

013443

25.04
211

霜冻预报及防禦

中国农业科学院农业气象研究室編著



农业出版社

內 容 提 要

霜冻是农业上重要的自然灾害之一，作好霜冻预报及防禦方法，可以保证农业丰产丰收，是农业八字宪法中“保”的一部分。本書較系統地介紹了霜冻的形成过程，在我国的地理分布，現有的各种霜冻预报及其防禦方法以及苏联在霜冻预报、防禦方面的經驗，最后对我国主要农作物小麦、棉花、水稻預防霜冻經驗作了介紹。可供农业生产及农业气象工作者参考。

霜 冻 預 报 及 防 御

中国农业科学院农业气象研究室編著

农业出版社出版

(北京西总布胡同 7 号)

北京市書刊出版业营业許可証出字第 106 号

新华書店科技发行所发行 各地新华書店經售

崇文印刷厂印刷

787×1092 毫米 1/32·27/16 印張·插頁 5 頁·54,000 字

1960 年 4 月第 1 版

1960 年 4 月北京第 1 次印刷

印数 0,001—6,500 定价 (9) 0.32 元

統一書号 13144.45 60.4.京型

霜凍預報及防禦

中国农业科学院农业气象研究室編著

农业出版社

內 容 提 要

霜冻是农业上重要的自然灾害之一，作好霜冻预报及防禦方法，可以保证农业丰产丰收，是农业八字宪法中“保”的一部分。本書較系統地介紹了霜冻的形成过程，在我国的地理分布，現有的各种霜冻预报及其防禦方法以及苏联在霜冻预报、防禦方面的經驗，最后对我国主要农作物小麦、棉花、水稻預防霜冻經驗作了介紹。可供农业生产及农业气象工作者参考。

霜 冻 预 报 及 防 御

中国农业科学院农业气象研究室編著

*

农业出版社出版

(北京西总布胡同 7 号)

北京市書刊出版业营业許可証出字第 106 号

新华書店科技发行所发行 各地新华書店經售

崇文印刷厂印刷

☆

787×1092 毫米 1/32 • 2 7/16 印張 • 插頁 5 頁 • 54,000 字

1960 年 4 月第 1 版

1960 年 4 月北京第 1 次印刷

印数 0,001—6,500 定价 (9) 0.32 元

統一書号 13144.45 60.4.京型

前 言

霜冻是农业上重要的自然灾害,和霜冻作斗争,对保证农业丰产、丰收有很大意义,是农业八字宪法中“保”的一部分。

广大农民在长期生产实践中积累了丰富的与霜冻作斗争的经验,大跃进以来,更涌现出很多有效的霜冻预报和防御的新方法,总结这些宝贵的经验,对今后与霜冻作斗争有很大帮助。人民公社的成立,使我国农业成为大规模的集体大生产,就更加可以发挥集体力量,统一的调动人力、物力进行大面积的防霜工作,充分显示了社会主义社会无比的优越性,增强了战胜霜冻的力量和信心。此外,苏联在与霜冻作斗争中有着丰富的经验,学习苏联先进经验,结合我国具体情况加以运用,也是很必要的。

为了今后更有效地与霜冻作斗争,我们收集了各地防霜冻的经验加以综合,编了这本小册子。

这本小册子比较系统地介绍了霜冻形成的过程,在我国的地理分布,现有的各种霜冻预报及防御方法和苏联在霜冻预报、防御方面的经验,并对我国稻、麦、棉防霜冻的经验作了介绍,供生产部门和气象部门在防霜冻工作中参考。

本书初稿完成后经有关单位提供了不少宝贵意见,特此致谢,并希读者指正。

中国农业科学院农业气象研究室

1959年12月1日

目 录

前言

第一章 霜冻的一般知識.....	5
一、什么是霜冻?霜冻对作物的危害.....	5
二、霜冻的种类及其形成的物理过程.....	7
三、促成霜冻出現的有利和不利条件.....	8
四、我国早霜冻与晚霜冻日期的地理分布.....	14
第二章 霜冻预报方法的綜合介紹.....	27
一、关于我国区域性早霜与晚霜的預告問題.....	27
二、小区域霜冻預告方法.....	28
第三章 霜冻的防御.....	54
一、防御霜冻的物理方法.....	54
二、防御霜冻的农业技术措施.....	69
第四章 主要农作物防霜冻經驗介紹.....	70
一、小麦.....	70
二、棉花.....	80
三、水稻.....	84

第一章 霜冻的一般知識

一、什么是霜冻？霜冻对作物的危害

霜和霜冻不是一回事。通常所謂的霜是指当地面或地面物体的温度下降到零度以下，并且比周圍气温低时，近地層空气中的水气凝結在地面或近地面物体表面上的白色結晶体。它的产生不仅决定于温度高低，也决定于空气湿度大小。霜本身对作物沒有直接的影响，寒冷才是为害作物的原因。

正确地理解霜冻的涵意是有意义的。过去曾有人把霜冻引起的灾害認為是霜的为害，以为只要把霜去掉就行，采取了不正确的防霜办法，如用繩子拉霜，用扫帚扫霜，甚至用杆子打霜，这样，反而使作物遭受机械损伤，加重了受害程度，这是很不适当的。要知道：所謂霜害实际上是与霜同时发生的冻害。

有人把地面或近地面層空气温度降到零度以下时叫霜冻，这样的霜冻定义对农业实践來說是不够的，因为温度降低到零度时，对某些作物來說，很少甚至沒有危害，对一些喜温作物即使在零度以上，也可能遭受严重损伤或死亡。因此当我们談到霜冻时，应当与具体作物及其发育阶段联系起来，才能有实际的意义。“霜冻”应当理解为在一年的温暖时期里，土壤表面和植株表面的温度下降到足以引起农作物遭受伤害或者死亡的短时间的低温。因此霜冻出現时可能有霜，也可能无霜，近地面層空气温度可能在零下，也可能在零上。

发生在秋季的早霜冻和春季的晚霜冻都能給农作物带来不

同程度的灾害。

霜冻和冬季的寒害也有所不同，寒害是在一年的寒冷期间，植株因低温而引起的伤害，通常是发生在作物越冬期间。寒害是长期不良天气、气候作用的结果。

由于寒害和霜冻的含义不同，我们有必要将这两个不同的概念分清。在实际防御中也应采取不同的措施。例如：采用积雪、作物秋季耐寒锻炼、树木包扎等是作物防寒的主要措施，而对霜冻多是不大适用，同样，用熏烟、喷水、烟幕等防霜冻方法去防冬季寒害也是没有实效的。

作物受霜冻危害是因为零下的低温（有些作物零上就受冻害），可使植物细胞间的水分形成冰晶，并吸收细胞中渗透出来的水分使冰晶逐渐增大，这样不仅消耗了细胞的水分，而且因冰晶的增大使细胞遭受到机械的压缩而受到损害，同时也有人认为：如果细胞中的碳水化合物降低，温度的骤然下降能引起植物细胞内蛋白质的沉淀，造成农作物的死亡。

霜冻对农作物的为害不仅和霜冻本身有关，而且和各种农作物的耐寒力有关，就一种作物而言，与它的品种及生长发育阶段等都有关系。

从冻害本身对作物的为害程度来看，首先决定霜冻的降温程度，一般降温愈低，作物就愈容易遭受冻害；霜冻的持续时间也有很大关系，持续时间愈长，为害情况就愈严重；同时也和霜冻来临的突然性有关，我们知道植物的耐寒力是可以锻炼的，当温度逐渐降低时，植物的细胞便逐渐地积累起碳水化合物，使耐寒能力增强，当温度突然下降时植株易遭冻害。

就作物而言，不同作物具有不同的耐寒力。根据苏联学者的研究，早春播种的春小麦、豆类、油料作物耐寒力最强的可经受 -7°C — -10°C 的短时间低温；玉米、马铃薯等可经受

-2°C—-3°C 的短期低温；棉花、瓜类抗寒力最差，只能經受-1°C至-2°C低温。苏联气候与我国不同，作物的耐寒力也有所不同，上面所举例子仅供参考。

同一作物不同品种、不同发育阶段耐寒能力也有差别，以冬小麦來說，拔节后的抗寒力就較拔节前为弱，开花时則更弱。这个问题比較复杂，經驗和理論也都比較少，我們自己国家各种作物不同发育阶段的冻害指标还有待于研究解决。

二、霜冻的种类及其形成的物理过程

根据引起霜冻原因，可把霜冻分为三种类型。

1. 平流霜冻 是由于北方冷空气侵入而引起的。早春或晚秋当北方的冷空气向南侵襲时常发生，有时能持續几晝夜，因为冷空气侵襲的地区較广，霜冻造成灾害的地区范围也較广大。

2. 輻射霜冻 主要是在夜間由于地面或地表面的植物，因向周圍放射长波輻射而損失热量，以至地面物体冷却而形成的，輻射霜冻既然主要与地面輻射有关，因此凡是与輻射冷却有关的因素都对它有很大影响。

产生輻射霜冻的因素，首先决定于有效輻射（即地面輻射与大气中逆輻射的差值），而影响有效輻射的因子又是多种多样的，云量是主要因素之一，如果天空为低而密的云层所遮，那么大气中的逆輻射就会增加，使有效輻射减小。根据研究結果表明，低云和中云所发出的逆輻射是比較大的，云层愈低，云层温度愈高，那么云层放出的逆輻射也愈大，因而地面有效輻射也愈小，因此，在天空中有云时不易形成輻射霜冻。此外空气中的水汽含塵量也具有同样的效应，即如果水汽中含塵量大也不容易形成輻射霜冻。

另外和植被种类及土壤表面的性質也有关系，不同物体长

波輻射本領各不相同，對輻射霜的產生也有影響。

3. 平流輻射霜凍 是由于北方冷空氣的侵入引起氣溫急劇降低，隨後又因夜間輻射冷卻作用而發生的。實際上平常發生的霜凍，多數是以這種情況出現的。這種霜凍常在早秋或晚春出現，因而對作物特別有害。

三、促成霜凍出現的有利和不利條件

1. 氣象條件：

有利的：(1)當天空晴朗，雲量很少，絕對濕度不大時，地面的有效輻射大。一般在相當干燥能見度良好的北方冷空氣侵入時會造成這樣的條件。(2)當近地面空氣層風速很小並有顯著的逆溫層時，也是形成霜凍的良好條件。因為有風(或風較大)可以促使接近地面層的空氣與上層空氣互相攪合，攪合的結果促進了貼近地面的冷空氣與上面較暖的空氣之間的热量交換，減小了地面的冷卻程度，不利于霜凍的形成。(3)晝夜溫度振幅大，也利于霜凍的形成。

不利的：雲量多；空氣濕度大；風強；有霧等等。

2. 土壤條件 土壤上層含热量與土壤的導熱率對地面冷卻很有影響。如果土壤上層含热量大、土壤導熱率大時，土壤上層热量就不易很快散失掉；反之，如果地面溫度本來很低，同時土壤的導熱率又小，則就容易形成霜凍。例如干燥疏松的土壤表面因為土壤顆粒之間有很多空氣，而空氣是不良導熱體，在這樣情況下在白天所接受的热量，幾乎仅限于表面一層土壤溫度的升高，所以吸收太陽的輻射热量比較少；到了夜晚地表面層的热量很快散失，而土壤深處又沒有足够的热量能迅速給予補充，所以夜間地面的溫度就容易降低。潮濕的土壤則恰恰相反，水分的存在不僅增強了土壤的導熱率，而且也增大了土壤的熱容量，

所以潮湿的土壤,温度就降低得较慢。

3. 地形条件 霜冻产生的轻重,一般是山的南坡比北坡轻,西坡及西南坡比东坡及东南坡轻,山顶较山脚轻,山坡中部则又比山顶及山脚轻,有村庄、山脉掩护的较没有掩护的轻(图1),靠近水边的比远离水边的轻(图4)。其原因主要是因为当寒潮南下时,山的北坡首当其冲,先受到风寒,而在南坡则较轻,同时,在南坡吸收太阳辐射比北坡多,因此南坡的气温一般要比北坡高,至于东西坡霜冻的差别,因为在最低温度一样的情况下,东坡早晨温度急剧上升,迅速解冻容易引起植物的冻害。在夜间山坡的冷空气容易向下流,所以山下地带如谷地、洼地霜冻最重,山坡中部霜冻最轻,因冷空气不易在山坡上停留,至于山坡上部近山顶处,因受冷空气的吹拂且一般高处气温比低处低,所以较易发生霜冻,但比山脚与低地要轻些(仅限于较低的山)。

有时山坡中部也有冻害很重的,这是因为山坡中部有小低洼的地形或山坡中部有树林阻挡(图3),夜间高坡上流下来的冷空气就滞积在这个小洼地里面或林的上坡,不易下泄之故。

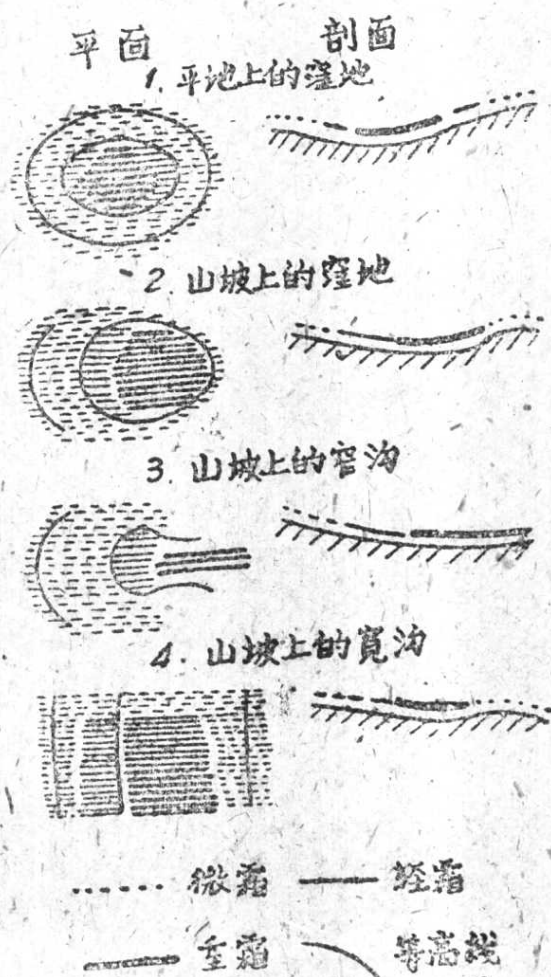


图1 不同地形辐射霜冻的简单图例

傾度大的山坡，冬季冷空气容易下泻，所以陡的山坡較平緩山坡的霜冻要輕些(图 2)。

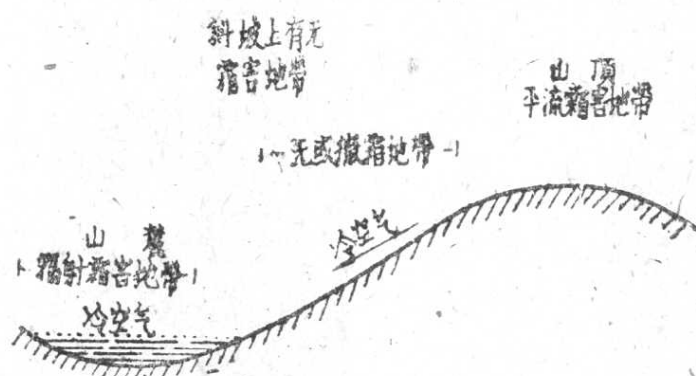


图 2 斜坡上无霜害地带



图 3 山坡中部的小洼地为夜间冷空气积聚之处

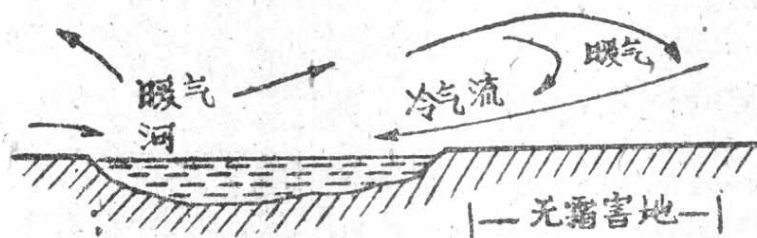


图 4 河边或湖边不易发生霜害

不同地形形状的霜冻危害性(霜冻危害的程度)是不同的，地形越閉塞，霜冻危害程度越大，見下表(据苏联材料)：

表 1 不同地形形狀的霜冻危害性

地 形 形 状	冷空气逕流的特征	霜冻危害程度
山頂和斜坡地的上部	逕流	最小
平原及平頂	沒有逕流	中等
寬闊平坦的谷地	微弱合流	中上
狹窄弯曲的谷地	合流大于逕流	大
盆地	只有合流	最大

霜冻强度的差异与地段位置有很大关系，不同的地形地段无霜期的长短也是不一样的，見下表(据苏联材料)：

表 2 霜冻强度的变化

地 势	霜冻强度的变化
山頂和斜坡地的上部	+2°左右
丘陵地中的谷地	-1.5°;-2.0°
山谷	-2.0°;-3.0°
盆地	-4.0°;-5.0°
林中曠地	-2°左右

表中正号(+)表示溫度比平地高,而負号(-)表示比平地的溫度低。

表 3 地形对无霜期长短的影响

地 位	无霜期的长短	附 注
山頂和斜坡地的上部	+20	表中正号(+)表示无霜期比平地长,負号(-)表示比平地短
丘陵地中的谷地	-15	
山谷	-25	
盆地及山間閉塞的谷地	-40	
平坦的盆地	-25	
山地高原	-15	
沿海地带	+20	
海島	+35	
大河谷	+15	

“西北黄土高原的小气候”一書中也提到了不同坡向、不同地段霜冻危害情况不同，如 1956 年 7 月在稍岔沟坡地各点进行小气候观测，河谷坪地与阳坡梁顶最低温度相差达 3.1°C (表 4)。

表 4 不同坡向不同地点测点最高最低温度比较表($^{\circ}\text{C}$)

测点 气象要素	阳坡梁顶	阳坡中点	河谷坪地	阴坡中点	阴坡上点
最高	32.8	34.7	34.9	33.9	32.0
最低	16.1	—	13.0	15.2	15.8

4. 森林对霜冻的影响 森林是气流的障碍物，森林气候的主要特征是：弱的光照，和缓的温度变化，微弱的风速，这种情形从地面一直保持到树冠表面，所以比较大的森林一般霜冻期较短，对减轻寒害肯定有好处，森林地带中霜冻的情形比较复杂，这里根据下列四种情况加以讨论(图 5)。

例 1，由于林带下部没有下木、间木或复盖植物等阻塞，山坡上夜间辐射所产生的冷空气很容易通过树干间的孔隙下流，同时林带内较暖的空气亦多少能自由地与上坡的冷空气交换，减弱了坡上的霜冻，因此坡上只有微霜。

例 2，在乔木林带下面，有下木或复盖植物，森林郁闭程度增加，夜间坡地上冷空气不易流下，停滞在林带的上方，因此靠近林带的上方发生重霜冻，离林带远霜冻渐轻。防护林的下方，由于上面空气被截留，所以霜冻发生轻微或没有霜冻。

例 3，在单层林(没有第二层下木的)的中间，有一块空地，空地上因夜间辐射而冷却，加以周围树冠上面由于辐射冷却的冷空气向空地中间下流，因空地中间上风速很小，上下层空气不易交换，这样一方面就加强了霜冻作用，但在另一方面由于树干下

部没有下木或复盖植物，所以林内比较暖的空气可与空地中的冷空气水平交换，结果空地中央有轻霜冻，边缘有微霜冻。

例4，林间空地周围为密闭的森林(有二层)，因此夜间林内的暖空气不易和空地中央的冷空气交换，结果空地中央有重霜，边缘有轻霜。

苏联较大的林间空地上，无霜期比野外空旷地上要短20—30天，由此可见林间空地就霜冻方面来说，比敞露田野更为严重。如果空地直径，在四周森林高度3倍至20倍之间，遭受辐射霜冻的情形将最为严重，这样的林间空地通常称之为“霜穴”，如果空地面积小，容易受四周森林气候的影响，霜冻就大为减弱，苏联能在森林中种植柠檬、茶树等就是这个道理。

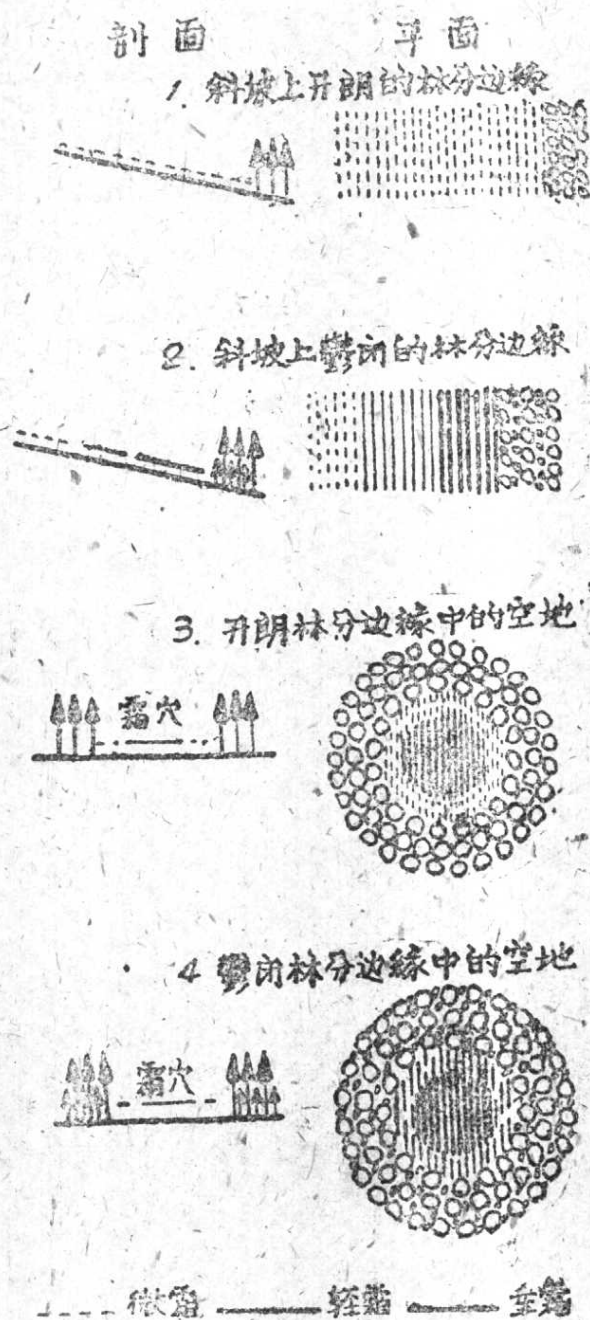


图5 在一定地形下由于开朗和郁闭的林分的影响而引起霜冻的简单图例。

四、我国早霜冻与晚霜冻日期的地理分布

不同作物受霜冻为害的温度是不同的，所以要憑某一个温度数值作出霜冻的分布图作为所有作物的霜冻分布图，是不正确的，例如：有的作物在最低气温零上就受冻害，而有的作物却在零下时才受冻害。为了概括地了解我国各地霜冻出现日期与终止日期，我们选择了最低气温 2°C 、 0°C 、 -2°C 平均出现日期与终止日期的分布情况及大于各该温度的无霜期天数的分布情况，作为各地参考（分布情况见附图 6—14）。

另外我们也简单地介绍一下我国初霜与终霜的地理分布：

1. 初霜的日期及其分布 根据历年的记录，我国出现初霜日期一般是北早南晚，例如在满洲里曾有过 8 月中旬即出现霜的情况，而在广州最早的初霜在 11 月下旬始出现。同时初霜日期又是西早东晚，例如昌都地区北部初霜平均在 9 月下旬出现，比同纬度上的江苏南通约早二个月。我国东北各地以大小兴安岭一带及内蒙古的东北部初霜出现较早，平均在 9 月中旬到 9 月下旬出现。松嫩平原（黑龙江省南部及吉林省大部）初霜平均在 9 月底 10 月初出现，最早出现在 9 月中旬左右。辽河平原（辽宁省大部及吉林省一小部分）平均出现于 9 月下旬至 10 月上旬，最早在 9 月中旬出现。辽东半岛平均出现于 10 月上旬到 11 月上旬，最早在 9 月底出现。内蒙西部平均在 9 月中下旬之间，最早 9 月上旬出现。

我国东部沿海初霜出现日期分布比较均匀，大体从山东沿海到浙江中部沿海这一狭长地带，平均在 11 月中下旬，最早可在 10 月中下旬（山东、江苏）出现。从浙江中部到福建中部沿海地区，平均在 12 月中下旬，最早可在 11 月中旬出现（浙江沿海部分地区）。

沿海各省內陆的早霜日期分布差別較大,例如:山东及江苏北部初霜平均在 10 月下旬出現,最早为 9 月下旬。江苏、浙江等地平均在 11 月中下旬出現,最早为 10 月下旬。福建平均出現于 12 月中下旬,在某些山区地方,最早可在 10 月底出現。台湾中央山脉地区,平均出現于 10 月中旬,而靠海地区,平均在 1 月上旬才出現。

湖北、湖南北部、江西等地,初霜平均在 11 月底 12 月初出現,最早可在 11 月上旬出現。至于湖南南部及广西,平均要在 12 月上中旬出現,而岭南地区,平均要在 12 月底才出現(如广州)。

我国西北、西南地区广闊,各地气候相差很大,又因缺乏历年气象记录,难作出較詳細的叙述,大体上,在甘肃东部及西北部,陕西北部各地,初霜平均出現于 10 月底至 11 月初,陕西南部地区,平均出現于 11 月底。四川省平均于 12 月中下旬出現,重庆則在 1 月初出現。云南、貴州及湖南西部地区,平均在 11 月底至 12 月上旬出現。

华北地区初霜平均出現日期也极不一致,河北的北部、西部以及山西的东部,平均在 10 月中旬,最早可在 10 月初出現,而河北的东部和河北南部一带則較迟,平均要到 11 月上中旬才出現,最早可在 10 月下旬。河南平均在 11 月中下旬,最早可在 10 月中旬出現。

2. 終霜日期与分布 我国終霜日期的分布,大致是南早北晚,东早西晚,黑龙江北部終霜日期可晚到 6 月下旬,而广东省平均可早至 1 月下旬,昌都地区的終霜期比同一緯度上的沿海地区約晚二个月。我国东北地区大小兴安岭及內蒙东北部,終霜期平均在 5 月中下旬,个别地区最晚可迟至 6 月底。在松嫩平原平均出現在 5 月上旬,最晚可能迟至 5 月下旬。辽河平原及热河地区平均出現在 4 月中下旬,最晚可迟至 4 月下旬,至于