 热带辐合带	(79)
一、热带辐合带的概念及类型	(79)

二、热带辐合带的结构	(80)
三、热带辐合带的天气	(81)
四、热带辐合带的移动	(82)
五、热带辐合带的季节变化和短期变化	(83)
六、热带辐合带的预报	(84)
第三节 东风波	(85)
一、东风波的概念	(85)
二、东风波的类型	(85)
三、东风波的天气	(89)
四、东风波的移动及预报	(90)
第四节 赤道反气旋	(90)
一、赤道反气旋的概念	(91)
二、赤道反气旋的生命史	(91)
三、赤道反气旋的天气	(93)
第五节 热带云团	(95)
一、热带云团的概念	(95)
二、热带云团的类型	(95)
第五章 台风	(98)
第一节 台风——热带的大气涡旋	(98)
一、什么是台风	(98)
二、巨大的能量库	(99)
三、台风的危害和造益	(100)

第二节 台风是怎样形成的·····	(105)
一、台风的源地·····	(106)
二、台风生成的基本条件·····	(108)
三、台风的三个发展阶段·····	(110)
第三节 台风的结构·····	(115)
第四节 台风的路径·····	(120)
一、台风移动路径的基本特点·····	(120)
二、台风路径的季节变化·····	(123)
三、影响台风路径的主要因素·····	(124)
四、正常路径和异常路径·····	(128)
第六章 季风·····	(131)
第一节 什么是季风·····	(131)
一、季风的定义·····	(131)
二、季风的种类·····	(134)
三、正确理解季风·····	(136)
四、季风的地理分布·····	(139)
第二节 季风形成的原因·····	(142)
一、大气运动的基本道理·····	(142)
二、海陆热力差异和季风·····	(145)
三、季风是几种冷热源共同作用的结果·····	(149)
第三节 季风环流和天气·····	(153)
一、冬季风环流和天气·····	(153)

二、夏季环流和天气	(160)
第四节 影响中国的季风天气	(164)
一、季风是造成冬寒夏暑的原因	(164)
二、季风和雨季	(166)
第七章 寒潮	(169)
第一节 寒潮——极地来的冷空气	(170)
一、什么是寒潮	(170)
二、寒潮天气	(170)
第二节 寒潮是怎样发生的	(173)
一、寒潮的源地	(173)
二、寒潮的酝酿与爆发	(174)
三、寒潮过程的结束	(178)
第三节 我国的寒潮	(180)
一、我国寒潮概况	(180)
二、寒潮的路径	(181)
第四节 寒潮的预报	(183)
一、寒潮天气的预报	(183)
二、防寒措施	(184)
第八章 大型降水和暴雨	(188)
第一节 暴雨	(188)
第二节 华南前汛期暴雨	(195)
一、华南前汛期暴雨的特点	(195)

二、华南暖区暴雨·····	(196)
第三节 江淮梅雨·····	(196)
一、梅雨天气和气候概况·····	(196)
二、梅雨暴雨·····	(197)
第四节 华北盛夏暴雨·····	(200)
第五节 春季低温阴雨·····	(201)
第九章 几种灾害性天气·····	(203)
第一节 龙卷风·····	(203)
一、什么叫龙卷风·····	(203)
二、龙卷风的种类·····	(204)
三、龙卷发生的条件·····	(207)
四、水龙卷·····	(211)
五、尘卷风、火龙卷和城市龙卷·····	(213)
第二节 雷暴·····	(221)
一、雷暴的结构·····	(221)
二、强烈雷暴·····	(225)
三、雷暴线——飑线·····	(230)
四、暴雨和冰雹·····	(236)

第一章 大气中的气团和锋

大气中的锋是重要的天气系统之一。它的附近，空气运动比较活跃，若水汽充沛，常可形成广阔的云雨区，有时还会出现大风、雷暴和暴雨等剧烈的天气现象，对于工农业生产、航运和飞行等活动带来较大的影响，所以了解锋的性质及其活动规律是天气预报的一个重要课题。

我们若考察一下每天的天气图，就会发现，大气中的温度分布在水平方向上是不均匀的。常有一些等温线相对密集带。图 1-1 a 是 1970 年 11 月 13 日 08 时 850 毫巴图。可看到从我国东北经河套到西北一带，有一个等温线密集带，水平温度差平均 $4\sim 5^{\circ}\text{C}/100$ 千米以上，而在此等温线密集带两侧，温度的水平分布较均匀。与此相对应的地面天气图（图 1-1 b）上，在我国河套到东北地区为一次冷锋。人们把高空图上这个等温线相对密集带称作高空锋区，地面天气图上的锋线称为锋或锋面。把等温线密集带两侧温度水平分布较均匀的大范围空气块称为气团。下面分别介绍气团和锋的一般特征。

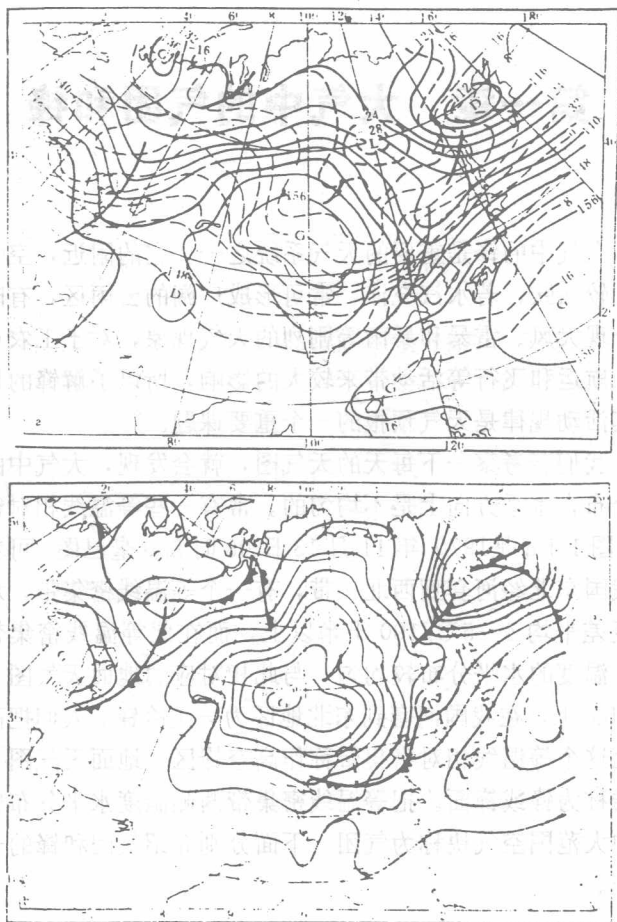


图 1-1 1970 年 11 月 13 日 08 时天气图

a: 850 毫巴 b: 地面

第一节 气 团

气团是指水平方向上物理属性（主要指温度、湿度和大气稳定度）相对均匀的大块空气，其水平范围达几百千米到几千千米，垂直范围为几千米到十几千米。

一、气团的分类和天气

通常采用热力学分类法，即根据气团移动时与所经下垫面之间的温度对比或气团之间的温度对比来分类。据此，可分为冷气团和暖气团两类。

冷气团是指向着比它暖的下垫面移动的气团。这种气团使它所经之地变冷，而气团本身却逐渐增暖。因此，由于大气低层迅速增温，气温直减率增大，气层往往趋于不稳定状态，有利于对流性天气的发展。夏季，冷气团中一般水汽含量较多，常形成积云和积雨云，甚至出现阵性降水或雷暴天气。冬季，冷气团中水汽含量通常较少，这时多为少云甚至碧空。冷气团的天气一般都有明显的日变化。中午及午后，地面增温，对流易发展，常出现不稳定性的云和降水，风速也较大；夜间，地面气温降低，气层趋于稳定，不稳定性天气逐渐减弱，消失，风速减小；清晨，由于低层辐射冷却，还可能出现辐射雾。

暖气团是指向着比它冷的下垫面移动的气团。这种气团使它所经之地变暖，而气团本身却逐渐冷却，气温直减率减小，气层趋于稳定，有时形成逆温或等温层，不利于对流的发展。所以暖气团通常具有稳定性的天气特点。如果暖气团

中水汽含量多，常形成很低的云层，如层云、层积云、并下毛毛雨、小雨或小雪。有时由于低层空气在冷的地表影响下逐渐变冷，会形成平流雾。冬季从南方海洋移入我国大陆的暖气团就具有上述天气特征。如果暖气团中的水汽含量较少，则一般形成多云或少云天气。暖气团中由于湍流不发展，所以风的日变化不明显。当然，各种气团的天气和气团活动季节、活动地区及其他条件有关，不是一成不变的。

如果依据气团之间的温度对比来划分，则把温度较高的气团称为暖气团，温度较低的气团称为冷气团。一般说来，这种划分方法和上述划分方法基本是一致的。因为通常在北半球，自北向南移的气团不仅相对于地面而且相对于南方的气团来说，都是冷气团。而自南向北移的气团，不仅相对于地面而且相对于北方的气团来说，都是暖气团。

冷暖气团是相对的，也是可以转化的。如从北方移来的冷气团，在南移过程中，不断从下垫面吸收热量，从而不断增暖变性。此时，相对于从北方新移来的冷的气团而言，它又变为暖气团了。气团逐渐改变其性质的过程我们称为气团的变性。

气团也可按其产生的地理区域分类。一般有所谓北极气团（又称冰洋气团）、中纬度气团（又称极地气团）、热带气团和赤道气团等几种，其中极地气团和热带气团又可按其来自海洋和大陆分为海洋气团和大陆气团等等。

二、气团形成的物理过程

了解气团形成时以何种过程取得下垫面的热力属性，对于分析气团的性质、气团属性的变化及它们对天气的影响是十分重要的。通常认为下列四种物理过程是产生地表与大气

之间发生水分和热交换的重要形式：

1. 辐射

辐射是空气与地表、空气与空气之间产生热交换的主要形式之一。大气吸收的热能主要来自地表的长波辐射，大范围空气长时间停留在一个热力性质比较均匀的地表，就有利于通过辐射作用获得相对均匀的热力性质。对于形成于辐射作用强烈的沙漠地区、冰雪覆盖地域的气团来说，这种过程起着最重要的作用。

2. 乱流和对流

乱流和对流可以把低层空气所获得的热量和水汽带到空中，使较厚的气层都可以受到下垫面的影响，同时又使气团的热力性质更趋于均匀。

3. 蒸发和凝结

蒸发和凝结是发生在空气及地表的水相变化。由于水从液态通过蒸发变为水汽需要吸收汽化热，而水汽凝结成液态水也会释放凝结潜热，所以，蒸发与凝结不仅是空气与空气之间、空气与地表之间水分的交换方式，同时又是热量交换的一种方式。这种水相变化过程直接影响气团的湿度特性，也对空气温度的铅直分布及稳定度性质产生影响。对于形成于广阔海洋上的气团，蒸发和凝结作用是个主要的物理过程。

4. 大范围的垂直运动

气压的铅直分布总是从地面向空中递减的。如果空气中存在大范围垂直运动，当气块作上升运动时，就会因体积膨胀而消耗内能，使气块本身温度降低；反之，当气块作下沉运动时，会因外界压力增大而收缩，使其内能增加，气块温度增高。这种大规模的垂直运动，对空气中水汽分布、水相变化都会产生一定的影响，从而使气团的温度、稳定度发生

相应的改变。

不过，并不是每个气团的形成都必须同时具备上述四种物理过程，也不是每一物理过程在不同气团的形成中都产生同等的作用。由于地表的性质不同，各种物理过程所起的作用也有主次之分。例如，形成于高纬度冰雪覆盖地区的气团，低层气温很低，气层稳定，不易发生乱流和对流，但地表辐射作用很强，所以辐射是最重要的过程。而形成于低纬度地区的气团，通常由于地表温度高、气层不稳定，因而乱流和对流作用就不能忽视。形成在广阔海洋面上的气团，水面的蒸发总是不停地在进行着，因此，蒸发和凝结作用对气团热力属性的影响就十分明显。通常对大范围的空气运动来说，垂直运动是很微弱的。因此，垂直运动的作用，只有在一定条件下（如存在于强大高压系统中的下沉运动）才会对气团属性产生明显的影响。

三、活动在我国境内的气团

活动于我国境内的气团，都为其他地区移来的变性气团。冬季，主要有极地大陆气团和热带海洋气团。前者来源于西伯利亚和蒙古一带，我们称为西伯利亚气团。其活动范围很广，它常带来干而冷的天气。后者主要来源于副热带太平洋，我们称为热带太平洋气团。此气团在冬季也偶尔侵入我国华南地区。

夏季，影响我国的气团较多，其中热带太平洋气团是夏季活动于我国的主要气团。盛夏，除我国西部地区及少数地区外，几乎无不受其影响。在热带太平洋气团边缘，由于输送大量暖湿空气，常可造成阴雨，甚至大暴雨天气；而其控制的气团内部则为晴热干旱天气，有时出现不稳定天气。夏