

[主持人语]我国在2014年3月16日公布的《国家新型城镇化规划(2014—2020)年》中提出要坚持的基本原则之一是“生态文明,绿色低碳”,即把生态文明理念全面融入城镇化进程,着力推进绿色发展、循环发展、低碳发展,节约集约利用土地、水、能源等资源。城市低碳发展是一个条条、块块相结合的综合协调推进过程。《中国服务业能源消费与碳排放的关联分析》阐述了我国服务业GDP、能耗与碳排放之间的互动关系和关联效应;《小城镇住宅建设中的低碳智能住宅研究》探索了低碳智能住宅在小城镇住宅建设中的应用,顺应我国新型美丽城镇建设的需要,促进小城镇建设的可持续发展,创造低碳生态、智能宜居的小城镇住宅区。这两篇文章旨在从条块结合的视角来探讨我国城市与小城镇低碳发展问题,以期推动形成绿色低碳的生产生活方式和城乡建设运营模式。

中国服务业能源消费与碳排放的关联分析

张 旺^{1,2}, 谢世雄²

(1. 湖南工业大学 全球低碳城市联合研究中心, 湖南 株洲 412007;

2. 湖南工业大学 建筑与城乡规划学院, 湖南 株洲 412007)

[摘 要]在分析1991—2011年间中国服务业能耗与碳排放的结构特征和总体趋势的基础上,运用OECD脱钩指标法和Tapio脱钩指标法,阐述了服务业GDP、能耗与碳排放之间的互动关系和关联效应。结果表明:服务业GDP、能耗和碳排放量整体上呈逐年增长之势;能耗强度与碳排放强度的变化具有很强的一致性和同步性,都呈下降之势;煤炭类消费的比重大致呈递减之势,而天然气、热力和电力消费的数量和比重却呈逐年增长趋势;煤炭、石油等传统高碳能源比重均占80%以上;历年OECD脱钩因子均呈现出绝对脱钩的状态,并表现为波动式上升之势;历年Tapio脱钩弹性指数整体上也均呈波动式上升之势。基于以上结论,提出了服务业节能减碳的政策建议。

[关键词]服务业;能源消费;碳排放;关联分析;脱钩指标法

[中图分类号]X22

[文献标识码]A

[文章编号]1674-117X(2014)04-0001-09

Relevance Analysis of Energy Consumption and Carbon Emission for Service Industry in China

ZHANG Wang^{1,2}, XIE Shixiong²

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

2. School of Architecture and Urban & Rural Planning, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan, 412007, China)

Abstract: On the basis of structural characteristics and general tendency analysis on energy consumption and carbon emission about Chinese service industry during 1991—2011, the methods of OECD and Tapio decoupling indicator were applied, the interactive relations and associated effects were described among GDP, energy consumption and carbon emission in service industry. Results indicates as follows: as a whole, GDP, energy consumption and

收稿日期: 2014-04-05

基金项目: 国家“十二五”科技支撑计划基金资助项目(2011BAJ07B03-06); 湖南省教育厅一般科研基金资助项目(12CC0082)

作者简介: 张 旺(1974-), 男, 湖南汨罗人, 湖南工业大学讲师, 助理研究员, 博士, 研究方向为低碳城市、资源环境与可持续发展。

carbon emission were yearly growth of potential; The change of energy intensity and carbon intensity about service industry had strong consistency and synchronization, and they were declined of potential; The consumption proportion of coal was roughly decreasing of potential, but the consumption proportion and total amount of natural gas, thermal and power were yearly growth trend; traditional high carbon energy proportions, such as coal and oil were accounted for 80% above; OECD decoupling factor were rendering out absolute decoupling state, and performed for fluctuations type rose of potential every year; Tapio decoupling elasticity indicators showed volatility on the overall rising trend. Based on the above conclusions, some policy recommendations of energy saving and carbon reduction about service industry were put forward.

Key words: service industry; energy consumption; carbon emission; relational analysis; decoupling indicator method

城市是服务业集聚发展的空间载体。为使经济社会向低碳绿色转型,各城市纷纷将发展服务业作为调整产业结构、推动节能减排的重要抓手。但一方面随着服务业在城市经济中的地位日渐增强,由此带来的资源环境约束也随之凸显;另一方面我国工农业领域节能减排潜力在快速释放的同时,其节能减排成果边际递减效应也日益明显。^[1]于是城市节能减排亟需开拓工业部门之外的新领域,主要是建筑和交通两个行业,而这两个行业又主要以服务业的业态出现。因此,有关服务业能耗与碳排放的研究就成为国内外学者关注的前沿热点。

回顾国内外服务业能源消费与碳排放的研究成果,国外研究主要集中在以下4个方面:一是具体国家和地区服务业能耗与碳排放测度的研究,^[2-4]二是服务业某些细分行业能耗与碳排放的测度分析,^[5-7]三是有关服务业能耗与碳排放的研究方法,^[8-10]四是服务业能耗与碳排放的影响因素分析。^[11-12]然而,国内关于这些方面的研究则相对滞后,研究成果也不多,主要有:卢愿清、史军采用 Divisia 指数分解法建构中国第三产业能源碳排放的因素分解模型,定量分析了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;^[13]王凯等估算了1995—2010年我国服务业能源消费与CO₂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(LMDI)辨识与分解研究样本区间内影响我国服务业CO₂排放变动的关键因素及其贡献值;^[14]唐承财等综述了国内外服务业能源消耗与碳排放、^[15]旅游业碳排放^[16]的研究进展。综合已有文献来看,目前关于弄清中国服务业能耗与碳排放的现状,分析服务业增加值与其能耗及碳排放之间的增长快慢、脱钩关系等方面的研究尚未见到。有鉴于此,本文拟在分析近20年来中国服务业能

源消耗与碳排放的结构特征和总体趋势的基础上,运用 OECD 脱钩指标法和 Tapio 脱钩指标法,阐述服务业增加值、能耗与碳排放之间的互动关系和关联效应,意在为促进服务业持续发展的同时,积极应对气候变化、有效保障能源安全提供理论指导和数据支撑。

一 研究方法数据来源及处理

(一) 研究方法

1. OECD 脱钩指标法

OECD 脱钩指标法是经济合作与发展组织(Organization for Economic Co-operation and Development,简称 OECD)为衡量脱钩指标的变化情形建立的脱钩指数与脱钩因子,^[17]具体公式是:

$$DCI = \frac{\left(\frac{EP}{DF}\right)_t}{\left(\frac{EP}{DF}\right)_0} \quad (1)$$

$$DCF = 1 - \frac{\left(\frac{EP}{DF}\right)_t}{\left(\frac{EP}{DF}\right)_0} \quad (2)$$

上式中:DCI 为脱钩指数,DCF 为脱钩因子;EP 为环境压力指标值,DF 为经济驱动力指标值;t 为基期年份,0 为终期年份。选定某年为基期年,令其脱钩指数为 100,某年为终期年,直接计算终期年相对于基期年的脱钩因子变化值,即可判断两者为绝对脱钩(DCF > 0,且其值接近 1),或是相对脱钩(DCF < 0,且其值接近 0),又或是无脱钩(DCF = 0 或为负值)。

2. Tapio 脱钩指标法

Tapio 将脱钩弹性系数定义为环境压力变动率(%)除以经济驱动力变动率(%),^[18]其公式如下:

$$DE = \frac{\left[\frac{(EP_t - EP_{t-1})}{EP_{t-1}} \right]}{\left[\frac{(ED_t - ED_{t-1})}{ED_{t-1}} \right]} \quad (3)$$

上式中: DE 为脱钩弹性指数, EP 为环境压力, ED 为经济驱动力, t 与 $t-1$ 分别为报告期与基期。 DE 值可有效测评经济增长和环境压力的“脱钩”状态, 为定量分析环境与发展形势提供了可靠、适用的工具。

以 DE 值的变化范围作为“脱钩”状况的界定, 把脱钩指标分成脱钩、负脱钩、连接共 3 种状态, 并依据不同的 DE 值再进一步细分为弱脱钩 ($\Delta EP > 0, \Delta ED > 0, 0 \leq DE < 0.8$)、强脱钩 ($\Delta EP < 0, \Delta ED > 0, DE < 0$)、弱负脱钩 ($\Delta EP < 0, \Delta ED < 0, 0 \leq DE < 0.8$)、强负脱钩 ($\Delta EP > 0, \Delta ED < 0, DE < 0$)、扩张负脱钩 ($\Delta EP > 0, \Delta ED > 0, DE > 1.2$)、扩张连接 ($\Delta EP > 0, \Delta ED > 0, 0.8 \leq DE \leq 1.2$)、衰退脱钩 ($\Delta EP < 0, \Delta ED < 0, DE > 1.2$) 与衰退连接 ($\Delta EP < 0, \Delta ED < 0, 0 \leq DE < 0.8$) 8 大类。

(二) 数据来源与处理方法

由于在我国统计体系中, 只有“第三产业”的概念, 为便于与国际惯例接轨, 也便于做比较分析, 本研究将“服务业”等同于“第三产业”。研究中所涉及的服务业增加值和服务业终端能源消费等基础数据分别来自历年《中国统计年鉴》及《中国能源统计年鉴》。为消除价格因素的影响, 各年服务业增加值则按第三产业 GDP 指数进行统一平滑缩减。

各类能源折合为标准煤的系数来自于《中国能源统计年鉴》中的各类能源平均低位发热量。能源燃烧的 CO_2 直接排放系数计算公式^[19]为 $f = \text{单位燃料的平均低位发热量} \times \text{潜在碳排放因子} \times \text{燃烧过程氧化率} \times 44/12$ 。各化石能源的平均低位发热

量、潜在碳排放因子及燃料燃烧过程中的氧化率采用国家发改委能源研究所“中国可持续发展能源暨碳排放情景分析”中的数据,^[20] 电力部分的碳排放因子采用中国区域电网基准线排放因子。

二 服务业能源消费与碳排放的关联分析

(一) 服务业增加值及能耗情况和碳排放变化的趋势与关联分析

根据上述数据来源和计算方法计算、整理后, 得到中国服务业增加值、能耗总量、碳排放量、能源结构、能耗强度与碳排放强度的时序变化, 如图 1~4 和表 1 所示。

1. 服务业增加值和能耗总量变化的趋势与关联分析

图 1 显示了 1991—2011 年间服务业 GDP 与能耗总量变化的情况, 由此可知: 服务业 GDP 总体上呈现高速增长之势, 21 年间逐年增长率平均值达 10.66%; 其中 2007 年增长率高达 15.98%, 为考察期内最大值, 这主要是由于 2007 年 3 月 19 日国务院发布《关于加快发展服务业的若干意见》, 受此政策效应的影响, 服务业出现了前所未有的发展态势。而在研究样本区间内, 服务业能耗仅在 1995 年出现 3.51% 的下降外, 其余年份呈逐年增长的趋势; 21 年间逐年增长率平均值为 8.61%, 稍低于服务业 GDP 的该值; 其中, 2004 年增长率高达 17.45%, 是考察期内最大值, 这可能与 2002 年以来宏观经济过热导致“高投入、高能耗、高排放”的粗放式增长有关。再从服务业 GDP 与服务业能耗逐年增长率的整体变动趋势来看, 两条曲线在大多数年份均呈现出基本相反的变化走势, 即当服务业 GDP 增速加快时, 服务业能耗的增速反而放缓; 当服务业 GDP 增速变慢时, 服务业能耗增速却在上升。

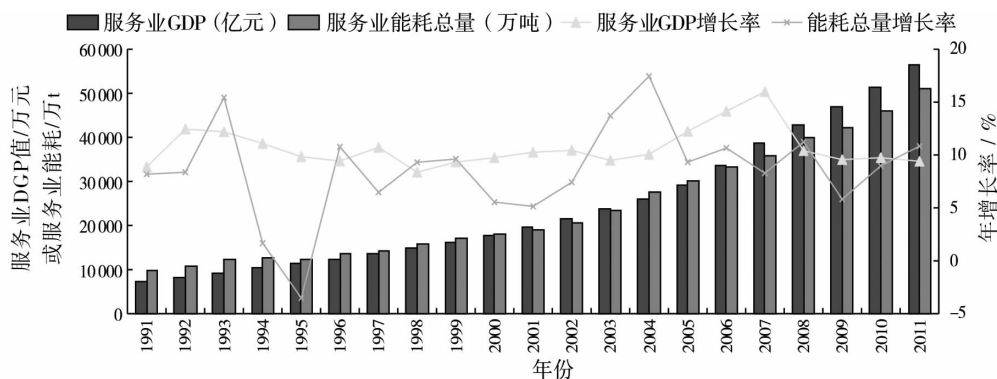


图 1 1991—2011 年服务业 GDP 与能耗总量的变化趋势

2. 服务业增加值和碳排放量变化的趋势与关联分析

图2显示了1991—2011年间服务业GDP与碳排放量变化的情况,其中服务业GDP的总量及增长情况上文已有论述,此处不再赘述。从考察期内碳排放量变化的情况来看,与服务业能耗总量的变化类似,仅在1995年出现3.60%的降速外,其余年份呈逐年增长的趋势;21年间逐年增长率的平均值为8.93%,稍高于能耗逐年增长率的平均值

8.61%;其中2004年增长率高达25.90%,是考察期内最大值,也高于能耗逐年增速的最大值17.45%。再从服务业GDP与碳排放量逐年增长率的整体变动趋势来看,与上文中服务业GDP和服务业能耗逐年增长率的整体变动趋势相似,两条曲线在大多数年份均呈现出基本相反的变化走势,即当服务业GDP增速变慢时,服务业碳排放的增速反而加快;当服务业GDP增速加快时,碳排放增速却在下降。

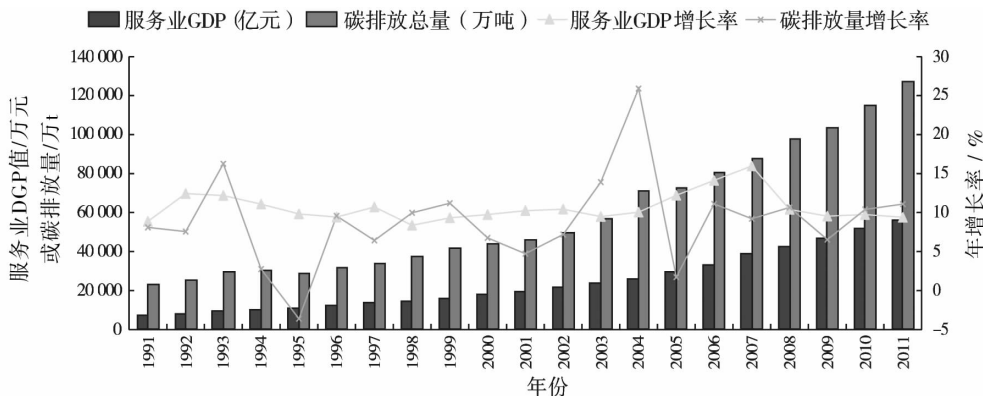


图2 1991—2011年服务业GDP与碳排放量的变化趋势

3. 能源消费强度和碳排放强度变化的趋势与关联分析

图3显示了1991—2011年间服务业能耗强度与碳排放强度的变化情况,由此可知,能耗强度与碳排放强度的变化趋势具有很强的一致性和同步性。从时序上来看,在技术进步、能源效率提高和能源结构改善等因素的共同影响下,服务业能耗强度和碳排放强度都呈现出同步下降的趋势,但也有个别年份相比上年出现不降反升的现象,如1993、2003、2004年等,这是偶然因素作用的结果。其中,1991—1995年,能耗强度和碳排放强度的降速较为

迅速,能耗强度由1.35吨/万元人民币下降到1.08吨/万元人民币,降幅为20.27%,年均下降5.51%;碳排放强度由3.20吨/万元人民币下降到2.58吨/万元人民币,降幅为19.51%,年均下降5.28%,因而碳排放强度的整体和年均降幅均稍低于能耗强度的整体和年均降幅。而1995—2011年,能耗强度和碳排放强度的降速则较为缓慢,能耗强度由1.08吨/万元人民币降低到了0.91吨/万元人民币,降幅为15.97%;碳排放强度由2.58吨/万元人民币下降到2.26吨/万元人民币,降幅为12.25%,也稍低于能耗强度的降速。

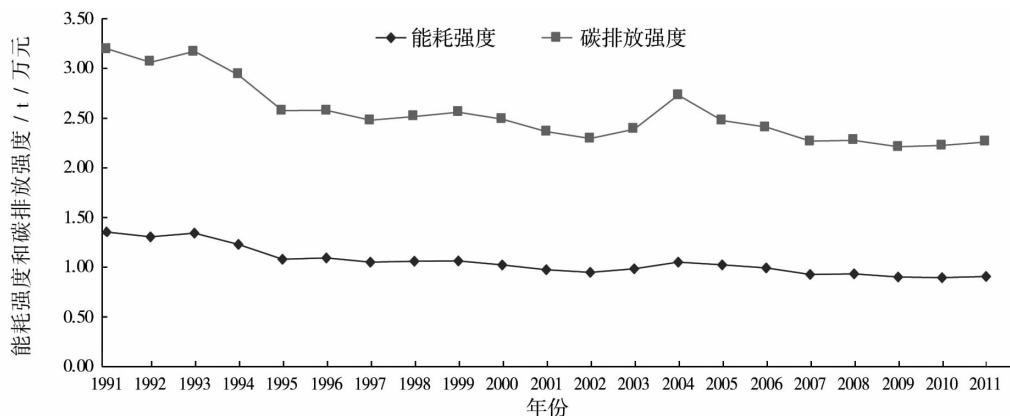


图3 1991—2011年服务业能耗强度、碳排放强度的变化趋势

4. 各能源品种消费总量和消费结构的变化趋势分析

如表 1 所示,1991—2011 年服务业各类能源品种消费总量在这 21 年间除煤炭类外,其它 3 种能源均出现了大小不等的增长;其中天然气消费的年均增长率达到了 26.62%,热力和电力、石油类消费

的年均增长率也分别达到了 12.82% 和 9.93%;煤炭消费的总量在 1991—2007 年间却从 3592.39 万吨下降到 1784.13 万吨,年均降低率为 -4.28%;但 2007—2011 年间又从 1784.13 万吨增加到了 3547.30 万吨,4 年又增长了 98.83%,年均增长率竟达 18.75%。

表 1 1991—2011 年服务业各能源品种消费量的变化趋势

单位:万吨标煤

年份	煤炭类	石油类	天然气	热力和电力	能耗总量
1991	3 592.39	4 254.35	1.87	606.21	8 454.81
1992	3 431.04	4 927.55	1.62	696.793	9 057.00
1993	3 589.49	6 046.46	12.59	842.103	10 490.63
1994	3 629.92	5 752.35	3.31	1 008.53	10 394.12
1995	3 065.34	6 528.72	3.00	860.59	10 457.64
1996	2 921.23	7 230.83	4.29	1 063.91	11 220.25
1997	2 212.33	8 517.95	2.23	1 231.52	11 964.02
1998	2 271.21	9 203.38	4.25	1 431.52	12 910.37
1999	2 132.08	10 649.25	5.42	1 615.07	14 401.81
2000	1 977.75	11 505.56	6.32	1 769.22	15 258.85
2001	1 925.39	11 915.77	8.58	1 924.52	15 774.26
2002	1 924.28	12 648.40	9.53	2 133.85	16 716.06
2003	1 996.03	14 095.52	10.73	2 558.37	18 660.64
2004	1 827.80	16 993.74	35.26	3 598.08	22 454.87
2005	1 847.14	18 518.51	31.94	3 364.23	23 761.82
2006	1 807.07	20 439.71	42.23	3 853.65	26 142.65
2007	1 784.13	22 281.50	54.26	4 271.61	28 391.49
2008	3 034.03	23 190.95	126.64	4 709.22	31 060.84
2009	3 281.34	23 629.19	160.54	5 255.13	32 326.19
2010	3 255.51	26 007.51	165.34	5 949.47	35 377.83
2011	3 547.30	28 235.56	209.44	6 765.36	38 757.66

从能源消费结构来看,如图 4 所示,1991—2011 年服务业能耗均以石油类消费为主,其各年度所占能耗总量的比例高达 50.32%~78.48%,这一比例远高于全国能耗总量中石油类 20% 的比重;其次为煤炭类、热力和电力类,各年度所占的比例分别是 6.28%~42.49%、7.17%~17.46%,前者远低于全国能耗总量中煤炭类 60% 以上的比重,而后者则一般高于全国能耗总量中热力和电力 10% 的比重;天然气的消费比重最低,历年来从未超过 0.55%,大大低于全国能耗总量中天然气 10% 的比重;煤炭类、石油类、天然气、热力和电力消费的各年度平均比重分别是 17.64%、69.89%、0.15%、12.33%。另从能源结构的变化趋势来看,煤炭类的比重在 1991—2007 年间呈现缓慢下降的趋势,而到 2008—2011 年又有轻微上升;石油类的比重

则在波动中增加,从 1991 年的 50.32% 逐年上升到了 2007 年 78.48% 的最高点,此后又逐年下降到了 2011 年的 72.85%;天然气的比重从 0.02% 逐年上升到了 0.54%;热力和电力的比重也从 7.17% 逐年递增到了 17.46%。总之,煤炭类比重的递减之势以及天然气、热力和电力消费的比重逐年增长趋势,表明了服务业能耗结构的低碳化发展趋势,但以煤炭、石油等传统高碳能源比重占到 80% 以上的情形并没能得到根本转变。

(二) 服务业能源消费、产业增长与碳排放的脱钩指标分析

采集相关基础数据,按照公式(1)、(2)、(3)分别计算出服务业的能耗总量、碳排放量与其 GDP 的 CECD 脱钩因子和 Tapio 脱钩弹性系数,结果如图 5、图 6 及表 2 所示。

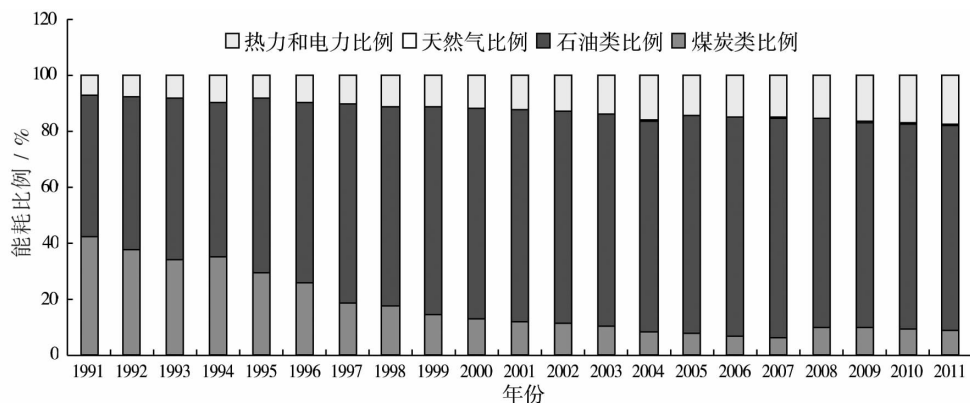


图4 1991—2011年服务业能源消费结构的变化

1. OECD 脱钩指标分析

a) 能源消费总量与服务业 GDP 的 OECD 脱钩分析

图5显示了服务业能耗总量、碳排放量与其GDP的OECD脱钩因子变化趋势,发现1991—2011年服务业能耗总量与其GDP的DCF值均大于0,其变动范围是0.01~0.34,呈现出绝对脱钩的状态,这表明在能源消费方面具有较好的经济效益。

综合各年脱钩因子的变动情况来看,表现为波动式上升之势,表明:服务业能源消费与其GDP之间的脱钩状态正向良性方向发展,其中以1992—1994年间的DCF值为最小,表现欠佳;但以2007—2011年的DCF值为最大,表现较好,由此可见近年来脱钩因子有逐渐变好的趋势,主要原因在于服务业能耗相对于基期的增加值小于其GDP的对应值。

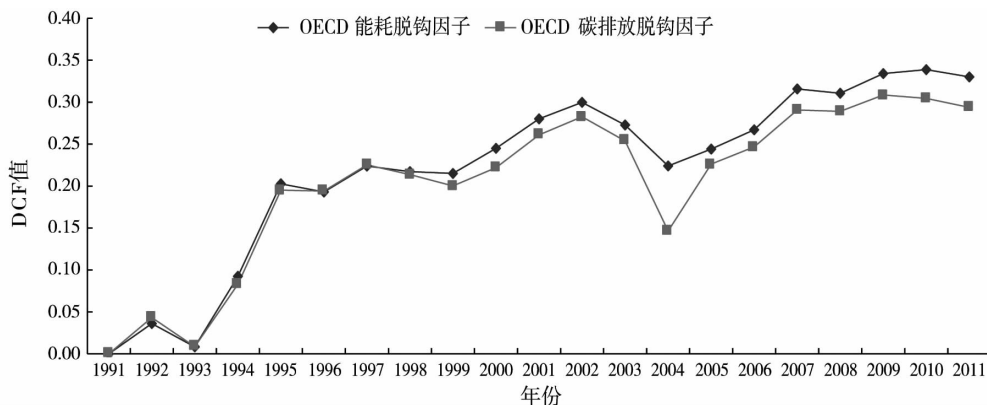


图5 1991—2011年服务业能耗、碳排放与GDP的OECD脱钩因子变化

b) 二氧化碳排量与服务业 GDP 的 OECD 脱钩分析

考察图5中服务业碳排放量与其GDP的OECD脱钩因子变化趋势,发现1991—2011年的DCF值均大于0,其变动范围是0.01~0.31,也呈现出绝对脱钩的状态,这表明在碳排放方面具有较好的经济效益。综合各年脱钩因子的变动情况来看,与服务业能耗和其GDP的OECD脱钩因子变化趋势极为类似,也表现为波动式上升之势,表明:服务业碳排放与其GDP之间的脱钩状态正向良性方向发展,其中以1992—1994年间的DCF值为最

小,表现欠佳;但以2007—2011年的DCF值为最大,表现较好。由此可见,近年来脱钩因子有逐渐变好的趋势,主要原因也在于服务业碳排放相对于基期的增加值小于其GDP的对应值。

2. Tapio 脱钩指标分析

a) 能源消费总量与服务业 GDP 的 Tapio 脱钩分析

图6显示了1992—2011年间服务业能耗总量、碳排放量与其GDP的Tapio脱钩弹性指数变化趋势,发现服务业能耗总量与其GDP的DE值整体上呈现波动式上升之势,其中除了1995年因为能耗总

量相比 1994 年减少而导致 DE 值为负数外,其余 19 年的 DE 值均为正数,范围介于 0.15 ~ 1.74 之间;再者,1993、1996、1998、2003 和 2008 年均表现出大幅上升,尤其 1996 年以 420.74% 的增幅为最高。原因在于这 5 个年份内服务业 GDP 的增速小于能耗总量的增速,且差距较大,从而导致 DE 值比其它年份高出较多;而 1994、1995、2005 年则表现出大幅下降,特别是 1995 年以 337.39% 的降幅为最大,原因在于这些年份内服务业 GDP 的增速远大于能耗总量的增速,造成 DE 值比其它年份低了很多。

表 2 显示了 1992—2011 年间服务业能耗总量、碳排放量与其 GDP 的 Tapio 脱钩弹性状态变化,可知大部分年份处于弱脱钩、扩张连接、扩张负脱钩状态中,仅有 1995 年处于强脱钩状态下,该年是最理想的情景,表明服务业 GDP 在增长,而能源消耗与碳排放却在减少,也是未来服务业实现节能减排的最佳路径。其中 6 年的扩张连接状态、3 年

的扩张负脱钩状态,表明能耗、碳排放与经济增长均在扩张,但碳排放与能耗的增速更快,这是典型的高碳增长方式,需要加以改善。值得肯定的是 20 年当中有 10 年处于弱脱钩状态,这些年份均属于较为理想的情形,表明服务业 GDP 在逐年增长、能效有所提高,能源消耗与碳排放量虽也在增加,但低于 GDP 的增速。由于样本区间内服务业 GDP 未出现负增长,因而没有出现弱负脱钩、强负脱钩、衰退脱钩与衰退连接状态。

再考察历年脱钩弹性状态的变化趋势,发现波动较大、稳定性差,主要表现为弱脱钩与扩张连接等接替出现。特别是到了后期阶段,脱钩状态由 2005—2007 年的弱脱钩转变为 2008、2009—2011 年的扩张连接状态,表示若服务业要增加 1 个百分点的 GDP,就必须超过 1 个百分点的能耗和碳排放才能实现,因此出现能效恶化、高碳排放的趋势,需要采取有效措施予以避免。

表 2 1992—2011 年服务业能耗、碳排放与 GDP 的 Tapio 脱钩弹性状态变化

年份	$\Delta G/G$	$\Delta E/E$	$\Delta C/C$	DEe	DEc
1992	12.44	8.37	7.58	0.67 (弱脱钩)	0.61 (弱脱钩)
1993	12.19	15.43	16.26	1.27 (扩张负脱钩)	1.33 (扩张负脱钩)
1994	11.09	1.66	2.76	0.15 (弱脱钩)	0.25 (弱脱钩)
1995	9.84	-3.51	-3.60	-0.36 (强脱钩)	-0.37 (强脱钩)
1996	9.43	10.77	9.57	1.14 (扩张连接)	1.02 (扩张连接)
1997	10.72	6.47	6.44	0.60 (弱脱钩)	0.60 (弱脱钩)
1998	8.37	9.30	9.98	1.11 (扩张连接)	1.19 (扩张连接)
1999	9.33	9.63	11.21	1.03 (扩张连接)	1.20 (扩张连接)
2000	9.75	5.56	6.76	0.57 (弱脱钩)	0.69 (弱脱钩)
2001	10.26	5.14	4.73	0.50 (弱脱钩)	0.46 (弱脱钩)
2002	10.44	7.42	7.21	0.71 (弱脱钩)	0.69 (弱脱钩)
2003	9.50	13.72	13.91	1.44 (扩张负脱钩)	1.46 (扩张负脱钩)
2004	10.06	17.45	25.90	1.74 (扩张负脱钩)	2.58 (扩张负脱钩)
2005	12.23	9.33	1.73	0.76 (弱脱钩)	0.14 (弱脱钩)
2006	14.14	10.66	11.12	0.75 (弱脱钩)	0.79 (弱脱钩)
2007	15.98	8.29	9.22	0.52 (弱脱钩)	0.58 (弱脱钩)
2008	10.40	11.23	10.66	1.08 (扩张连接)	1.02 (扩张连接)
2009	9.56	5.83	6.54	0.61 (弱脱钩)	0.68 (弱脱钩)
2010	9.75	8.98	10.41	0.92 (扩张连接)	1.07 (扩张连接)
2011	9.40	10.84	11.10	1.15 (扩张连接)	1.18 (扩张连接)

注: $\Delta G/G$ 表示服务业经济驱动力的逐年变化率, $\Delta E/E$ 表示服务业能耗总量的逐年变化率, $\Delta C/C$ 表示服务业 CO_2 排放的逐年变化率, DEe 表示服务业能耗与 GDP 增长的脱钩弹性系数, DEc 表示服务业 CO_2 排放与 GDP 增长的脱钩弹性系数。

b) 二氧化碳排量与服务业 GDP 的 Tapio 脱钩分析

考察图 6 中服务业碳排放量与其 GDP 的 Tapio

脱钩弹性指数变化趋势,发现服务业碳排放量与其 GDP 的 DE 值整体上也呈波动式上升之势,其中除了 1995 年因碳排放量相比 1994 年减少而导致 DE

值为负数外,其余19年的DE值均为正数,范围介于0.25~2.58之间;再者,1993、1996、1998、2003和2006年均表现出大幅上升,尤其2006年以456.47%的增幅为最高,究其原因在于这5个年份服务业GDP的增速小于碳排放量的增速,且差距较大,就导致DE值比其它年份高出较多;而1994、1995、2005年则表现出大幅下降,特别是

1995年以247.13%的降幅为最大,原因在于这些年份服务业GDP的增速远大于碳排放量的增速,造成DE值比其它年份低了很多。

至于服务业碳排放量与其GDP的Tapio脱钩弹性状态变化,其与服务业能耗和GDP的该项变化完全一样,并在上文中也一并论述过,在此不再赘述。

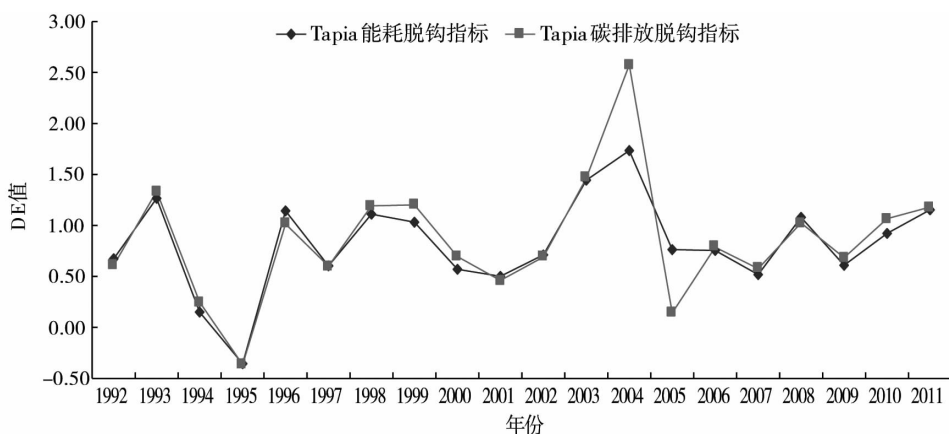


图6 1992—2011年服务业能耗、碳排放与GDP的Tapio脱钩弹性指数变化

三 结论与建议

本研究通过探讨1991—2011年中国服务业增加值与能耗总量、碳排放量之间的关联性,并运用OECD和Tapio两种脱钩指标法,探讨了上述三者之间的相互关系和关联效应,得到的结论如下:

1) 服务业GDP、能耗总量和碳排放量整体上呈逐年增长之势,但从服务业GDP与能耗、碳排放的逐年增长率变动来看,前者与后两者在大多数年份均呈现基本相反的变化走势。

2) 能耗强度与碳排放强度的变化具有很强的同步性和一致性,都呈现下降之势,1991—1995年降速较快,2005—2011年降速变慢;碳排放强度的整体和年均降幅均稍低于能耗强度。

3) 从服务业能耗结构来看,煤炭类消费的总量在1991—2007年表现为递减,而2005—2011年又表现为递增,但其比重大致呈递减之势;天然气、热力和电力消费的数量和比重却呈逐年增长趋势;煤炭、石油等传统高碳能源比重都占80%以上。

4) 服务业能耗总量、碳排放量与其GDP的OECD脱钩因子均呈现出绝对脱钩的状态,并表现为波动式上升之势;2007—2011年脱钩因子都有逐渐变好的趋势。

5) 服务业能耗总量、碳排放量与其GDP的Tapio脱钩弹性指数整体上也均呈波动式上升之势;大部分年份处于弱脱钩(10年)、扩张连接(6年)、扩张负脱钩(3年)状态中,仅有1995年处于强脱钩状态下。

基于上述研究结论,本文提出几点政策建议:

1) 基于服务业能耗与碳排放随着服务业GDP增加而逐年上升的事实,应将服务业的节能减碳作为未来国家节能减排的后备增长点,并在此基础上建立相应的宏观指标分解和微观动力机制。

2) 为进一步降低服务业能耗强度和碳排放强度,需引进和研发低碳交通、低碳建筑、能效提高、能源转换与替代等技术,大力发展六大类低碳服务业,即低碳技术、服务研究与发展,低碳教育、培训产业,低碳信息服务业,低碳综合管理服务业,低碳商务服务业,公共低碳管理服务业。^[21]

3) 针对服务业能耗结构不甚合理的现状,在成本效益分析的基础上降低化石能源比重,大力开发和利用新能源和可再生能源;另外,在服务业中继续提高热力和电力、天然气等低碳能源的比重,尽力减少煤炭、石油等高碳能源的比重。

4) 在扩大服务业规模的同时,要坚持不懈地保持并尽可能强化其能耗、碳排放与增加值的良性脱

钩状态,应调整服务业内部产业结构,促进能耗强度和碳排放强度更低、能更好满足生产和生活需要的服务行业加快发展壮大。

限于数据缺失和论文篇幅,本研究一是未对服务业及其细分行业的能耗和碳排放增长的影响因素进行分解;二是没有采用情景分析、成本效益分析等方法,探讨和预测未来服务业的能耗、碳排放情形及其节能减碳潜力,这些也将是后续研究进一步深化的方向。

参考文献:

- [1] 王 锋,吴丽华,杨 超. 中国经济发展中碳排放增长的驱动因素分析[J]. 经济研究,2010(2):123-136.
- [2] 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(11):2012-2019.
- [3] Schleich J, Gruber E. Beyond Case Studies: Barriers to Energy Efficiency in Commerce and Public - service Sectors [J]. Energy Economics,2008(2):449-464.
- [4] Lam T N T, Kevin 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(7):2321-2327.
- [5] Farreny R, Gabarrell X, Rieradevall J. Energy intensity and greenhouse gas emission of a purchase in the retail park service sector: An integrative approach[J]. Energy Policy, 2008(36):1957-1968.
- [6] Lei K, ZHOU S, Hu D. Ecological Energy Accounting for the Gambling Sector: A Case Study of Macao[J]. Ecological Complexity,2010(2):149-156.
- [7] Yuen A C L, ZHANG A. Unilateral Regulation and Greenhouse Gas Emissions: The Case of the Airline Industry [J]. Transportation Research Part D, 2011(7): 540-546.
- [8] Alcantara V, Padilla E. Input - Output Subsystems and Pollution: An Application to the Service Sector and Emissions in Spain [J]. Ecological Economics, 2009(3): 905-914.
- [9] Becken S, Patterson M. Measuring National Carbon Dioxide Emissions From Tourism as a Key Step Towards Achieving Sustainable Tourism[J]. Journal of Sustainable tourism, 2006(4):323-338.
- [10] Kuo N W, Chen P H. Quantifying Energy Use, Carbon Dioxide Emission, and Other Environmental Loads From Island Tourism Based on a Life Cycle Assessment Approach[J]. Journal of Cleaner Production, 2009(15): 1324-1330.
- [11] Mairet N, Decellas F. Determinants of Energy Demand in the French Services Sector: A Decomposition Analysis [J]. Energy Policy, 2009(7):2734-2744.
- [12] Chan W W, Lam J C. Prediction of Pollutant Emission Through Electricity Consumption by the Hotel Industry in Hong Kong [J]. Hospitality Management, 2002(4):381-391.
- [13] 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.
- [14] 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(5):21-28.
- [15] 唐承财,钟林生,成升魁. 国内外服务业能源消耗与碳排放研究进展[C]//北京:2012 中国可持续发展论坛:2012 年专刊:一,2012:390-396.
- [16] 唐承财,钟林生,成升魁. 旅游业碳排放研究进展[J]. 地理科学进展,2012(4):451-460.
- [17] OECD. Indicators to Measure Decoupling of Environmental Pressure From Economic Growth. 2002 [R/OL]. [2008-09-26]. [http://www.oilis.oecd.org/olis/2002doc.nsf/LinkTo/sg-sd\(2002\)1-final](http://www.oilis.oecd.org/olis/2002doc.nsf/LinkTo/sg-sd(2002)1-final).
- [18] Tapio P. Towards A Theory of Decoupling: Degrees of Decoupling in the EU and the Case of Road Traffic in Finland Between 1970 and 2001[J]. Journal of Transport Policy,2005(12):137-151.
- [19] IPCC. Working Group III Report "Mitigation of Climate Change" [R]. Cambridge, United Kingdom and New York:Cambridge University Press,2007.
- [20] 国家发改委能源研究所. 中国可持续发展能源暨碳排放情景分析综合报告[R]. 国家发改委能源研究所,2003.
- [21] 曹莉萍,诸大建,易 华. 低碳服务业概念、分类及社会经济影响研究[J]. 上海经济研究,2011(8):3-10.

责任编辑:徐 蓓