

# 雨露霜雪

张之铸

民族出版社

责任编辑：黄敦朴  
封面设计：宋祖廉  
            刘洛平  
插    图：张若夫

科学 知识 丛书

雨 露 霜 雪

张之铸

民族出版社出版 新华书店发行

民族印刷厂印刷

开本：187×1092 毫米 1/32 印张：2 字数：35千

1985年11月第1版

1985年11月北京第1次印刷

印数：0001—10,000册 定价：0.57元

书号：13049·9

## 内容提要

在这本书里，我们将向读者介绍大气中的水有些什么变化，它们又是怎样形成各种各样的天气现象的。在试图说明它们的形成过程的同时，也回答一些人们经常提出的疑问，例如雪花为什么有各种各样的形状，为什么会有带颜色的雨、雪，霜花和霜晶形成过程是否一样，……本书是一本普及性的读物，适于具有中等文化程度的读者阅读。

## 前 言

我们编辑《科学知识丛书》的目的是为了贯彻落实党的十二大关于社会主义物质文明和精神文明建设的要求，在广大少数民族地区的人民群众中，尤其是在青少年中宣传普及科学知识，对常见的自然现象和人类社会的演变，进行科学的解释，以期对广大读者有所启发，引起读者自己探索科学真理的兴趣。

我们怀着这样的愿望，约请有关的专家和一些有成就的科普作家编著了这套丛书。在编著过程中，他们倾注了极大的热情，并注意了少数民族地区的特点，向读者介绍一些基础的科学知识，力求图文并茂，通俗易懂，尽可能反映本书所涉及的学科中的新情况，新观点，新成就。

本丛书的主要对象是具有高小、初中文化水平的工人、农牧民、青少年、高小及初中的学生，同时也可作为中、小学的教学参考和课外读物。

本丛书初步选定涉及天文学、地学、生物学和社会科学领域的三十种选题，将以汉、蒙古、藏、维吾尔、哈萨克、朝鲜文出版。

本丛书的编辑出版工作是在国家民委和中国科协的指导下进行的。在具体工作中得到了中国科协普及工作部、中国科普创作研究所、民族出版社、科学出版社、科普出版社、

地质出版社、中国少年儿童出版社、北京天文馆、北京自然博物馆、中医研究院、国家气象局、北京科学教育电影制片厂等单位的大力支持。在此我们对上述单位和参加这一工作的作者和同志们表示衷心的感谢。

针对少数民族地区的实际情况编辑这类丛书还是首次，没有经验，缺点错误在所难免，希望读者和专家们给予指正和帮助。

《科学知识丛书》编辑委员会

一九八四年八月三十日

## 目 录

写在前面的话	1
一、雨、露、霜、雪从何而来	3
1.水、水汽和冰	3
2.大气中的水汽	4
3.大气中水汽的转化	5
二、云的形成和种类	7
三、雨滴和雪花的形成	12
1.云中小水滴和小冰晶的增长	12
2.雪花的形状	14
3.雪花的同族	17
四、降雨和降雪	19
1.降雨和降雪的种类	19
2.降水的成因	23
3.有颜色的雨和雪	29
五、降水量的测定及其分布	31
1.降水量的测定	31
2.我国降水的分布	33
六、霜和露	43
1.霜的形成和消失	43

2. 我国霜的分布 .....	48
3. 露的形成和消失 .....	48
4. 易与霜、露混淆的天气现象 .....	51
七、结束语 .....	54

## 写在前面的话

地球表面围绕着一层空气，叫做大气层。在大气层里，随时随地有一些物理过程发生，并因此产生一些天气现象，雨、露、霜、雪就是其中常见的几种。没有大气，就不会有雨、露、霜、雪，也不会有风、雾、雹、霰等其他天气现象。

气象学的主要任务，就是研究大气中的各种物理现象及其变化过程。雨、露、霜、雪也是它要研究的对象之一。

人们从古代就已经认识雨、露、霜、雪这些现象，但是直到近代，才逐渐弄清楚它们的形成原因。在这本小册子里，我们将说明大气中的水有些什么变化，它们又是怎样形成各种各样的天气现象的。我们还将试图在说明它们的形成过程的同时，顺便回答一些人们常提出的疑问，例如雪花为什么有各种各样的形状，窗户上的霜花和室外草上的霜晶的形成过程是否一样，雨为什么有时候这里大那里小，雨水和雪花为什么有时候会有颜色等等。

雨、露、霜、雪都属于自然界的降水。降水既能为人类造福，也能引起灾害。人们必须根据当地自然降水的规律来安排生产和生活。为了研究不同地区降水的规律，各地气象站每天要定时观测和记录降水量，并积累降水资料。在这本小册子里，我们将介绍降水是怎样测定的，并根据已有的资



料说明我国降水的分布情况。读者将会看出，我国各地旱涝的分布是有规律的，因而人们可以根据当地多年积累的降水资料找到趋利避害的途径。同时，读者也将会看到，在常年干旱的地区，有时却会发生暴雨和洪涝；在常年多雨的地区，有时也会出现严重的干旱。因此，我们也应该学习如何利用天气预报和气候规律来预防旱涝灾害。

# 一、雨、露、霜、雪从何而来

## 1. 水、水汽和冰

水是我们常见的一种物质，平时它是液态的，人眼能看得见它。当它受热的时候，就会变成气体散逸到空气中，叫做水汽。它是一种透明无色无味的气体。我们要是把一壶水加热，在壶嘴上蒙一块纱布，不久就会发现纱布变湿了，这就是因为壶里的水有一部分变成水汽从壶嘴向外逸出的缘故。这种从液态水变为气态的水汽的过程叫做蒸发。

水遇冷而温度降到  $0^{\circ}\text{C}$  以下的时候，就会变成固态的冰，这种过程叫做凝固或冻结。在某些情况下，水到了  $0^{\circ}\text{C}$  以下还保持液态，叫做过冷却水。它在雨、露、霜、雪的形成中也有重要的作用。

冰遇热而温度达到  $0^{\circ}\text{C}$  以上时会变成水，这种过程叫做融化。在某些情况下，冰也可以不经过液态而直接变为气态的水汽，这种过程叫做升华。

在温度高于  $0^{\circ}\text{C}$  时，气态的水汽遇冷就变成水，这种过程叫做凝结。在温度低于  $0^{\circ}\text{C}$  时，水汽遇冷就直接凝聚成冰晶，这种过程叫做凝华。

蒸发、冻结、融化、升华、凝结、凝华这些物理过程，把地球上的水从这里搬到那里，从这种状态变成那种状态。

雨、露、霜、雪就是通过在大气中发生的这些物理过程而产生的。

## 2. 大气中的水汽

围绕着地球的大气层，它的主要组成部分是氮、氢、氧和二氧化碳，另外还有少量的氦、氖、氩、氪、氙、臭氧等气体。除此以外，大气中还含有一些水汽和固体、液体的微粒杂质。

大气里的水汽不多，最多时也只占大气的百分之四，最少的时候则接近于零。我们平常感觉到空气有时潮湿，有时干燥，就是因为空气中的水汽有时多、有时少的缘故。大气中含有的水汽多少，用空气湿度的大小来表示，它可以用仪器测量出来。

大气层并不是均匀的。由于地心有吸引力，所以地面附近空气最密，越往高处，空气越稀薄。大部分空气聚集在从地面往上大约十公里的这层大气里，而大气中的水汽则几乎全部聚集在这一层次里。雨、露、霜、雪都是由大气中的水汽形成的，所以它们主要产生于大气层的下部。

大气中的水汽来自地球表面。江河湖海里的水，潮湿的土壤、青草、树木含有的水分，随时都在蒸发。寒冷地区的冰雪，也在缓慢地升华。这些水汽都进入大气，成云致雨，或凝聚为霜露，然后又返回地面，渗入土壤或流入江河湖海。以后又再蒸发（升华），再凝结（凝华）下降。在自然界里，水就是这样日复一日地循环着，而雨、露、霜、雪就是这种水分循环过程中的产物。

### 3. 大气中水汽的转化

在一定的温度下，空气中能容纳的水汽是有限度的。空气中的水汽量达到这个限度，叫做“饱和”，超过这一限度时叫做“过饱和”。水汽过饱和时，如果温度高于 $0^{\circ}\text{C}$ ，多余的水汽就会析出而凝结成水滴；如果低于 $0^{\circ}\text{C}$ ，就会直接凝华为冰晶。

空气中能容纳多少水汽，和温度的高低有关系。在同样体积的空气里，温度高的时候所能容纳的水汽要比温度低时的多。从表1中可以看出，1立方米的空气在温度为 $40^{\circ}\text{C}$ 时最多能容纳51.1克水汽，在温度为 $0^{\circ}\text{C}$ 时却只能容纳4.9克水汽。到温度为 $-40^{\circ}\text{C}$ 时，就只能容纳0.2克水汽了。

表 1. 空气能容纳的水汽量和温度的关系

温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	-40	-20	0	20	40
水汽量 (克/立方米)	0.2	1.1	4.9	17.3	51.1

假设现在温度是 $20^{\circ}\text{C}$ ，空气中水汽含量是每立方米4.9克。那么，要使这块空气达到饱和，一种办法是往每立方米空气里加12.4克水汽，另一种办法就是使它的温度降低到 $0^{\circ}\text{C}$ 。在大气中，要往空气里大量增加水汽是困难的。所以，在一般情况下，大气中水汽的过饱和以及水滴和冰晶的形成大都是由空气冷却引起的。

由此可见，空气变冷是大气中发生凝结和凝华过程的主

要条件。但是，仅仅具备这个条件还是不够的，要形成水滴和冰晶，还需要有凝结核。

大气中有许多杂质微粒。当太阳光从窗口射入室内的时候，我们会看到空气中有许多微小的粒子在飘浮着，这就证明了这一点。大气中的杂质微粒，有各种各样的成分。例如海上浪花溅起的水沫飘浮在空气中，待水分蒸发后，小盐粒就残留在空气里。另外，火山爆发后残留在空气里的火山灰，大风卷起的尘埃，物质燃烧后散布在空气中的烟粒等，都会在相当长的时间内飘浮在空气里，并且随风飘向各处。当大气中的水汽达到过饱和时，多余的水汽就以这些微粒为核心凝结（或凝华）成为小水滴（或小冰晶），并逐渐增大。大气中的水滴和冰晶就是这样形成的。

## 二、云的形成和种类

飘浮在天空中的云，是由许多细小的水滴或冰晶组成的，有的是由小水滴和小冰晶混合在一起组成的。

云是怎样形成的呢？我们知道，从地面向上十几公里这一层大气里，越靠近地面，温度越高；越往高空，温度越低。大约每向上1千米，温度就要降低 $6^{\circ}\text{C}$ 左右。山顶比山脚冷，原因就在这里。

另一方面，地球表面的水，随时随地都在蒸发着，它们变成水汽进入低层大气。这里的空气温度高，能容纳较多的水汽。如果这些湿热的空气被抬升，温度就会逐渐降低，到了一定的高度，空气中的水汽就会达到饱和。这时空气要是再往上升，就会有多余的水汽析出。如果那里温度高于 $0^{\circ}\text{C}$ ，多余的水汽就凝结成小水滴；如果低于 $0^{\circ}\text{C}$ ，则多余的水汽凝华为小冰晶。在这些小水滴和小冰晶逐渐增多而达到人眼能辨的程度时，就是云了。

按组成成份来说，云可分为三种：一种是全部由小水滴组成的，叫做水云；另一种是全部由小冰晶构成的，叫做冰云；还有一种是由水滴和冰晶混合构成的，叫做混合云。

要是按云的高度来说，则可分为高云、中云、低云三种。高云一般指云底离地面5,000米以上的云。它由冰晶组成，很少有降水，即使有降水，也很少能落到地面上。

高云中又包括三类云。一类叫卷云，它是纤细羽毛状分离散处的云，通常是白色的，没有暗影，常带有柔丝般的光泽。



图1.卷云（郭恩铭摄）

一类是卷积

云，它是由一些白色细鳞片或小薄球组成的云层或云片，类似卷云，多半没有暗影。云块常排列成行、成群，很象轻风吹过水面时荡起的小波纹。还有一类是卷层云，它是一种白色透明的云幕，布满天空，日、月透过云幕时轮廓分明。有时几乎看不出有什么云，整个天空发乳白色；有时丝缕结构隐约可辨，好象乱丝一般。

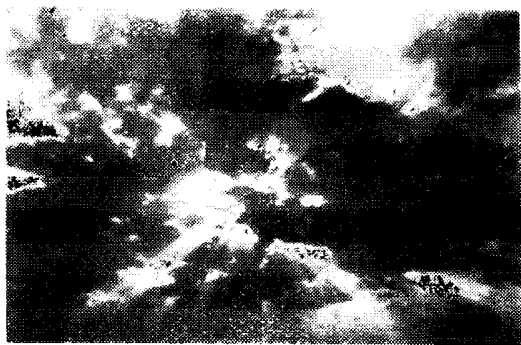


图2.层积云（郭恩铭摄）

中云一般指的是云底离地面2,500米到5,000米之间的云。它们大都由冰晶和水滴共同组成，有时可以下间歇性或连续性的雨、

雪。中云包括两类：一类叫高积云，它是由薄片或扁平球状云块组成的云层或散片，云块常沿一个或两个方向排列成群、成行或呈波

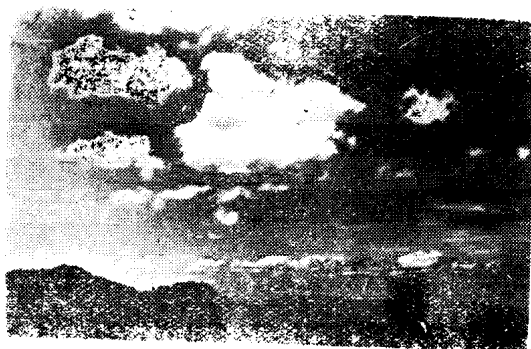


图3. 淡积云 (郭恩铭摄)

状。一类叫高层云，它是一种有条纹的或纤缕状的云幕，颜色灰白或微带蓝色。比较薄的高层云很象一层毛玻璃，看上去朦胧一片。厚的高层云则全部遮住太阳光，并有雨、雪下降。

云底离地高度在2,500米以下的叫做低云。低云分为五类：第一类是层积云。层积云的结构和高积云相似，也是由

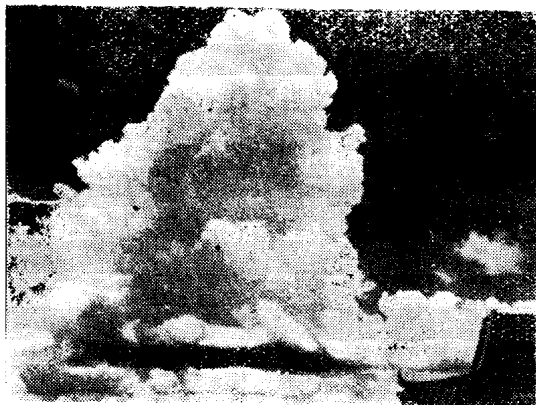


图4. 浓积云 (郭恩铭摄)

团块、薄片或条形云组成的云群或云层，常成行、成群或呈波状排列。因为云底较低，看上去云块个体比高积云大。层积云一般由水滴构成，有时满



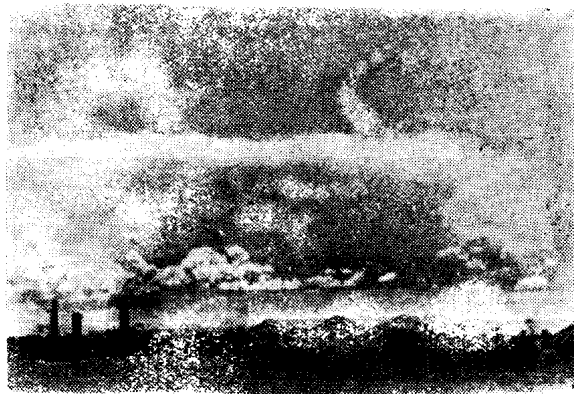


图5. 积雨云

布全天，有时分布稀疏，常呈灰色或灰白色。层积云有时可降雨、雪，但都是少量。第二类是层云。它是云底很低、结

构均匀的云层，很象雾，但不接触地面。它呈灰色或灰白色，有时可降毛毛雨或微雪。第三类是雨层云。它是厚而均匀的降水云层，完全遮蔽日月，呈暗灰色，布满全天，常有连续性降水。第四类是积云。它是垂直向上发展的云，顶部呈圆弧状，或有许多重叠的突起，底部却是平的。积云是由于空气块垂直上升使水汽凝结而成的。初生成时，呈扁平状，在阳光下呈白色，叫做淡积云。如果空气有充足的垂直上升力，淡积云就继续向上发展，而成为浓积云。浓积云的顶部有许多重叠的圆弧形凸起，很象花椰菜。它的个体臃肿、高大，在阳光下边缘发白而明亮。淡积云和浓积云都是由水滴构成的，只不过垂直发展的程度不同罢了。淡积云一般没有降水，浓积云有时可以有降水。第五类是积雨云，它是由浓积云发展而成的。地面温度和接近地面的空气温度高的地方，空气垂直上升力很强，浓积云继续向上发展，同时，由于高空温度在 $0^{\circ}\text{C}$ 以下，云的上部就由冰晶构成了。这时