

# 1987 年 5 月大兴安岭森林大火烟团的扩散

## 参数及热释放率的估计\*

徐大海

(国家气象局气象科学研究所)

### 提 要

本文叙述了 1987 年 5 月 8 日大兴安岭森林火灾烟羽形成的气象背景,由卫星烟羽照片计算了行走时间在  $6 \times 10^4$  s 以内的瞬时烟羽扩散参数。计算结果表明长度为 100 km 的烟流瞬时扩散较接近线性律,更长的烟流则对  $\frac{1}{2}$  律符合得更好些,此外还用烟团抬升公式估计了 5 月 7 至 8 日大火的热释放量,计算值能与现场调查值在量级上相一致。

### 一、引 言

近年来由于经济规模的急骤发展,污染物中长距离的输送及扩散过程的模式及外场实验研究日益受到人们的重视。但在这类研究中存在许多短程扩散研究中所遇不到的困难,除风向风速时空变化,风切变等重要环节外,扩散参数或有效涡旋扩散率已不能使用目前常规短程试验数据如 Pasquill-Gifford 曲线而需要建立新的曲线。这意味着需要进行大量的外场试验,如放射云,大型定容气球,大剂量示踪剂的释放;卫星、飞机跟踪定位试验等等。最近完成的试验是 CAPTEX 计划[1],其数据仍在分析使用中。由于这类试验涉及到的装备昂贵复杂,外场地域广阔,耗费十分巨大,所得数据也需很长时间整理。因此已完成的试验次数要小于短程试验次数几个量级。每次长程扩散试验的数据都是十分宝贵的。能提供这类扩散数据的自然过程也不多。但是这次大兴安岭火灾在特殊条件下提供了一次中长程扩散示踪试验。因为起火后的烟云处于相对平稳的风场中,风力大、火灾路径上的林场及城镇内干燥木材数量大、分布集中,火势十分旺盛,对流强烈,大部分烟尘进入高空。烟云所到之处,日照及能见度急骤下降,例如阿木尔站灾前能见度可达 20 km,而到发生火灾的 8 日,能见度仅为 0.1 km(见表 1)。同时在当日北京夏令时 08 点 43 分卫星云图上形成了十分清晰的烟云图象(见图 1)。这张图片使我们有机会分析烟云扩散参数在 500 km 范围内的数值。此外根据卫星探测的地面及烟云表面温度而推求出的高度可估计出

表 1 阿木尔气象站 1987 年 5 月 6—8 日  
能见度的变化

日期	时刻 (北京时)	8	14	20
5 月 6 日	能见度(km)	18.0	20.0	20.0
7		18.0	3.0	18.0
8		0.1	7.0	2.0

部分烟尘进入高空。烟云所到之处,日照及能见度急骤下降,例如阿木尔站灾前能见度可达 20 km,而到发生火灾的 8 日,能见度仅为 0.1 km(见表 1)。同时在当日北京夏令时 08 点 43 分卫星云图上形成了十分清晰的烟云图象(见图 1)。这张图片使我们有机会分析烟云扩散参数在 500 km 范围内的数值。此外根据卫星探测的地面及烟云表面温度而推求出的高度可估计出

\*本文于 1988 年 11 月 11 日收到,1989 年 3 月 18 日收到修改稿。

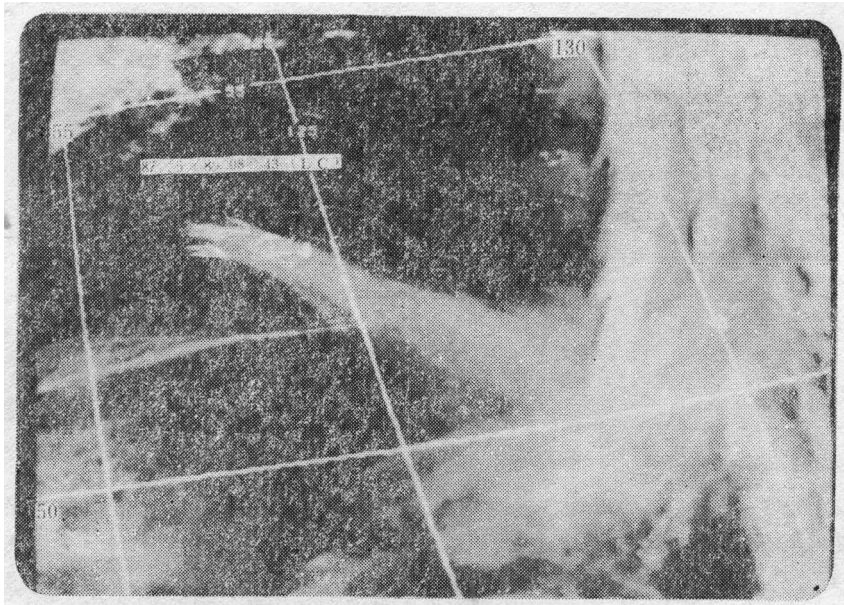


图 1 1987 年 5 月 8 日 08 时 43 分(北京夏令时)大兴安岭火灾烟云图像(在  $52^{\circ}40'$ — $53^{\circ}30'N$  和  $122^{\circ}$ — $124^{\circ}30'E$  之间有三块火区,烟云向东南飘行至  $50^{\circ}N, 129^{\circ}E$  附近)

火灾热释放率。这对于了解这次火灾的规模及燃烧状况有一定参考意义。目前尚未有火灾面源抬升公式,使用一般抬升公式反推的热释放率虽只有量级上的意义,但至少可提供一些定性印象。

## 二、火灾概况及实时气象背景

大火始于 5 月 6 日,7 日下午火势迅速扩大。8 日上午在图 1 可见三块火区,北部两块都在  $2200\text{km}^2$  左右,南部一块约  $800\text{km}^2$ 。5 月 8 日后火势几经起伏蔓延,到 6 月 2 日才完全熄灭。过火面积为  $1.14 \times 10^4\text{km}^2$ ,其中有林面积为 0.87 万平方公里,过火林木积蓄量为  $3960 \times 10^4\text{m}^3$ ,林下被焚死地被物约每平方米 1 千至 3 千克<sup>[2]</sup>。

图 1 烟流形成的气象背景大体如下,7 日到 8 日为冷空气爆发时间,强烈冷平流在锋后由西北向东南推进。8 日北京 08 时 850hPa 等压面上,整个火区的烟流都处在均匀的西北气流中,在  $130^{\circ}E$  以东这股气流开始向东北方向流去,于是在此形成了气压槽(见图 4)。地面锋附近的强风在火灾扩大的过程中起了十分巨大的作用。图 2 是漠河乡气象站及阿木尔气象站风向风速随时间变化图。漠河乡在火区以北,这次火灾中,气象站未遭火灾。阿木尔镇处于火灾区域之中(图 4),气象站幸免于火,但城镇大部遭灾。从图 2 可见 7 日 21 时(北京夏令时,下同),地面上漠河站风速达  $12\text{m/s}$ ,最大为  $14\text{m/s}$ 。当时西林吉已在燃烧,15 分钟后火头已随锋后大风到达并焚烧了图

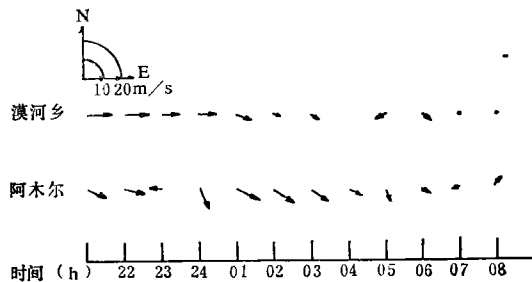


图 2 1987 年 5 月 7—8 日漠河乡及阿木尔气象站风向风速变化过程

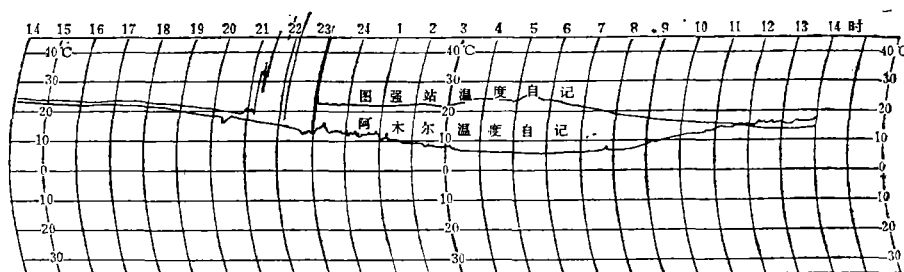


图3 图强和阿木尔气象站的温度日变化  
(1987年5月7日14时—8日14时)

强。1小时后火头到达阿木尔,伴随风速8—10m/s,最大17m/s。当火头接近阿木尔气象站50—100m时,风向转为迎火的东风(见图2上23时阿木尔风矢)以后风速迅速减弱,8日08时火区内地面平均风速几乎为零。这时各站在火区位置见图4。

为了说明火灾后废墟上空及火区边缘未着火处气温变化情况,图3列出了图强气象站及阿木尔站8日前后的温度自记曲线。图强站位于西林吉与阿木尔之间。7日17时以前两站的气温曲线几乎重合。21时图强开始起火,气象站在火中焚毁,幸存的温度自记钟上的记录曲线在21时和23时之间记录到45°C以上的高温,跑出界外的曲线曾达到 $\geq 49^\circ\text{C}$ 的高温。火头过后图强站气温一直保持在 $20^\circ\text{—}25^\circ\text{C}$ ,8日08时下降到 $20^\circ\text{C}$ 以下而逐渐趋向正常。阿木尔站虽未遭火灾,温度记录较为正常。只是在22时半到8日01时15分气温值高出常值4至 $5^\circ\text{C}$ ,因该时段内,市镇附近燃烧的一处火头正在离站50—100m处徘徊,升温为辐射所致。8日中午的温度波动与附近储木场的燃烧有关。这些情况说明火灾区域内的温度分布是十分不均匀的,这些站的温度时间变化在一定程度上代表了火灾区内温度的空间变化。

最邻近灾区的探空站是嫩江气象站,探空数据见表2。该站6000m高度以下,空气十分干燥,在此高度以下的烟云不会因凝结而改变可见的外部形状。图1所示的烟云高度在1600m以下,因此其外形应为平流输送,扩散和风切变所产生并未受水汽凝结的影响。

在850hPa等压面以下的空气温度直减率为 $5.98^\circ\text{C}/\text{km}$ ,平均风速为8.5m/s。以下烟云计算中的上空环境值都取于此。更详细的气象背景见文献<sup>[3]</sup>。

### 三、瞬时烟云扩散参数的确定

从图1可见烟云由三大火区的上空向东南方飘去,其末端进入高云遮盖区而仅可隐约分辨出来。这里云高为8000到9000m,处于850hPa低压槽上方。此外在 $125^\circ\text{E}$ 以西, $51.7\text{—}51.8^\circ\text{N}$ 也存在一条中高云带,对烟云无任何遮挡作用。烟云的外廓线及850hPa上的等高线都在图4上。

为了从烟云外形求算扩散参数,首先按下式:

$$\Delta X = \frac{R\pi}{180} \sqrt{\cos^2\phi(\Delta\psi)^2 + (\Delta\phi)^2} \quad (1)$$

分段计算了烟云的纵轴及横轴长。其中R为地球半径6370km, $\Delta x$ 为地球上两点之间的长度, $\Delta\psi$ 及 $\Delta\phi$ 分别为两点间的经度差及纬度差, $\phi$ 为纬度(见图4)。两点距离越

表 2 嫩江(海拔242m) 5月8日08时探空记录

海拔高(m)	气压(hPa)	气温(°C)	露点(°C)	风向(deg)	风速(m/s)
242	978	15.4	-4.6	340	7
1412	850	8.4	-15.6	315	10
3992	700	-0.7	-16.7	275	22
5990	500	-17.9	-27.9	275	32

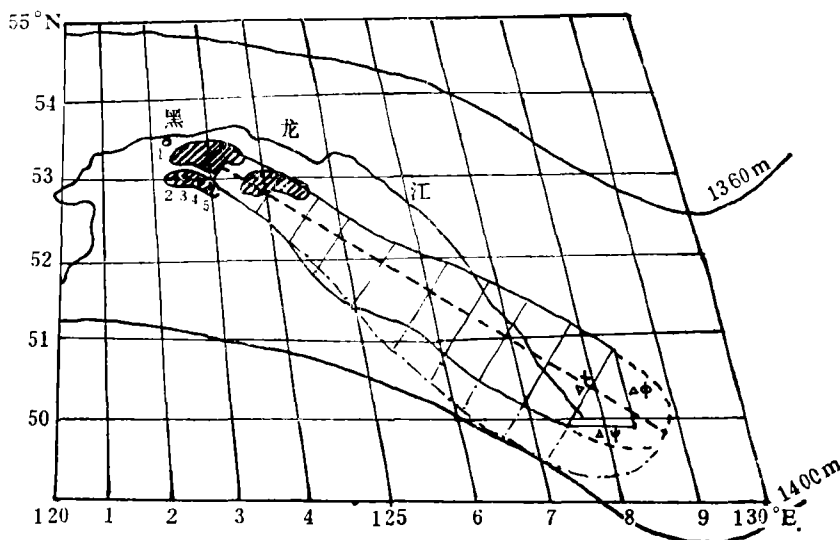


图 4 烟云外廓线及 850 hPa 等压面上的等高线

(1—漠河乡, 2—古莲, 3—西林吉, 4—图强, 5—阿尔木; 阴影区是火灾区, 实线是未受切变影响部份的廓线, 点划线是整个烟云外廓线, 断线是模糊边缘外的廓线)

表 3 瞬时烟羽扩散参数的计算(源位置: 53°N, 123.5°E)

下风距离 km	行走时间 s	中部烟宽 km	中部订正 半烟宽 km	全部订正 半烟宽 km	中 部 $\sigma_{y,0}$ km	全 部 $\sigma_{y,A}$ km	$\sqrt{\sigma_{y,A}^2 - \sigma_{y,0}^2}$ km	切 变 $\sigma_{y,c}$ km
0	0	56.5	0		0	0	0	0
73.4	8635	65.6	4.5		2	2	0	0.6
120.4	14159	74.6	9.0		4	4	0	0.9
167.3	19682	83.3	13.4	22.4	6	10	8	11
215.4	25341	99.5	21.5	33.8	12	18	14	17
263.5	31000	106.1	24.8	45.0	15	27	22	23
311.8	36676	112.1	27.8	51.6	18	34	29	29
408.2	48018	128.7	36.1	65.0	36	65	54	44
456.3	53682	127.8	35.7	(62.8)	40	(77)	(65)	(52)

短(1)式越准确。这里取  $\Delta\psi$  及  $\Delta\phi$  约  $1^\circ$  左右, 计算结果见表 3。在计算中, 将烟云廓线分两部份处理。首先仅作出图片烟羽中存在致密斑块部份的廓线, 这种斑块应为 Benard 对流胞残迹, 它的存在说明这部份烟羽尚未遭到切变的严重影响, 由此廓线计算的水平扩散参数  $\sigma_{y,0}$  可近似代表扩散中非切变分量。从图 1 还可见烟羽南侧有明显丝状结构, 显

然这是由于上下层风向切变作用的结果,由整个烟羽廓线所计算的水平扩散参数 $\sigma_{yA}$ 应包括风切变分量。 $\sigma_{y0}$ 及 $\sigma_{yA}$ 的具体数值见表 3。

按文献[4],当横风向脉动与垂直脉动无相关时,横向水平扩散参数可表示为

$$\sigma_{yA} = \sigma_{y0}^2 + \delta_{y_s}^2 \quad (2)$$

其中 $\sigma_{y_s}^2$ 表示由于风速垂直切变产生的扩散,且有

$$\delta_{y_s}^2 = \frac{1}{6} \left( \frac{d\bar{V}}{dz} \right) k_z t^3 \quad (3)$$

$\frac{d\bar{V}}{dz}$ 为横向风速切变,若用风向切变表示,则有

$$\frac{d\bar{V}}{dz} = \bar{U} \cos \psi \frac{d\psi}{dz} \quad (4)$$

$\bar{U}$ 为总平均风速矢, $\psi$ 为 $\bar{V}$ 对 $\bar{U}$ 的偏角,在中心线附近 $\psi \approx 0$ , $\frac{d\psi}{dz}$ 为风向对高度的变化率,按表 2,在 1412 m 以下,即烟羽范围内。

$$\frac{d\psi}{dz} \approx 0.3735 \text{ rad/km} \quad (5)$$

$K_z$ 为铅直湍流交换系数,按文献[4]可以写为

$$K_z = \frac{1}{2} t \sigma_z^2 \quad (6)$$

$t$ 为行走时间, $\sigma_z$ 为铅直扩散参数,于是(3)式即可写为

$$\sigma_{yA}^2 = \frac{1}{12} \left( \frac{d\psi}{dz} \right)^2 \cos^2 \psi \cdot \sigma_z^2 \cdot x^2 \quad (7)$$

$x$ 为烟羽行程, $x = \bar{U}t$ 。其中 $\sigma_z$ 取值较为困难,当求得 $\sigma_{y0}$ 、 $\sigma_{yA}$ 后,原则上可由(2)式反求出 $\sigma_z$ 。经过验算后发现,尽管 Briggs 的平原高架源垂直扩散参数来源于 10 km 以内的短程试验的资料拟合,但其中性 $\sigma_z$ 值代入(7)式,使用(5)式后,所计算出的 $\sigma_{yA}^2$ 却能在 120—400 km 的行程内与按廓线求出的 $\sigma_{yA}^2$ 及 $\sigma_{y0}^2$ 之差值相当,这段烟云是在前一天晚上 7 时以后,当日凌晨 4 时以前释放出,整个扩散在较强的风速环境中进行的(见图 2)而在 120 km 行程以内的烟云是在 4 时到 8 时释放的,这段时间风速已降低,气层稳定。因此在前一段烟云计算中用中性 $\sigma_z$ 较合理。后段烟云在图象上看不到切变的存在,用稳定 $\sigma_z$ 计算的 $\sigma_{yA}$ 小于 1 km,在 400 km 行程以远的烟流已进入高空气压槽区,上层风向已有急骤变化,此外这里云层复杂,烟羽轮廓不清,计算误差甚大,故 456.3 km 处的计算值加以括号,仅供参考。从表 3 还可见烟云的总扩散参数的数值中风切变的部份有很大比重,因此在考虑中长距离扩散时,必须考虑风切变的影响。在本例中 Briggs 的平原 $\sigma_z$ 值的适用性似乎说明,尽管烟云已长达数百公里,但对垂直扩散起作用的垂直涡流的尺度并未有显著增加。

因为图 1 的影像是由卫星瞬间摄下的,摄像时间远短于表 3 中任一处烟云行走时间,按文献[5]的论述,尽管烟云呈烟羽形状,其实质仍为烟团型扩散。所以表 3 列出的 $\sigma_{y0}$ 值仍属烟团扩散或瞬时扩散参数。按 Batchelor 量纲理论分析[6]的结论,烟团扩散参数中行走时间的平衡律次可以达到 1.5 之大。若以 $\epsilon$ 表示湍流耗散率,则

$$\sigma_y \sim \epsilon t^{1.5} \quad (8)$$

而根据 Taylor 理论有

$$\begin{cases} \sigma_y \sim t & (t \ll \text{湍流拉氏尺度}) \\ \sigma_y \sim \sqrt{t} & (t \gg \text{湍流拉氏尺度}) \end{cases} \quad (9)$$

因此瞬时烟云的扩散参数中的时间指数变动在  $\frac{1}{2}$  到 1.5 之间, 而 1 与  $\frac{1}{2}$  为近端及远端渐近值。表 3 中的  $\sigma_{y_0}$  与  $t$  的关系如用 1.5 次律拟合可得

$$\sigma_{y_0} \approx 3.2 \times 10^{-5} t^{1.5} \quad (t \geq 1000 \text{ s}) \quad (10)$$

相关系数可达 0.984 (样本数为 9), 而对其它小于 1.5 的律次, 相关系数值则大幅度下降, 与 (10) 式相应的湍流耗散率为  $1.2 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \text{ s}^{-3}$ , 考虑到烟云的高度及当时的稳定度条件, 这样的耗散率是可信的。

G. fford 1981 年<sup>[7]</sup> 给出了烟团扩散参数公式如下,

$$\sigma_{y_0}^2 = 2 \sigma_0^2 T^2 \left[ \frac{t}{T} - (1 - e^{-t/T}) - \frac{1}{2} \left( 1 - \frac{v_0^2}{\sigma_0^2} \right) (1 - e^{-t/T})^2 \right] \quad (11)$$

若令横风向风速脉动均方差  $\sigma_0 = 0.1 \bar{u}$ ,  $\bar{u}$  为平均风速, 拉氏湍流积分时间常数  $T$  为最大行走时间的一半即 30000 s, 烟云初始横风向速度  $V_0$  为零, 那么由 (11) 式计算的  $\sigma_{y_0}$  值与表 3 所列的  $\sigma_{y_0}$  在行走时间很长时趋向一致, 对比结果见图 5。

除了对图 1 的瞬时烟云进行了计算外, 还对 5 月 6 日 (北京夏令时, 下同) 15 时 42 分、16 日 19 时、15 时 35 分三张卫星照片中的 9 例瞬时烟羽进行了分析, 首先将各瞬时烟羽用自身长度无因次化其横风向宽度, 然后平均。由平均后的烟羽宽度, 求算了水平横向扩散参数  $\sigma_y$ 。这九个烟羽的各尺度值均列在表 4 上, 表上下风距离以总烟长  $L$  为单位取为  $\frac{1}{5}L$ ,  $\frac{2}{5}L$ ……。各距离上的烟宽也以  $L$  为单位。由此而求得的扩散参数  $\sigma_y$  与行程  $x$  的关系为

$$\sigma_y = 0.095 x^{1.08} \quad (12)$$

这里所得仍然是瞬时烟羽扩散参数, 因为在平均过程中并未补充任何大湍流的扩散作用。这些烟云都来源于小块火源, 可分辨长度均在 100 km 左右, 其高度估计在 500 m 以下。当时天气晴朗, 考虑到纬度, 其湍流稳定度类别平均应在 C 或 D 级。由于烟云能拉成羽状, 10 m 高风速至少要大于 2—3 m/s, 那么在烟云高度上风速应在 5 m/s 左右, 100 km 的烟长相当最长行走时间 2 万秒。5 月 8 日及其它 9 例瞬时烟羽扩散参数均绘制在图 6 上。由图可见这些瞬时烟羽的计算数据衔接得比较好。

图 6 还有其它对流层相对扩散试验及风洞试验结果, 由该图可知这些结果之间的衔接是令人满意的。就整体来看, 从几秒到数十万秒的行走时间, 瞬时扩散参数在对流层似乎满足:

$$\sigma_y = 0.0647 t^{1.22} \quad (13)$$

此外要说明的是, 8 日云图计算中的行走时间为下风距离除以平均风速 8.5 m/s, 订正半烟宽为全宽减去源上空烟宽 56.5 km 后的一半, 避免了球面所引起的后退点源法的计算困难。由烟宽计算扩散参数的公式为 [8] 所提供:

$$\sigma_y^2 = y_c^2 / \ln(e y_m / \sigma_y^2) \quad (14)$$

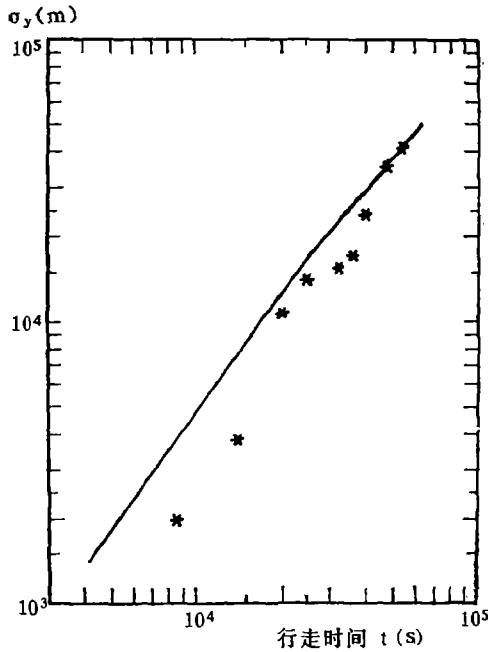


图 5 Gifford 烟团扩散参数公式(11) 计算结果与表 3 计算的 $\sigma_{y_0}$ 的比较 (—:(11)计算值, \* : $\sigma_{y_0}$ 值(表 3))

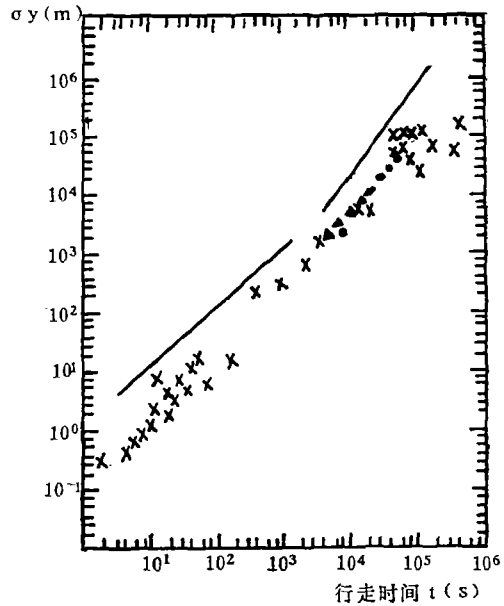


图 6 对流层相对扩散试验与本文计算结果 的比较

(●按 5 月 8 日 08 时云图计算的结果,▲按其它时间云图计算的结果,X Frenhiel 和 Katz 等 10 个试验结果<sup>[57]</sup>)

表 4 九个较短瞬时烟羽扩散数据\*

下风距离 $x$		0	$\frac{1}{5}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{9}{10}$	(L)	回归式
烟 宽	1	0.1	0.16	0.2	0.26	0.28	0.24		$\sigma_y = \beta x^\gamma$ $\beta = 0.097$ $\gamma = 1.049$ $L = \text{烟流长}$
	2	0.07	0.2	0.26	0.29	0.24	0.17		
	3	0.13	0.21	0.32	0.32	0.26	0.21		
	4	0.12	0.29	0.25	0.21	0.23	0.19		
	5	0.075	0.17	0.21	0.19	0.21	0.19		
	6	0.1	0.12	0.16	0.24	0.28	0.18		
	7	0.063	0.16	0.22	0.21	0.21	0.21		
	8	0.17	0.20	0.21	0.27	0.20	0.17		
	9	0.06	0.12	0.18	0.19	0.19	0.15		
订正后平均半烟宽		0	0.0415	0.0625	0.072	0.0675	0.038	(L)	
$\sigma_y$		0	0.02288	0.04469	0.0720	0.0935	0.1126	(L)	

\*: 所有长度均以烟云总长度  $L$  为尺度

式中  $y_e$  为下风  $x$  公里处的半烟宽,  $y_m$  为最大半烟宽,  $\sigma_y$  为下风  $x$  公里处烟云扩散参数。

#### 四、火灾区等效热释放率的估算

国家气象局卫星中心按 AVHRR-4 通道(11.3  $\mu\text{m}$  波长)的测定与计算,提供了 5 月

8日08时地面及烟云表面的遥感温度值。嫩江气象站的探空提供了各层气温递减率,由此求得了烟云各部位的高度值。计算中认为平展开的烟云温度与同高度气温相同。烟云上等高线分布见图7。由图可见,下风50 km到140 km之间烟云高度在1000 m至1600 m之间,160 km后降到700 m以下,260 km处又升为1000 m以上,以远又下降。升降的波长为160 km左右,这种波动的生成与燃烧过程中热释放率的波动有关,烧得猛烈时烟气抬升得高,烧得缓慢时抬升低,随风拉平后而成波状。其波长远远大于由Brunt-Vaisala频率计算的结果。

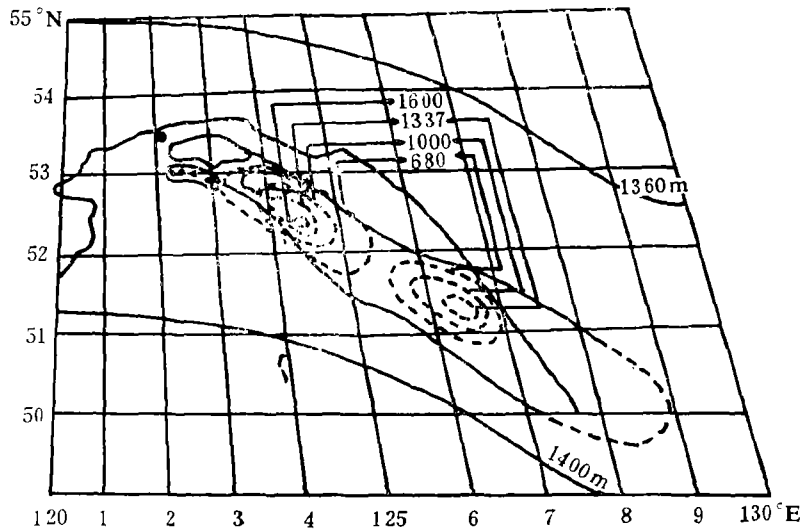


图7 烟云等高线及850 hPa等压面上的等高线  
(-----烟云等高线, ————850 hPa等压面上的等高线)

因为烟气抬升公式确定了抬升高度与热排放率之间的关系,从上述烟气高度就可求出火灾区的热释放率。但火灾区情形复杂,远非烟囱排放可比拟。目前尚无特殊公式处理火灾烟云抬升,只有借用烟团抬升公式来作为估计灾区热释放率经验公式,该式曾用于估计小当量核爆炸烟云抬升,计算式如下<sup>[8]</sup>

$$\Delta h = 2.66(F/S)^{1/4} \quad (15)$$

$\Delta h$  为烟团升高;设  $F$  为浮力通量,可用热释放率  $Q_H$  表示为

$$Q_H = \frac{1}{3.8} \times 10^5 F \quad (\text{cal/s}) \quad (16)$$

这里  $S$  为 Brunt-vaisala 频率,按嫩江探空求得为  $S = 1.37 \times 10^{-4} (\text{s})^{-2}$ 。 $\Delta h$  单位为 m,由(15)(16)式得知

$\Delta H = 1600 \text{ m}$  时  $Q_H = 19.7 \times 10^8 (\text{kJ/s})$ ;  $\Delta H = 700 \text{ m}$  时,  $Q_H = 7.1 \times 10^7 (\text{kJ/s})$  平均热释放率为  $10.2 \times 10^8 (\text{kJ/s})$ 。该烟羽全程行走时间为  $6.6 \times 10^4 \text{ s}$ , 此段时间内共放热  $6.7 \times 10^{13} \text{ kJ}$ 。按干木材烧燃热  $18.8 \times 10^3 (\text{kJ/kg})$ , 木材比重为  $0.65 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , 那么这段烟云共耗木材  $5.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。可折合当量 TNT  $4.4 \times 10^6 \text{ t}$ 。或相当于灾区每平方米面积上烧去  $0.7 \text{ kg}$  干木材,虽然7—8日两天过火林木材集蓄量达  $2.4 \times 10^7 \text{ m}^3$ ,但实地调查表明林内木材并未烧毁很多,树木枝干外皮基本完整但被烤死,被燃尽的主要为林内堆积的干死地被



物(1—3 kg/m<sup>2</sup>)。因此估计出的燃料量的量级还是合理的。

若用有风连续烟云抬升公式, 则有

$$\Delta h = \alpha(F/\bar{U}S)^{1/3} \quad (17)$$

估计热释放率时,  $\alpha$  值取为 0.65 时才能与调查值在量级上相当。对烟囱排放,  $\alpha$  通常取值 2.6。其原因可能在于火灾中烟云排放更类似烟团排放。如第二节所述, 灾区气温极不均匀, 排放源是由许多各自移动的忽生忽灭的火头组成, 其卷挟冷空气的能力与三维烟团一样大。看来(15)式计算结果较为合理。如用(17)式, 则需进一步的经验数据来确定  $\alpha$  系数。

## 五 结论

虽然这次火灾中可利用的数据及参数有限, 但根据卫星遥感及一些常规气象观测仍可得到一些可供参考的结果:

1. 在边界层顶附近的中长距离水平扩散参数(烟团)的幂次, 百公里之内近于 1; 数百公里近于 1.5。
2. 中程扩散中风切变对扩散的影响不可忽略。
3. 对森林火灾烟云抬升的计算, 使用烟团类比使用连续烟云类更合理。但需要更进一步理论与经验研究。

## 参 考 文 献

- [1] Davis, W. E. et al., Fifth joint conference on application of airpollution meteorology AMS, 18—21, 1986.
- [2] 谢联辉, 大火、科学家的透视与思考, 人民日报, 1987年8月16日。
- [3] 仪清菊, 1987年5月东北特大森林火灾气象成因探讨, 气象, 14, 4, 31—34, 1988.
- [4] Pasquill, F., and F. B. Smith, Atmospheric Diffusion 3th edition, ELLIS Horwood Limited 173, 1983.
- [5] Hanna, S. R. et al., Hand Book on Atmospheric Diffusion, U. S. Department of Energy, 1982.
- [6] Batchelar, G. K., proc. cambridge, *Phil. Soc.*, 43, 345, 1952.
- [7] Gifford, F. A., DOE Report LA-8667-MS. Los Alamos. Scientific, Lab. NTIS, 1981.
- [8] Slade, D. H., Meteorology and atomic energy. U. S. AEC, 104. 1968.

# THE DIFFUSION PARAMETERS AND THE HEAT- RELEASING RATE OF THE FOREST-FIRE PLUME IN NORTHEAST OF CHINA IN 7TH—8TH MAY 1987

Xu Dahai

(Academy of Meteorological Science, State Meteorological  
Administration, Beijing)

Abstract

In this paper the meteorology background of the forming plume of the forest fire in Northeast of China in 7th—8th May 1987 is stated. The long range instantaneous diffusion parameters are calculated using the satellite photograph of the plumes with the lengths ranged from 100 to more than 500 km. The results of the calculation show that the relations between the instantaneous diffusion parameters and travel time (up to  $6 \times 10^4$  s) obey the law of linear and  $3/2$  power.

In other hand the heat releasing from the fire in 7th—8th May estimated by puff rising formula at the same order can meet the value gained from a field survey.