

保定市大气污染对人体健康影响 调 查 研 究 报 告

- 一、概 述
- 二、调 查 研 究 方 法
- 三、结 果 分 析
- 四、讨 论
- 五、结 论

河北省卫生防疫站 环卫科
保定市卫生防疫站 卫生科
新城县卫生防疫站 等

一、概 说

十九世纪中叶，由于大工业的发展，世人已发觉大气污染和居民发病的关系，随后酿成举世闻名的几大公害事件。城市大气污染和肺癌发病之间的关系也早有报导，并有人作过深入细致的研究。城市肺癌比农村高1~1.5倍，和苯并(a)芘污染有关。认为大气中苯并(a)芘浓度，每增加 $1\mu\text{g}/100\text{m}^3$ ，肺癌发病率增加5/10万。近年来又将调查重点转移到研究大气污染对人群生理机能、生化代谢产物、酶活性、免疫功能等的影响方面。国内也组织25个大城市研究大气污染与肺癌发病之间的关系。我省辖区内没有工业特别发达的大城市，选定保定这一中小城市以期发现大气污染特别是生活污染所产生的健康效应，作为环境与健康关系研究的一个补充。

保定为一50万人口的中小城市，位于华北平原中部，西靠太行山，地势由西北向东南略为倾斜。属暖温带半湿润地区，大陆性气候，冬季寒冷少雪，夏季炎热多雨。年平均气温 12.1°C ，年降水量为 688.1mm ，常年主导风向为西南风，次主导风向为东北风。城区河流为一死寂的护城河，仅纳工业废水，占地面积约为 $8\text{m}^2/\text{人}$ 。

历史上保定为一文化古城，解放前工业甚少，仅有数十个手工作坊。目前各类工厂达400多个，但以轻纺、化工为主，分散分布在城西的工业区和城东南的角落。最大的工业大气污染源为一发电量30万千瓦的热电厂，日烧煤2000吨，日排废气 $1400\text{万}\text{m}^3$ ，占全市工业废气的三分之一。全市年耗煤126.6万吨，电厂占55.3%，取暖和生活用煤占42%，工业动力用煤仅占2.7%。全市机动车辆4000多辆，年耗汽油7000吨，柴油2000

吨。

全市总面积126平方公里，平均人口密度3958人/公里²，但大部分人口集中在老城圈以内的商业居住区，以派出所为单位计算的人口密度最高可达35149人/公里²，为平均密度的8.3倍。大部分居民住在大杂院中，房屋矮小，居住拥挤，缺少室外活动场所。居民以煤球为主要燃料，街道两侧，饮食摊点密集。冬季的清晨和傍晚，常见城区烟雾笼罩。我们于1982年4月至1983年1月在保定市进行了大气污染状况调查、死因回顾调查和居民健康调查。并以150华里外的新城县作为农村对照点。

二、调查研究方法

本次调查前后共组织省、地市县环境卫生工作者近百人参加。调查的每个阶段开始之前均进行技术培训和预调查，力求达到准确。

1. 死因回顾调查：

①人口资料：全市城市居民35万，分三个区。每区选一个派出所（约2万人），从户籍册登记实足年龄，作人口构成，以推测全市。以5岁为一年龄组。

②死因回顾：从市区全部派出所抄录1979~1981三年的死亡人口，作全死因调查。然后逐户询问死因，并到火葬场、医院等单位核实。对一般死因，问明死亡诊断、诊断单位等。对肿瘤死因判明诊断等级，填一览表。对肺癌死者填一专门调查表，围绕死因进行调查。

并作了简略寿命表和去肿瘤寿命表。

在对照点对4个公社的10万居民进行了同样调查。

资料的可靠性：死前经区（县）级以上医疗机构诊断者占全部死亡的99.83%；市区78名肺癌死者均经I、II级诊断。对死前病史、生活习惯、家庭环境、职业危害有个案调查。调查中死亡实查数大于户口死亡年报数，符合率>100%（表1）

表 1 恶性肿瘤死前诊断级别统计

	诊 断 级 别				合 计 %
	I	II	III	IV	
保定市区	38.35	60.98	0.51	0.16	100.00
农村对照	31.61	57.42	8.39	2.58	100.00

2. 健康状况调查：

调查对象，按社会经济条件基本一致而污染程度不同选择四个点，分两组比较（见图1）。市中心为重污染区，城东为轻污染区。

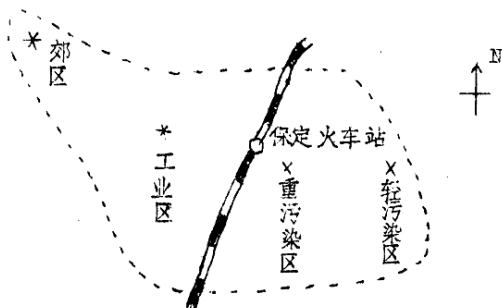


图 1 调查点分布示意图

以市民为对象；新市区工厂之间有另散的村落，为工业污染区，距离工业区15公里以外的郊区为对照区，以农民为对象。在各点中选择条件类似、学生就近居住的小学2~5所，学生约1000人；同时选择有代表性的街道、居民点整群抽取50岁以上老年人约500人，同样分市民及农民两组，要求居住三年以上。

小学生调查按表格进行。一般项目、既往病史等由学校协助家长填写。学生全部经询问病史、五官科及内科体检，并有选择地对部分人作一些特殊测定。

肺功能测定选择对比组中9~11岁同性别、同年龄、身长、胸围相差不超过1cm的无胸部疾病的健康儿童仔细配对检查，事前经训练合格后再测定2~3次，以最好的结果计算肺活量、时间肺活量（第一、二秒）、最大呼气中期流速、末期流速（FEF_{75-85%}时）。

测定用上海产FJD-80单筒肺量计。COHb测定，取耳血，用CO测定仪法；血铅测耳血，用原子吸收石墨炉法；唾液溶菌酶活性用含菌琼脂扩散法；白细胞吞噬功能用玻片法；血常规用一般方法。以上测定对象均选择同一年龄的健康儿童。

老年人仅作病史调查，包括社会经济状况、吸烟习惯及所患主要疾病。由调查人员按表格顺序询问填写。

全体工作人员首先经统一培训，明确调查要求、仪器操作规程及有关疾病诊断标准。慢性气管炎诊断参照1979年全国慢支专业会议修订标准。调查人员一般每人专职一项，尽力作到前后标准一致。

3. 大气污染调查：

①采样点：根据肺癌死亡水平，城市功能分区，确定7个大气

采样点和4个辅助采样点(见图2)。在农村对照区设两个采样点。每个采样点附近又选两个居民户作为室内采样点。室外采样点设在避开主要马路的机关、学校院内,地面开阔,无高层建筑物遮挡,地面铺装良好,无局部污染源(>25米)。室内采样点设在卧室,生活炉灶的位置各不相同。

②采样高度:所有样品的采样高度均为1.5米。飘尘采样高度经过予试验也确定为1.5米。予试验中在同一个采样点设置1.5、3.0、10.0米三个高度,经24小时采样,日平均浓度分别为0.52、0.51、0.39 mg/m³。1.5米和3米采样结果基本一致,唯10米处明显降低,但实际采样中不易达到这个高度,故仍采用1.5米。

③采样时间:调查时间分非采暖季节(82年7月份)和采暖季节(83年1月份)两次。每期采样7天,避开大风和雨雪天气。辅助点和对照点采3~5天。每天采样四次:6、10、14、18点,气体20分钟,飘尘两小时。予试结果证明,昼夜采样结果和四次结果相近。如SO₂,一昼夜24个样品的平均值为0.040 mg/m³,连续24小时采样结果为0.044 mg/m³。四次采样结果为0.045 mg/m³,和昼夜连续采样的结果极为接近。CO昼夜24个样品平均结果为0.90 ppm,4次样的平均值为1.00 ppm。

④检验项目和方法:

各采样点必作项目为飘尘(SPM)、SO₂、NO_x、CO、BaP,选作项目为CS₂和O₃。

SPM:滤料为超细玻璃纤维膜。夏季用中流量采样器,冬季用

大流量采样器，室内点仅冬季作。

SO₂：对品红比色法，冬季采样以电热垫防冻。

NO_x：盐酸萘乙二胺比色法。吸收液+1mg酒精去泡沫。仅作室外点。

CO：CO测定仪，塑料袋采样。

BaP：提取后，荧光测定。夏季用回流浸提，冬季用真空升华。

三、结果分析

(一) 死因回顾

1. 人口构成与平均期望寿命

本次调查保定市1979~1981三年人口1672933人，其中男性153233人，女性154164人，性比值1.02。10~29岁组段人口最多，10岁以下、30岁以上组，构成渐小，高峰在25岁组，总体分布与全国基本一致。

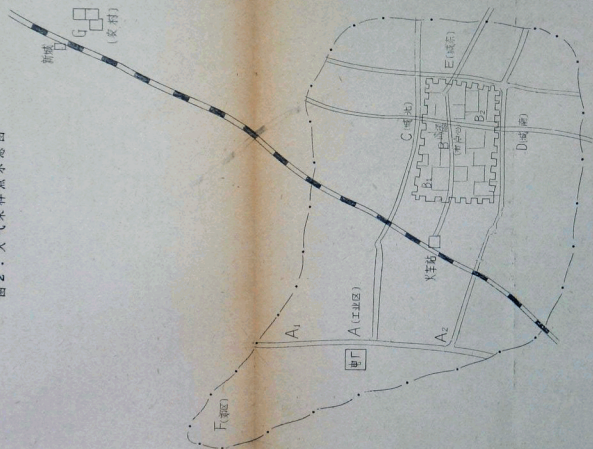
保定市城区男女合并平均寿命73.47岁，不低于全国一般水平。农村对照区男女合并平均寿命75.41岁，农村高于城市。

恶性肿瘤在保定市是第二位死因。去肿瘤后平均寿命为74.76岁，可以提高1.29岁，表明恶性肿瘤对健康的影响（见附表）。

2. 各类疾病死亡情况

①各类疾病死亡水平：保定市区三年共死亡3522人，死亡率328.26/10万（调整率370.37/10万）；对照

图 2：大气采样点示意图



区三年间共死亡1452人，死亡率465.43/10万（调整率：300.68/10万）。

表2 前六位死因顺序表（1979~1981）

位次	保 定 市 区			农 村 对 照 区		
	类 别	死亡率 /10万	占死因 %	类 别	死亡率 /10万	占死因 %
1	脑血管疾病	85.00	25.89	脑血管疾病	89.95	19.32
2	恶性肿瘤	55.18	16.81	其它心血管病	77.79	16.71
3	其它心血管疾病	36.72	11.19	传 染 病	64.66	13.89
4	意外死亡	33.18	10.11	呼吸系疾病	60.50	13.00
5	动脉硬化性 心 脏 病	27.59	8.40	恶性肿瘤	49.62	10.66
6	呼吸系疾病	25.16	7.67	动脉硬化性 心 脏 病	25.61	5.50

市区前六位疾病占全死因80.07%，对照区前六位疾病占全死因79.08%；观察区和对照区，第一位死因均系脑血管疾病。在城市，恶性肿瘤死亡高于农村；在农村，传染病、呼吸系统疾病死亡高于城市（见表2）。

市内各区全死因死亡水平依次为：南市区（423.46/10万）、北市区（355.48/10万）、新市区（194.17/10万）。

②性别死亡水平：保定市男性死亡率328.03/10万。女性328.54/10万。男性前三位疾病是脑血管疾病（80.31

／10万)、恶性肿瘤(59.54／10万)、意外死亡(36.75／10万);女性前三位疾病是脑血管疾病(90.69／10万)、恶性肿瘤(49.87／10万)、其它心血管病(39.16／10万)。农村对照区,男性死亡率498.63／10万,女性431.35／10万。

③年龄死亡水平:10岁组死亡率最低(19.11／10万)、65岁组死亡率最高(3873.45／10万)。观察全年龄组,60岁以上死亡率增高显著(见附表)。

3.恶性肿瘤死亡情况

①死亡水平与年度变迁:保定市1979~1981三年间恶性肿瘤总死亡592人,死亡率55.18／10万(调整率61.02／10万),低于全国中等城市恶性肿瘤死亡水平(1974~1976年:79.08／10万)。恶性肿瘤死亡占总死亡16.81%,居全死因第二位;保定市前六位肿瘤顺序是胃癌(9.97／10万)、食道癌(9.69／10万)、肺癌(7.27／10万)、肝癌与其它恶性肿瘤(6.90／10万)、白血病(3.73／10万)。前六位恶性肿瘤占总癌亡80.58%;农村对照区三年恶性肿瘤总死亡155人,死亡率49.62／10万(调整率34.60／10万),低于全国农村恶性肿瘤死亡水平(1974~1976年:70.66／10万),恶性肿瘤占总死亡10.66%,居全死因第五位。对照区前六位肿瘤依次是食道癌(12.81／10万)、胃癌(8.64／10万)、肝癌(6.08／10万)、肺癌(4.80／10万)、其它恶性肿瘤(3.52／10万)、白血病(3.20／10万)。

前六位恶性肿瘤 占总死亡 78.72% (见附表)。

表 3 恶性肿瘤死亡率动态变化 (/ 10 万)

	1979	1980	1981	年度平均
保定市	56.40	52.28	56.85	55.18
对照区	50.79	48.07	50.00	49.62

观察区与对照区恶性肿瘤死亡年度变化均较平稳 (见表 3)。

② 人群分布:

市区男性恶性肿瘤死亡率 59.55 / , 女性 49.88 / , 农村对照区男性恶性肿瘤死亡率 60.04 / , 女性 38.92 / 。市区男、女恶性肿瘤死亡率比值为 1.19, 其中性比最高是肝癌 (2.57), 最低是恶性淋巴瘤 (0.50) (见附表)。

农村男女恶性肿瘤死亡性比值为 1.54, 其中最高肺癌 (6.32) 最低是肠癌、白血病 (0.65)。无论城区或农村, 大多数恶性肿瘤死亡率男性高于女性 (见附表)。

40 岁以后, 恶性肿瘤死亡率显著上升。在全年龄组段中, 发病最早的恶性肿瘤是白血病, 其次是肝癌。

③ 区域分布: 本次调查同样发现城市恶性肿瘤死亡高于农村, 城乡之比大约为 1:1.76 (调整率)。在市区中, 南市区、北市区高于新市区 (表 4、5)。

表4 保定城乡居民死亡率比较(1979~1981)(/10万)

	观 察 区		对 照 区	
	死 亡 率	调 整 死 亡 率	死 亡 率	调 整 死 亡 率
全 死 因	328.26	370.37	465.43	300.68
恶性肿瘤	55.18	61.02	49.62	34.60
肺 癌	7.27	8.58	4.80	3.73

表5 保定城区死亡水平比较(1979~1981)(/10万)

	全 死 因		恶 性 肿 瘤		肺 癌	
	死亡率	调整率	死亡率	调整率	死亡率	调整率
南市区	423.43	488.31	62.59	70.89	7.05	8.31
北市区	355.48	401.04	59.00	64.31	8.64	10.11
新市区	194.17	207.38	42.74	44.20	5.80	6.67

4. 肺癌死亡情况:

三年间保定市肺癌死亡率7.27/10万(调整率8.58/10万), 占总癌亡13.18%; 对照区肺癌死亡率4.80/10万(调整率3.73/10万), 占总癌亡9.68%。肺癌年度变化基本平

稳(市区三年死亡率分别为: 7.76, 7.27, 6.80)。

城区男性肺癌死亡率8.17/10万, 女性6.18/10万。性比1.82; 农村男性肺癌死亡率8.22/10万, 女性1.80/10万, 性比值6.32。

城乡两区肺癌死亡最早年龄组都在35岁组, 60岁组为高峰。

肺癌个案调查发现, 死者生前有75.64%的人吸烟, 24.36的人不吸烟, 居住条件和职业危害也有一定影响, 保定市老居民区死亡水平高于工业新区, 尤以和平里(13.26)、中华路(12.69)、裕华路(11.88)等老居民区肺癌死亡水平在全市最高。

(二) 大气污染

1. 非采暖季节

①夏季各采样点SO₂日平均浓度都不超标(表6)。其中最

表6 夏季SO₂测定结果(日均浓度mg/m³)

采样点	最高日平均	中位数	超标比例
A 工业区 0*	0.044	0.017	—
1	0.096	0.048	—
2	0.030	0.021	—
B 市中心 0	0.121	0.057	—
1	0.122	0.103	—
2	0.088	0.070	—
C 城北 0	0.084	0.038	—
D 城南 0	0.062	0.025	—
E 城东 0	0.076	0.026	—
G 农村 0	0.026	0.013	—
1	0.012	0.006	—

* 0为采样点, 1、2为辅助采样点。

高日均浓度出现在市中心区 (0.121 mg/m^3), 为工业区的 2.75 倍。采样点周围很大范围内没有任何工厂, 主要污染来源于生活炉灶。最低浓度出现在农村对照点 (0.026 mg/m^3)。

②飘尘 (SPM) 超标情况比较严重, 各采样点大部分样品都超标。最高日平均浓度平均超标 2.5 倍。最高浓度出现在工业区, 为最高日平均容许浓度的 3.5 倍, 可能和电厂废气影响有关。农村对照点的浓度稍低 (0.31 mg/m^3), 但已为标准的 2 倍。飘尘样品中, 不可避免要采入一些地面扬尘, 但主要还是烟尘。滤膜大部分呈深黑色, 少数为灰黑色, 以农村采得的样品颜色最黑。各采样点浓度梯度不大, 几乎全部样品都超标 (表 7)。

表 7 夏季 SPM 测定结果 mg/m^3

采样点	最高日平均	中 位 数	超标比例	
工业区	0	0.52	0.28	7/7
	1	0.46	0.45	3/3
	2	0.59	0.34	3/3
市中心	0	0.34	0.28	7/7
	1	0.40	0.38	3/3
	2	0.28	0.16	2/3
城 北	0	0.32	0.26	6/7
城 南	0	0.40	0.32	6/7
城 东	0	0.34	0.24	6/7
农 村	0	0.31	0.22	4/4
	1	0.23	0.21	4/4

③ NO_x 浓度都处于较低水平, 没有超标样品。最高日均浓度只有 $0.048 \text{ mg}/\text{m}^3$, 出现在工业区。二十分钟采样的最高浓度为 $0.088 \text{ mg}/\text{m}^3$ 。以农村对照点的浓度最低。最高日均浓度为 $0.026 \text{ mg}/\text{m}^3$ (表8)。

表8 夏季 NO_x 日均浓度(mg/m^3)

采样点	最高日均	中位数	超标比例
工业区 0	0.048	0.035	—
1	0.048	0.034	—
2	0.034	0.026	—
市中心 0	0.044	0.037	—
1	0.042	0.040	—
2	0.036	0.034	—
城北 0	0.036	0.027	—
城南 0	0.045	0.034	—
城东 0	0.028	0.022	—
农村 0	0.026	0.016	—
1	0.028	0.016	—

④夏季 CO 日平均浓度也有相当多的超标, 最高浓度出现在市中心区 ($4.30 \text{ mg}/\text{m}^3$), 超标3.3倍, 次为城南 ($4.10 \text{ mg}/\text{m}^3$)。农村对照点也超标1.5倍。可见 CO 污染是相当普遍的。全部样品中, 有66%的日均浓度超过标准(表9)。

表9 夏季CO日均浓度 (mg/m^3)

采样点	最高日均	中位数	超标比例
工业区 0	3.02	1.41	4/5
1	1.78	1.60	2/3
市中心 0	4.30	1.71	4/5
2	1.32	1.20	2/3
城北 0	2.45	1.30	4/5
城南 0	4.10	1.44	4/5
城东 0	2.63	0.85	2/5
农村 0	2.47	0.58	1/5
1	1.52	1.19	4/5

表10 夏季BaP日均浓度 ($\mu\text{g}/100\text{m}^3$)

采样点	浓度
工业区	1.86
市中心	5.74
城北	1.88
城南	5.22
城东	
农村	7.12