论林带的有效防护距离

卫　林　　江爱良

（中国科学院自然资源综合考察委员会，北京）

张　翼

（中国科学院地理研究所，北京）

在文献中林带有效防护距离常被定义为："林后风速第一次恢复到同高度旷野风速的距离"（也有取恢复到90%，或80%，或70%的）．这一定义为定量了解林带对周围环境影响提

表1　几种植物的风害指标*

指标 / 项目 / 植物	生理障碍**（米/秒）（伴有高温干旱或低温阴雨）	机械损伤***（级）
枫香		≥12
母生		≥12
木荷		≥11
台湾相思		≥11
椰子		≥11
窿缘桉		≥10
木麻黄		≥10
油棕	>3	≥8
海岛棉	≥5	≥8
橡胶	2—3	≥8
咖啡	≥4	>6
可可	≥4	>6
剑麻	≥4	>6
胡椒	≥3	>6
棉花	≥5	>6
玉米	4—5	≥6
水稻	4—5	≥6
高粱	≥4	≥6
黄瓜	>4	>5
辣椒	>4	>5
油菜	≥4	>5
小麦	≥3	≥6
柑橘		>7 米/秒
沙土（启动风速）	4—6	

* 本表根据丘宝剑、卢其尧、郝永路、施健、朱震达以及日本小中原等研究试验报告提供的数据，整理汇集而成．

** 生理障碍指破坏植物体内水平衡、抑制生长、降低光合效率以及授粉结食等．

*** 机械损伤指吹落叶片，造成断枝、倒伏以至主干断裂等．

本文1985年1月3日收到．

供了条件，因此在推动防护林气象学的发展上起着积极作用[1]．但从保障农业生产看，这种纯物理缺乏生物观点的定义似有不足之处，因为定义既没有与防护对象（作物、土壤）相联系，也未和地区特点相结合，以致实践中常常遇到与定义相矛盾而难以解决的问题，如：(1)同一结构林带在不同风害区是否有相同的防护距离？(2)在同一林后种植抗风能力不同的作物，它们是否受到相同的保护？(3)在按定义确定的保护区内，栽培某一指定作物，林带能否确保其安全？

由表 1 几种作物风害指标可以看到，各种作物抗风能力不尽相同．若在同一地区同一风力和同一林后，种植棉花、水稻、小麦，显然由于作物自身抗风能力差异，它们受到林带保护的距离和程度并不相同．比如：当小麦受到 3 米/秒干热风危害时，水稻、棉花就不一定受害；再如一条上下透风均匀的竹林，当 1 米高度旷野风速 6.0 米/秒时，测得林后同高度风降曲线如图 1 所示*，由图 1 查得该竹林按定义的有效防护距离为 26H（H 为平均树高），但对风害指标 5 米/秒的棉花，因相对风速 5/6 = 0.83，有效防护距离仅为 20H，水稻 14H，而小麦只有 4H，彼此有着明显差异，这还没有考虑风力的不同以及林带结构变化的影响．

因此，针对上述存在问题，笔者认为要使有效防护距离定义与实际相符，有必要对原有定义加以修正并给出相应分析计算方法．下面就具体阐述这些问题．

1. 定义　在未给有效防护距离定义之前，首先要将林带有效防护距离与有效影响距离

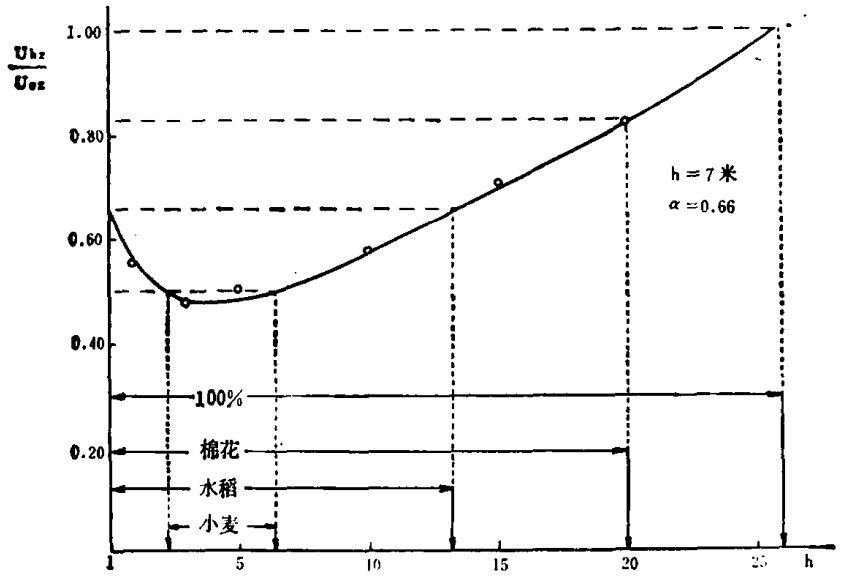

图 1　同一风速下林带对不同抗风能力作物有效防护距离的差异
（以林高倍数表示）

（或风降距离）加以区别．林带有效影响距离是指在水平方向上气流速度直接受到林带影响（包括林前、林后）而有变化的距离．它可用原定义来说明，即“林带前后风速第一次恢复到同高度旷野风速的距离”．而林带有效防护距离则应是指林带能确保防护对象不受风害的距离[1]．因此，我们定义“使林后指定防护对象（某种作物或土壤），不受平均害风风力危害（包括生理危害与机械损伤）的水平距离”为林带的有效防护距离．这一概念，包含地区风力状况，作

* 广东农田林网科研协作组，珠江三角州农田林网效应研究初报，1981．

物自身抗风能力与林带结构特征三方面的含义.

2. 计算方法 在资料*中,我们给出了林后风速水平分布方程:

$$U_{hz} = U_{0z}a_n \ln(h/h_n), \tag{1}$$

式中 U_{hz} 为林后 h 倍树高距离处 z 高度上的风速, U_{0z} 为同高度旷野风速, h 为以树高倍数表示的林后水平距离, a_n、h_n 为表征林带结构特征的参数,其中 $n = 1$ 或 2.

由于(1)式综合考虑了影响林后风速的各种因子,概括了地区风速、作物自身抗风能力,以及林带结构特征三个方面, 符合有效防护距离定义含义. 因此可以用来直接计算. 为方便起见,将(1)式改写成

$$h = h_n \cdot e^{U_{hz}/U_{0z}\cdot a_n}, \tag{2}$$

并令 U_{0z} 为危害某种指定作物害风的平均风速, U_{hz} 为该作物的风害指标,同时考虑到有效防护距离是林后乱流扩散区与辐合区两个开始出现风害点的距离差, 则有效防护距离 h 可以表示如下:

$$h = \begin{cases} h_2 e^{U_{hz}/U_{0z}a_2} - h_1 e^{U_{hz}/U_{0z}a_1}, & \text{当} \dfrac{U_{hz}}{U_{0z}} < 1; \\ h_2 e^{1/a_2} - h_2 e^{1/a_1}, & \text{当} \dfrac{U_{hz}}{U_{0z}} \geqslant 1. \end{cases} \tag{3}$$

由(2)、(3)式可以看到:

(1) 林带有效防护距离 h 是林带结构 (a_n, h_n), 地区害风风力 (U_{0z}) 与作物风害指标 (U_{hz}) 三者的函数. 由于林带结构与作物随季节变化、害风大小有地区差异,因此也可以说 h 同样也是季节和地域的函数. 在林带结构不变时,它与作物抗风能力成正比;与地区风力大小成反比.

(2) 在 $U_{hz}/U_{0z} = 1$ 时, h 达到最大等于林带有效影响距离. 此时 h 仅随林带结构而异, 而与作物抗风能力和地区风力状况无关.

(3) 当 $U_{hz}/U_{0z} > 1$, 即作物抗风能力超过当地风力, h 与 $U_{hz}/U_{0z} = 1$ 时相同. 此种情况多出现在风力较小的地区或栽培作物抗风能力较强的情况下, 如在西双版纳地区栽种咖啡,当地根本不出现危害咖啡的 6 级大风,实际是 $U_{hz} > U_{0z}$.

这样(3)式不仅综合考虑了影响 h 的各种因子,而且把它与有效影响距离联系起来. 可以看出,有效影响距离实际是有效防护距离的一个特例,即最大可能的有效防护距离.

3. 应用实例 内蒙古自治区昭乌达盟赤峰县太平地公社,属温带半干旱区,风沙严重. 每年生长季 8 级以上大风多达 40—50 天. 为防止沙危害, 该公社从 1966 年起营造以加拿大杨、北京杨等为主体,以花曲柳、紫穗槐为伴生的疏透结构林带,根据盟林业科学研究所在该地的风速观测资料,我们绘制出图 2 所示的风降线,并求得二条折线的斜率及下延与横轴交点的坐标:

$$a_1 = -0.218, \quad \ln h_1 = 3.21, \quad h_1 = 24.8;$$
$$a_2 = 0.178, \quad \ln h_2 = -1.924, \quad h_2 = 0.146.$$

又据气象资料赤峰地区春夏两季平均害风风速约为 19 米/秒, 相当 1 米高度 7 米/秒; 又该地沙土启动风速为 5.5 米/秒.

---

* 卫林、张翼,林带防护区内风速的水平分布特征, 1984 (待发表).

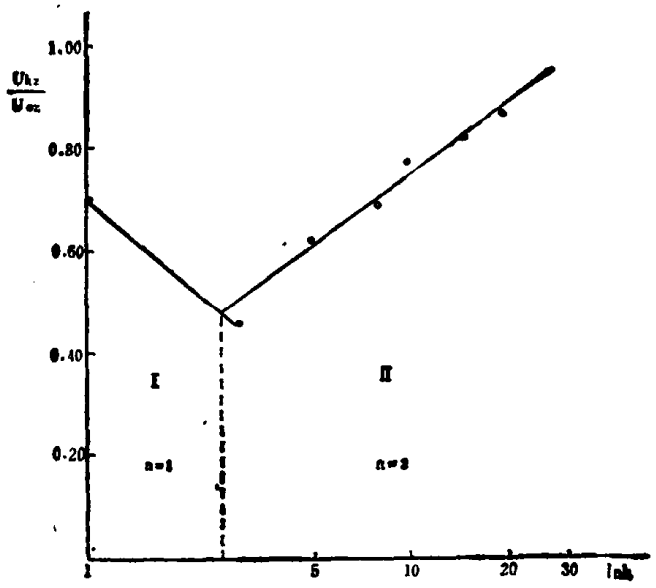

图 2　在半对数坐座中林后的风降线

（I 为乱流护散区，II 为乱流辐合区）

代入(3)式得

$$h = 0.146e^{550/0.178\times700} - 24.8e^{550/-0.218\times700} = 11.4.$$

由计算得出：该地风沙危害季节，林带防止土壤风蚀的有效防护距离为林高的 11.4 倍，即在林后 0.7—12.1 倍树高距离之间．这是按单条林带计算的结果，考虑到该地已建成林网以及网格内的作物也会产生一定的剥减风力作用，林带实际有效防护距离要比计算值稍大 10% 左右[2]，故林带间距以不超过 13 倍树高距离为佳．

据了解，目前该地网格面积一般在几十亩到几百亩之间，某些网格内部份土地仍有风蚀现象，其原因就是其中有些网格面积过大，林带间距超出了林带有效防护距离．对此，我们认为在可能条件下，增设辅助林带缩小网格面积，对进一步防止风蚀，改善农田生态，提高农业产量有积极意义．

参　考　文　献

[1] 曹新孙等，农田防护林学，中国林业出版社，1983，122—124．

[2] 宋兆民、卫林等，河北深县农田林网防护效应的研究，林业科学，1981，1：8—18．