

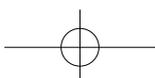
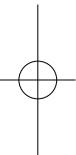


# 第1部分

## 降雨是怎么形成的？

我们生活在一个充满水的环境里，既有身边的河流、湖泊、海洋、冰川，又有大气中的水蒸气，同时动植物、土壤等内部也含有水分。这些各种形态的水始终在不断转化和运移的过程中，降雨则是其中最为重要的一个环节。那么降雨是怎么形成的呢？







## 1. 降雨或降水

海洋中、陆地上或植物中的水受到太阳光的照射，变成水汽蒸发或蒸腾到空中。水汽在高空遇到冷空气便凝聚成水滴。这些水滴很小，直径只有 0.01~0.02 毫米，最大也只有 0.2 毫米。它们被上升气流托在空中，聚集成云，小水滴就成为小云滴。

在云中水汽很充足，小云滴在垂直气流作用下，上下运动、互相碰撞，不断吸收周围的水汽凝结而增大，成为大云滴。大云滴的体积和重量不断增加，在下降过程中不仅能赶上那些速度较慢的小云滴，还会吸收更多的云滴使自己壮大起来。当大云滴增大到 100 多万倍，成为空气再也托不住的雨滴，这时受重力的吸引便从空中直落下来，雨滴降落在高山、丘陵和平原，就是我们常说的降雨。

雨水在降落过程中，有时遇冷凝结，以雪花或冰雹的形式降落下来，通常我们叫降雪或降冰雹。但在气象和水文学中规定，从大气中降落到地面的液态水和固态水统称为降水。

由于各地区所处地球的经度、纬度、地形地貌、气象条件等诸多因素不同，其形成降雨的成因也各不相同。概括起来可分为对流雨、地形雨和锋面雨等三种类型。

### 小资料



高炮人工增雨



火箭人工增雨

### 人工增雨

20 世纪 40 年代，人们依据降水形成机制，根据云层情况，分别向云体播撒干冰、碘化银、食盐和水雾等催化剂，以改变云滴的大小，加速其生长过程，达到降水目的的做法，称为人工降雨。经过多年实践，取得一定进展，气象学称之为“人工增雨”。

一般人工增雨作业，多利用高射炮、火箭或飞机撒播催化剂。

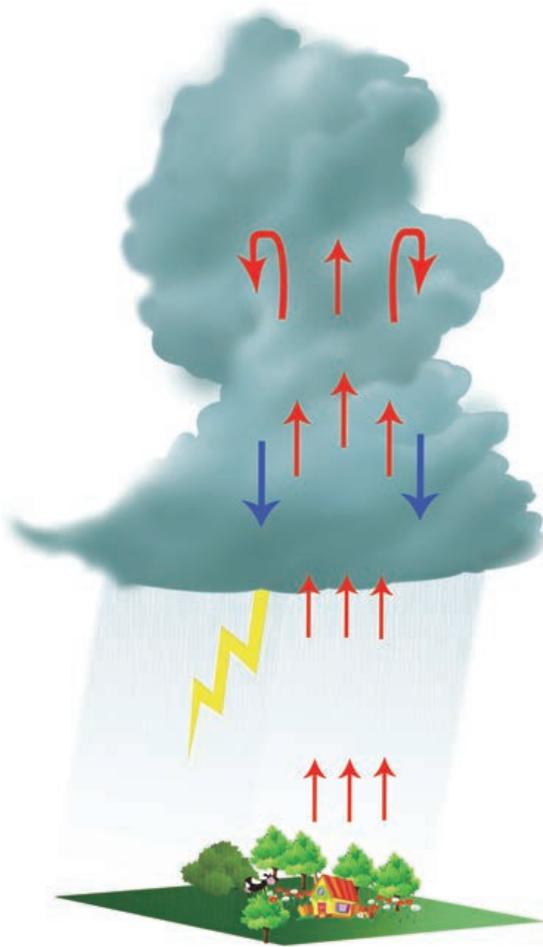




## 2. 成因不同的降雨——对流雨

对流雨就是大气对流运动引起的降雨。由于接近地面表层的空气受热或高层空气强烈降温，促使低层空气向上升，水汽冷却凝结，就会形成对流雨。对流雨来临前常有大风，并伴有闪电和雷声，有时还会下冰雹。在中高纬度地区对流雨主要出现在夏季，冬季少见。在低纬度地区对流雨经常发生，降水时间一般在午后，特别是在赤道地区，降水时间非常准确。

对流雨主要产生于积雨云，积雨云内冰晶和水滴共存，云的垂直厚度和水汽含量特别大，气流升降都十分强烈，可达20~30米/秒。云中带有电荷，所以积雨云常发展成强对流天气，产生大暴雨。



### 小知识

积雨云带有电荷并常会引发强对流天气，产生大暴雨。常会发生雷击事件、大风拔木、暴雨成灾的情况。



### 3. 成因不同的降雨——地形雨



气流受地形影响，沿山坡被迫抬升引起的降雨，常发生在迎风坡一侧。在暖湿气流锋面移动爬坡过山时产生上升运动，同山坡前的热力对流结合发展成积雨云，形成对流性降雨。若前进方向受山脉阻拦，锋面移动速度减慢，降水区域扩大，降水强度增强，降水时间延长，就可能形成持续十多天的连阴雨天气。

#### 小知识

冰雹是一种从强烈发展的积雨云（这种云也叫冰雹云）中降落下来的冰块或冰疙瘩，人们通常称它为“雹子”。夏季或春夏之交最为常见，它是一些小如绿豆、黄豆，大似栗子、鸡蛋的冰粒，特大的冰雹比柚子还大。

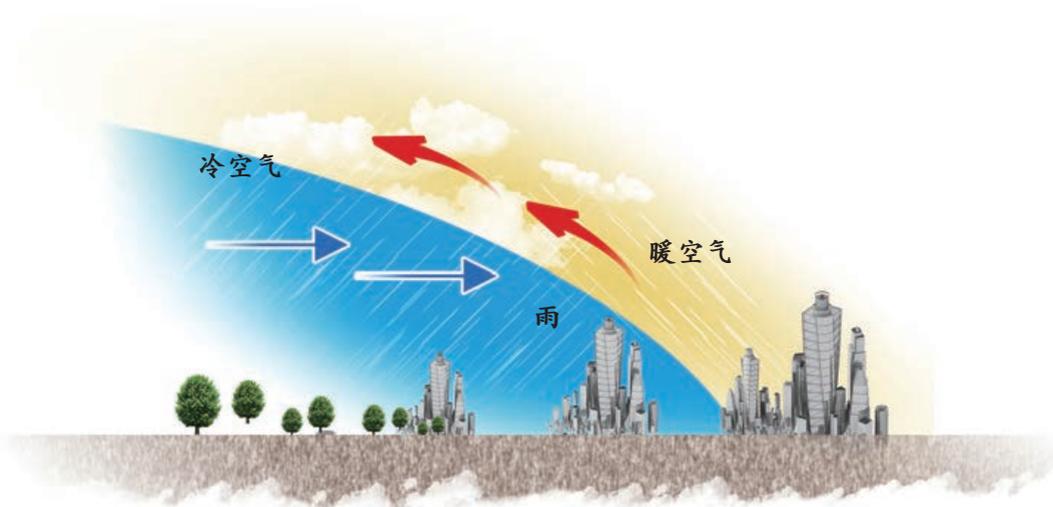




## 4. 成因不同的降雨——锋面雨

暖湿气流与干冷气流相遇，形成的交界面叫锋面。在锋面上，暖、湿、较轻的空气被抬升到冷、干、较重的空气上面。在抬升的过程中，水汽冷却凝结形成的降雨为锋面雨。

锋面雨的特点是范围广，常形成沿锋面范围的带状雨区，形成降水带。我国从冬季到夏季，降水带的位置逐渐向北移动，大约5月份在华南，6月下旬到长江一线，7月到淮河，8月到华北。



### 小知识

锋面雨一般持续时间长，短则几天，长则10天、半个月以上，有时长达1个月以上。含水量和降水强度都比较小，有时是毛毛雨。“清明时节雨纷纷”，就是我国江南春季的锋面降水现象的描述。

清 明

[唐] 杜牧

清明时节雨纷纷，路上行人欲断魂。

借问酒家何处有，牧童遥指杏花村。



牧童遥指杏花村



## 5. 雨水和水循环

太阳的辐射使海洋和大地水蒸发，植物的水蒸腾变成水汽升到空中，然后，气流将水汽送到各地，雨水降落到山区、丘陵和平原形成径流，汇成河流、湖泊或潜入地下形成潜流，最后又归入海洋。水的蒸发、降雨、径流、汇集以致再蒸发的周而复始的循环过程，就是水循环。

形成水循环的内因是水的气态、液态、固态转化特性，外因是太阳辐射和重力作用。地球上水的数量巨大，成为水循环的物质基础。水在自然界的循环中，蒸发、水汽运动、降水、径流是循环的主要的环节，缺一不可。可以说，太阳的热能和地球的重力推动着水循环，水循环为地球造就了鲜活的生态，而雨水维系着自然界的生态环境。



水循环示意图

### 小知识

**水圈：**地球表层的天然或人工的水体，包括海洋、河流（运河）、湖泊（水库）、沼泽（湿地）、冰川、积雪、地下水和大气圈中的水，围绕着地球形成一道“水圈”。水圈与大气圈、岩石圈和生物圈共同组成地球外壳最基本的自然圈层。

水圈处于连续的运动状态，通过水循环，水圈各水体的水互相交换，不断更新。大气圈中水汽的更新周期约为8天，河水的更新周期约为16天，沼泽水的更新周期约为5年，湖泊水的更新周期约为17年，深部地下水更新周期约为1400年，大洋水更新周期约为2500年，高山冰山更新周期约为1600年，极地冰川更新周期约为10000年。





## 6. 先人对水循环规律的认识

### 小知识



庄子(公元前369—前286年),名周,战国时期著名的思想家、哲学家、文学家,属道家学派,老子哲学思想的继承者和发展者,先秦庄子学派的创始人。后世将老子和庄子并称为“老庄”,他们的哲学为“老庄哲学”。



日火下降，暘气上升图

(选自《中国古代地理学史》第118页)

我国思想家、哲学家庄子(公元前369—前286年)注意到日月运行、寒暑易转等自然现象周而复始,认为:云和雨是相互转换的,“不能自止”的,论述了水循环中水汽转换的现象。公元前235年我国《吕氏春秋·圜道篇》提出“云气西行,云云然,冬夏不辍;水泉东流,日夜不休;上不竭,下不满,小为大,重为轻,圜道也”的精辟见解。意思是说:“雨云自东向西冬夏不停地运动,西行变雨降至地面,再日夜不休地流入大海。所以说雨云水永不枯竭,海水也不会满溢。这种小(水源)变(大海洋),重(水)变(轻云)的运动,循环往复称作圜道。”比较准确地描述了我国所在地理位置的水循环特性。

明末清初时的《日火下降,暘气上升图》形象地表现了地表水经太阳能作用“阳气蒸湿,上升为云”和“云被阴压降而为雨”的水循环过程。这张《日火下降,暘气上升图》和今天的水循环示意图基本相同。

### 8 | 降雨是怎么形成的?



## 7. 甲骨文早有雨的记载



甲骨文的雨字

俗话说：“雨露滋润禾苗壮”，形象地描述了雨水和农作物生长的密切关系。

我国自古是人口众多的农业大国，因此历来对降水与农业的影响极为关注。在商代后期（公元前14世纪—前11世纪）王室用于占卜记事而刻在龟甲和兽骨上的甲骨文中，就有我国最早的有关降水和农业的文字记载。

在甲骨文中记录社会生产的内容很丰富。商王关心农业收成的丰歉及风雨对农业收成的影响，常见有立黍、省黍、求年、告秋的卜辞。特别是关于降水的卜辞，约占全部甲骨文的1/5。对于降水的描述有：大雨、小雨、幺雨（毛毛雨）、雨少、不雨、大雪、征雪（连绵不断的雪）等。

### 小知识

甲骨文主要指殷墟甲骨文。当时，商王尚鬼，凡事必经占卜。他所关心的问题，包括对祖先与自然神鬼的祭祀与求告，对风、雨、水及天象、农事、年成的关注。占卜时先于甲骨背面钻凿处用火烧炙，正面即现“卜”字形裂纹，以此定吉凶，占卜后将所卜事项记刻于甲骨之上。甲骨文有的先刻后涂朱砂或墨，有的用毛笔写，也有先写后刻的。





## 8. 古代是怎样测雨的？

我国古代实测和计算降水量的记载，最早见于南宋著名数学家秦九韶（公元1202—1261年）所著的《数书九章》。《数书九章》全书共9章9类，18卷，每类9题共计81个算题。他所提出的“秦九韶算法”世界闻名，在西方被称作霍纳算法。

该书收录有关降水量计算的4则例题，题目分别是“天池测雨”“圆罍测雨”“峻积验雪”“竹器验雪”。题中的天池是古代承接雨水的防火用的大缸，而圆罍则是口小而腹大的圆坛。对“天池”和“圆罍”取得的雨水，需要进行体积换算，才能知道平地普遍的降雨深度。降雪量的测量是实测降雪的厚度，而没有进一步折算为水量。



秦九韶著书测雨

### 小资料



秦九韶纪念馆

**秦九韶：**南宋末年，1202—1261年，字道古，出生于鲁郡（今山东曲阜）。早年曾随道家学习算术，后随其父往四川赴任迁徙，故也认为是普州安岳（今四川安岳县）人。秦九韶与李冶、杨辉、朱世杰并称宋元数学四大家。他于宋绍定四年（1231年）考中进士，先后任县尉、通判、参议官、州守等职。南宋理宗景定元年（1260年）出任广东梅州守。翌年去世。