

QI XIANG WAN QIAN



王奉安

云

YUN

气象出版社

气象万千

云

王奉安

气象出版社

图书在版编目(CIP)数据

云/王奉安编著. —北京:气象出版社, 2002. 7

(气象万千)

ISBN 7-5029-3372-7

I. 云... II. 王... III. 云—青少年读物

IV. P426.5—49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 040478 号

气象出版社出版

(北京中关村南大街 46 号 邮编:100081)

责任编辑:郭彩丽 终审:纪乃晋

封面设计:蓝色航线 责任技编:都平 责任校对:张清芬

*

北京昌平环球印刷厂印刷

气象出版社发行 全国各地新华书店经销

*

开本:787×1092 1/32 印张:2.5 字数:51 千

2002 年 7 月第一版 2006 年 7 月第三次印刷

定价:5.00 元

《气象万千》编委会

主 编 毛耀顺

副 主 编 王奉安

编 委 于系民 王奉安 毛耀顺

朱振全 李光亮 陈云峰

张 沅 张家诚 张海峰

汪勤模 金传达 赵同进

胡桂琴 韩世泉 谢世俊

斯 迪

出版前言

许多极端天气气候事件,如沙尘暴、台风暴雨、干旱、洪水、极端高温等越来越引起人们的广泛关注。承载我们人类的地球生命支持系统,如食物、水、洁净空气和有益于人类健康的环境正越来越强烈地受到全球天气气候变化的影响。

根据“政府间气候变化专门委员会”对未来气候变化的评估结论,气候变化对人类的生存将有如下威胁:

- 可能加剧许多干旱与半干旱地区的沙漠化,使那里的环境进一步恶化。
- 热带和亚热带地区,农业生产力将下降,特别是非洲和拉丁美洲,预计 21 世纪内农业生产力将下降 30%。
- 将改变生态系统的生产力与构成,减少生物多样性。生态系统的变化将影响其向人类提供的福利,如食物、纤维、药材的来源,休闲与观光等等。
- 与高温有关的死亡率增加和在酷热期导致预期的疾病增加;生物体携带细菌的季节和范围扩大,因而细菌感染性疾病的传播可能越来越多。
- 海平面会上升,对人类居住、观光旅游、淡水供应、水产业等都有消极影响,会导致经济下滑、陆地减少和数千万人口迁徙。

等等。

人类居住的地球正面临着前所未有的环境威胁,众多学术组织及不同领域的科学家正在分析和研究对策。就是普通百姓也开始热衷于了解像厄尔尼诺、拉尼娜、臭氧洞、全球变暖等气象科学名词。为了使广大读者更深入地了解气象科学,更深入地理解我们人类乃至个人在解决全球气候变化问题中应承担的责任和义务,我们出版了《气象万千》这样一套通俗易懂的科普图书,内容涉及所有的大气现象及人们最为关心的一些天气气候热点问题。我们希望通过这套书来强化人们的气象意识,了解气象,用好气象服务产品。

全套书共 18 册,图文并茂,理论与现象结合,阐述简明,通俗易懂,适合广大青少年及对气象感兴趣的读者阅读。愿这样一套书能对读者有所裨益,发挥她应有的作用。

气象出版社

2002.5

目 录

云从哪里来？

- 水分循环探踪…………… (1)
- 水的三种模样…………… (4)
- 水汽怎样变成云？ …… (7)
- 云的“宏观”和微观” …… (9)
- 什么力量把云“抬”高？ …… (13)
- 云雾本是两姊妹 …… (17)

云这“一家子”

- 天上“白衣”有几多？ …… (21)
- 扶摇直上的直展云 …… (28)
- 铺天盖地的层状云 …… (32)
- 此起彼伏的波状云 …… (33)
- 千丝万缕的卷云 …… (35)
- 特殊模样的云 …… (37)
- 我国云量的分布 …… (42)

怎样看云识天气？

看云的形状 (45)

看云的位置 (48)

看云的颜色 (53)

看云的动态 (55)

怎样看卫星云图？ (56)

正确使用看云识天谚语

看云识天谚语的分类 (61)

验证和使用 (66)

云从哪里来？

水分循环探踪

1

水是一种非常容易流动的液体。在地球上，因为条件合适，水又很容易从一种形态变成另一种形态：即它能蒸发，能冻结。因此，水可以说是一位恒久的旅行家。

从河、湖、海的表面，在春夏秋冬任何时候都有看不见的水汽不断地进入空中，被风携带，散发在广阔的大气中。空气的温度越高，水汽含量越大。不过空气里的水汽含量也不能无限制地增加，在一定的温度条件下，空气中的水汽总会达到饱和的状态。假如我们向饱和的空气里继续加入水汽，水汽就要凝结成水滴。如果使饱和空气的温度降低，这时空气里面的水汽就要凝结成云滴。

云中的水滴特别小，直径小于1厘米的千分之一，比头发丝还细许多，在1立方厘米的水里，可含有10亿个这样◇

云
从
哪
里
来
？

的水滴。当云升到一定的高度时，其中最高处所含的水滴就要结冰。这样结成冰的晶体很容易被其他水滴包裹起来，使其质量变大，不能再悬于空气里，便迅速降落。如果在降落过程中遇到热空气层，晶体就会化为雨滴。如果空气的温度很低，降下来的就是雪。

冬天的积雪逐渐蒸发，剩余的积雪要春天到来时才会被阳光照射全部融化。如果积雪很多，融化后就会变成千万条小溪流汇注入河，形成春季的洪水，酿成灾害。以雨雪的形态落在地面上的水，并不全部由河入海，其中有一部分被蒸发到空中，另一部分渗入到土壤中。渗入土壤中的水，到达不透水的地层，如黏土层、花岗岩层、大理石层时，就沿着地层的斜面流去；其中一部分不久就找到出路升到地面上来，这就出现了寒泉。寒泉的水流入溪河之后，再开始它在地面上的行程。若被蒸发，就又进入空气。另一部分渗入土壤中的泉水，向地层的裂缝里越钻越深，直向地心。到达高温地层时，便变成了水汽。水汽上升，再凝成水，就又开始它的地下循环，或者冲出地面形成温泉。当然，在地球形成初期，也有一部分水被封闭在岩层里，当地壳变动时会变成地上水。

我们不妨给水分循环简要小结一下：水从海洋洋面、湖泊、河流和陆地上蒸发，也可通过植物蒸腾，由液态变为气态进入空气中。水汽随着气流移动，在上升过程中冷却并凝结成小水滴或凝华成冰晶，当其达到一定数量后就成为云。云内水滴或冰晶通过各种物理过程增长并合，产生一些质量比它们大 100 万倍的雨、雪粒子，当上升气流托不住时，这些大粒子就下落到地面成为雨、雪、雹、霰等，统称为降水。降水渗入地内或汇入江河湖泊，最后回归海洋。这就是

地球上水的循环。这里既有大陆与海洋的大循环，又有内陆或海洋本身的小循环。

要追踪自然界中水的全部行程是很困难的。因为这个行程非常复杂，加之水在自然界中能够存在的条件多得很。假如我们真能跟随在水的微粒后面，到它所能到的一切地方去，那我们就要经历一次能够想像到的最有趣的旅行。比如你在喝一杯水时，就可以充分发挥你的想像力，去想像这部分水中的微粒，曾几何时在长白山的朝霞里，后来就奔入山中的小溪，后来又颠簸在松花江的波浪上，闪耀在天空的彩

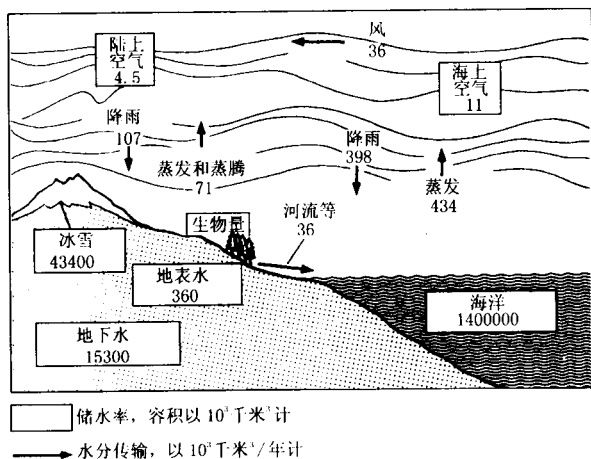


图 1 地球上的水分循环

虹里，被带到北冰洋上，或者被带到西伯利亚，被那里的松根贪婪地吸进树身……

我们知道：陆地的面积约等于海洋面积的 41%，单从这一点来看，好像从陆地蒸发的水要比从海洋表面蒸发的水少许多。但如果考虑到植物的表层也要蒸腾水分，而树叶的

◇总表面又是几十倍于植物所占土地的面积时，又好像从陆地蒸发的水并不会比从水面蒸发的水少。那么，究竟是怎样的呢？事实上从陆地蒸发的水只占进入大气全部水分的 $1/5$ ，其余的 $4/5$ 都是从小水面蒸发的。这又是什么缘故呢？原来，水面上的蒸发不是在平静的均匀的表面上进行的；风的作用会使水面产生波浪和飞沫，从而使水面的蒸发加快。

水的循环是永无止境的。据估算，每年从世界大洋表面蒸发的水有 434 亿吨，其中 92% 的水又以雨的形式直接返回世界大洋里。另外 8% 的水则有一部分随气流进入大陆，形成降水，最终又汇入河流，返回到大洋里。不过，落到陆地上的水，又构成了陆地内部的许多小循环，因为它们在一年的时间内能够多次蒸发，又多次变为雨水。结果一年内落到陆地上总的大气降水量大约有 107 亿吨了。

4

不过，也不是所有的水都积极地参加水的循环的。比如海洋底部的冷水层就是不参加循环的静水。此外，还有在地壳形成时就被封锁在各种矿物质里面作为它的一部分化学成分的水以及占据地层空隙的水，也都是几千年中毫无动静的水。这些水只由于地质的变迁和人类的活动而逐渐被释放。

水的三种模样

《西游记》中的孙悟空有 72 变的本领。我们生活中天天接触的水，也像孙悟空似的，它的模样可以瞬息万变。夏季常常浓云密布，突然降下一场瓢泼大雨；或者沉雷滚滚，乌云翻腾，酿成一场雹灾。秋天，水会变成晶莹可爱的露珠，一夜之间挂满树枝草地。初冬的清晨，它又会变做银色的白霜铺在屋顶和地面上。隆冬到来，河湖冻结，流水变成

坚冰。冬去春来，冰雪消融，坚冰又变成潺潺流水……

尽管水的模样不断变幻，但是万变不离其宗，它的基本形态却只有三种：气态、液态和固态。这就是人们常说的“水的三态”。

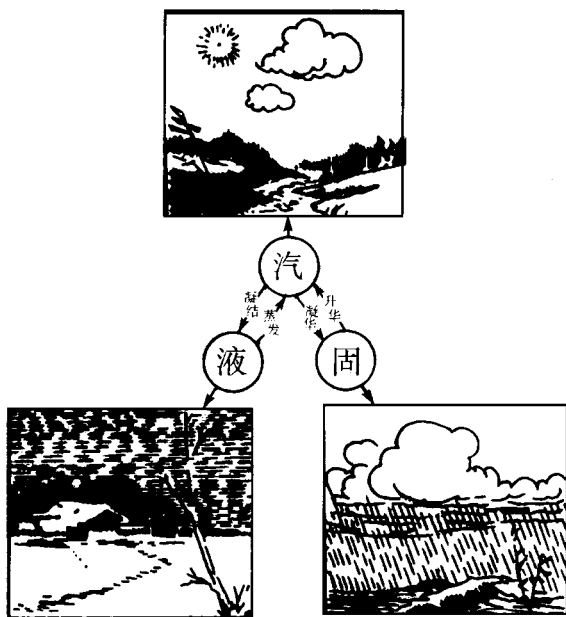


图 2 水的三态

水由一种形态变成另一种形态都有固定的说法。比如，把一壶固态的冰放在火炉上，过一会儿，冰慢慢地变成了液态的水，这个变化叫融解。再过一会儿，水开了，变成水汽冒了出来，这个变化叫沸腾。严寒的冬季，洗好的衣服晾在屋外，尽管衣服冻得直挺挺的，过了一定时间也会干的，这是冰直接变成水汽悄悄地跑掉了，这个过程叫升华。相反，空气中的水汽遇冷变成水滴，这个由气态向液态的转变叫凝

◇ 结。如果气温低于 0°C ，水汽可以直接变成固态，这个过程叫凝华。冬天的雪就是这样形成的。冬季江河封冻，液态的水又变成固态的冰，这个过程叫凝固。实际上，蒸发和凝结，凝华和升华，凝固和融解，这一系列的自然现象随时都在进行着。你看，时而大朵的云彩淡装素裹，隐身而去；时而凝成雨雪，露出原形，一夜之间就露满原野，或霜铺大地；太阳一出就消声匿迹，无影无踪……

水在大自然的舞台上这些出色的表演，曾经引起许多人的无穷赞叹！然而，水的一切变换都是在温度的严格控制下进行的。如果把水比作台上蹦蹦跳跳的木偶，温度就是紧张操纵木偶的演员。当然，大自然是非常复杂的，水的三态变化除了受温度的影响以外，往往还和其他条件有关系。在一般情况下，低于 0°C ，水就会凝固成冰；高于 0°C ，冰就会融解成水。不过，水面蒸发或冰面升华可就有点复杂了。虽然蒸发和升华与温度有关，还与风的大小、空气的干燥程度有关。在我国大西北空气十分干燥，洗了衣服晾在外边很快就干，如果有点风干得会更快。相反，在潮湿地区的阴天晾衣服就干得很慢，甚至几天都干不了。

由此看来，潮湿空气对水蒸发或冰的升华速度影响很大。如果空气过分潮湿，蒸发和升华就会停止。有时甚至出现相反现象，空气中的水汽会凝结成水或凝华成冰。这说明，空气中水汽的含量是有限度的，并不是越多越好。这是什么缘故呢？原来还是温度起着一定的控制作用。在一定的温度下，1立方米体积的空气里，水汽的最大含量是固定的，这就是水汽的饱和量。就像火车的每节车厢，都规定了载运旅客的定员数那样。不过，空气中水汽饱和量不像车厢定员那样多少不变，而是不同温度下水汽的饱和量不同，而

且气温略有变化，水汽的饱和量就成倍地变化，这就使空气中的水汽对温度特别敏感。太阳一出来，气温稍有升高，那寒霜晨雾便一扫而光。天气一凉，空气中的水汽就原形毕露，凝成微小的水滴或冰晶，形成各种各样的云彩，接着可能洒下一场绵绵细雨，也许还会酿成倾盆大雨。在寒冷的冬季，也许还会纷纷扬扬，飘下一场瑞雪。

水汽怎样变成云？

水汽变成云是一个非常复杂的过程。我们知道，地球上既有液态的海水、地下水、地表水、云中水和雨水以及全球生物中的水，又有分布在云中的冰晶和固态降水雪花、霰、冰雹以及分布在冰原、冰川、冰山上的冰雪等固态水。液态水的蒸发和固态水的升华，变成了充满全球的气体水——水汽。但是，大气中的水汽含量是有一定限度的。在地面气压条件下， 30°C 气温时，每立方米空气里只能容下 30 克水汽；在 0°C 时，为 5 克；而在 -30°C 时，仅为 0.3 克。如果超过这个数值，空气就是“过饱和”了，在过饱和条件下，多余的水汽很容易凝结成水滴或凝华成冰晶。但是，事情并不是那样简单，在没有任何杂质的空气中，纯粹的水汽要凝结形成小水滴的话，则要过饱和水汽量达 7 倍以上才行。具体地说，在 30°C 时，就要每立方米空气中含有 200 多克水汽才能产生凝结现象，这是非常困难的。

可是，实际大气中云的形成并不太难，为什么呢？这是因为大气并不是纯洁的，它有无无数小粒子悬浮在其中，水汽附着在微粒上就很容易形成云滴或冰晶，条件是水汽达到饱和或过饱和一点点就行。这些小粒子叫做“核”。使水汽长

◇成云滴的叫做“凝结核”，使水汽长成冰晶的叫“冰核”。它们很小，直径一般在千分之几毫米以下。

这样说来，大气中云的产生就需要一个条件，就是要使得湿空气团达到饱和或过饱和。在均匀大气条件下，如果某一团空气在上升时与周围环境空气没有热量交换，那么这团空气很容易凝结成云。道理很简单，在近地面十几千米厚的对流层里，越向上气温越低，比如，夏天地面温度为 30°C ，上到5千米左右的空中就是 0°C 了。那么，对于地面每立方米含30克水汽的空气来说，原来是不饱和的，可是到了5千米高度上，随着温度的降低，就有约25克水汽是“多余”的，这些多余的水汽在核上凝结或凝华，就成了一大批小水滴或小冰晶悬在空中了。大批成团成片的小水滴聚集在空中，就是我们所看到的云了。云滴的直径从千分之几



图3 水汽变成云

毫米到十分之一毫米不等，通常层状云云滴小，积状云云滴

较大。如果在更低的温度下，水汽直接凝华在冰核上形成冰晶，或云滴冻结后继续长成冰晶，这种完全由冰晶组成的云叫冰云，卷云就属于冰云。

在自然界，造成气团上升的原因很多，不同的过程形成的云的类型也不同。当冷暖两大气团相遇时，由于密度的差异，较暖气团沿较冷气团界面爬升时，这种上升运动是缓慢而持续的，所以由此形成的是大范围的层状云。与此相反，由于局地加热造成的空气热力对流上升，或者地面气流辐合引起的动力抬升，这种过程迅速而强烈，可以产生速度每秒几米到几十米的上升运动，比气团上升运动速度大百倍以上，于是产生了对流云，这时云的垂直高度可达10余千米。山区地形也会迫使空气抬升，如果是空气垂直抬升，就会形成对流云；如果是造成过山扰动气流，就会形成波状云。此外，许多不规则的扰动也会引起抬升，形成层云或雾。

在不同条件下形成的不同云层具有不同的水平尺度。全球云系尺度为1万~10万千米，温带气旋尺度在500~3000千米，台风云系尺度大约为500千米，个体小积云的尺度一般为100米到2千米。看来，云的单体和云系，其尺度小至数十米，大至上万千米。正是这个宽广的云系尺度谱，构成了遍布全球的复杂的云雨系统。

云的“宏观”和“微观”

对于云，我们举目可见，可以说都司空见惯了。可是，如果我们从宇宙空间看云，从飞机上看云，从气象雷达荧光屏上看云，乃至用显微镜看云，那看到的云是什么模样的呢？