

第三章 大气和气候

第一节 大气的组成和热能

一、大气的成分

(一) 干洁空气

$\text{N}_2(78.09\%)$, $\text{O}_2(20.95\%)$, $\text{Ar}(0.93\%)$, $\text{CO}_2(0.03\%)$, $\text{O}_3 + \text{H}_2 + \cdots \cdots (0.1\%)$ 。

(二) 水汽

二、大气的结构

(一) 大气质量

- 1 大气的高度
- 2 大气层的质量中有99.9%以上都集中在50千米以下的范围，而在50千米以上的浩瀚大气中，所含的大气质量还不到总质量的0.1%。由此可见，大气层越向上空气越稀薄。
- 3 大气分层

按大气的温度和运动状况将大气圈分为五层：对流层、平流层、中间层、暖层、散逸层。

3.大气对太阳辐射的削弱作用

1.吸收作用：

能吸收太阳辐射的物质主要有臭氧、氧、水汽、二氧化碳、云、雨滴及气溶胶离子等，它们对太阳辐射的吸收具有选择性。大气吸收主要在太阳光谱两端能量较小区域，仅占总辐射的18%左右。

2.散射作用：

在散射过程中能量不损失，只改变辐射方向，形成逆辐射，使到达地面的辐射量减少。大气散射的波长范围集中于可见光区，通过大气散射作用太阳辐射减弱6~8%。

3.反射作用：

没有选择性，即质点对多种波长的光均有反射作用。其中云的反射率最高，平均达50-55%。所以在有云层时，地面比较暗淡。

(二) 大气能量及保温效应

- 1.大气对太阳辐射的直接吸收作用很小，只占太阳辐射能的18%左右，主要吸收物质是水汽、臭氧。
- 2.地面吸收太阳辐射的50%，再以 $\lambda > 3\mu\text{m}$ （ $3\sim 120\mu\text{m}$ ）的长波辐射向外辐射，其中75-95%被大气吸收。主要成分是水汽和 CO_2 。

3.潜热输送

海面、陆面以水分蒸发的形式使地面热量输入大气中，地-气之间的交换主要是通过潜热输送来完成的，占辐射平衡的84%。

4.感热输送

亦称显热输送，占辐射平衡的16%；感热交换总是由地表向大气输送能量。

(三) 地气系统的辐射平衡

在纬度 35° 处，辐射的收入与支出相等，辐射平衡为零；从 35° 到赤道，辐射收入大于支出，辐射平衡为正；从 35° 到极地，辐射支出大于收入，辐射平衡为负。

低纬度地区热量盈余，高纬度地区热量亏损。高低纬度热量基本稳定（低纬度地区温度没有不断上升，高纬度地区温度没有不断下降），是由于大气环流促进了能量的交换。

四、气温

气温是大气热力状况的数量度量。

(一) 气温的周期性变化

1. 气温的日变化:

气温的年变化:

(二) 气温的水平分布

(三) 气温的垂直分布 (对流层)

1. 对流层内, 气温随海拔升高而降低。平均为 $0.65^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。

2. 在对流层大气中气温高度升高而升高的现象称为对流层逆温现象。

有辐射逆温, 平流逆温, 锋面逆温和下沉逆温。

第二节 大气水分和降水

一、空气湿度

空气湿度：空气中水汽含量的多少或潮湿程度。

湿度参量：表征空气中水汽含量的多少和潮湿程度的物理量。

湿度参量

水汽压与饱和水汽压

绝对湿度与相对湿度

露点温度

饱和差

比湿

混合比

二、蒸发和蒸散

(一) 蒸发及其影响因素

1.概念——一定温度下由液态水（水）转为气态水（水汽）的过程。

2.判断方式

3.影响水面蒸发速率的因子

三、凝结和凝结物

(一) 凝结条件

凝结发生的条件

空气达到饱和或过饱和状态，并有凝结核存在。

■ 1. 空气的饱和或过饱和

► 实现方式：

增大水汽含量： $e \uparrow$ $e > E$

降低温度： $T \downarrow$ $T < T_d$

► 大气中常见的降温过程：

① 辐射冷却

③ 混合冷却

② 接触冷却

④ 绝热冷却

2.凝结核

► 定义：在水汽凝结过程中起凝结核核心作用的固态、液态和气态的气溶胶质粒。

► 作用：①对水汽的吸附作用
②使水滴体积增大

三、水汽的凝结现象

（一）地表面的水汽凝结现象

1.露与霜

①概念：近地面空气中的水汽因地面或地面物体辐射冷却，使其温度低于近地面空气的露点时，水汽凝结在地面或地面物体上。如 $T_d > 0^{\circ}\text{C}$ ，则凝结物是露；若 $T_d < 0^{\circ}\text{C}$ ，则凝结物是霜。

②形成条件：近地层空气湿度大；有利于辐射冷却的天气条件，如晴朗无风或微风的夜晚；地面或地物不利于传导热量。

霜冻——指农作物生长的季节里，地面和植物表面温度下降到足以引起农作物遭受伤害或死亡的低温。我们要预防的是霜冻。

霜期——初霜日到终霜日的持续时间，它对农作物的影响很大，低纬无霜期大于高纬。

2. 雾凇和雨凇

雾凇是一种白色固体凝结物，由过冷雾滴附着于地面物体或树枝迅速冻结而成。多出现于寒冷而湿度高的天气条件下。

雨凇是形成在地面或地物迎风面上的透明或毛玻璃状的紧密水层。在 $0\sim-6^{\circ}\text{C}$ 时由过冷却雨、毛毛雨接触物体表面形成。

(二)大气中的凝结物

1.雾：飘浮在近地层空气中的小水滴和小冰晶。

形成条件：充足水汽、凝结核、冷却过程。

雾的分类：

浓度 { 雾 \equiv 能见度 $< 1\text{km}$
轻雾（霭） $=$ 能见度 $1 \sim 10\text{km}$

组成 { 水雾：小水滴
冰雾：小冰晶

2. 云

► 定义：气块上升绝热冷却降温，使水汽达到饱和或过饱和发生凝结形成，是高空的水汽凝结现象。

► 分类：依据形成特点及形状

成因 { 积状云（对流云）
层状云
波状云