

国外防霜技术

汪永起

国外对果树、蔬菜等经济作物的防霜比较重视，在实践中注意因时因地选用多种方法，以求达到收效大，成本低。防霜技术有以下几类。

一、加热法

果园加热炉是比较广泛采用的，在美国加利福尼亚洲的柑桔产区最普遍，市场上有各种类型的加热炉出售，以石油为燃料（例如4份重油掺1份汽油）。其

中以回风烟囱加热炉效果较好，一般每英亩（合6市亩）放12—25个。

近年来美国又出现了管道增压中央控制加热系统，即由铺设的管道向加热炉供给燃料，这样可节省人工费用。每英亩安装55个加热炉，每个加热炉每小时耗油3.8升。果园内离地1.5米的气温比果园外可高出2°C。在加热炉的设计和使用中都尽量注意避免发生烟害。

二、送风法

当近地面出现逆温层时，用排风扇或螺旋桨等送风机吹风，使上下层空气混合。这种方法在强逆温时有明显效果，而在弱逆温时则常常要与加热炉配合起来使用。送风机安装在离地约10米高的塔顶转盘上。1个70马力的送风机可保护45—60亩地。若用1.5米与12米高度的气温差来衡量逆温，粗略来说，用每英亩10马力的送风机可使气温升高值达逆温的 $\frac{1}{4}$ 。按照加利福尼亚州葡萄园试验，一个40英亩大小的园子比较经济的做法是安装2个大型双风机（1个塔上2个吹风引擎，旋转方向彼此相反）。目前送风机的驱动多以电动机代替内燃机，并做到在给定的温度指标下自动启动与停机。

三、喷水法

它最早用在德国，后来美国、日本等也普遍采用。用喷灌设备对作物不断喷水，水在作物上结冰时释放出潜热，再加上喷出的水本身的温度高出冰点，以此来防止低温霜害。这方法也称结冰法，在作物枝条树干上结成厚约1.5—12毫米的冰层。如果应用得恰当，效果会很好。但须注意喷水要充分，少了反而有害，而且不能中途停止，要持续到日出后作物冰层融化为止。多大的喷水量为宜呢？这要看具体情况，如霜害严重，喷水量要多。美国加州葡萄园取喷水量相当于每小时2.7—3.3毫米的降水量，可防降温至 -4°C 的霜害。在喷水刚开始的一段时间，因水蒸发会使气温下降一些，所以要掌握好时间，提前喷水，一般气温降至 0.5°C 或 1°C 即开始喷水，空气愈干燥，喷水愈要提前。喷水量也不能过多，否则造成树上结冰太多、土壤泡水。日本取安全喷水量为相当于每小时5毫米的降雨量。各地试验得出的合适喷水量介于1.7—9毫米/小时。一般说来，防霜喷水量可以比正常喷灌用水量少一半。喷咀旋转速度对防霜效果也是一个重要因素，据美国密执安大学农业工程系试验，用一个小的单喷咀喷灌器每12—20秒旋转一周，防霜效果较好；而用一个大的喷灌器，每90秒旋转一周，防霜效果较差。

四、烟幕或烟雾法

烟幕法在美国从六十年代以来很少应用，因为烟害使空气污染严重。

据西班牙试验，烟幕法防霜效果不太好。在烟幕很厚很浓时，气温下降会减慢，但最终气温往往还是降到和没有防霜地段一样低，因为很难使烟幕保持足够长的时间。一般认为只对轻霜冻合适。

西班牙柑桔园曾试验用固体气溶胶来代替普通烟

幕。选用白色固体质点，使反射能力最大，质点足够细，使能在逆温层里漂浮足够长时间。

日本一家农机公司试制的烟雾喷射机所喷射的是水和油混合的一种气溶胶。从红外辐射透过率来看，它的防霜作用比通常烟幕好，但还不如自然雾。雾滴的红外吸收系数比烟粒大，而且雾滴直径较大，为5—15微米。

人们希望找到一种吸收系数大，对人畜无害的物质。日本还在研究用蒸发抑制剂来产生不干性（即不易蒸发的）小水滴的方法。

五、泡沫法

这是六十年代加拿大和美国的一些农业与化工部门研究出来的方法。

用一种商业名称叫“农业泡沫”（Agrifoam）的泡沫精（一种氨基泡沫），加20倍水稀释，用泵或压缩空气输至泡沫发生器，与大量空气混合搅拌（用压缩空气或机械送风方法），即可由扇形喷咀喷出体积为稀释液30倍的泡沫。刚喷出的泡沫很软、易流动，随即变僵硬，可在诸如蕃茄之类的作物的外缘（枝叶）形成一个泡沫层，使作物处在泡沫“涵洞”的保护下。泡沫层厚2.5—7.5厘米，很轻，不会压断新芽与嫩叶，且能抗7米/秒的风力。泡沫层可维持18—24小时（随气温、风速等天气情况而变），到霜夜过后太阳出来，由于日照和气温升高，泡沫层由于其中水份蒸发掉而自动崩解消失。如果遇降雨，那雨水也会洗掉泡沫层。这种泡沫的特点就是它既有高稳定性（可持续十几小时）又能自动崩解。

泡沫层下的作物会很好地受到保护。如在一次蕃茄地防霜试验中，离地12.5厘米的气温降至 0°C 以下持续了7小时，凌晨3点钟，最低达 -4°C 。而泡沫层（厚5—7.5厘米）下的气温始终都在 0°C 以上，凌晨3点钟为 3°C 。泡沫层是霜夜前一天下午3—4点钟喷盖的，当时温度较高的空气被罩在泡沫层内，也有利于防止低温霜害，当然主要是泡沫层防止了热损失。对于辐射霜和平流霜，效果都很好。各种具体情况下泡沫层需要多厚，要摸索试验。

这种泡沫是无毒的，即使在瓜果上留下残痕，也极易洗掉。整个泡沫发生装置可以用拖拉机牵引作业。

六、其他方法

常用的防霜方法还有温室法、覆盖法、灌水法。日本有人利用药剂，使茶树、桑树发芽期推迟，避免春霜为害。还有设法提高作物的耐冻性，如多施钾肥，在茶树叶面上喷撒多价乙醇。对苹果树与梨树，可用乙烯乙二醇、甘油之类的抗冷剂。从栽培技术上说应采用生育期比无霜期稍短的品种，注意适时播种与移栽。