

城市的大气构造、环境污染和人类健康^{*}

张一平

(中国科学院西双版纳热带植物园森林生态研究室, 昆明 650223)

摘 要 利用城市区域大气空间分布和大气污染以及健康状况资料, 分析了城市区域风的状况和大气污染的时间变化、地域变化及其对城市人们健康的影响, 得出目前城市区域不断扩大, 所引起的大气空间结构改变, 导致了大气环境的不断恶化已对生活在其中的人们产生了不可忽视的影响。结果可为城市区域的医疗保健、污染防治提供参考。

关键词 城市大气 环境污染 人体健康

1 引言

人口及经济因素高度集中的城市为人类提供了乡村环境无法相比的高额利润及优越的生产、生活条件, 使得人类越来越向城市集中。在人为因素影响下, 城市区域的生态环境发生了根本变化: 地表状态改变, 建筑物增加, 人类活动加剧和环境恶化等。与自然环境相比, 在城市区域不大的空间范围, 景观结构, 气候环境, 生物多样性等都发生了很大变化。加之人类自身在生产、生活中所产生的大量污染物, 对环境和人类本身造成了极大危害。这对现代城市的健康、持续发展和城市人们的生活势必造成很大影响。这种情况引起全世界的关注, 但目前我国在该领域研究十分不足。

2 城市状况

随着经济的发展, 城市规模不断扩大。统计表明, 1995 年末, 全国已有城市 640 个, 城市人口 37 427.1 万人, 其中非农人口 18 321.4 万人; 城市面积 1 082 956 km², 其中建成区面积 18 400.9 km², 城市人口密度 346 人 / km² [1]。

1994 年, 昆明城市人口达 124.16 万人。伴随城市的建设, 城建区面积不断扩大 (图 1a), 由 1950 年的 7.8 km² 发展到 1980 年的 58 km², 1994 年则达到 116 km² [2], 预计到 2000 年主城区建设用地将达 177.9 km², 常住人口达 177.89 万人 [2~4]。建筑物不断向大型化, 高层化发展, 使城区气象状况及粗糙度等物理状况发生变化, 改变城市气候和局地环流, 形成了城市热岛、干岛效应, 影响了城市区域的污染分布和扩散。

3 城市区域的风分布

城市内参差不齐, 大大小小的建筑物影响着城市风状况。就张一平在日本广岛平均

1998-10-05 收到

^{*} “国家教委留学回国科研启动基金”、“中国科学院留学经费择优支持回国工作基金”和“中国科学院昆明分院择优支持经费”资助项目

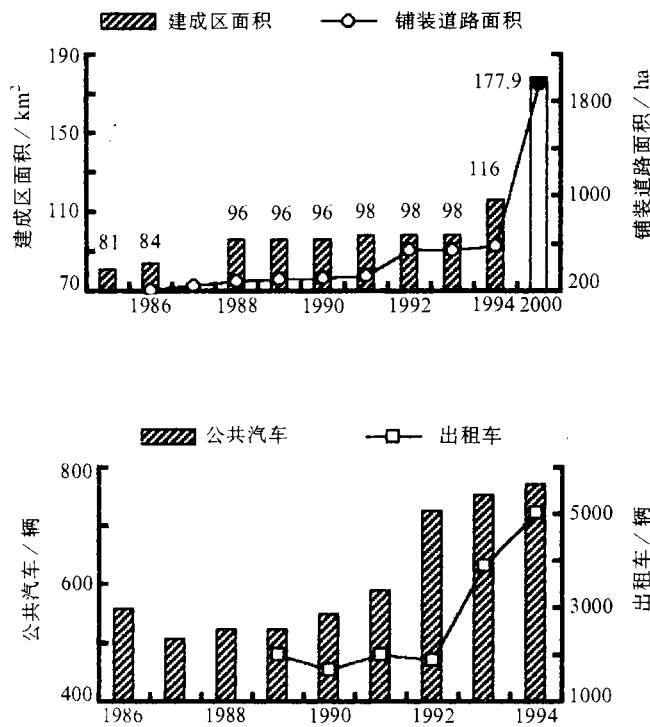


图 1 昆明市城市情况
(a) 城市建成区面积与铺装道路面积; (b) 城市公共车和出租车数量

风速垂直剖面的观察结果^[5] (图 2) 来看, 在污染扩散影响最大的城市覆盖层和城市边界层下层 (100 m 以下), 昼间在高度 10 m 以上, 城区内的风速比城郊要弱, 特别是建筑物多、密度大的 NBR 点, 风速为最弱; 同样位于城郊, 上风侧 (地点 DJM) 的风速要大于下风侧 (地点 GON), 即风速流场在通过城市区域时, 在建筑物的影响下, 强度减弱; 高度 10 m 以下 (城市覆盖层) 受观测点周围环境的影响, 风速分布较散乱。

另外, 对昆明城内外屋顶上与地上的风速观测表明^[6], 风速的城内外差值的时间变化 (图 3) 与国内外的研究相似, 因位于盛行风的上风侧, 加之周围没有高大建筑物, 风速较强, 无论是屋

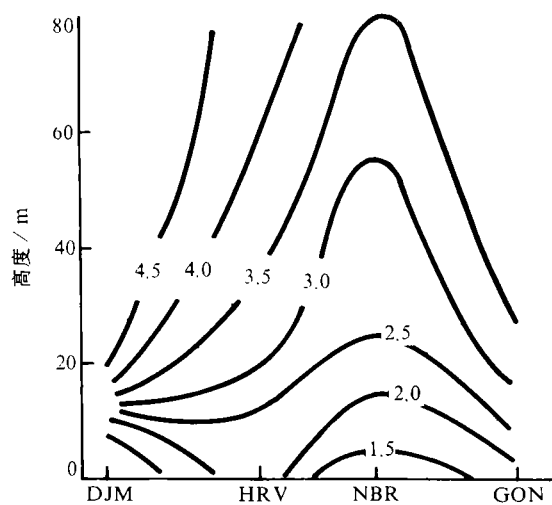


图 2 市街地昼间的平均风速垂直剖面
单位: m/s

顶上还是地上，风速均是城郊大于城区；差异以昼间为大。地上的城内外风速差最大可达 -6.3 m/s ；夜间风速差异减小，在日出前后地上的差值接近于零。这样的风速分布必然引起城内外污染扩散的不同。

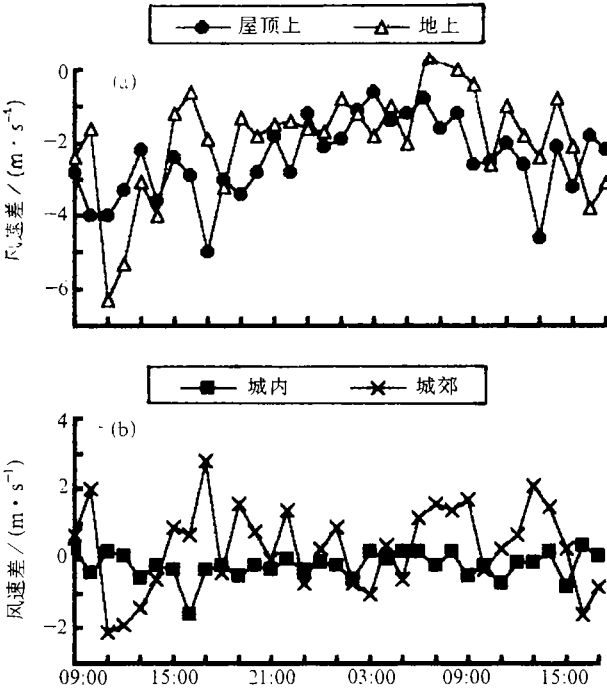


图3 风速差值的时间变化
观测时段：1996-05-03T09:00~1996-05-04T17:00
(a) 城内与城郊；(b) 屋顶上与地上

4 城市区域污染状况

环境污染物的分布、扩散与大气环流有着十分密切的关系。城市区域，由于特殊的下垫面条件、高矮不一的建筑物、相互交错的道路网等在城市内形成了不同于郊外的局地环流，造成城市区域的污染物分布、扩散与郊外的差异。

表1的统计显示1995年全国城市环境污染呈加重趋势^[1]。据87个城市监测，大气中TSP年日均值 $0.055\sim 0.732\text{ mg/m}^3$ ，北方城市 0.392 mg/m^3 ，南方城市 0.242 mg/m^3 ，有45个城市年日均值超过国家二级标准，占监测城市数的51.7%。据84个城市的监测表明，降尘量年月均值 $3.70\sim 60.13\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ ，南方城市平均为 $10.16\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ ，北方城市为 $24.73\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ 。88个城市SO₂的年日均值为 $0.002\sim 0.424\text{ mg/m}^3$ ，北方城市平均为 0.081 mg/m^3 ，南方城市平均为 0.080 mg/m^3 ，超过国家年日均值二级标准的城市有48个，占监测城市数的54.4%。

伴随着经济的发展，汽车的数量增加，城内行使的汽车数量（出租车和公共汽车）

迅速增加^[2]（图 1b），所排放废气中的污染物（氮氧化合物，一氧化碳，铅等）已形成市区新的污染源。监测表明^[1]：88 个城市的 NO_x 的年日均值为 0.012~0.129 mg / m³，北方城市平均为 0.053 mg / m³，南方城市 0.041 mg / m³，并且 NO_x 污染已成为广州、北京冬季的首位污染。

表 1 1995 年中国环境状况

污染物质	全 国	北方城市平均	南方城市平均
TSP / (mg · m ⁻³)	0.055~0.732	0.392	0.243
SO ₂ / (mg · m ⁻³)	0.002~0.424	0.081	0.080
NO _x / (mg · m ⁻³)	0.012~0.129	0.053	0.041
降尘 / [t / (km ² · 月)]	3.70~60.13	24.73	10.16

统计表明：昆明市区所排放的污染物占云南省污染物排放量的 1 / 3 以上^[2]（表 2）。1994 年废气年排放量为 3 384 亿 m³，粉尘排放量为 3.33 亿 t，SO₂ 排放量为 40 559 t；总悬浮微粒年日平均浓度 0.337 mg / m³，SO₂ 年日平均浓度 0.072 mg / m³ ^[7]，均超我国大气质量 II 级标准。据昆明城内外的观测^[8]表明（图 4）：在冬季，城内的大气污染物（SO₂，NO_x）浓度比城外清洁区高 3~5 倍（图 4a）；城内的大气污染分布受风速的影响较大，风速较小的午前污染物浓度高于风速较大的午后（图 4b；而且午后城内的污染物浓度接近甚至小于郊外（图 4c）。

表 2 1994 年各种污染物排放量及处理情况

	工业废水 / 万 t	粉尘排放量 / 万 t	废气排放量 / 万 m ³
昆明市区	5 397	33 295	3 384 454
云南省	16 705	74 406	9 499 582
百分率	32.31%	44.75%	35.63%

5 城市环境与人类健康

城市环境（大气、水体）的污染必然影响到生存在其中的生物。对人类来说，污染将直接影响其健康。从 1993 年的统计^[7]来看，全国城市人口死亡率癌症已为第 1 位，占 21.7%，其中肺癌的死亡率最高，占癌症死亡人数的 27.0%（表 3），而且污染状况严重的大城市的死亡率高于中小城市。

表 3 中国癌症死亡率（1 / 10 万）

	全国城市	百分比	大城市	中小城市
癌症	126.50	21.7%	134.66	97.01
肺癌	34.16	27.0%	37.51	22.01

昆明市城内外的统计资料显示，在城区肺癌的死亡率同样位居榜首（表 4）。从大气污染物的时间分布（图 4）来看，在早上 07:00 时左右污染物出现最大值，而在该时段正是上班高峰期，众多的人群处在高污染的大气中，势必加重大气污染对城市内人群的危害。另外，离退休的人群不断增加，其中有许多常在早上进行锻炼，由于中国在城市规划中公园设置较少，很多锻炼者就在道路旁活动。在活动时，呼吸次数增加，血液

流动加快，这势必增加进入体内污染物数量，加大对人群的危害，加之晨练者中老龄者居多，抵抗力相对较弱，更易引起疾病。由此看来大气环境恶化仍是城区肺癌死亡率名列榜首的原因之一。

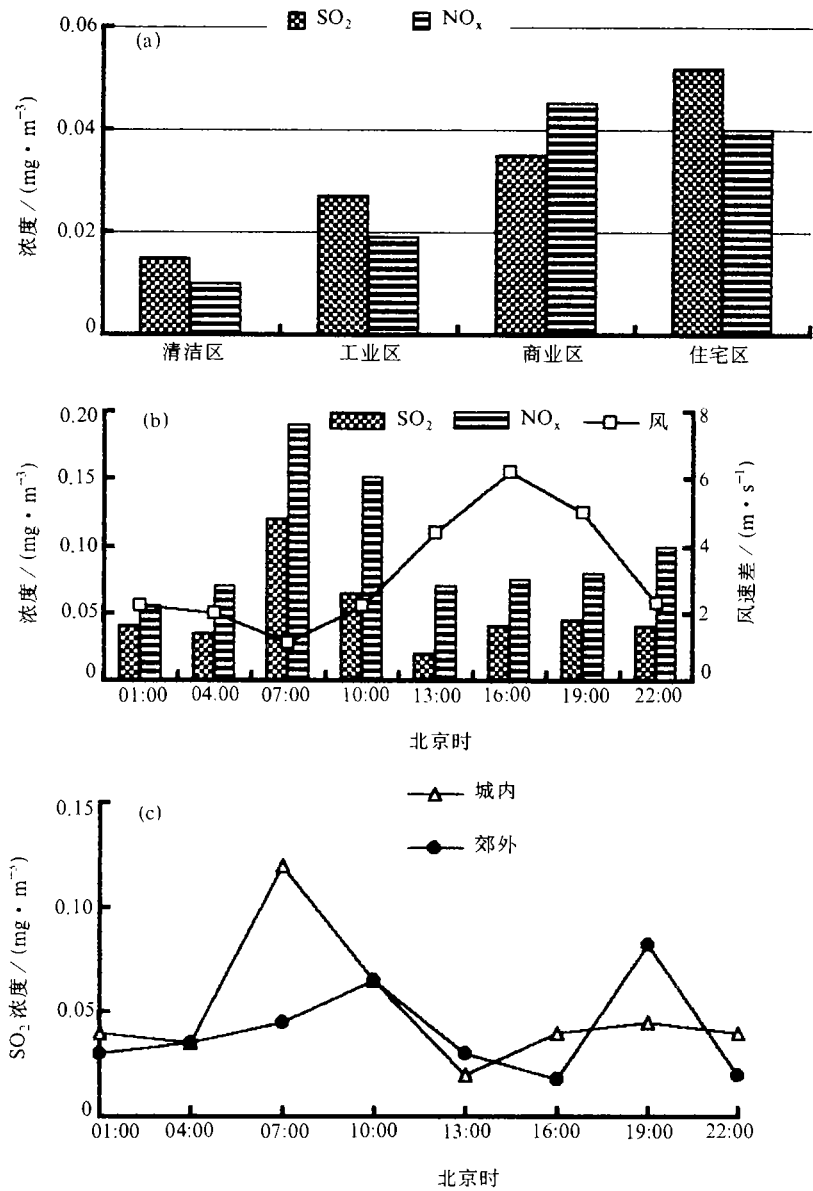


图 4 昆明城内外污染物的分布(1982-02-01~06)

(a) 不同区域污染物浓度; (b) 城内污染物浓度与城外风速; (c) 城内外 SO_2 浓度的时间变化

表 4 昆明市癌症死亡率前 5 名（1/ 10 万）

顺序	城区		郊外	
	病名	死亡率	病名	死亡率
1	肺癌	18.55	胃癌	23.42
2	肝癌	12.22	肺癌	11.71
3	胃癌	10.01	肝癌	8.11
4	肠癌	8.54	白血病	6.31
5	宫颈癌	5.45	肠癌	4.50

参 考 文 献

1 城市环境与城市生态编辑部编，1996，1995年中国城市环境状况，城市环境与城市生态，No.4，40.

2 云南省统计局编，1995，云南统计年鉴，北京：中国统计出版社，158，517~549.

3 昆明市规划设计管理处，1982，昆明市城市总体规划说明（1981~2000年），7.

4 昆明市规划设计院，1994，昆明市城市总体规划（1993~2020），7.

5 张一平，1995，都市气候の立体构造に与える屋上面の役割に関する研究，广岛大学大学院生物圏科学研究科博士论文，58~60.

6 张一平等，1997，低纬高原城市昆明的气候特征，高原气象，16(3)，319~325.

7 中国环境年鉴编辑委员会编，1995，中国环境年鉴1995，北京：中国环境年鉴出版社，67.

8 黄逸生等，1988，昆明城市热岛及大气质量探测报告，滇池地区生态环境与经济综合考察报告，昆明：云南科技出版社.

9 胡庆纤等，1995，昆明市空气微生物污染调查，云南环境科学，48，14~18.

The Interrelation of Vertical Structure, Environmental
Pollution and Human Health in the Urban

Zhang Yiping

(Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223)

Abstract By use of the data of vertical structure, environmental pollution and human health in the urban, the characteristics of wind and time-space variation of pollution as well as the effect an human health are analyzed. The results indicate that the spreaded city leads to the changes of the space structure, and the gradually worsen environment has made non-negligible impact on human life. The results offer a reference to medical hygienics and confamination control on the urban.

Key words urban atmosphere environmental pollution human health