

doi:10.3969/j.issn.1673-9833.2018.04.001

大都市区服务业能耗碳排放及其影响因素研究 ——以北京市为例

张 旺

(湖南工业大学 全球低碳城市联合研究中心, 湖南 株洲 412007)

摘 要: 在大都市区服务业增加值比例日趋增大、一二产业节能减排成果边际效益递减的背景下, 服务业成为节能减排的新领域。基于 IPCC 温室气体排放清单指南中的方法, 核算了北京市 1995—2014 年服务业整体及其分行业能耗与 CO₂ 排放量, 并分析了其总体变化趋势和能源结构的变化情况; 采用投入产出表计算了 2007、2012 年的完排强度; 运用对数平均迪氏指数法 (LMDI) 辨识与分解研究了 2005—2014 年影响北京服务业 CO₂ 排放变动的关键因素及其贡献率。结果显示: 服务业能耗碳排放逐年递增, 且能耗排放的增速快于能耗增速, 服务业能源强度与能耗直排强度都呈现出同步下降的态势; 服务业能耗以石油类为主, 煤炭消费所占的比例逐年下降, 能耗结构正朝着合理化、低煤化的良性方向发展; 服务业最终需求完排强度呈逐年下降之势, 服务业大部分行业的间排强度在完排强度中所占比例也都有明显降低的趋势; 产业规模、人口规模是引起服务业能耗直接碳排放增长的主要因素, 而能源强度则是抑制服务业能耗直排增加的因素。

关键词: 服务业能耗; 碳排放; 直排强度; 完排强度; 影响因素

中图分类号: X21

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2018)04-0001-10

Carbon Emissions from Energy Consumption in the Service Industry of Metropolitan Regions and Research on Its Influencing Factors: A Case Study of Beijing City

ZHANG Wang

(Global Joint Research Centre for Low Carbon City, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China)

Abstract: With the increasing proportion of value-added services in metropolitan areas and the diminishing marginal effect of energy saving and carbon reduction in the primary and secondary service industries, service industry has become a new field of energy saving and carbon reduction. Based on the CO₂ emissions coefficient and the accounting methods of energy consumption recommended by IPCC in the Guidelines for National Green Gas Inventories, a calculation has been made of the overall energy consumption and CO₂ emissions of the service industry in Beijing from the year 1995 to 2014, followed by an analysis of the overall change trend and the change of energy structure, along with a calculation of the complete CO₂ emission intensity by using Beijing's comparable price input and output data between 2007 and 2012. By using Logarithmic Mean Divisia Index (LMDI) identification and decomposition, a study has been conducted on the key factors affecting CO₂ emissions of Beijing's service industry from the year 2005 to 2014 years as well as their contribution rates. The results show that the energy consumption

收稿日期: 2018-04-12

基金项目: 中国社会科学院生态文明研究智库基金资助项目 (2015GKZJ012), 湖南工业大学建筑与城乡规划学院青年科研基金资助项目 (2014JGLZ01)

作者简介: 张 旺 (1974-), 男, 湖南汨罗人, 湖南工业大学副教授, 博士, 硕士生导师, 主要研究方向为低碳城市与低碳经济, 资源环境与可持续发展, E-mail: zhangwang0902@163.com

carbon emission of service industry is increasing year by year, and the growth rate of energy consumption is faster than energy consumption. The energy intensity of service industry and the direct discharge intensity of energy consumption are decreasing synchronously. The energy consumption of the service industry is dominated by petroleum. The proportion of coal consumption is decreasing year by year, and the energy consumption structure presents an upward trend characterized with rationalization and low coal production. The final requirement for the service industry is declining year by year, and the proportion of indirect CO₂ emission intensity of service in most of the service industry shows an obviously decreasing trend. The industrial scale and population size are the main factors that lead to the direct carbon emission growth of the service industry, while the energy intensity is the curbing factor of the direct increase in the energy consumption of the service industry.

Keywords: service energy consumption; CO₂ emission; direct CO₂ emission intensity; complete CO₂ emission intensity; influencing factor

0 引言

全球经济服务化趋势日趋明朗,随着我国经济结构调整步伐的加快和产业结构重心从工业向服务业的转移,服务业在发达城市和区域中的地位与作用与日俱增,其资源、能源的耗费也将相应递增,因而其资源环境问题也必将日益凸现。在大都市区工业节能减排成果边际递减效应越发明显的形势下,服务业将成为潜力巨大的节能减排新领域。基于大都市区北京2016年服务业增加值比例高达80.3%、能耗比例也达49.0%的实情,定量分析其服务业能耗与碳排放的时序变化特征,开展服务业能耗与碳排放的影响因素研究,为服务业的节能减排提供数据支持和科学依据就具有较强的理论意义和应用价值。

目前国外对服务业能耗与碳排放的研究相对成熟,取得了不少有价值的成果。按其研究内容可概括为3个方面:能耗与碳排放的测度分析^[1-2]、能耗与碳排放的效率与强度分析^[3-4]、能耗与碳排放的影响因素分析^[5-6]。受经济发展阶段和产业结构水平及相关研究侧重点不同等制约因素的影响,我国服务业能耗与碳排放的研究还相对滞后,仍处于萌芽、探索阶段。唐承财等^[7]对国内外服务业能源消耗与碳排放、旅游业碳排放的研究进展进行了综述,最后提出我国服务业能耗与碳排放的研究启示。在研究服务业能耗与碳排放的测度与影响因素方面:卢愿清等^[8]采用Divisia指数分解法构建了中国第三产业能源碳排放的因素分解模型,定量分析2000—2009年间能源结构、能源效率、产业结构及产出4因素对中国第三产业能源碳排放的影响;王凯等^[9]估算了1995—2010年我国服务业能源消费与碳排放量,并探讨其总体变化趋势,还运用对数平均迪氏指数法(logarithmic mean divisia index, LMDI),辨识与分解研究样本

区间内影响我国服务业碳排放变动的关键因素及其贡献值;Li Y. M.等^[10]对北京市2005—2012年服务业直接碳排放量进行了核算,并运用投入产出模型对服务业间接碳排放量进行核算,最后对服务业直接和间接碳排放量的增长原因进行分解分析;有学者采用LMDI法对交通运输业等服务业能耗与碳排放的影响因素进行了分解分析^[11]。在研究服务业能耗与碳排放的效率与强度方面:仅有少数学者对服务业的产业能源强度与碳排放强度进行研究^[12],也有学者对服务业能源利用足迹^[13]、碳排放足迹、能源密集度系数等进行了研究。但详细分析发达城市服务业能耗碳排放的行业差异及其动态变化、各行业直接碳排放与间接碳排放的构成、对能耗碳排放影响因素进行分解等方面的研究尚未见报道,因此,本文拟展开这方面的尝试。

1 研究方法 with 数据来源

1.1 研究方法与分析模型

1.1.1 服务业能耗碳排放的测算方法

本研究采用IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)温室气体排放清单指南中的方法^[14],测算北京市服务业能源消费的碳排放量:

$$C = \sum F_i \times a_i \quad (1)$$

式中: C 为服务业能耗产生的碳排放总量(10^4 t标准煤);

i 为能耗类型;

F_i 为 i 类能源的终端消费量(10^4 t标准煤);

a_i 为 i 类能源的排放系数(以每t计算)=单位燃料的平均低位发热量×潜在碳排放因子×燃烧过程氧化率×44/12,各化石能源的平均低位发热量、

整,得到工业各子行业的可比价行序列;对于建筑业行序列,运用建筑业的地区生产总值指数进行调整,得到建筑业的可比价行序列;对于服务业行序列,运用服务业分行业的地区生产总值指数进行调整,得到服务业各子行业的可比价行序列。由于投入产出表中42个行业与《北京统计年鉴》能源消费的分行业不相匹配,为此,将通用设备、专用设备合并为通用、专用设备制造业,将金属制品与金属制品、机械和设备修理服务合并为金属制品业,因而最终将42个行业归并为40个行业。

2 服务业能耗碳排放的时序分析

2.1 服务业能耗碳排放量的变化趋势

根据式(1)计算和整理后,获得北京市服务业能耗碳排放及其逐年增长率、服务业增加值及其逐年增长率,如图1所示。由图1可看出,北京市近20 a来服务业经济整体上呈现出高速增长的趋势,年均增速为11.43%;除2010—2015的5 a间受整体经济增速下行影响,逐年增长率不到10%外,其余15 a都保持2位数以上的增速;其中1995、2007年

增速分别高达20.5%、15.4%,为考察期内最快的两年,主要由于这些年份北京市出台了加快发展服务业的若干政策和行动计划,为服务业发展注入了新的活力,使得绝大部分年份服务业增速快于整个地区生产总值的增速。再从服务业能耗碳排放来看,在研究样板区间的20 a里,年均增速达到8.97%;除2013年较之2012年出现4.40%的下降外,其余19 a里都增加明显;2012年达到峰值,是1995年的5.14倍。最后从服务业增加值与CO₂排放逐年增长率两条曲线的整体变化情况来看,以2006年为界,可分为两个明显不同的时段特征:1995—2006年间大多数年份出现曲线背离的情形,即当服务业增加值增速加快时,碳排放增速反而放缓;当服务业增加值增速下降时,碳排放增长率却在上升。但2007年起,两条曲线则基本呈平行状态,且服务业增加值的逐年增长率均高于能耗碳排放的逐年增长率,即表现为两者的脱钩状态。这说明近年推行的节能减排政策在北京市服务行业的效果较为明显,这导致能耗碳排放的增速放缓,特别是2010年以来年均增速仅为2.81%。

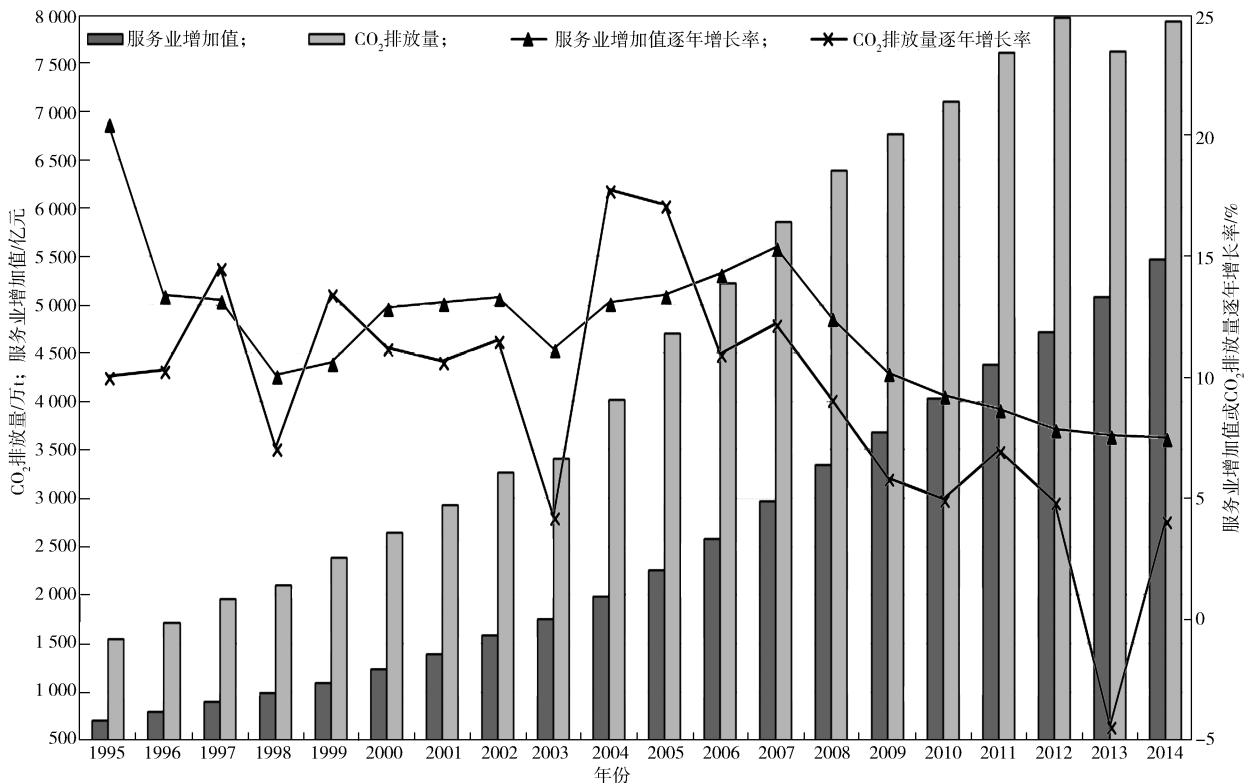


图1 1995—2014年碳排放量和服务业增加值的变化趋势

Fig. 1 A diagram showing the trend of CO₂ emission and service industry added value from 1995 to 2014

从服务业能耗、碳排放的绝对量来看,2007年起服务业能耗就以2389.52万t超过了制造业的2386.42万t,占总能耗的比例高达38.02%;2008年起服务业碳排放量也以6341.71万t超过了制造业

的5654.07万t,占CO₂总排放量的31.41%。从服务业能耗占总能耗的比例、服务业碳排放量占总排放量的比例这两个相对量来看,如图2所示,2005—2014年这10 a间逐年递增,服务业能耗占总能耗的比例

从 34.75% 增加到了 47.38%，9 a 间增长了 12.63%；
CO₂ 排放量从 27.17% 增加到了 51.55%，9 a 间增长

了 24.38%，由此也表明碳排放量的增速快于能耗的
增速。

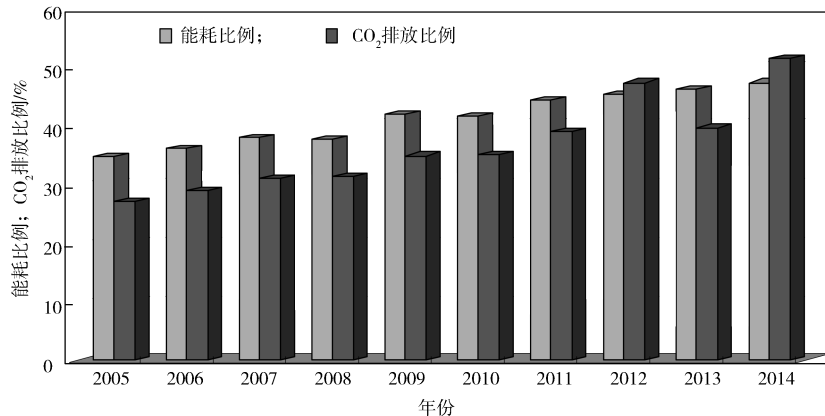


图2 2005—2014年服务业能耗比例和碳排放量比例的变化趋势

Fig. 2 A diagram showing the trend of energy consumption proportion and CO₂ emission in service industry from 2005 to 2014

2.2 服务业能耗直排的变化趋势

就服务业整体而言，图3显示了1995—2014年北京市服务业能源强度及碳排放强度的变化趋势。从图中看出，20 a 间两条曲线几乎平行，表明能源强度与能耗碳直排强度具有极强的一致性和同步性。整体而言，在产业增长、技术进步和能效提高等各种因素的共同作用下，服务业能源强度与能耗碳直排强度都呈现出同步下降的态势。1995—2004年，能耗

碳直排强度的降速较为缓慢，降幅为 8.98%，年均下降 1.04%；但 2005—2014 年，碳直排强度的降速较快，降幅达 30.44%，年均下降 3.95%。这也同时说明随着“十一五”以来节能减排工作的推进，特别是 2010 年以来以服务业低于 10% 的经济增速代价换来了该产业能源强度、碳直排强度的负增长，分别降低到 0.75, 1.80 t/万元，由此相应引起服务业能耗和能耗碳排放量的低速增长。

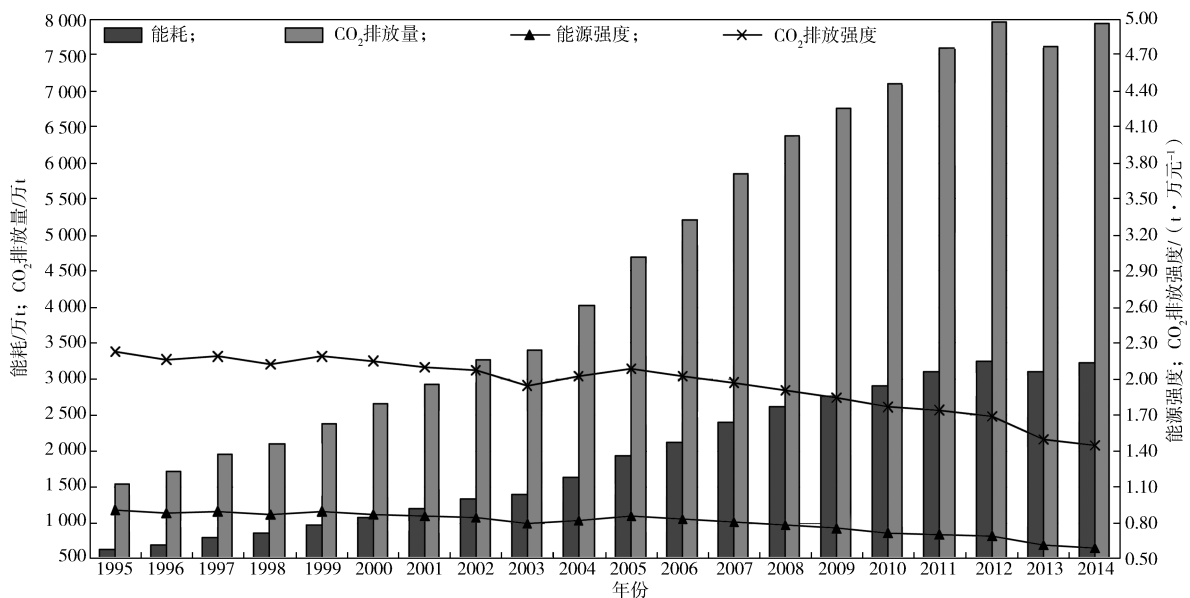


图3 1995—2014年服务业能耗、CO₂排放量、能源强度及CO₂排放强度变化趋势

Fig. 3 A diagram showing the trend of energy consumption, CO₂ emission, energy intensity and CO₂ emission intensity from 1995 to 2014

就服务业 14 个行业的能耗碳直排强度而言（如表 1 所示），可以将之分为 5 大类：第一类是直排强度大并且呈上升的变化趋势的，有交通运输、仓储和邮政业，住宿和餐饮业，水利、环境和公共设施管理业 3 个行业，这些是今后节能降碳的重点行业，其有形载体主要是交通和建筑，也正是北京市节能减

排的重点部门；第二类是直排强度大并且呈下降的变化趋势的，仅有居民服务和其他服务业 1 个行业，从低碳经济角度而言，未来应继续保持这种下降之势；第三类是直排强度较大但是变化不大的，有房地产业、教育、公共管理与社会组织 3 个行业，这些行业也应进一步加大控制其碳直排强度；第四类是直排

强度居中并且下降明显的,有批发与零售业,租赁和商务服务业,科学研究、技术服务与地质勘查业,卫生、社会保障和社会福利业4个行业,应继续保持其下降之势;第五类是直排强度较小并且变化不大的,

有信息传输、计算机服务和软件业,金融业,文化、体育与娱乐业3个行业,对前2类行业也应继续这种低强度状态,而对于第三种行业则需要采取一定的措施以进一步降低其直排强度。

表1 服务业14个行业的能耗碳直排强度变化情况(2005—2014年)

Table 1 Changes of CO₂ emission intensity for 14 sectors of services industry from 2005 to 2014

t/万元

服务业各行业	年份									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
交通运输、仓储和邮政业	3.08	3.67	3.99	3.83	4.47	4.28	4.21	4.24	3.71	3.66
信息传输、计算机服务和软件业	0.23	0.26	0.28	0.24	0.29	0.29	0.28	0.27	0.26	0.26
批发与零售业	0.60	0.54	0.58	0.46	0.44	0.35	0.35	0.35	0.29	0.29
住宿和餐饮业	2.77	2.49	2.84	2.89	2.65	2.53	2.57	2.66	2.99	3.15
金融业	0.10	0.09	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
房地产业	1.90	1.59	1.62	1.71	1.53	1.85	2.03	1.84	1.68	1.74
租赁和商务服务业	0.94	0.85	0.74	0.60	0.79	0.68	0.60	0.58	0.50	0.55
科学研究、技术服务与地质勘查业	0.73	0.67	0.65	0.51	0.49	0.46	0.48	0.48	0.43	0.41
水利、环境和公共设施管理业	1.55	1.63	2.29	1.99	1.54	1.53	1.68	1.57	1.75	1.86
居民服务和其他服务业	2.16	2.46	2.09	2.27	1.21	0.99	1.24	1.16	0.96	0.77
教育	1.29	1.28	1.26	1.14	1.21	1.26	1.31	1.33	1.15	1.15
卫生、社会保障和社会福利业	1.24	1.18	1.09	0.96	1.03	0.95	0.99	0.90	0.88	0.87
文化、体育与娱乐业	0.74	0.70	0.68	0.60	0.72	0.70	0.83	0.71	0.58	0.63
公共管理与社会组织	1.06	0.91	0.93	0.86	1.01	1.00	0.99	0.92	0.95	1.02
服务业整体	1.46	1.02	1.01	0.90	0.93	0.89	0.87	0.85	0.76	0.76

2.3 服务业能耗结构的变化趋势

从能耗总量结构上看,如图4所示,2005—2014年北京市服务业都是以石油类消费为主,其各年度所占能耗总量的比例达到34%~46%;其次为热力和电力,能耗比例从2005年的23.94%增加到了2014年的31.14%;再次为天然气,其能耗比例从2005年的17.97%下降到了2014年的14.92%;煤炭消费的

比例2014年仅为8.45%。再从能耗结构变化趋势来看,煤炭消费的比例降速最快,9a下降了14.99%;其次是天然气消费比例也略有降低,2005—2014年间下降了3.05%;石油消费的比例增速最快,9a上升了10.84%;能耗比例增速次快的是热力、电力,2005—2014年间增加了7.20%。总之,服务业的能耗结构正在朝着合理化、低煤化的良性方向发展。

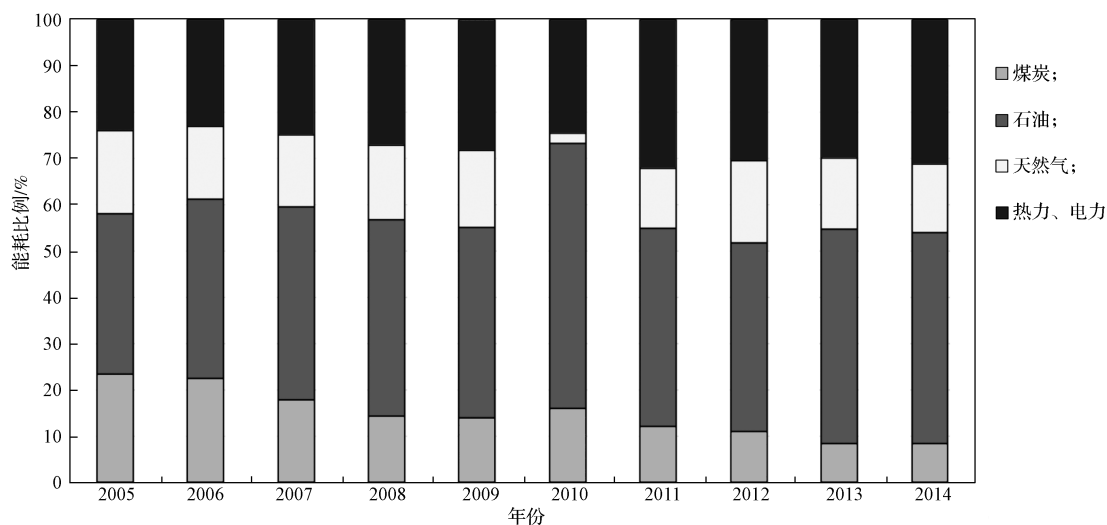


图4 2005—2014年服务业能耗结构

Fig. 4 Energy consumption structure of service industry from 2005 to 2014

从服务业各行业的能耗结构来看,以2014年度截面数据为例,如表2所示,14个行业中煤炭消费比例最大的是居民服务和其他服务业(46.36%)、

其次是房地产业(21.38%),比例最小的是信息传输、计算机服务和软件业;石油消费比例最大的是交通运输、仓储和邮政业,高达88.16%,这是由交

通运输用车绝大部分烧油的行业性质所决定的,其次是批发和零售业(31.26%),比例最小的是房地产业(3.17%);天然气消费比例最大的是住宿和餐饮业(36.72%),这也是由其行业性质决定的,其次是房地产业(35.18%),比例最小的是信息传输、计算机服务和软件业(2.85%);热力、电力消费比例最大的是信息传输、计算机服务和软件业(86.37%),其次是金融业(78.66%),最小的是交通运输、仓储和邮政业(6.71%),这些都是由其行业性质决定的。

表2 服务业各行业2014年的能源消耗结构

Table 2 Energy consumption structure of 14 sectors in service industry in 2014 %

服务业各行业	煤炭	石油	天然气	热力、电力
交通运输、仓储和邮政业	1.42	88.16	3.71	6.71
信息传输、计算机服务和软件业	1.14	9.65	2.85	86.37
批发和零售业	5.11	31.26	6.53	57.10
住宿和餐饮业	8.91	16.48	36.72	37.89
金融业	2.59	11.61	7.14	78.66
房地产业	21.38	3.17	35.18	40.27
租赁和商务服务业	17.00	17.98	19.05	45.97
科学研究、技术服务和地质勘查业	11.93	14.76	25.43	47.88
水利、环境和公共设施管理业	17.35	27.13	13.31	42.21
居民服务和其他服务业	46.36	14.00	13.00	26.63
教育	14.15	4.49	27.85	53.50
卫生、社会保障和社会福利业	17.57	3.94	23.46	55.04
文化、体育和娱乐业	4.45	9.06	15.83	70.66
公共管理和社会组织	15.84	14.88	10.91	58.37
服务业整体	8.45	45.48	14.92	31.14

3 服务业各行业完全碳排放分析

3.1 各行业最终需求完全碳排放强度

表3为2007、2012年服务业各行业的最终需求完全碳排放强度及其排序情况,从服务业整体来说,2007年最终需求完排强度为2.86 t/万元,2012年减至1.80 t/万元;5 a时间降低了37.11%。服务业各行业中,除住宿餐饮与房地产有所上升外,其余12个行业均呈下降之势。服务业各行业间的最终需求完全碳排放强度与直排强度表现出了较强的一致性。直排强度大的行业(如交通运输、仓储和邮政业,教育等),其最终需求完排强度也较高,均高于服务业整体水平。直排强度小的行业(如批发零售,金融业,文化、体育和娱乐业等),最终需求完排强度却较小,特别是金融业在2007、2012年都排序最末。批发零售业、金融两大行业的最终需求完排强度在2007、2012年均处于最后两位,因而属于典型的低碳服务行业。值得肯定的是,信息传输、软件和信息技术的服务业的最终需求完排强度从2007年的4.75 t/万元下降到

了2012年的1.20 t/万元,5 a间剧降了74.75%,排序也从第2位降到了第12位。

表3 2007、2012年服务业各行业的最终需求完全碳排放强度及其排序

Table 3 Complete CO₂ emission intensity and their sorts of 14 service sectors induced by final demand of each industry in 2007 and 2012

服务业各行业	2007年		2012年	
	完排强度/ (t·万元 ⁻¹)	排 序	完排强度/ (t·万元 ⁻¹)	排 序
交通运输、仓储和邮政业	3.93	3	3.45	1
信息传输、计算机服务和软件业	4.75	2	1.20	12
批发和零售业	1.48	13	1.19	13
住宿和餐饮业	2.48	8	2.63	3
金融业	1.11	14	0.73	14
房地产业	1.58	12	1.60	10
租赁和商务服务业	2.32	11	1.54	11
科学研究、技术服务和地质勘查业	3.11	5	2.01	7
水利、环境和公共设施管理业	2.92	6	2.80	2
居民服务和其他服务业	2.61	7	2.09	5
教育	5.45	1	2.03	6
卫生、社会保障和社会福利业	3.60	4	2.30	4
文化、体育和娱乐业	2.34	10	2.00	8
公共管理和社会组织	2.39	9	1.69	9
服务业整体	2.86		1.80	

3.2 各行业直排强度与间排强度的比例

为了研究服务业各行业最终需求完全碳排放的构成,揭示直排强度与间排强度对完排强度的相对影响,表4列出了各行业2007、2012年直排强度和间排强度在完排强度中的比例。

表4 2007、2012年服务业各行业完排强度的构成

Table 4 The composition of complete CO₂ emission intensity on 14 service sectors in 2007 and 2012 %

服务业各行业	2007年		2012年	
	直接 碳排放 占比	间接 碳排 放占比	直接碳 排放 占比	间接 碳排 放占比
交通运输、仓储和邮政业	34.04	65.96	33.56	66.44
信息传输、计算机服务和软件业	59.55	40.45	17.06	82.94
批发和零售业	16.13	83.87	24.75	75.25
住宿和餐饮业	17.00	83.00	23.84	76.16
金融业	14.59	85.41	8.52	91.48
房地产业	32.34	67.66	35.54	64.46
租赁和商务服务业	13.64	86.36	29.98	70.02
科学研究、技术服务和地质勘查业	7.94	92.06	12.56	87.44
水利、环境和公共设施管理业	6.73	93.27	22.31	77.69
居民服务和其他服务业	3.74	96.26	29.32	70.68
教育	58.45	41.55	43.53	56.47
卫生、社会保障和社会福利业	23.64	76.36	14.74	85.26
文化、体育和娱乐业	9.69	90.31	14.84	85.16
公共管理和社会组织	18.72	81.28	19.33	80.67
服务业整体	31.80	68.20	25.10	74.90

服务业各行业碳排放直排强度和间排强度在完排强度中所占的比例,一方面反映了各行业与其他一、二、三次产业之间的产业关联性,另一方面也揭示了各产业对北京市服务业完全碳排放的影响。从表4可看出,从2007年到2012年,服务业整体的碳排放间排强度所占比例虽从68.20%上升到了74.90%,但大部分子行业的碳排放间排强度在完排强度中所占比例呈下降之势,呈上升趋势的行业仅4个(信息传输、计算机服务和软件业,金融业,教育,卫生、社会保障和社会福利业);2007年服务业中间碳排放排强度占比较大($\geq 90\%$)的行业有4个:居民服务和其他服务业,水利、环境和公共设施管理业,科学研究、技术服务和地质勘查业,文化、体育和娱乐业;2012年服务业中碳排放间排强度占比较大($\geq 85\%$)的行业也有4个(金融业,科学研究、技术服务和地质勘查业,卫生、社会保障和社会福利业,文化、体育和娱乐业)。由此可见,2007、2012

年碳排放间排强度占比较大的除科学研究、技术服务和地质勘查业外,其他三大行业均不相同。

综上所述,与直排强度相比,完排强度更适合度量服务业各行业的碳排放程度。立足于节能减排的角度,应特别关注住宿和餐饮,交通运输、仓储和邮政等碳排放量稳居前列的行业,以及科学研究、技术服务和地质勘查业,房地产业等隐含碳排放较多的产业。该类产业是落实北京服务业节能减碳的重点领域和关键部门。

4 服务业直排影响因素实证分析

影响北京市服务业能耗直接碳排放变化的因素主要包括人口规模效应、产业规模效应、能源强度效应和能源结构效应。这4个因素的影响效果按照式(6)和(7)展开计算,以2005年作为基准年,所得计算结果见表5。

表5 2006—2014年4个因素对中国第三产业能源碳排放变化的贡献值与贡献率

Table 5 Contribution rate of four factors to CO₂ emission in service industry from 2006 to 2014

因素	项目	年份								
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
人口规模	ΔTC_{P_t}	205.81	467.59	807.13	1 125.95	1 481.68	1 721.43	1 916.27	2 006.50	2 179.50
	D_{P_t}	1.041 0	1.089 7	1.151 5	1.209 4	1.275 6	1.312 5	1.345 4	1.375 0	1.399 0
产业规模	ΔTC_{I_t}	469.66	1 026.62	1 434.33	1 763.31	2 029.29	2 490.25	2 854.51	3 113.43	3 577.66
	D_{I_t}	1.095 9	1.207 6	1.284 9	1.346 8	1.395 7	1.482 0	1.555 8	1.639 1	1.735 2
能源强度	ΔTC_{F_t}	-67.27	-319.04	-590.35	-875.73	-1 245.14	-1 609.85	-1 763.63	-2 434.85	-2 655.99
	D_{F_t}	0.987 0	0.943 1	0.902 0	0.862 6	0.815 0	0.775 5	0.761 0	0.679 5	0.664 2
能源结构	ΔTC_{MN_t}	-49.81	49.18	185.67	274.61	395.84	627.80	524.09	473.24	510.69
	D_{MN_t}	0.990 3	1.009 1	1.033 0	1.047 5	1.067 2	1.104 3	1.084 5	1.078 0	1.081 8

4.1 服务业能耗直排增长的主要因素

2006—2014年4个因素对服务业能耗直排贡献值的变化趋势如图5。

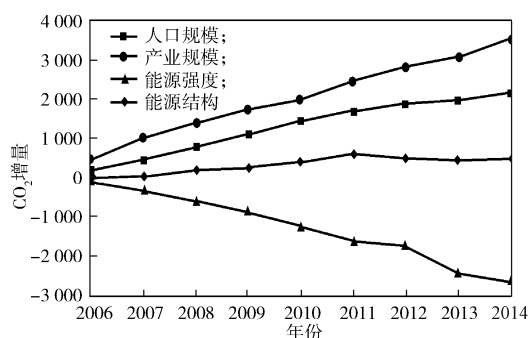


图5 2006—2014年4个因素对服务业能耗直排贡献值的变化趋势

Fig. 5 Contribution rate of four factors to CO₂ emission difference in service industry from 2006 to 2014

从表5、图5可看出,产业规模因素对北京市服务业能耗直接碳排放变化量的贡献值最大,且在

2006—2014年间不断增长,上升幅度较大。

近些年来,北京市服务业发展较为迅速,产业增加值从2005年的4 761.80亿元增加到2014年的11 558.90亿元(2005年不变价),增长了1.43倍,这种急剧的产业规模扩张相应引起能耗直接碳排放量的快速增加。人口规模是影响服务业能耗直接碳排放增长仅次于产业规模的主要增量因素,2005—2009年、2010—2014年两个时段人口规模效应导致的能耗直接碳排放增量基本实现翻番,这凸显了人口数量对北京市服务业能耗直接碳排放增长的重要作用。事实上近年来,北京市常住人口从2005年的1 538.00万人增加到了2014年的2 151.60万人,增长了39.90%,因而人口规模效应导致的服务业能耗直接碳排放增长成为影响服务业节能减碳的强劲阻力。2006—2011年间能源结构因素对服务业能耗直接碳排放的增长呈现稳中有升的态势,2011—2014年则有所下降。总的来看,此因素也是引起服务业能

耗直接碳排放增长的重要因素。

能源强度效应对于降低服务业能耗直接碳排放变化量的贡献值自2006年起一直在增加,特别是2009年以来增速相当明显,因而能源强度是抑制服务业能耗直接碳排放的最主要因素。

4.2 各因素对服务业能耗直排的贡献率

为了进一步探讨各因素对北京市服务业直排的贡献率,在此将4个因素分为拉动(人口规模、产业规模、能源结构)和抑制(能源强度)因素。为了便于各个因素的大小比较,此处将能源强度对服务业能耗直接碳排放的贡献率取倒数,作为降低服务业能耗直排的贡献率,在此基础上比较拉动与抑制因素各自对服务业能耗直接碳排放贡献率的变动趋势,如图6所示(以2005年为基年)。

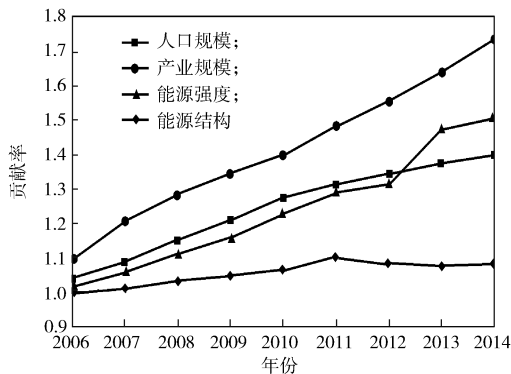


图6 2006—2014年4个因素对服务业能耗直排贡献率的变化趋势

Fig. 6 Contribution rate of four factors to CO₂ emission ratio in service industry from 2006 to 2014

图6中,拉动因素中产业规模因素对服务业能耗直排的贡献率呈指数上升之势,且在各个年份的贡献率均大于抑制服务业能耗直排的能源强度效应的贡献率,这也是服务业能耗直排年均递增的主要原因。人口规模对于拉动服务业能耗直排的贡献率也呈逐年稳增趋势,2006—2014年贡献率持续增加。能源结构对于拉动服务业能耗直排的贡献率有逐年小幅增加之势,但自2012年起却出现增幅下降的变化。抑制因素即能源强度效应的贡献率虽然也呈逐年递增之势,但每年均小于产业规模的贡献率,在2012年前也小于人口规模的贡献率。因此,能源强度降低虽抑制服务业的能耗直排,但远不能抵消产业规模、人口规模和能源结构对服务业能耗直排的拉动作用。

综上所述,2005—2014年服务业能耗直排持续增加主要是由于产业规模、人口规模的扩大而引起的,能源强度的连年下降难以抑制服务业能耗直排总量的逐年上升之势。

5 结论与讨论

本文以典型大都市区北京市服务业能耗碳排放作为研究对象,对其展开时序分析,计算了各行业最终需求完排强度、各行业直排与间排的比例,实证分析服务业直排的4大影响因素。主要结论如下:

1) 1995—2014年服务业能耗碳排放逐年递增,且能耗排放的增速快于能耗增速,服务业能源强度与能耗直排强度都呈现出同步下降的态势;交通运输、仓储和邮政业,住宿和餐饮业,水利、环境和公共设施管理业3个行业直排强度大且呈上升趋势。

2) 服务业能耗以石油类为主,煤炭消费所占的比例逐年下降,其降速最快,石油类消费的比例增速最快,能耗结构正在朝着合理化、低煤化的良性方向发展;14个行业中煤炭消费比例最大的是居民服务和其他服务业,石油消费比例最大的是交通运输、仓储和邮政业,天然气消费比例最大的是住宿和餐饮业,热力、电力消费比例最大的是信息传输、计算机服务和软件业。

3) 大部分服务业子行业的最终需求完排强度呈逐年下降之势;2007—2012年服务业整体的间排强度在完排强度中所占比例虽有所上升,但大部分行业的间排强度所占比例都有下降的趋势;2007、2012年间排强度占比较大的除科学研究、技术服务和地质勘查业外,其他三大行业均不相同。

4) 产业规模、人口规模是引起服务业能耗直接碳排放增长的主要因素,而能源强度则是抑制服务业能耗直接碳排放的因素;每年能源强度效应的贡献率均小于产业规模的贡献率,因而能源强度的连年下降难以阻止服务业能耗直排总量的逐年上升。

大力发展服务业是北京市产业结构调整 and 节能减排的主要方向,但服务业子行业的直排强度与完排强度差异都较大,因而需进一步研究基于投入产出等方法,综合评判各子行业的产业影响力系数和碳排放影响力系数,以便为科学精准地开展服务业内部的产业结构调整提供数据支撑和政策建议。

参考文献:

- [1] BUTNAR I, LLOP M. Structural Decomposition Analysis and Input-Output Subsystems: Changes in CO₂ Emissions of Spanish Service Sectors (2000—2005)[J]. Ecological Economics, 2011, 70(11): 2012—2019.
- [2] LAM T N T, WAN K K W, WONG W S L, et al. Impact of Climate Change on Commercial Sector Air Conditioning Energy Consumption in Subtropical Hong

- Kong[J]. *Applied Energy*, 2010, 87(7): 2321-2327.
- [3] MARKIS T, PARAVANTIS J A. Energy Conservation in Small Enterprises[J]. *Energy & Buildings*, 2007, 39(4): 404-415.
- [4] RUZZENENTI F, BASOSI R. Evaluation of the Energy Efficiency Evolution in the European Road Freight Transport Sector[J]. *Energy Policy*, 2009, 37(10): 4079-4085.
- [5] MAIRET N, DECELLAS F. Determinants of Energy Demand in the French Service Sector: A Decomposition Analysis[J]. *Energy Policy*, 2009, 37(7): 2734-2744.
- [6] SCHLEICH J, GRUBER E. Beyond Case Studies: Barriers to Energy Efficiency in Commerce and the Services Sector[J]. *Energy Economics*, 2008, 30(2): 449-464.
- [7] 唐承财, 钟林生, 成升魁. 国外服务业能耗与碳排放研究综述 [J]. *世界地理研究*, 2013, 22(1): 158-166.
TANG Chengcai, ZHONG Linsheng, CHENG Shengkui. Research Progress on Energy Consumption and Carbon Emissions in Service Industry at Overseas[J]. *World Regional Studies*, 2013, 22(1): 158-166.
- [8] 卢愿清, 史 军. 中国第三产业能源碳排放影响要素指数分解及实证分析 [J]. *环境科学*, 2012, 33(7): 2528-2532.
LU Yuanqing, SHI Jun. Decomposition Model of Energy-Related Carbon Emissions in Tertiary Industry for China[J]. *Chinese Journal of Environmental Science*, 2012, 33(7): 2528-2532.
- [9] 王 凯, 李 娟, 席建超. 中国服务业能源消费 CO₂ 排放及其因素分解 [J]. *环境科学研究*, 2013, 26(5): 576-582.
WANG Kai, LI Juan, XI Jianchao. Emissions of CO₂ from Energy Consumption and Decomposition Analysis in the Service Industry of China[J]. *Research of Environmental Sciences*, 2013, 26(5): 576-582.
- [10] LI Y M, ZHAO J F, LIU G S. Decomposition Analysis of Carbon Emissions Growth of Tertiary Industry in Beijing[J]. *Journal of Resources and Ecology*, 2015, 6(5): 324-330.
- [11] 朱跃中. “十一五”期间我国交通部门能源需求展望及节能潜力分析 [J]. *中国能源*, 2007, 29(12): 18-25.
ZHU Yuezhong. Prospects of Energy Use and Energy-Saving Potential Analysis of China's Transport Sector During the 11th Five-Year Plan[J]. *Energy of China*, 2007, 29(12): 18-25.
- [12] 陈红敏. 中国产业部门的能耗强度特征及节能减排的分类实现路径 [J]. *资源科学*, 2009, 31(7): 1226-1232.
CHEN Hongmin. Analysis of Different Implementation Methods for Energy Conservation and Emission Reduction by Examining the Characteristics of Energy Intensity of Industrial Sectors[J]. *Resources Science*, 2009, 31(7): 1226-1232.
- [13] 郭运功, 汪冬冬, 林逢春. 上海市能源利用碳排放足迹研究 [J]. *中国人口·资源与环境*, 2010, 20(2): 103-108.
GUO Yungong, WANG Dongdong, LIN Fengchun. Carbon Footprint of Energy Use in Shanghai[J]. *China Population Resources and Environment*, 2010, 20(2): 103-108.
- [14] IPCC. Working Group III Report “Mitigation of Climate Change” [R]. Cambridge: Cambridge University Press, 2007: 25-34.
- [15] 徐大丰. 碳生产率、产业关联与低碳经济结构调整: 基于我国投入产出表的实证分析 [J]. *软科学*, 2011, 25(3): 42-46.
XU Dafeng. Carbon Productivity, Industrial Correlation and Low-Carbon Economic Structure Adjustment[J]. *Soft Science*, 2011, 25(3): 42-46.
- [16] 王 凯, 李 娟, 唐宇凌, 等. 中国服务业能源消费碳排放量核算及影响因素分析 [J]. *中国人口·资源与环境*, 2013, 23(5): 21-28.
WANG Kai, LI Juan, TANG Yuling, et al. Carbon Emissions Accounting and Decomposition Analysis of Energy Consumption of Service Industry in China[J]. *China Population Resources and Environment*, 2013, 23(5): 21-28.
- [17] ANG B W, LIU F L. Decomposition Analysis for Policymaking in Energy: Which is the Preferred Method? [J]. *Energy Policy*, 2004, 32(9): 1131-1139.
- [18] ANG B W. The LMDI Approach to Decomposition Analysis: A Practical Guide[J]. *Energy Policy*, 2005, 33(7): 867-871.

(责任编辑: 申 剑)