

城市活动碳足迹计量及其对城市规划的启示^{*}

——以北京市为例

CALCULATION MODEL FOR CARBON FOOTPRINTS OF URBAN ACTIVITIES AND ITS
INSPIRATIONS FOR URBAN PLANNING: A CASE STUDY ON BEIJING

刘红光 范晓梅 刘卫东

LIU Hongguang; FAN Xiaomei; LIU Weidong

【摘要】在应对气候变化问题上，不论是一个国家、区域，还是一个城市，如果仅仅立足于本行政范围内从表面上来制定应对政策，很可能导致全局碳排放的不减反增。为了评估一个区域或城市生产消费活动对碳排放的全局影响，就需要引入碳足迹的概念。本文利用投入产出模型，尝试构建了一种计算城市活动碳足迹的宏观方法，并以北京市为例，计算了北京市2007年主要城市活动对本地和外地的碳足迹，进而对其城市发展规划的制定提出了几点启示。

【关键词】碳足迹；投入产出；城市规划；北京

ABSTRACT: To a country or region, or even a city, the policies aiming at reducing carbon emissions that are limited by administration boundary when calculating carbon emission may well result in an increase, instead of a reduction, in the total carbon emissions. Therefore, in order to assess world-wide environmental consequences related to production and consumption of a specific region or city, it is necessary to take carbon footprint into account. This paper tries to construct a new macro scope model for calculation of the carbon footprints of urban activities on the basis input-output method, and then takes the city of Beijing as an example to illustrate the model and puts forward some suggestions on constructing low carbon city in Beijing in the end.
KEYWORDS: carbon footprint; input-output; urban planning; Beijing

1 引言

气候变化是人类面临的巨大挑战之一，而人类活动产生的以CO₂为主的温室气体大量排放很可能就是全球气候变化的主要原因^[1]。因此目前国际社会以减少碳排放为目标的谈判非常激

烈，但取得的成果却令人失望。究其原因，有学者^[2-3]认为目前以生产视角来衡量碳排放责任的方法不仅是导致国际碳减排谈判举步维艰的主要原因之一，而且还会导致全球碳排放的不减反升，很可能使得全球应对气候变化的目标失败。因为发达国家为了达到减排目标将高碳排放产业向发展中国家的转移，其最终消费通过增加进口而没有减少，由于发展中国家技术水平落后，这些转移的高碳排放行业会排放更多的碳，这种现象也被称作碳泄漏(carbon leakage)。在这种情况下，有越来越多的学者开始研究所谓消费视角下的碳排放问题，即碳足迹^[4-6]。事实上，不仅在国家层面，在区域和城市尺度上也存在上述所说的碳泄漏或者说碳转移问题。生态经济学家彼得斯(Peters)曾经指出，“碳足迹的研究有助于城市和区域制定更加符合国家整体目标的本地环境政策”^[7]。而城市规划作为城市发展的重要政策工具，是一个城市能否实现低碳发展的重要决定因素，因此在规划过程中很有必要考虑城市活动的碳足迹问题。

2 概念辨析与研究进展

有关碳足迹的确切概念，并没有形成统一的定义。一般来说，碳足迹是指人类的一项最终使用行为引起所有前向投入环节产生的碳排放以及这一行为之后引起的后项处理环节产生的碳排放之和。首先，最终使用行为的定义就很复杂，我们可以说一个人吃饭是最终活动，但如果这个人吃饭是为了进行某项劳动，那么它就不能被视为最终使用行为。其次，任何活动都具有一定的

^{*} 国家自然科学基金“产业转移对中国碳排放区域差异的影响研究”(41101118)；中国博士后科学基金“消费碳排放核算方法体系构建及其应用”(20100480438)。

【文章编号】1002-1329
(2012)10-0045-06

【中图分类号】TU981;K902

【文献标识码】A

【作者简介】

刘红光(1982-)，男，南京农业大学公共管理学院讲师，中国科学院地理科学与资源研究所博士后。

范晓梅(1981-)，女，南京信息工程大学遥感学院讲师。

刘卫东(1964-)，男，中国科学院地理科学与资源研究所研究员。

【修改日期】2012-09-18

时间延续性,可能这项活动已经引起了很长时间的
前期准备,而且还有可能引发很长时间的后期
活动,例如一个人吃的饭可能是去年或者更早生
产的粮食,而产生垃圾的处理过程可能要很长时
间。因此,碳足迹往往很难有个统一的界定,为
了方便起见,在碳足迹的计量过程中,往往只能
计算在特定的时间段内特定的最终使用活动引
起的所有直接和间接碳排放之和。特定的时间是指
可能某项活动不是最终使用活动,但是它下游的
最终使用活动如果超出了特定的时间段内,我们
也可以将其视为最终使用活动。比如一个在建的
道路工程还没有投入到最终使用,我们就可以将
其视为最终使用活动。特定的最终使用活动是指
研究者可以根据自己的研究目标定义最终使用活
动。比如一般来讲,住房建设不是最终使用活
动,因为它是为居民居住服务的,但研究者为了
研究住房建设这一城市活动引起的上游碳排
放总量(碳足迹)时,就可以假定它为最终使用活
动。总之,碳足迹的界定具有一定的灵活性和层
级性,根据不同的研究目标可以有不同的定义,
但必须遵循一个原则,即不产生重复计算。在这
里,我们将一个城市的碳足迹定义为某一年中这
个城市在城市建设、城市运行以及城市居民消费
过程中引起的本地和外地所有前向投入环节和后
项处理环节产生的碳排放之和。一般情况下,后
项处理环节产生的碳排放很少,可以忽略不计。

目前被普遍采用的计算碳足迹的方法
有两种:微观上采用生命周期法(life-cycle
assessment, LCA),宏观上采用投入产出方法
(input-output models, IOM)。生命周期法一般针
对单个产品,即这个产品在生产、使用、处理过
程中所需要的直接和间接原材料及中间投入引起
的碳排放总和。在计算过程中,一个产品的碳足
迹往往需要搜集大量的生产流程以及能源消耗数
据样本,因此到目前为止也就只有个别产品的碳
足迹被计算出来^[8]。而对于宏观上的碳足迹,比
如一个国家或一个城市一定时期内产生的碳足
迹,就需要用到投入产出方法了。除了以上两种
方法以外,有些国家为了发展低碳经济还提出了
个人碳足迹计算器,但由于其考虑的范围和各个
地方自身情况的不同,它只能作为大致衡量个人
碳足迹的工具,不能用于一个城市或国家宏观碳
足迹的计量。

目前对低碳城市的研究多数集中在城市产
业结构调整和节能技术升级等方面,而从碳足迹
的角度通过城市空间结构调整和城市规划手段
来达到低碳发展目标的研究相对较少。方伟坚
等(Fong Wee-Kean, et al., 2008)研究了城市
空间形态与碳排放的关系,认为二者存在一定关
系,并提倡紧凑型城市空间发展模式^[9]。格莱泽

等(Glaeser, et al., 2008)研究了美国不同地区
新建建成区的碳足迹,包括交通、取暖以及家庭
用电的碳排放等,认为城市中心区的碳足迹要低
于郊区,而且在发展历史越长的地区,中心区与
城郊之间碳足迹的差距就更大^[10]。我国也有学
者对城市规划和碳排放的关系进行了研究。潘海
啸等(2008)从区域规划、城市总体规划和详细规
划三个层次分析了规划编制方法和技术标准的低
碳策略,结合实例指出城市空间规划中普遍存在
的不利于低碳发展的问题,并在城市交通与土地
使用、密度控制和功能混合方面提出改进规划编
制的建议^[11]。赵宏宇等(2010)将一级碳足迹与二
级碳足迹与城市规划相结合,发现低碳城市规划
与“碳足迹”的结合主要应关注能源消耗、交通
出行、生活习惯、工作方式四个层面,其中最
有效的减排作用还是以考虑城市土地利用与交通
出行模式之间的关系为主^[12]。戴星翼、陈红敏
(2010)则从城市规划与建设、城市运行、城市
生活方式三个方面来论述低碳城市建设的架构
及其内在联系,指出全生命周期的碳排放管理
是贯穿低碳城市建设各个层面的核心理念^[13]。
叶祖达(2010)则主张将碳足迹审计作为城市
规划的基础,并提出了建立一套低碳城市成本
效益理论和方法用来评估低碳城市规划建设政
策和投资决定的思想^[14]。

由于碳足迹计量比较复杂,上述研究很少
完整地计算一个城市经济活动的碳足迹,更多
的是通过对碳足迹的概念或者碳足迹计算方法
的介绍,来对低碳城市建设提出一些建议。本
文在国内外相关研究进展的基础上,运用投入
产出方法,将碳足迹计量与城市建设、运行、消
费结合起来,建立了城市活动碳足迹计量模型。
并以北京市为例,试图通过计算2007年北京城
市建设、运行和管理过程中对本地和外地的碳
足迹,来阐述北京市建设低碳城市过程中应该
注意的重点,并对北京市通过低碳规划建设低
碳城市提出几点启示。

3 城市活动碳足迹计量

3.1 城市活动分类

城市活动包括基本活动和非基本活动,基
本活动是指为外界提供产品和服务的一切生
产和劳动活动,包括产品和服务的出口(对国
外)和调出(对国内其他地区)。它是城市得以
存在和运行的基础。非基本活动是指为城市本
身提供产品和服务的生产和劳动活动,包括城
市建设、城市运行以及居民日常消费等活动,
它是城市存在和运行的具体表现。一般来讲,
非基本活动引起的碳排放即被视为这一城市
的碳足迹,包括非基本活动引起的本地排放和
外地排放,而基本活动中的产

品调出和出口活动引起的碳排放不算是本地城市活动的碳足迹，因为基本活动是为外地服务的，而不是为本地最终使用服务的。为了计算每项城市经济活动的碳足迹，我们需要将上述活动分类与投入产出表的最终使用项目居民直接消费能源活动一一对应，具体见表1。其中数字1~40代表投入产出表中的40个不同行业。城市建设主要与固定资产投资对应，城市运行和居民消费主要与最终消费对应，而基本活动则主要与调出和出口活动对应。

需要说明的是，表1中的各项城市经济活动并不一定是严格意义上的最终使用行为。严格来讲，城市的最终使用行为只有居民的吃、穿、住、行、娱、医等消费活动，因为城市的所有活动包括城市建设、城市管理，都是为居民消费服务的。我们之所以将城市建设、城市运行与居民消费区分开来，主要是想研究更为直接的城市碳足迹结构。而且从数据支撑的角度，这样划分也有利于数据的可获得性。因为要区分哪一部分城市建设是为了居民的吃饭、哪一部分是为了居民的住房、哪一部分是为了居民的出行，将十分困难。另外，投入产出表仅仅反映了产业之间的相互联系，因此我们利用投入产出计算的碳足迹只包括城市产业系统能源消费产生的碳排放，对于居民直接消费能源产生的碳排放，我们则需要单独计算，并且将居民生活消费煤炭和天然气归类于居民生活中吃饭、用水与用气部分，而将居民生活消费石油和液化石油气归类于居民生活中的私人交通部分。

3.2 计量方法

由于城市活动的碳足迹不仅包含本地区的碳排放，而且还包括其他地区的碳排放，这就需要用到区域间投入产出模型。

针对城市的产业活动，如果一个地区的总产出为 X ，最终消费为 Y ，直接消耗系数矩阵为 A ，则根据投入产出理论，它们之间的基本关系可写为：

$$X = (I - A)^{-1} Y$$

如果有两个区域1和2，两个区域的区域间投入产出公式可表示为：

$$\begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} \\ X_{21} & X_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} I - A_{11} & -A_{12} \\ -A_{21} & I - A_{22} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{pmatrix}$$

其中 X_{ij} 表示因为 j 区域的最终需求引起的 i 区域总产出； A_{ij} 表示 j 区域生产对 i 区域产品的直接消耗系数矩阵； Y_{ij} 表示 j 区域对 i 区域产品的最终需求。

如果已知区域1和2的直接碳排放系数 S_1 和 S_2 ，且不存在其他区域，则区域1和2的碳足迹可写为：

$$\begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} \\ C_{21} & C_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_1 & 0 \\ 0 & S_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I - A_{11} & -A_{12} \\ -A_{21} & I - A_{22} \end{pmatrix}^{-1} \times \begin{pmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{pmatrix}$$

其中 C_{ij} 表示 j 区域最终消费活动引起 i 区域的碳排放量，即 j 区域对 i 区域的碳足迹。如果区域1和2的调出分别为 U_1 、 U_2 ，将上式中的

矩阵 $\begin{pmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{pmatrix}$ 换为 $\begin{pmatrix} U_1 & 0 \\ 0 & U_2 \end{pmatrix}$ 便可得到矩阵

$\begin{pmatrix} U_{11} & U_{12} \\ U_{21} & U_{22} \end{pmatrix}$ ，其中 U_{ij} 表示 j 区域调出活动引起 i 区域

的碳排放量。

如果我们将区域1看作北京地区，区域2看作全国其他地区，则很容易就可以计算出北京城市活动对本地和对全国其他地区的碳足迹。为了计

表1 城市活动分类及其与投入产出表的对应

Tab.1 Classification of urban activities and their corresponding input-output values

大类	中类	小类	与投入—产出最终使用的对应关系		
			消费	投资	调出/出口
非基本活动	城市建设	农业基础设施建设		1	
		工业基础设施建设		2 ~ 25	
		住房与城市基础设施建设		26	
		服务业基础设施建设		27 ~ 40	
	城市运行	公共交通仓储	27		
		信息通讯	28		
		商业	29, 30, 33		
		金融	31		
		房地产	32		
		教育科研	10, 34, 37		
		文化娱乐	39		
		医疗卫生	38		
		公共管理	35, 40		
		社区服务及其他	36		
	居民生活	吃饭、用水与用气	1, 6, 24, 25, 居民生活消费煤炭和天然气		
		穿衣、棉被	7, 8		
		装修、取暖与照明	9, 13, 14, 23, 26		
		私人交通出行	居民生活消费石油和液化石油气等		
		日常用品	12, 15		
		耐用消费品	16 ~ 20		
		其他消费	2 ~ 5, 11, 21, 22		
基本活动	区域贸易	调出(国内其他地区)			1 ~ 40
		出口(国外)			1 ~ 40

算的方便, 我们需要以下说明: 首先, 假设除北京以外的全国其他地区的经济结构、能源消耗结构与全国平均的经济结构、能源消耗结构相同, 即采用同样的投入产出系数和直接碳排放系数; 其次, 为了避免进口的影响, 将投入产出表中的进口部分按比例从中间使用和最终使用中扣除; 第三, 为了将出口活动考虑进来, 且区域1和2的出口分别为 E_1 、 E_2 , 根据上述计算方法同理可以得到 E_{ij} , 即j区域出口活动引起i区域的碳排放量。

至此，我们便可以得到北京地区城市产业活动的碳排放平衡表(表2)。 C_{11} 、 U_{11} 、 E_{11} 分别表示北京地区的非基本、调出、出口活动引起的本地碳排放，三者之和即为本地的直接排放总量； C_{21} 、 U_{21} 、 E_{21} 分别表示北京地区的非基本、调出、出口活动引起的外地碳排放，三者之和表示北京地区调入活动对其他地区的碳排放影响。根据上述碳足迹的概念可知，北京地区的碳足迹即为 C_{11} 和 C_{21} 之和。 C_{11} 表示在北京地区生产并用于北京地区城市建设、运行及居民消费等最终使用活动的产品引起的碳排放， C_{21} 表示北京地区从其他地区调入且用于北京地区最终使用活动的产品引起的碳排放。即一个城市的碳足迹可表示为这个城市直接排放总量减去出口（调出）引起的本地碳排放加上调入并用于本地最终使用活动的产品引起的外地碳排放，实际上还应加上进口其他国家并用于本地最终使用活动的产品引起的其他国家碳排放，但因数据很难获取，这里暂不计算。

3.3 数据来源

(1)投入产出数据采用北京市统计局公布的2007年北京市投入产出表和国家统计局公布的2007年全国投入产出表,并对每个表进行适当处理,包括将行业合并为表1中的40个部门,将进口从表中扣除等。然后根据北京市投入产出表中调入调出列向量,按照线性比例分配方法编制出北京和全国其他地区之间的区域间投入产出表。

(2) 北京市分行业能源消耗数据采用北京市统计年鉴2008中的分行业分品种化石能源消费总量, 即不包括电力热力消耗, 而电力热力行业能源消耗则采用能源投入总量。全国分行业能源消耗数据采用中国能源统计年鉴2008中的分行业分品种能源消

费总量，同样不包括电力热力行业能源消耗，而电力热力行业能源消耗采用能源投入总量。

(3)根据上述分行业能源消耗数据和分品种能源热值及碳排放系数则可以计算出北京和全国的分行业直接碳排放量。其中分品种能源热值采用中国能源统计年鉴2008附录中的分品种能源平均低位发热量，碳排放系数采用IPCC2006指南中的默认排放系数。

3.4 结果与分析

根据上述计量方法和数据，可以计算出北京市2007年城市活动的碳排放平衡表(表3)。根据计算结果可以发现：

首先,北京地区城市活动对全国其他地区碳排放的影响远大于对本地碳排放的影响。2007年北京市城市活动的碳足迹为4975.48万t碳,折合1.82亿t二氧化碳,占当年全国直接碳排放总量的2.94%。其中对本地的碳足迹为1864万t碳,对外地的碳足迹为3111万t碳,对外地的碳足迹远大于对本地的碳足迹。除此之外,出口(调出)对外地碳排放的影响也远大于对本地区碳排放的影响。

其次，住房与基础设施建设是碳足迹最大的城市活动。从北京市城市活动碳足迹的构成可以发现，城市建设是引起碳排放量最大的部门，其中住房与基础设施建设是碳足迹最大的城市活动，对工业和服务业的基础设施建设也是碳足迹较大的活动。2007年城市建设活动的碳足迹占当年北京全部碳足迹的49.1%，其中住房与基础设施建设活动的碳足迹占当年北京全部碳足迹的33.2%，工业和服务业基础设施建设活动的碳足迹占15.78%。

第三, 教育科研、医疗卫生、公共管理等第三产业是碳足迹相对较高的部门。2007年北京市教育科研、医疗卫生、公共管理三个城市活动部门的碳足迹为1096.0万t碳, 占全年碳足迹总和的22.0%, 其中对本地的碳足迹为429.3万t碳, 占全市当年直接碳排放总量的14.8%。在三个活动部门当中, 教育科研的碳足迹所占比重最大, 分别是医疗卫生和公共管理两个城市活动部门碳足迹的2.3倍和2.6倍。

第四，城市居民日常生活也是碳足迹形成的主要来源。2007年北京市城市居民吃饭、用水、用气、装修、取暖、照明等城市居民日常生活及日常消费的碳足迹为1051万t碳，占全市当年碳足迹的21.1%，其中居民吃饭、用水与用气的碳足迹最高，约占8.3%。

第五，交通运输与仓储业的碳足迹并不高。虽然从直接排放来看，交通运输仓储业是一个主要的碳排放部门，2007年其直接碳排放量占当年北京市全部直接碳排放的15.8%。但是从碳足迹

表2 区域1城市活动碳排放平衡
Tab.2 Carbon emissions balance of urban activities in region 1

		对本地	对外地	合计
非基本活动		C ₁₁	C ₂₁	碳足迹
基本活动	调出	U ₁₁	U ₂₁	-
	出口	E ₁₁	E ₂₁	-
合计		本地直接排放	-	-

来看，北京市2007年公共交通仓储业的碳足迹仅为62.85万t碳，私人交通的碳足迹为155.20万t碳，二者之和仅占当年全部碳足迹的4.38%。这说明交通运输仓储业主要是为了农业、工业及其他第三产业服务的，而作为支撑居民出行的公共交通和私人交通引起的碳足迹并不像想象的那么高。

4 对北京市城市规划的启示

发展清洁能源、改变交通方式等传统建设低碳城市的方式已经被人们越来越广泛的接受并开始实施，比如使用电动车、乘坐公共交通等。但是这些只能从表面上来建设低碳城市，本文从碳足迹角度入手，以北京市为例分析了碳排放更深层次的原因，由此对建设低碳城市提出一些启示。

4.1 发展低碳产业，优化出口结构

虽然出口(调出)活动不属于城市碳足迹的组成部分，但从表3可以发现，出口(调出)不仅是北京市直接碳排放的主要来源，也是引起其他地区碳排放的主要原因之一。因此通过发展低碳产业，降低出口(调出)活动引起的碳排放是建设低碳城市的主要任务之一。在制定城市发展规划中，一方面可以通过高新技术园区规划引入技术含量高、附加值高的产业，另一方面通过提高传统产业的技术水平和准入条件，限制高耗能、低附加值产业的发展，逐步实现产业结构和出口结构的优化。

4.2 科学规划，提高城市建筑的可持续性

城市建设是北京市碳足迹形成的最主要根源。2007年城市建设的碳足迹占全部城市活动碳足迹的49%。其中住房与城市基础设施建设的碳足迹最高。城市建设虽然表面上没有直接排放很多碳，但是在其背后却通过消耗大量的水泥、钢铁等原材料引起大量的碳排放。因此，在制定城市发展规划时，应通过科学合理布局，尽量避免重复建设，减少城市建筑的浪费，提高城市建筑的使用时间。这不仅是最有效的节能减排方式，还可以节约大量水泥、金属等其他资源。

4.3 优化城市功能布局，减少交通流量

从上述对城市交通碳足迹的分析发现，虽然交通仓储是直接排放比较大的部门，但是其主要为城市其他产业服务，因此碳足迹并不高。私人交通碳足迹虽相对较高，但在全部碳足迹中的比重也不高。因此如果仅仅通过限制私人交通和发展公共交通来减少交通行业的碳排放，其效果可能并不明显。因为现阶段北京市的城市交通还主要处于为生产服务的阶段，所以，要从根本上减

少城市交通引起的碳排放，就需要从其他产业入手，在制定城市发展规划时，通过科学合理的产业布局和城市功能布局，将通勤水平较高的城市功能单元聚集发展，达到从根本上减少交通流量的目的。

4.4 加强教育科研、医疗卫生、公共管理等第三产业节能规划与管理

从表面上看，电力、金属、化工等重工业是主要的碳排放部门，这些行业也成为了节能减排工作的重点。但通过对北京市碳足迹的分析发现，教育科研、医疗卫生以及公共管理等第三产业是碳足迹较高的城市活动，因此加强这些行业的节能规划可以从根本上起到有效减少碳排放的目的。

表3 北京市2007年城市活动碳排放平衡
Tab.3 Carbon emissions balance of urban activities in Beijing in 2007

大类	中类	小类	碳排放(万吨)		
			对本地	对外地	合计
非基本活动	城市建设	农业基础设施建设	1.80	2.49	4.29
		工业基础设施建设	104.93	349.69	454.62
		住房与城市基础设施建设	417.90	1235.21	1653.11
		服务业基础设施建设	160.37	170.07	330.44
		小计	685.00	1757.46	2442.46
	城市运行	公共交通仓储	27.88	34.97	62.85
		信息通讯	6.09	15.47	21.56
		商业	51.21	67.40	118.61
		金融	18.93	25.22	44.15
		房地产	31.84	16.80	48.64
		教育科研	234.69	369.11	603.80
		文化娱乐	20.36	44.00	64.36
		医疗卫生	81.24	182.15	263.39
		公共管理	113.50	115.27	228.77
		社区服务及其他	13.05	12.84	25.89
		小计	598.79	883.23	1482.02
	居民生活	吃饭、用水与用气	267.70	147.03	414.73
		穿衣、棉被	9.62	55.55	65.17
		装修、取暖与照明	109.82	92.95	202.77
		私人交通	155.20	-	155.20
		日常用品	16.41	61.69	78.10
		耐用消费品	15.82	75.67	91.49
		其他消费	5.97	37.57	43.54
		小计	580.54	470.46	1051.00
	合计(碳足迹)		1864.33	3111.15	4975.48
基本活动	区域贸易	调出(国内其他地区)	571.52	266.18	837.70
		出口(国外地区)	463.66	1231.23	1694.89
		小计	1035.18	1497.41	2532.59
合计			2899.51	4608.56	7508.07

作用。在制定城市发展规划中,可以结合人口规模合理确定教育科研、医疗卫生、公共管理等第三产业的设施规模、数量和区位,尽量提高设施使用效率。同时应注重这些行业的能源系统方案的制定,加强节能规划与管理,提高这些行业从业人员的节能意识。

4.5 提倡低碳理念,引导城市居民绿色消费

城市居民日常生活作为城市功能的主要体现,其碳足迹同样不容忽视。从严格意义上说,城市的一切活动都要归因于城市居民的生活,所有的产业都是为了满足城市居民日益增长的生活需求和不断变化的生活方式。除了通过技术革新以外,只有通过改变人们的生活方式和消费习惯,才能从根本上解决能源问题。因此在制定城市规划和城市发展政策时,可以通过各种手段提倡低碳理念,引导城市居民绿色消费,比如在公共场合标示节能标志,对水、电、气等资源实施阶梯价格,对私人交通实施空间管制等。

注释(Notes)

即将国土境内直接产生的所有温室气体排放视为排放责任的方法。这也是联合国气候变化框架公约(UNFCCC)和京都议定书(Kyoto Protocol)中采用的核算国家碳排放责任的标准方法。

一般“碳足迹”不仅包括CO₂的排放,还包括CH₄、NO、NO₂以及氟化物等其他温室气体折算成CO₂的当量,这里只考虑到城市活动消费能源引起的CO₂排放,因此只是实际碳足迹的一部分。

1农林牧渔业;2煤炭开采和洗选业;3石油和天然气开采业;4金属矿采选业;5非金属矿及其他矿采选业;6食品制造及烟草加工业;7纺织业;8纺织服装鞋帽皮革毛皮羽毛及其制品业;9木材加工及家具制造业;10造纸印刷及文教体育用品制造业;11石油加工、炼焦及核燃料加工业;12化学工业;13非金属矿物制品业;14金属冶炼及压延加工业;15金属制品业;16通用、专用设备制造业;17交通运输设备制造业;18电气机械及器材制造业;19通信设备、计算机及其他电子设备制造业;20仪器仪表及文化、办公用机械制造业;21工艺品及其他制造业;22废品废料;23电力、热力的生产和供应业;24燃气生产和供应业;25水的生产和供应业;26建筑业;27交通运输、仓储和邮政业;28信息传输、计算机服务和软件业;29批发和零售业;30住宿和餐饮业;31金融业;32房地产业;33租赁和商务服务业;34科学研究、技术服务与地质勘查业;35水利、环境和公共设施管理业;36居民服务和其他服务业;37教育;38卫生、社会保障和社会福利业;39文化、体育和娱乐业;40公共管理和社会组织。

其中包括居民生活消费煤炭和天然气导致的直接排放199.66万t碳。

居民生活消费汽油和液化石油气导致的直接排放155.20万t碳。

生活消费能源不仅会产生直接碳排放,这些能源的生产运输等活动同样会导致对本地和外地的碳足迹,这些碳足迹可能包含在交通运输、其他消费等活动中,但由于我们缺乏相应数据,无法区分出这些碳足迹。

参考文献(References)

- 1 IPCC. IPCC Fourth Assessment Report/Climate Change 2007: Synthesis Report[R].2007.
- 2 Tunc G I , Tüt-Asik S, Akbostanci E. CO₂ Emissions vs CO₂ Responsibility: An Input-Output Approach for the Turkish Economy[J]. Energy Policy,2007, 35(2):855-868.
- 3 Peters G P, Hertwich E G. Post-Kyoto Greenhouse Gas Inventories: Production versus Consumption[J]. Climatic Change, 2008, 86: 51-66.
- 4 Ahmad N, Wyckoff A. Carbon Dioxide Emissions Embodied in International Trade of Goods[R]. OECD Publishing :OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2003.
- 5 Davis S J, Caldeira K. Consumption-Based Accounting of CO₂ Emissions [J]. PNAS Early Edition, 2010.
- 6 刘红光, 刘卫东, 唐志鹏. 中国产业能源消费碳排放的结构及其减排敏感性分析 [J]. 地理科学进展, 2010, 29(6):701-707.
- 7 Peters G P. Carbon Footprints and Embodied Carbon at Multiple Scales [J]. Current Opinion in Environmental Sustainability, 2010, 2:1-6.
- 8 Bruckner M, Giljum S, Lutz C, et al. Consumption-Based CO₂ Emissions and Carbon Leakage: Results from the Global Resource Accounting Model GRAM [J]. Version from April 30, 2010 Submitted to the International Conference on Economic Modeling (Ecomod 2010).
- 9 Fong Wee-Kean, Hiroshi Matsumoto, Ho Chin-Siong. Energy Consumption and Carbon Dioxide Emission Considerations in the Urban Planning Process in Malaysia [J]. Journal of the Malaysian Institute of Planners,2008 (6):101-130.
- 10 Glaeser E L, Kahn M E. The Greenness of Cities: Carbon Dioxide Emissions and Urban Development [J]. Journal of Urban Economics, 2010, 67(3): 404-418.
- 11 潘海啸, 汤湧, 吴锦瑜, 等. 中国“低碳城市”的空间规划策略[J]. 城市规划学刊, 2008(6): 57-64.
- 12 赵宏宇, 郭湘闻, 褚筠.“碳足迹”视角下的低碳城市规划[J]. 规划师, 2010, 26(5): 9-16.
- 13 戴星翼, 陈红敏. 城市功能与低碳化关系的几个层面[J]. 城市观察, 2010(2): 87-94.
- 14 叶祖达. 低碳城市规划建设:成本效益分析[J]. 城市规划, 2010, 34(8):18-23.