

# 浙江省低碳发展水平测度和比较分析

朱臻 黄敏 沈月琴

(浙江农林大学 经济管理学院, 浙江 临安 311300)

**【摘要】** 低碳经济, 以低排放为主要特征。浙江省的经济快速发展极度依赖于传统能源的消费, 而其消费带来了巨大的碳排放, 为浙江省发展低碳经济带来了巨大的障碍。文章基于减排角度, 在分析浙江省能源消费和碳排放现状的基础上, 运用人均碳排放、碳生产率和碳能源排放系数三类指标衡量了浙江省低碳发展水平及在全国所处的地位, 并从减排角度提出了提高浙江省低碳发展水平的相关策略。

**【关键词】** 低碳经济; 碳排放; 浙江

**【中图分类号】** F062. 2; F224 **【文献标识码】** A

## 1 引言

作为应对气候变化的基本途径, 发展低碳经济 (lowcarbon economy) 正取得全球越来越多的国家认同<sup>[1]</sup>。低碳经济, 以低排放为主要特征, 指碳生产率和人文发展 (human development) 均达到一定水平的经济形态, 是将经济发展、社会进步 and 环境保护置于同等重要的地位来综合考虑发展的方式和可能性的一种发展模式<sup>[2]</sup>。低碳经济可以通过低碳化 (decarbonization) 进程得以实现, 低碳化具有两个方面的含义, 一是能源消费与碳排放的比重不断下降, 二是单位产出所需要的能源消耗不断下降。

浙江是经济大省, 2009 年浙江省 GDP 总值超过 2. 2 万亿元, 人均 GDP 达到 44 335 元, 位居全国第一<sup>[3]</sup>。但应认识到浙江省的经济快速发展极度依赖于能源消费, 而这导致大量的碳排放。与全国其他多个省份一样, 浙江省各大城市如杭州目前也已开始探寻低碳经济的发展模式, 并取得了一定的成效。对浙江省低碳发展水平进行测度, 并与其他国家和地区进行横向比较, 找到切入点, 明确浙江省低碳发展所处地位, 为浙江省建立适合区域特色的低碳发展模式提供决策思路和依据, 为全国低碳经济发展提供借鉴和参考, 具有极其重要的理论价值和实践意义。

## 2 浙江省能源消费及碳排放状况

### 2. 1 浙江省能源消费特点和现状

浙江是一个经济大省, 但同时也是个资源匮乏的省份——“无油、缺煤、少电”, 能源消费的 95% 以上资源需要靠省外调入<sup>[4]</sup>。随着浙江省国民经济持续快速发展, 全省能源消费也随之快速增长, 能源供需缺口逐年拉大, 而全球温室气体增加的主要来源是化石能源消费, 其所导致的碳排放在全球碳排放中占据主导地位<sup>[5]</sup>。因此, 浙江省仍以煤炭为主的能源消费模式, 直接导致碳排放总量急剧上升。2009 年浙江省能源消费总量达到 15 107 万吨标准煤, 其中煤炭消费占到 61. 66%, 达到 9 315 万

**基金项目:**教育部人文社会科学青年基金(10YJC790096);浙江省哲学社会科学规划(10CGYD31YBQ);浙江省社科联课题(2010B41);浙江省教育厅课题(Y201017147)

**作者简介:**朱臻, 讲师, 硕士, 从事资源与环境经济研究。

吨。通过收集 1990 ~ 2009 年的浙江能源消费和国内生产总值 (GDP)变化发现 (图 1), 浙江能源消费历年平均增长率为 9.59%, 同期 GDP 平均增长率为 18.53%, 两者之间保持着同样的拐点和变化走势, 因此经济增长和经济规模扩大, 会引起能源消费的增长, 反之亦然。这充分说明浙江省经济增长对能源消费增长存在依赖性, 这与追求低资源消耗的低碳经济增长模式是不相吻合的。

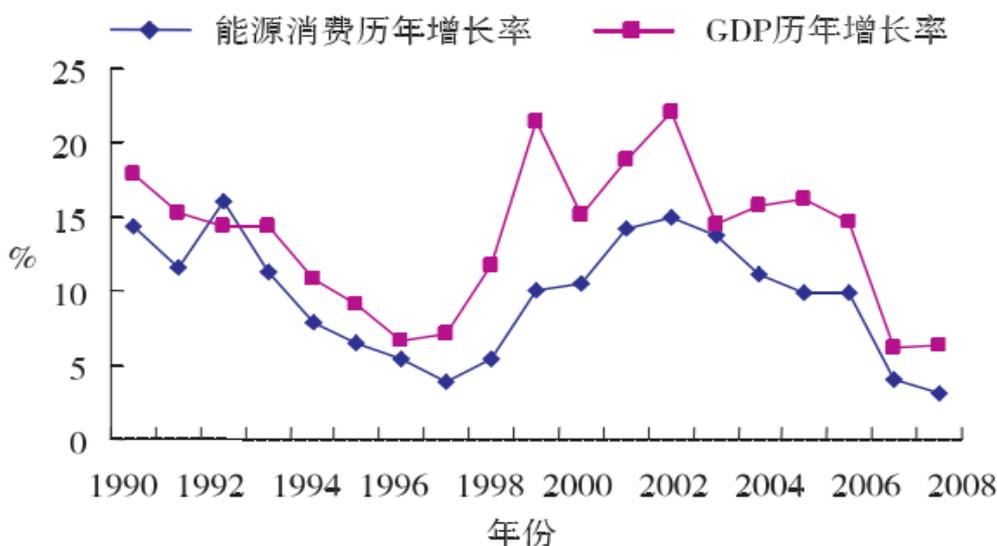


图1 1990 ~ 2009年浙江省能源消费与GDP增长率变化

## 2. 2 浙江省二氧化碳排放的现状和变化分析

### 2. 2. 1 浙江省二氧化碳排放的现状分析

现阶段温室气体的碳排放最主要的是指以二氧化碳为主的排放, 同时, 煤炭、石油和天然气等主要能源消费是二氧化碳排放的主要来源。为了有效计算浙江省的二氧化碳排放量, 从而了解浙江省碳减排的现状及在全国所处的地位, 笔者采取 (中国城市科学研究会, 2009) 的计算公式进行估算。其中  $E_j$  为第  $j$  种能源消费量,  $\eta_j$  为第  $j$  种能源的碳排放系数, 其取值为煤炭  $0.7476t(c)/t$ , 石油为  $0.5825t(c)/t$ , 天然气为  $0.4435t(c)/t$ <sup>[6]</sup>。笔者采用《全国能源统计年鉴》浙江省乃至全国的能源消费数据, 换算以标准煤计算的煤炭、石油和天然气的消费量<sup>[7]</sup>。

$$C_{it} = \frac{44}{12} \times \sum_j E_j \times \eta_j \quad (j = 1, 2, 3) \quad (1)$$

表 1 2008 年浙江省二氧化碳排放与全国平均水平比较

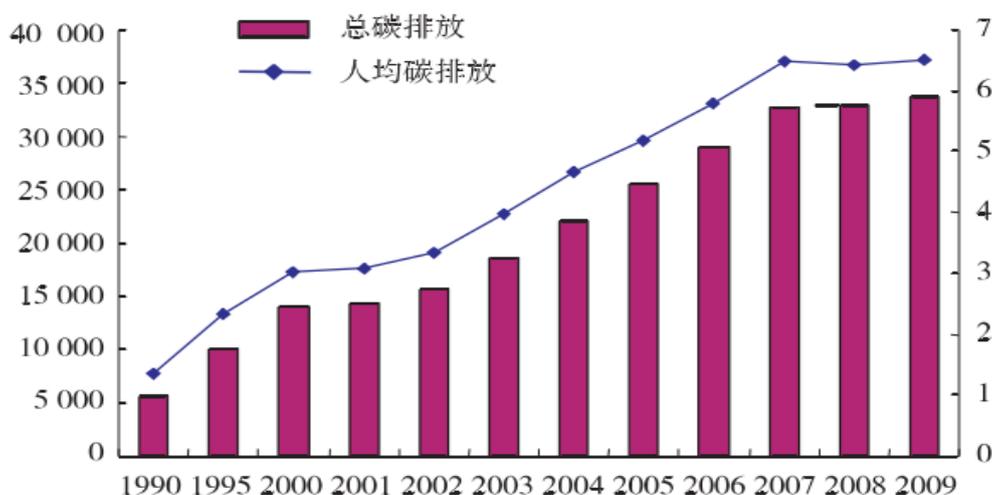
	地均二氧化碳 排放总量 (万吨)	人均二氧化碳 排放量 (吨/人)	GDP 均二氧化碳 排放量 (吨/万元)
全国	26 139.80	6.01	2.36
浙江省	32 896.27	6.43	1.53

数据来源:《中国能源统计年鉴》。

通过计算发现 2009 年浙江省二氧化碳排放总量达到 33 796 万吨。以 2008 年为例，全国二氧化碳排放量为 784 194 万吨。全国各地区平均为 26 139. 80 万吨。浙江省与全国平均水平比较发现，浙江省的二氧化碳排放总量远高于全国平均水平，达到 32 896. 27 万吨（图 1）。浙江省虽然地域狭小，但是由于工业经济相对发达，能源消费需求旺盛。2008 年煤炭、原油、天然气、电力等主要能源消费总量占到全国的 4. 5%，消费总量位居全国第九位。从人均二氧化碳排放量来看，略高于全国平均水平，达到 6. 43 吨 / 人。但是从 GDP 均二氧化碳排放量来看，浙江省远低于全国平均水平，位居全国第 6 位。充分说明浙江省在追求经济发展的同时，积极开展节能减排工作，特别是能源利用效率的水平上位居全国前列。

## 2. 2. 2 浙江省二氧化碳排放的变化分析

笔者收集了 1990 ~ 2009 年浙江省能源消费的数据来分析浙江省二氧化碳的排放变化。从图 2 发现，浙江省二氧化碳排放状况一直呈稳步增长趋势，从 1990 年的 5 611 万吨增加到 2009 年的 33 796 万吨，年增长率达到 10. 32%；就人均二氧化碳排放而言，从 1990 年的 0. 36 吨/人增加到 2009 年的 6. 52 吨 / 人，年增长率达到 9. 07%。特别是在 2003 年开始，增长的速度明显上升（平均年增长速度达到 15%），而到 2007 年增速明显变缓。其主要原因是随着经济的不断发展，浙江省对能源消费需求逐步增加，这导致碳排放呈明显增长态势。而近年来由于国际社会推动碳减排以减缓气候变化的呼声日益强烈以及国家逐步重视节能减排工作，浙江省在深入实施“创业富民，创新强省”总战略背景下，制定了一系列节能减排政策，如 2006 年以来制订并出台的《浙江省建筑节能管理办法》等近 20 个地方性的法律和政策文件；实施了电力、建材、冶金、轻纺和石化等五大行业 19 项高耗能产品能耗强制性地方限额标准，发布了《浙江省水泥工业节能降耗工作指导意见》等 35 项产业节能发展指导性意见。



数据来源：《中国能源统计年鉴》。

图2 1990~2009年浙江省二氧化碳排放总量和人均碳排放变化（单位：万吨、吨/人）

## 3 浙江省低碳发展水平测度和比较分析

衡量低碳发展水平，除了发展阶段这一基本背景之外，核心是在以下三个方面是否具备低碳发展的潜力：资源禀赋、技术水平及消费方式。根据以上分析，笔者采取朱守先的研究成果，选择最能体现这三个要素内涵的指标构建低碳发展指标，即人均碳排放、碳生产率和碳能源排放系数。

表2 低碳发展指标含义和计算方法

核心指标	人均碳排放	碳生产率	碳能源排放系数
指标含义	反映不同消费模式导致的人均碳排放水平差异	衡量低碳技术水平	衡量资源禀赋、能源结构、能源效率等
与低碳关系	负影响	正影响	负影响
计算方法	碳排放总量 / 人口总量	GDP / 碳排放总量	碳排放总量 / 能源消费总量

根据 2008 年全国各省区（市）能源消费和社会经济相关数据，笔者采用以上相关指标对浙江省的低碳发展水平及其在全国所处的地位进行衡量（表 3）。结果可以发现，2008 年浙江省的人均碳排放指标为 6.43 吨 / 人，碳生产率为 0.65 万元 / 吨，而碳能源排放系数为 2.18。

表3 全国各地区低碳发展水平测度

地区	人均碳排放 (吨/人)	碳生产率 (万元/吨)	碳能源 排放系数
北京	5.96	1.10	1.60
天津	8.98	0.64	1.97
河北	7.49	0.31	2.15
山西	16.33	0.13	3.55
内蒙古	18.55	0.19	3.18
辽宁	11.25	0.28	2.73
吉林	7.12	0.33	2.70
黑龙江	7.30	0.30	2.80
上海	9.16	0.81	1.70
江苏	6.39	0.63	2.21
浙江	6.43	0.65	2.18
安徽	3.87	0.37	2.85
福建	3.86	0.78	1.68
江西	2.64	0.60	2.16

山东	8.73	0.38	2.69
河南	5.27	1.01	2.62
湖北	4.03	0.73	1.79
湖南	3.44	0.38	1.78
广东	3.82	0.51	1.55
广西	1.99	0.52	1.48
海南	4.61	0.19	3.47
重庆	4.01	0.51	1.76
四川	2.98	0.52	1.60
贵州	5.05	0.19	2.70
云南	3.44	0.36	2.08
陕西	6.38	0.30	3.24
甘肃	5.21	0.23	2.56
青海	6.42	0.27	1.56
宁夏	14.87	0.13	2.85
新疆	8.73	0.22	2.63

数据来源：《中国能源统计年鉴》。

### 3.1 人均碳排放分析

由于碳排放主要受能源消费总量、能源消费结构及技术水平等的影响，加上经济发展水平的差异，城市人口数量与碳排放并不存在显著的相关关系，人均碳排放最高的省份和地区，人口却并不是最少的，反之亦然。从浙江省在全国的地位来看，浙江省人口总量排名全国第 10 位，2008 年全国平均的人均碳排放为 6.01 吨 / 人，浙江省略高于全国平均水平，居全国第 12 位，基本与人口数量所处地位相符。浙江省社会经济发达，流动人口居多且人民生活水平普遍较高（城乡居民人均收入分别连续 7 年和 23 年保持全国省区第 1 位），这带动了较高水平的消费模式。以交通消费方式为例，到 2008 年年底，浙江民用汽车保有量达 3 218 179 辆，其中私家车比重超过 70%，按照浙江省人口总量折算，100 人中就有 5 人拥有私家车。生活用能方面，2009 年浙江省人均生活用电 292 克标煤，人均用电 4 770 千瓦时。其中，人均生活用电 541 千瓦时。这种较高消费模式则以大量的碳排放为基础。

### 3.2 碳生产率分析

碳生产率是单位碳排放所产出的 GDP，代表着低碳发展技术和生产效率水平，碳生产率的提高意味着用更少的物质和能源消耗产生更多的社会财富。2008 年全国平均碳生产率为 0.45 万元/吨，浙江省远高于全国平均水平，居全国第六位。浙江省

在低碳技术运用方面走在全国前列。在无碳替代技术方面，积极探索用风能、太阳能、核电等新能源替代传统煤炭等能源。如杭州市太阳能光伏近年来发展迅速，全市涉及太阳能光伏产业企业 38 家，形成了一定的产业基础和技术储备。

### 3. 3 碳能源排放系数

2008 年全国平均碳能源排放系数为 2.33，浙江省略低于全国平均水平，居全国第 16 位。说明浙江省在能源利用结构和效率上属于全国前列。首先从能源利用效率来看，据初步测算，全省能源利用效率为 39.5%。目前浙江省能源消费总量 1.56 亿吨标准煤，支撑了国内生产总值 8.9% 的高增长；实现每千克标准煤产出 GDP 13.5 元，其万元 GDP 能耗达到 0.74 吨标准煤，能耗水平已连续 3 年位居全国前列。其次，从能源利用结构来看，浙江省一次能源消费结构中，传统能源如煤炭和石油所占比重一直呈下降趋势，2009 年比 2008 年下降 0.7 个百分点，达到 82.8%。清洁、优质能源在我省能源消费结构中比重逐年提高，水电、风电和核电占全省能源消费的 7.9%，促进了能源结构调整<sup>[8]</sup>。近年来浙江省一直积极推动可再生能源、清洁能源加快应用，至 2009 年底，全省核电、水电、风电、生物质能发电等清洁能源、可再生能源发电机组的总装机容量已达 1 012 万千瓦，约占全省电力总装机容量的 18%。

### 3. 4 基于聚类分析的浙江省低碳发展水平分析

首先对各省份的人均碳排放、碳生产率和碳能源排放系数指标进行描述性统计分析，得到了主要指标的最大和最小值、平均值以及标准差。可以发现，人均碳排放最高的是内蒙古，最低的是广西；碳生产率最高的是北京市，最低的是宁夏；碳能源排放系数最高的是山西，最低的是广西。三大指标中各省份人均碳排放差异最为明显，而碳生产率和碳能源排放系数两大指标各地区之间差异不显著。

**表 4 各地区主要低碳发展指标的描述性统计结果**

	样本数	最小值	最大值	平均值	标准差
人均碳排放	30	1.99	18.55	6.81	4.01
碳生产率	30	0.13	1.10	0.45	0.25
碳能源排放系数	30	1.48	3.55	2.32	0.61

数据来源：《中国能源统计年鉴》。

为了准确反映浙江省低碳发展在全国所处的地位，笔者基于人均碳排放、碳生产率和碳能源排放系数三个指标，采用聚类分析方法对全国低碳发展水平进行了评级。本次分析采用层次聚类法，计算组间平均距离从而进行分类。

从描述性统计分析来看，根据聚类分析结果，可以发现目前分类的差异主要体现在碳排放和低碳生产效率的差异。将全国所有地区的分类情况表示在坐标轴上，坐标轴左上角为理想状态，即低碳生产技术效率高，排放低；右下角是最差的状态，即低碳技术效率低，排放高。

内蒙古的人均碳排放最高，而且低碳生产效率低，可以单独划为一类，为高排放和低效率地区；山西、宁夏为碳排放次高，但是低碳技术生产效率全国最低，可以划为一类，为较高排放和低效率地区；辽宁单独一类，碳排放中等，低碳生产效率偏低，为排放和效率中等地区；第三集团为排放较低和效率高地区，包括两种类型。浙江、北京、上海、江苏等沿海传统经济发达地

区，能源消费总量巨大，造成了大量的碳排放，但是由于低碳技术效率较高，一定程度上减缓了碳排放。还有一部分是本身属于欠发达地区，工业基础薄弱导致碳排放程度相对降低，如甘肃和贵州，这两部分可以划为一类；福建、江西等 12 个地区相对低碳生产效率较高且碳排放最小，可以低排高效地区。

从分类中可以发现，浙江省虽然社会经济发达，人民生活富足，但是从低碳发展相关指标衡量的话，由于现有依赖资源消耗的经济增长模式，带动了较高的能源消费（能源消费总量位居全国第九位），据资料统计，浙江是以 50% 以上的投资率、38% 的固定资产投资增幅、22% 的用电增幅，支撑了 14% 的经济增长。因此碳排放相关指标仍然在全国无法出于领先地位，造成浙江省仍然处于低碳发展的第二集团，现有低碳发展水平与全国先进地区仍有一定的差距，因此今后浙江省构建低碳社会，发展低碳经济，提高低碳发展水平的关键仍在与降低碳排放。

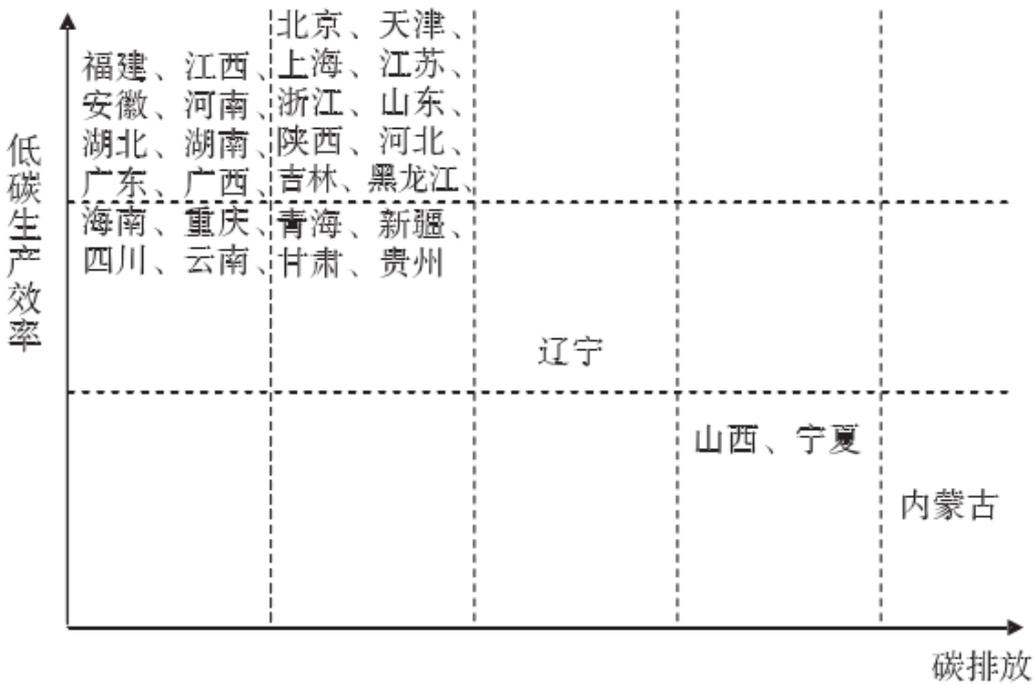


图3 全国各地区低碳发展水平分类

#### 4 基于减排角度的促进浙江省低碳发展水平的政策措施

##### 4.1 开发新能源技术，促使能源消费结构不断多元化

发展低碳和无碳能源，促进能源供应的多样化，这是减少化石能源消费，减少二氧化碳排放的重要途径。浙江省应注重清洁能源的开发和利用，虽然浙江目前还不具备清洁技术供给的领先优势，但是浙江完全可以成为清洁技术供给的后来居上者。首先，浙江的经济实力和科研实力位居全国前列，资金较为充裕，科研人员和研究机构众多，科研实力雄厚，高新科技企业发展迅速，这表明浙江在清洁技术生产上已经占据了一定的先机。从技术发展方向来看，应优先发展太阳能技术、风能、生物质能技术和新型电池技术等已具备一定发展基础的新兴能源产业。

##### 4.2 加强工业企业节能技术改造，提高能源利用效率

目前浙江省资源短缺，能源自给率，因此应注重考虑提高能源利用效率，以较少的能源消耗，创造更多的物质财富，不仅

---

对保障能源供给、推进技术进步、提高经济效益有直接影响，而且也是减少二氧化碳排放的重要手段。

大量的工业企业是碳排放的主要源头，国家目前已经大力提倡工业节能，并且严格控制高耗能、高污染行业过快增长，鼓励发展低能耗、低污染的先进生产能力。因此建议省政府设立节能专项资金，通过贴息、补助、奖励等方式，引导企业和社会资金加大对节能技术研发和技术改造的投入；加快节能服务市场体系建设，如发展从事企业能源审计、检测及清洁生产审核的中介服务机构，为企业节能减排改造项目提供技术咨询和服务；开展灵活务实的国际合作，提高全省企业和政府各部门的节能技术水平等。

#### 4. 3 积极发挥资本优势，引导金融和民间机构为低碳产业服务

应鼓励商业银行开展碳金融相关的金融创新。国内一些银行已开始碳金融的有益尝试，以兴业银行为例，其提供了七种融资模式，包括企业节能技术改造项目贷款模式、节能服务商或能源合同管理公司融资模式、节能减排设备供应商增产模式、节能减排设备买方信贷模式、融资租赁模式、公用事业服务商模式和碳金融模式<sup>[9]</sup>。由于我国金融市场发育尚不成熟，缺乏运用金融衍生工具的条件。但浙江省可以仍可在国内率先改革，鼓励商业银行以信贷为主的金融创新，发挥市场主体在低碳经济中的自发作用。浙江省民间资本充裕，应继续积极引导民间资金建设地方性的碳基金。可采用政府出资设立为主，逐步引进市场机制的做法，利用碳基金积极投资企业节能减排等项目。

#### 参考文献：

- [1] 严勇. 碳约束下浙江发展低碳经济的途径研究 [J]. 价格月刊, 2010 ( 5 ) : 40 ~ 42.
- [2] 朱守先. 城市低碳发展水平及潜力比较分析 [J]. 开放导报, 2009 ( 4 ) : 11 ~ 13.
- [3] 2009 年浙江省国民经济和社会发展统计公报 [EB/OL]. ( 2010-03-05 ). <http://www.zhejiang.gov.cn/gb/zjnews/node3/node22/node168/node370/node381/userobject9ai113454.html>.
- [4] 周树勋, 沈海萍. 浙江省低碳经济建设思路 [J]. 环境经济, 2009 ( 9 ) : 47 ~ 49.
- [5] Siddiqi T A. Asiawide emission of greenhouse gases [J]. Ann RevEnergy Environ, 1995, 20: 213-232.
- [6] 中国城市出版社. 中国低碳生态城市发展战略 [M]. 北京:中国城市出版社, 2009.
- [7] 国家统计局. 中国能源统计年鉴 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2000 ~ 2008.
- [8] 浙江省统计局. 浙江省统计局 2009 年浙江省能源生产和消费情况 [EB/OL]. <http://zjnews.zjol.com.cn/05zjnews/system/2010/09/21/016949479.shtml>.
- [9] 屠畅槽. 浙江省低碳经济发展的金融支持政策 [J]. 浙江金融, 2010 ( 6 ) : 19 ~ 20.