

# 快速城市化的珠江三角洲非污染生态影响初步分析<sup>\*</sup>

管东生, 刘巧玲, 吴惠英, 杨 哲, 董文福

(中山大学环境科学系, 广东 广州 510275)

**摘 要:** 人类生活和生产中各种开发利用自然资源活动是引起非污染生态影响的主要原因, 而城市化是其中影响最深的过程之一。珠江三角洲作为我国快速城市化的典型区域, 城市化引起的非污染生态问题显著。该区域的土地利用变化大, 城镇、交用地迅速增加, 林地、草地、耕地则大幅减少。城市植被的种类少、优势种突出、外来物种较多, 从而明显降低了区域的生物多样性。由于不合理开发土地资源的人为活动, 城市区域的水土流失严重, 而且侵蚀强度相当大。

**关键词:** 非污染生态影响; 城市化; 珠江三角洲

中图分类号: X171.1 文献标识码: A 文章编号: 0529-6579 (2004) 02-0108-04

21 世纪是人类活动对自然的干扰、破坏最严重的时期, 地球上的森林在以  $0.4 \text{ hm}^2/\text{s}$  的速度因砍伐而消失<sup>[1]</sup>, 全球陆地上  $1/3 \sim 1/2$  的土地面貌已经被深刻改变<sup>[2]</sup>。自 20 世纪 80 年代以来, 这个过程所造成的非污染型的生态问题越来越受到人们的关注。而城市化是其中强度最大、影响最深的过程之一。目前全球约有 45% 的人口生活在城市, 在发达国家则高达 70% 以上。我国的城市化率有 31%, 到 2020 年, 将达到 60%, 年增长率为 1.5%, 而且还有加速的趋势<sup>[3]</sup>。珠江三角洲以广州—深圳为核心的城市群快速崛起, 成为了我国具有代表意义的城市发展最快的地区之一。这种以经济高度集中、资源快速利用为标志的城市化过程对生态环境的冲击是巨大的<sup>[4]</sup>, 其影响包括各种自然资源损失、生态系统服务功能降低。了解快速城市化引起的非污染生态问题是城市可持续发展管理的基础。

## 1 非污染生态影响的概念与特征

随着人类利用自然资源的规模不断扩大, 人类需求与自然承载力之间的矛盾日益加深, 自然生态系统所承受的非污染型干扰也越来越受重视。这种由于人类非污染活动引起生态系统变化的现象都可以称为非污染生态影响<sup>[5]</sup>。它的起因是人类开发利用自然资源, 这些活动并不产生污染物, 却引起整个自然生态体系结构和功能的宏观变化, 甚至是不可逆转的退化。城市快速发展过程中引起的土地退

化、气候变异、生物多样性降低等变化冲击着区域生态体系稳定性, 就属于非污染生态影响的范畴。

与污染型影响相比, 非污染生态影响有着独特的表现形式。首先, 它的有利影响和不利影响是共存的<sup>[6]</sup>; 第二, 它的生态效应具有潜在性与累积性; 第三, 在自然体系中, 任何一个环节出了问题, 都会引起其他部分的变化, 从而破坏整个系统的生态完整性。这些特点既反映了非污染生态影响是相当宏观、复杂的, 也说明为了维持城市的持续发展, 分析和评价非污染生态影响是必要的。

## 2 珠江三角洲的快速城市化

珠江三角洲包括广州、深圳、珠海、东莞、中山、江门、佛山以及惠州市的惠城区、惠阳、惠东、博罗, 肇庆市的端州区和鼎湖区、高要、四会, 土地面积  $4.17 \text{ 万 km}^2$ , 占广东省的 23.19%。2000 年, 珠江三角洲的人口有 4078.06 万, 占广东省的 47.19%, 人口密度为  $978 \text{ 人/km}^2$ , 是广东省人口密度 ( $481 \text{ 人/km}^2$ ) 的 2 倍<sup>[7]</sup>。从 1986 年到 2000 年, 珠三角的人口增长了 1.3 倍, 城镇人口也从 41.25% 上升到 72.59%。其中城市化较高 (城市人口占 70% 以上) 的城市有深圳、珠海、广州和佛山, 城市化速度较快 (城市人口比例相差 1 倍以上) 的城市有珠海、东莞、中山、佛山和肇庆。珠江三角洲现有 28 个城市 (包括县级市中心城区)、434 个建制镇, 城镇间平均距离小于 10km, 已基本形成了城乡一体化和城镇高度密集城市群。

\* 收稿日期: 2003—09—25

基金项目: 广东省自然科学基金资助项目 (021740); 广东省环保局科技开发研究资助项目 (2001—18)

作者简介: 管东生 (1957 年生), 男, 教授, 博士生导师; E-mail: eesgds@zsu.edu.cn

地级市、县级市紧密相连，小城镇星罗棋布，是一个典型的快速城市化区域。

3 快速城市化的生态影响

城市化是非污染生态影响的一个重要类型。从生态学角度来看，城市化过程是人类活动影响下自稳定的自然、半自然生态系统向非自稳定的人工生态系统的急剧变化的过程。城市以人类构筑物为主要的空间形式，生态网络连锁关系极度简化，物质循环过程被割裂。因此，在没有强有力控制条件下，非污染生态问题伴随着城市化进程接踵而至，区域生态体系将承受极大的压力。

3.1 城市化对土地利用变化的影响

城市化中最显著的特点是城市和其辐射区域内土地利用结构的变化<sup>[3]</sup>。由于在自然体系中，水资源、土地资源、生物资源、气候资源等不同组分之间是相互联系相互制约的，某一资源的变动，都会引起其它组分资源的连锁反应以至整个自然体系的变化。因此，快速城市化引起土地资源及其利用方式的剧烈改变，将对区域的自然生态环境有着深远的影响，是非污染生态影响的重要方面。

在珠江三角洲地区，快速城市化引起土地利用变化相当显著。从表 1 可见，由于快速城市化，从 1990—2000 年，该地区的耕地、牧草地和林地面积分别减少了 304 578 hm<sup>2</sup>、604 hm<sup>2</sup> 和 4 213 hm<sup>2</sup>；同时，居民点及工矿业用地、交通用地分别增加了 224 919 hm<sup>2</sup> 和 29 548 hm<sup>2</sup>。

此外，在农业利用方式上，耕地、桑地、茶地等传统农业逐渐被种植蔬菜、花卉、热带、亚热带水果和水产养殖等高附加值的农业所代替。珠三角的园地 10 年间就增加了 9 309 hm<sup>2</sup>，水域面积增加了 85 375 hm<sup>2</sup>。这是典型的城市土地利用结构的发展方向，虽然没有明显的环境污染效应，却会慢慢地动摇自然生态系统为人类生存和发展所提供的不可替代的生态功能。

城郊向城区转变，林地、草地、耕地大幅度减少，意味着原本自然或半自然的植被被城市建筑和人工绿化带取代。其最直接的影响是植物的生物量、生产量和物种量降低，乡土植物生境和生物的栖息地将因城市化而进一步消失<sup>[8]</sup>。据研究，广州城市建成区的单位面积生物量和净生产量分别是 16.41 t/hm<sup>2</sup> 和 2.72 t/(hm<sup>2</sup>·a)。郊区的单位面积生物量和净生产量分别是 20.61 t/hm<sup>2</sup> 和 8.24 t/(hm<sup>2</sup>·a)，相当于建成区的 1.26 倍和 3.03 倍。由于郊区变为城区植被的生物量和净生产量会明显减少，因而其固碳放氧能力将明显降低<sup>[9]</sup>。

表 1 珠江三角洲地区 10 a 来  
土地利用变化的幅度

Tah 1 Scope of land use change in the Pearl  
River Delta from 1990 to 2000

hm<sup>2</sup>

| 土地利<br>用类型    | 1990 年<br>土地利用现状 | 2000 年<br>土地利用现状 | 10 年间的土地<br>利用面积变化 |
|---------------|------------------|------------------|--------------------|
| 耕地            | 1058367          | 753789           | — 304578           |
| 园地            | 240120           | 249429           | 9309               |
| 林地            | 1777068          | 1772855          | — 4213             |
| 牧草地           | 1566             | 962              | — 604              |
| 居民点及<br>工矿业用地 | 313740           | 538659           | 224919             |
| 交通用地          | 35943            | 65491            | 29548              |
| 水域            | 543930           | 629305           | 85375              |
| 未利用土地         | 187702           | 158440           | — 29262            |
| 总面积           | 4158436          | 4168930          |                    |

资料来源：广东省国土资源厅的土地资源利用数据

城镇用地和交通用地迅速增加，意味着土地覆被从自然生态结构变成钢筋混凝土，地表从可渗透的土壤表面变成没有渗透和吸收功能的人工封闭地表。即使在城市内某些裸露的土壤表面也常常会因为机械压实、人为扰动和践踏而出现具有阻止水分渗透的结壳层<sup>[3]</sup>。土壤处于这种被封闭的状态，难以与外界进行水、热、物质的交换，从而影响到植物的生长、动物的生境、以及土壤的缓冲—净化等自然功，本来“活”的土壤成了“死”的物体。作为生态系统的核心组分，城市土壤的功能丧失反过来又作用于其它环境组分。如缺乏植被和渗透能力的地表显著提高地表径流，导致降雨集中时短时间的洪涝<sup>[3]</sup>。

3.2 城市化对生物多样性的影响

在城市建设过程中，城市原生植被已被破坏，城市中现存的植被绝大部分都属于人工种植的类型，而且处于破碎和隔离状态，因此，城市化通常会引起生物多样性降低。根据作者对广州城市植被的研究，广州城市公园 7 个森林群落乔木层种类最多只有 16 种，物种多样性指数为 0~2.93，远低于邻近地区南亚热带常绿阔叶林的乔木层种数（48~68 种）和物种多样性指数（4.45~4.57）。7 个森林群落的灌木层种数最多的也只有 35 种，物种多样性指数为 0~3.88，低于鼎湖山锥栗+荷木+厚壳桂常绿阔叶林群落的灌木层种数（68 种）和物种多样性指数（4.5）。这说明由于人类活动的影响，城市植被的种类有下降的趋势，如流花湖公园的细叶榕群落，乔木层只有人工种植的细叶榕一种，下木草本层也已全部被破坏，其多样性指数为 0。

表 2 广州城市公园森林群落与邻近地区森林物种多样性比较  
Tab 2 Comparison of species diversity of forest between urban park and its neighbor area

| 地点                  | 群落名称 <sup>1)</sup> | 乔木层（1 000 m <sup>2</sup> ） |                     | 下木层（250 m <sup>2</sup> ） |                     |
|---------------------|--------------------|----------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|
|                     |                    | 种数                         | 多样性指数 <sup>2)</sup> | 种数                       | 多样性指数 <sup>2)</sup> |
| 广州流花湖公园             | 细叶榕群落              | 1                          | 0                   | 1                        | 0                   |
| 广州晓港公园              | 樟树+湿地松群落           | 4                          | 1.27                | 7                        | 2.10                |
| 广州烈士陵园              | 马尾松群落              | 2                          | 0.64                | 13                       | 3.27                |
| 广州黄花岗公园             | 细叶桉群落              | 8                          | 1.22                | 24                       | 3.65                |
| 广州越秀公园              | 马尾松针阔叶混交林群落        | 15                         | 2.75                | 35                       | 3.88                |
| 广州越秀公园              | 台湾相思+朴树群落          | 16                         | 2.90                | 17                       | 2.77                |
| 广州越秀公园              | 阴香群落               | 15                         | 2.93                | 25                       | 1.48                |
| 肇庆鼎湖山 <sup>3)</sup> | 锥栗+荷木+厚壳桂群落        | 68                         | 4.50                | 68                       | 4.43                |
| 封开黑石顶 <sup>4)</sup> | 山地常绿阔叶林群落          | 50                         | 4.57                |                          |                     |
| 乳源鸡公山 <sup>4)</sup> | 常绿阔叶林群落            | 48                         | 4.45                |                          |                     |

1) 樟树 *Cinnamamum camp* Hora、湿地松 *Pinus eliottii*、细叶榕 *Ficus microcarpa*、马尾松 *Pinus massoniana*、细叶桉 *Eucalyptus tereticornis*、台湾相思 *Acacia confusa*、朴树 *Celtis sinensis*、阴香 *Cinnamomum burmannii*、锥栗 *Castanopsis chinensis*、荷木 *Schima superba*、厚壳桂 *Cryptocarya chinensis*;  
2) 多样性指数为 Shanon-Wiener 指数; 3) 资料来自[10]; 4) 资料来自[11]

3.3 城市化对水土流失的影响

在城市快速发展过程中, 受经济利益驱动而不合理开发土地资源的现象普遍, 使得人为因素成为了城市水土流失最主要的特点。在城市这种特殊的环境下, 水土流失的形成和演变的各个环节无不受到“建设性破坏”人为活动的影响<sup>[12]</sup>。从 1986 年到 1997 年, 珠江三角洲地区土壤侵蚀面积增加了 53 368 hm<sup>2</sup>, 其中人为因素引起的土壤侵蚀占 48.63% (表 3)。开发区建设、坡耕地和采石取土分别占了人为侵蚀总面积的 46.27%、37.11%和 11.52%。这是由于没有合理的规划, 珠三角各市建立了过量的没有水保设施的开发区, 造成大量裸露、疏松的土地长期闲置, 极易发生强烈的土壤侵

蚀。此外, 不合理的耕作方式、盲目地在山体采石取土、大量修建交通设施等都引起了较大面积的土壤侵蚀。

城市化过程造成的水土流失强度也是自然因素造成的流失所不可比拟的。城市环境由于缺乏自然生态系统中的绿色植物, 对抗外力的缓冲性能较差, 经过扰动的土壤常常暴露在外, 结构松散, 因而发生土壤侵蚀的速度更快, 侵蚀量更大<sup>[13]</sup>。在珠江三角洲, 中、强度侵蚀占整个土壤侵蚀总面积的 69.15%, 极强度侵蚀也占 2.66%。该地区还存在一定的剧烈侵蚀, 虽然仅占 0.36%, 但其破坏性是极其严重的。

表 3 珠江三角洲地区土壤侵蚀情况  
Tab 3 Soil erosion in the Pearl River Delta

| 行政区划 | 自然侵蚀  | 人为侵蚀  | 人为侵蚀类型 |       |      |      |       |         |       |    | hm <sup>2</sup> |
|------|-------|-------|--------|-------|------|------|-------|---------|-------|----|-----------------|
|      |       |       | 采矿     | 采石取土  | 陡坡开荒 | 修路   | 开发区建设 | 水利、水电工程 | 坡耕地   | 其它 |                 |
| 广州   | 15743 | 9098  | 0      | 2517  | 0    | 721  | 4338  | 0       | 1522  | 0  |                 |
| 深圳   | 6817  | 16356 | 0      | 2708  | 24   | 278  | 9507  | 262     | 3577  | 0  |                 |
| 珠海   | 1180  | 4866  | 0      | 789   | 0    | 511  | 3204  | 0       | 362   | 0  |                 |
| 佛山   | 4439  | 6259  | 227    | 308   | 0    | 23   | 5194  | 0       | 499   | 8  |                 |
| 东莞   | 3616  | 11097 | 0      | 1583  | 121  | 182  | 5385  | 0       | 3826  | 0  |                 |
| 中山   | 192   | 1409  | 63     | 130   | 0    | 114  | 1102  | 0       | 0     | 0  |                 |
| 江门   | 11954 | 12725 | 0      | 865   | 382  | 634  | 6200  | 0       | 4644  | 0  |                 |
| 肇庆   | 12808 | 4107  | 24     | 190   | 270  | 594  | 644   | 0       | 2385  | 0  |                 |
| 惠州   | 37234 | 23069 | 12     | 1159  | 0    | 81   | 5596  | 0       | 16210 | 11 |                 |
| 珠三角  | 93983 | 88986 | 326    | 10249 | 797  | 3138 | 41170 | 262     | 33025 | 19 |                 |

资料来源: 广东省土壤侵蚀遥感调查报告 (广东省水利厅和中山大学地球与环境科学学院, 1999 年)

城市水土流失造成土层变薄，降低土地生产力，同时也会引起生态系统其它方面的问题。侵蚀下泄的大量泥沙淤积于河道、城市排洪渠、下水道等排洪设施，大大降低了这些设施的排洪泄洪能力，将会造成洪涝灾害<sup>[4]</sup>。水土资源被破坏，自然会影响生态系统的生产功能、缓冲功能，从而引发各种自然灾害。因此，通过预防和整治的手段最大限度地控制水土流失是城市规划和建设者必须考虑的问题。

4 结 语

随着经济发展，人类对自然资源利用的方式在增加，强度在扩大，非污染生态影响亦日益受到关注。城市化既是社会经济发展的必然结果，也是典型的人类改造自然的的活动，其快速发展深刻影响着区域生态系统结构和功能，土地利用变化、生物多样性降低和水土流失就是其中的表现。当然，城市问题并非城市所固有，也不是城市化过程不可避免的必然结果。分析快速城市化的非污染生态问题，就是为了探索可持续发展的城市建设途径，建立与自然和谐的城市。

参考文献：

[ 1 ] 董全.生态功益:自然生态过程对人类的贡献[ J ].应用生态学报,1999,10(2):233—240.  
[ 2 ] VITOUESK P M, MOONEY H A, LUBCHENCO J, et al. Human domination of earth's ecosystem[ J ]. Science, 1997,

266(6): 94—101.  
[ 3 ] 张甘霖,朱永官,傅伯杰.城市土壤质量演变及其生态环境效应[ J ].生态学报,2003,23(3):539—546.  
[ 4 ] 杨士弘.珠江三角洲城市化对生态环境的影响及持续发展对策[ J ].华南师范大学学报(自然科学版),1999(3):74—81.  
[ 5 ] 国家环境保护总局自然生态保护司.非污染生态影响评价技术导则[ M ].北京:中国环境科学出版社,1999.  
[ 6 ] 杨瑞.非污染生态影响特点及其评价方法[ J ].环境保护,1999(5):19—21.  
[ 7 ] 广东省人口普查办公室.广东省2000年人口普查资料[ M ].北京:中国统计出版社,2002.  
[ 8 ] 俞孔坚,李迪华,潮洛蒙.城市生态基础设施的十大景观战略[ J ].规划师,2001,17(6):9—13(17).  
[ 9 ] 管东生,陈玉娟,黄芬芳.广州市绿地系统碳的贮存、分布及其在碳氧平衡中的作用[ J ].中国环境科学,1998,18(5):437—441.  
[ 10 ] 管东生.鼎湖山植物群落物种多样性研究 //张展霞,齐雨藻.环境科学技术研究[ M ].广州:中山大学出版社,2002:153—154.  
[ 11 ] 彭少麟,陈章和.广东亚热带森林群落物种多样性[ J ].生态科学,1983(2):98—104.  
[ 12 ] 林文莲.城市水土流失及其防治[ J ].福建水土保持,2001,13(3):19—23.  
[ 13 ] 邓岚,宋桂琴.我国城市水土流失研究进展初探[ J ].水土保持学报,2001,15(5):72—75.  
[ 14 ] 张龙,赵雅娟.珠江三角洲流域水土流失现状与治理对策[ J ].水土保持学报,2002,16(6):20—22.

Study on Non polluted Ecological Impact of Fast Urbanization  
in the Pearl River Delta

GUAN Dong sheng, LIU Qiao ling, WU Hui ying, YANG Zhe, DONG Wen fu  
(Department of Environmental Science, Sun Yat sen University, Guangzhou 510275, China)

**Abstract:** Human activities are main causes of non polluted ecological impact, and urbanization is one of the most important impacts. The Pearl River Delta is a typical region of fast urbanization in China. The non polluted ecological impact is very obvious in this region, where the land use has changed rapidly. The build up area increased fast and woodland, grassland, farmland decreased significantly. Species diversity was low; dominant species was outstanding and there was many exotic species in urban vegetation. Thereby, the biodiversity in the region was reduced by urbanization. In addition, the soil erosion was serious because of unreasonable exploitation of land resources in the region.

**Key words:** non polluted ecological impact; urbanization; the Pearl River Delta