

半城市化区域能源-经济-环境关系分析

叶红, 黄静, 崔胜辉*

中国科学院城市环境研究所, 城市环境与健康重点实验室, 福建 厦门 361012

摘要: 高效、经济、洁净的能源保障是半城市化地区向城市化推进的重要物质基础, 能源、经济、环境三者的协调作用与健康有序发展是保障半城市化区域可持续发展的重要条件。基于厦门市集美区半城市化的特点, 分析了该区域能源—经济—环境(3E)之间的关系, 揭示3E关系瓶颈产生的原因, 旨在为构建半城市化区域可持续发展的3E系统提供帮助。分析结果表明, 粗放型的能源利用方式、产业结构调整过程中忽视能源的集约利用以及环保意识薄弱是制约集美区3E系统协调发展的重要因素, 因此合理利用能源, 提高能源利用效率、优化能源和经济结构体系以及加强环境保护意识都将是构建集美区和谐3E系统的有效途径。

关键词: 半城市化; 能源; 经济; 环境

中图分类号: X24

文献标识码: A

文章编号: 1674-5906(2009)04-1346-05

全球城市化以极快的速度发展的同时, 半城市化区域向城市化的推进是城市发展的重要环节。半城市化地区是指城市边缘的一种地带或区域, 在这个区域城市和乡村发展过程交汇、混合并且相互作用。其区域内表现为城乡土地利用混杂、土地利用变化迅速、产业结构与就业结构的非农化水平较高而产业与人口在空间上的积聚程度仍较低等特点^[1]。

自从20世纪70年代以来, 关于能源与经济、经济与环境关系的研究开始得到了重视, 而集能源—经济—环境(3E)为一体的分析从20世纪90年代开始得到发展^[2], 它以能源为媒介, 通过提高能源利用效率, 进行能源开发与供给结构的改革, 进行相关技术的革新和普及, 通过有关的经济政策和管理制度来实现能源供需稳定、经济发展、环境保护三个目标^[3]。3E的协调发展是保障半城市化区域向城市和谐过渡的重要条件, 然而目前关于三者一体的研究多针对较大区域开展, 对半城市化区域进行的3E系统实证分析还鲜有成果^[4]。

集美区位于福建省东南沿海, 居闽南金三角中心地段, 是厦门市6个行政区之一, 区位优势独特, 是进出厦门经济特区的重要门户。辖区总面积276 km², 地貌以丘陵、山地为主, 海岸线长约60 km。

集美区通过三座大桥与厦门岛连通, 厦门岛内是高度城市化的区域, 而集美区则表现为半城市化的特点。2003年行政区划调整后, 下辖2镇4街道办, 全区常住人口38.6万人。集美区人口总量大, 增长速度快, 主要以迁移流动人

口的增长为主^[5]。

作为著名的侨乡和风景旅游区、文教区的集美, 同时也是厦门重要的工业区, 现拥有两个国家级台商投资区。在“十一五”厦门市总体规划中, 厦门市政府将集美区规划定位集现代服务业、旅游业、工业、交通为一体的厦门市次重点发展园区与沿环东海域的重要交通门户。厦门市政府对于集美区的整体定位和规划为集美区向城市化的推进提供了良好的契机, 集美区充分利用这一发展契机, 立足于厦门海峡西岸经济区重要中心城市整体格局, 通过构筑工业区、文教区、现代服务等三大发展平台, 努力推进半城市化区域的发展, 积极将自己发展成为环东海域的一个亮丽城区^[6]。

本文以厦门市集美区为例, 从能源系统出发, 研究它与环境和经济支持系统的关系, 分析能源—环境—经济之间相互制约的因素, 提出促进3E协调发展的策略, 这对保障集美区向城市化的顺利推进具有重要的意义, 对相似类型城市(区)的发展也有一定的借鉴作用。

1 集美区能源经济环境状况分析

1.1 能源利用与经济发展关系

由于2003年厦门市政府对各行政区划进行了重新调整, 从数据的统一性出发, 本文仅对2003年后的统计数据进行分析。数据来源于厦门市与集美区统计年鉴。从数据上看, 2003年后, 集美区工业化程度加快, 经济高速发展, 全区GDP每年以超过20%的速度急剧增长。但是总能耗的变化趋势

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX2-YW-BR-03); 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX2-YW-450-40); 厦门科技计划项目(3502Z20072002); 中国科学院知识创新工程领域前沿青年人才项目(071415d40)

作者简介: 叶红(1971年生), 女, 助理研究员, 博士, 主要从事城市生态与环境规划管理研究。E-mail: hyy@iue.ac.cn

*通讯作者, E-mail: shcui@iue.ac.cn

收稿日期: 2009-04-28

与之不同，除了 2005 年外，能耗增速小于经济的增长速度，因此集美区总体上看能源利用尚属于集约利用（图 1）。电力是二次使用能源，是反映能耗的重要指标。如图 1 所示，虽然 2004 年总能耗增速小于 GDP 的增长，但是 2004 年总电耗增速是 GDP 增速的 3.5 倍。2005 年电耗增速、总能耗增速都明显大于 GDP 增速，2005 年的总能耗与经济增长速度的比值高达 2.45，这些都在一定程度上说明，集美区在向城市化推进的过程中存在着经济增长对于能源的极度依赖现象。

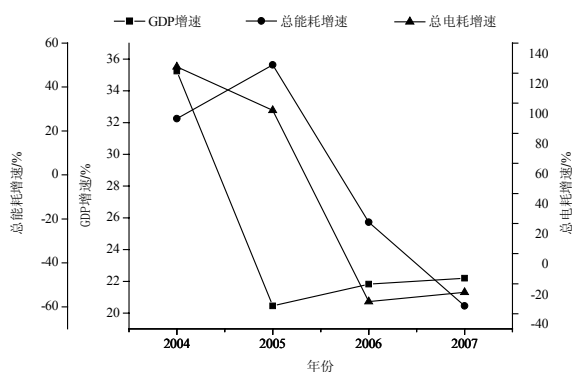


图 1 集美区 GDP、总能耗与电耗增速 (2004—2007 年)
Fig. 1 Growth rate of GDP, total energy consumption, electricity consumption in Jimei District (From 2004 to 2007)

从图 2 可以看出，2004 年、2005 年的电力弹性系数超过了 3，电力弹性系数的增幅大于总能源弹性系数的增幅，2005 年的总能耗弹性系数最高。从国际经验分析，处在工业化加速阶段的国家和地区，电力消费增长率超过经济增长率是比较普遍的现象^[7]。而从 2006 年开始总能耗与经济增长速度的比值减小至零以下，电力消费弹性系数在 2006 年后迅速下降，且小于零。2006—2007 年电力弹性系数的减小速度比能源弹性系数减小幅度大，这些变化体现了 2006—2007 年能耗产出效率的增加。

从电力消耗、总能耗以及经济发展速度上看，自 2003 年以来，集美区经济的发展对能源的利用效率是较高的，但是 2005 年却是一个例外。

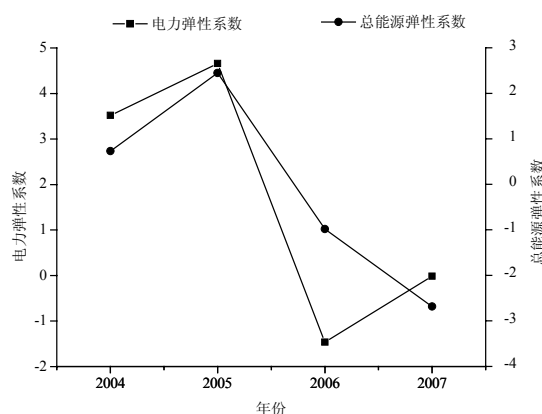


图 2 集美区电力与能源弹性系数 (2004-2007 年)
Fig. 2 Resilience coefficient of electricity and energy in Jimei District (From 2004 to 2007)

1.2 能源消耗与环境关系状况

能源的利用，特别是高能耗的利用在很大程度上影响着环境的质量^[8]，从 2003 到 2007 年，集美区的总能耗由 65.47 万 t 标煤升至 171.96 万 t 标煤，平均为 116.11 万 t 标煤/年；万元 GDP 的能耗 2003 年至 2005 年逐年增长，2006 年至 2007 年为减少趋势，与能源消耗的变化趋势对应，集美区万元 GDP 的二氧化硫与烟尘排放量 2003 年最高，2005 年比 2004 年有所增加，而 2006 年开始排放值却开始减小。从集美区 2003—2007 年万元 GDP 的 SO₂ 排放量上看，它们均超过了生态市环境容量范围（生态市环境容量 SO₂ 排放量为 <5.0 kg/万元）（表 1）。在燃料硫转化率、控制措施的脱硫效率以及燃料中的含硫量不变的情况下，排放的 SO₂ 量与燃料的消耗量成正比，由于集美区经济增长过程中对能源消耗尚存在粗放利用的状态，从而加剧能源消耗对环境造成的压力，而 2005 年能耗对环境造成的负荷压力是行政区划调整后几年中最大的。

2 影响集美区能源—环境—经济系统协调性因子分析

2003 年重新行政区划调整后，总体上看，集美区经济发展中对于能耗的利用方式是集约有效的，但是也存在 2005 年经济发展对于能耗高度依赖的

表 1 集美区能耗与环境因子对照表 (2003—2007 年)

Table 1 The relationship between energy and environment in Jimei District (From 2003 to 2007)

年份	GDP/亿元	SO ₂ 排放量估算/t	万元 GDP 的 SO ₂ 排放量/kg	烟尘排放量估算/t	万元 GDP 的烟尘排放量/kg	能源消耗/万 t 标煤	万元 GDP 的能源消耗量/t
2003	90	10 261.47	11.4	3 169.67	3.52	65.470 845	0.727 454
2004	121.72	10 503.44	8.63	3 316.03	2.72	101.432 73	0.833 328
2005	146.62	14 439.24	9.85	4 179.37	2.85	171.960 41	1.172 831
2006	178.62	12 948.68	7.25	4 268.32	2.39	126.117 86	0.706 068
2007	218.28	19 267.06	8.83	5 951.4	2.73	115.565 27	0.529 436

现象,这在一定程度上造成了能耗消耗对于环境的负面效应。本节将具体分析影响集美区 3E 系统协调性的因子。

2.1 存在粗放的能源利用方式

2003—2007 年集美区每千克标准煤产出 GDP 为 2.53 美元,是全国平均水平的约 2.5 倍,每千瓦时耗电产出 GDP 为 9.58 元,比全国平均水平高约 33%,能源综合经济效益指标超过了 很多城市,但是与一些先进国家之间仍然存在较大的差距^[9]。

集美区是一个半城市化区域,从它的产业布局上看(图 3),自 2003 年以来,第一产业的增速呈下降趋势,农村粗放的能源消耗方式逐渐被集约型的能耗方式替代。工业作为集美区的主要发展行业,同时也是集美区的主要耗电行业,却表现出粗放、外延型和资源能源消耗的生产方式。集美区有集美、杏林两个国家级台商投资区和 6 个工业园区,主要企业类型是专用设备与机械制造业、电子行业、橡胶业、纺织业、金属制品等,这些企业在过去的 20 年增速较快,且绝大多数企业规模较大,如厦门工程机械股份有限公司、厦门金龙联合汽车工业有限公司、厦门正新橡胶工业有限公司等 2007 年工业总产值分别为 4 626 757 万元、3 923 950 万元、3 500 503 万元,这些高耗能、重型化工业的用电结构使电力对经济增长的支撑力下降,因此造成了能源综合经济效益降低的同时对环境造成了负面效应^[10]。

在产业结构调整中能耗集约利用的滞后现象也是增加环境压力的重要原因^[11]。如图 4 所示,相比 2004 年,2005 年第二产业的增长率更小,工业综合耗能占总耗能的比 例较 2004 年减小,然而 2005 年单位 GDP 的能耗却是最高 的。从 2005 年第三产业的状况可以看出,2005 年产业结构重要变革,表现为集美区现代物流中心等服务行业、最大水上博物院——园博园的配套旅店、餐饮业等的兴起,带动了第三产业的快速发展,第三产业变革在很大程度上改变了能源的消耗结构,但第三产业的能源消耗方式以粗放型、外延型和资源能源消耗的方式为主,不但没有改善环境状况,反倒加剧了对环境的压力。

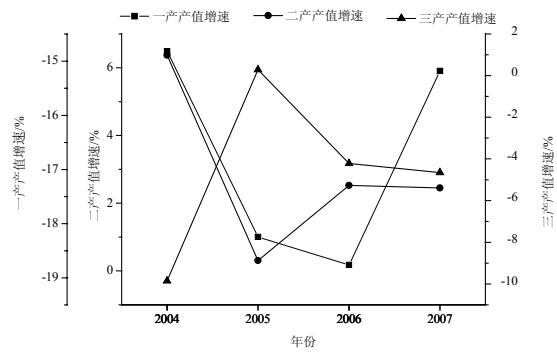


图 3 集美区三产增速 (2004—2007 年)

Fig. 3 Growth rate of primary industry, secondary industry, tertiary-industry in Jimei District (From 2004 to 2007)

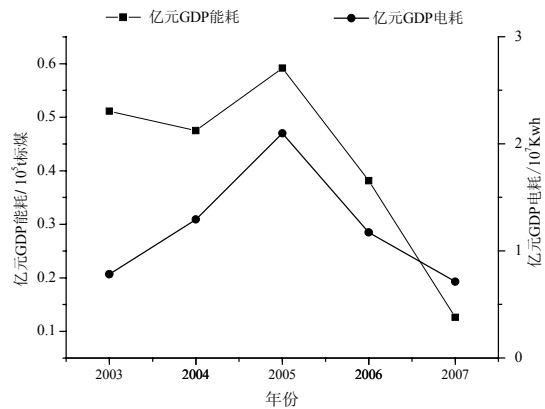


图 4 集美区亿元 GDP 能耗和电耗 (2003—2007 年)

Fig. 4 Energy consumption and electricity consumption per hundred million GDP in Jimei District (From 2003 to 2007)

2.2 环保意识薄弱

集美区在迅速城市化的过程中,工业的迅速发展,第三产业发展势头的跟进,使得集美区能耗对环境有着显著的负面影响,而环保意识的薄弱则加剧能耗对环境的压力。从 2005 年集美区能耗利用方式与环境的关系可见一斑。从表 2 可以看出,2005 万元 GDP 的 SO₂ 排放量,达到 9.85 度 kg,废水排放量也是 2003—2007 年间最高的,但是 2005 年单位工业产值投入的废水废气处理费用不高,这些无疑将极大地增加环境负荷。所以,在向城市化推进的进程中,如果仅重视经济发展,轻视粗放能

表 2 集美区重点工业调查企业污染治理情况

Table 2 Important industries pollution dispose condition in Jimei District

指标名称	汇总工业企业数/个	工业总产值(现价)/万元	废水治理设施运行费用/万元	废气治理设施运行费用/(t·h ⁻¹)	单位工业产值废水运行费用/万元	单位工业产值废气运行费用/万元	单位工业产值废水废气运行费用/万元
2003	132	1 676 548.5	1 819.7	699.6	0.001 085 4	0.000 417 3	0.001 502 7
2004	134	1 656 436.4	2 025.8	860.6	0.001 223	0.000 519 6	0.001 742 5
2005	140	2 658 473.5	2 318.2	1 022.3	0.000 872	0.000 384 5	0.001 256 5
2006	132	2 477 025.3	2 603.3	879	0.001 051	0.000 354 9	0.001 405 8

源消耗的环境效应,忽视环保措施投入,都将阻碍半城市化区域的长足发展^[12-13]。

2.3 居民能源消耗水平和消费方式的变化

集美区的城市化发展迅速,城市化率从 2003 年的 47.22% 迅速发展至 2006 年的 64.05%,随着城市化的迅速推进,城市居民的生活方式和消费水平发生了重要的变化。城市居民的能耗方式从农村传统的依赖粗放型的能源资源改变为使用电力、天然气等能源。2004—2006 年,集美区生活用电年均增长 5.7%,生活用电占总电量的比例由 2003 年的 5% 提高到 2006 年的 20%。而生活煤炭消耗占总能耗的比例由 2003 年的 1.3% 减少至 0.9%,城市化水平与生活质量的提高影响着能源的消费方式,并在一定程度上增加区域环境压力^[14]。

2.4 政府决策支持对于能源消费结构的导向性影响

政府决策对于能源消费结构的导向影响,可以表现在政府对于半城市化区域集美区的定位上,2003 年行政区划调整以后,政府不再仅仅将集美区定位为工业和文化旅游中心,而且还重视商业和房地产等产业的发展,现代服务业已被提到经济结构战略性调整的首要位置。产业重点的调整使得能源利用方式发生了重要的变化,商业、房地产等产业的兴起带动了能源的使用和发展。

3 集美区 3E 系统可持续发展的策略

3.1 经济结构优化

2003 年集美区工业综合能耗占总能耗的比例为 61.67%,2004 年增加至 73.7%,但 2005 至 2007 年,工业综合能耗占总能耗的比例有所下降,分别为 33.14%,39.8% 与 51.5%,由于产业结构的调整,在三个产业中,工业能耗逐渐退出重要耗能的行列,第三产业作为另一耗能行业占据了重要的地位,从分析中得出,产业结构的调整同时重视能源的集约利用将是集美区提高能源有效利用率的动力。由于集美有两个台商投资区,在目前全球经济发展速度放慢的背景下,合理调整以出口为导向的外向型经济格局也成为了集美台商投资区的产业调整的当务之急,也将是保障经济能源协调发展的途径^[15]。

3.2 能源消费结构优化

石油、天然气是单位热值高、污染小、使用效益好的优质能源。与集美区毗邻的厦门市翔安区具备引进液化天然气(LNG)的港口条件和良好站址,为集美区使用 LNG 提供了条件。2008 年 LNG 将在集美区供应,而且具有较强的供应能力。应用优质能源的规划为调整和优化能源结构提供了条件。同时集美区是滨海城市,有着丰富的风能和太阳能,为实现能源结构的多元化提供了基础。在能源结构

和利用多元化的基础上利用完善的能源规划和管理实现能源的优质化,将保障 3E 系统的和谐发展^[16]。

3.3 政府决策是实施 3E 系统可持续发展战略的重要保证

政府对于集美区的定位和规划在很大程度上决定了集美区的产业结构和产出方向,决定了能源结构以及能源—经济—环境的关系^[17-18]。在进行半城市化区域规划中,从区域背景出发,以政府决策的方式进行 3E 的合理核算,学习国际优秀的 3E 体系管理和协调机制,建立合理的能源结构和能源利用方式,进行合理的能源规划,在保障经济发展的同时,保证环境的可持续发展,以利于区域从半城市化向城市化的顺利过渡。

4 结论

半城市化的集美区在向城市化迅速推进的过程中,总体上能源利用方式较为集约,但是在产业结构调整的过程不仅存在经济发展对于能耗的高度依赖,而且这种能源利用方式对环境造成了较大的压力。从分析中可以得到,造成能源—经济—环境不协调发展的主要原因有:(1) 产业调整的初始阶段,没有充分重视能源的集约利用;(2) 半城市化区域向城市化过渡过程中,存在居民的能耗利用方式从农村向城市的转变,这种转变,在提高能源利用效率的同时增加能源消耗总量,因此是增加单位 GDP 能耗与环境负荷压力的原因;(3) 环境保护意识薄弱。

从集美区能源—经济—环境关系现状出发,合理调整产业结构,重视经济结构调整过程中能源的集约利用,充分发挥政府在能源利用中的导向作用将是促进这一区域能源、经济和环境和谐发展的重要途径。另外利用区域优势,开发可再生资源,合理利用高热值、环保型资源,将是保障半城市化区域 3E 可持续发展的重要途径。

由于本研究仅对集美区 2003 年重新区划调整后的 5 年进行了 3E 之间的关系分析,样本数存在不足的现象,因此不断完善数据是需要进一步开展的工作。

致谢:感谢章洲注册城市规划师在文章思路和文字修订方面提供的宝贵意见。

参考文献:

- [1] The Asia Pacific Research center. on the edge: Shaping the future of Peri-urban East Asia [R]. Stanford: The Asia Pacific Research Center, 2002: 5-39.
- [2] DIETER H. Energy policy: Security of supply, sustainability and competition [J]. Energy Policy, 2002, 30: 173-184.
- [3] 范中启,曹明. 能源—经济—环境系统可持续发展协调状态的测度

- 与评价[J]. 预测, 2006, 25(4): 66-70.
FANG Zhongqi, CAO Ming. Measurement and evaluation of coordinate developmental state of energy-economy-environment systems [J]. Forecasting, 2006, 25(4): 66-70.
- [4] LI Z D. An econometric study on China's economy, energy and environment to the year 2030 [J]. Energy Policy, 2003, 31:1137-1150.
- [5] 厦门市统计局. 厦门市统计年鉴[EB/OL]. 厦门: 厦门市统计局, 2003-2007. <http://www.stats-xm.gov.cn/stadata/stayearbk.asp>
Xiamen Bureau of Statistics. Statistical Yearbook of Xiamen City [EB/OL]. Xiamen: Xiamen City Bureau of Statistics, 2003-2007. <http://www.stats-xm.gov.cn/stadata/stayearbk.asp>
- [6] 厦门市委政策研究室, 厦门市发展和改革委员会. 厦门市第十一个五年总体规划文件汇编[C]. 厦门: 厦门市委, 2005:28-45.
Policy Research Office of the Xiamen City, Xiamen City Development and Reform Commission. 11th five-year planning documents of Xiamen [C]. Xiamen: Xiamen Municipal Committee, 2005, 28-45.
- [7] 李力, 韩丽媛. 基于能源—经济—环境DEA分析的我国工业发展效率评价研究[J]. 科技管理研究, 2008, 5: 93-96.
LI Li, HAN Liyuan. Research on China industrial development efficiency evaluation based on DEA analyzing of energy-ecology-environment. science and technology management research[J]. Science Management Research, 2008, 5: 93-96.
- [8] 陈东景. 我国主要污染物排放强度的区域差异分析[J]. 生态环境, 2008, 17(1): 133-137.
CHEN Dongjing. Analysis on the regional differences in main pollutants emission intensity in China [J]. Ecology and Environment, 2008, 17(1): 133-137.
- [9] The World Bank. The World Bank Annual Report 2000 [EB/OL]. 2000. <http://www.worldbank.org/html/extpb/annrep2000/>.
- [10] 李斌, 符毅. 能源与环境约束下的经济增长[J]. 生态经济, 2008, (8): 62-65.
LI Bin, FU Yi. Economic growth under the constraints of energy and the environment [J]. Ecological Economy, 2008, (8): 62-65.
- [11] 吴承业, 袁达. 中国工业经济与环境协调发展的经济计量分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2000, 17(10): 15-17.
WU Chengye, YUAN Da. Econometric analysis on China's industrial economy and the environment coordinate development [J]. Quantitative and Technica Economics, 2000, 17 (10): 15-17.
- [12] 王玉庆. 环境经济学[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002: 51-63.
WANG Yuqing. Environmental Economics [M]. Beijing: China Environmental Science Press, 2002: 51-63.
- [13] WANG C, CHEN J L, ZOU J. Decomposition of energy-related CO₂ emission in China: 1957-2000[J]. Energy, 2005, 30: 73-83.
- [14] 乐小芳. 我国农村生活方式对农村环境的影响分析[J]. 农业环境与发展, 2004, 4: 42-45.
LE Xiaofang. The impact of China's rural life way on rural environment [J]. Agriculture Environment and Development, 2004, 4: 42-45.
- [15] 杨文培, 严向军, 丁祖荣. 能源—经济—环境系统的可持续发展研究: 基于浙江的实证分析[M]. 浙江: 浙江大学出版社, 2007: 153-160.
YANG Wenpei, YAN Xiangjun, DING Zurong. Research on Sustainable Energy - Economic - Environmental System Development - An Empirical Analysis Based on Zhejiang Province [M]. Zhejiang: Zhejiang University Press, 2007: 153-160.
- [16] 张国英. 能源、环境及经济协调发展理论与方法[D]. 天津: 天津大学, 2007: 8-12.
ZHANG Guoying. Harmonious Energy, Environment and Economy Development Theory and Methods [D]. Tianjin: Tianjin University, 2007: 8-12.
- [17] 赵芳. 能源—经济—环境非协调发展原因的经济学解释[J]. 中国人口·资源与环境, 2008, 4: 67-42.
ZHAO Fang. Economic Explanation for the Unharmonious Development of Energy-Economy-Environment [J]. China Population Resources and Environment, 2008, 4: 67-42.
- [18] 王俊峰. 中国能源·经济·环境(3E)协调发展的研究与政策选择[D]. 北京: 中国社会科学院研究生院, 2004: 3-5.
WANG Junfeng. Research and Policy Options for the China's Energy, Economy and Environment (3E) Coordinate Development [D]. Beijing: Graduate School of Chinese Academy of Social Sciences, 2004: 3-5.

Research on the 3E relationship in peri-urban district

YE Hong, HUANG Jing, CUI Shenhui

Key Lab of Urban Environment and Health, Institute of Urban Environment, Chinese Academy of Sciences, Xiamen 361012, China

Abstract: Highly effective, economical and clean energy supply serves as a fundamental material basis in the process of transformation from Peri-urban to urban. Harmonious Energy-Economy -Environment (3E) System plays an important role in the process of sustainable development of Peri-urban area. Based on the result of the case study of Jimei district of Xiamen, the relationship among energy, economy and environment is analyzed and the reasons cause the bottleneck of 3E system is exemplified. These studies aim to provide helpful information to build a sustainable 3E System in a Peri-urban area. The study showed that the main three factors limiting the development of Jimei 3E system are extensive energy consume, ignorance of energy saving during industrial restructuring, and the lack of environment protection awareness. It is concluded that, in order to build a harmonic 3E system in Jimei, we should find ways to improve the efficiency of energy utilization, optimize the mechanism of energy-economy system and enhance the environment protection awareness of human beings.

Key words: peri-urban; energy; economy; environment