

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2011.04.020

化学需氧量、二氧化硫排污权价格测算

胡庆年,陈海棠,王 浩

(台州市环境科学设计研究院,浙江台州 318000)

摘要 :为了推行排污权交易,以排污权交易基本制度为依据,测算可交易 COD、SO₂ 削减成本及排污权价格的地区系数,确定排污权价格。以台州市为例测算 COD、SO₂ 排污权价格,结果分别为 50340.0 元/t、24801.6 元/t。

关键词 :化学需氧量;二氧化硫;排污权价格;削减成本;地区系数

中图分类号 :X32 **文献标识码** :A **文章编号** :1004-6933(2011)04-0079-04

Calculation of price of COD and SO₂ emission permits

HU Qing-nian, CHEN Hai-tang, WANG Hao

(Environmental Science Research and Design Institute of Taizhou City, Taizhou 318000, China)

Abstract : In order to practice the emissions trade, based on the emissions trading policy, COD and SO₂ reduction costs and the district factors of the price of emission permits were calculated, and the price of emission permits was determined. Taking the Taizhou City as a case, the calculated prices of COD and SO₂ emission permits were 50340.0 yuan per ton and 24801.6 yuan per ton, respectively.

Key words : COD; SO₂; price of emission permits; reduction costs; district factors

排污权交易是指“在满足环境要求的条件下,建立合法的污染物排放权利即排污权,并允许这种权利像商品一样被买入和卖出,由此来进行污染物的排放控制^[1]。”排污权交易制度最早在 20 世纪 70 年代由美国经济学家戴尔斯提出^[2],并于 1990 年在《清洁空气法》修正案中确定了排污权交易制度的合法性^[3],至 2006 年美国 SO₂ 排放量比 1990 年下降约 40%,SO₂ 的减排成本也大大下降^[4]。

近年来排污权交易在全国范围内逐步展开。2001 年 5 月,江苏南通成功进行了我国首例 SO₂ 排污权交易^[5];2002 年 3 月,山东、山西、江苏、河南、上海、天津、柳州等 7 省市,开展了 SO₂ 排污权交易试点工作,并完成多项排污权交易案例^[6];2007 年 11 月,国内首个排污权交易平台——浙江省嘉兴市排污权储备交易中心揭牌成立;2008 年 8 月,全国重点湖泊主要水污染物排污权有偿使用试点率先在太湖正式实施^[7]。

国内排污权交易价格主要通过竞价拍卖和政府定价确定,普遍存在价格过低而导致市场交易不活跃的问题。合理确定排污权交易价格,有利于保障交易公平,活跃交易行为,合理利用环境资源,全面发挥排污权交易制度优势。

1 排污权初始分配

排污权必须经初始分配给排污单位后方可进行交易。美国《清洁空气法》修正案中提出初始排污权的 3 类分配模式:免费分配、公开拍卖和标价出售^[8]。其中免费分配方式容易被企业接受且易于推广,但难以体现对于社会公众和其他企业的公平性;公开拍卖、标价出售方式体现了公平性和“污染者付费”原则,但增加了企业负担和制度推行阻力^[9]。

我国学者在初始排污权分配方面进行了广泛研究,王勤耕等^[10]研究了总量控制区域初始排污权公平分配方法。王先甲等^[11]对初始排污权分配的计

划方式和市场方式进行了对比分析。李寿德等^[12]建立了以经济最优和公平为目标的免费分配模型。施圣炜等^[13]运用期权理论对排污权的初始分配进行了研究。赵海霞^[14]论述了不同市场条件下的初始排污权免费分配的不同方式。尚静石^[15]在河流初始排污权分配中应用了动态规划技术。李寿德等^[16]研究了交易成本条件下以社会福利最大化为目标的初始排污权免费分配模型。初始排污权经过无偿或有偿分配后, 排污权均需确定合理的交易价格。

2 排污权价格测算

对于排污权的定价机制和定价理论, 国内外学者进行了较多研究。Woerdmar^[8]研究表明, 合理的排污权初始分配、交易制度以及排污权定价机制是影响排污权市场的重要因素。李寿德等^[17]在理论层面上探讨了初始排污权定价的复杂性和指导思想。黄桐城等^[18]从污染的治理成本和治理收益两个角度构造了排污权交易的市场定价模型。林云华^[19]利用影子价格模型分析了排污权交易价格。目前, 排污权交易价格研究还停留在探索阶段, 尤其缺乏定量研究^[20]。

可交易排污权的获取成本是排污权交易价格测算的重要依据, 排污权可通过对自身或其他源的污染物削减获取。以污染物削减成本为基础, 同时以当地经济状况及环境质量状况确定排污权地区系数, 二者结合后最终确定排污权价格。排污权价格测算技术路线见图 1。

COD、SO₂ 排污权交易价格计算公式如下:

$$P_{\text{COD}} = R_{\text{COD}}(K_1 C_1 + K_2 C_2 + K_3 C_3) \quad (1)$$

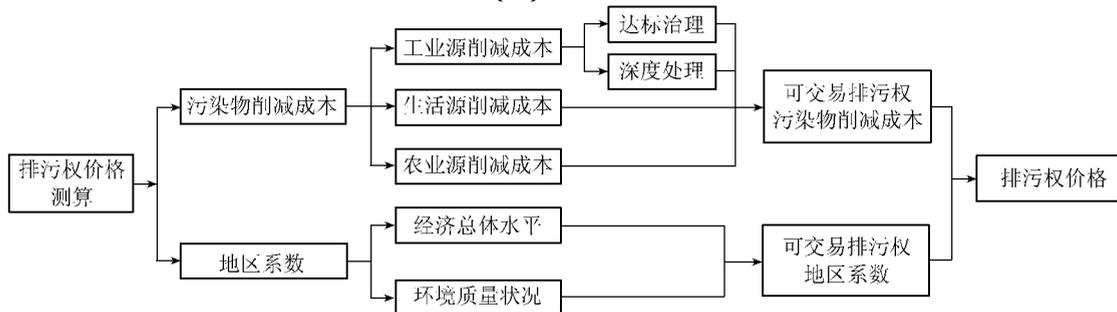


图 1 排污权价格测算技术路线

表 1 重点行业废水达标治理 COD 削减成本

行业	处理规模/ (t·d ⁻¹)	设施建设 成本/万元	设施运行 费用/(元·t ⁻¹)	ρ(COD)(mg·L ⁻¹)		COD 削减成本/(元·t ⁻¹)		
				进水	出水	设施	运行	合计
医药化工	300	520	15.5	3 500	120	1 709.4	4 585.8	6 295.2
纺织印染	500	280	4.1	1 000	100	2 074.0	4 555.6	6 629.6
食品饮料	500	220	4.5	1 500	100	1 047.6	3 214.3	4 261.9
造纸	2 000	210	1.5	1 500	90	248.2	1 063.8	1 312.0

注: 出水 ρ(COD) 通常以达标排放质量浓度确定。

$$R_{\text{COD}} = R_1 R_2 \quad (2)$$

式中: P_{COD} 为 COD 排污权价格; R_{COD} 为 COD 排污权价格地区系数; R_1 为经济总体水平系数; R_2 为水环境质量水平系数; K_1 、 K_2 、 K_3 分别为工业、生活、农业废水占废水总量比例; C_1 、 C_2 、 C_3 分别为工业、生活、农业源可交易 COD 排污权削减成本。

$$P_{\text{SO}_2} = R_{\text{SO}_2} C_4 \quad (3)$$

$$R_{\text{SO}_2} = R_1 R_3 \quad (4)$$

式中: P_{SO_2} 的为 SO₂ 排污权价格; R_{SO_2} 为 SO₂ 的排污权价格地区系数; R_3 为大气环境质量水平系数; C_4 为工业源可交易 SO₂ 排污权削减成本。

3 排污权交易价格测算: 以台州市为例

3.1 COD 治理成本测算

3.1.1 工业源

工业源 COD 削减成本分为达标治理削减成本和深度处理削减成本之和。COD 削减成本主要为废水处理设施的建设成本和运行成本。废水处理设施建设成本主要包括构筑物建设费、土地占用费、设备购置安装调试费等(折旧年限以 10 年计)。处理设施运行成本主要包括电费、药剂费、污泥处置费、人工费及设备维护费等。

3.1.1.1 工业废水达标治理 COD 削减成本

台州市工业源废水排放重点行业主要为医药化工、纺织印染、食品饮料、造纸等。笔者重点分析以上行业 COD 削减成本(表 1)。年运行时间以 300 d 计。

3.1.1.2 工业废水深度处理 COD 削减成本

通常可用于市场交易的排污权是污染物达标处理基础上进一步深度处理后 COD 削减量(表 2)。废

表 2 工业废水深度处理 COD 削减成本

处理方法	废水处理规模/ (t·d ⁻¹)	设施建设 成本/万元	设施运行费用/ (元·t ⁻¹)	$\rho(\text{COD})(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$		COD 削减成本/(元·t ⁻¹)		
				进水	出水	设施	运行	合计
膜分离	80	85	3.95	100	清水 75% 浓水 25%	47222.2	52666.7	99888.9
高级氧化	100	25	2.75	100	20	10416.7	33125.0	44791.7
活性炭吸附	100	30	6.50	100	40	16666.7	108333.3	125000.0

表 3 生活污水治理 COD 削减成本

污水类型	处理 方式	废水处理 规模/(t·d ⁻¹)	设施建设 成本/万元	设施运行费 用/(元·t ⁻¹)	$\rho(\text{COD})(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$		COD 削减成本/(元·t ⁻¹)		
					进水	出水	设施	运行	合计
城市生活	集中	50000	23500	1.05	400	65	3843.8	3134.3	6978.1
	集中	100	150	0.85	350	60	14171.0	2931.0	17102.0
农村生活	分散	10	12	0.05	350	60	11336.8	172.4	11509.2

水深度处理工艺主要有膜分离、活性炭吸附、高级氧化、离子交换等,其中离子交换工艺主要用于重金属废水处理。

工业废水达标治理 COD 削减成本为 1312.0 ~ 6629.6 元/t,而深度处理 COD 削减成本为 44791.7 ~ 125000.0 元/t。可作为排污权交易的 COD 削减量为达标治理基础上深度处理的削减部分。工业源可交易 COD 排污权削减成本为 44791.7 元/t。

3.1.2 生活源

生活源 COD 削减成本测算分为城市生活污水、农村生活污水治理成本测算。其中农村生活污水治理分为集中式和分散式。设施建设成本包括处理设施和管网建设成本(表 3)。

农村生活污水治理成本取集中式和分散式的平均值 14305.6 元/t。根据台州市排污权交易相关规定,城市污水处理 COD 削减不计入可交易排污权,农村生活污水 COD 削减按照 60% 计入可交易排污权。因此,生活源 COD 可交易排污权削减成本为 14305.6/60%,即 23842.7 元/t。

3.1.3 养殖源 COD 削减成本测算

通常养殖废水经过厌氧发酵制取沼气后,可回用于农作物种植。养殖废水处理 COD 削减成本测算如表 4。

表 4 养殖废水治理 COD 削减成本

废水处 理规模/ (t·d ⁻¹)	设施建 设成本/ 万元	设施运 行费用/ (元·t ⁻¹)	$\rho(\text{COD})/$ (mg·L ⁻¹)		COD 削减成本/ (元·t ⁻¹)		
			进水	出水	设施	运行	合计
50	63	3.3	4000	400	958.9	916.7	1875.6

根据台州市排污权交易规定,养殖废水 COD 削减按照 30% 计入可交易排污权,则养殖源 COD 可交易排污权削减成本为 1875.6/30%,即 6252.0 元/t。

表 5 工业锅炉废气治理 SO₂ 削减成本

处理工艺	废气类型	蒸汽量/ (t·h ⁻¹)	处理设施建设 成本/万元	年运行费用/ (万元·a ⁻¹)	年 SO ₂ 削减量/ (t·a ⁻¹)	SO ₂ 削减成本/(元·t ⁻¹)		
						设施	运行	合计
双碱法	工业燃煤锅炉废气	2	17	7.5	26.2	648.9	2862.6	3511.5

3.2 SO₂ 治理成本测算

工业燃煤锅炉通常采用双碱法脱硫。处理工程建设费用主要包括构筑物建设费用、设备购置安装调试费用以及土地占用费等。处理设施运行费用主要包括药剂费、电费、人工费以及设备维护费等。由于热电行业 SO₂ 排污权交易需在省级以上范围进行交易,在此不作测算。工业锅炉废气治理 SO₂ 削减成本见表 5。

含硫率按照 1.2% 计算,工业燃煤锅炉脱硫设施入口 SO₂ 平均质量浓度约为 2100 mg/m³,GB13271—2001《锅炉大气污染物排放标准》中规定 SO₂ 二级标准排放质量浓度为 900 mg/m³。经过双碱法脱硫后 SO₂ 排放质量浓度约为 420 mg/m³(通常脱硫率为 80%)。以低于 SO₂ 达标排放质量浓度的削减量作为 SO₂ 可交易排污权,则可交易排污权削减量占总削减量比例为 28.6%。SO₂ 可交易排污权削减成本为 3511.5/28.6%,即 12278.0 元/t。

3.3 地区系数确定

2009 年台州市人均 GDP 为 35408 元/人^[21],全国人均 GDP 为 25125 元/人(335353 亿元/133474 万人)^[22],对比人均 GDP 数据确定台州市经济水平系数为 1.41。2009 年台州市主要河流市控断面中 I ~ III 类、IV ~ V 类和劣 V 类断面分别占 48.6%、22.2%、29.2%^[23],2009 年全国主要河流地表水国控断面中 I ~ III 类、IV ~ V 类和劣 V 类断面分别占 57.3%、24.3%、18.4%^[24]。按照地表水 COD_{Mn} 水质标准 GB3838—2002《地表水环境质量标准》将 I ~ III 类、IV ~ V 类和劣 V 类断面分别赋权 4、12.5、30,对比确定台州市水环境质量系数为(48.6% × 4 + 22.2% × 12.5 + 29.2% × 30)/(57.3% × 4 + 24.3% × 12.5 + 18.4%

×30) ,即 1.24。根据式(2)计算 ,COD 排污权价格地区系数为 1.75。

2009 年台州市 SO₂ 年平均浓度均达到二级标准 ,全市酸雨发生频率为 91.1%^[23] ,2009 年全国监测的城市中 SO₂ 年均浓度达到或优于二级标准的城市占 91.6% ,监测城市中出现酸雨的城市占 52.9%^[24]。酸雨的主要相关因子为硫酸和硝酸 ,台州市酸雨中 SO₄²⁻ 与 NO₃⁻ 比例为 1.44:1。选取酸雨发生频率及 SO₄²⁻ 比例 ,确定台州市大气环境质量系数为(91.1%/52.9% - 1) × (1.44/2.44) + 1 ,即 1.43。根据式(4)计算 ,SO₂ 排污权价格地区系数为 2.02。

当经济水平低于全国平均水平 ,经济水平系数建议取值为 1 ,当环境质量水平优于全国平均水平 ,环境质量系数也应取值为 1 ,以保证地区系数大于等于 1。

3.4 排污权价格测算

由于台州市养殖污染源所占比例较小 ,因此排污权 COD 削减成本中重点考虑工业源和生活源。根据式(1)计算 ,COD 排污权价格为 50 340.0 元/t。根据式(3)计算 ,SO₂ 排污权价格为 24 801.6 元/t。

4 结 语

根据台州市的污染物治理成本和地区系数计算确定台州市 COD、SO₂ 排污权价格分别为 50 340.0 元/t ,24 801.6 元/t。该价格的排污权使用期限为 1 年 ,若以 5 年以上使用期限排污权进行交易 ,则价格相对较高。但随着技术的进步 ,废水处理成本将不断下降 ,排污权价格也将随之降低。在实际应用中可分阶段由低到高定价 ,逐步体现排污权的内在价格 ,对于初始排污权可按照一定比例进行收费 ,以体现排污权交易制度的公平性。

参考文献 :

[1] 马中 , 牡丹德. 总量控制与排污权交易 [M]. 北京 : 中国环境出版社 ,1999 :126.
[2] 张景玲. 我国排污权交易实施和研究进展 [J]. 兰州大学学报 : 社会科学版 ,2007(5) :120-124.
[3] 宣海霞. 排污权交易制度研究 [D]. 福州 : 福州大学 ,2004 :12.
[4] 李强. 陕西省渭河流域排污权交易制度研究 [D]. 西安 : 西北工业大学 ,2008 :3-4.

[5] 张学平. 排污权交易制度的分析 [D]. 长春 : 吉林大学 ,2007 :18.
[6] 支海宇. 排污权交易及其在中国的应用研究 [D]. 大连 : 大连理工大学 ,2008 :25.
[7] 刘磊. 我国排污权交易制度探讨 [D]. 北京 : 中国地质大学 ,2008 :20.
[8] WOERDMAN E. Implementing the Kyoto protocol : why JI and CDM show more promise than international emissions trading [J]. Energy Policy ,2000 ,28(1) :29-38.
[9] 张颖 , 王勇. 我国排污权初始分配的研究 [J]. 生态经济 ,2005(8) :50-52.
[10] 王勤耕 , 李宗恺 , 陈志鹏 , 等. 总量控制区域排污权的初始分配方法 [J]. 中国环境科学 ,2000 ,20(1) :68-72.
[11] 王先甲 , 肖文 , 胡振鹏. 排污权初始权分配的两种方法及其效率比较 [J]. 自然科学进展 ,2004 ,14(1) :81-87.
[12] 李寿德 , 黄桐城. 基于经济最优性与公平性的初始排污权免费分配模型 [J]. 系统工程理论方法应用 ,2004 ,13(3) :282-285.
[13] 施圣炜 , 黄桐城. 期权理论在排污权初始分配中的应用 [J]. 中国人口·资源与环境 ,2005(1) :52-55.
[14] 赵海霞. 不同市场条件下的初始排污权免费分配方法的选择 [J]. 绿色经济 ,2006(2) :51-54.
[15] 尚静石. 动态规划在河流初始排污权分配中的应用 [J]. 东北水利水电 ,2006 ,24(5) :9-10.
[16] 李寿德 , 黄桐城. 交易成本条件下初始排污权免费分配的决策机制 [J]. 系统工程理论方法应用 ,2006 ,15(4) :318-322.
[17] 李寿德 , 伊胜萍. 排污权交易思想及其初始分配与定价问题探析 [J]. 科学学与科技技术管理 ,2002 ,23(1) :69-71.
[18] 黄桐城 , 武邦涛. 基于治理成本和排污收益的排污权交易定价模型 [J]. 上海管理科学 ,2004(6) :34-36.
[19] 林云华. 污权影子价格模型的分析及启示 [J]. 环境科学与管理 ,2009(2) :16-19.
[20] 赵文会. 初始排污权分配理论研究综述 [J]. 工业技术经济 ,2008(8) :111-113.
[21] 台州市统计局. 2009 年台州统计年鉴 [R]. 台州 : 台州市统计局 ,2010.
[22] 国家统计局. 2009 年国民经济和社会发展统计公报 [R]. 北京 : 国家统计局 ,2010.
[23] 台州市环境保护局. 2009 年台州市环境质量报告书 [R]. 台州 : 台州市环境保护局 ,2010.
[24] 环境保护部. 2009 年中国环境质量公报 [R]. 北京 : 环境保护部 ,2010.

(收稿日期 2010-09-20 编辑 徐 娟)