

Monitoring and Influence Analysis of Road Environmental Noise Near the East Campus of Suzhou University

Changhai Zuo¹, Xiaoyan Wang¹, Zhicheng Wang¹, Longyao Li¹, Chunjuan Zang^{1,2*}

¹School of Resource and Civil Engineering, Suzhou University, Suzhou Anhui

²Key Laboratory of Mine Water Resource Utilization of Anhui Higher Education Institute, Suzhou University, Suzhou Anhui

Email: *zangchunjuan_929@163.com

Received: Jun. 4th, 2020; accepted: Jun. 17th, 2020; published: Jun. 24th, 2020

Abstract

In order to understand the status of highway environmental noise near Suzhou University, the traffic environmental noise on the XueFu Road was studied by means of questionnaire survey and field monitoring in this paper. An appropriate highway noise prediction model was used to predict traffic noise on XueFu Road from 8 pm to 6 am. The predicted equivalent continuous A sound level was 62.81 - 67.40 dB which generally was lower than the value in the day time. The results of field monitoring and questionnaire showed that the equivalent continuous A sound level of XueFu Road during the period of 6 am-8 pm was 64.5 - 69.3 dB, and the TNI value was 83.5 - 105.8, people were generally dissatisfied with the traffic noise pollution, so the traffic noise had a great impact on human health. The correlation coefficient between the equivalent continuous A sound level and the score value was 0.824, and the Sig was $0.023 < 0.05$. The relationship between the two was close and the correlation analysis was statistically significant.

Keywords

Noise Pollution, Road Environmental Noise, Equivalent Continuous Noise Level, Highway Noise Prediction Model

宿州学院东校区附近公路环境噪声的监测与影响分析

左常海¹, 王孝燕¹, 王志诚¹, 李龙曜¹, 臧春娟^{1,2*}

¹宿州学院资源与土木工程学院, 安徽 宿州

*通讯作者。

文章引用: 左常海, 王孝燕, 王志诚, 李龙曜, 臧春娟. 宿州学院东校区附近公路环境噪声的监测与影响分析[J]. 声学 & 振动, 2020, 8(2): 57-65. DOI: 10.12677/ojav.2020.82008

²安徽省教育厅高等学校矿井水资源化利用重点实验室, 宿州学院, 安徽 宿州
Email: *zangchunjuan_929@163.com

收稿日期: 2020年6月4日; 录用日期: 2020年6月17日; 发布日期: 2020年6月24日

摘要

为了了解宿州学院附近公路环境噪声的现状, 本文通过实地监测和问卷调查的方法对学府大道交通环境噪声进行研究。选用合适的公路噪声预测模型对学府大道20:00 pm~6:00 am的交通噪声进行预测, 预测的等效连续A声级为62.81~67.40 dB, 普遍低于昼间时段。实地监测和问卷调查结果显示学府大道在6:00 am~20:00 pm时段的等效连续A声级为64.5~69.3 dB, TNI值为83.5~105.8, 人们对交通噪声污染普遍不满, 交通噪声对人体健康影响较大。等效连续A声级和评分值相关系数为0.824, 显著性检验结果Sig为0.023 < 0.05, 二者关系紧密, 相关性分析具有统计学意义。

关键词

噪声污染, 公路环境噪声, 等效连续声级, 公路噪声预测模型

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着经济社会的快速发展, 城市机动车保有量不断增加, 城市道路交通噪声已成为城市发展相关的主要环境污染公害之一, 对城市居民的日常生活以及身心健康都将产生重要影响[1]。城市道路交通噪声是由道路交通中各类运输器具发出的噪声。随着近些年城市道路、高架桥、轻轨、高铁等基础设施建设, 道路交通噪声问题也日益严重, 其中影响较大的是地面交通噪声[2]。

据相关数据显示, 2018年全国新注册登记机动车3172万辆, 机动车保有量已超过3.27亿辆。截止2018年底, 全国汽车保有量达2.4亿辆, 相比2017年同比增长了10.51%。汽车数量的急速增长, 在为人们出行带来便利的同时, 还在持续加重环境污染。对于城市环境噪声污染来讲, 道路交通噪声具有源强高、移动性大, 影响范围广等特点, 治理起来难度较大。为此, 必须重视道路交通噪声污染问题, 根据当前发展现状, 采取科学、有效的措施, 才能实现降噪效果最优化[3]。

国内外在噪声控制预测方面已有20多年历史, 随着电子技术的发展, 自动监测代替手工监测已成必然趋势, 很多学者利用噪声的监测数据, 陆续开发了相关的噪声预测、评价和制图软件, 提高城市噪声管理的水平[4][5][6]。国内许多城市也积极进行噪声自动监测探索和试验, 哈尔滨、广州、珠海等城市一直致力于噪声自动监测技术的研究[7], 但还是有许多城市未建立完善的噪声监控系统, 特别是在一些中小型城市, 手工监测和基础研究仍是开展城市噪声污染现状研究的必要手段。

本文通过对宿州学院东校区附近学府大道交通环境噪声的监测, 分析其噪声污染现状, 了解人们对公路交通噪声的主观感受, 此次研究有助于及时了解大学附近道路交通的噪声污染状况, 为减少和预防噪声污染有针对性地谏言献策, 为环境主管部门相应决策的制定提供更好的科学支撑。

2. 研究方法

2.1. 实地监测

在宿州学院东侧的学府大道上布设长期观测的固定点位，如图 1 所示，在进行噪声测量时，测点的选择和监测过程严格按照国家《GB/T 14623 环境噪声监测规范》[8]进行，道路监测点设置在道路路段中部位置，避开固定声源的干扰，远离道路交叉口，声级计传声器距离道路第一条行车道中心线 7.5 m，声级计传声器距离建筑物外墙 1 m，距离地面高度 1.2 m [9]，用仪器监测出一段时间间隔内连续的噪声分贝值。本次研究监测时间为每天早 6:00~晚 20:00，每 2 小时收集 100 组数据，持续监测 60 天。所使用的仪器为声级计(型号：GM1357)和手持式 GPS (型号：麦哲伦 explorer110)，声级计精度达到了 GB/T3785.1-2010《电声学声级计第 1 部分：规范》[10]中 1 型的要求。

在数据采集过程中，避免受天气因素的影响，比如刮风、雷雨等恶劣天气。



Figure 1. Study area and observation point location
图 1. 研究区域及观测点位置

2.2. 问卷调查

对学府大道周边人群进行问卷调查, 调查群体间隔 10 岁分段, 每段选择 20 人。5~15 岁为第一分段, 按顺序分为 8 分段。调查人群涉及社会各界劳动学习群体。调查内容为对不同时间段噪声大小进行评分, 并收集人们对噪声污染的看法和他们对噪声污染治理的一些意见。参考评分标准[11]如表 1 所示。

Table 1. Standard for evaluation

表 1. 评分标准

感知标准	0~20	20~40	40~60	60~70	70~90	90~100
很静, 几乎感觉不到						
安静, 犹如轻声絮语一般, 普通室内谈话						
吵闹, 有损神经						
很吵, 神经细胞受到伤害						
吵闹加剧, 听力受损						

3. 公路噪声预测模型

采用美国的 FHWA 模型对学府大道公路交通噪声进行预测, 根据下列公式计算不同类型机动车在受声点 r 处的噪声级和各类车辆在受声点 r 处的噪声预测值的总和。

不同类型的机动车辆, 距行驶路面中心 7.5 m 处的平均辐射噪声级为:

小型车

$$L_S = 59.3 + 0.23v_s \quad (1)$$

中型车

$$L_M = 62.6 + 0.32v_m \quad (2)$$

大型车

$$L_H = 77.2 + 0.18v_h \quad (3)$$

各类车型在受声点处的噪声为:

$$L_{eqi} = L_i + 10I_g \left(\frac{Q_i}{v_i \cdot T} \right) + K \cdot I_g \left(\frac{7.5}{r} \right)^{1+a} + \Delta S - 13 \quad (4)$$

$$\Delta S = 5I_g \frac{r}{10} \quad (5)$$

各类车辆在受声点 r 处的噪声预测值的总和:

$$L_{eq} = 10I_g \left(\sum_{i=1}^n 10^{0.1L_{eqi}} \right) \quad (6)$$

式中, L_{eqi} 为第 i 类车辆在受声点 r 处的噪声级, dB (A); L_i 为第 i 类车辆距行驶路面中心 7.5 m 处的平均辐射噪声级, dB; Q_i 为第 i 类车辆的车流量, 辆/h; V_i 为第 i 类车辆的平均行驶速度, km/h; T 为评价小时数, 取 $T = 2$; r 为受声点距路面中心距离, m; K 为车流密度修正系数, 按线-点声源考虑, 取 10~20; a 为地面吸收, 衰减因子; ΔS 为附加衰减, 含路面性质坡度及屏障等影响。

学府大道噪声预测值如下表 2 所示, 6:00 am~20:00 pm 噪声预测值为 67.10~69.37 dB, 噪声监测值和噪声预测值二者相差 0.02~2.59 dB, 在误差允许范围之内, 故该模型可用于对宿州学院东校区附近学府大道公路交通噪声的预测。使用公路噪声预测模型对 20:00 pm~6:00 am 时间段进行预测, 预测噪声值在 20:00 pm~4:00 am 时段逐次降低, 由 67.40 降到 62.81 dB, 随后噪声值在 4:00~6:00 am 时段逐次增大到

64.43 dB。小型车辆的数量和车速的变化是昼夜间噪声值变化的主要原因。

Table 2. Predictive value of road traffic noise
表 2. 道路交通噪声预测值

时段	Q_s (辆/h)	Q_m (辆/h)	Q_h (辆/h)	速度(km/h)			ΔS	噪声预测值(dB)	噪声监测值(dB)	差值(dB)
				V_s	V_m	V_h				
6:00~8:00	653	13	5	41	33	31	-1.51	67.10	64.51	2.59
8:00~10:00	873	20	7	36	39	47	-1.51	69.14	67.35	1.79
10:00~12:00	756	18	9	32	34	43	-1.51	68.40	68.57	0.17
12:00~14:00	912	20	8	31	35	42	-1.51	68.80	66.78	2.02
14:00~16:00	972	23	9	33	36	44	-1.51	69.37	69.35	0.02
16:00~18:00	879	18	6	31	33	44	-1.51	68.60	69.17	0.57
18:00~20:00	732	14	7	32	35	46	-1.51	68.29	65.76	2.53
20:00~22:00	486	15	10	34	35	44	-1.51	67.40		
22:00~24:00	312	11	6	35	36	48	-1.51	65.76		
24:00~2:00	214	6	4	37	40	50	-1.51	63.40		
2:00~4:00	93	5	4	40	42	55	-1.51	62.81		
4:00~6:00	246	6	5	48	40	37	-1.51	64.43		

注：参数取值 $K=15$, $a=0$, $r=5$ m。

4. 研究结果与分析

4.1. 实地监测结果与分析

对声级计监测的数据进行整理，将每个时间段的 100 组数据按从大到小的顺序排列，分别得到 L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{eq} 的计算公式为：

$$L_{eq} = L_{50} + d^2/60 \quad (7)$$

其中 $d = L_{10} - L_{90}$, L_{10} —测量时间内，10%的时间超过的噪声级，相当于噪声的平均峰值； L_{50} —测量时间内，50%的时间超过的噪声级，相当于噪声的平均值； L_{90} —测量时间内，90%的时间超过的噪声级，相当于噪声的背景值。得出各时段的噪声级如表 3 所示。

Table 3. Noise index of each time period
表 3. 各时段噪声指数

时间	6~8 am	8~10 am	10~12 am	12~14 pm	14~16 pm	16~18 pm	18~20 pm
L_{10}	69.0	71.0	70.8	70.2	72.7	72.0	67.9
L_{50}	59.7	61.7	62.6	58.8	64.5	64.6	61.9
L_{90}	52.1	52.5	51.8	48.3	55.5	55.3	52.7
L_{eq}	64.5	67.4	68.6	66.8	69.3	69.2	65.8

噪声的起伏性是环境噪声的重要特点。以 L_{eq} 等效连续 A 声级、 L_{10} 峰值噪声、 L_{50} 中位噪声和 L_{90} 背景噪声为指标，分析其噪声波动情况。如图 2 所示。

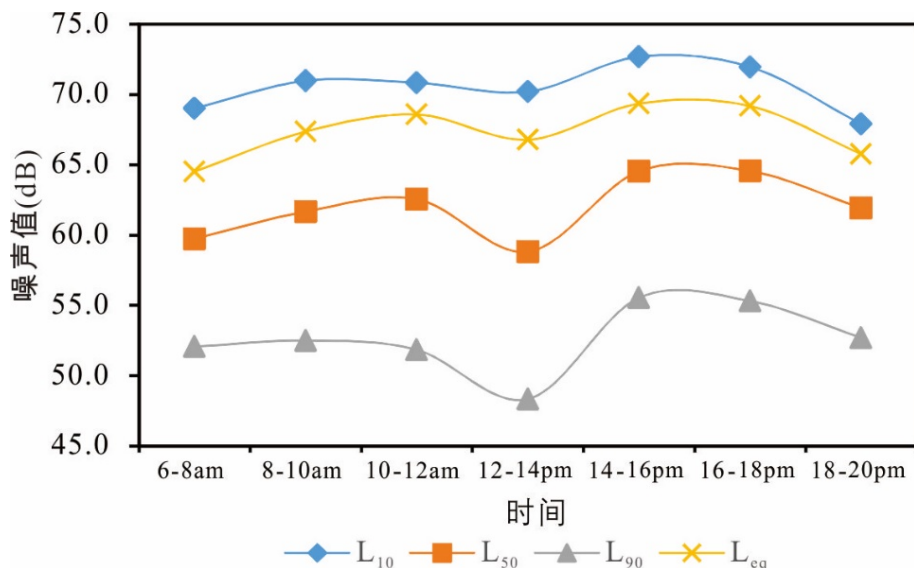


Figure 2. Noise pollution index

图 2. 噪声污染指数

L_{10} 峰值噪声在 67.9~72.7 dB 之间波动, 噪声值在 6:00~10:00 时段上升, 10:00~14:00 时段下降, 随后在 14:00~16:00 出现最大值, 之后逐渐下降至 L_{10} 最小值。 L_{90} 背景噪声在 48.3~55.5 dB 之间波动, 在 12:00~14:00 出现最小值, 14:00~16:00 出现最大值。 各时段 L_{10} 与 L_{90} 最大相差 24.4 dB, L_{50} 中位噪声在 58.8~64.6 dB 之间波动, L_{eq} 等效连续 A 声级在 64.5~69.3 dB 之间波动。 L_{90} 背景噪声、 L_{50} 中位噪声、 L_{10} 峰值噪声和 L_{eq} 等效连续 A 声级有类似的波动趋势。 噪声值的波动与监测地居民的生活作息规律相吻合, 如 6:00~10:00 时段是接送学生上学、上街买菜、工作等主要时段, 车辆出行较多, 交通较拥挤, 噪声值相对较高, 由此所造成的噪声污染影响道路交通安全, 干扰人耳在行驶过程中对汽车鸣笛及行人说话声的听取, 误导驾驶员对所处交通情况的正确判断和采取相应措施等。 12:00~14:00 时段是人们午休的时间, 公路上的车辆和行人较少, 交通噪声环境相对较好。 14:00~16:00 时段, 随着又一次的上学和上班高峰, 交通噪声值再次升高, 并达到一天中的最高值。 依据声环境质量标准, 研究区域属于 4a 类声环境功能区, 昼间环境噪声等效声级限制为 70 dB, 研究区交通噪声环境在一定程度上满足标准, 这主要是因为监测区域不在城市内部, 交通状况相对良好, 但其是通向城郊的主要道路, 而且生活在公路两侧的人越来越多, 包括学校和居民区, 所以交通噪声污染对人们的工作和生活产生的影响也不容忽视。

交通噪声对人体健康的影响可以通过交通噪声指数来反应, 其原理就是交通噪声的声级在一定时间内是变化的, 它的变化程度大小会对人们引起不同程度的干扰, 由如下公式计算得到道路交通噪声指数, 如表 4 所示。

$$TNI = 4(L_{10} - L_{90}) + L_{90} - 30 \quad (8)$$

TNI 值大小主要和 L_{10} 和 L_{90} 的差值有关, 即噪声的涨落对人的健康的影响, 而且限于车流量较多及附近无固定声源的环境。 以建议的交通指数 $TNI = 74$ 为评价标准[12], TNI 值小于 74 对人体健康有害影响较小, TNI 值大于 74 对人体健康有害影响较大。 监测区 TNI 值在 83.5~105.8 之间波动, 各时段 L_{10} 和 L_{90} 的差值普遍较大, 与道路上大型车辆通过所导致的 L_{10} 值较大和背景噪声 L_{90} 相对较小有关, 其中, 12:00~14:00 达到最大值 105.8, 对人体健康的有害影响最大, 主要是 L_{10} 和 L_{90} 的差值较大, 夸大了噪声的干扰程度, 因此引起的烦恼也较大。

Table 4. Road traffic noise index TNI
表 4. 道路交通噪声指数 TNI

时间	6~8 am	8~10 am	10~12 am	12~14 pm	14~16 pm	16~18 pm	18~20 pm
TNI	89.8	96.4	97.8	105.8	94.1	91.9	83.5

4.2. 问卷调查结果与分析

对问卷调查所获得的 160 份数据进行处理, 求其各时段的评分平均值, 如表 5 所示。

Table 5. Average score value for each time period

表 5. 各时段评分平均值

时间	6~8 am	8~10 am	10~12 am	12~14 pm	14~16 pm	16~18 pm	18~20 pm
分值	62	76	72	60	83	79	67

问卷调查所得不同时间段噪声评分变化情况如图 1 所示。分值分布在 60~83 分之间, 其中评分值在 14~16 pm 时段最高, 12~14 pm 时段最低。评分在 8~10 am 时段达到小峰值后又降低到最低值, 并在 14~16 pm 时段又上升最大峰值, 然后降低。两个评分峰值所处评分时段是家长送学生上学和上班工作出行高峰期。道路较为拥堵, 部分车辆和人员不遵守交通规则, 车辆鸣笛及行人闯红灯现象较多。评分值下降所处评分时段为居民在家吃饭, 进行午休和夜间休息的时间段。道路上出行车辆和行人明显减少, 道路交通较为畅通。人对噪声污染的主观感受越强烈, 所得分值越大。由分值分布可看出所调查地区人群对噪声污染主观感受总体偏强烈。评分值变化如图 3 所示。

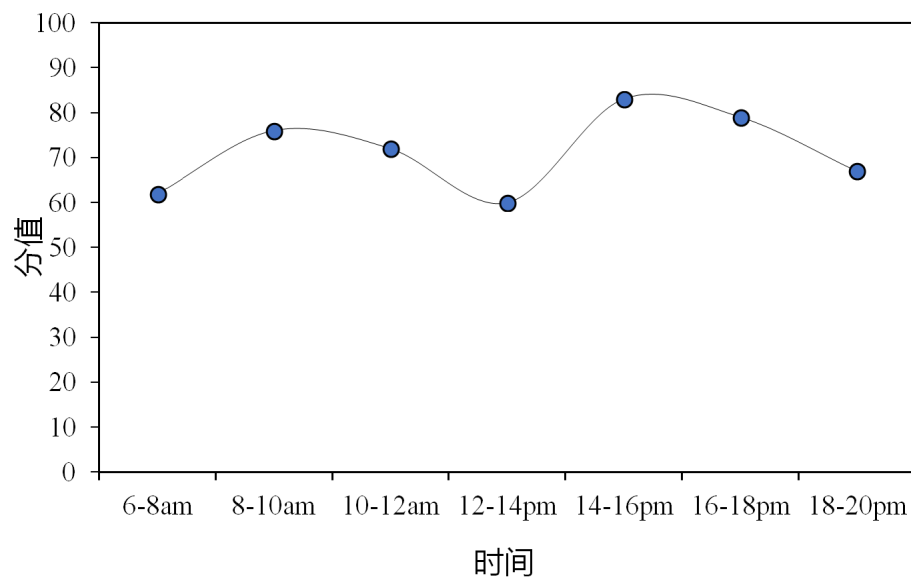


Figure 3. Change chart of score value

图 3. 评分值变化图

4.3. 实地监测数据与问卷调查的相关性研究结果与分析

对等效连续 A 声级和问卷调查评分值两个变量进行 Pearson 相关分析, 分析结果如表 6 所示。

Table 6. Correlation analysis of equivalent continuous A-level and score value
表 6. 等效连续 A 声级和评分值相关性分析

		评分值	等效 A 声级
评分值	Pearson 相关性	1	0.824*
	显著性(双侧)		0.023
	N	7	7
等效 A 声级	Pearson 相关性	0.824*	1
	显著性(双侧)	0.023	
	N	7	7

*在 0.05 水平(双侧)上显著相关。

等效连续 A 声级和评分值的相关系数为 0.824, 右上角有*号, 二者关系紧密, 显著性检验结果 sig 为 $0.023 < 0.05$, 等效连续 A 声级和评分值相关性分析结果具有统计学意义。

5. 结论

本文对宿州学院东校区附近学府大道交通环境噪声进行问卷调查和实地监测。通过研究得出结果如下:

1) 利用公路噪声预测模型所得的预测值与实地监测值相差 0.02~2.59 dB, 使用公路噪声预测模型对 20:00 pm~6:00 am 时间段的交通噪声进行预测, 结果显示夜间时段的噪声值普遍低于昼间时段, 其主要是小型车辆的数量和车速变化所致。

2) 通过实地监测和数据分析得出学府大道在 6:00~20:00 时间段的噪声值在 48.3~72.7 dB 之间, 等效连续 A 声级在 64.5~69.3 dB, 噪声值大小满足 4a 类声环境功能区的限值。

3) TNI 值在 83.5~105.8 之间, 其值高于评价标准, TNI 值普遍过高表明噪声的涨落波动较大, 对人的健康有害。

4) 问卷调查分值分布在 60~83 分之间, 结合评分标准可知问卷调查结果反应出人群对交通噪声污染的不满。

5) 实地监测数据分析所得等效连续 A 声级和问卷调查所得评分值相关系数为 0.824, 显著性检验结果 sig 为 $0.023 < 0.05$, 可看出人对是否产生噪声污染的主观判断与实际监测所得出的结论有一定关联性。

基金项目

国家自然科学基金青年项目(编号 41502057), 安徽省高校自然科学基金重大项目(KJ2019ZD46), 宿州学院第十三届大学生科研项目(KYLXYBXM19-001), 宿州学院校级重点学科地质资源与地质工程(2017xjzdxk2)。

参考文献

- [1] 沈妹娜. 城市道路交通噪声污染现状与对策分析[J]. 资源节约与环保, 2016(5): 77.
- [2] 梁业桓. 城市道路交通噪声处理[J]. 资源节约与环保, 2016(8): 73.
- [3] 马志军. 城市道路交通噪声污染现状及防治对策[J]. 技术与市场, 2019, 26(7): 197-198.
- [4] 刘嘉林, 徐谦. 北京城市声环境自动监测系统监测点位布设方法初探[J]. 中国环境监测, 2008(2): 20-24.
- [5] Abhijit, D. and Prasoon, K.S. (2018) Environmental Traffic Noise Modelling of Dhanbad Township Area—A Mathe-

-
- mathematical Based Approach. *Applied Acoustics*, **129**, 161-172. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2017.07.023>
- [6] Fujii, K., Sakurai, M. and Ando, Y. (2004) Computer Software for Identification of Noise Source and Automatic Noise Measurement. *Journal of Sound and Vibration*, **277**, 573-582. <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2004.03.019>
- [7] 余洋. 国内外噪声自动监测系统研究新进展[J]. 环境研究与监测, 2011, 24(3): 69-72.
- [8] 国家环境保护总局. GB/T 14623-1993 城市区域环境噪声测量方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 1993.
- [9] 钱粮, 杨炜俊, 蔡铭. 2015年广州市道路交通噪声监测与分析[J]. 环境工程, 2016, 34(11): 131-135.
- [10] 张绍栋, 陈剑林, 刘湘衡, 章汝威, 舒国华, 等. GB/T 3785.1-2010 电声学声级计第1部分: 规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [11] <https://baike.baidu.com/item/%E6%9C%80%E9%AB%98%E5%8F%AF%E5%90%AC%E9%98%80>
- [12] 巨天珍, 石垚, 贾丽, 陈源, 任正武. 地理学视角中的交通噪声污染特征及解决途径[J]. 城市问题, 2006(3): 10-14.