

《大气科学概论》复习资料

- 一、名词解释
- 二、填空
- 三、选择
- 四、简答题

■ 第一章 大气概论绪论

- (1) 了解大气科学的历史、发展概况及未来发展趋势，了解主要大气科学的分支学科及其主要研究方法。
- (2) 理解气象与社会、经济的关系，理解大气科学中重要理论和技术方法在人类生活、社会经济、自然资源利用、生态环境保护中的基本应用。
- (3) 掌握大气科学的定义、研究对象、研究内容。

■ 第二章 大气辐射收支

- (1) 了解地气系统中的辐射传输过程和辐射、光照、日照、光周期效应等在生活和生产中的应用。
- (2) 理解太阳辐射、地面辐射、大气辐射、地面有效辐射、地面辐射差额的变化规律和及其主要影响因素。
- (3) 掌握与辐射、光照强度、日照等相关的基本概念、术语、性质、理论（包括辐射三定律）和各种辐射强度、太阳高度角、太阳方位角、昼长时数的计算方法

第三章 大气热量收支

- 了解地表、水体、大气的热量收支过程，了解各种温度在农业中的应用。
- (2) 理解温度日、年极值变化形成的机理和影响土温、水温、气温变化（包括日变化、年变化）的主要因素。
- (3) 掌握热容量、导热率、导温率、热量交换方式、大气静力稳定度、逆温、大气绝热与非绝热过程、积温等基本概念，掌握土温、水温、气温变化的基本时空特征。

■ 第四章 大气中的水分

- (1) 了解云、雾、降水的主要分类方法和种类，了解地气系统中的水分循环过程。
- (2) 理解云、雾、降水生消机制，理解水面蒸发、土壤蒸发的主要特征和影响因素。
- (3) 掌握水汽压、饱和水汽压、相对湿度、露点、饱和差、比湿、绝对湿度、蒸发（腾）速率、降水量、降水强度、降水类型等基本概念，掌握水汽压、相对湿度、降水的时空变化规律，掌握人工降水的主要原理。

第五章 气压与大气环流

- (1) 了解不同情形下空气质点的受力状况和风的阵性形成的原因，了解均质、等温、多元大气压高公式。
- (2) 理解影响气压和风时空变化的因素。
- (3) 掌握气压、气压梯度力、地转偏向力、惯性离心力、摩擦力、风的阵性、风向、风速等基本概念，掌握大气静力学方程的推导过程，掌握气压和风的时空变化特征，掌握地转风、

梯度风、热成风形成的原理。

- ◆ (4)了解东亚季风与印度季风的差异。
- ◆ (5)理解三圈环流形成的过程和季风、海陆风、山谷风、焚风形成的原因。
- ◆ (6)掌握大气环流、大气活动中心、急流、季风、海陆风、山谷风、焚风等基本概念，掌握三圈环流、急流、大气活动中心的分布及其对气候的影响。



■ 第六章 天气系统与天气过程

(1)了解不同尺度天气系统的分类方法及天气与气候的区别，了解各类天气系统对我国天气的主要影响，了解气象台站的主要业务和天气预报的时效、方法。

(2)理解各类天气系统、天气过程的基本定义、基本特征。

(3)掌握气团、锋面、气旋、反气旋、槽、脊、切变线、低涡等天气系统的基本概念、分类、主要特征及其对天气的影响，掌握低温、强降水、台风、强对流四大天气过程的主要特征、发生规律。

■ 第七章 气象灾害及其防御

(1)了解各类气象灾害的防御对策。

(2)理解各类气象灾害的成因。

(3)掌握寒潮、冻害、冷害、霜冻、热害、干旱、洪涝、冰雹、龙卷、沙尘暴等主要气象灾害的定义、特点、发生规律。

第八章 气候与气候变化

(1)了解了解各类气候在全球的分布。

(2)理解各类气候的主要成因及其特征。

(3)掌握掌握气候、气候系统、气候带、气候类型的概念，掌握气候形成的因素及其对气候形成的影响，掌握世界气候的分类和主要特点，掌握中国气候的主要特征。

(4)掌握影响气候变迁、气候变化的基本概念，掌握影响气候变化的因素，掌握近百年气候变化的主要特征。

第一章 绪论

1、地球系统(了解概念)

由岩石圈、水圈、大气圈和生物圈共同构成一个综合体，称之为“地球系统”

大气科学的研究对象；

大气科学是研究大气各种现象及其演变规律，以及如何利用这些规律为人类服务的一门学科。

大气科学的重要性：

1 大气科学在人类生存与发展中的重要性。大气是人类赖以生存的必需条件，它为地球生命提供所需的资源与养料。开展大气科学研究根本目的为“知风晓雨，为我所用”

2 大气科学在自然科学中的重要性。大气科学与许多自然科学学科是相互交叉、相互促进的。大气科学除了应对自身的科学挑战外，还在许多学科中提出重要问题，促进这些学科的发展；同时又从这些学科中获得知识促进自身的进步

2、地球大气的成分（干洁大气的概念）

干洁大气指不含水汽和悬浮颗粒物的大气，简称干空气，其平均分子量为 28.966。

3、大气的重要性（酸雨、温室效应以及主要的温室气体）

酸雨是指呈酸性的降水，通常把 pH 值小于 5.6 的降水称为酸雨。天然条件下的自然降水呈弱酸性，其 pH 值等于 5.6。酸雨是区域尺度的环境问题，他是大气污染物（SO₂，NO₂）在远距离输送过程中经过化学转换和湿清除过程中形成的。

温室气体：水汽(H₂O)、二氧化碳(CO₂)、氧化亚氮 (N₂O)、甲烷(CH₄)、臭氧(O₃)

温室效应：大气能使太阳短波辐射到达地面，但地表向外放出的长波热辐射线却被大气吸收，这样就使地表与低层大气温度增高。

4、空气状态方程（表征气体状态的宏观量、理想气体状态方程）

表征气体状态的四个宏观量：气压 p，体积 V，温度 T 和质量 m 主要气象要素

理想气体状态方程：

理想气体状态方程

$$PV = \frac{m}{M} R^* T = n R^* T = \rho R T$$

R*为普适气体常数，其值为8.314 J mol⁻¹K⁻¹, p为m/V, R为R*/M,为比气体常数

5、主要气象要素：

(1) 气温：温标、不同温标之间的转换

温标：

	单位	符号	冰点	沸点
摄氏温标	℃	t	0	100
绝对温标	K	T	273.16	373.16
华氏温标	°F	F	32	212
换算关系			T=273.16+t	F=9t/5+32

(2) 气压：气压的概念、标准大气压

气压是指大气的压强，静止大气中某地的气压是指该地单位面积上大气柱的重量。

气象上规定，在温度为 0 °C, 北纬 45° 海平面上的气压为 1 标准大气压

(3) 湿度：饱和水汽压的计算、相对湿度、露点温度的概念

$$E = E_0 \times 10^{\frac{7.45t}{235+t}}, E_0 = 6.11hpa$$

饱和水汽压的计算

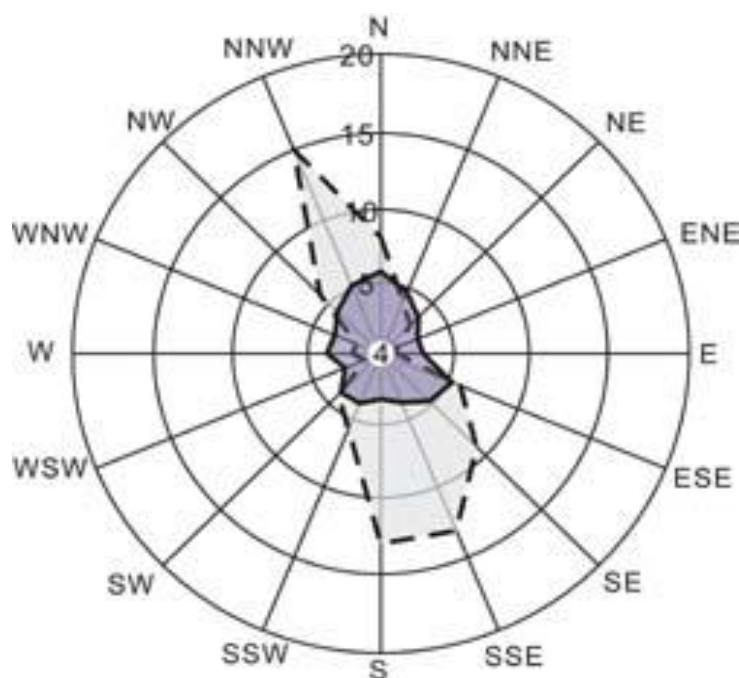
相对湿度 f : 空气的实际水汽压与同温度下饱和水汽压之比, 常用百分比表示。

$$f = \frac{e}{E} \times 100\%$$

露点温度: 在空气中水汽含量和气压不变的条件下, 降温到相对水面而言空气达到饱和时的那个温度, 简称露点。也就是说露点 T_d 对应的饱和水汽压 E 等于湿空气中的实际水汽压 e 。

(4) 风: 风向定义和判定, 风速的计算

风向: 风的来向, 16 方位 (地面)



6、大气温度的垂直热力结构, 把大气分成

对流层、平流层、中层、热层、外层

对流层: 位于大气的最低层, 集中了约 75% 的大气的质量和 90% 以上的水汽质量。其下界与地面相接, 上界高度随地理纬度和季节而变化。在低纬度地区平均高度为 17~18 公里, 在中纬度地区平均为 10~12 公里, 极地平均为 8~9 公里, 并且夏季高于冬季。

四个特点:

气温随高度增加而降低:

- 1 平均而言, 每上升 100m, 气温约下降 0.65 C
- 2 大气密度和水汽随高度迅速递减
- 3 有强烈的垂直运动: 对流和湍流
- 4 气象要素的水平分布很不均匀

7、垂直气压和温度变化

气压随高度升高而减小, 气压随高度减小的速率随高度的增加而变小, 愈到高空, 气压降低的速度愈慢。因为空气的密度随高度而减小。

对流层内气温随高度增加而降低; 平流层内温度随高度增大而增加。

第二章 大气辐射收支

1、辐射（辐射的概念、太阳常数、大气对太阳辐射的吸收，到达地表的太阳辐射的种类，大气的加热，辐射热交换的概念）

（1）辐射的概念：辐射是能量的一种形式，物质以电磁波的形式放射能量，称为辐射。宇宙中的任何物质，只要它的温度高于绝对零度，都能放射辐射。

（2）太阳常数：假设在大气上界日地平均距离处，放一块与太阳光垂直的平面，在这个平面上，每单位时间、单位面上所接收的太阳辐射能，称为太阳常数，用符号 S_0 表示。根据实测和计算表明： $S_0=1367$ 瓦 / 米²

（3）大气对太阳辐射的吸收：大气中吸收太阳辐射的主要成分是 O_2 , O_3 和 H_2O ，其次是 CO_2 、 CH_4 、 N_2O 等，其它成分吸收很小

大气对太阳辐射吸收的基本特征：

大气对太阳辐射的吸收具有明显的选择性

大气对太阳辐射的吸收带都位于太阳辐射光谱两端能量较小的区域，对可见光的吸收很小在红外区域有很多很强的吸收带

（4）到达地面的太阳辐射种类：包括太阳直接辐射和天空辐射(即太阳散射辐射)两种

（5）大气的加热：从大气的受热过程来看，地球大气对太阳短波辐射吸收较少，大部分能够透过大气层射到地面；大气对地面长波辐射吸收较多，因此大气增温的最主要方式是辐射热交换。

（6）辐射热交换：自然界的一切物体都能以电磁波的形式放射能量，同时也在不断吸收外界辐射，各物体之间通过辐射来交换热量，称为辐射热交换。

2、温度（概念及测量、气温日变化及日较差，海平面气温分布特征）

（1）大气温度：通常是指在野外空气流通、不受太阳直射下测得的空气温度。

测量：气象台站用来测量近地面空气温度的主要仪器是装有水银或酒精的玻璃管温度表。因为温度表本身吸收太阳热量的能力比空气大，在太阳光直接曝晒下指示的读数往往高于它周围空气的实际温度，所以测量近地面空气温度时，**通常都把温度表放在离地约 1.5m 处四面通风的百叶箱里**。气象部门所说的地面气温，就是指离地面约 1.5m 处百叶箱中的温度。

（2）气温日变化：特点：一天中有一个最高值和一个最低值，最高值出现在午后 2 点左右，最低值出现在清晨日出前后。

气温日较差：一天中气温最高值与最低值的差

（3）海平面气温分布的基本特征：

等温线大部分趋向于接近东西排列，同时温度从赤道向极地降低

海陆加热率差异和洋流影响使冬季北半球等温线在大陆上向赤道方向凸出，海洋上向极地方向突出，而夏季则相反

热赤道：各经度上具有最高气温各点的连线；1 月份热赤道位于 5-10N，7 月份北移至 20N。赤道附近的气温年变化很小，随着纬度的增加，年变化的幅度也增大。

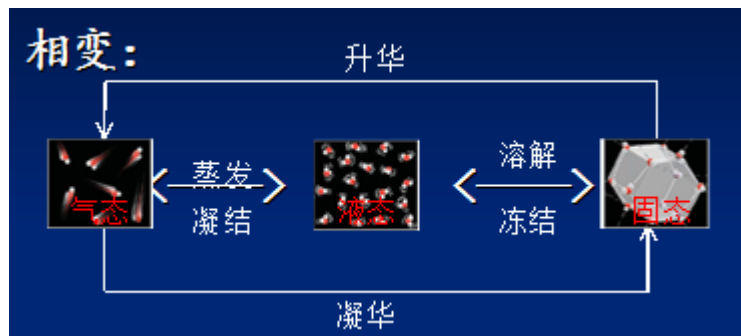
附加：

湿度（大气中水汽的来源，水的相变）

水汽来源：蒸发：液态水因吸收辐射能量而转变成气态水

蒸腾：地表的水被植物吸收，然后经植物的叶片气孔释放到大气中

蒸散：蒸发和蒸腾的和



水的相变：

相平衡：相变过程中，常常会发生一种稳定状态，其中相的转变完全停止，于是系统中便出现了相平衡。在相平衡状态下，物质分子的交换仍可以不断地进行，但是物质从一种态到另一种态的转变不再发生了。

稳定度（静力稳定度的概念）

静力稳定度是指处于静力平衡状态的大气中，一旦空气团块受到外力(动力或热力)因子的扰动，离开原来位置，产生垂直运动.当除去外力后，空气能保持它的原位、或上升或下降的这种趋势，称为大气静力稳定度。

第三章 大气热量收支

1、空气团所受到的力（气压梯度力和科氏力的概念）

（1）气压梯度力：我们把单位距离间的气压差叫做气压梯度，促使大气由高气压区流向低气压区的力，这个力称为水平气压梯度力。

水平气压梯度力的方向:垂直于等压线,由高压指向低压。

（2）科氏力：由于地球自转运动而作用于地球上运动质点的偏向力。

2 热量平衡过程概念

地球表面吸收太阳辐射能后，会通过各种热量收支方式，产生能量的转换和输送而达到平衡的过程。

大气热量传递是一种复杂的现象，常把它分成三种基本方式传递，即传导、对流及辐射。

日较差是一日内最高温度与最低温度之差。

年较差是一年中最高月平均温度与最低月平均温度之差。

3、静力平衡的概念

静力平衡指铅直方向的气压梯度力和重力的平衡。

4、地转风平衡（概念）

地转风平衡：气压梯度力与地转偏向力平衡，此时空气块沿等压线作匀速直线运动，这种风称为“地转风”，这种平衡称为“地转平衡”。

5、梯度风平衡（概念）

自由大气中，当空气作曲线运动时，水平气压梯度力、地转偏向力、惯性离心力三个力的矢量和若为0，则这个平衡为梯度风平衡。

6、地转偏差（概念）

地转偏差，指实际风与地转风的矢量差

7、大气环流（三圈环流的概念，海陆风与山谷风环流的形成及概念）

三圈环流：指低纬环流、中纬环流和高纬环流。

海陆风：海陆风是出现于近海和海岸地区的，具有日周期的地方性风。

因海洋和陆地受热不均匀而在海岸附近形成的局地大气环流。

白天风从海上吹向陆地，夜晚风从陆地吹向海洋。前者称为海风，后者称为陆风，合称为海陆风。

山谷风：由于山谷与其附近空气之间的热力差异而引起。白天风从山谷吹向山坡，这种风称“谷风”；到夜晚，风从山坡吹向山谷称“山风”。山风和谷风总称为山谷风。

近地层气温的垂直分布类型 包括 (1)日射型 (2)辐射型 (3)上午转变型 和(4)傍晚转变型。

	最热月	最冷月
大陆性气候区 季风气候区	7 月	1 月
海洋性气候区	8 月	2 月

第四章 大气中的水分

地球上水分循环过程对地-气系统的热量平衡和天气变化起着非常重要的作用。

1、云

(1) **云的概念**：云是悬浮在大气中的小水滴、过冷水滴、或冰晶微粒或二者混合的可见聚合物；有时也包含一些较大的雨滴及冰、雪粒；底部不接触地面。

(2) (了解) 云的分类：

按云的外形特征、结构特点和云底高度，将云分为三族（低云族，中云族，高云族）、十属，二十九类。

发生学分类：按云形成的物理过程和形态特征分为积状云（积云，积雨云，卷云），层状云（卷层云，高层云，雨层云，层云），波状云（卷积云，高积云，层积云）。

(3) (了解) 形成云的基本过程：

- 1) **概念**：云的形成过程是空气中的水汽由各种原因达到过饱和而发生凝结或凝华的过程。
- 2) **基本条件**：（水汽要凝结成水滴或凝华成冰晶而形成云，必须具备两个基本条件，一是要有水汽凝结核，二是要有水汽过饱和，大气中一般不缺乏凝结核，因此，形成云的最关键问题，还在于应有水汽的过饱和），一般来说，空气中水汽达到过饱和的方式主要有三种：①在空气中水汽含量不变的情况下，空气降温冷却；②在空气温度不变的情况下，增加水汽含量；③既增加水汽，又降低温度。

- 3) **三种云的形成过程**: ①积状云: 在不稳定层结的空气中, 由于热力或动力原因而产生对流作用所形成的云。②层状云: 由稳定气层大范围缓慢斜升形成的均匀幕状的云幕。③波状云: 主要由逆温层上下有风的切变(或密度大不连续层)形成波动造成的, 在波动层内, 若水汽充足, 波峰处因空气上升冷却凝结成云, 波谷处因空气下沉增温无云形成或使云蒸发变薄, 形成波浪排列的云条或云层。

2、雾

1、(了解)雾的分类: 气团雾和锋面雾

- 1) 气团雾: 冷却雾(根据冷却原因不同又分为辐射雾、平流雾、上坡雾), 蒸发雾, 地方性雾;
- 2) 锋面雾: 锋前雾, 锋际雾, 锋后雾

2、(了解)雾的形成:

辐射雾: 地面辐射冷却使得贴地层气层变冷而形成的雾。形成的有利条件: 1) 晴朗的夜晚, 有强烈的地面有效辐射; 2) 贴地层水汽含量充沛; 3) 低层有微风和一定强度的湍流; 4) 有稳定的温度层结。

平流雾: 由暖湿空气平流到冷的下垫面上, 经过冷却而形成的雾。形成的有利条件: 1) 移动过来的空气与下垫面之间存在较大的温度差别; 2) 移到冷下垫面的空气水汽含量多, 相对湿度大; 3) 风速适中; 4) 层结比较稳定。

上坡雾: 空气沿山坡上升, 由于绝热冷却而形成的雾。

蒸发雾: 冷空气流经暖水面上, 由于暖水面的蒸发, 使冷空气达到饱和、产生凝结而形成的雾。

3、云滴、冰晶的形成和生长(主要概念)

(1) **云滴\冰晶的形成**: 云雾的形成过程实质是水汽转变为水滴或冰晶的相变过程, 即新相形成和增大的过程; 新相形成时, 必须先产生新相的初始胚胎, 这种初始胚胎的产生过程为核化过程; 分为同质核化和异质核化。

(2) **云滴的(凝结增长)**: 当大气中的水汽在凝结核上凝结, 形成胚滴以后, 如果环境水汽压仍大于胚滴表面的平衡水汽压时, 胚滴就能继续因水汽凝结而增长。

6 比湿: 湿空气中水汽的质量与湿空气总质量的比值。

混合比: 湿空气中水汽的质量与湿空气中干空气质量的比值。

5、降水

(1) 云滴增长的基本途径:

- 1) 水汽的凝结增长, 由于凝结增长随着云滴半径的增大而减小, 只能在云滴增长的前期起作用。
- 2) 大小云滴之间的碰并(增长)过程, 包括布朗运动碰并, 电力碰并, 湍流碰并和重力碰并。(对于云滴增长为云滴, 最重要的过程是重力碰并)

(3) **冰晶效应**: 冰晶效应: 由于同温度下冰面饱和水汽压小于水面饱和水汽压, 在三相共存的混合云中, 当水汽接近水面饱和水汽压时, 对冰面已经是过饱和状态, 冰晶能很快增长。若云中没有外来水分补充, 则冰晶表面上有水汽不断凝华, 而水滴表面有水汽不断蒸发, 直至液态水完全耗尽为止。这种水分从大量过冷水滴中不断转移至少数冰晶上去的效应称为冰晶效应。

6、人工影响天气(影响暖云降水的原理)

影响暖云降水的原理: 基本原理是撒入大水滴或吸湿性核, 改变云滴谱分布的均匀性, 破坏

其稳定状态，促使碰并过程的进行，导致降水的形成。

7 土壤蒸发过程分三个阶段

① 毛细管运行阶段，当土壤湿润时，水充满土壤孔隙，水分通过毛细管作用，不断快速地向地表运行，水分在地表汽化、扩散，土壤水分蒸发强烈。

② 薄膜运行阶段，当蒸发耗水使土壤含水量降低，小于毛细管水断裂含水量时，毛细管水断开，毛细管传导作用停止，土壤水分则以薄膜水形式，由水膜厚的地方向水膜薄的地方运动。由于这种运动缓慢，土壤蒸发明显减弱。此时，蒸发不仅在地表进行，土壤内部水分也可汽化，并经土壤孔隙向大气扩散。

③ 扩散运行阶段，当土壤含水量降低，接近凋萎系数时，土壤水分由底层向土面的薄膜运动已基本停止，地表土壤内只有气态水进行扩散，蒸发率甚小。此时地表干土层很厚，水分不能满足作物需要。

第五章 气压与大气环流

大气气压定义：单位面积上直至大气上界整个空气柱的重量

等高线的单位：位势高度 位势米、位势什米

1 位势什米=10 位势米

$H = z \cdot g / 9.8$ H 位势高度（位势米）

z 海拔高度（米）

g 重力加速度

风的日变化：近地层白天午后最大，夜间和清晨最小

水平方向作用与大气的力主要包括：水平气压梯度力 G，水平地转偏向力 A，惯性离心力 C，摩擦力 R

由于地球表面受热不均，以及地球自转作用于运动大气的地转偏向力（科里奥利力），地球大气形成三圈环流。

（1）季风的定义

季风（monsoon）源于阿拉伯文（Mausim），原意是季节，这里表示大范围地区以一年为周期，低空盛行风向及其相应的盛行气团和天气气候特点随季节而明显变化的现象。

（2）季风的特点

大范围地区的盛行风向随季节改变；

随着风向改变，控制气团的性质也产生转变；

随着盛行风向的变换，将带来明显的天气气候变化

（3）季风形成的原因

季风形成的主要原因是下垫面热力因子的差异。

太阳辐射的经向差异：太阳辐射经向差异造成的行星风带位置季节性移动，形成季风环流

海陆热力差异及地形高度差异：海陆热力差异，影响地面气压场的形式改变，从而干扰行星风系。高原隆起，高原与自由大气热力性质的差异，形成高原附近的季风。

中国季风包括温带季风气候、亚热带季风气候和热带季风气候三种。

（5）亚洲季风区

亚洲季风区，包括南亚和东亚。

南亚季风区（热带季风区）

盛行风向：冬季东北风，夏季西南风。

气候特点：夏季为雨季，冬季为干季。

东亚季风区（副热带季风、温带季风）

东亚季风区气候特点：冬夏温差大，夏季雨量丰沛

盛行风向：冬季东北风，夏季西南风。

（5）阻塞高压

在高空槽脊的发展演变过程中，当脊不断北伸，向北加强时，其南部与暖空气的联系会被冷空气切断，在脊的北边出现闭合的高压环流，形成暖高压中心，称为阻塞高压。

（1）海（湖）陆风

成因：海（湖）陆昼夜热力差异。

特点：

白天，近地面气流由海（湖）→陆地，海（湖）风

夜间，近地面气流由海（湖）←陆地，陆风

（2）山谷风

成因：地形导致的热力差异。

特点：

白天，近地面气流由山谷→山坡，谷风

夜间，近地面气流由山谷←山坡，山风

（3）城市热岛环流

成因：城区与城郊热力属性的差异。

特点：

白天，近地面气流由城郊→城市

夜间，近地面气流由城郊→城市

第六章 天气系统和天气过程

1、天气系统

（1）（了解）地面和高空天气图

地面天气图：将地面气象要素按照统一的格式填写到天气底图上构成地面天气图。地面天气图的分析，可以了解地面天气系统和天气现象的分布状况，进而判断天气演变趋势。（分析项目通常包括海平面气压场、等三小时变压场、天气现象和锋等）

高空天气图：将各等压面的资料填写在天气图底图上，就构成了高空天气图。（高空天气图，在实际工作中普遍采用的是等压面图）。高空等压面图上一分析等高线，等温线，槽线和切变线，它能清楚的反映高空气压系统和温度场的分布。

（2）气团的概念、影响我国境内的气团

气团：下垫面比较均匀的广阔地球表面上空停留或缓慢移动的空气，其物理属性（主要指温度、湿度、稳定度）的水平分布比较均匀，天气现象也大致相同，而且水平尺度可达到几千 km，垂直尺度达几到十几 km。这种水平方向上物理属性比较均匀的大范围空气称为气团。

影响我国境内的气团：

冬季：西伯利亚气团（绝大部分地区），热带太平洋气团（东南沿海），南海气团（云南）

夏季：热带太平洋气团（东部地区）、热带大陆气团（西部地区）、赤道气团（长江以南地区）、西伯利亚气团（长城以北、大西北）、极地太平洋气团（东北地区）

（3）锋的概念、分类以及对应的天气特征

锋：锋区（锋面）是冷暖气团之间的过渡区域。

锋的分类：

（按照锋的伸展高度）地面锋，对流锋，高空锋

（按锋的移动方向）冷锋，暖锋，锢囚锋，准静止锋

对应的天气特征：

冷锋过境后的天气：降温和偏北大风

暖锋过境后的天气：升温

准静止锋：（暖锋侧）无云无降水，（冷锋侧）层积云、雨层云，少量降水

锢囚锋：云层加厚，降水加强，降水区扩大

在中纬度地区五千至一万米高空盛行着波状的西风带气流。

（4）气旋和反气旋的概念、特征和对应的天气状况

气旋：

1) **概念：**气旋是指在同一高度上中心气压比周围低、占有三度空间的大尺度涡旋。

2) **特征：**低压（气压场） 中心气压比周围低

气旋（流场） 气流逆时针旋转（北半球） 气流顺时针旋转（南半球）

3) **天气：**多阴雨天气

反气旋：

1) **概念：**反气旋是指在同一高度上中心气压比周围高、占有三度空间的大尺度涡旋。

2) **特征：**高压（气压场） 中心气压比周围高

反气旋（流场） 气流顺时针旋转（北半球） 气流逆时针旋转（南半球）

3) **天气：**多晴朗天气

4)

活动在中高纬度地区的冷高压对天气气候的影响：

通常是晴朗的天气，风力不大。有时在夜间或清晨会出现辐射雾，日出后逐渐消散。

当有逆温层存在且水汽较多时，逆温层下常出现层云、层积云，产生毛毛雨和雾等天气现象，能见度较坏。外围往往有锋面存在，尤其是在移动性冷高压的外围，其前部（东部或东南部）具有冷锋天气特征，后部（西部）具有暖锋天气特征。

江淮梅雨的天气特点：

梅雨是每年初夏，我国湖北宜昌以东， $26\sim 34^{\circ}\text{N}$ 之间的江淮流域长时间的连阴雨天气。每年大致是 6 月中旬入梅(或称立梅)，到 7 月上旬出梅（或称断梅），一般约持续一个月，但每年情况不一样，入梅早的可在 5 月中下旬，晚的可到 7 月初，前后可差 40 天，出梅早则在 6 月中旬，晚者在 7 月底 8 月初，前后差一个半月。整个梅雨时期并不是每天都是阴晦降水天气，而是阴雨一段时期，晴好一段时期。

丰梅：持续时间很长，降水量很大的梅雨

枯梅（少梅）：持续时间短，降水量小的梅雨

空梅：个别年份，梅雨不明显

(5) 副热带高压的概念、副高的移动与中国雨带

1) **概念：**副热带高压是指位于副热带地区的暖性高压系统。它对中、高纬度地区 and 低纬度地区之间的水汽、热量、能量的输送和平衡起着重要的作用，是夏季影响中国大陆天气的主要天气系统。

2) **副高的移动与中国雨带：**

时间	副高脊线	中国雨带
冬季	15° N	华南沿海
春季	15~20° N	华南前汛期
	第一次北跳	6月初
初夏	20~25° N	江淮梅雨
	第二次北跳	7月上旬
盛夏	25~30° N	华北、东北雨季
	第三次北跳	7月下旬-8月上旬
秋季	南撤	南撤

西太平洋副热带高压，从冬半年到夏半年形势的转换,副热带高压、位置北移西伸，强度增强。

2、天气预报

(1) 天气预报的步骤和主要方法

天气预报分为形势预报和气象要素预报**两个步骤：**

第一步形势预报是对天气系统（高压、低压、锋面等）的移动、强度、变化和生成、消亡的预报；第二步要素预报是对气温、气压、湿度、能见度、风、降水等要素和天气现象的预报。两者密切相关，一个地区天气的变化决定于天气系统的变化，所以形势预报是要素预报的基础，是气象要素预报的基本依据。

主要方法：天气图法（配合气象卫星云图、雷达等资料）、数值预报法、统计预报法（在实际预报过程中，三种方法互相结合、综合应用，并广泛采用计算机作为工具）

■ 第七章 气象灾害及其防御

灾害:危害人类生命财产和生存条件的各类事件的统称。

气象灾害：由气象原因造成的生命财产损失和生存条件破坏的自然灾害。

狭义：（特指）-气象原因（天气、气候）直接造成的灾害。

天气、气候灾害主要是指因台风（热带风暴、强热带风暴）、暴雨（雪）、雷暴、冰雹、大风、沙尘、龙卷、大（浓）雾、高温、低温、连阴雨、冻雨、霜冻、结（积）冰、寒潮、干旱、干热风、热浪、洪涝、积涝等因素直接造成的灾害。

广义：（泛指）-还包括气象次生、衍生灾害

气象次生、衍生灾害，主要是指因气象因素引起的山体滑坡、泥石流、风

暴雨、森林火灾、酸雨、空气污染等灾害。

天气灾害是指局地性、短时间的恶劣天气带来的灾害

气候灾害是指大范围、长时间、持续性的气候异常造成的灾害。

2020 年 10 月 12 日（“国际减灾日” 10 月 13 日），联合国发布《灾害造成的人类损失 2000—2019》报告。该报告指出，全球自然灾害总数在 21 世纪前 20 年大幅攀升，特别是气候相关灾害数量出现惊人的增长。

该报告由联合国减少灾害风险办公室（UNDRR）、比利时灾害传染病学研究中心（CRED）等机构及高校联合完成，报告的统计数据来自 CRED 的紧急事件数据库（Emergency Events Database, EMDAT

气象灾害特点

- 1) 气象灾害种类多、分布地域广、发生频率高、灾害损失重、灾害风险高；
- 2) 气象灾害的发生具有阶段性（群发性、连锁性）；
- 3) 气象灾害经济损失不断增加，死亡人数减少；
- 4) 极端气象灾害增加。

洪水是指大雨、暴雨引起水道急流、山洪暴发、河水泛滥、淹没农田、毁坏环境与各种设施等。

涝害是指水过多或过于集中或返浆水过多造成的积水成灾。

涝害常由洪水引起，因此人们常把两者合在一起统称为洪涝灾害。

1998 年我国气候异常。主汛期，长江流域降雨频繁、强度大、覆盖范围广、持续时间长。

气候异常的主要因素是：

——强厄尔尼诺事件、高原积雪偏多、副高异常（副高异常强大，脊线位置持续维持偏南、偏西）、亚洲中纬度环流异常（阻塞高压活动频繁）。

气象灾害防御对策

- 1) 加强气象防灾教育，提高防灾减灾意识
- 2) 加强气象防灾减灾研究，加快发展高新技术减灾
- 3) 进一步明确防灾重点，提高防灾能力
- 4) 把减灾建设纳入经济规划
- 5) 减轻极端天气和气候的影响
- 6) 充分认识气象减灾的长期性、艰巨性，坚持远近结合的原则，全面规划，突出重点，保障经济安全与社会稳定。
- 7) 坚持标本兼治、综合治理原则，把气象减灾与资源保护、环境治理有机

结合起来，建立广泛坚实的减灾基础，提高减灾综合能力。

8) 推动减灾产业化，提高减灾综合能力，拉动经济增长。

9) 加强减灾规划，提高减灾管理水平。

10) 因灾制宜

第八章 气候与气候变化

1、气候概述

(1) **气候的定义**：气候是对气候系统的统计上的、动力上的、各种时空尺度和层次上的客观物理描述。

(2) **气候系统的概念**：气候系统是一个包含大气圈、水圈、岩石圈、冰雪圈和生物圈在内的，能决定气候形成、气候分布和气候变化的统一的物理系统。完整的气候系统应包括五个部分，即大气圈、水圈、岩石圈、冰雪圈和生物圈。气候系统是一个非线性的开放系统。控制全球气候系统的基本过程是入射太阳短波辐射的加热和射出地球长波辐射的冷却。

(3) **主要反馈过程**：

正反馈：系统向一个极端发展；负反馈：系统状态在一个平衡态附近振荡

1. 水汽—辐射反馈

在相对湿度保持不变的条件下，气温上升使水汽含量增加，从而增加对地表射出的长波辐射的吸收，结果使低层大气的温度进一步上升。因此，气温与水汽的耦合作用使气候系统产生不稳定，这种反馈是正反馈。

2. 冰雪—反射率反馈

冰雪表面对入射太阳辐射有很大的反射作用，它是支配极区气候的一个重要因子。全球温度的降低，将导致地球表面冰雪覆盖面积的扩大，从而引起全球反射率的增大，这样又使地—气系统吸收的太阳辐射减少，从而使温度进一步降低。这种正反馈机制在冰雪消融时表现得很明显，如当冰雪融化时，地表反射率降低，对太阳辐射的吸收增加，从而使气温上升，冰雪融化进一步增加。

3. 云量—地面气温反馈

地面温度随着吸收更多的太阳辐射而升高，将促使地面蒸发加剧，从而导致大气中水汽含量增加，促使云得到发展，云量的增加使入射到地表的太阳辐射减少，地面温度随之降低。这是负反馈的一个例子。

二、气候类型

1、气候的分类方法：

实验分类法：（根据大量观测记录，以某些气候要素的长期统计平均值及其季节变化，并与自然界的植物分布、土壤水分平衡、水文情况及自然景观等相对照来划分气候类型。如柯本分类法）

成因分类法：（根据气候形成的辐射因子、环流因子和下垫面因子来划分气候类型。如斯查勒分类法）

2、柯本气候分类法的概念及优缺点：

1) **概念**：以气温和降水为基础，并参照自然植被的分布而确定。将全球气候分为 A, B, C, D, E 五个气候带，其中 A, C, D, E 为湿润气候带，B 为干旱气候带，各带又分成若干气候型。

2) **优点**：①系统分明，各气候类型有明确的气温或雨量界限，易于分辨；②用符号表示，

简单明了，便于应用和借助计算机进行自动分类和检索；③所用的气温和降水量指标是经过大量实测资料的统计分析，联系自然植被而制定的，与自然景观森林、草原、沙漠、苔原等对照比较符合。

缺点：①忽视了气候的发生、发展和形成过程；②干燥带的划分并不合理；③忽视了海拔高度的影响。

3) 了解全球气候类型（温带海洋性气候、温带季风气候）

9. 副热带夏干气候（地中海气候）

分布于副热带大陆西岸 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 之间的地带。这里受副热带高压季节移动的影响，在夏季正位于副高中心范围之内或在其东缘，气流是下沉的，因此干燥少雨，日照强烈。冬季副高移向较低纬度，这里受西风带控制，锋面、气旋活动频繁，带来大量降水。全年降水量在 $300\sim 1000\text{mm}$ 左右。冬季气温比较暖和，最冷月平均气温在 $4\sim 10^{\circ}\text{C}$ 左右。因夏温不同，分为两个亚型。9a凉夏型，贴近冷洋流海岸，夏季凉爽多雾，少雨，最热月平均气温在 22°C 以下，最冷月平均气温在 10°C 以上。9b暖夏型，离海岸较远，夏季干热，最热月平均气温在 22°C 以上，冬季温和湿润，气温年较差稍大。

10. 温带海洋性气候

分布在温带大陆西岸约 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 的地带。这里终年盛行西风，受温带海洋气团控制，沿岸有暖洋流经过。冬暖夏凉，最冷月平均气温在 0°C 以上，最热月平均气温在 22°C 以下，气温年较差小，约在 $6\sim 14^{\circ}\text{C}$ 左右。全年湿润有雨，冬季较多。年降水量 $750\sim 1000\text{mm}$ 左右，迎风山地可达 2000mm 以上。

11. 温带季风气候

分布在亚欧大陆东岸约 $35^{\circ}\sim 55^{\circ}$ 的地带。这里冬季盛行偏北风，寒冷干燥，最冷月平均气温在 0°C 以下，南北气温差别大。夏季盛行东南风，温暖湿润，最热月平均气温在 20°C 以上，南北温差小。气温年较差比较大，全年降水量集中于夏季，降水分布由南向北，由沿海向内陆减少。天气的非周期性变化显著，冬季寒潮爆发时，气温在24小时内可下降 10°C 甚至 20°C 以上。

12. 温带大陆性湿润气候

分布在亚欧大陆温带海洋性气候区的东侧，北美 100°W 以东的温带的地区。冬季受极地大陆气团控制而寒冷，有少量气旋性降水。夏季受热带海洋气团的侵入，降水量较多，但不像季风区那样高度集中。这里季节鲜明，天气变化剧烈。

13. 温带干旱与半干旱气候

分布在 $35^{\circ}\sim 50^{\circ}\text{N}$ 的亚洲和北美洲大陆中心部分。由于距离海洋较远或受山地屏障，受不到海洋气团的影响，终年都在大陆气团的控制下，因此气候干燥，夏热冬寒，气温年较差很大。因干旱程度不同可分为温带干旱气候（13a）和温带半干旱气候（13b）两个亚型。

4)、城市气候的主要特征：城市热岛效应、城市干岛和湿岛效应、城市混浊岛效应、城市的风、城市雨岛效应

3、下垫面对气候形成的影响

（1）、海洋在气候形成中的作用：

1) 海洋是大气热能的储存库

（海洋:70.8%地球表面，吸收 80%的太阳辐射）

2) 海洋是大气温度的调节气

（海水比热大，加热慢，冷却也慢，海洋对季节变化的响应比陆地滞后约一个月）

3) 海洋是大气二氧化碳的消纳所

（海洋每年可吸收 2.0Pg 左右的碳，对缓减人类活动排放的二氧化碳产生的温室效应有重

要作用)

4) 海洋是热量输送和转换的主要通道

(洋流在高低纬度间的热量传输上起着重要作用; 洋流在调节南北气温上有很大作用; 洋流对东西两岸的气温差异也有明显的影响)

(2)、海气相互作用的概念, 沃克环流的概念, 厄尔尼诺的概念、周期及其对我国气候的影响

海气相互作用: 海洋与大气界面上的这些热量、动量、物质的交换以及这些交换对大气、海洋各种物理特性的影响, 称为海气相互作用

沃克环流: 赤道海洋表面因水温的东西面差异而产生的一种纬圈热力环流。

厄尔尼诺:

1) **概念:** 赤道东太平洋几千公里范围内出现的海面温度异常偏高的现象, 称为厄尔尼诺现象; 反之称为拉尼娜现象

2) **周期:** 2~7 年

3) **对我国气候的影响:**

首先是**台风减少**。厄尔尼诺现象发生后, 西北太平洋热带风暴(台风)的产生个数及在我国沿海登陆个数均较正常年份少。

台风降水最多的地方出现在靠近台风眼的**漩涡风雨区**。

其次, 北方夏季易发生**高温、干旱**。通常在厄尔尼诺现象发生的当年, 我国的夏季风较弱, 季风雨带偏南, 位于我国中部或长江以南地区, 我国北方地区夏季往往容易出现干旱、高温。1997 年强厄尔尼诺发生后, 我国北方的干旱和高温十分明显。

第三, 次年, 南方易发生**低温、洪涝**。在厄尔尼诺现象发生后的次年, 在我国南方, 包括长江流域和江南地区, 容易出现洪涝, 近百年来发生在我国的严重洪水, 如 1931 年、1954 年和 1998 年, 都发生在厄尔尼诺年的次年。我国在 1998 年遭遇的特大洪水, 厄尔尼诺便是最重要的影响因素之一。

最后, 在厄尔尼诺现象发生后的冬季, 我国**北方地区容易出现暖冬**。

(3) 地形对降水影响, 青藏高原对气候的影响

地形对降水影响:

1) 促进降水形成, 主要机制:

- ◆ 山脉对气流的机械阻障作用, 强迫抬升, 加强对流, 促进凝云致雨
- ◆ 阻挡气团移动, 使之缓行或停滞, 延长降水时间, 增大降水强度
- ◆ 山区地形复杂, 各部分受热不均, 容易产生局部热力对流, 促进对流雨的生成
- ◆ 山地崎岖不平, 因摩擦作用产生湍流上升, 也会促进降水

2) 影响降水分布

- ◆ 高原内部降水量随海拔增高而递减
- ◆ 山地降水量随海拔增高而增多, 但存在一个最大降水量高度
- ◆ 迎风坡多雨, 背风坡少雨, 山地多夜雨

青藏高原对气候的影响:

1) 青藏高原的冷热源作用 青藏高原地面气温与同高度的自由大气相比, 冬季气温偏低, 夏季偏高, 因此, 冬季高原是个冷源, 夏季是个热源; 冬季高原形成中层冷高压, 冷空气下层, 加强东亚冬季风; 夏季高原形成地面热低压, 空气上升, 高空形成暖高压, 称青藏高原高压,

又称南亚高压，从而影响大气环；青藏高原的冷热源作用对东亚大气环流影响显著；2)青藏高原的动力作用；对下部气流的机械屏障作用十分显著：冬季阻挡西伯利亚气流南下；夏季阻挡西南暖湿气流北上；高原对西风气流产生分支作用；对气流也有抬升作用，使对流发展

3、中国气候变化的特点主要表现

中国近年来的气候变化主要表现在地表平均气温显著增加、降水量变化年代际波动较大、日照时数和近地表平均风速均显著减少、极端气候事件发生的空间异质性较大等，具体表现如下：

(1)温度变化：近50年来中国年地表平均气温显著增加，自1960年来升温幅度达 1.2°C ，最暖年份则出现在近20年中，不同地区增温幅度不同，总体趋势是北方升温要大于南方，而冬季增温（平均 $0.04^{\circ}\text{C}/\text{年}$ ）要显著高于夏季增温（平均 $0.01^{\circ}\text{C}/\text{年}$ ）。

(2)降水量变化：近50年中国年降水量变化趋势不显著，年代际波动较大，降水量趋势存在明显的区域差异。1960—2006年，各区域年降水量的变化趋势具有明显的空间差异，西北、长江中下游的大部地区以及西南的西部和华南的东部年降水量呈增加的趋势，平均增速最大值出现在长江中下游，其他区域年降水量呈减少的趋势，华北年均降水量减少最多。

(3)日照时数变化：近50年中国的日照时数、近地面平均风速等均呈显著减小趋势。其中，日照时数全国普遍减少，以华北地区最明显，每10年减少119小时；而长江中下游和华南地区的减少趋势每10年降低58~73小时，西北地区每10年减少24小时。不过，风速减少最明显是西北地区。

(4)极端气候事件变化：近50年来，中国遭遇的极端高温热害、亚热带极端低温冻害、洪涝灾害和极端干旱等农业气象灾害频率都表现为大幅度提高的趋势，极端性天气气候灾害频发使农业生产年际间波动增大。就区域变化而言，中国除华中地区外其他地区夏季的高温热害发生频率显著增加，而冬季寒冷天数则显著减少，强降雨事件引起的洪涝灾害则表现出较大的空间异质性，这些极端事件在西北和长江中下游地区增多，在东北和长江流域西北部地区则相对较少。

海平面升高，对淡水资源的影响，对农业生产、人体健康等的影响

表 14.1 21 世纪全球变暖的变化和影响预估

变化的预测和概率估计	预计影响的例子
最高温度升高，陆地地区炎热天数增多，更多热浪（基本确定）	对于老年人和城市贫困人群，增加死亡和严重疾病的发生 牲畜和野生动物感受到更严重的高温威胁 农作物受到更严重破坏的威胁 电力降温需求增加和能源供应减少
更高的最低温度；几乎所有的陆地地区的寒冷天数，霜冻天数和寒潮减少（几乎确定）	与寒冷有关的发病率和死亡率降低 对一部分农作物的威胁降低但是对其他农作物的威胁升高 一些害虫和疾病的范围扩大，活动性增强 供热能源的需求减少
在更多地区的极端降水的频率增高（很有可能）	洪水、山体滑坡、雪崩以及泥石流的危害增加 土壤侵蚀增加 由于地表径增加洪积平原淹没可能性增加 政府、私营洪水保险体系以及救灾的压力增大
受干旱影响的面积增加（可能）	农作物产量减少 因为地面收缩对建筑物地基产生的危害增加 水资源的质量和数量下降 火灾的发生频率增高
强热带气旋活动增加（可能）	对人生命的威胁增加，传染病流行的风险增加，其他威胁增加 海岸线侵蚀严重，沿海建筑和楼房的破坏增加 对沿海生物圈（如珊瑚礁和红树林）的破坏增加

气候变化的主要原因

气候变化的原因可能是自然的内部进程,或是外部强迫,或者是人为地持续对大气组成成分和土地利用的改变。既有自然因素,也有人为因素。在人为因素中,主要是由于工业革命以来人类活动特别是发达国家工业化过程的经济活动引起的

1) 太阳辐射的变化; 2) 大气环流的变化; 3) 下垫面地理条件的变化; 4) 人类活动对气候的影响

2、人类活动对气候的影响

1) 改变下垫面对气候的影响

森林植被破坏; 海洋石油污染; 地表水分状况的改; 建造大型水库等

2) 改变大气成分对气候的影响

大气的化学组成和成分浓度将直接引起地表温度和大气温度结构的变化, 并通过动力过程进一步引起其他气候因子的变化。主要表现为增加大气中的二氧化碳、甲烷、氧化亚氮水汽等成分。

大气化学组成的这种变化主要表现为温室效应, 引起全球尺度的气候变暖。

大气气溶胶的来源:

气溶胶, 是指悬浮在空气中的微小颗粒(直径在 $0.001-10\mu m$)的总称, 分为自然和人为气溶胶: 自然气溶胶, 有火山灰、尘灰、海盐气溶胶等. 人为气溶胶, 主要包括硫酸盐、化石燃料有机碳、化石燃料黑炭、生物质能燃烧、矿产灰尘气溶胶等

大气气溶胶气候效应

大气气溶胶能够直接散射和吸收太阳辐射, 从而影响到达地表的太阳辐射(气溶胶直接辐射效应), 同时也能作为云凝结核, 增加云量、延长云的寿命, 间接影响到达地表的太阳辐射(气溶胶间接效应)。

气溶胶通过充当凝结核对地气系统的间接影响也是辐射冷却, 可能使得对流层及地表气温降低。

应对气候变化的相关措施

- ① 调整能源结构, 发展清洁能源, 节能降耗, 保护环境;
 - ② 调整产业结构和区域合理布局;
 - ③ 发展循环经济, 建设资源节约型、环境友好型社会;
 - ④ 推广应用农业新技术、新方法(施肥、节水灌溉、耕作、品种、养殖等), 减少污染, 降低温室气体排放;
- 做好森林保护、退耕还林还草、风沙治理、海洋生态保护等生态建设工程, 增加碳贮存等