

能把体内多余的氟,通过粪便排出体外。但上述现象是在本试验所用的氟化物浓度(慢性致害浓度)范围内出现的,在较高的浓度下是否也会如此,有待进一步的研究。

四、两年的人工喂养试验表明:蚕体中积累的氟化物进一步在各部分中转移分布的

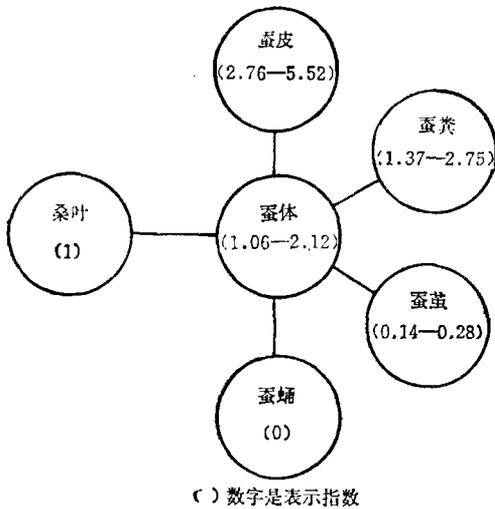


图 2 在人工含氟桑叶喂养下家蚕各部分中氟化物的积累分布(已减去本底值)

情况如下:蚕皮>蚕粪>蚕茧>蚕蛹(见图 2)。蚕蛹中的含氟量最低,因此不会影响食用和医药用。蚕皮内积累的氟最高,因此蚕皮如作为废弃物,其中氟化物会转移到土壤或水中去。蚕体和蚕粪内的含量,一般随氟污染的程度而变化,中毒严重的蚕体和蚕粪中含氟量很高<sup>[6]</sup>。根据本试验推算,每张蚕种(以 20000—21000 头计)全龄期可从粪便中排出约 5 克的氟化物(未喂污染叶的可排出约 2 克的氟化物)。因此,为了防止氟化物在食物链中转移,不要将受氟污染的蚕桑废渣用以喂鱼、养猪、养羊等,最好用石灰处理,经充分腐熟后作肥料使用。

#### 参 考 文 献

- [1] 丁俊清,中国环境科学,创刊号,77—82(1981)。
- [2] 张社尧,环境,7,22—23(1981)。
- [3] 黄自然等,广东农业科学,4,35—37(1981)。
- [4] 汪嘉熙等,环境污染与生态学文集,江苏科技出版社,78—81 页,1981。
- [5] 汪嘉熙等,环境污染与生态学文集,江苏科技出版社,72—77 页,1981。
- [6] 马德和等,蚕业科学,8(4),209—212(1982)。
- [7] 栗林茂治,日本蚕系学杂志,41(4),316—322(1972)。
- [8] 栗林茂治,日本蚕系学杂志,46(6),539—544(1977)。

## 用常规地面气象资料估算大气混合层深度的一种方法

马 福 建\*

(南京大学气象系)

### 一、前 言

在大气环境质量评价和污染预报的研究中,混合层深度是十分重要的参量之一。通常我们在求取混合层深度时不是直接由湍流场参量来决定,而是用受湍流混合直接影响的气象参量如风速、风向和温度廓线等来估

算的。

国外研究者曾提出过一些估算混合层深度的方法<sup>[1-3]</sup>,但这些方法都需要高空气象观测资料,对于远离高空气象台站地区是极不方便的。Nozaki<sup>[4]</sup>提出了一种用地面气象资

\* 金钧同志参加了本文的资料计算工作。

料估算混合层深度的方法，该法考虑到热力和动力湍流的共同作用，应用地面气象台站的常规资料求取小时混合层深度。由于此法不需高空观测资料，所以对没有高空气象观测的地区有着广泛的实用价值。本文将对此法进行一些探讨。

## 二、资料和方法

本文选用南京郊区民航气象台 1981 年的地面气象资料和温度探空资料，包括每日 08 时温度探空，每日 08 时、14 时 20 米高度处的平均风速，地面气温和露点温度，总云量和低云量。该站位于南京市东南郊，地势开阔平坦，可代表乡村地形(见图 1)。根据上述资料按 Nozaki 建议的方法和目前我国较为流行的 Holzworth 干绝热曲线法，逐日计算混合层深度。

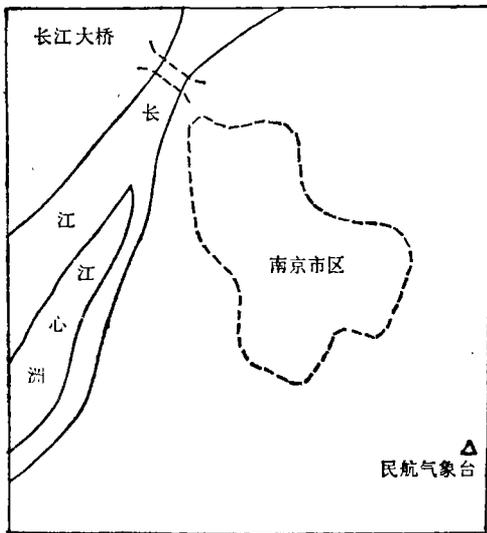


图 1 气象观测点示意图

### 1. 干绝热曲线法

干绝热曲线法估算日最大混合层深度是由 Holzworth 在研究美国一些地区平均最大混合层深度 (MMD) 时提出的。他考虑在典型的天气条件下，夜间由于地表辐射冷却近地面空气形成逆温，呈稳定状态。反之，白天由于太阳辐射而呈不稳定状态。当我们忽

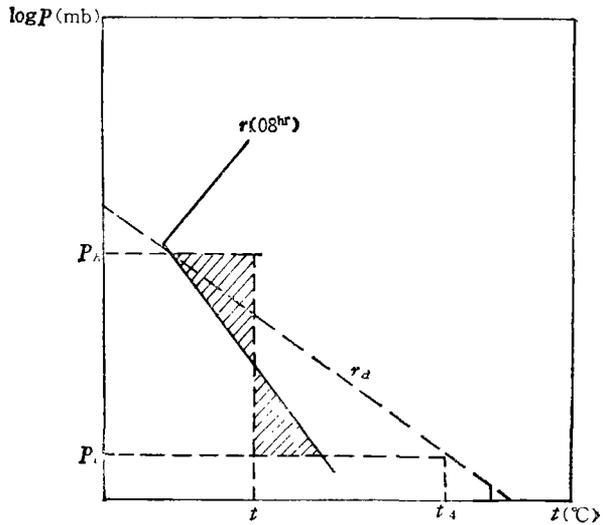


图 2 干绝热曲线法求混合层深度

略平流、下沉以及机械湍流的影响时，平均最大混合层深度 (MMD) 则由温度廓线和地面最高气温而定。利用清晨的温度廓线，由午后地面最高气温作干绝热线与该廓线相交，交点以下的厚度即为最大混合层深度。在混合厚度内，温度递减率  $r$  满足  $r \geq r_d$ ， $r_d = 0.98^\circ\text{C}/100\text{m}$  为干绝热递减率，所以称为干绝热曲线法。显然，这种方法仅适用于热力湍流占优势的天气条件。在有探空资料的地区简单易行，因此获得了较为广泛的应用。

本文利用干绝热曲线法原理求取 14 时的混合层深度。我们把每天 08 时的温度探空资料，画在埃玛图上。取当天午后 14 时的地面气温作干绝热曲线与其相交，读取地面和交点处的气压值 ( $P$ )，采用图解法——等面积法求得该层平均气温 ( $\bar{t}$ )。

由等温大气的压高公式将气压值换算成高度  $h$  (米)：

$$h = \frac{R}{g} \bar{T} \ln \frac{P_0}{P_h} = 29.28 \bar{T} \ln \frac{P_0}{P_h} \quad (1)$$

式中， $R = 287$  (焦耳/千克·度)，为干空气比气体常数； $g = 9.8$  (米/秒<sup>2</sup>) 为重力加速度； $P_0$  (毫巴) 为地面大气压， $P_h$  (毫巴) 为  $h$

高度上大气压;  $\bar{T}$  为 0— $h$  层内平均气温 ( $^{\circ}\text{K}$ ).

2. 罗氏法

Nozaki (1973) 等人认为混合层是由热力和机械湍流共同作用的结果, 且边界层上部大气运动状况与地面气象参数间存在着相互联系和反馈作用. 因此, 我们可以用地面气象参数来估算混合层深度, 应用下述公式:

$$H = \frac{121}{6}(6 - P)(T - T_d) + \frac{0.087P(\bar{u}_z + 0.5)}{12/\ln z/z_0} \quad (2)$$

式中,  $H$  为混合层深度(米),  $T - T_d$  为露点差(度),  $\bar{u}_z$  为高度  $z$  处平均风速(海里/小时),  $z_0$  为粗糙度(米),  $f = 2\omega \sin \phi$  地转参数 (1/秒),  $P$  为帕斯廓尔稳定度级别(大气稳定度级别由 A 至 F 级时,  $P$  值依次从 1 至 6). 引入的 Pasquill 稳定度参数  $P$  作为权重因子决定热力和机械湍流对总的混合深度的相对贡献. 将式 (2) 中的风速单位以我国常用米/秒单位代替, 则可改写成:

$$H = \frac{121}{6}(6 - P)(T - T_d) + \frac{0.169P(\bar{u}_z + 0.257)}{12/\ln z/z_0} \quad (3)$$

式 (3) 即为我们用地面气象参数估算混合层深度的基本公式.

由民航气象台 1981 年的地面气象资料, 可获得式 (3) 中的参数. 视该地区的地表覆

盖物状况粗糙度  $z_0$  按不同月份取值. 11、12、1、2 月  $z_0 = 0.01$  米, 3 月  $z_0 = 0.02$  米, 4、5、10 月  $z_0 = 0.03$  米, 6、7、8、9 月  $z_0 = 0.05$  米. 该站地理纬度  $\phi = 32^{\circ}03'$ , 则柯氏参数  $f = 2\omega \sin \phi = 7.7 \times 10^{-5}$ /秒. 大气稳定度级别  $P$ , 按帕斯廓尔分类法定值. 这样, 我们由逐日、逐时的地面气象参数值代入式 (3) 即可估算混合层深度.

三、结 果

按干绝热曲线法和罗氏法处理了 1981 年的气象资料, 逐日求取午后 14 时和 08 时的混合层深度. 两种方法获得的混合层深度月平均值列于表 1 中, 而图 3 和图 4 分别给出了 08 时和 14 时混合层深度的月平均值.

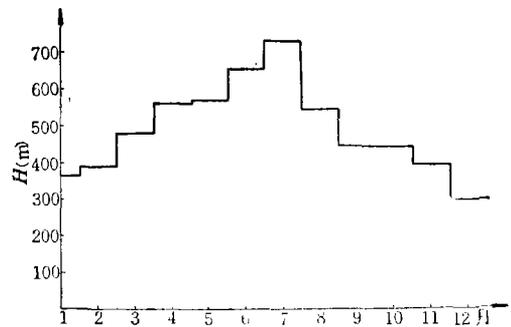


图 3 08 时混合层深度月平均值

由图 3 和表 1 可见, 08 时混合层深度年变化很有规律: 冬季最小平均值为 352 米, 夏季最大为 639 米, 春秋次之, 分别为 536 米和 424 米. 这是因为冬季日出较晚, 08 时仍

表 1 两种方法混合层深度月平均值

深度 \ 时间		月份												年平均
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
H(m)	08 时	368	393	483	561	565	653	728	538	439	442	392	294	488
	14 时	913	794	989	917	1325	1100	819	799	1007	910	663	1019	938
h(m)	14 时	746	802	846	868	1338	978	821	921	1080	926	902	977	934
$\frac{H-h}{H}(\%)$		14 时	18.3	-1.01	14.5	5.34	-0.98	13.5	-0.24	-15.3	-7.25	-1.76	-36.1	4.12

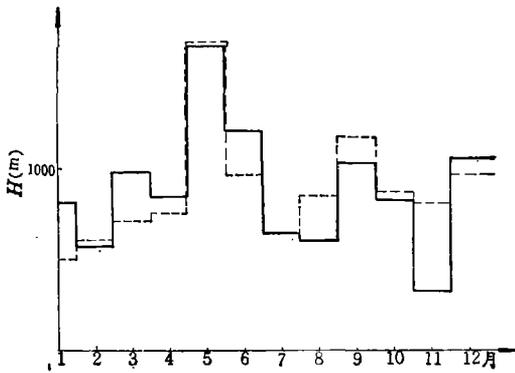


图 4 14 时混合层深度月平均值

——罗氏方法估算值， ----干绝热法估算值

常处于稳定层结控制下，混合层主要由机械湍流所形成，因此深度较浅。反之，夏季日出早，08 时日照已较强，湍流也已发展，热力湍流对混合层已有贡献，热力和机械湍流共同作用使混合层深度增加了。

我们还应用罗氏法估算了一月份和五月份逐日 02、08、14、20 时的混合层深度，其月平均值列于表 2 中。

表 2 混合层深度日变化

月份	时间			
	02	08	14	20
1	370	368	913	409
5	348	565	1338	554

由表 2 可以看出，无论是一月份或是五月份，午后混合层深度最大，夜间和清晨较小，这是由于午后热力湍流旺盛的结果。一月份 08 时混合层深度与 02 时相近，表明了 08 时大气仍处于稳定层结条件下，其深度与夜间混合层相似主要由机械湍流所形成。五

月份 08 时混合层深度则是热力和动力湍流共同作用的结果，因此明显的大于夜间 02 时的混合深度。

午后 14 时的混合层深度计算结果由图 4 所示。图 4 表明，两种方法估算月平均值的年变化趋势是一致的。全年五月份混合层深度最大，两种方法估算结果除十一月份差别较大以外，多数月份的相对误差在 10% 以内，相对误差的年平均值小于 10%。

表 3 干绝热法和罗氏法混合层深度间关系

月 份	相关系数	迴 归 方 程
1	0.82	$h = 78 + 0.720H$
2	0.84	$h = 31 + 0.983H$
3	0.83	$h = 14 + 0.860H$
4	0.76	$h = -11 + 1.056H$
5	0.63	$h = 78 + 0.957H$
6	0.84	$h = 7 + 0.860H$
7	0.72	$h = -230 + 1.19H$
8	0.64	$h = 102 + 0.970H$
9	0.62	$h = 107 + 0.947H$
10	0.87	$h = 105 + 0.941H$
11	0.54	$h = 134 + 1.189H$
12	0.54	$h = 190 + 0.765H$
全年	0.74	$h = 140 + 0.836H$

由上述结果可以看出，估算午后混合层深度就月平均值而言，两种方法的结果较一致。对夜间和清晨而言，罗氏法结果符合一般规律。两种方法估算午后混合层深度的年平均值结果十分一致。

参 考 文 献

[1] Holzworth, G. C., *Monthly Weather Review*, 12(5), 236(1964).  
 [2] Holzworth, G. C., *J. A. M.*, 6, 1039(1967).  
 [3] Benkley, C. W. et al., *Journal of Applied Meteorology*, 18, 772(1979).  
 [4] Nozaki., Report 7053, *USAF ETAC*, 1973.