

碳税对我国现代煤化工产品经济性的影响分析

张媛媛^{1,2*}, 王永刚¹, 田亚峻²

(1. 中国矿业大学(北京)化学与环境工程学院, 北京 100083;

2. 北京低碳清洁能源研究所, 北京 102209)

摘要:通过分析碳排放税的实施目的及作用,对比分析了不同现代煤化工产品的成本和碳排放量,讨论开征碳税对于现代煤化工产品经济性的影响,得出其计算公式和变化曲线。进一步探讨不同现代煤化工产品的含税成本对碳税税率的敏感性,得出结论:煤制天然气的含税成本对碳税税率的变动最为敏感,煤制二甲醚、煤制甲醇和煤制烯烃的敏感程度居中,煤制乙二醇、煤直接液化和煤间接液化较不敏感。提出针对碳税在现代煤化工行业的推广实施建议。

关键词:现代煤化工;碳税;税率;产品成本;敏感性分析

中图分类号:TQ-9

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2016)12-0001-04

DOI:10.16606/j.cnki.issn0253-4320.2016.12.001

Impact analysis of carbon tax on the economy of modern coal chemical products in China

ZHANG Yuan-yuan^{1,2*}, WANG Yong-gang¹, TIAN Ya-jun²

(1. School of Chemical & Environmental Engineering, China University of Mining and Technology (Beijing),

Beijing 100083, China; 2. National Institute of Clean-and-Low-Carbon Energy, Beijing 102209, China)

Abstract: The present situation and development trend of modern coal chemical industry in China are introduced. The purpose and role of carbon tax are analyzed. Based on the comparison and analysis of costs and carbon emissions of different modern coal chemical products, the impacts of carbon tax on the economy of modern coal chemical products are discussed. The calculation formulas and curves are concluded. According to the sensitivity analysis on tax-inclusive costs of modern coal chemical products to the changes of carbon tax rate, it is concluded that the tax-inclusive cost of coal based synthetic natural gas is most sensitive to the changes of carbon tax rate. The sensitive degree of tax-inclusive costs of coal to methanol, dimethyl ether and olefin to the changes of carbon tax rate is intermediate. The tax-inclusive costs of coal to ethylene glycol, direct coal liquefaction and indirect coal liquefaction are less sensitive to the changes of carbon tax rate. The suggestions of the implementation of carbon tax in modern coal chemical industry are also put forward.

Key words: modern coal chemical industry; carbon tax; tax rate; product cost; sensitivity analysis

为应对全球气候变暖,世界各国政府积极采取措施减少二氧化碳(CO₂)排放,征收碳排放税(也称碳税)逐渐成为普遍的发展趋势。现代煤化工是直接消耗化石燃料的行业,由煤转化为气体燃料、液体燃料和化工品的过程中产生相对较大的CO₂^[1]。碳税政策将对我国现代煤化工行业带来怎样的影响,已引起学术界的广泛讨论。

有研究已经注意到碳税对现代煤化工产品经济性的影响^[2],但定量研究不足,分析基础和计算口径不统一。本文结合我国现代煤化工的发展现状,

在相对统一的计算基准上,定量分析了征收碳税对于现代煤化工产品经济性的影响,得出产品的含税成本与碳税税率之间的计算公式,对比分析了不同现代煤化工产品的含税成本对碳税税率的敏感程度,以期对我国现代煤化工项目的投资决策提供参考。

1 碳税的实施目的及作用

大量排放CO₂的主要源头是化石能源消费^[3]。在1965—2011年期间,全球温室气体排放量累计达

10^4 亿 t 以上,由此引发的全球气候变暖,日益引起人们的担忧。为了约束全球 CO_2 排放持续大幅增长,碳税逐渐被越来越多的国家采用^[4]。

碳税作为环境保护税之一,是专门针对使用化石燃料(如石油、天然气、煤炭等)向大气中排放 CO_2 所征收的税。碳税的实施目的即是通过以税收为手段,控制和减少 CO_2 的排放,进而减缓全球气候变暖的进程。一般情况下,碳税按照化石燃料的含碳量或碳排放量进行征收。当煤用于发电或其他燃烧过程时,其中的碳元素几乎全部转化为 CO_2 ;而当煤用于生产煤化工产品时,煤中的碳元素有一部分会被固定在产品中,只有部分的碳元素以 CO_2 形式排放。因此,本文在计算碳税对现代煤化工产品经济性的影响时,按照其碳排放量进行分析测算。

从经济学角度讲,碳税征收将提高化石能源的价格。为了维持产品的竞争力,化石能源企业将努力降低成本,尽可能提高化石能源的使用效率,同时大力开发减排新技术,促使化石能源逐渐向清洁能源转化,最终减少 CO_2 的排放。截至 2012 年底,国际上开征碳税的国家(或部分地区)已经有 18 个,均取得了较好的抑制 CO_2 排放的效果。面对日益严峻的碳减排压力,我国政府于 2007 年明确提出研究开征环境保护税的目标,征收碳税也被考虑在内。

2 我国现代煤化工产业路线及成本分析

现代煤化工是我国洁净煤技术的重要组成部分。煤化工是指以煤为原料生产各种能源产品和化工产品的工艺转化过程,一般包括煤炭转化和后续加工 2 个主要工艺环节。相对传统煤化工而言,现代煤化工的主要特点是生产规模普遍较大、由多个单项技术组合集成、联产能源和化工产品^[5]。从技术路线来讲,传统煤化工一般是指煤制合成氨、煤炭焦化、电石、煤基聚氯乙烯等。现代煤化工一般是指煤制合成天然气、煤制甲醇、煤制二甲醚、煤直接液化、煤间接液化、煤制烯烃、煤制乙二醇等能源与化工产品^[6]。现代煤化工工艺转化技术框架如图 1 所示。

牛新祥^[7]根据我国现代煤化工发展的区域分布特点,综合考虑我国现代煤化工的建设条件和发

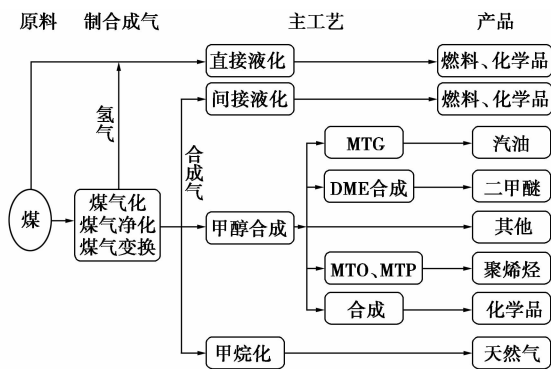


图 1 现代煤化工工艺转化技术框架

展要求,重点选取了内蒙古和新疆两大产煤区作为分析测算地点。考虑煤炭品质差价等因素,基于市场定价的原则,内蒙古东部地区褐煤的热值和价格分别按照 14.72 MJ/kg 和 180~220 元/t 计算;新疆和内蒙古西部地区长焰煤的热值和价格分别按照 23.59 MJ/kg 和 200~240 元/t 计算;内蒙古电价按照 0.45~0.50 元/kWh,新疆电价按照 0.40~0.45 元/kWh;选择进行测算的现代煤化工产品包括煤制合成天然气、煤间接液化、煤制烯烃和煤制乙二醇。最终测算出的煤制合成天然气成本约为 1 300~1 500 元/ km^3 ,煤间接液化的成本约为 4 200~4 400 元/t,煤制烯烃的成本约为 5 000 元/t,煤制乙二醇的成本约为 3 400~3 500 元/t。由于煤液化有直接液化和间接液化 2 种典型的技术产品路线,在同等条件下,煤直接液化的成本较低,每 1 t 成品油的成本比间接液化低约 640 元,因此,煤直接液化的成本约为 3 560~3 760 元/t^[8]。

俞珠峰等^[9-10]应用洁净煤技术评价模型(CCTM 模型),对煤制甲醇、煤制二甲醚等技术进行了技术、经济、环境综合评价,其中,煤制二甲醚按两步法考虑。评价中取原料煤价格 200 元/t、动力煤价格 150 元/t、水价 2.1 元/t,甲醇的生产规模按 60 万 t/a、二甲醚的生产规模按 20 万 t/a。最终测算出的煤制甲醇单位产品成本约为 1 200 元/t,煤制二甲醚的单位产品成本约为 1 600~2 000 元/t。

3 我国现代煤化工过程的 CO_2 排放分析

现代煤化工技术是以气化为龙头的多元转化技术,除了煤直接液化以外,将煤炭气化生成合成气是大部分现代煤化工过程的必需环节,在这个环节中就会产生 CO_2 。例如,典型的水煤浆气化炉生产的

粗合成气,其主要组成为: H_2 占38%, CO 占43%, CO_2 占18%。此外,当根据不同的目标产品需求调整煤气化合成气中 CO 和 H_2 的比例时,会再一次产生 CO_2 。煤气化虽不是煤直接液化过程的必需环节,但煤直接液化过程中需要大量的 H_2 参与反应,因此,煤直接液化工艺的重要组成部分是煤制氢。煤制氢时需通过变换反应将全部 CO 转换为 CO_2 ,然后再将 CO_2 分离出来^[11],所以,现代煤化工过程的工艺 CO_2 排放浓度均较高。此外,在现代煤化工工艺过程中,还有许多其他的碳排放点,如提供蒸汽的工业锅炉、提供电力的燃煤电站锅炉等,一般称之为公用工程碳排放。和酸性气体脱除工艺得到的高浓度 CO_2 相比,这些 CO_2 气体存在于烟道气中,浓度较低^[12]。

碳排放有各种不同的表示方法,如单位产品碳排放、单位热值碳排放、单位产值碳排放、单位增加值碳排放等,本文的目的是计算碳税对现代煤化工产品经济性的影响,因此,主要按单位产品碳排放来计算。根据“十二五”《煤炭深加工产业示范项目规划》数据测算,煤制天然气是每1 000 m^3 排4.8 t CO_2 ,煤制甲醇、煤制二甲醚、煤直接液化、煤间接液化、煤制烯烃和煤制乙二醇的单位产品 CO_2 排放量分别为3.0、5.0、5.8、6.1、11.1 t和5.6 t^[4]。

4 碳税对现代煤化工的影响分析

4.1 总体影响

首先,征收碳税将导致现代煤化工产品的成本提高,具体提高程度与碳税的税率水平有关。

其次,现代煤化工企业将面临较大的节能减排压力,需不断投入建设节能减排设施以应对碳税征收。

第三,征收碳税将对现代煤化工的行业布局产生冲击,一些不能达到碳排放限值要求的企业将可能被关停或整合。

第四,现代煤化工行业的竞争力将被削弱,征收碳税将推动能源企业对投资方向的调整,加大对低碳能源的投资力度^[13]。

4.2 对产品成本的影响

在不征收碳税的情况下,我国现代煤化工产品的成本和 CO_2 排放情况见表1。

表1 我国现代煤化工产品的成本和 CO_2 排放分析
(不含碳税)

煤转化过程	煤制天然气/ km^3	煤制 甲醇	煤制 二甲醚	煤直接 液化
产品成本/元	1300	1200	1800	3560
总 CO_2 排放/t	4.8	3.0	5.0	5.8

煤转化过程	煤间接液化	煤制烯烃	煤制乙二醇
产品成本/元	4200	5000	3400
总 CO_2 排放/t	6.1	11.1	5.6

当征收碳税时,假设碳税税率为 x 元/t,现代煤化工产品的含税成本为 $f(x)$,则碳税税率对现代煤化工产品含税成本的影响关系如以下公式所示:

$$f(x)_{\text{天然气}} = 1300 + 4.8x \quad (1)$$

$$f(x)_{\text{甲醇}} = 1200 + 3x \quad (2)$$

$$f(x)_{\text{二甲醚}} = 1800 + 5x \quad (3)$$

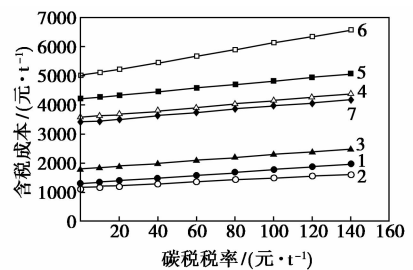
$$f(x)_{\text{直接液化}} = 3560 + 5.8x \quad (4)$$

$$f(x)_{\text{间接液化}} = 4200 + 6.1x \quad (5)$$

$$f(x)_{\text{烯烃}} = 5000 + 11.1x \quad (6)$$

$$f(x)_{\text{乙二醇}} = 3400 + 5.6x \quad (7)$$

根据以上计算公式,假设碳税的税率水平由10元/t增长到140元/t,则现代煤化工产品的含税成本变化如图2所示。



1—煤制天然气;2—煤制甲醇;3—煤制二甲醚;
4—煤直接液化;5—煤间接液化;6—煤制烯烃;7—煤制乙二醇

注:煤制天然气的含税成本单位为元/ km^3 。

图2 碳税税率对现代煤化工产品
含税成本的影响

4.3 敏感性分析

以碳税税率40元/t为分析基础,分别就不同现代煤化工产品的含税成本对碳税税率的敏感性作了分析(见表2)。通过计算和分析,各煤化工产品的含税成本对碳税税率的敏感度系数由大到小的顺序依次为:煤制天然气>煤制二甲醚>煤制甲醇>煤制烯烃>煤制乙二醇>煤直接液化>煤间接液化。可见,煤制天然气的含税成本对碳税税率的变动最

为敏感,煤制二甲醚、煤制甲醇和煤制烯烃的含税成本对碳税税率的敏感程度居中,煤制乙二醇、煤直接液化和煤间接液化的含税成本对碳税税率的变动较不敏感。

表2 含税成本对碳税税率敏感性分析表

碳税税率/(元·t ⁻¹)	20	32	48	60
碳税税率的变动幅度/%	-50	-20	20	50
煤制天然气				
含税成本/(元·km ⁻³)	1396	1453.6	1530.4	1588
成本的变动幅度/%	-6.43	-2.57	2.57	6.43
敏感度系数	0.1286			
煤制甲醇				
含税成本/(元·t ⁻¹)	1260	1296	1344	1380
成本的变动幅度/%	-4.55	-1.82	1.82	4.55
敏感度系数	0.0909			
煤制二甲醚				
含税成本/(元·t ⁻¹)	1900	1960	2040	2100
成本的变动幅度/%	-5.00	-2.00	2.00	5.00
敏感度系数	0.1000			
煤直接液化				
含税成本/(元·t ⁻¹)	3676	3745.6	3838.4	3908
成本的变动幅度/%	-3.06	-1.22	1.22	3.06
敏感度系数	0.0612			
煤间接液化				
含税成本/(元·t ⁻¹)	4322	4395.2	4492.8	4566
成本的变动幅度/%	-2.75	-1.10	1.10	2.75
敏感度系数	0.0549			
煤制烯烃				
含税成本/(元·t ⁻¹)	5222	5355.2	5532.8	5666
成本的变动幅度/%	-4.08	-1.63	1.63	4.08
敏感度系数	0.0816			
煤制乙二醇				
含税成本/(元·t ⁻¹)	3512	3579.2	3668.8	3736
成本的变动幅度/%	-3.09	-1.24	1.24	3.09
敏感度系数	0.0618			

5 结论与建议

与其他化石能源相比,煤炭的含碳量相对较高^[14]。对于刚刚兴起的现代煤化工产业,由于其碳排放强度高,碳排放量大,如果未来征收碳税,将对其产生显著影响。

结合现代煤化工产业现状,基于低碳经济发展的需要,本文在调研分析不同现代煤化工产品成本和碳排放量的基础上,分析了碳税税率对不同现代煤化工产品含税成本的影响,得出其计算公式和变

化曲线。在此基础上,分析了不同现代煤化工产品的含税成本对碳税税率的敏感度系数,得出敏感度系数的排序为:煤制天然气>煤制二甲醚>煤制甲醇>煤制烯烃>煤制乙二醇>煤直接液化>煤间接液化。

基于我国是以煤为主要一次能源的现状,在制定碳税征收政策时,需把现代煤化工视为我国的战略性产业,为现代煤化工企业设置过渡期;同时,分别为各种现代煤化工产品设定CO₂排放的阈值,并制定阶梯税率;从国家层面来讲,对CO₂减排新技术研究与开发应给予多方位支持,鼓励企业进行CO₂减排技术的商业示范。此外,为了应对碳税征收对现代煤化工项目的挑战,必须深入分析碳税政策对现代煤化工行业的影响,及早提出应对措施,以期提高现代煤化工行业的节能减排水平和在未来市场竞争中的地位。

参考文献

- [1] 黄格省,李振宇,王建国.我国现代煤化工产业发展现状及对石油化工产业的影响[J].化工进展,2015,34(2):295-302.
- [2] 张勇.国内大型能源企业发展现代煤化工产业的机遇分析[J].化工进展,2014,33(4):855-860.
- [3] 张玉卓.神华现代煤制油化工工程建设与运营实践[J].煤炭学报,2011,36(2):179-184.
- [4] 韩红梅,顾宗勤,王玉倩,等.碳税对我国化学工业的影响分析[J].化学工业,2014,32(1):1-10.
- [5] 徐振刚.我国现代煤化工跨越发展二十年[J].洁净煤技术,2015,21(1):1-5.
- [6] 杜铭华,安星悦.我国新型煤化工发展思路探讨[J].化学工业,2013,31(1):19-22.
- [7] 牛新祥.对我国煤化工示范项目主要产品经济性分析[J].煤炭加工与综合利用,2014,32(2):37-46.
- [8] 沈毅.典型煤制油技术全生命周期评估的对比与分析[D].北京:华北电力大学,2015:30-31.
- [9] 俞珠峰,陈贵峰,杨丽.中国洁净煤技术评价方法及评价模型CCTM[J].煤炭学报,2006,31(4):515-519.
- [10] 俞珠峰,陈贵峰,杨丽.煤基液体燃料生产技术的评价[J].中国能源,2006,28(2):14-18.
- [11] Chunshan Song. Overview of hydrogen production options for developing hydrogen energy, fuel processing for fuel cells and mitigation of CO₂ emissions[J]. Journal of Fuel Chemistry and Technology, 2005,33(6):641-649.
- [12] 任相坤,崔永君,步学朋,等.煤化工过程中的CO₂排放及CCS技术的研究现状分析[J].神华科技,2009,7(2):68-72.
- [13] 王康,朱林,王丽娜,等.征收碳税对火电行业影响及应对策略[J].电力科技与环保,2016,32(1):19-21.
- [14] 金涌,周禹成,胡山鹰.低碳理念指导的煤化工产业发展探讨[J].化工学报,2012,63(1):3-8. ■