

# 基于 LEAP 模型的能源规划与 CO<sub>2</sub> 减排研究 ——以辽滨沿海经济区区域为例

冯国会<sup>1</sup>, 田 川<sup>1</sup>, 李 帅<sup>2</sup>, 胥富强<sup>1</sup>

(1. 沈阳建筑大学市政与环境工程学院, 辽宁 沈阳 110168;

2. 国网辽宁省电力有限公司经济技术研究院, 辽宁 沈阳 110015)

**摘 要** 目的 为从法规、政策、规划和计划层次上削减碳排, 对辽滨沿海经济区区域能源规划及 CO<sub>2</sub> 减排进行研究, 实现区域能源规划的科学性. 方法 采用长期能源可替代规划系统 LEAP 模型, 在基准发展情景和区域能源规划发展情景下, 分建筑业用能、商业用能和居民生活用能 3 个部门进行 CO<sub>2</sub> 排放量模拟预测. 结果 模拟结果得出: 相比于基准情景, 区域能源规划发展情景下, 2010—2030 年 CO<sub>2</sub> 排放总量减少了  $7.1 \times 10^5$  t, CO<sub>2</sub> 的排放量比基准发展情景降低了 44%. 结论 在区域能源规划中引入 LEAP 模型对区域节能减排进行研究的方法是科学有效的, 辽滨沿海经济区区域能源规划对于区域节能减排有着重要作用, 为未来区域建筑的低碳节能奠定基础.

**关键词** 辽滨沿海经济区; 区域能源规划; LEAP; CO<sub>2</sub> 减排

中图分类号 TU995

文献标志码 A

## Forecasting Community Energy and CO<sub>2</sub> Emission Using LEAP Model: A Case Study in Liaobin Coastal Economic Zone

FENG Guohui<sup>1</sup>, TIAN Chuan<sup>1</sup>, LI Shuai<sup>2</sup>, XU Fuqiang<sup>1</sup>

(1. School of Municipal and Environmental Engineering, Shenyang Jianzhu University, Shenyang, China, 110168;

2. State Grid Liaoning Electric Power Company Limited Economic Research Institute, Shenyang, China, 110015)

**Abstract:** To reduce CO<sub>2</sub> emission in the aspects of laws and regulations, policies and plans, Community energy planning and CO<sub>2</sub> emission forecasting were studied using long-range energy alternatives planning system (LEAP) model. CO<sub>2</sub> emission in three departments which are energy use in building industry, energy use in commercial and energy use in residents' living were forecasted in the baseline scenario and community energy planning scenario. The result shows that compared with the baseline scenario, CO<sub>2</sub> emission in community energy planning scenario was reduced by 45%. In conclusion, its scientific and effective that used LEAP model in community energy conser-

收稿日期: 2017-06-28

基金项目: 国家十三五重点研发计划项目 (2017YFB0604002-03)

作者简介: 冯国会 (1964—), 男, 教授, 博士研究生导师, 主要从事建筑节能技术方面研究.

vation and CO<sub>2</sub> emission reduction.

**Key words:** Liaobin coastal economic zone; community energy planning; LEAP; carbon dioxide emission

近几十年来,随着经济社会的不断发展、全球化进程的加速,大气中 CO<sub>2</sub> 等温室气体的排放也显著增多,全球气候变化的问题凸显. 相关研究数据表明,在 21 世纪初,温室效应不断积累,已导致地球表面的平均温度增加了约 0.6 °C,全球海平面上升了 10 ~ 25 cm,全球变暖的程度超过了在过去 400 ~ 600 年中任何一段时间,按照这样的速度发展,到 21 世纪中叶,大气中 CO<sub>2</sub> 的体积浓度将达到 560 mL/m<sup>3</sup>,随之而来的是全球温度的迅速变暖和海平面的持续上升. 全球气候变化引起了世界各国的广泛关注,如何遏制全球气候变暖,削减碳排放量,已经成为当前科学界和国际社会的核心问题<sup>[1-2]</sup>.

世界各国的能源消费和 CO<sub>2</sub> 排放量持续增长,发展中国家尤为突出. 而中国的建筑能耗占社会总能耗的三成,因此碳减排已经成为区域建筑能源规划的硬性约束. 温室气体最主要的来源是服务于人类活动的资源与能源的大量消耗,特别是煤炭、石油、天然气等化石燃料的燃烧,研究减少城市能源碳排放的技术方法与规划措施是当前区域能源规划研究的重点<sup>[3-6]</sup>. 因此,在区域能源规划中,既要注重能源的供应侧规划与需求侧规划的平衡,也要考虑对各项规划措施的减排潜力的科学评价分析.

目前,国外一些研究机构开发专门的软件模型用以支持区域能源规划中环境影响评价,提高了评价研究的科学性和准确性,其中应用比较多的有 MARKAC、LEAP、EFOM、OREM、MESSAGE 等模型工具. 长期能源可替代规划系统模型(Long-range Energy Alternatives Planning System, LEAP)是一个基于情景分析的自下而上的计量经济、能源—环境核算工具,LEAP 在国内外很多领域如

能源需求预测、交通领域的能耗预测、能源对环境的影响等各个方面应用广泛. 该模型能够计算能源部分和非能源部门产生的温室气体源汇,还能够分析当地和区域空气污染排放,因此它适合减少当地空气污染的气候协同效益研究. A. Priambodo 等<sup>[6]</sup>建立 LEAP 模型,分析了印度尼西亚中小型工业企业的能耗和 CO<sub>2</sub> 排放. 王克等<sup>[7]</sup>利用 LEAP 模型分析了中国钢铁行业 CO<sub>2</sub> 减排潜力. 李栋等<sup>[8]</sup>利用 LEAP 模型评价了城市居住区能值并且分析了复合情景. Y. Huang 等<sup>[9]</sup>应用 LEAP 模型,预测了台湾的长期能源需求与供应. R. Shabbir 等<sup>[10]</sup>利用 LEAP 模型检测了巴基斯坦两座城市的城市交通空气污染和能耗. T. Zhao 等<sup>[11]</sup>利用 LEAP 模型研究了中国低碳经济发展前景. 曹斌等<sup>[12]</sup>建立了 LEAP 模型,对厦门市节能与温室气体减排进行了潜力分析. 贾彦鹏等<sup>[13]</sup>建立了景德镇的 LEAP 模型,研究了城市能源规划与 CO<sub>2</sub> 减排. 周健等<sup>[14]</sup>基于 LEAP 模型分析了厦门交通能耗及大气污染物排放水平. 黄建<sup>[15]</sup>基于 LEAP 模型分析了中国电力需求情景及不确定性. 常征等<sup>[16]</sup>基于 LEAP 模型分析了上海长期能源消耗及碳排放. 基于此,笔者引入以 LEAP 模型为基础的区域能源规划与 CO<sub>2</sub> 节能减排研究方法,以盘锦辽滨沿海经济区为例,模拟不同情景下对于区域 CO<sub>2</sub> 排放的影响,分析得出到 2030 年的 CO<sub>2</sub> 排放情况,为未来区域建筑的低碳节能奠定基础.

# 1 区域能源规划及 CO<sub>2</sub> 减排研究方法

## 1.1 LEAP 模型框架

LEAP 模型按照区域能源需求、区域能源供需平衡情况、区域环境影响评价的顺序,

即“资源”、“转换”、“需求”. 根据当前规划的能源需求现状(供电、供冷、供热、供气),考虑未来规划年限的社会、经济等发展的预测,可利用 LEAP 模型根据不同的能源转换、应用技术,模拟不同发展情景下的能源消费模式. 通过对比各个情景模式的模拟分析结果,为区域能源规划对环境的影响提供参考依据.

LEAP 的数据输入透明,而且比较灵活. 为预测能源对环境的影响,输入收集到的各种技术统计数据、财务统计数据和相应环境排放统计数据,经过 LEAP 模型调取各国家和地区各排放指标下的环境数据库,模拟计算可得到不同技术情景下碳排放强度,从而方便预测碳排放等评价指标.

1.2 LEAP 模型结构特点

LEAP 模型支持不同的范围广泛的建模方法,在需求侧是自下而上的结构,在用户侧使用自上而下的宏观经济模型,包括“资源、转换、需求”3 个方面,即供应侧的各种一次、二次能源的开发,对一次、二次能源的加工、利用、运输、存储等中间环节的能源技术,以及社会各个部门对能源的总的需求量的区域能源规划的全过程模型(见图 1). 在模型内输入规划区域内的能源需求、供应及平衡状况,以及能源加工转换过程相关的投入,就能够输出该年限内区域碳排放情况,进而得到区域能源规划对于环境影响的特点.

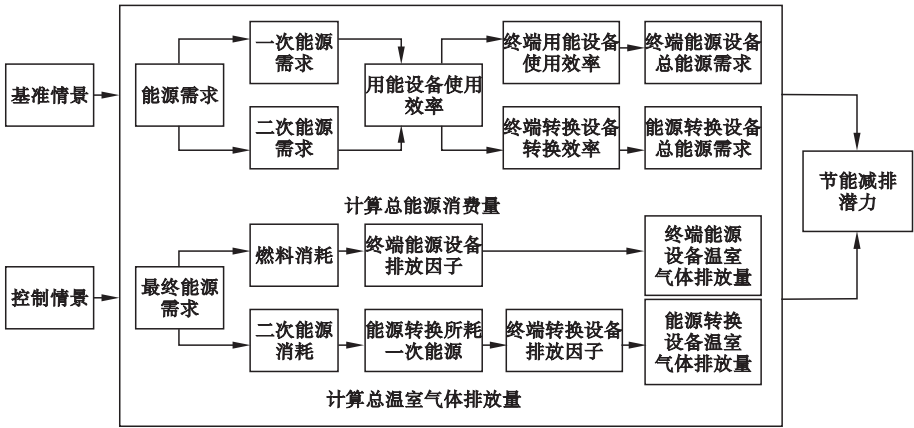


图 1 LEAP 模型技术路线

Fig. 1 Technical route based on LEAP mode

1.3 能源需求和 CO<sub>2</sub> 排放计算

LEAP 模型对能源需求进行分行业预测. 其计算原理如下:

能源消费总量为

$$E_i^t = \sum_{j=1}^n A_j^t E_{ij}^t \tag{1}$$

式中: $n$  为行业部门数; $E_i^t$  为  $t$  时刻第  $i$  种能源消费总量; $A_j^t$  为第  $j$  部门在  $t$  时刻的活动水平(部门产值或产品产量); $E_{ij}^t$  为  $t$  时刻第  $j$  部门第  $i$  种能源单位活动水平下的能源消费强度.

综合能耗为

$$E_j^t = \sum_{i=1}^m A_j^t E_{ij}^t \tag{2}$$

式中: $m$  为能源种类数; $E_j^t$  为  $t$  时刻第  $j$  部门综合能耗; $A_j^t$  为第  $j$  部门在  $t$  时刻的活动水平(部门产值或产品产量); $E_{ij}^t$  为  $t$  时刻第  $j$  部门第  $i$  种能源单位活动水平下的能源消费强度.

$$C = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n A_j^t E_{ij}^t f_{ij} \tag{3}$$

式中: $C$  为 CO<sub>2</sub> 排放量; $A_j^t$  为第  $j$  部门在  $t$  时刻的活动水平(部门产值或产品产量); $E_{ij}^t$  为  $t$  时刻第  $j$  部门第  $i$  种能源单位活动水平下的能源消费强度; $f_{ij}$  为第  $j$  部门对第  $i$  种能源的碳排放系数.

常规大气污染物及火力发电大气污染物排放系数分别如表 1 和表 2 所示.

表 1 常规大气污染物排放系数

Table 1 Conventional air pollutants emission factors

大气污染物种类	排放系数/(t/tce)
二氧化硫(SO <sub>2</sub> )	0.016 5
氮氧化合物(NO <sub>x</sub> )	0.015 6
烟尘	0.009 6
	0.67(发改委推荐值);
CO <sub>2</sub>	0.68(日本能源经济研究所);
	0.69(美国能源部能源信息署)

表 2 火力发电大气污染物排放系数

Table 2 CO<sub>2</sub> emission factors

大气污染物种类	排放系数/(g·(kW·h) <sup>-1</sup> )
二氧化硫(SO <sub>2</sub> )	8.03
氮氧化合物(NO <sub>x</sub> )	6.90
烟尘	3.35

2 辽滨沿海经济区案例研究

2.1 区域经济背景

辽滨沿海经济区是辽西经济区、辽南经济区和辽宁中部城市群三大经济板块的重合点.辽滨沿海经济区隶属于原辽滨经济区、荣兴朝鲜族乡、二界沟镇相应区域,经济区总规

划面积为 306 km<sup>2</sup>.因其位于盘锦市与营口市之间的独特地理位置,而赋予其两市共有的属性.近几年来,辽滨沿海经济区整体经济呈高速发展态势,发展前景良好<sup>[17-19]</sup>.

为实现经济发展水平、产业结构、城市化、对外开放程度 4 个方面的全面提升,辽滨沿海经济区设定了未来经济水平在 2030 年达到西方发达国家标准的经济发展目标.相关数据显示,盘锦市 2010 年单位 GDP 能耗较高,而且高于全国平均水平.2030 年辽滨沿海经济区经济发展目标值是在综合分析的发展条件和国际国内发展环境基础上,笔者为此设定了 2030 年的发展目标.经济发展目标指标虽然都具体落实到量化指标但本身并非传统的指令性计划,而多属于方向性和预期性目标指标.

到 2030 年,辽滨沿海经济区规划年经济发展数据、产业结构数据、主导产业数据分别如表 3~表 5 所示.由表可知:辽滨沿海经济区 GDP 将达到 2 700 亿元,为盘锦 2009 年国民生产总值 4 倍,人均 GDP 达到 22.5 万元.

表 3 辽滨沿海经济区规划年经济发展数据

Table 3 Economic development data of Liaobin coastal economic zone

国内生产总值/亿元	人口/万人	人均 GDP/万元	城镇就业人口/万人	城镇登记失业率/%	城镇居民可支配收入/万元	研究与开发经费/万元	研究与开发经费占 GDP 比例/%
2 700	120	22.5	67	0.04	8.0	81	3

表 4 辽滨沿海经济区规划年产业结构数据

Table 4 Industrial structure data of Liaobin coastal economic zone

第一产业产值/亿元	第二产业产值/亿元	第三产业产值/亿元	第一产业产值占 GDP 比例/%	第二产业产值占 GDP 比例/%	第三产业产值占 GDP 比例/%	人均第三产业增加值/万元
54	1 296	1 350	2	48	50	15

表 5 辽滨沿海经济区规划年主导产业数据

Table 5 Leading industry data of Liaobin coastal economic zone

装备制造产值/万元	化工产业产值/万元	现代服务业产值/万元	高新技术产业产值/万元	物流业/万元	现代渔业产值/万元	进出口货物贸易/万元	进出口服务贸易/万元	外贸依赖度/%	外国直接投资/亿美元	外来本国投资/亿元
390	454	405	130	325	50	756	324	0.4	66	614



2.2 模型构建

辽滨沿海经济区商服核心区 LEAP 模型基于 LEAP 提供的建模基础框架构建,覆盖了“消费”和“转换”两个部门和主要的能源品种.模型研究起始年为 2010 年,研究时间跨度为 20a,模型的变量为经济区 GDP 变化率、经济区人口规模变化率、经济区产业结构调整模式、能源技术进步和能效提高等.以 2010 年以来各种能源需求终端消耗情况做趋势外推,假设未来经济区内电气化程度提高,燃气利用率提高,清洁、优质能源(电力、天然气、地热等)比例提高,能源利用效率提高,在规划年限内加强对化石燃料燃烧利用过程产生的各种污染物的防治,大气污染物及温室气体排放强度将降低.

根据辽滨沿海经济区商服核心区的能源供应和终端能源消费特点,模型将终端能源需求部门划分为建筑业、商业和居民生活 3 个用能部门.模型中的能源载体有原煤、电力、煤气、天然气等.

其中,热电厂将以此能源转化为二次能源,电力供其他部门使用,为避免重复计算,本研究对热电厂的计算为

$$H = cf_1 - (e - e')f_2.$$
 (4)

式中: $H$  为热电厂供热用标煤量,kg; $c$  为热电厂燃煤量,kg; $e$  和  $e'$  分别为热电厂的总发电量和热电厂的自用电量,kWh; $f_1 = 0.7143$  kgce/kg, $f_2 = 0.1229$  kgce/kWh,分别代表原煤和电力标煤系数(《综合能耗计算通则》(GB/T2589—2008)).

2.3 情景设计

(1)情景 1:基准情景

基准情景,又称非区域能源规划情景,是指采用传统能源规划方式,而且未采取进一步的节能减排政策和措施.区域建筑负荷采用传统的负荷指标法计算,未增加需求侧节能措施(如可再生能源、未利用能源的应用),采用地源热泵为区域供热的形式,不考虑进一步节能减排的规划和措施.

(2)情景 2:区域能源规划情景

建设低碳城市,地区经济和社会走可持续发展道路,优化调整产业结构,控制污染物排放.具体来说,经过对辽滨沿海经济区的需求侧能源潜力分析得到:该区域常规能源中,大连 LNG 项目经过盘锦辽滨新城,天然气应用可以满足未来的发展需求,该区域无 220 kV 变电站,供电缺口较大、可靠性较低;该地区年总辐射强度约为  $1\text{ MW/m}^2$ ,若按光伏转换效率 10% 计算,可得到大约  $100\text{ kW/m}^2$  的年发电量;该地区  $3\sim24\text{ m/s}$  的年有效风力时数为 8 112 h,年平均风功率密度为  $267.3\text{ W/m}^2$ ,在以典型的风力机效率为 70% 的风力发电装置的风能利用系数为 0.332,可得到小时发电量为  $74.3\text{ W/m}^2$ ,年发电量为  $650.9\text{ kWh/m}^2$ ;经计算得到该地区地热资源量为  $8.2\times10^{18}\text{ J}$ ,其总热量相当于  $2.8\times10^8\text{ t}$  标准煤燃烧的所产生的热量值,因此地热资源相当丰富<sup>[18]</sup>.

采用典型建筑分类简化法(见图 2),通过对于典型建筑(见图 3)的分类简化,并利用 DeST 软件建模,模拟得到区域建筑动态负荷(见图 4),该区域建筑全年逐时热负荷最大值出现在 1 月 6 日,其值为 569 180 kW,该日总热负荷为 59 356 800 kW·h;.该方法比传统城市规划中负荷指标法节能约 16%<sup>[19]</sup>.

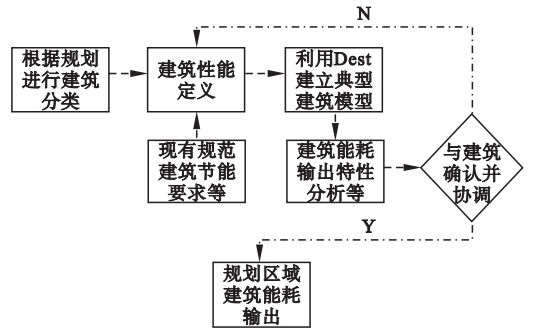


图 2 典型建筑分类简化法示意图

Fig. 2 Simplified schematic of typical building classification

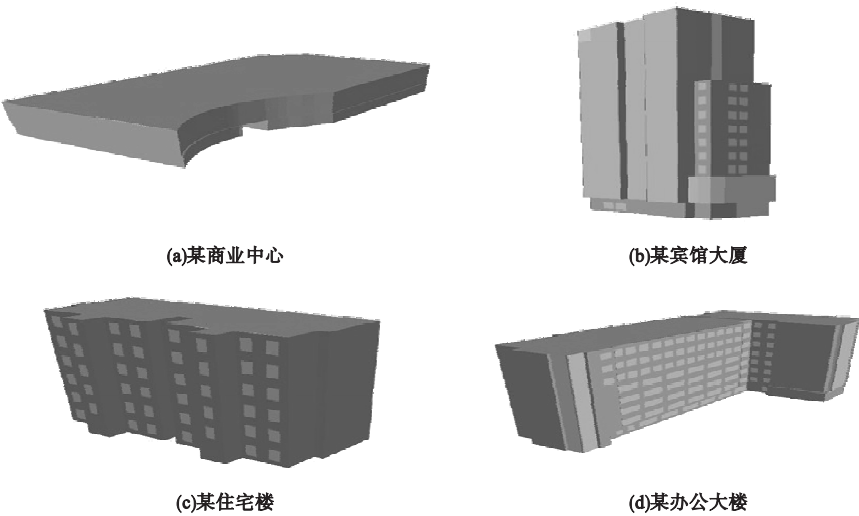


图 3 4 座典型建筑模型

Fig. 3 4 typical architectural models

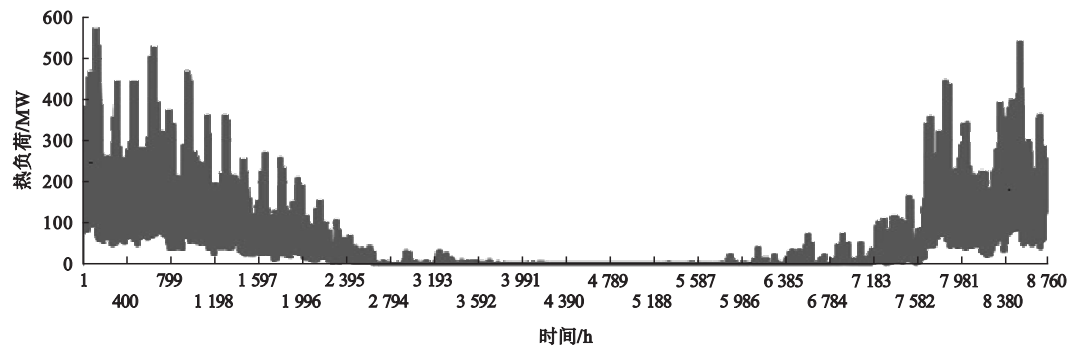


图 4 区域建筑逐时热负荷

Fig. 4 Hourly heating load of regional architecture

综合权衡能源供应可靠性、节能减排效益、能源利用效率等因素,在规划的两个区域能源中心构建了复合式能源系统,应用内燃机的分布式能源系统结合地下水源热泵和吸收式热泵供热的系统形式,该系统的总能效

接近 200%,超过在我国当前传统的天然气联合循环发电厂供电的平均效率下用效率较高的地下水源热泵供热的综合热效率(见图 5)。

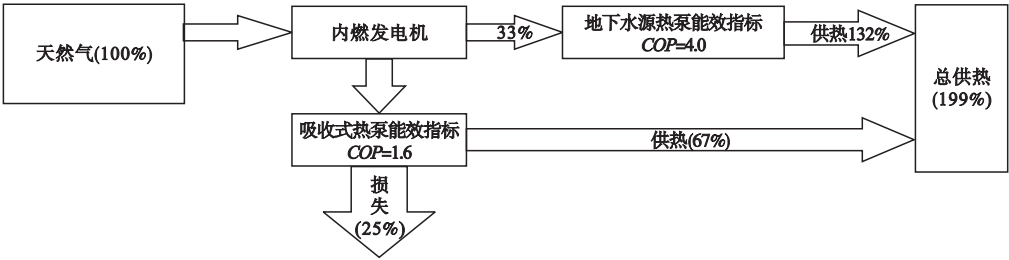


图 5 能源中心系统图及能源效率

Fig. 5 System diagram and energy efficiency in energy center

## 3 结果与分析

### 3.1 基准情景

在情景1下,碳排放当量变化预测如图6所示. 2030年商服核心区  $\text{CO}_2$  排放为  $9.252 \times 10^4 \text{ t}$ , 2030年  $\text{CO}_2$  排放量比2010年增加  $2.989 \times 10^4 \text{ t}$ , 2010—2030年  $\text{CO}_2$  排放总量为  $1.61 \times 10^6 \text{ t}$ .

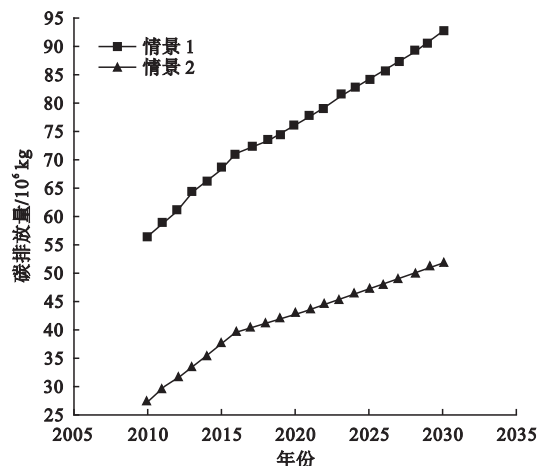


图6 碳排放当量变化

Fig. 6  $\text{CO}_2$  emissions curves

### 3.2 区域能源规划情景

在2010年至2015年,情景2中的碳排放数据基于笔者实测及计算得到. 采用自下而上(bottom-up)的计算方法,主要考虑人类活动,包括化石燃料燃烧、汽车尾气等,通过实测的统计数据计算得到.

在情景2下,碳排放当量变化预测如图6所示. 2030年商服核心区  $\text{CO}_2$  排放为  $5.17 \times 10^4 \text{ t}$ , 比2010年增加  $1.67 \times 10^3 \text{ t}$ , 2010—2030年  $\text{CO}_2$  排放总量为  $9 \times 10^5 \text{ t}$ . 相比于情景1的非区域能源规划情景,区域能源规划情景在2030年  $\text{CO}_2$  排放减少了  $4.08 \times 10^4 \text{ t}$ , 2010—2030年  $\text{CO}_2$  排放总量减少了  $7.1 \times 10^5 \text{ t}$ , 排放水平降低了44%.

### 3.3 结果分析

在情景1,情景2中在2010—2015年辽滨沿海经济区碳排放的增长率较快,原因是经济区再这一阶段处于建设阶段,碳排放增

长驱动因素主要为区域建设行为. 2015年后,区域建设接近完成,碳排放增长驱动因素主要为人口增长、GDP增长、工业结构调整、能源技术进步和能源效率提高,两个情景中碳排放增速相对于2010—2015年均放缓. 从图中可以看出,情景1的增速要大于情景2的增速,因此,在区域规划设计的过程中应用包括设定节能目标、需求侧能源潜力分析、需求侧节能潜力分析以及区域能源系统的规划的区域能源规划方法,对于区域节能减排有着重要的作用.

## 4 结 语

在基准发展情景和区域能源规划发展情景下,分建筑业用能、商业用能和居民生活用能3个部门进行模拟预测. 在基准情境下,商服核心区2030年  $\text{CO}_2$  排放为  $9.252 \times 10^4 \text{ t}$ . 在区域能源规划情景下,商服核心区2030年  $\text{CO}_2$  排放为  $5.17 \times 10^4 \text{ t}$ , 相比于基准情景,2010—2030年  $\text{CO}_2$  排放总量减少了  $7.1 \times 10^5 \text{ t}$ , 排放水平降低了44%. 笔者研究从需求侧资源潜力分析、建筑的动态负荷模拟研究到区域能源系统的研究和区域环境影响评价,最终得到了辽滨沿海经济区节能减排战略,为未来区域能源规划的研究与应用提供了理论与技术支持.

## 参考文献

- [1] SOLOMON S, PLATTNER G K, KNUTTI R, et al. Irreversible climate change due to carbon dioxide emissions[J]. Proceedings of the national academy of sciences of the USA, 2009, 106(6): 1704–1709.
- [2] ROGER P J, WIGLEY T, GREEN C. Dangerous assumptions[J]. Nature, 2008, 452: 531–532.
- [3] ZHANG Q Y, TIAN W L. External costs from electricity generation of China up to 2030 in energy and abatement scenarios[J]. Energy policy, 2007, 35(2): 815–827.
- [4] QUADRELLI R, PETERSON S. The energy-climate challenge: recent trends in  $\text{CO}_2$  emissions from fuel combustion[J]. Energy policy, 2007, 35: 5938–5952.

- [5] WEI Y M, LIU L C, FAN Y, et al. China energy report (2009): CO<sub>2</sub> emissions research [M]. Beijing: Science Press, 2008.
- [6] PRIAMBODO A, KUMAR S. Energy use and carbon dioxide emission of Indonesian small and medium scale industries [J]. Energy conversion and management, 2001, 42 (11): 1335 – 1348.
- [7] 王克, 王灿, 吕学都, 等. 基于 LEAP 的中国钢铁行业 CO<sub>2</sub> 减排潜力分析 [J]. 清华大学学报(自然科学版), 2006(12): 1982 – 1986.  
(WANG Ke, WANG Can, Lü Xuedu, et al. Abatement potential of CO<sub>2</sub> emissions from China's iron and steel industry based on LEAP [J]. Journal of tsinghua university (science and technology), 2006(12): 1982 – 1986.)
- [8] 李栋, 王如松, 周传斌. 基于 LEAP 的城市居住区能值评价与复合情景分析 [J]. 中国科学院研究生院学报, 2009(1): 72 – 82.  
(LI Dong, WANG Rusong, ZHOU Chuanbin. LEAP based comprehensive scenario analysis of energy evaluation on urban residential area [J]. Journal of the graduate school of the Chinese academy of sciences, 2009(1): 72 – 82.)
- [9] HUANG Y, BOR Y J, PENG C Y. The long-term forecast of Taiwan's energy supply and demand: LEAP model application [J]. Energy policy, 2011, 39 (11): 6790 – 6803.
- [10] SHARBBI R, AHMAD S S. Monitoring urban transport air pollution and energy demand in Rawalpindi and Islamabad using LEAP model [J]. Energy, 2010, 35 (5): 2323 – 2332.
- [11] ZHAO T, LIU Z, ZHAO C. Research on the prospects of low-carbon economic development in China based on LEAP mode [J]. Energy procedia, 2011, 5(5): 695 – 699.
- [12] 曹斌, 林剑艺, 崔胜辉, 等. 基于 LEAP 的厦门市节能与温室气体减排潜力情景分析 [J]. 生态学报, 2010, 30(12): 3358 – 3367.  
(CAO Bin, LIN Jianyi, CUI Shenghui, et al. Scenario analysis of reduction potentials of energy demand and GHG emissions based on LEAP model in Xiamen city [J]. Acta ecoecologica sinica, 2010, 30(12): 3358 – 3367.)
- [13] 贾彦鹏, 刘仁志. 基于 LEAP 模型的城市能源规划与 CO<sub>2</sub> 减排研究: 以景德镇为例 [J]. 应用基础与工程科学学报, 2010(增刊1): 75 – 83.  
(JIA Yanpeng, LIU Renzhi. Forecasting urban energy and CO<sub>2</sub> emission using LEAP model: a case study in Jingdezhen city, China [J]. Journal of basic science and engineering, 2010 (S1): 75 – 83.)
- [14] 周健, 崔胜辉, 林剑艺, 等. 基于 LEAP 模型的厦门交通能耗及大气污染物排放分析 [J]. 环境科学与技术, 2011(11): 164 – 170.  
(ZHOU Jian, CUI Shenghui, LIN Jianyi, et al. LEAP based analysis of transport energy consumption and air pollutants emission in Xiamen city [J]. Environmental science and technology, 2011(11): 164 – 170.)
- [15] 黄建. 基于 LEAP 的中国电力需求情景及其不确定性分析 [J]. 资源科学, 2012, 11: 2124 – 2132.  
(HUANG Jian. Scenario analysis of Chinese power demands and uncertainty assessment based on the LEAP model [J]. Resources science, 2012, 11: 2124 – 2132.)
- [16] 常征, 潘克西. 基于 LEAP 模型的上海长期能源消耗及碳排放分析 [J]. 当代财经, 2014 (1): 98 – 106.  
(CHANG Zheng, PAN Kexi. An analysis of Shanghai's long-term energy consumption and carbon emission based on LEAP model [J]. Contemporary finance and economics, 2014 (1): 98 – 106.)
- [17] 冯国会, 田川. 辽滨沿海经济区区域能源潜力分析 [J]. 沈阳建筑大学学报(自然科学版), 2014, 30(4): 695 – 704.  
(FENG Guohui, TIAN Chuan. Analysis and proposal about community energy planning in Liaobin coastal economic zone [J]. Journal of Shenyang jianzhu university (natural science), 2014, 30(4): 695 – 704.)
- [18] 冯国会, 田川. 辽滨沿海经济区动态负荷的预测与研究 [J]. 沈阳建筑大学学报(自然科学版), 2014, 30(5): 878 – 885.  
(FENG Guohui, TIAN Chuan. Prediction and study of dynamic loads in Liaobin coastal economic zone [J]. Journal of Shenyang jianzhu university (natural science), 2014, 30 (5): 878 – 885.)
- [19] 冯国会, 田川, 刘建宇, 等. 辽滨新城商服核心区能源系统规划的研究 [J]. 建筑节能, 2014 (11): 27 – 30.  
(FENG Guohui, TIAN Chuan, LIU Jianyu, et al. Energy system planning of commercial and service core area of Liaobin coastal economic zone [J]. Building energy efficiency, 2014(11): 27 – 30.)