

国家气象局国家气象中心气候资料室

应用气象 译文集

气象出版社

56.49

应用气象译文集

国家气象局国家气象中心气候资料室

气象出版社

内 容 简 介

本译文集选编了国外14篇文章,涉及太阳辐射、蒸发、雨强、风速与风能、电线积冰、人类生物气象、污染扩散及作物产量预测等专题,着重于方法和模式的介绍。可供教学、科研人员及有关专业人员参考与借鉴。

应用气象译文集

国家气象局国家气象中心气候资料室

责任编辑 潘根娣

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路46号)

中国科学技术情报研究所印刷厂印刷

新华书店发行所发行 全国各地新华书店经售

开本 787×1092 1/16 印张 8.25 字数 204 千字

1990年5月第一版 1990年5月第一次印刷

印数 1—1000 定价 4.30 元

ISBN 7-5029-0368-2/P·0207

译 者 的 话

1976年中央气象局研究所曾出版一本《应用气候和大气污染译文集》，编译了气象应用于工业、建筑及大气污染等方面的文献共16篇。这本集子对我国应用气象事业的发展曾起着有益的推动作用。

在时至今日的十余年里，随着科学技术的进步和社会生产力的提高以及世界人口的激增，气候应用问题几乎牵涉到全部人类活动领域。人类加剧破坏热带森林和温带植被，已造成气候干旱，沙漠化加剧，严重威胁人类赖以生存的粮食和水的供给。严重的大气污染和水质污染又在不断地恶化人类生活的自然环境。城市人口的迅速增长和高度集中，也产生了独特的城市气候和建筑气候以及人类生物气候。伴随着旅游事业的发展，也要求旅游气候和医疗气候得以发展。交通运输气候和商业贸易气候也应运而生。农业气候资源和水资源及气候能源的开发利用，更是气候应用十分迫切的问题。

这些社会活动对气候所表现的依赖性、敏感性和脆弱性，促进了包括气候应用的整个气候学科的发展。国内外的研究成果极为丰富，美国出版了一千几百页的《应用气象手册》，我国的《中国农业气候资源和农业气候区划》、《中国水资源评价》及《应用气候》等，都可堪称为代表性的佳作。

为了反映近期的国外应用气象的状况，推动国内这方面的工作，我们选译了十余篇文章，着重介绍应用气象的方法，供有关人员参考。

诚然，要想在一本译文集里全面系统地介绍涉及面如此之广的应用气象专题，是根本不可能的。如果这个集子能给读者以新的启迪，给工作增添点新的色彩，我们也就十分欣慰了。

译 者

目 录

降水条件下简单土壤水份平衡模式的作物产量估计.....	(1)
以数值模拟为基础对边界层大气污染物扩散的研究.....	(7)
中性条件下多山崎岖地形的蒸发和湿度廓线.....	(12)
全球尺度扩散模式.....	(23)
估计一分钟雨强的模式.....	(28)
关于气候变化统计推论的Bayesian方法.....	(35)
电线积冰模拟.....	(45)
寒潮的随机分析.....	(54)
晴天太阳日辐射的经验估计.....	(63)
检测气候变化的资料最佳权重理论.....	(69)
海面风速的韦布尔统计.....	(86)
用P 公式外推近海面层风速垂直廓线.....	(94)
用短序列风速资料对风能的估计.....	(103)
大尺度和局地尺度的人类生物气象学气候分类.....	(115)

降水条件下简单土壤水份平衡 模式的作物产量估计

U. S. Victor, N. N. Srivatsava and
B. V. Ramana Rao

一、 引 言

在降水条件下,有效水份对作物产量效应研究,对监视作物生长、预报产量以及对与不同降水分布有关的产量情况的深入了解是有用的,对受有效水份影响的作物产量进行估计的简单方法在近几年里越来越重要。联合国粮食和农业组织的Frere和Popov (1979)提出了一个简单的土壤水份平衡模式来估计作物对水的利用率,该模式要输入的量降水量、可能蒸散量和土壤的水容量。他们引进了一种水需求量满足指数(WRSI)的概念,该指数以百分数表示一年生作物在生长期内的水需求量逐渐得到满足的程度。Popov (1984)提出在作物可能产量基础上定量估计产量是可能的,这种可能产量将取决于地方的环境条件。

珍珠玉米是重要的谷类作物之一,生长在非洲和南亚的干燥气候区域。在这些区域,年雨量不足600毫米,土壤的结构疏松,透水性好,水是其高产的主要制约因素。本文以生长在印度西北部干燥地区天然降水条件下的珍珠玉米为例,来说明水需求量满足指数在作物产量的定量估计中的效用。同时采用历史降水资料及此方法来模拟与不同降水分布有关的产量情况。

二、 资 料

Jodhpur位于印度西北部干燥地区($26^{\circ}18'N$, $73^{\circ}01'E$),年雨量366毫米,可能蒸散量为1843毫米。降水主要发生在6—9月西南季风季节里。生长在Jodhpur C. R.农场的珍珠玉米的作物产量取自全印度旱地农业联合研究计划(1971—1985年时期内)年报。1976年作物受到麦角菌病的影响。BJ-104品种通常在80—90天内成熟,在本研究中假定该品种的生长季节为13个星期。

这个试验地的土壤是贫脊而深厚的砂壤,有机物很少(0.4%),可利用的磷(P)适中(15—25公斤/公顷),可利用钾(K)很丰富(220公斤/公顷)。土壤剖面的总含水量约有150毫米/米,土地容量、永久枯萎点百分率和容积密度(克/厘米³)分别为8.8、3.0和1.5。在播种时间里每公顷地施一种含20公斤氮和40公斤磷的混合肥料。播种以后一个月在表层每公顷施氮肥20公斤。行间距离为50厘米。

我们选用1901—1985年记录到的逐日降水资料并计算了不同标准气象周的周降水总量。Rao等人(1971)使用修改的彭曼公式计算了正常的逐月可能蒸散值,然后进行图解内插,得到每周的可能蒸散值。采用了由Popov (1984)提出的谷类作物的作物系数。每周的土壤水平衡的计算是使用联合国粮农组织Frere和Popov (1979)提出的简单的土壤水平衡模式。土壤所含的有效水份取为150毫米/米土壤深度,且假定在整个生长期内不变。然后,计算出各生长季节的年水需求量的满足指数(WRSI)。

三、 方 法

由Frere和Popov (1979) 所发展的累积水分平衡是在每周降水量和可能蒸散量基础上研究出来的。

基本公式为：

$$S_1 = S_{1-1} + P_1 - WR_1$$

式中： S_1 ——每周末土壤里保留的水；

S_{1-1} ——每周开始时土壤里保留的水；

P_1 ——每周降水量；

WR_1 ——每周作物的水需求量；

$$WR_1 = KCR_1 \times PET_1$$

其中： PET_1 ——每周的可能蒸散量；

KCR_1 ——每周的作物系数。

这种水份平衡是在作物接收到的降水和作物与土壤通过蒸腾和蒸发失去的水份之间的差值。(P - WR) 为负值表示降水量不足以满足作物所需求的水量。但这个亏损额是指在考虑到土壤水份储藏量之后在水需求量内不足的降水。正值表示水的过剩量，它可用于补充植物根部地带的土壤湿度和补充土壤水直至达到所选定的含水量水准之后的过剩水量。

四、 水需求量满足指数

若播种时的土壤里有足够的水份，则作物生长季节的开始这个指数假定为100。在连续几周里这个指数保持在100，这种状态一直维持到过剩水量大于100毫米或出现亏损时为止。如果大于100毫米的过剩雨量出现在一周之内，且该周降水日数小于3天，那么这个指数在周内以2.1单位减少且保持这个水平直到出现下一个水份变化阶段为止。如果土壤水份的储备降落到0，且作物的水需求量出现了亏损，那么可以计算出水的亏损与作物的总水需求量的百分比率且由前一周末指数值减去该值。考虑到指数在第一周时为100且以后仅仅能保持100或减小这一事实，这种计算一直进行到生长季节结束。除了另外一些因素（如病虫害和强风等等）有决定性的影响之外，在生长期结束时的指数将反映作物经受水过量和亏损的累积影响且通常和最后的作物产量相联系。

五、 结果与讨论

表1，提供了在种植季节里Jodhpur每周降水量分布的特征。从第27周到35周平均每周降水大约在20毫米或以上。作物通常在降水量为20毫米的那周里播种。

观测（见图1）得到生长季节结束时的水需求量满足指数（WRSI） x 和珍珠玉米的产量 y 之间的关系为：

$$y = \exp(-18.023 + 4.173 \ln x)$$

可见作物的有效水份对产量的影响呈指数关系。 R^2 为0.88（置信度1%的水平）表示实际产量与利用这一关系估算的产量之间的相关系数高达0.94。因此，水需求量满足指数（WR-

表1 Jodhpur (1901—1985年) 每周降水量的最小值、最大值、
平均值、标准差和变异系数

周 序	最 小 值 (毫米)	最 大 值 (毫米)	平 均 值 (毫米)	标 准 差 (毫米)	变 异 系 数 (%)
22	0.0	45.5	3.7	8.8	240.7
23	0.0	52.8	3.7	10.0	272.5
24	0.0	154.2	6.5	19.6	301.1
25	0.0	73.8	9.1	15.5	171.1
26	0.0	104.4	11.6	20.3	174.6
27	0.0	157.7	19.8	30.8	155.2
28	0.0	149.1	20.9	30.8	147.7
29	0.0	438.0	32.1	62.6	195.3
30	0.0	216.4	30.2	41.4	137.2
31	0.0	168.4	26.5	37.9	143.0
32	0.0	181.3	29.4	43.9	149.2
33	0.0	165.7	24.6	35.0	142.1
34	0.0	348.0	31.3	54.3	173.4
35	0.0	219.2	29.4	46.7	158.9
36	0.0	187.1	19.0	35.6	187.4
37	0.0	272.5	18.6	40.0	215.4
38	0.0	51.6	4.8	10.1	211.4
39	0.0	198.4	10.0	31.0	310.6
40	0.0	69.1	2.5	10.3	412.6
41	0.0	40.1	1.3	5.9	443.3
42	0.0	8.1	0.5	1.5	298.3
43	0.0	152.4	3.2	17.4	545.5
44	0.0	38.2	0.6	4.2	677.0

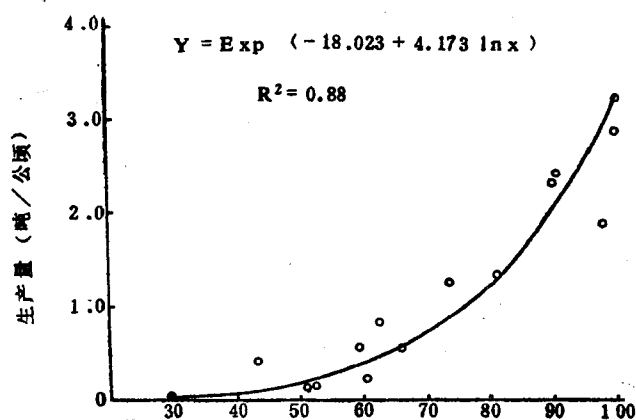


图1 水需求量满足指数

SI) 能够很方便地做出作物产量的定量估计。在水需求量满足指数为100时可发现珍珠玉米最大可能产量是3.3吨/公顷。

由于雨季从6月到9月, 生长季节假定从周降水量至少20毫米的第23周(6月4—10日)开始。生长季节开始可分成很早(从第23—24周)、早(第25—26周)、正常(第27—28周)、晚(从第29—30周)与很晚(从第31周开始), 以区别不同的降水类型。

表2 珍珠玉米产量的观测值、估计值、水需求量满足指数(WRSI)和不同播种开始期的误差值

播 种 期 开 始	年 份	播 种 周 序	产 量 (吨/公 顷)			
			WRSI	观 测 值	估 计 值	误 差
很 早	1973	24	83.3	2.85	1.54	+1.31
	1974	23	41.4	0.01	0.08	-0.07
	1983	24	87.5	2.35	1.89	+0.46
早	1971	26	72.8	1.28	0.88	+0.40
	1977	26	90.2	2.29	2.15	+0.14
	1978	25	80.8	1.33	1.36	-0.03
	1980	26	62.2	0.56	0.46	+0.10
正 常	1975	28	100	3.20	3.30	-0.10
	1976*	28	97.9	1.86*	3.02	-1.16
	1984	27	61.6	0.83	0.44	+0.37
	1985	28	43.2	0.42	0.10	+0.32
	1979	29	62.0	0.29	0.45	-0.21
晚	1981	29	60.4	0.56	0.40	+0.16
	1982	29	52.8	0.15	0.23	-0.08
很 晚	1972	33	54.2	0.11	0.26	-0.15

*产量受麦角菌病影响。

表2给出了几年为一组的早、正常和晚的雨季开始时期的珍珠玉米的实际产量和估计产量及其估计误差与水需求量满足指数。这些结果表明, 珍珠玉米产量的观测值和估计值相当一致。过去其他一些人曾利用不同的水份变化指数提出几个有关玉米和小麦的模式。虽然他们提出的模式对任何一年的产量预报是有用的, 但不可能采用这些模式来估计在生长期的任何时段水份变化对作物生长状况和产量的影响。对总的季节水份变化的更加真实的估价能通过计算从播种到收获时期的指数获得。当估算任一现时的季节时, 由于任一特定时期水份变化所致的产量减少亦能更好地估计出来。Shaw (1974、1977) 和 Saxton 与 Bluhm (1982) 研究玉米时通过计算各生长季节的累积季节水份变化指数来预报作物产量。虽然这些模式都给出合理的产量估计, 但由于土壤湿度收支的估算很复杂, 所以它们的应用范围受到限制。然而, 本文提供的方法是相当简单的, 在没有高级设备的情况下就可以计算。此方法只依靠最少量的实际资料和若干实施前便能收集的气候资料。最后, 这个方法可以连续监测作物的生长状态, 假如在所考虑的地方有足够的农业产量资料, 该方法还可以为定量评价产量作准备。

我们对1901—1985年作物产量进行了模拟并按照雨季的开始对各年分类。表3给出了根据不同降水类型估计的产量的平均值和分布类型。

表3 播种期开始日期对珍珠玉米的可能产量类型的影响
(1901—1985)

播种期的周序	时 期	出 现 频 数	估 计 的 平均产量 (吨/公顷)	各估计产量的出现年数		
				0—0.82 (吨/公顷)	0.83—1.64 (吨/公顷)	1.65* (吨/公顷)
23—24	6月14—17日	11	0.81	7	2	2
25—26	6月18—7月1日	24	1.19	11	7	6
27—28	7月2—15日	26	1.45	10	7	9
29—30	7月16—29日	15	0.74	12	—	3
31以前	7月29以前	9	0.74	7	—	2

在生长季节正常开始的年份,产量可望更高。生长季节开始早于第25周或迟于第28周的年份,作物产量急剧减少。在不同的10年里的模拟产量的平均值和分布类型在表4中给出。

表4 珍珠玉米估计产量的10年类型 (1901—1985)

年 代	估计的平均 产量 (吨/公顷)	各估计产量的出现年数		
		0—0.82(吨/公顷)	0.83—1.64 (吨/公顷)	1.65* (吨/公 顷)
1901—1910	0.95	7	—	1
1911—1920	0.81	7	1	2
1921—1930	0.94	7	1	2
1931—1940	0.97	7	1	1
1941—1950	1.58	3	3	1
1951—1960	1.00	4	5	—
1961—1970	1.49	3	3	1
1971—1980	1.27	5	2	1
1981—1985	0.61	4	—	1

如果任何一年的产量是最大可能产量的25%或以下,那么这作物可定为欠收。在早期的几十年里(1901—1940年)这作物每10年有7年是欠收,达到最大可能产量50%或以上的机会每10年出现1—4年。然而,产量受到损失最大的时期是在本10年的前5年。

连续几年出现作物欠收(产量为最大可能产量的25%或更少的年)年的频率在表5中给出。作物连续8年欠收出现在1918—1925年。在近期,作物连续4年欠收发生在1979—1982年。作物欠收的概率是55.3%。然而,如果某年作物欠收,下一年仍为欠收年的概率是63.2%。

表5 连续减产年份的出现频数
(产量为最大可能产量的25%或以下的年份)

连续年数	出现频数	累积频数	年 份
1	7	19	1933, 1946, 1949, 1952 1960, 1963, 1974
2	7	12	1901—1902, 1910—1911 1929—1930, 1957—1958, 1968, 1969, 1971—1972, 1984—1985
3	1	5	1013—1915
4	2	4	1904—1907, 1979—1982
5	—	2	
6	—	2	
7	1	2	1935—1941
8	1	1	1918—1925

六、 结 论

从以上的研究可以看出,当珍珠玉米产量变化的88%可用正常的可能蒸散值解释时,水需求量满足指数(WRSI)的概念可以成功地用来定量地估算作物产量。使用实际计算的可能蒸散值可以获得更高的精确度。为了鉴别出达到更高生产力的最佳条件,当引用历史天气资料时,该模式也能成功地获得作物产量状况的信息。在作物生长的任一阶段,此方法可根据直到该阶段为止的水需求量满足指数来预测作物的可能产量,而且使我们监视作物生长和收获前的产量预报有了可能。

由于该模式所需的资料比较少,计算方法不烦,且有合理的科学基础而并非仅仅是一种经验统计关系,所以该模式有很大的发展前途。

译自: Theoretical and Applied Climatology,
Vol. 39, p73—80, 1988.

(夏洪星 译, 杨贤为 校)

以数值模拟为基础对边界层 大气污染物扩散的研究

П. Н. Белов, И. Г. Айзикс,

Е. В. Татаинова

计算大气污染物扩散问题对气候形成具有重要意义。要完成这项任务应该以含有流体热力学方程和大气污染物平衡方程的方程组为基础,同时解决气象要素的计算和预报问题。然而,这样的模式是很复杂的。所以在许多情况下,都对其合理地进行各种简化。本文对此问题是这样设想的:视气象参数的分布为给定的,而就大气污染物平衡方程单独求解。一般情况下,平衡方程具有如下形式:

$$\frac{dS}{dt} + \frac{\partial S W_a}{\partial z} - \left(\frac{\partial}{\partial x} K_x \frac{\partial S}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} K_y \frac{\partial S}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} K_z \frac{\partial S}{\partial z} \right) = F + R - P - W, \quad (1)$$

式中, S ——污染物的容积浓度; W_a ——污染物本身的垂直速度; K_x 、 K_y 、 K_z ——分别沿 x 、 y 、 z 轴的湍流扩散系数; F ——表征污染源强度和时空分布的函数; R 、 P ——描述污染物化学变化的函数; W ——描述污染物从大气中被降水冲刷掉的速度函数。

为了简化方程,我们引入如下的假设:污染物的传播过程被认为是常定的,即 $\partial S / \partial t = 0$; 污染物是不活跃的,且本身的特性在传播过程中不变化;下垫面是均质的;污染物的垂直速度仅由其本身的速度所决定,等于它的重力下沉速度。

我们定出盛行风向并使其指向 x 轴方向。在有风的情况下,我们忽略了 x 方向的湍流扩散项。这样,方程(1)就变成下列形式:

$$u \frac{\partial S}{\partial x} + W_a \frac{\partial S}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial y} K_y \frac{\partial S}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} K_z \frac{\partial S}{\partial z} \quad (2)$$

这个方程是在下列边界条件下求解的:

$$\text{当 } x = 0 \quad S = \begin{cases} 0, & z \neq H \\ S_0, & z = H \end{cases} \quad (3)$$

$$\text{当 } z \rightarrow \infty \quad S \rightarrow \infty \quad (4)$$

$$\text{当 } |y| \rightarrow \infty \quad S \rightarrow 0 \quad (5)$$

$$\text{当 } z = z_0 \quad K_z \frac{\partial S}{\partial z} - W_a S = \beta S \quad (6)$$

这里: S_0 ——污染物浓度的初始值; $P = K_z \frac{\partial S}{\partial z} - W_a S$ ——污染物的垂直通量; z_0 ——粗糙度参数; $\beta \geq 0$ ——表征污染物和下垫面相互作用特性的系数(适应系数)。当 $\beta = 0$ 时,经过地表面的污染物通量等于零,所以当 $W_a = 0$ 时,所有的污染物均停留在空气中,则

$K_z \frac{\partial S}{\partial z} = 0$; 换句话说,扩散微粒从地面全部反回空气中。

在 $\beta = 0$ 时, 边界条件(6)可以采用这样的形式:

$$\text{当 } z = z_0 \text{ 时} \quad S = 0 \quad (7)$$

这就意味着, 到达地面的污染微粒立刻全部被地表面所吸收(地表面吸收或截留, 而且污染物从边界排出的速度比从周围环境进来的速度大)。水就是完全吸收的表面的例子。

在微粒被部分吸收或截留的情况下, β 可能取决于污染物的类型、下垫面特征和风速, 并可用下式表示之:

$$\beta = Bv_* - W_a \quad (8)$$

式中, v_* 是动力速度, B 是无量纲系数。对于重颗粒来说, 可认为

$$\beta = -W_a \quad (9)$$

这样, 方程(2)就可以进行解析解和数值解。数值解有一系列优点, 它为模式逼近实际气象条件提供了广阔的可能性。

大量研究表明, 在近地面的空气层里, 垂直热通量和动量通量大部份随高度是不变的。然而, 该层的风速、温度和湍流系数随高度有明显的变化。这里, 与温度层结直接有关的大气稳定度的影响, 甚为明显。

人们把温度层结划分为中性(或稳定)层结和不稳定层结。超绝热温差条件和大气不稳定状态有关。这些条件促进了气流中随机扰动的发展。逆温分布是作为稳定的大气层结来确定的。在该状态下, 气流中扰动被抑制, 而湍流强度明显地减弱了。

大气的温度层结对风速随高度的变化起着重要作用。风速随高度变化呈对数的关系适用于中性大气层结。在不稳定层结条件下, 在大气最低层风速随高度很快地增大, 以后这种增大就停止了。在逆温条件下, 风速随高度增大情况可以继续到较高的高度。

为了考虑所有上述规律性, 从而研究各种温度层结下大气污染物的扩散特性, 本文利用所谓幂指数模式, 在该模式中对风速和扩散系数以下列形式表示:

$$\begin{aligned} u(z) &= u_1 \left(\frac{z}{z_1} \right)^m \\ K(z) &= K_1 \left(\frac{z}{z_1} \right)^{1-\delta} \quad \text{当 } z \leq h \\ K(z) &= K_1 \left(\frac{h}{z_1} \right)^{1-\delta} \quad \text{当 } z > h \end{aligned}$$

式中, $h = (50-100\text{米})$ 是近地面层高度; m 和 δ 是幂指数, 它们的取值取决于上述大气温度层结, 它们变化于0到1之间。

为了求解方程(2), $M. E. \text{Берлянд}$ 建议对应 y 轴(即垂直于气流的方向)的湍流扩散系数采用以下关系式:

$$K_y = K_0 u \quad (10)$$

式中, K_0 ——由实验得出的常数, 它取决于气象条件。

假设 u 和 K_z 只是高度 z 的函数, 于是就可以从适用于点源的方程(2)和边界条件(3)–(6)改写成适用线源的相应的方程和边界条件。

在方程(2)的基础上, 我们得到了线源的浓度方程:

$$u \frac{\partial S'}{\partial x} + W \frac{\partial S'}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} K_z \frac{\partial S'}{\partial z} \quad (11)$$

在这里假设:

$$S(x, y, z) = S'(x, z) P(x, y), \quad (12)$$

式中:

$$P(x, y) = \frac{e^{\frac{-y^2}{4K_0 x}}}{2 \sqrt{\pi K_0 x}}$$

由方程(2)转换到方程(11)减少了所需变量的数目, 还明显地简化和加速了计算过程。

为了数值求解方程(11), 我们在扩散方程和边界条件中对微商处理成有限差分近似值。为此在垂直面 Q_{xz} 上建立一个水平格距为 δ_x 、 δ_y (本工作中, δ_x 和 δ_y 分别取为500和50米)、垂直格距为 δ_z ($\delta_z = 20$ 米)的网格。引入 $\bar{K}$ 代替 z 高度上的 K_z , $\bar{K}$ 是最靠近 z 高度那一层的平均值。在坐标为 $x = 0, z = H$ 的网格点上, 给定浓度值为 $g' = \frac{M}{u_H \delta_z}$, 这里 M 为源点强度, H 为源点高度, u_H 为 H 高度上的风速。

为了求解与(11)式相应的有限差分方程, 使用了具有稳定收敛性的隐式差分格式, 用正反逼近法解相应的差分方程。在这种情况下, 地面是下边界, 而污染物浓度小得可忽略不计的那一层定为上边界。

按照该方法, 编制了可以计算由位于任何一个网格点上的污染源扩散物质浓度的程序, 在对几个污染源的计算中, 采用了场叠加原则: 每个源都被看成是孤立的, 然后将位于各个网格点上的所有污染源产生的浓度叠加起来。

用上述方法计算的某些例子见图1—3。

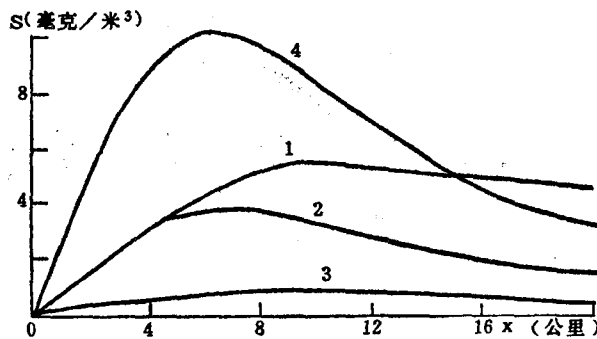


图1 由100米高度上单点污染源产生的污染物地面浓度 S 沿风向的分布

- | | |
|-----------------------|--------------------|
| 1 — $W_a = 0,$ | $\beta = 0;$ |
| 2 — $W_a = -0.1$ 米/秒, | $\beta = 0.2$ 米/秒; |
| 3 — $W_a = 0,$ | $\beta = 0.2$ 米/秒; |
| 4 — $W_a = -0.1$ 米/秒, | $\beta = 0.1$ 米/秒 |

从图1可以很清楚地看到在各种污染物属性和不同下垫面情况下污染物浓度的变化。曲线2、4描述下降速度 $W_a = -0.1$ 米/秒时的污染物浓度(这种污染物可能是直径为70微米的气溶胶颗粒)。曲线1、3是针对极轻污染物($W_a = 0$)作出的。曲线1、4的位置明显高于与较大的适应系数 β 相对应的曲线3、2。 β 的增大可能决定于引起吸收增大的地面潮湿现象, 从而导致地面污染物浓度的减小。对于轻污染物, 采用完全反射条件($\beta = 0$); 对于重污染物, 取 $\beta = -W_a$; 1、4曲线对应这些情况。在污染源附近的某一距离内, 地面轻

污染物（曲线1）浓度小于重污染物（曲线4）的浓度，因为重污染物比轻污染物更快地下沉，并且很少随风输送到上层。在该情况下，当 x 大于16公里时，曲线4低于曲线1。

曲线2、3也是表明低空的重污染物浓度比轻污染物浓度增大的规律，但是在该情况下，这两种污染物取了同样的适应系数 $\beta = 0.2$ 米/秒。

图2为 $y = 0$ 、离污染源不同距离和不同类型层结情况下，污染物在垂直方向上的分布情况。所得结果可作如下的结论：在稳定的大气层结下（廓线1、2、3）湍流发展很弱，而风速随高度显著地增大。这样，在污染源的所在高度上（本情况为240米），污染浓度比在不稳定层结下大得多。在这些条件下，污染物几乎不向垂直于风速矢量的方向扩散，也就是说，污染物浓度只在直接毗邻污染源的高度上才是显著的。风速在8米/秒左右时，污染物很快地输送到离污染源较远的地方去。在直接接近污染源的地方（沿污染源高度轴300米距离处）形成很大的污染物浓度；但在沿 x 轴远离污染源的情况下，浓度急剧地减少，甚至在污染源的高度上也是如此。

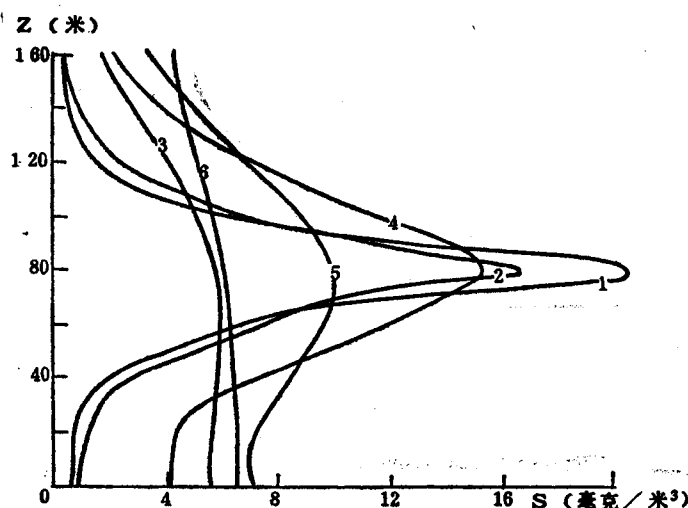


图2 由240米高度上单点源产生的污染物浓度 S 沿风向的分布

- | | | | |
|----------|-------------|-----------|-------------|
| 1 — 稳定层结 | $x = 1$ 公里 | 4 — 不稳定层结 | $x = 1$ 公里 |
| 2 — 稳定层结 | $x = 2$ 公里 | 5 — 不稳定层结 | $x = 2$ 公里 |
| 3 — 稳定层结 | $x = 10$ 公里 | 6 — 不稳定层结 | $x = 10$ 公里 |

在不稳定层结条件下（廓线4、5、6）湍流系数增大，同时沿水平方向污染物输送减弱。在强不稳定层结条件下，污染物垂直方向的扩散强度可以与风矢量方向污染物扩散强度相比。在离污染源2公里的地方，近地面的污染物浓度是相当高的。

图3表明在 x 值相同、 y 值不同时由三个污染源产生的污染物浓度计算的例子。这三个污染源具有不同的强度和高度。图3(a)和图3(b)展示了高度为120米和200米平面上污染物浓度的分布情况。可以看到，在200米高度上反映了较高和较强污染源产生的浓度情况；同时，第三个污染源对这一水平面污染浓度不起主要作用。在120米高度上可以看到所有污染源产生的污染物浓度场，而且由它们产生的污染物浓度集中形成了一个统一的总浓度场。

上述数值试验表明，按照上述方法应用实际气象资料和污染源强度配置数据，可以计算具体工业中心或城市的污染物浓度。

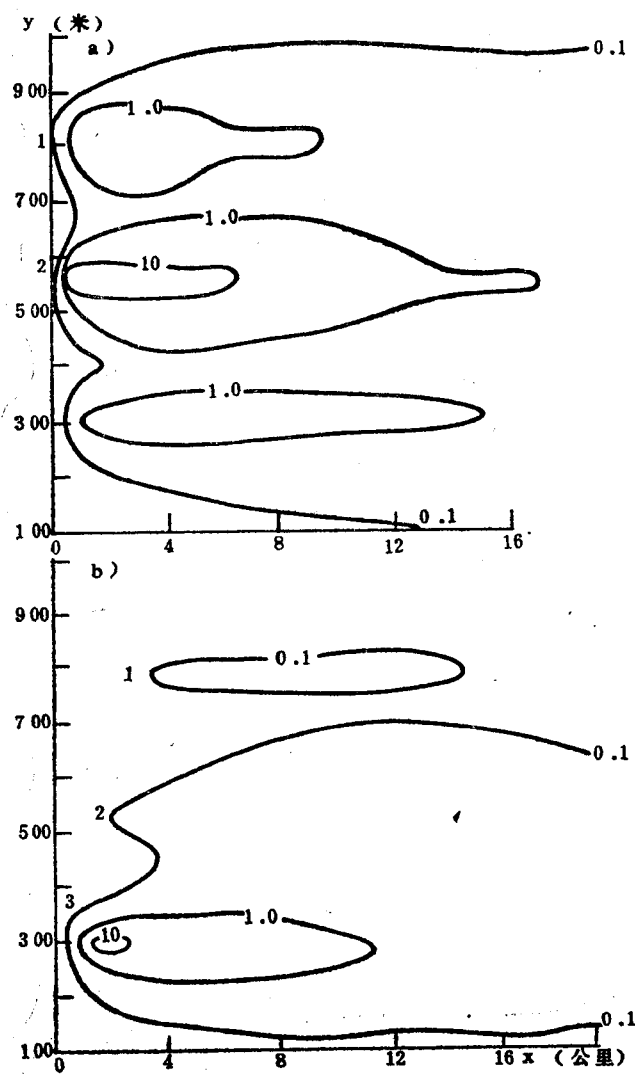


图3 当 $W_s = -0.2$ 米/秒时, 由三个点源产生的污染物浓度在高度120米(a)和200米(b)的水平面上的分布

- | | |
|-----------------|-----------|
| 1. $M=100$ 克/秒 | $H=100$ 米 |
| 2. $M=3000$ 克/秒 | $H=100$ 米 |
| 3. $M=1000$ 克/秒 | $H=200$ 米 |

译自: Тр. Вниигми—Мид126.р75—82, 1986.

(姚佩珍 译, 刘树泽 校)

中性条件下多山崎岖地形的 蒸发和湿度廓线

Wilfried Brutsaert, William P. Kustas

一、引言

与风速廓线及气温廓线相比较,大气边界层中的湿度垂直廓线至今研究得还很少。但是,对于在运动中空气已几乎混合时的湿度状况的更好了解将有助于我们获得有关湍流输送过程,特别是区域范围蒸发状况的更加完备的知识。尤其在复杂的多山地区,对这类问题的了解极少。区域蒸发量的确定是流域或汇水区域的水文计算以及气候预测和天气预报的大气环流模式中的关键要素之一。

本文分析了大气边界层中若干个比湿垂直廓线,这些廓线资料是1982年夏季在瑞士阿尔卑斯山前附近所进行的野外实验中当大气稳定度处于中性条件下测得的。这项工作属于湍流边界层相似方法的基础工作。只考虑中性廓线是为了避免增加密度层结的复杂性,也为了能应用相似法的最简单形式。本文的目的是确定廓线公式中的参数,这些参数是地面水汽通量 E ,地面切变应力(以摩擦速度 U_* 来表示),水汽位移高度 d_{ov} 以及水汽粗糙度高度 z_{ov} 。 U_* 和 E 值可以进一步分别与从相应的风速廓线观测以及从蒸散量测量中获得的那些值相比较。

二、野外实验

1. Rietholzbach流域的特征

本实验在Rietholzbach流域进行。该流域过去曾数次作为水文研究的场地,其水份和能量的收支特征已被人们熟知,根据区域蒸发量的测定,有可能校准水份和能量收支特征。该流域有一块面积约3.18平方公里的地方具有瑞士阿尔卑斯前地区典型的地貌和植被分布特征。更明确地说,该流域位于 9°E , 47.38°N ,大致处在苏黎世和Constance (Bodensee)湖的中间。山脊主要座落在南北方向,基本上与向东流的小河平行。山顶距谷底的平均高度为125米。谷底从西部海拔780米的高度逐渐向东下降,到下游2.5公里的流域东部边界降至680米左右。该区域约有23%被落叶性树木或针叶性树木所覆盖,这些树木大部分在河谷里,只有少数生长在山脊和山顶上,或者稀疏地沿着河岸分布。其余的77%主要是牧草。因此该区域的全部降水都被截留下来作为地表水或地下水流入河流或者被蒸发掉。流域的地形特征在半径约15—25公里内是典型的,西边的地形更典型。所以,虽然仔细看起来该区域的地表是复杂的,但从本研究的目的出发,仍将它看作统计上是均一的。

2. 实验方法和资料

在1982年夏季,共施放了300个无线电探空气球来测定平均风速、气温和相对湿度的垂直廓线。从多种判据看,有11次探测符合中性条件,可为本分析所适用。其中,5次探测时的牧草被露水或早先的降雨所浸湿,因此可以认为这几次探测时的地面基本上处于饱和状态。