

文章编号: 0427 7104( 2006) 06 0738 08

# 上海城市化过程中人群健康对环境胁迫的响应

李 丽, 张 浩, 王祥荣

( 复旦大学 环境科学与工程系, 上海 200433 )

摘 要: 对上海 1990 年至 1999 年城市转型期间全市、城区以及郊县居民的主要疾病死亡率进行分析, 构造一个衡量城区居民和郊县居民人群健康对不同环境胁迫的响应指标“主要疾病相对死亡比”(RMR)。结果表明循环系病、肿瘤、呼吸系病是威胁人群健康的前 3 位疾病。循环系病、肿瘤年死亡率居高不下逐步上升, 呼吸系病年死亡率有所下降。城区和郊县居民之间主要疾病死亡率和主要疾病相对死亡比的差异, 一定程度上反映了人群健康对不同环境胁迫的响应, 但随着城市化进程加剧及其不断向郊县扩张, 城区居民和郊县居民对环境胁迫的响应趋于一致, 这也反映了城区与郊县环境的差别日渐缩小。将常规环境监测数据和历史流行病学普查数据结合起来, 可揭示环境胁迫对人群健康的累积效应, 并为预测潜在环境风险提供基本资料。

关键词: 城市化; 人群健康; 疾病死亡率; 上海; 城市转型期

中图分类号: X 503.1 文献标识码: A

全球资源报告<sup>[1]</sup>和全球发展报告<sup>[2]</sup>指出, 到 2025 年预计城市人口将达到 50 亿以上, 世界人口近 2/3 将居住在城镇, 这种增长的 90% 估计发生在发展中国家。在亚太地区经济增长快速的国家里, 城市化非常迅速, 城市增长年平均速度超过 4%。城市化过程会产生很多与人群健康关系及其密切的生态环境退化问题, 但目前关于区域人群健康对环境胁迫响应的研究甚少。因此, 对城市人群健康的研究不仅有助于揭示快速发展阶段中的区域环境风险, 并可为预测城市发展对人群健康状况的潜在影响提供依据。

## 1 研究区概况

上海作为全国现代化和城市化进程的缩影, 正处于一个快速转型时期, 不可避免地遭遇城市化过程中典型生态环境问题, 如受热岛效应影响的地区面积从 20 世纪 60 至 70 年代的 100 km<sup>2</sup> 迅速增长至 90 年代末期的 800 km<sup>2</sup>, 使城区和邻近地区的季节性空气污染恶化<sup>[3]</sup>。同时, 中心城区范围扩大, 城区核心部分人口密度显著下降, 城区外缘部分人口大量导入, 城市人口分布出现明显郊区化特点; 而在郊县城市化迅速推进, 农村居民点趋于集中<sup>[4]</sup>。

空气污染是众多环境因素中影响城市人群健康的最直接因素。大量汽车尾气和工厂烟尘能直接对人体呼吸系统构成危害。由 1991 至 1999 年上海市、城区以及郊县空气污染统计数据可知(图 1), 研究时间段内城区空气污染水平要远远高于郊县, 其中 SO<sub>2</sub> 和总悬浮颗粒物(TSP)污染浓度呈总体下降趋势, 且城区浓度和郊县浓度逐渐接近, 但 NO<sub>x</sub> 仍呈上升趋势, 城区 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub>、全市及城区 TSP 均劣于国家《环境空气质量标准》(GB3095-1996)二级标准, 全市整体空气环境仍然不容乐观。

## 2 研究方法

### 2.1 全市、城区和郊县的空气污染指数

空气污染指数(API)是国家环保总局根据我国城市空气以煤烟型污染为主、将常规监测的三种空气污染物浓度简化成单一概念性指数值形式的指标, 分级表示空气污染程度, 确定 API 50 100 200 分别对

收稿日期: 2006 08 30

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目(39930040)

作者简介: 李 丽(1981—), 女, 硕士研究生; 通讯联系人王祥荣教授。

应于我国《环境空气质量标准》中日均值的一、二、三级标准, 500 则对应于对人体健康产生明显危害的污染水平. 将 1991~1999 年上海全市、城区及郊县的空气污染物  $SO_2$ 、 $NO_x$  及 TSP 浓度按照《城市空气质量日报技术规定》计算出 9 年来的  $API$ (见图 2).

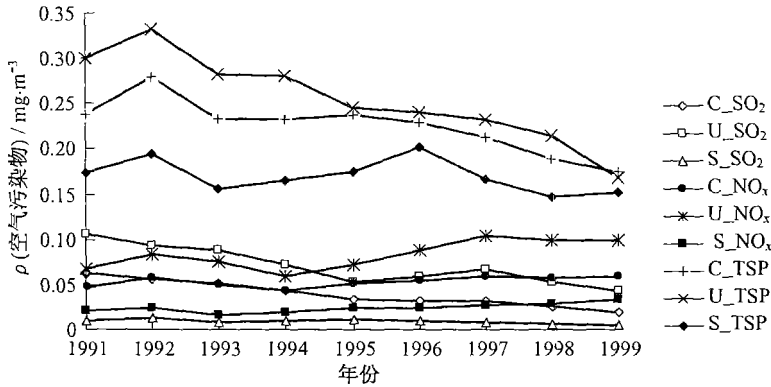


图 1 1991 年至 1999 年间上海全市、城区及郊县空气污染物浓度

Fig 1 Citywide urban and suburban air pollution concentration in Shanghai during 1991- 1999

注: C 表全市, U 表城区, S 表郊县; 数据来源《年度环境状况公报》(1991~1999).

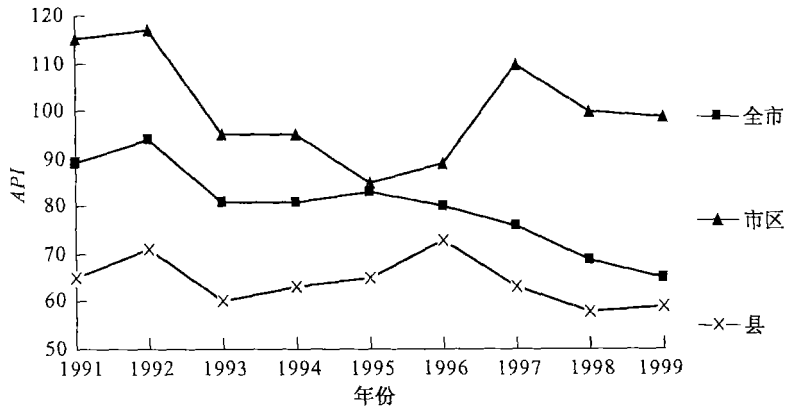


图 2 1991 年至 1999 年间上海全市、城区及郊县 API

Fig 2 Citywide urban and suburban API in Shanghai during 1991- 1999

### 2.2 全市、城区和郊县居民主要疾病年死亡率

表 1、表 2 和表 3 分别是上海市全市、城区和郊县居民死亡原因、死因位次排名以及十种主要疾病的年死亡率(本文所有关于人群健康的数据均摘自《上海统计年鉴》(1990~1999 年)<sup>[5]</sup>), 根据相关统计数据可以大致了解上海居民主要疾病趋势. 表 1、表 2 见第 740 页, 表 3 见第 741 页.

### 2.3 九种疾病死亡率的比较

选择九种城区和郊县共有的主要疾病, 在对数据进行描述性统计分析基础上(如正态性分布检验, 如果数据显示偏态分布, 则进行 Box-Cox 转换), 借助于 DPS 数据处理系统, 对全市、城区和郊区居民的主要疾病死亡率数据进行单因素方差分析<sup>[6]</sup>, 结果如表 4(见第 741 页).

表 1 1990年至 1999年全市居民死亡原因、死因位次排名以及 10种主要疾病的年死亡率

Tab 1 Cause of death annual order and mortalities of 10 major diseases of citywide residents during 1990—1999

| 年份   | 占死亡总人数 % |          |          |         |          |         |
|------|----------|----------|----------|---------|----------|---------|
|      | 循环系病     | 肿瘤       | 呼吸系病     | 损伤和中毒   | 内分泌免疫代谢病 | 消化系病    |
| 1990 | 28.96(1) | 25.77(2) | 20.50(3) | 7.39(4) | 1.62(8)  | 3.82(5) |
| 1991 | 29.94(1) | 26.42(2) | 19.18(3) | 7.21(4) | 1.72(8)  | 3.74(5) |
| 1992 | 30.40(1) | 25.26(2) | 19.90(3) | 6.91(4) | 3.72(5)  | 2.38(6) |
| 1993 | 31.18(1) | 24.11(2) | 19.70(3) | 6.94(4) | 1.98(8)  | 3.41(5) |
| 1994 | 33.25(1) | 24.30(2) | 18.30(3) | 6.88(4) | 2.19(8)  | 2.85(5) |
| 1995 | 33.25(1) | 24.30(2) | 18.30(3) | 6.88(4) | 2.19(8)  | 2.85(5) |
| 1996 | 33.59(1) | 24.73(2) | 17.61(3) | 6.64(4) | 2.45(6)  | 2.85(5) |
| 1997 | 33.82(1) | 25.90(2) | 16.52(3) | 6.55(4) | 2.41(6)  | 2.78(5) |
| 1998 | 34.22(1) | 24.96(2) | 16.24(3) | 6.86(4) | 2.32(6)  | 2.72(5) |
| 1999 | 33.29(1) | 27.47(2) | 14.96(3) | 6.45(4) | 2.40(6)  | 2.75(5) |

| 年份   | 占死亡总人数 % |         |         |          |          |
|------|----------|---------|---------|----------|----------|
|      | 传染病及寄生虫病 | 精神病     | 泌尿生殖系病  | 先天性疾病    | 神经系病     |
| 1990 | 2.87(6)  | 2.04(7) | 1.35(9) | 0.93(10) |          |
| 1991 | 2.62(6)  | 2.05(7) | 1.41(9) | 0.86(10) |          |
| 1992 | 2.38(7)  | 2.18(8) | 1.32(9) | 0.74(10) |          |
| 1993 | 2.20(7)  | 2.33(6) | 1.29(9) |          | 0.68(10) |
| 1994 | 2.22(7)  | 2.27(6) | 1.29(9) |          | 0.66(10) |
| 1995 | 2.22(7)  | 2.27(6) | 1.29(9) |          | 0.66(10) |
| 1996 | 2.13(8)  | 2.27(7) | 1.21(9) | 0.65(10) |          |
| 1997 | 2.17(8)  | 2.33(7) | 1.21(9) |          | 0.75(10) |
| 1998 | 2.30(8)  | 2.32(7) | 1.17(9) |          | 0.77(10) |
| 1999 | 2.33(7)  | 2.16(8) | 1.25(9) |          | 0.71(10) |

注: 括弧内数据表明十种主要疾病死因位次排名, 下表类同。

表 2 1990年至 1999年城区居民死亡原因、死因位次排名以及 10种主要疾病的年死亡率

Tab 2 Cause of death annual order and mortalities of 10 major diseases of urban residents during 1990—1999

| 年份   | 占死亡总人数 % |          |          |         |         |         |
|------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|
|      | 循环系病     | 肿瘤       | 呼吸系病     | 损伤和中毒   | 消化系病    | 精神病     |
| 1990 | 31.02(1) | 27.03(2) | 16.61(3) | 6.84(4) | 3.74(5) | 2.42(7) |
| 1991 | 32.07(1) | 27.67(2) | 15.49(3) | 6.54(4) | 3.70(5) | 2.41(6) |
| 1992 | 32.51(1) | 26.5(2)  | 16.22(3) | 6.28(4) | 3.55(5) | 2.61(6) |
| 1993 | 33.32(1) | 25.59(2) | 16.91(3) | 6.48(4) | 3.20(5) | 2.28(7) |
| 1994 | 34.3(1)  | 25.6(2)  | 15.2(3)  | 6.70(4) | 3.20(5) | 2.40(7) |
| 1995 | 35.75(1) | 25.09(2) | 15.04(3) | 6.42(4) | 2.71(5) | 2.59(6) |
| 1996 | 35.98(1) | 25.46(2) | 14.61(3) | 6.20(4) | 2.64(6) | 2.85(5) |
| 1997 | 36.39(1) | 26.87(2) | 13.48(3) | 5.92(4) | 2.58(6) | 2.78(5) |
| 1998 | 35.54(1) | 25.19(2) | 11.67(3) | 6.50(4) | 2.60(5) | 2.50(6) |
| 1999 | 34.45(1) | 27.91(2) | 13.53(3) | 6.20(4) | 2.75(5) | 2.24(7) |

| 年份   | 占死亡总人数 % |          |         |          |          |
|------|----------|----------|---------|----------|----------|
|      | 内分泌免疫代谢病 | 传染病及寄生虫病 | 泌尿生殖系病  | 先天性疾病    | 神经系病     |
| 1990 | 2.14(8)  | 2.56(6)  | 1.27(9) | 1.01(10) |          |
| 1991 | 2.25(7)  | 2.20(8)  | 1.33(9) | 0.99(10) |          |
| 1992 | 2.43(7)  | 2.10(8)  | 1.30(9) | 0.77(10) |          |
| 1993 | 2.56(6)  | 2.01(8)  | 1.25(9) |          | 0.77(10) |
| 1994 | 2.60(6)  | 2.00(8)  | 1.20(9) |          | 0.80(10) |
| 1995 | 2.50(7)  | 1.92(8)  | 1.25(9) |          | 0.73(10) |
| 1996 | 2.43(7)  | 1.85(8)  | 1.12(9) | 0.71(10) |          |
| 1997 | 2.51(7)  | 1.87(8)  | 1.10(9) |          | 0.82(10) |
| 1998 | 2.45(7)  | 2.11(8)  | 1.09(9) |          | 0.83(10) |
| 1999 | 2.58(6)  | 2.18(8)  | 1.18(9) |          | 0.75(10) |

表 3 1990 年至 1999 年郊区居民死亡原因、死因位次排名以及 10 种主要疾病的年死亡率

Tab 3 Cause of death annual order and mortalities of 10 major diseases of suburban residents during 1990-1999

| 年份   | 占死亡总人数 % |          |          |         |         |          |
|------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|
|      | 循环系病     | 呼吸系病     | 肿瘤       | 损伤和中毒   | 消化系病    | 传染病及寄生虫病 |
| 1990 | 25.43(2) | 27.19(1) | 23.63(3) | 8.33(4) | 3.97(5) | 3.41(6)  |
| 1991 | 26.33(1) | 25.44(2) | 24.28(3) | 8.35(4) | 3.80(5) | 3.32(6)  |
| 1992 | 26.72(1) | 26.34(2) | 23.10(3) | 8.00(4) | 4.03(5) | 2.86(6)  |
| 1993 | 24.49(2) | 28.37(1) | 22.36(3) | 8.39(4) | 4.08(5) | 2.78(6)  |
| 1994 | 25.60(2) | 27.50(1) | 21.60(3) | 8.70(4) | 4.40(5) | 3.00(6)  |
| 1995 | 25.61(2) | 28.28(1) | 21.89(3) | 8.32(4) | 3.30(5) | 3.11(6)  |
| 1996 | 26.23(2) | 26.87(1) | 22.45(3) | 7.98(4) | 3.51(5) | 2.96(6)  |
| 1997 | 25.91(1) | 25.84(2) | 22.89(3) | 8.49(4) | 3.40(5) | 3.11(6)  |
| 1998 | 27.65(1) | 23.83(2) | 22.36(3) | 8.61(4) | 3.32(5) | 3.21(6)  |
| 1999 | 27.72(1) | 21.83(3) | 25.40(2) | 7.63(4) | 2.77(6) | 3.06(5)  |

| 年份   | 占死亡总人数 % |         |          |          |          |          |
|------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|
|      | 精神病      | 泌尿生殖系病  | 新生儿病     | 内分泌免疫代谢病 | 先天性疾病    | 神经病      |
| 1990 | 1.38(7)  | 1.49(8) | 1.01(9)  | 0.74(10) |          |          |
| 1991 | 1.45(8)  | 1.54(7) | 0.85(9)  | 0.82(10) |          |          |
| 1992 | 1.42(7)  | 1.36(8) | 0.82(9)  | 0.81(10) |          |          |
| 1993 | 1.61(7)  | 1.42(8) | 0.70(10) | 1.06(9)  |          |          |
| 1994 | 1.50(7)  | 1.30(8) | 1.00(9)  |          | 0.60(10) |          |
| 1995 | 1.55(7)  | 1.39(8) | 0.99(9)  |          | 0.53(10) |          |
| 1996 | 1.76(7)  | 1.46(8) | 1.21(9)  | 0.48(10) |          |          |
| 1997 | 1.76(7)  | 1.56(8) | 1.28(9)  |          |          | 0.53(10) |
| 1998 | 1.69(7)  | 1.53(8) | 1.18(9)  |          |          | 0.49(10) |
| 1999 | 1.75(7)  | 1.56(8) |          | 1.55(9)  |          | 0.57(10) |

表 4 1990 年至 1999 年间城区、郊县和全市居民 9 种主要疾病年死亡率的单因素方差分析

Tab 4 One way ANOVA of mortalities of major diseases of urban suburban and citywide residents during 1990-1999

| 单因素方差<br>分析结果 | Mean ± S.E. (Duncan's multiple range test) |                             |                             |                            |                            |  |
|---------------|--|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|--|
|               | 循环系病                                       | 呼吸系病                        | 肿瘤                          | 损伤和中毒                      | 消化系病                       |  |
| 城区            | 34.017 <sup>a</sup> ± 0.582                | 14.876 <sup>c</sup> ± 0.512 | 26.291 <sup>a</sup> ± 0.329 | 6.408 <sup>c</sup> ± 0.085 | 3.067 <sup>b</sup> ± 0.149 |  |
| 郊县            | 26.169 <sup>c</sup> ± 0.316                | 26.149 <sup>a</sup> ± 0.646 | 22.996 <sup>b</sup> ± 0.367 | 8.280 <sup>a</sup> ± 0.102 | 3.658 <sup>a</sup> ± 0.153 |  |
| 全市            | 32.190 <sup>b</sup> ± 0.595                | 18.121 <sup>b</sup> ± 0.566 | 25.322 <sup>a</sup> ± 0.340 | 6.871 <sup>b</sup> ± 0.090 | 3.015 <sup>b</sup> ± 0.150 |  |
| F(2,27)统计值    | 65.215                                     | 101.035                     | 23.979                      | 111.115                    | 5.629                      |  |
| 显著性检验值(P)     | <0.01                                      | <0.01                       | <0.01                       | <0.01                      | <0.01                      |  |

| 单因素方差<br>分析结果 | Mean ± S.E. (Duncan's multiple range test) |                            |                            |                            |
|---------------|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|               | 传染病及寄生虫病                                   | 精神病                        | 泌尿生殖系病                     | 内分泌免疫代谢病                   |
| 城区            | 2.080 <sup>a</sup> ± 0.066                 | 2.508 <sup>a</sup> ± 0.063 | 1.209 <sup>b</sup> ± 0.027 | 2.445 <sup>a</sup> ± 0.046 |
| 郊县            | 3.082 <sup>a</sup> ± 0.062                 | 1.587 <sup>c</sup> ± 0.047 | 1.461 <sup>a</sup> ± 0.029 | 0.526 <sup>b</sup> ± 0.159 |
| 全市            | 2.344 <sup>b</sup> ± 0.073                 | 2.222 <sup>b</sup> ± 0.035 | 1.279 <sup>b</sup> ± 0.023 | 2.300 <sup>a</sup> ± 0.182 |
| F(2,27)统计值    | 59.762                                     | 90.203                     | 24.607                     | 56.390                     |
| 显著性检验值(P)     | <0.01                                      | <0.01                      | <0.01                      | <0.01                      |

注: 显著性水平为 0.01 时, 带有相同英文字母的平均值没有显著差异, a, b, c 按平均值从大至小排列。

## 2.4 主要疾病相对死亡比

根据主要疾病死亡率, 定义一个新的指标“主要疾病相对死亡比”(RMR)来衡量城区和郊县居民人群健康对环境胁迫的不同响应。两种 RMR 计算如下:

$$RMR_{\text{郊县-城区}} = \frac{\text{郊县居民某主要疾病死亡率}}{\text{城区居民某主要疾病死亡率}}$$

$$RMR_{\text{全市-城区}} = \frac{\text{全市居民某主要疾病死亡率}}{\text{城区居民某主要疾病死亡率}}$$

这样得到的比值用来衡量人群健康退化程度. 若  $RMR < 1$ , 说明郊区或全市居民健康状况优于城区居民. 若  $RMR = 1$ , 说明郊区或全市和城区居民之间的健康状况没有显著差异. 若  $RMR > 1$ , 说明郊区或全市居民健康状况劣于城区居民.

### 3 研究结果及讨论

#### 3.1 全市、城区和郊区空气污染程度

20 世纪 90 年代期间, 上海市环境空气污染属石油型和煤烟型并重的复合型污染, 主要污染物为氮氧化物、总悬浮颗粒物、二氧化硫和降尘. 图 2 可知, 全市水平  $API$  平均值处于良好等级, 空气质量相当于质量标准二级水平, 且  $API$  逐年下降, 空气质量状况总体有所好转. 在  $API$  计算过程中可得, 对空气污染贡献最大的是  $TSP$ , 但 1996 ~ 1999 年城区主要空气污染物为  $NO_x$ .

#### 3.2 全市、城区和郊区居民主要疾病趋势分析

全市、城区和郊区居民死亡原因、死因位次排名以及 10 种主要疾病的年死亡率有不同的波动, 但循环系病、肿瘤、呼吸系病、损伤和中毒、消化系病的年死亡率则稳居 10 种主要疾病年死亡率的前 5 位. 对这 5 种主要疾病的年死亡率动态分析表明, 循环系病的年死亡率趋于逐步上升, 而呼吸系病、损伤和中毒、消化系病年死亡率则趋于稳步下降, 肿瘤的年死亡率呈现的趋势是由高到低、又由低转高, 其中循环系病、肿瘤、呼吸系病是威胁人群健康前 3 位疾病.

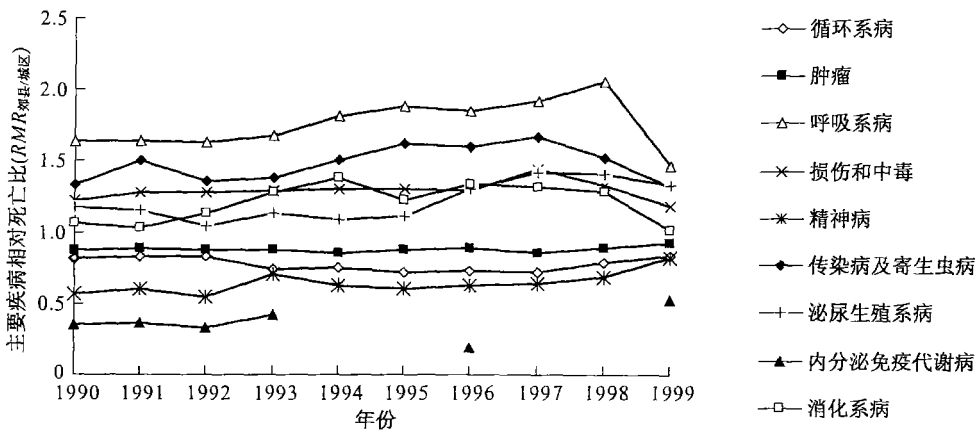


图 3 郊区居民和城区居民之间的主要疾病相对死亡比 ( $RMR_{\text{郊区/城区}}$ )

Fig 3 Relative mortality ratios of major diseases ( $RMR_{\text{suburban/urban}}$ ) between suburban and urban residents

#### 3.3 全市、城区和郊区居民主要疾病差异分析

表 4 中单因素方差分析的结果揭示了研究时间段内城区和郊区居民之间 9 种疾病死亡率均有显著差异. 郊区居民的循环系病、肿瘤、精神病、内分泌免疫代谢病的平均死亡率显著低于城区和全市水平, 而其呼吸系病、损伤和中毒、消化系病、传染病及寄生虫病、泌尿生殖系病的平均死亡率显著高于城区和全市水平. 值得注意的是, 城区居民的肿瘤、消化系病、泌尿生殖系病和内分泌免疫代谢病平均死亡率和全市水平没有显著差异, 表明对这 4 种疾病, 城区居民的死亡率是对全市水平的主要贡献, 且城区和郊区居民死亡率差距逐渐缩小.

图 3 和图 4 揭示了郊区和城区居民及全市和城区居民主要疾病相对死亡比动态趋势. 按差异程度由大至小排列, 郊区居民在呼吸系病、传染病及寄生虫病、损伤和中毒、泌尿生殖系病、消化系病等方面健康状况劣于城区居民, 而在内分泌免疫代谢病、精神病、循环系病、肿瘤等方面优于城区居民. 总体上历年来郊区和城区居民健康状况的差别要大于全市和城区居民之间的健康状况差别, 但同时图中数据动态走向表明, 郊区、城区及全市居民 9 种主要疾病死亡率随时间推移明显趋于一致.

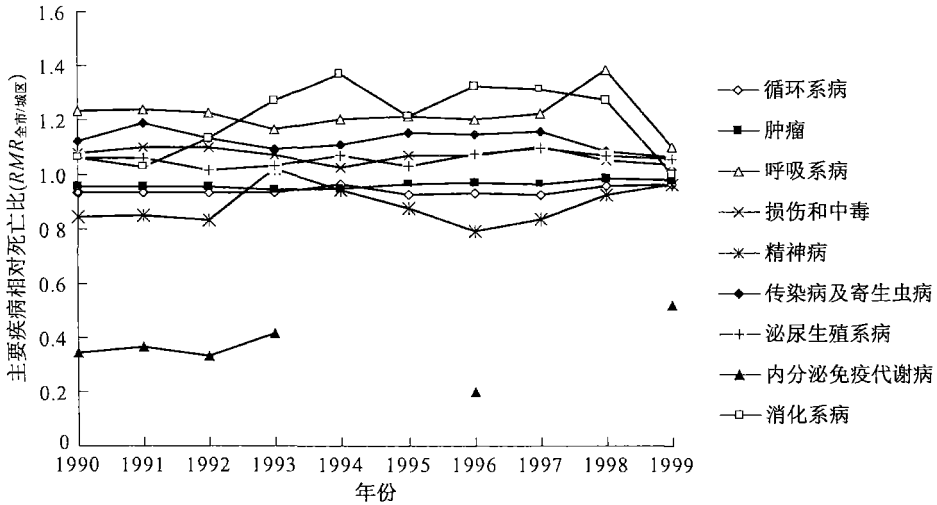


图 4 全市居民和城区居民之间的主要疾病相对死亡比 (RMR<sub>全市/城区</sub>)

Fig 4 Relative mortality ratios of major diseases (RMR city/urban) between city and urban residents

### 3.4 人群健康对环境胁迫的响应

(1) 研究时间段内的主要空气污染物为 TSP。TSP 对人体危害最大、影响最广泛的部位是呼吸系统。自 1990 年浦东新区对外开放以来, 上海在改善工业结构上取得了成功, 提高了经济水平。同时, 政府也重视城市环境的改善。在 90 年代, 污染严重的传统工业关闭或移至郊县, 城区密集的人口也向郊县疏散, 这使城区环境质量比之前有了很大提高, 全市空气污染状况的好转使呼吸系病年死亡率稳步下降。

(2) 全市、城区和郊县居民之间主要疾病死亡率和主要疾病相对死亡比的差异, 在一定程度上反映了人群健康对不同环境胁迫的响应。城区居民呼吸系病、损伤和中毒的平均死亡率显著低于郊县居民, 这在一定程度上可能是城区污染转移导致的。然而, 城区及郊县居民循环系病和内分泌免疫代谢病、郊县居民的精神病年死亡率趋于上升, 且城区居民内分泌免疫代谢病、精神病、循环系病、肿瘤的年死亡率显著高于郊县居民, 可能是快速城市化期间城区人口生活压力大、城市热岛效应和空气污染联合作用导致<sup>[7]</sup>。由差异程度的不同可得, 呼吸系统、内分泌系统和精神病方面对城市化胁迫更为敏感。

(3) 另一方面, 城市化过程带来了良好的医疗条件, 使呼吸系病、损伤和中毒及消化系病年死亡率趋于下降; 而超过 60% 的医院和相关诊所坐落在城区<sup>[5]</sup>, 和郊县居民相比, 城区居民能更方便地享受高质量医疗服务、更有效地治疗疾病, 使郊县居民的呼吸系病、传染病及寄生虫病、损伤和中毒、泌尿生殖系病及消化系病的平均死亡率高于城区和全市水平。

(4) 传染病及寄生虫病、泌尿生殖系病年死亡率稳定中有所波动。医疗条件改善使此类疾病死亡率有所降低, 但城市化进程中新病种发生、病原体变异、环境的恶化诱发、人口的流动增加将带来负面影响, 因而其相对稳定的状态将持续一定时间。

(5) 肿瘤的年死亡率一直居高不下。肿瘤的发生是环境因素和个体遗传易感性相互作用的结果, 同时其发病和年龄密切相关<sup>[8]</sup>。上海是我国最早进入老龄化社会的城市, 在城市化进程中人群饮食习惯和生活方式的改变使某些肿瘤死亡率下降, 使另外一些肿瘤死亡率上升, 而环境胁迫则会导致肿瘤的发病和死亡。

(6) 郊县、城区和全市居民主要疾病相对死亡比的动态分析进一步表明, 随着城市化进程加剧、其不断向郊县扩张以及城市人口分布的郊区化趋势, 城区居民和郊县居民对环境胁迫的响应趋向于一致, 这也反映了城区与郊县环境的差别日渐缩小。

(7) 需要指出的是, 城市化过程带来污染加剧、人口老龄化、生活方式改变以及生活压力增大等一系列问题, 人群健康的响应往往是环境胁迫和其他多种因素综合作用产生的结果。因此本文从上海全市、城区和郊县居民主要疾病死亡率的角度对环境胁迫的人群健康响应进行比较分析, 并在结果讨论中以环境

胁迫为主导同时将多种因素综合考虑在内。

城市化进程虽然在一定程度上能够改善医疗条件从而提高人口预期寿命<sup>[59]</sup>,但其巨大的环境胁迫使得循环系病、肿瘤以及呼吸系统病愈来愈严重地困扰城市居民。应用常规的统计分析可以得到特定疾病和环境胁迫之间的关系,如极端高温和人的死亡率<sup>[10-11]</sup>,总悬浮颗粒物(TSP)和心血管疾病死亡率<sup>[12]</sup>,日死亡率和空气污染<sup>[13-14]</sup>等。然而由于缺乏更加详细的地方疾病和环境数据,要揭示主要疾病和环境胁迫之间的关系非常困难。因此,迫切需要建立一个流行病学数据库,来揭示环境胁迫对人群健康的累积效应,并进一步为预测将来的潜在环境风险提供基本资料。此外,为提高城市生态系统健康状况,有必要建立全国中长期生态研究监测系统,将常规环境监测数据和历史流行病学普查数据结合起来,同时疾病防御系统应该引起更多关注,应在城市生态学原理指导下更加合理地进行城市规划。

#### 参考文献:

- [ 1 ] The World Resources Institute. World Resource Report 1996-1997[M]. New York: Oxford university press, 1996.
- [ 2 ] The World Bank. World Development Report 1997[M]. Washington D. C.: The World Bank, 1997.
- [ 3 ] 丁金才,周红妹,叶其欣.从上海市热岛演变看城市绿化的重要意义[J].气象,2002,28(2):22-24.
- [ 4 ] 张善余.近年上海市人口分布态势的巨大变化[J].人口研究,1999,23(5):16-24.
- [ 5 ] 上海市统计局.上海市统计年鉴(1990~1999)[M].北京:中国统计出版,1991-2000.
- [ 6 ] 唐启义,冯明光.实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M].北京:科学出版社,2002.
- [ 7 ] 张浩,王祥荣.上海城市土地利用覆盖演变对空气环境的潜在影响[J].复旦学报(自然科学版),2003,42(6):925-929.
- [ 8 ] 刘恩菊,项永兵,金凡,等.上海市区恶性肿瘤发病趋势分析(1972~1999年)[J].肿瘤,2004,24(1):11-15.
- [ 9 ] Azin A L, Zekki I P, Smimov A V, et al. Aging and longevity as indicators of ecological health of the environment[J]. Russian Journal of Ecology, 2001, 32(3): 216-219.
- [ 10 ] 谭冠日.全球变暖对上海和广州人群死亡数的可能影响[J].环境科学学报,1994,14(3):368-373.
- [ 11 ] Kan H D, Jia J, Chen B H. Temperature and daily mortality in Shanghai: a time series study[J]. Biomedical and Environmental Sciences, 2003, 16: 133-139.
- [ 12 ] 王慧文,林刚,潘秀丹.沈阳市大气悬浮颗粒物与心血管疾病死亡率[J].环境与健康杂志,2003,20(1):13-15.
- [ 13 ] Fairley D. Daily mortality and air pollution in Santa Clara county, California, 1989-1996[J]. Environmental Health Perspectives, 1999, 107: 637-641.
- [ 14 ] Jong T L, Dong C S, Yong C. Air pollution and daily mortality in Seoul and Ulsan, Korea[J]. Environmental Health Perspectives, 1999, 107: 149-154.

## Responses of Human Health to Environment Stresses during the Urbanization of Shanghai

LI Li ZHANG Hao WANG Xiang-rong

(Department of Environmental Science and Engineering, Fudan University, Shanghai 200433, China)

**Abstract** In context of latest urban transforming period during 1990-1999 in Shanghai, mortalities and relative mortality ratios of major diseases of residents were analyzed. Along with routine mortalities of major diseases, an index as relative mortality ratio of a major disease (RMR) was specially defined to measure different responses of human health to environmental stresses among citywide urban and suburban residents. Results showed that annual mortalities of circulation

diseases, tumor, respiratory diseases dominated the total proportion of 10 major diseases. Mortalities of circulation diseases and tumor showed the increasing tendency, while mortality of respiratory diseases decreased gradually. Differences of causes of major diseases, mortalities and relative mortality ratios of major diseases between citywide urban and suburban residents can be partly regarded as different responses of human health to the environmental stresses. However with more intensive urbanization and its expansion to suburb, responses to environmental stresses of urban and suburban residents tend to be consistent, which reflects the shrinking differences in environments of citywide urban and suburban. It will interpret accumulative effects of environmental stresses on human health and further provide fundamental materials for predicting potential environmental risk in the future to incorporate routine environmental monitoring data and historical epidemic survey data.

**Keywords** urbanization; human health; mortality; Shanghai; urban transforming period

(上接第 737 页)

## Studies on the Ecological Function Regionalization in the Three Gorges Reservoir Area: The Case of Chongqing Section

ZHENG Xiaoxing ZHANG Hao WANG Xiangrong

(Department of Environmental Science and Engineering, Fudan University, Shanghai 200433, China)

**Abstract** Ecological function regionalization is the foundation of the scientific management for the regional eco-environmental conservation and construction. The Three Gorges Reservoir Area of the Yangtze River (Chongqing section), which covers an area about 11 000 km<sup>2</sup>, was taken as a case. By means of the ArcGIS database platform and its spatial analysis function, the regional ecological sensitivity (measured with *RESI*) and ecosystem service importance (measured with *RESII*) assessment were performed according to the established guidelines. Based on the result of quantitative assessment and the qualitative analysis of regional eco-environmental characteristics, the study area was divided into 3 eco-regions, 11 sub-eco-regions and 34 eco-functional zones. Correspondingly, the integrated managing countermeasures of the key regions were discussed.

**Keywords** Ecological sensitivity; Ecosystem service function; Ecological function regionalization; Three Gorges Reservoir Area