

# 重庆市城市化水平与生态压力关系研究\*

曹晓仪<sup>1</sup>, 林天应<sup>1, 2</sup>, 董治宝<sup>1</sup>, 刘新颜<sup>1</sup>

(1. 陕西师范大学 旅游与环境学院, 陕西 西安 710062; 2. 陕西省子长中学, 陕西 子长 717300)

**摘要:** 文章采用多指标综合评价法测度了重庆市1997—2008年的城市化水平综合得分, 依据生态足迹的理论和方法, 计算了重庆市1997—2008年生态足迹、生态承载力、生态盈余/赤字, 构建生态压力定量模型, 即生态压力指数。结果表明: 1997—2008年, 重庆市人均生态足迹从1.035 4 hm<sup>2</sup>增长至1.452 3 hm<sup>2</sup>, 人均生态承载力则从0.506 8 hm<sup>2</sup>下降至0.454 2 hm<sup>2</sup>, 人均生态盈余/赤字处于生态赤字状态, 从-0.528 6 hm<sup>2</sup>变化至-0.998 1 hm<sup>2</sup>, 生态压力指数从0.243 0增长至3.197 5。将城市化水平与生态压力指数做相关分析和回归分析, 相关系数 $R=0.91$ , 回归方程为 $Y=0.005 0X+2.432 1$  ( $R=0.94$ ,  $F=599.22$ ,  $F_{0.01}=10.044 2$ ,  $Y$ 代表生态压力指数,  $X$ 代表城市化水平), 揭示出重庆市城市化水平提高导致区域生态压力增大。结合重庆市的实际情况, 从发展周边区县, 调整产业结构, 合理规划城市土地, 保护生态环境几个方面提出解决城市化进程中生态压力增大矛盾的途径。

**关键词:** 城市化; 生态压力; 重庆

中图分类号: F290

文献标识码: A

文章编号: 1672-6693(2011)02-0035-05

城市化是社会经济发展的一种必然趋势, 是社会进步以及社会现代化的标志。重庆市作为长江上游的经济和金融中心, 城市化水平逐年提高, 处于加速发展阶段。然而, 城市化发展必然导致区域生态压力增大。如何解决城市发展与生态压力增大的矛盾值得深入研究。本文通过对城市化水平与生态压力变化作相关分析, 提出解决重庆市城市化水平提高与生态压力加大之间矛盾的几点建议。

## 1 研究区域概况

重庆地处东经105°11′~110°11′, 北纬28°10′~32°13′之间, 南北长450 km, 东西宽470 km, 面积8.24万km<sup>2</sup>, 位于较发达的东部地区和资源丰富的西部地区的结合部, 东邻湖北、湖南, 南靠贵州, 西接四川, 北连陕西。地势由南北向长江河谷逐级降低, 西北部和中部以丘陵、低山为主, 东南部靠大巴山和武陵山两大山脉。主要有长江、嘉陵江、乌江、涪江、綦江、大宁河等河流流经该区。气候属亚热带湿润性季风气候, 雨热同季, 无霜期长, 雨量充沛。重庆因山多、雾多, 素有山城、雾都之称。

重庆市于1997年成为中国第4个直辖市。经过十余年的发展, 重庆已成为中国重要的中心城市之一, 长江上游地区经济中心和金融中心, 内陆出口商品加工基地和扩大对外开放的先行区, 中国重要的现代制造业基地, 长江上游科研成果产业化基地, 长江上游生态文明示范区, 中西部地区发展循环经济示范区, 国家高技术产业基地, 长江上游航运中心, 中国政府实行西部大开发的开发地区以及国家统筹城乡综合配套改革试验区。重庆直辖以来, 城镇化率由1997年30.99%增加至2006年46.69%<sup>[1]</sup>, 城市化水平明显提升, 生态足迹逐渐加大, 而生态承载力逐渐减少<sup>[2]</sup>, 生态压力增大, 生态问题日趋严重。

## 2 城市化水平的综合测度

### 2.1 城市化内涵

《中华人民共和国国家标准城市规划基本术语标准》中定义城市化(Urbanization)为: 人类生产和生活方式由乡村型向城市型转化的历史过程, 表现为乡村人口向城市人口转化以及城市不断发展和完

\* 收稿日期: 2010-07-05 修回日期: 2010-11-01

资助项目: 长江学者特聘教授项目(No. 801813)

作者简介: 曹晓仪, 男, 硕士研究生, 研究方向为城郊水土流失与防治, 通讯作者: 董治宝, E-mail: zbdong@lzb.ac.cn

善的过程,又称城镇化、都市化。城市化是社会经济  
发展的一种必然趋势,是社会进步以及社会现代化的  
标志。对于城市化这一过程的理解,地理学、人口  
学、社会学、生态学、经济学等学科都有不同的概  
念<sup>[3]</sup>,但都侧重于各自的学科领域。城市化是一种  
影响极为深广的社会经济过程,包含了城市在物质  
上向乡村扩展的直接城市化过程以及经济、文化、生  
活方式、价值观等较为抽象的精神层面上向乡村扩  
展的间接城市化过程。因此,城市化的内涵应该包  
括工业化导致城市人口的增加,城市地域的扩大及  
城市关系圈的形成和变化,拥有现代市政服务设施  
系统,城市生活方式、组织结构、文化氛围等上层建

筑的形成<sup>[4]</sup>。

## 2.2 城市化水平的测度

关于城市化水平的测度,以往多采用单一的非  
农业人口比重来表征,虽简单易行,但难以反映城市  
化水平在人口、经济、地域以及社会方面转变的复杂  
过程,且对农业人口和非农业人口的界定是一个相  
对较难的问题。本文采用多指标综合评价法,按照  
城市化转变的这一原则,从人口、经济、地域、社会4  
个方面综合考虑城市化的过程,选取非农业人口比  
重等14项指标(表1),构建综合评价指标体系,对  
重庆市直辖以来至2008年的城市化水平进行综合  
测度。

表1 城市化综合测度指标体系

Tab.1 The index system of the urbanization by surveying comprehensive

城市化类型	综合测度指标
人口城市化	非农业人口比重(%)、第二产业与第三就业人口比重(%)
经济城市化	人均GDP(元)、第二产业贡献率(%)、第三产业贡献率(%)
地域城市化	建成区面积(km <sup>2</sup> )、公路里程数(km)
社会城市化	平均每人可支配收入(元)、平均每人消费性支出(元)、平均每人房屋建筑面积(m <sup>2</sup> )、高校在校人数(人)、病床床位数(张)、卫生技术人员(人)、文化机构数(专业剧团、文化馆、艺术馆、图书馆,个)

为了克服指标间信息的重叠,以及人为确定指  
标权重的主观性,本文采取因子分析方法,测算重庆  
市1997—2008年城市化水平。相关数据来自于重  
庆市统计年鉴2000—2009<sup>[5]</sup>。利用SPSS17.0软件  
对14项能反应城市化水平的指标进行因子分析,用  
主成分方法抽取公因子,按照特征根大于1的原则  
提取出3个公因子(表2)3个公因子的累计方差贡  
献率达96.6386%,信息损失3.3614%,能够代表  
14项指标所反映的问题,符合进一步分析的要求。

表2 因子方差贡献率

Tab.2 Variance cumulative of factor

公因子	特征根	贡献率/%	累计贡献率/%
$F_1$	9.933 1	70.950 5	70.950 5
$F_2$	2.082 9	14.877 7	85.828 3
$F_3$	1.513 5	10.810 4	96.638 6

为了更好地解释因子所代表的意义,减少因子  
命名的主观性,采用最大方差法对初始因子载荷矩  
阵进行正交旋转,使载荷矩阵每列或行的元素平方  
值向0和1两极分化,得到因子旋转载荷矩阵(表  
3)。并用回归方法计算出1997—2008年各个因子  
得分(表4)。

表3 因子旋转载荷矩阵

Tab.3 Rotated component matrix

指标	公因子		
	$F_1$	$F_2$	$F_3$
非农业人口比重/%	0.960 3	-0.042	0.257 2
第二产业人口与第三人口就 业人数比重/%	0.961 5	0.010 2	0.266 2
人均GDP/元	0.950 1	0.258 3	0.165 5
第二产业贡献率/%	0.250 4	0.027 6	0.918 2
第三产业贡献率/%	-0.171 7	-0.010 4	-0.949 4
建成区面积/km <sup>2</sup>	0.969 4	-0.038 9	0.215 4
公路里程数/km	0.911	0.223 2	-0.057 2
平均每人可支配收入/元	0.949 5	0.250 2	0.182 8
平均每人消费性支出/元	0.954	0.215	0.201 4
平均每人房屋建筑面积/m <sup>2</sup>	0.937 4	-0.145 7	0.291
高校在校人数/人	0.976 2	0.041 6	0.203
病床床位数/张	0.556 6	0.812 3	0.017 8
卫生技术人员/人	-0.400 6	0.899 1	0.007 7
文化机构数/个	0.651 9	0.706 1	0.034 7

载荷反应了公因子与指标之间的相关程度,根  
据各因子反应的指标特征,对公因子进行命名。公  
因子 $F_1$ 方差贡献率为70.9505%,除第二产业、第  
三产业贡献率的权重较低之外,其它载荷均较高,将

其命名为城市发展因子;公因子  $F_2$  方差贡献率为 14.877 7% ,在床位数、卫生技术人员、文化机构数方面的载荷比较高,反应城市的社会服务功能,将其命名为城市服务因子;公因子  $F_3$  方差贡献率为 10.810 4% ,在第二产业、第三产业贡献的载荷较高,反应城市经济发展状况,将其命名为城市经济因子。以表 2 中的方差贡献率作为权重,计算重庆市 1997—2008 年以来的城市化水平的综合得分,其公式为

$$F_i = 70.950 5F_{1i} + 14.877 7F_{2i} + 10.810 4F_{3i} \quad (i = 1997, 1998, \dots, 2008) \quad (1)$$

(1)式中  $F_i$  表示第  $i$  年的城市化综合得分,  $F_{1i}$  为城市发展因子第  $i$  年得分,  $F_{2i}$  为服务因子第  $i$  年得分,  $F_{3i}$  为城市经济因子第  $i$  年得分,系数为各个因子的方差贡献率,据此计算出重庆市 1997—2008 年每一年城市化水平的综合得分(表 4)。

表 4 因子得分表  
Tab. 4 Factor score table

年份	因子得分			综合得分
	$F_1$	$F_2$	$F_3$	
1997	-1.163 9	0.861 3	-0.351 6	-73.566 1
1998	-0.57	-0.025 1	-2.582 1	-68.728 7
1999	-1.268 3	0.649 5	0.927	-70.302 2
2000	-1.054	0.529 4	0.460 3	-61.929 5
2001	-0.668 9	0.123 9	-0.121 4	-46.927 8
2002	-0.251	-0.971 2	0.393 2	-28.007 1
2003	-0.058 1	-1.056	0.963 4	-9.418 34
2004	0.211	-1.186 3	0.867 4	6.698 081
2005	0.878 8	-1.067 4	-0.676 4	39.158 69
2006	1.174 5	-0.444 2	-0.684 6	69.321 89
2007	1.219 8	0.458 1	0.540 8	99.207 16
2008	1.550 2	2.127 9	0.264 0	144.499 7

从表 4 中可以看出,重庆直辖以来,城市化发展逐年推进,直辖初期,城市化发展较平稳,新世纪后,城市化迅速推进。通过对比发现,城市化综合得分与城市发展因子得分变化基本一致,说明城市化不仅是城市人口的增加,城市面积的扩大,而且包含了更广泛的意义,尤其是城市现代化水平的提高。

### 3 生态压力的构建及计算

#### 3.1 指标体系

建立生态压力的指标体系应该遵循科学性、完备性、代表性、可比性、可操作性的原则<sup>[6]</sup>。生态压力的评价体系包括生态足迹和生态承载力(图 1)。

生态足迹,即生态占用,主要考虑生物资源消费、能源消费以及贸易调整等因素,生态承载力主要考虑耕地、林地、牧地、水域、能源用地、建设用地 6 种土地类型,同时按世界环境与发展委员会的报告《我们共同的未来》所建议的,扣除 12% 的生物多样性保护面积<sup>[7]</sup>,然后得出区域生态盈余/赤字,最后计算生态压力指数。

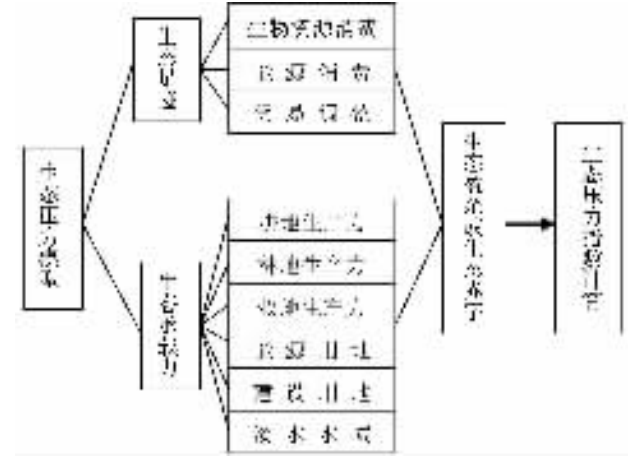


图 1 基于生态足迹的生态压力评价体系

Fig. 1 The evaluation system of ecological pressure based on ecological footprint

#### 3.2 生态压力的计算

生态压力的计算主要包括生态足迹(  $EF$  )、生态承载力(  $EC$  )、生态盈余/赤字(  $ESD$  ),其具体计算参见文献[4-5]。生态压力指数以生态足迹与生态承载力为基础,可判断区域生态压力状况,进而表示生态安全程度<sup>[6]</sup>,其计算公式为

$$EI = EF/EC = ef/ec \quad (2)$$

(2)式中  $EI$  代表生态压力指数,  $EF$  代表生态足迹,  $EC$  代表生态承载力,  $ef$  代表人均生态足迹,  $ec$  代表人均生态承载力。

获取重庆市 1997—2008 年消费数据<sup>[3]</sup>,包括农产品、林产品、畜产品、水产品以及能源消耗,主要有谷物(稻谷、小麦、玉米)、大豆、油料、麻类、烟叶、蔬菜、甘蔗、猪肉、牛羊肉、禽肉、奶类、禽蛋、水产品、茶叶、水果等以及煤炭消费、石油消费、天然气消费、电力消费(能源消费采用标准煤换算)等,计算重庆市  $ef$  值。获取重庆 1997—2008 年生物性生产土地类型以及面积,计算出重庆市  $ec$  值,同时,按照《我们共同的未来》的建议,扣除 12% 的生物多样性保护面积,最后计算人均生态盈余/赤字(  $esd$  )和  $EI$  值(图 2)。

运用 SPSS 17.0 对 1997—2008 年重庆市  $ef$ 、 $ec$ 、 $esd$  和  $EI$  值进行趋势分析,结果见表 5。从图 2 可

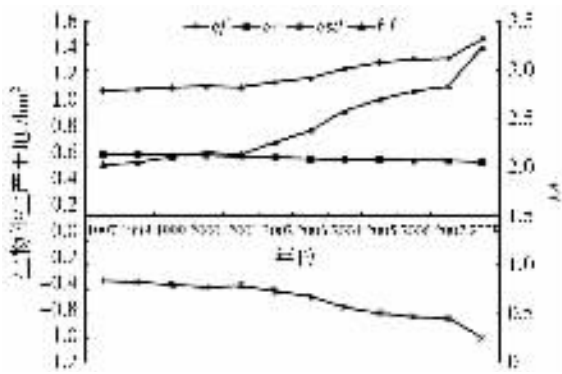


图 2 1997—2008 年 ef/ec/esd/EI 变化趋势

Fig. 2 The Trend of ef/ec/esd/EI from 1978 to 2006

见重庆市 *ef* 值由 1997 年的 1.035 4  $\text{hm}^2$  增长到 2008 年的 1.452 3  $\text{hm}^2$ , 而 *ec* 值则从 0.506 8  $\text{hm}^2$  下降到 0.454 2  $\text{hm}^2$ 。从趋势方程来看, 重庆市 *ef* 值变化率为 0.034, *ec* 值变化率为 -0.005, 两者发展呈相反趋势, 且 *ef* 值比 *ec* 值变化快。重庆市 1997 年的 *esd* 值为 -0.528 6  $\text{hm}^2$ , 已为生态赤字, 2008 年达到 -0.998 1  $\text{hm}^2$ , 其变化率为 -0.039, 人均生态赤字越来越严重, 超过了 *ec* 值的变化。同样, 重庆市 *EI* 值呈上升趋势, 从 1997 年的 0.243 0 增加至 2008 年的 3.197 5, 其变化率为 0.098。以上分析说明重庆市在发展的过程中对自然资源的消耗逐年增加, 已超出生态承载力, 而且生态赤字越来越严重, 人地关系紧张, 是一种不可持续发展状态。

表 5 ef/ec/esd/EI 趋势方程

Tab. 5 The Equation of ef/ec/esd/EI's

项目	方程	R <sup>2</sup>
ef	$y_1 = 0.034X + 0.9424$	0.88
ec	$y_2 = -0.005X + 0.5163$	0.98
esd	$y_3 = -0.039X - 0.4261$	0.90
EI	$y_4 = 0.098X + 1.7891$	0.91

注: 分析时, *X* 的取值代表年份, 1997 年为 1, 依次加 1, 2006 年为 12

### 4 城市化水平与生态压力的关系分析

比较重庆市城市化水平综合得分与生态压力指数, 发现两者相关性十分显著(图 3)。两者之间的相关系数  $R = 0.9431$ , 关系十分密切。建立回归方程, 城市化水平为 *X*, 生态压力指数为 *Y*, 则

$$Y = 0.005X + 2.4321$$

$$(R = 0.94, F = 599.22, F_{0.01} = 10.0442)$$

对该线性回归方程进行 *F* 检验, 检验值  $F = 599.1292$ , 在 0.01 水平上, 远大于临界值  $F_{0.01} = 10.04$ , 达极显著水平, 即表示生态压力随着城市化变化而呈线性变化, 城市化水平提高, 生态压力增大。

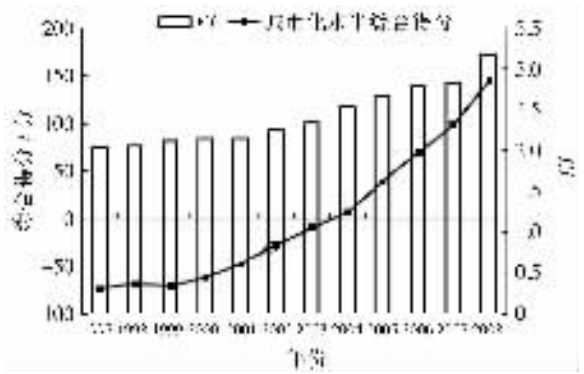


图 3 1997—2008 年重庆市城市化水平与生态压力变化

Fig. 3 Relation between the level of urbanization and ecological pressure in chongqing from 1997 to 2008

### 5 结论及建议

重庆市自 1997 年成为直辖市以来, 随着三峡移民、工业化发展、经济结构调整, 农村剩余劳动力大量向城市转移, 城市化发展迅速。城市化水平的提高, 相应的城市功能增强, 物质能量消耗必然加大, 使区域生态足迹增加。同时城市化在地域上的表现则为城市面积扩大, 使生物生产性土地面积减少, 生态承载力下降, 生态压力增大。然而, 城市化是社会经济发展的一种必然趋势, 是社会进步以及社会现代化的标志。立足于三大定位和一大目标, 即“要把重庆加快建成西部地区的重要增长极、长江上游地区的经济中心、城乡统筹发展的直辖市, 在西部地区率先实现全面小康社会的目标”, 重庆必须加快城市化步伐。因此, 如何妥善地解决城市化进程中生态压力增大的矛盾, 是重庆快速发展中必须协调解决的问题之一。

#### 5.1 依托区域经济中心, 发展周边区县

重庆市地处较为发达的东部地区和资源丰富的西部地区的结合部, 又是长江中上游的经济中心, 金融中心; 同时, 重庆市是中国面积最大的直辖市, 也是农村人口最多的直辖市, 将近 60% 的人口在农村, 是典型的大城市、大农村并存, 二元经济结构明显。重庆提高城市化水平, 首先应统筹协调城乡发展, 大力发挥“都市一小时经济圈排头兵”作用, 带动主城九区的发展, 使其成为西部地区的重要增长极, 同时要兼顾万州区为中心的渝东北和黔江区为中心的渝东南特色经济的建设<sup>[1]</sup>。其次, 大力借鉴东部发达地区的城市化经验, 利用地理位置的优势, 吸引东部地区的资金、技术、信息、观念。第三, 加大城乡沟通基础设施建设, 加强城乡间信息交流。依托都市一小时经济圈、万州区、黔江区等 3 个经济中

心,发挥强大的辐射功能,带动周边区县发展,整体提高城市化水平。

### 5.2 调整产业结构,大力发展第三产业

经济增长消耗大量物质和能源,对生态压力具有很深刻的影响。重庆市2008年第二、三产业对GDP的贡献率分别为56.9%和38.1%。总体上讲,重庆的科技水平有待提升,资源利用效率不高,第三产业的水平还很低。因此,重庆在提高效能利用、大力发展循环经济的同时,应努力推进第三产业的发展,提高第三产业在GDP中的贡献率,拉动区域经济的发展,减缓生态压力。

### 5.3 合理规划城市土地

土地是城市化进程的物质基础和载体。在地域上,城市化表现为城市面积扩大,生物生产性土地面积减少,生态承载力降低,进而生态压力增大。因此,要合理地规划、分配城市土地,强化土地的用地管制与用地计划供应。

### 5.4 保护生态环境,控制人口增长,提高人口素质

人类生存是以自然环境为载体,随着人口快速

增加、经济水平提高,人类消耗的物质和能量日益增多,环境问题日趋严重。因此,应大力提倡保护环境,倡导节约型生活消费观念,提高人口素质,降低人类生活对生态环境的负面影响。

### 参考文献:

- [1] 刘新智. 重庆市城市化趋势预测分析[J]. 重庆师范大学学报:自然科学版, 2008, 25(4): 92-95.
- [2] 杨永奎, 王定勇. 重庆市直辖以来生态足迹的动态测度与分析[J]. 生态学报, 2007, 27(6): 2382-2390.
- [3] 许学强, 周一星, 宁越敏. 城市地理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1997: 43-97.
- [4] 常春华, 熊黑钢, 温江. 新疆各城市城市化水平比较研究[J]. 干旱区资源与环境, 2007(2): 27-31.
- [5] 重庆市统计局. 重庆统计年鉴2000-2009[M]. 北京: 中国统计出版社, 2000-2009.
- [6] 任志远, 黄青, 李晶. 陕西省生态安全及空间差异定量分析[J]. 地理学报, 2005, 60(4): 598-606.
- [7] 徐中民, 程国栋, 张志强. 生态足迹法: 可持续定量研究的新方法—以张掖地区1995年的生态足迹计算为例[J]. 生态学报, 2001, 21(9): 1484-1493.

## Resources, Environment and Ecology in Three Gorges Area

### Research on the Relationship Between Level of Urbanization and Ecological Pressure in Chongqing

CAO Xiao-yi<sup>1</sup>, LIN Tian-ying<sup>1,2</sup>, DONG Zhi-bao<sup>1</sup>, LIU Xin-yan<sup>1</sup>

(1. College of Tourism and Environment, Shanxi Normal University, Xi'an Shanxi 710062;

2. Zichang High School, Zichang Shanxi 717300, China)

**Abstract:** It is urgent to research the influence of urbanization and ecological environment during ecological civilization construction in Chongqing. Based on ecological civilization construction and theory and method of ecological footprint, this calculated ecological footprint, ecological capacity and ecological surplus/deficit in Chongqing from 1997 to 2008 and then constructed quantificational model of ecological pressure, that is, index of ecological pressure. Results show that per capita average ecological footprint in Chongqing increases from 1.035 4 hm<sup>2</sup> in 1997 to 1.452 3 hm<sup>2</sup> in 2008 per capita average ecological capacity in Chongqing reduces from 0.560 8 hm<sup>2</sup> in 1997 to 0.454 2 hm<sup>2</sup> in 2008 per capita average ecological surplus/deficit is deficit which changes from -0.528 6 hm<sup>2</sup> in 1997 to -0.998 1 hm<sup>2</sup> in 2008, index of ecological pressure increases from 0.243 0 in 1997 to 3.1975 in 2008. Correlation analysis and regression analysis are made between ecological pressure and levels of urbanization, correlation coefficient  $R=0.91$ , regression equation is  $Y=0.005 0X+2.432 1$  ( $R=0.94$ ,  $F=599.22$ ,  $F_{0.01}=10.044 2$ ,  $Y$  is index of ecological pressure,  $X$  is the level of urbanization). According to correlation analysis, the relationships between them are positive, so the level of urbanization is increased, ecological pressure is aggravated in area. And according to regression analysis, an equation was calculated which can reveal the relationships between ecological pressure and levels of urbanization. Finally combined with the actual situation of Chongqing as a municipality and the economic center of upstream in Yangtze River, some advices were given to resolve this contradiction.

**Key words:** urbanization; ecological pressure; Chongqing