

SHENBIAN DE QIXIANG

身边的气象

杜建成



科普教育精品
青苹果电子图书系列

身边的气象

杜建成 等 编著

《身边的气象》编委会

主编 杜建成

编委 刘 强 冯金云 齐京军

沈 海 张 斌 章 宇

苏海友 林和平 赵 科

李 度

前 言

在日常生活中，您经常可见到白云、蓝天、阳光、下雨、下雪、刮风，有时甚至还能见到雨后漂亮的彩虹、望而生畏的沙尘暴这一系列的天气现象，等等。那么您又是否知道这些天气现象是怎样产生的呢？每天的天气预报又是根据什么来预报呢？这些您所关心的问题也是正是本书所关心的问题。

这些天气现象的变化会对人体的生理活动产生哪些影响，对人类的健康和某些疾病又会产生什么样的影响，其实在不同的季节和天气变化时，人体的参数是不同的，那我们又该采取何种方式因时因势地来保养自己呢？如果您患有不同的慢性病，那么又该怎样采取不同的方式来保养您的疾病呢？这些与您紧密相关的日常生活中的问题是否已经被您所忽视，这些正是本书所要提醒您的，也正本书要重点给您讲述的。

由于编者水平有限，加之科学技术的不断发展，书中难免会有一些偏颇之处，敬请读者批评指正。

编者

2003 年 3 月

目 录

第一章 人类与气象.....	1
第一节 气象学概述.....	1
什么是气象学.....	1
什么是气象的因素.....	1
气团和锋.....	3
季节是怎样划分的.....	4
第二节 大气知识.....	4
天究竟有多高.....	4
繁杂的大气成分.....	7
大气对人类的重要性.....	9
千层饼状的大气层.....	12
其他的大气分层方法.....	15
影响气温变化的因素.....	16
什么是空气污染.....	17
什么是酸雨.....	19
什么是大气污染物.....	20
气象与污染的相互作用.....	26
第三节 各行业与气象联系紧密.....	29
农业与气象.....	29
工业与气象.....	31

商业与气象	32
林业畜牧业与气象	34
水陆交通与气象	35
飞行与气象	36
海洋与气象	45
战争与气象	47
生活与气象	49
大型会议与气象	51
第二章 千变万化的天气现象	52
第一节 云是什么	52
云是大气的招牌	52
云的形成	55
地上的云——雾	56
第二节 雨是什么	58
雨是云“变”的	58
雨的种类	59
露和霜	62
暴雨的弊与利	64
第三节 风是什么	65
风是怎样产生的	66
风随高度变化	69
风的种类	70
风速、风向与污染物扩散	73
台风的弊与利	75
第四节 气团	76

气团的种类.....	77
锋	78
气旋和反气旋.....	80
“ 马纬度 ” 的传说与大气环流	81
第五节 美丽的大气现象.....	85
华盖	85
虹和霓	85
日月晕环.....	86
霞光	86
极光	87
第六节 灾害天气.....	92
寒潮	92
旱涝灾害.....	93
第七节 沙尘天气.....	105
沙尘天气分类.....	105
受人关注的沙尘暴.....	106
我国土地沙化严重.....	110
第八节 全球变暖.....	112
冰山融化，海平面升高.....	112
厄尔尼诺现象.....	114
第三章 怎样识天气.....	121
第一节 丰富多彩的民间谚语.....	121
第二节 云是天气的表情.....	124
第三节 关于风的谚语.....	129
东风	129

西风	140
北风	144
南风	147
第四节 关于雨雪雾露霜的谚语	157
雾	157
霜和露	159
雨和雪	163
第四章 天气预报	170
第一节 天气预报的水平 and 前景	170
生活中不能缺少天气预报	171
医疗气象预报	172
全球化的天气预报	174
空气质量标准	176
第二节 气象站预报	177
天气预报的前哨——气象站	179
自动的气象站	183
当年北京第一高	184
能飞上天的气象站	185
第三节 从天上看云彩	187
第四节 全面的预报方法	189
降水概率预报	189
气象站预报	190
天气图预报方法	193
统计预报方法	196
动力学预报与统计预报的结合	197

第五节 长期天气预报.....	198
长期天气预报.....	198
谁在操纵长期天气变异.....	200
统计动力学预报.....	210
天气图方法预报.....	214
第六节 超长期天气预报.....	216
影响超长期预报的因素.....	217
超长期预报资料哪里来.....	219
超长期预报怎么做.....	222
第五章 气象、气候变化影响着人类的健康.....	226
第一节 人与自然环境.....	226
天气与健康.....	227
季节与健康.....	228
地球大气外环境因素与健康.....	229
第二节 气象要素对人体的影响.....	232
气温对人体的影响.....	232
气压对人体的影响.....	233
湿度对人体的影响.....	234
风对人体的影响.....	234
太阳辐射对人体的影响.....	234
大气污染对人体的影响.....	236
全球变暖对人类健康的影响.....	243
努力创造优良的气象条件.....	245
第三节 人类对气象刺激的反应.....	246
皮肤及粘膜.....	246

感觉器官	249
人体生理活动的改变	251
受孕	252
出生性别	253
智力及个性	253
先天缺陷	254
疾病的易感性	256
死亡率	257
房屋、服装的改变	258
影响气象对人体效应的因素	261
第四节 温室效应	263
温室气体大量增加	264
温室效应弊与利	267
如何应对温室效应	270
第六章 气象与身心健康	275
第一节 医疗气象学	275
医疗气象学的研究内容	275
医疗气象学的研究方法	278
气象与生理活动	280
气象与疾病	282
气象与保健	285
第二节 个体差异对气象因素的反应	290
神经类型	290
体质	292
第三节 气候辅助治疗	294

海洋气候与健康.....	294
高山气候与健康.....	297
温泉与健康.....	300
森林及平原气候与健康.....	305
人工气候与疾病.....	305
模拟气象条件保健.....	307
气象因素对微生物的影响.....	309
第四节 气象因素对疾病的影响.....	313
气象过敏.....	313
眼病	314
牙病	315
焚风病	315
皮肤病	317
感冒与流感.....	318
中暑	320
慢性支气管炎.....	321
支气管哮喘.....	322
关节痛	324
心肌梗塞.....	325
糖尿病	326
肿瘤	326
溃疡病	328
精神病	328
高山病	329
老年病	329

克山病	332
其他	332

第一章 人类与气象

第一节 气象学概述

什么是气象学

气象、天气、气候的概念是不同的。气象是指大气中的冷、热、干、湿、风、云、雨、雪、霜、雾、雷电、光象等各种物理状态和物理现象；天气是指短暂时间（瞬时，几小时到几天）内的冷、热、干、湿、风、云、雨、雪等气象要素的综合状况；而气候侧指某地多年的天气特征。

一个地区与另一地区的气候是不同的。同一区域内，一年四季的气候也有差异，每天同样有差异。天气变化有两类，一类是天气的周期变化，即每天 24 小时昼夜变化和一年四季的变化；一类是天气的非周期变化，即在短时间内因不同气团的影响而发生冷、热、干、湿等变化。

天气、气候的变化受太阳辐射、大气环流和地理环境的影响，而太阳辐射是大气中一切物理过程或气候变化的基本动力；大气环流是引起各地气候差异及天气非周期变化的原因，地理环境可影响大气的热量平衡及水量平衡和环流形势。

什么是气象的因素

主要为气压、气温、湿度、风和降水、日照。

1. 气压

即大气柱在单位面积上施加的压力。气压的单位有两种，一种以水银柱高低来表示气压高低，例如一个大气压相当于 760 毫米汞柱；另一种在天气预报上我们听到过“帕”这种单位，这是国际单位制中压力的单位，以单位面积上所受大气柱压力大小表示气压高低，1 帕表示在 1 平方米面积上受到 1 牛顿的力。一个 760 毫米汞柱的标准大气压相当于 101325 帕。

2. 气温

大气的温度即是气温，国际单位用摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）。气象上指的气温是以安置在 1.5 米高的百叶箱里的空气温度为标准，所以有时气象台预报的气温会与我们实际所处环境的气温有所差别。

3. 湿度

表示大气潮湿程度的一种量。大气湿度可用水汽压、绝对湿度、相对湿度来表示。绝对湿度是大气中水汽的密度，即每一立方米大气中所含水汽的质量（克数）；相对湿度就是大气中实有水汽压与当时气温下饱和水汽压的百分比。

大气除了这些主要的物理性状外，用于反映大气状态的指标还有降水、日照、风速等。

由于大气的各种性状每时每刻都在变化，因此必须定时测定。在 24 小时内有平均值，亦有最高值和最低值。根据这些指标，也能反映动态的变化，如气温每日最高值与最低值之为气温日较差，连续二天平均值之差称日变差。

气团和锋

气团是水平方向上温度、湿度分布比较均匀，而垂直方向上温度、湿度改变各处近乎相同的大范围气团，其水平面积为数百平方千米到数千平方千米，厚度几千米到十几千米。在一个气团与另一个气团接近处，由于两者物理属性不一致，所以在两者间有一个过渡带（界面），这个过渡带称为锋面，锋面在地面的交线称为锋线，这就是平时气象所称的“锋”。

在大气环流的作用下，气象从一个地区移到另一个地区，例如从陆地移到海洋。在气团移动过程中，相应地也会引起两气团之间锋的移动，这样就会引起气团和包身契所经过的地区发生一系列的天气变化现象，这就是天气的非周期变化。

根据气团的发源地可分为冰洋气团、极地气团、热带气团和赤道气团四大类，但气象上习惯以气团的热力分类，凡是气团温度高于下垫面（地面）的温度称为暖气团，相反则称为冷气团。即向冷区移动的气团是暖气团，而其前锋即为暖锋；向暖区移动的气团是冷气团，其前包身即为冷锋。当冷暖气团势力相当，锋面移动缓慢或静止则为静止锋。在冷锋移动速度比暖锋移动速度大得多时，会产生冷暖锋合并而形成的锋，这就是冷面锋。

气旋和反气旋气团和锋的活动不是孤立的现象，它与一定的大气流场分布有关。气旋和反气旋是大气流场的重要组成部分。气旋是中心气压比四周低的水平涡旋。在北半球气旋区域内空气作反时针方向流动，在南半球恰相反。反气旋即高压，它是在同一高度上中心气压比四周高的水平涡旋。在北半球，反气旋区域内的空气作顺时针方向流动；南半球

则相反。

季节是怎样划分的

季节划分有不同的标准，比较粗略的是以月份为界线，全年分为四个季节，即以 3~5 月为春季，6~8 月为夏季，9~11 月为秋季，12~2 月为冬季，这种划分法各地虽时间上可属同一季节，而实际气候的差异可很大。

一个比较简便的，而很实用的方法，是以气温作为一个指标来划分季节，如以候（每五天为一候）平均气温为标准，候平均气温 10~22 为春季；22 以上为夏季；22~10 为秋季，10 以下为冬季，这种分法不同地区在同一季节气候相似，但长短不一，即夏季长短自南向北减少，冬季长短自南向北增长。这和实际季节特点相符。

此外，还有以大气环流型式的转变来确定季节的，这称“自然季节”，在我国一般可分春季、梅雨、盛夏、秋雨、晚秋、隆冬六个自然季节。

大气对人体的影响是多方面的。构成大气环境的要素除了物理因素外，大气中的臭氧、二氧化碳、大气酸碱度等化学因素、电离辐射及电磁辐射（红外线、可见光、紫外线）也能对人体产生影响。

第二节 大气知识

天究竟有多高

许多人都有这样的疑问：天到底有多高？这句话也可理解为是大气层有多厚。这的确是一个很吸引人的问题。古代

没有飞机、火箭、人造地球卫星和宇宙飞船。那时的科学家研究大气完全是靠登山来实现的。直到 18 世纪末，人们所能接触到的高层大气似乎还从未超过高山的山顶。在当时欧洲各个科学研究中心附近最高的一座山要算瑞士的勃朗峰了，但它也只有 5 千米高。

到了 1749 年，苏格兰学者威尔逊曾把一个气温计安放在风筝上放上天，来测量高空的气温。1783 年，法国的孟特格菲兄弟俩成功地放出人类第一个热气球。他们当时在一个大坑中烧火，将加热的空气灌进上方的气球中，这样热气球便升上了天空。就在第一个气球放出还不到一年，一个名叫杰夫瑞斯美国人放出了一个载有气压计和一些别的科学仪器的气球。

1804 年，法国科学家盖吕萨克就已乘气球上升到大约 7 千米的高度了。对于呆在敞开的吊篮里的人来讲，7 千米已是一个极限了，再往上就可能因缺氧而死亡了。

为此，1892 年，科学家设计出带有仪器的无人乘坐的气球，这样就能升得更高，获得更高大气层的信息。但人们并没有仅仅满足于仪器探测而放弃人类进入更高高空的愿望。

到了 20 世纪 30 年代，科学家设计出能保持地球表面空气压力和温度的密封舱，于是人类进入了更高的大气层。1931 年，皮卡德兄弟乘坐带有密封舱的气球升到 17.5 千米的高空，1938 年，被命名为“探险者 2 号”的气球上升到 21 千米的高空。到 1960 年左右，载人气球已能上升到 34.5 千米，而不载入气球则已经能到达 40~50 千米的高空了。随着人类发明了飞机、火箭、人造地球卫星等现代化的工具，终于对

大气层有了更科学的认识。

包围地球的空气称为大气。像鱼类生活在水中一样，我们人类生活在地球大气的底部，并且一刻也离不开大气。大气为地球生命的繁衍，人类的发展，提供了理想的环境。它的状态和变化，时时刻刻影响到人类的活动与生存。

大气科学是研究大气圈层的一门科学。它研究大气的具体情况，包括组成大气的成分、这些成分的分布和变化、大气的结构、大气的基本性质和主导状态的运动规律。

大气的运动变化是由大气中热能的交换所引起的，热能主要来源于太阳，热能交换使得大气的温度有升有降。空气的运动和气压系统的变化活动，使地球上海陆之间、南北之间、地面和高空之间的能量和物质不断交换，生成复杂的气象变化和气候变化。

大气科学将从气压的变化、气压分布不均形成的气压场和气压系统、各层大气中空气运动的各种情况、风的现象和性质等方面，深入研究大气中各种环流系统、天气系统，以及基于流体力学、热力学研究大气运动的本质和现象。

天气，从现象上来讲，绝大部分是大气中水分变化的结果。在太阳辐射、下垫面强迫作用和大气环流的共同作用下，形成的天气的长期综合情况称为气候。大气科学将研究气候的成因，不同区域的气候状况，气候变迁以及人类活动对气候的影响等问题。

大气污染对大气物理状态的影响，主要是引起气候的异常变化。这种变化有时是很明显的，有时则以渐渐变化的形式发生，为一般人所难以觉察，但任其发展，后果有可能非

常严重。

大气是在不断变化着的，其自然的变化进程相当缓慢，而人类活动造成的变化祸害已迫在眉睫，已引起全世界的殷切关注，世界各地都已经动员了大量人力、物力，进行研究、防范、治理。控制大气污染，保护环境，已成为当代人类一项重要事业。

繁杂的大气成分

我们的地球已经 46 亿岁了。在漫长的岁月中，地球大气的成分发生了很大的变化。第一阶段叫原始大气，第二阶段叫还原大气，第三阶段叫氧化大气，也就是现代大气。前两个阶段里大气中都没有氧气。氧气是在出现原始生命后由植物的光合作用产生的。光合作用使二氧化碳逐渐减少，使氧气逐渐增加。于是地球上的生命开始大量繁衍，成为生机勃勃的可爱的星球。

85 千米以下的大气，由定常成分和可变成分组成。定常成分以氧、氮为主，还包括氩、氦、氖、氫、氙等惰性气体。可变成分有水汽、二氧化碳、一氧化碳、臭氧、甲烷、甲醛、二氧化氮、氧化亚氮、氨、二氧化硫、氯、碘、氢等。定常成分占了大气的 99.966% 以上。而可变成分除水汽外，其他成分都很少。

如果以各种气体容积的百分比构成来看，则氮为 78.08%，氧 20.95%，氩 0.93%，氖 0.018%，氦 0.0005%，氫 0.0001%，氢 0.0005%，氙 $8 \times 10^{-8}\%$ ，臭氧 $1 \times 10^{-6}\%$ ，氡 $6 \times 10^{-18}\%$ ，二氧化碳 0.03%。大气中这种气体的比例从海平面到 150 千米的高度一般都不改变，仅是不同的高度气压不

同。大气中的水汽的占全部空气容积的 1%~3%。

此外，还有雨滴、冰晶、花粉、孢子、气溶胶等，也可有土壤中有机沉积分解后产生的气，以及工业生产过程的废气和燃料烧后的废气。大气除去水汽和各种杂质的整个混合气体称为“洁净空气”。

洁净空气中各种气体的临界湿度都很低（如氮为-147.2，氧为-113.9，氩为-122.0）。在自然情况下，这样低的温度不会出现，因此，大气的主要组成成分就永远为气态。

大气中雨或雾的小水滴，其 pH 值变化较大，据测定为 2.6~7.2。高山地区 pH 小，平原地区则稍大。

大气成分中的氧气是人为生存所必需的，其他有些成分则对人体的生理也有一定影响。在距地面 10~50 千米的中层大气中存在的臭氧层，能强烈吸收太阳辐射中的紫外线，这些紫外线超过了人们在地面所接收到的数百倍，这一剂量人类是无法承受的。当臭氧的浓度为 2~3ppm 时可刺激人的呼吸道，但这一浓度为大气中臭氧的 80 倍，因此除非高空飞行，一般不会受臭氧的危害。

大气中还含有碳、镁、氧等稀有元素，它们可能以气溶胶的形式存在于大气中，这些元素可影响人的甲状腺与神经系统。

从物理化学的角度来看，大气是一种气溶胶，大气中，悬浮着细小的固体和液体颗粒。颗粒大小一般为 $2\text{m}\mu$ （毫微米）~ 5μ （微米）。5 微米的颗粒其质量相当于 10^{-9} 克，而能浮悬于大气中。颗粒大于 50 微米不能在空气中浮悬。

如大气气溶胶平均含有颗粒 $10^4 \times 0.1$ 微米/厘米³，那么

气溶胶比较稳定，这一情况一般是在大气没有污染时。事实上，大气中的颗粒一般超过 $4 \times 10^6/\text{厘米}^3$ 。如果气溶胶中含有的颗粒容积固定，那么颗粒愈小，接触面愈大，这样，各种化学反应的速度也就更快。如 1 毫升水组成 1 滴水，其直径为 1.24 厘米，面积为 4.84 厘米^2 ，同样 1 毫升水分成 5 亿 2 千 3 百万粒、直径为 10 微米的小水滴，其面积达到 6000 厘米^2 ，这可用解释有时大气中有毒气体的浓度不大，但在雾天却对人体的危害很大。

由此可见，大气是一个由很多成分组成的杂烩。餐桌上的杂烩是一道非常好吃的菜，大气这个杂烩也是我们不可以须臾离开的。那些分量很少的可变成分，对人类和各种生物的生存环境也是十分重要的。正是水汽、二氧化碳、臭氧、甲烷等的温室效应给我们提供了舒适的环境，正是平流层中的臭氧保护我们免受太阳紫外辐射的伤害，它们就是大气里的微量元素，是人类的生存不可或缺的。

大气对人类的重要性

我们人类生活的地球，诞生于 46 亿年前。刚诞生的时候，地球是一个火球，温度高极了。后来逐渐冷却下来，周围形成了大气。经过极其漫长的年代，才开始有了生命。直到 300 万年前，才有了我们人类。人类能够在地球上出现并且繁衍至今，大气立下了汗马功劳。可以说，没有大气，就没有我们人类。

大气为我们人类做了哪些好事呢？

它是人类舒适的温室。我们大家都熟悉玻璃和塑料做的温室。这种温室太阳光能射进去，但里面温度比室外要高的

得多。从太阳上来的电磁波，其大部分能量分布在波长 0.2 微米到 4 微米的范围内，其中一半左右是 0.39 微米到 0.76 微米的可见光，就是人眼能看见的那一部分电磁波，也就是赤橙黄绿青蓝紫。

紫色光中心波长是 0.42 微米，短于 0.39 微米就是紫外线了。红色光中心波长是 0.70 微米。超过 0.76 微米就是红外线了。玻璃和塑料能让太阳光中的可见光透过而把红外线吸收。用它们做成温室，可见光将透过其表面进入，而红外线却被玻璃和塑料吸收，并再以红外线的形式向内辐射，温室里的温度就升上去了。

大气中的水汽、二氧化碳、臭氧、甲烷和氧化亚氮也具有玻璃和塑料这样的性质。来自太阳的电磁波，大部分可见光透过大气到达地面，而波长 0.8 微米到 3 微米的所谓近红外线，大部分被水汽、二氧化碳、臭氧、甲烷和氧化亚氮所吸收。地球在吸收了可见光之后，又放出红外线，其中大部分也被这些气体所吸收。

这些气体在吸收了太阳辐射中的红外线和地球放出的红外线之后，又向地面和大气放出红外线。这些红外线将使地球表面和近地面大气的温度升高。

如果没有大气中的这些气体，听任地球放出的红外线逸向太空，地面平均温度将是 -18.5°C 。我们今天生活的地球的地面平均温度是零上 15°C 。这两个温度相差 33.5°C 。这 33.5°C 是怎么来的呢？正是这些气体吸收了红外线后替我们升上来的。因此，我们把这叫做大气的温室效应，把水汽、二氧化碳、臭氧、甲烷和氧化亚氮等叫做温室气体。

正因为有了大气的温室效应，我们才在零上 15°C 的地球上生活得很自在。所以说，正是大气这个温室给我们人类造了福。

它让人类遍布全球。前面所说的 15°C 是地面平均温度。地球上是不是每一个地方都是同一个这样的温度呢？不是的。大家都知道赤道热，极地冷，中纬度温和。

不过，赤道再热，极地再冷，当地居民还是能生活的。但是，如果没有大气帮忙，这里的居民就无法忍受了。情况是这样的，地球是个椭圆形的球，只有靠近赤道的地区才有机会得到直射的太阳光，越向两极太阳高度角越低，因而得到的太阳辐射越少。

如果没有大气，赤道要比现在热得多，极地要比现在冷得多。有了大气，热带的空气受热膨胀，变得轻飘飘的，不断上升。在极地，空气受冷压缩，变得沉甸甸的，不断下沉。热带上升的空气到达高空后向极地流去，使极地原本很冷的空气变暖。极地下沉的空气贴着地面向热带流去，使热带原本很热的空气变凉。

这样一来，热带和极地的气温都能得到调节，当地居民就可以生活了。不然的话，所有的人都得拥到仅有的适合人类居住的中纬度居住，那怎么得了！

它是孕育生命的摇篮。大气中含有氧，我们人类的呼吸和由此进行的血液循环就是靠它维持的。大气中又含有二氧化碳，植物在阳光的照射下用二氧化碳和水通过光合作用制造养料，从而维持生命。有了植物，我们人类就有了食物，许多动物也有了食物。有了动物我们就有了美味的肉食。

大气中还含有水汽,这些水汽太阳一晒就升到天上去了,水汽到了高空一变冷,就变成雨降下来了,水到了地上,渗入土壤,流入江河湖泊,归入大海。然后再升到空中,再降下来。这个过程循环往复,在科学上叫做水分循环。有了水,我们人类和一切动植物就能过日子了。

以前认为阳光、空气和水,是孕育生命不可或缺的。新的科学成果证明,在海洋深处,没有阳光,没有空气,但那里仍然有生命。在那里,有植物,有鱼、虾、蟹,还有大量细菌,它们生长速度缓慢,近似冬眠。由此可见,就目前所知,如果没有大气,就不会有活蹦乱跳的人类和各种动物,也不会有新陈代谢十分旺盛的各种植物了。

千层饼状的大气层

我们已经知道了大气对人类是多么重要,那我们就应该对大气有更多的了解。让我们从最基本的关于大气的知识开始。

人类经过不懈地探索和追求,对大气层的认识越来越清晰了。科学家发现,在不同的高度上,大气的情况是在变化的,于是就人为地把大气分成五个不同的层次,以便于更好地研究大气。

1. 对流层

这一个层次从地面向上,直到 10 多千米左右的范围,是大气层的最底层。对流层范围因纬度而不同,极地地面至 7~10 千米,中纬度至 10~12 千米,赤道至 16~18 千米。在这个范围内,大气的温度随着高度的增加而不断下降,每升高 1 千米降低 6.5°C ,在 11 千米附近,温度下降到 -55°C 。

大气质量的四分之三以上集中在对流层里。对流层因对流旺盛而得名。在这层里，大气活动异常激烈，或者上升，或者下降，甚至还会翻滚。正是由于这些不断变化着的大气运动，形成了多种多样复杂的天气变化，风、云、雨、雪、雾、露、雷、雹也多发生在这个层次里，所以也有人称这层为气象层。这层的顶叫对流层顶。

对流层底部靠近地面的一层称为边界层，亦称摩擦层。边界层厚度约为 300~2000 米。边界层的特点是它的运动具有湍流特征。

大气中有两种运动形式。一种叫层流，一种叫湍流。层流看上去平顺清晰而没有混杂现象，例如燃烧着的香烟头附近细细的烟流。湍流则显得杂乱无章。例如烟囱里冒出来的滚滚浓烟。大气中的湍流表现为运动在瞬间有不规则的变化，这种变化称为脉动，在垂直方向和水平方向均可发生。速度、温度、气压都会出现快速的大幅度脉动，并随时间和空间而变化，各层间还有强烈的混合。

湍流只是看起来杂乱无章，实际上它仍遵循一定的科学规律。大气湍流与人们的生产和生活息息相关。空气中的污染物靠湍流来扩散，化学反应的速度靠湍流来加快。然而，晴空湍流则会导致飞机失事，带来灾难性的后果。

2. 平流层

从对流层顶向上到 55 千米附近。平流层内大气基本上为水平运动，垂直运动非常微弱。在这个范围里，温度不再像对流层里那样不断下降了，它开始几乎不发生变化，然后随高度增加，臭氧吸收太阳紫外辐射，温度不断增加，到平流

层顶温度可达-3 ~17 。

这里空气成分几乎不变，水汽与尘埃几乎不存在，所以这里经常是晴空万里，能见度高。平流层中臭氧比较集中，在 25 千米高处臭氧最多，形成了所谓臭氧层。臭氧能强烈地吸收紫外线，它对地球上的生物非常重要。

3. 中层

从平流层顶向上，也就是从 55 千米到 80 千米这个范围被命名为中层大气，简称中层。中间层内对流活动强烈，温度随高度而下降，大约在 80 千米左右达到最低点，约为-90 。

4. 热层

从中层大气向上，也就是从 80 千米到 500 千米左右的范围。在太阳活动宁静时期，热层顶在 250 千米；在太阳活动活跃时期，热层顶可达 500 千米。层内大气直接吸收太阳辐射，温度随高度迅速上升，可达到 1000~2000 ，所以称为热层。在这里空气高度稀薄，而且多处在高度电离状态。

5. 逃逸层

500 千米以上是外大气层，这一层顶也就是地球大气层的顶。在这里地球的引力很小，再加上空气又特别稀薄，气体分子互相碰撞的机会很小，因此空气分子就像一颗颗微小的导弹一样高速地飞来飞去，一旦向上飞去，就会进入碰撞机会极小的区域。中性粒子基本上沿抛物线轨迹运动，其中速度较大的粒子，能克服地心引力，最后它将告别地球进星际空间，所以外大气层被称为逃逸层。

逃逸层的主要成分是氢和氦。它们散射太阳的某些紫外

辐射而发出暗淡的辉光，名曰地冕。逃逸层中带电粒子占大部分。它们受地磁场作用，比中性粒子难以逃出。但总的说来，逃逸掉的大气是很少的一部分，几乎可以忽略不计。这一层温度极高。这里的空气也处于高度电离状态。

其他的大气分层方法

上面说的是把大气按热力性质分层。还有两种分层方法。

1. 大气按成分分层

以 85 千米为界，下为均质层，上为非均质层。均质层受湍流作用，大气在垂直方向不断混合，各种大气成分所占比例不因高度而变化(臭氧等可变成成分除外)。非均质层中因重力作用和光化学作用，大气成分随高度变化很大。

2. 大气按电磁特性分层

大气按电磁特性分为中性层、电离层和磁层。

中性层。60 千米以下的中性层，带电粒子很少。

电离层。将 60 千米至 500 千米的大气层称为电离层，由自由电子、离子和未电离的中性粒子组成。

电离层在远距离无线电通信方面起着很重要的作用。无线电借助于在地面和电离层之间的多次反射而传播，实现了远距离的无线电通信。人们形容电离层为“一面反射电波的镜子”。

不过，电离层反射的只是普通的无线电广播采用的波段，对于波长较短的无线电则起不到反射作用。电视机采用的恰恰是波长较短的无线电波，这就是电视机为什么不得通过发射站收看到远处电视台节目的原因。为了能收看到大洋彼岸的电视节目，科学家利用在赤道上空 36000 千米高度的静

止地球卫星来传播电视信号，使生动的电视画面越过大洋或大陆，送到千家万户的电视机中。

磁层。在大气科学中有时还将 500 千米以上的大气层称为磁层。因为在这里，地球磁场对大气的运动起着决定性的作用。磁层在太阳风的作用下发生一系列变化：向着太阳的一面被压缩了，而在背着太阳的一面形成了一个类似彗星一样的长尾巴——磁尾。向着太阳的一端距地心约十几个地球半径，即 70000~80000 千米，它的尾长（背着太阳一端）约 100 个地球半径，即 600 多万千米。

太阳风与磁层之间的边界即为磁层顶，磁层顶以外即为星际空间。因此也有人认为磁层顶才是大气圈的顶。

磁层尽管离地球表面很高，但对人类确实能起到保护作用。如果没有磁层，威力巨大的太阳风会把臭氧层吹掉，甚至还会把整个大气层统统吹走。这是多么可怕景象啊！

由此可见，大气从地面到热层顶只有 500 千米，再上去就很稀薄了，而地球的半径是 6371 千米。因此，大气的厚度与地球的半径相比是很薄的。所以，大气是覆盖在地球表面的一个“薄饼”。这么一个薄饼却又分成好多层，每层的“馅”差别很大，味道有很大不同。因而大气其实是一个“千层饼”。在后面我们将和大家一起慢慢品尝这个“千层饼”。

影响气温变化的因素

平时所指气温是指在离地 1.5 米高的位置上测得的气温，气温的垂直分布和水平情况与污染物的扩散关系很大。

当近地面层气温高时，对流强，污染物易向上扩散，这就是大气的稀释作用；当近地面层气温低时，大气稀释能力

相应减弱，污染不易扩散。因此，一般在冬季污染最严重；早上比中午严重。

大气的气温一般随高度而递减，白昼，阳光穿过大气使地面加热，地面通过长波辐射将热量传递给四周的大气，并依靠对流，辐射将热量逐渐向上传递，但在某种情况下，主要是夜间，气温随高度是会增加的，这种情况称为逆温。

夜间，天气晴朗，风速很小的时候，因无太阳辐射，而地面却依然向大气发射长波辐射，遂使地面气温下降，就造成了近地面气温低于其上层空气的气温，这就是较常见的辐射逆温；其他逆温如夏季降雨后地面因蒸发冷却形成逆温；副热带反气旋形成的下沉逆温；暖空气经过冷的地面或融雪地面形成平流逆温，但一般说出现机会并不太多。

逆温层比较稳定，在其下烟囱排出的烟雾不易穿过温层向上扩散，这时烟雾只能在逆温层下方散布。有强逆温存在时，一般无风或仅有小风，这样污染物就更不易扩散。逆温层强度越大，厚度越厚，维持时间越长，污染也越严重。几次严重污染事件，对人体健康产生很大危害，都是因为逆温的气象条件存在。

什么是空气污染

1948年10月的最后一周，美国位于河谷的多诺拉镇被烟雾笼罩，全镇6000人（占全部居民43%）出现呼吸道症状，并有20多人死亡。1952年12月5~9日伦敦连续5天烟雾，烟尘浓度最高为平时的10倍（4.96毫克/米³），二氧化硫为平时的6倍（1.34ppm）。数千居民胸口窒闷、喉痛、咳嗽，5天中死亡3500~4000人，死亡率较往常远远为高。

这些城镇的工厂平时不也一样排出烟雾，但却为什么在此时刻烟雾突然变浓，危害人们的健康，这就是气象因素在起作用。

现代工业的发展，煤炭、石油等燃烧后的废气和尘埃大量排放到大气中，这些污染物对人体健康有很大的危害，特别是在一定的天气条件下使污染的浓度大大增加。气象能影响大气污染，大气污染又对气候发生影响，这些都与人的健康密切相关。

当前，环境污染已成为社会公害，使公众健康受到威胁。世界卫生组织有一个关于大气污染的说法，那就是：“污染物的含量与浓度及技术时间可以引起多数居民的不适感，在很大范围内危害公共卫生并使人类、动植物生活处于受障碍的状态。”

我们所生活的大气层的成分本来很适合我们，正因为有了这样的大气层，才有了生命，然后又进化出我们人类。可是人类出现后并没有善待生我们养我们的大气层，而是想怎么干就怎么干，全不把大气层放在眼里。结果由于人类的社会和生活活动而向外排放了许多的正常大气成分以外的物质，比如说，燃烧化石燃料（煤、褐煤、重油等），排放了很多硫氧化物（ SO_x ）、氮氧化物（ NO_x ）、碳氧化物（ CO_x ）、碳氢化合物和颗粒物等。

此外，还有来自矿产开发的特殊金属元素、放射性物质。汽车尾气中含有一氧化碳（ CO ）、氮氧化物、碳氢化合物和铅化合物，这些都是大气污染物。有资料说：人类每年向大气排放的颗粒物为 1 亿吨， SO_2 为 2.5 亿吨， NO_x 为 0.5 亿吨。

颗粒有大有小，其中直径小于 10 微米的能被人直接吸入呼吸道内，国际标准组织建议称其为可吸入颗粒物（IP）。当然，有时候地球自己也干坏事，火山一爆发，大量尘埃就跑到大气中害人。但这并不是常有的事。

环境污染给我们带来了多大损失呢？有这么两个数字：我们的国内生产总值（GDP）年增长率为 7% 左右，而由环境污染造成的损失则有 4% 左右。可见，我们一年到头辛辛苦苦地干活，好不容易让家业变大了些，可是，环境污染一下子就把我们增长的财富祸害掉了一半以上。

因此，有人提出我们要的应当是绿色 GDP。过去 10 年，全世界因环境问题造成的人口迁移达到 1000 万人。

大气污染的程度与季节有关。冬季，地面常受冷高压控制，经常出现下冷上暖的情况，气象上叫做逆温。冷空气垫底，暖空气上盖，上轻下重，稳稳当当，没法出现垂直气流，上下空气无法交换，再加地面风小，污染物就赖着不走，当地污染加重。

在污染严重的大气中，若近地面湿度较大，就会出现浓雾，因此雾天最好不要外出。如果遇到冷空气南下，大风横扫，普降雨雪，当地污染物就会烟消雾散，空中污染物会被冲刷殆尽。此时天空一片湛蓝，空气清新宜人，正是外出的大好时光。夏季午后和傍晚，若遇对流天气，雷雨大风将污染物冲刷落地，吹往四方，再加上空气中的负氧离子迅速增加，使人感到分外舒适。

什么是酸雨

卢沟桥是中国人民抗日战争的历史见证，也是一个不可

多得的建筑艺术珍品。卢沟桥上有 485 个狮子，形态各异，栩栩如生，十分逗人喜爱。可是，细心的人可能会注意到，这些年卢沟桥的狮子瘦了，有的脸面变模糊了。这是怎么回事呢？是酸雨侵蚀的结果。

通常的雨水略带酸性，如果酸度小于 5.6，就成了酸雨。工业生产过程中排放的二氧化硫和氧化氮，氧化后生成三氧化硫。三氧化硫和近地面层中的雨滴结合就形成硫酸雾或者酸雨。三氧化硫也可以通过大气湍流和对流，扩散和输送到 3.5~10 千米的对流层中上层，然后和雨滴结合形成带有酸性的雨水降到地面。

酸雨污染湖泊、土壤，影响林业、渔业和畜牧业生产，加速石质建筑物、雕塑铜像文物、金属材料器物的侵蚀作用。卢沟桥的狮子个小，瘦了，轮廓模糊了容易被人发现。天安门的华表又高又大，已经受到了酸雨的侵蚀人们还往往注意不到。您看酸雨有多危险。

科学家说，近几十年来，全世界到处都观测到酸雨，而且酸度越来越大。

什么是大气污染物

大气污染物是指大气中的某些成分，这成分在一定情况下能直接或间接地危害人类的健康。大气中的污染物很多，据估计有 100 多种，全部列出这么多污染物会使人头痛目眩，我们只能拣重要的说一说。目前我国发布的污染物有：二氧化硫（ SO_2 ）、一氧化碳（ CO ）、氮氧化物（ NO_x ）、臭氧（ O_3 ）和可吸入颗粒物（ IP ）。最常见的污染物为二氧化硫、一氧化碳。

大气是以其一定方式运动的，因此大气中的污染物亦必在整个大气中弥散，当地的大气都受到污染，因此当今世界完全洁净的大气是没有的，而在局部气源排出的地区污染更为严重。

大气污染可来自自然界或来自人类的活动。如火山爆发，可将数千万吨尘埃抛射入大气，然后尘埃将随着大气运动而弥散到各地，分散到整个地球上空；风也能将尘埃从地面吹起，使之悬浮在大气中，据统计，一年由风从地面吹入大气的尘埃，可达 5 亿吨；森林火灾，可使 3 千万吨尘埃入大气。

工业城市燃料燃烧后大量尘埃和有害气体排放到大气，这是人类活动造成大气污染的主要原因。特别是近一百多年来，大工业兴起，污染日益严重，据统计城市中尘埃含量一般比农村高 10 倍，一氧化碳高 30 倍，二氧化硫高 40~50 倍，气溶胶中氢离子的含量要高数十倍。

除了烟尘和废气污染，还有一种光化学烟雾污染，污染主要由汽车废气污染，因为废气成分为碳氢化合物和氧化氮等，在日光照射下形成各种复杂的光化学次生污染物，它与尘埃、水汽混合在一起，造成光化学烟雾。

在美国洛杉矶就曾发生光化学烟雾污染，而引起了居民的呼吸道疾病。超音速喷气式飞机在飞行中排放出一氧化氮和水汽，经化学变化可改变平流层中臭氧含量，使大气中的紫外线辐射量增加，这将会使皮肤癌的患者增多。

另一方面，大气污染的烟雾，使阳光中的紫外线辐射减小，人体皮肤合成维生素 D 也减少，小儿的软骨病和老人的骨软化症都会增加。国外有人认为软骨病是在 1630 年后才发

生的。

大气污染还增加了大气的混浊度，据统计，50 年来，美国华盛顿的大气混浊度增加 50%以上。

1. 化学污染物

大气中的化学物质多半是由工厂排出的废气，现在已知对人类健康有危害性的气体约有 100 种左右，其中，3，4-苯并芘是一种致癌力强的多环芳香烃化物，它主要来自煤的燃烧过程、汽油的废气和沥青烟雾中。常见的化学污染物有硫化物、氮化物、碳氧化物、臭氧等。

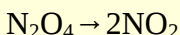
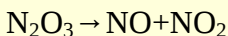
大气中常见化学污染

分 类	污 染 物
硫化物	SO ₂ 、SO ₃ 、H ₂ SO ₄ （雾）、H ₂ S 等
氮化物	NO、NO ₂ 、NH ₃ 等
卤化物	Cl ₂ 、HCl、HF 等
碳氧化物	CO、CO ₂ 等
氧化剂	O ₃ 、过氧酰基硝酸酯（PAN）等

二氧化碳（CO₂）。大气中 CO₂ 的增加会影响大气的质量，大气中的 CO₂，一般占空气容积的 0.03%，由于在生物之间循环，所以能保持平衡。大气中 CO₂ 来自生物的呼吸和土壤中有机物经细菌的分解。绿色植物在日光下进行同化作用又消耗了 CO₂。大气中 CO₂ 一般在春季中含量低，冬季含量高；日出前含量高，日出后含量低。人为的来源主要来自煤的燃烧。

氮的氧化物。大气中的各种氮氧化合物对人的呼吸道有刺激作用， NO_2 的毒性为 NO 的 4~5 倍。大气中氮氧化合物主要来自土壤，大气中的氮在高温下能氧化成 NO ， NO 再氧化为 NO_2 ，近来土壤中大量使用氮肥，使大气中的 N_2O 大大增加。

其他来源是重油、汽油、天然气等燃料在高温下完全燃烧所产生。大气中氮的氧化物如 N_2O_3 及 N_2O_4 在大气中极不稳定，很易分解。例如：



氮氧化物与碳氢化物共存于大气中，经日光中紫外线照射，发生光化学反应，产生一种光化学烟雾。光化学烟雾含有臭氧、醛类、过氧酰基硝酸酯等强氧化剂的二次污染物。在大气中的氧化氮与雾滴结合可形成气溶胶状的硝酸、硝酸盐或亚硝酸盐。

氮氧化物污染大气后对人体的呼吸道具有刺激作用，引起气管及肺的损害， NO_2 对下呼吸道具有强烈的刺激作用，高浓度吸入可发生急性肺水肿。

二氧化硫 (SO_2)。自然情况下，虽然也有 SO_2 的产生，但大气中含量少，分布均匀，在洁净大气中检测不到。近代工业煤炭的燃烧排放了大量 SO_2 ，大气中 SO_2 含量也增高。但各地大气中 SO_2 有很大波动，这与各地 SO_2 的排放量有关。

SO_2 对人体的危害，是由于 SO_2 被氧化形成 SO_3 ，再遇水蒸气而形成硫酸。当 SO_2 经日光中紫外线照身，形成激发态的 SO_2 ，进行光化学氧化反应后形成 O_3 及 SO_3 ；或 SO_2 与

氧原子反应为 SO_3 ； SO_2 在雾滴或通过金属氧化物（ PbO 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 等）的表面而被氧化形成亚硫酸及硫酸；当大气中有碳氢化合物或氮氧化物存在， SO_2 的氧化反应会大大加快。

SO_2 在氧化过程中形成的 SO_3 ，毒性比 SO_2 大 5 倍。大气中的硫酸气溶胶对人体的呼吸道产生刺激，1952 年伦敦的烟雾事件也是由此之故。

臭氧。臭氧在大气中形成，也在大气中破坏。臭氧能吸收紫外线，因此对人体具有一定保护作用，但臭氧可被氮破坏，土壤中流失的氮肥分解为氮氧化物，超音速喷气机排放的氮氧化物都可破坏臭氧。

平时大气中存在的臭氧，其浓度不足以对人产生危害，但 O_3 为强氧化剂，可使空气中多种污染物质氧化。例如 NO 在臭氧作用下可变成 NO_2 ，再进而成为 NO_3 ； SO_2 在 O_3 的作用下成为 SO_3 ，产生酸雾、酸雨，从而对人体的呼吸道产生刺激作用。

污染气体超过一定浓度即会对人的呼吸道产生刺激，引起支气管炎、哮喘、肺气肿，对于原来有慢性呼吸道疾病的病人，有害气体可能促使疾病复发和加重。

汽车尾气的污染。汽车的发展方便了人们的生活，但汽车尾气大量的排放，产生了氮氧化物和臭氧，严重危害人类健康。汽车在停车和重新启动时排放的尾气特别多，尾气中的氮氧化物，在阳光和紫外辐射照射下分解后生成氧原子，这些氧原子和大气中原来的氧分子结合形成臭气。这是一种影响人类健康的气体。而且，臭氧还会和污染物中的其他成

分产生光化学反应形成乙醛、过氧酰硝基酸酯等有毒光化学烟雾。

2. 有机尘粒

花粉是造成变态反应的原因。花粉一般为 10~100 微米大，一棵桦木一个季节可产生花粉的颗粒达 1000 万粒以上。这些花粉颗粒可被垂直风带往高空，然后经历数日、数周被带至数百千米之外，有人曾收集到来自 700 千米以外的花粉。一般在一平方米的土壤中有花粉颗粒 50~100 亿个，在大气中的花粉量一般与花开季节有关。

孢子霉菌的孢子可被气流带至大气，霉菌的孢子也是变态反应疾病的原因。

微生物病毒（10~250 毫微米大）一般附着于尘埃及植物碎片上悬浮于大气中；细菌（大小为 0.2~100 微米）亦可被大气带往远处，大气中的细菌数有明显的季节变动，一般春夏每一立方米平均细菌含量明显高于秋冬，随着高度的变动，细菌数逐渐下降，这与强烈紫外线照射有关。

3. 无机尘粒

包括土壤、金属、水泥及各种粉尘，颗粒直径大于 10 微米，能很快落到地面，这类尘粒称之为降尘，小于 10 微米的尘粒，一般肉眼不能见到，它可在数小时甚至几年时间内飘浮在空气中，这就是飘尘。

大气混浊度增加是由于大气中尘粒的增多，尘粒又能将阳光反射，这样就减少了到达地球表面的太阳辐射热量，降低了气温。

尘粒对人体的危害很大，当人体吸入一定量后可以发生

尘肺,导致肺的纤维化。吸入肺泡的尘粒 75%小于 3 微米(相当于核杆菌的长度), 0.5~3 微米的尘粒危害最大。

4. 小小颗粒危害大

很多城市都在媒体上公布空气质量日报,看多了北京的空气质量预报就给大家一种印象,绝大部分日子的主要污染物都是可吸入颗粒物。真是小小颗粒危害大。

大气中有各种各样的悬浮粒子,个大的粒子直径超过 10 微米,称为降尘。它以每秒一至几十厘米的速度沉降,因而跑不了多远。直径 0.1~10 微米的飘尘,又称为可吸入颗粒物,其自然沉降率很小,可在大气中悬浮很长时间,给人类的呼吸系统造成严重的危害。悬浮粒子长期飘荡,使大气中烟雾弥漫,能见度降低,太阳辐射减弱,天空变得灰蒙蒙的,环境质量严重下降。

气象与污染的相互作用

气象条件对污染的影响

气象条件可以影响大气污染,例如不利于污染物质稀释的天气形势,能使工业烟雾停留在该地区上空;而某种气象条件则可减轻大气污染的程度,因此污染对人体的危害也与气象条件密切相关。

污染物质的扩散在很大程度上受垂直方向和水平方向气象条件的影响,主要的气象条件是风向、风速和气温的垂直、水平分布。

大气污染对气象条件的影响

伴随着现代人类活动,大气不断地被污染。大气污染不仅直接危及人体健康,还能影响到人类赖以生存的空气、水、

食品和农作物，而且还对气候产生某种程度的影响，气候变化又反过来对人类产生巨大影响。

大气污染对气象条件的影响，主要是大量物质被排放到空气，其中主要是 CO_2 和气溶胶。 CO_2 对地球表面起着增暖效应，而气溶胶对地球表面则是起着冷却效应。

二氧化碳对气候的影响

太阳辐射通过大气时， CO_2 对短波辐射并无拦截作用，但 CO_2 却能阻挡自地面向空间发出的长波辐射，因而大气中 CO_2 浓度增加，可使地面温度增高。

人类活动可导致大气中 CO_2 含量的增高，其中最主要的来源为煤炭的燃烧，估计每年排放到大气中为 50 亿吨。这些 CO_2 一部分溶解于海水，一部分为生物圈吸收，但还有大量的 CO_2 在大气中。

据有关资料，19 世纪末大气中 CO_2 浓度为 290ppm，1960 年增加到 330ppm，平均每年增加为 0.2%，如今已经增加至 400ppm 左右。大气中 CO_2 浓度增加，导致地面温度增高。有学者曾提出大气中 CO_2 含量与地面温度关系的数值模式，一般认为当大气中 CO_2 浓度增加 1 倍，地面温度将增加 1.0~2.4 $^{\circ}\text{C}$ 。因此，照此推算，2000 年 CO_2 浓度的增多将使地表温度增加 0.5 $^{\circ}\text{C}$ 。

悬浮颗粒对气候的影响

大气中的悬浮颗粒除了火山喷发的尘埃与海浪中溅起的盐份外，由于工业、运输、家庭炉灶排放的烟尘及风力作用使大量灰尘由地面吹进大气，这些占悬浮颗粒总数 10%~30%。人类活动产生的颗粒 90%是在人口稠密的地区所

产生。据学者估计 2000 年时大气中的悬浮颗粒比 1970 年增加了 24%。

悬浮在大气中的悬浮颗粒能吸收和反射太阳辐射，因而使到达地面的太阳辐射减弱。有人估计如平流层悬浮颗粒总量增大 0.8×10^6 克/厘米³，太阳辐射总量减弱 1%，地表温度降低约 1.5℃。大气中悬浮颗粒增加，使大气中凝结核增多，使雾、降水形成的机会增加。降水与都对地表起冷却作用。

目前，大气中 CO₂ 含量增加，使全球地面平均温度提高 0.2~0.3℃，而悬浮颗粒的增加则降低了温度，在北半球约降低 0.5℃。二个因子相互抵销后，据估计 1940 年以来还使北半球气温下降了 0.2~0.3℃。

降水对污染的影响

降雨可清除大气中的污染物质，一般雨后大气中悬浮颗粒及气体污染物可降低 1/3~2/3。

大气中的气体能溶解在水中，并且也可与水起化学反应产生新的物质，因此降雨能清除大气中的污染气体，但带有污染物的降水却使地面受到污染。大气中污染气体的溶解度愈大，清洗作用也愈大。

雨滴与悬浮颗粒相互碰撞可使粒子附着于雨滴，随着降雨而使大气中的颗粒落至地面，但这与雨滴和颗粒的大小有关，一般降雨对小于几微米的颗粒并不能被清除，直径小于 4 微米的悬浮颗粒，不与雨滴碰撞，颗粒愈大，清除效果则较好，一般的说，下 1 小时的小雨可将 10 微米以上的颗粒清洗一半。

云、雾是悬浮在大气中的水汽凝结物，也能清洗大气中

的污染物，但大气中的污染物是吸附在云、雾的微滴上，因而不能清除到地面。悬浮在空中的云雾，一旦消散，吸附在其上的污染物仍可进入大气。

第三节 各行业与气象联系紧密

农业与气象

多少年来人们一直是靠天吃饭，天好有收成有饭吃，天不好没收成就挨饿。现代农业虽然不全靠天，但是绝不可以把气象看得可有可无。实际上，只有利用好天、躲开坏天才能保证农业丰收。科学种田就包括应用农业气象知识保证丰产丰收。农业气象是气象学的一个分支，农业气象服务是气象工作的重点之一。

1. 阴雨

我国淮河以南地区，春季连续多日阴雨并伴随气温下降的天气称为春季低温阴雨。这种阴雨每次持续 5~7 天甚至 10 天左右。降水一般不大，但气温较低。这种天气有时接连出现，以致阴雨天气能断断续续长达一个月之久。低温阴雨对我国南方水稻播种影响很大，严重的会造成烂秧。低温阴雨若发生在秋季，则会影响秋粮收成。

2. 热风

初夏北方麦区有一种高温低湿并伴有一定风力的农业气象灾害，称为干热风。干热风有两种，就是高温低湿型和雨后青枯型。高温低湿型会影响小麦和水稻的开花灌浆。雨后青枯型表现为雨后猛晴和相对的高温低湿天气，可危害小麦

乳熟后继续灌浆增重。干热风这个词既贴切又简练，那就是干、热又有风。

3. 低温

秋季冷空气入侵引起的低温会影响水稻开花、授粉、受精和灌浆过程的正常进行，造成稻谷的秕粒率增加，穗子轻、翘起(俗称“翘穗头”)，导致减产。在我国南方这种低温多发生在寒露节气，大气科学中称寒露风。

水稻、玉米、大豆这些庄稼，夏天在田里晒惯了，天气一凉就受不了，称之为低温冷害。据统计，在我国东北，夏季低温会使粮食产量下降 15%，严重的低温会造成减产 30%。

霜冻常使大豆、棉花幼苗和甘薯叶子受害，也会在冬小麦拔节和开花期危害其叶子，甚至造成不育。

4. 干旱

干旱分气象干旱、土壤干旱和生理干旱三种。气象干旱指空气十分干燥，又伴有一定的风力，虽然土壤并不缺水，但由于强烈的蒸腾，使植物供水不足而引起的灾害；土壤干旱指土壤缺水，植物根系因吸收不到足够的水分补偿蒸腾的消耗而受害；生理干旱指不良的土壤环境条件使作物生理过程发生障碍，导致植株水分平衡失调所造成的损害。所谓不良的土壤环境条件包括土壤温度过高、过低、土壤通气不良、土壤溶液浓度过高以及含有有毒化学物质。

春旱可导致不能按时春播，或者是春播作物缺苗断垄，并影响越冬作物生长。7~8 月的伏旱，影响北方玉米、高粱、水稻的生长，造成棉花蕾铃脱落，使南方早、中稻灌浆和晚

稻的移栽成活受到影响。秋旱则影响秋作物的产量和越冬作物的播种。伏旱和秋旱还会使土壤的底墒不足而加剧翌年的春旱。

5. 洪涝

洪涝是洪水和洪灾合在一起的称呼。河流、海洋、湖泊和其他水体上涨越过了正常界限 就要威胁生命财产的安全。

洪水因成因不同而分为暴雨洪水、融雪洪水、冰凌洪水、冰川洪水、溃坝洪水、土体塌滑洪水和风暴潮洪水等。

涝灾指的是长时期雨或暴雨后，在地势低洼地区因雨水不能迅速宣泄而使农田积水或土壤水分过度饱和和长期渍水而形成的灾害。山洪爆发、江河泛滥、冰雪大量融化以及海水倒灌都会形成涝灾。春涝常引起小麦和油菜烂根、早衰和病害，夏涝影响作物生长，减少产量，影响秋收和秋种。

工业与气象

工业生产需要气象。包头钢铁公司建厂设计时就用了空气含尘量、含砂量和砂粒大小分布等资料。高炉旁的工人，整天挥汗如雨，最关心的就是高温预报。

石油开采离不了气象。许多油田远离城市，地处荒漠，条件艰苦。克拉玛依位于新疆经部准噶尔盆地西部边缘。这里地形复杂，天气多变，夏季酷热，冬季严寒。每年 8 级以上的大风 70 多次，其中还有一两次 12 级大风。石油生产的特点是点多线长，野外作业，流动性大，临时建筑多。因此，石油生产建设和工人的人身安全无不与气象有关。

1984 年 4 月 24 日，克拉玛依遇到 63 年来罕见的暴风袭击，12 级大风持续 6 小时以上，瞬间风速 49 米/秒。气象台

提前 40 多小时向总调度处发布大风降温警报，油田立即采取措施。大风过后 48 小时恢复了正常生产，减少损失 590 多万元。

我国渤海、黄海、东海、南海和北部湾都蕴藏着丰富的石油和天气资源。海上风大浪急，情况复杂，开发石油必须有可靠的气象保障。

在渤海兴建 A 平台时，天津市气象台派出小分队到现场服务。石油开采人员拖运施工所需 1700 吨导管架出海，并动用各种工程船 13 艘。小分队预报近日有大风，建议推迟导管架出海日期，避免了可能的施工危险。后又及时预报有连续 3 日有利于施工的好天气，于是，施工单位在好天气期间抓紧施工，保障了导管架安全出海，一次定位成功。由此可见，大油田需要气象保驾护航。只有和风阵阵吹，才能石油滚滚流。

商业与气象

天气能帮你做买卖吗？能！让我们举一些例子。

每年 7 月上旬，中原地区西瓜开始大量上市。有的聪明的经营者总结了一下，发现在正常天气下，天晴卖得多，下雨卖得少。气温在 32℃ 以上时卖得多，在 28℃ 以下时卖得少。早晨到上午卖得少，16~20 时卖得多。几点种卖得快，保证那时多供些货就是了。问题在于，什么时候晴天？什么时候下雨？哪天气温在 32℃ 以上？哪天在 28℃ 以下？这就得靠气象台了。

夏季冷饮的销售量和天气关系很大。某地 1998 年 7 月降雨日超过 15 天，冰棍、雪糕的日平均销售量降到 20 万打以

下,而在雨日少于 15 天的一些年份,其日平均销售量超过了 35.5 万打。同样,当日最高气温超过 36℃ 时,日平均销售量超过 39 万打。而当日最高气温低于 36℃ 时,日平均销售量少于 36 万打。

在出现日最高气温超过 36℃ 的情况时,通常都有一段持续高温时期,起码有连续 5 天日最高气温超过 34℃。这将使全月的日平均销售量大幅度上升。冷饮部门要求气象台在五、六月份就提供、七、八月气温的长期预报,以便组织生产,否则临时抱佛脚就来不及了。

当然 2~3 天的中期预报也很重要,果品公司可以按预报的情况安排批发量和调集运输车辆。实际上,小商小贩也应当学会用天气预报,以便好天气时多赚钱,坏天气时又不把冰棍砸在自己手里。

为了保持体内和皮肤的温度,人们需要穿衣服,从而在皮肤和衣服之间产生一个微气候。人体与皮肤间的温差大于 2℃,人体多余的热量才能散失。在风速为 0.5 米/秒的情况下,静止不动不穿衣服,保持正常体温所需的环境温度是 28~30℃。若穿少量衣服环境温度在 23℃ 就可以了。若再干一些轻活 22℃ 就够了。

根据体内和皮肤、皮肤和衣服、衣服和空气间热量交换的关系,人们设计了不同质地、不同花色的四季服装。服装设计师了解了气象和服装的关系,并且经常关注天气预报,就能赚到更多的利润。有人夏季服装进货多了点,偏偏秋季又比往往年来得早,砸在手里的夏季服装只好等来年了。

销售小商品的商家往往根据经验组织货源,孰不知气象

变化万千，做生意不考虑天气变化必然吃大亏。相反，如果巧用气象，就能赚大钱。

江浙一带每年 8 月异常多雨，人们为防衣服霉烂纷纷购买樟脑丸，销量一路攀升，比少雨的年份的销售量超出了近一倍。

仓库中的粮食有一定的温度和湿度。温度过高、湿度过大，就会造成粮食霉烂和发热。仓库中有三种温度，就是空气温度、仓库温度和粮食温度。粮食的温度变化很复杂，但空气温度的影响是主要的。要保证仓库中的粮食有合适的温度和湿度，就必须时刻注意天气变化。许多粮食采用化学药剂密闭保管，主要目的在于杀灭细菌，防止发芽。使用化学药剂需要满足它生效所需的非常严格的气象条件，因此也要用到气象。

林业畜牧业与气象

高高的大兴安岭，一片大森林。可要养好这样的大森林，没有气象不行。林业部门需要包括台风、寒潮、大风、大雪、暴雨、河流封冻和开冻等一系列大范围的灾害性天气了趋势预报，包括风向、风速降水量、最高最低温度等的 12 或 24 小时短期天气预报及 3 天以上的中期天气预报。

森林火灾，是林业部门的一块心病。火灾的发生有自然原因，也有人为原因。自然原因是无法避免的。这种自然原因有：高温、低湿、存在易燃物和雷击等。对付自然原因只有加强预报一法。

天气预报当然是气象部门的拿手好戏。不仅如此，气象部门还在火情预警中扮演了重要角色。气象部门拥有卫星这

一高科技手段，能够及时发现火情。

1987年5月6日，大兴安岭北部林区发生特大火灾，火林地面积114万公顷，其中受害林地面积87万公顷。正是气象卫星的遥感监测，提供了初火点的情报，为扑灭火灾立下了汗马功劳。在最后关头，气象部门抓住有利天气条件，在解放军的配合下，及时进行人工降雨作业，为5月26日全部扑灭明火起到了重要作用。

畜牧业离开气象也是不行的。在畜牧业比较发达的地区，为牧业服务是当地气象部门的中心任务之一。牧区不仅需要日常的天气预报和警报，而且在牧畜放牧和转场时需要专门的气象情报和预报服务。气象部门在长期天气展望中，就对融雪期有专门的分析。雪灾是牧区重大的自然灾害，做好预报是惠及千万牧民的大事。

春季牛奶产量最高，夏季显著下跌，秋季开始回升。但若有高温、寒潮、暴雨、大风，就会出现波折。高温闷热天气牛奶产量显著下降。强寒潮也会使牛奶产量出现低谷。暴雨和大风对牛奶产量也会造成影响。用好天气预报，采取措施控制产犊的日期，就能养好牛，多产奶。

水陆交通与气象

“要想富，先修路。”这句话已经成为人们的口头禅了。其实，有了路，要经营得当，才能富。不光如此，只有在路上跑得安全，才能保证经营，保证致富。公路受制于气象，这是大家所共知的。大雪封山，汽车马上就没了脾气。火车在铁轨上跑，似乎可以任凭风吹雨打。其实不然，铁路和公路一样，从勘察设计、施工建设到日常运行，需要全程气象

服务。

在修建兰新铁路时，为取得沿线的气象资料，进行了长期的连续的气象观测。为此还专门在“百里风区”的中心地段——十三间房这荒无人烟的戈壁沙滩上设立了气象站。台风、寒潮、大风、大雨、大雪、大雾、大风沙会造成水害和影响线路、桥梁、行车安全，都需要做好预报。1984年，沈阳铁路局系统全线发生水害523处，由于良好的气象服务，在灾害地段拦停列车15列，防止了车毁人亡的悲剧发生。可见气象对运输是多么重要！

地上跑的汽车、火车需要气象，水中开的船怎么样呢？当然离开了气象也是不行的。海上航运十分依赖于气象，内河航运对气象条件敏感虽然低于海运，但绝不是可有可无。大风、浓雾特别是突然发作的强风会严重威胁内河航运的安全。如果突遇大风而又未及时获得预报，就可能发生轮船翻沉事故。

1987年珠江有142艘客货轮遭遇强雷雨大风袭击，由于航船上装有天气警报接收机，及时收到了预报信息，因而采取了抗风措施，全部化险为夷。松花江一般每年11月10日前封冻，中止航运。

飞行与气象

飞机是最便捷的运输工具，又是最依赖气象的交通工具。航空气象学已经发展成大气科学的一个独立分支。

大雾迷漫，航班延误，乘客抱怨，机场着急。这些雾何时能消？这就是航空天气预报问题。航空天气预报的内容远不止雾的生消一项中。它通常包括去、雾、降水、风、温度、

能见度、雷暴、飞机结冰、飞机颠簸、飞机尾迹等。预报云时，要给出云状、云量、云高，有时还需要说明云的厚度以及云的层次分布。预报能见度时，除需要报出地面能见度外，还需要说明空中能见度的情况。

除此之外，还需要根据飞机的性能和飞行任务的要求说明本次预报的结果属于何种气象条件，即高于还是低于最低气象条件。这些预报，有的是机场需要的，有的则是整个航线需要的。飞机的航程动辄千千米以上，国际航班的航程则以万千米计。因此，常规的大尺度天气预报对飞行也是很重要的。其中最有用的就是飞行高度上的风和气温。

大多数航空天气预报，要求给出小范围短时间大气状况的变化，属于中尺度气象学问题。所以航空天气预报的大部分属于前面讲的超短期天气预报的范围，而且航空天气预报是超短期天气预报的重要应用领域。

但是，航空天气预报还有很多自身的特殊需要。超短期天气了预报目前还很不成熟。一般的气象要素如温度、气压、湿度和风尚缺乏完整的预报方法，更不要说雾、能见度、雷暴、飞机结冰、飞机颠簸、飞机尾迹这些航空特殊需要的预报项目了。航空天气预报一般的做法是，在获得大尺度天气预报这个背景情况后，随时根据雷达和卫星提供的现实资料，应用经验方法做出具体预报。

对于中尺度天气系统的活动，即使不以保证正确预报，只要预报的气象条件高于最低气象条件，飞机就照常起飞。因为现代飞机性能高，装备了识别危险天气的气象雷达，可以在看到危险天气后躲避。

再说，现在有些性能高超的飞机如协和飞机已经飞到 1 万多米高的平流层，发生在它下面的对流层的危险天气就奈何不了它了。即使到不了平流层，只要在 8000 米以上飞行，危险就小多了。

因此，只要过了起飞这一关，一般情况下飞机就可以大胆地往前飞了。当然，在着陆时，还是需要满足最低气象条件的。

除了做好预报以外，起飞和着陆时机场的现场观测对飞行安全也是十分重要的。比如说，我们从雷达上看到不远有云雨出现，当即采取适当措施还是来得及的。

航空气象服务，除提供各种预报外，还必须提供危险天气情况通报和机场危险天气警报。前者包括雷电区域、台风、飑线、强阵雨、湍流、积冰和大范围沙尘暴等，后者有机场强风警报、机场风暴警报、机场台风警报、机场大雨警报、机场大雪警报和机场寒潮警报等。

清代诗人袁牧有两句诗：“爱替青天管闲事，今朝几朵白云生。”现在，为了人类生活得更美好，科学家管起了天气预报这件“闲事”。在大气科学中，云雾物理这个分支是管云雾的形成的。但是，200 多年前诗人提出的“今朝几朵白云生”这个难题，仍然没有解开。一般的长、中、短期天气预报，完全回避了这个难题。

在超短期天气预报这个领域，再不能回避云彩的影响了。怎么办？科学家绕了几个弯儿。“今朝几朵白云生”仍然回答不出，那就来个算总账，把各个云彩的影响综合在一起，从总体上描述它们对大气的加热作用，并把它用到数值天气预

报中去。

由此看来，诗人的浪漫情怀可以纵横驰骋，而他所提出的难题却需要科学家花几百年功夫。就像两千多年前的诗人屈原的《天问》给我们出了一大堆难题一样。

早年的飞机很娇嫩，天气稍有不好就不敢飞行。近年来飞机性能不断提高，可以在一些不好的气象条件下飞行。

现代飞机性能高超，是不是就能在任何天气气候情况下飞行呢？不是！在现代的三种交通工具飞机、火车和汽车中，飞机是胆子最小的。飞机怕风、怕云、怕雾、怕雨雪、怕台风、怕雷电、怕结冰、怕能见度低、怕烟和烟雾。飞机简直什么恶劣天气都怕。目前的飞机在恶劣天气面前，仍然是一个林黛玉，仍然是弱不禁风的。

飞行的气象条件可分为“简单气象”和“复杂气象”，又可分为白天和夜间两种情况。两两组合就形成四种气象条件。“简单气象”指目视飞行，“复杂气象”指只靠仪表飞行。在靠仪表飞行的情况下，在飞机起飞和降落时，也不能完全脱离人的手工操作。

不管是在哪种气象条件下飞行，都必须满足最低气象条件。这种最低气象条件，离不开机场和飞机的技术装备水平，也离不开飞行员的个体技术差异。

有人认为飞机像风筝一样，是靠飞机下面的风把它吹上去的。其实不是，飞机那么个大块头，一般的风怎么吹得上去呢？强的龙卷风倒是有可能把它弄到天上去(实际上是吸上去而不是吹上去的)，但是过一会儿龙卷风就会把它扔下来，那时候飞机就散架子了。

飞机之所以能飞上天是因为有升力把它往上托。飞机的发动机牵引飞机以一定的速度运动时，由于飞机的机翼是特别设计的，下面平坦上面突出，使得机翼下面的气流速度比上面的小，因而下气压比上面的大，这个气压差就形成一个向上的力量(就是飞机附近的垂直气压梯度力)把飞机托上去了。这个使飞机向上的力量叫升力。在高原地区，空气密度小，飞机升力小，空气阻力小，离地速度要增大，起飞的滑跑距离要加大。因此高原地区机场的跑道要设计得长一些。

飞机在飞行时，空气密度的大小直接影响空气对飞机的阻力。空气密度小时对飞机的阻力小，飞行速度就快。1万多米的高空平流层，空气密度比下面的对流层小很多，当然在平流层飞行就要快得多，既可节省燃油又能节省时间，何乐而不为的？再说，影响飞行的危险天气大都发生在对流层，在平流层飞行比对流层安全得多。

空气温度与飞行也有很大关系。气温高时，飞机发动机力量变小，飞行速度变慢。气温低时，飞行速度变快。另外，气温高时，空气密度小，起飞的滑跑距离要加大。反之，气温低时，起飞的滑跑距离要减小。

现在我们就来说说飞机的几怕。

1. 怕风

这里说的风主要指机场跑道上的风和机场附近的风。跑道上的风以主跑道上空 6~10 米的风为最重要，起飞时逆风滑跑可以在较短距离内达到离地速度，着陆时对地面的冲击力加大。因此，在修建机场时要考虑所在地区的盛行风向；在起冰和着陆时必须知道当时的风向；在风向与跑道形成某

种角度着陆时，必须考虑侧向风的作用使飞机向下风方向偏移；在起飞时，需要进行必要的修正以保证飞机照直前进。

风速也是影响飞行的极为重要的因子。风速大，逆风起飞和着陆时滑跑距离的缩短就多，顺风起飞和着陆时滑跑距离的延长要多，顺风着陆对地面的冲击力大，在风向与跑道形成某种角度着陆时侧向风使飞机向下风方向的偏移也大，在起飞时需要进行的修正就更大些。风速小，所有这些影响就要小一些。

还有一个问题就是风的垂直切变。所谓风的垂直切变就是上层风和下层风的差异。这种差异永远有，一般情况下不算什么问题。但是，若风的垂直切变很大时，就会给飞机起飞和着陆带来很大的困难，有时甚至会危及飞行安全。

飞机起飞和着陆时的速度都不很大，接近于离地速度和着地速度。这种速度远比平时的飞行速度小很多，这就使进场区内的风速和风向与跑道形成的夹角显得重要起来。比如说，着陆过程中风速突然从逆风 10 米/秒下降为 2 米/秒，则由于风的影响飞机的升力会减少 80%，这对飞机的安全就是一个严重问题。

还有，我们这里说的风的垂直切变，实际上指的是起飞和着陆过程中的垂直切变，而不是同一地方上层风和下层风的差异。有时候同一地方上层风和下层风的差异不大，但飞机在盘旋着陆时，一会儿逆风，一会儿顺风，一会儿侧风，这对飞机的升力和滑跑距离的影响可就大了。

可以想象，上述问题处理得不好，后果是不堪设想的。如果起飞和着陆时出现顺风而又未能准确预报，就可能使滑

跑距离比事先估计的要长，甚至冲出跑道。如果风向与跑道形成的角度没有预报好，着陆时侧向风使飞机向下风方向的偏移就可能使飞机脱离跑道。

高空的风会对航行时间和航向产生影响。顺风时航行时间缩短，逆风时航行时间延长，侧风则会使飞机偏离航向。

风大不一定永远是坏事，在有些情况下飞行高度上的风是可以利用的，如果能够正确利用就可以节省燃料。这是说的高空水平方向的风。

垂直方向的风速如果变化无常，就是一种叫做湍流的现象，这种湍流会引起飞机颠簸。颠簸不仅在云中可能发生，在晴空也是常发生的。这种现象多出现在被称为急流的高空大同速带内，就是所谓晴空湍流。发生晴空湍流时没有云雨，因此这种湍流不仅人的肉眼看不见，雷达也是看不见的。所以强的晴空湍流对飞机是很危险的。有些飞行事故后来就被归罪于晴空湍流。

因此，一旦觉察到可能有晴空湍流，比如说飞机在光天化日之下平白无故地颠簸，飞机就得赶紧逃离现场。

2. 怕能见度低

能见度这个词顾名思义就是能够看见的程度。能见度有很多种，对航空有影响的有效能见度、最小能见度、飞行能见度、地面能见度、倾斜能见度和跑道能见度等。

有效能见度指若干方位能见距离的平均，这些方位的方位角之和要大于 180° ，也就是大部分方位能看到的距离；最小能见度指所有方位中最小的能见距离；地面能见度指地面水平方向的能见度；倾斜能见度指飞行员斜向从舱中观察

未被云遮盖的地面目标物时能够看到的最大距离，从地面向斜上方观察时的能见度也称倾斜能见度；跑道能见度指从跑道的一端向另一端可以辨认跑道本身或接近跑道的目标物的最大距离。

这么多能见度指标对飞机的起飞和着陆都有影响。目视飞行时当然离不开能见度，靠仪表飞行时也不能对能见度熟视无睹，瞎飞是不行的。空中能见度不好将影响飞机的飞行，机场能见度不好将影响飞机的起飞和着陆。

造成能见度变坏的因素有雾、低云、大城市的烟尘、雨雪、积雪地区的吹雪和沙尘暴等。

3. 怕雾

雾可以使水平方向的能见度降到 1000 米以下。飞机进场和出场时，灯光把前面的雾照亮，这时驾驶员就什么也看不见了。据美国资料，每年美国的国内航线因雾停飞而造成的损失有上亿美元之多。我国因雾而停飞的事也屡见报端。

4. 怕烟和烟雾

烟和烟雾有时很难区分。烟是燃烧时产生的细小粒子在空中浮游形成的，有时可遮蔽大片天空，还可扩散到很厚的气层之中。

烟层以上能见度较好，但从飞机上观察地面的倾斜能见度相当恶劣。在烟雾层中飞行时情况因飞机与太阳的相对位置而异，向着太阳着陆时困难加大。

5. 怕雨雪

雨雪能使能见度降低，尤其是雪下得很大时，可使能见度降低到 1000 米以下。雨沿座舱流下会影响视线，冻雨可使

跑道结冰。跑道积雪和结冰影响飞机的起飞和着陆。

6. 怕云

云对飞行的影响因目视飞和靠仪表飞行而不同。在目视飞行情况下，只要有云，就会使飞行员看不见周围的环境，飞行就要受到影响。在靠仪表飞行时，仅仅看不见周围的环境，还不至于影响飞行。如果碰到的是层云，则最怕其中混杂带有危险天气的积雨云。

目前飞机上的雷达尚不能完全识别所有的危险天气，因此即使在靠仪表飞行时，层云也会影响飞行员识别危险天气。如果真的碰到了积雨云，那只好绕着飞。如果绕不过去，就只能调头逃跑了。

积雨云里垂直对流旺盛，云外对流也很强，影响范围为云区的 3.5 倍，且其形状是不对称的。云中雷电交加，飞机如果受到雷击，就会造成重大事故。不要以为冬天积雨云少于夏天因而雷击事故少。相反，冬天云顶低，雷达判断积雨云中的雷电比夏天困难，雷击事故反而多。再说，冬天碰上积雨云还会使飞机机身结冰，这当然不是什么好事。

7. 怕台风

台风对流旺盛，风大雨急，打雷闪电，飞机只好躲得远远的。最勇敢的气象飞机可以进入台风，但是要承担巨大的风险。

我们都听过“全天候飞行”这个词，全天候飞行是什么意思呢？从字面看，就是飞机刀枪不入，可以天马行空，我行我素，在任何天气气候情况下都能飞行。

技术上指的全天候飞行，是飞机起飞和着陆完全自动化，

可以根据各种气象条件对有关操作进行修正，以保证不同天气情况下飞机的安全起飞和着陆。由此可见，全天候飞行，实际上是指受气象条件的限制较少而已。

人们一提到全天候飞行，可能会误解为不需要气象观测。恰恰相反，为了保证全天候着陆成功，必须提高跑道能见度的观测精度，还需要及时通报倾斜能见度、风的垂直切变、阵风以及湍流强度随时间的变化。

有时还需要为水平方向变化快的项目增加观测点。还要保证把所有观测结果及时在驾驶舱中自动显示，同时输入到计算机中自动处理并自动做出决策。只有这样，才能实现全天候飞行。

即使这样，还必须满足飞行所需要的最低气象条件。因此，全天候飞行是随着飞机性能的提高和其他飞行保证的技术条件的改进而不断变化着的，真正的全天候飞行是不存在的。

海洋与气象

我国有 1.8 万千米海岸线，6500 个海岛，300 万平方千米的蓝色国土。美国的海洋为我们提供了无尽的宝藏，也使海洋运输和海洋产业造福人类。可是，茫茫大海浪涛天，谁敢轻易下海玩！正是气象帮助我们走向海洋，使我们在海里如鱼得水。

海洋气象预报由于它的特殊性，已成为气象预报的一个专项门类。风向、风速、能见度、天气现象、天空状况、海面状况以及台风等重大危险天气的预报和警报，是近海航运气象服务的重要内容。不仅港务局、海运管理局需要，来往

船舶需要，广大渔民也需要。

根据有关国际组织公布的资料，在海洋工程技术和海洋预报技术发达的今天，世界海难的 60%~80%仍然是由于预报不准和使用预报不当造成的。

远洋航运更是离不开气象。每天定时发布的风暴警报、地面天气形势(就是地面温度、气压、湿度、风等的分布)是、海洋气象预报等是远洋航运常年关注的信息。

根据船舶的性能和结构、船舶吃水深浅和不同航线上可能遇到的风、雨、雾、浪等结合气象预报对船舶开展的气象导航服务，不仅是远洋航运安全的重要保证，而且对选择航线，缩短航程，节约航运费用有重大意义。

试举一例，我国某公司有两条相同类型的船舶，其中一条走通常的航线，往返航行 29 天，航程 6422 海里，途中 9 天受 7~8 级偏西大风影响，3 天遭受 9~10 级大风，船舶和货物的损失共 50~60 万元。另一条船采用气象导航推荐的航线，往返安全航行 16.6 天，比通常的航线缩短 1530 海里。

海洋渔业生产需要能见度、海雾、台风、寒潮、大风和其他危险天气的预报和警报，还需要风向、风速、温度、晴雨、降水量等的日常预报。

1959 年 4 月 11 日，吕泗洋遭到 80 多年来从未有过的狂风暴雨袭击，气象部门事先发布了大风警报，但预报的风力比实际风力小，许多船只没有或未能及时回港避风，造成渔船重伤 1284 只，轻伤 1343 只，沉没 148 只，下落不明 118 只，死亡 440 人，失踪 1037 人，成为建国以来最大的一次海上大风事故。可见气象对海洋渔业生产多么重要，对气象工

作的要求多么高。

海盐是露天生产，受天气制约很大。如果有一场中等强度的降水没有预报出来，像河北沧州这样不算很大的盐场，就要被水化掉 6 万吨盐，造成直接经济损失 840 万元。1994 年 6 月 21 日，沧州市气象局提前 4 天预报将有一次中到大雨过程，当年比往常提前一句进入汛期。于是各盐场闻风而动，抢扒原盐，仅长芦、中捷、军盐三家就多扒 5 万吨盐，增加收入 700 多万元。

我国滩涂资源十分丰富，可供养殖的面积达 130 多万公顷。利用沿海滩涂养殖对虾、鲍鱼、鳗鱼、蟹、珠贝、海参、海带、紫菜等，给人们带来了无尽的美味。养殖过程中，既需要短期天气预报，也需要中长期天气预报，还需要掌握生态气象环境。以对虾为例，就需要关于亲虾越冬、幼虾放养、虾池、管理、虾苗浮头和成虾捕获等方面的生产养殖气象服务。

1988 年河北省黄骅县气象局对 5 个乡 23 个渔业村的人工养虾开展系列化服务，根据蒸发和降水量情况采用排灌，控制适宜虾苗生长的盐度，按照温度高低决定饵料投放量，使虾苗生长良好。在 9 月 10 日强寒潮到来之前，通知渔民及时抢收，避免了上千万元的经济损失。

战争与气象

航空天气预报和危险天气预报是专门为保证民航、空军、海军和航空兵飞机飞行安全而设的特殊气象情况报服务。核试验、卫星发射、运载火箭发射都要求高度精确。发射角度失之毫厘，目标位置差之千里。偏偏这些庞然大物的运行轨

道要受到大气运动的影响。因此，无论是设计还是发射，都必须有详尽的气象资料和准确的气象预报。

《三国演义》里说，诸葛亮帮周瑜打曹操，提出借东风。周瑜的说客庞统建议曹操把战船绑在一起，曹操的部下说别这样做，万一东风来了周瑜火攻怎么办。曹操不以为然，说大冬天哪来的东风。结果东风真的来了，孙刘联军巧妙地用火攻的方法把曹操打得丢盔卸甲。

可见，曹操的大气科学知识比不上诸葛亮。曹操只知道冬天常刮北风这种气候学知识，而诸葛亮的预报水平也不错，他在三天前做了一个关于东风的中期天气预报。可见，古人很早就知道气象对军事行动的重要性。

中国元朝忽必烈曾派水师去征服日本，但因对当地海上情况了解不够，因为不知道风暴要来，在靠近日本的途中遭遇到一个强烈风暴的袭击，致使全军覆没。

气象对现代军事行动就更加重要了。现代战争，范围大，投入兵种多，使用武器五花八门，指挥复杂，没有气象帮忙显然是不行的。要不军队里怎么会有气象参谋呢？

诺曼底登陆战登陆前夕，天气情况恶劣，一直下着大雨。如果天气不转晴，那么空降兵将无法着陆，将使整个登陆计划失败，使 50 多万士兵面临牺牲的危险。

气象学家判断说在 6 月上旬和中旬各有一段极为短暂的晴天。世界反法西斯战争的杰出统帅、五星上将艾森豪威尔表现出了非凡的当机立断的决策魄力，把登陆时间定在 1944 年 6 月 6 日。由于出色的天气预报和主帅非凡的决断力，使诺曼底登陆战役取得辉煌胜利，从而扭转了整个战局，沉重

地打击了法西斯势力。

生活与气象

盖房子要考虑气象，人们自古就知道了。西双版纳的房子下面架空，上面住人，室内地板多用竹子。这里夏天不热，冬天不冷。房子无需隔热防冷，只求通风。在终年皆夏、炎热多雨的地区，广大农村的房子尖顶陡椽，大雨顺势下泄。而在北方农村，房子的墙厚达半米，以便抵御冬天的严寒。

在室内，与人体的冷热感觉有关的气象因素有4个：温度、湿度、辐射和气流。如何通过建筑房屋来控制这4个气象因素的变化，以实现适宜的室内气候，有很大的学问。这门学问就叫建筑环境工程学。

人体内储存的热量由新陈代谢产生的热量减去各种原因散失的热量决定。散热的渠道有：蒸发放热，对流放热，辐射放热。现代居室材料档次高，又加上空调控制温度，是否可以不管气象条件了呢？

并非如此。旧的矛盾解决了，新的矛盾又来了。开放空调时，外界空气中的水汽含量对室内空调有相当影响。当空气冷却时，相对湿度上升。一旦饱和，水汽就会凝结；凝结放出热量，温度就又上升，必然加大空调的负荷。

强风摧毁房屋的例子比比皆是。风压是建筑物所承受的主要自然负荷之一，计算风压是建筑师必做的功课。摩天大楼当然很气派，但大楼过高就得在空中随风不停地摇摆，结果钢质结构发出的怪叫声刺激人们的神经，楼里的人反而遭罪了。

纽约曾有两座孪生摩天大楼给人们带来无尽的烦恼。

不仅如此，围绕两座摩天大楼出现了莫明其妙的旋风，旋风以 28 米/秒(就是 10 级)的速度破坏附近的楼房，吹坏了窗框，“剃光”了迎风墙，刮掉了房顶，而且妨碍车辆的行驶。

这种教训告诉人们，在不了解当地瞬间最大风速并对风压作科学计算之前，是不可以随心所欲地建筑摩天大楼的。一个广告牌被风刮掉了，它所造成的损失是有限的。而一座摩天大楼在抗风压方面出了问题，那就只能长期把这块烫手的山芋攥在手心里了。

不仅建筑设计需要考虑气象，施工也要用到气象。混凝土怕冻，冬季施工一定要抢晴暖天气。光考虑历史上的气候情况还不够，还得关注天气预报。

高空作业特别怕风，因此一旦大风前来光顾就得有应对措施。大雨也常影响施工，需要事先预报。

城市规划离不开气象。北京市的工厂大都建在东南郊，当时的考虑是北京西北风多，若建在西北面工厂排出的污染物容易被西北风吹向市区。现在看来这种考虑不够全面。

近年来研究表明，北京市无风和刮东南风污染最严重。原来西北面有山，无风和东南风时污染物散不出去。反倒是西北风一来污染物就被吹散了。可见，在应用气象时不仅要注意传统的气象知识，还得关注最新的科学成果。

大工业需要气象。小企业呢？也需要。砖瓦生产在整个工业部门里，当然并不起眼，但它是很多乡镇企业的重要支柱产业。砖坯露天晾晒与气象关系密切。别看砖坯是泥巴做的，其实它十分娇嫩，既怕水泡，又不经冻。于是气象部门为砖瓦厂专门开展了短时降水预报，设计了砖瓦湿坯冻害指

标，制作低温预报，提供冻害防御对策。这样一来，砖瓦厂可以放心大胆地生产，增加产量和产值。

大型会议与气象

运动会项目精彩纷呈，新记录迭出。但若大雨滂沱，那就很煞风景。大型运动会尤其需要气象信息。

1990年9月22日至10月7日，北京成功地举办了第十一届亚运会。火炬点燃、彩排、预演、艺术节、开幕式、闭幕式尤其需要气象保障。气象部门全力以赴，常规气象观测、常规气象预报、气象卫星、天气雷达、自动气象站、计算机网络、现场特别服务一齐上，打了一个气象保障工作的漂亮仗。开幕式那天，北京周围都下雨，偏偏北京不下，您说预报有多难，气象部门硬是报准了，出尽了风头。

1996年2月4~11日，第三届亚洲冬运会在黑龙江亚布力举行。中央气象台在新闻联播之后的天气预报节目中专门增加了亚布力地区天气预报，亚布力气象台专门制作了亚布力滑雪场天气预报，亚布力流动气象站进驻滑雪场，预报准确，服务到位，大会组织者、运动员、公众皆大欢喜。

2002年，世界大学生运动会在北京举行。赛会组织者精准的天气预报和周到的赛前准备，为运动员和各国观众提供了良好的参赛和观赛条件，受到各方面的交口称赞。

其实，不光大型运动会需要预报，各种大型庆典或者会议也都需要预报。1995年8月30日至9月15日的第四次世界妇女大分和非政府组织妇女论坛、1997年7月1日香港回归、1999年12月20日澳门回归等庆典都是在良好的气象保障下顺利举行的。

第二章 千变万化的天气现象

第一节 云是什么

云是大气的招牌

天上的云可真是千姿百态，变幻无穷。有时黑云滚滚，气势磅礴，壮观万分；有时蓝色天空白云飘，云淡天青。云能反映高空大气地运动情况，有的云还能预示未来天气的变化。因此，有人把云视作天气的招牌。

大气中到底有多少种云彩呢？云是一个大家族，通常把云按外形、结构特点和云高加以分类。云可分成三族十属二十九类。

第一族叫高云，第二族叫中云，第三族叫低云。一看就知道是按云的高度分的，因为不同高度的云在性质上有很大差别。

1. 高云

高云以卷云为代表，包括卷云、卷层云和卷积云。卷云的云底高度一般为 4.5~10 千米。在寒冷或高原地区可低到 2 千米以下。卷云的厚度为几百米到 5~7 千米，一般为 1.5~2 千米。水平范围从几千米到上千千米。

卷云的温度在-23 ~-60 之间甚至在-60 以下。卷云由冰晶构成，具有丝缕状结构，有蚕丝般的光泽薄而透明，是一种分离散乱的云。云体通常为白色，无阴影。阳光通过高云时，地面物体的影子清楚可见。形如丝条状、钩状、团簇状、片状或砧状等。

这种云不会带来坏天气。蓝蓝的天上白云飘，实际上就是卷云在飘。卷云有毛卷云、密卷云、伪卷云和钩卷云四类，我们就不细说了。

民谚说：“天上钩钩云，地上雨淋淋。”这说的是钩卷云。钩卷云的钩表示那里有较强的上升气流，并可形成斜降的雨丝。这当然不算什么坏天气。但钩卷云是要下雨的云即将到来的前奏，它常出现在锋面附近。而与锋区相联系的下雨的云“大队人马”到来的时候，地上就要雨淋淋了。

2. 中云

中云有高积云和高层云两属。高积云云块较小，轮廓分明，常呈扁圆形、瓦块状、鱼鳞片状或水波状的密集云条。下图中的荚状高积云是高积云的一个类。

高层云带有条纹或纤缕结构的云幕，有时较均匀，云体通常为灰白色或灰色，有时微带蓝色。云层较薄的部分可以看到昏暗不清的日月轮廓，就像隔了一层毛玻璃一样。厚的高层云，底部阴暗，看不到日月。云底高度一般为 2.5~4.5 千米，有时可达 6 千米，厚度超过 1 千米。高层云有的由冰晶和水滴混合组成，有的由冰晶或水滴单独组成。可以降连续或间歇性的雨雪。

3. 低云

低云包括积云、积雨云、层积云、层云和雨层云，云高通常在 2500 米以上。

层云是低云的一个属。层云、层积云和雨层云基本为层状结构，其中层积云还具有团块状。层云的云底低，像雾但不接地，呈灰色或灰白色，非常均匀，看起来灰蒙蒙一片。层云的云底高度一般为 50~100 米，平均厚度 0.3~0.7 千米。水平范围从几千米到上千千米。

层云大多由直径较小的水滴组成。寒冷季节时有可能是冰晶和过冷却水的水滴组成的混合云。在个别情况下，层云由冰晶组成。层云一般没有降水。但当云厚超过 1 千米时，有时能降毛毛雨，也会落下小雪。

积云也是低云的一个属。一般的积云是垂直向上发展的，顶部呈圆弧形重叠凸起，底部几乎水平的云块。云体界限分明，垂直厚度和水平宽度相当。云底高度一般为 600~2000 米。这种积云由水滴组成，可产生阵雨。

积云的发展在一日内受地面温度变化的影响，上午先出现碎积云，以后发展为比较稳定的淡积云，云顶高度一般为 2~3 千米。发展旺盛的成为浓积云，云顶高度可达 6~7 千米。

再进一步发展，就成为云体庞大，垂直发展强烈，远看像耸立的高山的积云叫积雨云。这时候它就成为低云的另一个属了。积云、积雨云的基本特征为孤立分散的云块。

积雨云的云顶有白色毛丝般光泽的丝缕结构，常呈铁砧状或马鬃状。云底阴暗混乱，起伏明显，有时呈悬球状结构。乌云压城欲摧，说的就是积雨云。

积雨云上部由冰晶组成，下部为水滴，或由冰晶与水滴

混合组成。积雨云是发展最为旺盛的积云，云顶高度可达20000米。积雨云的温度一般在-20℃以下。云中含水量大，常发生雷暴、阵雨或雪、冰雹等，有时还会出现龙卷风。

低云中还有一个属是雨层云。雨层云是降水云层，水平范围分布很广，云层厚而均匀，能完全遮蔽阳光，通常降连续性雨或雪。有时在云底还会出现下垂的拖曳物，称为雨幡。它是由云中下降的雨滴，在未达到地面之前被蒸发掉所致。

云还有多个属，它们的名字读起来已经就像绕口令，解释起来就更麻烦了，有兴趣的读者还是去看专业书籍吧。

别看云在天上飘来飘去，其实它并不是什么神秘莫测的东西，它是由飘浮在空中的无数小水滴、小冰晶或者由两者混合组成的可见聚合体。如果云触及地面，那就变成雾了。

云的形成

天空的云有的像奔腾的马尾，有的像起伏的山峦，有的像龟背，有的像鱼鳞，那它们的形成原因一定很复杂吧？这倒不假，云的形成原因的确比较复杂。但不管云的形态有千种万样，它们在形成原因上却存在着共同的因素。

根据气象学家的研究，形成云的最基本条件有两个：一是要有充足的水汽，二是要有使水汽凝结的空气冷却。倘若空气十分干燥，即使空气冷却，也形成不了云；相反，如果空气很潮湿，但没有空气冷却，那也不会凝结成云。由此可见，这两个条件的确是最基本的，是云形成的共同因素。

有了大量的水汽，有了空气冷却，这时还需要的另一个条件是凝结核。在空气中含有大量的微小粒子，这些粒子可以是盐粒、烟粒、尘埃等，它们在水汽凝结成水滴的过程中

起着凝结的核心作用。气象上称这些微小的粒子为凝结核。在自然界中，凝结核是大量存在的，因此，也就不列为最基本条件了。

凝结核是很小的，它比起云滴（云中水滴或冰晶）、雨滴要小得多。通常，雨滴半径为 1 毫米，云滴为 1/100 毫米，而凝结核只有 1/10000~1/1000 毫米，人的头发丝半径约为 5/100 毫米。从这些数字可以得出比较直观的印象，即凝结核比人的头发还要细得多。

当具备了充足的水汽、使空气冷却的上升运动和凝结核以后，云就水到渠成地形成了。倘若空气的上升运动是不稳定气层的对流运动，则形成的云呈孤立分散、垂直发展的外形，如积雨云、积云，统称为积状云。若上升运动是稳定气层大范围的缓慢上升运动，则形成的云呈均匀幕状的外形，如雨层云、高层云等等，统称为层状云。如果上升运动是一种波动所致，则形成的云呈波浪起伏的云层，如卷积云、高积云、层积云等，统称为波状云。

积状云和层状云不仅外形、形成原因各异，而且在降水上也有很大差别，积状云是阵性降水，层状云是连续性降水。波状云一般是稳定天气，俗话说：“瓦块云、晒死人”就是这个意思。有时也有例外，当波状云后面跟着一大片层状云时，将有风雨来临。“鱼鳞天，不雨也风颠”指的就是这种情况。

地上的云——雾

雾跟云从本质上讲并没有什么区别，都由悬浮在靠近地面大气中的大量微细水滴和小冰晶组成。雾和云的区别仅仅在于是否触及地面。云飘在天上，不触及地面；而雾则靠近

地面形成。因此说“云是天上的雾，雾是地上的云”。雾中相对湿度一般为 100%。

气象上规定，当悬浮在近地面气层的水汽凝结物——小水滴或小冰晶使水平能见距离在 1 千米以内的称为雾。

有时，在水平面气层中飘浮的并不是水汽凝结物，而是灰尘、烟粒、盐粒等杂质，它们也会使水平能见距离变小，当小于 1 千米时，称为霾。霾不同于雾，有霾时，能见距离小，但空气中水分却很小，相对湿度也小。我国北方常可见此现象。空中有霾不仅增加了空气的浑浊度，而且对远处物质的颜色也有影响，一般远处的物体呈浅蓝色，天空呈微黄色。

秋的早晨，常可在江、河、湖面上见到飘浮着的缕缕白烟，这在气象上称为蒸发雾。这种雾的形成原因主要是冷空气流经暖水面，由于暖水面的蒸发，使得冷空气中的水分增加，再由于空气比较冷，因而凝结成雾。

在北冰洋上，蒸发雾特别频繁。当北冰洋的冷空气流经暖水面时，便产生蒸发雾，它好像炊烟缭绕，忽隐忽现，有“北冰洋烟雾”之称。

当暖湿空气流经较冷的地区上空时，低层的暖湿空气就会降温冷却，最终凝结成雾。由于它是大规模空气水平流动所产生的，因此称为平流。春、夏季节，在我国沿海地区产生的雾，大多为平流雾。

冬季由于夜长，辐射冷却较强，容易形成雾，这种雾称为辐射雾，一般陆地上出现较多，尤其在山谷和洼地常见。我国的著名雾者——重庆，常出现辐射雾。

辐射雾一般在夜里形成，日出后消失，范围、厚度都不大。而平流雾在任何时候都可出现，范围、厚度均较大。

第二节 雨是什么

雨是云“变”的

雨是由云“变”来的。雨滴的体积约是云滴体积的 100 万倍。也就是说，要 100 万个云滴才能构成一个雨滴。这就提出了一个很有趣的问题，究竟是什么过程会使云滴像吹肥皂泡一样地长大呢？在湿空气中，因冷却而凝结出的云滴，一开始它们的增长速度是极快的但到一定大小之后，增长速度就迅速减慢。

显然，单靠凝结是长不到比它自身大 100 万倍的雨滴的，一定还存在别的重要过程。原来，对于云体温度高于 0 的暖云来说，云中存在大小不同的云滴，大云滴下降速度快，上升速度慢；小云滴下降速度慢，上升速度快。

于是，由于大小云滴相对速度的差异，使得大云滴有机会与小云滴相撞，结果小云滴就合并到大云滴中去了。这样，大云滴不断地增大，又因为上升气流分布不均匀，大云滴可以在云中多次上下运动，再加上云内的湍流作用，大云滴增大的机会就增加，于是大云滴越来越大，直到上升气流托不住它，掉下来成为雨滴。

气象上对降雨的大小常用降水量来表示，它是指水平上积累降雨量的深度，单位为毫米。天气广播中讲到的小雨、中雨、大雨等，一般是按下列标准来划分的；一天的降雨小

于 10 毫米的，称为小雨；大于 10 毫米的，称为中雨；大于 25 毫米的，称为大雨；大于 50 毫米的，称为暴雨；大于 100 毫米的，称为大暴雨；大于 200 毫米的，称为特大暴雨。世界上 24 小时暴雨极值为 1870 毫米，出现在印度洋的留尼旺岛上。

1975 年 8 月 5 日在我国河南林庄，一天的降雨量为 1060 毫米，1967 年 10 月 17 日在台湾省新寮，一天的降雨量为 1672 毫米，都接近“世界冠军”值。

在我国干旱地区也出现过少见的特大暴雨，如在内蒙古乌审旗的木多才当，10 小时降雨量竟达 1400 毫米。我国暴雨强度之大由此可见一斑。

雨的种类

雨听起来很简单，说起来蛮复杂。雨太重要了，还得适当说一说。

1. 按雨量分类

从雨量讲，雨可分为小雨、中雨、大雨和暴雨。大气科学规定，24 小时降水少于 5 毫米为小雨，5~25 毫米为中雨，25~50 毫米为大雨，超过 50 毫米为暴雨，超过 100 毫米为大暴雨，超过 200 毫米为特大暴雨。

看了这些规定，您可以对照一下您平常对大雨、小雨之类的级别的理解是不是正确。我国幅员辽阔，南北东西气候差异很大。夏天在南方 24 小时下 50 毫米的雨是常有的事。但是在西北地区，这样的雨是很少见的，一旦发生，它的影响就相当于南方 100 毫米以上的大暴雨了。因此，在实际应用中，各地气象台也不完全死抠上面所说的统一规定。

2. 按形态分类

从形态讲，雨可分为雨、毛毛雨、阵雨、雪和冰雹等。

雨。这似乎不用解释，不过，大气科学家中所说的雨单指强度变化缓慢的滴状液态降水，以便与毛毛雨、阵雨和雪相区别。雨滴清晰可辨，落在水面上会溅起波纹和水花，落在干地上会留下湿斑。

毛毛雨。毛毛雨是稠密、细小而十分均匀的液态降水。毛毛雨的直径为 0.2~0.5 毫米。毛毛雨一般降自低的层云和浓雾中。

阵雨。阵雨开始和停止都较突然，强度变化又大。阵雨是由降雨性质而不是由雨量决定的。阵雨常伴有雷暴、冰雹和气象要素的显著变化。

雪。雪是白色不透明的冰晶（称为雪晶）和其聚合物（称为雪团或雪花）组成的降水。在不太冷的天气里，雪晶常聚合成团，状如棉絮，叫做雪花。在气温高于 0℃ 时，雪晶和雪花开始溶化。半溶化的叫湿雪，全溶化的成雨。

雨和雪同时下落的叫雨夹雪。雪和雨一样，也有阵性的，叫阵雪。当然还有阵性雨夹雪。降雪量和降水量一样，以毫米为单位，是用雪溶化成雨之后的深度来量的。常常下了很长时间的鹅毛大雪，大家认这下下了不少雪了，事后气象台却报告说，降雪量为一二毫米。只有超过了 10 毫米的雪才叫暴雪。

有时强风把地面积雪吹起，水平能见度会降到 1 千米以下，这就叫吹雪。大量的雪被强风裹挟只好随风而行，水平能见度降到 1 千米以下，弄得不能判定当时天空是否有降雪，

这就叫雪暴。雪暴常使天空不可辨，甚至淹没道路，造成严重的雪灾。

雪暴与暴雪，二者不可混同。

冰雹。冰雹是从积雨云中降落下来的坚硬的固态降水，形状有球状、圆锥状和其他不规则形状。冰雹颗粒一般称为雹块，其直径在 0.5~3 厘米之间，密度比水小，约为 0.7~0.8 克/厘米³。常见的冰雹如豆粒大小，但也有如鸡蛋大小甚至超过鸡蛋的，有时是几个冰粒的融合体，常伴有雷暴出现。冰雹以春夏或夏秋之交为多。一般山区冰雹多于平原，内陆多于沿海，中纬度地区多于高、低纬度地区。

史料上记载，清朝曾出现过直径 16 厘米、碗口大小、重约 1 公斤的大冰雹，但现在已无法证实了。我国曾观测到 4.5 千克重的雹块，印度也曾有重达 3.3 千克重的雹块。

雹块最大的特征是多层结构，中心有一个核，通常称为雹胚，外面交替地包着透明层和不透明层，一般有 3~5 层，多的可达 20 多层。

雹块较大，下降速度迅猛，破坏力极大，往往造成农作物、房屋建筑的毁坏，更有甚者，还会击毙人畜。在美国，每年因冰雹造成的损失可达 3 亿美元。

我国也是一个多雹的国家。早在《前汉书》中已有记载，书中写道：“元封三年（公元前 108 年）十二月，雷、雨雹，大如马头。宣帝地节四年（公元前 66 年）五月，山阳齐阴雨雹，如鸡子，深二尺五寸，杀二十人，蜚鸟皆死。”

1995 年 5 月 16 日，北京发生风雹灾害，瞬时风速 10 级，大兴、通州、房山 3 县有 26 个乡镇受灾面积达 8 万多亩，刮

倒树木 1479 棵，毁坏民房工棚 869 间，直接经济损失 9 千多万元。

据统计，雹灾遍及我国 700 多个县（市），每年平均受灾面积约 2000 多万亩，粮食损失达几十亿千克。

雨还有霰、米雪、冰粒、冰针等名目，我们就不讲了。

露和霜

清晨，在草地上经常可以见到晶莹的水珠，即露；在寒冷的冬天，还可见到白色松脆的结晶，即霜。露和霜是怎样形成的呢？日落西山以后，地表因辐射冷却，温度不断下降，靠近地表的空气温度也随之下降，当气温冷却到露点以下时，水汽就凝结或凝华在地面或地表物体上。如果露点在 0℃ 以上，则形成露；如果露点在 0℃ 以下，则水汽直接凝华成霜。

露多在暖季晴朗无风的夜间或清晨出现；霜通常出现在无云、静风或微风的夜间或清晨，有时也出现在傍晚和白天。

露和霜的出现，常常预兆晴天。民间流传的谚语“露水起晴天”和“霜重见晴天”指的就是这个意思。为什么露、霜主晴呢？这是因为晴朗无云的夜间，最有利于地面辐射冷却，露和霜产生的可能性最大。

秋天第一次出现的霜，称为初霜，春天最后一次霜，称为终霜。从终霜出现到初霜到来的时段称无霜期。无霜期长短是一个地方气候状况的重要指标，对农业生产十分重要。气候非常温暖的地方常年无霜。

在天气广播中，有时会听到“霜冻”这个名词，霜冻是怎么一回事呢？常有人把霜冻和霜混为一谈，其实它们并不完全是一回事。霜冻是指农作物在冷暖过渡季节，因气温短

时间下降到 0 或 0 以下而遭受到的冻害现象。出现霜冻时不一定有霜；但有霜时，却经常伴有不同程度的冻害现象。有时称没有霜的霜冻为黑霜，以示与“白霜”相区别。

雾和雨还有它们各自的子女，那就是雾凇和雨凇。

雾凇可以是由过冷雾滴（过冷雾是由零度以下的过冷水滴构成的雾）直接冻结在物体上而形成的白色冰晶沉积物，也可以在低温时由空气中的水汽直接凝华而成。在微寒（-5 左右）、浓雾、有风的天气里，过冷雾滴碰到物体（例如树枝）的迎风面和突出部位上很快冻结，形成表面起伏不平的粒状白色冰层，称粒状雾凇。在严寒（-15 左右）、微风的天气里，如果湿度很大，空气中的水汽可直接在地面物体上凝华，形成针装雾凇。出现雾凇时，千万条树枝一下变成白色世界，煞是好看。

吉林的雾凇就是一道风景，已成为当地的一项气象资源。可人们在欣赏美景和忙于拍照的千万别忘了，雾凇又是一种灾害，它会压坏树木、压断电线、影响交通、影响供电和通讯。

雨凇是过冷却的液态降水（冻雨）碰到地面物体后直接冻结而成的毛玻璃状或透明的坚硬冰层，其表面光滑或略带突起。雨凇通常在不太寒冷时（-3 ~0）出现，主要形成于物体的水平面和迎风面上，在电线和树枝上还常形成长长的下垂冰挂。

严重的雨凇厚度可达数厘米，能压断树木、电线和电杆，造成供电和通讯中断，妨碍公路和铁路交通，威胁飞机飞行安全。

暴雨的弊与利

暴雨是形成洪涝灾害的重要原因。按气象学的规定，24小时降水超过 50 毫米就定为暴雨，24 小时这个时段的规定有时显得太长了些，难以表述短时间的暴雨。因此又有各种各样五花八门的暴雨。比如说，1971 年 7 月 1 日，山西太原梅桐沟 5 分钟降水达到 53.1 毫米；1975 年 8 月 5 日，河南林庄 1 小时降雨 189.5 毫米；1977 年 8 月 1 日夜至 2 日凌晨陕西榆林 8 小时降水超过 1000 毫米。

暴雨最大可以达到多少呢？1967 年 10 月 17 日，台湾新寮庄 24 小时降水达到 1672 毫米，这是我国有资料记载的最大暴雨。世界记录在案的最大暴雨是 24 小时降水 1870 毫米，发生在南印度洋的留尼旺岛。

暴雨常常造成严重的灾害。有些灾害往往是由好几场暴雨引起的。1963 年 8 月上旬，河北省太行山东麓地区出现了有气象记录以来的特大洪水，淹没了大量农田，冲坏了京广铁路。这次洪水是由连续 5 场暴雨产生的，降雨历时一个星期，总共降水 1329 毫米。8 月 4 日降雨十分集中，24 小时降水达到 865 毫米。

1975 年 8 月淮河上游发生罕见的特大暴雨。暴雨中心河南省泌阳县林庄 6 小时降水 830.1 毫米，24 小时降水 1060.3 毫米，3 天 1605.3 毫米，5 天 1631.1 毫米，其中 6 小时雨量创世界记录。暴雨造成淮河支流汝河、沙颍河下游严重洪灾。

当时，河南省各地都在紧张抗旱。然而，一夜之间，大暴雨从天而降，8 月 4 日~8 日连续 5 天大雨瓢泼，导致当河板桥水库、滚河石漫滩水库两个大型水库垮坝，损坏两个中

型水库，58 个小型水库和两个滞洪区，堤防决口 2180 处，漫决长度 810 千米。这次暴雨使河南 29 县市 1100 万人受灾，冲毁房屋 560 万间，死亡 26000 万人。京广铁路被冲毁 102 千米，中断行车 18 天，影响运输 48 天。这场水灾的直接经济损失约 100 亿元。

1991 年 5~7 月，在江淮流域发生了严重的暴雨洪涝，造成直接经济损失 600 亿元。

1998 年夏天，长江、松花江、嫩江流域，包括东北等高纬度地区很多地方连月出现阴雨天气，降雨量暴涨，发生了罕见的大洪水，造成数百人死亡，直接经济损失和间接损失不可计数。

人们常说暴雨是一种气象灾害，其实这句话是不十分公正的。暴雨也有功。华北夏季的降水大部分来源于暴雨。我国江淮流域夏季的降水有相当一部分是以暴雨的形式降下来的。每年登陆我国的台风引起的暴雨带来大量降水，为东南沿海的农业生产立下了汗马功劳。

第三节 风是什么

我们身边的空气虽然看不见，摸不着，但它却像大海一样，波涛起伏，运动不息。烟囱里冒出的滚滚炊烟，在空气的海洋里随波逐流，上下翻腾，流向远方。空气的水平流动产生风，风与我们的生活息息相关。

我国早在 3000 多年前就有风的记载。在古代，人们对风是非常崇拜的。在我国殷商时期，认为风是帝所派遣的使臣，

称为“帝使风”。在国外，人们认为风是由北风神“勃罗斯”支配。

其实，风是空气的水平流动。它是一个矢量，既有大小——风速，又有方向——风向。所谓风速是指单位时间内空气移动的水平距离。风速大小也可用风力等级来表示。我国唐朝李淳风把风分为八级，这可能是世界上最早的风力等级。目前把风分成十三级。最早提出十三级分法的是英国海军将领蒲福，因此，现在的风力等级表又称为蒲福风力等级表。

风向是指风的来向。如空气自东而来称为东风，空气自北而来称为北风。在我们日常生活中，风向用东、南、西、北、东北、东南、西南和西北八个方位就够了，在气象观测上风向通常用十六方位表示。

在我国古代，人们是根据树枝或植物叶或动物羽毛的摆动来观测风向的。如把茅草或鸟的羽毛等物品吊在高杆端，用以观测风向。到了汉代则发展成用测风旗和相风乌来测定风向，测风旗是用绸绦之类做成旗子悬挂在高杆之顶，看判断方向。相风乌是将一个特制的很轻的鸟形物悬在杆上，鸟的头部所指便是风的方向。

空气除了水平运动外，还可沿铅直方向运动。铅直向上的运动称为上升气流，铅直向下的运动称为下沉气流。上升气流和下沉气流又统称为对流。习惯上不把空气的铅直运动称为风。大气的运动基本上是水平运动，这是大气运动的一个重要特征。

风是怎样产生的

风是怎样产生的？是帝派遣的使臣吗？是神的旨意吗？

当然不是。根据物理学的观点，任何物体要运动，一定要有力的作用，正如一辆马车要有马来拉才会运动一样。那么推动空气运动的是怎样的力呢？就空气水平流动来说，有以下几种力。

1. 水平气压梯度力

地球上同一高度上的不同地点，气压一般是不相等的。有的地方气压高，有的地方气压低。如果一个空气块一边气压比另一边高的话，则在水平方向上就产生气压差。空气块在气压差的作用下，将从高压区流向低压区。这种情况就好比水总是从高处向低处流一样。气象上，把因气压在水平方向上的不均匀而作用在单位质量（1 千克）空气块上的力，称为水平气压梯度力，它是推动空气运动的主要力量。

2. 地转偏向力

由于地球是处在不停的自转当中，所以就产生了地转偏向力。

现在让我们共同来做一个示意性实验。假定有一个圆盘绕中心 O 点正在作反时针方向转动，拿一支粉笔，从圆盘中心向外直到边缘画一条直线。由于转动，在圆盘上实际显示出一条向右偏转的曲线轨迹，而不是直线。同样，如从边缘向中心画一条直线，结果粉笔轨迹也是一条向右弯的曲线。

如有一人站在圆盘上一起旋转，则此人就会觉得，当粉笔从圆盘中心向边缘运动时，粉笔受到一个指向运动方向右边的力，使得粉笔向右偏。

现在我们把圆盘实验“移植”到地球北极，让圆盘和地球固定在一起，这样，圆盘和地球都作反时针方向转动，且

都是一昼夜转一周。这时，如果空气在北极地平面上运动，那么站在北极的人看到的空气运动轨迹也是一条向右偏的曲线。这说明空气块受到一个指向运动方向右边的力——地转偏向力。地转偏向力为法国学者科里奥利所发现，故也称为科氏力。

如果在赤道，情况会怎样呢？这时，读者会看到，当地球自转一周，圆盘并没绕 O 点放置。这表明空气在赤道地区运动，不受地转偏向力的作用，即在赤道地区地转偏向力等于零。

综上所述，空气在旋转的地球上运动时，要受到地转偏向力的作用，力的方向指向运动方向的右方；偏向力在极地最大，随着纬度减小而减小，在赤道为最小，其值等于零。

如果把圆盘“移植”到南半球，那么除了力的方向与北半球恰好相反之外，其他情况相同。

3. 惯性离心力

大家都有这样的经验，当乘坐的汽车向右拐时，乘客会向左倒，似乎有一个力作用在身上。拐弯越大、越猛，则力越大。同样，当空气作曲线运动时，也要受到惯性离心力的作用，力指向弯曲径凸出的一边。

4. 摩擦力

摩擦力在日常生活中到处都有，一个没有摩擦力的世界是不可想象的。空气也不例外，当它运行在近地面附近时，地表对它会有阻力，这就是摩擦力。由于这是“外部”对空气的摩擦力，故又称为外摩擦力。

除了外摩擦力之外，运动速度不同的气层之间也会产生

阻力，这也是摩擦力。由于这是“内部”的阻力作用，故又称为内摩擦力。一般说来，摩擦力包括外摩擦力和内摩擦力两种。

摩擦力对空气运动的影响以近地面气层最为显著，随着高度的增加而逐渐减小，到了一定高度以后，摩擦力的影响已小到可以忽略的程度。在此高度以上，称为自由大气，以下称为摩擦层或行星边界层。

摩擦力不仅仅是阻碍空气运动，消耗能量，更重要的是，它可导致气流的辐合、辐散，产生垂直运动。这对兴云降雨、风暴的形成都有重大意义。

空气就是在以上几个力的综合作用下而产生运动的，风也就这样产生了。

风随高度变化

当您仰望天空变化多端的云彩时，您是否注意到这样的情况：不同高度上云的走向和移动速度有时是不同的。这个事实清楚地表明，不同高度上的风向、风速是不同的，即风随高度是有变化的。

在摩擦层中，因为地面摩擦影响随高度增加而逐渐减小，所以风速随高度增加而增大。

那么在摩擦层顶以上又怎样呢？观测表明，从摩擦层顶向上到 10~12 千米的高度，风速随高度增加而继续增大，在对流层顶附近有一支狭窄的强风带，风速达几十米每秒，大的可达 100~200 米/秒。这支几乎环绕全球的强风带称为急流。

早在第二次世界大战前，科学家对急流的存在已有觉察，

但最终还是在第二次世界大战中，当美国空军轰炸日本时才被证实。因为当时美军的投弹与实际目标误差竟达几百千米，这真是怪事。后经查清，原来是急流所致。

在对流层顶以上发生的急流统称高空急流。除了高空急流以外，还有所谓低空急流，主要发生在对流层底层，其范围、风速大小都比高空急流小，仅是一种局部现象，但与暴雨、雷雨等强对流天气有联系。

风的种类

1. 龙卷

龙卷风又称龙卷风，是一种具有漏斗状云体的强烈旋风。龙卷的一个明显特征是，从积雨云底（母云）伸下一条“象鼻子”一样的云体，称为漏斗云。当漏斗云触及地面才称为龙卷。在海上发生的称为水龙卷；如在陆上发生则称为陆龙卷；如悬挂在空中，不触及地面就不是龙卷了，称为高空漏斗云。

龙卷的直径大多在几米到几百米，一般不超过 1.5 千米，持续时间约几分钟到数小时。中心气压很低，风速通常为 50 米/秒，比 12 级台风的最大风速还大。有时还可达 100~200 米/秒，甚至超过 200 米/秒，极端情况下可达声速。

当龙卷移来时，会听到巨大的声响，犹如千百辆火车在行驶，常常在几千米外就可听到。

龙卷是一种严重的灾害性天气，具有极大的破坏力，它能拔树掀屋，可举起几万千克的重物，掷出好远。1974 年 4 月 3 日至 4 日，有 80 多个龙卷袭击了美国的芝加哥等部分地区，有 380 人死亡，6000 人受伤，13500 幢住宅被毁坏，全

部损失达 6 亿美国。

1956 年 9 月 24 日龙卷袭击了上海，把一座三层楼房吹塌，一座钢筋水泥的四层楼房被“削”掉一角，更有甚者，把一个重 110000 千克、高十几米的大油罐“举”起，掷到 120 米以外。

龙卷由于中心气压很低，可以把地面上的许多物体吸到空中，携带一段距离后落下。这样，世界上就出现了各式各样从天而降的“奇雨”。

我国东汉建武三十一年(公元 55 年)，河南开封下了“谷雨”；1804 年西班牙喜逢“麦雨”；1940 年前苏联高尔基州的某村落下几千枚银戈比，成为“银币雨”；1949 年在新西兰沿海地区下“鱼雨”。此外，世上还有“龙虾雨”“青蛙雨”“黄雨”“红雨”等等。龙卷真可称得上是大气中的魔术师。

2. 季风

所谓季风，是指风向随季节明显变化的风，它常常在一个大范围区域出现。

我国是世界上著名的季风区。在东南部，冬季盛行偏北风，夏季盛行偏南风。季风形成的主要原因一是由于海洋与陆地热力性质不同引起的，一是行星风带随季节移动引起的，另外地形也有一定影响。

由海陆热力差异产生的季风较为明显，这是因为大陆冬冷夏热，海洋是相反，为冬暖夏凉。这就使得夏季大陆上气压比海洋上低，风反时针方向吹，并向低压中心辐合；冬季大陆上为高压，风顺时针方向吹，并向外辐散，结果使得冬、夏两季盛行风的方向相差 180° 。不过，某地区季风的成因

往往是海陆分布、行星风带和地形等因素综合作用的结果。

东亚季风对我国的气候和国民经济有很大影响。我国黄河以南和整个长江流域，都位于副热带高压控制的纬度内。世界上主要沙漠——撒哈拉沙漠、阿拉伯沙漠、印度西北沙漠等，都出现在这一纬度内，表明这个纬度常常是干旱少雨。而我国因为有东亚季风帮忙，使得本应夏季酷热奇旱的气候大为缓和，入春以后又有大量雨水，使得本应是干旱气候控制的我国华南、华中以至华北，变成了物产丰富的季风气候区。

3. 地方性风

在地球上某些地区常会出现一些与地方性特点有关的局部地区的风，称为地方性风。主要的地方性风有以下几种。

海陆风。居住在滨海地区的人都有这样的经验：白天，从海洋吹往陆地；夜里，风从陆地吹向海洋。这种昼夜相反的风，称为海陆风。

海陆风形成的原因主要是海陆热力差异引起的热力环流。这跟下面一个实验很相象。如果在一个容器中盛有空气，在容器的一端加热，另一端冷却，则暖热一端的空气将上升，冷的一端的空气将下沉。与此同时，上面暖热的空气从暖热端流向冷端，补偿冷端下沉的空气；在底部，冷空气流向暖热端，补偿因加热失去的空气。这样，就构成了一个闭合环流。

倘若把这个实验“移植”到滨海地区，那么，白天因太阳照射，陆地比海洋暖，结果风从海洋吹向陆地，即海风；夜里，海洋比陆地暖，结果风从陆地吹向海洋，即陆风。海

风会从海上带来大量水汽，使沿海地区有时有雾和低云，同时在夏天带来凉爽。

山谷风。生活在山区的人会发现白天风常常从山谷吹向山坡，夜里风从山坡吹向谷地，这就是山谷风。

山谷风的形成原因与海陆风相象。在白天，山坡因太阳照射受热，空气增温多，但在山谷中同高度的空气，因距地面较远，增温不多。因而谷地的空气冷却下沉，山坡上暖和的空气上升，这样就构成了谷风。在夜间，山坡上的空气比同高度谷地上空的空气冷却得快，结果冷的空气就沿山坡吹向山谷，即山风。

焚风。沿着山坡向下吹的又干又热的风，称为焚风。焚风最早在欧洲的阿尔卑斯山被发现，亚洲的阿尔泰山、欧洲的阿尔卑斯山、北美的落基山都是著名的焚风区。

焚风在有些地方有其独特的“地方性”名称，如北美落基山称为钦诺克风，西西里岛等地称为西罗克风等等。我国不少地区也有焚风现象，例如气流越过太行山下沉时，位于太阳山东麓的石家庄就有焚风出现。出现焚风时，石家庄的日平均气温比无焚风时约增高 10 左右。

焚风在春季可引起积雪融化，在夏季可使粮食、水果早熟。强大的焚风还会引起雪崩、森林起火等火灾，对环境造成影响。

风速、风向与污染物扩散

风能将污染物吹向远方，使有害物的浓度大大降低，风对污染物的影响与风向、风速有关。

自然界中的风不是均匀平稳的，风速时大时小，并不规

则，风向也常有摆动，关于这点，我们从烟囱排出的烟尘的运动可以清楚地看出来，这种自然情况下风的不规则运动即叫做大气湍流。湍流对烟的排放有很大影响，湍流愈强，污染物的扩散就愈易。

下垫面的特征可以影响大气的运动，下垫面愈粗糙，摩擦力愈大，气流运动受阻，风速减弱也愈明显。摩擦作用不但可使风速减弱，还能产生涡旋影响风场的垂直结构。

随着高度增加，气温亦下降，近地面层不仅吸收太阳的短波辐射，还吸收地面长波辐射，这样地面气温会产生显著的日变化，从而影响大气运动。当气温垂直递减率大时，湍流强烈；有逆温存在时，湍流减弱。

风速能使污染物水平扩散与稀释，风愈大稀释愈快，污染物浓度愈低，假定各种条件一致，那么下风向任何一点的浓度与风速成反比。在近地层风速随高度而呈对数增长。

风向与污染源四周的污染程度有关，在大风的情况下，污染源下风向的污染物也可迅速稀释掉，小风时污染物会在下风向聚集，使下风向受害。某一地区的某一风向频率越多，在其下风向的污染机会也越多，亦即下风向的污染程度与风向频率成正比；而某一方向的风速越大，下风向的污染程度也会减少，即污染程度与风速成反比。为反映风向和风速的综合作用，可使用污染系数来表达：

污染系数 = 风向频率 / 平均风速

我们在前面说过，风速常用风级表示，共分 12 级，也常用米/秒表示。6 级风速相当于 12.3 米/秒，8 级风速相当于 19 米/秒，风速大于 30.6 米/秒为 12 级。6 级风使大树枝摇动，

电线呼呼有声，举伞困难；8级风可折毁树枝，人前进阻力甚大；12级风就是摧毁性的了。

关于大风造成的灾害就不用说了。报端经常有大风摧毁房屋，刮断树木的报导。北京就曾有过广告牌被风刮掉砸死人的事，也曾有过高空作业的工人被风刮落地面造成死亡的事。

风能造成那么多灾害，大风就一定不好吗？我们说：不一定！风能是重要的清洁能源，风力发电、风力提水、风帆助航就是风能的重要应用途径。

台风的弊与利

台风时常带来狂风暴雨，造成严重灾害。自50年代至今的50多年中，全球十种主要自然灾害造成的死亡总人数300万人左右，其中以台风造成死亡的最多，占40%多。而且，一次灾害造成死亡人数最多的也是台风。

1970年11月袭击孟加拉湾的热带风暴，造成死亡30万人。全世界平均每年生成台风80个。20世纪70年代，平均每年造成直接经济损失60~70亿美元，死亡2万人。

到了20世纪90年代，由一次台风造成的经济损失可高达十几亿到上百亿元。近年来，随着对台风的监测手段的改进和预报水平的提高，死亡人数趋于减少。

台风造成的灾害主要有三种：暴雨和洪涝，强风和海浪，风暴潮。

我国暴雨的前两名发生在台湾，都是台风创造的。我国大陆暴雨的“冠军”也被台风拿走：1975年8月淮河上游发生的罕见特大暴雨，就是当年第3号台风带来的。

台风的风速很大，离台风中心五六百千米处，风力可达12级。在北半球，台风前进方向的右侧风速常比左侧大，被航海者称为危险半圆，曾经观测到110米/秒的风速。6级风造成的海浪有3~4米高，12级风的海浪高达15~20米，最强时有30米。

风暴潮是强烈大风引起的海面异常升降现象，可使海上和港内船舰损毁和沉没，亦会破坏海堤，使海水倒灌，淹没沿海城市和村庄。如果这时天文大潮也来凑热闹，后果将不堪设想。

虽然台风的风雨能造成灾害，但它的功绩也是不可磨灭的。我国东南沿海地区，夏季降水中台风暴雨占一半以上，广东则占到76%。这就是说，如果没有台风帮忙，我国东南沿海就要闹旱灾了。特别是当台风进入内陆，由于地面摩擦，脾气变得温顺之后，风力减小，它的大量降水灌溉万顷良田，造福人民。

因此，东南沿海的农民，有一种“台风来了怕台风，不来台风想台风”的特殊心态。

第四节 气团

气团是指温度与湿度基本相同而且范围很大的大气。它的范围纵横达几百千米到几千千米，有时可与整个大陆或海洋的面积相同。在同一气团中，天气基本上是相似的。

气团的温度与湿度取决于与其接触的下垫面（如海洋、沙漠等）的性质。因此，范围大而均匀的下垫面，有利于气

团的形成。如冰雪覆盖的大陆、广阔的海洋、一望无际的沙漠等等，都是比较均匀的下垫面。当然，仅有这个条件还是不够的，还要有适合的环流条件，使得大块空气能在均匀下垫面上逗留一段时间，以便取得该下垫面的冷暖、干湿等物理属性。

气团形成以后，就随着大气运动而转移。移动到冷的地区，会逐渐变冷；移动到暖的地区，会逐渐变暖。气团在移动过程中物理属性的变化，称为气团变性。对于不同的气团来说，它们的变性快慢往往是不同的；即使是同一种气团，其变性快慢还跟它所经过的下垫面性质与气团源地下垫面性质的差异程度有关。一般，冷气团移动暖的地区变性快，而暖气团移到冷的地区则变性慢。下垫面性质差异大，变性快；下垫面性质差异小，则变性慢。

气团的种类

常见的气团有如下几类。

1. 北（南）极气团

形成在终年冰雪覆盖的北（南）极地区及其附近的洋面上，其特点是：极其寒冷，水汽少，气层稳定，天气晴朗。在北极地区的称为北极气团；在南极地区的称为南极气团。

2. 极地大陆气团

形成于中纬度大陆上，如西伯利亚、加拿大、阿拉斯加一带。特点为：寒冷、干燥、天气晴朗。它又称中纬度大陆气团。

3. 极地海洋气团

形成于中纬度洋面上，但多数是由大陆移到海洋上变性

而成。冬季，极地海洋气团比极地大陆气团温度高、湿度大，可能出现云和降水。夏季，两者差别不大。

4. 热带大陆气团

夏季，形成于欧亚大陆副热带的大部分地区、非洲北部和北美西南部；冬季，仅见于非洲北部。其特点是热而干燥，气层不稳定，天气晴朗少云。

5. 热带海洋气团

形成于副热带洋面上，特点是低层暖湿、不稳定，中层常有一逆温层，气温稳定，逆温层以上比较干燥。天气较好，有些积云。

气团还可分为冷气团和暖气团。当气团向比它暖的地区移动时，称为冷气团，它使所经地面变冷，而气团本身则逐渐变暖；当气团向比它冷的地区移动时，则称为暖气团，它使所经地面变暖，而气团本身则逐渐变冷。北半球自北向南移的气团，多为冷气团；自南向北移的，多为暖气团。两个团相遇，温度较高的是暖气团，温度较低的是冷气团。

我国大陆地表性质比较复杂，又缺少合适的环流条件，一般难以成为气团的源地。因此，活动于我国境内的气团多为外来的变性气团。冬季，主要是来自西伯利亚和蒙古的极地大陆气团；夏季，主要是来自热带太平洋的热带海洋气团；春秋季节，极地大陆气团和热带海洋气团，分居南北，互有进退。

锋

两个不同性质的气团（如冷气团和暖气团）相遇，它们之间的狭窄过渡区就是锋。锋在空间的状态是倾斜的，它的

下面是冷空气，上面是暖空气。锋的宽度在近地面约为几十千米，在高空可达 200~400 千米。

根据锋的移动情况，可将锋分为冷锋、暖锋、静止锋等。冷锋是指冷空气的势力强大，向暖空气一方推进的锋；反之，如果暖空气的势力强大，则会向冷空气一方推进，这就是暖锋；静止锋是指冷、暖气团势均力敌，很少移动的锋。

锋附近空气运动特别活跃，常常形成广阔的云系和降水区，有时还出现大风、降温和雷暴等剧烈的天气现象。不同的锋，它们的天气情况也不相同。

1. 冷锋天气

冷锋有两种。一种为缓行冷锋，它移行缓慢；另一种为急行冷锋，它的移行较快。这两种冷锋的天气特征很不相同。缓行冷锋使暖气团（或称暖空气）沿冷锋面平衡向上滑行，水汽充沛，因而产生广阔的云雨天气。云的排列，从冷锋向后分别为雨层云、高层云、卷层云和卷云。有连续性降水，有时也可出现积雨云和雷暴。急行冷锋由于移行快，坡度大，因而在锋面上形成强烈的积雨云、雷暴和阵性降水。这种冷锋的云雨区较窄，一般只有几十千米宽。

2. 暖锋天气

暖锋后的暖气团一方面向冷气团推进，同时又沿锋面上滑。暖锋坡度较小，一般小于 $1/100$ ，上升运动比较缓慢，云和降水的范围很宽广。锋面上形成的云有：卷云、卷层云、高层云和雨层云。云系的排列次序与缓行冷锋相反，有时也会出现积雨云、雷暴和阵性降水。

3. 准静止锋天气

其天气特征与缓行冷锋天气相似。不同的是，因坡度更小，约为 $1/250$ ，云降水区更宽广，又因为它在一地静止或来回摆动，因此往往阴雨天气比较持久。

在我国，冷锋全年都有，因此冷锋天气是主要天气系统之一。我国的冷锋大多来自俄罗斯、蒙古，冬季可影响到华南，夏季一般只到达黄河流域。暖锋在我国很少单独出现，大多伴随气旋出现。

气旋和反气旋

你一定见过水流中的各种旋涡吧！在大气中，也存在像水流中的各种旋涡。气旋和反气旋就是其中的大旋涡。

在北半球，低压区的气流作反时针方向旋转，称为反气旋。在南半球，恰好相反，气旋作顺时针旋转，反气旋作反时针旋转。

气旋的直径通常有 1000 千米，大的可达 2000~3000 千米，小的约几百千米。反气旋比气旋大得多，其直径通常为 1000~2000 千米，大的可以和最大的大陆或海洋相比，如冬季的西伯利亚反气旋，往往占据整个亚洲大陆面积的 $3/4$ ，夏季的太平洋副热带高压则占北太平洋的大部。

在气旋区域里，空气从四周汇合到中心，产生上升运动，称为气流的辐合上升。上升运动会使水汽凝结，形成云雨等天气现象，所以出现气旋一般是坏天气。在反气旋区域里，由于盛行下沉气流，下沉使空气增温，不利于兴云布雨，所以反气旋区域一般是晴朗少云的好天气。

按照气旋形成的地理位置，气旋可分为温带气旋和热带气旋。热带气旋中的强者为台风或飓风。温带气旋又可按其

有无锋面分为锋面气旋和无锋面气旋。反气旋主要分为温带反气旋和副热带反气旋。

温带气旋是大气中的一种风暴，它往往带来大雨、暴雨和大风。一个气旋经过，降下几十毫米或近百毫米的降水是常事，个别的可达 300~400 毫米。在我国出现的许多大雨或暴雨，常常是气旋光临所致。当然，气旋带来的大范围降雨、降雪并不一定是坏事，雨水可以蓄满水库，增加土壤水分，对农作物有利。

气旋带来的大风虽没有台风强，但也有 6~8 级风力，并且持续时间较长。在我国北方，大风会造成严重的风沙，这在春季尤为常见。

下面我们再看看反气旋情况。您在收听天气广播中，一定听到过“寒潮”“冷空气南下”等名词，那么这些名词的含义是什么呢？如前所述，反气旋有冷性反气旋和暖性反气旋之分，其中冷性反气旋就与“寒潮”“冷空气南下”有关。冷性反气旋大多从蒙古、西伯利亚进入我国，其中强大者，可影响到长江流域以南地区。当强大的冷性反气旋进入我国后，冷空气也随之南下，使所经之地出现降温、大风、阴雨天气。如果 24 小时内降温 10℃，最低气温在 5℃ 以上，就称为“寒潮”。寒潮天气的主要特点是剧烈降温、霜冻和大风，它是一种灾害性天气。

在我国，一年四季都有冷空气活动，其中以冬季最为频繁，其势力最强，影响范围也最大。

“马纬度”的传说与大气环流

400 多年之前，航海探险家麦哲伦带领船队穿越“麦哲

伦”海峡向太平洋驶去的时候，水手们都感到非常惊奇，在长达几个月的航程中，大海表现得非常顺从人意。开始，海上吹着东南风，把船队一直推向西行。后来东南风渐渐减弱了，大海变得从未有过的风平浪静。这使已经疲惫不堪的水手们无不惊喜地感叹，这真是“太平的海洋啊！”太平洋由此得名。

但是在靠风帆航行的时代，海洋上无风并不都是件好事。16 世纪初，欧洲一些国家曾组织船队装运马匹运往美洲大陆，因为美洲大陆在被发现前，那里没有马。从欧洲航行到美洲，要越过辽阔的大西洋，当船队沿着北纬 30° 附近的大西洋航行时，时常会遇到一点风都没有的海域，在那里大海像死一般的寂静。这时靠风推动的帆船只得停在那里，有时一停就十天半个月。

时间长了，马匹因吃不到青草、淡水而病倒、死亡。最后马都死光了，成批成批地扔到海里。这种情况在南纬 30° 附近的海面也曾发生过。于是，人们给这些区域起了一个比较古怪的名字：“马纬度”。那时的海员们一听到这个名字，都会面有惧色。

无论是麦哲伦还是贩运马匹的商人，当时他们并不知道为什么地球上有些地方老是吹东南风，而有的地方又总是连一丝风都没有？

现在，大气科学家已经给我们解开了这个谜。原来，这是由于大气环流所造成的。大气环流的存在使地球形成了一些固定风带。麦哲伦船队在通过太平洋时，开始遇到的是南半球的“东南信风带”，经过东南信风带后，便进入赤道无风

带，难怪会风平浪静。而“马纬度”所在，恰恰是南北半球的“副热带无风带”。

那么什么是大气环流呢？大气环流一般是指地球上大规模的空气流动，这种大规模空气流动的真实情况是非常复杂的。为了使读者对大气环流有所了解，在此介绍大气环流模式。

单圈模式。这是一种最简单的模式，它首先假定地球是不自转的，并且地球表现是均匀的。这时由于赤道地区受太阳影响气温升高，空气受热膨胀上升，使得赤道地区上空气压高于极地上空的气压，而大气总是从高压向低压处移动的。这样赤道上空的空气就向极地流动。

赤道上空因有空气流出，气柱质量减少，地面气压降低，形成气压，称为赤道低压。极地上空因热空气流入，再冷却下沉，地面气压升高，形成高压，称为极地高压。于是，在大气低层产生自极地流向赤道的气流，并又在赤道地区上升，补偿了赤道上空流走的空气。这样，就在赤道和极地之间形成了南北向的闭合环流，这种环流首先由英国科学家哈德莱于 1735 年提出，故又名哈德莱环流。

三圈模式。在地球自转的情况下空气流动情况又会怎样呢？空气由赤道上空流向极地时，起初因受水平地转偏向力的作用很小，空气基本上是顺着水平气压梯度力方向沿经圈运行，以后随着纬度的增加，水平地转偏向力逐渐增大，气流就逐渐向纬圈方向偏转，到了纬度 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 处，大气运行方向就基本和纬圈平行了。

当气流在纬度 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 上空转成纬向之后，源源不断

地从赤道上空流到这里来的空气就在此处堆放只下沉，使地面气压升高，形成高压，称为副热带高压。

副热带高压的下沉气流，在低层兵分两路：一条向南，一条向北。在北半球，向南流回赤道的气流向右偏转形成东北信风。相应地在南半球流回赤道的气流向左偏转，成为东南信风。这两股信风在赤道地区汇合上升，并在高空流向高纬度。

这样，在低纬度地区，南北半球各有一个环流圈存在，称为信风环流圈，又称哈德莱环流圈。由副热带高压流向高纬度的一支气流，在水平地转偏向力作用下，形成中纬度地区的偏西风，称为盛行西风带。在北极地区冷却下沉的气流，在地面向低纬方向流动，形成东北风，称为极地东风带。在南半球高纬地区形成东南风，也称为极地东风带。

由副热带带来的一支向北气流和由极地高压流出的一支向南气流在中纬度地区汇合上升，形成副极地低压，并构成极锋。副极地低压带上升的气流，在高空又分成两支，向北的一支流向高纬，向右偏转成为西南气流，冷却下沉，补偿极地下沉南流的空气，这样就在高纬地区形成一个闭合环流圈，称为极地环流圈。

向南的一支与低纬北流的空气相遇下沉，到地面分成南北分流，这样在信风环流圈和极地环流圈之间又构成了一个环流圈，称为中纬度环流圈。

由上可知，在具有均匀地表的自转地球上，在南北半球的近地面气层中出现了七个气压带和六个风带，这些风速通常称为行星风带。这些风带与高空气流结合起来，便构成了

地球上的大气环流。

第五节 美丽的大气现象

华盖

天空中有一层透光薄云，云中的水滴大小均匀，若是由冰晶组成的云则要求冰晶尺寸均匀。月光或阳光透射云层过程中，受到均匀云滴(水滴或冰晶)的衍射，结果会在月亮或太阳周围紧贴月盘或日盘形成内紫外红的彩环，称为华。

因日光太亮，人们不易观察到日华，月华则比较常见。紧贴月盘的华又称华盖，通常华盖的紫色不太显著故内环呈青蓝色，其外呈黄色为主，最外呈红色。有时在华盖外隔一暗圈后还会出现一个甚至几个彩色排序与华盖相同，但亮度弱得多的同心光环，称为副华。

虹和霓

历史上，曾经有人见过四条彩虹并列在空中奇景。

那是 1948 年 9 月 24 日今晚 6 时左右，在苏联列宁格勒的尼瓦河上空出现的。当时天空中是一片乌云，后来从海面上突然吹来了一阵充满水滴的风，一瞬间乌云下出现了太阳，整个天空中马上横贯一条光彩夺目的虹。同时，在它的不远上方生成了色彩倒排的双虹，这虹是由日光在尼瓦河上反射而形成的。

数分钟后，在主虹内侧直接相连处，生成了狭细的三虹，以后又出现了四虹，其宽度只有第一道虹的三分之一。彩色也大大减淡。最后两条虹最鲜艳部分是深红色带。四条虹在

天空中的时间约 15~20 分钟之久。

人们常见的是一条虹，偶而能见到两条虹并列悬挂在空中。含七种色光的太阳光线，射入大气中的水滴(雨滴或雾滴)，各种色光经历折射和反射后，可在雨幕或雾幕上形成彩色光弧环。当光弧环对观测者所张的角半径约 42° 。光环的彩色排序是内紫外红时，称为虹。

在虹的外面，有时还出现较虹弱的彩色光环，光环对观测者所张的角半径约为 52° ，彩色环的排序与虹相反即内红外紫，称为霓或副虹。

日月晕环

天空中有一层高云，阳光或月光透过云中的冰晶时发生折射和反射，便会在太阳或月亮周围产生彩色光环，光环彩色的排序是内红外紫。称这七色彩环为日晕或月晕，统称为晕。其中对观测者所张的角半径为 22° 的晕最为常见，称 22° 晕，偶尔也可看到角半径为 46° 的晕和其他形式的与晕相近的光弧。

由于有卷层云存在才出现晕，而卷层云常处在离锋面雨区数百千米的地方，随着锋面的推进，雨区不久可能移来，因此晕就往往成为阴雨天气的先兆。

霞光

日出前后和日落前后，天空的很大部分，特别是太阳附近的天空染上了颜色，当这部分天空有云朵时，云朵也染上了颜色，从地平线向上空，彩色的排序为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫，有时个别彩色可能不明显，但排序不变，这就

是朝晚霞。日出前后的叫朝霞，日落前后的叫晚霞。

霞是怎样形成的呢？实际上它和天空产生蔚蓝色的道理是一样的。都是由于空气分子的散射作用而造成的。只不过当日出和日落前后时，阳光通过厚厚的大气层，被大量的空气分子散射的结果。据计算，太阳在地平线上时所透过的大气层厚度为白天太阳当头时所透过的大气层的三十五倍。

由于阳光被大量空气分子所散射，紫色和蓝色的光就减弱得最多，到达地平线上空时已所剩无几了。余下的只是波长较长的黄、橙、红色光了。这些光线经地平线上空的空气分子和尘埃、水汽等杂质散射以后，那里的天空看起来也就带上了绮丽的色彩。空中的尘埃、水汽等杂质愈多时，这种色彩愈显著。如果有云，云块也会染上橙红艳丽的颜色。

另外，存在于大气中的水汽和灰尘是影响霞的样子的基本因素。大气中所含的水汽越多，霞的色彩越红。空气湿度的增加通常发生于坏天气的气旋逼近之前，因此当出现红色或橙色的鲜明的霞时，就可能预示着天气将变坏，当然也可能预示着降水的发生。

极光

极地上空常出现梦幻般的光芒，遥望夜空的极光，其形状象缓慢移动并且摇着的布幔，但近看这个布幔的构造时，可发现这其实是由东向西伸长的大量弧形光集合而成，波浪般的向西移动后再顺着地球磁极方向绕回来，最后光线聚集成混沌状态。

由布幔般的光帘和线条的正下方观看极光，则可看到“日冕型极光”。如果极光足够明亮，可以看到由空中四散的多彩

光卷成巨大旋涡的形状，至于产生旋涡状的原因尚待研究。

淡色的极光看起来是白色，逐渐明亮后才出现色彩，而淡绿色可以说是极光的特征，亮度增加时，下半部呈现明亮的绿色，上半部则可以看到淡红色。在极光最明亮、最活跃时，在绿色极光下方出现深红色宛如界线般地两种颜色轮廓分明。

极光的色彩变化速度非常快，而能形成明显色差的原因是极光是地球大气中多种原子和分子辐射出来的不连续波长的光，而非阳光似的连续波长的光。

看到极光的人都会被色彩鲜艳、时时刻刻变化多端的极光帘幕所吸引，通常极光是出现于离地面 100~200 千米的高空，这个区域属于高层大气领域。也可以说，极光是发生在太空空间与地球界面处最具魅力的物理现象。

太阳不断释放出大量电子和质子，我们称之为“太阳风”。极光就是太阳风对地球磁场及大气产生交互作用出现的现象。

太阳风通过太空空间到达地球，使地球磁场形成圆锥状的“地球磁力圈”，地球磁力圈拥有数千千米到数十万千米的广阔领域，可储存来自太阳风的能量。地球磁力圈的夜侧部分(背向太阳的一侧)象彗星一样拖着长长的尾巴，被称为“磁力圈尾”。位于磁力圈尾的电子会接受这种能量的一部分，并改变方向射入地球。

极光会根据射入地球的电子数目以及太阳风而发生变化，并使电子运送的能量大幅增加，由此引起“极光风暴”现象，而在此现象出现之时正是观测极光的最佳机会。太阳

活动是以 11 年为 1 个周期反复出现极大期和极小期，极光风暴较多发生于太阳活动很活跃的极大期中。太阳活动活跃的时期，小规模极光风暴是数星期出现 1 次，大规模者则数月出现 1 次。

射入地球的电子是顺着磁场被导引到两极，并与地球高层大气中的稀薄气体碰撞，大气中的气体分子或原子由此取得电子的部分能量因而产生分子分裂，或者形成不稳定而高能量的“激发态”。处于激发态的分子或原子会分别释放出特定颜色的光线之后回复到稳定状态，此时发出的光就是极光。其实这个机制是与电视机或电脑中的阴极射线管是同一原理，阴极射线管是将电子射进荧光物质中，改变其能量状态而使其放出光芒。

极光是由电子、质子或更大粒子相互碰撞后才会产生，但通常来自电子的机会较多。电子在离地面大约 100 千米高处就丧失大部分能量，因此在低于高度 100 千米处很少看到极光的踪迹。传闻极光曾在高度 90 千米的云层甚至高山地区出现，但那应该只是一种视觉上的错觉。

地球大气的组成使极光显现不同的色彩。亮绿、淡红色的极光，相互间具有明确界线，我们只有通过了解大气的组成，才可以了解到极光的颜色。

接近地表的大气中，大部分是氮分子(N_2)和氧分子(O_2)。但是在 100 千米以上高空，除了分子键结力较强的氮分子能保持分子状态之外，氧分子则被来自太阳的紫外线分解成氧原子(O)。因此，100 千米以外高层大气是以氮分子和氧原子为主要成分，不过 100 千米上下的高空是氮分子含量较高，

接近 200 千米的高空则氧原子含量较高。

电子撞上氧原子之后，氧原子即处于一种不稳定的激发态，并辐射出各种颜色的光，其中最明亮的是红色和绿色。

另一方面，氮分子与电子相撞也会出现不稳定的激发态，并辐射出红、蓝、紫等不同颜色的光。成为激发态的氮分子中，部分会与氧原子碰撞发生作用，促使氧原子变成能释放出绿色光的激发态。这个波长为 558 纳米(1 纳米= 10^{-9} 米)的被称为“极光绿线”的绿色光，占了极光中绿色成分的绝大部分。

但是由氧原子辐射出 630 纳米波长的红色光，被称为“极光红线”，只发生在较高位置处。这是因为在高度 150 千米以下，不稳定激发态的氧原子与氮原子相撞之后成为稳定状态。氧与氮之间如此的交互作用现象，会随高度变化而改变其元素的含量比率和状态等，因此造成不同颜色的极光。

具有极大能量的极光穿透进 100 千米以下时，氧原子就结合成氧分子，成为极光帘幕最下端处出现的红色部分，并且出现绿色光“追赶”红色光的场面，这是因为氧原子被激发到辐射出绿色光之间需要大约 1 秒钟，但氮分子是被激发后立即辐射出红色光的。

通常极光只出现于环绕地球磁极卵形区——“极光卵形地区”。极光卵形区的中心点不是磁极，而略偏向地球背面的一侧。活动较弱时，极光卵形区的直径约为 3000 千米左右。以北半球来讲，极光卵形区的范围包括围绕北磁的斯堪的那维亚半岛、西伯利亚北部、阿拉斯加、加拿大中央地区到格陵兰岛南部。

极光活动强烈时，极光卵形区的直径可以扩大到约4000—5000千米，其范围则包含了斯堪的那维亚半岛、西伯利亚中部、阿拉斯加到加拿大南部。1989年超大型极光风暴出现时，在日本北海道也看到极光现象，北半球最南端的观测纪录是1957年的墨西哥市(大约北纬20°)。

当然，南半球的极区也能观测到极光。由于南半球的陆地较少，大多是利用船只、飞机或南极大陆上的基地来观测。极光风暴发生时，在澳大利亚东南方的塔斯曼尼亚岛和新西兰南部也能看得到。

极光卵形区在接近午夜时会扩大到离磁极最远的地区。此外，极光最明亮时是出现在黄昏以后，因此观测极光的最佳时间是黄昏之后到午夜前，又长又暗的极光风暴大多出现在春分和秋分时期。

即使运用最新的照相技术和电视摄影机，仍然无法完全捕捉令人惊叹不已的壮丽的极光活动场面。希望直接观赏极光，只能像守株待兔般地等待下一次极光风暴，或是前往可定期性观测到极光的地方，也就是前往或北或南的极地，如斯堪的那维亚等高纬度的地区，以及亚洲靠近北纬70°附近的地方才能看得见。不过，在接近磁极附近就不需要刻意选择纬度太高的地方，因此加拿大中央地区大概是最佳的观测点之一。

观赏极光的另一个要点是要有“黑暗的天空”，而最重要的是远离都市去选择无“光害”环境。因为即使是壮丽无比的大型极光，和都市的灯光相比，仍显得较暗。在山顶上应该有足够的黑暗度可以看见极光。

但往返高处是很辛苦的，也许选择远离人烟的广阔平原或湖沼旁会比较妥当。如果可以观测到天河，对观测者而言就是一个环境幽暗、云层较少的观测景点。在高纬度地区，黑暗夜空往往是指冬季。

希望前往现场观测极光的人，必须准备充分的保暖衣服，并且不要忘记带手套，准备齐全后就只有祈福有幸观测到美丽极光了。

第六节 灾害天气

寒潮

寒潮带来的降温常造成很大损失。1983年3月31日至4月2日来了一次大寒潮，北京郊区菜苗严重遭受冻害，致使4月份蔬菜上市减少1000万公斤以上。寒潮引起的雪灾造成的损失就更大了。

雪灾对牧区危害最为严重。发生暴风雪时放牧在外的人和牧畜睁不开眼，辨不清方向。牧畜因受惊吓拢不住，被迫顺风奔跑，以至常常摔伤、冻伤、冻死。大风还常把高处和迎风坡的雪吹到低处和背风处，造成很深的积雪，雪深可达数丈。

雪灾堵塞道路，阻断交通，给人的生活造成困难，使牲畜无法觅食。如果雪灾与沙尘暴同时发生，损失就会更大。

2000年入冬以来，内蒙古中部和东部多次连续降雪，使19个旗县市发生以严重雪灾，受灾牧场近2000万公顷，受灾牲畜1619万多头，其中1.6万头死亡。受灾最重的是锡林

郭勒盟。这个冬天的降雪量并不是历史上最多的一年，但因2000年夏天该盟遭受了有史以来最为严重的旱灾，已造成粮食、经济作物和饲料大量减产。紧接着雪灾和沙尘暴又不期而至，造成干旱、雪灾、沙尘暴三者夹攻，损失顿时翻番。有人称这几种灾害同时或相继发生的现象为灾害的群发性，又称为灾害链。这种现象值得重视。

雪多了还会影响民航、公路交通和人们出行。高山的雪会产生雪崩，危及登山者的安全。

寒潮是一种灾害性天气，这看来已经是铁板钉钉了。可是，您可曾知道，现在被人们口诛笔伐的全球增暖主要发生在冬天。看来，寒潮减少和强度减弱对这个弊多利少的怪物的产生是脱不了干系的。这就是说，寒潮其实是一把双刃剑，寒潮减少，害虫撒欢。所以说，理想的冬天应当是寒潮不多不少、不强不弱的中庸的冬天。

旱涝灾害

《大气科学辞典》中对干旱的解释是“长期无雨或少雨，使土壤水分不足，作物水分平衡遭受破坏而减产的农业气象灾害”。对洪水的解释是“河流、海洋、湖泊或其他水体上涨超过正常界限，威胁有关地区的安全，甚至造成灾害的水流”。对涝灾的解释是“长期阴雨或暴雨，在地势低洼、地形闭塞的地区，雨水不能迅速宣泄造成农田积水或土壤水分过度饱和所形成的灾害。”人们经常所说的洪涝，实际上是包括洪水和涝灾两者的。

我们为什么要在这里不厌其烦地引用词典的词条呢？因为气象工作者经常使用干旱和洪涝这些词汇，但在他们使用

这些词汇的时候，他们的潜台词和上面引用词典词条并不完全一致，这就造成了一些误解，有时也产生一些误导。

我们将较为详细地谈谈历史旱涝资料的整理问题，现在简单地讲一下旱涝等级是如何确定的。旱涝等级是用来表示旱涝的程度的，在有降水量资料时，主要按实测降水量确定，在没有降水量资料时，依据史料记载评定。由此可见，依据史料记载评定旱涝等级时，强调的是灾害；依据降水量资料评定旱涝等级时，强调的是实测降水量。

《大气科学辞典》中是怎么说的呢？雨多了，地淹了，遭灾了，叫涝。雨水少，地干了，遭灾了，叫旱。也就是说，雨量异常，造成灾害，叫旱涝。也就是说，对旱涝的定义是兼顾雨量和灾害二者的，并以灾害为落脚点。

而许多气象工作者和气象预报报告在使用干旱和洪涝这些词汇时，他们的潜台词际上说的是雨量异常。因为灾害是由多种因素造成的，评估起来相当困难，多数气象工作者鞭长莫及。

雨量异常和灾害有联系，但不一定等同。比如说，尽管雨量异常，但防灾和抗灾能力强，灾害就轻；否则，灾害就重。同样的雨量异常，发生在经济发达和人口稠密的地区，灾害就重，发生在经济欠发达和人口稀少的地区，灾害就轻。

所谓雨量异常，通常是用一个季度的雨量计算的。有些年份降水集中在某一个月甚至几天之内，马上造成灾害，而季度的雨量不一定有很大异常。

另一些年份降水较为均匀，尽管雨日较多，季度雨量大，也可能不遭灾。就是说，同样的季度雨量异常，对同一个地

方造成的灾害可能很不一样。有时季度雨量正常，但一个月雨量特少，造成干旱。另一个月雨量特多，造成洪涝。这样，就会出现这样的情况：老百姓说灾害很大，气象台说雨量没有异常。

老天下雨是不听人的指挥的。有时候在雨季经常哩哩啦啦地下，造成洪涝。有时候，老天爷发脾气，一场雨下个几百毫米甚至千把毫米，这一下就把一年甚至几年的雨下下来了。这当然形成洪涝甚至更大的洪涝。

干旱呢？有春旱，有夏旱，有春夏连旱，有夏秋连旱，有春夏秋连旱。这些不同的旱涝表现在降雨量上有时是一样的，但它们的形成过程是不同的。

干旱的问题就更复杂。按词典定义，干旱是指降水少土壤干，粮食减产。土壤的干湿与底墒有很大关系，若前期土壤含水量大，底墒足，即使一段时间降水少，土壤还可以抵挡一阵子，不至于造成减产。

一句话，气象工作者常说的干旱和洪涝实际上是一个时期（至少一个季度）的雨量异常，不可与旱涝灾害等同。

灾害是由多种因素造成的，很难评估。实际上，灾害学是一个专门的学科，它是由气象学、水文学、农学、建筑学等自然科学和经济学、社会学等社会科学的交叉形成折学科，不是气象学家一家可以干得了的，也不是可以随便客串的。

但是，雨量异常是形成旱涝灾害的重要原因，有时甚至是第一位的原因，对它进行专门的研究，并用雨量异常作为旱涝灾害的一种度量，不仅非常有用，而且在一定程度上是比较可行的。

1998 年长江流域大部分地区降水距平百分率超过 50%（就是超过年平均降水量的一半），有些地区超过 100%（即超过一倍）。由此可见，降水量大是造成 1998 年长江流域洪涝的首要因素。

所以，用雨量异常作为旱涝灾害的一种度量是一个有用的方法。只要在使用依据降水量资料评定旱涝等级时，不要把它与旱涝灾害完全等同就可以了。

1. 旱涝灾害损失大

1998 年夏季长江、嫩江、松花江流域等地发生严重洪涝，全国受害面积 2578 万公顷，其中遭灾 1585 万公顷。受灾人口 2.3 亿，死亡 3600 多人，直接经济损失 2484 亿元。也就是说，12 亿多中国人，不分男女老幼，每个人都有 200 多元钱掉到了水里。

类似的洪涝，以前有过吗？有过的。1991 年长江中下游洪涝，仅安徽、江苏两省，就有受灾耕地 1.5 亿亩，死亡 1163 人，直接经济损失 484 亿元。1954 年夏季长江流域的洪涝，造成决口 60 余处，京广铁路中断 100 多天，受灾农田 4755 万亩。灾民 1888 万人，死亡 3.5 万人。1935 年汉江中下游及洞庭湖水系的澧水下游同时发生水灾，受灾农田 2264 万亩。灾民 1000 万人，死亡 14 万人。近百年来长江流域出现大洪水的年份还有 1905 年、1931 年、1949 年。

长江水患严重，黄河呢？1919~1938 年的 20 年间，黄河共决口 14 次，直接经济损失约银洋 1000 亿元。1933 年黄河洪水造成决口 54 处，淹没 30 余县，灾民 364 万人，死亡 1.8 万人，直接经济损失约银洋 2.3 亿元。1935 年黄河决口 6 次，

淹没 27 县，灾民 314 万人，直接损失约银洋 1.95 亿元。1938 年黄河大水，蒋介石命令在郑州花园口扒堤决口，致使 1025 万人受灾，89 万人被淹死，直接经济损失约银洋 9.5 亿元。

据统计，1950~1986 年的 37 年间，全国水灾面积超过 1 亿亩的就有 19 年。每年直接经济损失 1500~2000 亿元。

旱涝灾害是自古就有的。据历史资料，公元前 206~1949 年的 2155 年间，我国共发生较大水灾 1092 次，平均每 2 年就发生一次，其中死亡人数超过万人的 1900 年以来就有 13 次之多。

说了水灾再说旱灾。全国各地都可能发生干旱，平均每年受旱面积达到 3 亿亩。在严重干旱的 1972 年，受旱面积 4.5 亿亩，占我国耕地面积 1/4。造成粮食减产 39 亿公斤。实际上，干旱灾害往往面积大，损失更加严重。根据统计，一般年份，气象灾害损失占国内生产总值 3%~6%，其中洪涝占 27.5%，干旱占 50%。

因此，有人把干旱称为慢性灾害，它就像慢性病一样，长期折磨人类。干旱发生时，大地龟裂，禾苗枯死，甚至人畜饮水发生困难。1950~1986 年，全国平均每年受旱面积 3 亿亩，其中遭灾 1.1 亿亩。干旱严重的 1959~1961 年受旱面积 6 亿亩，遭灾 2.7 亿亩。每年由于缺水造成的经济损失为 2000 亿元。水淹一条线，干旱一大片。旱灾的损失总体上是超过水灾的。

据统计，公元前 206~1949 年间，我国共发生旱灾 1056 次。乾隆年间北京曾有过连续 20 年（1741~1760）干旱，其中有 6 年大旱。1646~1649 年间四川连续 4 年大旱，出现“全

蜀大饥人相食”的惨象。最严重的大旱灾发生在明崇祯年间，1637~1643 年连续 7 年大旱。农民没有吃的，于是在李自成领导下造反，攻进北京，崇祯皇帝一看大势已去，匆忙逃到煤山上吊，明朝就灭亡了。

在四川大旱的同时，山西、陕西、河南、山东一带洪涝频繁。山东临沂 1646~1652 年间连续 7 年大涝。1662 年暴雨续 17 天，黄河发大水，淮河、海河、长江中游也未能幸免。1870 年长江流域、华北大部发生大洪水。1931 年长江流域、华北东部也发生过大洪水。

20 世纪的前 50 年间，共发生死亡逾万人的特大旱灾 11 次。1928~1930 年间陕西省的大旱造成严重饥荒，饿死灾民 250 万人，1942~1943 年间河南省的大旱，死亡 300 万人。陕甘一带老一代人提起民国十八年（1929 年）的大旱，仍心有余悸，并把这种惨痛经历传给后世。现在年过花甲的人，就是儿时从父辈口中知道民国十八年的大旱的。老一代告诉他们，天旱，没有粮食，灾民饿急了，看有人手里拿着馒头，便一把抢过来，往阴沟里一塞，别人没法吃了，灾民便拿起来吃。

干旱造成我国水资源的严重短缺。请看：我国多年平均总降水量 6.19 万亿立方米，总径流量 2.71 万亿立方米，地下水资源 0.83 万亿立方米，居世界第 6 位。世界人均水资源量为 7432 立方米。而我国人均水资源量仅 2300 立方米，大大低于世界人均水资源量，排在世界第 100 位之后。

顺便提一下，我国水资源的严重短缺是事实，但水利部专家指出，近来新闻媒介经常提到我国已被联合国列为 13

个贫水国之一的说法是不准确的，因为联合国的一些人在研究贫水国问题时，并没有对世界上所有国家的水资源状况进行全面分析。

即使这有限的水资源量，分布还极不均匀。长江流域及其以南河流的径流量占全国的 80%，耕地面积不到全国的 40%。而黄河、淮河、海河三大流域和西北内陆的面积占全国的 50%，耕地面积占全国的 45%，而水资源量只有全国的 12%。

目前我国农业年缺水 300 亿立方米，工业和城市年缺水 60 亿立方米。我国华北地区是水资源严重匮乏的地区之一。以北京为例，人均水资源量不足 300 立方米，为全国的 1/8，世界的 1/30，远低于国际公认的人均 1000 立方米的缺水下限。我国城市的缺水现象非常严重，全国 670 座城市中，有 400 座缺水，108 座严重缺水。

地上水不够用，于是人们把目光盯向地下水。但是，地下水并不是取之不尽，用之不竭的，用多了水位就会下降，就会出现地下水漏斗，出现地面沉降。

举例说，北京 1999 年一年地下水水位下降了 2 米。河北省境内有 20 多个漏斗区，加上北京和天津，影响范围达 5 万平方千米。沧州市中心地面整体沉降 1.68 米。地面沉降还引发了一系列环境问题，如铁路路基、建筑物、地下管道下沉、开裂，机井报废，海水倒灌。华北 49 个县市地面裂缝达到 400 多条。河北省每年有 4 万多眼机井报废。秦皇岛市海水倒灌面积达 55 平方千米。

2. 旱涝灾害从何来

雨少了旱，雨多了涝。这样说对吗？对，但不完全对。旱涝是一种灾害，它是由多种因素造成的。当然，引起旱涝的第一个因素是降雨。

以 1998 年夏季长江流域的严重洪涝灾害为例，当年长江流域大部分地区频降大雨、暴雨和大暴雨，局部地区降特大暴雨，沿江及江南部分地区降水量比常年多 0.6~1.5 倍。有人计算了一下，用长江流域 35 个气象站降水总量代表长江流域降水量则在 1951~1988 年中 1954 年排名第一，1998 年排名第二。这就是说，单纯从降水量看，1998 年夏季长江流域的洪涝比起 1954 年来只能屈居第二。

大量的雨下到地上，进入江河，就要形成洪峰。如果水流量过大，江河装不下，引起决口，将造成重大损失。为了避免决口，就需要人力物力，加高加固堤防，也将造成财力损失。从洪峰流量来看：经过宜昌的洪峰流量（它在一定程度上可以代表长江上游洪水的情况）1882 年以来的历史最高记录发生在 1896 年，为 $71100 \text{ 米}^3/\text{秒}$ 。而 1998 年为 $63600 \text{ 米}^3/\text{秒}$ 的记录。由此看来，无论是降水量还是洪峰流量，1998 年都比不过 1954 年。

但是，1998 年发生了八次洪峰，次数多于 1954 年。再加上长江大部分江段，水位都超过 1954 年，也超过历史最高水位，而且维持了一个多月，这就造成了极大的威胁。

1998 年洪峰次数多于 1954 年的原因之一是暴雨频繁。8 月过后，虽然长江下游降雨强度有所减弱，但长江上游、汉水、清江等支流和洞庭湖的沅水、澧水流域又多次降大雨、暴雨和大暴雨，这样多暴雨轮轰炸，降水不断向长江干流汇

集，必然多次出现洪峰。

但是，单是雨情和水情还不足以产生如此多而又高的洪峰。这又是为什么呢？

原来，同 20 世纪 50 年代相比，长江流域的生态环境遭到了很大的破坏。长江流域已经失去 85% 的森林植被。每年排入长江的泥沙量为 6.8 亿吨，相当于尼罗河、亚马逊河的泥沙总和。泥沙多了，同样多的水形成的水位当然就高了。

“千湖之省”的湖北省，建国初期有 1066 个湖泊，现在只有 83 个。太湖流域也有 165 个湖泊消失。长江中下游的湖泊面积，20 世纪 50 年代为 17200 平方千米，而 1983 年仅剩下 6531 平方千米。洞庭湖的面积，20 世纪 50 年代为 4400 平方千米，而 20 世纪 90 年代只有 2840 平方千米了，鄱阳湖的面积也大大减少了。这是多年来围湖造田造成的。

就全国而言，现在平均每年减少天然湖泊 20 个。湖泊本来是大自然赐给我们的天然水库，而我们却把它们给填了。许多天然水库还装不下，那大水只好找我们人类的麻烦了。千万别看不起那些不起眼的中小湖泊。单个湖泊当然不算大，但它们数量惊人，加在一起装的水比洞庭湖和鄱阳湖多得多。人们为了眼前的利益围湖造田，把湖泊填了，一时多打了点粮食，洪水一来，又只好把整袋的粮食扔进水里去堵口子，你说这有多蠢！

在长江上游，原来森林很多，但现在许多森林已给靠山吃山的人伐掉了。例如，四川森林覆盖率在 20 世纪 50 年代为 20%，20 世纪 70 年代就有 12% 了。

有人估计，即使从现在起停止砍伐，至少需 10 年才能恢

复到 20 世纪 50 年代的水平。森林少了，有了水存不住，一口气就跑到下游去祸害人了。

森林少了，山头光秃秃的，水一下子就把石头冲下来了，这就叫泥石流。四川发生泥石流的县的数目，20 世纪 50 年代每年有 16 个，20 世纪 80 年代增加到 135 个。由此看来，泥石流的若干损失也应该记到水灾身上，不过这只能怪我们人类自己。

还有一些损失，也不能怪大自然。比如说，当年修了水利工程，人们以为从此万事大吉，不再好好保养，时间一长变得千疮百孔，大水一来就垮了，更不要说那些豆腐渣工程了。在修水利工程的时候，本来留了分洪区，准备大水时放水，在河滩上也留了存水的地方。可是大水不一定年年来，人们就各显神通，在这些地方盖房建工厂，追求“经济效益”。等到大水来了，它就对人不客气了，就要制造经济损失了。

任何人办事情都要考虑给对方留出路，人们与水打交道也应当这样。太湖流域，20 世纪 50 年代有出水港汊 208 个，太湖水多了就从这些洪汊流走了。到了 20 世纪 90 年代，这种港汊只剩下 103 个，太湖涨了水，出不去，逼得它向湖边的人们报复了。

洪涝是这样，干旱又如何呢？自然降水的减少当然是形成干旱的一个重要原因。但是，伐掉了森林，即使下点雨也存不住了，干旱当然要加剧，沙漠化的危险也就加大了。原来“天苍苍，地茫茫，风吹草低见牛羊”的呼伦贝尔大草原、科尔沁大草原，很多地方由于人类过度放牧，已经面目全非了。呈现在人们面前的已经是塔敏查干沙漠了。“塔敏查干”

在蒙古语中是地狱的意思。昔日的乐园变成今日的地狱了。多么可怕！

以前，一提到水土流失，人们就想到黄土高原。一谈起东北，就想到神奇的黑土地。在那里“春种一粒籽，秋收万斗粟，棒打狍子瓢舀鱼，野鸡飞进汤锅里”。如今，水土流失的厄运也落到黑土地上了。黑土区水土流失面积已达到 4.47 万平方千米，占黑土区总面积 37.9%。在“三北”防护林最东端的黑龙江宾县，水土流失形成的侵蚀沟就有 4000 多条，已经吞噬了上万亩黑土地。农业专家警告说，如果不加治理，50 年后东北人引以自豪的黑土地将不复存在。

我们说了这么一大堆，是要说明什么问题呢？我们是想说，降水太多或太少当然是形成旱涝的一个重要的原因，但是乱砍滥伐破坏植被，围湖造田消灭港汊，水利工程维修欠佳，分洪土地私搭乱建，破坏草原过度放牧等一系列违反自然规律的人类活动，很大程度上加剧了旱涝的损失。

3. 全面地看待旱涝

旱涝灾害给我们造成如此惨重的损失，那旱涝是否就是一无是处呢？不能这么说。我们在前面讲的都是旱涝的罪过，现在我们就来给旱涝摆摆功。我们这里所说的旱涝，是指气象学家所讲的旱涝，也就是雨量异常。

雨多了，可以存在水库里。水库里的水多了，就可以多发电。有了电，许多事就都好办了。大家放手用电，生产大发展，生活大改善。促进了消费，国民经济可以更快地发展。电是清洁能源，多用电，少烧煤和天然气，蓝天就会多起来。多发水电，就可以少发火电，不仅降低了成本，还减少了火

电厂的环境染污。

水库里的水多了，遇到干旱，可以放水，保证正常工农业用水、人民生活用水和生态用水。所谓生态用水，就是保证河道正常生态环境所需的水。例如，2000 年黄河在大旱之年没有断流，除加强水资源科学管理的因素外，小浪底水库放水功不可没。

2009 年三峡工程建成以后，三峡水电站总装机容量达到 1820 万千瓦，年发电量 847 亿千瓦小时。三峡水电站发完电后，下游的葛洲坝电站还可以再发一次电，因此年总发电量将达到 1050 亿度。以每度电 0.1 元计，则年电力产值为 105 亿元。若每度电创 5 元工农业产值，则可国家增创产值 525 亿元。若人均产值 1 万元，就可以安排 525 万人就业。

现在，从重庆到宜昌，660 千米江段落差 120 米，有险滩 139 处，单向航段 46 处，重载货轮需牵引力才能航行的有 25 处，年单向航行能力不足 1000 万吨。三峡工程建成后，将淹没所有险滩、单向航段和需牵引航行段，江面扩宽至 1100 米，万吨级船队自由来往，降低成本 37%，年单向航运能力超过如 5000 万吨。

同时库区形成 1150 平方千米水面，除航道外尚有近 700 平方千米水面，流速变缓，水变清、变肥，水表层变暖，可以用来大养虾、贝、鱼、鹅、鸭、鳖等等。这是一幅多么美丽的图画啊！

然而，这个美丽蓝图的实现有一个前提，就是长江里有足够的水。如果下雨太小，水不够，就没戏了。倘若雨量丰沛，这一切都不难实现。三峡水库是一个坝高 181 米，正常

蓄水时水位高 175 米，总库容 393 亿立方米的超级水库。不怕吃不了，就怕吃不饱。对雨水是来者不拒，多多益善。三峡水库能在百年一遇的洪水时确保中下游安全，即使遇到千年一遇洪水，也可采取分洪措施，减少中下游损失。

干旱是不是就光有罪呢？也不是。干旱时，晴天多，光热资源丰富，可以利用更多的太阳能。再说，盐场最害怕阴雨，最喜欢晴天。一下雨就晒不成盐了，说不定还要把已经晒好的盐冲走，把已经较浓的盐液冲淡。晴天呢，当然是多多益善，最好永远不下雨。因此，当然是越旱越好。

由此可见，不仅气象学家所讲的雨量异常有过也有功，即使是灾害学家所讲的旱涝也不是对所有行当都是坏事。实际上，面对旱涝，是一个几家欢乐几家愁的问题。

第七节 沙尘天气

沙尘暴这东西，以前大多数人不大注意。即使发生，过去人们不像现在这样重视生活质量，因而印象不深。现在生活好了，要求高了，沙尘暴一来大家就叫起来了，似乎以前不曾有过沙尘暴。一查气象书，原来在 30 多种天气现象中，沙尘暴也是一名正式成员。浮尘、扬沙和沙尘暴是难兄难弟。

沙尘天气分类

1. 浮尘

发生浮尘时本地风虽然不大，但尘土、细沙（颗粒直径 < 0.001 毫米 = 均匀地浮游在空中，使水平能见度小于 10 千米，垂直能见度也较差。

2. 扬沙

大风将地面尘沙（颗粒直径 0.001~0.05 毫米）吹起，使空气相当混浊，水平能见度在 1 千米至 10 千米之间。

3. 沙尘暴

强风将地面大量的尘沙（颗粒直径 > 0.05 毫米）吹起，使空气非常混浊，水平能见度小于 1 千米。发生强沙尘暴时，水平能见度小于 500 米。强沙尘暴最为暴戾，当然一般的沙尘暴也不是一盏省油的灯。沙尘暴又可分为沙暴和尘暴。沙暴以细沙、粉沙的飞扬为特征，尘暴以尘埃的飞扬为特征。

现在，新闻媒体上所说的沙尘暴，其实有时是扬沙。因为人被沙尘暴吓搞怕了，一见扬沙就以为沙尘暴又来了，其实是冤枉了老天爷。

4. 霾

2001 年 1 月 3 日 14 时南京的天空变得浑浊发黄，大量的细微颗粒、烟尘旋浮在大气中。于是有人说南京也遭到了沙尘暴袭击。可是气象台却在报纸上说，不对，南京出现的不是沙尘暴，而是霾。

大量极细微的尘粒、烟粒、盐粒等均匀地浮游在空中，使水平能见度小于 10 千米。实际上，霾是不应与沙尘暴们为伍的，因为它们不是一路货。霾常常形成在湿空气中，不像沙尘暴和它的难兄难弟总是干巴巴的。

气象学中风速在 8 级（相当于 19 米/秒）以上称为大风。突然发作持续时间较短的强风则称为飑。

受人关注的沙尘暴

2000 年，我国发生了 12 次沙尘暴。沙尘暴一来，天昏

地暗，飞沙走石，有时连几百米内的房屋和树木都看不清楚，严重影响人们的出行。沙尘暴破坏农田、牧草和水利设施，掩埋道路，阻断交通。沙尘暴还能使沙漠扩大。

2002 年春的沙尘影响到 18 个省、市、自治区，总面积超过 200 万平方公里，占国土面积的五分之一还多，这种恶劣天气发生时间之早、频率之高、范围之广、强度之大，都是近 50 年来所罕见，引起社会广泛关注。

内蒙古阿拉善盟发生沙尘暴时，瞬间风速 12 级，狂风大作，天昏地暗，满耳都是类似地震的轰隆轰隆声，风把沙子、尘埃和动物的粪便搅在一起，行人睁不开眼睛，呼吸困难，嗓子干呛。行驶在路上的汽车扒着不敢动，风沙把车漆都打掉了。

1993 年 4 月 19 日至 5 月 8 日，甘肃、宁夏、陕西、内蒙古等省区发生强沙尘暴。5 月 5 日下午碧蓝的天空突然变色，黑霾墙高度 300~400 米，最高 700 米，瞬时风速达到 34 米/秒（12 级），能见度 0~100 米。顷刻间天昏地暗，飞沙走石，一切都被淹没在滚滚黑风之中。

这次沙尘暴横扫四省区 72 县 100 多万平方千米，造成 85 人死亡，31 人失踪，200 多人受伤，丢失伤亡牲畜 6 万多头，30 多万公顷农田受灾。遭灾严重的甘肃河西走廊局部农田风蚀深度达 10~15 厘米，被风吹走土量平均近 3150 米³/公顷，1 万多公顷林果受灾，11 万株防护林及用材林被连根拔起或折断，直接经济损失 2.36 亿元。

2002 年 3 月 19 日，中央气象台发布了今年第一次强沙尘暴警报，称华北中部、包括北京地区将出现扬沙或浮尘天

气。果不其然，恼人的沙尘暴“如期而至”。

从3月18日下午5时到21日上午9时，新疆、青海、甘肃、内蒙古、宁夏、陕西、山西、河北、北京、天津、辽宁、吉林、黑龙江以及山东、河南、湖北、湖南西北部、四川东部等地的部分地区先后出现了大范围沙尘天气，其中内蒙古、甘肃中部、宁夏北部、河北北部、北京、吉林西北部等地出现了强沙尘暴。其中，甘肃鼎新、内蒙古乌拉特后旗能见度曾经为零。

中央气象台这次预报的沙尘天气，时间早，时效长，预报落区比较准确，特别是沙尘暴、强沙尘的落区和出现的时段比较准确，尤其是对发生在北京地区的强沙尘天气过程第一次作出了准确的预报。漫天的沙尘也再次敲响环境保护的警钟。

我国的沙尘暴是大风把北方沙漠地区的沙土吹到受害地区造成的。据一位常年追踪沙尘暴的摄影家考证，风沙有黄、黑、白三种颜色，黄风来自腾格里、巴丹吉林、毛乌素沙漠，黑风是居延海和戈壁滩上的沉淀物、牲畜粪便、城市废弃物，白风来自东西居延海的盐湖海。由于我国北方植被破坏，使沙漠扩大南移，西部地区本来就水源缺少，蒸发强烈，再加上人们大量拦截入湖水流，使一批烟波浩淼的大湖相继消亡，湖水逐渐向盐湖、干盐湖方向发展。

闻名中外的罗布泊早已名存实亡，东、西居延海、艾丁湖等也已是一片荒漠。居延海地表70%是直径小于0.063毫米的粉尘。甘肃民勤的梭梭林1992年还很茂密，如今三分之一已经死亡了。新疆准噶尔盆地西部的玛纳斯湖，原来面积

577.8 平方千米，由于近年来不断引水灌溉，造成无水入湖，湖体及周围盐沼及草甸完全干涸成盐地与荒漠。地处额济纳绿洲的天鹅湖，1992 年还是碧波荡漾，如今不但干涸无水，湖盆还满是 1 米以下的沙丘。沙漠扩大，沙尘暴必然大量增加。

据报导，2000 年北京出现的沙尘暴 80% 的沙土来自内蒙古赤峰地区，20% 来自本地，因此也不要将沙尘暴灾害的账都算到北方沙漠地区的头上，本地也应当检讨自己制造沙尘的行为。

沙尘暴有时可以波及很远的地方。例如，我国 1998 年 4 月 15~20 日的沙尘暴，飞离我国后先向东北越过阿留申半岛和阿拉斯加，然后向南进入美国加利福尼亚和洛基山北部。沙尘在空中形成的“沙云”，使号称“阳光之州”的加利福尼亚在 4 月 25~28 日 4 天暗无天日。2002 年的沙尘暴，掠过了朝鲜半岛和日本海，甚至落到了美洲大陆。

沙尘暴灾害近年来日益严重。强沙尘暴天气，20 世纪 50 年代发生 5 次，60 年代 8 次，70 年代 13 次，80 年代 14 次，90 年代猛增到 23 次。

沙尘暴并不是我国的特产。全世界有四大沙尘暴区，这就是中亚、北美、中非和澳大利亚。中亚沙尘暴区包括前苏联中亚部分、蒙古和我国北方的干旱、半干旱地区。我国的沙尘暴源地有：河西走廊、内蒙古阿拉善盟地区、陕西、山西、宁夏长城沿线沙地、沙荒土旱作农业区，北京北部、东部的浑善达克、呼伦贝尔、科尔沁沙地及新疆塔里木盆地边缘。

美国南部的平原是最好的农业区。1931年，美国其他地区都处于经济大萧条中，而南方的麦田却获得了破记录的大丰收。于是成千上万的人来到这里，数百万平方千米的土地被开垦出来。在炎热干燥的日子里，旋风经常从田野上掠过，但是人们陶醉在丰收的喜悦里，谁也没有在意。说明迟，那时快，大风突至，一场灾难降临了。风沙在裸露的土地上肆虐。平原大约需要100年才能积起的3厘米表层土在几分钟内被吹得一干二净。

1962年3月下旬一天的夜晚，苏联欧洲地区曾下过一片片黄而略带淡红色的雪花，好像地上铺了一层美丽的地毯，于是人们把它叫做黄雪。后经调查，才知道是3月21日大风把北非沙漠里的沙尘大量带到空中，漂到东欧时遇上大雪，于是雪花夹着沙尘一起造访了苏联欧洲地区。原来美丽的地毯不是给人们来造福的，就像美貌的女妖会祸害人一样。如果雪中夹了某些藻类的红色微粒和红色尘土，那就是红雪了。红雪当然也是一种妖魔。

我国土地沙化严重

中国土地沙化非常严重，每年扩展2460平方公里，相当于一个中等县的面积。中国沙化土地面积已达169万平方公里，据测算，每年沙化损失高达540亿元人民币。中国现在并未遏制住沙进人退的现象，防沙治沙工作还是呈局部治理、总体恶化，治理速度赶不上恶化的趋势。

在沙区，晚上睡在屋子里第二天醒来睁眼一瞧，已陷入茫茫沙漠之中而沦为生态难民，这并非危言耸听，这一现象在中国沙区个别地方甚至更加严重。

过度放牧使生态环境遭到破坏，在沙漠边缘盲目开垦，是土地沙化、沙漠扩大的重要因素。对水资源利用不合理，上游用水过多，中下游水量不足，会使沙化发展。对土壤不合理开垦，不合理采樵，过量挖药材（干草、麻黄等），不加保护地进行交通、工矿和居民点建设都会破坏地表结皮，使地表裸露，降低土壤的稳定度，给风力侵蚀和沙尘暴创造条件。

治理沙漠是一个复杂的问题。有人认为，既然沙漠植被已遭破坏，再种上树不就得了！事实并非如此简单。森林可以涵养水分，改善环境。然而，如欲取之，必先与之。要让种下的树给人们保存水分，首先要给树苗必要的水分。因此，有人把一棵棵树形容为一架架抽水机，非常贴切而又形象。可是，现在许多沙漠地区连树苗要喝的这一点水也没有了。怎么办？有的专家建议，先种草固沙，改善环境，再在条件具备时种树，从根本上治理沙漠。

在人们利用土地时，不能急功近利，让土地不堪重负。而应当手下留情，让土地合理负担，有歇有缓，永葆青春。这样才能使土壤能抗风蚀，而把沙尘暴消灭在摇篮里。

农业部门的研究结果告诉我们，沙尘暴的一部分来自农田，因此要治理少尘暴还需要改进农耕制度。由此可见，不能把发生沙尘暴的责任全推在沙漠身上。同时也说明，要治理沙尘暴，单打一是不行的。

沙尘暴除了经常造成灾害之外，还做过什么好事吗？

可能做过。有科学家说，沙尘暴在漂洋过海到达异国他乡之后，火暴的脾气改了很多，大个的沙粒一路掉队，剩下

的细沙仍在漂浮。空中的水汽很喜欢这些远道而来的客人。于是水汽和细沙抱成团，变成水滴。这些水滴快速成长起来，降到地下。因此，科学家说远道而来的沙尘暴可以给当地带来降水。再说，沙漠旅游的兴起也从另一面说明沙漠不是一无是处的。

既然科学家能为沙尘暴说公道话，别的“灾害性天气”有没有这种好运呢？会有的。科学家是靠证据说话的，一些长期以来被人们骂得狗血喷头的“灾害性天气”，也有可能在将来的某一天重见天日，得到科学家公正的评价。

第八节 全球变暖

冰山融化，海平面升高

1912年，一艘叫做“泰坦尼克号”的轮船撞上了冰山，酿成了巨大的海难。若干年后，一部名为《冰海沉船》的电影，再现了这一历史悲剧。前些年，一部叫做《泰坦尼克号》的影片，又一次使这一事件受到世人注目。影片放过不久，有人宣布要再建一艘“泰坦尼克号”。现在我们要问，新的“泰坦尼克号”还会撞上冰山吗？

据外电报道，有世界知名气象学家的报告称，100年后大气中二氧化碳的浓度，将达到现在的5倍，由此引起地球温度升高，将把冰山融化，从而使海平面升高淹没许多城市。若果真如此，新的“泰坦尼克号”就可以无忧无虑地在大海上游弋了。现在我们就来谈谈这个问题。

在约一万八千年前的冰期向约一万年前的后冰期过渡期

间，由于覆盖北美大陆、斯堪的纳维亚半岛和西伯利亚等地的大陆冰盖的融化，海平面已经升高了 100 米以上。如果现在覆盖南极大陆和格陵兰的冰盖全部融化的话，可使海平面再升高 60 多米。由于全球变暖，这些冰盖究竟如何变化，是一个非常受人关注的问题。特别令人担心的是西南极的冰盖会不会崩溃。

南极大陆分东西两部分。位于罗斯海和威德尔海连线东侧的横贯南极的山脉以东是东南极，以西是西南极。东南极大陆基岩几乎都在海面之上，而在西南极，基岩的大部分在海面之下。

这就是说，冰盖是悬在海水上的。这种悬在水上的冰盖是靠什么支撑的呢？是由从大陆一直伸到海里的陆缘冰即冰架支撑着的。这种冰架是一种像棚子那样覆盖在海上的厚冰，冰盖就搁在这个“棚子”上。

全球变暖时，高纬地区温度上升更要多些。如果这样，海水温度也将跟着上升。海水温度上升将使冰架融化。“棚子”塌垮了，冰盖便一下子泡在温暖的海水中，很快就崩溃了。如果这样，海面将上升 6 米。这种情况会不会发生呢？

根据科学家研究，西南极的冰盖全部崩溃要化费几百年的岁月。因此，在 21 世纪是用不着担心的。既然这样，新的“泰坦尼克号”在建造好之后还是不可以到处乱转的。当然，还需要研究别的冰盖会不会融化或部分融化。

问题在于，冰雪对太阳光有很强的反射作用。如果极冰略微融化一点点，反射能力就要减弱，地面将能吸收到较多的太阳辐射。相应地，气温就会升高，因而又会使极冰再融

化一点。如此循环往复，极冰还将进一步融化。所以，这个问题仍然是不可以掉以轻心的，因为这里存在着很大的隐患。

从南极归来的科学家说，南极乔治岛的冰川正在后退，有些地方的土壤已从冰层里裸露出来，草木植物蓬勃生长。因此，两极冰融化的现象是应当引起警惕的。同样，极区以外的冰川 20 世纪里大范围后退。20 世纪 50 年代以来，北半球春季和夏季的海冰减少了 10%~15%，北极海冰的厚度夏末秋初减少了 40%，冬季海冰的厚度也在减少，不过减少得慢一些。

观测资料说明，20 世纪 60 年代后期以来，雪盖的面积减少了 10%。北半球中高纬度湖泊和河流每年结冰的时间 20 世纪里减少了两星期。

根据资料，在最近 100 年间，海平面大约上升了 10~20 厘米，其中一半左右是气温升高引起海水热膨胀产生的，另一半是冰川和冰盖融化造成的。这种上升的速度超过了过去 3000 年上升速度的 10 倍。如果这种海平面上升的趋势继续下去的话，到 21 世纪的后半叶海平面将升高大约 50 厘米。

厄尔尼诺现象

最近十年以来，一个公众素昧平生的词汇忽然闯进了人们的生活，这个陌生客人名叫厄尔尼诺。还没等人们回过味来，大量讨伐厄尔尼诺的文章已经进入报端和其他新疗媒体。“厄尔尼诺造成了澳大利亚的干旱”，“厄尔尼诺引起了印度尼西亚的森林大火”，“厄尔尼诺应对大兴安岭的森林火灾负责”，“厄尔尼诺带来了 1998 年长江和嫩江流域的大水”……厄尔尼诺一下子变成了大众关注的对象，成了一个大“明星”

是。

但是，厄尔尼诺空间是怎么回事？它对哪些现象有影响？它是不是自古以来就有的？它除了做恶以外还有没有贡献？当我和周围的一些朋友谈起这些问题时似乎大家又说不完全。

人们怎样知道世界上有个厄尔尼诺呢？原来，位于太平洋东部赤道地区的厄瓜多尔、秘鲁和智利北部常年干旱，有一条沙漠干旱地带。但在有些年份，这一地区降水十分，寸草不生的沙漠一下子变成了绿洲。

由于这一现象发生在圣诞节前后，于是人们把它叫做 El Niño。El Niño 是一个西班牙语词，意思是圣婴。就是说，上帝之子降临人间，给人们带来了好运和吉祥。我们中国人把 El Niño 音译为厄尔尼诺。

可见，厄尔尼诺在刚与人们见面时形象是好的，正面的。后来，人们发现厄尔尼诺也做坏事，比如说，厄尔尼诺出现后，太平洋东部赤道地区盛产的鲱鱼（俗称沙丁鱼）奇迹般地大量死亡，给厄瓜多尔、秘鲁等国的渔业造成灾难性的损失。大量死亡的鲱鱼漂浮在海面上腐烂发臭，过往和渔船周围被染上一层像油漆一样的东西，很难清除干净，给油漆匠出了个很难的考题。因此，这一带渔民又给厄尔尼诺起了个“考油漆匠”的别名。

随着时间的推移，人们对厄尔尼诺的认识逐渐扩大和深入，厄尔尼诺逐渐出名，而“考油漆匠”这个别名由于含义狭窄又过分调侃而逐渐被人们遗忘了。

最初人们把厄瓜多尔、秘鲁沿海海水温度异常增高的现

象叫做厄尔尼诺，后来发现这个高温区可波及整个太平洋东部赤道地区，甚至到达太平洋中部。

因此，现在当人们提到厄尔尼诺时，通常指的是太平洋中东部赤道地区温度异常增高这一现象。

1. 厄尔尼诺是怎么一回事

厄尔尼诺到底是怎么一回事呢？

原来，太平洋赤道地区一年大部分时间盛行偏东风，这种东风到时候总是有的，很守信用，因此被扬帆出海的渔民和生意人称为信风，也叫贸易风。海洋表面的温度通常高于下层，在偏东信风的作用下，太平洋东部赤道地区海表的温暖海水源源不断地流向西太平洋，使这一地区的海表温度逐渐升高。

太平洋东部赤道地区海表的温暖海水流走后，深层温度较低的海水上翻，使这一地区的海表温度逐渐降低。这就形成了太平洋赤道地区海表温度西向东低的格局。随着深层海水的上翻，海洋深层的微生物到达表层，给太平洋东部赤道地区盛产的鳀鱼提供了温度适中而又营养充足的良好生态环境，使沿岸的厄瓜多尔、秘鲁等国成为世界有名的渔业生产国。

太平洋西部赤道的高温地区就像一口大锅一样，不断对大气加热。受热后的空气上升，把水汽带向高空。水汽到高空后凝结变成降水，形成印度尼西亚一带的多雨湿润气候。太平洋东部的赤道低温地区就像一块大冰，使大地冷却。受冷地区的大气下沉增温，把仅有的一点水汽蒸发掉，形成厄瓜多尔、秘鲁等国的少雨干旱气候。

在太平洋赤道地区，东经 120° 附近的印度尼西亚地区空气受热上升，到高空后向东流去，在西经 90° 附近的太平洋东部下沉，然后随信风向西流去，形成一个闭合的大气环流圈。气象上以科学家沃克的名字命名这个环流圈，称之为沃克环流。

上面说的是正常情况。但在有些时候，由于某种原因，太平洋东部赤道的低温地区温度不断上升，变成高温地区，发生了厄尔尼诺。这一下就打乱了海洋和大气相互协调的正常秩序。沃克环流的上升支一下子东移到 180° 左右的国际日期变更线附近，沃克环流变得很弱。这就导致国际日期变更线附近产生强烈降水，而印度尼西亚地区严重干旱。

大气也像幼儿园的小朋友一样，经常玩一种翘翘板游戏。在正常情况下印度洋和印度尼西亚地区气压高，东南太平洋气压低。这一段时间，翘翘板一压，变成印度洋和印度尼西亚地区气压低，东南太平洋气压高。再过一段时间，翘翘板再一压，又变回印度洋和印度尼西亚地区气压高，东南太平洋气压低了。这种振荡叫做南方涛动。人们发现厄尔尼诺与南方涛动常常配合得相当好。

一般情况下，发生厄尔尼诺时，印度洋和印度尼西亚地区气压高，东南太平洋气压低。因此，人们索性把厄尔尼诺这种海洋现象和发生大气里的南方涛动合在一起研究，称之为厄尔尼诺/南方涛动。厄尔尼诺/南方涛动的英文写法是 El Niño/Southern Oscillation。这个词太长，念起来很麻烦，于是人们干脆用其中的第一个字母来称呼它，叫 ENSO。我们中国人呢，当然也是越简单越好，便把 ENSO 音译为“恩索”。

恩索现象主要有三个特征。其一，太平洋东部赤道地区的海面温度异常偏高；其二，印度洋和印度尼西亚地区气压低，东南太平洋气压高；其三，偏东信风大大减弱以至消失甚至转为西，相应地沃克环流减弱以至变为方向相反的反沃克环流。

由此可见，在现代气象学里，恩索是一种海洋和大气相互影响产生的异常自然现象。前面我们已经说过，是偏东信风造就了太平洋赤道地区海表温度西高东低的格局；我们也说过，是海洋的加热作用产生了沃克环流；后来我们又说海洋中的厄尔尼诺与大气里的南方涛动经常配合得很好。

那么，究竟是厄尔尼诺影响南方涛动还是南方涛动影响厄尔尼诺，是海洋影响大气还是大气影响海洋？简单的回答是没有的，我们在前面的某些叙述是有些简单化了。

海洋和大气是相互作用相互影响的，就像大鱼和小鱼的关系一样。大鱼吃小鱼，大鱼多了，吃掉的小鱼就多了，小鱼的数量当然要减少；小鱼少了，大鱼的食物不够了，一些大鱼就饿死了，这样，大鱼的数量又少了；大鱼少了，被吃掉的小鱼就少了，小鱼又多起来；大鱼的食物充足了，大鱼又多了。大鱼和小鱼的关系大致（不是完全）又转回来了，这就叫做生态平衡。

大鱼和小鱼之间这种相互制约相互影响的关系，在科学家叫做非线性关系。世界上的这种关系太复杂了，往往像“鸡生蛋，蛋生鸡”的问题一样令人捉摸不透。海洋和大气的关系就是一种非线性关系。

目前人们对它虽然已经有了相当的了解，但在某些方向

仍然是捉摸不透的，这也是目前长期天气预报还不够准的原因之一。

不过，不要紧，这种捉摸不透并不影响我们对恩索有一个基本的大致的了解。至于那些复杂而又高深的非线性关系，还是留给科学家们去捉摸吧。

拉尼娜时期太平洋赤道地区海洋热状况和大气的关系与前面讲的相像，但由于此时太平洋中东部赤道地区的海水温度比正常情况下的低温更低，因而沃克环流要比正常情况下强得多。

2. 全面地看待厄尔尼诺现象

是不是厄尔尼诺永远是一个十恶不赦的坏蛋呢？我们说，不能这么说，厄尔尼诺有时也为人类做一些好事。比如说，厄尔尼诺就常常给非洲带来丰沛的降水，解除当地的旱情。

厄尔尼诺还为人类做过什么好事，现在知道得还不多。这是因为现在人们给各种灾害弄得焦头烂额，天天忙于捉造成灾害的鬼，缺乏对一些关键问题进行全面的思考，当然更没有人想到为厄尔尼诺评功摆好了。因此，把一些与厄尔尼诺关系不大或者关系不明确的事随便加到厄尔尼诺头上是有失公允的。

3. 起源问题

太平洋的温度有高有低，大西洋怎么样呢？当然也是有高有低的。大西洋温度的变化就对欧洲的气候有很大影响。大西洋大气中也有一个翘翘板，这个翘翘板叫北大西洋涛动。它是北大西洋海平面气压南北方向的持续反相振动，主要与

亚速尔高压和冰岛低压的变化相联系。

现在还不知道它与大西洋温度的变化是否有一定的配合，不过，大西洋温度的变化比太平洋温度的变化要少一些。

另外，近来人们还发现印度洋温度的变化对我国的气候也有一定影响。但是，厄尔尼诺是太平洋地区的专利，它是世界海洋温度变化中的大哥大，是有全球影响的，是迄今为止人们发现的最强的气候变化的信号。

因此，我们虽然不能把一切自然灾害都归罪于厄尔尼诺，但也不能对它等闲视之，因为毕竟它对世界气候有很大影响，而且从我们目前所掌握的资料来看，它是弊大于利的。

第三章 怎样识天气

第一节 丰富多彩的民间谚语

我们的祖先在与大自然的斗争中对天气的变化进行观测并积累了丰富的经验。早在三千多年以前的殷墟甲骨文中就有许多关于气象的记述。

春秋战国时期荀况在《天论》中指出“天行有常”，说明了天气气候的变化是有客观规律的，而且提出要“制天命而用之”，强调的是人要认识，利用和改造自然。

东汉时期的王充在《论衡·寒温篇》中指出“春湿、夏暑、秋凉、冬寒，人君无事，四时自然”；在《论衡·变动篇》中引用了天气谚语“故天且雨，蝼蚁徙，蚯蚓出，琴弦缓，痼疾发”，意思是天要下雨就会有蚂蚁搬家、蚯蚓出洞、琴弦变松、人体的一些老毛病发作等现象出现。北魏贾思勰在《齐民要术》中也叙述有天气谚语“天气新晴，是夜必霜”等。

唐诗中也有引用谚语的，如“朝霞晴做雨”就一语道破了朝霞和降雨的关系；杜甫诗中也有“布谷催春种”这种关于长期天气变化的谚语，布谷鸟叫以后一般不会有强冷空气影响了。而且有人把关于降雨的天气谚语汇编成“相雨书”。

宋代沈括著的《梦溪笔谈》也引用有天气谚语。明朝娄元礼在《田家五行》中引用了许多天气谚语，如关于长期天气变化的“行得春风有夏雨”，“一场春风对一场秋雨”，“重阳无雨一冬晴”等等，也有关于“舶棹风”和“伏旱”关系的谚语，“梅雨过风弥日，是日舶棹初回，谚云，舶棹风云起，旱魃空欢喜，仰面看青天，头巾落在麻圪里”；舶棹风即我国东南沿海的信风，此时梅雨已过，虽然有送舶棹初回的东风，却不会有什么大雨，只是太平洋副热带高压控制下“仰面看青天”的伏旱了。

徐光启也在著名的《农政全书》中记载了天气谚语，也有用物候作长期天气展望的，如“藕花谓之水花魁，开在夏至前主水”，是说荷花开在夏至前(偏早)预示未来雨水偏多。

还有些古书，比如《月令广义》、《风土记》、《田家志》、《乐清县志》、《卜岁恒言》、《农侯杂占》等也记载了一些天气谚语，但是这些有文字记载的谚语只是一小部分，绝大部分的天气谚语只是在民间流传，因此将他们搜集起来，加以整理，是一件非常有意义的事情。

由于我国地域辽阔，各地天气气候有所差异，因此天气谚语流传于全国各地，北起黑龙江南至南海诸岛，东起东海西至新疆、西藏，到处都有天气谚语。

例如黑龙江有“初冬寒春雨多”；南海的西沙群岛有不少关于台风的天气谚语，如“古龙晒太阳，不久台风狂(到)”，“古龙晒太阳”是指在太阳下方有一束橙黄色的黄带；东海同样有很多关于长、中、短期天气变化的谚语，如舟山群岛的“上灯遇风暴，稻花风吹落”是说正月十三(上灯)到十八(落

灯)如果遇上偏北大风,则预示着6,7月早稻扬花或收割的时候会有台风影响;新疆、西藏也都有不少天气谚语,如新疆南部的“冬雪大,来年春暖多风沙”,西藏的“春天风沙大,夏天雨水少”等等。

天气谚语的内容非常丰富,有关于气候描述的,不少地方都有“十二月歌”“九九歌”。

如湖南省韶山地区就有“正月阴、二月星、三月、四月大雷公,五月雨、六月晴,七月、八月有大风,九月寒霜十月雪,十一、十二寒潮节”;在华北和黄淮地区也有“一九、二九不出手,三九、四九冰上走,五九、六九沿河看柳,七九河开,八九雁来,九九加一九耕牛遍地走”等。

有些是反映了气象关系,“霜后暖,雪后寒”就是一例,霜冻一般出现在冷空气侵袭后的高压控制下,霜后多是风小、天晴、阳光明媚的天气,自然比较暖和;下雪常是冷空气的前锋和暖湿空气相遇产生的,冷空气的主力还在后面,而且雪面对太阳辐射能吸收很少,这也是雪后寒的原因之一。

这类谚语也不少,像“热生风,冷生雨”,“一场春雨一场暖”,“一场秋雨一场寒(凉)”等等那是有一定科学道理的。许多谚语是关于长期、中期、短期天气变化的,在长期天气变化的谚语中又有关于旱涝、降水和冷暖趋势的,关于降水过程和冷空气活动的,以及关于稻冻、大风、冰雹、台风的等等。

第二节 云是天气的表情

自古以来，我国劳动人民在生产实践中，就积累了“出门看天气”“鸡鸣早看天”的丰富经验。所谓“看天”也可以说主要是看“云”，或称为“看云识天气”。

关于云与天气变化的记载，可以追溯到殷商时期。在河南挖掘出的殷商甲骨文中就有“东云自南，雨”的卜辞。到了明清时期，出现了我国最早的云图，共有 132 幅。每一幅云图上都有说明，解释当日、月或北斗附近有类似图中所绘去像时，将知未来有何种天气出现。

那么，为什么有的云下雨，有的云不下雨呢？原来构成云体的水沫或冰凌实在太小，它们常被下面的空气托住，飘浮在空中。直到云滴的直径长到空气托不住时，才能成为雨滴、雪花或冰雹降落到地面上。云滴增大的条件是错综复杂的，也就是说不同的云是否能降水是受大的天气系统的背景所影响。

从时间方面看，一年四季天气不同，看云识天气也就有区别。从一天来看，不同的时刻，空气里的水汽和冷却的条件也常有差别。从空间来说，南方与北方不同，不同的下垫面也不同。而且，天空的云还经常要从一地移向他地，会在这个过程中加强、减弱、变厚、变薄……因此，“看云识天气”是一件很不容易的事，需要有一定的基本功。

“看云识天气”的谚语格外丰富，一般可把“看云识天

气”的谚语分为7类。这7类是：云的出现时间、云的方向和位置、云的动态、云的形状、云的颜色、云的明暗、晴与阴。下面分别说一说。

一年中间，气候上总的规律春温、夏热、秋凉、冬冷；冬半年干燥，夏半年潮湿。一天当中，存在着白天温度高，夜间温度低的日变化。这些差异，在云天变化上都有相应的反映。例如，浓黑的积雨云总是出现在夏天，而冬天的云较平稳，所以说“二八月，看巧云”，“五六月，看桥云”。

一般说来，本地产生的云，是白天受阳光照射，地面上的水受热而蒸发，有水汽跑到天空而形成的。这样形成的云，往往在上午10时左右开始出现，到下午成长壮大，发展旺盛。而一到晚上，地面热量散失，生成云的加工条件不再具备，于是云便慢慢消散。若是后半夜还有云，则是由有利于云生成的天气系统（低气压、锋面）就地产生的，或者由外地移来。谚语“一更上云二更开，三更不开雨就来”“上夜起云下夜消，下夜起云不开交”等，就是这样的意思。在有云出现的低层空气里，低层较高层暖和，出现在高空的云多为冰晶云，低空的云多为水沫云。

因此，云必须又低又厚，才容易降落大雨。所以有“天低有雨天高旱”，“天矮要下雨，天高就会晴”等谚语。通常，我国大部分地区位于地球上的中纬度地带，高空盛行西风，云天变化常是自西往东影响的。谚语“乌云在东，有雨不凶”“乌云集西，大雨凄凄”，反映的正是这样的情况。

但在夏天，南方暖湿空气势力很强，也就经常有云从东、东南、南方把雨带到本地，因而又有“东南疙瘩云，午后大

雨淋”“乌云在东，有雨更凶”“南边起云头，南阵最风流”“东南去上不来，上来没锅台”。当北方有冷空气快速南下时，常带来狂风暴雨，甚至造成雷电、冰雹天气。所以有“西北恶云长，雹子在后晌”“北方黑云起，刮北风下大雨”等谚语。

在云已经形成后，云体随着空气继续上升，就又有利于云体内的水沫的冰凌长大，所以有“去上升，下大雨”“云向上，大水涨”的谚语。可是，当全天布满云层时，人们并不能直接看到云体的上升运动，而只能间接地去推测。也就是谚语说的“低云不走，大雨淋头”“定云下大雨”。

谚语“云浮有雨”，意思也是指去的浮升，可是有的谚语提到的“浮云”，则是指的空中飘浮移动的朵朵云彩。这种“浮云”内部没有较强的上升运动，多是久晴的象征。

还有的谚语如“高云变低云，明日雨淋淋；低云变高云，天气会转阴”，前一句说云变厚变低的情形，容易降落大雨；后一句则描述低层消散，露出原来就在高层的云，或是云变薄的情形，所以天气容易转晴。

空气上升运动的情形十分复杂。通常，并不是大片地区的整层空气会全部在上升，而是一处上升，四周的空气却在下降，形成上下对流的状态，叫做空气的对流运动。谚语“黑云乱翻花，雹块要到家”“云乱翻，淋倒山”“云碰云，雨淋淋”等，都是反映空气对流的。对流愈强，愈有利于降水产生。

识别各种不同形状的云，对识天气很益。例如，见到卷云或卷云出现时，便知道不久要下雨。谚语“马尾云，雨必临”“天上钩钩云，地下雨淋淋”等就是这个意思。当天空出

现鱼鳞状的卷积去时，预示未来天气转坏，有“鱼鳞天，不雨也风颠”的说法；当鱼鳞状的高积去出现时，预示天气晴好，有“天上起了鲤鱼斑，明日晒谷不用翻”“瓦块云，晒死人”的说法。淡积云、浓积云、积雨云是积状云发展的不同阶段，所预示的未来天气也不同。

谚语“馒头云，晒干塘”“宝塔云，雨淋淋”等就是这种情况。当堡状云、絮状云、悬球状云、荚状云等有指示意义的云出现时预示未来天气变坏或晴好。谚语“城堡当日现，雷雨即时见”“棉絮云，雷雨临”“悬球云，大雨淋”“天上豆荚云，地上晒煞人”等就是对这些云与天气变化关系的揭示。

云的颜色与天气也有一定的关系。由于云体内部有水沫、冰凌的不同构造，还因为各种云的厚薄、高低每每差别很大，太阳或月亮的光射到不同构造、不同厚薄、不同高低的云层里，便会映出不相同的颜色来。

高空很冷，高云内全是小冰凌、小冰粒，受到阳光照射，就反射出亮晶晶的光泽，使整个云体呈现银白色，中空的云大多是小冰粒和小水珠混合组成，受阳光照射时常映出稍深的颜色。低空的云，多由大小不一的水珠构成，阳光照进这样的云里，不能完全透过，便映出较深的颜色。如灰白、浅灰、深灰、灰黑色等色。云愈厚，云色愈阴暗。要是云内有大雨点和冰雹块，更会辉出异乎寻常的色彩来。例如金黄色、蛋黄色，发黄、发红等。

谚语“黄云翻，冰雹天”“天黄有雨，天黑有雨”“天上灰布悬，雨丝定连绵”“黑云片片起，狂风就要生”“满天布黑云，雨大吓死人”“浓云发红，雹子不轻”等，就是用云的

颜色来预测天气的。

当出现霞的时刻，天顶和对面天空的云常被霞光染成各种颜色。大致说来有较大的水珠和雨点的低空云，常被染成红色；有小水珠的雪花中空云，多被染为橙色、茶黄色或蛋黄色；那些内部全是小冰粒的高空云，通常不受霞光的影响，保持它们原有的银白色。这方面的谚语不“朝霞不出门，晚霞行千里”等。

有一些谚语需做一些特别说明，如“黑吃红，雨等不到明；红吃黑，雨等不到晚”“云吃火，没处躲；火吃云，不要紧”，不少人曾经认为，谚语里提到的“红”和“火”大都是指太阳。不过，经有关专家与类似的谚语互相对照，再三比较，反复推敲，觉得这些谚语说的“红”和“火”实际是指“火烧天”，即霞。所谓“黑吃红”或“红吃火”，跟另一些谚语讲的“火烧乌云盖”的意思相同。也就是“火烧天，烧过了没得雨；烧不过要下雨”中提到的“烧不过”的情景。

云的明暗对天气也有指示意义。当乌云布满天空时，假若四际天边尤其西北方的云层发白发亮，表明那部分云里有大雨点，它一移过来就要降雨，“亮一亮，下一丈”“一光一暗，大水上坎”“有雨天边亮”，就是这种情况的谚语。倘若并不是云体发白发亮，而是云层开裂露出了蓝天，则是天气转好之兆，“西北方漏天，明晨必晴”“西北露了脚，明天大胆割”，则是这种情况的谚语。

用当时天气的晴与阴也能预报天气。例如：辽宁的谚语“久晴必久雨，久雨必久晴”；安徽的谚语“久晴出现露，有雨在明后”；吉林的谚语“日月全阴雨雪到，日月半阴风声叫”

等都属于这一类谚语。

第三节 关于风的谚语

风是流动着的大气，大气就是我们俗称的空气。风有从北方来的，有从南方来的，也有从别的方向来的。因为各方面的地理属性不一致，所以不同来历的风有它多样的特性。有冷风，也有热风；有干风，也有湿风。沙漠吹来的风，挟带着沙尘；海面来的风，就含有更多的气。

因此，我们在不同的风里面，就有不同的感觉，可以看到不同的天空景象。更进一步的，如果两种不同的风碰头，就极易发生冲突，这时就可以看到天气突变的现象。

风是最容易觉察的现象，所以关于风的谚语很多。一下就是各地关于风的谚语。

东风

一年三季东风雨，独有夏季东风晴（沪、湘、川）

四季东风不久晴（湘）

四季东风皆有雨，只怕伏天东风晴（冀）

东风长发要下雨，雨歇又打西风暴（浙）

四季东风是雨娘。（湖南）

东风是个精，不下也要阴。（湖北）

温带区域和它的北面（就是约在北纬 30°C ）的地方的雨水，主要是由于气旋带来的。气旋的行动，老是自西向东的，在它的前部，盛行着东北风、东风或东南风。故气旋将到的时候，风向必定偏东的。所以东风可以看做气旋将来的预兆。

因为气旋是一种风暴，是温带区域下雨的主要因子，所以我们看到吹东风，便知是雨天的先兆。

东风四季晴，只怕东风起响声。(江苏)

偏东风吹得紧要落雨。(上海)

东风急，备斗笠。(湖北)

东风急，备斗笠，风急云起，愈急必雨。(《田家五行》)

这几句话的意思是说：东风是不一定下雨的，东风大了，倒是可怕的。东风既然很小，那么，这般气流，必定从很近的地方来的，也许就是本地的气流。它的一切性质，必定和本地环境是一致的，所以天气是难得变坏的。但是，如果东风很有劲，这表示气旋前部的东风，是远方来的气流，将有气流的不连续面-锋面来本地活动，所以天气要变了。

东南风，燥松松。(江苏)

五月南风遭大水，六月南风海也枯。(浙江、广东)

五月南风赶水龙；六月南风星夜干。(广东)

春南风，雨咚咚；夏南风，一场空。(江苏、湖北)

六月西南天皓洁。(江苏)

六月起南风，十冲干九冲。(湖北)

“天皓洁”指天气晴好；“冲”指山冲，“十冲干九冲”意思是十个山冲就干掉九个，旱情十分严重。

这是流行在东南沿海各省的夏季天气谚语。东南风是从海洋来的，为什么又会干燥起来呢？我们知道，雨水的下降，一方面固然要有凝雨的物质水——蒸汽；同时，还要有使这些水蒸汽变成云雨的条件。这个条件，在东南平原地区的夏季，就要靠热力的对流作用或两支不同方向来的气流之间的

锋面活动。

热力对流的发生是由于地面特别热，地面层空气因热胀冷缩的道理而向上升腾，这样把地面的水汽带到高空变冷而行云致雨的。但是如果风力太大，地面空气流动得太快，就不可能集中在地面受到强热的作用，也就不可能使地面水蒸汽上升。

还有在单纯的东南风中，由于它发源地的高空下沉作用，往往有高空反比低空暖的现象；这样，地面的空气就难于上升了。所以东南风里虽然有很多水蒸汽，但还是不可能行云致雨的。夏天没有云雨，自然天气很热了。

其次，讲到锋面活动。锋面是两支不同气流的冲突地带。一支气流比较冷重，另一支气流比较轻暖，这两支气流相遇，轻暖的只有上升。于是，就把地面水蒸汽带到高空去而行云致雨了。现在地面，只有一支东南风，表明并无其他偏北气流来与它发生冲突而形成锋面，所以水汽便不能上升而发生云雨了。

东北风，雨太公。（《田家五行》）

东北风是发源于北方洋面的、或发源于北方洋面而掠过长程洋面而来的气流，所含水蒸汽自然没有东南风多；但是，因为它是冷气流，下面接触了南方的、比较热的洋面或陆面，使它里面发生上冷下暖的现象，造成对流作用。于是，地面的水蒸汽，就给它带到高空而发生云雨了。再加上气旋前方必然是东北风活动的场所，因此，又出现了锋面降水。

据统计的结果看来，在单纯的东北风里，降雨机会，冬天最多也不过 26%，夏天只有 11%，也就是说不下雨的机会

有 74%和 89%。如果在气旋前部的东北风里，也就是有锋面活动着的东北风地带，下雨的机会就超过晴天。所以“东北风，雨太公”这个谚语，还不一定完全可靠。

春东风，雨祖宗。(江苏)

春东风，雨潺潺。(广东)

这两句谚语的意思是：春天吹东风，是坏天气的前兆。这是因为，一方面春天地面强有力地增暖。另一方面暖空气逐渐活跃，大陆上气压逐渐降低，反气旋东移入海。在反气旋的尾部就会出现东风。这些东风流到比较暖的陆地上，就造成了下暖上冷的现象。这时空气层是不稳定的，易发生上升对流运动，所以极有可能产生降水。

一日东风三日雨；三日东风一场空。(广西)

一日东风三日雨；三日东风九日晴。(湖北)

一日东风三日雨；三日东风无米煮。(广西)

“无米煮”是因天旱无雨的结果。气旋是自西向东移动的，它的前部是东风，但吹了不久，因为气旋前进的关系，就转成别的风向了。所以东风只吹一日，或者不到一日，就转了风向，表示是气旋要逼近的现象，所以可能下三天雨。如果东风连吹三日而不歇，表示西方没有气旋逼近，所以本地地方没有雨。

夜晚东风掀，明日好晴天。(河北)

晚间起东风，明朝太阳红彤彤。(江苏)

反气旋中心在本地以北而向东移动的时候，本地区就吹东风。一般反气旋里天气是晴明的，所以，这种东风又是晴天之兆。这两句话在内陆的冬季是比较有效的。如果在夏天

吹东风，表示在东南季风的前锋，那么下雨的机会就多了。但是东风掀了，是否好晴天，不一定以夜晚为条件。

五月东风暴雨繁，大水浸菜园。(广东)

沿海地区夏季吹南风是正常的天气，如果夏季吹起东风来，就说明南海里有热带低气压或者台风。这时，由于沿海地区距离低 0 气压和台风较近，受它们边缘的影响，将要下雨。

夏至东南风，必定收洼坑。(安徽)

夏至东南第一风，不种潮田命里穷。(上海)

夏至风刮佛爷面，有粮不贱。(湖北武昌)

“收洼坑”，就是低地丰收之意。

“潮田”就是低洼的田。

佛爷是面南而坐的，那么“风刮佛爷面”指的是南风。

长江下游，夏至正是梅雨季节，这时的天气，要风向变化多端，才是多雨的锋面天气。反之，如果东南风稳定的吹着，就会干燥。这样，只有低田才能丰收，高田恐怕有旱灾之虞。

夏至东风摇，麦子坐水牢。(山东烟台)

在长江流域，夏至东南风盛行，天气就会变得干燥。但是，如果在华北的夏至时节，有东南风吹到，表示东南海洋来的季风已到了华北。同时，在初夏时期，北方来的冷空气，到达这个纬度上的机会还是不少的，所以极易发展成不连续的锋面而下雨，以致麦子就要坐在水牢里了。

雨后生东风，未来雨更凶。(湖北武昌)

雨后东南风，三天不落空。(湖北阳新)

气旋前部是东风活动的场所，雨后再刮东风表示有第二、第三个气旋到来，所以还要继续下雨。

发东风，淹水起；发西风，淹水止。(广西贵县)

东风下雨，西风晴。(广西郁林)

不刮东风天不下，不刮西风天不晴。(湖北)

西风吹得稳，天气晴得准。(湖北黄梅县)

在我国东风来自海洋，或为气旋前部之风，故多雨。西风来自内陆，或为气旋后部之风，故雨止，所以西风是晴天的先兆。很多西方国家里也有这样的说法：“风从西方来，大家都快活”。

早刮东风不雨，涝刮西风不晴。(山西、江苏、河南)

旱了东风不下雨，涝了西风刮不晴。(江苏无锡)

久晴成早表明气层极其稳定而干燥，在东风初到之时，尚不可能打破这种稳定局面而有雨降。相反，久雨成涝表明气层极其不稳定而潮湿，西风初到之时，还不可能使大气层稳定使降水终止。

东括西扯，有雨不过夜。(广西)

东拉西扯，下雨要半月。(湖北)

“东括西扯”“东拉西扯”，都是风向变化不定的一种现象，风力非常微弱，这是高压中心的天气。在高压区域，尤其在高压的中心，风一般是下沉的。下沉风是比较干热的风，所以天气晴好，即使因其他局地原因而下雨，雨也是下不多的。

早西晚东风，晒煞老长工。(浙江)

早西晚东风，晒死老虾公。(浙江、江苏、上海)

朝西晓东风，土干田难种。(江苏)

早西南，夜东南，好天。(上海)

这几句谚语流行于东南沿海，是海陆风相互交替的现象。早晨，陆上温度低于海洋，陆上气压高于海洋，使陆上空气流向海洋，呈现西风。但是，白天因为太阳照射得厉害，陆上气温升高很快，特别是到了午后、傍晚，气温比海上高，海洋上的气压也高于大陆，使空气从海洋吹向大陆，呈现东风。“早西”指早晨从陆上吹来的陆风(西风)；“晚东”指傍晚从海上吹来的海风(东风)。这种现象完全是沿海地区每天正常的风向变化，它只有在晴天气才明显出现。

关于东风还有许许多多的谚语这里就不再一一解述了。

四面东风四面下，就怕东风刮不大(内蒙古、黑)

东风四季晴，就怕起响声(豫)

四面东风四面晴，就怕东风起响声(黑)

东风四季晴，只怕东风起响声(苏、浙、赣、桂)

四季东风四季晴，就怕东风起响声(津、皖、晋、浙、豫、云)

东风起响声，不落不相信(浙)

四季东风晴，就怕起响声(鲁、湘)

四季东风不愁涸，六月东风一场空(皖、赣、桂)

四季东风不愁旱，六月东风一场空(粤)

四季东风无用处，元旦东风一场空(赣)

上午东风砍担柴，下午东风穿套鞋(赣)

东风当日雨(川)

东风不晴天(黑)

东风昼夜吼（苏）
东风雨淋，行人莫出门（豫）
东风雨，不晴天（黑）
东风不断，鱼儿送饭（贵）
东风不住连夜雨（陕）
东风进帐棚有雨（川）
东风交叉吹有雨（川）
东风莫上树，上树要落雨（浙）
东风两头尖（苏）
东风唤细雨（吉）
吹东风，不出三日雨出纵（闽）
东风换西雨，好似亲娘叫闺女（鲁）
东风唤喜雨，老娘接闺女（黑）
东风雨，东风开，不过三天还回来（鲁）
东风雨，过几天（黑）
东风起阴有雨（津）
东风雨淋淋，行人勿远行（豫）
东风耀仗子，雨在天畔子（宁）
东风西云起，不落真怪气（浙）
东风一剂药，风息雨就落（鄂、粤、贵）
东风难得来，一来漫河崖（鄂）
东风不过夜（晋）
东风怕更鼓（粤）
东风本姓丁，傍晚必醒醒（鲁）
东风不落脚，一定有雨落（鄂）

东风刮两天，不雨也阴天（鲁）
 东风续两天，阴雨连绵绵（津）
 东风不过三，过三没好天（桂）
 三天东风不由天，晚上晴天没好天（甘）
 三场东风不由天（川）
 东风三天下大雨，北风一日定晴天（鲁）
 东风不过三，过三十八天（吉）
 东风紧，天不晴（甘）
 东风刮得紧，下靠雨得稳（湘）
 东风紧，雨儿稳（苏）
 三日东风紧，一停就有雨（桂）
 东风紧，下雨稳（苏）
 东风刮得紧，雨儿下得稳（苏、湘）
 东风急溜溜，难过（熬）五更头（沪、皖、鲁、湘）
 东风急，雨打壁（苏、皖、赣、湘、贵）
 东风急，戴斗笠（川、贵）
 东风急，披蓑笠（苏、浙、闽）
 东风急，披（穿）蓑衣（赣、鲁、豫、鄂、湘）
 东风急，备蓑衣（晋、吉、桂）
 东风急，备蓑笠（苏、浙、鲁、鄂）
 东风急，备蓑衣斗笠（赣）
 东风急云起，越急越有雨（桂）
 东风大，天要下（豫）
 东风轻，下雨松；东风大，大雨下（鲁）
 东风刮大，必有雨下（冀、辽）

东风不大，寒流不强（湘）
东风劲吹，五六天内有雨（吉）
东风接着刮，淋死干毛鸭（鲁）
东风狂，雨师忙（陕）
东风行南云，西北风行横云（粤）
东风西上云，不用问上神（鲁）
东风云过西，等雨不用急（冀）
东风云过西，雨下不移（多）时（皖、闽、鲁、桂、川）
东风送云，风息雨淋（贵）
东风云打架，必有大雨下（桂）
东风吹，云打架，瓦沟流水大雨下（皖、陕）
东风吹，云打架，必大雨（桂）
东风不过晌，过晌嗡嗡响（津、冀）
东风吹过午，大水浸倒厝；东风吹过夜，大水浸倒楹（粤）
东风不过晌，黄风怕日没（冀）
东风吹过夜，大水没楼楹（粤）
东风昼夜吼，狂风又骤雨（沪）
东风不过更，过更雨一场（浙）
东风打过更，雨在门外涨（浙）
东风有雨下，只怕东风太文雅（沪）
东风不倒总有盼（陕）
刮东风，傍晚升（鲁）
东风不倒，别嫌雨小（冀、辽、吉、鲁）
东风不倒，雨下不少（鲁）
东风不倒，天气不好（冀）

东风不倒，天晴不了（豫）
 东风不倒，必定晴不了（豫）
 东风不变，下雨不断（冀）
 东风雨，不晴天（黑）
 东风雨，连几天（黑）
 一日东风定下雨（闽）
 一日东风，雨声咚咚（湘）
 一日东风，大水（雨）咚咚（湘）
 五月龙教子，一日东风三场雨（粤）
 一日东风三日雨，三日东风一场倾（湘）
 一日东风三日雨，三日东风雨更凶（赣）
 一日东风三日雨，三日东风水淹田（贵）
 一日东风三日雨，三日东风涨洪（大）水（湘）
 一日东风三日雨，三日东风九日表（鄂）
 一日东风一场空，三日东风雨太公（鲁）
 一日东风一场空，三日东风雨讯通（鲁）
 下雨不下雨，是从东风起（宁）
 大东风，层云天，三天里，雨涟涟（冀）
 东风南云箭，大雨一定见（粤）
 东风凉，浇倒墙（冀）
 西水夹东风，饿死耕田公（粤）
 不怕天不下，就怕东风刮不大（赣、豫、陕）
 不怕东风急，只怕东风息（鄂、湘）
 东风不雨，雨就难晴（内蒙古）
 东风无响声，一年四季晴（浙）

一年东风四季晴，只怕东风起响声（浙）
东风四季晴，只怕东风起响声（苏）
四季东，四季晴；全年西风会变天（闽）
不刮东风，难来（下）秋雨（冀、内蒙古）
东刮西扯出旱情（鲁）
西风夜静。（江苏南京、山东临淄、河北）
恶风尽日没。（《田家五行》）
强风怕日落。（江苏无锡）

西风

除赤道以外，高空基本上都是西风。而且越是晴天，高空西风越盛行。在高气压之下，地面很热，白昼对流盛行，地面气流上升，同时高空气流下沉。由于高空气流是自西向东流动的，它下了地面，由于它的惯性作用，仍旧维持它的原来的西风方向，这样在地面上白昼就盛行着西风。可是到了夜间，因为天空无云，地面冷却的缘故，地面气层凝着不动，所以风力极小，成了白昼西风夜间静的现象。

恶风指大风，后两句话的意思是大风在落日时就静止。这种风的来历，和“西风夜静”相同。

昼息不如夜静。（江苏）

在晴好天气下，白天阳光强烈，对流盛行，风力经常很大；到了夜间，因为天空无云，地面冷却很快，地面空气变冷，凝着少动，使风力很小。所以白天风大，未必是天气变化之兆，只要夜间无风，天气就不会起变化。就怕白天没有风而夜间风大，那就表示有外来的风暴来临，天气要起变化了。

夏至西南，十八天水来冲。(安徽)

夏至打西南，高山变龙潭。(湖北)

夏至西南没小桥。(江苏)

梅里西南，时里潭潭。(《农政全书》)

夏至起西南，时里雨潭潭。(江苏、湖北)

夏至在阳历六月二十二日，长江流域正是梅雨季节。梅雨怎样形成的呢？根据研究的结果：因为春末夏初，北冰洋解冻，寒流挟冰南下，于是日本海和它北面的鄂霍次克海特别寒冷，鄂霍次克海上的冷空气就堆积成一个高压，我国东部位于高压的西南，因此盛行着东北风。

这时候，如果有热带洋面来的西南风吹到，那就极易在长江流域形成锋面，发展出气旋而导致下雨。加上西太平洋副热带高压非常稳定，所以这个锋面上的气旋源源产生，发生绵绵不断的降水。夏至时期的西南风，是组成梅雨锋上气旋的一个条件；西南风来了，大雨就到。

但是要注意的是，仅有西南风而没有东北风，就没有锋面出现，所以未必会下大雨。

六月西，水凄凄。(山东)

阳历七月吹西风，表示东南季风的势力不能独霸长江。西风或西北风或西南风，和东南风或东北风之间的锋面处在华东地区，故华东地区多雨。

七月西风祸。(广东)

七月西风吹过午，大水浸灶肚。(广东)

七月西风入夜雨，八月西风不过三。(广东)

一日西风三日雨，三日西风晒死鬼(粤)

一日西风三日雨，三日西风刮到死（粤）

一日西风三日晴，三日西风一月晴，一月西风三月晴（苏）

一日西风三日暖，三日西风不由天（陕）

一日西风三日暖，三日西风冻破砖（陕）

一日西风三日暖，三日西风暖九天（陕）

三日西风，四日大风（新）

一年四季西风晴，六月西风送（是）人情（长江中下游、
皖）

四季西风四季晴，西风必定起响声（陕）

西风雨，北风晴（闽）

刮西风，阴变晴（豫）

西风雪，东风雨，南风暖，北风燥（苏）

不刮西风不会晴（豫）

不怕西风刮不晴，就怕西风刮不成（豫）

西风刮的大，起了北风就要下（豫）

西风盛吹现天旱，虽有雨云也枉然（藏）

西风一大片，天气必大旱（豫）

西风吹得稳，天气晴得准（鄂）

西风刹雨脚，明天太阳烈（湘）

西风煞雨脚，勿等泥头白（晋、苏、鲁、湘）

西风刹雨脚，不等泥晒干（吉）

西风刹雨脚，泥头晒不白（沪、苏、湘）

西风刹雨脚，晒得地（田）头白（沪、苏、浙）

西风日落止，不止刮倒树（皖）

西风头，南风脚（苏）

西风夜静（冀、晋、辽、苏、皖、鲁）
 西风怕日落（粤）
 西风随着太阳落（鲁）
 西风日住，不住刮倒树（鲁）
 西风怕鬼（浙）
 西风夜静，攒稻人高兴（沪）
 西我夜来绝，明朝推倒壁（苏、鲁）
 西风不过西，过西连夜吼（晋、苏、皖、湘、陕）
 西风不过西，过西刮一宿（冀）
 西风不过西，过西连夜走（皖、甘）
 西风腰里硬（苏）
 西风本姓李，早饭后才起（鲁）
 西风迎早霞，风沙送夕阳（藏）
 西风来，天放晴；东风来，阳沉沉（新）
 西风雪，东北风霜（闽）
 西风卷乌云，无事莫出门（湘、桂）
 西风云过东，雨下不相逢（粤）
 西风过去东风来，浮尘紧跟把雨排（新）
 西风要转阴，东风天要晴（云）
 西风冷，东风雪，南风暖，北风晴（闽）
 西风无雨东风雨，北风无雨南风雨（鄂）
 西风起虫，东风杀虫（桂）
 西风雨肥，东风雨生虫（鲁）
 吹西风雪多，吹东风霜多（宁）
 西风霜，东风暖（浙）

当日西风，次日东风（皖）
倒的西风不开晴（鲁）
拂拂西，有风台（粤）
偷食狮，来风台（粤）
西风不过晌，东风渐渐长（皖）
西风不过午，过午会闯祸（浙）
西风吹过午，不是大水是台风（粤）
西风吹过午，大水浸到灶（粤）
西风不过午，过午便是虎（浙）
西风旱了不下雨，东风涝了不晴天（鲁）
西风旱了天不雨，东风涝了天不晴（鄂、川）
刮上几天西南风，晴的圪崩崩（陕）
西风和北风，天会有旱情（湘）
西风转北风，必定刮大风（宁）
西风突然转北风，雨雹天气将要临（湘）
西风不雨北风旱，东南风吹雨连绵（藏）

北风

农历七、八月即盛夏季节，西太平洋副热带高压的位置已经移到北纬 30° 以北，南海经常有赤道辐合带活动，这时广东一般是吹东到东南风，如果吹西风或西南风，就很可能是台风槽的影响，将会带来一场较大的台风雨。

六月里北风当时雨。（山东）
六月北风当时雨，好似亲娘见闺女。（江苏）
一日北风三日雨（广东）
一日北风三日雨，三日北风打大水（浙）

一日北风三日雨，三日北风水涨起（浙）

一日北风，三日阴雨；三日北风，晒干河底（云）

一日北风三日晴（豫）

一日北风三日晴，三日南风别盼晴（晋、吉、鲁、湘、陕、宁）

一日北风三日暖，三日北风九天晴（陕）

一日北风三日晴，三日北风雨星星（冀）

一日北风三日暖，三日北风暗几天（甘）

北风刮到日头落，南风刮到小鸡叫（吉）

北风日落停，不停刮到明（吉）

北风两头喧（赣）

北风雨，来势凶（豫）

北风撞门，霜雪满园（湘、粤）

偏北风，雨祖宗（新）

偏北风，雨太公（甘）

吹北风，有雨不会空（云）

北风起，要下雨（云）

吹北风上云，三天不下胀死人（宁）

吹北风，上水云，你不下，我不信（宁）

北风来雨不凶，风后天气晴（豫）

北风冲顶天气晴，北风扫地天气阴（湘、桂）

北风吹黄土，雨落水不流（陕）

北风吹，雨雪归（陕）

北风吹，雨雪归，秋后北风干到底（陕）

北风到来三日寒（豫）

北风吹人面，天冷不用问（贵）
北风把衣穿，南风把衣担（贵、云）
北风不过酉，过酉连日（夜）吼（豫、陕）
北风吹过午，大水浸灶肚（湘、粤、桂）
北风吹过午，台风就要来（粤）
北风吹过午，台风跟屁股（粤）
北风不停，小雨不断（豫）
北风上，呼呼响，三天之内雨一场（黑）
北风吹得长，准备晒谷粮（吉）
北风扫地天必雨，风不扫地干北风（云）
北风三天必有雨（晋）
北风三天定有霜（晋、内蒙古）
北风多，春雨晚（吉）
北乡风，瑶山雾（桂）
北风寒，天气晴（湘）
北风冷，台风遁（沪）
北风刮三天，不雨也阴天（鲁）
咕天北风两天雨（鄂）
离北风不下，离北风不晴（云）
无北不雨，无北不晴（云）
无北风不雨，无北风不晴（云）
北风下雨北风晴，东风转北有雨行（云）
北风下雨北风晴，东风转北要下雨（冀）
无北风不雨，无南风不晴（云）
不刮北风不雨，不刮北风不晴（鲁）

风头一反，雨天变晴天（内蒙古）

北风晴，南风雨，西风阴，东风虫（闽）

北风雨，南风晴（赣、豫、川）

北风不晴，南风不雨（云）

北风阴雨南风晴（云）

北风下雨南风晴，东风转北要下雨（云）

北风转南，天气转晴（湘、云）

大刮北风忽转南，当日必有阴雨天（鲁）

北风接南风，亲娘接闺女（内蒙古）

北风大来好晴天，南风大来坏雨天（桂）

北风送雨水势洪，东南风来雨濛濛，从来西风最吝啬，
想要得雨望北风（桂）

北风头大肚子小，南风头小肚子大（豫）

北风头，南风尾（鲁）

北风大，好晴天（桂）

北风狂叫，天阴必雨（云）

拍北风，下午日（桂）

北风怕回头（吉、鲁、湘）

北风怕回头，南风怕过头（湘）

南风

一日南风，三日关门（晋、吉、赣、闽、湘、桂）

一日南风，十日关门（鄂）

一日南风五日晴（川）

一日南风三日曝，三日南风狗钻灶（晋、吉、长江中下游、鲁、川、贵）

一日南风三日燥，三日南风狗进灶（赣）
一日南风三日燥，三日南风犬爬灶（湘）
一日南风三日曝，三日南风猫钻灶（皖）
一日南风三日曝，三日南风缓缓暴（浙）
一日南风三日曝，三日南风寒潮到（湘）
一日南风三日报（曝），三日南风狗钻灶（吉、甘）
一日南风一日曝，开门南风关门曝（浙）
一日南风三日雨，三日南风发大水（皖）
一日南风三日暖（川）
大南风，燥松松（粤）

一天南风三天（日）暖，一天北风三天（日）寒（晋、皖）

一日南风三日暖，三日南风转雨天（豫）
一日南风三日晴，三日南风雨淋淋（鄂）
一日南风三日雪，三日雪风“半个月”（桂）
一日南风雾转寒（湘、粤）
一日南风扫，三日狗进灶（赣、湘）
一日大南风，三日钻被洞（粤）
既吹一日南风，必还一日北风（晋、苏）
只吹一日南风，必送一日北风（川）
当日南风当日消，三日南风就发蛟（粤）
彼日南风彼日消，三日南风就发蛟（赣）
日刮南风夜间停，还有几天晴（桂）
日刮南风夜不停，快有雨来淋（桂）
隔日南风隔日曝，缓缓南风猛虎曝（浙）

三日南风叫，十日寒风笑（桂）
 三天南风不由天（鲁）
 三日南风必有雨，一转西北又落空（陕）
 三天两天南风大，不久就有寒潮下（云）
 南风刮三天，不雨就（也）阴天（皖、鲁、湘）
 南风不过三（黑、粤、桂）
 南风不过三，不是下雨就阴天（京、吉）
 南风不过三，过三不雨就阴天（皖）
 南风不过三，过三有几天（湘）
 南风不过三，过三必连阴（苏）
 南风不过三，过三北风刮翻船（鲁）
 南风不过三，过三大水淹（豫）
 紧南不过三（晋、赣、豫、桂）
 紧南不过三，过三必转冷（桂）
 紧南不过三，有雨在下一天（贵）
 南风若过三，不是下雨就阴天（冀、鲁、豫）
 南风若过三，不雨也（就）阴天（京、冀、辽、皖、鲁）
 南风越过三，不是下雨就是阴天（鲁）
 南风若过三，不是下雨就是阴（晋）
 南风若过三，不是下雨就是干（赣）
 南风若过三，不雨也是大阴天（陕）
 南风要过三，不是下雨就是阴天（吉）
 连刮几回大南风，三个六十是雨讯（豫）
 几天南风刮，风停雨就下（宁）
 数日南风数日雨，只怕南风刮不大（粤）

连续吹南风，风变必有雨（宁）
月月南风月月下，只怕南风刮不大（冀、鲁）
四季南风是雨娘（冀）
四季南风四季晴，只怕南风起响声（浙）
南风毒如蛇（浙）
南风难晴天（豫）
南风怕晒，北风怕盖（鲁）
南风唤北雨，好似亲娘接闺女（鲁）
南风好下雨（豫）
南风是调雨台（鲁）
南我发发，塘井崩刮刮（浙）
缓缓南风猛虎暴（浙）
南风吹得徐，期雨要持久（闽）
南风歇，雨来接（湘）
南风息，将有雨（湘）
南风息，戴斗笠（赣）
南风愈是急，北风愈是准（冀、辽）
南风急，戴斗笠（鄂）
离了南风不会下，离了南风不会晴（云）
南风紧，风停雨来临（桂）
不怕天不下，只怕南风刮不大（豫）
南风大，天变快（湘）
南风一起，不风就雨（黑）
南风大，水满街（粤、桂）
南风雨，西风晴（黑）

南风刮动土，好雨不过午（陕）

南风刮动土，好雨不过五（陕）

南风发铤，大雨相送（湘）

南风绕绕，干死草草（浙）

南风吹得紧，北风来还礼，阵雨随后临（闽）

南风愈是紧，北风愈是准（冀、辽）

南风吹得紧，未来寒风又细雨（桂）

南风刮得紧，明天下得准（鲁）

做到老，学到老，南风大了要收稻（浙）

南风风小是旱天，南风过头，过不了几天（湘）

南风猛过头，坑（圳）沟无水流（晋、赣、湘、粤、桂）

南风猛过头，河沟断水流（吉）

南风云起，土雾绕山，七阴八下九不晴，十一、十二扯连阴（宁）

南风云起，青烟扑地，七阴八下九不晴（宁）

南风急，西云翻过东，不是阴就是雨（闽）

南风腰里硬，傍晚就要它的命（冀）

南风腰里硬，它越刮还越硬（苏）

南风紧过索，风停雨就落（粤）

南风不过晌，过晌听风响（冀、黑、皖、鲁、湘、宁）

南风不过晌，过晌呼呼响（鲁）

南风不过晌，过晌听雷响（黑）

南风不过晌，过晌连夜扛（宁）

南风不过晌，北风不过西（鲁）

南风不过午，过午连夜吼（冀、晋、内蒙古、吉、赣、

豫、湘)

南风不过午，过午深夜吼（桂）

南风不过午，过午大似虎；西风不过酉，过酉连夜吼（豫）

南风过午连夜吼，天明不停得三日（陕）

南风随日落，近日无雨落（鲁、桂）

南风随日落（鲁）

南风随日落，北风随日长（鲁）

南风随日落，不落就是祸（鲁）

南风自变小，雨水紧跟脚（辽）

南风下雨南风开，十天八天不回来（鲁）

南风雨，北风开，再过三天还回来（鲁）

南风冷有雨，南风烧有风（陕）

南风不下崖（鲁）

火南风（赣）

南风是火风（赣）

一天南风三天暖（川）

南风南火洞，越吹越是红（浙）

南风凉，无风就是霜（宁）

南风凉，无雨就是霜（宁）

南风冻，北风送（粤）

吹南风，晚上凉，干谷好上仓（贵）

热南风，不久寒风雨（桂）

湿热闹南风三日雨（辽）

吹火南风旱，吹水南风阴（宁）

水南风（赣）

刮南风有稀云，乌云接日泡死人（宁）

刮地风接黑云，明天有雨淋（宁）

南风多，冬雪多；南风强大，冬雪也大（藏）

高南风天晴，低南风天雨（湘）

一场南风一场雨（吉）

南风一起，不同就雨（黑）

风是南北不让（豫）

南风北风常往来，风调雨顺无火灾（豫）

阳历七月的时候，华东地区吹有北风，表示锋面可能在这里，所以下雨。即使没有锋面，北来的冷风和七月的热地面接触，气层极不稳定，极易发生对流作用。即使没有气旋降水，也至少要有对流性阵雨。

紧南不过三。（广西）

南风不过三，过三必连阴。（江苏）

南风若过三，不是下雨就阴天。（河北）

南风持久是天气变化的前兆，如果南风连吹三日而仍强盛，气压必定降低很快，于是南北间气压就有很大差异，好像江河的水位，上下流水压差大了，北方气流自然要奔腾南下，遂使天气发生重大变化。

南风不受北风欺。（河北）

南风一冲北风一送。（湖北）

南风吹到底，北风来还礼。（湖北）

南风吹吹，北风追追。（湖北）

南风尾，北风头。（《田家五行》）

意思是说：吹了南风，又来北风，天气必定发生突变。

这是标准的冷锋上的现象。

南风不过午，过午连夜吼。(内蒙古呼和浩特)

南风不过晌，过晌听风响。(河北井隆)

这两句谚语的流行地区的纬度已在北纬 38° 以上，南风出现的频率比较小，所以很难连续吹半天的南风。但如果有气旋到来，受其中心的吸引，在它的南半部，南风很可能持久，连吹半天以至一两天都有可能。所以说：“南风不过午，过午连夜吼”。

十二月南风，现报。(福建)

冬南风迎(雨)，北风送。(广东)

腊月南风半夜雪。(广东)

冬天南风三日雪。(江苏)

一日南风，三日关门(冬天)。(福建)

这几句谚语流行在我国南方的冬天，此地盛行北风，有时北风相对减弱，南风向北伸张，于是，在大陆上出现锋面活动，因此产生阴雨天气。

西风不过酉，过酉连夜吼。(江苏)

酉时就是下午七时至八时的时间，在晴明天气，西风到夜就静止。假使日间的西风，到夜还不息，足见这西风不是在晴天因空气对流而产生的高空下沉的西风，而是西方高压中心来的西北风。这是由于平面上气压有高低不同而起的风，所以不可能马上静止下来。

恶风必有恶雨。(江苏)

风是雨头。(江苏)

所谓“恶风”“恶雨”就是大风、大雨的意思。风大，表

示空气有移动，空气有大速度的移动，天气就易发生变化而下雨。至于为什么空气移动就下雨呢？这是因为空气移动了，生成锋面和气旋的机会就多的缘故。另外，在春夏季节，大风很可能是气旋、锋面及台风过境的前兆，因而有“恶风必有恶雨”及“风是雨头”的说法。

秋雨连绵西北风。(安徽)

这话的意思是：秋季吹西北风，就连天下雨。秋季，在热天之后，华东、华南的地面还是很热的，西北风吹来，因为受地面的加热，极易发生对流，而造成阵雨。

拍北风，下午日。(广西)

“拍北风”指来势猛烈的北风，因为它来势急促，当地原有的不同性质的气团被它一扫而空，只剩下干燥的北方气团，由于气团很干燥，少有云层出现，即使有云，也是分散的小块的云，所以半天后，太阳光是很好的。

立夏斩风头。(河北)

到了夏天，风力就没有春天那样大。这是就平均状态而言的。因为夏天南北之间气压差特别小，所以风力也小。但是在特殊情况下，像雷雨天气、台风天气的风力也可非常大，不过这种大风，一下子就过去的。

关门风，开门住；开门不住，过晌午。(各地通行)

在正常的天气情况下，夜间不常有大风。如果有大风，必定是由于风暴的到来。风吹到何时为止，要看风暴的强弱行动而定，所以在使用这句谚语时要具体分析。

开门风，闭门雨。(山东)

早上刚开门，就有大风吹来，表示天气不正常，很可能

是有风暴来了，所以大约到闭门时就下雨。

清明刮了坟头土，哩哩啦啦四十五。(河北)

清明在阳历四月五日，这个时节，北方还冷，南方已热，南北温差大，气压梯度也大，所以风经常是很大的。南北气流的冲突就多发生，因此气旋频繁，雨天较多。

西风起虫，东风杀虫。(广西)

这是流行在稻田农作物区域的谚语。大概在八月下旬九月上旬，如吹西风，则天气干燥，水稻叶和已抽出的穗，蒸发极快，受有螟害的水稻，就很快地变白而死亡了(因为螟虫早已把稻茎咬伤，自下向上的水分运输不畅)；如吹东风，或天气阴湿，则受螟害的穗因为蒸发滞缓而还能生活，并不变白，即使变白，也极轻。所以这句话的意思实际是西风之下，虫害见；东风之下，虫害不见。事实上，虫害发生的基因早已存在。

春风踏脚报。(《田家五行》)

踏脚报就是多变的意思。春季是一年之内气旋最多的时节，故风来雨就下。

风急雨落，人急客作。(《田家五行》)

风大，表示气流的移动急促。吹到本地的空气可能是自很远的地方而来的，它的性质，如温度湿度等等，必定和本地原来的空气不同，所以极易发生锋面和气旋。即使不发生锋面，因为气流的性质和本地的空气不和谐，加以风速很大，所以很容易发生对流或涡动而把水蒸汽带上去，凝成云雨。

第四节 关于雨雪雾露霜的谚语

当近地面层空气中的水汽会计师超过饱和时，就有可能出现水滴或冰晶等凝结或凝华现象而形成雾、露、霜。这些现象的生消变化不仅在一定程度上反映了当地大气的状态，而且对未来的天气变化也有一定的指示意义。在长期与天斗争的实践中，我国劳动人民对此进行了总结，得出了不少的气象谚语。

雾

雾是由近地面空气中悬浮的大量水滴或冰晶微粒组成，由于组成雾的水滴或冰晶对可见光的散射作用，使水平能见度大大恶化，视线受阻，视野模糊。当水平能见度降到1千米以内时，这种飘浮在近地面空气中的水汽凝结物，称为雾；当水平能见度为1~10千米时，称为轻雾或霭。

雾的成因是因为由近地面空气中的温度降到露点温度以下或水汽增多时，水汽达到过饱和状态，从而在凝结核上凝结出雾滴而形成的。由于降温增湿的方式不同，其形成过程也不同。

一般雾分为如下几类。

辐射雾。是在晴朗无风的夜间，由于土壤及其近地面空气的辐射冷却而形成的。它多出现于冬半年。一般形成于后半夜到早晨，日出前后最浓，以后随着气温的升高和风速的增大，雾滴不断蒸发和扩散，雾也就由浓变淡而消失或抬

升为低云。在地域分布上呈零散出现，水平范围不大。

平流雾。是由暖湿空气移至冷地面或海面上时，下层冷却，气温降低而形成的。最有利于平流雾形成的条件是暖湿空气的湿度较大；地面或洋面与暖湿空气的温度差大；适宜的风速和风向。

当上述条件具备时，它可在一日中任何时刻出现；当风向改变时，它可迅速变淡消失。一般来说，平流雾常发生于沿海地区，水平范围较大。

锋面雾。是发生在锋面附近，由于降水使空气中水汽增多，通过绝热膨胀冷却或辐射冷却等降温方式使水汽达到过饱和，发生凝结而形成的。它常随锋面的移动而移动。

上坡雾。潮湿而稳定的空气沿山坡缓慢地上升，由于温度下降，达到过饱和而凝结形成的。

蒸汽雾。是在水温高于气温的情况下，暖水面蒸发的水汽进入冷空气中冷却凝结而成的。它常发生于秋冬季。一般范围不大，厚度小。

雾和天气由上述雾的成因可知，不同雾的形成有不同的天气背景，故其未来天气也不同。

辐射雾多产生于高气压控制的天气中，气层稳定，风力微弱。它的出现往往预示着天气继续晴好，“十雾九晴”“雾里日头，晒破石头”等谚语就是指这种雾而言。

平流雾的出现往往是暖湿气流影响本地的结果，预兆天气即将转坏。“昼雾阴，夜雾雨”等谚语就是指平流雾而言。

锋面雾的出现表示本地不久将受锋面影响，天气要变化。谚语“三日浓雾，必起狂风”“三日大雾定有雨”等就是指这

种情况而言的。

上坡雾是本地已具有一定的上升运动和水汽的反映，因此往往预兆着雨天将来临，山区的群众有“雾露在山腰，有雨在今朝”“高山早上有雾，下午有雨”等说法。

蒸汽雾常出现的冷空气南下后，天晴风小的湖面、河面上，这是好天气的预兆。谚语“河雾天晴”“山雾雨，河雾晴”等就是沿江、沿湖的群众在这方面的经验总结。

当然，由于所处地理纬度的不同和地形的差异等因素的影响，各地雾的同类谚语也有不同的说法，这里不再详述了

天上落下的雨、雪、冰雹和地面凝成的露水、白霜，虽然同是气体水态的变化，但是各有它的气象成因，同时也表示不同的未来天气。因为这些现象是最易观察的，也是和人类生活有直接关系的，所以这类谚语相当可靠。

霜和露

霜是近地面空气中的水汽在地面或地物上直接凝华而成的冰晶。它具有白色且疏松的晶体结构，通常发生于冷季，有人称其为“白霜”。

霜的成因与露类似。但是，霜是由冰晶所组成，因此又有不同之处：第一，形成霜时，近地面的空气温度必须降到 0°C 以下；第二，成霜过程是空气中的水汽直接凝华为晶体的过程（当然，冻露也是霜），由于降温方式的不同，霜的形成过程也不同。

一般霜可分为如下几种形式。

辐射霜。是由地面或地物因夜间辐射冷却而使近地面空气达到过饱和，并使地面或地物的温度降到 0°C 以上生成

的。

平流霜。是由冷空气入侵，而致使地面空气降温生成的。

辐射平流霜。是由更冷的空气流来，并使夜间近地面空气进一步降温所生成的。

值得需要指出的是，霜冻与霜是不同的。霜冻是农业生产方面的主要灾害性天气之一。它是指由于温度剧烈下降而引起植物冻害的现象。出现霜冻时，既可以有霜，也可以无霜。有霜的霜冻称为“白霜”；无霜的霜冻，称为“暗霜”或“黑霜”。

当靠近地面的空气中水汽含量低时，气温下降可引起霜冻，却不一定有霜形成；反之，植物表面虽有形成，但因降温未达到使植物受冻害的程度，可出现有霜而无霜冻的情况。

霜常形成于大气比较稳定的夜晚。它的出现是天气晴好的反映。因此，群众中有“霜兆晴天”“霜打红日晒”等说法。

但是，若连续数日有霜而后突然无霜，则大多是因有天气系统影响，天气将转坏。谚语“连打几天霜，停霜天要变”等就是这方面群众经验的总结。若在连续晴好的天气条件下，出现较浓重的霜，反映了近地层空气水汽含量增多，天气也将转坏。因此谚语中有“轻霜晴，重霜阴”“重霜天要变”等说法。

霜重见晴天，雪多兆丰年。(山西太原)

严霜兆晴天。(上海)

霜后暖，雪后寒；(苏南)

霜本来是晴天的产物，“霜重见晴天”是因果倒置的说

法。因为天空无云，夜间地面散热很强，温度才能下降到零度以下，使贴近地面的水汽直接凝成白霜，所以凝霜之前是冷的。等到天亮日出，因为天空无云，太阳光很强，霜的水分很少，融解时并不需要大量热力，所以天气相当温暖。

雪是从高空落下来的，凝雪的时候，地面气温并不一定很冷。但是雪要融解成水，就须吸收大量的热力(一克的雪，融解成水所吸收的热量，等于把一克水的温度，从 0 升到 80 时所需要的热量。这热量就从地面层空气中吸去，所以不等雪融完，气温是不可能回升的。

春霜不出三日雨。(福建)

春季连续三天有霜，也就是连续三天晴天。福建纬度较低，春季的晴天，太阳光必定很强，白天温度连日增高，气压降低，使本地和四周之间的气压梯度增大。因此，也就发生了空气流动的现象，于是天气跟着变化，而要下雨了。

霜后东风一日晴。(四川)

打霜之后，就吹东风，表示反气旋已过去，气旋将来临，所以晴天只有一日了。

冬至无霜，石臼无糠。(江苏常州)

冬至无霜，就是冬天不冷。因为冬天不冷，对农作物有害，故年成不好，石臼里面也无米可打了。

此外，霜与其他天气现象同时出现时，所兆天气可不同，如谚语“霜夹雾，旱得井也枯”“霜盖雪，还有雪”等等。

露是近地面空气中的水汽在地面或地物表面上凝结而成的水滴，它常在暖季出现。

露的成因是在傍晚在夜间晴朗微风的条件下，由于地面

或地物的辐射冷却,使贴近地面和地物的空气温度随之降低,当其降至露点温度以下时,空气中的水汽含量达到过饱和,在地面和地物的表现就形成露珠。

露常形成于大气比较稳定的夜晚,它的出现是天气晴好的反映。因此,民间有“露水见晴天”等说法。

但是,若连续数日出现露而后中断,可能有天气系统逼近,天空为云遮盖,天气将转坏。谚语“大露即收,天晴不久”“露霜忽不见,就要闹天气”等就说明了这一点。若连续数日出现露而后出现较大的露,反映了本地湿度增大,天气将转坏。因此群众有“大露猛然增,不久雨绵绵”等说法。

旱天无露水,伏天无夜雨。(湖南)

露水是空中水汽接触了夜间过冷物面而凝成的水滴。有露水出现的天气,低空需要有足量的水汽。而在旱天,空中水汽必少,所以露水就无从发生了。

露水起青天。(河北)

露和霜一样,同是晴天的产物,不过有露的天气温度比较高些罢了。

一夜白露一场霜。(江苏无锡)

晴夜成露,冻结成霜。(同上)

有这种现象并不奇怪,露和霜的生成原因是一致的,都是空气遇到较冷的表面使水汽凝结而成的、只不过是当时的气温不因而已。

此外,不同季节的露对天气的预兆也不同。如“春露晴,夏露雨,秋露日头晒死虎”这条谚语,就是群众在这方面的总结概括。

雨和雪

夏雨隔牛背，秋雨隔灰堆。(浙江)

十里不同天。(江苏无锡)

我国属于大陆性气候，夏天的雨大多属于热雷雨或阵雨。热雷雨的发生，基本上是因为地面受热，发生对流运动，把地面的水汽送到高空，凝成雷雨云而发生的降水。

但是由于地面各部分的物理性状不同，对于热力的反应也不同，因此地面上的气温有高有低。例如森林草原地区温度低，不毛之地温度高；柏油大道温度高，煤渣马路上温度低。所以在极小范围之内，空气对流的强弱，可以有很大差别。这里的对流，可以发生雷雨云，那里就不可能。再因为雷雨云的面积，普通不过几平方千米，所以我们常看见城南下雨而城北未必下雨的现象。这就是所谓的“十里不同天”。到了秋天，还留着些夏天的景象，所以还有“秋雨隔灰堆”之说。

天东雨，隔堵墙；这边落雨，那边出太阳。(山西、安徽)

西南阵，单过也落三寸。(《田家五行》)

老夫活到八十八，未见阵头东南发。(江苏)

气旋和其他种风暴通常是从西向东移动的，所以只有发生在西方的风暴，才能影响到本地。发生在东方的风暴，只会再向东去，不可能再影响本地。所以有“这边落雨，那边出太阳”的说法。

雨打鸡啼卯，雨伞不离手。(浙江)

雨打鸡鸣丑，雨伞勿离手；雨打黄昏戌，明朝燥悉悉。(南京)

在晴好的天气，早上只会有雾，不会下雨的。现在下雨了，表示天气本来不好，可能有远地风暴逼近。一次风暴的经过，常要一天或一天以上的时间，不是短时可以完的。

现在，早上就开始下雨，那么未来一天之内，要“雨伞勿离手”了。在黄昏时分，高空气流一般的有下沉运动，天空原有的云，很易因此消散(因为下沉气流是最热燥的气流)。在这时候，如果有碎块云里下来的雨，是下不长的。但是，如果这种雨是一种风暴雨(就是从西方移动过来的有系统的云雨)，那么“雨打黄昏戍”也就未必“明朝燥悉悉”了。

早晨下雨当日晴，晚上下雨到天明。(山东)

鸡鸣雨，下不长。(浙江)

投瞑雨，天卖晴。(福建)

早晨下雨，一天晴。(河北、山东)

早雨晴一日，晚雨到天明。(陕西)

雨打五更，日晒水坑。(《田家五行》)

晏雨不晴。《田家五行》)

开门雨涟涟，晴朗在午前。(江苏)

开门雨，关门晴。(江苏)

早雨天晴，晚雨难晴。(江苏、浙江)

雨打早五更，雨伞不用撑。(浙江)

这几条都说早上有雨主晴，晚上有雨才是久雨之兆。

夜晴无好天。(河北)

夜晴无好天，明朝还要雨连绵。(广西)

久雨见天星，明朝雨更猛。(广西)

这三句都是说：在久雨之中，突然夜间天晴，明天仍要

下雨。

雨前蒙蒙终不雨，雨后蒙蒙终不晴。(河北、陕西)

在高气压下，风平天青，气层非常稳定，地面尘埃水汽结集低空，所以平视蒙蒙，这种现象既然是气层稳定的表示，所以天气是不会变得阴雨的。下雨后，空中仍是蒙蒙，这必定是在气旋暖锋之后，暖区之内，空中微雨飘荡、水汽充斥，此后还有冷锋大雨，所以天气不可能立刻转晴的。

雨前麻花落勿大，雨后麻花落勿久。(江苏)

“麻花”指小雨，“雨”就指大雨。雨前麻花是说无大雨而只有小雨，这种雨属于稳定性雨的一类。例如，降落在单纯的热带气流中的雨。热带气流本身很湿，它比较地面要暖些，所以没有大规模的热力上升运动，只有由于微风涡动激起的动力上升运动，因此不可能出现很高很厚的云，只见分散的、层状的、薄薄的云，所以只能下麻花小雨，下不了大雨。雨后麻花，就表示大雨已过，还有几滴小雨，这表示雨天将要结束了。

一点一个泡，还有大雨未到。(湖南)

一点雨似一个钉，落到明朝也不晴；一点雨似一个泡，落到明朝未得了。(《田家五行》)

落滴起泡定阵雨。(江苏)

雨生蛋，落到明朝吃过饭。(江苏)

大凡刚刚开始的雨，雨滴必是很大的。因此，雨滴在下降过程中，已不成为圆球体，而成为扁平的球体了。在它的下面，可裹着空气，若下落到河面上，这空气从河水中选出，就成为气泡。因为这种气泡是见于开始下的大雨滴的，所以

象征着大雨正在开始。

雨声发喘，河水涨满。(河南)

雨声发喘，大雨之貌。雨大了，所以河水涨满。

饭时雨，下四指。(山东)

午饭时天气最热，对流最盛，降雨总是很多的，但非必然。

雨洒中，一场空。(湖北)

一块积雨云四脚空空地悬在中天，它下的雨，只及本地，一下子就完了。这种云起自本地，消于本地，所以雨量不会太大，雨时很短。

淋了伏头，下到伏尾。(河北、山西、河南)

伏天正值阳历七八月之交，是全年最热的期间。这个时期，如果气层是稳定的，热力对流就不能发生，即使有对流发生，也不可能发展到在天空造成雷雨云而打雷雨的程度。这种局面一旦造成，可维持很久，使天气久热而不下雨。但若大气层既潮湿，又不稳定，热力对流就极易发生。今天发生雷雨，明天还是发生。因为同一不稳定气团之下，它的组织、构造是可以维持好多天不变的。所以在这种大热天气，不下雨也罢了，下过一次，就很可能常常下。

雨洒尘，饿死人。(河北)

雨小，只能洒尘，天气太干，旱灾发生，所以要饿死人。

伏天的雨，主要是雷雨。下雷雨的基本条件是要地面很热，使空气发生强盛的对流运动。伏天在白天地面很热，适合于雷雨的发生；但是夜间地面较凉，就不可能发生对流，所以夜间不可能发生雷雨。但是在西南山地里，伏天也有夜

雨的，这又是另一原因。

大雪兆丰年，无雪要遭殃。(江苏苏州)

今年大雪飘，明年收成好。(同上)

江南三足雪，米道十丰年。(河南开封)

冬有大雷是丰年。(江苏无锡)

冬有三天雪，人道十年丰。(同上)

冬有三白是丰年。(同上)

雪姐久留住，明年好谷收。(浙江、湖南、河南)

霜前冷，雪后寒。(江苏)

落雪勿冷，融雪冷。(南京、山西、河南)

冬雪消除四边草，来年肥多虫害少。(江苏常熟)

大雪半溶加一冰，明年虫害一扫空。(同上)

雪不易传热，它积在地面，可使土中热力不易发散，增加土地的温度，对于来春植物的生长是很有益的。同时，土壤里的细菌因此得以繁殖，使许多有机质腐烂，杂草种子也一度发芽生长起来。

到了融雪期间，大量的热又被吸去，气温很低。当雪未溶完时，若有一股冷空气南下，气温再度下降，使雪水成冰，就使地表面温度再度降低，杂草和细菌又被冻死，这样倒反增加了植物的肥料，故雪多是丰年之兆。

雪落有晴天。(湖南)

雪后易晴。(江苏常熟)

雪下在每次寒潮来临之时，也就是在冷锋上。这是在气旋的尾部，反气旋的前部。所以雪天之后，再来的是反气旋天气，于是天气转晴了。

大雪不冻，惊蛰不开。(河北沧县)

大雪节不冰冻，到惊蛰节不开解，这是那年寒潮来迟的缘故。

腊月里三白雨树挂，庄户人家说大话。(内蒙古呼和浩特)

“三白”就是三次雪，“雨树挂”就是雨淞，这都是天气严寒的结果。冬季天冷，故有利于农事。

七阴八下九不晴，到了月初放光明。(天津)

二十七日明，二十八日雨，到二十九日不晴，就要到下月初才好天气。这表示着天气变化的日程。

夹雨夹雪无休无歇。(《田家五行》)

雨和雪，都是空中降水，但是它们降地之前所经历的过程不同。雪成时，温度必在零下。大多的雨，是雪下降到半空再融化成的。现在下雪又下雨，表示空中冷暖气流，激荡无常，因此，天气还是不得转晴的。

骤雨不终日。(《道德经》)

骤然下降的雨，不到天黑就完。因为下这种雨的云，是由于本地局部受热形成的，规模小，所以一阵雨后，云就散完了。

春土(霾)不过三日雨，冬土不过三日霜。(福建)

霾指由北方来的大风从内陆吹来的沙尘，所以有霾就表示有北方来的气流。在福建，春天的天气已经相当暖，南方的热带气流，从四月(阳历)始，已到福建的纬度。这时如有北风吹来，极易形成锋面而造成降水。冬天就不然，因为冬天北风极盛，南风极弱，根本无法到达我国海岸，所以北风一来，天气十分干冷而且晴朗有霜。

雪打高山，霜打平地。(江苏无锡)

不论在高山还是在平地，雪和霜都会出现。在冬季阴天时，高山的气温一般低于平地，风速也较大，因而雪下到高山不易溶化，高山上的雪一般厚于平地。雪溶化时，自然是地面上的雪先溶化完。由于高山的海拔高于平地，太阳光首先照在高山上，又因霜量毕竟有限，所以高山的霜先消失掉。但是在山的背阳坡并不如此。因而有“雪打高山，霜打平地”的说法。

第四章 天气预报

第一节 天气预报的水平 and 前景

天气预报是气象工作为经济建设和国防建设服务的重要手段之一。随着国民经济和科学技术的发展，天气预报的方法和技术水平也在逐步提高。

天气预报的技术是不断在进展着的，这与全世界气象观测网调度的加强、电子计算机用于天气预报、气象卫星的出现以及天气学和动力气象学的发展都有关系。

目前国内外预报中心所发布的 72 小时数值预报天气形势图并不很可靠，尤其当形势有突然变化时，72 小时的形势预报图就不能用了。就长期天气预报的水平来说，根据对美国 100 个站 5 天温度距平预报、1 个月温度距平预报、1 个季度的温度距平预报的检验，其准确率分别为 75%、61%、58%。降水距平预报的准确率较低，只有 59%、52%、51%。这里规定随机预报的准确率为 50%。从这个检验结果看，长期天气预报的水平确实不高，但比随机预报要高一些，因此它还有一定的用处。

根据大气运动可预报性的研究，对于大尺度运动，从理

论讲，预报时效可以达到2周左右，而目前只能达到5-7天。可见报预的潜力还远没有发挥出来。因而近年来世界气象组织开展的全球大气观测计划，主要目的之一也在于提高天气预报的水平，尤其是中期预报的水平。

在这方面，通过广泛的观测试验、综合分析、理论研究和数值模拟试验等工作，可望在不久的将来会有较大提高。天气预报逐渐走向客观定量的数量化时期。但是也应该指出，对于一些剧烈天气或局地预报，尤其是台风和气旋的发展，强雷暴和暴雨的爆发等现象，还不能完全依靠机器作出，预报员的经验仍具有相当的地位。并且预报的途径也应是多种方法的综合应用。

因为大气运动非常复杂，大气中包含有大大小小的各种运动，而人们对大气本身的运动认识还很不足，对大气外界因子的认识就更差一些，对于大气演变的规律性掌握不够，故天气预报水平不高。但是，科学总是不断地向前发展，不会永远停留在一个水平上。气象员在预报实践中，不断总结经验，对大气过程和外界因子的作用作更深入地研究，天气预报的水平会不断提高的。

生活中不能缺少天气预报

工农商学兵，农林牧副渔，谁都离不开气象。实际上，全民都是需要天气预报的。公众气象服务是预报服务工作的主旋律。通过媒体发布的天气预报受到广大观众和听众的欢迎，电视天气预报已成为电视台收视率名列前茅的节目之一。

除了中央台新闻联播之后的天气预报之外，还有早间、午间、晚间气象服务，世界城市天气预报，气象信息，气象

与农业，海外新闻和英语新闻之后也有天气预报等节目，各省市地方台也有自己的独具特色的天气预报。正因为有了天气预报，我们的生活才过得更舒心。

普通老百姓需要天气预报。各级领导需不需要天气预报呢？领导除了在日常生活中需要天气预报外，在领导工作中也是离不开天气预报的。

气象部门的预报首先要送给国务院及各部委、国家防汛抗旱指挥部、中央军委和解放军总参谋部等单位供各种决策参考，这方面有专门的信息网络系统。地方气象部门的预报也需要首先送给地方政府和其他决策部门。这种事很容易理解，气象部门预报干旱，政府就组织抗旱；气象部门预报洪涝，政府就组织抗洪。重要的决策是需要未雨绸缪的。

1998 年全国人民在全国各地与滔天的大洪水做奋斗，尤其是长江干流的大洪水，牵动着全国人民和世界人民的心弦。正是在气象预报工作者辛苦的劳动下，每日发布了准确的天气状况预报和汛情预报，为广大军民抗击洪水肆虐提供了有力的武器。政府一声令下，千军万马齐上阵。

长、中、短期天气预报，一样也不能少。1991 年夏季，江淮流域发生大水。6 月 14 日，在安徽省王家坝闸向蒙洼分洪区分洪的关键时刻，气象部门果断做出雨势减弱的预报，使中央和省里领导决定分洪时间向后推迟 7 小时，为分洪区 1.9 万人安全转移立了大功。

医疗气象预报

研究医疗气象的目的是为防治疾病服务。通过积累大量天气、气候与疾病关系的资料，了解其间的联系，也就使人

们有可能预防天气对健康的危害。既然人类生活在地球上，不可能与外界气象条件隔绝，那么如果能预测某些不利于健康的气象条件的来到，使病人能及时注意预防不利于健康的天气对身体的影响，就有可能使疾病不发。从这一考虑出发，于是建立了医疗气象预报。

医疗气象预防是预防容易罹患某种疾病的天气条件，因为天气仅仅是一个非特异性刺激，它为某些病人创造了一个发病条件，如果人体机能正常，适应良好，即使有不利的天气条件，疾病还是不会发作的，假定病人处于机能不正常的情况下，那么，这种不利的天气条件恰好是触发剂。

在德国，医疗气象预防作为一项正式的服务已有 50 年之久，自 1952 年起每周 1~5 按时发布，未曾中断。医疗气象从研究气象、气候与疾病的关系转而防治疾病服务，医疗气象预报的内容为天气形势及对疾病可能的影响。1966 年在汉堡建立了医疗气象研究所，并在联邦德国三处城市设立医学气象局，除观测一般气象物理因素外，还进行大气放射能、大气电、大气气溶胶、大气污染物测定，涉及范围很广，相当具体，甚至包括了疗养地气候及某些治疗方法的确定。

现在德国医疗气象预报的内容一般有下列几方面：对健康人的影响，如失眠、烦躁、注意力不集中等等；意外事故（工伤或交通）；死亡率；痉挛性疾病（肾绞痛、胆绞痛等）；出血、血栓、栓塞；心血管疾病（心绞痛、心肌梗塞）；精神神经病（偏头痛、神官症、抑郁症、中风等）；呼吸系疾病（哮喘、支气管炎）；感染（阑尾炎、流感、咽炎）；其他气象病（癫痫、青光眼、风湿病等）。

除前联邦德国外，匈牙利于 1958 年也开始了这方面的实验工作，日本、前苏联都曾试行过，我国近年也对空气质量、穿衣感觉指数、紫外线照射强度、高温中暑指数等方面进行了卓有成效的医疗气象预报。

要建立医疗气象预防并不简单，必须要有多年的有关气象与疾病的观察资料，而且还应根据几个不同气候区进行观察。医疗部门也还是可以根据平日的天气预报，结合国内外的资料作为参考。

全球化的天气预报

由前面的介绍我们可以看到，现代天气预报的一个重要特点就是天气预报的全球化。现在人们常常谈论经济的全球化，实际上经济的全球化离真正的实现还差得远呢！而天气预报的全球化早就得到实现了。

首先，做天气预报需要资料，不仅需要当地的资料，而且需要其他地方的资料，在大多数情况下需要全球的资料。这些资料是怎样得来的呢？

全球有一支气象观测大军，这支大军在世界气象组织的统一号令下，在规定的计量标准、观测时间、编码格式和通讯要求下统一采集资料。试想，如果计量标准、观测时间、编码格式和通讯要求不统一，你在 8 点观测，他在 9 点观测，你用一种仪器，他用另一种仪器，你用毫米计算雨量，他用英寸计算雨量，就算我们勉强把这样的资料集中起来，我们又怎能知道某一时刻各地的天气状况呢？又怎能用它画出全球的天气图呢？由此可见，有时候表面上看来起来是一个单位或一个人在作预报，实际上他们背后站着全球的气象大军

呢。

气象探测资料种类繁多，有地面气象台站观测得到的地面气压、温度、湿度、风向风速等要素和雨、雪、雾、露等天气现象，有探空气球观测得到的高空气压、温度、湿度、风向风速等，有船舶观测得到的海面气压、空气温度、海水温度、空气湿度、风向风速等，有海上浮标观测得到的海面气象资料，有雷达观测的云、风、温度、辐射等，有飞机观测的云、风、温度等，还有一些其他观测。

全球按区域设置气象通信枢纽，配备有先进的计算机通信，已实现网络化，使用光缆传输技术，正在建设以卫星通信为主，地面通信为辅的综合通信网。

资料库有存当前资料的实时资料库和存历史资料的历史资料库，有数值天气预报的各种产品。资料收到后并不能马上利用，必须先经过复杂的数学处理才能用作数值天气预报的初始状态。

预报操作系统是给预报员提供的一个工作平台，用于检索各种气象数据，显示数据和图形图像，并对图形图像进行编辑加工。预报员在这个平台上指挥计算机显示各种图形图像，绘制天气图，制作和显示数值天气预报的各种产品，指挥计算机做初步的综合决策，然后综合各种意见其中包括兄弟单位的意见（各单位之间有会商制度）做出最后的决策，然后让计算机把它发出去。

有人以为天气预报是气象学家单独做出来的。其实，不光一个人报不了天气，仅有气象学家队伍也做不出现代天气预报。天气预报由气象学家包打天下的时代已经过去了。现

代天气预报是一个极其复杂的系统工程，它是由气象学家牵头，由许多学科行业紧密协作共同完成的。

空气质量标准

大气污染意味着空气质量降低。但是，怎样衡量空气质量呢？科学家为此花费了不少心思。空气质量标准是要同公众见面的。如果用了一大堆名词，定了一堆普通大众难记、难懂的标准，是不易为公众所接受的。因此，科学家在做了严格复杂的计算和论证之后，将大量的空气质量监测数据折合成十分好记的空气质量指数。

按照规定，空气质量指数按其表示的污染程度分为五级，即：一级 1~50，二级 51~100，三级 101~200，四级 201~300，五级 301~500。这些级别依次对应的空气质量为：清洁、较清洁、轻度污染、中度污染、重度污染或分别称为：优、良、差、坏、危险。对各种污染物都统一采用这些指数，这就使公众感到十分方便。

当然，对每种污染物的具体标准是不同的，但这是科学家的事情，公众就用不着为此操心了。

那么，怎样确定当日的空气质量的级别呢？科学家规定以 5 种污染物中指数最高的级别确定。比如说，某日各种污染物的指数为：二氧化硫 10、一氧化碳 34、二氧化氮 74、臭氧 48、可吸入颗粒物 108。其中可吸入颗粒物指数最高，属于首要污染物，据此当天空气质量定为三级。

需要说明，空气质量日报中公布的空气质量指数，与我国环境保护部门公布的大气环境质量的级别不是一回事。

大气环境质量标准共分三级，每级都有各种污染物浓度的具体数值。一级标准适用于国家规定的自然保护区、风景游览区和疗养区；二级标准适用于城市规划中确定的居民区、商业区、交通枢纽混合区、文化区和农村地区。三级标准适用于工业区、城市交通枢纽、干线等地区。

大气中污染物的浓度以毫克/米³表示。大气环境质量标准中各级的浓度因污染物而异，例如，二氧化硫的一级标准为 ≤ 0.15 毫克/米³，一氧化碳的一级标准为 ≤ 10 毫克/米³。

空气质量日报中公布的空气质量指数和环境保护部门公布的大气环境质量标准的级别之间没有明确的对应关系。但粗略而言，空气质量指数为一级比大气环境质量为一级时空气质量略优；空气质量指数为二级时空气质量处于大气环境质量的一级标准和二级标准之间；空气质量指数为三级时空气质量处于大气环境质量的二级标准和三级标准之间；空气质量指数为四级和五级时空气质量超过和严重超过大气环境质量的三级标准。

第二节 气象站预报

在西方国家，天气预报完全由气象台发布，气象站不作天气预报。近几年来，这些国家的分析和预报工作已集中在国家气象中心来做，通过传真或电传将分析和预报发送给各地气象台，气象台只起着转发预报的作用。

这种形式有很大的缺点。因为各地的具体天气情况大台

是很难全部掌握的，而且目前大台的预报也并不很准确，单靠大台的预报往往不能解决当地的预报服务。在 1958 年大跃进时期，我国开创了县气象站制作天气预报的先例。早期气象站预报只起着对气象台发布的天气预报进行补充订正的作用，后来气象站针对本地的具体需要，用多种方法作天气预报，现已成为我国天气预报业务中一个组成部分，这是我国天气预报方面的一个特点。

气象台作预报的思路是，抓住各种天气系统的活动，作出天气形势预报，得出各高度的气压场(或温度场)预报，然后根据预报的各高度气压场对未来各地天气情况作出估计。如果要求作 10 天以上的预报，气象台预报就困难了，因为目前天气形势预报的时效并不长(一般不到一星期)。

气象站作预报的思路与气象台的思路不同。气象站预报是从本地区的气象要素变化出发，以普通民众经验为线索，从历史资料中寻找规律，运用简易的数理统计手段，归纳成预报规则或公式。气象站的预报规则或公式大多是针对中期或长期天气预报，而中期和长期天气形势预报是目前气象台没有解决的问题，这是气象站预报方法的一个重要特点。

在实际预报时，气象站预报也结合天气形势系统地了解并考虑天气、物象的征兆，所以它是一种很好的综合方法。此外，气象站还对本地的灾害性天气也概括出预报指标。目前，我国气象站预报的工具很多，这里就不一一列举了。

气象站预报方法是我国 40 多年来在预报业务中的新生事物，它有蓬勃的生命力，如果能将气象台的预报和气象站预报有效地结合起来，更可以提高天气预报的准确率。我们

应该对气象站预报的工作予以支持和帮助。

天气预报的前哨——气象站

一谈起气象站，人们首先想到的就是那美丽的小白屋和高高的风向标和风杯。风向杯和风杯是观测风的，小白屋又是干什么的呢？它是观测大气的温度和湿度的。那里面放着最高温度表、最低温度表、干球温度表、湿球温度表。干球温度表用于观测大气的温度。干球温度表和湿球温度表的读数结合在一起算出大气的湿度。

您一定会问，既然是观测大气的温度和湿度，把温度表放到大气中间不就得了，为什么还要搭个小白屋呢？原来，如果把温度直接放到大气中，由于温度表吸收太阳辐射的能力比大气大得多，太阳一晒，温度表表面的温度很快就上升，测到的就是温度表表面的温度，而不是大气的温度了。

小白屋虽小，却很考究。它是一个名符其实的小白屋。里里外外通体雪白，连四只脚和它前面的小梯子都漆成白色，为的是投射到小屋上的阳光全部被白色的表面反射回去，屋内的空气不致因为屋壁升温而烤热，这样测出的温度就是实际的空气温度而不是受到屋壁升温影响后的空气温度。

小白屋的四壁并不严实，而是做成百叶形状的，就像生活中非常好看的百叶窗一样。这样，小白屋周围的空气就可以自由进出，屋内外温度就是一样的了。这样测出的温度就是真正的空气温度了。

小白屋中温度表所观测的温度，并不是真正地面上的温度，而是 1.5 米左右高度的空气温度。在这个高度上，空气温度的变化比较稳定，一个地方的温度能够代表它周围相当

大范围内的冷暖。而且，这个高度是人类常见活动的高度，因此观测记录更有实用价值。

如果真去观测地表面的温度，比如说城市水泥地面上的温度，必然一会儿烫得要死，一会儿又冷得要命，而且只能说明观测地点附近一丁点儿大的地方的情况。因此，除非有特殊需要，比如要了解建筑工人夏天艰苦的工作条件，一般是不会观测地表面的温度的。

现在，气象工作者已经约定，就把 1.5 米左右高度的空气温度称为地面温度，以这种“地面温度”对外进行气象发布。

空气温度用摄氏度(符号为 $^{\circ}\text{C}$)表示。欧美有些国家流行华氏度(符号为 $^{\circ}\text{F}$)。两种温度之间的换算公式是：

$$\text{摄氏度} = (\text{华氏度} - 32) \times 5/9$$

$$\text{华氏度} = \text{摄氏度} \times 5/9 + 32$$

我们常说的超过 37°C 的炎热天气，用华氏度表示就在 100°F 左右了。

空气湿度常用相对值。相对湿度表示大气中水汽的饱和程度，用百分比表示。

前面已经提到风向标和风杯是观测风向、风速的。风向指风的来身，常用方位表示。也用角度表示，此时北方为 0° ，然后顺时针增加，东方 90° ，南方 180° ，西方 270° 。风速表示风的大小，常用风级表示，共分 12 级，也常用米/秒表示。

气压指单位面积上空气的重量。它是用安放在室内的气压表测量的。气压的单位叫百帕，海平面气压为 1013 百帕，

这就是一个大气压。1 帕=1 牛顿/米²，是现在用的气压的国际单位，以前气压的单位是毫巴。1 毫巴(千分之一巴)等于 1 百帕，1 巴=1 达因/厘米²。

每个气象上都有一种叫做雨量筒的仪器，专门用来测量这个地方下了多少雨。这种仪器猛一看和普通的水盆差不多，实际上它是一个十分精密的仪器。它的上口边沿十分锋利，水不会在边沿上到处乱溅。它是一个严格的圆筒，口径大小十分精确，保证了各地雨得测量的准确性和可以相互比较。雨量的单位为毫米，表示雨水在地面上聚集的深度。

降雪量是把雪化成水后折合成降水量计算的，因此堆起来很厚的雪往往折算的降雪量没有几毫米。同时，还要另外测量积雪深度。积雪深度是用一只特制的尺子测量的，以厘米为单位计算。

云对刮风下雨很重要，需要观测云状、云高和云量。云状就是云的形态学特征，共分 3 族，族下分 10 属，属下再分 29 类。这些我们将在后面适当做些介绍。云高一般指的是去底高度。云量是用云遮蔽天空的成数表示的。观测时把视野分成 10 份。云占天空 1/10 时为 1 成，记为 1；云占天空 2/10 时为 2 成，记为 2；云布满全天时为 10 成，记为 10。对云状、云高和云量，气象台站多用目测，也辅之以仪器观测。

还有一个观测项目叫能见度。能见度就是能够看见的程度。它是用距离表示大气浑浊度的指标。白天，能见度用以天空为背景，用肉眼可辨认某一物体的距离表示。夜间，指假设与白天亮度相同的情况下可辨认某一目标物的距离。这些目标物是事先选定并测量过的，夜间则选有灯光的目标物。

观测能见度采用目测，因此观测结果会受到观测人员生理和心理的影响。同一物体，你说看得清他说看不清是常有的事。现在，科学家已经设计出观测能见度的仪器。但是，这种仪器造价昂贵，一般的气象台站难以配备。目前，能见度仪多用于机场、公路等场所，但也不是所有机场和公路都有这种仪器，只是在若干机场和高速公路才配备有能见度仪。就是在这种情况下，除了用仪器观测能见度外，也还需要进行目测。能见度一般以米为单位。

天气现象也是气象观测的重要项目。天气现象有 30 多种。一个一个把 30 多种讲完会令人头疼。记录这 30 多种天气现象是气象工作者的事。鉴于天气现象的重要性，我们在后面要专门拣重要的大家比较关注的讲一讲。这里让我们列出若干重要天气现象的名字。它们是：雨、毛毛雨、雪、雹、露、霜、雨凇、雾凇、雾沙尘、龙卷风、雷暴、大风、积雪、结冰。天气现象是靠肉眼观测的。

气象站的观测项目还有土壤温度、蒸发量、日照、太阳辐射等。

全世界每天在世界时 0, 6, 12, 18 时（英国格林尼治时间）即北京时 8, 14, 20, 2 同时进行 4 次气象观测。但是，为了随时掌握大气的脉搏，希望能有连续的观测记录。于是又装备了温度、湿度和气压的自动记录仪器，可以获得连续的变化曲线。

气象站应当建在荒郊野外，这样才能保证所观测到的气象资料能够代表大范围的情况。我国的许多气象站，建站初期都在城市的郊外。可是，随着城市的发展，很多气象站周

围盖起了高楼大厦，气象站逐渐向城里靠近，有些气象站到了车水马龙的城中心。怎么办？只好另迁新址。可是迁完后过不了多少年，气象站又被高楼大厦包围了，于是只好再迁。弄得好多气象站没完没了地迁移。

这样一来，不同的地方地形地貌各异，观测资料出现了系统的差异。这样一来就给气象工作者带来很多麻烦。他们需要寻找不同测站资料之间的订正方法，还得把气象站的迁移情况写成一份资料，以便他人应用观测记录时参考。这份资料有一个名字叫台站史，当然它在所在城市的正史和野史中是找不到的。

上面说的是陆地上的气象站，在海上怎么办呢？海上的气象站多建于海岛，也设置了一些气象观测船。频繁穿梭于海洋的各种船舶，都要尽气象观测的义务。这些流动的气象站，和大陆与海洋上的固定气象站，共同监视着多变的天气。

自动的气象站

气象观测不分昼夜，也不论刮风下雨，而且越是狂风暴雨其观测结果越重要。这项工作的艰苦性可以想见。常年坚持在高寒山区的气象工作者，其工作条件更加艰苦，以至需要采用类似服兵役的方式定期轮换。即使如此，在人迹罕至的雪域高原，在荒无人烟的沙漠，在远离大陆的海岛，建立气象站仍有很大的困难。于是，自动气象站应运而生。

自动气象站有三种形式。一曰无人自动气象站，二曰有线遥测自动气象站，三曰长期自动气象站。

无人自动气象站是一种由电子线路自动控制，自动定时观测和发报的小型气象站。一般可连续工作一年左右，每天

定时观测 1~24 次，可以几百千米之外按时收到它的信号，也可用卫星收集和转发它拍发的资料。

这种自动气象站一般用于沙漠、高山和海洋。海洋自动气象站有浮标式和固定式两种。在重点海区，浮标像兵马俑一样排列有序，随时把海况告诉人们。固定的无人自动气象站多建于海岛。

有线遥测自动气象站由传感器、接口电路、微机系统和通讯接口组成。微机系统是有线遥测自动气象站的“心脏”，它负责处理接口电路以及观测员输入的信号，将处理结果显示、打印、存入磁盘，并向用户发送。

过去，这种自动气象站多建在机场、森林和环境保护部门这些需要经常查询气象资料的地方，现在我国一般气象站的观测已开始向遥测过渡，实行单个气象要素或多个要素的遥测。有些国家已开始建立遥测网。

长期自动气象站是一种仅仅用于收集资料的气象站。它的资料不对外发送，由工作人员定期取回。

当年北京第一高

都在说的气象观测，要么是观测地面附近的情况，要么是观测高空的情况。对流层底部的边界层，气象要素的变化很快，对人类的生活和生产活动影响很大，有必要细细观测。边界层的特点是它的运动具有湍流特征。人们设计了一种气象塔，专门用来进行边界层观测，了解湍流的脾气。

北京德胜门外有一条小月河，是当年元大都的护城河。河边高耸着一座铁塔，这座铁塔就是中国科学院大气物理研究所的气象观测塔。该塔 1979 年 8 月建成，塔高 325 米，是

当年北京第一高塔。高达 405 米的中央电视塔建成后，这座塔就屈居第二了。

铁塔是通风良好的钢架式结构，塔的横截面为上下一致的边长 2.7 米的等边三角形。塔上装有 16 个观测平台，各位于 1, 9, 15, 32, 47, 65, 80, 103, 120, 140, 160, 180, 200, 240, 280, 320 米处。每个观测平台上按北京冬夏的盛行风向装着两个活动伸臂，一个指向西北，一个指向东南。

臂端离塔柱边缘约 4.1 米处安装着观测仪器。之所以把仪器安装在远离塔体的臂端，为的是保证仪器周围通风良好，以避免塔体对观测结果的影响。在两个互成 180° 的臂端同时安装仪器，就可以按当时的盛行风向选用上风向的观测记录，以保证结果的准确性。

铁塔观测的基本气象要素是风向风速、温度、湿度，这些都是该高度上气象要素的平均值。另外，还在某些层次上放置超声风速仪和三分量螺旋桨风速仪以测量湍流脉动值。观测结果通过屏蔽电缆输入地面计算机，经过自动数据处理后存入磁盘。

能飞上天的气象站

为了获得高空的气象资料，就需要动用探空气球。探空气球下面吊着一个小盒子。盒子里装着无线电探空仪。探空仪由感应元件、编码器、发射机组成。感应元件对温度、气压、湿度非常敏感，随着气球的上升，不断产生信息。地面的收收机用解调译码器译成常用的温度、气压、湿度的数值。这样，我们就得到了一个地方上空不同高度的温度、气压、湿度的观测值。因此，探空仪就是一个能随着气球飞上天的

气象站。

地面气象站每日两次定时(世界时 0 时和 12 时即北京时 8 时和 20 时)施放探空气球观测高空大气,其高度一般达到 10~15 千米,最高可达 30 千米。除了通常的探空气球以外,还有以下几种气球。

1. 测风气球

这是一种用来观测高空风向风速的气球。释放后随风自由飘升,地面光学测风经纬仪跟踪,定时测定它在空中的位置,从而确定风向风速。夜间测风时,球下挂一小灯笼,以便识别。在进行无线电测风时,则在球下挂一回答器或反射靶。地面雷达发出无线电波,通过接收反射波来给气球定位,从而测定风向风速。

2. 系留气球

这种气球用缆绳拴在地面上。它的仪器可直接由气球携带,在升空过程中进行观测。也可把仪器拴在缆绳的不同度高度上进行观测。它可以在一段较长的时间内连续测量选定高度上的气象要素值。系留气球的观测高度一般在 1 千米以内。

3. 定高气球

它把仪器带到预定的大气层里,然后让它随风飘移。它可在 20 或 25 千米的大气层里绕地球飞行,时间可长达 15 个月。通常用卫星转发测得的温度、湿度等资料。

4. 平流层气球

它携带各种仪器长时间在平流层中进行气象、天文、空间物理、化学、环境科学观测,也进行遥感、卫星仪器和空

间技术的科学实验。这种气球能携带数百乃至数千公斤的仪器升到 30~50 千米的高空。

第三节 从天空看云彩

现在讲非常规气象观测。现代大气科学调动了各种高技术手段，天上地下、高山平地、陆地海洋，无不布满了气象观测网。卫星和雷达就是这些现代化装备中的佼佼者。

气象卫星有极轨卫星和地球同步卫星两种。

极轨卫星的每一条轨道都经过地球的南北极，它像向日葵一样永远向着太阳，所以也叫太阳同步卫星。卫星经过一地时太阳光照角保持同一角度，从而能保证照片的可比性。卫星轨道经过南北极，可获得全球的观测资料。这种卫星还有很多优点。

但是，它 12 小时才能取得一次资料，容易漏掉龙卷风、冰雹一类变化速度快、生命史短的天气系统。地球同步卫星与地球同样方向同样速度旋转，因而在地球上看起来固定不动。它能看到南北纬 70° 之间，东西横跨 140 个经度约占地球表面 $1/3$ 的 1.7 亿平方千米的地区。约半小时提供一张 1.7 亿平方千米范围的图片，必要时 3~5 分钟可做一次小范围侦察。

极轨卫星可以看到极区，但难以对中低纬度多变的天气系统进行连续观测。地球同步卫星可以连续观测，但看不到极区。两种卫星同时使用，正好互相补充，相得益彰。现在，已经有了一个由多个两种卫星组成的全球卫星观测系统。

气象卫星到底有多大能耐呢？以美国诺阿卫星为例。它每天可输出全球范围内 1 万个大气探测资料，100 多张云图，白天给出 10~11.5 万个海面温度观测值，夜间给出 3~3.5 万个值。现在，全球 100 多个国家有 500 个以上的云图接收站接收它的图片。

美国戈斯（GOES）卫星每半小时提供一张云图，每天收集 12000 个地面气象站、海洋自动浮标、自动气象站的温度、气压、湿度等观测资料，广播 400 多种传真气象图。西起澳大利亚，东至西欧、非洲的约 1200 个接收站接收戈斯卫星的云图。通过计算机处理，我们可以得到十分生动的天气系统发展的动画图像，这就使我们能知道未来天气的大概发展趋势。

从卫星上，我们可以看到哪儿晴，哪儿阴，哪儿干旱，哪儿受淹。气象卫星能在全球范围内昼夜不停地监测大气。大尺度的锋面云系、梅雨云系、热带气旋云系，中小尺度的云图在卫星上都看得一清二楚。卫星除了提供云图照片外，还能测出云顶的高度和温度，监视冰雪分布，测量地形地貌、大气温度和湿度，海面温度，以及土壤湿度和风，捕捉台风和寒潮，还有那经常带来灾害的沙尘暴。

我国的风云一号气象卫星是极轨卫星。风云一号 A 发射于 1988 年 9 月 7 日。风云一号 B 发射于 1990 年 9 月 3 日。卫星高度 900 千米，24 小时绕地球运行 14 圈。它所载的扫描辐射仪可以分辨地球上 1.1 千米大小的目标物。它可发送图片，也可发送观测资料。

风云二号气象卫星是地球同步卫星。风云二号发射于

1997 年 6 月 10 日。卫星高度 36000 千米。定点于东经 105° 赤道上空。风云二号可以提供以我国的中部为中心的 1/3 地球表面范围内的观测资料。气象卫星除了提供气象图片和资料外，还成功地客串了森林火灾监测这一重要角色。

如今，“风云”气象卫星家族又添了不少新的成员，使我国在卫星天气遥感监测方面走在了世界的前列。

第四节 全面的预报方法

降水概率预报

预报气象的小姐有时会在电视上告诉我们，今天的降水概率是 70%。这是什么意思呢？有人说，是说今天 70% 的时间下雨；有人说，是说今天这个城市 70% 的地方下雨。

其实这些说法都不对。小姐是说今天这个城市下雨的可能性是 70%。为什么不说下雨的可能性是 100% 呢？这是因为科学家对降水与否的把握只有 70%，是科学家向公众亮了现代天气预报水平的底牌。概率是一个数学名词，它的直观意义就是一件事情发生的可能性。用概率形式发布的预报叫概率预报。在不发布概率预报的日子里，如果对降水与否的把握有 70%，就告诉公众说今天这个城市要雨，把可能性只有 70% 的事说成 100%。因此，发布概率预报是一种进步。

公众知道了下雨的可能性是 70%，怕雨的单位（比如盐场）就可做防雨的准备，不怕雨的单位仍可我行我素。这就是说，发布概率预报有利于公众的决策。

既然概率预报只表示某种天气的出现有一定的可能性，

那怎样使用降水概率预报呢？预报概率为 30%，在安排活动时应以无雨为主，适当做有雨准备；预报降水概率为 60%，在安排活动时则以有雨为主，无雨为辅；预报降水概率为 80%，应做好防雨准备。

概率预报是怎么做出来的呢？

例如，在夏季，选某地 300 天历史资料，其中有雨天 180 天。这样，雨天占全部的 60%。如果我们不再做进一步的分析，我们就可以在每天做一个降水概率为 60%的预报。如果再研究一下，就会发现第一天雨天第二天还下雨的情况有 80%，第一天不下雨第二天也不下雨的情况有 75%。

于是，若当天下雨就预报第二天下雨的概率为 80%；若当天不下雨就预报第二天也不下雨的概率为 75%，也就得出降水概率为 25%。这就是说，我们通过雨日情况的资料统计，建立了一个只用降水资料预报降水概率的方法。

实际上，降水与否，不仅与降水本身的变化规律有关，而且与其他气象要素的特点有关。于是，科学家分析多种资料，经过统计学计算得出了许多预报降水概率的方程，比如说用当日气压、温度和湿度预报次日降水概率的方程。在构建这些方程时，还可以用上数值天气预报的产品。当然还有一些更复杂的预报方法。

气象站预报

我国现行的天气预报工作分四级管理，就是国家级、省级、地级、县级。国家级指的是由国家气象中心发布的全国天气预报，同时也做全球天气预报。

省级、地级、县级就是由省、地级市和地区、县三级气

象台站发布的该省、地级市和地区、县的天气预报。我们在前面讲的主要是国家级天气预报。国家气象中心资料丰富，技术力量雄厚，设备先进，因此可以运行大型数值天气预报模式，建立较为完善的天气预报业务系统，做出全国乃至全球的天气预报。这些预报除了在媒体上对公众发布和送给中央和国务院领导及有关部门参考外，还把预报产品传输到省、地、县气象台站，这些产品对省、地、县气象台站的天气预报工作有重要指导作用，但没有法定的约束力。

因为天气预报是一个科学问题，不宜用行政手段加以约束。省、地、县气象台站在制作本地区的天气预报时，除了认真地研究国家气象中心传输来的预报产品外，还必须独立地进行工作，才能最后做出本地区的天气预报。

省气象台也有相当丰富的资料和一定的技术力量和设备。一部分省市运行数值天气预报模式，这些模式的产品与国家气象中心模式的产品相互补充，有的模式承担特殊的任务，关于台风和暴雨模式就是如此。

省气象台起着承上启下的作用。它接收国家气象中心的指导预报，又独立制作自己的预报产品，它的预报产品对下级气象台站也起指导作用。省气象台主要主管本省的预报，它的预报产品也涉及长、中、短期天气预报，所用的方法与国家气象中心差不多。

县级气象站负责本县的天气预报。一个县的面积一般不大，许多县在天气图上看不到，县气象站直接应用上级台站的预报图来定本县的天气是相当难的。因此，本县的天气预报还得自己来做。

县气象站的预报员在做本县的天气预报时，首先要接收上级气象台站的天气预报通报，使自己对当前全球和全国的天气情况以及未来的走势有一个宏观的把握。这些通报使县级预报员在制作本县的天气预报时胸中有全局，以免陷入坐井观天的境地。

在上级气象台站天气预报产品的指导下，县气象站的预报绘制了一系列图表，作为制作本县的天气预报的工具。

首先需要对本县的气象资料进行统计，弄清楚历史上曾经出现过的情况。例如，在不同的季节降水最多是多少，最少是多少，温度最高是多高，最低又低到什么程度？一些重要的天气现象（如雷暴、冰雹等）最多出现几次，最少出现几次……知道这些以后，在做预报时就要考虑当前的情况会不会出现破记录的事件，如果不会（或者说没有把握），做出的预报值就应当在历史资料的变化范围之内。

根据资料统计可以做一些图表，这种图表告诉我们某些气象要素达到什么数值就会出现什么天气。也可以用统计学方法建立一些预报方程。应用当前的气象信息，就可以按这些图表和预报方程。应用当前的气象资料，就可以按这些图表和预报方程做出预报。

县气象站的预报员天天呆在这个地方，天天抬头看天，看久了就把当地老天爷的脾气摸熟了，也把当地的地形地貌以及它们对天气的影响摸熟了。他们知道尽管一个县的面积不太大，但是一个天气系统来到时全县的天气（例如降水）经常是不一样的，“十里不同天”的事是会经常发生的。

因此，对县象站的预报员来说，积累经验是做好预报必

不可少的。可以说，看天经验对县气象站的预报员比上级台站的预报员更重要。不仅需要自己积累经验，而且需要学习他人的经验。许多县气象站都把有丰富看天经验的老农聘为顾问，在做预报特别在预报灾害性天气时向老农请教。

地区一级的气象台夹在省气象台和县气象站中间。除了起承上启下的作用外，也需要独立做预报。它们既需要像省气象台那样制作本地区范围的天气分布，又需要像县气象站那样制作更加具体的预报。因此，既需要掌握大范围天气的预报方法，又需要掌握以经验为基础的单站预报方法。

天气图预报方法

天气图预报方法已有 100 多年历史，自从有电报后，各地同时间观测的气象资料能及时集中到各国的气象中心，分析出天气图。从天气图上看到一个高、低压系统在移动着，这类天气系统在移动过程中给各地带来了天气变化。

我们从天气图上分析出天气系统，预报它们在未来的移动和强度变化(包括生成和消亡)，就能推论各地区未来天气的变化，这就是天气图预报方法的主要依据。我们分析各种天气图或其他辅助图表，目的就在于及时分析出引起各地天气变化的天气系统。天气图分析正确与否，是天气图预报方法的前提。

天气图预报方法首先要做出天气形势预报，即预报出天气图上已有的天气系统，它们未来的移动和强度变化，同时还要判断有无新生的天气系统产生。

在天气形势预报中，最简单的方法是外推法，即假定未来天气系统的移动和变化与起始时刻的情况相同，这种方法

也称作持续性法。其次是气象员在长期天气预报的实践中，总结出有关天气系统移动或强度变化的经验预报规则，这些经验规则在天气形势预报中也有很大作用。

此外，从动力气象学的一些理论中，也可以推论出一些有关天气形势预报的规则。气象员根据这些就可以作出未来的天气形势预报。

近 30 多年来，由于电子计算机的出现，趋向于改由机器作天气形势预报图，这种预报称作数值预报，图表示数值预报的内容。

数值预报的第一步要求对所预报的天气系统从生成到消亡的主要物理过程有所认识，并将其概括成一组物理定律。第二步将这组物理定律用数学方程组表达出来，并且对这个方程组用电子计算机来求解。由于电子计算机的速度和容量有限，对方程组必须作适当简化。第三步将起始时刻的各层天气图资料编入机器。第四步由机器对这组议程进行求解，便算出未来各个时刻、各个地点和各高度上的高压面高度、温度、湿度和风速矢量的三个分量（ u, v, w ）的预报值。

电子计算机在作压、温、湿、风的预报时，是一小段一小段时间往前预报的。例如，根据起始时刻的天气图，先算出 10 分钟以后的预报图，然后将这张预报图作为起始时刻的天气图，算出 10 分钟以后的预报图。这样一步一步连续作下去，便能算出未来 24 小时或 48 小时的预报图。

如果想得到一张 24 小时预报图，先后要作一百次左右的预报。假如我们要计算的站点（在数值预报中称作网格点）为 $50 \times 50 = 2500$ 点，高度取 10 层，对各个站各个高度预报六个

气象要素(压、温、湿和三个风速分量)，作一次 24 小时预报就需要进行 1500 万次运算。

目前各国探空站的密度大约相隔 400 ~ 500 千米有一个站，所以由数值预报作出的各种形势预报图，只能抓住大尺度天气系统的活动，小于 400 千米的中小天气系统便预报不出来。

由电子计算机作出的天气形势预报图，比用手工方法制作预报图要客观。根据检验结果，高空天气形势图，用电子计算机制作的比手工制作的要好。对地面天气图来讲，两种方法制作的效果差不多。目前开展数值预报业务的国家发布的各种天气形势预报图，大多是由机器作出并经过气象员修改后才发出的。

天气形势预报图作出后，根据天气形势再作出各地区的天气(阴、晴、雨、雪和灾害性天气等)预报。天气预报困难较大，即使天气形势预报正确，天气预报不一定就报对，因为天气形势和天气并不是一一对应的。所以，从天气形势预报过渡到具体的天气预报，主要依靠气象员的判断，这样，气象员的经验就很重要。

气象员在长期预报实践中，将本地区的重要天气编成档案或分成类型，天气形势预报确定后，从档案中找出最类似的过去个例或天气型，根据它们作出天气预报。

在过去 30 多年中，天气形势预报进展很快，但从天气形势过渡到具体天气预报，却没有很大进展，这是目前天气图预报方法中的问题之一。

统计预报方法

有些单站气象要素(如最高、最低气温、云量、能见度以及某种危险天气等)的预报,不容易用天气图预报方法作出,往往采用统计预报方法。统计预报方法的种类很多,这里不能一一介绍,只讲一讲统计预报方法的基本思路和步骤。

设 P 是我们要预报的量(例如雨量),将预报量 P 同其他一些气象要素($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$)进行统计分析,求出一个一元多次复相关回归方程关系式。得到了上式以后便可求出预报量。

要得到有效的统计预报方法,怎样选择预报因子是个关键。预报因子的选择,要以气象员的经验和有关预报量的天气学知识作基础,从大量气象资料中选取最有效的预报因子。

我国气象台站在选预报因子时,不但根据气象员自己的经验,而且还运用群众的经验,或以它为线索选取,在选取有效的预报因子时,将预报量 P 同许多预报因子进行单相关分析,同时从天气学角度分析这种相关有没有意义。只有将这两者结合起来,才能选出有效的预报因子。

过去有一些统计预报方法,由于单凭机械地求统计相关,不考虑其物理意义,预报效果就不好。如果有电子计算机,可以选择许多观测站的气象要素或各个高空站各高度上的气象要素来作预报因子。这时必须作出某个预报因子与预报量 P 的相关系数水平分布图或垂直分布图,然后从天气意义上分析这种相关性分布的特征,由此再选定某一站的或某一高度上的气象要素作预报因子。

有效预报因子决定后,根据数理统计学中的判别法和相

关分析法，作出预报量(P)出现不出现的判别式，以及预报量(P)数量大小的预报方程。如果有电子计算机，很容易求得这两个方程。最后要对这两个预报方程的精确度作检查。图给出统计预报的程序。

动力学预报与统计预报的结合

数值预报是根据动力学中的议程计算出来的，所以也称动力学预报。只要给出起始时刻的各层天气图资料，就可以确定未来任何时刻压、温、湿、风等分布的情况。这种预报在数学上也称作确定论预报。

统计预报是以概率论作基础，预报量与预报因子的回归方程所示关系，在概率论上已达到某种置信的程度，因此，在大多数情况下，如果预报因子出现，预报量也就出现。但并不能保证在任何时候都这样。从预报上讲，确定论最理想，但目前还达不到这一步，不过统计预报方法仍是很有用处的。气象员应该将这两类预报方法结合起来作用，预报效果就会好些。

预报是根据现在推论未来，所以在统计预报方法中，预报因子的选择都是取起始时刻或过去时刻的气象参数。但有一些预报量同它出现时刻的气象条件关系最密切，例如，就降水来说，它与降水出现时刻的上升运动强弱和空气中水汽含量大小的关系最密切，所以选择雨量的预报因子，最好取在预报时刻的因子，这时预报因子本身也是个预报量。

有了动力学预报以后，从动力学预报得出各地各高度上压、温、湿和 u, v, w 三个风速分量预报值，并且从这些基本物理量还可算出其他许多物理量(如温度平流、涡度平流、

水汽输送通量、稳定度指数等等)。

将这些由机器给出的、预报时刻的物理参量与要求预报的量求出统计关系式，求法与图所讲的程序相同。这种由动力学预报方法和统计预报方法相结合的方法，称作由动力学预报模式得出的统计预报，简称 MOS。

近二、三年好几个国家已采用这种预报方法，由这个方法可以作出各地的 24 小时最高、最低气温预报，12~36 小时各地降水量预报，各地能见度、云量和低云高度的预报，以及某种灾害性天气(如大风、暴雨、强雷暴)出现与不出现的判别预报。

这类预报都是直接从电子计算机作出的。所以电子计算机在作出各种天气形势预报图的同时，也给出全国选定台站的前述诸气象要素的预报。国家气象中心将天气形势预报图和 MOS 预报传给各级气象台站。台站气象员将 MOS 预报和当地所作的预报结合起来，作出较准确的预报。

天气形势预报和 MOS 预报的结合可能是今后国家气象中心预报业务一个有希望的方向。

第五节 长期天气预报

长期天气预报

在天气预报中长期天气预报是气象工作者最关心的问题，如长时间旱涝或长时期酷寒和酷热等现象的预报。在天气图上表现为在较长时期中不断重复出现的同类天气过程，就是造成持久性的异常天气现象。是什么因子使得同类天气

过程不断重复出现呢？

一般认为，这个问题主要不在大气内部，而是由于在大气外界的某个因子在起作用。这是当前许多国家长期预报研究工作中的一个基本观念。这些外界因子是什么呢？目前意见还很不一致。

有人认为太阳的变化是长期天气过程的主要外界因子，有不少长期预报方法是根据这种观点作出的。但也有认为下垫面热力特征的异常，如海水温度、地温分布、地球表面积雪和南北极区结冰等情况的异常，是引起在某个月中或某个季节中不断重复出现同类天气过程的主要外界因子。这些下垫面热力特征的异常是由前期和同时期大气环流所造成，但反过来又影响长期天气过程。

以上两种看法都有一定道理，但都还不能对长期天气过程的物理原因说得很清楚，其间的关系错综复杂，连一些观测事实也还不清楚，更谈不上理论方面的研究。

所以，目前在长期天气预报中所使用的方法基本上是一些预报经验和统计方法。近年来有人开始在进行长期天气过程的数值试验，想用动力学方法作长期天气预报，但离实现还有很长一段距离。

近 10 多年来，很多人注意到海洋对长期天气过程的作用。人们发现，海洋表层(几百米厚)的温度，在月与月之间或年与年之间有很大变化。海温的变化，主要是由大气环流条件造成的，反过来又能引起大范围大气环流的异常。

如海洋对异常的热量贮蓄很深厚(可达 500 米左右)，这使海温的异常能持续得比较久。所以通过海温这个大气外界

因子的作用，可以造成大范围的异常天气。不少气象台站采用海水温度作为长期天气预报的因子，这是有道理的。近年来用卫星预测，收集陆地积雪、极区结冰等情况的资料，人们可以研究其异常与大范围天气反常的关系，并由此可得到有效的长期天气预报因子。

在长期天气预报中预报因子的选择，不能同短期天气预报中指标的选法一样，它应选择表征的尺度要大而变化又比较慢的要素作预报因子，例如海水温度的变化比气温的变化慢很多，据估计海水温度的变化只有气温变化速度的 $1/10$ ，因此作为长期天气预报因子是很合适的。

目前许多国家的长期预报只预报未来一个月或一个季度的平均天气情况，即只预报该月或该季的温度或降水量对气候平均值的偏差，如能从历史资料中找到一个相似月份或相似季节，则可以预报在该月中各旬或该季中各月的平均天气情况，要预报未来一个月中每一天的天气，就不容易了。

谁在操纵长期天气变异

冷热不均，旱涝频繁，几年一大变，一年几小变，这就叫做长期天气变异，或者叫气候异常。长期天气预报的任务就是在一个月、一季甚至一年前预报这种长期天气变异。老天爷为什么会有变异？这个问题说来话就长了，它的变化和下面的几方面因素都有关系。

1. 会变脸的太阳

寒来暑往，秋收冬藏，这是尽人皆知的规律。之所以如此，太阳给我们地球送来的辐射热的季节变化使然。夏至时，太阳直射北回归线（即北纬），北回归线以北的地方得到最多

的热量。

夏至以后，太阳光直射的地方逐渐南移，北回归线以北的地方入射角逐渐减小，得到的太阳辐射也日渐减少。到冬至时太阳光直射点达到最南纬度——南回归线（南纬 23.5°）。随着太阳辐射的变化，天气由夏天转入冬天。这种季节变化主要决定于太阳光入射角的变化。地球绕太阳公转的轨道是一个椭圆。有人以为夏季比冬季暖是因为夏季地球离太阳比冬季要近。

其实相反，夏季地球离太阳比冬季反而远。但是地球的轨道可不像鸡蛋那样的椭圆，它其实和圆差不了多少，因此冬夏地球离太阳辐射的影响远不如太阳光入射角的冬天变化。冬夏变化妇孺皆知，用不着做预报。需要预报的是今年夏天是比往年热还是凉，今年冬天是比往年冷还是暖。我们往往更加关心的是今年雨多还是雨少，特别是夏天的旱涝情况。

问题在于，太阳年复一年地在我们头顶升降，它送给我们的热量为什么各年不一样呢？原来，太阳有时会变脸。根据资料，太阳每年送来的热量是有变化的，比如说，太阳上黑子的数目（它在一定程度上反映太阳辐射的强度）各年就不一样。现在有人用太阳上黑子的变化来做长期天气预报。

还有人认为，太阳辐射变化的量虽然不大，但这种微小的变化有时会干扰大气的运动。大气有时处于一种状态，有时处于另一种状态，有时正在两种状态的十字路口徘徊，偏偏在这时候太阳辐射发生了变化，太阳就在这个节骨眼上落井下石，把大气运动引向危险的，造成旱涝灾害。

地球上的大气就像一口大锅里的水，天上的太阳当然能把它直接晒热，但它主要是靠地面这口大锅烧热的。原来大气只能吸收很少一点太阳辐射，大部分太阳辐射被地面吸收，然后又由地面发出辐射加热大气。烧开水的锅是用一种材料制成的，表面受热比较均匀。

可是，“烧”空气的大地这口“锅”不仅表面十分粗糙，而且非常不均匀，有山有水、有湖有海、有高原、有平地、有森林、有草地、有农田、有荒原、有城市、有农村。因此，尽管在同一纬度，太阳十分公平地送来同样多的辐射热，但不同地方反射到大气中用来加热空气的辐射热就不一样多了。

如果一个地方的地面永远不变，它的影响当然也就不变。然而我们的地球天天在变，今天这里盖工厂，明天那里修公路；今天这里修水库，明天那里挖厂山；今天这里大片绿化，明天那里乱砍滥伐。这样一来，搞得空气一阵热，一阵冷；搞得这里发洪水，那里闹旱灾。

2. 大气是个猴子脸

太阳有时会变脸。那大气呢？大气脸面的变化就更大了。去年11月15日来寒潮，今年11月15日未必来。去年冬天来了5次强冷空气，今年则可能来2次或3次。

再说，给我国旱涝造成很大影响的副热带高压常年南北东西地摆动。去年夏天7月初移到华北，华北地区进入雨季。今年它偏偏长时间赖在南方不肯北上，弄得南方没完没了地下雨，北方酷热难当。这就叫做大气环流变异，是这种变异造成了不同年份的不同气候异常。

我国是一个季风国家，季风的强弱各年不同，因此各年的旱涝状况有很大差异。我国下雨的水汽大多是南风吹过来的。然而每年的南风强度不一样，吹来的水汽也就多寡不一。光有水汽还不行，还要有北方来的冷空气把南方来的暖空气中的水汽抬起来才能降雨。正常年份，6月中旬至7月上旬是南方的梅雨季节，之后华北进入雨季。

如果冷暖空气强度适中，雨量就适中，这就叫做风调雨顺。但是有些年冷暖空气交汇在长江流域的时间特别长，或者强度特别强，长江流域就发生洪涝了。如果反过来，交汇时间很短，或者强度弱，称为“空梅”，就干旱了。对别的地方也是一样。

由此看来，我们头上顶的是一个偏心的老天爷，他往往做不到一碗水端平，今年给这里多下点雨，明年又给那里少下点雨，弄得这里旱，那里涝。

西南季风把印度洋的水汽输向我国大陆。有些水汽辛辛苦苦爬上青藏高原，有些水汽穿越近乎南北走向的横断山脉中的千沟万壑千里迢迢来到中国。由于崇山峻岭的阻隔，这些水汽较难深入我国内陆腹地，但有时也会不辞辛劳到达河套以北地区。

闻名中外的雅鲁藏布大峡谷就是一条水汽的通道。来自太平洋的东南风也常把大量水汽输向我国。还有些水汽则是从南海北上造访我国的。在夏季季节，东北季风也会把鄂霍次克海和日本海的水汽输向我国东北。

在冬季，偏东气流常把东海的水汽输向我国大陆，这是华北降雪的重要水汽来源。当然，大陆上的水汽也可随风由

一地飘向他处。新疆的降水主要就是本地和大陆其他地方的水汽造成的，大西洋上的少量水汽有时也会飞过欧洲前来光顾。

可以说，正是大气环流的变异造成了季风的强弱不同，造成了冷空气的强弱不同，从而使各年季风雨的强度不同。这就是各年的旱涝状况大相径庭的直接原因。

高空有一个天气系统叫阻塞高压，对我国旱涝有重要作用。冷空气顺着阻塞高压的飞流南下，当与暖空气遭遇时就产生降水。如果阻塞高压呆几天就走倒不要紧，要是它赖个十天半月不走，事情就麻烦了。冷空气就一次次南下，一次次引起降水，这就会造成洪涝。

1954年夏季长江流域的洪涝，就是两个阻塞高压在乌拉尔山地区和鄂霍次克海地区各霸一方造的孽。大气中长时间出现了阻塞高压，这说明大气环流出现了变异，异常的气候就发生了。

水在不停地流动，水波也就不停地荡漾。大气也一样，大大小小的波动没完没了地在大气中撒欢儿。有的波动特别大，并且在全球的固定范围内活动，我们叫它准定常行星波。可是，有时这种准定常行星波偏偏剑走偏锋，跑到它的领地外捣乱。这当然也是一种大气环流变异，也会产生异常气候。

3. 深深的海洋

地球表面不全是陆地，而且大部分不是陆地，海洋占了地球表面的71%。海洋和陆地有很大不同，陆地很快就晒热，也会很快凉下去。海洋起来很慢，一旦热起来了也不容易凉下去。

印度尼西亚附近的太平洋，海水常年比别的地热，人们叫它西太平洋暖池。暖池加热了空气，空气上升后再跑到冷的地方下沉。不同的年份西太平洋暖池的温度不同，带来的气候也就不同。如果仅仅是海洋影响大气也就罢了，偏偏反过来大气又影响海洋。

人们常说，海上是无风三尺浪。空气到了海上，吹动了海水，海水从这里流到那里，海洋的温度分布当然要发生变化。这下就麻烦了，究竟是大气影响海洋，还是海洋影响大气？简单的回答是没有的，它们是相互作用相互影响的。

科学家发现，西太平洋暖池湿空气对流活动的强度很好地反映了西太平洋的热状况。对流活动的强度变化影响了它周围的大气，在大气中产生一种叫准定常行星波的波动，这种波动向西北方向传播，从而影响我国东部的大气环流，影响我国江淮流域的降水。对流活动强时，江淮流域旱；对流活动弱时，江淮流域涝。

海洋温度的变化不限于表层，海面以下的温度变化也是很大的。西太平洋暖池温度的变化往往是从海面以下开始的。因此，监测海面以下温度的变化对做好长期天气预报是十分重要的。现在，海面以下温度特征已经用于长期天气预报。

深深的海洋在很多方面对我们人类还是一个谜。大洋深处究竟怎么样呢？目前人们还了解得很少。但是，深海的情况对我们仍然是很重要的。

海洋上还有一个怪现象，叫做厄尔尼诺，就是太平洋中部和东部赤道地区海水温度异常升。这个地区本来是一个冷水区，发生厄尔尼诺时，这里上升运动加强，降水猛增，常

常导致这一地区的岛屿和美洲西海岸的一些国家如厄瓜多尔、秘鲁、智利等暴雨频繁，洪涝成灾。

相应地，西太平洋暖池这个全世界海水温度最高的地区，海洋温度下降，下沉气流加强，降水减少，干旱严重。对我国来说，发生厄尔尼诺的年份，南方多雨北方少雨的可能性大，东部容易出现冬暖夏凉的气候。

还有一种叫拉尼娜的海洋现象，她的主要特征是太平洋中东部赤道地区的海水温度异常偏低。一般来说，拉尼娜的影响和厄尔尼诺的影响是相反的。

大气中有一种叫南方涛动的现象，说的是印度洋和印尼地区与东南太平洋气压的反相振动。人们发现厄尔尼诺与南方涛动配合得相当好，因此，便索性把厄尔尼诺这种海洋现象和发生在大气里的南方涛动合在一起研究，称之为厄尔尼诺/南方涛动，或者用它的英文缩写的音译，叫它“恩索”。恩索现象是影响我国旱涝的重要因子之一。

4. 地上和地下

我们人类住在大陆上。这个大陆表面大十分粗糙，非常不均匀。这样的大陆对它上面的大气有巨大影响。不同的地面吸收太阳辐射的能力不同，向大气放射的热量也不同，造成的阴晴冷暖也就不同。

这是说的地面。地底下对大气有没有影响呢？这方面人们的了解还很少。地球半径有 6370 千米，而人类的钻头最多只能钻几十千米，还是需要钻哪儿才钻哪儿，谈不上全面的地下探测。

有人研究了旱涝与地下 1.6 米和 3.2 米处温度的关系，

发现异常高温和多雨区相对应，异常低温和少雨区相对应。这种关系已经用于旱涝预报。

另外有人认为，地震与旱涝有某种联系，并且把地震活动用于旱涝预报。

5. 危险的冰雪

地球就是这么怪，有热带海洋也有极地冰原，还有冰原周围的浮冰。冰太白了，它能比别的地面反射掉更多的太阳光。夏天，极地的冰给大气降温。冬天，极地的冰为大气保温。全球海冰的面积，每年不一样，它们对空气的影响也就每年不一样，它们对气候变化的贡献也就每年不一样。冰若增加，反射掉的太阳光就多，气温就会下降，这样冰就又增加。

反之，如果气温上升，冰就会减少。这样，反射掉的太阳光减少，气温又进一步上升，冰就再一次减少。所以，冰一旦增加就越来越多，气温就越来越低。而冰一旦减少就越来越少，气温就越来越高。这两种过程都是恶性循环。所以，最近发现的两极冰融化的现象是有一定危险性的，应当引起警惕。

大面积的积雪和冰的作用是一样的。

6. 不平坦的青藏高原

青藏高原的平均高度在4千米以上，是全球最高最大且具有复杂地形的巨大台地。这的形状像个兔子，其主体呈椭圆形。青藏高原对我国气候的影响有三个方面。

青藏高原又高又宽。气流经过时方向要发生很大的变化。空气爬过相当困难，要想绕过也很费事。

青藏高原对太阳辐射的影响和平原有很大的不同。它和大气之间的热量交换独具特色。青藏高原一年中大部分时间对大气加热，只有少数时间使大气降温。

青藏高原上面并不平坦，常见高山耸立，沟壑密布。这些复杂的小地形会产生一些小范围的环流圈，这些环流圈不仅影响当地的气候，还对大范围的气流形成干扰。

我国科学家认为，青藏高原在世界上是独一无二的，它的热状况会影响季风的强弱，影响西太平洋的热状况，是造成我国旱涝的重要因素。

7. 雅鲁藏布大峡谷

世界第一大峡谷——中国西藏雅鲁藏布江下游大拐弯峡谷，简称大峡谷。1998年4月国务院批准科学定名为雅鲁藏布大峡谷。

在世界屋脊西藏的南部，介于喜马拉雅山和冈底斯——念青唐古拉山之间，有一道东西向平直贯通的谷地，在谷地中由西向东流淌着青藏高原上第一条大河，仅次于长江、黄河、黑龙江和珠江的中国第五大河，这就是雅鲁藏布江。

雅鲁藏布江，实在是世界上一条最高的大河了。说起这条最高大河其实它还是一条国际河流，它在我国境内流淌2000多千米；雅鲁藏布江从国境巴昔卡出去之后，就流淌急泻在恒河平原上，改称布拉马普得拉河，最后经孟加拉国纳入恒河注入印度洋孟加拉湾，并在孟加拉湾的海洋下形成世界上最大的水下三角洲。

如此看来，这条河流实在是很有特点的一条大河，它不但流经不同国家和不同地理单元，而且显示出其不同地域的

河流特性的巨大反差,更孕育了不同民族的古老文明(文化)。

差异中最令人称奇的是雅鲁藏布江下流切过东喜马拉雅山,围绕喜马拉雅山东端尾间的最高峰南迦巴瓦峰(7782米),形成一个举世无双的奇特马蹄形大拐弯,而且这个大拐弯更以长496.3千米的巨大连续峡谷的形式,切刻在青藏高原东南急陡的斜面上,成为青藏高原上最大的水汽通道,上承雅鲁藏布江中上游,下接布拉马普得拉河,构成世界最大峡谷的特色,令世界为之瞩目。

8. 各种因素互相作用

太阳辐射、大气环流、海洋、大陆、冰雪、高原等等,都来影响我们的气候,都来干涉我们的长期天气过程,把个好端端的长期天气过程弄成一个大花脸。这个大花脸就像猴子一样,几年一大变,一年几小变,旱涝频繁发生。

除太阳辐射这个外源以外,大气、海洋、陆面、冰雪圈、生物圈组成了一个系统,我们叫做气候系统。如果把岩石圈加上,就是一个地球系统。正是地球系统各圈层之间的相互作用,操纵了长期天气变异,产生了各个地方的旱涝冷暖。

生物圈对气候有很大影响。青山绿水和茫茫戈壁,气候显然有天壤之别人也是生物,也可以归入生物圈。但是,近年来由于人类活动对气候影响的加剧,科学家已将人类从生物圈中分离出来,称为人类圈。植被破坏,水土流失,自然界正常的水分循环被严重干扰,旱涝灾害加剧,就是人类活动对气候影响的一个例子。

由于人类大量燃烧化石燃料而排放出的二氧化碳,已引起了严重的温室效应,可能全球地面的平均温度的升高就是

它造成的，这是人类活动对气候影响的又一个例子。

统计动力学预报

长期天气预报需要给出长时间的天气情况，比如说一个季节的冷暖干湿。能不能像日历一样把每天的情况排出来呢？至少目前不太可能。曾经有人宣称制作了一年的天气历，但这种天气是经不起实践检验的。

目前的长期天气预报主要是预报不同季节的温度和降水的总特点，预报它们是否异常，也就是比正常年份冷还是暖，会不会出现干旱和洪涝。

动力学方法就是数值长期天气预报。这种方法近年来发展很快，已开始用于日常业务预报。现在这种方法被普遍看好，因为它使用了反映大气运动基本规律的动力学方程，是一个很有前途的方法。

经验方法是早期的方法。后来人们应用统计学方法把经验加以整理，建立了许多预报方程。这种预报方程主要有以下两类。

一类叫做多变量预报方法。

这时常常要到相关分析方法。比如说，一种气象要素升高时另一种气象要素总的说来也升高，计算出来就得到正的相关系数。一种气象要素升高时另一种气象要素总的说来下降，计算出来就得到负的相关系数。现在又有了一些更复杂的方法，其中有些方法可以说明不同气象要素的时间和空间分布的各种联系。

以降水量预报为例。首先寻找降水量与若干其他气象要素的相关，在找到这些关系后，用一些数学方法，把作用不

大的预报因子剔除，然后建立包含重要预报因子的预报方程。当然，一个预报方程不可能也没有必要穷尽所有的预报因子。由于一个预报方程包含多个预报因子，因此这种方法被叫做多变量预报方法。当然，由于各人的经验和理论不同，选出的预报因子和建立的预报方向也不同。

另一类叫做时间序列预报方法。

首先需要说明什么是时间序列。部队排队是以个子大小的次序排列的。如果有了一批资料，按什么样的次序排列好呢？比如说，我们手头有解放以来北京的年平均温度，该以什么为序排列呢？当然也可以按“个子”大小的次序排列，把高温排在前面，低温排在后面。这种排列法也能够告诉我们一些北京年平均温度的信息，例如温度最高可以到几度，最低又能到几度。我们手头的北京年平均温度资料是以什么为次序排列的呢？显然是以年份先后的次序排列的。我们把以时间为先后的次序排列的资料叫做时间序列。

当然，在数学上把一切以一定次序排列的资料都叫做时间序列的。部队排成对列后，知道前面战士个子的数值，就能肯定后面的战士一定比这个数值小。我们知道了时间序列中前面资料的数值以后，能知道后面资料的数值吗？不能！后面资料的数值是需要想办法求出来的，这就是时间序列预报问题。

时间序列能预报吗？能！统计学家想出了很多办法。历史是现实的一面镜子。从历史资料这面镜子我们可以把握历史前进的步伐，知道过去对未来的影响。统计学家经过研究，建立了许多数学模式，应用这些模式，我们就可以用前面的

资料预报后面资料的数值。例如，用最近 5 年的年平均温度预报下一年的年平均温度。这就叫做时间序列预报方法。

因此，我们在做年平均温度预报时，可以经过仔细的研究，找出影响年平均温度变化的若干预报因子，用多变量预报方法进行预报。也可以在认真研究年平均温度演变规律的基础上用时间序列预报方法进行预报。能不能把这两种方法结合在一起使用呢？当然能！已经有科学家这样做了。

刚才我们讲的预报方法属于统计学方法。统计学方法看重丰富的历史资料，强调各种现象间的联系和综合分析，但往往难以理清长期天气过程的内在物理规律。动力学方法看重长期天气过程的内在物理规律，但在建立预报方程时必须做一系列简化，而且只能应用一个时刻的资料，似嫌偏颇。能不能把统计学方法和动力学方法结合在一起呢？能！这就叫做统计动力学方法。

统计动力学方法花样很多。有的把动力学方法的计算结果输入到统计学方法的预报方程中，从而得出预报结果；有的从动力学方程出发，求出预报对象和各种预报因子之间的关系，再用多变量预报方法做预报。有的把动力学方程加以改造，使它能够包容历史资料。这就使变形后的动力学方程能够表示大气对过去的记忆，因而被称为自忆性方程。还有一种是应用非线性动力学概念，建立所谓相空间预报模式。

动力学方法的基本特点是初值问题。就是说，做预报时只用初始时刻一个时刻的资料。但是预报员做预报时则用大量的历史资料，信息非常丰富。有人讨论了将历史资料用于数值预报的问题，设计了预报模式。这是统计动力学方法的

又一形式。

尽管动力学方法在长期天气预报中的作用不断增大，统计学方法和有些统计动力学方法仍然是目前日常业务预报中使用的主要方法。可以说，统计学方法和统计力学方法以及预报经验在长期天气预报中起着兜底的作用。

在这里，我们想引述一段著名经济学家凯恩斯 1933 年在剑桥大学对他的学生所说的话。他说：“经济学家所知道的总是比他自己所能够说出的多。”又说：“当你采用完全精确的语言时，你就是试图在没有思想能力的人们面前表达自己的思想。”现在，我们可以这样说，人们关于长期天气过程的知识可以分为三部分。

第一部分，已知的长期天气过程的动力学知识，这些知识可以写成动力学方程，并且可以用以建立长期天气预报的数值模式。这就是采用完全精确的语言表述的那一部分。

第二部分，通过分析资料得出的长期天气过程的统计规律，这些知识可以用以建立长期天气预报的统计学模式。这一部分常被一些人说成是缺乏物理基础的，因而是不够科学的。

实际上，大气运动有它由动力学方程描述的确定性的一面，也有它由统计学模式描述的不确定性的一面，就是它以概率形式存在的一面。这两面好像一个硬币的两面，两面合在一起才能全面展示大气运动的面貌。

但不管怎么说，人们总结出来的统计学模式要受到所用资料的制约，它们表现的是大气中各种现象之间的一种数学关系，尚未从本质上说明大气运动的内在规律。因此，这一

部分关于长期天气过程的知识可以看成如凯恩斯所说的“能够说出的”知识。

第三部分，那就是人们在与大气打交道时和人们在从事日常预报工作时所积累的经验。这些经验，有些我们可以用简单的统计学模式表达，算是凯恩斯所说的“能够说出的”的知识。另一些纯粹是经验，那就是凯恩斯所说的我们“所知道的”那部分知识了。

由此可见，动力学方程是我们关于长期天气过程的知识中最成熟的部分，统计学模式表达的是其中不太成熟的部分，而经验表达的则是最不成熟的部分。经验表达的长期天气过程的知识之所以最不成熟，是因它的内容太丰富了，我们目前还难以用精确的语言表达。

正因为如此，统计学模式表达的是动力学方程包容不了的部分，因而比力学方程要丰富得多。而经验表达的则是统计学模式和动力学方程两者都包容不了的部分。因此，我们在努力发展动力学模式的同时，永远不要轻视统计学模式，也永远不要轻视经验。况且，在使用统计学模式和动力学方法时也是需要不断创新不断总结经验的。否则，就只能躺在前人的成果上睡大觉了。

天气图方法预报

我国是最早做长期天气预报的国家，大量的天气谚语就是明证。“八月十五云遮月，正月十五雪打灯。”“发尽桃花水，必有旱黄梅。”这些人们已经耳熟能详的天气谚语，就是我们祖先对于长期天气过程的总结，也是他们做长期天气预报的依据。

近代长期天气预报的研究始于 19 世纪末期,其中最著名的就是沃克提出的三大涛动,这就是北大西洋涛动、北太平洋涛动和南方涛动。涛动就是振动:北大西洋涛动指的是北大西洋海平面气压南北方向的持续反相振动,主要与亚速尔高压和冰岛低压的变化相联系。

北太平洋涛动说的是阿留申低压和北太平洋副热带高压之间南北方向的持续互相拆动:南方涛动我们在前面已经讲过了,就是印度洋和印尼地区与东南太平洋之间气压的持续反相振动。这些振动反映了相距很遥远的地区的气压之间的联系,在大气科学中被称为遥相关:后来人们还发现了一些其他气象要素之间的遥相关,例 A1 一地气压与另一地降水之间的遥相关,一处海面温度与另一地降水之间的遥相关和两地降水之间的遥相关等。应用遥相关是现代长期天气预报的重要方法之一。

应用天气图使短期天气预报获得了成功,于是人们也想用天气图来做长期天气预报。但是,每天的天气图本身就很复杂,如果连续看一个月,就会使人如坠云雾之中,更不要说连

续看一个季度和一年的天气图了。怎么办?人们设计了一种综合动态图。比如说,把逐日的冷高压中心描在一张地图上,就可以看出一个时期冷空气的活动情况。

冬冷夏热,周而复始:由于太阳和地球相对位置不同,形成了不同的季节。习惯上将当年 3~5 月划为春季,6~8 月划为夏季,9~11 月划为秋季。12 月至下一年 2 月划为冬季。

这样划分的季节比较简便易记。但不能反映各年冷暖干

湿的具体情况。像把一年划分为春夏秋冬四季一样，一年也可以划分为几个自然天气季节。在一个自然天气季节中，大气运动的过程例如气流的特点具有一定的相对稳定性。这样，不仅一年中不同自然天气季节的长度可能不同、而且同一自然天气季节的长度在不同的年份也会不同。

北京春天短，夏天长，是人们常常感觉得到的。有些年春天特别短。另一些年夏天特别长；有的年秋老虎姗姗来迟，有的年来了就赖着不走；有的年冬天特别长，人们望眼欲穿，春姑娘就是不来。这些都可以看成是各年自然天气季节长度不同的反映。科学家研究了各年不同的自然天气季节内大气运动的过程特点和自然天气季节之间的转变规律，设计了一些预报方法。

现在，动力学方法和统计动力学方法在长期天气预报中的地位上升，但是天气图方法仍然起到重要的作用，是丢不了的。

第六节 超长期天气预报

20 世纪已经成为历史了。在这个世界里，发生了许多惊天动地的政治事件。同样，这个世纪里自然界也不风平浪静，光是老天爷就发过不少次脾气。比如说，1954 年，1991 年，1998 年长江流域发生洪涝，1972 年全国大旱。人们自然要问，21 世纪老天爷的脾气怎么样？它还会给我们人类找麻烦吗？

这样的问题在大气科学中叫超长期天气预报问题。严格

说来，一年以上的预报叫超长期天气预报。比如说，5 年、10 年、50 年的预报就是。这样的预报应该怎样做呢？

影响超长期预报的因素

要想做 5 年、10 年以至 50 年的气候变化的预报，首先就需要知道是什么原因引起这种气候变化的。

1. 大气运动的准周期性

比如说，我国许多气象台站的汛期降水有 2~3 年周期，这种周期可以用于预报。若今年是旱年，则可以考虑 1~2 年以后仍是旱年。温度、气压、气流等气象要素也有准周期性，这种准周期性也可以用于预报。

2. 太阳活动

太阳辐射的强度逐年有变化，太阳上黑子的数目各年也不一样。太阳黑子还有 11 年左右的周期。整理历史上太阳黑子和年降水量的资料，就可以找到一些相互关系，这些关系就是做预报的依据。

3. 火山活动

地球上许多火山，有些火山已经死了，对大气运动没有什么影响，对人类也没有多大威胁，而且还往往变成旅游圣地。但是有的火山还活着，时不时向外喷发。喷发时惊天动地，可谓壮观。火山喷发出的大量火山灰，直冲云天，遮天蔽日。这种火山灰冲到上万米的高空以后，随风飘流，一飘就是两三年，甚至更长时间。它减少到达地面的太阳辐射，当然会对气候产生一定的影响。

4. 月亮引力、地球自转

还有没有引起气候变化的因子呢？有的。有人说，月亮

引力产生的潮汐有时候会发生异常，这种异常与我国的旱涝有关，人们还把这种关系用于预报。又有人说，地球的自转速度是随时间变化的，这种变化也会影响气候。

比如说，地球自转加快时，对我国气候影响很大的副热带高压就向北移，而当地球自转减慢时，副热带高压就向南移。您可能要问，地球的自转速度会随时间变化吗？不是每天都是 24 小时吗？科学家说，地球的自转速度确实是随时间变化的。我们现在已经不再按地球的自转计时了，我们用的高度精确的铯原子钟，把 1900 年以来用地球自转的计时和铯原子钟的计时相对照，发现两者已相差 49 秒了。

5. 人类的过错

我们燃烧大量化石燃料排出了大量的二氧化碳。大气中本来就有二氧化碳，它们吸收了地表面辐射出来的热量，再把它放到空气之中，使我们感到暖洋洋的，就像生活在温室中一样。所以我们把二氧化碳叫温室气体。

大气中原有的二氧化碳的量正好合适，因而我们人类过得很自在。如果大气中的二氧化碳由于某种原因过量了，那就糟了，我们就不是生活在温室里，而是要呆在蒸笼里了。有些人用数学物理方法研究了二氧化碳增加对气候的影响，把目前观测到的全球平均温度上升现象归罪于二氧化碳的增加。

由此可见，化石燃料排出的二氧化碳也可以认为是引起气候变化的一个因子。同时，乱砍滥伐，破坏植被，弄得大片土地沙漠化，也是我们人类的过错。

超长期预报资料哪里来

1. 历史资料

做预报需要历史资料。气象部门有专门的资料中心，这些中心存放了大量资料，可谓浩如烟海。可是，您如果真到这些中心去找资料，并且想用找来的资料做超长期天气预报，那就会使您大失所望。原来，有的中心资料只有一、二十年，资料长一点的也就几十年，达到百年长度的资料屈指可数。用这样的资料能做超长期天气预报吗？不能！怎么办？需要另想办法。

首先谈谈历史旱涝资料的整理问题。1981 年我国出版了一本名为《中国近五百年旱涝分布图集》的书，书中刊载了我国 1470 年（明成化六年）至 1979 年历年的旱涝分布图，同时给出了 1951~1979 年实测降水量和降水距平百分率图，还有全国 120 个气象站的 1470~1979 年旱涝等级资料。

为了说清下面要讲的问题，我们首先要解释一下降水距平百分率和旱涝等级两个词。

所谓降水距平百分率就是以百分率表示的降水偏离平均情况的指标。某一时段降水量对该时段多年平均值的偏差叫降水距平，也就是实测降水量与多年平均降水量的距离的简称。降水距平占多年平均降水量的百分率叫降水距平百分率。

以北京为例，年降水量的多年平均值是 607 毫米，若某年降水量为 750 毫米，则该年降水距平为 143 毫米（ $750 - 607 = 143$ ），降水距平百分率为 24%（ $143/607 \times 100\% = 24\%$ ）。若另一年降水量为 417 毫米，则该年降水距平为 -190 毫米（ $417 - 607 = -190$ ），降水距平百分率为 -31%（ $-190/607$ ）。

$\times 100\% = -31\%$)

当然，对月和季降水量，也可以计算降水距平和降水距平百分率。顺便说一句，对某月或某年的平均温度，也可以计算它对多年平均值的距平，但按习惯不再计算距平百分率。

旱涝等级用来表示旱涝的程度，共分 5 级。1 级涝，2 级偏涝，3 级正常，4 级偏旱，5 级旱。这些级别是怎么定出来的呢？在有降水量资料时，主要按实测降水量确定；在没有降水量资料时，依据史料记载评定。

按实测降水量确定旱涝等级时，先计算一个叫做标准差的量，这个量大致相当于历史上降水距平的变化幅度。当年夏季（5~9 月）降水距平为正且超过规定的标准差的倍数，分别评为 1 级或 2 级；当年降水距平为负且其绝对值超过规定的标准差的倍数，分别评为 4 级或 5 级；降水距平的绝对值小于某一规定范围时评为 3 级。

现用评定标准为：降水距平为正且超过标准差的 1.17 倍时，评为 1 级；降水距平为正且超过标准差的 0.33 倍但少于 1.17 倍时，评为 2 级；降水距平为负且其绝对值超过标准差的 1.17 倍时，评为 5 级；降水距平为负且其绝对值超过标准差的 0.33 倍但少于 1.17 倍时，评为 4 级；降水距平的绝对值小于标准差的 0.33 倍时，评为 3 级。

在没有降水量资料时，就需要依据史料记载评定旱涝等级。例如，史料载“夏大雨浹旬，江水溢”，“夏秋大水禾苗涌流”等，评为 1 级；史料载“八月大水”，“山水陡发”等，评为 2 级；史料载“大有年”等，评为 3 级；史料载“旱”，“旱蝗”等，评为 4 级；史料载“夏秋旱，禾尽槁”，“春夏

旱，赤地千里人食草根树皮”等，评为5级。

这就是说，依据史料记载评定旱涝等级时，强调的是灾害。在依据降水量资料评定旱涝等级时，强调的是实测降水量。按理说，应当综合考虑灾害和降水量两种资料，然后评定旱涝等级。

但是，应用史料记载的那些年份没有降水量资料，而使用实测降水量的那些年份又难以实现评估灾害损失。目前还没有公认的灾害损失客观评估方法。史料记载的灾害很粗，也不客观定量，但因无其他资料可用，只好用之。因此，在不同年份应用不同资料评定旱涝等级，实为不得已而为之。

您看，我国只有几个气象站实测资料较长，例如北京、上海、青岛。即使这少数气象站，资料最长的也就是百十年。可我们一旦动用了史料，一下子就有了500多年的资料。这种资料优势是我国独一无二的。因此《中国近五百旱涝分布图集》一书问世之后在全世界产生了很大的影响。

2. 植物花粉化石或年轮资料

要想得到更长的资料怎么办呢？科学家另有办法。植物的叶和茎等会很快腐烂，但花粉却很硬，会变成化石沉积在地层中。不同的植物适应不同的温度，因此分析地层中的花粉化石可以推断古代的温度。

树木在不同的温度和降水条件不会有不同的年轮，因而分析树木年轮的宽度和木材的宽度也能得到过去温度和降水的信息。

中国科学技术馆有一块美国巨杉标本。这棵巨杉高65米，根部直径5米，生活于公元前571年至公元1979年，有

2550 年树龄，后来在一场风暴中倒下。标本截于原树 30 米高处，巨杉上一圈圈年轮非常清晰，行家能从这种年轮分析出美国加利福尼亚州 2500 多年的温度和降水变化。我国也有不少树木年轮资料。我国科学家就从祁连山一棵古柏的年轮资料研究过我国西北的气候变化。

3. 放射性资料

另外，分析冰芯中氧同位素 ^{18}O 的含量和气泡的成分，也是推断古代温度的好办法；分析海底沉积物中碳同位素 ^{13}C 的含量，可以推断当时大气中二氧化碳的浓度，由此也可以推断古代温度的变化。

超长期预报怎么做

超长期天气预报怎么做呢？我们需要的预报时限太长了，关于这样长时段大气运动规律的研究还很薄弱，我们还写不出完整的动力学预报模式。那怎么办？只好求助于统计学。

比方说，我们可以用统计学中的谱分析方法，把一个地方历史资料中的主要的变化周期找出来。这种周期变化都是正弦波的形式，因此可以把未来的状况也按正弦波的样子画出来。几个主要周期的正弦波画出来以后，把它们合成在一起，就做出了未来的预报。但是这样的预报只考虑了我们所要预报的气象要素，例如温度或者降水本身的变化规律，尚没有涉及各种因素对预报对象的影响。要表示这种影响，就要用到前面讲过的多变量预报方法。

例如，您如果想知道您这个地方未来 5 年或 10 年的旱涝情况，您就需要了解一下这个地方历史上曾经发生过哪些旱

涝，它们与太阳活动、火山爆发、不适当的人类活动等等因素有什么关系，然后用多变量预报方法把这些关系表达出来，才能做出未来 5 年或 10 年的旱涝预报。在应用多变量预报方法之前，您还得对资料做一些加工，以适应超长期天气预报的需要。

比如说，要想做 5 年的预报，就需要连续算 5 个结果，而多变量预报方法只能算出未来 1 年的情况，下一年怎么办呢？就把已经算出的结果当作实际观测资料，这样就可以算出下一年的预报。有了两年的预报后，又把这些已经算出的结果当作实际观测资料，第 3 年的预报就得到了。第 4 年第 5 年的预报也可以如法炮制。

这样做行吗？能保证预报准确率吗？只能说，凑合。您想，多变量预报方法只能应用实测资料以一定的准确率算出未来 1 年的情况。当计算第 2 年的预报时，所用的资料有 1 年是应用预报方程算出的，当然不如实测的准。应用这样的资料算出来的第 2 年的预报的准确率必然下降。

可以想见，如此算下去得到的第 3 年、第 4 年、第 5 年的预报必然一个比一个差。如果应用实测资料计算未来 1 年的预报的准确率比较高，算个三四年的结果是可以凑合着用的。因为超长期天气预报本身就是一个难度极大的问题，因此人们只要求报出一个大概的趋势。在这个意义上，这样算出的预报是可以供使用部门参考的。

为了解决以预报结果代替实测资料引起预报的准确率下降的问题，有人提出了一种改进办法。首先，用资料建立两个预报方程，一个同以前一样，是做第 1 年预报的；另一个

是做第 1 年和第 2 年之和的预报的。

例如，先算出 2004 年的预报，再算出 2004 年和 2005 年之和的预报，两个相减，2005 年的预报就得到了。由于 2004 年的预报和 2004 年、2005 年之和的预报都是用 2003 年以前的实测资料算出来的，就避免了以预报结果代替实测资料引起的预报的准确率下降的问题。

2006 年的预报怎么办呢？它可以用 2004 年和 2005 年之和的预报值和 2004、2005、2006 三年之和的预报值相减得到。以后的预报同样可以用两个预报之差来求得。这样，我们就可以全部用实测资料计算多步预报，而不必担心预报准确率下降了。要问关于若干年之和预报方程怎么求，这只要把原始资料加工成若干年之和就行了。

目前，超长期天气预报遇到的最大困难是资料缺乏。由于长期的实测资料非常少，人们只好挖空心思找各种代用资料。在这种情况下，解决资料就比发展预报方法显得更迫切了。“巧妇难为无米之炊”这句话用在这里是贴切不过了。

因此，目前超长期天气预报基本上就是两个，一个是应用单一资料的时间序列方法，一个是应用多种资料的多变量预报方法，很少再看到新的预报方法问世。

我们说了半天，那到底 21 世纪老天爷的脾气怎么样呢？目前还没有一个大家都接受的结论。最近有人研究了华北若干城市未来 20 年至 50 年的旱涝变化，得到的结果是：从 20 年的尺度看，近期较湿，2005 年之后变干；从 50 年的尺度看，近期较湿，2030 年之后变干。这个结果当然不一定正确，

我们列举出来，只不过是给出一个超长期天气预报的例子让大家瞧瞧。

第五章 气象、气候变化影响着人类的健康

天气、气候不但影响人类的生理活动与疾病，在漫长的岁月中，天气、气候对地球上生命的形成也起着作用。天气、气候经历过变迁，这种变迁无异对地球上生物的出现与进化有关，科学家从发掘出的化石了解到生物的进化。

可是从猿到人，却找不到各个阶段逐渐进化的化石，这就使科学家想到在进化中存在突变的可能，在促使生物发生突变的进化过程中，天气、气候因素是不能忽视的。科学家也在实验室中证明了改变气候条件也许能成子代的变异。

人们还观察到天气、气候对人类健康有关的生命现象确实起着作用。先天畸形、智能、死亡、工作效率、药物疗效与天气、气候都可能有一定关系。

第一节 人与自然环境

人与自然界是一个动态变化着的整体。在这一整体，即人与动植物、水、空气、土壤组成的生物圈中，大气对人类的影响最大。人如果不食动植物组成的食物，还能维持三周

生命，缺乏水也可维持三天，没有空气生命则仅能维持几分钟。《内经》说：“阴阳四时者，万物之终始也，死生之本也，逆之则灾害生，从之则苛疾不起。”人们只有顺从它的变化适宜地作出适应的调节，才能保持健康。

《金匱要略》说：“人禀五常，因风气而生长，风气虽能生万物，亦能达万物。如水能浮舟，亦能覆舟。”的确，从一年四季的气候特点来看，春风、夏暑、秋燥、冬寒的规律，对生物的生、长、收、藏是必须的条件，但如果这些规律反常，必然影响生物的正常活动。

春秋时代，秦国名医提出的“阴阳风雨晦明”，在《内经》中论述得更为确当，从“阴阳风雨晦明”发展为“风寒暑湿燥火”。六气合于四时，配以五行，在正常情况下是有利于生物的生、长、化（属长夏，五行属土，主湿）收、藏的；六气太过，就成为六淫（淫者过也），反而成为致病因素了。《内经》说：“夫百病之生也，皆生于风寒暑湿燥火。”可见古代医学家对气候变化可以致病这一点，是有充分认识的。

天气与健康

医学家一方面认识到天气变化可为致病的原因，另一方面也观察到同样在致病的天气条件下，有人生病，也有人 not 生病；有的当时发病，也有的过后才发病。就是说：外因是六淫，内因是人体的某种“虚”，人在体质衰弱、抵抗力不足的情况下，才容易得病。这就是《内经》反复强调的“风雨寒热，不得虚，邪不能独伤人”的真谛。近代欧洲学者也注意到这一现象，称之为“气象敏感”。

有人调查，认为正常人群中约有 30% 的人对气象敏感，

这种人在天气变化时容易产生各种不适的症状。由此引申出适当的精神修养、体育锻炼、生活规律以及对气候变化的适应等，可以增强体质与抗病能力。这是最根本的预防疾病的措施。

不同天气与疾病关系研究得最多的是研究锋的活动与疾病的关系，因为锋的通过引起天气发生一系列变化，这种变化对某些慢性病患者可能是一个不利因素，从而诱发疾病。

国内过去无系统的研究，根据日本学者的资料，不少疾病都与锋的活动有关，德国学者对疾病进行了多年观察，根据观察结果，不少疾病都与天气变化有关。

现在人们谈之色变的沙尘暴，使空气中的浮尘颗粒倍增，空气中的含氧量急剧下降，造成人体胸闷、气喘、头晕、失眠、心悸等缺氧现象频频发生，有人称之为沙尘暴综合症。

除了天气能使疾病恶化外，有些天气也可能对疾病产生良好的影响，特别是反气旋天气。出现反气旋天气，心绞痛、心肌梗塞、神经炎、胃穿孔、胆绞痛发作明显减少；此外，中风，手术后出血，青光眼发作也都减少。

还有一些疾病是由于不同地域的气候差异引起的，在某些地方多发，称为气候病。气候病是地方病的一种。

季节与健康

不少疾病具有季节倾向。过去，人们曾错误地把凡有季节性发作的疾病都推论为与天气有关。甚至认为某些传染病也是天气所造成，以后诊断技术的进步，发现了真正的病原，弄清了原因。

疾病的季节好发倾向，有些确与天气的季节变化有一定

关系,而且每年几乎发生在同一季节;有些疾病有季节倾向,但并非每年在相同的月份出现高峰,与天气的季节变化不一定有关系;还有一种是间接的季节影响,例如病媒昆虫的生长期可与传染病的季节性有关,食物中的维生素含量及食物的季节性可使维生素缺乏症的发病具有季节性。

一些病在某些季节容易发生,例如,胸膜炎、消化性溃疡、流行性脑炎、腮腺炎、支气管炎、肺炎、口角炎、过敏性疾病多发生于春季,消化系统感染、皮炎多发生于夏季,慢性气管炎、肺心病、哮喘、心肌梗塞、感冒、精神病等,多发生于冬季,这些病称为季节病。

根据国内的资料,不少疾病具有一定的好发季节,一些传染病同样具有季节性。了解疾病的季节性,仅只是说明疾病在某一季节易于发生,而气象与疾病的真正关系,必须从气象学的角度进行分析。

分析方法可根据对一组病人长期观察,记录其病情变化,然后对照气象资料,以统计方法来分析二组资料之间是否相关。为了从人体的生理活动角度阐述问题,还必须通过实验方法来证实,这方面可以使用实验动物和人工气候室。

地球大气外环境因素与健康

近来在医疗气象学的领域中,有人注意到地球大气环境外因素与健康的关系。这些超地球因素中,太阳的活动是较重要的,除了人们熟知的日光外,太阳的黑子活动也可能对疾病有影响,例如导致流感流行的病毒抗原变异与太阳黑子活动的高峰期密切相关;国外还报道太阳黑子活动的高峰与心肌梗塞的发生呈正相关。

在斯堪的纳维亚半岛上的一些传染病如脊髓灰质炎、脑膜炎的流行与瑞典北极光现象在统计上相关。

日全食对病人也有影响，国内学者曾对一组心血管病病人观察，发现当日食发生时，病人原有的主要症状有加重趋势，高血压病人血压上升，心电图也出现心肌病变加重的表现。日食发生前和发生时交感神经兴奋性比平时增高，日食后反而降到比以前更低的水平。根据各种实验室检查结果，可说明日食对中医辨证具有阳虚见证的心血管疾病患者的垂体肾上腺皮质功能有抑制作用。

太阳耀斑出现时，发射出大量的紫外线和带电粒子，与此同时，心肌梗塞发作与猝死病人成倍增加，这不能不使人推测这两种现象间也可能有一定关系。总之，太阳的电磁辐射与微粒辐射的改变可引起大气层的电离程度、地球磁场、光的偏振、气象状况的变化，而这些因素又能影响人的健康。

月亮的周期也可能与某些疾病有关，美国医师曾报道月亮圆缺可影响心绞痛的发作，作者等曾分析某一地区鼻衄的逐日急症人数，看到下弦期鼻衄急症人数有增加趋势。

除了月球效应，行星联合可影响气候，也能对生物圈产生影响，有人报道当地球、太阳和月亮运行到一直线前夕，溃疡病出血会增加。

二十四节气是地球公转时所处的位置，我国习惯上都认为节气与疾病死亡有关，据统计发现，节气当天、节气前后各一天、节气前三天后四天的平均死亡人数都与全年的逐日平均死亡人数没有差别。

此外，宇宙射线对人体影响也很大。宇宙射线可以刺激

癌细胞的生长，如果以致癌的化合物注射于小白鼠，然后置于铝制的笼中，再以不同厚度的铅板覆盖，铅板可阻挡宇宙射线，而铝则能阻挡其他的辐射。最后，观察到肿瘤的发生率与宇宙射线照射量密切有关，照射多的癌肿发生率高，低剂量照射癌症发生少。如直接将人体癌细胞株进行实验，5厘米厚的铅板可降低8%的生长率，10厘米厚的铅板可降低14%。

宇宙射线对正常细胞生长也有直接刺激作用，在地下实验室培养基中的草履虫，由于不能受到宇宙射线的辐射，分裂期延长，生长迟缓，这一结果与用5~10厘米厚的铅板阻挡完全一样。

宇宙射线还能使某些疾病加剧，我国学者用2~10厘米厚的铅板遮盖，观察宇宙射线对动物结核模型的影响，看到结核动物存活时间愈长，则所受宇宙射线的照射量愈小。

近年来免疫学的发展，科学家进行了宇宙射线对免疫反应在影响的观察。实验结果说明微弱的宇宙射线可促进抗原活动，过强及过弱的宇宙射线则对抗原活动起抑制作用。

近年，有人提出大气层的彗星碎片也有可能将行星上的病菌和病毒带到地球上。

此外，旋转的星体、爆炸的超新星、类星体都能产生极强的重力波，射向宇宙空间的深处。根据爱因斯坦的理论，这些波会以较光速的速度传播，现代的一些物理学家则认为微小的重力粒子、夸克可以超光速穿过空间，并能穿透一些物质。因此，宇宙空间重力场压力的波动可能与人体健康也有联系。由于人类已进入太空，故超地球因素对人类健康影

响的探讨也将愈来愈受重视。

第二节 气象要素对人体的影响

天气、气候对人体生理活动的影响究竟如何？哪些气象因素对人体起作用？这些因素又作用于人体哪一部位？从以下的叙述中，读者会得到自己的答案。

气温对人体的影响

太阳辐射通过空气时，并不能使空气加热，但可使土壤加温，近地面层的气温取决于土壤白天加热和晚间冷却的程度。

人是恒温动物，为了保持机体体温与外界气温的平衡，人体的散热与产热也必须与外界环境统一，人的热代谢是一个复杂的生理过程。

高温环境下，人体通过蒸发来散热，因之大量出汗，出汗时伴随盐分丧失。为了散热，周围末梢血管扩张，这样就加重心脏负担，大量出汗使 85%~90%水分经汗腺排泄，平时水分的 50%~75%由肾脏排泄，高温时仅 10%~15%经肾排出，这会使肾脏发生某种程度的机能不全。高温还能使高级神经活动的某些机能如注意力、精确性、运动协调和反应速度减低。

在寒冷环境下，人体可通过增加产热或减和散热来达到保持体温的恒定。当裸体在自然气温低于 28 或穿衬衣在 20 休息时，人体的热代谢一般即出现负平衡。

寒冷对机体的影响，不但与寒冷强度及其性质（风和湿

度)有关,还与人体的生理状态及其周围的微小气候(包括衣服下的微小气候)有关。低温环境下,周围血管收缩虽可减少散热,但仍不足于维持体温,这就需要增加代谢,寒冷时出现颤抖即是通过增加肌肉的活动来保持足够的热量。

气温对植物神经的影响,据有关学者研究冷气团可使迷走神经(副交神经)张力增加,暖气团使交感神经张力增加。研究学者以肾上腺素及乙酰胆碱皮肤试验来观察天气对植物神经的影响,发现交感神经一般在锋经过后 3~5 小时反应最强烈;副交感神经则在锋经过前 5~6 小时反应最剧烈。如交感神经不稳定者,那么肾上腺素反应发生在乙酰胆碱反应之前。

气压对人体的影响

据推算大气的总重量为 5.3×10^{14} 吨,它对每个成年人体所施加的压力相当于 15.0~20.0 吨,这个压力可被体内压力所平衡,故平时感觉不出。

人体对气压的变化,一般能很好适应。在海拔 3000 米以上的青藏高原,人们能正常生活,1964 年我国登山运动员成功地登上了 8842 米的珠穆朗玛峰,峰顶气压相当于 0.3 个大气压;相反,人体对 15 个大气压的高压也能忍受。但如果短时间内气压变化很大,人体便不可能适应。

低气压对人体的影响,是因为随着离地高度的增加,气压有规律地下降,气压越低,空气越稀薄,空气中氧分压也降低,肺内氧分压也随之降低,这样血红蛋白就不能被氧饱和,会出现血氧过少现象。

在 8~8.5 千米高处,只有 50% 的血红蛋白与氧结合,机

体内氧的储备降至正常的 45%，生命亦将受影响，故一般将 3.2×10^4 帕（相当于 8.5 千米）的气压看成为气压（高度）的生理界限。

一般认为当气压在 7.4×10^4 帕时（相当 1500 米高度），人体会产生一系列生理变化，但一般均能适应，当气压低于 5.3×10^4 帕人体适应就困难。

湿度对人体的影响

太阳辐射不断地使水分由水面、潮湿的土壤和植物覆盖面蒸发至大气中，人体对气温的感觉与湿度关系很大。因为从体表丧失的热量决定于空气中水蒸气饱和的程度，气温越高，空气中最大水蒸气含量也越多，故空气中有时虽具同等量的水蒸气，但在气温高时空气的相对湿度要比气温低时小。

风对人体的影响

气流即是风。一般认为在气温 > 18 时，室内微小气流（0.1~0.2 米/秒）对穿衣服者的体温调节不起作用，气流从 0.5 米/秒起开始影响人的体温调节和主观感觉。

低气温时，气流能加强热的传导和对流，促使身体热量散失增快。当气温在 36 以上，气流使人体皮肤温度上升，并使汗液蒸发加强，使水份大量丧失，体温调节发生障碍。

气流还能影响人的神经精神活动。

太阳辐射对人体的影响

物质由荷电的粒子构成，荷电粒子周围有一电场，如荷电粒子开始运动，电场变化，则在空间出现电磁波。根据不同的振动频率和波长而有各种不同的电磁辐射。

太阳辐射是电磁辐射的一个部分，光对人体的作用主要是光化学效应，照射到人体的光线，被人体吸收后其能量即发生改变。光量子的能量被吸收后转变的能也不同，如人体的分子吸收能量小的光线如红光或红外线时，光的能量转变为分子的振动能或转动能而产生热；当能量较大的光线如紫外线照射，可使分子中的电子激发，电子激发能可由分子中的一部分传递给另一部分，形成化学能及其他能。

红外线对人体的作用主要是热的作用，热可使局部皮肤毛细血管扩张充血，促进局部新陈代谢，并降低神经末梢的兴奋性；反复大量照射，热作用可破坏细胞，蛋白被分解，激活了酪氨酸酶，酪氨酸酶与色素原结合，使色素原变为黑色素。

可见光对人体通过皮肤和视觉器官起作用。视觉感受器接受光能刺激后，传入大脑皮层及下丘脑。

不同颜色的光刺激对基础代谢及整个人体生理活动有明显影响，例如：红、橙、黄色光能使呼吸加深加快，脉搏加快；蓝、绿、紫色光引起相反变化。红色光具有兴奋作用，使人精神振作，神经反应加速，肌张力增加；蓝色、紫色光使神经反应降低。同一个人在暗室及可见光刺激下进行脑电图测定，结果有差别。

阳光中含大量紫外线，但地球表面大气层将波长短于290 纳米的紫外线全部吸收，到达地面紫外线仅为太阳光谱中之1%~2%左右，且都为较长波段的紫外线。紫外线照射几乎全部被表面细胞吸收，细胞吸收紫外线后主要影响细胞的蛋白质和细胞内的核酸，组织蛋白的变性、凝固及细胞膜的

渗透性改变，使局部体液的化学成分改变；由于蛋白分解，产生组织胺及类组织胺物质，该物质进入血液后带至全身，使全身体液成分发生改变，从而影响各器官。

近来人们也注意到大气中的电物理性质对人体的影响，但研究还不多，不少问题还待进一步阐明。

大气污染对人体的影响

一般情况下，正常人每天吸入 1~2 万升空气。空气实际上一一点也不空，里面充满了五花八门的粒子。人们在吸入维持生命所需的氧气的同时，也把许多乌七八糟的东西吸了进来，这些东西在污染大气的同时也把人的身体给污染了。

1. 常见空气污染物

现在讲讲目前我国发布的污染物二氧化硫、一氧化碳、氮氧化物、臭氧和可吸入颗粒物这几项常见的空气污染物。

二氧化硫。二氧化硫的浓度一旦超出空气质量标准就会使哮喘病加重。哮喘病是一种使呼吸道变窄从而引起喘息、气促和咳嗽的疾病。世界卫生组织认为，二氧化硫的年平均浓度应低于 100 微克/米³，以防止慢性呼吸系统疾病发病率的增加。哮喘病人在二氧化硫浓度 530 微克/米³时就会气短，呼吸发生障碍。

一氧化碳。一氧化碳是一种影响全身的毒物，它能妨碍血红蛋白吸收氧气，使心血管疾病恶化，影响神经以至引起心绞痛。在 17~23 微克/米³的一氧化碳浓度环境中，在中等活动强度下暴露 8 小时，就会影响健康。城市中的交通警察、交通管理人员、道路清洁工，甚至上班族，都容易受到一氧化碳的威胁。

氮氧化物。氮氧化物以一氧化氮和二氧化氮为最重要。一氧化氮相对无害，但很容易被氧化而变成二氧化氮。二氧化氮对人有毒害作用，它可伤害肺脏的最细气道。接触二氧化氮可引起呼吸系统疾病（如咳嗽和咽喉痛），再加上二氧化硫的影响就会使支气管炎、哮喘病和肺气肿加重。

臭氧。臭氧能损害敏感的肺部组织，削弱身体对细菌和病毒的抵抗力，还能对呼吸系统的管道造成伤害。由臭氧所导致的光化学烟雾会引起眼睛疼痛、疲劳和视力模糊。

可吸入颗粒物。经过治理，北京市许多大气中污染物明显下降，唯独可吸入颗粒物十分顽固，居高不下，使政府和环保部门十分头痛。直径超过 10 微米的降尘，以每秒一至几十厘米的速度沉降，主要影响当地的空气质量，增加支气管炎的死亡率；直径 0.1~10 微米的飘尘，可长期随风飘荡，它会窜入人的呼吸道，因而又称为可吸入颗粒物。

直径 6~10 微米的粒子可以附着于皮肤上和进入鼻腔，5~6 微米的粒子可以进入咽喉，3~5 微米的粒子可以进入气管和支气管，2~3 微米的粒子可以进入第二支气管，1~2 微米的粒子可以进入端支气管，0.5~1 微米的粒子可以进入肺泡。

其中直径大于 0.5 微米的粒子，可以被鼻毛挡住，也可以随呼吸道的粘液排出体外；直径小于 0.5 微米的粒子，由于其小而轻，很容易碰撞到呼吸道的表面，一般可被粘附在呼吸道表面上，然后随痰排出体外。

而那些不大不小的、直径介于 0.5~5 微米的粒子，可以直接到达支气管和肺部。而进入肺泡的粒子，就会沉积在肺

内，甚至可以进入血液，通往全身，它们就赖在我们的身体内，再也不肯出去了。

2. 常见空气污染物对人体的影响

人要呼吸，不可能不吸入各种颗粒，但吸入的颗粒物超标，就会引起肺组织发炎、过敏甚至损伤，哮喘、肺气肿、矽肺及肺癌就要向人们袭来了。

在这里我们可以看到，如果您将口中的痰吐入痰盂，就是把祸害过您的颗粒物关了禁闭。而如果您将痰随便吐在地上，那就是把颗粒物这个恶魔放虎归山，让它继续祸害他人了。

人在进行体育运行时，呼吸速度加快，吸收的臭氧量增加，对人体健康的影响就增大了。在洛杉矶运动会上，一些运动员就受到了臭氧的影响。同样，运动时会吸收大量颗粒，对健康的影响明显加大，特别是用口呼吸时，由于没有鼻毛阻挡，大量颗粒长驱直入，对人的危害就更大了。现在北京申办奥运已经成功，我们治理大气污染的任务迫在眉睫了。

大气污染物首先会损害人的呼吸系统和心肺系统，同时会影响中枢神经系统，引起全身症状。大气污染物在一定的气象条件下通过复杂的物理、化学反应可造成严重的大气污染事件。1943 年的洛杉矶烟雾事件和 1952 年的伦敦烟雾事件，曾在短时间内使数千人丧生，受害大的是呼吸系统疾病和心脏病患者，死亡率最高的是高龄者，其次是乳儿。

为了表示空气质量，人们把各种污染物的数据按一定的方法综合成一个统一的指数，称之为空气质量指数。这个指数又按其表示的污染程度分为五级。这些级别依次对应的空

气质量为：清洁、较清洁、轻度污染、中度污染、重度污染。

当空气质量指数为一级或二级时，空气清洁，未受污染，有利于人体健康。当空气质量指数为三级时，空气质量差，已被轻度污染。长期生活这样的环境中，尽管人们自己可能没有明显的不适感觉，但实际上身体已经受到损害了。当空气质量指数为四级时，空气质量变坏，已被中度污染。此时人体会有明显不适感觉，出现眼睛不适、咳嗽、多痰、甚至哮喘等症状。

当空气质量指数达到五级时，空气质量很坏，已被重度污染。此时人体会出现明显症状，并出现某些疾病。一些老人、小孩和体弱者的发病率明显增加，甚至导致死亡。此时，即使健康人也应该避免户外活动，采取必要的自我保护措施。

3. 警惕室内污染

一个人一辈子有一半以上的时间在室内度过，居室这个小环境对人体健康至关重要。

近年来，室内空气污染问题日益受到关注。室内空气污染有两个方面：

一方面地球大气层充满气体，这些气体无时无刻都在向室内排放。这种气体有4种：水蒸汽；温室气体，如甲烷、一氧化碳等；叠氮等；金属（铜、铁、铅、锌）纳米级微粒流，这些气体中有很多对人体健康损害较大，如一氧化碳和铅等。

另一方面污染来自装修、空调系统、办公家具等。国家建设部和环保部门的专家说，目前具有毒气污染的材料占60%。这些材料包括油漆、胶合板、刨花板、内墙涂料等，

所含的污染物有：有机溶剂、甲醛、苯、氨、氡、三氯乙烯等。

甲醛主要来自板材和家具的粘合剂。新家具买回家以后，一打开柜门就有一股刺鼻的气味，这气味就来自甲醛。甲醛刺激呼吸道，可以引起鼻、咽喉产生烧灼感及咳嗽、呼吸短促甚至呼吸困难，还可引起眼睛发红、疼痛、视力模糊甚至下降，皮肤接触后可引起发干、发红和刺激感。患过敏性鼻炎、过敏性哮喘、喘息性支气管炎及肝病的人，接触甲醛气味后会引起疾病的发作。妇女怀孕后直至分娩都不宜接触甲醛，弄不好会导致胎儿畸形。

苯存在于油漆、胶、涂料中，人们一时不易发觉。但若进入散发着苯的密闭房间里，短时间就会出现头晕、胸闷、恶心、呕吐等症状。苯会危害人体造血功能，可诱发再生障碍性贫血和白血病。

氨来源于建筑材料。冬季北方较冷，施工时混凝土需要添加一种含尿素的防冻剂。到了高温潮湿的夏季，氨就从这种混凝土中跑出来害人。氨可引起急性和慢性中毒。

氡存在于建筑物的砖、瓦、土、石、水泥中，也可由地下冒出。氡是自然界唯一的天然放射性气体，氡在作用于人体的同时很快衰变成人体能吸收的核素，进入人的呼吸系统造成辐射伤害，诱发肺癌。美国每年因此死亡的达5000~20000人，我国每年也有约5000人。

氡还对人体脂肪有很高的亲和力，因此影响人的神经系统，使人精神不振，昏昏欲睡。放射性照射对人体还有一种生物学效果，会对人体造血器官、神经系统、生殖系统

和消化系统造成伤害。

甲醛、苯、三氯乙烯和氡一样，都是致癌物质，对人体健康有很大影响。

在现代化恒温空调建筑物内的居住者，比居住在老式房屋内的人患上呼吸道感染疾病高出 45%。因为，密闭空调系统的空气，95%是重复循环的。另外，空气净化器、加湿器等使用不当或过量使用，也同样会诱发呼吸道疾病、过敏性疾病及皮肤病。

家庭用品中如地毯、床垫、枕头、沙发、家具、厨房死角，是尘螨、蟑螂的巢穴。宠物身上也常带有细菌和病毒。

不完全的光谱照射会引起心理疾病，损害人的心理健康，比方说会引起闷闷不乐。尤其是日光灯的不完全光谱照射可以引起头痛、目眩、疲劳和神经紧张。解决这一问题的途径是在家中安装完全光谱照明的灯。在选择完全全谱照明的日光灯时，应选择那些镇流器嗡嗡声较小的新品种。

更有甚者，连服装也会污染人体。据报导，有些服装中有化学物质和重金属，对人体有害，因此有人提出了生产生态服装的主张。

为了有一个清醒的头脑，有一个好的身体，应对皮肤使用最为安全的产品，穿天然纤维的衣服（纯棉、纯亚麻、纯真丝），使用天然成分的香皂、化妆品、香水和洗发精。

4. 晨练的弊与利

以北京地区为例，从北京地区大气中污染物的时间分布看，早晨 7 至 9 时和晚上 7 至 9 时是一天中两个污染高峰期，而染污最轻的时间是上午 11 时和下午 3 时。2000 年 1 月的

时候，上午 9 时的二氧化硫是下午 2 时的 2.9 倍，一氧化碳则为 2.5 倍。

再来看看空气中富氧离子含量情况。研究表明，空气中的负氧离子有益于人类健康。当 1 立方厘米空气中含有 10 万至 100 万个负氧离子时还有利于防治疾病。因此，空气中的负氧离子被誉为空气中的维生素。负氧离子在不同环境中的含量变化极大，在同一环境中一天内的不同时间数值有很大差异，中午前后空气中的负氧离子的含量要比早晚高出 20%。

由此可见，早晨不适宜户外锻炼。晚上不适宜户外散步。人们之所以选择早晨锻炼晚饭后散步，一则因为历史习惯影响，二则因为不了解大气中污染物的时间分布规律。有些人知道这一规律但仍然早晨锻炼晚饭后散步，那是因为受到上班时间的制约，不得已而为之。

这样，气象台推出晨练指数，告诉大家哪天早晨空气质量相对较好比较适宜晨练，仍然是有意义的。

当然，污染物还有一个水平分布的问题，因此在晨练时对锻炼的地方还是需要精心选择的。有的人在汽车奔驰的公路沿线跑步，有的人在交通枢纽的立交桥的小绿地里晨练，有的人在下在车水马龙的过街天桥上乘凉，殊不知在锻炼和休闲的同时已把大量尘埃和汽车尾气吸入肺里。

当然，清晨环境宁静，尘土少，人们在一夜睡眠后适当锻炼一下，可以舒展肌体，疏通血脉、筋络，对一天的工作和学习是有益的。但我们晨练时一定要注意空气质量预报，并要精心选择锻炼场所。如果在空气质量很差的日子跑到那

些空气质量很差的地方去晨练，那就得不偿失了。

全球变暖对人类健康的影响

近年来，关于气候变化的问题引起了人们广泛的关注。这个问题我们在前面已经谈过，现在要说的是气候变化会影响我们的健康吗？

首先谈一谈全球变暖对人类健康的影响。科学家把全球变暖对人类健康的影响问题分为直接影响和间接影响两个方面。让我们分别说一说。

1. 直接影响

全球变暖将使夏天更热。热浪会使心脏病和呼吸系统疾病增加，特别是在北美、北非和东亚地区。这种影响对老人、小孩和穷人尤甚。

极端气候事件（如干旱、水灾、暴风雨等）的增加可使死亡率、伤残率和传染病的发病率上升，并增加社会心理压力。

增温将降低空气质量，增大空气污染，使气喘病等呼吸系统疾病增加。增温还能滋生蚊子，使疟疾、脑炎和热带亚热带的登革热等病流行。

全球变暖所引起的海平面上升能带来霍乱等疾病的增加。据估计，全世界 3.5 亿人受到疟疾的感染，每年死亡 100~200 万人。全球变暖将在 21 世纪末使受感染人数上升 5000~8000 万人。

2. 间接影响

全球变暖引起传染疾病的蚊子和传染血吸虫病的蛇增多。造成传染病的威胁在热带和副热带更严重些。有的科学

家作为计算,认为到 2070 年,印度尼西亚的疟疾感染率将从 45%增加到 60%。

由于全球变暖对水的颁布和温度及微生物的影响,霍乱和其他与通过食物和水传染的疾病将增加。

全球变暖对农业、畜牧业、渔业的影响有可能造成营养不良和饥饿,这种影响对儿童尤甚。当然,也有些地区会因气候变暖而得益。气温上升,适宜作物生长的温暖期变长。二氧化碳浓度增加,有利于光合作用。这些都使作物产量有望增加。

全球变暖引起的海平面升高和水资源短缺会产生一系列社会问题,例如造成人口流动。

全球变暖地将对就业、资源分布、人口流动、居住地等产生影响,而这有可能引起社会和经济环境的恶化,并可能导致争夺资源的冲突。

平流层中臭氧的减少使到达地面的太阳紫外辐射增加。紫外线适量能杀菌,但过量就会破坏蛋白质的化学键,杀死微生物,破坏动植物的个体细胞,损害其中的脱氧核糖核酸(DNA),引起传递遗传特性的变化,发生生物的变态反应。

长期接受过量紫外辐射,将引起生物体免疫功能减退,使皮肤发生弹性组织变性、角化,以至皮肤癌变。过量紫外辐射还能诱发眼球晶体产生白内障,还会使农作物如大豆中、玉米、棉花、甜菜等的叶片受损,抑制其光合作用,导致减产;还能改变细胞内的遗传基因和再生能力,使农产品质量下降。

资料表明,大气中臭氧含量每减少 1%,皮肤癌发病率

上升 3%。以美国为例，每年皮肤癌发病人数上升 150 万，白内障发病人数上升 500 万。

上面这些说法是怎样得来的呢？主要的研究方法有：根据历史资料相似，做对比分析；应用气象和医学理论进行机理分析；应用数学模式进行计算等。由于资料特别是医学资料采集和分析困难，这些结论中还存在不少不确定性。因而这些说法仅仅是科学家的研究成果，也可以说不一定完全对。但这也不完全是空穴来风，因为它确实有观测事实佐证。

努力创造优良的气象条件

不利的气象条件对人体健康产生危害，我们可以通过改善和发展医疗保障设施，整治环境，建造防灾、减灾设施，采取防护措施（如改善住房、空调、水的净化、预防接种等）来减轻这种危害。还需要发展各种保护健康的技术，如改进能源结构以减少污染，生产氟利昂替代物以保护臭氧层，改进杀灭致病微生物的药物等。

不利的气象条件容易致病，有利的气象条件是否可以用来治病或保健呢？答案是肯定的。

天然的有利的气象条件可以用来治病和保健，人们常说的空气浴就是一种。海滨、山区、森林、温泉等地，空气洁净，氧气充足，温度和湿度宜人，且含有对人体有益的微量元素。山区的瀑布、海滨浪潮的拍击会使空气中的负离子增加，有利于调节中枢神经系统，改善大脑皮层的功能，促进新陈代谢，增强免疫力。

还可以根据人体的需要，创造优良的气象条件。各种人工气候室，就是根据人体健康所需的最佳的气象条件设计出

来的，可以用来治疗某些疾病。

保健舱是一种集医疗、保健和休闲于一体的设施。这种保健舱由温度、湿度调节装置、制氧和负氧离子设备、空气净化设备、保健光照设备、计算机控制系统和起居健身设备等组成。保健舱可以建在医院、宾馆饭店、别墅、高级住宅、办公室、会议中心、学校、商场等处。

还可以根据需要，设计保健汽车、保健火车、保健飞机等。过去人们一提到高级宾馆、总统套房、高级住宅、高级轿车、火车包厢、飞机头等舱、专列、专机等，总是想方设法搞得更舒适些。现在看来，如果能在这些场所创造一种优良气象条件，就能使我们生活得更舒心，使我们的生活质量更上一层楼。

第三节 人类对气象刺激的反应

气象因素影响于人体首先得通过感受器，人体接受气象因素刺激的感受器主要有以下几方面。

皮肤及粘膜

皮肤有很丰富的神经感受器，能感受气温、湿度、降水、气流、太阳辐射、大气酸碱度等刺激。

气温对人体影响较大。皮肤的温热感受器可通过传导、对流或红外线来感知外界的气温，传入下丘脑，能使血管收缩或扩张来保持体温的稳定。根据研究，人体可感受 6.3×10^{-4} 焦克/平方厘米秒的热量，导致皮肤温度上升 0.03 。

气温能影响脑垂体（抗利尿、促甲状腺及促性腺）、甲状

腺、肾上腺及胰（胰岛素生成及血糖水平）；寒冷促进肝细胞的呼吸，使肝脏中酶活力增高；影响白蛋白、球蛋白水平和血细胞的组成；寒冷使尿的 pH 值上升，使尿中氯、钠、尿素、己糖安排泄减少。

紫外线 uv-B 部分中这一波段具有较强的抗佝偻病作用，uv-C 部分在 2000 米以上高山较多，皮肤蛋白吸收 uv 能力较大。

紫外线通过皮肤对人体产生的影响：黑色素氧化；皮肤中维生素 D 及组织胺增加；刺激胃酸分泌；血液中血红蛋白及钙、镁、磷含量上升；促进蛋白代谢；促进甲状腺、肾上腺、促性腺的功能。

悬浮颗粒和任何影响出汗及蒸发的因素可改变皮肤表面的酸度。

肺及呼吸道主要是感受大气的化学要素，如感受氧分压、臭氧及大气中一切化学物质。

干燥空气使粘膜干燥及弹性减少容易产生微小的裂口，纤毛活动减少使排出异物的功能减退；粘膜再生能力降低；血流减少，从而降低了加温吸入空气的能力。

寒冷会降低粘膜的穿透性；使毛细血管收缩。

气温及湿度还能影响细菌及病菌在呼吸道的生长，湿度大时革兰氏阴性细菌易于生长；湿度小，风速小时革兰氏阳性细菌及流感病毒易于繁殖。

电离大气中正离子增多，使气管上皮的纤毛活动自 1400 次/分降低至 1100 次/分，减低了粘膜的排出运输功能，并使人感到喉干燥和头痛。正离子尚能作用于细胞的酶，释放 5-

羟色胺，引起支气管平滑肌收缩。负离子增加（尤以氧分子）使纤毛活动增快（1700 次/分）。

大气酸度 $\text{pH} < 8.0$ 粘膜穿透性增加，粘膜细胞膨胀、纤毛活动减慢； $\text{pH} < 7.0$ 细胞皱缩； $\text{pH} < 5.0$ 出现气管炎症状。

海平面的氧分压为 2.11×10^4 帕，在 2000 米高山降至 1.66×10^4 帕，血氧饱和度在海平面时为 96%，至 3000 米降至 85%。1500 米以上的高山可使心率加速、血红蛋白增加、周围血循环和植物神经系统的调节功能改善、肺呼吸功能加强、肾上腺功能增强、血中纤维蛋白元增加、胃酸分泌减少、降低对有毒药物的耐受性。

低浓度臭氧有杀菌作用；高浓度可刺激粘膜，增加感染机会，如吸入 0.25ppm 浓度时，可使血中红细胞变形，形成圆球状红细胞，动物实验，给新生小白鼠一天吸入 7 小时，连续 3 周，死亡率显著上升。

吸入低渗（ $< 0.9\%$ 氯化钠溶液）微细的悬浮颗粒，可使粘膜细胞肿胀，高渗氯化钠溶液悬浮颗粒导致粘膜细胞干缩。

吸入悬浮颗粒可刺激细胞功能（浓度不能超过 1×10^{-9} 居里/升）、扩张周围血管。悬浮颗粒微细的颗粒增加了与呼吸道粘膜的接触面，从而使原来的物理化学作用加强；气体如二氧化硫、二氧化碳浓度高对粘膜有刺激；颗粒物如花粉、孢子等有机物可引直起呼吸道的过敏，发生变态反应性疾病；无机物颗粒可导致尘肺。

鼻中正常鼻粘膜 pH 为 5.5~6.5。 pH 值高低可影响粘膜的穿透性。吸入温暖空气、低浓度的酸性悬浮颗粒可使 pH 降低，鼻炎及感冒时 pH 值上升，更易使鼻粘膜中之革兰氏阴

性细菌进一步繁殖。

感觉器官

视觉可接受光线的刺激，强烈的太阳直接辐射可致急性结膜炎；寒冷可诱发青光眼患者；强烈日光伴一定频率的闪烁可诱发癫痫；长期不见日光（盲人和穴居）可出现碳水化合物代谢、血糖水平、尿量及某些内分泌功能的改变。

耳内的压力感受器可接受气压变化的影响。大气之中静电场及电磁场可影响神经反应速度。

当这些感受器接受了来自大气环境的刺激后，引起了体内一系列反应，这些反应通过植物神经系、脑垂体、下丘脑来完成，引起的反应是极为复杂的。

例如光线照射可刺激某些动物的脑，这种刺激是通过脑垂体前叶起作用的。有关学者对雪貂进行实验，发现如去除雪貂的脑垂体，那么雪貂对额外光线的刺激就没有反应，而光线的刺激首先得通过视觉器官，将雪貂的视神经切断，雪貂即出现性周期的缺乏。

气象因素通过下丘脑对人体起作用，可以从以下事实说明：同一或同一组气象因素作用于人体，产生的生理或病理变化可以完全不同；在某些情况下气象因素作用于人体，可出现内分泌功能的改变，内分泌受脑垂体支配，下丘脑又支配着脑垂体下丘脑有丰富的毛细血管网。下丘脑可接受皮肤感受器的温热感觉，当环境气温的变化通过皮肤感受器被下丘脑感知时，可能使流经下丘脑的血液的理化状态发生改变。

测定气象因素对人体产生影响的最简单方法是观察 24 小时尿的变化。由于人体水分保持平衡，只要大气环境中寒

冷指数（寒冷不仅与气温有关，还与风速有关。寒冷指数系根据环境中的气温、风速代入公式而得的数）有轻微变化，就可从尿的变化反映出来。

例如寒冷影响人体，尿量排泄增加，17-酮排泄增多，氯、钠、尿素、己糖胺排泄减少，尿的 pH 上升；炎热时，尿中变化情况相反。体温调节功能良好的健康人，这些在数小时内即出现，如体温调节功能较差，尿中变化的出现就会延迟，人体因环境气温变化产生的这种情况，只须在一定的大气环境中逗留 1 小时即能出现，有时甚至时间更短。

气象因素对人体产生影响还与很多因素有关，气象因素对人体刺激后引起的反应取决于机体的情况。例如当植物神经系统处于兴奋性很高的情况下，那么较小的刺激就能引起反应。

许多生理学家还指出人体对气象因素产生的反应，可能不是反射，而是缓慢的生理调节，如机体进入特定的气温条件中，经过一定时间后可以出现生理上的调节，机体出现生理调节反应的时间间隔取决于气象因素刺激的不同程度、个体差异以及其他因素。

同样一个冷空气通过某地，如其前该地由暖空气控制，那么这一刺激对人体就有较大反应；如其前该地已为冷空气控制，那么冷空气引起的反应就小；假定同样的气象条件反复对人体刺激，那么对这些刺激的反应就会逐渐变化，也就是逐渐习惯于这些刺激。

人体对气象刺激产生的反应还取决于机体的心理状态与一定的体质。不同性别年龄个体对气象因素刺激的反应也不

同。

人体生理活动的改变

梅花在腊月盛放，桃花争艳于春日，荷花爱上了夏天，菊花却喜欢秋季。天气气候对植物的影响人们是熟悉的。霜冻、台风、暴雨、降温、干热都会剥夺植物的生命，气温、湿度、日照、降水与植物的生长直接有关。

似乎气象因素对人体的影响没有像对植物那么明显，其实并不然。只是因为人们懂得如何抵御不良的气象条件，所以危害没有那么明显，而天气的任何变化，不但人可以感觉出来，人体的生理活动也必随之而发生一系列改变。

在希腊雅典有一座用大理石砌成的八角形小塔，在每一面大理石的上方都雕刻着神态不同的人像，这座“风之庙”不仅是古老的历史艺术文物，还是科学考古者的历史见证，因为人们能从雕像的面容和神态上感觉到从八个吹到这个巴尔干半岛岛国上不同的风，从而也说明古希腊的艺术家早就体会到天气对人的影响了。

如果人们注意一下，就不难发现天气对人的影响，因为健康人体温调节和水的代谢是恒定的，为了保持这一平衡，当天气稍变化，数小时后即可根据尿量反映出来。冬季，冷空气一来，气温下降，小便立刻增多。

研究人员对熟练的报务员进行观察，发现湿热天气会影响准确性；于 1954 年在德国慕尼黑汽车博览会上对 53000 名参观者使用简单的心理学方法测定反应时间，发现当大气中电磁波（波长 6~100 千米，频率 3~50 千赫兹）发生扰乱时，反应时间明显延长（延长 20%）。这种情况特别出现在

温暖、干燥的焚风天气条件下。

有研究人员于 1960 年重复了这一试验；波兰学者于 1963~1970 年对 10 个志愿者每天测定其眼反应时间（共测 40000 次），记录每日的天气变化及交通事故（共计达 6677 起），结果发现三者均相关，并有显著性。反应时间在 6 月份延长，12 月份最短。故气象因素如雨、雪、雾能使路滑间接促成交通事故外，天气、气候可直接影响人的反应速度，这种生理上的变化，使司机在一定环境下易于发生交通事故。

由于气象因素可影响一个人的反应速度，因此也可能与工伤的发生有关。有关学者研究了巴伐利亚的 362000 例工伤，发现大气电磁长波辐射的扰乱，可使工伤增加 20%~25%。同样，大气电磁长波辐射的扰乱也使交通事故增加。

受孕

人的受孕率在不同的气候区有很大变动，如美国夏季受孕率低，欧洲人夏季受孕率高，冬季受孕率低。

一般来，气温在 25℃ 以上，可能抑制受孕，在各个气候带一般有以下的情况。

温带在月平均气温 16℃ 以上时，受孕率高，11℃ 以下受孕率低；亚热带在月平均气温 13.6℃ 以上，受孕率高，气温高于 23℃ 受孕率低；热带在月平均气温 20℃ 时，受孕率高，气温高于 28℃ 受孕率低；赤道区和极地受孕率的季节性不明显。

受孕率与神经内分泌机制有关，在寒冷气候下，皮质素及甲状腺素释放增加，从而促进陈代谢，但可抑制促性腺激素活力，炎热环境（ $> 30^{\circ}\text{C}$ ），除了皮质素及甲状腺素功能降

低，产热减少外，垂体活力降低（生长、受精、泌乳等能力）均见降低，排卵及精子植入率都见减少，这在实验中已被证实。

出生性别

20 世纪在西欧新生儿男女之比约为 105 : 100 ,但在受孕时男孩更多，一般可能多 20%。在妊娠后三个月随着胎儿的流产及死胎都以男孩为多，故出生后男孩仅多 5%。

有关学者认为受孕与天气有关。按照这种意见冷季受孕男孩多，暖季受孕女孩出生多。因为为当卵受精后，如果代谢率增加，在理化性质上促使受精卵发展为男性的倾向亦增加。动物实验表明，寒冷时促甲状腺激素分泌增多，子代中雄性即增多。

研究结果表明 ,不同类型的精子是决定子代性别的原因，如将牛的精液离心后可观察到不同的精子：在底层的精细胞头大，较上层的精细胞头部平均长 2.4%，阔 5.8%，尾部二者一样，底层的精子由于头大行动慢，受精后决定雌性，代表 Y-精子。外界环境因素可影响这二类精子，从而影响出生性别。

实验中将父母分别给予不同剂量的放射线照射，可致子代性别构成比例出现不同的趋势，从而说明环境因素可影响出生性别。

智力及个性

儿童早期的教育能决定其将来的发展；在这一过程中天气、气候也能影响儿童的早期经验，可是天气、气候会不会

影响胎儿呢？

在研究出生月份与儿童的智能上发现存在一定统计关系，可是研究者们倾向于天气、气候是在后天对儿童的影响，研究出生月份与精神病发病关系的学者似乎以为天气、气候能对胎儿起影响。

最早的研究是关于出生季节与智能，研究对象是上万名正常儿童，观察出生季节与智力；还有其他一些报告也提到这方面的研究，但均未得出一致的看法。

还有人观察海洋气候对人们智力的影响，他们观察到在海滨居住数周后，做算术速度及精确性可提高，注意力集中程度可能有所减退，但他人重复未被证实。

天气、气候可以影响人的智力活动在生理上也有一定根据，人体氨基酸代谢的紊乱可影响智力，也即是说如果苯氨基丙酸氧化为酪氨酸的过程受干扰，可以影响人的智力。气象因素可以影响甲状腺功能和一般代谢，这样也就不能排除气象因素会影响氨基酸的代谢。

在出生月份与个性的关系上，学者分析了大量资料后，得出了这样的结论：最冷月份出生者较出生于最热月份者，其性格的可塑性为大，易在任何领域中取得成功。这项研究表明，出生于夏天者性格趋于内向，与其他季节出生者相比更有自卑感。但也有研究不支持以上的说法。

先天缺陷

2000年前，就有著作反复强调指出，胚胎的发育受母亲的情况和她生活的气候条件所影响。可是，这一看法近年开始被人注意，1950年至今可查到约有近百篇论文述及人与动

物的先天性缺陷与气温、高山、季节的关系。

研究者注意到气温的影响，先天性髋脱臼者在寒冷的冬月出生者为多，考虑到与气温及日照有关。澳大利亚的研究者将怀胎 18~23 天的豚鼠放入 43℃ 的孵箱中，每天 1 小时，出生的幼仔发生足畸形的百分比大于对照组。其他如脊柱与脑的畸形亦如此。用兔实验则发生胎儿生长缓慢及胎儿吸收。

研究者同样成功地在实验室制造了先天性关节屈曲的动物模型，将怀胎 4~67 天的豚鼠，每天置于 43℃ 的孵箱中 1 小时，发现怀胎 26~46 天的豚鼠在热环境中可发生幼仔畸形。不同时期的胚胎，发生畸形的部位不同。如果怀胎 26~31 天的豚鼠进入热环境中，那么颈、胸、腹、前肢发生畸形；而在怀胎 30~46 天进入高热环境则后肢畸形。这可说明热刺激影响胎儿有一定时间，也能解释为什么平均气温相似的两地，其发病率会不同。

炎热对怀孕母亲的刺激可能造成代谢紊乱，如在怀孕三个月时，正当脑及神经系开始分化，可能对诱发畸形存在一定关系。

季节影响、日照与气温可能影响怀孕母亲的代谢过程，故而某些先天性畸形有一定季节倾向。天气可影响甲状腺功能，而甲状腺与先天畸形有关，在甲状腺肿地区先天性畸形发病率高。将怀胎前的大白鼠摘除甲状腺后，幼仔先天性畸形发生率亦多。

胎儿肝产生的 α -胎蛋白与畸形有关，而气象因素可影响肝功能的紊乱。天气、气候可影响胰岛素的产生，实验证明给怀胎动物注射胰岛素，可发生多种畸形。

研究人员指出，许多畸形包括儿童的脊柱畸形，都与产前及产后的缺氧有关。实验证明在自然或人工的高山环境（相当 7000 米高），当氧分压下降时，可使胎儿发生脊柱畸形。畸形发生的程度与缺氧的程度以及缺氧时的怀胎日期有关，实验动物发生的晶体及网膜改变，往往是在妊娠初期发生了缺氧。

天气、气候还可能是造成先天性畸形的间接原因，发霉的土豆中含有毒素茄碱，茄碱可能与先天性无脑及脊柱裂的发生有关，而土豆发霉需要湿热的天气，同时光线还可增加毒素的毒性。以茄碱对猴子进行实验，证明畸形发生增多。

疾病的易感性

出生月份对将来患病的倾向似有一定关系，特别是精神分裂症。根据研究人员进行的 30000 例统计，按出生率计算，精神分裂症患者以 1~2 月出生者为多。冬季出生者易患精神分裂症，解释为出生前 6 个月可能气象因素对胎儿有影响：冬季出生的婴儿，6 个月前恰为 3 个月的胎儿，此时大脑皮层在分化，而夏季优先化代谢过程的紊乱都可影响胎儿大脑皮层发育的严重障碍。

根据 15000 例癌症患者的统计，癌症在出生于 12 月~第二年 3 月者多发，而在 6~7 月份出生者之间少发（均按全部出生率计算），而癌发生的部位与出生月份不存在统计上的关系。在南半球的澳大利亚科学家也发现出生月份与患癌之间有一定的联系，但在时间上则与北半球刚好相反，即在南半球夏季出生患癌的机会较高（此时气候相当于北半球的冬季）。如果出生在北半球的人以后移居澳大利亚，那么就会显

示出北半球的模式。如果这一规律确是事实，那么统计后表明：北半球儿童假定都出生于夏季，癌症可能降低 7~11%。

荷兰学者分析了 23620 名糖尿病病人，发现以出生于 3 月份者最多，女性间差别显著，而男性不显著，分析 2000 名多发性硬化症，发现男女患者的出生月份在一年中的分布与正常出生月份分布不同，以出生于 2~3 月份为最多，男性病人出生于 10 月为最少，女性病人出生于 11 月份为最少。

死亡率

气象与死亡有一定关系，德国的学者研究了慕尼黑市的死亡情况，发现冬季死亡人数多于夏季；死亡最高发生在新的气团影响，气压急速下降时；并且夜间死亡率高于白天，凌晨最高，傍晚最低。

英国的学者研究冬季的呼吸病死亡率与气象的关系，发现 45 岁以上死于呼吸病者与气温，湿度有关，特别与前一周的天气有关，降温时则死亡增加，当气温降至 0 以下并有大雾时，气管炎死亡增加 3 倍。

美国的研究认为死亡率最高发生在最冷的月份，特别炎热的天气也可使死亡增加；在纽约每年 1~6 月锋的经过时死亡率即上升。

有人在德国观察 52238 例死亡与大气中电磁长波的关系，统计表明电磁长波强烈扰乱时死亡率可增加 11%~30%，男性死亡与电磁长波强烈扰乱更为显著，因为大气电磁长波的扰乱也是与天气变化有关的（如锋的活动）。

日本学者对日本的死亡率与气象的关系进行了较多的研究，发现 19 世纪后期夏季死亡有一高峰；到 20 世纪初，夏

季趋于平坦，冬季是高峰。在美国及北欧死亡率没有季节性高峰，这可能与普遍使用空调有关。

房屋、服装的改变

人体为了适应外界气象环境，保持正常体温，必须通过调节热量来维持平衡，但这也有限度，裸体的人只有在环境气温 27~37℃ 时才能维持正常体温，外界气温过高或过低，人体就不能调节，这时需要有一个合适的气象环境。

住屋是人用以御寒、防风、避免日晒等不良气象条件的人工环境，衣服同样是人体防御不良气象条件的防线，衣服使人能处在一个温度比室温高、变化比室温小的气层里，衣服不能减少人体热的丧失，也不能将热保存，仅能起调节作用，使身体周围能有一层温暖的空气，使身体向外的散热可以暂时的减慢或加快。

人们一生中有一半时间生活在屋内的人工气候中，故人类健康不但受外界环境影响，还受到室内微小气候的影响。

不论房屋的结构如何，即使没有现代化的空调，室内的环境还是不同于室外。例如在冬季，人们如果坐在室内靠外墙处，这时温暖的室内气温可能为 20℃，但墙外仅为 10℃。反过来，室内的环境虽然与室外不同，但室内也不会不受到外界的影响，此时人体的热量会向外墙放散，使人感到寒冷。虽然有人设想现代化的住房将完全不受外界天气突然变化的影响，可事实并非如此。

人们早就注意到，当冷空气突然侵袭时，特别是伴有气压的变化和降雨时，一所密闭房屋室内外墙的内面温度亦会突然下降数度，这是因为潮湿的外墙具有强烈的冷却作用，

特别是当有风和湿墙蒸发时更甚。靠墙的人们由于人体突然增加辐射散热，会感觉寒冷。也就是说，即使在密闭很好、室温较高的室内，只要室外天气变化，人总能感觉出来。甚至在现代化建筑中，如果靠近窗门，室外的风也可使人产生寒颤而感觉出来。

在有暖气的室内，相对湿度一般低于室外，但绝对湿度则较高。室内气温增高虽然使相对湿度降低，可是人们在室内的生活活动如烹调、洗澡等会产生一定的水汽，如果室内绝对湿度过高，可以发生水汽的凝结，特别是在室内较冷的表面更易凝结，若改善通风，水汽的凝结情况可以好转。

冬季由于室外寒冷，室内通风少，在有暖气的屋内相对湿度非常低。这种干燥环境有利于细菌及病毒的繁殖。如果室内湿度很高，气温适宜，又能有利于霉菌繁殖，而易使衣物发霉。一般建筑物内相对湿度以控制在 50% 左右为宜。夏季由于经常通风，因此室内的绝对湿度仅稍高于室外。

室内的大气与室外的大气一直保持着有规律的交换，这种交换通过墙的孔隙以及门窗间的裂隙进行。经过不少科学家一连串的实验表明，如果风速为 6~7 米/秒，那么室内大气大约一小时内即可被室外新鲜空气所置换，这就是所谓“空气自动交换”（不是开窗换气）。

如果风速为 2~3 米/秒，室内空气仅 40% 被置换。这一过程决定于对风向墙内外的压力差，室内外气温差造成一定的压力差，产生气体的弥散。

房屋虽然给人类有了良好的环境，可是人们一天里总要在室外活动，势必受到外界气象条件的影响，即使留在室内，

由于室内和室外的环境是有关联的，所以人体也会受到气象条件一定的影响。

有关学者观察了床温与气温的关系，在外界气温为 $17 \sim 14$ 时，开有一扇窗的室温与床温的温差为 $7.6 \sim 12.5$ ，这说明人体为了保持一定的床温，须要消耗机体放散出来的一部分热量，也可说明风湿病人在湿冷的夜晚可感到不舒服。特别在北方，如没有取暖的条件，那么一般的被褥难以抵御严寒的影响。

衣料、服装式样、颜色都可影响气象因素对人体的效应。

衣料决定热的吸收、保温程度。保温隔热功能不仅决定于衣料纤维的导热性质，更主要的是衣料的气孔。细小卷曲的羊毛可以保持住气流，并阻止气流的流动。纤维素纤维及蛋白纤维具有较强的吸水性，羊毛及棉内衣可吸收水分达其本身重量的 $20\% \sim 40\%$ ，而人体仍不觉潮湿。尼龙衣料对阻止散热及吸水性能均较差。

人体散热 80% 经皮肤放射，穿衣后，体表经辐射出的散热被衣服阻挡，使之温暖，并使衣服和身体间的气层加热。这样，原来从体表向空间辐射丧失的热量在一定时间得以保持，衣服使人体平均能保存因传导和辐射而丧失的全部热量的 $1/3$ 。

衣服与皮肤还能产生静电荷。当穿羊毛、化纤等衣物时，在皮肤上产生正电荷，在衣服上产生负电荷，在干燥的条件下，这些衣料产生的静电荷较高。这种高电荷对人体神经末梢的作用，目前还不了解。

衣服的大小和款式可决定外界与人体周围空气层的流

通，这对人体与外界气象环境湿热的交换关系很大。

衣服愈厚，空隙中含空气愈多，衣服的导热性愈小，衣服表面温度与气温差也愈小。根据有关学者研究，当外界气温与身体裸出部的温差为 $15.6\sim 17$ 时，如穿上一件衬衫，则衬衫表面与气温差为 11.8 ，一件衬衫一件背心为 9.9 ，穿上外套则为 6.3 。

衣服的颜色对长波段红外线辐射的反射并不重要，但淡色的衣服可反射短波段红外线。冬季外衣如用白色细毛作为衬里，可将人体的辐射热再反射给皮肤。

人体与衣服间，以及衣服与衣服间的空气不是静止的，通过衣服空隙可以与外界空气经常交换，经过衣料空隙进入的空气量决定于风压大小。据研究，无风时加于衣服的风压为 $39.5\sim 52.6$ 帕，中等风时为 1030 帕，强风时为 3610 帕。

影响气象对人体效应的因素

人体对气象因素的刺激，可以产生一系列的效应。但是有些因素可以影响气象对人体的作用，故而同一气象条件，在同一时间，对不同个体，或者同一气象条件，在不同时间，对同一个体的作用也就很不一致。

1. 气象刺激强弱

气象因素对人体的效应也象神经的电兴奋一样，如果气象刺激对人体引起了一定的反应，当在间隔较短的时间里，人体再次接受同样强弱的刺激时，发生的反应就较前一次为小。故冷气团或冷锋通过，假定在此之前，若为暖锋，那么反应就大，如连接有很多冷空气通过，时间上间隔很近，那么人体产生的反应就愈来愈小。

2. 生物节律

同样的天气，出现在一天的不同时间，对机体的影响就不同。这是因为气象因素作用于人体，其引起的反应决定于人体生物所处的不同时期。例如夜间人体副交感神经活动亢进，那么同样的气象因素，所引起的反应不同于白天。

3. 人体的适应性

适应是指在特定的物理环境中，机体增强了对该环境的生理反应功能。例如在热带，人体减少产热，增加水分排出；在寒带，增加代谢和隔热。所以，刚进入特殊气候环境与经过了一段时间的居住，两者生理反应并不同。

人体对特殊气候条件的适应需要一定的时间，一般来说大约一周，但要对特殊气候条件的适应保持稳定，则需要 2~3 周，各人随体质等原因适应时间不同。由于反复的气象因素刺激，人体对这种刺激的反应会逐渐发生变化，也就是逐渐习惯和适应，这就说明人们可以通过锻炼来增强对天气的耐受性。

4. 气温与体温

在环境气温 28 ~32 °C 时，一个赤裸着身体的人能很好保持热平衡。对一个穿衣休息者来说，最舒适的气温是 21 ~26 °C，可是人类却能在 -60 ~-60 °C 的环境中生存（南北极考察队甚至生活在 -90 °C 的气温环境中）。

为了在不良气象条件下生活，人类必须懂得在严冬时御寒，在炎夏时避暑，衣服与房屋便是人类为了抵御不良气象条件而创造的环境。

营养代谢及体温调节的效率有关。此外，中暑的发生与

水盐供给关系很大；而足够的热量与丰富的营养又是人体御寒的必要条件。

心理状态也可影响个体对环境气温变化的敏感度及体温调节功能，这可通过冷水试验来证明。

随着科学技术的进步，人类进一步明白了气象条件对人类生理活动与疾病的影响。因而人们也就必须考虑如何避免不良气象条件的刺激，如何为自己创造更为舒适的人工气候环境，如何利用气象条件的有利一面来增强体质，使人体更好地适应气象环境，并且利用气象条件来防治疾病。

第四节 温室效应

全球的地面平均温度近年来升高了。根据计算，100 多年来全球平均温度已经上升了 $0.4 \sim 0.8$ 。不仅如此，20 世纪 90 年代是一个最暖的年代，其中以 1998 年为最高。科学家分析认为，20 世纪的增暖幅度是过去 1000 年来的最大值。

我们中国怎么样呢？我国的年平均温度总的说来也是升高的，北方大部分地区的气温增幅尤其大，北京 1986~2001 年连续 16 年出现了暖冬。不过我国南方的多数省份气温是下降的，其中以四川下降最多。

科学家说，夜间的最低气温的上升比白天的最高气温上长的幅度要大。从 1950 年以来的资料看，夜间的最低气温每 10 年上升 0.2 ，而白天的最高气温每 10 年上升 0.1 。

科学家还说，大气层下层的温度 20 世纪 50 年代以来也

是升高的，大约每 10 年升高 0.1 。

全球平均温度为什么会升高呢？有人认为是人类大量燃烧化石燃料而排放出的二氧化碳和其他温室气体的增加所引起的温室效应造成的。事情果真如此吗？

温室气体大量增加

由于人类大量燃烧化石燃料，又向大气排放出了一些二氧化碳，同时臭氧、甲烷和氧化亚氮这些温室气体也增多了。因此，一些人认为正是人为排放的温室气体所引起的温室效应导致了全球平均温度的升高。

根据统计，在产业革命（1750 年）开始前的 18 世纪中叶，大气中二氧化碳的浓度是 275ppm，200 多年来已经达到 350ppm，增加了 30%。这种增加，在过去 2 万年以来是没有先例的。

有人做过计算，1860 年全球因燃烧化石燃料而排放出的二氧化碳为每年 10 万吨，1973~1985 年间已经增加到 530 万吨，到 1990 年又进一步增加到 600 万吨。排放出的二氧化碳大约有 58%留在大气里，至于其余的 42%，有人认为是被海洋和森林吸收了。由于森林能够吸收二氧化碳，因此砍伐森林也是二氧化碳增加的一个原因。

据科学家估算，甲烷在 240 年里由 0.8ppm 增加到 1.7ppm，增加值超过了一倍。一氧化碳则比工业革命前增加了 15%。燃烧化石燃料向大气排放出了一些氧化亚氮，使用化肥和燃料生物体也会造成氧化亚氮的增加。氧化亚氮的浓度直至 1940 年还是 285ppb（十亿分之一），现在则是 310ppb。

在欧洲，近地面层臭氧含量在本世纪初是 10ppb，现在

是 20ppb，近年来年增长率为 23%，别的地方的增长率也在 1% 上下。氟利昂 11 和氟利昂 12 正以每年 5% 的速度增加。它除了破坏平流层的臭氧层之外，也是一种温室气体。

由此可见，大气中所有的温室气体都增多了。氟利昂-11 和氟利昂-12 大气中原来没有，是我们人类从冰箱和空调器等当中排放出来强加给大气的。

温室气体增多会怎么样呢？有人认为正是这些人为排放的温室气体使全球平均温度升高了。他们做出估计说，20 世纪 80 年代二氧化碳增加了 15.6ppm，由此产生的增温为 0.08，而由甲烷、臭氧、氧化亚氮和氟利昂-11 与氟利昂-12 产生的增温也已达到 0.08。

大气这个原来很舒适的温室的温度增加了，我们就会像整天呆在桑拿浴室中一样大汗淋漓，也可能还要受更多的苦。问题是不是就这样简单呢？不是的。温室效应的问题非常复杂。让我们列一个有关问题的清单。

温室气体是一个大家族。家族中的难兄难弟各应对大气中的温室效应承担多少责任呢？过去在新闻媒体上把二氧化碳骂得很凶，看来至少是欠公允的，不应该把板子全打到二氧化碳身上。那么甲烷、臭氧、氧化亚氮和氟利昂-11 与氟利昂-12 应该各挨几板呢？可惜，目前还没有出现一个可以断清这个“案子”的“法官”。很可能这个“官司”要旷日持久地打下去。

如果把增温归罪于二氧化碳等温室气体，那降温又应由谁负责呢？

像百多年来全球平均温度这样的变化，在历史上是否有

过呢？如果有，那时候人类活动对气候的影响不大，气温的变化是什么因素在起作用呢？如果说历史上可以发生非人为原因引起的气候变化，那百多年来全球平均温度的变化是否也有自然变化的成分呢？

如果现在这种温室气体增加的势头得不到遏制的话，全球平均温度的增加究竟会达到多大呢？如果我们从现在起就控制温室气体的排放，我们的能耐有多大呢？

我们在前面说“排放出的二氧化碳大约有 58%留在大气里。至于其余的 42%，有人认为是被海洋和森林吸收了”。事情果真就是这样简单吗？

温室气体增加引起的全球平均温度的升高会带来什么后果呢？除了它的负面影响以外，温室效应是否还有某些功劳呢？

问题又多又复杂，这些问题绞在一起会不会是一笔糊涂账呢？目前，至少以下事实是清楚的：

温室气体可以引起大气温度的升高在理论上是肯定的。

百多年来全球平均温度总的说来是升高的。

百多年来观测到的全球温室气体的浓度是增加的。

百多年来全球燃烧化石燃烧而排放出的二氧化碳是增加的。

但是，大气中的碳循环非常复杂，不能简单地根据上面所列出的几点就得出人为排放的温室气体所引起的温室效应导致了全球平均温度的升高这一结论。不过，无论是从遏制全球平均温度的升高，还是从治理大气污染、保护人类健康的角度出发，控制温室气体的排放是必须的。我们人类在这

方面是应该而且可以有所作为的。

温室效应弊与利

由于人类大量燃烧化石燃料而排出的二氧化碳产生的温室效应如果继续发展下去,“将在下世纪末使用地球表面的温度升高 $1.5 \sim 6.0$ 。”这些说法是怎么来的呢?

由于全球变暖问题非常重要,联合国世界气象组织和环境计划署联合成立了一个政府间气候变化委员会,专门对气候变化进行科学评估。由于燃烧化石燃料而排放出的二氧化碳产生的温室效应,将在本世纪末使地球表面的温度升高 $1.5 \sim 4.5$,这是气候变化委员会 1990 年出版的第一个评估报告的结果。1995 年出版的第二个评估报告修改成了 $1 \sim 3.5$ 。2001 年的第三个评估报告又说,本世纪可能升温 $1.5 \sim 6.0$ 。

要评估全球变暖的程度,首先要知道未来温室气体增加的情况。由于目前还不能确切预测未来温室气体的变化,科学家们考虑了几种可能出现的情景。他们设计了许多数学物理化学模式,用来计算在不同情景下全球变暖的程度。

由于种种原因,大家得到的结果不完全相同。在讨论第一个评估报告时,得出的最小的增温值是 1.5 ,最大的增温值是 4.5 ,于是得到的结论是 $1.5 \sim 4.5$ 。

在讨论第二个评估报告时,科学家们考虑了气溶胶的冷却作用(气溶胶是一种均匀分布在大气中的十分细小的固体或液体粒子),得出了到 2100 年温度升高 $1 \sim 3.5$ 的结论。

在讨论第三个评估报告时,科学家们对二氧化硫的冷却作用的估计比第二个评估报告要小,因此得出了到 2100 年温

度升高 1.5 ~6.0 这个比 1 ~3.5 要高的结论。

我们千万别小看这个不起眼的 1.5 ~6.0 的增温值,它表示的平均增暖速度大于过去 1 万年的值。由于海洋的影响,这个增温值只有 50%~90%可能实现,但 2100 年后温度还会继续升高。

在 4500~7000 年前,曾有过一个高温期。那时的全球年平均温度也就比现在高 0.5 ~1 ,可气候与现在差异很大。比如说,非洲的撒哈拉,现在是一片沙漠,可那时却要湿润得多,有富饶的草原,茂密的森林。高出 0.5 ~1 尚且如此,1.5 ~6.0 的增温值怎敢小视呢?

为什么全球年平均温度高出这么一点点会引起如此大的变化呢?问题就出在“全球平均”这 4 个字和“年”这个字上。很明显,全球年平均温度高出 0.5 ~1 ,一些地方可以高出好多,另一些地方高不了多少,还有一些地方可能会低一些。同样,年平均温度高出 0.5 ~1 ,不同季节可能高出好多或低好多,这样影响就大了。这种温度的差异对生态环境和农牧业的影响就非同小可了。

在这里需要注意的是,不管是温度升高 1.5 ~4.5 、1 ~3.5 还是 1.5 ~6.0 ,都是科学家的科研成果,而不能认为是未来一定会出现的情况,何况科学家们自己还有很多争论呢!用他们的话说,就是这里还有很多不确定性。

比如,我们在前面曾说,“排放出的二氧化碳大约有 58% 留大气里,至于其余的 42%,有人认为是被海洋和森林吸收了。”我们之所以用了“有人认为”的提法,是在暗示这里存在着不确定性。因为向大气中排放的二氧化碳,并不是立即

以一定的比例在大气、海洋和生物圈中分配的。这种分配是缓慢进行的，要达到稳定的平衡态，需要经过几十年甚至几百年的岁月。如何在数学物理化学模式中描述这种分配过程，是一件十分困难的事情。光这一件事就带来不少不确定性，更不要说如何正确地描述地球上的碳循环了。

不过，尽管有相当的确定性，有一点是基本上可以肯定的，那就是温室气体的排放必将引起地面温度的升高这一增温趋势。

科学家的计算结果说：这种温度的变化因高度、纬度和季节不同，低空对流层变暖，高空平流层变冷。低空变暖主要发生在高纬度的冬季，以北美北部、亚洲北部和中部的增温更盛，超过全球平均增温的 40%，而南亚和东南亚夏季和南美冬季的增温则小于全球平均的增温幅度。

全球变暖会引起哪些后果呢？科学家们说：北半球雪盖和海冰面积减少，除格陵兰和南极外，全球冰川和冰盖将减少。海平面将上升 14~80 厘米，非常可能上升 50 厘米左右，这种上升速度是 20 世纪海平面上升速度的 2~4 倍。

年高温日数将增加，低温日数将减少，无霜期变长。温度上升将导致若干疾病高发。高温还可能导致赤潮频发，所谓赤潮是指海洋中某种原生动物、细菌或藻类在适宜的环境条件下突然大量繁殖或聚集而使海水变色的有害的生态异常现象，它会影响到水产养殖和海洋生态，人吃了受到赤潮危害的水产还会影响健康甚至危及生命。

水分循环将加强。全球平均降水增加，强降水增多。北半球中高纬度和南极冬季的增加尤盛。在低纬度，有些地区

降水增加，有些地区降水减少。旱涝加剧将影响到粮食产量，有的地方会产生粮食短缺。旱涝加剧也会导致若干疾病高发。热带气旋强度增加，由此引起的降水量及降水强度增加。

全球变暖不一定对任何地方都是坏事，很可能出现几家欢乐几家愁的局面。比如说，气温上升，适宜作物生长的温暖期变长；二氧化碳浓度增加，有利于光合作用。这些都使作物产量有望增加。

全球变暖的显著特征是温暖气候带的北移，如果我们能适时地对作物布局作适当的调整，这件事可能变成好事。

总的说来，我们不应当把二氧化碳浓度的增加骂得狗血喷头，趋利避害才是聪明的对策。

最后，我们一定要记住，我们这里所说的温室效应只是由于二氧化碳等温室气体浓度增加而引起的增强的温室效应，而不能对温室效应一概斥之以鼻，因为正是大气中天然的温室效应造就了我们。

如果这样，对大多数沿海城市来说，问题倒不在于会不会淹没，而是有可能发生大规模的海 对海岸线的侵蚀和海水倒灌产生的土地盐碱化。因此，对于沿海城市来说，搞好护岸工程是十分重要的。

如何应对温室效应

现在全球平均温度在升高，这种温度的升高会带来一系列问题。因此，人类必需采取必要的对策。

全球变暖属于“疑难杂症”，因此大批“医生”蜂拥而上，开了一大堆“药方”。现在就让我们把这些“药方”翻一遍。

“药方”总的说来分三类。第一，减少温室气体的排放。

第二，除去大气中多余的温室气体。第三，适应未来变暖了的气候。现在分头说一说。

1. 减少温室气体的排放

停止氟利昂的排放。现在各国正在努力，如果成功，估计到 2050 年全球变暖可减少 3% 左右。但由于氟利昂在大气中的寿命可达几十年到几百年，因此因排放氟利昂引起的增温还将持续下去。

阻止乱砍滥伐，大搞植树造林。如果成功，估计到 2050 年全球变暖可减少 7% 左右。

减少能源消耗。节约汽车用油，到 2050 年约可减少全球变暖 5% 左右；征收化石燃料的生产和消费税，如能实行的话，约可减少全球变暖 5% 左右；减少其他能源的消耗，约可减少全球变暖 8% 左右；

以天然气取代煤炭和石油。天然气的主要成分是甲烷，用之取代煤炭和石油，可减少二氧化碳的排放，但又会增加大气中的甲烷。这种想法即使能够实行，最多也只能减少全球变暖 1%。

限制汽车尾气的排放。汽车尾气中含有氮氧化物和一氧化碳，限制其排放可以抑制臭氧和甲烷的增加。估计可以有把全球变暖减少 2% 的效果。

利用新能源。利用太阳能，约可减少全球变暖 4% 左右；利用生物能，就是利用植物光合作用所生成的有机物代替石油，如果进展顺利，有希望减少全球变暖 10% 左右。

利用原子能发电，估计最多可减少全球变暖 5% 左右。但是，目前原子能发电有建厂费用问题、燃料确保问题、废

物处理问题和安全问题等一大堆棘手问题。

改进农业技术。例如改进水田耕作和畜牧业，可减少甲烷的排放，如做得好，有望减少全球变暖 5% 左右。

既然全球变暖是“疑难杂症”，那任何一个“药方”都是治不好的，看来只能“中西医结合，中药、西药、偏方一起上”。把以上所有措施简单地加在一起，得到的总效果是 50% 左右。也就是说，十八般武艺全用上，仍然不能制服全球变暖。

如果每个人武艺都很精，大家一齐上又不打乱仗（打乱仗这种事情在实施各种措施时是经常发生的，弄不好不同的措施的效果会相互抵消），也只能把全球变暖减少一半。当然，有没有别的更好的“药方”，也是值得研究的。

2. 除去大气中多余的温室气体

目前正在试验的方法有以下几种。

吸收后深埋。用一种叫单乙醇的物质吸收二氧化碳，然后将它沉入海底。这种方法在建厂、运输和费用等方面还存在不少问题。

二氧化碳沉入海底，将使海水呈酸性，这会不会对水下生命造成问题，科学家还在研究之中。

也可以设法将二氧化碳沉入油田、矿井或地下深处的盐水沉积物中。这种方法跟倒垃圾有些相像。掩埋垃圾时如果弄得不好，垃圾渗出就会污染地下水和土壤。在盛二氧化碳的盐水沉积物周围也需要有岩石包围，否则一旦二氧化碳这种垃圾渗出就会前功尽弃。

把二氧化碳沉入油田，有助于油田开采。在油层所处的

可渗透土壤中，二氧化碳气体会使孤立的油滴膨胀汇集，流向开采井。

人工光合作用。寻找叶绿素以外的其他触媒，用人工方法把二氧化碳制成有机物固定下来，这叫人工光合作用。但进行人工光合作用必须使用化石燃料以外的能源（否则就没有意义），这在操作和费用方面还存不少问题。

3. 适应未来气候

这方面可以考虑的措施有：按新的气候状态调整作物布局、改良作物品种以适应变暖了的气候等。

适应未来可能出现的气候这一点非常重要。这不仅是因为目前我们还无法阻止由于排放温室气体而引起的全球变暖，而且因为对于气候的自然变化我们的力量显得过于渺小。

由此看来，减少温室气体的排放是上策，除去大气中多余的温室气体有难度，适应未来变暖了的气候的方法需要加紧研究。因此，我们应当坚决贯彻可持续发展战略，切不可只顾眼前利益而污染环境，造成灾难性后果。

4. 全球合作

最后需要谈到的是，减少温室气体的排放需要全世界性协调行动。这一下就难了。各国有各国的利益，各国有各国的国情。大家在一起开会，就像在联合国里一样，往往各吹各的号，各唱各的调。

世界上不足 30% 的发达国家，向大气中排放了超过 70% 的温室气体，美国是世界第一排放大户。目前，以美国为首的发达国家排放的二氧化碳占全球的 66%，其中美国高居榜首，为 25%。可是开起会来，发达国家总是以环境卫士的面

目出现，首先要求发展中国家这样那样。

经过长时间讨价还价，终于在 1992 年签定了《联合国气候变化框架公约》提出要把温室气候的浓度稳定在防止气候系统受到危险的人为干扰的水平上。当然，《公约》的落实问题还是要长期吵下去。1997 年，各国才好不容易达成了—个《京都议定书》。

这个《议定书》规定了发达国家应当承担的削减温室气体排放的义务《议定书》规定，39 个工业化国家在 2008 年至 2012 年间将温室气体排放量在 1990 年的基础上减少 5.2%，其中欧盟国家为 8%，美国为 7%，日本为 6%。

按联合国计划，《议定书》最迟应于 2002 年开始实施，美国政府也在《议定书》上签了字。可是，在布什政府上台伊始，就宣布不再受《京都议定书》的约束了。美国为什么对它以前签定的协议不认账了？这其中自有原因。可见，在当今的世界上，要办成—件有利全球的事，是很困难的。

第六章 气象与身心健康

第一节 医疗气象学

中国医药学早就注意到天气与健康的关系。仅《内经》就有大量精妙的论述，如：“天食人以五气，地食人以五味”；“天复地载，万物悉备，莫贵于人，人以天地之气生，四时之法成”，都明确指出了人与天气和环境的关系。

又如：“人与天地相参也，与日月相应也”，更阐明了人作为万物之灵，决不能脱离自然界而生活；自然界的各种运动，必然对人类产生巨大的影响。对这种问题的回顾，不但可认识古代中医的成就，还将有助于发展中西结合的祖国新医学和开展医疗气象学的现代研究。

医疗气象学的研究内容

医学科学的最终目的是要彻底有效地控制一切疾病，保证人们健康，要控制疾病必须贯彻预防为主方针。人类健康又取决于外界环境，因此，不论治疗或预防疾病都须对人们的生活环境与人体的相互关系有充分的了解。

现代科学技术发展的特点之一是各学科之间彼此影响，相互渗透，不断产生一些新的学科分支。在现代科学技术发

展的影响下,医学科学不但向纵深发展,同时也向周围扩展。医疗气象学就是人们在健康和疾病本质认识深化的基础上,由医学和气象学相互渗透,相互结合而产生的一个新的学科分支。

医疗气象学是研究天气和气候对人体健康影响规律的一门科学。它是生物气象学的一个分支,也称为医疗气候学或医学生物气象学。近来,国际生物气象学会提出统一命名为人类生物气象学。医疗气象学研究的目的是要保护人们免受不良气象条件的影响,并且利用有利的气象条件来增强体质,防治疾病。

医疗气象学研究的内容很多,可归纳为以下三个方面:

1. 研究气候及气象因素对正常人体生理过程的影响

除研究气候、气象因素对健康人生理活动的影响外,还研究健康人在不同气象条件下的适应以及生活环境的微小气候对人体生理的影响。最近还发展了航海及宇宙航行中海洋及高层大气对人体生理影响的研究。

2. 研究气候及气象因素与人类疾病的关系

分析、观察不同季节气候时多发病的发生频率和不同气候对疾病发展过程的影响;疾病在不同气候地区的分布等,从而进一步研究各种气象因素与疾病的内在关系,并研究气象因素或气候对病原体及病原媒介生物生长、繁殖、传播的影响。

3. 研究利用气象因素预防和治疗疾病

除研究气象因素或气候对人体健康的消极作用外,并研究利用若干气象因素和各地不同气候特性对人体健康和某些

疾病的有利影响，以作为预防和治疗疾病的手段。



图1 气象与疾病防治

医疗气象学研究的范围较广，因此涉及的学科很多，包括气象学、气候学、天气学、统计学、流行病学、环境卫生、生态学、生理学和临床医学等等，如图2。

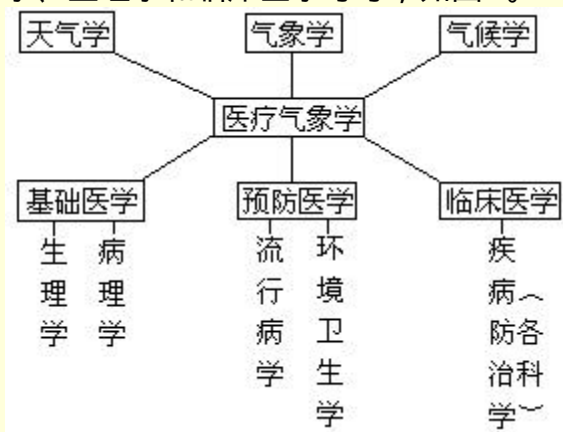


图2 医疗气象涉及的学科

医疗气象学的研究方法

研究的目的在于认识自然界的规律。这个规律是客观存在的，可以通过现代科学方法加以证实。为了证实气象对人类健康影响的一些规律，目前采用的研究方法主要有观察法和实验法两种。

1. 观察法

观察法是通过气象资料和医疗资料的收集，然后将两批资料进行统计处理，找出关系，这种研究方法仅是说明现象上的统计关系。

以观察法进行研究主要应考虑观察指标的选择与资料的收集与分析。医疗气象研究指标包括两类，一类是气象指标，一类是医学指标。

气象指标。可使用的气象指标很多，除了气温、气压、湿度三项主要的气象因素外，还有风速、日照、降水以及各种天气现象。现在还以锋的活动、气团、天气类型、大气环流作为指标。选择气象指标必须注意以下几点。

一是采用按旬按月的平均值观察，只能了解大致的气候影响，而天气的非周期变化甚至仅为数小时，这样，天气突变这个重要因素不能暴露出来。

二是使用逐日的平均值为指标，而不考虑变异指标也会得出不全面的结论，如两地日平均气温相同，但甲地气温日较差（每日最高气温与最低气温之差）波动在 4℃ 以内，而乙地气温日较差在 10℃ 以上，则两地气温对生物的影响绝不相同。

三是很多气象因素相互间有关，故选择指标不必太多，

但亦不要单纯应用固定的指标，要选择一定的动态指标，有时才能把问题揭露出来。

四是气象因素，除选用一些孤立的单一指标外，还应选择综合性能代表天气变化的指标，例如气团和锋的活动。

五是考虑天气年变和各种不同气候的影响，应该观察全年或更长时间。

各地气象台站都按统一的方法观察记录气象资料，因此在医疗气象研究中一般不需要特别收集气象资料，除非需要观察某一特定环境的微小气候，须要另行测定。

医学指标。观察的医学指标，首先要有统一的标准，还要注意指标的客观性、合理性、特异性，非定量资料最好要分级。

资料收集后，要进行分析，只有熟悉本门业务，才能作出正确的分析与推论，而设计与分析也有着密切关系，准备怎样分析，首先要求采取怎样的设计。

2. 实验法

实验法是在人工气候的控制条件下，按照设计的要求观察特定的气象条件对机体的影响。实验法往往需要设备与条件，这只有在专业研究机构才有可能进行，而观察法要求的条件在一般机构较易做到，故目前应用得较多。

一般来说，一项研究所获得的资料应该能回答所提出的问题，这是研究的目的。利用所得的资料，进行某些推论，原则上说是不可靠的，研究目的以外的推理，仅仅是科学上的启示与设想，必须用实验证实，才能成为真正科学的内容。推理的结果不应是研究的结论，而是提供进一步研究的内容。

观察法所获得的结论也往往仅是现象上的推论，因此，要揭示天气、气候对人体影响的真正关系，实验研究是必不可少的。

机体在生活中受到环境各方面的影响，大气仅是环境中的一个方面，而气象又仅是大气环境中的一个部分，这点在分析时不能不注意。

气象与生理活动

祖国医学认为，一年四季的气候变化经历着春温、夏热、秋凉、冬寒的规律，它对人体的脏腑、经络、气血各方面都有一定的影响。

《内经》提到五脏六腑必应天时，即内脏的功能与季节气候变化密切相关。还说“春气在经脉，夏气在孙络，长夏气在肌肉，秋气在皮肤，冬气在骨髓”，认为经气的运行也与季节气候变化密切相关。

《内经》不仅提出了现象，还从天气的角度进一步阐述其机理：“春者，天气始开，地气始泄，冻解冰释，水行经通，故人气在脉。夏者，经满，气溢入经络受血，皮肤充实。长夏者，经络皆盛，内溢肌中。秋者，天气始收，腠理闭塞，皮肤引急。冬者盖藏，血气在中，内著骨髓，通于五脏。”

关于气血运行，《内经》认为：“天温日明，则人血淖液而卫气浮，故血易泻，气易行。天寒日阴，则人血凝泣而卫气沉。”从而道出了天热则气血畅通易行，天寒则气血滞凝沉涩的现象。现代医学业已证明人体血液某些生理指标的季节差异。

水是人体的重要成分。从水分的出入、分布与调节、控

制上,也可以看出气象与生理活动的密切关系。《内经》:“天暑衣厚则腠理开,故汗出;……天寒则腠理,气湿不行,水下留于膀胱,则为溺与气。”现代生理学证明:在高温环境,人体为了加强散热,周围血管扩张,85%~90%水分经汗腺排泄;冬季寒冷,为防止体温失散,周围血管收缩,汗液减少,60%~80%水分由肾排出,这样就表现为多尿了。

此外,在天阴多雨时,湿气太重,人们容易感到头昏脑胀、身体困倦,即中医所谓“外湿”;在天气干旱时,人们又会感到口干唇燥、渴欲引饮,即中医所谓“外燥”。

《内经》曰:“太阴者(指手太阴肺经),行气温于皮毛者也。”又说:“肺合皮毛。”近年来,通过实验室研究,证明了皮肤受寒冷,可使呼吸道的生理功能发生改变,从而降低呼吸道的防御力。

脉诊是中医独特的诊断方法之一,可以诊察脏腑的各种病证。祖国医学早就注意到:春脉微弦,夏脉微钩,秋脉微毛,冬脉微石。《内经》称之为“四时平脉”。这种随着四季而有所不同的脉状,是人体适应四时反射在脉诊上的生理动态。

冬季气温低,气压高。气温低则人身经常处于拘束状态,脉亦呈现紧象;气压高则血液流向体表时受到外界的阻力加大,脉因之而沉。这样就造成了深沉有力的冬脉,状如石。

一到春天,气温渐高,气压渐低,脉由深沉转为浅浮,但仍带紧张的余势,故而春脉微弦。夏季的特点是气温高,气压低。气温高则人体易出汗,脉管易扩张;气压低则外界阻力减弱,所以夏脉来盛去衰,似钩状。秋天,气温渐低而

气压渐高，人体汗出减少，血液流向体表不如夏日那么盛，但脉管仍带扩张的余势，故而秋脉轻虚而浮微，似毛状。

现代研究表明，脉率不但受不同季节的气候影响，还受天气变化的影响，当暖锋通过时，脉率增快。

气象与疾病

我国民间有一句谚语：“菜花黄，痴子忙”，意思是说精神病人容易在春季发作，这句话道出了疾病的季节性。人们认识天气对健康的影响，最早是从疾病具有的季节特点以及某种天气条件下疾病容易复发或加重这一现象得到启发的。

天气、气候对任何人都能产生影响，并引起人体一系列的生理调节，可是这种生理反应不足引起任何不快，这样，健康人往往也就注意不到天气对人体的影响。当天气促使一个病人的旧病复发，那是不会不介意的，况且病人对天气变化又比健康人敏感得多。

一年四季中各种疾病的发生不是平均分布的，急症医师很有体会：有时在短短的几天中可看到哮喘、心肌梗塞、溃疡病穿孔、咯血等急诊病人突然增多。

因此，人们十分关心什么样的疾病受天气的影响。这些影响是否存在规律？发生影响的机理何在？阐明这些问题实际上是弄清容易罹病的天气条件，它的目的有两方面，一方面是使某些病人能避免对健康有害的气体条件；另一方面是采取措施以适应天气条件，增强体质，防治疾病。

气象与疾病的关系，如果按照发病原因来分，一类疾病直接与气象有关，气象因素是引起该疾病的物理原因，也即是气象因素在一定条件综合影响下引起发病；另一类疾病间

接与气象有关，但气象因素和天气变化并非是病因，仅能影响疾病的复发和病情波动，或者通过病原体间接起影响。第一类疾病如中暑、冻伤；第二类疾病如哮喘、关节炎等。

日本学者把与气象学有关的疾病分为二类，一类受气候影响称为季节病；一类受天气变化影响称气象病。但实际上并非如此单纯，不少疾病既有季节性，却又受天气变化影响，而具有气象病的特点。例如哮喘好发于春秋季节，但疾病的发作却又受降温或低压的影响

而中医医学对气象与疾病关系的认识，主要包括以下三方面：天气的病因作用，疾病的季节倾向，气候及天气变化对疾病的影响。

中医学很重视气象因素在发病上的作用，即气候变化可影响发病，但决定还在于人的调节机能。

《素问·风论》说：“风者，善行，而数变……故风者，百病之长也，至其变化乃为他病也，无常方，然致有风气也。”指出了风邪的性质变化不定，是不少病的原因。

风易侵犯人的体表，如《素问·骨空论》说：“风从外入，令人振寒，汗出者痛身重恶寒。”对“寒”则提出了热病和疼痛的原因出于寒，如《素问·热论》说：“今夫热病者，皆伤寒之类也……人之伤于寒也则为病热”；《素问·痹论》说：“痛者，寒气多也，有寒故痛也。”

《素问·五运行大论》和《素问·刺志论》提到了暑与火，以及致病的特点，如：“其在天为热，在地为火，……其性为暑”；“气虚身执，得之伤暑”。《素问·阴阳应象大论》对湿邪的病因作用，则提到了：“地之湿气，感则害皮肉筋

脉”。

对于燥邪，《素问·气交变大论》说：“燥气流行，肝木受邪，民病两胁下、少腹痛，目赤痛。”对六淫的致病作用，《素问·阴阳应象大论》作了如下的概括：“风胜则动，热胜则肿，燥胜则干，寒胜则浮，湿胜则濡泻。”

《内经》还提到由于天气异常，寒潮来临，暖空气退让，大自然中也出现了寒露、霜雹，在这种天气下不少疾病要发作，近代医疗气象学也观察到冷锋、冷空气可使不少疾病加重，如《素问·六元正纪大论》说：“水郁之发，阳气乃避，阴气暴举，大寒乃至，川泽严凝，寒、雾结为霜雪，甚则黄黑昏翳，流行气交，乃为霜杀，水乃见祥。故民病寒客心痛、腰背痛，大关节不利，屈伸不便；善厥逆，痞坚，腹满。”

关于一般疾病的季节倾向，祖国医学中有很多论述。例如《内经》说：“春善病智力眴眴，仲夏善病胸胁，长夏善病洞泄寒中，秋善病风疟，冬善病痹厥。”祖国医学的运气学说，就是探索不同年份，季节的发病及其防治的规律。运气的原理虽然复杂，实用价值也大有争议，但是古代医学家认为要探索疾病的发生和变化，必须与天地气候的自然变化相结合这一点，是很值得重视的。

传染病的季节特征，巢元方在《诸病源候论》中已有论述。巢氏在病因上提到：“此病皆由当时不和，温凉失节，人感乖戾之气而生。”现在我们亦可观察到久旱不雨时，会感到咽干口燥；阴雨日久，又会头重目眩。气候不正常容易发生传染病，祖国医学家也早已注意到了，《伤寒心法要诀》：“非时有气疫为殃”，就提出了这一问题。现在已经弄清，季节与

天气变化虽不是传染病的直接原因，但由于病原体与病原体的媒介生物，病原体的传播，机体的抵抗力等都可以受到季节与天气的影响，所以仍然有很大关系。

关于气候及天气变化对疾病的影响，祖国医学在理论与实践两方面都有丰富的资料。

《内经》中曾提到“秋伤于湿，上逆而咳。”确实，每年入秋后，慢性气管炎就易复发，病情出现波动，伤风咳嗽发病日有增加。再如关节炎和风湿痛，祖国医学称之为“痹”，认为寒冷、潮湿是发病的原因，《内经》所谓“风寒湿三气杂至，合而成痹也”。根据研究，证实了关节痛的发作与气温、湿度、气压的变化，在统计上存在显著关系。

中医在临证上还很重视节气转换，节气不是气象的范畴，二十四节气是地球绕太阳运行时所处的不同位置。中医认为两分(春分、秋分)与两至(夏至、冬至)，是宿疾复发与重病转危的关键时刻，医生审证用药须特别注意。关于这方面，中医有不少专论。

气象与保健

气象因素对人体有它不利的一面，也有它有利的一面，人们很早即利用大气中的自然因素来增强体质防治疾病。

1. 季节与疾病预防

祖国医学在“天人相应”(人与自然界的变化规律相适应)理论的基础上，对于如何养生以适应四时气候的变化是很重视的，认为是预防疾病的根本措施之一。

《内经》说：“圣人春夏养阳，秋冬养阴，以从其根，故与万物沉浮于生长之门。逆其根则伐其本，坏其真矣。”春夏

为生长蓬勃之季，故属阳；秋冬为安静凝敛之季，故属阴。养阴、养阳，指增强机体适应四时变化的能力。

《内经》还记载有四季不同的适应养生方法，例如：春三月“夜卧早起，广于步庭”；夏三月“夜卧早起，无厌于日”；秋三月“早卧早起，与鸡俱兴”；冬三月“早卧晚起，必待日光”。只有适应自然环境，才能保持健康，预防疾病。如果有人当春而收敛，当夏而伏匿，当秋而疏散，当冬而泄夺，便是违反自然界的客观规律。

在治疗方面，祖国医学也非常重视不同季节气候必须采取不同治疗方法。《内经》关于这方面的论述很多，例如：“圣人之治病也，必知天地阴阳，四时经纪”；“必先岁气，无伐天和”。在具体用药方法上，《本草纲目》曾有《四时用药例》专篇：“升降浮沉则顺之，寒热温凉则逆之。”

故春月宜加辛温之药，薄荷、荆芥之类，以顺春升之气；夏月宜加辛热之药，香薷、生姜之类，以顺夏浮之气；长夏宜加甘苦辛温之药，人参、白术、苍术、黄蘗之类，以顺化成之气；秋月宜加酸温之药，芍药、乌梅之类，以顺秋降之气；冬月宜加苦寒之药，黄芩、知母之类，以顺冬沉之气。所谓顺时气而养天和也。”

2. 季节与药物应用

对于不同季节气候与药物应用的关系，近代也有不少报道。如在异常的气候条件下，使用某些药物会产生与平时不同的作用，特别是与气压和气温的关系比较明显。例如：洋地黄在暴风雨和气压下降时应用，其毒性反应增加。气温高也能影响药物效果，特别是利尿药。

近来药理学家在动物实验室筛选药物时很注意这一问题，如二甲亚砷对兔细胞的穿透性在氧压低时即增强；间羟胺可与交感神经结合释放内源性去甲肾上腺素，这一药理作用可通过儿茶酚胺的排泄来测定，研究表明寒冷有促进的释放去甲肾上腺素的作用。

3. 正确利用自然因素保健

正确地利用自然因素——空气、日光锻炼身体，可使机体更好耐受和适应外界环境中的气象因素。特别是在气象因素的激烈变动时，健康上不致受到损害，而使机体与外界气象环境更好地建立平衡，增强机体对各种疾病，尤其是呼吸道疾病的防御力，并增强和促进机体的生活能力。

日光浴。人类较早即利用日光来治疗疾病，公元前 490 年已有日光浴的记载。

太阳辐射是由氢原子核转变成氦原子核而产生。太阳在 1 秒钟内随着射线失去 500 万吨质量。太阳射线通过大气其中 14% 被吸收。43% 以直射日光和散射日光的形式射到地面。晴天，散射的太阳辐射为直射的 5%~10%，阴天能达到 75%。

散射的辐射来自空中各处，在无云的天空中主要是紫外线，在有云的天空中主要为红外线。由于大气状态、透明度及太阳高度不同，太阳射线光谱成分能改变，当太阳位置很低且近地平面时，可见光为 28%，红外线为 72%，没有紫外线，故太阳低于 30° ，不宜进行日光浴。

日光浴主要是利用日光中的紫外线和红外线。日光浴可以增进食欲，改善睡眠，提高体温调节功能，预防软骨病，增强疾病的抵抗力。

进行日光浴，时间不宜过久，可逐步增强照射时间，照射时只穿背心短裤，可使皮肤直接接触阳光，一般多在夏季进行，故俯卧时也要戴墨镜，并戴上草帽，避免阳光直晒头部，以防止日射病。

为使身体各个部位都能照射，宜不断更换体位，例如先俯卧、然后左侧卧、仰卧、右侧卧。饭前饭后一小时内不宜进行日光浴，因饭前空腹时血糖低，易发生头晕等不良反应；饭后照晒由于皮肤血管扩张，心脏血液流入皮肤，会影响消化。患有慢性病是否能进行日光浴应由医师决定。心血管系统疾病、出血倾向的慢性病、妇女经期及分娩后都不宜施行日光浴。

现在认为紫外线的 B 段对人体有害，所以也有人对日光浴持怀疑态度，为了消除 B 段紫外线对人的影响，在施行日光浴时可使用防晒霜或防晒油膏，这种霜剂或油膏外用于皮肤可以阻止 B 段紫外线透过。或者选择在上午 10 点以后和下午 5 点以前照射，因 B 段紫外线在太阳处于斜射方位时通过大气中的臭氧层到达地面的量较多，而在太阳直射时较少。

空气浴。空气浴的历史已久。古希腊象征力与美的裸体运动不仅是一处体育锻炼，由于皮肤的裸露，也可视为原始的空气浴。

人体体内的温度是 $36.2 \sim 37.1$ ，体表的皮肤温略低，胸腹部为 35 ，上下肢及手是在 33 左右。外界气温变化较大，例如上海一般在 $-7 \sim 37$ 之间，有的地方气温的变化还要大，虽然人们可以通过衣服或建筑以及一些人工办法来改变室内的生活环境，可是气温对人体还能产生一定的影响。

空气浴的目的是增强人体的体温调节功能。它的原理是让低于体温的环境气温对人体产生一个“寒冷刺激”，这一因子反复刺激，通过神经反射机制，增强机体产热过程，使机体能迅速地适应和抵御外界气温的急剧变化。

平时衣服与体温之间有一层空气，这层空气对人体起一定的保温作用。进行空气浴，一般只穿一件汗衫，或裸露上身，这样原来衣服下的保温层便不存在了。低于体表温的环境气温直接作用于人的体表，体表温度通过对流、辐射、传导加热人体周围的空气，热空气上升离开体表，新的冷空气再作用于人体。

如此反复的冷空气对人体的刺激，通过神经的调节，促使机体产热量增加，散热量减少，热量的消耗也减少。体温调节功能的改善，对天气变化就能较好地适应，剧烈的天气变化往往是疾病的一个诱因，特别对呼吸道疾病寒冷是重要的诱因。

空气浴的具体做法并不困难，一般在夏天开始，清晨穿上单薄的内衣或赤裸上身在室外进行，可以结合慢跑，但先应缓慢行走，至少 10 分钟后才能慢跑，如果一开始就慢跑，这就会因运动而增加身体的产热量，从而失去了空气浴的意义。

至于锻炼至何季节，一般要视过去的习惯而定，也要根据年龄和体质考虑，在外界气温 25 ~28 之间进行空气浴不至于有什么问题，如感觉不支可以缩短在室外逗留时间。

冷水浴。水浴也是耐寒锻炼的一种，它和空气浴的原理是一样的，但空气浴是让冷空气对人体产生冷刺激，冷水

浴是以冷水来对人体产生冷刺激。

冷水浴可有局部与全身两种，局部浴即以冷水洗脸洗手，全身浴即以冷水擦澡。由于水的导热性比空气大 20 倍，所以冷感比空气强烈。在开始进行时，寒冷使皮肤血管收缩，以减少散热，这时人亦感冷。经过锻炼，体内产热过程增强，人感温暖，这时应出浴，用干浴巾擦干身体，擦到皮肤微红为止。

冷水浴水温的掌握也须根据年龄及体质而定。各人的情况不同，有人可在冰冻天坚持冷水浴，有人却不行。初次锻炼可在夏季进行，一般在气温 25℃ 以上使用冷水浴决无害处，如身体反应良好，在气温 22℃ ~25℃ 之间仍可进行。当气温或室温降至 22℃ 以下，应该注意，如体质差、年龄大，此时可改用冷水洗脸。

如此经过 2~3 个夏季的冷水锻炼，自然会增强在冬季进行户外活动的耐寒能力。

第二节 个体差异对气象因素的反应

儿童与老人往往缺乏有效的体温调节功能，因此其反应不同于成人。女子在月经期体温调节功能也下降。

神经类型

不同体型的人对天气变化反应不同；在中医辨证上不同见证的对天气变化的反应也不同。根据人体对外界环境刺激产生不同的反应，可将人分成几种不同类型：

1. 平衡型

这是一种理想的体型，各种激素平衡，具有应付周围环境各种应激的能力，也包括对天气变化的应激反应。

2. 迷神经兴奋型

此型迷走神经易出现强反应，表现为神经递质乙酰胆碱的即刻反应，如流涕、呕吐、腹泻、平滑肌蠕动增加（特别是肠和膀胱）、血压降低、呼吸脉搏变慢。这类体型的人有人认为对冷锋较敏感，故也有称之为冷锋型。但同一型的人对天气的敏感度和反应并不一样。

3. 交感神经紧张型

此型交感神经系统较活跃，肾上腺素及正肾上腺素分泌多，表现多话、精神愉快、富感情、工作能力强、睡眠少、血压较高、脉搏呼吸都快。有人认为此型对暖锋反应敏感，所以也称暖锋型。

近来，根据有关学者的研究，认为还有二种类型，一种类型称之为 5-羟色胺型，5-羟色胺可使血压上升，并影响人的情绪及健康。这种人对天气变化非常敏感，特别是对冷锋所带的电荷更为敏感。

这一型受天气影响出现的症状变化复杂，而与迷走神经兴奋型及交感神经紧张型的症状有交叉，这些症状有失眠、紧张、激惹、偏头痛、晕眩、呕吐、视力障碍、皮肤和头发感觉有电、心悸、呼吸困难、心绞痛、出汗、潮热、寒颤、鼻塞、喉干、喉痛、尿频、肠蠕动亢进、震颤、咳嗽等。

本型与迷走神经兴奋型及交感神经紧张型的关系还不了解，本型一般根据尿液分析，由尿中 5-羟色胺的含量来决定。

还有一种甲状腺型，这种类型的人具有潜在的甲状腺功

能亢进，不过在临床上不足以诊断为甲状腺机能亢进，就是内分泌常规检查也发现不出问题，但可从这类人的尿中测出甲状腺素与组织胺的排泄量增加，这也是与 5-羟色胺型鉴别的要点。这种类型的人对冷热适应都较差，过冷过热即可出现各种不适，这种症状与 5-羟色胺型也类似。

体质

古代的医家早已观察到体质与生理及疾病有密切的关系。体质是人群中不同个体在生长发育过程中形成的代谢、机能与结构上的特殊性。这些特殊性决定不同个体对某些致病因子的易感性以及发生病变时具有某种类型的倾向性。

有关学者根据临床观察结合中医理论将人类体质分成六类。并认为外感病如无外邪，则不成病，既病之后，则人体所患病症的性质往往与外邪和体质类型的综合影响有关，而疾病发展过程及趋向也取决于体质因素。这六种体质类型及对气象因素的不同反应可归纳如下：

1. 正常质

阴阳无明显的偏盛偏衰，对致病刺激反应无不及亦无过亢。此型体壮力强，面色润泽，胃纳佳，能耐寒暑，口微干，二便调，脉有力，舌象正。对气象因素适应较好。

2. 迟冷质

形体白胖，形寒怕冷，唇淡口和，四肢怠倦，肌冷自汗，面色不华，大便溏薄，毛发易落，夜尿频频而清长，喜热饮，脉沉迟无力，舌淡胖嫩呈齿痕。

此类体质新陈代谢低，行动迟缓，故入秋时即似已入冬，不耐寒邪而易为寒病。感受寒邪亦易入理寒化，常伤脾肾之

阳气，常喜进辛燥温补之品而畏苦寒之药。

3. 燥红质

常见形弱消瘦，面颊潮红，口燥咽干，内热便秘、尿黄短少，喜凉饮而饮不解渴，少眠心焦，五心烦热，耳鸣耳聋，脉细弦数，舌红少苔或无苔。

这类体质临床上属阴虚，其陈代谢往往偏高，如在春季则已感到似入夏，不耐暑热而易感温邪。其中有些肺阴不足者，往往难耐秋冬之燥，此时易致肺燥咳血诸证。一旦感到温燥之邪后，常迅速入里化热，伤及肝肾之阴液，多喜进甘寒而忌辛燥。

4. 腻滞质

常见体形肥胖，口甜而粘，身重如裹，口干不饮，大便不实，脉或濡或滑，舌苔多腻。可见于好饮酒者，即中医临床的痰湿型。

此种体质常有异常代谢产物积聚。易感湿邪。常因外湿引动内湿而为泄为肿。湿邪为病亦常与脾肾阳虚相互为患。宜用淡渗利湿或苦温燥湿之剂。

5. 倦质

面色苍白，气短懒言，乏力眩晕，心悸健忘，动辄汗出，手易麻，舌淡，脉细弱无力，临床上所谓气血两虚。

这型体质既不耐寒又不耐暑，往往虚汗不绝，稍一解衣，即感风寒之邪，暑天则倦怠少气。对天气的适应力较差。

6. 晦涩质

肤色晦滞，口唇色紫，眼眶暗黑，爪甲枯杭，肌肤甲错，脉沉涩弦紧，舌质瘀。

此种体质如遇寒凉则血脉凝滞，血运不畅，则为痛为胀，往往病痛加剧。此外，尚有血热妄行，血溢脉外而致瘀者，亦有血瘀日久而化热者。这时则反而对温热燥火尤为敏感。

第三节 气候辅助治疗

气候治疗即利用某一地区的良好气候对人全的有益作用以配合治疗，也即是我们平时熟悉的疗养。疗养是对病人采取的一项综合措施，其中包括了气候的作用。气候是外界环境中经常对人体健康起作用的一个因素，利用气候进行治疗，也即是充分利用大气中的有利因素来作用于机体。这一方法在我国已有悠久的历史。

不同气候对人体产生的影响不同，而且也并非所有各种气候都具治疗作用，即使良好的气候疗养区也会出现不好的天气。一个地区的气候条件不可能在全地区所有地方都一样，由于地形及植物覆盖层不同，具体地点还会出现特殊天气。

海洋气候与健康

远在古代希腊、古罗马时代，不少疾病还没有治疗的办法，一些得病的贵族常被送往海滨疗养。可是海洋气候究竟对人体生理有何影响，从古代、中世纪一直到公元 1700 年都未有人研究。18 世纪初，英国医师拉塞尔第一个研究了海洋气候治疗。以后，英国的赖特森和莱瑟姆医师又继续了这一工作，现在海滨气候对人体的影响逐渐已弄清。

1. 海洋气候特点

海滨气流活动剧烈，风大，使人易感觉寒冷，寒冷对人

体是一个非特异性刺激。

海滨太阳辐射反射强烈，一般水面反射力较草地反射强 2 倍，特别是对短波段紫外线的反射。在风小时，环境中强烈的红外线反射可使人体体表皮温上升。

海滨湿度大，且多雾；因风大，故雾消散也快。海滨温差小，海滨的气温日较差及季节的温差均小于内陆。冬季气温较高，夏季气温较低，也就是冬暖夏凉。

大气中的稀有元素如臭氧、碘、氯化镁、氯化钠在海滨含量均较高。大气污染物，如花粉、尘埃、化学气体由于海风吹拂和在海水中沉降，故近海滨大气中一般均较少。海面离子总数较低。

海滨的寒冷，使某些初到海滨者常常在一周内发生植物神经失调症状，特别是植物神经功能不稳定的病人更为明显。一般健康人去海滨也常需 2~3 周的适应，某些病人，特别是儿童与老人则须 3~5 周的适应期，故短期去海滨疗养常不易获得明显疗效。不同的人对海洋气候的反应完全不一样，因此海洋气候可能对某些人不利，对某些人有利。

海滨的寒冷对体温调节功能低下的病人，如哮喘、风湿病不利，但如在温暖的海湾，风又不大，可能不利影响就较小。但寒冷可增强健康人的体温调节功能；寒冷还能使肾上腺皮质激素分泌增加，提高人体的应激能力；人体受冷后，因排尿增多，对有肾脏病者不利。

在海滨进行适当日光浴有益于健康。紫外线对血压、血红蛋白、血清中钙、磷和蛋白代谢都有良好的作用，紫外线能使食欲增加，食物通过肠道的时间缩短。在海滨疗养一月

以上，还可看到基础代谢旺盛，甚至可增加 40%~50%，所以甲状腺功能亢进病人若去海滨疗养，不应去海滨曝晒太阳。过量的紫外线还能加重溃疡病病情。

至于海水浴，也具有与海洋一样的作用。世界上第一个海滨疗养院于 1796 年在英国建立，海疗学目前已成为一门专门的学问。

2. 海滨疗养的适用范围

血液病。贫血病人在海滨疗养效果较好，据德国医师报告，30%~70%贫血病人可改善，在经过一段时间疗养后，红细胞平均增高 50 万/毫升³。意大利医师认为白细胞减少者也可很快得到恢复。

在海滨疗养还可使某些病人的血沉暂时下降，对于白血病和恶性贫血，海洋气候会使病情恶化。

糖尿病。在德国的海滨疗养院，观察到健康人如果经过一个时期的海水浴后，其中 10%~40%的健康人血糖会升高，所以都不赞成糖尿病人进行冷的海水浴。如海湾平静无风，气候温暖，日光浴可使血糖水平有所下降。

单纯性甲状腺肿病人进行海疗，疗效显著，但突眼性甲状腺肿，不宜曝晒日光。

心脏病。寒冷不利于器质性心脏病病人，紫外线有扩张血管的作用，从而使血压下降。国外报道，在进行 5~8 分钟的海水浴后，20 分钟内高血压病人的血压可下降 1300~2600 帕。对于心因性心脏神经官能症，海水浴可以试用。

神经精神病。大部分神经系疾病不适合海滨疗养气候，

癫痫及舞蹈病都不利，但偏头痛病人反应良好。如有副交感神经亢进症状，海洋气候可能有益。精神分裂症亦可在海滨疗养。

呼吸病。海滨对结核病人及慢性气管炎者不利，如果在夏天南方海湾地区，风小并温暖，哮喘病人进行海水浴锻炼可兴奋交感神经系统，改善体温调节功能，同时海滨过敏原少，枯草热、过敏性鼻炎在海滨可能较少发作。由于海滨空气中的气雾含有氯化钠及碘，可以改善慢性鼻炎及喉炎的症状。

海滨的寒冷，对健康人无疑是有效的空气浴，使体温调节功能得到锻炼，从而减少感冒的发病。

皮肤病。进行海水浴可改善皮肤血液循环，对皮肤结核（寻常性狼疮）、湿疹、过敏性皮肤病、神经性皮肤病、银屑病、疖病都有一定疗效。

高山气候与健康

许多人喜欢登山，登山不仅好玩，而且能强身健体。但那指的是不太高的山，比如说北京的 600 多米高的香山。山一高，再去登时就不全是好玩的事了。

科学家把海拔 3000 米以上的高海拔地区的气象条件称为极端气象条件。青藏高原平均海拔 4000 米以上，一旦上了青藏高原，就不是每个人都能承受得了的。

高山地面风速在一天内变化很大，下午地面风速最大可达 20 米/秒以上，也就是八级以上，这时候人们就不要在高山上了，弄不好会被吹入山谷。高山的径流在一天内变化也很大，下午的径流是上午的 5~6 倍，通过河流时要选在

上午，要不被水冲走就麻烦了。

高山缺氧对世代居住在平原的人有相当的影响。有人反应很快，到高原当天就有反应；有人反应较慢，第2天或第3天才会有反应。缺氧反应因人而异，反应轻的头痛但不明显，食欲不好，有2小时以内失眠；有人反应比较明显，头痛，食欲减少，恶心偶尔呕吐，失眠达4小时左右。感冒常使高山反应加剧，如不及时治疗，容易转为肺水肿和肺气肿，重者转为脑水肿，危及生命。

1. 高山气候特点

氧分压降低。水平面时的大气压为 1.01×10^5 帕，其时氧分压为 2.11×10^4 帕。如在海拔2000米时氧分压仅为 1.66×10^4 帕，此时人体的血氧饱和度降低。人体为了适应高山环境，生理功能会发生一系列变化，而这些变化主要是由于氧分压的关系。

日平均气温低。随着海拔增高，气温逐渐降低，地面散热大于平地，日平均气温低。由于气流活动少，水汽含量少，这样寒冷指数较小。

太阳辐射强。由于辐射充足，紫外线就强烈，特别是紫外线-B段具有较强的生物作用，而紫外线-C段仅在2000米以上始存在。

大气污染物少。高山大气中的飘尘和污染物（例如花粉、孢子、微生物或化学污染物）比平地少得多；高山大气中大离子含量少，常不足 100 个/厘米³，而小离子含量多。高山地区臭氧的含量亦较高。

2. 高山疗养的适用范围

当登上 1500 米高山，仅仅 1 小时后，即可观察到生理上出现的变化：肺通气量和肺活量增加，周围血循环增强，脑的血流量也增加，小便酸度上升，血糖可有轻度下降，尿中己糖胺排泄增多。

停留于 1500 米高山数日，呼吸功能会进一步提高，红细胞沉降率增速，血中纤维蛋白原增多。如在高山地区 2~3 周，生理变化更明显，尿中 1-酮和皮质酮排泄增多。特别是原来尿中 17-酮排泄非常低的哮喘病人增多更明显。

此外，高山生活能使体温调节功能改善，血液中红细胞和血红蛋白的含量也将增高，酸性细胞则减少。

紫外线不但能促使皮肤黑色素氧化，还能促进麦角甾醇合成维生素 D。1500 米以上高山，由于强烈的紫外线照射，能使胃酸分泌增加；促进蛋白质代谢；使血清中钙、镁含量上升。此外，还能使甲状腺、肾上腺、促性腺功能进一步活跃。

高山气候可以治病，这一现象早在 19 世纪初就被国外的医师发现，1877 年，邓茨曾将 6 名哮喘患者带上瑞士的高山地区，使哮喘发作得到控制。

目前适宜于高山气候疗养的疾病有：除支气管哮喘外，代偿良好的结核、百日咳；变态反应性疾病，如荨麻疹、过敏性鼻炎，上山后症状可缓解；精神分裂症患者在高山地区行为障碍可能改善；贫血病人、偏头痛、脑震荡后遗症的头痛；糖尿病人在高山血糖会降低。

高山气候对某些疾病不利，如甲状腺功能亢进病人，到高山后往往会加重，因为紫外线可促进甲状腺素的分泌。溃

疡病人在高山也可因紫外线的过度照射而刺激胃酸分泌，使病情加重，特别在气压剧烈变化时症状更易加剧，故溃疡病人在发作期不宜登山。晚期高血压、心功能代偿不全的心脏病人也不适合在高山休养。假定体内有潜伏的感染（如牙周炎、慢性阑尾炎等），即使外表健康，登上高山时也有可能使感染突然爆发。

3. 气温及高山对药物治疗的影响

药物进入人体发挥其疗效，要经过物理、生理、生化过程，包括吸收、蛋白分子结合、经过细胞膜并与细胞的受体反应、代谢，在此过程中特异及非特异的酶担任了重要的工作。

早在 1926 年就有人指出气象因素可使药物产生不同的反应，这可以解释同一种药物同一浓度给同一人使用，在不同天气气候或在不同的海拔高度可能产生完全不同的反应。这一问题当时并未引起人们足够的重视，20 世纪 60 年代以后又为不少科学家重新注意。

能影响药物反应的气象因素主要有气温、气流、湿度，紫外线及氧分压的降低，这些气象因素可影响细胞膜的穿透性及药物的吸收。

温泉与健康

我国古代早已叙述了温泉的效用。唐太宗李世民在《温泉铭》序言中记下了自己的体会：“朕以忧劳积虑，夙疾累婴，每濯患于斯源，不移时而获捐。”明代李时珍在他的《本草纲目》中，叙述就更为具体：“温泉主治诸风湿、筋骨挛缩及肌皮顽疥，手足不遂……”。我国各地温泉很多，这些温泉往往

在地名上冠以“汤”字，如南京的汤山，辽宁的汤子与汤河，山东的汤头，陕西的汤峪，湖北的汤池，安徽的汤口等。

1956年《中国温泉概要》收录我国温泉972处，近年来根据不完全统计，我国已知温泉达近3000处。目前为了充分利用地质热源，地质勘探工作者正在发掘我国的地下热源，而温泉是与地热带一致分布的，这样更多的温泉将会陆续发现。

我国的温泉大部属山地热水带，因此大多在风景优美的地区，不少温泉位于山谷，周围有树木，在气候上一般冬暖夏凉，风小，没有工业污染，适应于疾病疗养。可是我国的温泉还大部未被利用，利用率最好的辽宁、吉林、内蒙也仅利用了1/3，其他如云南、贵州、四川及广东等地温泉大部未被利用。偏僻的山野由于交通不便，温泉白白流掉，所以有计划开发温泉资源非常重要。

1. 温泉的分类

泉水是从地表涌出的地下水。人们根据泉水中矿化度多寡而分矿泉和非矿泉；根据水温的高低又可分热泉、温泉、冷泉。习惯上，人们把口服的泉水叫矿泉水，而进行浴疗的泉水称作温泉。

除了以上基本的分类外，泉水还可根据水的酸碱度分为酸性、中性、碱性泉；也可按渗透压分成低渗、等渗、高渗；还可根据泉水含有的气体成分、活性离子和盐类分成各种不同类型的泉水。

温泉的水温界线，各国所订标准不同，欧洲国家如德、英、法和前苏联规定为20℃，日本定为25℃，美国则为27℃。

，我国学者定为 34 ；至于矿泉，日本规定泉水中固体成分总量最低限值为 1 克/升，苏联定为 2 克/升，我国定为 1 克/升。

矿泉的形成是地表水下渗到地壳较深部位，在地下长期受高温、高压作用，再沿岩层裂隙，涌出地表。泉水自地壳的深部涌出地表，其间须经过很多年，在这一过程中，泉水便含有各种化学成分或放射性元素。

温泉的分布一般与地热带一致，地热带是第三纪后的火山活动地区。此外，温泉亦可在地质的折皱带、大断层带出现。

2. 温泉的作用

泉水所以有疗效，主要是温泉对人体的特异性和非特异性作用。非特异性作用即是水和水温对人体的作用，也可说是温泉的物理作用。泉水的温热可使毛细血管扩张，促进血液循环；而水的机械浮力与静压力作用，可起到按摩、收敛、消肿、止痛的效能。

温泉具有特异作用是因为温泉中所含有的特殊化学成分，例如温泉中含有气体如硫化氢、二氧化碳、氡等，以及温泉中含有各种元素如铁、锂、硼等，还有矿泉中的大量阴、阳离子对人体都会起作用。所以温泉的成分，在一定程度上决定治疗的效果，这也可说是温泉的化学作用。

对温泉的医疗价值评价，必须经过水质分析。不同温泉的治疗适应症也并不完全相同。例如硫化氢泉具有兴奋作用，因此就不适合于神经官能症病人，而碳酸氢钠泉及硫酸钠泉主要用于消化系疾病，碘泉用于治疗妇科病及循环系疾病。

温泉的不同成分对人体的作用还未彻底了解,现在知道,氢能刺激造血系统、降低血脂、刺激卵泡发育成熟;温泉中的一些离子,如钾、钙能增强心血管功能,调节神经细胞和内分泌腺活动;镁对神经系统具有镇静功效、钠能加强肌肉收缩作用;碘、镁还有轻度降压作用。

近年研究,温泉浴还能促进机体的免疫功能,调整植物神经系统功能,所以还有保健和延年益寿作用。

此外,温泉地区的气候同样能对某些疾病起良好影响。

3. 温泉疗养的适用范围

近年来,温泉的医疗应用很为广泛,主要有如下方面。

皮肤病。治疗的皮肤病就有银屑病、神经性皮炎、湿疹、荨麻疹、皮肤搔痒症、过敏性皮炎、脂溢性皮炎、鱼鳞病、痤疮、结节性红斑、结节性痒疹。

肌肉关节病。在肌肉关节病方面,风湿性关节炎、类风湿性关节炎、肥大性关节炎、坐骨神经痛、强直性脊椎炎、肩关节周围炎、腰肌劳损、棘突炎、外伤后遗症、骨折后遗症、半月板损伤、软组织损伤、各种肌肉萎缩都可应用。

神经系统。在神经科,则有肋间神经痛、脑外伤后遗症、脊髓前角灰白质炎、脊髓侧索硬化症、末梢神经炎。

消化系统。消化系统疾病如慢性胃炎、慢性胆囊炎、慢性肝炎、慢性结肠炎、溃疡病、胃肠功能紊乱、习惯性便秘、胆结石。

循环、泌尿系统。循环系疾病如早期高血压、早期冠心病、血栓性静脉炎;泌尿系疾病如慢性肾盂肾炎、泌尿系结石。

呼吸系统。呼吸系疾病如慢性气管炎、轻度肺气肿和支气管哮喘。

其他如神经官能症、肥胖病、糖尿病、妇科病都能使用温泉治疗。

温泉治疗也有一定的禁忌症。例如溃疡病出血期就不宜进行温泉浴，重症糖尿病、晚期高血压、严重的心功能不全、肝硬化、各种肿瘤、心力衰竭、心肌梗塞急性期、脑血管意外急性期、肝或肾功能不全、心肌炎、精神病、癫痫、瘰病、急性传染病、活动性肺结核、怀孕 5 个月以上孕妇，都属温泉浴的禁忌病症。

由于温泉治疗的疾病往往都是慢性痼疾，因此统计效果似乎不太高，临床治愈一般为 10%~20%，好转为 60%~70%。温泉浴后常有疲劳感觉，老人和身体虚弱者偶然亦有发生虚脱晕倒者。

治疗的水温根据不同疾病和不同的病人要求不同，如肌肉关节病水温可在 39~41℃，神经官能症水温须偏低（35~36℃）。入浴不宜在空腹或饱餐后，疲劳时亦不宜进行。浴水不宜浸没乳头以上，浴时有头晕、心悸应即出浴。治疗一般每次 10~20 分钟，15~30 次为一疗程，隔 3~7 天再开始第二疗程。

温泉除治疗外，也可以矿泉作口服，一般每次 150~600 毫升，饭前饮用，每日 1~3 次，2 个月一疗程，用于治疗消化系病、贫血、肥胖病。用矿泉水作雾化吸入还可治疗呼吸系病。

森林及平原气候与健康

有不少疗养院并不建立在海滨，也不在高山。如在 400 米以内，都视为平原气候。平原气候一般太阳辐射充足，相对湿度在 60%~80%，这种天气既不潮湿，也不干燥，无严寒、也无酷热，对神经系、血管系、呼吸系的刺激影响不大，故适应疗养的疾病较多，对呼吸道疾病、动脉硬化、心血管疾病、神经系疾病、贫血、肾脏疾病都可适应。

森林可因树木的光合作用，使周围大气在白天富含氧气。由于树木枝叶覆盖，太阳辐射到地面较少，森林内水分不易蒸发，故较潮湿。林区虽然化学污染物减少，但自然界污染如花粉、孢子等却增加。受树木的阻挡，林区内风小。森林区小离子减少，大离子增加。森林气候一般适合于某些神经系疾病疗养。

由于各个地区具体条件不同，气候差异很大，故在同一性质疗养区还应了解当地具体的气候条件。如要在某一地区建立休养地或疗养区必须先经过一定时间的气象观测。休养地必须观测当地微小气候二年；疗养区要先观察 5 年，还须分析当地大气的各种成分。

人工气候与疾病

人们为了有一个舒适的生活环境，近年较普遍地使用了人工采暖与空气调节，因此也带来了与之有关的疾病。

在很多国家，冬季住宅室温常高于 26.6℃。室内空气过热，使相对湿度大为降低，一般美国的建筑物和住宅内其相对湿度较低，有时仅在 5% 左右。平时在较湿润的环境中，通过鼻腔吸入的空气，到达肺泡时，其湿度增加到 85%，而

使空气湿润需要鼻腔腺体分泌一定的液体，据估计 24 小时吸入 500 立方英尺空气，腺体要分泌 0.56 升的水。如果室内相对湿度低，空气干燥，那么腺体需要分泌更多的粘液，这就使腺体功能的负荷过度，腺体肥大，甚至在各种情况下也分泌大量粘液。

在干燥的环境中，鼻分泌液的粘稠性较大，会损害鼻粘膜的纤毛运动；干燥也会抵制喉、支气管、细支气管的纤毛活动，甚至使纤毛细胞死亡。粘膜上的粘液干燥后结痂，它是细菌良好培养基，同时由于粘液腺不分泌溶菌，帮细菌大量繁殖，在适宜的条件下，易于发生感染。

夏季使用空气调节来降温，这样使空气湿度增高，湿度高，人易感寒冷，特别是从炎热的室外进入室内时更易感冷，寒冷对呼吸道不利，特别是从炎热的室外进入室内时更易感冷，寒冷对呼吸道不利，特别是老人，很易诱发呼吸道感染。

同样，由于使用空气调节后，气温降低，人体散热不需要通过出汗来蒸发，皮肤不出汗，妨碍了皮脂的乳化作用，并阻碍皮脂在皮肤表面上分布，因而发生干皮综合症。

国内夏季降温也有使用电风扇的，电风扇是人工的流动风，它主要能加速汗液的蒸发，并在一定程度使环境中的气温下降。但对着电扇吹得过久，会产生不舒适，这可称之为“风扇病”，症状是肩痛、头痛、无力、打嚏涕、流涕，严重的造成失眠，造成症状的原因是过于频繁的空气流动。电扇转速固定，这种空气流动和振动，都以一定的频率进行，这对人体不利，现在已有人设计了自动控制的模拟自然风的风扇。

模拟气象条件保健

我们不但能用气象条件来锻炼以保健强身，使人们更好地适应恶劣的天气，我们还能模拟自然界中的气象条件来进行治病。

1. 人工气候室

人工气候室是以人工方法制成的密闭容器，通过特殊装置模拟和控制人们所需要的气象条件。人工气候室最早用以实验，如研究各种气象条件对人体的生理反应以及人体的适应，也可用以研究植物的生长。现在也用以治病。

高压舱与低压舱可认为是人工气候室的一种，高压舱与低压舱一般只能控制气压、气温两个气象因素，也有可以控制湿度的，这样就包括了基本的气象因素。

高压舱使用历史较久，已有 100 多年历史，当时并非模拟人工气候，而是为了增加 $1/3 \sim 1/4$ 的大气压，以进行一氧化氮的吸入麻醉。19 世纪末叶，麻醉改进，高压舱也不再应用。1920 年以后高压舱又被应用治疗糖尿病、恶性贫血、癌症、厌气菌感染，50 年代后应用更为广泛。

高压氧舱，因为增加了氧分压，人体血液含氧量因而也增加，这就增加了总氧利用率。故用以治疗一氧化碳中毒、呼吸循环功能障碍、血管栓塞性疾病、厌气菌感染、高压舱合并放射治疗恶性肿瘤、心内直视手术等。

低压舱可算作人工高山气候，可用以为人们进入高原地区前了解其适应能力，也可作为前入前的锻炼。19 世纪末叶有人发现哮喘病人登上高山病状可缓解，即使重返低地也可维持疗效数周。以后低压舱的应用日见广泛。

例如：用治关节炎，控制气压相当于 2000~2500 米的高度，气温控制 30 ~35 ；原因不明的偏头痛，控制气压相当于 2000 米高度，气温在 10 以下；脑震荡后遗症头痛，可在相当于 1500 米高度的低温低压舱中治疗，哮喘使用气压相当于 2000 米的高度；鼻炎使用相当于 2500 米的气压，气温控制 30 。

其他如贫血、气管炎、皮肤病、血管病都有治疗的报告。

2. 光疗

光疗是人们用人工方法模拟大气中的不同光谱以对一些疾病进行治疗。目前也是理疗的一项治疗方法。现在应用较多的是红外线与紫外线，可见光线虽亦偶有应用，但并不广泛。

红外线用以治疗腰痛、关节痛、腰肌劳损、非特异性关节炎、骨折后遗症、手术后粘连、腱鞘炎、滑囊炎、挫扭伤、周围神经损伤、风湿性肌炎、干性胸膜炎、慢性胃炎等。禁忌用于恶性肿瘤、活动性肺结核、高热患者、动脉硬化、代偿功能不全的心脏病、出血性疾病。

紫外线可对矿井下工人或日光照射不足者、乳幼儿、孕妇和授乳期妇女，以及体弱易感冒者照射作为预防保健措施。

紫外线预防和治疗用途广泛，如丹毒、蜂窝组织炎、疖、痈、乳腺炎、淋巴结炎、静脉炎、软组织创伤与溃疡、冻伤、烫伤、褥疮、哮喘、慢性气管炎、胸膜炎、慢性风湿性关节炎、慢性胃炎、胃及十二指肠溃疡、肌痛、肌炎、风湿性或外伤性神经炎、阴道炎、宫颈炎、盆腔炎、软骨病、骨软化症、百日咳、扁桃体炎、外耳道疖、毛囊炎、疖病、慢性湿

疹、银屑病、痤疮、斑秃、神经性皮炎、冻疮都可用紫外线治疗。

严重肝肾功能损害、高血压、甲状腺机能亢进、心力衰竭、肺结核活动期、动脉硬化不宜照射紫外线。

气象因素对微生物的影响

1. 细菌

大气中的细菌数有明显的季节变动，一般春夏细菌高于秋冬。随着高度的上升，细菌数逐渐减少，这主要与日照中强烈的紫外线照射有关，紫外线对细菌的杀灭作用在相对湿度低于 60% 时为最大。空气中离子浓度增高可使细菌繁殖速度减慢。

中国医学科学院对细菌气溶胶进行研究，结果表明在气温 10 与 25 时，如相对湿度相同，二者衰亡无区别，但不同湿度可以影响细菌衰亡，潮湿时（相对湿度 90%）细菌死亡率较高，见下表。

不同季节不同高度大气中的细菌数比较

高度 (米)	每立方米大气中细菌数(平均值)				
	春	夏	秋	冬	全年
500	1362	2685	900	385	1289
1000	833	1871	700	130	882
1500	404	753	319	100	399
2000	236	378	267	81	238
2500	151	205	377	56	215
3000	156	153	201	61	151

3500	166	198	172	51	148
4000	95	97	75	43	79
4500	71	93	39	22	55
5000	28	65	29	25	34
5500	20	45	21	23	26
6000	13	40	23	12	24
6500	11	22	13	5	16

2. 病毒

国内研究了气温、湿度与病毒的关系，发现在 15 ~ 25 范围内，大气中病毒的感染力及其持久性没有明显差别，如相对湿度较高，大气中病毒感染力较大，但病毒感染力的持久性，则在相对湿度较低时较持久。

研究人员还研究了在不同气温条件下，媒介蚊虫体内病毒的传染力，结果表明受病毒感染的蚊虫在比较适宜的气温条件下，蚊体内病毒多维持在一定水平内。如气温适宜(26 ~ 31)，则蚊体内病毒经过 2 ~ 3 日迅速增多。

3. 寄生虫

寄生虫的生长都需一定的气象条件，一般有以下几种。

微丝蚴。丝虫病的微丝蚴在蚊体内发育与气温及湿度有关，气温 21.1 ~ 33.3 ，尤以 26.7 ，相对湿度 70% 以上，最适合斑氏微丝蚴在蚊体内发育。

血吸虫尾蚴。有人认为尾蚴在气温 15 ~ 35 间可自钉螺中逸出，有关研究认为尾蚴逸出的最适气温是 20 ~ 25 。尾蚴逸出与光照也有关，有人认为光照愈强，尾蚴逸出愈好。气温愈高，尾蚴寿命愈短。

夏季在气温 27~33℃ 时尾蚴 1 天即失去感染力,最长不出 2 天;当气温在 17~23℃ 的春秋季节和气温在 6~10℃ 的冬季大部为 3 天,春秋季节时最长在 5 天,冬季则可达 8 天以上。

钩蚴。钩虫卵在土壤内发育为传染性蚴虫需要适宜的气象条件,研究表明,适宜的气象条件为气温 14~37℃,相对湿度 60%~80%,全年雨量 1000 毫米以上,最适气温为 25~30℃。

气温在 14℃ 以下钩虫卵及钩蚴即停止发育生长,10℃ 以下虫卵会死亡,幼虫停止发育,有的幼虫仍能存活,但丧失侵袭力,气温在 40℃ 以上,虫卵及钩蚴虽发育迅速,但钩蚴很快死亡。

蛔虫卵。一般温带及亚热带的自然环境,均适合于蛔虫卵发育,最适宜于蛔虫卵生长发育的平均气温为 26~28℃。干热环境对蛔虫卵生长不利,如相对湿度在 60%以下,气温 >32℃,对土壤中蛔虫卵有致死作用。

4. 生物性病原及媒介

人类的疾病有很大一部分是由生物性病原所引起,这类生物性病原在人体抵抗力减退的情况下,可直接侵入人体,或通过媒介生物进入人体,在人体防御系统不足以将其消灭时,便会在体内酿成疾病。

气象因素不但可影响人体的抵抗力,而且对生物性病原和媒介生物都能产生影响。天气、气候、季节能影响生物性病原的繁殖和传播。

疾病媒介生物中最常见的便是蚊蝇,苍蝇可携带细菌而传染菌痢等肠道传染病,蚊可通过吸血传染脑炎、疟疾和血

丝虫。

蚊蝇的生长繁殖都受天气影响，特别是气温，如我国蚊蝇的分布大约可分以下几区。

北纬 32° 以北，约当全年平均气温 16° 等温线以北地区，蚊分布密度较低；北纬 $25^{\circ} \sim 32^{\circ}$ ，约当全年平均气温 $16 \sim 20^{\circ}$ 等温线地区，有中等密度的蚊分布；北纬 25° 以南，蚊分布的密度较高；西北地区寒冷干燥，一般无蚊。

蚊在气温低时即有蛰伏现象， $4.9 \sim 8.6^{\circ}\text{C}$ 时微触能作短距离飞行， $9.1 \sim 11^{\circ}\text{C}$ 时活动即增加。

家蝇的密度与气温升降亦有关，武汉地区每年 6 月后气温上升至 25°C 以上，家蝇密度开始增高，8 月间平均气温上升至 30°C ，家蝇密度迅速上升，9 月份家蝇密度达到高峰时期，11 月份气温下降，家蝇密度亦下降。

传播黑热病的白蛉子，其活动与气温也有关，白蛉密度高峰在苏北相当于平均气温 $25 \sim 28^{\circ}\text{C}$ ， 20°C 以下白蛉一般不能生存。在西北白蛉的终止期则往往气温较低，如甘肃在 $16 \sim 19^{\circ}\text{C}$ ，青海 15°C 。

钉螺是血吸虫的中间宿主，钉螺分布有地区性，一般在气温 13°C 左右时活动最活跃，当气温 33°C 以上即不活动，在 40°C 水中、 $-2 \sim -3^{\circ}\text{C}$ 数小时即死，干燥土面直晒太阳数小时至 $1 \sim 2$ 天亦死亡。

第四节 气象因素对疾病的影响

气象过敏

气象不仅对病人能产生不利的影响，当天气剧烈变化时也能使正常人出现一些症状。据国外调查，正常人群中约有 30% 对天气变化敏感，敏感的出现率与年龄有关，13 岁~20 岁仅 24%，21~50 岁增至 33%，51~60 岁时可达到 50%。天气敏感者中女性为多，可占敏感者总数的 3/4，而男性仅 1/4，这可能由于男性分泌的应激激素较多。

通过调查，对气象敏感者与某些自认为对气象不敏感者进行了观察，发现即使气象不敏感者当天气变化时也会出现各种症状，但发生率显著为低。

据对 778 例志愿者进行的调查，天气变化时出现的各种症状很多，有注意力不集中、记忆减退、困恼、乏力、惫疲、不愉快、激动、焦虑、抑郁、反感、头痛、偏头痛、呕吐、失眠、不能入睡、早醒、掌蹠出汗、面部潮热、抽搐、战栗、不想工作、不能工作、食欲减退、腹泻、尿频、听力障碍、嗅觉障碍、味觉障碍、视觉障碍、皮肤过敏、眩晕、沉闷、心悸、呼吸困难、疤痕痛、风湿痛、陈旧性骨折痛等。

在气象敏感者中上述各种症状的发生率为 3%~57%，平均 20.8%，同一人可以有多种症状；而气象不敏感者中，各种症状的发生率为 0~21%，平均为 5.5%。在许多症状中最常见的是乏力、不愉快、不想工作、失眠、头痛、激动，气

象敏感者与不敏感者都一样。

50%的天气敏感者中症状的出现在天气变化以前几小时或一天。同样的症状在一年中各个不同时间发生时严重度没有变化，但各个季节的发生可能有不同，28%认为春季易诱发，13%则认为夏季易诱发，21%认为秋季易诱发，16%认为冬季易诱发。

眼病

某些眼病的发作与气象因素有对应的情况。气象因素诱发眼病的根本原因还未彻底明了，但有些气象因素对眼病的影响还是可以解释的，例如在特别热的天气后，突然天气转冷，这时血压及眼内压都会升高，易于诱发青光眼及出血；在锋通过或暖气团进入后，毛细管发生扩张，有时在白内障手术后可发生小血栓的脱落；全年各月份光谱的组成不同，某些人对光线的过敏可发生光感性眼病，这种对光线的过敏，一般发生在春天及初秋，光感性眼病主要是眼睑、结膜、角膜对紫外线及红外线的过敏，一般色素较多的人种不发生这类光感性眼病，虹膜为蓝色的眼睛一般缺乏色素，最易发生过敏。

青光眼发作一般在冬季最冷月份，夏季较少发作，但夏季出现异常酷热天气时也可发作，冬季一般在冷锋通过或冷气团进入后发病高。视网膜剥离多发于暖季的春夏，而冬季少发。白内障手术后前房出血，据国外报道，此症易发生在湿热天气气压下降时，东欧多在热带气团通过后，北极海洋气团通过后发生最少。

牙病

牙病与天气关系的报道很多，例如牙痛一般常在天气剧烈变化时最易发作。牙周炎引起的疼痛，好发在冷锋通过及冷气团进入后，焚风天气也易发作。牙髓炎发作亦多在冷天，因为气象因素可通过对周围神经发生的效应，而后影响牙髓的代谢过程及牙周组织。冷锋天气也较易发生牙出血。

龋齿的发生也有一定季节性，在美国，晚冬早春发病高，夏季发病低，此与日照、紫外线辐射、血中维生素 D 和磷的含量都有关，这些在冬季都明显的减低。

天气能影响唾液的分泌，一般夏季唾液分泌少，冬季唾液分泌多。天气还能影响唾液的成分。

环境气温的改变，人体吸入的空气，也会对口腔温度产生影响，口腔中细菌的活力因而也会发生一定的变化。

焚风病

早在 1886 年伯恩特即报告了阿尔卑斯出现焚风天气时，自然界的生物与人类会受到影响。20 世纪 30 年代不少德国科学家对焚风天气与人类健康进行了观察。他们发现在焚风天气出现前人们往往即会出现一系列症状，如偏头痛、眩晕、烦躁、抑郁、激惹等。很多疾病在此时也出现加重。

人们将焚风天气感觉到的不适称作焚风病或焚风综合症。最早报道焚风天气对人体的影响是在中欧地区，Foehn 的原意为“暖的南风”，这种风的特性为干热，我国学者取其音译又加上“宛如焚烧”的意译，译为焚风。

事实上这类风世界各地都有，产生的原因不一，风向也不定是南方。在我国出现的这类风目前被称作干热风，干热

风一般的标准是气温 ≥ 30 , 相对湿度 $\leq 30\%$, 风速 ≥ 3 米/秒。

干热风有一定的地区性,如美国发生在南加利福尼亚州、亚利桑那州;印尼发生在爪哇与苏门答腊;其他在中东地区的以色列、伊拉克、伊朗、约旦、叙利亚,以及东欧等地。各地发生的同类风其命名也不同。

我国干热风主要出现在黄淮平原、河西走廊及南疆盆地。黄淮平原主要在山东的菏泽、德州,江苏的徐州,安徽的宿县、蚌埠;河西走廊地区则在甘肃的民勤、金塔;南疆则在鄯善、吐鲁番、托克逊。此外,陕西关中地区 and 新疆的玛纳斯河流域也有干热风。

我国的干热风发生在每年初夏,这时天气晴朗,日照强烈,地面增温快,空气气温增高。在原来干燥地区,气温愈高,相对湿度便愈小,从而形成干热的气流。

我国各地干热风因受地形条件和气压系统的影响,故风向并不相同,如黄淮平原多为南风 and 西南风,河西走廊多吹偏东风,新疆地区盛吹偏西风 or 偏北风。山谷地区多干热风,是气流越过高山下沉时,气温明显升高形成的。

国外研究认为焚风不仅有干热的特点,还具有另一些特点:焚风区除了干热气流外,还有二股空气的汇合处边缘因摩擦产生带有高电荷的带电区,这个区域能产生凯尔文-霍尔姆茨波,这种波可影响天电、离子及气压波动。如在焚风区,电荷脉冲 $1/1000$ 秒,正离子达 4000 个/厘米³。气压计可测出气压的波动。故实际上焚风的特性除干热外,还具有带电的特性。

人体对干热带电大气的刺激会产生一个应激反应，此时肾上腺增加了肾上腺素的分泌，使人们能很好地适应这一天气。但持久的干热不能使人一直保持应激状态；同时也不同所有的人都能很好适应刺激，从而产生一系列症状，或诱发原来的疾病。

根据哈尔胡勃与冯 特许温腾研究焚风天气与疾病的关系，发现溃疡病穿孔、栓塞、血栓、手术后出血、头痛、偏头痛与焚风天气出现密切有关；急性阑尾炎、胆石症、肾绞痛、心肌梗塞、麻醉时血压下降也有关，但没有前一类疾病显著。焚风天气使人的反应速度减慢，交通事故增加。自然死亡率也以这类天气为高。

对干热风综合症的防治，一般措施包括大量饮水以纠正失水，补充糖分以消除高血钾型，缺钠则补充盐分。

还可根据尿液的分析进行分型，针对发生反应的不同机理进行处理，这样会取得良好的效果。如儿茶酚胺不足可以单胺氧化酶阻滞剂进行治疗，此类药物仅须小剂量应用即可收效；对于 5-HT 释放过多型的治疗，宜用 5-HT 拮抗剂，这类药物品种较多，每个病人对各种药物的反应都不同，开始使用亦宜小剂量，甲状腺亢进型，可用甲状腺抑制剂，并加小剂量 β -阻滞剂，治疗期须较长。

皮肤病

气象因素可直接或间接影响皮肤病的发生。例如日光可直接造成日光性皮炎及日光角化症(老年角化病)其他如雀斑，虽然病因不明，但与日光中曝晒也有一定关系。

夏季环境气温高于皮肤温，人体散热方式受影响，大部

余热通过出汗，因汗液的蒸发而散热，当汗腺长期持续出汗，功能受影响，即可在皮肤上产生痱子，痱子在儿童及老人较成人更易发生。寒冷则可使某些皮肤循环不良者发生冻疮。

在湿热地区皮肤病较多，当气温在 15 ~ 32℃ 时各种皮肤病发病率就增加，特别在气温高于 27℃ 时，一般人体即开始出汗，此时皮肤病就直线上升。

湿热环境中，化脓性皮肤病和霉菌病明显增加。例如紫外线对皮肤上细菌的杀灭作用，在相对湿度低于 60% 时最强。平时皮肤呈酸性，这是抵抗微生物的保护膜，出汗可破坏皮肤酸性保护层，而使皮肤上的微生物得以生长，并进入皮肤，故化脓性皮肤病（疖、痈、脓疱疮）大多集中于夏季。

同样气温条件，潮湿天气较干燥天气时霉菌病及化脓性皮肤病的发病高一倍。

湿疹、神经性皮炎好发于春季。多形红斑好发在冬季，甚至应用碘化钾防治地方性甲状腺肿时发生的多形红斑，也都发生于气温骤降、温差较大的寒冷天气。

高山气候对某些皮肤病可能有益。

感冒与流感

感冒是由 100 多种不同的病毒感染所引起的上呼吸道感染，它是人类最常见的疾病，古今中外人们把感冒通俗地称为“着凉”，说明感冒与气温的变化有着密切的关系。

感冒虽然一年四季都会发生，但在上海地区发病常集中在 11 月下旬到次年 3 月底。根据研究，在上海地区人群中出现感冒发病高峰的天气主要有二类，一类是冷空气南下时，特别在秋天进入冬天后第一次降温，如最低气温自零上降至

零下，1~2 天内就会有大批人感冒。若每日最低气温持续在零下，感冒病人也会逐渐减少；第二类是冷空气通过后，假定出现冷高压天气，人们也容易发生感冒，特别是气压 > 103000 帕时。

这二种天气促使感冒发病的增加，主要是人体受凉。当冷空气南下，日平均气温和最低气温大幅度下降，前后两天日平均气温甚至可以相差 10 以上。这种突然降温，人们的体温调节功能还不能很好适应，再加人们没有思想准备，不注意保暖，就易受凉。

特别是初冬第一个寒潮来临，感冒病人突然大量增加。一月份通常是冷空气南下最多的月份，所以感冒病人也是这一个月最多。冷高压天气是冬季晴朗的天气，由于阳光充足日照强，中午热，早晚冷，这种天气前后两天的平均气温虽然相差不大，但气温日较差大，这样早晚容易受凉。

着凉之所以诱发感冒，是因为寒冷降低了身体的抵抗力。在冬季，一般较干燥，鼻粘膜容易发生细小的皲裂，病毒易于入侵；气温下降时，鼻腔局部温度亦降低到 32 左右，这个温度适合于病毒繁殖生长；受寒后，鼻腔局部血管收缩，一些抵抗病毒的免疫物质，特别是鼻腔内局部分泌的免疫球蛋白，在降温后明显减少，这都为病毒入侵提供了有利条件。在冬季，人们多在室内活动，一般较少开窗，因而有利于感冒病毒的传播。

在临床诊断为感冒的病人中，如果进行病毒分离，可发现 25%~40% 是流感病毒，也就是说感冒病人中有不少实际上是散发流感。由于病毒分离技术复杂，不可能作为常规检查，

故只有在流感爆发流行时，才能明确诊断。

避免受寒可根据天气预报及时掌握天气变化，特别是在冷空气开始南下的几天要注意保暖，因为这时降温最剧烈。可是此点常被疏忽，人们常在降温在第 1~2 天不添衣，等感到寒冷时才增添衣服。其实，这时气温已开始回升，天气亦回暖，而且往往已经受了凉。

中暑

人体的体温调节主要有三种方式：传导和对流；辐射散热；水分蒸发。

由于外界环境和机体活动情况不同，人体散热方式可发生变化，如气温升高，以传导和辐射方式散热减少，通过汗液蒸发这一方式散热增加。当气温在 35~39℃ 时，人体 2/3 余热由汗液蒸发排出。

在下列几种气象条件下，人的体温调节装置不能完成调节机能：

相对湿度 85% 以上，气温 30~31℃ 以上；相对湿度 50% 以上，气温 38℃ 以上；相对湿度 30% 以上，气温 40℃ 以上。

中暑的发生不仅和气温有关，还与湿度、风速、劳动强度、高湿环境曝晒时间、体质强弱、营养状况及水盐供给和健康状况有关，诱发因素是复杂的，但主要矛盾还是气温。

以武汉市的日最高气温高于皮肤温度（ $>32^{\circ}\text{C}$ ）时所发生的中暑病例作为研究对象，目的是要剔除个别特殊的病例，抓住高温这个主要矛盾。选择的气象指标为月平均气温、月平均最高气温、月平均相对湿度、月平均风速、14 时的月平均气温、14 时的月平均相对湿度以及 14 时的月平均风速，

另选日最高气温 $> 37^{\circ}\text{C}$ 的日数，日平均气温 31°C 的日数。

根据 4 年中暑资料分析，发现以下规律：中暑人数多的年份，都具有 7 月气温高、高温日数多的特点；中暑与日最高气温关系密切，日最高气温 $\geq 37^{\circ}\text{C}$ ，中暑人数急剧上升；中暑也与日平均气温相关，日平均气温 $> 31^{\circ}\text{C}$ ，中暑人数明显增多，如出现持续 6 天以上的最高气温 $> 37^{\circ}\text{C}$ 时，中暑人数急剧增多。

慢性支气管炎

慢性支气管炎多在冬季复发，有明显的季节性。慢性支气管炎的发病率多少与各地的年平均气温呈负相关，即年平均气温低的地区，慢性支气管炎发病率高。

不仅慢性支气管炎患病率与气候有关，而且慢性支气管炎病人病情出现加重或复发也与天气有关。

在黑龙江地区观察到气温日较差大、日变大、相对湿度高、风速大时，慢性气管炎病情加重者增加；四川绵阳地区观察到气温日变大，可使患者病情加重；甘肃天水地区慢性支气管炎患者病情恶化在月平均气温低于 0°C 、风速较大的月份增加，当气温及湿度低、气压高、风速大时，患者病情加重；广州番禺地区慢性支气管炎病人病情加重出现在冷空气入侵而引起降温过程的前一天或降温后的最后 1~2 天，即处于日变差由正转负或由负转正的交界时间。

此外，在气压增高过程中，气压正变量在 $2 \times 10^3 \sim 3.5 \times 10^3$ 帕和相对湿度在 75%~84% 的湿冷阴天时，以及有锋面活动和南北风向交替转换或风速增加时，均能使患者病情加重的机会增多；天津地区的统计认为，气压变化较大，干旱少

雨，气温偏低，气温变化较剧烈时，容易引起慢性支气管炎发病；北京及张家口的观察发现锋面过境与慢性支气管炎患者发病有关。

从以上的研究可以看到，慢性支气管炎的复发与病情加重都与寒冷有关。在健康人中，观察到全身皮肤暴露在 10 左右时，鼻粘膜温度平均可下降 2.1，而慢性支气管炎病人的鼻粘膜下降更多。

寒冷还能影响呼吸道的生理机能，例如最大通气量就在冬季为最低。为动物实验，证明了寒冷可以降低纤毛活动，但如实验动物在寒冷环境中饲养 10~15 周，由于逐渐适应，则与对照组就没有差别。

在寒冷环境中，肺泡巨噬细胞的吞噬能力减低，以致清除细菌的能力大大为减退。这种变化，能使上呼吸道“自身菌”侵入下呼吸道的机会增加。在寒冷环境中的实验动物经过一个时期，甚至可看到气管的病理改变，如上皮增生和白细胞浸润。

研究结果表明，通过耐寒锻炼和增强体质对预防慢性支气管炎很重要。

支气管哮喘

支气管哮喘是变态反应性疾病，有研究人员对上海地区吸入型（外源性）哮喘患者观察二年，通过对选择的 9 个气象因素进行逐次回归分析，挑选了最优因素，最后并求出了观察期的回归方程。

结果发现在日平均气温 15~25 之间，哮喘发作例数开始随着日平均气温的升高而渐增多，当日平均气温 21 时，

发作例数最多；但自此以后，当日平均气温超出 21℃，随着日平均气温的升高，而发作人数又逐渐减少。

21 一般相当春夏、夏秋之交，故推想上海地区晚春与早秋两个哮喘好发高峰是过敏原与气象因素复合作用的结果。而哮喘患者对气温变化的适应调节功能较差，可能是气象因素造成病的内因，在发病机理上与气象因素对慢性气管炎发病的影响又不同。

这一研究，提出了如何进一步研究哮喘病人的体温调节适应功能，并为改善这种功能提出措施。

哮喘患者对气温变化很敏感，国内其他报告观察到冷空气、气温变化、大气湿度对发病都有影响。

荷兰的研究认为，天气突然变化可诱发哮喘，尤以当冷空气经过，或气温、气压突然下降；或天气突然转变，如冷、暖气团或锋很快变换，哮喘发作就增多。

日本学者研究了学龄儿童哮喘发作频率与气象因素的关系，结果：在气压最高之日与发病高峰对应，气压最低之日的前一天发病最低；气温一般与发病无关，但在移动性高压通过时，如最低气温出现该月内最低值，或该日气温日较差较大，发病有增加的倾向；相对湿度及降水与哮喘发作无关；在冷锋通过第二日发病明显增加，但在当日及前一天，相反都减少，在前二日也有增加的倾向。

除了过敏原的致病作用，哮喘患者受天气的影响是患者的体温调节功能较差、肾上腺皮质功能不足、受冷后肺内毛细支气管收缩的阈值降低。

关节痛

关节痛包括不同原因引起的关节炎，如风湿性关节炎、类风湿性关节炎、肥大性关节炎等等。

关节痛病人对天气变化最为敏感，作者曾对一个人群中的关节痛，观察了一年，发现：干、湿、冷、热；气压高、低的绝对值与关了痛的发作关系不明显。但这三对矛盾在相互运动中超过了一定范围，关节痛病人就会增多。

这就是说，日变温升高或降低 3℃ 以上；逐日气压变化升高或降低 1.0×10^4 帕以上；逐日相对湿度上下变化大于 10%，关节痛病人就大多起来。而且疼痛往往出现在天气变化之前，这是因为天气变化有一个过程，气象人员平均每隔几小时记录一次，当第二次记录时天气已发生变化，这种变化已使关节痛病人受到影响，这就是所谓的“预感”。实际上反映了关节痛病人对天气变化反应敏感。

美国的研究人员观察 367 名关节痛病人一年，发现以下规律：外伤、痛风与天气变化关系不大；当气压下降，72% 病人疼痛加剧，21% 病人相反；有暴风雨影响时 90% 病人疼痛加剧，晴天则疼痛减轻。

有人认为，疼痛与锋面通过时的关系最密切，冷锋、暖锋等都会有影响，但不同的病人疼痛开始的时间并不一致。

天气能引起关节痛，机理较复杂，一般认为风湿痛病人对寒冷很敏感，如健康人与病人同进入寒冷环境，风湿痛病人皮肤温度下降慢于健康人；在温暖环境中，皮肤温度上升亦慢于健康人。这一现象说明，病人周围血管收缩扩张时间延长，也反映了体温调节机制的紊乱。在风湿病人疼痛期间

尿中粘蛋白排泄量增多，不同气团经过时尿中 17 酮亦有影响，故认为天气影响肾上腺皮质，使粘蛋白增加，出现症状。

根据研究，寒冷后关节温度下降最多，次为肌肉、皮肤，温暖后，关节温度亦可恢复；寒冷后，细胞的穿透性减少，代谢废物的转换也就延迟，而且滑膜粘度也增加，滑液内粘蛋白含量也较高，这样，就使关节活动增加了阻力。

植物神经系统也在起一定作用，人体正常深组织（如关节），在外界气温自 30℃ 很快下降至 15℃ 时，可产生疼痛，如降温系逐渐进行，正常人不会致痛，但风湿病人可有痛，这一现象说明风湿病人周围血管收缩程度不正常，因此在突然寒冷，尤以活跃的冷锋伴有强烈的风经过时可有严重的关节痛。如果切断交感神经，由于增加了血流，而可解除疼痛。

心肌梗塞

心肌梗塞在我国部分地区发病以秋冬为多，它的发生与锋的经过有关。德国学者研究认为，锋的经过可发生心肌梗塞，冷锋、暖锋都有影响；在北方温带心肌梗塞常以秋冬为多，3~5 月发病最低，但在热带不同，如美国得克萨斯州夏季特别热，心肌梗塞较多发生在 7~8 月份，特别是当日最高气温 < 37℃ 时。

心肌梗塞发病与天气的关系，一般认为病人的植物神经系统功能紊乱，引起血管运动反应改变，增加了毛细血管及周围小动脉的阻力。其次是血液的理化性质发生变化，如冷锋时可导致血中纤维蛋白元增加，肾上腺素分泌增多，因而增高了血液粘性并缩短了血凝时间。

糖尿病

糖尿病的发生是由于胰岛分泌的胰岛素不足而引起，但气象因素能使病情加重。糖尿病人的病情一般在秋冬加重，糖尿病昏迷亦多见于冬季。

夏季，热量需要减少，胰岛素的需要也相应减少，故糖尿病病人自寒冷地区进入温暖地区，病情常会减轻。动物实验也证明在暖湿气团流入时，动物空腹血糖会降低，故糖尿病人的发病率在寒冷地区较高，患者病情也较严重，热带发病率一般较低。

约有 10%~40%的正常人在进行冷的海水浴后血糖水平会增加，因此糖尿病人不宜进行海水浴，否则易加重。糖尿病人适应温泉浴及饮用碱性矿泉水。

肿瘤

某些肿瘤的发生与气象因素也有关。皮肤癌是澳大利亚发病率最高的一种癌症，它好发于暴露部位，这表明环境中的因素可能在起作用。环境中众多的因素，可是因为皮肤癌发生在皮肤缺乏或较少色素的白皮肤的人群中，由此可推论皮肤癌的发生与日照有关。

皮肤癌高发区亦多在近赤道地区，这些地区由于阳光垂直照射，地面紫外线辐射量大。动物实验证明紫外线 290~320 纳米波段致癌活力最强。阳光致癌须要照射较长时间，而且还有其他的条件在综合起作用。有时在发生皮肤癌前，可在皮肤上先发生癌前期皮肤病，如老年角化病及角化棘皮病。

气温对肿瘤的生长有影响。给实验动物接种肿瘤，然后饲养于不同气温环境中，结果在 8℃ 的低温环境中的实验动

物，其肿瘤较在 22~33℃ 环境中的实验动物的肿瘤为小。这表明在低温环境，癌细胞代谢缓慢，生长也就延迟。

气压与肿瘤生长也有关，低气压可抑制实验肿瘤的生长，在 5000 米高山上，实验动物的肿瘤生长可受抑制，6000 米以上，实验动物的肿瘤可较对照组消退约 39%，有人解释在氧分压减低的情况下，肾上腺皮质功能亢进，可能有助于对肿瘤生长的抑制。

在恒定良好的气候条件以及多变的天气条件下，实验性癌肿的发生率不同。在良好气候条件下，实验性癌肿发生率显著为低。

我国的食管癌好发地区主要在河南。根据世界食管癌的地理分布，除了散发地区外，集中高发区大部分位于温带与亚热带两大气候带的过渡地带。而我国的高发区也都在温带和亚热带过渡的半干旱（或半湿润）低山、丘陵和倾斜草原区。

这一特殊的气候条件造成食管癌高发的原因很多：高发区降水集中夏秋，水土流失，土壤有机质含量低，农作物产量低，新鲜蔬菜少，多吃腌菜，腌菜中亚硝酸盐含量高。

此外，干旱地区主要粮食为薯干，薯干中的硝酸盐含量也比大米中的含量高。由于集中在高温季节降水，一些碱性环境中活跃的元素如钼，会随地表水或地下水流失，钼的缺乏又会引起植物体内硝酸盐含量的增加。亚硝酸盐与食物中蛋白质和脂肪代谢产物有机酸结合，可形成强致癌物亚硝胺。

气象因素还能影响致癌病毒的生长，所以目前癌症的流行病研究中，气象也是考虑的一个因素。

溃疡病

溃疡病与气象的关系报告很多。但对溃疡病的好发季节结论并不一致，有在冬季，也有在春、秋季，这不但因为各国所处地理位置不同，即使同一国家的不同地区，天气气候也有较大不同。

一般来说溃疡病穿孔多发生在暖锋通过时，以及在天气变化开始之时。在上海地区，溃疡病症状加重以寒冷季节为多。

精神病

精神分裂症、抑郁症、神经官能症的病人，常可对某一种天气特别敏感，当出现这种天气条件，即可出现症状的恶化。例如抑郁症病人对暖锋及暖空气特别敏感，神经官能症病人可在天气突变前感到烦躁并失眠。

精神分裂症患者常有周期性行为紊乱，这些症状如骚动不安，攻击或暴怒等常有一定的季节性。根据不同地区有所不同，上海地区以 4~5 月精神病复发率最高，有些地区多见于 11 月，也有在 12 月或 1 月，此时慢性精神分裂症病人的症状会出现恶化，往往用药也不能控制，当好发季节过后才自动缓解。

当低气压中心出现，因气压突然下降，气温相对升高出现闷热天气，能使人们精神上陷入不知所措、沮丧、抑郁。儿童易受激惹，出现骚动、暴怒、哭泣、吵闹叫喊，成人也可呈现坐立不安，工作效率减低等情况。

在暖锋经过时，正常人可发生情绪波动，精神病人可出现激惹、骚动或冲动行为。药物常不易控制，须等气象条

件相对稳定后，病情才趋缓解。

冷空气经过时，精神分裂症患者易趋向木僵状态，或类似木僵的临床表现（亚木僵状态）。

高山病

高原地区由于气压减低可引起人体一系列生理变化，一般在 3000 米以下高原，大部分外来者不会致病，但可能出现反应，这种反应一般出现在 3~7 天内，感觉口、鼻、眼干燥、前额轻痛、头晕、气喘、心悸、有时鼻涕或痰中可能带血。但这些症状在进入高地 7~90 天会逐渐消失。

如果登上 3000~5000 米的高山，一般会出现乏力、头痛、头晕、胸闷、呼吸急促、心悸、恶心呕吐，心尖区可能有收缩期杂音。

在高山，由于气象因素所促成的疾病有日光性皮炎、高原雪盲、高原肺炎、高原急性肺水肿、慢性高山病等。

高山病除与低气压有关外，我国李言止等观察高原肺水肿的发生还与寒冷有关，钱连忠分析一组病人发现冬季发病占 74.1%，其中以 12 月及 1 月发病最高，多数患者在气候突变或大风雪时发生，也说明了寒冷是高山病的一个诱发因素。

老年病

衰老的机体表现为功能的减退与适应能力的降低，老年人对外界的气象变化的适应能力也明显减退。老年人体温调节功能减退和血管反应能力的降低，可以通过实验来证实，例如以容积描记图记录完全休息时中指的体积变化，在 17~29 岁时手指容积平均变化每 10 毫升为 66 ± 7.0 微升；

30~49 岁为 44 ± 4.4 微升；50 岁以上为 32 ± 4.0 微升。这可反映周围血循环的减少，也是老人进入寒冷环境后手足发冷的原因之一。

年青人劳动后 15 分钟即出汗，老人 30 分钟才出汗，在休息后，老人出汗更多；老人在浴盆中，如水温为 35℃，当水逐渐冷却，老人出现颤抖较年青人为早，同时脉率加速，每分钟心排出量亦很快增加，这是为了使降温后的皮肤加快温暖。

一些老年人常患的疾病如肌梗塞、慢性支气管炎、肥大性关节炎都与气象有关，而老年人对气象因素反应较敏感，就更易使天气变化对患有慢性病的老人产生不利的影响。一般来说 70 岁以下的老人体温调节功能虽有减退，但还与年青人一样可以适应，70 岁以上体温调节功能减退就明显。

与气象有关的老年病是老年人意外性低温，这是指用肛表测定直肠温时，体温表低于 35℃（一般体温表没有低于 35℃的刻度，须用特制的测量）。

老年人意外性低温较常见，意外性低温可分为原发性和继发性二类，如无其他原因，仅由于体温调节功能障碍，在严冬寒冷环境中发生的低体温称为原发性意外性低温；凡由于其他疾病在寒冷环境中引起的低体温称为继发性低体温。

造成意外性低温的气象因素除了低气温外，湿度与风速也有关系，因为湿度大、风速快可加速人体的散热，因此其发病在很大程度上决定于气温、湿度、风速综合作用下的“寒冷”。由于个体的体温调节功能减退不一，所以很难得出一个气象因素诱发低体温的临界指标，有关的研究报告也不多。

老年人体温调节功能减退，不但表现为皮肤在寒冷时血管收缩反应的障碍，而且老人对皮肤温觉的鉴别能力亦减退，例如青年人手指能辨别 < 1 的温差，而老人一般在温差 > 2 才能辨别，甚至 > 5 亦不能觉察，这样也就不能及时采取保暖措施。

继发性老年人低温更多见，大部分老人的低温为继发性，据统计 78% 为继发性者。造成继发性老年人意外性低体温的原因很多，如老人患败血症可不发热而出现低温；甲状腺机能减退和垂体功能减退，热量产生不足；糖尿病、营养不良、恶液质、低血糖、卒中、颅外伤、帕金森氏病；以及用药不当如安定药、镇静药、抗抑郁药及酒精可抑制中枢和外周的体温调节机制引起低体温；急性心肌梗塞、肺梗塞、支气管肺炎都可发生低体温。

发生低体温时，老人面部虚肿，早期皮色不变，若低温进一步发展，由于剧烈的血管收缩，皮肤呈“腊样苍白”或呈现蓝及白色的斑纹，皮肤温度亦明显下降，一侧肢体、上肢或下肢震颤，心律失常，语言不清，呼吸微弱，脉搏减慢，血压下降，昏睡，意识不清。如以低刻度的肛表测直肠温，在 $32 \sim 35$ 之间为轻度低温，低于 32 则病情严重。

治疗为复温，可盖毛毯、电热毯，使体温慢慢加升，一般一小时回升 $0.5 \sim 0.8$ 。如不见回升，可能为继发性，要对病因治疗；如受寒过久，组织已发生不可逆改变，体温也不能回升，而最终死亡。

同样，体温调节功能不良，老人在夏季易于中暑。

骨软化症也是老人的常见病，骨软化症可能与老人动作

受限，足不出户，接触紫外线少有一定关系。老人动作不灵活，在天气不好如下雪、结冰、老人外出易于摔跌发生意外伤害。

克山病

克山病是一种病因不明的心肌病，1935年首先在我国黑龙江克山县发现，除东北外，华北、中南、西北、西南也有发生本病的报告。国外，在朝鲜北部长白山东麓、日本信州地区也有类似疾病。

一种疾病在未搞清病因前，人们往往从疾病的流行特点来着手调查，以便找到一些规律，为摸清病因提供线索。

克山病的流行特点是具有地区性、季节性和农业人口多发。但不同病区的发病季节不同，一般可分为冬季发病和夏季发病两大类，北方病区和部分南方病区，属于冬季发病类型；大多数南方病区，属于夏季发病类型。

进一步分析，可见病区自北向南，所处的纬度越低，发病季节越早。在纬度相同或相近地区，海拔越高，发病季节越迟。因此，不难看出，决定各地发病季节的因素，主要是气象因素，而且还可能是其中的气温因素影响农作物成熟期，从而间接地影响各个地区的收割季节和发病季节。

其他

1. 偏头痛

因脑震荡后遗症引起的偏头痛病人，在天气剧烈变化或下雪天，雷暴雨天气时可使疼痛加剧。

2. 癫痫

在未用药控制的病人，当冷气团经过时易于发作。

3. 可逆性低温血凝症

可逆性低温血凝症是在寒冷环境中，皮肤暴露部位发生麻木与青紫，患者大多数为农民，转入温暖环境，症状可以消失，发生的原因是低温血凝集素在体内达到一定浓度后，使暴露于寒冷空气中皮肤血管内的细胞发生暂时性凝集，毛细血管血流受阻，造成局部循环障碍和缺氧状态。