

北京冬季低空温度资料分析*

李 郁 竹

刘 畅

蒋 瑞 宾

(国家气象局气象科学研究所) (北京市气象局气象科学研究所) (北京气象学院)

本文根据 1981 年冬季的低空探测资料,初步分析了城区与郊区水平及垂直温度的分布,为了解北京的城市效应,进一步开展城市空气污染预报提供依据。

一、观测场地及观测方法

1981 年 11、12 月及 1982 年 1 月和 3 月,在北京城区与郊区设点进行了 318 次温度和风的垂直探测,探测点布局见图 1。温度探测采用沈阳 613 厂生产的 TK-II 型低空探空仪,该仪器的探测高度为 2000 米,同时采用单经纬仪进行小球测风。

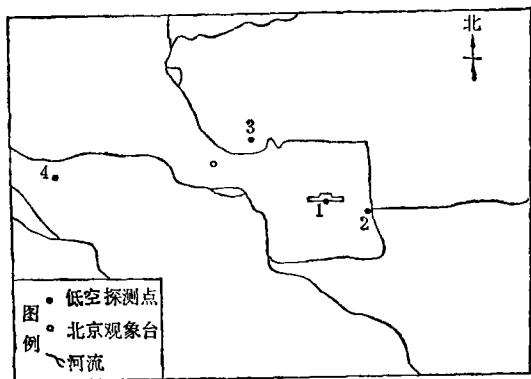


图 1 北京城、郊探测点分布示意图

1. 端门, 2. 古观象台, 3. 气象局, 4. 石景山

二、低层大气温度的垂直分布特征

污染物在大气中的扩散与大气的稳定状况有着直接关系。大气层结的稳定状况可用温度随高度的变化来判定。在不稳定气层中,污染物易于在垂直方向上扩散。在稳定气层中,尤其是存在逆温层时,污染物在垂直方向的扩散受到抑制。结合北京地区排放源的高度,本文着重分析 400 米以下的温度垂直分布。

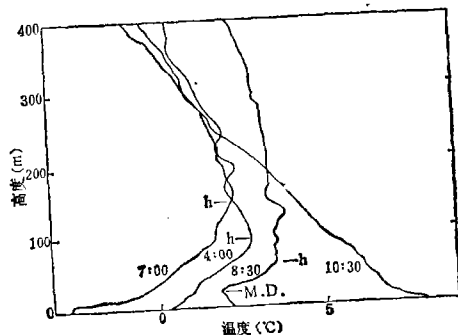


图 2 温度廓线随时间的演变

石景山 1981 年 12 月 8 日

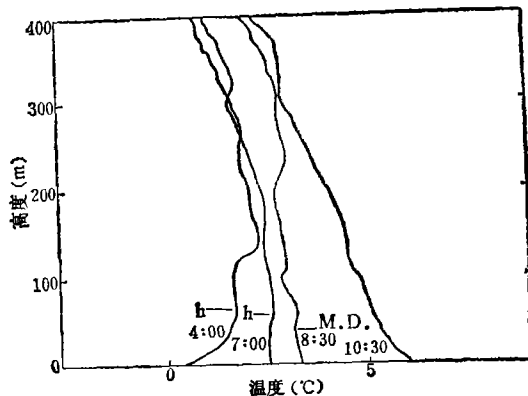


图 3 温度廓线随时间的演变

端门 1981 年 12 月 8 日

1. 温度廓线随时间的变化

低层大气温度的高低主要取决于地面的热状态,而地面温度的高低主要决定于地面的辐射差额。由于一日间不同时段辐射与热量交换的不同,城、郊的温度廓线都有明显的日变化。从图 2、图 3 可以看出,在晴朗、微风的夜间,由于地面的辐射冷却,使地面和大

* 北京市气象局气象科学研究所污染室,石景山、朝阳、丰台气象站,北京气象专科学校大气物理教研室部分同志参加探测工作。

气下层温度降低,形成了温度由下向上递增的层结,即逆温层。图中 h 为逆温层顶, $M.D$ 为混合层顶。日出以后,地面接收太阳辐射而增温,并不断加热其上的空气,下层的热力湍流混合作用使夜间形成的逆温开始消散,在逆温“顶盖”下形成一混合层。由于混合层的存在,往往将夜间积聚在上层的污染物向下传到地面,导致下层浓度增大,即出现“熏蒸”过程。一般在午前,逆温完全消散,空气上、下对流和湍流发展,空气中的污染物扩散迅速。这种层结结构将一直持续到日落之前至逆温重新形成为止。北京城区温度廓线的这种变化特点,不同于在 St. Louis 等实验中观测到的城区整夜持续存在混合层的情况^[1,2],这反映了城市结构的差异。

根据石景山测点晴朗小风条件下的 53 次辐射逆温资料,点绘了逆温层高度与距日落时间的相关图(图 4)。用多项式曲线拟合绘出逆温层顶的平均增长情况。

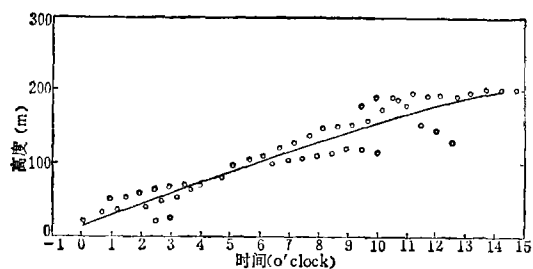


图 4 逆温层高度与距日落时间相关图

$$n = 53 \quad h = 13.373 + 16.212t - 0.211t^2$$

$$R = 0.94$$

2. 城区与郊区的温度差异

北京地区的中尺度气温(1.5 米高度)观测表明,城、郊温度差异明显。据 70 年代初期观测资料统计的气候平均值,城、郊最低气温差最大,为 2.7°C ;最高气温差最小,为 0.4°C ^[3]。根据本次观测资料,计算了端门—石景山测点的气温差,并与端门—北京市观象台的气温差作了比较,结果列于表 1。从表 1 可看出,一日中的不同时刻地面温差不同,

端门—石景山的温差以 07 时最大,13 时最小,且为负值。端门—观象台的温差 01 时偏大,13 时最小。对比两组温差,可以看出端门—观象台温差除 13 时大于端门—石景山温差外,其它时间均小于端门—石景山温差,这说明了城市效应的影响。随着远离城市,城、郊温差增大。用 11 和 12 月晴朗、小风条件下的昼夜 14 次探测资料点绘端门—石景山温差随时间的演变(图略)。从温差的演变可以看出,上述温差日变化特征更为明显,夜间温差大于白天温差,午后最小,时而出现负值,日落后 2—3 小时和清晨日出前温差最大。

表 1 晴朗、小风条件下城、郊地面温差平均值

观测时间	端门—观象台	端门—石景山	观测次数
01	1.5	2.0	2
07	1.3	2.7	17
13	0.1	-0.4	5
19	0.5	1.4	14

由于水平温度场的不均一性,也造成了城、郊温度层结的差异性。从本次所测资料看,一日中不同时刻的城、郊温度廓线不同。

在晴朗、小风的夜晚和清晨、城区与郊区的温度廓线在一定的高度以下差异明显。而在某一高度上,城、郊温度差异可达最小值。此高度可认为是城市效应所能影响的高度。本期探测中,此高度最大可达 200 米左右,出现的时间基本与地面温差峰值出现时间一致。如 1981 年 12 月 7 日 21 时和 8 日 07 时温度廓线(图 5-a, 5-b) 日落后,石景山测点地面辐射冷却较城区强,形成的辐射逆温高度略高于城区,强度亦较城区大,比较地面至 50 米高度的温度梯度值,石景山测点为 $-6.0^{\circ}\text{C}/100$ 米,端门测点为 $-3.4^{\circ}\text{C}/100$ 米。城、郊温度廓线的差异一直到 220 米高度开始消失(图 5-a)。07 时的城、郊温度廓线亦有类似结果(图 5-b)。仅石景山测点的辐射

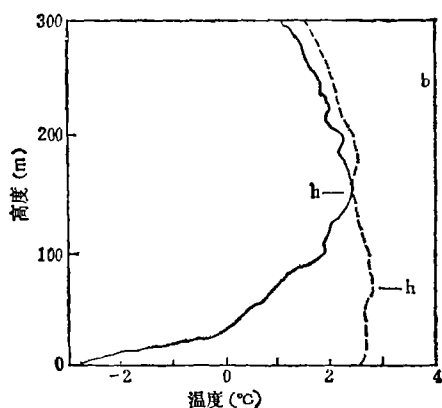
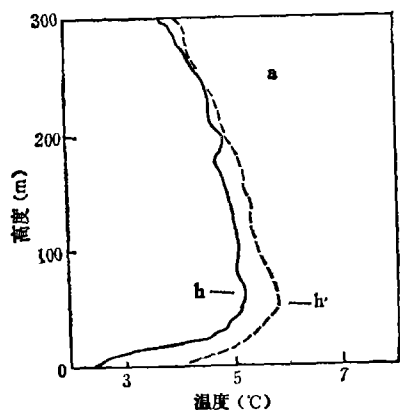


图5 城、郊温度廓线对比
——石景山 ——端门

a. 1981年12月7日21时 b. 1981年12月8日07时

逆温更强些,端门为一等温层。从地面至50米梯度值分别为 $-6.6^{\circ}\text{C}/100$ 米和 $0^{\circ}\text{C}/100$ 米。城市效应影响的高度达150米。当城市效应的影响发展较强时,市区温度热交换增大,导致上层的温度降低。而郊区,由于地面辐射冷却导致的稳定状态仍保持。此时往往出现如图6的廓线情况。端门逆温较弱,同一时刻的石景山则发展为较强的辐射逆温,在25米左右的高度,郊区温度变得比城区暖。此趋势往往保持到较高高度。

从上述分析可看出,北京城市效应的影响是明显的。北京城、郊热收支的不同,人为热的释放以及城市上空污染盖层的温室效应等是造成北京城区与郊区温度差异的主要原因,而温差的变化中,两个高值区的出现主要

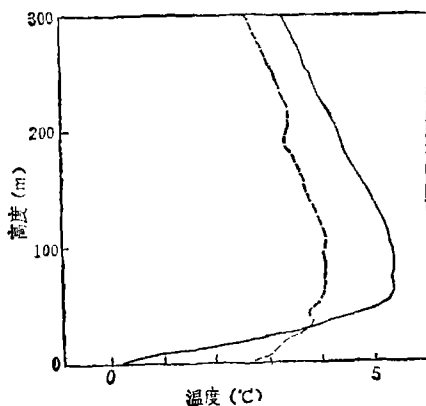


图6 1981年12月8日01时城郊温度廓线
——石景山 ——端门

与北京采暖等人为热的释放有关。每天18—22时和5—8时左右为一日中采暖耗热的高峰时段,由于城区释放到空气的热量增加,使气温增高,加大了城、郊的温度差异。

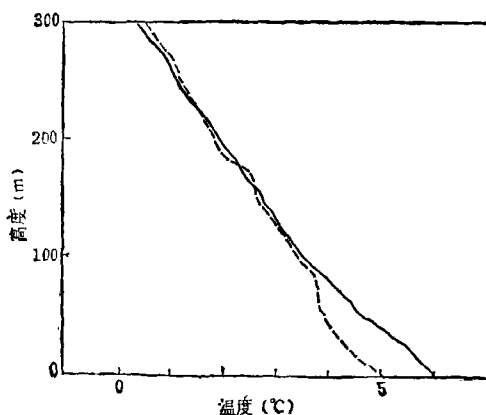


图7 1982年1月9日13时温度廓线
——石景山 ——古观象台

午后,城郊水平温差最小,温度廓线的差异也最小。由于上下对流发展,湍流加强,导致城、郊温度廓线差异减小(图7)。地面至50米温度梯度值,石景山测点为 $2.7^{\circ}\text{C}/100$ 米,古观象台测点为 $2.2^{\circ}\text{C}/100$ 米。

当风速增大和云量增多时,城、郊气温差减小。例如1981年12月5日和8日07时,地面风速为2米/秒,晴空、城、郊气温差分别为 4.5°C 和 5.5°C 。而在风速为4米/秒的6日

和 11 日 07 时, 气温差明显减少, 分别为 0.5 和 -0.1℃. 云也有类似的影响. 如晴空、小风条件的 12 月 7 日 22 时 30 分, 城、郊气温差为 2.5℃, 而在 1 日 22 时 30 分阴天的情况下 (低云量为 10), 气温差减为 0.1℃.

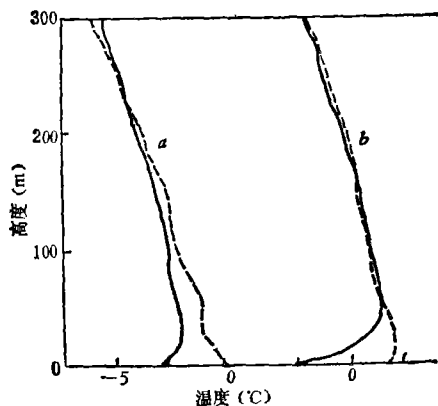


图 8 城、郊温度廓线
a. 1981 年 11 月 27 日 19 时 b. 1981 年 11 月 28 日 19 时
——石景山 -----端门

同样, 风和云对温度的垂直分布也有明显的影响. 边界层内风速增大, 空气扰动加强, 从而减小垂直温度梯度 (图 8-a). 1981 年 11 月 27 日 19 时, 城区和郊区地面风速均大于 3 米/秒, 300 米以上风速大于 6 米/秒. 从两地的温度廓线看, 除 20 米以下出现差异外, 两条廓线很近似. 云量是决定气温垂直分布的物理量之一. 由于云能够阻挡太阳的短波辐射和地面的长波辐射, 因此在多云和阴天

时, 城、郊温度廓线差异较小, 如图 8-b. 28 日 19 时总云量增至 10, 除 60 米以下城郊廓线出现差异外, 60 米以上两地温度廓线基本一样.

三、小结

1. 由于城市的影响, 北京冬季城、郊水平温差明显且存在日变化. 一日间以日落后 2—3 小时和日出前温差最大, 午后温差最小. 地面风速超过 4 米/秒和阴天条件下, 温差明显减少.

2. 城、郊温度廓线亦存在日变化. 城市效应影响高度可达 200 米左右, 在此高度以下, 城区温度垂直梯度值大于郊区, 中午前后相反. 当城市效应较强时, 自 25 米左右开始, 郊区温度开始大于城区温度, 并一直持续到上层.

3. 地面风速超过 3 米/秒、300 米风速超过 6 米/秒和阴天时, 城、郊温度廓线除近地面层略有差异外, 两廓线的上部非常接近.

参 考 文 献

- [1] James M. Godowitch and Jason K. S. Ching 2-nd Joint Conference on AAPM and IM. p. 165—171. American Meteorological Society, 1980.
- [2] M. Klöppel, G. Stilke and C. Wamser Boundary-Layer Meteorology Vol. 15, p. 135—145, 1978.
- [3] 王润鹿等编著, 实用污染气象学, 138 页 气象出版社, 1981 年.

北京地区主要农业土壤、粮食中镉的背景值研究*

陈家梅 董克虞**

(北京市农林科学院环境保护研究所)

农业土壤除受到母质成分的影响外, 长期的耕作方式, 农业技术措施与外界环境因素, 包括工业排放, 使其受不同程度的污染. 及早地获得农业土壤和主要作物的背景值, 是环境保护的一项基础性工作, 它对于评价、

防治及预测污染都有深远的意义.

关于背景值的研究, 国内外都有报道, 美

* 此项研究是“北京地区主要农业土壤、粮食作物中有毒物质背景值研究”中的一部分.

** 参加实验工作的同志还有邓小莹、邢策华、李国安同志.