

# 产业结构调整对内蒙古碳排放的影响分析

□ 王燕梅

(中国社会科学院 工业经济研究所, 北京 100836)

**[摘要]** 内蒙古是化石能源消费大省,煤炭消费接近一次能源消费的90%,同时内蒙古正处于工业化中期,工业结构重型化和高耗能化趋势还将延续。文章从煤炭消费入手,分析了内蒙古产业结构调整、工业行业结构调整对碳排放的作用,探讨了煤化工行业对未来碳排放核算的意义。

**[关键词]** 内蒙古;产业结构;碳排放;煤炭消费

**[中图分类号]**F832.1 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1003-1154(2017)01-0060-04

## 一、引言

现代工业社会活动对于大气温室气体的影响,主要来自于化石能源使用。化石能源在燃烧和转化过程中,会产生大量温室气体和污染物。因此,节能的一个重要目的就是降低二氧化碳排放量。为了应对全球气候变化,中国政府在2009年主动做出国际承诺,到2020年中国碳排放强度比2005年降低40%~45%。内蒙古自治区是中国的化石能源消费大省,正处于重化工业比重较高的工业化中期,其工业增加值占GDP的比重高于全国10个百分点,能源强度也较全国平均水平高出1/3,并且,这种以重化工业发展为引领的产业结构变动方向还将在“十三五”时期持续下去。因此,分析内蒙古“十一五”以来的产业结构调整对于碳排放的影响,探究过去十年间碳排放影响因素变化,对于“十三五”时期继续推进内蒙古节能减排具有极其重要的意义,也能够对其他处于相似发展阶段的省份形成一定的启示。

## 二、一次能源结构对碳排放的影响

将问题简化来看,化石能源消耗所产生的二氧化碳,决定于两个因素,一是化石能源的消费总量,二是化石能源的消费结构<sup>[1]</sup>。不同化石能源单位消费量所产生的二氧化碳排放量不同,煤炭、石油、天然气的二氧化碳排放因子分别为2.64吨CO<sub>2</sub>/吨标煤、2.08

吨CO<sub>2</sub>/吨标煤、1.63吨CO<sub>2</sub>/吨标煤,其中,煤炭的二氧化碳排放因子最高。

内蒙古能源消费结构以煤为主,近年煤炭消费占一次能源的比重一直在87%左右,水电、风电等非化石能源占比尽管增长较快,但2013年仅占能源消费总量的2.17%(见表1)。

表1 内蒙古能源消费总量及构成(当量值)

年份	能源消费总量 (万吨标准煤)	占能源消费总量的比重(%)			
		煤炭	石油	天然气	水电、核电和其他能发电
2005	10788.37	90.44	8.60	0.78	0.17
2006	12835.27	89.67	8.64	1.49	0.20
2007	14703.32	88.79	8.35	2.40	0.46
2008	16407.63	88.09	8.99	2.47	0.44
2009	17473.68	86.36	9.10	3.37	1.17
2010	18882.66	86.60	8.96	3.02	1.42
2011	21148.52	87.08	9.15	2.34	1.43
2012	22103.30	87.59	8.36	2.30	1.75
2013	22657.49	87.63	7.74	2.46	2.17

资料来源:历年《内蒙古统计年鉴》。

与能源消费量直接来自统计数据不同,二氧化碳排放量需要按照一定范围和标准进行估算,而对碳排放量估算的方法有多种。学术界一般利用各年份化石能源的实物消费量,折算为标准煤,再乘以各化石能源的二氧化碳排放因子,在得到分能源品种的二氧化碳排放量基础上加总得到地区二氧化碳排放量<sup>[1,2]</sup>。但在折算为标准煤和乘以各化石能源的二氧

碳排放因子过程中,所隐含的假设太过强烈,如电煤均按0.714 3 kg 标准煤/kg 折算为标准煤,假设所有化石能源均用于燃烧,这些假设与内蒙古的能源消费实际存在较大出入。因此,本文没有测算内蒙古的二氧化碳排放量,而采用了自治区统计局的2013、2014年测算数据。

按照《国家发改委办公厅关于开展2014年度单位国内生产总值二氧化碳排放降低目标责任考核评估的通知》(发改办气候[2015]958号),自治区统计局测算了2013、2014年的二氧化碳排放数据,核算范围是化石燃料燃烧过程产生的二氧化碳排放量。据此得到2013、2014年内蒙古燃烧用化石能源消费量及二氧化碳排放情况(见表2)。以2014年为例,在二氧化碳排放量的一次能源来源中,煤炭消费量占91%,而煤炭消费形成的二氧化碳排放量占93%,都较上年有微弱提高。可见,目前煤炭消费对于内蒙古二氧化碳排放量居于举足轻重的地位,其重要性尚未出现下降趋势。因此,对产业结构调整影响二氧化碳排放的分析,可以转化为对产业结构调整影响煤炭实物消费的分析。

表2 内蒙古燃烧用化石能源消费量及二氧化碳排放

	2013年	2014年
燃烧用化石能源消费总量(万吨标煤)	20 730	21 356
煤炭燃烧消费量(万吨标煤)	18 698	19 388
油品燃烧消费量(万吨标煤)	1 448	1 369
天然气燃烧消费量(万吨标煤)	584	599
煤炭消费比例	90.20%	90.78%
油品消费比例	6.98%	6.41%
天然气消费比例	2.82%	2.81%
内蒙古二氧化碳排放量(万吨CO <sub>2</sub> )	53 327	55 007
煤炭消费产生的二氧化碳排放量(万吨CO <sub>2</sub> )	49 363	51 183
油品消费产生的二氧化碳排放量(万吨CO <sub>2</sub> )	3 011	2 847
天然气消费产生的二氧化碳排放量(万吨CO <sub>2</sub> )	952	977
煤炭消费产生的二氧化碳排放比例	92.57%	93.05%
油品消费产生的二氧化碳排放比例	5.65%	5.18%
天然气消费产生的二氧化碳排放比例	1.79%	1.78%

### 三、产业结构调整对煤炭消费量的影响

#### (一) 三次产业结构调整对煤炭消费量的影响

三次产业的增加值根据《内蒙古统计年鉴》(2013、2006)中的《生产总值》、《生产总值构成》、《生产总值指数》计算。增加值需要采用不变价格,在当年价生产总值及其指数基础上,得到2010年不变价格下的历年地区生产总值,再利用生产总值指数,分别得到第一产业、第二产业和第三产业的可比价增加值。

利用计算得到的2010年可比价三次产业增加值数据,以及《内蒙古统计年鉴》中《分行业能源消费总量和主要能源品种消费量》表中提供的煤炭消费实物量,得到三次产业的单位增加值煤炭消费量(见表3)。与全部能源消费情况相比,煤炭消费更加集中于第二产业,与第一、三产业的消费强度差距也更大。

表3 内蒙古三次产业的单位增加值煤耗

单位:吨煤/万元

	2005年	2010年	2013年
第一产业	0.163 3	0.248 5	0.300 3
第二产业	5.280 4	3.708 1	3.864 6
第三产业	0.261 5	0.403 7	0.390 7
合计	2.525 7	2.191 8	2.256 9

注:按照2010年不变价计算。

采用对数平均迪氏指数法(LMDI)<sup>[3]</sup>,在三次产业层面上对煤炭消费增长因素进行分解(见表4)。2005—2010年,内蒙古煤炭实物消费量增长了12 473万吨,其中,GDP增长带来的规模效应贡献率为121%;三次产业结构调整的贡献率为24%,即“十一五”时期第二产业比重的增加是带动煤炭消费量增长的重要因素;而强度效应,即第二产业单位增加值煤耗的大幅下降,则对抑制煤炭消费增长发挥了重要作用。进入“十二五”的2010—2013年,内蒙古煤炭实物消费量增长了11 008万吨,其中,GDP增长带来的规模效应贡献率为92%;三次产业结构调整的贡献率为-2.5%,因为第二产业比重出现了微弱下降;而第二产业单位增加值煤耗上升,导致强度效应贡献率为10.7%。

表4 煤炭消费量增长的因素分解

时间段	煤炭消费增长		规模效应	
	数量(万吨)	贡献率(%)	数量(万吨)	贡献率(%)
2005—2010年	12 473.08	100	15 101.48	121.07
2010—2013年	11 007.81	100	10 107.27	91.82
时间段	结构效应		强度效应	
	数量(万吨)	贡献率(%)	数量(万吨)	贡献率(%)
2005—2010年	3 017.415	24.19	-5 645.82	-45.26
2010—2013年	-276.981	-2.52	1 177.521	10.70

综合两个时期的变动趋势来看,经济规模增长是煤炭消费增长的最重要推力,第二产业单位增加值煤耗在进入“十二五”时期由下降转为上升,则导致技术进步的节能作用消失;而三次产业结构变动中,第二产业比重是上升或是下降是导致煤炭消费量增减的关键。

#### (二) 工业行业结构调整对煤炭消费量的影响

一次能源消费主要在工业行业进行,2013年,内

蒙古煤炭消费量为 3.83 亿吨,其中工业煤炭消费占 87.76%。下面,利用规模以上工业企业数据,将工业部门分为采掘业(在内蒙古该行业主体是煤炭开采和洗选业)、石油加工炼焦和核燃料加工业、化学原料及化学制品制造业、非金属矿物制品业、黑色金属冶炼及压延加工业、有色金属冶炼及压延加工业、电力热力的生产和供应业、其他工业 8 部分<sup>[4]</sup>,分析工业经济规模增长、产业结构变动、技术进步对于煤炭消费量增长的影响。

数据来源和处理:(1)经济规模采用全口径工业总产值,在《内蒙古统计年鉴》提供的《工业总产值》、《工业总产值指数》基础上,得到 2010 年可比价格的 2005—2013 年工业总产值数据。利用规模以上工业企业的产业结构数据,将全口径的工业总产值分解到各个工业行业,其基本假设是全口径工业企业产值结构与规模以上工业企业产值结构相同。

(2)产业结构在规模以上工业企业的工业总产值数据基础上,利用各行业的工业品出厂价格指数折算为 2010 年不变价格后计算。

(3)单位煤耗采用单位产值的煤炭消费量衡量。各工业行业的煤炭消费量采用《内蒙古统计年鉴》中《分行业能源消费总量和主要能源品种消费量》表中提供的煤炭消费实物量。各工业行业单位产值煤耗如表 5 所示。

得到的各工业行业单位产值煤耗如表 5 所示。从工业整体煤炭消费情况看,单位产值煤耗呈持续下降,尤其是“十一五”时期降幅巨大。进入“十二五”以来,内蒙古工业单位产值煤耗下降趋势大幅减缓,尤其是煤炭消费量最大的电力工业,单位产值煤耗出现微弱上升<sup>1</sup>;煤炭消费量增长最快的化学工业,单位产值煤耗明显提高。

表 5 工业各行业煤炭消费量及万元产值煤耗

	煤炭消费量 (万吨)			万元产值煤耗 (吨煤/万元)		
	2005	2010	2013	2005	2010	2013
工业合计	12 369	23 355	33 629	2.30	1.46	1.37
采掘业	1 125	2 613	4 146	1.03	0.63	0.59
石油加工、炼焦 和核燃料加工业	1 247	1 973	3 175	5.93	4.35	3.91
化学原料和化学制品制造业	713	1 092	2 673	2.85	1.17	1.50
非金属矿物制品业	707	764	804	4.67	1.14	0.83
黑色金属冶炼和压延加工业	740	1 441	1 671	0.70	0.96	0.78
有色金属冶炼和压延加工业	119	875	1 555	0.42	0.57	0.64
电力、热力生产和供应业	7 017	13 725	18 700	10.50	8.35	8.40
其他工业	701	872	905	0.42	0.17	0.13

注:万元产值煤耗按 2010 年可比价格计算。

在工业划分为 8 个部门的基础上,对煤炭消费增长因素进行分解(见表 6)。2005—2010 年,内蒙古工业用煤炭实物消费量增长了 10 986 万吨,其中,工业经济规模增长带来的规模效应贡献率为 170.7%;工业结构调整的贡献率为 -18.5%,即这一时期电力、钢铁、炼焦等行业比重降低有力地抑制了煤炭消费量的增长;而强度效应,即各行业单位产值煤耗大幅下降,则对抑制这一时期煤炭消费增长发挥了更为重要的作用<sup>[5]</sup>。

进入“十二五”的 2010—2013 年,内蒙古煤炭实物消费量增长了 10 274 万吨,增速明显高于“十一五”时期。其中,工业经济规模增长带来的规模效应贡献率为 116.3%;工业结构调整的贡献率为 -10.2%;强度效应贡献率为 -6.2%。

表 6 煤炭工业消费增长因素的实物量分解

单位:万吨

	煤炭消费 增长量	规模效应	结构效应	强度效应	
2005— 2010 年	采矿业	1 488.11	1 926.71	440.19	-878.69
	石油加工、炼焦 和核燃料加工业	725.61	1 726.38	-511.54	-489.14
	化学原料和化学 制品制造业	378.55	969.90	197.84	-789.15
	非金属矿物 制品业	57.23	802.26	288.33	-1 033.32
	黑色金属冶炼 和压延加工业	701.14	1 147.79	-777.69	331.10
	有色金属冶炼 和压延加工业	756.25	413.54	221.33	121.40
	电力、热力生产 和供应业	6 707.87	10 910.08	-1 918.73	-2 282.91
	其他工业行业	171.10	854.85	25.23	-708.93
	合计	10 985.86	1 8751.53	-2 035.05	-5 729.64
2010— 2013 年	采矿业	1 532.85	1 412.34	302.83	-182.31
	石油加工、炼焦 和核燃料加工业	1 202.38	1 074.44	400.12	-272.19
	化学原料和化学 制品制造业	1 581.41	750.99	392.36	438.05
	非金属矿物 制品业	40.13	333.49	-39.56	-253.80
	黑色金属冶炼 和压延加工业	229.74	660.57	-96.13	-334.70
	有色金属冶炼 和压延加工业	680.08	503.08	40.77	136.22
	电力、热力生产 和供应业	4 974.87	6 840.70	-1 962.89	97.06
	其他工业行业	32.54	377.78	-81.44	-263.80
	合计	10 273.99	1 1953.40	-1 043.93	-635.47

<sup>1</sup> 如果不考虑价格因素,2010—2013 年单位发电量的煤耗是略有下降。

综合两个时期变动趋势看,工业经济规模增长是煤炭消费增长的唯一推力,工业结构调整、各工业分行业单位产值能耗的变动尽管仍然发挥了抑制煤炭消费量的作用,但作用强度已经出现了明显下降<sup>[6]</sup>。其中,电力工业对于工业煤炭消费量的变动起着举足轻重的作用,化学工业已经迅速成为影响全区工业煤炭消费的第二重要力量。

#### 四、化工行业发展对于未来 碳排放核算的影响

目前自治区统计局对于二氧化碳排放量的测算,其核算范围是化石燃料燃烧过程产生的二氧化碳排放量。而化石能源不仅在用作燃料时会释放二氧化碳,其加工转化为其他产品过程中,也同样会释放大量二氧化碳。尽管这些排放量目前没有纳入地区二氧化碳排放核算,但鉴于其排放的高强度,未来有较大可能也会进入核算范围<sup>[7]</sup>。

自治区大力发展的煤化工行业就是非燃烧用高碳排行业。近几年,内蒙古自治区大批现代煤化工项目陆续建成投产,产能不断扩大,煤制油、煤制烯烃、煤制甲烷气、煤制乙二醇、煤制二甲醚等国家五大示范工程都落户内蒙古。化学原料和化学制品制造业已经成为全区产业规模增长最快的行业,2014年占制造业规模以上工业企业工业总产值的比重为13.6%,较2010年提升了4.2个百分点。同时,该行业也是自治区“十二五”期间煤炭消费增长最快的行业。

截至2014年,全区已形成142万吨煤制油、106万吨煤制烯烃、642万吨煤制甲醇、40万吨煤制乙二醇、17.3亿立方米煤制天然气生产能力,如果加上在建产能,在不久的将来,煤制油、煤制烯烃、煤制甲醇、煤制乙二醇、煤制天然气的生产能力将分别达到592万吨、286万吨、1244万吨、180万吨和140亿立方米<sup>1</sup>。

煤炭是碳含量最高的化石燃料,目前的煤化工工艺决定了其转化过程产生大量碳排放。据“十二五”《煤炭深加工产业示范项目规划》数据测算,煤制烯烃的碳排放量为11.1吨CO<sub>2</sub>/吨烯烃,煤间接制油为6.1吨CO<sub>2</sub>/吨油品,煤直接制油为5.8吨CO<sub>2</sub>/吨油品,煤制天然气为4.8吨CO<sub>2</sub>/千标方天然气<sup>2</sup>。按照2014年产量,粗略估算,内蒙古煤化工产业的二氧化碳排放已经超过3000万吨,如果按照已经建成和在建产能合计,未来将可能超过2亿吨。由于排放规模巨大,非燃烧排放二氧化碳将日益成为无法忽视的碳排放来源。

#### 五、结 论

地区二氧化碳排放量的增加,是规模效应(经济规模扩大带来的能源消费和碳排放增加)、技术效应和结构效应共同作用的结果。技术效应一般认为是节能减排技术及工业效率提升的结果,被称为技术性节能减排;结构效应即通过调整产业结构,通过高耗能、高碳排行业产出比重下降实现的节能减排。

目前煤炭消费对于内蒙古二氧化碳排放量居于重要地位,其重要性尚未出现下降趋势。“十一五”以来三次产业结构调整、工业行业结构调整对于煤炭消费的影响分析显示,工业规模增长是内蒙古工业煤炭消费总量、二氧化碳排放增长的第一推动力。技术效应曾对“十一五”时期的节能减排发挥了巨大作用,但对于降低地区煤炭消费量和碳排放量的贡献均出现了明显下降。结构效应对于工业的节能减排也起到了一定的促进作用,但同样贡献率出现了一定下降。煤炭采选业和6大高耗能工业是工业碳排放增长的最重要来源,其中,电力工业则对于工业煤炭消费量的变动起着举足轻重的作用。

此外,尽管目前碳排放核算中并没有考虑化石能源燃烧之外的加工转化排放的二氧化碳,但是对于内蒙古自治区而言,由于单位产出高碳排放的煤化工已经成为“五大基地”建设的重要内容,按照已经建成和在建产能合计,未来煤化工产业二氧化碳排放将可能超过2亿吨,非燃烧排放二氧化碳将日益成为内蒙古无法忽视的碳排放来源。□

#### 【参考文献】

- [1] 蒋金荷. 中国碳排放量测算及影响因素分析[J]. 资源科学 2011(04).
- [2] 郭朝先. 产业结构变动对中国碳排放的影响[J]. 中国人口资源环境 2012(07).
- [3] 赵选民, 卞腾. 基于LMDI的能源消费碳排放因素分解——以陕西省为例[J]. 经济问题, 2015(02).
- [4] 涂正革. 中国的碳减排路径与战略选择——基于八大行业部门碳排放量的指数分解分析[J]. 中国社会科学, 2012(03).
- [5] 王文举, 向其凤. 中国产业结构调整及其节能减排潜力评估[J]. 中国工业经济, 2014(01).
- [6] 李兰冰, 刘秉镰. 中国区域经济增长绩效、源泉与演化: 基于要素分解视角[J]. 经济研究, 2015(08).
- [7] 袁鹏. 中国能源需求增长的因素分解[J]. 数量经济技术经济研究, 2014(11).

<sup>1</sup> 资料来源: 内蒙古自治区国税局收入规划核算处. “税收视角下内蒙古现代煤化工产业发展现状和前景分析”, 《北方经济》, 2015(11).

<sup>2</sup> “2015年煤化工碳排放将至4.7亿吨”, 中国能源报, 2013年11月17日。