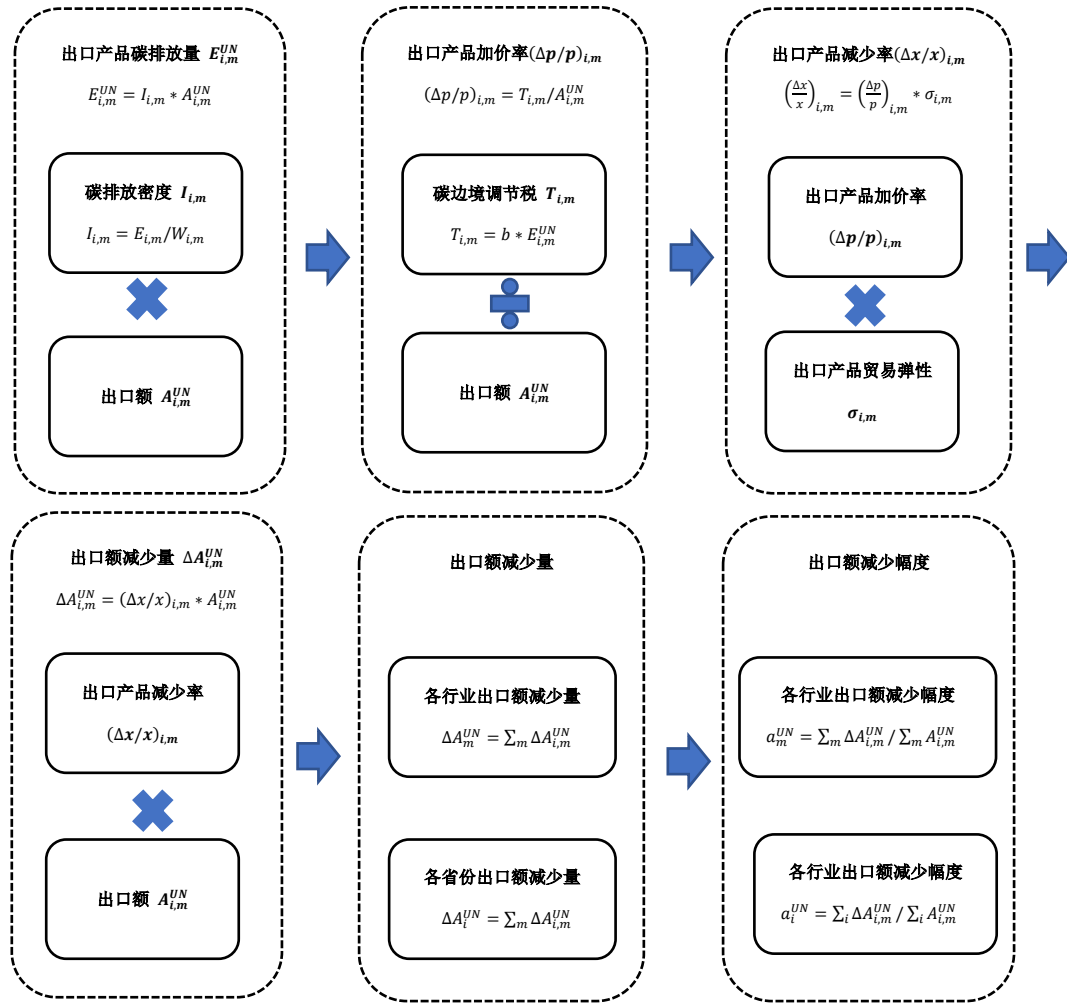


附录 1 碳边境调节税对我国出口影响的计算方法和说明



附图 1-1 碳边境调节税对我国出口影响的计算方法步骤图

附图 1-1 展示了碳边境调节税对我国出口影响的具体步骤。具体而言，首先运用各省份分行业的产值除以碳排放量，得到各省份分行业的碳排放密度，与各省份分行业对欧盟的出口额相乘，得到各省份分行业对欧盟出口产品所产生的碳排放量。将出口产品的碳排放量乘以碳边境调节税的税率，得到收取的碳边境调节税。将收取的税额与出口额相除，得到出口产品加价率。将加价率乘以出口产品的贸易弹性，得到出口产品减少率。将出口产品减少率乘以出口额，得到各省份分行业的出口减少金额。最终得到各省份各行业的出口额减少量和出口额减少幅度。

附录2 数据处理过程

（1）出口额数据处理

第一，借助 Brandt 等（2017）中 2002 年 HS 六位数代码与国民经济行业（CIC 2003）的匹配，将 2022 年 HS 六位数代码与 2002 年 HS 六位数代码匹配，CIC 2017 与 CIC 2003 匹配，得到 2022 年 HS 六位数代码与 2017 年 CIC 两位数代码的匹配（下文简称为“HS-CIC 匹配”）。

第二，将中国进出口海关数据中 2022 年 HS 六位数代码与第一步中得到的 HS-CIC 匹配，剔除 CIC 代码异常的观测值。

第三，按照省份和行业将中国对欧盟各国出口额加总，得到省级分行业对欧盟的出口额。

（2）贸易弹性数据处理

将前文中得到的 2002 年 HS 六位数代码与 2017 年 CIC 两位数代码的匹配中的 HS 六位数代码聚合为 HS 四位数代码，再将其与 Soderbery（2018）计算所得的贸易弹性匹配，剔除 CIC 代码匹配异常的观测值，得到中国对欧盟各国出口按照 2017 年 CIC 两位数代码、2002 年 HS 四位数代码和国别排列的贸易弹性数据（下文简称“贸易弹性数据”）。

为了使得估算的碳边境调节税对我国出口影响程度的数据更加具有稳健性，我们分别运用算数平均法、两次加权平均法和一次加权+取最值法得出中国分行业的贸易弹性：

①算数平均法：将上述得到的贸易弹性数据按照 CIC 两位数代码直接进行算数平均化，得到中国对欧盟出口按照 CIC 两位数代码排列的贸易弹性。

②两次加权平均法：第一次加权需得到按照国家和 CIC 行业排序的贸易弹性，具体计算方法为：第一步，将海关数据库中按照 2022 年 HS 六位数代码排列的中国对欧盟各国的出口额聚合到按照 2022 年 HS 四位数代码排列，此时该数据为按照 2022 年 HS 四位数代码、2017 年 CIC 两位数代码和国别排序的出口额。第二步，将第一步中得到的数据与贸易弹性数据匹配，剔除匹配异常的观测值。第三步，将第二步中匹配完成的数据按照国家和 CIC 行业排序，进行加权处理，权重为出口到一个国家 2022 年 HS 四位数代码的出口额占出口到该国 CIC 行业出口额的比例。第一次加权后，得到按照国家和 CIC 行业排序的贸易弹性数据。第二次加权需得到按照 CIC 行业排列的中国对欧盟的贸易弹性数据，权重为按照 CIC 排列下，中国对欧盟各国的出口额占中国对欧盟整体出口额的比例。

③一次加权+取最值法：第一次加权与②相同。之后将得到的按照国家和 CIC 行业排序的贸易弹性数据，按照 CIC 行业排列，取出每个行业中最大和最小的贸易弹性数据，作为中国对欧盟出口的按照 CIC 行业排列的贸易弹性。

（3）碳排放密度数据的年均下降处理

本文运用 2016 和 2021 年制造业行业的产值 W^{2016} 、 W^{2021} 与碳排放数据 E^{2016} 、 E^{2021} ，按照 $I^i = E^i / W^i, i \in \{2016, 2021\}$ ，计算得出 2016 年与 2021 年的碳排放密度 I^{2016} 、 I^{2021} ，然后运用 $I^{2016} (1-x)^5 = I^{2021}$ 估算出，2016-2021 年我国制造业行业碳排放密度的年均下降率 x 。

附表1 不同贸易弹性计算方法下碳边境调节税对我国制造业出口影响的结果

行业名称	两次加权法		一次加权+取最大值法		一次加权+取最小值法	
	出口额减少量（亿元）	出口额减少幅度（%）	出口额减少量（亿元）	出口额减少幅度（%）	出口额减少量（亿元）	出口额减少幅度（%）
黑色金属冶炼和压延加工业	93.92	18.12	117.99	22.76	70.70	13.46
非金属矿物制品业	65.03	13.23	101.26	20.60	44.81	9.12
其他制造业	6.99	0.46	10.04	0.65	5.01	0.33
纺织业	12.21	0.72	16.53	0.97	10.09	0.59
有色金属冶炼和压延加工业	13.78	4.04	16.64	4.88	9.95	2.92
化学原料和化学制品制造业	9.92	1.04	14.23	1.49	7.58	0.79
通用设备制造业	7.14	0.59	11.28	0.93	4.68	0.42
专用设备制造业	3.97	0.59	5.34	0.80	2.86	0.42
仪器仪表制造业	1.91	0.06	2.58	0.08	1.36	0.04
文教、工美、体育和娱乐用品制造业	0.16	0.12	0.23	0.16	0.15	0.11
石油、煤炭及其他燃料加工业	8.13	2.41	9.50	2.81	6.78	2.01
计算机、通信和其他电子设备制造业	1.24	0.04	1.51	0.04	1.03	0.03
电气机械和器材制造业	0.97	0.15	1.47	0.23	0.68	0.11
皮革、皮毛、羽毛及其制品和制鞋业	1.92	0.24	3.07	0.38	1.46	0.18
食品制造业	1.29	0.67	1.86	0.97	0.94	0.49
纺织服装、服饰业	1.50	0.20	2.16	0.29	1.20	0.16
汽车制造业及铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业	1.24	0.14	1.57	0.18	0.79	0.09
造纸和纸制品业	1.41	0.97	1.58	1.09	1.14	0.78
废弃资源综合利用业	1.60	0.31	2.05	0.40	1.22	0.24
金属制品业	1.48	0.61	2.08	0.86	1.02	0.42
家具制造业	0.96	0.17	1.18	0.21	0.79	0.14
橡胶和塑料制品业	0.90	0.16	1.34	0.23	0.69	0.13
医药制造业	0.39	0.08	0.60	0.12	0.26	0.05
农副食品加工业	0.78	0.43	1.50	0.83	0.47	0.26
化学纤维制造业	0.09	0.19	0.13	0.27	0.06	0.13
木材加工和木、竹、藤、棕、草制品业	0.16	0.34	0.27	0.56	0.11	0.22
印刷和记录媒介复制业	0.14	0.23	0.19	0.32	0.10	0.18
酒、饮料和精制茶制造业	0.04	0.20	0.05	0.28	0.03	0.14
烟草制品业	0.02	0.18	0.02	0.19	0.01	0.13
总计	239.30	1.07	328.27	1.47	175.94	0.79

附表 2 欧盟碳边境调节税对中国各省份出口影响的结果

省份	区域	出口额（亿元）	出口额减少量（亿元）	出口额减少幅度（%）
北京	东部地区	472.93	2.31	0.49
天津		421.93	2.66	0.63
河北		318.82	9.63	3.02
上海		1600.87	13.53	0.85
江苏		3900.25	28.53	0.73
浙江		4066.50	37.16	0.91
福建		936.26	16.43	1.75
山东		1483.49	25.11	1.69
广东		4628.06	38.48	0.83
海南		64.71	0.56	0.89
山西	中部地区	163.13	2.05	1.26
安徽		547.83	5.11	0.93
江西		274.13	12.35	4.50
河南		706.05	4.83	0.68
湖北		323.49	6.29	1.94
湖南		261.65	11.97	4.57
内蒙古	西部地区	48.94	0.52	1.33
广西		62.96	1.97	3.12
重庆		696.11	2.94	0.42
四川		680.68	9.70	1.43
贵州		35.45	0.35	1.00
云南		42.58	0.64	1.53
陕西		114.17	1.29	1.13
甘肃		4.00	0.20	5.12
青海		1.54	0.17	14.01
宁夏		13.24	0.15	1.11
新疆		35.49	0.71	2.06
辽宁		东北地区	248.13	9.72
吉林	57.51		1.91	3.33
黑龙江	55.67		4.11	7.39

附录 3 不同贸易弹性计算方法碳边境调节税对我国各省份出口影响的结果及分析

下面根据正文第二节的计算步骤，给出在欧盟收取碳边境调节税后，对各省份出口额减少幅度的估计值，并将按照不同的出口贸易弹性计算方式得出的结果进行比较，来检验结果的稳健性。

1. 算术平均法。

附表 3-1 算数平均法下描述性统计

Year	Obs	Mean	Std	Min	Max
2023	30	2.42%	0.03	0.42%	14.01%

从附表 3-1 的结果中可以看出，基于 2023 年数据估算，欧盟收取碳边境调节税后，对我国各省出口影响的均值为 2.42%。另外，样本的极值较大，这说明了碳边境调节税对各省外贸的影响程度存在着显著的区域性差异，而其中的原因我们将在正文中重点研究。

2.两次加权平均法。

附表 3-2 两次加权平均法下描述性统计

Year	Obs	Mean	Std	Min	Max
2023	30	2.04%	0.02	0.39%	10.36%

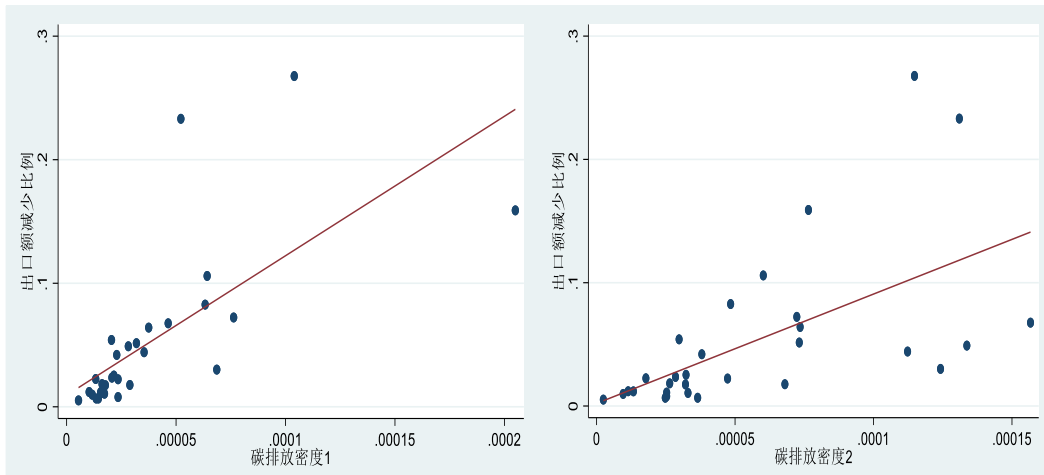
附表 3-2 为改变贸易弹性的计算方法后得到的结果。从附表 3-2 中可以看出，均值、标准差、最值，都与附表 3-1 中得到的计算结果相差不大，说明我们的结果比较稳健。

3.一次加权+取最值法。

附表 3-3 一次加权+取最值法下描述性统计

Method	Year	Obs	Mean	Std	Min	Max
Max	2023	30	2.78%	0.02	0.57%	11.85%
Min	2023	30	1.54%	0.03	0.28%	9.17%

为了使得我们的结果更加可靠，我们对碳关税对各省出口额减少幅度进行了“区间估计”。采用一次加权+取最大/小值的方法计算贸易弹性，从而得到各省份的出口额减少幅度。这样做的目的是为了使得我们计算得到的出口额减少幅度除了具有一个点估计值，还存在着一个区间估计值。附表 3-3 中第 2 行是采用一次加权+取最大值的方法计算得到的出口额减少幅度，表征了碳边境调节税收取对我国各省份外贸影响程度的上界，第 3 行是采用一次加权+取最小值的方法得到的出口额减少幅度，代表了影响程度的下界。单独从附表 3-3 的第 2 行和第 3 行可以看出，均值、标准差、最值与附表 3-1~3-2 得到的结论基本一致。另外，我们对采用最大值和最小值方法得到的均值取算数平均，为 2.16%，这与附表 3-1~3-2 中得到的均值基本相近，这进一步体现出我们所进行的计算的数据稳健性良好。



附图 2 出口额减少幅度与两种碳排放密度的散点图

附表3 基准情景与4种情景下欧盟碳边境调节税对我国各省份出口的影响

省份	基准情景下出口额减少量（亿元）	最优情景下出口额减少量（亿元）	次优情景下出口额减少量（亿元）	平均情景下出口额减少量（亿元）	平均+最优情景下出口额减少量（亿元）
北京	2.307	0.464	1.831	2.035	0.634
天津	2.659	0.128	0.524	2.061	1.750
河北	9.628	0.271	1.491	6.629	6.367
山西	2.050	0.029	0.202	0.847	0.831
内蒙古	0.521	0.021	0.090	0.291	0.163
辽宁	9.720	0.190	1.715	6.444	5.537
吉林	1.913	0.032	0.320	1.185	1.135
黑龙江	4.112	0.046	0.131	7.199	0.624
上海	13.530	0.723	3.016	7.097	4.311
江苏	28.529	1.940	6.293	26.784	7.663
浙江	37.157	3.526	11.800	35.679	6.625
安徽	5.108	0.266	1.030	4.261	2.533
福建	16.430	0.806	4.694	15.749	6.435
江西	12.349	0.254	3.039	11.422	11.132
山东	25.110	1.224	7.093	22.597	3.324
河南	4.834	0.204	1.335	4.148	0.630
湖北	6.291	0.207	1.165	5.143	5.025
湖南	11.967	0.225	2.162	8.340	8.101
广东	38.484	2.582	13.606	36.447	5.725
广西	1.967	0.065	0.411	1.366	0.524
海南	0.561	0.083	0.334	0.541	0.106
重庆	2.941	0.083	0.667	2.317	0.715
四川	9.702	0.229	1.639	7.075	3.141
贵州	0.354	0.017	0.087	0.299	9.730
云南	0.645	0.016	0.036	0.228	0.224
陕西	1.293	0.057	0.265	1.058	0.749
甘肃	0.199	0.004	0.039	0.152	0.134
青海	0.171	0.002	0.023	0.090	0.088
宁夏	0.145	0.008	0.052	0.103	0.056
新疆	0.713	0.036	0.114	0.433	0.384

参考文献

- [1] Brandt L, Van Biesebroeck J, Wang L, et al. WTO Accession and Performance of Chinese Manufacturing Firms[J]. American Economic Review, 2017, 107(9): 2784-2820.
- [2] Soderbery A. Trade Elasticities, Heterogeneity, and Optimal Tariffs[J]. Journal of International Economics, 2018, 114: 44-62.