

城市能源结构低碳化指标体系及实现路径研究

苗阳, 邢文杰, 鲍健强

(浙江工业大学 政治与公共管理学院, 浙江 杭州 310023)

摘要: 近年来, 煤炭等化石能源为主的能源生产与消费结构给我国城市带来了较高的碳排放与环境污染, 各级政府逐渐意识到了城市能源结构低碳化实现的重要性。文章基于对我国重点区域能源结构发展现状统计分析, 结合国家相关政策, 总结出城市能源低碳化评价指标体系的研究意义; 并在AHP模型与相关指标构建理论的指导下, 针对我国低碳试点城市的布局, 构建出了一套比较完整的城市能源结构低碳化评价指标体系, 在此基础上对低碳试点城市能源结构低碳化实现路径做了简单的梳理, 以供相关研究领域的研究与探讨。

关键词: 能源结构; 低碳化; 低碳城市; 评价指标体系

中图分类号: X382 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-4407(2016)05-053-05

Low-Carbon Index Evaluation System of the Urban Energy Structure and Its Attainment

MIAO Yang, XING Wenjie, BAO Jianqiang

(School of Politics and Public Administration, Zhejiang University of Technology, Hangzhou Zhejiang 310023, China)

Abstract: In recent years, coal and other fossil fuel-based urban energy production and consumption structure bring about high carbon emissions and environmental pollution. Governments at all levels are gradually aware of the importance of the attainment of urban low-carbon energy structure. Based on the statistical analysis on the energy structure development of some key areas in China, combined with relevant national policies, the paper aims to point out the significance of Low-carbon Index Evaluation System of the Urban Energy Structure. Within the framework of the relevant index construction theory and AHP model, we build a complete set of Low-carbon Index Evaluation System of the Urban Energy Structure for the layout of low-carbon pilot cities. In light of this, we introduce the methods of the attainment of urban low-carbon energy structure for the pilot cities.

Key words: energy structure, low-carbon, low carbon city, index evaluation system

1 引言

作为典型以煤炭等化石燃料为主体的国家, 经济的高速发展带来的能源消耗必然会导致城市碳排放量的增加, 化石能源短缺与高碳排放等问题的存在始终制约着我国城市的发展。社会逐渐认识到通过减缓经济增速的方式来控制碳排放量并非是唯一出路, 碳排放问题的症结点还在于城市现有的能源结构的不合理。因此, 实现城市能源结构低碳化转型是我国城市解决上述问题, 建设低碳城市的现实途径之一。国家也出台了相应的应对措施, 自2010年设置首批低碳试点城市开始, 将城市的治理重点放在降低能源强度、降低能源消费结构中高碳能源的比例、增加低碳能源消费、提高能源效率上来。而对于处在转型期的低碳试点城市而言, 城市能源结构低碳化建设的问题迫在眉睫, 而构建出一套有效的能源结构评价指标体系又是实现城市能源结构转型的强有力的保障。

2 低碳能源评价指标体系研究意义

自国家发改委于2010年首次发布“五省八市”低碳城市试点以来, 至今该政策已经覆盖我国6个省区低碳试点, 36个低碳试点城市。随着低碳城市建设工作的全面铺开, 越来越多的城市意识到, 要积极有效地建设和发展低碳城市就必须建立评估与考核标准。而对城市的能源低碳化评价俨然是构建低碳城市评价指标体系不可或缺的重要一环。具体来说, 构建能源评价指标体系的意义有如下几个方面。

2.1 能源结构低碳化评价为城市能源结构调整提供必要依据

构建城市低碳发展的能源指标体系是将城市低碳能源发展这一抽象概念转化为操作层面的指标, 有利于政府部门计划的贯彻实施和公众对其信息的获取。一方面, 指标的目标化考核能够为城市能源结构调整提供数据支撑与理论准备; 另一方面, 将一些描述性的概念进行量化和具体

基金项目: 2014年度杭州市哲学社会科学规划常规性立项课题“杭州市碳排放权交易市场构建模式研究”(B14GL17Q); 2014年度教育部青年基金项目“跨省域能源合作项目的碳排放补偿研究”(14YJCZH109)

作者简介: 苗阳(1984~), 男, 浙江金华人, 硕士, 助理研究员, 研究方向为低碳经济; 邢文杰(1992~), 男, 浙江金华人, 硕士生, 研究方向为科技哲学与科学社会学; 鲍健强(1956~), 男, 浙江金华人, 教授, 博士生导师, 政治与公共管理学院院长, 研究方向为科学社会学。

通讯作者: 鲍健强 E-mail: bao@zjut.edu.cn

化形成指标体系,能够有效地避免定性考核带来的模糊性描述差异,同时也有利于政策制定者在城市能源低碳发展水平的过程中做到有据可依、清晰的规划实施目标,规划的执行者可以通过指标体系准确判断规划的执行效果,公众也可以通过具体化的指标体系深入理解城市能源低碳化的内涵及其发展的路径与成效^[1]。

2.2 能源结构低碳化评价是实现低碳排放的有效途径

根据联合国政府间气候变化专门委员会的温室气体清单编制方法与国内相关领域权威专家研究报告指出,温室气体排放主要来自“五大重点领域”,包括能源活动、工业生产过程、农业活动、土地利用变化和林业及城市废弃物处理等,其中能源活动是最主要的碳排放源,占区域碳排放量的近80%。所以,减少碳排放的主要路径有两条,一是减少化石能源的使用量,二是增加非化石(低碳)能源在一次能源所占的比重。因此,对城市化石能源及非化石能源的使用结构评价能够有效的促进低碳排放的实现。这其实也从客观上要求城市实现能源结构的调整转型。

2.3 能源结构评价是构建低碳城市评价指标体系的核心环节

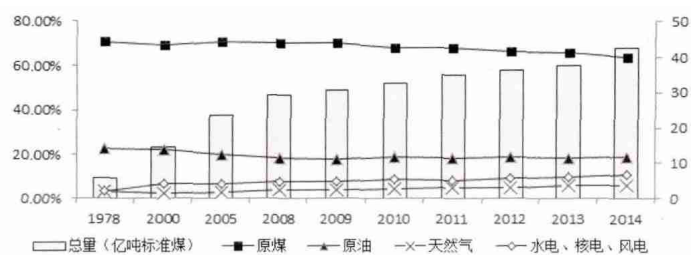
资源是实现低碳经济的物质基础。包括矿产资源、可再生能源、土地资源、劳动力资源,以及资金和技术资源等等在内都是发展低碳经济的重要投入要素。其中,与低碳经济关系最为密切的是低碳资源。能源指标一直以来都是城市经济、社会发展的指标体系中重要的组成部分,同样,能源指标也能够详细反映城市低碳发展过程中所面对的能源问题。所有的碳排放的起点都来自于人类能源活动,化石类能源的大量使用和消费带来了全球大气中CO₂浓度的不断升高,人类的生存环境也随之恶化。因此,构建低碳能源指标体系能够对区域低碳发展方向上起到引领作用和导向作用,是区域低碳发展评价体系当中的核心环节。

3 我国能源结构发展现状

自改革开放以来,中国经济的快速增长使能源生产与消费需求激增,环境安全问题日益凸现。特别是以煤炭等化石能源为主的能源消费结构带来了较高的碳排放,使现今中国成为世界上最大的温室气体排放国。如今,我国经济总量已居世界第二位,与此同时,我国也已成为世界最大的能源消耗国家:据最新国家统计公报(2014)显示,中国能源消费总量依旧超过了能源生产总量,能源消费总量第一次超越40亿吨标准煤。

从能源消费结构来看,截至2014年,我国煤炭消费整体呈下降趋势,但其所占比重仍然维持在65%左右;石油消费趋于平稳,始终围绕着18.5%上下浮动;天然气所占比重呈现稳定的上升趋势,但增幅缓慢;水电、核电

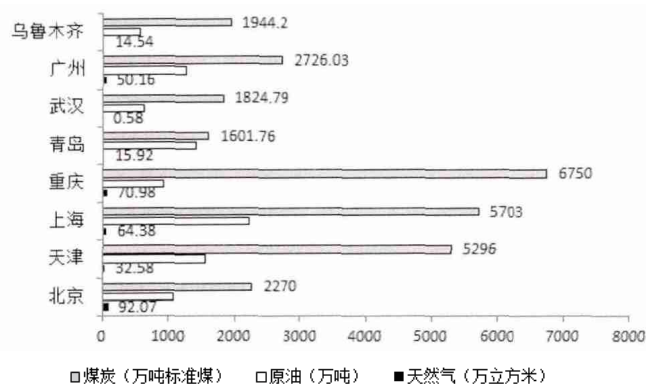
及其他能源消费所占比重总体上呈现出平稳上升的趋势,并于2014年首次突破10%(图1)。



数据来源:《中国统计年鉴2014》。

图1 我国能源消费总量及各类比重占比图

国家能源结构的战略性调整必须以城市转型为支撑,低碳试点城市势必会成为其突破口与重点推进工程。在国家能源消费结构研究背景下,本文通过对不同试点城市的经济发展水平、地域位置等维度的比较与分析,最终选取了北京市、上海市、广州市等8个主要城市作了能源消费结构数据统计(图2)。从这对目标城市的相关数据分析中,我们可以发现:目标城市能源消费依然以煤炭、焦炭等高碳类化石能源为主,尤其以重庆为主的中西部城市煤炭消费量占能源消费总量高达80%。即使是经济较发达的天津、上海等城市,其煤炭使用量依然过高,分别达到了5269万与5703万吨,与发达国家城市的能源消费结构差距依然很大。由此可见我国低碳试点城市低碳化工程实施效果有待加强。



数据来源:根据《中国能源统计年鉴2012》及各城市统计年鉴整理。

图2 我国主要低碳试点城市2012年能源消费比重

能源消费结构不仅直接关系到一个城市经济增长的速度和质量,而且直接关系到城市生态环境的优劣和人民生活质量的高低。能源消费结构是否合理不仅是衡量一个城市和地区经济发展状况的重要指标,也是实现我国城市节能减排目标的必经之路。

4 能源结构低碳化评价指标体系构建

4.1 指标体系构建原则与方法

作为低碳城市评价体系中最为关键的一个环节,能源低碳化评价系统涉及城市能源构架中的方方面面。因此,

对于能源低碳化评价指标的选取上，也必须实时地以城市可持续发展为指导，以低碳发展、能源高效利用为主要目标。总体而言，城市能源低碳化评价指标体系的构建要遵循系统性与层次性原则，科学可行性原则，采取定量分析为主、定性分析为辅的原则，静态指标与动态指标相结合等原则，以达到评价体系的权威性与实际操作性。

在评价方法的选择上，由于国内未形成一套权威的城市能源低碳化评价指标体系，也没有出现类似于标准化的指标制定规范，因此本文基于对直接指标法与复合指标法相结合的基础上，通过对相关指标评价体系研究的数篇文献的能源指标汇总(表 1)，分析出国内学者专家对不同低碳能源测评指标的认可程度，从中选择出对城市能源低碳化考核表征意义最强、与城市低碳发展最相关以及又便于数据收集的相关指标来考察城市的低碳化水平。

表1 相关研究文献数据汇总

相关研究文献(共计 202 篇)评价指标名称及数量汇总 (单位: 次)		
单位 GDP 能耗(23)	单位面积土地碳排放(1)	热店联产比例(1)
清洁能源占总能源比重(23)	能源循环利用率(4)	绿化覆盖率(6)
碳生产率(13)	能源管理机构设置(1)	人均水耗(1)
人均生活耗电量(9)	专业管理人才数量(2)	人均用电量(1)
单位工业增加值能耗(1)	化石能源占比(16)	单位发电量碳排放(1)
人均能源消耗(15)	规模以上工业产值能耗(2)	万元工业产值碳排放(1)
人均碳排放量(19)	能源消耗弹性系数(12)	单位能耗 CO ₂ 排放系数(4)
能源消费总量(17)	节能减排政策水平(3)	碳排放强度(2)
能流密度(1)		

4.2 城市能源结构低碳化评价指标体系的构建

根据以上的相关理论与构建原则及方法的选择，本文初步构建了一套低碳能源评价指标体系，由目标层、准则层和指标层构成。其中目标层是建立在低碳城市建设基础上的低碳能源测评；准则层主要由城市能源容量、化石能源低碳化水平及非化石能源发展水平等三个维度构成。目的在于通过对城市能源消耗的把握、化石能源及非化石能源的使用情况，比较全面的反映出一座城市低碳能源发展的相关主要产能与领域；基于对能源低碳化调整的目标基础上，依据准则层的三个维度，文章选取了如城市能源消费总量、单位 GDP 能耗、化石能源占能源消费总量比重等共 13 项具体考核指标构架出了评价指标层。具体方案见表 2。

4.3 指标体系中的AHP模型

所谓 AHP 模型，就是美国著名运筹学家萨蒂提出的层次分析法的简称。它是一种综合了有关项目专家的主观判断、并利用定性分析与定量分析相结合的系统评价与分析的方法^[2]。该方法的核心操作要点就是对同属一层次的

表2 城市能源结构低碳化评价指标体系

目标层	准则层	指标层	单位	衡量标准	得分
低碳能源	城市能源容量	城市能源消费总量	(万吨标准煤/年)		
		城市人均能源消耗	(万元/吨标准煤)		
		单位 GDP 能源消耗量	(万元/吨标准煤)		
		城市能源碳强度	(吨 CO ₂ /吨标准煤)		
	化石能源低碳化水平	化石能源占能源消费比重	%		
		天然气占化石能源中的比例	%		
		煤炭消费总量占比下降率	%		
	非化石能源发展水平	非化石能源占能源消费比重	%		
		水电在电力结构中的比例	%		
		核电在电力结构中的比例	%		
		风电发电量	亿 KWh		
		太阳能光伏发电量	亿 KWh		
		城市沼气规模和数量	万只		

各个要素以上一级要素为准则进行两两比较，并根据 1 ~ 9 等 9 个标度将相对重要程度定量化，并以此来构建相关判断式矩阵，并通过计算判断矩阵的特征向量及综合重要度(权重)的计算，构建出一套完整的评价体系模型。

根据表 2 的评价指标体系层次结构，融合 AHP 的分析思想，将城市能源低碳化评价指标模型分解成目标层 A、准则层 B 及指标层 C。其中，准则层主要由城市能源容量 B₁、化石能源低碳化水平 B₂ 及非化石能源发展水平 B₃ 等三个维度构成。指标层中由城市能源消费总量至城市沼气规模与数量将其定义为 C₁, C₂, ..., C₁₃。

构建各级判断矩阵。判断矩阵是指标层及准则层进行权重计算的重要依据，也是层次分析法的核心要素之一。其原则就是针对上一层级某因素，将该层次内各因素进行两两比较，以本文中 A-B 层级为例，判断矩阵可构建为：

A_B = [1 1/2 1/3; 2 1 1/2; 3 2 1]

进而计算矩阵 A-B 各行元素的乘积及求其 3 次方根，求得：

w_1 = 3sqrt(1/6) = 0.550, w_2 = 3sqrt(1) = 1, w_3 = 3sqrt(6) = 1.817, (其中 w_i 为方根值)

即其矩阵对向量为：w=[0.550 1 1.817]，将其规范化，有：

w_1 = w_1 / sum(w_i) = 0.550 / (0.550 + 1 + 1.817) = 0.163, 类似的有 w_2 = 0.297, w_3 = 0.540。

即所求的特征向量为：W=[0.163 0.297 0.54]^T。并求得该矩阵最大特征根为：

mu_max = sum((AW)_i) / n * w_i = 3.008

模型构建的最后一步就是利用 AHP 理论最大特征

表3 基于AHP模型的指标体系权重确定

目标层	准则层	权重	指标层	权重
低碳 能源 A (100%)	城市能源 容量 B ₁	16.30%	城市能源消费总量 C ₁	3%
			城市人均能源消耗 C ₂	3.05%
			单位 GDP 能源消耗量 C ₃	3.05%
			城市能源碳强度 C ₄	7.20%
	化石能源 低碳化水平 B ₂	29.70%	化石能源占能源消费比重 C ₅	7.40%
			天然气占化石能源中的比例 C ₆	7.40%
			煤炭消费总量占比下降率 C ₇	14.84%
	非化石能源 发展水平 B ₃	54%	非化石能源占能源消费比重 C ₈	24.79%
			水电在电力结构中的比例 C ₉	6.86%
			核电在电力结构中的比例 C ₁₀	6.86%
			风电发电量 C ₁₁	6.80%
			太阳能光伏发电量 C ₁₂	6.80%
			城市沼气规模和数量 C ₁₃	1.89%

根 $\mu_{\max}$ 与 n 之差检验一致性。一致性检验指标标准为：

$CI = \frac{\mu_{\max} - n}{n - 1}$; $CR = \frac{CI}{RI}$; 且 $CI < 0.1$ 、 $CR < 0.1$ 。结合该实例， $A-B$ 矩阵特征根可求得：

$CI=0.004 < 0.1$ ； $CR=0.007 < 0.1$ ，即模型成立。

综上所述，经计算准则层的城市能源容量 B_1 、化石能源低碳化水平 B_2 及非化石能源发展水平 B_3 等三个维度的权重分别为 16.3%、29.7% 及 54%。以此类推，计算出指标层 C 中各个指标的具体权重(表 3)。

通过 AHP 模型的计算，准则层 B_1 、 B_2 、 B_3 按照重要性来排序，城市发展非化石能源发展水平是重中之重，也是构建城市能源结构低碳化的关键路径与突破口其考核权重也占到了 54%。这当中非化石能源占能源消费比重占比 24.79%，这也是一个城市能源结构低碳化最关键的测评要素之一，由此表明政府是要不断努力提高非化石能源占能源消费的比重。另外，诸如水电、核电、风电等清洁能源普及率的增加、能源消费结构占比的提高在一定程度上能够凸显出整座城市的低碳化水平的实现程度，因此政府应当不断加大对新型能源的开发与推广。

在城市能源结构低碳化实现进程中，化石能源的低碳化水平重要性次之，考核权重达到了 29.7%。能源结构低碳化的实现离不开对化石能源的消费控制，其中，高碳排放的煤炭资源的消费控制直接关系到一座城市的能源低碳水平，因此对其在能源消费总量中的占比下降率的考核最为重要，考核权重占到了 14.84%；天然气作为化石能源中相对低碳的能源，其在能源消费中的占比的增加在一定程度上能够促进能源结构的低碳化发展。

城市能源容量，涵盖的是一座城市的整体能源结构水平，考核权重占比相对较低，为 16.3%。对其城市能源碳强度的考核能够清晰的看出该城市的能源消费强度，因此对其考核的比重相对较高；另一方面，单位 GDP 能源的消

耗也在一定程度上凸显了城市能耗水平，其指标的降低也可以从产业结构优化的角度透析出城市低碳化发展的水平。

5 城市能源结构低碳化实施路径

构建城市能源低碳化评价指标体系，目的就在于为城市调整现有能源结构提供可能性与数据支撑，这也是促进城市经济发展方式转变、建设生态文明、建设低碳城市的根本途径和关键着力点之一。能源结构的调整早在新世纪之初就已经上升到国家战略高度。2014 年 6 月习近平主席在中央财经领导小组第六次会议上就提出必须从国家发展和安全的战略高度，审时度势，借势而为，推动我国能源生产与消费革命，并提出五点相关要求，即推动能源消费革命、能源供给革命、能源技术革命、能源体制革命以及全方位加强国际合作^[3]。并部署相关部门制定 2030 年能源生产和消费革命的战略。

本文通过对城市能源结构低碳化的评价指标体系的构建，从 AHP 模型的权重计算结果出发，以提高非化石能源发展水平、控制化石能源消耗比重和规范城市能源容量为主要目标，在结合考虑各大主要低碳试点城市的普遍性问题后，提出并认为城市发展低碳经济、构架低碳能源需要攻克以下几方面难题：一是加快探索新能源、普及新能源，大力发展可再生资源。实现城市能源低碳化建设，必须加快探索新能源，如生物质能、潮汐能等，同时必须大力发展风电、水电及太阳能等清洁能源，提高清洁能源消耗占比；二是调整城市产业结构，以促进能源结构的战略性调整。一座城市的产业结构很大程度上决定了其能源消费结构，加快发展城市第三产业发展，转移第二产业，实现产业结构的优化升级，有利于控制能源消耗总量，特别是以煤炭为主的化石类能源的消耗量。具体来说，本文提出了以下几点实现城市能源结构低碳化的措施。

5.1 清洁能源的开发与使用

我国各大低碳试点城市应该根据各自城市的资源禀赋，政府必须因地制宜地大力发展水电、风电、太阳能及生物质能(诸如沼气)等可再生能源，以实现城市能源结构的低碳化，努力提高非化石能源在城市能源消费总量中的比重^[4]。

当然，城市若是要实现能源结构的低碳化目标，就必须从能源供给入手，毕竟在能源领域，供求很大程度上决定了消费。现阶段，我国的能源供给已经形成了煤炭、石油、天然气、可再生能源等全面发展的体系系统。但由于能源开采成本及技术水平的短板，以煤炭为主的供给结构并未改变，新能源的供给依然匮乏。因此，推动能源供给体系的清洁化和低碳化，以多元化能源结构保障能源供应安全是我国各大城市能源供给革命的战略目标和根本途径，就必须研发或引进先进的开采技术，降低清洁能源的开发成

本，通过市场流通手段来增加清洁能源的竞争力。着眼当下我国城市的低碳化发展的路径选择，推广使用天然气是各大城市普遍使用的一项重要举措，天然气俨然已经成为我国最终转向以清洁能源为主的能源消费结构体系的桥梁与纽带。

5.2 化石类能源消费总量控制

实现对城市内部化石类能源消费总量的控制，改变以煤炭为主的城市能源消费结构，就必须依赖其产业结构的优化调整。通过优化产业结构、提高服务业比重和低碳产业比重、促进产品结构升级等结构调整措施降低单位 GDP 能耗对实现城市能源结构低碳化的目标尤为重要。国家近年来出台的《节能减排“十二五”规划》等系列规划都将产业结构的优化调整作为城市低碳发展的最大贡献来源。例如，在青岛市和贵阳市的低碳发展规划中，产业结构的调整对实现城市 2020 年低碳发展目标的贡献率分别能够达到 40% 和 43%^[5]。从国家统计局年鉴数据中可知（表 4），近年来我国不同行业煤炭消耗量总体趋势变化不大，我国能源消费中煤炭强度依旧很大。煤炭消耗绝大部分都源于工业消耗，特别是制造业及电力、煤气及水生产和供应业，城市产业结构中高耗能产业比重依旧很高。因此，要实现城市能源结构的优化调整，就必须从控制城市煤炭消费强度入手，着手产业结构的优化调整，控制能源消费总量，有效落实节能优先方针，大力发展第三产业，努力提高城市中第三产业的产值比重，发展有特色的低碳服务业；优化第二产业结构，对传统高耗能产业进行低碳化改造，降低煤炭消耗比例，改善城市能源消费结构。

5.3 大力发展低碳技术

低碳技术的发展，尤其是低碳技术创新，一直都是推动一座城市能源结构低碳化的技术支撑。城市应着力推动能源技术的改革与创新，带动产业结构的优化升级及能源结构的战略调整。我国城市应该紧跟国内外能源技术发展的新趋势，以低碳、节能为方向，积极引进创新技术性人才，分类推动低碳能源产业技术创新同其他领域高新技术紧密结合，把低碳能源技术及其关联产业培育成为能够带动城市自身能源产业低碳升级的新增长点^①。

同时，大力发展低碳技术，还能够实现煤炭的清洁化利用，提高资源的利用效率。煤炭作为国内各大城市的基础性能源，在未来很长一段时期内以煤炭为主的能源消费结构并不可能改变。因此，煤炭脱碳化处理显得急迫与重要，也是城市能源结构低碳化的重要突破口。进而发展煤炭的清洁利用方式包括煤炭气化与液化技术，脱硫、脱硝及除尘的高效清洁燃烧技术相对紧迫。试点城市应该尽快

表4 近年来我国不同行业煤炭消耗量统计 单位：（万吨）

年份	农、林、牧、渔、水利业	工业			建筑业	交通运输、仓储和邮政业	批发、零售业和餐饮业	其他行业	生活消费
		采掘业	制造业	电力、煤气及水生产和供应业					
2005	1513.8	15 833.26	92 018.39	107 641.7	603.56	811.17	1674.39	1715.88	10 038.97
2006	1502.6	16 884.65	99 084.39	122 541.2	651.99	769.94	1791.46	1802.9	10 036.34
2007	1519.87	18 971.74	102 002.4	135 228.7	615.33	735.89	1868.27	2043.43	9760.61
2008	1522.87	19 501.07	108 176.8	137 896.3	603.18	665.41	1791.39	1791.56	9147.61
2009	1582.11	21 728	112 005.8	146 154.7	635.59	640.89	1977.89	1986.14	9121.95
2010	1711.1	24 638.61	118 821.5	152 571.5	718.91	639.23	1969.87	2006.59	9159.17
2011	1756.63	26 141.48	128 297.1	171 791.4	781.81	645.85	2211.71	2112.21	9212.06
2012	1766.12	27 760.18	132 542.9	175 411.6	753.41	614.26	2362	2283.19	9153.44

实施煤炭清洁利用技术的研发和示范，支持煤气化联合循环发电技术的推广^[6]。

5.4 健全低碳能源体制

建立健全低碳能源体制是实现城市能源结构低碳化目标的根本保障。实现城市能源结构的低碳化发展转型，就是要求政府坚定不移地推进能源结构体系的改革，形成一套行之有效的市场体系，形成由市场决定能源价格、政府适当宏观调控的机制，用法律的形式规范能源低碳化建设，建立健全城市低碳能源相关法律体系，并出台相应政府政策，提高其战略地位。

同时，城市能源结构低碳化进程中的市场监督管理必不可少。只有行之有效的监督体系才能保障城市低碳能源结构的实现过程的规范平稳运行与体系目标的最终实现。在监管的过程中，必须明确或成立一个专门的监管主体，防止主体缺位而造成的实施项目的无章可循、无法追究问责问题的出现。另外，政府加大相关资金的投入也是低碳能源体制建设的根本保障措施之一。^[7]

注：

①中央财经领导小组第六次会议内容（2014-07）。

参考文献：

[1]杨敏. 低碳城市评价体系研究[J]. 中国市场, 2011 (10): 127~128.
[2]叶珍. 基于AHP的模糊综合评价方法研究及应用[D]. 广州: 华南理工大学, 2010.
[3]何建坤. 中国能源革命与低碳发展的战略选择[J]. 武汉大学学报: 哲学社会科学版, 2015, 68 (1): 5~12.
[4]Miao Y, Xue Y. Study of energy index system of the regional low-carbon development [A]//7th International Forum on Ecological Civilization “Rural Development” [C]. Claremont, CA, USA, 2013: 291-297.
[5]王克, 雷红鹏, 杨宝路. 中国城市低碳发展规划读本[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2010: 66~81.
[6]王朝华. 对北京市优化能源结构、实现低碳发展的建议[J]. 中国集体经济, 2010 (33): 33~34.

（责任编辑：保文秀）