

值,以避开局部最低值在手续上比较麻烦。(2) Streeter-phelps 修正公式求得的 K_1 值取决于 K_2 计算公式的符合程度、DO 和 BOD 测量的准确。(3) 在计算复氧系数时,主要取决于流速、水深等水文参数,同时还取决于河流污染的类型和程度。就是说,河流的参数值随河流物理、化学、生化等作用的不同而不同。(4) 从我们的研究结果看出,对于同一河流的不同河段,其模式参数值亦不完全相同,但只要其变化幅度不大,我们可以取其平均值,近似地作为整个河流的参数值。

参 考 文 献

- [1] Kolvo, A. J. and Phillips, G. R., *Water Resources Research*, Vol. 8, No. 2, p. 478—486, (1972).
 [2] Nemerow, N. L., *Scientific Stream Pollution Analysis*, McGraw-Hill, New-York, 1974.

- [3] Owens, M. Knowlos, G. and Clark, A., *The Prediction of the Distribution of Dissolved Oxygen in River*, Proc. 4th Int. Conf. Wat. Pollut. Res, p. 125—137, 139—147, 1969.
 [4] Churchill, M. A. *ASCE. J.*, 88(SA4), 1—4, (1962).
 [5] Streeter, H. W. and Phelps, E. B., *A Study of the Pollution and Natural Purification of the Ohio River*, U. S. Public Health Service, Public Health Bulletin, No. 146, 1925.
 [6] Theriault, E. J. I. *USPHS. Public Health Bulletin* p. 173, 1927.
 [7] Thomas, H. A. Jr., *Sewage Works Journal*, 9, 224(1937).
 [8] Rhame, G. A., *Water and Sewage Works*, 96, 317(1949).
 [9] Thomas, H. A. Jr., Moore, E. V., Snow, W. B., *Sewage and Industrial Water*, 22, 1343. (1950).
 [10] Tsivoglou, E. G., O'Connell, R. L., Watter, C. M., Goelsil, P. J., and Logsdon, G. S., *Water Poll. Control Fed. J.*, 37, 1343—1362, (1965).

沈阳地区气象场结构与大气污染*

刘 万 军 赵 国 珍

(辽宁省气象科学研究所)

摘 要

本文初步分析了由于热岛存在而引起的城市温度场、风场及湿度场的变异,并结合 SO_2 浓度连续监测资料分析了影响沈阳大气污染的气象条件。

一、引 言

城市复合体引起的大气边界层结构的变异,尤其是温度场结构的变异,直接关系到大气污染物的散布。从污染源排放的污染物对大气的污染程度取决于大气的输送、扩散、干湿沉降等自净过程。在局地污染方面主要取决于大气的输送扩散能力。决定大气输送过程的因素是平均风场。热岛环流使气流向城市中心辐合,不利于污染物输送出城市。决

定大气扩散能力的主要因子是湍流。大气的温度层结是决定湍流发展的因子之一。

城市热岛存在引起了水平温度场、风场及湿度场的变异,使流经城市的大气层结发生了改变。本文初步分析了城市气象场结构,并结合沈阳市污染物测定讨论了其与气象场结构的关系。

* 大气所张锡福同志对本文初稿进行了审查和指导,在此表示感谢。

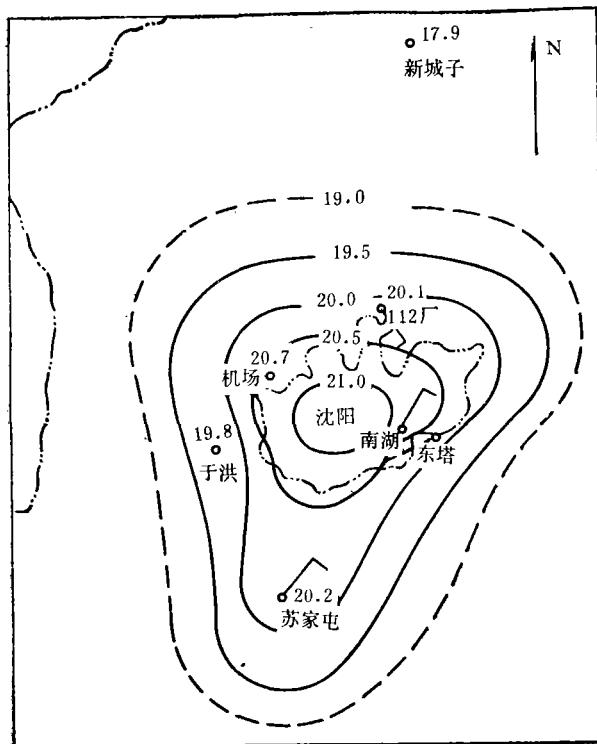


图 1 沈阳热岛 1978 年 3 月 30 日 02 时

二、水平温度场特征

观测证实,象其他大中城市一样,沈阳有其固有的气象特点,即城市的近地面层空气温度高于郊区,尤以夜间最明显。从中小尺度的地面观测中很容易看出,称之为城市热岛(见图 1)。

城内外温差显示出强烈的日变化(见图 2a、2b)。夏季城乡温差相差不多。从图 2a 可以看出,在上午 10 时至下午 18 时市内温度还略低于乡村温度。而在夜间城内外温差较明显,在晚 20 时差值最大。冬季也是这样,夜间差值大,20 时为最大,而白天 9 时至 11 时城内外温差趋于一致。

以南湖代表市区温度,新城子区代表郊区温度,这种温度日差异看的更明显。就其年平均来说,夜间温差较大,从 1.1℃—1.8℃。白天相差 0.5—0.6℃。这种温差日变化随季节不同而不同,表 1 列出了这种变化。

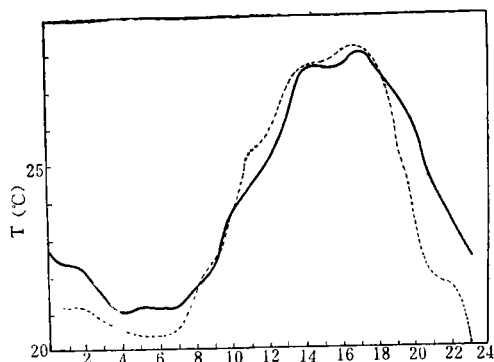


图 2a 城乡温度日变化(夏)1978 年 7 月 29 日

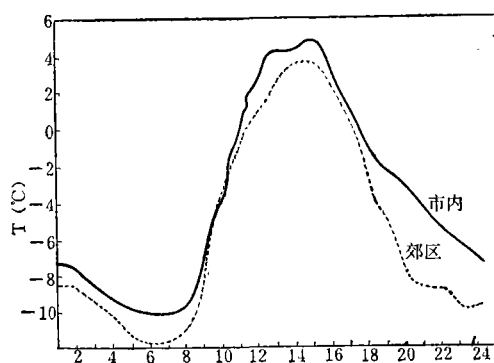


图 2b 城乡温度日变化(冬)1979 年 1 月 23 日

表 1 城内外温差日变化

	ΔT_{02}	ΔT_{08}	ΔT_{14}	ΔT_{20}
冬	1.2	1.1	0.7	2.0
春	1.7	0.8	0.8	2.1
夏	1.1	0.4	0.6	1.1
秋	1.6	0.2	0.7	2.0

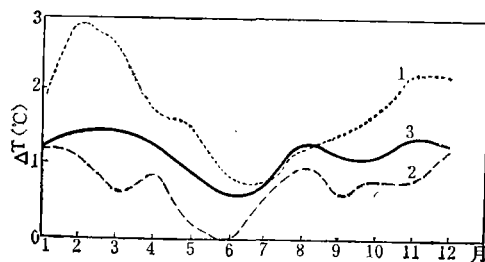


图 3 城内外温差季节变化

1——最低温度曲线
2——最高温度曲线
3——平均温度曲线

热岛强度除了日变化以外,还有季节的差异.从图3可以看出,冬季城乡平均温差最大,春秋季差之,夏季最小.其年平均值约为 1.3°C .年平均最高温度差异较小,而最低温度差异较大,城市比乡村要高 2°C .

三、热岛条件下水平流场的特征

城市复合体对水平流场的影响首先是市政建筑增大了城市的地面粗糙度,使从乡村流经城市的风速减小.其次是由于地形和热岛效应,使气流的流线发生了改变.我们把七个测站同步观测的报告进行了分析,风速分为三级:大风流型(大于5米/秒);小风流型(小于5米/秒);微风流型(等于小于2米/秒).在大风流型情况下,热岛强度虽然很大,气流流经城市时,除了风速减小外,流线走向基本一致.在小风流型时,气流流经城市时不仅风速变小,而且气流发生弯曲式辐合.各种形式的弯曲与风向频率相关.偏北风多发生气旋式弯曲辐合,偏南风多发生反气旋式弯曲辐合,有时则是钳形弯曲.城内外测站风向呈明显不一致(见图4).

微风流型时,系统气流的影响减弱,城市复合体作为一个热源占支配地位.即使热岛强度不很大,它也能够形成一股轻微的、吹向

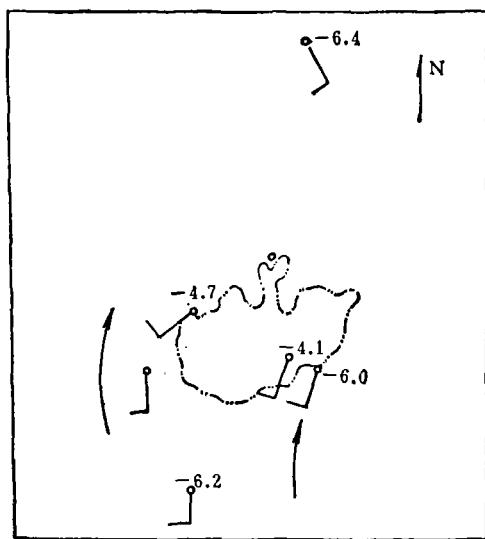


图4 小风流型 1979年1月16日20时

市中心的风(见图5).

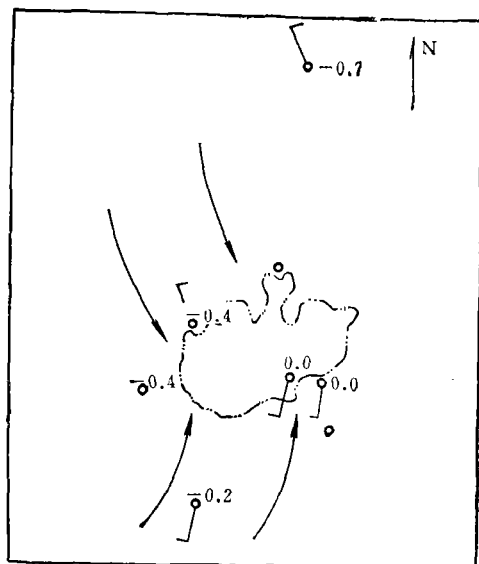


图5 微风流型 1979年1月4日02时

在小风和微风流型下,不仅地面风向呈现明显的切变,而且风向随高度也有切变.这种切变一般说来下层为暖平流,上层为冷平流.而在沈阳市切变高度平均为600米左右.

四、城市湿度场的特征

由于热岛存在,使城乡之间低层水汽含量发生了变化.象湿度一样,这种差异呈现了明显的日变化和季节差异.这种日变化表现为昼夜之间相对湿度差异较大.图6表明了这种日变化情况.图7表明城乡相对湿度差的季节变化.其年平均变化是城市比郊区少6%,春季和秋季相差较大,而冬季相差较小.

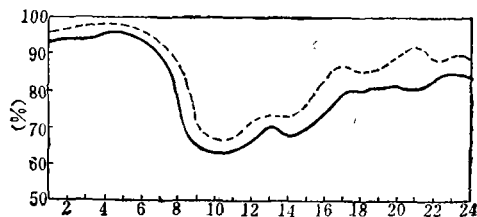


图6 城乡相对湿度日变化曲线
(虚线为郊区,实线为市内) 1979年7月25日

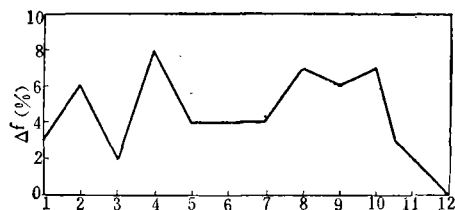


图 7 城乡相对湿度差值的月变化
(1978 年, 1979 年两年平均值)

五、逆 温

城市的过热现象使城内外温度廓线有较大差异。郊区比较稳定的空气流经市区, 由于受下垫面的影响, 其垂直结构发生了变异, 由原来稳定层结变为弱稳定或中性层结。这种变异随季节的热岛强度不同而异。图 8 为 1 月和 10 月(代表冬季和秋季) 18 时、20 时的平均温度廓线。可以看出: 冬季城市热岛强度大, 在进入城市前, 已建立的稳定层结下部变成了中性层结。由于秋季热岛强度小, 同样时间的温度廓线改变不大, 层结比较稳定。

沈阳市由于市政布局分散, 在低层还会出现辐射逆温。在逆温强度、时空变化、形成与解体时间上表现出其特有的性质。冬季等

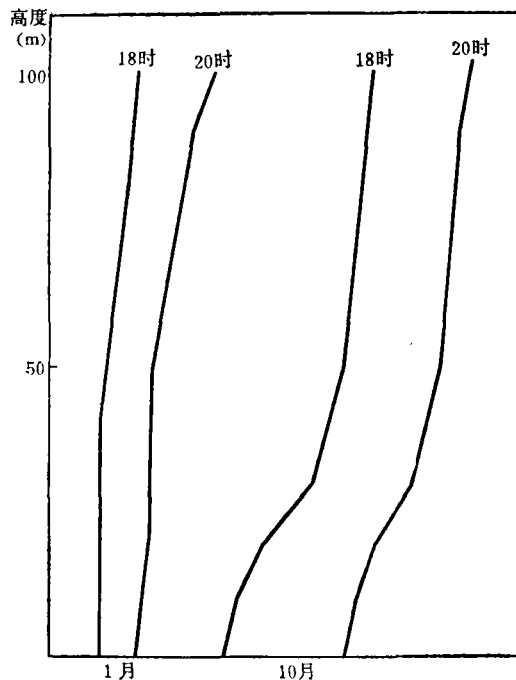


图 8 冬秋季温度廓线比较
(冬为 21 天平均, 秋为 25 天平均)

温或弱逆温一般从 16 时开始形成, 而在第二天早 8 时开始消散。秋季则 17 时形成, 07 时开始消散。冬季逆温比秋季多维持两小时。

逆温强度的时空变化参看图 9a 9b 秋季

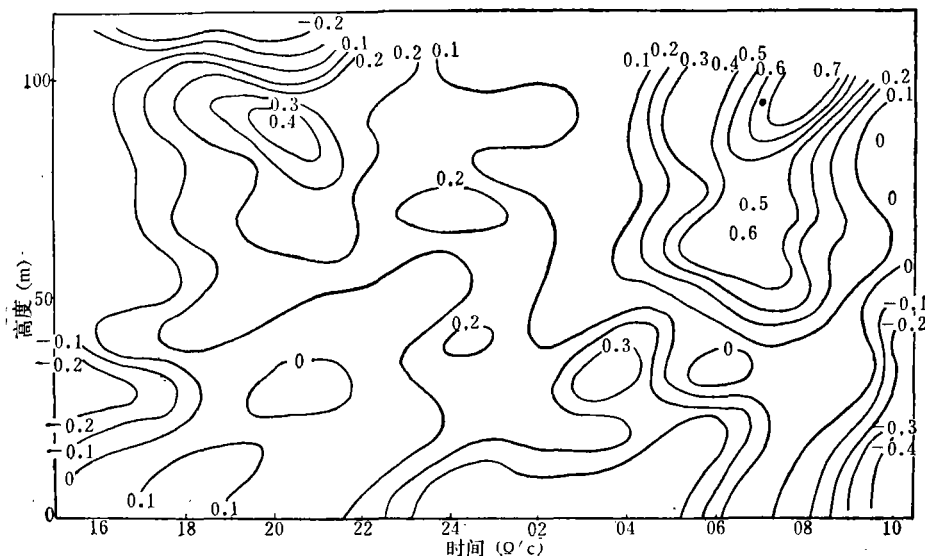


图 9a 沈阳冬季逆温强度时空变化 (1 月份 55 次平均)等值线单位 $^{\circ}\text{C}/\text{m}$

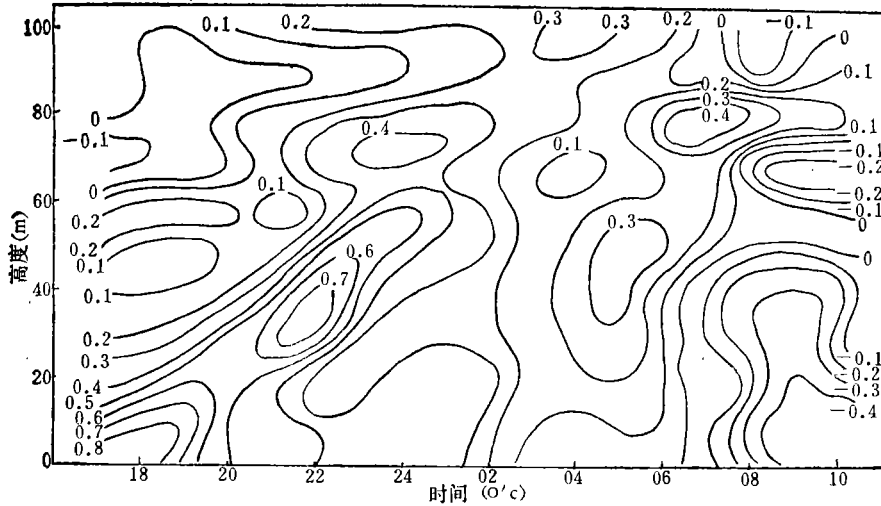


图 9b 沈阳秋季逆温强度的时空变化
(10 月份 55 次平均)等值线单位 $^{\circ}\text{C}/10$ 米

逆温比冬季逆温在低空强得多,尤其是前半夜。冬季 50 米以下为中性层结,而秋季则为

逆温。从图中可以看出,城市逆温呈多中心,秋季逆温中心高度较低,冬季较高。

除了用直接探测方法测定逆温层厚度随时间的增长外,还可利用理论来推算, Taylor 得到稳定层顶 Z 与时间 t 呈抛物线规律^[1]:

$$Z = 4K_H t^{1/2}$$

由上式来推算, Taylor 发现 K_H 概量为 10^3 厘米²/秒。中国科学院大气物理研究所和意大利 Anfossi 等人对逆温层顶观测发现 K_H 的概量为 3×10^3 厘米²/秒。我们的探测同样证实 K_H 是一个风速函数,其平均值也是 3×10^3 厘米²/秒,而且证实逆温层厚度正比于时间的二分之一次方。图 10 表明了这种结果。

六、气象场结构与大气污染的关系

有利于强烈热岛的过程也易于造成大气中污染物出现高浓度。沈阳市 SO_2 浓度连续监测数据与探测的温差值相比(见图 11)可以看出两者变化趋势的一致性。两个浓度的峰值与最大温差出现时刻基本相同。根据温度层结与 SO_2 浓度这种密切关系,我们把 20 时至第二天 08 时的温差与同时的 SO_2 浓

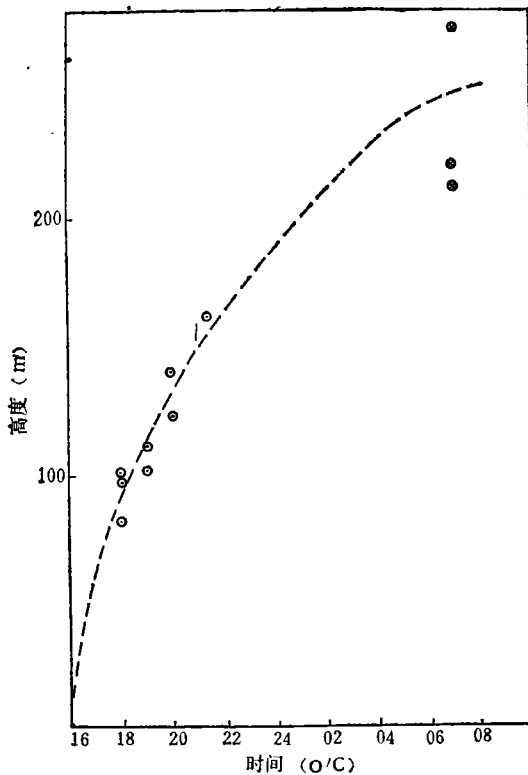
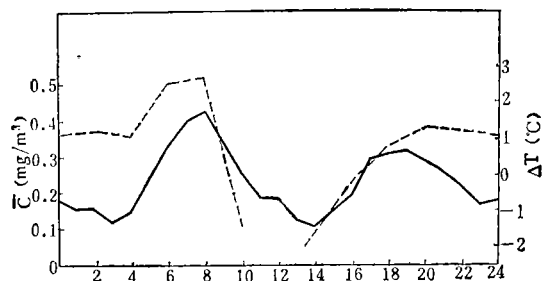


图 10 实测逆温厚度与理论计算结果比较
(1979 年 1 月 12 日—14 日)
—— 理论计算值 ○ 系留气球探测值
⊗ 探空仪探测值

图 11 温差与 SO_2 浓度关系

——一月份 10—100 米逐时平均温差

——一月份逐时 SO_2 平均浓度

度进行了比较,建立了 SO_2 浓度依温差变化的直线方程:

$$\bar{C} = 0.06 + 0.128\Delta T_{10-100}$$

其相关系数为 0.89.

上面谈的只是一种平均状况,而污染物浓度分布不只是受单一的气象要素所制约,还受源的布局、风和水汽的影响。如 1979 年 1 月 23 日全市五个测站 SO_2 日平均浓度为 0.44 毫克,除了逆温外,还存在强烈热岛和气流弯曲辐合(见图 12a, 12b),而 24 日(图略)

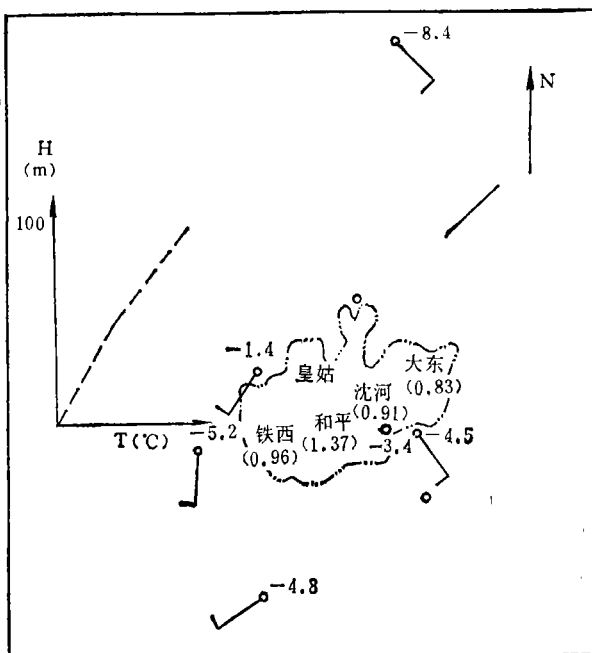


图 12b 地面实况 1979 年 1 月 23 日 20 时

(站上数字为温度值,括号内数字为浓度值)

同样有逆温,但气流没有弯曲辐合,全市平均浓度只有 0.2 毫克。两日比较相差一倍。又

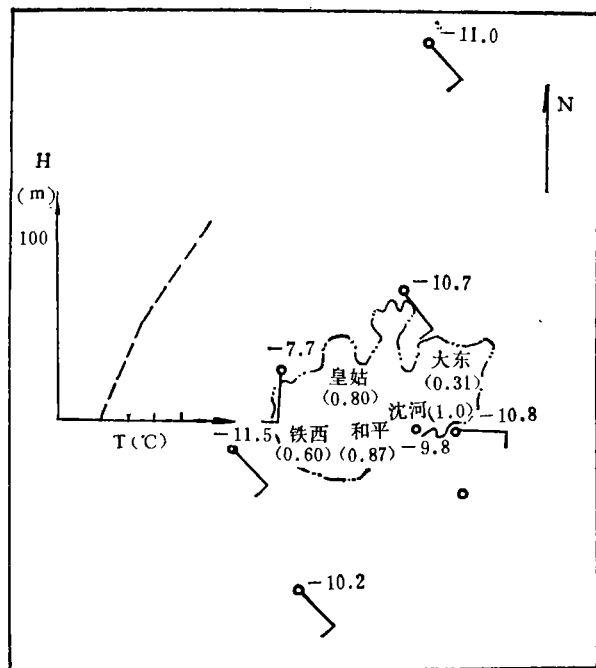


图 12a 地面实况 1979 年 1 月 23 日 08 时

(站上数字为温度值,括号内数字为浓度值)

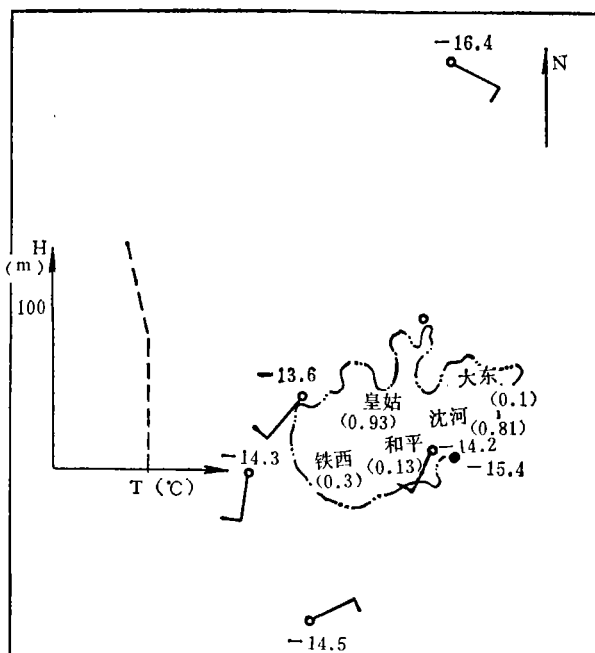


图 13 地面实况图 1979 年 1 月 12 日 20 时

(站上数字为温度值,括号内数字为浓度值)

(下转第 60 页)

粒粗, 盐基代换总量比土壤小, 但它在掺入土壤后, 提高了土壤的碱性, 致使土壤中镉的活性降低。(见表 8)

表 8 粉煤灰对土壤酸度等性质的影响

样品类型 测定项目	土 壤	粉煤灰	含 30% 粉 煤灰的土壤
pH	8.10	12.00	9.15
盐基代换总量 (ml/100g土)	12.5	9.1	10.04

三、小 结

1. 同一类型土壤中, 作物吸镉量随土壤含镉量的增高而增加。土壤中总镉含量为 2ppm (包括本底值为 2.8ppm) 时, 籽粒中含镉量明显增加。含量达到 5ppm 时, 作物生长明显受抑制。不同作物吸镉能力差异很大, 冬

小麦吸镉能力高于谷子，这对已被镉污染或受镉威胁的土壤选择种植作物种类很重要。

2. 在黃土性母質上發育的碳酸鹽褐土吸附、螯合而固定鎘的能力強，一年左右時間就能把 90% 水溶性鎘被固定，但添水溶性鎘達 25ppm 以上，固定能力有所下降。

3. 马粪一类有机物质能提高土壤固定镉的能力。其中尤以马粪为佳,它不仅能使作物在含镉量很高的土壤上有一定收成,还能降低镉在籽实中积累。

4. 粉煤灰降低镉的活性效果亦较明显, 因粉煤灰使土壤的碱性提高。

主要参考资料

- [1] 陶战 环境保护 6, 31—34(1978).
[2] 辽宁省林业土壤研究所编译. 《环境污染与生物净化》 科学出版社 第一版 74—79 页 1976年.
[3] 《公害与农业》编译组编《公害与农业》, 石油化学工业出版社 第一版 126—127 页 1976年.

(上接第 31 页)

如 12 日 20 时沈阳市热岛水平流场、风向有明显切变,辐合中心风速小,低层大气为中性,辐合中心区的 SO_2 浓度值高于其他区,甚至高于重工业区(见图 13)。对于沈阳市的商业区、文化区来说,小风伴随逆温则是最危险的。在小风情况下,气流发生弯曲辐合,会造成某些地区污染物质的高浓度值。而在大风流型无逆温情况下,则会造成高架源集中的工业区的重污染。这主要受危险的临界风速的作用。总之,中小尺度的气象场虽受大的天气系统的影响,但在大范围空气停滞的情况下,城市地区污染物浓度分布主要取决

于污染源位置及其热岛流场。微风加逆温的情况,是造成全市污染物高浓度的气象条件。小风时的气流弯曲辐合,造成了低矮烟源集中的下风方向区域污染物浓度的累积和增高,中心辐合区的浓度最高。在大风流场的危险临界风速下,虽然没有逆温,但高架源集中的重工业区的浓度则剧增,而其它商业区、文化区污染则较轻。

参 考 文 献

- 【1】 O. G. 萨顿, 微气象学 p241—242 (1959), 高等教育出版社