

成都工学院图书馆  
基本馆藏

365087



喻之編著

# 灾害性天气



科学普及出版社

# 灾 害 性 天 气

喻 之 編 著

科 学 普 及 出 版 社

一九六五年·北京

## 內 容 提 要

灾害性天气是造成农业减产的主要原因之一，对于其他部門也有很大的破坏性，有时还威胁着人类的生命安全。因此，我們应当了解各种灾害性天气发生的原因和发展的规律，以及防御措施。

本书比較全面地分別叙述了寒潮、霜冻、大风、台风、暴雨、冰雹、干旱风等灾害性天气的成因、演变规律、预测方法以及防御措施，同时，还比較詳細地阐述了旱涝的成因及其地理分布。可供具有初中文化水平的干部、各地农业部門、人民公社的有关干部参考。

总号：090

### 灾害性天气

編 著 者：喻

之

出 版 者：科 学 普 及 出 版 社

(北京市宣武門外都察院)

北京市书刊出版业营业許可証出字第112号

发 行 者：新 华 书 店

印 刷 者：北 京 市 通 县 印 刷 厂

开 本：787×1092 $\frac{1}{32}$  印张：2 $\frac{7}{8}$

1965年2月第 1 版 字数：56,000

1965年2月第1次印刷 印数：18,150

統一书号：13051·063

定 价：(2) 0.26元



## 写在前面

灾害性天气是造成农业减产的重要原因之一，对于其他部门也有很大的破坏性，有时甚至威胁着人类的生命安全。因此，了解灾害性天气发生和发展规律，及时地采取防御措施，就成为我们与大自然斗争中的一个重要问题了。

寒潮、霜冻、大风、台风、暴雨、冰雹、干旱风，以及久旱和久雨，都对生产有一定的破坏性，都可以说是灾害性天气。由于我国的自然环境十分复杂，灾害性天气的季节变化很明显，各地灾害性天气的影响，也因地因时而异。因而，在考虑防御措施时，必须因地因时制宜，从实际情况出发。

要战胜灾害性天气，首先必须知道为什么会发生灾害性天气，还要知道在什么时间，什么地点将要发生怎样的灾害性天气。其次，还应当知道，对于各种灾害性天气如何采取不同的防御措施，以争取避免或最大限度地减少灾害性天气所带来的灾害。

在这本小册子里，将简单地谈一谈各种灾害性天气是怎么发生的，对于生产建设，特别是农业生产有哪些危害，以及一些预防灾害的方法。了解了这方面的知识，就能更好地根据灾害性天气变化规律来战胜自然灾害，以减少或避免灾害性天气给我们生产建设上造成的损失。

編著者

一九六四年五月

# 目次

## 写在前面

一	寒潮和霜冻 .....	1
	寒潮和它的发源地 .....	2
	寒潮的爆发路径 .....	6
	寒潮造成的灾害 .....	10
	怎样预防寒潮的灾害 .....	15
二	大风 .....	23
	风的形成及其特性 .....	23
	几种主要大风的类型 .....	29
	我国大风区的分布 .....	33
	怎样预防大风的危害 .....	36
三	干旱风 .....	38
	什么是干旱风 .....	38
	我国干旱风的分布 .....	42
	干旱风的危害及其预防 .....	44
四	旱和涝 .....	46
	旱涝特性 .....	46
	旱涝是怎样产生的 .....	49
	我国旱涝的地理分布 .....	55
五	雷雨 .....	57
	雷雨云是怎样产生的 .....	57
	雷雨云发展的后果 .....	62
	我国的雷雨地区和季节分布 .....	68
	雷雨和农作物的关系 .....	70

六	台风 .....	71
	台风是怎样产生的 .....	71
	台风结构和它移动的路径 .....	72
	台风的灾害及其预防 .....	76
	怎样知道台风要来了 .....	79
七	灾害性天气的预报 .....	81
	天气观测 .....	81
	天气预报 .....	82

## 一 寒潮和霜冻

寒潮，就是苏联西伯利亚，或者是蒙古高原、北冰洋和北极地区上空的寒冷空气大规模地向南侵袭的过程。所以，寒潮实际上是冷空气活动的一种方式。但是，并不是每一次冷空气南下都叫做寒潮，只有强烈冷空气的爆发，才称为寒潮。

气象台发布寒潮警报，是有一定的标准的。我国气象部门规定：“凡24小时内温度猛降摄氏10度以上，而最低温度在摄氏5度以下者，称作寒潮。”不过，这个标准只是一个大概的规定，在实际发布寒潮警报时，还须要看季节和各个地区的不同情况作出相应的补充规定。

南下的冷空气，在同暖空气接触的地方形成一个冷暖空气的过渡带，这在气象上就叫做锋。寒潮的前锋地带，冷暖空气相互激荡。暖空气轻，被冷空气抬举向上，就变冷凝结，里面包含的水蒸汽就形成浓密的云层和雨(雪)；又因为在寒潮前锋附近，冷空气向暖空气冲激得很厉害，冷空气流动的速度快，这往往就会形成大风。因此，寒潮前锋实际上就是一条风雨(雪)带。当它到达时，天气变得非常恶劣，刮着大风，落着雨(雪)，温度更是剧烈下降。这条风雨(雪)带，长有几百公里到几千公里，风力一般都在6级到8级左右，强的可以达到10级甚至12级。这条风雨带随着冷空气的移动而向低纬度推进。暴冷发生在寒潮前锋到达后，一天内温度可以突然降低六、七度甚至一、二十度；随着冷空气中心的逼近



而越来越冷，形成严寒和霜冻。寒潮侵袭时所发生的这些天气变化，对农业生产以及其他方面的影响都很大，所以它是一种严重的灾害性天气。

冷空气活动对我国的影响并不限于冬季，但以冬季特别强大，影响范围也广，冷空气爆发南下的次数也最频繁。一般它开始于11月，到第二年3月为止，至少有五个月影响着我国整个冬季天气。春季也经常出现入侵我国的大寒潮，不过次数比冬季少，除了大风和降温具有冬季的特征外，下雨(雪)的现象增多。另外，春季特别是晚春时节，天气已逐渐转暖，一旦有强烈寒潮爆发，这时农作物还很幼嫩，经不起暴冷和晚霜(主要是长江以北地区)，必须加以防护。秋季寒潮的爆发，和春季很相似，但没有春季那样强大，不过，因为这时正是农作物成熟的季节，一旦有强寒潮爆发，发生初霜(主要是长江以北地区)，将影响庄稼的收成，所以也需注意防护。夏天虽然也有冷空气南下，但势力不强，很少能达到寒潮标准的。不过，因为入夏以后，我国大部地区是在暖空气控制下，每次南下的冷空气和暖空气冲突，常容易形成持久的下雨区域。盛夏的雷雨活动，也往往和冷空气的南下有关。

### 寒潮和它的发源地

高纬度地区，特别是南北两极一带，全年阳光几乎没有直射的机会，就是在夏季，太阳也不能升得很高。比如在极地附近的夏季，太阳每天只是在地平线上盘旋。因此极地附近地面所受的日光热要比赤道附近少得多，因而极地温度也比赤道低得多(见表1)；而且这时日光穿过大气的路程很长，



表 1 各緯度平均溫度的分布 (°C)

緯 度	1 月	4 月	7 月	10 月	全 年	海洋平均溫度
北 极	-41.0	-23.0	-1.0	-24.0	-22.7	-1.7
80°	-32.2	-22.7	2.0	-19.1	-17.1	-1.7
70°	-23.3	-14.0	7.3	-9.3	-10.7	0.7
60°	-16.1	-2.8	14.1	0.3	-1.1	4.8
50°	- 7.2	5.2	17.9	6.9	5.8	7.9
40°	5.5	13.1	24.0	15.7	14.1	18.5
30°	14.7	20.1	27.3	21.8	20.4	21.3
20°	21.9	25.2	23.0	26.4	25.8	25.4
10°	25.8	27.2	27.0	23.9	23.8	27.2
赤 道	23.5	23.6	25.7	23.5	23.3	27.1

热量大部分被大气层吸收和散射了。所以虽有微弱的阳光，却不能給极地很多的温暖。一进入秋季，地面放射的热量超过了吸收的热量，温度更日漸降低。到了冬季，极地附近一带，黑夜漫长，地面在黑夜所放射的热量，大大超过白天吸收的热量，因此地面温度就显得特別低。西伯利亚大部分地方，一月份平均气温都靠近摄氏零下20度，如西伯利亚的托木斯克是零下19.4度。在个别地区的某些时候，温度可低到零下60度。因为天气严寒，所以河流冻结的时期也很长，西伯利亚的各河流都至少冻结五个月以上，在极北区域，河流在一年中只有四个月可以看到流水，湖沼也冻结起来，土壤冻结的厚度深达几十米。

根据研究的結果，亚洲的寒潮，一部分起源于冰雪封冻的

北冰洋新地島一帶，这里靠近北极地区，有着使空气不断迅速冷却的条件；另一部分起源于西伯利亚东北角的雅納河，这里东面和南面屏列着二、三千米的高山，除了北面的冷空气可以进入外，东南边的海洋空气很难进入起调节作用，这里冷空气在冬季盘据很久，日射又少，是世界上出名寒冷的地方，位居雅納河谷的維尔霍揚斯克，最低温度曾到过摄氏零下70度。

在上述的北极和它以南附近地区的气候条件下，分布在這一帶的空气，時間久了，也变得非常寒冷和干燥。寒冷空气不断堆积的結果，就形成一个厚度較大、范围很广的冷空气团。在适当的条件下，就会有一部分冷空气离开它的发源地，大規模地向东南侵袭，这时候寒潮就爆发了。

在什么条件下寒潮才容易爆发呢？

在寒潮爆发前，在西伯利亚一帶往往会出现强大的、十分寒冷的冷空气团，因为冷空气密度比較大，所以冷空气团下气压比較高，在气象学上，就把这冷空气团称做冷高压。只要西伯利亚一帶地面气压不断上升，气温不断下降，就表示寒潮在孕育成长。但是，寒潮的爆发南下，还需要一定的条件。这个一定的条件，就是大气环流的改变。大气环流，是指各种类型空气在高空或地面上流动的总称。在大气里流动着大小不同类型的气流系統。大型气流系統是环绕整个地球流动的，是世界性的；中型气流系統一般是以大洲为范围的；小型气流系統是小范围的，地方性的。这些大型、中型和小型气流共同的交互影响就构成了大气环流。寒潮爆发往往就是整个北半球大气环流的非周期性变化所引起的。至于为什么产生非周期性变化，原因很复杂，有些还是气象学上未解

決的問題，這裡只能簡略地談一下。比如在高空，由於大氣環流的改變而逐漸盛行經向環流，就是說，較大範圍的空氣流動方向，大致與地球上南北方向的經綫平行，這樣北方冷空氣就有南下的機會。當這種經向環流突然發展最盛時，冷空氣就在高空南北向盛行氣流引導下，大規模爆發南下，形成寒潮。這就是大氣環流的一種非周期性變化。

在地面，冷空氣主力所在地區，大半是高緯度最寒冷的地方，到處冰天雪地，氣溫極低，匯集在這一帶的冷空氣也變得異常寒冷。冷空氣密度大，有向地面下沉的趨向，所以寒潮主力就構成地面上的冷高壓，這種冷高壓本身就有向外流動擴散的趋势。同時在冷空氣主力的前緣地區，比如在蒙古人民共和國、東海和日本一帶，常是冷暖空氣衝突形成寒潮前鋒的地區，由於鋒面兩側氣流流速的差異，在鋒面上常產生象波浪一樣的擾動，稱為波動。在波動附近，隨著冷空氣的南插和暖空氣的北伸，波動就更加發展。這時，由於波動中心的大量暖空氣被抬舉上升，地面氣壓劇烈下降，波動就發展成為強烈的低氣壓。低氣壓和寒潮的冷高壓之間，氣壓值相差很大，冷空氣就被低氣壓引導爆發南下，形成寒潮。

總之，寒潮爆發，與整個大氣環流中的大、中型的氣流改變和調整有關，也和許多天氣系統（如高氣壓、低氣壓等）的生成、發展有關，它是一個複雜的、大型天氣過程。

當然，上面所講的寒潮爆發形勢是比較典型的，在各種具體情況下要複雜得多。

在寒潮前鋒的地區，冷空氣向暖空氣衝擊得很厲害，一系列天氣變化就是出現在這個寒潮前鋒附近的地區。天氣發生變化時，大片大片的雲彩在天空迅速地掠過，露出青天；而



有时候灰白色的云层短时间布满天空，下着雨或飘着雪，温度突然剧烈下降，并刮起了强烈的大风。随着寒潮前锋的向南推移，当寒潮主力，也就是冷高压中心接近某一个地区时，因为高压中心气流向外流散，并且自高空下沉，所以风势逐渐减弱，这时天气也就转为碧空无云了。

每次寒潮南下后，经过一定时期，它的严寒和干燥的特性，由于受了南方暖和的地面的影响，就会逐渐消失。即使是势力十分强大的寒潮，受到太阳光热的照射，日子久了，也会变暖的。特别是在南下寒潮势力较弱的情况下，气温更容易升高。这种气温明显升高的现象，就是我们平时所说的“回暖天气”。

在南下冷空气回暖的同时，北方又在积累新的冷空气，孕育着另一次寒潮，当这次寒潮爆发南下时，又带来了一次寒冷。冬季冷空气就是这样循环不息地在变化着，所以，隔一些时候冷空气就要爆发南下一次。

以上所讲的，是冬季常见的冷空气活动情况。但当寒潮源地不断聚集新的冷空气，而经向环流又很显著的条件下，一股冷空气爆发南下后，接着还会有新的冷空气南下，在这种情况下，就没有明显的回暖过程；冷空气前锋附近，南北气流性质差异不太大，除了刮大风以外，很少有雨雪出现，但天气常会变得冷一些，容易形成冬天的干旱。

### 寒潮的爆发路径

冷空气爆发南下时，如同楔子一样，自北向南或自西北向东南，插入暖空气下面。冷空气向南最突出的地方，就是寒潮主力所在的地方；主力所经过的地方，就是寒潮南下的



移动路径。

寒潮爆发南下的路径，每次是不一样的，这决定于当时的各种气象条件。向南爆发的冷空气，范围虽然很广大，它的前锋东西长度有几百到几千千米，但是冷空气的厚度一般只有二、三千米，就整个大气层来说，还是比较薄的，因此，地形对于移动着的冷空气的移动方向，就有一定的影响，尤其是高大地形，影响更为显著，所以冷空气往往通过群山中地势较低的缺口，冲到南方来。

经过气象学家对寒潮发源地的研究，侵入我国的寒潮，归纳起来，从西到东主要有以下三条路径(图1)：

### (1) 西路

沿这条路径南下的寒潮，发源在西伯利亚西北部或北冰洋，经我国新疆北部山脉的缺口侵入东南地区。当冷空气主力越过祁连山和阿尔泰山之间，抵达甘肃酒泉一带以后，有时成扇形展开越过黄土高原而横扫整个华北，并波及长江以北的地区。能成为这种扇形展开的寒潮，势力都比较强大，可以一直影响到长江以南地区。每年入秋后爆发的第一次比较强大的寒潮，大都是沿着这条路径南下的，出现的时间一般是在“霜降”前后，也就是十月下旬前后。这时由于寒潮势力比较强，在黄河中下游及苏北、皖北地区，往往发生初霜。沿这条路径南下的寒潮，侵入到江南地区后，因受到丘陵山地的阻挡，经过长途跋涉到达华南时，势力已大大减弱，因此，风力不太强烈，温度的降低也不太厉害。有时冷空气势力不强，到了甘肃酒泉一带，因受附近合黎山及祁连山支脉的阻挡，所以主力并不马上南下，而是停滞下来，分裂为小股冷空气南侵；这样经过几次的分裂后，势力减弱，最后消

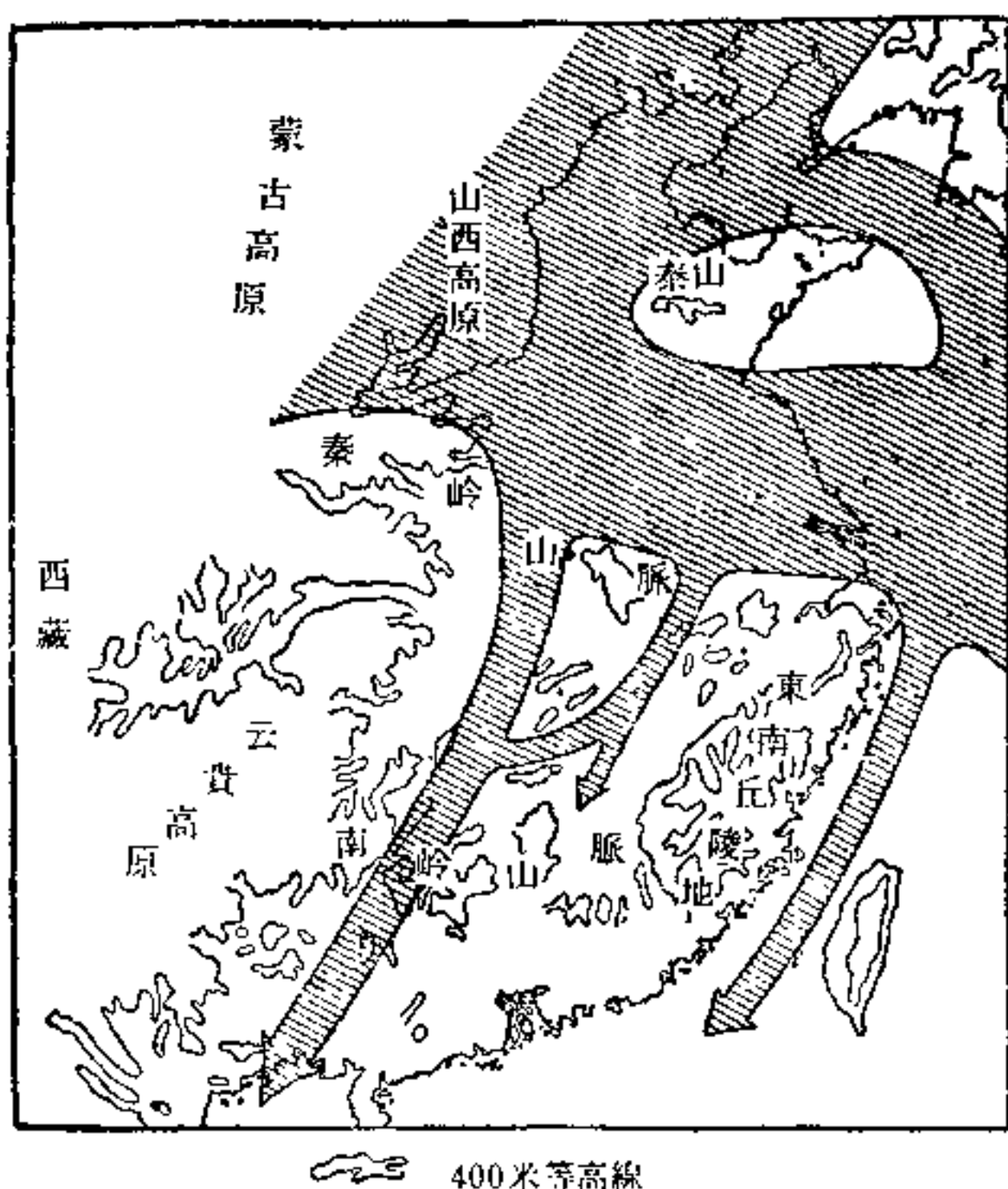


图 1 寒潮侵入我国的主要路径(据卢鑫)

失；有时先以小股冷空气为前导，等后面若干股冷空气汇集后，然后主力随之南下。

## (2) 中路

由这一路徑侵入的寒潮，发源在蒙古人民共和国或者苏联西伯利亚的貝加尔湖地区，经过大兴安岭和阿尔泰山間的缺口侵入我国，方向朝南而略为偏东，先經太行山、燕山之間，复經华北平原，而后越过淮河流域。这一路寒潮越过淮河之后，往往成扇形展开，再冲到江南一带。强烈的冷空气

还可以一直冲到华南，越过南岭山脉到南海。从这条路径南下的冷空气，势力都较强大，能使华北、华东和沿海地区，刮起6—7级的大风，有时甚至达到9级或10级左右，对航运和沿海渔业威胁很大；而且能使温度剧烈下降。在十一月下旬，沿这条路径的冷空气南下时，除了福建和浙江南部以外，华东其它地区，一般都能发生霜冻。

### (3) 东路

沿这条路径南下的寒潮，大都发生在早春的时候，隆冬也有出现。它的发源地，一般是在西伯利亚的东北部或鄂毕次克海，有时经过日本海，有时经过我国东北，侵入我国东南沿海一带。就寒潮本身来说，都不太强烈，但是因为它经过的是光滑的海面，所以在沿海地区，风力非常猛烈。另外，沿这条路径南下的冷空气，因为势力都不太强，不能很快的赶走南方的暖空气，冷暖空气常常停滞在一地冲突起来，形成较长时间的雨雪天气。

大规模的寒潮爆发，一年平均约有四、五次。第一次大都发生在十月中旬和十月下旬，就是霜降前后，大风的影响范围很广，长江以北的地区几乎都可波及，沿海地带北自渤海，南到台湾海峡，都能受到影响，但是由于温度猛烈下降而发生初霜的地带，往往只限于黄河流域和淮河流域地区。第二次剧烈的寒潮爆发，一般发生在十一月下旬到十二月上旬，就是小雪到大雪前后，风力比第一次的寒潮更猛烈，温度也更低。不但第一次寒潮爆发时发生初霜的地区，将重新出现比较严重的霜冻，而且长江以南，武夷山和大庾岭等山脉以北的浙江、江西、湖南等地区都要发生霜冻。一月下旬和二月下旬常常有一次强烈的寒潮爆发，四月中旬有时还可能有比



較强的寒潮爆发。这时已经是春天了，因此这个时候爆发的寒潮，往往使早春作物受到严重的损害。

总之，在冬季冷空气可以从北向南侵袭各地，踪迹遍及全国；越是靠近暖季，南下冷空气的路径越是偏西。此外，冷空气南下和霜冻的形成关系是很密切的，几乎所有的霜冻都是在冷空气爆发影响下形成的。在黄河和长江流域，有霜的日子总是在广大地区同时出现，并且都是发生在有寒潮的时候。因此能掌握到寒潮的动向，也就能做出霜冻的预报。

冷空气爆发南下的速度，每次都不一样。强烈的寒潮向南移动的速度，一般是比较快的，平均每小时移动四、五十公里左右。有时第一天前锋还在河套、包头一带，第二天就可以移到山东半岛，第三天可能已越过长江侵袭到江南。有时候冷空气并不是一下子冲过来的，往往抵达秦岭和泰山一带，因为地势的阻挡，可能停滞6—12小时，抵达南岭山脉时又可能停滞半天到一天；有时在河套、包头一带来势凶猛，但是很快就在秦岭一带减弱，就地消失或者向东移入渤海或黄海上空，长江流域受不到影响。总之，寒潮的强度、动向和速度是受当时的种种气象条件决定的。

## 寒潮造成的灾害

寒潮是一种对人类极有危害的天气现象。寒潮经过的地区，多半是人口集中的内陆，所以更应引起我们重视。寒潮造成灾害的主要原因，是由于它在南下过程中发生大风、沙暴、暴冷和霜冻等天气现象所致，现在分别谈谈它们的危害情形：

### (1) 大风



当寒潮前锋到达的时候，天空会突然变得很灰暗，黑云从北方推过来，因为冷空气主力的迅速南流，所以接着西北风也怒吼起来，并且越刮越强。这种既强烈又干燥的冷风，在华北称做“朔风”，一般风力有6级到8级，最大可以达到12级或以上。1925年1月6日寒潮爆发到北京的时候，风力曾到达12级。1935年5月11日的一次春季寒潮，南京也刮过12级的大风。强风持续的时间，一般都在一天左右，在沿海一带可以持续三、四天。当寒潮从西伯利亚流到华北平原、长江中下游一带，因为地势平坦，风力便要大些；在光滑的海面上，空气流动得快，风力也就更大。10级大的风力，吹在一垛3米见方的墙上，可以产生四、五百公斤的压力，这样强大的寒潮大风，在陆上就能把简陋的房屋吹坍，树木吹倒，农作物吹毁，电线杆吹断，飞机、火车和船只的航运也会因而脱班误点，甚至造成损失；对海上渔民作业，更有极大的危害，往往因为大风突然发生，渔船来不及躲避，而遭受到严重的损失。

## （2）沙暴

有时，寒潮南下不一定有雨雪而发生“沙暴”。这是因为寒潮经过蒙古、新疆的沙漠地区时，狂风刮起了滚滚的黄沙；到了西北黄土高原后，狂风又继续刮起疏松的黄土。因此，没有雨雪的寒潮，在长江以北地区，往往黄沙满天飞扬，这种现象称为“沙暴”。“沙暴”的发生，一方面刮走土壤表面的细土，大大地减少了土壤的肥沃性，另一方面滚滚的黄沙南下时，还会淹没沿途的田园；在春天的时候，幼弱的农作物新苗，更容易被干燥的黄沙打死。沙暴还严重地影响到牧区的人畜安全。

### (3) 暴冷

一般农作物都經不起气温的暴降，特别是在冷暖转变的季节。虽然各种作物的抗寒能力都不相同，但当温度低于摄氏5度以下的时候，田间作物就要停止生长，低到零度或零下2度的时候，花蕾与花果大半就要死亡。植物受冻害的程度，不但决定于寒潮的强弱，受冻时间的长短，还决定于温度的剧降程度。在寒潮南下过程中，温度一般会降低摄氏十多度，有时降低摄氏二十多度。极强的寒潮在西北一带，最低温度可以降到摄氏零下30度；华北一带，温度可以降到零下20度。1931年1月27日的一次强烈寒潮，南京最低温度曾經降到摄氏零下13.8度。温度的剧烈降低，对农作物影响极大，特别是晚秋和晚春的寒潮对作物危害更大，如1952年12月初的一次强大寒潮，由于这时气温还不太低，因温度骤然降低，因而使江苏、浙江、安徽地区的蔬菜冻死很多，麦苗也受到严重的损伤。1953年4月，在长江以南和黄河以北地区气温已升得较高，但在本月中旬却突然遭受了一次春季寒潮袭击，由于温度猛降，使这个地区的麦苗多被冻坏。晚秋和晚春的寒潮，来得快去得也快，这对农作物是非常不利的。象小麦等抗寒力比较强的农作物，本来可以在寒潮过后慢慢恢复它的生命力，但是因为寒潮一过，天气馬上轉晴，阳光强烈，把作物細胞里渗出来的水分很快蒸发掉，农作物常会干枯死亡。所以寒潮来的时候，天气突然变化，对农作物是有很大影响的。

### (4) 霜冻

霜冻也是灾害性天气之一。我国出現霜冻的地区，极为广泛，甚至在华南地区，有时也造成灾害。因此，战胜霜冻

是确保农业增产的重要措施之一。

严重的霜冻多半是在寒潮前锋经过以后晴朗的夜晚或清晨发生的。因为寒潮前锋经过以后，冷空气源源南下，气温较低，白天的太阳光，并不能使地面的温度升高多少，一到夜晚，因为没有云层掩盖，再加以风力很小，地面热量就很容易散发掉，因此温度就显得特别低而形成霜冻。

人们常把霜和霜冻当作一回事，其实两者是有区别的。霜是当温度降到摄氏零度以下，空气中的水蒸气直接在地面或物体上冻结成白色冰晶，称为白霜。霜冻是指在农作物生长的季节里，土壤和植物表面的温度迅速下降到引起农作物遭受伤害或者死亡的温度。所以各种作物在不同的发育时期，霜冻的具体温度并不相同，在我国大部地区，霜冻出现的温度多低于摄氏零度；在热带或亚热带作物地区，略高于零度的温度都可能伤害植物。发生霜冻的时候，可能有霜，也可能没有霜，对作物的危害主要是低温的影响。

霜和霜冻有各种不同的分类方法。根据成因来看，可分为平流霜冻、辐射霜冻和混合霜冻三种。

第一，平流霜冻。这是由于冷空气从北方流动过来，使经过的地区温度迅速下降而形成的霜冻。因为这种霜冻是由于冷空气水平流动过来发生猛烈降温而产生的，所以叫做平流霜冻。这种霜冻在早春、晚秋和冬季都能发生。因为冷空气侵袭的范围很大，能够连续好几昼夜，霜害的区域也很大。

第二，辐射霜冻。主要是在夜间由于地面或地表面的植物，向周围放射（辐射）而消耗了热量，以至地面物体冷却而形成的。因为这种霜冻是由于晴夜天空无云，风力微弱，地



面熱量得以無阻礙地輻射，使溫度降低到攝氏零度附近而形成的，所以叫做輻射霜凍。

輻射霜凍在溫帶和寒帶以及高原和谷地出現最多。溫帶和寒帶在冬季受寒潮侵襲的機會很多，所以這輻射霜凍也最多。低洼的谷地，容易堆積冷空氣，熱量輻射特別厲害，所以容易形成輻射霜凍。

第三，混合霜凍。這是由平流、輻射兩種作用形成的，也是最常見和最容易發生的一種霜凍。在一個地方受到寒潮侵襲以後，如果溫度仍然在攝氏零度以上，這種冷空氣本身並不能引起霜害，但是由於寒潮以後，天氣晴朗，靜風，容易發生輻射冷卻，冷空氣的溫度就繼續下降到攝氏零度以下，因而就形成霜凍。如果沒有冷空氣的平流作用，單靠輻射就不一定能形成霜凍。縱使有的話，也不十分厲害。混合霜凍由於降溫劇烈，對農作物危害最大。

在春秋兩季，冷空氣勢力還不很強烈，必須加上輻射作用才能形成霜。因為它常在農作物收穫和成長時期的春秋季產生，所以須注意做好防禦工作。

根據凝結時溫度來看，霜可以分為下列幾類：

第一，土壤表面的最低溫度降到攝氏零下1度到零下2度左右，但在地面以上1米到2米高的氣溫仍在零度以上，在這種情況下形成的霜，叫做輕霜。只有柔嫩植物或植物幼芽受到它的輕微的影響。

第二，土壤表面最低溫度降低到攝氏零下3度到零下4度的時候，就發生強烈的霜。

第三，土壤表面的最低溫度降低到零下5度到零下6度的時候，就發生極強烈的霜。



强烈的霜和极强烈的霜，能杀死健壮的植物或植物的枝叶，所以叫做杀霜。

第四，在晚秋和早春农作物收获和发芽的时候，如果温度剧烈变化，产生霜冻，农作物就会被冻死。这种霜有很大的破坏性，所以叫做破坏性霜。

## 怎样预防寒潮的灾害

寒潮主要影响内陆地区，活动季节又很长，所以防御寒潮是一件复杂细致的工作，也是一件经常性的工作。寒潮虽然很凶猛，但要减少它的灾害，还是可能的。

### (1)防止农作物受冻害的基本措施

下面以防护麦苗为主，提出一些初步办法：

第一，选择优良的和抗寒力强的品种。

第二，增施基肥，提早追肥，最好使用腐熟的肥料。这样，就可以使麦苗生长健壮耐寒。

第三，做好整地工作。播种前要进行深耕细作，一般入地深些，温度便高一些，种子播种得深一些，麦苗的根就不容易冻死。麦苗出土后，要及时壅土、压土，防止寒气侵入，所以可以保护麦苗不受冻害。农谚说：“壅一次土等于施一次肥，压一次土等于盖一条被。”可见壅土、压土是有御寒作用的。

第四，改撒播为条播。根据各地的经验，条播比撒播的麦苗受害轻，因为撒播的麦种入土浅，麦苗容易遭到冻害；条播的麦种上面，复土均匀，麦苗受到保护，不易受冻。1952年冬季，安徽蚌埠郊区撒播的麦苗冻死了60%，而条播的仅冻死18%。

第五，利用积雪保护作物。在我国北方广大地区，还可利用大雪把作物遮盖起来。因为雪的导热性很差，只有土壤的1%，所以积雪复盖土地的温度，要比裸露土地的温度高。还有人作过测定：每一升雪水里，含氮化物大约7.5毫克，而一升雨水里仅仅含1.5毫克。因此在春季回暖的时候，雪水渗进土壤，等于均匀地施一次氮肥。同时雪水又可以灌溉田地，有利小麦等越冬作物返青。

## **(2) 霜冻的预报和预防**

根据我国历年的资料研究结果表明：我国绝大部分地区早霜（晚秋产生的霜）和晚霜（早春产生的霜）的形成是成区的，霜的形成，空气平流因子起着主要作用，因此早霜和晚霜的区域预报，是有可能的。具体预报方法是：根据冷空气大量南下的情况，再结合最低气温分布及最低气温24小时的降低度数及其分布区域，估计气温的未来变化和分布，然后结合天气（风、云等）的未来趋势，做出霜的区域分布。实际证明这种办法是可行的。

但是同一种类型的天气，在比较复杂的自然环境下，霜冻出现的日期和区域分布有很大的差异。比如低洼的谷地比平地 and 坡地的霜冻重，所以群众有“雪打高山霜打洼”的说法。这是因为冷空气密度大，容易从高处流向低洼地的缘故。此外，土壤性质对霜冻强度影响也很大，干燥疏松的土壤因热容量小，导热性差，夜间热量损失快，而且不易从较深的土壤层次中得到热量补充，因而容易形成较严重的霜冻。在预报霜冻时必须仔细考虑上述各种因子。

要预报霜冻首先得预报最低温度。这里我们介绍二种最低温度简易的定量预报办法。

第一，利用历年19时月平均温度、月最低平均温度及当天19时气温以预报次晨最低温度：

$$\text{预报公式 } T_m = t_{19} - (\bar{t}_{19} - \bar{T}_m)$$

式中  $T_m$  为次日最低温度预报值； $\bar{T}_m$  为历年某月份（即作预报的当月）一定天空状况下的平均最低温度值； $\bar{t}_{19}$  为历年某月19时一定天空状况下的平均温度值； $t_{19}$  为当天19时温度值。一定天空状况指晴、多云、阴三类天气，全日4次定时（01, 07, 13, 19时）观测，云量①总和0—10成者为晴，11—29成者为多云，30—40成者为阴。式中  $\bar{t}_{19} - \bar{T}_m$  可事先作出。这样，要进行预报时就方便了。例如，某地历年3月份的差值如下表：

表 2 3 月 19 时气温与历年最低平均气温差值表

差 值 项 目	总 云 量	晴	多 云	阴
		(0—10)	(11—29)	(30—40)
$t_{19} - \bar{T}_m$		8.1	5.8	2.7

已知某地3月13日的  $t_{19} = 6.5^{\circ}\text{C}$ ，已预报14日天气阴，求14日的最低气温。表中已经给出阴天的差值为2.7，因此， $\bar{T}_m = 6.5 - 2.7 = 3.8^{\circ}\text{C}$ （14日最低气温）。

根据最低温度值，就可进一步预计有无霜冻出现的可能。

第二，观测当天的最高温度②，根据平均温度下降的快慢，来预测明天早晨的最低温度。因为一天里的最高温度出现后，温度就逐渐降低，一直到明晨最低温度出现时为止。

①云量：指天空为云遮蔽量，可用目力估计。

②最高温度：一天当中下午2时左右的温度，大致是该天的最高温度，精确的可用最高温度表测定。



只要在当天的最高温度内减去过去几天来（这几天天气情况要相差不远，例如都是晴天没有风）从最高温度到最低温度那一段时间内温度平均降低的度数，就可以得出明晨最低温度的预测数值。例如，从最高到最低温度那一段时间内，温度平均降低摄氏6度，又已知当天最高温度是摄氏5度，那么 $5-6=-1$ 度，就可以晓得明晨最低温度大约是零下1度，也就可以推测有霜冻出现的可能。

此外，还有其它一些简易预测霜冻的办法，比如，霜是在晴天无风情况下发生的，因此当有较大的风和较多的云时，就不会发生霜冻；还有当天下午有强烈阵雨降落时，夜间不会发生霜冻。因为降水的蒸发使湿度加大，气温降低，夜间无云和风速减小时，会形成雾而不利于霜冻的产生。

有寒潮警报而根据最低温度有发生霜冻的可能时，在寒潮没有侵袭以前，应该做好以下预防工作：

第一，灌水法。如果水源近，可以直接把水灌到田里。

为什么灌水就能防霜冻呢？

因为当冷空气南下时，气温迅速下降，而水温由于它的热容量①大，降温较慢，当土壤与植物表面出现霜冻时，水温往往还高于霜冻温度好几度，所以作物灌了水，温度降低就慢一些，从而避免或减轻霜冻的危害。另外由于灌溉，土壤湿润，蒸发加强，就增加了空气的湿度，易使水汽凝结而放出潜热，从而提高了空气的温度；灌水后还能使土壤的放热加强，土壤的导热率②随着土壤湿度的加大而增高，这样土

①热容量：使物质升高摄氏1度时所需的热量叫热容量。水和其它物质比较，升高摄氏1度时可需的热量较多，所以说它的热容量大。热容量大，升温慢，降温也慢。

②导热率：传导热本领的量叫导热率。



壤深层的热量也能向上传递。由于这些因素的綜合影响，土壤表面及作物表面温度就不致于很快下降。

但要注意的是，在灌溉时最好灌到土壤湿透为止，也有許多地区認為灌水多的效果大。一般在霜冻发生前1—2天刮大风，灌水最好在大风停止后进行，如果在刮大风前或大风时进行，它的热效应将会显著减小。

和灌溉法相仿的是噴霧法。这个办法是把水用噴霧或人工降雨的形式洒到作物上去。洒到作物上去的水分，因为比植株周圍空气温度要高，因此，它能放出一些热量，这些热量提高了周圍空气的温度，也能提高近地面层的空气湿度，减小地面热量的散失。作物枝叶受到了水分以后，就結成一层薄冰，如果繼續洒水，水又結冰，源源放出热量，就可以阻止温度下降。不过，噴水不能中断，不但要一直繼續到霜过去，而且要等到温度上升到零度以上的时候才能停止。因为噴水一停止，馬上就开始蒸发，水分一蒸发就要消耗热量，会使作物温度降到摄氏零度以下。

灌水法或噴霧法是防霜比較經濟簡便的方法。例如1954年7月19日河南全省发生輕重不同的霜灾，根据事后調查，浇了水的庄稼，霜灾都比較輕。但在严冬时节，土地已經結冻，不宜灌水。另外有些作物，是不宜灌水的，如棉花快成熟灌水就会迟裂鈴，谷子快成熟灌水就会倒伏。

第二，熏烟法。这是农民广泛运用的一种方法。熏烟的燃料和烟堆的作法很多，应当就地取材，凡是能燃烧发烟的枝茎杂草等都可以，但最好能夹些湿土或石灰使它生出濃烟来。根据过去經驗，濃烟籠罩后，大約能提高温度摄氏1—3度左右。但要注意的是，不要把火烧得太旺，太旺了不但得

不到濃烟，而且火苗容易蔓延出去造成火災。所以熏烟防霜一定要做到有准备、有組織，統一指揮，分段負責。防霜时要掌握溫度變化，適時點火。點火后要使柴堆全部發烟，不能有明火。

為什麼熏烟能夠防霜呢？因為在結霜的時候，由於地面很快的變冷，貼近地面的空氣層也跟着變冷。上面空氣反而不容易受地面變冷的影響，所以空氣層下面冷、上面暖，就是說上面輕、下面重。這是一個非常穩定的空氣層。生烟以後，烟粒上升就會朝四面水平地散開，象帳幕一樣籠罩在大片庄稼上面，防止地面熱量的散失，也就增高了地面的溫度。在形成烟幕的同時，因直接還有熱量放出，增加了四周空氣的溫度。此外，形成烟幕時，往往有很多吸濕性的微粒產生，空氣中水蒸氣會在微粒上凝結，凝結時有凝結潛熱放出，這些熱量也提高了烟幕中的溫度。

此外，熏烟增溫還可以促進空氣的流動，破壞了成霜條件。這是因為生烟的地方，溫度較高，空氣受熱上升，別處冷空氣流過來補充，形成微弱的风。一刮風，空氣就扰动起來，就是有些冷空氣也被風帶到別的地方去，冷空氣不容易聚集，也就很難形成霜。

各地農民熏烟防霜的辦法很多，河南、安徽一帶農民，用潮濕泥土在地上堆成土堆，待泥土稍干後將土堆中心挖空，內徑自上向下逐漸擴大，頂部中間留一個小孔，底部南方挖一個孔，以方便於流通空氣與加添燃料。燃料的堆法是：下面放干的，上面放半干半濕的。這個辦法好處是既防了霜又積了肥。還有些地方進行燒茶防霜的試驗。燒茶時形成的烟粒較大，烟幕形成後，削弱熱量輻射的效果較熏烟好。燃燒時，

直接散热为增温的主要原因。

第三，遮盖法。如果已经知道可能有霜冻发生，可以在农作物和蔬菜上盖些稻草和草灰等，来防止霜的冻害。这种方法比较麻烦，要费很多劳动力，不便在大面积农田上采用。但面积较小的菜园可以考虑采用。

第四，插干棵与防风障。插干棵常为农民普遍采用，它能防风保暖，有效面积约为干棵高度的5—20倍。干棵要背风斜插，干棵密度要看材料多少与寒潮的强度而定。

如果在大片庄稼地的西北面，用竹子或高秆等编成篱笆，挡住北面冷空气的南流，可以防止或减轻霜冻。但屏障主要是用来防止平流霜冻的，对于辐射霜冻就没有什么作用。在使用这个方法的时候，要跟农业科学人员和气象人员联系，了解本地区常年气候概况，掌握冷空气的平均路径，这样才能取得较好的效果。

关于寒潮对农作物的危害问题，要有分析。一般早春或晚秋时节，气温较高，一旦有寒潮爆发，对农作物危害很大。冬季有强寒潮爆发，对农作物寒害也很大。至于在隆冬时节，低温虽然较持久，由于温度上升下降变化不甚剧烈，对越冬作物来说，不但没有影响，相反，还有好处。正如农谚所说“冰断麦根，牵断磨坑绳”，“若要花穗好，结冰结得早”。意思是冬季严寒土地冻结，能使表土疏松，杀除虫害，有利于麦苗根系的发育，同时对今后的棉花和水稻也可以减少虫害。所以农民对冬季严寒，常常用口头语“牵断磨坑绳”，来预示丰收年景。

### (3) 注意工程防护

寒潮除带来大风，毁坏都市建筑物和吹断电线、电杆以



外，还能冻坏都市的給水設備，汽車或其他动力机器的水箱，也都可能被冻坏而失去效用。所以在寒潮侵袭以前，一定要做好防寒保暖工作，以免遭受不应有的损失。

在基本建设工程上，如浇灌混凝土的工程常常会受到寒潮的影响。就是工地上堆积的材料，也因为事前没有防护，水泥会受潮或冻坏，黄砂和小石子因为下雨下雪，也会冻结起来。等到寒潮过去以后，要继续进行施工，就会发现水泥硬化，不能使用，造成很大的浪费和损失。所以要注意防护。

要预防寒潮，就要懂得利用气象情报和气候记录。气候记录就是指当地历年来天气的平均状况，包括一年中平均有几次寒潮过境，它的周期性怎样，多少时候爆发一次，每次过境时，一般风力有多大，时间有多长，温度降低多少度，低温的时间有多长，下多大的雨和雪，能产生多大的风压①和雪压②，地面会不会结冰，土壤能冻结多深，以及历年来在寒潮爆发的时候，最大的风力有多大，最低的温度到几度，结冰有多厚等等。分析了气候记录情况，我们才能做好预防寒潮灾害的准备工作。比如某地的土壤冻结深度是2米，如果把建筑工程的基础设计在2米以上，冬天冰冻线上的土壤结冰，土壤膨胀了起来，春天土壤中的水溶解以后，土壤就收缩了。在这种情况下，建筑起来的工程就变形和塌陷了。

当然，在冬季施工过程中，随时收听气象广播，以便采取必要的预防措施也是很重要的。

其它如电力工程、地下水道和管道工程等，也需要研究气候记录才能设计，以免因寒潮侵袭而带来的损失。

---

①风压：风垂直作用在物体上的压力。

②雪压：积雪垂直作用于物体上的压力。

## 二 大 风

大风是灾害性天气之一，它对国民经济和人民生命财产影响很大。

寒潮、台风、低气压、雷雨等都会带来大风，因此，一年四季都可能发生大风。

多大的风力才算是大风呢？这要根据各地具体情况而定。主要是和当地常见的风力比较，并要看它对当地国民经济各部门影响的程度来决定。因此，对于各个不同地区来讲，大风的风力强度各有不同。比如，在有些地方，4、5级风便算大风，而在风沙常起的西北地区，7、8级大风才有较显著的影响。因此，大风是指风力达一定程度，并对生产、生活发生影响的风。我国气象部门规定，风力达6级以上为发布大风警报的标准。

### 风的形成及其特性

空气是极其容易流动的物体。这种空气流动的现象就是风。大范围地区内所以产生风，是空气压力在水平面上分布不均匀的结果，假如分布均匀，空气就不会流动，当然也就不会刮风了。

#### (1) 行星风系和季风的形成

一地的空气受了热，温度便会增高，体积随着膨胀，密度也同时减小，这地方的气压就降低了。另外未受热或受热

少的地方。气压就比较高一些，便向气压低的地方流动。这样就形成广大区域内的风。但这是假定地球在静止不动情况下的现象。实际上，地球是一个略带扁圆形的球体。它每天绕着通过自己南北极的轴，从西向东转动一周，包围在地球外面的空气也跟着地球一同旋转。如图 2 所示，假设在地球上 1 的地方，有一团空气，并且从这里向南运动。在图 2 上，分别用 5、7、3、11 四个数字来表示这里的地理方向的东、西、南、北。在没有其它外力的影响下，在 1 上空的这团空气应该是始终保持着向南成直线运动。但是，我们不能忽视的事实是：地球本身在不停地从西向东转动，当 1 转到 2 的位置，它的地理方向（东、西、南、北）就变成 6、12、4、10。可是，前面讲的那一团空气仍然保持 1—3 的方向进行。这时，如果从 2 的地方看起来，这团空气却是沿着 2—8 方向移动的。这就是说，这团空气离开它的南北线 10—4，而有朝右偏的趋势。同样的道理，如果 1 的地方空气原来沿 1—5 方向移动，转到 2 的时候，在这里看到的空气却是沿 2—9 移动，而离开 2—6 方向，也出现了朝右偏的趋势。

这种偏向力是由于地球自转而产生的。但是在气象上把偏向的原因认为是一种力的作用而产生的。这种力就是地球自转偏向力。因为这个力的作用，使各种运动的物体，无论从哪个方向出发，在地球北半部的运动路径常常向右偏转，而在地球

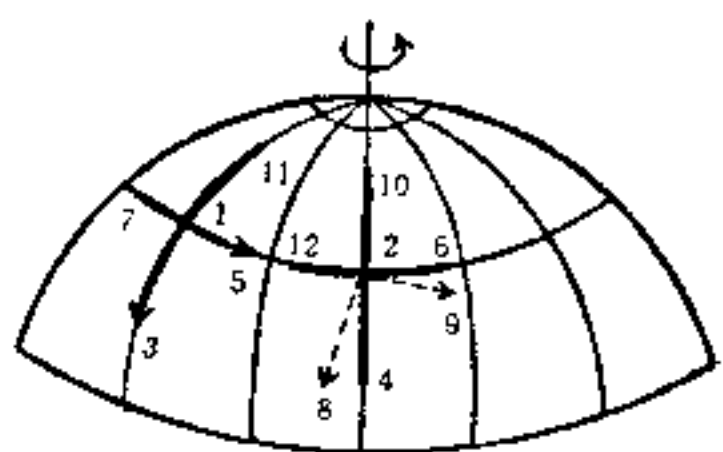


图 2 表示在转动的地球上，空气从北向南、或从西向东移动时，如果站在转动到来的新位置上，再看这团空气的时候，可以发现这团空气不断朝右面偏转



南半部是向左偏轉的。

赤道附近的空气受热特別多，大量膨胀上升，因此在赤道上空堆积的空气就增多；同时在两极地区，受热量特別少，空气变冷下沉，两极高空的空气量就减少。在这种情况下，再假设地球不转动而且也没有海陆分布等地理的影响，那么空气将要在高空从赤道流向极地，在那里下沉，在近地面的低空，空气便从极地流向赤道，在那里上升，这样就形成了赤道和极地間大范围空气的环形流动。

但是，实际上，地球是在转动，而且它的表面是有海陆分布的。因此整个地球面上空气的流动，并不那么简单。根据实际情况看来，在赤道和极地之間有一个高气压带和一个低气压带。因为从赤道流向极地的空气在中纬度的高空已经下沉，形成地面上的高气压带。形成这个高气压带，有两个原因：赤道的圆圈比它以南以北的圆圈大，空气从大圆圈处流向高纬度，集中在较小圆圈上，在南北纬30度地带，因为过分拥挤，就下沉聚集在地面形成高压带；当然，空气从赤道流向极地的过程中，不断的变冷，也是在南北纬30度地带下沉到地面并形成上述高压带的一个因素。这个高压带在气象学上被称为副热带高气压带。副热带高气压带的空气，在近地面，分别朝外面流出去，一股流向赤道的风，受了地球自转偏向力的影响，在北半球形成东北风，在南半球形成东南风，它们的风向全年少变，所以称做“信风”。另一股流向极地的风，因受地球自转偏向力的影响，在北半球形成西南风，南半球形成西北风。这种风越向前进，偏向越厉害，这就是广大温带地区的盛行西风带。两极地方，全年寒冷，这些寒冷的空气堆积在地面形成了高气压。从极地高压向南流动的空气，

因地球自轉朝右偏，在北半球形成东北风，在南半球形成东南风，这称做极地东风带。和极地东风盛行西风冷热不同，在緯度60度一带相遇，相互冲突，形成猛烈的风暴，这一带叫做极圈低气压带。

以上所說，就是由地球表面各地由于接受太阳光热的不同和地球的自轉影响而形成行星风系的简单情况(图3)。

整个行星风系在一年內随着季节而南北移动，当北半球夏季时，风带稍向北移动，到南半球夏季时，风带又稍向南移动了。

由于海陆分布和地形等的影响，地球面上的实际风系并不象上面所講的行星风系那样简单。下面就来談談行星风系以外大規模的季风情况。

由于冬夏海陆温度分布的不同，在大陆和海洋之間就形成冬夏风向不同的季风。

夏天，陆地比海洋热得快，空气变暖上升，气压降低，海上的凉爽空气就流到陆地上来补缺；冬天，陆地比海洋冷得快，空气堆积起来，气压升高，风就从陆地吹向海洋。大陆和海洋就象两支作战的大軍一样，夏天，海洋暖空气朝向大陆进軍；冬天，大陆冷空气朝向海洋进軍。陆地和海洋上的空气就是这样一年一年的战斗着。



图3 行星风系

季风也受到地球自轉的影响，在北半球的季风向右偏。冬季，大陆上的气压比海洋高，风从大陆中心吹向海洋，我国处在大陆的东部，这样就盛行西北风。夏季，大陆上的气压比海洋低，空气从海洋流向大陆，处在大陆东岸的我国，就盛行东南风。

以上就是大范围地区內风的产生原因。实际上，形成大风的过程是非常复杂的，这将在以下几节內具体闡述。

### **(2) 动量下传作用形成的大风**

地面和高层气流的交换常常可以形成大风，陆地地面因为地形高低和种种障碍物的影响，所以风速就小一些，自地面向上，随着这种障碍的减小而风速加大。計算結果表明，在地面气层中，从0到2米，风速随高度增加得最厉害。在500米高度上，风速約比10米高处大2倍。如果高层气流特别强烈，那么高层风速就更比地面来得大。当白天日射强烈产生对流作用时，高层强烈风速层层下传，上下层空气发生交换，使地面风速增大，这通常叫做“动量下传作用”。因此，高层风速的加强，往往是地面风速增大或是产生大风的預兆。

### **(3) 地形影响形成的大风**

地形作用，也可以造成大风。比如处在两山之間或河谷等喇叭口地形地带，在沿风来向的峡谷中，风由开闊的地方吹进峡谷时，风速就加大，这称做“狭管效应”。台湾海峡就是著名的大范围狭管效应表现所在，因此大风频繁出现。又如气流自山顶下坡时，使位能轉为动能，风速加大。我国西北一带，春季冷空气越山下滑时，往往产生大风。

### **(4) 风的重要特性**

第一，风的陣发性：短時間內风速强弱的变化很剧烈，



风向有时也很不固定，这称为风的陣发性，或简称陣风。引起陣风的原因是这样的：

当空气流过粗糙的地面，气流受到扰动，就往往形成許多或大或小的漩渦，造成风速和风向的改变。因此在丘陵地带和密集的树林里，以及有其它障碍物的地方，风的陣发性很显著。离开地面越高，受不到地形的影响，风的陣发性就越小。海面比陆面光滑，风的陣发性就没有陆地那样显著。

陣风是大风的重要特性之一，虽然每次陣风持續的时间不长，但是因为发生很頻繁，所以有很大的摧毁力。

第二，风的日夜变化：一天当中，午后日光照射强烈，地面受热最多，低层大气增暖，而上层空气較冷，这样形成上冷下暖的不稳定局面，空气便要上下翻轉发生扰动，风速随之加大；另外，这时也很容易把高空的强大风速传到地面上来，更使地面风速加大。在这种情况下，风的陣发性也往往很显著。夜間，气温显著降低，空气层一般恢复平稳状态，风速趋于减小，风的陣发性也較小。这种白天风大，夜間风小的日变化特性，对掌握大风的規律是很重要的。

### **(5) 风速、风压、风級**

单位時間內，风經歷的路程叫做风速。气象上常用风每秒鐘吹动多少米来表示风速的大小。在工程、航海和其它实际应用上，习惯用每小时多少公里或多少哩，来表示风速的大小。空气是一种物質，它在流动时，一撞上別的东西就产生压力。流动的速度越快，压力越大，所以风速越大，压力也越大。测定风压的仪器叫做維尔达风压器。它主要是一根附有罗盘方位的垂直鉄軸和指示风向、风力的指标。当风向箭头指在哪个方向，就表示当时刮什么风。图4上长方形的风压

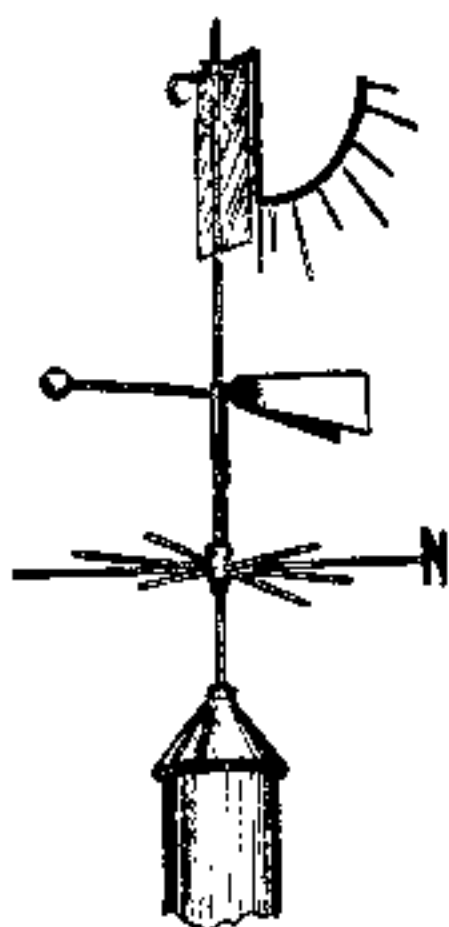


图 4 维尔达风压器

板,受风吹动而扬起,扬起的角度可表示风速的大小。

风压板有轻型和重型两种,在同样大小的风速下,轻型风压板扬起的角度比重型的大一倍。如二者扬起的角度相等,重型所表示的风速比轻型所表示的大一倍。指针齿共有7根,1、3、5、7等单号齿较短,2、4、6双号齿较长,观测时应看清压板在几号齿或哪两齿之间,如压板转到5号齿,表示风速有10米/秒(重型为

20米/秒)。

根据风对地面(或海面)物体影响程度,定出一些等级,叫做风级,常用来估计风力的大小。风力从无风(零级)到极大的飓风(第十二级),共分13个等级。6级以下的风经常出现,对人类的危害不大,但当风力达到6级或6级以上时,陆地上的大树树枝就会摇动,电线呼呼有声,撑伞走路有困难;在海上浪头有3—4米高,小渔船已经有危险。因此气象台规定6级风作为发布大风警报的标准(参看表3)。

### 几种主要大风的类型

大风有很多种类型,一年四季都能发生,形成的原因也很复杂,台风、雷雨、寒潮、低气压等都能形成大风,除台风、雷雨大风在后面几章将要谈到外,这里仅着重谈谈冷空气、低气压和高气压后部的大风。

表 3 蒲 福 风 力 等 级 表

风力等级	名称	海岸渔船征象	陆地地面物征象	相当风速		
				公里 时	哩 时	米 秒
0	无风	静	静, 烟直上	小于 1	小于 1	0—0.2
1	软风	寻常渔船略觉摇动	烟能表示风向, 但风向标不能转动	1—5	1—3	0.3—1.5
2	轻风	渔船张帆时, 可随风移行每小时 2—3 公里	人面感觉有风, 树叶有微响, 风向标能转动	6—11	4—6	1.6—3.3
3	微风	渔船渐觉摇动, 随风移行每小时 5—6 公里	树叶及微枝摇动不息, 旌旗展开	12—19	7—10	3.4—5.4
4	和风	渔船满帆时倾于一方	能吹起地面灰尘和纸张, 树的小枝摇动	20—28	11—16	5.5—7.9
5	清劲风	渔船缩帆 (即收去帆之一部)	有叶的小树摇摆, 内陆的水面有小波	29—38	17—21	8.0—10.7
6	强风	渔船加倍缩帆, 捕鱼须注意风险	大树枝摇动, 电线呼呼有声, 举伞困难	39—49	22—27	10.8—13.3
7	疾风	渔船停息港中, 在海者下锚	全树摇动, 迎风步行感觉不便	50—61	28—33	13.9—17.1
8	大风	近港的渔船皆停留不出	微枝折毁, 人向前行, 感觉阻力甚大	62—74	34—40	17.2—20.7
9	烈风	汽船航行困难	烟囱顶部及平屋摇动, 小屋有损	75—88	41—47	20.8—24.4
10	狂风	汽船航行危险	陆上少见, 见时可使树木拔起或将建筑物吹毁	89—102	48—55	24.5—28.4
11	暴风	汽船遇之极危险	陆上很少, 有则必有重大损毁	103—117	56—63	28.5—32.6
12	飓风	海浪滔天	陆上绝少, 其摧毁力极大	大于 117	大于 63	大于 32.6



## (1) 冷空气大风

冷空气干而重，暖空气湿而轻，它们碰在一起，就象油和水一样，中间有一条不融合的交界面，这在气象上称为锋。如果有大规模的冷空气向暖空气一方移动，冷空气前缘与暖空气的交界处，称为冷锋。前面所讲的寒潮前锋，就是一种冷锋。冷锋后部的冷空气，密度大，气压高；冷锋前部的暖空气，密度小，气压低。空气就从气压高的地方朝气压低的地方流去，因而就产生了大风。如果邻近两地的气压差越大，风速就越大。这种大风风力较强，一般能达到6级以上，阵风可达10级以上；持续时间常在一两天左右。冷空气大风是我国常见的一种大风形势。这种大风春季最多，冬季和秋季次之，夏季最少。冷空气扫过内蒙古、东北、华北、华东及西北地区时，一般均能引起大风，次数多而且风力较强。而冷空气到达南岭以南地区时，引起大风的机会就要少些。

动量下传作用对冷锋大风的加强有很大关系，因为冷锋南下时，高空风速常常非常强，通过动量下传，促使地面出现大风。高空风速越强，地面大风也越强烈，这是预报大风的一条重要规则。

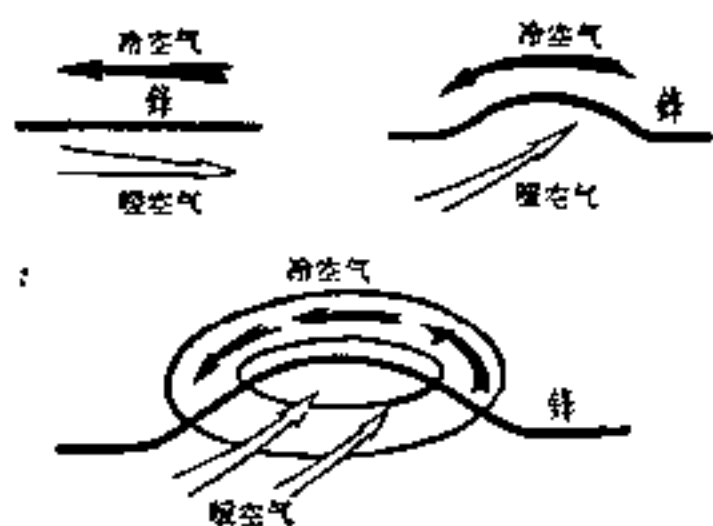


图 5 气旋的形成

另外，由于午后日射的加强，把高空强风传到近地面层，也促使地面大风的加强，所以冷锋大风通常是白天风力强，傍晚就减弱一些。如果冷锋后面的冷空气很强烈，或是有新的冷空气源源补充，则已经减弱了的大

风，会再度加强起来。

## (2) 低气压大风

在中緯度地区，經常有冷暖空气的会合，形成不連續的鋒面。在鋒面兩側，因为冷暖空气流动的快慢不一样，鋒面的某一部分就可能凹下去，形成波动。如果冷空气更朝南挺进，暖空气更向北突出，空气就漸漸打起轉来，形成了渦漩。这个漩渦区域，空气大量上升，大气压力强烈地下降。这个中心气压低于四周空气作旋轉运动的漩渦，称做气旋或低气压(图5)。在低气压发展时，气压下降很快，和邻近的气压相差很大，因而就形成大风。低气压区，风从四周朝中心吹，因为地球自轉偏向力的影响，所以低气压区空气流动方向朝右偏轉(图6)，也就是說，低气压区的风向，是和鐘表上时針轉动的方向相反的。

我国境内低气压发展加强时，往往有大风发生，这种大风一年四季都有，我国各地都有出現，其中以內蒙东部、东北地区以及华中、华东一带最常見，春季更是頻繁。因为低气压发生发展的規律，在目前还未完全掌握，有时不容易預报出来，預报时效也不长。如果低气压发展很厉害，則往往形成很猛烈的大风，所以是一种較严重的灾害性天气。

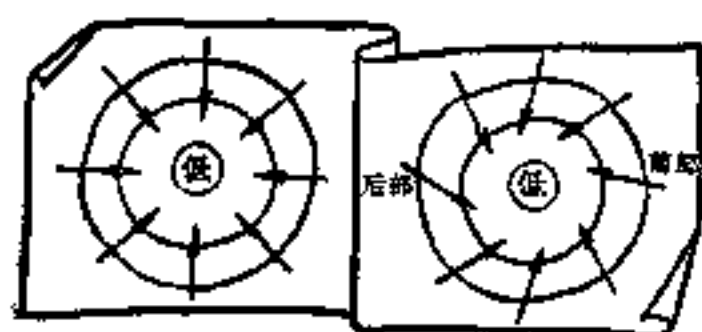


图6 左：未受地球偏向力以前的低气压；右：受到地球偏向力以后的低气压

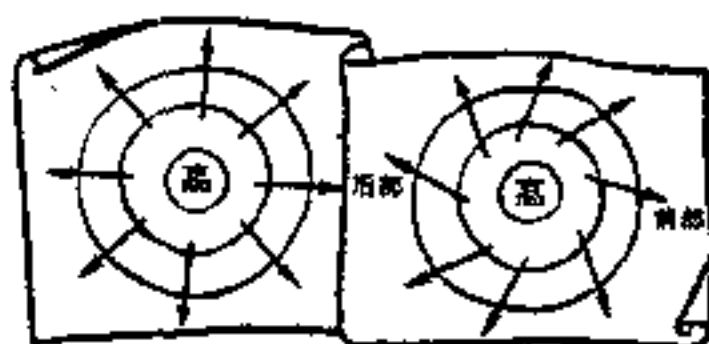


图7 左：未受地球偏向力以前的高气压；右：受到地球偏向力以后的高气压

### (3) 高气压后部的大风

高气压区风从中心朝四周圍吹，因受地球偏轉力的影响，风向朝右偏轉，就和鐘表上时針轉动的方向相同(图7)。我們通常把高气压东面叫做前部，西面叫做后部。当高气压从大陆上移到海上加强或少动时，而自西边再有低气压东移，陆上气压迅速降低，我国东部沿海一帶的气压差就很大，因而形成沿海一帶的东南或偏南大风。这种大风以在春季发生最多。

这种大风有明显的日变化，白天风大，晚上便减小。由此可見，动量传递对这种大风的形成起着相当重要的作用。

無論哪一种大风，它們都要受地形的影响。在地形起伏，树木和建筑物很多的地方，风力就会因为受到阻挡而减小。在广闊的江面、湖面或海面上，气流暢行无阻，风力一般要比陆地上大一、二級。此外，当气流从开闊的地方流向狭窄的地方时，风速也显著加大。例如台灣海峡，它的两边都有山脉，两头寬中間窄，無論是吹北风或吹南风的时候，风力都比較大。在山隘、江口、河口或是濱海地形构造特殊的地方，也有这种大风发生；例如在长江口、錢塘江口的偏东风，就总要比附近的地方稍大些。

### 我国大风区的分布

风速的大小主要决定于气压差的大小和地面障碍物的状况。

冬半年越往北去，阳光越斜射，越往南去，阳光越直射，因此北方温度低，空气密度大，气压高，而南方温度高，空气密度小，气压低。所以南北的温度差和气压差都很大，因



此冬季多大风。另外，沿海地区地势平坦，而海面又比較光滑，所以大风也比較多，而陆地上障碍物多，所以风速就比海面小。这里我們举出几个地方一年中平均风速的季节变化。

表 4 我国各地平均风速的季节变化 单位：米/秒

地 方	冬 季	春 季	夏 季	秋 季	全 年
广 州	1.7	1.6	1.6	1.4	1.6
台 北	3.5	3.1	2.5	3.5	3.2
武 汉	3.1	3.0	2.8	2.8	2.9
昆 明	2.5	2.9	1.9	1.3	2.3
北 京	2.8	3.2	1.9	2.1	2.5
青 島	5.3	5.6	4.9	4.8	5.1
长 春	4.1	5.0	3.4	4.0	4.1
上 海	3.7	3.8	3.8	3.2	3.6

我国各个地方平均风速的分布，大致是北方大于南方，沿海大于内陆。冬季和春季因南北气压差大，寒潮和气旋出現頻繁，因而风速最大。夏季我国大陆上气温南北差較小，各地气压差也小，在秋季，北方經常有弱的冷空气南下，而占据大陆上的暖空气正日漸衰退并向东南海面上退去，因此我国大部地区均在高气压控制下，天气比較稳定，除台风侵袭一时出現的大风外，一般风速較小。东北和华北春季多低气压活动，平均风速比較大，台灣省及东南沿海各省秋季多台风，平均风速也比較大。

全国最大风速記錄，以香港的61.7米/秒为最大，这是台风侵袭的結果，广州、上海的最大风速，也是台风侵袭的結果。

我国一年中各季在 8 級以上的大风的日数，参見下表：

表 5 我国各地 8 級以上的大风日数

地 方	冬 季	春 季	夏 季	秋 季	全 年
广 州	0.0	0.4	1.4	0.6	2.4
澎 湖	53.0	26.1	8.8	45.3	138.2
合 北	1.8	2.6	4.5	3.2	12.1
上 海	0.6	1.0	2.0	0.2	3.8
南 京	7.6	10.8	8.0	3.2	29.6
武 汉	1.8	0.9	0.5	0.7	3.9
北 京	4.0	6.0	2.0	2.0	14.0
青 島	11.2	10.4	5.2	9.4	36.2
西 安	0.6	3.0	0.3	1.7	5.6
包 头	1.3	4.8	2.9	1.2	10.2
旅 大	17.9	20.9	5.0	15.8	59.6
沈 阳	5.1	8.4	2.5	2.8	18.8
长 春	2.5	9.4	1.8	2.0	15.7
重 庆	0.0	0.8	0.8	0.0	1.6

我国各地 8 級以上大风日数，以台灣海峡的澎湖为最多，全年达138.2天，占全年日数的 37.8 %。这是因为澎湖受海峡地势約束，形成一个风口，加以海面阻碍力小，风速就特別大。旅大和青島大风的次数也較多，这一方面与半島的位置有关，另一方面，由于冬季和春季低气压过境頻繁，在低气压影响下，风速也显著增加。上海平均风速比較大，但是大风天数却并不多。重庆位置在盆地內，大风天数最少。全年大风天数，一般以春季最多，主要是春季气旋多，冷空气南

下頻繁。台北、澎湖夏秋季大风日数最多,这主要是台风活动所形成。

## 怎样預防大风的危害

大风有很大的破坏作用。它不仅能摧毁房屋,吹毀庄稼,給我們帶來灾害,象棉花、烟草和即将成熟的果树等,都常常因为遭到大风的袭击而受到严重的损失;象水稻、小麦等,在灌浆以后,很容易被大风吹坏,发生倒伏或落粒的现象。大风不仅能损伤人畜,而且还会帶來砂石,移动沙丘,使肥沃的良田变成不毛之地。在缺少雨雪的季节,刮风过多,就使土地更加干旱,影响作物的生长。此外,大风对于漁业、畜牧业、交通运输业和基本建設等,也都有很大的影响。而且大风全年都能发生,所以它是一种最常見的灾害性天气。

怎样預防大风的危害呢?一般地講,各有关部門应当按时收听气象台的天气广播,每当发布大风警报的时候,特别是猛烈的大风,就立刻根据具体情况,积极采取措施,做好預防工作,这样就可以減輕大风的危害。預防大风灾害最根本的办法,还是培植森林,营造防护林。森林区有高大的树干,有稠密的林冠,它能改变风速和风向。根据我国著名的豫东防护林帶某处的試驗,三年生洋槐林的林外风速为6.6米/秒,林內风速只有5.7米/秒。

森林对风的影响大致可分以下两方面:

### (1) 风速水平方向的变化

在距离森林边缘100米左右的地方,风速度开始减小,一部分气流突入林內,另一部分气流則沿森林向上爬,从森林上部繞过去,約在树高10倍的距离处落地,在离树高50倍



的地方，才恢复原来的风速。突入林内的气流，由于树木枝叶的摇摆的消耗，风速也就很快地减低了。

## **(2) 林内风垂直方向的变化**

在刮大风的时候，我们如果站在林中，就会听到林冠上狂风怒号，稍隔一会儿，就可以看到林冠动摇，接着风沿树干吹下，我们才会感到有微弱的风在吹拂。这是由于风的力量大部分消耗在林冠的动摇上，仅有一小部分向下深入林中，因此林中的风速就大大减小了。

森林不但可以减弱风速，还可以阻挡寒潮的侵袭，以及减少水分的蒸发。在沿海地区造林，还可以防止海风的侵袭，保护附近田地，减少空气中的盐分，调剂空气。在我国北方，风沙很大，时常毁坏农田，如果在附近营造防风林后，就可以固定流沙，防止沙漠向南扩展。

## 三 干旱风

### 什么是干旱风

#### (1) 干旱风的意义

在我国，春末夏初之交，常有一种干热的南风或西南风出现。在这种风的影响下，天气又热、又干，风速和蒸发量较大。这就是“干旱风”。也有些地方称做“火风”。

由于各地干旱风对农作物的影响程度不同，因此确定形成干旱风的标准也很不一致。

根据我国近年来的研究，所谓干旱风是指对农作物具有特别危害的一种干旱的风，它是一种大气现象的综合（气温高、空气湿度低和干燥的风）。它造成了大量蒸发条件，影响植物的生长发育。通常把最高气温大于或等于摄氏25度、相

表 6 济南出现的一次强干旱风

要素 日期	最高温度 (°C)	时 刻	相对湿度 %	风 向	风 速 米 / 秒
5月31日	32.2	16:00	34	西南	4.7
6月1日	23.8	16:15	31	北北西	8.5
6月2日	36.5	15:00	24	西南	5.7
6月3日	34.0	15:00	23	北北西	6.1
6月4日	37.3	17:00	21	西北	11.5
6月5日	37.6	15:00	23	东北东	8.0

对湿度小于或等于30—40%、风速大于或等于4—5米/秒的综合现象，即算作干旱风。表6是1952年5月底6月初在济南出现的一次强干旱风时的气温和湿度。由表6中可以看出，出现在济南的这次干旱风，使当地白天温度上升到摄氏37.3度，湿度降低到21%，风速达到11.5米/秒。

### (2) 干旱风的持续时间

干旱风持续时间的资料很少，根据新乡1951—1953三年资料的统计，持续时间最长的为3或4天，发生在5月或6月，次数最少；但持续2天的就有11次，占作物生长季节的干旱风32%；持续1天的也占57%。因此当春季干旱时，如果再伴随干旱风会更严重的损害庄稼。

干旱风的风向，各地很不一致，绝大多数地区均以西南向占优势，但个别地区又以西风或西北风占优势，局部性差异很明显。

### (3) 干旱风是怎样形成的

干旱风经常在春末夏初出现，根据统计(详见表9)，各地出现在4—7月的，一般均在80%以上，个别地方，如包头有达90%的。这主要是因为春季以后，由于太阳直射光线的逐渐北移，气温日渐升高，淮河以北地区，温度升高更是明显(详见表7)，这些就是形成干旱风的条件，现在我们从以下两方面来谈谈干旱风的形成原因：

第一，干旱风的特点是：主要发生在春夏之交，而且大多出现在长江以北的广大地区。这一地区春季常常缺雨。例如，华北平原大部分地区年总降水量约为500—750毫米，但是春季得到的雨水平均只有50—100毫米。华北平原所以春雨稀少，跟我国季风气候是分不开的。因为我国雨水大都出



現在冬、夏季風(冬半年由北極吹來的偏北氣流，夏半年由熱帶海洋上吹來的偏南暖濕氣流)的衝突地帶。華北平原緯度較高，一年之內冬季風控制的時間很長，每年6月下旬到8月末，冬季風向北撤退，夏季風才能到達，帶來較丰沛的雨水。當然，在春季，偶然也會下些雨，但機會是不多的。特別在春夏之交，干旱更加明顯。華北、西北等內陸地區，土地本來很干燥，加以長期不雨，在陽光照射下，地面立即變暖，所以春季溫度上升極快，只需要20天，日平均溫度就可以從攝氏10度上升到15度，也就是說每隔4—6天就上升1度。5月份山東丘陵地以北的黃河下游，溫度已接近夏季了，這可以从表7中看得很清楚。此外，華北地區既偏居內陸，加以又在太行山背風方向，空氣流過山脊就下沉而使溫度升

表 7 某些地區春夏之交的平均氣溫 (°C)

站 名 \ 月 份	4	5	6	7
保 定	13.6	20.4	25.8	27.0
張 家 口	11.2	16.0	21.2	22.6
北 京	13.6	20.1	24.4	25.1
濟 南	15.8	22.6	27.0	28.2
鄭 州	15.3	21.6	23.2	23.7
西 安	14.7	20.9	25.9	22.7
蘭 州	11.5	17.2	20.5	22.7
長 春	6.5	14.5	20.1	23.5
徐 州	13.7	20.2	25.6	23.2
宿 縣	15.1	21.3	23.0	23.1

高<sup>①</sup>，所以温度更显得特别高。至于北方其它地区，也有这种类似现象。

在春季漫长的时期内，北方地区经常在单一的冬季风控制下，这种冬季风实际上就是冷性高压，由于这种高压长期存在，而在高压区域内气流不断下沉，不但促使了云的消散，也阻碍了云的生成，因此保证了太阳光热自由地进入地面，使地面强烈增热；此外，这个高压又在日益变暖的地面影响下，温度更加升高而增暖起来。从这种变暖的高压吹出来的风，往往就形成干旱风。凡是这种高压控制的时间越长，春雨越稀少，地面温度升高越快，干旱风也越容易发生。尤其春夏之交更是如此。

第二，在第二章中已经谈到，整个行星风带，越近夏季，越有向北移动的趋势，行星风带中的副热带高压带也随着北移。春夏之交，副热带高压有时控制在淮河以南上空，而它又是属于一种暖性高压<sup>②</sup>。我们晓得在高压区域，风是依着顺时针方向改变的，这样，处于高压北面的淮河以北地区，经常吹刮西南风，这就是一种干旱风。副热带高压有时还和南下的冷性高压<sup>③</sup>合并一起，经常持续较长的时间，强度也较强，在这种情况下，干旱风就越加明显。

#### (4) 干旱风的分级

第一，弱干旱风。此时蒸发还不太厉害，土壤水分也不太少，但植物已开始较显著地感到缺水了。

第二，中干旱风。此时蒸发明显加大，土壤水分明显减

---

①干燥空气每上升100米温度约降低摄氏1度；下沉时约升高1度。

②暖性高压：由暖空气所组成，自地面到上空，非常深厚。

③冷性高压：由冷空气所组成，自地面到上空，比较浅薄。

少！植物叶子卷起，变黄、变干。

第三，强干旱风。此时蒸发更加大了，土壤水分也更少了，植物表现强烈的凋萎现象，叶子很快变黄，籽粒干瘪。

第四，最强干旱风。此时蒸发很大，土壤水分很少，植物营养体将受到严重损害，在很短时期内，有时甚至一天内籽粒就全部干瘪。

### 我国干旱风的分布

我国干旱风主要出现在淮河以北地区，淮河以南为数极少，长江以南几乎没有，下面的一张干旱风表，是根据安徽省气象局的统计，大体上可以说明上述问题。

大体上讲来，安徽、江苏两省的淮河以北地区，华北、西

表 8 安徽各地干旱风出现的平均日数

站名	4	5	6	7	8	9	10	全年
颍山	2.1	5.3	4.6	0	0	0.5	0.6	13.1
亳县	1.6	3.0	3.8	0	0	1.0	1.4	10.8
阜阳	0.8	1.2	1.4	0	0	0.8	0.4	4.6
宿县	0.8	3.4	4.0	0	0.2	1.2	0	9.6
合肥	0.2	1.2	0.4	0	0	0.2	0.4	2.4
安庆	0	0	0	0	0	0.2	0	0.2

干旱风标准：最高气温等于 $30^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度小于或等于30%，  
三级以上西南风。

北、东北各省，以及内蒙古自治区，均有不同程度的干旱风出现。但因各地地形复杂，干旱风分布很不均匀，详见表9。



表 9 淮河以北地区各地干旱风的分布

站 名	干 旱 风 日 数		
	4—7 月	占年干旱风%	全 年
新 乡	22.3	75	29.6
开 封	19.0	88	21.3
张 家 口	16.0	86	18.7
长 春	15.9	89	17.9
哈 尔 滨	11.9	85	14.0
齐齐哈尔	11.7	85	13.7
济 南	9.6	72	13.3
蚌 埠	7.7	66	11.7
牡 丹 江	9.2	83	11.1
嫩 江	7.1	85	8.4
佳 木 斯	7.3	88	8.3
沈 阳	8.4	73	10.8
包 头	7.6	90	8.3
西 安	6.9	87	7.9
延 吉	5.0	71	7.0

干旱风标准：最高气温大于或等于 $25^{\circ}\text{C}$ ；

相对湿度小于或等于30—40%；

风速大于或等于4—5米/秒。

我国干旱风要以西北的甘肃、新疆和内蒙古自治区一带最为显著。一年中北疆平均有20天，南疆由10天到100天以上；各处很不一致，内蒙古自治区和甘肃一带约60天。为什么这一地区干旱风有这么大差别呢？这是由于地形的复杂性。这一地区处在欧亚大陆的最中心部分，而且四周有高山环绕，

山和山之間还夹着一些盆地，象吐魯番盆地、准噶尔盆地等；各地地面起伏也很大，象吐魯番盆地，最低处在海平面以下154米，最高的帕米尔高原高度达6,000米；此外，世界著名的戈壁大沙漠就位于南疆境內。由于地形如此复杂，因而就形成干旱风异乎寻常的局部性。

南疆由于有戈壁大沙漠，因而土地异常干燥，白天經阳光照射，沙漠上温度升高很快，近地面空气也晒热上升，附近地区的凉爽空气就流过来补缺，因而很容易形成刮风現象，在有利的天气形势下，比如形成一个稳定的高气压，就往往成为干旱风，因而南疆某些地方年平均有达到100天以上的。

### 干旱风的危害及其預防

我国是季风气候国家，雨水主要集中在夏季。春夏之交，降雨区域还只限于江南地区，所以每年的春夏之交，北方广大地区总是会有“春旱”的。如果冬季雨雪量很少，原来土壤中积存的水分不多，加以冬季风速較大，加快土壤中水分的蒸发，这样，到了春季就容易发生較明显的“春旱”。剛好干旱风也发生在北方春旱时节，就更加助长了旱情的发展。所以干旱风也是引人注意的一种灾害性天气。

在干旱风的吹刮下，使蒸发大大加快，往往使土壤更加干燥，甚至土壤表面产生裂痕，这就更加快了土壤水分的蒸发。干燥的土粒容易被风吹揚到天空，逐漸扩大到几百平方公里，灰尘飞揚的高度，有时高达几十米。在干旱风的影响下，气温本来已經升得很高，如果空中尘土沙粒过多，在强烈日光的曝晒下，使气温升得更高。在干旱风影响下的蒸发，有时是非常强烈的。在这种情况下，虽然原来土壤中还积蓄

有少量的水分，但因为蒸发过强，也会形成植物的死亡。此外，干旱风挟带的尘沙还能打死庄稼，吹走肥沃的土壤，以及其它的各种灾害等。

怎样预防干旱风的危害，这是一个非常复杂的问题。这里提出以下几个办法：

①加强田间管理，包括改良土壤结构，便于吸收水分，减少蒸发；消灭杂草，防止土壤水分的消耗；根据具体情况，适当提早春作物的播种，最好在春季高温到来前播种，以使农作物充分利用水分；此外在秋、冬时节，就应当千方百计的积蓄水分，经常保持土壤的湿润状态。冬灌是防止干旱风危害的一种有效办法，在干旱风到来之前在农田里进行灌溉，以增加土壤水分，防止因干旱风而引起土壤中水分不足现象。

②在历年干旱风严重地区，选择和培育抗旱作物品种。

③种植防风林带，一方面可以阻挡干旱风的侵袭，同时使地面径流强度减小，提高森林中土壤吸收水分的能力，保证地下水的储量和补充，增加空气湿度。

防止干旱风的危害和防止干旱是一回事，这里只能简单的谈一下，我们将在下一章中详细讨论。



## 四 旱 和 涝

根据我国历史文献的記載，自紀元初至十九世紀期間，共出現过1,013次大旱，658次大水，每世紀平均有水旱灾88次，其中旱灾以华北居多，长江流域水旱灾都比較頻繁。从二十世紀六十年代的雨量記錄来看，大范围的旱涝現象不下三、四十次。由此可見，旱和涝是我国农业生产上帶有根本性的問題。这就需要我們很好地掌握旱涝規律，积极有效地为农业生产服务。

### 旱 涝 特 性

形成旱涝的原因非常复杂。所謂旱与涝是針對农作物来講的，而造成农作物的旱和涝是多方面因素綜合的結果。雨量多少固然是形成旱涝的直接原因，但同时也和自然地理条件、农作物的分布及其本身特性、土壤性質、水利条件以及暴雨等各种因素，都有着非常密切的关系。有时候对这种作物来講，可能已經旱了，但对另外一种作物来講，还不算旱。有些地区全年的雨量虽然不多，但因降水時間分配不均，雨水过分集中，再加地形影响較大，結果仍然出現了涝灾，也可能先涝后旱，或者先旱后涝。有些地区全年降水虽多，而降水分配均匀，水利条件又好，也可能不产生旱涝現象。

在气象学上，一般是以降水量的多少做为旱涝的标准，因此，这里着重从降水和暴雨等方面分析，探討关于旱和涝的

問題。应当指出的是：單着重于降雨一個因素是不全面的，還應該考慮作物需水量和墒情等因素，綜合的決定旱或澇。

下面我們先談一談旱澇的特性：

### **(1) 雨量變率與旱澇**

某年總雨量特別少，稱為旱年；某年總雨量特別多，稱為澇年。旱澇的發生就是由雨量變率引起的。凡是變率大的地方，旱澇的頻率也大。氣象上常常拿降水量的相對變率來表示一個地方降水量變化的相對大小。如果把逐年雨量和雨量的年平均情況的差值，平均一下，然後再和雨量年平均情況相比較，就可以得到年雨量變動的百分率，這稱做“年雨量相對變率”。

一個地方雨量的變率越大，這個地方的農作物所受的影響也越大。一般來說，變率大於25%，農作物就容易受影響。變率達到40%，就可能有水旱災出現。因此，在雨量變率比較大的地方，就常有水旱災出現。

年雨量相對變率的分布，一般是離海越近，變率越小，緯度越高，變率越大，山脈迎風面變率小，背風面變率大，台風多的地區變率大。我國長江以南和東北的雨量變率約在20%左右；黃河淮河之間，變率在25%到30%左右；華北在30%以上；西北內陸的變率，超過50%。

從農業方面看，年雨量相對變率對農作物的影響，不及春夏兩季的季雨量相對變率重要。春季，秦嶺以南平均變率不到30%，江南丘陵還在20%以下，但是華北平原却高到40%到50%。所以，華北每年春季要特別注意防旱。

### **(2) 旱澇是大陸性氣候的特徵**

凡是大陸性氣候越強，旱澇的強度和頻率也越大。因為

越靠近沿海，水汽来源充沛，降雨的机会多，干旱的可能性小；越往内陆，离海越远，干旱可能性越大；同时内陆地区，夏季气温高，一旦有适宜的水蒸气，容易形成雷雨或暴雨，雨势很猛，往往形成涝灾。

### **(3) 降雨的时间和强度**

如果下雨的时间很长，有时一阵过去了，接着第二阵跟来，甚至会几天几星期的连续下去。象1931年和1954年江淮地区造成洪水灾害的，就是属于这种性质的雨。

另一种是下雨的时间虽然不长，但是雨却下得很急、很多，也会形成涝灾。通常拿降雨强度来表示急雨的特点。降雨强度就是指在一定时间内下降多少的雨。降雨强度越大，可以利用的雨量少，因为雨势强烈，不容易渗入地下，都变成地表径流，造成水灾。

我国雨量都是集中在夏季，雨量强度特大，全月雨量往往只是几次暴雨的结果。一天当中的最大雨量有时等于或超过一个月的平均总量。

降雨强度通常以每分钟的降雨量来做标准。因为在较长时间內(例如24小时)连续下降倾盆大雨的情况是不多的，通常总是一阵一阵地下着，而且有时只是集中在很短的时间，所以有时拿每分钟来计算降雨的强度。每分钟下的雨量越多，暴雨的强度也就越大。

### **(4) 土壤结构和旱涝**

土壤结构和农作物吸收水分有很大的关系。有的土壤颗粒很小，泡水后就成为泥浆，干燥时却结成土块，这种土壤叫做“无结构土壤”。另一种土壤颗粒能结成小团，在水中不会变成泥浆，干的时候也不会结成土块，这叫做“有结构土



壤”。水分容易渗透进有结构土壤里去,并且能很好的被土壤团粒所吸收,水分不容易蒸发,也不容易发生干旱;无结构土壤恰恰相反,水分很不容易渗透进去,并且容易蒸发,也容易发生干旱。因之对降雨来说,我们所要了解的不只是降雨的总量,还要了解雨水被土壤吸收了多少,这些水分布在土壤的哪一层,累积在土壤中的水分又是怎样蒸发掉的,以及土壤水分合理的贮藏方法等等。

### 旱涝是怎样产生的

从长期角度看,旱涝的产生的历史背景是由于气候变迁的结果。根据长时期观察自然界的情况和遗迹、分析气象和天文观测记录等办法,可以发现因气候变迁而形成旱涝有以下几个原因:

(1)太阳活动:太阳是一切能量的源泉,太阳辐射的强弱随着太阳活动的盛衰而定。太阳活动包括太阳黑子、日珥、光斑、耀斑等等。其中以黑子变化,最能反映太阳活动强弱的变化。因此这里着重阐述黑子和天气变化的关系。

我国气象工作者,根据明、清两代将近五百多年水旱灾资料,求得长江流域、黄河流域与淮河流域的水旱灾有7—8年、10—11年和20年左右等主要周期,其中以10—11年的周期比较明显。最近根据二十世纪的雨候资料分析,发现长江中下游夏季降水也有3—4年和11年左右等周期。在已发现的许多周期中,很多周期都和太阳活动的周期近似。根据二百多年来对太阳黑子的观测,发现太阳活动具有平均为11年的周期,除了这个明显的周期外,近年来还发现太阳黑子的变化有4.8年、8.3年、33.4年以及80年等周期。因此气象学家把许多

天气气候的周期变动，都用太阳活动的周期变化来解释。因为太阳活动对许多自然现象有着直接的影响，当然也包括大气环流在内。

大气环流一般有二种类型：一种是纬向环流，这时候气流沿着东西向纬圈流动；另一种是沿着经圈的南北向环流。当太阳活动特别强的年份，太阳黑子特别多，大气环流的经向运动也特别活跃，南北方向的气流运行、交换也较正常年份更为频繁、剧烈，这样，冬天就比较寒冷；反之，如果太阳活动弱的年份，太阳黑子特别少，东西向的纬圈环流则比较强盛，这样，冬天就比较暖和。这些大气环流的转变，就会形成地球上某些地区的旱或涝。

(2)宇宙原因：由于地球围绕太阳运行轨道某种要素的周期有变化，象黄道倾斜的周期变化，偏心率的变化，都可使太阳辐射热产生变化，这也就可能引起气候变动，不过这种变化所引起的气候变动，周期是相当长的。

其它如流星、彗星等活动与旱涝也有密切的关系。根据天文学家的研究，某些流星群体是由彗星分裂而形成的。比如彗星头都是由一群流星颗粒、尘埃以及二氧化碳等气体所组成。当这些彗星与流星尘粒降落到大气下层，便会对大气发生影响，形成旱涝。我们知道，人工降水的基本原理就是在具有一定降水条件的云层中，加入碘化银等化学药剂，以催化降水的发生，当然也可以促使云层消散。因此彗星与流星尘粒也是一种大规模来自宇宙空间的催化剂。在一定大气环流条件下，它可以引起旱或涝的气候变化趋势。

从历史上的记录看，从唐开元二年(714年)至清同治元年(1862年)1149年间，共出现流星群37次。其中有33次见星在

7 月后，有 4 次見星在 3 月前。各見星在 7 月后的年度的下一年，計有水灾31次，旱灾10次。

从清康熙 3 年(1664年)到宣統 3 年(1911年)共248年間，共見彗星23次，其中見彗星在 5 月以前的10次，当年出現水灾的10次，旱灾 5 次，見彗星在 8 月以后的共13次，在下一年出現水灾的15次，旱灾 7 次。

(3)地球原因：比如地球冰川的生成、消失及其移动，可影响气候变化。其次，洋流象寒流、暖流的变化，对气候也有极其重要的影响。

其它如火山爆发产生的火山灰，长期浮游在大气上空，随风四处飘流，下降速度极其緩慢，这也影响到地球上相当大一部分区域的辐射收支和热量得失的变化，最后也能引起气候发生变动。

再如地面状态的改变，象綠化造林、开垦荒地、治理沙漠以及水利化等，都会在不同程度上使气候发生变动。

(4)大气本身变化：大气是一种混合物，大气成分的改变，如二氧化碳、臭氧、水蒸气等含量的变化，也会影响到气候的变化。因为这些气体能吸收太阳的辐射热，它們含量的变化，就会影响到太阳辐射强度，因而影响了气候的变化。

上面所講的旱涝的原因，只是一般的情况。实际上，太阳活动和天气气候的周期性之間的关系，并不是很簡單的，何况太阳活动本身为什么有周期性变化，現在还没有完滿的解释。旱涝等灾害性天气，一般在太阳活动强的年份出現，但太阳活动弱的年份仍然有灾害性天气出現。如1954年我国江淮流域的特大洪水，就是在太阳活动弱的年份出現的。另外，天气变化現象都发生在10公里以下的低层大气中，太阳辐射能



的改变，如何通过高层大气传递到低层，还没有搞清楚。由此可见，形成旱涝的根本原因及其规律变化，是非常复杂的问题，有待进一步的探索和研究，才能逐步地解决。

从近期角度看，旱涝是在一定天气形势下产生的，是由于大气环流改变的结果。现在再从以下几方面来谈谈由于大气环流的改变和旱涝成因的关系：

### **(1)我国各地的汛期和干旱期**

我国各地旱涝和季风活动有密切的关系。冬季，我国大陆盛行西北风(冷高压)，寒潮活动频繁，夏季盛行偏南风(副热带高压)，带来丰沛的水蒸气。从春季到盛夏，冬夏季风冲突形成的雨带，从华南经南岭、江淮、黄河流域而移往东北，雨带长期停滞的地区就形成洪涝，雨带未到的地区或停留时间很短，就形成干旱。

第一，四五月间，副热带高压挟带着丰沛的水蒸汽，随着东南风登陆华南沿海，这时，北方冷空气(就是冷高压)的势力仍相当强，它们一直伸展到南国的原野。这两种不同性质的冷暖空气就在东南丘陵地带和珠江流域冲突起来，形成这一地区的雨带。如果雨带持续的时间很长，就往往形成华南和东南丘陵地区的洪涝。比如1961年4月份，广东汕尾的月总降雨量达到581毫米，相当常年同月的4倍。

春季，南方暖湿空气有时还可到达长江流域，冷暖空气还有时在这一带冲突形成雨区。但是，长江以北的淮河和黄河流域一带，这时正是春旱时期。春季雨水稀少，大部地区3—5月份三个月的总雨量还不到全年的20%。另外，华北一带春季气温上升很快，空气中水蒸气很少，而且又是一个大风多的时期，这就更加助长了作物和土壤中水分的蒸发，很

容易形成严重的干旱。所以人们都说华北是“十年九旱”。

第二，6月上半月雨带北移，长江中下游汛期开始，并且往往持续到7月上半月。7月中旬期间，雨带更北移到淮河流域，因为下雨的时间太长，东西容易发霉，所以叫做霉雨。又因为这时正是梅子黄熟的时候，所以又把这种天气叫做“黄梅天”，下的雨叫做“黄梅雨”。

第三，7月下半月到8月下旬，北方冷空气(冷高压)势力更形衰退，夏季风(副热带高压)非常强烈，直往北面推进，它们的冲突战线很快的经过淮河、山东、华北而到达东北南部和内蒙古自治区边缘，使这些地方出现阴雨天气，不过，这个阴雨带停留的时间很短。

当长江中下游的雨带北移之后，长江以南地区的雨量大大减少。这时正值盛夏季节，温度高，蒸发量大，农作物需水量又很大，月平均降雨量不能满足农作物的需要，这就是江南地区的“伏旱”。

上面所讲的冬夏季风的进退，只是一般的情况。如果这一年夏季风势力特别强，越过长江，推进到华北平原，夏季风和西北气流的冲突带，长期停留在这里，华北阴雨的时间就特别长，甚至造成水灾，而长江流域的雨量却反而很少了。这就是通常所称的“干梅”或“空梅”。相反的，如果这一年夏季风的势力特别弱，向北推进得很慢，雨带停留在长江流域的时间特别长，那么长江流域就会发生大水。我国各地汛期和干旱期的规律，大体上就是这样。

## (2) 我国旱涝的主要天气形势

第一，干旱天气特点。根据1959年7月和1961年6月16日到7月15日这一时期天气形势分析看来，江淮地区都在暖

性的副热带高压控制下。亚洲大陆北纬40—50度上空盛行强的东西向纬圈环流，因而亚洲上空来自北极的冷空气很不活跃，势力也很弱，因而使得这些冷空气不容易影响到江淮地区。这样，冷暖空气冲突的机会少，很难形成持久的降雨带。这种天气特点就是江淮地区长期干旱的直接原因。

1959、1961年江淮干旱期间，控制在这一地区的副热带高压异常稳定，虽然短时间暂时被破坏，但不久又恢复原状。所以出现这样的情况，那是由于在西藏高原上空，也另外有一个高压中心，不时地东移合并到江淮高压中去，使它的势力更加强了。因此，夏季江淮流域持久性干旱现象，是由于副热带高压稳定性所决定。1959年7、8月副热带高压控制江淮流域上空达45天；1961年6、7月副热带高压持续达一个月之久。和其它年份相比较，例如1958年7月的上半月，江淮地区是冷暖空气的冲突区域，所以雨水偏多；但是下半月在副热带高压控制下，所以天气出现旱象。因此可以得出结论说，夏季北纬40度以南地区有否持久性的副热带高压，是出现干旱与否的重要标志。

第二，洪涝天气特点。根据1954年7月这一时期天气形势分析看来，副热带高压大体上位于北纬25度以南地区，亚洲高纬度地区经向环流盛行，在西伯利亚上空出现强劲的偏北风，因而冷空气向南爆发频繁，江淮地区刚好是冷暖空气冲突地区，因而雨带也就长时间集中在江淮地区。

1963年8月上旬，河北省出现了特大暴雨。这一时期天气特点是：副热带高压稳定地位于北纬30度以北的黄海、渤海、朝鲜和日本海一带，自西伯利亚的贝加尔湖经蒙古到河套一带，盛行经向环流，山西省一带上空出现偏北风。由



偏北风带来的冷空气和由海上副热带高压带来的暖湿空气在河北省一带持续会合，再由于地形的影响，因而雨带也就持续在这一地区。

## 我国旱涝的地理分布

形成旱涝的原因很复杂，旱涝的标准，一般采用旱涝指数来表示。所谓旱涝指数就是某地某年的年降水量和平均年降水量之差与某地年降水量标准差<sup>①</sup>的比值，再根据年降水量标准差，计算出旱涝标准，详见下表：

表 10 各地旱涝频数表

地 方	大 旱 年	旱 年	常 年	涝 年	大 涝 年
广 州	0%	15%	65%	17.5%	2.5%
台 北	0%	20.4%	63.6%	13.7%	2.3%
上 海	1.3%	12.8%	71.8%	10.3%	3.8%
武 汉	1.9%	13.2%	67.9%	13.2%	3.8%
重 庆	1.8%	17.9%	67.8%	7.1%	5.4%
昆 明	3.0%	6.0%	76.0%	9.0%	6.0%
北 京	1.3%	16.3%	66.2%	12.4%	3.8%
青 岛	0%	16.7%	72.9%	4.1%	6.3%
西 安	4.8%	9.5%	71.4%	9.5%	4.8%
沈 阳	2.5%	10.0%	70.0%	12.5%	5.0%

由上表可见，各地大多数年份都是常年，旱涝年份只占少数，大旱、大涝年份更少。就各地平均来看，大体上常年占

<sup>①</sup>年降水量标准差：根据各地历年的降水量算出。

70%，旱涝年占30%。分别来看，沈阳、青岛、上海、昆明、西安等地常年百分率较大，北京、台北、广州、武汉、重庆等地常年百分率较小。常年百分率大的，旱涝频数就较小，常年百分率小的，旱涝频数就较大。总的来讲，大致东北涝多于旱，华北旱多于涝，长江流域下游旱涝频数相近，中游涝多于旱，上游旱多于涝，华南涝多于旱，台湾省旱多于涝，云南高原涝多于旱。总的讲来，大涝年的出现较大旱年为多。

旱涝灾害虽然严重地威胁着农业生产。但却不是不可克服的。森林对于旱涝是有调节作用的，因而大规模造林对于防治旱涝有一定意义，此外还要加强水土保持工作。但是，对于防治旱涝具有最根本意义的措施还在于实现水利化、电气化和机械化。

## 五 雷 雨

### 雷雨云是怎样产生的

#### (1) 雷雨云的发展

晴天下午，特别是夏季晴天的下午，我們常常看見天上有分散开来的象棉花一样的云块，这就是积云。积云形成的过程是这样的：午后地面晒得很热，便产生空气上下对流的上升运动。近地面空气块就在对流作用下，上升至高空，因为温度的降低，上升空气中的水分便变冷凝結成小云块。云层內因为凝結而放出的热量，它的温度便高于四周，更有利于空气的上升。因此云块便逐渐变大，发展成为圓頂形，就形成积云(图8)。如果地面繼續受热，含有水蒸气的热空气上升得就更快，上升速度以云中心部分最大，可达10米/秒或10米/秒以上。这样，云块四周空气向云中心源源輸入，填補

空缺。随空气流入云中心部分的水汽就繼續凝結，云块发展壮大，开始有非常明显的滾圓狀頂，漸漸形成一种象宝塔一样高

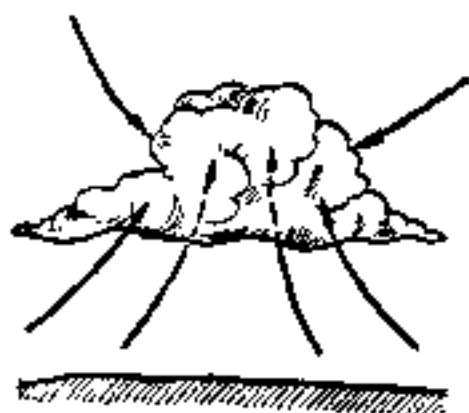


图 8 积云

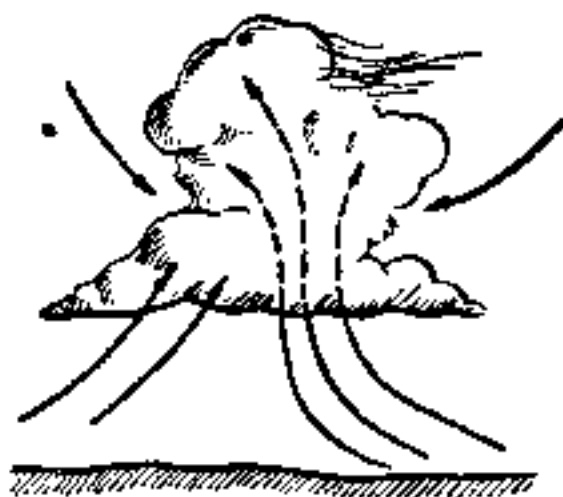


图 9 浓积云



聳的云，云頂又有点象花椰菜，这就是濃积云（图9）。濃积云再繼續向上发展，这就表示潮湿空气上升的力量很强大，当它的頂部升高到温度为摄氏零度以下的高空

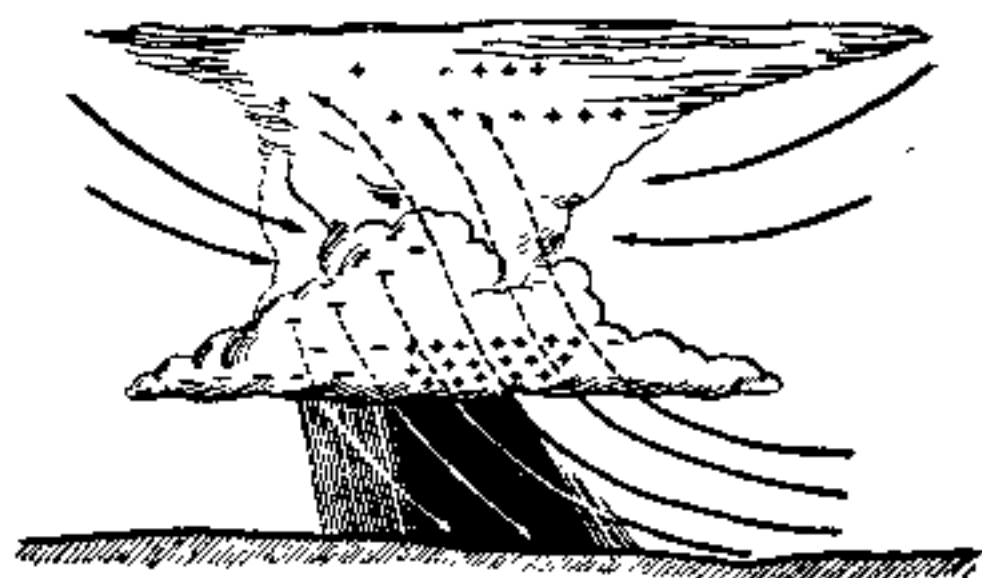


图 10 砧状积雨云

时，頂部和靠近頂部以下的空气层就冻结成雪花和小冰晶，頂部可伸展到6—8千米或更高一些，并且出現一种白色羊毛状结构，被风一吹散，失去原来滾圓状特色。上升空气到达高空时，温度就降得很低，沒有力量再繼續上升，就朝兩側扩展形成象鉄砧一样的形状（图10）。这就是砧状积雨云，也就是雷雨云。砧状积雨云一經形成，云中即跟着有集中的上升气流区和下降气流区出現，上升气流速度可超过25米/秒，而下降气流速度則稍小一些，大的陣雨或冰雹就是随着下降气流而降落到地面的。

总之，雷雨云的发展要具有两个重要的条件：

第一，要有深厚的大量的潮湿空气，并且云层上部温度比下部温度低得多，这样就使这潮湿空气柱的上面冷而重，下面暖而輕，很不稳定，因而发生空气倒轉的上下对流。

第二，低层空气要有足够的上升力量。这就是說，地面温度要升得很高，使潮湿空气被烘热变輕上升，或者暖湿空气被抬高上升，这些外来的冲击力就使得上升作用不断地进行，就逐渐形成雷雨云。沒有这种冲击力，空气是不会自动

上升的。

## (2) 几种雷雨的成因

雷雨是暖湿气流的猛烈上升作用所形成的，而推动空气的上升，有各种方式，因而可以形成各种雷雨。总的讲起来，可分三类：

第一，热雷雨。这是由于地面受太阳光热的辐射温度猛烈升高所形成的一种雷雨。夏天下午酷热时，如果天气晴朗，风力微弱，空气里水蒸气又多，近地面空气受热特别厉害。上层的空气，因为离地面太远，不能同时变热，这样，上面的空气就冷而重，下面的空气就热而轻。因为空气柱很不稳定，有利于对流的形成，并且发展成雷雨云，造成热雷雨。热雷雨的持续时间不过一小时左右，有时只有几十分钟。它所影响的范围，方圆仅有几公里到几百公里，有时范围更小，在一个城市里，有时是城南下而城北不下，也有郊区下雨而市区天晴，通常所说的“夏雨隔坵田”，就是这个意思。这种雷雨发展得快，雨下得很急。

晴天地面最热的时候是下午两三点钟，所以热雷雨也是午后三四点钟以后或傍晚前发生的最多。太阳落山以后，增

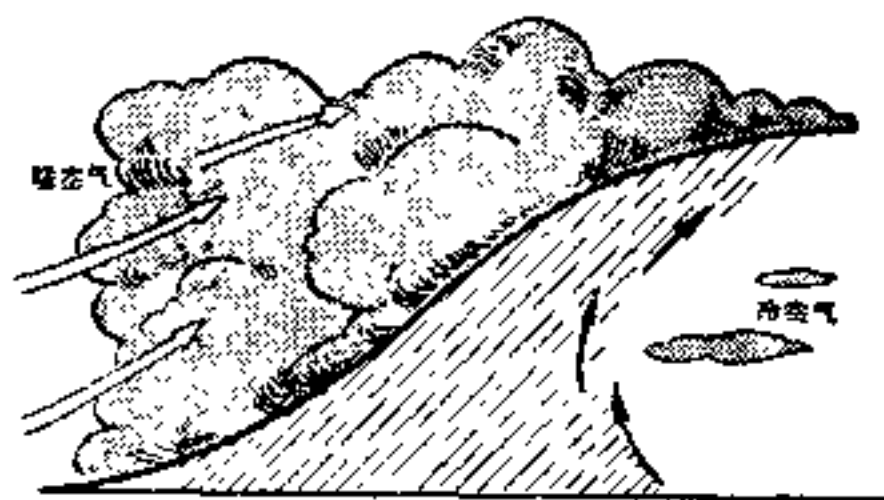


图 11 暖锋和冷锋雷雨

温作用停止了，靠近地面的气温逐渐降低，雷雨便缺少热的动力，因此，雷雨云在黄昏以后就开始消散，一到晚上天气又晴了。

第二，锋面雷雨。

鋒面就是冷暖空气的交界面。按照空气流动的情况，可以把鋒分做两类：

当暖湿空气流动到冷空气区域时，暖湿空气就沿着冷空气斜坡往上滑升，这样形成的鋒叫暖鋒（图11）。暖湿空气在上升过程中，水蒸气变冷凝結而产生的雷雨称为“暖鋒雷雨”。因为暖空气沿着冷空气的斜坡慢慢往上爬，所以上升作用并不强烈，当暖空气非常潮湿、温度很高时，形成势力和緩的雷雨。这种雷雨分布的范围比較广，持續的时间也較长。

另一种是冷空气朝着輕而暖湿的空气推进，因为冷空气重，向下插的力量大，把暖湿空气抬高上升，这样形成的鋒叫冷鋒（图12）。冷空气往往来势很猛烈，

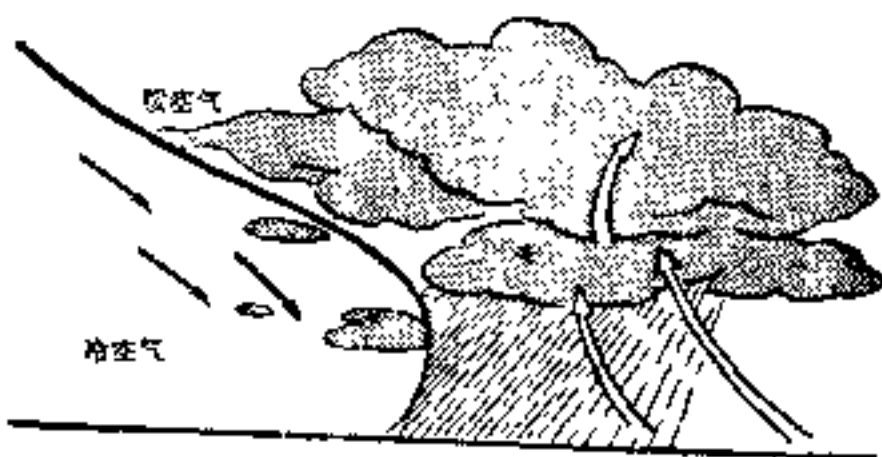


图 12 冷鋒和冷鋒雷雨

移动速度又很快，暖空气如果含有多量的水分，被抬高上升得很厉害，这样形成的雷雨称为“冷鋒雷雨”。这种雷雨区域成带状分布，是雷雨中最强烈的一种，短期內常造成大暴雨。

第三，地形雷雨。它是当暖湿空气經過山坡被强迫上升时形成的。在山地迎风的一面，空气沿山坡上升，到一定高度就变冷形成雷雨云。但是到了山脉背风的那一面，空气沿着山坡下沉，温度升高，雷雨就消散或减弱。

### （3）雷雨发生前的預兆

气象台根据各地气象报告的分析，然后才能判断是否有雷雨发生。但是，在发生雷雨前，根据天空云和风的变化等，也能大概地判断是否可能发生雷雨。一般地講，雷雨发



生前往往出現下面几种天气現象；有时只出現其中的一两种現象。

第一，早晨一起来就感到悶热难受，这表示空气里已經含有多量的水蒸气。如果日射很强，就有形成雷雨的可能。

第二，清晨天空已經出現一朵朵象棉花一样的积云块，这表示高空气层很不稳定。而等到太阳一出来，更加强了这种不稳定，因此就有发展成雷雨的可能。

第三，天空云彩很混乱，云朝四面八方飄游，这就表示天空里存在相当强烈的扰动情况，非常有利于雷雨的形成。

第四，风力微小，甚至于沒有风，加上强烈的太阳光照射，局部地区的热量非常集中，很不容易消散。这样，就可以聚集大量的热量，推动空气上升，非常有利于雷雨的形成。如果刮强烈的大风，热量被吹散了，就不容易形成雷雨。

第五，雷雨发生前最明显的标志，就是天空出現象堡垒一样的云彩(图13)，高度在2千米到3千米左右，这种云突出部分很象堡垒，所以称为堡状高积云。这种云一出現，就表示空气层上面已經很不稳定，云顶已經受热上升。假如再有强烈的太阳光照射，更促进空气的上升作用，就很容易发展成雷雨。这种云在夏季是經常出現的。一旦早晨出現这种堡状高积云，就表示已經有較明显的对流出現，午后温度高，对流更加旺盛，这就很可能要发展成雷雨云。



图 13 雷雨前出現的堡状高积云

根据当地的天气变化来預測雷雨，要特別注意前后天气的演变，因为某种天气現象的发展，前后是連續的。例如某日早晨虽然出現了积

云，并且也发展成濃积云，但是这种云不久就逐渐展开，变成平衍状云；在这种情况下，加上地面上风力增强，就不見得发生雷雨。只有在天气繼續热下去，风力微小，濃积云繼續发展隆起时，才有可能发生雷雨。所以我們不能片面的只看到暂时出現某一种天气現象，就認為要发生雷雨了。

## 雷雨天发展的后果

雷雨天形成以后，云层里大量水蒸气凝結成很多水珠和冰粒，这里面空气的流动是非常紊乱的。有的上升，有的下沉，空气和空气又发生碰撞和摩擦。在性質猛烈、頂部有鉄砧状的雷雨天里，可能产生以下几种灾害性天气。

### (1) 强烈的陣雨

雷雨天頂一般能达到6—8千米高，厚度也有7千米。在这种构造复杂的云层里，空气猛烈的扰动，不断把低层水蒸气从地面輸送到上空去。云层上部的水蒸气，有些冻結成冰粒和雪花，这样，就产生非常显著的水滴、冰粒等合并增大作用。小雨滴合并成大雨滴落到地面上，形成陣雨。因为雷雨天有7千米厚，低空又有湿热的水蒸气，源源不断地补充到雷雨天中去，所以雷雨天实在是制造大陣雨的工厂。

强烈雷雨降雨的时间虽然不长，雨量却实在惊人，常常能达到几十或几百毫米。因为下雨的范围不大，还不致于造成广大地区的灾害；但是在山地区域，就能造成山洪暴发，冲刷土壤，破坏土壤結構，形成很深的水沟。这种大陣雨因为来不及流到土地里去，只在地面上流，所以挟帶大量的流沙，填塞河流，冲毀河岸，损坏庄稼，引起很大的泛滥。

在我国，雷雨的降雨量是很集中的，例如广州最大的一

次曾达到124.8毫米，北京最大的一次达到166.2毫米。在热带地方的雷雨就更加厉害，往往在一昼夜当中就下1.6米深的雨，足足有一个人那么高，差不多抵上我国长江流域全年的雨量。象这种暴雨当然会使河水突然高涨，并造成巨大的水灾。

## (2) 雷雨大风

雷雨云中心，因为上升运动非常强烈，大量空气被抬举上升，在它周围较凉爽的空气，就乘势向中心流动，因为流速很快，所以就形成狂风，最大风速可达8级以上，而且风向混乱不定。对飞机航行和水上航运以及地面的建筑物和庄稼等，都能造成很大的损失。

## (3) 龙卷风

如果雷雨云内部发生剧烈的扰动，往往产生龙卷风。龙卷风的形状象一个大漏斗，这个大漏斗一头和地面或水面相接触，另一头和上空的云相接(图14)，而成为一个猛烈旋转的空气柱。这个空气柱的直径，只有几十米或几百米。它的

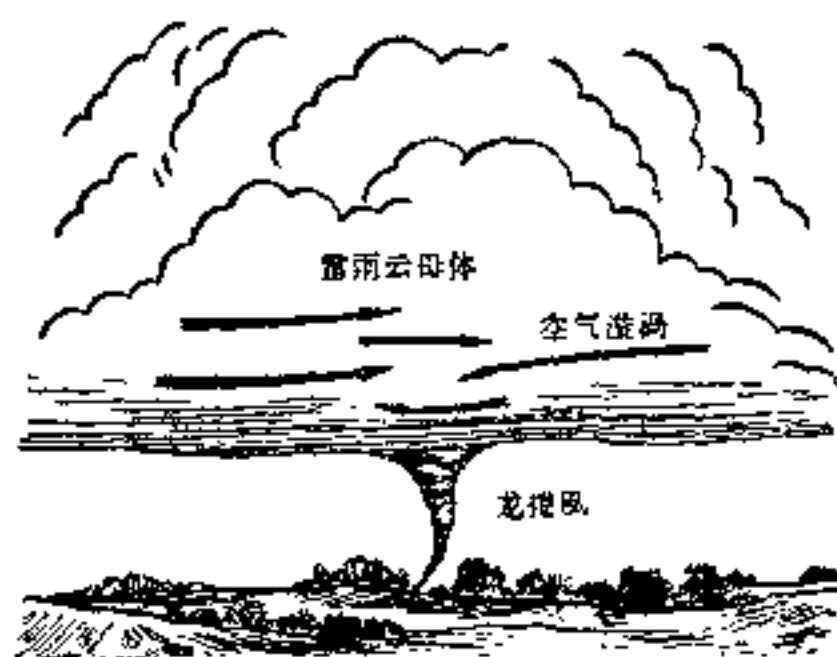


图 14 龙卷风的结构示意图

水平面积很小，在海上的水龙卷约有20平方米到100平方米左右；在陆地上的陆龙卷有200平方米到1,000平方米左右。它的移动速度每小时约30公里到60公里。龙卷风就好象小孩子玩的陀螺那样，一面转动，一面朝前移动。



龙卷风里面的风速非常大，往往达到每秒一百多米。我們通常所說的12級风，只有每秒33米左右；龙卷风的风力已大大地超过12級，因而，破坏力很大。在陆地上，龙卷风常常把大树連根拔起来，吹翻屋頂，損害各种建筑物和庄稼。这种旋风能把东西吹到几十公里以外的地方去，能把行人卷到天空“飞行”几百米。“水龙卷”又叫水柱，它經過水面时，能卷起大量的水；在不深的小溪流上經過时，往往把一段溪水吸干，露出河底来。在海洋上，龙卷风可以把海水吸到6米高。

龙卷风因为有上吸作用，能把水和尘土卷起来，有时也卷起海水里的各种各样的微小生物以及魚类等。当它移动到另外的地方，变成暴雨下降的时候，就把魚类和各种微生物撒下来，形成“魚雨”或“血雨”（一种夹在雨里面的紅色微生物）。1960年3月11日，在法国南部地中海沿岸，出現一次龙卷风的大风雨中，成千上万的青蛙被旋风卷起，在法国南部土倫市下了一陣“蛙雨”。

#### （4）打雷和閃电

当雷雨云形成以后，由于云层里水珠被扰动得很厉害，上下反复的升降，如果雨滴在下降过程中，遇到速度很大的上升空气（一般超过每秒8米）冲击时，被吹散成为許多大小不同的水滴，它們彼此之間强烈地摩擦和碰撞，就产生了帶电效应。根据科学家研究的結果，每个雨滴都帶有电荷，雨滴內部帶阳电，表面帶有和阳电量相等的阴电。被气流冲散的雨滴外表部分帶阴电，剩下的雨滴核心帶阳电。由于水滴不断的分裂，空气层里聚集了大量的电荷。当帶阴电的云和帶阳电的云相互靠近的时候，彼此就有吸引作用。帶阴电的

云块中无数个阴电子，往往突破空气层的障碍，飞散到带阳电的云层中去，这样产生的火花放电现象就是闪电。闪电的时候，产生大量的热，周围的空气就因为突然受高热而引起体积的突然膨胀；然后又很快地变冷而紧紧地压缩。这种空气的膨胀和收缩，引起了剧烈的有声震动，这就是打雷。声音在空气里传布的速度只有每秒330米，而光速是每秒3亿米，相当于声速的90万倍，所以我们总是先看到闪电，然后才听到雷声。每次闪电总有一次短促的雷声；但是我们平常听到的不是一声而是轰隆隆的声音。这是因为雷声在云层、地面、房屋及其它障碍物中来回反射，造成许多次的回声，使得雷声延长。另外，空中的放电作用，是连续进行的，因此就发生长时间的隆隆声。

如果雷雨云很靠近地面，就要产生落地雷。落地雷因为产生高热和振动，能伤人畜、击毁大树和房屋，甚至引起火灾。

预防落地雷的危害，首先，由于旷野孤立的高地或是突出的地方，靠近雷雨云脚，很容易受到落地雷的袭击。所以打雷时，千万不要靠近孤立的高楼、宝塔、旗杆、电杆、烟囱等等，更不要站在旷野高地上躲雨。打雷的时候，不要在江河或湖泊的岸边逗留，不要游泳或划船。因为打雷的时候，人是突出的物体之一，所以人在船里或岸上，也都容易被雷打着。

其次，金属和潮湿的东西，容易导电，所以打雷时，不要靠近电线、自来水管、铜器、铁器等容易导电的东西。不要穿潮湿的衣服和靠近潮湿的墙壁，以防雷击。

在屋顶上或其它高大的建筑上装置避雷针，可以起到避

雷的作用。避雷針是一根有尖端的金屬棒，直立在建築物上，尖端朝上，下端用銅綫和埋在地下的銅板相連。因為帶電的導體上，以尖端分布的電量最多，因此有一種“尖端作用”。當雷雨雲向地面靠近時，地面因感應所產生的異性電，多集中在避雷針的尖端，尖端慢慢地把電放出，這樣就避免劇烈的放電，不致於引起落雷，就可以避免人畜和建築物受損害。

### (5) 冰雹

冰雹也叫“雹子”。夏季或春夏之交最為常見。它是球狀、圓錐狀或不定形的冰體。雷雨雲就是製造冰雹的大工廠。因為在雷雨雲中對流作用很厲害，空氣的上升和下降也非常強烈，當上升力強的時候，大雨滴被抬升到寒冷的空氣層，很快地凍結成白色的透明體；當上升氣流衰減，冰體暫時下降，它的外部由於與過冷水滴<sup>①</sup>的碰撞，凍成白色不透明的層次。因為上升空氣的力量，有時候強有時候弱。每升降一次，雹面上就粘上一層透明的冰和不透明的冰。所以冰雹的結構是透明的冰層和不透明的冰層交替地排列著的。這樣上升下降很多次，冰雹就越變越大，最後，當上升空氣實在托不住它們的時候，就降落到地面來了。常見的冰雹似蚕豆，也有和雞蛋差不多大小的，它的持續時間雖不長，但常常損壞房屋、庄稼和人畜等。

由於成因不同，冰雹又可分成熱成雹、夜成雹、冷鋒雹。

熱成雹是由於地面受到強烈太陽光的照射，產生大量濕熱空氣不斷上升形成的。分布的範圍並不廣，在夏天下午最

---

<sup>①</sup>過冷水滴：溫度在攝氏零度以下仍然不結冰的水滴。雲和霧中，有時氣溫低於零下30度，仍會有過冷水滴存在。



热的时候容易发生。

夏季傍晚，如果天空遮了一层很厚的云，这云层上面和下面都朝外放散热量，不同的是，云层下面虽然朝外放散热量，但还有从地面吸收热量的机会。而上部云层却只能放散热量而不能吸收，所以会很快变冷。这样，云层的顶部和底部的温度差越来越大。云顶附近的空气变冷而重，云底附近的空气相对地暖而轻，于是就发生猛烈的对流现象，产生雷雨云，有时就形成冰雹。这是夜成雹。

冷锋雹主要是在强烈冷锋活动时形成的，分布的范围比较广，全年各季都能发生，以在春夏之交时出现最多。

冰雹并不是任何地方和任何季节都能发生的，主要出现在干燥内陆地区，在五月至七月出现的最多。

我国雹区主要在山西、甘肃、陕西、河南和内蒙等地，长江以南下冰雹的机会较少。1935年5月29日，甘肃省华亭县降的雹有鸡蛋那么大，地面堆积的雹有0.7米深。直到8天以后才完全化光。

冰雹是一种破坏性很大的灾害性天气，事先进行预报虽还有一定的困难，但我国劳动人民通过长期的看天实践，已经积累了不少预测冰雹的经验。比如冰雹产生前，常常听到一种异乎寻常的响声，响声愈大，冰雹也愈大。降雹的云，云体颜色常由黑色变黄和变红黄等。有冰雹的雷雨，雷声弱而短促，出现横闪等等。

在消灭冰雹方面，人们正在应用控制云雨的办法，进行消雹试验。比如在尚未形成的雷雨云中，加入干冰（固体二氧化碳）、碘化银、电化的沙粒、冰晶或大水滴等，目的在于促使悬浮云中的云滴，先聚成大水滴下降，这样，云滴就不会

形成冰雹。近年来，国外实验室实验已经证明，声波对云滴合并有一定的影响，因此将来也有可能用声波技术来消灭冰雹。

我国劳动人民在生产实践中，采用土炮轰击雷雨云消雹的办法，也取得某些较好的效果。对这种消雹的原因和科学依据虽尚未弄清楚，但也可以推想是由于土炮轰击产生声波或冲击波的影响。关于这方面的经验，尚有待今后的进一步的实践和总结。

不管怎样，由于科学的日益进步，人工消灭冰雹，应该说只是时间问题。

## 我国的雷雨地区和季节分布

### (1) 哪些地方最容易下雷雨

我国雷雨的分布，归纳起来有三类基本情况。那就是：山地比平原多；内陆比沿海多；南方比北方多。高温和潮湿是形成雷雨的基本条件，南方的这种条件比北方有利得多，所以雷雨出现的机会多。我国雷雨最多的地方是在南岭山地一带，全年雷雨有50天之多。长江流域全年雷雨日数都在20天以上。华北地区，一般不过10天左右，最多只有20天，并且一般只限于渤海湾西北部的一个狭小地区内。东北和西北，一般都只在10天左右。黄河以南长江以北地区，正好是南北方过渡地带，全年雷雨日数在10天以上，20天以下。

山地因为高低不平，暖湿空气移来以后就被迫抬到上空去，所以容易凝结形成雷雨。

沿海一带，有海风调剂温度，夏天没有酷热的现象，加以这一带是近海平原地区，如没有很强的外力抬高作用，就

是具备了潮湿空气的条件，也不容易下雷雨。靠近沿海的内陆地区，因为温度比海上高，海上流来潮湿空气容易抬升形成雷雨，这种情况如果在山地就更加显著。

## **(2) 什么时候容易下雷雨**

全国除少数地区外，大部地区都是夏季雷雨最多；春、秋季只是部分地区发生雷雨，但是江南地区，春季雷雨次数甚多。冬季是全年雷雨最少的季节。

夏季，我国东部地区在湿热的季风控制下，具备形成雷雨的条件。冬季，西北风自内陆吹来，又干又冷，所以雷雨就稀少了。长江上游、黄河以北地区，夏季雷雨最多，约占全年60%以上，越往西北，这种情况越显著。西北区的雷雨，几乎全在夏季出现。长江以南，夏季雷雨约占35%到40%，沿海岛屿上则只占10%。

局部地区的雷雨，有两种情况：一种是春季雷雨，黄河以南地区占全年25%以上，江南丘陵地区甚至占到全年的一半。这是因为春末夏初，南方暖湿空气和北方冷空气在这一带冲突，容易形成锋面雷雨。另一种是秋季雷雨，黄河流域和东北地区、山东半岛约占全年20%以上，大连一地要占到全年的一半。这也是因为这一带在秋季有很多锋面活动的缘故。

冬季除江南丘陵地带，因为地形影响还有10%的雷雨以外，其它地区很少有雷雨。

雷雨开始的月份，各地不同，华南最早，在二月；长江流域一般在3月；华北及东北要迟到4月；西北更要延迟到5月；到10月以后，大陆上除江南地区外，雷雨便绝迹了。



## 雷雨和农作物的关系

(1)雷雨多发生在盛夏，这个时候，我国大部地区都处在副热带高压的控制下，也就是前面所讲的“伏旱”时节。也正是这个时候，农作物最需要雨水灌溉。雷雨主要是阵雨性质，往往隔个几天下一次，所以雷雨对庄稼的培育很有帮助。我国民间常说：“一天一暴，坐在家里收稻。”

(2)雷雨能增加土壤的肥力。从化学实验知道，把氧和氮通入电弧（从两个炭极之间放电），然后引到水里，能够造成硝酸和亚硝酸。氧与氮都是空气的主要成分，当闪电的时候，在放电所经过的路程上的温度高达摄氏3千度到1万度，放电时间却非常短，只有0.02--0.005秒。这样巨大的高温可以使空气中的氧和氮，化合成二氧化氮，加上雷雨中大量水的存在，可以使雨水中出现硝酸和亚硝酸的成分。雨水进入土壤，便可以使土壤增加氮的含量，也就成为一种氮肥来源。根据计算结果，每一次闪电可以形成80—1,500公斤的氧化氮。从这个意义上说，雷雨对农作物又是有一定好处的。

## 六 台 风

### 台风是怎样产生的

#### (1) 台风是什么

台风是一种最剧烈的灾害性天气。每年夏秋两季，我国东南沿海浙江、江苏、福建、广东、台湾、上海等几省(市)，常受到它的袭击。这种猛烈的大风暴，又叫热带气旋或热带低气压。除大西洋南部以外，全世界热带海洋的西面都会发生。但是以北太平洋西部的洋面发生的次数最多，平均每年在20次左右，1939年台风次数最多，共32次；1885年和1901年最少，仅9次。台风因为发生的地区不同，有各种不同的名称，在美洲西印度群岛一带称为“飓风”；在我国和日本沿海一带称为“台风”。

#### (2) 形成台风的条件

台风是一个气压非常低的空气漩涡，和它四周比较起来，气压相差非常大，所以产生强烈的大风。但是产生这样强烈的大风，要具备以下几个条件：

第一，水蒸气要充足。台风的活动所消耗的能量，都是由水蒸气凝结释放潜热所供给的。所以要有充足的水蒸气，才能释放出足以维持台风活动的能量。

第二，温度要高。因为空气的温度越高，它能容纳水蒸气量越多，图15表示在各不同温度下，1立方米的饱和空气

能够容纳的水蒸气量。另外，水体温度越高，蒸发到空中的水蒸气也越多、越快。

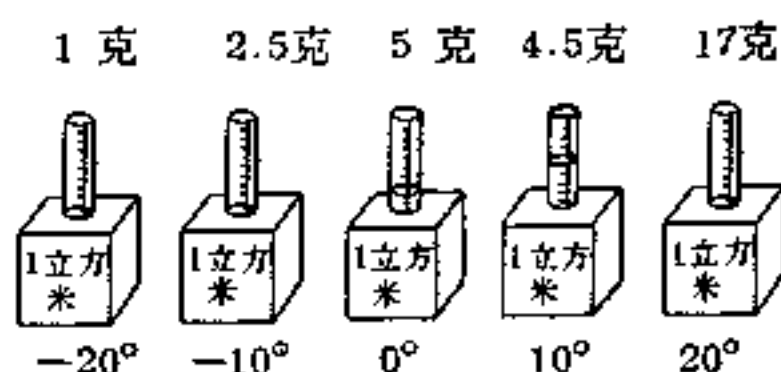


图 15 在不同的温度下，1 立方米的饱和空气能容纳的水蒸气量

第三，有足够的维持漩涡存在的地球自转偏向

力，因为气流上升形成强大的气旋性环流，必需在具有较大的地球自转偏向力作用的地带才能产生。这个地带一般在南北纬 5 度—20 度之间。

由此可见，并不是任何地方都会有台风，而是要具备上面所讲的那些条件的地方，才能形成。

### (3) 哪些地区容易出现台风

根据多年来台风活动规律的统计，发现在纬度 5°—20° 的海洋上，由于海面光滑，摩擦力小，温度又高，水蒸气充足，又因为靠近赤道无风带，所以风力微弱，这个地区符合于台风形成的条件。从地理区域来看，经常发生台风的地区有五处：第一区，菲律宾群岛附近、中国南海以及日本南部的海面上；第二区，美洲的墨西哥湾和西印度群岛一带；第三区，印度的孟加拉湾和阿拉伯海一带；第四区，马达加斯加岛附近的印度洋；第五区，南美洲以西和萨摩亚岛的太平洋上。东亚台风大多产生在菲律宾群岛以东的加罗林和马里亚纳群岛附近，以及南海中部和北部，大概在北纬 6°—20° 之间。

## 台风结构和它移动的路径

### (1) 台风是什么样子

台风是一个近于圆形的空气漩涡(图16)，四周围的空气



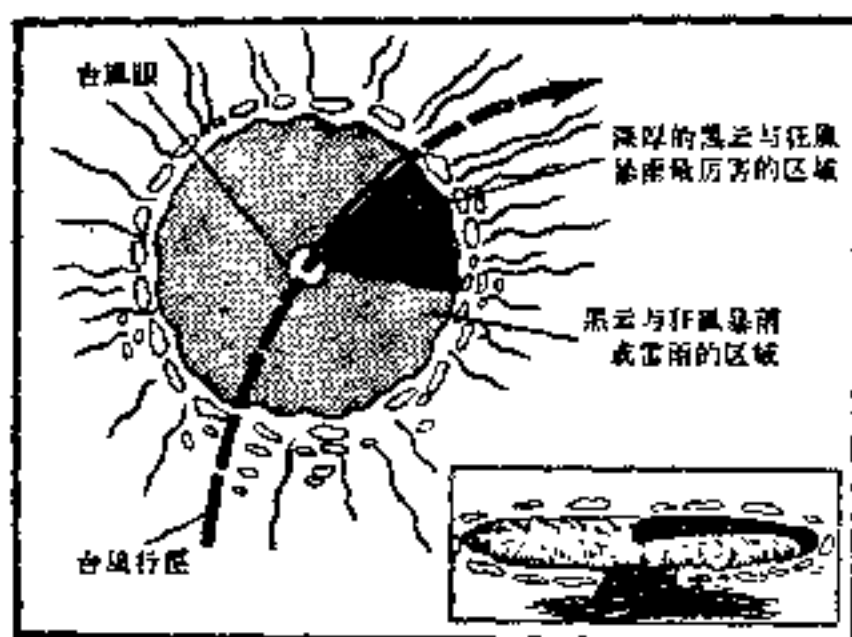


图 16 台风的结构(从空中和正面看)

繞着它的中心旋轉得很急。在台风剛形成时，在中心大約直徑为6—7千米圓面积的地方，成熟的台风直徑平均是25千米，是一个无风区域，有暫时的晴天，晚間能看到一顆顆閃爍的星星，这个区域叫“台风

眼”。根据实际探测纪录，台风眼內气温比四周高。因为台风中心旋轉得太厉害，外面的空气进不到里面去，好象一根孤立的大管子一样，高空的空气逐渐下沉形成无风的靜止区。环繞眼的四周是巨大的濃厚云壁，其高度可达9,000米以上。因此台风眼的四周是天气最恶劣的地帶，狂风暴雨最严重。台风最外部散布着象乱絲一样的云层，以后逐渐变成一条象絲帶一样的云，横亘在天空，这时云层加厚，并且气压下降，湿度增加，温度升高，风逐渐加强。台风中部是散乱的黑色云块，气压急降，狂风怒吼，內部是大片灰黑色象帳幕一样的“云海”，层层密布，是真正风暴的云层，所以叫做“风暴圍墙”。风暴圍墙內因为云层厚，水蒸气丰沛，并有强烈的上升运动，水蒸气大量凝結，所以下着傾盆般的暴雨，破坏力极大。中心台风眼区，气压下降緩慢，风力微弱，风向不定，人們感到悶热难受，預兆着更严重的天气又将来臨。

## (2) 台风的移动規律

台风移动的情形(图17)，如同小孩玩的陀螺一样，它边轉边走，越轉越大。四周的空气都环繞着它，以反时針的

方向急剧回轉上升。

台风在热带海洋面上生成的时候，一般只有直径100千米范围的面积，此后越轉越大，等它移动到温带地区（北纬25度左右），直径往往会扩展到八九百千米直到1,000千米，有时比原来增大10倍之多。

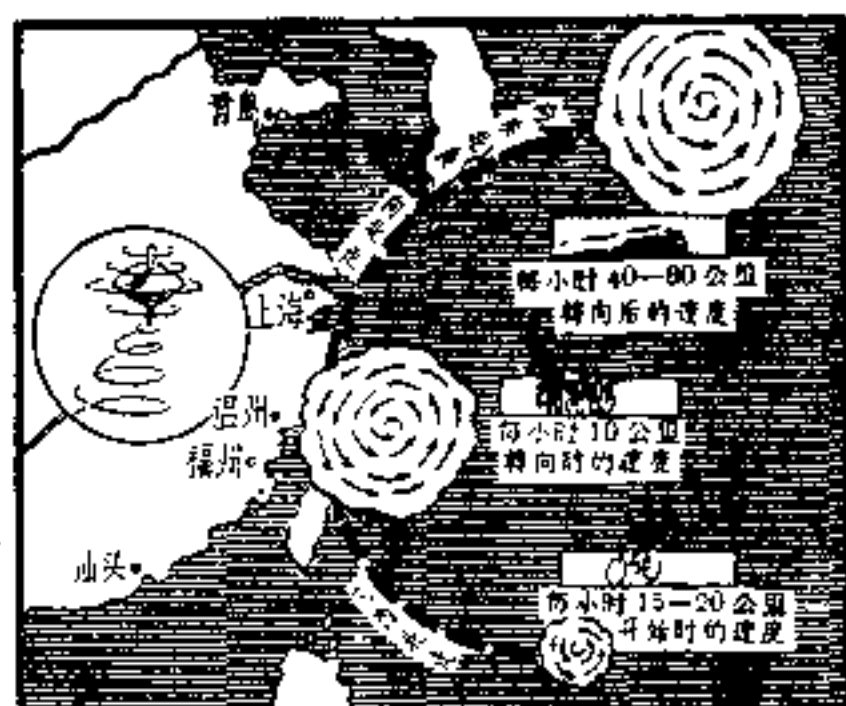


图 17 台风是边走边轉，越轉越大

在一个台风的整个行程中，有快有慢，当它在热带发育阶段的移动速度，大约相当于一辆自行车走的速度；当它发育成熟到温带轉变方向的时候，速度变慢，只相当于马车或是人們步行的速度；当轉向东北走的时候，速度就飞快增加，相当于火车的速度。



图 18 台风沿着高压带的边缘移动

前面已经講过，产生台风的赤道无风带是在副热带高压带的南面(图18)，而台风就沿着这个高压带的边缘移动。我們又知道高压区的风向成順时针方向吹的，就是說，在高压带的南面刮东风，西面刮南风，北面刮西风。所以，台风的移动常是从东往西，从南往北，然后再轉向正东或东



北移动。它的移动方向和副热带高压带的位置有密切的关系。根据多年来的统计，一般有三条主要的路线。第一条：如果副热带高压偏南偏西，台风就从菲律宾以东一直朝西，穿过台湾以南的巴士海峡，经过东沙群岛、海南岛以南的海面上，侵袭越南和北部湾。走这条路线的台风，除了台湾和福建沿海，稍微受到台风边缘的影响外，其它地区是不会受到什么危害的。第二条：如果副热带高压偏北偏西，台风就从菲律宾以东一直朝西北，穿过琉球群岛，侵袭我国江苏、浙江和上海市沿海；或者朝西北偏西，穿过台湾海峡，侵袭福建、浙江沿海。走这条路线的台风，对我国东部沿海的影响最大。第三条：副热带高压偏东偏南，台风就从菲律宾以东一直朝西北移动，当它走了相当距离以后，就转向东北朝日本移去，走的路线大概成为一个稍扁的半圆形。台风走这一条路线的次数最多。

台风越朝西朝北移动，因为洋面水温越低，水热量的供给来源减少，同时由于四周较冷的空气流入台风中心，势力渐渐减弱。台风登陆以后，特别是台风进入山地以后，因为水蒸气供给量大大减少和陆地摩擦力的加大，所以就很快减弱消失。

每年5月间，台风的活动范围已影响到我国汕头以南的华南沿海一带；6月里，它的活动范围向北伸到汕头和温州之间；7月份台风在温州以北登陆的次数大增；到了8月，台风的活动范围最广，登陆的次数也最多，我国东南沿海，随时都会受到它的侵袭；8月以后，台风活动的范围南移；过了10月，温州以北不再受到台风的影响；11月以后，汕头以北不再受台风的影响。12月以后，台风只能在越南沿海



活动了。

侵袭我国东南沿海的台风，以7—9月最为频繁，其中以8月为最多。根据70年来的资料统计，侵袭我国的台风，平均每年有5、6次，最多一年曾有11次<sup>①</sup>，最少也有一次。

台风登陆地点，有50%集中在汕头和温州之间，所以那一带受台风侵袭的机会最多；从广州到汕头之间占35%；温州以北登陆的仅占15%。

## 台风的灾害及其预防

### (1) 台风造成的灾害

第一，狂风。靠近台风中心的风力，一般都在10级以上，可以把大树连根拔起来，把屋顶揭翻，房子吹倒；在海上航行的大船，有沉没的危险。这样大的风，按照它走的速度来讲，每小时可以走100多公里，最大可以到200—300公里，比火车要快上好几倍。假使每小时100公里的风速，吹到7米高、7米宽的墙壁上，墙壁就要受到20,000公斤重的力量；倘使一座不牢固的墙壁，突然有这么大的力量压上来，当然要坍倒了。跟着台风来的大风，有很大的破坏力。

第二，暴雨。台风区域的空气上升得很快，形成非常浓密的云层，所以台风常常给我国沿海带来大量的暴雨，造成严重的水灾。例如1931年8月10日，掠过浙江沿海的台风，使温州降雨173.7毫米；1936年8月18日，在广东沿海登陆西行的台风，使龙州一天的雨量达到259毫米；1932年8月

---

<sup>①</sup>自1884年到現在，最多是1892、1894、1960、1961年等四年，每年有11次台风登陆。

25日，經過温州附近的台风，使温州25日一天中降雨154.2毫米；26日一天中降雨137毫米。

台风不但在行程中和登陆时会帶來巨大的暴雨，就是在登陆后渐趋减弱的时候，也往往有很大的暴雨。这是因为台风在消灭的过程中，近中心的空气上升得更猛烈的緣故。台风在初生或发展的时候，中心四周圍的空气旋轉得太快，外面的空气进不来，而台风中心的空气旋轉很慢，不但不上升，甚至是下沉的，所以台风中心平靜无风，天气晴朗。当台风登陆后逐渐消灭时，旋轉渐渐慢起来，这时除了周圍空气上升外，台风中心的空气也由下沉轉变为上升了。原来台风从海上帶进大陆的湿热空气就猛烈地上升，因此仍会造成巨大的暴雨。例如1936年8月17日，台风在香港附近登陆，随即在西行过程中消灭，但是到了18日，龙州仍下降259毫米的暴雨。1937年8月2日清晨，台风在温州以北登陆，定海在3日降雨442毫米；这次台风登陆后就向西北行进，5日在太行山附近消灭，可是郑州仍降雨155.9毫米，开封在4日和5日两天也降雨135.3毫米。

台风挟帶來的暴雨，常会在一天內下降100—200毫米。200毫米的雨足足有6寸深，拿一亩地来講，就是在一天內受到14万公斤的雨水，这样就会把庄稼冲毀。台风帶來的暴雨，常常造成严重的山洪和內涝，破坏各种水利工程。

一般盐場都在濱海地区，台风季节也是盐业的生产时期。台风帶來的暴雨，能破坏盐业生产設備，淹沒盐田，冲走盐滷，使場地和倉庫里的存盐随着水流散失。

第三，巨浪与高潮。台风区域里风向的轉变是和鐘表上时針轉动的方向相反的。因此在台风中心偏左的半圈里，吹

刮着北风、东北风或西北风；中心偏右的半圈里，大多吹刮着南风、西南风或东南风。我們又知道台风前进的方向，大致是从东南到西北，最后再轉向东北。所以台风右面半圈里的风向，差不多和台风前进的方向是一致的。台风本身是一边旋轉，一边朝前移动的。这就是說，在台风右半圈里，除了环繞台风中心旋轉的速度以外，另外还有着台风本身前进的速度。因此，台风右面半圈里的风速特別大，海水在特大风速影响下，水位也迅速的高漲。所以台风逼近沿海的时候，在台风前进方向右边的海岸，往往引起很高的浪潮，比正常的潮水的水位高出9—10米左右。当巨浪逼近海岸的时候，因为后浪推前浪，水位剧升，所以沿海一带很容易形成海水倒灌，海潮上漲的速率非常快，常会在10几分鐘內漲上3—4尺，最高时要漲25—30尺。这样，海水就很容易漫过海塘和江河堤坝，造成严重的水灾。

## （2）怎样預防台风的災害

台风帶來的災害，主要是大风和暴雨，关于这些方面的預防措施，已經在“大风”以及“旱和涝”这两章中講过了，我們不再詳談，这里只簡略的补充闡述一下。

在农业上，平时要保护海塘堤坝。在台风期間，要随时注意保护堤基。用石块或磚头、土袋子等堆在堤基下，到高出水面为止。或者用鉛絲、麻繩等把柳树枝（或秫秸、蘆葦），卷扎成捆，朝堤基抛下去，到露出水面为止。

当堤身受到风浪冲击还没有坍塌时，用蘆葦或秫秸扎成挂枕，挂在木桩上，可以减少风浪的冲击。

对于田里的庄稼象稻子，最好事前搭防风架。搭的方法是：每隔若干棵稻插一根蘆葦，然后用草繩把橫的蘆梗上端



結牢，这样把稻子分成許多方格子，每个方格子里，圍住若干棵稻子（約是上面若干棵的10倍），大风吹来，有橫着的蘆梗撐住稻梗的腰身，稻子就不会倒下了。对于高秆作物如玉米等可以分三、五棵为一組，用細草繩扎起来，防止它們被风吹倒。在农田里，事先挖好水沟，使排水順利；并做好壅土工作，以增加作物的抗风力。

在台风过去以后，冲到田里的杂草垃圾也要及时清除，并且要适当的追施肥料。此外，还要选用和推广抗风耐水的优良品种。

### 怎样知道台风要来了

在預測台风方面，人們从劳动生产实践中，积累了不少的經驗，茲簡要介紹如下：

（1）在距台风中心約1,000千米的海面上，我們能看到从台风中心传播出来的一种特殊的波浪，称为“长浪”，它和普通的波浪不同。普通的海浪，浪頂是尖的，浪头和浪头之間的距离比較短，浪头的高低也不一律，海浪的声音，节拍很急速。“长浪”的浪頂是圓滑的，浪头并不高，一般只有一、二米高，很少超过10米的，浪头或浪头之間的距离比較长，看起来是渾圓笨重，声音沉重，节拍緩慢，这种波浪約每小时移动70千米到80千米，在台风前进的方向，浪潮汹涌，浪头也最高。当这种波浪靠近海岸的时候，就变为滾滾的碎浪，常常使得靠岸的水位提高一些。

（2）距离台风中心 500—600 千米的地方，天空散布着象乱絲一样有光澤的云彩，这种云彩是从地平綫上以一点为中心，象扇子一样四散开来。一般有 6 千米到 7 千米左右高。早

晨或晚上，天空出現美丽的紅霞，福建沿海的漁民，称它做“台母”，意思是說：这种云是台风快要到来的象征。这种云移来的方向，一般就是台风移动的方向。

(3)在距台风 300—400 千米的地方，原来发光澤、絲状的云彩，逐渐变厚起来，条紋也看不清楚了，天空布满象乱絲一样厚厚的云层，除早晚出現紅霞外，有时还出現日、月暈。

(4)随着台风中心的逼近，风漸漸地吹得紧起来，破絮状灰白色的低云，从东方地平綫上飞快地推移过来。随着风力的增大，黑色云块越来越多也越大，接着下降一陣陣的雨。在风力增强到少見的程度和大雨傾盆时，我們已在台风的势力范围中了。

(5)預測台风中心最簡便的办法，就是脸对着天空最低云彩的来向，右手向右平伸，右手所指的方向，就是台风的中心位置。

从上面所講的海浪情况和天空云彩的变化，我們只能大概的判断：是否有台风发生和它大約的位置。单凭这些現象来推测，不一定十分准确。所以最妥当的办法，还是按时收听各地人民电台的气象广播。

## 七 灾害性天气的预报

天气变化有一定的规律性。只要了解过去一段时间内广大地区天气演变的情况,分析它演变的原因,根据它演变的规律,就可以预测未来它可能出现的动态。这是预测未来天气变化的基本原理。因此,预报天气未来的变化,首先是在广大地区进行观测,第二是将所收集到的天气情况进行具体分析,做出预报。

### 天气观测

观测天气有两种方法:一种是直接用眼睛来看的,象天空的云有多少,这些云的形状是怎样的,有多么高;有没有下雨;地面上有没有霜出现等。还有一种是用仪器来测量的,象空气的压力有多大;温度有多么高;湿度多少;以及下了多少雨量等。这种气象观测工作,在气象台里是日夜不断地进行着的。

但是,只知道地面上的情况还不够,还要知道高空中的天气变化。现代常用的高空探测的方法,是把一只大气球升到高空去,气球下面挂着一只小巧玲珑的自动发报机,它能自动地测定高空中温度、气压、湿度的变化,并用信号向地面发报。有的时候,也可用飞机携带气象仪器,飞到高空去观测。在夏天,要想知道台风中心在什么地方,就要用雷达或飞机来探测。



气象观测工作是由气象台的工作人员在进行的。为了满足天气预报的需要，世界各国都在各地设立许多的气象台、站，同时来进行天气观测工作。天气观测员把观测的结果，应用统一规定的方法编成电码，再通过电台广播出来。这样，一个气象台就能同时收集广大地区的气象观测报告。



## 天 气 预 报

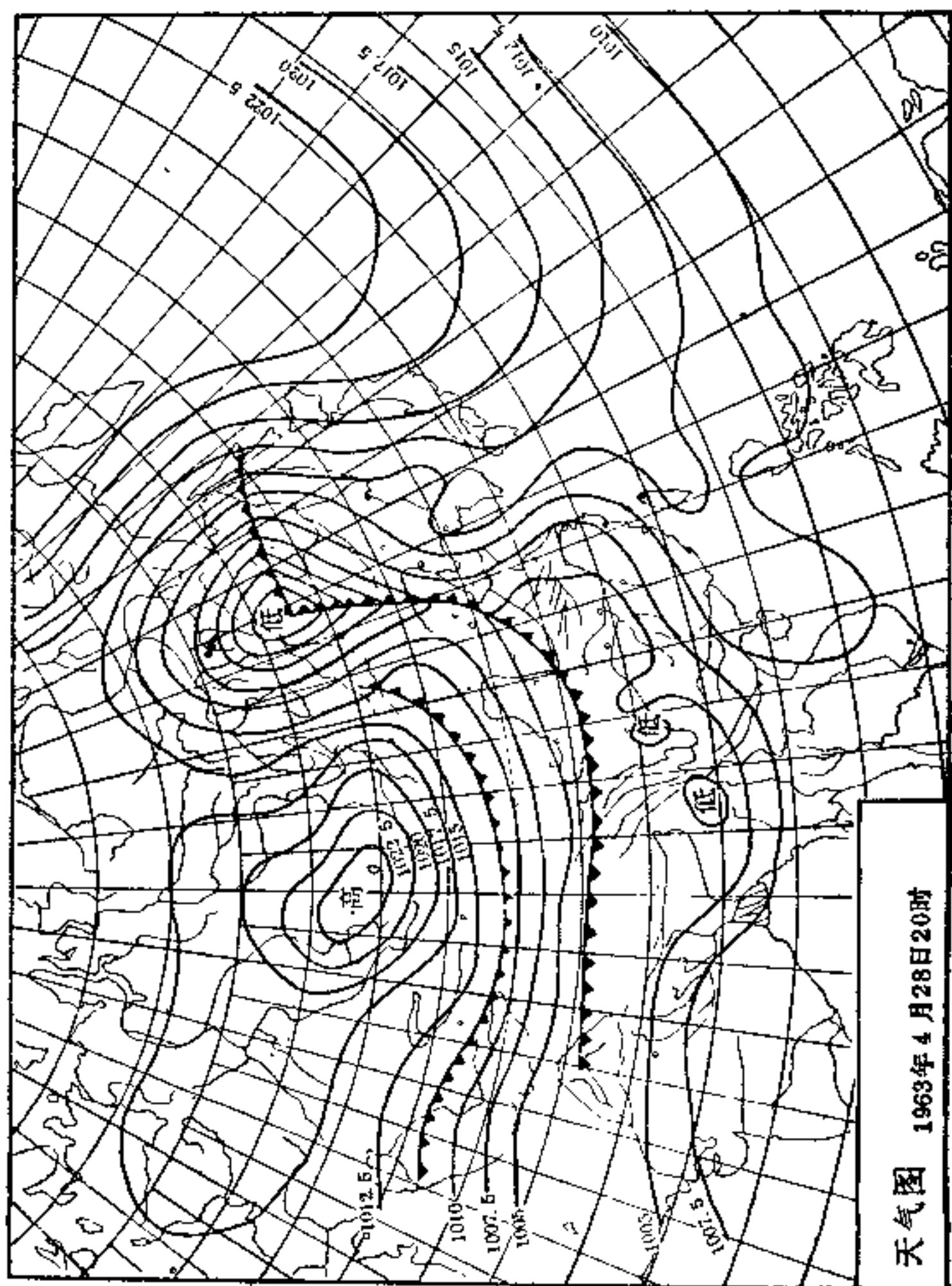
解决天气预报的途径，不外乎先从认识大气过程发展的规律以及各种天气现象之间复杂因果关系着手，揭露大气过程中存在着的并且是它们发展动力的内在矛盾，以确定该地区上空在未来时刻内大气性质的变化。

现有的短期天气预报方法可分为三个组成部分：

### (1) 天气学方法

各地方的气象台，都有无线电台的设备，可以按时收听各地天气变化情况。气象台在收到了全国以及国外各地方的气象资料以后，就用各种规定的符号或字码，很快地填到一张空白地图上去。这样，就把各地方零零碎碎的气象记录，变成一幅各地天气变化情况的图表了。

气象预报员拿到图表以后，先把图上各地的记录进行分析，研究某些地区刮风下雨等的原因。图 19 就是一幅天气图，图上“低”是表示“低气压”， 的符号表示冷锋； 的符号表示静止锋。“低气压”和“锋面”都是表示坏天气的地方，一般是下雨或刮大风；而“高”字则表示“高气压”，是好天气的所在。同时还把前几次图拿出来比较，这样，就能系统地了解天气变化的情况。然后根据气象学原理，结合自己的工作经验，判断未来天气的变化，如什么地方将要受到



天气图 1963年4月28日20时

图 19 天气图



“台风”或“暴雨”的侵袭，风刮得有多大？雨下得有多少？这样，就决定发布预报或警报的内容。

### **(2) 流体力学方法**

根据流体力学和热力学解算出个别要素随时间变化，及由此推出定量天气预报的方法，从原则上它应该避免主观错误，这是它的一个很大的优点。但这种方法需要应用起始数据，而这些数据只能从天气图上取得，由于有的观测记录的准确性不够高，也就影响了计算的准确性。此外，到目前为止所获得的流体力学与热力学方程解都还是近似解，其中有許多假设和限制，也就影响了结论的可靠性。由于计算模式的复杂性，以往始终停留在试验阶段，不能付诸预报业务上实际的应用。目前，由于快速电子计算机的产生，计算上的困难已经得到解决。

### **(3) 单站补充预报方法**

这是近代气象科学与群众经验相结合的一种本地天气预报。气象站在收听气象台天气预报的基础上，从生产实际需要出发，结合当地气象要素的演变和天象①、物象②对天气的反映，考虑地形、气候特点和群众经验，进行补充订正后作出的预报。由于单站补充天气预报能因地、因时、因事制宜，提高了天气预报准确率，大大改变了气象服务工作的面貌。

应该指出，大气变化的规模很大，支配变化的因素很多，直到现在还有許多气象理论上的问题，没有得到适当的解

---

①天象：包括大气中一切物理现象，例如大气中光、声、电现象以及日月星辰等现象。

②物象：动、植物在天气影响下改变了常态的征兆。



决。在实践方面,气象成为一门独立研究的科学,还是近几十年的事,因此,有许多气象本身的规律性尚未完全被气象工作者所掌握,这样,天气预报有时还有某些偏差。

但是,由于科学技术的飞跃进展,为提高天气预报的准确性创造了可能。我们相信,将会有一天,人类能摸清天气的演变规律,做出准确的天气预报来。