

QI XIANG WAN QIAN



霜和冰

斯迪

SHUANG HE SONG

气象出版社

气象万千

霜和冰

斯 迪

气象出版社

图书在版编目(CIP)数据

霜和淞/斯迪编著. —北京:气象出版社, 2002. 7

(气象万千)

ISBN 7-5029-3357-3

I. 霜... II. 斯... III. ①霜—青少年读物②雨淞—青少年读物 IV. P426.3-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 040587 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:2.25 字数:45 千

2002 年 7 月第一版 2006 年 12 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



录

霜和霜冻的风采

- 窗上美丽的霜花…………… (2)
- 从天而降还是物面自出? …… (2)
- 放大镜下的结晶体…………… (4)
- 霜与霜冻…………… (6)
- 霜冻的分类…………… (8)
- 初霜、终霜、无霜期 …… (10)
- 我国霜和霜冻的分布 …… (12)

霜冻的工艺师

- 寒潮(冷空气活动)与霜冻 …… (15)
- 风与霜冻 …… (17)
- 云与霜冻 …… (18)
- 空气湿度与霜冻 …… (19)
- 地形与霜冻 …… (20)
- 森林与霜冻 …… (23)
- 土壤和其他条件与霜冻 …… (24)

霜冻对植物的影响

秋叶何故“霜重色愈浓”？	(27)
谁之过	(29)
植物霜冻之谜	(31)
霜冻对农作物的危害	(32)
霜冻的气象指标	(37)

霜和霜冻的预测预报

气象台站的霜冻预报	(39)
霜冻的几种简易预报法	(40)

霜冻可防

为什么说霜冻是能够防御的？	(44)
防霜冻害和减灾对策	(46)
防霜冻的方法	(47)
作物受霜冻害后怎么办？	(49)

雾凇

满目银枝话雾凇	(51)
雾和雾凇	(53)
彩色的雾凇	(55)
莫把雾凇当积雪	(56)
形成雾凇的环境条件	(58)
雾凇所附着的物体	(59)
雾凇利弊谈	(61)
我国的雾凇	(62)

霜和霜冻的风采

每到晚秋至早春,在寒冷、晴朗、无风和微风的夜间或清晨,当你走向田野,可以看到天上并没有下雪,而在地面和地面物体上、植物的枝叶上却覆盖着一层薄薄的“白纱”,很像白色的地毯,这就是霜。当这种霜对作物产生危害时,人们把它称为霜冻。

霜和霜冻是两个不同概念。霜是指地面上的一种冻结现象。它是由贴地层的空气温度或地面温度下降到 0°C 以下,空气中的水汽达到饱和,而直接在植物、地面凝华成的白色结晶体。

霜冻是温度降低,使作物遭受冻害的现象。它是由于温度降低到作物最低耐受温度以下而造成的危害。霜冻出现时如没有白霜而使作物受害,又称为黑霜、暗霜。通常以日最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 为霜冻指标。霜冻是影响农业生产的灾害性天气之一。

窗上美丽的霜花

在北方寒冬的早晨，醒来后会发现玻璃窗上结满了冰霜花，其形状千姿百态，有的像大树，有的像桑叶，有的像重峦叠嶂的山峰，有的像羽毛，图形结构巧妙奇特。

这些窗上图案——冰霜花是怎样形成的呢？我们知道，空气中含有一定量的水汽。一般地说，温度高的空气中所含的水汽比温度低的空气要多些。如果空气的温度降低了，就会有一部分水汽凝结成小水珠。在寒冷的冬季，窗玻璃直接和室外的冷空气接触，窗玻璃表面温度降低到 0°C 以下，室内空气中的水汽在窗玻璃上遇冷就会直接凝华成冰晶。一旦窗玻璃上有冰晶生成，水汽就会不断地在原有的晶面上凝华，这种凝华总爱沿着冰晶体纵轴对称地向各个方向延伸，渐渐地形成各种图案不同的霜花。室内外温差越大，冰霜花的晶化就越快。特别是在室内空气中水汽充足的条件下，窗玻璃上所形成的各种冰霜花也更加美丽。

冰霜花分窗冰和窗霜两种。窗冰，是玻璃上原有的一层水膜，当玻璃面的温度随室外气温降到冰点以下时直接冻结而成。窗霜，是室内暖湿空气接触到低于 0°C 以下的冷玻璃表面时，水汽直接在其上凝华而成。

在自然界中，霜的形成与冰霜花的形成极为相似。

从天而降还是物面自出？

翻翻日历，每年 10 月下旬（10 月 23 或 24 日）是二十四节气的“霜降”，这是秋季的最后一个节气。由于二十四节气

最早发源于我国黄河流域地区,所以它代表着这个地区的气候变化规律,表示这些地区气候渐渐寒冷,已经开始有霜。节气在我国有悠久的发展历史,特别是我国劳动人民在长期生产生活中独创的二十四节气,从秦汉时代形成至今已有 2000 多年的历史了。由于当时科学技术发展的局限性,人们还无法用科学的方法,正确解释霜的来龙去脉,认为霜和雪一样是从天上降下来的,所以把霜叫做“霜降”或下霜。

随着科学的发展,人们正确地揭示了霜形成的原理,知道霜决不是从天上降下来的。只是“霜降”这个节气的名字是几千年来流传下来的,人们已经用惯了,也就沿用下来。

也许有人还要问:“霜既然不是从天上降下来的,那么它是否出自地表或物面呢?”回答这个问题必须从霜的形成原因谈起。近地面空气温度的降低,使地表和物面温度降低到 0°C 或以下,是形成霜的一个极其重要的条件,然而这种降温过程与当时的环境条件,如风、云、湿度等气象条件和地形、土壤、植被等自然条件有着密切的关系。也就是说,气象条件和自然条件会影响霜的生成和霜的强度。例如地表的物体在冷季夜间凝霜的条件不同;铁器由于比热容小,热量散失后容易冷却,所以容易出现霜;木质桥梁由于上下两侧可扩散热量,而且架在水面上,有充分的水汽供应,因此古时有“人迹板桥霜”的诗句;砖瓦中有空隙,各部分隔热性能较好,一旦冷却,别处热量就难以供应补给,因此砖瓦的温度下降时在上面容易凝霜;植物叶子的两面可以扩散热量,叶片又很薄,容易降温冷却,所以叶面也容易出现霜。由此可知,因为地面和物面的凝霜条件不同,所以不仅在其上面出现霜的轻重程度不同,而且出现霜的时间先后也是不同的。

确切地说，霜是由地面附近水汽凝华而形成的。只要夜间地面温度低于 0°C ，并且具备了以下三个条件，便都可能出现霜。

第一，适量的水汽，这是成霜的关键。如果空气湿度过大（大气中水汽含量过多），水汽凝华时放出的热量将使周围温度升高，从而影响水汽凝华。如果水汽过少，大气中的水汽达不到饱和，当然也谈不上成霜。

第二，天气晴朗，云层稀薄，这是成霜的重要天气条件。天高云淡，有利于地面热量散发。而浓云密布，犹如给地面遮上一层帷幕，不利于地面热量的散失，温和的地面当然也不可能成霜。

第三，无风或微风，这也是成霜的重要条件。风平浪静的天气，减少了空气的上下对流，有利于地面充分冷却。

诚然，霜和雪一样都是水汽凝结凝华的产物，但是，雪是高空中的水汽凝结的现象，它降自天空；霜是水汽在地面凝华附着于地表物形成的，所以，气象工作者将霜视为地面水汽凝华现象。由此可知，霜既不是从天空降下的，也不能说它出自地表和物面。

放大镜下的结晶体

朋友，你仔细地观察过霜的结构吗？如果用放大镜仔细地观察霜，你就可以发现霜是白色较松脆的结晶体，其图案多种多样。有的像漏斗，大的口向着天空；有的像民族乐器中的笙；还有的像鸡的脚印，像螺旋体……

尽管霜的结晶体图案形形色色，形状多样，但有以下三个共同的特点：一是结晶体个体呈冰柱（即霜柱）状；二是霜柱个



图1 霜柱的形状

个都像针一样细；三是结晶体都是上粗下细的形状。

霜柱多出现在洞穴里、冰川的裂缝口、泥土空隙里和雪面上。地面的泥土空隙里和洞穴里藏有很多细小的水滴。当出现霜时，地表面的水如果结成冰，会把泥土空隙里或洞穴里的水吸上来，使它们结成冰。这样，冰越结越高，慢慢地就形成了冰柱，这就是我们所说的霜柱。

在干燥的地面、沙土地、石头地面，因为空隙比较大，水分又少，一般不会出现霜柱；粘土里也难以保存水分，也不容易出现霜柱。而在黄土地带，由于黄土里沙子和粘土的比例大致相等，这种土质具有保持一定水分的性能，所以容易出现霜柱。

那么，霜柱为什么像针一样细呢？

原来土壤里有毛细管空隙，毛细管的引力作用使水分沿毛细管上升，当遇到低温后，就结成像针一样细的霜柱了。

霜晶基本形状不多，霜片多为六角形薄片，被一冰晶柱支持着。因为霜形成时，贴近地面的空气层的水汽变为冰而水汽减少，但较高处的水汽仍较多。故下部不断升华变细；而上端

不断凝华,霜片变大,便形成上大下小的形状。

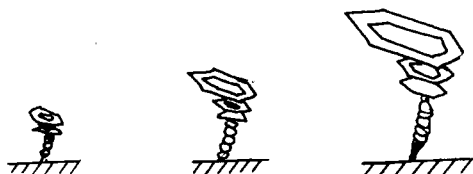


图2 霜的增长

· 弄清了霜的这些特点,我们便很容易搞清楚霜与冻露,雪晶及晶状雾凇的区别了。

霜与冻露:冻露是露的冻结物,是液体水珠结成的固体冰。而霜是水汽的凝华物,并未经过液体阶段。

霜晶与雪晶:霜晶的一端附着于地表或物面上,仅另一端自由增长,使地表或物面形成毛茸茸的样子。而雪晶在空中形成,常呈六角形发展。

霜与晶状雾凇:霜是晴空夜间或清晨静风时形成的,风大时不易形成霜。地表或物面上是否出现霜,与地表或物面上局部温度是否因辐射冷却到霜点以下有关。而雾凇的形成一般有过冷却雾。晶状雾凇是在有过冷却平流雾时雾中水汽在物体迎风面上凝华而成,形成时常有一定强度的风,而且也不一定在夜间或清晨才能形成;粒状雾凇是雾滴或毛毛雨滴在地面物体上碰撞后冻结而成。

霜与霜冻

人们常把霜和霜冻混为一谈,其实霜和霜冻是两种不同的概念,它们之间有着根本的区别。

通常,当地面或近地面空气温度下降到 0°C 以下时,近地

层空气中的水汽就在地面和地面物体表面直接凝华成白色的像冰屑一样的晶体,这种结晶物就叫做霜。

霜本身对农作物并无直接影响,但结霜时的低温却会引起农作物冻害。

霜冻是农业气象灾害之一。它是春秋过渡季节,白天气温高于 0°C ,夜晚气温短时间降至 0°C 以下的低温冷害现象。在农业气象学中,指土壤表面或者植物株冠附近的温度短时间降至 0°C 以下,并使作物受害的降温现象。出现霜冻时不一定伴有霜,不伴有霜的霜冻叫做“黑霜”,有些地区又称做“暗霜”或“杀霜”。

当地面和地面物体表面覆盖了一层薄薄的“白纱”——霜时,人们称之为“白霜”。有白霜时既可产生霜冻,也可不产生霜冻。由此可知,群众对霜有白霜和黑霜的说法一方面是根据有无白色冰晶(白霜)来划分,另一方面是根据霜冻对农作物的影响及危害来区分的。

“黑霜”还有另一种来历。《元史·世祖本纪》中有:“至元七年夏四月壬辛,檀州陨黑霜。”这说明,古代把霜冻造成的植物组织坏死,出现黑色的现象,称为“黑霜”。在我国西北的青海、甘肃、新疆等地,由于作物生长季节短,作物最怕霜冻,尤其是春季的晚霜冻。这些地区冬春一向少雨雪,气候干燥,空气中水汽很少,如果这时寒潮袭来,天气突然变冷,气温降低到 0°C 以下,空气中虽然没有水汽可凝结成白霜,但是绿色植物的叶子因受冻而会坏死变成黑褐色,故称黑霜。

黑霜实际上并不是霜,而是农作物直接受冻的结果。在干旱少雨地区,黑霜对农作物的杀伤力是相当大的。例如青海、甘肃一些小麦产区最怕黑霜,一旦出现黑霜,就会使大量幼苗死亡,所以这些地区流传着“四月八,黑霜

杀”的农谚。这说明在每年的农历四月初八前后，即晚霜期的末尾，如果这时出现一次比较严重的霜冻，那么危害是比较严重的。

从以上情况不难看出，霜和霜冻或白霜和黑霜是有区别的。对于霜冻的理解，关键是在于“冻”，而不在于“霜”。因为有霜出现时，如果环境温度不太低，或者作物抗寒能力较强，作物也可能不致受到冻害。相反，没有霜出现农作物并不一定不受危害。一方面可能是因为热带、亚热带喜温作物在温度并不很低的情况下就会受到冻害；另一方面也可能是由于空气中水汽太少，温度虽然已经降到 0°C 以下，但却没有生成霜。

总之，霜冻并不是因为有霜出现才对农作物产生冻害，而是出现霜冻时温度低于农作物所能耐受的最低温限度，从而使农作物受害。

霜冻的分类

根据霜冻形成的原因，可把霜冻分为平流霜冻、辐射霜冻、平流辐射霜冻（亦称混合霜冻）和蒸发霜冻 4 种类型。

平流霜冻：大规模的冷空气由北方侵入，所经之处很快降温，致使农作物遭受危害。对平流霜冻来说，地理条件的影响较小，其强弱和影响范围与冷空气的强弱和影响范围有关。一般来说，平流霜冻范围较大，持续时间较长，危害也较严重。开始时冷空气强度大，而后随着冷空气中心的南移和削弱，气温逐渐回升，霜冻的强度也随之减弱。这种霜冻常出现在早春或晚秋，在我国南方地区的冬季也会出现。

辐射霜冻：这是在晴朗无风的夜晚，地面和物面向外的热辐射致使近地面气温降到 0°C 以下而发生的霜冻。这种霜冻

也多在早春或晚秋出现。由于辐射霜冻的形成与土壤、地面以及植物的夜间辐射冷却有密切关系,所以凡与辐射冷却有关的因子都对它有很大影响,其小气候差异也较大。辐射霜冻的强度一般较弱,故对农作物的危害性也不大。

平流辐射霜冻(混合霜冻):这种霜冻是以上两种因素的混合作用造成的。冷空气侵入,引起气温急剧下降,但这时也还不足以引起霜冻,而到了夜间由于辐射冷却作用继续降温而发生霜冻,就称为平流辐射霜冻。这种霜冻经常出现在早秋和晚春,是形成初霜冻和终霜冻的主要形式,对农作物的危害极大。在我国北方出现的霜冻,一般都是这种霜冻。

蒸发霜冻:指在干旱地区降雨之后,空气变干或者植被上的水分迅速蒸发,使作物植株冷却,温度降低到生物学受害温度以下而使作物受害的霜冻。

根据霜冻的发生季节,也可将霜冻分为春季霜冻、秋季霜冻、冬季霜冻以及早霜冻和晚霜冻。

春季霜冻:在春季作物生长初期,越冬作物开始返青,喜温作物已经播种出苗,果树也到开花阶段。这种霜冻会使农作物遭受很大损失。春季霜冻发生愈晚,农作物受害也就愈严重。

秋季霜冻:指早秋,天气还未寒冷,农作物尚未停止生长时发生的霜冻。而霜冻的出现往往使农作物停止生长,产量下降,品质变坏。秋季霜冻发生愈早,其危害性愈大。

冬季霜冻:在我国南方地区,当有强冷空气南下,并伴随夜间辐射冷却,使地面或近地面气温下降到足以引起农作物遭受伤害的最低温度以下时,就形成霜冻,这种霜冻对我国南方地区危害较大。

早霜冻、晚霜冻:分别指秋季最早和春季最晚的霜冻。